DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AĞIR İŞ MAKİNELERİNİN ÇALIŞMA ORTAMINDA RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ

Sermin KUN

Aralık, 2018
İZMİR

AĞIR İŞ MAKİNELERİNİN ÇALIŞMA ORTAMINDA RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı

Sermin KUN

Aralık, 2018

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SERMİN KUN tarafından **DOÇ. DR. M. KEMAL ÖZFIRAT** yönetiminde hazırlanan **"AĞIR İŞ MAKİNELERİNİN ÇALIŞMA ORTAMINDA RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. M. Kemal ÖZFIRAT

Yönetici

Jüri Üyesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Kadriye ERTEKİN
Müdür
Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamı hazırlarken beni yönlendiren, bilgi ve tecrübelerini benimle sürekli olarak paylaşan tez yöneticisi değerli hocam Sayın Doç. Dr. M. Kemal ÖZFIRAT' a en içten teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

Ayrıca yüksek lisans çalışmam boyunca desteğini benden esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

AĞIR İŞ MAKİNELERİNİN ÇALIŞMA ORTAMINDA RİSK ANALİZİ VE YÖNETİMİ

ÖZ

Gelişen teknoloji ile birlikte insanoğlu daha az güç harcayacağı, zamandan tasarruf edebileceği, daha hızlı, daha ekonomik daha güvenli çalışma yollarını tercih etmiş ve böylece iş makineleri gittikçe artan bir oranda iş hayatı ve günlük hayatımızda yerini almıştır. Özellikle madencilik, inşaat, tarım, deniz taşımacılığı, otomotiv vb. sektörlerde yoğun olarak kullanılan iş makinelerinin bahsedilen yararlarının yanında, kullanımlarındaki hata ya da bilinçsizlikler nedeni ile, yukarıda sayılan endüstri kollarında meydana gelen iş kazalarındaki payları son yıllarda giderek artmaktadır. Hazırlanan bu çalışmada; Türkiye' de farklı sektörlerde meydana gelen iş kazalarının analizleri ve son yıllardaki genel durum, iş kazalarında iş makinelerinin payı ile ağır iş makinelerinin kullanımındaki riskler ve bu risklerden korunmak için geliştirilen eylem planı üzerinde durulmuştur. Açık ocak maden işletmelerinde yükleyici ve taşıyıcı iş makineleri olarak kullanılan ekskavatör kamyon sisteminin çalışma ortamındaki riskleri tespit edilip Hata Türü Etki Analizi (HTEA) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiş, çözüm önerileri sunulmuştur. Alınan önlemler sonrasında riskler tekrar değerlendirilmiş ve risk öncelik sayılarının azaldığı görülmüştür. Yapılan çalışma ülke ve açık maden ocakları özelinde olsa da, makine ve ekipmanların kullanım yeri ve şekli hemen hemen dünyanın her yerinde aynı olduğundan belirlenen riskler ve alınacak tedbirler global ölçektedir.

Anahtar kelimeler: Ağır iş makineleri, iş sağlığı ve güvenliği, risk değerlendirmesi

RISK ANALYSIS AND MANAGEMENT OF HEAVY DUTY MACHINES IN WORKING ENVIRONMENT

ABSTRACT

With developing technology, people preferred faster, more economical and safer way of working that they would spend less effort and save time, and thus construction equipment was increasingly taken its place in our business life and daily life. Besides the mentioned benefits of construction equipment extremely used especially in sectors such as mining, construction, agriculture, sea transportation, automotive etc., their shares in the occupational accidents that occurred in the aforementioned industry branches increased in recent years because of misuse or unconsciousness. This prepared study emphasized an analysis of occupational accidents that occurred in Turkey's different sectors and general situation in recent years, the share of construction equipment in occupational accidents as well as the risks in the usage of construction equipment and the action plan developed to avoid these risks. The risks of the excavator truck system, which is used as loader and carrier construction machinery in open pit mine operations, are determined and evaluated using the method failure mode and effects analysis and solution suggestions are presented. After the measures taken, the risks were reevaluated and it was observed that the numbers of risk priority decreased. Although this study is specific to country and open mine quarries, the risks identified and the measures to be taken are in global scale since the place and way of machine and equipment usage are the same in almost all over the world.

Keywords: Heavy duty machines, occupational health and safety, risk assessment

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZ iv
ABSTRACT v
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
TABLOLAR LİSTESİ x

BÖLÜM BİR – GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ – LİTERATÜR ARAŞTIRMASI **4**

BÖLÜM ÜÇ – AÇIK İŞLETMELERDE YAYGIN KULLANILAN AĞIR İŞ MAKİNELERİNİN TANIMI VE SINIFLAMASI **10**

3.1 Açık Ocaklarda Kullanılan Kazı ve Yükleme Makineleri 12
3.1.1 Halatlı Ekskavatörler 12
3.1.1.1 Tasarım Parametreleri 13
3.1.1.2 Kazı ve Yükleme İşlemi 13
3.1.1.3 Çalışma Periyodu 14
3.1.2 Hidrolik Ekskavatörler 14
3.1.2.1 Paletli Ekskavatörler 14
3.1.2.1.1 Tasarım Parametreleri 14
3.1.2.1.2 Kazı ve Yükleme İşlemi 15
3.1.2.1.3 Çalışma Periyodu 15
3.1.2.2 Lastik Tekerlekli Ekskavatör. 16
3.1.2.2.1 Tasarım Parametreleri 16
3.1.2.2.2 Kazı ve Yükleme İşlemi 16
3.1.2.2.3 Çalışma Periyodu 16
3.1.3 Paletli Yükleyiciler 17
3.1.3.1 Tasarım Parametreleri 17

3.1.3.2 Teknik Özellikleri 18
3.1.3.3 Çalışma Periyodu 18
3.1.4 Lastik Tekerlekli Yükleyiciler 19
3.1.4.1 Tasarım Parametreleri 19
3.1.4.2 Kazı ve Yükleme 19
3.1.4.3 Çalışma Periyodu 20
3.2 Nakliye Araçları 20
3.2.1 Kamyon Tipleri ve Özellikleri 21
3.2.1.1 Arkadan Boşaltmalı Kamyonlar 21
3.2.1.2 Yandan Damperli Kamyonlar 22
3.2.1.3 Alttan Boşaltmalı Kamyonlar 22
3.3 Yardımcı İş Makineleri 23
3.3.1 Dozer 23
3.3.2 Greyder 24

BÖLÜM DÖRT – İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEMEL KAVRAMLAR 25

4.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Tanımlar 26
4.1.1 Tehlike 26
4.1.2 Risk 26
4.1.3 İş Kazası 27
4.1.4 Meslek Hastalığı 28
4.1.5 Olay 29
4.1.6 Ramak Kala 29
4.1.7 Risk Değerlendirmesi 29
4.2 İş Kazası Sebepleri ve Kaza Teorileri 29
4.2.1 İş Kazalarının Sebepleri 30
4.2.2 Kaza Teorileri 31
4.2.2.1 Domino Kuramı (Kaza Zinciri Teorisi) 32
4.2.2.2 İnsan Faktörleri Kuramı 33
4.2.2.3 Kaza/Olay Kuramı 33
4.2.2.4 Epidemiyoloji Kuramı 34

4.2.2.5 Sistem Kuramı 34
4.2.2.6 Kombinasyon Kuramı 34

BÖLÜM BEŞ – RİSK YÖNETİMİ VE RİSK ANALİZ METODLARI 35

5.1 Risk Yönetimi 36
5.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Standartlarının Gelişimi 40
5.3 Risk Analiz Metodları 42
5.3.1 L Tipi Matris Analiz Metodu.....43
5.3.2 X Tipi Matris Analizi.....43
5.3.3 Fine-Kinley Metodu.....44
5.3.4 Hata Ağacı Analizi (FTA) 44
5.3.5 Olay Ağacı Analizi (ETA).....44
5.3.6 Tehlike ve İşletebilme Analizi (HAZOP).....45
5.3.7 Neden-Sonuç Analizi.....45
5.3.8 Olursa Ne Olur (What If)..?.....45
5.3.9 Ön Tehlike Analizi (PHA).....46
5.3.10 İş Güvenlik Analizi (JSA) 46
5.3.11 Hata Türleri ve Etki Analizi (HTEA) 46

BÖLÜM ALTI – AÇIK OCAK MADENCİLİĞİNDE EKSKAVATÖR KAMYON SİSTEMİNİN HTEA YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ ..52

6.1 İş Kazalarının Sektörel İncelenmesi 52
6.2 Açık Ocak Maden İşletmelerinde Manevra Operasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği 57
6.3 Ekskavatör Kamyon Nakliye Sistemi Çalışma Analizi.....61
6.4 Değerlendirme ve Öneriler 68

BÖLÜM YEDİ – SONUÇLAR 73

KAYNAKLAR 75

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Açık maden ocağı işletmesi ve ekipmanlar 10
Şekil 3.2 Halatlı ekskavatör 13
Şekil 3.3 Paletli ekskavatör görünümü 15
Şekil 3.4 Lastik tekerlekli ekskavatör 16
Şekil 3.5 Paletli yükleyici 17
Şekil 3.6 Paletli yükleyici çalışma şekli 18
Şekil 3.7 Lastik tekerlekli yükleyici 19
Şekil 3.8 Lastik tekerlekli yükleyici çalışma şekli 20
Şekil 3. 9 Arkadan damperli konvansiyonel tip kamyonlar 21
Şekil 3.10 Arkadan damperli treyler tip kamyonlar 21
Şekil 3.11 Yandan damperli kamyon 22
Şekil 3.12 Alttan boşaltmalı kamyon tipi 22
Şekil 3.13 Dozer 23
Şekil 3.14 Greyder 24
Şekil 4.1 Kaza teorileri.....32
Şekil 4.2 Domino etkisi 33
Şekil 5.1 Risk yönetimi temel basamaklar 37
Şekil 5.2 Risk yönetim sistemi 39
Şekil 5.3 PUKÖ Döngüsü aşamaları 41
Şekil 6.1 2012 – 2016 yılları arasında meydana gelen iş kazası sayısı.....53
Şekil 6.2 Türkiye'de 2012-2014 yılları arasında ölümlü kazalara sebep olan maden ekipmanlarının dağılımı.....56
Şekil 6.3 2007-2013 yılları arasında mesleklere göre işe bağlı sağlık sorunu yaşayanların oranı 56
Şekil 6.4 Ekskavatör kamyon nakliye sistemi 58
Şekil 6.5 İş makineleri ile enerji nakil hatlarına temas 59
Şekil 6.6 Lastik tekerlekli yükleyici çalışma şekli 61
Şekil 6.7 Halatlı ekskavatörün bir tam çalışma döngüsü 61
Şekil 6.8 Hata türü etki analizi basamakları ….....62

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 5.1 Hatanın ortaya çıkma olasılığı ve derecesi 48
Tablo 5.2 Şiddetin etkisinin sınıflandırılması 49
Tablo 5.3 Farkedilebilirlik ve dereceleri 50
Tablo 5.4 Risk öncelik sayısı (RÖS) değerlendirmesi 51
Tablo 6.1 2012 – 2016 yılları arasında meydana gelen iş kazası sayısında yıllık artış oranı 54
Tablo 6.2 Türkiye'de 2012-2014 yıllarında madenlerde meydana gelen ölümlü kazaların ekipman kazalarına oranı 55
Tablo 6.3 Meslek gruplarına göre iş kazası sonucu ölümler.....57
Tablo 6.4 RÖS değeri skalasına göre önlem alma gerekliliği.....62
Tablo 6.5 HTEA yöntemi ile mevcut durum risk değerlendirme 63
Tablo 6.6 HTEA yöntemi ile önlem sonrası risk değerlendirme 65

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

İnsanoğlu varolduğundan bu yana ihtiyaçlarını karşılayabilmek ve doğada varlığını sürdürebilmek için aletler icat etmiş ve değişen yaşam koşulları ile birlikte bu aletleri sürekli geliştirmiştir. İnsanlık bu sayede doğayı denetim altına almış ve doğadan giderek artan şekilde yaralanmayı başarmıştır. İnsanoğlunun kendi yaptığı iş aletlerini kullanmaya başlaması ile toplumsal yaşamda büyük gelişme kaydedilmiştir. İnsanların temel gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla üretimde kendine büyük faydalar sağlayan iş aletlerine olan gereksinimi giderek artmış ve gelişen bilim ile birlikte yeni üretim araçlarının geliştirilmesi sağlanmıştır. Teknolojideki gelişmelere paralel olarak, işletmelerde kullanılan iş makinelerinin kapasiteleri ve üretkenlikleri gün geçtikçe artmakta ve bunun sonucu olarak makineler daha devasa boyutlarda ve daha komplike üretilmektedir. Çalışma ortamı içerisinde, üretim prosesleri, kullanılan makineler ve çalışanlar arasında sürekli bir etkileşim söz konusudur. Bu durum da çeşitli sağlık ve güvenlik sorunlarını beraberinde getirmektedir.

Çalışma ortamında makinelerin giderek daha fazla kullanılması üretim proseslerinin gelişmesine, üretim miktarının ve verimliliğin artmasına, zamandan tasarruf sağlamaya neden olurken diğer taraftan da çalışanların makineler ile çalışmada uyum sorunları ortaya çıkmıştır. Bu sorunlar sonucu çalışma ortamında bazı tehlikeli durumlar ve tehlikeli davranışlar oluşmuştur. Sanayileşme süreci ile artan makineleşme ve teknolojik gelişmeler çalışanların maruz kaldıkları riskleri arttırmıştır (Durdu, bt). Sanayi devrimi sonucu yaşanan hızlı makinalaşmanın yarattığı olumsuz yaşam ve çalışma koşullarına karşı işçilerin tepkileri önceleri makinalara yönelmiş, çok geçmeden sorunların makinalardan değil, gerekli sağlık ve güvenlik önlemlerinin alınmamasından kaynaklandığı anlaşılmıştır (Türkiye Makine Mühendisleri Odası, 2018).

Yapılan çalışma, farklı sektörlerde kullanılan iş makinelerinin sebep olduğu iş kazaları, önleme yöntemleri ve örnek risk analizi çalışmasını içermektedir. Dünyada ve ülkemizde iş kazalarının ve meslek hastalıklarının en sık görüldüğü sektörler

inşaat, madencilik, makine, otomotiv, tarım, tekstil vb. dir. Bu sektörler üretimin yoğun makine kullanımı ile yapıldığı sektörlerdir. Gerek iş kazası sayıları gerekse kazalara bağlı iş günü kayıplarının incelenmesinde inşaat, tekstil ve madencilik çalışmalarının ilk üç sırada yer aldığı görülmüştür. İş kazalarına bağlı ölümlerin ise en çok inşaat ve madencilik çalışmalarında meydana geldiği ayırt edilmiştir (Eser, 2015).

İş yerlerinde uygulanan iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının her sektörde dayandığı kanunlar, tüzükler ve yönetmelikler bulunmaktadır. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği uygulamaları "Türkiye Cumhuriyeti Anayasası" başta olmak üzere, "6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği yasası", "5510 sayılı sosyal sigortalar ve genel sağlık sigortası kanunu" na uygun olarak yürütülmektedir. 6331 sayılı yasaya göre bakıldığında "iş sağlığı ve güvenliği, işin yapılması sırasında çeşitli nedenlerden kaynaklanan, sağlığa ve güvenliğe zarar verebilecek koşullardan korunmak amacı ile yapılan sistemli ve bilimsel çalışmalardır" şeklinde ifade edilmektedir. İş sağlığı ve güvenliğinin birincil hedefi, çalışanları iş kazaları ve meslek hastalıklarından korumaktır. Hangi açıdan bakılırsa bakılsın iş sağlığı ve güvenliği konusunda devlet, işveren ve çalışanların birbirinden farklı fakat birbirini tamamlayan görevleri bulunmaktadır (Güller ve Gündüz, 2017). Türkiye, Uluslararası Çalışma Örgütüne (ILO) 1932 yılında üye olmuş, 2001 yılına kadar toplam 185 sözleşmeden 56'sını onaylamıştır. Anayasamızın 90. maddesine göre, ülkemiz tarafından onaylanan ILO sözleşmeleri yasa hükmündedir.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde işletmelerde kullanılan ağır iş makineleri ile çalışmada riskleri tespit etmek, önlem alınmaması durumunda meydana gelebilecek iş kazalarını ve meslek hastalıklarını engellemeye yönelik proaktif yaklaşım oluşturmaktır. Açık işletmelerde kazı, yükleme ve taşıma işleri; yapıları, çalışma şekilleri ve kapasiteleri çok değişik olabilen çeşitli makine veya sistemlerle gerçekleştirilmektedir. İşe, amaca ve çalışana en uygun makineyi veya makine sistemini seçmek en önemli durumdur. Madencilik faaliyeti öncesinde karar verilen bu olgunun yanlış ya da tam olarak uygun olmaması durumunda, işletmede sürekli verimsiz bir üretim durumu gözlenirken, doğru makine ve ekipman seçimi gerek

üretimde istenen verimin alınmasında gerekse işin sürekli ve emniyetli olarak devam etmesinde en önemli unsurdur (Kun, 2014). İş makinelerinin kullanımında iki türlü riskten sözedilebilir. Birincisi iş makinelerinin trafiğe çıkması durumunda meydana gelen trafik kazaları. İş yapmak için tasarlanan iş makineleri diğer araçlardan daha geniş, daha uzun olmaktadır ve yeterli sinyalizasyon sistemine sahip olmadıklarında bunun yanında tecrübeli ve eğitimli operatörler tarafından kullanılmadıklarında trafikte kazalara neden olmaktadır. Diğer kazalar ise iş ortamında çevresel etkiler, operatör hataları, bazen de iş makinelerinin insan taşımasında da kullanılması sebebiyle görülmektedir.

Hazırlanan tez çalışmasında özellikle ağır iş makinelerinin yoğunlukta kullanıldığı madencilik operasyonlarında yeralan makine ve ekipmanların oluşturduğu riskler ve risklerin sebepleri üzerinde durulmuş, hata türü analizi yöntemi (HTEA) kullanılarak örnek bir risk analizi yapılmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda oluşabilecek risklere karşı önlemler alınarak bu önlemlerin risk oluşumu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bunun yanı sıra çalışmada, genel olarak ağır iş makineleri kullanımında tehlike ve riskler ele alınarak, bunlara etki eden faktörler irdelenmiş ve makinelerin işletmelerde iş sağlığı ve güvenliği açısından, doğru yönetim şekilleri üzerinde durulmuştur.

BÖLÜM İKİ
LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bilim ve diğer. (2015), ABD ve ülkemizdeki iş kazaları istatistikleri üzerinden madencilik sektörünün diğer sektörlere kıyasla daha fazla tehlike ve risk içerdiği üzerinde durmuştur. Yine bu kazaların olmasında maden ekipmanlarının yeri istatistiki bilgilerle ispatlanmıştır. Maden ekipmanlarının kullanımı sırasında oluşacak tehlikeler incelenmiş, makine bazında oluşan kaza türleri ve alınacak önlemler belirlenmiştir. Yeraltı ve yerüstü madenciliğinde kullanılan ekipmanlar ve bu makinelerin sebep olduğu kaza türleri anlatılmıştır. Bu kazaları önlemek için alınması gereken tedbirler yine makineler bazında anlatılmıştır. Sonuç olarak güvenli ekipman teknolojisi, operatör eğitimi, makine ve kişisel koruyucu kullanma, iş güvenliği kültürünün oluşturulması, iş kazalarını en düşük seviyeye düşürecektir fikri savunulmuştur.

Mallı ve diğer. (2017), açık ocak maden işletmeciliğinde kamyon kazalarına neden olan tehlike ve risk kaynaklarını tespit etmiş, risk değerlendirme yöntemlerinden hata türü etki analizi (HTEA) ile risk değerlendirmesi yapmış ve önlemler için önerilerde bulunmuştur. Kamyon kaza sebepleri arasında uygun olmayan saha koşulları, operatörün çalışma koşulları ve yaşam koşullarından kaynaklı yorgunluğu, operasyonel hataların olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sahası yol, döküm alanı ve yükleme alanı olarak üç bölümde incelenmiştir. Yol eğimlerinin, trafik uyarı ve işaretlerinin kazalardaki önemi anlatılmıştır. Kamyon kör nokta alanları, bu alanların potansiyel tehlike olmaktan çıkması için alınması gereken önlemlerden bahsedilmiştir. HTEA yöntemi basamakları incelenmiş, araştırma konusu kamyonların oluşturacağı tehlike ve riskler tespit edilerek, HTEA ile değerlendirilmiş ve alınacak önlemler belirlenmiştir. Uygun mühendislik çözümleri, erken uyarı ve sensör teknolojisi, sanal gerçekliğe dayalı eğitim teknolojisi önerilmiştir.

Eser (2015), tarafından yapılan çalışmada, Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistik yıllıklarından 2010 ve 2014 yılları arasındaki iş kazalarının kayıtlarını

öncelikle zamanlama açısından aylık ve günlük olarak sınıflamıştır. SGK sınıflamasında yeralan 99 faaliyet alanını en yakın mühendislik alanlarına dâhil ederek incelemiştir (SGK, 2014). Sonuç olarak ölümlü iş kazalarının en çok inşaat ve madencilik çalışmalarında meydana geldiğini tespit etmiştir. Kaza oranlarının yaz ayları ve gündüz vardiyasında yoğunlaştığı, deneyimsiz çalışanların, en deneyimli çalışanlara göre daha az iş kazasıyla karşı karşıya kaldıkları anlaşılmıştır. Kullanılan basit doğrusal regresyon modeline bağlı regresyon analizlerinin daha fazla bağımlı değişken kullanılarak geliştirilebilmesi için tahminlerin daha küçük gruplar için ayrı ayrı yapılması önerilmektedir.

Dizdar (2001), araştırmasında iş kazalarının nedenlerini açıklayan görüşleri incelemiş ve derlemiştir. Domino Kuramı, Kaza/Olay Kuramı, Sistem Kuramı, Kombinasyon Kuramı ve İnsan Faktörleri Kuramı gibi temel kuramların prensipleri anlatılmış insan hatalarının kaza sebepleri içerisindeki oranı irdelenmiştir. Literatürde günümüze kadar kaza sebepleri yaklaşımları incelenmiştir. Sonuç olarak kazaların oluşmasında pek çok faktörün olduğu ifade edilmiş yapılacak yeni çalışmaların ergonomi alanının desteği ile yapılması önerilmiştir.

