DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİVİL PATLAYICI MADDELERLE ÇALIŞMALARDA RİSKLER VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özge GÜLER

Şubat, 2024
İZMİR

SİVİL PATLAYICI MADDELERLE ÇALIŞMALARDA RİSKLER VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi
İş Sağlığı ve Güvenliği, Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı

Özge GÜLER

Şubat, 2024

İZMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

ÖZGE GÜLER tarafından **DOÇ.DR. METE KUN** yönetiminde hazırlanan **"SİVİL PATLAYICI MADDELERLE ÇALIŞMALARDA RİSKLER VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ"** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç.Dr. Mete KUN

Danışman

Doç. Dr. Erkan ÖZKAN

Jüri Üyesi

Prof.Dr. Muharrem Kemal ÖZFIRAT

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Okan FISTIKOĞLU

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Tez çalışması süresince hiçbir desteğini esirgemeyen, değerli bilgi, birikim ve fikirleri ile bana yol gösteren, insani ve ahlaki değerleri ile örnek edindiğim, beraber çalışmaktan gurur duyduğum değerli hocam sayın Doç.Dr.Mete KUN'a,

Gizlilik gereği firma bilgileri paylaşılmamış olup çalışmamın saha gözlem ve analiz kısımlarında desteklerini esirgemeyen ve bana bu deneyimi sağlayan maden işletmesi müdürlüğü ve çalışanlarına,

Yüksek lisans eğitimi boyunca katkılarından dolayı İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim dalı bölüm hocalarına,

Bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunarım.

Özge GÜLER

SİVİL PATLAYICI MADDELERLE ÇALIŞMALARDA RİSKLER VE RİSKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZ

Katı, sıvı veya gaz fazda bulunabilen, bir veya daha çok kimyasal maddeden oluşan ve ısı, darbe, sürtünme gibi dış etkenlerin etkisiyle hızla tepkimeye girebilen maddelere patlayıcı madde denir. Patlayıcı maddeler askeri ve sivil olarak iki ayrı amaçla kullanılmaktadır. Sivil patlayıcılar hammadde temini, madencilik, temel kazı çalışmaları, tünel ve kanal yapımı, inşaat projeleri, yıkım çalışmaları, ulaşım projeleri, HES projeleri, sismik arama faaliyetleri gibi çalışmalarda kullanılmaktadır. Sivil patlayıcı maddeler nitrogliserin ve amonyum nitrat esaslıdırlar. ANFO, emülsiyon patlayıcılar, slurry patlayıcılar ve dinamitler sivil patlayıcı maddelerdir.

Sivil patlayıcı maddeler ile çalışmalarda dikkat edilmesi gereken birçok husus vardır. Sürecin her basamağında ayrı tehlikeler ve tehlikelerin neden olacağı riskler bulunmaktadır. Sürecin tamamının incelenip risklerin değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun için sivil patlayıcı maddelerin yoğunlukla kullanıldığı maden sektörü seçilmiş olup bir yeraltı maden işletmesinin çalışma sahasında incelemeler yapılmıştır. Sivil patlayıcı maddelerin işletme içerisine kabulü, yeraltına indirilmesi, araçtan depoya nakli, depolama şartları, depodan kullanıma taşınması, kullanım aşaması, patlatma çalışması, hurda patlayıcıların imha edilmesi, acil durum gibi basamaklarda oluşabilecek tehlikeler ve riskler Fine Kinney risk değerlendirme yöntemi ile değerlendirilmiştir. Hali hazırda işletmenin önlem almış olduğu riskler de değerlendirme içerisinde ölçeklendirilmiştir. Sivil patlayıcı maddeler ile çalışmalarda risklerin minimalize edilebilmesi amacıyla proaktif çözüm önerileri sunulmuştur

Anahtar kelimeler: Patlayıcı maddeler, sivil patlayıcı maddeler, risk değerlendirmesi, Fine Kinney, yeraltı maden işletmesi, iş sağlığı ve güvenliği.

RISKS AND RISK ASSESSMENT IN WORKING WITH CIVILIAN EXPLOSIVES

ABSTRACT

Substances that can exist in solid, liquid or gas phase, consist of one or more chemical substances and can react rapidly under the influence of external factors such as heat, impact and friction are called explosives. Explosives are used for two separate purposes: military and civilian. Civilian explosives are used in works such as raw material supply, mining, foundation excavations, tunnel and canal construction, construction projects, demolition works, transportation projects, hydropower projects, and seismic exploration activities. Civilian explosives are based on nitroglycerin or ammonium nitrate. ANFO, emulsion explosives, slurry explosives and dynamites are civilian explosives.

There are many issues to consider when working with civilian explosives. At each stage of the process, there are different hazards and risks caused by hazards. The entire process needs to be examined and risks assessed. For this purpose, the mining sector where civilian explosives are used extensively was selected and examinations were carried out in the working area of an underground mining operation. The hazards and risks that may occur in steps such as acceptance of civilian explosives into the facility, taking them underground, transportation from the vehicle to the warehouse, storage conditions, transportation from the warehouse to use, use phase, blasting work, disposal of scrap explosives, emergency situation were evaluated with the Fine Kinney risk assessment method. The risks for which the business has already taken precautions are also scaled in the evaluation. Proactive solution suggestions have been presented in order to minimize the risks in working with civilian explosives.

Keywords: Explosives, civilian explosives, risk assessment, Fine Kinney, underground mining, occupational health and safety

İÇİNDEKİLER

Sayfa

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

BÖLÜM BİR - GİRİŞ 1

BÖLÜM İKİ PATLAYICI MADDELER 2

2.1.Patlayıcı Tanımı 2
2.2. Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması 2
2.3. Patlayıcı Maddelerin Performans Karakterleri ve Özellikleri 4
2.4.Sivil Patlayıcı Maddelerde Yaygın Olarak Kullanılan Maddeler 7
2.4.1.Amonyum Nitrat 7
2.4.2.Nitrogliserin 8
2.4.3.ANFO 9
2.4.4. Bulamaç (Slurry) Patlayıcılar 10
2.4.5. Emülsiyon Patlayıcılar 11
2.4.6. Dinamit 12
2.5. Ateşleme Sistemleri 15
2.5.1. Elektrikli Ateşleme Sistemleri 15
2.5.2.Elektriksiz Ateşleme Sistemleri 16
2.5.3.Elektronik Ateşleme Sistemleri 18
2.6.Sivil Patlayıcı Maddelerin Kullanım Alanları 19
2.7. Sivil Patlayıcı Maddelerin Güvenli Kullanım Talimatları 20
2.7.1. Depolama 20
2.7.2. Taşıma 22

2.7.3. Elektriksel Tehlikeler 23
2.7.4. Personel Koruması 24
2.7.5. Şarjlama, Sıkılama ve Bağlantı İşlemleri 24
2.7.6. Ateşleme 25
2.7.7. Acil Durum 25

BÖLÜM ÜÇ -YERALTI MADENCİLİĞİ 27

3.1.Yeraltı Madencilik Faaliyetleri 27
3.2. Yeraltı Madenciliği ile ilgili Önemli Sorunlar 28
3.3. Yeraltı Madenciliğinde İş Sağlığı ve Güvenliği 31
3.4. Yeraltı Madenlerinde İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları 35
3.4.1. Yeraltı Madenlerinde İş Kazaları 35
3.4.2. Yeraltı Madenlerinde Meslek Hastalıkları 38

BÖLÜM DÖRT - YÖNTEM VE VERİ ANALİZİ 40

4.1 Çalışma Sahası 40
4.2 İşletmenin İsg İç Yönergesi 40
4.3.Çalışma Prosedürü 41
4.4. Fine Kinney Risk Analiz Yöntemi 45
4.5.Bulgular 48
4.6.Bir Yeraltı Maden İşletmesinde Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi 56

BÖLÜM BEŞ - SONUÇLAR VE ÖNERİLER 82

KAYNAKLAR 85

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1.Patlayıcı maddelerin sınıflandırılması (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013). 3

Şekil 2.2.İnfilaklı fitilin yapısı (*Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.) 17

Şekil 2.3. Emniyetli fitil ve adi kapsülün birlikte kullanımı (*Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.)..... 18

Şekil 2.4.Elektronik ateşleme sisteminin yapısı (Alabaş, Derya, Kılıç ve Us, 2013) 19

Şekil 3.1.Yeraltı madencilik faaliyetleri süreci (Chimunhu ve diğerleri, 2022)..... 28

Şekil 4.1.Çalışma prosedürü (Kişisel Arşiv, 2023)..... 41

Şekil 4.2. Patlayıcı madde aracı önü ve bekleme alanı (Kişisel Arşiv, 2023) 49

Şekil 4.3. Patlayıcı madde aracı arkası ve bekleme alanı (Kişisel Arşiv, 2023)..... 50

Şekil 4.4. Patlayıcı madde depo girişi (Kişisel Arşiv, 2023) 51

Şekil 4.5. Patlayıcı madde depo önü (Kişisel Arşiv, 2023) 52

Şekil 4.6. Patlayıcı madde deposu (Kişisel Arşiv, 2023)..... 53

Şekil 4.7. Patlayıcı madde aracından malzeme indirilmesi (Kişisel Arşiv, 2023)..... 54

Şekil 4.8. ANFO aracına patlayıcı doldurulması (Kişisel Arşiv, 2023)..... 55

TABLOLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1.Patlayıcı madde bileşenleri ve çeşitleri 7

Tablo 2.2.ANFO bileşenleri 10

Tablo 2.3.Emülsiyon patlayıcı bileşenleri 12

Tablo 2.4.Dinamit bileşenleri 13

Tablo 3.1.Meslek hastalıklarının sınıflandırılması 38

Tablo 4.1.Olasılık değeri 46

Tablo 4.2.Şiddet değeri 47

Tablo 4.3.Frekans değeri 47

Tablo 4.4. Risk değerlendirme sonucu 48

Tablo 4.5.Bir yeraltı bakır işletmesinde Fine Kinney risk analiz yöntemi ile risk değerlendirmesi 56

KISALTMALAR

AN	: Amonyum nitrat
HES	: Hidroelektrik Santrali
MAN	: Metilamin nitrat
MKE	: Makine ve Kimya Endüstrisi
NG	: Nitrogliserin
OFK	: Oksijenli Ferdi Kurtarıcı
PE	: Polietilen
PETN	: Pentaeritritol tetranitrat
PVC	: Polivinil klorür
TNT	: Trinitrotoluen
O	: Olasılık
Ş	: Şiddet
F	: Frekans
RD	: Risk Değeri
DÖF	: Düzeltici Önleyici Faaliyetler

BÖLÜM BİR
GİRİŞ

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte hammadde ihtiyacı ve kentleşme çalışmaları da artmaktadır. Günümüzde verimlilik, maliyet etkinliği ve zaman tasarrufu nedeniyle patlayıcı maddelerin kullanımına yönelimin arttığı görülmektedir. Patlayıcı maddeler, madencilik, inşaat projeleri, petrol ve enerji sektörü, tarım ve ormancılık işleri, askeri faaliyetler gibi farklı alanlarda kazı, yıkım, üretim ve sismik arama faaliyetlerinde kullanılmaktadır. Patlayıcı maddeler ile çalışmalarda mühendislik ve iş güvenliği açısından dikkat edilmesi gereken birçok husus bulunmaktadır. İlgili yasalar ve yönetmeliklerde patlayıcı maddeler ile ilgili prosedürler bulunmakla birlikte genel kapsamda bu bilgiler kısıtlı kalmakta ve uygulamada daha detaylı bilgilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tez çalışmasında patlayıcı maddeler hakkında genel bilgiler araştırılıp literatür taramasına yer verilmiştir. Aynı zamanda sivil patlayıcı maddeler hakkında bilgiler paylaşılıp madencilik sektöründe faaliyet gösteren bir bakır işletmesinde sivil patlayıcı maddeler ile çalışmalarda riskler analiz edilmiştir. Fine Kinney risk analiz yöntemi kullanılarak risk değerlendirilmesi yapılmıştır. Bu çalışmada sivil patlayıcı maddeler ile çalışmalarda risklerin minimalize edilmesini sağlayacak proaktif çözümlerin sunulması amaçlanmıştır.

BÖLÜM İKİ
PATLAYICI MADDELER

2.1.Patlayıcı Tanımı

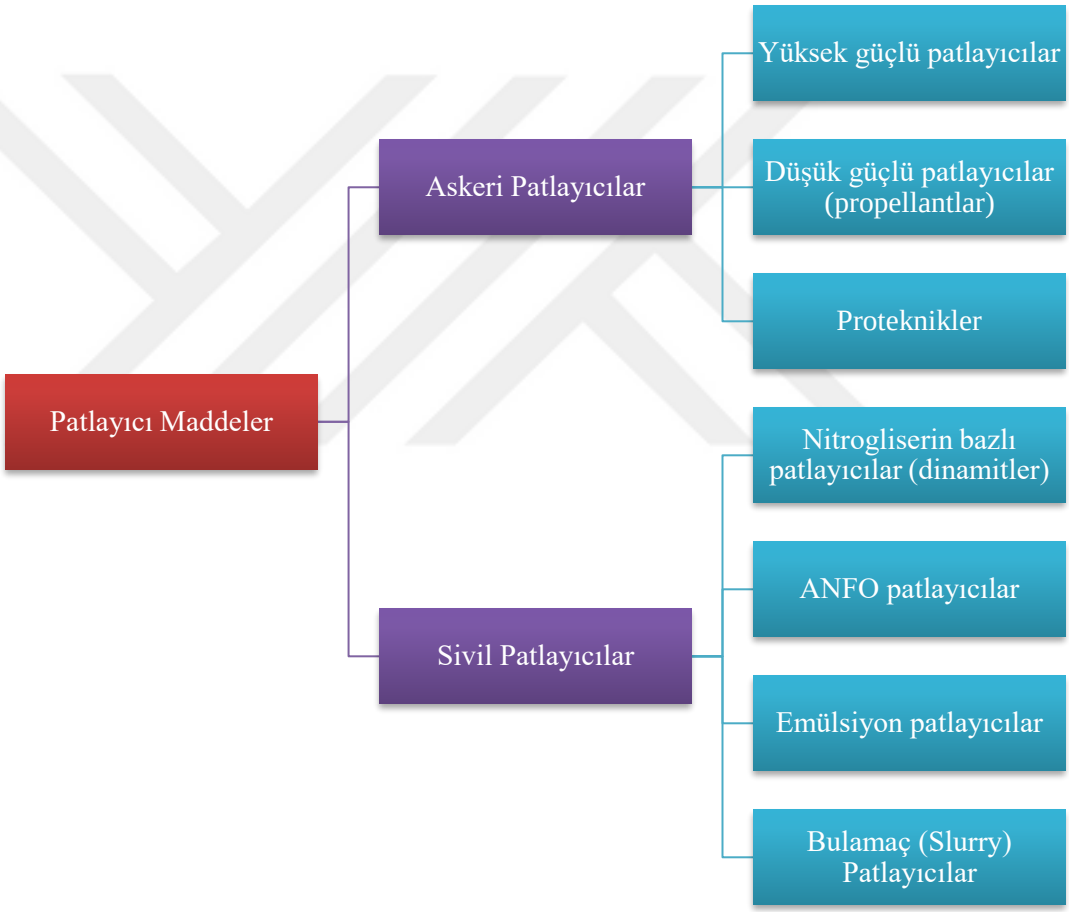
Isı, darbe veya sürtünme etkisiyle hızla kimyasal tepkimeye girebilen katı, sıvı veya gaz halde bulunan kimyasal maddelere patlayıcı madde denir. Patlayıcı maddeler bir veya daha çok kimyasal maddeden oluşmaktadır. Patlama tepkimesi ekzotermik bir reaksiyon olup yüksek miktarda ısı, basınç ve enerji açığa çıkmaktadır. Ortaya çıkan ısı 3000-5000 °C arasında değişmektedir (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

Enerjik maddeler olarak tanımlanabilen patlayıcı maddelerin genel olarak molekül yapılarında elektron dağılımı dengesiz olmakla birlikte aktiflenme enerjileri oldukça küçüktür. Depolandıkları sıcaklıkta kararlı olan maddelerdir ancak titreşim, ses dalgası, darbe veya kıvılcım etkisi ile aktive olabilmektedirler. Patlayıcı maddelerin bir etkene maruz kalması sonucu iç dönüşüm tepkimesi ile gaz ürünlere dönüşerek patlama meydana gelebilmektedir. Patlayıcı maddeler yönetmelikte belirtilen uygun şartlarda kurulmuş depolarda saklanmalıdır. Patlama reaksiyonu, termal, mekanik veya elektrostatik ateşleme kaynakları kullanılarak başlatılabilir. Kimyasal içeriğine göre özellikleri değişen birçok patlayıcı madde çeşidi bulunmaktadır. Temelde patlayıcı ana hammaddesi, amonyum nitrat veya nitrogliserindir ancak bunun yanında diğer nitrat tuzlarının çözeltileri ve koloidal maddeler kullanılabilmektedir (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

2.2. Patlayıcı Maddelerin Sınıflandırılması

Patlayıcı maddeler kullanım alanlarına göre askeri ve sivil patlayıcılar olarak iki sınıfa ayrılabilir. Askeri mühimmat amaçlı kullanılan bombalar, mermiler, torpidolar, el bombaları, füze veya roket savaşı başlıkları askeri patlayıcı maddelere örnek olarak verilebilir. Askeri patlayıcı maddeler, yüksek güçlü patlayıcılar, düşük güçlü patlayıcılar ve piroteknikler olarak üç ayrı başlıkta incelenebilir. Sivil patlayıcı maddeler, madencilik, taşocağı, petrol arama projeleri, HES projeleri, inşaat

projeleri, ulaşım projeleri, tünel ve kanal yapımında kullanılmaktadır. Bu amaçla kullanılan patlayıcı maddeler yemlemeye duyarlı ve kapsüle duyarlı patlayıcılar olarak iki sınıfta incelenebildiği gibi içeriğine göre de incelenebilmektedir. Ana hammadde olarak nitrogliserin ve amonyum nitrat kullanılmaktadır. Sivil patlayıcı maddeler, ANFO patlayıcılar, emülsiyon patlayıcılar, bulamaç (slurry) patlayıcılar ve dinamitler olarak incelenmektedir (Engin, 2018; Gümüşçü, Cebe, Erdinç ve Uyanık, 2016; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).



Şekil 2.1.Patlayıcı maddelerin sınıflandırılması (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

2.3. Patlayıcı Maddelerin Performans Karakterleri ve Özellikleri

Yoğunluk: Birim hacme düşen patlayıcı ağırlığı olarak tanımlanabilir. Yoğunluk, patlatma deliğindeki şarj miktarını etkiler. Birkaç istisna haricinde yüksek yoğunluktaki patlayıcı maddelerin daha yüksek patlatma hızına ve patlatma basıncına sahip olduğu belirlenmiştir. Patlayıcı maddenin yoğunluğu arttıkça patlama basıncı ile birlikte patlama hızı da artmaktadır. Aynı zamanda patlayıcı maddenin yoğunluğunun artmasıyla patlayıcı maddenin verimi ve gücü de arttırmaktadır. Bir noktadan sonra yoğunluğu arttıkça gücü azalan patlayıcı maddeler de bulunmaktadır. Bu da patlatmanın gerçekleşmemesine neden olabilmektedir (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Duyarlılık: Ateşleme kolaylığının ölçümüdür. Patlayıcı maddenin emniyetli bir şekilde hazırlanması için önemlidir. Bir patlayıcı maddenin hassasiyeti; darbe, sürtünme ve ısıya karşı gösterdikleri direnç ile ilişkilidir. Patlayıcı maddelerin hassasiyetini yoğunluk, ısı, mekanik karışım, kaplama, kristal boyut ve şekil etkileyebilmektedir. Patlayıcı maddenin yoğunluğu arttıkça patlatma hızı artarken hassasiyeti azalır. Kristal boyutunun artması ve şeklinin değişmesi ise patlatma hızını azaltırken hassasiyetini arttırır. Isı arttıkça patlatma hızı ile beraber hassasiyeti de artmaktadır (Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Suya Direnç: Su altı veya yeraltı sulu ortamlarda patlayıcı maddelerin kullanılmasını gerektiren durumlar olabilmektedir. Başarılı bir patlatmanın gerçekleştirilebilmesi için patlayıcı maddenin suya direnci önem arz etmektedir. Patlatmanın gerçekleşmesi için ihtiyaç duyulan hava kabarcıkları suyun uyguladığı basınçtan dolayı azalmakta veya yok olmaktadır. Patlayıcı maddelerin içerisinde bulunan bazı organik tuz bileşenleri su içerisinde çözünerek bileşiminden ayrılabilmektedir. Sulu ortamda patlatma yapılacak ise ona uygun patlayıcı madde seçilmelidir. Emülsiyon tipi patlayıcı maddelerin içeriğinde bulunan yağ, wax ve tuz gibi maddeler su içerisinde bir film tabakası oluşturduğundan patlamanın gerçekleşmesini için ihtiyaç duyulan kabarcıkların tamamen yok olmasını önlemektedir. Ayrıca çoğu patlayıcı madde, plastik torbalar ile izolasyonu

sağlandığında sulu ortamlarda kullanılabilmektedir. Ancak mümkün olan en kısa sürede patlatmanın gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Dona Direnç: Ortam sıcaklığı 0 ℃'nin altına düştüğünde patlayıcı maddeler donmaya başlamaktadır. Nitrogliserin esaslı patlayıcı maddelerin dona karşı direnci diğer patlayıcılara göre daha büyük önem arz etmektedir. Donmuş bir dinamitin içine kapsül bağlamak oldukça zor ve tehlikelidir. Nitrogliserin esaslı patlayıcı maddelere nitroglikol ilave edilerek donmaya karşı dirençleri arttırılabilmektedir (Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Kimyasal Stabilite (Depolama Ömrü): Patlayıcı maddeler üretildikten sonra kullanılana kadar depoda bekletilmektedir. Patlayıcı maddeler tüzükte belirtilen özel şartlarda kurulmuş depolarda saklanmalıdır. Deponun ısı ve nem miktarı oldukça önem taşımaktadır. Isı seviyesi yüksek olan depolarda patlayıcı yumuşayarak tuz kartuş kağıdına yapışır ve bozulmalar meydana gelmektedir. Nitrogliserin esaslı patlayıcı maddelerde bulunan hava kabarcıkları ortam sıcaklığından etkilenerek azalmaktadır. Bu da patlama etkinliğini azaltmaktadır. ANFO ve toz dinamitler gibi bazı patlayıcı maddeler için ise nem oranı oldukça önemlidir. Bu tür patlayıcı maddelerin içeriğindeki tuz nemden etkilenerek tortullaşmaya başlar ve bu durum patlama özelliğini azaltır. Depolama süresince patlayıcının kimyasal yapısının bozulmaması için depo ortam şartları stabil tutulmalıdır (Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013)

Oksijen Dengesi: Patlayıcı maddeler üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bunlar duyarlandırıcı, oksitleyici ve indirgeyici maddelerdir. Örneğin ANFO içerisindeki mazot indirgeyici, amonyum nitrat ise oksitleyici maddedir. Duyarlandırıcı maddeler ise patlayıcı olan ve patlayıcı olmayan maddeler olarak iki sınıfa ayrılmaktadırlar. Patlayıcı duyarlandırıcı maddelere örnek olarak Nitroselüloz ve TNT verilebilir. Silikon ve alüminyum ise patlayıcı olmayan duyarlandırıcı maddelere örnek verilebilir.

