

Maden Ekipmanlarına Bağlı İş Kazalarının Genel Değerlendirmesi ve Çözüm Önerileri

General evaluation of equipment-related work accidents and solution proposals

N. Bilim

Selçuk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Konya

A.E. Dursun, A. Bilim

Selçuk Üniversitesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Konya

ÖZET

Ekipmanların neden olduğu iş kazaları hem ülkemizde hem de dünyada diğer kaza nedenleri arasında hep ön sıralarda olmuştur. 2013 yılı istatistiklerine göre, ülkemizde makinelerle çalışma sonucu oluşan kazalar birinci sırada gelmektedir. Maden işyerlerinde çeşitli tip ve tarzlarda birçok ekipman kullanılmaktadır. Bu ekipmanların dikkatsiz, yanlış ve bakımı yapılmadan kullanımından dolayı iş kazaları meydana gelebilmektedir. Maden ocaklarında kazaya en fazla neden olan ekipmanlar; konveyör, delici makineler, kazı ve yükleme ekipmanları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada, maden işyerlerinde makineye bağlı iş kazalarının gerçekleşme nedenleri ve kazalara davetiye çıkaran temel riskler, sebep-sonuç ilişkileri ve istatistikler baz alınarak çözümlenmeye çalışılmıştır. Maden ekipmanlarına bağlı iş kazalarının temel nedenleri belirlenerek, alınması gereken önlemlere değinilmiştir. Ayrıca Türkiye ve ABD'deki maden işyerlerinde ekipmana bağlı gerçekleşen iş kazalarının istatistiki değerlendirmeleri yapılmıştır. Ekipmana bağlı iş kazalarını azaltmak için tüm paydaşların, başarılı olan iyi uygulama örneklerinin ve yeni güvenlik teknolojilerinin kullanımı konusunda önyak olmalarının gerekliliği belirtilmiştir.

ABSTRACT

Equipment-related occupational accidents are very higher when compared to all other type occupational accidents in Turkey and the worldwide. According to the statistics in 2013, equipment-related occupational accidents in Turkey have the highest ratio. Various types and styles of many equipment are used in mining industries. Occupational accidents may occur due to these machines operating faulty, carelessly and unserviceably. Equipment which cause most accidents in mines; conveyors, drills, excavation and haulage equipment. In this study, the causes of occupational accidents related with machines in mining workplaces and invited to the realization of the basic risks were attempted to be resolved on the basis of the statistics and cause-and-effect relationships. occupational accidents connected to mining equipment were determined and the measures to be taken are discussed. In addition, Turkey and the United States reviewed statistical evaluations of occupational accidents that occur depending on the equipment of workplaces in the mining. All stakeholders must be the pioneer in the use of successful examples of good practice and new security technologies to reduce workplace injuries depending on the equipment.

1. GİRİŞ

Madencilik, tarih boyunca uygarlıkları şekillendiren temel sektörlerden biri olmuştur. Özellikle, sanayi devriminden bu yana insanlığın gelişim sürecinin son iki yüzyılındaki baş döndürücü ilerlemede kömür ve demirin önemini yadsımak mümkün değildir. İçinde bulunduğumuz yüzyılda da, madencilik faaliyetleri olmaksızın insan yaşamının sürdürülebilmesi olası değildir. Bugün, kullandığımız taşıtlardan, içinde yaşadığımız evlere, bilgisayarlardan telefonlara kadar yaşamımız için vazgeçilmez olan hemen herşey, madencilik etkinlikleri sonucu elde edilen ürünler sayesinde varlık kazanabilmektedir.

Dünya maden potansiyeli içinde, ülkemizin payına bakıldığında, bor, toryum, linyit, mermer, manyezit, nadir toprak elementleri, zeolit, trona, barit, feldspat ve sodyum sülfat gibi madenlerde önemli miktarda rezerve sahip olduğumuz ve rekabet gücümüzün yüksek olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla, bu kaynakların işlenmesi, bunlardan, önce yarı mamul, daha sonra tam mamul ürünlerin üretilmesi ve bu ürünlerin ilgili sanayi dallarında kullanımının desteklenmesi gibi, uluslararası piyasalarda rekabet gücümüzü arttıracak yapılanmaların uygulanması gerekmektedir. Ayrıca bu ürünlerin yeni kullanım alanlarının belirlenmesine yönelik bilimsel ve teknolojik araştırmaların yapılmasına ve teşvik edilmesine de ihtiyaç vardır. Fakat bu madencilik çalışmalarının güvenli bir ortamda yürütülmesi herkesin arzusu olması yanında bir zorunluluktur.

Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nün (MİGEM) 2013 yılı verilerine göre Türkiye'de I (a) grubundan 57, I (b) grubundan 925 işletme ruhsatı; II (a) grubundan 338 arama 4.431 işletme ruhsatı, II (b) grubundan 1.845 arama, 3.751 işletme ruhsatı; III. gruptan 19 arama 52 işletme ruhsatı; IV. gruptan 7.704 arama 4.153 işletme ruhsatı; V. gruptan 40 arama 9 işletme ruhsatı ve VI. gruptan 38 arama 4 işletme ruhsatı olmak üzere toplam 9.984 arama ve 13.382 işletme ruhsatı faaliyet göstermektedir. Bu işletmelerde 144.168 toplam kişi çalışmaktadır (SGK, 2013).

Modern yaşamı destekleyen dünyanın en eski sektörlerinden en önemlilerinden birisi hiç kuşkusuz ki madencilik sektörüdür. Madencilik olmadan bugünün dünyasını hayal etmek imkânsızdır. Fakat madencilik dünyanın en riskli meslekleri arasında gelmektedir. Çünkü çalışılan ortamda çok fazla risk ve tehlike bulunmakta ve bunların hepsinin değerlendirilmesi ve önlenmesi çok kolay olmamaktadır. Buna rağmen günümüzde gelişen teknoloji ile beraber bu risklerin bertaraf edilmesi veya en aza indirilmesi mümkündür.

