

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MADEN İŞLETMELERİNDE KAZA VE RİSK
ANALİZLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ



Ali Kemal EYÜBOĞLU

Aralık, 2018

İZMİR

MADEN İŞLETMELERİNDE KAZA VE RİSK ANALİZLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Doktora Tezi

Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden İşletme Programı

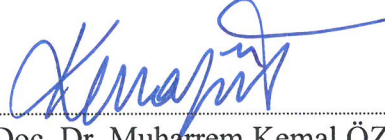
Ali Kemal EYÜBOĞLU

Aralık, 2018

İZMİR

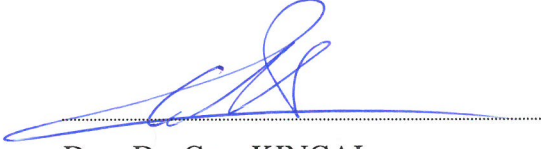
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ALİ KEMAL EYÜBOĞLU, tarafından DOÇ. DR. MUHARREM KEMAL ÖZFIRAT yönetiminde hazırlanan “MADEN İŞLETMELERİNDE KAZA VE RİSK ANALİZLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.



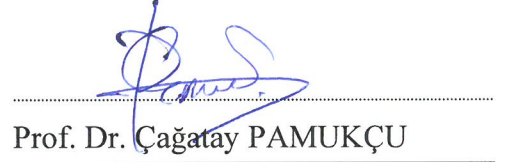
Doç. Dr. Muharrem Kemal ÖZFIRAT

Yönetici



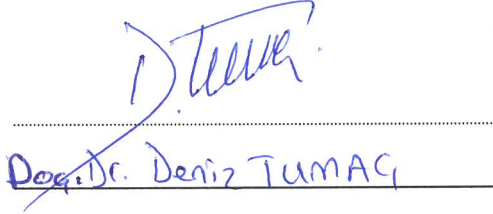
Doç. Dr. Cem KINCAL

Tez İzleme Komitesi Üyesi



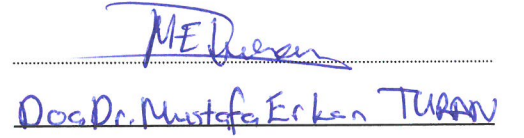
Prof. Dr. Çağatay PAMUKÇU

Tez İzleme Komitesi Üyesi



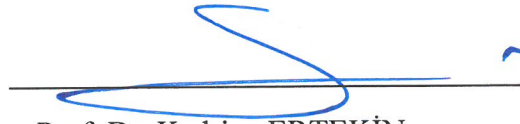
Doç. Dr. Deniz TUMACI

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım boyunca ve diğer akademik çalışmalarım da bana her zaman destek olan, çoğu zaman bana benden daha çok güvenen ve gösterdiği yollarla bana çözüm kapılarını açan ve ufkumu genişleten doktora tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Muharrem Kemal ÖZFIRAT'a,

Çalışmam sürecinde tez izleme komitemde bulunup, bilgi birikim ve fikirlerini benimle paylaşan Sayın Prof. Dr. Çağatay PAMUKÇU ve Sayın Doç. Dr. Cem KINCAL'a

Tez çalışmalarım süresince bana sonsuz kaynak sunarak bilgi, birikim ve deneyimleriyle beni bir basamak üste taşıyan, doktora tez çalışmalarım esnasında bana destek olan sevgili arkadaşlarım Makine Mühendisi Melik KOÇAK'a, Araş. Gör. Uğur Osman YÜCEL'e ve Uzm. İstatistikçi İrem YILMAZ'a

Tez yazım çalışmalarım sırasında yardımlarını eksik etmeyen, bana zaman ayıran ve zaman yaratan, sevgili arkadaşlarım Araş. Gör. Mustafa Emre YETKİN'e ve Araş. Gör. Dr. Mehmet Volkan ÖZDOĞAN'a

Ve beni bu yaşa kadar yetiştiren, bana emek veren, gerçek anlamda özgür ve dirayetli bir birey olmamı sağlayan sevgili babam Mecit EYÜBOĞLU ve sevgili annem Fikriye EYÜBOĞLU'na,

Tez çalışmalarım boyunca benden desteklerini esirgemeyen Maltepe Üniversitesi Meslek Yüksekokulunda ve Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği bölümünde görev yapan tüm meslektaşlarıma,

Sadece tez yazma çalışmalarım da değil, lisans eğitimimin başlangıcından itibaren tanıdığım ve yıllardır hayatımda çok büyük değeri olan yol arkadaşım ve kadim dostum Araş.Gör. Gökhan TURAN'a

Sonsuz teşekkürü bir borç bilirim...

Ali Kemal EYÜBOĞLU

MADEN İŞLETMELERİNDE KAZA VE RİSK ANALİZLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

ÖZ

İş sağlığı ve güvenliği açısından, çalışanlar için hayati riskler taşıyan sektörlerin başında madencilik faaliyetleri yer almaktadır. Madencilikte yaşanan ve genellikle ağır sonuçları olan iş kazalarını bertaraf etmek için kapsamlı bir risk analizi yapılmalı ve bu analiz sonuçlarına göre de gerekli iş güvenliği önlemleri alınmalıdır. Bu çalışma, madencilikteki başlıca tehlike kaynakları ile ilgili olarak risklerin analizi ve değerlendirmesi için yarı sayısal bir metot önermektedir.

Çalışmada öncelikle, günümüzde madencilikte kullanılan ve kullanılması muhtemel risk analizi metotları belirlenmiştir. Bu metotlardan hata türleri ve etkileri analizi, olay ağacı analizi ve kontrol listeleri örnek risk analizi modelleri olarak kullanılmıştır. Yeni bir risk skoru formülü elde etmek için, şiddet parametresi haricinde “iş kazası olasılık skoru” ve “mevcut isg skoru” olmak üzere, derece aralıkları bir ile on arasında değişen iki adet parametre ortaya konulmuştur.

Ülkemizde farklı çalışma koşullarında kömür ve metal madeni üretimi yapan beş farklı firma örneği göz önünde bulundurularak yaptırılan anketler neticesinde “iş kazası olasılık skoru”, “şiddet” ve “mevcut isg skoru” parametrelerinin katsayıları; aritmetik ortalama, logaritma ve regresyon analizi yöntemlerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Bu katsayılar neticesinde de yeni bir risk skoru formülü belirlenmiştir.

Elde edilen bu verilerle Java yazılım dili kullanılarak, madencilik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği alanında verimli bir şekilde kullanılacağı düşünülen bir risk analizi yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım, kömür ve metal madenciliğinde üretim faaliyetinde bulunan ve farklı çalışma koşullarına sahip iki farklı kapalı işletmeye uygulanmış ve yazılımın verimli olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Madencilik, risk analizi, iş güvenliği, java

DEVELOPMENT OF ACCIDENT AND RISK ANALYSIS IN MINES

ABSTRACT

In terms of occupational health and safety, mining activities take place at the beginning of the sectors that are vital risks for the employees. A comprehensive risk analysis should be conducted to eliminate occupational accidents, which are generally experienced in mining, and the necessary safety measures should be taken according to the results of this analysis. This study proposes a semi-numerical method for the analysis and evaluation of risks related to the main sources of danger in mining.

In the study, first of all, risk analysis methods which are used in mining and which are likely to be used are determined. The failure mode and effects analysis, event tree analysis and checklists were used as sample risk analysis models. In order to obtain a new risk score formula, two parameters ranging from one to ten degrees were introduced, with the exception of the severe parameter, "work accident probability score" and "current work security score".

As a result of the surveys conducted in our country considering the example of five different companies producing coal and metal mine under different working conditions "work accident probability score", "severe" and "current OHS score" coefficients of parameters; arithmetic average, logarithm and regression analysis. As a result of these coefficients, a new risk score formula was determined.

With this data, we developed a risk analysis software which is thought to be used efficiently in the field of occupational health and safety in the mining sector by using Java software language. The developed software was implemented in two different closed operations with different operating conditions in the production of coal and metal mining.

Keywords: Mining, risk analysis, work security, java

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
DOKTORA TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ.....	xii
BÖLÜM BİR-GİRİŞ.....	1
BÖLÜM İKİ-MADEN İŞLETMELERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ	4
2.1 Giriş.....	4
2.2 Maden İşletme Yöntemleri.....	4
2.2.1 Açık İşletme Yöntemi.....	5
2.2.2 Kapalı İşletme Yöntemi.....	6
2.3 İş Kazaları.....	7
2.3.1 İş Kazalarının Sebepleri.....	8
2.4 Meslek Hastalıkları	11
2.5 İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Maliyeti	13
2.6 Ülkemizde Madencilik Sektöründe Meslek Hastalığı ve İş Kazası İstatistikleri	14
BÖLÜM ÜÇ-MADENCİLİKTEKİ BAŞLICA TEHLİKE UNSURLARI	17
3.1 Giriş.....	17
3.2 Açık İşletme Madenciliğinde İş Güvenliği Risk Faktörleri	18
3.3 Kapalı İşletme Madenciliğinde İş Güvenliği Risk Faktörleri	19
3.3.1 Kazı Faaliyetleri, Malzeme Düşmeleri ve Göçükler	19

3.3.2 Tehlikeli Gazlar	22
3.3.3 Patlayıcı ve Zararlı Tozlar	25
3.3.4 Ocak Yangınları.....	26
3.3.5 Nakliyat	26
3.3.6 Su Baskınları.....	27
3.3.7 Mekanizasyon ve Enerji	27
3.3.8 Malzeme Kullanımı	28
3.3.9 Ocak Havası.....	28
3.4 Madencilikte Meslek Hastalıkları	28

BÖLÜM DÖRT-RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

4.1 Giriş.....	31
4.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ve Faydaları	32
4.3 Risk Yönetim Kültürü ve Gereklilikleri.....	33
4.4 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Yönetiminin Yapısı	34
4.5 Risk Değerlendirme Çalışmasının Adımları	34
4.6 Türkiye’deki Maden İşletmelerinde Risk Değerlendirme Faaliyetleri.....	35
4.7 Risk Değerlendirmesi	37
4.7.1 Giriş	37
4.7.2 Tanımlar.....	37
4.7.3 Risk Değerlendirme Çalışmasının Adımları.....	38
4.7.3.1 Tehlikelerin Belirlemesi.....	38
4.7.3.2 Risklerin Derecelendirmesi.....	40
4.7.3.3 Risk Kontrol Tedbirlerinin Belirlenmesi	42
4.7.3.4 Risk Kontrol Tedbirlerinin Uygulanması	42
4.7.3.5 Uygulamaların İzlenmesi	42
4.8 Risk Değerlendirme Metotları.....	43

BÖLÜM BEŞ-RİSK ANALİZİ MODELİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER
..... 45

5.1 Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli	45
5.2 Doğrusal Normalizasyon	46
5.3 Logaritma	46
5.4 Aritmetik ve Geometrik Ortalama.....	47
5.5 Kontrol Listeleri	49
5.6 Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA)	50
5.7 Olay Ağacı Analizi.....	54
5.8 Neden- Sonuç (Balık Kılçığı) Analizi	55
5.9 L Tipi Matris Yöntemi	57

BÖLÜM ALTI-MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE KULLANILMASI
PLANLANAN YENİ BİR RİSK ANALİZİ YÖNTEMİ..... 60

6.1 Giriş	60
6.2 Risk Skorunu Hesaplarken Kullanılan Parametrelerin Belirlenmesi	61
6.2.1 Kontrol Tedbirleri.....	62
6.2.2 İSG Yeterlik Skoru	62
6.2.3 İş Kazası Olasılık Skoru	64
6.2.4 Şiddet	66
6.2.5 Mevcut İSG Durumu	69
6.3 Risk Skorunun Hesaplanması.....	70
6.3.1 Risk Skorunu Hesaplama Kullanan Parametrelere Ağırlık Katsayıları Atama	74
6.3.2 Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Yöntemiyle Parametrelere Ait Katsayılarının Belirlenmesi	75
6.4 Risk Seviyelerinin Belirlenmesi.....	80
6.5 Risk Skoruna Göre Başlıca Kontrol Tedbirlerinin Belirlenmesi.....	84

**BÖLÜM YEDİ-RİSK ANALİZİ YÖNTEMİNİN YAZILIM HALİNE
GETİRİLMESİ 85**

7.1 Giriş.....	85
7.2 Yönetim Kontrol Tedbirleri.....	85
7.3 Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirleri.....	88
7.4 Çalışma Ortamı Kontrol Tedbirleri.....	95
7.5 Personel Kontrol Tedbirleri.....	96
7.6 İşletmenin Mevcut İSG Durumu.....	98
7.7 Kaza Senaryoları.....	99

**BÖLÜM SEKİZ-YAZILIM HALİNE GETİRİLMİŞ RİSK ANALİZİ
YÖNTEMİNİN ÜLKEMİZ MADENCİLİĞİNE UYGULANMASI..... 100**

8.1 Giriş.....	100
8.2 Kömür Madenciliği Uygulaması.....	100
8.3 Metal Madenciliği Uygulaması.....	103

**BÖLÜM DOKUZ-BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE SONUÇLAR
..... 107**

KAYNAKLAR 111

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Madencilikte Açık ve Kapalı İşletme	5
Şekil 2.2 Kaza Nedenlerinin Analizi.....	9
Şekil 4.1 Risk Yönetim Sistemi	35
Şekil 4.2 Risk Değerlendirme Döngüsü.....	38
Şekil 4.3 Tehlike kaynağı, Tehlike ve Risk ilişkisi.....	40
Şekil 4.4 Olasılık – Şiddet diyagramı	41
Şekil 5.1 Kontrol listesi örneği	50
Şekil 5.2 Olay ağacı analizini şematik gösterimi.....	55
Şekil 5.3 Balık kılçığı diyagramı	56
Şekil 6.1 İSG Yeterlik Skorunun Programda Hesaplanması	64
Şekil 6.2 Programda 1 ile 10 arasına normalize edilmiş 4 farklı iş kazası olasılık skoru	65
Şekil 6.3 5x5 Risk Matrisi.....	68
Şekil 6.4 Eşitlik 6.6'e göre hazırlanmış karar matrisi.....	72
Şekil 6.5 Eşitlik 6.6'ya göre hazırlanmış logaritmik modelde risk seviyeleri	73
Şekil 6.6 Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile “İş Kazası Olasılık Skoru”, “Şiddet” ve “Mevcut İsg Tedbiri” parametrelerinin % ağırlıklarının bulunuşu	79
Şekil 6.7 Risk seviyelerinin logaritmik ölçeğe göre sınıflandırılması.....	83
Şekil 7.1 Yönetim kontrol tedbirine ait kontrol listesinin JAVA ile yazılmış bilgisayar programında doldurulması ile bulunan (%) iş güvenliği yeterlilik skoru..	87
Şekil 7.2 Kontrol listelerinde doldurulmayan sorulara ilişkin hata uyarısı.....	88
Şekil 7.3 Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü.....	89
Şekil 7.4 Çalışma Ortamı Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü.....	95
Şekil 7.5 Personel Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü.....	97
Şekil 7.6 İşletmenin Mevcut İSG Durumunu gösteren ara yüz	98
Şekil 7.7 “Kaza Senaryosu” sayfasının ara yüzü	99
Şekil 8.1 Kapalı kömür ocağının yönetim açısından iş güvenliği skoru (%).....	101
Şekil 8.2 Kapalı kömür ocağının makine ve malzeme açısından iş güvenliği skoru (%)	101
Şekil 8.3 Kapalı kömür ocağının çalışma ortamı açısından iş güvenliği skoru (%)	101

Şekil 8.4 Kapalı kömür ocağının personel açısından iş güvenliği skoru (%)	102
Şekil 8.5 Yazılım ile kapalı kömür ocağına yapılmış risk analizinin sonuç sayfası	102
Şekil 8.6 Kapalı işletme kurşun-çinko madeninin yönetim açısından iş güvenliği skoru (%)	104
Şekil 8.7 Kapalı işletme kurşun-çinko madeninin makine ve malzeme açısından iş güvenliği skoru (%)	104
Şekil 8.8 Kapalı işletme kurşun-çinko madeninin çalışma ortamı açısından iş güvenliği skoru (%)	104
Şekil 8.9 Kapalı işletme kurşun-çinko madeninin personel açısından iş güvenliği skoru (%)	105
Şekil 8.10 Yazılım ile kapalı metal madenine yapılmış risk analizinin sonuç sayfası	105

TABLULAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 2.1 İş Kazalarına Sebep Olan Temel Nedenler.....	10
Tablo 2.2 2013-2017 yılları arasında ülkemiz madenciliğinde faaliyet kollarına göre meslek hastalıklarına ve iş kazasına maruz kalan işçi sayıları	15
Tablo 2.3 Türkiye'deki Büyük Maden Kazaları	16
Tablo 5.1 Olasılık parametresi ve dereceleri.....	51
Tablo 5.2 Farkedilebilirlik parametresi ve dereceleri	52
Tablo 5.3 Şiddet parametresi ve dereceleri	53
Tablo 5.4 Risk öncelik sayısı (RÖS) değerlendirmesi	53
Tablo 5.5 Bir olayın gerçekleşme olasılığı	57
Tablo 5.6 Olayın Şiddetini Belirleme Tablosu	58
Tablo 5.7 Risk Derecelendirme Matrisi (L Tipi Matris).....	58
Tablo 5.8 risk derecelendirme matrisi (L Tipi Matris)	59
Tablo 6.1 Alınan İSG önlemi dereceleri	63
Tablo 6.2 İş Kazası Olma Olasılık Tablosu	65
Tablo 6.3 Şiddet Derecelendirme Tablosu.....	67
Tablo 6.4 Mevcut İSG Durumu Tablosu	69
Tablo 6.5 Beş Farklı Özellikteki Maden Ocağı İçin Düzenlenmiş Anket	76
Tablo 6.6 Beş Farklı Özellikteki Maden Ocağı İçin Düzenlenmiş Anket Değerlendirme Tablosu	76
Tablo 6.7 Beş Farklı Özellikteki Maden Ocağı İçin Yapılmış Anketlerin Ortalama Verileri.....	77
Tablo 6.8 Çoklu lineer regresyon analizinde kullanılan parametrelere ait veriler (1)79	79
Tablo 6.9 Çoklu lineer regresyon analizinde kullanılan parametrelere ait veriler (2)79	79
Tablo 6.10 Değerleri 1 ile 100 arasında değişen Risk Skorlarının dağılımı	82
Tablo 6.11 (%) Risk skoru değer aralıklarına göre sınıflandırılmış risk seviyeleri... 83	83
Tablo 7.1 Yönetim Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi.....	86
Tablo 7.2 Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü	89
Tablo 7.3 Yangın ve Patlamayla Mücadele için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları	90
Tablo 7.4 Tahkimat için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları	93

Tablo 7.5 Nakliyat için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları.....	93
Tablo 7.6 Elektrik, Basınçlı Kaplar, Kaynak İşleri ve Kaldırma Araçları için kontrol listesi soruları.....	93
Tablo 7.7 Çalışma Ortamı Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları.....	95
Tablo 7.8 Personel Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları.	97



BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Madencilik sektörü zorlu çalışmalardan ötürü çok tehlikeli sınıfta yer alan bir sektördür. Son zamanlarda madencilik sektöründe yaşanan iş kazalarında pek çok çalışan hayatını kaybetmekte, iş göremez hale gelmekte veya sektöre özgü birçok meslek hastalığına maruz kalmaktadır. Yine son yıllardaki iş kazası istatistiklerine bakıldığında, madencilik sektöründe yaşanan iş durumun üzerine çalışılması gereken sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir.

Maden kazaları sonucu yaşanan ölümlü ve ağır yaralanmalı kaza sayılarına bakıldığında ülkemiz gelişmiş ülkelere göre üst sıralarda yer almaktadır. Kömür madenciliğinde dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olan Çin’de 2008 ve 2013 yılları arasına bakıldığında, 100 milyon ton kömür başına yaşamını yitiren madenci sayısı 127’den 38’e düşmüştür. Yine madencilik sektöründe en büyük kömür üreticilerinden biri ABD’de ise bu sayı 100 milyon ton başına 6 kişidir. Ülkemizde ise 2000 yılında bu rakam 100 milyon ton başına 710 kişi iken 2013 yılında 722’ye ulaşmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerinin gün geçtikçe ilerleme kaydetmesi neticesinde, risk değerlendirmesi kavramı da iş sağlığı ve güvenliğinin temel unsurlarından biri haline gelmiştir. Bu alanda dünya genelinde yaşanan gelişmelere uyumlu olarak ülkemizde de işletmeler için risk değerlendirmesi önemli bir hale gelmiş ve yapılan değişikliklerle de ulusal mevzuatta yerini almıştır. 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu gereğince bütün sektörlerde olmak üzere, madencilik sektöründe de risk değerlendirmesi bir zorunluluk haline gelmiştir. Risk değerlendirmesi çalışmalarının hem işletmeye hem de ülkemiz madenciliğine sağladığı katkılar düşünüldüğünde, işverenlerin risk değerlendirme faaliyetlerini yapması veya yaptırması işletme adına ek bir maliyet olarak düşünülmemelidir.

Madencilikte üretim faaliyetleri esnasında meydana gelen iş kazaları sonucunda maddi ve manevi olarak ağır kayıplar yaşanmaktadır. Üretim faaliyetlerinde yaşanan bu iş kazalarını ortadan kaldırmak için iş güvenliği konusunda uzman kişilerce oluşturulmuş bir risk değerlendirme ekibi tarafınca ocak içerisindeki risk faktörlerine dair kapsamlı risk değerlendirme çalışmaları yapıp sonrasında da gerekli tüm kontrol ve önlemlerin alınması gereklidir. Bu sebeple de maden işletmelerinde yaşanması muhtemel iş kazası ve meslek hastalıklarını önlemek için de çeşitli risk analizi yöntemleri kullanılmaktadır.

Tezin ana fikrini de maden işletmelerinde üretim faaliyetleri esnasında ortaya çıkan tehlike unsurlarının neden olacağı riskleri ortadan kaldırmak için, madencilik sektöründe etkili bir şekilde kullanılacağı düşünülen farklı bir risk analiz yöntemi geliştirmek olmuştur. Tez içerisinde ikinci bölümde ülkemizde açık ve kapalı olarak uygulanan maden işletme yöntemleri ve üretim yöntemleri neticesinde ortaya çıkan meslek hastalıkları ve iş kazalarına dair istatistik verilerden bahsedilmiştir. Üçüncü bölümde açık ve kapalı maden işletmeciliğinde üretim esnasında ortaya çıkan başlıca tehlike unsurları ele alınmıştır. Dördüncü bölüm ise risk değerlendirmesinin mevzuattaki yeri ve önemi, ülkemizdeki maden işletmelerinde yapılan risk değerlendirme faaliyetleri ve kullanılan yöntemler ile risk değerlendirme faaliyetinin sırasıyla hangi adımlardan oluştuğu hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmanın beşinci bölümünde madencilik sektöründe kullanılması düşünülen risk analiz yöntemini ortaya çıkarırken faydalanılan matematiksel yöntemler ve risk analiz çeşitleri üzerinde durulmuştur. Altıncı bölümde bu yeni risk analiz yönteminde, madencilik sektöründe çalışan iş güvenliği uzmanlarına yaptırılan anketler neticesinde katsayıları çoklu regresyon analizi kullanılarak elde edilen iş sağlığı ve güvenliği (isg) yeterlilik skoru, şiddet ve iş kazası olasılık skoru parametrelerinden bahsedilmiştir. Yedinci bölümde elde edilen bu yeni risk analiz yöntemini JAVA programlama dili kullanarak bir maden işletmesinin iş güvenliği durumunu yönetim, makine ve malzeme, çalışma ortamı ve personel başlıkları altında dört farklı kategoride değerlendiren bir yazılım haline getirilmesi gösterilmiştir. Sekizinci bölümde ise yazılım haline getirilmiş bu yeni risk analizi programının ülkemizde, biri Ege bölgesinde yeraltı kömür diğeri ise Marmara

bölgesinde yer alan yeraltı metal madenine uygulaması ve elde edilen sonuçlar gösterilmiş ve dokuzuncu bölümde ilgili sonuçlar anlatılmıştır.



BÖLÜM İKİ

MADEN İŞLETMELERİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

2.1 Giriş

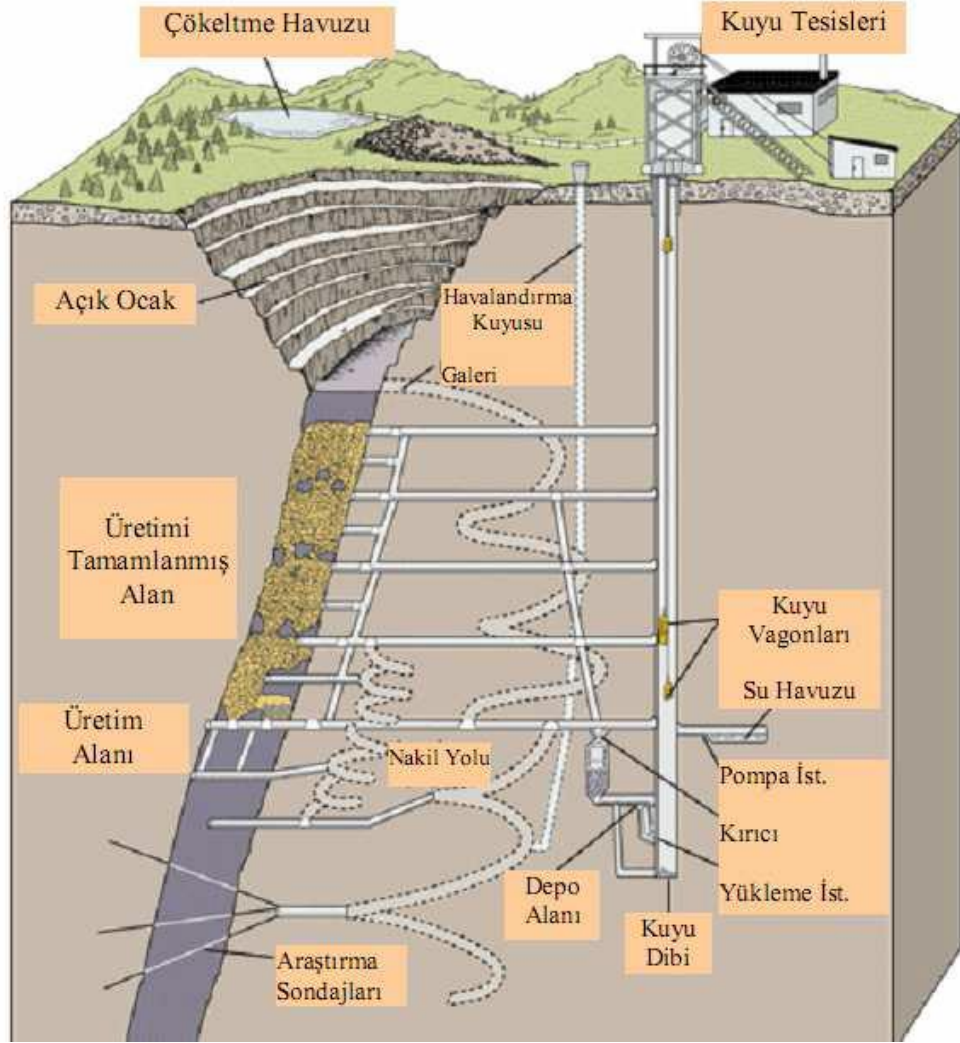
Dünyada madencilik sektörü, meslek hastalıkları ve iş kazalarının sıkça görüldüğü sektörlerden biri olup ülkemizde de metal ve inşaat sektörleriyle birlikte en riskli sektörler arasında yer almaktadır. Madencilik faaliyetleri, yapılan işlerin nitelikleri sebebiyle sürekli değişim göstermekte ve işletmede çalışan personel bu riskli faaliyet alanında mevcut risklerle beraber güvenli bir şekilde üretim faaliyetlerini gerçekleştirmek zorundadır. Üretim faaliyetleri esnasında devamlı değişkenlik gösteren ortam koşullarında çalışmak, üretim faaliyetlerini farklı jeolojik yapılarda gerçekleştirmek madencilik sektörünü diğer sektörlerden zorluk anlamında farklı kılmaktadır.

Açık işletme madenciliğinde başlıca risk unsurları kullanılan ağır tonajlı araçlar, kazıcı ve yükleyiciler, patlayıcı maddeler, jeolojik unsurlar ve tozlardır. Yeraltı madenciliğinde ise dar ve sınırlı çalışma alanları, sıcaklığı sürekli değişen ocak havası, vardiyalı çalışma sistemi, göçükler, yetersiz aydınlatma, titreşim, yeraltında oluşan zararlı gazlar (zehirleyici-boğucu-parlayıcı ve patlayıcı) ve toz patlamaları maden çalışanlarının çalışma şartlarını çok riskli bir hale getirmektedir. Tehlike unsurlarının bu denli yoğun olduğu bir sektör olan madencilik sektöründe çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlamak için iş sağlığı güvenliği açısından bir mevzuat sistemi oluşturulmuştur (Arslanhan ve Cünedioğlu, 2010).

2.2 Maden İşletme Yöntemleri

Madencilik sektöründe üretim yöntemi olarak açık işletme ve kapalı işletme yöntemleri kullanılmaktadır. Arazinin yapısı, sondaj ve jeolojik etüt çalışmaları neticesinde hesaplanan rezerv miktarına ve cevherin yeraltındaki dağılımına ait elde edilen veriler, cevherin üzerini örten toprak tabakası kalınlığı olan dekapaj miktarı ve

cevherin yataklanma özellikleri gibi faktörler hangi üretim yönteminin seçileceğini belirlemektedir. Ayrıca üretim yöntemini belirleyen faktörler değerlendirildiğinde bir maden işletmesi Şekil 2.1’de de görüldüğü üzere hem kapalı hem de açık işletme faaliyetlerini bir arada yürütebilmektedir (Çarıkçı, 2010).



Şekil 2.1 Madencilikte Açık ve Kapalı İşletme (Hamrin, 1980)

2.2.1 Açık İşletme Yöntemi

Açık işletme madenciliği, herhangi bir kazı yapmadan yüzeyde gözlenebilen veya az bir toprak tabakası ile örtülü cevherin güvenli ve ekonomik bir şekilde yüzeye çıkarılması esasına dayanan bir üretim yöntemidir. Açık işletme yönteminde maden

yatağını ve örtü tabakasını basamaklar halinde dilimlere ayırarak, örtü tabakasının fiziksel durumuna göre patlayıcı madde kullanarak ya da kullanmayarak örtü tabakasına gevşetme ve kazı uygulanan kapalı işletmeye nazaran daha ekonomik olan bir üretim yöntemidir. Açık işletme üretim yönteminde ekskavatör, dragline, kamyon vb. kazıcı, yükleyici ve ağır tonajlı iş makineleri ve araçlar kullanılmaktadır.

Yerüstü madenciliğinde uygun üretim yöntemi ve ekipman seçiminde; iklim koşulları, hidrojeolojik durum, yıllık kazı ve üretim miktarları, yüzey koşulları, cevher damarının fiziksel özellikleri, örtü ve ara kesme tabakalarının mekanik özellikleri ve kalınlığı belirleyici etmenlerdir. Açık ocak madenciliği yapılırken üretim planına uygun şev açıları, basamak boyutları, yol çalışmaları, dekapaj yer ve kapasitesi seçiminin önemle üzerinde durulmalıdır (Eyüboğlu, Özfırat, Kahraman, 2016).

Kısaca, örtü-kazı oranının uygun olması dahilinde cevherdeki yataklanma yatay halde yüzeye yakın ya da büyük kütleler halinde ise açık işletme madenciliği kolaylıkla yapılabilmektedir (Çarıkçı, 2010).

2.2.2 Kapalı İşletme Yöntemi

Cevher veya kömür damarı yüzeyden itibaren derin oluşumlu olduğundan kapalı işletme hem teknik hem de ekonomik açıdan tercih edilmektedir. Kapalı işletmede büyük hazırlıklar ile cevher damarına ulaşılır. Bunlar düze bir galeri, desandre veya kuyu olabilir. Cevher damarı kesildikten sonra damar içerisinde küçük hazırlıklar yapılarak üretim panoları oluşturulur. Panolar sıra ile üretilerek göçertmeli ve dolgulu yöntemlerle cevher damarı üretilir.

Kapalı işletme üretim yöntemi de aynı açık işletme üretim yöntemi gibi maden yatağı ve arazinin yapısına, zararlı ve patlayıcı gaz veya gazların miktar ve içeriğine, günlük üretim miktarına, yan kayaçların yapısına, drenaj vb. faktörler sebebiyle çeşitlilik göstermektedir. Bu sebeple kömür ve metal madenciliğinde farklı üretim yöntemleri uygulanabilmektedir.

Kapalı işletme madenciliğinde yaygın olarak kullanılan üretim yöntemleri uzun ve kısa kazı arınlı üretim yöntemleri ile toplu üretim yöntemleridir.

Kapalı işletme yöntemiyle kömür üretiminde genellikle uzun kazı arınlı yöntem tercih edilmektedir. Kapalı işletme kömür madenciliğinde kazı faaliyetleri manuel kazı, delme-patlatma ve mekanize kazı yöntemleridir. Mekanize kazı, 1850'lerde potkabaç ile başlamış, 1900'lerin başında saban ve 1950'lerde kesici-yükleyici makineye dönmüştür. Kesici- yükleyici uzun ayaklarda oldukça verimli olmuştur. Tahkimat ise hidrolik direklerden artık yürüyen tahkimatlara kadar gelişmiştir. Nakliyat ise ayak içerisinde zincirli konveyörlerle; anayol, pano tavan ve taban yollarında bant konveyörlerle yapılmaktadır.

