

UZUNAYAK ÜRETİMİNDEKİ MEVCUT TEHLİKE KAYNAKLARININ İŞ GÜVENLİĞİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ASSESSMENT OF CURRENT HAZARD SOURCES IN LONGWALL PRODUCTION IN TERMS OF WORK SAFETY

M. Kemal Özfırat*
Mustafa Emre Yetkin**
Ferhan Şimşir***
Bayram Kahraman****

ÖZET

Uzunayak üretim yöntemi, yeraltı kömür madenciliğinde en çok kullanılan yöntemlerden biridir. Uzunayak üretim yönteminde ayak içerisinde üretim yapılan bölge ortam koşullarına ve kömür oluşumuna bağlı olarak birçok tehlike faktörü içermektedir. Bu çalışmada, Fine-Kinney risk analizi metodu kullanılarak uzunayakta risk analizi ve değerlendirilmesi yapılmıştır. Fine-Kinney risk analizinden elde edilen sonuçlara göre ayak içinde meydana gelmesi beklenen tehlikelere karşı önlemler listelenmiştir. Uzunayaklarda üretim sırasında uygulanan işlemler sınıflandırılmış ve bu işlemlere ait R risk puanları Fine-Kinney risk analizi yöntemi ile hesaplanmıştır. Özellikle grizulu kömür ocaklarında üretim yapılması sırasında grizunun tehlikeli olabilecek konsantrasyona ulaşmasını önlemeye yönelik kontrollü çalışılması gerekliliği vurgulanmıştır.

ABSTRACT

Longwal mining is one of the most used methods to mine out coal in underground. This method contains some hazard factors in relation to the area of production and coal formation. In this study, risk analysis of longwall production method is made using Fine-Kinney risk analysis method. The potential hazards that may occur in the face are handled, these potential hazards are classified by using Fine-Kinney risk analysis method and according to results obtained, measures are listed to prevent these hazards in the face. The applied operations in longwall production are classified and R risk points of these operations are calculated using Fine-Kinney risk analysis method. It is pointed out that especially in mines where methane explosion may occur, countermeasure and control should be taken in order to prevent methane explosion.

Anahtar Kelimeler: Risk analizi, uzunayak üretim yöntemi, Fine-Kinney

Keywords: Risk analysis, longwall production method, Fine-Kinney

* Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Böl., İZMİR, kemal.ozfirat@deu.edu.tr
** Araş.Gör., Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Böl., İZMİR
*** Prof.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Böl., İZMİR
**** Doç.Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Böl., İZMİR

GİRİŞ

Hızlı gelişen teknolojiyle birlikte ham madde ihtiyacı artmış, yapılan işlemler karmaşıklaşmış ve bunların neticesinde tehlikeler artmıştır. Tehlikelerin artması sonucunda kazaları önlemek için iş güvenliği tedbirlerinin alınması zorunlu hale gelmiştir. İş yerlerinde işin yapılması sırasında, sağlığa, işe ve iş yerine, zarar verebilecek olan, çeşitli sebeplerden kaynaklanan kayıpları en aza indirmek amacıyla yapılan sistemli ve bilimsel araştırmalara dayalı güvenlik önlemlerine iş güvenliği denmektedir (Centel, 1992).

Uzunayak madenciliği özellikle ülkemizde yeraltı kömür madenciliğinde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Uzunayaklarda kömür üretimi sırasında, çalışırken birçok tehlike kaynağı mevcuttur. Yeterli önlemler alınmaz ve kurallar yeterli uygulanmaz ise yapılan çalışmalar sırasında kazalarla karşılaşmak kaçınılmazdır. Kömür madenlerinde tehlike kaynaklarının en önemlisi üretim sırasında damar yapısında saklı olarak bulunan metan gazıdır. Kontrol sondajlarında metan gazının varlığı tespit edilmiş ise, var olan önlemlerin artırılması gereklidir. Uzunayak madenciliğinde, üretim çalışmaları sırasında yeni üretim yüzeyinin açılmasıyla birlikte gaz patlamaları, gaz zehirlenmeleri, tahkimat ve nakliyat işleri

sırasında iş kazaları oluşabilmektedir. Tahkimat kazalarının en önemlisi, göçüklerin meydana getirdiği iş kazalarıdır. Uzunayak madenciliğinde, göçükler özellikle ayak bölgesinde oluşmaktadır (Çizelge 1).

Uzunayak madenciliğinde oluşan kazaların önemli bölümü ise nakliyat işlerinde oluşan kazalardır. Nakliyat çalışmaları sırasında özellikle ayak bölgesinde zincirli konveyörlerde ve daha sonra ise bantlı konveyörlerde oluşan kazalar ile karşılaşmaktadır. Çizelge 1'de 1997-2000 yılları arasında Eynez yeraltı kömür ocağında oluşan kaza sayılarının kaza türlerine göre dağılımı görülmektedir.