Ülkemizdeki iş kazaları sektörel bazda incelendiğinde, iş kazalarının %10,44'le en fazla madencilik ve taş ocakçılığı sektöründe olduğu görülmektedir (TUİK, 2013). Ülkemizde iş kazalarının bu sektörde çok karşılaşılmasının iki büyük nedeni bulunmaktadır. En önemli sebebi, iş sağlığı ve güvenliği prosedürlerinin tam olarak oturtulamamış olmasıdır. İkinci olarak ise ülkemizdeki maden ocaklarının diğer ülkelerdeki ocaklar ile kıyaslandığında, jeolojik yapı itibarıyla daha fazla risk ve tehlikeyi bünyesinde barındırmasıdır (Bilim, 2015).

ILO'nun 2003-2008 yılları arasındaki iş kazası oranlarına göre Türkiye, Hindistan ve Rusya'dan sonra ölümlü iş kazalarında üçüncü sırada yer almaktadır. Avrupa birliği (AB) üyesi 28 ülkede 2012 yılında ölümlü kaza sıklığı (her 100 000 kişi başına düşen ölümlü iş kazası sayısı) 1.92 iken bu oran Türkiye'de 6,23 olup, 2013 yılında ise 10,89 gibi yüksek bir orana çıkmıştır. Maden işyerlerinde ise bu oran AB'de 10,42 iken Türkiye'de 31,12 olup 2013'de 60,3 şeklinde yüksek oranlarda seyretmektedir.

Türkiye'de açık maden işletmelerinde 2004 yılında 68 ölümlü kaza meydana gelmiştir ve bu oran diğer maden üreticisi ülkelere göre çok yüksektir. Açık işletmelerde 2004 yılında en sık görülen iş kazaları %18 ile patlatma işlerinde, %16 ile motorlu taşımacılıkta, %14 ile şev kaymasında ve %12 ile de makinelere bağlı kazalardır (Ural ve Demirkol, 2008). İstanbulluoğlu, (1999) tarafından yapılan çalışmada, TKİ'de 1984-1999 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının istatistikleri değerlendirilmiştir. Bu çalışmada TKİ kurumuna bağlı yerüstü ve yeraltı kömür ocaklarında yaşanan iş kazaları incelenmiştir. Buna göre

yeraltında yaşanan iş kazalarının oranının daha fazla olduğu (toplam kaza sayısının %71'i) ve kazaların göçük, malzeme düşmesi, tahkimat işleri, mekanik taşıma ve malzeme çarpması, elle taşıma gibi nedenlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. İlk kazası sonucu ölümlerin en önemli nedeninin trafik kazalarına bağlı (%36) olduğu belirtilmiştir.

Ülkemizde ve dünyada maden işyerlerinde meydana gelen kazalar içerisinde maden ekipmanlarının sebep olduğu kazaların sıklığı dikkat çekmektedir. ABD Maden Güvenliği ve Sağlık İdaresi (MSHA)'ya göre madenlerde en fazla ölümlü iş kazalarının maden ekipmanlarına bağlı kazalar olduğu belirtilmektedir. 1995-2004 yılları arasındaki iş kazası kayıtlarına göre açık ve yeraltı madencilğinde meydana gelen kazaların %77'si maden ekipmanlarına bağlı kazalar olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ölümcül olmayan hasarlı ve hasarsız yaralanmalardan %54'ünün de maden ekipmanlarıyla ilgili kazalar olduğu belirtilmiştir (Groves ve ark., 2007). Kecojevic ve ark., (2007) 1995-2005 yılları arasındaki ABD'de yeraltı ve açık işletmelerde maden ekipmanlarının neden olduğu ölümlü kazaların analizini yapmışlardır. Buna göre ölümlü kazaların % 22,3'ü nakliye kamyonlarından, %9,3'ü bant konveyörlerden, % 8,5'i loderlerden, % 6,2'si sürekli kazıcılardan, % 5,8'i dozerlerden, % 3,3'ü delicilerden, % 2,6'sı shuttle car (mekik arabalardan), % 1,45'i kaya saplama makinelerinden, % 1,24'ü doldur-taşı-boşalt sistemlerinden, %1,04'ü forkliftlerden, % 1,04'ü tamburlu kesici-yükleyicilerden, % 0,41'i kuyu ihraç sistemlerinden ve % 36,6'sı ise çeşitli maden ekipman ve donanımlardan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, maden ekipmanlarına bağlı ölümlü kazaların toplam kazalar içerisinde %50'de daha fazla olduğunu, bu ekipmanlardan nakliye kamyonları, bant konveyörler, loderler ve sürekli kazıcıların payının % 40 olduğunu ve ölen işçilerin 5 yıldan daha az tecrübeli oldukları ve bu oranında % 44 olduğunu belirtmişlerdir. ABD'de yapılan başka bir araştırmada ise; 2000-2007 yılları arasındaki maden ekipmanlarına bağlı olarak gerçekleşen kazaların % 46'sı kazanın makineler çalışırken, %25'i, kazanın makine bakım ve tamiri esnasında ve geriye kalan % 6'sı ise kazanın alet ve materyallerin taşınması sırasında gerçekleştiği belirtilmiştir (Ruff ve ark., 2011).

Madenlerde oluşan iş kazalarının sayısı; çalışan işçi sayısı, jeolojik ve jeoteknik koşullar, uygulanan teknoloji ve yöntem, işçi eğitimi seviyesi, iş güvenliği kurallarının uygulanış biçimi, denetim mekanizmasının durumu gibi birçok faktöre bağlıdır (Köse ve ark., 1990).

