T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

NATM YÖNTEMİ İLE İNŞA EDİLEN KARA YOLU TÜNELLERİNDEKİ RİSKLERİN FINE-KINNEY VE FMEA RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Şahin DUYMUŞ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Gönül KUNT KANDEMİR

İSTANBUL, 2022

T.C.
İSTANBUL YENİ YÜZYIL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ ANABİLİM DALI

NATM YÖNTEMİ İLE İNŞA EDİLEN KARA YOLU TÜNELLERİNDEKİ RİSKLERİN FINE-KINNEY VE FMEA RİSK DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Şahin DUYMUŞ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Gönül KUNT KANDEMİR

İSTANBUL, 2022

ETİK BEYAN

İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tezde;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

18 / 07/ 2022

Mehmet Şahin DUYMUŞ

Aileme,

ÖN SÖZ

İş kazalarının telafisi güç sonuçlara yol açmaması amacıyla bilgi ve tecrübelerini büyük bir özveriyle benimle paylaşan kıymetli hocalarım başta olmak üzere, gerek kara yolu tünel inşaatlarında gerekse metro tünellerinde mesleki tecrübelerimi elde etmemde faydası olan tüm eski mesai arkadaşlarıma ve kıymetli jüri üyesi hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Önce tedbir!

İSTANBUL , 2022 Mehmet Şahin DUYMUŞ

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN I
ÖN SÖZ III
İÇİNDEKİLER 1
ÇİZELGELER LİSTESİ 6
ŞEKİLLER LİSTESİ 6
TABLOLAR LİSTESİ 7
SİMGELER VE KISALTMALAR 9
ÖZET 10
ABSTRACT 12
1. GİRİŞ 14
1.1 Çalışmanın Konusu 15
1.2 Çalışmanın Amacı 16
1.3 Literatür Araştırması 19
2. GENEL BİLGİLER 21
2.1 İş Sağlığı ve İş Güvenliği 21
2.2 İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kavramı 22
2.2.1 İş sağlığı ve güvenliğindeki temel tanım ve kavramlar 23
2.2.2 Kaza 24
2.2.3 İş kazalarının nedenleri 25
2.2.4 Zarar 28
2.2.5 Risk 29
2.3 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihçesi ve Önemi 29
2.4 İş Sağlığı ve İş Güvenliği ile İlgili Kanunlar 31
2.4.1 Çalışanların yükümlülükleri 32
2.4.2 Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması 33
2.4.3 Çalışmaktan kaçınma hakkı: 34
2.4.4 İşverenin görev , yetki ve sorumlulukları 35
2.4.5 Devletin yükümlülükleri 37
2.5 Şantiyede Uyulması Gereken Kurallar 38
2.6 Tüneller İle İlgili Genel Bilgiler 41
2.7 Tünelciliğin Tarihsel Anlamda Gelişimi 41

2.8 Tünelciliğin Tanımı ve Tünellerin Kullanım Amaçları 42
2.9 Tünellerin sınıflandırılması 43
2.10 Tünel Açma Yöntemleri 43
2.10.1 Parçalı kazı yöntemleri 44
2.10.2 İngiliz yöntemi 48
2.10.3 Diğer yöntemler 48
2.11 NATM (Yeni Avusturya Tünel Açma Metodu) 49
2.11.1 NATM ın tarihsel gelişimi 49
2.11.2 NATM ın özellikleri 50
2.12 Natm Tünelcilik Yöntemlerinde İmalat Adımları 57
2.12.1 NATM ın kazı yöntemi 58
2.13 Tehlike , Risk Ve Risk Değerlendirmesi 69
2.14 Risk Yönetimi 72
2.15 Risk Değerlendirmesi ve Değerlendirme Adımları 73
2.15.1 Tehlikelerin belirlenmesi 73
2.15.2 Tehlikelerin değerlendirilmesi 76
2.15.3 Risklerin derecelendirilmesi 76
2.15.4 Kontrol önlemlerinin uygulanması 76
2.15.5 Denetim , gözlem ve gözden geçirme 77
2.16 Tünel İnşaatında İş Sağlığı Ve Güvenliği 78
2.17 Natm Yöntemi İle Açılan Tünellerde Tehlike Ve Riskler 78
3. GEREÇ VE YÖNTEM 80
3.1 Risk Değerlendirme Metodolojileri 80
3.2 Fine-Kinney Risk Analiz Yöntemi 82
3.2.1 Fine-Kinney risk değerinin değerlendirilmesi 87
3.2.2 Fine-Kinney risk değerlendirme metodunun avantajları 89
3.3 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Risk Analiz Yöntemi 92
3.3.1 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizinin) faydaları 94
3.3.2 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) da risk değerlendirme ekibi . 96
3.3.3 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) çeşitleri 97
3.3.4 FMEA (Hata Türü ve Etkiler Analizi) öğeleri 98
4. BULGULAR 106

4.1 Tünel Portallarının Makineli Kazı veya Patlayıcıyla Kesme (Pre-Splitting) Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 110
4.2 Tünel Portallarının Makineli Kazı Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 111
4.3 Tünel Portallarının Patlayıcı Maddeyle Kesme (Pre-Splitting) Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 112
4.3.1 Tünel portallarında hafriyat yapılması (yükleme , nakliye, boşaltma) sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 116
4.3.2 Tünel portallarında püskürtme beton uygulaması yöntemi ile oluşturulması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 117
4.3.3 Tünel portallarında barbakan montajı uygulaması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 119
4.3.4 Tünel portallarında çelik hasır donatı montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 122
4.3.5 Tünel portalında bulon deliklerinin delinmesi ve yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 125
4.4 Tünel İçindeki Çalışmalarda Tehlike ve Riskler 129
4.4.1 Tünel aynasında patlayıcı madde deliklerinin delgi açılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 132
4.4.2 Tünel aynasında ön tahkimat , püskürtme betonu atılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 136
4.4.3 Tünel aynasında püskürtme betonu atılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 138
4.4.4 Tünel aynasında hidrolik makineler ile kazı yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 141
4.4.5 Tünel kazı aynasında hafriyat işlemi yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 143
4.4.6 Tünel aynasında patlatma yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 147
4.4.7 Çelik hasır yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 153
4.4.8 Tünel aynasında çelik iksa montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 157
4.4.9 Tünelde kaya bulonu deliklerinin delinmesi ve yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 161

4.4.10 Tünelde süren delinmesi ve yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 164

4.4.11 Artık / pasaların depo sahasına nakli ve boşaltılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 168

4.4.12 Tünel içinde kavlak sökümü : 168

4.4.13 Tünel içinde el aletleriyle yapılan çalışmalar sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 168

4.4.14 Tünel içinde kurulan panoların kullanımı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 169

4.4.15 İletişim ve acil durum ikaz ve uyarı sistemleri sebepli tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 169

4.4.16 Havalandırma , toz kontrolü ve gaz izleminden kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 169

4.4.17 Tünelde kemer betonu dökülmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 170

4.4.18 Tünel içi püskürtme beton destekleme çalışmaları sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 173

4.4.19 Tünelde kontak/konsolidasyon enjeksiyonu yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 174

4.4.20 Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 176

4.4.21 Tünel kazısında su gelişinden kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 177

4.4.22 Tünelde su izolasyonu imalatı (pvc membran ile) sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 177

4.4.23 Yangından sebep tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 180

4.4.24 Gürültü maruziyeti kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 180

4.4.25 Kullanılan makine kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 180

4.4.26 Tünelde kaplama betonu yapılması öncesi donatı hazırlığı ve montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 186

4.4.27 Zeminde parça kopmaları kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 188

4.4.28 Tünelde kaplama betonu öncesi invert betonu çelik kalıp montaj ve imalat hazırlığı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 188

4.4.29 Tünelde invert betonu dökülmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 190

4.4.30 Tünellerde kaplama betonu yapımı, kalıpların hazırlanması ve montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 193
4.4.31 Aydınlatma kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 197
4.5 Tünel Dışındaki Çalışmalarda Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 197
4.5.1 Patlayıcı malzemenin depolanması ve taşınması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 197
4.5.2 Toprak kayması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 198
4.5.3 Enerji sistemleri kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 198
4.5.4 Beton santrallerindeki üretim sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 198
4.5.5 Araç bakım ve onarım atölyesindeki çalışmalar sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler 198
4.6 Tünellerde Risk Değerlendirmesi 199
4.7 Fine-Kinney Analiziyle Risk Değerlendirmesi 201
4.8 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Analiziyle Risk Değerlendirmesi 204
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 208
6. KAYNAKLAR 222
EKLER 228
ÖZGEÇMİŞ 296

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 3-1 Olasılık (O) Çizelgesi 83
Çizelge 3-2 Frekans (F) Çizelgesi 84
Çizelge 3-3 Şiddet (Ş) Çizelgesi 85
Çizelge 3-4 Risk Değeri (R) = O * F * Ş 87
Çizelge 3-5 Hataların Ortaya Çıkma Sıklık ve Derecesi (Olasılık –O) Çizelgesi .. 100
Çizelge 3-6 Şiddetin (Ağırlığın) etkisinin Sınıflandırılması (Şiddet-Ş) Çizelgesi . 101
Çizelge 3-7 Fark Edilebilirlik Çizelgesi 102
Çizelge 3-8 Risk Öncesi Sayısı (RÖS) Değerlendirme Çizelgesi 103

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1 Parçalı Kazı Yöntemleri (Bozkurt, 1987)..... 45
Şekil 2-2 Alman Metodu Kazı ve Tahkimat Sırası (Köse vd., 2007) 46
Şekil 2-3 Belçika Metodu Kazı ve Tahkimat Sırası (Köse vd., 2007)..... 47
Şekil 2-4 Eski Avusturya Metodunun kazı ve kazı sonrası tahkimat sıralarını belirtmektedir (Köse vd., 2007). 48
Şekil 2-5 Delme Makinesi (TIMES ASIA GROUP LIMITED,) 62
Şekil 2-6 Tünel içi havalandırma sistemi , fantüpler (Tünel Havalandırma Sistemleri) 63

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1 Tünel Açma Yöntemleri (Çukadar, 2021) 44
Tablo 2-2 Tehlike – Risk Kavramı 71
Tablo 3-1 Fine-Kinney risk değerlendirmesi önleyici DÖF-RÖS tablosu 90
Tablo 3-2 Fine- Kinney Risk Değerlendirme Yöntemi Risk Hesaplama Tablosu 91
Tablo 3-3 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) çeşitleri (Stamatis, 2003) 97
Tablo 3-4 FMEA ile olası tehlikelere Olasılık , Şiddet ve Frekans değerlerinin verilmesi 104
Tablo 4-1 İş Kazası Geçiren ve Meslek Hastalığına Tutulan Çalışan Sayısı 108
Tablo 4-2 Yıl İçinde İş Kazası veya Meslek Hastalığı Sonucu Ölen Sigortalı Çalışan Sayısı 109
Tablo 4-3 Tünel Portallarının Makineli Kazı Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 112
Tablo 4-4 Tünel Portallarının Patlayıcı Maddeyle Kesme (Pre-Splitting) Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 113
Tablo 4-5 Tünel Portallarında Hafriyat Yapılması (Yükleme , Nakliye, Boşaltma) Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 116
Tablo 4-6 Tünel Portallarında Püskürtme Beton Uygulaması Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 118
Tablo 4-7 Tünel Portallarında Barbakan Montajı Uygulaması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 120
Tablo 4-8 Tünel Portallarında Çelik Hasır Donatı Montajı Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 123
Tablo 4-9 Tünel Portalına Bulon Deliklerinin Delinmesi ve Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 126
Tablo 4-10 Tünel Aynasında Patlayıcı Madde Deliklerinin Açılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 133
Tablo 4-11 Tünel Aynasında Ön Tahkimat, Püskürtme Betonu Atılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 136
Tablo 4-12 Tünel Aynasında Püskürtme Betonu Atılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 139

Tablo 4-13 Tünel Aynasında Hidrolik Makineler ile Kazı Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 142
Tablo 4-14 Tünel Kazı Aynasında Hafriyat İşlemi Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 144
Tablo 4-15 Tünel Aynasında Patlatma Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 148
Tablo 4-16 Çelik Hasır Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 154
Tablo 4-17 Tünel Aynasında Çelik İksa Montajı Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 157
Tablo 4-18 Tünelde Kaya Bulonu Deliklerinin Delinmesi ve Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 161
Tablo 4-19 Tünelde Süren Delinmesi ve Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 164
Tablo 4-20 Tünelde Kemer Betonu Dökülmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 171
Tablo 4-21 Tünelde Kontak/Konsolidasyon Enjeksiyonu Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 174
Tablo 4-22 Tünelde Su İzolasyonu İmalatı (PVC Membran ile) Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler 178
Tablo 4-23 Yapı iş makineleri kaynaklı : Ölüm ve/veya yaralanma ile sonuçlanan kazaların inşaat proje tiplerine bağlı dağılımı (Gürcanli vd., 2008) 181
Tablo 4-24 Yapı Makineleri Risk Değerlendirme Formu 183
Tablo 4-25 Tünellerde Kaplama Betonu Öncesi Donatı Hazırlığı ve Montajı Tehlike Tanımları 186
Tablo 4-26 Tünelde Kaplama Betonu Öncesi İnvert Betonu Çelik Kalıp İmalatı Tehlike Tanımları 189
Tablo 4-27 Tünellerde İnvert Betonu Dökülmesi Sırasındaki Tehlike Tanımları .. 191
Tablo 4-28 Tünellerde Kaplama Betonu Yapımı, Kalıpların Hazırlanması ve Montajı Aşamasındaki Tehlike Tanımları 194
Tablo 4-29 Forklift Çalışması Risk Değerlendirmesi 206

SİMGELER VE KISALTMALAR

ÇSGB : Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

FMEA : Failure Mode and Effects Analysis (Türkçesi : Hata Türü ve Etkileri Analizi)

HTEA : Hata Türü ve Etkileri Analizi

ILO : International Labour Organization

İSİG : İş Sağlığı ve İş Güvenliği

KKD : Kişisel Koruyucu Donanım

SGK : Sosyal Güvenlik Kurumu

WHO : World Health Organization

İSG : İş Sağlığı ve Güvenliği

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

NATM: New Austrian Tunnelling Method

ÖZET

Tünel inşaatları: kara yollarının by-pass operasyonlarıdır. Tünel inşaatları, yüksek riskler taşıyan projelerdir. Tünel inşaatlarında var olan riskleri uygun risk değerlendirme yöntemleri ile incelemek gerekmektedir. Tünel inşaatı projelerinde risk değerlendirilmesi açısından amaçlanan durum: inşaat için öngörülen risklerin, uygulama aşamasındaki risklerle örtüşmesidir. Bir diğer ve nihai amaç da risk değerlendirmelerinin minimum hata ile yapılarak can, mal ve zaman kayıplarının en alt seviyeye indirgenebilmesidir.

Bu çalışmada bir kara yolu tüneli inşaatında, NATM (New Austrian Tunnelling Method) kısmında, kazı ve destekleme aşamalarından en son yapılan beton kaplama çalışmalarına kadar Fine-Kinney ve FMEA risk yönetim sistemleri ile risk analizleri yapılmıştır. Bu kapsamda, projenin yapım aşamasındaki öngörülebilir tüm riskler tanımlanmaya çalışılmıştır. Tanımlanabilir tüm riskler Fine-Kinney and FMEA risk değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Tünel inşaatları ve diğer şantiye sahalarında öngörülen riskler belirlenmiştir. Toplamda 198 adet risk unsuru incelenmiştir. Riskleri kontrol altına alma, riskleri azaltma ve riskleri ortadan kaldırma amacıyla, düzeltici ve önleyici faaliyetlerle saha çalışmaları için en uygun olan risk değerlendirme yöntemini seçmeye yönelik karşılaştırmalar yapılmıştır. Çalışma sahalarında tespit edilen veya öngörülen iş kazalarının veya ucuz atlatmaların kök nedenlerine inilerek değerlendirmeler yapılmış ve sonuca ulaşılmıştır.

Çalışma kapsamında kara yolu tünel inşaatlarında bugüne kadar olan veya olma ihmalleri bulunan kazalar değerlendirmeye alınmıştır. Bu güne kadar yaşanmış olan kazaların tekrar yaşanmamaları için öneriler geliştirilmiştir.

Bu çalışmamın sonunda, özelde kara yolu tünellerinde , genelde ise bir çok yer üstü ve yer altı şantiyelerinde , iş sağlığı ve güvenliği risk yönetimi uygulamalarının sonuçları değerlendirilmiştir. Bundan sonraki çalışmalara ışık tutacak çok sayıda engelleyici öneriler iş veren ve çalışanların faydasına sunulmuştur.

Tünel inşaatları çok tehlikeli çalışma grubunda yer almaktadır. Tünel inşaatları sürekli imalatların olduğu bir şantiye sahasıdır. Her imalat içeriğinde farklı tehlike ve riskleri barındırmaktadır. Tez kapsamında yapılan araştırmalar, değerlendirmeler, bizi tünel inşaatlarında İş Sağlığı ve Güvenliği personellerinin tam zamanlı istihdam edilmesinin oldukça önemli bir konu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fine Kinney , FMEA (HTEA) ,Tünellerde risk analizi , Tünellerde İş Sağlığı ve Güvenliği, risk yönetimi, kök nedenler , tehlike , risk değerlendirme, risk analizi, iş kazası, **NATM (New Austrian Tunneling Method) ,**

ABSTRACT

Tunnel constructions are by-pass operations of highways. Tunnel constructions are projects with high risks. It is necessary to examine the risks existing in tunnel constructions with appropriate risk assessment methods. The intended situation in terms of risk assessment in tunnel construction projects is that the risks foreseen for the construction coincide with the risks in the implementation phase. Another and ultimate goal is to minimize the loss of life, property and time by making risk assessments with minimum error.

In this study, in the construction of a road tunnel, risk analyzes were made with Fine-Kinney and FMEA risk management systems, in the NATM (New Austrian Tunneling Method) part, from the excavation and support stages to the final concrete paving works. All identifiable risks were evaluated with Fine-Kinney and FMEA risk assessment methods. The risks foreseen in tunnel constructions and other construction sites were determined. In order to control, reduce and eliminate risks, the most appropriate risk assessment method for field studies with corrective and preventive actions Evaluations were made by going down to the root causes of the near misses and work accidents detected in the study areas and the result was reached.

Within the scope of the study, accidents that have occurred or neglected to occur in road tunnel constructions have been evaluated. Suggestions have been developed to prevent the reoccurrence of the accidents that have occurred so far. The occurrence and root causes of near misses and work accidents were compared with risk assessments.

At the end of the study, the results of occupational health and safety risk management practices in road tunnels in particular and in many aboveground and underground construction sites in general were evaluated. Numerous preventive

suggestions that will shed light on future studies have been presented to the benefit of employers and employees.

Tunnel constructions are in the very dangerous working group. Tunnel construction is a construction site where there are continuous productions. Each production contains different dangers and risks in its content. The researches and evaluations made within the scope of the thesis have concluded that the full-time employment of Occupational Health and Safety personnel in tunnel constructions is a very important issue.

Keywords:

Keywords: Fine Kinney , FMEA (FMEA), Risk analysis in tunnels, risk management, hazard, root cause, hazard identification, risk assessment, risk analysis, occupational accident, NATM (New Austrian Tunneling Method) ,

1. GİRİŞ

Günümüz iş hayatında çalışanların sağlığını korumak ve yine çalışanlar ile iş yerinin güvenliğini sağlamak tüm dünyada evrensel bir haktır. Bu durum İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi'nde "Yaşamak, özgürlük ve kişi güvenliği herkesin hakkıdır" (İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi) şeklinde net olarak tanımlanmıştır. Bununla birlikte, bu tanımlar ülkelerin ana yasalarında da yer edinmiş ve devletler tarafından çalışanlara yasal haklar tanınmıştır. Bunun en güzel tanımlarından birisi de: "Herkes, sağlıklı ve dengeli bir çevrede yaşama hakkına sahiptir" denilerek Anayasanın 56. Maddesinde (Türkiye Cumhuriyeti Anayasası) tanımlanarak yasalaştırılmıştır.

İş sağlığı ve güvenliği kavramı, salt bir tanım olarak düşünülmemelidir. İş sağlığı ve güvenliği çalışma hayatına yön veren bir iş disiplinidir. İnsanlığın yaradılışı ile başlayan ve sonrasında insanların yaşamlarını idame ettirebilmeleri için çalışmaya başlamaları ve çalışma hayatına paralel iş sağlığı kavramını da beraberinde oluşturmuştur. İş bölümü ilk topluluklardan günümüze, insanlığın yaptığı işlerin hemen hemen bütününde profesyonelleşme, standartlaşma, çeşitlilik ve beraberinde iş sağlığı ve güvenliği kavramını zorunlu kılmıştır. Sanayi devriminden sonra zorunluluğu daha belirginleşen iş sağlığı ve güvenliği iş kaza sebeplerinin tartışılıp tanımlanması gerekliliğini ön plana çıkartmıştır (Çiçek & Öçal, 2016).

1.1 Çalışmanın Konusu

Dünyada ve ülkemizde her sene iş kazalarında bir çok can, mal ve işgücü kayıpları yaşanmaktadır. Yaşanan bu kayıplar dünyadaki bütün ülkelerin en önemli problemlerinin başında gelmektedir. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında alınacak güvenlik ve önlemler ile: iş gücü, mal ve can kayıplarının önüne geçilebilir. Bunun için öncelikle iş kazalarının azaltılması gerekmektedir. Her iş kolunun kendine has farklı teknik özellikleri olabilir. İş kazalarının azaltılabilmesi için iş kollarında olası risklerin öncelikle doğru algılanabilmesi, kapsamlı bir şekilde tetkik ve analiz edilmeleri oldukça önemlidir.

Çalışanların ve işverenlerin birbirlerine karşı yerine getirmekle sorumlu oldukları hak ve ödevler vardır. İş verenlerin ödev ve sorumlulukları arasında; çalışanların can ve ruh sağlıklarını korumak olduğu gibi, çalışanların da işverenin mal ve işyeri güvenliği sağlama sorumluluğu vardır. Tüm bu sorumlulukları doğru ve etkili risk analizi ile sağlamak mümkündür. İş yerinde iş sağlığı ve güvenliği faaliyetlerini doğru ve sistematik bir şekilde sağlamak isteyen şirketler, öncelikle işyerindeki çalışılan alanlarda detaylı ve geniş kapsamlı saha gözlem ve denetimlerini arttırmalıdır. Yapılacak gözlem ve denetimler; iş yerinde çalışanların sağlıklarını bozabilecek tehlikelerin tespiti, bunların meydana gelme olasılıkları ve etki şiddetlerinin tespitine yönelik olmalıdır.

İşyerlerinde can, mal ve işgücü kayıplarını önleyebilmek amacıyla yapılacak tüm çalışmalar ve alınacak tüm önlemler sonucunda hesaplanan yada belirlenen risklerin değerlendirmelerinde: öncelikle en yüksek risk skorundan en düşük risk skoruna doğru bir tedbir sıralaması oluşturulmalıdır. Bu durum risk değerlendirmenin çok

önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Yapılacak risk değerlendirmeleri ile beraber hangi iş kolunda hangi risk değerlendirme metodunun kullanılabileceği, risk analizi yapılmadan evvel üzerinde düşünülmesi gereken en önemli detaylardan biridir.

Dünyada yüz elliden fazla sayıda olduğu bilinen risk değerlendirme metodunun sahada fiilen kullanılmaktadır. Yapılan işlerin gerektirdiği ihtiyaçlara daha iyi cevap veren yeni risk değerlendirme analizlerinin hem dünyada hem de ülkemizde araştırmalara konu olduğu bilinmektedir.

Günümüzde en bilenen bu metotlar arasında ilk göze çarpanları ise: Fine-Kinney ile Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) risk analiz değerlendirme yöntemleridir. Bu tezin konusunu ise bir kara yolu tünel inşaatı işinde Fine-Kinney ve FMEA Risk değerlendirmelerinin karşılaştırılmasına bağlı risk değerlendirmesi ele alınması oluşturmaktadır.

Kara yolu tünel inşaatı şantiyeleri kapsamında, değerlendirmeye dahil edilen risklerin Fine-Kinney ve FMEA risk değerlendirme yöntem ve tekniklerine yer verecek olan tez, tünel inşaatı gibi; geniş kapsamlı ve çok boyutlu projelerde var olan risklerinin olasılık , şiddet , fark edilebilirlik ve frekans gibi kritik değerler altında tetkik ve analizine imkan verecektir. Bu sayede sabit tutulan şiddet ve olasılık parametrelerine rağmen değişken olan fark edilebilirlik, frekans değerleri karşısındaki mevcut risk skoruna etkileri incelenecektir.

Çalışan insanların hayatlarına doğrudan etkisi olan, çalışma hayatındaki risklerin değerlendirmesi konusunda tercih edilen yöntemin iş sahalarında öncelikle: bilimsel temellere dayanan , sahada uygulanabilir, tüm çalışanlar tarafından kolay anlaşılabilir detayları içermesi, hem gerekli hem de bir bu kadar önemlidir. Tez, bu konuda hem yer altı hem de yer üstü şantiyelerinde kullanılacak olan bir takım risk analizlerini içermektedir.

1.2 Çalışmanın Amacı

İş sağlığı ve güvenliği ihtiyaçlar doğrultusunda ortaya çıkmış sonraki süreçlerde somutlaştırılmış bir kavram olarak sürdürülmüştür. Sadece ülkemizde değil tüm dünyada iş kazaları ile beraber iş sağlığı ve güvenliği sorunları; artan çalışma

alanlarına, farklılaşan iş kollarına, makineleşme devrimine rağmen esas iş gücü unsurunun insan olması gibi temel etkenlere bağlı olarak hala oldukça önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

İş kazaları ile birlikte can, mal ve zaman kayıpları meydana gelmekle beraber, büyük manevi kayıplar da yaşanmaktadır. Bu kayıplar iş sağlığı ve güvenliği kavramını çalışma hayatının en ön planına taşımaktadır. İş sağılığı ve güvenliğindeki amaç, çalışanları yalnızca tehlikeden korumak değil, çalışanların daha iyi ve güvenli bir iş ortamında sağlıklı ve uzun süre çalışmalarını sağlamaktır.

İş sağlığı ve güvenliği kavramı: iş kazaları ve kazaların neden olduğu can, mal, zaman ve manevi kayıpları en aza indirebilmek amacıyla alınması gereken tedbir ve güvenlik önlemlerinin tespit edilebilmesi ve bunların sahaya uygulanabilmesi için geliştirilmiştir. Sonrasında ise yapılan bu değerlendirmelerin, alınan tedbirlerin bilimsel bir temele oturtulması ihtiyacı hasıl olmuş ve iş sağlığı ve güvenliğin kapsamında bilimsel çalışmalar yapılmaya başlanılmıştır.

Sanayileşme devrimi ile 1900' lü yıllardan itibaren ekonomik ve teknolojik gelişmeler ile sürekli değişen ve güncellenen risk değerlendirmeleri günümüzde iş hayatının en önemli unsuru haline gelmiştir. İş hayatında en önemli unsur haline gelmiş olan iş sağlığı ve güvenliği kavramının işveren ve/veya çalışanların eline bırakılması elbette düşünülemezdi. Bu sebeple iş sağlığı ve güvenliği uluslararası örgütler tarafından tanımlandığı gibi devletler tarafında da kanunlar ve/veya türevleri ile güvence altına alınmıştır. Ülkemizde 6331 sayılı İş sağlığı ve Güvenliği Kanununda belirtilmiş olan "risk değerlendirmesi" kavramı da yasal bir zorunluluk haline gelmiştir.

Alınacak tüm önlemlerle beraber, risklerin kontrolünün doğru ve sistematik bir şekilde sağlanabilmesi adına önemli unsurlardan birinin de iyi bir yönetim planı olduğu unutulmamalıdır. Özellikle son yıllarda yapı inşa sektörünün tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde canlanması beraberinde kaza oranlarında fark edilebilir bir düzeyde artış olmasına sebep olmuştur.

Tünel inşaatları tıpkı yer üstü şantiyelerinde olduğu gibi, bir çoğunun kestirilmesi mümkün olsa dahi, kestirilemeyen bir takım belirsiz tehlikeleri bünyesinde barındırmaktadır. Yer altı çalışma sahalarından sayılan kara yolu tünellerinde risk değerlendirmeleri, gerek tünellerin yer altı gerekse yer üstü şantiye alanlarındaki olası tehlikelerin bir an önce belirlenip azaltılmasını ve dolayısıyla tehlikelerden kaynaklı oluşan/oluşabilecek olan kaza sayılarının minimum düzeye indirilmesini sağlamaktadır.

Literatür taramaları bize şunu göstermektedir : uluslararası ve ulusal düzeyde risk tanımları yapılmış olsa bile risk değerlendirme metodolojilerinde belirgin bir standartlaşmaya gidilmemiştir. Bu durum uygulamada birçok farklılıkları beraberinde getirmiş, şirketler ise bunun sonucunda kendi iş kollarına en uygun olan yaklaşımlarla kendi gereksinimlerini karşılamak durumunda kalmışlardır.

Fine Kinney ve FMEA (HTEA) risk değerlendirme yöntemleri iş sağlığı ve güvenliği risk analizlerinde sahada yaygın olarak kullanılan yöntemlerden iki tanesidir. Dünya üzerinde çok yaygın kullanılmalarına rağmen bu yöntemlere dair bilimsel temelli literatür verilerinin kısıtlı bir şekilde tanımlanmış olmaları, yöntemlerin bilimsel temellerinin ve kısıtlarının şantiye sahalarındaki uygulamacıları tarafından net ve doğru anlaşılabilmesinin önünde engel olarak durmaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, tünel inşaatı şantiyelerinde ilk safhadan başlayarak uygulanan ve sahadan alınana dataların Fine-Kinney ve FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) yöntemi ile beraber değerlendirilmesidir. Bu sayede bir tünel inşaatı şantiyesinde alınması gereken tedbirlerin ihtiyaçlara daha uygun olması sağlanacaktır. Elde edilecek verilerle, bahsi geçen şantiyelerde risk değerlendirme raporlarını hazırlayabilmek için geçerli bir standart oluşturulabilmek amaçlanmaktadır.

Tez kapsamında , kara yolu tünelleri için belirlenecek risklerin doğru yönetilebilmesi konusunda analizler yapılacak ve bu yapılacak olan değerlendirmeler ise hem yer altı hem yer üstü şantiyelerinin bir çoğunda hem iş verenlere hem de

çalışanlara yardımcı olacaktır. Bununla birlikte yapılan çalışmaların iyileştirilmesi amacıyla öncelikle güvenlik yönetim sistemlerinin oluşturulması, sonrasında ise yönetim ve güvenlik sistemlerinin ana unsuru olan risk değerlendirme ve analiz çalışmalarının bilinmesi ve en nihayetinde ise araştırmanın sonuçlandırılması temel bölümlerinden oluşmaktadır.

1.3 Literatür Araştırması

Tez kapsamında yapılan araştırmalara dair risk değerlendirmesi noktasında Fine-Kinney, FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) başlıkları altında iki metodoloji incelenmiş ve NATM yöntemi kullanılarak inşa edilen kara yolu tüneli şantiyelerinde birbirleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Fine-Kinney ve FMEA risk değerlendirme yöntemleri farklı iş kollarında işin ihtiyaçları doğrultusundaki amaçlara yönelik kullanılabileceği gibi, temelde: teknik, uygulama ve süreçleri ile insanların ve çalışma ortamındaki tehlikeleri analiz etmek için kullanılmaktadır.

Fine-Kinney risk analizi yönteminde yapılan çalışmalarda meydana gelebilecek olayların belirlenebilmesi için uygulanan teknik detaylardan oluşan sistematik bir metottur. Fine-Kinney risk değerlendirme metodu tehlike kaynaklı riskler sonucu oluşabilecek , gelebilecek kazaları önleyebilecek belirgin tedbir ve yöntemler sunar.

Fine Kinney risk değerlendirme metodunun parametreleri: olasılık, frekans, şiddettir.

Risk değerleri (risk skoru) ise: olasılıklar için, kontrol yöntemi - düzenleyici, önleyici faaliyet değerlendirmeye alınmadan, frekans için; faaliyet süresi boyunca tehlikelere maruz kalma sıklığı değerlendirmeye alınarak, şiddet parametresinde ise çalışanların ve/veya çevresel etkileri ile öngörülen zarar ve sayısal skaladaki değerleri belirlerken zarar sonucu meydana gelebilecek bir ya da çoklu ölümler dikkate alınarak hesaplanır.

Risk değeri (risk skoru) $R = O * F * Ş$ şeklinde hesaplanır.

Frekans ve olasılık parametreleri Fine-Kinney risk değerlendirme metodu ile risk değerlendirmesi yapılırken ele alınır ve kazaların olma sıklıkları tahmin edilerek kazaların olma olasılıkları değerlendirilir.

Fine–Kinney risk değerlendirme metotlarında yer alan frekans parametresindeki temel nokta: aynı tehlikelerden kaynaklı riskler sonucunda meydana gelme ihtimalleri oluşmuş veya meydana gelmiş kazaları esas alır, yani geçmiş olaylar günümüz ve gelecek için ışık tutar.

FMEA (HTEA), sahada olası risk faktörlerinin belirlenmesi, potansiyel veya bilinen risklerin değerlendirilerek önlenebilmesi için kullanılan en yaygın risk analiz yöntemlerinden biridir. Sahadaki değerlendirmeler Risk Öncelik Sayılarına (RÖS) esas alınarak yapılmaktadır. RÖS değerleri hesaplanırken olasılık, şiddet, tespit edilebilirlik parametreleri kullanılır. Risk seviyeleri, belirlenirken genellikle sahada veya benzer işlerdeki geçmiş deneyimlerden ve mühendislik öngörülerinden yararlanılmaktadır.

FMEA (HTEA) risk değerlendirmesinde sonuçların bulunmasına yönelik hesaplamalarda risk öncelik sayıları oluşturulur sonrasında bulunan risk sayıları saha ve operasyon önceliklerine göre sıralanarak değerlendirilirler. Tezde FMEA Metodun tercih edilmesindeki amaç: sahada tehlike kaynaklarından dolayı meydana gelebilecek risklerin, henüz oluşmadan önce alınacak tedbirler ile ortadan kaldırılmasıdır. FMEA risk analizinde tehlikelerden kaynaklı kazaların önceden fark edilebilirliği parametrelerle desteklenmiş olması FMEA nın diğer risk değerlendirme metotlarından belirgin bir şekilde öne çıkmasına sebep olmaktadır. FMEA metodunu kullanışlı kılan temel unsur ise, metodun teorik bilgi ve tecrübeye sahip olunmadan kolaylıkla sahada uygulanabilir olmasıdır. Lakin bu durum FMEA risk analizinin tünel inşaatı gibi işlerde tek başına değil de beraberinde başka bir risk analizi yöntemiyle beraber kullanılmasının daha iyi olacağı sonucuna bizleri götürecektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 İş Sağlığı ve İş Güvenliği

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) 1946 yılında sağlığın genel tanımını: "Yalnızca hastalık veya engellerin olmaması olarak değil; sosyal refahın ,fiziksel, zihinsel sağlığın tamamlanması" şeklinde yapılmıştır. İş sağlığı ise "Ana hedefleri, tüm çalışanların fiziksel, zihinsel, ahlaki ve sosyal iyiliklerini en üst düzeyde sağlamak ve sürdürmek, koşullardan dolayı çalışanların sağlığına zarar vermemek işin ve zararlı maddelerin kullanılması ve işçinin fizyolojik özelliklerine göre uyarlanmış yerlere yerleştirilmesine dair kriterleri olan bir tıp bilimidir" şeklinde tanımlanmıştır (*World Health Organization,* 2009).

Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ise 1950 yılında iş sağlığı ve güvenliğini : "İşçilerin sağlık ve esenliğini en üst düzeye çıkarmak; üretilen ürünlerin ve çalışma koşullarının sağlıksız sonuçlarının azaltılması veyahut bertaraf edilmesi; çalışanların kendilerine uygun işlerde çalışması ve gereksinimlere uygun bir çalışma ortamı sağlamak" şeklinde tanımlamıştır ("Fundamental Principles of Occupational Health and Safety", 2008). Uygun iş ortamı, refah ve sağlık konfor seviyelerinin üst

seviyelere yükseltilmesinin iş sağlığı ve güvenliği tedbirleri ile sağlanabileceği vurgulanmıştır.

2.2 İş Sağlığı ve İş Güvenliği Kavramı

Dünya üzerindeki tüm sosyal devletler çalışanlarını iş kazaları ve meslek hastalıklarından korunmak için en üst düzeyde teknik güvenlik önlemleri almaya çalışmaktadırlar. İş sağlığı ve güvenliğine dair tedbirleri almak, iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili gerekli kanun ve türevlerini hazırlamak ve bunların uygulanabilmesi için gerekli denetimleri yapmak ve/veya yaptırmak tüm dünya devletlerin asli görevleri olmalıdır.

İş sağlığı ve iş güvenliği kavramları ayrı ayrı düşünülmüş, sonrasında ise ayrılmaz kavramsal bir bütünlük ile "İş Sağlığı ve Güvenliği" haline evrilmiştir, şöyleki: İş sağlığı : iş sahasında , çalışanların sadece beden bütünlüğünü değil beraberinde ruh sağlığını, çalışma ortamındaki olası risklerin tamamından korumak olarak tanımlanmaktadır. İş güvenliği kavramı ise: sahada işin yapılması esnasında meydana gelebilecek beklenen ve/veya beklenmeyen tehlike ve kazalardan çalışanların korunması anlamına gelmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği kavramları bir birlerini tamamlayarak bir bütünü oluşturan kavramlardır. İş sağlığı ve güvenliği kavramı sürekli olarak içinde bulunduğu çalışma koşullarına, çalışanların sağlık ve güvenliğini her iş kolunda farklı tehlikelerle riske edebilen bağımsız ve değişken etkilere bağlı olduğundan sürekli bir değişim ve gelişim içindedir.

Çalışma hayatının, çalışanlarda: ruhsal, bedensel, sosyal açıdan birçok etkiye sahip olduğu bilinmektedir (Oğuz, 2010). Çalışma hayatı çalışanlar ve işverenlerin doğrudan ve dolaylı olarak etkileşimin bulunduğu bir sahadır. Çalışanlar işverenlerine ekonomik açıdan bağlı olduğu gibi işverenler de çalışanlarına: işlerinin sağlıklı ve güvenli şekilde yürütülmesi noktasında bağlıdırlar. İşveren çalışanını sahada karşılaşabileceği tüm tehlikelere ve risklere karşı korumakla, çalışanlar ise işverene ait işyerinin sağlığını ve güvenliğini korumak ve kollamakla yükümlüdürler.

İş sağlığı ve güvenliğinde hedeflenen güvenlik seviyesine ulaşmak için: insana değer vermek; insanın işe, işin de insana uyum ve adaptasyonunu sağlamakla mümkündür (Medeni, 2014).

2.2.1 İş sağlığı ve güvenliğindeki temel tanım ve kavramlar

İş sağlığı ve güvenliği denilince çalışanların beden sağlıklarının korunmasıyla beraber, ruh sağlıklarının da korunması anlamı akıllara gelmelidir. Bu nedenle iş sağlığı ve güvenliğinin en temel gayesi: çalışanların, beden ve ruh bakımından tam iyi olma halinin sağlanması olmalıdır. Avrupa Birliğinin 12 Haziran 1989 tarihli ve 89/391 sayılı Direktifinde sağlık kavramı, beden ve ruh sağlığı olarak tanımlanmıştır (Medeni 2014).

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) de genel olarak sağlık kavramını, sadece hastalık ve hastalığın olmaması değil; ruhsal, fiziksel ve sosyal açıdan de tam bir sağlık ve iyilik hali olarak tanımlamıştır (Oğuz, 2010).

İş sağlığı ve güvenliği kavramı, günden güne önem kazanan bir konu olarak çalışma hayatında yer almaktadır. Ülke olarak meydana gelen iş kazaları istatistikleri incelendiğinde iş kazası ve meslek hastalıklarındaki sayı artışları iş sağlığı ve güvenliği konusunda çok daha hassas ve titiz yaklaşmamız gerektiğini bizlere göstermektedir. Dünya genelinde son yaşanan Covid-19 pandemisi bizlere iş sağlığı konusuna iş hijyeni ve bulaş kavramını da dahil etmek gerektiğini göstermiştir. Çalışanların bu kapsamda, tehlikeli ve bulaşıcı ve/veya salgın hastalıklara karşı korunması gerektiği konusu da göz ardı edilmemelidir.

ILO, 155 sayılı, İş Sağlığı ve Güvenliği ve Çalışma Ortamına İlişkin Sözleşme' de iş sağlığının; işle bağlantı noktasında, sadece sakatlık yada hastalığın bulunmaması durumunu değil, bununla beraber, çalışma sahasında sıhhi koşullar ve beraberinde güvenlik ile doğrudan doğruya ilişkili, sağlığı olumsuz etkileyen zihinsel ve fiziksel etkileri olacağını belirtilmiştir. İş sağlığı ve güvenliğinin farklı iş disiplinlerine hitap eden ihtiyaçlar karşısında sürekli yenilenmesi ve güncellemesi gereken çok geniş bir kavram olduğu günden güne daha iyi anlaşılmaktadır.

ILO tarafından yapılan tanımlardan da hareketle; iş sahalarında çalışanları, yaptıkları işler nedeniyle karşılaşabilecekleri sağlık sorunlarından veya meslek hastalıklarından korumak amacıyla alınacak her çeşit tedbir iş sağlığı ve güvenliği tanımlamaktadır (Medeni, 2014).

2.2.2 Kaza

Bir kişiye fiziksel olarak olumsuz etkisi olabilecek, zarar verebilecek bir durum olarak tanımlanabileceği gibi: " ani, öngörülemeyen ve kasıtsız" bir olay olarak da ifade edilebilmektedir (N.Dizdar, 2001). Tez kapsamında ise esas olarak iş kazası tanımı ele alınacaktır.

İş kazası: İş kazası, iş sağlığı ve güvenliği otoriteleri tarafından farklı farklı lakin birbirlerine yakın anlamlara gelecek şekilde tanımlandıkları görülmektedir. Bu otoritelerden biri olan Dünya Sağlık Örgütü (WHO) iş kazasını: önceden planlanmamış, çoğu zaman yaralanmalara, makine ve teçhizatın zarara uğramasına veya imalatın belirli bir süre durdurulmasına sebep olan olay şeklinde tanımlamıştır (*İş Kazası ve Meslek Hastalığı Genel Tanımı,* 2020).

Bir diğer otorite olan Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO) ise iş kazasını: "belirgin zararlara veya yaralanmalara sebep olan, planlanarak yapılmamış, beklenmedik bir olay türü olarak tanımlamıştır" (Türkiye Genel Hizmetler İşçileri Sendikası).

Ülkemizde ise, iş kazası: 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa 3. Maddesinde: "İşyerinde veya işin yürütümü nedeniyle meydana gelen, ölüme sebebiyet veren veya vücut bütünlüğünü ruhen ya da bedenen özre uğratan olay" şeklinde tanımlanmıştır (6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu)

Ülkemizde 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanununun üçüncü bölümünün, 13. maddesinde iş kazası aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

- Sigortalının, kişinin işyerinde bulunduğu sırada,

- İşveren kişi/kişiler tarafından yürütülen işler veya görevi nedeniyle, sigortalı kişinin namına ve hesabına çalışması sırasında yürütmekte olduğu çalışma veya iş konusu nedeniyle işyerinin haricinde,

- Bir işverene bağlı çalışan sigortalı kişinin, görevli olarak sigortalı olduğu işyeri dışında başka yere gönderilmesi sebebiyle asıl işini yapmadan geçen zamanlarda,

- Sigortalı emziren kadın, çocuğuna süt vermek için geçen zamanlarda,

- Sigortalı kişinin, işverenin temin ettiği bir taşıtla, çalışanın işin yapılacağı sahaya gidiş gelişi sırasında, vuku bulan, hemen veya sonrasında sigortalıyı bedenen yada ruhen engele uğratan olaydır, şeklinde tanımlanmışlardır (Mevzuat Bilgi Sistemi , Kanun Numarası 5510).

2.2.3 İş kazalarının nedenleri

Her işyeri kendine has tehlikeleri ve riskleri bünyesinde barındırır. Bu sebeple iş kazalarının nedenlerini sadece belirli birkaç etkenlere indirgemek mümkün olamayacağı gibi mantıklı da olmayacaktır. İş yerlerinde işin yapımından kaynaklı: fiziksel, kimyasal, mekanik ve ergonomik etkilerin çalışanların üzerinde direkt ve dolaylı etkileri bulunmaktadır. İş kazalarında direkt olarak: incinme, yaralanma, zehirlenme, uzuv kaybı, sakatlık ve ölüm etkileri gözlendiği gibi orta ve uzun vadede ise meslek hastalıkları gibi olumsuz sonuçlarının görülmesi olasıdır.

İş kazalarında kök nedenler: projelendirme hataları, kullanılan makineler, çevresel koşullar; psikolojik, sosyolojik ve fizyolojik birçok etken sayılabilir. İşyerlerindeki güvensiz durumlar ile güvensiz davranışlar, iş kazalarının iki kök nedeni olarak ifade edilebilirler (*Mak. Müh Oda Raporu İSG*, 2012)

2.2.3.1 Güvensiz davranışlar :

Çalışma ortamları ve işin niteliği açısından yapılan her iş birbirlerinden gerek teknikte gerekse nitelikte farklılıklar gösterebilmektedir. Yapılan işin niteliğine, kullanılan araç ve gerecin özelliklerine bağlı olarak çalışanların da yaptığı işe hem zihnen hem de bedenen uygun olması gerekmektedir.

Bu sebeple insanın bedensel ve zihinsel güç sınırları dikkate alınarak iş yükleri düzenlenmeli ve çalışma düzenleri belirlenmelidir. Sahada çalışan insanlar kendilerini sürekli olarak tehlike altında hissettiklerinde, algılarında sürekli bir açıklık hali sürekli bir savunma ve içgüdüsel olarak kendini dışa karşı korunma yetisi geliştirecektir. Sürekli bir tehlikelerden korunma haline bağlı algı açıklığı , aşırı dikkat ve odaklanma bir zaman sonra yapılan işte sürekli algılama veya sürekli tepki hali, gerek bedenen gerekse zihnen çok ciddi yorulmalara sebep olacaktır. Bu yorulmalar ise beraberinde güvensiz davranışları getirecektir. Bununla beraber, çalışanların görevli olduğu iş, çalışanın fiziksel ve zihinsel dayanma miktarlarının üzerinde bir iş olmamalıdır.

Güvensiz davranışlara sebep olan etmenler sadece kapasite üzerinde iş yüklenmesi veya dikkatsiz davranışlar değildir. Şantiyelerdeki bazı güvensiz davranışlara örnek olarak: yapılan iş ve işler için yetersiz veya eksik bilgi ve tecrübe, çalışanların günlük beslenmede almaları gereken kalori miktarlarının altında beslenmeleri, zihinsel olarak insanların rahatlayacağı sosyal donatıların şantiye ve çevresinde olmaması, sürekli ve uzun süreli çalıştırmalar, barınma ve hijyen koşullarının sağlamamış olması, sürekli uykusuzluk haline sebep olacak gürültü gibi bir çok etkende sayılabilir. Sayılan bu güvensiz davranışlar iş kazalarına davetiye çıkartan davranışlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

Çevresel koşullarda iş sağlığı ve güvenliğini olumsuz etkileyerek güvensiz davranışlara sebep olan etkileyen çevresel koşullara yetersiz aydınlatma, yetersiz ve uygunsuz tünel içi havalandırma, gürültü, uygun olmayan termal konfor örnek olarak verilebilir.

NATM yöntemi ile açılan tünel kazılarında kullanılan makinelerin bakım, onarım ve periyodik muayenelerinin zamanında ve standartlara uygun olarak yapılmaması riskli

koşulların oluşmasına zemin hazırlar. Tünel inşaatlarındaki çalışma ortamı sadece makinelerden oluşmaz. Ana unsur yine: iş makinelerini kullanan, bakım onarım, denetim ve kontrolleri yapan, yani esas iş gücünün temelini oluşturan insandır. İş ortamında sürekli olarak fiziksel ve kimyasal risklere maruz kalan çalışanların bulunduğu bir ortamda iş kazaları kaçınılmaz olmaktadır. Olası iş kazalarının en aza indirgenebilmesi için güvensiz davranışlara davetiye çıkartan ve uygun olmayan davranışların öncelikli olarak bertaraf edilmesi gerekmektedir.

Makine ve ekipmanların üretilen ürünlerin depolanmasında, yüklemesinde, taşınmasında sırasında yapılan hatalar ve noksanlıklar, güvensiz durumların oluşmasına sebep olmaktadır (*Mak. Müh Oda Raporu İSG*, 2012)

Güvensiz davranışlardan kaynaklı iş kazalarının nedenlerinin bir kaçına aşağıdaki davranışlar örnek olarak gösterilebilir:

- Bilgisizlik
- Görevi olmayan, iş tanımı dışında işleri yapmak
- Mesleki yetersizlik
- Dalgınlık ve dikkatsizlik
- İşe ve tekniğe uygun KKD kullanmamak
- Makine ve ekipmanların kullanım talimatlarına uymamak
- İş disiplinlerine uygun çalışmamak
- Hızlı ve dikkatsiz çalışmak
- Ehliyetsiz araç ve makine kullanmak
- Yetkisiz ve izinsiz kısıtlamaların olduğu alanlara girmek
- Hız kısıtlarına uymamak
- İş güvenliği işaretlerine ve ikazlarına uymamak

2.2.3.2 Güvensiz durumlar:

İş kazalarının meydana gelmesinde temel nedenlerden bir diğeri de iş yerlerindeki güvensiz durumlardır. Sahada kullanılan her türlü makine ve araçlar çalışanların yeteneklerine olmaması, periyodik bakım ve onarımları zamanında yapılmaması,

kullanım talimatları okunabilir ve kolay anlaşılabilir olmaması, makinelerin koruyucuları çıkartılmış olması veya koruyucuların olmaması, makinelerin amaçları dışında ve kapasitelerinin üzerlerinde kullanılıyor olması güvensiz durumların ortaya çıkması iş kazalarını kaçınılmaz hale getirir (Mak. Müh Oda Raporu İSG, 2012) .

Güvensiz durumlardan kaynaklı iş kazalarının nedenlerinin bir kaçına aşağıda yazılı olanlar örnek olarak gösterilebilir.

- Güvensiz çalışma yöntemleri
- Kontrol ve testleri yapılamamış makine ve ekipmanlar
- Yapılan işe uygun olmayan makine ve aletler
- Standart dışı teçhizatlar
- Koruyucusuz makine ve el aletleri
- Uygun olmayan, güvensiz çalışma ortamı
- Topraklaması yapılmamış makine ve aletler
- Desteklenmemiş ayna
- İş yerinin düzensizliği
- Tehlikeli yükseklikte çalışma
- Test ve kontrolleri yapılmamış basınçlı kaplar
- Çevresi güvenlik standartlarına uygun tecrit edilmemiş patlayıcı malzeme depoları
- Çevresi güvenlik standartlarına uygun tecrit edilmemiş akaryakıt depoları

İşyerlerindeki güvensiz durum nedenlerinden olan: eski teknolojiye dayalı şantiyelerde, ilk baş kuruluş basamağında oluşan güvensiz ve sağlıksız durumların sonradan düzeltilmesi ve böyle işyerlerinde iş güvenliğinin sağlanması güç ve pahalı olmaktadır (*Mak. Müh Oda Raporu İSG*, 2012).

2.2.4 Zarar

İş yerlerinde meydana gelebilecek, zaman ve maddi kayıplara sebep olabilecek, yaralanma, hastalık hali, çalışma ortamının zarar görmesi gibi durumlar zarar olarak ifadelendirilebilir.

2.2.5 Risk

Risk: tehlikelerden kaynaklı olarak meydana gelen olumsuz etkilerin işyerine, işyerinde çalışanlara veya çevreye zarar verme olasılığı ile zarar verme derecesinin birleşimi olarak tanımlanabilir. Diğer bir ifade ile risk: tehlikelerden dolayı meydana gelebilecek kayıpların veya zararı olabilecek olumsuz sonuçların meydana gelme olasılığı olarak tanımlanmaktadır. Tehlikeye bağlı olan risk, şiddet ve olasılığın birleşimidir.

Şantiyelerde var olan / olma ihtimali olan riskleri derecelendirirken;

- Acil önlem ve tedbir alınmasını gerektirmeyen riskleri düşük dereceli risk olarak kabul edilmesi,
- Elden geldiğince erken müdahale edilmesi gereken riskler , orta dereceli risk,
- Vakit kaybedilmeden müdahale edilmesini gerektiren riskler ise yüksek dereceli risk, olarak tanımlanır.

Şantiye sahasındaki risklerin düşük, orta ve yüksek dereceli riskler nitelendirilmeleri çalışmaların planlanması açısından çok önemlidir.

Şantiyelerdeki risk değerlendirmelerinde doğru derecelendirme yapabilmek adına: etkilenecek sahaların nereler olacağı, personelin sayıları, uygun ve yeterli bir kontrolün yapılması ve alınacak bütün tedbirlerin bilimsel ve akılcı teknik ve yöntemlerle alınmış olmasına dikkat edilmelidir.

2.3 İş Sağlığı ve Güvenliğinin Tarihçesi ve Önemi

İş sağlığı ve güvenliğinin iş yerlerinde uygulanmasındaki temel amaç: çalışanlar için sağlıklı, güvenli bir yaşam ve çalışma ortamı sağlamak ve kaza sonucunda meydana gelebilecek ve insanlara zarar verme ihtimali olan olayları en aza indirgeyerek can, mal ve zaman kayıplarının önüne geçmek olarak sayılabilir.

Sanayi Devrimi ile sonrasında fabrikalarda var olan kötü çalışma koşulları başta çocuk ve kadınlar olmak üzere tüm çalışanların beden ve ruh sağlıklarını olumsuz etkilemiştir. Bu olumsuz durumun giderek artması ise iş sağlığı ve güvenliği konusunun ilk kez gündeme gelmesine sebep olmuştur. Sonrasında ise dünyada, başta çocuk ve kadınlar ve tüm çalışanları kapsayan bir takım koruyucu önlemler alınması gerekmiş ve nihayetinde iş sağlığı ve güvenliği adına çalışmalar başlamıştır (Özer, 2018).

Türk tarihinde ise çalışanların korunması, korunmasına ek olarak zarara uğramaları halinde, uğradıkları zararların tazmini gibi konu ve kavramlar Loncalar (Orta Sandığı-Teavün Sandığı) ile başlamıştır. Çalışanların korunması Dilaver Paşa ve Maadin Nizannamesi(1869) ile devam ettirilmiştir. Genel çerçeveleri ise 1870 ve 1890 'li yıllarda farklı yardımlaşma cemiyetlerinin kurulmasıyla oluşturulmuştur. 1921 yılında yayımlanan "Ereğli Havza-ı Fahmiyesi Maden Amelesinin Hukukuna Müteallik Kanun" ise işçilere sağladığı haklar bakımından ele alınırsa bugünkü iş sağlığı ve güvenliği mevzuatının şekillerini almasının dönüm noktasıdır. Tanzimat dönemiyle başlamış olan bu süreç Cumhuriyet döneminde 1921'de 151 sayılı, 1924'de Hafta Tatili, 1926'da Borçlar, 1930'da Belediyeler, Umumi Hıfzıssıhha (1930) , 3008 sayılı (1936) , 1475 sayılı (1971), 4857 sayılı İş Kanunları(2003) ile yeni ve daha üst bir noktaya taşınmıştır (Kaya vd., 2018a).

İş sağlığı ve güvenliği kavramının anlaşılabilmesi amacıyla hazırlanmış birçok yayınların ilklerinden olan, Özlem Özkılıç'a ait 2005 tarihinde yayımlanan "İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemleri ve Risk değerlendirme ve Metodolojileri" kitabıdır. Yayım tarihi itibari ile İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunundan önce yayımlanmış olan kitap iş sağlığı ve güvenliği kavramının şekillenmesine katkı sağlamıştır denilebilir.

30.06.2012 tarihli resmi gazetede yayımlanan ve 01.01.2013 tarihinde yürürlüğe giren 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu ile çalışma hayatına yeni, yasal birçok düzenlemeler ve zorunluluklar getirilmiştir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Kurumu tarafından hazırlanmış olan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, iş yerlerinin bütününü kapsayan, iş yerlerini ve çalışanları iş kazaları ve meslek

hastalıklarına karşı hastalıklar ve kazalar meydana gelmeden önlenmesini hedefleyen bir yasadır (Aycan, 2018).

İş sağlığı ve güvenliği tedbirleri beraberinde risk değerlendirmesi, ilk olarak 25311 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde; işverenin işyerinde risklerden etkilenecek/etkilenme ihtimali olan gruplar için risk değerlendirmesi yapmakla/yaptırmakla yükümlüdür denilerek risk değerlendirmelerin yapılması yasal zorunluluk haline getirilmiştir. 25311 sayılı yönetmelik 2007 yılında Danıştay tarafından iptal edilmiş olsa bile, risk değerlendirmelerinin yapılamasının yasal zorunluluk olarak yapılmasının önünün açılacağı gösterilmiştir.

2012 yılında Resmi Gazetede yayımlanan 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanun'da risk değerlendirme kavramı geniş çaplı olarak ele alınmış, sonrasında 6331 sayılı kanuna ek olarak hazırlanan, günümüzde yürürlükte olan, risk değerlendirme yönetmeliği halini almıştır (Kaya vd., 2018b).

İş sağlığı ve güvenliğinin temel ilkeleri Özer şu şekilde sıralamaktadır (Özer, 2018) :

- İnsanlık onuruna yakışır çalışma ortam ve koşullarının sağlanması ve iyileştirilmesi,
- Sağlıklı bir ortamda ve güven içerisinde işlerin yapılmasının sağlanması,
- Tüm paydaşlara iletilmesi amacıyla hazırlanmış İş sağlığı ve güvenliği uygulamalar için politika oluşturulması
- Çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği eğitimleri verilerek çalışanların yaptığı bilinçsiz hareketlerden kaçınmalarının sağlanması,
- Çalışanları, yapılan işten kaynaklanan iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı koruma amacına uygun, standartlarında üretilmiş makine ekipman ve malzemelerin kullanılmasının sağlanmasıdır.

2.4 İş Sağlığı ve İş Güvenliği ile İlgili Kanunlar

1971 yılında 13943 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 1475 sayılı İş Kanunu, çalışma ortamında sağlık ve güvenlik konuları ile ilgili temel kanun niteliği taşır.