Bayraktar ve diğer. (2017), Sosyal Sigortalar Kurumu (SSK) ve Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) istatistik yıllıklarını incelemiştir. Ülkemizde 1999 ve 2015 yılları arası işyeri sayısı, çalışan sayısı, iş kazası ve ölümlü iş kazası verilerine bakılmış 2013 yılı sonrası iş kazaları sıklık oranında artış tespit edilmiştir. Ölümlü iş kazaları sıklığında ise azalma belirlenmiştir. Bu durumun nedeni sağlık hizmetlerine daha kolay ulaşılabilmesi olarak düşünülmüştür. Yine 2002 ve 2015 yılları arasında meydana gelen iş kazalarının %9'u, iş kazası sonucu ölümlerin %8,5'i madencilik sektöründe olduğu tespit edilmiştir. Bu durum madencilik sektöründe iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin daha geniş çapta alınması gerektiğinin bir göstergesi olarak sunulmuştur. Madencilik sektöründe istatistik rakamları işletme büyüklüğü açısından da irdelenmiş işletme büyüdükçe iş kazaları sayısında azalma olduğu görüşü belirtilmiştir.

Özkılıç (2015), İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri kitabında risk değerlendirme ve yöntemlerini anlatmış, yönetim sistemleri temel kavram ve metodolojileri üzerinde durmuştur. 2001 SGK istatistik yıllıklarından kaza nedenlerini incelemiş, kaza oluşum teorilerinden bahsetmiştir. Kazalara önlem almak için mevcut durumun analiz edilerek risklerin izlenip denetlendiği yönetim sistemlerine yer vermiştir. İş sağlığı ve güvenliği risk yönetim yapısı ve standartlardan bahsetmiştir. OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi (Occupational Health & Safety Assesment Series) basamakları ve uygulaması üzerinde durmuştur. Kitapta ayrıca risk analizi, değerlendirmesi, faydaları, risk değerlendirme metedolojileri ele alınmıştır.

Eyüboğlu ve Özfırat (2015), yeraltı metal madenciliğinde tehlike unsurlarını tespit etmiş, HTEA yöntemini kullanarak tehlikeleri sınıflandırmış ve önlemler alarak risk öncelik sayısını (RÖS) azaltmıştır. Yeraltı madenciliği tehlike kaynakları patlayıcı, zehirleyici gazlar, tahkimat ve göçükler, havalandırma, toz, sıcaklık, nem, su baskını, titreşim vb. tespit edilmiştir. Tehlikeler sınıflandırılarak yapılan HTEA analizinde RÖS değerlerine bakılmış havalandırma en tehlikeli parametre olarak tespit edilmiştir.

Güller ve Gündüz (2016), limanlarda kullanılan iş makinelerinin risk değerlendirmesi konusunda çalışmışlardır. Bu makineler ekskavatörler, forklift, terminal traktörler, sundurma vinçleri, gemiden sahile portal vinçler, lastik tekerlekli portal vinçler, dolu ve boş konteyner taşıyıcıları, raya montaj edilmiş portal vinçlerdir. L tipi matris risk analizi yöntemi kullanılmıştır. 5 x 5 karar matrisi ile risk puanları hesaplanmış ve risk kontrol hiyararşisi 5'li skalaya göre düzenlenmiştir. Risk değerlendirmesi sonuçlarına göre en çok iş makinelerinden kaynaklı kaza meydana gelmektedir. Bu kazaların ilk sırasında bakım yaparken tedbirsiz davranılmasından kaynaklı kazalar görülmektedir. Yine teknik arızalar sebebi ile yüklerin düşmesi sık yaşanan kazalar olarak bildirilmiştir. Operasyon bölgelerine görevli olmayan personelin girmesi tehlikelerin arasındadır. İşçilerin konteynerların üzerinden düşmesi, kaygan zeminlerde operatörlerin düşmesi, çalışanların kişsel koruyucu donanım (KKD) kullanmaması, operatörlerin hız limitlerini aşması vb.

birçok potansiyel tehlike kaynağı gösterilmiştir. Sonuç olarak iş sağlığı ve güvenliği açısından liman yönetimlerinin tüm önlemleri almakla ve çalışanlarını sürekli eğitmek, gözetmek ve izlemek ile yükümlü oldukları vurgulanmıştır.

Çelikdemir (2012), tez çalışmasında HTEA yöntemi, tarihçesi, kavramları, amaçları, uygulama alanları üzerinde çalışmıştır. TS 16949:2009 Kalite Yönetim Sistemi şartlarını uygulayan otomotiv ve beyaz eşya sektörü için parça üretimi yapan bir firmanın marş motoru karkaslarının otomasyonla üretilebilmesi için oluşturulan yeni sistemdeki hataları HTEA yöntemi ile analiz etmiştir. Şirket içerisinde uygulamanın ilk adımı HTEA ekibinin oluşturulması olmuştur. Otomatik imalat hattı tasarlanmış, hattın büyük bir bölümü üretilmiştir. Tez çalışması, bu otomatik hattın işleyişinde rol oynayan parçalardan kaynaklanan potansiyel hataların HTEA yöntemi ile analiz edilmesi ve gerekli aksiyonların alınmasını konu almıştır.

Gümüş ve Akkoyun (2006), mermer ocaklarında meydana gelen iş kazalarının sebepleri ve alınacak önlemler üzerinde çalışmıştır. İş kazalarının sıklıkla mermer blok üretimi sırasında kullanılam elmas tel kesme makinelerinden telin kopması ile meydana geldiği ve ikinci büyük tehlikenin patlayıcı madde kullanımı olduğu belirtilmiştir. Ocakta kullanılan basınçlı hava kompresör, kaynak makinesi, jeneratör, hava hortumları, elektrik panosu, elektrik kabloları, kaynak için gerekli oksijen tüpleri gibi araçlar da tehlike kaynağı olarak ifade edilmiştir. Alınacak önlemler; personelin iş sağlığı ve güvenliği açısından bilgilendirilmesi, acil durum planlarının yapılması, tel kesme makinelerinin koruyuculu kullanılması ve arkalarına siper yerleştirilmesi, makine çalışma alanında işçilerin bulunmaması, makineleri ehliyetli ve eğitimli operatörlerin kullanması, makine arıza bakım kayıtlarının tutulması, her işle sadece görevli personelin ilgilenmesi olarak sıralanmıştır. Sonuç olarak iş kazaları teknik personel istihdamı açısından değerlendirilmiş ve maden mühendisi çalıştırılan ocaklarda, çalıştırılmayan ocaklara göre daha az sayıda iş kazası meydana geldiği saptanmıştır.

Öztürk (2016), Tez çalışmasında Manisa'nın Soma bölgesinde bulunan üç açık maden ocağında onsekiz iş makinesi için operatörlerin kabinlerinde gürültü, titreşim

ölçümleri ve ortam toz değerlerini almıştır. Çalışmanın genel bilgiler kısmında madencilik ve açık ocak işletmeciliğinde kullanılan ağır iş makineleri anlatılmıştır. Toz, gürültü, titreşim ve parametrelerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde, yapılan ölçümlerden elde edilen sonuçlar verilmiştir. Buna göre günde sekiz saatlik çalışma süresi için en az gürültü maruziyeti yükleyici operatörlerinde olduğu belirtilmiştir. Değerler yasal maruziyet sınır değeri olan 87 dB(A)'nın altındadır. Bütün vücut titreşim (BVT) değerlerine bakıldığında yükleyici loder operatörü dışında ekskavatör, zemin delme makinesi, dozer operatörlerinin BVT maruziyet değerlerinin mevzuatta geçen 0,5 m/s^2'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Toz açısından yapılan değerlendirmelerde ise çalışılan maden ocaklarında tozu bastırmak amacıyla fıskıye kullanılması nedeni ile ölçümlerdeki maruziyet değerlerinin 5 mg/m^3 ün altında çıktığı belirtilmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde gürültü, titreşim ve toza karşı alınabilecek önlemler sıralanmıştır.

Nasuf ve Kırmanlı (1993), Makalesinde açık maden ocağı işletmelerinde nakliyatta sıklıkla kullanılan kamyonların bilgisayar destekli idare sistemleri ve bu sistemlerin dünyadaki uygulamaları üzerinde durmuştur. Yüklemenin ekskavatör, nakliyatın kamyon ile yapıldığı işletmelerde ya her bir ekskavatör için belirli sayıda kamyon tahsis edilir ya da kamyonlar ihtiyaç duyulan yerlere gönderilerek çalıştırılır. Amaç iş makinelerinin boş beklemeden verimli bir şekilde çalışmasıdır. Küçük maden ocaklarında gözlemci yardımıyla kamyonların ataması yapılırken büyük ocaklar için bilgisayarlı sistemlerden yardım alınmaktadır. Çalışmada, sistem donanımının bileşenleri anlatılmıştır. Ana merkez, haberleşme teçhizatı, sinyal kulesi enerji kaynağı, kepçe ve kamyonlara monte edilen kontrol panelleri sistemi hakkında bilgi verilmiştir. Bu sistemde kamyonların yeri otomatik olarak belirlenir, Bu yöntemin getirdiği avantajlar tespit edilmiştir. Kamyonlar daha kısa mesafelere yönlendirilebilmekte ve kullanım süreleri artmaktadır. Makinelerin bakım zamanları, yakıt alınacak yerler bilgisayar tarafından belirlenebilmektedir. Arızalar, uyarı sistemleri sayesinde önlenebilmektedir. Aynı kamyon sayısı ile üretimde artış sağlanmaktadır.

Camkurt (2013), İş kazalarının meydana gelmesinde kişisel özelliklerin etkilerini araştırmıştır. Araştırmacı, iş kazalarının oluşmasında temel sebebin insan olduğunu literatürden verdiği çalışma örnekleriyle desteklemiştir. İnsanlara bağlı nedenleri fiziksel , kişisel ve psikolojik olmak üzere üç grupta toplamıştır. Kişisel özellikler ile iş kazalarının olma nedenleri arasında bağlantı kurulmuştur. Yaş, medeni durum, cinsiyet, eğitim düzeyi, alışkanlıklar, iş tecrübesi, makam gibi kişisel özelliklerin güvensiz davranışa etkileri SGK istatistik yıllıkları ve sahadan örneklerle desteklenerek anlatılmıştır . İş kazalarına sebep olan kişisel özellikler bilindiğinde teknik, eğitim ve sosyal programlar uygulanarak önlem alınabileceği vurgulanmıştır.

Sonuç olarak literatür taramasında açık ocak maden işletmeleri çalışma ortamında iş makineleri ile ilgili Hata türü etki analizi (HTEA) risk değerlendirme yöntemi kullanılarak yapılan az sayıda çalışma tespit edilmiştir. Tez çalışmasında açık ocak maden işletmelerinde görülen iş kazalarında en yaygın kullanılan iş makinelerinden kaynaklı riskler HTEA yöntemi kullanılarak analiz edilmiş ve öneriler sunulmuştur.

BÖLÜM ÜÇ
AÇIK İŞLETMELERDE YAYGIN KULLANILAN AĞIR İŞ MAKİNELERİ TANIMI VE SINIFLAMASI

Açık ocak işletmeciliğinde kullanılan yöntemlerin ana belirleyicisi döner kepçeli ekskavatör, halatlı ekskavatör, loder, maden kamyonu vb. makine ve ekipmandır (Şekil 3.1). Bu makine ve ekipmanların boyutları, üretim kapasitesi artışı ve kazı birim maliyetinde düşüş ile orantılı olarak büyümektedir. Açık ocaklarda 350 tonluk kamyonlar, kepçe hacim 140 m^3 olan ekskavatörler kullanılabilmektedir (Köse ve Mallı, 2012).

İş makineleri, 2918 Sayılı Karayolları Trafik Kanunun 3. maddesinde; "Yol inşaat makinaları ile benzeri tarım, sanayi, bayındırlık, milli savunma ile çeşitli kuruluşların iş ve hizmetlerinde kullanılan; iş amacına göre üzerine çeşitli ekipmanlar monte edilmiş; karayolunda insan, hayvan, yük taşımasında kullanılmayan motorlu araçlardır" şeklinde tanımlanmaktadır.



Şekil 3.1 Açık maden ocağı işletmesi ve ekipmanlar (Kişisel arşiv, 2015)

Bu makineler literatürde çalışma prensipleri ve iş kollarına göre farklı açılardan sınıflandırılmışlardır. Madencilik açısından bir sınıflama yapmak gerekirse, açık ocak maden işletmelerinde yaygın olarak kullanılan ağır iş makineleri; kazıcı makineler, yükleyici makineler, taşıma makineleri, kaldırma makineleri, sondaj makineleri, transmikser ve beton pompa makineleri olarak sınıflandırılabilinir.

- Kazıcı Makineler
    - a) Ekskavatörler
    - b) Loderler
    - c) Dozerler
    - d) Greyderler
    - e) Skeyperler
    - f) Yol freze makinaları

- Yükleyici Makineler
    - a) Ekskavatörler
    - b) Loderler
    - c) Manyetik yükleyiciler
    - d) Shovel
    - e) Elevatörler
    - f) Helezonlar

- Taşıma Makineleri
    - a) Kamyonlar
        - a1. Damperli kamyonlar
        - a2. Kaya kamyonları
        - a3. Tankerler
        - a4. Traylerler
    - b) Skreyperler

- Kaldırma Makineleri
    - a) Vinçler, kreynler
    - b) Sepetli liftler

c) Forkliftler

d) Mekanik kaldırıcılar

e) Teleskobik kaldırıcılar

- Sondaj Makineleri
- Transmikserler ve Beton Pompaları

3.1 Açık Ocaklarda Kullanılan Kazı ve Yükleme Makineleri

Açık ocaklarda malzemenin kazılarak, örtü döküm sahasına veya depolanmak üzere silolara götürülmek üzere bulunduğu yerden alınıp nakliye düzeneğine (bant, kamyon, vagon vs.) iletilmesine "yükleme" denir.

Yükleme araçları (ekskavatör, loder, bager vb.), en başta kepçe sayılarına göre sınıflandırılır. Genel olarak kazıcı yükleyici makineler temel ve kanal açma, kara ve demir yolu inşasında, baraj yapımında, taş ve maden ocakları gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yükleyicinin büyüklüğü, kepçe hacmi gözönünde bulundurularak nitelenir. Paletli ve lastik tekerlekli olmak üzere iki gruba ayrılır.

3.1.1 Halatlı Ekskavatörler

Ekskavatörler, kazı makineleridir. Yüksek hareket kabiliyetleri, kazı ve yükleme işlemini aynı zamanda başka bir makineye ihtiyaç duymadan yapabilmesi nedeniyle en yaygın kullanılan iş makinasıdır. Ekskavatör seçimi yapılacak kazı işlemine göre yapılır. Motor gücü, kova hacmi ve kazabileceği kazı derinliği gözönünde bulundurulacak parametreler arasındadır (Kun, 2014; Özbay, 2013).

3.1.1.1 Tasarım Parametreleri

Şekil 3.2'de halatlı ekskavatörlerin yapısı görülmektedir. Alt yapıda şase, paletli yürüyüş takımları ve üst yapıyı döndürme düzeneği bulunur. Üst yapıda kaldırma, ileri itme, dönme düzenekleri ve tahrik üniteleri yeralmaktadır. Malzemeyi kepçe ile alıp nakliye aracına dökme işleminde üst yapı, kaldırma, ileri itme, dönme düzenekleri rol oynar. Güç iletimi ekskavatöre adını veren halatlar yardımıyla yapılır.



Şekil 3.2 Halatlı ekskavatör (Öztürk, 2016)

Alt yapı ile üst yapı arasındaki mekanik bağlantıyı sağlayan döndürme motorları, üst yapıya 360° lik bir dönüş kabiliyeti sağlar.

3.1.1.2 Kazı ve Yükleme İşlemi

Kazı-yükleme sistemi, üst yapı, kazı kolu, kepçe kolu, kepçe ileri itme kolu ve dönme düzeneğinden oluşur. Üst yapıda dişli kutuları, şalterler, tahrik üniteleri, halat tamburları, ön ucunda da kazı kolu bulunur. Kazı kolu, alt ucundan üst yapıya

mafsallıdır ve üst ucunda halat tamburları yer alır. Bu tamburlar, kepçenin hareketlerini yapmasını sağlayan bir veya birden fazla sayıdadır.

3.1.1.3 Çalışma Periyodu

Halatlı ekskavatörün çalışma periyodu, birbirini izleyen aşağıdaki aşamalardan oluşur;

a) Kepçenin ileri itilerek malzemeye daldırılması ve doldurulması
b) Üst yapının dönmesi
c) Malzemenin kamyona boşaltılması
d) Kepçenin malzeme almak üzere yeniden geriye dönmesi şeklinde sıralanabilir.

Kepçenin doldurulması işleminde ekskavatör aynanın önündedir; kepçe ayna yönünde itme kuvveti uygulanarak malzemeye daldırılır ve yukarı doğru kaldırılır. Boşaltma işleminden sonra, geriye dönüş sırasında kepçe indirilir ve geriye çekilir (bu sırada alt kapak kendiliğinden kapanır).

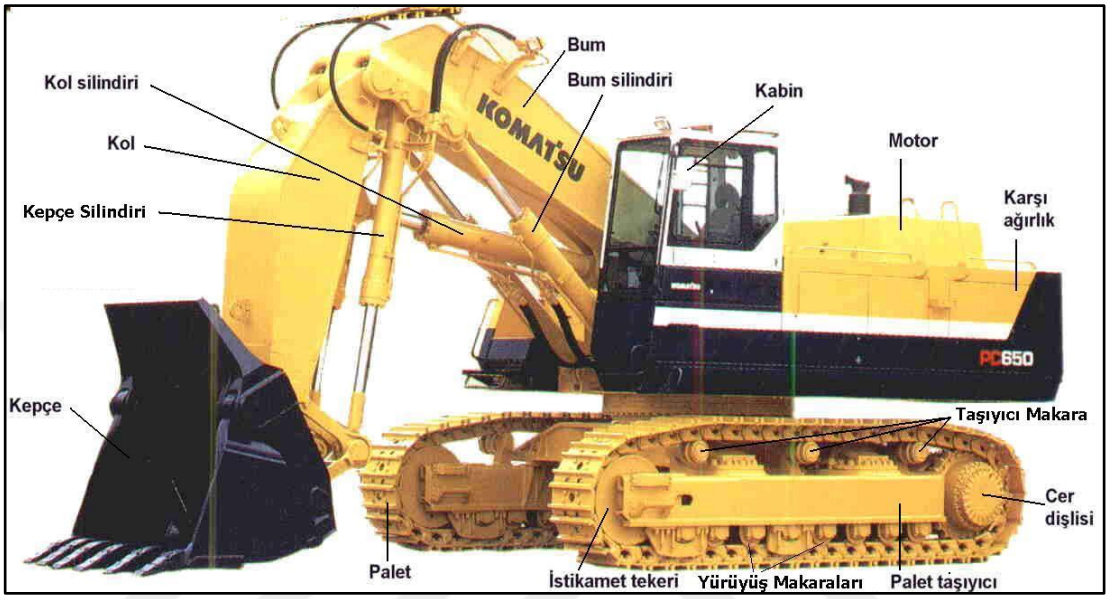
3.1.2 Hidrolik Ekskavatörler

Ana işlev olarak kazı işlemlerinde kullanılan bunun yanı sıra dolan kanalların temizlenmesi, kanal açması, toprak yığma, hafriyat, yükleme, kum, çakıl vb. malzemelerin kazılması ve gerektiğinde kazılan malzemelerin araçlara yüklenmesi gibi işlerde de verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Kendi bulundukları düzeyin üzerinde ve altında kazı yapabilirler. Üst gövdenin 360° hareket kabiliyeti sayesinde manevra gerektirmeden yükleme yapabilen, kendinden tahrikli paletli veya lastik tekerlekli makinelerdir.

3.1.2.1 Paletli Ekskavatörler

3.1.2.1.1 Tasarım Parametreleri. Ekskavatörün adına uygun olarak güç aktarımı hidrolik kollar vasıtasıyla yapılır. Şekil 3.3 ’de hidrolik paletli ekskavatör

görülmektedir. Alt yapıda şase, paletli yürüyüş takımları ve üst yapıyı döndürme düzeneği bulunur. Üst yapıda kaldırma, ileri itme, tahrik üniteleri ve dönme düzenekleri vardır. Malzemenin kepçe ile alınarak kamyona yüklenme işlemini bu düzenekler sağlar.



Şekil 3.3 Paletli ekskavatör görünümü (Küçükkahveci, b.t)

3.1.2.1.2 Kazı ve Yükleme İşlemi. Paletli ekskavatörlerde kazı-yükleme işleminde üst yapı, kepçe, kepçe kolu, kazı kolu, tahrik motorları, hidrolik sistem üniteleri, döndürme motorları görev alır. Mekanik ve hidrolik elemanlar, üst yapı içerisinde bulunur. Kazı ve yükleme sırasında kepçesini doldurma, kaldırma, boşaltma ve indirme hareketini kazı ve kepçe koluna bağlı hidrolik silindirler sağlar.

