

MERMER İŞLETMELERİNDE UYGULANABİLECEK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN
İNCELENMESİ: ÖRNEK BİR UYGULAMA

Levent SIRAKAYA

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliği Uyarınca
Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Prof. Dr. Yaşar KASAP

Temmuz-2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Levent SIRAKEYA'nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı Mermer İşletmelerinde Uygulanabilecek Risk Analizi Yöntemlerinin İncelenmesi: Örnek Bir Uygulama başlıklı bu çalışma, jürimizce Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

04/07/2019

Prof. Dr. Önder UYSAL
Enstitü Müdürü, Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Ali UÇAR
Bölüm Başkanı, Maden Mühendisliği Bölümü

Prof. Dr. Yaşar KASAP
Danışman, Maden Mühendisliği Bölümü

Sınav Komitesi Üyeleri

Prof. Dr. Yaşar KASAP
Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Prof. Dr. Cem ŞENSÖĞÜT
Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi

Doç. Dr. Seyhan ÖNDER
Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tezin hazırlanmasında Akademik kurallara riayet ettiğimizi, özgün bir çalışma olduğunu ve yapılan tez çalışmasının bilimsel etik ilke ve kurallara uygun olduğunu, çalışma kapsamında teze ait olmayan veriler için kaynak gösterildiğini ve kaynaklar dizininde belirtildiğini, Yüksek Öğretim Kurulu tarafından kullanılmak üzere önerilen ve Kütahya Dumlupınar Üniversitesi tarafından kullanılan İntihal Programı ile tarandığını ve benzerlik oranının % 25 çıktığını beyan ederiz. Aykırı bir durum ortaya çıktığı takdirde tüm hukuki sonuçlara razı olduğumuzu taahhüt ederiz.



Prof. Dr. Yaşar KASAP



Levent SIRAKAYA

MERMER İŞLETMELERİNDE UYGULANABİLECEK RİSK ANALİZİ YÖNTEMLERİNİN İNCELENMESİ: ÖRNEK BİR UYGULAMA

Levent SIRAKAYA

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2019

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yaşar KASAP

ÖZET

Ülkemiz mermer rezervi ve kalitesi yönüyle dünya mermer potansiyel rezervleri içerisinde önemli bir yere sahiptir. Mermer ocak işletmeciliği; yoğun olarak insan gücüne dayanan bir meslek koludur. Ülkemizdeki mermer ocaklarının genellikle küçük ölçekli olmasından ötürü iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri yeterince önemsenmemekte, kontrol altında tutulmamaktadır. Mermer ocak işletmeciliğinin iş sağlığı ve güvenliği açısından daha güvenilir hale getirilebilmesi için kazalar olmadan önce risk analizi yapılması hemen sonrasında tehlikeli durum ve hataya sebebiyet verici nedenlerin tespit edilmesi gerekmektedir. İş kazaları sonucu meydana gelebilecek ölüm, yaralanma ve maddi hasar gibi unsurları ortadan kaldırmak için yapılması gerekli en temel unsurlardan birisi risk analizidir.

Bu çalışmada, ülkemizde faaliyet gösteren bir mermer işletmesinde Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemi ile mevcut tehlikeler belirlenmiştir. İşletmede belirlenen bu tehlikeler için risk skorları hesaplanmış ve hesaplanan risk skorları yardımıyla işletmede daha önceden farklı bir metot ile yapılmış risk analizinde tespit edilen tehlikeler yorumlanmıştır. Ayrıca, yüksek risk oluşturan kaynakların ortadan kaldırılabilmesi veya risklerin minimize edilebilmesi için alınması gereken önlemler belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hata Türü ve Etkileri Analizi, İş Sağlığı ve Güvenliği, Mermer Ocağı, Risk Analizi Yöntemleri.

INVESTIGATION OF RISK ANALYSIS METHODS TO BE APPLIED IN MARBLE QUARRIES - A CASE STUDY

Levent SIRAKAYA

Mining Engineering, MSc Thesis, 2019

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Yaşar KASAP

SUMMARY

Turkey has an important place among the marble reserves of the world with its marble reserves and quality. Marble quarry management an occupational sector based on human physical strength. In Turkey, since marble quarries are generally small-scale working places occupational health and safety measures are not considered enough and they are not under control. In order to make the marble quarry operations more reliable in terms of safety at work, it is necessary to identify the dangerous situation and the causes of the faults following the risk analysis before the accidents. Risk analysis is one of the most important actions that should be taken to eliminate the results of occupational accidents damage.

In this study, present hazards were determined by using Failure Mode and Effects Analysis method in a marble enterprise operating in Turkey. The risk scores for these hazards identified in the enterprise were calculated and the hazards identified in the risk analysis made with a different method were interpreted with the help of the calculated risk scores. In addition, the measures to be taken in order to eliminate the high risk resources or minimize the risks have been determined.

Keywords: Failure Mode and Effects Analysis, Occupational Health And Safety, Marble Quarry, Risk Analysis Methods.

TEŞEKKÜR

Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Maden İşletme Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum Yüksek Lisans tez çalışmamda bilgi ve tecrübeleriyle beni yönlendiren, karşılaştığım sorunlara çözüm üreterek, çalışmalarımın olabildiğince sağlıklı sürmesini sağlayan, çalışmalarımı titizlikle inceleyen, çalışmamın her aşamasında görüş ve önerilerini benimle paylaşıp bana yol gösteren değerli tez danışmanım Prof. Dr. Yaşar KASAP'a, çalışmalarım sırasında fikirleriyle destek olan Dr. Öğr. Üyesi Şahin YUVKA ve saygı değer meslektaşım Mahmut ERGÜN'e teşekkür ediyorum.

Hayatımın her noktasında koşulsuz sevgi, güven ve destekleriyle her zaman yanımda olan ve bana güç veren babam Rasim SIRAKAYA, annem Aysel SIRAKAYA, ablam Yeşim SIRAKAYA, değerli eşim Özge Nur SIRAKAYA'ya ve emeği geçen herkese teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET.....	v
SUMMARY.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISLATMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. MERMER SEKTÖRÜ.....	5
2.1. Mermer Kullanım Alanları ve Bazı Özellikleri.....	5
2.2. Dünyada ve Türkiye’de Mermer Sektörü.....	6
2.3. Mermer Ocaklarında İş Kazaları.....	7
2.4. Uygulamanın Yapıldığı Mermer İşletmesinin Tanıtımı.....	8
3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ.....	10
3.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi.....	11
3.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Türkiye’deki Uygulamaları.....	13
3.3. Çalışan Yönüyle İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi.....	14
3.4. İşveren Yönüyle İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi.....	14
4. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ.....	17
4.1. Risk Analizinde Kullanılan Tanımlar.....	18
4.2. Risk Değerlendirme Metodolojileri.....	19
4.2.1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis).....	20
4.2.2. İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis).....	21
4.2.3. Olursa Ne Olur? (What If?).....	22
4.2.4. Risk Değerlendirme Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix).....	22
4.2.5. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis).....	23
4.2.6. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis).....	23
4.2.7. Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis).....	23
4.2.8. Çeklist - Birincil Risk Analizi Yöntemi (Checklists & PRA).....	23
4.2.9. Güvenlik Denetimi (Safety Audit).....	24
4.2.10. Fine-Kinney Yöntemi.....	24

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.2.11. Tehlike ve İşletilebilme Çalışması (Hazard and Operability Studies).....	24
4.2.12. Hata Türleri ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis).....	25
4.3. Mermer Ocaklarında Uygulanabilecek Risk Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırması..	25
 5. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ.....	 29
5.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi İle İlgili Tanımlar.....	29
5.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Amaçları.....	30
5.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Yönteminin Faydaları.....	30
5.4. Hata Türü ve Etkileri Analizi'nin Uygulama Alanları.....	31
5.5. Hata Türü ve Etkileri Analizi Çeşitleri.....	31
5.5.1. Sistem HTEA.....	31
5.5.2. Tasarım HTEA.....	32
5.5.3. Süreç HTEA.....	33
5.5.4. Servis HTEA.....	33
5.6. Hata Türü ve Etkileri Analizi'ne Ne Zaman Başlanır.....	35
5.7. Hata Türü ve Etkileri Analizi Uygulama Aşamaları.....	35
 6. MERMER İŞLETMESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK ANALİZİ UYGULAMASI.....	 41
6.1. Mermer İşletmesinde Mevcut Risk Analizi Uygulamaları.....	41
6.2. Mermer İşletmesindeki Mevcut Risk Analizi Yöntemi.....	42
6.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Metodu İle Risk Analizi.....	49
 7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	 70
KAYNAKLAR DİZİNİ	73
ÖZGEÇMİŞ	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Dünya Doğal Taş Mermer İthalatı ve İhracatı.....	6
2.2. Son 10 yıl Türkiye Doğal Taş İhracatı.....	7
3.1. İş Kazası Maliyetleri Buzdağı Teorisi.....	16
4.1. Ön Tehlike Analizi Akış Şeması.....	21
5.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi Türleri ve Aralarındaki İlişkiler.....	34
5.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi Uygulama Aşamaları.....	36
5.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Formu.....	37

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. What If? Methodolojisi Risk Değerlendirme Çizelgesi.....	22
4.2. Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırması.....	26
5.1. Hatanın Ortaya Çıkma Olasılığı.....	38
5.2. Hatanın Saptanabilirliği.....	39
5.3. Şiddet Derecelendirmesi.....	39
5.4. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) Değerlendirme Tablosu.....	40
6.1. L Tipi Matris Yöntemine Göre Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali.....	42
6.2. L Tipi Matris Yöntemine Göre Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti.....	43
6.3. L Tipi Matris Yöntemine Göre Risk Skoru Derecelendirme Matrisi.....	43
6.4. L Matris Yöntemine Göre Risk Değerlendirme Kontrol Planı.....	44
6.5. Uygulamanın Yapıldığı Mermer Ocağında Gözlenen İş Kazalarının Türleri ve Dağılımı	45
6.6. Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.....	50
6.7. Mermer Ocağında Gözlenen İş Kazaları ile HTEA Sonuçlarının Kıyaslaması.....	60
6.8. Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

Açıklama

R	Risk
O	Hatanın Ortaya Çıkma Olasılığı
Ş	Hatanın Şiddeti
S	Hatanın Saptanabilirliği

Kısaltmalar

Açıklama

İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
M.Ö.	Milattan Önce
YY	Yüzyıl
ILO	Uluslararası Çalışma Örgütü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
BSC	İngiliz Güvenlik Konseyi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
NASA	Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilâtı
OHSAS	Occupational Health And Safety Assessment Systems
AIAG	Otomotiv Endüstrisi Faaliyet Grubu
ASQC	Amerikan Kalite Kontrol Topluluğu
RÖS	Risk Öncelik Sayısı
BHS	Beklenen Hata Sayısı
MIL-STD	Amerikan Ordu Standardı
MIL-P	Amerikan Ordu Prosedürü
TÜİSAG	İş Sağlığı ve Güvenliği Profesyonelleri Topluluğu
İMMİB	İstanbul Maden ve Metal İhracatçıları Birliği
BS	İngiliz Standartı
EUROSAT	Avrupa İstatistik Ofisi
HTEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu

1. GİRİŞ

Dünya’da ve ülkemizde, gelişen sanayileşme ve teknolojinin hızla ilerlemesiyle senkronize şekilde, çalışanların sağlık ve güvenlik sorunları sıklıkla gündemde öne çıkmaya başlamıştır. Teknolojinin gelişmesi ile birlikte çalışanlar, çalışma alanlarında işin işlenmesi sırasında hiç rastlamadıkları yeni tehlikelere maruz kalmaktadırlar. Önceki dönemlerde çokça önemsenmeyen bu sorunların işletmeleri ve işin işleyişini tehlikeye sokması, verimliliğin azalması gibi nedenlerden dolayı gerekli tedbirlerin alınmasının gerekliliği öne çıkmıştır. Ülkemizde ve dünya da her geçen gün meydana gelen iş kazaları nedeniyle gerek ekonomik olumsuzluklar gerekse iş kazası sonucu çalışan sağlığında olumsuz etkilerinin artması, konunun önemini daha da arttırmaktadır.

Yakın zamanda mermer ihracatında yükselen ivme gösteren ülkemizde, mermer ocakları ve işleme tesisleri öne çıkmaktadır. Madencilik çalışmalarının birçoğunun insan gücü ile yapıldığı bu iş kolunu daha güvenli hale getirmek için tehlikeli durum ve hareketlere bağlı iş kazaları olmadan risk değerlendirmesi yapılması, gerek insan sağlığı açısından gerekse işveren açısından önem arz etmektedir.

Uluslararası Çalışma Örgütü’ne göre; Dünya’da yılda ortalama 275 milyon iş kazası gerçekleşmektedir. İş kazalarına bağlı 200 000 çalışan yaşamını yitirmektedir. Avrupa Birliği’ne üye ülkelerde ise; işten kaynaklanan nedenlerden dolayı her 4 saniyede bir ve bir işçinin en az 4 gün iş gücü kaybına, her 3,5 dakikada bir, bir çalışan yaşamını yitirmektedir. Eurostat istatistiklerine göre Avrupa Birliği’ne üye ülkelerde her yıl iş kazaları nedeniyle 5720 çalışan yaşamını yitirmektedir (Eurostat, 2007).

Ülkemizde son yıllarda iş sağlığı ve güvenliği konusunda madencilik sektöründe birçok çalışma yapılmıştır.

Aksoy (2002), Dünya Çalışma Örgütü Sözleşmeleri ve ülkemizdeki uygulamaları üzerine bir çalışma yapmıştır. İş sağlığı ve güvenliği konularını kapsayan anlaşmalara detaylı olarak çalışmada yer verilmiştir. Sözleşmelerin 7’sini imzalayan Türkiye’nin sözleşme maddelerinin yasalara yansıtma konusundaki istikrarlılığı değerlendirilmiştir.

Bajpayee ve arkadaşları (2003), açık ocak maden işletmelerde kullanılan patlayıcı maddeler ve patlatma uygulamaları nedeniyle oluşan iş kazalarının kök nedenleri üzerine bir çalışma yapılmışlardır. Amerika Birleşik Devletleri’nde faaliyet gösteren açık ocak maden

işletmelerinin 1978–1998 döneminde yaşanan iş kazaları detaylıca incelenmiştir. İncelemeler sonucunda açık ocak kömür madenlerinde 21 yıllık zaman aralığında gerçekleşen kazaların %8,86’sının ve diğerk açık ocak maden işletmelerinde ise %10,76’sının patlama kaynaklı iş kazaları olduğu tespit edilmiştir. Bu iş kazalarının % 68,2’sinin taş fırlamasından ve patlatma faaliyeti gerçekleştirilecek alandanlemlerin uygulanmamasından kaynaklandığı tespit edilmiştir. Madencilik faaliyetlerinde sıklıkla kullanılan patlayıcı maddeler, patlatma alanı güvenlik tedbirleri ve patlatma alanında patlatma esnasında fırlayan taş parçalarının neden olduğu hasarlarınnlenmesi adına alınması gereken tedbirler konusundanerilerde bulunulmuştur.

Gümüş (2005), Diyarbakır ili sınırları içerisinde faaliyet gösteren mermer ocağı işletmelerinde yaptığı çalışmada iş kazalarının doğurduğu sonuçları incelemiş ve kazalar ile ilgili istatistiki bilgiler paylaşmıştır. Faaliyet gösteren mermer ocaklarında mühendis istihdamınınnnemine vurgu yapmış, mühendis istihdam edilen mermer ocaklarında ve mühendis istihdam edilmeyen mermer ocaklarındaki kazalar karşılaştırılmıştır. Sonuçta mühendis istihdam edilen ocaklarda iş kazası sayılarının azaldığını paylaşmıştır.

Gümüş ve Akkoyun (2006), mermer ocaklarında yaşanan kazalar konusunda istatistiksel verilerle açıklanmıştır. Mermer ocaklarında iş kazasına sebep olabilecek çalışma alanları ve ekipmanlar hakkında bilgi verilmiştir. Belirtilen bu çalışma alanları ve ekipmanlardan kaynaklanan potansiyel tehlikelerinnlenmesi için gerekli aksiyonlar paylaşılmıştır. Geçmişte, mermer ocaklarında gözlenen kazalarda sorumlu mühendis olan ve olmayan ocaklar karşılaştırılmış ve teknik personel istihdamınınnnemi vurgulanmıştır.

Konuk vd. (2009), Bilecik ilinde yer alan 15 adet mermer ocağında mevcut potansiyel tehlikeler Çeklist yönteminden yararlanarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Mermer ocağında var olan riskler için risknncelik değerleri hesaplanarak riskli işletmeler ile risk kaynakları tespit edilmiştir. Risk değeri yüksek kaynakların risklerini yok etmek veya risklerin minimize edilebilmesi için alınması gereken tedbirler aktarılmıştır.

Ağca (2010), mermer işleme tesislerinde potansiyel tehlike kaynaklarını araştırmış ve uygulanabilecek risk değerlendirme yöntemlerini incelemiştir. Çalışmada Diyarbakır ilinde faaliyet gösteren Dimer Mermer Fabrikasında uygulama yapılmıştır. İşletmedeki mevcut riskler L Tipi Matris metodu ile irdelenmiştir. Potansiyel tehlikelerin ve kabul edilebilir risk seviyelerinin kontrol için gereklinnclemler belirlenmiştir.

Eleren ve Ersoy (2011), doğal taş ocağı işletmelerindeki, zincirli kollu kesici ve elmas tel kesme metodlarının risklerini Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) yöntemi ile değerlendirmiştir. Her iki yöntem karşılaştırıldığında ise zincirli kollu kesme metodunun elmas tel kesme metodundan daha az riskli olduğu görülmüştür.

Kasap ve Subaşı (2011), madencilik sektöründe açık ocak madencilik faaliyeti gösteren işletmelerde çalışan farklı meslek gruplarına mensup çalışanların hangi tür tehlikelere daha fazla maruz kaldıklarının belirlenmesi ve maruz kalınan tehlikeler karşısında iş kazası geçirme veya meslek hastalığına yakalanma risklerinin kontrol altında tutulmasında Analitik Hiyerarşi Süreci metodunun kullanılabileceği incelenmiştir. Çalışma Kütahya ilinde faaliyet gösteren Garp Linyitleri işletmesinin paylaştığı veriler ile uygulamalı olarak açıklanmıştır.

Önder vd. (2011), Kütahya ilinde faaliyet gösteren Seyitömer Linyit İşletmesinde 2003-2008 dönemi arasında yaşanan yaralanmalı iş kazaları incelenmiştir. Kaza sıklık oranları, kaza ağırlık oranları ve kaza olabilirlik oranları hesaplanarak incelenen yıllar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. İş kazalarının oluşma nedenleri bulundukları yere, uzuv ve dallarına göre gruplandırılmış ve tüm değişkenlerin risk skorları ve risk grupları 5x5 risk değerlendirme karar matrisi yöntemi ile belirlenmiştir.

Nouri vd. 2013 yılında, İran'ın güneyindeki Kerman eyaletinde bulunan Chah Firuze bakır madeninin çevresel risklerinin belirlenmesi, araştırılması ve değerlendirilmesi amacıyla HTEA yöntemini kullanmışlardır. Sonuçlar, maden arama ünitesinin nispeten tehlikeli birimlerden biri olduğunu göstermiştir.

Özfirat vd. (2013), çalışmalarında yeraltı nakliyatında oluşan riskleri HTEA yöntemiyle sınıflanmışlar ve alınması gereken önlemleri belirlemişlerdir. Alınan önlemler vasıtasıyla risk öncelik sayılarında düşüş tespit edilmiştir.

Özçelik (2013), mermer ocaklarında iş kazası yaşanmadan önce yapılacak olan risk değerlendirmesi ve İSG yönetim sistemi planının hazırlanmasının önemi sonrasında da etkileri incelenmiştir. Çalışmada bir mermer ocağında Fine-Kinney metodolojisiyle risk analizi uygulaması yapılmış ve önleyici tedbirler belirtilmiştir.

Göztepe (2014), mermer ocaklarındaki risklerin 3T metodu ile risk değerlendirmesi ve uygunsuzluk izleme sistemi üzerine çalışma yapmıştır. 3T risk değerlendirme metodu, çalışma yapılan bölgeye hakim kişilerce uygulanması sonucunda, farkındalık yaratılması açısından etkili olduğu vurgulanmıştır.

Sarıkaya (2014), Bilecik ilinde faaliyet gösteren Özçelik Mermer Fabrikasında 5X5 risk kontrol matris diyagramını kullanarak risk değerlendirmesi yapmıştır. Sonraki süreç içerisinde işletmede kullanılan ekipmanların mevcut durumunu tetkikinde bulunulmuş, Elmeri metoduyla irdelleyerek işletmenin iş güvenliği performansını ölçmüştür.

Dülger (2015), TRIZ metodunu kullanarak mermer ocaklarındaki problemlerin çözümü için incelemeler yapılmıştır. Değerlendirme sonrası alınan aksiyonların sonrasında; gürültü seviyesinde yaklaşık % 7,2, hatalı malzeme üretiminde % 5, üretim süresinde % 11 iyileştirme sağlanmıştır. Ayrıca, makinelerde tüketilen enerji, su ve yakıt da ekonomiklik ve mermer yüzey işleme sonrasında oluşan atıklar da çevre açısından değerlendirilmiştir.

Taştan (2016), potansiyel tehlike ve riskleri irdelemek amacıyla 19 granit yüzey işleme tesisi incelemiştir. İncelemeler sonucunda tesislerdeki en riskli üretim kısmının elmas tel kesimi kısmı olduğu tespit edilmiştir. Sıklıkla karşılaşılan risklerin ise el-kol zedelenmesi ve gürültüye bağlı işitme kayıplarının olduğunu tespit etmiştir. Tüm tesislerden alınan veriler karşılaştırmalı analizi ile değerlendirilerek risklere ilişkin alınması gereken önlemler belirtilmiştir.

Ersoy vd. (2017), Afyonkarahisar bölgesindeki mermer fabrikalarının İSG sürecinin iyileştirilmesi amacıyla hazırladıkları programda Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemini kullanmışlardır. İyileştirme çalışmaları sonucunda ilk dönemde %50,08 oranında bir gelişme tespit edilmiştir.

Çelik vd. (2017), mermer ocaklarında blok kesim işlerinde kullanılan elmas tel ve kollu kesme makinelerinin birlikte kullanımı ile ilgili yaptıkları çalışmada, zincirli kollu kesicilerin kullanıldığı koşullarda elmas tel kesme yöntemine göre hem iş gücü ve hem de zaman bakımından tasarruf yapıldığını ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmanın; açık ocak mermer işletmeciliğinde daha önce risk analizi yöntemi olarak Hata Türü ve Etkileri Analizinin kullanılmamasından ötürü madencilik sektöründe risk değerlendirme çalışmalarına katkıda bulunacağı söylenebilmektedir. Ayrıca, verimli bir risk analizi yapabilmek için doğru risk değerlendirme metodlarının tespit edilmesinin önemli bir yeri olduğuna değinilmektedir.