Ülkemizde ve dünyada madenlerde gerçekleşen iş kazaları konusunda yapılan araştırmalar incelendiğinde, maden ekipmanlarına bağlı kazaların çokluğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, ülkemizde ve dünyada, maden işyerlerinde ekipmanlara bağlı kazaların gerçekleşme nedeni ve temel riskler, sebep-sonuç ilişkileri ve istatistiksel değerlendirmeler temel alınarak ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Araştırma sonucu, kazaya neden olan maden ekipmanı için alınması gereken tedbirler ve önlemler anlatılmıştır. Ekipmana bağlı kazaları azaltmak için bu konuda etkin olan tüm paydaşların, başarılı olan iyi uygulama örnekleri kullanılması ve yaygınlaştırması, eğitimlere özel önem vermesi ve yeni güvenlik teknolojileri kullanmayı tercih etmesi konusunda önyak olmaları gerektiği şeklinde önerilerde bulunulmuştur.

2. EKİPMANLARA BAĞLI İŞ KAZALARININ İSTATİSTİKİ DEĞERLENDİRMESİ

SGK (2013) iş kazası istatistiklerine göre ülkemizde en fazla kayma veya düşme sonucu kişiler ölümlü karşılaşmaktadır. Bu durum genellikle inşaat sektöründe meydana gelmektedir. İkinci olarak ise; bir ekipmanın denetimden çıkması sonucu kişiler ölümlü karşılaşmaktadır (Çizelge 1). Ekipmana bağlı ölümler genellikle maden, makine ve inşaat sektörlerinde meydana gelmektedir. Türkiye'de 2013 yılında meydana gelen ölümlü iş kazalarının sebebi ve sayısı Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Türkiye’de 2013 yılında meydana gelen iş kazaları sebepleri ve ölüm sayısı

Ölüme neden olan olay	Ölüm sayısı
Bilgi yok	159
Elektrik sorunları, patlama, yangın nedeniyle sapma	91
Taşma, devrilme, sızma, buharlaşma, emisyon sapması	68
Maddi Aracın kırılma, patlama, ayrılma, kayma, düşme, çökmesi	129
Bir makinenin, taşıma aracının veya işleme ekipmanının, elle kullanılan alet, nesne, hayvanın denetimden çıkması (tam veya kısmi)	157
Kayma veya tökezleme – düşme, kişilerin düşmesi	278
Fiziki baskı olmadan beden hareketi (genellikle dış bir yaralanmaya yol açan)-	17
Fiziki baskıyla veya fiziki baskı altında beden hareketi (genellikle dış bir yaralanmaya yol açan)	14
Şok, korku, vahşet, saldırganlık, tehdit, bulunma	14
Bu sınıflandırmada listelenmemiş başka Sapma	433
Toplam	1360

ABD’de son 10 yılda maden işletmelerinde meydana gelen ölümlü iş kazalarının % 52’si maden ekipmanlarına bağlı meydana gelmektedir (Çizelge 2). Çizelge 2’de ABD’de son 10 yılda madenlerde meydana gelen maden ekipmanlarına bağlı ölümlü kazaların toplam kazalara oranı verilmiştir. Görüldüğü gibi maden ekipmanlarına bağlı olarak gerçekleşen kazaların sayılarında ve oranlarında yıllar itibariyle genel bir davranış eğilimi görülmemektedir. Çünkü ekipmana bağlı kazalara etki eden birçok faktör bulunmaktadır. Maden işletmelerinde meydana gelen kazaların yaklaşık yarısının (% 52) maden ekipmanlarının kullanımına bağlı olduğu düşünülürse ekipmanlara bağlı kazaları azaltmak için özel bir önlem ve önem gerektiği aşikardır. ABD ve İngiltere dışındaki diğer ülkelerde iş kazaları ayrıntılı bir şekilde tutulmamaktadır. Bu nedenle maden ekipmanlarına bağlı iş kazalarının diğer ülkelerdeki durumları bu çalışmada incelenememiştir.

Çizelge 2. ABD’de son 10 yılda madenlerde meydana gelen ölümlü kazaların ekipman kazalarına oranı

Yıllar	Ekipmana bağlı ölüm	Toplam ölüm	Oran (%)
2005	38	58	65,5
2006	35	73	47,9
2007	25	67	37,3
2008	31	53	58,5
2009	17	35	48,6
2010	29	71	40,8
2011	4	36	11,1
2012	31	36	86,1
2013	34	42	81,0
2014	18	44	40,9

Çizelge 3’de A.B.D’de 2010-2014 yılları arasında maden ekipmanı sebebiyle oluşan kazanın ekipman tipine göre sayısı verilmiştir. Çizelge 3’den de görüldüğü gibi maden

ekipmanları içerisinde en fazla iş kazasına neden olan ekipman kamyonlardır. İkinci sırayı konveyörler, üçüncü sırayı ise loderler almaktadır.

Türkiye’de maden iş kazası istatistikleri tutulurken kazaya neden olan türler belirtilmemekte yalnızca kazanın maden sektörünün hangi alanında oluştuğuna yer (Kömür, metal sektörü gibi) verilmektedir. Türkiye’deki maden işletmelerinde maden ekipmanlarına bağlı olarak gerçekleşen kazaların sayılarının tutulmamasından dolayı bu konuda değerlendirmeler yapmak zorlaşmaktadır. Maden ekipmanlarına bağlı kazaların bu kadar çok olduğu (ABD istatistiklerine göre) göz önünde bulundurulursa SGK iş kazası istatistiklerini yayımlarken ekipmana bağlı iş kazası istatistiklerinin yayınlamasının gerekliliğinin ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Ülkemizde maden ekipmanlarının neden olduğu resmi iş kazası istatistikleri (SGK istatistikleri) bulunmamasından dolayı, bu çalışmada maden ekipmanlarına bağlı iş kazalarının değerlendirilebilmesi için haber sitelerinden elde edilen iş kazası haberlerinden elde edilen bir istatistik oluşturulmuştur (Çizelge 4, 5 ve Şekil 1).