3.*1.2.1.3 Çalışma Periyodu.* Bir paletli ekskavatörün çalışma periyodu birbirini izleyen aşağıdaki aşamalardan oluşur. Bunlar;

a) Kepçenin ileri itilerek malzemeye daldırılması ve doldurulması

b) Üst yapının dönmesi

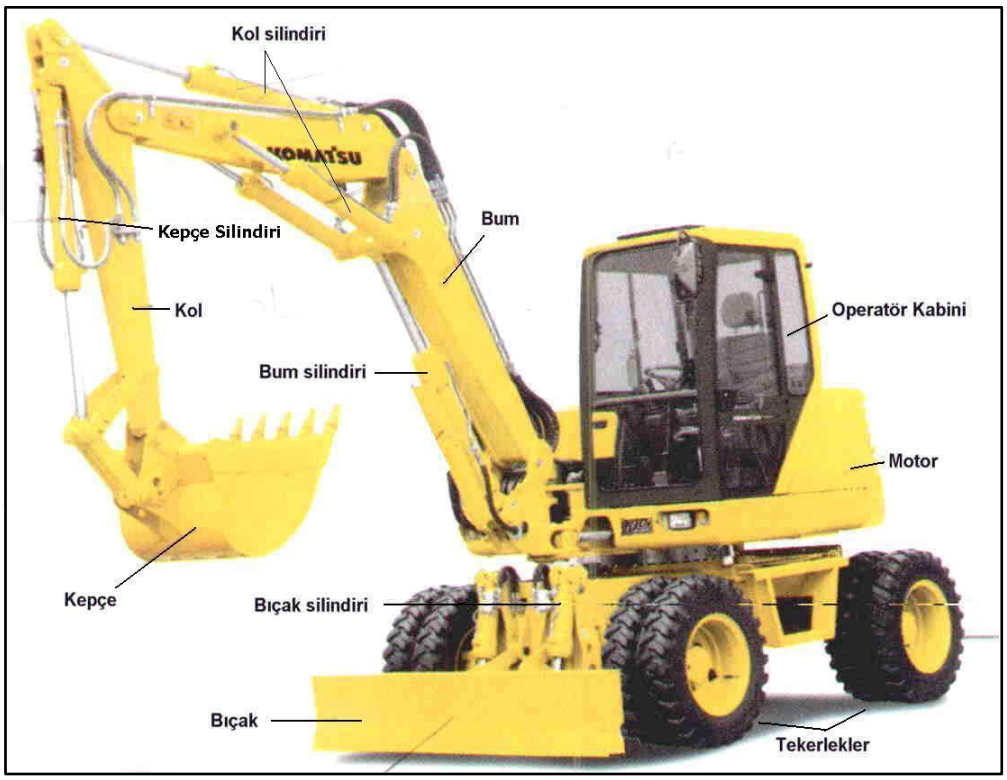
c) Malzemenin kamyona boşaltılması

d) Kepçenin malzeme almak üzere yeniden geriye dönmesi şeklinde sıralanabilir.

3.1.2.2 Lastik Tekerlekli Ekskavatörler

3.1.2.2.1 Tasarım Parametreleri. Makinenin alt bölümünde şase, lastikli yürüyüş takımları ve üst yapıyı döndürme düzeneği bulunur. Malzeme, üst yapı, kaldırma, ileri itme ve dönme düzenekleri kullanılarak kepçeye doldurulup kamyona aktarılır.

Lastik tekerlekli ekskavatör Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4 Lastik tekerlekli ekskavatör (Küçükkahveci, b.t)

3.1.2.2.2 Kazı ve Yükleme İşlemi. Lastik tekerlekli ekskavatörde de üst yapı, kepçe kolu, kepçe ve kazı kolu kullanılarak kazı-yükleme işlemi yapılır. Paletli ekskavatör ve lastik tekerlekli ekskavatörün kazı yükleme sistemi aynı şekilde tasarlanmıştır. Paletli ekskavatördeki kriterler lastik tekerlekli ekskavatör içinde geçerlidir.

3.1.2.2.3 Çalışma Periyodu. Çalışma döngüsü paletli ekskavatör ile aynıdır.

a) Kepçenin ileri itilerek malzemeye daldırılması ve doldurulması

b) Üst yapının dönmesi

c) Malzemenin kamyona boşaltılması

d) Kepçenin malzeme almak üzere geriye dönmesi şeklinde sıralanabilir.

3.1.3 Paletli Yükleyiciler

3.1.3.1 Tasarım Parametreleri

Paletli yükleyiciler, dozerlerinkine benzer şekilde ana gövdeye dozer bıçağı yerine kepçe monte edilmiş şeklidir (Şekil 3.5). Kepçenin hareketini hidrolik silindirler ve kollar sağlar. Açık ocak maden işletmelerinde, mermer, kum ve çakıl ocakları vb. kepçe kapasiteleri 1,5 m^3 – 4,5 m^3 arasında değişen boyutlarda makineler, yaygın olarak görülmektedir.

Paletli yükleyiciler ataşmanları değiştirilmek sureti ile farklı amaçlı işlemlerde de kullanılmaktadır. Birden fazla işlem yapabilir, arka tarafa riper bağlanıp riperleme işlemi yapabileceği gibi, ön kısma bıçak takarak dozer işlevi de görülebilir. Ayrıca kepçe ataşmanı da kullanım amacına göre değişik tipteki aletler ile değiştirilebilir (Özbay, 2013).



Şekil 3.5 Paletli yükleyici (Özbay, 2013)

3.1.3.2 Teknik Özellikleri

Paletli yükleyicilerin temel bölümleri şasi, kumanda kabini, paletler, dizel motor, aktarma organları, kepçe, bom ve hidrolik kollardır.

Yükleyici kepçe şekli, büyüklük ve hacmi kazılıp yüklenecek malzemenin özellik ve yoğunluğuna göre seçilir. Malzemenin yoğunluğuna ve sertliğine göre kepçe ucunda aşınmaya dayanıklı malzemelerden yapılmış düz plaka veya kepçe dişleri kullanılır. Bom bir ucundan kepçeye, bir ucundan yükleyici gövdesine hidrolik kollarla bağlı olup, hidrolik bom kaldırma kollarının çalıştırılması ile kepçenin kaldırılıp indirilmesi ve doldurulup boşaltılması gibi hareketler sağlanır. Mekanik kolların birer ucu hidrolik kepçe kollarına, birer ucu da kepçeye bağlı olup, kepçenin hareketlerini sağlar.

3.1.3.3 Çalışma Periyodu

Paletli yükleyicilerin çalışma döngüsü de lastik tekerlekli yükleyicilerle aynı basamaklardan oluşur. Çalışma safhaları;

a- Malzemenin kepçeye doldurulması
b- Yüklü durumda hareket
c- Malzemenin kepçeden dökülmesi
d- Boş durumda hareket şeklide sıralanabilir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Paletli yükleyici çalışma şekli (Özbay, 2013)

3.1.4 Lastik Tekerlekli Yükleyiciler

3.1.4.1 Tasarım Parametreleri

Araç yürüyüş mekanizması şasi ve lastik tekerleklerden oluşur. Kazı-yükleme işlemi ise kepçe, kazı kolu ve hidrolik silindirler yardımıyla gerçekleşir. Güç üretiminde dizel motorlar kullanılırken, güç iletimi hidrodinamik, hidrostatik veya elektrikli olur. Araç, malzemenin kepçeye doldurulduğu yer ile boşaltıldığı yer arasındaki mesafeyi, manevra yaparak ve hareket ederek alır (Özbay, 2013).



Şekil 3.7 Lastik tekerlekli yükleyici (Öztürk, 2016)

3.1.4.2 Kazı ve Yükleme İşlemi

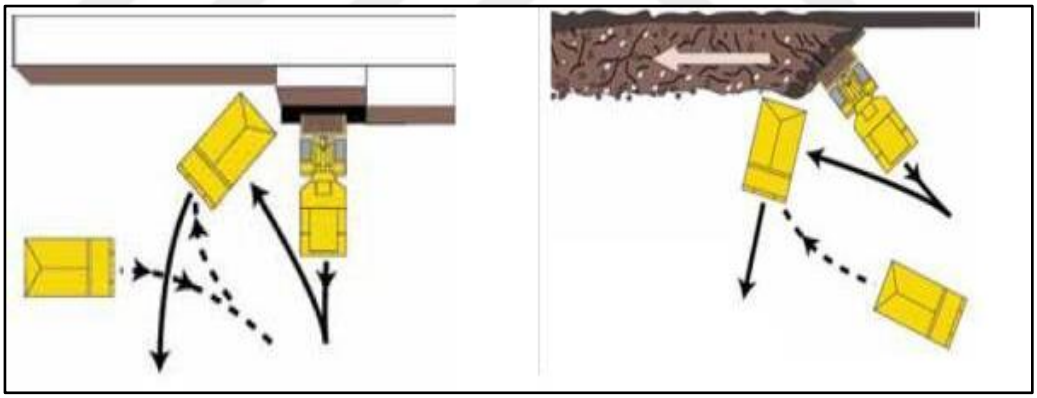
Kazı yükleme işleminde kepçe, kazı kolu ve hidrolik silindirler yeralır. Kepçe, kazı koluna bağlanmıştır ve hareketi hidrolik silindir yardımıyla sağlanır. Kazı kolunun aşağı yukarı hareket edebilmesi için yine hidrolik silindirler kulanılmıştır (Şekil 3.7).

3.1.4.3 Çalışma Periyodu

Bir lastik tekerlekli yükleyicinin çalışma döngüsü dört safhadan oluşur:

a- Malzemenin kepçeye doldurulması
b- Yüklü durumda hareket
c- Malzemenin kepçeden dökülmesi
d- Boş durumda hareket

Çalışma sırasında verimliliğin sağlanması ve maliyetleri düşürmek için yüklü ve boş durumdaki hareketlerin en kısa yol üzerinden yapılması sağlanmalıdır. Malzemenin kepçeye doldurulması, kazı kolunun ileri itilerek kepçenin malzeme yığınına daldırılması ile gerçekleşir. Kepçenin dolmasıyla kepçe yukarı doğru kaldırılır. Daha sonra lastikli yükleyici geri manevra ve kamyona doğru ileri hareket ile kamyona yanaşıp kepçesini boşaltır. Geri gelme ve tekrar yığına yanaşma hareketiyle, yükleyici yükleme işlemini sürdürür (Şekil 3.8).



Şekil 3.8 Lastik tekerlekli yükleyici çalışma şekli (Köse ve Mallı, 2012)

3.2 Nakliye Araçları (Kamyonlar)

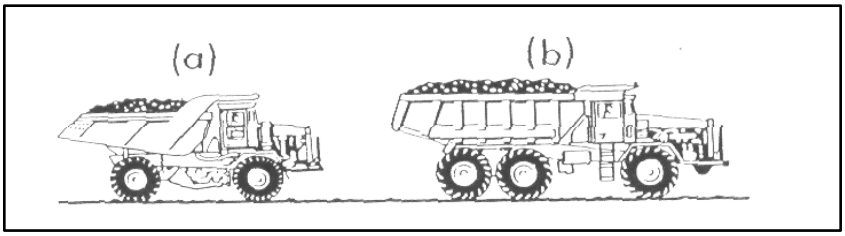
Açık maden ocağı işletmelerinde kamyonlar yaygın olarak karşımıza çıkan nakliye araçlarıdır. Kamyonların çalışma periyodu, malzemenin yüklenmesi ile yüklü hareket, malzemenin boşaltılması ve boş hareket olmak üzere dört aşamadan oluşur (Karpuz ve Hindistan, 2005).

3.2.1 Kamyon Tipleri ve Özellikleri

3.2.1.1 Arkadan Boşaltmalı Kamyonlar

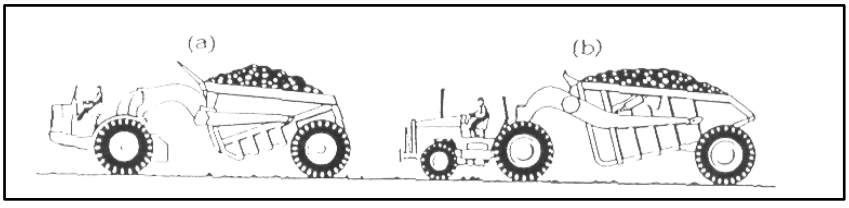
a) Konvansiyonel Tip: Adını aldığı üzere arkası açık, gövde üzerine monte edilmiş üç yanı kapalı çelik bir kasa ve bunu kaldırmaya yarayan hidrolik silindirlerden oluşan kamyonlar, en sık rastladığımız lastik tekerlekli araçlardır. Madencilikte genellikle patlatılmış kaya, cevher gibi ağır ve iri taneli malzemelerin taşınmasında kullanıldıkları gibi her tip malzemenin taşınmasında kullanılabilirler. Şekil 3.9' da görüldüğü gibi iki farklı tipte üretilirler, (a)' da görülen tip, aksların birisi veya her ikisinin birden tahrik edildiği çift akslı tip, (b) 'deki ise arkada iki aksın tahrik edildiği tiptir.

b) Traktör-Treyler Tip: Çok yaygın olarak kullanılmazlar, iki çeşittirler. Askı tip ve traktörlü tip. Şekil 3.10.(a)' da verilen askı tip kamyonlar, manevra gerektirmeden, kasası ile birlikte 90°'lik bir dönüş yeteneğine sahiptir. Böylesi büyük manevra yeteneği özellikle tünel inşaatlarında, dar yollu dağlık arazide ve sıkışık durumda çalışan taş ocağı gibi işletmelerde avantaj sağlamaktadır.



a- Çift akslı b- Üç akslı

Şekil 3. 9 Arkadan damperli konvansiyonel tip kamyonlar (Köse ve Mallı, 2012)

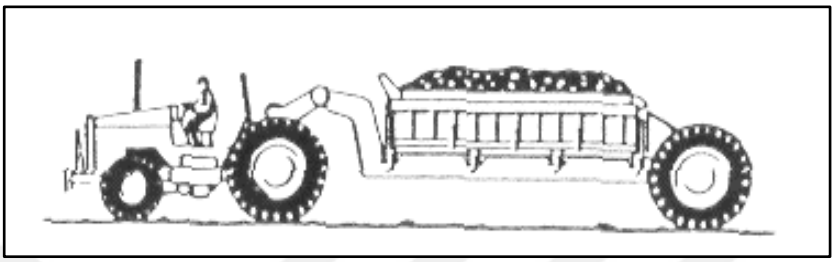


a- Askı tip b- Traktörlü tip

Şekil 3.10 Arkadan damperli treyler tip kamyonlar (Köse ve Mallı, 2012)

3.2.1.2 Yandan Damperli Kamyonlar

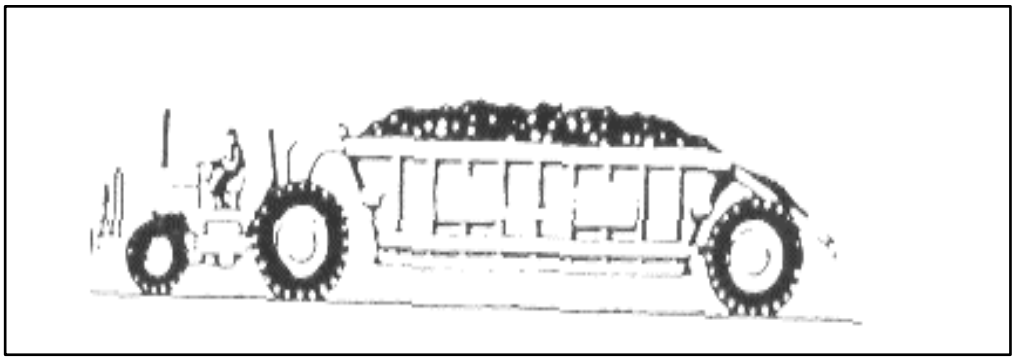
Taş ocaklarında, inşaat İşlerinde ve madencilikte kullanım alanları vardır. Fakat eğimin fazla olması gibi olumsuz şartlarda, tercih edilmemektedirler (Şekil 3.11). Eğimin fazla olması kamyonun devrilmesine yol açabilir.



Şekil 3.11 Yandan damperli kamyon (Köse ve Mallı, 2012)

3.2.1.3 Alttan Boşaltmalı Kamyonlar

Traktör tipi bir çekici ile adına uygun olarak tabanı açılabilen kasa görevi gören treylerden oluşmuş sistemdir (Şekil 3.12). Treylerin traktöre yakın kısmı, arka kısımdan daha geniş ve derindir. Aynı şekilde üst kısım, alt kısmından geniştir. İnce ve orta tane büyüklüğündeki malzemelerin taşınmasında daha uygundur. En çok kullanım alanı, yol yapım çalışmaları ve açık kömür işletmeleridir.



Şekil 3.12 Alttan boşaltmalı kamyon tipi (Köse ve Mallı, 2012)

3.3 Yardımcı İş Makineleri

3.3.1 Dozer

Yaygın kullanım alanı toprak tesviyesi işlemleridir. Yürüyüş mekanizması paletli olduğundan her tür zemin koşullarında uygundur (Şekil 3.13). Ön tarafında aşağı yukarı hareket edebilen güçlü bir uzun kepçe vardır. Kepçenin alt tarafında bulunan kesici bıçak sayesinde toprak parçalanır ve kazınır. Kazınarak kaldırılan toprak yine kepçe vasıtasıyla ileri doğru itilerek sürüklenir. Kepçe hareket halinde yukarı konumda dururken toprak yüzeyini kazımak için bir miktar aşağıya indirilir.



Şekil 3.13 Dozer (Kişisel arşiv, b.t)

Her malzemeyi dozerle sıyırmak mümkündür. Ancak zemin çok sert ise zemini yumuşatmak için riperleme yapılır. Bir riperden en yüksek verimi almak için doğru tekniklerin kullanılması son derece önemlidir. Verimli riperleme, operatörün tecrübe ve yeteneğine bağlıdır. Zemin sert ve kayalık ise makine bıçağı yatık durumda ve tilt konuma getirilmelidir. Eğimli arazide dozerleme işlemi, makine ağırlığından faydalanmak için yokuş aşağı yapılmalıdır. Makine parçalarının zarar görmemesi için malzeme itme mesafesi 50-100 metreden fazla olmamalıdır. Zemin yumuşak ise

malzeme iterken makine bıçağı ani olarak kaldırıldığında dozerin ön istikamet tekeri zemine saplanır.

3.3.2 Greyder

Greyderler genellikle yol yapım çalışmalarında, drenaj hendeklerinin açılması, şevlerin tesfiyesi ve yol profillerinin oluşturulmasında, yol kaplaması olarak kullanılacak malzemenin serilmesinde, yolların tamir ve bakımı ile kar temizleme işlerinde kullanılırlar (Şekil 3.14). Greyderler ağır kazı işleri için uygun olmamalarına karşın dozerlere kıyasla, tesfiye yeteneği daha fazladır. Makine hareket halinde iken makinenin bıçağı yukarıda ve iç kısımda tutulmalı asla indirilmemelidir. Kesme için düşük vites kullanılmalıdır. Vites boşta iken hareket edilmemelidir. Arka tekerleklerden bağımsız hareket edebilen ön tekerlekler eğime göre sağa veya sola yatırılabilir.



Şekil 3.14 Greyder (b.t.)

BÖLÜM DÖRT
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEMEL KAVRAMLAR

İnsanlar yaşamlarını sürdürebilmek için çalışmak zorundadırlar. Mesleklerin birçoğu çalışma ortamları ve koşulları bakımından tehlikeli veya insan sağlığına zarar verebilecek şartlara sahiptir. Bu durumda çalışanlar için iş hayatında fiziksel, kimyasal, biyolojik, psikososyal ve ergonomik faktörler sağlıklı çalışabilmek adına çok önemli hale gelmiştir. İşçi sağlığı ve iş güvenliğine önem verilmesinin temel nedeni yaş, cinsiyet ve meslek farkı gözetilmeksizin herkesin yaşama hakkının olmasıdır. İş sağlığı ve güvenliği çalışmalarının ve kültürünün gelişmesinde en başta işçilerin 200 yılı aşan mücadeleleri etkili olmuştur. Ayrıca iş kazası ve meslek hastalıklarından etkilenen insan sayısının artması, işçinin geçici ve ya sürekli iş göremez hale gelmesi ile birlikte ailesinin maddi yönden olumsuz etkilenmesi, iş kazası geçiren işçinin çalışma arkadaşlarının durumdan etkilenmesi ile iş veriminin düşmesi, iş göremez hale gelen insanların toplumdaki olumsuz etkileri, güvensiz çalışma koşulları sebebiyle çalışanların işyerine aidiyet duygularının azalması ve sosyal güvenlik ihtiyacının artması gibi faktörlerin de etkisi olmuştur.

Ülkemizde bu konu ile ilgili temel düzenlemelere baktığımızda iş sağlığı ve güvenliği konusunda Türkiye'nin imzaladığı uluslararası sözleşmeler ve Anayasa'da hükümler bulunmaktadır. Anayasa'nın 50. maddesine göre "kimse, yaşına, cinsiyetine ve gücüne uymayan işlerde çalıştırılamaz. Küçükler ve kadınlar ile bedeni ve ruhi yetersizliği olanlar çalışma şartları bakımından özel olarak korunurlar. Dinlenmek, çalışanların hakkıdır". Anayasa'nın 56. maddesine göre ise "herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir".

İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili 6331 sayılı kanunda, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması ve mevcut sağlık ve güvenlik şartlarının iyileştirilmesi için işveren ve çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülükleri düzenlenmiştir.

5510 Sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu ise iş kazaları ve meslek hastalıkları durumunda yapılacak yardım ve ödemelerin şartlarını düzenlemektedir.

4.1 İş Sağlığı ve Güvenliği Tanımlar

4.1.1 Tehlike

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ise tehlikeyi 1950 yılında; bir nesne ya da belli koşulların, etkenlerin insan sağlığı ve çevre için olumsuzluk içermesi şeklinde tanımlamıştır (Özkılıç, 2005).

Uluslararası Çalışma Örgütü, ILO'nun 1991 yılında yayınlanan "Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi Uygulama Kodu" nda ise canlıları çevreyi ve/veya malı, tesisleri tehdit eden, kapsamı belirlenmemiş kaza ve zarar potansiyeli olarak verilmiştir (Özkılıç, 2005).

ISO/IEC Guide 51 (1999)'da tehlike " potansiyel zarar kaynağı olarak " tanımlamıştır (Özkılıç, 2005).

6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanununda "işyerinde var olan ya da dışarıdan gelebilecek, çalışanı veya işyerini etkileyebilecek zarar veya hasar verme potansiyeli" olarak tanımlanmıştır.

