

Makale Gönderim Tarihi: 14.01.2022

Yayına Kabul Tarihi: 07.03.2022

Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi İle Bir Mermer Fabrikası'nda Risk Değerlendirmesi

*Risk Assessment In A Marble Factory with The Method of Failure Mode and Effects Analysis*Seyhan Önder^{1,a}, Mustafa Önder^{1,b}, Fatma Çiçek^{*2,a}^{1,a}Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, ^{1,b}Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, ^{2,a}Çukurova Üniversitesi, Mühendislik – Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adana* Sorumlu Yazar: fatma_c1990@hotmail.com

Özet

Günümüzde, çalışma koşullarının iyileştirilmesi teknolojik gelişmelere paralel olarak artmaktadır. Buna rağmen maden iş kolundaki iş kazaları ve meslek hastalıkları yoğun bir şekilde meydana gelmektedir. Son yıllarda doğal taş sektöründe ihracatta büyük bir gelişim kaydeden ülkemizde, mermer ocak işletmeciliği ve mermer üretim fabrikaları ön sıralarda yer almaktadır. Madencilik faaliyetlerinin çoğunun insan gücüne dayanarak yapıldığı bu alanların iş sağlığı ve güvenliği açısından daha güvenli hale getirilebilmesi için kazalar olmadan önce risk değerlendirmesi yapmak, gerek çalışan sağlığı gerekse işveren açısından büyük önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında bir mermer işletme fabrikasındaki tehlike ve riskler belirlenmiştir. Sonrasında, Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA) Risk Değerlendirmesi Yöntemi ile risk değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme sonrasında en büyük risk öncelik katsayısına sahip olan tehlikelerin insan kaynaklı tehlikeler olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Hata Türü ve Etkileri Analizi (HTEA), Mermer, Risk Değerlendirmesi.

Abstract

Today, the improvement of working conditions increases in parallel with technological developments. Despite this, work accidents and occupational diseases in the mining business line occur intensively. In our country, which has made a great progress in exports in the natural stone sector in recent years, marble quarry management and marble production factories are at the forefront. In order to make these areas, where most of the mining activities are based on human power, safer in terms of occupational health and safety, it is of great importance to make a risk assessment before accidents occur, both for employee health and employers. Within the scope of the study, the hazards and risks in a marble factory were determined. Afterwards, a risk assessment was made with the Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) Risk Assessment Method. After the evaluation, it has been seen that the hazards with the highest risk priority coefficient are human-made hazards.

Keywords: Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), Marble, Risk Assessment.

1. Giriş

Dünya’da ve ülkemizde gelişen sanayileşme ve teknoloji ile birlikte çalışanların sağlık ve güvenlik sorunları da sıklıkla gündeme gelmeye başlamıştır. Çalışanlara verilen iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin yetersiz olması, çalışanların yeterince konu hakkında bilgilendirilmemesi, çalışanların kendilerine verilen eğitimler doğrultusunda güvenli çalışma yöntemlerini uygulamamaları gibi nedenlerden dolayı sık sık kazalar meydana gelmekte ve kayıplar yaşanmaktadır.

Maden sektörünün önemli iş kollarından biri olan mermer üretiminde; yaklaşık 1500 adet doğal taş ocağı, fabrika ölçeğinde faaliyet gösteren 2000 kadar tesis, orta ve küçük ölçekli 9000 atölye faaliyet göstermektedir. İstihdam edilen kişi sayısı 300000 civarındadır (Doğal Taşlar Sektör Raporu, 2021). Mermer sektöründe, 2010 ile 2018 yılları arasında yaşanan toplam iş kazası sayısı 61 iken; bu kazalarda 63 çalışan hayatını kaybetmiştir. Hemen hemen yaşanan her kaza ölüm ile sonuçlanmıştır. Yaşanan kazaların çoğu, mermer bloğunun devrilmesi, bloğun altında kalma ve iki mermer bloğu arasında sıkışma gibi kazalardır (www.madenciyim.com, Erişim tarihi:27.05.2021).