Çizelge 1'de görüldüğü gibi nakliyat çalışmaları veya malzeme taşınması sırasında da kazalar görülmektedir.

Çizelge 2'de ise yeraltı kömür madenlerinde oluşan büyük maden kazalarının verileri görülmektedir. Veriler incelendiğinde kazaların büyük çoğunluğunun metan patlaması sonucu oluştuğu, diğer kazaların ise göçük, yangın ve su baskını sonucunda yaşandığı görülmektedir. Çalışanların kazalardan korunması amacıyla yapılan iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının yönetilmesi ve değerlendirilmesi günümüzde önemli bir çalışma alanı olarak görülmektedir

Çizelge 1. TKİ ELİ Eynez İşletmesi Kömür Ocağı Kaza Türü Verileri (Özfirat, 2001).

Yıllar	1997		1998		1999		2000	
	K	M	K	M	K	M	K	M
Muhtelif	73	43	44	90	49	24	26	25
Elle Taşıma	48	21	14	57	28	39	25	21
El Aletleri	-	3	4	4		1	-	1
GTKD	29	21	16	43	17	19	15	23
İş Makinaları	-	-	-	4	-	-	-	1
Makine	-	3	1	2	-	1	-	1
Demiryolu İle Taşıma	2	-	5	4	-	-	5	-
Mekanik Taşıma	-	-	-	-	-	-	-	-
Elektrik	-	-	2	2	-	-	1	1
Patlayıcı Madde	-	-	6	4	-	-	-	1
Gaz Zehirlenmesi	-	-	3	-	-	-	-	-
Toplam	152	91	95	210	94	84	72	74

K: Klasik üretim M: Mekanize üretim GTKD: Göçük taş kömür düşmesi

Çizelge 2. Türkiye'deki Yeraltı Kömür Madenciliğinde Yaşanan Büyük Kazalar (TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 2010, Wikipedia, 2015).

Maden Türü	Yıl	Neden	Kaybedilen kişi sayısı
Yeraltı Kömür	07.03.1983	Grizu	103
Yeraltı Kömür	07.02.1990	Grizu	68
Yeraltı Kömür	03.03.1992	Grizu	263
Yeraltı Kömür	26.03.1995	Grizu	38
Yeraltı Kömür	22.11.2003	Grizu	10
Yeraltı Kömür	10.12.2009	Grizu	19
Yeraltı Kömür	23.02.2010	Grizu	17
Yeraltı Kömür	17.05.2010	Grizu	30
Yeraltı Kömür	07.07.2010	Yangın	3
Yeraltı Kömür	08.01.2013	Göçük	8
Yeraltı Kömür	18.01.2013	Demir düşmesi	1
Yeraltı Kömür	13.05.2014	Yangın	301
Yeraltı Kömür	11.06.2014	Göçük	3
Yeraltı Kömür	18.06.2014	Göçük	1
Yeraltı Kömür	28.10.2014	Su baskını	18
Yeraltı Kömür	01.11.2014	Göçük	2
Yeraltı Kömür	29.01.2015	Göçük	1
Yeraltı Kömür	10.03.2015	Göçük	1
Yeraltı Kömür	08.06.2015	Göçük	1

(Ciarapica ve Giacchetta, 2009). Risk analizi, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının sonuçlarının değerlendirilebilmesi amacıyla son yıllarda işletmelerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Risk analiz yöntemleri kazaların tahmini, azaltılması ve/veya önlenmesi için geliştirilmiştir. Kullanılan birçok kalitatif ve kantitatif risk ve iş güvenliği analizi yöntemleri vardır. Örnek olarak; birçok araştırmacının çalışmalarında kullandığı tehlike ve uygulanabilirliği (HAZOP) analizi, fonksiyonel tehlike analizi, Hata modu etki analizi (FMEA), ön tehlike analizi (PHA), hata ağacı analizi, olay ağacı analizi (ETA), papyon analizleri verilebilir (Bahr, 1997; Hale ve Baram, 1998; Mol, 2003; Asfahl, 2003; Özkılıç, 2014; Bayır ve Ergül,

2006, Zhang vd., 2014, Özfirat, 2014).

Yeraltı kömür madenciliğinde yapılan çalışmalar göz önüne alındığında madencilik sektöründe iş güvenliğinin önemi anlaşılmaktadır. İş kazaları manevi kayıpların yanında çok büyük maddi kayıplara da neden olmakta, hatta işletmelerin kapanmasına bile neden olabilmektedir. Kazaların önüne geçmek için istatistikler incelenip risk analizi yapılmalı ve koruyucu önlemler alınmalıdır.