Kapalı işletme kömür madenciliği dünyada en tehlikeli iş kollarından bir tanesidir. Kömür madenciliğindeki çalışma organizasyonu üretim alanında karmaşık bir yapıya sahiptir. Üretim aşamasında tahkimat, nakliyat, kazı gibi temel faaliyetler ile elektrikli şebekeler, haberleşme ve sinyalizasyon ağları, malzeme ve personel nakliyatı, drenaj sistemleri, bakım-onarım gibi faaliyetler iç içedir. Bu sebeple birden çok üretim faaliyetinin bir arada olması, iş güvenliği açısından birçok tehlike ve risk kaynaklarını beraberinde getirmektedir (Şimşir, 2015).

2.3 İş Kazaları

Kaza kavramı genel olarak; önlem eksikliği, dikkatsizlik, eğitimsizlik gibi sebeplerle istenmeden, beklenmedik bir anda ani meydana gelen, insanda özür ve iş ortamında zararlar bırakan olaylardır. İş kazası da işin yapılma esnasında iş ile ilgili bir sebepten işyerinde gerçekleşen olay olarak tanımlanmaktadır. Bir iş kazasındaki belirleyici öge, çalışanın yaşanan kazadan sonra ruhsal veya bedensel yönden bir özürle karşı karşıya kalmasıdır (Akçin, 2001).

İş kazasını Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) herhangi bir yaralanmaya sebep olan beklenmedik bir olay, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise çoğu kez yaralanmalara, maddi hasarlara ve üretim faaliyetlerinin bir müddet durmasına sebep olan olay olarak

ifade etmişlerdir. Her iki ifade de görüldüğü üzere iş kazası tanımı hem çalışana bedence hem de işletmeye maddi olarak zarar veren beklenmedik, planlanmayan bir olaydır.

İş kazası, ülkemizde ise 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun 13. maddesinde şu şekilde tanımlanmıştır: “Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada; işveren tarafından yürütülmekte olan iş nedeniyle veya görevi nedeniyle, sigortalı kendi adına ve hesabına bağımsız çalışıyorsa yürütmekte olduğu iş veya çalışma konusu nedeniyle işyeri dışında; bir işverene bağlı olarak çalışan sigortalının, görevli olarak işyeri dışında başka bir yere gönderilmesi nedeniyle asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda; emziren kadın sigortalının, çocuğuna süt vermek için ayrılan zamanlarda; sigortalıların, işverence sağlanan bir taşıtla işin yapıldığı yere gidiş geliş sırasında meydana gelen ve sigortalıyı hemen veya sonradan bedenen ya da ruhen özre uğratan olaydır (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2006).

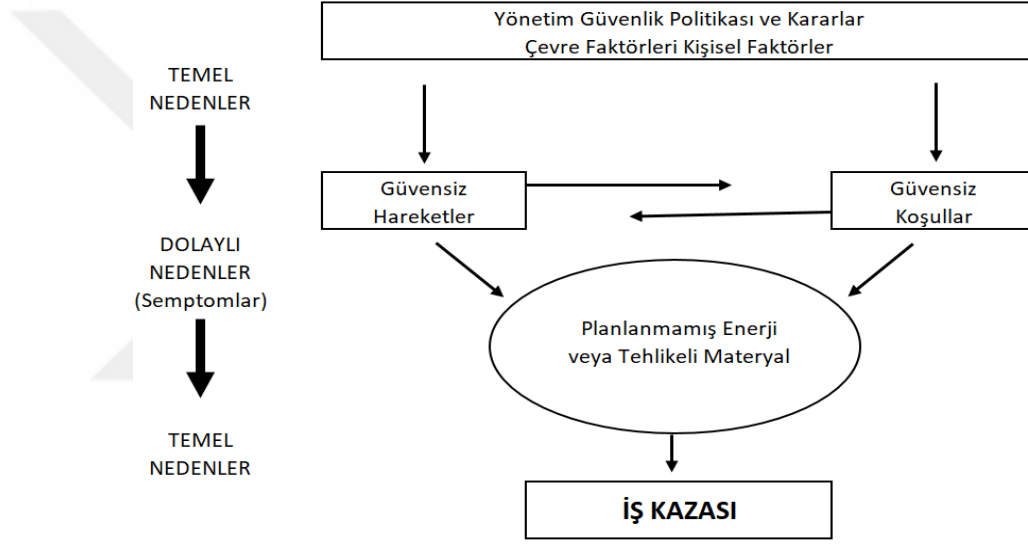
2.3.1 İş Kazalarının Sebepleri

İş kazasına sebep olan durumların detaylı ve anlamlı bir şekilde tanımlandıktan sonra ortadan kaldırılmasına yönelik önlemlerin alınması oldukça etkilidir. Yaşanan bir iş kazasının nedenleri proaktif yaklaşımlar doğru bir şekilde tanımlanıp belirlenmez ve bu tanımlamalara göre önlemler alınmaz ise, reaktif önlem olarak alınan tüm iş güvenliği önlemlerinde istenilen sonuca ulaşmak mümkün değildir (Maden Mühendisleri Odası, 2010).

İş sağlığı ve güvenliğinin özünde, insan hayatı olduğu için çalışmaların rastgele olması yerine bilimsel ve planlı çalışmalar olması çok önemli bir konudur. Bir iş kazasının ortaya çıkma sebebini detaylı araştırmamak önemli bir hatadır. Yapılan kapsamlı araştırmalar neticesinde iş kazalarının yaklaşık %98 oranında önlenemediği ve %2 oranında da mücbir sebepler nedeniyle öngörülemediği için önlenemediği belirtilmiştir. Bu nedenle birden çok risk faktörünü bünyesinde barındıran madencilik sektörü düşünüldüğünde ise önlenemeyen kaza oranının daha yüksek olabileceği düşünülmektedir (Eyüboğlu ve Özfirat, 2015).

Bir çalışma ortamındaki her türlü kimyasal, ergonomik, fiziksel ve psikososyal risk etmenleri çalışanların üzerinde dolaylı veya doğrudan etkilere sebep olmaktadır. Bu etkiler neticesinde kısa dönemde hafif ve ağır yaralanma, ölüm; uzun dönemde de bir takım meslek hastalıkları gibi etkilerle ortaya çıkarmaktadır. Bir çalışma ortamındaki uygun olmayan çalışma şartları, kendini bir iş kazası olarak gösterebilmektedir.

İş kazalarının nedenleri doğrudan nedenler, temel nedenler ve dolaylı nedenler olarak üç gruba ayrılmaktadır. İş kazalarına sebebiyet veren bu etmenler Şekil 2.2’de gösterilmektedir:



Şekil 2.2 Kaza Nedenlerinin Analizi (Özkılıç, 2005)

Bir iş kazasının meydana gelmesindeki temel nedenler, dolaylı nedenlere kaynaklık eden koşulları hazırlamakta ve dolaylı nedenlerin varlığı da kazayı neticelendiren doğrudan nedenleri ortaya çıkarmaktadır.

Güvensiz ve tehlikeli koşulları oluşturan fiziksel sebepler, zayıf bir yönetim sistemi ve çalışanların güvensiz hareketlere sebep olduğu kişisel nedenler temel nedenleri oluşturmaktadır. Mesleki yetersizlik, sağlık açısından yetersizlik, psikolojik veya mental sorunlar kişiye özgü sebepler olarak sıralanabilir. Fiziksel sebepler de yanlış çalışma yöntemi, olumsuz çalışma şartları, sorunlu ekipmanlar, ekipmanların yanlış kullanımı gibi faktörlerdir (Akçin, 2001).

Bir işyerindeki çalışanın veya ekipmanın öngörülemeyen bir etkiye maruz kalmış ve bu etki güvenli bir biçimde uzaklaştırılmamışsa dolaylı olarak bir kaza meydana gelmiştir. Yani bu etkili olan bu tehlike, iş kazasının doğrudan yani görünen bir sebebidir.

İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarında genelde ele alınan, bir veya daha fazla güvensiz durumun, güvensiz hareketin veya her ikisinin de neticesi doğrudan kaza sebepleridir. Eğer bu sebepler üzerinde önemle durulmaz ise, iş kazalarını önlemede kalıcı çözümlere ulaşılamaz. İş kazalarının önlenmesinde, etkili bir iş güvenliği yönetim sistemi kurmak ve geçmişte meydana gelen kazalarının kök nedenlerini bularak ortaya çıkarmak doğrudan kaza sebeplerinin çözüme ulaştırılmasından daha önemlidir.

Bir işyerine ait yönetim, çalışma ortamı, personel ve ekipman faktörleri, iş kazalarının hangi sebeplerden meydana geldiğini anlamada en önemli dört önemli faktördür. Bu dört faktör literatürde de 4M olarak bilinmektedir (Liliana, 2016).

Tablo 2.1 İş Kazalarına Sebep Olan Temel Nedenler (Liliana, 2016)

Man (Personel)	İş kazalarına sebep olan çalışan faktörü
Machine (Ekipman)	Olumsuz fiziksel faktörler (Muhafazasız makine gibi)
Media (Çalışma ortamı)	Çevresel etmenler, çalışma tekniği vb.
Management (Yönetim)	Zayıf bir yönetim

i. Man (İnsan)

Psikolojik Sebepler: Unutkanlık, dalgınlık, depresyon, çevresel etkiler, istem dışı hareket, acelecilik vb.

Fiziksel Sebepler: Halsizlik, uykusuzluk, hastalık hali vb.

İşyeri kökenli Sebepler: Mobbing, iletişimsizlik, uyumsuz takım çalışmaları...

ii. Machine (Makina)

Makine ve ekipmanın hatalı kurulumu, arızalı ve bakımsız muhafazalar, yetersiz standartlar, düzensiz periyodik bakım ve kontrol vb. (Liliana, 2016).

iii. Media (Ortam-Çevre)

Çalışanların yapacakları işe dair yetersiz bilgilendirilmesi, uygunsuz çalışma yöntemi, çalışmaya uygun olmayan iş ortamı vb.

iv. Management (Yönetim)

Yönetimde organizasyon yetersizliği, eksik ve yetersiz talimat ve yönergeler, mesleki yeterliliği bulunmayan personel çalıştırma, sigortasız işçi çalıştırma, yetersiz sağlık kontrol ve hizmetleri, yetersiz iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri vb.

İş kazalarının bertaraf edilmesinde kalıcı ve tutarlı çözümlere ulaşmak için, iş kazalarında doğrudan sebep olan faktörlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir.

İş sağlığı ve güvenliğindeki prensiplerden birisi de felaket veya ölüm ile neticelenmeyen ufak çapta iş kazalarının aslında büyük iş kazalarının habercisi olduğudur. Meydana gelecek olan iş kazalarını önlemede en önemli kriterlerden biri olan ramak kala olayların iyi bir şekilde araştırılarak gerekli proaktif önlemlerin alınması gerekmektedir (Liliana, 2016).

2.4 Meslek Hastalıkları

Genel itibarıyla meslek hastalıkları işyeri çalışma ortamındaki zararlı etmenlerin etkisiyle, yapılan işin niteliği sonucunda ortaya çıkan hastalıklardır. Mevzuatımızda meslek hastalığının tanımı, sigortalı çalışan bir bireyin yaptığı işin niteliğinden ve ortam şartlarından dolayı maruz kaldığı ruhsal veya bedensel özür lülük hali olarak geçmektedir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2006).

Meslek hastalıkları işyeri çalışma ortamındaki mevcut olumsuz koşullardan kaynaklanır. Olumsuz çalışma şartlarına yönelik çalışma ortamında alınacak tıbbi ve teknik kontrol tedbirleriyle meslek hastalıklarının önüne geçmek mümkün olabilir.

Yapılan işin niteliği ile ortaya çıkan meslek hastalığı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Örneğin pnömokonyoz, üretimde tozun açığa çıktığı bir işyerinde çalışanın yakalandığı bir meslek hastalığıdır, bu hastalık toz olmayan bir çalışma ortamında çalışan bir bireyde kolay kolay gözlenmez. O halde meslek hastalıkları, sebebi yalnızca işyerinde yürütülen işin niteliği olan ve ileriki vadede uzun maruziyetler neticesinde çalışanda görülen rahatsızlıklardır (Eyüboğlu ve Kanbur, 2017).

İş yeri çalışma ortamından kaynaklanan ve çalışanın sağlığını tehlikeye atan meslek hastalıkları sebebi ile işverenler ve sigorta şirketlerinin tazminat giderleri oldukça arttığı için meslek hastalıklarıyla ilgili tanımlamaların yeniden oluşturulması bu konuyla ilgili uluslararası kurum ve de kuruluşların gündeminde yer almıştır. Bu yüzden başta Dünya Sağlık Örgütü (WHO) olmak üzere birçok ilgili kuruluş meslek hastalıklarıyla ilgili kavramlara açıklık getirmeye çalışmışlardır. Bu hususta öncelikle saptanan hastalığın tanısı konulmakta, sonra bu meslek hastalığının çalışanın vücudunda sebep olduğu fonksiyonel kayıplar saptanmakta ve sonrasında da bu meslek hastalığına sebep olan kişisel, mesleki ve çevresel faktörler araştırılmaktadır.

Çalışma koşulları sebebi ile madencilik sektöründe birçok risk faktörü olduğu için bunun paralelinde de çalışanlarında birçok meslek hastalığı görülmektedir.2006 SGK verilerine bakıldığında, ülkemizdeki maden işçilerinde en çok görülen meslek hastalığı silikozis olmuştur. Silikosiz hastalığı taş ocağı ve madenlerde tozlu ortamda çalışan işçilerde görülen bir meslek hastalığıdır (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018).

Meslek hastalığına sebep olan risk faktörleri arasında yer alan toza maruziyet en sık karşılaşılan unsurlardan bir tanesidir. Toza maruziyetin birçok sebebi bulunmaktadır. Maden işlerinde çalışanların sıklıkla maruz kaldıkları toz çeşitleri doğal taş ve mermer tozu, kömür tozu, silika tozları, demir, altın, krom, bakır ve talk tozlarıdır.

Bütün bu cevher tozları, işçinin çalışırken soluk alıp vermesi esnasında akciğerlerindeki alveollere yerleşerek tedavisi olmayan ve meslek hastalığı literatüründe madenci hastalığı olarak da tabir edilen pnömokonyoza sebep olmaktadır. Yapılan işin her aşamasında, çalışanın toza maruziyeti söz konusudur. Bu sebeple de dünya genelinde en çok rastlanılan meslek hastalığının pnömokonyoz olduğu bilinmektedir (Eyüboğlu ve Kanbur, 2017).

2.5 İş Kazaları ve Meslek Hastalıklarının Maliyeti

Çalışanların yaptıkları işin niteliğinden dolayı maruz kalmaları muhtemel meslek hastalıklarına karşı güvence altına alınmasına yönelik mevzuat çalışmaları yapılmıştır. Bir meslek hastalığının ortaya çıkmamasındaki en büyük etmenlerden bir tanesi de işverenin iş sağlığı güvenliği konusunda yükümlülüklerini yerine getirmesidir. İşverenler bu konudaki yükümlülüklerini, çalışanlarını sigortalayarak yerine getirirler. Meslek hastalığı ortaya çıktığında ise çalışanın tüm tedavi giderleri SGK tarafından karşılanır. Ayrıca, çalışan eğer meslek hastalığı sebebi ile iş göremez bir hale gelmiş ise SGK tarafından o çalışana iş göremezlik geliri sağlanır. Meslek hastalıklarında tedavi giderleri, tazminatlar ve çalışanın sigortalanması gibi durumlar da bu konunun yasal boyutunu oluşturmaktadır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2006).

Çalışanın meslek hastalığı veya iş kazasına maruz kalması beraberinde birçok meseleyi de beraberinde getirmektedir. Çalışanın hastane masrafları, evde bakımı ve çalışmadığı günler işverene ek bir maliyet olarak yansımaktadır. Bu durum da göstermektedir ki meslek hastalıkları ve iş kazaları neticesinde ortaya çıkan öngörülmeyen maliyetler çoğu zaman öngörülen maliyetlerden kat kat fazla olabilmektedir.

Amerika Madencilik İş Sağlığı ve Güvenliği Dairesi (MSHA), ölümle sonuçlanan bir iş kazasının dolaylı ve dolaysız maliyet tutarını yaklaşık 900.000 dolar, kayıp iş günlü bir kazanın maliyetini 30.000 dolar ve iş günü kaybı yaşanmayan bir kazanın maliyetini ise günlük 7.000 dolar olarak açıklamıştır. Bu giderler 1998 yılında hesaplanmış olup, bu hesaplara maddi hasarlar dahil edilmemiştir (NIOSH, 2007).

Konu ile alakalı yapılan kapsamlı araştırmalar neticesinde iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini arttırarak iş kazalarını önlemek için ayrılan maliyetin, iş kazalarının gerçekleşmesi halinde ortaya çıkan maliyetlerden daha aşağıda olduğu belirtilmiştir.

İş sağlığı ve güvenliği alanındaki çalışmalar bir ülkenin ekonomisi için önem arz etmektedir. ILO istatistiklerine göre, meslek hastalığı ve iş kazaları sonucu ortaya çıkan giderler milli gelirin ortalama %5'i kadardır. Ülkemizde ise bu oran yaklaşık %16'lar seviyesinde olduğu belirtilmiştir. . Ayrıca lkemizde yaşanan bu iş kazalarının tahmini maliyetinin yıllık yaklaşık 4 milyar TL olduğu ve 1.865.115 gün de iş günü kaybı yaşandığı belirtilmektedir (Akçin, 2001).

2.6 Ülkemizde Madencilik Sektöründe Meslek Hastalığı ve İş Kazası İstatistikleri

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistiklerinde, her sektör için meslek hastalığı ve iş kazası sonucunda hayatını kaybeden çalışan sayısı verilmektedir. ILO'ya ait yıllık istatistik raporlarında ülkemizde meydana gelen ölümlü iş kazası sayısı ortalama değerlerin çok üzerinde çıkmaktadır.

2018 yılı SGK istatistiklerine göre ülkemizde madencilik sektöründe kamuda 12.100 ve özel sektörde de 124.497 olmak üzere toplam 130.845 işçi çalışmaktadır.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistiklerine göre ülkemizde madencilik sektöründe 2013-2017 yılları arasında toplam 61.166 işçi iş kazası geçirmiş ve 282 işçiye de meslek hastalığı tanısı konmuştur. Tablo 2.2'de gösterildiği gibi, SGK verilerine göre en fazla iş kazası ve meslek hastalığına maruz kalan maden işçileri kömür madenciliğinde, en az ise ham petrol ve doğalgaz madenciliğinde çalışan işçilerde olduğu gözlenmektedir (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018).

Tablo 2.2 2013-2017 yılları arasında ülkemiz madenciliğinde faaliyet kollarına göre meslek hastalıklarına ve iş kazasına maruz kalan işçi sayıları (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018)

FAALİYET KOLU	İŞ KAZASI GEÇİREN İŞÇİ SAYISI	MESLEK HASTALIĞINA YAKALANAN İŞÇİ SAYISI
Linyit ve Kömür Çıkartılması	45486	255
Doğalgaz ve Ham Petrol	574	0
Metal Madenciliği	5721	16
Taş Ocağı ve diğer madencilik çalışmaları	9385	11
Toplam	61166	282

Ülkemizdeki madencilik faaliyetlerinde geçen 11 yıl içerisinde yaşanan maden kazalarında toplam 1.275 maden işçisi hayatını kaybederken aşağıdaki Tablo2.3'te de gösterildiği gibi büyük çaptaki maden kazalarında toplam 475 maden işçisi hayatını kaybetmiştir (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018).

Tablo 2.3'deki verilerden de anlaşılacağı üzere, ülkemizde en fazla yaşamını kaybeden maden işçisi sayısı kömür madenciliği faaliyetlerinde çalışan işçilerden oluşmaktadır. Bu da ülkemizde gerçekleşen kömür üretimi faaliyetlerinde iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerine daha fazla önem verilmesi gerektiğini açıkça göstermektedir.

Tablo 2.3 Türkiye’deki Büyük Maden Kazaları, (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018)

TARİH	YER	KAZANIN TÜRÜ	MADENİN ÇEŞİDİ	ÖLÜ SAYISI
08.08.2003	Aşkale	Grizu patlaması	Kömür	8
22.11.2003	Ermenek	Grizu patlaması	Kömür	10
09.08.2004	Çorum/Bayat	Grizu patlaması	Kömür	3
08.09.2004	Küre	Ocak yangını	Bakır	19
21.04.2005	Gediz	Grizu patlaması	Kömür	18
02.06.2006	Dursunbey	Grizu patlaması	Kömür	17
10.12.2009	M.Kemalpaşa	Grizu patlaması	Kömür	19
23.02.2010	Dursunbey	Grizu patlaması	Kömür	13
17.05.2010	Karadon	Grizu patlaması	Kömür	30
10.02.2011	Elbistan	Şev kayması	Kömür	11
08.01.2013	Kozlu	Metan degajı	Kömür	8
13.05.2014	Soma	Ocak yangını	Kömür	301
28.10.2014	Ermenek	Su Baskını	Kömür	18
TOPLAM				475

BÖLÜM ÜÇ

MADENCİLİKTEKİ BAŞLICA TEHLİKE UNSURLARI

3.1 Giriş

Maden endüstrisi, hem dünya genelinde hem de ülkemizde meslek hastalığı ve iş kazalarının sıkça görüldüğü iş kollarından biridir. Madencilik faaliyetleri, yapılan işin niteliğinden gereği daima değişkenlik göstermekte ve bu sürekli değişim hali işçilerin çalışma ortamındaki değişimlere sürekli adapte olmasını gerektirmektedir. Madencilikte üretim faaliyetleri devamlı değişkenlik gösteren tektonik ve jeolojik yapılanmalar ve çalışma ortamından ibaret olduğu için, bu faktörler madenciliği diğer iş kollarından temel yapı bakımından ayırmaktadır (Eyüboğlu ve Özfirat, 2015).

Madencilik faaliyetlerinde kapalı ve açık işletme yöntemi ile yapılan her türlü üretim faaliyeti dünya genelindeki en ağır ve tehlikeli iş kollarından biridir. Madencilikteki üretim faaliyetlerinin devamlı değişen çalışma koşulları göz önünde bulundurularak, yapılan faaliyetlerin sistemli bir şekilde kontrol altında tutulması için gerekli tüm iş güvenliği önlemleri zamanında alınmalıdır.

Modern madencilik faaliyetlerinde, özellikle de kapalı işletme yöntemiyle üretim yapan kömür madenciliğinde, meydana gelen iş kazaları ve ramak kala olay kayıtlarına dayalı bir risk yönetimi ve bununla paralel bir risk analizi mevcuttur. Ülkemizde özellikle madencilik gibi tehlike unsurları fazla olan çok riskli iş kolları için risk değerlendirmesi konusunda gerek mevzuat gerekse akademik çalışmalarla risk değerlendirmesi uygulamalarının daha verimli sonuçlar vermesi için çalışmalar devam etmektedir (Eyüboğlu ve Özfirat, 2015).

3.2 Açık İşletme Madenciliğinde İş Güvenliği Risk Faktörleri

Açık işletme madenciliğinde çalışanlar genel olarak tozlu, gürültülü ve titreşimli ortamlarda çalıştıkları için bu çalışanların birçok meslek hastalığına yakalanma riski çok yüksektir.

Öte yandan, uygun yükseklikte olmayan kademelerin oluşturulması, aynalarda çatlak ve kavlak kontrollerin düzensiz yapılması veya yapılmaması, kademe alınlarının kazı veya lağımlarla oyularak askıya alınması ve göçertilmesi (ters ıskarpa yapılması), kontrolsüz patlatma yapılması, makine ve ekipmanların güvensiz kullanılması gibi iş kazasının olmasına sebebiyet verecek unsurlar bulunmaktadır.

Açık ocaktaki eleme ve kırma ünitelerindeki riskli durumlardan en önemlilerinden biri toz oluşumu, takılma veya düşme, taş fırlamaları ve makine ve ekipmanların bakım ve onarımlarının yapıldığı hallerdir (Şafak, Sensogut ve Kasap, 2016).

Toprak kayması ve heyelanlar da açık ocak madenciliğindeki en önemli risk unsurlarından birisidir. Bu riskli durumun toplu ölümlere neden olma potansiyelinin bulunduğu, ülkemizde en son Afşin Elbistan kömür sahasında meydana şev kaymasında görülmüş ve 11 işçi bu iş kazasında yaşamını kaybetmiştir.

Açık işletme yöntemiyle üretim yapan maden sahalarındaki bir diğer önemli bir risk faktörü de şevde meydana gelen kaymalardır. Doğada denge halinde olan jeolojik yapının dış kuvvetler sebebiyle tahrip olması sonucunda heyelan (toprak kayması) meydana gelmektedir. Açık ocaktaki şevler; yeraltındaki suyun seviyesi ve suyun yaptığı basınç değişimlerinden, tektonik sarsıntılardan, erozyondan, şev topuğunun oyulmasından, aşırı yüklemekten, hatalı ve eksik üretim planından, bitki örtüsünün yok edilmesinden, patlatmaların sebep olduğu sismik sarsıntılardan, şev eğiminin artmasından ve iklim şartlarından kaynaklanan sebeplerle heyelana uğrayabilmektedir (Eyüboğlu, Özfirat, Kahraman, 2016).

3.3 Kapalı İşletme Madenciliğinde İş Güvenliği Risk Faktörleri

Madencilik faaliyetleri arasında özellikle kapalı işletme madenciliği birçok faaliyetin bir arada yürütüldüğü karmaşık bir organizasyondur. Cevher üretimi için yapılan kazı çalışmaları, güvenli bir çalışmayı sağlayacak olan tahkimatların kurulumu, havalandırma sistemi, yeraltı suyunun drenajı, nakliyat vb. faaliyetler iş güvenliği açısından oldukça önemlidir (Eyüboğlu ve Özfırat, 2015).

Kapalı işletme madenciliğinde iş güvenliği ile alakalı problemler genelde üretim faaliyetlerinde gözlenmektedir. Üretim faaliyetleri; nakliyat, tahkimat ve kazı gibi ana faaliyetler ile bu faaliyetler için gerekli makine ve ekipmanların kurulumu, devreye alınması, malzeme ihtiyacının sağlanması gibi ikincil faaliyetlerden meydana gelmektedir. Bu tür üretim faaliyetlerinin herhangi bir evresinde, ortam koşulları, kullanılan ekipmanlar ve çalışanlar arasındaki uyumda çıkan sorunlar iş kazalarına neden olmaktadır. Kapalı ocaklarda meydana gelen iş kazaları genelde gaz ve toz patlamaları, su baskınları, göçükler, ekipmanlarda oluşan arıza ve hasarlar, şok dalgaları, ocak yangınları, nakliyat işleri, yetersiz hava, boğucu ve zehirli gazlar gibi tehlike unsurlarından kaynaklanmaktadır. Üretim esnasında yürütülen ana ve yan faaliyetler aynı zamanda iş kazasına sebebiyet veren risk faktörlerini oluşturmaktadır.

3.3.1 Kazı Faaliyetleri, Malzeme Düşmeleri ve Göçükler

a. Kazı Faaliyetleri

Kazı faaliyetleri yeraltındaki cevher üretiminin en önemli adımlarından biridir. Yeraltı madenlerindeki kazı çalışmaları basit kazıcı ekipmanlar, patlayıcı maddeler ve teknolojik kazı ekipmanları kullanılarak yapılmaktadır. Kazı çalışmaları maden içinde veya madene erişmek için kayaç içerisinde bir boşluğun açılarak tehlike arz etmeyecek şekilde tahkimi ve çıkan malzeme veya cevherin alınması aşamalarını içermektedir.

Basit kazı ekipmanları olarak kürek ve kazma gibi ekipmanlar kullanılmaktadır. Patlayıcı maddelerin kullanımı ise daha çok detay gerektirmektedir. Patlayıcı madde kullanımında delik açma makineleri ile deliklerin delinerek patlayıcı bir madde ile doldurulması ve ateşleme gibi risk faktörleri bulunmaktadır. Kazı makineleri ile yapılan çalışmalarda da tavandan ve yan duvarlardan kavlak düşmeleri veya göçükler meydana gelebilmektedir (Saltoğlu, 1981).

b. Malzeme Düşmeleri ve Göçükler

Kapalı ocaklarda meydana gelen ölümlü iş kazalarının büyük bir kısmı, doğrudan veya dış etmenler sebebiyle meydana gelen göçükler, kömür veya taş düşmeleri sonucunda ortaya çıkmaktadır. Göçük, yeraltında gerçekleştirilen üretim faaliyetlerinde tahkimatın nem ve korozyon gibi dış etmenler neticesinde dayanımını kaybetmesi veya yetersiz oluşu sebebiyle tavanın göçmesidir.

Kapalı maden ocaklarında; kazı faaliyetleri sonucu açılan boşluğun kalıcı ve geçici tahkimi veya üretim tamamlandıktan sonra ayak arkasında yapılan göçertmeler esnasında çok sayıda iş kazası meydana gelmektedir. Çalışanlara zarar vererek iş günü kayıplarına sebebiyet veren bu iş kazalarının başında cevher ve taş düşmesi ve ayrıca malzeme akması gelmektedir.

İstisna durumların haricinde genelde her göçük vakasında bir hata veya ihmalkarlık söz konusudur. Yeraltı madencilikindeki en çok yaşanan ve birçok iş kazasına sebebiyet veren göçüklerin meydana gelme sebepleri incelendiğinde tahkimatın; yetersiz oluşu, eksik veya yanlış yapılması, yapıldığı malzemenin maden sahasının jeolojik yapısına ve kayacın özelliklerine uygun yapıda olmaması, tahkimat malzemelerinin (kama, fırça, takoz vb.) birbiriyle uyumlu olmaması ve işçilerin mesleki yetersizliği sebebiyle tahkimat kurulumunda yaptığı hatalar gibi risk faktörleri olduğu tespit edilmiştir (Öztürk, 2013).

Örneğin, Türkiye Taş Kömürü İşletmelerinde 2003 ve 2008 yılları arasında yaşanan iş kazalarının sebeplerine bakıldığında %48'lik bir oran ile en fazla göçük ve taş düşmeleri ve %29 oran ile de grizu patlamaları yer almaktadır. Yeraltında meydana gelen göçükler genellikle bacalarda ve ayakta, lağım sürülmesi esnasında, taban ve tarama yolu ilerlemelerinde ve ana nakliyat yollarında meydana gelmiştir. Kapalı ocaklarda yaşanan yaklaşık %50 oranında ölümlü iş kazalarının büyük bir çoğunluğu göçükler yüzünden meydana gelmektedir (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018).

Verilere bakıldığında, göçük sebepli iş kazalarının ölümlü kazalar içinde %50 oranında büyük bir etkiye sahip olduğunu görülmektedir. Bu durum da göçük riskinin yeraltı faaliyetlerinde her zaman var olduğunu ve tahkimat sisteminin önemini ortaya koymaktadır.

c. Tahkimat

Yeraltı maden ocaklarında üretimin devamlı ve güvenli bir şekilde sürdürülebilmesi için ana unsurlardan biri olan tahkimat; yeraltındaki üretim yerlerinde göçüğü engellemek ve çalışılan bu alanları iş güvenliği açısından daha güvenli bir hale getirmek için çelik, ahşap, beton, çelik hasır, tavan civataları gibi malzemeler kullanarak yeraltında açılan boşlukların mukavemetini sağlamak için yapılan takviyelerdir.

Kapalı işletme yöntemiyle üretim yapacak bir maden işletmesi daha planlama evresinde iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini düşünmelidir. Kapalı ocaklarda maden sahasının jeolojik yapı, kayaçların türü, üretim yöntemi, işgücü durumu ve ocakta çalışılan kısma uygun tahkimat türünün seçilmesi gerekmektedir (Şimşir, 2015).

3.3.2 Tehlikeli Gazlar

Kapalı ocaklarda göçükten sonra en önemli tehlike unsuru da patlayıcı, boğucu ve zehirli gazlar ile toz patlamalarıdır. Kapalı maden ocaklarında açığa çıkan zararlı gazların bir kısmı yer kabuğunun katmanlarından, bir kısmı da madencilik faaliyetleri sebebiyle açığa çıkarlar. Kapalı işletme ile faaliyet gösteren kömür ocaklarında açığa çıkan zararlı gazlar; toz ve grizu patlamalarından, ocak yangınlarından ve patlayıcı maddelerin kullanımları neticesinde meydana gelen kimyasal tepkimelerden ötürü açığa çıkarlar. Ocak havasında oluşan gazlar ve bu gazların oluşturduğu risklere şöyle bir bakacak olursak, bu gazlar;

Azot (N₂): Azot gazı rengi, tadı ve kokusu olmayan, havadan yoğunluğu hafif bir gazdır. Azot gazı hem yanıcı bir gazdır hem de oksitleri çok zehirlidir. Ocak havasındaki oksijen yoğunluğunun düşüp azot gazı seviyesinin yükselmesi ile beraber boğulmalar ve solunum yetmezlikleri meydana gelmektedir. Yüksek orandaki azot yoğunluğu metal madenlerinde bulunan tabaka arası boşluklardan ve dinamitle yapılan patlatmalar neticesinde açığa çıkmaktadır (Ergün ve Yılmaz, 2010).

Karbondioksit (CO₂): Karbendioksit gazı rengi, tadı ve kokusu olmayan, havadan yoğunluğu ağır bir gazdır. Yoğunluğu havadan hafif olduğu için genellikle ocağın taban kısımlarında ve kör bacalarda bulunmaktadır.

Karbendioksit gazı hem zehirli hem de boğucu bir gazdır. Havadaki oranı %3-4 oranında iken etkisini solunum güçlüğü şeklinde göstermektedir. Bu seviye %1'e ulaştığı zaman nefes almada zorlanma, %5'te halsizlik ve %10 değerinde de ölüm meydana gelmektedir.

Ağaçlardaki çürüme, kömürün oksidasyonu, kömürleşme, işçilerin solunumu, alevli lambaların kullanılması, dizel araçlar ve lağım dumanları ocaktaki başlıca karbendioksit kaynaklarıdır (Ergün ve Yılmaz, 2010).