1475 sayılı bu kanun, üzerinde bazı yenilikler yapılarak yerini 10.6.2003 tarih ve 25134 sayılı resmi gazetede yayımlanan, 4857 sayılı İş Kanunu'na sonrasında ise 2012 yılında Resmi Gazetede yayımlanmış olan 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununa bırakmıştır.

2012 yılında Resmi Gazetede yayımlanan İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu 39 Maddeden oluşmaktadır. 6331 sayılı İş sağlığı ve güvenliği kanununda, çalışanların görev, yetki, sorumluluk, hak ve yükümlülükleriyle ilgili olan maddeler aşağıda verilmiştir.

2.4.1 Çalışanların yükümlülükleri

30/06/2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda, çalışanların yükümlülükleri , İkinci Bölüm, Madde 19 da şu şekilde belirtilmiştir:

(1) Çalışanlar, iş sağlığı ve güvenliği ile alakalı aldıkları tahsil ve işverenin bu konudaki direktifleri doğrultusunda, kendilerinin ve hareketlerinden yada bitirdikleri işten etkilenen öteki çalışanların esenlik ve güvenliklerini tehlikeye atmamakla yükümlüdür.

(2) Çalışanların, işveren tarafınca verilen tahsil ve talimatlar doğrultusunda görev ve yükümlülüklerin bazıları şunlardır:

a) Çalışılan işyerindeki makine, ekipman, araç, gereç, cihaz ve tehlikeli madde nakliyat ekipmanı ile öteki üretim araçlarının kurallara riayet ederek şekilde ve amaçlarına uygun kullanmak, bunların emniyet donanımlarını doğru olarak kullanmak, keyfi olarak çıkarmamak bunları değiştirmemek.

b) Kendilerine sağlanan KKD (kişisel koruyucu donanımı) korumak ve doğru kullanmak.

c) İşyerindeki makine, ekipman cihaz, araç, gereç ve sahalarda esenlik ve emniyet yönünden ciddi veya ciddiye yakın bir olumsuz ile karşılaştıklarında ve/veya koruma

tedbirlerinde bir noksanlık gördüklerinde, işverene yada çalışan temsilcisini hemen haberdar etmek.

ç) Teftişe yetkili makam tarafınca işyerinde tespit edilen eksiklik ve mevzuata aykırılıkların giderilmesi için, işveren ve çalışan temsilcileri ile birlikte hareket etmek.

d) Kendi vazife alanında, iş sağlığı ve güvenliğinin tedbirlerinin sağlanması için işveren ve çalışan temsilcisi ile birlikte hareket etmek (*6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, 2012).

2.4.2 Çalışanların görüşlerinin alınması ve katılımlarının sağlanması

30/06/2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda, çalışanların yükümlülükleri, İkinci Bölüm, Madde 18 de şu şekilde belirtilmiştir.

(1) İşveren, görüş alma noktasında ve katılımın sağlanması hususunda, çalışanlara veya işyerlerinde iki ve daha fazla çalışan temsilcisi varsa işyeri yetkili sendika temsilcilerine, sendika temsilci yoksa çalışan temsilcilerine aşağıdaki imkânları sağlar:

a) İş sağlığı ve güvenliği ile ilgili teknik konularda çalışan ve/veya temsilcilerin görüşlerinin alınması, bunlara teklif getirme haklarının bulunması ve bu konulardaki karşılıklı görüşmelerde yer alma ve görüşmelere katılımlarının sağlanması.

b) Yeni teknolojilerin sahada uygulanması noktasında, seçilecek olan iş ekipmanı, çalışma ortamı ve iş koşullarının çalışanların sağlık ve güvenliğine etkisi konusunda görüşlerin alınması.

(2) İşveren, çalışan temsilcileri ile destek elemanlarının aşağıdaki konularda görüşlerinin daha önceden alınmasını sağlar:

a) İşyeri dışından veya işyerinden görevlendirilecek, iş güvenliği uzmanı hizmet alınacak işyeri hekimi, ilk yardım ve diğer personellerle beraber, yangınla mücadele ve yangından tahliye işleri için çalışanların görevlendirilmesi.

b) Risk değerlendirmesi yapılarak, kullanılması gereken koruyucu donanımlarla beraber alınması gereken tedbirlerin alınması, koruyucu ve önleyici ekipmanın belirlenmesi.

c) Sağlık ve güvenlik noktasında risklerinin engellenmesi ve koruyucu hizmet faaliyetlerinin yürütülmesi.

ç) Çalışanlara bilgilendirilme yapılması.

d) Çalışanlara verilecek olan eğitimin önceden planlanması.

(3) Çalışan temsilcilerinin veya çalışanların işyerlerinde iş sağlığı ve güvenliği kapsamında alınan önlemlerin yetersiz olması durumunda veya yapılacak teftiş sırasında, yetkili makam ve kişilere başvuru yapmaları sebebiyle hakları kısıtlanamaz (*6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, 2012)

2.4.3 Çalışmaktan kaçınma hakkı:

30/06/2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda , çalışanların kanuni yükümlülükleri , İkinci Bölüm, Madde 13 te şu şekilde belirtilmiştir:

(1) Ciddi ve yakın tehlikelere maruz kalan çalışanlar kurula, kurulların bulunmadığı işyerlerinde ise işverenlere başvurarak durum tespiti yapılmasını ve gerekli görülen tedbirlerin alınmasına dair karar verilmesini talep etme haklarına sahiptirler. Bu gibi durumlarda kurul ivedilikle toplanarak, işveren ise biran önce kararını verir ve durum

tutanaklarla tespit edilir. Alınan kararlar, çalışanlara ve çalışan temsilcilerine yazılı olarak bildirilmelidir.

(2) İşverenin veya kurulun, çalışanın çalışmaktan kaçınma talebi doğrultusunda karar vermesi durumunda çalışan, sahada gerekli görülen tedbirler uygun bir şekilde alıncaya kadar çalışmaktan kaçınma hakkını kullanabilir. Çalışan kişilerin çalışmaktan kaçındığı dönemlerdeki ücreti ile iş sözleşmesinden ve kanunlardan doğan diğer hakları mahfuzdur.

(3) Çalışanlar yakın ve ciddi tehlikenin önlenemez olması durumunda birinci fıkrada belirtilen usule uymak zorunda kalmaksızın tehlikeli bölgeyi veya işyerini terk ederek belirlenmiş olan güvenli alana gider. Bu davranışlarından dolayı çalışanların hakları kesinlikle kısıtlanamaz.

(4) Talep etmelerine rağmen, İş sözleşmesiyle çalışanlar, gerekli tedbirlerin alınmadığı durumlarda, iş sözleşmelerini tabi oldukları kanun hükümlerine göre feshedebilirler. Toplu iş sözleşmesi veya toplu sözleşme ile çalışan kamu kurumlarının personelleri, çalışmadığı dönemde bu maddeye göre fiilen çalışmış sayılır (*6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, 2012)

2.4.4 İşverenin görev , yetki ve sorumlulukları

30/06/2012 tarih ve 28339 Sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda ,risklerden korunma noktasında İşverenin yükümlülükleri , İkinci Bölüm, Madde 5 te şu şekilde belirtilmiştir.

(1) İşverenler, çalışanlarının işten kaynaklı sağlık önlemlerini ve iş güvenliği tedbirlerini almakla sorumlu olup bu kapsamda;

a) Bilgi ve eğitim verilmesi, işyerindeki mesleki risklerin önlenmesi dâhil bütün tedbirin alınması, organizasyonun sistematiğinin sağlanması, çalışmalar için gerekli araç, ekipman ve gereçlerin sağlanması, sağlık, güvenlik tedbirlerinin tamamını değişen ve gelişen şartlara uygun hale getirmek ve mevcut durumu iyileştirmek için gerekli çalışmaları yapar.

b) İşyerinde iş sağlığı ve güvenliğini sağlamak amacıyla alınan tedbirlere uyulup uyulmadığını, denetler ve hala İSG açısından uygunsuzluklar var ise bunların giderilmesini sağlar.

c) İşyerlerine özgü olan risk değerlendirmelerini konusunda uzman kişi veya kuruluşlara yaptırır veya yapar.

ç) Çalışanların sağlık ve güvenlik açısından yapılan işe uygunluğunu değerlendirir ve çalışanı bir işte görevlendirirken bu kriterlere uygunluğu gözetir.

d) Çalışanların talimat ve yeterli bilgi verilen yerler dışındaki hayati ve özel tehlike bulunan yerlere girmemeleri için gerekli önlem ve tedbirleri alır.

(2) İş sağlığı ve güvenliği noktasında iş sağlığı ve güvenliği kapsamında işyeri dışından uzman kişi veya kuruluşlardan hizmet satın alması işverenin çalışanlarına karşı sorumluluklarını ortadan kaldırmaz.

(3) Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği kavramında belirtilen yükümlülükleri, işverenin çalışanlarına karşı olan sorumluluklarını ortadan kaldırmaz.

(4) İşveren, iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin kaynaklı maliyeti çalışanlara rücu ettiremez (*6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, 2012)

(1) İşveren yükümlülüklerinin yerine getirilmesinde aşağıdaki temel ilkeler göre değerlendirmelerde bulunulur:

a) Olası risklerden sakınmak, kaçınmak.

b) Risklerden kaçınılması mümkün değil ise riskleri en iyi şekilde analiz etmek.

c) Kaynağında risklerle mücadele etmek.

ç) İşyerlerinin tasarımı ile teknik iş ekipmanlarını, işin çalışan kişilere uygun hale getirilmesi amacıyla çalışma şekillerinde ve üretim yöntem ve metotlarında özen göstermek, üretim, imalat hızının sağlık ve güvenliğe olumsuz, özellikle tekdüze çalışma ve etkilerini önlemek, önlemek mümkün değil ise en aza indirmek.

d) İşin teknik gelişmelerine uyum sağlamak.

e) Tehlikeli olduğu değerlendirilen malzeme/ekipman ve uygulamayı, tehlikesiz olanlarıyla veya daha az tehlikeli olanlarla değiştirmek.

f) İş organizasyonu, teknoloji, çalışma şartları, çalışma ortamı ve sosyal ilişkiler ile ilgili faktörlerin etkilerini barındıran, genel ve tutarlı bir önleme politikası geliştirmek ve bu politikayı uygulamak.

g) Kişisel korunma tedbirlerinden ziyade toplu korunma önlemlerine öncelik vermek.

ğ) Çalışanlara işe uygun çalışma talimatları vermek (*6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu*, 2012)

2.4.5 Devletin yükümlülükleri

İş sağlığı ve güvenliği: konusu, muhteviyatı itibari ile oldukça önemli bir kavramdır. İnsan hayatını direkt ilgilendiren ve etkilen bir konunun işverenlerin yada çalışanların üzerine bırakılması uygun olmayacaktır. Bu sebeple iş sağlığı ve güvenliği konusunun devletler tarafından kanun ve türevleri ile belirlenmesi, çerçevelerinin çizilmesi sonrasında denetlenmesi ve yapılmadığı durumlarda da

cezalar ile caydırıcı olması gerektiği bir gerçektir. Devletler çalışanların yaşam haklarını korumakla sorumludurlar. Çalışanların yaşam haklarının korunması için çalışanların çalışma ortamlarında bulunan, bulunması olası olan tehlike ve risklerden arındırılmış olması gerekir. Bu sebeple çalışanlar veya işyeri için olabilecek tehlike ve risklerin konunun tarafları dışında bir güç tarafından yaptırtılması, yaptırtılmasının garanti altına alınması gerekmektedir.

Devlet tarafından yapılacak denetlemeler Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı iş müfettişleri tarafından fiilen yapılmaktadır. Yapılan bu denetimler iki aşamada: birincisi, işyerinde çalışmanın başlamasından önce, ikincisi ise: işyerinde çalışmanın başlamasından sonra, gerçekleştirilir.

İş sağlığı ve güvenliği konusunda devlete düşen en önemli görevlerden birisi de çalışanlara eğitim verilmesini ve denetimini sağlamaktır. ILO tarafından yapılan bir araştırmada iş kazalarının yaklaşık %19.8 'i makine ve tesislerden kaynaklanmakta, %0,6'ı önlenemez hususlardan kaynaklanmakta ve %79.6' sı ise işçilerin güvenlik kurallarına aykırı, uygunsuz hareketlerinden kaynaklanmakta olduğu tespit edilmiştir. Bu yapılan araştırmada iş yerlerinde çalışanlara verilmesi gereken eğitimin ne derecede önemli olduğu gözler önüne serilmiştir.

2.5 Şantiyede Uyulması Gereken Kurallar

Bütün çalışanların riskli, güvensiz ve tehlikeli gördüğü işten sakınma ve işi yapmama hakkı vardır. Bu hak devletler tarafından güven altına alınmıştır. Verilen güvenceler ile beraber şantiyelerde yapılması gereken bir iş vardır: yapılacak olan bu işin alınacak tedbirler ve güvenlik önlemleri neticesinde icra edilmesi işin devamlılığı açısından da gereklidir. Bu sebeple şantiye sahalarında uyulması gereken bazı genel kurallar vardır. Uyulması gereken bu kurallar: genel olarak şantiye ortamındaki riskler olsa bile alınacak tedbirler ile işin sürekliliğine sağlamaktadır.

Şantiyelerde, iş güvenliği bütün her şeyden önce gelmekte olup, uyulması gereken şantiye genel kurallarından bazıları şunlardır:

- Konusunda uzman iş güvenliği uzmanının belirleyeceği İSG kurallarına şantiye sahasına girildiği andan itibaren istisnasız uyulması gerekir.
- Alkollü olarak işe gelmek yasaktır.
- Başka herhangi bir sarhoş edici madde kullanmak yasaktır. Performansınızı etkileyebilecek herhangi bir ilaç kullanıyorsanız işe başlamadan önce durumu işvereninize veya temsilcinize bildirilmesi zorunludur.
- Şantiyede temel kişisel koruyucu ekipmanların (güvenlik ayakkabısı, iş elbisesi, eldiven, baret, koruyucu gözlük, maske) kullanılması zorunludur.
- Kullanılan kişisel koruyucu donanımlar uygun sertifikalara sahip olacak, hasarlı donanımlar kullanılmayacaktır.
- Şantiyede araç kullanırken belirtilen hız limitlerine uyulacaktır.
- Sigaralar, sadece proje yönetimi tarafından belirlenen yerlerde içilecektir.
- Çalışma alanında araç içinde sigara içilmemelidir.
- Çalışan her kişi kendi iş güvenliğinden ve diğer çalışanlarının iş güvenliğinden sorumludur.
- Şantiyeye ziyaret için veya çalışmak için yeni gelen kişilerin sağlık ve güvenlik el kitabını, pozisyonuna uygun sağlık ve güvenlik talimatlarını ve sağlık ve güvenlik uzmanı tarafından kendilerine verilecek belgeleri okuyup imzalamaları gerekmektedir.
- Tüm ramak kalaları, emniyetsiz davranışları, emniyetsiz durumları, çalışmaları ve acil durumları iş güvenliği uzmanına ve saha yöneticisine bildirilmesi gerekmektedir.
- Şantiye sahasında patlayıcı, silah vb. yasaktır.
- Saha uyarı levhalarına uyulacaktır.
- Şantiyeye ziyaretçi, iş güvenliği uzmanı veya şantiyeye gelen kişiler : Sorumlu kişinin muvafakatini aldıktan sonra kendileri veya kendilerine refakat edecek bir kişi ile şantiyeye gidebilirler, aksi takdirde ziyaretçilerin şantiye alanına tek başlarına girmelerine izin verilmez.
- Giriş ve çıkış sadece mesai saatleri içinde mümkündür. Araçlar, belirlenen saatler dışında şantiye sahasında bırakılamaz. Zorunlu hallerde işverenin saha sorumlusuna ve/veya iş güvenliği görevlisine haber verilmeli ve onaylanmalıdır.

- Acil bir durumda, gerekirse olay yerine kolay ve hızlı erişim sağlamak için bir ambulans hizmeti veya itfaiye yönlendirilmesi gereken durumlarda saha içi yollar taşıt trafiğine açık olmalıdır.
- Şantiye çalışanları veya ziyaretçileri, iletişim araçlarını (telsiz, müsaade edilirse cep telefonu ,kablosuz iletişim araçları vb.) açık tutmalı ve her zaman açık olduğundan emin olmalıdır. Ziyaretçilerin şantiyedeyken acil bir durumda (yangın, patlama, fırtına vb.) kendilerine ulaşabilmeleri için sağlık ve güvenlik uzmanına veya şantiye müdürüne telefon numaralarını bildirmeleri gerekmektedir.
- Şantiyede tehlikeli olduğu için şaka yapmak ve koşmak yasaktır.
- Acil durum toplama noktaları, ilk yardım çantalarının ve yangın söndürücülerin yeri ve acil bir durumla karşılaşıldığında yapılması gerekenlerin neler oldukları bilinmelidir.
- İşyeri temiz ve düzenli tutulmalı, çalışmanıza, yürümenize veya yürümenize engel olacak malzemeler çevreden uzaklaştırılmalıdır.
- Ortaya çıkan çöpler düzenli olarak ayrılmalı ve depolanmalıdır.
- İki metreden yüksek çalışmalarda uygun platform, tırabzan, çalışma alanında açıklıklar veya yüksekten düşmeye neden olabilecek diğer unsurların olmadığı durumlarda paraşüt emniyet kemerleri kullanılmalıdır.
- Çalışma alanında kullanım için emniyet kemerleri, iskele, güvenlik ağları, askılar, zincirler, halkalı cıvatalar, çeneler vb. ekipman geçerli bir sertifikaya sahip olmalı, yetkili kişiler tarafından gerekli ve zorunlu kontroller yapılmalı ve hasarlı ekipman kullanılmamalıdır.
- Çalışanlar, yöneticileri / üstleri / patronları tarafından verilen ve tanımlanan görevleri yapmakla yükümlüdür. Kendi meseleleri dışındaki konulara karışamazlar. Üstlerin/patronların/yöneticilerin emirlerine uymak zorunludur. Hak, bilgi ve yükümlülük kapsamı dışında kalan çalışmalar yapılmayacaktır.

- Şantiyede çalışacak herkesin T.C. yurttaşı ise, devlet sağlık kurumlarından alınmış geçerliliği devam eden kurul sağlık raporu, ağır ve riskli işlerde çalışabilir raporuna, iznine sahip olması gerekmektedir. Ayrıca ondan fazla çalışanı bulunan takım içerisinde bir bireyin ilk yardım sertifikasına sahip olması gerekmektedir.

2.6 Tüneller İle İlgili Genel Bilgiler

Ulaşım tünelleri; yer yüzeyinden geçişlerin güç ve/veya güvensiz olduğu durumlarda ulaşımın/iletimin yeraltından yapıldığı veya özel amaçlar sebebi ile yeryüzü üst tabakalarının delinmesi amacıyla inşa edilen yapı elemanlarıdır.

2.7 Tünelciliğin Tarihsel Anlamda Gelişimi

Tünelcilik faaliyetleri tarih öncesi dönemde insanların yaşadıkları mağaraları büyütme ihtiyacı sonrası ortaya çıkmıştır. Sonrasında barınma ihtiyacı savunma ihtiyacını da desteklemiş ve bu seferde tünelcilik faaliyetlerini düşmanlarının savunma hattının içerisine gizlice girme veya oradan kaçmaya yönelik çalışmalarla barınmadan askeri amaçla kullanılmaya evrilmiştir.

Ülkemizde barınmaya yönelik tünelcilik faaliyetlerinin en güzel örneklerini Kapadokya bölgesinde görmek mümkündür. Yakın tarihe kadar teknik ve uygulamada giderek gelişen tünelcilik faaliyetlerinin ulaşım problemleri çözmeye yönelik olanının ise dünyada 1868 yılında hizmete alınan ve yer altına inşa edilen ilk demir yolu tünelleri olarak bilinen Newyork Metro ağı olduğu bilinmektedir.

Önce Avrupa sonra Amerika'da gelişen demir yolu faaliyetlerinde zamanla demir yollarına istenilen eğimin verilememesinden dolayı iletim sürelerinin uzadığı, konforun düştüğü görülmüş, bu olumsuz durumların ortadan kaldırılması adına tünelcilik faaliyetlerinin arttırılması ve geliştirilmesi gerçeğini ortaya çıkartmıştır. Bu gelişmeler paralelinde Fransa ile İtalya' yı birbirlerine bağlayan, yapımı 13 yıl süren Mort Cenis Tüneli 12,7 kilometre uzunluğunda olup ve 1871 yılında işletmeye açılmıştır.

1950'li yıllardan sonra ülke içlerinde ve ülkeler arası ticaret artışları, bir merkezde şehirleşme sonucu yaşanılan şehirlere içme suyunun, tarım alanlarına da sulama suyunun getirilmesi zorunluluğu tünelcilikte yeni kazma yöntemlerinin geliştirilmesi tetiklemiştir. 1970 lerde ve 1980 lerde İtalya da ve çoğunlukla Almanya'da yüzlerce tünel kazıldığı bilinmektedir.

Yaklaşık son 150 yıldır kara yolu ve demir yolu sistemlerinin gelişmesinin, hareket konforunun sağlanmasının arkasında yatan etkenin tünelcilik faaliyetlerinin olduğu bir gerçektir. Ülkemizde tünelcilik faaliyetlerinden en yaygın olarak kara yolu ulaşımı, metro ve sulama alanlarında yararlanılmaktadır.

Tünelciliğin gelişimi: ilk olarak demir yolları hatlarının sonrasında kara yolu tünellerinin kullanımını ön plana çıkartmış olsa da; tüneller, hizmet verdikleri sistemler içerisinde inşa ve kullanım oranı olarak otoyolların %8 ini, isale(sulama) hatlarının %77 sini , metro ve demir yolu hatlarının ise %15 i teşkil etmektedir. Tünel inşaatlarını gerekli kılan sebepler ise şu şekilde özetlenebilir:

- Tünel inşası ile kara yolunda gerek güvenlik gerekse süre açısından kazanç sağlanıyorsa,
- Nüfus yoğunluğuna bağlı büyük şehirlerde ulaşım hizmetlerinin kolay ve daha hızlı sunulması gerektiğinde,
- İçme suyu veya atık suların bir noktadan başka bir noktaya aktarılması ya da yönünün değiştirilmesi istendiğinde,
- Kara yolu ve demir yolunu herhangi bir nedenle kesişmesinin istenmediği durumlarda,
- Tünellerin inşası dağlık , eğimin fazla olduğu bölgelerde geçilmezliği aşma ihtiyacı gibi durumların kaçınılmaz bir gerekliliğidir.

2.8 Tünelciliğin Tanımı ve Tünellerin Kullanım Amaçları

Ulaşım hizmeti amacı ile kazılan yeraltı boşluklarına tünel denir. Bu açıklığın genişliği ve uzunluğu tünelin yapılış amaçlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Açılacak tünellerde eğimin fazla olması kara yolu güvenliğini riske

atabileceği için çoğu tünel eğimi ile ele alındığında neredeyse yatay olarak projelendirilir.

Yeraltının istenilen yerine ulaşmak için çeşitli amaçlarla açılan açıklıklara "Galeri" denilir. Tüneller gelişen fen ve mühendislik teknik ve kabiliyetlerine bağlı olarak hemen hemen her zemin sınıfında uygulanabilir hale gelmiştir.

2.9 Tünellerin sınıflandırılması

Tüneler kullanılış ve açılış amaçlarına göre geçmişten günümüzde inşa edilen tünelleri aşağıdaki şekilde kategorize edebiliriz:

- Kara yolu tünelleri
- Demir yolu tünelleri
- Deniz yolu tünelleri
- Su (isale) tünelleri
- Askeri tüneller
- Sığınak amaçlı açılan tüneller
- Depo amaçlı açılan tüneller (gıda,doğalgaz)
- Maden cevherini ulaşmak için açılan tüneller

2.10 Tünel Açma Yöntemleri

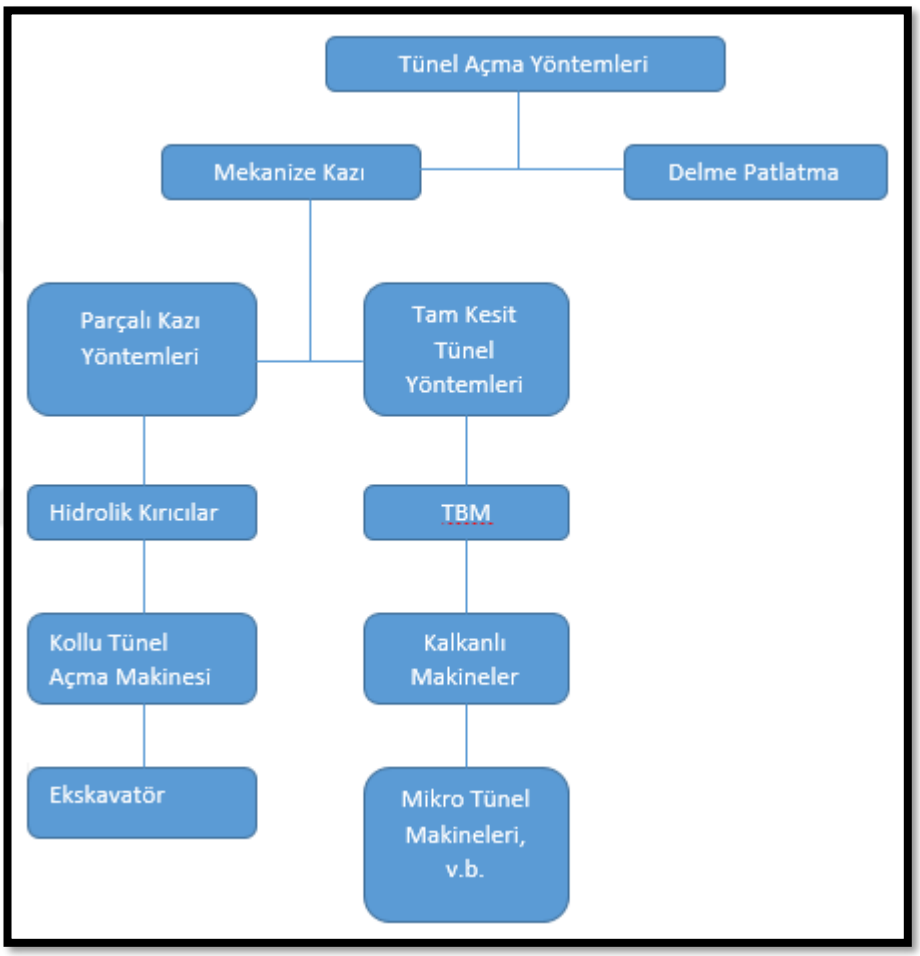
Gelişen ve değişen dünya şartlarıyla tünel açma yöntemlerinin de değişmesi ve gelişmesi gerekliliği insanlığı yeni yöntemler bulmaya itmiştir. Uzun bir süreç sonunda ortaya çıkan birçok yöntemin olması bu yöntemler arasından uygulanabilirliği en yüksek, en düşük maliyetli ve en güvenilir yöntemlerin seçilmesi oldukça önemlidir. Tünel açma yöntemleri, tünel kazının yapılış şekillerine ve alın kısmının ilerleyişine göre: delme-patlatma ve mekanize kazı olmak üzere iki başlık altında toplanabilir.

Artan tünel ihtiyacı ile farklı teknik ve yöntemler kullanılan tünel açma sistemleri geliştirilmiştir. Uzun bir deneyim sürecinin ardından geliştirilen bu kazı yöntemleri,

kazı aşaması, iksa sistemleri ve kaplama çeşitlerinin seçimi ile farklılık göstermektedir.

Zemin mühendisliğinin teknolojik gelişmelerle beraber gelişmesi beraberinde geliştirilen tünel açma yöntemleri Tablo 2.1 de gösterilmiştir.

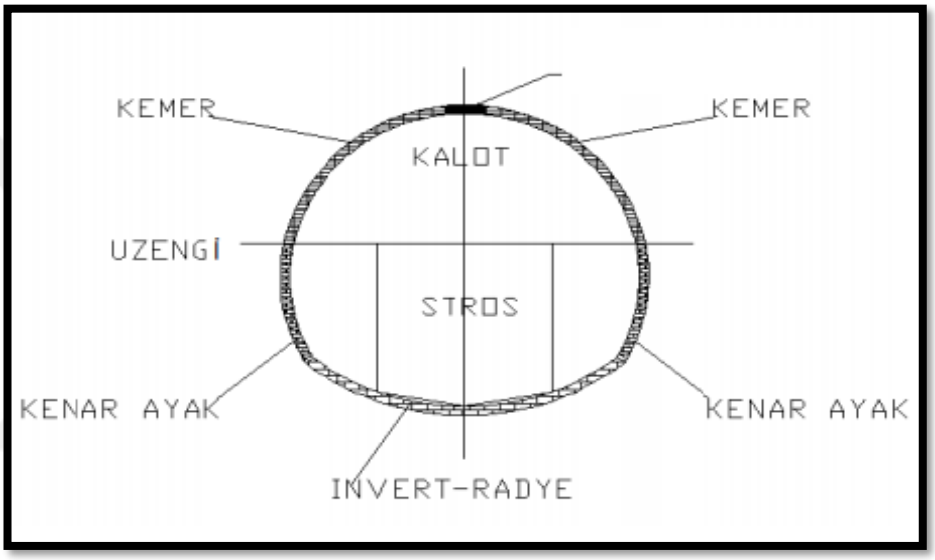
Tablo 2-1 Tünel Açma Yöntemleri **(Çukadar, 2021)**



2.10.1 Parçalı kazı yöntemleri

Parçalı kazı yöntemlerinde yer alan kazı aşamaları ve bunlara ait kesitsel detaylar Şekil.2.1 de gösterilmiştir. Şekil.2.1 de görüldüğü gibi , zeminin özelliklerine bağlı olarak Invert-Radye betonu: tünel ayakları üzerindeki yük bindirmelerini , yükü

yayabilmek amacıyla ,geniş bir alana dağıtmak için ayaklar arasına dökülen betonu ifade eder. Tünel satabilitesi tamamlamak amacıyla kesiti tamamlayan alt yay kısmını bütünler. Yapılan kazı kademeli , ve parça alımları ile bütünü oluşturacak şekilde tamamlanır. Kenar ayaklar ise radyeden üzengi seviyesine kadarki yan duvar bölgesine verilen addır. Kemer, tünel tavanın yanları birleştiren kısmıdır. Üzengi, kemerin kenar ayaklarla birleştiği bölümdür ve omuz diye de tabir edilebilir. Kalot, üzengi seviyesi üzerindeki seviyede bulunan kazı bölgesidir. Stros, kazı alanının üzengi altında kalan bölgesidir ve çekirdek diye de adlandırılır.



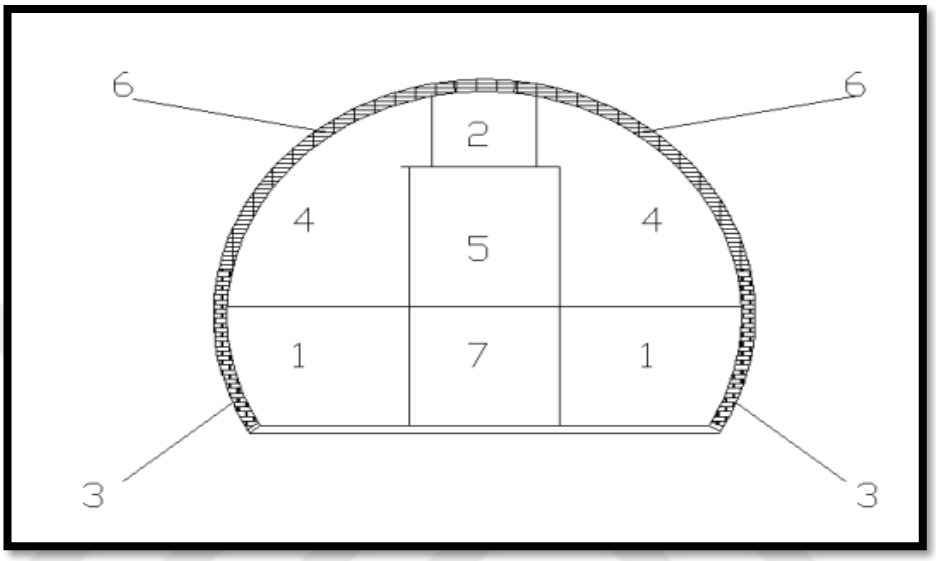
Şekil 2-1 Parçalı Kazı Yöntemleri (Bozkurt, 1987)

2.10.1.1 Alman yöntemi

Bu yöntem çekirdek merkezli bir imalata dayalı bir tünel açma sistemine dayalıdır. Alman yönteminde invertte bir adet orta merkez ve iki adette yanda kazı alanı oluşturulur. Önce yan ayaklarda ilerlenir sonra tavan galerisi kazılmasına başlanılır. İleri aşamada tahkimat uygulanır en son aşamada ise yanal kaplamalar, duvarların kaplama veya betonlama imalatları yapılır. En son uygulama aşamasında ise çekirdek kazısı yapılarak taban kaplaması ile tünel ilerlemesi adım adım devam ettirilir.

Alman yöntemindeki en belirgin dezavantaj diğer yöntemlere nazaran: çok dar çalışma alanları , aşırı zaman kaybı ve farklı yönlerde ve yoğunluklarda gerilmelerin

ortaya çıkması olarak sıralanabilir. Yönteminin avantajları, özellikleri bilinen formasyonda çalışmaktır, galeriden sonra tonoz tavanın sağlam destekler üzerindedir, çekirdek oluşumunun maliyeti daha fazladır. Bu yöntemde oluşabilecek bozulmalar iyi kontrol edilir (Köse vd., 2007). Aşağıda Şekil.2.2 deki numaralar Alman Metodunun kazı ve kazı sonrası tahkimat sıralarını belirtmektedir.



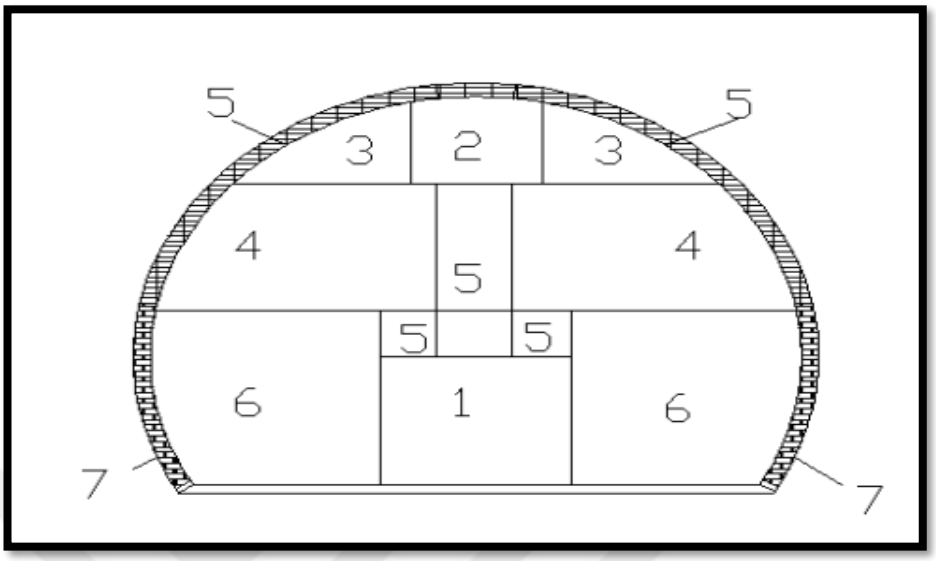
Şekil 2-2 Alman Metodu Kazı ve Tahkimat Sırası (Köse vd., 2007)

2.10.1.2 Belçika yöntemi

Belçika yöntemi diğer parçalı kazı yöntemlerinden biri olup çalışma mantığı tavan basıncının kaya kütlesi içerisinde korunması esasına dayanır. Önce tavan galerisinde kazıda ilerlenir sonra tavanın tahkimat ve kaplamaları yapılır. Bu imalatlar, kısımlar halinde önce kazı sonra tahkimat, kaplama yapmak suretiyle devam eder (Köse vd., 2007).

Belçika Tünel açma yöntemindeki avantaj tavan kaplamasının diğer yöntemlere nazaran daha kısa sürede yapılarak tavan basıncını dengelemesidir. Bu durum kayanın stabilitesini artırır ve kayanın sürekliliğe uygun olmasını sağlar. Yöntemin dezavantajları ise; tavanda yer döşemeleri yapılmalı ve bu çalışma sırasında boşluklarının az olmasından dolayı fazla zaman almaktadır. Şekil.3.3 te gösterilen

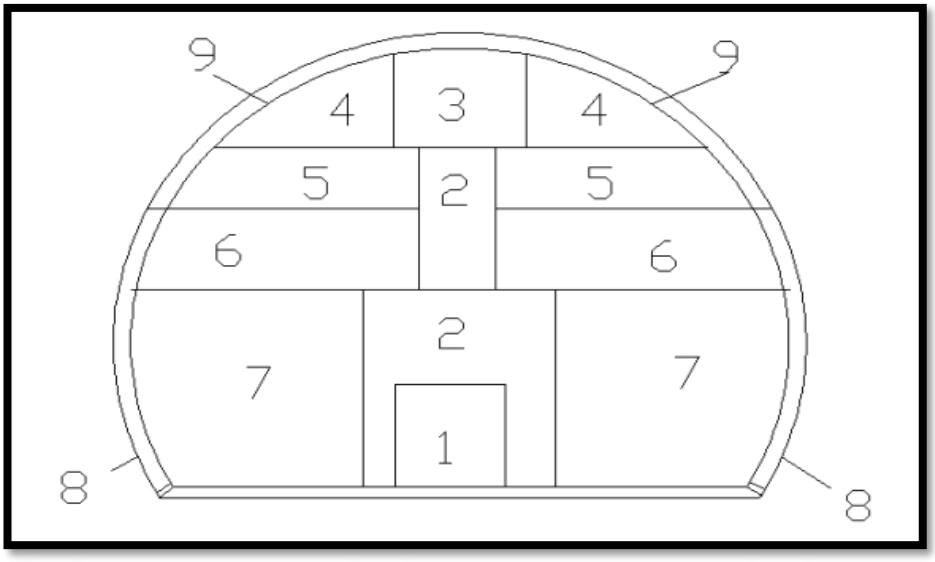
numaralar Belçika Metodunun kazı ve kazı sonrası tahkimat sıralarını belirtmektedir.



Şekil 2-3 Belçika Metodu Kazı ve Tahkimat Sırası (Köse vd., 2007)

2.10.1.3 Eski Avusturya yöntemi

Kesit alanı fazla ve boyu kısa olan tünellerde tercih edilmiştir. Kaplama tüm kazı bittikten sonra aşağıdan yukarıya doğru yapılan bir yöntemdir. Şekil.2.4. teki numaralar Eski Avusturya Metodunun kazı ve kazı sonrası tahkimat sıralarını belirtmektedir.



Şekil 2-4 Eski Avusturya Metodunun kazı ve kazı sonrası tahkimat sıralarını belirtmektedir (Köse vd., 2007).

2.10.2 İngiliz yöntemi

İngiliz Yöntemi, Eski Avusturya yönteminden daha az parçalı bir imalat esasına dayanmaktadır. Eski Avusturya yönteminin uygulandığı kayaçlardan daha sağlam kayaçlarda uygulanır. Genel olarak tünel en kesiti alanı küçüldükçe uygulanan kazı yöntemindeki başarı oranı artış göstermektedir (Köse vd., 2007).

2.10.3 Diğer yöntemler

Tünel açma yöntemleri arasında yer alan parçalı kazı yöntemlerinin en çok bilinen ve sahada uygulananlarının bazılarına yukarıda değinilmiştir. Bu yöntemlere ilave olarak İtalyan yönteminin akışkan ve plastik zemin limitlerinde olan alanlarda tünel kazılarında başarılı olduğu bilinmektedir.

Bir diğer yöntem ise, önceliği zeminde galeri açılması olan İsviçre Yöntemidir. Açılan galeriler önce araştırma galerisinin açılması ve sonrasında ise taban galerisinin genişletilerek ulaşım amacı ile kullanılması esasına dayanır. Tavan hattına ulaşıldıktan sonra yan parçalar kazılır ve nihai kaplama betonu aşağıdan başlanılarak yukarıya kadar yapılır. (Köse vd., 2007)

2.11 NATM (Yeni Avusturya Tünel Açma Metodu)

Tünelcilikte, kayalık ortama tünel açma ilkesiyle ortaya çıkan "Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi" günümüzde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Uygun metodoloji, doğru zemin analizi, uygun kazı ve tahkimat kullanılarak, kazı sonrası oluşan ikincil gerilmeler ve deformasyonların, uygulamada kullanılan tahkimatlar ile kayaya taşıttırılması ve yükün sağlam zemine yönlendirilmesi prensibi ile ortaya çıkmıştır. Amaç, tünelin kazılan bölümünü çevreleyen alanın ilk direncinin olabildiğince korunması ve tünelini çevreleyen alanın doğal bir tahkimat olarak korunmasıdır. Böylece, boşluğu çevreleyen kayalık bölge yük taşıyan bir konumdan ziyade yük taşıtan bir eleman halini alır(Köse vd., 2007)

NATM yöntemi tünelciliğin bugünkü seviyelerine gelmesini sağlayan en yaygın metottur. İlkelerinin temeli, ana kaya kayasının mukavemetini korumak ve yapılacak olan desteği bölgenin de taşımasını sağlamaktır. Bu nedenle tahkimat işlemleri en kısa sürede sonlandırılır.

NATM yönteminde kazı kesitinin yuvarlak veya yuvarlağa yakın olması yöntemin uygulanabilirliğini arttırır. Bugün ülkemizde pek çok tünel inşaatında NATM yöntemi kullanılmaktadır. NATM destek elemanları iksa, beton ve kaya ankraj bulonlarıdır.

2.11.1 NATM ın tarihsel gelişimi

Yeni Avusturya Tünel İnşa Yöntemi (NATM) a ait patentin 1958 yılında A.Brunner tarafından alınmış olduğu bilinmektedir. Patentin A.Brunner tarafından alınmış olmasına rağmen NATM yönteminin 1959 yılında Avusturyalı tünel inşaatı konusunda uzman olan Rabcewicz, Müller ve Pacher tarafından dünyaya tanıtımı yapılmıştır. Yeni Avusturya Yöntemi birçok tünel metodu ile eski Avusturya metotlarının saha pratiklerinin sonucunda uzun çalışmalar sonucu ortaya koyulduğu bilinmektedir.

NATM ın ilk metro tüneli uygulamalardan biride Frankfurt Metrosu olup bu metro 1969’da inşa edilmiştir. NATM ın başka bir başarılı örneği Japonya’daki Seikan

Tüneli olduğu bilinmektedir. NATM ilk olarak Fransa, Almanya ve İtalya'da uygulandı. Bu yöntem hızla tüm dünyaya yayıldı ve birçok tünelde başarıyla uygulanmıştır.

Yöntemin başarılı olması için; kayanın mekanik özellikleri ve birincil gerilmelerin etkisi belirlenmelidir. Tünel açma sırasında ve sonrasında ikincil şekil değiştirmeleri ve gerilmeleri gözlemlemek çok önemlidir. Bu konuda, tünelinin kazısı sırasında düzenli deformasyon ölçümleri yapılmalı, kazı çalışmaları kontrol edilmeli ve denetim sonuçlarına kazı çalışmalarının uygun şekilde yönlendirilmesi gerekmektedir.

2.11.2 NATM ın özellikleri

Bu yöntemde amaç ve temel felsefe kayayı kayaya taşıtmaktır. NATM'nin temel unsuru kazı ve destek basamak kurallara kayıtsız uymaktır. Esnek ve aynı zamanda dinamik bir yöntem olan NATM a ait 22 prensip 1979 yılında Leopold Müller tarafından ortaya sunulmuştur.

Bu prensipler:

1- Tünelde, zemin gerilmelerine bağlı esas yükü taşıyan bölge, tüneli çevreleyen ana kayanın kendisidir.

2- Kaya ana kütlesinin ilksel sağlamlığı tünel kazısına bağlı boşluk oluşturulduktan sonra da korunmalıdır.

3- Zemin gevşemelerin önüne olabildiğince geçilmelidir.

4- Kayayı deformasyonlarının önüne geçebilmek amacıyla tek ve iki eksenli gerilme hattından kaçınılmalıdır.

5- Kayacın taşıma direnci azaltılmaksızın koruyucu tabaka oluşturulmalıdır.

6- Tahkimat, destekleme işlemleri gecikmeksizin ve gerekli elastikiyette , esneklikte yapılmalıdır.

7- Kayacın cinsine bağlı olarak destek olmaksızın kendini tutabilme sürelerinin doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

8- Kayacın kazı sonrasındaki deformasyonlarının önceden belirlenebilmesi amacıyla laboratuvar ve arazi deneylerinin yapılması, konverjans ve deneme galerisinde deformasyon ölçümlerinin yapılması zorunludur.

9- Tahkim çalışmaları boşluk yüzeyini bağlayacak şekilde olmalıdır.

10- Tahkim kaplamaları ince kabuk / kabuklar şeklinde olmalıdır.

11- Tahkim elemanları olarak ankraj, kafes hasır çelik, bulon, süren ve kafes donanımı kullanılmalıdır.

12- Sağlamlaştırma zamanı ve araçları bilimsel ölçümlerle saptanmalıdır.

13- Tünel statik açıdan sağlamlaştırma kabuğu ve taşıyıcı zonun oluşturduğu bir halkadır.

14- Sağlamlaştırma kabuk örtüsü, elemanı kapalı daire veya daireye en yakın şekilde olmalıdır.

15- Tünel kazısında amaçlanan halka (ring) in en kısa sürede oluşturulmasına dikkat edilmelidir.

16- Tünel kazısındaki boşluğun açılması; ilksel gerilme dengesini bozarak farklı gerilmelerin oluşmasına sebep olur. Bu durumun en az değişmesindeki etkili olan kazı ilkesi ise seconder (ikincil) gerilme durumunun bir defada oluşturulmasına çalışılmalıdır.

17- Tünel açma yönteminde kazı uygulanışındaki biçim yapının, tünelin yapı güvenliği noktasında önemlidir.

18- Tünel en kesiti daire veya daireye yakın elips geometrisinde olmalı, çıkıntılı, köşeli ve çentikli olmamalıdır.

19 Kalıcı tahkimat kabuğu ince, dış kabuk ile sürtünme olmadan sıkı bağlantılı olmalıdır.

20- Ön (geçici) sağlamlaştırma işlemleri ile zemin kazısının stabilitesi sağlanmalıdır.

21- Yapım sürecince denetleme ölçümleri ve yönlendirme yapılmalıdır.

22- Çatlak suyu basıncı, aktif su gelişinin sistemin taşıma direncini düşürmemesi için suyun aynadan bir an önce deşarj edilmesi gerekir.

NATM metodu 20. yüzyılın ilk yarısının bitiminin ardından etkili olan bir tünel açma yöntemlerinden biri olarak sahada uygulanmaktadır. NATM ile yapılan tünel kazılarında kayacın zayıf tarafını pahalı ve çeşitli ekipmanlar yardımıyla kaldırmak yerine zeminin mevcut, kendi kendini taşıyabilme özelliklerinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır (Rabcewiccz, 1964).

2.11.2.1 Kaya kütlesinin doğal dayanımı

Yöntem, tünelin kesiti olan ve tünelinin desteğinin bileşeni olan kaya kütlesinin doğallığını koruyarak bir destek yapılmasından ibarettir. Kurulan ilk destek , kayanın kendisini anagövdede yük taşıyıcı bir eleman haline getirir. Hemen ardından uygulanan ve kalın olmayan bir püskürtme beton (shotcerete) tabakası, kaya kütlesinin ve kazının neden olduğu kaya kütlesinin mukavemetini arttırır. Yapılan imalatlardaki ana amaç kayanın gevşemesi ve aşırı deformasyonu önlenmelidir. (T. D. Singh & Singh, 2006).

2.11.2.2 Ölçümler

Tünelinin kazısı devam ederken, tünelin açıldığı deney kayaları sürekli olmalı ve kazı sırasında meydana gelen tüm deformasyon ve gerilmeler düzenli, günlük olarak ölçülmelidir. Bu önlemler sayesinde beklenmedik durumlar ile karşılaşılması durumunda yeni çözümler bulunabilmekte ve tahkimat kazı sistemi konuma bağlı olarak güçlendirilip gevşetilebilmektedir.

2.11.2.3 Esnek tahkimat

İlk kaplama tabakası ve ön tahkimat: ince bir şekilde püskürtme betonla kayaç ile direkt hava temasının kesilmesi ile sağlanmalıdır. Ana tahkimat ise ön tahkimattan sonra zemin ihtiyaçlarını karşılayabilecek, duraylılığın sağlanmasında yardımcı olan çelik iksa, çelik hasır sonrasında tekrar uygulanan püskürtme beton ve kaya bulonları ile yapılmaktadır. Kazıdan sonra birincil destek için ilk tahkimat yapılır. Tünelde yapılan ölçümlerin ardından ikinci bir tahkimat gerekiyorsa, ana tahkimat başlatılmalıdır.

2.11.2.4 Tahkimatın taban betonu ile tamamlanması

Tünel tabanının yani invertin en kısa süre zarfında beton ile kapatılması gerekir. İnvert kaplama kaya kütlesinin kendi kendini , yük taşıma halkasının ana prensibini oluşturur. Özellikle zayıf zeminlerdeki açık tünellerde işlem hızlı yapılmalıdır. kayanın koşullarına bağlı olarak, halkanın taban beton ile kapatılmasının zamanına karar verilir.

2.11.2.5 Tahkimat gereksinimleri

Avusturya'nın yeraltı yapıları yönetmeliği ÖNORM B2203-1'e göre kaya kütlesi sınıflandırmasına göre belirlenir. Tüneldeki desteksiz açıklığın mümkün olduğunca kısa uzunluklu olması ve bu açıklığın bir an önce kapatılması gerekir.

Kaya kütlesi sınıflandırma sistemleri; kaya kütlesinin davranışını önemli ölçüde etkileyen parametreleri belirlemek, kaya kütlelerini benzer özelliklere sahip bölgelere ayırarak kaya kütlelerinin farklı sınıflarını değerlendirmek, belirlemek, bir sahadaki kaya koşulları üzerindeki deneyimi karşılaştırmak diğer tünel sahalarında

bulunan, veri elde etmek ve mühendisler arasında ortak bir temelde bilimsel ve teknik bir dil sağlamak için tasarım çalışmalarında kullanılır.

Aşağıda tünel inşaatlarına ait kazılarda karşılaşılabilecek olan zemin sınıflarına yer verilmiştir. Kaya sınıfları tünel inşaatlarında karşılaşılan risklerin ve tehlikelerin temel etkeni olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.11.2.6 NATM yönteminde ÖNORM B 2203/1994 e göre kaya sınıfları

NATM'de kaya sınıfları, kaya davranışına göre ana gruplara ayrılır. Kayaçların her birinin içindeki alt grupların (A1, A2, B1, B2, B3, C1, C2, C3, C4, C5) ayırt edici özellikleri tanımlanmıştır. Tekniğin bilinen özelliklerine göre; kesit ilerleme yönü ve zamanlamasına göre kazı ve ilerleme bölümlerinin , anolarının belirlenmesi ve donatı ve desteğin seçimi, boyut niteliklerinin sayısı jeolojik verilerin doğruluğuna bağlıdır.

Bu açıdan, yeni Avusturya Tünel açma yöntemini öneren planlama ve projelerinde, kazı öncesi, sırasında ve sonrasında bilimsel ve teknik ölçüm ve yönlendirme çalışmaları büyük önem taşımaktadır.

2.11.2.6.1 A sınıfı “sağlam” , “ zamanla kırılgan” davranışlı kayaçlar

A1 ve A2 olmak üzere iki alt sınıfı vardır. A1 ve A2 zemin sınıflarında tünel kazıları sırasında genelde kayaların zorlanmaları sebebiyle kayaçta kırılmalar olmaz.

a) A1 sınıfı sağlam kayaçlar:

Çok kısa sürede meydana gelen çok çok az deformasyon vardır. Çok küçük ve mm mertebesinde olan deformasyonlar gözlemlenir. Sökülme ve dökülme olmaz. Tünel kazının özellikle üst kısımlarında kavlak temizliği yapılmalıdır. A1 zemin sınıfında gerçekleştirilen tünel kazılarında zeminin desteklenmeden üç hafta kendini taşıyabileceği bilinmektedir.

b) A2 sınıfı zamanla kırılgan kayaçlar:

Tünel tavanındaki ve yan duvarlarının üst kısımlarındaki süreksizliklerin konumlarından dolayı, sığ sökülme, dökülmeler ve kamasal kırılma, kopma eğilimi vardır. Çok kısa sürede biten mm boyutunda zayıf deformasyonlar vardır. Su gelişi etkisi önemsizdir. İlerleme adımları üst yarıda en fazla 2,5 3,5 m ve alt yarıda 4 m ile sınırlandırılmalıdır.

Tünelin desteksiz olarak kendini taşıyabileceği süre 4 gün ile 3 hafta arasındadır. B "Kırılgan" Davranışlı Kayaçlar : B1, B2 ve B3 olmak üzere üç altsınıfa ayrılır.

a) B1 sınıfı kırılgan kayaçlar:

Deformasyonlar 2-3 cm mertebesindedir, hızlı azalır ve sonrasında tamamlanırlar. Suyun olumsuz etkisi genelde önemsenmez. İlerleme adımı üst yarıda için 2-3 m alt yarı için ise 4 m ile sınırlanmalıdır. Tünelin desteklenmeden ayakta durabileceği süre yaklaşık on saat ile dört gün arasındadır.

b) B2 sınıfı çok kırılgan kayaçlar:

Çok kısa süre sonra sonlanan düşük mertebeli deformasyonlar, meydana gelen süreksizliklere bağlı dayanım kaybı , düşük kemerlenme belirgindir. Patlatmalı kazı nedeniyle tünellerde desteklenmemiş yüzeylerde derinleşen gevşemeler ve hızlı parça kopmaları meydana gelir. Zamanında yapılan destekleme sayesinde deformasyonlar 3-5 cm mertebesinde sınırlanabilir. Patlatma yumuşak patlatma yöntemi ile yapılmalı, ilerleme adımlarının sınırlanmasında yarar vardır. Tünelin desteksiz olarak ayakta durabileceği süre 2 ile 10 saat arasındadır.

2.11.2.6.2 C sınıfı " plastik" davranış gösteren kayaçlar

Bu kayaç sınıfı kayaç dayanımın belirgin ve önemli ölçüde aşıldığı kazı ortamlarını kapsar. Kaya patlaması ve belirgin şişme - kabarma davranışının bu kayaç türlerinde görülür. C1, C2, C3, C4 ve C5 olmak üzere beş alt sınıfı bulunmaktadır.

a) C1 sınıfı kaya patlamalı kayaçlar:

Primer (doğal) gerilmeler genel itibarı ile: sert , yoğun ve kırılgan kayaçlarda biriken elastik enerji olarak depolanır. Kazı sırasında birikmiş olan enerjinin aniden boşalması kopan kayaç parçalarının fırlamasına sebep olur. Bu tip kayalarda sık ve kısa bulonlarla destekleme yapılır. Yumuşak patlatma veya mekanik usullerle kazı yapılmalı, ilerleme miktarı üst yarıda 1,5 – 2 m, alt yarıda 3 m ile sınırlanmalıdır.

b) C2 sınıfı plastik davranış gösteren kayaçlar:

Tünel kesiti çevresinde geniş açıklıklı plastik zonlar oluşur. Destekleme ve sağlamlaştırma işlemleri bütün kesiti kaplayacak teknikte ve düzenli olarak yapılmalıdır.

c) C3 sınıfı aşırı plastik davranış gösteren kayaçlar:

Deformasyonlar uzun süreli olmakla beraber ve çok yavaş sonlanır Parçalı kazı kesitleri gerekir. Tünel hat boyu İlerleme miktarı aynanın stabilitesine ve deformasyon hızlarına bağlı olarak belirlenir ve ayna sürekli olarak desteklenir. Tünelin desteklenmeksizin 2 - 5 saat arasında ayakta durabilir.

d) C4 sınıfı yumuşak kayaçlar:

Yumuşak-plastik kıvamlı kayaçlar, çok kısa ilerleme adımlarında bile tünel içine akar. Ön sürenlerle desteklenmesi gibi özel önlemlerle ihtiyaç duyulur. Her parçada aynayı ve kazı alanını çepeçevre saracak şekilde sistematik ve yoğun tahkimat önlemlerinin alınması gerekir. Bu zemin sınıfında tünelin desteksiz durabileceği süre 2 saatten azdır.

e) C5 sınıfı şişen-kabaran kayaçlar:

Killi olması sebebi ile üzerindeki yükün kalkması sonucunda serbest hareket edebilme meyillinde bulunan zeminlerdir. NATM yönteminde, geoteknik ölçüm ve araştırmalar, tünel kayacının formasyonu, kazı yöntemi, tahkimat türü ve sırası, deformasyon toleransları ile beraber değerlendirilmelidir (Aktaş, 2009)

C5 sınıfı zeminler için tünelin destekleme yapılmadan duraylılığını koruyabileceği süre için net bir veri bulunmamaktadır. Plastikleşme zonunda oluşan deplasman ve gerilmelerin belirlenip ölçülmesi için ekstansometre, gibi deformasyon ölçerler tünel çepherlerine yerlerine yerleştirilmelidir.

2.12 Natm Tünelcilik Yöntemlerinde İmalat Adımları

NATM Yöntemi ile açılan tünellerin imalatlarında genel bir uygulama sırası vardır. Bu uygulama sırasına bağlı imalat kalemlerinin neler olduğu aşağıda yer verilmiştir. NATM yöntemi ile açılan tünellerde risk değerlendirmeleri ve sıra takip eden imalatların etkileşimi aşağıda imalat sıralaması ile ele anmıştır.