4.1.2 Risk

ILO Yönetim Kurulu'nun 244. toplantısında alınan karar uyarınca hazırlanan raporda risk, "belli bir dönemde veya koşullar altında istenmeyen olayın ortaya çıkma olasılığı, çevre koşullarına göre sıklık ve olasılık" olarak ifade edilmiştir (Özkılıç, 2005).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 2002 yılında 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 (Özkılıç, 2005).

6331 sayılı kanunda risk tanımı "tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimali" olarak yapılmıştır.

Belirli bir tehlikeli olayın meydana gelme olasılığı ile bu olayın sonuçlarının ortaya çıkardığı zarar, hasar veya yaralanmanın şiddetinin bileşimini ifade eder (Seber, 2012).

Kabul edilebilir risk, kuruluşun yasal zorunluluklara ve kendi işçi sağlığı ve güvenliği (İSG) politikasına göre tahammül edebileceği düzeye indirilmiş risk olarak tanımlanabilir.

4.1.3 İş Kazası

ILO (Uluslararası Çalışma Örgütü) iş kazasını "belirli bir zarar ya da yaralanmaya neden olan, beklenmeyen, önceden planlanmayan bir olay" şeklinde tanımlamıştır.

WHO (Dünya Sağlık Örgütü) ise "önceden planlanmamış, çoğu kişisel yaralanmalara, makinelerin, araç gereçlerin zarara uğramasına, üretimin bir süre durmasına yol açan olay" olarak tanımlar.

6331 sayılı kanunda iş kazası, "işyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen engelli hâle getiren olay" şeklinde tanımlanmaktadır.

5510 sayılı Sosyal Sigortalar Kanununda,

- Sigortalının işyerinde bulunduğu sırada,
- İşveren tarafından yürütülmekte olan iş dolayısı ile,
- Sigortalının işveren tarafından görev ile başka bir yere gönderilmesi yüzünden, asıl işini yapmaksızın geçen zamanlarda,
- Emzikli sigortalı kadının çocuğuna süt vermesi için ayrılan zamanlarda
- Sigortalının, işverence sağlanan bir taşıt ile işin yapıldığı yere toplu olarak götürülüp getirilmesi sırasında meydana gelmesi

Konuya sosyal politika ve iş güvenliği görüşü açısından bakıldığında "iş kazaları, işçinin iş süresince çalışma koşulları, işin nitelik ve yürütümü ya da kullanılan makine, araç, gereç ve malzeme nedeni ile uğradığı, işgücünün tamamını ya da bir bölümünü kaybettiği olaydır" şeklinde tanımlandığı görülür (Arıkoğlu, 1992; Tufan, 1994).

4.1.4 Meslek Hastalığı

Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü "zararlı bir etkenle bundan etkilenen insan vücudu arasında, çalışılan işe özgü bir neden-sonuç, etki-tepki ilişkisinin ortaya konabildiği hastalıklar grubu" olarak tanımlanmaktadır.

6331 sayılı kanunda "mesleki risklere maruziyet sonucu ortaya çıkan hastalık" olarak tanımlanmıştır.

Meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir.

5510 sayılı kanunun 14. maddesine göre meslek hastalığı, sigortalının çalıştığı veya yaptığı işin niteliğinden dolayı tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, bedensel veya ruhsal özürlülük halleridir.

4.1.5 Olay

Yaralanmaya, sağlığın bozulmasına veya ölüme sebep olan veya sebep olacak potansiyele sahip olan işle ilgili olaylar (Seber, 2012).

4.1.6 Ramak Kala

Yaralanmaya, sağlığın bozulmasına veya ölüme neden olmadan gerçekleşen hasarsız olaylar (Seber, 2012).

4.1.7 Risk Değerlendirmesi

Risk değerlendirme, "işyerinde 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 çalışmalar" olarak ifade edilmektedir (Güller ve Gündüz, 2016).

OHSAS 18001, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemine göre risk değerlendirmesi "risk büyüklüğünün tahmin edilmesi ve riskin tolere edilip edilemeyeceği konusunda karar vermeye yönelik kapsamlı proses" şeklinde tanımlanmıştır (Özkılıç, 2005).

4.2 İş Kazası Sebepleri ve Kaza Teorileri

Bir kaza meydana geldiğinde olayın iş kazası olabilmesi için oluşan olayla sigortalının uğradığı zarar arasında nedensellik bağının olması gerekmektedir. Uygun neden-sonuç ilişkisi illiyet bağı olarak ifade edilir, belli koşulları vardır. Genellikle "işverenin otoritesi altında bulunma" temel ölçüt olmakla birlikte illiyet bağının varlığı her olayın öznel koşulları altında değerlendirilir (Durdu, 2014; Karakaş, 2006).

4.2.1 İş Kazalarının Sebepleri

İş kazaları ile ilgili yapılan araştırmalar; çalışanların kişisel özelliklerinin kazaların meydana gelmesinde büyük oranda etkili olduğunu, bununla birlikte makine, teçhizat ve çalışma ortamındaki hata ve eksikliklerin de kaza nedenleri arasında olduğunu ortaya koymuştur. Bir başka ifade ile, iş kazalarının birinci nedenlerini, çalışanların güvensiz tutum ve davranışları ve işyerindeki güvensiz durumlar oluştururken, ikinci dereceden nedenlerini çeşitli parametrelere bağlı olarak değişen, gelişen üretim süreçleri boyunca yönetim ve denetim eksiklikleri ile işçi ve işverenlerde iş güvenliği kültür ve bilincinin yetersizliği oluşturmaktadır (Camkurt, 2013).

İş kazalarının çeşitli sebepleri olmakla ve nedenler farklı sınıflandırmalara tabi tutulmakla birlikte, yapılan araştırmaların tümü iş kazalarının, beklenmeyen olaylardan, insanlardan, makinelerden ve çevre koşullarından kaynaklandığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, iş kazalarının nedenleri; insanlara bağlı nedenler (beşeri nedenler), fizik ve mekanik çevre koşullarına bağlı nedenler (teknik nedenler) ve beklenmedik olaylar olmak üzere üç ana grupta toplanarak incelenebilir (Camkurt, 2013).

İş kazalarını oluşturan 3 öğe vardır:

- Güvensiz hareketler: İş kazalarının yaklaşık yüzde 50'sini oluşturan bu hareketler çalışan personel tarafından yapılmaktadır.
- Güvensiz durumlar: Makinelerin veya kullanılan cihazların güvenli olmaması ve işyeri donanımlarının uygun olmaması iş kazalarının yüzde 48'ini teşkil eder.
- Tabiattan gelen kazalar: Bu kazalar tüm iş kazalarının yüzde 2'sini teşkil eder. Bu tip kazaların önüne geçmek imkânsız olabilir (Seber, 2012).

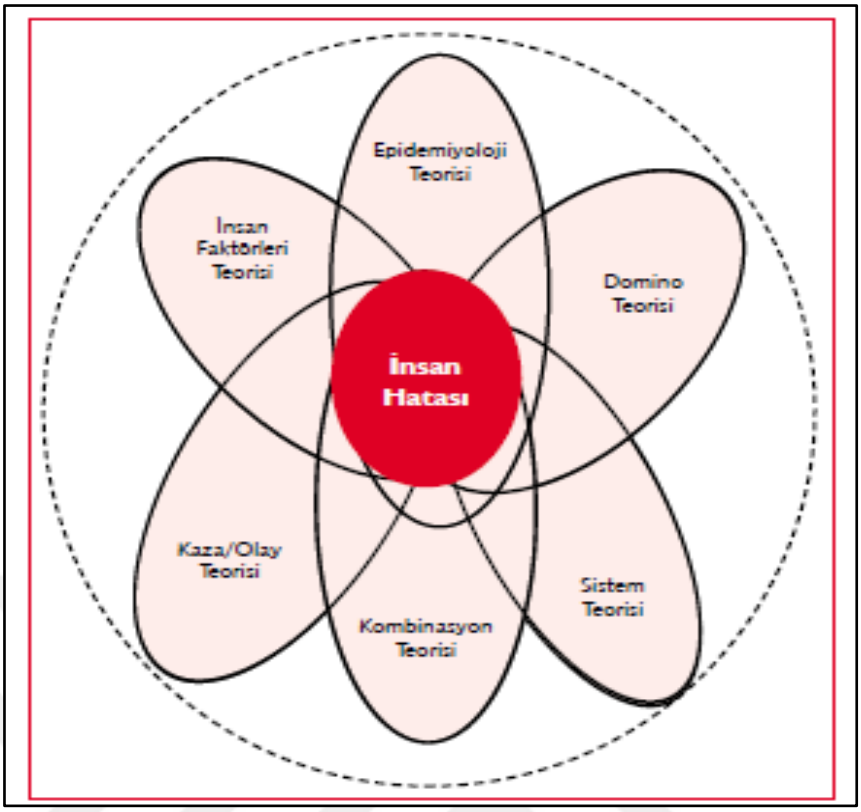
Yukarıda verilen genel bilgilerde de bahsedildiği üzere iş kazalarının oluş sebebi iş ortamı ve çalışma koşullarına bağlı olarak insan, makine ve çevre faktörleridir. Özellikle inşaat ve madencilik gibi sektörlerde hizmet ve üretim proseslerinin vazgeçilmez ekipmanları ağır iş makineleridir. Yapılacak işe uygun iş makinelerinin seçilmemesi, seçilen makinenin amacı dışında kullanılması, makinenin uyarı ikaz bölümlerinin çalışmaması, bakım ve onarım işlemlerinin zamanında yapılmaması, operatör kullanım hataları, uygunsuz şekil ve koşullarda park edilmesi gibi pek çok sebep ile iş makinelerinden kaynaklı iş kazalarıyla karşılaşılmaktadır. Yine iş makineleri ile çalışmada makineden kaynaklı gürültü, titreşim ve oluşan toza maruziyet çalışanlarda meslek hastalıklarına sebep olmaktadır. Ayrıca iş makinelerinin çalışma şartları gereği trafiğe çıkma durumları iş kazalarının yanı sıra trafik kazalarının da yaşanmasına neden olmaktadır. Karayolları Genel Müdürlüğü'nün 2017 trafik kazaları rakamlarında kazaya karışan taşıt cinsine göre 81 bin 139 taşıtın 137' si iş makinesidir. Ülkemizde yaşanan trafik kazalarında, önemli oranda iş makinelerinin sebep olduğu kazalar yer almaktadır.

Türkiye'de açık maden işletmelerinde en sık görülen iş kazaları, %16 ile taşımacılığa bağlı kazalardır (Mallı ve diğer., 2017; Ural ve Demirkol, 2008). Açık maden işletmelerinde ölümlü kazaların en çok rastlandığı araçlar olarak kamyonlar ön plana çıkmaktadırlar. Bu nedenle, açık ocaklarda kamyonlara bağlı ölümlü kazaların araştırılması ve risk değerlendirmesi konusunda çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Mallı ve diğer., 2017).

Bu çalışmada iş kazalarının en yüksek oranda görüldüğü madencilik sektörü ve bu sektörde meydana gelen iş kazalarının en önemli sebeplerinden olan iş makineleri özellikle de kazıcı ekskavatör ve yükleyici kamyonların üretim sırasında manevra operasyonlarında meydana gelen riskler ve alınacak önlemler üzerinde durulmuştur.

4.2.2 *Kaza Teorileri*

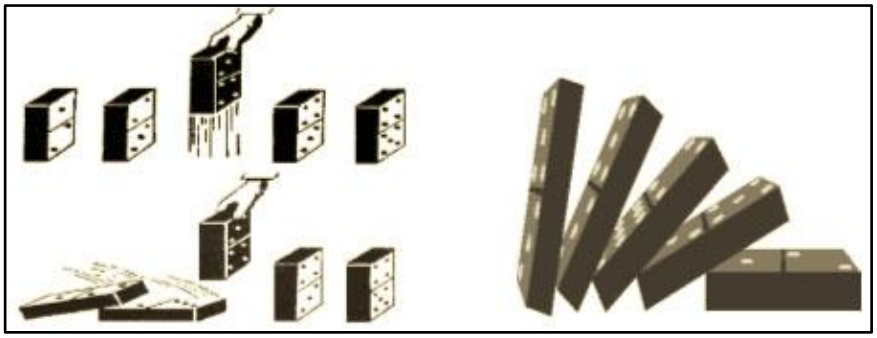
Kaza sebeplerini açıklama için geliştirilen en genel kuramlar şunlardır (Şekil 4.1): Domino Kuramı, İnsan Faktörleri Kuramı, Kaza/Olay Kuramı, Epidemioloji Kuramı, Sistem Kuramı ve Kombinasyon Kuramı' dır (Dizdar, 2001).



Şekil 4.1 Kaza teorileri

4.2.2.1 Domino Kuramı (Kaza Zinciri Teorisi)

İlk geliştirilen kaza sebep teorilerinden biridir. Teori, yaralanmaların bir dizi faktörlerden meydana geldiğini savunur. Bu teoride olaylar beş domino taşının arka arkaya sıralanarak, birbirini düşürmesine benzetilerek açıklanmıştır. Beş temel faktör: Kalıtsal-sosyal çevre, insan hatası, güvensiz eylemler/mekanik veya fiziksel tehlikeler, kaza ve yaralanma. "Kaza Zinciri" de denir (Şekil 4.2). Şartlardan biri gerçekleşmedikçe bir sonraki gerçekleşmez ve zincir tamamlanmadıkça kaza ve yaralanma meydana gelmez (Özkılıç, 2005). İnsan tabiatında bulunan kişisel kusurlar, tehlikeli durum ve hareketlerle birleştiğinde zarara sebep olan kaza meydana gelir. Bu durumda eğitim ve dikkat kazaları önlemede etkili olabilmektedir (Yılmaz, 2013).



Şekil 4.2 Domino etkisi (Özkılıç, 2005)

4.2.2.2 İnsan Faktörleri Kuramı

Bu teori (human factors theory) kazaların oluşumunda insan hatasından kaynaklanan olayları hedef alır. Teori, insan hatasına yol açan üç önemli faktörü içerir: Aşırı yük, uygun olmayan tepki ve yerinde olmayan faaliyetler.

Kullanım kolaylığı açısından kaza sebep teorileri üç geniş kategori altında sınıflandırılmıştır: Kaza-yatkınlık teorileri, işçi kabiliyetlerine karşılık iş talebi teorileri ve psikososyal teoriler (Dizdar, 2001).

Kaza yapan işçinin eğitim ve bilgi eksikliği, işe uygun olmayışı, beceri noksanlığı, iş ile uyumsuzluğu, tecrübesizliği, ilgisizliği, yorgunluğu, heyecanlı veya üzüntülü oluşu, dalgınlığı, dikkatsizliği, düzensizliği ve hastalıkları vb. nedenler insana bağlı kaza sebepleri arasında yeralır; aynı zamanda işçinin kurallara uymaması da insan faktörüne bağlı temel sebepler arasındadır (Yılmaz, 2013).

4.2.2.3 Kaza/Olay Kuramı

Bu teori (accident/incident theory) insan faktörleri teorisinin genişletilmiş bir halidir. İlave olarak; ergonomik yetersizlikleri, hata yapma kararı ve sistem hataları gibi yeni parametreleri içerir.

4.2.2.4 Epidemiyoloji Kuramı

Teori (epidemiological theory), çevre faktörleri ve hastalık arasındaki ilişkiyi belirleme ve çalışma için kullanılan modellerin, çevre faktörleri ile kazalar arasındaki sebepsel ilişkinin açıklanmasında da kullanılabileceğini savunur.

4.2.2.5 Sistem Kuramı

Teori (system theory), bir kazanın oluşabileceği herhangi bir durumu, üç parçadan oluşan bir sistem olarak görür: İnsan, makine ve çevre.

4.2.2.6 Kombinasyon Kuramı

Kazaların bir tek teori ile açıklayamayacağını savunur. Teoriye (combination theory) göre kazaların gerçek sebebi iki veya daha fazla modelin kombinasyonu ile elde edilebilir.

BÖLÜM BEŞ
RİSK YÖNETİMİ VE RİSK ANALİZ METODLARI

Çalışanların işyerlerinde güvenliklerinin sağlanabilmesi, sağlıklarını olumsuz etkileyecek koşulların ortadan kaldırılabilmesi için, kanun ve yönetmelikler çerçevesinde iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşturulması, isg uygulamalarının işveren tarafından sürekli kontrolü ve sistem içerisindeki mevcut tehlike ve risklerin tekrarlı, değişken olması nedeni ile değişen iş yeri koşullarına uygun güncelleştirilmesi gerekmektedir (Tekin, 2009; Can ve diğer., 2015).

4857 Sayılı İş Kanunun 77. maddesinde ‘’ işverenler, işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması için gerekli her türlü önlemi almak, araç ve gereçleri noksansız bulundurmak, işçilerde iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınan her türlü önleme uymakla yükümlüdürler. İşverenler işyerlerinde alınan iş sağlığı ve güvenliği önlemlerine uyulup uyulmadığını denetlemek, işçileri karşı karşıya bulundukları mesleki riskler, alınması gerekli tedbirler, yasal hak ve sorumlulukları hakkında bilgilendirmek, iş sağlığı ve güvenliği eğitimi vermek zorundadırlar’’ denilmektedir (Tekin, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği politikaları oluşturulurken, çalışanların tümü sürece dahil edilerek güvenlik önlemlerini benimsemeleri sağlanmalı, risk değerlendirme çalışmalarında asıl işi yapanların önerileri dikkate alınmalıdır. Bu tutum, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı önlem alma konusunda son derece etkilidir (Can ve diğer., 2015).

Risk değerlendirmesi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı tarafından hazırlanan iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği madde 4’de “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 çalışmalar” olarak ifade edilmiştir. Madde 7’de “(1) Risk değerlendirmesi, tüm işyerleri için tasarım veya kuruluş aşamasından başlamak üzere

tehlikeleri tanımlama, riskleri belirleme ve analiz etme, risk kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması, dökümantasyon, yapılan çalışmaların güncellenmesi ve gerektiğinde yenileme aşamaları izlenerek gerçekleştirilir. (2) Çalışanların risk değerlendirmesi çalışması yapılırken ihtiyaç duyulan her aşamada sürece katılarak görüşlerinin alınması sağlanır" şeklinde bilgi verilmiş, tehlike tanımlaması, risklerin belirlenmesi ve analizi, risk kontrolerinin nasıl yapılacağı, dökümantasyonun nasıl yapılması gerektiği, risk değerlendirilmesi yenileme durum ve süreleri anlatılmıştır.

5.1 Risk Yönetimi

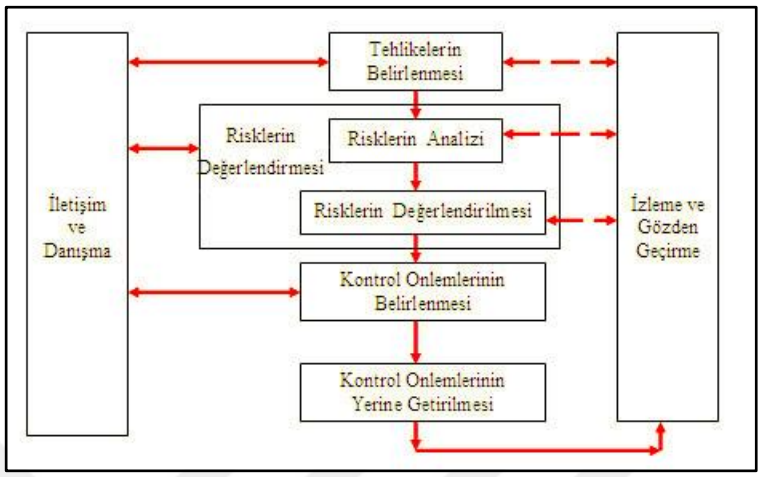
İşyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi kurabilmek için risk politikaları belirlenerek risk yaklaşımı oluşturulmalı ve yönetim tarafından benimsenmelidir. Yönetimin benimsediği bu yaklaşımın uygulamasında yetki ve sorumluluklar belirlenmeli, görev dağılımı yapılmalı, alınacak önlemler için kaynaklar oluşturulmalıdır. Kurumsal risk yönetim kültürünün geliştirilmesi ve her birim çalışanının benimsemesi üst yönetimin desteği ile mümkündür (Özkılıç, 2005). Ayrıca iş sağlığı ve güvenliği risk yönetiminin diğer yönetim sistemleri ile koordineli çalışması kurum bazında bütünlük sağlamaktadır.

Risk yönetimi, insan sağlığı ve çevre güvenliği ile ilgili riskleri analiz ederek, tehlikeleri ve iş kazası veya meslek hastalıklarını engellemek için etkili önlemler alarak güvenli ortam yaratmaktır (Özkılıç, 2005; Can ve diğer., 2015).

Risk değerlendirmesi öngörüye dayalı proaktif bir yaklaşımdır. Yani kaza veya hastalık oluştuktan sonra değil meydana gelmeden önce neden olabilecek durum, davranış ve kaynağa karşı tedbir alma çalışmasıdır (Tekin, 2009).

Risk değerlendirmesi çalışmaları, öncelikle tehlikeyi belirleyen ve tanımlayan, bu tehlikelerden oluşabilecek olası riskleri saptayıp değerlendiren, sürekli kontrol eden ve bu risklere karşı önlemlerin alınıp, uygulandığı bu suretle güvenliği sağlamaya yönelik bir sistem kurgusudur. Sistemi sürekli denetlemek ve yeni çıkabilecek

risklere karşı güncelleştirme yapmak da sistemin vazgeçilmez unsurlarıdır (Tekin, 2009). Şekil 5.1 de risk yönetimi temel basamakları verilmektedir.



Şekil 5.1 Risk yönetimi temel basamaklar (Özkılıç,2005)

Risk değerlendirmesinde hedef; var olan riskleri belirlemek, tehlike kaynaklarını bulmak, etkilerini ve sonuçlarını ön görmek, kabul edilebilir olup olmadığını ve kabul edilemez ise önlemleri belirlemektir. İşveren risk değerlendirmesi yaparak tehlikeleri tanımlar, riskleri önceden tespit eder ve önlem alarak sonuçta çalışanlar için güvenli iş ortamı oluşturur. İş ortamının güvenli olması ile kalite ve verim artar, kurumun prestiji artar, sorumluluklar belirlenir, görev paylaşımı yapılır ve öngörülü yaklaşım sayesinde acil durumlara sürekli hazırlıklı olunur (Yılmaz, 2009).