Reaksiyon sırasında oksijene ihtiyaç duyurulur. Patlayıcı maddeler bünyesinde bulunan oksijeni reaksiyon esnasında kullanırlar, dışardan oksijen alınmasına ihtiyaç duyulmaz. Bazı patlayıcı madde türleri için oksijen dengesi önemli arz etmemektedir. Bu tip patlayıcılar, örneğin nitrogliserin, belirli miktarda darbe uygulandığında patlama gerçekleşir. Oksijen dengeli patlayıcı maddelerin detonasyonunda açığa çıkan reaksiyon ürünleri zararsızdır (Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Duman: Patlama reaksiyonu sonucunda bazı gazlar açığa çıkmaktadır. Bu gazlar, zehirli ve zehirsiz olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Zehirsiz gazlar; karbondioksit, azot ve su buharıdır. Zehirli gazlar ise; karbonmonoksit, nitrojen oksitler ve nitroglikol buharlarıdır. Kullanılan patlayıcı madde çeşidi ve kullanma şartlarına göre açığa çıkan gazların miktarı değişmektedir. Açığa çıkan gazlar açık ocaklarda sorun teşkil etmezken kapalı ocak patlatmalarında iyi bir havalandırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Engin, 2018; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Patlatma Hızı: Patlatma sonucu açığa çıkan detonasyon dalgasının, diğer bir deyişle şok dalgasının, patlatma deliğindeki birim zamanda aldığı yolu ifade etmektedir. Birimi m/sn ‘dir. Patlayıcı maddelerin patlatma hızı arttıkça kırma ve parçalama özelliği artmaktadır. Aynı çeşit patlayıcı maddelerin patlatma hızı, tanecik boyutu, yoğunluk, sıkıştırma ve şarj çapına bağlı olarak değişiklik göstermektedirler. Yoğunluk ve şarj çapı arttırılırsa patlatma hızının da artacaktır (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013)

Patlatma Basıncı: Patlatmada yayılan şok dalgasından kaynaklanan ani basınçtır. Patlayıcı maddenin istenen parçalanmayı yapabildiğini göstermektedir. Kilobar olarak ölçülmektedir. Patlayıcı yoğunluğunun artması ile patlatma basıncı da artar. (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Enerji/Güç: Patlatma reaksiyonu sonucu ortaya çıkan enerji, patlatılmak istenen malzemeye baskı uygulayarak parçalanmasını/ kırılmasını sağlamaktadır (Engin, 2018; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

Patlayıcı maddenin gücü: Patlayıcı maddenin birim ağırlığındaki enerji miktarına güç denir. Birimi kcal/kg'dır. Bir patlayıcı maddenin gücü balistik havan testi, kurşun blok testi ve kabarcık enerjisi testi ile ölçülebilmektedir (Engin, 2018; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

2.4.Sivil Patlayıcı Maddelerde Yaygın Olarak Kullanılan Maddeler

Bu bölümde öncelikle patlayıcı maddelerin ana hammaddelerinden bahsedilecektir. Daha sonra emülsiyon patlayıcılar, slurry patlayıcılar, ANFO ve dinamit olmak üzere sivil patlayıcı maddeler ve özelliklerinden bahsedilecektir.

Patlayıcı maddelerde yakıt, oksitleyici madde, hassaslaştırıcı ve diğer yardımcı maddeler değişen oranlarda bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan patlayıcı madde bileşenleri ve çeşitleri tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1.Patlayıcı madde bileşenleri ve çeşitleri

Bileşenler	**Çeşitleri**
Yakıtlar	Fuel oil, mazot, karbon, alüminyum, TNT, nitrogliserin, nitroglikol, mineral yağlar
Oksitleyici maddeler	Amonyum nitrat, Sodyum nitrat, Kalsiyum karbonat vb.
Hassaslaştırıcı maddeler	NG, TNT, nişasta, alüminyum
Enerji verici	Metalik tozlar
Diğer bileşenler	Su, emülgatörler, kıvamlaştırıcılar, jelleştiriciler, stabilizatörler vb.
Diğer elementler	Oksijen, azot, hidrojen, magnezyum vb.

2.4.1.Amonyum Nitrat

Amonyum nitrat, çoğu sivil patlayıcılarda ve patlayıcı karışımlarında sıklıkla kullanılan bir bileşendir. Saf amonyum nitrat maddesi, beyaz renkli ve kokusuz bir tuzdur. Amonyum nitrat farklı sıcaklıklarda değişen formlarda bulunabilmektedir.

Sıcaklığın artmasıyla oluşan kristal yapısında değişiklikler meydana gelmektedir. Bu olay faz değişikliği olarak adlandırılmaktadır. Maddenin yapısında meydana gelen değişiklik yoğunluğunu, mekanik gücünü ve boyutunu ciddi oranda etkilemektedir. Faz değişikliği, amonyum nitratta istenmeyen durumların oluşmasına neden olmaktadır. Depolamada sıcaklık nedeniyle faz değişimi meydana gelir ise maddede kekleşme ve düşük akışkanlık görülebilmektedir. Bununla birlikte patlamanın başlama hassasiyetinde düşüş gözlemlenmektedir. %1'den daha az oranlarda kaolin ve talk gibi inert mineraller olarak bilinen yüzey aktif maddelerin kullanılmasıyla emülgatörlerin stabilitesinin etkilenmesi ve kekleşmesi önlenebilmektedir (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.)..

Amonyum nitrat sürekli bir proses sisteminde üretilmektedir. Bu proseste amonyak ile nitrik asit reaksiyona girerek amonyum nitrat çözeltisini oluşturmaktadır. Amonyum nitrat çözeltisi, emülsiyon ve bulamaç patlayıcı maddelerinin üretiminde kullanılmaktadır. Amonyum nitrat çözeltisi sprey-dryer (püskürtmeli kurutucu) kullanılarak kurutularak piril granül forma getirilir. ANFO üretiminde amonyum nitrat küçük poroz pellet (piril) formda sıklıkla kullanılmaktadır. Piril maddeler gübre olarak veya patlayıcı maddelerin üretiminde bir bileşen olarak kullanılabilmektedir (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.).

2.4.2.Nitrogliserin

Gliserin, nitrat ve sülfat asitlerinin esterleşmesi sonucu nitrogliserin elde edilmektedir. Nitrogliserin detonasyon hızı yüksek olan kuvvet bir patlayıcıdır. Darbelere karşı duyarlı olmakla birlikte şok, ısı ve sürtünmeye karşı hassastır. Depolama şartları hayati önem taşımaktadır.

İsveçli mühendis Alfred Nobel ballitit denilen dumansız barut olarak da bilinen nitrogliserin bazlı barutu kullanıma sunmuştur. Günümüzde temel patlayıcı madde olarak kullanılmaya devam etmektedir. Nitrogliserin dinamitin temel hammaddelerindendir. Nitrogliserin bazlı patlayıcıların duyarlılığını kontrol altına almak amacıyla ilk olarak diatomit toprak ile karıştırılarak kullanılmaya başlanmıştır.

Zamanla donmayı önleyici ve jelatinleştirici gibi katkılar kullanılarak geliştirilmiştir. Hassas bir patlayıcı ve katkılardan dolayı artan maliyet nedenleriyle amonyum nitrat bazlı patlayıcı maddeler daha çok tercih edilmeye başlamıştır (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.).

2.4.3.ANFO

ANFO bileşenleri kolayca bulunabilen ve maliyeti düşük bir patlayıcı madde olduğundan dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Kimyasal bir reaksiyona gerek duymadan kolayca hazırlanabilmektedir. Oksijen dengeli ağırlıkça %5,7 fuel oil ve %94,3 amonyum nitrat içeren homojen bir karışımdır. Bu orandan sapma olduğunda enerji kaybı oluşur. %5,7'den daha az fuel oil olduğunda enerji kaybı daha fazladır ve bu durumda oksijen fazlalığı söz konusudur. Bu da patlama esnasında azot oksitlerine dönüşerek turuncu renkli duman şeklinde görülmektedir. %5,7'den daha fazla fuel oil olduğunda oksijen azlığı vardır ve bu durumda az miktarda karbonmonoksit açığa çıkmaktadır (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

ANFO poroz granüller şeklinde üretilen yemlemeye duyarlı patlayıcı maddedir. ANFO'nun patlatılabilmesi için Primer adı verilen yüksek hassasiyetli patlayıcıların kullanılması gerekmektedir. Nitrogliserin veya nitroglikol içermediği için taşınması ve depolanması güvenlidir. Sürtünme ve darbelere karşı dayanıklı olmasına karşın suya dayanıklılığı düşüktür. Düşük nemli veya kuru deliklerde dinamit ile kullanılabilmektedir. Tane boyutu ve dağılımı, fuel oil içeriği, doldurma oranı, delik çapı, yemleme türü, nem ve infilaklı fitil kullanımı ANFO'nun performansını etkilemektedir. HES projeleri, cevher hazırlama tesisleri, kanal patlatma, ulaşım projeleri ve madencilikte kullanılmaktadır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

Suya karşı dayanıklı olmasını sağlamak amacıyla emülsiyon ANFO geliştirilmiştir. Yağ içinde su veya su içinde yağ olmak üzere iki çeşit emülsiyon

vardır. Karışım içerisine emülsiyonun cinsine göre katalizörler ilave edilerek jel benzeri yapıda patlayıcı madde elde edilir. Neme karşı dayanıklıdır, kristalleşmez. PE standart ambalajında, tek tarafı klipsli kartuş olarak üretilmektedir. Kullanımı kolaydır. Sert kayaçlar, maden ocakları ve taş ocakları gibi deliklerinde su bulunan yerlerde kullanılmaktadır (Akyıldız, 2015; Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

Tablo 2.2.ANFO bileşenleri

	ANFO
OKSİTLEYİCİ	Amonyum nitrat
	%94,3
YANICI	Fuel oil
	%5,7
DİĞERLERİ	Mineral veya organik antikekler

2.4.4. Bulamaç (Slurry) Patlayıcılar

ANFO güvenli ve tesirli bir madde olarak bilinmekte ve yaygın olarak kullanılmaktadır ancak patlatma işlemlerinin sulu ortamlarda da yapılması kaçınılmazdır. Bu noktada ANFO'nun suya karşı direnci olmaması büyük bir dezavantajdır. Bu nedenle emülsiyon ANFO'nun yanı sıra slurry patlayıcılar gündeme gelmiştir. Temel hammaddesi amonyum nitrat olan karışımlardır. %10-30 oranlarında su içermektedir. Yoğunluğu yüksektir. TNT, Alüminyum veya Metilamin nitrat (MAN) gibi organik bileşikler ile duyarlı hale getirilmiştir. AN, TNT ve su oranı genellikle 65-20-15'dir. Ancak 70-20-10 karışım oranında daha yüksek enerji elde edilmektedir. Bu durumda da daha büyük delik çapına gerek duyulur. TNT oranı arttırılırsa kritik delik çapı düşebilir. Kapsüle duyarlı ve kapsüle duyarlı olmayan türlerde üretilmektedir. Yemlemeye gerek duyarlar. Plastik

torbalarda üretilebildiği gibi deliğe pompalanarak da kullanılabilmektedir (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği,* t.y.).

2.4.5. Emülsiyon Patlayıcılar

Amonyum nitrat bazlı patlayıcıların suya dayanıklı olmasını sağlamak amacıyla geliştirilmesi sonucu üretilmiştir. Organik veya mineral yağların çoğu su içerisinde çözünmezler. Özel katkı maddeleri ile emülsiyon haline getirilebilmektedir. Su içerisinde yağ ve yağ içerisinde su olmak üzere iki tür emülsiyon oluşturulabilmektedir. Yüksek konsantrasyondaki amonyum nitrat çözeltisi, yağ veya mazot içerisinde emülsiyon haline getirilebilirse suya dayanıklı bir karışım olabilmektedir. Emülsiyon kıvamı yağ ve emülsiyon katkısının oranı ile ayarlanabilmektedir. Emülsiyon katkısının oranı düşük ise akıcı ve pompalanabilir bir kıvam elde edilebilir. Eğer emülsiyon katkısının oranı yüksek tutulur ise pompalanamayan ve katı bir kıvam elde edilebilir. Bu karışım kartuş halinde üretilebilir. Yakıt ve oksitleyici karışımın oranının değiştirilmesi ile reaksiyon gücü ayarlanabilmektedir. Enerjilerini yükseltmek amacı ile alüminyum katkı da eklenebilir (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği,* t.y.).

Emülsiyon patlayıcıların detonasyona girebilmesi için boş mikro balonlar ile karıştırılması gerekmektedir. Detonasyon şok dalgasındaki enerji baloncuklara çarparak sıkıştırır ve baloncuğu sıkıştıran basınç ısı açığa çıkartır. Oluşan ısı patlayıcı moleküllerinin iyonlarına parçalanmasını sağlayarak reaksiyonu hızlandırır. Emülsiyon patlayıcılar yüksek hızlarda detonasyona girer ve yüksek kırma gücüne sahiptirler. Emülsiyon patlayıcıların detonasyon karakterleri baloncukların boyutuna ve miktarına bağlıdır. Sert kayaçlar için gerekli olan şok enerjisini sağlayabilmektedirler (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği,* t.y.).

Emülsiyon patlayıcılar darbe ve sürtünmeye karşı dayanıklıdır. Patlama sonrası nitrogliserin bazlı patlayıcılara göre daha az zehirli gaz oluşur. Suya karşı dirençlidir. 8no'lu kapsül ve 10 g/m'lik fitile duyarlıdır. Raf ömrü 12 aydır (Bayraktaroğlu, 2015; Engin, 2018; S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.).

Tablo 2.3.Emülsiyon patlayıcı bileşenleri

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">EMÜLSİYONLAR</td></tr>
<tr><td>Kartuşlu</td><td>Pompalanabilir</td></tr>
<tr><td rowspan="2">OKSİTLEYİCİ</td><td colspan="2">Amonyum Nitrat ve diğer mineral nitratlar (kalsiyum nitrat vb.)</td></tr>
<tr><td colspan="2">%70-90</td></tr>
<tr><td rowspan="2">YANICI</td><td colspan="2">Mineral yağlar, alüminyum…</td></tr>
<tr><td colspan="2">%4-10</td></tr>
<tr><td>SU</td><td colspan="2">%8-15</td></tr>
<tr><td>DİĞERLERİ</td><td colspan="2">Emülsiferler, duyarlaştırıcılar</td></tr>
</table>

2.4.6. Dinamit

Dinamit içeriğinde kullanılan başlıca 5 madde bulunmaktadır. Bunlar nitroglikol, nitrogliserin, nitroselüloz, oksitleyici tuzlar ve yakıt karışımlardır. Patlatma hızı ve suya direnç gibi istenilen özelliklere göre nitrogliserin ve nitroglikol içeriği %5-90 oranında değişebilmektedir. %30-80 oranlarında amonyum nitrat ve sodyum nitrat gibi oksitleyici tuzlar dengeleme amacıyla kullanılmaktadır. %0-8 oranlarında nitroselüloz, odun unu ve alüminyum gibi yanıcı maddeler içerebilmektedir. Nitroselüloz ise jelleştirici olarak kullanılmaktadır. Dinamit özelliklerini geliştirebilmek amacıyla kalsiyum stearat, baryum sülfat ve tuz gibi katkı maddeleri de kullanılabilmektedir. Dinamitler kapsüle duyarlı patlayıcılardır. Emülsiyon

dinamit, sismik dinamit ve jelatin dinamit olmak üzere üç çeşit bulunmaktadır (S. Kahraman, 1997; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.)**.**

Tablo 2.4.Dinamit bileşenleri

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td colspan="2">DİNAMİTLER</td></tr>
<tr><td>Toz</td><td>Plastik</td></tr>
<tr><td rowspan="2">PATLAYICI MADDE</td><td colspan="2">Nitrogliserin, nitroglikol</td></tr>
<tr><td>%5-20</td><td>%20-90</td></tr>
<tr><td rowspan="2">OKSİTLEYİCİ</td><td colspan="2">Amonyum Nitrat</td></tr>
<tr><td colspan="2">%30-80</td></tr>
<tr><td rowspan="2">YANICI</td><td colspan="2">Nitroselüloz, odun unu, alüminyum…</td></tr>
<tr><td colspan="2">%0-8</td></tr>
<tr><td>DİĞERLERİ</td><td colspan="2">Kalsiyum starat, baryum sülfat, tuz…</td></tr>
</table>

2.4.6.1. Emülsiyon Dinamit

Yemlemeye duyarlı patlayıcılar için en çok tercih edilen yemdir. Nitrogliserin veya nitroglikol içermediği için saklama veya kullanım sırasında ciddi sağlık sorunlarına neden olmaz. Neme ve sürtünmeye karşı dayanıklıdır. Her çaptaki kapsüle duyarlı emülsiyon patlayıcıların kullanımında özellikle No:8 adi kapsül gücüne sahip kapsüllerin kullanılması tavsiye edilir. Kullanımı kolaydır. ANFO, HES Projeleri, cevher hazırlama tesisleri, kanal patlatma, ulaşım projeleri, madencilik, dekapaj çalışmalarında kullanılmaktadır (Akyıldız, 2015; Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

2.4.6.2. Sismik Dinamit

Kapsüle duyarlı emülsiyon bir patlayıcı maddedir. Birbirlerine takılabilen ve eşleştirilebilen plastik kartuşlar şeklindedir. Özel sismik kapsüller ile kullanıldığında etkili sonuç verir. Sürtünmeye, neme, mekanik darbelere ve şoklara karşı dayanıklıdır. Yüksek bir patlama hızına sahiptir. Doğalgaz, petrol, termal su kaynakları ve sondaj işlerinde, Sulu ortamların veya yüksek nemli ortamların patlatılmasında kullanılmaktadır (Akyıldız, 2015; Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

2.4.6.3. Amonyaklı Dinamit

Amonyum nitrat ve sodyum nitrat yakıt karışımından oluşan dinamitlerdir. Düşük yoğunluk, yüksek şok ve sürtünme toleransına sahiptir. Patlatma hızları düşükten orta dereceye kadar değişebilmektedir. Gaz çıkışı yüksek olduğundan itici güçleri yüksektir. Karışım oranları değiştirilerek yoğunluk ve güç ayarlanabilmektedir. Suya karşı dirençli olmadıklarından kullanımı sınırlıdır. Yumuşak zeminler için uygundur (S. Kahraman, 1997).

2.4.6.4. Jelatin Dinamit

Nitroselüloz içeriği fazla olduğundan suya karşı direnci yüksektir. Normal ve amonyaklı olmak üzere iki çeşidi vardır. Amonyaklı jelatin dinamitlerde nitrogliserine ilave olarak amonyum nitrat yer almaktadır. Alüminyum içerir. Bu nedenle gri renklidir. Üretimden sonra parafin kağıdına sarılır. Jelatin dinamit hem elektrikli hem de elektriksiz kapsüllere karşı hassastır. Yüksek yoğunluk ve patlatma hızına sahiptirler. Bundan dolayı sert kayaçlar için uygundurlar. Kanal işlerinde, taş ocaklarında, sulu ortamların patlatılmasında, şaft işlerinde kullanılmaktadır (Akyıldız, 2015; Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; S. Kahraman, 1997; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

2.4.6.5. Yarı Jelatin Dinamit

Yüksek yoğunluklu amonyaklı dinamit ve amonyaklı jelatin dinamit arasında bir özelliğe sahiptirler. Orta derecede patlatma basıncına ve su direncine sahiptirler. Ekonomik olduğundan dolayı üretilmektedir (S. Kahraman, 1997).

2.5. Ateşleme Sistemleri

2.5.1. Elektrikli Ateşleme Sistemleri

2.5.1.2.Elektrikli Kapsüller

Dinamiti ateşlemek için kullanılır. Elektrikli kapsüllerin dış gövdesi bakır ve alüminyum malzemeden yapılmıştır. Bakır gövdeli elektrikli fünyeler genellikle kömür madenlerinde gaz patlamalarını önlemek için kullanılır. Alüminyum kapsüller yer altı ve yerüstü madenlerinde ve dinamit gibi kapsüle duyarlı ürünlerin ateşlenmesinde kullanılmaktadır. Gecikmeli ve gecikmesiz olmak üzere iki çeşidi vardır (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

Gecikmesiz Elektrikli Kapsüller: Sisteme verilen elektrik enerjisi kapsül telleri yardımıyla direnç tellerine iletilir. Akım geçen tel ısınarak kendisini çevreleyen kibrit başını yakar ve bu sayede kapsül içindeki birincil şarjı ateşler. Bu kapsüller gecikmenin gerekmediği durumlarda kullanılır (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013; Şen, 2013).

Gecikmeli Elektrikli Kapsüller: Geniş hacimli atımlar için kullanılır. Sarsıntı problemleri azalır. Gecikmesiz kapsüllerden farklı olarak kibrit başı yandıktan sonra birincil şarj ile arasındaki gecikme elemanı yanmaya başlar. Daha sonra birincil şarj ateşlenir. Suya dirençlidir. Emniyetli bir mesafeden patlatma yapılabilir. Her türlü elektrik kaynağından etkilenir. Manyetik alandan etkilenir. Bağlantısı zordur ve zaman alır. Akım kaçağı önlenmesi için kablo izole edilmelidir. Miktar sınırlaması yoktur (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

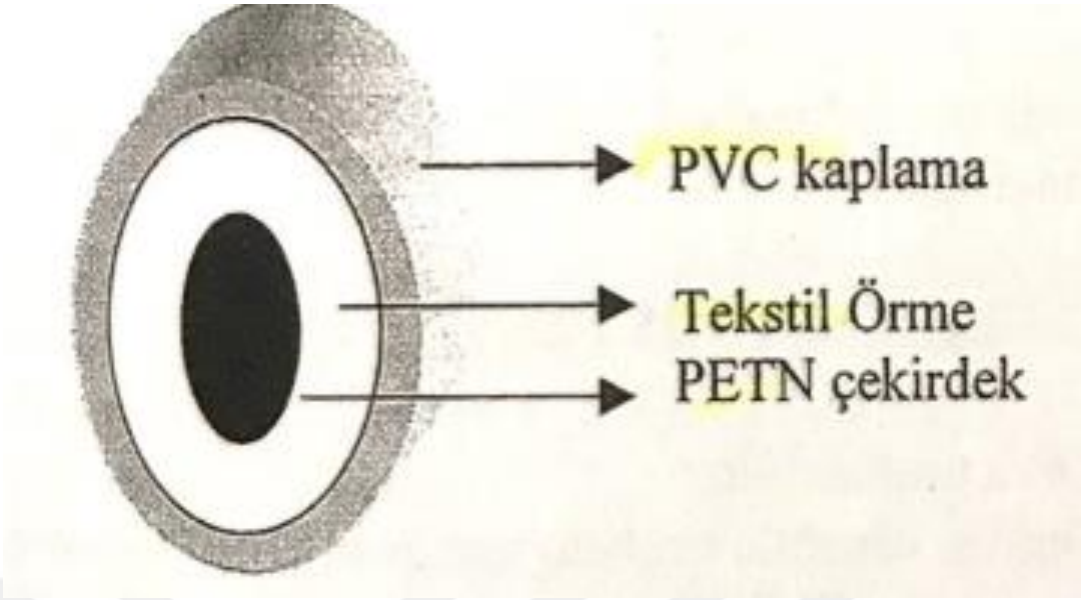
2.5.2.Elektriksiz Ateşleme Sistemleri

2.5.2.1.Elektriksiz Kapsüller

Bu kapsüllerde elektrikli kapsüllerdeki tel ve kibrit başı yerine şok tüpü bulunur. Şok tüp, plastik bir tüp olmakla beraber iç yüzeyi şok dalgalarını stabil olarak devam etmesini sağlayan reaktif patlayıcı ile sıvanmıştır. Kapsül kovanı alüminyumdur. Ana şarjı PETN'dir. Şok tüp nemden etkileneceği için dikkat edilmelidir. Sürtünme ve darbeye karşı dirençlidir. Bağlantısı kolaydır. Delik içinde uzun süre kalabilir. Suya karşı dirençlidir. Şarapnel etkisi yaratabilir (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013).

2.5.2.2.İnfilaklı Fitil

Ortasında PETN çekirdek bulunan ve çekirdeği koruyan tekstil örgü ile PVC kaplamadan oluşur. En dış katmanda bulunan PVC kaplama dış etkilere, yağ ve suya karşı direnç kazandırır. Tekstil örme ise çekirdeği korur ve çekme dayanımı ile esnekliği arttırır. PETN ise yüksek detonasyon hızına sahip bir patlayıcıdır. Ateşlenebilmesi için kapsül şokuna ihtiyaç duyulur. 8 no'lu kapsül ile ateşlenebilir. Nem ve sıcaklıktan etkilenir. Darbe ve sürtünmeye karşı hassastır. Elektrikli ortamlarda güvenilir şekilde kullanılabilir. Yanma sonucu kalıntı bırakmaz. Ses ve hava şoku yüksektir (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; Koca, 2006; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013). Şekil 2.2'de infilaklı fitinin yapısı görülmektedir.



Şekil 2.2.İnfilaklı fitilin yapısı (*Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.)

