



Original Research / Orijinal Araştırma

Farklı İSG-RİSK değerlendirme yöntemlerinin bir yeraltı maden işletmesinde karşılaştırmalı uygulanması ve yöntem önerisi

A comprehensive comparison of different Ohs-risk assessment methods applied in an underground mine and a method suggestion

Özgür Akkoyun^{a,*}, Gürbet Ekinci^{b,**}^a Dicle Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır, TÜRKİYE^b Yüksek Maden Mühendisi, İş Güvenliği Uzmanı, Diyarbakır, TÜRKİYE

Geliş-Received: 16 May-Mayıs 2021 • Kabul-Accepted: 16 August-Ağustos 2021

Ö Z

Bu çalışmada bir yeraltı maden işletmesinde iş sağlığı güvenliği kapsamında risk değerlendirme çalışması yapılmıştır. En çok kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinden olan 5x5 L matris ve Fine-Kinney yöntemleri ile çok bilinmeyen HRNS risk değerlendirme yöntemi bir yeraltı maden işletmesine uygulanarak karşılaştırılmışlardır. Buna göre 5x5 L matris yönteminin esnek olduğu, düşük seviyeli riskleri görmeye yatkın olduğu, Fine-Kinney yönteminin daha az esnek olduğu görülmüştür. HRNS yönteminin ise riskleri görmek konusunda daha iyi olduğu, özellikle tehlike seviyesi yüksek riskleri görme konusunda diğerlerine göre daha iyi olduğu sonuçlarına varılmış ve maden işletmeleri gibi çok riskli işyerleri için HRNS yöntemi önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: İSG, HRNS, Fine-Kinney, 5x5 L matrisi, Yeraltı Maden İşletmesi

A B S T R A C T

In this study, occupational health and safety-based risk assessment study applied in an underground mine was introduced. The 5x5 L matrix method and Fine-Kinney methods, which are the most commonly used methods, and the HRNS risk assessment method, which is not well known, were applied to an underground mine and compared. As a result, it was observed that the 5x5 L matrix method is flexible, tends to see low-level risks, and the Fine-Kinney method is less flexible. It was also concluded that the HRNS method is better at analyzing risks, especially high levels of danger, and finally, the HRNS method was suggested for high dangerous workplaces like mining operations.

Keywords: OHS, HRNS, Fine-Kinney, 5x5 L Matrixmethod, Underground mine

Giriş

İş sağlığı ve güvenliği bütün çalışanları ilgilendiren, çalışma yaşamının en önemli unsurlarından biridir. İş sağlığı ve güvenliğine ilişkin göstergeler çalışma yaşamı ve ülkelerin gelişmişliklerine ilişkin önemli göstergeler sunmaktadır (Bayraktar ve diğ., 2018).

Türkiye’de özellikle 2012 yılında yayınlanan İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) kanunu ile çalışma yaşamına ait birçok düzenleme ile yenilikler getirilmiştir. Yürürlüğe giren İSG Kanunu, iş kazalarına proaktif yaklaşılması gerektiğini önermekte ve tüm felsefesini bu yaklaşıma göre düzenlemektedir. Bir çeşit ‘ön alma’ olarak Türkçeleştirebileceğimiz proaktif kavramı, yaklaşım olarak iş kazalarına sebep olan tehlike ve riskleri, kaza meydana gelmeden önce

* Sorumlu yazar / Corresponding author: oakkoyun@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0001-9103-8300>
gurbett.ekinci@gmail.com • <https://orcid.org/0000-0001-9346-0660>

öngörmek ve en aza indirilmeleri için çalışmalar yaparak kazaları daha gerçekleşmeden önlemek düşüncesine dayanmaktadır.

Bu bakış açısı ile yürürlüğe giren İSG kanununun çalışma yaşamına getirdiği yeniliklerden birisi de neredeyse istisnasız tüm iş yerlerine risk değerlendirme çalışması yapmaları zorunluluğunu getirmiş olmasıdır. Risk değerlendirmesi İSG kanununda şu şekilde tanımlanmaktadır; 'İşyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin belirlenmesi, bu tehlikelerin riske dönüşmesine yol açan faktörler ile tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması amacıyla yapılması gerekli çalışmalardır' (Anonim (a), 2021).

İSG kanunundan hemen altı ay sonra İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği yayınlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelik ile işyerlerinde risk değerlendirmesi ile ilgili olarak işveren yükümlülükleri, risk değerlendirme ekibi, tehlikelerin tanımlanması adımları, risklerin belirlenmesi, kontrol edilmesi, değerlendirilmesi ve risk değerlendirmesinin yenilenme koşulları gibi çok önemli ve yol gösterici bilgiler ortaya konulmuştur (Anonim (b), 2021).

Riskler belirlenirken mevcut durumlar dikkate alınır ve her bir durumun içinde bulunduğu tehlikeler belirlenir ve önlemler incelenir. Sonraki aşamada ortaya konulmuş olan durum, açıklık, tehdit ve karşı önlemlerin değerlendirilmesi işlemi yapılır. Değerlendirilmiş durum, açıklık, tehdit ve karşı önlem değerleri girdi olarak alınıp, matematiksel ve mantıksal yöntemler kullanılarak risk değeri bulunur (Özfirat vd., 2016).

Bir iş yerinde risk değerlendirmesi yapmanın birçok yolu ve yöntemi vardır ancak ne İSG kanunu ne de ona bağlı olarak çıkarılan bu çok önemli yönetmelik, iş yerlerinde risk değerlendirmesini yapmak için kesin bir yöntem zorunluluğu ya da kısıtlaması getirmemiştir. Bu durumun bir sonucu olarak, yasanın yürürlüğe girmesinin ardından iş yerleri ve işverenlere İSG konusunda hizmet veren iş güvenliği uzmanları (İGU), kendi istedikleri risk değerlendirme yöntemlerini bulup raporlarını hazırlamaya başlamışlardır.

Genel olarak bakıldığında, özellikle küçük işyerlerinde, başlangıçta kontrol listeleri ile yapılan risk değerlendirme uygulamalarının, daha sonra 5x5 L matris yöntemi ile yapılmaya başlandığı görülmektedir. Kolay ve anlaşılabilir olması nedeniyle iş güvenliği uzmanları tarafından bu yöntem çok yaygın olarak kullanılmıştır, kullanılmaktadır. Ancak bazı sektörler ve büyük işletmeler farklı risk değerlendirme yöntemleri arayışlarını sürdürmüşler ve kendi iş kollarına ya da işletmelerine en uygun risk değerlendirme yöntemini seçerek kullanmışlardır.