2. MERMER SEKTÖRÜ

Günümüzden yaklaşık 2000 yıl öncesinde Marmara Adasında başlayan mermer işletmeciliği, birçok uygarlığın kuruluşunda ve gelişmesinde büyük bir rol almıştır. Medeniyetin ilerlemesine paralel gerek mezar, saray, hamam, cami, çeşme gibi yapı işlerinde kullanılmış gerekse anıt ve heykelticilik gibi sanatsal amaçlar da kullanılmıştır (Gürsoy, 2005).

Bilimsel olarak, kalker türevlerinin yüksek ısı ve basınç altında kristalleşmesi sonucu oluşan metamorfik bir kayadır. Bileşimlerinde yüksek seviyede kalsiyum-karbonat, düşük seviyede de magnezyum-karbonat olan mermerler kalsit kristallerinden meydana gelmiştir. Kalsiyum-karbonat billurlarından oluşan bileşiklerinde %95 oranında kalsit kristalleri mevcuttur. Yapılarında eser miktarda pirit, mika, silikat, silis, demir-oksit, feldspat da içerebilmektedir (Şentürk vd., 1995).

Ticari olarak, çok geniş teknik özelliklere dayalı bir anlam içermektedir. Mermerin ticari anlamda aranılan özellikleri arasında kesilip dilimlenebilmesi, kenar ve köşe verebilir olması ve yüzeyinin cilalanabilirliği gibi özelliğe sahip doğal taşlar mermer kategorisinde değerlendirilmektedir. Bu tür doğal taşlar genellikle peyzaj taşları olarak da adlandırılmaktadır. Cilalanabilirlik, peyzaj taşları için aranılan bir özelliktir. Örneğin, yüksek cilalanabilir olarak kabul edilen kalker, breşler, traverten ve oniks doğal taşlarının yanı sıra granit, diyabaz, fonolit ve serpantin gibi magmatik doğal taşlar da mermer tanımı içerisine girmektedir (Olçayır, 1993; DPT, 2001).

2.1. Mermer Kullanım Alanları ve Bazı Özellikleri

Mermerler endüstriyel, sanatsal ve yapı sanayinde kullanım alanına sahiptirler. Mermere ait fiziksel, kimyasal ve minerolojik özelliklerinin bilinmesi önem arz etmektedir. Mermerin incelenen özelliklerinin istenen standartlara uygunluğu ile doğru seçim mümkün olabilmektedir. Taşıyıcı sistemlerde yapı elemanı, dekoratif veya yalıtım amacı ile duvar, taban ve çatı kaplamalarında, tezgâh ve masa üzeri dekoratif aksesuar yapımında ve sanatsal tasarım çalışmalarında mermer yaygın şekilde kullanılmaktadır (Vardar, 1990).

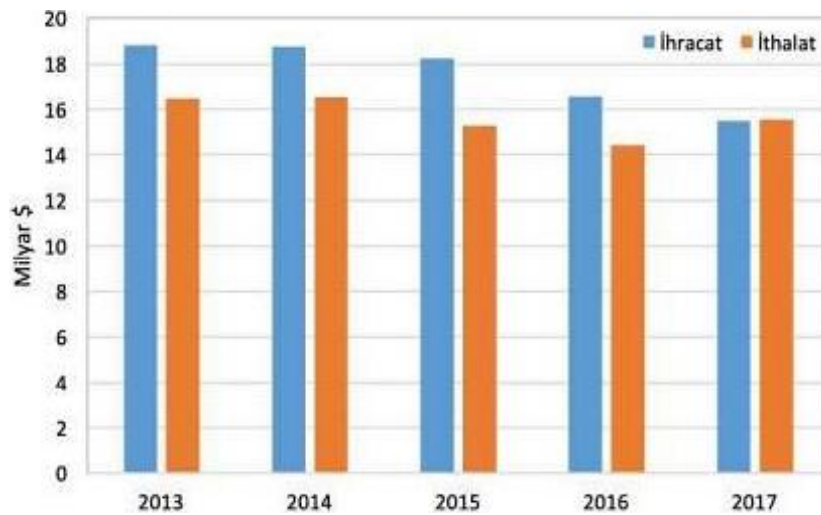
Başlıca gözetilen nitelikler; rengi ve desen dağılımı, blok vermesi, cila atılabilirlik, kimyasal ve atmosferik maruziyete dayanım, çeşitli jeomekanik ve fiziksel özellikler olarak sıralanabilmektedir. Mermer kimya sanayinde, tarım ve hayvancılık da yem ve gübre, ulaşım ve yapı işlerinde ise asfalt altı dolgu malzemesi olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca ufak mermer

parçalarından mozaik, mermer artıklarından ise paledyen, ve yapay mermer üretimi de yapılmaktadır.

Mermerler estetik amaçlarla kullanıldığından ve endüstriyel yapı malzemeleri sınıfında yer almasından ötürü ticari olarak mermerlerde renk ve desen dağılımı en önemli özelliklerinden birisi olmaktadır. Mermerler tek renk olabildikleri gibi farklı desenler ve renk dağılımlarında olabilmektedirler. Ancak mermerlerin ticari anlamda renk ve desen bakımından homojenliğe sahip olmaları arzu edilmektedir (Ersoy, 1991).

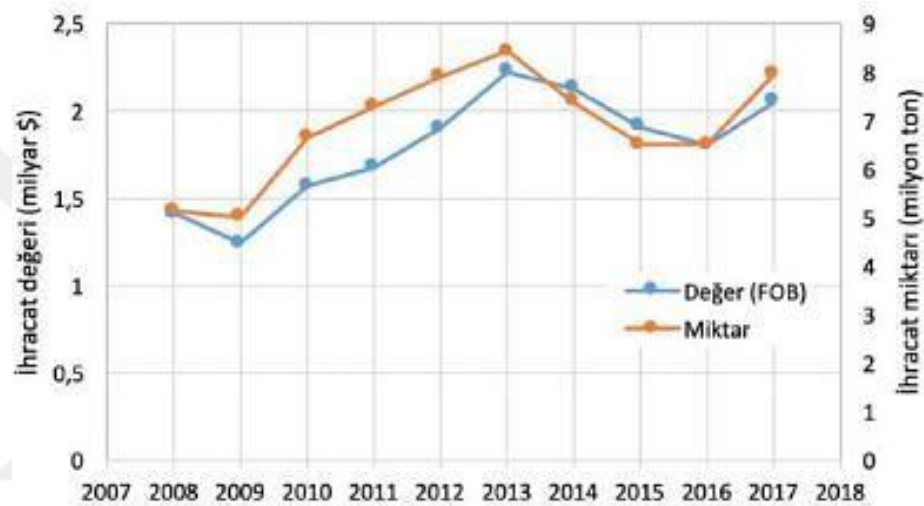
2.2. Dünyada ve Türkiye’de Mermer Sektörü

Dünya’da ve ülkemizde mermere ihtiyaç ve talep yükselen ivme göstermekte ve mermer sektörü, endüstrinin yükselen sektörlerden birisi haline gelmektedir. Dünya genelinde Alp-Himalaya kuşağı içerisinde yer alan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye gibi ülkelerin mermer rezervlerinin büyük bir kısmına sahip olduğu bilinmektedir. İşletilebilir sert taş rezervlerinin ise İspanya, Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika’da gruplaştığı görülmektedir. Şekil 2.1.’de 2013-2017 yılları arası Dünya doğal taş mermer ithalat ve ihracat göstergeleri verilmiştir (TÜMMER, 2018).



Şekil 2.1. Dünya Doğal Taş Mermer İthalatı ve İhracatı (TÜMMER, 2018).

Ülkemiz gerek kalite, gerekse üretim imkânlarının cazipliği açısından yüksek miktarda mermer rezervine sahiptir. Rekabet gücü yüksek olan mermer rezervlerimizden ülkemizde etkili şekilde faydalanılması gerekmektedir. Arama, işletme ve işleme süreçlerinde modern yöntemlerin kullanılması, eğitim, altyapı problemlerine karşı gereken desteğin sağlanması ile mermer sektörümüz önümüzdeki dönemlerde ihracat ürünleri içerisinde yükselişe geçeceği düşünülmektedir. Şekil 2.2.'de son 10 yıl Türkiye doğal taş mermer ihracatı göstergelerine yer verilmiştir.



Şekil 2.2. Son 10 yıl Türkiye Doğal Taş İhracatı (TÜMMER, 2018).

2.3. Mermer Ocaklarında İş Kazaları

Madencilik sektörü, endüstrinin en yüksek yatırım maliyetlerine sahip ve riski yüksek iş kollarından biridir. Bu nedenledir ki çalışanlar işin işleyişi sırasında iş kazası veya meslek hastalığına maruz kalabilmektedir.

Mermer ocaklarında sıkça karşılaşılan kazalarının sebepleri şu şekilde sıralanabilir;

- Çalışan personelin kendi dikkatsizliği ya da çalışma alanının emniyetsizliği nedeni ile basamaktan düşmesi,
- İş makinelerinin yükleme-boşaltma icraatı esnasında çalışan personelin üzerine malzeme boşaltması,
- Personelin, iş makinalarının manevraları sırasında çarpma/ezme kazalarına maruz kalması,
- Yetkisiz ya da eğitimsiz personelin kesim işlemi yapmasından ötürü elmas tel kopması,

- Enerji nakil hatlarının yıpranması,
- Taşıyıcıların uygun kullanılmaması nedeni ile personel üzerine parçasının düşmesi,
- İş makinelerinden kontrolsüz fırlayan parçalar.

İş kazalarının oluşumu incelendiğinde riske maruz noktalarda hata, ihmal ve kusurlar sonucunda beklenilmeyen anda oluşan, etkilenen çalışana ani ya da sonradan fiziksel veya ruhsal hasara uğrattır. Ayrıca, ölümlü sonuçlanan kazalarda, kazadan fiziksel hasar almayan çalışanlar üzerinde ruhsal problemler de görülebilir.

Kaza sonucu ortaya çıkan fiziksel yaralanma tipleri;

- Omurga yaralanmaları,
- Solunum sistemi organları ve göğüs kafesi kırıkları,
- Kalça, diz kapağı çatlakları,
- Omuz ve dirsek kırıkları,
- El bileği yaralanmaları,
- Diz kemiği çatlakları ve ayak zedelenmeleri,
- Ruhsal zararlardır.

Kazaların bedenen ve ruhen zarar vermesinin nedeni ise kazaların oluşumu aniden beklenilmeyen anda olmasındandır. Ancak koşan bir çocuğa annesinin "koşma düşersin" demesi; kaza olmadan önce, kazanın yaşanma olasılığı ve yaratacağı zarar belirtebilir. Çünkü anne, daha önce birçok çocuğun koşarken düştüğüne ve zarar gördüğüne şahit olmuştur. Kaza riskinin belirlenmesinde kişilerin deneyimleri de kazaya yaklaşımda farklılık yaratabilir. Koşan çocuk örneğinde açıklandığı gibi annenin ve çevredeki diğer kişilerin tepkileri ve ikazları farklı olacaktır. Bu bağlamda kaza riski ve kaza şiddetinin belirlenmesinde değerlendirme yapan kişinin bilgi ve deneyimleri önem arz etmektedir. İstatistiksel veriler de değerlendirme yapılırken farklı bakış açılarıyla yol gösterici olmaktadır (Eleren ve Ersoy, 2011).

2.4. Uygulamanın Yapıldığı Mermer İşletmenin Tanıtımı

Uygulama çalışması, 1998 yılından beri, Denizli bölgesinde mermer ve traverten ocak işletmeciliği faaliyetlerinde bulunan bir işletmede yapılmıştır. İşletme üretim ocaklarında birçok farklı tür ve desende mermer blok üretimi yapmakta yine kendi fabrikasında ebatlı olarak ürettiği ürünlerini, yurtiçi ve yurtdışı müşterilerine sunmaktadır. 42 çalışanı bulunan işletmede elmas tel kesme yöntemiyle mermer blok üretimi gerçekleştirilmektedir.

Mermer ocağında üretim açık işletme yöntemi ile yapılmaktadır. Yöntem de öncelikli olarak yükseltileri 6-10 metre arasında değişen basamaklar oluşturulmaktadır. Basamaklar üzerinde çeşitli ölçülerde levhalar şeklinde kesim işlemi yapılarak üretim gerçekleştirilmektedir. Basamakların oluşturulmasında, ilk ağız açılmasında kullanılan üçgen kesim uygulamasıyla serbest yüzey elde edilmektedir.

Basamaklardan öncelikle büyük boyutlu dilimlerin kesim işlemleri tamamlanır. Kesilen büyük dilimlerden küçük dilimler oluşturulması işlemlerinde ise tel kesme makineleri kullanılmaktadır. Elmas tel kesme makinelerinin çalışma prensibi elektrik motorlarına bağlı olarak döndürülen burulu çelik teller üzerine aralıklı düzende yerleştirilmiş elmasların blok içinde, önceden delinmiş gözler içerisinden geçirilerek, hareket etmesiyle kesen ekipmanlardır. Elmas tel kesim işlerinde, elmas tel üzerindeki elmas tanelerinin kesilen bloğun tüm yüzeylerinin eşit şekilde temas etmesi için tel burğu yapılarak takılmaktadır. Elmas tel kopmasıyla birlikte tel kırbaç gibi kontrolsüz savrularak önceden öngörülemeyen çok geniş alana dağılarak hareket etmektedir. İsabet ettiği tüm noktalara büyük zarar vermektedir. Ayrıca; elmas tel üzerinde bulunan elmaslar, bilezikler, sıkma parçaları bir silahtan atılan mermiler gibi işletme alanına kontrolsüz şekilde saçılabilir.

Mermer işletmelerinde ana kütleden kesim işlemi biten büyük blokların devrilmeleri, sayılanmaları ve stok sahasına nakil edilmeleri esnasında iş makineleri ve yüksek tonajlı kamyonlar kullanılmaktadır. Ağırlıkları yüksek mermer blokların nakil işlemleri esnasında dikkatli çalışılmadığında ise iş kazalarına sebep vermektedir. Ayrıca bir çeşit açık maden işletmesi olan mermer ocaklarında, her açık işletmesinde olduğu gibi kaynak makinesi, kompresör ve hava nakil hortumları, elektrik panosu, jeneratör ve enerji nakil kabloları, kaynak işlerinde kullanılan oksijen tüpleri gibi ekipmanların dikkatli kullanılmaması sonucunda kaza riski taşıyan birçok araç ve gereç bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; mermer ocağındaki faaliyetlerden kaynaklanan tehlikelerin ve risklerin tespit edilerek değerlendirilmesidir. Değerlendirme doğrultusunda tehlikelerin önem ve öncelik düzeylerine göre riskleri en düşük seviyeye düşürmek için işletmede alınacak önlemlerin belirlenmesi ile bir risk algılama bilincinin oluşturulması ve işletmede alternatif bir risk analiz yöntemi kullanılarak risk değerlendirmesi yapılarak risk yönetim sistemi kurmaktır.

3. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

İş sağlığı ve güvenliği, genel olarak yapılan iş nedeniyle oluşabilecek her türlü uzun ve kısa süreli sağlık sorunlarının giderilmesine yönelik çalışmalar olarak adlandırılmaktadır. İş güvenliği ücretli olsun olmasın her türlü işi kapsar. Çalışanların güvenliğini sağlamak ile sağlıklı ve güvenli koşullarda çalışmak için alınan önlemler iş güvenliği kapsamındadır.

İş sağlığı ve güvenliği, işyerinde herhangi bir iş kazası ve meslek hastalığı riski oluşmasına karşı önlem alan ve tim gereklilikleri yerine getirmeyi amaçlayan bir bilim olarak da tanımlanabilir. Ülkemizde geçmişte işçi sağlığı ve güvenliği olarak bilinen bu kavram, 2012 yılında yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği İSG olarak da belirtilmektedir.

İSG'nin temel hedefi, işin icra edilmesi esnasında veya iş dolayısıyla kaza yaşanma ihtimalini en aza indirmek, çalışma koşulları ile ilgili şuan ve ileride oluşması muhtemel sağlık sorunlarını ve meslek hastalıklarının önlenmesini sağlamak gerekli tedbirleri almaktır. Bir diğer deyişle, çalışanların işe başlatılmadan önceki ve çalışmanın bitirilmesinden sonraki sağlık durumunun aynı olmasını sağlamaktır. İş sağlığı ve güvenliği, her sektörde, her iş kolunda, her yaşam alanında kısaca yaşamın her anında tüm insanların sağlığının zarar görmesinin önlenmesi ve iş hayatında ise daha ergonomik bir çalışma ortamı sağlamayı amaçlayan çalışmaların bütünüdür.

İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında, her aşamada çalışan katılımı ve uygulamaların sürdürülebilir olması açısından son derece önem arz etmektedir. İş güvenliği uzmanı, işyeri hekimleri ve diğer sağlık personelleri ile aşamaların teknik kısmı uygulanır. İş güvenliği tüm işletmeler için son derece önemli olup üzerinde titizlikle çalışılması gereken bir disiplindir. İş yerinin maddi varlığı, işletme prestiji kadar çalışanların sağlığı ve can güvenliği de oldukça önemlidir.

Endüstrinin ve teknolojinin artan hızı gelişimi ile birlikte iş sağlığı ve güvenliği ve risk analizi konuları daha çok ön plana çıkmıştır. Gerekli tedbirlerin alınmaması halinde, işletmelerde gerçekleşen iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle maddi ve manevi kayıpların yaşanması sonucunda ortaya çıkmış bilimsel bir disiplindir.

İş sağlığı ve güvenliği işyerlerinde, kaza ve meslek hastalıklarına neden olabilecek potansiyel tehlikelerin ve risklerin öngörülmesi, değerlendirilmesi ve tespit edilen risklerin

bütünüyle yok edilmesi ya da etkilerinin minimum düzeye indirilmesini amaçlayan bir disiplindir. Genel anlamda ise işçilerin ve işletmenin yapılan İSG çalışmalarıyla iş kazalarının oluşumunun engellenmesi tüm tehlike ve zararlarından kaçınmasını amaçlamaktadır.

3.1. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

Dünya'da iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla ilgili çalışanların korunmasına yönelik ilk çalışmalar ve yasal düzenlemeler 19. yüzyılın sonlarında başlamıştır. Sanayi devrimi ile birlikte doğan bir sınıf olan işçi sınıfı, gelişen toplumun refahının bedelini ödemeye başlamıştır. Durumun sosyal adaletle örtüşmediği ve iş kazaları ve meslek hastalıklarına ilişkin yasal düzenlemeler getirildiği görülmüştür. Kanunda yapılan düzenlemelere rağmen, sanayileşme sürecinin devam ettiği tüm ülkelerde, iş kazaları, teknolojik gelişmelere paralel olarak en önemli ve en sık karşılaşılan sosyal sorunların başında gelmektedir (Yılmaz, 2006).

İnsanların çalıştıkları işle ilgili olarak karşılaştığı sorunları ve bu konuda karşılaştıkları sağlık sorunları üzerine çalışma M.Ö. 2600'lerde yaşayan Imhotep, Eski Mısır'da mimar ve mühendis aynı zamanda doktor ve rahip olarak çalışmıştır. Özellikle Mısır piramitlerinin inşası sırasında kazalarda çok sayıda insanın öldüğünü ve çalışanlarda bel problemlerinin sıkça görüldüğüne yönelik tespitlerde bulunmuştur.

M.Ö. 2000'lerde; Babil döneminde ilk tarih yasalarından biri olan Hammurabi Kanunları'nda yapılan düzenlemelerle, iş sağlığı ve güvenliği temellerinin atıldığı ve işverenin işin olumsuz sonuçlarından da sorumlu olduğu ilk hükümler alınmıştır. Hammurabi Kanunları'ndaki düzenlemeler aşağıdaki gibidir (Richardson, 2005);

- Yapılan evin yıkılması ve evin sahibinin ölmesi durumunda, binayı inşa eden kişiye ölüm cezası verilir (Hammurabi Kanunları; Madde 229).
- Yapılan evin yıkılması ve evin sahibinin oğlunun ölmesi durumunda, binayı inşa eden kişinin oğluna ölüm cezası verilir. (Hammurabi Kanunları; Madde 230)
- Yapılan evin yıkılması ve evin sahibinin oğlunun ölmesi durumunda, binayı inşa eden kişinin aynı vasıfla çalıştırdığı bir köleyi bina sahibine vermekle mükelleftir. (Hammurabi Kanunları; Madde 231)
- Yapılan evin içerisindeki mallarının hasara uğraması karşılığında, binayı inşa eden kişi yeniden inşaat sürecinde bulunmakla birlikte evin sahibinin tüm zararlarını karşılamakla mükelleftir. (Hammurabi Kanunları; Madde 232)

İSG ile ilgili ilk bilinen eserler; Antik Yunan düşünür Herodot'a uzanmaktadır. Herodot, çalışanın verimliliğini artırması amacıyla çalışanları yüksek enerjili gıdalarla beslemenin gerekliliğini vurgulamıştır.

Kurşunun toksik etkilerinden ilk defa Hipokrat söz etmiştir. Nicander, Hipokrat'ın çalışmalarını geliştirmiştir. Çalışanlar sadece sağlık ve güvenlik konularının tanımlanması ve bunun yanı sıra, zararlı etkilere karşı koruma için önlem alınması gerekliliğini de vurguladığı görülmüştür. Plini, ortamdaki tehlikeli tozlardan korunmak için çalışanların maske takmaları gerektiğini ifade etmiştir (Yiğit, 2011).

Paracelsus, Agricola ve Ramazzini'nin çalışanların sağlık ve güvenlik sorunlarının analizi ve çözümlenmesi konusunda çalışmaları olmuştur. Paracelsus, maden işçilerinde gözlemlenen kurşun ve cıva zehirlenmelerinin yer aldığı "De Morbis Metallici" adlı ilk iş hekimliği kitabını da yazmıştır. Dünya'da bilinen ilk mineroloji bilgini olan Agricola ise; "De Re Metallica" adlı eseriyle madencilik bilgisini kapsayan yapıt ortaya koymuştur. Maden ocaklarındaki tozları önlemek için madenlerin havalandırılmasının gerekliliği olduğunu ve iş sağlığı ve güvenliği önlemleri konusunda bazı önerilerde bulunduğu belirtilmektedir. Bilimsel ilkeler doğrultusunda İSG konusunda çalışan Dr. Bernardino Ramazzini 1713 yılında yazdığı "De Morbis Artificum Diatriba" isimli meslek hastalıkları üzerine yazdığı eserinde İSG kavramına öncülük etmiştir (Yiğit, 2011).