Mermercilik sektöründe yapılan önceki çalışmalara bakıldığında; Ilgaz (2019), mermer ve taş ocağı işletmelerinde çalışan bireylerin, iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin algı düzeylerinin belirlenmesi için bir çalışma yapmıştır. 194 çalışana uygulanan anket verileri sonucunda, çalışanların kanunlarda belirtilen sürelerde iş sağlığı ve güvenliği eğitimini almadıklarını, çalışma ortamındaki tehlikelerin yeterince farkında olmadıklarını tespit etmiştir. Mermer ve taş ocağı işletmelerinde çalışanların iş sağlığı ve güvenliğine ilişkin algı puan ortalamalarının orta düzeyde olduğunu gözlemlemiştir. Dolmaz (2018), bir mermer kesme ve cilalama tesisinde fiziksel risk etmenlerinden aydınlatma, termal konfor, gürültü, toz ve titreşim ölçümlerini gerçekleştirdiği ve ölçümler sonrasında risk düzeylerini belirlediği bir çalışma yapmıştır. Ölçümler sonrasında elde etmiş olduğu verileri, L Matris ve Fine – Kinney Risk Analizi ile yorumlamıştır. Analizler sonrası, Fine – Kinney risk analizinin frekans faktöründen dolayı L Matris analizine göre daha avantajlı olduğu sonucuna varmıştır. Gök (2018), bir mermer ocağında yapmış olduğu risk değerlendirmesinde risk değerlendirme metotlarından olan L tipi matris risk değerlendirmesi yöntemi ile Fine – Kinney risk değerlendirme yöntemini kullanmıştır. Değerlendirme sonrasında; Fine – Kinney yöntemi ile tespit edilen risklerin geçmiş frekansları ve risk kaynaklarının neler olduğunu yöntemin belirlediğini ayrıca risk skoru puanlamasında daha fazla değişkeni göz önüne aldığından iş sağlığı ve güvenliği analizlerinde etkili sonuçlar verdiğini gözlemlemiştir. Ancak sadece Fine – Kinney yönteminin tek seçenek olarak yetinilmemesi gerektiğini ilave eden L matris yöntemi de uygulanarak analiz sonuçlarının bir bütüncül olarak değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varmıştır. Sade (2017), Sivas’da bulunan Fimar Mermer Fabrikası’nın risk değerlendirme analizini L Tipi Matris Yöntemi ve Fine – Kinney Yöntemi ile yapmıştır. İşletmede hammaddenin tesise girişinden nihai ürünün elde edilmesi aşamasına kadar gerçekleşen tüm faaliyetleri incelemiş ve tehlike oluşturabilecek risk unsurlarını belirleyerek risk derecelendirmelerini yapmıştır. L Tipi Matris Yöntemi ile yaptığı risk değerlendirmesi sonucunda, risklerin 3’nün kabul edilemez, 18’inin dikkate değer ve 4’ünün ise kabul edilebilir risk değerlerinde olduğunu belirlemiştir. Fine – Kinney Yöntemi ile ise risklerin 2’sinin tolere edilemez, 1’inin esaslı risk, 15’inin olası risk ve 7’sinin ise önemsiz risk seviyesinde olduğunu tespit etmiştir. Tantoğlu (2016), çalışmasında mermer işleme sektöründe iş kazalarına ve meslek hastalıklarına neden olabilecek tehlikelerin ve bunların ortaya çıkış sebeplerinin tespit edilmesi, bu tehlikelerin giderilmesi için çözüm önerilerinin getirilmesi ve bu sektörde kullanılacak bir risk değerlendirme metodunun uygulanmasını amaçlamıştır. Çalışmasında risk değerlendirme yöntemi olarak 3T Risk Değerlendirmesi Metodunu kullanmıştır. Risk değerlendirmesini 3 farklı

mermer sektörüne uygulamış olup; her bir sektör için ayrı ayrı sırası ile %71, %47.8 ve %45.9 güvenlik indeks değerlerini bulmuştur.