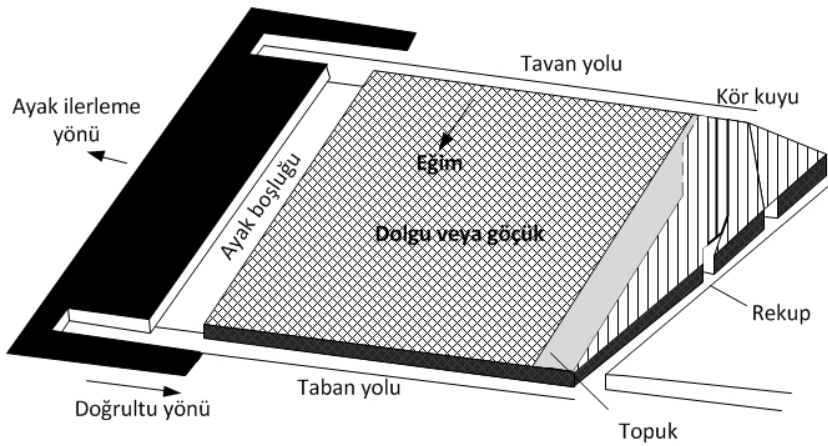
Bu çalışmada uzunayak üretim yönteminde ayak içinde oluşabilecek tehlikelerin önlenmesi amacıyla risk analizi yapılmış ve bu riskler Fine-Kinney metodu ile değerlendirilerek önlemler sunulmuştur.

1. UZUNAYAKTA TEHLİKE KAYNAKLARI

Uzunayak madenciliği, yatay olarak yataklanmış olan kömür veya orta sertlikteki cevherlerin, iki damar içi galerisi arasında kalan, uzun, dar ve doğrusal bir arın boyunca üretildiği bir yeraltı üretim yöntemidir (Şekil 1). Uzunayak panoları, kesitler ve çalışılan makineler düşünüldüğünde oldukça dar ve birçok tehlike kaynağının bir arada olduğu bölgelerdir (Şekil 2)

Bir uzunayakta potansiyel tehlikeler; grizulu damarlarda üretimle birlikte metan açığa çıkması,

tahkimat çalışmaları (tahkimatların ilerletilmesi, tahkimatların başka panoya taşınması, hidrolik hortumun patlaması, hidrolik direklerin kurulumu ve taşınması), nakliyat çalışmaları (zincirli konveyörün zincirinin kopması, konveyöre sıkışma, olukların aşınması, konveyör sisteminin çalışmaması, işçilerin bantlı konveyöre kontrolsüz binmesi, toz oluşumu) (Şekil 3), üretim (yükleme işlemi sırasında, ayak içi malzeme nakliyesi sırasında, tahkimatların düzeltilmesi ve ilerletilmesi sırasında, ayak içi temizlik sırasında, ayak arkasından tavan kömürünün alınması sırasında,



Şekil 1. Uzunayak üretim yöntemi (Şimşir, 2015)



Şekil 2. Tam mekanize bir uzunayaktan görünüm (Yetkin, 2013)

tahkimat penceresinden tavan kömürünün alınması sırasında) (Şekil 4), delme-patlatma işlemleri (grizu, kömür tozu, yetersiz havalandırma, solunabilir toz), su kontrolünün yapılmaması ve içsel yangın olarak verilebilir (Özfiat vd., 2013).



Şekil 3. Üretim sırasında oluşan toz



Şekil 4. Tahkimat penceresinden tavan kömürünün alınması



Şekil 5. Risk değerlendirme aşamaları

2. RISK ANALİZİ

Risk kavramının değişik tanımları vardır. Risk en temel anlamda olasılık ve şiddet bileşenlerinin çarpımından oluşur. Riskin tanımlaması bazı kaynaklarda aşağıdaki gibi verilmiştir.

Dünya Sağlık Örgütü WHO (2002) riski, sonucun olumsuz olma ihtimali veya bu olasılığı ortaya çıkaran faktör olarak tanımlamış ve riskin ne anlamlara gelebileceğini ifade etmeye çalışmıştır. Risk olasılık anlamına gelebilir, risk istenmeyen sonucu ortaya çıkaran faktör anlamına gelebilir, risk bir sonuç anlamına gelebilir, risk potansiyel güçlük veya tehdit anlamına gelebilir. TS 18001 (OHSAS) standardında ise "Tehlikeli bir olayın veya maruz kalmanın meydana gelme olasılığı ve sonuçlarının kombinasyonu" şeklinde tanımlanmıştır. İşçileri olası iş kazalarından korumak için yapılan işçi sağlığı ve iş güvenliği uygulamalarının değerlendirilmesi işlemleri ve risk analizi uygulamaları günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır (Sarı vd., 2009, Önder vd., 2009).