18. yüzyılın ilk yarısında, ilk kez İngiltere'de ortaya çıkan Endüstri Devrimi ile birlikte üretim sürecinin kalitesi temelden değişime uğramıştır. Bu dönemde, İngiliz Parlamentosu üyesi Anthony Ashley Cooper'ın madenlerde çalışan kadın ve çocuk işçiler için koruyucu hükümler, çalışma saatleri hakkında Dr. Thomas Percival'in raporları ve genç işçilerle ilgili koşullar İngiltere Parlamentosu'nun inisiyatif almasına neden olmuştur. İngiltere'de Percival Pott baca temizleyici işçilerde kansere yakalanma riski ve fabrikalardaki baca temizleyicilerinde çocuk emeğinin kullanımının gözlenmesinden ötürü 1788 tarihli Baca Temizleyicileri Kanunu çıkarılmıştır.

1833 yılında yeniden yürürlüğe giren Fabrikalar Yasası ile 9 yaşın altındaki çocukların çalıştırılması, 18 yaşın altında çalışması, günde 12 saatten fazla çalıştırılması yasaklanmıştır. Fabrikaların denetimi için müfettişler yasası çıkartılarak denetimleri yapacak kişiler yasallaştırılmıştır. 1842 tarihli bir başka düzenlemeyle birlikte 10 yaşın altındaki kadınların ve çocukların madenlerde çalışması yasaklanmıştır. 1844 tarihli düzenlemede ise fabrikalarda işyeri hekimi bulunması zorunlu hale getirilmiştir.

İngiltere'de görülen ve gerçekleştirilen bu düzenleme zinciri, Avrupa'daki diğer ülkelere örnek teşkil etmiştir. 1849'da Almanya'da, 1840'ta İsviçre'de ve 1842'de Fransa'da iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yasalar çıkarılmıştır. Ulusal ölçekte iş sağlığı ve güvenliği alanındaki bilimsel çalışmalara ve yasal düzenlemelere ek olarak, 1919'da uluslararası alanda kurulan Uluslararası Çalışma Örgütü, ilk olarak Birleşmiş Milletler'e bağlı bir kuruluş olarak tanınmıştır. 1946 yılında Birleşmiş Milletler ile imzalanan bir antlaşma ile bağımsız bir uzman kuruluş halini almıştır (Kaynak ve Geylan, 2000).

3.2. İş Sağlığı ve Güvenliğinin Türkiye'deki Uygulamaları

1869 tarihinde yürürlüğe giren Maadin Nizamnamesi ile birlikte, iş güvenliğine dair kurallara daha fazla yer verilmiş ve Dilaver Paşa Nizamnamesinin eksikleri giderilmeye çalışılmıştır. Osmanlı Devleti'nin Batı tipi modernleşmesine bir cevap olarak ortaya çıkan ve 1876'da yürürlüğe giren ilk medeni kanun olan Mecelle'de, iş güvenliğine yönelik işçinin, işverenin kusuruyla zarara uğraması halinde işverene bu zararın tazmin yükümlülüğü getirilmiştir.

10.09.1921 tarihli ve 151 sayılı Ereğli Havza-i Fahmiyesi Maden Amalesinin Hukukuna Müteallik Kanun ile birlikte madenlerde 18 yaşından küçük işçilerin çalıştırılması yasaklanmıştır. 18 yaşından büyük işçilerin ise günlük çalışma süreleri 8 saatle sınırlandırılmış, işçinin 8 saatten fazla çalışması gerektiğinde ise iki kat fazla ücret ödenmesi ve yapılacak fazla çalışmanın her iki tarafın rızasıyla gerçekleştirilmesi hususları düzenlenmiştir.

1923 tarihli İzmir İktisat Kongresi'nde işçilerin haklarının korunmasına yönelik kararlar alınmış, 1924 tarihli Hafta Tatili Kanunu, 1925 tarihli Ulusal Bayram ve Genel Tatiller Hakkında Kanun yürürlüğe girmiştir. 1926 tarihli Borçlar Kanunuyla birlikte işverenin, işçinin uğrayabileceği tehlikeler karşısında gerekli önlemleri alması gerekliliği aksi takdirde işverenin uğranılan zararları tazmin edeceği hükme bağlanmıştır.

1930 tarihli ve 1593 sayılı Umumi Hıfzıssıhha Kanunu'yla birlikte çalışma hayatında yer alan kadın ve çocuk işçilerin haklarının korunması, en az 50 işçi çalıştıran işyerlerinde işyeri hekimi bulundurma zorunluluğu, orta ve büyük ölçekli imalathanelerde ise revir ve acil müdahale odası kurulması gerekliliğine yönelik hükümler getirilmiştir.

1936 tarihli ve 3008 sayılı İş Kanunu, Türkiye'de çalışma hayatını düzenlemek amacıyla yürürlüğe giren ilk iş kanunu olmuştur. İş sağlığı ve iş güvenliği alanında da birçok düzenlemelerde bulunmuştur ve kanunun uygulanması için çok sayıda tüzük hazırlanmıştır.

2003 yılında Avrupa Birliği'ne uyum sürecinin de etkileriyle mevcut iş kanunu üzerinde birçok düzenleme yapılarak 4857 sayılı İş Kanunu kabul edilmiştir. 4857 sayılı İş Kanunu'na dayalı olarak iş sağlığı ve iş güvenliği kapsamında birçok yönetmelik çıkarılmıştır.

Son olarak; 20.06.2012 tarihli ve 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu kabul edilmiş ve 4857 sayılı Kanunun belirli maddeleri 6331 sayılı kanunun yayımlanmasından itibaren 6 ay içinde yürürlükten kaldırılmıştır (Kaynak ve Geylan, 2000).

3.3. Çalışan Yönüyle İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi

İşçiler çalışma hayatında birçok iş kazası ve meslek hastalıklarından doğrudan etkilenen kişilerdir. Araştırmalar, dünya çapında iş kazaları nedeniyle saniyede en az üç işçinin yaralandığını ve işçinin her üç dakikada bir iş kazası veya hastalık sonucu öldüğünü göstermektedir (Kuru, 2000).

Sıklıkla iş kazaları ve meslek hastalıklarıyla karşılaşan işçiler, yaralanabilmekte ve hatta ölümle sonuçlanan kaza geçirebilmekte, işgücünün tamamını veya bir kısmını, sürekli veya belirli bir süre boyunca kaybetmektedir. İşçilerin geçici veya sürekli iş göremez olması, üretim süreci sonunda kazanacakları gelirden de mahrum kalmalarına neden olacaktır. Böyle bir durumla karşı karşıya kalan işçiler geçici veya kalıcı iş göremezlik ödeneği almaktadırlar. Kalıcı olarak iş göremeyen işçilerin gelir yaratma kapasiteleri sınırlandırılacak ve iyileştirme sonrasında sadece düşük ücretli bir işte çalışabilecekler. Ücret geliri dışında geliri olmayan işçilerin ve bağımlılarının çoğu, ekonomik sıkıntı içerisinde olacak ve işçiler, eski sağlıklarına geri kavuşamayacak buna bağlı olarak da moral çöküntüsünü ömür boyu taşıyacaklardır. Ölümlü kazalar ise işçi ve işçinin bakmakla yükümlü olduğu ailesinin karşılayabileceği en büyük tehlikedir. Bu nedenle iş güvenliği önlemleri işçi ve işçi ailesinin kazalar yüzünden doğabilecek ekonomik sıkıntılarını önlemektedir (Akkök, 1977).

3.4. İşveren Yönüyle İş Sağlığı ve Güvenliğinin Önemi

İşyerinde çalışanlardan birinin iş kazası geçirmesi, işçi için olduğu kadar işveren için de büyük önem taşımaktadır. İş kazası iş akışını durdurmakta, üretim temposunu yavaşlatmakta, üretim ve verimlilik kaybına neden olmaktadır. Çalışma ortamının iyileştirilmesi ve iş güvenliğinin sağlanması, iş akışını hızlandıracak, yüksek verimlilik sağlayacak insan, makine, malzeme, ürün ve zaman kaybına neden olan koşulların ortadan kaldırılmasına veya azaltılmasına yol açacaktır. İş güvenliğine yönelik çabalar ayrıca düşük maliyetlere ve ürün

düzeyinde bir artışa da neden olacaktır. Başka bir deyişle, iş kazalarının önlenmesi, işyerinde ikincil ya da yan etki olarak artan verimlilik ve üretkenliğe yol açmaktadır (Aksoy, 1982).

Güvenlik tedbirlerinin alınması işletmeye bir maliyet yükleyecektir. Ancak, işletmedeki çalışma koşullarının iyileştirilmesi iş kazalarını ve meslek hastalıklarını azaltarak genel olarak işletme maliyetlerinin düşmesini ve buna bağlı ürün miktarı artışlarıyla birlikte verimliliğin ve etkinliğin artmasını sağlayacaktır. Böylece, güvenlik maliyetleri bir noktada verimliliği artıracaktır. İşverenin güvenlik önlemi alarak kazandığı bir diğer avantaj, işyerlerinde kullanılan araç ve gereçlerin bu önlemler ile korunmasıdır. Endüstriyel üretimdeki yüksek ekipman maliyetini göz önünde bulundurarak, güvenlik yönetmeliklerine uygun güvenlik önlemleriyle donatmak, hasar olasılığını en aza indirecektir. Güvenlik önlemleri sayesinde, işveren vasıflı işgücünü elinde tutabilecektir. İş güvenliği uygulamaları olan bir işletmede çalışmak işyerinde güveni artıracak ve işletmenin itibarını olumlu yönde etkileyecektir. Bu rekabet koşullarını işletme lehine çevirecektir. Görülmektedir ki kazaları önlemek için tedbir alınmaması nedeniyle ortaya çıkan sorunlar çok yönlü ve ağırdır. Kazaları önlemekten çok daha fazla maliyet gerektirecektir. Ayrıca, önleyici tedbirlerin alınması, kaza ile ilgili yükümlülükler için ödeme yapmaktan çok daha insancıdır (Kaynak ve Geylan, 2000).

İşyerlerinde yaşanan yaralanma ve hastalık maliyetleri toplam maliyetin küçük bir parçasını oluşturmaktadır. İş kazası ve meslek hastalıklarının toplam maliyetini buzdağı teorisinde incelersek, asıl önemli maliyetin buz dağının üstünde görünen kısımda değil, su altındaki kısımda olduğu Şekil 3.1.'de görülmektedir. Su yüzeyinin üzerinde görünen kısmı direkt (görünür maliyet) maliyeti, su yüzeyinin altında kalan yani görünmeyen ve buz dağının 2/3'nü oluşturan büyük kısmı endirekt (görünmez maliyet) maliyetleri ifade etmektedir.

Hangi dolaylı maliyetlerin ne olduğunu ve nasıl belirlenebileceğini kesin olarak bilmek zordur. Endirekt maliyetler, bir iş kazası sonucu hemen ve önceden hesaplanamayan uzun bir süre boyunca meydana gelen masraflardır. İş kazaları ve meslek hastalıklarının direkt ve endirekt maliyetleri aşağıdaki gibidir:

Direkt (Görünür) Maliyetler:

- İlk yardım, ambulans ve tedavi ödemeleri,
- Geçici veya kalıcı iş göremezlik ve ölüm tazminatları,
- Çalışana veya yakınlarına ödenen maddi ve manevi tazminatlar,
- Sigortaya ödenen ödemelerdir.

Endirekt (Görünmez) Maliyetler:

- İşletmenin ya da üretim hattının bir bölümünün ya da tamamının kaybedilmesi,
- İşçinin üretimde çalışmaması nedeniyle iş gücü ve maliyet kaybı,
- Adli masraflar,
- İşe yeni bir işçinin alınması gerekiyorsa veriminin düşük olmasının getirdiği maliyet,
- Kazanın getirdiği fazla mesainin maliyeti,
- Kaza esnasında, bu bölümde işin durması nedeniyle zaman ve maliyet kaybı,
- Mamüllerin ya da hammaddelerin zarara uğraması,
- İşçinin moral bozukluğu nedeniyle iş yavaşlatmalarından doğan üretim kayıplarıdır.



Şekil 3.1. İş Kazası Maliyetleri Buzdağı Teorisi (Özkılıç, 2007).

4. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNDE RİSK DEĞERLENDİRMESİ

İş sağlığı ve güvenliğinde risk değerlendirmesi; İş yerlerinde mevcut ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin; çalışanlara, işyerine ve çevresine verebileceği zararların ve tehlikelere karşı alınacak önlemlerin tespiti amacıyla yapılan çalışmalar olarak ifade edilmiştir (Alataş 2007; Güçlü, 2007).

Risk değerlendirmesi ayrıca olası hata türlerinin tanımlanmasına, hatanın etkilerine zarar verme olasılığının değerlendirmesinin yapılması ve değerlendirme sonucunda öncelikli önlemlerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

OHSAS 18001'in temeli olan BS 8800 tarifnamesinde ise risk değerlendirmesi; "Tüm proseslerde, riskin sonuçlarının büyüklüğünü tahmin etmek ve riske tahammül edilip edilemeyeceğine karar vermek" olarak açıklanmıştır.

İngiliz Güvenlik Konseyi (BSC) risk değerlendirmesini; "Birçok değerlendirme yönteminden bir tanesini seçerek, bir faaliyetten veya durumdan dolayı ortaya çıkan riskin miktarını belirlemektir" şeklinde ifade etmiştir.

Risk değerlendirmesi aşağıdaki soruları yanıtlar:

- Tehlikeler nelerdir?
- Potansiyel etki ve sonuçlar nelerdir ve kabul edilebilir midir?
- Bu etki ve sonuçların olasılıkları nedir?
- Kontrol ve koruma faaliyetleri kabul edilebilir risk seviyesini korumak için yeterli midir?

Bir işletme risk değerlendirmesindeki amaçları:

- İşletmenin çalışan ve çevre açısından emniyet ve sağlık seviyesini belirlemek,
- Güvenlik gerekliliklerine uygunluğun doğrulanması,
- Arızaların mülk, yaşam ve çevre üzerindeki etkilerini belirlemek,
- Hataların nasıl değerlendirileceğini belirlemek,
- Hataların nasıl kontrol edilebileceğini belirlenmesidir.

Risk analizinin işletmeler için birçok faydası vardır, bunlar şu şekilde sıralanabilir:

- İşletmelerde yazılı prosedür ve politikalarının oluşmasını ya da olgunlaşmasını sağlar.
- Çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgilенmesini ve katılımını sağlar.
- Yönetimin de iş sağlığı ve güvenliği konularında bilgilенmesini ve bu konularda karar vermelerini sağlar.
- Risk değerlendirmesinden elde edilen veriler ile işletmedeki olası potansiyel tehlikeler ve bu tehlikelere karşı alınacak önlemler belirlenir.
- İşletmedeki risklerin büyüklüğünün hesaplamasına ve risklerin kabul edilip edilemeyeceğinin kararının verilmesini sağlar.
- İşletmede yanlış güvenlik tedbirleri alınmış ya da çalışanlarda yanlış güvenlik bilinci oluşmuş olabilir, tüm bu organizasyonun geçirilmesini sağlar.
- İşletmede yasal yükümlülükler ve iş sağlığı ve güvenliği politikası çerçevesinde kabul edilebilir bir seviyeye indirgenmiş risk ile çalışmayı sağlar.
- İşletmedeki gerekli düzeltici ve önleyici faaliyetlerin kaydedilmesini, sonuçların izlenmesini ve ölçülmesini sağlar (Özkılıç, 2007).

Risk değerlendirmesi için kullanılan yöntemler niteliksel ve niceliksel olabilir. Niteliksel yöntem, uzmanın deneyim ve bilgisi tarafından tehlikeleri ve zarar olasılığını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. Niceliksel yöntem ise, tehlikelerin eldeki istatistik verilerine dayanılarak belirlendiği bir yöntemdir.

4.1. Risk Analizinde Kullanılan Tanımlar

Risk: Olasılık ve tehlikeli bir olayın sonuçlarının birleşimidir.

Tehlike: Meslek hastalığına, yaralanmaya, ölüme veya maddi kayba neden olabilecek potansiyel durum olarak tanımlanmaktadır.

Tehlikeli Durum: Bünyesinde tehlike barındıran ve her an kazalara, meslek hastalığına veya maddi kayba yol açabilecek şartların varlığıdır.

Tehlikeli Davranış: Çalışanların veya üçüncü şahısların bilerek ya da bilmeyerek yaptıkları kural dışı davranışlardır.

Olay: Bir kazaya neden olan veya neden olabilecek potansiyeli vakadır.

Güvenlik: Kaza, hastalık veya maddi kayıp riskinin olmadığı durumdur.

İş Sağlığı ve Güvenliği: İşçilerin, teknik personelin, ziyaretçilerin veya çalışma alanında mevcut bulunan tüm kişilerin sağlığını ve güvenliğini etkileyen koşullar ve faktörler bütünüdür.

Tetkik: Faaliyetlerin ve bunlarla ilgili sonuçlarının planlanan yasal yönetmeliklere uygunluğunun kontrolün yapılmasıdır. Bu yönetmeliklerin etkin bir şekilde işletmeye uygulanmasını ve hedeflere ulaşmanın uygunluğunu belirleyen bir değerlendirmedir.

Sürekli İyileştirme: İşletmelerde iş sağlığı ve güvenliği için alınan önlemlerin değişen iş yeri şartlarına göre sürekli gözden geçirilerek yenilenmesidir.

Tehlike Tanımlanması: Tehlikenin saptanabilirliğini, etkisini ve özelliklerini tanımlamasıdır.

Uygunsuzluk: İş yeri çevresinin zarar görmesine neden olabilecek iş standartlarına, prosedürlere, kurallara, yönetim sistemine aykırı durum.

İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi: İşletmenin, çalışma alanı ile ilgili risklerini yönetmek için kullanılan sistemler bütünüdür. Yönetim sistemi; işletmenin yapısını, faaliyetlerini, sorumlulukları, süreçleri ve İş Sağlığı ve Güvenliği sisteminin geliştirilmesi, uygulanması, iyileştirilmesi ve sürekliliğinin sağlanması için gerekli işlemleri kapsar.

Katlanılabilir Risk: İşletmenin kanuni yükümlülükleri ve İş Sağlığı ve Güvenliği kuralları çerçevesinde tolere edilebilir seviyeye düşürülmüş risktir.

Risk Yönetimi: İnsan yaşamı ve çevre güvenliği ile ilgili riskleri değerlendirmek ve kontrol etmek için deneyimlerin ve kaynakları etkin şekilde uygulanmasıdır.

Risk Kontrol Noktası: Riski azaltmak için gerekli önlemlerin alınabileceği noktadır.

Risk Değerlendirme: İş yerindeki olası hataların önceden belirlenmesi, bu tehlikelerin meslek hastalığı, ölüm, yaralanma veya maddi kayıpla sonuçlanma olasılığının göz önüne alınarak analizinin yapılması, alınacak önlemlerin ve önceliklerin belirlenmesidir (Öztekin, 2006).

4.2. Risk Değerlendirme Metodolojileri

Risk değerlendirme yöntemleri temel olarak işyerinde mevcut veya potansiyel tehlikeleri tanımlamaya, bu tehlikelerden kaynaklanan riskleri tespit etmeye ve analiz etmeye ve

ortaya çıkan riskleri azaltmak için alınacak önlemleri belirlemeye dayanmaktadır (Konuk vd., 2009).

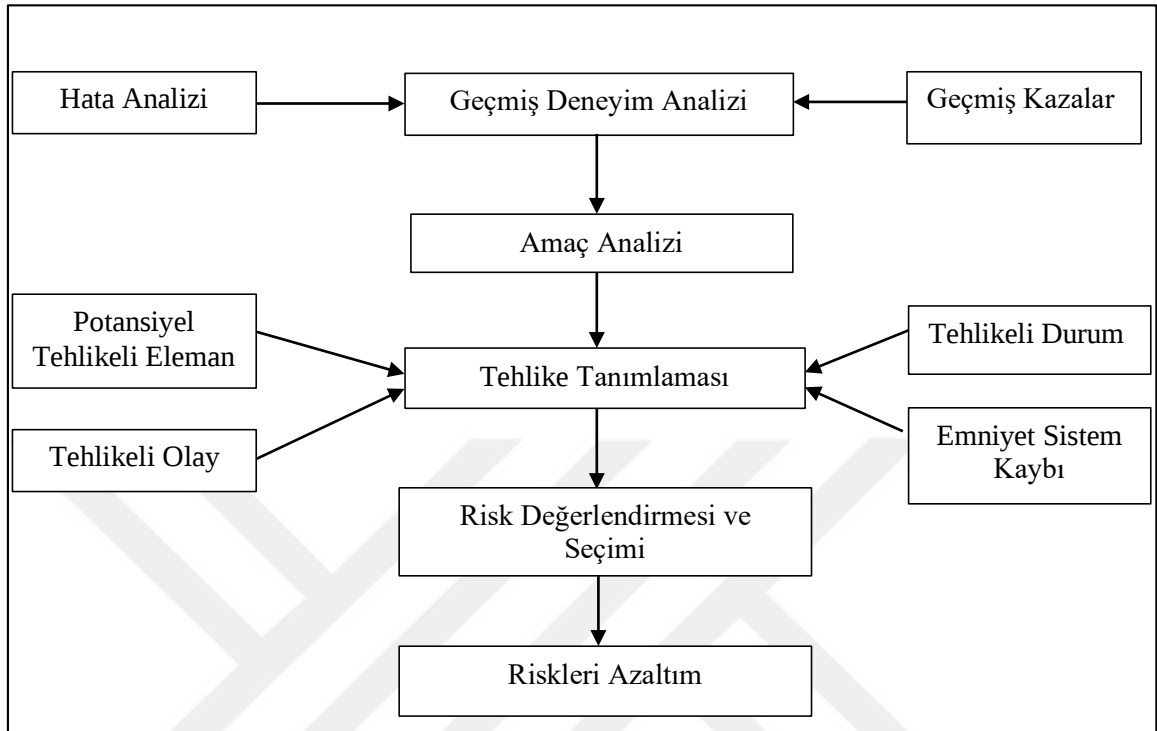
Risk Değerlendirme nitel ve nicel yöntemlerle farklı sektörlerde, farklı şekillerde yapılmaktadır. Hangisinin en iyi sonuç veren yöntem olduğu konusunda bir fikir birliği yoktur. Bu nedenle mühendisler ve iş güvenliği uzmanları, işletmede uygulanan proses türüne ve tecrübelerine en uygun yöntemi seçmektedirler. En yaygın kullanılan risk değerlendirme metotları şunlardır:

- Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis - PHA)
- İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis - JSA)
- Olursa Ne Olur? (What If?)
- Risk Değerlendirme Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix)
- Hata Türleri ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA)
- Güvenlik Denetimi (Safety Audit)
- Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis - FTA)
- Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis - ETA)
- Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis)
- Çeklist Kullanılarak Birincil Risk Analizi Yöntemi (Preliminary Risk Analysis Using Checklists - PRA)
- Fine-Kinney Yöntemi
- HAZOP Yöntemi

4.2.1. Ön Tehlike Analizi (Preliminary Hazard Analysis - PHA)

Ön tehlike analizi, tesisin tasarım aşamasında yada detaylı çalışmalara örnek olarak kullanılabilecek hızla hazırlanabilen kalitatif bir risk değerlendirme metodolojisidir. Bu metotta olası sakıncalı olaylar önce tanımlanır daha sonra ayrı ayrı olarak çözümlenir. Ön tehlike analizi analistler tarafından tasarım aşamasında uygulanır, ancak tek başına yeterli bir analiz metodu değildir, diğer metodolojilere başlangıç verisi olması aşamasında yararlıdır.