Birçok araştırmacı (Yavuz, 2018; Eleren ve Ersoy, 2011; Ağca, 2010; Eleren ve ark., 2009; Dike, 2009; Çakıroğlu, 2007; Gümüş ve Akkoyun, 2006; Karra, 2005; Bajpayee, 2003; Bacak, 2002; Akçın, 2001; Karadağ, 2000), madencilik iş kolunda tehlikelerin belirlendiği ve bu tehlikelerden doğabilecek risklerin, risk analizi yöntemleri ile değerlendirildiği çalışmalar yapmışlardır. Özler Köşek (2016), yapmış olduğu çalışmasında metal sektöründeki bir işletmede 3T ve Fine – Kinney Risk Analizi yöntemlerini kullanarak risk değerlendirmesi gerçekleştirmiştir. Risk derecelerinin doğru puanlanması ve yöntemlerin mukayesesi amaçlamıştır. Sonuç olarak, risk analizlerinin yapılırken kullanılan yöntemlerin iyi anlaşılması ve önceki verilerin detaylı bir şekilde incelenmesi gerektiği vurgulanmıştır. Ergenç (2018) çalışmasında, odun üretim faaliyetlerinde meydana gelebilecek olan tehlikeleri ve bu tehlikelerden doğabilecek olan risklerin değerlendirmesini L Tipi Matris Yöntemi ve Fine – Kinney Yöntemi'ni kullanarak yapmışlardır. Topuksak (2018), 3T Risk Değerlendirmesi Yöntemi'nin etkinliğinin artırılması için Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) yöntemini kullanmıştır.

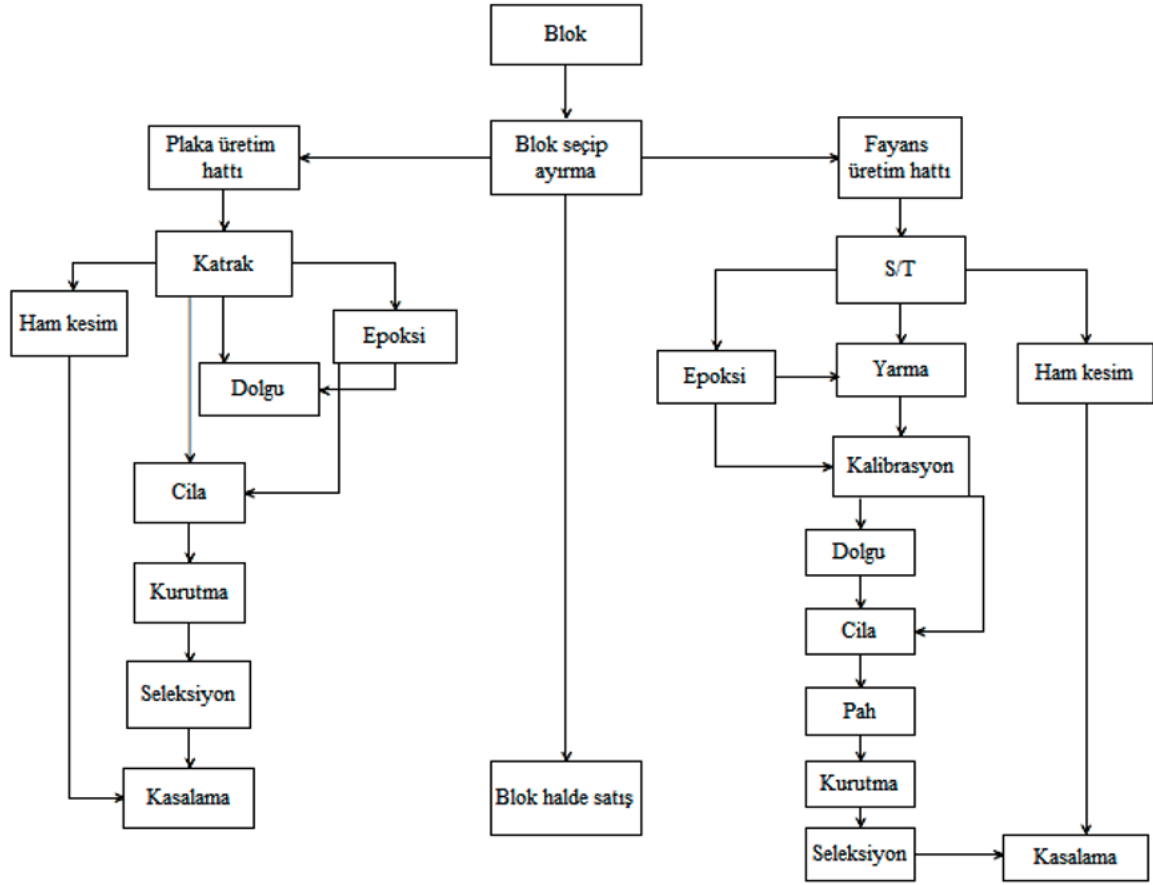
Yapılacak olan risk analizlerinde, değerlendirmelerin konuya hâkim olan, deneyimli ve sistemi bilen bir ekip tarafından yapılması tavsiye edilmektedir. Değerlendirmeyi yapacak olan ekibin, ayrıca; iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yönetmeliklere, standartlara, sistemdeki ekipmanları ve bu ekipmanlarla ilgili teknik bilgileri iyi bilmesi gerekmektedir (Topuksak, 2018).