Çizelge 3. Zararın Gerçekleşme Olasılığı-İhtimali-Şansı (Fine ve Kinney, 1971; Özkılıç, 2014)

OLASILIK - İHTİMAL - ŞANS		OLASILIK DEĞERİ
Beklenir, Kesin	Çok kuvvetle muhtemel	10
Yüksek/ oldukça mümkün	Kuvvetle muhtemel	6
Olası	Nadir fakat olabilir	3
Mümkün fakat düşük	Oldukça düşük ihtimal	1
Beklenmez fakat mümkün	Zayıf ihtimal	0,5
Beklenmez	Pratik olarak imkânsız	0,2

Çizelge 4. Tehlikeye Zaman İçinde Maruz Kalma Tekrarı-Sıklığı (Fine ve Kinney, 1971; Özkılıç, 2014)

FREKANS - SIKLIK		FREKANS DEĞERİ
Rutin olmayan	Rutin olan	
Sürekli (hemen hemen her zaman)	Bir saatte birkaç defa	10
Sık (sıklıkla)	Günde bir veya birkaç defa	6
Ara sıra	Haftada bir veya birkaç defa	3
Sık değil (nadir)	Ayda bir veya birkaç defa	2
Oldukça seyrek (oldukça nadir)	Yılda birkaç defa	1
Çok seyrek (çok nadir)	Yılda bir veya daha seyrek	0,5

Risk analizinde, Şekil 5’de görüldüğü gibi riskler belirlenirken mevcut durumlar tek tek dikkate alınır ve her bir durumun içinde bulunduğu tehlikeler belirlenir. Ayrıca hali hazırda mevcut olan karşı önlemler incelenir. Daha 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. Bir riskin ortaya çıkabilmesi için; bir tehlikenin olması ve değer verilen bir şeyin bu tehlikeye maruz kalması gerekir.

Tehlike kavramı, Türk Dil Kurumuna göre “Büyük

zarar ya da yok olmaya yol açabilecek durum” olarak tanımlanmaktadır. Belli bir tehlike için; Tehlikeye maruz kalan kişilerin sayısı, Ne sıklıkla tehlikeye maruz kalındığı, Ne kadar süreyle tehlikeye maruz kalındığı, Eğitim düzeyi, Denetimin etkinlik düzeyi, Çalışma koşulları, Yorgunluk, dikkatsizlik, halsizlik gibi etmenler tehlike olasılığını farklı kılar (Canpolat, 2008).

Çizelge 5. Tehlikenin İnsan ve/veya Çevre Üzerindeki Tahmini Zararı (Fine ve Kinney, 1971; Özkılıç, 2014)

ŞİDDET - SONUÇLARIN ETKİSİ			ŞİDDET DEĞERİ
	İnsana zararlı	Çevreye zararlı	
Felaket	Birden fazla ölümlü kaza	Çevresel felaket	100
Çok kötü	Öldürücü kaza	Ciddi çevresel zarar	40
Çok ciddi	Kalıcı hasar-yaralanma- iş kaybı	Çevresel engel ve şikayet	15
Ciddi	Önemli hasar-yaralanma-dış ilkyardım	Arazi dışında çevresel zarar	7
Önemli	Küçük hasar-yaralanma-dâhili ilk yardım	Arazide çevresel zarar	3
Dikkate alınmalı	Ucuz atlatma	Çevresel zarar yok	1

Çizelge 6. Fine-Kinney Risk Analizi Değerlendirme Tablosu (Fine ve Kinney, 1971; Özkılıç, 2014)

RİSK DEĞERİ	RİSK DERECELENDİRME SONUCU	(Yapılacak İşlemler)
400 < R	Tolerans gösterilemez risk	Hemen gerekli önlemler alınmalı veya iş durdurulmalı, kapatılma gibi önlemler düşünülmelidir.
200 < R < 400	Esaslı risk	Kısa dönemde "birkaç ay içinde" iyileştirilmelidir.
70 < R < 200	Önemli risk	Uzun dönemde "yıl içinde" iyileştirilmez.
20 < R < 70	Olası risk	Gözetim altında tutulmalıdır.
R < 20	Önemsiz risk	Önlem öncelikli değildir.

3. FİNE-KİNNEY METODU VE ÇALIŞMADA KULLANILMASI

Fine-Kinney metodu, risklerin sınıflandırılmasında kullanılır. Sınıflandırma işlemi sonucuna göre tedbir anlamında hangi işlere öncelik verilmesi ve kaynakların öncelikle nereye aktarılması konularında kullanılan bir tekniktir. Bu yöntemde riskler; olasılık, frekans ve şiddet ağırlık oranları hesaplanarak sınıflandırılır ve bu riskler için önlem alınmasının gerekli olup olmadığına karar verilir. Bu yöntemde risk, aşağıdaki formül ile değerlendirilmektedir;

$$RİSK = Şans \times Frekans \times Şiddet$$

Olasılık: Bir zararın gerçekleşme ihtimali olarak tanımlanır. Olasılığın puanlaması yapılırken, belirtilen kategoriler, tehlikeli bir olayın olma olasılığını, en doğru bir şekilde açıklamak için oluşturulmalıdır. Yapılan düzeltici faaliyetler şiddeti etkilemez, etkileyeceği değişken olasılıktır (Çizelge 3).