Yöntemi ile açılan kara yolu tünellerinin imalat basamakları:

1. Tünel portallarının makineli kazı veya patlayıcıyla kesme (pre-splitting) yöntemi ile oluşturulması.
2. Tünel portallarında hafriyat yapılması (yükleme, nakliye, boşaltma)
3. Tünel aynasında makineli kazı yapılması işlemi.
4. Tünel aynasında makineli delgi işlemlerinin yapılması.
5. Tünel aynasında patlatma hazırlığı ve patlatma işlemlerinin yapılması.
6. Tünel aynasında patlatma sonrası hafriyat yapılması
7. Tünel aynasında ilk tahkimat amaçlı ön püskürtme betonu atılması
8. Tünel ayna çevre kesitte çelik hasır yerleştirilmesi
9. Tünel ayna çevre kesitte çelik-kafes iksa montajının yapılması
10. Tünel ayna çevre kesitte püskürtme beton (shotcrete) uygulaması yapılması
11. Tünelde kaya bulonları için delik delinmesi ve bulonların çakılması
12. Tünelde süren delgisi ve sürenlerin yerleştirilmesi
13. Tünelde kontak veya konsolidasyon enjeksiyonun yapılması
14. Tünelde kaplama betonu öncesi su yalıtımı yapılması (pvc membran ile)
15. Tünelde invert betonu öncesi demir montajı yapılması
16. Tünelde invert betonu için invert kalıbı montajı yapılması
17. Tünelde invert beton dökümünün yapılması
18. Tünelde kemer beton dökümü öncesi demir montajı yapılması

19. Tünellerde kemer betonu için kemer kalıbı montajının yapılması
20. Tünellerde nihai kaplama , kemer betonu dökümünün yapılması

2.12.1 NATM ın kazı yöntemi

NATM ile açılan tünel kazılarında genellikle hidrolik makineli kazı, kollu kırıcılar ve delme-patlatma uygulamalarından yararlanılır. NATM tünel inşaatlarında zemin sınıfına bağlı olarak tahkimat gereksinimleri doğabilir. Tahkimat elemanlarının neler olduğu , tahkimat elemanlarından kaynaklı, tahkimat montajı aşamasındaki tehlike ve risklerin detaylı değerlendirilmesi için tahkimat malzemelerinin neler olduğu , kullanımları aşağıda ana hatlarıyla anlatılmıştır.

Kazılan zeminlerde ilk kavlaklar, kontrollü bir şekilde alınarak üzerine zeminin hava ile direkt temasını kesmek amacıyla yaklaşık 5 cm kalınlığında kayanın duraylılığını destekleyen ön tahkimat yapılır. Sonrasında tavan kayasının bütünlüğünü, kemerlenmeyi korumak amacıyla iksa adı verilen tünel kesitine uygun çelik elemanlar zemin ihtiyacına göre tünel çepherlerine yerleştirilir. İksa adı verilen bu elemanlar I demir profiller veya farklı boyut ve özelliklerdeki başkaca demir donatıların birbirlerine gerek kaynak gerekse cıvata ve bulonlar yardımıyla eklenmesi ile elde edilen demir elemanların ağırlıklarından ve tünel içinde uygulama kolaylık açısından parçalı yapılan destekleme elemanlarıdır. Sonrasında geçilen imalat püskürtme beton aşamasıdır. Sonrasında yapılan uygulama ise: kalınlığı değişen ve sahada yaklaşık 10-25 cm arasında uygulanan destek elemanı shotcerete adı verilen, kuru veya yaş uygulamaları olan püskürtme beton destek elemanıdır. İksa destek sisteminin sağlıklı olarak çalışabilmesi için tahkimat ile tünel cidarı arasında çok fazla boşluk olmaması gerekmektedir. Tahkimatın arkasında kalan yapısal boşlukların beton ile doldurulmaları gerekir. Yanal ve ikincil dış etkilerin önüne geçebilmek adına iksalar birbirlerine bağlanmalıdır. Yapılan bu püskürtme beton uygulaması aynı zamanda iksalar için korozyon etkilerine karşı bir nevi kılıflama niteliğindedir. Sonrasında ise zemine kaya bulonları uygulaması yapılır. Kaya bulonu, kazıdan sonra doğal durabiletesi bozulan kayaç içlerine uygulanır. Tünel yüzeyindeki plastik yani kırılgan olan deformasyon hattını elastik seviyede tutmak

amacı taşıyan kaya bulonları proje ihtiyacına bağlı olarak farklı teknik özelliklerde ve niteliklerde yapılabilir.

Tahkimat aşamalarının ilk etabının sonuncusu olarak kaya bulonu yapılır. Amacı kazı sonrası ikincil durumlar sebebi ile oluşan plastik deformasyon bölgesini, elastik deformasyon bölgesine tutturarak, doğal dengesi bozulan kayaçları sağlamlaştırmaktır. Çeşitli tipte kaya bulonları vardır, bunların seçimi proje ihtiyaçlarına ve zemin gerekliliğine göre belirlenir.

NATM yönteminde imalat adımları olağanüstü bir durum dışında sistematik ve rutin bir şekilde devam eder. Kazı imalatı ile başlayan kazı çalışmalarında hafriyat sonrasında ilk olarak çelik hasır donatı ve iksa destek elemanı, sonra tekrar püskürtme beton ile ikinci tabaka, ikinci kat çelik hasır , ardından ikinci kat püskürtme beton montaj ve imalatı devam edilmektedir. Bu üretimlere kalıcı üretimler denir. Geçici imalatlar ise zemin sınıfına , tünel tipine göre farklılıklar gösterebilmektedir. Bahse konu geçici imalatlar : bulon, süren, püskürtme beton imalatları olarak sayılabilir. Bu geçici imalatların sayısı yukarıda da belirtilen zemin sınıf ve türlerine göre uygulama sırasında değişebilir.

Tünel inşaatlarında kalıcı ve geçici imalatlar aşamalarında işin niteliğine uygun iş makineleri kullanılmaktadır. Tünel inşaatlarında genel hatlarıyla , kazı iş makinesi olarak: kırıcı - delicili ekskavatörler, kollu kazı makineleri kullanılır. Hafriyat ve nakliye için: lastikli yükleyiciler ve kamyonlar kullanılır. Tahkimat için ise, püskürtme beton (shotcrete) makinesi (robot) kullanılır. Tahkimat amaçlı delik delinerek sürülen elemanlardan: bulon ve süren delikleri için delme makinesi (Jumbo) kullanılır. Umbrella boru ve zemin çivisi uygulamaları için kaya delme makinesi (rock), tünel açma ve destekleme imalatlarında kullanılan makine ve araçlar olarak bilinmektedir.

2.12.1.1 Kazı imalatları ve ilerleme şekli

Tünellerde kazı: Tünellerde kazı tipini ve ilerleme miktarını belirleyen unsurun zemin sınıfı olduğu net bir şekilde bilinmektedir. Zemin sınıflarına bağlı ilerleme miktarları tünellerdeki iş sağlığı ve güvenliği noktasında en önemli hususların başında gelmektedir. Tünellerde kontrolsüz ilerleme, beraberinde felaketleri getirebilir. Kara yolu tünellerinde İlerleme güzergah hattında uzanır. Kazı imalatları kırıcı uçlu ekskavatör, kollu makineler veya patlatma yöntemiyle yapılabilmektedir. Zemin sınıfına bakılmaksızın tünel kazısına öncelikle üst yarı kazısı ile başlanılmaktadır. Tünel emniyeti sadece çalışanlar açısından alınmaz, alınacak tedbirlerde çevre faktörleri de ön planda olmalıdır. Tünel kazılarında tehlikeler ve riskler oldukça fazladır. Tünellerde olası kazaların önüne geçilebilmesi için kazı aynası imalatlarında çalışan işçilerin makine ve araçlara güvenli yaklaşma mesafeleri dışında kontrolsüz yaklaşmalarının engellenmesi olarak söylenebilir.

Tünellerde ilerleme ise: NATM yöntemi ile açılan kara yolu tünellerinde en çok faydalanılan yöntem deme-patlatma yani patlayıcı malzeme kullanılarak yapılan çalışmalar olarak karşımıza çıkmaktadır. Delme ve Patlatma(Del-Pat) ile tünel açma yönteminde:

- Tünel aynasında kayaçların mekanik özelliklerine bağlı olarak patlayıcı maddelerin hangi miktarlarda, ne sıklıkta ve hangi derinliklerde delik açılması gerektiğini gösteren patlatma paterninin hazırlanması,
- Hazırlanan patlatma paternine göre lağım deliklerin açılması,
- Deliklere önceden hesaplanmış miktarda, uygun patlatıcıların yerleştirilmesi,
- Ateşleme sırasının iyi tetkik edilmesi ve ateşlemenin bu sıraya göre yapılması,
- Patlatma sonucu ortaya çıkacak gaz ve tozların uygun ve yeterli havalandırma yöntemleri yapılması,
- Düşmeleri olası, serbest kaya parçalarının, kavlakların uygun yöntemlerle düşürülmesi,
- Ana kayadan koparılan, parçalanmış artıkların (pasa) depo sahasına nakledilmesi,
- Ön tahkimatların yapılması,
- Kalıcı tahkimatların yapılması,

sıralamasına uyulmaktadır. Tünel kazılarında imalat sırasına bağlı olarak her kademede farklı ekipler veya farklı personeller yer alabilmektedir.

Tünel inşaatlarında çalışan personel sayısı işin büyüklüğü, tek veya çift tüp olması , işin termin süresi gibi farklı değişkenlere bağlı olabilmektedir. Tünel imalatlarında işin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi adına sayısı değişmekle birlikte tek-iki tüp bir kara yolu tünel kazısı için 70-100 kişilik bir ekip ile çalışılır. Tünel inşaatlarında istihdam edilen çalışanlar şu şekilde genellenebilir: proje müdürü, tünel şantiye şefi , tünel mühendisi , muhasebeci , isg uzmanı , harita ve etüt ekibi , formen , ateşleyici , tünel çavuşu ve işçi, operatör ve yağcı , beton kalıp ekibi , şoför, atölye bakımcı , aşçı, yemekhaneci, bekçi , depo elemanı gibi farklı eğitim seviyelerinden bir araya gelmiş bir topluluk gurubunun bir arada çalışmakta olduğu bir ortam görülmektedir.

Kara yolu tünel şantiyelerinde araç parkında bulunan araçlar ise genel olarak: kollu mekanik kazıcılar , ekskavatörler, damperli kamyonlar, silindirler, mikserler, dozer, arazözler (su tankeri) , yükleyici , kamyonet, greyderler , çekiciler, hiyap vinçler, delici robotlar veya rock , tırlar ve dorseleri , forkliftler , jumbolar , servis araçları , arazili binek araçlar olarak karşımıza çıkmaktadır.

2.12.1.2 Natm yönteminde tünel yapım aşamaları ve tünel desteklemesi

Tünel destekleme çalışmalarında rijit tahkimat elemanlarının önemi 1964 yılında Pacher tarafından yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Yapılan bu çalışmalarda kayaçların elastik olarak bekletildiği sürelerde tünel deformasyonları ile destek basıncının ters orantılı olduğu tespit edilmiştir. Zaman etkisine bağlı olarak tünel yüzeyi uzun süre desteklenmemiş ise tünel açıklığı etrafında gerilme yığılmaları artar ve tünel cidarı çevresindeki kayaçlar tünel açıklığına doğru patlar. İş sağlığı ve güvenliği açısından bu gibi bir riskin bertaraf edilebilmesi için kritik deformasyon sınır değeri sürekli denetlenmeli ve destek elemanlar bu çerçevede yerleştirilmelidir.

NATM yöntemi ile açılan tünel imalatları , içerisinde ilerlenilen zemin sınıfına bağlı olmakla beraber genel hatlarıyla belirli bir uygulama sırası takip etmektedir. Bu imalatlar aşağıda belli bir sıra ile tanımlanmıştır.

2.12.1.2.1 Delme

Tünelde ilerleme, güzergah ve koordinatlarına göre harita ekibi tarafından belirlenmiş ayna üzerinde gerekli çizim ve işaretlemeler yapıldıktan, sonra, mühendisler tarafından oluşturulmuş patlatma paternine göre yerleri işaretlenmiş olan patlayıcı madde lağım çukurlarının açılması işlemine geçilmesini takiben Jumbo, delik delme makinesi ile işaretlenmiş noktalarda delik delme işlemidir. Tünellerde delik delme amacıyla tasarlanmış olan robot kollar vasıtası ile delme işlemi operatörün yönlendirmesi ile seri bir şekilde tamamlanır.



Şekil 2-5 Delme Makinesi (TIMES ASIA GROUP LIMITED,)

2.12.1.2.2 Patlatma

Jumbo makinesi ile açılan patlatma paternine uygun deliklere kaya sınıfı ve patlayıcı madde özelliklerine göre hesaplanmış miktarlarda patlayıcı malzemeleri yerlestiren özel eğitimli ateşçilerin deliklerin kontrolü , gerekli sıkılamalarla beraber patlatma düzeneklerinin ateşlemeye hazır hale getirilmesi prensibine dayanır. Patlatma ile açılan zemin bölgelerinde ateşleme tünel içerisine ateşleyiciler ve bunlara yardım için görevlendirilmiş personel dışında herhangi bir çalışanın ayna dolumu sırasında tünelde bulunması risk katsayısını artıracaktır.

2.12.1.2.3 Havalandırma

Mekanik kazı sırasında veya patlatma sonrasında ortaya çıkan toz bulutu ve dumanın uygun ve yeterli miktardaki hava tahliye elemanları olan fantüpler yardımıyla tahliye edilmeleri gerekmektedir. Tünel havalandırması İş sağlığı ve güvenliği noktasında tünel inşaatlarında kullanılması zorunlu olan elemanlar arasındadır.



Şekil 2-6 Tünel içi havalandırma sistemi , fantüpler (Tünel Havalandırma Sistemleri)

2.12.1.2.4 Hafriyat

NATM tünel yönteminde ana prensip yol güzergahı boyunca ana kütleden parça kopartarak tünel gövdesini oluşturmaktır. Bu sebeple adım adım yapılan patlatmalı veya mekanik kazı çalışmaları doğrultusunda, tünel içinde aynada kazı sonrasında oluşan artık malzemenin yani pasanın depo sahalarına naklinin yapılması gerekmektedir. Patlatma sonrası ayna önüne yığılı olan pasanın bir an önce tünel dışına nakledilmesi için kazıcılar ve yükleyici loaderler ile damperli kamyonların tünel içerisinde hafriyat operasyonunda kullanılması gerekmektedir. Hafriyat işlemine başlanabilmesi adına tünel içinin toz-dumandan iyice arındırılmış olması gerekmektedir. Hafriyat işlemleri sırasında da tünel içi aydınlatma ve havalandırmasının yeterli düzeyde olması şarttır.

2.12.1.2.5 Kırım ve kavlak alımı

Patlatma işleminin ardında yapılan hafriyat operasyonu ile ayna önünde bulunan artık malzeme nakledildikten sonra sıra patlatmanın etkisiyle aynada veya aynaya yakın tünel çepherinde serbest halde bulunan yada serbest düşme meylinde olan kaya parçalarının veya bloklarının çalışma güvenliği açısından kontrollü bir şekilde temizlenmesi gerekmektedir. Bu operasyon iş sağlığı ve güvenliği açısından en az diğer operasyonlar kadar gerekli ve önemlidir. Bu işlem kırıcı uçlu makineler yardımıyla kontrollü bir şekilde yapılır.

2.12.1.2.6 İksa ve çelik hasır yapımı

NATM tünel yöntemini açılan tünel kazılarında ana kütlenin, zemin türüne göre değişken olmakla beraber , doğal dengesi bozulan zeminin, ihtiyaçlar doğrultusunda bir an önce tahkim edilmesi gerekmektedir. Çelik profiller (iksalar), hasır çelik donatılar ile ilk tahkimat yapılarak tabi gerilmeleri desteklenir.

Tahkimat sırasında mobil vinçler, uygun tasarımlı forklifler ve diğer iş makineleri kullanılmaktadır. İksa ve çelik hasır montaj imalatlarında İş makinelerinin yoğun bir şekilde kullanılması iş sağlığı ve güvenliği risklerini de beraberinde getirir çünkü iksaların yüklenmesi, gerek taşınması gerekse de yerlerine tespiti sırasında çalışan insan faktörü ön plandadır. İnsan faktörü yapılan tahkimat işlemlerinde yüksekten düşme tehlikesini öne çıkmaktadır. Bu duruma karşı emniyet kemeri takılmalıdır.

Çelik Hasır Tahkimatı : Çelik hasır montajı yapılırken proje ihtiyaçları doğrultusunda hasır çelik montajı tabakalar halinde uygulanabilir. Tünel kazısı yapılan zemin türüne göre tahkimatta kullanılan çelik hasır tipi de değişkenlik gösterebilmektedir. İlk sıra hasır çelik imalatı gerçekleştirildikten sonra çelik iksa montajı yapılır.

Kafes ve Çelik İksa İmalatları : Çelik iksalar profillerle yapılabileceği gibi çelik donatılardan da çeşitli malzemelerden yapılabilmektedir. İksaların çelik olması sebebi ile malzemenin gerek boyut gerekse yoğunluğundan kaynaklı ağırlıkları fazladır. İnsanların, iksaları kolay hareket ettirebilmeleri, yerine kolay montaj amacı ile iksalar birden çok parçalı olarak hazırlanırlar, parçaların birleştirilmesi sonrası iksa bütünü teşkil edilir. İksa montajında esas unsur diğer imalatlarda olduğu gibi insan faktörüdür. İksa montajında iş sağlığı ve güvenliği (İSG) açısından dikkat edilmesi gereken önemli bir diğer husus da iksaların ayaklarının oturacağı zeminin sağlam olmasıdır. Kafes ve çelik iksaların genel amaçları tünel güvenliğini sağlamak olmakla beraber:

- Kazıdan sonra olabilecek küçük kaya düşmelerini, kırılmalarını önleyerek çalışanlar için güvenilir bir saha oluşturmak.
- Ana kayanın gevşemesi püskürtme beton prizini alana kadar geciktirmek

2.12.1.2.7 Püskürtme beton yapım çalışması

Tünellerde duraylılığı sağlamak amacıyla yapılan diğer bir tahkimat türü de püskürtme beton (shotcerete) imalatıdır. Püskürtme beton uygulaması tünel çalışanları açısından önemli bir diğer riskli durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Püskürtme beton imalatı sırasında nozul ucundan çıkan beton parçalarının sıçrama, çarpma ve yine tünel içerisinde termal konfor etkisi ve çalışan makinelerden kaynaklı gürültü faktörü ön plana çıkmaktadır. Bu olumsuz durumlar çalışan işçiyi negatif yönde etkilemektedir.

Püskürtme beton , kuru püskürtme ve yaş püskürtme olmak üzere iki şekilde sahada yaygın olarak uygulanmaktadır. Her iki yöntemde de kimyasal katkı maddeleri, priz

hızlandırıcı katkı kullanılmaktadır. Kuru püskürtme (shotcerete) betonda; çimento, kum ve agrega malzemeleri homojen olarak karıştırılıp yaş uygulamada olduğu gibi nozul ucuna gönderilmektedir. Yüksek tozuma riski mevcuttur. Agregaların sıçrama riski vardır. Priz hızlandırıcı kimyasal malzemeleri soluma riskli vardır. Nozulun tıkanma riskli vardır.

Yaş püskürtme beton yönteminde beton akışkan kıvamında, püskürtme (shotcerete) beton makineleri ile yüzeye uygulanmaktadır. Robotun kazanına mikserden akıcı kıvamda boşaltılan beton, kompresör yardımıyla püskürtme ucu olan nozula iletilerek kaplama yapılmak istenilen yüzeye basınçlı bir şekilde püskürtülür. Yüksek basınç ile çalışan nozul ucunun tıkanma, püskürtülen beton parçalarının sıçrama riski vardır.

2.12.1.2.8 Bulon çakma ve süren sürme işlemleri

Tünel desteklemesinde bulon ve sürenler kullanılmaktadır. Kaya bulonları ile sürenlerin beraber kullanımı, tünel aynası önünde oluşan plastik zonun ve yüzeydeki oturmaların önüne geçilebilmesi için önemli ve gereklidir (Kontothanassis & Koronakis, 2005).

Tünel inşaatı imalatlarında zemin türüne bağlı olarak proje ihtiyaçları doğrultusunda genelde sistematik bir şekilde belli noktalara bulon tahkimatlar yerleştirilerek tünellerde kazı yüzeyinde güvenlik sağlanmaktadır. Gerek süren sürümü, gerekse bulonlama esnasında yapılan işlemler çalışan insan merkezinde yapılan uygulamalar olduklarından, gerek yüksekte çalışma gerekse kullanılan destek malzemelerinin ağırlıkları beraberinde çalışanlar açısında iş sağlığı ve güvenliği problemlerinin oluşmasına sebebiyet verir.

2.12.1.3 Kaya bulonu imalatı

SN , PG , IBO bulon en bilinenleri olmak üzere, kaya bulonları farklı teknik özelliklerde ve çelik malzemelerden yapılmıştır. Tünellerin tavan ve yan yüzeylerinin desteklenmesini sağlayan destek elemanlarıdır. Ana kayacın özelliğine bağlı olarak farklı çap ve uzunlukta olabilirler.

Bulon delgileri jumbo adı verile kollu delgi makineleri yardımıyla gerçekleştirilir. Zemine aplike edilen kaya bulonları ile birlikte zemine çimento enjeksiyonu yapılır. Bu şekilde bulonların zemine rijit bir şekilde bağlanmaları sağlanır. Bulonların tünel cidarı tarafına çelik plaka ve somun takılarak tork anahtarı ile sıkılama yapılır.

2.12.1.4 Zemin çivisi

Zemin çivisi, diğer bulonlar gibi çelik malzemeden yapılmıştır. Zemin çivisi uygulamasındaki ana gaye tünel kazı çepherine uygun elemanlar yerleştirerek elastik sınırların aşılmasını engellemek, deplasman ve kaya kırılmalarını engellemek olarak karşımıza çıkmaktadır.

Zemin çivisi genel itibari ile kendi kendini taşıyabilme kabiliyeti düşük olan ayna yüzeyine yapılmaktadır. Diğer bulonlardan farklı olarak rock adı verilen kaya delme makineleri ile aynaya tatbik edilmeleridir.

2.12.1.5 Borular

Çelik borular, tünel güzergahında tavan bölgesini destekleme amacıyla kullanılmaktadırlar. Kazı sırasında zemin sınıfına bağlı olmakla beraber en kritik bölge desteklenmemiş ayna olarak karşımıza çıkar. Aynada gerekli ve yeterli destekleme olmadığı takdirde aynada akma görülebilir. Aynada akmayı engelleyebilmek için tünel üst yarısında kalan bölgeye boru montajı yapılmalıdır. Süren ve umbrella olmak üzere iki çeşidi bulunan borular, zeminin durumuna bağlı olarak gerek projeler gerekse saha ihtiyaçları doğrultusunda tünel kazı çevresine uygulanır.

Boru elemanlarla teşkil edilen tavan kemer ve zemin çivisi teknik uygulamaları ile birlikte bilindiği kadarıyla ilk defa İtalya' da Caserta-Foggia arasında demir yolu inşaatında San Vitale tünelinde yapımında kullanılmıştır. Mevcut tünel inşaatında yaklaşık 150 metre derinlikte: kiretaşı, marn, beraberinde, killi, siltli ve kumlu zemin ortamında çalışılmıştır (Leca & Clough, 1992b).

Sürenler; orta, orta sert ve sert zemin sınıflarında kullanılan içleri delikli, uçları konik çelik borularıdır. Süren borularının delgi işleminde de diğer bulon delgilerinde kullanılan jumbo kullanılmaktadır.

Şemsiye Boru Kemerler (umbrella arch); yumuşak, akmaya meyilli , akıcı ve düşük stabiliteli tünel zeminlerinde kullanılmaktadır. Çapları sürenlere göre daha büyük boyut ve yine borulardan oluşan umbrellalar diğer boruların aksine rock yani kaya delme makinesi ile tünel tavanına yerleştirilerek yapılabilmektedir. Tahkimat kabuğu, jet-grout ile oluşturulmuş kolonlar, şemsiye boruları veya betonlanmış ön kemer ile yapılabilir (Leca & Clough, 1992a).

2.12.1.6 Tünellerde izolasyon (membran) ve beton kaplama imalatları

Tünel kazıları tamamlandıktan sonra beton kaplama imalatlarına geçilir. Beton kaplama imalatlarına, proje gerektiriyor ise önce invert denilen alt yarı beton kaplaması, sonrasında ise kemer beton imalatları yapılmaktadır. Beton kaplama imalatları anolar (kısımlar) halinde yapılır. Ana kayadan aktif su gelişinin olması sebebi ile tünel beton kaplamasından önce su izolasyonun yapılması gerekmektedir.

Tünel kalıplarının tünel içerisinde hareketini sağlayacak ve kolaylaştıracak olan invert veya kenar kiriş betonlarının dökülmesinin ardından dışarıda kurulum ve montajı yapılan membran için kalıp, iskeleleri ve tünel kalıp elemanlarının tünel içerisinde önde membran arkada tünel kalıp elamanları birbirleri takip edecek şekilde yalıtım ve nihai beton kaplama işlemleri yapılır. Bu uygulamalar sırasında insan faktörü ön plandadır.

Su izolasyonun yapılmasının ardından nihai beton kaplamasına öncesi demir montaj işleri yapılarak donatılı geçilecek bölge donatı montajı yapılır. Sonrasında ise nihai beton kaplaması için beton dökümüne geçilir. Demir donatı montajı sonrası nihai beton kaplaması için kalıp işlerine geçilir. Tünellerde çelik kalıplar kullanılmaktadır.

Delinen kaya kütlesinin dayanım özelliklerine bağlı olarak ihtiyaç duyulabilen bir destekleme türü olan invert beton uygulamasında ve tünel kalıplarının yürütülmesi için teşkil edilen kenar kiriş imalatlarının yapılması gerekir. İnsan faktörü yine ön plandadır.

2.13 Tehlike , Risk Ve Risk Değerlendirmesi

Günlük hayatımızda, risk ve tehlike kavramları birbirinin yerine kullanılmakta ve sıklıkla karıştırılmaktadır. Risk ve tehlike kavramlarının birbirleri arasındaki farklar, iş sağlığı ve güvenliği kanunu ile risk değerlendirme yönetmeliğinde net şekilde belirtilmiştir.

Tehlike: Tük Dil Kurumuna göre, tehlike: "Büyük zarar veya yok olmaya sebep olabilecek durum" olarak tanımlanır.

" Tehlike, çalışma ortamında var olan veya dışarıdan gelebilecek boyutu belirlenmemiş olan durumların kişilere, işyeri ve çevresine zarar veya hasar verme potansiyelidir" (Baysal & Uykun, 2006)

Tehlike : direkt olarak fark edilmese bile , işyerinde : can , mal , zaman ve işgücü kayıplarına sebep olabilecek zarar ve hasar verme potansiyelidir.

" Tehlike, mal, can ve malzeme için potansiyel bir tehdit oluşturan malzeme, durum ve faaliyetlerin karakteristiğidir" (Özkılıç, 2005)

Risk: Tehlike kaynaklı kayıp, yaralanma ya da başka olumsuz sonuçların meydana gelme ihtimalidir.

Tehlikeden kaynaklı meydana gelebilecek kayıpların veya zararı olabilecek farklı sonuçların meydana gelme ihtimalidir. Tehlikeye bağlı olup şiddet ve olasılığın birleşimidir. Risk: tahmin edilen olumsuz sonucun gerçekleşmesi durumu olup tehlikeye bağlı olasılık ve şiddetin bileşkesidir (Kaplan & Garrick, 1981).

Risk değerlendirmesi: İşyerinde var olan tehlikelerle beraber, dışarıdan da gelebilecek tehlikeli unsurların belirlenmesi, tespit edilen tehlikelerin riske dönüşmesine sebebiyet veren faktörler ve tehlike kaynaklı risklerin konusunda profesyonel kişiler tarafından analiz edilerek derecelendirilmesi ve sonrasında ise kontrol tedbirlerinin kararlaştırılması yapılması için gerekli çalışmalardır. Risk değerlendirme çalışmalarının yapılması işyerlerinde meydana gelebilme potansiyeli olan olumsuz durumların önüne geçilmesi adına en önemli işlemlerin başında gelmektedir.

Risk değerlendirme çalışmaları işyerinin hangi tehlike sınıfında yer almasına bağlı olarak belirli aralıklarla yenilenir. Çok tehlikeli sınıfta yer alan işyerleri en çok iki yıl içinde, tehlikeli sınıftaki işyerleri en çok dört yılda, az tehlikeli sınıfta yer alan işyerleri en çok altı yılda bir yenilenmelidir. Bazı durumlarda risk değerlendirmesinin yenilenmesi zikredilen sürelerden bağımsızdır. Bu durumların en önemlisi özellikle iş kazası, meslek hastalığı veya ramak kala, işyerinin yer değiştirmesi veya binaların etkili değişiklik, işyerindeki teknolojik donanım, kullanılan ekipman ve malzemelerdeki temel değişiklikler, üretimdeki temel değişiklikler, Bu mevzuat tarafından belirlenen sınır değerler, ölçüme göre gerekli görülen bir değişikliktir. Çalışma ortamının ve sağlık durumunun izlenmesinin sonuçları, ve işyeri dışından gelebilecek yeni bir tehlikenin ortaya çıkması durumlarıdır.

Önleme: İşyerinde çalışmanın tüm aşamalarında sağlık ve iş güvenliği ile ilgili riskleri azaltmak için planlanan ve alınan önlemlerin bütün halidir (Madde 4) (Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü).

Kabul edilebilir risk seviyesi: Yasal zorunluluklar ve işyerinin önleme politikası uyarınca kayıp veya yaralanmaya neden olmayacağı risk seviyesidir.

Ramak kala olayı: işyerinde meydana gelen; çalışana, işyerine veya iş ekipmanına zarar verme potansiyeline sahip olsa dahi neden olmayan bir olaydır. (Madde 4) (*Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü,* 2012a)

Tehlike ve risk birbirlerinden oldukça farklı kavramlardır. Bu iki kavramı iş sağlığı ve güvenliği açısından doğru tanımlamak ve anlamları arasındaki farklılıkları doğru ifade etmek gereklidir. Tablo 2-2 ' de farklı tehlikeler ve tehlikelere bağlı oluşabilecek risklere dair bir takım tünel şantiyesine has örnekler verilmiştir.

Tablo 2-2 Tehlike – Risk Kavramı

TEHLİKE	**RİSK**
Kapalı ortamlarda çalışma	Havalandırması yetersiz tünel sahası içinde çalışan işçinin zehirlenmeye maruz kalması
Elektrik enerjisine bağlı olan	İzolasyonu yetersiz, topraklamasız veya hatalı topraklamalı, hatalı ekipmandan dolayı elektrik çarpması
Elle taşıma yapma	Çalışanların ağır yükleri elle taşıması , kas iskelet sistemi rahatsızlıklarına yakalanması
Gürültüye bağlı	Sürekli olarak yüksek seviyede gürültülüye maruz kalan çalışanlarda

	işitme kaybı
Yüksekte çalışma yapma	Kişinin veya malzemenin yüksekten düşmesi

2.14 Risk Yönetimi

Risk yönetimi, " risk yönetimine ilişkin yürütme kararları, kayıp riskleri sistematik olarak analiz edilmek ile tespit etmek ve en iyi uygulamaları araştırmak" olarak tanımlanmaktadır (*Rejda ve McNamara - 2014 - Principles of risk management and insurance.pdf*).

Risk yönetiminin amacı; Potansiyel riskleri oluşmadan önce belirleyebilmektir. Böylece risk faaliyetlerinin olumsuz etkileri azaltılırken, uygulanması gerektiğinde bu faaliyetler planlanabilir hale getirilir. (Smith vd., 2006).

Risk değerlendirmesinde bazı sorulara cevaplar aranmalı ve bu cevaplara göre saha içi güvenlik önlemleri almak gerekir, bu sorular : ‘riskler kabul edilebilir seviyede midir?’ eğer kabul edilemez boyutta ise : ‘kabul edilemez riskler için nasıl ve ne şekilde önlemler alınmalı ?’ şeklindedir. İSG de risk yönetimin en önemli detaylarından biri de kazanın meydana gelmesinden önce kazaya sebebiyet verebilecek olumsuz ve tehlikeli durumların alınacak tedbirlerle ortadan kaldırılmasına çalışılması gerektiği hususudur.

Oluşabilecek tehlikeleri ve riskleri bilmek etkin bir risk değerlendirme uygulamasını gerektirir. İşyerindeki olası tehlikeler ve meydana gelmesi durumunda olası sonuçların doğru bir şekilde tespit edilmesi durumunda, iş kazaları ve meslek hastalıklarını önleme uygulanmasının kolay olacağı açıktır. Tüm risklerin neler olduklarının tanımlanmasının ardından yapılabilen risk değerlendirmesi, neyin, kimin hangi risk seviyesinde olduğu tarafından olumsuz sonuçların önlenmesine ve kontrol riskleri için ne yapılması gerektiğine öncelik verilmesine yardımcı olur.

Bu nedenle riski azaltacak veya ortadan kaldıracak tüm faaliyetlere risk değerlendirmesi uygulanmalıdır. Böylece çalışanların ve üretimin işyerinin güvenliği sağlanmaktadır.

2.15 Risk Değerlendirmesi ve Değerlendirme Adımları

Risk değerlendirmesi, İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinde, "İşyerlerinde var olan dışarıdan gelebilecek tehlikeler, işçilere, işyerine ve çevresine verebilecekleri zararlar için yapılması gereken çalışmaları ifade eder, bunlara karşı alınması gereken tedbirler" şeklinde tanımlanmaktadır (*Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü*, 2012b)

Günümüzde risk değerlendirilmesi çalışmalarında kullanılan 150' den fazla risk değerlendirme metodunun varlığından söz edilmektedir (Han vd., 2008).

Kurumların ve kuruluşların, hedeflerine ulaşmalarını engelleyebilecek ve karlılıklarını olumsuz yönde etkileyebilecek tehditleri belirleyip değerlendirmeleri ve sistematik bir risk değerlendirmesi ile ne yapacaklarını belirlemeleri gerekmektedir. Anahtar rolü olan risk analizi en az yılda bir yapılmalı ve önleyici tedbirlere uyulmalıdır.

Risklere ilişkin risk değerlendirmesi yönetmeliğine göre, her bir tehlikenin ne sıklıkla meydana gelebileceği, hangi şiddette hangilerine zarar verebileceği ışığında belirlenir. Elde edilen verilerden riskler, uluslararası veya standartlara dayalı bir veya birden fazla yöntemle analiz edilir. Analiz edilen riskler kontrol önlemleri için en üst seviyeden başlayarak sıralanır ve derecelendirilir. (*Mevzuat Bilgi Sistemi*)

2.15.1 Tehlikelerin belirlenmesi

Risk değerlendirmesinde ilk adım tehlikeler olmalıdır. Bu şekilde olası kazaları iş yerinde meydana gelmeden önce tespit etmek mümkündür. Araştırmalar gösteriyor ki; iş kazalarının %50' sini oluşturan riskleri çok basit bir şekilde belirlemek mümkündür. Buna ek olarak, diğer risklerin tespiti, kapsamlı ve ayrıntılı iş güvenliği çalışmaları gerektirir. (Özkılıç, 2005).

Tespit aşamasına geçmeden önce şantiyesinde tutulan geçmiş kayıtların incelenmesi çok önemlidir. Ardından şirketin mevcut durumu, mevzuatı ve literatürü incelenmeli ve şirketin mevcut tüm riskleri ortaya çıkarılmalıdır. İşle ilgili tutulan geçmiş raporları incelenirken, çevresel önlemler, iş kazaları ve olayları, İSİG kurulunun yıllık faaliyet ve teknik kontrol raporları dikkate alınmalıdır. Bu raporları inceleyerek, kuruluşun yapısı, İSG organizasyonu, iş yerindeki kaza verileri , fiziksel seviyeler ve daha fazlasına dair geniş kapsamlı bilgiler elde edilebilir.

Yapılacak değerlendirme ve detaylandırmalar sonrası işyerindeki mevcut biyolojik, kimyasal, fiziksel, faktörlerin mümkün olan tam listesi hazırlanmalıdır. Şantiye alanında kullanılan ekipmanların, çevresel durumu ve ergonomik koşullarının yanı sıra ele alınacak iş faaliyetlerinin incelenmesi zorunludur. İşyerindeki mevcut durumun incelenmesi, kimyasal ve biyolojik faktörler, fiziksel faktörler, işyeri ve ekleri gibi konularda bilgilerin belirlenmesine olanak sağlar.

Üçüncü adımda mevzuat, Avrupa direktifleri, ILO standartları ve alanında uzman profesyonellerin incelenmesi, yöntemlerin tartışılması ve ihtiyaç duyulan birçok sorunun belirlenmesine imkan sunar.

Risk değerlendirmesi yönetmeliğinin 8. maddesi uyarınca tehlike tanımlaması amacıyla çalışma ortamı, işyeri ve çalışanlar ile ilgili olarak asgari olarak aşağıdaki bilgiler toplanır.

a) İşyeri bina ve eklentilerin detayları,

b) İşyerinde faaliyetlerinin neler olduğu,

c) Üretim teknikleri ve süreçleri,

ç) İş yerinde kullanılan ekipmanları,

d) Kullanılan maddeler,

e) Atık ve atıklara yönelik detaylar,

f) İş organizasyon şeması ve hiyerarşik yapı, yetki, görev ve sorumluluklar,

g) Çalışanların tecrübeleri ve düşünceleri,

ğ) İlgili mevzuat gereği işe başlamadan önce alınması zorunlu ve gerekli olan çalışma izin belgeleri,

h) Çalışanların eğitim seviyeleri, yaşları, cinsiyet ve benzeri özellikleri ile sağlık kayıtları,

ı) Engelli, yaşlı, genç, gebe veya emziren kadın çalışanlar gibi özel politika gerektiren gruplar,

i) İşyeri teftişlerine ait sonuçları,

j) Meslek hastalığı ait kayıtları,

k) İş kazasına ait kayıtları,

l) İşyerinde olan ancak, ölüme veya yaralanmalara neden olmadığı halde işyerinin ya da iş ekipmanlarının zarara uğramasına sebeplerin kayıtları,

m) Ramak kala olaylara ait kayıtları,

n) Malzeme güvenlikleri amaçlı bilgi formları,

o) Ortam ve kişisel maruziyet düzeylerine ait ölçüm sonuçları,

ö) Varsa geçmişte yapılmış risk değerlendirmesi çalışmaları,

p) Acil durum planlarına ait kayıtlar,

r) Belirli işyerlerinde hazırlanması gereken belgeler, örneğin bir sağlık ve güvenlik bir patlamaya karşı koruma belgesi (Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü,-a)

2.15.2 Tehlikelerin değerlendirilmesi

Tehlikelerin değerlendirilmesindeki amaç, çalışanların, çevrenin nasıl zarar görebileceklerinin önceden belirlenmelidir. Bu amaçlar risk değerlendirmesinde kullanılan hesap ve değer tablolarında risk analizinin parametrelerine yer yerilmiştir. Bu amaçla: kolayca ve düşük maliyetle ortadan kaldırılabilme imkanı bulunan tehlikeler ve mevcut tehlikelere bağlı önlenebilir riskler için sahada veya işyerinde alınması gereken önlemler risk değerlendirmelerinde ele alınarak risk değerlendirmeleri yapılmalıdır.

2.15.3 Risklerin derecelendirilmesi

Yapılması gereken temel amaç risk değerlendirme tablolarında alınabilecek basit tedbirler ile kontrolü sağlamak, ilk tedbirler ile önlemenin sağlanamaması durumunda ise daha detaylı tedbirler ile tehlikelerin kontrol edilemeyen hasara yaklaşılmasının önüne geçilmesi amacıyla değerlendirmelerin yapılmasıdır. Bu riskleri yüksek, orta ve düşük kritikler olarak nitelendirmek planlama açısından oldukça önemlidir.

Riskleri derecelendirirken;

- Acil müdahale gerektiren riskler yüksek risk olarak kabul edilmelidir.
- Yüksek risklerden bir seviye düşük, yani elden geldiğince erken müdahale gerektiren risklerin, orta risk olarak planlanması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.
- Alınması gereken acil bir önleme ihtiyaç duymayan riskler düşük riskli kabul edilmelidir.

2.15.4 Kontrol önlemlerinin uygulanması

Risklerin tespit edildiği bu aşamada derhal ortadan kaldırılması gereken tehlikeler için alınması gerekli önlemlerin, saha çalışmalarına başlamadan, alınması gereklidir.

Risk derecelendirmesi sonrasında elde edilen risk notlarına göre;

Belirlenen risklerin düşük maliyetle ve kolayca ve ortadan kaldırılması mümkün ise bunlar üzerinde gerekli çalışmalar yapılmalı ve tehlikenin artmasını önlemek için bir kontrol sistemi oluşturulmalıdır.

Orta riskli olarak belirlenen riskler için planlanan önlemler en kısa sürede uygulanmalıdır.

Yüksek risklere karşı mücadele etmek ve riskleri bir seviyeye indirme amacıyla gerekli tedbirlerin alınmasını sağlamak için gerekirse çalışmayı durdurmayı düşünmek bile tavsiye edilir. Çalışma ortamındaki tüm riskleri tamamen ortadan kaldırmak elbette mümkün değildir. Tünel inşaatı gibi çok tehlikeli bir iş kolunda her zaman riskler olasıdır. Tüm bu çalışmalarda önemli olan nokta; mevcut risklerin farkında olunması ve bunların tolere edilebilir seviyelerde tutulması gerektiği gerçeğidir. Yapılan risk değerlendirmesinin iş kolu için uygun ve yeterli olması gereken bazı unsurlar aşağıda verilmiştir:

- Uygun bir ön çalışma yapmak, genel şablonun oluşturulması gerekir.
- İş kolu ve faaliyetlerinin iyice detaylandırılması gerekir.
- Etkilenecek olan çalışan/ekipman/çevrenin araştırılması gerekir.
- İş yeri için bilim ve fenne uygun inceleme yapılmış olmalıdır.
- Etkilenme ihtimali olan çalışan/ekipman ve çevrenin için olası tüm tehlikeler ile ele alınmalıdır.
- Bütün bu önlemler akılcı olmalıdır.

2.15.5 Denetim , gözlem ve gözden geçirme

Risk değerlendirme çalışmalarının başarılı olması için, işyerinde önemli değişiklikler meydana geldiğinde tüm risk değerlendirme çalışmaların tekrarlanması gerekir.

Alınan önlemlerin yeterliliği için yapılan değerlendirme çalışmaları zaman zaman gözden geçirilmelidir. Ayrıca alınan tedbirlerin uygulanması aşamasında herhangi bir sorun olmaması için çalışanların da belli periyotlarla denetlenmesi gereklidir.

2.16 Tünel İnşaatında İş Sağlığı Ve Güvenliği

Avrupa Birliği (EU) 89/391/EEC sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği direktifinde işverenin "işyeri çalışanlarının çalışma ortamında karşılaşabilecekleri mesleki riskleri önlemek, farkındalıklarını artırmak, sağlık ve güvenliklerini korumak." yükümlü olduğu ifade edilmiştir (*Council of The Europian Commuties*, 1989)

Dünyada en fazla tünel sayısına sahip olan ülkelerden biri olan Çinde: 2010-2020 yılları arasında 48 adet büyük ölçekte tünel kazası meydana gelmiştir. Bunlardan 89 tanesi tünel hattında zeminden kaynaklı çökme vakalarıdır. Meydana gelen kazalarda 2010 yılında 45 ölümlü vaka , 2014 yılında ise 9 vaka görülmüştür (*Statistical analysis of major tunnel construction accidents in China from 2010 to 2020*).

2.17 Natm Yöntemi İle Açılan Tünellerde Tehlike Ve Riskler

Tünel projelerinde risklerin yönetilmesinde ilk adım olan tehlike tespiti, risk yönetiminde çok önemli bir adımdır. Tehlike tanımlama sürecinin hassasiyetine bağlı olarak derlenen bilgiler ve veriler proje ile ortaya çıkabilecek sorunların çözümlerinde etkin paya sahiptir. Tünellerde kazı çalışmalarının gruplandırılması ile ilgili tüm risklerin belirlenmesi, işin her aşaması için konvansiyonel yöntemler ve yöntemler alt başlıkları altında ayrı ayrı değerlendirilmiş ve tanımlar bu grup içinde yer almıştır. Bu kapsamda mekanik kazı yöntemlerinin çalışmalarında ve desteklenmesinde tehlikelerin tespiti ve geleneksel kazılarda karşılaşılabilecek olası tehlikelerin tanımı farklı alt başlıklar altında incelenecektir.

Sağlıklı çalışma koşullarının ve bir işyerinde sağlanması için bir güvenlik sağlık sistemi işyerinde kurulmalı, işveren tarafından denetlenmeli ve sürekli güncellenmelidir. Ayrıca sistem içerisinde yer alan tehlike ve riskler sabit olmayıp, tekrarlı – hareketli – değişken şekildedir (Tekin, 2009).

Hareketli araçların sahadaki çalışanlara veya nesnelere çarpması, iş makineleri ve araçların geri vites uyarı ve ikazlarının çalışmaması, sivil yaya veya sahada o an görevi olmayanların çalışma alanlarında bulunmaları, kazı işleri esnasında iş makinesinin saha trafik kontrolü olmadan çalışması, acil durumlarda müdahale için acil durum planının hazırlanmamış olması, tünel içerisinde özellikle iş makinelerinin çalışması sırasında sıkışma ve ezilmeler gibi pek çok tehlike ve risk arz oluşmaktadır (Arslan, 2015).

Yer altında inşa edilen tüm yapılar, doğrudan jeolojik faktörlerin etkisi altındadır. Bu risk faktörleri aşağıdaki gibi belirtilmiştir (*Norwegian Tunnelling Society*, 2015) .

- Tünel zeminin jeolojik formasyonlarının karmaşıklığı,
- Tünelin proje boyutları ve teknik karmaşıklığı,
- Kaya zemin sınıf ve koşullarına ait bilgileri,
- Kazı ve desteklemede çalışmalarında kullanılacak yapım yöntemleri ve gerekli prosedürler,
- Tünel açılması için yapılması gereken hazırlık ve jeolojik izleme çalışmaları,
- İş Sağlığı ve Güvenliği için geçerli standartlar ve düzenlemeleri,

Tünel inşaatı kazılarının yapılacağı kaya/zemin sınıflarında, tünel stabilitenin sağlanması, inşa edilecek tünel projesine ait tespit edilebilen yapısal riskler, aşağıda belirtilen jeolojik elemanlarının özelliklerine bağlıdır (*Norwegian Tunnelling Society*, 2015)

1) Tünel açılacak kaya kütlesinin, eklem sistemleri, yönelimleri kırık/çatlak tabakalarının yoğunluğu,

2) Faylar, ezik zemin tabakaları,

3) Kaya/zemin emniyet gerilmeleri,

4) Yeraltından aktif su gelişi,

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1 Risk Değerlendirme Metodolojileri

Amerika'da yapılan bir araştırmada iş kazalarının ana nedenleri dayandıkları kök nedene göre oransal olarak : %88 güvensiz hareketler %10 güvensiz koşullar, %2 bilinmeyen nedenlerden kaynaklı olduğunu göstermektedir (A. Singh vd., 1999). Aynı doğrultuda Du Pont Şirketine göre ise iş kazalarının kök nedenleri: %96 güvensiz hareketler, %4 güvensiz şartlar olarak belirtilmektedir. Yapılan

araştırmalar iş kazalarında güvensiz davranışların en önemli kök neden olduğunu bizlere göstermektedir. Çalışanların yaptıkları işlerle alakalı güvensiz hareketlerinin önüne geçilebilmesi ve uygun iyileştirmelerin yapılabilmesi adına gerçekçi ve detaylı risk analizlerinin yapılmasıyla beraber şantiye sahasında uygulanabilecek en uygun ve geçerli uluslararası veya ulusal standartlaşma çalışmalarının uygulanması gerekmektedir.

İnşaat terminolojisi, uygulama yöntemleri ülkeden ülkeye farklılık gösterdiğinden, ortak, basit ve kolay anlaşılır inşaat standartlarının, inşaat terminolojisinin oluşturulması gerekmektedir. Konuyla ilgili olarak dünyada bu tarz bir çalışma International Alliance for Interoperability (IAI) tarafından yürütüldüğü literatür taramalarında görülmüştür. İnşaat sektöründe iş kazalarının azaltılabileceğine inanılmaktadır. Bunun için ise mümkün mertebe standartların yorumlanması ve uygulanması kurallarının ülkelerin hepsinde aynı olması önemlidir. Böylede tüm dünyada geniş kapsamlı bir standartlaşma ile iş kazalarının önlenebileceği düşünülmektedir.

İş sağlığı ve güvenliği odaklı risklerin belirlenebilmesi ve bunların değerlendirilmesi ile ilgili kullanılan birçok yöntemin varlığından bahseden (Saat, 2009) , bu risklerden bazılar aşağıdaki hali ile sıralanmışlardır:

- Risk Haritası
- Başlangıç Tehlike Analizi (PHA)
- İş Güvenlik Analizi (JSA)
- Olursa Ne Olur Analizi (What if)
- Kontrol listeleri (checklist) Kullanılarak Birincil Risk Analizi (PRA using checklist)
- Birincil Risk Analizi (PRA)
- Risk Değerlendirme Karar Matris Metodolojisi (L tipi, X tipi)
- Tehlike ve İşletilebilme Çalışması Metodolojisi (HAZOP)
- Tehlike Derecelendirme Metodu (DOW, MOND index)
- Hızlı Derecelendirme Metodolojisi (Rapid ranking)
- Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA)

- Fine - Kinney metodu
- Güvenlik Denetimi (Safety Audit)
- Olay Ağacı Analizi (ETA)
- Neden-Sonuç Analizi (CCA).

Bu çalışmada ise NATM yöntemi ile açılan kara yolu inşaatı şantiyelerindeki riskler Fine–Kinney ve FMEA risk değerlendirme metotları ile incelenecektir. İş sağlığı ve güvenliği kapsamında NATM yöntemi kullanılarak açılan kara yolu tünellerinde sahada mevcut ve olası riskler ve tehlikeler Fine-Kinney ve FMEA(HTEA) yöntemleri ile değerlendirilmiş olup ,alınacak tedbirlerle ile mevcut risk seviyelerinin makul ve kabul edilebilir seviyelere indirgenebilmesi adına alınması gereken tedbirlerin de tespiti yapılmıştır.

3.2 Fine-Kinney Risk Analiz Yöntemi

Fine Kinney risk değerlendirme yöntemi 1971'de Fine tarafından California Donanma Silah Merkezii için "Tehlike kontrolü için matematiksel değerlendirme" adı altında yapıldı (Fine, 1971).

Kinney yöntemin kullanıldığı , ilk kez Amerikada 1976 yılında G.F. Kinney ve A.D. Wiruth tarafından Kaliforniya Donanması Silah Merkezin (NWC - Naval Weapons Center) için hazırlandığı görülen teknik bir belgeyle ile ortaya çıkmıştır (Kinney & Wiruth, 1976).

Fine tarafından hazırlanan ilk dokümanda, yöntemin ve matematiksel modelinin uygulanacağı risk faktörlerinin kriterleri detaylandırılmıştır. (Fine, 1971).

Kinney, yönteminin uygulamasını bir yaklaşımdan grafiksel bir yaklaşıma dönüştürdü. Ayrıca ve standart olarak "Güvenlik Yöntemi için Pratik Risk Analizi" adı altında NWC-TP-5865 standardı ile yayımlanmıştır. Yöntem literatürde Fine-Kinney yöntemi olarak adlandırılmaktadır.

W. T. Fine tarafından geliştirilen “Mathematical Evaluations for Controlling Hazards” metodu, Kinney ve Wiruth tarafından 1976 yılında revize edilmiş

sonrasında “Practical Risk Analysis for Safety Management” adı altında yayınlanmış ve günümüzde Fine-Kinney metodu olarak literatürlerde yerini almıştır (Erzurumluoğlu vd., 2015).

Otoriterler tarafından Fine-Kinney in bir Risk tespit tekniği olmadığı, önemli bir risk değerlendirme tekniği olduğu ve risk yönetiminde matematiksel ve mantıksal bir sistem oluşturduğu ifade edilmiştir.

Fine-Kiney metodu çalışma sırasında meydana gelebilecek olayları belirlemek için uygulanan sistematik bir yöntemdir. Tehlikelerin oluşturduğu riskler nedeniyle oluşabilecek olaylar için net önlem yöntemleri sunar. Niteliksel ve niceliksel risk analizi yöntemleri, endüstrinin her dalı için geçerlidir ve nicel model yaklaşımının inşaatta daha etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Belçika, Antwerp Üniversitesinde yapılan çalışmasında Fine-Kinney metodunun bir risk değerlendirme tekniği olduğunu (risk tespiti tekniği değil) ve risk yönetiminde mantıksal bir sistem oluşturduğunu ifade etmiştir. (Erzurumluoğlu vd., 2015)

Fine-Kinney metodu mantıksal ve matematiksel temele dayanmaktadır. Fine- Kinney metodunun temelini oluşturan 3 parametre : olasılık”, “frekans”, “şiddet” ve bu üç parametreye bağlı 1 “risk değerleri” vardır.

- Olasılık Değerleri için, Çizelge 3-1 deki veriler , kontrol yöntemi-önleyici faaliyet dikkate alınmadan, kullanılır.

Çizelge 3-1 Olasılık (O) Çizelgesi

OLASILIK DEĞERİ	OLASILIK (zararın Gerçekleşme Olasılığı)

10	Beklenen , kati
6	Olması mümkün olan , yüksek
3	Mümkün
1	Mümkün ancak düşük
0.5	Beklenmez ancak düşük
0.2	Beklenmez

- Frekans için, faaliyet sürecinde Çizelge 3-2 deki veriler tehlikeye maruz kalma sıklığı dikkate alınarak kullanılır.

Çizelge 3-2 Frekans (F) Çizelgesi

FREKANS DEĞERİ	FREKANS (Tehlikeye zaman içerisinde maruz kalma tekrarı)
10	Anlık sürekli tekrar
6	Gün içerisinde bir veya birden fazla tekrar
3	Haftada birkaç tekrar
2	Ayda birkaç tekrar
1	Yılda birkaç tekrar
0.5	Yıl içinde bir veya daha az tekrar

- Şiddet Çizelge 3-3 teki veriler şantiye sahasında oluşturabileceği öngörülen zarar ve sayısal şiddet değerini belirlerken herhangi bir zarar sonucu bir mi yoksa birden fazla mı ölüm meydana getirebileceği ihtimali dikkate alınarak, kullanılır.

Çizelge 3-3 Şiddet (Ş) Çizelgesi

ŞİDDET DEĞERİ	ŞİDDET (İnsan ve /veya çevre üzerine yaratacağı tahmini zarar)
100	Çevresel yıkım birden fazla ölümlü hasar
40	Çevresel yıkım , ölümlü iş kazası
15	Devamlı iş gücü kaybı , ağır yaralanma , çevreden gelen tepkiler , meslek hastalıkları
7	Önem düzeyi yüksek yaralanma , yerinde ilk yardım yeterli olmayan, uzak çevresel zarar
3	Önem düzeyi düşük zarar/yaralanma , yerinde ilk yardım
1	Çevresel etkisiz ramak kala

- Risk değeri, Çizelge 3 teki değerler dikkate alınarak ve aşağıdaki formül kullanılarak belirlenir.

R = O * F * Ş

Çalışmada Fine-Kinney risk değerlendirme metodunda Risk değerini bulabilmek için:

- Olasılık için , örnek olarak: Tünel aynasından kaya parçasının düşme olasılığı nedir?

- Frekans için , örnek olarak: Tünel aynasından kaya parçasının düşme tehlikesi ne sıklıkla yaşanmaktadır?
- Şiddet için, örnek olarak: Tünel aynasından kaya parçasının düşme olayı meydana gelirse ne olur?

Minvalinde sorular sorularak değerlendirme yapılmıştır.

Üçlü parametreler olan: olasılık, şiddet ve frekans ile değerlendirmeler neticesinde hesaplanan R bileşkesi sonrasında; kanun, mevzuat, yönetmelik vesair çalışma ortamı koşullarına bağlı kontrol ve düzenleyici önlemler belirlenir. Kontrol yöntemleri belirlenirken öncelik sırası aşağıdaki gibidir:

Tehlikenin öncelikle kaynağında yok edilmesi, sonrasında daha az tehlikeli olan ile değiştirilmesi, toplu koruma önlemlerinin alınması, mühendislik önlemleri ve ergonomik bakış ve sonrasında ise KKD (Kişisel Koruyucu Donanım) kullanımı olacak şekilde sıralaması ve değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bu yöntemde, uygulamanın R değerinin değerine göre kontrol yöntemlerinin önceliklerinin belirlenmesi söz konusudur. Öngörülen R değerleri ile alınan önlemlerin sürekliliğini sağlamak amacıyla gözetim/gözetim altında devamına izin verilmiştir.

3.2.1 Fine-Kinney risk değerinin değerlendirilmesi

Fine-Kinney risk değerlendirme metoduna sonucu değerlendirilen risk skoruna göre sahada riskli görülen inşa veya imalat detaylarının tanımlanması, tanımlanan bu detayların öncelikli olarak hangilerinin düzeltici ve önleyici faaliyet kapsamında ele alınacaklarının belirlendiği bir metottur.

Bu yöntemde, uygulamanın R değerinin değerine göre kontrol yöntemlerinin önceliklerinin belirlenmesi söz konusudur. Öngörülen R değerleri ile alınan önlemlerin sürekliliğini sağlamak amacıyla gözetim/gözetim altında devamına izin verilmiştir.

Çizelge 3-4 Risk Değeri (R) = O * F * Ş

RİSK DEĞERİ	RİSK ADI	EYLEM	TERMİN SÜRESİ
400<R	**ÇOK YÜKSEK RİSK**	Yerinde ve anında önlem alınması gerekli yada çalışma alanının kapatılması, işin durdurulması gerekli	**Hemen veya bir haftadan kısa süre**
200<R<400	**YÜKSEK RİSK**	Yakın zamanda iyileştirme yapılması gerekli	**1 Ay içinde**
70<R<200	**ÖNEMLİ RİSK**	Birkaç ay içerisinde iyileştirme yapılması gerekli	**3 Ay içinde**
20<R<70	**OLASI RİSK**	Denetim ve gözetim altında devam edilmeli	**Sürekli**
R<20	**ÖNEMSİZ RİSK**	Önleyici faaliyet ile devam edilmeli	**Kontrol**

- R değeri 0 ile 20 arası bir değer alır ise, olası riskler için herhangi bir tedbire gerek kalmayabilir ancak kontroller uygulanabilir.
- R değeri 20 ile 70 arası bir değer alır ise, olası riskler için yasal gereklilik yok ise önlem alınmasına gerek yoktur ancak risk değerini bu seviyelerde tutmak için: eğitim, KKD kullanılması, ikaz ve uyarı levhaları, talimatname, yasal prosedür gibi unsurların kullanılması gerekir.
- Riskler için uygulanacak kontrollerde R değeri 70'den büyük ise: kontrol ve düzenlemeden sorumlu kişiler ve termin (zaman sınırı) süresi de belirlenmelidir.
- R değeri 400' den büyük olur ise, alınacak önlemlerin son tarihleri değerlendirilmeli ve en kısa süreler içinde çözümler üretilmelidir Çözüme ulaşılıncaya kadar faaliyet devam edecek ise işin nasıl olacağının belirlenmesi gerekir.