Karbonmonoksit (CO): Karbonmonoksit gazı rengi, tadı olmayan havadan yoğunluğu hafif bir gazdır. Havadan hafif bir yoğunluğa sahip olduğu için ocak içerisinde genellikle tavan bölgelerinde birikmektedir. Ocakta çıkan yangınlarda meydana gelen ölümlerin yaklaşık %90'ı karbonmonoksit gazı sebebiyle gerçekleşmektedir. Bu gazın en önemli özelliği düşük konsantrasyonlarda dahi ölüme sebebiyet vermesidir.

Karbonmonoksit gazının insan üzerindeki etkisi, kanda bulunan hemoglobin ile birleşerek dokulara oksijen taşınmasını felce uğratıp ölüme sebebiyet vermesidir. Çünkü hemoglobin karbonmonoksiti oksijene göre 200 kat daha fazla çekmektedir.

Hava ile temas eden kömürün kızışıp yanması ile ortaya çıkan sıcaklıkla havadaki oksijenin azlığı, hava giriş-çıkış yollarının kapanması veya barajla kapatılması ocaktaki karbonmonoksit seviyesinin yükselmesine sebep olmaktadır. Öte yandan ocak yangınları, grizu patlamaları, lağım dumanları, dizel araçlar ve kömür tozu da ocaktaki diğer karbonmonoksit kaynaklarıdır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2013).

Metan (CH₄): Metan gazı rengi, tadı ve kokusu olmayan ve yoğunluğu havadan hafif olan bir gazdır. Bu özelliği ile ocak içerisinde genellikle tavan kısımlarında bulunur. Metan gazı ayrıca parlayıcı, boğucu, yanıcı ve zehirli etkileri olmayan bir gazdır (Çarıkçı, 2010).

Madencilikte en büyük risk faktörlerinden bir tanesi grizu patlamalarıdır. Hava ile metan gazının karışımına grizu denilmektedir. Metan gazı genelde kömür ocaklarında açığa çıkmaktadır fakat yer yer metal madenlerinde de görülmektedir.

Ocak havasındaki serbest gazın bir kısmı kömür ve yan kayacın gözenek ve çatlaklarına dolar fakat asıl kısmı emilerek kömür içinde kalır. Ocak içerisindeki metan gazı; kömür ve yan kayalardaki gözeneklerden gaz püskürmesi ve çok miktardaki gaz ve kömür kütlelerinden çıkan ve degajman denilen ani gaz püskürmesiyle ortaya çıkar.

Belirlenecek iş güvenliği tedbirleri açısından grizu patlamasının sebeplerinin bilinmesi oldukça önemlidir. Patlayıcı madde kullanımı, ocak yangınları, açık alevler, elektrik arkı, dizel araçlar, taş ve metal sürtünmeleri ve statik elektrik metan gazının patlamasına sebebiyet vermektedir. Metan gazının patlama sınır değeri %5 ile %14 arasında değişmektedir. Bu oran çalışma ortamındaki sıcaklığın artışı ile zamanla düşmektedir. Metan gazının en yüksek patlama oranı ise %9,5 oranında belirlenmiştir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2013).

Oksijen (O₂): Oksijen ağzı rengi, tadı ve kokusu olmayan bir gazdır. Ocak içerisinde hem çalışanların solunumu hem de makinelerin çalışması için gereklidir.

Cevher ve ağacın oksidasyonu, fazla miktarda havaya ocak gazı karışması, ocak yangınları, grizu ve kömür tozu patlamaları, işçilerin solunumu, dizel araçlar ve açık alevli lambalar sebebiyle ocak havasındaki oksijen miktarı azalmaktadır.

Ocakta çalışanların rahat soluk alıp verebilmesi için ocak havasında %21 oranında oksijen gazı bulunmalıdır. Oksijen seviyesi %16'larda oldu zaman nefes alıp verme güçleşir. %10'da hayati tehlike başlamakta ve %6 seviyesinde ise ölüm meydana gelmektedir. Bu yüzden ocak havasında minimum %19 seviyesinde oksijen gazı bulunmalıdır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2013).

Hidrojen Sülfür (H₂S): Hidrojen sülfür gazının rengi yoktur fakat kokusu çürük yumurta gibidir. Havadan yoğunluğu fazla olduğu içinde ocağın taban kısımlarında bulunmaktadır. %6 oranında ocak havasında patlayıcıdır ve ayrıca zehirli bir gazdır.

Çürüyen ağaçlar, kükürt içeren patlayıcıların yanması, kükürt içeren bileşiklerin ayrışması ve tabakadaki çatlaklar ocak içerisindeki başlıca hidrojen sülfür kaynaklarıdır.

Ocak havası içerisindeki oranına göre hidrojen sülfürün etkileri değişim göstermektedir. %0,002 oranındaki hidrojen sülfür içeren ortamda en fazla 8 saat

çalışılabilir. Hidrojen sülfür %0,01 oranında gözler ve ciğere etki etmekte ve %1 oranında ise insan hayatına son vermektedir (Çarıkçı, 2010).

Kükürtdioksit (SO₂): Kükürtdioksit gazı yanıcı özellik göstermeyen, tahriş edici, kükürt kokan boğucu bir gaz çeşididir. Havadan ağır olduğu için genellikle ocak tabanında bulunmaktadır. Sülfürlü maddelerin yanması sonucu açığa çıkan bu gaz ocak havasında %0,03 oranında solunum sistemi ve gözleri tahriş edici ve ayrıca boğucu özelliğindedir. Bu gaz %0,05 seviyesinde ise ölümcül olabilmektedir. Kömürün yanması, dizel araçlar ve lağım dumanları ocak havası içerisindeki başlıca kükürtdioksit kaynaklarıdır (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2013).

Azot Oksitleri: Azot oksitler nitratlar ve nitrat içeren maddelerin ayrışması neticesinde ortaya çıkmaktadır. Yoğunluğu havadan ağır olduğu için genellikle ocak tabanında görülmektedir. Gözle fark edilebilirliği fazla olmamakla birlikte rengi kahve rengi kırmızımsı bir tondadır.

Ocak yangınları ve patlamayan dinamitleri araçlardan çıkan egzoz dumanları azot oksitlerin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Çarıkçı, 2010).

3.3.3 Patlayıcı ve Zararlı Tozlar

Madencilik sektöründe delme, patlatma, lağım atma, nakliyat vb. faaliyetlerde çalışma ortamına yayılıp havada askıda kalan kayaç partikülleri ve cevher filizlerine toz adı verilmektedir.

Çıkarılan cevherin çeşidine ve yan kayaca göre farklı oranlarda toz açığa çıkmaktadır. Ocakta oluşan bu tozlar patlayıcı özellikte olan ve sağlığa zararlı olan tozlar olarak iki çeşittir.

Hava hızının düşük olduğu ocaklarda kazı, yükleme ve boşaltma gibi üretim faaliyetlerinde açığa çıkan toz bulunduğu yere çöküp birikmektedir. Ocak havasında askıda kalan taş ve kömür tozları solunum ile vücuda girerek zamanla işçilerin bağışık

sistemini kötü etkilemekte ve madenci hastalığı olarak da bilinen pnömokonyoza sebep olmaktadır (Fletcher, 1948).

Öte yandan kömürden çıkan küçük toz parçacıkları grizu patlamasıyla beraber tahribat gücü çok yüksek patlamalara sebebiyet vermektedir.

3.3.4 Ocak Yangınları

Madencilikteki en önemli risk faktörlerinden birisi de ocak yangınlarıdır. Ocak yangınları yeraltındaki tahkimat, bantlı konveyör, kömür ve diğer yanıcı maddelerin yanması sonucunda meydana gelmektedir.

Yüksek sıcaklık neticesinde ortaya çıkan açık ocak yangınlarında ısının kaynağı yanma özelliği gösteren bir ortamın dışındaki açık alev ve sürtünme ısıları gibi başka bir ısı kaynağıdır. Açık ocak yangınları genelde elektrik panolarında, kaynak işlerinde, ateşleme esnasında, patlatmada veya sigar gibi açık alev neticesinde meydana gelirler.

Gizli ocak yangınları denilen yangınlar da “kendiliğinden yanma” prensibine dayanmaktadır. Kömürün oksidasyonu neticesinde ortaya çıkan ısı sebebiyle gizli ocak yangınları meydana gelmektedir (Çarıkçı, 2010).

Ocak yangını neticesinde ortaya çıkan zehirli gazlar ve açık alev ölümlere, yaralanmalara ve ağır maddi kayıplara sebebiyet vermektedir. Özellikle grizu içeren ocaklarda çıkan yangınlar kontrol altına alınmaz ise grizu patlaması gerçekleşeceği için ortaya çıkan hasarın boyutu daha büyük olacaktır. Ayrıca ocak yangınları neticesinde ocak havası içerisindeki oksijen miktarı da ciddi oranda azalmaktadır.

3.3.5 Nakliyat

Ocaklarda nakliyat işleri sonucunda meydana gelen iş kazası sayısı oldukça fazladır. Bu sebeple madencilikte, insan ve malzeme nakliyatı ciddi risk unsurları içeren faaliyetler arasındadır (Özfirat, Mızrak Özfirat, Kahraman, Can ve Öney, 2013).

Üretilen cevher yatay ve düşey eksenlerde karmaşık bir nakliyat sistemi ile yerüstüne taşınırken, karşı yönden de eş zamanlı olarak malzemeler yeraltına taşınmaktadır. Bunun yanında, malzeme ve cevher nakliyatı yapılırken aynı esnada yerüstüne ve yeraltına işçilerin nakliyatı da yapılmaktadır. Böylesine karmaşık bir sistem içerisinde de nakliyat faaliyetlerinden doğabilecek tehlikeler oldukça fazladır.

3.3.6 Su Baskınları

Su içeren tabakalar sebebi ile ocak içerisindeki üretim faaliyetleri ve çalışma koşulları olumsuz yönde etkilenmekte birçok tehlikeyi de beraberinde getirmektedir. Su içeren bu tabakalar altında yapılan faaliyetler esnasında çalışma alanına sızan sular havuzlarda biriktirildikten sonra dalgıç pompalar ve tulumbalar yoluyla yerüstüne tahliye edilir.

Özellikle üretimi tamamlanmış eski çalışma alanlarında ve su içeren tabakalarda yapılan üretim faaliyetlerinde su baskınları sebebiyle oldukça fazla iş kazası meydana gelmekte ve ağır kayıplar yaşanmaktadır (Çarıkçı, 2010).

3.3.7 Mekanizasyon ve Enerji

Ocaktaki üretim faaliyetlerinde kullanılan ekipmanları çalıştırmak için birçok enerji kaynağı kullanılmaktadır. Bantlı konveyörlerin motorları, pervane sistemleri ve pompalar elektrik enerjisi ile çalıştırılmaktadır. Martopikörler, bazı pervaneler ve tulumbalar ve delik delme makinelerini çalıştırmada ise basınçlı hava kullanılmaktadır. Bazı yükleme ve boşaltma araçları dizel yakıtla veya akü ile çalıştırılmaktadır.

İster kapalı ister açık ocak madenciliğinde olsun, bakım ve onarım faaliyetleri düzensiz yapıldığında, makine ve ekipmanlar usulüne göre devreye alınmadıklarında ve enerji ile alakalı iş güvenliği kurallarına riayet edilmediğinde ocakta çalışan işçiler her an iş kazası tehlikesiyle karşı karşıyadırlar.

Kapalı ocak içerisinde kullanılan elektrikli ekipmalar grizu patlamasına sebep oldukları için bu durum iş güvenliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ex-proof veya anti-grizu özellikte olmayan cihazların kullanımı bu hususta büyük iş kazalarına sebep olabilmektedir (Çarıkçı, 2010).

3.3.8 Malzeme Kullanımı

Maden ocaklarında asetileni, madeni yağlar, nitrogliserin, demir ve ahşap direkler, mazot vb. birçok çeşitte malzeme kullanılmaktadır. Çeşitli tehlikelere sahip bu tür malzemelerin bir yerden bir yere taşınması, hazırlanması ve kullanılmasında yeterli iş güvenliği tedbirlerinin alınmaması birçok iş kazasına davetiye çıkarmaktadır.

3.3.9 Ocak Havası

Ocaktaki hava akım hızı, nem ve sıcaklık gibi birçok termal konfor etmenleri çalışanlar üzerinde olumsuz etkilere sahip olabileceği için, ocak iklimi iş güvenliği açısından oldukça önemli bir yere sahiptir. Özellikle derinliği fazla olan maden ocaklarında açığa jeotermal ısı ve su buharı çalışanları olumsuz etkileyen risk unsurlarıdır. Özellikle su buharı, havadan hafif olması sebebiyle ocağın tavan kısımlarında birikmekte ve ocağa giren temiz havanın kuruluşunu kötü etkilemektedir (Kahraman, Çavuşoğlu ve Yılmaz, 2013).

3.4 Madencilikte Meslek Hastalıkları

Ocak faaliyetleri esnasında işçiler, başta fiziksel ve kimyasal olmak üzere birçok risk faktörüne maruz kaldıkları için meslek hastalığı olarak nitelendirilen birtakım hastalıklarla karşılaşmaktadırlar. Maden işçilerinin ne tür meslek hastalıklarına hangi risk etmenlerinden ötürü maruz kaldıkları aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Gürültü ve Titreşim: Ocak içindeki çalışmalarda ortaya çıkan gürültü ve titreşim, çalışanlar açısından birçok riski beraberinde getirmektedir. Kazı işleri, nakliyat,

cevher hazırlama ve bakım ve onarım faaliyetlerinde yüksek seviyede gürültü açığa çıkmakta ve çalışanların sağlığını olumsuz etkilemektedir.

Gürültülü ortamlarda çalışanlarda dikkat kaybı, yorgunluk, depresyon ve sağırılık gibi hastalıklar görülmektedir.

Sürekli aynı frekansta titreşim üreten ekipmanlarla çalışmanın veya bu tür çalışma ortamlarında düzenli aralıklarda bulunmanın çalışanlar üzerinde birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Titreşimli ekipman kullanan çalışanlarda psikolojik bozukluklar, görme yetisinde azalma, kemik erimesi, beyaz el hastalığı, kas ve eklem rahatsızlıkları ve dolaşım sistemi bozuklukları gibi hastalıklar ilerleyen dönemlerde ortaya çıkmaktadır.

Pnömokonyozlar: Pnömokonyoz, genel olarak toz sebebiyle ortaya çıkan hastalıkların genel adıdır. Ülkemizde tespit edilen meslek hastalıklarının büyük çoğunluğu pnömokonyoz kökenlidir. Hangi çeşit hastalığa sebep olmuşsa o tozun türüne göre hastalık da silikozis, bizinosis, antrakoz gibi kendi ismini almaktadır.

Ocakta çalışanlarda ortaya çıkan pnömokonyoz nakliyat, kazı ve öğütme gibi üretim faaliyetlerinde ortaya çıkar. Maden işçilerinde görülen pnömokonyoz, 5 mikron altı tozların solunması neticesinde akciğerdeki alveollere ulaşması sonucu meydana gelmektedir.

Maden işlerinde çalışanların sağlığını olumsuz yönde etkileyen toz ayrıca patlayıcı bir özellikte olduğu için büyük bir tehlike kaynağıdır (Fletcher,1948).

Cilt Rahatsızlıkları: Maden işçilerinde çalışma koşullarına sebebiyle başta dermatozlar olmak üzere birçok cilt rahatsızlıkları görülmektedir. Kimyasal risk etmeleri sınıfında yer alan tahriş edici madeni yağ, toz, asit ve baz gibi maddelerin de cilde değişik aralıklarla teması sonucunda da lokal eritem ve ödem gibi rahatsızlıklar görülmektedir.

Özellikle derin maden ocaklarında çalışanlarda da sıcaklık değişimlerine bağlı olarak ciltteki nem oranının sürekli değişmesi mantar hastalığına sebep olmaktadır. Ayrıca plastik çizme ve naylon çamaşırların da uzun süreli kullanımları neticesinde mantar oluşmaktadır (Kayınova ve Alaoğlu, 2013).

Açık ve kapalı işletme madenciliğinde çalışanlarda başlıca görülen meslek hastalıklarına sebep olan risk faktörleri kısaca şöyledir:

Açık işletmelerde;

- Toz
- Termal şartlar
- Gürültü
- Titreşim

Kapalı işletmelerde;

- Boğucu ve zehirli gazlar
- Termal şartlar
- Tekrarlanan hareketler
- Toz
- Aydınlatma
- Titreşim

Madencilik faaliyetleri sonucu ortaya çıkan meslek hastalıklarının tehlikeli etkilerini şöyle sıralayabiliriz:

1. Fiziksel tehlikeler (toz, ocak havasındaki sıcaklık değişimleri, gürültü)
2. Ergonomik tehlikeler (el şile ağır yük kaldırma)
3. Kimyasal tehlikeler (karbonmonoksit, karbondioksit, kükürt dioksit, azot oksitler, hidrojen sülfür, metan, asitler)
4. Biyolojik tehlikeler (mantarlar, parazitler vb.),
5. Psikolojik bozukluklar (sürekli gece çalışma, çalışanın kendini tehlike altında hissetmesi).

BÖLÜM DÖRT

RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

4.1 Giriş

İş sağlığı ve güvenliğinin temel amacı iş kazası olduktan sonra değil, kaza ortaya çıkmadan önce gerekli önlemleri almaktır. Bu yüzden işletmelerde iş kazaları meydana gelmeden önce iş sağlığı ve güvenliği açısından gerekli önlemlerin alınması oldukça önemlidir. Bir çalışma ortamına dair tehlike kaynakları ve risk faktörleri belirlenerek bu faktörlerin bertaraf edilmesi gerekmektedir. Kaçınılmaz risk faktörleri ile de karşılaşıldığı zaman diğer ek önlemler alınarak tespit edilen bu riskler kabul edilebilir bir seviyeye indirgenmelidir.

İşletmelerde iş kazalarının önüne geçilebilmesi için öncelikle o işletmeye ait bir iş güvenliği yönetim sistemi kurularak bir sağlık ve güvenlik planı hazırlanmalıdır. Hazırlanan bu plan çerçevesinde de iş güvenliği açısından alınması gerekli önlemler hayata geçirilerek gerekli düzenler yapıp, işletmeye ait bu sağlık ve güvenlik planı daha da geliştirilmelidir. Hazırlanan bu plan, işletmede yaşanan bir iş kazasının tekrarlamaması için kazaya sebebiyet veren tüm bileşenleri bularak gerekli tüm güvenlik önlemlerini kapsar nitelikte olmalıdır (Atılğan, Kaya ve Ural, 2013).

Bir işletmeye ait yönetimin iş sağlığı ve güvenliği açısından yetersiz olması, iş kazalarına ait kaza teoreminin ilk basamağını oluşturmaktadır. Bu sebeple, işletmelerdeki yönetim, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerini bilimsel ve sistematik bir tabana oturtarak, bu hizmetleri çalışanlarının sağlığı ve güvenliği açısından kısa sürede hayata geçirmelidir.

Çok tehlikeli risk sınıfında yer alan maden işletmelerinde çalışan işçilerin maruz kaldıkları risk faktörlerini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için o işletmeye ait yönetimin gerekli tüm tedbirleri önceden belirleyip uygulaması gerekmektedir. Bu sebeple, bir maden işletmesine ait yönetim, işletmedeki tüm risk faktörlerini önceden

belirleyip değerlendirerek, bu risk faktörlerinin ortaya çıkmasını önleyen bir iş güvenliği yönetim sistemi anlayışını benimsemelidir (Karmis, 2001).

4.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi ve Faydaları

İş kazaları ve meslek hastalıklarını önlemek için çalışma ortamındaki risk faktörlerinin saptandığı, saptanan bu risk faktörlerini ortadan kaldırmak için ilgili mevzuatlar doğrultusunda gerekli planların hazırlanıp uygulamaya konulduğu, uygulama aşamasından sonra da düzenli yapılan izleme ve kontrol çalışmaları ile denetlenen yönetim sistemine iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi denir (Karvan, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri dahilinde olan OHSAS 18001 gibi iş sağlığı ve güvenliği standartları, bir çalışma ortamına ait risk yönetiminin nasıl uygulanması gerektiği ve sonrasında iş güvenliği faaliyetlerinin daha verimli sonuçlar verebilmesi için nasıl bir yol izlenmesine dair işletme yönetimine bu doğrultuda genel prensiplerden oluşan bir yol gösterir (Frankel, Hommel, ve Rudolf, 2005).

İş sağlığı ve güvenliği kapsamındaki riskler genel olarak, iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin eksik ya da tamamen yapılmayışından ötürü çalışanların ölüm, sakatlanma ve yaralanma halleri, yüklü tazminatlar ve işyeri genelindeki maddi hasarlardır.

İş sağlığı ve güvenliğinde risk yönetimi, bir işyerinin yönetim kademesinde yer alan kişilere bu konuya sistematik bir yaklaşım getirmeleri için fikir verir. Günümüzdeki iş sağlığı ve güvenliği anlayışı risk yönetimi ve standartlar üzerine kurulmaktadır. Risk yönetimi çalışmaları, analitik değerlendirmeler ve analizler neticesinde işyeri yönetimine doğru kararlar alma imkanı sağlamaktadır (Karvan, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği ile alakalı risk yönetimi çalışmaları bir çalışma ortamına dair risk faktörlerini anlamaya, bu faktörleri ortadan kaldırmaya ya da önlemeye yönelik yapılan yol gösterici rehber çalışmalardır. Etkili bir risk yönetimi ile iş kazası ve

meslek hastalıklarının önüne geçerek çalışanların sağlığın korunması ve iyileştirilmesi, üretimin devamlılığının sağlanması, yöneticilerin bu konuda fikren bir vizyon sahibi olması, iş güvenliği kapsamındaki ilgili mevzuatlara uyulması amaçlanmaktadır.

4.3 Risk Yönetim Kültürü ve Gereklilikleri

Bir işyerine ait iş sağlığı ve güvenliği risk yönetimi çalışmaları ancak bu konu hakkında yönetim tarafından alınan kararların ciddiyetle yerine getirilmesi neticesinde başarılı sonuçlar verir. Bir maden işletmesinde de risk yönetimine ciddiyetle yaklaşılması için iş sağlığı ve güvenliği ile alakalı yasal yaptırımlar hakkında işverenin bilgi sahibi olması gerekmektedir.

İşyerine ait risk yönetimi hususunda verilen yetki ve sorumluluklar kişiler tarafından iyi benimsenmeli ve bu kişilere işveren tarafından yeterli kaynak sağlanmalıdır. İş sağlığı ve güvenliği risk yönetimi çalışmalarında işletmeye ait mevcut ve öngörülen risk unsurlarının ortadan kaldırılması için ve yapılacak olan iyileştirme çalışmalarının fayda-maliyet oranlarının iyi hesaplanması gerekmekte, işletmeyi mali açıdan zorlamadan en optimum düzeyde harcamalar yapılarak koruma tedbirleri alınmalıdır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2006).

Risk yönetim çalışmalarında sadece yönetim biriminde çalışan kişiler değil, tehlike unsurlarını gözlemleyip bilen tüm çalışanlar bu faaliyetlere katkıda bulunmak zorundadırlar. Efektif bir risk yönetimi, çalışanların içinde buldukları ortamda iş güvenliği açısından karşılaştıkları sorunları herhangi bir kayıp yaşamadan önce tanımak ve bu sorunları önleyip ortadan kaldıran bir yaklaşıma sahip olmak demektir. Sistemik işleyen bir risk yönetimi kültürü için, işyerinde çalışan her bireyin bu anlayışı içselleştirmesi ve tehlikeleri tanıyarak kontrol tedbirlerini uygulaması etkili bir risk yönetimi açısından oldukça önemlidir (Özkılıç, 2005).

Önleyici tedbirlerin zamanında alınmaması sebebi ile madencilik sektöründe özellikle ülkemizde oldukça iş kazası meydana gelmektedir. Bu sektörde sık sık iş

kazalarının yaşanmasının en büyük nedeni sistematik ilerleyen bir iş güvenliği yönetim sistemi ve çalışanlarda da güvenlik kültürünün yetersiz oluşudur. İşletme için gerekli görülen risk analizi çalışmalarının tam anlamıyla yapılamaması veya yanlış seçilmiş bir risk analizi yöntemi de bir diğer nedenlerdendir. Bu tür sorunların çözüme ulaşması için sanayi ve üniversite arasında yapılacak ortak çalışmaların etkili olacağı düşünülmektedir.

4.4 İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Yönetiminin Yapısı

İş sağlığı ve güvenliği risk yönetiminde temel olarak sırasıyla; politika, planlama, uygulama, kontrol ve düzenleyici faaliyetler ile geliştirme unsurları yer almaktadır.

Bir işyerinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgilenen çalışanların görev, yetki ve sorumlulukları ilgili şahıslara açıkça anlaşılır bir şekilde belirtilmeli ve şahsın görev tanımları yazılı bir halde özlük dosyalarına konulmalıdır.

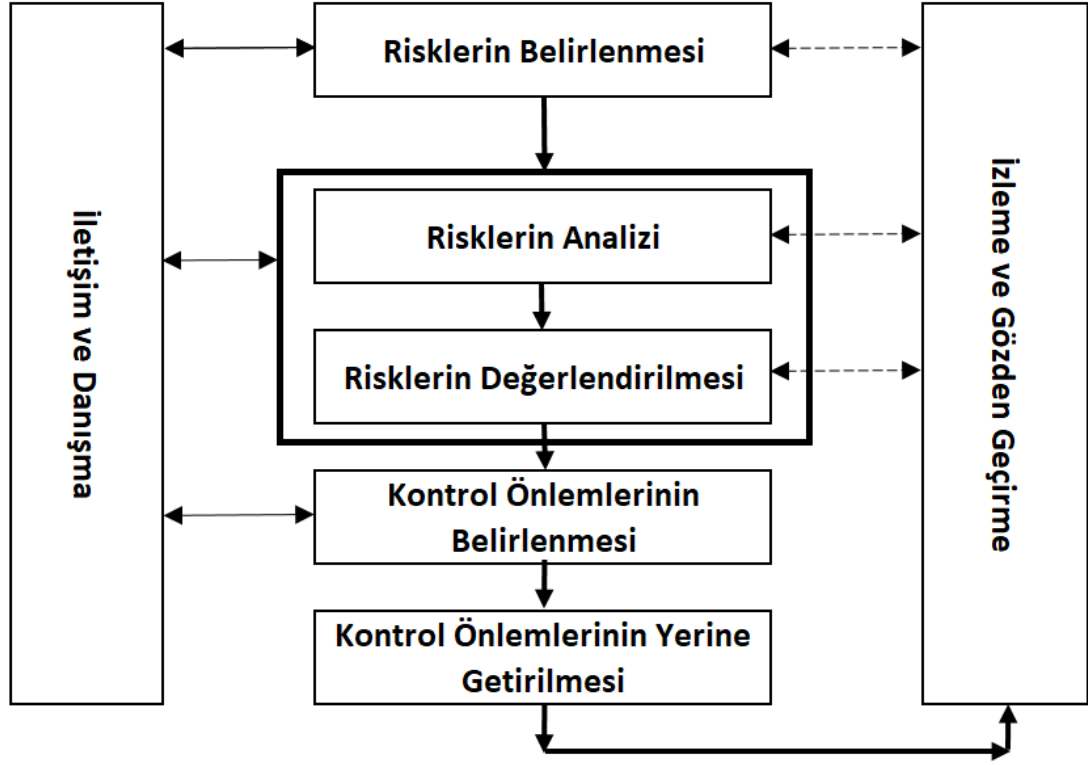
Şekil 4.1’de de görüldüğü üzere risk yönetim sistemini oluşturan metotlar sırası ile saptanan risk unsurlarını tanımlama, tanımlanan riskleri analiz etme ve değerlendirme, değerlendirilen risk unsurlarına yönelik önlem alma, alınan önlemleri izleme ve gözden geçirmedir (Mızrak Özfırat, 2014).

4.5 Risk Değerlendirme Çalışmasının Adımları

Risk değerlendirilmesi hem AB mevzuatında hem de uluslararası standartlarda yer almaktadır. ILO sözleşmesinin 161 sayılı iş sağlığı ve güvenliği hizmetlerine ilişkin 5. maddesi uyarınca, risk değerlendirilmesi kavramı mevzuatımıza 2004 tarihinden itibaren girmiş bulunmaktadır (Özkılıç, 2005).

Risk değerlendirilmesi kavramı, AB direktifleri doğrultusunda hazırlanmış olan mevzuatımızda birçok yönetmelikte yer almaktadır. 19.09.2013 tarihli Resmi Gazete’de yayınlanıp yürürlüğe giren Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği’nde yer alan işverenin yükümlülüklerine dair bölümde, psikososyal riskler de dahil olmak üzere çalışanların çalışma ortamında maruz kalabilecekleri risk

faktörlerinin belirlendikten sonra değerlendirilmesi hususlarını içeren sağlık ve güvenlik dokümanının hazırlanmasının veya mevcut dokümanın da güncellenmesi gerektiği belirtilmiştir (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2013).



Şekil 4.1 Risk Yönetim Sistemi (Özkılıç, 2005)

4.6 Türkiye'deki Maden İşletmelerinde Risk Değerlendirme Faaliyetleri

6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ve bu kanun paralelinde hazırlanmış olan yönetmeliklerle işverenler, çalışanlarını çalışma ortamındaki risk faktörlerinden korumak için gerekli olan tüm önlemleri almak, çalışanları bu risk unsurları hakkında bilgilendirmek, eğitimler vermek ve denetlemeler yapmak hususunda sorumlu tutulmuşlardır. Mevzuatımızda çok tehlikeli risk sınıfında yer alan madencilik sektöründe mevcut olan birçok risk faktörünü kontrol altına alıp önlemek ve bu riskleri en aza indirmek için risk değerlendirme çalışmaları büyük bir önem taşımaktadır.

Sıklıkla iş kazası ve meslek hastalığı görülen madencilik sektöründe, risk değerlendirme faaliyetleri büyük bir titizlikle yapılmalıdır. SGK verilerine göre

ülkemizde son beş yılda toplam 61.166 tane maden işçisi iş kazası geçirmiştir. Bütün sektörler baz alındığında, bu rakam toplam meydana gelen iş kazası sayısının yaklaşık %9'unu oluşturmaktadır. Bu verilere bakıldığında madencilik sektöründe risk değerlendirmesi çalışmalarının ne kadar önemli bir yere sahip olduğu kolayca anlaşılmakta ve ilerleme göstermesi gerektiği düşünülmektedir (Sosyal Güvenlik Kurumu, 2018).

Madencilik faaliyetleri, sürekli değişkenlik gösteren ortam çalışmalarında sürdürüldüğü için, risk değerlendirme çalışmaları sonucu alınan kararları uygulama süreci diğer sektörlerle kıyasla daha zor ağır geçmektedir. Uygun risk değerlendirme metodolojisinin seçilmesi ve yönetimin de risk kontrol adımlarını sistemik bir şekilde uygulamasıyla ülkemiz madenciliğinde risk yönetiminin daha efektif olabileceği düşünülmektedir (Radosavljević ve Radosavljević, 2009).

Risk değerlendirme uygulaması olarak dünyada birçok yöntem ve metodoloji kullanılmaktadır. Bir işletme için hangi risk metodolojisinin uygulanması gerektiğine karar vermek, iş sağlığı ve güvenliği profesyoneli tarafından çok zorlu bir süreçtir. İşletme için seçilen metodolojinin hem mevzuatlara uygun olması hem de karar verilen önleme tedbirlerinin uygulanabilirliği oldukça önemlidir. Bu sebeple, yerüstü ve yeraltı madenciliğinde her işletme için farklı risk metodolojisinin uygulanması gerektiği söz konusudur (Sarı, 2002).

Risk değerlendirme faaliyetleri ülkemizdeki madencilik çalışmalarında öncelikle büyük çaptaki işletmelerde hayata geçmiştir. Son yıllarda ise Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı (ÇSGB) tarafından iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarına hız verildiği için, verimli ve de kapsamlı gerçekleştirilen risk değerlendirme ve hayata geçirilen önleme çalışmaları neticesinde diğer madencilik firmaları da risk değerlendirme çalışmalarında ilerleme kat etmiştir.

4.7 Risk Değerlendirmesi

4.7.1 Giriş

Risk değerlendirmesi konusuna ülkemizde ilk defa 4857 sayılı İş Kanununun 78. Maddesi gereğince 2003 yılında değinilmiş, 2012 yılında ise “İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği” olarak en güncel halini almıştır. Mevzuatımızda yer alan bu yönetmelik ile Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği uyarınca maden sektöründe işyeri sahibi olan bir işveren, ocaktaki tehlike unsurlarını belirleyip, bu tehlike unsurlarından ortaya çıkabilecek risk faktörlerini değerlendirerek gerekli olan kontrol ve önleme tedbirlerini hayata geçirecektir. İşveren ayrıca iş sağlığı ve güvenliği açısından aldığı önlemlerin ne ölçüde yeterli olduğunu değerlendirmek adına aldığı bu önlemleri sürekli kontrol etmek ve bu konuda sürekli iyileştirici çalışmalarda bulunmak zorundadır (Özkılıç, 2005).

4.7.2 Tanımlar

Mevzuatımızda yer alan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği’nde tehlike, risk, risk değerlendirmesi, ramak kala olay ve önlemenin tanımları şu şekilde geçmektedir:

Tehlike: Çalışanlara ve işyerine hasar veya zarar verme potansiyeli olan her duruma tehlike denilmektedir.

Risk: Tehlike unsurları sebebiyle ortaya çıkabilecek her türlü ölüm, yaralanma ve zararın ortaya çıkma ihtimalime risk denilmektedir.