2. Materyal ve metot

2.1. Materyal

Çalışmada, özel bir mermer işleme fabrikasındaki tehlike ve riskler fabrikada görev yapan iş güvenliği mühendisi ile birlikte belirlenmiştir. Ayrıca, fabrika çalışanlarıyla işin yürütümü ile ilgili olarak görüşülmüştür.

Fabrikada üretim, fayans hattı ve plaka hattı olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır. Müşteri talebine göre blok halinde mermer ihtiyacı da sağlanmaktadır. Blok halinde gelen mermerler, ihtiyaca göre ktrak makinesinde veya S/T makinesinde kesilmektedir. Sonrasında fabrikada bulunan bant makinelerinde işlenerek müşteriye sunulmaktadır. Mermer fabrikasının üretim akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Mermer fabrikasının üretim akış şeması

2.2. Metot

2.2.1. Fabrikadaki tehlike ve risklerin belirlenmesi

Fabrika gezisi fabrikanın iş güvenliği mühendisi ile birlikte yapılmıştır. Yapılan gezi sırasında, Şekil 2'de görüldüğü gibi tehlike ve riskler ile karşılaşmıştır. Şekil 2'de görüldüğü gibi, çalışanlar kulaklık kullanması gerekli iken etkinliği çok daha az olan pamuk ile önlem alma yoluna gitmişlerdir (a). Forklift ile insan taşındığı (b), malzeme konulan rafların önünde koruyucu bulunmadığı, ağır malzemelerin üst raflarda istiflendiği (c), iş ekipmanlarının koruyucu donanımlarının bulunmadığı (d), fabrika içerisinde yüksekte çalışma sırasında gerekli önlemler alınmadığı (e) ve işyeri zemininde takılıp düşmeye neden olacak malzemelerin olduğu (f) gözlemlenmiştir.



Şekil 2. İşletmede görülen tehlikeli durum ve hareketler a) Çalışanların kişisel koruyucu donanım kulaklık kullanmaması, b) İşletme içerisinde forklift ile insan taşımalarının yapılması, c) Malzeme raflarında yanlış yerleştirme ve raf önlerinde koruyucu bulunmaması, d) Katrak makinesi (mermer kesiminde kullanılan iş ekipmanı)nin koruyucu donanımlarının olmaması, e) Yüksekte çalışmalarda gerekli önlemlerin alınmaması, f) İşletme içerisinde zeminde takılıp düşmeye neden olabilecek tahta parçalarının bulunması