- Alınan kontrol tedbirleri uygulanır ve sonrasında R değeri tekrar hesaplanır ancak R değeri yine de 70’ değerinin üzerinde ise alınan tedbirler garanti altına alınarak çalışmalar devam ettirilebilir.

- Tünel açma çalışmaları gibi tehlikeli bir sektörde yapılan çalışmadan; yüksek skorlu R değerleri için kontrol yöntemleri sonrası değerler de 70 civarlarında tutulmaya çalışılmış, gerekli tedbir ve kontrol uygulamalarının devamlılığının sağlanması amaçlanmıştır.

3.2.2 Fine-Kinney risk değerlendirme metodunun avantajları

Bu metodun avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Matematik tabanlı bilimsel sayısal verilere dayanır,
- Uzmanlar tarafından kullanılması ve uygulanması kolaydır,
- Riskleri önceliklerine göre sıralar,
- Kontrol yöntemlerinin etkinliğini değerlendirmeye uyumludur,
- Risklerin kabul edilebilirliğini değerlendirir,
- Risk skoruna bağlı olarak gerek görülürse tedbirler alınır,
- Eğitim, bilinçlendirme, bilgilendirme ve uygulama gibi birçok avantajları vardır.

Şantiye sahasındaki her tehlike için farklı olasılık, şiddet ve frekans değerleri vardır. Bu değerler birbirleri ile çarpılarak risk öncelik sayısı (RÖS) bulunur ve risk önlem derecesi (RÖD) tespit edilir. Fine- Kinney yönteminde matematiksel hesaplamaların ardından önlem değerleri tablosuna göre önleyici düzenleyici aksiyonlar alınır, bu da hangi tehlikenin diğerlerinden önce düzenlenmesi veya önlenmesi gerektiğine karar vermeyi mümkün kılar.

Tablo 3.1 de Fine-Kinney risk değerlendirmesi önleyici DÖF-RÖS tablosuna ait detaylar yer almaktadır.

Tablo 3.2 de ise Fine- Kinney Risk Değerlendirme Yöntemi Risk Hesaplama Tablosuna yer verilmiştir.

Tablo 3-1 Fine-Kinney risk değerlendirmesi önleyici DÖF-RÖS tablosu

Risk Önlem Derecesi	**Risk Değeri**	**Düzenleyici Önleyici Faaliyet**
(1) Önemsiz/Kabul edilebilir	R < 20	Acil tedbir gerekmeyebilir
(2) Düşük /Dikkate değer	20 ≤ R ≤ 70	Mevcut kontroller denetlenmeli ve eylem planı yapılmalıdır. sürdürülmeli ve bu kontroller
(3) Önemli Risk	70 ≤ R ≤200	Dikkatle izlenmeli ve yıllık plan dahilinde giderilmeli
(4) Yüksek Risk	200 ≤ R ≤ 400	Bu riskler için acil önlem alınmalı ve kısa vadede giderilmeli
(5) Çok Yüksek Risk	R≥ 400	Çalışmaya derhal ara verilmeli
	1800 < R	Şantiye sahası kapatılmalı

Tablo 3-2 Fine- Kinney Risk Değerlendirme Yöntemi Risk Hesaplama Tablosu

Zararın gerçekleşme olasılığı	**Olasılık Değeri**	**Şiddet (Çevre Üzerindeki Tahmini Zarar)**	**Şiddet Değeri**	**Olasılık /Frekans**	**Zararın gerçekleşme sıklığı**	**Sıklık Değeri**
Beklenmez	0.2	Ucuz atlatma	1	Çok seyrek	Yılda bir veya daha seyrek	0.5
Beklenmez ama mümkün	0.5	Küçük hasar, yaralanma	3	Seyrek	Yılda birkaç defa	1
Mümkün ama düşük	1	Önemli hasar, yaralanma	7	Sık değil	Ayda bir veya birkaç defa	2
Olası	3	Kalıcı hasar, yaralanma, çevresel zarar	15	Ara sıra	Haftada bir veya birkaç defa	3
Yüksek /oldukça mümkün	6	Öldürücü kaza	40	Sık	Günde bir veya birkaç defa	6
Kesin, beklenir	10	Birden fazla ölümlü kaza	100	Hemen hemen sürekli	Bir saatte birkaç defa	10
Risk Önlem Derecesi	**Risk Değeri**		**Düzenleyici Önleyici Faaliyet**			
(1) Önemsiz	R ≤20		Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için ilave kontrol proseslerine ihtiyaç olmayabilir.			
(2) Olası	20 ≤ R ≤ 70		Mevcut kontroller sürdürülmeli ve bu kontrollerin sürdürüldüğü denetlenmelidir.			
(3) Önemli	70 ≤ R ≤200		Belirlenen riskleri düşürmek için hemen faaliyetler başlatılmalıdır.			
(4) Esaslı risk	200 ≤ R≤ 400		Bu riskler için acil önlem alınmalı ve bu önlemler sonucunda faaliyetin devamına karar verilmelidir.			
(5) Tolerans gösterilemez	R ≥ 400		Belirlenen risk kabul edilebilir bir seviyeye düşürülünceye kadar iş başlatılmamalı			

3.3 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Risk Analiz Yöntemi

FMEA (Failure Mode Effect Analysis) yada Türkçe karşılığı ile : HTEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) İSG'de kullanılan risk değerlendirme yöntemleri arasında inşaat sektöründe ve hemen hemen tüm sektörlerde kullanılabilecek yaygın bir risk değerlendirme yöntemidir. Bu, sistemi oluşturan her bir donanım parçasının analizinde kullanılan popüler bir yöntemdir.

Hata türü ve etkilerinin analizi, sistemi oluşturan unsurları etkileyebilecek hataların nedenlerini ve etkilerini sistematik olarak inceleyen bir analiz ve risk değerlendirmesidir. Önleme faaliyetlerinin uygulanmasında yöneticilerin karşılaştığı sorun , hangi faaliyetlerin öncelikli olduğuna karar verirken ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, hataları risk derecesine göre önceliklendirme yeteneği de hata önleme tekniklerinde aranır. FMEA (Hata Türü ve Etki Analizi) metodolojisinde bu özelliği içeren bir tekniktir.

Hata Türü ve Etkileri Analizi; Olası arızalar için bir sistemi, tasarımı, süreci veya hizmeti değerlendiren özel bir metodoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. FMEA'nın temel fikri , hatayı daha sonra düzeltmek yerine, tasarım aşamasında hataların olası nedenlerini erkenden tanıyarak ve değerlendirerek hataları önlemektir. Böylece üretim aşamasında oluşacak kontrol ve hata maliyetlerinin önüne geçilebilir ve toplam maliyet düşürülebilir.

FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi Yöntemi) : teknoloji, otomotiv ve uzay sektörlerinde sıklıkla kullanılan bir risk değerlendirme yöntemi olmasına rağmen, inşaatta da tercih edildiği bilinmektedir. Üretiminin süreç adımlarının tek tek incelenmesiyle ortaya çıkan değerlendirmede, tüm sistemdeki süreç adımlarının her birinin oluşturduğu riskler değerlendirilir.

Uygulandığı bölgedeki mevcut tehlike kaynaklarını ortadan kaldırmak için önerilen kontrol yöntemlerini ve önleyicileri ele alan bu yöntem, riskleri tespit etmekten ziyade ortadan kaldırmanın bir yolunu sunar ve riskleri tanımlamaktan çok ortadan kaldırmayı sağlar.

FMEA (HTEA); QS 9000, ISO/TS 16949, ISO9001:2000, OHSAS 18001 ve TS 18001 ve diğer kalite yönetim sistemleri için neredeyse bir zorunluluk haline gelmiştir (Durhan, 2006; Kahraman ve Demirer, 2010).

Yöntemin amacı, tehlike kaynakları tarafından riskleri ortaya çıkmadan ortadan kaldırmaktır. FMEA yı diğer değerlendirme yöntemlerinden ayıran unsur: tehlikelerin önceden tanınması parametresi de yöntemin analizinde mevcuttur. yöntemini yararlı kılan en önemli şey, yöntemin bilgi sahibi olmadan kolayca uygulanabilmesidir. Yapılan iş ile teknik detaylara hakim olmadan risk değerlendirmelerinin yapılmasına imkan sağlaması , analizi yapan kişilerin de sorgulanması veya başka analizlerle desteklenmesi gerçeğini ön plana çıkartmaktadır.

Klasik risk analizinden farklı olarak olasılık faktörüne ek olarak tespit edilebilirlik faktörünün eklenmesi ve önemli bir farktır. FMEA, riskleri tahmin ederek önlemek için güçlü bir analiz tekniğidir. Müşteri olarak hatanın ortaya çıkması ile ortaya çıkacak olanı algılama ilkesine dayanır. FMEA çalışmasında tanımlanan tüm hatalar için olasılık, şiddet (ağırlık) ve tespit edilebilirlik tahminleri yapılmıştır. FMEA, yüzlerce hatanın tamamında iyileştirmeler yapmak yerine, hata türlerini önceliklendirerek tüm sisteme en büyük katkıyı sağlayacak çözümler üretir.

FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) ndeki fark edilebilirlik parametresi, tespiti ve önlemleri hakkında geniş bir bakış açısı sağlayarak daha iyi risk yönetimi sağlar. Bu nedenle FMEA, yeraltı tünellerinde hataları önlemek için uygulanan tanımlama ve kontrol stratejilerinin önemli bir parçası olarak kabul edilebilir. Bu çalışmada kara parçalarında tünel açma yapılırken karşılaşılan başlıca tehlikeler FMEA risk yönetimi yöntemi ile sıralanmış ve bu tehlike kaynaklarına özel önlemler alınarak Risk Öncelik Sayısı(RÖS) değerleri düşürülmüştür.

FMEA dokuz temel aşamadan oluşmaktadır. Bunlar:

- FMEA hedeflerini ve sonuçlarını tanımlamak için FMEA ön planlamasının yapılması

- FMEA'yı oluşturmak için FMEA'nın temel kurallarını ve tanımlarının belirlemesi,
- FMEA'nın işlevselliğine, faaliyetlerine, türüne ve çevresel etkiye göre sistemin analiz edilmesi,
- Hata türlerinin görev ve güvenilirlik çizelgelerini ve süreçlerin birbirleriyle olan ilişkilerini ve bağımlılıklarını göstermek için etki analizinin oluşturulması, değerlendirilmesi ve analiz edilmesi,
- Olası hata türlerini tanımlanması.
- Hata türlerinin sistematik gruplandırma ve sınıflandırma etkilerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi,
- Düzenleyici, önleyici ve kontrol tedbirlerinin belirlenmesi ve bu tedbirlerin tanımlanması,
- Önerilen önlemlerin etkilerini analiz edilmesi ve değerlendirilmesi,
- Risk değerlendirme sonuçların belgelenmesidir.

3.3.1 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizinin) faydaları

FMEA; çalışanların iş yapma noktasındaki bilgi ve deneyimlerinin, oluşturulan hata türleri dahilinde yeniden gözden geçirilmesini sağlayan bir tekniktir. Süreçlerin iyileştirilmesine olan katkısı yadsınamaz bir gerçektir. Şirket içinde bir FMEA gerçekleştirerek avantajlı olarak değerlendirilen konular aşağıda listelenmiştir: Hata Türleri ve Etki Analizinin (FMEA) faydalarını aşağıda olduğu gibi özetleyebiliriz:

- Maliyetleri azaltmak için tüm sistem hataları türleri belirlenir.
- Ürünü, sürecini, hizmeti veya hizmet işlemini çalıştırması muhtemel tüm kusurların etki boyutu tanımlanır.
- Kritik hatalar olarak da adlandırılan sistem üzerinde en büyük etkiye sahip olan hatalar analiz tekniği ile belirlenir.
- Hataların oluşma olasılıklarının tespiti ve gerekçelendirme, ürün ve sonuç bazında yapılır.
- Sistem dışından gelen maddi hatalar gibi hatalar belirlenir ve olası hatalar değerlendirilir.

- Bu hatalar zaman zaman büyük önem taşıdığından bir önleme sistemi kurulmaya çalışılır.
- Deneyler yoluyla ürünlerinin güvenilirliğini test etmek için gerekli programların uygulanmasının gerekli olduğundan emin olmanın yanı sıra bu programların uygulanmasını sağlar.
- Hizmet ve ürün güvenliğini, emniyetini ve kalitesini iyileştirmeyi planlar.
- Tasarım geliştirmede öncelikli çalışmaları önerir.
- Üretim sürecinin analizine yardımcı olur ve hatanın belirlenmesine ve hatanın alınmasına yardımcı olur.
- Hataların önleyici düzeltici kontrolü yöntemlerinin uygulanması sağlar.
- Ürün iyileştirme maliyetini ve süresini azaltır.
- Üründe yapılan değişikliklerin etkileri önceden belirlenebilir.
- İş yerinin rekabet gücünü ve imajını iyileştirir.
- Olası hataları ve bunların sistem üzerindeki etkilerini belirler.

Doğru çalışılmış bir FMEA uygulaması aşağıda belirtilen faydaları sağlar;

- Olması olası hataların belirlenmesini sağlar.
- Hataların her birinin neden ve sonuçlarını belirler.
- Kullanılan üç parametre (şiddet, olasılık, fark edilebilirlik) ile öncelikli olan hataları belirler.
- Hataları oluşturan problemin denetim ve takibini sonrasında önleyici çalışmaların yapılmasını sağlar.

Akın : iyi planlanmış bir FMEA (HTEA) ‘nın avantajlarını ise şu şekilde belirtmiştir: “Her hatanın nedenlerini ve etkilerini belirler , potansiyel , olası hataları tanımlar, şiddet, olasılık belirlenebilme etkilerine bağlı hataların önceliğini belirler, problemlerin önceliklerini belirtir, sorunların takibinde düzeltici faaliyetlerin uygulanmasına rehberlik eder (Akin, 2005).

3.3.2 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) da risk değerlendirme ekibi

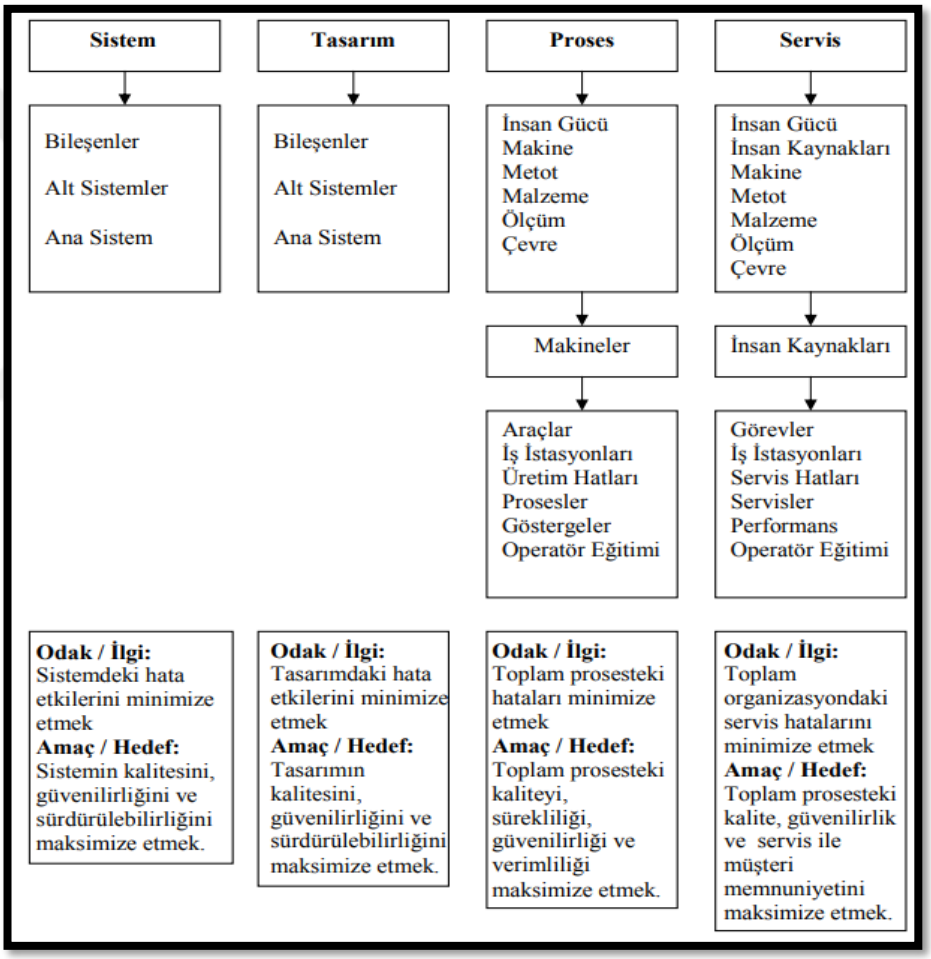
FMEA ,Hata Türü ve Etkileri Analizinde, çalışan saha için doğru ve yeterli bir risk analizi yapılabilmesi için konusunda uzman bir teknik ekip ve bu ekibin yeterli veriye sahip olması gerekir. Başarılı bir FMEA çalışması için farklı konularda bilgi ve uzmanlığa sahip personelin seçilmesi gerekmektedir. FMEA, Hata Türü ve Etkileri Analizinde, risk ekibi aşağıdaki kilit unsurları belirlemeye çalışmalıdır:

- Hata Türü ve Etkileri Analizinde konu olan bölümün işlevselliği,
- Belirlenen bölümlerde hata ihtimalinin ortaya çıkma potansiyeli,
- Hatanın olası etkileri ve sonuçları,
- Hatanın ortaya çıkmasına sebep olan olası, muhtemel tehlikelerin nedenleri,
- Hatanın ortaya çıkmasından dolayı olası tehlikelerin belirlenip tespit edilmesi,
- Olası hataların ortaya çıkmaması için gerekli önlemlerin alınması.

3.3.3 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) çeşitleri

Hata Türü ve Etkileri Analizinin yaygın olarak kullanılan dört çeşidi vardır. Bunlar Tablo 3.3 te alt detayları ile gösterilmiştir.

Tablo 3-3 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) çeşitleri (Stamatis, 2003)



3.3.3.1 Sistem FMEA

Uygulanacağı sektörün sistemlerinin tamamını ele alan bir uygulama türüdür. Ayrıntılara inilen ve sistemin kalitesinde, güvenliğinde ve verimliliğinde artış sağlayan bir yöntemdir .

3.3.3.2 Tasarım FMEA

Tasarım FMEA, uygulanacağı sektör donanımının tasarımlarında oluşan güvenlik zafiyetini düzeltme yöntemidir.

3.3.3.3 Proses FMEA

Bu yöntem , montaj veya montaj sırasında oluşan türleri ortadan kaldırma yöntemidir.

3.3.3.4 Servis FMEA

Organizasyon sürecinde risk oluşturan tehlikeleri tespit etmek ve aksiyon almak için kullanılan bir yöntemdir.

3.3.4 FMEA (Hata Türü ve Etkiler Analizi) öğeleri

FMEA çalışmasında, olası hatalar belirlenir, hesaplanır ve değerlendirmeler sonucu öncelikleri ve tespit edilebilirlikleri belirlenir. Bunların hepsi bir sistem ve bir formül çerçevesinde ele alınmaktadır. Hata öncelikleri belirlemek için üç ana faktör vardır.

Olasılık , Ortaya Çıkma durumunu ve hataların sıklığını ;

Şiddet , Ağırlık, hatanın ciddiyetini (etkisini);

Frekans, Saptama, zarar meydana getiren durumun keşfedilmesindeki zorluk derecesidir.

FMEA çalışmasında sahadaki olası hataların neler oldukları belirlenir. Belirlenen bu olası hataların yapabileceği etkiler hesaplanır ve bunların öncelikleri durumları ile fark edilebilirlikleri belirlenir. Tüm bu etken ve parametreler belirli bir nümerik sistem ve formül çerçevesinde ele alınır. Hata önceliklerinin belirlemesinde etkili üç ana faktör vardır, bunlar:

• Ortaya çıkma, (Olasılık) (O)

• Şiddet (Ş)

• Fark edilebilirlik (Saptanabilirlik) (F) (Wang vd., 2009)

Bu bileşenlerin değerlerini belirlemek için birçok yöntem vardır. Genel yöntem sayısal ölçekler kullanmaktır. Riskin öncelik numarası, kritikliğin bir gösterge sayısıdır.

RÖS, , meydana gelme olasılığı, şiddet ve frekans gibi üç faktörün bir fonksiyonu olarak hatanın her biri veya nedeni için belirlenen sayısal değerdir. RÖS değerlerinin hesabında sözel veya olasılık şeklinde tanımlanan, belirli bir sayı aralığı atanan risk faktörlerinin değerleri alınır.

Her hata türü için tanımlanan riskler, düzeltici önlemlerle birlikte kısa vadede en aza indirgemek, uzun vadede ortadan kaldırmak için, RÖS' i en yüksek olandan başlayarak belirlenir. Hata Türü ve Etkileri Analizi; olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametrelerinin belirlenmesi ile aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$RÖS = O * Ş * F$$

Yukarda verilen parametreler yukarıdaki formülünde yerine konularak değerlendirilip riskin önem düzeyi Çizelge 3- 5 ‘ e göre belirlenir.

Çizelge 3-5 Hataların Ortaya Çıkma Sıklık ve Derecesi (Olasılık –O) Çizelgesi

HATANIN OLUŞMA SIKLIĞI	HATANIN OLASILIĞI	DERECE
Çok Yüksek : Zorunlu Hata	1/2 den fazla	10
	1/3	9
Yüksek: Yinelenen Hata	1/8	8
	1/20	7
Orta: Kimi Vakit Olan Hata	1/80	6
	1/400	5
Düşük: Seyrek Olan Hata	1/2000	4
	1/15000	3
Pek Az: Olasılığı Düşük Hata	1/150000	2
	1/150000 daha düşük	1

Çizelge 3-6 Şiddetin (Ağırlığın) etkisinin Sınıflandırılması (Şiddet-Ş) Çizelgesi

ETKİ	ŞİDDETİN (AĞIRLIĞIN) ETKİSİ	DERECE
Uyarısız, Ani Gelen Yüksek Tehlike	Kargaşaya , yıkıma sebep olabilecek etkileri olan , beklenmeden gelen potansiyel tehlike	10
Uyarısız, Ani Gelen Tehlike	Şiddetli zarara ve birden fazla ölüme sebep olabilecek , beklenmeden gelen hata	9
Çok Yüksek	Organizasyon sisteminde komple zarara sebep olan yıkım oluşturabilecek şiddetli yaralanmalar, 3. derece yanıklar, ani ölüm gibi etkileri olan hata	8
Yüksek	Ekipmanın komple zarar görmesine sebep olan ve ölüm, zehirlenme, 3. derece yanık, ani ölüm gibi etkileri olan hata	7
Orta	Organizasyon sisteminde performans ve işgücü kayıpları, uzuv kayıplı, ağır yaralanma, gibi etkileri olan hatalar	6
Düşük	İş göremezlik, kırık, 2. derece yanıklar, beyin tramvası gibi etkileri olan hata	5
Çok Düşük	Kesik, sıyrık, ezilme gibi ayakta tedavisi mümkün yaralanmalara sebep olan hata	4

Küçük	Organizasyon sistemlerinde yavaşlara sebep olan hata	3
Çok Küçük	Organizasyon sistemlerinde karmaşıklığa neden olan hata	2
Yok	Etkisiz	1

Çizelge 3-7 Fark Edilebilirlik Çizelgesi

ETKİ	ŞİDDETİN (AĞIRLIĞIN) ETKİSİ	DERECE
Fark Edilemez	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **mümkün değil**	10
Çok Az	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **çok uzak**	9
Az	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **çok düşük**	8
Çok Düşük	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **çok düşük**	7
Düşük	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **düşük**	6
Orta	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **orta**	5
Yüksek Ortalama	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **yüksek ortalama**	4

Yüksek	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **yüksek**	3
Çok Yüksek	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **çok yüksek**	2
Hemen Hemen Kesin	Hatanın sebebinin ve sonrasında olacak olan hatanın fark edilebilirliği **hemen hemen kesin**	1

Çizelge 3-8 Risk Öncesi Sayısı (RÖS) Değerlendirme Çizelgesi

RİSK DEĞERİ	**ÖNLEM**
RÖS<40	**Önlem alınması gerekli değil**
40<RÖS<100	**Önlem alınabilir**
RÖS≥100	**Önlem alınması gereklidir.**

Ortaya çıkma; hatanın sıklığını ifade eder; ağırlık; hatanın ciddiyetini (etkisini), saptama ise; sahada zarara sebebiyet verebilen bir durumun keşfedilmesindeki zorluk derecesidir. Hatayı ortaya çıkan mamülün , eserin veya ürünün müşterilere ulaştırılmasından önceki belirlenmesine dair detaylar bütününü ifade eder.

Bahse konu bileşenlerin belirlenmesinde uygulanan birçok yöntemin varlığı bilinmektedir. Mevcut bu yöntemlerin en bilineni , risk ölçütleri tablolarının yani nümerik skala ve verilen kullanıldığı yöntemdir.

RÖS yani risk öncelik sayısı kritiklik sayısının göstergesidir. RÖS değerlerinin hesaplanmasında sözel ifadeli veya olasılık değerli tanımlanan risk faktörlerinin

hesaplamalar sonucu bulunan değerine bağlı bir veri alınır. RÖS her bir hata türleri veya nedeni için ortaya çıkma olasılığı, ağırlık ve saptama gibi üç risk faktörü esas alınarak belirlenen sayısal değerdir. RÖS ile değerlendirmede kullanılan hata türleri için riskler detaylı olarak tanımlandığından en büyük RÖS değerliden başlayarak olası en kısa dönemde en alt seviyeye indirilmesi, uzun dönemde bunların ortadan kaldırılması, için alınacak , sahada uygulanacak düzeltici ve önleyici önlemler belirlenir (Stamatis, 2003).

FMEA risk değerlendirmesi ile yapılmış forklift örneği aşağıda Tablo 3.4 te sunulmuştur. FMEA sayesinde tüm bu hata verileri: olasılık, şiddet ve frekans ile RÖS değeri hesaplanmış ve bulunan RÖS değerine göre de hangi hatanın daha öncelikli olduğu saptanmıştır. Bu sayede alınması gereken tedbirleri önceden uygulama imkanı elde edilerek can, mal ve zaman kayıplarının önüne geçilebilmektedir.

1985-2005 yılları arasındaki forklift kazalarının incelendiği bilimsel bir çalışmada: forklift etkisi ile meydana gelen kaza tipleri şu şekildedir: Forkliftten kayan, düşen malzemelerin çalışan yayaları ezmesi, forkliftin çalışan yayaları ezmesi, forkliftin manevra yaptığı sırada çalışan yayaları ezmesi, forkliftin devrilmesi sonucunda operatörün , yada forkliftin platformunda bulunan çalışanların zarar görmesi, forkliftin beklenmeyen bir manevrası sonrasında platformunda bulunan çalışanların yaralanması, forkliftin yük kaldıran çatallarından malzeme düşmesi, operatörün egzoz gazına maruziyeti (*Forklift Safety Reducing The Risk Guide,* 2006)

Yukarıda verilen örneğine benzer bir başka forklift kazası çalışmasında, yaygın kaza türü bir forkliftten ve bir kişi veya malzeme düşmesidir (*Forklift Safety Reducing The Risk Guide,* 2006) .

Tablo 3-4 FMEA ile olası tehlikelere Olasılık , Şiddet ve Frekans değerlerinin verilmesi

OLASI HATALAR	FMEA SÜZGECİ (Olasılık, Şiddet, Fark edilebilirlik				SONUÇ Hatanın oluşması - Kaza
	O	Ş	F	RÖS	
Çalışanların kendilerine ayrılan tecrit edilmiş bölgeyi kullanmamaları	7	6	3	126	FORKLİFTİN SAHADA YAYAYA ÇARPMASI
Operatörün forklift sürücü belgesinin olmaması	4	8	5	120	
Çalışan, yayaların dalgın, stresli olmaları	5	5	3	75	
Operatörün yasal çalışma sınırının aşılması	7	5	3	105	FORKLİFTİN SAHADA YAYAYA ÇARPMASI
Operatörün aracı belirlenen hız sınırlarının üzerinde kullanması	3	7	4	84	
Forkliftin tepe ikaz lambası ve uyarıcılarının çalışmaması	5	4	4	80	
Forkliftin bakım/onarım föyünün tutulmamamsı	7	4	3	84	
Forkliftin lastiklerinin aşınmış olması	6	5	4	120	
Sahada çalışan yayalara ait belirlenmiş bir yaya yolun bulunmaması	3	7	4	84	
Tünel giriş ve çıkışlarında tümsek ayna konmamış olması	6	5	4	120	
Forkliftin farlarında arıza olması	4	5	2	40	

Forklift operatörünün dalgın, dikkatsiz, stresli oluşu	5	7	3	105
Çalışanların sahada kulaklık ile müzik dinliyor olması	5	7	4	140
Çalışanların ve operatörün gerekli iş güvenliği eğitimi aldırılmamış olması	5	7	3	105

4. BULGULAR

Her iş kolunun kendine has teknik özellikleri, kullanılan makine , ekipman ve çalışan personellere bağlı bir takım farklı riskleri bünyesinde barındırmaktadır. Kara yolu tünel inşaatları da makine ve insan gücüne dayalı bir iş koludur olmasıyla birlikte çok tehlikeli işler kapsamındadır. Kara yolu tünel inşaatlarında: çalışılan ortam, kullanılan makine ve ekipman ile çalışan kişilerden kaynaklı bir çok riski unsuru mevcuttur. Maalesef ki inşaat sektöründe kaza olduktan sonra tedbir alınarak sonrasında kazaların tekrarlamamasına çalışıldığını görmekteyiz. Oysa her iş için iş koluna uygun risk değerlendirme ve analizlerinin yapılması , yapılan risk değerlendirme ve analizlerine sadık kalınarak sürekliliği sağlanırsa iş kazalarının minimum seviyelere ineceği yapılan çalışmalarla da ortaya konulmuştur.

Fine- Kinney ve FMEA(HTEA) risk analizi ile kara yolu inşaatı şantiyesinde hem portal hem de tünel kazı imalatlarında gerçekleştirilmiş olup ilgili sonuçlar bu bölümde yer alacaktır.

EKLER (1-10) kısmında sunulan ve tez kapsamında yapılan risk değerlendirmelerinde toplam 198 adet riskin hem Fine-Kinney hem de FMEA ile analizi yapılmıştır. Yapılan analiz verileri risk değerlendirme "I) İYİLEŞTİRME

ÖNCESİ “ ve “II) İYİLEŞTİRME SONRASI” sonrası olarak 2 grup halinde tetkik edilmiştir:

I) İYİLEŞTİRME ÖNCESİ

İYİLEŞTİRME ÖNCESİ Fine Kinney	
Tolerans Gösterilmez Risk	20
Esaslı Risk	52
Önemli Risk	79
Olası Risk	46
Önemsiz Risk	1
TOPLAM	198

İYİLEŞTİRME ÖNCESİ FMEA	
Mutlaka Önlem Alınması Gerekli	113
Önlem Alınabilir	82
	0
	0
Önlem Almaya Gerek Yok	3
TOPLAM	198

II) İYİLEŞTİRME SONRASI

İYİLEŞTİRME SONRASI Fine-Kinney	
Tolerans Gösterilmez Risk	1
Esaslı Risk	21
Önemli Risk	54
Olası Risk	91
Önemsiz Risk	31
TOPLAM	198

İYİLEŞTİRME SONRASI FMEA	
Mutlaka Önlem Alınması Gerekli	19
Önlem Alınabilir	58
	0
	0
Önlem Almaya Gerek Yok	121
TOPLAM	198

İyileştirme çalışmaları yapılmadan önce Fine-Kinney de Önemsiz Risk sayısı 1 iken, FMEA da Önlem Almaya Gerek Olmayan risk sayısı 3 olarak tespit edilmiştir.

İyileştirme çalışmaları yapıldıktan sonra ise: Fine-Kinney de “Önemsiz Risk” sayısı 31 iken, FMEA da “Önlem Almaya Gerek Olmayan Risk” sayısı 121 olarak tespit edilmiştir.

İyileştirme çalışmaları yapılmadan önce Fine-Kinney de "Tolerans Gösterilmez Risk" sayısı 20 iken, FMEA da "Mutlaka Önlem Alınması Gerekli" sayısı 113 olarak tespit edilmiştir.

İyileştirme çalışmaları yapıldıktan sonra ise: Fine-Kinney de "Tolerans Gösterilmez Risk" sayısı 1 iken, FMEA da "Mutlaka Önlem Alınması Gerekli" risk sayısı 19 olarak tespit edilmiştir.

Tez kapsamında Fine-Kinney ve FMEA risk analizine bağlı değerlendirmeler sonucunda elde edilen bulgular ve ortaya konulan veriler sayesinde , kara yolu tüneli başta olmak üzere diğer tünel inşaatlarında da riskler ile karşı karşıya kalmadan önce alınması gereken tedbirlerin alınması , yapılması gereken önleyici faaliyetlerin de yapılması sayesinde kazaların meydana gelmesinden önce engellenebilmesi amacıyla tüneller için en uygun risk analiz yöntemi öngörülebilinmektedir.

Tez kapsamında Sosyal Güvenlik Kurumunun resmi kayıtlarında yer alan tünel inşaatlarına ait resmi veriler incelenmiş ve Türkiye'de: 2015-2020 yılları arasında tünel inşaatlarında toplamda:

"Meslek hastalığına tutulan sigortalı çalışan sayıları (Tablo 4.1) " sayısı : 7 (yedi) ,

"İş kazası sonucu ölen sigortalı" sayısı ise 111(yüz onbir) (Tablo 4.2)" olduğu görülmüştür (*Sosyal Güvenlik Kurumu*).

Sosyal Güvenlik Kurumuna ait veriler tarafımdan incelenmiş ve aşağıda tablo haline getirilmiştir.

Tablo 4-1 İş Kazası Geçiren ve Meslek Hastalığına Tutulan Çalışan Sayısı

5510 Sayılı Kanunun 4-1/a Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan İş Kazası Geçiren veya Meslek Hastalığına Tutulan Sigortalı Sayılarının Ekonomik Faaliyet ve Cinsiyete Göre Dağılımı *Distribution of the Number of Insured Having Work Accident or Exposure to Occupational Disease by Economic Activity and Gender (Under Article 4-1/a of Act 5510)*					
	Ekonomik Faaliyet Sınıflaması (NACE Rev. 2)* Classification of Economic Activity (NACE Rev. 2)		**Meslek hastalığına tutulan sigortalı sayısı** Number of insured having occupational disease		
			Erkek Male	**Kadın** Female	**Toplam** Total
YIL					
2020	42-Bina dışı yapıların	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	**1**	**0**	**1**
		3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	**0**	**0**	**0**
		4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	**0**	**0**	**0**
2019	42-Bina dışı yapıların	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	**0**	**0**	**0**
		3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	**1**	**0**	**1**
		4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	**0**	**0**	**0**
2018	42-Bina dışı yapıların	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	**0**	**0**	**0**
		3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	**0**	**0**	**0**
		4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	**0**	**0**	**0**
2017	42-Bina dışı yapıların	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	**0**	**0**	**0**
		3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	**0**	**0**	**0**
		4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	**0**	**0**	**0**
2016	42-Bina dışı yapıların	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	**0**	**0**	**0**
		3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	**3**	**0**	**3**
		4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	**0**	**0**	**0**
2015	42-Bina dışı yapıların	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	**1**	**0**	**1**
		3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	**1**	**0**	**1**
		4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	**0**	**0**	**0**
2015-2016-2017-2018-2019-2020 Yılları TOPLAM			**7**	**0**	**7**

Tablo 4-2 Yıl İçinde İş Kazası veya Meslek Hastalığı Sonucu Ölen Sigortalı Çalışan Sayısı

5510 Sayılı Kanunun 4-1/a Maddesi Kapsamındaki Sigortalılardan Yıl İçinde İş Kazası veya Meslek Hastalığı Sonucu Ölenlerin Ekonomik Faaliyet ve Cinsiyete Göre Dağılımı

Table 3.1.2 - Distribution of The Deceased Persons Due To Work Accident or Occupational Disease Within Year by Economic Activity and Gender (Under Article 4-1/a of Act 5510)

	Ekonomik Faaliyet Sınıflaması (NACE Rev. 2)* Classification of Economic Activity (NACE Rev. 2)			İş kazası sonucu ölen sigortalı sayısı[1] Number of fatal accident at work [1]			Meslek hastalığı sonucu ölen sigortalı sayısı Number of fatal occupational diseases		
				Erkek Male	Kadın Female	Toplam Total	Erkek Male	Kadın Female	Toplam Total
YIL									
2020	42-Bina dışı yapıların inşaatı	1-Kara ve demir yollarının inşaatı	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	15	0	**15**	0	0	**0**
			3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	3	0	**3**	0	0	**0**
			4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	0	0	**0**	0	0	**0**
2019	42-Bina dışı yapıların inşaatı	1-Kara ve demir yollarının inşaatı	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	12	0	**12**	0	0	**0**
			3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	4	0	**4**	0	0	**0**
			4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	0	0	**0**	0	0	**0**
2018	42-Bina dışı yapıların inşaatı	1-Kara ve demir yollarının inşaatı	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	16	0	**16**	0	0	**0**
			3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	8	0	**8**	0	0	**0**
			4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	0	0	**0**	0	0	**0**
2017	42-Bina dışı yapıların inşaatı	1-Kara ve demir yollarının inşaatı	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	9	0	**9**	0	0	**0**
			3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	6	0	**6**	0	0	**0**
			4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	0	0	**0**	0	0	**0**
2016	42-Bina dışı yapıların inşaatı	1-Kara ve demir yollarının inşaatı	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	8	0	**8**	0	0	**0**
			3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	13	0	**13**	0	0	**0**
			4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	0	0	**0**	0	0	**0**
2015	42-Bina dışı yapıların inşaatı	1-Kara ve demir yollarının inşaatı	2-Demir yolları ve metroların inşaatı (demiryolu tünel ve yer altı inşaatı)	5	0	**5**	0	0	**0**
			3-Köprüler ve tünellerin inşaatı	12	0	**12**	0	0	**0**
			4-Demir yolu. tünel ve yer altı tamiratı	0	0	**0**	0	0	**0**
2015-2016-2017-2018-2019-2020 Yılları TOPLAM				**111**	**0**	**111**	**0**	**0**	**0**

4.1 Tünel Portallarının Makineli Kazı veya Patlayıcıyla Kesme (Pre-Splitting) Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

Portallar, tünel giriş ve çıkışlarında yapılan sanat yapıları olarak bilinmektedirler. Tünellerin kaya kütlesine henüz girmeden önceki, tünel gövde kazılarının henüz başlamadığı, kaya kütlesi içerisinde bulunmayan, tünel ana gövdesinin dışında kalan ve çoğunlukla açık kazı bölgesine denk gelen kısmı ifade eder. Tünel kazılarının önemli bölümü olan giriş kısmını oluşturur. Tünel portallerinde: açık kazı, pre-spliting (ön kesme), püskürtme beton (shotcrete), çelik hasır montajı, kaya bulonları, barbakan montajı ve bunlara ait detay uygulamaları yer almaktadır.

Tünel yapısı başlangıç noktası olduğu için portallar oluşturulurken birçok problemle karşılaşılabilir bunlar ana hatlarıyla:

- Portal kazılarının açıkta yapılıyor olması, çevresel etki,
- Zemin jeolojisinin, sahada ilk defa değerlendiriyor olması,
- Zemin sondaj ve etütlerinin uygun yapılmaması sebebi ile karşılaşılan jeolojik formasyonların projeden farklı olabilmesi,
- Yüksek şevlerin mevcudiyeti,

Portal kısımlarında bu tehlikelerin gerçekleşmesi durumunda oluşması muhtemel zararlar yine ilgili tablolarda belirtilmiştir. Tünel portal kazıları, kazılacak zeminin sınıfına bağlı olarak, hidrolik kırıcılarla, ya da prespliting, delme-patlatma yöntemleri kullanılarak yapılır.

4.2 Tünel Portallarının Makineli Kazı Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

Portal şevlerinin tasarımına, kayanın durumu, tabaka kalınlığı, giriş koşulları ve tünelin kazısının başladığı bölgedeki alınması zorunlu önlemler dikkate alınarak karar verilir (Arıoğlu, 2011).

Tünel giriş kısmını oluşturan portal kısımlarında kazıların hidrolik kazı makineler vasıtasıyla yapılması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-3 de belirtilmiştir.

Tablo 4-3 Tünel Portallarının Makineli Kazı Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		**Tünel Portallarında Makineli Kazı Yapılması**	
Risk No	**Tehlike**	**Tehlikeler**	**Olası Riskler**
1	Şevli Kazı	1. Zemin sondaj , etütlerinin ve kazı hattı jeolojik formasyon tespitlerinin gereğine uygun yapılmaması. 2. Zayıf zemin kısımlarında ön destekleme elemanlarının zamanında yapılmaması 3. Uygun olmayan iklimsel şartlar (kar, aşırı yağmur, dolu, soğuk, sıcak, vb.) 4. Çalışanların sahadaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi 5. Eğimi uygun olmayan şev kesimi 6. Kazıların kontrolsüz yapılması 7. Hatalı projelendirme sebebiyle yetersiz ve uygun olmayan gelmeyen tahkimat	Yaralanmalar , Ölüm
2	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması	Solunum Yolu ve Akciğer Rahatsızlıkları
3	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	İşitme kaybı , stres
4	Makine, Araç Kullanılması	1. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 2. Kazı makinesinin etkili alanında çalışanların bulunması 3. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 4. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol edilmemesi	Yaralanmalar , Ölüm

4.3 Tünel Portallarının Patlayıcı Maddeyle Kesme (Pre-Splitting) Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

Delme-patlatma yöntemi, sertliği hidrolik ekskavatörlerin ve hidrolik kırıcıların kırılma mukavemetinden daha büyük olan kaya kütlesinde çalışmak için kullanılır.

Kaya kütlesinin ön gevşetme amacı ile patlayıcı kullanılarak kayaların patlatılması esasına dayanır. Kontrollü patlatma teknikleri, özellikle portal yüzeylerin uygun şev eğimlerinde ve düzgün yüzey şekillerinde kazılabilmesini sağlamak için kullanılır.

Bu çalışmanın bir parçası olarak, tünel portallarının delme-patlatma uygulaması yapılması durumunda sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-4 de verilmiştir.

Tablo 4-4 Tünel Portallarının Patlayıcı Maddeyle Kesme (Pre-Splitting) Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		**Tünel Portallarının Patlayıcı Madde Yardımıyla Kazılması (Patlayıcıyla zeminin yumuşatılması)**	
Risk No	**Tehlike Kaynakları**	**Tehlikeler**	**Olası Riskler**
1	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	İşitme Kaybı ,Stres
2	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi) , yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları

3	Şevli kazı	1. Zemin sondaj , etütlerinin ve kazı hattı jeolojik formasyon tespitlerinin gereğine uygun yapılmaması. 2. Zayıf zemin kısımlarında ön destekleme elemanlarının zamanında yapılmaması 3. Uygun olmayan iklimsel şartlar (kar, aşırı yağmur, dolu, soğuk, sıcak, vb.) 4. Çalışanların sahadaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi 5. Eğimi uygun olmayan şev kesimi 6. Kazıların kontrolsüz yapılması 7. Hatalı projelendirme sebebiyle yetersiz ve uygun olmayan gelmeyen tahkimat	Yaralanma , Ölüm
4	, (Yüksekten Düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
5	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	İncinme, Yaralanma, Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
6	Makine, Araç Kullanılması (Delici	1. Zorunlu periyodik bakımların aksatılması 2. Delici makinesinde ehliyeti ve tecrübesi olmayan operatör çalıştırılması 3. Araç çalıştırılmadan önce gerekli ve rutin bakım ve denetim işlemlerinin yapılmaması 4. Delgi işlemi sırasında , makinenin etki alanında çalışılması	Yaralanma , Ölüm
7	Parça düşmeleri , Savrulan , çarpan Parçalar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki düşen , çarpan ve savrulan madde ve cisimler kaynaklı riskler konusunda yeteri kadar bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
8	Patlayıcı Madde	1. Patlayıcı maddelerin ve kapsüllerin aynı ortamda depolanması 2. Kapsül ve patlayıcı maddelerle kapsüllerin aynı araçla veya yan yana taşınması 3. Patlayıcı madde depolarının içinde, yakınında ve taşınması esnasında sigara içilmesi 4. Patlayıcı maddelerde herhangi bir bozulma fark edildiği halde kullanılması , üretici firma ile bağlantıya geçilmemesi. 5. Bir atımda kullanılacak patlayıcıdan daha fazla çıkarılması. 6. Patlayıcı madde ve ateşleme sistem ve tertibatlarının, rutubetsiz iyi havalandırılan özel ve kiltili depolarda gerekli tedbirler alınarak depolanmasındaki eksiklikler. 7. Patlayıcı madde kutularının sürüklenmesi ve düşmesine karşı tedbir alınmaması 8. Depo içinde patlatma öncesi patlayıcı hazırlığı yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

9	Sevkiyat	1. Çalışan personel tünel ortamı ve patlayıcılı çalışma konusunda riskler için bilgilendirilmemesi. 2.Doldurma işleminin ateşçilerden başka kişiler tarafından yapılması 3. Patlatma sahasında fazladan patlayıcı madde ve kapsül getirilmesi 4. Patlayıcı sevki sırasında hız limitlerine uyulmaması 5. Patlayıcı madde naklinde tehlikeli maddeler zorunlu sigortası yapılmış araçların kullanılmaması 6. Tecrübeli sürücü görevlendirilmemesi 7. Nakil Araç üzerine patlayıcı madde taşındığını gösterir ikaz ve yazıların bulunmaması 8. Patlayıcı ve kapsüllerin ayrı ayrı yerlerde taşınması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
10	Patlayıcı ve Yanıcı Ortamlar	1. Ateşçinin vücudunda biriken statik elektrik yükünün boşaltılmaması. 2. Elektrikli kapsüllerin kablo ve fitillere zarar verecek şekilde düğümlenmesi. 3. İnfilaklı fitillerin ucunun nemden etkilenmesi. 4. Ateşleme sahasını son terk edenin ateşçi olmaması. 5. Tıkanma ihtimaline karşı doldurmadan önce deliklerin kontrol edilmemesi. 6. Yemleyicinin içine kapsüllerin düzgün yerleştirilememesi. 7. Delik içinde yerleştirilen kartuşların birbirleriyle temas etmesi 8. Deliklerde kartuşların takılması durumunda metal ile müdahale edilmesi , ahş sıkılama sopasının kullanılmaması 9. Kapsülün kartuşa yerinden çıkmayacak sıklıkta takılmaması. 10. Kapsül ucunun kapsül için özel pense ile büzülmemesi. 11. Patlayıcı, yemleyici madde deliklere yerleştirildikten sonra ana patlay yerleştirilmesi sırasında l kablolarının veya fitilin korunmasına dikkat edilmemesi 12. Atım zamanı dışında kapsülleri yemleyiciye takmak. 13. Emniyet fitilinin kapsül içerisine rastgele , özensiz yerleştirilmesi 14. Kapsül kablolarının kartuşa bir veya iki yerden bağlanmaması. 15. Yemleyiciye kapsüllerin zorlayarak takılması. 15. Patlatmadan önce ateşçinin sığınma ceplerinde olmaması. 17. Vardiya amirinin son kontrolleri kapmadan ve olur vermeden patlatmar yapılması 18. Yağmurlu havalarda şarj yapılması	Yaralanma , Ölüm

4.3.1 Tünel portallarında hafriyat yapılması (yükleme , nakliye, boşaltma) sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Delme-patlatma yöntemi ile veya hidrolik kırıcı kesici makinelerle gevşetilerek serbestleşen kaya parçaları, uygun depo sahalarına taşınmaktadır. Portaller gerek yarma gerekse dolgu yüksekliklerine ilave şev eğimlerinin fazla olduğu alanlarda, şevlere basamak yapılması durumları ile ele alındığında kayma, devrilme, çarpma gibi ana tehlikeleri bünyesinde barındıran bir tünel inşaat aşaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Tünel portalındaki kazı çalışmalarının çerçevesinde yürütülen tahmine dayalı, sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-5 te verilmiştir.

Tablo 4-5 Tünel Portallarında Hafriyat Yapılması (Yükleme , Nakliye, Boşaltma) Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		**Tünel Portallarında Hafriyat Yapılması (Kazı, Yükleme, Nakliye ve Boşaltma)**	
Risk No	**Tehlike Kaynakları**	**Tehlikeler**	**Olası Riskler**
1	Makine, Araç Kullanılması (loader, kamyon , ekskavatör)	1. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 2. İş makinelerinin yasal ve gerekli periyodik bakımlarının ilgililer tarafından yaptırılmaması 3. İş makinesinin yakın etkili alanında , manevra ve güzergah hareket alanı içinde personel çalıştırılması 4. Araç ve/veya iş makinelerinin düzenli bakım ve onarımlarının yapılmaması, 5.Araçların aydınlatma, sinyal , ikaz ve sesli uyarı sistemlerinin eksik veya çalışmıyor olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

2	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları
3	Yollar	1. Depo sahalarının ve tünel içi taşıma güzergâhı olarak kullanılan yolların düzeltilmemiş, bozuk olması 2. Kullanılan sahanın arazözlerle sulanmaması, 3.Yolların karlı,buzlu, aşırı çamurlu ve/veya kaygan , gevşek zeminli olması 3. Gece çalışmaları sırasında kullanılan yolların aydınlatılmamış olması 4.Hız limitlerine uyulmadan araç sürülmesi	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Depo, Stok Alanları	1. Depo/stok sahasının uygun altyapıda olmaması 2. Tumba işlemi yapılırken işaretçi personel bulunmaması 3. Stok sahasının aydınlatmasının gece çalışmaları için yetersiz olması 4. Stok sahasında hız limitlerine uyulmadan araç sürülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.3.2 Tünel portallarında püskürtme beton uygulaması yöntemi ile oluşturulması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel portal imalatında çelik hasır donatı montajının ardından tahkimat amacıyla püskürtme beton uygulaması yapılmaktadır. Proje detayları doğrultusunda zemine farklı kalınlık ve teknik özelliklerde uygulanırlar. Püskürtme beton makinesi, robot olarak adlandırılan, özel amaçla üretilmiş olan bu makineler vasıtasıyla ve sisteme basınçlı hava verilerek uygulanır. Tünel portalına püskürtme beton uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-6 da verilmiştir.

Tablo 4-6 Tünel Portallarında Püskürtme Beton Uygulaması Yöntemi İle Oluşturulması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		**Tünel Portallarında Püskürtme Beton Uygulaması**	
Risk No	**Tehlike Kaynakları**	**Tehlikeler**	**Olası Riskler**
1	Beton	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD ve ekipmanlarını kullanmadan tünel çalışmaları yapmaları 3. Beton parçacıklarının püskürtme basıncı sebebi ile sıçraması	Yaralanma
2	Şevli kazı	1. Zemin sondaj , etütlerinin ve kazı hattı jeolojik formasyon tespitlerinin gereğine uygun yapılmaması. 2. Zayıf zemin kısımlarında ön destekleme elemanlarının zamanında yapılmaması 3. Uygun olmayan iklimsel şartlar (kar, aşırı yağmur, dolu, soğuk, sıcak, vb.) 4. Çalışanların sahadaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi 5. Eğimi uygun olmayan şev kesimi 6. Kazıların kontrolsüz yapılması 7. Hatalı projelendirme sebebiyle yetersiz ve uygun olmayan gelmeyen tahkimat	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki olası veya mevcut riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm

5	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması	Solunum Yolu ve Akciğer Rahatsızlıkları
6	Elektrik	1. Elektrik hatlarının portal sahası içerisinde dağınık, düzensiz şekilde bırakılmaları, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.3.3 Tünel portallarında barbakan montajı uygulaması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel portallarında, tahkimat yapılan yüzeyin arkasındaki yer altı ve sızan yerüstü sularının drenajını sağlamak, portallardeki hidrostatik basıncı engelleyerek portalların yıkılmasının önüne geçebilmek adına barbakan adı verilen drenaj elemanı uygulanmaktadır. Portal yüzeyinde pozitif eğime doğru delgileri yapılır. Bu uygulamada projesine uygun olarak açılan deliklere uygun çap ve özellikte PVC boru yerleştirilir ve boru ile deliğin arasındaki ağızlar alçı ile sıvanır.

Bu kapsamda tünel portallarında barbakan uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-7 de verilmektedir.

Tablo 4-7 Tünel Portallarında Barbakan Montajı Uygulaması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		**Tünel Portallarında Barbakan Montajı**	
Risk No	**Tehlike Kaynakları**	**Tehlikeler**	**Olası Riskler**
1	Şevli kazı	1. Zemin sondaj , etütlerinin ve kazı hattı jeolojik formasyon tespitlerinin gereğine uygun yapılmaması. 2. Zayıf zemin kısımlarında ön destekleme elemanlarının zamanında yapılmaması 3. Uygun olmayan iklimsel şartlar (kar, aşırı yağmur, dolu, soğuk, sıcak, vb.) 4. Çalışanların sahadaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi 5. Eğimi uygun olmayan şev kesimi 6. Kazıların kontrolsüz yapılması 7. Hatalı projelendirme sebebiyle yetersiz ve uygun olmayan gelmeyen tahkimat	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki olası veya mevcut riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

3	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına sahada uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
5	El aletiyle çalışma	1. Tünel inşaatı çalışmalarında yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları

6	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
7	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması	Solunum Rahatsızlıkları
8	Elektrik	1. Barbakanların hazır delikli olmaması sebebi ile pvc boruların sahada elektrikli delgi aletleri kullanılarak delinmesi 2. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 3. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 4. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 5. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 6. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 7. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.3.4 Tünel portallarında çelik hasır donatı montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünellerin portal kısımlarında yapılan kazılardan sonra oluşan eğimli yüzeyleri projesine göre desteklenir, bu çalışmalarda kullanılan destek elemanlarından biri de

çelik hasır donatılarıdır. Hasır çeliğin montajı ile ilgili çalışma bağlamında uygulama sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-8 de verilmiştir.

Tablo 4-8 Tünel Portallarında Çelik Hasır Donatı Montajı Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		**Tünel Portallarında Çelik Hasır Donatı Montajı**	
Risk No	**Tehlike Kaynakları**	**Tehlikeler**	**Olası Riskler**
1	Şevli kazı	1. Zemin sondaj , etütlerinin ve kazı hattı jeolojik formasyon tespitlerinin gereğine uygun yapılmaması. 2. Zayıf zemin kısımlarında ön destekleme elemanlarının zamanında yapılmaması 3. Uygun olmayan iklimsel şartlar (kar, aşırı yağmur, dolu, soğuk, sıcak, vb.) 4. Çalışanların sahadaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi 5. Eğimi uygun olmayan şev kesimi 6. Kazıların kontrolsüz yapılması 7. Hatalı projelendirme sebebiyle yetersiz ve uygun olmayan gelmeyen tahkimat	Yaralanma, Ölüm

2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından çalışma alanı olan portallardaki riskler için bilgilendirilmemesi.	Yaralanma, Ölüm
3	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma yapımında yardımcı sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanma, Ölüm
4	Sivri uçlu, keskin kenarlı bölge, alan	1. Çalışma alanında sivri uçlu ve keskin kenarlı bölgelerin ortadan kaldırılmadan uygulama yapılması 2. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki sivri ve keskin riskler konusunda bilgisizlikleri 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Yaralanma
5	Kaldırma araçlarıyla çalışma	1. Çalışma yapılan kaldırma araçlarının periyodik bakımlarının yapılmaması 2. Kaldırma araçlarıyla personel taşınması 3. Yük kaldırmada kullanılan sapanların hasarlı olması. 4. Yükün dengeli bağlanmamış olması. 5. Yük taşıması sırasında yük altından personellerin geçmesi/bulunması.	Eklem Rahatsızlıkları

6	Taşıma aletleri taşıma yapılması kullanmadan	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına çalışanların uymaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
7	El aletiyle çalışma	1. Tünel inşaatı çalışmalarında yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları
8	Makine, Araç Kullanılması	1. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 2. Kazı makineleri sahada çalışırken etkili alanında çalışanların bulunması 3. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 4. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol edilmemesi	Yaralanma, Ölüm

4.3.5 Tünel portalında bulon deliklerinin delinmesi ve yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel portallarındaki tahkimatlardan biri de bulon çakılması işlemidir. Portallardaki bulonlar zemin sınıfının teknik özelliklerine ve proje detaylarına bağlı olarak farklı niteliklerde bulonlardan teşkil edilebilirler. Bulonların zemine tatbiki sırasında yada sonrasında bulon delikleri enjeksiyon betonu ile doldurularak zemine sabirlenirler.

Bulonların zemine uygulanması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-9 da verilmiştir.

Tablo 4-9 Tünel Portalına Bulon Deliklerinin Delinmesi ve Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Portalına Bulon Deliklerinin Delinmesi ve Yerleştirilmesi	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Şevli kazı	1. Zemin sondaj , etütlerinin ve kazı hattı jeolojik formasyon tespitlerinin gereğine uygun yapılmaması. 2. Zayıf zemin kısımlarında ön destekleme elemanlarının zamanında yapılmaması 3. Uygun olmayan iklimsel şartlar (kar, aşırı yağmur, dolu, soğuk, sıcak, vb.) 4. Çalışanların sahadaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi 5. Eğimi uygun olmayan şev kesimi 6. Kazıların kontrolsüz yapılması 7. Hatalı projelendirme sebebiyle yetersiz ve uygun olmayan gelmeyen tahkimat	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve uygulama yapılan portallardaki risklere karşı gerekli bilgilendirmelerin yapılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Portallarda çalışma yapmaya uygun personel taşıyıcı sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına çalışanların uymaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları

5	El aletiyle çalışma	1. El aletleri bakım ve onarımlarının ve kontrol faaliyetlerinin periyodik olarak yapılmaması 2. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları
6	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2 .Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
7	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması	Solunum Rahatsızlıkları
8	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

9	Çimento	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, solunum rahatsızlıkları.

4.4 Tünel İçindeki Çalışmalarda Tehlike ve Riskler

Portal imalatlarının ardından önce tünel giriş aynası imalatları yapılarak tünel girişi proje ve koordinatlarına hazır hale getirildikten sonra tünel içi kazı çalışmalarına başlanılır. Tünel içindeki imalatlarda yapılan işe, çalışan personele, kullanılan makineye, alete, mevcut ortam koşullarına v.b gibi detaylara bağlı olmakla beraber birçok tehlike kaynağı ve bu kaynaklara bağlı tehlikeler mevcuttur.