Madencilik sektöründe ise 6331 sayılı İSG kanunu öncesinde de önceleri fenni nezaretçilik, daha sonra teknik nezaretçilik adı altında işyerlerinin dışarıdan, işyerinde çalışmayan ve sürekli orada bulunmayan bir uzman tarafından kontrolü ve risklerin tespit edilmesini çalışmaları yürütülmüştür. İSG kanunundan sonra ise maden işletmeleri çok tehlikeli iş yerleri sınıfında yer almışlardır. Madencilik sektöründe de diğer iş kollarında yaşanan süreç yaşanmış ve anlaşılması ve kullanımı kolay, esnek ve pratik bir yöntem olan, belki de en önemlisi internette çok kolay ve fazla sayıda ulaşılabilen 5x5 L matris yöntemi yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Görece küçük işletmeler hala bu yöntemi kullanmaya devam ederken, kurumsallaşmış bazı büyük işletmeler, kendi işletmelerinin ve işletmenin kendine özgü koşullarının daha iyi yansıtıldığı başka risk değerlendirme yöntemleri arayışına girmişlerdir. Bu arayışların neticesinde Kontrol listeleri, Olursa Ne Olur, Papyon Analizi, Fine-Kinney, Hata Ağacı Analizi gibi yöntemler kullanılmaya başlanmıştır (Okur, 2020).

Risk değerlendirme yöntemi seçilirken dikkat edilmesi gereken en önemli konu, yöntemin iş yerindeki riskleri doğru tespit edip değerlendirebilmesidir. Çok yaygın olarak kullanılan 5x5 L matris yöntemi riskleri değerlendirirken, riskin gerçekleşme olasılığını ve yaratacağı şiddetin bileşkesini risk skoru olarak değerlendirmektedir. Yine yaygın kullanılan bir yöntem olan Fine-Kinney yöntemi ise olasılık ve şiddet parametrelerine ek olarak tehlikeye maruz kalma sıklığını da (frekans) ekleyerek risk skorunu üç parametre ile ölçmeyi önermektedir.

Henüz yaygın kullanılmasa da endüstriyel iş yerlerinde kullanımının artacağını düşündüğümüz Tehlike Derecelendirme Sistemi, HRNS (Hazard Rating Number System) ise bu üç parametreye ek olarak risk altındaki çalışan sayısını da eşitliğe ekleyerek dört parametre ile risk skoru hesaplamaktadır.

Bu çalışmada neredeyse tüm sektörlerde yaygın olarak kullanılan 5x5 L matrisi, Fine-Kinney ve henüz çok bilinmeyen HRNS risk değerlendirme yöntemleri tanıtılmış, bu yöntemler kullanılarak bir yeraltı maden işletmesi için risk değerlendirme çalışması yapılmış ve yöntemler karşılaştırılmışlardır. 5x5 L matris ve Fine-Kinney yöntemleri yaygın olarak kullanılsalar da literatürde HRNS uygulamasının çok az örneği vardır. Plastik kırma makineleri ile ilgili bir çalışmada (Yalman ve Akata, 2019), Makine emniyeti ile ilgili bir çalışmada (Türer, 2013) ve İnşaatlar ile ilgili bir çalışmada (Bilir ve Güranlı, 2015a; Bilir ve Güranlı, 2015b) kullanılmıştır.

Temizalan (2019) yaptığı çalışmada Fine-Kinney ve HRN sistemi yöntemlerini kullanarak yangın tehlikeleri ve riskleri belirlemiş ve 45 adet tehlikeli durum ve risk tespit etmiştir. İki yöntem de benzer dinamikleri barındırmasına karşın, HRNS yönteminin Fine-Kinney yöntemine göre daha hassas ve daha iyi sonuçlar verdiğini, risk algılama düzeyinin genel olarak daha yüksek olduğunu ifade etmiştir. Literatür taramasında madencilik sektörüne uygulanmasına dair bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Bu çalışma ile ilk kez HRNS yöntemi bir maden işletmesine uygulanmış ve sonuçları tartışılmış olacaktır.

1. Risk değerlendirme yöntemleri

Risk değerlendirme yöntemleri, İSG kavramı ortaya çıkmadan çok önceleri de vardı ve yatırım risklerinin değerlendirilmesi, askeri amaçlı bazı uygulamaların risklerinin ölçülmesi, uzay çalışmaları gibi yüksek riskli işlerdeki risklerin değerlendirilmesi için birçok farklı alanda kullanılıyordu (Dündar, 2016). Bu nedenle İSG ile ilgili risk değerlendirme yöntemlerinin önemli bir bölümü önceden başka amaçlar için kullanılan risk değerlendirme yöntemlerinin İSG sahasına uyarlamalarıdır (Özdilek, 2020). Bu farklı kökenler ve değişik uygulama alanları büyük bir çeşitlilik yaratmış ve risk değerlendirme yöntemlerini uygulama alanlarına göre sınıflandırmak zamanla güç hale gelmiştir, çünkü 150 den fazla risk değerlendirme yöntemi olduğundan söz edilmektedir (Ankara, 2020). Bu yöntemlerin tümü hakkında bilgi vermek bu çalışmanın konusu değildir, burada 5x5 L matris, Fine-Kinney ve HRNS yöntemi hakkında bilgi verilecektir.

1.1. 5x5 L Matris yöntemi

Risk değerlendirme karar matrisi ABD askeri standardı MIL-STD_882-D olarak da bilinen sistem güvenlik program gereksinimini karşılamak amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntem uygulanırken iş akışı ve işyeri adım adım gezilip tüm tehlikeler incelenir. İşyerine ait ramak kala, kaza vb. tüm kayıtlar incelenip gerekirse çalışanlarla sözlü bir araştırma yapılır (Koltan ve ark. 2010). Bu yöntemde risklerin olasılıkları ve şiddeti en düşükten en yüksek

değere bir ile beş arasında bir değer alır ve risk skoru aşağıdaki eşitlik (1) ile hesaplanır;

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \quad (1)$$

1-5 arasında değer verebilmek için olasılık ve şiddet tabloları aşağıda Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verildiği gibi hazırlanır. Çizelgeler ABD askeri standardı MIL-STD_882-D Tablo A-I’den çevrilerek ve özetlenerek alınmışlardır (Anonim (c), 2021).