2.5.2.3.Emniyetli Fitil-Adi Tahrip Kapsülü

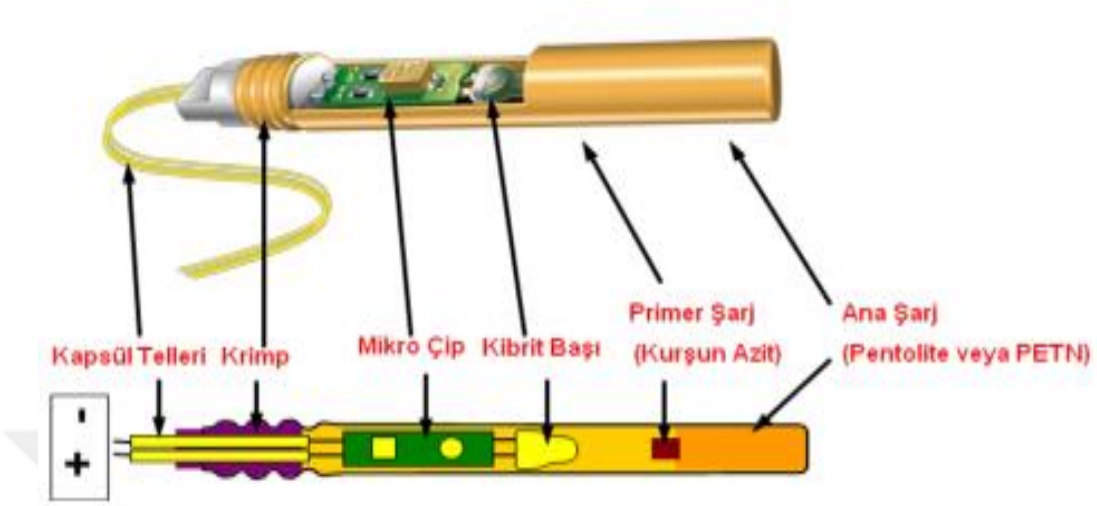
Çekirdeği kara baruttan oluşmaktadır ve tekstil örme ile kaplanmıştır. Dışı ise neme dayanıklı madde ile kaplanmıştır. Çekirdeği su ve yağ gibi yanma hızını değiştirebilecek ya da duyarsızlaştıracak maddelere karşı korumak amacı ile kaplanır. Emniyetli fitili ateşleyebilmek için adi tahrip kapsülüne ihtiyaç duyulur. Kapsül kovanı alüminyum ya da bakır malzemeden yapılmaktadır. Suya dayanıklı değildir. İstenilen gecikme verilemez. Uygulaması pratiktir ancak miktar sınırlaması vardır. Elektrik ve manyetik alandan etkilenmez. Küçük çaplı atımlar için uygundur (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013). Şekil 2.3'te emniyetli fitil ve adi kapsülün birlikte kullanımı görülmektedir.



Şekil 2.3. Emniyetli fitil ve adi kapsülün birlikte kullanımı (*Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.)

2.5.3.Elektronik Ateşleme Sistemleri

Kısıtlı kullanım alanına sahiptir. Pahalı bir sistemdir. Esnek programlama ile istenilen gecikme verilebilir. Delik içi fonksiyona müdahale edilebilir ve ateşlemeden önce tüm sistem kontrol edilebilir. Dinamik şoka karşı dirençlidir. Ülkemizde kullanılmamaktadır (Atlıhan, 2018; Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği,* t.y.; K. Özdemir, 2009; Özyurt, 2013). Şekil 2.4'te elektronik ateşleme sisteminin yapısı gösterilmektedir.



Şekil 2.4.Elektronik ateşleme sisteminin yapısı (Alabaş, Derya, Kılıç ve Us, 2013)

2.6.Sivil Patlayıcı Maddelerin Kullanım Alanları

Sivil patlayıcı maddeler madencilik, HES projeleri, ulaşım projeleri, tünel ve kanal yapımında inşaat projeleri, petrol ve enerji sektörü, tarım ve ormancılık sektörü gibi farklı alanlarda kazı, yıkım ve sismik arama gibi faaliyetlerde kullanılmaktadır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Karakaş, 2015).

Madencilik sektöründe sismik arama çalışmaları, arama kuru ve galeri çalışmaları, basamak patlatmaları, yeraltı ve yerüstü maden ocaklarında hammadde üretimi amacıyla kullanılmaktadır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Karakaş, 2015).

Kanal ve tünel açma alanında, kara yolu tünel çalışmaları, demir yolu tünel çalışmaları, toplu taşıma istasyon ve tünel çalışmaları, kanalizasyon ve su tünelleri çalışmaları, derivasyon tüneli çalışmaları gibi faaliyetlerde kullanılmaktadır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Karakaş, 2015).

İnşaat sektöründe temel kazısı yerine patlayıcı maddeler tercih edilebilmektedir. Aynı zamanda yapıların yıkımında da zamandan tasarruf edebilmek

amacıyla kullanılabilmektedir. Yol yapımı, baraj ve gölet yapım çalışmaları, çelik konstrüksiyon, köprü yapım çalışmaları ve hammadde temin çalışmalarında da kullanılmaktadır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Karakaş, 2015).

Petrol sektöründe sismik arama faaliyetlerinde, rezervlerin genişletilmesinde ve petrol boru hatlarının açılması çalışmalarında kullanılmaktadır. Enerji sektöründe yeraltı enerji santralleri, gaz depoları, petrol depoları, nükleer atık depoları ve yüksek basınçlı hava depoları çalışmalarında kullanılmaktadır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Karakaş, 2015).

Tarım ve ormancılık sektöründe büyük ağaç köklerinin yerüstüne çıkarılması veya kesim faaliyetlerinde ve zemin düzeltme çalışmalarında kullanılmaktadır. Geçmişte gübre olarak da kullanılmıştır (Engin, 2018; Gümüşçü ve diğerleri, 2016; Karakaş, 2015).

2.7. Sivil Patlayıcı Maddelerin Güvenli Kullanım Talimatları

Patlayıcı maddeler gerekli hususlar dikkate alındığında son derece yararlı malzemelerdir. Kurallarına uygun kullanılmadığı taktirde geri dönülmez sonuçlara yol açabilir.

2.7.1. Depolama

Tüm patlayıcı maddeler, patlayabilir karışımlar ve kapsüller resmi ve yerel makamlarca onaylanmış, izin verilmiş depolarda depolanmalıdır. Patlayıcı maddeleri kullanmak veya satmak üzere depolamak isteyen kişiler/şirketler İçişleri Bakanlığı'ndan patlayıcı madde depolama izni almak zorundadır. Ülkemizde patlayıcı madde deposu kurmak isteyenler ''Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle Av Malzemesi ve Benzerlerinin Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük'' te yer alan kurallara uymak zorundadır. Tüzükte yer alan patlayıcı madde depolarının özellikleri şunlardır:

Patlayıcılar ve kapsüller ayrı depolarda muhafaza edilmelidir.

Depolar yerleşim yerlerinden, yollardan, demiryollarından, elektrik hatlarından uzakta olmalıdır.

İyi drene edilmiş eğimli zeminlerde olmalıdır. Yeraltı depoları nemli olduklarından tercih edilmemelidir. Ayrıca yeraltı depolarının drenajı ve havalandırmaları zordur.

Depolar yangına dayanıklı ve kurşun geçirmez malzemelerden yapılmalıdır.

Su geçirmez yapıda olmalıdır.

Betonarme yapılar tercih edilmelidir.

Uygun levha işaretleri (Sigara içilmez, Patlayıcı Madde vb.) asılmalıdır.

Havalandırma sistemi istenilen sıcaklığı korumak amacıyla düzenlenmelidir. Kuru ve serin ortam olmalıdır.

İzin verilen patlayıcı madde çeşidi ve miktarı depoda işaretle belirtilmelidir.

Seyyar depolarda uygun fren sistemi ve paratoner olmalıdır.

Depo girişine statik elektriği boşaltmaya yarayan bakır levha konulmalıdır.

Depo görevlileri antistatik iş elbiseleri giymelidir.

Yetkili olmayan personelin girişi engellenmelidir.

Depoya giren çıkan malzemelerin kayıtları tutulmalıdır.

Depo çevresinin 8m'ye kadar yanıcı malzemelerden arındırılmış olması gerekmektedir. 15m'ye kadar yakıcı malzemeler sokulmamalıdır. 50 m mesafede kuru otlar temizlenmelidir.

Depo içerisinde sadece izin verilen elektrikli aydınlatma kullanılmalı ve kaçak akım rölesi kullanılmalıdır.

Patlayıcı madde depolarında sadece kapsüle duyarlı patlayıcılar, patlayabilir karışımlar, primerler, emniyetli fitiller ve infilaklı fitiller saklanmalıdır.

Kapsül depolarında; 8 no'lu tahrip kapsülü, elektrikli kapsüller, elektriksiz kapsüller ve kapsüllü fitiller saklanmalıdır (Engin, 2018; Kaya Patlatma Tekniği, n.d.; Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, n.d.; Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle Ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına Ilişkin Tüzük, n.d.).

2.7.2. Taşıma

Patlayıcı maddelerin aynı işyeri içerisinde taşınması haricinde taşınması güvenlik birimlerinin bilgisi dahilinde yol izni alındıktan sonra yapılmalıdır.

Kapsüle duyarlı patlayıcılar, yemlemeye duyarlı patlayıcılar, barutlar ve kapsüller aynı araçta taşınmamalıdır.

Taşıma aracının mekanik sistemleri kontrol edilmelidir. Patlayıcı maddeler mümkünse kapalı araçlarda taşınmalıdır.

Araçların kasaları yanmaz malzemelerden yapılmış olmalıdır.

Araçlara uygun uyarıcı levhalar asılmalıdır.

Uyarıcı levha ve aracın fren, vites vb. aksamları her gün ve araç boş iken kontrol edilmelidir.

Patlayıcı madde ambalajları sıkışmayacak, sarsılmayacak ve yuvarlanmayacak şekilde istiflenmelidir. Islanmamaları için önlem alınmalıdır.

Patlayıcı madde taşıyan araçlar personel taşımak için kullanılmamalıdır. Aynı zamanda otoyollarda ve bina yakınlarında park edilmemelidir.

Aracı kullanacak olan personelin fiziksel ve ruhsal sağlığı yerinde olmalıdır. Gerekli eğitimleri almış, dikkatli ve güvenilir personel görev almalıdır.

En az bir yangın söndürme cihazı kolayca erişebilir konumda bulundurulmalıdır.

Zorunlu haller haricinde telsiz kullanılmamalıdır (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.; *Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.).

2.7.3. Elektriksel Tehlikeler

Elektriksel enerji bir kapsül devresine yıldırım, statik elektrik, telsiz ileticiler veya arızalı elektrikli ekipmanlardan kaynaklanan kaçak akımlar ile girebilir.

Statik elektrik, patlatma operasyonlarında ANFO vb. patlayıcının deliğe dökülmesi veya hava ile şarjlanması sırasında plastiklerin sürtünmesi, sentetik giysilerin sürtünmesi, kuru rüzgâr esintisi ve araç motorlarının egzozlarından oluşabilir. Statik elektrik yüklü kişi veya ekipmanın teması sonucu direnç teli ve kapsül kovanı arasında bir statik boşalma olur. Bu durum kapsülün ateşlenmesine yol açabilir. Yarı iletken şarjlama hortumu ve şarjlama sistemine uygun topraklama kullanılmalıdır. Yarı iletken botlar giyilmelidir. Elektriksiz kapsül kullanılabilir.

Delici makine ve pompalara enerji getiren kablolar kaçak akım kaynakları olabilirler. Kabloların izolasyonları sağlam olmalıdır ve düzenli olarak kontrol edilmelidir. Ateşleme hattı ve kapsül devresi diğer iletkenlerden ve kaçık akım yaratabilecek kaynaklardan uzak tutulmalıdır. Yüksek gerilim hatlarından güvenli mesafelerde çalışılmalıdır.

Radyo frekans ileticileri kuvvetli ışın güçlerinden dolayı patlayıcının ateşlenmesine neden olabilir. Mobil telsizler, telefonlar vb. cihazlar alana sokulmamalı veya kapatılmalıdır. Elektrikli kapsül taşınırken telsiz sistemli araç kullanılıyorsa kapsüller ahşap kaplı metal kutularda taşınmalı ve bir kutuya yerleştirilene veya alınana kadar telsiz sistemi kapatılmalıdır.

Elektrik enerjisi devreden geçerken kapsül direnç teli ve kovan arasında ark yapabilir. Ark nedeni ile kapsül ateşlenebilir.

Yıldırım düşmesi ile kapsüllerin ateşlenmesi ölümcül kazalara neden olabilir. Paratoner kullanılmalıdır. Kötü hava şartlarında patlatma operasyonları durdurulmalı ve alan boşaltılmalıdır (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.; *Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.).

2.7.4. Personel Koruması

Resmi düzenlemelere göre işe uygun giysi ve ekipmanlar kullanılmalıdır. Baret, çelik uçlu ve antistatik iş ayakkabısı, koruyucu gözlük, işe ve mevsime uygun giysi, iş eldiveni ve koruyucu kulaklık gibi kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Kişisel koruyucu donanımların temizliği düzenli olarak yapılmalıdır ve yıpranmış ekipmanlar yenileri ile değiştirilmelidir (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.; *Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.).

2.7.5. Şarjlama, Sıkılama ve Bağlantı İşlemleri

Şarjlamadan önce alan kapatılmalı ve uyarı levhaları asılmalıdır. Atım yeri, günü ve zamanı çalışanlara ve çevredeki insanlara bildirilmelidir. Şarjlama işleminden önce plan hazırlanmalıdır. Gereksiz her türlü ekipman sahadan uzaklaştırılmalıdır. Görevli olmayan kişiler saha dışına alınmalıdır. Çalışma alanının 6 m yakınında sigara içilmesine veya ateş yakılmasına izin verilmemelidir. Mümkün olduğunca az çalışan görev almalıdır. Tüm delikler doldurulduktan sonra kontrol edilmeli ve daha sonra sıkılama yapılmalıdır. Sıkılama işlemi bitince patlatma sorumlusu boş kutuların, torbaların ve fazla patlayıcıların sahadan uzaklaştırıldığından emin

olmalıdır. Şarjlama sonrası artan malzeme varsa derhal depoya gönderilmelidir. Boş ambalajlar ise uygun uzaklıkta yakılarak imha edilmelidir. Tüm bağlantılar izole edilmeli ve ıslak zeminle teması önlenmelidir. Tüm bağlantılar yapıldıktan sonra patlatma sorumlusu devreyi kontrol etmeli ve sahanın boşaltılmasını sağlamalıdır (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.; *Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.).

2.7.6. Ateşleme

Şarjlama işlemi tamamlandıktan sonra en kısa sürede ateşleme yapılmalıdır. Patlatma, alanın boşaltılacağı, işin durdurulabileceği en uygun zaman seçilerek yapılmalıdır. Uygun görülen ve izin alınan zamanın dışında patlatma gerçekleştirilmemelidir. Çalışma alanı barikatlar ile kapatılmalı, uyarı levhaları asılmalıdır. Patlatma yeri ve zamanı herkese bildirilmeli, alan boşaltılmalı ve uyarı ikazları yapılmalıdır. İkaz sesi 800 metre mesafede duyulabilecek seviyede olmalıdır. Alan kontrol edilip boşaldığından emin olmadan ateşleme yapılmamalıdır. Ateşlemeden 20 dakika önce gereksiz ekipman ve personel alandan uzaklaştırılır. Ateşlemeden 5 dakika önce ateşleyici telsiz ile ateşlemenin başlayacağını ve telsizlerin kapatılması gerektiğini bildirir. Ateşlemeden önce 2 dakika boyunca siren çalar. Son 1 dakika tekrar siren çalınır ve ateşleme gerçekleştirilir (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.; *Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.).

2.7.7. Acil Durum

Acil durum planı hazırlanmalı ve belirli aralıklarla yenilenmelidir. Depo sorumlusu, patlatma sorumlusu, ateşçi vb. patlayıcı maddeler ile çalışan her personel

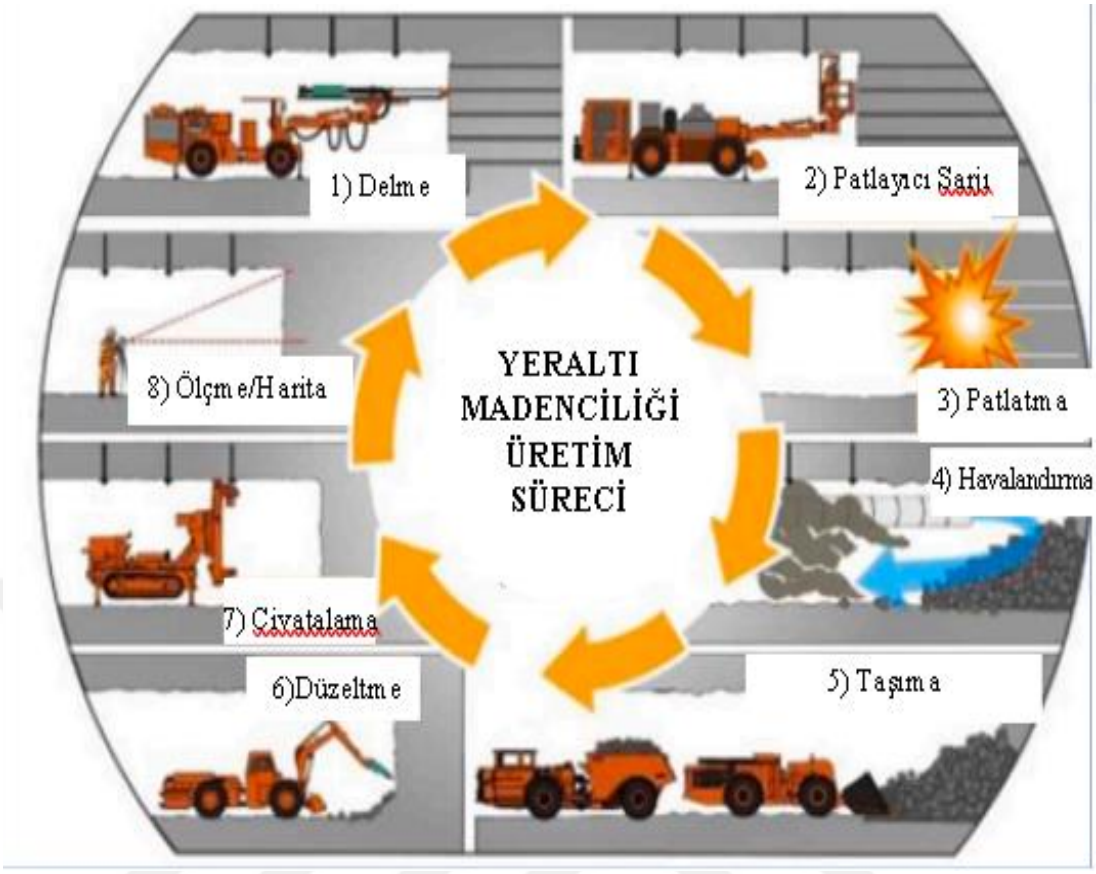
eğitim almalıdır ve acil durum planı hakkında bilgi sahibi olmalıdır. İlk yardım, kurtarma, koruma ve söndürme ekipleri oluşturulmalıdır. Acil durum iletişim numaraları paylaşılmalıdır. Belirli aralıklarla tatbikatlar yapılmalıdır (Engin, 2018; *Kaya Patlatma Tekniği*, t.y.; *Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.; *Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.).

BÖLÜM ÜÇ
YERALTI MADENCILIĞI

3.1.Yeraltı Madencilik Faaliyetleri

Yeraltı maden işletmeciliği etüt-planlama, hazırlık-üretim faaliyetleri, cevher-kömür hazırlama, pazarlama ve satış gibi faaliyetleri içermektedir. İş sağlığı ve güvenliği bakımından genellikle üretim sürecinde sorunlar açığa çıkmaktadır. Üretim süreci; kazı, delme-patlatma, tahkimat, nakliyat, havalandırma gibi faaliyetleri içermektedir (Aydin ve Karakurt, 2021; Chimunhu, Topal, Ajak ve Asad, 2022; Li ve Zhan, 2018; Little, Nehring ve Topal, 2008). Temelde araştırma-geliştirme, sondaj, çıkarma ve dolgu olarak üretimi dört basamakla basitleştirildiğinden bahsedilmiştir. Modelleme, hesaplama, ölçeklendirme ve haritalama gibi mühendislik hesapları uzun bir süreç olup oldukça önem arz etmektedir (Carpentier, Gamache ve Dimitrakopoulos, 2016; Little ve diğerleri, 2008).

İlk olarak maden rezervleri ve jeolojik koşullar analiz edilerek yeraltı üretim planı hazırlanır. Arama ve planlama sonrası genel maden üretim sürecinde cevher kütlesine erişim için sondaj veya patlatma ile tünel ve yollar açılır. Tahkimatlar, havalandırma sistemi, aydınlatma gibi işlemler gerçekleştirilerek çalışma güvenliği için önlemler alınır. Yeraltı madencilik faaliyetleri süreci şekil 3.1‘de görülmektedir. Delme patlatma çalışması için çalışma alanında delme prosedürü uygulanarak delik noktaları ayna üzerinde işaretlenir. Jumbo adı verilen iş makinası ile belirlenen noktalarda delikler açılır. ANFO şarj kamyonu ile delikler doldurulmadan önce kontrol edilir. Tıkalı veya su ile dolu ise temizlenir. Patlayıcı şarjı ve bağlantıları yapılır. Patlatma prosedürü uygulanarak ateşleme gerçekleştirilir. Patlatma gazları ilgili ölçümler alınarak kontrol edilir. Güvenliği tehdit etmeyecek sınırlara gelindiğinde yeraltına inilerek alandaki kayalar cevher hazırlama alanına taşınır. Tahkimatsız alanlarda çalışma yapılması yasaktır, gerekli güvenlik önlemleri alınır (Chimunhu ve diğerleri, 2022; Li ve Zhan, 2018).



Şekil 3.1.Yeraltı madencilik faaliyetleri süreci (Chimunhu ve diğerleri, 2022)

3.2. Yeraltı Madenciliği ile ilgili Önemli Sorunlar

Yeraltı madenciliğinde zararlı gazlar, termal konfor, toz, yeraltı suyu, göçük, titreşim ve gürültü gibi öne çıkan sorunlar yer almaktadır(Aydin ve Karakurt, 2021).

Ocak atmosferinde madencilik faaliyetleri sonucunda boğucu, zehirli veya patlayıcı gazlar açığa çıkmaktadır. Karbondioksit ve azot boğucu gazlardır. Biyolojik olarak etkisi olmayıp oksijen oranını düşürerek boğucu etki gösterir. Patlatma, sedimantasyon, karbon içeren bir maddenin yanması gibi olaylar sonucu karbondioksit açığa çıkmaktadır. Azot ise atmosferde bulunan bir gaz olsa da organik maddelerin bozulması sonucunda, kaya veya kömür çatlaklarında ve patlamalarda görülebilmektedir. Karbonmonoksit, hidrojen sülfür, kükürtdioksit ve azotoksitler yeraltında bulunan zehirli gazlardır. Nefes yollarının tahriş ve tahrip eden, akciğerleri

zedeleyerek kanda, sinir sisteminde ve hücrelerde çeşitli hasarlara yol açabilen biyolojik etkisi olan gazlardır. Karbonmonoksit, kolayca yayılabilen ve yeraltında tabanlarda biriken bir gazdır. Patarlı motorlar, yangın ve patlamalarda karbonmonoksit açığa çıktığı görülmektedir. Hidrojen sülfür, sülfürlü cevherlerin patlatılması, su drenajı, organik maddelerin çürümesi, pirit-jips gibi minerallerin su ile etkileşimi, gerçekleşemeyen patlayıcı madde ateşlemeleri ve kömürlü katmanların yanması gibi olaylar sonucunda açığa çıkmaktadır. Yangınlar, ateşlemeler ve sülfürlü cevherleri içeren kayaçların kazısında kükürtdioksit gazının açığa çıktığı görülmektedir. Azotoksitler ise azot patlamaları ve motorların egzoz çıkışları sonucu açığa çıkarlar. Son olarak metan gazı patlayıcı bir gaz olup çok hızlı yayılmaktadır. Kömür, kaya tuzu, kükürt ve demir madenleri potansiyel metan kaynakları olmakla birlikte ocak havası ile karışımlarında patlama meydana gelebilmektedir. Aynı zamanda patlatma sonrasında da görülmektedir(Aydin ve Karakurt, 2021; Durşen ve Yasun, 2012). Maden işyerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğinin madde 8.5'e göre havasında %19'dan az oksijen, %2'den çok metan, %0.5'ten çok karbondioksit, 50 ppm (%0.005) den çok karbonmonoksit ve diğer tehlikeli gazlar bulunan yerlerde gerekli güvenlik önlemleri alınarak mevcut olan tehlikeyi bertaraf etmek amacıyla önleyici faaliyetler ve kurtarma çalışmaları dışında çalışılmaz. 8 saatlik çalışma için müsaade edilen en yüksek hidrojen sülfür oranı 20 ppm (%0,002)'dir(*Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.).