Risk değerlendirmesinin temeli, riski doğuran tehlike kaynağını yok etmeye yönelik tedbirler almaktır. Bunun gerçekleştirilemediği durumda, önlemler alarak tehlike kaynağının yaratabileceği riski çok düşük olasılıklı bir hale dönüştürebilmektir. Riski sınır değerlerde tutmak, risk tehdidini sürekli gündeme getirecektir (Can ve diğer., 2015).

Risk değerlendirmesi aşağıdaki sorulara cevap vermektedir.

1. Neler tehlikeye sebep olabilir?

2. Tehlikenin sebep olacağı etki ve sonuçlar nelerdir ve bunlar kabul edilebilir düzeyde midir?

3. Bu etki ve sonuçların oluşma olasılıkları nedir?

4. Riskin kabul edilebilir düzeyinin devam ettirilebilmesi için kontrol ve koruma önlemleri yeterli mi (Özkılıç, 2005)?

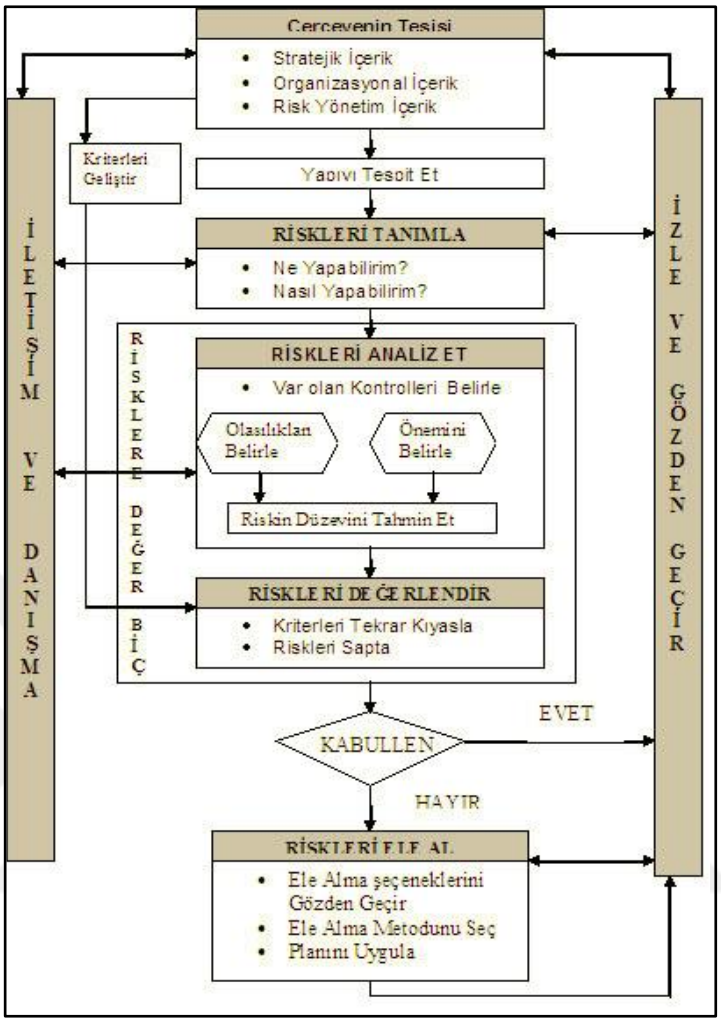
6331 sayılı iş sağlığı ve güvenliği kanunun kapsamında, 29.12.2012 tarihli ve 28512 sayılı "iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği" nde belirtildiği üzere tüm işyerleri risk analizi yaptırmak zorundadır. Risk değerlendirmesi 4857 sayılı iş kanununun 78. maddesinde doğrudan yer almış olup bu maddeye istinaden yapılmaktadır (Can ve diğer., 2015).

Bir işyeri için risk değerlendirmesi yaparken öncelikle işyerinin araştırılması ve işyeri ile ilgili verilerin incelenmesi gereklidir. Bilgi edinilecek konular;

- işyeri ile ilgili isg kanun, tüzük ve yönetmelikleri,
- tehlike sınır, limit değerleri,
- işyerinde daha önce yapılan ölçümler,
- işyerinde çalışanların isg çalışmalarına katkıları,
- işyeri kaza istatistikleri,
- işyeri meslek hastalıkları istatistikleri,
- işyeri denetim raporları,
- işyerinde o tarihe kadar yapılan iş sağlığı ve güvenliği kurul tutanaklarıdır.

Yapılan incelemelerden o işyerine ait iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin ve uygulamalarının zayıf ve kuvvetli yönleri tespit edilir. Değerlendirme sırasında işletmede asıl işi yapan çalışanların düşüncelerine başvurmak onları sisteme dahil etmek çok önemlidir (Tekin, 2009).

İş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi basamakları genellikle aşağıdaki öğelerden oluşur: iş sağlığı ve güvenliği politikası belirleme, plan yapma, uygulama ve operasyon, denetim ve kusur önleyici tedbirler alma, yönetim kontrolü ve sürekli geliştirme (Özkılıç, 2005).



Şekil 5.2 Risk yönetim sistemi (Özkılıç, 2005)

Risk yönetimi bir organizasyonun bütün seviyelerinde uygulanabilir. Uygulama stratejik ve operasyonel seviyede yapılır (Şekil 5.2).

(a) Stratejik seviyede:

Organizasyonun iş sağlığı ve güvenliği risklerinden nasıl etkileneceğini, görevlerini ve hedeflerini içerir. İş sağlığı ve güvenliği risk yönetiminin stratejik seviyede ele alınması;

• Organizasyonun iş sağlığı ve güvenliği yönetim sisteminin oluşturulması ya da güncellenmesini,

• Organizasyona ait stratejik planlamanın risk temeline dayandırılmasını,

• Risk değerlendirme yönteminin risk yönetim yaklaşımı içinde belirlenmesini,
• İş sağlığı ve güvenliği risk kabul edilebilirlik seviyesini ayarlamayı,
• Müşteri memnuniyetinin artmasını sağlar.

(b) Operasyonel seviyede:

Risk yönetimi operasyonel düzeyde, bir organizasyonda kararların verilmesinde sürekliliği ve organizasyonun aktivitelerinin bütünleşmesini kapsar. İş sağlığı ve güvenliği risk yönetiminin operasyonel düzeyde uygulanması ile;

• Organizasyon içinde öncelikli önlem gerektiren alanların belirlenmesi veya iş sağlığı ve güvenliği risklerinin tanımlanması için ön inceleme yapılması,
• Risklerin yönetiminde çalışanların katılımının sağlanması,
• İş sağlığı ve güvenliği risklerinin yönetiminde birim, proje bazında uygulama,
• Yöntem ve teçhizat seçiminde iş sağlığı ve güvenliği açısından değerlendirme yapılması,
• Yeni projelerin planlanma aşamasında iş sağlığı ve güvenliği risklerini minimize etmek,
• Acil planların oluşturulması,
• Mevzuata ve organizasyonel risk kabul kriteri standartlarına uygunluğun saptanması,
• İş sağlığı ve güvenliği dokümantasyonuna kaynak için bilgi sağlanır.

5.2 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Standartlarının Gelişimi

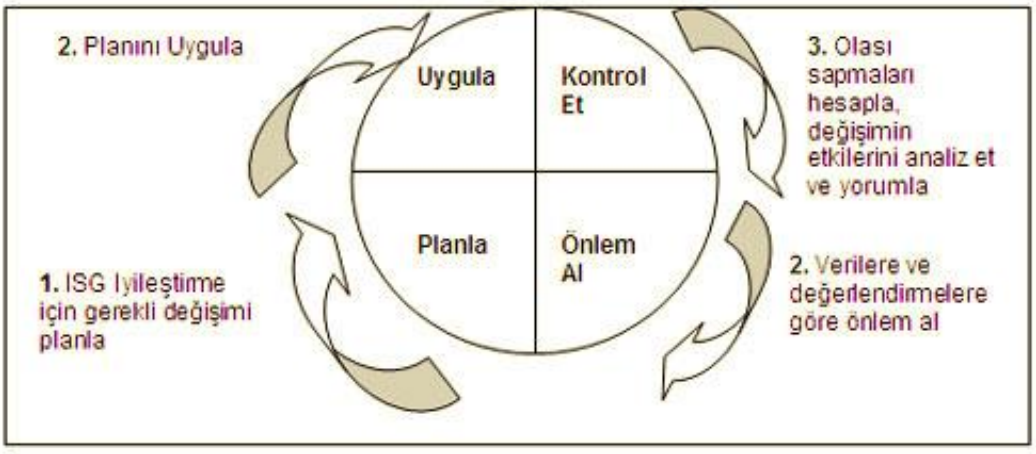
İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili ilk standart "BS 8800" 1996 yılında İngiliz Standart Teşkilatı (BSI) tarafından hazırlanmıştır. Standart yüksek sayıda İngiliz kuruluşunun katılımı ile İngiliz Standart Teşkilatı bünyesindeki teknik komite tarafından hazır hale getirilmiştir. BS 8800 standardı, ISG yönetim sisteminin şartlarını kapsamayan fakat bazı kılavuz bilgiler ve tavsiyeler içeren bir yapıdadır.

Bu standardın yayınlanmasından sonraki süreçlerde İrlanda Ulusal Standartları ve İngiliz Standartlar Teşkilatı gibi farklı kuruluşların katılımları ve katkısı ile 15 Nisan

1999 tarihinde OHSAS 18001 standardı yayınlanmıştır. OHSAS 18001, İngiliz Standartları Enstitüsü BSI (British Standards Institution) tarafından oluşturulan, organizasyonların iş sağlığı ve güvenliği risklerini kontrol etmek ve çalışmalarını geliştirmek amacıyla, tüm dünyada kabul görmüş ve risk değerlendirmesi temeline dayanan bir yönetim sistemidir. OHSAS 18002 ise 1999 da rehber olarak yayınlanmıştır ve organizasyonlarda sistemin nasıl uygulanacağını anlatan destek dokümandır.

OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemleri standardının temel hedefi önleyici özelliğinin olmasıdır. Diğer yandan sistem her ne kadar önleyiciliği temel alma üzerine kurulmuşsa da, gerekli kontrol mekanizmalarını, düzeltici uygulamaları ve geri besleme mekanizmalarını da kapsamaktadır.

OHSAS 18001 yaklaşımın temeli PUKÖ (Planla, uygula, kontrol et, önlem al) döngüsüdür. "PUKÖ" döngüsü değişkenliğin sebeplerini tespit etmek ve kaliteyi arttırmak için kullanılan bir yöntem sistematiği olarak tanımlanabilir (Şekil 5.3). PUKÖ döngüsünde ilk basamak planlama (P), ikinci basamak uygula (U), bir sonraki basamak kontrol et (K) ve en son basamak önlem al (Ö) olmak üzere dört aşamadan oluşur.



Şekil 5.3 PUKÖ Döngüsü aşamaları (Özkılıç, 2005)

Organizasyonların çevre, kalite ve işçi sağlığı ve iş güvenliği sistemlerinin bir bütün olarak koordineli çalışmasını kolaylaştırmak için OHSAS 18001, ISO 9001 (1994) kalite ve ISO 14001 (1996) çevre yönetim sistemi standartları ile uyumlu olarak geliştirilmiştir. Diğer standartlardan bağımsız olarak da uygulanabilen bir standarttır.

5.3 Risk Analiz Metodları

Risk değerlendirmesi yöntemleri kantitatif ve kalitatif olmak üzere iki şekilde gruplanabilir. Kantitatif risk analiz grubunda, risk hesaplanırken matematiksel teoremler kullanılır. Kalitatif risk analizinde ise, tehlikenin olma olasılığı, tehlikenin şiddeti gibi parametrelere sayısal ifadeler verilir ve bu değerler matematiksel ve mantıksal metotlar ile yorumlanarak risk değeri hesaplanır (Seber, 2012).

Bir işletmede risk değerlendirme yöntemlerinin seçim aşaması en önemli aşamadır, bu seçimin yanlış yapılması işletmede maddi ve manevi kayıplara neden olacaktır. Risk haritasının oluşturulması ve başlangıç tehlike analizi yapılırken hangi kalitatif ve kantitatif yöntemlerin seçileceğine, işletmenin kendi ihtiyaçlarına, yapısına, tehlikelerinin büyüklüğüne göre bu konuda uzman kişi tarafından karar verilmelidir.

Tüm işletmelere ve organizasyonlara uygun bir risk analiz metodu mevcut değildir. İşyerinin özelliklerine göre iş sağlığı ve güvenliği uzmanı hangi metodu uygulayacağına karar verir ve uygular.

Risk değerlendirme yöntemleri, risk analizi safhasının matematiksel metotlar kullanılarak değerlendirmenin yapıldığı ana bölümdür. Aşağıda belli başlı risk analiz yöntemleri incelenecektir (Özkılıç, 2005).

- Risk Haritası
- Başlangıç Tehlike Analizi – (Preliminary Hazard Analysis – PHA)
- İş Güvenlik Analizi – JSA (Job Safety Analysis)

- Olursa Ne Olur? – (What if?)
- Çeklist Kullanılarak Birincil Risk Analizi - (Preliminary Risk Analysis (PRA) Using Checklists)
- Birincil Risk Analizi - (Preliminary Risk Analysis (PRA)
- Risk Değerlendirme Karar Matris Metedolojisi(Risk Assessment Decision Matrix)

a) L Tipi Matris

b) Çok Değiskenli X Tipi Matris Diyagramı

- Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (Hazard and Operability Studies-HAZOP)
- Tehlike Derecelendirme İndeksi (DOW index, MOND index, NFPA index)
- Hızlı Derecelendirme Metodu (Rapid Ranking, Material Factor)
- Hata Ağacı Analizi Metodolojisi – HAA (Fault Tree Analysis-FTA)
- Olası Hata Türleri ve Etki Analizi Metodolojisi – HTEA/OHTEA (Failure Mode and Effects Analysis- Failure Mode and Critically Effects Analysis-FMEA/FMECA)
- Güvenlik Denetimi (Safety Audit)
- Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis - ETA)
- Neden – Sonuç Analizi (Cause-Consequence Analysis)

5.3.1 L Tipi Matris Analiz Metodu

Kolay uygulanabilirliği ile bu metot risk analizini yardım almadan yapmak zorunda kalan araştırmacılar için uygundur. Çalışan kişinin tecrübesine göre yöntemin başarı yüzdesi değişiklik gösterir. Organizasyonlarda spesifik olarak acil önlenmesi gereken tehlikelerin tespitinde kullanılmalıdır. Sebep-sonuç ilişkilerinin incelenmesinde L tipi matris tercih edilir (Seber, 2012).

5.3.2 X Tipi Matris Analizi

Tek başına bir analistin yapmasına uygun değildir. Tecrübeli bir lider önderliğinde disiplinli bir takım çalışması gerektirir. 5 yıllık geçmiş kaza

araştırmasına ihtiyaç vardır. Önceden olmuş bir kaza veya olayın yeniden olma ihtimalini değerlendirme sonucunda tehlikenin önlenmesi için alınacak tedbirlerin maliyeti hesaplanır. Risk maliyeti ile kıyaslanır (Seber, 2012).

5.3.3 Fine-Kinley Metodu

Kullanımı kolay olan ve yaygın olarak kullanılan metottur. Bu metot ile olası risklerin sonuçları derecelendirilir. Tehlikenin gerçekleşmesi halinde insan, işyeri ve çevre üzerinde oluşturacağı zarar ya da hasarın şiddeti değerlendirilir. İşyeri istatistiklerinin kullanımına imkân sağlar. Risk değeri yüksekliğine göre alınacak önlemlerin aciliyeti belirlenir ve risk düzeyine göre önem sıralaması yapılır (Seber, 2012).

5.3.4 Hata Ağacı Analizi (FTA)

FTA mekanik veya insan hatalarından kaynaklı tehlikeleri tanımlamaktır. Kantitatif bir tekniktir ve hatayı alt bileşenlere ayırarak inceler. FTA muhtemel alt olayları mantıksal bir diyagramla şematize eder; güvenilirlik ve olasılık teoremleri ile birlikte kullanılır. Daha sonra bulunan kök nedenler FMEA tablosunda irdelenir (Seber, 2012).

5.3.5 Olay Ağacı Analizi (ETA)

Kantitatif bir analiz sistemidir. Operatör hataları ve sistemdeki bozuklukların kazanın sonuçlarını nasıl etkilediğini gösterir. Kaza öncesi ve kaza sonrası durumları gösterdiğinden sonuç analizinde kullanılan başlıca tekniktir. Diyagramın sol tarafı başlangıç olay ile bağlanır, sağ taraf işletmedeki hasar durumu ile bağlanır en üst ise sistemi tanımlar. Eğer sistem başarılı ise yol yukarı, başarısız ise aşağı doğru gider. (Seber, 2012)

5.3.6 Tehlike ve İşletebilme Analizi (HAZOP)

Kimya endüstrisi tarafından, bu sanayinin özel tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir Kimya sektöründeki proseslerde ve kritik sistemlerde uygulanır. Multidisipliner bir tim tarafından, kaza odaklarının saptanması, analizleri ve ortadan kaldırılmaları için uygulanır. Çalışmaya katılanlara, belli bir yapıda sorular sorulup, bu olayların olması veya olmaması halinde ne gibi sonuçların ortaya çıkacağı sorulur. Belli başlı temel kelimeler kullanarak oluşturulan sistemli bir çalışmadır (Seber, 2012).

5.3.7 Neden - Sonuç Analizi

Bu teknik nükleer enerji santrallerinin risk analizinde kullanılmak üzere Danimarka RISO laboratuvarlarında yaratılmıştır. Diğer endüstrileri sistemleri güvenlik düzeyinin belirlenmesi için de adapte edilebilir. Neden-Sonuç Analizi, Hata Ağacı Analizi ile Olay Ağacı Analizi'nin bir harmanıdır. Olaylar arasındaki bağlantı tanımlarken, istenilmeyen sonuçların nedenleri belirlenir. Neden-sonuç diyagramı, detaylıdır bu nedenle Balık Kılçığı Diyagramı şeklinde de ifade edilir. Analiz için bulunan sebepler tartışılarak ve grup üyelerinin önceden basit kontrol çizelgeleri hazırlayıp kullanması ile üretilir (Seber, 2012).

5.3.8 Olursa Ne Olur (What If)..?

Bu metot işlemlerin herhangi bir aşamasında uygulanabilir ve daha az tecrübe gerektirir. Fabrika ziyaretleri ve prosedürlerin gözden geçirilmesi esnasında yararlıdır. Hali hazırda var olan kaçınılmaz potansiyel tehlikelerin tespit edilme oranını yükseltir. Temel soru olarak "Olursa Ne Olur?" ile başlayıp, sorulara verilecek cevaplar değerlendirilir. Sorunların öngörülen sonuçları tespit edilir ve görevliler tarafından her bir sorun için tavsiyeler belirlenir. Riski değerlendiren kişinin sadece bir noktaya dikkatini vermesi ya da sorumlunun tecrübesinin tehlikeyi öngörmesine izin vermemesi sistemin olumsuz yönüdür (Seber, 2012).

5.3.9 Ön Tehlike Analizi (PHA)

Ön tehlike analizi, tesisin son tasarım aşamasında ya da daha detaylı çalışmalara model olarak kullanılabilecek kalitatif bir risk değerlendirme analizidir. Hedefi, üretim sistemindeki veya yöntemindeki potansiyel tehlikeleri tespit ederek maliyet çıkarmak ve saptanan her bir potansiyel tehlike için kaza olasılıklarını belirlemektir. Ön tehlike analizi çalışan bir kişi, tehlikeli parçaları ve durumları belirler ve kontrol listeleri oluşturur. Bu listeler gelişen teknoloji ve üretim ihtiyaçlarına göre düzenlenir. Bu listelerde yer alan tehlikeler bir sonraki aşamada risk değerlendirme sırasında gözden geçirilir. Tehlikeli olay ve durumun her biri için mümkün olan düzeltmeler önleyici önlemler belirlenir. Bu analizin sonucunda, ne tür tehlikelerin hangi sıklıkla ortaya çıktığı ve hangi analiz metotlarının uygulanmasının doğru olduğu saptanır (Seber, 2012).

5.3.10 İş Güvenlik Analizi (JSA)

Bir işletme veya fabrikada işler ve görevler iyi tanımlanmışsa bu metodoloji uygundur. Görevler üzerinde yoğunlaşır. Analiz, bir iş görevinden kaynaklanan tehlikelerin doğasını direkt olarak irdeler. İş Güvenlik Analizi dört aşamadan oluşur:

- Yapı
- Tehlikelerin tanımlanması
- Risklere değer biçilmesi
- Güvenlik ölçüsü (Seber, 2012).

5.3.11 Hata Türleri ve Etki Analizi (HTEA)

En çok tercih edilen metotlardan biridir. Metod ile çalışmada sistemin tamamı veya parçaları ele alınıp; buralardaki kısımlar, aletler ve ya her türlü oluşumda ortaya çıkabilecek sorunlardan, arızalardan birimlerin ve sistemin bütününün nasıl zarar göreceği analiz edilir (Seber, 2012).

HTEA 1960'larda ilk olarak uzay endüstrisinde güvenlik ihtiyaçlarından dolayı bir tasarım metodu olarak geliştirilmiş; daha sonra elektronik, otomotiv başta olmak üzere birçok endüstri alanında yaygın olarak kullanılmıştır (Sankar, 2001; Çelikdemir, 2012). 1988'de Amerika'nın üç büyük otomotiv şirketi Chrysler, Ford ve General Motor tarafından kabul edilerek genel standart olarak benimsenmiştir (Çelikdemir 2012). Günümüzde HTEA; QS 9000, ISO/TS 16949, ISO 9001:2000, OHSAS 18001 ve TS 18001 ve diğer kalite yönetim sistemlerinde bir zorunluluk haline gelmiştir (Eyüboğlu ve Özfırat, 2015).