Çizelge 3. ABD’de maden ekipmanları sebebiyle gerçekleşen iş kazaların ekipman tiplerine ve yıllara göre dağılımı

Ekipman Tipi	Yıllar				
	2010	2011	2012	2013	2014
Konveyör	2	1	3	3	2
Delme	3		2		1
Loder	3		4	3	
Kamyon	10		5	5	4
Dozer		1	1	2	1
Sürekli Kazıcı	3		4	3	1
Kaya saplama makinesi	2			1	1
Shuttle Car	2		2	2	
Screyper		2			
Fork lift			1		
Vinç				1	2
Ekskavatör			3	1	1
Diğer	4		6	13	5

Çizelge 4. Türkiye’de son 3 yılda madenlerde meydana gelen ölümlü kazaların ekipman kazalarına oranı

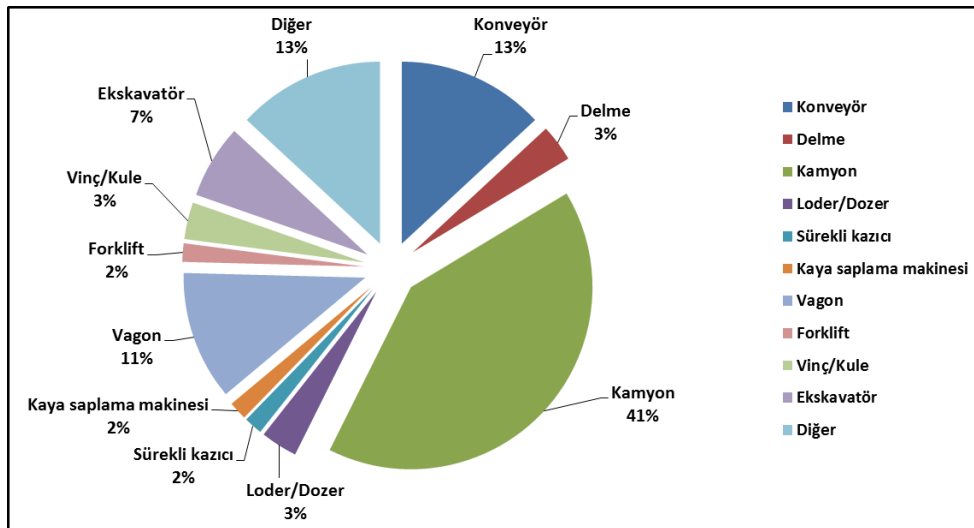
Yıllar	Ekipmana bağlı ölüm	Toplam ölüm	Oran (%)
2012	19	77	24,7
2013	26	95	27,4
2014	16	371	4,3

Çizelge 5. Türkiye’de maden ekipmanları sebebiyle gerçekleşen iş kazalarının ekipman tiplerine ve yıllara göre dağılımı.

Ekipman Tipi	Yıllar		
	2012	2013	2014
Konveyör	2	4	2
Delme	1		1
Kamyon	6	12	7
Loder/Dozer	1	1	
Sürekli Kazıcı		1	
Kaya saplama makinesi			1
Vagon	2	3	2
Fork lift	1		
Vinç/Kule	1		1
Ekskavatör	1	1	2
Diğer	4	4	

Türkiye’de madenlerde meydana gelen ekipmana bağlı iş kazaları ABD istatistiklerine göre daha düşüktür (Çizelge 4, % 26). ABD’ye göre düşük çıkmasına rağmen iş kazaları için çok yüksek bir orandır. Türkiye’deki madenler ölümleri başında gazlara bağlı ölümler (yangın, grizu) ve göçük gelmektedir. Ekipmanlara bağlı ölümler ise bunlardan sonra 3. sırada gelmektedir. ABD’de iş güvenliği tedbirlerine çok önem verilmesi nedeniyle, toplu ölümlere neden olabilecek olan iş kazası tiplerine özel önlemler almaktadırlar. Bu nedenle gazların ve göçüğün neden olduğu ölümlere ABD’de düşüktür. Fakat ülkemizde durum bunun tersi olması ve hala bazı madenlerimizde mekanizasyona geçişi sağlayamamış olmamız nedeniyle ekipmana bağlı ölümler diğer tip ölümlerin biraz gerisinde kalmıştır.

Çizelge 4 ve Şekil 1’den de görüldüğü gibi ABD’deki gibi ülkemizde de iş kazalarına neden olan ekipman tipleri içerisinde en fazla kazaya neden olan ekipman (% 41) kamyonlardır. Kamyonları, konveyör ve vagonlar takip etmektedir.



Şekil 1. Türkiye’de 2012-2014 yılları arasında ölümlü kazalara sebep olan maden ekipmanlarının dağılımı

3. YERALTI VE YER ÜSTÜ MADEN İŞLETMELERİNDE İŞ KAZALARINA EN FAZLA SEBEP OLAN MADEN EKİPMANLARI VE KAZA TÜRLERİ

Maden ekipmanlarının kullanımı esnasında birçok tehlike ile karşılaşmaktadır. Bu tehlikeler altı grup altında sınıflandırılabilir: enerjilerin neden olduğu tehlikeler, hareket tehlikeleri, elektriksel tehlikeler, yanlış kullanım-kötü kullanma sonucu oluşan tehlikeler, çevresel tehlikeler ve insan faktörünün neden olduğu tehlikeler (Bates, 1984).

Maden işletmeciliğinde, cevherlerin doğadan çıkarılıp insanlığın hizmetine sunulması için iki temel yöntem kullanılmaktadır. Bunlar açık ve yeraltı maden işletmeciliğidir. Bu iki maden işletmeciliğinde temel prensip cevherlerin çeşitli makinalar kullanılarak kazılması, kazılan bu cevherlerin değişik yükleme ve boşaltma sistemleri kullanılarak taşınması (nakliye işlemi) işlemlerinden oluşmaktadır. Nakliyat işleri (Yükleme+Taşıma+Boşaltma) madencilik faaliyetleri içinde önemli bir yer arz eder. Bu işlemler yürütülürken kullanılan makinaların neden olduğu ölümlü veya yaralanmalı kazalar meydana gelmektedir. Bu çalışmada da yeraltı ve yer üstü madencilikinde kullanılan çeşitli makinaların neden olduğu kaza türleri ve nedenleri belirlenerek alınacak önlemler hakkında bilgiler verilmektedir. Çeşitli araştırmacılar yeraltı ve yerüstü maden işletmelerinde en sık kazalara sebep olan maden ekipmanlarını; konveyörler (her tipteki), kaya saplama makinesi (tavan civatalayıcılar), cevher nakliye kamyonları, değirmen (öğütme) makineleri, doldur-taşı-boşalt sistemi (yeraltı), loderler, sürekli kazıcılar, vinç/kule sistemleri, kırıcılar/öğütücüler, mekik arabalar (yeraltı), forkliftler, kamyonlar (cevher taşıma hariç), draglayn/kepçe/ekskavatör/çift çeneli kepçe, buldozer/dozer/paletli traktör gibi yükleyiciler, motorlu el aletleri, personel taşıma sistemleri (yeraltı), delici makinalar, elekler, uzunayak kazı ekipmanları (tamburlu kesici-yükleyiciler) ve lokomotif/raylı sistem/kamyonet olarak belirlemişlerdir (Burgess-Limerick, 2006; Burgess-Limerick ve Steiner, 2006, 2007; Kecojevic ve Radomsky, 2004; Kecojevic ve ark., 2006, 2007, 2008; Kecojevic ve Md-Nor, 2009; Groves ve ark., 2007; Komljenovic ve ark., 2008; Ruff ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2014). Makinaların sebep olduğu kazalar genellikle makinalar çalışırken veya bakım ve tamiri yapılırken meydana gelmektedir. Ayrıca çeşitli araç ve malzemelerin taşınması sırasında da kazalar yaşanmaktadır.

3.1. Yeraltı madencilikinde ekipmanlara bağlı kaza türleri ve nedenleri

Yeraltı maden işletmelerinde kazı ve nakliye işleri için kullanılan ekipmanlardan; kaya saplama makineleri, sürekli kazıcılar, doldur-taşı-boşalt sistemleri, mekik arabalar, kesici yükleyiciler, nakliye kamyonları, kuyu ihraç sistemleri ve bant konveyörler kaza riskinin sürekli yüksek olduğu ve ölümlü kazalara neden olan ekipmanlar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca bu makinelerin dışında yardımcı makine olarak kullanılan çeşitli tipteki makinelerde yaralanmalı kazalara sebep olmaktadır.

3.1.1. Yeraltında sıklıkla kazalara neden olan ekipmanlar ve kaza nedenleri

Kesici-yükleyiciler: Kesici-yükleyicilerin sebep olduğu kazalardan en sık rastlanılanı, kesici-yükleyicinin kablo sisteminin taşınması sırasında ve bu ekipmanın çalışma alanına izinsiz girilmesi sonucu meydana gelen kazalardır.

Kaya saplama makinesi: Kaya saplama makinesinin neden olduğu kazalar ise kaya saplaması yaparken kaya düşmesi, yanlış çalışma veya hatalı civatalama sonunda kaya düşmesi gibi kazalardır.

Nakliyat sistemleri: Nakliyat işlemlerinde ise; bant ve zincirli konveyörler, lokomotifler, çelik halat sistemleri, lastik tekerlekli taşıyıcılar, paletli taşıyıcılar, loderler, nakliye kamyonları, doldur-taşı-boşalt sistemleri, mekik arabalar ve personel nakliye sistemleri kullanılarak yeraltında malzeme, cevher ve insan taşınması yapılmaktadır. Bu araçların neden

olduğu en çok rastlanan kaza türleri ise araçların birbiriyle çarpışması veya herhangi bir nesneye veya çalışan bir kişiye çarpması veya bu makinelerin mekanik parçalarından kaynaklanan kazalar meydana gelmektedir.

Martopikör ve martoperfaratör: Yeraltı kazı ve delme işlerinde sıkça kullanılan martopikörlerde ve martoperfaratörlerde ise aleti kullanan maden işçileri özellikle soğuk iklimlerde vibrasyon sonucu ortaya çıkan; kollarda, omuzlarda ağrılar, sinir kaybından dolayı hissizlik veya beyaz parmak hastalığına yakalanabilirler. Beyaz parmak hastalığı titreşimin yarattığı en kötü hastalıklardan birisidir. Bu meslek hastalığını önlemek için yönetmelikte yer alan titreşim sınır değerlerine göre önlemler almak ve kişisel koruyucu donanım kullanmak gerekmektedir.

3.2. Açık ocak madenciliğinde ekipmanlara bağlı kaza türleri ve nedenleri

Açık işletmelerde delme-patlatma, kazı-yükleme, taşıma ve boşaltma olmak üzere beş temel işlem yapılmaktadır. Dünyada açık ocak madenciliğinde döner kepçeli kazı sistemi, ekskavatör-kamyon (veya vagon) kazı sistemi ve kombine sistemler kullanılmaktadır.

3.2.1. Açık maden işletmelerinde sıklıkla kazalara neden olan ekipmanlar ve kaza nedenleri

Kamyonlar: Kamyonlar açık ocak kömür, metal veya metal olmayan maden ocaklarında birincil taşıma aracı olarak kullanılmaktadırlar (Zhang ve ark., 2014). Bu çalışma kapsamında yapılan ABD ve Türkiye istatistiklerine ve çeşitli araştırmacıların yapmış olduğu istatistiklere göre (İstanbuluoğlu 1999; Ural ve Demirkol, 2008; Groves ve ark., 2007; Kecojevic ve Radomsky 2004; Kecojevic ve ark., 2007; Ruff ve ark., 2011, Md-Nor ve ark., 2008; Zhang ve ark., 2014) kamyonlar açık maden işletmelerinde ölümlü kazaların en çok rastlandığı araçlar olarak ön plana çıkmaktadırlar. Bu nedenle dünyada çeşitli araştırmacılar açık ocaklarda kamyonlara bağlı ölümlü kazaların araştırılması ve risk değerlendirmesi konusunda çeşitli araştırmalar yapmışlardır (Kecojevic ve Radomsky 2004; Kecojevic ve ark., 2007; Ruff ve ark., 2011, Md-Nor ve ark., 2008). Çeşitli araştırmalar neticesinde açık maden işletmelerinde en çok rastlanan ölümlü kaza türünün kamyonların neden olduğu trafik kazaları olduğu belirtilmiştir (Köse ve ark., 1990; İstanbuluoğlu 1999; Groves ve ark., 2007; Zhang ve ark., 2014; Kecojevic ve Radomsky 2004; Kecojevic ve ark., 2007; Ruff ve ark., 2011, Md-Nor ve ark., 2008).

Konveyörler: Kamyonların neden olduğu kazalardan sonra en çok rastlanan kaza türleri konveyörlerin neden olduğu kazalardır.

Diğer: Bu kazaların yanısıra sırasıyla; değirmen (öğütme) makinesinin neden olduğu kazalar, loderler, vinç/kule sistemi, kırıcı ve öğütücülerin neden olduğu kazalar, dragline, ekskavatör, dozer, kepçe gibi yükleyicilerin neden olduğu kazalar yer almaktadır.

Açık ocaklarda yaşanan ölümlü kazalara en çok trafik kazaları neden olduğu için bu kazaları önlemek veya en aza indirmek için açık ocaklarda yolların tasarımı, trafik düzeni, nakliyat sistemleri ve nakil hatları iyi projelendirilmesi gereken konular arasında yer almaktadır. Yolların genişliği, eğimi ve trafik kuralları belirlenirken ocakta çalışacak ekipman ve iş makinelerinin özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca kamyonları kullanan ve yönlendirme yapan operatörlerin de iş kazaları konusunda çok iyi eğitimden geçirilmesi gerekmektedir. Operatör hatasını azaltmak ve denetimde bulunmak için günümüz teknolojilerinden faydalanılması gerekmektedir. Örneğin GPS, uzaktan kumanda gibi teknolojiler sayesinde kamyonların durumları, konumları, hızları vb. parametreler izlenebilmekte ve riskli bir durum karşısında operatör uyarılmakta yada kontrol merkezinden müdahale edilebilmektedir.

4. MADEN EKİPMANLARI BAĞLI KAZALARI ÖNLEMELER VEYA EN AZA İNDİRMEK İÇİN ALINMASI GEREKEN TEDBİRLER

Maden ekipmanlarının sebep olduğu kazalara bakıldığında genellikle makinalar çalışırken veya bakım ve tamiri yapılırken meydana geldiği görülmektedir. Maden ekipmanlarının sabit ve hareketli olmaları ve makine tip ve ağırlığına göre çeşitli kazalara sebep oldukları göz önünde bulundurulduğunda bu kazaları önlemek ve en aza indirmek için bazı önlemlerin alınması gerekmektedir. Makinelerin neden olduğu kazalar hareketli ve hareketsiz makinelerin neden olduğu kazalar olarak iki şekilde meydana gelmektedir. Makinelerin oluşturduğu bu kazaları önlemek için dikkat edilmesi gerekenler şu şekilde özetlenebilir:

Hareketli makinelerde alınması gereken en önemli tedbirlerden birisi çeşitli ikaz ve uyarı sistemleri ile donatılmalarıdır. Bu ekipmanların ileri veya geri hareketlerinde (manevralarında) mesafe uyarı sistemlerinin olması çeşitli çarpışmalı kazaları önlemektedir. Etkili görüş açısı ve ekipmanın hareketinin veya çalışmasının kontrolü güvenli ekipman teknolojisine bağlıdır. Bunun içinde makineler çeşitli görüntü ve ikaz sistemleri (kamera, telsiz, GPS) ile donatılmalıdır. En çok kazanın yaşandığı geriye doğru manevralarda bu sistemlerin kullanılması kazaların önlenmesini kolaylaştırmaktadır. Ayrıca operatörlerin eğitimi ve tecrübeside önemli faktörlerdendir.

Sabit makinelerde ise hareketli parçaların etrafının güvenlik koruması ile donatılması gerekmektedir. Çünkü bu makinelerin sebep olduğu kazalara bakıldığında çalışanların parçalara dolanması, sıkışması, çarpması gibi kazalar yer almaktadır. Bunun için hareketli parçaların (dişli, zincir, mil gibi) mekanik bir koruma sistemi ile güvenlik altına alınması gerekmektedir. Bu ekipmanların yanında çalışan işçilerin vucutlarından herhangi bir kıyafet parçası veya saç sarkmaması için gerekli önlemlerin alınması gereklidir. Ayrıca işçilerin tehlikeli bölgeye yakınlığını önlemek içinde çeşitli uyarı ve ikaz sistemleri kullanılmalıdır. İzinsiz olarak bu ekipmanların çalışma alanlarına girilmesi sonucu birçok ölümlü kaza meydana gelmektedir. Bu tür ekipmanlarda acil durdurma ve çekme düğmeleri olması kazayı önleme ve kazadan az zararla kurtulmak için önemli yararlar sağlamaktadır. Özellikle makineler çalışırken yaşanacak herhangi bir aksaklıkta ani durdurma sistemi sayesinde çoğu kazalardan kişinin en azından hafif yaralanmalı bir şekilde kurtarılması mümkün olacaktır. Sabit makinelerin tamir ve bakımları esnasında yaşanan kazaları önlemek için, makinelerin hareketinin önlenmesi gerekmektedir. Ayrıca etiketleme prosedürlerinin de olması gerekmektedir. Yine bu ekipmanlarında çeşitli uyarı ve ikaz sistemlerinin olması gerekmektedir. Özellikle bu makinalarda kişilerin tehlikeli bölgede olduklarını ikaz edecek yakınlık uyarı sistemlerinin olması gerekmektedir.