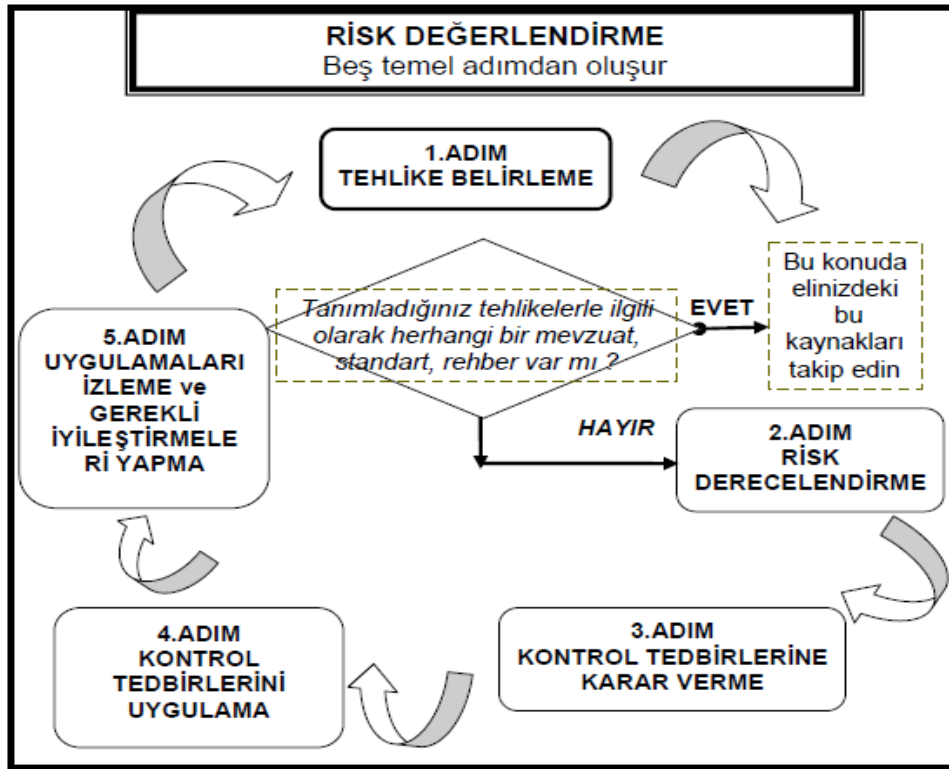
Risk değerlendirme: İşyerine ait bütün tehlike unsurlarının belirlendikten sonra bu tehlikelerin ne tür risk faktörlerini ortaya çıkaracağını belirlenmesi, belirlene risk faktörlerinin derecelendirilmesi ve son olarak da bu risk faktörlerine yönelik kontrol ve önleme tedbirlerinin alınması amacıyla yapılan düzenli ve sistematik çalışmalardır.

Ramak kala olay: İşyeri çalışma ortamında meydana gelmesine rağmen hem çalışanı hem de işyerini hiçbir şekilde zarara uğratmayan olaydır.

Önleme: İşyerinde belirlenen risk faktörlerini ya tamamen ortadan kaldırmak ya da azaltmak amacıyla alınan tedbirlerdir (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2012).

4.7.3 Risk Değerlendirme Çalışmasının Adımları

Bir işyerine ait yapılan risk değerlendirme faaliyetleri beş aşamadan oluşmaktadır. Bu beş aşama, toplam kalite yönetiminde yer alan Planla, Uygula, Kontrol et ve Önlem al işlemlerinin iş sağlığı ve güvenliğine uyarlanmış halidir.



Şekil 4.2 Risk Değerlendirme Döngüsü (Ekemen, 2004)

4.7.3.1 Tehlikelerin Belirlenmesi

Risk değerlendirmesinin bu ilk adımında işyerinin tamamına ya da bir bölümüne ait tehlike kaynakları belirlenmelidir. Tehlike unsurlarını belirleme çalışmaları geçmiş

kayıtların incelenmesi, mevcut durumun incelenmesi ve mevzuatın incelenmesi olarak üç adımda gerçekleşmektedir.

Geçmiş Kaynakların İncelenmesi: Bir işyerine ait geçmiş iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının arşivlenmiş belgeler üzerinde incelenmesidir. Ortam ölçüm sonuçları, iş kazası, meslek hastalığı ve ramak kala olay raporları, iş sağlığı ve güvenliği kurulunun yıllık faaliyet raporları, periyodik kontrollerin raporları bu belgelere örnektir. Geçmişe ait kayıtların incelenmesi sonucunda yapılan önleme faaliyetlerinde, gelecekte olması muhtemel iş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçilmektedir.

Mevcut Durumun İncelenmesi: Bu aşama, risk değerlendirme çalışmalarının en önemli adımını oluşturmaktadır. Bu adımdaki çalışmalara öncelikle işyerine ait gerekli olan verileri toplamak ile başlanmalıdır. İşyerine ait bina eklentileri, işyerindeki fiziksel, kimyasal, biyolojik, ergonomik ve psikososyal risk faktörleri, iş yerinde kullanılan makine ve ekipmanlar hakkında elde edilen verilerden tehlike unsurlarına yönelik listeler oluşturulmalıdır (Ericson, 2005).

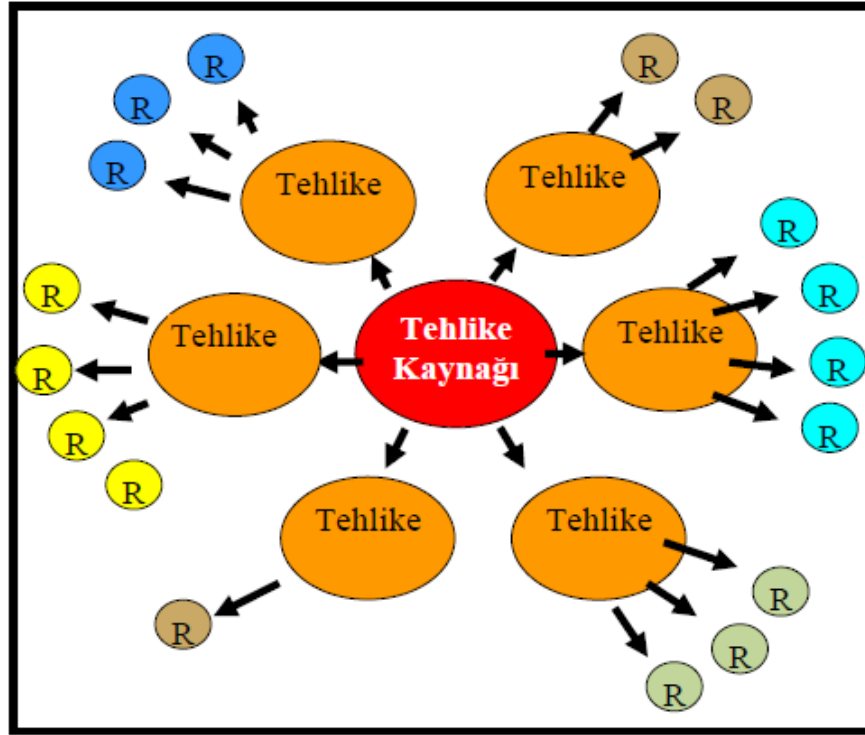
Veri toplama aşamasından sonra ise işveren tarafından deneyim ve tecrübelerine güvenilen bir grup çalışandan risk değerlendirme ekibi oluşturularak inceleme aşamasına geçilmelidir. Organizasyonun incelenmesi, çalışma ortamının incelenmesi, ergonomik koşulların incelenmesi, makine ekipmanların incelenmesi, işyeri bina ve eklentilerinin incelenmesi vb. konulara inceleme aşamasında dikkate alınmalıdır.

Mevzuatın İncelenmesi: İş sağlığı ve güvenli alanında devlet tarafından belirlenen kanun ve yönetmelikler çerçevesinde, işyerinin uyması gereken yasal mevzuat koşulları belirlenmeli ve koşullara işyerinin ne derece uygun olduğu tespit edilmelidir. İşyerinin yasal şartlara uygunluğu belirlenirken sadece ilgili Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın yayımladığı kanun ve yönetmeliklere değil, yapılan tüm faaliyetlerle ilgili tüm mevzuat incelenmelidir (Broadleaf Capital International, 2007).

4.7.3.2 Risklerin Derecelendirmesi

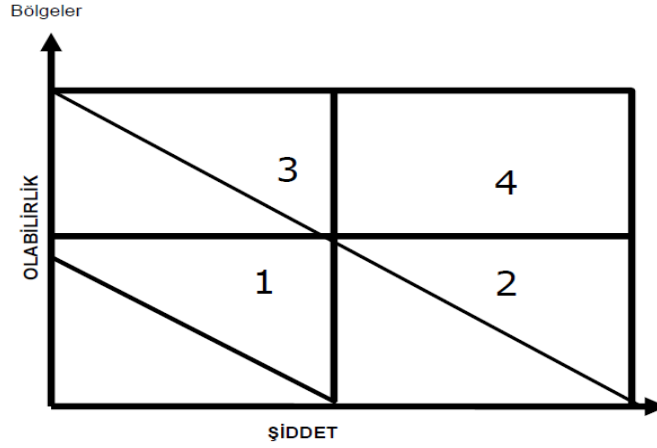
Bir işyerine ait tehlike kaynaklarının belirlenmesinden sonra bu tehlike kaynakları neticesinde ortaya çıkabilecek muhtemel risk unsurları saptanmaktadır. Saptanan her risk faktörü için, o riskin zaman içerisinde ortaya çıkabilme olasılığı (O) ile riskin meydana gelmesi sonucunda ise ortaya çıkabilecek zarar (şiddet) belirlenmelidir.

Şekil 4.3'te de gösterildiği üzere belirlenen bir tehlike kaynağından birden çok tehlike ve risk faktörü meydana gelebilmektedir.



Şekil 4.3 Tehlike kaynağı, Tehlike ve Risk ilişkisi (Ekemen, 2004)

Saptanan riskler derecelendirilirken farklı olasılık ve şiddet değerleri ortaya çıkacaktır. Olasılık ve Şiddet değerleri kendi aralarında doğru orantılı olduğu için bu değerler ne kadar büyük olursa ortaya çıkan risk skoru da o kadar büyük olacaktır. Olasılık ve Şiddet değerlerine göre ortaya çıkan risk skorları Şekil 4.4'te gösterildiği gibi dört farklı bölgede sınıflandırılmaktadır (Ekemen, 2004).



Şekil 4.4 Olasılık – Şiddet diyagramı (Ekemen, 2004)

Ortaya çıkan risk skorunun içinde bulunabileceği bu dört farklı bölgenin her birinin özelliği şöyledir:

Bölge 1: Bu bölgede yer alan risk skorunun değeri çok düşüktür ve bu bölgedeki riskler kabul edilebilir risk olarak tanımlanmaktadır. Bu tür riskler işletme için önemli ölçüde zarara sebep olmayacak risklerdir.

Bölge 2: Bu bölgede yer alan bir risk unsurunun olasılık değeri düşük, şiddet değeri yüksek ve risk skoru da orta seviyededir. Bu bölgede yer alan riskler için eğer gerekli önlemler alınmaz ise ortaya ağır kayıplarla sonuçlanan iş kazaları meydana gelebilmektedir.

Bölge 3: Bu bölgede yer alan bir risk unsurunun olasılık değeri yüksek, şiddet değeri düşük risk skoru da orta seviyededir. Ortaya çıkan bu riskler azaltılması gereken risklerdir. Teknik kontrol ve incelemeler neticesinde saptanan bu riskler zamanla iyileştirilerek kabul edilir seviyelere getirilmelidirler.

Bölge 4: Bu bölgede yer alan bir risk unsurunun olasılık ve şiddet değeri yüksek ve ortaya çıkan riskler ise kabul edilemez risk olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgede yer alan risklerin tespiti sonucu riskli olan bölge iş güvenliği açısından uygun hale getirilip işe öyle başlanmalıdır. Aksi halde işyerinin kapatılması söz konusudur (Ekemen, 2004).

4.7.3.3 Risk Kontrol Tedbirlerinin Belirlenmesi

Saptanan risklerin kabul edilebilir bir seviyeye indirilmesi için alınması gereken kontrol tedbirlerine karar verme aşamasıdır. Bir risk faktörünün meydana gelebilme olasılığı ile meydana gelmesi halinde ortaya çıkaracağı şiddetin değerlerinden herhangi birini düşürmeye yönelik bir faaliyete bu adımda karar verilerek, mevcut risk kontrol altına alınmaktadır.

Olasılık değerini azaltmaya yönelik faaliyetler önleyici, Şiddet değerini azaltmaya yönelik faaliyetler ise koruyucu tedbirler olarak adlandırılmaktadır. Her iki kontrol yöntemindeki temel amaç tehlike unsurunun bertaraf edilmesidir. Tehlike unsuru eğer kaynağında yok edilemeyecek bir düzeyde ise ortaya çıkabilecek bir maruziyeti en aza indirgeyen önlemler alınmalıdır. Bu halde alınması gerekli olan önlemleri mühendislik ve revizyon çalışmaları, eğitim ve bilinçlendirme çalışmaları, ergonomi kurallarından yararlanma ve disiplin çalışmaları olarak sıralayabiliriz (Özkılıç, 2005).

4.7.3.4 Risk Kontrol Tedbirlerinin Uygulanması

Bu aşamada işletmenin yönetim birimi tarafından, işletmenin finansal koşulları da düşünerek alınan kontrol tedbirleri hayata geçirilmektedir. Bu adımdan sonra işletme içerisinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili görevlendirilen şahıslar arasındaki iletişim artırılmalı, işin niteliğine ve işleyişine bağlı iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmeli ve periyodik izleme ve kontrol faaliyetleri yapılmalıdır (Özkılıç, 2005).

4.7.3.5 Uygulamaların İzlenmesi

Risk değerlendirme sürecinin son adımı olan bu süreçte, alınan kontrol ve önleme tedbirleri izlenerek gözden geçirilmektedir. Alınan kontrol tedbirlerinin hayat geçirilip geçirilmediği, alınan bu kontrol tedbirlerinin işletmeye uygulanabilirliği, uygulanan bu kontrol tedbirlerinin doğru uygulanıp uygulanmadığı ve uygulamalar neticesinde mevcut risklerin kabul edilebilir seviyelere indirilip indirilmediği bu aşamada gözden

geçirilmelidir. İzlemeler ve yapılan denetlemeler neticesinde de gerekli iyileştirmeler yapılmalı ve en iyi sonuca ulaşana kadar bu süreç tekrarlanmalıdır (Özkılıç, 2005).

4.8 Risk Değerlendirme Metotları

Günümüzde yaklaşık olarak 150 tane risk değerlendirme metodunun risk analizi çalışmalarında kullanıldığından söz edilmektedir. Bu risk değerlendirme metotları nicel (kantitatif), nitel (kalitatif) ve bu her iki yöntemin bir arada kullanıldığı karma yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır.

Nicel (kantitatif) risk değerlendirme metotları: Bu değerlendirme yönteminde sayılar kullanılmaktadır. En çok endüstriyel alanlarda kullanılmaktadır. Nitel yöntemlere kıyasla daha çok uzmanlık bilgisi ve deneyim ister. Yüksek riskli çalışma alanlarında ve fazla detay içeren işlerde kullanımı daha uygundur. Bir risk değerlendirme ekibiyle beraber detaylı ve de zahmetli bir çalışma gerektiren bu risk değerlendirme metodunun kullanımı ile işletmedeki risk faktörleri kolayca tespit edilip gerekli kontrol tedbirleri hayata geçirilebilmektedir.

Nitel (kalitatif) risk değerlendirme metotları: Risk değerlendirmesinin az-çok, alçak-yüksek, önemsiz-önemli ve uygun değil-uygun gibi ifadelerle yapıldığı risk değerlendirme metotlarıdır. Nicel yönetime kıyasla yaygın kullanılmaktadır. Risklerin tespiti ve değerlendirilmesinde zayıf kalacağı için karmaşık bir iş akışına sahip işletmeler için uygun bir değerlendirme metodu değildir.

Karma risk değerlendirme metotları: Nitel ve nicel risk değerlendirme yöntemlerinin bir arada kullanıldığı kapsamlı risk değerlendirme yöntemleridir.

Günümüzde sık kullanılan risk değerlendirme metotlarını şöyle sıralayabiliriz:

- | | | |
|----------------------|----------------------|--------------------|
| - Ön tehlike analizi | - Matris metotları | - FMEA |
| - Fine – Kinney | - Kontrol listeleri | - HAZOP |
| - Olay ağacı analizi | - Hata ağacı analizi | - What If? analizi |

Yukarıda bahsi geçen risk değerlendirme metotlarından günümüzde en sık kullanılanları Kontrol listeleri, Matris metodu ve FMEA (Hata Türleri Etkileri Analizi)'dir (Özkılıç, 2005).



BÖLÜM BEŞ

RİSK ANALİZİ MODELİNDE KULLANILAN YÖNTEMLER

5.1 Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli

Bilimdeki çalışma alanlarından birisi de değişkenler arasında var olan ilişkiyi incelemektir. İki veya daha fazla değişken arasında herhangi bir ilişki olup olmadığını saptamak hem bilimsel çalışmalarda da hem de gündelik hayatımızda birçok sorunu çözmeye ışık tutmaktadır. İstatistik bilimini kullanarak birçok yazılım aracılığı ile iki değişken arasındaki ilişkiyi saptamak artık günümüzde çok kolay bir hale gelmiştir.

İki veya daha fazla değişken arasında ne derece bir ilişkinin olduğu istatistiksel analizlerle hesaplanabilir. Bu analizlerin başında ise akla ilk gelen regresyon analizidir. İstatistiki anlamda iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişki, bu değişkenlerin değerlerinin karşılıklı olarak değişimleri arasında bir bağıllık şeklinde anlaşılmaktadır. Yani bir y değişkeninin değerlerini değiştirdiğimizde x değerleri de değişim gösteriyor ise bu iki değer arasında bir ilişkinin varlığından söz edebilir. Bu sebeple de regresyon analizinin temel amacı değişkenler arasında var olan ilişkiyi sayısal olarak ortaya koymaktır (Kruskal ve Tanur, 1978).

Regresyon analizlerinde değişkenlerin bağımsız ve bağımlı değişkenler olarak iki grupta olması gerekir. Bağımsız değişkenler bağımlı değişkeni açıklamaya çalışan değişkenlerdir. Regresyon analizlerinde bağımsız değişkenler (X), bağımlı değişkenler de (Y) harfi ile gösterilmektedirler (Bingham ve Fry, 2010).

Regresyon analizlerinin amaçlarından bir tanesi de bağımsız değişkenlerle bağımlı değişken arasındaki bağıntıyı ortaya çıkarmaktır. Örnek olarak, y'nin bağımlı değişken, x'in bağımsız değişken ve e_i 'nin de hata terimi olduğu düşünüldüğünde y ve x değerleri arasında $y_i = b_1 + b_2x + e_i$ ($i=1,2,3,4,\dots$) türünden bir ilişki varsa, çözümlemede ilk olarak b_1 ve b_2 parametrelerine ait değerlerin saptanması gerekmektedir (Kruskal ve Tanur, 1978).

Regresyon analizlerinde bir diğer amaç ise verilen modelde bilinmeyen parametre değerlerinin bulunması ile bağımlı değişkenin alacağı değeri bulmak için bağımsız değişkenlere farklı değerler atamaktır. Eğer bağımsız değişkenlere farklı değerler verildiğinde bağımlı değişkenin değerinde bir değişim gözlenmiyorsa verilen modelde araştırılacak bir durum söz konusu değildir.

5.2 Doğrusal Normalizasyon

Doğrusal normalizasyon yönteminde, bir grup veri içindeki en büyük ve en küçük değerler ele alınmaktadır. Diğer verilen bütün veriler, en büyük ve en küçük değerlere göre normalleştirilir. Bu yöntemin amacı, verilerin birbiri ile aynı aralıkta normalleştirilmesidir. Formül (5.1) eldeki bir verinin 0 ile 1 aralığındaki değerinin nasıl bulunacağını matematiksel bir denklem ile göstermektedir (Apaydın, Kutsal ve Atakan, 1994).

$$X_{normal} = \frac{X - X_{min.}}{X_{max.} - X_{min.}} \quad (5.1)$$

X_{normal} : X değerinin 0 ile 1 aralığındaki değeri

X: Normalize edilmek istenen değer

X_{max} : Bir veri grubundaki en büyük değer

X_{min} : Bir veri grubundaki en küçük değer

5.3 Logaritma

Logaritma, üstel fonksiyonların tersini bulmak için kullanılan matematiksel hesaplamalardır. Logaritma, çok büyük ve çok küçük değerleri daha kontrollü bir şekilde ifade etmeye yarayan yardımcı üsler olarak da tanımlanabilir. Bu özelliği ile günlük hayatta logaritma ile yapılan işlemlerde iki nokta arasındaki gerçek uzaklık değeri kolayca bulunabilmektedir (Pierce, 1977).

Logaritma ile büyük bölme ve çarpma değerleri basit çıkarma ve toplama değerlerine indirgenerek bir cetvel halinde gösterilir. Böylece logaritmik sayılar matematikte üs olarak yazılmaktadır.

Logaritma işlemlerinde taban olarak bir sayı değeri seçilmekte ve bu taban değerine göre de her sayının logaritmik değeri alınmaktadır. Örneğin;

$$b^x = B \text{ eşitliğinden logaritması alınarak}$$
$$x = b \log B \text{ eşitliği bulunur.}$$

Bu eşitlikte B değerinin b tabanına göre logaritması x'tir" diye okunur.

Günümüzde tabanı $x = a = 2,718281$ diye alınan Napier Logaritması ile tabanı $x = 10$ diye alınan ondalık logaritma olarak iki çeşit logaritmik sistem kullanılmaktadır.

Büyük sayı değerlerini çarpabilmek için bu sayıların logaritmaları alınarak toplanır. Sonrasında logaritmik cetvelde elde edilen yeni logaritmik değer karşısındaki sayı bulunarak çarpım sonucu elde edilir. Büyük sayı değerleri ile bölme işlemi yapılacaksa bölün sayının logaritması bölünen sayının logaritmik değerinden çıkarılarak yeni bir logaritmik sonuç elde edilir. Elde edilen bu yeni logaritmik sonuç değerine logaritmik cetvelde karşılık gelen sayı değerine bakılarak bölme işleminin sonucu bulunmuş olmaktadır (Pierce, 1977).

Bölme ve çarpma işlemlerinin sonucunu bulmanın haricinde bir sayının karesini ya da küpü veya kesirli üssel değerleri logaritma ile kolayca bulunabilmektedir. Verilen bir sayı değerinin karesi bulunmak isteniyorsa sayı değerinin logaritma değeri 2 ile eğer küpü bulunmak isteniyorsa 3 ile çarpılmaktadır.

Logaritma, aritmetik ve geometrik dizilerle alakalı olduğu için günümüzde mineral sertlik değerleri, deprem ve sesin şiddet değerleri, enstrümanların perde aralık uzunlukları gibi birçok hesaplamada kullanılmaktadır. Ayrıca değerleri en doğru şekilde ifade ettiği için hem gündelik hem de bilimsel çalışmaları oldukça kolaylaştırmaktadır.

5.4 Aritmetik ve Geometrik Ortalama

En yaygın kullanılan ortalama çeşididir. Aritmetik ortalama basit olarak; verilerin toplanıp, veri sayısına bölünmesiyle elde edilir ve X sembolü ile gösterilir. Veriler,

normal yani simetrik olarak dağılıyorsa, eşit aralıklı veya oranlı ölçekle elde edilmiş ise bu tür serileri en iyi temsil eden ortalama, aritmetik ortalamadır. X değişkeninin aldığı değerler, aritmetik dizi şeklinde artış veya azalış gösterir. Aritmetik ortalama kıyaslama amacıyla kullanılır (Carlson, 1971).

Aritmetik ortalama basit, sınıflandırılmış ve gruplandırılmış seriler için aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Basit Seri} \quad X = \frac{\sum X_i}{n} \quad (5.2)$$

$$\text{Sınıflandırılmış Seri} \quad X = \frac{\sum f_i X_i}{\sum f_i} \quad (5.3)$$

$$\text{Gruplandırılmış Seri} \quad X = \frac{\sum f_i m_i}{\sum f_i} \quad (5.4)$$

X_i : i. gözlem değeri

f_i : i. değerin frekansı

m_i : i. sınıfın orta noktası

n: toplam gözlem sayısı

Geometrik ortalama da basit olarak; bütün verilerin çarpılarak, veri sayısının kök kuvvetinin alınmasıyla elde edilir ve G sembolü ile gösterilir. Geometrik ve aritmetik seri şeklinde artış veya azalış gösteren verileri, en iyi temsil eden ortalama geometrik ortalamadır. Veriler, normal yani simetrik olarak dağılmak, eşit aralıklı veya oranlı ölçekle elde edilmiş olmalıdır. Terimlerin kendileri yerine, oranları ile ilgileniliyorsa, serinin geometrik ortalaması hesaplanır (Carlson, 1971).

Aritmetik ortalama basit, sınıflandırılmış ve gruplandırılmış seriler için aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$\text{Basit Seri} \quad X = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (5.5)$$

$$\text{Sınıflandırılmış Seri} \quad X = \frac{\sum f_i \cdot \log X_i}{\sum f_i} \quad (5.6)$$

$$\text{Gruplandırılmış Seri} \quad X = \frac{\sum f_i \cdot \log m_i}{\sum f_i} \quad (5.7)$$

X_i : i. gözlem değeri

f_i : i. değerin frekansı

m_i : i. sınıfın orta noktası

n: toplam gözlem sayısı

5.5 Kontrol Listeleri

Kontrol listeleri geçmişte yaşanmış iş kazaları ve ramak kala kayıtları göz önünde bulundurularak iş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin tecrübeleri dahilinde titizlikle hazırlanmış risk kontrol listeleridir. Kontrol listeleri bir işyerine ait tehlike unsurları ile bunlara bağlı risk faktörlerini saptamak ve alınan iş güvenliği tedbirlerinin ne kadar etkili olduğunu değerlendirmek için kullanılırlar. Bir işyerine ait iş akışının her döngüsünde rahatça kullanılabilirler. Ayrıca diğer risk analizi teknikleri ile beraber kullanıldıklarında etkinlikleri fark edilir düzeydedir (Şafak, Sensogut ve Kasap, 2016).

Kontrol listelerinin geliştirilebilir ve kullanılabilir olabilmesi için bir uzman tarafından ön bilgi ve tecrübeler dahilinde hazırlanması gerekmektedir. Kontrol listelerinin bir işletmeye uygulaması yapılırken şu hususlara dikkat edilmesi gerekir:

- Hangi çalışma alanına ait olduğu belirtilmelidir.
- Belirtilen çalışma alanı için yeterince kapsamlı olmalıdır.
- Önceden hazırlanmış listelerin aynısı kullanılmalı, yeni tehlike ve risk unsurları da göz önüne alınarak güncellenmelidir.

Kontrol listelerinin başarısı risk yönetim sürecindeki aşamalara bağlıdır. Örneğin yetersiz ayrıntı ve de uzmanlıkla hazırlanmış olan listeler dahilinde yapılmış olan bir risk değerlendirmenin sonucu da yetersiz olacaktır.

Kontrol listeleri uzman olmayan işyeri çalışanları tarafından kullanılabilir. İyi bir şekilde hazırlanmış olan kontrol listesi ile işletmeye ait sistem bileşenleri her daim kolayca kontrol edilebilir. Bu listeler ayrıca çalışanların, sistemi her zaman kontrol altında tutmasını sağlar.

Kontrol listelerinin diğer risk analiz yöntemlerine göre bazı sınırlılıkları vardır. Kontrol listeleri ile tehlike ve risk unsurları saptanırken gözle görülür ve bilinen unsurlara hitap ederler ve bu özellikleri ile uzman kişinin hayal gücünü kısıtlar niteliktedirler. Bu yüzden gözle görülmeyen unsurların gözden kaçma olasılığı yüksektir.

	Organizasyon, Gözetim ve Genel Çalışma Şartları	Evet	Hayır
1	Ocak Çalışma Yönergesi mevcut mu? Çalışanların ve müteahhitlerin bilgilendirilme işlemi gerçekleştirilmiş	x	
2	Çalışan personele iş sağlığı ve güvenliği, kişisel koruyucu kullanımı ile ilgili eğitimler veriliyor mu?	x	
3	Personele gerekli temel ilk yardım kursu ve sertifikası aldırılmış mı? Yeterli ilk yardım personeli var mı?	x	
4	Personele kişisel koruyucu donanım verilmiş mi?	x	
5	İşyerinde acil durumlar için uygun araç var mı?	x	
6	Toz oluşumunu önlemeye karşı tedbir alınmış mı?	x	
7	Uyarı levhaları ve güvenlik işaretleri var mı?	x	
8	İşletme çalışma sahası, kamera güvenlik sistemi kayıtları ile gözlemlenmekte midir ?	x	
9	Patlatma yapılacak alanda herhangi bir personel telefonu veya telsizi ile kuralları ihlal etmekte midir?		x
10	Ocaktaki ayna yükseklikleri uygun mu? Kademe oluşturulmuş mu?	x	

Şekil 5.1 Kontrol listesi örneği (Şafak ve diğer., 2016)

5.6 Hata Türleri ve Etkileri Analizi (HTEA)

Hata Türleri ve Etkileri Analizi risk değerlendirme yöntemi ilk olarak ABD ordusu tarafınca geliştirilip kullanılmaya başlanmış bir yöntemdir. Donanım ve sistemdeki hataların belirlenip değerlendirildiği bir yöntem olarak kullanılmaya başlandıktan sonra günümüzde otomotiv ve uzay sanayiinde de kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca Hata Türleri ve Etkileri Analizinin diğer kalite yönetim sistemleri ile entegre bir şekilde kullanımı söz konusudur.

Bu metot ile yapılan risk analizlerinin etkili olmasının sebebi, bir sistem içerisindeki tüm aksaklıkları göstermesi ve var olan sistemin nasıl çalışması gerektiği hakkında fikir vermesidir. HTEA yöntemi, risk faktörlerinin bulunduğu tüm alanlara uygulanabildiği için bu alanlardaki hataları çözümler ve uzman görüşleri dahilinde bu risk faktörlerine değerler verir. Böylelikle hasar meydana gelecek tüm olası durumlar önceden tahmin edilerek gerekli kontrol ve önleme tedbirleri alındığı için sistemin düzenli işleyişi sağlanır. Risk faktörleri HTEA yöntemi ile üç parametre kapsamında

değerlendirilir. Bu parametreler risk faktörünün gerçekleşme olasılığı, riskin vereceği şiddeti ve riskin fark edilebilirliğidir. Bu risk analiz yönteminde her risk üç parametre ile değerlendirilerek Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanır. Bu parametreler riskin şiddeti, olma olasılığı ve fark edilebilirliğidir (Özfiat, Mızrak Özfiat, Kahraman, Can ve Öney 2013).

Risk Öncelik Sayısı (RÖS); olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametrelerine 1 ile 10 arasında verilen değerlerin çarpımı ile elde edilmektedir. Yani;

$$\text{Risk Öncelik Sayısı (RÖS)} = O (\text{olasılık}) \times \text{Ş} (\text{şiddet}) \times F (\text{fark edilebilirlik})$$

Hata Türü Etki ve Analizi uygulanırken sırasıyla şu adımlar takip edilmektedir:

- 1-Tehlike kaynaklarının tespiti.
- 2-Olası hataların sebeplerinin ve mevcut alınmış kontrol tedbirlerinin tespiti.
- 3-Olasılık, şiddet, fark edilebilirlik ve RÖS değerlerinin tespiti (Tablo 5.1, 5.2, 5.3).
- 4-RÖS değerlerine göre hata ve alınacak önlemlerin tespiti (Tablo 5.4).
- 5-Önlemlerin alınmasının ardından RÖS değerlerinin tekrar değerlendirilmesi.

Tablo 5.1 Olasılık parametresi ve dereceleri (Özkılıç, 2005)

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

Tablo 5.2 Farkedilebilirlik parametresi ve dereceleri (Özkılıç, 2005)

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

Tablo 5.3 Şiddet parametresi ve dereceleri (Özkılıç, 2005)

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

Tablo 5.4 Risk öncelik sayısı (RÖS) değerlendirmesi (Özkılıç, 2005)

RÖS Değeri	ÖNLEM
$RÖS < 40$	Önlem almaya gerek yok
$40 \leq RÖS \leq 100$	Önlem alınabilir
$RÖS > 100$	Önlem alınması gereklidir

Bir uzman tarafından Tablo 5.1, 5.2 ve 5.3'teki veriler ışığında bir işyerindeki risk faktörüne ait olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik değerleri 1 ile 10 arasında derecelendirilerek o risk faktörüne ait RÖS değeri hesaplanmaktadır. Elde edilen bu değer Tablo 5.4'e göre değerlendirilerek o risk faktörünün hangi risk sınıfına dahil olduğu tespit edilmektedir.

5.7 Olay Ağacı Analizi

Olay ağacı analizi (ETA) öncelikle nükleer enerji endüstrisinde olmak üzere günümüzde birçok sanayii kolunda uygulanmaktadır. Olay ağacı analizi, meydana gelmiş bir olaydan sonra ortaya çıkabilecek ihtimallerin sonuçlarını bir diyagram ile gösteren ve tümevarım mantığını kullanan bir risk analiz yöntemidir.

Olay ağacı analizi, bir iş kazasının öncesi ve sonrasındaki durumları gösterdiği için sonuç analizlerinde en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Bu analizde kullanılan diyagramda sol taraf bir başlangıç olayını, sağ taraf işletme ya da tesisteki zarar durumunu ve en üst kısım ise sistemi tanımlamaktadır.

Olay ağacı analizinde tanımlanan bir olaydaki ana tehlike unsurlarının değerlendirilebilmesi, tanımlanan olaya ait kök sebepleri, olayın meydana gelme olasılığını ve alınan kontrol tedbirlerinin meydana gelen olayı önleme olasılıklarını tanımlayan, alınan önlemler neticesinde ortaya çıkabilecek sonucun derecesini (İhmal edilebilir, Sınır Değerinde, Kritik, Felaket) belirleyen ve alınan kontrol-önleme tedbirlerinin dikkate alınmasını sağlayan bir risk metodolojisidir. Olay Ağacı beş adımda kurulabilmektedir. Bu adımlar; başlangıç olay ve olasılığının belirlenmesi, alınacak önleme yöntemlerinin belirlenmesi, olay ağacının kurulması, kurulan olay ağacının değerlendirilmesi ve risklerin gruplandırılmasıdır (Pamukçu, 2015).