Termal konfor, üretimin verimliliğine ve çalışanların sağlığına etki eden önemli bir faktördür. Termal konforda olumsuzlukların olması dikkat dağınıklığı, üşüme/terleme, tansiyon yükselmesi/düşmesi gibi rahatsızlıklara ve iş kazalarına neden olabilmektedir. Hava akım hızı, sıcaklık, nem, radyant ısı, metabolik oran ve giysi yalıtımı gibi faktörler termal konforu etkilemektedir(Aydin ve Karakurt, 2021; Roghanchi ve Kocsis, 2018; Sasmito, Kurnia, Birgersson ve Mujumdar, 2015; Tümer ve Arıtan, 2017). Maden işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği yönetmeliğinin madde 8'de hava hızının 0,5 m/s'den az ve 8 m/s'den çok olamayacağı yer almaktadır. Ocağın çeşitli noktalarında hava hızı, sıcaklık ve nem gibi ölçümler alınıp çalışanları

tehlikeye sokmayacak düzeyde tutulmaya çalışılır(*Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.).

Maden işletmelerinde delme-patlatma, kırma, öğütme, kazı gibi faaliyetler sırasında toz açığa çıkmaktadır. Toz, solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Bununla birlikte görüş mesafesini düşürmektedir. Kömür tozu gibi bazı tozlar patlamaya neden olabilmektedir. Dolayısıyla tozun içeriği, tozun miktarı ve boyutu dikkate alınmalıdır (Aydin ve Karakurt, 2021; Dizlek ve Yıldız, 2022; E. Kahraman ve Kılıç, 2016).

Madencilik faaliyetlerinde kullanılan Jumbo, yükleyici, sondaj makinesi vb. makineler farklı düzeylerde gürültü açığa çıkarmaktadır. Uzun süre gürültüye maruz kalan makine operatörlerinde geçici veya kalıcı işitme kayıpları, dikkat dağınıklığı, yorgunluk ve bezginliğin artması, psikolojik rahatsızlıklar gibi etkiler bıraktığı görülmüştür (Aydin ve Karakurt, 2021; Erol, 2022; Nari, Kim, Kang, Park ve Jang, 2020; Yuvka, Uysal ve Dolgun, 2023). Çalışanların Gürültü ile İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği'ne göre en düşük maruziyet eylem değeri 80 dB(A), en yüksek maruziyet eylem değeri 85 dB(A) ve maruziyet sınır değeri 87 dB(A) olarak belirlenmiştir. Eğer 8 saatlik gürültü ölçümleri 80 dB(A)'dan düşük ise herhangi bir kulak koruyucu donanım kullanılmasına gerek yoktur. Ölçüm değerleri 80 dB(A) ve üzerinde ise işveren işyerinde kulak koruyucu donanım bulundurmak zorundadır. 85 dB(A) ve üzerinde ise, kulak koruyucu donanımı kullanılması zorunludur(*Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*, t.y.). Çalışan, makine ve ekipman üzerinde belirli aralıklarla gürültü ölçümleri yapılmalıdır. Ölçümler sonucunda uygun koruyucu kulaklık kullanımı sağlanarak kişisel maruziyet düşürülebilir. Personellerin dönüşümlü çalışması gibi çalışma planları yapılarak gürültüye maruziyet azaltılabilir. Çalışanların periyodik olarak işitme testine tabi tutularak etkilenme düzeyleri kontrol edilebilir (Aydin ve Karakurt, 2021; Erol, 2022; Yuvka ve diğerleri, 2023).

Titreşim, bir cismin iç veya dış kuvvetlerin etkisiyle yaptığı salınım hareketidir. İnsan vücuduna temas edilen yüzey aracılığı ile titreşim iletilmektedir.

Titreşim yüzeyi, bir makinenin tutacak kısmı, bir aletin yüzeyi veya motorlu bir makinenin koltuğu olabilmektedir. Titreşim maruziyeti el-kol titreşimi ve tüm vücut titreşimi olarak iki çeşittir. Uzun süre titreşime maruz kalan kişilerde dolaşım sistemlerinde, kemik ve eklem sistemlerinde, sinir sistemlerinde ve kaslarında hasarlar meydana gelmektedir. Bununla birlikte meslek hastalıklarına da neden olmaktadır. Karpal tünel sendromu, beyaz parmak, el-kol uyuşması, tutuş kaybı, bel ağrısı gibi rahatsızlıklar ortaya çıkmaktadır (Arıtan ve Tümer, 2019; Aydin ve Karakurt, 2021; Erol, 2022; Nari ve diğerleri, 2020; Seidel, 2005). Çalışanları Titreşim ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmeliği'nde tüm vücut titreşimi için; günlük maruziyet sınır değeri 1,15 m/s^2, eylem değeri 0,5 m/s^2 , el kol titreşimi için ise günlük maruziyet sınır değeri: 5 m/s^2 , maruziyet eylem değeri ise; 2,5 m/s^2 olarak belirtilmiştir (*Çalışanların Titreşim ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik*, t.y.). Çalışan, makine ve ekipman üzerinde belirli aralıklarla titreşim ölçümleri yapılmalıdır. Makinelerde tutma kollarının titreşim sönümleyici malzeme ile kaplanması, çalışanların titreşim sönümleyici eldiven kullanması, dönüşümlü çalışma ile titreşime maruziyetin azaltılması gibi önlemler alınabilmektedir(Aydin ve Karakurt, 2021; Erol, 2022).

Bir diğer önemli sorun ise göçük oluşmasıdır. Göçükler, jeolojik, mühendislik, yönetimsel ve çalışan hataları gibi nedenlerle meydana gelebilmektedir. Üretimden kaynaklı hatalara yer verilmemesi, kontrollü patlatma işlemleri, tahkimat malzemesinin doğru seçilmesi, hasar gören tahkimatlarının zamanında tespit edilip yenilenmesi, personellerin düzenli olarak eğitimlerinin yapılması gibi önlemlerin alınması ile göçükler ile mücadele edilebilmektedir (Aydin ve Karakurt, 2021).

3.3. Yeraltı Madenciliğinde İş Sağlığı ve Güvenliği

İş sağlığı ve güvenliğinin amacı çalışma yaşamında çalışanların sağlığına zarar verebilecek hususları önceden belirleyerek gereken önlemleri zamanında almak, güvenli bir ortamda çalışmalarını sağlamak, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı çalışanların bedensel ve zihinsel sağlıklarını korumaktır. Birincil olarak toplu koruma önlemlerinin alınması, iş organizasyonu ve çalışma yöntemlerinin

düzenlenmesi ile riskler minimalize edilmeye çalışılmaktadır. Alınan önlemler ile birlikte kişisel koruyucu önlemlerin gereksinimi söz konusu olmaktadır (Çavuşoğlu, Ekti, Güvendi, Gökcan ve Demir, 2020; Doğan, Keskin ve Ersoy, 2020; Janjuhah ve diğerleri, 2021; E. Kahraman ve Kılıç, 2016; Shariati, 2014; Toderas, 2022). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun 4.maddesinde yer aldığı gibi işverenin, çalışanların sağlık ve güvenliğini sağlama, risk değerlendirmesi yapma veya yaptırma, risklerin önlenmesi için her türlü tedbirin alınmasını sağlama, eğitim ve bilgi verilmesi, sağlık ve güvenlik tedbirlerinin değişen şartlara uygun hale getirilmesi ve mevcut durumun iyileştirilmesi için çalışmalar yapılması genel yükümlülükleri bulunmaktadır (*6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu,* t.y.). Bununla birlikte madencilik sektörü ile ilgili kanun ve yönetmelikler maden arama, işletme, çevre etkileri, atık yönetimi ve işletme bitiminde yapılması gereken hususları içermektedir.

04.06.1985 tarihli ve 3213 sayılı Maden Kanunu, madenlerin milli menfaatlere uygun olarak aranması, işletilmesi, üzerinde hak sahibi olunması ve terk edilmesi ile ilgili esas ve usulleri düzenlemektedir. İlgili kanun maden arama ve işletme için gerekli rapor ve ruhsatlara dair istenilen belgeleri içermektedir. Bununla birlikte kanuna aykırı durumların cezalarından da bahsetmektedir. 04.06.1985 tarihli ve 3213 sayılı Maden Kanunu'nun uygulanması ile ilgili usul ve esasları düzenlemek amacı ile 11.12.2022 tarihli ve 32040 sayılı Maden Yönetmeliği resmî gazetede yayınlanmıştır(*3213 Sayılı Maden Kanunu*, t.y.).

Resmî gazetede 19.09.2013 tarihinde yayınlanan 28770 sayılı Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin amacı sondajla maden çıkarılan işlerin yapıldığı işyerleri ile yeraltı ve yerüstü maden işlerinin yapıldığı işyerlerinde çalışanların sağlık ve güvenliğinin korunması için uyulması gerekli asgari şartları belirlemektir (*Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği*, t.y.). İlgili yönetmelikte işverenin yükümlülükleri ve çalışanların yükümlülüklerine yer verilmiştir. 18.06.2013 tarihli ve 28681 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmeliğe uygun olarak yeterli ilk yardım

donanımın sağlanması ve en geç 6 ayda bir olmak üzere düzenli olarak gerekli tatbikatlar yapılması gerekmektedir (*İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik*, t.y.). 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununun 30 uncu maddesinde belirtilen yeraltı maden işyerlerinde kurulacak sığınma odalarına ilişkin usul ve esasları belirlemek amacı ile 08.04.2017 tarihinde 30032 sayılı Yeraltı Maden İşyerlerinde Kurulacak Sığınma Odaları Hakkında Tebliğ yayınlanmıştır. Bu tebliğde sığınma odalarının teknik özellikleri, kontrol ve bakımı hakkında bilgilere yer verilmiştir. Sığınma odalarının ilgili tebliğdeki şartlara uygun kurulması gerekmektedir(*6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, t.y.; *Yeraltı Maden İşyerlerinde Kurulacak Sığınma Odaları Hakkında Tebliğ*, t.y.).

21.06.2005 tarihli ve 25852 sayılı Madencilik Faaliyetleri İzin Yönetmeliği ise madencilik faaliyetlerinin hangi esaslara göre yürütüleceği ve bu esaslarla ilgili bakanlık ve kamu kurum ve kuruluşlarının vereceği izinlere dair usul ve esasları düzenlemektedir. Orman, ağaçlandırma bölgeleri, özel çevre koruma bölgeleri, tarım, mera, su havzaları gibi alanlarda madencilik faaliyetlerinin çevresel etki değerlendirmesini de kapsamaktadır(*Madencilik Faaliyetleri İzin Yönetmeliği*, t.y.). 15.07.2015 tarihli ve 29417 sayılı Maden Atık Yönetmeliği ise madenlerin aranması, çıkarılması, hazırlanması/zenginleştirilmesi veya depolanması sonucunda ortaya çıkan atıkların üretiminden nihai bertarafına kadar çevre ve insan sağlığına zarar vermeyecek şekilde yönetilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlemektir (*Maden Atıkları Yönetmeliği*, t.y.).

10.06.2003 tarihli ve 25134 sayılı İş Kanunu'nun 72. maddesinde yer aldığı üzere yeraltında 18 yaşını doldurmamış erkek ve her yaştaki kadınların çalıştırılması yasaktır. Kanunun 63. maddesi yeraltı maden işlerinde çalışan işçilerin günde en çok 7,5 saat haftada en çok 37,5 saat olması gerektiğini belirtmiştir. Bununla birlikte bu kanunun 42 ve 43'üncü maddelerinde belirtilen durumlar dışında yeraltı maden işlerinde çalışan işçilere fazla mesai yaptırılamaz. Kanunun 42 ve 43'üncü maddelerinde sayılan durumlarda 37,5 saati aşan her bir saat fazla çalışma için verilecek ücret, normal çalışma ücretinin saat başına düşen miktarının yüzde yüzden

az olmamak üzere arttırılması suretiyle ödenmesi gerekmektedir (*4857 Sayılı İş Kanunu*, t.y.).

06.01.2015 tarihli ve 2015/7249 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe konulan Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Hakkında Karar (Karar) çerçevesinde yer altı ve yer üstü kömür madenciliği, kömürden gayri yer altı madenciliği faaliyetlerinde bulunan gerçek ve tüzel kişiler, söz konusu faaliyetlerin icrası esnasında meydana gelebilecek kazalar sonucu tesislerinde istihdam ettikleri, üretim ve üretim hazırlığı faaliyetinde bulunan personeli için Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası yaptırmak durumundadır (*Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Tarife ve Talimatı Tebliği*, t.y.).

Tüm bu önemli hususlar ile birlikte bu çalışmada ele alınan sivil patlayıcı madde ile ilgili önemli konular bulunmaktadır. Resmî gazetede 29.09.1987 tarihinde yayınlanan 19589 sayılı Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük dikkate alınarak çalışmalar yürütülmelidir. İlgili tüzüğün 121.maddesinde ateşleyici yeterlik belgesi olmayan personellerin patlayıcı maddelerin ateşlemesinde görev almasının yasak olduğunu belirtilmektedir (*Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük*, t.y.). 11.07.2002 tarihinde yayınlanan 24812 sayılı Patlayıcı Madde Ateşleyici Yeterlilik Belgesinin Verilmesi Esas ve Usullerinin Belirlenmesi Hakkında Yönetmelik, patlayıcı maddelerin kullanılmasında görevlendirilecek ateşleyicilere verilecek yeterlilik belgesine ilişkin sınav koşulları, sınav kurulunun oluşumu ve sınavla ilgili diğer hususları düzenlemektir (*Patlayıcı Madde Ateşleyici Yeterlilik Belgesinin Verilmesi Esas ve Usullerinin Belirlenmesi Hakkında Yönetmelik*, t.y.). Ateşleyici yeterlilik sınavında başarılı olan ve güvenlik soruşturması sonucu durumu uygun bulunan kişiler, valilikçe beş yıl geçerli ateşleyici yeterlik belgesi almaya hak kazanmaktadır. (*Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve*

Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük, t.y.).

3.4. Yeraltı Madenlerinde İş Kazaları ve Meslek Hastalıkları

Çok tehlikeli iş sınıfına giren maden sektöründe, iş kazaları, meslek hastalıkları, sağlık problemleri ve ölümlere neden olabilecek birçok risk bulunmaktadır. İş kazaları ve yaralanmaların nedeni ise iş güvenliği kültürü olmaması ile ilişkilendirilmiştir. Eğitim ve ödül-ceza sisteminin iş sağlığı ve güvenliği kültürüne katkı sağladığı görülmüştür. Tehlikelerin tespit edilmesi, risklerin değerlendirilmesi, mühendislik önlemlerinin alınması ve kontrollerin yapılması önem arz etmektedir. Bu tip risk faktörlerini açığa çıkmadan kaynağında kontrol altına almak veya yok etmek için alınan tedbirlerin bazen yeterli olamayacağı durumlarda bireysel korunma önlemlerinin alınması kaçınılmazdır. İş sağlığı ve güvenliği politikalarının geliştirilmesi gerektiğinin yanı sıra işçi eğitimine ve öğretimine yer verilmesi gerektiği açıkça gösterilmiştir (Bilim, Dündar ve Bilim, 2018; Çavuşoğlu ve diğerleri, 2020; Dizlek ve Yıldız, 2022; Janjuhah ve diğerleri, 2021; C. Özdemir, Tunca ve Çöl, 2023; Shariati, 2014; Toderas, 2022).

3.4.1. Yeraltı Madenlerinde İş Kazaları

Maden sektöründe kazaların yüksek olmasının temel nedeni çalışma koşullarının güvenli olmaması ve çalışanların güvenli olmayan davranışları olduğu belirtilmiştir. Madencilik faaliyetlerinde meydana gelen kazaların birçoğunun grizu, metan degajı, şev kayması, göçük, kavlak düşmesi, ocak yangını, yangın ve su baskınları gibi nedenlere dayandığı belirtilmiştir (Bilim ve diğerleri, 2018; Çavuşoğlu ve diğerleri, 2020; Dizlek ve Yıldız, 2022; Doğan ve diğerleri, 2020; Maiti, Chatterjee ve Bangdiwala, 2004; C. Özdemir ve diğerleri, 2023; Sadid ve Konuk, 2023; Yaşar, İnal, Yaşar ve Kaya, 2015) .

3.4.1.1. Grizu Patlaması

Metan gazı ile havanın karışımına grizu adı verilmektedir. Kömür ocaklarında damarlarda veya kaya tabakalarında patlayıcı bir gaz olan metan bulunmaktadır. %5-

14.8 oranlarında hava içerisinde bulunduğunda patlama riski oluşturmaktadır. Patlayıcı madde kullanımı, açık alev ve kıvılcım oluşumuna neden olan çalışmaların yapılması gibi etkenler grizu patlama riski arttırmaktadır. Yapılan çalışmaların yetkili kişi tarafından denetlenip güvenli çalışma prosedürleri oluşturulmalıdır. Havalandırma sistemlerinin kontrolü ile havadaki metan konsantrasyonu düşürülebilmektedir. Metan gazı izleme ve sesli/ışıklı uyarı sistemi oluşturulmalıdır (Bilim ve diğerleri, 2018; Dizlek ve Yıldız, 2022; Erol ve Ürünveren, 2021; C. Özdemir ve diğerleri, 2023; Yaşar ve diğerleri, 2015).

3.4.1.2. Kömür Tozu patlaması

Yeraltı kömür işletmelerinde üretim, nakliye, kazı, delik delme gibi çalışmalar sırasında meydana gelen kömür taneciklerine kömür tozu denir. Tavan, taban ve yan duvarlarda birikmiş toz tanelerinin havayla karışması ve bununla birlikte ateşleyici kaynakla teması sonucu kömür tozu patlaması meydana gelmektedir. Grizu patlamaları ve patlayıcı madde kullanımı ile kolayca meydana gelebilmektedir(Erol ve Ürünveren, 2021; Yaşar ve diğerleri, 2015).

3.4.1.3. Su Baskını

Yeryüzü ve yerkabuğu tabakalarında bulunan su, madencilik faaliyetleri sonucunda oluşan boşluklarda ani su baskınlarına neden olmaktadır. Su baskını tavanın stabilitesini bozarak göçüklere ve can kayıplarına neden olabilmektedir. Yeraltında su içeren tabaka ile çalışma alanı arasında topuk bırakılması su basmasını engelleyebilmektedir. Yeraltı sondajları veya pompa ile su drenajı yapılarak uzaklaştırılabilir. Dolgulu üretim yöntemi de tercih edilebilmektedir (Aydin ve Karakurt, 2021; Erol ve Ürünveren, 2021; Yaşar ve diğerleri, 2015).

3.4.1.4. Göçük

Yeraltı faaliyetleri sonucu taş, toprak, kömür, cevher vb. maddelerin kayma ve düşmelerini önlemek amacı ile tahkimat yapılmaktadır. Göçük oluşmasını etkileyen nedenler çevresel ve jeolojik faktörler, yönetimsel hatalar, mühendislikle ilgili nedenler ve çalışan kaynaklı nedenler olarak sıralanabilir. Tahkimatın yetersiz

gelmesi veya taşıma gücünü kaybetmesi sonucu göçük meydana gelmektedir. Tavanlar, yan duvarlar ve tahkimatlar düzenli olarak kontrol edilmesi, tahkimatların bakımlarının yapılması veya yenilenmesi gerekmektedir (Aydin & Karakurt, 2021; Direk, 2016; Erol & Ürünveren, 2021; Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, n.d.; Yaşar et al., 2015).

3.4.1.5. Ocak Yangınları

Yangının meydana gelebilmesi içi oksijen, ısı ve yanıcı maddenin bir arada bulunması gerekmektedir. Yeraltında solunumun yeterliliği, gaz ve tozların uzaklaştırılması gibi nedenlerle havalandırma sisteminin etkisiyle oksijen seviyesi %19-21 civarlarındadır. İş makineleri, elektrik devreleri, açık alev ve kıvılcım çıkmasına neden olan kaynak makinesi, taş motoru gibi ekipmanlar başlıca ısı kaynaklarındandır. Ocak içerisindeki yanıcı gazlar, tozlar, motor yağı, yakıt, yanabilir nitelikteki katı/sıvı maddeler ise yanıcı maddelere örnek verilebilir. Metan gazı patlamaları da yangına neden olmaktadır. Yanıcı maddeler çalışma alanından uzaklaştırılmadan açık alev veya kıvılcım oluşturabilecek çalışmalar yapılmamalıdır. Maden işletmelerinde yangın önlemleri, acil durum prosedürleri ve acil durum planları bulunmaktadır. Kontrolü yapılmalı ve düzenli aralıklarla yenilenmelidir. Yangın söndürme tüpleri ve otomatik yangın söndürme sistemleri bulundurulmalı, periyodik kontrolleri yapılmalıdır (Aydin ve Karakurt, 2021; Erol ve Ürünveren, 2021; Yaşar ve diğerleri, 2015).

3.4.1.6. Şev Kaymaları

Kademe, alın ve yüzlerindeki eğimine şev adı verilir. Dış etkenler, şev stabilitesi, aşınma ve ayrışma gibi etkenler şev kaymalarına neden olabilmektedir. Her çalışma öncesinde, çalışma alanından ve nakliyat yollarından daha üst seviyelerdeki şevlerde ve kazı yüzeylerinde toprak ve kaya düşmelerine karşı gerekli kontrollerin yapılması gerekmektedir. Şev yüksekliği ve derecesi hususunda yönetmelikte belirtilen değerlerin dikkate alınması gerekmektedir. Çalışma alanının jeolojik ve fiziksel özellerine bakılması gerekmektedir (*Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği*

Yönetmeliği, t.y.; Yaşar ve diğerleri, 2015). Kaydırıcı kuvvetleri azaltmak, tutucu kuvvetleri arttırmak, hareketi meydana getiren sebepleri ortadan kaldırılarak şev hareketlerine karşı önlem alınabilmektedir. Şev-yamaç geometrisinde değişiklik yapılması, şeve etki eden suyun kontrol altına alınması başka bir değişle su drenajı, yapısal önlemlerle stabilite sağlama gibi iyileştirmeler yapılabilir (Ün, 2019).

3.4.2. Yeraltı Madenlerinde Meslek Hastalıkları

Sosyal Sigortalar Kanunu Sağlık İşlemleri Tüzüğü madde 62'de sigortalının çalıştırıldığı işin niteliğine göre tekrarlanan bir sebeple veya işin yürütüm şartları yüzünden uğradığı geçici veya sürekli hastalık, sakatlık veya ruhi arıza halleri meslek hastalığı olarak tanımlanmıştır (*Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü* , t.y.).

Meslek hastalıkları tüzüğün 64.maddesine göre tablo 3.1'de görüldüğü üzere 5 gruba ayrılmıştır (Erol, 2020; Mil ve Güvercin, 2016; *Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü* , t.y.).

Tablo 3.1.Meslek hastalıklarının sınıflandırılması

Grup	**Hastalık**
A Grubu	Kimyasal maddeler ile olan meslek hastalıkları (ağır metaller, kurşun, cıva, gazlar, solventler, pestisitler vb.)
B Grubu	Mesleki cilt hastalıkları
C Grubu	Pnömokonyozlar ve diğer mesleki solunum sistemi hastalıkları (Silikozis, asbestozis vb.)
D Grubu	Mesleki bulaşıcı hastalıklar
E Grubu	Fiziksel etkenler ile olan meslek hastalıkları (gürültü, titreşim, toz, termal konfor vb.)