2.2.2. Risk değerlendirme

Çalışmada, risk değerlendirme yöntemi olarak Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) yöntemi kullanılmıştır. FMEA ilk kez Amerikan ordusu tarafından geliştirilmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Sistem ve donanım hatalarının ve bunların etkilerinin belirlenmesi için bir değerlendirme tekniği olarak kullanılmıştır. Daha sonraları FMEA, 1960 – 1965 yılları arasında NASA tarafından ay seyahati programlarında da kullanılmıştır. Uzun bir süre gizli tutulan teknik 1970–1975 yılları arasında ABD uçak sanayinde, 1972 yılında Ford Motor şirketi bünyesinde, 1975 yılında bilgisayar üretiminde ve Japon NEC firmasında ilk endüstriyel uygulamalarında yerini almıştır. 1988 yılında Amerika'nın üç büyük otomotiv şirketi olan Chrysler, Ford ve General Motors tarafından kabul edilerek genel standart olarak benimsenmiştir. Günümüzde FMEA; QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 9001:2000 ve diğer kalite yönetim sistemlerinde bir zorunluluk haline gelmiştir (Durhan, 2006).

Yönteme göre, işletmede görülen tehlikeler 9 ana gruba ayrılmış olan tehlike ana kodları altında toplanmıştır. Bu tehlike grupları; mekanik (fiziksel) tehlikeler, kimyasal tehlikeler, biyolojik tehlikeler, radyasyon tehlikesi, termal tehlike, elektrik tehlikesi, yangın ve patlama tehlikeleri, çalışma ortamlarından kaynaklı tehlikeler, insan kaynaklı tehlikeler ve genel tehlikelerdir. Gruplandırma sonrasında, tehlikelerin daha çok mekanik (fiziksel) tehlikelerin alt kategorisi olan iş makineleri, forklift vb. araçlarla çalışmada olduğu görülmüştür. Daha sonra ise, insan kaynaklı tehlikelerin geldiği görülmüştür. Yöntemde; olasılık, ağırlık (şiddet) ve saptanabilirlik (farkedilebilirlik) parametrelerinin çarpımı ile Risk Öncelik Katsayısı (RÖS) değeri elde edilmektedir.

Tablo 1. Hatanın ortaya çıkma sıklığı ve derecesi (olasılık-O) tablosu

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

Tablo 2. Ağırlığın etkisinin sınıflandırılması (A) tablosu

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

Tablo 3. Saptanabilirlik tablosu

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

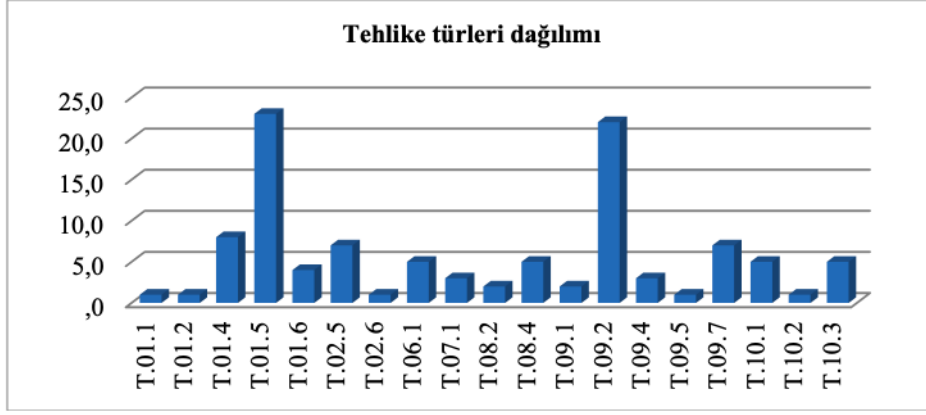
Risk öncelik sayısını hesaplamak için, tablolardan sırası ile olasılık, şiddet ve saptanabilirlik dereceleri belirlenmiş ve belirlenen değerlerin çarpımı yapılmıştır. Çarpım işlemi sonrasında bulunan risk öncelik sayısının değerlendirilmesi aşağıdaki tabloda verildiği gibi yapılmıştır.