Tünel inşaatlarında en fazla gözlemlenen tehlikelerden bazıları aşağıda verilmiştir:

- Su baskını
- Zemin akması
- Zemin kavlak dökülmesi
- İş makine kullanımı
- Yetersiz aydınlatma ,
- Elektrik kesintisi,
- Gaz sıkışması ve patlama;
- Kaymalar, düşmeler vb. olumsuz çevre koşulları,
- Yetersiz havalandırma nedeniyle bilinç kaybı veya bayılma,
- Yetersiz destek ve döşeme nedeniyle çökmeler,
- Elektrik çarpması,

Fiziksel Tehlikeler:

- Yetersiz havalandırma ,

- Aşırı Isı, nem ve hava hareketleri
- Aşırı Gürültü
- Aşırı Titreşim
- Yetersiz veya aşırı aydınlatma
- Aşırı tozuma

Kimyasal Tehlikeler:

- X ışınları maruz kalma (radyoaktif maddeler)
- Toksik gazlar, ergimiş haldeki metal gazları, kaya salınımlı gazlar
- Asitler, bazlar malzeme veya sıvılar nedeniyle yaralanma
- İnert tozlar, fibrojenik tozlar, toksik tozlar

Elektrikle veya elektrikli el aletleriyle yapılan çalışmalar sırasındaki tehlikeler:

- Topraklama tedbiri alınmamış yada topraklaması hatalı yapılmış el aletleri, tezgahlar,
- Topraklama hatlarının belli periyodlarla kontrolünün yapılmaması,
- Tünel içi elektrikle çalışan makine ve teçhizatını havadan, yan duvarlardan iletimi olmayan elektrik kabloları ile besleme,
- Arızalı , kırık veya hatalı onarılmış el aletleri,
- Arızalı , periyodik bakımı yapılmamış elektrik ve aydınlatma tesisatı,
- Yetkisiz çalışanların tarafından yapılan müdahale,
- Yapılan işe koruyucuların bulunmaması, elektrik panolarının altında yalıtkan bulunmaması,
- Yüksek gerilim hatlarından alınan elektrik ile çalışılması,

Mekanik tehlikeler:

- Makinenin kırma, kesme, döndürme işlemlerine karşı koruma olmaması,
- Preslerde pedal koruyucu aparatın olmaması,
- Transmisyon kayışlarının koruyucusuz olması,

- Tehlike durumunda makineyi ve makineyi durdurmak için stop butonu veya anahtarının olmaması,
- Yetersiz ve uygun olmayan makine ve koruyucu ekipman,
- Yetersiz uyarı sistemleri,
- Dağınık , düzensiz ve plansız çalışma ortamı,
- Gerekli ve periyodik bakımları yapılmayan makineler, kaldırma cihazları, kazanlar, kompresörler vb. ,

Tehlikeli yöntem ve işlemler:

- İş sağlığı ve güvenliği eğitimlerinin çalışanlara verilmemiş olması,
- Makine veya tezgâhlarda koruyucu güvenlik teçhizatın devre dışı bırakılması,
- İşe uygun KKD : baret, gözlük, eldiven, siperlik , maske vb. kullanılmaması
- İstiap haddini aşan yükleme,
- 3m ‘ den daha yüksekte malzeme istifleme,
- Kullanımına yönelik tanımlama yapılamamış malzeme,
- Uygun ikaz ve uyarı levha ve tabelalarının olmayışı,
- Yetkisiz kişilerin patlayıcı ve kimyasallarla teması,
- İş başı ve oryantasyon eğitimlerinin verilmemiş olması,
- Araç çalıştırılmasında veya manevralarında yetersiz ikaz ve uyarı,
- Elektrik ile olan bağı kesilmeden araç /teçhizatta yapılan onarım,
- Onarım esnasında şalterlerin indirilmemiş olması,
- Makine ve/veya teçhizatın düğmesinden kapatılmaması, güç kaynakları ile bağlantısı kesilmeden temizlenmesi, yağlanması, ayarlanması,
- Parlama, patlama ve yangın ihtimali olan yerlerde elektrik tesisatının ex-proof (patlamaya karşı korumalı) malzemeden yapılamamış olması,
- Sigara içilmemesi gereken: parlama ve patlama riskli bölgelerde sigara içmek,
- Malzemelerin, teçhizat ve makinelerin uygun yerleştirilmemesi,
- Kazma ve yükleme işlemlerinin uygun yöntem veya teçhizatla yapılmaması,

İşyeri ortamından kaynaklanan tehlikeler

- İşyerinin zemininin çalışmaya uygun olmaması
- Yetersiz jeolojik etüt

- Yetersiz aydınlatma
- Yetersiz havalandırma
- Düzensiz, uygun olmayan işyeri
- Yetersiz , uygun olmayan geçitler
- Yetersiz, uygun olmayan çıkış yerleri
- Yetersiz , uygun olmayan iş alanı
- Duşların ve tuvaletlerin temiz olmaması veya çalışmaması (Özkılıç, 2007).

Biyolojik tehlike kaynakları:

- Virüsler,
- Bakteriler,
- Mantarlar
- Parazitler
- Bulaş riski olan biyolojik kaynaklar

Yangın tehlikeleri:

- Yanma tehlikesi
- Tutuşma tehlikesi
- Parlama tehlikesi
- Patlama tehlikesi

4.4.1 Tünel aynasında patlayıcı madde deliklerinin delgi açılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel kazılarında hidrolik kazıcıların veya mekanik kollu kazıcıların yetersiz kaldığı kazmakta zorlandığı sert zeminlerde delme-patlatma yöntemi uygulanır. Delme-patlatma (del-pat) yöntemine tünel aynasının delinmesi işlemleri ile başlanılır. Tünel aynasında yapılacak delik delme işlemleri: zemin özelliklerine, tünel geometrisine en uygun bir şekilde patlayıcı maddelerin hangi mesafe ve aralıklarda ve ne derinlikte yerleştirilmesi gerektiğine dair bilgiler ışığında yapılır. Tünel aynasında, delgi uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-10 da verilmiştir.

Tablo 4-10 Tünel Aynasında Patlayıcı Madde Deliklerinin Açılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında Patlayıcı Madde Deliklerinin Açılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından ayna çalışmalarındaki olası riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Yüksekte Çalışma (Düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Çalışma yapılan aynalarda sepetlerin , uygun iskelelerin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Yaralanma, Eklem yaralanmaları
5	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	İşitme Kaybı, Stres
6	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
7	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları

8	Dönen veya hareketli parçaları	1. Tünel içerisinde yeterli ve uygun aydınlatma yapılmaması 2. Araçlarda geri vites lambalarının, geri vites sesli uyarı sistemlerinin bulunmaması ,çalışır vaziyette olmaması 3. Araçların farlarının hareket halindeyken çalıştırılmaması, arızalı olması 4. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 5. Ehliyeti, operatör belgesi olmayan operatörlerin sahada çalıştırılması 6. Kazı makinesinin etkili alanında çalışanların bulunması 7. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 8. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol edilmemesi 9. Makinenin etkili çalışma alanında personellerin çalışması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
9	Makine, Araç Kullanılması	1. Ehliyeti, operatör belgesi olmayan operatörlerin sahada çalıştırılması 2. Kazı makinesinin etkili alanında çalışanların bulunması 3. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 4. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrollerinin yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
10	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

11	Elektrik	1. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 2. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 3. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.2 Tünel aynasında ön tahkimat , püskürtme betonu atılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Ön destek amacı ile yapılan püskürtme betonu, özellikle zayıf zemin koşullarında, tüneli boyunca devam eden kazılarda, zeminden parçalarının kopmasını ve destek sırasında aşırı sökülmeleri önlemek için uygulanır. Bu uygulama sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-11 de verilmiştir.

Tablo 4-11 Tünel Aynasında Ön Tahkimat, Püskürtme Betonu Atılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında Ön Tahkimat , Püskürtme Betonu Atılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Beton	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD ve ekipmanlarını kullanmamaları 3. Beton parçacıklarının püskürtme basıncı sebebi ile sıçraması	Yaralanma,

2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki olası veya mevcut riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Yetersiz aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Kapalı Alan	1. Fosforlu acil çıkış yönlendirme ikaz ve tabelalarının tünelde yeterli miktarda bulunmaması 2. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırma ve havalandırmaların yapılmaması. 3. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 4. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 5. Saha içi aydınlatma ve havalandırma elemanlarının bulunmaması / rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması 6. Tünel çalışmalarında tek kişinin çalıştırılması	Stres

6	Su Baskını	1. Su baskınına karşı, su drenajı için yeterli ve gerekli ekipman ve donanımın hazır bulunmaması 2. Zemin etüdünün doğru yapılmaması 3. Su baskını için acil durum planlarının yapılmamış olması 4. Su baskınlarına karşı can yeleği vesair ekipmanların sahada kullanıma hazır olarak bulundurulmaması 5. Saha Personelinin tünel içi olası su baskını tehlikesi ile ilgili bilgilendirmemiş ve gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
7	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Yolu ve Akciğer Rahatsızlıkları
8	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.3 Tünel aynasında püskürtme betonu atılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel içi ilk destek elemanı olarak püskürtme betonun mümkün olan en kısa zamanda yapılmasının zeminin taşıma kapasitesi açısından oldukça büyük önemi vardır (Rabcewiccz, 1964). Tünel aynasında ön destek amaçlı yapılan püskürtme beton uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-12 de belirtilmiştir.

Tablo 4-12 Tünel Aynasında Püskürtme Betonu Atılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında Püskürtme Beton Uygulaması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	OOlası Riskler
1	Beton	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD kullanmadan tünel çalışmaları yapmaları 3. Beton parçacıklarının püskürtme basıncı sebebi ile sıçraması	Yaralanma ,
2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki olası veya mevcut riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Kapalı Saha	1. Fosforlu acil çıkış yönlendirme ikaz ve tabelalarının tünelde yeterli miktarda bulunmaması 2. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırma ve havalandırmaların yapılmaması. 3. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 4. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 5. Saha içi aydınlatma ve havalandırma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması 6. Tünel çalışmalarında tek kişinin çalıştırılması	Stres, yaralanma
6	Su Baskını	1. Zemin etüdünün doğru yapılmaması 2. Su baskınına karşı, su drenajı için yeterli ve gerekli ekipman ve donanımın hazır bulunmaması 3. Su baskını için acil durum planlarının yapılmamış olması 4. Su baskınlarına karşı can yeleği vesair ekipmanların sahada kullanıma hazır olarak bulundurulmaması 5. Saha Personelinin tünel içi olası su baskını tehlikesi ile ilgili bilgilendirmemiş ve gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

7	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları
8	Elektrik	1. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 2. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 3. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 4. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 5. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 6. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.4 Tünel aynasında hidrolik makineler ile kazı yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel açılması sırasında daha önce yapılacak zemin iyileştirme çalışmaları da açılacak tünelin stabilitesi için çok önemlidir. Tünel kazarken meydana gelecek yer hareketini en aza indirmenin en etkili yolu tünelin yüzünü doğru şekilde desteklemek ve tünel imalat kalitesini en üst düzeye çıkarmaktır (Chou & Bobet, 2002).

NATM ile tünel açma yöntemlerinde zayıf ve orta sertlikteki zemin sınıflarındaki tünel kazısı genellikle ekskavatörler , kırıcı/parçalayıcı uçlu veya kollu makinelerle yapılır. Çalışmanın çerçevesinde makine ile kazı işlemleri sırasında sahada

karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-13 te verilmiştir.

Tablo 4-13 Tünel Aynasında Hidrolik Makineler ile Kazı Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında Hidrolik Makineler ile Kazı Yapılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	OOlası Riskler
1	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki mevcut ve olası riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2.Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

3	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (toz ve gaz maskesi) 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları
4	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	İşitme Kaybı, Stres
6	Makine, Araç Kullanılması	1. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 2. Tünel kazısında çalışan makinenin etkili alanında çalışanların bulunması 3. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 4. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol edilmemesi	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.5 Tünel kazı aynasında hafriyat işlemi yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel aynası zemin sınıfına bağlı olarak mekanik veya del-pat yöntemlerden biri ile ilerletilir. Tünel aynasının ilerlemesinde hız oldukça önemli bir olgudur. Bu sebeple yapılan hafriyat işlemleri oldukça kritik tünel operasyonları arasındadır. Aynadan çıkan pasanın yüklenmesi ve nakil işlemlerinde olası risklerin önüne gelebilmek için kazı sonrası hafriyat operasyonun iyi yönetilmesi şarttır. Kazıdan çıkan artık, pasa malzemenin taşınması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-14 te verilmiştir.

Tablo 4-14 Tünel Kazı Aynasında Hafriyat İşlemi Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Kazı Aynasında Hafriyat Yapılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki mevcut ve olası riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

3	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Rahatsızlıkları
4	Yetersiz aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Kapalı Saha	1. Fosforlu acil çıkış yönlendirme ikaz ve tabelalarının tünelde yeterli miktarda bulunmaması 2. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırma ve havalandırmaların yapılmaması. 3. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 4. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 5. Saha içi aydınlatma ve havalandırma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması 6. Tünel çalışmalarında tek kişinin çalıştırılması	Stres

6	Su Baskını	1. Zemin etüdünün doğru yapılmaması 2. Su baskınına karşı, su drenajı için yeterli ve gerekli ekipman ve donanımın hazır bulunmaması 3. Su baskını için acil durum planlarının yapılmamış olması 4. Su baskınlarına karşı can yeleği vesair ekipmanların sahada kullanıma hazır olarak bulundurulmaması 5. Saha Personelinin tünel içi olası su baskını tehlikesi ile ilgili bilgilendirmemiş ve gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
7	Makine, Araç Kullanılması (Kamyon)	1. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 2. Periyodik bakımlarının düzenli yapılması gerekli iş makinelerin bakım ve onarım peryodlarının geçirilmesi , 3. İş makinesinin yakın etkili alanında , manevra ve güzergah hareket alanı içinde personel çalıştırılması 4. Araç ve/veya iş makinelerinin düzenli bakım ve onarımlarının yapılmaması, 5. Araçların aydınlatma, sinyal , ikaz ve sesli uyarı sistemlerinin eksik veya çalışmıyor olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
8	Araç egzoz gazları	1. Havalandırma tertibatının/jetfanların zamanında kurulmaması ve işletilmemesi 2. Gerekli çalışma alanlarında gaz ölçümlerinin yapılmaması 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları 5. Ayna kazısı sırasında minimum personel sayısından fazla sayıda personel çalıştırılması	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları
9	Sevkiyat ve taşıma araçları	1. Tecrübeli sürücü görevlendirilmemesi 2. Gerektiğinde işaretçi personel kullanılmaması 3. Hız limitlerinin saha içindeki değerlerine uygun taşıma yapılmaması 4. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.6 Tünel aynasında patlatma yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel güzergah hattında ilerleme aynı kazılarına bağlıdır. Ayna kazısı sırasında hidrolik kırıcı veya kollu kırıcıların kaya kütlesinden parça kopartabilmeleri zayıf, yetersiz kalıyor ise bu tür zeminlerde ayna ilerlemesi del-pat yöntemi sayesinde olur. Tünel ayna delgisinin ardından patlayıcı malzeme depolarından patlayıcının nakli, depolanması, ayna dolumu gibi bütün operasyonlar çok yüksek risk değerleri içeren imalat detaylarıdır. Tünel aynası patlatmasında uygun ve onaylı patlatma paternine göre hareket edilmelidir. Patlayıcı maddelerin alınması, taşınması, depolanması ve patlayıcı maddelerin patlatma işlemleri sırasında maruz kaldığı tehlikeler ve tehlike kaynakları Tablo 4-15 te verilmiştir.

Bunların en önemlilerinden bazıları :

- Uygun olmayan patlatma paterni,
- Uygunsuz olmayan patlayıcı,
- Yetersiz kontrol,
- Gerekli patlatma tedbirlerinin alınmamış olması,
- Çalışanların üzerine düşen cisimler,
- Tünelin aynan patlatmasından sonrasında yetersiz havalandırılması,
- Patlamamış patlayıcıların bulunma ihtimaline karşı gerekli kontrollerin yapılmaması,
- Dolumların ateşçi dışında yetkisiz kişilerce yapılması,

Tablo 4-15 Tünel Aynasında Patlatma Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında Patlatma Yapılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Parça düşmeleri, Uçan, Savrulan Parçalar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki riskler hakkında detaylıca bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları Ölüm,
2	Patlayıcı Madde depoları	1. Patlayıcı maddelerde herhangi bir bozulma fark edildiğinde üretici firma ile bağlantıya geçilmemesi ve sahada kullanılması 2. Kapsül ve patlayıcıların birlikte taşınmaları 3. Patlayıcı maddelerin kutu veya sandıklarının depoda açılması 4. Bir seferde kullanılacak patlayıcı miktarından daha fazla patlayıcının patlayıcı madde deposundan çıkartılması 5. Patlayıcı madde depolarının kilitli tutulmaması 6. Patlayıcı madde ve ekipmanlarının (kapsüller, ateşleme sistemleri), kuru , temiz ve rutubetsiz ortamlarda depo edilmemesi 7. Patlayıcı madde ve kapsüllerinin birlikte depolanması 8. Patlayıcı maddelerin taşınması sırasında sigara içilmesi 9. Patlayıcı madde hazırlığının depo sahasında yapılmaya başlanması 10. Patlayıcı maddelerin sevkiyatı, taşınması sırasında düşürülmesi, zedelenmesi ,zarar görmesi	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

3	Sevkiyat ve taşıma araçları	1. Zorunlu sigortaları yapılmamış araçlarla patlayıcının sevk edilmesi 2. Sürücü veya taşıyıcıların patlayıcı madde taşıdıklarından haberdar olmamaları 3. Sürücülerin tecrübesiz olması 4. Araç ile patlayıcı madde taşındığına dair ikaz veya uyarıcıların araçta asılı olmaması, işaretçi personel bulunmaması 5. Patlayıcı madde taşınmasında hız limitlerine uyulmaması 6. Patlatma alanına kullanım miktarından fazla patlayıcı getirmek 7. Ateşleyici kapsüller ile patlayıcıların aynı yerde , birlikte taşınmaları 8. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personellerin malzemeleri taşırken veya kaldırırken genel kurallara uymaması, taşıyıcı alet veya makine kullanmadan elle taşıma yapması 2. Bir seferde 10 kg'dan fazla patlayıcı maddenin taşınması	Eklem Rahatsızlıkları

5	Yanıcı ve patlayıcı ortamlar	1. Ateşçinin vücudunda biriken statik elektrik yükünün boşaltılmaması. 2. Elektrikli kapsüllerin kablo ve fitillere zarar verecek şekilde düğümlenmesi. 3. İnfilaklı fitillerin ucunun nemden etkilenmesi. 4. Ateşleme sahasını son terk edenin ateşçi olmaması. 5. Tıkanma ihtimaline karşı doldurmadan önce deliklerin kontrol edilmemesi. 6. Yemleyicinin içine kapsüllerin düzgün yerleştirilememesi. 7. Delik içinde yerleştirlen kartuşların birbirleriyle temas etmesi 8. Deliklerde kartuşların takılması durumunda metal ile müdahale edilmesi , ahşap sıkılama sopasının kullanılmaması 9. Kapsülün kartuşa yerinden çıkmayacak sıklıkta takılmaması. 10. Kapsül ucunun kapsül için özel pense ile büzülmemesi. 11. Patlayıcı, yemleyici madde deliklere yerleştirildikten sonra ana patlayıcı yerleştirilmesi sırasında l kablolarının veya fitilin korunmasına dikkat edilmemesi 12. Atım zamanı dışında kapsülleri yemleyiciye takmak. 13. Emniyet fitilinin kapsül içerisine rastgele , öznsiz yerleştirilmesi 14. Kapsül kablolarının kartuşa bir veya iki yerden bağlanmaması. 15. Yemleyiciye kapsüllerin zola/zorlayarak takılması. 15. Patlatmadan önce ateşçinin sığınma ceplerinde olmaması. 17. Vardiya amirinin son kontrolleri kapmadan ve olur vermeden patlatmanın yapılması 18. Yağmurlu havalarda şarj yapılması	Yaralanma, Uzuv kaybı, Ölüm
6	Patlayıcı gazı	1. Havalandırma tertibatının/jetfanların zamanında kurulmaması ve işletilmemesi 2. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 3. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Yaralanma, solunum rahatsızlıkları, ölüm

7	Parlaklık, fazla aydınlatma, yetersiz aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
8	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (toz ve gaz maskesi) 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Rahatsızlıkları
9	Zehirli gaz (metan,radon H2S, vb.)	1. Tünel içi Havalandırma tertibatının/jetfanların zamanında kurulmaması ve işletilmemesi 2.Gerekli çalışma alanlarında gaz ölçümlerinin yapılmaması 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Solunum Rahatsızlıkları, Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
10	Yüksekte Çalışma (Düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 3. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

11	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
12	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	İşitme problemleri, işitme kaybı
13	Titreşim	1. Deneyimli personellerin sahada çalıştırılmaması 2. Çalışanların saha içi ve yapılacak işte karşılaşılması olası risklere karşı bilgilendirilmemiş ve güvenlik tedbirleri almamış bir şekilde çalışması 3. Yapılması gerekli titreşim ölçümlerinin saha ve çevresinde yaptırılmaması	Stres, Eklem rahatsızlıkları
14	Elektrik	1. Çalışanlara sahada ve görev alanındaki tünel çalışmalarındaki olası riskler konusunda gerekli bilgilendirilmelerin yapılmaması 2. Deneyimli personellerin sahada çalıştırılmaması 3. Manyeto çalışma testlerinin yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
15	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

16	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
17	El aletiyle çalışma	1. Tünel inşaatı çalışmalarında yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, ezilmeler, Yaralanma

4.4.7 Çelik hasır yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Aynadaki kazı ve tahkimat işlerinin tamamlanmasının ardından, tahkimat elamanlarından biri olan hasır çelik donatı tabakalarının montajına geçilir. Hasır çelik donatılar tünel zemininin özelliklerine ve hesap gerekliliklerine göre projedeki detaylar esas alınarak uygulanır. Hasır kurulum işinin tehlike tanımı ve tehlike kaynakları Tablo 4-16 da verilmiştir.

Tablo 4-16 Çelik Hasır Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Çelik Hasır Yerleştirilmesi	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki risklere karşı bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin sahada kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	Stres, İşitme Problemleri, İşitme kaybı

5	Sivri uçlu keskin bölge, alan	1. Çalışmalarda tünel inşaatı konusunda yetkin ve deneyimli personel çalıştırılmaması 2. Çalışma alanındaki gerek personel gerek makinelere zarar verecek sivri ve keskin bölgelerin belirlenmemesi, tünel içindeki riskli bölgelerin ortadan kaldırılmaya çalışılmaması, 3. Personelin KKD (koruyucu eldiven) kullanmadan çalışılması	Kesilmeler, yaralanma
6	Parlaklık, fazla aydınlatma, yetersiz	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
7	Kaldırma araçlarıyla çalışma: ezilme, sıkışma,	1. Çalışma yapılan kaldırma araçlarının periyodik bakımlarının yapılmaması 2. Kaldırma araçlarıyla personel taşınması 3. Yük kaldırmada kullanılan sapanların hasarlı olması. 4. Yükün dengeli bağlanmamış olması. 5. Yük taşıması sırasında yük altından personellerin geçmesi/bulunması.	Eklem Rahatsızlıkları, Yaralanma
8	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Eklem Rahatsızlıkları

9	El aletiyle (pense, taş motoru) çalışma	1. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesilmeler, ezilmeler yaralanma
10	Makine, Araç Kullanılması (iş makinesi, motorlu taşıt, forklift vs.)	1. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 2. Kazı makinesinin etkili alanında çalışanların bulunması 3. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 4. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol ve bakımlarının yapılmaması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
11	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (toz ve gaz maskesi) 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları

12	Kapalı Saha	1. Havalandırma tertibatının/jetfanların zamanında kurulmaması ve işletilmemesi 2. Gerekli çalışma alanlarında gaz ölçümlerinin yapılmaması 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Çalışanların uygun KKD (CO gaz maskesi) kullanmaması. 5. Ayna kazısı sırasında minimum personel sayısından fazla sayıda personel çalıştırılması 6. Tünel inşaatlarında kullanılması gereken kendinden bataryalı veya fosforlu yön ve ikaz tabelalarının sahada yeteri kadar bulunmaması 7. Tünel çalışmaların tek kişi ile yapılması	Stres, Yaralanma

4.4.8 Tünel aynasında çelik iksa montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel kazı ve tahkimat işlerinde, projesine uygun çelik hasır montajının yapılması ve inşaat demiri veya çelik profillerden oluşturulmuş iksaların projesine uygun şekilde zemine montajı yapılır. Tünel aynasında yapılacak çelik iksa montajı uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-17 de verilmiştir.

Tablo 4-17 Tünel Aynasında Çelik İksa Montajı Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında İksa Montajı Yapılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler

1	Yüksekte Çalışma (Düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan saha çalışmalarında paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Fazla ve / veya yetersiz	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm

5	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları
6	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
7	El aletiyle (anahtar vb.) çalışma	1. Tünel inşaatı işlerinde yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletlerinin düzenli bakım ve onarımlarının tam yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesilme, Ezilme, Yaralanma

8	Basınçlı sistemler (şaloma tüpü)	1. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 2. Tüplerin ISO 9001 standartlarına uygun olmaması 3. Kaynak veya kesme işinde kullanılan farklı kimyasa gazların içerisinde bulunduğu basınçlı tüplerinin uygun taşıma araçlarıyla taşınmaması 4. Tüplerin yatay veya ters taşınması, taşıma esnasında tüp başlıklarına zarar verilmesi 5. Tüp değişimlerinin uygun bir şekilde yapılmaması 6. Tüplerin kaynak yapılan yerden en az 10 m uzak olmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
9	Kaynak ışığı	1. Sertifikalı / yeterlilik belgeli kaynakçı çalıştırılmaması 2. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 3. Çalışanların uygun KKD (kaynak maskesi) kullanmaması.	Göz Rahatsızlıkları, görme problemleri
10	Kaynak gazı	1. Havalandırma tertibatının/jetfanların zamanında kurulmaması ve işletilmemesi 2. Gerekli çalışma alanlarında gaz ölçümlerinin yapılmaması 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Çalışanların uygun KKD (gaz maskesi) kullanmaması. 5. Sertifikalı kaynakçıların çalıştırılmaması	Solunum Yolu Rahatsızlıkları, Zehirlenme
11	Kaynak ışığı	1. Sertifikalı / yeterlilik belgeli kaynakçı çalıştırılmaması 2. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 3. Çalışanların uygun KKD (kaynak maskesi) kullanmaması.	Göz Rahatsızlıkları, görme problemleri

4.4.9 Tünelde kaya bulonu deliklerinin delinmesi ve yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel inşaatlarında her ilerleme adımından sonra projenin gerektirdiği şekilde veya saha ihtiyaçları doğrultusunda farklı yada ilave kaya bulonu destek elemanlarının imalatlarının yapılması zorunludur. Aksi takdirde tünelde meydana gelen deformasyonlara bağlı olarak tünel içinde : göçük, kaya kırılmaları, parçacık düşmeleri gibi risklerle karşılaşmak olasıdır. Tablo 4-18 de verilmiştir. Tünelde Kaya Bulonu Deliklerinin Delinmesi ve Yerleştirilmesi sırasındaki tehlikeler ve tehlike kaynaklarına yer verilmiştir.

Tablo 4-18 Tünelde Kaya Bulonu Deliklerinin Delinmesi ve Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünel Aynasında Bulon Delgisi Yapılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki mevcut , olası riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

3	Yüksekte Çalışma (Düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
5	Yetersiz aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
6	Su Baskını	1. Yapılması zorunlu zemin etüdünün doğru yapılmaması 2. Su baskınına karşı, su drenajı için yeterli ve gerekli ekipman ve donanımın hazır bulunmaması 3. Su baskını için acil durum planlarının yapılmamış olması 4. Su baskınlarına karşı can yeleği vesair ekipmanların sahada kullanıma hazır olarak bulundurulmaması 5. Saha Personelinin tünel içi olası su baskını tehlikesi ile ilgili bilgilendirmemiş ve gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

7	Ekipman kullanma (ayaklı el tabancası)	1. Tecrübeli ve mesleki yeterliliğe sahip tünel inşaatlarında tecrübeli personel çalıştırılmaması 2. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi 3. Kullanılan makinenin doğru kullanılması, koruyucu ekipmanlarının çıkartılması	Yaralanma, uzuv kaybı, ezilme, kesilme.
8	Basınçlı sistemler (Kompresör)	1. Tecrübeli ve mesleki yeterliliğe sahip tünel inşaatlarında tecrübeli personel çalıştırılmaması 2. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 3. Kompresör tanklarının standartlarına uygun olmaması, periyodik bakımlarının yapılmaması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
9	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
10	Çimento	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (eldiven, toz ve gaz maskesi, gözlük) kullanmaması.	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, solunum rahatsızlıkları.
11	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4.Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

12	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	İşitme Rahatsızlıkları, işitme kaybı

4.4.10 Tünelde süren delinmesi ve yerleştirilmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünelde kazı işlemlerinde gevşek zeminlerde yüzey emniyetini sağlamak amacıyla süren imalatı yapılır. Sürenler geçici destek elemanı niteliğindedir. Deliklere sürülmelerini kolaylaştırmak amacıyla uçları makine veya ekipmanlarla konik hale getirilir. Projesine veya saha ihtiyaçlarına göre yerleştirilen süren borularının içleri enjeksiyon betonu ile doldurulur. Tünelde süren için delme ve yerleştirme uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-19 da verilmiştir.

Tablo 4-19 Tünelde Süren Delinmesi ve Yerleştirilmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünelde Süren İmalatı için Deliklerin Delinmesi ve Yerleştirilmesi	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler

1	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından ve çalışma alanındaki olası riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Göçük	1. Personelin tünel inşaatı sırasında herhangi bir bölgede meydana gelebilecek göçük riskleri konusunda bilgilendirilmemiş olmaları 2. Yapılması gerekli zemin etütlerinin ve/veya ayna gözlemlerinin gerektiği şekilde yapılmaması , değerlendirmelerin hatalı yapılması 3. Kazı işlemlerinin kontrolsüz yapılması ve yapım yöntemine göre , gerekli sürelerde alınmasa gereken tahkimat tedbirlerine uyulmadan yapılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Yüksekte Çalışma (Düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları

5	Yetersiz aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
6	Su Baskını	1. Su baskını için acil durum planlarının yapılmamış olması 2. Zemin etüdünün doğru yapılmaması 3. Su baskınına karşı, su drenajı için yeterli ve gerekli ekipman ve donanımın hazır bulunmaması 4. Su baskınlarına karşı can yeleği vesair ekipmanların sahada kullanıma hazır olarak bulundurulmaması 5. Saha Personelinin tünel içi olası su baskını tehlikesi ile ilgili bilgilendirmemiş ve gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
7	Ekipman kullanma (Delici Makine)	1. Tecrübeli ve mesleki yeterliliği olan personel çalıştırılmaması 2. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi 3.Kullanılan makinenin doğru kullanılması, koruyucu ekipmanlarının çıkartılması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
8	Basınçlı sistemler	1. Tecrübeli ve mesleki yeterliliği olan personel çalıştırılmaması 2. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 3. Kompresör tanklarının standartlarına uygun olmaması, periyodik bakımlarının yapılmaması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

9	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
10	Gürültü	1. Personele uygun KKD kullanımı eğitiminin verilmemiş olması. 2. Gürültü düzeyi yüksek alanlarda uygun KKD (kulaklık) kullanımı için ikaz ve uyarı tabelalarının yerleştirilmemesi 3. Düzenli gürültü maruziyet saha içi ölçümlerinin yapılmaması 4. Personele uygun KKD (kulaklık) verilmemesi	Stres, İşitme Problemleri, İşitme Kaybı
11	Elektrik	1. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 2. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 3. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar, Ölüm
12	Çimento	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (eldiven, gözlük ,toz ve gaz maskesi) kullanmaması.	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, solunum rahatsızlıkları.

4.4.11 Artık / pasaların depo sahasına nakli ve boşaltılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Patlatma sonrasında artık malzemenin nakliyesi sırasında yapılan çalışmalarda tünelde yetersiz kontrol nedeniyle malzeme düşmesi, kamyonların aşırı yüklenmesi nedeniyle iş ekipmanı kazaları , patlama sonrası havalandırılmayan tünelde tehlikeli gazlar ve toz, sınırlı manevra nedeniyle ekipman kazaları iş ekipmanının geri vites uyarı ışıklarının olmaması nedeniyle ezilme, iş ekipmanı, destekli alanlar malzeme taşıma sırasında çökebiliyor olması.

4.4.12 Tünel içinde kavlak sökümü :

Tünel imalatlarında gerek makineli gerekse patlatma sonrası tünel kesitinin çevresinde serbest halde bulunan kaya parçalarının uygun yöntem ve ekipman ile düşürülmesi ve bu sayede tünel içinin güvenli hale getirilmesi gerekmektedir. Kavlak sökümü sırasında çalışanların gerekli emniyet tedbirlerini almadıkları müddetçe parça düşmelerine bağlı yaralanma , incinme veya ölüm riskleri bulunmaktadır.

4.4.13 Tünel içinde el aletleriyle yapılan çalışmalar sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

El aletlerinin yetersiz aydınlatılmış alanlardaki tünel tehlikesinden kaynaklanan aletlerin yanlış kullanımı, kesikler ve yaralanmalar , elektrikli aletlerde elektrik çarpması , el aletlerinin kısa devresi. Tünel inşaatı işinde kazı alanındaki bazı tehlike kaynakları :

Kaynak işi yapılırken kıvılcım sebebi ile oluşan yangın veya ani patlama, çalışanların uygun KKD malzemelerini kullanmaması, kaynaktan yayılan ark ışınlarına maruz kalması, kaynak makinesi çalışanının elektrik çarpması , ekipman arızası, solunum tehlikesi çalışanın kaynağı temizleyememesi, kaynak için kullanılan boruların, kaynak için kullanılan basınçlı devrilmesi ve patlaması, olarak sayılabilir.

4.4.14 Tünel içinde kurulan panoların kullanımı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Elektrik panoların kilitli olmaması, panolarda bulunması gereken kaçak akım rölelerinin arızalı olması yada bulunmaması veya devredışı bırakılması, panoların içinde kullanılan kabloların yıpranmış olması, panoların zemindeki su ile temas etmesi

4.4.15 İletişim ve acil durum ikaz ve uyarı sistemleri sebepli tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel inşaatı sırasında kazı alanında beklenmeyen bir şekilde oluşumunda acil uyarı veya tahliye için uyarı sistemi bulunmaması, tünel içindeki çalışanların tünel dışındaki çalışanlarla irtibatını sağlayacak iletişim ekipmanlarının bulunmaması

4.4.16 Havalandırma , toz kontrolü ve gaz izleminden kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Yetersiz havalandırma sistemi nedeniyle solunum sıkıntısı, havalandırma sistemi ile iş arasındaki mesafe, çatlaklardan havanın tamamen iletilememesi ve borulardaki yırtıklar, kirli havayı dışarı atmaz. hava ve tünelde taze hava sağlansa bile ve elektrik kesintisi durumunda enerji yedeklemesinin etkinleştirilmemesi durumunda havalandırma sisteminin kapatılması .

Tüneldeki hava denilince , kazı çalışmaları sırasında yayılan ve oluşan gazların anlaşılması gerekir.

Bu nedenle hava: temiz ve kirli olarak iki ana gruba ayrılabilir. Bunların alt başlıkları ise hava bileşenlerinin kimyasal özelliklerine bağlı olarak:

Pis Hava: Boğucu olup,oksijen içeriği %20'den az olan havadır.

Zehirli Hava: Yaşam için tehlikeli olan gazları içeren havadır (H_2S, CO, Azot Oksitleri, SO_2 , Radon gazı , vb içeren zehirleyici bileşen ihtiva eden hava gibi).

Patlayıcı Hava: Hidrokarbon gazlar (CH4 vd.), CO, H2 v.b

yanıcı gazları ihtiva eden havadır.

Tozlu Hava : içinde mikron boyutta taş toz bulunan havadır. Sağlığa zararlı olmasına ek patlayıcı da olabilirler. Toz, genel olarak "Pnömokonyoz" diye isimlendirilen akciğer rahatsızlıklarına sebep olur (Dursun vd., 2017).

Baca ve tünel, delinme işlemleri tamamlanıncaya kadar havalandırılır (*Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Önlemlerine İlişkin Tüzük,* 1984)

Tünellere temiz hava boşluksuz kumaş vb. tüplerle kazı aynasına verilir. Hava dönüşü ise, tünel içerisinden serbest akım ile geriye doğru gerçekleşir. Bir tünel ortamında bulunabilecek başlıca fiziksel çevre faktörlerini göstermektedir. Tünelde çalışma sahasındaki maksimum konfor hava hızı 2 - 3 m/s'yi geçmemelidir. (*Norwegian Tunnelling Society,* 2015)

Tünel patlatma malzemesinin yüklenmesi sırasında çok fazla toz salınır . Egzoz gazı salınımına bağlı tedbirlerin alınması gerekmektedir. bunu için tünel içi temiz hava miktarının , zehirli gazların miktarının sürekli olarak teknik cihazlar ile sürekli ölçülmesi ve denetim altında tutulması gerekir.

4.4.17 Tünelde kemer betonu dökülmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünelde kemer kalıbının projesine uygun şekilde kurulumunun ardından beton dökümü işlerine geçilir. Çalışma kapsamında, tünelde kemer betonu döküm uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-20 de belirtilmiştir.

Tablo 4-20 Tünelde Kemer Betonu Dökülmesi Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünelde Kemer Betonu Dökülmesi	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması, iskelelerin kullanılmaması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Beton	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (eldiven toz ve gaz maskesi) kullanmadan tünel çalışmaları yapmaları 3. Beton parçacıklarının püskürtme basıncı sebebi ile sıçraması	Cilt, Solunum ve Akciğer Rahatsızlıkları, yaralanma
3	Parça düşmeleri	1. Deneyimli personellerin sahada çalıştırılmaması 2. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 3. Alın kalıbının yapımında ; uygun iskelelerin kullanılmaması ve beton dökümünden önce kontrol edilmemiş olması 4. Kalıp mesnetlerinin düzgün olmaması, 5. Çalışanların saha içi ve yapılacak işte karşılaşılması olası risklere karşı bilgilendirilmemiş ve güvenlik tedbirleri almamış bir şekilde çalışması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Titreşim	1. Deneyimli personellerin sahada çalıştırılmaması 2. Çalışanların saha içi ve yapılacak işte karşılaşılması olası risklere karşı bilgilendirilmemiş ve güvenlik tedbirleri almamış bir şekilde çalışması 3. Yapılması gerekli titreşim ölçümlerinin saha ve çevresinde yaptırılmaması	Yaralanma, stres

5	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
6	El aletiyle çalışma	1. Yetkin ve tünel işlerinde deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, ezilmeler uzuv yaralanmaları
7	Makine Arası Kaldırma	1. İş makinelerinin yapılması gerekli olan periyodik bakımlarının aksatılması, yapılmaması 2. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 3. İş makinesinin yakın etkili alanında , manevra ve güzergah hareket alanı içinde personel çalıştırılması 4. Araç ve/veya iş makinelerinin düzenli bakım ve onarımlarının yapılmaması, 5. Araçların aydınlatma, sinyal , ikaz ve sesli uyarı sistemlerinin eksik veya çalışmıyor olması 6. Yapılan imalatın işaretçi personel denetim ve kontrolünde yapılmaması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
8	Hareketli makine paçaları	1. Tünel içerisinde yeterli ve uygun aydınlatma yapılmaması 2. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 3. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 4. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol edilmemesi 5. Makinenin etkili çalışma alanında personellerin çalışması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm .

9	Kapalı Saha	1. Havalandırma tertibatının/jetfanların zamanında kurulmaması ve işletilmemesi 2. Gerekli çalışma alanlarında gaz ölçümlerinin yapılmaması 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Çalışanların uygun KKD (CO gaz maskesi) kullanmaması. 5. Ayna kazısı sırasında minimum personel sayısından fazla sayıda personel çalıştırılması	Havasız kalma, solunum rahatsızlıkları, stres

4.4.18 Tünel içi püskürtme beton destekleme çalışmaları sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Püskürtme beton, tünellerde destekleme çalışmalarının ana unsurlarındandır. Tünel açarken oluşacak yer hareketlerini en aza indirmenin en etkili yolu tünelin yüzünü iyi desteklemek ve tünel imalat kalitesini olabilecek en üst seviyelere ulaştırmaktır (Chou & Bobet, 2002).

Tünel inşaatlarında hem yaş püskürtme hem de kuru püskürtme yöntemleri uygulanabilir. Kuru püskürtme beton uygulamasında, bileşenler püskürtme sırasında nozul ucunda birleştirilir ve karışım şantiye sahası içerisinde karıştırıcı ekipmanlar içerisinde yapılır ve bu nedenle kuru shotcere daha fazla toz üretir. Karışıma nozul girişinde basınçlı hava da eklenir. Koruyucu gözlük, toz maskesi ve eldiven bu nedenle bu çalışma sırasında kullanılmalıdır. Beton püskürtme sırasında uygun çalışma ortamları için gereken önlemleri:

• Kuru püskürtme yerine yaş püskürtme beton tercih edilmesi,

• Püskürtme makinelerinde operatörün içinde olacağı kapalı kabin bulunması,

• Uygun KKD kullanımı , maskeler vs.

• Püskürtme makinesinin uzaktan kumanda kontrolünün olması şeklinde sıralamak mümkündür.

4.4.19 Tünelde kontak/konsolidasyon enjeksiyonu yapılması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünellerde destek , tahkimat sistemine ek olarak, tünelin tahkim edilen kabuğu ile zemin arasındaki gerek kazı sırasında gerekse kaya kütlesinde önceden mevcut boşlukları doldurmak için konsolidasyon enjeksiyonu ve temaslı enjeksiyon işleri zeminin tahkimat ile arasında boşluk olması gibi belirli şartlarında yapılmaktadır.

Bu çalışmalarda uygun olarak delikler açılır ve belirtilen dolgu ve destek amaçlı olan enjeksiyon karışımları zemine ve açılan deliklerden boşluklara basınçlı bir şekilde tatbik edilir.

Tünelde kontak/konsolidasyon beton enjeksiyonu uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-21 de verilmiştir.

Tablo 4-21 Tünelde Kontak/Konsolidasyon Enjeksiyonu Yapılması Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünelde Kontak/Konsolidasyon Enjeksiyonu Yapılması	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Çimento	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (gözlük ,eldiven , toz ve gaz maskesi) kullanmaması.	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, solunum rahatsızlıkları.

2	Parça düşmeleri	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (baret,gözlük) 3. Zemin etüt çalışmasının doğru değerlendirilmemesi 4. Kavlakların sökülmesi amacıyla tünel yüzeylerinin sık aralıklarla kontrollerinin yapılmaması ve kavlak alımının makinelerle ve/veya basınçlı su ile yapılmaması. 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi çalışma alanındaki riskler konusunda bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına operatör veya çalışanların uymaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
5	El aletiyle (pense, taş motoru, elektrikli lokma) çalışma	1. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. sahada kullanılan el alet ve ekipmanlarının bakımlarının yetkililerce yaptırılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları

6	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
7	Toz	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların sahada KKD kullanmaması / doğru kullanmaması (toz ve gaz maskesi) 3. Toz engelleyici ve önleyiciler(su sisi), yüzey yağmurlaması veya sulaması gibi önlemlerin alınmaması 4. Çalışılan sahada düzenli toz ölçümlerinin ve kontrollerinin yapılmaması 5. Tozlu ortamlarda / toz oluşumu sonrasında havalandırma sistemlerinin çalıştırılmaması	Solunum Rahatsızlıkları
8	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.20 Kişisel koruyucu donanım kullanılmaması kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel inşaatlarında yapılan imalatın teknik ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde doğru ve standartlara uygun olan kişisel koruyucu donanım kullanılması şarttır. Çalışanların güvenliği, kullanacakları KKD lerin varlığı ile desteklenebilir. KKD

kullanımından kaçınmak tünel gibi ciddi risk içeren şantiye çalışmalarında yaralanma, uzuv kaybı ve /veya ölümlere sebep olabilir.

Tünel içi çalışmalarında riskli durumlara örnek verecek olursak: tünelde maske kullanılmamasına bağlı akciğer hastalıkları , yüksekte çalışırken emniyet kemeri takılmaması nedeniyle yüksekten düşme malzeme düşmesi, kaynak işlerinde koruyucu maske kullanılmaması, oksijen maskesi acil durumlarının takılmaması , uygun iş ayakkabısı giyilmemesine bağlı ezilmeler yaralanmalar, uygun eldiven giyilmemesi ve beton ile çalışma sonucunda cilt problemleri veya cilt hastalıkları meydana gelebilir.

4.4.21 Tünel kazısında su gelişinden kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Yeraltı suyu ve tahliyesi tünel yapımında en önemli konulardan biridir. Yer çelimi etkisi ile fayların çatlakları boyunca tünelin süzülen su, zeminde şişmelere ve çökme ve ani göçmelere neden olur. Tünel kazı çevresinde biriken suyun en hızlı bir şekilde tünel içinden tahliye edilmesi gerekmektedir. Zeminden beklenmeyen su gelişinin olması zemin özelliklerine bağlı olarak özellikle killi, siltli zeminlerde tahkimatlarda ciddi deformasyonlara, tünel aynasında veya çeperlerde yıkılmalara, deformasyonlara sebep olduğu gibi boğulmalara da sebep olabilir. Bu gibi olumsuz durumların önüne geçilebilmesi adına zemin etütlerinin yeterli ve doğru yapılmış olması, gerekli ve yeterli drenaj sisteminin kurulu olması gereklidir. Zamana bağlı olarak meydana gelen çökmenin kazı sırasında aşırı su basıncı kaybından kaynaklandığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Kavvadas vd., 1996).

4.4.22 Tünelde su izolasyonu imalatı (pvc membran ile) sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünelde yapılan hafriyat-istinat çalışmaları betonarme kaplama işleri tarafından takip edilmektedir. Son kaplama betonundan önce, püskürtme beton tahkimat kabuğunun iç yüzeyi bir pvc membran ve jeotekstil keçeler kullanılarak proje ve şartnamelere göre su geçirmez hale getirilir. PVC membran uygulaması sırasında sahada

karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-22 de verilmiştir.

Tablo 4-22 Tünelde Su İzolasyonu İmalatı (PVC Membran ile) Sırasındaki Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

İmalat Türü		Tünelde Su İzolasyonu Yapılması (PVC Membran)	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına yetkili ve ilgililerin uymaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
3	El aletiyle	1. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları

4	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Yangın	1. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 2. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanma, Ağır yanıklar, Dumandan etkilenme, Ölüm,
6	Zararlı Gazlar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (gaz maskesi) kullanmaması.	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları
7	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.23 Yangından sebep tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel çalışmalarının yapılması sırasında kullanılan makine veya el aletlerinin bakım ve onarımlarının periyodik ve düzenli olarak yapılmamasından, kazı sırasında ortaya çıkan yanıcı tozların tahliye edilememesinden, ex-proof malzemelerin kullanılmamasından, elektrik hatlarından, panodan kaynaklı yangın riskleri mevcuttur. Tünel kazım sırasında taş tozları etkisi ile yangın riski vardır. Elektrik hatlarının uygun olmaması, hatların yerden götürülmeleri kabloların ezilmelerine , ark sebebi ile yangın çıkartmalarına sebep olabilir.

4.4.24 Gürültü maruziyeti kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Kulak oldukça hassas bir organdır. 85 dB üzerindeki seslerde işitme hasarı meydana gelebilir. Gürültü ölçümleri yapılan imalatlar kazı, kazı, iksa, çelik hasır montajı , püskürtme beton, kaya dübel işlemi, kaya dübel enjeksiyon işlemi ayna delme olarak belirlenmiştir (Akbay vd., 2019).

Gürültü, yeraltındaki tünel çalışmalarında en stresli çevresel faktördür. Yüksek ses seviyelerinde yüksek frekanslı gürültüye maruz kalmanın işitme, zihinsel ve hasara, stres, iş performansı ve refah üzerindeki olumsuz etkilere sebep olan durumlardır. Tünel inşaatlarında yüksek gürültüden dolayı ayrıca bir güvenlik riski oluşturur, ses sinyalleri duyulamaz (*Norwegian Tunnelling Society*, 2015).

4.4.25 Kullanılan makine kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Yapı Makineleri ve makineler bağlı kazalarının proje türlerine bağlı dağılımı Tablo 4-23 te gösterilmiştir. Meydana gelen kazaların diğerlerine nazaran daha fazla olarak otoyol ve bina projelerinde gösterdiği anlaşılmaktadır. Tablo 4-23 (Gürcanli vd., 2008) belirtildiği gibi makinelerin kullanıldıkları inşaat sahası ve makine çalışmaları kapsamları aktiviteleri iş sağlığı ve güvenliği açısından önemli bir husustur. Bir proje içerisinde proje safhalarında bile değişiklik gösteren makine çeşidi doğal olarak makinelerin barındırdığı risklerin de değişkenlik göstermesine neden olmaktadır.

Tablo 4-23 Yapı iş makineleri kaynaklı : Ölüm ve/veya yaralanma ile sonuçlanan kazaların inşaat proje tiplerine bağlı dağılımı (Gürcanli vd., 2008)

	Ölümle sonuçlanan kazalar				**Yaralanma ile sonuçlanan kazalar**			
Proje Tipi	**Trafik Kazalarının Neden Oldukları**		**Araçların Neden Oldukları**		**Trafik Kazalarının Neden Oldukları**		**Araçların Neden Oldukları**	
	Sayı	**%**	**Sayı**	**%**	**Sayı**	**%**	**Sayı**	**%**
Bina	20	11.9	33	16	8	21.1	24	24,7
Otoyol	72	42.9	90	43.7	15	39.5	33	34
Diğer	13	7.7	31	15	2	5.3	7	7,2
Kanal	15	8.9	13	6.3	3	7.9	7	7,2
Baraj	15	8.9	19	9.2	3	2.6	8	8,2
Enerji İletim	5	3	7	3.4	3	7.9	1	1
Yıkım	1	0.6	1	0.5	1	0.0	8	8,2
Köprü	2	1.2	4	1.9	1	2.6	3	8.2
Demir yolu	21	12.5	0.0	0.0	2	0.0	2	0.0
Liman	3	1.8	6	2.9	2	0.0	2	2,1
Tünel	1	0.6	2	1	0	5.3	2,1	2,1
Toplam	168	100	206	100	38	100	97	100

İş makinelerinden kaynaklanan kazalarda belirli tip projelerdeki kaza oranlarının daha yüksek olması proje içindeki iş makinelerinin ağırlığı ile doğru orantılıdır. Aynı projede birden fazla makinenin bulunduğu içindeki projeler çıkarıldığında, istatistiklerde ölümlü ve yaralanmalı kazalar otoyol, baraj, kanal vb. inşaatlardadır.

Bunlar, aynı anda daha fazla makinenin kullanıldığı proje türleridir. İş makineleri tünel inşaatlarındaki mevcut çalışma sahası risklerinde önemli bir yere sahiptir. Özellikle otoyol projelerinde kazaların yaklaşık %40' ın ölümle sonuçlandığı çok önemli bir gerçektir. İnşaat makineleri ile diğer kaza türleri arasındaki dikkate değer fark, kazaların ciddiyetidir. İş makineleri yapıları gereği tarafından ağır olduklarından, çarpma, ezme vb. amaçlı olabilirler. İnşaat şantiyelerinde kullanılan birbirinden farklı olmakla beraber risk analizi noktasında kesişim kümelerinin fazla olduğu iş makineleri ile saha çalışmaları yapılmaktadır.

Tez kapsamında yapılan risk değerlendirmelerinde amaç, yalnızca genellikle iş makinelerinde gerçekleştirilen temel risk değerlendirme süreçlerinin bir biçimi olarak tüm tehlikeleri ortaya çıkarmak yerine tehlikelere ve iş kazaları için alınan önlemlere dikkat çekmektir. Risk değerlendirmesinin somut sonuçlarından biri de risk değerlendirmesi için hazırlanan formun profesyoneller tarafından kullanılabilecek bir formatta olmasıdır. İş sağlığı ve güvenliği alanında çalışan uzman mühendisler tarafından kolaylıkla kullanılabilen Tablo 4-24 te yer alan form sayesinde, ek riskler de dikkate alınarak her bir makine için risk değerlendirmesi yapmak mümkündür.

Tablo 4-24 Yapı Makineleri Risk Değerlendirme Formu

SIRA NO	TEHLİKE	RİSK	RİSK DEĞERLENDİRMESİ				ÖNLEM
			ŞİDDET	OLAB.LİK	RİSK SKORU	RİSK DÜZEYİ	
1	İş makinesini tecrübesiz ve/veya ehliyetsiz kişilerin kullanması	Her türlü kaza					İSG Yönetim sisteminin bir parçası olarak, araçların yetkisiz kişilerce sürülmesini önlemek için prosedürler uygulanmalıdır.
2	Aracın periyodik bakımının ve onarımlarının yaptırılmamış olması	Yangın , devrilme					Aracın periyodik kontrollerinin yürürlükteki mevzuat tarafından belirlenen sürelerde yaptırılması zorunludur.
3	Şantiye içerisinde uyulması gereken hız sınırlarının aşılması	Her türlü kaza					Saha sınırlarına uymayan operatörler cezalandırılmalı ve saha denetimleri güçlendirilmelidir.
4	Saha içerisinde ani manevra yapılması	Devrilme , yan yatma					Eğitimler operatörlerinin belirlenen kurallar çerçevesinde aracı çalıştıracak şekilde düzenlenmeli, düzenli ve yerinde gözlemler yapılmalıdır.
5	Araçların yürüyüş yollarına tecavüzü	Çarpma					Yaya yolları ile motorlu yolların birbirinden ayrılmasını sağlamalı ve yaya yollarındaki koruyucu korkulukların sayısı gözden geçirilip artırılmalıdır.
6	Araçların fren sisteminde arıza	Trafik kazası					Periyodik kontroller düzenli olarak yapılmalı ve operatörün işe başlamadan önce yapılması gereken kontrolleri günlük yapmasını sağlamalıdır.
7	Dengesiz yükleme ve fazla yükleme	Yükün çalışan üzerine devrilmesi					Yükleme işleminin yetkili kişilerce gerçekleştirilmesi ve yük dağılımının ayarlanması için yerinde eğitim gereklidir.
8	Telsizsiz işaretçi ile iletişim sağlanmaması	Kaza					İletişim, ayarlanmış bir telsiz sistemi tarafından sağlanmalıdır .

9	Araçların aydınlatma ve uyarı lambalarının yanmaması	Trafik kazası					Araçlar hava karardığında yanan park lambaları ile donatılmış olmalıdır.
10	Çalışmayan araçlarda anahtarın araçta bırakılması	Kaza					Araç sadece operatörün bildiği bir kelimeyle çalıştırılmalı ve operatör kontağı manuel olarak açmalıdır.
11	Makineye uygun olmayan ataşmanların kullanımı	Ataşmanların deformasyonuna bağlı malzeme düşmesi, devrilme vb. kazalar					Makinenin alındığı firmaya ve makine modeline uygun aksesuarların ancak yetkili kurumlar tarafından onaylandıktan sonra takılması sağlanmalıdır.
12	Geri ikaz lambasının ve sirenin çalışmaması	İnsanlara ya da malzemelere çarpma					Makineyi kabul ederken bir geri vites lambası ve siren bulunması standart prosedür olarak kullanılabilir. Ayrıca lambalar ve eksiz uyarılar düzeltilecek.
13	Rüzgarlı havalarda çalışma	Çarpma , devrilme , yan yatma					Rüzgarın artmasıyla birlikte aracın makineye bağlanan otomatik sayesinde izin verilen km/h değerinden daha büyük değerlerde araç çalışması durdurulmalıdır.
14	Operatörün telefonla konuşması, müzik dinlemesi	Dikkat dağılmasına bağlı kaza					Operatörlerin işyerinde telsiz dışında herhangi bir iletişim aracı kullanması yasaklanmalı ve makineden müzik dinlemesine izin verilmemelidir.
15	Karanlık ortamda çalışma	Nesnelere, insanlara vb. çarpma, devrilme					Gerekli yapay aydınlatmanın sağlandığı araç farlarının ve zeminde çalışanların reflektörlü yelek giymeleri sağlanmalıdır.
16	Islak ve gevşek zeminde çalışma	Zemin çökmesi sebebi ile bağlı devrilme					Şev kenarlarında zemin stabilitesinin kontrol edilmesi gerekmektedir.
17	Operatör kabinin ergonomik koşullarında yetersizlik	Dikkatinin dağılmasına bağlı kazalar					İş makinesi kabininin standartlara uygun halde olması sağlanmalıdır
18	Makine üzerinde gerekli teknik bilgileri içeren bilgilendirme etiketlerinin olmaması	Bilgi eksikliği kaynaklı hatalı uygulamalar					İş makinesi kullanım kılavuzlarının ve uyarıcı etiketlerin Türkçe ve okunabilir olması sağlanmalıdır.
19	Titreşim ve gürültü	Titreşim ve gürültüye nedenli sağlık bozulmaları					Yapılacak işe uygun KKD lerin kullanılması sağlanmalıdır

20	Bakım onarım	Uzuv sıkışması					Bakım onarımın araç çalışmıyorken yapılması , ve yetkili personeller tarafından yapılması gerekmektedir.
21	Yakıt depolama	Yangın					Yangın riski olan depo veya tankların yakınında ateşle yaklaşılması yasaklanmalı ve çevrelerinde yeteri kadar uygun yangın söndürücü ekipman bulunmalıdır.

4.4.26 Tünelde kaplama betonu yapılması öncesi donatı hazırlığı ve montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel inşaatlarında tahkimat işlemelerinin sonunda nihai kaplama beton imalatlarının hazırlık aşaması olan kaplama betonu donatı montaj işlemleri yapılır. Tünellerde kaplama betonu öncesi donatı uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-25 te verilmiştir.