Frekans: Frekans bir kişinin ne kadar sıklıkta veya zamanda gerçekte bir tehlike ile karşı karşıya kaldığının değerlendirilmesidir (Çizelge 4). Frekans, işin yapılma sıklığı değil, işi yaparken tehlikeye maruz kalma sıklığıdır. Düşük frekans düzeyinin etkilerini hafifletmeye çalışmak, önemsememek çok sık yapılan bir hatadır. Çünkü bir kişinin tehlikeye çok sık maruz kalmaması, bu olay için daha az önlem alınması anlamına gelmez. Bir kazanın olma kesinliği veya olasılığı, bir kişinin ne kadar sıklıkta bir tehlikeye maruz kaldığından daha önemlidir.

Şiddet: Şiddet, bir kaza olduğunda beklenen ha-

sarın ölçüsüdür (Çizelge 5). Şiddet puanlamasında 1'den başlayarak 100'e kadar devam eden bir değer ölçeği vardır. Kaza sonucunda tek ölüm olması durumunda puanlamanın 40 puan veya 100 puan (birden çok ölüm) olarak yapılması gerekmektedir. Kalıcı hasar, yaralanma ve iş kaybı durumunda şiddet değeri 15 puan olarak seçilir. Ayrıca şiddet değerlendirmelerinde, herhangi bir şüphe olduğu durumda, daha yüksek puan verilmelidir.

Olasılık, frekans ve şiddet puanlamaları neticesinde hesaplanan risk puanı 400'den büyük çıkarsa tolerans gösterilemez (Çizelge 6) ve hemen gerekli önlemler alınmalı veya tesis, bina, çevrenin kapatılması düşünülmelidir. 400 ile 200 arasında çıkarsa risk esaslı risk sınıfına girmektedir ve riskin kaynaklandığı durum alınacak tedbirler ile kısa dönemde iyileştirilmelidir (birkaç ay). Risk değeri 200 ile 70 arasında çıkarsa risk önemli risktir ve uzun dönemde iyileştirilmelidir (yıl içinde). Risk değeri 70 ile 20 arasında çıkarsa risk olası risktir ve gözetim altında tutulmalıdır. 20'den küçük ise risk önemsiz risktir ve önlem öncelikli değildir (Fine ve Kinney, 1971).

4. DEĞERLENDİRME

Uzunayak üretim yönteminde meydana gelmesi olası riskler belirlenmiş ve Fine-Kinney metodu ile değerlendirilerek sayısallaştırılmıştır. Üretim faaliyetleri için Çizelge 7'de verilen değerlere bakıldığında üretim faaliyeti sırasında arından büyük parça düşmesi riskinin R değeri 240 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Fine-Kinney sonuç tablosuna göre esaslı risk sınıfına girmektedir. Bu durumda kazaların önüne geçmek için üretim

faaliyetlerinde görev alan işçiler yapılan işle ilgili eğitilmeli, tamburlu kesicinin ayna kesimi yaptığı sırada yakın bölgelerde işçilerin olması engellenmeli, kazı işlemi sonrasında temizlik sırasında işçilerin kazı aynasına çok yakın durmamaları sağlanmalıdır.

Delme-patlatma işlemi sırasında Çizelge 8'de verilen değerlere bakıldığında yüksek metan içeren ocaklarda olasılık, frekans ve şiddet değerlerinin çarpımının sonucunda R değeri 500 olarak hesaplanmıştır. Bu değer Fine-Kinney sonuç tablosuna göre tolerans gösterilemez risk sınıfına girmektedir. Metan içeriğinin orta derecede olması durumunda R değeri 300 olarak hesaplanmıştır. Esaslı risk sınıfına giren bu durumu engellemek için gaz ölçümleri sıklaştırılmalıdır. Metan gazından kaynaklanan tehlikeyi ortadan kaldırmak için grizu ölçümlerinin düzenli yapılması gerekmektedir. Ayrıca gaz dedektörle-

rinin kalibrasyon kontrollerinin yapılması ve 25 m'lik arına dik olarak yapılan kontrol sondajlarının yapılması ile bu tehlikelerin önüne geçilebilir. Bu husus "Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde" vurgulanmıştır.

Mekanize kazı için Çizelge 9 ve Çizelge 13'de verilen değerlere bakıldığında, tamburlu kesicinin kesim yaptığı sırada aynadan büyük parça düşmesi riskinin ve elektrik aletlerinin bakım onarım ihmali riskinin R değerleri sırasıyla 135 ve 100 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler önemli risk sınıfına girmektedir. Bu durumlardan kaynaklanabilecek kazaların önüne geçmek için elektrikle çalışan makine-ekipmanın kontrollerinin periyodik olarak yapılması sağlanmalıdır. Yeraltı makine ve ekipmanının Antigrizutin/Atex/Exproof özellikli malzemeler ile kaplanmış olması gerekmektedir. Bu bölümde, ayrıca kömür tozu risk değeri 180 olarak bulunmuştur. Önemli

Çizelge 7. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(Üretim)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önemli
EI, kol ve bacak bölgesinde kazma ile kazalanma	6	6	1	36	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Eldiven kullanımı sağlanmalıdır.
Yükleme işlemi sırasında kazalanma	6	6	3	108	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Ayak içi malzeme nakliyesi sırasında kazalanma	3	3	3	27	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Tahkimatların düzeltilmesi sırasında kazalanma	3	3	3	27	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Ayak içi temizlik sırasında kazalanma	6	3	3	54	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Pencereden tavan kömürünün alınması sırasında kazalanma	1	6	3	18	Önemsiz risk. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Büyük kömür parçalarının gelmesi durumunda önlemler artırılmalıdır.
Ayak arkası kömürünün çekilmesi sırasında kazalanma	1	6	3	18	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Arından büyük parça düşmesi ile kazalanma	3	2	40	240	Esaslı risk. Kısa dönemde birkaç ay içerisinde önlem alınmalıdır. Arın kısmına işçilerin geçmesine izin verilmemelidir. Geçiş zorunlu ise, ön sarma aynaya yaslanarak açılmalı ve ek önlemler alınmalıdır.

Çizelge 8. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(Delme-Patlatma)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önem
Metan içeriği yüksek	10	0,5	100	500	Tolerans gösterilemez risk. Hemen gerekli önlemler alınmalı veya iş durdurulmalı, tahliye gibi önlemler düşünülmelidir. Gaz ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır. Kontrol sondajları yapılmalıdır. Metan drenajı yöntemlerine başlanmalıdır. Ölçümler sıklaştırılmalıdır.
Grizu Metan içeriği orta derecede	6	0,5	100	300	Esaslı risk. Kısa dönemde birkaç ay içerisinde önlem alınmalıdır. Gaz ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır. Kontrol sondajları yapılmalıdır. Metan drenajı yöntemlerine başlanmalıdır. Ölçümler sıklaştırılmalıdır.
Metan içeriği yok ya da düşük	0,5	0,5	100	25	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. Arına dik kontrol sondajları yapılmalıdır. Gaz ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır. Ölçümlere normal düzeyde devam edilmelidir.
Kömür tozu	10	6	3	180	Önemli risk. Koruyucu maskelerin takılması sağlanmalı ve işçiye eğitim verilmelidir. Taş tozu barajları yapılmalıdır. Sağlığa zararsız taş tozu ile bastırma ve belirli dönemlerde kömür tozu temizliği yapılmalıdır.
Yetersiz havalandırma	1	2	100	200	Esaslı risk. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Fan kapasiteleri, fan bakımları ve hava hızı ölçümleri düzenli yapılmalıdır.
Solunabilir toz	10	6	1	60	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. Koruyucu maskelerin takılması sağlanmalı, işçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Toz maskesi kullanımı sağlanmalıdır.

Çizelge 9. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(Mekanize Kazı)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önlem
Delicide yaralanma	6	3	3	54	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Yedekli çalışılmalıdır.
Elektrik	3	1	40	120	Önemli risk. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Elektrik kabloları exproof özellikte olmalıdır. Kurulu elektrik kapasitesi yeterli olmalıdır.
Sıkışma	1	2	40	80	Önemli risk. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Zincirli konveyör hareket halindeyken işçilerin üzerine çıkmaları engellenmelidir.
Arın önünden büyük parça düşmesi	3	3	15	135	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Kömür tozu	10	6	3	180	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. Koruyucu toz maskelerinin takılması sağlanmalı, işçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.
Ani su geliri	1	1	100	100	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. Kontrol sondajları yapılmalıdır. Gerekli topuk boyutları sağlanmalıdır.
Ani gaz geliri	0,5	0,5	100	25	Önemsiz risk. Arına dik kontrol sondajları yapılmalıdır. Gaz ölçümleri düzenli olarak yapılmalıdır. Cebri havalandırmaya ek olarak lokal havalandırma yapılmalıdır.
Gürültü	10	6	1	60	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. Kulak koruyucu kullanımı sağlanmalıdır.

Çizelge 10. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(Tahkimat)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önlem
Yürüyen tahkimatın ilerletilmesi	10	6	3	180	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Zamanında ve düzenli olarak ilerleme yapılmalıdır.
Yürüyen tahkimatın yeni panoya taşınması	10	0,5	15	75	Önemli risk. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Geçici tahkimat iyi bir şekilde sağlanmalıdır. Taşıma planlaması yapılmalıdır.
Hidrolik hortum patlaması	1	1	15	15	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Zaman kaybetmeden onarılmalıdır.
Hidrolik direğin kurulmasında	10	3	7	210	Esaslı risk. Kısa dönemde birkaç ay içerisinde önlem alınmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Direksiz cephe kısmı güvenliğe alınmalıdır.
Hidrolik direğin taşınmasında	10	3	1	30	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Taşıma ergonomik koşullarda ve mümkün mertebe makine ile yapılmalıdır.