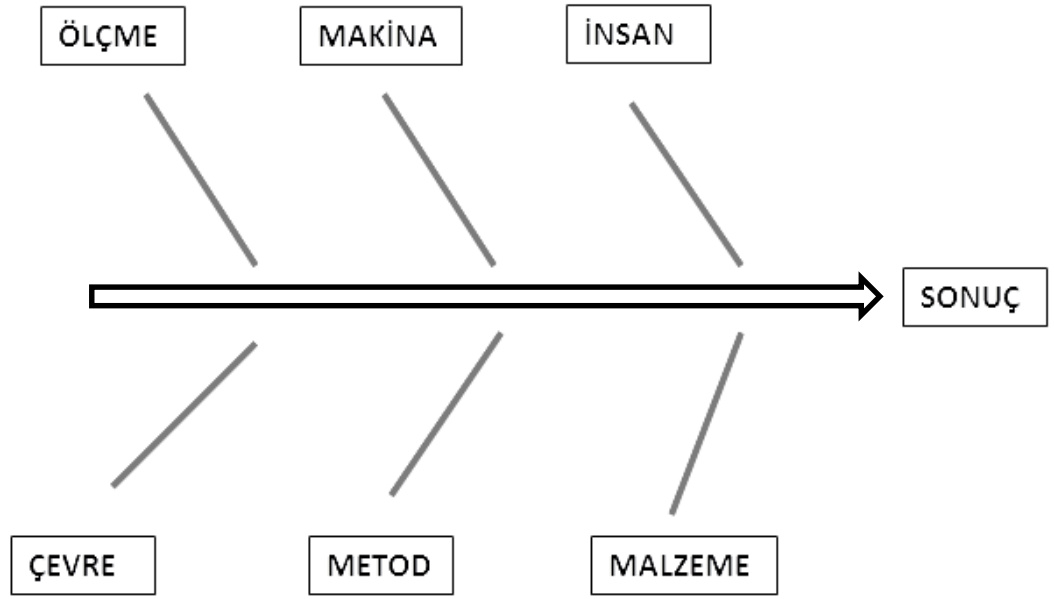
Olay ağacı analizi bir başlangıç olayıyla başlamaktadır. Sonrasında alınan önlemler, gerçekleştirme ve gerçekleştirilmeme ihtimaline göre iki kola ayrılmaktadır. Ayrılan bu iki kol, ikincil önleme tedbirinin gerçekleşip gerçekleşmeme ihtimaline göre iki kola daha ayrılmaktadır. Uygulanan bu işlem, tüm önlemler için uygulanır. Yani; n tane önlem (olay) varsa, olay ağacının en üst seviyesinde 2^n tane de dal olacaktır. Her dalın olasılık değeri, o dala kadar gelen dalların olasılık değerlerinin çarpılması ile bulunmaktadır. Sonrasında ise her dal için alınmayan ve alınan önlemlere göre olayın sonuçları (İhmal edilebilir, Sınır Değerinde, Kritik, Felaket) sınıflandırılmaktadır. Son olarak riskin derecelendirmesi, varılan sonuç değerlerine göre aynı sınıf içindeki risklerin olasılık

İnsan: İşyerindeki personelin eğitim, bilgi ve beceri seviyeleri,

Ölçümler: Alınan önlemleri değerlendirmede kullanılan veriler,

Önlemler: İş başı eğitimleri ve genel isg eğitimleri

Balık kılıçığı diyagramı hazırlanırken probleme sebep olan etmenler araştırılırken sistemdeki her çalışanın görüşleri alınmalıdır. Bu etmenler yazılırken kesinlikle tarafsız davranılmalı ve problemin çözülebilir olmasına özen gösterilmelidir. Hazırlanmış olan balık kılıçığının değişen çalışma koşullarına göre güncel tutulması sağlanmalıdır (Alan, 2017).



Şekil 5.3 Balık kılıçığı diyagramı (Öztürk ve diğerleri, 2018)

5.9 L Tipi Matris Yöntemi

L tipi matris yöntemi genellikle bir uzmanın veya çalışanın tek başına, mevzuatta az tehlikeli sınıfta yer alan küçük işletmelerde, olayların sebep-sonuç ilişkilerinin belirlenmesinde kullandığı en hızlı ve etkili risk analiz yöntemlerinden birisidir.

Bir işyerine ait risk unsurları öncelikle bu yöntemle değerlendirildikten sonra daha sistematik bir yöntemle bir risk analizi daha yapılarak o işyerine ait olası iş kazaları engellenmiş olmaktadır.

Geçmiş veri ve hesaplamalara dayanmayan şekliyle, tehlikeli ve çok tehlikeli sınıflarda yer alan işletmelerde bu yöntem ile risk değerlendirmesi yapmak çoğu kez olumsuzluk oluşturmaktadır. Çünkü risk analizi yapan her kişinin bulacağı sonuçlar farklı çıkacaktır. Sonuçların farklı çıkması ise yapılan analizin tutarsızlığını göstermektedir. Ancak, takım çalışması ve sistem verileri ile yapılan matris analizleri bu olumsuzluğu azaltmaktadır (Kılıç, 2016).

Bu yöntem ile ilk olarak bir olayın meydana gelme olasılığı ile bu olayın meydana gelmesi halinde ortaya çıkabilecek şiddetin derecelendirilmesi Tablo 5.5 ve Tablo 5.6'ya göre yapılmaktadır. Her iki derecelendirme işleminden sonra elde edilen iki değer çarpılarak tehlike kaynağına ait bir risk skoru elde edilmektedir (Özkılıç, 2005).

Tablo 5.5 Bir olayın gerçekleşme olasılığı

Olasılık		Sonuç
Çok küçük	1	Hemen hemen hiç
Küçük	2	Çok az (yılda bir kez)
Orta	3	Az (yılda birkaç kez)
Yüksek	4	Sıklıkla (ayda bir)
Çok yüksek	5	Çok sıklıkla (haftada bir ya da her gün)

Tablo 5.6 Olayın Şiddetini Belirleme Tablosu

Olasılık		Sonuç
Çok hafif	1	İlk yardım gerektirebilir, İş saati kaybı yok
Hafif	2	Kalıcı etkisi olmayan ilk yardım gerektiren ayakta tedavi, iş günü kaybı yok
Orta	3	Yatarak tedavi gerekir, hafif yaralanmalar yaşanabilir
Ciddi	4	Meslek hastalığı, Ciddi yaralanma, Uzun süreli tedavi
Çok ciddi	5	Sürekli iş göremezlik, Ölüm

Elde edilen derecelerin çarpımı ile elde edilen Risk Skoru değerleri Tablo 5.7’ ve 5.8’de gösterilen tablo baz alınarak önem sıralamasına göre sınıflandırılacaklardır. İşletme için alınacak iş güvenliği kontrol ve önlemler en büyük risk skoru değerinden en küçük risk skoruna doğru alınmaya başlanılacaktır (Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2006).

Tablo 5.7 Risk Derecelendirme Matrisi (L Tipi Matris), (Kılıç, 2016)

Olasılık	Şiddet				
	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	Orta 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	Orta seviye risk 15	Yüksek seviye risk 20	Çok yüksek seviye risk 25

Tablo 5.8 risk derecelendirme matrisi (L Tipi Matris), (Özkılıç, 2005)

SONUÇ	EYLEM
Çok Yüksek Seviye Riskler (25)	Belirlenen risk faktörü kabul edilebilir bir düzeye düşürülünceye kadar iş durdurulmalıdır. Gerçekleştirilen önleme faaliyetlerine rağmen risk azalmıyorsa faaliyet engellenmelidir.
Yüksek Seviye Riskler (15,16,20)	Belirlenen risk faktörü azalana kadar devam eden her faaliyet durdurulmalıdır. Risk faktörü için devamı ile alakalı ise derhal önlem alınmalı ve böylece yönetim tarafından faaliyetin devamına karar verilmelidir.
Orta Seviye Riskler (8,9,10,12)	Belirlenen risk faktörlerini azaltmak için önleme faaliyetleri başlatılmalıdır. Bu seviyedeki risklerde, riskleri önleme zaman alabilir.
Düşük Seviye Riskler (2,3,4,5,6)	Belirlenen risk faktörlerini ortadan kaldırmak için ek kontrol önlemlerine ihtiyaç olmayabilir. Fakat mevcut kontrol tedbirlerinin devamı sağlanmalı ve düzenli olan denetimleri yapılmalıdır.
Önemsiz Riskler (1)	Belirlenen risk faktörlerini ortadan kaldırmak için herhangi bir ek önlem almaya gerek olmayabilir.

BÖLÜM ALTI

MADENCİLİK SEKTÖRÜNDE KULLANILMASI PLANLANAN YENİ BİR RİSK ANALİZİ YÖNTEMİ

6.1 Giriş

Madencilik faaliyetleri ülkemizde en çok iş kazasının yaşandığı, bünyesinde birçok tehlike unsuru barındıran ve çalışanları için hayati riskler taşıyan iş kollarından bir tanesidir. SGK verilerine göre 1941 yılından günümüze kadar yaklaşık 100.000'den fazla maden işçimiz iş kazalarında yaralanmış ve 4.000'den fazla maden işçimiz ise hayatını kaybetmiştir. Türkiye'de, özellikle yeraltı madenciliğinde olmak üzere, madencilik faaliyetlerinde yaşamını kaybetmiş işçi sayısı, ülkemiz genelinde iş kazaları neticesinde yaşamını kaybetmiş işçi sayısının yaklaşık %8'i kadardır.

Madencilikte üretim faaliyetleri neticesinde meydana gelen iş kazalarında çalışanlar yaşamını kaybetmekte, sakat kalmakta, ekipmanlar zarar görmekte ve ayrıca işletmede büyük maddi kayıplara sebep olmaktadır. Yapılan faaliyetler neticesinde yaşanan bu iş kazalarını ortadan kaldırmak ve çalışanlara daha güvenli bir çalışma ortamı sunmak için, maden ocağına ait belirsiz ve belirli riskler iyi saptanmalı, etkili bir risk analizi yöntemi ile değerlendirilmeli, gerekli kontrol ve önlemler alınmalıdır. Şüphesiz bu kapsamda mevzuatımız artık maden işverenlerini risk analizi yapmak veya yaptırmak ve gerekli tüm önlemleri almaları konusunda zorunlu kılmıştır.

Özellikle ülkemizde yer alan madencilik işletmelerindeki mevcut tehlikeleri belirleme ve önleme kapsamında genellikle L tipi matris yöntemi ve çok sık olmamakla birlikte Hata Türü Etkileri Analizi Yöntemi kullanılmaktadır. 5x5'lik L tipi matris risk analizi yöntemi sanayide en yaygın olarak kullanılan fakat İSG açısından hassasiyeti fazla derinlemesine olmayan bir risk analizi yöntemidir. Çünkü bu risk analizi yönteminde riskler sadece 3 farklı grupta (düşük, orta, yüksek) sınıflandırılmıştır. Risk skalasının sadece 3 farklı grupta toplayan L tipi 5x5'lik matris metodunun, çok tehlikeli iş kollarından biri olan madencilik sektörü için iş kazalarını önleme hususunda yeterli ve etkili bir yöntem olduğu düşünülmemektedir. Tehlikeleri

bertaraf etme konusunda L tipi matris yöntemine göre daha etkili bir risk analizi yöntemi olduğu düşünülen Hata Türü Etkileri Analizi yöntemi (HTEA) ise daha çok otomotiv ve sanayi sektöründe etkili olduğu için madencilik sektöründe az kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, madencilik sektörünün bütün tehlike sınıfları göz önünde bulundurulmuştur. Kapsamlı literatür çalışmaları sonucunda, madencilik sektöründe çalışan bir iş güvenliği uzmanının hem kolayca hem de etkili bir şekilde kullanabileceği bir risk analizi yazılımı tasarlanmıştır. Bu risk analizi programı tasarlanırken; Balık Kılçığı Analizi, Olay Ağacı Analizi, 5x5'lik L tipi matris Analizi, Hata Türleri ve Etkileri Analizi ve Kontrol Listeleri (Check-List) risk analizi yöntemlerinden faydalanılmıştır. Risk analizinin matematik modellemelerinde ise Çoklu Lineer Regresyon, Logaritma, Doğrusal normalizasyon Aritmetik ve Geometrik ortalamadan faydalanılmıştır.

Balık kılçığı analizi yönteminde bir iş kazasının kök sebepleri ana kategorilere ayrılarak değerlendirilir. Bu çalışmadaki analiz yönteminde de balık kılçığı analizinde en çok kullanılan; Yönetim, Çalışma ortamı, Makine- Malzeme ve Personel ana kategorileri hem Kontrol listelerine hem de Olay ağacı analizine entegre edilmiştir.

6.2 Risk Skorunu Hesaplarken Kullanılan Parametrelerin Belirlenmesi

Başta yurt madenciliğinde olmak üzere, madencilik faaliyetlerinde kullanılması düşünülen, tasarlanmasında hem nitel hem de nicel yöntemlerden faydalanılan bu karma risk analiz yöntemi çalışmasında bir risk skoru elde etmek için sektör adına en verimli olabileceği düşünülen yöntemlerden faydalanılmıştır. Çalışmada, risk skorununun derecelendirilmesi ve hesaplanmasında Kontrol Tedbirleri, İSG Yeterlik Skoru, İş Kazası Olasılık Skoru, Şiddet ve Mevcut İSG Durumu parametreleri oluşturulmuştur.

6.2.1 Kontrol Tedbirleri

Risk skorunu hesaplamada kullanılacak parametreler belirlenirken öncelikle maden ocağında sağlık ve güvenliğin sağlanmasında en etkili adımlardan bir tanesi alınacak kontrol tedbirleridir.

Kontrol tedbirleri parametresi belirlenirken maden işletmeleri için iş sağlığı ve güvenliğinde en önemli unsurlar olan yönetim, makine ve malzeme, çalışma ortamı ve personel olmak üzere dört temel kontrol adımı oluşturulmuştur. Kontrol tedbirleri oluşturulurken balık kılıcı analizinden faydalanılmıştır. Bu dört adet kontrol tedbiri bir maden işletmesinde iş güvenliği faaliyetleri açısından düşünüldüğünde; yönetim, makine ve malzeme, çalışma ortamı ve personel önem sırasına göre sıralanarak, bu risk analiz yönetiminde olay ağacı analizi diyagramına entegre edilmiştir.

6.2.2 İSG Yeterlik Skoru

Ocaktaki bir çalışma ortamına ait “İSG Yeterlilik Skoru” hesaplanırken Yönetim, Çalışma ortamı, Makine - Malzeme ve Personel ana başlıkları altında iş güvenliği uzmanının doldurması için madencilikle alakalı Kontrol Listeleri oluşturulmuştur. Her ana başlık altında maddeler halinde maden işletmesi ile ilgili olması gereken iş güvenliği kontrol tedbirleri yer almaktadır. İşletmenin iş güvenliği ile alakalı faaliyetlerini göz önünde bulundurarak risk analizini yapan bir iş güvenliği uzmanı her kontrol tedbiri adımı için alınan iş güvenliği önlemini, hazırlanmış olan bu kontrol listelerinde “Evet, Yeterli, Çok Yetersiz, Hayır/Bilmiyorum ve Gerek Yok” başlıkları altında sübjektif bir biçimde değerlendirme imkanına sahiptir.

Bir olayın meydana gelme olasılığı matematiksel olarak 0 ile 1 değerleri arasındadır. Bir iş kazasının meydana gelmesinde her zaman %1 oranında ihtimal vardır. Bu sebeple bu çalışmada “İSG Yeterlik Skoru” hesaplanırken olasılık değer aralığı “0,01 ile 0,99” değerleri arasında alınmıştır. Bu iki değer aralığı Tablo 6.1’de gösterildiği üzere ikiden çok kategoriye ayrıldığı için (Evet, Yetersiz, Çok Yetersiz,

Hayır/Bilinmiyor) kategorik verilerle bu kısımda her bir değerlendirme başlığına eşit aralıklarla artan bir olasılık puanı verilmiştir.

Tablo 6.1 Alınan İSG önlemleri dereceleri

Faaliyet alanında İSG önlemleri var mı?	Derecesi
Evet	0,99
Yetersiz	0,66
Çok yetersiz	0,33
Hayır / Bilinmiyor	0,01
Gerek yok	-

Kontrol tedbirleri altında yer alan kontrol listeleri doldurulurken, kontrol listesi içerisindeki bir soru, o işletmede gerek duyulan bir önleme faaliyeti değilse risk analizini gerçekleştiren iş güvenliği uzmanı, hazırlanmış olan programda o soru için “gerek yok” seçeneğini seçer. Seçilen her “gerek yok” başlıklı kontrol listesi sorusu “İSG Yeterlik Skoru” nun hesaplamasına dahil edilmez. Bu sebeple “Gerek Yok” başlığına herhangi bir derece verilmemiştir.

“İSG Yeterlilik Skoru” hesaplanırken aritmetik ortalamadan faydalanılmıştır. Çünkü 0,99 ile 0,01 arasındaki veriler kategorik veriler olduğu için simetrik bir dağılım göstermektedir. Bu sebeple eşit aralıklı ve oranlı bir ölçekle elde edilen bu verileri en iyi temsil eden ortalama aritmetik ortalama olduğu için “İSG Yeterlilik Skoru” aritmetik ortalama ile hesaplanmaktadır.

İş güvenliği uzmanı her bir ana kontrol tedbirine ait kontrol listesini tamamladıktan sonra, Şekil 6.1’de gösterildiği üzere, hazırlanmış olan program ile her bir kontrol tedbirinin ayrı ayrı “İSG Yeterlilik Skoru” nu ve çıkan bu skoru da 100 ile çarparak “Yönetimin İSG Yeterliliği”ni hesaplamaktadır.

YÖNETİM KONTROL TEDBİRLERİ		İSG ÖNLEMİ VAR MI?	İSG YETERLİK SKORU
1	İşyeri hekimi var mı? Sözleşmesi yapılmış mı? Çalışma süresi yeterli mi?	EVET	0,82
2	Yeterli sayıda iş güvenliği uzmanı görevlendirilmiş mi?	YETERSİZ	
3	İş güvenliği sağlık ve güvenlik dokümanı düzenli tutuluyor mu?	ÇOK YETERSİZ	
4	Yıllık İş Güvenliği Eğitim Programı var mı?	HAYIR / BİLMİYORUM	
5	İşyerinde yapılan çalışmalarla ilgili yazılı talimatlar var mı?	GEREK YOK	

Şekil 6.1 İSG Yeterlik Skorunun Programda Hesaplanması

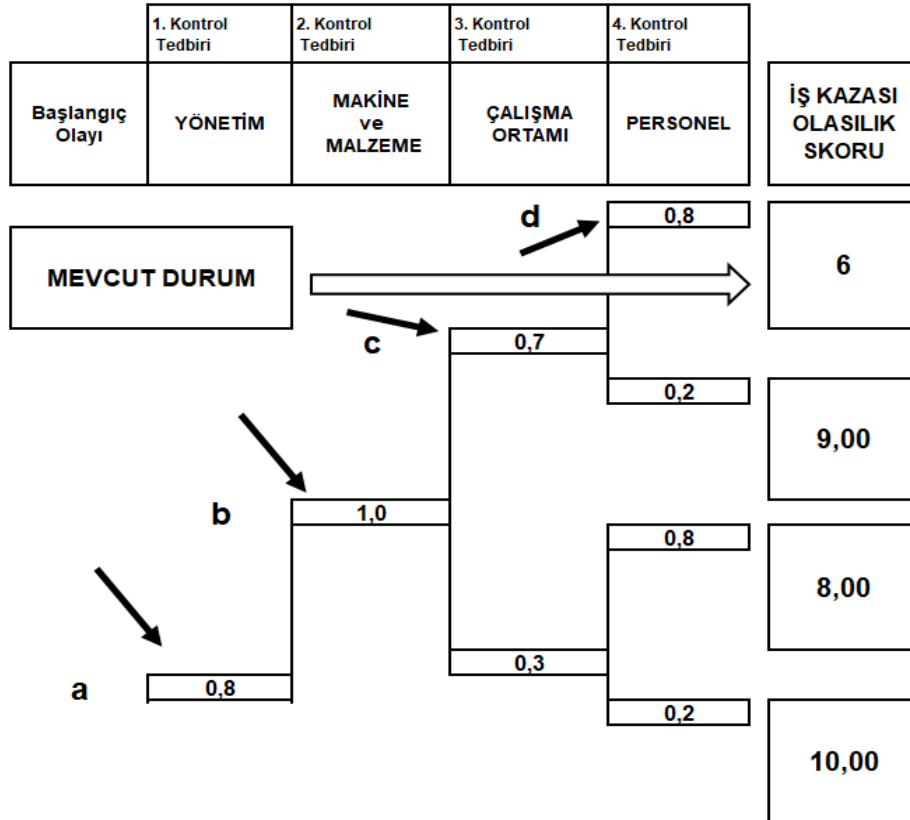
6.2.3 İş Kazası Olasılık Skoru

Kontrol listesi yöntemi kullanarak Yönetim, Çalışma ortamı, Makine- Malzeme ve Personel ana başlıklarına ait “İSG Yeterlik Skorları” bulunduktan sonra bu sonuçlar Olay Ağacı Analizi diyagramına dört adet kontrol tedbiri olarak entegre edilmiştir. Bu dört adet kontrol tedbiri iş kazalarını önlemede öncelik sırasına göre birinci kontrol tedbiri olarak Yönetim, ikinci kontrol tedbiri olarak Makine ve Malzeme, üçüncü kontrol tedbiri olarak Çalışma Ortamı ve dördüncü kontrol tedbiri olarak da Personel seçilmiştir.

HTEA risk analiz yönteminden faydalanılarak dereceleri 1 ile 10 arasında değişen “İş Kazası Olasılık Skoru Tablosu” oluşturulmuştur (Tablo 6.2). 0,01 ile 0,99 arasında çıkan her bir kontrol değerine ait İSG yeterlilik skorları olay ağacı analizindeki Şekil 6.2’de gösterilen diyagrama entegre edilmiştir. İSG Yeterlik Skoru değerleri olay ağacı diyagramına girildikten sonra İş Kazası Olasılık Skorunun 1 ile 10 değerleri arasında çıkması için, bu aralıkta hangi sayıya eş değerde olduğu doğrusal normalizasyon yöntemi kullanılarak, eşitlik 6.1’de gösterildiği gibi hesaplanmıştır.

Tablo 6.2 İş Kazası Olma Olasılık Tablosu, (Özfirat, 2013)

Olasılık Değeri	İhtimali		Derece
Çok Yüksek	1/2'den fazla	%50,00	10
	1/3	%33,333	9
Yüksek	1/8	%12,500	8
	1/20	%5,000	7
Orta	1/80	%1,250	6
	1/20	%5,000	5
	1/2.000	%0,0500	4
Düşük	1/15.000	%0,0060	3
	1/150.000	%0,00060	2
Çok Düşük	1 / 1.500.000'dan	%0,000060	1



Şekil 6.2 Programda 1 ile 10 arasına normalize edilmiş 4 farklı iş kazası olasılık skoru

$$0,01^4 \leq (axbxcxd) \leq 0,99^4 \therefore -1$$

$$= -0,01^4 \geq -(axbxcxd) \geq -0,99^4 \therefore +0,99^4$$

$$= 0,960596 \geq -(axbxcxd) + 0,99^4 \geq 0 \therefore x \frac{9}{0,960596}$$

$$= 9 \geq (-(axbxcxd) + (0,99^4))x \frac{9}{0,960596} \geq 0 \therefore +1$$

$$\text{İş Kazası Olasılık Skoru} = [(9 \times (0,99^4 - \frac{axbxcxd}{0,960596})) + 1] \quad (6.1)$$

a = Yönetim İSG Yeterlik Skoru

b = Makine ve Malzeme İSG Yeterlik Skoru

c = Çalışma Ortamı İSG Yeterlik Skoru

d = Personel İSG Yeterlik Skoru

6.2.4 Şiddet

Şiddet, bir riskin oluştuğu anda insan, çevre ve tesis üzerinde yaratacağı tahmini zarardır. Bu yeni risk analizi modellemesi çalışmasında, bir tehlike unsurunun iş kazasına dönüşmesi ihtimalinde ortaya çıkabilecek muhtemel zararlar, Tablo 6.3'te gösterildiği üzere 1 ile 10 arasında derecelendirilerek bir şiddet düzeyi oluşturulmuştur.

Tablo 6.3 Şiddet Derecelendirme Tablosu, (Cox, 2008), (Slovic, 2000)

Şiddet Düzeyi	Derece
YARALANMA: Toplu ölümler ve / veya çevresel felaket yaşanabilir MADDİ KAYIP: Proje veya kuruluş yıllık bütçesinin en az %30'u kadar SAYGINLIK: Hükümet soruşturması veya sürekli olumsuz bir şekilde ulusal / uluslararası medyanın gündeminde kalınabilir	10
	9
YARALANMA: Bir veya birden fazla ölüm, zehirlenme, ağır yaralanma, 3. derece yanık ve / veya iş yerinde kayıp iş gününe sebep olabilecek uzun süreli rahatsızlıklar görülebilir MADDİ KAYIP: Yıllık bütçenin en az %10'u kadar. Ekipman veya sistem tamamen hasar görebilir.	8
	7
YARALANMA: Yoğun olarak hükümet ve medya tarafından incelemeler söz konusu olabilir. Olumsuz yönde uzun vadeli marka etkisi yaşanabilir. Üretim, yetkili merciler tarafından ciddi şekilde kısıtlanabilir YARALANMA: Ağır yaralanma, 2. derece yanık, organ kaybı, beyin sarsıntısı, kanser, ufak çapta kalıcı iş göremezlik ve / veya iş yerinde kayıp iş gününe sebep olabilecek rahatsızlıklar görülebilir MADDİ KAYIP: Yıllık bütçenin %5-10'u	6
	5
SAYGINLIK: Ulusal medyanın gündemine gelinebilir. Eğer uluslararası firmalarla iş birliği yapıyorsa bu firmalar tarafından incelemeler yapılabilir. Olumsuz yönde uzun vadeli marka etkisi yaşanabilir YARALANMA: Tıbbi pratisyen tarafından tedavi gerektiren hafif yaralanmalar ve / veya iş yerinde kayıp iş gününe sebep olabilecek kısa süreli rahatsızlıklar görülebilir MADDİ KAYIP: Yıllık bütçenin %2-5'i kadar	4
	3
SAYGINLIK: Yerel medyanın gündemine gelinebilir YARALANMA: Küçük yaralanmalar veya ilk yardım müdahalesi gerektiren sağlık sorunları görülebilir MADDİ KAYIP: Yıllık bütçenin %1'i kadar	2
	1
SAYGINLIK: Şirket açısından herhangi bir itibar kaybı söz konusu değil	

L tipi matriste bir risk faktörüne ait değer, şiddet ve olasılığın bileşkesinden hesaplanmaktadır. Şekil 6.3'teki 5x5'lik L tipi matris örneğine bakıldığında olasılık değeri arttıkça şiddet değerinin de orantılı olarak arttığı gözlenmektedir.

Olasılık	Etkinin Şiddeti				
	Önemsiz	Sınırdaki	Ciddi	Kritik	Felaket
Oldukça olası	1*5 5	2*5 10	3*5 15	4*5 20	5*5 25
Olası	1*4 4	2*4 8	3*4 12	4*4 16	5*4 20
Nadir	1*3 3	2*3 6	3*3 9	4*3 12	5*3 15
Az	1*2 2	2*2 4	3*2 6	4*2 8	5*2 10
İmkânsız	1*1 1	2*1 2	3*1 3	4*1 4	5*1 5

Şekil 6.3 5x5 Risk Matrisi (Ekemen, 2004)

İş güvenliği uzmanlarınca yapılan matris tipi risk analizlerinde genellikle şiddet parametresine ait derece verilirken, tahmin edilen değerden bir değer fazla verilerek daha sağlıklı bir risk analizinin yapılması amaçlanmaktadır. Bu risk analizi modelinde, çok tehlikeli risk sınıfında yer alan madencilik sektörü için, “İş Kazası Olasılık Skoru” na 1 ekleyerek şiddete ait derece, program tarafından otomatik hesaplanmaktadır. Böylece bu modelde, değeri 1 ile 10 arasında olması gereken “Şiddet” değerine ait skor, 6.2 eşitliği ile ifade edilmiştir:

$$\text{Şiddet Skoru} = \left[\left(9 \times \left(0,99^4 - \frac{a \times b \times c \times d}{0,960596} \right) + 1 \right) \right] + 1 \quad (6.2)$$

a = Yönetim İSG Yeterlik Skoru

b = Makine ve Malzeme İSG Yeterlik Skoru

c = Çalışma Ortamı İSG Yeterlik Skoru

d = Personel İSG Yeterlik Skoru

6.2.5 Mevcut İSG Durumu

Madencilik sektöründe kullanılması düşünülen bu yeni risk analizi yönteminde “Risk Skoru” değeri hesaplanırken üçüncül parametre olarak “Mevcut İSG Durumu” parametresi kullanılmıştır. Bu parametre hazırlanırken iş sağlığı ve güvenliğine ait mevzuatlar ve ayrıca mevzuatlardaki süreler de göz önünde bulundurularak, bir maden işletmesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından mevcut hali 1 ile 10 arasında derecelendirilmiştir (Tablo 6.4).

Tablo 6.4 Mevcut İSG Durumu Tablosu (Mevzuat Bilgi Sistemi, 2012)

MEVCUT İSG TEDBİRİ	Önlem Alınması Gereken Süre	Derece
Herhangi bir İSG tedbiri alınmamış veya bilinmiyor.	Hemen	10
Mevcut İSG tedbirlerinde veya yönetmeliklere uygun olmayan ciddi eksiklikler vardır. Bu sebeple ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır.	1 ay	9
	3 ay	8
	6 ay	7
İSG mevzuatı tam anlamıyla uygulanmamaktadır. Eksiklikler kısa sürede tamamlanmalıdır.	1 ay	6
	3 ay	5
	6 ay	4
Hemen hemen gerekli tüm İSG tedbirleri alınmıştır fakat hala tamamlanması veya iyileştirilmesi gereken hususlar vardır.	1 ay	3
	3 ay	2
Mevzuata ve uluslararası standartlara uygun İSG faaliyetleri eksiksiz devam etmektedir.	Düzenli Kontrol ve Denetim	1

Çalışmada, 1 ile 10 arasında derecelendirilen “Mevcut İSG Durumu” parametresine ait skoru elde ederken, kontrol listesindeki Yönetim, Çalışma ortamı, Makine-Malzeme ve Personel ana başlıklarına ait “İSG Yeterlik Skorları” elde edildikten sonra, bu dört ana başlığa ait skorların geometrik ortalaması alınıp, çıkan değer 1 ile

10 değerleri arasına normalize edilmiştir. Böylece İSG Yeterlik Skoru'nun derecesi aşağıdaki eşitlikle ifade edilmiştir.

$$\text{Mevcut İSG Durumu Skoru} = \left[(9 \times \left(0,98 - \frac{\text{Geoort.}(a \times b \times c \times d)}{0,98} \right)) + 1 \right] \quad (6.3)$$

6.3 Risk Skorunun Hesaplanması

Bu çalışmada “Risk Skoru”na ait formülü elde ederken, sonuçları 1 ile 10 arasında derecelendirilmiş İş Kazası Olasılık Skoru, Şiddet ve Mevcut İSG Durumu parametrelerine ait değerler kullanılmıştır.

“Risk Skoru” formülize edilirken öncelikle her bir parametreye ait değeri bir olasılık sonucu elde etmek için değerleri kendi aralarında çarptıktan sonra elde edilen riskin değeri, maksimum dereceleri 10 olan bu üç parametrenin maksimum değerleri çarpımına (10x10x10=1000) bölünürse, elde edilen eşitlik (6.4), 0 ile 1 değerleri arasına normalize edildikten sonra nicel olarak anlamlı bir değer elde edilir (Nunes, 2016).

$$0 < \text{Risk Skoru} < \text{Max. Risk Skoru}$$

$$= \frac{0}{R_{max}} < \frac{RS}{R_{max}} < \frac{R_{max}}{R_{max}}$$

$$= 0 < \frac{RS}{R_{max}} < 1 \quad (6.4)$$

RS: Risk skoru, **Rmax:** Maksimum risk skoru

Risk, çalışanların sağlığı üzerinde olumsuz etkiler bırakma ihtimali bulunan tehlike unsurunun meydana gelme olasılığı ile, ortaya çıkması halinde sonuçlarının şiddet değeri arasında fonksiyonel bir bağıntıyı ifade etmektedir. Dolayısıyla, bir risk faktörüne ait skor hesaplanırken olasılık veya şiddet değerlerinden bir tanesi sıfır alınırsa risk de haliyle sıfır olacaktır. Fakat risk yönetiminde bir işletmede iş kazası

olma olasılığı değer olarak sıfır alınmadığı için ayrıca olasılık sıfır olamayacağı için haliyle risk sıfır olamaz. Ancak, risk skorunun iki bileşeni olan olasılık ve şiddet değerlerinden herhangi biri azaltılırsa risk de azalmış olur. Bu sebeple, 0 ile 1 arasında bulunan bu risk skoru değerini, 1 ile 100 arasında anlamlı bir değer haline getirmek için, çıkan sonucu 99 ile çarpıp çıkan sonuca 1 ekleyebiliriz (Nunes, 2016).

$$= 0 < \frac{RS}{Rmax} < 1$$

$$= 0 \times 99 < \frac{RS}{Rmax} \times 99 < 1 \times 99$$

$$= 0 < \frac{RS}{Rmax} \times 99 < 99$$

$$= 0 + 1 < \left[\frac{RS}{Rmax} \times 99 + 1 \right] < 99 + 1$$

$$= 1 < \left[\frac{RS}{Rmax} \times 99 + 1 \right] < 100 \quad (6.5)$$

Böylelikle yüzdesel olarak, 1 ile 100 arasında ifade edebileceğimiz yeni anlamlı risk skoru değeri aşağıdaki gibi verilebilir (3);

$$\mathbf{Risk\ Skoru\ (RS)} = \left[\left(\frac{O \times \mathcal{S} \times M}{U_o \times U_{\mathcal{S}} \times U_m} \right) \times 99 \right] + 1 \quad (6.6)$$

RS = Risk Skoru (% 1- % 100)

O = Kaza Olasılık indeksi (1- 10)

Ş = Şiddet indeksi (1- 10)

M = Mevcut İSG Tedbiri indeksi (1 – 10)

U_o = Kaza Olasılık Skoru indeksinin maksimum değeri (10)

U_m = Mevcut İSG Tedbiri indeksinin maksimum değeri (10)

U_ş = Şiddet indeksinin maksimum değeri (10)

Risk Skoru sonuçlarının yüzde cinsinden normalleştirilmiş ölçeği, karar matrisi risk değerlendirmesi yöntemlerinin geliştirilmesinden kaynaklanan çoklu risk derecelendirmelerinin yorumlanmasının güçlüğü ortadan kaldırır. Bu durumu detaylı göstermek için eşitlik (6.6)'da gösterilen risk skoru formülünü kullanarak, Şekil 6.4'de minimum dereceleri 1 ve maksimum dereceleri 10 olan olasılık ve şiddet parametrelerine ait karar matrisi örneği verilmiştir. Matris çarpımı kullanılarak yapılan bu matematiksel modelleme sayesinde risk skorunun, matris tablosunda, sol alt kısım en küçük değer olan 1'den, sağ üst kısım en büyük değer olan 100'e doğru geometrik dağılımı gözlenmektedir.