Hem yeraltı hem de açık maden işletmelerinde kullanılan en çok kazalara sebep olan bazı maden ekipmanlarına özgü olarak makineler çalışırken veya tamir ve bakımı yapılırken alınması gereken çeşitli önlemleri şöyle sıralayabiliriz;

Konveyörler; bantlı ve zincirli konveyörlerde konveyörle ile insan temasının önlenmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır. Konveyörler üzerinde hiçbir şekilde insan bulunmamalıdır. Konveyörlerin yanında geçişi kolaylaştırmak için en az 60 cm civarında mesafeler bırakılmalıdır. Konveyörlerin tehlikeli kısımları, özellikle baş ve kuyruk tamburları, uygun ve güvenli bir koruyucu altında bulundurulmalı, konveyörlerin eğimi, konveyörler üzerinde taşınan madde veya malzemenin kayması sonucu tehlike meydana getirmemelidir. İşçilerin konveyöre dolanmasını engellemek için ikaz sistemi ile donatılmalıdır. Ani duruş veya etkinleştirme ve makineyi kilitleme/etiketleme prosedürleri için geliştirilmiş teknolojisi olmalıdır. Uzaktan veya otomatik yağlama ve gelişmiş temizleme sistemlerinin olması gerekmektedir. Bant konveyörlerin tehlikeli kısımları, özellikle tahrik ünitesi ve dönüş noktası, hareketli kısımlara girişi önleyecek güvenli bir tel örgüyle çevrilmiş ve korunmuş olmalıdır

Kamyonlar; çarpışmaları veya görünmeyen kenarlardaki sürüşleri önlemek için gerekli tedbirler alınmalıdır. Görüş açılarının gelişmiş olması, yakınlık ikaz sistemleri ile donatılması, makine ve çevre durumunun kontrolünü kaybetmemek için yeterli uyarı ve görüş sistemlerinin olması ve ayrıca operatörün yorgunluğunu algılama sistemlerinin olması gerekmektedir. Gelişmiş tamir ve bakım talimatlarına da ihtiyaç vardır.

Sürekli kazıcılar; operatörün bağlantılara ve tahkimatlara çarpmasını engellemek için gerekli yakınlık ikaz sistemlerinin olması gerekmektedir. Kablolarına çalışanların dolanmasını engellemek için gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.

Kaya saplama makineleri; hareketli makine elemanlarının korumasının olması gerekmektedir. İşçilerin dolanmalarını, bağlantılara ve tahkimatlara çarpmasını için uyarı sistemlerinin olması gerekmektedir.

Doldur-Taşı-Boşalt sistemi; çarpışmaları veya görünmeyen kenarlardaki sürüşleri önlemek için görüş açılarının gelişmiş veya yakınlık ikaz sistemlerinin olması gerekmektedir. Operatörü korumak içinde gelişmiş kabin tasarımının olması gerekmektedir.

Loderler; çarpışmaları veya görünmeyen kenarlardaki sürüşleri önlemek için görüş açılarının gelişmiş veya yakınlık ikaz sistemlerinin olması, emniyet kemerinin ve talimatlarının ve makine ve çevre durumunun kontrolünü kaybetmemek için yeterli uyarı ve görüş sistemlerinin olması gerekmektedir. Ayrıca gelişmiş bakım ve tamir talimatlarının olması gerekmektedir.

Değirmen (öğütücü) makineleri; işçileri dolanmalara karşı korumak için gelişmiş yakınlık uyarı sistemlerinin, kilitleme/etiketleme prosedürlerinin ve teknolojilerinin ve temizleme sistemlerinin olması gerekir.

Mekik arabalar (Shuttle car); duvarlar veya tavan ile teması engellemek için ya direksiyon/kumanda ile idare etmek gerekir ya da gelişmiş bir uyarı sistemine ihtiyaç vardır.

Kırıcı ve öğütücüler; kilitleme/etiketleme teknolojisine, işçileri dolanmalara karşı korumak için gelişmiş yakınlık uyarı sistemlerine ve sıkışan malzemeyi önlemek veya çıkarmak için gelişmiş yöntemlere ihtiyaç vardır.

Draglayn, ekskavatör, dozer, kepçe gibi yükleyiciler; makine stabilitesini (durumunu) izlemek, kenarları ve belirlenmiş noktaları algılaması için sistemlerinin olması ve emniyet kemerinin olması gerekir. Ayrıca bağlantı ve engelleri görebilmesi için uyarı sistemlerinin olması gerekir.

Vinç/kule sistemleri; enerji nakil hatlarını algılaması, yük ve stabilitesini izlemek için sistemlerinin olması gerekir.

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Madenlerde ekipmanlara bağlı kazaların artması araştırmacıları ve uygulayıcıları bu konuda araştırmaların ve analizlerin yapılmasına yönlendirmektedir. Çeşitli araştırmalar ve çalışmalar kapsamında yapılan istatistik değerlendirmeler sonucu görülmüştür ki; madencilik faaliyetlerinde meydana gelen ekipmanlara bağlı kazaların toplam kazalar içerisinde payı %50'ler civarındadır. Bu durumda güvenli ekipman teknolojilerinin kullanılmasının önemli olduğu ve madencilik ekipmanları ile ilgili riskleri ve kontrol stratejilerinin geliştirilmesinin gerekliliğini de ortaya çıkmaktadır. Öncelikle işçiler (özellikle tecrübesiz işçiler) özellikle de operatörler sıkı bir eğitim ve işe alışmaları için güçlü bir uyum çalışmasından geçirilmeleri gerekmektedir. Daha sonra ekipmanın hareketlerini ve çalışmasını (seçim, tamir, çalışma vb.) kontrol etmek için etkili bir izleme ve uyarı sistemine ihtiyaç vardır. Bunun için de güvenli ekipman teknolojisine yani yaklaşım uyarı sistemlerine, otomasyona, GPS ve radar tabanlı uyarı sistemlerine, ekipler arası iletişime, uzaktan kumandalı donanımlara ve bu makineleri kullanacak operatörlerin eğitimine önem verilmelidir. Bunların yanında güvenliği ön planda tutan bir yönetim ve organizasyona, sıkı bir eğitim-öğretim programına, güvenlik ekipmanlarındaki teknolojik gelişmelerin güncel olarak takip edilmesine, en başarılı ve

güvenli uygulamaların uygulanması veya takip edilmesine ve zorunlu düzenlemeler ile uyumun sağlanmasına ihtiyaç vardır. Sonuç olarak; ekipman güvenlik teknolojisi araştırmaları ve uygulamaları şiddetle takip edilmelidir. Ayrıca iş sağlığı ve güvenliğinde sorumlu olan tüm paydaşlar; güvenlik teknolojilerinin kullanımı tercih etmeye ve kullanmaya, makine ve kişisel koruyucuları kullanmaya eğitime ve iş güvenliği kültürünü benimsemeye özel önem verdikleri taktirde, hem ekipmana bağlı kazalar hem de diğer iş kazaları en düşük seviyelere düşecektir.

KAYNAKLAR

- Bates, J.J., 1984. The key technical factors of machine performance and reliability (second series: Part II), *Mining Technology*, 66, 760, s. 60-67.
- Bilim, N., 2015. Kömür madenlerinde meydana gelen iş kazalarının istatistiksel değerlendirmesi. *Madencilik Türkiye*, 44, s. 78-82.
- Burgess-Limerick, R., 2006. Identifying injury risks associated with underground coal mining equipment, *In: Proceedings of the International Ergonomics Association Congress (Pikaar R N, Koningsveld E A P, Settels P J M, eds.)*. Amsterdam: Elsevier.
- Burgess-Limerick, R., Steiner, L., 2006. Injuries Associated with Continuous Miners, Shuttle Cars, Load-Haul-Dump, and Personnel Transport in New South Wales Underground Coal Mines, *Mining Technology, (TIMM A)* 115, s. 160-168.
- Burgess-Limerick, R., Steiner, L., 2007. Preventing equipment related injuries in underground U.S. coal mines, *Mining Engineering*, 59, 9, s.20-32.
- Groves, W., Kecojevic, V., Komljenovic, D., 2007. Analysis of fatalities and injuries involving mining equipment, *Journal of Safety Research*, 38, 4, s.461-470.
- İstanbuluoğlu, Y.S., 1999. Türkiye Kömür İşletmelerinde 1984-1999 yılları arası meydana gelen iş kazalarının istatistiksel değerlendirmesi, *Madencilik Bülteni*, 38, 4, s.29-41.
- Kecojevic, V., Radomsky, M., 2004. The causes and control of loader- and truck-related fatalities in surface mining operations, *Injury Control and Safety Promotion*, 11, 4, s.239-251.
- Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W., 2006. Risk analysis of equipment-related fatalities in U.S. mining operations, *In: Proceedings of the 15th International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection*, s.119-125. Torino, İtalya.
- Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W., Radomsky, M., 2007. An analysis of equipment-related fatal accidents in U.S. mining operations: 1995-2005, *Safety Science*, 45, 8, s.864-874.
- Kecojevic, V., Md-Nor, Z.A., Komljenovic, D., Groves, W., 2008. Risk assessment for belt conveyor-related fatal incidents in the U.S. Mining, *Bulk Solids & Powder Science & Technology*, 3, 2, s.3-15.
- Kecojevic, V., Md-Nor, Z.A., 2009. Hazard identification for equipment-related fatal incidents in the U.S. underground coal mining, *Journal Of Coal Science & Engineering (China)*, 15, 1, s.1-6.
- Komljenovic, D., Groves, W., Kecojevic, V., 2008. Injuries in U.S. mining operations-a preliminary risk analysis, *Safety Science*, 46, 5, s.792-801.
- Köse, H., Şenkal, S., ve Aközel, A., 1990. GLİ Tunçbilek bölgesi yeraltı işletmelerindeki kaza istatistikleri, *Türkiye 7. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı*, s.363-381, Zonguldak.
- Md-Nor, Z.A., Kecojevic, V., Komljenovic, D., Groves, W., 2008. Risk assessment for haul truck-related fatalities in mining, *Mining Engineering*, 60, 3, s.43-49.
- Ruff, T., Coleman, P., Martini, L., 2011. Machine-related injuries in the US mining industry and priorities for safety research, *International Journal of Injury Control and Safety Promotion*, 18, 1, s. 11-20.
- SGK (Sosyal Güvenlik Kurumu), 2013. www.sgk.gov.tr/wps/portal/tr/kurumsal/istatistikler/sgk_istatistik_yilliklari.

TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu), 2013. İş kazaları ve işe bağlı sağlık problemleri araştırma sonuçları, 26p.

Ural, S., Demirkol, S., 2008. Evaluation of occupational safety and health in surface mines, *Safety Science*, 46, 6, s. 1016-1024.

Zhang, M., Kecojevic, V., Komljenovic, D., 2014. Investigation of haul truck-related fatal accidents in surface mining using fault tree analysis, *Safety Science*, 65, s.106-117.