Özellikle işyerinde tehlikeli maddelerin varlığında veya yüksek derecede tehlikesi olan bir işlem veya sistemin varlığında uygulanabilir. Ön Tehlike Analizinin dezavantajları; sadece geçmiş deneyimler analizi ve analistlerin geçmiş deneyimleri büyük öneme sahiptir. Diğer yöntemler ile birlikte desteklenerek kullanımı, yöntemi daha faydalı hale getirebilir. Ön tehlike analizi uygulama sürecine Şekil 4.1.'de yer verilmiştir (Alataş, 2007; Maszewski, 2009).



Şekil 4.1. Ön Tehlike Analizi Akış Şeması (Özkılıç, 2007).

4.2.2. İş Güvenlik Analizi (Job Safety Analysis - JSA)

İş güvenlik analizi, işi küçük parçalara ayırarak koşuluyla potansiyel tehlikeleri ve alınacak önlemleri belirlemektedir. Değerlendirme kişi veya gruplar tarafından yapılabilmektedir. Esas olarak iş görevleri üzerinde durulur. Bu analiz, önceden belirlenen işlerden doğabilecek tehlikeleri irdeler ve analiz dört aşamadan oluşur:

- Mevcut durum incelenmesi,
- Görev tehlikelerinin belirlenmesi
- Tehlikelere değerlendirme,
- Risk değerlendirme için risk adımlarına / bölümlerine ayrılması.

Sağlıklı sonuçlar elde etmek için işi icra edenlerin analiz ekibine dahil edilmesi önemlidir. Çünkü yapılan işin, o işte çalışan kişinin sağlık ve güvenliğini etkileyip etkilemediğini doğru bir şekilde belirlemek gerekmektedir. İş Güvenlik analizinin dezavantajları; sadece önceden belirlenmiş işlerin durumu analiz edilmektedir, ekstrem

yaşanabilecek tehlikelere yönelik herhangi bir analiz yapılamamaktadır, durum karşılaştırma analizidir (Alataş, 2007; Özkılıç, 2007).

4.2.3. Olursa Ne Olur? (What If?)

Bu yöntem, “Olursa Ne Olur?” sorusu ile başlar ve sorulara verilen cevaplara dayanmaktadır. Arızaların olası sonuçları tespit edilir ve her durum için öneriler sorumlu kişiler tarafından belirlenir. Risk değerlendirme raporu, tehlike türlerini tanımlamak ve önerileri değerlendirmek için kullanılır. Bu yöntemle risk değerlendirmesinde, risk analistinin dikkatini yalnızca bir noktaya odaklayabilir veya analistin deneyimi tehlikeyi o noktada görmesine izin vermez. İnfomal bir yöntemdir, çünkü işi veya süreci yürüten ekip üyelerinin deneyimlerine dayanır ve sonuçlar bu ekip üyelerinin deneyimlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir. What If? metodolojisi risk değerlendirme çizelgesine Çizelge 4.1.’de yer verilmiştir (Alataş, 2007; Güçlü, 2007).

Çizelge 4.1. What If? Metodolojisi Risk Değerlendirme Çizelgesi (Alataş, 2007; Güçlü, 2007).

“Olursa Ne Olur?”	Sonuç	Tavsiye	Sorumlu Personel	Alınan Eylemin Zamanı
1. Olursa Ne Olur?				
2. Olursa Ne Olur?				

4.2.4. Risk Değerlendirme Karar Matrisi (Risk Assessment Decision Matrix)

En sık kullanılan yaklaşımlardan biri olan risk değerlendirme matrisi, ABD Askeri standartları için sistem güvenlik ihtiyacını karşılamak üzere geliştirilmiştir. İki veya daha fazla parametre arasındaki ilişkiyi incelemek için Matris diyagramları kullanılmaktadır. Bu yöntem basittir ve tek başına risk analizi yapmak zorunda olan analistler için idealdir, ancak farklı süreçler içeren veya çok farklı akış diyagramları içeren tüm işler için tek başına yeterli değildir ve yöntemin başarı oranı analistin birikimine göre değişir. Öncelik gerektiren ve en kısa sürede alınması gereken tehlikeleri tespit etmek için bu tür kurumlarda kullanılmalıdır. Bu yöntemle, oluşma olasılığıyla bir olay meydana gelirse, sonuç derecelendirilir ve ölçülür. Risk Değerlendirme Karar Matrisi dezavantajları; detay içermeyen tehlikenin derhal tespiti ve önlenmesi için yapılan çalışmalardır, bu nedenle uzun vadeli bir fayda içermemektedir (Alataş, 2007).

4.2.5. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis - FTA)

Bu yöntem, 1962 yılında askeri amaçlar için bir güvenlik sistemini kontrol etmek amacıyla uygulanmıştır. Hata Ağacı Analizi'nde, istenmeyen olay kök nedene indirgenir ve diğer olası hatalar ortaya çıkar ve nedenleri açıklanır. İşlem sürecini görsel olarak göstermek için grafiksel bir model kullanan analitik bir risk değerlendirme yöntemidir. Genellikle sistem güvenliği analizinde kullanılan yöntem, belirli bir tehlike ya da kazaya odaklanarak nedenini belirlemek için bir sistem geliştirmeyi amaçlar. Tüm bu hataları ve nedenlerini görüntülerken, hatanın soy ağacı tekniğe özgü mantık sembolleri kullanılarak çıkarılır. Ağaçlar hiyerarşik modellerdir ve güvenlik, dayanıklılık ve risk değerleri açısından performans değerlendirmesinde önemli bir rol oynarlar. Ayrıca, Hata Ağacı Analizi, Hata Türü ve Etkileri Analizi tekniği ve diğer tüm risk analizi metotları ile amaç birliği içinde birlikte uygulanabilir (Alataş, 2007).

4.2.6. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis - ETA)

Kazaya neden olan olaylar zincirini kaydetmenin ve bu olaylar arasındaki ilişkileri tanımlanmasında yol gösterici yöntemdir. Sonuçlar, kazayı tanımlayan hata dizilerinin kronolojik dizisinden, yani ilk olayı takip eden zincir olaylarının tanımlanmasından türetilir. Ayrıca yöntem "ileri görüş düşünme" metodu olarak da anılmaktadır. Hata Ağacı Analizi yöntemindeki gibi tasarlanan olay veya olayın seyri üzerinde etkisi olabilecek çözüm faktörlerin incelenmesi şeklinde uygulanır (Güçlü, 2007).

4.2.7. Birincil Risk Analizi (Preliminary Risk Analysis)

Birincil Risk Analizi, bir etkinliği gerçekleştirirken meydana gelebilecek kazaları analiz etmek için kullanılan sistematik bir yöntemdir. Yöntem kazayı temelinde teşhis etmek için, analizde "bu faaliyetin gerçekleştirilmesinde ne gibi potansiyel kazalar olabilir?" sorusunun cevabı aranmaktadır. İnsan hatası, ekipman arızası, donanım sistemi arızası, yönetim eksiklikleri gibi potansiyel tehlikelere yönelik tehditler bu hataların örnekleri olarak tanımlanmaktadır (Alataş, 2007; Güçlü, 2007).

4.2.8. Çeklist - Birincil Risk Analizi Yöntemi (Checklist & PRA)

Risk değerlendirme yöntemleri arasında ilk önce uygulanan basit bir yöntemdir. Değerlendirme, sistemdeki her aşama için geliştirilen kontrol listeleri aracılığıyla yapılır. Birincil Risk Analizi yöntemi, Risk Değerlendirme Karar Matrisi Metodolojisi ile birlikte de

kullanılabilir. Kontrol listelerinde tespit edilen tehlikeler, etkin sonuçlar almak için deneyimli analistler tarafından risk değerlendirme formunda değerlendirilmektedir (Alataş, 2007).

4.2.9. Güvenlik Denetimi (Safety Audit)

Çalışma alanındaki tehlikeler, kontrol listesi ile tanımlanır. Güvenlik Denetimi ve Birincil Risk Analizi Yöntemi arasındaki fark, tehlikeli alanların sınıflandırılmasının ve bu alanlardaki tehlikelerin tanımlanmış olmasıdır. Bir güvenlik denetimi yapmak için risk haritaları hazırlanmalı ve sınıflandırmalar yapılmalıdır. Birincil Risk Analizi Yöntemi'nde olduğu gibi deneyimli analistler tarafından hazırlanması durumunda kontroller etkili olacaktır. Bununla birlikte, Güvenlik Denetimi yöntemi Birincil Risk Analizi Yöntemi'nden daha kolaydır. Çünkü tehlikeli alanlar tanımlanır, sınıflandırılır ve o alan için hazırlanan belirli kontrol listeleri ile analistin analizini kolaylaştırmaktadır (Alataş, 2007).

4.2.10. Fine-Kinney Yöntemi

Kaza önleme ve kontrolü için matematiksel değerlendirme anlamına gelmektedir (Fine, 1971). Fine-Kinney yöntemi ilk olarak 1971'de Fine tarafından açıklanmıştır. Daha sonraki dönemde Kinney tarafından geliştirilmiş Fine-Kinney yöntemi olarak anılmaya başlanmıştır. Yöntem riskin olasılık boyutunu vurgulamaktadır. Genellikle büyük ölçekli işletmelerde uygulanmaktadır. Küçük ölçekli işletmelerde yöntemin uygulanması daha zor olmaktadır. Son zamanlarda, Türkiye'de yaygın bir yöntem olarak kullanıldığı gözlemlenmektedir. Yöntem esas olarak çimento endüstrisinde, proses endüstrisinde, inşaat endüstrisinde vb. sektörlerde yaygın olarak uygulanır. Risk; tehlikeli olayların olasılığına, tehlikenin ciddiyetine ve olayın sıklığına bağlı olarak değişir. Başarılı bir kaza önleme programı üretimi artırır ve işlem maliyetlerini düşürür. Fine-Kinney yönteminde, risk puanı “frekans-olasılık-şiddet” değerleri ile çarpılarak hesaplanır. Böylece, tehlikeli olayın oluşma olasılığı matematiksel olasılıkla ilişkili olarak belirlenebilir. Fine-Kinney Risk Analizi yöntemi, iş riskine maruz kalma ve risk sıklığını içerdiğinden ötürü alınacak riskleri tanımlamayı kolaylaştırmaktadır (Alataş, 2007; Kinney, 1976).

4.2.11. Tehlike ve İşletilebilme Analizi (Hazard and Operability Studies - HAZOP)

Kimya endüstrisi tarafından geliştirilmiştir. Yöntem, kılavuz sözcüklerin kullanımıyla ve kimyasal sektöre özel potansiyel tehlikeleri dikkate alarak yapılan sistematik bir beyin fırtınası çalışmasıdır. Kimya endüstrisinde, tehlikelerin tanımlanmasına yardımcı olmak için

hem süreç tasarımında hem de operasyonda yaygın olarak kullanılır. Kılavuz kelimeleri, tasarım parametreleri ve çizelgeler kullanılır. Analiz çok disiplinli bir ekip tarafından yapılmalı ve deneyim sahibi ekip lideri tarafından yönlendirilmelidir. Tehlike ve İşletilebilirlik Analizi, işletmenin proses veya operasyon aşamasında tehlikeli risklerin tespitinde etkilidir. Ancak, işlemlere ek olarak, mekanik, elektrik, depolama ve yardımcı işlerde başka işlemler de mevcuttur ve bu işlerdeki tehlikeleri belirlemek için bir veya daha fazla risk değerlendirme yöntemi uygulanmalıdır (Güçlü, 2007).

4.2.12. Hata Türleri ve Etkileri Analizi (Failure Mode and Effects Analysis - FMEA)

Üretim sürecindeki riskleri azaltmayı ve düşük kaliteli üretimi önlemeyi amaçlamaktadır. Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemi ABD ordusunda geliştirildi. Bu analiz, sistem ve ekipman hatalarının etkilerini belirlemek için güvenilir bir değerlendirme tekniği olarak kullanılmıştır. Bu yöntem, teknoloji tabanlı sektörlerde olduğu kadar uzay sektöründe, alt yapı ve üst yapı sektöründe, otomobil endüstrisinde çok popülerdir. Bu yöntemin popüler olmasının temel nedeni, kullanımı kolay ve kapsamlı bir teorik bilgi gerektirmemesidir. Orta düzeyde deneyime sahip bir risk değerlendirme ekibi tarafından kolayca uygulanabilir. Hata Türü ve Etki Analizi; farklı yapılarda sistem, hizmet, tasarım ve süreçler uygulanabilir. Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemi ile yapılan bir çalışma, sistemin içinde olup bitenler ve nasıl çalıştığı hakkında bilgi sağladığı için çok faydalıdır ve verimli bir yöntemdir (Taşan, 2006; Alataş, 2007).

4.3. Mermer Ocaklarında Uygulanabilecek Risk Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırması

Sektörde uygulanan risk değerlendirme metotlarını tanımlayıp, bu metotların uzun vadede fayda sağlayacak, hızlı ve en etkin şekilde tehlikelerin tespiti buna bağlı olarak önlemlerin alınmasını sağlayacak metodun seçiminin sağlanmasıdır. Risk değerlendirmesi işletme yönetiminin bir kararı olduğundan, işveren veya işveren temsilcileri karar aşamalarında yer alır. Bazı yöntemler bireysel çalışma gerektirirken, bazı yöntemler ekip çalışması gerektirir. Bununla birlikte etkinliğin gerçekleştirilmesi, iş güvenliği uzmanı, işyeri hekimi, teknik personel ve çalışanlardan oluşan bir ekip tarafından yapılır. Açıklanan tüm yöntemlerin karşılaştırılması Çizelge 4.2.'de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırması (Özkılıç, 2007).

RİSK ANALİZİ METODOLOJİLERİ				
KRİTERLER	.. OLURSA NE OLUR?	ÖN TEHLİKE ANALİZİ	İŞ GÜVENLİĞİ ANALİZİ	ÇEKLIST
GEREKLİ DOKÜMAN İHTİYACI	Çok az	Orta	Çok fazla	Orta
EKİP ÇALIŞMASI	Tek analist	Tek analist	Ekip çalışması	Ekip çalışması
EKİP LİDERİNİN TECRÜBESİ	Orta düzeyde deneyim	Orta düzeyde deneyim	Çok fazla deneyim	Orta düzeyde deneyim
KALİTATİF / KANTİTATİF	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif
ÖZEL BİR BRANŞA YÖNELİK	Basit prosedürlü işler	Her sektörde kullanılabilir.	Her sektörde kullanılabilir.	Her sektörde kullanılabilir.
UYGULAMA BAŞARI ORANI	Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Ekip liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.	Birincil risk değerlendirme yöntemidir. Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Ekip liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.	Öncelikle kişilerin görev tanımları iyi yapılmışsa başarı sağlanabilir.	Çeklistlerin uzman kişilere hazırlanması durumunda başarı oranı değişir.

Çizelge 4.2. (Devam) Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırması (Özkılıç, 2007).

RİSK ANALİZİ METODOLOJİLERİ				
KRİTERLER	HAZOP	HATA TÜRÜ ETKİLERİ ANALİZİ	GÜVENLİK DENETİMİ	HATA AĞACI ANALİZİ
GEREKLİ DOKÜMAN İHTİYACI	Çok fazla	Çok fazla	Çok az	Çok fazla
EKİP ÇALIŞMASI	Ekip çalışması	Ekip çalışması	Tek analist	Ekip çalışması
EKİP LİDERİNİN TECRÜBESİ	Çok fazla deneyim	Çok fazla deneyim	Orta düzeyde deneyim	Çok fazla deneyim
KALİTATİF / KANTİTATİF	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif / Kantitatif
ÖZEL BİR BRANŞA YÖNELİK	Kimya endüstrisi	Elektrik / Makine / Hizmet	Her sektörde kullanılabilir.	Her sektörde kullanılabilir.
UYGULAMA BAŞARI ORANI	Oldukça zor bir yöntemdir. Yüksek tecrübe ve takım üyelerinin yüksek performansı gerektirir.	Analiz öncesinde FTA yapılması başarı oranını artırır.	Risklerin belirlenmesi aşamasında tek başına yeterli değildir. Ekip liderinin tecrübesine göre başarı oranı değişir.	Yüksek tecrübe ve takım üyelerinin yüksek performansını gerektirir. Risklerin belirlenmesinde çok etkili bir yöntemdir.

Çizelge 4.2. (Devam) Risk Analizi Yöntemlerinin Karşılaştırması (Özkılıç, 2007).

RİSK ANALİZİ METODOLOJİLERİ				
KRİTERLER	OLAY AĞACI ANALİZİ	L TİPİ MATRİS	X TİPİ MATRİS	NEDEN ANALİZİ SONUÇ
GEREKLİ DOKÜMAN İHTİYACI	Çok fazla	Çok az	Çok fazla	Çok fazla
EKİP ÇALIŞMASI	Ekip çalışması	Tek analist	Ekip çalışması	Ekip çalışması
EKİP LİDERİNİN TECRÜBESİ	Çok fazla deneyim	Orta düzey deneyim	Çok fazla deneyim	Çok fazla deneyim
KALİTATİF / KANTİTATİF	Kalitatif / Kantitatif	Kalitatif	Kalitatif	Kalitatif / Kantitatif
ÖZEL BİR BRANŞA YÖNELİK	Her sektörde kullanılabilir.	Basit prosedürlü işler	Her sektörde kullanılabilir.	Her sektörde kullanılabilir, kimya sektörü
UYGULAMA BAŞARI ORANI	Ekip üyelerinin yüksek deneyim ve yüksek performans gerektirir. Risklerin belirlenmesinde çok etkili bir yöntemdir.	Basit prosedürlü işlerde uygulanabilir. Başarı oranı takım liderinin tecrübesine göre değişir.	Tüm sektörlerde kolayca uygulanabilir. Başarı oranı takım liderinin tecrübesine göre değişir.	Yüksek deneyim ve takım üyelerinde yüksek performans gerektirir. Riskler belirleyen çok etkili bir yöntemdir.

Çizelge 4.2’de her ne kadar HTEA yönteminin elektrik, makine ve hizmet sektörüne yönelik olduğu ifade edilse de giriş bölümündeki literatür taramasından da görülebileceği gibi madencilik sektöründe de uygulamaları bulunmaktadır.

HTEA, uygulama alanının sürecin tüm aşamalarını kapsamayı, olası hataların sebepleri ve etkilerinin belirlenmesi, olasılık, önem derecesi ve tespit edilebilirliğe dayalı hataların önceliğinin kolayca belirlenmesine imkân sağlaması, yöntemin açık işletme maden ocaklarında uygulamasının yaygın olmaması nedeni ile tercih edilmiştir.

5. HATA TÜRÜ VE ETKİLERİ ANALİZİ

Hata Türü ve Etkileri Analizi, yüzlerce hata türünde iyileştirmeler planlamak yerine, sürecin tamamına fayda katacak kusurları öncelik sırasına koyan ve bu sıralama doğrultusunda iyileştirmeler yapan bir yöntemdir. Bununla birlikte, yüzlerce kusur türü yapılacak derleme ve analizler de uzun zaman gerektirmektedir. HTEA'nın başlangıç aşamasında ön eleme yapmak ve yalnızca etkisi büyük önemli olarak tanımlanan parçalar için veri toplamak, HTEA'nın süreç içerisinde etkinliğini arttırmaktadır (Musabeyli, 1999).

HTEA, bir sistemin içerisinde yer alan unsurları etkileyebilecek tüm değişkenlerin kök sebep ilişkisiyle inceleyen analiz yöntemidir. Sistemde, tasarımda, süreç ve hizmette yer alan potansiyel olarak yanlış gidebilecek hataların sistematik analizine dayanarak tespitini sağlayan, mevcut hataları önleme aksiyonlarını içeren güçlü bir yöntem olarak açıklanabilir. HTEA yöntemi çalışmalarındaki riskler için olasılık, şiddet ve saptanabilirlik öngörüsünde bulunması yöntemin güvenilirlik güvencesini sağlayan bir teknik olduğunun göstergesidir (Akın, 1998; Şen vd., 1999; Akkurt, 2002; Usuş, 2002).

HTEA karşılaşılan riskleri önlemenin yanı sıra meslek hastalıkları, iş kazaları gibi çalışan sağlığını ve işin yürütülmesi sırasında iş güvenliğini tehdit edebilecek olası risklerin belirlenmesini ve önlenmesini sağlayan güvenilir bir yöntemdir.

5.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi İle İlgili Tanımlar

Hata Türü: Sistem içerisinde beklenen fonksiyonlarının gereği gibi yerine getirilmemesi ya da hiç yerine getirilmemesi durumu veya normal olmayan işleyişidir. Hata fonksiyonu olarak da kullanılmaktadır.

Hata Nedeni: Sistemin belli bir bölümünde iş kazasını veya meslek hastalığını oluşturabilecek ilk faktördür.

Hata Etkisi: Gerçekleşme ihtimali yüksek kazalar üzerinde çalışılarak, hataların süreç veya işçilere yansması ve iş güvenliği ve işçi sağlığı üzerindeki etkisi belirlenir.

HTEA Elemanı: HTEA yöntemi uygulamasında analiz edilen hata türleri, etkileri ve yapılan kontroller ve uygulanan faaliyetlerdir.

5.2. Hata Türü ve Etkileri Analizinin Amaçları

HTEA yönteminde esas sistemin bütününe odaklanan sistematik şekilde tasarımı incelemektir. Yöntemin başlıca amaçları şu şekilde sıralanabilir (Söylemez, 2006);

- Üründe veya süreç içerisinde meydana gelebilecek olası hataları önceden belirlemek ve bu hataların oluşmasını önlemek,
- Bir ürünün tasarım özelliklerini ve nihai ürünün müşteri ihtiyaçlarını ve beklentilerini karşılamasını sağlamak için planlanan üretim ve montaj işlemleriyle ilgili olarak analiz edilmesi,
- Potansiyel hata tipleri tanımlandığında, bunları ortadan kaldırmak için düzeltici önlemler alın veya oluşum potansiyellerini sürekli olarak azaltılmak,
- Süreç üzerinde titizlikle uygulanan bir HTEA; süreç geliştirilmesinde mühendislerin düşüncelerini özetlemektir.

5.3. Hata Türü ve Etkileri Analizinin Faydaları

HTEA metodunun avantajlarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Öztekin, 2006);

- Potansiyel hatalar ortaya çıkar.
- Tüm sistemin erken incelemesini ve erken işbirliğini sağlar.
- Hataları önleyecek programların hazırlanmasını sağlar.
- Başarısızlıkların bağlantılı sebepleri/mekanizmaları tespit edilir.
- Risk azaltıcı faaliyetleri izleme ve dökümante etme imkânı tanır.
- Şirket prestijini olumlu yönde etkiler.
- Güvenilirliğin oluşmasına veya artmasına yardımcı olur.
- Rekabet avantajını artırır.

HTEA tekniği uygulaması aşağıda yer alan işlevlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Özkılıç, 2007);

- Süreç veya hizmetteki hatalardan kaynaklanan kaybı önlemek için sistemdeki hataları irdeler,
- Sürecin veya servisin işlevselliğini ve bu hatanın etkilerini etkileyebilecek hataları belirler,
- Belirlenen bu hatalardan hangisinin süreç veya hizmet işlemleri üzerinde kritik etkilerini belirler,

- Elde edilemeyen hata oranlarını ve çeşitlerini tanımlar. Gerekli denetim programlarını oluşturur,
- Risk mertebesi yüksek sorunların nasıl emniyetli hale getirilebileceğini tanımlamaktadır.

5.4. Hata Türü ve Etkileri Analizinin Uygulama Alanları

HTEA'nın çalışma alanları şunlardır (Düzgüner, 2002);

- İSG ile ilgili işlevlerde da,
- Maliyetli ya da sonuçları ağır olabilecek hata koşullarında,
- Yeni ürün devreye alma veya süreç revizyonlarında,
- Üretim teknolojisi değişikliği durumlarında,
- Materyalde tasarım ve üretimde süreç değişikliklerinde,
- Mevcut ürünler üzerinde uygulama değişiklikleri koşullarında,
- Problemlü parçanın söz konusu olduğu ve kalite açısından yüksek risk beklentisi olan süreçlerde uygulanmalıdır.

Hata Türü ve Etkileri Analizinde risk analisti, değerlendirme yaparken şu unsurları belirlemeye çalışmalıdır (Düzgüner, 2002);

- Kaza yaşanma potansiyeli,
- Kaza sonucu yaşanabilecek etkileri,
- Kazanın muhtemel nedenleri,
- Kaza nedenlerinin tespit edilebilirliği,
- Kazaları önlemeye yönelik alınabilecek tedbirler.

5.5. Hata Türü ve Etkileri Analizi Çeşitleri

Hata Türü ve Etkileri Analizinin Sistem HTEA, Tasarım HTEA, Süreç HTEA ve Servis HTEA olmak üzere dört türü bulunmaktadır.

5.5.1. Sistem HTEA

Sistemin bütünü ve alt kollarını inceler, sistemin eksikliklerinden doğan sistem işlevleri arasındaki potansiyel hata türlerini belirler. Amaç, sistemin kalitesini ve sistemin güvenilirliğini sürekli arttırmaktır.

Sistem HTEA'nın kullanımının yararları şu şekilde sıralanabilir;

- Sistemi etkileyen olası sorunlu alanlar daralır,
- Talimatlar için bir temel oluşturmaya yardımcı olur,
- Sistemdeki aşırılıkları saptanmasına yardımcı olur,
- Alternatiflerin seçimine kılavuzluk etmek (Özkılıç, 2007).

5.5.2. Tasarım HTEA

Tasarım HTEA, yeni ürün yaklaşımları hakkında karar vermede ve tasarım seçeneklerini değerlendirmede faydalı bir araçtır (Canbolat, 2008).

Yöntemin temeli sorumlu tasarım mühendisinin / takımının yeni ürün dizaynında ortaya çıkabilecek muhtemel arızalar ve sebeplerinin tamamını imceleyebilmesi, tanımlayabilmesi ve analiz edebildiği analitik bir tekniktir. Sistem içerisinde yer alan her bileşen değerlendirilir. Başka deyişle, Uygun ve dikkatli bir şekilde tasarlanmış bir Tasarım HTEA, tasarlanmış bir bileşen veya sistem için takım fikrinin bir sonucudur (Çiğdem, 1994).

Tasarım HTEA, sistemin işleyişinde meydana gelebilecek hata türlerini, bunların geliştirme sürecinde sonuçlarının ele alınmasını ve tamamlamanın planlanmasında ek bilgi sağlayan bir referans kaynağıdır. Tasarım HTEA, ürünün güvenilirliğine ve güvenliğine özel olarak zarar verebilecek koşulları belirlemek için etkili bir yöntemidir. Tasarım HTEA yönteminde son kullanıcı müşteri değildir. Tasarım işlemlerini gerçekleştiren aynı zamanda üst sistemlerdeki tasarım mühendisleri veya üretim işleminden sorumlu mühendisler son müşteri olarak anılmaktadır (Koru, 2006).

Tasarım HTEA'nın kullanımının yararları şöyle sıralanabilir (Özkılıç, 2007);

- Tasarımda yapılacak iyileştirmeler için öncelikleri belirler,
- Tasarım aşamasında potansiyel risklerin tespit edilmesini sağlar,
- Potansiyel güvenlik sorunlarını belirlemeye ve belirlenen sorunların giderilmesine yardımcı olur,
- Önemli ve kritik özelliklerin tanımlanması hususunda yardımcı olur.

5.5.3. Süreç HTEA

Süreç HTEA, tasarlanan ürünün en az arıza ile müşteriye ulaşmasını sağlanması için tasarlanan kriterlere tabi olunmadığında üretim veya hizmet sırasında gerçekleşebilecek problemleri tespit etmeye çalışmaktadır (Öndemir, 2004).

Bununla birlikte Süreç HTEA, süreçlere ait her bir aşamada oluşan hataların neler olduğunu belirleyerek bu hataların hangisinin hangi proses üzerinde daha etkili olduğunu belirlemek amacıyla uygulanan bir HTEA çalışmasıdır.

Yöntemin faydaları şu şekildedir;

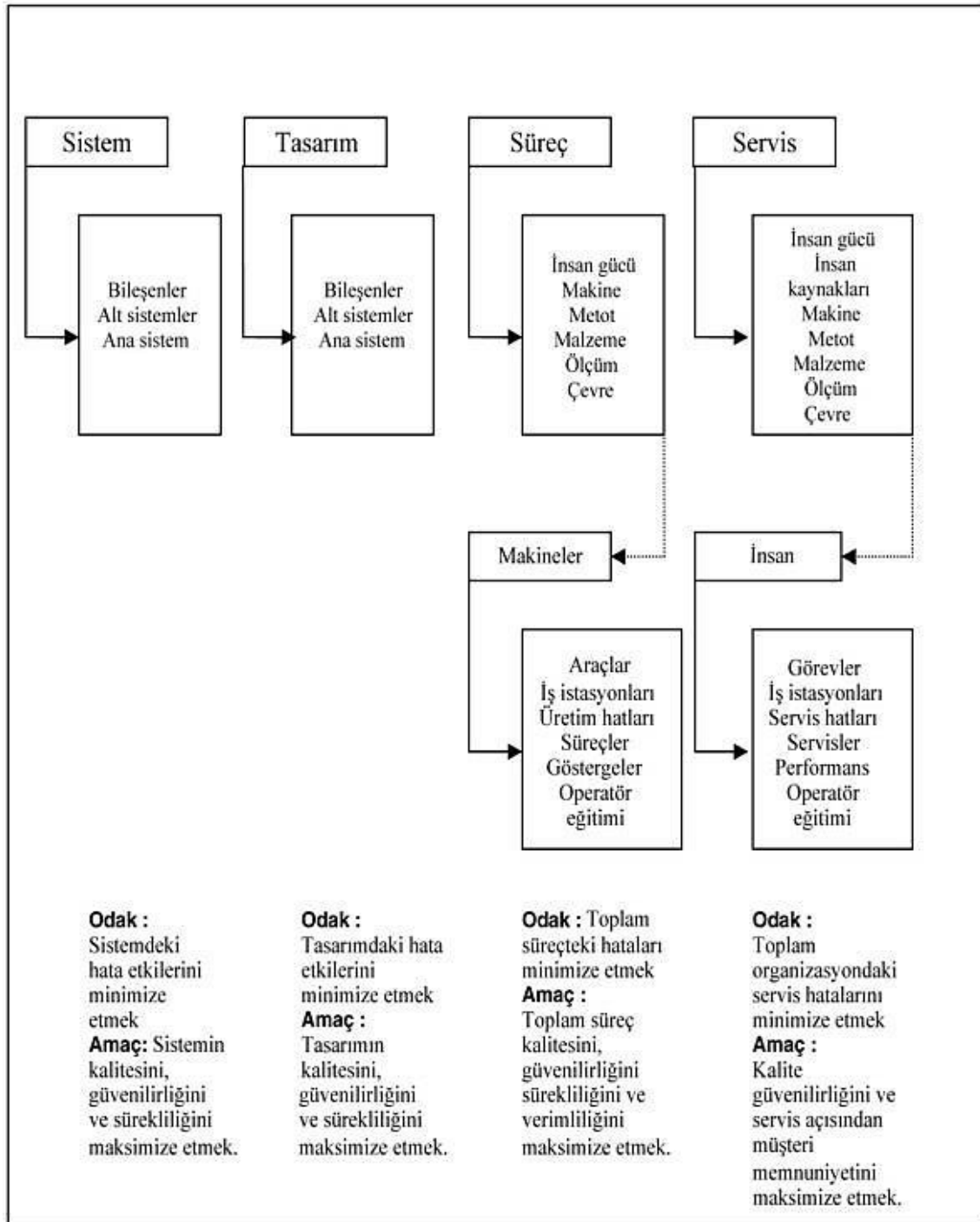
- Üretim sürecinin incelenmesini destekler ve düzeltici faaliyetlerin önceliklerini belirlemesi,
- Riskli özelliklerin tespit edilmesinde yardımcı olması,
- Sürecin gelişmesine sağlayacak tespit edici ve düzeltici faaliyetler için bir plan sağlanmasıdır.

Kritik özelliklerin bir listesi hazırlanır ve bunlar için öngörülen potansiyel etkinliklerin bir listesi yapılır. Risk öncelikleri sayısı tarafından belirlenen olası hata türleri listesinde, potansiyel tehlikeleri ortadan kaldıracak, meydana gelen hataları düşürecek ve hata nedenlerinin verimliliğini artıracak durumlarda tanımlanabilecek potansiyel bir liste oluşturulur (Özkılıç, 2007).

5.5.4. Servis HTEA

Servis HTEA, işletmedeki aksaklıkların analizine yardımcı olur. Bu analizin uygulanmasıyla; örgütsel faaliyetlerin önceliklendirilmesi ve değişim için değişikliklerin listelenmesi yapılmaktadır. Verimli iş akışı, sistem ve süreç analizi, hataların tespiti, süreçteki kritik çalışmalar ve kontrol planlarının oluşturulmasında kılavuzluk etmektedir (Özkılıç, 2007).

Bir işletme; sistem ve alt sistemlerden oluşan, ürün tasarlayan, üreten ve bunu son kullanıcıya servis yoluyla ulaştıran bir yapıya sahiptir. Bu sebeple HTEA'nın bu dört türü birbirleriyle bağlantılıdır ve analiz esnasında birbirleriyle koordineli şekilde yürütülmelidirler. HTEA türleri ve aralarındaki bağlantı Şekil 5.1.'de özetlenmiştir.



Şekil 5.1. Hata Türü ve Etkileri Analizi Türleri ve Aralarındaki İlişkiler (Söylemez, 2006).

5.6. Hata Türü ve Etkileri Analizine Ne Zaman Başlanır?

Hata Türü ve Etkileri Analizi, elimizdekilerle yapabileceğimizin en iyisini yapmamız gerektiği anlayışına sahiptir. HTEA çalışmasında daha çok potansiyel hatalar üzerinde durulacağından, analizin mümkün olduğunca erken, hatta işletmenin kurulma aşamasında başlatılması daha yararlı olacaktır. Yöntemin aşağıdaki durumlarda uygulanması gerekir (Ford, 1992);

- Sistem, süreç veya bakım uygulamalarındaki işleyiş değişikliklerinde,
- Mevcut sistemde, üründe, süreçte veya bakım işleminde herhangi bir nedenden dolayı bir değişiklik olduğu durumlarda,
- Sistem, ürün, süreç veya bakım işlemlerinde bir iyileştirme yapılması durumunda.

Madencilik sektöründe ise HTEA'nın ne zaman yapılması gerektiğini ise şu şekilde sıralanabilir;

- Maden arama çalışmalarına başlanırken,
- Maden işletme hazırlık çalışmalarının başlamasından hemen sonra,
- İşletme aşamasına geçmiş fakat daha önce risk değerlendirmesi yapılmamışsa,
- Maden ocağını bütünüyle ya da bir kısmını etkileyen bir iş kazasının veya meslek hastalığının meydana gelmiş olması durumunda,
- Maden işletmesinin devri, üretim tekniğinde değişiklik, yeni bir tehlikenin ortaya çıkması yada mevcut durumun tekrar incelenmesi durumunda,
- Maden işletmesinde çıkan risklerin yapısına ve üretim değişime bağlı olarak düzenli aralıklarla yapılır.

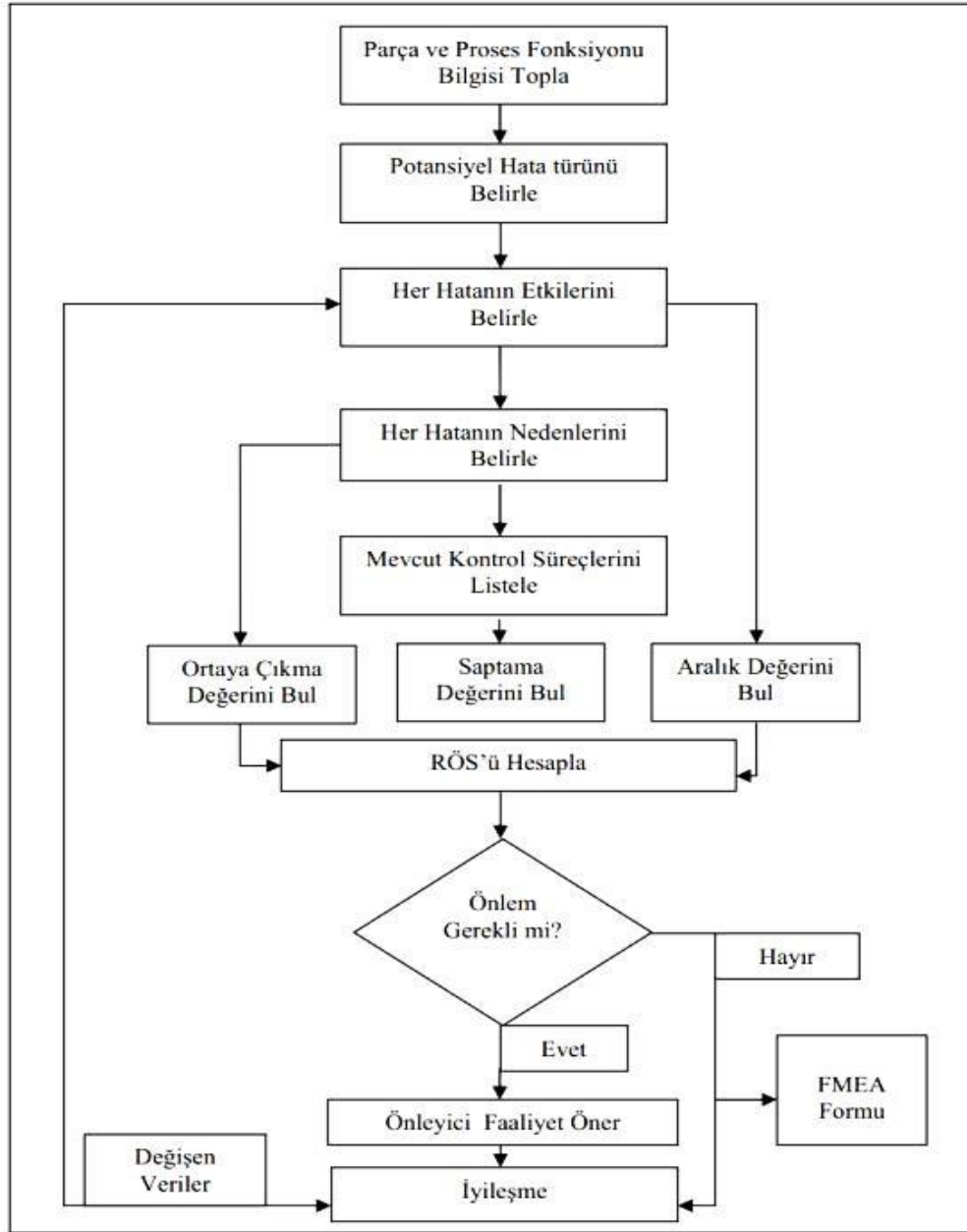
5.7. Hata Türü ve Etkileri Analizi Uygulama Aşamaları

HTEA dokuz ana aşamadan oluşmaktadır (Özkılıç, 2007);

1. Tüm sürecin geneli ve alt süreçler tanımlanır.
2. Alt sistemlerde bulunan hata türleri belirlenir.
3. Tanımlanan hataların etkileri tanımlanır.
4. Hataların meydana gelme ihtimalleri tespit edilir.
5. Kazanın saptanma olasılığı hesaplanır.
6. Bu belirlenen olasılıklardan hareketle, Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanır.
7. Saptanan değeri azaltmak amacıyla, çeşitli önlem, eylem ve iyileştirmeler yapılır.

8. Yeni RÖS değeri hesaplanarak, iyileşme oranı belirlenir.

9. Sonuç ve değerlendirme yapılır.



Şekil 5.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi Uygulama Aşamaları (Özkılıç, 2007).

HTEA yöntemi uygulanırken öncelikli olarak sürecin amaçları ve bu aşamalarda oluşması muhtemel hata türlerine bağlı potansiyel tehlikeler belirlendikten sonra bu hata türlerinin ortaya çıkmasına bağlı olmak üzere muhtemel sonuçlar hakkında tahminlerde bulunulmalıdır. Tespit edilen bu değerler analiz sürecinde “Etkiler” olarak adlandırılır.

Sonrasında muhtemel hatalara bağlı tehlikelerin sonuçlarının çalışanlar üzerinde nasıl etkiler yapabileceği yani şiddeti tespit edilmelidir. Tehlike meydana geldiğinde sonuçların maksimum hasar olduğu düşünüldüğünden, risk potansiyelinin belirlenmesinde hata türlerinin şiddet dereceleri dikkate alınmalıdır.

Tehlike türlerinin önlenabilirliğinin belirlenmesi daha sonraki aşamadır. Bu aşamalardan herhangi birinde bir tehlike yol açabilecek nedenin ortaya çıkma olasılığı, tespit edilebilirlik ve şiddet dereceleri oluşabilecek riskin önceliğini ifade eden Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanır (Şekil 5.2). Şekil 5.3.'de HTEA yöntemi için risk analizi formuna yer verilmiştir.

HETA Sayısı:	HETA Tarihi:	HETA No.:	Sayfa:	FAALİYET SONUÇLARI	YENİ RÖS							
					KEŞFETME							
					OLASILIK							
					ŞİDDET							
				SORUMLULAR								
				ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER								
				RÖS								
				KEŞFETME								
				MEVCUT KONTROLLER								
				OLASILIK								
Sistem:	Alt Sistem:	HTEA Takımı:	HTEA Lideri	HATANIN OLASI NEDENLERİ								
				ŞİDDET								
				OLASI HATA ETKİSİ								
				OLASI HATALAR								
				FONKSİYON								

Şekil 5.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Formu (Özkılıç, 2007).

HTEA’da Risk Öncelik Sayısı (RÖS); olasılık (O), şiddet (Ş) ve saptanabilirlik (S) gibi üç bileşenin çarpımıyla hesaplanmaktadır (Eşitlik 5.1). Olasılık; hatanın ortaya çıkma sıklığını, şiddet; hatanın/tehlikenin gerçekleşmesi durumunda ne kadar etki yaratacağını, saptanabilirlik ise bu hatanın/tehlikenin gerçekleşmeden önce ne derecede saptanabileceğini ifade etmektedir.

$$RÖS = O \times \text{Ş} \times S \quad (5.1)$$

HTEA yöntemi bileşenlerinin tablolarına Çizelge 5.1. (Hatanın Ortaya Çıkma Olasılığı), Çizelge 5.2. (Hatanın Saptanabilirliği), Çizelge 5.3. (Şiddet Derecelendirmesi) ve Çizelge 5.4.’te (Risk Öncelik Sayısı (RÖS) Değerlendirme Tablosun) yer verilmiştir.

Çizelge 5.1. Hatanın Ortaya Çıkma Olasılığı (Özkılıç, 2007; Wang vd., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010; Özfirat vd., 2013).

HATANIN OLUŞMA SIKLIĞI	HATANIN OLASILIĞI	DERECE
Çok Yüksek: Kaçınılmaz Hata	½’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
	1/5000	3
Pek Az: Olası Olmayan Hata	1/150000	2
	1/500000 – 2 den düşük	1

Çizelge 5.2. Hatanın Saptanabilirliği (Özkılıç, 2007; Wang vd., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010; Özfırat vd., 2013).

SAPTANABİLİRLİK	SAPTANABİLİRLİK OLASILIĞI	DERECE
Fark Edilemez	Mümkün Değil	10
Çok Az	Çok Uzak	9
Az	Uzak	8
Çok Düşük	Düşük	7
Düşük	Çok Düşük	6
Orta	Orta	5
Yüksek Ortalama	Yüksek Ortalama	4
Yüksek	Yüksek	3
Çok Yüksek	Çok Yüksek	2
Hemen Hemen Kesin	Hemen Hemen Kesin	1

Çizelge 5.3. Şiddet Derecelendirmesi (Özkılıç, 2007; Wang vd., 2009; Kahraman ve Demirer, 2010; Özfırat vd., 2013).

ETKİ	ŞİDDETİN ETKİSİ	DERECE
Uyarısız Gelen 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 tehlike	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 sebep olan ve ölüm, zehirlenme, 3.derece yanık, akut ölümcül hastalık vb. etkiye sahip hata	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 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

Risk Önceliklerinin Sayısı hesaplandıktan sonra, Çizelge 5.4.'te verilen değerlendirme tablosuna göre alınacak önlemler belirlenir ve uygulanır. Düzeltici önlemler ile RÖS skoru düşürülmeye çalışılır. Bunun için olasılığı, şiddeti ve saptanabilirliği azaltmak gerekir. Aynı Risk Önceliği skoruna sahip iki veya daha fazla risk varsa, yüksek risk puanına sahip olan öncelikli ele alınmalıdır.

Çizelge 5.4. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) Değerlendirme Tablosu (Özkılıç, 2007; Çakar, 2009; Wang vd., 2009; Kahraman ve Demirel, 2010; Özfidat vd., 2013).

Risk Öncelik Sayısı Değeri	Önlem
$RÖS < 40$	Önlem almaya gerek yok
$40 \leq RÖS \leq 100$	Önlem alınabilir
$RÖS > 100$	Önlem alınması gerekir

6. MERMER İŞLETMESİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ RİSK ANALİZİ UYGULAMASI

Çalışmada açık işletme yöntemi ile blok mermer üretimi yapılan bir ocakta, mevcut risklerin tespiti ve üretim faaliyetleri sırasında oluşabilecek risklerin minimuma indirilmesi ile iş güvenliğinin maksimum düzeye çıkarılarak olası kazaların önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

İncelenen mermer işletmesinde mevcut risk analizi ve son 8 aylık kaza istatistikleri oluşum nedenleri kaza öncesi ve sonrasında gerekli tedbirlerin alınıp alınmadığı değerlendirilmiştir. Sonrasında mermer ocak işletmeciliği sektöründe çok sık kullanılmayan HTEA metoduyla yeni bir risk değerlendirilmesi yapılmıştır. İlgili riskler ve bu risklere karşı alınacak önlemler işletme yöneticileri ve ruhsat sahibine rapor edilmiştir. Gereken kaza önleyici aksiyonların alınmasına yönelik çalışmaların tamamının uygulanması konusunda işveren ile hem fikir olunmuştur. Hata Türü ve Etkileri Analizi risk değerlendirmesinde belirlenen kazaya mahal verici tehlike kaynaklarına karşı alınacak önlemlerin alınmasının ardından 8 ay boyunca işletmede yaşanan iş kazaları işveren ile iş birliği yapılarak kayıt altına alınmış, işletmede bu çalışma öncesinde uygulanan mevcut risk analizi ve iş kazaları ile kıyaslanmak üzere değerlendirilmiştir.

Çalışma alanının ve sürecin tüm aşamalarını kapsaması, olası hataların sebepleri ve etkilerinin belirlenmesi, olasılık, şiddet ve saptanabilirliğini de değerlendirerek hataların önceliğinin kolayca belirlenmesine imkân sağlaması, yöntemin mermer işletmelerinde uygulamasının yaygın olmaması nedeni ile HTEA metodu tercih edilmiştir.

6.1. Mermer İşletmesinde Mevcut Risk Analizi Uygulamaları

Mermer ocağında yapılan görüşmelerde ve değerlendirmelerde kazaların oluşumunu ve yaralanma ve ölümle sonuçlanan kazaların sıklığı incelenmiştir. İşletmede 3 vardiya çalışma yapılmaktadır. Mermer ocakları çok tehlikeli işler tehlike sınıfındadır. Sözlü görüşmeler ve işletmedeki mevcut risk değerlendirilmesi çalışmaları incelendiğinde işletmede yaşanan kazaların birçoğu kesim makinelerinde yaşanan yaralanmalı kazalar olduğu tespit edilmiştir. Blokların ana kütleden kesilmesi ve devrilen blokların sayılanmasında kullanılan kesme makineleriyle ilgili gerekli güvenlik önlemlerinin yeterince alınmadığı görülmüştür.

Ancak işletme faaliyet alanı olan mermer ocağı farklı bir bakış açısı HTEA metodolojisi ile incelendiğinde mevcut risk analizinde yer almayan ve iş kazası ile sonuçlanabilecek birçok risk unsuru da tespit edilmiştir.

Tel kopmalarının neden olduğu yaralanmaların ardından en sık karşılaşılan kazalar, açık ocak madeni operasyonlarında veya mermer ocağı operasyonlarına özgü olmayan şantiyelerde günlük iş sırasında meydana gelen kazalardır. Ağır malzeme taşınması esnasında ayağa malzeme düşürme, ele taş düşmesi, blok arasına el-ayak sıkışmaları, ekipmanların kablo ve bağlantı elemanlarının düzeninin sağlanmaması ve buna bağlı kazalar oluşturmaktadır.

Bir başka kaza türü ise özellikle çalışmanın yapıldığı işletmede kullanılan patlayıcı maddeler ile örtü tabakasının alınması, blok devirme işlemlerinde, mevcut ulaşım yollarının açılması için kullanılan patlayıcı maddelerden kaynaklanan kazalardır. Bu nedenle patlayıcı maddelere özellikle dikkat edilmelidir. Mermer madenciliğinde mümkün olduğunca kullanılmamalı, yetkili kişilerce yasal sınırlar içinde kullanılmalıdır.

Araştırmanın yapıldığı mermer ocağında sözlü görüşmeler esnasında önemsenmeyerek kayıt altına alınmayan basamaktan düşme kazaları olduğu bilgisi de edinilmiştir.

6.2. Mermer İşletmesindeki Mevcut Risk Analizi Yöntemi

Mermer işletmesinde tehlikelerin tespiti ve risk değerlendirmesi L Tipi Matris yöntemiyle yapılmaktadır. Yöntem neden-sonuç bağının değerlendirilmesi temeline dayanmaktadır. Yöntemin, kolay ve çok fazla detay gerektirmeyen bir metod oluşu tek analist ile risk analizi yapmak zorunda olan uzmanlar ve hemen müdahale edilmesi gereken risklerin yönetimi için ideal bir yöntemdir. Ancak, farklı süreçler içeren veya çok farklı akış diyagramlarına sahip olan tüm işler için tek başına yeterli değildir. Başarı oranı analistin birikimine göre değişir. Hesaplanan risk skoru, ihtimal ve şiddeti çarpımından elde edilir, çizelgedeki yerine yazılır.

Çizelge 6.1. L Tipi Matris Yöntemine Göre Bir Olayın Gerçekleşme İhtimali (Özkılıç, 2007).

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

Çizelge 6.2. L Tipi Matris Yöntemine Göre Bir Olayın Gerçekleştiği Takdirde Şiddeti (Özkılıç, 2007).

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

Çizelge 6.3. L Tipi Matris Yöntemine Göre Risk Skoru Derecelendirme Matrisi (Özkılıç, 2007).

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

Yukarıdaki Çizelge 6.1.'de L Tipi Matris yöntemine göre bir olayın gerçekleşme ihtimali, Çizelge 6.2.'de L Tipi Matris yöntemine göre bir olayın gerçekleştiği takdirde şiddeti ve Çizelge 6.3.'de L Tipi Matris yöntemine göre risk skoru derecelendirme Matrisinden elde edilen değerler matris metodolojisi temelli risk değerlendirme tablosuna kaydedilir.

Çizelge 6.4.'de Risk Değerlendirme Kontrol Planındaki faaliyetlerde en yüksek puandan başlanılmalı ve risk skorları eylem planına işlenmelidir. Risk skorları skala içerisinde önceliklendirilerek alınması gereken önlemler belirlenir.

Çizelge 6.4. L Tipi Matris Yöntemine Göre Risk Değerlendirme Kontrol Planı (Özkılıç, 2007).

RİSK KONTROL PLANI		
Risk Önem Derecesi	Risk Skoru	Açıklama
5.Önemsiz Riskler	$RS \leq 1$	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol süreçlerini planlamak ve yapılacak faaliyetlerin kayıtlarını tutmak gerekli olmayabilir.
4.Kabul Edilebilir Riskler	$1 < RS < 8$	Tanımlanan riskleri ortadan kaldırmak için ek kontrol işlemlerine ihtiyaç duyulmayabilir. Ancak, bu kontrollerin sürdürülmesini sağlamak için mevcut kontroller sürdürülmeli ve denetlenmelidir.
3.Orta Düzeyde Riskler	$8 \leq RS \leq 15$	Belirlenen riskleri azaltmak için faaliyetler başlatılmalıdır. Risk azaltma önlemleri zaman alabilir.
2.Önemli Riskler	$15 < RS \leq 20$	Belirlenen risk azaltılana kadar çalışma başlatılmamalı, devam eden bir faaliyet varsa derhal durdurulmalı, eğer risk işin devamı ile ilgili ise, acil önlemler alınmalı ve faaliyetin devamı Bu önlemler sonucunda karar verilebilir.
1.Tolere Edilemez Riskler	$20 < RS$	Risk kabul edilebilir bir seviyeye indirilinceye kadar çalışmaya başlanmamalıdır. Derhal durdurulması gereken herhangi bir aktivite varsa durdurulmalı. Gerçekleştirilen faaliyetlere rağmen riski azaltılamıyor ya da azaltmak mümkün değilse, etkinlik engellenmelidir.

Araştırmada, ocaklarından elde edilen iş kazası verileri gruplandırılmış ve iş kazası oranları belirlenmiştir. Ocaklarda kaydedilen 19 kaza incelenmiştir. Gruplanan kaza türleri Çizelge 6.5.'de verilmiştir.

Çizelge 6.5. Uygulamanın Yapıldığı Mermer Ocağında Gözlenen İş Kazalarının Türleri ve Dağılımı.

FAALİYET	KAZA TÜRÜ	KAZA SAYISI	AĞIRLIKLİ KAZA OLUŞUM ORANI (%)
Ulaşım Nakliyat	İş Makinelerinden Meydana Gelen İş Kazaları	5	26%
Blok Üretim	Blokların Aynadan Kesilmesi, Devrilen Blokların Sayalanması, Taş Arasında Sıkışma veya Çarpmadan Dolayı İş Kazaları	2	11%
Blok Üretim	Tel Kesme Makineleri Yaşanan İş Kazaları	4	21%
Kademe - Patlatma	Örtü Tabakası Kaldırma, Ulaşım Yol Açma, Patlayıcı Madde Kullanımı vb. Faaliyetler Sonucu İş Kazaları	3	16%
Kademe	Sondaj & Delik Delme İşlemleri İle İlgili İş Kazaları	2	11%
Diğer	Diğer İş Kazaları	3	16%
TOPLAM KAZA MİKTARI		19	100%

İş makinelerinin neden olduğu iş kazaları; mermer ocaklarında yükleme ve taşıma işlerinden kaynaklanmaktadır. Bu kazalara en basit örnek, makinenin tekerleğinden sıçrayan taş veya ölümcül iş kazaları olabilir. İncelenen 19 kaza arasında, bu tür kazalar % 26 ile en yüksek orana sahiptir.

Bu tür kazaları önlemek için uyulması gereken güvenlik kuralları:

- Yetkisiz kişilerin makineyi kullanmasını önlemek için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Makinelerin sesli ve ışıklı uyarı sistemleri kontrol edilmelidir.
- Şoförler güvenli sürüş yöntemleri konusunda eğitilmelidir.
- Çalışanlar makineden güvenli bir mesafede olmalıdır.
- İş makinelerinde görüşte artma sağlayan uygulamalar kullanılmalıdır.
- Çalışma sahası içerisinde operatör iş makinesinin kapısını her zaman kapalı tutmalıdır.
- Operatör dışında çalışanların iş makinesine binmemesi için önlemler alınmalıdır.
- İş makinesinin periyodik kontrolleri düzenli olarak yaptırılmalıdır.
- İşletme içi hız sınırı belirlenmeli ve talimatlara eklenmelidir.

- Hafriyat sahası içinde yanaşmaya yardımcı rampalar bulunmalıdır.

Aynadan blokların kesilmesi, sayılması, taşların sıkışması veya kontrolsüz devrilmesi sonucu oluşan iş kazaları mermer ocaklarında karşılaşılan en ölümcül iş kazalarından biridir. Damarlarda ya da blok köşelerinde beklenmeyen kırıklar ve parça kopmaları; işçilerin sıkışması ve ezilmesinden kaynaklanan kazalardır. İncelenen 19 kaza arasında, bu tür kazaların oranı % 11'dir.

Bu tür kazaları önlemek için uyulması gereken güvenlik kuralları:

- Kesme sırasında, kesileceği veya devrileceği parçalar desteklenmelidir.
- Ana kütleden ayrılmış ve serbest kalan blok bırakılmamalıdır.
- Bloklar birbirine ve işçilerin geçebileceği riskli yerlere kapatılmalıdır.
- Çalışanlar, herhangi bir nedenle düşme veya düşme riski olan hiçbir yerde olmamalıdır.
- Yıkımdan önce herkes bölgeden uzaklaştırılmalıdır.
- Kademe düzlüklerinde bozuk yapıda ya da parçalanabilecek parçalar temizlenmelidir.
- Herhangi bir nedenle, açılan açıklığa girilmemelidir.
- Yıkılacak kayanın üzerine çıkmamalı, araya girilmemeli, el ayak uzatılmamalı ve uzak durulmalıdır.

Mermer ocaklarında meydana gelen ölümcül iş kazalarından bir diğeri de kesme telinin kopup elmas boncukların (kesici bağlantı elemanlarının) çalışanlara isabet etmesi şeklinde gerçekleşmektedir. İncelenen 19 adet kaza içinde bu tip kazalar %21 orana sahiptir.

Bu tip kazalardan kaçınmak için uyulacak güvenlik kuralları şunlardır:

- Bölgede ikaz levhaları ve işaretleri bulunmalıdır.
- Kesim için kullanılan elmas soket dayanıklılığı her işlemten önce kontrol edilmelidir.
- Elmas tel kesicinin sabit muhafazası yeterli yükseklik ve genişlikte olmalı ve muhafaza malzemesi kauçuktan yapılmalıdır.
- Ayrıca mobil koruyucu da bulunmalıdır.
- Makine kontrol paneli kablosu kırılma ve dönme alanının içinde olmamalıdır.
- Tel kesme makinesine ilk hareket uygun yöntemle verilmelidir.
- Tel hizası çalışma dışı alana yerleştirilmelidir.
- Kesim alanını güvenlik şeridi ile kesin ve personel girişine kapatılmalıdır.

- Makine montajı ve nakliyesi uygun aletlerle yapılmalı, halatlar emniyetli ve emniyetli olmalı, işçiler nakliye sırasında makineye yaklaşmamalıdır.
- Kesilecek teller sağlam ve yeni değiştirilmiş olmalıdır. Ek yerleri güvenli ve yeni olmalıdır.
- Tel asla ters yönde döndürülmemelidir.

Elmas tel kesimi için güvenlik kuralları ayrıca sayma işlemi için de geçerlidir. Ek olarak, aşağıdaki noktalara kesinlikle uyulmalıdır.

- Makine, blok boyutlandırması için uygun bir yere kurulmalıdır. Ayarlanacak taşlara göre ayar yapılmalıdır.
- Asla yıkılmış bloğun altına girilmemelidir.
- Kapakların devrilme tehlikesine karşı hiçbir şekilde kesilen bloğa yakın olunmamalıdır.
- Kesimden önce, blok çevresi molozla doldurulmalıdır.
- İşlem bitmeden bloğa müdahale edilmemelidir.
- Makine çalışırken bloğa çıkılmamalıdır.
- İş makineleri sayalama bölgesinin uzağında tutulmalıdır.
- Basamakta güvenli bölgelerde sayalama işlemi yapılmalıdır.

Mermer ocaklarında meydana gelen ölümcül iş kazalarından bir diğeri de kademe çalışmalarında; Örtü tabakası kaldırma, ulaşım yol açma, patlayıcı madde kullanımı vb. faaliyetler sonucu iş kazalarıdır. Özellikle kademe hazırlığı ve ulaşım yol açma çalışmalarında kullanım talimatlarına uygunsuz taşınan ve kullanılan patlayıcı maddeler büyük risk oluşturmaktadır. İncelenen 19 adet kaza içinde bu tip kazalar % 16 orana sahiptir

Mermer ocaklarındaki iş kazalarından bir diğeri, delme ve delme işleriyle ilgili iş kazalarıdır. İncelenen 19 kaza arasında, bu tür kazaların oranı % 11'dir.

Bu tür kazaları önlemek için uyulması gereken güvenlik kuralları:

- Mermerdeki delikler teknik bilgi gerektirdiğinden, eğitilmemiş işçiler bu işlerde kullanılmamalıdır.
- Delme işlemi gürültülü bir işlem olduğunda kulak koruması kullanılmalıdır.
- Sökme ve takma işlemlerinde uygun aletler kullanılmalıdır.
- Sıkışma durumlarında teknolojik yöntemleri kullanılmalıdır
- Tijleri eklerken, sökerken ve taşıırken dikkatli olunmalıdır.

Mermer ocaklarında meydana gelen iş kazalarından bir diğeri de işçilerin kademelerden düşmesi iş kazalarıdır. Oluşma ihtimali az fakat etkileri büyük olabilen kazalardır. Çalışmanın yapıldığı mermer ocağında bu tip bir kaza çok sık meydana gelmemesinden dolayı ve kaza geçiren personelin bilgi paylaşımı yapmamasından ötürü kayıta geçirilmiş herhangi bir kazanın olmayışı nedeni ile değerlendirmeye alınmamıştır.

Bu tür kazaları önlemek için uyulması gereken güvenlik kuralları:

- Basamak kenarlarında tırabzanlar bulunmalıdır ve yaklaşılmaması gerektiğini bildiren ikaz levhaları olmalıdır.
- Ulaşım yolların eğimleri uygun olmalıdır.
- Sisli hava koşullarında basamaklara yaklaşılmamalı ve olumsuz hava koşullarında çalışılmamalıdır.
- Basamak yükseklikleri talimatlarda belirtildiği yükseklikte olmalıdır.
- Basamak genişlikleri talimatlarda belirtildiği genişlikte yapılmalıdır.
- Basamak sonları kapatılmalıdır.
- Çalışma yapılmayan kademe girişleri kapatılmalıdır.
- Gece aydınlatması için yüksek güçlü projektörler bulunmalıdır.

Herhangi bir başlık altında toplanamayan, meydana gelme sebepleri incelendiğinde tekrar yaşanma ihtimali düşük olan kazalardır. Gözlemlenen 19 adet kaza içinde bu tip kazaların toplamı %16 orana sahiptir.

Bu tür kazaları önlemek için uyulması gereken güvenlik kuralları:

- Çalışma alanında uygun paratoner sistemi kurulmalıdır.
- Elektrik panoları emniyetli şekilde tutulmalı ve yalıtımlı paspaslar önlerinde olmalıdır.
- İşletmede kullanılan makinelerin periyodik kontrolleri ve bakımları zamanında yapılmalıdır.
- İş makinelerinin kullandığı yolları düzenli aralıklarla sulanarak toz oluşumu önlenmelidir.
- Yalnız çalışmak riskli olduğu için personelin yalnız çalışmasını önlemek için önlemler alınmalıdır.
- Çalışma alanındaki enerji nakil hatları yalıtılmış olmalıdır.
- Su baskını olabilecek alanlarda gerekli tedbirler alınarak, emniyetli çalışma ortamı sağlanmalıdır.

6.3. Hata Türü ve Etkileri Analizi Metodu İle Risk Analizi

İşletmede mevcut tehlikeler için HTEA yöntemiyle belirlenmiş durumlarda ortaya çıkabilecek olası hata ve potansiyel tehlike çeşitleri tespit edilmiştir. Daha sonra, her bir hata tipinin potansiyel etkileri ve nedenleri araştırılmış ve her bir hata tipine karşılık gelen etkiler için yapılması planlanan kontroller belirlenmiştir. Hesaplanan Risk Öncelik Sayısı (RÖS) değerine bağlı olarak da potansiyel tehlikeler için tespitler yapılarak öneriler paylaşılmıştır. Risk Öncelik Sayısı (RÖS), önem derecesinin bir göstergesidir. RÖS; olasılık, şiddet ve saptanabilirlik faktörlerini kullanarak, her hata tipi veya nedeni için hesaplanan skor değeridir. Risk faktörleri, RÖS değerinin hesaplanmasında sözel veya olasılık olarak tanımlanır ve değerler, 1-10 puan aralığında ölçekler kullanılarak belirtilen bir sayı aralığında atanır. Her hatada tanımlanan risklerin en yüksek RÖS değerinden başlayan riskleri azaltmak veya yok etmek için tedbirler alınmaktadır. Hata Türü ve Etki Analizi yöntemi için RÖS; Olasılık (O), Şiddet (Ş) ve Saptanabilirlik (S) değerlerinin çarpımı ile hesaplanmaktadır (Eşitlik 5.1.). Çizelge 6.6.'da uygulamanın yapıldığı mermer işletmesine ait olası hatalar ve bu hataların muhtemel etkileri ve hatanın olası nedenlerine dair şiddet, olasılık ve saptanma değerlerine bağlı Risk Öncelik Sayıları hesaplanmıştır.

Hata etkisinin şiddetini belirlemek için iş kazası kayıtlarından, simülasyonlardan ve tecrübelerden faydalanılır. Şiddet değeri belirlenirken sadece hatanın etkisi esas alındığından, belirli bir sonuç yaratan hatanın tüm olası nedenleri de aynı şiddet değerini alır. Saptanabilirlik aşamasında hata sanki olmuş gibi varsayılarak mevcut kontrollerle hatanın işi yapan personele ve çevresindeki personele etkileme olasılığı derecelendirilir. Hata nedeninin oluşma olasılığı istatistiksel yöntemlerden yararlanılarak belirlenir. Her bir nedenin, hata türünün oluşmasındaki katkısını ise varyans analizi, Taguchi teknikleri, Bayes analizi gibi istatistiksel yöntemlerle belirlemek mümkündür. Veri tabanı oluşturulmamışsa ve hesaplama kullanılmıyorsa, grup üyelerinin deneyimlerinden yararlanılarak olasılık değerlerinin tahmin edilmesi yoluna gidilir (Stamatis, 1995).

Risk değerlendirmesi uygulamasında RÖS değerlerinin hesaplanmasında kullanılan “Olasılık(O)”, “Şiddet (Ş)” ve “Saptanabilirlik (S)” bileşenleri belirlenirken;

- Analistin saha gözlemleri ve çalışanlar ile yapılan sözlü görüşmeler,
- SGK ve işletmeye ait geçmiş iş yıllarına ait iş kazası ve meslek hastalıkları kayıtları,
- İş Güvenliği Kurulu toplantı tutanakları dikkate alınmış ve ekip yargısı ile birleştirilerek neticelendirilmiştir.

Çizelge 6.6. Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
1	KADEME	Kademe yüksekliklerinin kazıcı ve yükleyici makinenin bom yüksekliğinden fazla olması	Şev kayması, yaralanma, ölüm, malzeme kaybı, iş makinesi kaybı	8	Doğal şev	2	1	16
2	KADEME	Şevlerin eğiminin zemin yapısına ve sağlamlığına uygun olmaması	Heyelan, yaralanma ölüm, malzeme kaybı, iş makinesi kaybı	8	Delik delme sırasında delik eğiminin uygun olmaması, uygun delici kullanılmaması	3	1	24
3	KADEME	Kademelerde yer alan malzeme yığınları ve artıkların bulunması	İşçilerin acil durumlarda kaçarak kurtulmalarını engellemesi sebebi ile yaralanma, ölüm. İş makinelerinin manevra alanının daralması	5	Kademelerin temizliğinin iyi yapılmaması ve/veya yaptırılmaması	3	2	30
4	KADEME	Kademe düzlüğünün patlatma sonrası uygun genişlikte olmaması	İş Makinelerinin manevra alanının azalması, makinenin devrilmesi	7	Patlatma tasarımının uygun yapılmaması, patlatma sonrası malzemenin öne ötelenmesi Patlatma tasarımının uygun yapılmaması, patlatma sonrası malzemenin öne ötelenmesi	2	3	35

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
5	KADEME	Eğimli çalışma alanında çatlak parça sökülmesi	Yüksekten düşme, taş düşmesi, yaralanma ölüm	6	İşçilerin kişisel koruyucuları kullanmaması, dikkatsizlik, dalgınlık	4	4	96
6	KADEME	Tehlikeli alanlarda korkuluk bulunmaması	Malzeme ve işçi düşmesi, yaralanma, ölüm, mal kaybı	9	Dikkatsizlik, dalgınlık	1	2	18
7	KADEME	Ocak sahasının etrafının tel örgü veya korkulukla çevrilmemesi	Yabancıların ocağa girmesi, avcılarının fark etmeden ocak alanına girip avlanması can mal kaybı tehlikesi	7	Dikkatsizlik, dalgınlık ocak alanının fark edilmemesi	5	1	35
8	KADEME	Şev kenarlarında sütünlerin (bariyerleme) oluşturulmaması	Yüksekten düşme, yaralanma, ölüm, maddi hasar	10	Dikkatsizlik, dalgınlık, operatör hatası	1	3	30
9	KADEME	Patlayıcı madde kullanımı için gerekli izinlerin alınmaması	Faaliyetlerin durdurulması, yasal işlemlerin başlaması	8	Yönetim hatası, Mühendis hatası	1	1	8
10	KADEME	Delici makinenin operatör kabini gürültüye karşı yalıtımlı olmaması	İşitme kaybı	6	Donanım eksikliği	3	1	18
11	KADEME	Patlatmanın Ateşçi ehliyeti bulunmayan kişi tarafından yapılması	KontROLSÜZ patlama, malzeme kaybı, ölüm tehlikesi	10	Yönetim hatası	1	1	10

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
12	PATLATMA	Patlatma yapılacağı zaman etki alanında insanların bulunması	Yaralanma, ölüm	9	Mühendislik ve ateşçi hatası, güvenlik önlemlerinin alınmaması	1	3	27
13	PATLATMA	Uygun mesafeden ateşleme yapılmaması	Yaralanma, ölüm	10	Ateşçi hatası	1	3	30
14	PATLATMA	Patlayıcı madde kullanımı sırasında cep telefonu kullanımı	Kontrolsüz patlama, yaralanma, can kaybı, malzeme kaybı	8	Güvenlik önlemlerinin tam alınmaması, Maden Mühendisi ve ateşçi hatası	5	4	160
15	PATLATMA	Yağmurlu ve fırtınalı havalarda patlayıcı madde kullanılması	Yıldırım düşmesi, kontrolsüz patlama, yaralanma, ölüm	10	Ateşçi ve Mühendis hatası	2	4	80
16	PATLATMA	Patlayıcı maddelerin patlayıcı talimatnamesine uygun taşınmaması	Kontrolsüz patlama, yaralanma, ölüm, maddi kayıp	10	Ateşçi hatası	2	3	60
17	BLOK ÜRETİM	Delik delme işlemi sırasında operatörün kişisel koruyucu kullanmaması	İşitme kaybı	5	Operatör hatası	8	3	120

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
18	BLOK ÜRETİM	Elmas tel kesme makinesinin tel kopması ve soket fırlaması	Ağır yaralanma, can kaybı	6	Mühendis ve operatör hatası	7	4	168
19	BLOK ÜRETİM	Makinenin ilk çalıştırılmasında tele elle müdahale edilmesi	Kaza, yaralanma	5	Operatör hatası	8	5	200
20	BLOK ÜRETİM	Kesim sırasında yapının çatlağının fark edilememesi, kesim hattı boyunca sağlam yerin alınmasıyla ana kayaktan kurtulan kayanın parçalarının çalışanların veya makinelerin üstüne düşmesi	Kaza, yüksekten düşme, yaralanma	5	Operatör hatası	4	3	60
21	BLOK ÜRETİM	Sayalama makinesinde yeterli debide su kullanılmaması, tellerin aşırı ısınarak aşınması sonucunda tel kopması	Ağır yaralanma, can kaybı	6	Operatör hatası	8	5	240
22	BLOK ÜRETİM	Çalışanların makine stop edilmeden kesilen blokların üzerine çıkmaları	Kaza, yaralanma	5	İşçi hatası, operatör hatası	6	6	180

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
23	BLOK ÜRETİM	Blokların hava yastığı ile devrilmesi, hava yastıklarının zamansız yerleştirilmesinden kaynaklanan kazalar	Kaza, yaralanma	4	Mühendis ve operatör hatası	4	4	16
24	BLOK ÜRETİM	Kesilmiş mermerin üstünde çalışırken veya diğer mermer bloğuna geçerken dalgınlık, dikkatsizlik, baş dönmesi, tansiyon, kullanılan ilaçların yan etkisi, depresyon, telefonla konuşma, şakalaşma, korkma, kavga etme vb.	Kaza, yaralanma	5	İşçi Hatası	5	4	100
25	YÜKLEME	Kamyonlara dengesiz ve aşırı malzeme yüklenmesi	Malzeme düşmesi, kamyonun devrilmesi, yaralanma, maddi kayıp	7	Operatör hatası	4	4	112
26	YÜKLEME	Operatör kabininde operatörden başka kişinin bulunması	Operatörün dikkatinin dağılması, kaza, yaralanma	3	Operatör hatası	4	4	48
27	YÜKLEME	Basamak yüksekliğini kepçe bom yüksekliğinden fazla olması, Ters ıskarpa yöntemi ile çalışma	Şev kayması, iş makinesinin göçük altında kalması, yaralanma, ölüm	10	Mühendis ve operatör hatası	2	2	40

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
28	YÜKLEME	Yükleme sırasında şoförün araçtan inmemiş olması	Operatörün yaralanması	8	Operatör hatası	4	3	96
29	YÜKLEME	Yükleme anında kamyonu inip binme yapılması	Operatörün yaralanması	8	Operatör hatası	3	4	96
30	YÜKLEME	İş makinelerinin vardiya bitiminde uygun alanlara çekilmemesi	Kaza, can ve mal kaybı	7	Operatör hatası	2	1	14
31	YÜKLEME	İş makinelerinin vardiya bitiminde uygun alanlara çekilmemesi	Ocak içi yolların kapanması acil durumlarda geçişi engellemesi yada makinenin zarar görmesi, kaza, can ve mal kaybı	7	Operatör hatası	1	1	7
32	YÜKLEME	İş makinesinin yükü askıda bekletmesi	Yüksekten düşme, maddi kayıp, yaralanma, ölüm	7	Operatör hatası	4	4	112
33	YÜKLEME	Yükleyicinin boşaltılması ve operatörün görüş alanına girilmesi ve durmadan yüklemeye başlanması	Operatörün yaralanması, malzeme kaybı, kaza	7	Operatör hatası, aceleci davranış	2	7	98

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
34	YÜKLEME	Gece çalışmaları için aydınlatmanın yetersiz olması	Kaza, yaralanma, ölüm, malzeme ve makine kaybı	9	Teknik eksiklik	8	7	504
35	ULAŞIM NAKLİYAT	İş makineleri ve kamyonlarda geri vites sesli ve ışıklı uyarıcılarının çalışmaması	Kaza, yaralanma, ölüm	6	Operatör hatası, teknik arıza	3	4	72
36	ULAŞIM NAKLİYAT	İş makinelerini kullanan kişilerin ehliyetinin olmaması	Kaza, mal ve can kaybı	7	Yönetim hatası	1	2	14
37	ULAŞIM NAKLİYAT	Kamyonların hız limitini aşması	Kaza, yaralanma, ölüm, maddi hasar	7	Operatör hatası	3	6	126
38	ULAŞIM NAKLİYAT	Sisli, puslu havalar da sis farlarının açılmaması	Görüş açısının azalması, kaza, maddi kayıp, yaralanma	7	Sis farlarının çalışmaması, operatör hatası	3	2	42

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
39	ULAŞIM NAKLİYAT	İş makinelerinin personel nakil aracı olarak kullanılması	Operatörün dikkatinin dağılması, kaza, yaralanma, olası kaza halinde operatörden başkasının da zarar görmesi	9	Operatör hatası	2	3	54
40	ATIK (MOLOZ) DÖKÜM SAHASI	Döküm Sahasındaki Heyelan	Yaralanma can ve mal kaybı	7	Döküm sahasının yüksek olması, malzemenin gevşek olması, döküm alanında yüzey çatlaklarının oluşması	5	3	105
41	ATIK (MOLOZ) DÖKÜM SAHASI	Atık (moloz) döküm alanında uç kısımlarda kamyonun döküme yanaştığı kısımlarda topuk bulunmaması	Kaza, maddi hasar, yaralanma	6	Teknik eksiklik	5	6	180

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
42	Diğer	İşçilere temel ilk yardım kursu ve sertifikasının aldırılmaması	Kaza yaralanma anında ilk müdahalenin yapılmaması ya da yanlış yapılması sonucu kalıcı iş görmezlik veya ölüm	8	Yönetim hatası	1	9	72
43	Diğer	İş makinelerinde yangın söndürme tüplerinin bulunmaması	Yangın, yaralanma, ölüm, maddi hasar	7	Operatör hatası, donanım eksikliği	2	6	84
44	Diğer	İşyerinde acil durumlar için uygun araç bulundurulmaması	Yangına, hastaya, yaralıya zamanında müdahale edilememesi, ölüm	8	Teknik eksiklik	2	1	16
45	Diğer	Operatörlerin duraklamalar da uygun ortamlarda dinlenmemesi	Taş düşmesi, kaza, yaralanma, ölüm	9	Operatör hatası, dikkatsizlik, üşengeçlik	1	7	63
46	Diğer	Toz oluşumu	Toz hastalıkları, Görüş mesafesinin azalması	9	Blok üretim, delik delme, kazı yükleme, nakliyat, ulaşım	3	3	81
47	Diğer	Basamaktaki Heyelan	Ocak yollarının kapanması, şev eğiminin artması, basamakta çalışan iş makinesinin ve operatörün toprak atında kalması, ölüm	10	Jeolojik yapı, gevşek malzeme, faylanma, yağmur	5	5	250

Çizelge 6.6. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analiz Formu.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	OLASI HATA ETKİSİ	ŞİDDET	HATANIN OLASI NEDENLERİ	OLASILIK	SAPTANMA	RÖS
48	DİĞER	İşçilere iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin verilmemesi	İşçilerin dikkatsiz davranış sergilemeleri sonucu iş kazası	8	Yönetim ve Mühendis hatası	1	8	64
49	DİĞER	Çalışma bitmiş kademelerin kavlaklardan arındırılmaması ve sütrelere (bariyerlerin) çekilmemesi	Yüksekten düşme, yaralanma ölüm, maddi kayıp	9	Mühendis hatası	2	1	18
50	DİĞER	Titreşim, Gürültü	İşitme kaybı, fizyolojik ve psikolojik etiler	5	Kişisel koruyucuların kullanılmaması	5	1	25

Çizelge 6.6.'da Hata Türü ve Etkileri Analiz sonuçları verilmiştir. Elde edilen sonuçlar, işletme tarafından yapılan L Tipi Matris yönteminin kullanıldığı risk analizi sonuçları ile karşılaştırılmak istenmiştir. Ancak işletmenin kendi elde ettiği sonuçları paylaşmaması sebebiyle bu istek gerçekleştirilememiştir. Çizelge 6.5.'te verilen, uygulamanın yapıldığı mermer ocağında gözlenen iş kazaları ile HTEA sonuçlarından elde edilen yüksek RÖS (>100) değerine sahip tehlikelerin tutarlı olduğu söylenebilmektedir (Çizelge 6.7.). İş kazası sayısı açısından kıyaslanacak olursa son 8 ayda 19 adet iş kazası yaşanmıştır. İşletmede yapılan gözlemler ve sözlü görüşmeler sonucunda; HTEA risk analizi yöntemiyle belirlenen risklere karşı alınan önlemler sonrasındaki 8 aylık dönemde ise sadece 3 adet iş kazası yaşanmıştır.

İşletmede saptanan olası hataların RÖS değerleri belirlendikten sonra, risklerin oluşturabileceği etkiler ve bu etkilerin gerçekleşmemesi için mevcut ve alınması gerekli tedbirler belirlenmiştir. Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler Çizelge 6.8.'de verilmiştir.

Çizelge 6.7. Mermer Ocağında Gözlenen İş Kazaları ile HTEA Sonuçlarının Kıyaslaması.

MERMER OCAĞINDA GÖZLENEN İŞ KAZALARI		HTEA SONUÇLARI		
KAZA TÜRÜ	AĞIRLIKLI KAZA OLUŞUM ORANI (%)	SIRA NO	OLASI HATA ETKİSİ	RÖS
İş Makinelerinden Meydana Gelen İş Kazaları	26	25	Kamyonlara dengesiz ve aşırı malzeme yüklenmesi	112
		32	İş makinesinin yükü askıda bekletmesi	112
		37	Kamyonların hız limitini aşması	126
Blokların Aynadan Kesilmesi, Devrilen Blokların Sayılanması, Taş Arasında Sıkışma veya Çarpmadan Dolaylı İş Kazaları	11	21	Sayalama makinesinde yeterli debide su kullanılmaması, tellerin aşırı ısınarak aşınması sonucunda tel kopması	240
Tel Kesme Makineleri Yaşanan İş Kazaları	21	18	Elmas tel kesme makinesinin tel koparması ve soket fırlaması	168
		19	Makinenin ilk çalıştırılmasında tele elle müdahale edilmesi	200
		22	Çalışanların makine stop edilmeden kesilen blokların üzerine çıkmaları	180
Örtü Tabakası Kaldırma, Ulaşım Yol Açma, Patlayıcı Madde Kullanımı vb. Faaliyetler Sonucu İş Kazaları	16	14	Patlayıcı madde kullanımı sırasında cep telefonu kullanımı	160
		41	Atık döküm alanında uç kısımlarda kamyonun döküme yanaştığı kısımlarda topuk bulunmaması	180
		47	Basamaktaki heyelan	250
Sondaj & Delik Delme İşlemleri İle İlgili İş Kazaları	11	17	Delik delme işlemi sırasında operatörün kişisel koruyucu kullanmaması	120
Diğer İş Kazaları	3	7	Ocak sahasının etrafının tel örgü veya korkulukla çevrilmemesi	175
		34	Gece çalışmaları için aydınlatmanın yetersiz olması	504
		40	Döküm sahasındaki heyelan	105

Çizelge 6.8. Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
1	KADEME	Kademe yüksekliklerinin kazıcı ve yükleyici makinenin bom yüksekliğinden fazla olması	Mevcut kontrol yok	16	Ayna yükseklikleri düşürülmeli	Maden Mühendisi
2	KADEME	Şevlerin eğiminin zemin yapısına ve sağlamlığına uygun olmaması	Şev açısı kontrolü, Jeolojik kontroller	24	Şev açısı düşürülmeli, eğik delik delinmeli, mevcut kontrollere devam edilmeli	Maden Mühendisi
3	KADEME	Kademelerde yer alan malzeme yığınları ve artıkların bulunması	Kademe kontrolü	30	Kademe temizliği sağlanmalı, kademeler sık sık kontrol edilmeli	Maden Mühendisi
4	KADEME	Kademe düzlüğünün patlatma sonrası uygun genişlikte olmaması	Basamak genişlikleri uygun	35	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi
5	KADEME	Eğimli çalışma alanında çatlak parça sökülmesi	İşçilere eğitim verilmiş	96	İşçilere belirli periyotlarla eğitim tekrarlanmalı, Kişisel koruyucu kullanım kontrolü sıklaştırılmalı	Maden Mühendisi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
6	KADEME	Tehlikeli alanlarda korkuluk bulunmaması	Korkulukların gerekli yerlere yerleştirilmiş	18	Korkulukların sağlamlığı sık sık kontrol edilmeli	Maden Mühendisi
7	KADEME	Ocak sahasının etrafının tel örgü veya korkulukla çevrilmemesi	Tel örgü ile çevrilmemiş fakat uyarı levhaları mevcut	35	Ocak çalışma etki alanının etrafı tel örgü ile çevrilmeli, uyarı levhaları sık sık kontrol edilmeli yıprananlar yenilenmeli	Maden Mühendisi
8	KADEME	Şev kenarlarında sütrelerin (bariyerleme) oluşturulmaması	Sütreler uygun şekilde oluşturulmuş	30	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi
9	KADEME	Patlayıcı madde kullanımı için gerekli izinlerin alınmaması	Tüm izinler alınmış	8	Mevcut önlemler devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, Ruhsat Sahibi
10	KADEME	Delici makinenin operatör kabininin gürültüye karşı yalıtımlı olmaması	Yalıtım yapılmış	18	Operatörler kulak tıkacı kullanmalı	Maden Mühendisi, Ruhsat Sahibi
11	KADEME	Patlatmanın Ateşçi ehliyeti bulunmayan kişi tarafından yapılması	Ateşçinin ehliyeti mevcut	10	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, Ruhsat Sahibi
12	PATLATMA	Patlatma yapılacağı zaman etki alanında insanların bulunması	Tesir alanı tamamen boşaltılıyor	27	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, Ateşçi
13	PATLATMA	Uygun mesafeden ateşleme yapılmaması	Patlatma öncesi mesafe mühendis tarafından belirleniyor	30	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, Ateşçi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
14	PATLATMA	Patlayıcı madde kullanımı sırasında cep telefonu kullanımı	Mevcut kontrol yok	160	Patlatma alanına cep telefonu, sigara ve alevlenebilir malzeme ile giriş engellenmeli, tesir alanının girişine uyarı ikaz levhası ve bu malzemelerin bırakılması için kutu yerleştirilmeli	Maden Mühendisi, Ateşçi
15	PATLATMA	Yağmurlu ve fırtınalı havalarda patlatma yapılması	Yağmurlu havalarda patlatma yapılmıyor	80	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, Ateşçi
16	PATLATMA	Patlayıcı maddelerin patlayıcı talimatnamesine uygun taşınmaması	Patlayıcılar talimatnamelere uygun taşınıyor	60	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, Ateşçi
17	BLOK ÜRETİM	Delik delme işlemi sırasında operatörün kişisel koruyucu kullanmaması	Mevcut kontrol yok	120	Operatöre eğitim verilmeli, işçilerin kişisel koruyucuları kullanmaları zorunlu hale getirilmeli	Maden Mühendisi
18	BLOK ÜRETİM	Elmas tel kesme makinesinin tel koparması ve soket fırlaması	Sadece periyodik kontroller yapılmaktadır	168	Teller sık sık kontrol edilmeli, gevşeyen, yıpranan, kopan noktaları hemen yenilenmeli	Operatör
19	BLOK ÜRETİM	Makinenin ilk çalıştırılmasında tele elle müdahale edilmesi	Mevcut kontrol yok	200	Elmas telle müdahalenin önlemek için koruyucu kapak takılmalı, makinenin üzerine uyarıcı levha asılmalı	Operatör, Maden Mühendisi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
20	BLOK ÜRETİM	Kesim sırasında yapının çatlağının fark edilememesi	Mevcut kontrol yok	60	Konuyla ilgili detaylı bir talimat hazırlanmalı ve konu ile ilgili çalışanlara eğitim verilmelidir. periyodik olarak kontrol edilmeli, çatlak ve kavlakların temizliği yapılmalı	Operatör, Maden Mühendisi
21	BLOK ÜRETİM	Sayalama makinesinde yeterli debide su kullanılmaması, tellerin aşırı ısınarak aşınması sonucunda tel kopması	Mevcut kontrol yok	240	Kesim anında yeterli debide su kullanımı sağlanmalı ve debi kontrolü yapılmalı	Operatör, Maden Mühendisi
22	BLOK ÜRETİM	Çalışanların makine stop edilmeden kesilen blokların üzerine çıkmaları	Mevcut kontrol yok	180	Makine stop edilmeden blokların üzerine çıkılmamalıdır, çalışanlara düzenli eğitimler verilmelidir, uyarı levhaları asılmalıdır	Operatör, Maden Mühendisi
23	BLOK ÜRETİM	Blokların hava yastığı ile devrilmesi, hava yastıklarının zamansız yerleştirilmesinden kaynaklanan kazalar	Mevcut kontrol yok	16	Çalışanlar yastıkların yakınında bulunmamalıdır ve yastıklar kullanılmadan önce kontrol edilmelidir.	Operatör, Maden Mühendisi
24	BLOK ÜRETİM	Kesilmiş mermerin üstünde çalışırken veya diğer mermer bloğuna geçerken dalgınlık, dikkatsizlik, tansiyon, telefonla konuşma, korkma, şakalaşma, vb.	Mevcut kontrol yok	100	Konuyla ilgili çalışanlara eğitim verilmeli, kurallara uymayıp tehlikeli davranışlarda bulunanlar hakkında tutanak tutularak gerekli resmi işlemler yapılmalıdır.	Maden Mühendisi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
25	YÜKLEME	Kamyonlara dengesiz ve aşırı malzeme yüklenmesi	Mevcut kontrol yok	112	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller arttırılmalı	Operatör, Maden Mühendisi
26	YÜKLEME	Operatör kabininde operatörden başka kişinin bulunması	Mevcut kontrol yok	48	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller arttırılmalı	Operatör, Maden Mühendisi
27	YÜKLEME	Ters ıskarpa yöntemi ile çalışma	Ocakta ters ıskarpa yöntemi ile çalışma yok	40	Ayna yükseklikleri kepçe bom yüksekliğinden fazla olmamalı, mevcut kontroller devam ettirilmeli	Operatör, Maden Mühendisi
28	YÜKLEME	Yükleme sırasında şoförün araçtan inmemiş olması	Mevcut kontrol yok	96	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller arttırılmalı	Operatör
29	YÜKLEME	Yükleme anında kamyonu inip binme yapılması	Mevcut kontrol yok	96	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller arttırılmalı	Operatör
30	YÜKLEME	İş makinelerinin vardiya bitiminde uygun alanlara çekilmemesi	Gerekli eğitimler verildi, vardiya sonunda ocak mühendis tarafından kontrol ediliyor	14	Mevcut kontroller devam etmeli	Operatör
31	YÜKLEME	İş makinelerinin vardiya bitiminde uygun alanlara çekilmemesi	Ocak içi denetimi yapılıyor, operatörlere eğitim verilmiş	7	Mevcut kontroller devam ettirilmeli, Operatörlere düzenli eğitimler verilmeli	Operatör

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
32	YÜKLEME	İş makinesinin yükü askıda bekletmesi	Mevcut kontrol yok	112	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller arttırılmalı	Operatör
33	YÜKLEME	Yükleyicinin boşaltılması ve operatörün görüş alanına girilmesi ve durmadan yüklemeye başlanması	Mevcut kontrol	98	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller arttırılmalı	Operatör
34	YÜKLEME	Gece çalışmaları için aydınlatmanın yetersiz olması	Sadece makinenin ışığı ile çalışma yapılıyor	504	Gece çalışması için gerekli aydınlatma yapılmalı veya gece çalışması durdurulmalı	Maden Mühendisi, Ruhsat Sahibi
35	ULAŞIM NAKLİYAT	İş makineleri ve kamyonlarda geri vites sesli ve ışıklı uyarıcılarının çalışmaması	Makinelerin periyodik kontrolleri yapılıyor	72	Mevcut kontroller devam ettirilmeli, ikaz sistemi bozulan makine hemen faaliyet alanından alınıp servise gönderilmeli	Teknik Servis
36	ULAŞIM NAKLİYAT	İş makinelerini kullanan kişilerin ehliyetinin olmaması	Ehliyetsiz personel çalıştırılmıyor	14	Mevcut kontrollere devam edilmeli	Ruhsat Sahibi
37	ULAŞIM NAKLİYAT	Kamyonların hız limitini aşması	Mevcut kontrol yok	126	Ocak ana yollarına hız limiti ikaz levhaları yerleştirilmeli, operatörler eğitilmeli, kontroller sıklaştırılmalı	Operatör, Maden Mühendisi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
38	ULAŞIM NAKLİYAT	Sisli, puslu havalarda sis farlarının açılmaması	İş makinelerinin periyodik kontrolleri yapılıyor	42	Mevcut kontroller devam ettirilmeli, operatörlere eğitim verilmeli	Teknik Servis, Operatör
39	ULAŞIM NAKLİYAT	İş makinelerinin personel nakil aracı olarak kullanılması	Gerekli eğitimler veriliyor	54	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Operatör
40	ATIK (MOLOZ) DÖKÜM SAHASI	Heyelan	Döküm sahasının etki alanına sütreler oluşturulmuş	105	Mevcut önlemle devam etmeli, pasa belirlenecek yeni döküm alanına dökülmeli	Maden Mühendisi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
41	ATIK (MOLOZ) DÖKÜM SAHASI	Atık (moloz) döküm alanında uç kısımlarda kamyonun döküme yanaştığı kısımlarda topuk bulunmaması	Döküm alanında talimatlara uygun topuk bırakılmış	180	Atık (moloz) döküm alanında uç kısımlarda 50 cm yükseklikte topuk yapılmalıdır	Maden Mühendisi
42	DiĞER	İşçilere temel ilk yardım kursu ve sertifikasının aldırılmaması	Gerekli eğitimler veriliyor	72	Eğitimler belirli periyotlarla tekrarlanmalı, yeni alınan işçiler eğitim verilmeden görevlendirilmemeli	Ruhsat Sahibi, İş Güvenliği Uzmanı
43	DiĞER	İş Makinelerinde yangın söndürme tüplerinin bulunmaması	Yangın tüpleri mevcut	84	Tüplerin periyodik kontrolleri yapılmalı	Operatör Teknik Servis
44	DiĞER	İşyerinde acil durumlar için uygun araç bulunmaması	Hasta nakil aracı ve arazöz aracı mevcut	16	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Ruhsat sahibi
45	DiĞER	Operatörlerin duraklamalarda uygun ortamlarda dinlenmemesi	Mevcut kontrol	63	Operatörlere eğitim verilmeli, kontroller sıklaştırılmalı	Operatör, Maden Mühendisi

Çizelge 6.8. (Devam) Hata Türü ve Etkileri Analizi Sonucunda Alınması Gereken Önlemler.