İş kazası olasılık skoru	10	11	21	31	41	51	60	70	80	90	100
	9	10	19	28	37	46	54	63	72	81	90
	8	9	17	25	33	41	49	56	64	72	80
	7	8	15	22	29	36	43	50	56	63	70
	6	7	13	19	25	31	37	43	49	54	60
	5	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51
	4	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41
	3	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31
	2	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Şiddet										

Şekil 6.4 Eşitlik 6.6'ya göre hazırlanmış karar matrisi

Risk skorlarının geometrik dağılımına ait Şekil 6.4'de gösterilen dağılımdan daha iyi bir dağılım geometrisi elde etmek için, bulunan "Risk Skoru" formülündeki tüm değerlerin logaritması alınabilir. Çünkü aralarında üstel (geometrik) artış olan değerlerin logaritması alındığında doğrusal bir artış elde edilmektedir. Örneğin;

$$\begin{array}{ccccccc}
 10 & \Rightarrow & 100 & \Rightarrow & 1000 & \Rightarrow & 10000 \\
 \text{Log}_{10}(10) & \Rightarrow & \text{Log}_{10}(100) & \Rightarrow & \text{Log}_{10}(1000) & \Rightarrow & \text{Log}_{10}(10000) \\
 1 & \Rightarrow & 2 & \Rightarrow & 3 & \Rightarrow & 4
 \end{array}$$

10'un katları halinde giden bu üstel (geometrik) serinin logaritmasını alındığında her iki değer arasındaki sayı farkı eşit olacak ve bu da üssel diziyi lineer (doğrusal) hale çevirecektir. Böylece Şekil 6.5'te görüldüğü üzere, Şekil 6.4'de maksimum değerleri 10 alınan olasılık ve şiddet parametrelerinin değerlerin logaritmasını alıp risk skoru formülü eşitlik (6.6)'ya göre tekrar formülize edildiğinde, matris tablosunda daha anlamlı bir dağılımının meydana geldiği görülmüştür. Bu da daha verimli bir risk skalası tablosu oluşturulmasına olanak sağlamaktadır (Nunes, 2016).

$$Risk\ Skoru\ (RS) = \left[\left(\frac{\log(O \times \xi \times M)}{\log(Uo \times Uş \times Um)} \right) \times 99 \right] + 1 \quad (6.7)$$

İş Kazası Olasılık Skoru	10	51	65	74	80	85	89	92	95	98	100
	9	48	63	72	78	83	87	90	93	95	98
	8	46	61	69	76	80	84	88	90	93	95
	7	43	58	66	73	77	81	85	88	90	92
	6	40	54	63	69	74	78	81	84	87	89
	5	36	51	59	65	70	74	77	80	83	85
	4	31	46	54	61	65	69	73	76	78	80
	3	25	40	48	54	59	63	66	69	72	74
	2	16	31	40	46	51	54	58	61	63	65
	1	1	16	25	31	36	40	43	46	48	51
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Şiddet									

Şekil 6.5 Eşitlik 6.6'ya göre hazırlanmış logaritmik modelde risk seviyeleri

Şekil 6.5'te görüldüğü üzere, logaritmik modelde hazırlanmış olan risk skoru matrisindeki değerler arasında Şekil 6.4'e göre doğrusal ve anlamlı bir ilişki gözlenmektedir.

6.3.1 Risk Skorunu Hesaplama Kullanan Parametrelere Ağırlık Katsayıları Atama

Bu çalışmada yeni bir risk skoru formülü elde edilirken, formülde İş Kazası Olasılık Skoru, Şiddet ve Mevcut İSG Durumu parametreleri kullanılmıştır. Bir maden işletmesindeki risk faktörüne ait risk skorunu eşitlik (6.7) ile hesaplarken kullanılan bu üç parametrenin hepsinin yüzde değeri olarak ne oranda önemli olduklarını hesaplayabilmek için regresyon analizleri yapılmıştır. Yapılan regresyon analiziyle her üç parametreye toplamları 100 olacak şekilde katsayılar atanmıştır ($K_o + K_ş + K_m = 100$). Yapılan regresyon analizi neticesinde her parametre için bir katsayı atandıktan sonra yeni risk skoru formülü şu şekilde verilebilir:

$$\text{Risk Skoru (RS)} = \left[\left(\frac{K_o \log(O) + K_ş \log(Ş) + K_m \log(M)}{K_o \log(U_o) + K_ş \log(U_ş) + K_m \log(U_m)} \right) \times 99 \right] + 1 \quad (6.8)$$

$$K_o + K_ş + K_m = 100 \quad (6.9)$$

K_o = İş Kazası Olasılık Skoru parametresinin katsayısı (%)

K_ş = Şiddet parametresinin katsayısı (%)

K_m = Mevcut İSG Durumu parametresinin katsayısı (%)

RS – Risk Skoru (% 1 - % 100)

O – Kaza Olasılık indeksi (1- 10)

U_o – Kaza Olasılık Skoru indeksi maksimum değeri (10)

İ – İSG Tedbiri indeksi (1 – 10)

U_i – İSG Tedbiri indeksinin maksimum değeri (10)

Ş – Şiddet indeksi (1- 10)

U_ş – Şiddet indeksinin maksimum değeri(10)

Risk Skoru formülü daha sade haliyle aşağıdaki gibi verilebilir:

$$\text{Risk Skoru (RS)} = 0,99x[K_o \log(O) + K_i \log(Ş) + K_m \log(M)] + 1 \quad (6.10)$$

6.3.2 Çoklu Doğrusal Regresyon Analizi Yöntemiyle Parametrelere Ait Katsayıların Belirlenmesi

İstatistik bilimine ait en temel ilgi alanlarından biri de regresyon analizidir. Regresyon analizi ile rasgele seçilen bir değişkenin davranışı model kullanılarak tahmin edilebilmekte ve değişkenler arasındaki ilişkinin büyüklüğü ölçülebilmektedir. Çok değişken kullanılarak yapılabildiği gibi tek değişken kullanarak da regresyon analizi yapmak mümkündür.

Birden fazla bağımsız değişken ve bir bağımlı değişkenle yapılan regresyon analizine çok değişkenli regresyon analizi denilmektedir. Bu regresyon analizi çeşidinde bağımsız değişkenler aynı anda bağımlı değişkendeki değişimleri açıklamaktadır. Yorum ve hesaplamalar açısından tek değişkenli (basit) regresyon analizine benzemektedir.

Bir çalışmaya ait çoklu regresyon analizinin sonuçlarını yorumlarken, bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler programa girildikten sonra sonuç ekranında çıkan R^2 değeri, modeldeki bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni yüzde kaç oranında etkilediğini açıklamaktadır. Bulunan R^2 değeri ne kadar 1'e yakın bir değer çıkarsa bağımlı değişkendeki değişimin büyük bir bölümünün bağımsız değişkenler tarafından açıklanabilir olduğu anlaşılmaktadır. "F Anlamlılık" değeri de yapılan çoklu regresyon analizinin yapılıp yapılamayacağını kararını vermektedir. Program çıktısında bu değer eğer 0,005'ten küçük bir değer olursa modelin yapılabilir, anlamlı bir model olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada Risk Skorunu hesaplarken kullanılan K_o , $K_ş$ ve K_m katsayıları, yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde çalışan toplam 37 tane iş güvenliği uzmanı ve maden mühendisine anketler ile yaptırılmıştır. Şekil 6.6'da da görüldüğü üzere madencilik faaliyetlerinde çalışan mühendis ve iş güvenliği uzmanlarına yapılan ankette, ülkemizde yer alan bir madencilik firması olduğu göz önünde bulundurularak, kömür ve metal madenciliğinde faaliyet gösteren "A, B, C, D ve E" maden firmalarını iş güvenliği açısından değerlendirmeleri istenmiştir.

Mühendis ve iş güvenliği uzmanlarının firmaların iş güvenliği faaliyetlerine dair tahmini değerlendirmelerini yaparken, belirtilen firmada bir iş kazasının meydana gelme olasılığını, ortaya çıkacak zararı (şiddet) ve alınan İSG tedbirlerini Tablo 6.5'e göre 1 ile 10 arasında tahmini olarak derecelendirmeleri istenmiştir. % Risk Seviyesi hanesine ise ilgili işletmenin İSG açısından % kaç risk altında olabileceğine dair tahmini olarak %1 ile %100 arasında bir değer vermeleri istenmiştir.

Tablo 6.5 Beş Farklı Özellikteki Maden Ocağı İçin Düzenlenmiş Anket

FİRMA	(1-10)	(1-10)	(1-10)	(1-100)
	ALINAN İSG TEDBİRLERİ	İŞLETMEDE HER AN BİR İŞ KAZASI YAŞANMA OLASILIĞI	BİR İŞ KAZASI OLMASI HALİNDE ORTAYA ÇIKABİLECEK MUHTEMEL ZARAR	% RISK SEVİYESİ
A MADENİ: Grizu riski içeren orta derinlikte linyit madeni				
B MADENİ: Grizu riski içermeyen orta derinlikte linyit madeni				
C MADENİ: Grizu riski içeren derin taşkömürü madeni				
D MADENİ: Yüksek standartlarda yeraltı metal madeni				
E MADENİ: Ortalama standartlarda yeraltı metal madeni				

Tablo 6.6 Beş Farklı Özellikteki Maden Ocağı İçin Düzenlenmiş Anketi Değerlendirme Tablosu

Derecesi	Alınan İSG tedbirleri	İşletmede her an bir iş kazası yaşanma olasılığı	Bir iş kazası olması halinde ortaya çıkabilecek muhtemel zarar
1 - 2	Çok iyi	Çok düşük	Çok düşük
3 - 4	İyi	Düşük	Düşük
5 - 6	Orta	Orta	Orta
7 - 8	Kötü	Yüksek	Yüksek
9 - 10	Çok kötü	Çok yüksek	Çok yüksek

Tablo 6.7’de de görüldüğü üzere bu beş farklı özellikteki madencilik firmasına ait riskli çalışma ortamının yüzde olarak ne kadar risk içerisinde bulunduğuna dair yapılan anketin nihai verileri, iş güvenliği uzmanları ve maden mühendislerince doldurulan anket verilerinin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Anketlere ait verilerin ortalaması alındığında, çoklu regresyon analizi yapılabilmesi için bağımlı ve bağımsız değişkenlere ait değerler elde edilmiştir.

Tablo 6.7 Beş Farklı Özellikteki Maden Ocağı İçin Yapılmış Anketlerin Ortalama Verileri

FİRMA	X1	X2	X3	y
	(1-10)	(1-10)	(1-10)	(1-100)
	ALINAN İSG TEDBİRLERİ	İŞLETMEDE HER AN BİR İŞ KAZASI YAŞANMA OLASILIĞI	BİR İŞ KAZASI OLMASI HALİNDE ORTAYA ÇIKABİLECEK MUHTEMEL ZARAR	% RİSK SEVİYESİ
A MADENİ: Grizu riski içeren orta derinlikte linyit madeni	6	7	9	70
B MADENİ: Grizu riski içermeyen orta derinlikte linyit madeni	4	4	6	55
C MADENİ: Grizu riski içeren derin taşkömürü madeni	7	8	10	75
D MADENİ: Yüksek standartlarda yeraltı metal madeni	3	3	7	50
E MADENİ: Ortalama standartlarda yeraltı metal madeni	5	6	5	60

Risk skoru hesaplanırken kullanılan parametrelerin % ağırlık faktörleri ile çarpılması, her parametrenin risk seviyelerinin belirlenmesine olan katkısını göstermektedir. Her bir parametreye ait % ağırlık faktörünü bulabilmek için, bağımlı değişken olan “% Risk Seviyesi” (y) parametresi ile bağımsız değişkenler “Alınan İSG Tedbirleri”, “İş Kazası Olma Olasılığı” ve “Şiddet” (x_1 , x_2 , x_3) parametrelerine ait Tablo 6.7’de gösterilen değerler çoklu doğrusal regresyon analizi yönteminde kullanılmıştır. Regresyon analizi yapabilmek için elde edilen bütün veriler regresyon analizi ile değerlendirilmiştir.

Risk skoru formülünün son halini eşitlik (6.10)'dan hatırlayacak olursak;

$$\mathbf{Risk\ Skoru\ (RS) = 0,99x[Ko\ log(O) + Ki\ log(\S) + Km\ log(M)] + 1} \quad (6.10)$$

Parametrelere ait katsayıları çoklu regresyon analizine hazır bir model haline getirebilmek için Risk Skoru formülü aşağıdaki gibi sadeleştirilmiştir:

$$\mathbf{RS - 1 = 0,99x[Ko\ log(O) + Ki\ log(\S) + Km\ log(M)]} \quad (6.11)$$

Böylelikle bağımlı değişken olan (y) değeri (RS - 1)'e eşit olmaktadır.

$$\mathbf{y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \beta_3x_3} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{\text{Çoklu regresyon modeli}} \quad (6.12)$$

Burada, regresyon analizi modeline göre β_0 değeri sifira eşit olmak üzere, aşağıdaki ilişkiler elde edilmiş ve eşitlik (6.13)'de görüldüğü üzere çalışmada uygulanacak regresyon modeli ortaya çıkmıştır:

$$\mathbf{y = RS - 1}$$

$$\mathbf{x_1 = 0,99 \times \log(O) \quad \longrightarrow \quad \beta_1 = K_o}$$

$$\mathbf{x_2 = 0,99 \times \log(\S) \quad \longrightarrow \quad \beta_2 = K_\S}$$

$$\mathbf{x_3 = 0,99 \times \log(M) \quad \longrightarrow \quad \beta_3 = K_m}$$

$$\mathbf{RS - 1 = 0 + K_o(0.99x\ log(O)) + K_\S(0.99x\ log(\S)) + K_m(0.99x\ log(M))} \quad (6.13)$$

Parametrelere ait katsayıların regresyon analizi yapılarak belirlenmesi için yukarıdaki regresyon modeline ait eşitlikten (6.2) ve anketlerin sonucu olarak hazırlanmış Tablo 6.7'de ki verilerden yola çıkarak programa girilmek üzere veri tabloları olan Tablo 6.8 ve Tablo 6.9 hazırlanmıştır.

Tablo 6.8 Çoklu lineer regresyon analizinde kullanılan parametrelere ait veriler (1)

Bağımsız Değişkenler (x_1, x_2, x_3)			Bağımlı Değişken (y)	
İş Kazası Yaşanma Olasılığı (O)	Şiddet (Ş)	Mevcut İSG Tedbirleri (M)	RS= Risk Skoru	$y = RS - 1$
7	9	6	70	69
4	6	4	55	54
8	10	7	75	75
3	7	3	50	50
6	5	5	60	59

Tablo 6.9 Çoklu lineer regresyon analizinde kullanılan parametrelere ait veriler (2)

X_1 [0,99xlog(O)]	X_2 [0,99xlog(Ş)]	X_3 [0,99xlog(M)]	$y = RS - 1$
0,837	0,945	0,770	69
0,596	0,770	0,596	54
0,894	0,990	0,837	75
0,472	0,837	0,472	50
0,770	0,692	0,692	59

Regresyon İstatistikleri	
Çoklu R	0,999985993
R Kare	0,999971985
Ayarlı R Ka	0,499943971
Standart H	0,516361445
Gözlem	5

KATSAYILAR (%)	
İSG Tedbiri	50,04
Olasılık	18,14
Şiddet	31,82

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Anlamlılık F
Regresyon	3	19034,46674	6344,822247	23796,43201	0,004765292
Fark	2	0,533258284	0,266629142		
Toplam	5	19035			

Katsayılar		Standart Hata	t Stat	P-değeri	Düşük %95	Yüksek %95	Düşük 95.0%	Yüksek 95.0%
Kesişim	0	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK	#YOK
Ko	41,45580915	16,91999416	2,450107769	0,133919985	-31,34504991	114,2566682	-31,34504991	114,2566682
Kş	15,02675986	13,33291322	1,127042501	0,376765495	-42,34013559	72,39365531	-42,34013559	72,39365531
Km	26,35633057	2,697413919	9,770962621	0,010312561	14,75029521	37,96236594	14,75029521	37,96236594

Şekil 6.6 Çoklu Lineer Regresyon Analizi ile “İş Kazası Olasılık Skoru”, “Şiddet” ve “Mevcut İsg Tedbiri” parametrelerinin % ağırlıklarının bulunuşu (Excel, 2016)

Tablo 6.8 ve 6.9'daki verilere ait çoklu lineer regresyon analizi sonucunun Excel çıktısı Şekil 6.6'da gösterilmektedir. Bu sonuca göre “Anlamlılık F” değeri 0,005 ten küçük ve R^2 değeri de 0,99 olduğu için yapılan çoklu lineer regresyon analizi anlamlı bulunmuştur. Analiz sonucunda, risk skorunu hesaplariken kullandığımız “İş Kazası Olasılık Skoru”, “Şiddet” ve “Mevcut İSG Tedbiri” parametrelerine ait yüzde katsayılar ise $K_o= 18.14$ $K_s= 31.82$ ve $K_m= 50.04$ olarak bulunmuştur.

Parametrelere ait katsayı değerleri de bulunduktan sonra Risk Skoru formülünün son hali aşağıdaki gibidir:

$$\% Risk Skoru = 0,99x[18,14 \log(O) + 31,82 \log(S) + 50,04 \log(M)] + 1 \quad (6.14)$$

6.4 Risk Seviyelerinin Belirlenmesi

Madencilik sektörü için hazırlanmış olan bu yeni risk analiz yönteminde %1 ile %100 arasında çıkan Risk Skoru değerinin hangi yüzde aralığında ne tür bir risk seviyesine denk geldiği logaritma ve (Matlab, 2016) yazılım dili kullanılarak hesaplanmıştır.

Bu çalışmada “İSG Yeterlik Skoru” hesaplanırken olasılık değer aralığı “0,01 ile 0,99” değerleri arasında alınmıştır. Bu iki değer aralığı Tablo 6.1’de gösterildiği üzere ikiden çok kategoriye ayrıldığı için kategorik verilerle bu kısımda her bir değerlendirme başlığına eşit aralıklarla artan bir olasılık puanı verilmiştir.

Kontrol listesi yöntemi kullanılarak Yönetim, Makine- Malzeme, Çalışma ortamı ve Personel ana başlıklarına ait bir İSG Yeterlik Skor değeri bulunmaktadır. Kontrol listelerinde her bir soru için “Evet, Yetersiz, Çok Yetersiz, Hayır/Bilinmiyor” kategorik verilerinden bir tanesi seçilmektedir. Sırası ile her kategorik verinin 0,99-0,66-0,33 ve 0,01 olmak üzere normal dağılım gösteren değerleri vardır.

Kontrol listelerinde belirtilen tüm sorular iş güvenliği uzmanı tarafınca doldurulup tamamlandıktan sonra aritmetik ortalama yöntemi ile o kontrol tedbirine ait, sonucu 0,01 ile 0,99 arasında bir değer olan İSG Yeterlik Skoru hesaplanmaktadır.

Her bir kontrol tedbiri için İSG Yeterlik skoru hesaplandığında, toplam dört adet İSG Yeterlik Skoru değeri elde edilmektedir. Risk Skorunu hesaplarken kullanılan parametrelerden bir tanesi olan İş Kazası Olasılık Skoru parametresinin değerini bulabilmek ve bir olasılık değeri elde etmek için, bu dört adet İSG Yeterlik Skoru değeri birbirileri ile çarpılmalıdır. Bu çarpma işleminden sonra ortaya çıkan olasılık değeri $(0,01)^4 \leq x \leq (0,99)^4$ değerleri arasında bir değer (x) olacaktır.

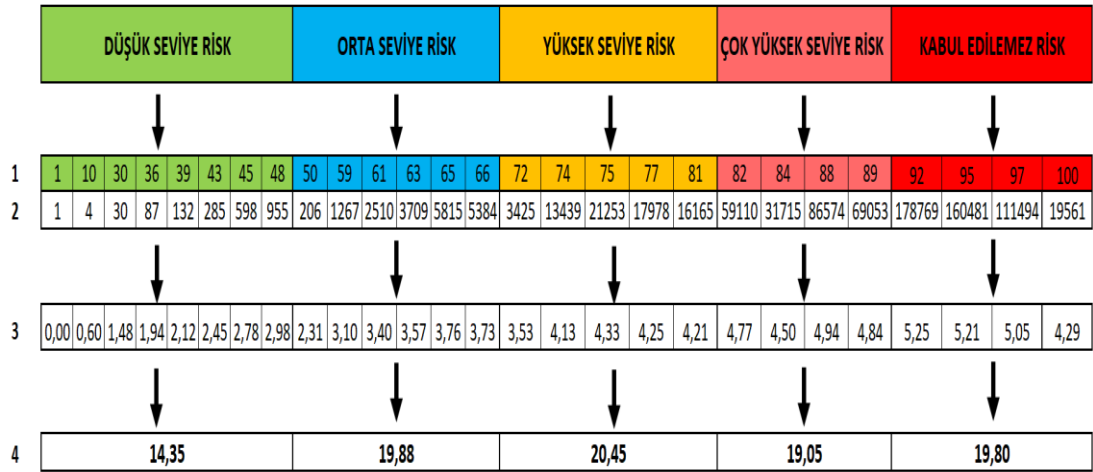
Her bir İSG Yeterlik Skorunun $(0,01)^4 \leq x \leq (0,99)^4$ değer aralığında olduğu düşünüldüğünde, bu risk analizi yönteminde değerleri %1 ile %100 arasında değişen toplam 99^4 yani 96.059.601 adet risk analizi sonucu vardır. Sonuç değerleri 1 ile 100 arasında değişen risk skorları MATLAB programı kullanılarak elde edilmiştir. Yeni risk seviyelerinin kolayca belirlenmesi için 99^4 adet risk skoru değeri 30^4 değerine normalize edilmiştir.

MATLAB programından elde edilen çıktılar sonucunda 810.000 adet risk olasılık skoru değeri logaritma yöntemi ile değerlendirilerek risk seviyeleri düşük seviye risk, orta seviye risk, yüksek seviye risk, çok yüksek seviye risk ve kabul edilemez risk olarak beş farklı kategoriye ayrılmıştır.

Değerleri 1 ile 100 arasında değişen 810.000 adet risk skoruna ait veriler Tablo 6.10'da gösterilmiştir. Tabloda çıkan değerlerin anlamlılığı \log_{10} tabanında yorumlanarak bu yeni risk analizi yöntemine ait risk seviyeleri Şekil 6.7'de gösterildiği gibi gruplandırılmıştır.

Tablo 6.10 Değerleri 1 ile 100 arasında değişen Risk Skorlarının dağılımı

RİSK SKORU DEĞERİ	ADET
1	1
10	4
30	30
36	87
39	132
43	285
45	598
48	955
50	206
59	1267
61	2510
63	3709
65	5815
66	5384
72	3425
74	13439
75	21253
77	17978
81	16165
82	59110
84	31715
88	86574
89	69053
92	178769
95	160481
97	111494
100	19561
TOPLAM	810000



Şekil 6.7 Risk seviyelerinin logaritmik ölçeğe göre sınıflandırılması

Şekil 6.7’de gösterildiği üzere 1. satır aralığında risk skorlarının değerleri, 2. satır aralığında hangi risk skoru değerinden kaçar tane bulunduğu, 3. satır aralığında 2. Satır aralığındaki değerlerin \log_{10} tabanındaki karşılıkları ve 4. Satır aralığında ise logaritması alınan 3. satırdaki değerlerin toplamı gösterilmiştir.

4. satır aralığında toplanan logaritmik değerler anlamlı bir şekilde bölümlere ayrıldığında beş farklı risk seviyesine ait risk skoru değer aralıkları belirlenmiştir. Buna göre, madencilik sektöründe kullanılması amaçlanan bu yeni risk analizi yöntemine ait risk seviyeleri Tablo 6.11’ de gösterildiği gibidir.

Tablo 6.11 (%) Risk skoru değer aralıklarına göre sınıflandırılmış risk seviyeleri

RİSK SEVİYELERİ	Risk Skoru (%)
Kabul edilemez risk	90 - 100
Çok yüksek seviye risk	82 - 89
Yüksek seviye risk	67 - 81
Orta seviye risk	49 -66
Düşük seviye risk	1 - 48

6.5 Risk Skoruna Göre Başlıca Kontrol Tedbirlerinin Belirlenmesi

Yapılan kapsamlı literatür araştırmaları neticesinde bu yeni analiz yöntemine göre risk seviyelerine bakılarak hangi risk seviyesinde işletmenin iş sağlığı ve güvenliği açısından ne tür kontrol tedbirleri alması gerektiği özet olarak belirtilmiştir.

Tablo 6.11'e göre, mevcut risk seviyesi düşük seviye risk aralığında bulunan bir maden işletmesinde, alınan tedbirlerin uygulanıp uygulanmadığı düzenli olarak periyodik aralıklarla denetlenip kontrol edilerek mevcut olan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin devamlılığı sağlanmalıdır.

Risk seviyesi orta seviye olan bir maden işletmesinde riskin, en kısa sürede mümkün olan en düşük seviyeye indirilmesi sağlanmalıdır. Fayda - Maliyet oranının olumlu olduğu çözümler düşünülmedikçe ek bir önlem alınmamalıdır. Alınan iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin düzenli kontrol ve denetimlerle devamlılığı sağlanmalıdır.

Yüksek risk seviyesinde yer alan bir maden işletmesindeki mevcut risk faktörleri ciddi iş kazalarına sebebiyet veriyor ise gerekli iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri derhal alınarak, var olan mevcut tedbirlerin ise devamlılığı sağlanmalıdır.

Risk seviyesi çok yüksek olan bir maden işletmesindeki mevcut riskler azaltılana kadar, işveren içi kesinlikle başlatmamalıdır. Eğer iş, devam eden bir çalışmayla alakalı ise hemen acil önlemler alınmalıdır. Belirlenen süre içerisinde, riski azaltmak için alınan önlemler harfiyen uygulanmalı ve her aşamada alınan önlemlerin maliyet – fayda oranları dikkate alınmalıdır.

Kabul edilemez risk seviyesinde bulunan bir maden işletmesinde, risk azaltılana kadar, iş kesinlikle başlatılamaz veya sürdürülemez duruma geçirilmelidir. Eğer risk azaltılamıyor ise iş kısmen durdurulmalıdır.

BÖLÜM YEDİ

RİSK ANALİZİ YÖNTEMİNİN YAZILIM HALİNE GETİRİLMESİ

7.1 Giriş

Madencilik sektöründe kullanılması amaçlanan risk analizi yöntemi JAVA programlama dili kullanılarak bir yazılım haline getirilmiştir. Yazılım haline getirilen risk analizi programı ile madencilik sektöründe çalışan bir iş güvenliği uzmanının daha verimli bir risk analizi yapacağı düşünülmektedir.

Risk analizini bir bilgisayar programı ile kullanmaya başlarken, önem sırasına göre öncelikle risk kontrol adımlarına ait kontrol listeleri (Yönetim, Makine-Malzeme, Çalışma Ortamı, Personel) iş güvenliği uzmanı tarafından, işletme koşulları objektif bir biçimde göz önünde bulundurularak doldurulmalıdır. Kontrol adımlarına ait kontrol listeleri doldurulup, her kontrol adımının iş güvenliği açısından ayrı ayrı yeterlilik durumları yüzde değer olarak hesaplandıktan sonra işletmenin iş sağlığı açısından mevcut durumu programda görülmektedir.

Bu çalışmada hazırlanmış olan risk analizi programı ile işletmenin mevcut iş sağlığı ve güvenliği durumu ve alınması gereken tedbirlerle ilgili verilerin dışında 15 adet farklı kaza senaryosu oluşturulmaktadır. Programı oluşturulan bu kaza senaryoları ile maden işletmelerinde çalışan iş güvenliği uzmanlarına, yaşanması muhtemel iş kazaları önlemede değişik bir bakış açısı kazandırmaktadır.

7.2 Yönetim Kontrol Tedbirleri

Yönetim kontrol tedbirleri, iş sağlığı ve güvenliğindeki önem sırasına göre sınıflandırılmıştır. İş güvenliği uzmanı tarafından doldurulan kontrol listeleri, iş sağlığı ve güvenliği açısından önem sırasına göre Yönetim, Makine-Malzeme, Çalışma Ortamı ve Personel olarak dört farklı kategoride toplanmıştır. Bu kategoride ilk sırada yer alan Yönetim Kontrol Tedbirleri yer almaktadır. Çünkü bir işletmede iş sağlığı ve güvenliği faaliyetleri ile ilgili bütün plan ve uygulamalara dair kararlar yönetim

tarafından alınmaktadır. Bu sebeple ilk kontrol adımı olarak yönetim seçilmiştir. Hazırlanan risk analizi programında yönetim kontrol tedbirleri için toplam 35 adet kontrol listesi sorusu hazırlanmıştır. Yönetim Kontrol Tedbirleri için hazırlanan kontrol listesi soruları Tablo 7.1’de gösterilmiştir.

Tablo 7.1 Yönetim Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi

1	İşyeri hekimi var mı? Sözleşmesi yapılmış mı? Çalışma süresi yeterli mi?
2	Yeterli sayıda iş güvenliği uzmanı görevlendirilmiş mi?
3	İş güvenliği sağlık ve güvenlik dokümanı düzenli tutuluyor mu?
4	Yıllık İş Güvenliği Eğitim Programı var mı?
5	İşyerinde yapılan çalışmalarla ilgili yazılı talimatlar var mı?
6	Sağlık ve Güvenlik Dokümanı (Sağlık ve Güvenlik Planı) hazırlanmış mı?
7	Risk Analizi yapılmış mı? İşyerinde tehlikeler tanımlanarak önlemler değerlendirilmiş mi?
8	Kullanılan kimyasalların malzeme güvenlik formları (MSDS) alınıyor mu?
9	Gözetim ve denetim faaliyetleri yeterli mi?
10	İşçilere kişisel koruyucu donanım veriliyor mu?
11	Çalışanların Özlük Dosyaları var mı?
12	Toz ölçümü yapılıyor ve kayıtları tutuluyor mu?
13	Tozla Mücadele Birimi var mı?
14	Gürültü ölçümü yapılıyor mu?
15	Açık / Kapalı İşletme Yönergesi var mı?
16	Talimatnameler İşyerinde işçilerin görebilecekleri yerlere asılmış mı?
17	Sorumlu Elektrik Mühendisi ve Makine Mühendisi var mı?
18	Yangın ve Acil Durum Tahliye tatbikatları yapılmış mı?
19	Yeterli sayıda çalışandan oluşturulmuş Kurtarma istasyonu ve ekibi oluşturulmuş mu?
20	İçilebilir şartlarda temiz su var mı? İçme suyunun analizi yaptırılmış mı?
21	İşyeri Sağlık Güvenlik Kurulu oluşturulmuş mu?
22	İşyeri Sağlık Güvenlik Biriminin yeri ve konumu uygun mu? Malzeme ve donanım tam mı?
23	İşçilere ve işveren vekillerine eğitim ve bilgilendirme çalışması yapılıyor mu?
24	İşyeri Sağlık-Güvenlik Kurulu Yıllık Çalışma Planı hazırlamış mı?
25	İşyeri hekimince İşyeri Sağlık Birimi Yıllık Faaliyet Raporu hazırlanmış mı?
26	İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulundaki üye sayısı yeterli mi?
27	İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulu toplantıları düzenli yapılıyor mu?
28	İş Sağlığı ve Güvenliği Kurulu üyelerine iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmiş mi?
29	İSG Kurulu tarafından Yıllık Çalışma Planı ve Faaliyet Raporu hazırlanmış mı?
30	SGK bildirimleri düzenli olarak yapılıyor mu?
31	İSG eğitimleri periyodik olarak düzenli yapılıyor mu?

Tablo 7.1 devamı

32	Tespit ve Öneri Defteri düzenli olarak dolduruluyor mu?
33	Destek elemanları sayıca ve gereksinim olarak yeterli mi?
34	Mesai kartları düzenli kontrol ediliyor mu?