Tablo 4. Risk öncelik sayısı (RÖS) değerlendirme tablosu

RÖS değeri	Önlem
$RÖS < 40$	Önlem almaya gerek yok.
$40 \leq RÖS \leq 100$	Önlem alınabilir.
$RÖS > 100$	Önlem alınması gereklidir.

3. Bulgular ve tartışma

Yapılan tehlike gruplandırması sonrasında, tehlikelerin daha çok mekanik (fiziksel) tehlikelerin alt kategorisi olan iş makineleri, forklift vb. araçlarla çalışmalarda olduğu görülmüştür. Bu tehlikeyi insan kaynaklı tehlikelerin izlediği görülmüştür.



Şekil 3. İşletme genelinde FMEA çalışması sırasında tehlike türlerinin dağılımı

Risk değerlendirmesi sonrasında, risk öncelik sayısı yüksek çıkan ve önlem alınması gereken olan tehlikeler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi bulunmuştur.

Tablo 5. Hata türü ve etkileri analizi ile yapılan risk değerlendirmesi sonrasında en büyük RÖS değerine sahip olan tehlikeler

Tehlike Tanımı	Risk	Tehlike Kodu	O	A	S	RÖS	Değerlendirme
İşçilerin blok istiflerinin arasından geçmesi	Blok devrilmesi veya bloktan parça düşmesi	T.09.2	3	10	9	270	ÖAG
Katrak kullanım	Valona kapılma	T.01.5-T.09.2	6	7	6	252	ÖAG
Strip makinesi ile çalışma	Strip makinesinin uyarı, ikaz levhalarının bulunmaması	T.01.5	6	7	6	252	ÖAG
Konteynere yükleme TIRa taş kasa ve Konteyner yükleme	Yükleme esnasında ürünün forklift üzerinden düşmesi	T.01.4	7	5	7	245	ÖAG
Forklift ile çalışma (Ambalajlamada)	Forklift ile insan taşınması	T.01.5-T.09.2	6	8	5	240	ÖAG
Forklift ile çalışma (Çalışma ortamı)	Forklift ile insan taşınması	T.01.5-T.09.2	6	8	5	240	ÖAG
Vinç kullanımı (hammadde indirme)	Halat kopması	T.01.5	6	5	8	240	ÖAG
KKD'ların kullanılmaması	Meslek hastalığı	T.09.7	8	6	5	240	ÖAG
Katrak kullanımı	Elektrik çarpması	T.01.5-T.06.1	6	7	5	210	ÖAG
Elektrik kablosu	Elektrik çarpması	T.06.1	6	7	5	210	ÖAG
Konteynere yükleme TIRa taş kasa ve Konteyner yükleme	Vinçten malzemenin/konteynerin düşmesi	T.01.4	7	4	7	196	ÖAG
Vinç kullanımı (hammadde indirme)	Taşın devrilmesi	T.01.5	3	7	9	189	ÖAG
Vinç kullanımı (blokların vagona yüklenmesi)	Taşın devrilmesi	T.01.5	3	7	9	189	ÖAG
Gürültü	Gürültü seviyesinin yüksek olması sonucu duyma bozukluklarının oluşması	T.01.2	6	6	5	180	ÖAG
Titreşim	Meslek hastalıkları	T.01.1	6	6	5	180	ÖAG
KKD'lerin kullanılmaması	Yaralanma/incinme	T.09.7	6	6	5	180	ÖAG
Vakumla yükleme	Taşın çatlak olması	T.01.5	6	5	5	150	ÖAG

Tabloda da görüldüğü gibi, en büyük risk öncelik sayısına sahip olan tehlike işçilerin blok istiflerinin arasından geçmesidir. Bu tehlikeden kaynaklı olarak blok devrilmesi veya bloktan parça düşmesi riski vardır. İnsan kaynaklı bir tehlikedir, çalışanlara konunun önemi ile ilgili olarak eğitimler verilmelidir. Blok stok sahasına girişlerde uygun uyarı ve ikaz levhaları bulundurulmalıdır. Bundan sonraki en büyük risk öncelik sayısına sahip tehlikeler, mekanik (fiziksel) kaynaklı tehlikelerdir. İş makineleri ekipman koruyucusuz çalıştırılmamalı, makineler üzerinde kullanımları sırasında uyulması gereken kurallar asılı bir şekilde bulundurulmalıdır.