Çizelge 1. 5x5 L matrisi olasılık skoru tablosu

Puan	Olasılık	Açıklama
1	Çok küçük	Hemen hiç, 5 yılda bir
2	Küçük	Çok seyrek, yılda bir
3	Orta	Az, yılda birkaç kez
4	Yüksek	Ayda bir kez
5	Çok yüksek	Hemen her an olabilir

Çizelge 2. 5x5 L matrisi şiddet skoru tablosu

Puanı	Olasılık	Açıklama
1	Çok küçük	İş kaybı yok
2	Küçük	1-2 gün iş kaybı
3	Orta	Hafif yaralanma
4	Yüksek	Uzun süreli tedavi
5	Çok yüksek	Ölüm veya sakatlık

5x5 L matris yöntemi şiddet tablosunun özellikle 4. ve 5. maddelerinde, uygulanacak işyerinin tehlike sınıfına ve kendi özel koşullarına göre bazı küçük değişiklikler yapılabilir. Örneğin Kabakulak (2019) şiddet tablosunu 4-ölüm, 5-çoklu ölüm şeklinde kullanırken, Şensoy ve Kaya (2019) 4-uzuv kaybı 5-ölüm şeklinde kullanmışlardır. Risk skorunun sınıflama tablosu Şekil 1’de verilmiştir.

Olasılık	Şiddet				
	1	2	3	4	5
1	1 Düşük	2 Düşük	3 Düşük	4 Düşük	5 Düşük
2	2 Düşük	4 Düşük	6 Düşük	8 Orta	10 Orta
3	3 Düşük	6 Düşük	9 Orta	12 Orta	15 Yüksek
4	4 Düşük	8 Orta	12 Orta	16 Yüksek	20 Yüksek
5	5 Düşük	10 Orta	15 Yüksek	20 Yüksek	25 Yüksek

Şekil 1. 5x5 L matrisi risk değerlendirme tablosu

1.2. Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemi

Fine ve Kinney iki farklı araştırmacının isimleridir. Yöntemi ilk olarak W. T. Fine Kaliforniya Donanma Silah Merkezi için geliştirmiştir (Fine, 1971) ve bu çalışmayı temel alan Kinney ve Wiruth Amerika’da silah merkezinde hazırlanan teknik bir belgede Fine-Kinney yönteminden söz etmişlerdir (Kinney ve Wiruth, 1976). Fine-Kinney yöntemi ile risk analizi özellikle Avrupa’da yaygın olarak kullanılmaktadır ve Türkiye’de de giderek yaygınlaşmaktadır (Birgören, 2017).

Bu yöntem ile tehlikenin gerçekleşme olasılıkları, zarar ya da hasarın şiddeti ve çalışanın bu tehlikeye maruz kalma sıklığı parametre olarak değerlendirmeye alınır (Özkılıç, 2014). Fine-Kinney risk değerlendirme yönteminde risk skoru aşağıdaki eşitlik (2) ile hesaplanır;

$$\text{Risk Skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \times \text{Sıklık} \quad (2)$$

5x5 L matris yönteminde kullanıcının inisiyatifine bırakılan puanlama ve parametreler burada hazır olarak verilir. Fine-Kinney yöntemi ile ilgili literatürdeki bir eleştiri risk skoru sınırları uçlarının belirsiz olmasıdır. Bazı pahalı tedbirler bu sınırların düştüğü bölgelere göre yapılmaktadır bu nedenle kesinlik önemlidir (Dündar, 2016). Fine-Kinney yöntemi olasılık değerleri tablosu Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Fine-Kinney olasılık değerleri tablosu

Olasılık değeri	Açıklama
0,2	Pratik olarak imkânsız
0,5	Zayıf ihtimal
1	Oldukça düşük ihtimal
3	Nadir fakat olabilir
6	Kuvvetle muhtemel
10	Çok kuvvetli ihtimal

Aynı şekilde Fine-Kinney yöntemi sıklık değerleri tablosu Çizelge 4’de ve Fine-Kinney yöntemi şiddet değerleri tablosu Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 4. Fine-Kinney sıklık değerleri tablosu

Sıklık değeri	Açıklama	Gerçekleşme
0,5	Çok	Yılda bir ya da daha az
1	Oldukça	Yılda bir ya da birkaç kez
2	Nadir	Ayda bir ya da birkaç kez
3	Ara sıra	Haftada bir ya da birkaç kez
6	Sıklıkla	Günde bir ya da birkaç kez
10	Sürekli	Sürekli ya da saatte birden fazla

Çizelge 5. Fine-Kinney şiddet tablosu

Şiddet değeri	Açıklama	Gerçekleşme
1	Dikkate Alınmalı	Ucuz atlatma
3	Önemli	Küçük yaralanma
7	Ciddi	Önemli yaralanma
15	Çok Ciddi	Kalıcı hasar, yaralanma
40	Çok	Kötü / Ölümlü kaza
100	Felaket	Birden fazla ölüm

Olasılık, şiddet ve sıklık değerleri çarpıldıktan sonra elde edilen skor risk değeridir ve risk derecelendirilmesinde kullanılır. Çizelge 6’da olasılık, şiddet ve sıklık değeri çarpıldıktan sonra bulunan risk değerinin derecelendirilmesi verilmiştir.

Çizelge 6. Fine-Kinney yöntemi risk derecelendirme tablosu

SIRA	RISK	DEĞERİ
1	R<20	Kabul edilebilir
2	20<R<70	Kesin
3	70<R<200	Önemli
4	200<R	Yüksek
5	R>400	Çok yüksek

1.3. Tehlike derecelendirme sistemi (HRNS, hazard rating number system)

HRNS yöntemi ilk kez Haziran 1990’da, Chris Steel tarafından Sağlık Güvenlik Uygulayıcısı Dergisinde yayınlanmıştır. Bu makalesinde bir tehlikeye maruz kalma olasılığını; risk altındaki kişilerin sayısını ve maksimum olası zararı ölçerek, tehlike derecelendirme numaralarını (HRNS) ortaya koyarak ifade etmiştir (Uçar 2019). HRNS yönteminde 5x5 L matrisi ve Fine-Kinney yöntemlerinden bir adım daha ileri gidilerek etkilenen kişi sayısı da bir parametre olarak eklenerek risk skoru eşitlik (3)’de verildiği gibi hesaplanmaktadır (Bilir ve Gürcanlı, 2015a);

$$\text{Risk skoru} = \text{Olasılık} \times \text{Şiddet} \times \text{Sıklık} \times \text{Kişi} \quad (3)$$

Riskleri çok yaygın bir biçimde olasılık ve şiddet parametrelerinin bileşkesi olarak hesaplarken, çalışanın tehlikeye maruz kalma sıklığını da bu hesaplama dahil eden yaklaşımlar ortaya çıkmıştır. Ancak bu yaklaşımda da çalışan sayısı göz ardı edilmektedir. Örnek vermek gerekirse, bir işyerinde diğer tüm özellikleri aynı olan iki birimden birisinde 8 kişi diğerinde 80 kişi çalışıyor ise bu iki bölüm için tespit edilen risklerin aynı skoru vermesi ve tedbirlerin önceliklerinin eşit olması uygun olmayacaktır. Bu nedenle çalışan sayısının da risk skoru hesaplamasına eklenmesi uygun olacaktır. HRNS yöntemi bu bakış açısını esas almaktadır.