Tablo 4-25 Tünellerde Kaplama Betonu Öncesi Donatı Hazırlığı ve Montajı Tehlike Tanımları

İmalat Türü		Tünelde Kaplama Betonu Öncesi Donatı Hazırlığı ve Montajı	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4. Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları

3	El aletiyle (pense vs) çalışma	1. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları
4	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanma ,Ölüm
6	Zararlı Gazlar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları

7	Elektrik	1. Demir montajı aşamasında donatı ile temas etme ihtimali bulunan elektrik hatlarının düzensiz bir halde sahada bulunması 2. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 3. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 4. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 5. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 6. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 7. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.27 Zeminde parça kopmaları kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel inşaatlarında zeminden kaynaklı riskler olarak karşımıza çıkan parça kopmaları gerek patlatma gerek mekanik kazı çalışmaları sonrasında karşımıza çıkan önemli riskler arasındadır. Zemin sınıfına ve yapısal özelliklerine bağlı tünelde yapılan çalışmalar sonucu titreşim etkisine bağlı olarak da gözlemlenen biri durum olmakla beraber parça kopmalarına karşı alınacak önlemler arasında zeminin hava ile olan temasını bir an önce kesmek, zemini desteklemek olarak sayılabilir.

4.4.28 Tünelde kaplama betonu öncesi invert betonu çelik kalıp montaj ve imalat hazırlığı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Nihai tünel kaplama betonundan önce tünel tabanının , invertin kalıp hazırlığı yapılır. Tez kapsamında tünel inşaatlarında taban kaplama invert betonunun çelik kalıp hazırlığı ve montajı sırasında karşılaşılması olası tehlike tanımları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-26 da verilmiştir.

Tablo 4-26 Tünelde Kaplama Betonu Öncesi İnvert Betonu Çelik Kalıp İmalatı Tehlike Tanımları

İmalat Türü		Tünelde Kaplama Betonu İnvert Çelik Kalıbının Hazırlanması ve Montajı	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
2	El aletiyle çalışma	1. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları
3	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
4	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

5	Zararlı Gazlar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları
6	Elektrik	1. Elektrik kablolarının tünel inşaatı sahasında düzensiz bir şekilde bulunması 2. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 3. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 4. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 5. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 6. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 7. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.29 Tünelde invert betonu dökülmesi sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünellerde nihai beton kaplamaları: invert ve kemer betonu olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Zeminin özelliklerine bağlı olarak invert betonu her zaman gerekmeyebilir. İnvert betonu yapılacaksa dahi tünel kemer beton uygulamasından önce yapılan bir uygulamadır. Beton döküm öncesi tünel kalıbının hazırlıklarının tamamlanmış ve projesine göre zemin izolasyonu ile donatı elemanlarının yerleştirilmiş olması gerekir. Bu kapsamda kara yolu tünel inşaatlarında invert beton dökülmesi uygulaması sırasında sahada karşılaşılması olası tehlikelerin neler doldukları ve olası tehlike kaynakları Tablo 4-27 de belirtilmiştir.

Tablo 4-27 Tünellerde İnvert Betonu Dökülmesi Sırasındaki Tehlike Tanımları

İmalat Türü		Tünelde İnvert Betonu Dökülmesi	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Beton	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (eldiven toz ve gaz maskesi) kullanmadan tünel çalışmaları yapmaları	Cilt, Solunum ve Akciğer Rahatsızlıkları, yaralanma
2	Parça düşmeleri	1. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 2. Alın kalıbı kurulumu ve kontrolü sırasında standartlara uyulmaması 3. Serbest kalıp parçaları	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
3	Titreşim	1. Deneyimli personellerin sahada çalıştırılmaması 2. Çalışanların saha içi ve yapılacak işte karşılaşılması olası risklere karşı bilgilendirilmemiş ve güvenlik tedbirleri almamış bir şekilde çalışması 3. Yapılması gerekli titreşim ölçümlerinin saha ve çevresinde yaptırılmaması	Yaralanma, stres
4	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
5	El aletiyle (Çekiç, balyoz, boru anahtarı vs.) çalışma	1. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 2. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik olarak yapılmaması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, ezilmeler uzuv yaralanmaları

6	Makine, Araç Kullanılması (Mobil Beton Pompası, sabit pompa , Trans milkser vs.)	1. Tünel içerisinde yeterli ve uygun aydınlatma yapılmaması 2. Araçlarda geri vites lambalarının, geri vites sesli uyarı sistemlerinin bulunmaması ,çalışır vaziyette olmaması 3. Araçların farlarının hareket halindeyken çalıştırılmaması, arızalı olması 4. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi. 5. Operatör belgesi ve tünel inşaatı tecrübeli makine operatörlerin yapım işinde çalıştırılmamaları 6. Araçların periyodik ve düzenli bakım ve kontrollerinin yapılmaması 7. Araç hareketinden önce çalışmayan ikaz ve uyarıcıların kontrol edilmemesi 8. Makinenin etkili çalışma alanında personellerin çalışması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
7	Kapalı Saha	1. Fosforlu acil çıkış yönlendirme ikaz ve tabelalarının tünelde yeterli miktarda bulunmaması 2. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırma ve havalandırmaların yapılmaması. 3. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 4. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 5. Saha içi aydınlatma ve havalandırma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması 6. Tünel çalışmalarında tek kişinin çalıştırılması	Havasız kalma, solunum rahatsızlıkları, stres
8	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm

9	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yanıklar, Ölüm
10	Zararlı Gazlar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları
11	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi. 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

4.4.30 Tünellerde kaplama betonu yapımı, kalıpların hazırlanması ve montajı sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünelde invert beton dökümü tünel içerisinde belli bir miktar ilerledikten sonra veya tamamlandıktan sonra kemer betonu uygulamalarına geçilir. Tünelde kaplama betonu kemer çelik kalıbının hazırlanması sırasında ve kalıp montajı sırasındaki tehlikelere ait tanımlar ve tehlike kaynakları Tablo 4-28 de belirtilmiştir.

Tablo 4-28 Tünellerde Kaplama Betonu Yapımı, Kalıpların Hazırlanması ve Montajı Aşamasındaki Tehlike Tanımları

İmalat Türü		Tünelde Kaplama Betonu Yapımı Kalıp Hazırlığı ve Montajı	
Risk No	Tehlike Kaynakları	Tehlikeler	Olası Riskler
1	Yüksekte Çalışma (düşme)	1. Çalışanlara yüksekte çalışma eğitiminin verilmemesi 2. Gerekli ve uygun tipte emniyet kemeri kullanılmaması. (iki metreden yüksekte yapılan çalışmalarda paraşüt tipi emniyet kemeri kullanmamak) 3. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 4.Uygun teknik özellikte çalışma sepetlerinin kullanılmaması.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
2	Taşıma aletleri kullanmadan taşıma yapılması(Kalıp parçaları montajı)	1. Personele İSG eğitiminin verilmemiş olması 2. Özellikle ağır malzemelerin taşıma ve nakil araçları ile değil de, elle ve tek başına yapılması. 3. Malzemelerin kaldırılmasında dizin kırılmadan, belin eğilmesi ve zorlanması 4. Yere malzeme bırakmada dizin kırılmadan belin eğilmesi ve zorlanması 5. Yüklerin kaldırılması ve taşınması genel kurallarına uyulmaması	Hareket ve Kas sistemi rahatsızlıkları
3	El aletiyle çalışma (Çekiç, vs.)	1. El aletleri bakım ve onarımlarının periyodik, düzenli olarak yapılmaması 2. Yetkin ve deneyimli olmayan personelin el aletleri kullanması 3. Yapılan çalışma sonrası el aletlerinin çevrede , ekipmanlarının da dağınık bırakılması, 4. El aletlerinin koruyucu muhafaza ve tertibatlarının sökülmesi 5. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Kesikler, uzuv yaralanmaları

4	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
5	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
6	Zararlı Gazlar	1. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması 2. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmamaları	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları
7	Elektrik	1. Elektrik hatlarının saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm

8	Yetersiz Aydınlatma	1. Saha içi alanlarda gerekli ve yeterli ışıklandırmaların yapılmaması. 2. Karanlık veya loş ortamlarda çalışma yapmak. 3. Elektrik kesintilerinde devreye girecek otomatik enerji /aydınlatma destek sistemlerinin olmaması 4. Saha içi aydınlatma elemanlarının rutin çalışma kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, göz rahatsızlıkları, göz bozukluğu , stres, ölüm
9	Zararlı Gazlar	1. Çalışanların uygun KKD (toz ve gaz maskesi) ve ekipmanlarını kullanmaması. 2. Personele KKD kullanılması konusunda gerekli eğitimlerin verilmemiş olması	Solunum bozukluğu, Solunum yolları Rahatsızlıkları
10	Elektrik	1. Elektrik hatlarının beton dökülen saha içerisinde düzensiz şekilde bulunması, elektrik hatlarının doğru yerden havai değil de yerden nakledilmesi 2. Tüm elektrikli ekipmanların doğru bir şekilde topraklamalarının iş başlamadan yapılmaması, düzenli kontrol edilmemesi 3. Tünel inşaatı tecrübeli elektrikçilerin saha işleri çalışmalarında bulunmamaları 4. Arıza ve bakımlara yetkisiz personel müdahalesi 5. Elektrik bakım ve kontrol ünitelerinin dış müdahalelere karşı kontrollü ve kilitli olmaması 6. Çalışanların sahada ve görev alanındaki riskler bakımından bilgilendirilmemesi.	Yaralanmalar , Organ Kayıpları , Ölüm
11	Yangın	1. Personellere acil durumlar /yangın eğitimlerinin verilmemesi 2. Yangına müdahale doğru ve yeterli ekipmanlarının sahada ulaşılabilir ve doğru noktalarda olmaması 3. Yangın söndürücülerin periyodik bakım ve dolumlarının yapılmaması 4. Yangın için acil durum eylemler planının planlanmamış olması 5. Yangın tatbikatlarının sahada yapılmamış olması	Zehirlenme, Yaralanma , ölüm

4.4.31 Aydınlatma kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünel inşaatları yer altı kazıları olduklarından dolayı tünel içlerinin ve çalışma sahasının çok iyi derecede aydınlatılmış alanlar olması gerekmektedir. Aydınlatma planlanırken aşağıdaki faktörler dikkate alınmalıdır:

- Tünel inşaat sahasında aydınlatmanın yeterliliği ve sürekliliğinin sağlanabilmesi amacıyla kullanılan ekipmanların düzenli olarak toza ve kire karşı kontrol edilmeleri gerekmektedir.
- Parlaklık dağılımı (farklı yüzeylerin/alanların aydınlık dağılımı) çok iyi ayarlanmış olması gerekmektedir.
- İnsan gözünün, karanlık ve aydınlık arasındaki geçişe uyum sağlama yeteneği (göz adaptasyonu), yaşa ve diğer fiziksel özelliklere göre ortamlar arası geçişte bir zaman alır. Kazaların önlenebilmesi adına ışık etkileri arasındaki farkın az olması gerekir.

• Tüm araç ve makinelerin aydınlatma ekipmanının sağlam ve çalışıyor olması gerekir.

4.5 Tünel Dışındaki Çalışmalarda Tehlike , Tehlike Kaynakları ve Olası Riskler

Tünel içerisinde var olan tehlike ve riskler kadar tünel dışı alanlarda ve tünel dışı çalışmalarda da olumsuz durumlar gözlemlenebilmektedir. Tünel sahası diğer inşaat sahalarında olduğu gibi bir proje bütünü olarak düşünülmeli alınacak tedbirler sadece tünel içi için kısıtlanmamalı tünel dışında yapılan çalışmalar için de gerekli ve yeterli tedbirler ve önlemler alınmalıdır.

4.5.1 Patlayıcı malzemenin depolanması ve taşınması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Patlayıcı maddelerin gerek taşınması gerek depolanması yürürlükte olan mevzuat hükümlerine göre yapılmalıdır. Patlayıcı madde deposunda yangın ve patlama, patlayıcının uygun olmayan yöntemle taşınması, kapsül ve fitillerin aynı yerde

taşınması, patlayıcıların yetkisiz kişiler tarafından taşınması tünellerde patlayıcı madde kaynaklı riskler arasındadır.

4.5.2 Toprak kayması sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Tünellerin yapılış gayelerinden biri olan ulaşımı zor, engebeli arazilere yapılamasından dolayı tünel yapılan bölgelerde : heyelan sonucu çalışanın toprak altında kalması, yeterli şev yapılmaması nedeniyle toprak kaymaları, toprak kaymasından dolayı tünel giriş ve çıkışının kapanması olarak sayılabilir.

4.5.3 Enerji sistemleri kaynaklı tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Yetkisiz personellerin jeneratöre müdahalesi sonucu elektrik çarpması, jeneratörde veya jeneratör kaynaklı yangın çıkması, jeneratörde patlama ve jeneratör çalışması sonucu ortaya çıkan gazların çevreye ve tünele yayılması gibi bir çok risk sayılabilir.

4.5.4 Beton santrallerindeki üretim sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Beton santralinde bulunan ekipmanlarla alakalı çalışanlara mesleki eğitim verilmiş olması gerekmektedir. hareketli konveyör bantta acil durdurma aparatının olmaması, trafo merkezinde yangın konveyör bantların bakımı ve temizliği sırasında çalışanın uzuv kaybı, çöktürme havuzlarına çalışanların düşmesi beton mikserlerinin karıştığı trafik kazaları, , beton santrallerinde, beton silolarında yüksekten düşme, beton mikserlerinin temizlenmesi sırasında kazalar kırıcı bunkerlerine çalışan düşmesi, kontrol merkezi , kontrol panolarında elektrik çarpmaları ve bunlar kaynaklı tehlikelerdir.

4.5.5 Araç bakım ve onarım atölyesindeki çalışmalar sırasındaki tehlike , tehlike kaynakları ve olası riskler

Araçların bakım ve onarımları sırasında sıkışmalar ve ezilmeler, uzuv kopmaları, kaynak işleri yapımı sırasında yangın ve patlamalar ve atölyelerde yağ değişimi sırasında düşme , yangın ve patlamalar olarak genellenebilir.

4.6 Tünellerde Risk Değerlendirmesi

Tez kapsamında yapılan Fine-Kinney ve FMEA yöntemleri kullanılmıştır. Kara yolu tünel inşaatlarında risk değerlendirmelerinin yapılması ve alınacak tedbirlerin neler olabileceği noktasında konusunun uzmanı İş Sağlığı Güvenliği Uzmanları ve tünel işlerinde tecrübeli ekip çalışanları ile sürekli istişarelerde bulunulmuştur.

Tünel inşaatları kendine has tehlikeleri bünyesinde bulunduran , özel uzmanlık, bilgi birikimi ve tecrübe gerektiren nitelikli bir yapım işidir. Bu noktadan hareketle spesifik bir yapım işi olan kara yolu inşaatı işinin yine kendine has bir takım özel riskleri ve genel riskleri bünyesinde barındırdığı görülmektedir. Tünel inşaatı yapım işinde olası tehlikelere bağlı riskler Fine-Kinney ve FMEA risk değerlendirme ve analiz yöntemleri ile detaylı bir şekilde tez kapsamında tanımlandırılmasına çalışılmıştır. Bahse konu risk analiz yöntemleri sayesinde, özelde kara yolu tünellerinde, genelde ise şantiyelerde benzer operasyonların tümünde projelerdeki mevcut veya olası risklerin değerlendirilmesi ve elde edilecek RÖS ler ile düzenleyici önleyici faaliyetlerin yürütülmesinin sağlanmasına yönelik bilgiler paylaşılmıştır.

Ekler 1-10 da yapılan risk değerlendirme tablolarında Fine-Kinney ve FMEA risk değerlendirme yöntemleri sentezlenerek bir tabloda sunulmuş olup bu şekilde risk değerlendirme yöntemlerinin birbirleri üzerindeki etkileşimlerinin daha kolay irdelenmesi amaçlanmıştır.

Fine-Kinney ve FMEA yöntemleri ile kara yolu tünel inşaatları yapım işi içerisinde yer alan imalat , makine ve diğer iş ve işlemler kaynaklı risklerin makul, kabul edilebilir risk düzeylerine indirilmesi için izlenen bazı adımlar şöyledir:

- Kara yolu tünel inşaatında olası tehlike tanımlarının doğru ve etkin yapılması,
- Yapılan işe uygun ve yeterlikte risk azaltıcı önlemlerin belirlenmesi,
- Kararlaştırılan risk azaltma önlemlerinin uygulanmasını sağlamak için bir eylem planı oluşturması adımları izlenmiştir.

Tez kapsamında Fine-Kinney ve FMEA risk değerlendirme yöntemlerinin detaylı, anlaşılabilir ve uygulanabilir olması için aşağıdaki detaylar saha çalışmalarında uygulanmıştır.

1. Tünel projesindeki imalatların iş bölümlerine ayrılması,

2. Her bir iş kalemi için tehlike tanımlarının yapılması ve tehlike kaynaklarının tanımlarının yapılması,

3. Tehlikelerden dolayı hangi çalışan, makine zarar göreceği , projenin aksayıp aksamayacağının değerlendirmesinin yapılması,

4. Tehlikelerden kaynaklı olarak oluşabilecek olayların tanımlanması,

5. İyileştirme çalışmaları öncesi risk değerlendirmesi,

6. Risk azaltıcı önlemlerin tanımlanması,

7. Risk azaltıcı önlemlerin uygulanmasında hangi çalışanların sorumlu olacağının belirlenmesi,

8. İyileştirme çalışmaları sonrası yeniden risk değerlendirmelerinin yapılması,

9. Risk değerlendirme sonuçlarının risk analiz verilerine göre yorumlanması

şeklindedir.

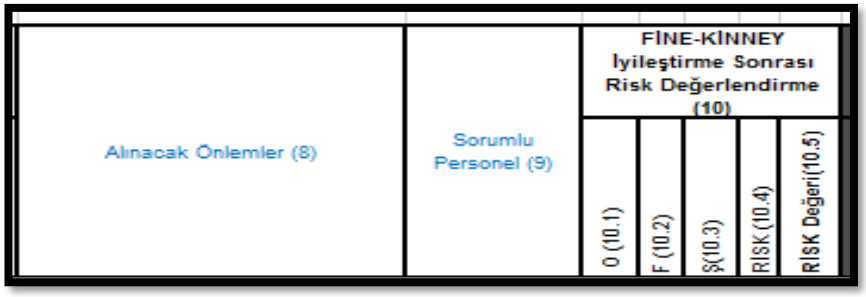
4.7 Fine-Kinney Analiziyle Risk Değerlendirmesi

Ekler (1-10) de sunulan bir kara yolu tünel inşaatına ait Fine-Kinney risk değerlendirme veri tablolarında genel hatlarıyla aşağıdaki parametler bulunmaktadır:



1. Risk Kodu
2. Tehlike Kaynakları
3. Tehlikelerin neler olduğu
4. Tehlikeden Kimlerin Zarar Görüp Etkilenebileceği
5. Tehlike Sonucunda Oluşabilecek Riskler
6. **Fine-Kinney** İyileştirme Öncesinde Risk Değerlendirme

6.1. Olasılık	6.2. Frekans	6.3. Şiddet	6.4. Risk Skoru	6.5. Risk Değeri



8. Alınacak Önlemlerin neler olduğu

9. Sorumlu Personellerin kimler olduğu

10. **Fine-Kinney** İyileştirme Sonrasındaki Risk Değerlendirmeleri

10.1. Olasılık	10.2. Frekans	10.3. Şiddet	10.4. Risk Skoru	10.5. Risk Değeri

Fine-Kinney yönteminin eksikliği: bazı olumsuz durumların sonuçları meslek hastalığı olarak neticelense dahi meslek hastalığının baz alınmaması olarak karşımıza çıkar. Oysaki, bazı durumların sonucu meslek hastalığıdır. Meslek hastalığı sonucuna götürecek durumlarda işyeri hekimlerinin görüş ve önerileri alınarak hareket edilmelidir.

Fine-Kinney yöntemi kullanılarak yapılan risk değerlendirmesinde kontrol önlemi almadan önceki risk değerlendirmesinde “Tolerans Gösterilmez Risk “ grubunda 20 işlem , “Esaslı Risk” grubunda” 52 işlem, “Önemli Risk” grubunda 79 işlem, “Olası Risk” grubuna dahil olan 46 işlem, “Önemsiz Risk” grubunda ise 1 adet risk değeri tespit edilmiştir.

Kontrol önlemi aldıktan sonra yapılan risk değerlendirmesinde ise : “Tolerans Gösterilmez Risk “ grubunda 1 işlem , “Esaslı Risk” grubunda” 21 işlem, “Önemli Risk” grubunda 54 işlem, “Olası Risk” grubuna dahil olan 91 işlem, “Önemsiz Risk” grubunda ise 31 adet risk değeri tespit edilmiştir.

Fine-Kinney Yöntemine Göre;

Risk değerlendirmesinde 1.0 SAĞLIK ana başlığı altında verilen 1.2. sırada yer alan “Ekipmanlar ve Gürültü ” tehlikelerinden kaynaklanan işlemde Fine-Kinney Risk Değerlendirme yöntemi uygulandığında ele alınan husus için olasılık değeri 10, frekans değeri 10, şiddet değeri ise 7 olarak değerlendirilmektedir. Böylelikle, risk sonucu 700 sayısal değeri aldığı görülmüştür. Bu ise “Tolerans Gösterilemez Risk” olarak nitelendirilmektedir. Bu işlemler adına alınabilecek önleyici tedbirler uygulandığında; olasılık değeri 3 , frekans değeri 10 , şiddet değeri ise 7 olarak belirlenmektedir. Böylelikle, risk skorunun sonucu 210 olarak görülmektedir. Tüm bu işlemlerden sonrada artık “Esaslı Risk” olarak nitelendirilmektedir

Risk değerlendirmesinde 2.10. KAZALAR ana başlığı altında verilen 2.10.8. sırada yer alan “Basınçlı Hava” tehlikelerinden kaynaklanan işlemlerde Fine-Kinney Risk Değerlendirme yöntemi uygulandığında olasılık değeri 6, frekans değeri 1, şiddet değeri ise 100 olarak değerlendirilmektedir. Böylelikle, risk sonucu 600 sayısal değeri aldığı görülmüştür. Bu ise “Tolerans Gösterilemez Risk” olarak nitelendirilmektedir. Bu işlemler adına alınabilecek önleyici tedbirler uygulandığında; olasılık değeri 3, frekans değeri 1, şiddet değeri ise 100 olarak belirlenmektedir. Böylelikle, risk skorunun sonucu 300 olarak görülmektedir. Tüm bu işlemlerden sonrada artık “Esaslı Risk” olarak nitelendirilmektedir.

4.8 FMEA (Hata Türü ve Etkileri Analizi) Analiziyle Risk Değerlendirmesi

Ekler (1-10) de sunulan bir Kara yolu Tünel İnşaatına ait Risk Değerlendirme Tablolarında FMEA risk değerlendirme veri tablolarında genel hatlarıyla aşağıdaki parametler bulunmaktadır:



1. Risk Kodu
2. Tehlike Kaynakları
3. Tehlikelerin neler olduğu
4. Tehlikeden Kimlerin Zarar Görüp Etkilenebileceği
5. Tehlike Sonucunda Oluşabilecek Riskler

7. FMEA İyileştirme Öncesinde Risk Değerlendirme

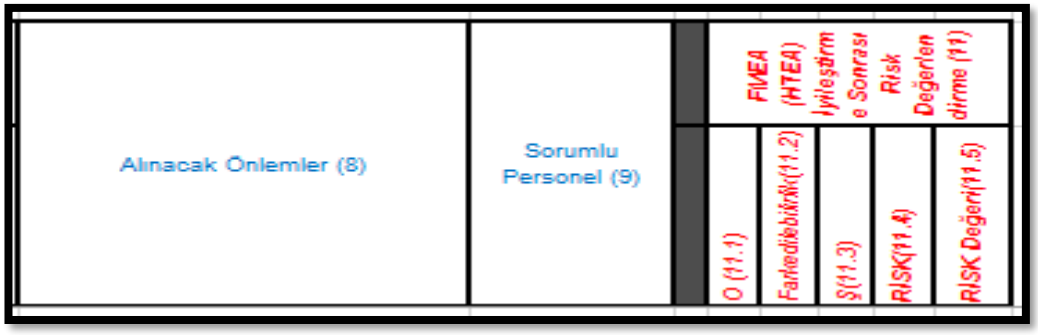
7.1. Olasılık

7.2. Farkedilebilirlik

7.3. Şiddet

7.4. Risk Skoru

7.5. Risk Değeri



8. Alınacak Önlemlerin neler olduğu

9. Sorumlu Personellerin kimler olduğu

11. **FMEA** İyileştirme Sonrasındaki Risk Değerlendirmeleri

11.1. Olasılık	11.2. Farkedilebilirlik	11.3. Şiddet	11.4. Risk Skoru	11.5. Risk Değeri

FMEA yöntemi kullanılarak yapılan risk değerlendirmesinde kontrol önlemi almadan önceki risk değerlendirmesinde "Mutlaka Önlem Alınması Gerekli " grubunda 113 işlem , "Önlem Alınabilir" grubunda" 82 işlem, "Önlem Almaya Gerek Yok" grubunda 3 adet işlem risk değeri tespit edilmiştir.

Kontrol önlemi aldıktan sonra yapılan risk değerlendirmesinde ise : "Mutlaka Önlem Alınması Gerekli " grubunda 19 işlem , "Önlem Alınabilir" grubunda" 58 işlem, "Önlem Almaya Gerek Yok" grubunda 121 adet işlem risk değeri tespit edilmiştir.

Tablo 4-29 da bir tünel inşaatı şantiyesinde, forkliftin rol aldığı saha çalışmalarında FMEA (HTEA) risk değerlendirmesi kapsamında risk unsurları ortaya çıkartılmış ve

bunların önemli ve öncelikli olanlarına iyileştirme önerileri getirilmiş ve bu sayede RÖS ortalaması düzeltme iyileştirme önerileri ve faaliyetleri sonrası risk değeri olarak makul seviyelere indirgenebilmiştir.

Tablo 4-29 da forklift kullanımına bağlı bir risk analizi örneği bulunmaktadır, risk analizinde tespit edilen hata türlerine bağlı olarak alınabilir önleyici faaliyet tedbirlerinin(DÖF) alınmasından sonra risk skorlarının indirgenebildiğine dair örneğine ait veriler Tablo 4-29 da yer almaktadır.

Tablo 4-29 Forklift Çalışması Risk Değerlendirmesi

Risk No	**Hatanın Cinsi**	**Önceki**				**Alınacak Tedbirler**	**Sonraki**			
		O	**Ş**	**F**	**RÖS**		**O**	**Ş**	**F**	**RÖS**
1	Sahada yayaya ayrılan yollardan gitme	3	7	5	105	Saha yaya yollarının şeritlerle ayrılması	2	7	4	56
2	Araca gerekli kontrollerin yapılmadan binilmesi	4	6	6	144	Forkliflere günlük / haftalık bakım ve takip föyleri asılmalı, bu formların doldurtulması sağlanmalı	3	6	3	54
3	Fabrikada belirlenmiş , forklift hız limitlerinin aşılması	3	7	4	84	Hız sınırlayıcı kullanılması	2	7	3	42
3	Kaldırılan yükün forkliftin bom yüksekliğini geçmesi	4	7	5	140	Operatörlere İSG duyarlaştırma eğitimi verilip, iş güvenliği yetkilileri tarafından gözetim altında bulundurulması	3	7	3	63
4	Forklifte kapasitesinden fazla yükleme yapma	4	6	5	120	Fazla yükleme durumunda forkliftin çalışması engelleyecek tertibatlar	1	6	2	12

						kullanılmalı				
5	Forklift operatörünün ehliyetinin, operatör belgesinin olmaması	4	8	5	160	Ehliyetsiz/Operatör belgesiz kullanımın engellenmeli	4	8	2	56
6	Alınacak yükün düzensiz istiflenmiş olması	5	5	6	150	Yük kaldırılmadan önce aşağıda gerekli kontrollerin yapılması sağlanmalı	3	5	3	45
7	Lastiklerin aşınmış olması	6	5	4	120	Tüm forkliftlerin lastikleri değiştirilmeli , aşınmış lastik kullanımı engellenmeli	4	5	3	60
8	Geri giderken ikaz lambası ve sesin çalışmaması	4	7	4	112	Günlük periyotlarla kontrol edilmesi sağlanmalı,	1	7	2	14
9	Akaryakıt alınırken cep telefonuyla konuşma veya sigara içme , ateşle yaklaşma	5	7	4	140	Yakıt pompacısının saha direktiflerini uygulatması, sistem kontrollerinin kameralarla desteklenmesi	3	7	2	42
10	Araca gerekli kontrolleri yapmadan binme	4	6	6	144	Forklifte günlük bakım takip föyleri asılıp, çalışan personel eğitilerek kullanım öncesi bunların doldurulması sağlanmalı	3	6	3	54
11	Bir araca yükleme yapılırken araç şoförünün araçtan inmemiş olması	3	6	6	108	Yükleme esnasında araç şoförünün araçtan inmesi sağlanmalı	2	6	4	48
12	Gece farların yanmaması	4	7	6	168	Araçlara far ve aydınlatma sensörü takılarak hava karardığı zamanlarda otomatik yanmaları sağlanmalı	3	7	3	63

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tünelcilik alanında iş sağlığı ve güvenliği açısından ülkemizde yapılmış çok sayıda çalışma bulunmadığı bilinmektedir. Lakin Tünel inşaatları için direkt yapılmış çalışma sayısı az olsa dahi, Fine-Kinney ve FMEA Analizleri ile yapılan risk değerlendirme çalışmalarının olduğu bilinmektedir. Tez kapsamında incelenen, araştırılan çalışmaların bazılarına ait özetler aşağıda verilmiştir:

Denek (2019), tarafından yapılmış olan çalışmada , Avrasya Tüneli Projesi NATM ile açılan kısımlarında JRA (Job Risk Assessment – İşe Özel Risk Değerlendirmesi) , 5x5 L Matris ile risk değerlendirmeleri yapılmıştır. Yapılan çalışmada: kazalar ve ramak kalalar değerlendirilmiş, olası kazaları engellemek adına , meydana gelmiş kazaların oluş biçimleri ve bu kazaların kök nedenleri ilgili risk değerlendirmelerinde karşılaştırılmıştır (Denek, 2019) tez kapsamında Denek in tezinden belirli ölçülerde faydalanılmıştır.

Pehlivanlı (2019) , tarafından yapılmış olan çalışmada , temelde Marmaray projesi özelinde tünel açma projelerinde AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) ile desteklenen ve önerilen risk hiyerarşi modellerinin güvenli bir çalışma ortamı sağlayabilmek adına sahada kullanımına dair çalışmalar yapılmıştır (Pehlivanlı, 2019).

Yıldırım (2016), tarafından yapılmış olan çalışmada , Fine-Kinney risk değerlendirmesi kullanılarak ,tünel inşaatlarında var olan bir çok kaza risklerine yönelik , iş sağlığı ve güvenliği kapsamında riskleri kabul edilebilir seviyelere çekebilmek adına alınması gereken önlemlere yer verilmiştir (Yıldırım, 2016).

Ceyhan (2012), tarafından yapılmış olan çalışmada: Marmaray projesi dahilindeki Üsküdar yer altı istasyon şantiyesi aç-kapa ve Yedikule tünel şantiyesindeki tehlikeler , risk değerlendirmeleri ve kontroller üzerine bir saha çalışması yapılmış ve bu kapsamda risklere karşı öneriler sunulmuştur (Ceyhan, 2012).

Bayraktaroğlu (2018) , tarafından yapılmış olan çalışmada bir üst yapı şantiyesinde belli olan veya belirsiz tehlikeler FMEA , Fine-Kinney ve 3T risk değerlendirmeleri ile ele alınmış olup , şantiye alanındaki olası tehlikelerin belirlenmesi ve azaltılmalarına yönelik değerlendirmelerde bulunulmuştur (Bayraktaroğlu, 2018).

Tez kapsamında incelenen diğer bir çalışma : 2011 yılında Zorluer ve Eleren tarafından yapılmıştır. Yaptıkları çalışmada; iş güvenliği ve iş sağlığına yönelik mevcut risklerin ilk seviyelerine göre azaltılmaları ve iyileştirilmesi için önlemler ele alınmaktadır. İnşaat sektöründe Hata Türü ve Etkileri (HTEA) analizi ile 3347 iş kazası incelenmiştir. Yapılan analizlerde kaza türlerine bağlı ölüm ve yaralanmalara bağlı oranlar , kazalardaki belirlenebilirlik ve kaza şiddetleri esas alınmış ve riskler hesaplanmıştır. Risk puanları yüksek olanlarda kaza türlerinin tehlikesinin de yüksek olduğu şeklinde sonuca ulaşılmıştır (Zorluer & Eleren, 2011).

Tezde ele alınan risk değerlendirme yöntemleri için yapılan risk değerlendirme uygulamalarında her bir risk ve tehlike FMEA yönteminde bağımsız olarak analiz edilir. Ancak Fine-Kinney yönteminde riskler ve montaj sürecinin aşamalarına ve gruplara göre riskler sınıflandırılır.

EKLER (1-10) de verilen: “kara yolu tünel inşaatı işi risk değerlendirme” çalışmasında iki yönteme göre gerçekleştirilen risk değerlendirme uygulamaları için karşılaştırmalar yapılmıştır. Karşılaştırılan FMEA ve Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemlerinin her ikisinin de; olasılık ve şiddet ortak olmak üzere üçer parametreleri bulunmaktadır.

İki metodun analizlerinde ; FMEA yönteminde “fark edilebilirlik” ve Fine-Kinney yöntemi için ise “frekans parametrelerinin algılanabilirliği”, çalışma kapsamında karşılaştırmalarının yapılabilmesinde kritik veriler olarak belirlenmişlerdir.

Yapılan risk değerlendirme çalışmalarında Fine-Kinney ve FMEA için öngörülen : R ve RÖS değeri olasılık ve şiddet parametre değerleri iki risk değerlendirme metodu için de ortaktır. Dolayısıyla hesaplamalardaki olasılık ve şiddet parametreleri etkisel olarak yakın değerleri almaktadırlar. Yapılan risk değerlendirme çalışmalarında öngörülebilen fark edilebilirlik parametresi ve frekans değerlerinin

detaylandırılmaları bakımından Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemindeki frekans parametresi daha geçerli değerler verir. Çünkü Fine-Kinney Risk değerlendirme yöntemindeki frekans değerleri öngörülmeden önce geçmişteki faaliyetler de referans alınarak değerlendirilmiştir. Ancak FMEA(HTEA) daki fark edilebilirlik değeri risk değerlendirmelerini yapan İSG uzmanlarının kendi mesleki tecrübe, kişisel risk güvenlik kat sayısına ve yorumlarına bağlı olarak değerlendirilmektedir.

Örnek verecek olursak tünel kazı sahası içerisinde toz tehlikesi sonucu çalışanın sağlık problemi riski için fark edilebilirlik değeri yüksek olan (8) değerini almıştır, ancak sıklık/frekans değeri ise düşük olan (6) değerini almıştır. Burada esas önemli nokta: tehlikenin fark edilebilirliği çok mümkün olmadığı sorusudur, çünkü tünel içinde çalışma yapacak personel çalışma alanın tozdan arındırılmış olmasını , fan tüplerin çalıştırılıp çalıştırılmadığını, tünele girerken mutlak surette fark edecektir. Ancak tehlikenin neden olduğu olayın/kazanın tekrarı, böyle bir durumdan kaynaklanan önceki verilerden elde edilen bilgisine kıyasla bize daha güvenilir sonuçlar verir.

Yukarıda tartışılan risk değerlendirme uygulamalarından alınan örneklerdeki karşılaştırmalar; değerlendirme uygulamalarında parametrelerinden FMEA için RÖS , Fine-Kinney için R değerleri ve kontrol yöntemleri göz önünde bulundurularak sürelere bağlı olarak alınması gereken önlemlerin tamamlanmalarına ait detayları göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Risk değerlendirmesi sırasında şirketteki riskler faaliyet kollarına ayrılarak analiz edilmiş ve iş kazaları ve meslek hastalıkları profesyonellerinin yapabileceği tehlikeler için gerekli önlemler belirlenmiştir. Alınan önlemlerin ardından risk skorları yenilendi ve iyileştirme sonuçları yeniden değerlendirildi. Böylece şirketin risk haritalaması olmuş ve günümüzde risk analizi uygulamalarında sıklıkla kullanılan iki yöntemin güçlü ve zayıf yönlerini karşılaştırmak mümkün olmuştur. Karşılaştırmanın ardından sektörel bazda hangi yöntemin en uygun olduğuna karar verilmesi noktasında görüş sunulmaya gayret edilmiştir.

Tez kapsamında yapılan FMEA ve Fine-Kinney Risk değerlendirme yöntemlerinin ikisinde de risklerin skorlarına bağlı risk değerlerinin çok yakın olduğu görülmüştür. FMEA risk değerlendirme yöntemi kullanılan kara yolu tünel inşaatlarındaki analiz sonuçlarında bulunan risk değerlerinin Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemi ile matematiksel işlemler sonucu bulunan sayısal değerlere bağlı risk değerlerinden "Önem Değeri" olarak bir alt kategoride bulunabildiği tespit edilmiştir.

Kullanılan risk analizlerinde tehlike kaynaklarına bağlı tehlikelerin azaltılabilmesi için yapılan engelleyici ve önleyici faaliyetler ile risk skorlarının düşürüldüğü düşürülemediği durumlarda her iki risk analizlerinde de ilave tedbirler sonucu risk değerlerinin kabul edilebilir seviyelere getirildiği görülmüştür. Lakin yapılan karşılaştırmalı risk değerlendirmelerinde kara yolu inşaatları yapım işinde Fine-Kinney risk değerlendirme yönteminin daha gerçekçi sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Önemli risklerin hem Fine-Kinney hem de FMEA risk değerlendirme yöntemlerinde hemen hemen eşit olarak dağılmış olduğu görülmüştür. Yapılan risk değerlendirmelerinde tünel inşaatı şantiyeleri için Fine-Kinney yönteminin daha hassas risk değerlendirme sonuçları verdiğini gördük.

Tanımlanan risk puanlama kısmında, Fine-Kinney yöntemi ile 1. derece risk grubunda bulunan bazı sonuçların, FMEA (HTEA) risk analizinde alt kategori olarak kabul edilebilecek orta düzeyde bir risk grubu olduğuna dikkat tespit edilmiştir.

Benzer şekilde risk değerlendirmelerindeki tehlikelere bağlı düzeltici-önleyici faaliyetlerden sonra risk skoru ve risk derecelendirmelerinin farklı kategorilere ait olduğu görülmüş ve Fine-Kinney yönteminin tünel inşaatı şantiyeleri risk analizinde FMEA (HTEA) ya nazaran gerçekçi sonuçlar verdiği sonucuna varılmıştır.

"Gidemediğin yer senin değildir" sözünden hareketle kara yolları hizmetlerinin en ücra yerlere dahi ulaşması amaçlanmıştır. Tünel inşaatları bu noktada özellikle; geçilmesi zor, sarp ve dağlık alanların geçilmesi veya güzergahların iyileştirilmesi ve hizmet düzeylerinin arttırılması adına kara yollarının asli unsurlarıdır. Tünel inşaatları: kara yollarının by-pass operasyonlarıdır.

Tünellerin kara yolundaki görevleri ne kadar önemli ise tünel inşaatlarının iş sağlı ve güvenliği açısından denetlenmesi ve risk değerlendirmelerinin yapılarak meydana gelmesi olası kazaların engellenmesi bir o kadar önemlidir.

Risklerin önlenmesi, sadece çalışanlar tarafından dikkat edilmesi ile mümkün olmadığı gibi işverenlerin insafına da bırakılamaz. Bu açıdan risklerin önlenmesi için: devletlerin, iş verenlerin ve çalışanların sorumlulukları paylaştığı bir mekanizmanın yürütülmesi ve mekanizmanın, mümkün mertebe standartlaştırılarak uluslararası geçerliliği olan bir güvenlik politikası haline getirilmesi gerekmektedir. Çünkü, tünel inşaatı "çok tehlikeli" işyeri tehlike sınıfları arasında yer almaktadır(*Mevzuat Bilgi Sistemi,* 2012)

Tünel yapımından kaynaklanabilecek iş kazalarını önlemek için tasarlanmış pek çok risk değerlendirme yöntemlerinden biri olan Fine-Kinney'in uygulanabilirliğinin, kullanılan parametrelerden dolayı risk değerleri açısından daha verimli olduğu gözlemlenmiştir .

Kazaların ve olayların oluşmasını önlemek amacıyla tünel imalatları öncesi, sırası ve sonrasında hatta gerekirse revize edilmiş Fine-Kinney: risk değerlendirme uygulamasının, fazla veri ile daha fazla işlevsellik ve saha uygulamaları açısından etkili çözüm ve öneriler sunar.

Şantiyenin her alanında alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinin önemi, tez kapsamında yapılan risk analizleri ile bir kez daha vurgulanmıştır. Fine-Kinney

yöntemi için kullanılan frekans parametresi; inşaat işlerinin geriye dönük değerlendirilmesine ve hatalardan ve kazalardan ders çıkarılmasına olanak sağlıyorsa, gerçek değerleri kullanma olanağını da sunar. Fine-Kinney metodunun, işlevsellik ve uygulanabilirliği ile tünel açma çalışma ortamlarında; tünel inşaatlarında hazırlamak için daha kapsamlı ve spesifik tehlike kaynaklarını ve iş sınıfını ele alan bir yöntem olarak değerlendirilmiş ve tünel inşaatlarında uygulanması daha faydalı olması beklenmektedir.

Kara yolu tünel inşaatlarında, sağlık ve mesleki risk yönetimi planlama çerçevesinde, öngörülen durumlarla gerçek durumlar arasında iyi ve kuvvetli bir bağlantı kurulması çalışmanın başarısı için önemli bir kriterdir.

Tez kapsamında kullanılan diğer bir risk analizi yöntemi FMEA'dır. FMEA risk değerlendirmesi yönteminin avantajları ve dezavantajları vardır. Tehlikelere yol açan hataları tespit etmek, proaktif çözümler üretmek için bir avantaj olabilir. Fark edilebilirlik parametresi bu durumda bir dezavantaj olabilir. Hatanın saptanabilirliği ne kadar yüksek olursa, veriler o kadar zayıf olur. Dolayısıyla hatanın olasılığı, şiddeti ve tespit edilebilirliğinde bulunan RÖS değeri , düşük tespit edilebilirliği nedeniyle önlem gerektirmeyen bir değerdir. Bu durum, etkisi ve olasılığı yüksek bir hataya yol açabilir. Ancak, hatanın kolayca tespit edilmesi açısından yüksek tespit edilebilirlik kazandığından, olası hatanın meydana gelmesi anında önlenebilir.

FMEA yöntemi tüm sektörlerde olduğu kadar sık kullanılmamakla birlikte üretim sektöründe özellikle proses hataları açısından tercih edilen bir yöntemdir.

Çalışma kapsamında tünel inşaatlarında aşağıda saptanan detayların iş sağlığı ve güvenliği noktasında :

1. Her işyerinde olduğu gibi kara yolları tünel inşaatlarında da amaç “Sıfır İş Kazası” dır.
2. Kara yolu tünel inşaatlarında olası ve/veya mevcut tehlikelerin tanımlarının işin ehli, tünel inşaatları yapım tecrübesi bulunan İSG uzmanları tarafından yapılmasının çok önemli olduğu görülmüştür.

3. NATM yöntemi: patlayıcı maddelerin imalat aşamasında yer alması sebebi ile patlayıcı maddelerle ilgi Kanun , Yönetmelik , Mevzuat ve sair yasal kural ve düzenlemelere uyulması zorunluluğunu da bünyesinde barındırır.
4. Tünel projesinde seçilecek risk değerlendirme yöntemlerinin çalışmalarda tehlike kaynaklarını kapsaması, kolay anlaşılır olması ve içeriğinde olması gerektiği ortaya konmuştur.
5. Risk değerlendirmelerinin yapılmasından daha önemlisi: risk değerlendirmelerinin sahada uygulanabilmesidir.
6. Ramak kala olayları ve iş kazasının meydana gelmesi durumunda risk değerlendirme raporu gözden geçirilmelidir, revize raporla hazırlanmalı ve gerekli kontroller mutlaka ilgili tanımlar ve risk derecelendirmesi yapılmalıdır.

Ciddi veya ölümcül hastalık riskinin bulunduğu durumlarda, tehlike ve risk değerlendirmelerinden biri veya birkaçı kullanılabilir. Hangi yöntemin kullanılacağına, olayın ve tesisin türüne göre risk analizinde kullanılan yöntemin özelliğine bakılarak karar verilir. Bazı durumlarda bir yöntemle çalışırken başka bir yöntem de kullanılabilir (Kirwan, 1992) .

Bu çalışmada kara yolu inşaatı, portal ve tünel içi kazı çalışmaları kapsamında risk analizlerinin sonuçları detaylı olarak incelendiğinde bazı iyileştirme ve düzenlemelerin yapılabileceği görülmektedir. Tünel portal ve tünel ayna kazısı çalışmalarında çalışanlar açısından alınması gereken önlemlerin bir kısmını şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Tünel inşaatları çok tehlikeli iş gruplarına dahil olduğundan işe başlayacak personelden ilgili sağlık kuruluşlarından alınmış ilgili işe uygun olduğunu belgeler evrakların bulunması gerekir.
- Personele işe başlamadan önce işbaşı , oryantasyon, ve mesleki bilgilendirme eğitimlerinin verilmesi gerekmektedir.
- Tünel giriş ve çıkışlarında gerekli ve yeterli ikaz ve uyarıcıların bulundurulması gerekir.
- Tünel girişlerinde tünel içerisinde bulunan kişilerin kayıt altına alınması sağlanmalı ve belli aralıklarla kontrol edilmelidir

- Çalışanların tünel içlerine araçlardan zarar görmeden ulaşabilecekleri ve saha personellerinin de yine sahada araçlardan tecrit edilmiş bir bölgede hareket etmelerine imkan verecek güvenlikli yaya yollarının yapılması gereklidir.
- Sahada işi olmayan çalışanların veya ziyaretçilerin bulunmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır.
- Gerek tünel içi gerekse sahada çalışan makine ve ekipmanların etkili menzillerinin dışında bulunulmalıdır.
- Tünel içerisinde havalandırmaların yeterli olması gerekmektedir.
- Tünellerde jeneratör bulundurulması zorunlu olmalıdır.
- Tünellerde risk analizlerinin yaptırılmış olması gerekmektedir.
- Tünel içerisinde düzenli oksijen seviyesi ölçümü yapılmalıdır.
- Çalışan personellere yaptığı işle bağlantılı KKD temin edilmeli , personellerin bu KKD leri kullanmaları sağlanmalıdır.
- Tünel içlerinde oksijen seviyelerinde beklenmeyen durumlara karşı sahada çalışanların olumsuz durumlarda ulaşabilecekleri yeteri miktarda gaz maskelerinin bulundurulması gerekmektedir.
- Acil durumlarda dışarıya tahliyeyi yönlendirecek fosforlu veya şarjlı yön tabelalarının bulunması gerekmektedir.
- Elektrik panoları açıkta olmamalı, kapakları kilitli ve sadece yetkili tarafından müdahale edilmelidir.
- Elektrik kesintilerine şarjlı, pilli ekipmanlar kullanılmalı ve güç kaynağı beslemeli aydınlatma sistemlerinin devreye girecek şekilde sisteme entegre edilmiş olmaları gerekir.
- Tünel içinde ve sahada tahrip olmuş , ezilmiş veya uygun olmayan elektrik kabloları kullanılmamalıdır.
- Tünel içerisinde elektrik kabloları yerden değil havai olarak iletilmelidirler.
- Kullanılan araçların geri vites sesli ikazlarının , aydınlatma ve sinyal ekipmanlarının tam ve çalışıyor olması gerekmektedir.
- Tünel içi istiflemenin uygun ve kontrollü yapılmış olması gerekmektedir.
- Tünel inşaatı işinde çalışan operatörlerin araçta çalışırken kulaklık takmalarına , radyo vb dinlemelerine müsaade edilememelidir.

- Tünel inşaatında tünele inmek için şaftın varsa şaftın ağız bölgesi çalışanların düşmelerini engellemek için korkuluk ile çevrilmelidir. Şafttan tünele inmek için asansör kullanılacaksa kullanılacak asansörün TSE standartlarına uygun olması gerekir.
- İşçilerin görev tanımları mutlaka yazılmalıdır.
- İşyerinde uyulması gereken güvenlik kurallarını içeren talimat veya küçük kılavuzlar hazırlanmalı ve işçilere dağıtılmalıdır.
- Taşeronların işlerinde güvenlik önlemleri almalarından sorumlu oldukları ve denetlenmeleri gerektiği açıkça yazılı olarak belirtilmelidir.
- İşyeri güvenliği kurallarına uyulması teşvik edilmeli, bunlara uyanlar takdir edilmeli, uymayanlar sözlü olarak uyarılmalı ve uyulmaması konusunda ısrar edenler için en ağır yaptırımlar uygulanmalı hatta gerekirse iş akitlerinin feshi yoluna gidilmelidir.
- Meslek hayatına ilişkin kanun, tüzük ve yönetmeliklerin hükümlerine uyulmalıdır.
- Kontrollü tünel patlatma operasyonu "Tehlikeli İşler" sınıfına girmektedir.
- Tehlikenin konusu, insanların yaşamlarıdır.
- Uzmanlık gerektiren ve güvenlik için olan bu çalışma mutlaka bu konuda belgeli ekipler veya kurumlar tarafından yapılmalıdır.
- İşçiler, yapacakları işle ilgili önlemler konusunda bilgilendirilmeli ve bu husus işçinin imzası alınarak belgelenmelidir.
- Yapılan işin niteliğine bağlı olarak işçilere KKD koruyucu ekipman verilmeli, işçilerinin bunları kullanması sağlanmalıdır.
- İşyeri gerek kişiler gerekse izleme ekipmanları tarafından denetlenmeli ve işyerinde güvenlik hakkında bir rapor hazırlanmalı ve değerlendirilmelidir.
- Meydana gelen kazalar hakkında ilgililere ve kişilere bilgi verilmeli, kazalar analiz edilerek belirlenmeli ve gerekli olanlar alınmalı ve uygulanmalıdır.
- Operatör belgesine sahip olmayan çalışanlar, işyerinde kullanılan iş makinelerini kullanamazlar.
- İş makinelerine aşırı yük koyulmamalı.
- Tünel çapı büyük ise kavak sökme işi kırıcılı makineler veya mobil vinçler ile yapılmalıdır.

- Kavlak sökümü yapanların mobil vincin sepetine veya işe uygun forkliftin platformuna emniyet kemerini takarak çalışmaları sağlanmalıdır.
- Geri vites ikaz ve uyarıları arızalı olan veya çalışmayan iş makineleri onarım yapılmadan tünelde çalıştırılmamalıdır.
- Tünellerde kullanılan iş makinelerinin egzoz gazının olumsuz etkisine karşı çalışanlara uygun KKD maske verilmelidir.
- Çalışanların tünele rahatça girebilmesi için yaya yolları yapılmalıdır.
- Tüneli toz ve zararlı gazlara karşı sürekli havalandırılmalı, gaz ölçümleri yapılmalıdır.
- Patlatma sonrası tünel yüzeyinde kalan kavaklar kontrol edilerek sökülmelidir.
- Tünelden insanlar geçerken, makineler durdurulmalı, insanlar duran makinenin önünden geçmeli sonrasında makine hareket etmelidir.
- Tünel içerisinde inşaat makinelerini yönlendirmek için bir işaretçi olmalı ve i ş makinelerinin manevra yapması için uygun manevra alanları oluşturulmalıdır.

- Olası bir yangını ve kaynak işinde bir patlamayı önlemek için, kaynak torcu aşırı ısınırsa kaynak işlemi durdurulmalıdır.
- Kaynak için kullanılan basınçlı tüpler rastgele yerleştirilmemeli, tüpler dik tutulmalıdır.
- Yeterince tüp tünel içinde kullanılmak üzere getirilmeli ve fazlası tünel dışında depolanmalıdır.
- Yangınlara karşı geri dönüşsüz emniyet valfleri kaynak tüpleri tercih edilmelidir.
- Kaynak çalışması yetkili kişinin çalışma alanındaki havanın uygun olduğuna dair onayı olmadan yapılmamalıdır.
- Kaynak makinesi, arıza veya elektrik kaçağı durumunda kontrol edilmeli ve düzeltilmelidir.
- Kaynak işi yapan işçi uygun KKD kullanmalıdır.
- Zararlı kaynak gazlar için gerekli sistem yerinde olmalıdır.
- Kaynak çalışması sırasında tünel içindeki suya özel dikkat gösterilmeli ve mümkün olduğunca kuru ortam sağlanmasına dikkat edilmelidir.

- Tünel içindeki elektrik panoları kilitlenmeli, yetkili kişi tarafından başka hiç kimse panolara müdahale etmemelidir.
- Yalıtkan tabanlı ayakkabılar elektrik panosuna müdahale edecek yetkili kişiye verilmelidir.
- Elektrik panoları tünelin içine rastgele yerleştirilmemelidir.
- Tünel içerisinde enerji hatları uygun yerlere asılmalı ve elektrik panolarında kaçaklara karşı, kaçak akım için röleleri bulunmalıdır.
- Elektrik panoları ve elektrikli iş ekipmanı uygun şekilde topraklanmalıdır.
- Tünele giren elektrik kabloları yıpranmamalıdır.
- Aşınmış kablolar değiştirilmelidir.
- Kablolar duvardan geçirilmelidir kabloların su ile temasından kaçınılmalıdır.
- Tünelde tehlikeli gaz varsa patlamaya dayanıklı malzeme kullanılmalıdır.
- Acil bir durumda, tünelin dışında veya içinde bilgi vermek için iletişim sistemleri mevcut olmalıdır.
- Taşkınlarının olabileceği tünellerde suyun geleceği yere su seviye ölçüm sistemi kurulmalıdır.
- Su seviyesinin tünel içerisindeki sınır değerleri belirlenmeli, su seviyesinin riskli sınır değeri aştığı durumlarda tüneldeki işçilerin tahliyesi sağlanmalıdır.
- Kontrol merkezi tünelindeki gaz miktarını sağlayan sabit gaz ölçüm sistemleri olmalıdır.
- Gaz miktarının limit değeri aştığı durumlarda işçilerin tünel içinden tahliyesi sağlanmalıdır.
- Tünelde kalıp çalışması uygun platformlar kurularak yapılmalıdır.
- Kalıpta yüksekten düşmeleri önlemek için düşme riskinin olduğu yerlerde toplu koruma önlemleri alınmalıdır.
- İksa veya çelik hasır montajı yapılırken uygun KKD ler (kişisel koruyucu donanımlar) çalışanlara sağlanmalıdır.
- Bulon,vida montajı kova içinde yapılmamalı, montaj için uygun platformlar kurulmalıdır.
- Çalışanlar, püskürtme beton makinelerinin elektrikli bileşenlerinden uzak durmalıdır.
- Püskürtme beton, açık aynalara vakit kaybedilmeden uygulanmalıdır.

- Operatör, tünele aynasına veya cidarlara shotcrete beton püskürtürken yeterli bir mesafede kalmalıdır.
- Püskürtme betonun imalatı sırasında çalışanlara uygun kişisel koruyucu ekipmanlar çalışanların püskürtmeden etkilenmemesi için sağlanmalıdır.
- İksaların gerek taşınmasında gerekse yerine montajında denge esası gözetilmelidir.
- Hasırın ve iksaların montajı sepetli vinç veya işe uygun platformlu forklift kullanılarak yapılmalıdır.
- İksa için kurulum talimatları eklenmeli ve tünel çalışanlarına tünel içindeki bulonlama işlemi sırasında oluşan gürültüye karşı koruma sağlamak için işitme koruması sağlanmalıdır.
- Toplu koruma önlemlerinin alınamayacağı destek uygulamalarında, çalışanlar için bir cankurtaran halatı olmalı ve çalışanlara emniyet kemerleri verilmelidir her türlü sıkışmayı engellemek için çalışanlar bu alandan uzak tutulmalıdır.
- Çalışan personele acil durumlarda yapılacaklar için eğitimler verilmeli.
- Tünel içerisinde acil tahliye alanları ve toplanma noktaları belirlenmelidir.
- Acil durum planları her 6 ayda bir İSG birimi tarafından gözden geçirilmelidir.
- Acil durumlara yönelik eylem planları iş başında hazırlanmalı ve sunulmalıdır.
- Acil durumlara yönelik eylem planları kaza, olay sonrası yenilenmeli, herhangi bir kaza/olay yoksa plana eklenmelidir.
- Yetkili personel tüm faaliyetleri izlemelidir.
- Acil durum uyarı sistemleri teşkil edilmeli ve kurulan sistemlerin düzenli aralıklarla çalışıp çalışmadığı kontrol edilmelidir.
- Tünel içi ile dışı arasındaki bağlantı ekipmanları sürekli kontrol edilmelidir.
- Patlayıcı malzeme deposu tünel sahası çalışma alanından uzak bir yerde kurulmalı.

- Patlayıcı deposunun etrafı düzgün ve standartlarına uygun bir şekilde tecrit edilmelidir.

- Yetkisiz kişilerin patlayıcı madde depo sahasına girmeleri engellenmelidir.

- Patlayıcı deposuna giren kişinin patlamalara karşı üzerindeki metal ve cep telefonu gibi radyasyon yayan aletlerini dışarda bırakılması sağlanmalı.

- Patlama tankının kilidi kıvılcım oluşturmayacak şekilde yalıtımlı yapılmalı ve kesici alet olarak kıvılcım önleyiciler kullanılmalıdır.

- Patlayıcı malzeme deposunda standartlara uygun aydınlatma ekipmanı kullanılmalı

- Patlayıcı deposunda uygun yangın söndürücüler bulunmalıdır.

- Patlayıcı malzeme deposuna girilmeden önce personelin üzerindeki statik elektriği boşaltacağı düzeneklerin bulundurulması gerekmektedir.

- Patlayıcı malzeme deposunda ne yapılacağına ilişkin talimatların depo sahasına bulundurulması gerekmektedir.

- Tünel dışındaki , şevlerde ve portallerdeki yer hareketleri sürekli izlenmelidir.
- Zemin hareketine bağlı tehlikeli bir durum gözlemlenirse iş derhal durdurulmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.
- Tünel dışındaki çalışma alanları olan yamaçlara uygun şevler yapılmalı.
- Yamaçlardaki ve şev başlarındaki serbest veya riskli olan kütleler veya kavlar kaldırılmalıdır.
- Tünel dışındaki yamaç şevlerinde zeminlerin sağlam olduğu kabul edilip eğimli şev kazısı yapılmazsa , şev yüzeylerine püskürtme beton püskürtülmeli veya serbest malzeme düşme riskine karşı güvenlik ağı serilmelidir.
- Jeneratör ve çevresi dış etkilere, yetkisiz kişilerin müdahalesini engellemek için tecrit edilmiş olmalıdır.
- Jeneratörler üzerinde sadece yetkili kişiler çalışmalıdır.
- Jeneratörler elektrik çarpmalarına karşı topraklanmalıdır .
- Jeneratörün kontrolleri ve bakımı uygun aralıklarla yapılmalıdır.
- Jeneratörün üzerlerinin dış etkilere karşı korunaklı yapılmalı ve ıslak ıslak ekipmanla kullanılması engellenmelidir.