HTEA'nın literatürde karşımıza çıkan birçok tanımı vardır (Çelikdemir, 2012). HTEA tasarım, proses, sistem ve hizmet ile ilgili bilinen ve/veya olası hataları, yanlışları ve problemleri müşteriye ulaşmadan belirlemeyi, tanımlamayı ve ortadan kaldırmayı amaçlayan mühendislik tekniğidir" şeklinde tanımlanmıştır.

HTEA bir ürün ya da süreçte bilinen veya meydana gelebilecek hataların, önceki deneyimler ya da teknoloji kullanılarak belirlenmesi ve bu hataların olmaması için yapılan bir planlamadan oluşan analitik bir tekniktir.

Bu yöntem, hataların etkisini ve bunları önlemenin adımlarını saptamaya yarayan sistematik bir yaklaşımdır. HTEA güvenilirlik mühendisliğinin bir parçası olarak ürün ve süreç hatalarını analiz eder.

Risklerin her biri bu yöntemde 3 parametre ile analiz edilir. Bu parametreler risk etkisi (şiddet), olma ihtimali (olasılık) ve sezilebilme durumu (fark edilebilirlik) dir.

Risk şiddeti: Hatanın müşteri üzerindeki etki seviyesinin değerlendirilmesidir.
Olma olasılığı: Bir hatanın sebebinin ne kadar sıklıkla gerçekleşebileceğidir.
Fark edilebilirlik: Hata veya hata modunun nedenlerini ürün veya süreç ne kadar iyi tespit ediyor, bunun bir değerlendirmesidir.
Risk öncelik sayısı: Belirlenen şiddet, olma olasılığı ve farkedilebilirlik değerlerinin çarpımıdır. Hata türlerini öncelik sırasına koymakta kullanılır (Çelikdemir, 2012).

Hata türü ve etki analizi aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır:

1-Tehlikelerin tespit edilmesi

2-Hata türü şiddetlerinin, nedenlerinin belirlenmesi

3-Olasılık (Tablo 5.1), şiddet (Tablo 5.2), farkedilebilirlik (Tablo 5.3) ve RÖS değerlerinin belirlenmesi,

4-RÖS' e göre hataların sıralanması, alınacak önlemlerin belirlenmesi (Tablo 5.4)

5-Öngörülen önlemlerin hayata geçirilmesinin ardından RÖS değerlerinin yeniden hesaplanması (Eyüboğlu ve Özfırat, 2015).

Tablo 5.1 Hatanın ortaya çıkma olasılığı ve derecesi (Özkılıç, 2005; Eyüboğlu ve Özfırat, 2015)

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

Tablo 5.1, Tablo 5.2 ve Tablo 5.3 ten yararlanarak her bir hatanın oluşma olasılığı, hatanın kazaya sebep olması halinde, şiddeti ve aynı hatanın fark edilebilirlik değeri 1-10 skalasında derecelendirilir ve bu değerlerin çarpımı ile Risk Öncelik Sayısı (RÖS) hesaplanır (Eşitlik 5.1).

RÖS değerine göre riskler sınıflanır ve Tablo 4'e göre değerlendirilir.

$$\text{RÖS} = \text{O (olasılık)} \times \text{Ş (şiddet)} \times \text{F (fark edilebilirlik)} \qquad (5.1)$$

O: Her bir hatanın meydana gelme olasılık değeri,

Ş: Hatanın ne derece önemli etkisinin olduğunun değeri,

F: Hatanın keşfedilmesinin zorluk derecelendirilmesi,

RÖS: Risk öncelik sayısı.

Tablo 5.2 Şiddetin etkisinin sınıflandırılması (Özkılıç, 2005; Eyüboğlu ve Özfırat, 2015)

Etki	Şiddetin etkisi	Derece
Uyarısız Gelen Yüksek Tehlike	Felakete sebep olacak etkiye sahip ve uyarı vermeden gelen hata	10
Uyarısız Gelen Tehlike	Yüksek oranda ölümlere, ağır hasara sebep olacak etkiye sahip ve uyarı vermeden gelen hata	9
Çok Yüksek	Sistemin bütününün hasar görmesine sebep olan yıkıcı etkiye sahip ölüm ağır yaralanma, 3. derece yanık, vb. etkisi olan hata türü	8
Yüksek	Ekipmanın tamamının zarara uğramasına neden olan ve zehirlenme, ölüm, akut ölüm vb. etkiye sahip hata türü	7
Orta	Sistemin çalışmasını etkileyen, uzuv kaybı , ağır yaralanma, kanser vb. yol açan hata	6
Düşük	Kalıcı iş görememezlik, kırık, 2. derece yanık, beyin sarsıntısı gibi etkiye sahip hata	5
Çok Düşük	Küçük kesik ve sıyrıklar, ezikler gibi hafif yaralanmalara ve kısa vadeli rahatsızlıklara neden olan hata	4
Küçük	Sistemin çalışmasını yavaşlatan hata	3
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında soruna olumsuzluğa yol açan hata	2
Yok	Etki yok	1

Tablo 5.3 Farkedilebilirlik ve dereceleri (Özkılıç, 2005; Eyüboğlu ve Özfırat, 2015)

Farkedilebilirlik	Farkedilebilirlik olasılığı	Derece
Fark edilmez	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği mümkün değil	10
Çok az	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok uzak	9
Az	Hatanın sebebinin keşfedilebilirliği uzak	8
Çok Düşük	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok düşük	7
Düşük	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği düşük	6
Orta	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği orta	5
Yüksek Ortalama	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek ortalama	4
Yüksek	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği yüksek	3
Çok Yüksek	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği çok yüksek	2
Hemen hemen kesin	Hatanın sebebinin ve takip eden hatanın keşfedilebilirliği hemen hemen kesin	1

Tablo 5.4 Risk öncelik sayısı (RÖS) değerlendirmesi (Özkılıç, 2005 ; Eyüboğlu ve Özfırat 2015)

RÖS değeri	Önlem
RÖS<40	Önlem almaya gerek yok
40≤RÖS≤100	Önlem alınabilir
RÖS>100	Önlem alınması gereklidir

Önlem alınması aşamasında risk öncelik katsayısı yüksek olan tehlike kaynaklarından başlanır. Risk öncelik katsayısı eşit olan birden fazla hata türünün olması durumunda önlem alırken öncelik, şiddeti büyük olana verilir ikinci olarak da fark edilebilirlik değeri büyük olan yani zor fark edilebilir hatalar önceliklidir. Yeni uygulamalarla alınan önlemler sayesinde RÖS değeri güvenli seviyeye indirildiğinde yeni RÖS değerleri bulmak ve oluşacak yeni durumlarla karşılaşılacak yeni hata türlerini tespit etmek için yine HTEA yapılır (Çelikdemir, 2012).

BÖLÜM ALTI
AÇIK OCAK MADENCİLİĞİNDE EKSKAVATÖR KAMYON NAKLİYE SİSTEMİNİN HTEA YÖNTEMİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Gelişen teknoloji ile birlikte görülen sanayileşme tüm dünyada çalışma ortamında makinelerin kullanımının artmasına neden olmuştur. Teknoloji geliştikçe makinelerin kullanıldığı yeni sektörler ortaya çıkmış, insan ihtiyaçlarının da değişip çeşitlenmesi ile büyüyen ve gelişen sektörler ile birlikte gün geçtikçe çalışan sayısı artmıştır. Yaşanılan her ortamda olduğu gibi iş ortamında da insan, makine, üretim prosesleri, kullanılan maddeler, çalışma ortam farklılıkları nedeni ile riskler ortaya çıkmış ve iş kazaları ve meslek hastalıkları gündeme gelmiştir. İş kazaları ve meslek hastalıkları özellikle 20 yy. itibari ile hızla artmış ve daha geniş toplulukları etkiler hale gelmiştir. İş kazaları sonucu oluşan maddi ve manevi zararlar hem kaza geçiren kişileri ve ailelerini etkilemekte hem de ülke ekonomisinde önemli bir yük oluşturmaktadır.

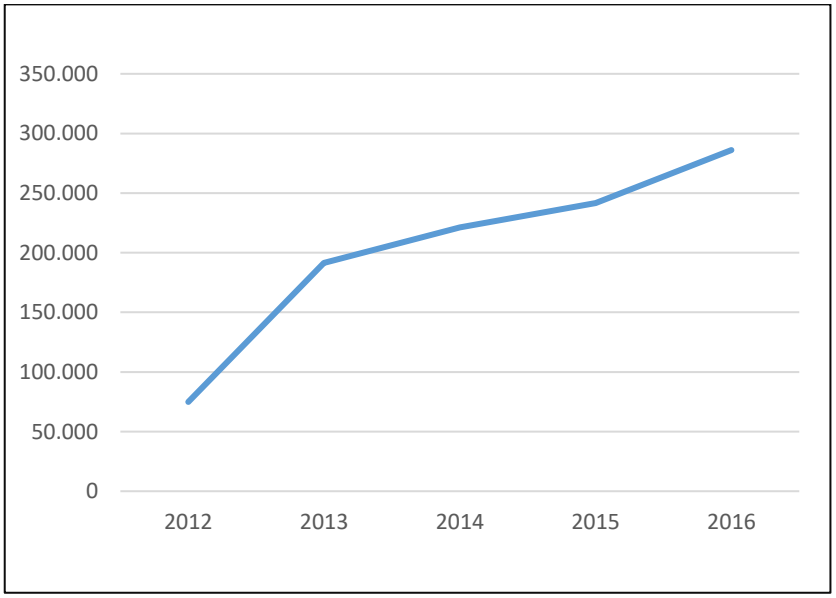
6.1 İş Kazalarının Sektörel İncelenmesi

Yaşamakta olduğumuz 21. yüzyılda çalışmadan kaynaklı kazalar ve hastalıklar içki, uyuşturucu ve savaşlardan çok daha fazla sayıda insanın ölümüne yol açmaktadır. Savaşlar sonucunda yılda 650 binin üzerinde insan hayatını kaybederken, iş kazaları ve meslek hastalıkları dolayısıyla her yıl ortalama 2,7 milyon üzerinde insanın öldüğü, ortalama 2 milyon kişinin meslek hastalığına yakalandığı, dünya üzerinde her gün 1000 çalışanın iş kazası sonucunda hayatını kaybettiği, her yıl 313 milyon iş kazası yaşandığı ve bu kazaların günde 860 bin kişiyi etkilediği görülmektedir. Bu kazalar sonucu ortaya çıkan ortalama maliyet ise yıllık 1,25 trilyon dolar civarındadır. Bununla birlikte konuyla ilgili tespitlerin yapılmasında başlıca sorun dünya çapında, meydana gelen iş kazalarının bildirilmemesi veya eksik bildirilmesidir (Öçal ve Çiçek, 2017).

Dünyanın birçok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkesinde olduğu gibi, meslek hastalıklarının ve meydan gelen iş kazalarının istatistiksel bilgileri ülkemizde de

tutulmakta ve bu işi Sağlık ve Güvenlik Kurumu (SGK) devam ettirmektedir. SGK her yıl bir önceki yıla veya iki yıl öncesine ait iş kazaları ve meslek hastalıkları istatistiklerini paylaşmaktadır. Aşağıda 2012 ve 2016 yılları arasında SGK tarafından derlenen iş kazası sayıları ve oranları verilmektedir. Çok daha detaylı olan bu istatistiklerden bu aşamada genel olarak yararlanılmıştır.

Söz konusu SGK verilerine göre, 2012-2016 yıllarında genel olarak iş kazası sayılarında sürekli ve önemli artışlar görülmektedir. 2012 yılı iş kazası sayısı 74 bin 871 iken bu rakam katlanarak 2013 yılında 191 bin 389' a 2014 yılında 221 bin 366' ya çıkmıştır. 2015 yılı iş kazası sayısı 241 bin 547' dir ve 2016 yılı iş kazası sayısı 286 bin 68 olarak kaydedilmiştir. Buna göre tablo 6.1' de 2012 -2016 yılları arasındaki kazalarda meydana gelen artış oranları ortaya çıkmaktadır. Ayrıca şekil 6.1' de meydana gelen kazaların sayısal değerleri grafiksel olarak verilmektedir.



Şekil 6.1 2012 – 2016 yılları arasında meydana gelen iş kazası sayısı

2012 ile 2016 yılları arasında gerçekleşen iş kazalarının dağılımları sektörel bazlı incelendiğinde hemen hemen aynı sektörler başı çekmektedir. Örneğin 2016 yılında meydana gelen 286 bin 68 adet iş kazasında; inşaat sektörü 44 bin 552 (%15,57) kaza ile birinci, ana metal sanayi 33 bin 697 kaza (%11,77) ile ikinci, gıda ürünleri imalatı ile yiyecek ve içecek hizmeti faaliyetleri 26 bin 977 kaza (%9,43) ile üçüncü sırada

yer almaktadır. Son beş yılın değerleri incelendiğinde ise, bu sektörler genel olarak, inşaat, maden ve metal üretim sektörleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu sektörler iş makinelerinin yoğunlukta kullanıldığı iş alanları olması ile dikkat çekmektedirler.

Tablo 6.1 2012 – 2016 yılları arasında meydana gelen iş kazası sayısında yıllık artış oranı

Yıllar	Artış (%)
2012-2013	291
2013-2014	15,66
2014-2015	10,91
2015-2016	11,08

2015 yılı istatistikleri faaliyet grupları bazında incelendiğinde, 5510 sayılı Kanunun 4/1-a maddesi kapsamında çalışanlar içinde en fazla 51 bin 327 (%21) iş kazası ile metal/makine sektöründe meydana gelmiştir. Bunu 33 bin 361 (%14) iş kazası ile inşaat sektörü, 10 bin 336 (%4) iş kazası ile madencilik sektörü izlemiştir. İş kazası sıklık hızı yüz çalışana oranlandığında sıralama maden sektörü, metal/makine sektörü ve inşaat sektörü olarak değişmektedir. Ölümlü iş kazası istatistikleri incelendiğinde en fazla 473 (%38) ölüm inşaat sektöründe meydana gelmiştir. Bunu 94 (%8) ölüm ile metal/makine sektörü, 79 (%6) ölüm ile maden sektörü izlemiştir (Bayraktar ve diğer., 2017).

Açık ocak maden işletmeciliğinde üretim sırasında dekapaj ve cevher, iş makineleriyle kazılır ve yine iş makineleri yardımı ile yükleme, taşıma ve boşaltma işlemleri yapılarak nakliye edilir. Bu işlemler sırasında hareket ve manevra tehlikeleri, yanlış ve ya kötü kullanma sonucu oluşan tehlikeler, enerji hatlarının neden olduğu tehlikeler, elektriksel tehlikeler, çevresel tehlikeler ve insan faktörünün neden olduğu tehlikeler nedeni ile ölüm veya yaralanma ile sonuçlanan kazalar meydana gelmektedir. Bu kazalar genellikle makinalar çalışır durumdayken veya bakım ve tamiri yapılırken görülmektedir. Ayrıca makinelerle amacı dışında bilinçsizce insan taşınması ve malzeme taşınması sırasında da kazalar yaşanmaktadır.

Ülkemizde ve dünyada maden işyerlerine bakıldığında kazaların sıklıkla maden ekipmanlarından kaynaklı olduğu görülmüştür. 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 madenciliğinde meydana gelen kazaların %77' si maden ekipmanlarına bağlı kazalardır. Ayrıca ölümcül olmayan hasarlı ve hasarsız yaralanmalardan %54' ünün de maden ekipmanlarıyla ilgili kazalar olduğu belirtilmiştir (Bilim ve diğer., 2015; Groves ve diğer., 2007). ABD' de 1995-2005 yılları arasında yeraltı ve açık işletmelerde maden ekipmanlarının sebep olduğu ölümlü kazalar incelendğinde 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 kaynaklandığı görülmüştür (Bilim ve diğer., 2015).

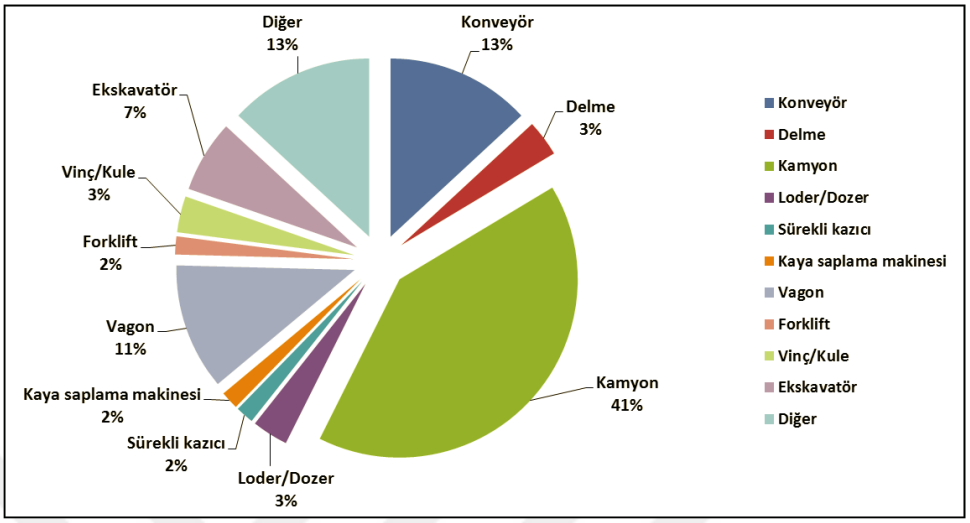
Makine kaynaklı iş kazalarının meydana gelme oranları ülkemiz için de benzerlik göstermektedir. Aşağıda tablo 6.2' de ülkemizde 2012-2014 yıllarında meydana gelen ölümlü kazalarda ekipman kazalarının oranları belirtilmiştir.

Tablo 6.2 Türkiye'de 2012-2014 yıllarında madenlerde meydana gelen ölümlü kazaların ekipman kazalarına oranı (Bilim ve diğer., 2015)

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

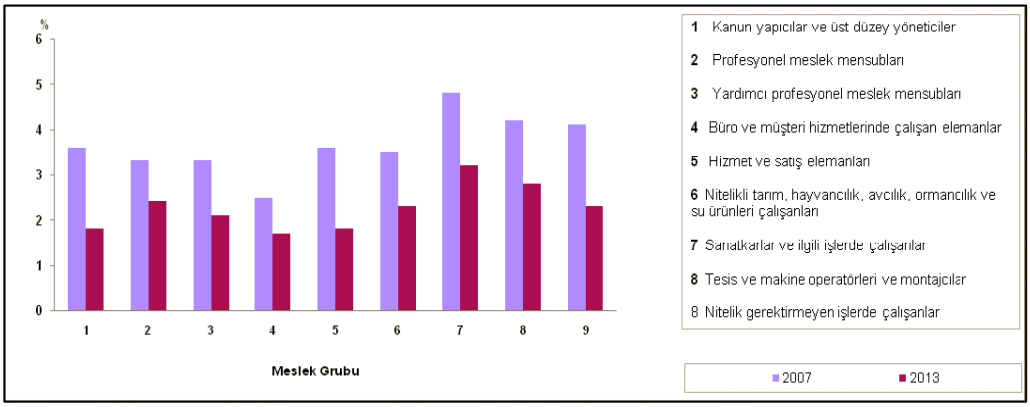
Oransal olarak yüksek olan ekipmana bağlı iş kazalarını önleyebilmek için bu ekipmanların türlerini ve hangileri olduğunu tespit etmek gerekir. Ülkemizde iş kazalarına neden olan ekipman tipleri içerisinde en fazla kazaya neden olan ekipman

(% 41) kamyonlardır. Şekil 6.2' de de görüldüğü üzere kamyonları, konveyör ve vagonlar takip etmektedir.



Şekil 6.2 Türkiye'de 2012-2014 yılları arasında ölümlü kazalara sebep olan maden ekipmanlarının dağılımı

İş kazalarının ve meslek hastalıklarının en çok görüldüğü meslek dallarına baktığımızda en yüksek işe bağlı sağlık sorunu yaşayanların oranı %3,2 ile "sanatkarlar ve ilgili işlerde çalışanlar" grubunda gerçekleşmiştir. Bunu %2,8 ile "tesis ve makine operatörleri ve montajcılar" grubu izlemiştir (Şekil 6.3). İşe bağlı sağlık sorununa maruz kalanların en düşük gözlendiği grup ise %1,7 ile "büro ve müşteri hizmetleri" olmuştur (Türkiye İstatistik Kurumu, 2014).



Şekil 6.3 2007-2013 yılları arasında mesleklere göre işe bağlı sağlık sorunu yaşayanların oranı

Meslek dallarından en çok iş kazası ve ölüm görülen gruplara baktığımızda nitelik gerektirmeyen işler ve makine operatörleri olduğu görülmektedir (Tablo 6.3). Nitelik gerektirmeyen işlerin genellikle çok tehlikeli sınıfa girmesi iş kazalarında eğitimin rolünü ön plana çıkarmaktadır (Üçüncü, 2015).

Tablo 6.3 Meslek gruplarına göre iş kazası sonucu ölümler

Meslekler	Ölüm sayısı	%
Nitelik gerektirmeyen meslekler	987	60,7%
Tesis ve makine operatörleri ve montajcılar	265	16,3%
Sanatkarlar ve ilgili işlerde çalışanlar	143	8,8%
Hizmet ve satış elemanları	100	6,2%
Teknisyenler, teknikerler ve yardımcı profesyonel meslek mens.	55	3,4%
Büro hizmetlerinde çalışan elemanlar	33	2,0%
Yöneticiler	24	1,5%
Profesyonel meslek mensupları	14	0,9%
Nitelikli tarım, ormancılık ve su ürünleri çalışanları	3	0,2%
Silahlı kuvvetler	1	0,1%
Bilinmeyen	1	0,1%
Toplam	1626	

6.2 Açık Ocak Maden İşletmelerinde Manevra Operasyonlarında İş Sağlığı ve Güvenliği

Yukarıda verilen istatistiki bilgiler ışığında madencilik dünyanın en riskli meslekleri arasında gelmektedir. Açık ocak maden işletmelerinde cevherin kazanımı sırasında jeolojik yapı, iş makineleri kullanma zorunluluğu, doğal şartlarla karşı karşıya kalma durumu, üretim aşamaları sırasında uygulanan işlemler (kazı, delme patlatma, nakliyat vb.) sebebiyle tehlike ve risklerle sürekli karşı karşıya kalınmaktadır. Bu sebeptendir ki iş kazaları ve meslek hastalıkları açısından oranın çok yüksek olduğu sektörlerin başında yer almaktadır.

Madencilik sektöründe en çok tercih edilen kazı, yükleme ve nakliyat şekli ekskavatör ve kamyonun birlikte kullanıldığı sistemdir (Şekil 6.4). Bu sistemde cevher, dekapaj kazısı ve kazılan cevherin nakliye aracına yüklenmesi sırasında kullanılan ekskavatörler, kazılan cevherin nakledilmesi ve boşaltılması için

kullanılan kamyonlar, çalışma sırasında pekçok tehlikenin sebebini oluşturmakta ve iş kazalarına sebep olmaktadırlar.



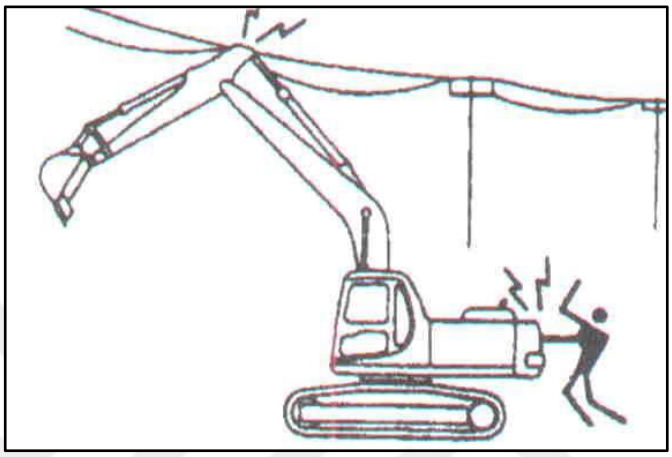
Şekil 6.4 Ekskavatör kamyon nakliye sistemi (Kişisel arşiv, 2015)

Makinelerden kaynaklı oluşan kazalar, genellikle ya makineler çalışır durumda iken ve ya tamir bakım yapılması esnasında meydana gelmektedirler. Bu durumlar dışında malzemelerin ve yüklerin taşınması sırasında da kazalar yaşanmaktadır (Bilim ve diğer., 2015).

Konuyla ilgili yapılan diğer araştırmalar incelendiğinde açık ocak maden işletmelerinde ölümlü kazalara sebep olan araçlar arasında kamyonlar ön plana çıkmaktadırlar (Bilim ve diğer., 2015).

Ağır iş makinelerinin sebep olduğu iş kazalarını belirleyip, nedenlerini incelediğimizde makinelerden kaynaklı riskleri daha doğru tespit edebiliriz. Makinelerin birbiriyle çarpışması, çevrelerindeki insan ve nesnelere çarpması sonucu

zarar vermesi, iş makinelerinin çalışma sırasında enerji-boru hatlarına zarar vermesi, iş makinelerinin devrilmeleri, makineden yük düşmesi ya da makine ataçmanının düşmesi, operatörlerin binme inme ve ya makinelere asılmaları sırasında düşmesi, ekipmanların çalışma alanına habersiz girilmesi sonucu çarpmalar ve ölümlü kazalar en sık rastladığımız makine kaza örneklerindendir (Şekil 6.5).



Şekil 6.5 İş makineleri ile enerji nakil hatlarına temas (Küçükkahveci, b.t)

Oluşan kazaların nedenlerini incelediğimizde aslında nelere dikkat ederek, hangi konularda önlem alarak daha güvenli bir iş ortamı yaratabileceğimizin cevabını bulmuş oluruz. Makinelerle çalışmada teknik açıdan uygun yolun genişliği ve eğimi, operatörün hız limitlerine uyması, operatörün iş güvenliği ile ilgili eğitimli olması, iş makinesini amacı dışında insan taşımak için kullanmaması, makineyi kapasitesinin üzerinde yüklememesi, trafik kurallarına da uyması, makine çalışır durumda iken terketmemesi, makine ile özellikle geri manevra yaparken tüm işaret ve işaretçilere uyması ve makinenin mesafe uyarı sistemlerinin sürekli çalışır durumda olması, iş makinelerinin görüş açılarını kör nokta dahil mümkün olduğunca maksimum çıkarmak konusunda kamera sistemlerinin olması, park halindeki makinelerin takoz ile desteklenmesi ve ataçmanların mutlaka zemine indirilerek bırakılması, iş makinelerinin çalışma alanına sadece görevlilerin girebilmesi, operatörlerin araca binme ve inmeleri sırasında basamakları ve trabzanları kullanmaları, operatörlerin yorgun uykusuz olmamaları, operatörlerin kendilerine verilen kişisel koruyucu donanımları kullanmaları, operatörü koruyacak iş makinesi kabin tasarımı,

operatörlerin enerji hatlarına zarar vermemeleri için uyarı işaretlerinin bulunması, makinelerin bakım onarım işlemi sırasında motorlarının durdurulmuş olması, arızaları önlemek adına makinelerin bakım onarım periyotlarına uyulması ile oluşabilecek riskleri azaltarak iş kazalarına (Şekil 6.6) karşı önlem alınabilir.

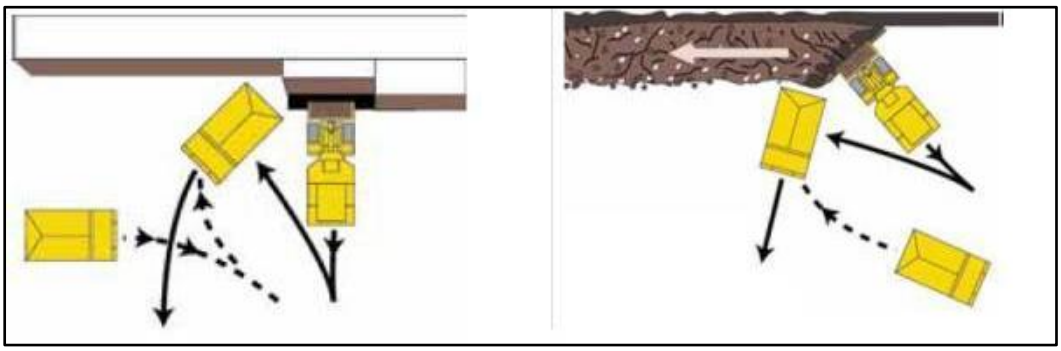
Ayrıca iş makinesi operatörleri ve kamyon şoförlerinde tüm vücut titreşimine maruz kalmak sırt ve bel bölgesinde ağrı, üst bacakta kas spazmı veya uyuşmaya sebep olmakta mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarına risk oluşturmaktadır. 22.08.2013 tarihli ve 28743 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan "Çalışanların Titreşimle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelikte" bütün vücut titreşimi için sekiz saatlik çalışma süresi içinde günlük maruziyet sınır değeri 1,15 m/s^2 olarak belirlenmiştir. Yine iş makinelerinin çalışırken çıkarmış olduğu gürültünün hem fizyolojik hem de psikolojik riskleri mevcuttur. Gürültü zararlarının meslek hastalığı sayılabilmesi için gürültülü işte en az iki yıl, gürültü şiddeti sürekli olarak 85 dB' nin üstünde olan işlerde en az 30 gün (1 ay) çalışılmış olması gereklidir. Açık ocaklarda çalışmada normalin üstünde sıcaklık ve nem koşulları da çalışan sağlığı açısından risk yaratan durumlardandır.

Operatörlerin %17' sinin gürültü ölçüm sonuçları ilgili mevzuatta yer alan en düşük maruziyet eylem değeri olan 80 dB (A)' nın üzerindedir (Öztürk, 2016). Operatörler arasında da kaya kamyonu ve paletli ekskavatör operatörlerinin en yüksektir. BVT maruziyeti için de yine paletli ekskavatör ve dozer operatörlerinin en fazla maruziyet değerlerine sahip olduğu söylenebilir.

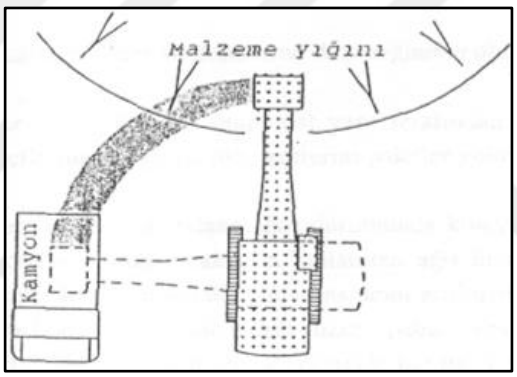
6.3 Ekskavatör Kamyon Nakliye Sistemi Çalışma Analizi

Açık maden ocağı işletmelerinde en sık görülen kazalarda, kazı ve yükleme işlerinde kullanılan ekskavatör ve nakliye işlerinde kullanılan kamyonların ön planda olduğu görülmektedir. Şekil 6.6 ve şekil 6.7' de yükleme sırasında yükleyici ve kamyonun pozisyon ve manevraları görülmektedir. Bu işlemler sırasında yükleyicinin türüne göre kamyonun yükleyiciye manevra yaparak yanaşması ve aynı şekilde lastik tekerlekli yükleyicinin de manevra yapması gerekmektedir.

Karşılaştığımız tehlikeli durum ve tehlikeli hareketler, bu makinelerin kullanımı ve manevra operasyonları sırasında ortaya çıkmaktadır.



Şekil 6.6 Lastik tekerlekli yükleyici çalışma şekli (Kun, 2014)

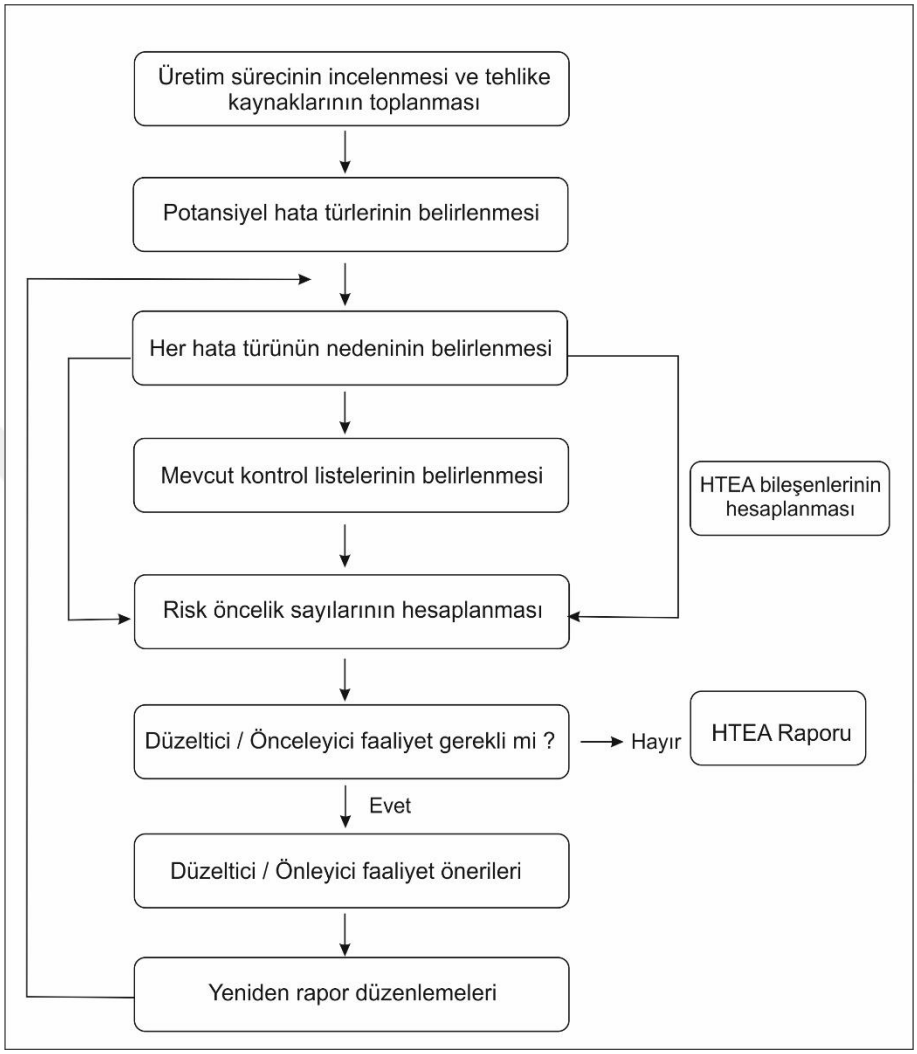


Şekil 6.7 Halatlı ekskavatörün bir tam çalışma döngüsü (Köse ve Mallı, 2012; Kun,2014)

Bu çalışmada ekskavatör ve kamyonların yükleme, boşaltma ve nakliye işlemleri sırasında kazalara neden olabilecek tehlike ve riskler, mevcut durum için tespit edilmiş, hata türü etki analizi yöntemi ile değerlendirilmiş ve önerilen önlemler sonrasında riskler yeniden gözden geçirilmiştir (Şekil 6.8).

HTEA yöntemi uygulanarak hatanın ortaya çıkma olasılığı, bu hatanın kazaya yol açması durumunda şiddeti ve bu hatanın fark edilebilirlik değerleri 1-10 skalasında derecelendirilmiştir. Her bir hata için risk öncelik sayısı (RÖS) değeri olasılık (O), şiddet (Ş) ve fark edilebilirlik (F) değerlerinin çarpımı ile hesaplanmıştır (Tablo 6.5). Tablo 6.4' de görüldüğü üzere RÖS değeri 40'dan küçük olduğunda önlem almaya

gerek yoktur. RÖS değeri 40 ile 100 arasında iken önlem alınabilir. RÖS değeri; 100'ün üzerinde ise önlem alınması mutlaka gerekmektedir.



Şekil 6.8 Hata türü etki analizi basamakları

Tablo 6.4 RÖS değeri skalasına göre önlem alma gerekliliği

RÖS Değeri	Önlem
RÖS<40	Önlem almaya gerek yok
40≤RÖS≤100	Önlem alınabilir
RÖS>100	Önlem alınması gereklidir

Açık işletmelerde önemli bir risk analiz yöntemi olan HTEA ile ekskavatör ve kamyonların çalışma sahasında ve üretim sırasında sebep olabileceği tehlikeler, riskler ve alınabilecek önlemlerin etkileri tablo 6.5' de değerlendirilmiştir.

Tablo 6.5 HTEA yöntemi ile mevcut durum risk değerlendirme

Hata no	Hatanın cinsi	Risk	Mevcut durum			
			O	Ş	F	RÖS
1	Operatörün aracın aynalarını, uyarı sistemlerini kontrol etmemesi	İş makinesinin geri manevra yaparken çalışana çarpması	4	6	7	168
2	Operatörün çalıştığı zemini ve boşalttığı malzemeyi kontrol etmemesi	İstifin yıkılması, Çalıştığı zeminde toprak kayması sonucu makinenin devrilmesi	6	7	6	252
3	Operatörün mola sırasında iş makinesinin yüklü ataçmanını aşağıya indirmemesi	Yukarıda bırakılan ataçmanlardan yüklerin düşmesi	3	6	4	72
4	Yol eğimlerinde hata	İş makinesinin devrilmesi, arızalanması, frenin tutmaması,	6	8	6	288
5	Yol genişliklerinin yeterli olmaması	İş makinesinin manevra yapamaması	4	5	3	60
6	Araçların üzerlerine azami yük değerlerinin açıkça görülecek şekilde yazılmaması	İş makinesinin devrilmesi	7	6	5	210
7	Operatörün iş makinesini amacının dışında kullanması	İş makinesinin arızalanması, işin aksaması, çevredeki çalışanlara zarar vermesi	7	7	3	147

Tablo 6.5 devamı

Hata no	Hatanın cinsi	Risk	Mevcut durum			
			O	Ş	F	RÖS
8	Yürürlükteki mevzuata göre, iş makinesinin periyodik olarak kontrol ve bakımlarının yapılmaması	İş makinesinin arızalanması sonucu işin aksaması, iş makinesinin freni tutmaması, halatın kopması	6	6	5	180
9	Makinelerin eğitim almış o makineye ait uygun ehliyeti olan operatör tarafından kullanılmaması	İş verimliliğinde düşüş, çalışanlara çarpma, diğer iş makinelerine çarpma	4	6	8	192
10	Operatörün iş makinesine çıkıp inerken basamak ve korkulukları kullanmaması	İş makinesine çıkıp inerken düşme	3	6	4	72
11	Damperin veya makinenin Elektrik hattına teması	İş makinesinde arıza, yangın, can kaybı	2	6	7	84
12	Operatörün yorgun olması	İş verimliliğinde düşüş, çalışanlara çarpma, diğer iş makinelerine çarpma	5	7	7	245
13	Makinenin tamir bakımı sırasında operatörün dikkatli olmaması, bilgisiz olması	Operatörün ve ya çalışanların yaralanması ya da can kaybı	3	4	7	84
14	İş makinesini hız limitlerinde kullanmama	Başka araca ya da çalışana çarpma, iş makinesinin devrilmesi	8	7	5	280
15	Operatörün kişisel koruyucu donanım kullanmaması	Gürültü ve titreşime bağlı meslek hastalığı, yaralanma, can kaybı	4	5	5	100
16	Yolda trafik uyarı ve ikaz işaretlerinde eksiklik	Başka makine ile çarpışma, bir yere ya da bir kişiye çarpma	7	7	6	294

Tablo 6.5 devamı

Hata no	Hatanın cinsi	Risk	Mevcut durum			
			O	Ş	F	RÖS
17	Gece çalışmalarında yetersiz aydınlatma koşulları	Manevra zorluğu, diğer araçlara ve ya çalışanlara çarpma	7	7	5	245
18	Operatörün psikososyal yönden olumsuz etkilenmiş olması	Diğer araç, makine ve çalışanlara çarpma	6	5	8	240
19	Manevracı olmaması	Çarpma	5	6	4	120
20	Çalışma döküm alanında ve yollarda bariyer olmaması	İş makinesinin devrilmesi	7	7	3	147
21	İşçilerin yürüyüş alanlarının ayrı olmaması	İşçi yaralanması, can kaybı	7	7	4	196
22	Ortamın tozlu olması ve stabilize olmaması	Çalışanlara çarpma, diğer iş makinelerine çarpma, yükleme sırasında yük düşmesi	5	6	5	150
23	İş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşturulmaması ve eğitimlerin ciddiyetle verilmemesi	Yaralanma, can kaybı, maddi kayıplar	6	7	5	210

Tablo 6.6 HTEA yöntemi ile önlem sonrası risk değerlendirme

Hata no	Hatanın cinsi	Alınacak Önlem	Değerlendirme			
			O	Ş	F	RÖS
1	Operatörün aracın aynalarını, uyarı sistemlerini kontrol etmemesi	Uyarı sistemlerinin ve aynaların sürekli kontrolüne zorlanması ve ceza uygulaması	2	6	3	36
2	Operatörün çalıştığı zemini ve boşalttığı malzemeyi kontrol etmemesi	Zemin uyarı işaretleri ve bilgilendirme	3	7	2	42

Tablo 6.6 devamı

Hata no	Hatanın cinsi	Alınacak Önlem	Değerlendirme			
			O	Ş	F	RÖS
3	Operatörün mola sırasında iş makinesinin yüklü ataçmanını aşağıya indirmemesi	Park etme alanlarında uyarı işaretleri, konuyla ilgili eğitim	1	6	2	12
4	Yol eğimlerinde hata	Yol eğimlerinin kontrol edilmesi ve yeniden projelendirilmesi, yol eğimleri hakkında bilgilendirme	4	6	3	72
5	Yol genişliklerinin yeterli olmaması	Yolların makine ve ekipmana uygun şekilde genişletilmesi	2	3	1	6
6	Araçların üzerlerine azami yük değerlerinin açıkça görülecek şekilde yazılmaması	Azami yük değerlerinin yazılması ve bu değerlere uygun yükleme yapılmasının kontrolü	4	4	2	32
7	Operatörün iş makinesini amacının dışında kullanması	Cezai yaptırımlar uygulanması	5	7	1	35
8	Yürürlükteki mevzuata göre, iş makinesinin periyodik olarak kontrol ve bakımlarının yapılmaması	Araç bakım kartlarının düzenli tutulmasının sağlanması ve periyodik bakımlarda teknik servis yardımı ve takibi	3	4	3	36
9	Makinelerin eğitim almış o makineye ait uygun ehliyeti olan operatör tarafından kullanılmaması	İşe alımlarda iş makinesi operatörlük belgesi ve G sınıfı ehliyetin kontrolü	2	6	3	36

Tablo 6.6 devamı

Hata no	Hatanın cinsi	Alınacak Önlem	Değerlendirme			
			O	Ş	F	RÖS
10	Operatörün iş makinesine çıkıp inerken basamak ve korkulukları kullanmaması	Operatörün konuyla ilgili eğitilmesi ve iş kazaları hakkında bilgilendirilmesi	2	6	2	24
11	Damperin veya makinenin Elektrik hattına teması	Hatların geçtiği yerler hakkında bilgilendirme ve hat üzerinde uyarı işaretleri	1	6	2	12
12	Operatörün yorgun olması	Çalışma şartlarının iyileştirilmesi (saatler, iş yükü)	2	5	3	30
13	Makinenin tamir bakımı sırasında operatörün dikkatli olmaması, bilgisiz olması	Operatörün eğitilmesi, tamir bakımın profesyonel ekipler tarafından yapılması	1	2	3	6
14	İş makinesini hız limitlerinde kullanmama	Araçlara takometre takılmalı, araç takip sistemi kurulmalı	3	7	2	42
15	Operatörün kişisel koruyucu donanım kullanmaması	Kişisel korucu donanım kullanmama durumunda ceza verilmesi, eğitim verilmesi	2	3	2	12
16	Yolda trafik uyarı ve ikaz işaretlerinde eksiklik	İşaretlerin tamamlanması ve değişen durumlara göre yenilenmesi ve varolanların temizlenmesi	3	5	2	30
17	Gece çalışmalarında yetersiz aydınlatma koşulları	Aydınlatmanın arttırılması, iyileştirilmesi	3	5	2	30

Tablo 6.6 devamı

Hata no	Hatanın cinsi	Alınacak Önlem	Değerlendirme			
			O	Ş	F	RÖS
18	Operatörün psikososyal yönden olumsuz etkilenmiş olması	Kurum doktoru tarafından işçilerin sürekli kontrolü ve psikiyatr yardımı	4	5	3	60
19	Manevracı olmaması	Manevracı görevlendirilimesi	2	3	1	6
20	Çalışma döküm alanında ve yollarda bariyer olmaması	Yol kenarlarına bern, bariyer konulması	4	7	1	28
21	İşçilerin yürüyüş alanlarının ayrı olmaması	İşçilerin yerdeğiştirmeleri için ayrılmış yürüme yolu sağlanması	2	5	2	20
22	Ortamın tozlu olması ve stabilize olmaması	Nakliye yollarının ıslatılması, üretim sırasında gerekli hallerde toz bastırıcıların kullanılması	2	4	2	16
23	İş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşturulmaması ve eğitimlerin ciddiyetle verilmemesi	İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin sürekli, yönetmeliklere uygun ve değişen durumlarda tekrar verilmesi	2	7	1	14

6.4 Değerlendirme Ve Öneriler

Yapılan araştırma sonuçlarına göre mevcut durumda 100’ ün üzerinde çıkan RÖS değerlerinin önlemler alındıktan ve uygulandıktan sonra 100’ ün altına düştüğü gözlenmiştir (Tablo 6.6).

Çalışmada belirlenen temel risk etkenleri, mevcut durum değerleri; operatörün aracın aynalarını, uyarı sistemlerini kontrol etmemesi 168>100, operatörün yükleme,

boşaltma sırasında çalıştığı zemini ve boşalttığı malzemeyi kontrol etmemesi 252>100, yol eğimlerinde hata 288>100, araçların üzerlerine azami yük değerlerinin açıkça görülecek şekilde yazılmaması 210>100, operatörün iş makinesini amacının dışında kullanması 147>100, yürürlükteki mevzuata göre, iş makinesinin periyodik olarak kontrol ve bakımlarının yapılmaması 180>100, makinelerin eğitim almış o makineye ait uygun ehliyeti olan operatör tarafından kullanılmaması 192>100, operatörün yorgun olması 245>100, iş makinesini hız limitlerinde kullanmama 280>100, yolda trafik uyarı ve ikaz işaretlerinde eksiklik 294>100, gece çalışmalarında yetersiz aydınlatma koşulları 245>100, operatörün psikososyal yönden olumsuz etkilenmiş olması 240>100, manevracı olmaması 120>100, çalışma döküm alanında ve yollarda bariyer olmaması 147>100, işçilerin yürüyüş alanlarının ayrı olmaması 196>100, ortamın tozlu olması ve stabilize olmaması 150>100, iş sağlığı ve güvenliği kültürünün oluşturulmaması ve eğitimlerin ciddiyetle verilmemesi 210>100 olarak hesaplanmıştır. Alınan önlemlerden sonra riskin meydana gelme olasılığı azalmış, bazı risklerin etkisi de azalmış, bununla birlikte fark edilebilirliği artmış, sonuç olarak RÖS değerleri 100 ün altına düşmüştür. Böylece işyerindeki güvenlik şartları iyileştirilmiştir (Tablo 6.6).

Önlem almaya RÖS değeri en yüksek çıkan hata türünden başlanmalıdır. Yapılan değerlendirmede en yüksek RÖS değeri 294 ile trafik uyarı ve ikaz işaretlerindeki eksiklik sebebiyle oluşan tehlikeli durumdan kaynaklı hata türü olmuştur. Yine yol eğimlerinin yanlış hesaplanması sonucu oluşan tehlikeler en acil alınması gereken önlemlerden bir diğeridir. İş makinesini hız limitlerinde kullanmama operatör kaynaklı hatalardan karşımıza çıkan en acil önlem alınması gereken hata türüdür. İş makinelerinin hız limitlerinin üzerinde kullanılması nedeni ile sıklıkla karşılaştığımız riskler, araçlara takılacak hız ölçüm cihazları ve kurulacak araç takip sistemi ile ve en önemlisi operatörlerin hız kurallarına uymadıklarında ne tür felaketlere yol açabileceklerinin farkındalığının arttırılması için verilecek ve sık sık tekrarlanacak eğitimler ile önlem alınması zorunlu seviyeden önlem alınabilir seviyeye indirilmiştir. Operatörün yükleme, boşaltma sırasında çalıştığı zemini ve boşalttığı malzemeyi kontrol etmemesi durumunda istifin yıkılması, çalıştığı zeminde toprak kayması sonucu makinenin devrilmesi gibi riskler karşımıza çıkmakta ve zemin uyarı

işaretleri, operatörü bilgilendirme gibi önlemlerle olasılık azaltılırken, farkedilebilirlik arttırılmakta ve RÖS değeri daha güvenli bir seviyeye çekilmektedir. 245 RÖS değeri ile eşitlik sağlayan hata türleri, operatörün yorgun olması ve gece çalışmalarında yetersiz aydınlatma koşulları önlem alma önceliğine göre değerlendirildiğinde şiddet değerine bakılır. Bu iki hata türünün şiddet değerleri de aynı olduğundan olasılık ve farkedilebilirlik değerlerinden farkedilebilirlik değeri yüksek olan operatörün yorgun olması ile ilgili hatada önlem almak öncelik kazanır.

Yol eğimlerin de hata, yolda trafik uyarı ve ikaz işaretlerinde eksiklik, iş makinesinin periyodik olarak kontrol ve bakımlarının yapılmaması gibi teknik konularda karşımıza çıkan hatalar da iş makinesinin devrilmesi, arızalanması, frenin tutmaması gibi sonuçlarla başka nesneye çarpma ya da çalışana çarpmaya sebep olabilecek kazalara temel oluşturabilir. Yol eğimlerinin mühendisler tarafından kontrol edilmesi ve yeniden projelendirilmesi, yol eğimleri hakkında bilgilendirme, eksik yol işaretlerinin tamamlanması ve değişen durumlara göre yenilenmesi ve varolanların temizlenmesi, araç bakım kartlarının düzenli tutulmasının sağlanması, periyodik bakımlarda teknik servis yardımı ve takibi gibi önlemler alınarak RÖS değeri 100' ün altına çekilmiştir (Tablo 6.5).

Operatörün psikososyal yönden olumsuz etkilenmiş olması, operatörün yükleme, boşaltma sırasında çalıştığı zemini ve boşalttığı malzemeyi kontrol etmemesi, operatörün aracın aynalarını, uyarı sistemlerini kontrol etmemesi, operatörün iş makinesini amacının dışında kullanması, operatörün makineleri eğitim almadan ya da o makineye ait uygun ehliyeti olmadan kullanması, operatörün yorgun olması gibi operatöre bağlı hata türleri öncelikle operatörlere verilecek iş sağlığı ve güvenliği uygulamalı eğitimleri, konuyla ilgili farkındalık yaratılması aynı zamanda kurumda oluşturulmuş iş sağlığı güvenliği kültürü ile önlenebilir. İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin sürekli, yönetmeliklere uygun ve değişen durumlarda tekrarlanması önemli iken operatörler ile ilgili hataların önlenmesinde cezai yaptırımların olumlu sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Genel tedbirler olarak baktığımızda açık ocak madenciliğinde, yükleme yerlerinde tehlikeli durumları en aza indirmek için yükleme işlerinde mutlaka manevracı görevlendirilmelidir. Operatörler görev yerlerini asla terk etmemeli ve araçları çalışır durumda iken araçlarına inip binmemelidirler. Herhangi bir yükleyicinin kepçesi dolu halde iken, kamyon şoför kabini veya diğer motorlu araçların üzerinden geçirilmemelidir. Çalışanların, yükleme yapılan nokta ile cevher aynası arasında ve yükleme kepçesinin geçtiği yerlerde bulunması engellenmelidir. Büyük boyutlu kaya parçaları yükleme öncesi kırılarak boyut küçültme ile daha güvenli yüklenebilir. Yüklenen malzeme, nakliye sırasında yola dökülmeyecek şekilde ve araçların taşıyabileceği azami sınırlar zorlanmadan yüklenmelidir. İş makineleri kapasitelerinin üzerinde ve amaçlarının dışında çalıştırılmamalıdır.

Boşaltma işlerinde ise iş makinesi veya kamyonun ağırlığını taşıyamayacak durumunda olan döküm sahalarındaki şev kenarında, taşınan malzeme şev kenarına güvenlikli bir mesafede dökülmelidir. Kenarlarda etkili bir set olmadıkça veya kamyon şoförünü yönlendirecek bir manevracı görevlendirilmedikçe kamyonlar taşıdıkları malzemeyi döküm sahası kenarlarından boşaltmamalıdırlar. Manevracı reflektif şeritli yelek ve pantolon giymeli, tüm sürücüler tarafından görülecek güvenli bir yerde durmalıdır (Koçali, 2018). Döküm işlemleri sırasında şoförün döküm sahasına güvenli bir şekilde yaklaşması için işaret çizgileri veya levhaları kullanılmalıdır. Görevli olmayan işçilerin araç manevra alanına girmeleri engellenmelidir. Yağcılar operatörle net bir şekilde anlaşmadan ve makine durdurulmadan makineye yaklaşmamalıdır. Döküm çalışması gece yapılacak ise çalışma alanı ve döküm sahası kenarları yeterli düzeyde aydınlatılmalıdır. Damper veya kepçe kalkık iken altına mutlaka takozlama yapılmalıdır.

Açık işletmelerde iş makinesi kullanan operatörler ayrıca meslek hastalığı yönünden de gürültü, titreşim ve toz maruziyeti riskleri ile karşı karşıya kalabilmektedir. Mevcut maruziyetlerin en aza indirilmesi için önleyici mühendislik önlemlerinin alınması ve operatörlerin kişisel koruyucu donanım kullanmaları gerekmektedir. Kontrol hiyerarşisi çözüm önerilerinin sunulması noktasında oldukça önemlidir (Öztürk, 2016). Bu çalışmada maden ocaklarında çalışanların sağlığını

etkileyen, meslek hastalığına sebep olan toz, gürültü vb. risklerden genel olarak bahsedilmiş ancak çalışma iş kazalarını kapsadığı için risk değerlendirmesi içine alınmamıştır.

Sonuç olarak daha güvenli bir çalışma ortamı yaratmak için risk kaynaklarını tespit edip riski kaynağında yok etmek, tehlikeli olanı daha az tehlikeli olanla değiştirmek, mühendislik, idari önlemler almak, kişisel koruyucu donanım kullanmak ve kurumda iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşturmak zorunludur.

BÖLÜM YEDİ
SONUÇ

Bu çalışmada açık ocak maden işletmelerinde kullanılan ağır iş makinelerinin sebep olduğu iş kazaları incelenmiştir. Bu kazaları en aza indirmek için kaza sebepleri araştırılarak, etkileri değerlendirilmiş ve alınan önlemlerin iş kazalarını önlemedeki etkinlikleri analiz edilmiştir.

SGK istatistik yıllıklarından ve literatür araştırmasından elde edilen veriler, ağır iş makinelerinin yoğunlukta kullanıldığı açık maden ocaklarında meydana gelen iş kazalarının en büyük sebeplerinin insan ve makine olduğunu göstermektedir. Makine özelinde incelendiğinde ise kazaların en çok kamyonlar ve yükleyiciler nedeni ile meydana geldiği tespit edilmiştir. Açık işletmelerde kazı, yükleme ve taşıma işleri; teknik özellikleri, çalışma şekilleri ve kapasiteleri farklı kamyon, ekskavatör, loder gibi iş makineleri kulanılarak gerçekleştirilmektedir. İş makineleri diğer araçlardan daha geniş, daha uzun olduğundan eğitimli, tecrübeli operatörler tarafından kullanılmalıdır. Manevraların daha güvenli yapılabilmesi için sinyalizasyon sistemine gerek duyulmaktadır. İş ortamındaki çevresel faktörler, operatör hataları ve bazen de, iş makineleri ile insan taşınması gibi makinelerin amacının dışında kullanılması, sıklıkla iş kazalarına sebep olmaktadır. Tehlikelerin belirlenebilmesi için, kaza sebepleri incelenmiş, gerekli önlemlerin neler olduğu tespit edilmiş ve çalışma ortamının daha güvenli olması sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında ekskavatör ve kamyonların yükleme, boşaltma ve nakliye işlemleri sırasında kazalara neden olabilecek tehlike ve riskler, mevcut durum için tespit edilmiş, hata türü etki analizi (HTEA) yöntemi kullanılarak, örnek bir risk analizi yapılmıştır. Risk değerlendirmesi sonucunda, oluşabilecek risklere karşı önlemler alınarak, bu önlemlerin risk oluşumu üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Hata türü etki analizi yöntemine uygun olarak ekskavatör ve kamyonların hareket ve manevraları sırasında oluşabilecek tehlikeler ve bu tehlikeler sonucu doğacak riskler tespit edilmiştir. Tehlikelerin ortaya çıkma sıklığı, sonuçlarında oluşacak etki

ve tehlikenin farkedilebilirlik dereceleri, sahadan edinilen bilgilere dayanılarak 1-10 skalasında derecelendirilmiştir. Olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerlerinin çarpımı ile risk öncelik sayısı (RÖS) elde edilmiş ve elde edilen RÖS değeri en yüksek olan hata türünden başlayarak gerekli önlemler alınmıştır. Alınan önlemler sonrasında olasılık, şiddet ve farkedilebilirlik değerleri tekrar derecelendirilmiştir. Alınan önlemlerin, riskin olasılığını bazı risklerin şiddetini de azaltması ve farkedilebilirliğini arttırması ile yeni hesaplanan RÖS değerleri düşmüştür. RÖS değerinin düşmesi, çalışan açısından daha güvenli bir iş ortamının göstergesidir.

Değerlendirme sonucunda açık işletmelerde makinelerden kaynaklı hata türlerinde en yüksek RÖS değeri, 294 ile trafik uyarı ve ikaz işaretlerindeki eksiklik sebebiyle oluşan tehlikeli durumdan kaynaklı hata türü olmuştur. Yol eğimlerinin yanlış hesaplanması sonucu oluşan tehlikeler, en acil alınması gereken önlemlerden bir diğeridir. Elde edilen bu sonuç, iş kazalarının meydana gelmesinde teknik konuların önemini ortaya koymaktadır.

İş makinesini hız limitlerinde kullanmama teknik hatalar dışında karşılaşılan operatör kaynaklı en acil önlem alınması gereken üçüncü hata türüdür. Bu durum için önlem olarak, araçlarda hız ölçüm cihazlarının kullanımı ve ayrıca araç takip sistemlerinin kurulması önerilmiş ve bunların sonucu olarak RÖS değerinde düşüş gözlenmiştir.

Hata türleri teknik hatalar ve operatöre bağlı hatalar olarak gruplandırılmış ve çözüm önerileri sunulmuştur. Daha güvenli bir çalışma ortamı yaratmak için; risk kaynaklarını tespit edip, riski kaynağında yok etmek, tehlikeli olanı daha az tehlikeli olanla değiştirmek, mühendislik önlemleri, idari önlemler almak, kişisel koruyucu donanım kullanmak ve kurumda iş sağlığı ve güvenliği kültürü oluşturmak zorunludur. En önemlisi kurum içi iş sağlığı ve güvenliği eğitim ve tatbikatları düzenli ve sürekli yapılmalı, risk değerlendirmesi çalışmalarında kurum çalışanları en üst yöneticiden en alt çalışana kadar süreç içine dahil edilmelidir.

KAYNAKLAR

Arıkoğlu, Z. (1992). İşçi sağlığı ve iş güvenliği tanısı ve amacı. *Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İşçi Sağlığı Dairesi Başkanlığı, İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu,* Ankara.

Bayraktar, B., Uyguçgil, H. ve Konuk, A. (2017). Türkiye madencilik sektöründe iş kazalarının istatistiksel analizi. *Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu,* Adana.

Bilim, N., Dursun, A. E., ve Bilim, A. (2015). Maden Ekipmanlarına Bağlı İş Kazalarının Genel Değerlendirmesi ve Çözüm Önerileri, *Türkiye 5. Uluslararası Maden Makinaları Sempozyumu ve Sergisi,* Eskişehir.

Camkurt, M. Z. (2013). Çalışanların kişisel özelliklerinin iş kazalarının meydana gelmesi üzerindeki etkisi. *TÜHİS İş Hukuku ve İktisat Dergisi, 24,* 6, 70-101.

Can, E. H., Yuvka, Ş. ve Beyhan, S. (2015). Yeraltı madenciliğinde risk değerlendirme yaklaşımlarının incelenmesi. *Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu.* Adana

Çalışma ve Sosyal Güvenlik Kurumu (ÇSGB), (2012). https://www.csgb.gov.tr/media/2052/6331.pdf

Çelikdemir, H. (2012). *Bir otomasyon hattında hata türü ve etkileri analizi uygulaması*. Gazi Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Dizdar, A. E. (2001). Kaza sebeplendirme yaklaşımları. *Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 2* (7), 26-31.

Durdu, H. İ. (2014). İş Kazalarının Ekonomik Analizi Ve Bazı Sektörler Bazında Değerlendirilmesi. *Sosyal Güvence Dergisi, 5, 67-91.*

Eser, A. (2015). Güncel iş kazaları verilerinin istatistiki analizi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *30* (2), 227-241.

Eyüboğlu, K. A. ve Özfırat, M. K. (2015). Yeraltı Metal Madeni Ocaklarındaki Başlıca Tehlikelerin HTEA Risk Analizi Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu,* Adana.

Greyder, (b.t). 14 Kasım, 2018, http://www.msmperiyodikkontrol.com/~155489.jpg

Güller, A. ve Gündüz, T. (2016). Limanlarda kullanılan iş makinelerinde risk analizi çalışması. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 2,* 127-144.

Gümüş, A. ve Akkoyun, Ö. (2006). Diyarbakır bölgesi mermer ocak işletmeciliğinde sık karşılaşılan iş kazaları üzerine bir inceleme. *Türkiye Mermer ve Doğaltaş Sempozyumu,* Afyon.

İşçi sağlığı ve iş güvenliği oda raporu, (2018). Türkiye Makine Mühendisleri Odaları Birliği.

Karakaş, İ. (2006). *İş kazası ve meslek hastalığı ihtilafları ve çözüm yolları* (3. Baskı). Ankara: Aristo Hukuk Yayınevi.

Karpuz, C. ve Hindistan, M. A. (2005). Açık işletmelerde üretim yöntemleri. *Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği.* TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, Ankara. 113-207.

Koçali, K. (2018). Açık ocak maden işletmelerinde işçi anketleri ile iş sağlığı ve güvenliği kültürü ve uygulamasının araştırılması. *Bilimsel Madencilik Dergisi, 57* (1), 15-24.

Köse, H. ve Mallı, T. (2012). Açık işletme üretim sistemleri. Yurt Madenciliğini *Geliştirme Vakfı Eğitim Semineri*, İstanbul.

Kun, S. (2014). A*çık işletmelerde yaygın kullanılan ağır iş makinalarının teknik ve performans incelemesi.* Dokuz Eylül Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.

Küçükkahveci, T. *Paletli ekskavatör görünümü.* 18 Ekim 2018, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/f4bb5738896818b_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=2

Mallı, T., Karakuş, D., Özfırat, K.M., Gönen, A. ve Kun, M. (2017). Açık işletmelerde kamyon kazaları ve risk değerlendirmesi. *Uluslararası Maden İşletmelerinde İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu,* Adana.

Nasuf, E. ve Kırmanlı, C. (1993). Açık işletmelerde bilgisayar destekli kamyon sevk ve atama sistemleri ve dünyadaki uygulamaları. *Bilimsel Madencilik Dergisi, 32,* 2, 5-11.

Öçal, M. ve Çiçek, Ö. (2017). Türkiye ve Avrupa Birliği'nde iş kazası verilerinin karşılaştırmalı analizi. *Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 6* (16), 616-637.

Özbay, İ. (2013). *Doğaltaş madenciliğinde kullanılan ağır iş makineleri*. Bitirme Projesi, DEÜ Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, İzmir.

Özkılıç, Ö. (2005). *İş sağlığı ve güvenliği, yönetim sistemleri ve risk değerlendirme metodolojileri* (3.Baskı). Ankara: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu.

Öztürk, N. (2016). *Açık işletmelerde ağır iş makinesi operatörlerinin gürültü, titreşim ve toz maruziyetlerinin değerlendirilmesi.* Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Uzmanlık Tezi, Ankara.

Sankar, N. R. ve Prabhu, B.S. (2001). Modified approach for prioritization of failure in a system failure mode and effect analysis. *International Journal of Quality and Reliability Management, 18*, 324 – 335.

Seber, V. (2012). İş sağlığı ve güvenliğinde risk analizleri nasıl yapılır. *Elektrik Mühendisliği Dergisi,445*, 30-34.

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK), (2014). 18 Ekim 2018, http://www.sgk.gov.tr/~sgk_istatistik_yilliklari

Tekin, A. M. (2009). *Risk değerlendirmesi/derecelendirmesi*. 11 Eylül 2017, https://www.isgdosya.com/~madenlerde_risk_analizi.pdf

Tufan, B. (1994). Göçmen işçilerde iş kazaları, *SSK Yayın*, *556.*

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

Üçüncü, K. (2015). *2014 Yılı SGK İş Kazası İstatistiklerinin Analizi*. 25 Ağustos 2018, http://www.isteguvenlik.tc/~Analiz.pdf

Yılmaz, F. (2009). *Avrupa Birliği ve Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği: Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği kurullarının etkinlik düzeyinin ölçülmesi*. İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.

Yılmaz, İ A. (2013). İş sağlığı ve güvenliğinde kaza zinciri teorisinin önemi ile açık işletmelerdeki tehlikeli hareket ve tehlikeli durumlar. *Yer Altı Kaynakları Dergisi, 2*,3, 27-39.