Çizelge 11. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(Nakliyat)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önlem
Zincir kopması	0,5	0,5	1	0,25	Önemsiz risk. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Ayak içindeki işçilere çarpmaması için önlemler alınmalıdır.
Zincire sıkışma	1	1	40	40	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Zincirli konveyöre işçilerin çıkması önlenmelidir.
Olukların aşınarak eğilmesi	1	0,5	3	1,5	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Olukların yenisi ile değiştirilmesi gereklidir.
Nakliye sireninin çalınmaması	1	1	15	15	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Sinyalizasyon kontrollerinin yapılması gereklidir.
Bantlı konveyöre sıkışma	1	1	40	40	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Mutlaka yedekli ve gözetim altında bakım yapılmalıdır.
İşçilerin bantlı konveyöre binmesi	6	3	7	126	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. İşçiler konveyöre binmemeleri konusunda eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir.

Çizelge 12. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(İnsan)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önlem
Kişisel koruyucuların kullanılmaması	6	6	3	108	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Kişisel koruyucu donanımların kullanımı sağlanmalıdır.
İş organizasyonu eksikliği	3	2	40	240	Esaslı risk. Kısa dönemde birkaç ay içerisinde önlem alınmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. İş organizasyonu düzenli ve planlı olmalıdır.
Eğitim eksikliği	1	1	40	40	Olası risk. Olay gözetim altında tutulmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Meslek içi eğitim seminerleri düzenlenmelidir.

Çizelge 13. Uzunayakta Çalışma Sırasındaki Risklerin Değerlendirilmesi-(Elektrik)

Riskler	Şans	Frekans	Şiddet	Risk değeri	Önlem
Yanmaz malzeme kullanımı	0,5	0,5	100	25	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Exproof özellikte malzeme kullanılmalıdır.
Makine-ekipmanın uygun yerlerde kullanılmaması	0,2	0,5	7	0,7	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. İş organizasyonu ve planı yapılmalıdır.
Elektrik işçilerinin iyi eğitilmemesi	0,2	0,5	40	4	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Eğitimler düzenlenmelidir.
Elektrikli aletlerin bakım onarım ihmali	1	1	100	100	Önemli risk. Yıl içerisinde işlemde iyileştirme yapılmalıdır. İşçiler konu ile ilgili eğitilmeli ve bilgilendirilmelidir. Bakım onarımlar yapılmalı ve yazılı kayıt altına alınmalıdır.
Topraklama hattının kontrol edilmemesi	0,5	0,5	100	25	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Topraklama hattı olmalıdır.
Uygun olmayan elektrikli alet kullanımı	0,5	0,5	100	25	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Ergonomik iş ekipmanları sağlanmalıdır.
Yeterli sayıda uzman elektrikçi olmaması	0,2	0,5	7	0,7	Önemsiz risk. Önlem öncelikli değildir. Yeterli sayıda ve düzeyde işçi olmalıdır.

risk sınıfına giren bu tehlikeli durumu önlemek için taş tozu barajları yapılmalıdır. Sağlığa zararsız taş tozu ile bastırma ve belirli dönemlerde kömür tozu temizliği yapılmalıdır. Kömür tozunun patlayıcı olmasından dolayı taş tozu veya su ile kömür tozlarının bastırılması işlemlerinin yapılması önemlidir. Ayrıca 0,1-5,0 mikron tane boyutu arasındaki tozlar pnömokonyoz hastalığına (antrakoz) sebep olabilir.

Tahkimat işlerinde Çizelge 10'da verilen değerlere bakıldığında hidrolik direklerin kurulmasında meydana gelen kaza riskinin R değeri 210, yürüyen tahkimatların ilerletilmesi riskinin R değeri 180 olarak hesaplanmıştır. Direk kurulmasında tavandan parça düşme ve göçük kazalarına dikkat edilmeli ve işçiler bilgilendirilmelidir. Yürüyen tahkimatların ilerletilmesi işlemi zamanında ve düzenli olarak eğitimli işçiler tarafından yapılmalıdır.

Çizelge 11'de verilen nakliyat işlerinde oluşan risklere bakıldığında zincire sıkışma ve bantlı konveyöre sıkışma risklerinin R değerleri 40, işçilerin bantlı konveyöre binmeleri riskinin R değeri 126 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre işçilerin bantlı konveyöre binmeleri riski esaslı risk sınıfına girmektedir. Bantlı konveyörde personel taşınması için ek önlem alınmalı ve tesisler yok iken işçilerin bantlı konveyöre binmeleri önlenmelidir.

Çizelge 12'de verilen risklere bakıldığında iş organizasyonu eksikliği sonucunda oluşan riskin R değeri 240 olarak hesaplanmıştır. Esaslı risk sınıfına giren bu durumu önlemek için işçiler sürekli olarak görevli oldukları birimde yapılan işler hakkında bilgilendirilmelidir. İşçiler, yeraltına inmeden önce tertip sırasında yapılacak olan işler hakkında net bir şekilde bilgilendirilmelidir.