- Jeneratörün hareketli parçalarına dokunulmamalıdır.
- Jeneratörün yakınında uygun yangın söndürücüler bulunmalıdır.
- Jeneratörü kullanma talimatları görülebilir bir yere asılmalıdır.
- Jeneratörler çalışır durumdayken yakıt dolumu yapılmamalıdır.

Tez kapsamında kara yolu tünel inşaatlarının ilk aşamadan, tünelin beton imalatları tamamlana kadar olan inşa ve imalat sürecinde potansiyel tehlikeler ve riskler ele alınmıştır. Kara yolu tünel inşaatlarındaki riskler: Fine-Kinney ve FMEA (HTEA) risk değerlendirme yöntemleri ile ele alınmıştır. Kara yolu tüneli inşaatlarında yapılan risk değerlendirme uygulamalarının karşılaştırılması sonucuna göre; Fine-Kinney metodunun, olası kaza ve olayı belirleme, alınabilecek önlemlerin belirlenmesi ve alınması, gözlem ve denetim yapılması açısından çalışanları; yaralanma, hastalanma, incinme, zehirlenme, uzuv kaybı gibi tehlike ve ölümlerden korumak adına FMEA (HTEA) risk değerlendirme metoduna nazaran daha etkili olduğu değerlendirilmiştir.

Türkiye'de: 2015-2020 yılları arasında tünel inşaatlarında toplamda "Meslek hastalığına tutulan sigortalı" sayısı : 7 (yedi) , "İş kazası sonucu ölen sigortalı" sayısı ise 111(yüz onbir) dir (*Sosyal Güvenlik Kurumu*) (Tablo 4.1) (Tablo 4.2).

Tünel inşaatları çok tehlikeli çalışma grubunda yer almaktadır. Tünel inşaatları sürekli imalatların olduğu bir şantiye sahasıdır. Her imalat içeriğinde farklı tehlike ve riskleri barındırmaktadır. Tez kapsamında yapılan araştırmalar, değerlendirmeler, bizi tünel inşaatlarında İş Sağlığı ve Güvenliği personellerinin tam zamanlı istihdam edilmesinin oldukça önemli bir konu olduğu sonucuna ulaştırmıştır.

Yapılan çalışmalar bizi şu gerçeğe götürmektedir: kara yolu tünel inşaatları gibi çok riskli grupta yer alan bir sahada hangi yöntemlerin birbirlerinin eksikliklerini tamamladığına bakılarak bütün riskleri ortadan kaldıracak çoklu risk analizlerinin bir arada kullanılmasının gerektiği gerçeğinin insan hayatı için oldukça önemli bir yeri olduğu aşikardır. Yapılan değerlendirmeler kara yolu tünel inşaatlarında aynı anda

birden çok risk değerlendirmesi yapmanın risk değerlendirmelerin hassasiyeti açısından oldukça önemli olduğunu göstermiştir.

6. KAYNAKLAR

6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. Geliş tarihi 17 Nisan 2022, gönderen https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf

6331 İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu. (2012). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6331.pdf

Akbay, D., Altındağ, R., & Şengün, N. (2019). Geleneksel Yöntemle Açılan Karayolu Tünellerinde Çalışanların Gürültü Maruziyetlerinin Değerlendirilmesi. *Journal of Polytechnic*, 1058. https://doi.org/10.2339/politeknik.495339

Akin, H. B. (2005). Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) ve Bir Uygulama. *Öneri Dergisi*, *6*(24), 271-278. https://doi.org/10.14783/maruoneri.680987

Aktaş, S. Ş. (2009). *Yeni Avusturya Tünel Açma Yöntemi İle İnşa Edilen Bir Tünelin Sonlu Elemanlar Yöntemi Kullanılarak Analizi Ve Değerlendirilmesi*. Yıldız Teknik Üniversitesi.

Arıoğlu, E. (2011). *Ergin Arıoğlu*. https://yapimerkezi.com.tr/PdfDosyalari/0f615a25-3d6a-4813-a284-6800f0efcad1-3b784b41-aa28-43b3-a763-542825d3dd2e.pdf

Arslan, M. (2015). *M. Arslan Bildiri Adana 2015*. 239-262. https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/af252422872a8d1_ek.pdf

Aycan, H. (2018).

Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (2012a). Resmi Gazete. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm

Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü. (2012b). Resmi Gazete. https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm

Bayraktaroğlu, Z. Ç. (2018). *3T Risk Değerlendirmesi, Fıne Kınney, Hata Türü Ve Etkileri Analizi (Fmea) Risk Analiz Yöntemlerinin Bir Üst Yapı Şantiyesinde Değerlendirilmesi*. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi.

Baysal, S., & Uykun, O. (2006). *5 Adımda Risk Değerlendirmesi*. İsag.

Bozkurt, M. (1987). *Tüneller Ders Notları*. İTÜ İnşaat Fakültesi Matbaası.

Ceyhan, C. (2012). *İş Güvenliği Ve Sağlığı Kapsamında Tehlikelerin Tanımlaması, Risklerin Değerlendirmesi Ve Kontrollerin Belirlenmesi Açısından ; Aç-Kapa Yeraltı İstasyonları Ve Tünel İnşaatı Üzerine Yapılan Bir Saha Çalışması*.

Chou, W.-I., & Bobet, A. (2002). Predictions of ground deformations in shallow tunnels in clay. *Tunnelling and Underground Space Technology*, *17*(1), 3-19. https://doi.org/10.1016/S0886-7798(01)00068-2

Council of The Europian Commuties. (1989). OPOCE. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A31989L0391

Çiçek, Ö., & Öçal, M. (2016). Dünyada ve Türkiye'de İş Sağlığı ve İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, *5*(11), 106-129.

Çukadar, N. (2021, Ağustos 14). *Tünel Açma Yöntemleri*. biŞantiye. https://www.bisantiye.com/tunel-acma-yontemleri-nelerdir/

Denek, H. (2019). *Tünelcilikte iş sağlığı ve güvenliği risk yönetimi Avrasya tüneli uygulaması* [Hacettepe Üniversitesi]. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/473484

Dursun, A. E., Terzioğlu, H., Yalçın, G., & Selek, M. (2017, Kasım 2). *Uluslararası Maden İşletmelerinde İSG Sempozyumu*. https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/8d3eefe2cdb3628_ek.pdf

Erzurumluoğlu, K., Köksal, K., & Gerek, I. (2015). İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapılması. *5. İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu*.

Fine, W. T. (1971). *Mathematical Evaluations For Controllin Hazards*. https://static1.squarespace.com/static/53fc3a1ae4b0ad5cecf6029e/t/582263d5ebbd1a0578a27971/1478648808354/BG0002-Fine-1971.pdf

Forklift Safety Reducing The Risk Guide (2. bs). (2006). https://www.ddlrecruitment.com/images/Forklift-Safety-Reducing-The-Risk.pdf

Fundamental principles of occupational health and safety. (2008). *Choice Reviews Online*, *39*(07), 39-3997-39-3997. https://doi.org/10.5860/CHOICE.39-3997

Gürcanli, G. E., Müngen, U., & Akad, M. (2008). Construction Equipment and Motor Vehicle Related Injuries on Construction Sites in Turkey. *Industrial Health*, *46*(4), 375-388. https://doi.org/10.2486/indhealth.46.375

Han, S. H., Kim, D. Y., Kim, H., & Jang, W.-S. (2008). A web-based integrated system for international project risk management. *Automation in Construction*, *17*(3), 342-356. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2007.05.012

İnsan Hakları Evrensel Bildirgesi – İnsan Hakları Derneği. (1999). https://www.ihd.org.tr/insan-haklari-evrensel-beyannames/

İş Kazası. Türkiye Genel Hizmetler İşçileri Sendikası. Geliş tarihi 28 Nisan 2022, gönderen https://www.genel-is.org.tr/is-kazasi,2,11660#.YmqiLlVBxhE

İş Kazası ve Meslek Hastalığı Genel Tanımı. (2020). https://www.ysahukuk.com.tr/makaleler/is-kazasi-ve-meslek-hastaliginin-genel-tanimi

Kaplan, S., & Garrick, B. J. (1981). On the quantitative definition of risk. *Risk Analysis*.

Kavvadas, M., Hewison, L. R., Laskaratos, P. G., Seferoglou, C., & Michalis, I. (1996). *Experiences from the construction of the Athens Metro*. 8.

Kaya, E., Ölmezoğlu İrİ, N. İ., & Takaoğlu, Z. (2018a). Risk Değerlendirmesi Ne Kadar Önemli? "İşveren Bakış Açısı". *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10-18.

Kaya, E., Ölmezoğlu İrİ, N. İ., & Takaoğlu, Z. (2018b). Risk Değerlendirmesi Ne Kadar Önemli? "İşveren Bakış Açısı". *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10-18.

Kinney, G. F., & Wiruth, A. D. (1976). *Practical Risk Analysis for Safety Management*. 27.

Kirwan, B. (1992). Human error identification in human reliability assessment. Part 1: Overview of approaches. *Applied Ergonomics*, *23*(5), 299-318. https://doi.org/10.1016/0003-6870(92)90292-4

Kontothanassis, P., & Koronakis, N. (2005). Design and Construction of NATM Underground Station Tunnel by Using the Forepoling Method in Difficult Conditions for Athens Metro. *Underground Space Use*, 265-270.

Köse, H., Gürgen, S., T Onargan, & Aksoy, C. (2007). *Tünel ve Kuyu Açma* (C. 1-256). D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları.

Leca, E., & Clough, G. (1992a). *Preliminary Design For NATM Tunnel Support In Soil*. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1992)118:4(558)

Leca, E., & Clough, G. W. (1992b). Preliminary Design for NATM Tunnel Support in Soil. *Journal of Geotechnical Engineering*, *118*(4), 558-575. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9410(1992)118:4(558)

Maden ve Taş Ocakları İşletmelerinde ve Tünel Yapımında Alınacak İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Önlemlerine İlişkin Tüzük. (1984).

Mak. Müh Oda Raporu İSG. (2012). https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/e2a852565a099c2_ek_0.pdf

Medeni, D. B. (2014). *İş Sağlığı VE Güvenliği Kapsamında Sorumluluk*. Erciyes Üniversitesi.

Mevzuat Bilgi Sistemi. Geliş tarihi 14 Nisan 2022, gönderen https://www.mevzuat.gov.tr/

Mevzuat Bilgi Sistemi. (2012). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=16909&MevzuatTur=9&MevzuatTertip=5

Mevzuat Bilgi Sistemi , Kanun Numarası 5510. Geliş tarihi 28 Nisan 2022, gönderen https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5510&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5

N.Dizdar, E. (2001). Kaza Sebeplendirme Yaklaşımları. *Türk Tabibler Birliği Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi*, 26-31.

Norwegian Tunnelling Society. (2015). https://nff.no/wp-content/uploads/sites/2/2020/04/Publication-24.pdf

Oğuz, Ö. (2010). *AB Direktifleri ve Türk İş Hukukunda Iş Sağlığı ve Güvenliğinde Işverenlerin Yükümlülükleri ve Işçilerin Hakları* [Anadolu Üniversitesi]. https://www.proquest.com/openview/a14ba0e1aca00abac28d2260ee6d5a79/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y

Özer, B. (2018). *İş Sağlığı ve Güvenliğinde Risk Değerlendirmesi*. Dokuz Eylül Üniversitesi.

Özkılıç, Ö. (2005). *İş Sağlığı ve Güvenliği yönetim Sistemleri ve Risk Değerlendirme*. TİSK. https://www.ozlemacademy.com/isgriskdegerlendirmesi

Pehlivanlı, U. (2019). *Safety risk assessment for tunnel construction: Application of AHP to Marmaray project / Tünel inşaatı projelerinde AHP kullanılarak kaza risklerinin değerlendirilmesi: Marmaray projesinde bir uygulama* [ODTÜ]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Rabcewiccz, L. (1964). *New Austrian Tunelling Method. Water Power*. 453-457.

Rejda ve McNamara—2014—Principles of risk management and insurance.pdf. Geliş tarihi 14 Nisan 2022, gönderen http://www.insurance-institute.ru/library/zothers/mcnamara.pdf

Saat, M. B. (2009). *İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Metodlarından Kontrol Listesi ve Maris Metodlarının Entegre Biçimde Bir İnşaat Şantiyesinde Uygulanması* [Gazi Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Singh, A., Hinze, J., & Coble, R. J. (1999). *Implementation of Safety and Health on Construction Sites*. CRC Press.

Singh, T. D., & Singh, B. (2006). *Elsevier Geo-Engineering Book 5: Tunnelling In Weak Rocks*. Elsevier.

Smith, N. J., Merna, T., & Jobling, P. (2006). *Managing risk in construction projects* (2nd ed). Blackwell Pub.

Sosyal Güvenlik Kurumu. SGK. Geliş tarihi 19 Temmuz 2022, gönderen https://www.sgk.gov.tr/Istatistik/Yillik/fcd5e59b-6af9-4d90-a451-ee7500eb1cb4/

Stamatis, D. H. (2003). *Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*. Quality Press.

Statistical analysis of major tunnel construction accidents in China from 2010 to 2020 | Elsevier Gelişmiş Okuyucu. https://doi.org/10.1016/j.tust.2022.104460

Tekin, A. M. (2009). *Risk Değerlendirmesi/Derecelendirmesi*. Maden. https://www.maden.org.tr

Timeis Asia Group Limited. Geliş tarihi 08 Mayıs 2022, gönderen http://www.asiatimegroup.com/Turkey/ProductCenter/showProduct.aspx?productid=821

Tünel Yapımı Sırasında Havalandırma. Geliş tarihi 08 Mayıs 2022, gönderen https://www.google.com/imgres

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası. Geliş tarihi 17 Nisan 2022, gönderen https://www5.tbmm.gov.tr/anayasa/anayasa_2018.pdf

Wang, Y.-M., Chin, K.-S., Poon, G. K. K., & Yang, J.-B. (2009). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *Expert Systems with Applications*, *36*(2), 1195-1207. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2007.11.028

World Health Organization. (2009). WHO Press.

Yıldırım, D. (2016). *EN-EZ İnşaat Yeşilovacık-Aydıncık arası tünel inşaatı şantiyesindeki iş güvenliği uygulaması ve risk değerlendirmesi / The occopational safety practices and the risk assesment in tunnel construction site between EN-EZ İnşaat Yeşİlovacık and Aydıncık* [Çukurova Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp

Zorluer, İ., & Eleren, A. (2011). *İnşaat Sektöründe İş Güvenliği ve Sağlığı Üzerine Risklerin Belirlenmesi ve Örnek Bir Uygulama*. 185-193.

EKLER

EK 10-1 NATM YÖNTEMİ TÜNEL RİSK DEĞERLENDİRMESİ : SAĞLIK . 230
EK 10-2 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Güvenlik 231
EK 10-3 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Çevre 239
EK 10-3 Devamı ve EK 10-4 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünel Aynasının Ekskavatörlerle Kazılması 242
EK 10-5 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünel Aynasında Yükleyici Makine İle Pasa Çekilmesi/Yüklenmesi. 247
EK 10-6 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünelde Püskürtme Beton Uygulaması (Islak ve kuru shotcrete). 251
EK 10-7 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünelde Jumbo Delici Makine ile Bulon ve Süren Delgisi. 266
EK 10-8 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünellerde Su Yalıtımı Yapılması (PVC membran montajı) 272

EK 10-9 NATM Yöntemi Tünel risk değerlendirmesi, özel işler-demir montajı ve çelik kalıp işleri. 279
EK 10-10 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi , Beton Dökülmesi. 285

EK 6-1 NATM YÖNTEMİ TÜNEL RİSK DEĞERLENDİRMESİ : SAĞLIK

EK. 1. : NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Sağlık

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
1.0	**SAĞLIK**																									
1.1.	Tüm personel	1.Personellerin işe giriş için sağlık muayenelerinin yapılmamış olması 2.Personellerin periyodik sağlık kontrol ve muayenelerinin yapılmaması. 3. Personellerin psikolojik ve fiziksel özelliklerinin yapılan iş için uygun olmaması 4.Hijyen şartlarının uygun olmaması	Tüm personelleri	1.Kazalar 2.Gün kayıplı olayların sayıca artması 3.İmalat miktarında azalma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	2	4	40	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Gerekli plan ve prosedürlerin uygulanması, 2.İşe giriş muayenesi yapılması, 3.Periyodik sağlık muayenesinin yapılması 4.Hijyen denetimlerinin yapılması, 5.Gözlem ve inceleme yapılması 6.Bilinçlendirme eğitimleri verilmesi	Pr. Müdürü, Tünel yap. müd., personel sorumluları (insan kaynakları birimi), işyeri hekimi, İSG uzmanı	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	3	2	4	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
1.2.	Ekipmanlar (gürültü kaynakları)	1.Tünel ve çevresinde aşırı gürültü oluşması 2.Gürültü kontrol ve tedbirlerinin alınmamış olması 3.Gürültü kaynağına çok yakın ve uzun süre çalışma 4.Yapılan işe uygun olmayan KKD kullanılması 5.Yapılan işe dair bilgi eksikliği eksikliği	Saha personelleri	1.İşitme kaybı 2.Psikolojik rahasızlıklar 3.Dikkat ve odaklanma bozuklukları 4. İletişim bozukluğu	10	10	7	700	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	10	9	5	450	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gerekli plan ve prosedürlerin uygulanması, 2.KKD kullanılması (kulak tıkacı vb.) 3.Gürültülü çalışmalardan kaçınma. 4.Uygun sıklıkta ekip değiştirilmesi 5.Aralıklı çalışma 6.Gürültü maruziyet ölçümlerinin yapılması 7.Periyodik ekipman bakımlarının yapılması 8.Eğitim ve bigilendirme 9.Gürültünün; absorbe edici örtüler ile engellenmesi ve sair tekniklerle azaltılması	Tünel yap. müd., kısım şefleri, İSG uzmanı	3,0	10	7	210	ESASLI RİSK	8	6	5	240	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 6-2 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Güvenlik

EK:2 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Genel İşler ve Güvenlik

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
NATM YÖNTEMİ İLE AÇILAN TÜNELLERDE GENEL İŞLERE DAİR RİSK DEĞERLENDİRMESİ																										
2.0	**GÜVENLİK**																									
2.1.	Alan/şaft güvenliği	1.Tünel iş sahası ve çevresinde güvenlik önlemlerinin alınmaması 2.Tünel sahasına izinsiz girilmesi 3.Ziyaretçilerin tünel sahasına alınması 4.Yapılan işe dair bilgi eksikliğisizlik 5.Tünel imalatı saha izleme personel ekipmanlarının olmaması 6.Tünel çalışma sahasına kontrolsüz giriş-çıkış yapılabilmesi	Güvenlik görevlileri, saha personelleri, 3. Şahıslar	1.Kazalar 2.Güvenlik ihlalleri 3.Trafik kazaları 3.Ölüm	6	1	40	240	ESASLI RİSK	7	10	9	630	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gerekli plan ve prosedürlerin uygulanması, 2.Şaft bölgelerinin bariyerle çevrilmesi 3.Gözlem (Güvenlik kameraları vd.) 4.Ziyaretçilerin bilgilendirilmesi 5.Ziyaretçilere refakat edilmesi	Pr. Müdürü, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı , güvenlik	3,0	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	6	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
2.2.	Tüm personel/ Alt yüklenici	1.Mesleki yeterlilik belgesinin/eğitiminin olmaması 2.Yapılan işe dair bilgi eksikliğisizlik 3.Yapılan işe uygun olmayan KKD kullanımı	Tüm personel	Kazalar, ölüm	6	1	40	240	ESASLI RİSK	7	2	9	126	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gerekli plan ve prosedürlerin uygulanması, 2.Konusunda uzman ekiplerle çalışma 3. Tüm personele iş başı ve İSG eğitimi , acil durum eğitimlerinin verimesi 4.İletişim ve Bilinçlendirme	Pr. Müdürü, tünel yapım müdürü, altyüklenici işveren temsilcileri, kısım amirleri, İSG uzmanı	3,0	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	1	9	45	ÖNLEM ALINABİLİR
2.3.	Tüm ekipman, aletler ve malzemeler	1. Standart dışı , uygun olmayan alet, makine ve malzeme kullanılması 3. Bakım onarımın yapılmamış olması 4. Hatalı / uygun olmayan imalat çalışmaları	Saha personelleri	Kazalar, yaralanma, ölüm	3	2	100	600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	5	3	10	150	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Satın alma prosedürünün uygulanması 2.Kanun, standart, yapım yöntemi, 3.Sertifikalı ekipman ve ürün kullanılması 4.Test/gözlem , düzenli bakım onarım	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	2	100	200	ESASLI RİSK	3	2	10	60	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-2 Devamı

2.4.	Tüm operasyonlar	1.Eksik proses ve eksik imalat kontrol	Tüm personel	Kazalar yaralanma, ölüm	6	1	100	600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	7	2	10	140	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Operasyon ve proses kontrol önlemlerinin uygulanması 2.İletişim 3.DÖS ve RÖS 4.Yönetim/gözetim/denetim 5.Ustalık/ehliyet/bilinçlendirme	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı , Güv.Görevli.	3,0	1	100	300	ESASLI RİSK	5	1	10	50	ÖNLEM ALINABİLİR
2.5.	Yüksek riskli özel operasyonlar	1.Tünel imalatı işine özel İSG planı uygulanmaması 2.Tünel inşaatına dair gerekli izin / müsaade sisteminin uygulanmaması 3.Patlatma yapılacak kazı çalışması için ilave ve özel risk değerlendirmesi yapılmaması	Saha personelleri	Kazalar, yaralanma, ölüm	6	6	100	3600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	7	8	10	560	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel İSG planının uygulanması 2.İş izin prosedürünün uygulanması 3.Eğitim ve bigilendirme 4.İşe uygun KKD 5.Patlatma yapılacak kazı çalışması için ilave ve özel risk değerlendirmesi yapılmalı	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	3,0	6	100	1800	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	5	4	10	200	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
2.6.	Acil durumlar	1.Tünel inşaatı için acil durum planının yapılmaması 2.Tünel İnşaatı için kurtarma planının yapılmaması 3.Tünel inşaatında çalışacak personelde ustalık/ehliyet/bilinç olmaması 4.İlgili resmi kurumlarla (itfaiye, hastane vb.) irtibatın olmaması	Tüm çalışan personeller	Ölüm, acil durumlar	6	1	100	600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	2	10	160	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gerekli plan ve prosedürlerin uygulanması, 3.Acil durum alarm sistemi kurulması 4.Ustalık/ehliyet/bilinç arttırılması 5.Tatbikat yapılması 6.İdarelerle (itfaiye , hastane) iletişimin arttırılması 7.Gaz vd. duman ölçüm sistemleri kurulması	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	3,0	1	100	300	ESASLI RİSK	6	1	10	60	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-2 Devamı

2.7.	Su baskını	1.Tünel kazısı sırasında yüzey suyu baskınları 2.Su siperlerinin dayanamaması 3.Tünel acil durum uyarı sisteminin olmaması / yetersiz acil durum müdahalesi	Tüm personel	Ölüm, yaralanma, şaftı , aynayı su basması, boğulma, elektrik çarpmaları	6	2	100	1200	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	3	10	240	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Risk kontrol yöntemlerinin kontrol edilmesi ve uygulanması 2.Risk kontrol yöntemlerinin sahada uygulanması 3.Personelleri bilinçlendirme	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı , güvenlik görevlileri	1,0	2	100	200	ESASLI RİSK	6	1	10	60	ÖNLEM ALINABİLİR
2.8.	Yangın	1.Patlayıcı/parlayıcı maddeler kaynaklı riskler 2.Alevlenebilir/kolay alevlenebilir 3.Tutuşma riski olan malzemeler 4.Uygun olmayan kontrol yöntemleri	Tüm personel	Ölüm, şaftta, alanda yangın, yaralanma	6	6	100	3600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	7	10	560	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Risk kontrol yöntemlerinin uygulanması 2.Yüksek güvenlik önlemleri 3.Önlemlerin alınması ve gözlemlenmesi 4.Yangın söndürme ekipmanları ve bakımı 5.Eğitim ve bigilendirme 6.Yangın algılama sistemleri	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, idare amiri, kısım şefleri, İSG uzmanı	1,0	6	40	240	ESASLI RİSK	6	5	10	300	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
2.9.	Göçük	1.Mesleki yeterlilik / bilgisizlik 2.Ekipman/makine arızası 3.Kontrolsüz Araç/Taşıt/İş Makinesi	Saha personelleri	Ölüm, ekipman/malzeme şafta düşmesi, yaralanma	6	3	100	1800	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	5	10	400	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Önlemlerin gözlenmesi 3.Ekipman kontrolü 4.Sertifikalı operatörler 5.Eğitim ve bigilendirme 6.Uygun kazı yöntemi	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	3,0	3	4	36	OLASI RİSK	6	3	10	180	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK. 2 NATM Yöntemi Tüneli Risk Değerlendirmesi, Kazalar

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
NATM YÖNTEMİ İLE AÇILAN TÜNELLERDE YAPILAN GENEL İMALATLAR																										
2.10.	**KAZALAR**																									
2.10.1	Ekipman	1.Hareketli malzeme/araç ve ekipmanlar 2.Mekanik arızalar 3.Belgesiz/ehliyetsiz operatörler 4.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik	Tüm personel	1.Ölüm 2.Arıza 3.Çarpma , parçalanma 4.Bozulma	6	3	40	720	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	6	9	432	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İş Ekipmanlarının kullanımında sağlık ve güvenlik şartları yönetmeliği ve ilgili diğer prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem 3.Ekipmanların test ve denetimlerinin yapılması 4.Düzenli bakım 5.Sertifikalı operatörler 6.Eğitim ve bigilendirme	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı , güvenlik görevlileri	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	6	2	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
2.10.2	Elektrik işleri	1.Yüksek voltaj sebebiyle endüksiyon 2.Ark 3.Aktif elektrik hatları 3.Doğrudan temas 4.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik	Tüm personel	1.Ölüm, 2.Elektrik şoku 3.Ark sebebi ile yanma	6	3	100	1800	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	6	10	480	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Elektrik iç tesisleri yönetmeliğinde belirtilen önlemlerin alınması 2. Elektrik tesislerinde topraklamalar yönetmeliğinde belirtilen önlemlerin alınması 3. Düzenli bakım , test ve denetim 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Düzenli bakım ve gözetim 6.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 7.Eğitim ve bigilendirme 8.Kaçak akım rölesi kullanılması	Pr. Müdürü, tünel yapım müdürü, şantiye şefi, müdürü, elektrik mühendisi kısım şefleri, İSG uzmanı	1,0	3	100	300	ESASLI RİSK	6	4	10	240	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 6-2 Devamı

2.10.3	Yük kaldırma	1.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 2.Dengesiz ve yanlış yük kaldırma 3.Kaldırma aracı hatası ve aracın dengesiz kurulması 4.Kaldırma ekipmanı hatası 5.Mekanik arızalar 6. kaldırma aracının ve kaldırma ekipmanının aşırı yüklenmesi 7. Olumsuz hava koşulları 8.Kaldırma ekipmanının kontrolsüz kullanılması 9.Operatör harici personel taşınması, personellerin kaldırılması 10.Tünel çalışma sahasının temiz ve düzenli olmaması 11.Tünel çalışma kurallarına uyulmaması	Saha personelleri	1.Çarpma/parçalanma 2.Bozulma 3.Can kaybı 4.Yaralanma, 5.Mal ve zaman kaybı	1	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	2	4	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Gözetim ve proseslerin uygulanması 2.Ayrıntılı kaldırma planı yapılması 3.İşe uygun ekipman seçilecektir. 4.Belgeli operatörler ve yetkin personel 5.Bilinçlendirme eğitimi 6.Kaldırma planının gözden geçirilmesi ve varsa eksikliklerin düzeltimesi 7.Kullanılacak ekipmanların düzenli bakımı , test ve denetimi 8. Yükü kaldırmadan önce tüm ölçü ve denge şartlarının iyi belirlenmiş olması 9.Periyodik bakım raporları kontrol edilmiş olmalı 10.Ekipman kullanılmadan önce kontrol formu kontrol edilmesi 11.Varsa hata kayıtları tutularak saklanmalı 12.Sağlam ve dengeli zemine kurulum yapılmalı 13.Destek ve denge ayakları uygun kurulmalı 14.Dengeli yükleme yapılmalı 15.İşin niteliği ve ihtiyaca uygun özellik ve kapasitede kaldırma materyali kullanılmalı 16.Kaldırmadan önce çalışma güvenliği irdelenmeli 17.Kaldırma donanımı doğru ve güvenli şekilde saklanacaktır. 18.Kaldırma planının oluşturulması ve uygulanması.	Kaldırma işleri personelleri, operasyon yöneticisi, vinç operatörleri	0,5	3	40	60	OLASI RİSK	1	1	9	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-2 Devamı

2.10.3	Yük kaldırma	1.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 2.Mekanik arızalar 3.dengesiz ve yanlış yük kaldırma 4.Kaldırma aracı hatası ve aracın dengesiz kurulması 5.Kaldırma ekipmanı hatası 6.Kaldırma ekipmanının kontrolsüz kullanılması 7. kaldırma aracının ve kaldırma ekipmanının aşırı yüklenmesi 8. Olumsuz hava koşulları 9.Operatör harici personellerin taşınması, personellerin kaldırılması 10.Tünel çalışma sahasının temiz ve düzenli olmaması 11.Tünel çalışma kurallarına uyulmaması	Saha personelleri	1.Çarpma/parçalanma 2.Bozulma 3.Can kaybı 4.Yaralanma, 5.Mal ve zaman kaybı	1	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	2	5	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	19.İşaretçi ve vinç operatörlerü arasında sürekli ve etkin bağlantı kululmuştur. 20.İletişim kaybolduğunda kaldırma işlemi durudurlmalı 21.Mobil vinç hareket alanı açık ve tecrit edilmiştir. 22.Çalışma alanına giriş ve çıkışlar kontrol altındadır. 23.İşaretçi ve operatörler her zaman birbirlerinin etkili görüş alanındadır. 24.Yük askıda veya Araç/Taşıt/İş Makinesita iken vinç daima operatör kontrolündedir. 25.Alandaki tüm personel uygun KKD kullannacaktır. 26.Ekipmanın güvenli çalışma yük miktarı bilinmelidir. 27.Vinç iş bitiminde "Park" konumunda ve kilitli olarak terk edilecektir. 28.Mümkün mertebe kılavuz halatlar kullanılmaktadır. 29.Kaldırmadan önce otomatik güvenli yük göstergesinin (ASLI automatic safe load indicator) çalışması. 30.Kaldırma planının uygulanması. 31.Çalışmaya yalnızca uygun hava koşullarında izin verilir 32.Standartalara bir sepet veya platform kullanılmalıdır. 33.Kaldırma işleri personelleri ilaç, uyuşturucu, alkol suistimali yoktur. 34.Kullanımı biten donanım uygun ortamda saklanacaktır. 35.Kaldırma işleri personellerinin sağlık engeli yoktur. 36.İş yüküne göre gerekli olduğunda vardiya uygulanacaktır.	Kaldırma işleri personelleri operasyon yöneticisi vinç operatörlerü	0,5	3	40	60	OLASI RİSK	1	3	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-2 Devamı

2.10.4	Yüksekte çalışma	1.Kullanılan farklı ekipmanlardan etkilenme olasılığı 2.Güvenli olmayan/riskli platform kullanımı 3.Platformun devrilmesi/yıkılması 4.Risk kontrol önlemlerinin alınmaması /eksikliği 5.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 6.Malzeme devrilmesi / düşmesi	Saha personelleri	1.Düşen cismin çarpması 2.Yüksekten düşme 3.Ölüm	3	1	100	300	ESASLI RİSK	6	2	10	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gerekli prosedürler uygulanmıştır. 2.Gözetim yapılmalıdır. 3.Ekipman ve iskele malzemelerinin gerekli denetim yapılmalıdır. 4.Periyodik bakım ve onarım 5.Mesleki yeterliği olan çalışan 6.Eğitim ve bigilendirme 7.Çalışma platformlarına eteklik yapılması 8.Paraşut tipi emniyet kemeri kullanımı ve gerekiyorsa yaşam halatı kurulması.	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı , güvenlik görevlileri	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	4	0,5	10	20	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
2.10.5.	Sıcak işler	1.Uygun olmayan KKD kullanılması 2.Tünel iş ekipmanın hatalı kullanımı 3.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 4.Tünel iş ekipmanın bozulması	Saha personelleri	1.Ciddi yaralanma 2.Yanma	3	2	40	240	ESASLI RİSK	5	3	9	135	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Düzenli bakım 2.Mesleki yeterliliğe sahip kaynakçı denetimi 3.Uygun KKD kullanılması 4.Prosedürlerin uygulanması sağlanacak 5.Kaynak ekipmanlarının test ve 6.Bilinçlendirme ve eğitim	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	3	0,5	9	13,5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
2.10.6.	Soğuk işler	1.Tünel iş ekipmanın bozulması 2.Tünel iş ekipmanın hatalı kullanımı 3.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 4.Uygun olmayan KKD koruyucu	Saha personelleri	1.Çarpma/parçalanma 2.Bozulma 3.Dolaşım sistemi bozukluğu	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	4	3	6	72	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem 3.Ekipmanların test ve denetimi 4.Düzenli bakım 5.Mesleki yeterliliğe sahip çalışan 6.Eğitim ve bigilendirme 7.Uygun KKD kullanılması	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	2	1	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-2 Devamı

2.10.7.	Aletler	1.Ekipmanın bozulması 2.Ekipmanın hatalı kullanımı 3.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 4.Uygun olmayan KKD 5.Elektrik kaçakları	Saha personelleri	1.Ciddi yaralanma 2.Parçalanma 3.Elektrik çarpmaları	3	2	40	240	ESASLI RİSK		6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem 3.Ekipmanların test ve denetimi 4.Düzenli bakım 5.Mesleki yeterliliğe sahip çalışan 6.Eğitim ve bigilendirme	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı Güv.görevlileri	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK		4	2	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR
2.10.8.	Basınçlı hava	1.Ekipmanın bozulması 2.Ekipmanın hatalı kullanımı 3.İş ekipmanın hatalı kullanımı 4.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 5.Basınçlı hava tankı patlaması	Saha personelleri	1.Ölüm 2.Çarpma/parçalanm 3. Yüksek basınca etkisine maruziyet	6	1	100	600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK		8	2	10	160	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem 3.Ekipmanların test ve denetimi 4.Düzenli bakım (Korozyona karşı) 5.Mesleki yeterliliğe sahip çalışan 6.Eğitim ve bigilendirme	İnşaat müdürü, amirleri, İSG uzmanı	3,0	1	100	300	ESASLI RİSK		5	1	10	50	ÖNLEM ALINABİLİR
2.10.9.	Elle çalışma	Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik , yanlış yöntem uygulanması	Saha personelleri	1.Ciddi yaralanma 2.Parçalanma	1	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK		2	7	6	84	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Genel ve özel prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem ve denetim 3.Bilinçlendirme ve eğitim 4.Uygun KKD kullanılması	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	0,5	6	15	45	OLASI RİSK		1	4	6	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
2.10.10.	Taşıma	1.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda arıza 2.Tünel içi ve dışında trafik kurallarına uyulmaması 3.Ustalık/ehliyet/Bilgisizlik 4.Malzeme devrilmesi/düşmesi düşmesi/yuvarlanması/devrilmesi 5.Araç/Taşıt/İş Makinesi görüş alanını kaynaklı riskler	Saha personelleri	1.Trafik kazaları 2.Yaralanma 3.Ölüm	6	2	40	480	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK		8	3	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İş güvenliği planlarının uygulanması 2.Gözlem 3.Düzenli bakım 4.Uygun park alanlarının kullanımı 5.Ekipmanların test ve denetimi 6.Uygun uyarı sistemleri 7.Trafik sigortası yaptırılması 8.Bilinçlendirme ve eğitim 9.Mesleki yeterliliğe sahip personel çalıştırılması 10.Onaylı güzergâh kullanımı ve Araç/Taşıt/İş makinelerin izlenmesi 11.Düşme/yuvarlanma/devrilme önleyici / engelleyici ve hız sınırlayıcı sistemler kullanılması	İnşaat müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı Güv.görevlileri	3,0	2	40	240	ESASLI RİSK		5	1	9	45	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-3 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Çevre

EK. 3 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Çevre

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)				Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F. (6.2)	Ş(6.3)	RISK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F. (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
NATM YÖNTEMİ İLE AÇILAN TÜNELLERDE GENEL İMALATLAR																									
3.0	**ÇEVRE**																								
3.1.	Gürültü	1.Tünel sahasında aşırı gürültü 2.Gürültü kontrol ve tedbirlerinin alınmamış olması	Saha personelleri, çevre sakinleri	1.Toplumun tepkisi 2.Gürültü 3.Kalıcı ya da geçici işitme kaybı 4.Çevreye rahatsızlık	6	6	15	540	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	7	8	6	336	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Planın uygulanması 2.Bilinçlendirme ve eğitim 3.Şikâyetlerin değerlendirilmesi 4.Düzenli izleme ve kontrol 5.Çevre halkı ile iyi ilişkiler 6.Uygun KKD koruyucu ve gürültü engelleyici barlar	Pr. Müdürü, şantiye şefi, kısım şefleri, İSG uzmanı	4,0	6	15	360	ESASLI RİSK	5	6	6	180	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
3.2.	Toz	1.Tünel kazı alanı içerisinde aşırı toz oluşması 2.Yeterli ve uygun kontrol tedbirlerinin alınmamış olması 3.Uygunsuz / yetersiz havalandırma 4.Tünel sahasında aşırı miktarda toz bulunması	Saha personelleri, çevre sakinleri	1. Çevre halkının tepkisi 2.Sağlık problemleri 3.Çevreye rahatsızlık	6	6	15	540	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	7	8	6	336	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Düzenli toz ölçümü kontrolü 2.Tozla Mücadele Yönetmeliğine uygun önlemlerin alınması 3.Prosedürlerin uygulanması 4. Proaktif önlemler alınarak tozun önlenmesi 5.Çalışma alanının tozumaya karşı sulanması 6.Çalışanların sağlıklarını riske edecek tehlikelerinden korunması 7.Tünel içerisinde solunum sistemi için uygun KKD 8.Sahanın temiz ve düzenli tutulması 9.Kapalı alanlarda depolama yapılması 10.Tünel içi uygun havalandırma sistemi kurulması 11.Eğitim ve Bilinçlendirme	Pr. Müdürü, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 6-3 Devamı

3.3.	Çamur	1. Hafriyat kamyonlarının uygun alanlarda temizlenmesi 2.Kullanılan servis yollarının çamur olması 3.Şantiye Araç/Taşıt/İş makinelerin ana yollara bağlantılarında yolların kirletilmesi	Saha personelleri, çevre sakinleri	1.Çevre halkının tepkisi 2.Kayma, düşme 3.Trafik kazaları 4.Çevreye rahatsızlık verilmesi	3	6	15	270	ESASLI RİSK	4	7	6	168	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Saha içi uygun yürüme yolu 3.Hafriyat kamyonların dolu iken branda ile örtülmesi 4.Gözlem ve denetim 5.Saha girişinde bulunan yolların temizliği 6.Eğitim ve bilinçlendirme 7.Sahada uygun alanlarda tekerlek yıkama yeri yapılmalı	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	2	4	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR
3.4.	ATIK/KİRLİLİK																								
3.4.1.	Kazı işleri	Atıksuların deşarjı, tahliyesi	Saha personelleri, çevre sakinleri	1.Suların kirlenmesi 2.Ciddi hastalıklar 3.Geçici, ciddi hasar	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	6	7	5	210	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Suların periyodik analizi 2. Drenaj sularının artılması 3.Sürekli izleme/denetim 4.Gerekli prosedürlerin uygulanması	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	5	5	100	ÖNLEM ALINABİLİR
3.4.2.	Ekipman	Yağ atıklarının bertarafı	Saha personelleri, çevre sakinleri	1.Çevre ve toprak kirliliği 2.Yeraltı sularının kirliliği 3.Geçici ikincil hasar	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Eğitim ve Bilinçlendirme 3.Sürekli izleme/denetim 4.Bertaraf edilen atıkların kaydı 5.Uygun atık alan teşkili 6.Lisanslı depolama alanlarında bertaraf 7.Sürekli temizlik yapılması	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	3	2	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-3 Devamı

3.4.3.	Kazı işleri	İnşaat atığı bertarafı	Saha personelleri çevre sakinleri	1.İnşaat atığı kaynaklı kirlilik 2.Çevre ve toprak Kirliliği 3.Geçici çok ciddi hasar	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	6	7	5	210	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Eğitim ve Bilinçlendirme 3.Sürekli izleme/denetim 4.Bertaraf edilen atıkların kaydı 5.Uygun atık alan teşkili 6.Lisanslı depolama alanlarında bertaraf 7.Sürekli temizlik yapılması	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	2	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR
3.4.4.	Saha	Kullanılan malzeme atıkların bertarafı	Saha personelleri, çevre sakinleri	1.Çevre ve toprak kirliliği 2.Geçici çok ciddi hasar 3.Diğer katı atıkların kaynaklı kirlilik	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	6	7	5	210	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Eğitim ve Bilinçlendirme 3.Sürekli izleme/denetim 4.Bertaraf edilen atıkların kaydı 5.Uygun atık alan teşkili 6.Lisanslı depolama alanlarında bertaraf 7.Sürekli temizlik yapılması	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR
3.5.	KİRLENME																									
3.5.1.	Ekipman	1.Tehlikeli / zehirli kimyasal madde sızıntısı 2.Tehlikeli maddelerin dökülmesi	Saha personelleri, Çevre Sakinleri	1.Tehlikeli madde kaynaklı kirlilik 2.Uzun süreli etkiler	6	1	7	42	OLASI RİSK	7	2	5	70	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Eğitim ve Bilinçlendirme 3.Sürekli izleme/denetim 4.Bertaraf edilen atıkların kaydı 5.Uygun atık alan teşkili 6.Lisanslı depolama alanlarında bertaraf 7.Sürekli temizlik yapılması	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	3,0	1	7	21	OLASI RİSK	5	1	5	25	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-3 Devamı ve EK 6-4 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünel Aynasının Ekskavatörlerle Kazılması

3.6.	Trafik	Trafik kontrol detaylarının olmaması	Saha personelleri çevre sakinleri	1.Saha içinde ve dışında kazalar 2.Trafik sıkışıklığı 3.Toplumun tepkisi 4.Çevresel rahatsızlık	6	6	15	540	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	8	8	6	384	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Sürekli izleme/denetim 2.Planın uygulanması 3.Kalabalık saatlerde altyüklenici Araç/Taşıt/İş Makinesi trafiğinin sınıflandırılması 4.Halkla ilişkilerin geliştirilmesi 5.Güvenli yaya yolu ve geçişleri 6.Eğitim ve bilinçlendirme 7.Uygunsuzlukların izlenmesi 8.Trafik işaret, sinyal, işaretçisilerinin varlığı	Pr. Müdürü, şantiye şefi, tünel yapım müdürü, kısım amirleri, İSG uzmanı	3,0	6	15	270	ESASLI RİSK	6	4	6	144	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 4. NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünel Aynasının Ekskavatörlerle Kazılması

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
4.0	TÜNEL AYNASINDA EKSKAVATÖRLERLE KAZI YAPILMASI																								
4.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	İş makinelerinin : Ekskavatörün, Backhoe-loader vs ehliyetsiz kişiler tarafından kullanılması	Saha personelleri	Ekskavatörün , backhoe loadere çarpması , teması sonucu ölüm	0	2	40	16	ÖNEMSİZ RİSK	1	3	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK	1.Tecrübeli personel çalıştırılması. 2.Sertifikasız personellerin makine kullanımın önüne geçilmeli. kullanımı durumunda personellerin 3.İşe özel talimat verilmesi.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,2	2	16	6,4	ÖNEMSİZ RİSK	0,5	1	9	4,5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-4 Devamı

4.2.	Araç/Taşıt/ İş Makinesi kullanma	Ekskavatör paletlerinin kazı esnasında uygun konumda sabitlenmemesi	Saha personelleri,	Ekskavatörün dengesinin yük kaldırma esnasında bozulması, çarpma, ölüm	1	1	40	40	OLASI RİSK	3	2	9	54	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimatnamelerin oluşturlması ve bunların uygulanması. 2.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 4.Mesleki yeterliliği olan personel çalıştırılması.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,5	1	40	20	OLASI RİSK	2	0,5	9	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	Ekskavatörün paletlerindeki sıkışma noktalarına temas	Saha personelleri	Temas sonucu ezilme , sıkışma ve kırılma	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 2.Yeterli aydınlatma yapılması. 3.Uyarı levhası ve ikazların konulması , sayısının arttırılması 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	4	1	6	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.4.	Araç/Taşıt/ İş Makinesi kullanımı	Tünel içi tahkimat yerleri açılırken görüş mesafesinin az olması	Saha personelleri	Tahkimat yerleri açılırken makinenin işçilere çarpması sonucu ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	6	2	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Görüş alanının kısıtlı olduğu alanlarda işaretçi personel desteği sağlanması. 2.Aydınlatma yeterli olmalı 3.operatörlerin uygun konumda bulunmaları 4.İş makinelerinde uygun ayna , uyarıcı ikaz ve lambalarının olması	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	4	1	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-4 Devamı

4.5.	Araç/Taşıt/ İş Makinesi kullanma, ortam	Kazı yapılan zeminin engebeli / gevşek olması	Saha personelleri	Zemindeki malzemelere takılma Ekskavatörün hatalı hareket etmesi sonucu kayma , çarpma ve yaralanma	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Yönetim ve gözlem personellerinin tarafından kontrol 2.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 3.Çalışmalarda talimatlara uyulması 4.Zeminin düz ve sağlam hale getirilmeli	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	3	1	6	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.6.	Kapalı alan, Ortam	Aşırı derecede gürültü oluşumu	Saha personelleri, operatörler	Uzun süre yüksek grüültü maruziyeti sonucu geçici /kalıcı duyma kaybı	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bilinçlendirme 2.Ekipmanların periyodik kontrolünün yapılması 3.Plan ve Prosedürlerin Uygulanması 4.Düzenli gürültü seviyesi kontrolü 5.Molalarla çalışma yada sık sık ekibin değiştirilmesi 6.Gürültülü çalışmalardan kaçınma 7. Gürültü yönetmeliğinde belirtilen husulara uyulması 8. Uygun KKD kullanımı (kulak tıkacı vs.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	3	1	6	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.7.	Kapalı alan, Ortam	Aşırı derecede tozuma riski	Saha personelleri, operatörler	Tozun işçiler tarafından solunması sonucu solunum sisteminde rahatsızlıklar	3	6	15	270	ESASLI RİSK	5	7	6	210	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Tünel içerisine solunum 2. Tozla mücadele yönetmeliğine uygun tedbirler alınması 3.Toz baskılayıcı önlemler alınması 4.Havalandırma sisteminin kurulması 5.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 6.Toz ölçümlerini düzenli yapılması.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	3	3	6	54	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-4 Devamı

4.8.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı, ortam	Aşırı derecede titreşim	Saha personelleri	İskelet sistemi rahatsızlıkları	1	3	15	45	OLASI RİSK		3	4	6	72	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Titreşimi etkisi düşük makinelerle çalışılması	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	0,2	3	15	9	ÖNEMSİZ RİSK		2	1	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.9.	Ortam	Kazı ve tahkimat sırasında beton ve demir parçaları sıçraması, çarpması	Saha personelleri	İşçilere temas etmesi, çarpma ve sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK		5	5	6	150	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İkaz ve uyarı levhaları kullanılması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Çalışma alanının çevresinin tecrit edilmesi.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK		3	1	6	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.10.	Kapalı alan, ortam, Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	Kazı yapılan gevşek zeminin kayması ve ekskavatörün devrilmesi	Saha personelleri, operatörler	Ekskavatörün devrilmesi sonucu yaralanma, ölüm	1	1	40	20	OLASI RİSK		3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK	1.Tecrübeli personel çalıştırılması. 2.İşe özel talimat verilmesi. 3.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,5	1	40	10	ÖNEMSİZ RİSK		2	1	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.11.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	Hidrolik ve pnömatik aksamların deformasyonu sonucu kırılması , fırlaması	Saha personelleri, operatörler	Fırlayan parçaların, personele çarpması sonucu, yaralanma ve ölüm	1	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK		3	5	9	135	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Periyodik kontrol bakımlarının , test ve kontrollerinin yapılması 2.Tecrübeli personel çalıştırılması.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK		2	2	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-4 Devamı

4.12.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma, kapalı alan	Aracın gövde hareketi / dönme / manevra sırasında diğer personele çarpması	Saha personelleri	İşçilere temas etmesi sonucu, yaralanma ve ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	6	2	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Çalışma alanının çevresinin tecrit edilmesi. 2.Çalışma yapılan işe özel talimat verilmesi. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 4.Tecrübeli personel çalıştırılması.	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	5	0,5	9	22,5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.13.	Tünel kazı aynası, ortam	Kazı esnasında aşırı sökülmelerin olması, aynada göçük olması	Saha personelleri	Ani , beklenmeden meydana gelen göçük altında kalma sonucu yaralanma, ölüm	3	1	15	45	OLASI RİSK	5	2	6	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Geoteknik etütlerin yapılması 2. Ayna etüdünün ve gözlemlerinin yapılması 3.Zayıf zeminlerde gerekli destek elemanlarının zamanında uygulanması. 4.Tecrübeli ve teknik personel çalıştırılması. 5.Kazının kontrollü yapılması. 6.İşe özel talimat verilmesi. 7.Çalışma alanının çevresinin tecrit edilmesi. 8.Personellerin göçük sırasında ve sonrasında oluşacak risklere karşı bilgilendirilmesi. 9.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	Tünel yap. müd., Geoteknik şefi, Kısım Amirleri, Saha Formenleri, İSG Uzmanı, operatörler	0,5	1	15	7,5	ÖNEMSİZ RİSK	5	1	6	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
4.14.	Ortam, kapalı alan	Egzoz gazı salınımı	Saha personelleri	İşçiler tarafından solunması sonucu solunum yolu rahatsızlıkları ve zehirlenme	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Uygun ve yeterli havalandırma 2.Havalandırma tesisatının çalışır vaziyette olması. 3.Solunum yolu KKD si olmayanların tünel içerisinde çalıştırılmaması. 4.Araç/Taşıt/İş makinelerin egzoz ve emisyon ölçümlerinin düzenli yapılması	Tünel yap. müd., kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	5	5	100	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-5 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünel Aynasında Yükleyici Makine İle Pasa Çekilmesi/Yüklenmesi.

EK.5 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünel Aynasında Yükleyici Makine İle Pasa Çekilmesi/Yüklenmesi.

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
5.0	TÜNEL AYNASINDA YÜKLEYİCİ MAKİNE (LOADER) İLE PASA ÇEKİLMESİ/YÜKLENMESİ																									
5.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Ehliyetsiz/ operatör belgesiz/ tünel kazısı tecrübesiz kişilerin yükleyicileri kullanması	Saha personelleri	Yükleyici makine kaynaklı ezilme , çarpma, ölüm	1	3	40	60	OLASI RİSK	2	4	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR	1. Tünel çalışması tecrübeli , ehliyetli personel çalıştırılması 2.Talimatların işe özel olması 3.Disiplin kurallarına uyulması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	2,0	3	40	240	ESASLI RİSK	0,5	3	9	13,5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
5.2.	Ortam, kapalı alan	Aşırı derecede gürültü oluşumu	Saha personelleri, operatörler	Uzun süre yüksek gürültüye maruz kalma sonucu işitme kaybı	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	6	7	5	210	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Plan ve prosedürlerin uygulanması 2.KKD (kulak tıkacı, vb) kullanımı 3.Gürültü seviyesinin düzenli kontrolü 4.Periyodik alet / ekipman bakımlarının yapılması. 5.Sık Sık ekibin değiştirilmesi 6.Gürültü maruziyet ölçümlerinin yapılması 7.Molalarla çalışma 8.Bilgilendirme ve eğitim	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	3	5	5	75	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-5 Devamı

5.3.	Ortam, kapalı alan	Aşırı derecede tozuma	Saha personelleri	Toz solunumuna bağlı solunum sistemi rahatsızlıkları	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK		6	7	5	210	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1. Tozla mücadele yönetmeliğine uygun tedbirler alınması 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi 3.Sahanın toza karşı sulanması 4.Havalandırma sisteminin kurulması 5.Toz baskılayıcı önlemler alınması 6.Sahanın temiz ve düzenli tutulması 7.Tünel kazı alanında sulama 8.Tünel içerisinde uygun solunum koruyucu kullanılması 9.Düzenli toz ölçümlerinin düzenli	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK		4	5	5	100	ÖNLEM ALINABİLİR
5.4.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı, ortam	Aşırı titreşim	Saha personelleri, operatörler	Kas ve iskelet sistemi hastalıkları	1	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK		3	7	6	126	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Düşük titreşimli makinelerle çalışmak 2.Ergonomik çalışma.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	2,0	6	15	180	ÖNEMLİ RİSK		2	3	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
5.5.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Kova içindeki hafriyatın/artığın dökülmesi	Saha personelleri	personele temas sonucu yaralanma, ölüm	1	6	40	240	ESASLI RİSK		3	8	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Mesleki yeterliliğe sahip personel çalıştırılması 2.Yönetim ve gözlem personellerinin sürekli kontrolü 3.Makine kovasının taşıma kapasitesine uygun doldurulması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,5	6	40	120	ÖNEMLİ RİSK		1	2	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
5.6.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Yükleyici makinenin, manevra , ileri , geri hareketi esnasında işçilere çarpması	Saha personelleri	Araca temas sonucu yaralanma, ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK		5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Çalışma esnasında İş makinesi etrafında başka personellerin olmaması 2.Makinenın ikaz ve uyarı sistemlerinin çalışması 3.Gerektiğinde işaretçi kullanılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK		3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-5 Devamı

5.7.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Yükleyici/loaderin kazı alanında çalışan diğer ekskavatöre çok yakın çalıştırılması	Saha personelleri	Ekskavatöre, Yükleyici makine arasında sıkışma , yaralanma ,ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	6	2	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Makinelerin çalışma alanlarının belirlenmesi 2.makine ve ekipmanların tüm aydınlatma , uyarı ve ikaz sistemelerinin çalışıyor olması 3.Tünel içerisinde Araç/Taşıt/İş Makinesi 4.Yükleme sırasında yönlendiren işaretçi bulundurulması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9		ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
5.8.	Ortam	Aynanın gevşek/desteklenmemiş olması sebebi ile göçmesi , aracın üzerine zeminin kayması, parça düşmesi , çarpma	Saha personelleri, operatörler	Göçük altında kalma sonucu yaralanma, ölüm	1	3	100	300	ESASLI RİSK	3	5	10	150	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ehliyet sahibi, tecrübeli personel çalıştırılması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Tehlikeli alanların açıkça belirtilmesi	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	0,5	3	100	150	ÖNEMLİ RİSK	1	3	10	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
5.9.	Ortam, kapalı alan	Egzoz gazı çıkışı	Saha personelleri	Gazın solunması sonucu solunum yolu rahatsızlıkları ve zehirlenme	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Uygun ve yeterli havalandırma tesisatının çalışır vaziyette olması. 2.Solunum yolu koruyucusu olmayanın tünel içerisinde çalıştırılmaması. 3.Araç/Taşıt/İş makinelerin egzoz ve emisyon salınımının kontrol edilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	5	5	100	ÖNLEM ALINABİLİR
5.10.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Loaderin yükleme amacıyla damperli kamyona çok yaklaşması	Saha personelleri	Loaderin kamyona çarpması sonucu ölüm	1	6	40	240	ESASLI RİSK	3	8	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İş makinesi etrafında personellerin olmaması. 2.makinenın geri vites ikaz ve uyarı sistemlerinin çalışır durumda olması. 3.Gerektiğinde işaretçi kullanılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,5	6	40	120	ÖNEMLİ RİSK	1	5	9	45	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-5 Devamı

5.11.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Yükleyicinin frenlerinin tutmaması	Saha personelleri, operatörler	Yükleyici makinenin personele çarpması sonucu sıkışma, yaralanma, ölüm	1	6	40	120	ÖNEMLİ RİSK	2	7	9	126	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Makinenin fren sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi 2.Makinenin periyodik bakımlarının düzenli olarak yapılması 3.personellerin yükleyici manevra alanlarında bulundurulmaması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,2	6	40	48	OLASI RİSK	1	5	9	45	ÖNLEM ALINABİLİR
5.12.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Yükleyicinin levyesinin çalışırken takılı kalması	Saha personelleri, operatörler	Yükleyici makinenin personele çarpması sonucu sıkışma, yaralanma, ölüm, yükleyicinin devrilmesi sonucu operatörlerin yaralanması	1	6	40	120	ÖNEMLİ RİSK	2	7	9	126	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Makinenin fren sisteminin düzenli olarak kontrol edilmesi 2.Makinenin periyodik bakımlarının düzenli olarak yapılması 3.personellerin yükleyici manevra alanlarında bulundurulmaması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,2	6	40	48	OLASI RİSK	1	4	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
5.13.	Ortam, Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Damperli kamyonun uygun olmayan eğimli ,gevşek zeminli yolda devrilmesi	Saha personellerip çalışanları, şoför	Kamyonun personele çarpması sonucu sıkışma, yaralanma, ölüm, kamyonun devrilmesi sonucunda şoförün yaralanması ölümü	1	6	40	240	ESASLI RİSK	3	8	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	Kamyonların geçiş güzergâhlarındaki yolların tesviyelerinin düzenli olarak yapılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,5	6	40	120	ÖNEMLİ RİSK	1	4	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünelde Püskürtme Beton Uygulaması (Islak ve kuru shotcrete).

EK . 6 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünelde Püskürtme Beton Uygulaması (Islak ve kuru shotcrete).