Bir hastalığın meslek hastalığı olarak sayılabilmesi için sigortalının çalıştığı iş ile hastalık arasında illiyet bağı bulunması gerekmektedir. Meslek hastalıkları, kimyasal, fiziksel, biyolojik, psikolojik ve ergonomik nedenlerde dolayı oluşabilmektedir

(Donoghue, 2004; Erol, 2020; Ilıman, 2015). Maden sektöründe ağır metaller, tahriş edici ve zehirli gazlar, solventler gibi kimyasal faktörler meslek hastalıklarına ve ölümlere neden olabilmektedir. Gürültü, titreşim, sıcak/soğuk hava gibi etkenlere bağlı hastalıklar görülebilmektedir. Geçici veya kalıcı işitme kayıpları, beyaz parmak hastalığı, karpal tünel sendromu, Raynaud fenomeni bu meslek hastalıklarından bazılarına örnek verilebilir. Monoton iş ortamı, dikkat gerektiren işler, aşırı sorumluluk, vardiyalı çalışma gibi durumlar stres ve aşırı yüklenmelere, uyku bozukluklarına, psikolojik olarak tükenmeye ve depresyona neden olabilmektedir. Dar alanlarda çalışma nedeniyle duruş bozuklukları, ağır yük taşıma gibi durumlardan dolayı boyun, omuz, kol ve bel rahatsızlıkları meydana gelebilmektedir(Bilim ve diğerleri, 2018; Donoghue, 2004; Erol, 2020; Mil ve Güvercin, 2016).

Madencilik faaliyetlerinde bulunan tozlardan dolayı Pnömokonyoz, Silikozis, Antrakozis gibi meslek hastalıkları sıklıkla görülmektedir. (Çavuşoğlu ve diğerleri, 2020; Doğan ve diğerleri, 2020; Donoghue, 2004; Ediz, Beyhan ve Yuvka, 2001; Erol, 2020; Ilıman, 2015) Kömür, asbest, berilyum ve silis gibi tozlarının solunması sonucu akciğer hastalıkları meydana gelmektedir. Tozlu ortamda çalışma süresi, tozun kompozisyonu, toz yoğunluğu, tane boyut dağılımı ve toza karşı kişisel hassasiyete bağlı olarak çalışana zarar derecesi değişmektedir (Donoghue, 2004; Ediz ve diğerleri, 2001; Erol, 2020; Ilıman, 2015).

Meslek hastalıklarından korunma yöntemleri sırasıyla, çalışma ortamında teknik koruma, tıbbi koruma ve kişisel korumadır. Çalışma ortamı ölçümleri yapılarak üretim planlaması, çalışma süresi planlaması, bakım ve onarım, havalandırma, üretim yöntemi veya kimyasal maddenin değiştirilmesi gibi iyileştirme çalışmaları yapılarak hastalık yapıcı etkenin kaynağında kontrol altına alınması teknik korumadır. İşe giriş muayeneleri, periyodik kontroller ile personelin sağlık gözetiminin yapılması önemlidir. Kişisel koruyucu donanım kullanımı, işe özgü eğitimler ile personellerin bilinçli olmasını sağlama gibi kişisel koruma önlemleri alınmalıdır (Erol, 2020; Ilıman, 2015).

BÖLÜM DÖRT
YÖNTEM VE VERİ ANALİZİ

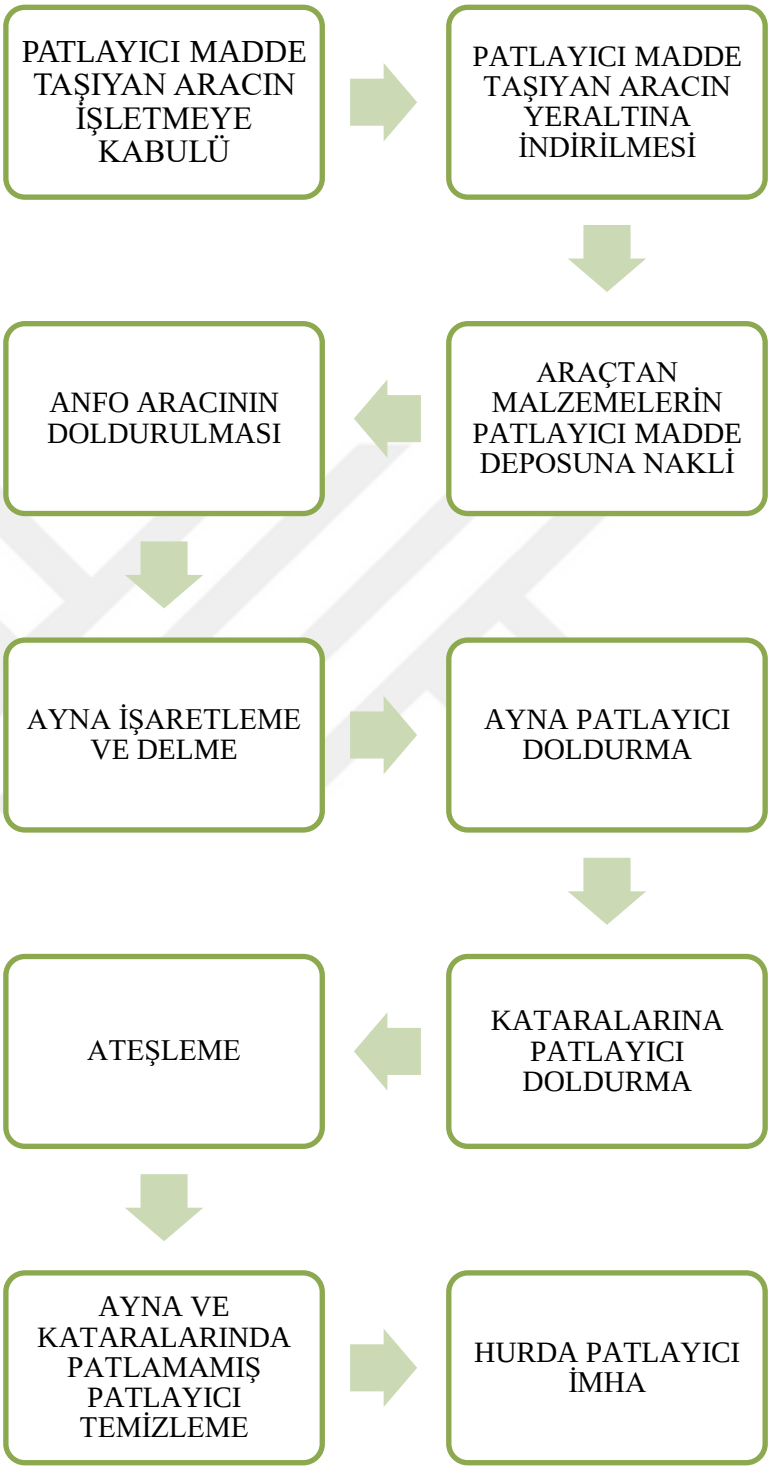
4.1 Çalışma Sahası

Çalışma kapsamında, patlayıcı madde ile üretim yapan bir yeraltı bakır maden sahası ele alınmıştır. Patlatma öncesi, patlatma aşaması ve patlatma sonrası riskler değerlendirilmiştir. Sivil patlayıcı maddeler ile çalışma yapılan tüm alanlar ile birlikte acil durumlar da göz önünde bulundurulmuştur.

4.2 İşletmenin İsg İç Yönergesi

İlgili işletmenin iş sağlığı ve güvenliği prosedürleri olmakla birlikte bu çalışmada bilfiil tespit edilen ve muhtemel risklere yer verilmiştir. Örneğin; işletmede kaçış odaları, yangın söndürme sistemi, yangın söndürme tüpü, levhalar gibi acil durum önlemleri ve prosedürü bulunmaktadır. Ancak risk değerlendirmesinde uygulamaların etkisini göstermek amacıyla yer verilmiştir. Acil durumlar, iş kazaların önlenmesinde oldukça önemli olan ve göz önüne alınması gereken hususlardır. İşletme, iş sağlığı ve güvenliği eğitimlerine önem vermekte ve yeraltı maden işleri ile ilgili gerekli eğitimleri almamış hiçbir personelin girişine izin vermemektedir. Bünyesinde bulunun yerüstü çalışmalar da görev alan personeller gerekli eğitimleri aldıktan sonra yeraltına giriş yapabilmektedir. Bununla birlikte personellerin iş güvenliği hususunda görev almaları ve güvenlik kültürüne sahip olmaları amacı ile birey kartı doldurma sistemi oluşturmuştur. Birey kartı sistemi ise check-list düzeninde bulunan bir kontrol formudur. Personeller çalışma yapmadan önce çalışma yapılacak alanı kontrol ederek muhtemel riskleri form üzerinde işaretleyerek yetkili amirleri ile paylaşmaktadır. Gerekli önlemler alındıktan sonra iş izni alınarak çalışmaya başlanmaktadır. Bu çalışma, sivil patlayıcı maddeler ile çalışan bir yeraltı maden işletmesinde risk değerlendirmesi örneği olmak ile birlikte literatüre katkıda bulunmak amacıyla yapılmıştır.

4.3.Çalışma Prosedürü



Şekil 4.1.Çalışma prosedürü (Kişisel Arşiv, 2023)

Sivil patlayıcı maddeleri taşıyan araç işletmeye geldiğinde araç güvenlikten geçerek bekleme alanına park edip görevli kişi araç kontrol formunu doldurup güvenlik birimine kontrol formunu teslim etmektedir. Patlatma mühendisi ve yetkili depocu ile patlayıcı madde taşıyan araç ve maddeler gözle kontrol edilip giriş işlemleri yapıldıktan sonra yeraltı deposuna indirilmek üzere prosedür başlatılmaktadır.

Telsizler ile maden kontrol birimi ile haberleşip yeraltında yollar kapatılmaktadır. Yerüstünde güvenlik birimleri tarafından kontroller yapılmaktadır. Yeraltına inecek kişiler tüm kişisel koruyucu donanımlarını giyip madenci lambası, OFK mutlaka üzerlerinde bulundurmalıdır. Elektronik tike ve metal tikeleri lambacıdan alıp lambacı defteri doldurulduktan sonra tike tahtasına metal tike asılmaktadır. Eskort eşliğinde patlayıcı madde aracı yeraltı deposuna indirilmektedir.

Araç depo girişinde temizlenip sinyal oluşturabilecek iletişim cihazları girişteki kutuya bırakılıp aracın depoya girişine izin verilmektedir. Patlayıcı madde aracı depo önüne park edip topraklaması yapıldıktan sonra malzeme indirebilmek için hidrolik platform şoför tarafında çalıştırılmaktadır. Depoya giren kişilerin ziyaretçi defterini doldurması gerekmektedir. Patlayıcı maddeler platform üzerinden antistatik transpalet ile indirilip depoya taşınmaktadır. Malzemeler transpalet ile taşınamayacak durumda olduğunda elle taşıma yapılmaktadır. Depocu patlayıcı ve kapsül defterini her malzeme alımında doldurmaktadır. Patlayıcı madde aracı tamamen boşaltıldıktan sonra telsizle maden kontrole iletilir ve aracın güvenle yeraltından çıkışı sağlanmaktadır.

Sivil patlayıcı maddelerin yeraltında kullanılması için ANFO adı verilen araca dolum yapılması gerekmektedir. ANFO aracı patlayıcı madde depo girişinde temizlenip depo önüne park ettikten sonra topraklaması yapılır. Dolum yapacak personeller bakır levhaya dokunduktan sonra ANFO çuvallarını aracın yanına taşır. El merdiveni kullanılarak ANFO çuvalları ANFO aracında bulunan depo/kazan içerisine doldurulur. Kullanılacak dinamit, kapsül ve fitiller ayrı sandıklara konularak

taşınır. Alınan malzeme miktarı depocu tarafından patlayıcı ve kapsül defterine yazılır.

Ayna işaretleme ve delmede kullanılan Jumbo adı verilen aracın kontrol listesi doldurulmalıdır. Çalışmadan önce aracın güvenlik göstergelerinin, uyarı ışıklarının ve ayaklarının çalıştığından emin olunmalıdır. Çalışma alanı emniyet şeridi ile sınırlandırılmalıdır. Çalışma alanında araç uygun bir yere park edilmeli, bölge ve çalışma yapılacak ayna kontrol edilmeli ve birey kartı doldurulmalıdır. Aynada patlamamış patlayıcı (misfire) kontörlü yapılmalıdır. Misfire bulunuyorsa Patlamamış Patlayıcı Madde Temizleme Talimatı uygulanmalıdır. Aynada kavlak bulunuyorsa kavlaklar alınmalıdır. Ayna yıkanmalı ve tekrar kontrolü yapılmalıdır. Delme planına göre ayna üzerine delinecek yerler işaretlenmelidir. Soket varsa boya ile işaretlenmelidir. Delinecek ayna vardiya amirinden onay almadan değişiklik yapılmamalıdır. Delme işlemi bittikten sonra ayna durumu (delik sayısı, formasyon yapısı, ıslak veya kuruluk, kavlaklar vb.) vardiya amirine ve maden kontrole bildirilmelidir. İş bitiminde çevre temizliği ve son kontroller yapılmalıdır. Delme patlatma mühendisi, maden kaptanı veya maden müdürü onayını almadan çalışma yapılmamalıdır.

ANFO aracı kontrol formu doldurup dolum yapılacak aynanın alanına emniyet şerit çekilerek ‘’Dikkat Patlayıcı Madde!’’ uyarı levhası asılır. Aynada birikmiş su varsa pompa ile çekilir. ANFO aracının sepetine yalnız bir kişi çıkabilir. Sepette çalışma yapacak personel paraşüt tipi emniyet kemerini giyip uygun bir ankraj noktasına bağlı olacak şekilde çalışma yapar. Dolumdan önce aynada kavlak bulunuyor ise sivriç ile temizlenir. Delikler kontrol edilir, tıkalı delik varsa doldurma işlemine başlamadan amire iletilir. Delikler yukarıdan aşağıya doğru ANFO ile doldurulur. Kapsül takılı dinamitler deliğe sıkılama yapılır. Daha sonra fitil ile bağlantılar yapılır. Gecikme veya elektrik kapsül bağlantısı vardiya sonunda patlatmadan önce kontroller yapıldıktan sonra yapılmaktadır. Patlatma mühendisi, maden kaptanı veya maden müdürünün onayını almadan çalışma yapılmamalıdır.

Açık ve kör kataraları deliklerine patlayıcı dolumu yapılırken ayna dolumunda olduğu gibi delikler ve kavlaklar kontrol edilmelidir. Delikler tıkalı veya su ile doluysa amir ile görüşülüp temizlendikten sonra çalışma yapılmalıdır. Kavlarlar sivriç ile temizlenmeli, sivriç ile alınamıyorsa taktak çağırılmalıdır. Kataralarında çalışma yapılacağı zaman hem alt kat hem üst kat girişe kapatılacak şekilde emniyet şeridi çekilip uyarı levhaları asılmalıdır. Delikler alt kattan ANFO aracı ile doldurulacaksa paraşüt tipi emniyet kemeri uygun bir ankraj noktasına bağlı olacak şekilde ve yüz vizörü mutlaka kullanılarak çalışılmalıdır. Delikler üst kattan doldurulacaksa açık alan sıfır noktasına yüksekte çalışma talimatı tam olarak uygulanmadan 3 metreden fazla yaklaşılmamalıdır. Delikler doldurulurken alt kata patlayıcı düşerse tahkimatsız alansa alana girmeden tahta bir sopa ile alınmalıdır. Alınamıyorsa amire mutlaka bildirilmelidir. Dolum işlemlerinden sonra çevre temizliği yapılmalı, boş dinamit kutuları ve ANFO çuvalları varsa alınmalıdır.

Ateşleme öncesi yeraltının boşaltılması gerekmektedir. Ateşleme her gün belirlenen saatlerde yapılmaktadır. Yeraltına giriş tike tahtası kontrol edilir, herkesin çıktığından emin olunmalıdır. Elektronik tikeler maden kontrol tarafından kontrol edilir. Yeraltına giriş kapatılır. Anons geçilir. Uyarı sinyali çalınır. Ateşleme öncesi gecikme veya elektrik kapsül bağlantısı yapılır. Ateşlemeden 5 dakika önce ateşleyici telsiz ile ateşlemenin başlayacağını ve telsizlerin kapatılması gerektiğini bildirir. Ateşlemeden önce 2 dakika boyunca siren çalar. Son 1 dakika tekrar siren çalınır ve ateşleme gerçekleştirilir. Ateşleme işlemi sonrası gaz ölçümleri yapılır. Yönetmeliğe göre metan değeri %1, karbonmonoksit değeri %0.005, hidrojen sülfür %0.002, karbondioksit %0.5 ve sülfür dioksit %0.0007 olduğunda etki göstermektedir. Ortam ölçümünde bu değerlerin altına inilmediği taktirde yeraltına giriş ve çalışma izni verilmez. Değerler izin verilen sınıra indiğinde yer altına giriş izni verilir.

Ateşleme sonrası yeraltına giriş izni verildiğinde misfire kontrolü yapılmalıdır. Ayna ve kataraları, patlatılan hafriyat içerisinde de patlamamış patlayıcı madde bulunabilmektedir. Misfire temizliğinde sadece bakır kaşık, bakır üfleç, tahta veya

antistatik sıkılama sopası/hortum/boru ve su kullanılmalıdır. Misfire temizliği sadece ateşleme ehliyeti olan yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır. Temizleme öncesi birey kartı doldurulmalı, ayna girişine patlayıcı madde levhası koyulmalıdır. Aynadan cevher taşındıktan sonra ateşçi aynada bulunan misfireları belirlemeli ve formda yerlerini işaretlemelidir. Vardiya amirine bu form teslim edilmelidir. Misfirelar zorlanmadan alınmalıdır alınamıyorsa yeni patlayıcı ile tersten yemlenerek vardiya sonunda patlatılmalıdır. Deliklerden çıkarılan hurda patlayıcılar ANFO aracında bunun için ayrılmış özel bölüme konulup kitlenmelidir. Hurda patlayıcılar vardiya sonunda ayna veya yukarıdan aşağıya doldurulan kataraları patlatmalarında imha edilmelidir. Vardiya sonunda patlatma yoksa hurda patlayıcılar imha edilmek üzere bir sonraki vardiyanın sorumlu ateşçilerine teslim edilir. Hurda patlayıcı kutuları üzerinde hangi malzemeye ait olduğu yazılmalıdır. Hurda kapsüller Hurda kapsül kutusuna, hurda patlayıcılar Hurda Patlayıcı kutusuna atılmalıdır. Hurda patlayıcı kutularının bulunduğu yer patlayıcı madde kurallarını belirten tabelalarda belirtilmelidir. Cevher içerisinde bulunan patlayıcılarda vardiya amirine bildirilerek ateşçi tarafından zorlanmadan alınıp kutu içerisine atılmalıdır. Bütün hurda kutularına ait kilit anahtarları sadece ateşçi ve güvenlik biriminde olmalıdır. Ateşçi kutuları haftada en az bir kere olmak üzere kontrol edip imha etmelidir. Hurda patlayıcı kutuları 20 metre çevresine hiçbir şekilde araç veya iş makinası park etmemelidir. Kutuların bulunduğu alanda çalışma yapılmamalıdır.

4.4. Fine Kinney Risk Analiz Yöntemi

İş yeri, yapılan iş ve çalışma şekillerine bağlı olarak farklı risk analiz yöntemleri kullanılmaktadır. L tipi matris, X tipi matris ve Fine Kinney metodu en sık kullanılan risk analiz yöntemlerindendir. Risklerin önceliklendirilmesi ve düzeltici önleyici faaliyetlerin koordinasyonun yapılması bakımından kantitatif yöntemlerin tercih edilmesi daha pratik olmaktadır. Risk değerlendirme yöntemlerinde farklı parametreler ve skalalar kullanılması sonuçlarda farklılık gözükmesine neden olmaktadır. Puanlandırmada analizi yapan uzmanın yorumlamasına göre değişiklikler görülebilmektedir (Birgören, 2017; Oturakçi ve Dağsuyu, 2017). Risk değerlendirme

yöntemlerinin avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Fine Kinney risk analiz metodunun diğer yöntemlere göre farklı olarak frekans ölçeğinin hesaplanmaktadır. Fine Kinney metodu daha detaylı ve uzun sürede hazırlanmaktadır.

Bu çalışmada Fine-Kinney risk analizi metodu kullanılmıştır. Fine-Kinney metodu olasılık, şiddet ve frekans parametrelerinden oluşmaktadır. Frekans, tehlikeye maruz kalma sıklığını; olasılık, riskin meydana gelebilme ihtimalini ve şiddet, riskin meydana gelmesi halinde hasarın büyüklüğünü ifade etmektedir (Birgören, 2017; Gül, Güven Büşra ve Guneri, 2018; Kinney ve Wiruth, 1976; Kokangül, Polat ve Dağsuyu, 2017). Tablo 4.1'de olasılık ve ona karşılık gelen değer gösterilmiştir. Riskin meydana geldiğindeki hasarın büyüklüğüne karşılık gelen şiddet değeri tablo 4.2'de gösterilmiştir. Tablo 4.3'de ise tehlikeye maruz kalma sıklığına karşılık gelen frekans değerini göstermektedir. Bu üç parametrenin çarpılması sonucu hesaplanan risk puanı tablo 4.4'de karşılık gelen sonuca göre değerlendirilmektedir. Hesaplamalar sonucunda belirlenen risk değerlerine göre düzeltici ve önleyici faaliyetler belirlenir. Risk önem derecesine göre plan yapılır ve önlemler alınır. Kabul edilebilir risk düzeyine ulaşmak amaçlanır. Düzeltici ve önleyici faaliyetler sonrası risk değerlendirmesi yapılır.

RİSK = O*Ş*F

O: Olasılık

Ş: Şiddet

F: Frekans

Tablo 4.1.Olasılık değeri

Olasılık (O)	**Olasılık Değeri**
Beklenir, kesin	10
Oldukça mümkün/yüksek	6
Seyrek ama olası	3

Tablo 4.1 devamı

Olasılık (O)	**Olasılık Değeri**
Düşük olasılık ama mümkün	1
Beklenmez fakat mümkün	0.5
Beklenmez	0.2

Tablo 4.2.Şiddet değeri

Şiddet (Ş)	**Şiddet Değeri**
Birden fazla ölümlü kaza (çevresel felaket)	100
Öldürücü kaza (ciddi çevresel kaza)	40
Kalıcı hasar/yaralanma, iş kaybı (çevresel engel oluşturma, yakın çevreden şikâyet)	15
Önemli hasar/yaralanma, dış ilk yardım ihtiyacı (arazi sınırları dışında çevresel zarar)	7
Küçük hasar/yaralanma, dahili ilk yardım (arazi içinde sınırlı çevresel zarar)	3
Ucuz atlatma (çevresel zararı yok)	1

Tablo 4.3.Frekans değeri

Frekans (F)	**Frekans Değeri**
Sürekli	10
Sık (Günde 1 defa)	6
Ara sıra (Haftada 1 defa)	3
Sık değil (Ayda 1 defa)	2
Seyrek (Yılda birkaç defa)	1
Çok seyrek (Yılda 1 veya daha seyrek)	0.5

Tablo 4.4. Risk değerlendirme sonucu

Risk Değeri	Risk Değerlendirme Sonucu
400 < R	Tolerans Gösterilemez Risk, hemen gerekli önlemler alınması gerekmektedir. Tesis, bina ve çevrenin sınırlandırılması gerekli olabilir.
200 < R < 400	Esaslı Risk, kısa süre içerisinde iyileştirilmelidir.
70 < R < 200	Önemli Risk, uzun vade içerisinde iyileştirilmelidir.
20 < R < 70	Olası Risk, gözetim altında uygulanmalıdır.
R < 20	Kabuledilebilir Risk

4.5.Bulgular

Şekil 4.2'de görüldüğü üzere patlayıcı madde taşıyan araç yağ istasyonunda bekleme yapmaktadır. Yağ istasyonu tek başına yangın riski oluşturmaktayken patlayıcı madde aracının bu istasyonda beklemesi olası yangının büyüklüğünü arttırmakta ve patlama riski oluşturmaktadır. Aynı zamanda şekilde görüldüğü üzere aracın ön tarafından bakıldığında patlayıcı taşıdığı belli olmamaktadır.



Şekil 4.2. Patlayıcı madde aracı önü ve bekleme alanı (Kişisel Arşiv, 2023)

Şekil 4.3'ye bakıldığında aracın hidrolik rampasında herhangi bir kilit sistemi bulunmadığı ve liftin taşıma kapasitesini belirten levhanın bulunmadığı görülmektedir. Bununla birlikte aracın ve rampanın ateş hattının zemin üzerinde belirtilmediği tespit edilmiştir. Aracın park halinde kaymaması için takoz koyulmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Patlayıcı madde aracı arkası ve bekleme alanı (Kişisel Arşiv, 2023)

Şekil 4.4'e bakıldığında yangın tüplerinin yerlerinin levhalarla belirtilmediği, depo girişine kamyon vb. iş makinalarının park edilmemesine yönelik tabela bulunmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Patlayıcı madde depo girişi (Kişisel Arşiv, 2023)

Şekil 4.5’de bakıldığında patlayıcı madde depo önünde ambalaj atıklarının biriktirildiği ve patlayıcı madde döküntüsü tespit edilmiştir.



Şekil 4.5. Patlayıcı madde depo önü (Kişisel Arşiv, 2023)

Şekil 4.6'de patlayıcı istifleri görülmektedir. Patlayıcı madde adı ve cinsi levhalarla belirtilmiştir. Patlayıcı miktarı ve üretim-depoya geliş tarihinin levhalarla belirtilmediği tespit edilmiş olup yetkili depocu takibini yapmakta ve defter kaydı tutmaktadır. Patlayıcı maddelerde önce gelen önce kullanılır prensibi olduğundan depolama geliş tarihine göre düzenlenmekte ve kullanım sıralamasının takibi yapılmaktadır.



Şekil 4.6. Patlayıcı madde deposu (Kişisel Arşiv, 2023)

Şekil 4.7'da patlayıcı madde taşıyan araçtan patlayıcı deposuna malzeme nakli görülmektedir. Depoda araç ve rampa alanı ateş hattının zeminde belirtilmediği, rampa üzerinde malzeme alınırken düşme riskinin bulunduğu, yineleyici hareketlerin bulunduğu, elle taşımada fazla yük kaldırıldığı tespit edilmiştir. Malzemeler antistatik transpalet kullanılarak nakledildiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.7. Patlayıcı madde aracından malzeme indirilmesi (Kişisel Arşiv, 2023)

Şekil 4.8’de ANFO aracına patlayıcı dolumu yapılmaktadır. El merdiveninde malzeme taşınırken yüksekten düşme riski olduğu, elle taşımada fazla yük kaldırıldığı, yineleyici hareketlerin bulunduğu, patlayıcı madde döküntüsü oluştuğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. ANFO aracına patlayıcı doldurulması (Kişisel Arşiv, 2023)

Bununla ile birlikte patlatma öncesinde ayna işaretleme ve delme basamağında çalışılacak aynada iş öncesi kontrollerin yapılması, alanda kavlak ve patlamamış patlayıcı madde bulunması, Jumbo ile delim yapılırken gürültü ve toz oluşması, deliklerin tam delinmemesi veya plana uygun delinmemesi gibi tehlikeler bulunmaktadır. Ayna ve kataraları patlayıcı dolumu esnasında deliklerin tıkalı olması, deliklerde su bulunması, aydınlatma, yüksekte çalışma, ANFO'nun dolumu sırasında malzemenin püskürmesi ve alana yetkisiz personel girmesi tehlikelerinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Ateşleme öncesinde kapsül bağlantısının zamanında yapılması, patlayıcının darbe, sürtünme vb. dış etken ile erken patlaması gibi tehlikeler de söz konusudur. Ateşleme sonrasında kontrollerin eksiksiz yapılması ve

patlatma gazlarının kabul edilebilir olduğu bildirildikten sonra yer altına giriş izni verilmesi gerekmektedir.

4.6.Bir Yeraltı Maden İşletmesinde Fine Kinney Yöntemi ile Risk Değerlendirmesi

İlgili yasa, yönetmelik ve tüzüklerde belirtilen hususlar ile birlikte bilfiil tespit edilen durumlar değerlendirilmiştir. Ayrıca maden kazalarının günümüzde sıkça gündem olduğu acil durumlardaki riskler göz önünde bulundurularak risk analizi yapılmıştır. İşletmenin halihazırda acil durum planı ve prosedürleri bulunmakla birlikte tatbikat ve kontroller yapılmaktadır. Risk değerlendirmesi sonucunda 21 tolere gösterilemez risk, 29 esaslı risk,55 önemli risk, 16 olası risk tespit edilmiştir. Düzeltici önleyici faaliyetler sonucunda mevcut risklerin 40 olası risk ve 81 kabul edilebilir risk seviyesine geldiği gözlemlenmiştir. Sivil patlayıcı maddelerle çalışma yapılan bir yeraltı bakır madeni işletmesine ait risk değerlendirme verileri tablo 4.5'te yer almaktadır.

Tablo 4.5.Bir yeraltı bakır işletmesinde Fine Kinney risk analiz yöntemi ile risk değerlendirmesi

Faaliyet ve Alanı	**Tehlike**	**Risk**	**O**	**Ş**	**F**	**R D**	**DÖF**	**O**	**Ş**	**F**	**R D**
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Patlayıcı madde taşıyan aracın yağ istasyonunda bekleme yapması	Yangın ve patlama, Olası patlama etkisinin büyüklüğünün artması.	6	100	1	600	Araç ve personel girişine kapalı, yanıcı ve patlayıcı maddelerin bulunmadığı ayrı bir yerde bekleme alanı belirlenmeli ve levhalarla belirtilmelidir.	1	100	0,5	50
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Ateş hattının belirlenmemiş olması (araç ve rampa)	Uzuv sıkışmaları, yaralanma.	6	15	2	180	Aracın döner aksamları çalışırken yakınında personel bulunmaması gerekmektedir. Aracın duracağı alan ve hidrolik rampa açılımının izdüşümü yerde çizilmelidir.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Aracın önden bakıldığında patlayıcı madde taşıdığının belli olmaması	Kaza, patlama.	1	100	1	100	İlgili tüzük ve ADR ye göre patlayıcı madde taşıyan aracın ön tarafında tutuncu renkli levha bulunması gerekmektedir. Araç güneydoğuya gittiği için güvenlik gereği levha çıkartılabilmektedir.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Aracın önden bakıldığında patlayıcı madde taşıdığının belli olmaması	Kaza, patlama.	1	100	1	100	Patlayıcı madde taşıyan aracın ön, arka ve yanlarında patlayıcı madde taşıdığını belirten boyu 20, çizgi kalınlığı 2.5 cm'den az olmayan beyaz renkli harflerle, kırmızı Zemin üzerine ''PATLAYICI MADDE'' sözcükleri yazılı levhaların bulunması gerekmektedir.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Trafikte dış etkenler	Kaza, patlama.	6	100	1	600	25 m'de fazla yaklasma kuralı uyarı levhası bulunmalıdır.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Aracın hidrolik yük rampasında güvenlik kilidi bulunmaması	Uzuv sıkışmaları, yaralanma, sakatlanma.	3	15	2	90	Pnömatik ya da mekanik kilit sistemi bulunmalıdır.	1	15	1	15
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Hidrolik liftin kapasitesinden fazla yük indirilmesi - bindirilmesi	Uzuv sıkışmaları, yaralanma, sakatlanma.	10	15	2	300	Hidrolik liftin max taşıma kapasitesi araç üzerinde etiket ile yapıştırılmalıdır.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Hidrolik sistemde arıza, aşırı yüklenme olması	Uzuv sıkışmaları, yaralanma, sakatlanma	6	15	2	180	Basınç kontrol valfi bulunmalı ve düzenli olarak kontrollerinin yapıldığı denetlenmelidir.	1	15	1	15
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Araçtan yağ,yakıt akması	Yangın, patlama, yaralanma, ölüm.	1	100	1	100	Aracın periyodik kontrolleri yapılmalı,Acil durum yangın söndürme tüplerinin bakımları ve periyodik kontrolleri yapılmalıdır.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	Aracın fren sisteminin arızalı olması, aracın park halinde kayması	Uzuv sıkışmaları, yaralanma, sakatlanma, ölüm.	1	40	2	80	Aracın periyodik kontrollerinin yapılması, park edilen araç takoz ile sağlama alınması gerekmektedir.	0,5	40	0,5	10
Patlayıcı Madde Taşıyan Aracın İşletmeye Girişi ve Kabulü	İşletme içinde aşırı hız yapmak	Aşırı hız sonucu personelle re, iş makinaları na veya galeri cidarına çarpması sonucu yaralanma lar, ölüm.	1	100	1	100	Yerüstü ve yeraltında hız limit levhaları asılmalı ve personele eğitim verilmelidir.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Madde Deposu	Manyetik alan oluşturabi lecek, kıvılcım çıkarabile cek malzemel er ile patlayıcı madde deposuna girilmesi	Yangın, patlama, uzuv kaybı, toplu ölüm.	6	100	0,5	300	Patlayıcının ateşlenmesine neden olabilecek maddeler depoya sokulmamalıdır. Depo girişinde bulunan kutuya kapalı şekilde bırakılmaktadır, kontrollerin yapılması ve personellere işbaşı eğitimlerinde hatırlatma yapılmalıdır.	0,5	100	0,5	50

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Madde Deposu	Statik elektrik	Yangın, patlama, yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	3	100	0,5	150	Depo girişine ve deponun bölümlerinin girişinde bakır levha topraklama hattı ve patlayıcı madde taşıyan araçlar için topraklama hattı bulunmaktadır. Personellere işbaşı eğitimlerinde topraklamanın önemi konusunda hatırlatmalar yapılmalıdır. Personellerin yün, naylon, orlon, perlon gibi statik elektrik üreten giysiler giymemelidir.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Madde Deposu	Yetkisiz personelin depoya girmesi	Yangın, patlama, yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	3	40	1	120	Depoya girme yetkisi olan personeller ve depodan malzeme almaya yetkisi olan personellerin listesi depo girişine asılmalıdır. Depocu ziyaretçi defteri ile giriş-çıkış yapan personellerin takibini yapmaktadır.	0,5	40	0,5	20
Patlayıcı Madde Deposu	Anfonun ıslanması	Anfonun suda çözünerek gaz açığa çıkarması sonucu zehirlenme.	3	100	1	300	Anfonun ambalajları kontrol edilmeli, döküntü anfo varsa alan temizlenmeli, istif alanının su geçirmez olması sağlanmalıdır.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Madde Deposu	Depodaki personeller ile iletişim kopukluğu	İşin yürütümünün sağlanamaması, gerekli güvenlik önlemlerinin alınamaması sonucu kaza.	3	40	2	240	Depo içerisindeki patlayıcı maddeyi tetiklemeyecek sabit telefon ve acil durumda ihtiyaç duyulacak kişilerin telefon numaraları liste halinde bulunması gerekmektedir. İşletme tarafından iletişim araçları sağlanmakta ve kontrolleri yapılmaktadır.	0,5	40	1	20
Patlayıcı Madde Deposu	Kimyasal maddeler	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları, Yangın, Yaralanma.	3	15	6	270	Kullanılan kimyasal maddelerin güvenlik bilgi formları depoda bulundurulmalıdır. Depo girişinde bulunmaktadır. Çalışılan/depolanan kimyasal maddeler ile ilgili personellere eğitim verilmelidir.	0,5	15	3	22,5
Patlayıcı Madde Deposu	Patlayıcı deposu içerisinde çalışma yapılması	Yangın, patlama, yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	6	100	1	600	İş izni ve gerekli önlemler alınmadan patlayıcı madde deposunda çalışma yapılmamalı, bu çalışmalar işletme tarafından iş izinleriyle takip edilmektedir. Personellere işbaşı eğitimlerinde gerekli hatırlatmaların yapılması gerekmektedir.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Madde Deposu	Ambalaj atıklarının depoda birikmesi	Takılıp düşme sonucu yaralanma, yangın.	3	15	2	90	Ambalaj atıkları depoda bulundurulma malıdır. Tertip ve düzen sağlanmalıdır.	0,5	15	1	7,5
Patlayıcı Madde Deposu	Sıcaklık ve nem	Patlayıcı maddelerin bozulması.	3	15	2	90	Depo sıcaklığı 8-30°C aralığında tutulmalıdır. Deponun bölümlerinde nem ve sıcaklık ölçme cihazı bulundurulmalı ve kontrolü yapılmalıdır.	1	15	1	15
Patlayıcı Madde Deposu	Su sızıntısı	Patlayıcı maddelerin bozulması.	3	15	2	90	Tavanların su geçirmez olması sağlanmalıdır	1	15	1	15
Patlayıcı Madde Deposu	Malzeme düşmesi	Yaralanma, sakatlanma.	3	15	2	90	İstif yüksekliği 1.60 m'yi geçmemelidir.	0,5	15	1	7,5
Patlayıcı Madde Deposu	Zeminde kot farklılıkları nın oluşması, yarılma/çatlama	Göçük oluşması, yaralanma, sakatlanma, ölüm.	3	40	1	120	Zeminin düzeltilmesi ve sağlamlaşması gerekmektedir.	1	40	1	40
Patlayıcı Madde Deposu	Tahkimatı n hasar görmesi	Göçük oluşması, yaralanma, sakatlanma, ölüm.	3	100	1	300	Tahkimat yenilenmeli, sağlamlaştırılmalıdır.	1	40	1	40
Patlayıcı Madde Deposu	Araçtan yağ,yakıt akması	Kayıp düşme sonucu yaralanma, yangın.	3	15	1	45	Döküntü kiti kullanılarak alan temizlemelidir. Aracın bakım ve kontrolleri yapılmalıdır.	1	15	1	15
Patlayıcı Madde Deposu	Depo girişine kamyon vb iş makinasın ın park etmesi	Olası acil durumda depodan çıkışı engellediğin den yaralanma, sakatlanma, zehirlenme, ölüm.	1	100	1	100	Depo girişine park edilmesi yasaktır tabelası asılmalı ve personellere eğitim verilmelidir.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Madde Deposu	Yangın tüplerinin yerlerinin belirtilmemesi	Olası yangına müdahale edememe sonucu yaralanma, zehirlenme.	3	40	1	120	Otomatik yangın söndürme sistemi ve yangın söndürme tüpleri deponun belirli bölümlerinde bulunmakta ve periyodik kontrolleri yapılmaktadır, üzerinde kontrol etiketleri bulunmaktadır. Ancak yerleri belirtilmeyen tüpler mevcuttur, yerleri belirtilmelidir.	0,5	40	0,5	10
Patlayıcı Madde Deposu	Acil çıkış yönlendirme tabelalarının olmaması	Zamanında tehlikeli alandan uzaklaşamama sonucu yaralanma, zehirlenme, ölüm.	3	40	1	120	Acil çıkış yönlendirme levhaları yıprandıkça yenilenmelidir. Minearc bölgeleri yönlendirme tabelaları ile belirtilmektedir.	1	40	0,5	20
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Ateş hattının belirlenmemiş olması (araç yolu ve rampa alanı)	Uzuv sıkışmaları, yaralanma.	3	15	2	90	Aracın döner aksamları çalışırken yakınında personel bulunmaması gerekmektedir. Aracın duracağı alan ve hidrolik rampa açılımının izdüşümü yerde çizilmelidir.	1	15	1	15
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Elle taşımada fazla yük kaldırılması	Yaralanma, sakatlanma, fıtık oluşumu.	6	15	2	180	Elle taşıma yapılırken bir personelin taşıyabileceği max ağırlık 25 kg'dır. Bel destekli kemer kullanılabilir. Yük taşıma araçlarından veya yardımcı personelden destek alınmalıdır.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devam

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzeme nin Nakli	Yineleyici hareketler	Sakatlanma.	3	15	2	90	Belirli aralıklarla dinlenerek taşınmalıdır veya personel değişimli çalışılmalıdır.	1	15	1	15
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzeme nin Nakli	Statik elektrik	Yangın, patlama, yaralanma, uzuv kaybı, ölüm	3	100	1	300	Personeller çıplak elle bakır levha topraklama hattına dokumalıdır. Patlayıcı madde taşıyan araçlar için topraklama hattına bağlanmalıdır. Malzeme taşımak için kullanılan transpalet antistatik özelliğe sahip olmalıdır. Personellerin yün, naylon, orlon, perlon gibi statik elektrik üreten giysiler giymemelidir.	0,5	100	0,5	25
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzeme nin Nakli	Duruş bozuklukları	Sakatlanma.	3	15	2	90	Yük bacaklardan destek alınarak taşınmalı ve yük vücuda yakın tutulmalıdır. Yükü kaldırırken bel mutlaka dik olmalı ve eğilmeden çökülerek indirme-kaldırma yapılmalıdır.	1	15	1	15
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzeme nin Nakli	Malzeme düşmesi	Yaralanma, sakatlanma.	3	15	2	90	İstif yüksekliği 1.60 m'yi geçmemelidir. Malzemeler kaldırılırken palete sağlam bağlı şekilde olmalıdır. Yük elle taşınıyorsa tam kavranmalıdır.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Yüksekten düşme	Yaralanma, sakatlanma.	6	40	2	480	Araçtan hidrolik platforma transpalet ile malzeme çekilirken yüksekte güvenli çalışma sağlanmalıdır. Ankraj noktası oluşturulup paraşüt tipi emniyet kemeri ve düşüş durdurucu sistem kullanılarak yaşam halatına bağlı çalışma yapılmalıdır.	1	40	0,5	20
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Patlayıcı madde sızıntısı/döküntüsü	Ciltte tahriş, yaralanma.	3	15	2	90	Araçta veya depo alanında oluşan patlayıcı madde sızıntısı/döküntüsü uygun şekilde temizlenmelidir. Ambalajı hasar görmüş patlayıcı maddeler imha edilmeli, depolanmamalıdır.	0,5	15	1	7,5
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Aydınlatma	Yaralanma, sakatlanma, ölüm.	3	15	2	90	Patlayıcı madde deposuna yönetmeliğe uygun şekilde yeterli aydınlatma sağlanmalıdır. Madenci lambası sarjı kontrol edilerek alınmalıdır.	1	15	1	15
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Gürültü	Dikkat dağınıklığı, İşitme kaybı.	3	7	2	42	Ortam ölçümleri yapılmalı, uygun standartta koruyucu kulaklık kullanılmalıdır.	1	7	1	7
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Toz	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları	3	15	2	90	Koruyucu maske ve gözlük kullanılmalıdır. Ortama yiyecek ve içecek sokulmamalıdır.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Galeri içinde zehirli gazların açığa çıkması	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları. Zehirlenme, ölüm.	3	100	1	300	Gaz ölçüm cihazları ile kontrol edilmeli, yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Sınır değerlerini aşan gazlar mevcut ise yeraltında çalışma durdurulmalıdır. Koruyucu maske ve gözlük kullanılmalıdır. OFK her zaman personellerin yanında bulundurulmalıdır.	1	100	0,5	50
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Termal konfor	Hava akım hızından dolayı üşüme/terleme, tansiyon düşmesi/yükselmesi, dikkat dağınıklığı.	3	7	2	42	Koruyucu giysi, iş tulumu giyilmelidir. Hava akım hızı ölçülmeli, yeterli havalandırma sağlanmalıdır.	1	7	1	7
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Kavlak düşmesi	Yaralanma, ölüm.	6	15	2	180	Çalışma yapılmadan önce çalışma alanı kontrol edilmelidir, kavlak varsa sivriç çubuğu ile kavlak düşürülmelidir.	0,5	15	2	15
Patlayıcı Taşıyan Araçtan Depoya Malzemenin Nakli	Göçük oluşması	Yaralanma, patlama, ölüm.	6	100	0,5	300	Tahkimatlar sürekli kontrol edilmeli ve yenilenmelidir.	1	100	0,5	50
ANFO Aracı	Aracın yağ, yakıt akıtması	Olası yangın riskini arttırır, patlama.	6	100	0,5	300	Aracın periyodik kontrolleri yapılmalıdır. Acil durum yangın söndürme tüpleri ve otomatik söndürme sistemi bulunmalıdır.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
ANFO Aracı	Kimyasal maddeler ile çalışma	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları .	3	15	6	270	Personeller koruyucu gözlük, maske, iş eldiveni ve iş tulumu giymesi gerekmektedir.	0,5	15	3	22,5
ANFO Aracı	Ateş hattı (Sıkışma noktaları)	Uzuv sıkışmaları, yaralanma.	6	15	2	180	Araç çalışır halde iken etrafına personel bulunmamalıdır , alan sınırlandırılmalı dır. Personellere eğitim verilmelidir.	1	15	1	15
ANFO Aracı	Elle taşımada fazla yük kaldırılma sı	Denge kaybı sonucu yaralanma, sakatlanma, fıtık oluşumu.	6	15	3	270	Elle taşıma yapılırken bir personelin taşıyabileceği max ağırlık 25 kg'dır. Bel destekli kemer kullanılabilir. Yük taşıma araçlarından veya yardımcı personelden destek alınmalıdır.	1	15	1	15
ANFO Aracı	Merdiven üzerinde malzeme taşınması	Denge kaybı sonucu düşüp yaralanma, sakatlanma.	6	15	3	270	Kullanılan merdiven platformlu olmalı ve arkasında korkuluk bulunmalıdır. Merdivende bulunan personele aşağıda bulunan personel malzemeyi vermeli, korkuluk kapalı şekilde çalışılmalıdır.	3	15	0,5	22,5
ANFO Aracı	Yineleyici hareketler	Sakatlanma	3	15	3	135	Belirli aralıklarla dinlenerek taşınmalıdır veya personel değişimli çalışılmalıdır.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
ANFO Aracı	Statik elektrik	Patlayıcı maddenin tetiklenmesine neden olarak patlama, yaralanma, ölüm.	3	100	0,5	150	Anfo aracı topraklama hattına bağlanmalıdır. Personeller bakır levha topraklama hattına çıplak elle dokunmalıdır. Personellerin yün, naylon, orlon gibi statik elektrik üreten giysiler giymemelidir.	0,5	100	0,5	25
Ayna işaretleme ve delme	Aynada patlamamış patlayıcı madde olması	Patlama, yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	3	100	1	300	Çalışmadan önce misfire kontrolü yapılmalıdır. Aynada misfire var ise ateşçi tarafından alınır.	0,5	100	0,5	25
Ayna işaretleme ve delme	Çalışma alanında kavlak bulunması	Yaralanma, ölüm.	3	40	1	120	Çalışma öncesi ayna yukarıdan aşağıya kontrol edilmeli ve kavlaklar temizlenmelidir.	0,5	40	1	20
Ayna işaretleme ve delme	Alana yetkisiz personelin girmesi	Operatör tarafından kör noktalardan dolayı görülmeyeceğinden yaralanma, sakatlanma, ölüm.	3	40	1	120	Alan şeritlenmeli ya da barikat ile kapatılmalıdır. Uyarı levhası asılmalıdır. Telsiz kullanımı ile iletişim kurulması gerekmektedir. Personellere eğitim verilmelidir.	1	40	0,5	20
Ayna işaretleme ve delme	Aracın arızalı olması	Yaralanma, sakatlanma, yangın.	3	15	1	45	Aracın periyodik ve çalışma öncesi kontrolleri yapılmalıdır. Arızalı araçlar yetkililere bildirilmeli ve arıza giderilmeden kullanılmamalıdır.	1	15	1	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ayna işaretleme ve delme	Toz	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları vb.	3	7	6	126	Personellerin koruyucu gözlük ve maske kullanması gerekmektedir. Havalandırma sistemi ve fanlar kontrol edilmelidir. Sulu delim yapılmalıdır.	1	7	2	14
Ayna işaretleme ve delme	Gürültü	Dikkat dağınıklığı, İşitme kaybı.	3	7	6	126	Ortam ölçümleri yapılmalı, uygun standartta koruyucu kulaklık kullanılmalıdır.	1	7	3	21
Ayna işaretleme ve delme	Aracın yag, yakıt akıtması	Yangın, patlama.	3	40	1	120	Aracın periyodik kontrolleri yapılmalıdır. Acil durum yangın söndürme tüpleri ve otomatik söndürme sistemi bulunmalıdır.	0,5	40	1	20
Ayna işaretleme ve delme	Aydınlatma	Yaralanma, sakatlanma.	3	15	1	45	Madenci lambası kullanılmalıdır ve sarjı kontrol edilerek alınmalıdır.	1	15	1	15
Ayna patlayıcı doldurma	Alana yetkisiz personelin girmesi	Dikkatsizlik sonucu patlamaya neden olma	1	40	1	40	Alan şeridi çekilip ‘’Dikkat Patlayıcı Madde’’ uyarı levhası asılmalıdır. Gözcü bulundurulabilir.	0,5	40	0,5	10
Ayna patlayıcı doldurma	Açık alev veya ateşleme kaynağıyla alana girme	Patlama	1	100	1	100	Anfo aracına açık alev veya herhangi bir ateşleme kaynağı ile 20 metreden fazla yaklaşılmamalıdır. Personellere eğitim verilmelidir.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ayna patlayıcı doldurma	Aracın dengede olmaması	Aracın devrilmesi sonucu yaralanma, sakatlanma, patlama, yangın.	1	40	2	80	Aracı ayakları tam açılıp terazide olacak şekilde çalışma yapılmalıdır. Zemin sağlam veya düzgün değil ise zemin düzeltilip çalışma yapılmalıdır.	0,5	50	0,5	12,5
Ayna patlayıcı doldurma	Yüksekte çalışma	Yaralanma, sakatlanma, ölüm.	6	40	2	480	Aracın sepetinde çalışma yapılırken personel paraşüt tipi emniyet kemerini giyip uygun bir ankraj noktasına bağlı olacak şekilde çalışma yapmalıdır	1	40	0,5	20
Ayna patlayıcı doldurma	Aydınlatma	Yaralanma, sakatlanma.	1	15	3	45	Madenci lambası kullanılmalıdır ve sarjı kontrol edilerek alınmalıdır.	1	15	1	15
Ayna patlayıcı doldurma	Tıkalı deliği temizlerken parça fırlaması	Yaralanma, görme bozuklukları vb.	3	15	1	45	Tam yüz maskesi kullanılmalıdır.	1	15	1	15
Ayna patlayıcı doldurma	Toz	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları vb.	3	7	6	126	Personellerin koruyucu gözlük ve maske kullanması gerekmektedir. Havalandırma sistemi ve fanlar kontrol edilmelidir.	1	7	2	14
Ayna patlayıcı doldurma	Anfo dolumu sırasında malzemenin püskürmesi	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları.	3	15	6	270	Personeller koruyucu gözlük, maske, iş eldiveni ve iş tulumu giymesi gerekmektedir.	1	15	1	15
Ayna patlayıcı doldurma	Deliğin su ile dolu olması	Anfonun suda çözünerek gaz açığa çıkarması sonucu zehirlenme.	3	100	1	300	Delik dolumu yapılmadan önce kontrol edilmeli ve su uzaklaştırılmalıdır.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ayna patlayıcı doldurma	Çalışma alanda kavlak bulunması	Kavlak düşmesi sonucu yaralanma, kavlağın patlayıcı üzerine düşmesi/darbe sonucu patlama	3	40	1	120	Yukarıdan aşağıya doğru ayna üzerindeki kavlaklar sivriç ile alınmalıdır. Alınamıyorsa maden kontrolden taktak yardımı istenip ayna kavlaklardan temizlenir.	0,5	40	1	20
Ayna patlayıcı doldurma	Statik elektrik	Patlayıcı maddenin tetiklenmesine neden olarak patlama, yaralanma, ölüm.	3	100	0,5	150	Personellerin yün, naylon, orlon, perlon gibi statik elektrik üreten giysiler giymemelidir.	0,5	100	0,5	25
Kataraları patlayıcı doldurma	Alana yetkisiz personelin girmesi	Dikkatsizlik sonucu patlamaya neden olma	1	40	1	40	Alan şeridi çekilip ''Dikkat Patlayıcı Madde'' uyarı levhası asılmalıdır. Gözcü bulundurulabilir.	0,5	40	0,5	10
Kataraları patlayıcı doldurma	Açık alev veya ateşleme kaynağıyla alana girme	Patlama	1	100	0,5	50	Anfo aracına açık alev veya herhangi bir ateşleme kaynağı ile 20 metreden fazla yaklaşılmamalıdır. Personellere eğitim verilmelidir.	0,5	100	0,5	25
Kataraları patlayıcı doldurma	Aydınlatma	Yaralanma, sakatlanma.	3	15	1	45	Madenci lambası kullanılmalıdır ve sarjı kontrol edilerek alınmalıdır.	1	15	1	15
Kataraları patlayıcı doldurma	Toz	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları vb.	3	7	6	126	Personellerin koruyucu gözlük ve maske kullanması gerekmektedir. Havalandırma sistemi ve fanlar kontrol edilmelidir.	0,5	7	6	21

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Kataraları patlayıcı doldurma	Aracın dengede olmaması	Aracın devrilmesi sonucu yaralanma, sakatlanma, patlama, yangın.	1	40	1	40	Aracı ayakları tam açılıp terazide olacak şekilde çalışma yapılmalıdır. Zemin sağlam veya düzgün değil ise zemin düzeltilip çalışma yapılmalıdır.	0,5	50	0,5	12,5
Kataraları patlayıcı doldurma	Yukarıdan aşağıya patlayıcı doldurma	Yüksekten düşüp yaralanma, sakatlanma, ölüm.	6	40	1	240	Yüksekte güvenli çalışma prosedürü uygulanmalıdır. Paraşüt tipi emniyet kemeri giyilip yaşam halatına sürekli bağlı olacak şekilde çalışma yapılmalıdır.	1	40	1	40
Kataraları patlayıcı doldurma	Aşağıdan yukarıya patlayıcı doldurma	Yüksekten düşüp yaralanma, sakatlanma, ölüm.	6	40	1	240	Yüksekte güvenli çalışma prosedürü uygulanmalıdır. Paraşüt tipi emniyet kemeri giyilip yaşam halatına sürekli bağlı olacak şekilde çalışma yapılmalıdır.	1	40	1	40
Kataraları patlayıcı doldurma	Anfo dolumu sırasında malzemenin püskürmesi	Solunum, sindirim, göz ve deri rahatsızlıkları.	3	15	2	90	Personeller koruyucu gözlük, maske, iş eldiveni ve iş tulumu giymesi gerekmektedir.	1	15	2	30
Kataraları patlayıcı doldurma	Deliğin su ile dolu olması	Anfonun suda çözünerek gaz açığa çıkarması sonucu zehirlenme.	6	100	0,5	300	Delik dolumu yapılmadan önce kontrol edilmeli ve su uzaklaştırılmalıdır.	0,5	100	0,5	25
Kataraları patlayıcı doldurma	Tıkalı deliği temizlerken parça fırlaması	Yaralanma, görme bozuklukları vb.	3	15	1	45	Tam yüz maskesi kullanılmalıdır.	1	15	1	15
Kataraları patlayıcı doldurma	Statik elektrik	Patlayıcı maddenin tetiklenmesine neden olarak patlama, yaralanma, ölüm.	3	100	0,5	150	Personellerin yün, naylon, orlon, perlon gibi statik elektrik üreten giysiler giymemelidir.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Kataraları patlayıcı doldurma	Çalışma alanda kavlak bulunması	Kavlak düşmesi sonucu yaralanma, kavlağın patlayıcı üzerine düşmesi/darbe sonucu patlama	3	40	1	120	Yukarıdan aşağıya doğru ayna üzerindeki kavlaklar sivriç ile alınmalıdır. Alınamıyorsa maden kontrolden taktak yardımı istenip alan kavlaklardan temizlenir. Tahkimatsız alana kimsenin girmemesi gerekmektedir.	0,5	50	1	25
Kataraları patlayıcı doldurma	Alt kata patlayıcı madde düşmesi	Patlama	3	100	1	300	Patlamamış patlayıcı madde alt kattan alınmalıdır. Eğer tahkimatsız alanda ise tahta bir sopa yardımıyla tahkimatlı alandan alınmalıdır. Anfo dökülmüş ise su ile yıkanmalı, suyun birikip anfo ile reaksiyona girip gaz açığa çıkarması önlenmelidir.	0,5	100	1	50
Ateşleme	Patlayıcının darbe alması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	100	1	600	Ateşleyici/yetkili kişi haricinde hiçbir personel patlayıcı madde ile çalışma yapmamalı, patlayıcı bulunan alanda başka bir çalışma yapılmamalı, personellere eğitim verilmelidir.	0,2	100	1	20
Ateşleme	Statik elektrik	Patlayıcı maddenin tetiklenmesine neden olarak patlama, yaralanma, ölüm.	6	100	0,5	300	Personellerin yün, naylon, orlon, perlon gibi statik elektrik üreten giysiler giymemelidir.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ateşleme	Personelin metal tikeyi ters takması	Olası acil durumda personele ulaşıldığı/güvenli yerde olduğu varsayılır, personel kayıp olsa dahi aranmaz. Yaralanma, zehirlenme, ölüm.	3	40	1	120	Her personel metal tike tahtasına adına tanımlı tikeyi doğru yere doğru şekilde asmakla sorumludur. Personellere eğitim verilmeli, güvenlik kültürüne sahip olması sağlanmalıdır.	0,5	40	1	20
Ateşleme	Personelin metal tike tahtasına tikesini asmaması	Ateşleme öncesi kontrolde yeraltında olduğu tespit edilemediğinden ateşleme sırasında yaralanma, açığa çıkan gazlardan zehirlenme, ölüm.	3	40	1	120	Her personel metal tike tahtasına adına tanımlı tikeyi doğru yere doğru şekilde asmakla sorumludur. Personellere eğitim verilmeli, güvenlik kültürüne sahip olması sağlanmalıdır.	0,5	40	1	20
Ateşleme	Personelin elektronik tikeyi almaması	Ateşleme öncesi kontrolde yeraltında olduğu tespit edilemediğinden ateşleme sırasında yaralanma, açığa çıkan gazlardan zehirlenme, ölüm.	3	40	1	120	Her personelin elektronik tikeyi mutlaka alıp çalıştığından emin olması ve yanında taşıması gerekmektedir. Personellere eğitim verilmeli, güvenlik kültürüne sahip olması sağlanmalıdır.	0,5	40	1	20
Ateşleme	Patlayıcının erken patlaması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	100	1	600	Ambalajı yırtılmış, sızıntı oluşmuş, ıslanmış/bozulmuş patlayıcı maddeler ile çalışma yapılmamalı. Prosedüre uygun şekilde alanın boşaltıldığından emin olmadan ateşleme yapılmamalı.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ateşleme	Taş fırlaması veya düşmesi	Yaralanma, ölüm.	1	40	6	240	Patlatma sırasında ateşleyici güvenli mesafede olmalı, galeri ve tavan cidarlarında düzenli şekilde kavlak kontrolü yapılmalı.	0,5	40	1	20
Ateşleme	Kontrolsüz patlatma	Yaralanma, ölüm.	1	100	6	600	Ateşleme bölgesine yetkili ateşleyici haricinde personel girmemeli ve patlayıcı sarjını yetkili ateşleyici yapmalıdır. Ateşleme talimatı takip edilerek çalışma yapılmalıdır. Personellerin teknik eğitimleri belirli aralıklarla yenilenmelidir.	0,5	100	0,5	25
Ateşleme	Patlatma gazları	Zehirlenme, ölüm.	1	100	3	300	Gaz ölçüm cihazları ile kontrol edilmeli, yeterli havalandırma sağlanmalıdır. Patlatma sonrası gazlar yasal değerlerin altına düştükten sonra yeraltına giriş izni verilmelidir.	0,2	100	1	20
Ateşleme	Basınç	Yaralanma, şok, ölüm.	1	40	6	240	Ateşleme öncesi yeraltında kimsenin kalmadığından emin olunması kontrollerin dikkatle ve özenle yapılması gerekmektedir. Ateşleyicipatlatmayı güvenli mesafede yapmalıdır.	0,5	40	0,5	10

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Alana yetkisiz personeli n girmesi	Patlama, yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	1	40	1	40	Alan şeritlenip ''Dikkat Patlayıcı Madde'' uyarı tabelası asılmalıdır.	0,5	40	1	20
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Yetkisiz personeli n misfire temizliği yapması	Gerekli eğitim ve yetkiyi almamış personelin misfire temizlemeye çalışmasında n dolayı patlaması sonucu yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	3	40	1	120	Patlayıcı madde temizleme işi sadece ateşleme ehliyeti olan yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır.	0,5	40	1	20
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Kaya kırıcı (taktak) ile patlamam ış patlayıcıy a müdahale etmek	Yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	3	40	1	120	Patlamamış patlayıcı madde temizlenemiyor sa taktak ile müdahale edilmemeli, yetkili amire bildirilmeli ve yeni patlayıcı ile tersten yemlenerek vardiya sonunda patlatılmalıdır.	0,5	40	1	20
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Patlamam ış patlayıcı maddenin zararsız hale sokulamaması	Misfire olan alanda çalışma yapılması sonucu patlama,yara lanma, uzuv kayıbı, ölüm.	1	40	1	40	Ateşleyici patlamamış patlayıcı maddeyi zararsız hale sokulamadığı durumda tüzük gereği işi durdurur ve kendisinden sonraki vardiya ateşleyicisine durumu bildirerek işi teslim eder ve nezaretçiye gerekli bilgileri verir. Alan şeritlenip uyarı levhası asılır ve ilgili vardiya amirine bilgi verilebilir.	0,5	40	1	20

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Anfo aracı ile patlamam ış patlayıcı madde temizliği yapılması	Patlayıcı maddenin statikten etkilenmesi, düşmesi	3	40	2	240	Hurda patlayıcılar anfo aracında özel ayrılmış bölüme koyulup kitlenmelidir.	0,5	40	1	20
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Uygunsuz ekipman ile patlayıcı malzeme temizliği yapılması	Patlayıcı maddenin sürtünme, darbe veya statik elektrik ile ateşlenmesi sonucu yaralanma, uzuv kaybı, ölüm.	3	40	1	120	Misfire ve soketlerin temizliğinde bakır kaşık, bakır üfleç, tahta veya antistatik sıkılama sopası, antistatik hortum-boru ve su kullanılması gerekmektedir.	0,5	40	1	20
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Platform ile misfire temizliği yapılması	Patlayıcı maddenin statikten etkilenmesi, düşmesi	3	40	1	120	Platform üzerine patlayıcı madde taşınabilecek antistatik veya ahşap malzemeden yapılmış kilitlenebilir bir kutu konulmalıdır. Çıkarılan hurda patlayıcılar bu özel kutuya konularak kitlenmelidir ve vardiya sonunda imha edilmelidir. Vardiya sonunda patlatma yapılmayacak ise ilgili amire bildirilip sonraki vardiyanın ateşçisine teslim edilmelidir. Patlayıcı uyarı tabelaları konulup ikaz ışığı çalışır durumda çalışma yapılmalıdır.	0,5	40	1	20

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Yukarıdan aşağıya patlamam ış patlayıcı madde temizliği yapılması	Yüksekten düşüp yaralanma, sakatlanma, ölüm.	3	40	1	120	Personel paraşüt tipi emniyet kemeri giyip anfo aracına düşüş durdurucu sistem kullanarak bağlı şekilde çalışma yapmalıdır.	0,5	40	1	20
Ayna ve kataraları nda patlamam ış patlayıcı temizleme	Aşağıdan yukarı patlamam ış patlayıcı madde temizliği yapılması	Yüksekten düşüp yaralanma, sakatlanma, ölüm.	3	40	2	240	Personel paraşüt tipi emniyet kemerini giyip sepette uygun bir ankraj noktasına bağlı şekilde çalışma yapmalıdır.	0,5	40	1	20
Hurda Patlayıcı İmha	Hurda kapsül ve hurda patlayıcını n aynı kutuda saklanmas ı	Patlayıcı maddenin tetiklenmesi ne neden olarak patlama, yaralanma, ölüm.	3	100	1	300	Hurda kapsül ve hurda patlayıcı ayrı ayrı kilitli, antistatik veya ahşap malzemeden yapılmış kutulara konulmalıdır. Kutu üzerinde hangi malzemeye ait olduğu yazılmalıdır.	0,5	100	0,5	25
Hurda Patlayıcı İmha	Hurda patlayıcı bulunan alanın güvenlik bilgilerini n olmaması	Bilgisizlik/dik katsizlik sonucu kazalar	3	40	0,5	60	Alan levhalar ile patlayıcı olduğu belirtilmelidir. Patlayıcı madde kurallarını içeren levhalar yer almalıdır/ yenilenmelidir.	0,5	40	0,5	10
Acil Durum	Acil durum eylem planının olmaması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	100	1	600	Acil durum eylem planları işçilerin görebileceği yerlere (koğuş, yemekhane vb.) asılmalı,	0,5	100	0,5	25
Acil Durum	Acil durum telefon listesinin olmaması	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	1	240	Acil durum telefon listesi çalışanların görebileceği yerlere asılmalı.Listeler sürekli güncellenmeli.	0,5	40	0,5	10

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Acil Durum	Acil durum anons ve ikaz sisteminin bulunmaması	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	2	480	İşyeri genelinde herkesin duyabileceği sesli ve ışıklı ikaz sistemi kurulmalıdır.Gerekli durumda ise anons sistemi kurulmalı ve anons yapılmalıdır.	0,5	40	1	20
Acil Durum	Acil durum ekiplerinin belirtilmemiş olması	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	1	240	Söndürme ve kurtarma ekipleri en az 3 kişiden, arama,tahliye ve ilkyardım ekipleri en az 2 kişiden oluşturulmalı,Acil durum ekiplerine eğitim verilmeli,Acil durum ekiplerinin görevleri ile isim ve iletişim bilgileri yapı içinde kolayca görülebilecek yerlere asılmalı.	0,5	40	0,5	10
Acil Durum	Acil durum tatbikatının yapılmamış olması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	40	2	480	Yılda bir acil durum tatbikatı yapılmalı , tüm çalışanların tatbikata katılmaları sağlanmalı, tatbikattan önce acil durumlarda nasıl davranılması gerektiği konusunda eğitim verilmelidir.	0,5	40	1	20

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Acil Durum	Acil çıkış ve yön levhalarının olmaması	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	2	480	Yerleşim planına uygun şekilde acil çıkış levhaları yerleştirilmeli,Acil çıkış levhaları peryodik olarak kontrol edilmelidir.Geçiş güzergahının uygun ve görünür yerlerine konulmalıdır.	0,5	40	1	20
Acil Durum	İlk yardım sertifikası olan personelin bulunması	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	2	480	Çalışanlar arasından sayılarının 10 da 1 oranında sertifikalı ilk yardımcı bulundurulmalı	0,5	40	1	20
Acil Durum	İlk yardım dolabının olmaması	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	2	480	İlk yardım dolapları uygun ve çalışanların ulaşabileceği yerde bulunmalı, Acil durum planında yerleri belirlenmeli,Dolap içindeki malzemeleri periyodik olarak kontrol edilmelidir.	0,5	40	1	20
Acil Durum	Acil Durum Toplanma Bölgelerinin Belirlenmemesi ve İşaretlenmenin Yapılmaması	Panik sonucu yaralanma	6	15	2	180	Yerleşim planına uygun güvenli noktalarda ACİL DURUM TOPLANMA ALANI oluşturulmalı ve gerekli işaretleme levhaları yerleştirilmeli	1	15	1	15
Acil Durum	Yangın söndürme tüplerinin yerlerinin belirtilmemesi	Ağır yaralanma	6	15	2	180	Yangın tüpü ve söndürme sistemlerinin yerleri levhalar ile belirtilmelidir.	0,5	15	2	15

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Acil Durum	Yangın söndürme tüplerinin kontrollerinin yapılmamış olması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	40	2	480	Periyodik (haftada bir/ayda bir) olarak yangın tüpleri kontrol edilmeli ve kontrol formu düzenlenmelidir.Uygun olmayan tüpler yenisi ile değiştirilmelidir.	0,5	40	1	20
Acil Durum	Yangın söndürme tüplerinin yeterli sayıda olmaması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	40	2	480	Yeterli sayıda yangın söndürme tüpü bulundurulmalı, Binaların yangından korunması yönetmeliğine göre kapalı alanlarda 250 m2 1 adet , açık alanlarda 500 m2 1 adet enaz yangın söndürme tüpü sahada bulundurulmalı ,Yangın söndürme tüplerinin yerleri yerleşim planında belirtilmeli.Görünür yerlere 90 cm yüksekliğine askı aparatı ile asılmalı , uyarı levhası konulmalı, müdahale şekli ile talimat asılmalıdır.Periyodik olarak yangın tüpleri kontrol edilmeli ve kontrol formu düzenlenmelidir.	0,5	40	1	20
Acil Durum	Minearc kontrollerinin yapılmamış olması	Ağır yaralanma veya ölüm	6	100	1	600	MİNEARC periyodik kontrolleri yapılmalı, eksiklikler ivedilikle tamamlanmalı.	0,5	100	0,5	25

Tablo 4.5 devamı

Faaliyet ve Alanı	Tehlike	Risk	O	Ş	F	RD	DÖF	O	Ş	F	RD
Acil Durum	Minearc yerlerinin belirtilmemesi	Ağır yaralanma veya ölüm	6	100	1	600	Yerleşim planına uygun güvenli noktalarında, çalışan kişi sayısına göre MİNEARC bulundurulmalı ve gerekli işaretleme levhaları ile yerleri belirtilmelidir.	0,5	100	0,5	25
Acil Durum	Deprem tatbikatının yapılmamış olması	Ağır yaralanma veya ölüm	3	40	1	120	Tüm çalışanların katılımı ile deprem tatbikatı gerçekleştirilmeli.Acil durum planı çalışanların görebileceği yerlere asılmalı.	0,5	40	1	20
Acil Durum	İşletme içerisindeki haberleşme eksikliği	Zaman kaybından dolayı yaralının durumunun ağırlaşması	6	40	2	480	Güvenlik/maden kontrol birimine ve işletme içerisine acil durumlarda aranması gereken acil telefon listesinin belli noktalara asılmalı,acil eylem planları,telefon ve telsiz sağlanmalı.	0,5	40	1	20
Acil Durum	Oksijenli Ferdi Kurtarıcı (ocenco) maskenin boş olması	Zehirlenme, ağır yaralanma veya ölüm	10	40	2	800	Personellere eğitim verilmeli, yeraltına inmeden OFK alınırken dolu olduğu kontrol edilmeli, periyodik kontrolleri yapılmalı.	0,5	40	1	20
Acil Durum	Oksijenli Ferdi Kurtarıcı (ocenco) maskenin bulunmaması	Zehirlenme, ağır yaralanma veya ölüm	10	40	2	800	Personellere eğitim verilmeli,OFK almadan yeraltına inilmemeli, personel daima OFK üzerinde bulundurmalı.	0,5	40	1	20

BÖLÜM BEŞ
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması kapsamında patlayıcı maddelerin genel tanımı ve özellikleri hakkında bilgi verilmiş olup patlayıcı maddelerin sınıflandırılması yapılarak, kullanım alanı geniş olan sivil patlayıcı maddeler ve bileşenleri incelenmiştir. Tez kapsamına sivil patlayıcı maddelerin kullanım alanları, ateşleme sistemleri ve güvenli kullanım talimatları detaylı ele alınarak incelenmiştir.

Çalışmanın büyük bir kısmını yerinde gözlemler, saha gözlemi ve risk değerlendirmeleri oluşturmaktadır. Bu kapsamda çalışma sahası ve prosedürü hakkında detaylı bilgiler verilmiştir. Sivil patlayıcı maddeler ile çalışmalarda gözlemlenmesi gereken geniş bir alan bulunmaktadır. Bu nedenle çalışma amacı doğrultusunda, tespit edilen tehlikelerin neden olacağı riskler, Fine Kinney risk analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. İşletmede tespit edilen durum ve proaktif çözüm önerilerine dair öne çıkan bazı etmenler aşağıda sırası ile açıklanmaktadır.

Patlayıcı madde aracının bekleme yaptığı alan için olası yangın, patlama riskini veya şiddetinin düşük olduğu bir yer belirlenmeli, alanda patlayıcı madde bulunduğu levhalarla belirtilmeli, hız limitleri levhalarla belirtilmeli, bekleme alanına erişim sınırlandırılmalı, aracın ateş hattı zemin üzerinde belirtilmelidir.