SIRA NO	FONKSİYON	OLASI HATALAR	MEVCUT KONTROL	RÖS	ÖNERİLEN DÜZELTİCİ ÖNLEMLER	SORUMLU
46	Diğer	Toz oluşumu	Ocak yolları sulanıyor	81	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Operatör, Maden Mühendisi
47	Diğer	Heyelan	Basamak yükseklikleri düşürüp şev açısı arttırılıyor	250	Heyelan tehlikesi olan bölgede basamak yükseklikleri düşürülmeli, genişlikleri artırılmalı genel şev açısı 45°'den düşük olmalı	Maden Mühendisi, Jeoloji Mühendisi
48	Diğer	İşçilere iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin verilmemesi	Gerekli eğitimler veriliyor	64	Eğitimler belirli periyotlarla tekrarlanmalı, yeni alınan işçiler eğitim verilmeden görevlendirilmemeli	Ruhsat Sahibi, İş Güvenliği Uzmanı
49	Diğer	Çalışma bitmiş kademelerin kavlaklardan arındırılmaması ve sütrelerin (bariyerlerin) çekilmemesi	Gerekli önlemler alınıyor	18	Mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi
50	Diğer	Titreşim, Gürültü	Düzenli titreşim ve gürültü ölçümleri yapılıyor	25	Kişisel koruyucu kullanımı konusunda personel uyarılmalı, mevcut kontroller devam ettirilmeli	Maden Mühendisi, İşçi

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, bir mermer işletmesinde iş kazası öncesinde risk analizi yapılması ve bir iş güvenliği yönetim sistemi kurulması hedeflenmiştir. İlk olarak işçi sağlığı ve emniyetini olumsuz olarak etkileyen tehlikeler tespit edilmiş ve tehlikelerin neden olabileceği risklerinin önlenmesi için çalışmalar yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, işletmede mevcut risk analizi ile Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemi ile yapılan risk analizi ve alınan önlemler sonucunda yaşanan iş kazaları kıyaslanmıştır.

İşletmede mevcut L tipi matris risk değerlendirmesi ile yapılmış çalışma kayıtlarına göre; Son 8 ay içerisinde 19 adet iş kazası yaşanmıştır. İşletmede yapılan gözlemler ve sözlü görüşmeler sonucunda; HTEA risk analizi yöntemiyle belirlenen risklere karşı alınması gerekli önlemlerin tamamlanması sağlanmıştır. Gerekli önlemlerin alınmasından sonraki 8 aylık dönemde ise sadece 3 adet iş kazası yaşanmıştır. Personelin elle malzeme taşınması sırasında malzemeyi ayağına düşürmesi sonucunda ayağı kırılmış ve kayıp iş günlü iş kazasında meydana gelmiştir. İş kazası maddi bir kayıp söz konusu olamamakla beraber personelin 12 gün doktor raporu ile istirahati uygun görülmüştür. Diğer bir iş kazası ise çalışma alanı yol temizliğinin yeterince yapılmamasından kaynaklı nakliye aracının lastiğinin patlayarak acil duruş yapmak zorunda kalmasıdır. Nakliye aracında sadece mekanik maddi hasar meydana gelmiştir. Manevi hasar ve fiziksel yaralanma gözlenmemiştir. Kaza listesinin son sırasında yer alan iş kazası ise çalışma alanında makinelerin bağlantı kablolarının düzensizliğinden kaynaklı çalışan personelin bağlantı kablolarına takılıp düşmesi sonucunda hafif derecede (vücut yüzeyinde hafif çizikler vb.) yaralanmasıdır.

Sonuçlar gösteriyor ki iş kazası sayılarında ve buna bağlı maddi ve manevi kayıpların gözle görülür şekilde azalması işletmedeki mevcut hataların farklı bir yöntem ile analiz edilmesinden dolayı, çalışan personelde hatalara ve alınacak önlemlere yönelik iş sağlığı ve güvenliği bilinci oluşturmakta, farkındalık yaratmaktadır. Bu da işletmedeki iş kazalarının sayısının azaldığını göstermektedir.

İşletmedeki mevcut risk analizine ek olarak, Hata Türü ve Etkileri Analizi yöntemi kullanılarak yapılan risk analizinden sonra alınabilecek ilave önlemler aşağıdaki gibi özetlenebilir;

- Mermer ocaklarında çalışacak işçilere düzenli olarak iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilmelidir. Olağandışı bir olay durumunda, önceden yapılacak eğitim ve tatbikatlarla

işçilere hangi işçilerin hangi ekipmanı kullanacakları ve hangi ekipmanı kullanmaları gerektiği gösterilmelidir.

- İşçilerin ve acil durumlarda irtibat kurulacak yakınlarının adres, telefon ve kan grubu gibi acil durumlarda ihtiyaç duyulabilecek kişisel bilgileri, ihtiyaç duyulabilecek yerlere asılmalı, güncellenmeli ve kaydedilmelidir.
- Acil durumlarda panolara kimin hangi görevi yapması gerektiği, büyük harf ve rakamlarla belirtilerek asılmalıdır. İlk başta gereksiz olarak kabul edilen ve genellikle işçiler tarafından okunmayan bu yardımcı malzeme türü, zaman içinde göz hafızası ile öğrenilir.
- Telli kesicilerde, kabloların kırılmasını önlemek için, teller sık sık kontrol edilmeli ve gevşemiş, aşınmış veya kırılmış bir nokta varsa, gerekli değişim derhal yapılmalıdır. Tel kesicilerin orijinal koruyucularını kesinlikle çıkartılmamalıdır.
- Tel kesme makineleri ile çalışma yapıldığında kesim doğrultusunun arkasına ahşaptan yapılan koruyuculu siperlikler yerleştirilmelidir.
- Tel kesme makinesinin dönme istikametine göre ön ve arka doğrultusunda işçilerin veya üçüncü şahısların bulunmaması için önlemler alınmalıdır.
- Kesme işlemi sırasında yeterli miktarda su debisi ile sağlanmalıdır.
- Kesme işlemi sırasında tellerin sıkışmasını ve dönme hareketini engelleyecek diğer unsurlara da dikkat edilmelidir. Telin rahat hareket dönmesi sağlanmalıdır. Kesimi yapılan taşların düşmesi veya kopması olasılığına karşı taşların gelebileceği yerlerden işçiler ve malzemeler uzak tutulmalıdır.
- İşçilerin iş makinelerin çalışma alanlarında çalışmasına izin verilmemeli, sadece nitelikli ehliyet sahibi operatörler iş makinelerini kullanmalıdır.
- Alt basamaklarda iş yapılırken üst basamaklardan düşebilecek malzeme ve taşlar için gerekli önlemler alınmalı, düşebilecek parçalar sökülmeli ve taş parçaları düzenli kontrollerle kaldırılmalıdır.
- İşletmedeki faal her makine için her türlü işletim ve bakım bilgisi yazılı olarak kayıt altında tutulmalıdır.
- Hiçbir çalışan kendi sorumluluğu olmayan işe müdahale etmemeli veya müdahale etmemelidir.
- Görevlendirilmeyen kişilerin ocağa girmesine izin verilmemelidir. Her türlü kesim işi teknik personel ve yetkin uzmanların yanında yapılmalıdır.

Bütün bu tehlikelere bakıldığında, işletme içerisinde alınmış olan kontrol önlemlerinden sonra görülüyor ki, dikkat edilmesi gereken en önemli konunun işçilerin ilk işe girdiklerinde

almış oldukları temel iş sağlığı ve güvenliği eğitimi olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte işletmede oluşan olumsuzluklar gözden geçirilmeli ve görevli mühendisler nezaretinde uygun görülen hususlar giderilmeye çalışılmalıdır. Ancak bu şekilde yapılan titiz bir çalışma ile istenmeyen kazaların ve olayların önüne geçilebilecektir. İşyerlerindeki çalışmaların sağlıklı ve düzenli bir şekilde ilerlemesi için gerek çalışanların gerekse işverenin sağlık ve emniyet kurallarına uymaları şarttır. Bu konulardaki farkındalık, işçilerin ve işyerinin uğrayabileceği zararları engelleyecek veya en aza indirecektir. Uygulamalarda çalışanların görüş ve tavsiyelerinin alınması, çalışanları direkt olarak sistemin bir parçası yapacaktır. Bu da iş memnuniyetini ve iş verimini olumlu yönde etkileyecektir.

Bu konuda yapılan çalışmalar sadece kanuni gereklilik olarak görülmemelidir. Uzun zaman dilimi içerisindeki yararları her zaman göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle çalışanların katkısının önemi vurgulanmalıdır. Çalışanların bu konudaki farkındalıklarının artması için eğitim verilmesi en önemli unsurdur. İş kazası veya meslek hastalığı meydana geldiğinde öncelikli olarak işçiler zarar görecektir. Can kaybı veya ciddi yaralanma olmasa bile, iş kazalarındaki ve meslek hastalıklarındaki artış, bir işletmenin üretim maliyetlerinin yükselmesine ve üretkenliğinin azalmasına sebep olacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ağca, E. (2010). Mermer Fabrikalarında İş Güvenliği Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Akın, B. (1998). *ISO 9000 Uygulamasında İşletmelerde Hata Türü ve Etkileri Analizi*, Bilim Teknik Yayınevi, İstanbul, 182.
- Akkök, A. (1977). *İş Kazalarının Maliyeti ve İş Güvenliği*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 204, Ankara, 23.
- Akkurt, M. (2002). *Kalite Kontrol (Excel Destekli-Hata Türü ve Etkileri Analizi)*, Birsen Yayınevi, İstanbul, 687.
- Aksoy H. (2002). İşçi Sağlığı ve İş Güvenliğine İlişkin ILO Sözleşmeleri ve Türkiye Uygulamaları, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Aksoy, C. (1982). *İş Kazaları: Tanımı, Önemi, Nedenleri, İş Kazalarını Önleme Semineri*, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları No: 261, Ankara, 20.
- Alataş, C. (2007). İş Sağlığı Ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metotları Ve Risk, Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 289.
- Bajpayee T.S., (2003). Blasting In Juries In Surface Mining With Emphasis On Flyrock and Blast Area Security, *Journal Of Safety Research*.
- Canbolat, R. (2008). Hata Türü Etkileri Analizi'nde Analitik Ağ Süreci ve Bulanık Bil. Mantık Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 107.
- Çakar, C. (2009). Bir Petrol Sondaj Tesisinde Hata Türü Ve Etkileri Analizi İle Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çelik, M.Y., Ersoy, M., Yeşilkaya, L., Kayı, Z., (2017). Mermer Ocaklarında Elmas Tel Kesme ve Zincirli Kollu Kesme Makinelerinin Birlikte Kullanımının İncelenmesi, *Politeknik Dergisi*, 20 (2): 459-473.
- Çiğdem S. (1994). Hata Türü ve Etkileri Analizi, Koç Holding A.S. Eğitim ve Geliştirme Merkezi, İstanbul, 120.
- DPT, (Devlet Planlama Teşkilatı), (2001). Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Dülger S. (2015). Bir Mermer İşletmesindeki Problemlerin TRIZ Yöntemi ile Değerlendirilmesi Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Düzgüner, E. (2002). Ürün Geliştirme Sürecinde Önleyici Kalite Güvence: FMEA, Metodu Ve Bu Metodun Bir Sanayi İşletmesindeki Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri. 118.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Eleren A. ve Ersoy M. (2011). Mermer Ocaklarında Elmas Tel ve Kollu Kesiciyle Kesme Teknolojilerinin İş Güvenliği Bakımından Karşılaştırılmasında Hata Türü Etki Analizi Yönteminin Uygulanması, *Türk Bilim araştırma Vakfı Dergisi*, Cilt:4, Sayı:1, Sayfa:9-19.

Ersoy M, Eleren A, Kayacan S (2017) An Application of Failure Mode and Effect Analysis on Improving Occupational Health and Safety Process of Marble Factories. *International Journal Natural Disaster Health Security* 4(1), 22-29. doi: <http://dx.doi.org/10.19070/2572-7540-170005>

Ersoy, T. (1991). Ladik (Konya) Mermerlerinin Jeomekanik Özellikleri ve İşletmeciliği, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Eurostat (Avrupa İstatistik Ofisi), (2007). Statistical Analysis Of Socio Ecomomic Costs Of Accidents At Work In The European Union Final Report.

Fine, W.T. ve Kinney (1971). Mathematical Evaluation For Controlling Hazards, Journal of Safety Research, W.D., 1971.

Ford, H. (1992). FMEA Handbook, Ford Motor Company Engineering Materials and Standarts, Dearborn, Michigan. 290.

Göztepe C. (2014). Mermer Ocağı ve Mermer Fabrikasında Risk Değerlendirmesi ve İşig Uygunsuzluk İzleme Sistemi, Maden Mühendisleri Odası, İstanbul

Güçlü, M. (2007). OHSAS 18001 Yönetim Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Gürsoy, S. (2005). Muğla İlinde Mermercilik Sektörünün Gelişimi ve İl Ekonomisine Katkıları, İçişleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.

Gümüş (2005). Diyarbakır Bölgesinde Mermer Ocağı İşletmeciliğinde İş Güvenliği ve İş Kazalarının Doğurduğu Sonuçlar, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

Gümüş ve Akkoyun (2006). Diyarbakır Bölgesi Mermer Ocak İşletmeciliğinde Sık Karşılaşılan İş Kazaları Üzerine Bir İnceleme, MERSEM'2006 Türkiye V. Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu, Afyonkarahisar, 103-107.

Kahraman, Ö. ve Demirer, A. (2010). "OHSAS 18001 Kapsamında FMEA Uygulaması", Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt 7, No 1, 53-68, 2010.

Kasap Y., Subaşı E., (2011). *Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Açık İşletme Madenciliğinde Risk Denetimi, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Zonguldak.

Kaynak, T. ve Geylan, R. (2000). *İnsan Kaynakları Yönetimi*, 2. Baskı, İstanbul, Dönence Basım ve Yayın Hizmetleri, 417, 418, 419.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kinney, G.F., Wiruth, A.D., (1976). Practical Risk Analysis for Safety Management, NWC Technical Publication 5865, China Lake CA, USA, 1976.
- Konuk, A., Kasap, Y., Aslan S. (2009). Türkiye Mermer Ocaklarında Risk Analizi, Maden İşletmelerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Sempozyumu, Adana, 343.,
- Koru, E. (2006). Otomotiv Yan Sanayinde Süreç Hata Türleri Ve Etkileri Analizi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 138.
- Kuru, O. (2000). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Yeni Oluşumlar, *TGSK İşveren Dergisi*, Ankara, Cilt: 28, Sayı: 8, Mayıs 2000, 5.
- Maszewski, M. (2009). Risk Değerlendirme Metodolojileri ve AB Ülkelerinde OHSAS 18001'in Uygulanması, AB Müktesebatı Uluslararası Semineri, Bursa.
- Musabeyli, E. N. (1999). Ürünün Önemli Kalite Karakteristiklerinin Belirlenmesinde Tasarım Hata Türü Ve Etkileri Analizi İle Kalite Evinin Birlikte Kullanılması, Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 102.
- Nouri, J., Abdi, N., Arian Asl, A., Mohseni, M., Moeeni, M., Abooshahab, Z., (2013). Application Of Failure Mode And Effect Analysis In Risk Assessment of Mining Plan, Proceedings of the 13th International Conference of Environmental Science And Technology Athens, Greece, 5-7 September 2013
- Olçayır, A. (1993). Lisans Bitirme Projesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 15-30.
- Öndemir, Ö. (2004). Hata Türü ve Etkilerinin Bulanık Kümeler Yaklaşımıyla Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 112.
- Önder, S., Mutlu M., Önder M., (2011). Açık İşletme Kömür Madenciliğindeki İş Kazalarının Risk Değerlendirme Karar Matrisi ile değerlendirilmesi, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Zonguldak.
- Özçelik, A. (2013). İş Sağlığı ve Güvenliğinde Fine-Kinney Yöntemiyle Risk Yönetimi Mermer İşletmesi Örneği, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Özfırat, M.K., Mızrak Özfiat, P., Kahraman, B., Can, Y. ve Öney, Ö. (2013). “Yeraltı madeninde nakliyatla oluşan risklerin Hata Türü Etki Analizi (HTEA) yöntemiyle sınıflanması”, Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, Adana, 289-295, 21- 22 Kasım 2013.
- Özkılıç, Ö. (2007). İş Sağlığı Ve Güvenliği, Yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme Metodolojileri, Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu, 246, 8, 13, 14, 15, 21, 34.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Öztekin, C. (2006). Hizmet Sektöründe Hata Türü Etkileri Analizi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 131.
- Richardson, M.E.J. (2005). Hammurabi's Laws; Madde 229, 230, 231, 232. T&T Clark, Leiden.
- Sarıkaya, H. (2014). Özçelik Mermer Fabrikasında İş Güvenliği ve Risk Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Söylemez, C. (2006). Hata Türü Ve Etkileri Analizi İş Güvenliği Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 105.
- Stamatis, D.H., (1995). FMEA From Theory to Execution, ASQ Publications, Milwaukee, Wisconsin, 49 s.
- Şen, A., Deveci, İ., Yenigöl F., Gürkaynak, Y. (1999). Bir Sistem Tasarımında KFG, HMEA ve Güvenilirlik Tekniklerinin Tasarım Güvencesi Amacı ile Kullanılması, 4. Ulusal Ekonometri Ve İstatistik Sempozyumu, Antalya, 1215.
- Şentürk, A., Gündüz, L., Tosun, Y.İ., Sarıışık, A. (1995). *Mermer Teknolojisi*, Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını, Isparta, 5-57.
- Taşan, K. (2006). Bir Risk Değerlendirme ve Güvenilirlik Metodu Olarak Hata Türü Ve Etkileri Analizi (HTEA) Yöntem: Bir Otomotiv Yan Sanayi İşletmesinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 185.
- Taşan (2016), Granit İşleme Tesislerinde Risklerin Belirlenmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara. T.C. ÇSGB. İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
- TÜMMER (Türkiye Mermer Doğal Taş ve Makineleri Üreticileri Birliği), (2018). *Maden ve İnsan Dergisi*, No:14, İstanbul.
- Usuğ, C. (2002). Hata Türü ve Etkileri Analizi ve Üretim ve Hizmet Sektörü Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 236.
- Vardar, M. (1990). Mermerlerin Uygarlık Tarihindeki Yeri, MTA Rapor No:9973, Ankara.
- Wang, Y.M., Chin, K.S., Poon, G.K.K. ve Yang, J.B. (2009). "Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean", *Expert Systems with Applications*, Cilt 36, 1195-1207
- Yılmaz, E. (2006). OHSAS 18001 İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetim Sisteminin ISO 1400 Çevre Yönetim Sistemine Entegrasyonu: Seramik Sektörü Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 166.
- Yiğit, A. (2011). *İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı* (2. Basım), Alfa Aktüel Yayınları, Bursa.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : SIRAĞAYA, Levent
Doğum tarihi ve yeri : 02.01.1990 Balıkesir
e-mail : leventsirakaya@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Yüksek Lisans	İstanbul Gelişim Üniversitesi (İş Sağlığı ve Güvenliği)	2019
Lisans	Dumlupınar Üniversitesi (Maden Mühendisliği)	2013
Lisans	Anadolu Üniversitesi (İşletme)	2017
Lisans	Anadolu Üniversitesi (Yönetim Bilişim Sistemleri)	Devam Ediyor
Önlisans	Atatürk Üniversitesi (Dış Ticaret)	2019
Lise	Rahmi Kula Anadolu Lisesi (Fen Bilimleri)	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
02.2014-Devam	Lava Demir Döküm A.Ş.	Üretim Planlama Müh.
10.2013-02.2014	Röplast A.Ş.	Üretim Uzman Yrd.

Yabancı Dil

İngilizce (İyi Seviye)
Almanca (Orta Seviye)
Fransızca (Başlangıç Seviyesi)