SONUÇ

Fine-Kinney risk analizi metodu olasılık (şans) ve şiddet bileşenlerine frekans değeri ekleyerek risk sınıflamasını daha belirgin yapan bir yöntemdir. Çalışmada uzunayak madenciliğinde karşılaşılması olası tehlikeler kendi aralarında gruplara ayrılarak, risk puanları hesaplanmıştır. Üretim işleri için arından büyük parça düşmesi riski R değeri 240 puan, delme-patlatma işleri için metan gazı riski R değeri 500 puan, mekanize kazı için kömür tozu riski R değeri 180 puan, tahkimat işleri için hidrolik direğin kurulması riski R değeri 210 puan, nakliyat işleri için işçile-

rin bantlı konveyöre binmeleri riski R değeri 126 puan, insan faktörü için iş organizasyonu eksikliği riskinin R değeri 240 puan ve elektrik işleri için aletlerin bakım onarım ihmali riskinin R değeri 100 puan olarak hesaplanmış ve bu riskler için önleyici tedbirler sunulmuştur.

KAYNAKLAR

Asfahl, C.R., 2003; "Industry safety and health management", Pearson Education Inc., USA.

Bayır, M., ve Ergül, M. 2006; "İş Güvenliği", Alfa Aktüel Yayınları, s: 213, Bursa.

Bahr, N.J., 1997; "System Safety Engineering and Risk Assessment: A Practical Approach", Taylor&Francis, USA

Canpolat, P., 2008; Projelendirme ve Şantiye Yerleşim Projesi Hazırlanması Aşamasında İş Sağlığı ve Güvenliği ile İlgili Bir Öneri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Centel, T., 1992; "Çocuklar İle Gençlerin İş Güvenliği", İ.Ü. Yayınları No: 3041, İstanbul.

Ciarapica, F. E. ve Giacchetta, G., 2009; Classification and prediction of occupational injury risk using soft computing techniques: An Italian study, Safety Science, 47(1): 36-49.

Fine, W. T. Ve Kinney, W. D., 1971; Mathematical evaluation for controlling hazards. Journal of Safety Research, 3(4), 157-166.

Hale, A. ve Baram, M., 1998; "Safety Management the Challenge of Change", Pergamon, Netherlands.

https://tr.wikipedia.org/wiki/T%C3%BCrkiye%27deki_madencilik_kazalar%C4%B1#2003

İşçi Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, (30.06.2012). 28339 Sayılı Resmi Gazete.

İşçi Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, (29.12.2012). 28512 Sayılı Resmi Gazete.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, (19.09.2013). 28770 Sayılı Resmi Gazete.

Mol, T., 2003; "Productive safety management", Elsevier, Oxford.

Onder, M., Onder, S., Akdag, T., ve Ozgun, F., 2009; Investigation of Dust Levels in Different Areas of Underground Coal Mines, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE). 15(1): 125-130.

Özırat, M.K., 2001; TKİ-ELİ-Eynez Yeraltı Linyit Ocağında 1992-2000 Yılları Arasında Manuel ve Mekanize üretimde Oluşan İş Kazalarının Etüdü, DEÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Öz fırat M. P., 2014; Bulanık Önceliklendirme Metodu ve Hata Türü ve Etkileri Analizini Birleştiren Yeni Bir Risk Analizi Yöntemi. Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 29, No 4, 755-768.

Öz fırat M. K., Yetkin M.E., Şimşir F., ve Kahraman B., 2013; Uzunayak Üretiminde Risklerin Fine-Kinney Metodu ile Değerlendirilmesi. Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu'2013 Bildiriler Kitabı, 21-22 Kasım 2013, Adana.

Özkılıç, Ö., 2014; "Risk Değerlendirmesi Ateş Direktifleri-Patlayıcı Ortamlar Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerinin Azaltılması-Kantitatif Risk Değerlendirme", TİSK Yayınları, Ankara.

Sari, M., Selcuk, AS., Karpuz, C., ve Duzgun, HSB., 2009; Stochastic modeling of accident risks associated with an underground coal mine in Turkey, Safety Science. 47(1):78–87.

Simsir, F., 2015; "Yeraltı Madencilik Yöntemleri". İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları.

TMMOB Maden Mühendisleri Odası (2010), Madencilikte Yaşanan İş Kazları Raporu.

TS 18001 (OHSAS) standardı.

Yetkin M.E., 2013; 2.Doktora Tez İzleme Raporu. Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.İzmir. (yayınlanmamış).

WHO2002.<http://www.who.int/whr/2002/en/>

Zhang M, Kecojevic V, ve Komljenovic D, 2014; Investigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using event tree analysis. Safety Science. 65: 106–117.