Özellikle yeraltı maden işletmelerinde çalışanların maden işletmesinin neresinde bulduklarının büyük önemini olduğu ve anlık takip sistemlerinin kullanılmaya başlandığı bir süreçte yeraltı maden işletmesi için kullanılacak risk değerlendirme yönteminin çalışan sayısına göre risk skoru belirlemesinin önemli olacağı değerlendirilmiştir.

Yöntemde her bir parametre için tablolar hazırlanmış ve değerler verilmiştir. Kullanıcı sözel açıklamaları takip ederek bu tabloları kullanarak uygun sayısal değeri seçerek risk skorunu hesaplamaktadır (Şekil 2).

HRNS yönteminin uygulanması sonucunda ortaya çıkan risk değerinin yorumlanması için verilen değerlendirme Çizelge 7’de verilmiştir.

2. Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde risk değerlendirme uygulamasının yapıldığı maden işletmesi tanıtılmış, uygulanan risk değerlendirme yöntemleri hakkında bilgi verilmiş ve elde edilen bulgular sunulmuştur.

2.1. Uygulamanın yapıldığı maden işletmesi

Risk değerlendirme uygulamalarının yapıldığı maden ocağı, Kurşun-Çinko üretiminin yapıldığı bir yeraltı maden işletmesi olup Türkiye’nin güneyinde Adana ilinin 90 km kuzey doğusunda, Kozan ilçesi Horzum yaylasında bulunmaktadır. Maden işletmesinde doğrudan satılabilir nitelikte yüksek tenörlü çinko üretimi yapılmaktadır, çinko üretimine oranla biraz daha az olmakla bir-

likte kurşun ve gümüş üretimi de yapılmaktadır. Cevher yatağı bu hali ile bir karmaşık metalik maden yatağı niteliğindedir (Ekinci, 2021).

Maden işletmesi uzun yıllardan beri bilinen bir saha olup 1970’lerden günümüze farklı zaman dilimleri içinde farklı firmalar tarafından üretim yapılmıştır. İşletme sahasında günümüzde yeraltı maden işletmesi ve şantiye ihtiyaçları için yeterli donanım bulunmakla birlikte cevher hazırlama/zenginleştirme gibi bir tesisi bulunmamaktadır. İşletmede maden işletme yöntemi olarak büyük oranda kes doldur CAF (Cut-and-fill) yöntemi olarak bilinen yöntem uygulanmaktadır. Değişken jeolojik yapının bir sonucu olarak kayaç fiziko-mekanik özelliklerinin ve maden yatağı geometrisinin değiştiği yerlerde ise ambarlı göçertme yöntemi uygulanmaktadır (Ekinci, 2021).

HRNS= OLASILIK X SIKLIK X KİŞİ X ŞİDDET						
Olasılık	Açıklama	Sıklık	Açıklama	Risk altındaki kişi	Şiddet	Açıklama
0.033	Neredeyse imkansız				0.1	Çizilme
1	Çok zor	0.5	Yılda bir	1	0.5	Kesilme
1.5	Zor	1	Ayda bir	1	1-2	Küçük kemik kırılması
2	Olası	1.5	Haftada bir	2	3-7	Büyük kemik kırılması
5	Mümkün	2	Günde	4	8-15	1-2- Parmak kaybı
8	Muhtemel	4	Saatte	8	16-50	El kol uzuv kaybı
10	Büyük İhtimal	5	Sürekli	12	+50	Ciddi kalıcı hastalık
15	Kesin				15	Ölüm

Şekil 2. HRNS parametrelerin çarpım skalası

Çizelge 7. HRNS yöntemi risk değerlendirme tablosu

Skor	Açıklama	Düzeltilici Önleyici Faaliyetler
0-1	İhmal Edilebilir Risk	Sağlık ve güvenliği tehlikeye atacak risk yok, ilave tedbirlere ihtiyaç yok.
2-5	Çok Düşük Risk	Mevcut durumda sağlık ve güvenliği tehlikeye atan çok az risk var. İlave olarak kayda değer bir emniyet tedbirine gerek olmayabilir, KKD ve eğitimler ile risk azaltılabilir.
6-15	Düşük Risk	Az da olsa risk vardır. Emniyet tedbirleri için gerekli kontrol elemanlarının kullanılması önerilmelidir.
16-50	Dikkate Değer Risk	Emniyet tedbirlerinin uygulanmasını gerektirecek seviyede risk vardır. İlk fırsatta bu tedbirler uygulanmalıdır.
51-100	Yüksek Risk	Acil olarak emniyet tedbirlerinin alınması gerekecek kadar potansiyel tehlike vardır. Bu tedbirler acil olarak uygulanmalıdır.
101-500	Çok Yüksek Risk	Çok acil olarak emniyet tedbirleri alınmalıdır ve ilgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir.
>500	Aşırı Yüksek Risk	Çok acil olarak emniyet tedbirleri alınmalı, yeterli kontrol tedbirleri alınmaya kadar ekipmanlar kullanılmamalı, insanlar uzak tutulmalı ve ilgili yönetim birimleri haberdar edilmelidir.

Üretim, cevher kütesinin daha geniş olduğu, çalışmanın görece daha rahat olduğu yerlerde havalı deliciler, LHD (Load Haul Dump, yük taşı boşalt işlemi yapan bir tür iş makinesi) ve mini yükleyiciler ve mini kamyonlarla yarı mekanize bir kes ve doldur yöntemi olarak uygulanmaktadır. Damarın daha dar olduğu yerlerde ise ahşap tahkimatlı baş aşağı ve baş yukarı galerileri

sürülüp delme-patlatma işlemi uygulanmakta ve üretilen cevher çekildikten sonra, oluşan boşluk pasa ve "gaz beton" olarak bilinen suni malzeme ile doldurulmaktadır.

Bazı yerlerde damar kalınlıkları yer yer 1-3m arasındadır ve aşağıdan yukarıya doğru üretim yapılmaktadır. Bazı aylarda 500 ton dolaylarında olan cevher üretimi bazı aylarda 5000 tona kadar yükselmiştir. Cevher kütlesinin dayanımı zayıf olduğu için tahkimat ve stabilite sorunları da üretimdeki bu değişimi etkilemektedir. Güçlü doğal havalandırma olsa da mekanik havalandırma da mevcut olup 720 kotundaki giriş ağzında iki tane 15kW gücünde fan bulunmaktadır. Galeri içlerinde ise hava akışı hava kapıları ve düzenleyicileri ile sağlanmakta olup bunlara ek olarak galeri içlerinde 11kW gücünde iki adet, 7,5kW gücünde bir adet yardımcı fan ve fanların ürettiği havayı ocak içlerine taşıyan metrelerce fan-tüpler bulunmaktadır. Ocaktan iki görüntü [Şekil 3](#) ve [Şekil 4](#)'de verilmiştir ([Ekinci, 2021](#)).



Şekil 3. İşletme girişlerinden birisinin görüntüsü



Şekil 4. İşletme galerilerinden birisinin görüntüsü (Ekinci, 2021)

2.2. Yapılan uygulamalar

Yeraltı maden işletmesindeki riskler tespit edilirken çalışma sahasındaki faaliyetler ve işyerleri birkaç gruba ayrılmıştır. İşletme genel işleri alt başlığında; işletmenin yerüstü bölümlerinden olan enerji hatları, trafo, panolar, jeneratör, kompresör, yerüstü iş makineleri, silolar, kırıcılar, elekler, bant konveyörler vb. gibi yerüstünde işlerin yürütülmesi için kullanılan donanımlar değerlendirilmiştir. Ayrıca yeraltı maden işletmesi ile ilgili faaliyetler de gruplandırılmıştır. Mekanik kazı ve unsurları, patlatma kazıda delme ve patlatma donanım ve faaliyet unsurları, kavlak sökümü, tahkimat, insan ve malzeme nakliyatı, havalandırma, toz ile mücadele, su atımı, yeraltı iş makinelerinin kullanımı, yangınla mücadele, eğitim ve tatbikat, kişisel koruyucu donanım ve ergonomi gibi bölümlere ayrılmış ve veri toplanmıştır.

Toplanan veriler üç farklı risk değerlendirme yöntemi için ayrı ayrı işlenmişlerdir. Maden işletmesinin risk değerlendirmesi için incelenmesi gereken oldukça fazla sayıda tehlike ve risk kalemi tespit edilmiştir. Bu çok fazla sayıdaki risk parametresi üç ayrı yöntem ile işlenince ortaya yüzlerce sayfayı aşan risk değerlendirme tabloları çıkmıştır. Burada bu tabloları özetleyen grafikler paylaşılacaktır. Ayrıntılı bilgi ve risk değerlendirme tabloları ([Ekinci, 2021](#)) kaynağından incelenebilir.

2.3. Bulgular

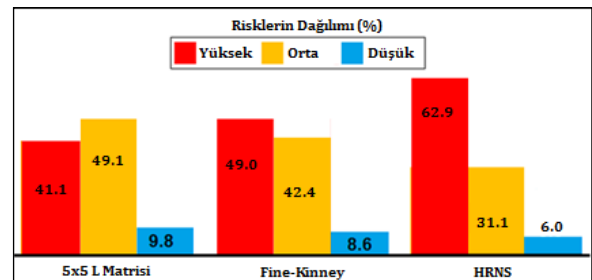
Söz konusu maden işletmesi ile ilgili olarak, göz önünde bulundurulması gereken hususlar, 6331 sayılı İSG kanunu ve İSG Risk değerlendirme yönetmeliğinde belirtildiği şekilde incelenmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda yeraltı maden işletmesinde bulunan yerüstü yapılarından yeraltı havalandırma, üretim nakliyat kazı, delme patlatma vb. gibi faaliyetlere kadar tehlikeler tespit edilmiş ve riskleri hesaplanmıştır. Risk değerlendirme çalışmasının ayrıldığı bölümler ve her bir bölümde karşılaşılan risk kalemi sayısı aşağıda [Çizelge 8](#)'de verilmiştir.

Çizelge 8. Tespit edilen tehlikelerin bölümlere göre dağılımı

İşletmenin Bölümleri	Tehlike (%)
Genel Şantiye	27,8
Delme Patlatma	25,8
Hazırlık ve Üretim Kazısı	9,9
Tamir Bakım	9,3
Tahkimat	7,3
Sondaj	6,6
Nakliyat	5,3
Acil Durumlar ve Yangın	1,3
Depolar	1,3
Yükleyici İş Makineleri	1,3
Stajyerler-Ziyaretçiler	1,3
Havalandırma	2,0
Elektrik	0,7

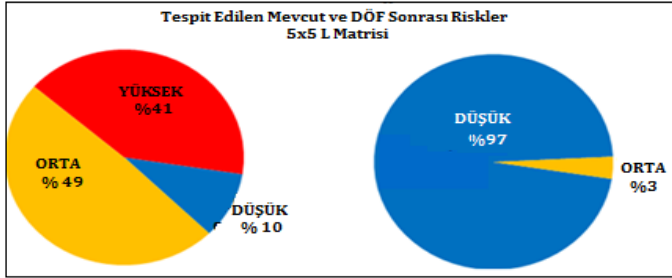
Yeraltı maden işletmesinde tespit edilen risklerin önemli bir bölümü yeraltı madencilik faaliyetlerinin temeli olan delme-patlatma, hazırlık ve üretim kazısı, nakliye ve tahkimat gibi işlemlerden kaynaklanmaktadır. Özellikle delme-patlatma, yeraltı sondaj, hazırlık ve üretim kazısı, yükleme ve taşıma işlemleri dikkate değerdir. Ayrıca çalışanların eğitiminden KKD kullanımına, ortamların fiziksel koşullarından ergonomiye kadar birçok İSG konusunun bir başlık altında toplandığı genel şantiye işleri başlığı altında da çok sayıda risk tespit edilmiştir. Tespit edilen risklerin yöntemlere ve seviyelerine göre dağılımları [Şekil 5](#)'de verilmiştir.



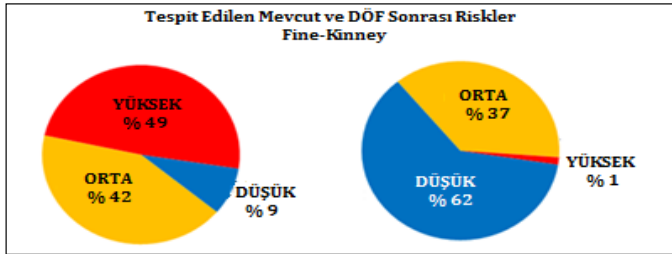
Şekil 5. Yöntemlere göre risk dağılımları (%)

Risk değerlendirme uygulamalarının en önemli aşamalarından birisi de düzeltici ve önleyici faaliyet (DÖF) belirlemektir. DÖF; tespit edilen risklerin risk seviyelerinin azaltılması için yapılması gereken düzeltme ve önleme faaliyetlerini içerir. Risk değerlendirme çalışmalarında tespit edilen risklerin hemen yanına DÖF yazılır ve ilgili riskin DÖF sonrası değeri de hesaplanarak yazılır. Bu çalışmada da her üç yöntem için de DÖF sonrası risk hesaplaması yapılmıştır.

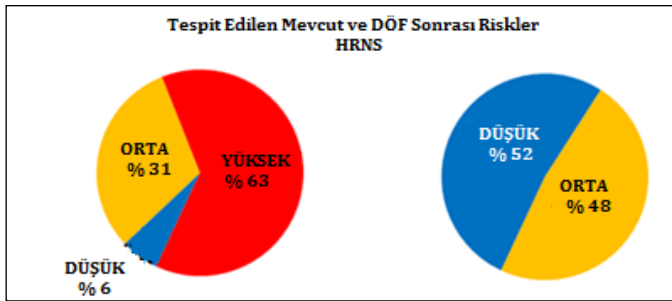
5x5 L matris yöntemi ile yapılan risk değerlendirme çalışmasında riskler tespit edilmiş, DÖF önerileri yazılmış, DÖF sonrası durumun da risk değerlendirmesi yapılarak risklerin yeni dağılımları tespit edilmiştir. Buna göre 5x5 L matrisi için elde edilen bulgular Şekil 6'da verilmiştir. Fine-Kinney yöntemi için DÖF öncesi ve sonrası durum Şekil 7'de, HRNS yöntemi için DÖF öncesi ve sonrası durum Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 6. 5x5 L matrisi DÖF öncesi ve sonrası risklerin dağılımı



Şekil 7. Fine-Kinney DÖF öncesi ve sonrası risklerin dağılımı



Şekil 8. HRNS risklerin dağılımı

Son olarak, risklerin yöntemlere göre dağılımları Şekil 9'da verilmiştir.

3. Sonuçlar ve değerlendirmeler

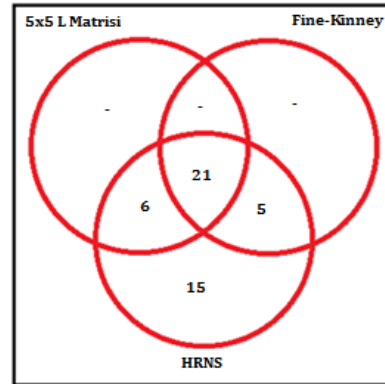
Bu çalışmada bir yeraltı maden işletmesinde üç farklı yöntem kullanılarak risk değerlendirme uygulaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki gibidir;

I-Yeraltı maden işletmesinin farklı bölümlerinde en çok risk %27.8 ile genel şantiye olarak tanımlanan alanda gözlenmiştir. Çalışanların eğitiminden KKD kullanımına, ortamların fiziksel koşullarından ergonomiyeye kadar birçok İSG konusu bu başlık altında toplanmıştır. Bu nedenle bu başlık altında adet olarak çok sayıda risk tespit edilmesi anlaşılabilir bir durumdur.

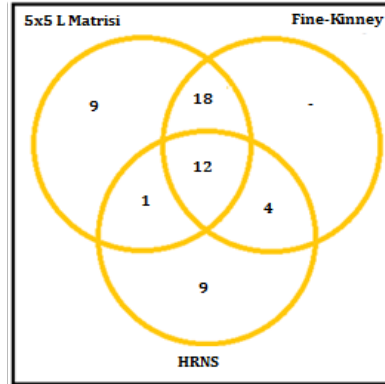
II- Genel şantiye başlığından sonra en fazla risk %25.8 ile delme-patlatma faaliyetlerinde görülmüştür. Delme ve patlatma faaliyetleri her aşaması çok büyük riskler taşıyan çok tehlikeli bir işlem adımdır. Hemen her adımında ve her bileşeninde yüksek risk olan bu iş adımını risk sayısı açısından yüksek çıkması kabul edilebilir bir durumdur.

III-Sonrasında ise en fazla risk kalemi, %9.9 ile hazırlık ve üretim kazısı başlığında gözlenmiştir. Bir yeraltı maden işletmesinde hazırlık ve üretim kazısı temel işlemlerdir. Birçok ayrıntısı olan bu faaliyetlerin fazla sayıda risk barındırması kaçınılmazdır.

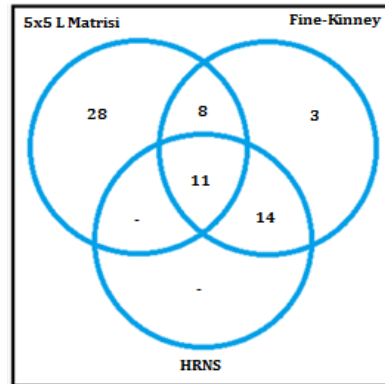
IV- Risk adedi açısından sıralama tamir bakım, sondaj, nakliyat şeklinde devam etmektedir. Acil durumlar ve yangın gibi çok ciddi bir başlıkta az sayıda risk tespit edilmesinin sebebi ise patlatma, hazırlık kazı, bakım onarım gibi yangın riski barındıran çalışmalardaki riskler tespit edilirken bu çalışmalardaki yangın riskleri de tespit edilip kendi alt başlığı altında yazılmıştır.



Yüksek (%)



Orta (%)



Düşük (%)

Şekil 9. Risklerin yöntemlere göre dağılımı (%)

Dolayısı ile sadece yangın alt başlığına fazla bir risk kalemi kalmamış, yangınla mücadele ekipmanları ve donanımı ile ilgili konular yazılmıştır.

V- 5x5 L matris yöntemi ile yapılan uygulamada düşük, orta ve yüksek riskler sırasıyla %9,8, %49,1 ve % 41,1 oranlarında çıkarırken; Fine-Kinney yöntemi ile yapılan uygulamada bu oranlar %8,6, %42,4 ve %49 olarak gerçekleşmiştir. HRNS yöntemi uygulandığında ise düşük riskler sadece %6, orta riskler %31,1 ve yüksek riskler %62,9 oranında hesaplanmıştır. Bu sonuçlara bakarak diğer iki yönteme kıyasla HRNS yönteminin riskleri yüksek riskli görme eğiliminde olduğu sonucu çıkarılabilir.

VI-Yapılan risk değerlendirme çalışmaları DÖF öncesi ve sonrası risk değerleri açısından incelendiğinde; 5x5 L matrisi ile tespit edilen hemen tüm yüksek ve orta risklerin DÖF sonrasında düşük risk şeklinde dönüştüğü, sadece %3 oranında orta risk kaldığı görülmüştür. Fine-Kinney yöntemi ile tespit edilen risklerden ise DÖF sonrasına %30 oranında orta, %1 oranında da yüksek risk olarak halen kaldığı tespit edilmiştir. Böyle bir durumda, risk değerlendirme yönteminden bağımsız olarak, planlama aşamasına geri dönülmeli ve çalışma yapılarak ilgili risklerin DÖF sonrasında kabul edilebilir seviyeye inmesi için yapılması gerekenler ortaya konulmalıdır. Bu çalışmada da doğrudan konu ile ilgili olmadığı için ayrıntısı paylaşılmaya da, DÖF sonrası hala kabul edilebilir değerler üzerinde çıkan %1 oranındaki risk için aksiyon alınmış ve riskin kabul edilebilir seviyeye düşürülmesi için yapılması gerekenler değerlendirilmiştir.

VII-Fine-Kinney yöntemi, 5x5 L matris yönteminden farklı olarak olasılık, şiddet ve sıklık değerlerini kendi belirlediği değiştirilmez tablolar ve değerler üzerinden hesaplanmasını istemektedir. 5x5 L matris yöntemindeki esneklik bu yöntemde yoktur. Ayrıca tablolarındaki değerlerin aralıkları da geniş tutulmuştur. Bu sonucun Fine-Kinney'in bu özelliğinden kaynaklanmış olabileceği de değerlendirilmiştir.

VIII-HRNS yöntemi ile yapılan değerlendirmede ise DÖF sonrasında riskler düşük (%52) ve orta (%48) olarak hesaplanmışlardır. DÖF sonrası orta risk oranı en yüksek olan yöntem HRNS'dir.

Her üç risk değerlendirme yöntemi birlikte değerlendirildiğinde ise şu sonuçlar elde edilmiştir;

IX-Her üç yöntemin üzerinde hemfikir oldukları, ortak olarak tespit ettikleri düşük risklerin oranı %11'dir. Fine-Kinney yöntemi ise diğerlerinden farklı olarak %3 oranında fazladan düşük risk tespit etmişken, 5x5 L matris yöntemi ise tek başına diğer yöntemlerden farklı olarak %28 oranında fazladan düşük risk tespit etmiştir. Buna karşın HRNS yöntemi diğer yöntemlerden farklı hiç düşük risk tespit etmemiştir.

X-5x5 L matris yöntemi ile HRNS'nin ortak olarak tespit ettiği düşük risk hiç yok iken, Fine-Kinney ile HRNS'nin düşük risk olarak tespit ettiği risk oranı %14'dür. 5x5 L matris yöntemi ile Fine-Kinney yöntemlerinin hemfikir olarak düşük risk dediği risk oranı ise %8 dir. HRNS yönteminin diğer iki yönteme göre düşük riskler konusunda hassas olmadığı söylenebilir.

XI-Orta riskleri değerlendirdiğimizde; Her üç yöntemin üzerinde hemfikir oldukları orta risk oranı %12'dir. Fine-Kinney ile 5x5 L matris yöntemleri %18 oranında, Fine-Kinney ve HRNS yöntemleri %4 oranında, 5x5 L matrisi ve HRNS yöntemleri ise sadece %1 oranında ortak olarak orta risk tespit etmişlerdir. HRNS ve 5x5 L matris yöntemleri diğerlerinden farklı %9 oranında orta risk tespit etmişlerdir. Fine-Kinney yönteminin diğerlerinden farklı hiç orta risk tespit etmediği görülmektedir.

Yüksek risklerin değerlendirilmesine gelince;

XII-Her üç yöntemin üzerinde hemfikir oldukları yüksek risk

oranı %21'dir. 5x5 L matris yöntemi ile HRNS'nin ortak olarak tespit ettikleri yüksek risk oranı %6 iken, Fine-Kinney ile HRNS ortaklığında bu oran %5 dir. Fine-Kinney ve 5x5 L matris yöntemlerinin HRNS'den farklı olarak hiç yüksek risk tespit etmedikleri görülmektedir. 5x5 L matris yöntemi ve Fine-Kinney yöntemleri diğerlerinden farklı olarak hiç yüksek risk tespit etmemiştir. Buna karşın HRNS diğer yöntemlerden farklı %15 oranında yüksek risk tespit etmiştir.

XIII-5x5 L matris yönteminin düşük riskleri tespit etmekte hassasiyetinin olduğu, buna karşın HRNS yönteminin yüksek riskleri tespit etmekte çok hassas olduğu, diğer iki yöntemin yüksek risk olarak gördüğü hemen tüm riskleri yüksek risk olarak gördüğü ve üstüne %15 oranında da fazladan yüksek risk tespit ettiği görülmektedir.

Sonuç olarak; Üç farklı risk değerlendirme yönteminin bir yeraltı maden işletmesinde uygulanarak karşılaştırmalarının yapıldığı bu çalışmada, ülkemizde sektör ve tehlike sınıfı gözletilmeksizin çok yaygın olarak kullanılan 5x5 L matris yönteminin riskleri düşük tehlike seviyesinde sınıflama yönünde bir eğiliminin olduğu, bu eğiliminin DÖF sonrası riskler için de devam ettiği ve DÖF sonrasında neredeyse tüm riskleri düşük hesapladığı tespit edilmiştir. Fine-Kinney yönteminin riskleri tespit etme açısından diğer iki yönteme kıyasla kendisine özgü öne çıkan bir özelliğinin olmadığı, ancak 5x5 L matrisi kadar esnek olmadığı, sayısal değerleri tablolar aracılığıyla kendisi verdiği için esnek olmadığı ve bu nedenle de DÖF sonrası hesaplamalarda da bazen istenen seviyelere ulaşamadığı gözlenmiştir.

HRNS yöntemine gelince; 5x5 L matris yöntemi iki, Fine-Kinney yöntemi üç parametre ile risk hesaplarken, HRNS yöntemi, çalışan sayısı faktörünü de ekleyerek dört parametre ile hesaplama yapmaktadır. Tüm riskler içinde yüksek risklerin oranını, diğer yöntemler %41 ve %49 oranında hesaplar iken HRNS yöntemi %63 oranında yüksek risk tespit etmiştir. DÖF sonrasında da bu durumu çok yumuşatmamış ve DÖF sonrası orta seviye risk oranı en yüksek yöntem olmuştur. HRNS yöntemi diğer iki yöntemin yüksek gördüğü tüm riskleri yüksek olarak görmüştür. Sadece kendisinin yüksek risk olarak gördüğü risk oranı %15'dir ki yüzlerce riskin tespit edildiği bir yeraltı maden işletmesinde bu çok fazla sayıda riske karşılık gelmektedir.

Bu sonuçlara bakarak HRNS yönteminin risk algılama kapasitesinin çok kullanılan diğer iki yönteme kıyasla daha yüksek olduğu; çok tehlikeli sınıfta yer alan yeraltı maden işletmeleri gibi, risklerin çok fazla olduğu bir işletmede daha iyi sonuçlar verdiği, riskleri daha iyi gördüğü, DÖF sonrasında bile gevşemeyerek dikkatleri risklerin üzerinde tuttuğu sonucuna varılmış ve yeraltı maden işletmeleri ve çok tehlikeli işyerleri sınıfındaki diğer işyerleri için önerilmiştir. Yeraltı maden işletmelerinde kaç çalışanın hangi anda nerede olduğunun takip edilmesinin çok önemli olduğu ve çalışan sayısını dikkate alan tek yöntemin de HRNS olduğu da ayrıca dikkate alınmalıdır.

Teşekkür

Çalışmanın yapıldığı işletme yetkililerine ve İş Güvenliği Uzmanlarına teşekkür ederiz. Derginiz hakemlerine katkıları için ayrıca teşekkür ederiz.

Kaynaklar

Anonim (b), 2021. 29/12/2012 tarih ve 28512 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16925&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> [Erişim Tarihi 31.07.2021].

- Anonim (a), 2021. 30/06/2012 tarih ve 28339 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6331 Sayılı İş sağlığı Güvenliği Kanunu, Madde 3/ö bendi. <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6331.pdf> [Erişim Tarihi : 28.Şubat.2021].
- Ankara, 2020. Risk yönetimi ve değerlendirme m-bölüm risk değerlendirme metotları eğitim slaytları. <http://www.ankaraisguvenligi.com>. [Erişim Tarihi 15.Mayıs.2021].
- Anonim (c), 2021. Amerikan Askeri Standardı. http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-0800-0899/download.php?spec=MIL_STD_882D.934.pdf [Erişim Tarihi 31.07.2021].
- Bayraktar, B., Uyguçgil, H., Konuk, A. 2018. Türkiye madencilik sektöründe iş kazalarının istatistiksel analizi. Madencilik, 2018, Özel Sayı, 85-90.
- Bilir M. S. Gürcanlı, E. 2015 b. İnşaatlarda Yeni bir risk değerlendirme yöntemi HRNS. 5. İşçiSağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu, İzmir, Türkiye.
- Bilir, S. Gürcanlı E. 2015 a. Applicability of The hazard rating number system in the construction industry. The XXVII th Annual Occupational Ergonomics and Safety Conference Nashville, Tennessee, USA, May 28-29, 2015.
- Birgören, B. 2017. Fine-Kinney risk analizi yönteminde risk analizi yönteminde risk faktörlerinin hesaplama zorlukları ve çözüm önerileri. Kırklareli Üniversitesi Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 9 (1): 20-25.
- Dündar, A. C. 2016. Enerji üretim tesislerinde tehlike ve risk analizinde yeni interaktif bir yöntem ve uygulaması. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 269.
- Ekinci, G. 2021. Bir yeraltı maden işletmesinde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları ve farklı risk değerlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması. Dicle Üniversitesi FBE, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Fine, W.T. 1971. Mathematical evaluations for controlling hazards. Journal of Safety Research. 3, 157-166.
- Kabakulak, Tuba. 2019. Bir tekstil işletmesinde risk değerlendirme uygulaması: 5x5 Matris ve HAZOP. Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi. 3(2), 97-111.
- Kinney, G.F.,Wiruth, A.D. 1976.Practical risk analysis for safety management. NWC Technical Publication 5865, Naval Weapons Center, China Lake CA, USA.
- Koltan, A., Orhon, H. Y., Yılmaz, S., Altay, M., Yılmaz, S., Çay, İ. 2010. Risk değerlendirmede kullanılan l tipi karar matrisi yönteminin işçi sağlığına uygunluğunun değerlendirilmesi. <https://www.ttb.org.tr/dergi/index.php/msg/article/viewFile/133/192>. [Erişim Tarihi : 28.Şubat.2021].
- Okur, M. 2020. Açık kaynaklardaki risk değerlendirme raporlarının istatistiksel değerlendirilmesi. SBE, İSG ABD, Yayınlanmamış Dönem Projesi, Dicle Üniversitesi.
- Özdilek, Ö. 2020. 5x5 matris risk değerlendirmesi her derde deva risk değerlendirmesi yöntemi midir?. <https://www.ozlemacademy.com>. [Erişim Tarihi: 28.Şubat.2021].
- Özfrat, M.K., Yetkin, M. E., Şimşir, F., Kahraman, B. 2016. Uzunayak üretimindeki mevcut tehlike kaynaklarının iş güvenliği açısından değerlendirilmesi. Madencilik, Cilt 55, Sayı 1, Sayfa 3-16, Mart 2016.
- Özkılıç, Ö. 2014. Risk değerlendirmesi atex direktifleri-patlayıcı ortam büyük endüstriyel kazaların önlenmesi ve etkilerinin azaltılması-kantitatif risk değerlendirme-Seveso II Direktifleri. TISK Yayınevi, Yenişehir Kitapevi. Sayfa: 422. Ankara.
- Şensoy, H.Ö. Kaya İ. E. 2019. Tehlikeli atık bertaraf tesislerinde karşılaştırmalı risk analizi ve biyolojik faktörler açısından risk değerlendirmesi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Sayı 17, S. 1375-1382, Aralık 2019.
- Temizalan, U. A. 2019. Endüstriyel tesislerde yangın güvenliği ve bir fişli kablo üretim tesisinin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi. İstanbul Yeni Yüzyıl, SBE, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Türer, N. 2013. CE Makine emniyeti ve risk değerlendirmesi. MESS-06.05.2013 İSG Haftası Seminerleri Sunumu. http://mess.org.tr/media/filer_public/bf/a1/bfa1a88e-5854-42e6-bce9-47ea0f371bf2/bsh_necmi_turer-sunum_20130506.pdf. [Erişim Tarihi : 11.Nisan.2021].
- Uçar, A. T. 2019. Endüstriyel Tesislerde yangın güvenliği ve bir fişli kablo üretim tesisinin yangın güvenliği açısından değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 219.
- Yalman, N. Akata, H. E. 2019. Atık plastiklerin geri dönüşümle sanayiye kazandırılmasında kullanılan plastik kırma makinelerinde karşılaşılan riskler ve çözüm önerileri. Turkey XI. IBANESS Kongreler Serisi-Tekirdağ/Türkiye. 9-10. Mart. 2019.