Patlayıcı madde taşıyan aracın kontrol formuna, araç üzerinde patlayıcı madde levhalarının eksiksiz bulunup bulunmadığı, hidrolik liftin taşıma kapasitesinin levha ile belirtip belirtilmediği, liftin kilit sisteminin bulunup bulunmadığı yeni maddeler olarak eklenmelidir. Aracın periyodik kontrolleri yapıldığı kontrol edilmelidir. Park halindeyken aracın kaymaması için takoz kullanılmalıdır.

Yangın tüpleri ve otomatik yangın söndürme sistemi deponun belirli bölümlerinde bulundurulmaktadır ancak yerlerini belirten levhalar asılması gerekmektedir. Düzenli aralıklarla periyodik kontrolleri yapılıp üzerindeki etikete işlenmektedir. Takibinin yapılması gerekmektedir.

Depo girişine iş makinelerinin park ettiği gözlemlenmiştir. Olası acil durumda engel teşkil edeceğinden depo önüne park edilmesi yasaktır tabelası asılmalı ve personellere eğitim verilmelidir.

Depo önünde patlayıcı madde aracının duracağı alan ve hidrolik rampa açılımının izdüşümü yerde çizilmelidir.

Elle taşıma yapılırken bir personelin taşıyabileceği max ağırlık 25 kg'dır. Bel destekli kemer kullanılabilir. Yük taşıma için yardımcı ekipman kullanılmalı veya yardımcı personelden destek alınmalıdır.

Yineleyici hareketler ve yük taşınmasından dolayı personeller belirli aralıklarla dinlenerek taşınmalı veya personel değişimli çalışılmalıdır.

Araçtan hidrolik platforma transpalet ile malzeme çekilirken yüksekte güvenli çalışma sağlanmalıdır. Ankraj noktası oluşturulup paraşüt tipi emniyet kemeri ve düşüş durdurucu sistem kullanılarak yaşam halatına bağlı çalışma yapılmalıdır.

Araçta veya depo alanında oluşan patlayıcı madde sızıntısı/döküntüsü uygun şekilde temizlenmelidir. Ambalajı hasar görmüş patlayıcı maddeler bulunuyor ise imha edilmeli, depolanmamalıdır.

ANFO şarj aracına patlayıcı madde dolumu yapılırken kullanılan merdiven platformlu olmalı ve arkasında korkuluk bulunmalıdır. Merdivende bulunan personele aşağıda bulunan personel malzemeyi vermeli, korkuluk kapalı şekilde çalışılmalıdır. Bu şekilde personelin dengesini kaybetmesi ve yineleyici hareketler sonucu sakatlanma riskinin önüne geçilebilir.

Ayna ve kataralarında delikler delinirken prosedüre uygun çalışma yapıldığının yetkili vardiya amiri, mühendisi veya müdürü tarafından kontrol edilip onaylanması gerekmektedir. Deliklerin yanlış delinmesi patlatma işleminde risk oluşturduğu görülmüştür.

Patlayıcı madde dolumu esnasında yüksekte çalışmayı gerektiren noktalarda check-list formu düzenlenerek tehlikelere karşı önlemlerin eksizsiz olduğu kontrolü yapılmalı ve dokümante edilmelidir.

Ateşleme sonrası kontrollerin yapılmasının ve misfire bildiriminin önemi açıkça görülmektedir. İşletmenin bildiri sistemi bulunmaktadır. Bildiri sisteminde görülen misfire lokasyonları ilgili birim tarafından kontrol edilip prosedüre uygun şekilde temizlendiği gözlemlenmiştir. Gaz ölçümleri ve havalandırma sistemlerinin kontrolü önem arz etmekle birlikte patlatma sonrası gerekli izinler alınmadan çalışma yapılmaması gerekmektedir. Havalandırma mühendisi tarafından kontroller özenle yapılmakta ve yeraltına giriş uygundur bildirimi alındıktan sonra çalışmanın başladığı gözlemlenmiştir.

Personellere patlayıcı maddelerle çalışma, kişisel koruyucu donanımın önemi, acil durumlar, ateşleme prosedürü, metal tike ve elektronik tikelerin doğru kullanımının önemi hakkında verilen eğitimler belirli aralıklarla yenilenmelidir. Eğitimler personellerin güvenlik kültürü edinmesinde önemli bir yere sahiptir.

Risk değerlendirmesi sürekli devam eden bir süreçtir. Çalışma sahasında yeni riskler oluşabilmektedir. Bu nedenle, sivil patlayıcı maddeler ile çalışmalarda düzenli olarak çalışma alanının takibinin yapılması ve risklerin net olarak belirlenmesi ve değerlendirilmesi ile proaktif çözümlerin yerinde ve zamanında sunulmasının önemi kaçınılmazdır. İş güvenliği uzmanı, mühendisler ve çalışan personellerin iletişim halinde olup belirli aralıklar ile saha kontrolünü birlikte yapması, yasa, yönetmelik ve tüzüklerde bulunan gerekli şartların uygulamaya uyarlanması konusunda kolaylık sağlayacaktır. Ayrıca, personelin iş güvenliği konularında görev alması, güvenlik bilincinin artması ve güvenlik kültürünün yerleştirilmesi de bu konudaki önemli pozitif etmenlerdir. Bu hususta işletmenin uygulamakta olduğu birey kart sistemi güzel bir örnek teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

3213 Sayılı Maden Kanunu. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=3213&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

4857 Sayılı İş Kanunu. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.4857.pdf adresinden erişildi.

6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf adresinden erişildi.

Akyıldız, Ö. (2015). *Kumtaşı Ocaklarında Patlatma Faaliyetlerinde Parçalanma Modellerinin İncelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). https://polen.itu.edu.tr:8443/server/api/core/bitstreams/7d26e1cb-3ec6-4b29-86a3-15d497932c02/content adresinden erişildi.

Alabaş, V., Derya, M., Kılıç, Ü. ve Us, M. (2013). *Elektronik Ateşleme Sistemlerinin Gelişimi ve Türkiye'deki Örnek Uygulamalar* . Ankara. http://www.madser.com.tr/dosyalar/Elektronik-Atesleme-Sistemlerinin-Gelisimi-ve-Turkiyedeki-Ornek-Uygulamalar.pdf adresinden erişildi.

Arıtan, E. A. ve Tümer, M. (2019). Doğaltaş Ocaklarında Ekskavatör Operatörlerinin Tüm Vücut Titreşim Maruziyetinin İncelenmesi. *Selcuk Universitesi Mühendislik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, *7*(2), 321-330. doi:10.15317/Scitech.2019.202

Atlıhan, U. (2018). *Şehir İçi Patlatmalı Temel Kazılarında Elektronik ve Elektriksiz Ateşleme Sistemlerinin Çevresel Etkiler ve İnsan Algısına Etkisi Bakımından Karşılaştırılması*. (Yüksek Lisans Tezi). https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/630453/yokAcikBilim_10229887.pdf?sequence=-1&isAllowed=y adresinden erişildi.

Aydin, G. ve Karakurt, İ. (2021). Yeraltı Maden İşletmeciliğinde Sağlık ve Güvenlik Sorunları. *Journal of Technical Science*, *11*(1), 1-12. doi:10.35.354/tbed.759871

Bayraktaroğlu, B. (2015). *Kömür Dekapajında Optimum Delme-Patlatma Tasarımı-Garp Linyit İşletmesinde Bir Saha Çalışması*. (Yüksek Lisans Tezi). http://hdl.handle.net/11527/9393 adresinden erişildi.

Bilim, N., Dündar, S. ve Bilim, A. (2018). Ülkemizdeki Maden Sektöründe Meydana Gelen İş Kazası ve Meslek Hastalıklarının Analizi. *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi 7(2),* 423-432.

Birgören, B. (2017). Fine Kinney Risk Analizi Yönteminde Risk Analizi Yönteminde Risk Faktörlerinin Hesaplama Zorlukları ve Çözüm Önerileri. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, *9*(1), 19-25.

Carpentier, S., Gamache, M. ve Dimitrakopoulos, R. (2016). Underground long-term mine production scheduling with integrated geological risk management. *Mining Technology*, *125*(2), 93-102. https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://www.academia.edu/download/56485978/SabrinaC_MNT_2016.pdf&hl=tr&sa=T&oi=gsb-gga&ct=res&cd=0&d=13670426460509039878&ei=cXJvZa2pLobCmgG_wpTgCw&scisig=AFWwaeZR5jqb82SwfdA6f5kzFWCe adresinden erişildi.

Chimunhu, P., Topal, E., Ajak, A. D. ve Asad, W. (2022). A review of machine learning applications for underground mine planning and scheduling. *Resources Policy, 77*. doi:10.1016/j.resourpol.2022.102693

Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18647&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Çalışanların Titreşim ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik. https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=18759&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Çavuşoğlu, I., Ekti, H., Güvendi, A., Gökcan, A. ve Demir, H. (2020). Bir Yeraltı Altın Madeninde Kişisel Koruyucu Donanımlar İçin Risk Değerlendirilmesi. *Yerbilimleri/ Earth Sciences, 41*(1), 100-113. doi:10.17824/yerbilimleri.664025

Direk, C. (2016). *Bir Yeraltı Taşkömürü Madeninde Göçük ve Taş-Kavlak Düşmesi Kazalarının Kök Nedenlerinin Araştırılması*. T.C.Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, Ankara.

Dizlek, O. A. ve Yıldız, Z. (2022). Kömür Madenlerinde Alınan İş Güvenliği Önlemlerinin Değerlendirmesi. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi 6(2)*, 77-86.

Doğan, O., Keskin, M. Ö. ve Ersoy, S. (2020). Metalik Bir Yeraltı Maden İşletmesi, Cevher Çıkarma, Üretim ve Nakliyat Aşamalarında Risk Değerlendirmesi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 84-98.

Donoghue, A. M. (2004). Occupational health hazards in mining: an overview. *Occupational Medicine, 54*, 283-289.

Durşen, M. ve Yasun, B. (2012). *Yeraltı Madenlerinde Bulunan Zararlı Gazlar ve Metan Drenajı*. Ankara.

Ediz, G. İ., Beyhan, S. ve Yuvka, Ş. (2001). Madencilikte Tozlara Bağlı Meslek Hastalıkları. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, *2*, 111-120.

Engin, D. (2018). *Türkiye Ticari Patlayıcı Portföyü ve Patlayıcı Madde Emniyet Tedbirleri*. (Yüksek Lisans Tezi). https://acikbilim.yok.gov.tr/bitstream/handle/20.500.12812/630466/yokAcikBilim_10221956.pdf?sequence=-1&isAllowed=y adresinden erişildi.

Erol, İ. (2020). Ülkemiz Madencilik Sektöründe Görülen Meslek Hastalıklarının İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35*(4), 859-872.

Erol, İ. (2022). Yeraltı Kömür Maden Makinaları Operatörlerinin Gürültü ve Titreşim Maruziyetlerinin Araştırılması. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, *37*(1), 55-65.

Erol, İ. ve Ürünveren, A. (2021). Yeraltı Kömür Madenlerinde Meydana Gelen Büyük Maden Kazaları. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi*, *5*(3), 193-207.

Gül, M., Güven Büşra ve Guneri, A. F. (2018). A new Fine-Kinney-based risk assessment framework using FAHPFVIKOR incorporation. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 53*, 3-16.

Gümüşçü, M., Cebe, A., Erdinç, A. ve Uyanık, S. (2016, 23 Kasım). Sivil amaçlı kullanılan patlayıcı maddelerin karakteristikleri, çevresel etkileri ve önlemler. *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* , 81-91. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/991965 adresinden erişildi.

Ilıman, E. Z. (2015). Türkiye'de Meslek Hastalıkları. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, *1*(1), 21-36.

İşyerlerinde Acil Durumlar Hakkında Yönetmelik. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18493&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Janjuhah, H. T., Ishfaque, M., Mehmood, M. I., Kontakiotis, G., Shahzad, S. M. ve Zarkogiannis, S. D. (2021). Integrated Underground Mining Hazard Assessment, Management, Environmental Monitoring, and Policy Control in Pakistan. *Sustainability 2021, Vol. 13, Page 13505*, *13*(24), 13505. doi:10.3390/SU132413505

Kahraman, E. ve Kılıç, A. M. (2016). *Madenlerde Delme Patlatma İşlemlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Önlemleri*. Adana.

Kahraman, S. (1997). *Açık İşletmelerde Uygun Delme-Patlatma Şartlarını Veren Bir Modelin Geliştirilmesi*. (Doktora Tezi). https://polen.itu.edu.tr/items/fc469667-e957-4703-acd3-35b941541733 adresinden erişildi.

Karakaş, E. (2015). *Türkiyede'ki patlayıcı mevzuatının incelenmesi, eksiklerinin tespiti ve çözüm önerileri*. (Yüksek Lisans Tezi). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=UdSTBAQY4owAhJtGLoim2w&no=7Zy_ILfjVLEWqs1zmAe5OQ adresinden erişildi.

Kaya Patlatma Tekniği. (t.y.). Ankara: Orica Nitro Patlayıcı Mad.San. ve Tic.A.Ş.

Kinney, F. G. ve Wiruth, A. D. (1976). *Pratical Risk Analysis for Safety Management*. California: Naval Weapons Center.

Koca, O. (2006). *Patlayıcı Maddelerle Kontrollü Yapı Yıkımı*. (Yüksek Lisans Tezi). https://polen.itu.edu.tr/items/0cc8420f-e6c4-43b1-bb75-5bf398c1792d adresinden erişildi.

Kokangül, A., Polat, U. ve Dağsuyu, C. (2017). A new approximation for risk assessment using the AHP and Fine Kinney methodologies. *Safety Science*, *91*, 24-32.

Li, J. ve Zhan, K. (2018). Intelligent Mining Technology for an Underground Metal Mine Based on Unmanned Equipment. *Engineering*, *4*, 381-391. https://pdf.sciencedirectassets.com/314095/1-s2.0-S2095809918X00058/1-s2.0-S2095809917307853/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBIaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQCW55H86%2BKj9vXyE7qRFN9JcKs6LNscpnVcEwpvrhey4QIgepMXD0MyNoY%2BUscvaUPYu44%2BUIGa3CTbtLviCFG7nPYqsgUIehAFGgwwNTkwMDM1NDY4NjUiDOSof9QO9BwAcvA1YSqPBepLIvGp1iCnXZoPIUW%2BLSCSJYlJL4%2BJb3T6KDrlNZY8KFEqp49lTJqrhULua9MgUDM%2FzRmnS33MQVIMpYyLTIbGKXxEqC1bkfGo2eKKeQaqzAO7tw%2Bv1m8wXpna%2F22vtE40H%2FLEwZ5e1ZmBJJt0928hBZ6wQ5yDiZ%2F1tq6WBxspE3QiIvNRnXzcTGiHI006Who61oUs3FJA7ELOhC7cZVOHhs4NCRWkOUrkfT6Q%2FUoeNRCMDkkj%2FNBY8y30I8pM7KuqYgLQ38rpYc3nxc70tSAs7jm%2FMLFtJtn4ysMVxqG4%2FsEAZ7jyCHSeA3GYdy01Vgg08OeZ4gRyo0LZ3i3DHP3cvYu0oU5H9mH08LFfOpGpSti2smkn944S2Yr4ZN1ERqSUidORM9jCcrTwj8ZjK2F%2FWTcOLo9fRM3nXUQWurKCHif6LH8b%2FhaJIp204jzKgp1JSoTwpZT50sFOsIgPlCIt60Dqkf9TM5C49ONDbtDkT1uMG4okAjzkIO8R9at9Tw0GFKfc4tnElgVrFtQ2jdxfhfLkvukUTgMqOETp1fowaYCY6xcZg%2Baf84CUi54RUTlDmlsunupqTmU32TCVvNgnl2ihOCtfHkOpXYGLwHvw4cgsFlkbxaW0eRFZ1O2KPMNxw5aHw5WRvP4ay5HcyP4LtIMFbz2oJTWJ6VIC%2FPILtMjmmv2ajGL933RApoa5NiKlqWBlNrjndunPDIStX%2FN9V%2FW1ZHWa4tp8K73bzGb3qsTC2Ad2EmNMj%2Fo%2FN95d8uOwSBaR6RAMvQPC95cJt5xZ9ouQDyVPryYmsJt9T2CzP6Xk9Mxug3Ug%2BXRLUKTmF%2BfP9MHRdLysQjNTpblVn2SwEXMxT3gElA%2FboHV7gLAw7ra9qwY6sQGGVo4z%2F9lW

WoRfJ%2F1RBcDIy5xTKh027p9tJakTsIZaQgLilMXN3QSgkY0teT563uQfio
ZGuPOdKicJSU9G2MTALrT8vrLGRVtddb2xv3dNFqy8xHvawmWH8HLnio
LPNd8aCYkiPXVtU7EizHjhkbU0vWGJpcofo5%2BXT7BYpP6JMvrh3CYM
mFi5OK8AM5M3UFZkMj%2FUAoASchNH46RCbFUuLJFeGJMyJ1n1Cy9rh
doJ%2Bec%3D&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-
Date=20231205T175645Z&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-
Expires=300&X-Amz-
Credential=ASIAQ3PHCVTY3XTCMCUF%2F20231205%2Fus-east-
1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-
Signature=4c224dd2ac936dc554fa79d213c934c120edca9ffa3cc9b5bfbbc26f53
db36db&hash=f5bcfae0878822462683df2d4baf0ab40c35219780dacd3b301a86
cbed45fa7d&host=68042c943591013ac2b2430a89b270f6af2c76d8dfd086a071
76afe7c76c2c61&pii=S2095809917307853&tid=spdf-f246bce9-5cb4-4636-
a9a4-
1efd919fe394&sid=692c7ba074620247d56ba52768b8608ab49agxrqb&type=cli
ent&tsoh=NWNlZjBiN2I0M2U3YTQyZmQwMTk0MDZkMzBmZTJlNzlhYjZ
iMGQxZi52ZXRpc29ubGluZS5jb20%3D&ua=0e145e545e0a5000065505&rr=
830e2ae4de715147&cc=tr adresinden erişildi.

Little, J., Nehring, M. ve Topal, E. (2008). A New Mixed-Integer Programming Model for Mine Production Scheduling Optimisation in Sublevel Stope Mining. Proceedings-Australian Mining Technology Conference: Twin Waters. The Australasian Institute of Mining and Metallurgy. https://www.researchgate.net/profile/M-
Nehring/publication/43509832_A_new_mixed-
integer_programming_model_for_mine_production_scheduling_optimisation_i
n_sublevel_stope_mining/links/555c223f08aec5ac2232ab85/A-new-mixed-
integer-programming-model-for-mine-production-scheduling-optimisation-in-
sublevel-stope-mining.pdf adresinden erişildi.

Maden Atıkları Yönetmeliği. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20913&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Maden Çalışanları Zorunlu Ferdi Kaza Sigortası Tarife ve Talimatı Tebliği. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/05/20150506-19.htm adresinden erişildi.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=18858&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Madencilik Faaliyetleri İzin Yönetmeliği. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=20059013&MevzuatTur=21&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Maiti, J., Chatterjee, S. ve Bangdiwala, S. I. (2004). Determinants of work injuries in mines – an application of structural equation modelling. *Injury Control and Safety Promotion, 11*(1), 29-37. doi:10.1076/ICSP.11.1.29.26305

Mil, H. İ. ve Güvercin, A. (2016). İş Kazası ve Meslek Hastalığı Sigortasının Meslek Hastalığı Boyutunun Analizi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *9*(3), 82-100.

Nari, F., Kim, Y. K., Kang, S. H., Park, E. C. ve Jang, S. I. (2020). Association between Occupational Noise and Vibration Exposure and Insomnia among Workers in Korea. *Life , 10*(4), 46. doi:10.3390/LIFE10040046

Oturakçi, M. ve Dağsuyu, C. (2017). Risk Değerlendirmesinde Bulanık Fine-Kinney Yöntemi ve Uygulaması. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 1*(1), 17-25.

Özdemir, C., Tunca, B. ve Çöl, M. (2023). Dünyada ve Türkiye'de Maden Kazaları. *Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi 7(2),* 109-118.

Özdemir, K. (2009). *Basamak Patlatmasında Parça Boyut Dağılımının Ardışık İşlem Faaliyetlerine Olan Etkilerinin Araştırılması*. (Doktora Tezi). https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=xmD8v1OxNpC1N7sEUGVGVw&no=lGVM57dH700vKK0XdsZvmg adresinden erişildi.

Özyurt, M. C. (2013). *Patlayıcı Madde Kullanılarak Yapıların Kontrollü Yıkılması ve Verimliliğinin İncelenmesi / Controlled Demolition of Structures by Using Explosives and Examination of its Efficiency*. (Yüksek Lisans Tezi). https://www.researchgate.net/publication/309463226 adresinden erişildi.

Patlayıcı Madde Ateşleyici Yeterlilik Belgesinin Verilmesi Esas ve Usullerinin Belirlenmesi Hakkında Yönetmelik. https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=31240&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5 adresinden erişildi.

Roghanchi, P. ve Kocsis, K. C. (2018). Challenges in selecting an appropriate heat stress index to protect workers in hot and humid underground mines. *Safety and Health at Work*, *9*(1), 10-16.

Sadid, S. ve Konuk, A. (2023). Türkiye Madencilik Sektörü İş Kazalarının Yoğunlaşma Analizleriyle Değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *23*(2), 487-502. doi:10.35414/akufemubid.1180341

Sasmito, A. P., Kurnia, J. C., Birgersson, E. ve Mujumdar, A. S. (2015). Computational Evaluation of Thermal Management Strategies in An Underground Mine. *Applied Thermal Engineering*, *90*, 1144-1150.

Seidel, H. (2005). On the relationship between whole-body vibration exposure and spinal health risk. *Industrial health*, *43*(3), 361-377. doi:10.2486/INDHEALTH.43.361

Shariati, S. (2014). Underground mine risk assessment by using FMEA in the presence of uncertainty. *Decision Science Letters*, *3*, 295-304. doi:10.5267/j.dsl.2014.4.002

Sosyal Sigorta Sağlık İşlemleri Tüzüğü . https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/2.5.74496.pdf adresinden erişildi.

Şen, N. (2013). *Azit ve Nitro Grubu İçeren Organik Patlayıcı Maddelerin Termal Analiz Yöntemleri ile İncelenmesi ve Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (Hplc) Kullanılarak Analiz Olanaklarının Araştırılması*. (Doktora Tezi). http://hdl.handle.net/20.500.12575/35470 adresinden erişildi.

Tekel Dışı Bırakılan Patlayıcı Maddelerle ilgili Av Malzemesi ve Benzerlerinin Üretimi, İthali, Taşınması, Saklanması, Depolanması, Satışı, Kullanılması, Yok Edilmesi, Denetlenmesi Usul ve Esaslarına İlişkin Tüzük. https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/2.5.8712028.pdf adresinden erişildi.

Toderas, M. (2022). Determination of Mining Risks at Exploitation in Rosia Poieni Open Pit Mine, Romania. *Techniques and Innovation in Engineering Research Vol. 3* içinde (ss. 66-87). Book Publisher International (a part of SCIENCEDOMAIN International). doi:10.9734/bpi/taier/v3/4118A

Tümer, M. ve Arıtan, E. A. (2017). Yeraltı Linyit Kömür Madeninde Termal Konfor Şartlarının İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, *5*(3), 362-369. doi:10.15317/scitech.2017.96

Ün, B. (2019). *Şev Stabilitesi ve Şev Hareketlerine Karşı Alınacak Önlemler*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.

Yaşar, S., İnal, S., Yaşar, Ö. ve Kaya, S. (2015). Geçmişten Günümüze Büyük Maden Kazaları. *Bilimsel Madencilik Dergisi*, *54*(2), 33-43.

Yeraltı Maden İşyerlerinde Kurulacak Sığınma Odaları Hakkında Tebliğ. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/04/20170408-7.htm adresinden erişildi.

Yuvka, Ş., Uysal, Ö. ve Dolgun, S. (2023). Yeraltı Maden İşletmelerindeki Meslek Gruplarının Gürültü Maruziyetinin Belirlenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *31*(2), 663-674. doi:10.31796/ogummf.1294497