Tablo 7.1’de hazırlanmış olan kontrol listesi sorularının hepsi yanlarındaki kategorik verilerin (Evet, Yetersiz, Çok Yetersiz, Hayır/Bilmiyorum) işaretlenerek doldurulmasının ardından, Şekil 7.1’de görüldüğü üzere programda sağ üst köşede görülen “Hesapla” butonuna tıklayıp yönetimin iş sağlığı ve güvenliği çalışmaları konusundaki yeterliliği yüzde olarak hesaplanmaktadır.

Şekil 7.1 Yönetim kontrol tedbirine ait kontrol listesinin JAVA ile yazılmış bilgisayar programında doldurulması ile bulunan (%) iş güvenliği yeterlilik skoru

Kontrol listeleri doldurulurken, listedeki herhangi bir soru eğer atlanırsa, program Şekil 7.2’de görüldüğü üzere, cevaplanmayan sorunun üzeri sarı renk ile otomatik olarak işaretlenerek kullanıcıya bir hata uyarısı vermektedir. Ayrıca listedeki tüm sorular cevaplanmadan “Hesapla” butonu aktif hala gelmemekte ve “Lütfen sarı ile seçili alanı doldurunuz” şeklinde bir uyarı vermektedir.

YÖNETİM KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. İşyeri hekimi var mı? Sözleşmesi yapılmış mı? Çalışma süresi yeterli mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	YÖNETİM İSG YETERLİLİĞİ <input type="button" value="Hesapla"/> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px; color: red; font-weight: bold;">Lütfen sarı ile seçili alanı doldurunuz!!!</div> <input type="button" value="Temizle"/> <input type="button" value="Sonraki ->"/>
2. Teknik (Fenni) Nezaretçi görevlendirilmiş mi?	<input type="radio"/> Evet <input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Teknik Nezaretçi Defteri düzenli tutuluyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Yıllık İş Güvenliği Eğitim Programı var mı?	<input type="radio"/> Evet <input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. İşyerinde yapılan çalışmalarla ilgili yazılı talimatlar var mı? Görev yetki ve sorumluluklar belirlenmiş mi?	<input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input checked="" type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Sağlık ve Güvenlik Dokümanı (Sağlık ve Güvenlik Planı) hazırlanmış mı?	<input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input checked="" type="radio"/> Gerek Yok	
7. Risk Analizi yapılmış mı? İşyerinde tehlikeler tanımlanarak önlemler değerlendirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 7.2 Kontrol listelerinde doldurulmayan sorulara ilişkin hata uyarısı

Kontrol listesinin tekrar doldurulması isteniyorsa, Şekil 7.2’de görüldüğü üzere “Hesapla” butonunun hemen altında, “Temizle” butonu bulunmaktadır. Bu butona basıldığında seçilmiş tüm veriler program tarafından otomatikman silinmektedir.

Şekil 7.2’ de “Temizle” butonun altında “Sonraki” butonu yer almaktadır. Bu buton ile kontrol listesi sorularının hepsi cevaplandıktan sonra iş güvenliği yeterlilik skoru hesaplanıp bir sonraki aşamaya geçilmektedir.

7.3 Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirleri

Hazırlanmış olan bu risk analizi programında ikincil kontrol tedbiri olarak Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirleri yer almaktadır. Yeraltı ve yerüstü madencilik faaliyetlerinde çok çeşitli türden ve değişik enerji kaynakları ile çalışan birçok makine ve ekipman yer almaktadır. Bu sebeple kullanım ve de bakım süreçlerinde birçok iş kazasına sebep olan madencilikte üretim faaliyetlerinde kullanılan makine ve ekipmanlar, kontrol tedbirleri içerisinde ikinci adım olarak seçilmiştir.

Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirleri; Havalandırma, Yangın ve Patlamayla Mücadele, Tahkimat, Nakliyat ve Basınçlı Kaplar-Kaynak İşleri-Kaldırma Araçları olarak beş farklı kategoride hazırlanmış bir kontrol listesinden oluşmaktadır. Bu beş farklı kategoriye ait kontrol listesine ait sorular, Tablo 7.2, Tablo 7.3, Tablo 7.4, Tablo 7.5 ve Tablo 7.6’da gösterilmektedir. Bu kontrol tedbiri adımı Şekil 7.3’te gösterildiği üzere, ara yüz olarak yönetim kontrol tedbirleri ile aynı yapıdadır.

MAKİNE & MALZEME KONTROL TEDBİRLERİ		ALINAN İSG ÖNLEMİ	
Havalandırma			
1.	Cebri havalandırma mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet	<input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok
2.	Ocakta cebri havalandırma mesafesi uygun mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet	<input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok
3.	Fan uygun şekilde yerleştirilmiş mi?	<input type="radio"/> Evet	<input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok
4.	Yeterli havalandırma sağlanıyor mu?	<input type="radio"/> Evet	<input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok
5.	Acil durumlar için yedek havalandırma fanı mevcut mu?	<input type="radio"/> Evet	<input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok
6.	Havalandırma planı mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet	<input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok
7.	Kısa devre önlenmiş (ayak, pano gibi) mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet	<input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok

MAKİNE İSG YETERLİLİĞİ

Hesapla

Temizle

< Önceki Sonraki >

Şekil 7.3 Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü

Tablo 7.2 Makine ve Malzeme Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü

1	Cebri havalandırma mevcut mu?
2	Ocakta cebri havalandırma mesafesi uygun mu?
3	Fan uygun şekilde yerleştirilmiş mi?
4	Yeterli debide havalandırma sağlanıyor mu?
5	Acil durumlar için yedek havalandırma fanı mevcut mu?
6	Havalandırma planı mevcut mu?
7	Kısa devre önlenmiş (ayak, pano gibi) mi?
8	Yeterli ve uygun fanlar konulmuş mu?
9	Yeni hazırlık galerileri ve ayaklar yeterince havalandırılıyor mu?
10	Vantüp uygun şekilde yerleştirilmiş mi?
11	Gaz birikmesi önlenmiş mi?
12	Yeraltındaki gazların ölçümleri düzenli yapılıyor mu?
13	Yeraltına gönderilen hava, çalışan işçi sayısı için yeterli miktarda mı?
14	Toz, gaz, radyasyon ve iklim koşulları ile ilgili standartlara uyuluyor mu?
15	Ocak içerisinde hava konsantrasyon değerine uyuluyor mu? (min. % 19 O ₂)
16	Hava yolları yeterli kesitte mi?
17	Gönderilen havanın hızı yönetmeliğe uygun mu? (max. 8 m/s – min. 0,5 m/s)
18	Havalandırılan sahayı, üretilmiş bölgelerden ayıran barajların mukavemeti yeterli mi?
19	Hava kapılarında standartlara uyuluyor mu?
20	Havalandırma projesi mevcut mu?
21	Hava kaçakları için (kısa devre) önlemler alınıyor mu?
22	Yedek havalandırma sistemi mevcut mu?
23	Zararlı gazları uzaklaştırmak için gerekli havalandırma kontrolleri ve sistemler mevcut mu?
24	Uzunyakta kesici yükleyici hareket halindeyken toz, ani gaz çıkışı vb. için önlemler alınıyor mu?

Tablo 7.2 devamı

25	Maden havalandırma fanlarının bakımları periyodik olarak yapılıyor mu?
26	Yedek fan, çalışan ocak için uygun ve yeterli mi?
27	Yerüstündeki havalandırma fanı ve konumu standartlara uygun mu?
28	Madendeki fanın güvenlik donanımları yeterli mi?
29	Fanların arıza durumunda yetkili kişilere alarm verecek sistem mevcut mu?
30	Metan konsantrasyonu sıklıkla ölçülüyor mu?
31	Metan konsantrasyonu kayıtları rapor ediliyor mu?
32	Metan konsantrasyonu belirli bir düzeyin üstüne çıktığında acil durum eylem planı var mı?
33	Yeterli sayıda metan dedektörü mevcut mu?
34	Kömür, metan ve diğer zararlı gazların ani patlamalarına karşı tatbikat yapılıyor mu?
35	İnsanların güvenli bir yere kaçarken kullanmaları için gerekli KKD mevcut mu?
36	Koruyucu alet ve solunum cihazlarının bakımı periyodik olarak yapılıyor mu?
37	Çalışan her işçi için Oksijenli Tip Ferdi Kurtarıcı (OFK) mevcut mu?
38	Yeraltında yeterli sayıda uyarı sistemi ve haberleşme sistemi mevcut mu?
39	Sürekli kazı yapan makinaların yanında metan dedektörü mevcut mu?
40	Madende kullanılan her taşınabilir gaz dedektörü standartlara uygun mu?
41	Maden çevresi sürekli olarak izleniyor mu?
42	Hava ölçüm defteri düzenli olarak tutuluyor mu?
43	Terkedilen kısımlar havalandırmayı olumsuz etkilemeyecek şekilde barajlanmış mı?
44	Havalandırılmamış alanlara işçi girişi uygun şekilde engellenmiş mi?
45	Ocakta solunabilir toz konsantrasyonu istenilir düzeyde mi?
46	Ocak toz defteri mevcut mu?
47	Solunabilir toz kontrol planı (hava miktarı, su basıncı vb.) yapıldı mı?
48	Mühendislik kontrolleri (toz filtreleme gereçleri, toz bastırıcı su sistemleri vb.) yapıldı mı?
49	Ayak arkasına endojen yangın önleyici dolgu (uçucu kül-çimento-su karışımı) uygulanıyor mu?
50	Kömür içinde açılan pano tavan-taban yollarında kömür yüzeyleri yalıtılıyor mu? (Hava ile temas etmemesi için)

Tablo 7.3 Yangın ve Patlamayla Mücadele için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları

1	Yangın konusunda düzenli eğitim ve kontroller yapılıyor mu?
2	İşaretli yerlerde uygun yangın söndürücüler mevcut mu?
3	Yanıcı materyallerin olduğu yerlerde sigara içme yasağına uyuluyor mu?
4	Kaynak, taşlama vb. işler için ayrılmış özel alanlar var mı?
5	Uygun tipte ve boyutta yangın söndürücüler mevcut mu?
6	Sürekli gaz izlemesi yapılıyor mu?

Tablo 7.3 devamı

7	Ocağa girişlerde yanıcı, patlayıcı, kıvılcım çıkarıcı malzemelere karşı üst araması yapılıyor mu?
8	İmalat yapılacak panolarda güvenli çalışma için, işletme civarındaki eski imalatların olası etkileri değerlendiriliyor mu? (25 m.'lik kontrol sondajları)
9	Ocak içi ve çevresinde su bulunması muhtemel tabakalar ve eski çalışma yerleri imalat haritalarına işlendi mi?
10	Kömür tozu patlamalarını ve tutuşma kaynaklarını önlemek için işletmeye kaya tozu temin edilmiş mi?
11	Patlamaların etkilerini bastırmak için bariyerler var mı? (Taş tozu barajı vb.)
12	Madende olabilecek herhangi bir patlamayı önlemek için gerekli önlemler alınmış mı (kaya tozu, su bariyerleri vb.)?
13	Kullanılması öngörülen kaya tozu standartlara uygun mu?
14	İşletmede kaya tozu uygulaması kayıtları tutuluyor mu?
15	Kömür aramalarında, yollarda, bant konveyörlerin giriş ve dönüşlerinde kömür döküntüleri ve tozları temizleniyor mu?
16	Konveyör girişlerinin kontrolü yapılıyor mu?
17	Akıllı devre ve aletler, dizel ekipmanlar ve diğer potansiyel tutuşma kaynakları kömür tozu birikimi yönünden denetleniyor mu?
18	Tutuşabilir toz emisyonunu en aza indirmek için gerekli önlemler alındı mı?
19	Biriken tutuşabilir tozlar, madenden hemen uzaklaştırılıyor mu?
20	Kömür tozunu inert hale getirmek için kaya tozu ve başka yanmaz malzemeler kullanılıyor mu?
21	Kömür arama ve işletilme faaliyetlerinde yeterli topuk bırakılıyor mu?
22	Herhangi bir durumda, aşağıya yöneltilecek hava akımını en aza indirmek için gerekli önlemler alındı mı?
23	Nakliyeden kaynaklı dökülmelerin en az olması için gerekli önlemler alındı mı?
24	Devamlı olarak toz oluşturan makineler için gerekli tedbirler alınmış mı?
25	İşletmede patlama-bariyer planı hazırlanmış mı?
26	Bariyerler arasında ve araç geçen yolların tavanı ve yanları arasında çalışmak için yeterli açıklık var mı?
27	Yangın önleme planı var mı?
28	Yangınla mücadele eğitimi verildi mi?
29	Gerekli sayıda ve yerlerde yangın ihbar sensörü ve monitörleri mevcut mu?
30	Yangınla mücadele ekipmanlarının yerleri ve kapasiteleri istenilen düzeyde mi?
31	Herhangi bir yangın durumu söz konusu olduğunda, hava girişi için iki ayrı ana yol temin edildi mi?
32	Çalışanların yerüstüne kolayca ulaşabileceği, birbirinden bağımsız ve güvenli en az iki ayrı yol bağlantısı var mı?

Tablo 7.3 devamı

33	Nakliyat ekipmanları, nakil odaları, makine odaları ve yeraltı atölyelerinde kullanılan ekipmanlar yanmaz nitelikte mi?
34	Maden ocağı girişinde bulunan yapılar yanmaz özellikte mi?
35	Ocakta atmosferik izleme Sistemi (AİS) mevcut mu?
36	İzlenmeyen alanlarda sensör yardımıyla otomatik kapanan kapılar mevcut mu?
37	Ocakta su şebeke devresi mevcut mu?
38	Su boruları istenilen aralıkta ve yerlere yerleştirildi mi?
39	Yeterli sayıda su tankı var mı?
40	Uygun tipte boyutta seyyar yangın söndürücü ekipmanı mevcut mu?
41	Yangın söndürücü ekipmanın yerleri hem yer altında bulunduğu yerde hem de imalat planlarında işaretlerle gösterilmiş mi?
42	Yer altında yanmaz nitelikte yanıcı malzeme depolarda mevcut mu?
43	Yeraltında kullanılan elektrikle ilgili malzemelerin (pano, kablo vs.) ATEX sertifikaları var mı?
44	Kullanılan tüm ekipman ve malzemeler Exproof özellikte mi?
45	Kaynak, taşlama vs. yapılıyorsa, çevredeki yanıcı parlayıcı maddeler ve toz için gerekli önlemler alınıyor mu?
46	Kömürün kendiliğinden yanması söz konusu ise, bu konu ile ilgili önlemler geliştirildi mi?
47	Yangınla ilgili yetkili mercilerce denetimler yapıldı mı?
48	İşletmede yangın tatbikatı yapıldı mı?
49	Patlayıcı Madde Kullanım Yönergesi var mı?
50	Elektrikli füyve için özel devre kontrol cihazı var mı?
51	Kapsül pensesi var mı?
52	Ocakta patlatmalarda kullanılmak üzere siren sistemi var mı?
53	Patlayıcı madde depolarının sahasına giriş ve depo kapısında statik yük giderici levha (nötralizör) var mı?
54	Zorunlu ihtiyaçtan daha fazla parlayıcı patlayıcı madde çalışma sahasına götürülüyor mu?
55	Delik dolumu, sıkılama, bağlama işlemleri yapılırken iş güvenliği kurallarına dikkat ediliyor mu?
56	Yangın algılama söndürme cihazlarının periyodik kontrolleri yapılmış mı?

Tablo 7.4 Tahkimat için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları

1	Ocak girişlerinde uygun tahkimat kullanılmış mı?
2	Ağaç tahkimatın dayanım kontrolü yapılmış mı?
3	Düzenli olarak tahkimat taraması yapılıyor mu?
4	Jeoteknik inceleme ve tasarım yapılmış mı?
5	Uygun galeri kesiti ve pano boyutu belirlemiş mi?

Tablo 7.4 devamı

6	Uygun kazı yöntemi belirlenmiş mi?
7	Tavan ve yan tahkimatlar yeterli mi?
8	İşletmenin mevcut tahkimat yönergesi var mı?
9	Zemin stabilitesinin kontrolü düzenli yapılıyor mu?
10	Tahkimat projesi mevcut mu?
11	Tavan ve taban taşının özellikleri araştırılmış mı?
12	Topuklara gelen yükler belirli mi?
13	Topuk genişlikleri yeterli mi?
14	Yürüyen tahkimat dayanımları standartlara uygun mu?
15	Yürüyen tahkimatların mukavemeti yeteri kadar iyi mi?

Tablo 7.5 Nakliyat için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları

1	Konveyör sistemi yerden yüksekte, makaraları temiz ve atık malzemelerden temizlenmiş halde mi?
2	Konveyör boyunca acil durdurma düğmeleri, emniyet teli ve sinyalleri mevcut mu?
3	Dönüş tamburu muhafaza ile kapatılmış ve malzeme dökülmesi engellenmiş mi?
4	Taşıyıcı makaraların sıkışma noktaları muhafaza ile kapatılmış mı?
5	Dönmeyi sağlayan (sürücü) tamburlar muhafaza ile kapatılmış mı?
6	Döküm noktasında toz bastırma önlemleri alınmış mı?
7	Konveyör boyunca yangınla mücadele düzenlemeleri mevcut mu?
8	Hareketli ruloların (makaraların) altından geçenleri korumak için konulan koruyucu kasa arasında ekipman uygun yerleştirilmiş mi?
9	Uyarıcı levhalar ve yöneticinin getirdiği kurallar ile insanların konveyöre binmesi yasaklanmış mı?

Tablo 7.6 Elektrik, Basınçlı Kaplar, Kaynak İşleri ve Kaldırma Araçları için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları

1	Elektrik tesisatı ve topraklamaların yıllık kontrolü yapıp, belgelenmiş mi?
2	Elektrikle çalışan cihazların gövde güvenlik topraklamaları, kaçak akım rölesi ve aşırı akım rölesi var mı?
3	Paratoner tesisatı var mı ve yıllık kontrolü yapılmış mı?
4	Elektrik panosunun önünde yalıtkan ızgara veya paspas var mı?
5	Elektrik panolarının iç kapakları takılmış mı?
6	Elektrik panolarının bağlantı noktaları çarpılma ve dokunmalara karşı korunmuş mu?
7	Elektrik pano kapakları kapalı mı?

Tablo 7.6 devamı

8	Ana trafo binasında manevra talimatı var mı?
9	Ana trafo binasında elektrik tehlikelerine karşı korunmak için KKD'ler mevcut mu?
10	Seyyar aydınlatma araçlarının voltaj değerlerinin 42 volttan yüksek olmamasına dikkat ediliyor mu?
11	Elektrik kabloları dışarıdan gelen etkilere karşı korumalı mı?
12	Aydınlatma armatürleri etanş (kapalı) tip mi?
13	Aydınlatma lambalarının duyları elektrik çarpmalarına karşı yalıtılmış veya kapalı tip mi?
14	Özellikle patlama riski olan yerlerdeki elektrik teçhizatı EXPROOF özellikte mi?
15	Aletlerin kullanma talimatları çalışma yerlerine asılmış mı?
16	Kompresörün hava tankının basınç testi ve kontrolü yapıp, belge düzenlenmiş mi?
17	Kompresör hava tankının yeri patlamaya dayanıklı bir bölme içinde mi?
18	Makinaların kayış-kasnak-kaplin vb. hareketli aksamaların koruyucuları var mı?
19	Makine veya tesisin devreye gireceğini belirtir otomatik ikaz sistemi var mı?
20	Bunkerin yan korkulukları var mı? Bunker önünde set, silo ağızlarında ızgara var mı?
21	Bant konveyörlerin acil durdurma teli ve/veya tambur koruyucuları var mı?
22	Kırma - eleme tesisinin alt bölümlerinde acil durum ve bakım onarım işlerinde kullanılmak üzere acil stop butonu var mı?
23	Bant konveyörlerden malzeme düşmesini engelleyen önlem alınmış mı?
24	Konkasör tesisindeki düşme tehlikesi olan bölümlerde korkuluk var mı?
25	Sistem çalışırken bant konveyörün altında temizlik yapılmamasına dikkat ediliyor mu?
26	Oksijen kaynak takımında alev tutucu (geri tepme emniyet valfi) var mı?
27	Basınçlı gaz tüpleri ayrı bölümlerde depolanıyor mu ve devrilmeye karşı sabitlenmiş mi?
28	Oksijen kaynak takımının hortum bağlantıları uygun mu?
29	İletişim, uyarı levhaları ve alarm sistemleri yeterli mi?
30	Oksijen kaynak tüplerinin basınç göstergeleri sağlam mı?
31	Oksijen kaynak takımının taşıma aracı var mı?
32	Kaynak makinesinin pensesinin yalıtkan kısmı sağlam mı?
33	Zımpara taşının yan kapak koruyucusu var mı?
34	Atölyelerde kaynak yapılan yerlerde cebri çekiş sistemi var mı?
35	İş makinelerinin geri vites ikaz alarmı var mı?
36	İş makinesinin operatör kabini ve kabin önünde koruyucu ızgara var mı?
37	Kaldırma araçlarının (vinç, ceraskal, forklift vb.) periyodik kontrolü yapılmış mı?

7.4 Çalışma Ortamı Kontrol Tedbirleri

Üçüncül kontrol tedbiri olarak Çalışma Ortamı seçilmiştir. Jeolojik süreksizlikler, su geliri ve basıncı, zemin şartları, taban ve tavan taşının durumu gibi ocak içerisinde üretim faaliyetlerini olumsuz yönde etkileyebilecek ortam şartları da iş kazalarının yaşanmasına sebep olmaktadır. Madencilik çalışmalarında, ortam şartları için hazırlanmış kontrol listesi Tablo 7.7’de, programdaki ara yüzü de Şekil 7.4’ de gösterilmektedir.

Şekil 7.4 Çalışma Ortamı kontrol tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü

Tablo 7.7 Çalışma Ortamı Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları

1	Jeolojik süreksizliklerin (fay, tabaka düzlemi, şistozite, foliasyon, klivaj) düzenli olarak kontrolü yapılıyor mu?
2	Ocağa ait hidrojeolojik araştırmalar mevcut mu?
3	Su geliri ve basıncı düzenli olarak ölçülüyor mu?
4	Taban ve tavan taşına ait bilgiler mevcut mu?
5	Tavanda meydana gelebilecek kavlak ve deformasyonlar için düzenli kontroller yapılıyor mu?
6	Kaya mekaniği deneyleri ile çevre kayaç özellikleri belirlenmiş mi?
7	Zemin stabilizasyonu düzenli olarak yapılıyor mu?
8	Kavlak kontrolü düzenli yapılıyor mu?
9	Göçme riski bulunan bölgelerde delme işlemi yapılmadan önce önlem alınıyor mu?
10	Tavanlarda ve yan duvarlarda oluşan boşluklar doldurulup, sıkıştırılıyor mu?
11	Bir daha kullanılmayacak olan yollara dolgu yapılıyor mu?
12	Ocakta yanmaya eğilimli kömür varsa bununla ilgili gerekli önlemler alınıyor mu?
13	Patlatmalar kontrollü yapılıyor mu?
14	Zararlı gazların ölçüm ve kontrolleri düzenli yapılıyor mu?

Tablo 7.7 devamı

15	Çalışılan ayaklarda ve yollarda tavanı, göçük tarafını ve yan duvarları tahkim edecek malzeme güvenilir mi?
16	Takozlar (kıstırmalar) üstündeki tavan alanının tamamını sıkılaştıracak şekilde yerleştirildi mi?
17	Her tahkimat elemanı birbirlerine yeteri kadar sarmalar ile bağlandı mı?
18	Tahkimatlar, planlara ve yazılı talimatlara uygun olarak yapılıp, raporları saklanıyor mu?
19	Tahkimatın onarımı, değiştirilmesi, ileri alınması ve sökülmesi sırasında güvenlik tedbirleri alınıyor mu?
20	Ayak yüksekliği kontrol ediliyor mu?
21	Ayak arkası göçertilirken gerekli kontroller yapılıyor mu?
22	Ayakta ilerleme yapılırken tavandaki çatlak veya göçük kısmına dikkat ediliyor mu?
23	Tavanda kömür yükselmesi durumunda önlem alınıyor mu?
24	Tahkimatı tamamlanmayan arında kazı yapılması engelleniyor mu?
25	Galeriler, zemin sağlamlığı açısından düzenli olarak kontrol ediliyor mu?
26	Düzenli olarak gaz ve toz ölçümleri yapılıyor mu?
27	Aydınlatma yeterli mi?
28	Arında çatlak, kavlak kontrolü yapılıyor mu, askıda malzeme var mı?
29	Ayak arkasının düzenli olarak göçmesi sağlanıyor mu?
30	Tavanın göçebilirliği hesaplanıyor mu? Göçme durumunda ek tedbirler alınıyor mu?
31	Yıllık üretim kapasitesi hesaplandı mı?
32	Günlük üretim kapasitesi belirlendi mi?
33	Kesici-yükleyici makine kapasitesi günlük ve yıllık üretim kapasitesine uygun olarak seçildi mi?
34	Kesici-yükleyici kapasitesi ile zincirli konveyör kapasitesi birbirine uygun olarak seçildi mi?
35	Bantlı konveyör kapasitesi günlük üretim kapasitesini karşılayacak şekilde seçildi mi?

7.5 Personel Kontrol Tedbirleri

Kontrol tedbirlerinde son olarak Personel Kontrol Tedbirleri programa eklenmiştir. Tehlikeli durumlardan sonra tehlikeli davranışlar da en çok iş kazasına sebebiyet veren hallerdir. Bu sebeple, bir işyerinde çalışan personelin sayısı, yaşları, mesleki yeterlilikleri, eğitim seviyeleri ve sağlık durumları gibi, iş sağlığı ve güvenliği açısından birçok önemli husus bulunmaktadır. Personel Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi ve program ara yüz görüntüsü Tablo 7.8 ve Şekil 7.5’de gösterilmiştir.

PERSONEL KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. İşçilerin Ağır ve Tehlikeli İşlerde çalışacaklara ait sağlık raporları var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	<input type="button" value="Hesapla"/> %93.0 <input type="button" value="Temizle"/> <input type="button" value="← Önceki"/> <input type="button" value="Sonuçlar →"/> Yanında (!) İşareti çıkan maddeler için gerekli İSG önlemini alınız.
2. Gece vardiyasında çalışanların Ağır ve Tehlikeli İşler Raporlarında hekim onayı var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Tozlu işlerde çalışan işçilerin büyük boy (35 cm x 35 cm) göğüs filmleri çekirilmiş mi?	<input type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input checked="" type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Mutfak personelinin düzenli (3 ayda bir) portör muayeneleri yapılıyor mu?	<input type="radio"/> Evet <input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Gürültülü yerlerde çalışan işçilerin işitme testleri yapılmış mı?	<input type="radio"/> Evet <input checked="" type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. İşçilere tetanos aşısı yaptırılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
7. İşçilere gerekli mesleki iş sağlığı ve güvenliği kuralları hakkında eğitim verilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
8. İş makineleri ve Vinçleri kullananların operatör belgesi veya ehliyeti var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 7.5 Personel Kontrol Tedbirlerinin yazılımdaki ara yüzü

Tablo 7.8 Personel Kontrol Tedbirleri için hazırlanmış olan kontrol listesi soruları

1	İşçilerin ağır ve tehlikeli işlerde çalışacaklara ait sağlık raporları var mı?
2	Gece vardiyasında çalışanların ağır ve tehlikeli işler raporlarında hekim onayı var mı?
3	Tozlu işlerde çalışan işçilerin akciğer filmleri çekirilmiş mi?
4	Mutfak personelinin düzenli (3 ayda bir) portör muayeneleri yapılıyor mu?
5	Gürültülü yerlerde çalışan işçilerin işitme testleri yapılmış mı?
6	İşçilere tetanoz aşısı yaptırılmış mı?
7	İşçilere gerekli mesleki iş sağlığı ve güvenliği kuralları hakkında eğitim verilmiş mi?
8	İş makineleri ve vinçleri kullananların operatör belgesi veya ehliyeti var mı?
9	Patlayıcı maddeleri ateşleyen kişinin patlayıcı madde ateşleyici yeterlik belgesi var mı?
10	İşçi sayısına göre % 10 oranında (3 kişiden az olmamak üzere) ilk yardım eğitimi almış ilk yardım ekibi var mı?
11	Çalışanlarda güvenli iş davranışı hakim mi?
12	Çalışanlara, yaptıkları işe uygun KKD'ler zimmetli olarak teslim edildi mi?
13	KKD kullanımları düzenli olarak denetleniyor mu?
14	Maruziyet altında çalışanlar için sağlık gözetimi gerçekleştiriliyor mu?
15	Uygun çalışma düzeni ve prosesi planlanarak elle malzeme taşıma ve kaldırma ortadan kaldırılmış mı?
16	Çalışanlar kendilerini ve işlerini ilgilendiren değişiklikler konusunda bilgilendiriliyor mu?
17	Çalışanlara İSG konusundaki iyileştirmeler ve işleri hususunda fikirlerini ifade etme olanağı tanınıyor mu?
18	Çalışanlar başarılı çalışmaları üzerine ödüllendiriliyor mu?
19	İSG kurallarına uymayan çalışanlar için bir ceza ve uyarı sistemi var mı?
20	İşçiler gerekli güvenlik önlemlerinden haberdar ediliyor mu?

7.6 İşletmenin Mevcut İSG Durumu

Madencilik faaliyetlerinde hem çalışanları hem de işletmeyi maddi ve manevi birçok zarardan korumak amacıyla hazırlanmış olan risk analizi yazılımında dört ana başlıkta toplanan kontrol tedbirlerine ait kontrol listeleri doldurulduktan sonra maden işletmesinin iş sağlığı ve güvenliği açısından seviyesi gösterilmektedir.

Yazılımda, son kontrol tedbiri sayfası olan Personel Kontrol Tedbirleri sayfasında, sayfanın sağ üst tarafındaki “Sonuçlar” butonuna tıklandığında (Şekil 7.5), bir sonraki adım olan İşletmenin Mevcut İSG Durumu sayfası açılmaktadır (Şekil 7.6). Açılan sayfada maden işletmesinin mevcut iş sağlığı ve güvenliği durumu gözlenmektedir. Yönetim, Makine ve Malzeme, Çalışma Ortamı ve Personel açısından, kontrol adımlarının her birinde ayrı ayrı yüzde kaç oranında tedbir alındığı gösterilmektedir.

Değerleri %1 ile %100 arasında değişen risk skoru, risk seviyesi, bir iş kazası olması ihtimalinde ortaya çıkacak zararlar, işletmede iş sağlığı ve güvenliği açısından ne tür eksikliklerin olduğu ve eksikliklerin ne kadar sürede tamamlanması gerektiği ve alınması gereken başlıca kontrol tedbirleri yer almaktadır.



Şekil 7.6 İşletmenin Mevcut İSG Durumunu gösteren ara yüz

7.7 Kaza Senaryoları

Şekil 7.6’da gösterilen, işletmenin mevcut iş sağlığı ve güvenliği durumu hakkında verileri gördükten sonra olay ağacı analizi yönteminden faydalanılarak oluşturulan 15 adet kaza senaryosunu görmek için sayfanın sağ alt köşesindeki “Kaza Senaryolarını Göster” butonuna tıklamak yeterli olacaktır.

Şekil 7.6’da gösterilen, “Kaza Senaryolarını Göster” butonuna tıkladıktan sonra “1. Kaza Senaryosu” sayfası gelmektedir. Bu sayfa görüldüğü üzere yapı olarak Şekil 7.7 ile aynıdır fakat kontrol tedbirleri açısından alınan önlemlerin yüzdeleri farklı olduğu için tüm sayısal veriler ve sözel ifadeler farklılık göstermektedir. “1. Kaza Senaryosu” incelendikten sonra “2. Kaza Senaryosu”nu görmek için Şekil 7.6’da kırmızı çerçeve ile gösterilen, sayfanın sağ alt köşesinde “2. Kaza Senaryosu” butonu bulunmakta ve “15. Kaza Senaryosu” sayfasına kadar ilerlenebilmektedir.

1. KAZA SENARYOSU

Göster

Yönetim	Makine ve Malzeme	Çalışma Ortamı	Personel
%1.0	%51.0	%65.0	%99.0

Mevcut Risk Seviyesi -----> YÜKSEK 84.0

Kaza Halinde Beklenen Şiddet

YARALANMA: Bir veya birden fazla ölüm, zehirlenme, ağır yaralanma, 3. derece yanık ve / veya iş yerinde kayıp iş gününe sebep olabilecek uzun süreli rahatsızlıklar görülebilir.

MADDİ KAYIP: Yıllık bütçenin en az % 10'u kadar. Ekipman veya sistem tamamen hasar görebilir.

SAYGINLIK: Yoğun olarak hükümet ve medya tarafından incelemeler söz konusu olabilir. Olumsuz yönde uzun vadeli marka etkisi yaşanabilir. Üretim, yetkili merciler tarafından ciddi şekilde kısıtlanabilir.

İşletmedeki Mevcut İSG Durumu ->

Mevcut İSG tedbirlerinde veya yönetmeliklere uygun olmayan ciddi eksiklikler vardır. Bu sebeple ciddi iyileştirmelere ihtiyaç duyulmaktadır.

En geç 6 ay içerisinde gerekli tedbirler alınmalıdır.

Alınması Gereken Başlıca Kontrol Tedbirleri

Evriyede yer alan risk unsurları ciddi yaralanmalara sebebiyet veriyor ise derhal gerekli tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığını belirli aralıklarla düzenli bir şekilde kontrol et

2. Kaza Senaryosu -->

Şekil 7.7 “Kaza Senaryosu” sayfasının ara yüzü

BÖLÜM SEKİZ

YAZILIM HALİNE GETİRİLMİŞ RİSK ANALİZİ YÖNTEMİNİN

ÜLKEMİZ MADENCİLİĞİNE UYGULANMASI

8.1 Giriş

Çalışmanın bu bölümünde madencilik sektöründe kullanılması düşünülen ve yazılım haline getirilen yeni risk analiz yönteminin uygulanabilirliği, ülkemizde kapalı işletme yöntemi ile üretim yapan biri kömür diğeri ise metal madeni olan iki maden işletmesinde test edilmiştir. Ayrıca bu yazılımın ileriki dönemlerde daha da geliştirilmesi amaçlandığı için uygulamaların yapıldığı maden işletmelerinde yazılımı test eden maden mühendisi ve iş güvenliği uzmanlarından görüş ve öneriler alınmıştır.

8.2 Kömür Madenciliği Uygulaması

Kapalı işletme madenciliği açık işletme madenciliği ile kıyaslandığında yapılan iş sayısının çeşitliliği, niteliği ve ortam şartlarından dolayı daha fazla risk faktörünü bünyesinde barındırmaktadır. Bu hususta kapalı işletme yöntemiyle üretim yapan maden işletmeleri göz önünde bulundurulduğunda özellikle kömür üretimi yapan işletmelerde çalışanlar daha fazla risk faktörü altında çalışmaktadırlar. Metan patlamaları, kömür tozu patlamaları, zehirli ve boğucu gazların açığa çıkması gibi birçok tehlike unsurunu bünyesinde barındırdığı için özellikle kapalı kömür ocakları diğer maden ocaklarına göre daha tehlikelidir.

Kapalı kömür ocaklarında çalışanlar, sağlık ve güvenlik açısından birçok maruziyet yaşadıkları için, özellikle de son yıllarda başta Soma ve Ermenek'te yaşanan ve sonuçları çok ağır olan maden kazaları göz önünde bulundurularak bu çalışmada hazırlanmış risk analizi yazılımının ülkemizde yer alan ve kapalı işletme yöntemi ile üretim yapan bir kömür ocağına uygulanması düşünülmüştür. Bu düşünce ile ülkemizde Ege Bölgesi'nde yer alan bir kapalı kömür ocağında iş güvenliği uzmanı olarak görev yapan bir maden mühendisi, kendi çalıştığı ocak şartlarının risk analizini

bu yazılım ile yapmıştır. Kapalı kömür ocağına ait risk analizi sonuçlarına ait yazılım çıktıları Şekil 8.1, Şekil 8.2, Şekil 8.3 ve Şekil 8.4’te gösterilmektedir.

YÖNETİM KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. İşyeri hekimi var mı? Sözleşmesi yapılmış mı? Çalışma süresi yeterli mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	YÖNETİM İSG YETERLİLİĞİ Hesapla %91.0 Temizle Sonraki >
2. Teknik (Fennî) Nezaretçi görevlendirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Teknik Nezaretçi Defteri düzenli tutuluyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Yıllık İş Güvenliği Eğitim Programı var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. İşyerinde yapılan çalışmalarla ilgili yazılı talimatlar var mı? Görev yetki ve sorumluluklar belirlenmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Sağlık ve Güvenlik Dokümanı (Sağlık ve Güvenlik Planı) hazırlanmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
7. Risk Analizi yapılmış mı? İşyerinde tehlikeler tanımlanarak önlemler değerlendirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.1 Kapalı kömür ocağının yönetim açısından iş güvenliği skoru (%)

MAKİNE & MALZEME KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
Havalandırma		MAKİNE İSG YETERLİLİĞİ Hesapla %92.0 Temizle < Önceki Sonraki >
1. Cebni havalandırma mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
2. Ocakta cebni havalandırma mesafesi uygun mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Fan uygun şekilde yerleştirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Yeterli havalandırma sağlanıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Acil durumlar için yedek havalandırma fanı mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Havalandırma planı mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.2 Kapalı kömür ocağının makine ve malzeme açısından iş güvenliği skoru (%)

ÇALIŞMA ORTAMI KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. Jeolojik süreksizliklerin (fay, tabaka düzlemi, şistozite, foliyasyon vb.) düzenli olarak kontrolü yapılıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	ÇALIŞMA İSG YETERLİLİĞİ Hesapla %92.0 Temizle < Önceki Sonraki >
2. Ocağa ait hidrojeolojik araştırmalar mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Su geliri ve basıncı düzenli olarak ölçülüyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Taban ve tavan taşına ait bilgiler mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Tavanda meydana gelebilecek çatlak, sarkma veya genişlemeler için düzenli kontroller yapılıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Kaya mekaniği deneyleri yapılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.3 Kapalı kömür ocağının çalışma ortamı açısından iş güvenliği skoru (%)

PERSONEL KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıks
1. İşçilerin Ağır ve Tehlikeli İşlerde çalışacaklarına ait sağlık raporları var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	İSG YETERLİLİĞİ Hesapla %91.0 Temizle < Önceki Sonuçlar >
2. Gece vardiyasında çalışanların Ağır ve Tehlikeli İşler Raporlarında hekim onayı var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Tozlu işlerde çalışan işçilerin büyük boy (35 cm x 35 cm) göğüs filmleri çekilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Mutfak personelinin düzenli (3 ayda bir) portör muayeneleri yapılıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Gürültülü yerlerde çalışan işçilerin işitme testleri yapılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. İşçilere tetanos aşısı yapılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.4 Kapalı kömür ocağının personel açısından iş güvenliği skoru (%)

İŞLETMENİN MEVCUT İSG DURUMU

İş Güvenliği Açısından Alınan Önlemler:

Yönetim	Makine ve Malzeme	Çalışma Ortamı	Personel
%91.0	%95.0	%99.0	%95.0

Mevcut Risk Seviyesi -----> **DÜŞÜK 43.0**

Kaza Halinde Beklenen Şiddet

YARALANMA: Tıbbi Pratisyen tarafından tedavi gerektiren hafif yaralanmalar ve / veya iş yerinde kayıp iş gününe sebep olabilecek kısa süreli rahatsızlıklar görülebilir.

MADDİ KAYIP: Yıllık Bütçenin %2-5'i kadar.

SAYGINLIK: Yerel Medyanın gündemine gelinebilir.

İşletmedeki Mevcut İSG Durumu -->

Hemen hemen gerekli tüm İSG tedbirleri alınmıştır fakat hala tamamlanması veya iyileştirilmesi gereken hususlar vardır.
En geç 3 ay içerisinde gerekli tedbirler alınmalıdır.

Alınması Gereken Başlıca Kontrol Tedbirleri

Mevcut İSG tedbirlerinin devamlılığını sağla!
İSG tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığını belirli aralıklarla düzenli bir şekilde kontrol et!

Kaza Senaryolarını Göster

Şekil 8.5 Yazılım ile kapalı kömür ocağına yapılmış risk analizinin sonuç sayfası

Ege Bölgesi'nde kapalı işletme yöntemi ile üretim yapan bir kömür ocağında çalışan maden mühendisi ve aynı zamanda iş güvenliği uzmanı olan bir çalışanın, bu çalışmada hazırlanmış olan risk analizi yazılımı ile çalıştığı işletmeyi iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmiştir. Bu risk analizi değerlendirmesi sonucunda işletmeye ait risk analizi sonuçları Şekil 8.5'te gösterilmektedir.

İşletmeye ait yapılmış olan risk analizi sonucunda iş sağlığı ve güvenliği açısından işletmenin risk skoru % 43 çıkmıştır. Bu sonuca göre Tablo 6.11'deki sonucu %1 ile %100 arasında değişen risk skorlarına göre belirlenmiş risk seviyelerine bakıldığında

bu işletmenin risk seviyesi program tarafından “Düşük Seviye” olarak belirlenmiştir. Program sonucuna göre ayrıca bu işletmede iş sağlığı ve güvenliği kontrol tedbirlerinin yeterliliklerinin Yönetim açısından %91, Makine ve Malzeme açısından %92, Çalışma Ortamı açısından %92 ve Personel açısından da %91 seviyesinde olduğu bulunmuştur.

Program sonucuna göre %43 risk seviyesinde olan bu işletmede her an bir iş kazası olması durumunda küçük yaralanmalar veya ilk yardım müdahalesi gerektiren sağlık sorunları görülebilir, yaşanacak maddi kayıp oranı yıllık bütçenin en fazla % 1’i kadar olabilir ve ayrıca meydana gelebilecek iş kazasının şirket açısından herhangi bir itibar kaybına sebep olmayacağı da belirlenmiştir.

Risk analizi sonucuna göre, işletmenin %43 seviyesinde gözlenen risk skoru göz önünde bulundurulduğunda, bu işletme yasal mevzuatları neredeyse tam anlamı ile yerine getirdiği anlaşılmakta fakat hala bir takım eksikliklerin olduğu gözlenmektedir. Böylelikle bu işletme mevcut almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini daha da iyileştirmeli ve periyodik olarak düzenli gerçekleştireceği kontrol ve denetimlerle iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının devamlılığını sağlamalıdır.

Çalışmada hazırlanmış olan risk analiz yazılımı ile çalışan iş güvenliği uzmanı, yazılımın maden işletmelerinde çalışan ve özellikle de işe yeni başlayan iş güvenliği uzmanlarını detaylı olarak bilgilendiren ve onların madencilikteki risk faktörlerini kolayca görmelerini sağlayan bir yazılım olduğu geri bildirimini vermiştir.

8.3 Metal Madenciliği Uygulaması

Çalışmanın bu bölümünde madencilik sektöründe kullanılması düşünülen ve yazılım haline getirilen yeni risk analiz yönteminin uygulanabilirliği, Marmara Bölgesinde yer alan, kurşun – çinko üretimi yapan bir yeraltı metal madeninde test edilmiştir. Yeraltı metal madeninde çalışmakta olan iş güvenliği uzmanının çalışmada hazırlanmış olan yazılımı kullanarak, işletmesine dair yaptığı risk analizi sonuç çıktıları Şekil 8.6, Şekil 8.7, Şekil 8.8 ve Şekil 8.9’da verilmiştir.

YÖNETİM KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. İşyeri hekimi var mı? Sözleşmesi yapılmış mı? Çalışma süresi yeterli mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	YÖNETİM İSG YETERLİLİĞİ <input type="button" value="Hesapla"/> %91.0 <input type="button" value="Temizle"/> <input type="button" value="Sonraki ->"/>
2. Teknik (Fenni) Nezaretçi görevlendirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Teknik Nezaretçi Defteri düzenli tutuluyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Yıllık İş Güvenliği Eğitim Programı var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. İşyerinde yapılan çalışmalarla ilgili yazılı talimatlar var mı? Görev yetki ve sorumluluklar belirlenmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Sağlık ve Güvenlik Dokümanı (Sağlık ve Güvenlik Planı) hazırlanmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
7. Risk Analizi yapılmış mı? İşyerinde tehlikeler tanımlanarak önlemler değerlendirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.6 Kapalı işletme ile çalışan kurşun-çinko madeninin yönetim iş güvenliği skoru (%)

MAKİNE & MALZEME KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
Havalandırma		MAKİNE İSG YETERLİLİĞİ <input type="button" value="Hesapla"/> %95.0 <input type="button" value="Temizle"/> <input type="button" value="Önceki <"/> <input type="button" value="Sonraki >"/>
1. Cebri havalandırma mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
2. Ocağa cebri havalandırma mesafesi uygun mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Fan uygun şekilde yerleştirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Yeterli havalandırma sağlanıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Acil durumlar için yedek havalandırma fanı mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Havalandırma planı mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
7. Kaza durdurma sistemi (yük kapasiteli) mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.7 Kapalı işletme ile çalışan kurşun-çinko madeninin makine - malzeme iş güvenliği skoru (%)

ÇALIŞMA ORTAMI KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. Jeolojik süreksizliklerin (fay, tabaka düzensizliği, şistozite, foliyasyon vb.) düzenli olarak kontrolü yapılıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	ÇALIŞMA İSG YETERLİLİĞİ <input type="button" value="Hesapla"/> %99.0 <input type="button" value="Temizle"/> <input type="button" value="Önceki <"/> <input type="button" value="Sonraki >"/>
2. Ocağa ait hidrojeolojik araştırmalar mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Su geliri ve basıncı düzenli olarak ölçülüyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Taban ve tavan taşına ait bilgiler mevcut mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Tavan ve meydana gelebilecek çatlak, sarkma veya genişlemeler için düzenli kontroller yapılıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. Kaya mekaniği deneyleri yapılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.8 Kapalı işletme ile çalışan kurşun-çinko madeninin çalışma ortamı iş güvenliği skoru (%)

PERSONEL KONTROL TEDBİRLERİ	ALINAN İSG ÖNLEMİ	Çıkış
1. İşçilerin Ağır ve Tehlikeli İşlerde çalışacaklara ait sağlık raporları var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	İSG YETERLİLİĞİ Hesapla %95.0 Temizle < Önceki Sonuçlar >
2. Gece vardiyasında çalışanların Ağır ve Tehlikeli İşler Raporlarında hekim onayı var mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
3. Tozlu işlerde çalışan işçilerin büyük boy (35 cm x 35 cm) göğüs filmleri çekirilmiş mi?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
4. Mutfak personelinin düzenli (3 ayda bir) portör muayeneleri yapıyor mu?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
5. Gürültülü yerlerde çalışan işçilerin işleme testleri yapılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
6. İşçilere tetanos aşısı yaptırılmış mı?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	
7. İşçilerin işyerinde kullanılan araç ve gereçlerin kontrol edilip kontrol edilmediği?	<input checked="" type="radio"/> Evet <input type="radio"/> Yetersiz <input type="radio"/> Çok Yetersiz <input type="radio"/> Hayır/Bilinmiyor <input type="radio"/> Gerek Yok	

Şekil 8.9 Kapalı işletme ile çalışan kurşun-çinko madeninin personel iş güvenliği skoru (%)

İŞLETMENİN MEVCUT İSG DURUMU

İş Güvenliği Açısından Alınan Önlemler:

Yönetim	Makine ve Malzeme	Çalışma Ortamı	Personel
%91.0	%95.0	%99.0	%95.0

Mevcut Risk Seviyesi -----> **DÜŞÜK 36.0**

Kaza Halinde Beklenen Şiddet

YARALANMA : Tıbbi Pratisyen tarafından tedavi gerektiren hafif yaralanmalar ve / veya iş yerinde kayıp iş gününe sebep olabilecek kısa süreli rahatsızlıklar görülebilir.

MADDİ KAYIP : Yıllık Bütçenin %2-5'i kadar.

SAYGINLIK : Yerel Medyanın gündemine gelinebilir.

İşletmedeki Mevcut İSG Durumu ->

Hemen hemen gerekli tüm İSG tedbirleri alınmıştır fakat hala tamamlanması veya iyileştirilmesi gereken hususlar vardır.

En geç 3 ay içerisinde gerekli tedbirler alınmalıdır.

Alınması Gereken Başlıca Kontrol Tedbirleri

Mevcut İSG tedbirlerinin devamlılığını sağla!
İSG tedbirlerinin uygulanıp uygulanmadığını belirli aralıklarla düzenli bir şekilde kontrol et!

Kaza Senaryolarını Göster

Şekil 8.10 Yazılım ile kapalı metal madenine yapılmış risk analizinin sonuç sayfası

Marmara Bölgesi, Çanakkale ili dolaylarında kapalı işletme yöntemi ile üretim yapan bir kurşun-çinko metal madeninde iş güvenliği uzmanı olarak çalışan bir maden mühendisi, bu çalışmada hazırlanmış olan risk analizi yazılımı ile çalıştığı işletmeyi iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirmiştir. Risk analizi değerlendirmesi sonucunda işletmeye ait sonuçlar Şekil 8.10'da verilmiştir.

İşletmeye ait yapılmış olan risk analizi sonucunda iş sağlığı ve güvenliği açısından işletmenin risk skoru % 36 seviyesinde çıkmıştır. Tablo 6.11'e göre risk seviyelerine

bakıldığında bu işletmenin risk seviyesi program tarafından “Düşük Seviye” olarak bulunmuştur. Program sonucuna göre ayrıca işletmede iş sağlığı ve güvenliği kontrol tedbirlerinin yeterliliklerinin Yönetim açısından %91, Makine ve Malzeme açısından %95, Çalışma Ortamı açısından %99 ve Personel açısından da %95 seviyesinde olduğu gözlenmektedir.

Program sonucuna göre %36 risk seviyesinde olan işletmede bir iş kazası olması durumunda küçük yaralanmalar veya ilk yardım müdahalesi gerektiren sağlık sorunları görülebilir, yaşanacak maddi kayıp oranı yıllık bütçenin maksimum ortalama % 1'i kadar olabilir ve bu iş kazasının şirket açısından herhangi bir itibar kaybına sebep olmayacağı şeklinde sonuçlar bulunmuştur.

Risk analizi sonucuna göre, işletmenin %36 seviyesinde gözlenen risk skoru göz önünde bulundurulduğunda, işletmenin yasal mevzuatları neredeyse tam anlamı ile yerine getirdiği anlaşılmakta fakat hala bir takım eksikliklerin olduğu gözlenmektedir. Böylelikle bu işletme mevcut almış olduğu iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini daha da iyileştirmeli ve periyodik olarak düzenli gerçekleştireceği kontrol ve denetimlerle iş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının devamlılığını sağlamalıdır.

Risk analizini yapan iş güvenliği uzmanı yazılımın daha da geliştirilerek kapalı ocak madenciliğinde etkili olduğu kadar açık ocak madenciliğinde kullanımı kolay ve etkili bir risk analizi yazılımı olduğu konusunda görüşlerini beyan etmiştir. İş güvenliği uzmanının yaptığı geri bildirimle çalışmada hazırlanmış olan risk analiz programının geliştirilmeye açık bir yazılım olduğu anlaşılmaktadır.

BÖLÜM DOKUZ

SONUÇLAR

Birçok tehlike kaynağını ve risk faktörünü bünyesinde barındıran madencilik sektöründe yaşanan iş kazalarında birçok çalışan hayatını kaybetmiş, iş göremez hale gelmiş ve ayrıca işletmeler maddi olarak büyük kayıplara uğramışlardır. Bu sektörde yaşanan iş kazalarını ortadan kaldırmak ya da en aza indirmek için yapılan risk değerlendirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple bir maden ocağı için yapılan risk değerlendirme çalışmalarında seçilen risk analiz yöntemi, üretim faaliyetlerinden kaynaklanan risk faktörlerini ortadan kaldırarak çalışanlar için daha güvenli bir çalışma ortamı sağlamaktadır.

Özellikle son yıllarda ülkemizde can kaybı yaşanan maden kazalarının ardından, sektörde risk değerlendirme çalışmalarının önemi oldukça artmıştır. Bu sebeple tez çalışması kapsamında madencilik sektöründe verimli bir şekilde kullanılması düşünülen karma bir risk analiz yöntemi geliştirilmiş ve ayrıca sektör bazında kolayca kullanılabilmesi için risk analiz yöntemi bir yazılım haline getirilmiştir.

Tez çalışmasının başlangıç evresinde öncelikle madencilik sektöründe kullanılan risk analiz yöntemleri araştırılarak bu yöntemlerin madencilik faaliyetlerindeki risk faktörlerini önlemede ne kadar etkili olduğu araştırılmıştır. Madencilik sektöründe var olan birçok tehlike unsurunun sebep olduğu risk faktörlerini ortadan kaldırmak için öncelikle, meydana gelen iş kazalarının kök sebeplerini bulmada en etkili yöntemlerden biri olan neden-sonuç analizi (balık kılıcı yöntemi) ile madencilik faaliyetlerinde yaşanan en çok yaşanan iş kazalarının kök sebepleri saptanmıştır. Böylece, neden sonuç analizinde en çok kullanılan yönetim, makine-malzeme, çalışma ortamı ve personel kategorilerinin madencilikte yaşanan iş kazalarının kök sebeplerini bulmada yardımcı olabileceği belirlenmiştir.

Balık kılıçığı analizi ile madencilikte en çok yaşanan iş kazaları dört ana sınıfta değerlendirildikten sonra, bir iş kazasının öncesi ve sonrasındaki durumları gösterdiği için sonuç analizlerinde en çok kullanılan yöntemlerden biri olan olay ağacı analizi yönteminde yer alan önleme tedbirlerine dört ana etmen entegre edilerek madencilikteki risk yönetiminde kullanılabilecek bir olay ağacı diyagramı tasarlanmıştır.

Olay ağacı diyagramı tasarlandıktan sonra risk faktörüne ilişkin risk skoru elde edebilmek için hangi parametrelerin kullanılabileceği araştırılmıştır. Bu parametrelerin elde edilmesi sürecinde, olayların sebep-sonuç ilişkilerinin belirlenmesinde kullanılan en etkili risk analiz yöntemlerinden birisi olan matris yöntemi ve bir sistem içerisindeki tüm aksaklıkları göstermesi ve var olan sistemin nasıl çalışması gerektiği hakkında fikir veren hata türleri etkileri analizi yöntemlerindeki olasılık ve şiddet parametrelerinden yararlanılmıştır.

Olay ağacı analizi bir iş kazasının meydana gelme olasılığını ve alınan kontrol tedbirlerinin meydana gelen olayı önleme olasılıklarını tanımlar. Bu tanımdan ve matris ile HTEA analizlerinde risk skorunu hesaplamada kullanılan olasılık parametresinden yola çıkarak “iş kazası olasılık parametresi” ve “şiddet” parametresi oluşturulmuştur. Bu iki parametreden sonra, her işletmenin iş güvenliği açısından aynı koşullarda olmadığı düşünülerek ve ayrıca yasal mevzuattan faydalanılarak “mevcut iş güvenliği durumu” faktörü üçüncü bir parametre olarak eklenerek, elde edilecek risk skoru değerinin daha anlamlı olması sağlanmıştır.

Oluşturulan olay ağacı analizi diyagramında her bir önleme tedbirine 0 ile 1 arasında değişen bir olasılık değeri verilmesi gerektiği düşünülmüştür. Bu değeri elde etmek için bir risk analizi türü olan kontrol listeleri, istatistikte kullanılan kategorik veriler ve aritmetik ortalamadan faydalanılmıştır. Bu üç yöntemin bir arada kullanılması ile her önlem için bir “iş güvenliği yeterlik skoru” elde edilmiştir.

Her önleme tedbirinin 0 ile 1 arasında çıkan olasılık değerleri çarpılarak iş kazası olasılık skoru değeri elde edilmiştir. HTEA yönteminden faydalanılarak elde edilen, derece aralığı 1 ile 10 arasında değişen tablolar oluşturduğu için, 0 ile 1 arasında çıkan iş kazası olasılık skor değerleri 1 ile 10 arasına normalize edilmiştir. Risk skoru, olasılık ve şiddet değerlerinin bileşkesi olduğu için, olasılık ve şiddet değeri arasında doğru bir orantı olduğu düşünülmüştür. Bu düşünceden ve madenciliğin çok tehlikeli bir iş kolu olması sebebi ile buradan yola çıkarak 1 ile 10 arasında çıkan iş kazası olasılık skoru değerinin bir fazlası şiddet parametresinin derecesi değeri olarak atanmıştır. Üçüncü parametre olarak “mevcut isg durumu” parametresine 1 ile 10 arasında bir derecelendirme yapılmıştır. Kategorik verilerin artma ve azalma durumlarını en iyi temsil eden model geometrik ortalama olduğu için iş güvenliği yeterlik skorlarının geometrik ortalaması alınarak “mevcut isg durumu parametresi”nin derecelendirmesi yapılmıştır.

Risk skoru parametrelerine ait eşitlikler elde edildikten sonra risk skoru formülü elde edilmiştir. Risk skoru formülü elde edilirken logaritma ve çoklu regresyon modelinden faydalanılmıştır. Bağımsız değişkenlerin etkilerini daha iyi saptamak için logaritma, risk skoru formülünü elde ederken her parametreye ait yüzde katsayı değerini elde etme de ise regresyon analizi yöntemleri kullanılmıştır.

Elde edilen kapsamlı literatür araştırmaları ve olay ağacı diyagramından esinlenerek oluşturulan bu yeni risk analiz yönteminin yazılım haline dönüştürülerek kullanılmasının daha kolay ve verimli olacağı düşünülerek, JAVA programlama dili ile olay ağacı diyagramı, madencilik sektöründe kullanılmak üzere tasarlanmış bir risk analiz programına dönüştürülmüştür.

Risk analiz programına dönüştürülen çalışmaların sektöre uygulanabilirliğini test etmek için biri yeraltı metal diğeri de yeraltı kömür madeni olmak üzere iki madende test edilmiştir. Her madenin iş güvenliği uzmanlarınca test edilen bu yazılımın kullanımının kolay ve özellikle kontrol listeleriyle oluşturulan kapsamlı soruların risk faktörlerini önlemede oldukça yardımcı olacağı belirtilmiştir.

Tez sonunda gelecek çalışma planı olarak risk analizi yazılımının hem açık ocak hem de kapalı ocak madenciliği için farklı ara yüzlerde tasarlanıp, kullanımı daha da kolay ve faydalı bir yazılım haline dönüştürülerek daha da geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

İleri dönemlerde yapılan çalışmalarda risk analiz ve kaza analiz çalışmaları, tezde geliştirilen programın iyileştirilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısıyla web tabanlı İSG programlarının tasarlandığı çalışmaların yeni tez çalışmaları olarak yapılması önerilebilir. İş sağlığı ve güvenliği sektöründe hali hazırda kullanılan İSG programlarının, bu tez çalışmasında hazırlanan program ile entegre edileceği yeni çalışmaların yapılması İSG programcılığının gelişmesi için önemli olacaktır.

Tez çalışmalarında elde edilen sonuçların, sanayii ile paylaşılması ile iş kazalarının ve risklerin önlenerek daha verimli çalışmaların yapılması ile ülkemizin iş güvenliğinde iyi sonuçlar alması ve çalışma hayatında en iyi yerlere gelmesi en önemli sonuç olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akçin, N. A. (2001). *İş kazalarının nedenleri ve iş kazası raporu*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara: Ümit Ofset.
- Alan J. (2017). The problem with '5 whys'. *BMJ Quality & Safety (BMJ QUAL SAF)*, 26 (8), 671-677.
- Apaydın, A., Kutsal, A. ve Atakan, C. (1994). *Uygulamalı İstatistik* (1. Baskı). Ankara: Kılavuz Yayınevi.
- Arslanhan, S. ve Cünedioğlu, H.E. (2010). Madenlerde yaşanan iş kazaları ve sonuçları üzerine bir değerlendirme. *Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı*, 1 (10), 9-12.
- Atılğan, H., Kaya, A., Ural, S. (2013). Maden işletmelerinde sağlık ve güvenlik dokümanı. *Maden işletmelerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği sempozyumu*, 175-185.
- Bingham, N.H. ve Fry, J.M. (2010). *Regression: Linear models in statistics*. London: Springer.
- Broadleaf Capital International Pty Ltd (BCI). (2007). *Tutorial Notes: The Australian and New Zealand standards on risk management*. 23 Mayıs 2007, http://broadleaf.com.au/old/pdfs/trng_tuts/tut.standard.pdf
- Carlson, B. C. (1971). Algorithms involving arithmetic and geometric means. *Amer. Math. Monthly*. 78 (1), 496–505.
- Cox, L.A. (2008). 'What's Wrong with Risk Matrices?'. *Risk Analysis*, 28, (2), 1539-6924.

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı. (2006). *İş müfettişleri risk değerlendirme metodolojileri eğitim projesi değerlendirme raporu*. Ankara: ÇSGB yayınları.

Çarıkcı, N. (2010). *Yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği rehberi*. Ankara: ÇSGB yayınları.

Ekemen, K. S. (2004). *Çalışma ve sosyal güvenlik bakanlığı iş sağlığı ve güvenliği uzmanlık sertifika kursu ders notları*, ÇSGB, Ankara.

Ergün, İ. ve Yılmaz, A. (2010). *Madenlerde havalandırma problemleri, çözüm yöntemleri, pervaneler ve ölçme metotları ders notları*, Celal Bayar Üniversitesi M.Y.O., Manisa.

Ericson, C.A. (2005). *Hazard analysis techniques for system safety*. Virginia: John Wiley and Sons Inc.

Eyüboğlu A.K., Özfirat M.K. (2015). Yeraltı Metal Madeni Ocaklarındaki Başlıca Tehlikelerin HTEA Risk Analiz Yönetimi ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası maden işletmelerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği sempozyumu*, 95-103.

Eyüboğlu A.K., Özfirat M.K., Kahraman B. (2016). Açık İşletme Madenciliğinde Şev ve Basamaklarda Oluşan Risklerin Hata Türü Etki Analizi (HTEA) Yöntemiyle Sınıflandırılması. *Uluslararası 8. İş Sağlığı ve Güvenliği Konferansı*, 332-335.

Eyüboğlu A.K., Kanbur S. (2017). Yeraltı Kömür Madenciliğinde Solunabilir Tozların Önlenmesi ve Tıbbi Gözetim. *Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, 160-165.

Fletcher, C.M. (1948). Pneumoconiosis of coal Miners. *Br Med J.*, 1(4561), 1065-1074.

- Frankel, M., Hommel, U. ve Rudolf, M. (2005). *Risk management: challenge and opportunity (2nd edition)*. Berlin: Springer.
- Hamrin, H. (1980). Guide to Underground Mining Methods and Applications. *Stockholm Atlas Copco*, 39-40.
- Kahraman, E., Çavuşoğlu, İ., Yılmaz, A.O. (2013). Yeraltı Maden İşletmelerinin İSG Performans Ölçümlerine Yeni Bir Yaklaşım. *Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, 196.
- Karmis, M. (Ed.). (2001). *Mine health & safety management*. Colorado: Society for mining, metallurgy and exploration inc.
- Karvan, M. R. (2009). *Maden işletmelerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri hakkında uygulama örneği*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara: Ümit Ofset.
- Kayınova, A., Alaoğlu, F.N. (2013). Madencilikte Sağlık Gözetimi. *Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*, 111-123.
- Kılıç A. M., Kahraman E. (2016). Yeraltı krom işletmesinde risk analizine yönelik bir uygulama. *1st International Mediterranean Science and Engineering Congress*, 3070-3079.
- Kruskal W., Tanur J. (1978). Linear Hypotheses. *International Encyclopedia of Statistics, 1*, 523-41.
- Liliana, L. (2016). A new model of Ishikawa diagram for quality assessment. *20th Innovative Manufacturing Engineering and Energy Conference*, 2-7.

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2006). *Sosyal sigortalar ve genel sağlık sigortası kanunu*. 16 Haziran 2006, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin1.aspx?MevzuatKod=1.5.5510&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=&Tur=1&Tertip=5&No=5510>.

Mevzuat Bilgi Sistemi (MBS). (2012). *İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği*. 29 Aralık 2012, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.16925&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=risk%20de%C4%9Fer>

Mevzuat Bilgi Sistemi (MBS). (2013). *Maden işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliği*. 19 Eylül 2013, <http://www.mevzuat.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=7.5.18858&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=maden%20i%C5%9Fyerlerinde>.

Mızrak Özfırat, P. (2014). Bulanık önceliklendirme metodu ve hata türü ve etkileri analizini birleştiren yeni bir risk analizi yöntemi. *Journal of the faculty of engineering and architecture of Gazi University*, 29, (4), 755-768.

Mızrak Özfırat, P., Yetkin, M. E., Özfırat, M.K. (2017). Yeraltı madeni bantlı konveyör kazalarının olay ağacı analizi. *Uluslararası maden işletmelerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği sempozyumu*, 246-254.

MMO. (2010). *Madencilikte Yaşanan İş Kazaları Raporu*, Maden Mühendisleri Odası, Ankara: Ümit Ofset.

NIOSH mining safety and health research program's review committee, committee on earth resources, national research council. (2007). *Mining safety and health research at niosh: reviews of research programs of the national institute for occupational safety and health*. Washington DC: National Academies Press.

Nunes F. O. (2016). Application of a Configurable Model for Risk Assessment in the Work Sites. *Open Journal of Safety Science and Technology*, 99-125.

- Özçatalbaş, Ö. (2014). *İş kazası nedenlerinin kök sebep analizi ile incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Özfirat, M.K., Mızrak Özfirat, P., Kahraman, B., Can, Y. ve Öney, Ö. (2013). Yeraltı madeninde nakliyatla oluşan risklerin hata türü etki analizi (HTEA) yöntemiyle sınıflanması. *Maden işletmelerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği sempozyumu*, 289-295.
- Özkılıç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri*. Ankara: TİSK Yayınları.
- Öztürk, M. (2013). Zonguldak Havzasında Yaşanan Son Felaketler ve Alınacak Dersler. *Maden işletmelerinde işçi sağlığı ve iş güvenliği sempozyumu*, 133-143.
- Öztürk İ., Mevsim R., Kınık A. (2018). Ermenek Mine Accident in Turkey: The Root Causes of a Disaster. *Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association*, 1019-1028.
- Pamukçu, Ç. (2015). Analysis and Management of Risks Experienced in Tunnel Construction. *Acta Montanistica Slovaca* 20 (4), 271-281.
- Pierce, R.C. (1977). A brief history of logarithm. *Two-Year College Mathematics Journal* 8 (1), 22–26.
- Radosavljević, S. ve Radosavljević, M. (2009). Risk assessment in mining industry, apply management. *Serbian journal of management* 4 (1), 91 – 104.
- Saltoğlu, S. (1981). *Madenlerde Hazırlık ve Kazı İşleri*. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.
- Sarı, M. (2002). *Risk assessment approach on underground coal mine safety analysis*, Doktora Tezi, Middle East Technical University, Ankara.

Slovic, P. (2000). *The Perception of Risk*. Earthscan Publications Ltd, London, UK.

Sosyal Güvenlik Kurumu. (2018). *SGK istatistik yıllıkları*. 27 Kasım 2018, http://www.sgk.gov.tr/wps/portal/sgk/tr/kurumsal/istatistik/sgk_istatistik_yilliklari

Şafak R. E., Sensogut C., Kasap Y. (2016). Açık Ocak İşletmelerinde İş Güvenliği Uygulaması: Örnek Ocak Çalışması. *8.Uluslararası Kırmataş Sempozyumu*, 476-484.

Şimşir, F. (2015). *Yeraltı madencilik yöntemleri*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.