4. Tartışma ve sonuçlar

Çalışmada bir mermer fabrikasında Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi kullanılarak risk değerlendirmesi yapılmıştır. Yöntemde, tehlikeler 9 ana tehlike kodu altında gruplandırılmış; sonrasında risk öncelik sayısının hesaplanabilmesi için gerekli olan olasılık, ağırlık etkisi ve saptanabilirlik değerleri ilgili tablolardan bulunmuş ve bulunan derecelerin çarpımı yapılmıştır. İşlem sonrası elde edilen risk öncelik sayısı değerlerine göre uygun önlem alma belirlenmiştir.

Çalışmada işletme genelinde risk değerlendirmesi öncesinde tehlike türlerinin dağılımı incelendiğinde; tehlikelerin en fazla iş makineleri, forkliftlerden kaynaklı mekanik tehlikeler olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonrasında, kurallara uymadan çalışma insan kaynaklı tehlikelerin yer aldığı görülmüştür. Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi ile yapılan risk değerlendirmesi sonrasında, en yüksek risk öncelik sayısına sahip olan tehlike blok istifleri arasından işçilerin geçmesi olmuştur. İşletme içerisinde katrak kesme makinesinin (mermer kesiminde kullanılan iş ekipmanı) koruyucu donanımı bulunmadığından; çalışanların kesim işlemi sırasında katrak volanına kapılma riskinin oldukça yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Önlem olarak katrak volanının kafes tarzında bir koruyucu donanım içerisine alınması önerilmiştir. İşletme içerisinde bulunan tüm iş ekipmanlarının (kaldırma vinçleri, strip kesme makinesi vb.) kullanımı sırasında uyulması gereken uyarı, ikaz levhalarının; iş ekipmanları üzerinde açık ve okunabilir bir şekilde bulunması gerektiği tavsiye edilmiştir. Forklift gibi taşıma işlemi sırasında kullanılan iş ekipmanlarının, sadece yük taşımak için kullanılması gerektiği bu tür iş ekipmanları ile insan taşımının yapılmaması ve bu konuda çalışanların bilgilendirilmesi gerektiği önemle vurgulanmıştır. Çalışanlara verilen kişisel koruyucu donanımlarını kullanmaya özendirici çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir. Risk değerlendirmesinde kullanılan Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi ile birlikte işlem prosesinde hataların oluşturabileceği en küçük zararın bile oluşumunu engellemek mümkün olabilmektedir. Yöntem, deneyimli bir ekibin sistematik bir çalışması ile uygulandığında üretim sırasında hata çıkma olasılığının en aza indirilmesi sağlanacaktır. Yöntemin mermer alanına uygulanması ile birlikte, üretim sırasında çalışanların ve çevrenin zarar görme olasılığının düşük seviyelere indirilebileceği öngörülmektedir.

Kaynaklar

Ağca, E., 2010. Mermer Fabrikalarında İş Güvenliği Risk Analizi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Yüksek Lisans Tezi.

Akçın, N.A., 2001. İş kazalarının nedenleri ve iş kazası raporu. Türkiye 10. Kömür Kongresi Bildirileri Kitabı, Zonguldak.

Bacak, B., 2002. İş Kazalarını Etkileyen Faktörler ve Bunları Önlemenin Yolları, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Doktora Tezi.

Bajpayee, T.S., Rehak, T.R., Wowrey, G.L., Ingram, D.K., 2003. Blasting in juries in surface mining with emphasis on flyrock and blast area security. Journal of Safety Research. s. 35: (47 – 57).

Çakıroğlu, N. 2007. İş Sağlığı ve Güvenliği Kapsamında Risk Analizi, Denetimi ve Tetra Pak Fabrikasında Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Yüksek Lisans Tezi.

Çiçek, F., Önder, S., Önder, M., 2019. 3T yöntemi ile bir mermer fabrikasında risk değerlendirmesi. Türkiye 26. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi Bildiriler Kitabı. ISBN:978-605-01-1273-3, 1321-1334.

Dike, İ. 2009. İsdemir A.Ş. ve Kardemir A.Ş. Kok Fabrikalarında İş Kazaları Açısından Risk Değerlendirmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Yüksek Lisans Tezi.

Dolmaz, O. 2018. Mermer Kesme ve Cilalama Tesisinde İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri ve Örnek Bir Uygulama. İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, Yüksek Lisans Tezi.

Durhan, D. 2006. Hata Türü Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi.

Eleren, A., Ersoy, M., Şimşek, Ş., 2009. Hata türü ve etkileri analizi ile iş sağlığı ve güvenliği tabanlı süreçlerin iyileştirilmesi mermer ocak işletmelerinde bir uygulama. Madencilik Dergisi, 48(3), 19 – 32.

Eleren, A., Ersoy, M., 2011. Mermer ocaklarında elmas tel ve kollu kesiciyle kesme teknolojilerinin iş güvenliği bakımından karşılaştırılmasında hata türü etki ve analiz yönteminin uygulanması. TUBAV Bilim Dergisi, 4(1), 9 – 19.

Ergenç, İ. 2018. Odun Üretim Faaliyetlerinin L Tipi Matris ve Fine Kinney Risk Analizi Yöntemleri İle Değerlendirilmesi ve Karşılaştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi.

Gök, N. 2018. Burdur Karaçal Mermer Ocağındaki İş Güvenliği Uygulaması ve Risk Değerlendirmesi. Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya Teknik Üniversitesi, Konya, Yüksek Lisans Tezi.

Gümüş, A., Akkoyun, Ö., 2006. Mermer ocak işletmeciliğinde sık karşılaşılan iş kazaları üzerine bir inceleme, Mersem 2006: Türkiye Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu Bildiri Kitabı, Mayıs 2006. 2-3.

Ilgaz, S.M. 2019. Mermer ve Taşocağı İşletmelerinde Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin Algılarının Belirlenmesi. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Yüksek Lisans Tezi.

Karadağ, K.Ö. 2000. Ankara İlinde Üç Taş Ocağı İle İki Kum Ocağının ve Çalışanlarının İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Bilim Uzmanlığı Tezi.

Karra, V., 2005. Proceeding of the traffic records forum. 36(5), 413 – 421, Buffalo, NY, USA.

Mermer sektöründe yaşanan iş kazaları, 2018. www.madenciyim.com.tr (Erişim tarihi:07.05.2021)

Özler Köşek, M. 2016. İş Sağlığı ve Güvenliğinde 3T ve Fine – Kinney Risk Analizi Yöntemleri ve Metal Sektöründeki Bir İşletmede Uygulanması. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, Yüksek Lisans Tezi.

Sade, Z. 2017. Sivas Fimar Mermer Fabrikasının Risk Analizi ve Değerlendirmesi. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Yüksek Lisans Tezi.

Tantoğlu Gürler, S. 2016. Mermer İşletme Sektörünün İş Sağlığı ve Güvenliği Açısından Değerlendirilmesi ve 3T Risk Değerlendirme Yöntemi İle Bir Uygulama Çalışması Yapılması. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi.

Topuksak, D. 2018. 3T Risk Değerlendirmesi Yönteminin Etkinliğinin Arttırılmasına Yönelik Bir Yaklaşım. Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale, Yüksek Lisans Tezi.

Türkiye Cumhuriyeti Ticaret Bakanlığı, Doğal taşlar sektör raporu, 2021. <https://ticaret.gov.tr/data/5b87000813b8761450e18d7b/Do%C4%9Fal%20Ta%C5%9Flar%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf> (Erişim tarihi:07.05.2021)

Yavuz, N. 2018. Eti Maden Kırka Bor İşletmeleri, Boraks Penta Fabrika Birimlerinin Risk Analizinin Mukayeseli Olarak Yapılması. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Yüksek Lisans Tezi.