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F. (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F. (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
6.0	TÜNELDE PÜSKÜRTME BETON UYGULAMASI (ISLAK VE KURU SHOTCRETE)																									
6.1.	Ortam	Kimyasal maddelere maruz kalma, malzeme sıçraması	Saha personelleri, operatörler	Göz ve uzuvların kimyasal madde ile teması-sıçrayan malzemelerin çarpması	3	3	7	63	OLASI RİSK	5	4	5	100	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Gereken KKD'lerin Kullanılması 2.Personel Eğitimleri 3.Uyarı Levhaları 4.Denetimler 5.Kimyasal Atıkları en kısa zamanda Tünelden uzaklaştırmak 6.Kimyasal maddeleri malzeme güvenlik bilgi forumu'nda belirtilen tedbiri almak, kullanmak, depolamak ve bertaraf etmek	İnşaat müdürü, kısım amirleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	3	2	5	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.2.	Ortam, kapalı alan	Basınçlı hava hortumunun bağlantı yerinden çıkması, savrulması	Saha personelleri	Çarpma sonucu yaralanma veya ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Hortum bağlantılarının kontrolü ve bağlanması 2.Basınçlı hortumların temizlenirken sabitlenmesi 3.Personel eğitimleri 4.Gerekli KKD'lerin Kullanımı 5.Uyarı Levhaları 6.Denetimler	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	4	1	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.3.	Makine	Kuru shotcrete makinesi , elektrik panosu, elektrikli makine tehlikesi	Saha personelleri, operatörler	Elektrik çarpması	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Elektrik güvenlik talimatlarının uygulanması 2.Yetkili personel kontrolü 3.Topraklama kontrolü 4.Kabloların yalıtımı 5.Kabloların sudan korunması 6.Standartlara uygun elektrik panoları 7.Elektrik güvenliği eğitimi - Bilgilendirme eğitimi 8.Güvenlik işaretleri 9.Gerekli KKD'lerin Kullanılması	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	3	9	135	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
6.4.	PÜSKÜRTME MAKİNESİNİN KURULUMU																										
6.4.1.	Ortam	Operatörlerin desteksiz sabit duruşu	operatörler	Uzun süreli ve uygunsuz şekilde oturması sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	3	4	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR
6.4.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	operatörlerin makineyi kullanmak için hareket kollarına ve direksiyona aşırı kuvvet uygulaması	operatörler	Fiziksel zorlama sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-6 Devamı

6.4.3.	Ortam, Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	Makinenin yere basan desteklerinin sıkışma noktaları	Saha personelleri,	Destek ayağının düşmesi sonucu ayakların sıkışması ezilmesi yaralanması	3	6	15	270	ESASLI RİSK	5	8	6	240	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.KKD (Baret, çelik burunlu ayakkabı) kullanılması 2.Destek noktalarının operasyon sonrasında kontrol edilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	4	4	6	96	ÖNLEM ALINABİLİR
6.4.4.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Hareket eden iş makinelerine binilmesi , inilmesi	Saha personelleri	Makineye çarpma sonucu yaralanma	3	1	15	45	OLASI RİSK	4	1	6	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK	1.Disiplinli çalışma kurallarına uyulması. 2.Eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	15	15	ÖNEMSİZ RİSK	2	3	6		ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.4.5.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Makinenin bomunun kontrol dışı açılması ve kapanması	Saha personelleri	Bomun personele teması sonucu yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	2	6	72	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.KKD'lerin kullanılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	1	6	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.4.6.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Ayakların uygun şekilde zemine sabitlenmemesi	Saha personelleri	Aracın devrilmesi sonucu yaralanma, ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Destek ayaklarının düz olacak şekilde yerleştirilmesi. 2.Her ayakaltına plaka yerleştirilmesi. 3.Talimat, Eğitim verilmesi 4. Bakım Programlarının uygulanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	5	1	9	45	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-6 Devamı

6.4.7.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanma	Aracın pompalama esnasında uygun kurulmaması/ zeminin gevşek olması devrilmesi	Saha personelleri, operatörler	personele çarpması sonucu yaralanma veya ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Destek ayaklarının düz olacak şekilde yerleştirilmesi. 2.Her ayak altına plaka yerleştirilmesi. 3.Talimat, eğitim verilmesi. 4. Bakım programlarının uygulanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	4	2	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR
6.4.8.	Ortam, Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Desteklerin ayaklarının açılırken görüş mesafesinin az olması	Saha personelleri,	Diğer operatörlere destek mekanizmalarının çarpması	3	1	15	45	OLASI RİSK	4	2	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR	1.operatörlerin uygun konumda mevzilenmesi. 2.Görüş alanının kısıtlı olduğu bölgelerde işaretçi kullanılması. 3.Aydınlatmanın yeterli olmasına dikkat edilmeli.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	15	15	ÖNEMSİZ RİSK	3	2	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.4.9.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Arka tekerleğe takoz konulmaması /uygun olmayan takoz konulması	Saha personelleri	Aracın kayması sonucu çarpma, ezilme vb.	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	4	3	6	72	ÖNLEM ALINABİLİR
6.4.10.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Destek takozlarının yağlı , kaygan olması	Saha personelleri	Takozun kayması sonucu çarpma, ezilme vb.	3	1	15	45	OLASI RİSK	5	2	6	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrol etmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	0,2	1	15	3	ÖNEMSİZ RİSK	5	1	6	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.4.11.	Araç/Taşıt/İş Makinesi ayaklarının kilitlenmemiş olması	Makine kurulduktan sonra destek	Saha personelleri	Aracın pompalama esnasında devrilmesi sonucu çarpma, ezilme ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	6	2	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	4	2	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR
6.4.12.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı, ortam	Zeminin engelli ve kaygan ve gevşek olması	Saha personelleri, operatörler	Zemindeki malzemelere takılma, çakılların üzerinde kayma sonucu düşme, ayak ve el burkulması v.b.	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	3	1	6	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.4.13.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, Elektrik sistemi	Elektrik kaçağı	Saha personelleri,	Elektrik çarpması sonucu ölüm ve yaralanma	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Düzenli bakım 5.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 6.Eğitim ve bigilendirme	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.4.14.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Elektrik kabloların aşınması	Saha personelleri	Elektrik çarpması sonucu ölüm ve yaralanma	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Düzenli bakım 5.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 6.Eğitim ve bigilendirme	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.4.15.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Elektrik kablolarının çıplak elle kaldırılıp çengellere takılması	Saha personelleri	Fiziksel zorlama sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	6	1	15	90	ÖNEMLİ RİSK	7	2	6	84	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	4,0	1	15	60	OLASI RİSK	5	2	6	60	ÖNLEM ALINABİLİR
6.4.16.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Mobil vincin çalışması esnasında	Saha personelleri	Araca temas sonucu yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK	5	8	6	240	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı , operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	3	6	6	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
6.4.17.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı, ortam	Mobil vinçte takılı olan sepetin düşmesi	Saha personelleri	Sepet düşmesi, incinme, yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Sürekli bakım ve kontrollerin yapılması 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	4	5	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 6-6 Devamı

6.5.	BETON MİKSERİNİN PÜSKÜRTME BETON (Shotcerete) MAKİNESİNE YANAŞMASI																												
6.5.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Mikserin shotcrete (püskürtme) makinesine yanaşması, mikser ile makine arasında çalışanın kalması	Saha personelleri	Aracın hızı ve mikser ile makine arasında sıkışma sonucu ezilme, yaralanma ölüm	1	6	40	240	ESASLI RİSK	3	8	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Yönetim ve gözlem personellerinin 2.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda far, fren, ayna vb. aksamın kullanılır olması. 3.Yeterli aydınlatmanın sağlanması. 4.İşe özel talimat verilmesi. 5.Operasyonda işaretçi kullanılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	40	240	ESASLI RİSK	2	4	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR
6.5.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Mikserin shotcrete (püskürtme) makinesine yanaşması, esnasında mikserin makineye çarpıp dengesini bozması sonucunda makinenin çalışana çarpması	Saha personelleri	Miksere temas sonucu yaralanma, ölüm	1	6	40	240	ESASLI RİSK	3	8	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Çalışma sırasında işaretçi kullanılması. 3.Yeterli aydınlatmanın sağlanması. 4.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda far, fren, ayna vb. aksamın kullanışlı olması. 5.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	40	240	ESASLI RİSK	2	5	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR
6.5.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	İş makinelerinin iniş çıkış basamaklarının hasarlı /kırık olması	Saha personelleri, operatörler	Çalışanın düşmesi sonucu yaralanma	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Günlük kontrol , test ve bakımların yapılması 3.Yönetim ve gözlem personelleri tarafından kontrol 4.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda far, fren, ayna vb. aksamın kullanışlı olması.	İnşaat müdürü, kısım amirleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	2	3	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.6.	PÜSKÜRTME BETON MAKİNESİNİN ÇALIŞTIRILMASI																											
6.6.1	Karanlık ortam	Tünel içi aydınlatmanın yetersiz olması	Saha personelleri	Görememe sonucu diğer personele , çarpma ,yaralanma ,ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKL	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetim 3.Düzenli bakım 4.Ekipmanların günlük test ve denetim 5.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi	İnşaat müdürü, kısım amirleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	4	3	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKL
6.6.2.	Beton iletim sistemi	Beton iletim/nakil borularının tıkanması	Saha personelleri	Tıkanmaya bağlı artan basıncın boruları patlaması, aracın devrilmesi sonucu yaralanma ve ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 2.Bakım ve gerekli prosedürlerin uygulanması 3.Ekipmanların günlük test ve denetimin yapılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Tünel içerisnde çalışanların sürekli yukarı bakarak çalışması	Saha personelleri	Uzun süreli ve uygunsuz durması sonucu iskelet sistemi rahatsızlıkları	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim verilmesi. 2.Ergonomik çalışma	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.6.4.	Ortam	Püskürtülen beton karışımının zeminden sıçraması	Saha personelleri	Cilde ve göze temas sonucu cildin tahriş olması ve gözün yanması	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Doğru KKD'lerin Kullanılması 2.Çalışan / personel Eğitimleri 3.ikaz ve uyarı sistemleri 4.Kimyasal Atıkları en kısa zamanda tünel dışı bertaraf alanlarına nakledilmesi. 5.Kimyasal maddeler için Malzeme Güvenlik Bilgi formundaki (MSDS) tedbiri almak, kullanma , depolama ve bertaraf etme.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	3	1	6	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.5.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, beton basma sistemi	Beton basımında kullanılan uç lastik hortumun katlanması	Saha personelleri	Artan basıncın sebebi ile borulan patlaması patlatması, aracın devrilmesi sonucu yaralanma ve ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması (bakım,kontrol) 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimin yapılması 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	4	1	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.6.	Beton basma sistemi	Uç hortumun salınımının engellenmesi	Saha personelleri	Boruların tıkanması ile patlama sonucu yaralanma ve ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması (bakım,kontrol) 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimin yapılması 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	0,5	1	40	20	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.6.7.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Bomun düşmesi/devrilmesi/kırılması	Saha personelleri	Bomun parçalanması, savrulması, işçilere çarpma sonucu yaralanma ve ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması (bakım,kontrol) 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimin yapılması 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.8.	Araç/Taşıt/İş Makinesi hidrolik sistemi	Makinelerdeki basınçlı yağın sıçraması	Saha personelleri	Cilde ve göze temas sonucu cildin tahriş olması ve gözün yanması	3	1	7	21	OLASI RİSK	4	2	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR	1.KKD koruyucu ekipmanların giyilmesi. 2.Eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	7	7	ÖNEMSİZ RİSK	3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.9.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Destek ayaklarının farklı oturmaları , zeminin çökmesi	Saha personelleri	Aracın devrilmesi sonucu ölüm, yaralanma	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1. Bakım / onarım programlarının uygulanması 2.Talimat, Eğitim verilmesi. 3.Her ayak altına zemin plakası yerleştirilmesi 4.Destek ayaklarının düz yerleştirilmesi	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	4	0,5	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.10.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Makine çalışır durumda iken dönen parçalara el veya parça sokulması	Saha personelleri	Sıkışma noktalarına temas sonucu elin yaralanması, ezilmesi	3	1	15	45	OLASI RİSK	4	2	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR	1.makine bakım ve kontrollerinin günlük yapılması. 2.Yönetim ve gözetim personellerinin kontrolü. 3.İşe özel talimat verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	15	15	ÖNEMSİZ RİSK	1	0,5	6	3	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.6.11.	Beton basma sistemi	Gürültü	Saha personelleri, çevre sakinleri	Gürültüye maruz kalma sonucu işitme kaybı	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gürültü maruziyet ölçümü yapılması 3.Sık Sık ekibin değiştirilmesi 4.Gürültülü çalışmalardan kaçınma 5.Periyodik ekipman bakımlarının aksatılmaması 6.Plan ve prosedürlerin uygulanması 7.Kulak koruyucuların KKD kullanılması 8.Gürültü seviyesi kontrolü 9.Molalarla çalışma	İnşaat müdürü, kısım amirleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR
6.6.12.	Ortam	Ortamdaki aşırı koku, aşırı toz	Saha personelleri	Tozun yayılması solunması sonucu solunum yolları rahatsızlıkları	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1. Tozla mücadele yönetmeliğine uygun tedbirler alınması 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi 3.Sahanın toza karşı sulanması 4.Havalandırma sisteminin kurulması 5.Toz baskılayıcı önlemler alınması 6.Sahanın temiz ve düzenli tutulması 7.Tünel kazı alanında sulama 8.Tünel içerisinde uygun solunum koruyucu kullanılması 9.Düzenli toz ölçümlerinin düzenli	İnşaat müdürü, kısım amirleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	3	3	5	45	ÖNLEM ALINABİLİR
6.6.13.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Makine ve taşıtlardan akan/sızan su ve yağlar	Saha personelleri	Kaygan zemin oluşması sonucu kayma takılma düşme sonucu yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Personele eğitim verilmesi 2.Akan suları etrafı korunaklı alanlarda depo etmek , gerekirse arıtmak ve/veya uygun şekilde tünelden uzaklaştırmak. 3.Dökülmüş yağ vb. kimyasalları uygun şekilde bertaraf	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	4	6	6	144	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 6-6 Devamı

6.6.14.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	İki Araç/Taşıt/İş Makinesi arasından geçmek	Saha personelleri	Mikser beton kanalına çarpma, yaralanma, ölüm	3	3	40	360	ESASLI RİSK		6	6	9	324	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Eğitim verilmesi. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK		4	4	9	144	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
6.6.15.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Dönen şanzımanın sıkışma ihtimali olan noktalarına temas	Saha personelleri	Sıkışma noktalarına temas sonucu elin yaralanması, ezilmesi	3	1	15	45	OLASI RİSK		4	2	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Günlük bakım ve kontrollerin yapılması 2.Koruyucu parçaların çalışma esnasında çıkarılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	15	15	ÖNEMSİZ RİSK		2	1	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.16.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Nozul'u takarken kuvvet uygulama	Saha personelleri	Fiziksel zorlama sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	3	7	63	OLASI RİSK		4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim verilmesi. 2.Ergonomik çalışma yapılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK		2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.17.	Araç/Taşıt/İş Makinesi hidrolik sistemi	Hidrolik yağ gelisi / sızıntısı	Saha personelleri	Makinenin bir tarafa yatması ile aracın devrilmesi sonucu yaralanma ve ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK		5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Bakım Prosedürlerin uygulanması 2.Gözlem ve kontrol görevlisinin kontrolü. 3.Ekipmanların günlük denetimlerinin ve testlerinin yapılması 4.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 5.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	40	40	OLASI RİSK		3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.6.18.	Ortam	Karışımın püskürtülmesi sebebi ile tavandan toprak vb. malzeme düşmesi	Saha personelleri	Düşen malzemenin çalışana çarpması ve çarpmaya bağlı toprak kayması , yaralanma ,ölüm	3	6	100	1800	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	6	8	10	480	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Acil durum uygulamalarının hazırlanmış olması 2.Çalışma alanının uygun şekilde tecrit edilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	0,5	6	100	300	ESASLI RİSK	3	3	10	90	ÖNLEM ALINABİLİR
6.6.19.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Püskürtme esnasında uç elemanın / nozzle'ın tıkanması	Saha personelleri	Nozzle'ın tıkanması, parçacıklarının sıçraması ve kişiye teması ile yaralanma, ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Çalıpma alanının tecrit edilmesi. 2.Personele basınçlı ekipmanlarla çalışma eğitimi verilmesi 3.Tecrübeli personel çalıştırılması. 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 5.Uygun KKD koruyucu ekipman kullanılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	3	3	9	81	ÖNLEM ALINABİLİR
6.6.20.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, Çalışan konumu	Operatörlerin iş makinesinin bomunun altında çalışması	Saha personelleri, operatörler	Bomun düşmesi sonucu ölüm, yaralanma	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim verilmesi. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.İş yeri kurallarına uygun çalışma yapılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	2	1	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.6.21.	Ortam	Çalışan makine bomundaki basınçlı hortumların ve beton hortumunun parçalanması	Saha personelleri	Düşen malzemenin çalışana çarpması ve çarpmaya bağlı toprak kayması , yaralanma ,ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Acil durum uygulamalarının hazırlanmış olması 2.Çalışma alanının uygun şekilde tecrit edilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	2	1	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.7.	PÜSKÜRTME BETON MAKİNESİNİN DURDURULMASI																											
6.7.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Püskürtme beton (shotcrete) makinesinin aniden durdurulması	Saha personelleri, operatörler	Bomun personele çarpması sonucu ölüm, yaralanma	3	2	40	240	ESASLI RİSK		6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 2.Personele basınçlı ekipmanlarla çalışma eğitimi verilmesi 3.Tecrübeli personel çalıştırılması. 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 5.Uygun KKD koruyucu ekipman kullanılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK		3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.7.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Destek ayaklarının kapatılırken etkili görme mesafesinin yetersiz olması	Saha personelleri	Diğer operatörlere destek mekanizmalarının çarpması	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK		5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Çalışma açısının görüşü engellememesi 2.Gerektiğinde ikaz ve işaretçi kullanılması. 3.İşe özel talimatın uygulanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK		4	1	6	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-6 Devamı

6.8.	PÜSKÜRTME BETON MAKİNESİNİN TEMİZLENMESİ YIKANMASI																											
6.8.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, kimyasal malzeme	Çimento kullanımı / çimento ile temas	Saha personelleri, makine yağcısı	Cilde temas sonucu yaralanma ve cildin tahriş olması	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gereken KKD'lerin kullanılması 2.Personel Eğitimleri 3.Uyarı levhaları 4.Denetimler 5.Kimyasal atıkları en kısa zamanda tünelden uzaklaştırmak 6.Kimyasal maddeleri malzeme güvenlik bilgi formu'nda (MSDS) belirtilen tedbirleri almak, kullanmak, depolamak ve bertaraf etmek	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	4	5	5	100	ÖNLEM ALINABİLİR
6.8.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi elektrik tesisatı	Elektrik kablolarında elektrik kaçağı	Saha personelleri, makine yağcısı	Elektriğe temas sonucu elektrik çarpması ve ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Düzenli bakım 5.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 6.Eğitim ve bigilendirme	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
6.8.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Pompa yıkanırken elektrik aksamlarına basınçlı su ve/veya buhar tutulması	Saha personelleri, Makine yağcısı	Cilde temas sonucu yaralanma ve cildin tahriş olması	3	1	7	21	OLASI RİSK	4	2	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Düzenli bakım ve onarım 4.Ekipmanların günlük test ve denetimi 5.Personele bilinçlendirme eğitimi 6.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi çalıştırılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	7	7	ÖNEMSİZ RİSK	1	1	5	5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-7 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünelde Jumbo Delici Makine ile Bulon ve Süren Delgisi.

EK . 7 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünelde Jumbo Delici Makine ile Bulon ve Süren Delgisi.

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
7.0	TÜNELDE JUMBO DELİCİ MAKİNE İLE BULON VE SÜREN DELGİSİ																									
7.1.	Disiplinsiz davranışlar	Jumbonun ehliyetsiz/ tünel tecrübesi olmayan kişiler tarafından kullanılması.	Saha personelleri	Jumbo'ya temas sonucu yaralanma	3	1	15	45	OLASI RİSK	4	2	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Tecrübeli personel çalıştırılması. 2.İşe özel talimat verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	15	7,5	ÖNEMSİZ RİSK	1	1	6	6	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi konumu	Jumbonun ayaklarının uygun şekilde sabitlenmemesi.	Saha personelleri	Jumbo dengesinin bozulması işçilere çarpma sonucunda ölüm, yaralanma	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Tecrübeli/ehliyetli personel çalıştırılması. 2.Yapılan İşe özel talimatlar verilmesi. 3.Çalışma alanlarının tecrit edilmesi. 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	1	1	9	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.3.	Makine	Jumbonun yere basan destek noktalarındaki sıkışma noktaları.	Saha personelleri, operatörler	Sıkışma noktalarına temas sonucu ayakların ezilmesi, sıkışması, kırılması	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Tecrübeli/ehliyetli personel çalıştırılması. 2.Yapılan İşe özel talimatlar verilmesi. 3.Çalışma alanlarının tecrit edilmesi. 4.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-7 Devamı

7.4.	Disiplinsiz davranışlar	Jumbo hareket halindeyken makineye inilip binilmesi.	Saha personelleri	Jumbo'ya temas sonucu ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Tecrübeli personel çalıştırılması. 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 3.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 4.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrolü.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	0,5	1	40	20	OLASI RİSK	4	0,5	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.5.	JUMBO DELİCİ MAKİNE DESTEKLERİNİN AÇILMASI																								
7.5.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi konumu	Desteklerin açılırken görüş mesafesinin yetersiz olması.	Saha personelleri	Destek mekanizmalarının işçilere çarpması sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Operatörlerin uygun konumda bulunması 2.İş makinelerinde uygun ayna, sinyal vs tertibatı olması 3.Görüş alanının kısıtlı olduğu bölgelerde işaretçi kullanılması. 4.Yeterli aydınlatmanın olması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	4	1	6	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.5.2.	Ortam	Zeminin engelli ve kaygan/gevşek olması	Saha personelleri	Zemindeki malzemelere takılma, çakılların üzerinde kayma sonucu düşme, ayak ve el burkulması vb.	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Tecrübeli personel çalıştırılması. 2.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 3.Çalışma alnı temizliğinin günlük yapılması. 4.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrolü.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	1	3	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-7 Devamı

7.6.	JUMBONUN ÇALIŞMASI																									
7.6.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, kapalı ortam	Delinen yerden malzeme dökülmesi, sıçraması, Gürültü	Saha personelleri, operatörler	Uzun süre yüksek gürültüye maruz kalma sonucu işitme kaybı	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	7	6	252	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Plan ve prosedürlerin uygulanması 2.KKD kullanımı (kulak tıkacı vb= 3.Periyodik ekipman bakımlarının 4.Eğitim ve bigilendirme 5.Gürültü seviyesi kontrolü 6.Sık Sık ekibin değiştirilmesi / aralıklı çalışma 3.Gürültülü çalışmalardan kaçınma yapılması 7.Gürültü maruziyet ölçümlerinin	İnşaat müdürü, kısım amirleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	1	5	6	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.6.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Pnömatik hortum patlaması , Hidrolik hortum patlaması	Saha personelleri	Parçaların personele çarpması yaralanma, ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Günlük gerekli test ve kontrollerin yapılması 2.Ara bağlantı, giriş ve çıkış ağızlarının zincirle bağlanılması. 3. Tecrübeli personellerin çalıştırılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.6.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Jumbonun kollarının hareketi sırasında	Saha personelleri	İşçiye temas sebepli yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ehliyetli personel çalıştırılması. 2.Kollar üzerinde kolların görevinin neler olduğu net ve görünür bir şekilde yazılı olması sağlanmalıdır. 3.Günlük kontrollerin ve testlerin yapılması kayıt altına alınması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	6	6	180	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ

EK 6-7 Devamı

7.6.4.	Araç/Taşıt/İş Makinesi	Jumbo hortumlarının salınım yapması kaynaklı	Saha personelleri,	İşçiye temas sebepli yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK	6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ehliyetli personel çalıştırılması. 2.Kollar üzerinde kolların görevinin neler olduğu net ve görünür bir şekilde yazılı olması sağlanmalıdır. 3.Günlük kontrollerin ve testlerin yapılması kayıt altına alınması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	6	6	180	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
7.7.	JUMBOYA AİT KALDIRMA PLATFORMU KULLANIMI																								
7.7.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Kaldırma platformunun hareketli olması	Saha personelleri	Araca temas , yaralanma , ölüm	3	6	40	720	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	6	8	9	432	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Tecrübeli personel ile çalışılması. 2.Aracın çalışır ve hareket halinde olduğu gösterir ikaz / uyarıcıların bulunması sinyal ve uyarı işaretlerinin çalışır vaziyette olması. 3.Aydınlatmanın yeterli şekilde yapılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	40	240	ESASLI RİSK	4	6	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ
7.7.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi parçası	Kaldırma Platformunda takılı olan sepetin düşmesi	Saha personelleri	Sepetin yüksekliği ve personellerin ağırlığı sonucu ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Günlük bakım ve testlerin yapılması. 2.Sepet içerisinde çalışan personellerin emniyet kemeri ile bağlanması. 3.Sepet içerisinde 2 kişiden daha fazlasının çalıştırılmaması. 4.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrolü.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-7 Devamı

7.7.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Kaldırma Platformunun sepetinin Jumbonun kollarına teması/ çarpması	Saha personelleri	Jumbo koluna temas sonucu ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ehliyetli Tecrübeli personel çalıştırılması. 2.Jumbonun işaretçi tarafından dikkatli şekilde yönlendirilmesi işaretçi tarafından yönlendirilmesi. 3.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrol sağlaması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.7.4.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı	Kaldırma platformunun destek ayaklarının/ bağlantılarının uygun şekilde zemine sabitlenmemesi	Saha personelleri	Kaldırma platformunun devrilmesi sonucu ölüm	3	2	100	600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	6	3	10	180	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKL	1.Günlük periyodik bakım ve onarımların yapılması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ehliyetli Tecrübeli personel çalıştırılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	100	200	ESASLI RİSK	3	1	10	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.7.5.	Basınçlı Su sistemi	Jumbo'dan Kaldırma platformunun sepetinde çalışanlara basınçlı su püskürmesi	Saha personelleri	İşçinin yüksekten düşmesi sonucu ölüm	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Sepet içerisinde çalışan personellerin emniyet kemeri ile bağlanması. 2.Sepet içerisinde 2 kişiden daha fazlasının çalıştırılmaması. 3.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrolü.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	1	40	40	OLASI RİSK	2	1	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-7 Devamı

7.8.	İŞÇİNİN JUMBOYA DEMİR ÇUBUK VERMESİ																													
7.8.1.	Çalışan Konumu, dikkatsiz davranışlar	Kaldırma Platformu sepetinde bulunan işçinin Jumbo ile tahkimatı için demir vermesi	Saha personelleri	İşçinin elini ya da giysilerini dönen aksama kaptırması sonucu el kol kırılması, ezilmesi ve kopması , uzuv kaybı	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat hazırlanması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.personel arasında iletişim ve koordinasyonun sağlanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	3	0,5	6	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
7.8.2.	Dikkatsiz davranışlar	İşçinin Jumbo'ya demir çubuk verirken fiziksel güç kullanması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	42	252	ESASLI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR
7.8.3.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	İşçinin Jumbo'ya tahkimat çubuğu verirken uygun olmayan duruşu	Saha personelleri	Uzun süreli uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomik çalışma yapılması 2.Eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR
7.8.4.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Kaldırma platformu ve jumbo operatörlerleri ile sepetteki işçi arasındaki iletişim kopukluğu	Saha personelleri	Araç/Taşıt/İş makinelerin işlem birbirine çarpması ve kaza olması sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat hazırlanması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.personel arasında iletişim ve koordinasyonun sağlanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	2	4	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-8 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünellerde Su Yalıtımı Yapılması (PVC membran montajı)

EK. 8. NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi, Tünellerde Su Yalıtımı Yapılması (PVC membran montajı)

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
8.0.	TÜNELLERDE SU YALITIMI YAPILMASI (PVC MEMBRAN MONTAJI)																									
8.1.	MEMBRAN İSKELESİNİN RAYLAR ÜZERİNDE HAREKETİ																									
8.1.1.	Elektrik	Elektrik kaçağı kaynaklı	Saha personelleri	Elektrik hattına temas sonucu çarpılma ve şok, ölüm	3	1	100	300	ESASLI RİSK	6	2	10	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi ve düzenli bakım. 4.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 5.Eğitim ve bigilendirme	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	1	100	100	ÖNEMLİ RİSK	4	1	10	40	ÖNLEM ALINABİLİR
8.1.2.	Elektrik tesisatı	Kabloların aşınması durumu	Saha personelleri	Elektrik hattına temas sonucu çarpılma ve şok, ölüm	3	1	100	300	ESASLI RİSK	6	2	10	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gözetim ve denetleme 2.Ekipmanların günlük test ve ve düzenli bakımları 3.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 4.Eğitim ve bigilendirme 5.Prosedürlerin uygulanması	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	1	100	100	ÖNEMLİ RİSK	4	1	10	40	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-8 Devamı

8.1.3.	Elektrik aksamı, dikkatsiz davranışlar	Elektrik motorunda koruyucu kapağın olmaması	Saha personelleri	İşçinin elinin kasnakla kayış arasında kalması sonucu aralanma, elin ezilmesi, parmakların ezilmesi ve kopması	3	1	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Günlük makine ve ekipmanların test ve kontrolünün yapılması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.makine bakımlarının eksiksiz yapılması.	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	0,5	1	40	20	OLASI RİSK	4	1	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.2.	BULON PLAKALARININ SIVA İLE KAPATILMASI																									
8.2.1.	Çimento, kapalı ortam	Harç hazırlanması esnasında malzemelerin tozuma yapması	Saha personelleri	Tozun solunması sonucu akciğer hastalıkları , solunum yolu tahrişi	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	2	6	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 2.Tünel içerisinde uygun KKD (solunum) olmayanların çalıştırılmaması 3.Tecrübeli personel çalıştırılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	3	0,5	6	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.2.2.	Çalışanın dikkatsiz davranması	Harç hazırlanması esnasında , dengesiz çalışma, fiziksel güç kullanılması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelete kas sisteminde rahatsızlıklar	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomik çalışmak yapmak. 2.Eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-8 Devamı

8.2.3.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Harç hazırlanması esnasında işçinin dengesiz ve duruşu	Saha personelleri	Uzun süreli uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomik çalışmak yapmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Sürekli zorlayıcı hareketlerin yapılmasını engellemek.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.2.4.	El aletleri	Harç hazırlanması esnasında çeşitli aletlerin kullanımı	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelete kas sisteminde rahatsızlıklar	3	1	7	21	OLASI RİSK		4	2	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	7	7	ÖNEMSİZ RİSK		3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.3.	HARÇ MALZEMESİNİN KOVAYLA İSKELEYE ÇIKARILMASI																									
8.3.1.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Harç karışımının el yordamıyla , kovayla iskeleye çıkartılmasında işçinin fiziksel güç kullanması	Sıvacılar, saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelete kas sisteminde rahatsızlıklar	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomik çalışmak yapmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Sürekli zorlayıcı hareketlerin yapılmasını engellemek. 4.Kova altında çalışmanın engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-8 Devamı

8.3.2.	Dikkatsiz davranışlar	Harç karışımının sıçraması	Sıvacılar, saha personelleri	Cilde ve göze temas sonucu cildin ve gözü tahriş etmesi	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Tecrübeli ve yetkin personel çalıştırılması. 2.Tünel içerisinde göz koruyucu KKD olmadan çalışma yapmamak.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.3.3.	Dikkatsiz davranışlar	Harç kovasının yukarı verilmesi esnasında kullanılan ipin/halatın kopması	Sıvacılar, saha personelleri	Kovanın işçinin başına düşmesi sonucu yaralanma ve ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK		6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi. 4.Kova altında çalışmaya müsaade edilmemesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK		2	0,5	9	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.3.4.	Dikkatsiz Davranışlar	Harç kovasının aşağıdan yukarı verilmesi esnasında ipin/halatın kopması	Sıvacılar, Saha personelleri	Kova içindeki harcın işçinin başına düşmesi ve göze ve cilde temas etmesi sonucu yaralanma, ciltte yanma ve gözde yanma ve karıncalanma	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALIN	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi. 4.Kova altında çalışmaya müsaade edilmemesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		3	0,5	5	7,5	ÖNLEM ALMA

EK 6-8 Devamı

8.4.	BULON PLAKALARININ HARÇLA SIVANMASI																														
8.4.1.	Dikkatsiz Davranışlar	Harcın sıvanması esnasında sıçraması	Saha personelleri	Cilde ve göze temas sonucu ciltte yanma, gözde karıncalanma, sulanma ve yanma	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomik çalışmak yapmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Sürekli zorlayıcı hareketlerin yapılmasını engellemek. 4.Kova altında çalışmanın engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	4	1	5	20	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.4.2.	Dikkatsiz Davranışlar	Harcın sıvanmasında işçinin fiziksel güç kullanımı	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomik çalışmak yapmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Sürekli zorlayıcı hareketlerin yapılmasını engellemek. 4.Kova altında çalışmanın engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	2	2	5	20	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.4.3.	Çalışanın Konumu, dikkatsiz davranışlar	Harcın sıvanmasında işçinin duruşu	Saha personelleri	Uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.4.4.	İskele dizaynı	Kullanılan iskele ile tünel tavanı arasındaki mesafenin az olması	Saha personelleri	Başın tavana çarpması sonucu yaralanma ve ölüm	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Çalışma alanı riskleri ile anlatılmalı . 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-8 Devamı

8.4.5.	İskele Yürüyüşü	İskelelerin eğimli/engebeli yüzeyde kontrolsüz hareketi	Saha personelleri	Sıkışma, çarpma, yüksekten düşme, yaralanma	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK	5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Fren sisteminin çalışıp çalışmadığının kontrol edilmesi 2.İskelenin hareketli parçalarının düzenli olarak kontrol edilmesi	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	15	30	OLASI RİSK	3	2	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

8.5.	**MEMRAN VE KEÇE MALZEMESİNİN ÇEKİLMESİ**																										
8.5.1.	Çalışanın Konumu, dikkatsiz davranışlar	Membranın taşınmasında işçinin fiziksel güç kullanması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet ve kas sisteminde rahatsızlıklar	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.5.2.	Çalışanın Konumu, dikkatsiz davranışlar	Membranın taşınmasında sırasında işçinin duruşu Membran rulolarının tünel hattı boyunca taşınmasında insan gücü kullalması	Saha personelleri	Uzun süreli uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	2	2	5	20	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-8 Devamı

8.6.	MEMBRAN DİKİŞ ROBOTUNUN KULLANILMASI																											
8.6.1.	Çalışanın Konumu, dikkatsiz davranışlar	Membran robotunun kullanılmasında işçinin uygun olmayan fiziksek duruşu	Saha personelleri	Uzun süreli uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	4	2	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR
8.6.2.	Çalışanın Konumu, dikkatsiz davranışlar	Robotu kullanan işçinin fiziksel güç kullanması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelete kas sisteminde rahatsızlıklar	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
8.6.3.	Çalışanın Konumu, dikkatsiz davranışlar	Membran robotunu elle taşırken eğimli yüzeyde düşme	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelete kas sisteminde rahatsızlıklar, ezilme, incinme	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Yürüme yollarının belirtilmesi 2.Riskli geçişlerin yürüyüşe kapatılması 3.Uzun mesafe taşımalarda Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanılması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	3	2	5	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-9 NATM Yöntemi Tünel risk değerlendirmesi, özel işler-demir montajı ve çelik kalıp işleri.

EK. 9. NATM Yöntemi Tünel risk değerlendirmesi, özel işler-demir montajı ve çelik kalıp işleri.

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
9.0.	DEMİR MONTAJI VE ÇELİK KALIP İŞLERİ																									
9.1.	ÇELİK KALIP İSKELESİNİN RAYLAR ÜZERİNDEKİ HAREKETİ																									
9.1.1.	Elektrik tesisatı	Elektrik kaçağı	Saha personelleri	Elektrik hattına temas sonucu elektrik çarpması ve şok	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması , eğitim ve bilgilendirmelerein yapılması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların rutin test ve bakımlarının yapılması 4.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	2	1	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.1.2.	Elektrik tesisatı	Kabloların aşınması	Saha personelleri	Elektrik hattına temas sonucu elektrik çarpması ve şok, ölüm	3	2	100	600	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	6	3	10	180	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması , eğitim ve bilgilendirmelerein yapılması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların rutin test ve bakımlarının yapılması. 4.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi çalıştırılması.	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amiri, İSG uzmanı	1,0	2	100	200	ESASLI RİSK	3	2	10	60	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-9 Devamı

9.2.	DEMİR DONATI MONTAJI																												
9.2.1.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	İşçilerin tahkimat ve tahkim demirleri taşıması esnasında fiziksel güç kullanmaları	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışılması 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Zorlayıcı , tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi. 4.Boy demirlerin taşınmasında araç kullanımı veya en az 3 kişi ile taşıma yapılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	1	2	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.2.2.	İnşaat malzemesi	Tahkimat destek demirlerinin uclarının sivri olması	Saha personelleri	Sivri uçlara temas sonucu yaralanma	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ergonomik çalışılması 2.Eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	4	2	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR
9.2.3.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	İşçilerin demirleri taşırken oluşan uygunsuz duruşlar	Saha personelleri	Uzun süreli uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı uzmanı	1,0	2	70	140	ÖNEMLİ RİSK	2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.2.4.	Kapalı ortam, dikkatsiz davranışlar	Tahkimat ve demir donatı işleminin dar ve uygunsuz alanda yapılması	Saha personelleri	Uzun süreli uygunsuz duruş sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	70	140	ÖNEMLİ RİSK	2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-9 Devamı

9.3.	**Tahkimat Donatısı**																									
9.3.1.	El aletleri, dikkatsiz davranışlar	Tahkimat ve demir donatı imalatlarında çeşitli el aletleri kullanılması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı vb.	3	3	7	63	OLASI RİSK	4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışmak. 2.Eğitim verilmesi. 3.Uzun süreli tekrarlı hareketlerin yapılmasının engellenmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	7	21	OLASI RİSK	2	2	5	20	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.3.2.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Tünel tahkimatı sırasında , İşçilerin yüksekte çalışması	Saha personelleri	İşçinin düşmesi sonucu ölüm	3	6	40	720	TOLERANS GÖSTERİLMEZ RİSK	6	8	9	432	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Sepette çalışanların emniyet kemeri kullanmaları ve çalışma riskleri anlatılmalı. 2.Sepet içerisinde en fazla 2 kişi çalıştırılması. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 4.Kot farkı olan kazılarda düşmeye karşı önlem alınmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	40	240	ESASLI RİSK	2	5	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-9 Devamı

9.4.	ALIN KALIBI İMALATINDA EL ALETLERİNİN KULLANIMI																										
9.4.1.	El aletleri	Keser ve sivri uçlu el aleti kullanımı	Saha personelleri	El ve ayağa vurma, kesik	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	3	5	5	75	ÖNLEM ALINABİLİR
9.4.2.	El aletleri	Çekiç / el aleti kullanımı	Saha personelleri	El ve ayağa vurma, başka bir çalışana vurma	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK	5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK	2	4	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR
9.4.3.	El aletleri	Testere / kesin el aleti kullanımı	Saha personelleri	Kesik	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-9 Devamı

9.4.4.	El aletleri	Manivela / sivri uçlu el aleti kullanımı	Saha personelleri	El ve ayağa vurma, ezilme	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.4.5.	El aletleri	Spiral / kesici el aleti kullanımı	Saha personelleri	Spiral taşının patlaması, göze cisim kaçması, elektrik çarpması, kesik, membranın yanma riski	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK		5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	15	30	OLASI RİSK		3	0,5	6	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.4.6.	El aletleri	Matkap / delici el aleti kullanımı	Saha personelleri	El sıkışması, elektrik çarpması, göze cisim kaçması, titreşim, toz, gürültü	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		2	1	5	10	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.4.7.	El aletleri	Darbeli matkap (Hilti) Kullanımı	Saha personelleri	Göze cisim kaçması, Elektrik çarpması, Titreşim, Gürültü, Toz.	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Gözlem ve denetlemelerin yapılması 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		3	1	5	15	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-9 Devamı

9.4.8.	Kimyasal maddeler	Kimyasal malzeme kullanılması	Saha personelleri	Patlama, yangın	3	1	100	300	ESASLI RİSK		5	2	10	100	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Eğitim ve bigilendirme 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Makine teçhizatların günlük test ve denetimi yapılmalı. 4.Prosedürlerin uygulanması 5.Mesleki yeterliliğe sahip tecrübeli çalışan	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	100	100	ÖNEMLİ RİSK		3	1	10	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
9.4.9.	Kimyasal maddeler	Beton kalıplarında kalıp yağı kullanma	Saha personelleri	Kayma, düşme, göze sıçrama	3	6	15	270	ESASLI RİSK		6	7	6	252	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Malzemenin MSDS formlarının olması 4.Mesleki yeterliliğe sahip çalışan 5.Eğitim ve bigilendirme	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK		3	3	6	54	ÖNLEM ALINABİLİR
9.4.10.	Kapalı ortam, çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Tünel saha zeminin engebeli ve kaygan olması	Saha personelleri	Zemindeki malzemelere takılma, çakılların üzerinde kayma sonucu düşme, ayak burkulması	3	6	15	270	ESASLI RİSK		6	7	6	252	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Teknik kurall ve talimatlara uygun çalışma yaptırılması 2.Tünel tabanının düz ve sağlam hale getirmek. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 4.Çalışma bölgelerinin tecrit edilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK		4	4	6	96	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-10 NATM Yöntemi Tünel Risk Değerlendirmesi , Beton Dökülmesi.

EK. 10. NATM Yöntemi Tünel risk değerlendirmesi özel işler beton dökülmesi.

Risk Kodu (1)	Tehlike Kaynağı (2)	Tehlikeler (3)	Tehlikeden Kimler Zarar Görebilir veya Etkilenebilir (4)	Tehlike Sonucu Oluşabilecek Riskler (5)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (6)					FMEA (HTEA) İyileştirme Öncesi Risk Değerlendirme (7)					Alınacak Önlemler (8)	Sorumlu Personel (9)	FİNE-KİNNEY İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (10)					FMEA (HTEA) İyileştirme Sonrası Risk Değerlendirme (11)				
					O (6.1)	F. (6.2)	Ş(6.3)	RİSK (6.4)	RİSK Değeri(6.5)	O (7.1)	Farkedilebilirlik (7.2)	Ş (7.3)	RİSK (7.4)	RİSK Değeri (7.5)			O (10.1)	F. (10.2)	Ş(10.3)	RİSK (10.4)	RİSK Değeri(10.5)	O (11.1)	Farkedilebilirlik(11.2)	Ş(11.3)	RİSK(11.4)	RİSK Değeri(11.5)
NATM YÖNTEMİ İLE AÇILAN TÜNELLER ÖZEL İŞLER																										
10.0.	**BETON DÖKÜLMESİ**																									
10.1.	**BETON POMPASININ SAHADA KURULMASI VE BETON DÖKÜLMESİ**																									
10.1.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş makinesi	Destek ayakların uygun şekilde zemine sabitlenmemesi	Saha personelleri	Aracın devrilmesi ve işçilere çarpması sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İş makinelerinde uygun sinyal , aydınlatma sistemlerinin çalışır vaziyette bulunması. 2.Operatörlerin uygun konumda çalışma yapmasının sağlanması 3.Görüş alanının yeterli olmadığı durumlarda işaret ve işaretçilerin kullanılması 4.Tünel içi aydınlatmanın yeterli olması sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	2	1	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.1.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Beton pompasının/makinelerin dengeli olarak kurulmaması	Saha personelleri	Aracın pompalama esnasında devrilerek personele çarpması sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İş makinelerinde uygun sinyal , aydınlatma sistemlerinin çalışır vaziyette bulunması. 2.Operatörlerin uygun konumda çalışma yapmasının sağlanması 3.Görüş alanının yeterli olmadığı durumlarda işaret ve işaretçilerin kullanılması 4.Tünel içi aydınlatmanın yeterli olması sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	4	0,5	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-10 Devamı

10.1.3.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Desteklerin ayaklarının açılır/kapanırken görüş mesafesinin az olması	Saha personelleri	İşçilere destek mekanizmalarının çarpması sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.operatörlerin uygun konumda mevzilenmesi. 2.Görüş alanının kısıtlı olduğu bölgelerde işaretçi kullanılması. 3.Aydınlatmanın yeterli olmasına dikkat edilmeli. 4.İş makinelerinde uygun ayna, sinyal vs. tertibatı olması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	3	2	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.1.4.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Arka tekerleğe takoz konulmaması/uygun olmayan takoz konulması	Saha personelleri	Aracın kayması sonucu çarpma, ezilme sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	5	6	150	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimatlara uyulması 2.Eğitim verilmesi ve eğitimlere bağlı kalınması sağlanmalı 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	4	2	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR
10.1.5.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Destek takozlarının temiz olmaması/yağlı olması	Saha personelleri	Takozun kayması sonucu çarpma ezilme sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	5	6	150	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	0,5	3	15	22,5	OLASI RİSK	3	2	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.1.6.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Pompa kurulduğunda destek ayarların sabitlenmemiş/ kilitlenmemiş olması	Saha personelleri	Aracın pompalama esnasında devrilmesi çarpma ezilme sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personellerinin sürekli kontrolü sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	3	2	6	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-10 Devamı

10.1.7.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Tahta desteklerin/tahkimatların tünel hattında elle taşınması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	2	7	42	OLASI RİSK	4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.İşe özel talimat verilmesi 2.Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK	3	2	5	30	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.1.8.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Tünel zeminin engelli ve kaygan olması	Saha personelleri	Zemindeki malzemelere takılma, çakılların üzerinde kayma sonucu düşme, ayak burkulması	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	5	6	150	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Zeminin düz ve sağlam hale getirilmesi. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Çalışma alanının tecrit edilmesi. 4.Talimatlara uygun çalışma yapılması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	1	2	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.1.9.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş Makinesi	Mikserin pompaya yanaşması sırasında beton mikserinin ikaz , sesli ve ışıklı uyarı sistemlerinin çalışmaması	Saha personelleri	Mikser altında veya mikser ile pompa arasında kalma sonucu ezilme ve çeşitli şekilde yaralanma	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Operasyonda işaretçi kullanılması. 3.Yeterli aydınlatmanın sağlanması. 4.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda far, fren, ayna vb. aksamın kullanışlı olması. 5.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	2	4	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-10 Devamı

10.1.10.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Tünel çalışmalarında beton mikserinin pompaya yanaşması esnasında mikser ile pompa arasında çalışanın kalması	Saha personelleri	Araca temas sonucu ezilme ve çeşitli şekilde yaralanma	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	4	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKL	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Operasyonda işaretçi kullanılması. 3.Yeterli aydınlatmanın sağlanması. 4.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda far, fren, ayna vb. aksamın kullanışlı olması. 5.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	2,0	3	40	240	ESASLI RİSK	4	2	9	72	ÖNLEM ALINABİLİR
10.1.11.	Araç/Taşıt/İş Makinesi kullanımı,	Mikserin pompaya yanaşması esnasında mikserin beton pompasına çarpıp dengesini bozması sonucunda pompanın çalışana çarpması	Saha personelleri	Miksere temas sonucu ölüm	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Operasyonda işaretçi kullanılması. 3.Yeterli aydınlatmanın sağlanması. 4.Araç/Taşıt/İş Makinesilarda far, fren, ayna vb. aksamın kullanışlı olması. 5.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	0,5	3	40	60	OLASI RİSK	4	1	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.	**BETON POMPASIYLA BETON BASILMASI**																								
10.2.1.	Basınçlı boru tesisatı	Beton iletim/ basma borularının tıkanması	Saha personelleri	Tıkanma sonucu artan basıncın boruları patlaması, aracın devrilmesi sonucu ölüm	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Bakım prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-10 Devamı

10.2.2.	Basınçlı boru tesisatı	Bomun kırılması/ aniden düşmesi	Saha personelleri	Bomun parçalanması, savrulması, işçilere çarpma şiddeti sonucu ölüm	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Periyodik bakım prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 5.Çalışma alanının tecrit edilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	5	2	9	90	ÖNLEM ALINABİLİR
10.2.3.	Beton	Betonun desteği sırasında beton sıçramaları	Saha personelleri	Cilde ve göze temas sonucu cildin tahriş olması	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Gereken KKD'lerin kullanılması 2.Personel eğitimleri 3.Uyarı levhaları 4.Denetimler 5.Kimyasal atıkları en kısa zamanda Tünelden uzaklaştırmak 6.Kimyasal maddeleri malzeme güvenlik bilgi formu'nda belirtilen tedbiri almak, kullanmak, depolamak ve bertaraf etmek	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	1	2	6	12	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.4.	Basınçlı boru tesisatı	Beton pompalanırken/ lastik uç hortumun katlanması / tıkanması	Saha personelleri	Artan basıncın boruları patlatması, aracın devrilmesi sonucu ölüm yaralanma	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	5	9	270	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Bakım prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	3	2	9	54	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-10 Devamı

10.2.5.	Basınçlı boru tesisatı	Uç hortumun salınımının engellenmesi / sıkışması	Saha personelleri	Boruların tıkanması sonucu patlama sonucu ölüm, yaralanma	3	2	40	240	ESASLI RİSK		6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Bakım prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK		4	1	9	36	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.6.	Basınçlı tesisatlar, beton	Basınçlı yağın ve betonun sıçraması	Saha personelleri	Cilde ve göze temas sonucu cildin tahriş olması	3	3	7	63	OLASI RİSK		4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR	1.KKD koruyucu ekipmanların giyilmesi. 2.Eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	7	21	OLASI RİSK		2	2	5	20	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.7.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş makinesi	İş makinesi destek ayaklarının ani çökmesi / aracın devrilmesi	Saha personelleri	Aracın devrilmesi sonucu ölüm	3	2	40	240	ESASLI RİSK		4	3	9	108	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Destek ayaklarının düz olacak şekilde yerleştirilmesi. 2.Her ayakaltına plaka yerleştirilmesi. 3.Talimat, eğitim verilmesi. 4. Bakım programlarının uygulanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK		1	1	9	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.8.	Çalışanın konumu, dikkatsiz davranışlar	Makine çalışır durumda iken dönen parçalara el veya parça sokulması	Saha personelleri	Sıkışma noktalarına temas sonucu elin ezilmesi, sıkışması	3	1	15	45	OLASI RİSK		4	2	5	40	ÖNLEM ALINABİLİR	1.makine bakım ve kontrollerinin günlük yapılması. 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.İşe özel talimatın olması ve bu talimatlara uyulmasının sağlanması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	1	15	15	ÖNEMSİZ RİSK		3	0,5	5	7,5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-10 Devamı

10.2.9.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş makinesi	Aşırı gürültü oluşumu	Saha personelleri	Gürültüye maruz kalma sonucu işitme kaybı	3	6	15	270	ESASLI RİSK		6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Plan ve prosedürlerin uygulanması 2.KKD lerin kullanılması (kulak tıkacı vb) 3.Gürültü maruziyetleri ile gürültü seviyesinin düzenli kontrolün yapılması. 4.Aşırı gürültülü çalışmaların önüne geçilmeli. 5.Eğitim ve bigilendirme 6.Molalarla çalışma / çalışan ekiplerin sık değiştirilmesi. 7.Ekipman ve aletlerin düzenli bakımlarının yapılması sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK		4	2	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR
10.2.10.	Kapalı ortam	Ortamdaki aşırı koku ve toz	Saha personelleri	Tozun solunması sonucu solunum rahatsızlıklar	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK		5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Tünel içerisinde uygun KKD (toz maskesi) kullanılmalı. 2.Tünel içi uygun ve yeterli havalandırma sistemi kurulmalı. 3.Prosedürlerin uygulanması 4.Tozu önlemek için proaktif önlemler 5.Sahanın temiz düzenli tutulması ve toza karşı sulanması 6. kapalı alan depolaması sağlanmalı 7.Eğitim ve bigilendirme 8.Tünel kazı alanında , kazı sırasında toz oluşmuna karşı sulama ve/veya su sisi oluşturulmalı. 9.Toz ölçümlerinin düzenli ölçülmesi. 10.Persolelerin sağlık açısından riskli tehlikelerinden korunması sağlanmalıdır.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK		3	4	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR

EK 6-10 Devamı

10.2.11.	Dikkatsiz davranışlar	Çalışan iki Araç/Taşıt/İş Makinesi arasından geçmek	Saha personelleri	Mikserden beton dökme aparatına temas sonucu yaralanma	3	6	15	270	ESASLI RİSK		6	8	6	288	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Eğitim verilmesi. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	15	90	ÖNEMLİ RİSK		2	4	6	48	ÖNLEM ALINABİLİR
10.2.12.	Dikkatsiz davranışlar	Dönen şanzımanın sıkışma noktalarına temas	Saha personelleri	Sıkışma noktalarına temas sonucu elin ezilmesi, sıkışması	3	2	15	90	ÖNEMLİ RİSK		5	3	6	90	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Bakım ve kontrollerin günlük olarak yapılması. 2.Koruyucu parçaların çalışma esnasında çıkarılmaması.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı uzmanı	1,0	2	15	30	OLASI RİSK		2	0,5	6	6	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.13.	Kaygan zemin	Akan / sızan su ve yağlar	Saha personelleri	Kaygan zemin oluşması sonucu kayma takılma düşme sonucu yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK		5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Akan suları etrafı korunaklı alanlarda depo etmek ve uygun şekilde tünelden uzaklaştırmak. 2.Dökülen yağ vb. kimyasalları çevre kurallarına uygun şekilde bertaraf etmek. 3.personele bu konuda eğitim verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	15	45	OLASI RİSK		3	0,5	6	9	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.2.14.	Dikkatsiz davranışlar	Nozzel'u takarken kuvvet uygulanması /zorlanması	Saha personelleri	Fiziksel zorlanma sonucu iskelet kas sisteminde rahatsızlıklar, bel ağrısı, vb.	3	6	7	126	ÖNEMLİ RİSK		5	7	5	175	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Ergonomi kurallarına uygun çalışma 2.Eğitim ve toolbox verilmesi.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	6	7	42	OLASI RİSK		4	4	5	80	ÖNLEM ALINABİLİR

10.2.15.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş makinesi	Hidrolik yağ kaçağı / sızıntısı	Saha personelleri	Makinenin dengesiz hareketleri	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Bakım prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Bilinçlendirme eğitimi verilmesi. 5.Yönetim ve gözlem personellerinin kontrolü.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		2	0,5	5	5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.3.	**BETON POMPASININ TOPLANMASI**																											
10.3.1.	Araç/Taşıt/İş Makinesi, iş makinesi	Destek ayaklarının kapatılırken görüş mesafesinin az / yetersiz olması olması	Saha personelleri	Destek mekanizmalarının çarpması sonucu, yaralanma	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK		5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.operatörlerin uygun konumda mevzilenmesi. 2.Görüş alanının kısıtlı olduğu bölgelerde işaretçi kullanılması. 3.Aydınlatmanın yeterli olmasına dikkat edilmeli. 4.İş makinelerinde uygun ayna, sinyal vs. tertibatı olması	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı operatörler	1,0	3	15	45	OLASI RİSK		1	0,5	6	3	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.4.	**Beton**																											
10.4.1.	Çimento	Çimentoyla temas	Saha personelleri	Cilde temas sonucu cildin tahriş olması	3	2	7	42	OLASI RİSK		4	3	5	60	ÖNLEM ALINABİLİR	1.Gereken KKM'lerin Kullanılması 2.Personel Eğitimleri 3.Uyarı Levhaları 4.Denetimler 5.Kimyasal Atıkları en kısa zamanda Tünelden uzaklaştırmak 6.Kimyasal maddeleri Malzeme Güvenlik Bilgi Forumu'nda (MSDS) belirtilen tedbiri almak, kullanmak, depolamak ve bertaraf etmek	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	7	14	ÖNEMSİZ RİSK		1	0,5	5	2,5	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-10 Devamı

10.4.2.	Elektrik tesisatı	Elektrik kaçağı	Saha personelleri	Elektriğe temas sonucu elektrik çarpması	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Ekipmanların günlük test ve denetimi 4.Düzenli bakım 5.Mesleki yeterliliğe sahip elektrikçi 6.Eğitim ve bigilendirme	kısım şefleri, saha formenleri, elektrik amirleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	3	1	9	27	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.4.3.	Dikkatsiz davranışlar	Pompayı iş sonu / temizlik amacı ile yıkarken elektrik kutularına basınçlı su ve buhar tutulması	Saha personelleri	Elektriğe temas sonucu çarpılma ve şok	3	3	40	360	ESASLI RİSK	6	4	9	216	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	40	120	ÖNEMLİ RİSK	4	0,5	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.5.	**BETON POMPASININ BAKIMI**																							
10.5.1.	Basınçlı tesisatlar, dikkatsiz davranışlar	Basınç düşürülmeden / makine kapatılmadan kelepçe ve vidalı bağlantıların açılması	Saha personelleri	Fazla basınçtan dolayı bağlantıların etrafa saçılması sonucu, yaralanma	3	2	40	240	ESASLI RİSK	6	3	9	162	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.İşe özel talimat verilmesi. 2.Eğitim ve toolbox verilmesi. 3.Yönetim / gözlem ve denetim personellerinin sürekli kontrolü sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	4	0,5	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

EK 6-10 Devamı

10.6.	BETON POMPASINA YAKIT İKMALİ																								
10.6.1.	Dikkatsiz davranışlar	Makine / taşıt ve araçlara yakıt doldurulurken sigara ve ateşle yaklaşmak	Saha personelleri	Yangın çıkması sonucu yanma yaralanma	1	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	5	3	9	135	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Prosedürlerin Uygulanması 2.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı. 3.Uygun Yangın söndürme Sistemi 4.Bilinçlendirme Eğitimi. 5.Uyarı/İkaz İşaretleri	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	2	40	80	ÖNEMLİ RİSK	4	0,5	9	18	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK
10.6.2.	Araç/Taşıt/İş Makinesi konumu	Tünel zeminin engelli ve kaygan ve gevşek olması	Saha personelleri	Zeminde hareket sonucu kayma takılma sonucu düşme, ayak ve el burkulması vb.	3	3	15	135	ÖNEMLİ RİSK	5	4	6	120	MUTLAKA ÖNLEM ALINMASI GEREKLİ	1.Çalışma yapılan işe özel talimat verilmesi 2.Düzenli Eğitim verilmesi 3.Yönetim / gözlem ve denetim personelleri tarafından sürekli kontrol sağlanmalı.	kısım şefleri, saha formenleri, İSG uzmanı	1,0	3	15	45	OLASI RİSK	4	1	6	24	ÖNLEM ALMAYA GEREK YOK

ÖZGEÇMİŞ

Adı – Soyadı: Mehmet Şahin DUYMUŞ

Doğum Yeri: