

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DERİN KAZI VE ZEMİN İYİLEŞTİRME YAPILAN İNŞAAT SAHALARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ahmet Selim İLBEYİ

İş Güvenliği Anabilim Dalı

ÇANAKKALE

T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DERİN KAZI VE ZEMİN İYİLEŞTİRME YAPILAN İNŞAAT SAHALARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ahmet Selim İLBEYİ

İş Güvenliği Anabilim Dalı

Tezin Sunulduğu Tarih: **30/01/2019**

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR

ÇANAKKALE

Ahmet Selim İLBEYİ tarafından Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR yönetiminde hazırlanan ve **30/01/2019** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Derin Kazı ve Zemin İyileştirme Yapılan İnşaat Sahalarında Risk Değerlendirmesi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İş Güvenliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oybirliği ile kabul edilmiştir.

JÜRİ

Prof. Dr. Kanat Burak BOZDOĞAN ……

Başkan

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR ……

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ali MARDANİ AGHABAGLOU ……

Üye

Prof. Dr. Levent GENÇ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

Sıra No:……

İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

Ahmet Selim İLBEYİ

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen canım eşim ve oğluma, eğitim masraflarım için bana burs sağlayan Torunlar İnşaat, mesleğimi sürdürmemde yardımcı olan Tümaş Türk Mühendislik Müşavirlik ve Müteahhitlik A.Ş., Çanakkale Belediyesi ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ahmet Selim İLBEYİ

Çanakkale, Ocak 2019

SİMGELER VE KISALTMALAR

AB	Avrupa Birliği
AGEC	Applied Geotechnical Engineering and Construction
CTPS	Cold Test Pit South
ÇSGB	Çalışma ve Sosyal Güvenliği Bakanlığı
FMEA	Hata Türü ve Etkileri Analizi
FTA	Hata Ağacı Metodu
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
İNTES	Türkiye İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası
İSGRDY	İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği
KKD	Kişisel Koruyucu Donanım
SGK	Sosyal Güvenlik Kurumu
TDY	Türkiye Deprem Yönetmeliği
TS	Türk Standart
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
YİİSGY	Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği

ÖZET

DERİN KAZI VE ZEMİN İYİLEŞTİRME YAPILAN İNŞAAT SAHALARINDA RİSK DEĞERLENDİRMESİ

Ahmet Selim İLBEYİ
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İş Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR
30/01/2019, 103

İş sağlığı ve güvenliği Türkiye'de yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle son on yılda üstünde daha çok durulan bir konu haline gelmiştir. Yapılan mevzuat çalışmalarına rağmen iş sağlığı ve güvenliği kültürü Türkiye'de hala istenilen düzeyde oluşturulamamıştır. Bu durum Türkiye'de lokomotif sektör olarak anılan inşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği istatistiklerine yansımaktadır.

İnşaat sektörü 200'den fazla kendisine bağlı alt sektörü harekete geçirmekte ve büyük bir istihdam alanı sağlamaktadır. Türkiye'de inşaat sektörü 2007 – 2009 küresel krizinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Özellikle 2010 yılından sonra inşaat sektörünün Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (GSYH) içerisindeki payının değişimi incelendiğinde ülke ekonomisinde yaşananların inşaat sektörünü doğrudan etkilediği görülmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) verilerine göre inşaat sektöründe istihdam edilen kişi sayısı her geçen yıl artmaktadır. Sektörün yurt dışında da önemli bir hareketliliği söz konusudur. Sektör yurt dışında 1972 yılından 2017 yılı Mart ayı sonuna kadar 115 farklı ülkede büyük bir bölümü son yıllarda olmak üzere 8.949 proje üstlenmiştir. İnşaat sektörünün bu gelişimi sektörde çalışanlar ve çalışma ortamları ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışmalar yapılmasını zaruri kılmaktadır.

İş kazası istatistiklerine bakıldığında ölümlü iş kazalarında inşaat sektörünün payı 2009 yılından bu yana %30 ve üstü oranlara çıkmıştır. Aynı zaman zarfında tüm iş kazaları içerisinde sektörün payı %10'un üzerinde olmuştur. İlaveten 2015 yılı SGK verilerine göre inşaat sektöründe kaydedilen geçici iş göremezlik süresinin (959.658 gün), toplam içindeki payı ise %32 olmuştur.

Bu çalışmada inşaat faaliyetlerinin bir parçası olan jet grout ile zemin iyileştirme ve diyafram duvarlı derin kazı çalışmalarının uygulama amaçlarına ve yöntemlerine yer verildikten sonra içerdikleri tehlikeler incelenmiştir. Bu tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilmesinin ardından riski minimize etmek amacıyla öneriler sunulmuştur.

Anahtar sözcükler: İş Sağlığı ve Güvenliği, İnşaat Sektörü, Jet Grout, Diyafram Duvar, Risk Değerlendirmesi.

ABSTRACT

RISK ASSESSMENT OF CONSTRUCTION SITES WITH DEEP EXCAVATION AND SOIL IMPROVEMENT

Ahmet Selim İLBEYİ
Çanakkale Onsekiz Mart University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Master of Science Thesis in Occupational Safety
Advisor : Assist. Prof. Dr. Mehmet ÖZGÜR
30/01/2019, 103

Occupational health and safety has become a major subject investigated and discussed in the last decade because of the occupational accident and diseases faced in Turkey. Occupational health and safety culture has not formulated in the desire level although legislation studies conducted in the recent years. This situation has reflected in the statistics of occupational health and safety on construction sector in Turkey.

Construction sector mobilizes sub-sector more than two hundred and provide greet employment area. The sector in Turkey has significantly affected by global crisis of 2007-2009. Especially, it is seen that fluctuations in the country economy have directly affected construction sectors when the portion of the sector in the gross domestic product is reviewed. According to Turkish Statistics Institute (TUIK) the number of employees in the construction sector has increasing year by year. Also, the sector has significantly been growing in the foreign countries. The sector has constructed almost 8949 projects in 115 different countries from 1972 to end of March 2017. This development of construction sector necessitates the studies on occupational health and safety related to employees and their working environment.

It is clearly seen that the contribution of construction sector in deadly work accidents has increased by %30 and more when work accidental statistics since 2009 are reviewed. At the same time the contribution of the sector in total working accident is more than %10. Additionally, the portion of the sector in the temporarily total disability has become %32 according to 2015 SGK data.

In the study, application purposes and methods of diaphragm wall with deep excavation and soil improvement with jet grout which are the part of construction were

reviewed and their hazards were investigated. After, analyzing the risks of these hazards, suggestions were presented to minimize the risks.

Keywords: Occupational Health and Safety, Construction Sector, Jet Grout, Diaphragm Wall, Risk Assessment

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ SINAVI SONUÇ FORMU ii
İNTİHAL (AŞIRMA) BEYAN SAYFASI iii
TEŞEKKÜR iv
SİMGELER VE KISALTMALAR v
ÖZET vi
ABSTRACT viii
ŞEKİLLER DİZİNİ xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ xiv
BÖLÜM 1
GİRİŞ 1
1.1. Çalışmanın Amacı 2
1.2. Çalışmanın Kapsamı 4
BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 5
2.1. Zemin İyileştirmesi ile İlgili Genel Bilgiler 5
2.1.1. 1999 Kocaeli Depremi ile İlgili Vaka Analizi 7
2.1.2. 2011 Yılı Japonya'nın Tohoku Depremi 8
2.1.3. 2010 Yılı Haiti ve Karayip Depremi 9
2.1.4. Tuttle Creek Barajında Zemin İyileştirme 10
2.2. Derin Kazı ile İlgili Genel Bilgiler 11
2.2.1. Hollanda'nın Rotterdam Kruisplein Otoparkı Derin Kazı Uygulaması 12
2.3. Jet Grout Yapım Yöntemi 15
2.3.1. Çalışma Sahasının Hazırlanması ve Zeminle İlgili Çalışmalar 15
2.3.2. Kolon Noktalarının ve Uygulamada Kullanılan Paremetrelerinin Belirlenmesi 15
2.3.3. Delgi 16
2.3.4. Enjeksiyon 17
2.3.4.1. Tek Akışkanlı Yöntem (JET-1) 17
2.3.4.2. Çift Akışkanlı Yöntem (JET-2) 17
2.3.4.3. Üç Akışkanlı Yöntem (JET-3) 18
2.3.5. Malzemeler 18
2.3.5.1. Çimento 18
2.3.5.2. Su 18
2.3.6. Makine ve Ekipmanlar 19

2.4. Diyafram Duvar Yapım Yöntemi 20
2.4.1. Makine ve Ekipmanlar 20
2.4.2. Malzemeler 21
2.4.2.1. Demir Donatı 21
2.4.2.2. Bentonit 21
2.4.2.3. Beton 22
2.4.3. Diyafram Duvar Panellerinin Yapımı 23
2.4.3.1. Gidaj (Kılavuz) Duvarlarının Yapılması 23
2.4.3.2. Panel Kazısının Yapılması ve Çalışma Sahasının Hazırlanması 23
2.4.3.3. Donatının Konması ve Panele Beton Dökülmesi 24
2.4.4. Panellerinin Tamamlanması Derin Kazı ve Ankraj İmalatları 24
2.5. Vaka Analizleri 25
2.5.1. Enjeksiyon Operatörünün Yaşadığı Yaralanma 25
2.5.2. Diyafram Duvar Yapımı ile ilgili Vaka Analizleri 26
2.5.2.1. Singapur Nicoll Otoyolu'nda Yaşanan Göçük 26
2.5.2.2. Köln Şehir Arşivleri Binasının Çöküşü 29
2.5.2.3. Hangzou Metro İnşaatında Yaşanılan Çökme 31
BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM 34
3.1. Tehlike ve Risk Kavramları 34
3.1.1 Tehlike 34
3.1.2 Risk 36
3.2. Jet Grout İmalatında Tehlike Kaynakları 36
3.2.1. Makine ve Ekipmanların Tehlike Kaynakları 36
3.2.2. Kullanılan Malzemelerin Tehlike Kaynakları 38
3.3. Diyafram Duvar İmalatının Oluşturduğu Tehlikeler 39
3.3.1. Makine ve Ekipmanların Tehlike Kaynakları 39
3.3.2. Kullanılan Malzemelerin Tehlike Kaynakları 41
3.3.3. Diyafram Duvar İmalatından Sonra Derin Kazı ve Ankrajların Yapılması 45
BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA 48
4.1. Risk Değerlendirme Aşamaları 49
4.1.1. Tehlikelerin Belirlenmesi 50
4.1.2. Risklerin Değerlendirilmesi 50

4.1.3. Kontrol Tedbirlerine Karar Verilmesi 50
4.1.4. Kontrol Tedbirlerinin Uygulanması 51
4.1.5. İzleme ve Gözden Geçirme 51
4.2. Risk Değerlendirme Yöntemleri 51
4.2.1. Tehlike ve İşlerlik Çalışmaları Metodu (HAZOP) 52
4.2.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Metodu 52
4.2.3. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis-FTA) 55
4.2.4. Matris Metodu 56
4.2.5. Fine – Kinney Analizi Yöntemi 58
4.3. Derin Kazı ve Zemin İyileştirmelerinde Risk Değerlendirmesi 62
4.3.1. Fine-Kinney Metodu ile Risk Değerlendirilmesi 62
BÖLÜM 5
SONUÇLAR VE ÖNERİLER 95
5.1. Risk Değerlendirmesinde Sonra Ortaya Çıkan Bulgular 95
5.2. Risk Değerlendirmesi Sonrasında Elde Edilen Sonuçlar ve Öneriler 97
KAYNAKLAR 99
EKLERİ I
EK 1. Tez Çalışmasına İlişkin Poster Sunumu II
ÖZGEÇMİŞ III

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 2.1. Diyafram duvar ve jet grout yapılan bir betonarme radye temel projesinde zemin ile betonarme temeli gösteren kesit.....5
Şekil 2.2. Geoteknik bir projede asansör çukurları altında yer alacak jet grout kolonları için tip kesit.....6
Şekil 2.3. Sendai havalimanının 2011 depreminden sonraki hali.....9
Şekil 2.4. Haiti'de yaşanan depremden sonra.....10
Şekil 2.5. Çanakkale Belediyesi İnşaatının diyafram duvar imalatına yukarıdan bakış.....12
Şekil 2.6. Rotterdam Kruisplein otopark inşaatı diyafram duvar.....13
Şekil 2.7. Jet grout imalatının yapımının gösterimi.....17
Şekil 2.8. Enjeksiyonda kullanılan su analiz raporu.....19
Şekil 2.9. Jet grout kolonlarında kullanılan makine ve ekipmanlar.....20
Şekil 2.10. Gidaj duvarının tamamlanmış hali.....23
Şekil 2.11. Kazaya neden olan bağlantı somunu.....26
Şekil 2.12. Nicoll otopark inşaatında yaşanan göçme.....27
Şekil 2.13. Nicoll otopark inşaatında seçilen çelik kuşak bağlantısı.....28
Şekil 2.14. Köln şehir arşivleri binasının çöküşü.....30
Şekil 2.15. Hangzhou metro tüneli inşaatında gerçekleşen çökme.....33
Şekil 3.1. Risk algılama zaman arasındaki ilişki.....36
Şekil 3.2. Delgi makinesi.....37
Şekil 3.3. Dökme çimentonun silobasa aktarılması.....39
Şekil 3.4. Diyafram duvarda hidrolik (grab) delgi makinesi.....40
Şekil 3.5. Bentonit tesisi ve ekipmanları.....42
Şekil 3.6. Vinç yardımıyla açılan panele donatının yerleşimi ve askıda bırakılması.....43
Şekil 3.7. Diyafram duvar panellerinde beton dökülürken beton pompası tremi boruları..44
Şekil 3.8. Kazı yaparken ikaz levhalarının bulunması.....45
Şekil 3.9. Delgi çalışması ve uygun KKD kullanımı.....47
Şekil 4.1. Risk Değerlendirme Aşamaları.....49
Şekil 4.2. FTA ile Örnek Bir Tehlike Analizi Yapılması.....56
Şekil 4.3. Fine-Kinney metodu risk değerlendirmesinde risk derecesi bulmak.....61
Şekil 4.4. Jet grout risk değerlendirme tablosu.....93
Şekil 4.5. Diyafram duvar risk değerlendirme tablosu.....93
Şekil 4.6. Derin kazı risk değerlendirme tablosu.....94

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 2.1. Bentonit karışımının özellikleri 22
Çizelge 4.1. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) 53
Çizelge 4.2. Hatanın ortaya çıkma sıklığı (P) 53
Çizelge 4.3. Zararın şiddeti (S) 54
Çizelge 4.4. Fark edilebilirlik (D) 55
Çizelge 4.5. L matris risk skoru formülünde olasılığın kullanılan değerleri 57
Çizelge 4.6. L matris risk skoru formülünde şiddet için kullanılan değerler 57
Çizelge 4.7. L matris risk skoru için kullanılan değerler 57
Çizelge 4.8. L matris risk skorunda önlem faaliyetleri için kullanılan değerler 58
Çizelge 4.9. Fine-Kinney metodunda risk değerini oluşturan olasılık değer tablosu 59
Çizelge 4.10. Fine-Kinney metodunda risk değerini oluşturan frekans değer tablosu 59
Çizelge 4.11. Fine-Kinney metodunda risk değerini oluşturan şiddet değer tablosu 59
Çizelge 4.12. Fine-Kinney metodunda risk değerlendirme sonuçları 60
Çizelge 4.13. Jet grout risk değerlendirmesi 64
Çizelge 4.14. Diyafram duvar risk değerlendirmesi 72
Çizelge 4.15. Derin kazı risk değerlendirmesi 84
Çizelge 4.16. Jet grout risk değerlendirme risk kontrol planı 91
Çizelge 4.17. Diyafram duvar risk değerlendirme risk kontrol planı 91
Çizelge 4.18. Derin kazı risk değerlendirme risk kontrol planı 92

BÖLÜM 1
GİRİŞ

İş sağlığı ve güvenliği eski çağlardan beri üzerinde çalışılan, son dönemlerde Türkiye'de ve Dünya'da maddi ve manevi kayıpları engellemek için modern teknoloji ile birlikte üzerinde daha fazla çalışmalar yapılan bir alandır. Örneğin Eski Mısırda, piramitlerin inşaatında sağlıkla ilgili birimler kurularak işçi sağlığı ile birlikte iş veriminin korunmasının planlandığı görülmektedir (Anonim, 2017a). Yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları gerekli önlemlerin alınmasına sebep olmaktadır.

Türkiye'de Avrupa Birliği'nin (AB) iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili Çerçeve Direktifine uyum amacıyla 2003 yılında yürürlüğe giren 4857 sayılı "İş Kanunu'nda özellikle beşinci bölümde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili hükümlere yer verilmektedir. Ayrıca 2003-2004 yıllarında AB'de iş sağlığı ve güvenliğine temel olan 89/391 Çerçeve Direktifi esas alınarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yönetmelikler çıkartılmıştır. Ancak Danıştay Onuncu Dairesi 24.05.2004 tarihli ve 1942 numaralı kararla birlikte İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliğinin yürütmesini durdurma kararı almıştır. (Baloğlu, 2013).

Türkiye'de mevzuatın yetersiz kalması, iş sağlığı ve güvenliği konusunda emin adımlar atılması için İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nun çıkarılmasını zorunlu hale getirmiştir. 2012 yılında 6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu yayınlanmıştır. Bu kanunun yayınlanmasının ardından çeşitli konularda yönetmelikler yayınlanarak mevzuat çalışmaları genişletilmeye çalışılmıştır.

Türkiye'de mevzuat çalışmaları ve araştırmalarına rağmen son yıllarda yaşanan iş kazalarının sayısı artmaktadır. Türkiye'de yaşanan iş kazalarının önemli bir bölümü büyük bir istihdama sahip olan inşaat sektöründe gerçekleşmektedir.

Konut sektörü inşaat sektörünün en önemli alanlarından biridir. Konut sektöründeki gelişmeleri yansıtan önemli göstergelerden birisi yapı inşaatlarının başlangıçlarını gösteren yapı ruhsatına ilişkin verilerdir. Türkiye'de 2004 yılında 70 milyon m² yüzölçümü alana ruhsat verilirken 2016 yılında yüzölçümü alanı 202 milyon m²'ye çıkmıştır. Türkiye'nin toplam yüzölçümü değişmediğine göre bu artışla birlikte yeni yapılan inşaatların daha geniş bir alanda yapılmakta olduğunu anlamaktayız. Ayrıca Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2004 yılında 75 bin binaya ruhsat verilirken 2016 yılında 132 bin binaya ruhsat verilmiştir.

İnşaatı tamamlanmış bir yapının, tamamen veya kısmen kullanılması mümkün bölümleri tamamlandığında bu bölümlerin kullanılması için verilen Yapı Kullanma İzin

Belgesi bilgilerine göre konut sayısı artışıyla inşaat sektöründeki gelişmeleri göz önüne koymaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2004 yılında 31 milyon m² yüz ölçümüne sahip 40 bin binaya yapı kullanma izin belgesi verilirken 2016 yılında 150 milyon yüz ölçümüne sahip 110 bin binaya yapı kullanma izin belgesi verilmiştir. Bu artışlar ışığında konut sektörü ile birlikte inşaat sektörü daha geniş bir alana yayılmaktadır.

İnşaat sektöründeki bu yayılma sadece konut sektörüyle sınırlı değildir. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı'nın verilerine göre 2003 yılında 152 uluslararası liman, 37 tersane ve 293 balıkçı barınağı varken, 2016 yılında uluslararası liman sayısı 172 olurken, tersane sayısı 79 ve balıkçı barınağı sayısı 384 olmuştur. 2003 yılında yüksek hızlı tren hat uzunluğu bulunmazken, 2016 yılında 1 213 km demiryolu yapılmıştır.

Türkiye'de TUİK hane halkı işgücü istatistiklerine göre inşaat sektöründe istihdam edilen kişi sayısı 2005 yılından 2016 yılına kadar artarak devam etmektedir. Konut sektörü ve ulaştırma sektöründeki yatırımlarla birlikte inşaat sektöründe çalışan kişi sayısı 2005 yılında yaklaşık 1,2 milyon kişiyken 2016 yılında yaklaşık 1.9 milyon kişi sayısına çıkmıştır.

Ekonomi Bakanlığı verilerine göre yurt dışında üstlenilen müteahhitlik proje sayısı 2017 yılına kadar 8.827 projedir. Yurt dışında çalışan toplam işçi sayısı 2003-2016 yılları arasında dalgalanma göstermektedir. 2006 yılında yaklaşık 82 bin işçi çalışırken, 2016 yılında hedef ülkelerdeki siyasi istikrarsızlıklardan kaynaklı sorunlardan dolayı yaklaşık 24 bin işçi yurt dışı müteahhitlik işlerinde çalışmıştır. Yurt dışında inşaat işlerinde çalışan işçi sayısı ve yurt dışında yapılan müteahhitlik proje sayılarında azalma görülmektedir (İNTES, 2017).

İnşaat sektöründe çalışan sayısının artması ve sektörün gelişmesiyle birlikte iş kazası olma riski artmıştır. Türkiye'de yaşanan ölümlü iş kazalarının oranı 2009 yılından sonra inşaat sektöründe %30 ve üstü oranlara çıkmıştır (SGK, 2016).

İnşaat sektörünün bu gelişimi sektörde çalışanları ve çalışma ortamları ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışmalar yapılmasını zaruri kılmaktadır.

1.1. Çalışmanın Amacı

İnşaat sektörü, Türkiye ve Dünya'da iş kazaları ve meslek hastalıklarının en fazla yaşandığı sektörlerin içinde yer almaktadır. Türkiye'de çalışma yapılan İş Sağlığı ve Güvenliği kültürünün geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Resmi Gazetede yürürlüğe giren Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği (YİİSGY) esas alınarak hazırlanan "Yapı İşlerinde Sağlık ve Güvenlik Planı Rehberi" ve "İnşaat Sağlık ve Güvenlik"

yayınları inşaatlardaki iş sağlığı ve güvenliği konusunda sektörde yer alan çalışanlara rehber olmaktadır ve yaşanabilecek iş kazaları ve meslek hastalıkları engellenmek istenmektedir.

1999 yılında yaşanan Kocaeli depreminde yapı temellerinin yetersizliği konusu öne çıkmıştır (Gündoğan, 2013). Yapı temelleri, zemin mekaniği ve temel inşaatı ilkelerine göre, yani deprem sırasında oturma veya farklı oturmalardan ötürü üst yapıda hasara neden olmayacak biçimde oturdukları zeminin özellikleri göz önüne alınarak yapılmalıdır (TDY, 2007). Zemin davranışının önceden öngörülmesinin zorluğu nedeniyle, temel tasarımından önce arazi ve laboratuvarda gerekli zemin etütleri yapılmalıdır. Zemin ve yapının bir etkileşim halinde olduğu açıkça görülmektedir (Ersoy, 2011). Yapılan inşaatlarda her zaman uygun zemin özellikleri bulunmamaktadır. Bu yüzden zemin iyileştirmeleri yapılarak, taşıma kapasitesi ve depremden etkilenebilecek yapının oturacağı zemin daha uygun ve yeterli koşullara getirilir (Altun, 2010).

Günümüzde değişen yaşam koşulları ve kent merkezlerinde boş arazilerin azalmasından dolayı artık kat avantajı sağlamak amacıyla inşaatlarda derin kazı yapılmaktadır (Alkaya ve Çobanoğlu, 2017). Derin kazı yapılan inşaatlarda zemin etütleri yapılarak komşu yapıların ve mevcut yapılacak yapının zemin durumu iyi analiz edilip, tasarlanmalıdır. Derin kazı yapılması için gerekli imalat ve yapım yöntemleri konusunda Türkiye'de malzeme, makine ve ekipmanların sayısının arttığı ve işçilik kalitesinde de geliştiği görülmektedir.

Türkiye'de zemin iyileştirmeleri ve derin kazılarla yapılan yapıların son yıllarda sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bununla ilgili herhangi bir rakam olmamasına rağmen TUİK verilerine göre konut sektöründeki Yapı Kullanma İzin Belgelerine göre yüzölçüm olarak 2004'den 2016'ya yaklaşık olarak 5 kat artış olduğu gözlemlenmektedir. Bu veriler ışığında inşaat sektörünün daha geniş alana yayılmanın sonucu olarak daha fazla zeminle ilgili araştırmayı ve bu araştırmalar ışığında zemin çalışmalarının Türkiye'de gelişmekte olduğu anlaşılmaktadır.

Bu çalışmada inşaat faaliyetlerinin bir parçası olan jet grout ile zemin iyileştirme ve diyafram duvarlı derin kazı çalışmalarının uygulama amaçlarına ve yöntemlerine yer verildikten sonra içerdikleri tehlikeler incelenmiştir. Bu tehlikelerden kaynaklanan risklerin analiz edilmesinin ardından riski minimize etmek amacıyla öneriler sunulmuştur.

1.2. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın giriş bölümünde Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği mevzuatında gelişmeler, inşaat sektörünün Türkiye'de gelişimi ve sektörel istatistiklere yer verilmiştir.

İkinci bölümde zemin güçlendirmesi için yapılan jet grout imalatı ve derin kazı için yapılan diyafram duvarların imalat yöntemleri detaylı bir şekilde anlatılırken, ayrıca ulusal ve uluslararası projelerde zemin güçlendirmesi ve derin kazı konularında yaşanılan jet grout ve diyafram duvar imalatları ile ilgili çeşitli vakalar incelenip, imalatlar öncesi, sırası ve sonrası için ışık tutması amaçlanılmıştır.

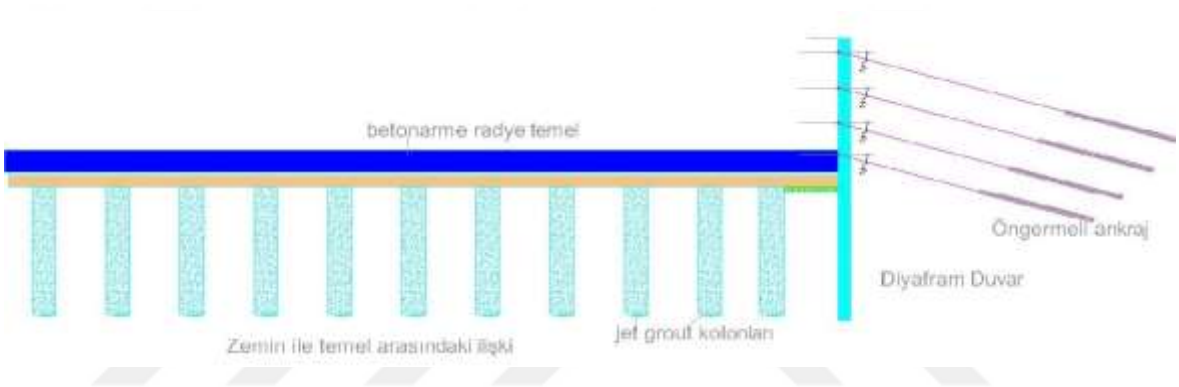
Üçüncü bölümde ise jet grout ve diyafram duvar imalatları sırasında inşaat sahası ve çevresinde iş sağlığı ve güvenliği açısından yaşanan durumlar, olaylar ve tehlikeler ele alınmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde risk değerlendirme metodolojileri ve jet grout ve diyafram duvar imalatlarının risk değerlendirme metodolojilerinden en uygunu seçilerek risk değerlendirmesi yapılmıştır

Son bölümde konu ile ilgili tespit edilen sorunların çözümü için öneriler geliştirilerek, zemin iyileştirmesi ve derin kazı yapılan inşaatlarda iş sağlığı ve güvenliği konusunda hangi çalışmaların yapılması gerektiği konusunda detaya inilerek sonuçlara ulaşılmıştır.

BÖLÜM 2
ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bu bölümde zemin iyileştirmesi amacıyla yapılacak jet grout imalatı ve derin kazıda iksa olarak görev yapacak geçirimsiz diyafram duvar imalat yöntemleri anlatılmıştır. Şekil 2.1'de bu imalatlarla ilgili alınmış bir kesit çalışması bulunmaktadır. Bu imalat yöntemlerine bağlı kalınmamakla birlikte farklı yöntemler de mevcuttur. Projenin yapıldığı yer, arsa sahibinin tercihi, geoteknik ve iksa projecinin hesabına göre imalat yöntemleri seçilebilmektedir. Zemin iyileştirme ve derin kazı yapılmasının nedenleri detaylı olarak aşağıda açıklanmıştır.



Şekil 2.1. Diyafram duvar ve jet grout yapılan bir betonarme radye temel projesinde zemin ile betonarme temeli gösteren kesit

2.1. Zemin İyileştirmesi ile İlgili Genel Bilgiler

Binaların temellerinin oturduğu zemin etüt raporları hazırlanarak, binaların zeminle arasındaki ilişkisi detaylı olarak incelenir. Zemin etüt raporları, arazi ve laboratuvar deneylerinden oluşmakla birlikte zeminleri bu deneylere göre yorumlamamızı sağlamaktadır. Ayrıca bu zemin etüt raporları zemin ile temel arasındaki ilişkinin detaylı olarak incelenmesi için bir kaynak olup, bütün mimari, statik, mekanik vb. projelerin hazırlanması bu aşamadan sonra olmaktadır.

Türkiye'de zemin ile ilgili olarak en büyük tehlikelerden biri 17 Ağustos 1999 İzmit depreminde yaşanmıştır. Yaşanılan deprem sıvılaşma konusunun ne kadar da önemli olduğunu hatırlatmıştır. Sıvılaşma, suya doygun zeminin geçici olarak dayanımını kaybedip katıdan ziyade sıvı gibi davranmasıdır. Sıvılaşma problemi genellikle çok sıkı olmayan ve suya doygun kumlu tabakalarda görülür. Deprem anında çok sıkı olmayan kum tabakalarının yerleşim düzeni değişir ve sıkışmaya çalışır. Sonucunda boşluk suyu basıncı

artar ve basıncın artmasıyla zemin sıvı bir başka deyişle viskoz davranış göstermeye başlar (Mollamahmutoğlu, 2006).

Sıvılaşmanın, zeminin taşıma gücünü yitirmesi, zeminin oturması, zemin salınımı, yanal yayılma, akma türü kayması gibi arazi ve yapılar üzerindeki etkileri vardır. Yapıları taşıyan zeminin sıvılaşması, zemin üzerindeki yapıyı etkilemekte olup, yapının değişik yönlerde yatması ve devrilmesine sebep olabilir. Zemin sıvılaşması sadece üstyapıları değil altyapıları da etkileyebilir. Altyapıdaki boru, baca veya drenaj sistemlerininin yüzeye doğru kabarma eğiliminde bulunmasına sebep olabilir (Oyan ve Oğuz, 2011).

Jet grout imalatında, Mevcut zeminin önce jet delgi makinesiyle boşaltılarak yüksek basınçta enjeksiyonun açılan kuyuya doldurulması, kullanılan özel tij ve monitörlerin belirli bir hızda döndürülerek yukarı çıkartılması sonucunda silindirik bir kolon oluşturmaktadır (Durgunoğlu, 2004a). Şekil 2.2'de jet grout kolonlarının olduğu zemin altı çalışmalarla ilgili bir projeden bir kesit verilmiştir. Jet grout kolonlarının uygulanma sebepleri şunlardır;

Yumuşak killerin bulunduğu zeminlerde yapılan kazılarda, kazı öncesi payanda elemanı olması,

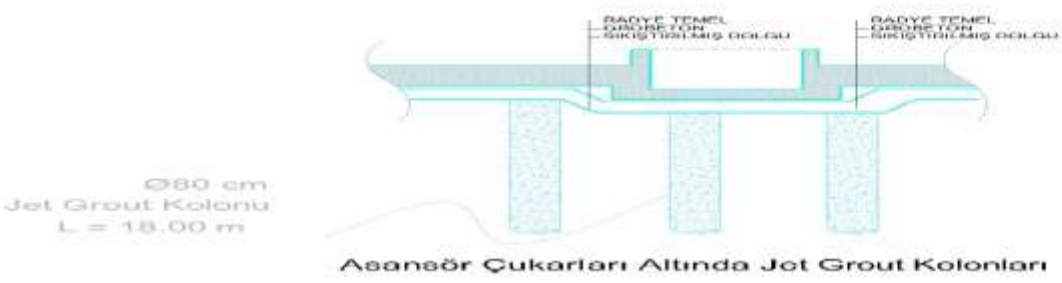
Kazı yapılan alana, kazı tabanından gelebilecek yeraltı suyunun engellenmesi için,

Önemli ve ağır yapılarda sıvılaşma güvenlik sayısı düşük olan yerlerde kazıklı temellere gelecek yatay yüklerin ve oluşacak deplasmanların kontrolü kazıklarla birlikte,

Temeller altında, düşey yüklere karşı taşıma gücü ve oturma kontrolü,

Zemin de sıvılaşma sonucu oluşabilecek yanal ve düşey deplasmanlarının sınırlandırılması için yapı etrafında veya altında kapama elemanları olması,

Sıvılaşma riskine karşı zeminde oluşabilecek kayma gerilmelerinin bir kısmının taşınarak deprem sonucu oluşabilecek düşey ve yanal deplasmanların sınırlandırılması için imal edilirler (Durgunoğlu, 2004a).



Şekil 2.2. Geoteknik bir projede asansör çukurları altında yer alacak jet grout kolonları için tip kesit

2.1.1. 1999 Kocaeli Depremi ile İlgili Vaka Analizi

1999 yılında Kocaeli'de 7,4 büyüklüğünde gerçekleşen deprem, Türkiye'nin kuzeybatısı ve İzmit Körfezi'nde yer alan kentsel alanlarda önemli hasara sebep oldu. Deprem sonrasında birçok artçı şok olmuş olup, geoteknik alanında birçok önemli uzman depremden etkilenen bölgeyi araştırmıştır. Araştırmalar sonucunda ortaya çıkan sonuçlar ; zemin göçmesi, geoteknik etkiler, temel performansı ve iyileştirilmiş zemin performansı konuları üzerinedir. Durgunoğlu ve ark. (2004b) İzmit Körfezi'nin güney sahilinde yer alan İpek kağıt Dokuma Fabrikası'nın da yer aldığı fay kırılması ile ilgili değerlendirmeler yapmışlardır. PM3 Makine binası, Su Depoları ve Gerçek Depolamaları Binalarının zemininde jet grout kolonları ile iyileştirme yapılmıştır. Binaların yapıldığı zeminler değişen kil ve kum katmanlarından oluşmakla birlikte yeraltı su seviyesi çok yüksektir. Jet grout kolonları ile zemin iyileştirmesi yapılan binalarda yapısal ve zemin hasarı tespit edilmemiştir. Ama zemin iyileştirmesi yapılmayan çevredeki eski binalarda küçük yapısal hasarların olduğu ortaya çıkmıştır. Su Depoları ve Gerçek Depolamaları Binalarının inşaatları 1999 Kocaeli Depreminden bir sene önce bitmiştir. PM3 Makine Binası inşaatı 1999 Kocaeli depreminde yapım aşamasındaydı. Proje aşamasında yapılan penetrasyon deneylerinde zemin altında 32 m derinliğe kadar orta sert kil ve orta sıkı kumla sonlandığı tespit edilmiştir. PM3 Makine Binası'nın zemin altında sırasıyla orta sert kil, orta yoğunlukta temiz kum, siltli kum tabakası, sert kil tabakalarının olduğu bulunmuştur. PM3 binasının zemin profili diğer tesis sahalarının da benzeri olarak düşünülebilir. Su depolama inşaatının yer aldığı zemin profili PM3 makine binası inşaatı zemini ile biraz farklı olsa da Gerçek Depolama Binaları inşaatının zemin profili PM3 makine binası inşaatı zemin profiline benzerdi. Deprem sırasında yapım aşaması devam eden PM3 Makine Binası inşaatı betonarme radye temel ile desteklenmiştir. Betonarme radye temelin altında 12 m derinliğinde ve 0.6 m çapında jet grout kolonları yapılmıştır. Kesme kaynaklı yer değiştirmeleri azaltmak ve zemin sıvılaşmasına ek güvenlik için bina etrafında çift sıra 8 m derinliğinde merkezden merkeze 1.4 m kolonlar yapılmıştır. Her bir kolonun düşey yük taşıma kapasitesi yaklaşık 600 kN olarak tahmin edilmiş olup, yapılan çekme testleriyle kapasiteleri doğrulanmıştır. Su depolarının inşaatı da radye temelle desteklenmiştir. Temelin altında 10.5 m derinliğinde ve 0.6 m çapında jet grout kolonları oluşturulmuştur. Her bir kolonun düşey yük taşıma kapasitesi yaklaşık 700 kN olarak tahmin edilmiş olup, yapılan çekme testleriyle kapasiteleri doğrulanmıştır. Gerçek Depolama Binaları inşaatının zemini mütemadi temel ile desteklenmiştir. Temelin altında 8 m derinliğinde ve 0.6 m çapında jet grout kolonları oluşturulmuştur. Her bir kolonun düşey yük taşıma kapasitesi

yaklaşık 450 kN olarak tahmin edilmiş olup, yapılan çekme testleriyle kapasiteleri doğrulanmıştır. Jet grout kolonlar oluşturulurken yüksek basınçlı pompa, delgi makinesi, tam otomatik karıştırma testi, monitör, su ve çimento enjeksiyonunun karıştırmasında elektronik tartı kullanılmıştır. Su/çimento oranı 1/1 iken geri alma çubuğunun hızı 55 cm/ dk idi. Yapılan incelemeler ve analizlerden sonra depremden sonra tesislerde görsel olarak büyük hasarların oluşmadığı ortaya çıkmıştır. Sadece eski binalardan PM2 binasında küçük bir yapısal hasar meydana gelmiştir (kolonlarda 1 cm genişliğinde çatlaklar). PM2 binasında zemin iyileştirme yapılmamıştır. Yeraltı suyunun deprem hareketleriyle birlikte sıvılaşmaya neden olabileceği, jet grout yapılarak zemin iyileştirme yapılabileceği ve sıvılaşmayı engelleyebileceği gösterilmiştir (Durgunoğlu ve ark., 2004b).

2.1.2. 2011 Yılı Japonya'nın Tohoku Depremi

11 Mart 2011 Tohoku bölgesinde 9.0 büyüklüğünde büyük bir deprem gerçekleşti. Bu deprem okyanusta gerçekleşmiş olup odağı yaklaşık 24 kilometre (km) derindeydi. Depremde yaklaşık 16 bin kişi yaşamını yitirdi. Karayolları, demiryolları ağır hasar gördü. Bu depremin özelliklerinden biri depremden kaynaklı tsunaminin olması ve önemli bir hasara sebep olmasıdır. Sıvılaşma da bu depremin diğer özelliği olarak kabul edilebilir. Iwate, Miyagi ve Fukushima illerinde toplam 93 sıvılaşmış yerleşim yeri olduğu çeşitli kaynaklardan tespit edilmiştir. Zeminlerin sıvılaşması kum kaynamaları ve iniş deliklerinden anlaşılmaktadır. Tsunaminin olduğu bölgelerde sıvılaşma kanıtları yok olmuştur. Yamaguchi ve ark. (2012) çeşitli tarım arazileri, konutlar, havalimanlarında oluşan bu zemin sıvılaşmasıyla ilgili çalışmalar yapmıştır. Yapılan çalışmada oturmaya müsait evlerde zemin iyileştirilmesi yapılan konutlarda daha az hasarın olduğu tespit edilmiştir. Sendai havalimanı tsunami nedeniyle hasar görürken, apronda sıvılaşma olduğu tespit edilmiştir. Sendai havalimanında tsunami etkisini göstermeden önce kumun kaynadığı görülmüştür. Tsunamiden sonra bu noktalarda çatlaklar olduğu görülmüş ve yeraltındaki çatlaklardan dolayı su havuzu oluşmuştur. Şekil 2.3'de de görüldüğü gibi, yerleşim alanları olarak iki ayrı zemin profili görülmektedir. Bir bölgede çatlaklar ve çökmelerin olduğu, diğer bölgede sıvılaşma kaynaklı bir hasarın görülmediği apronun batı ucudur. Çatlakların olduğu bölgede dolgu malzemesi çok fazla silt içermekte ve çok gevşektir. Bu da sıvılaşmaya neden olmuş olabilir. Pistte iyileştirici yöntem olarak jet grout enjeksiyon yöntemi kullanıldığı belirtilmektedir. Tsunaminin oluşturduğu enkazın kalkmasından 5 gün sonra pist hizmete açılabilmiştir (Yamaguchi ve ark., 2012).



Şekil 2.3. Sendai havalimanının 2011 depreminden sonraki hali (Anonim, 2012a)

2.1.3. 2010 Yılı Haiti ve Karayip Depremi

12 Ocak 2010 günü Haiti'de merkez üssü Port-au-Prince şehir merkezi olmak üzere 7,0 büyüklüğünde deprem gerçekleşmiştir. Deprem yaklaşık 15 saniye sürse de artçı depremler bir hafta boyunca devam etmiştir. Resmi rakamlara göre yaklaşık 316 bin insan ölürken, 300 bin insan yaralanmış ve 1.3 milyon insan evsiz kalmıştır. Depremden sonra birincil zarar verebilecek tehlike yer sarsıntıları olurken ikincil zarar verebilecek tehlikeler insanlara ve insanların mallarına zarar verebilecek olgulardır. İkincil tehlikeleri ise sıvılaşma ve toprak kayması olarak tanımlanabilir. Her iki etken de Haiti adasında yaşayan insanların hasarlarının artmasına sebep olmuştur. Yetersiz bir şekilde takviye edildiğinde sıvılaşma oluşur. Güçlü zemin sarsıntısı sırasında suya doymuş tortullar geçici olarak taşıma güçlerini kaybederler. Port-au-Prince'de düz arazilerin bir çoğu eğimli tortul malzemeleri içerir. Depremden sonra özellikle liman tesisleri ve çevrelerinde hava görüntüleri ile birlikte sıvılaşma alanları görülmüştür. İskele, çökmüş rıhtımlar ve koyda kalan vinçler yanal yayılımı gösterir. Limanların yetersizliği, yardım malzemeleri ve bölgeye personelin taşınmasında büyük bir sıkıntı yaratmıştır. Liman tesisleri genellikle sıvılaşmaya yatkın arazi üzerine inşa edilmiştir. Heyelanlar deprem etkisi olmadan meydana gelebilir, ancak şiddetli sarsıntılar eğimli arazilerde çökmelere neden olabilir. İlk raporlara göre çok sayıda toprak kaymasının olduğu ve bu alanlarda yüksek düzeyde bina hasarının olduğu tespit edilmiştir. Port-au-Prince bölgesinde 2009 Birleşmiş Milletler (BM) planlama çağrısına göre gayri resmi yerleşimin %90'ı dağ ve yamaçlarında olduğu, son verilere göre bunun %40 olduğu belirtilmiştir. Haiti Dünyanın en fakir ülkelerinden

biridir ve bu durum bina stoğu ve altyapısına da yansımıştır. Daha gelişmiş ülkelerin aksine, binaların tasarlandığı, su ve elektrik dağıtım sistemlerinin ulusal yapım yönetmeliği yoktur. Haiti İstatistik Enstitüsü'ne göre ülkenin bina stoğunun %70'sinden fazlası asansörsüz ve alçak binalardan oluşmaktadır (Anonim 2010a).



Şekil 2.4. Haiti'de yaşanan depremden sonra (Anonim, 2010b)

2.1.4. Tuttle Creek Barajında Zemin İyileştirme

Tuttle Creek Barajı Amerikan Ordusu Mühendisler Birliği (USACE) tarafından Kansas şehrinin 200 km batısında yer alan bir projedir. Tuttle Creek Barajı 41,8 m yüksekliğindedir, yaklaşık 2300 m uzunluğunda kaya dolgu ile set oluşturulmuştur. Tuttle Creek Barajı 1950'li yıllarda son deprem mühendisliği teknolojisi gelişmeden tasarlanmış ve inşa edilmiştir. 1980 ve 1990'lı yıllarda yapılan araştırmalarda depreme dayanabilmesi için sismik rehabilitasyonun gerekli olduğu ortaya konmuştur. Eylül 2005'te akıntıya karşı sızdırmazlık perdesi, sismik stabilite kaygılarını ele almak ve dolgu şevinde iyileştirme yapılması için zemin iyileştirme firması ile anlaşılmıştır. Sızdırmazlık duvarı jet grout ve zemin iyileştirmesi jet grout veya derin karıştırma yöntemi ile yapılabilir. Yüklenici firma inşaat başlamadan önce imalatın uygunluğu açısından saha için uygun parametreler geliştirmiştir. İnşaat ve güvenlik sorunları hava kabarcıklarının görünümünü içerir ve yapılan bazı test kolonlarının ardından barajın yukarı akış eğimi tarafından enjeksiyon harcı bulunduğu tespit edilmiştir. Jet enjeksiyon işlemi yapılırken havanın kullanıldığı ve muhtemelen hava kabarcığının bundan dolayı oluştuğu düşünülmektedir. Kazılmış jet grout kolonlarında kil ve silt kalıntıları bulundu. İnce taneli zeminler için yapışma,

plastiklik, su içeriği ve kapsamı erozyon kabiliyeti ve jetin kırılmasında önemli bir rol oynar. Jet enjeksiyonu yapışkan bir tabaka karşılaşırsa enjeksiyonun ters akımı meydana gelebilir. Akış tekrar arttığında artık kum malzemelerin aşınması meydana gelir. Tuttle Creek barajında Stark ve ark.(2009) yaptığı çalışmalara göre de jet grout yöntemi, son yıllarda zeminlerdeki sızıntı ve dayanımlılığını artırmak için yaygınlaşarak kullanılan zemin iyileştirme yöntemidir. Uygulama, nispeten kolay kurulum ve çok yönlülük nedeniyle popüler hale gelmiştir. Çoğu uygulayıcı jet enjeksiyonun mevcut zemin iyileştirme yöntemleri arasında teknik açıdan zorlu bir yöntem olduğu kabul etmektedir. Tamamlanmış deneme kolonlarının, belirli bir proje için gerekli olan kolon kalite ve bütünlüğünü sağlamak için jet grout parametrelerinin esas teşkil etmesi gerekmektedir. Tamamlanmış kolonların sızıntı kontrolü için sondaj deliği geçirgenlik testlerinin yararlı olabileceği düşünülmektedir (Stark ve ark., 2009).

2.2. Derin Kazı ile İlgili Genel Bilgiler

Derin kazı ise Terzaghi ve Peck'e göre kazı derinliğinin 6.0 metreden büyük olduğu kazılar olarak kabul edilmektedir (Terzaghi ve Peck, 1967). Derin kazı yapılması halinde kazıyı etrafında bulunan çevre yapılara karşı desteklemek için hem proje aşamasında hem de uygulama aşamasında bu konuda tecrübeli bir ekipten destek alınmalıdır.

Şehirlerdeki hızlı nüfus artışı ile birlikte şehir merkezlerinde inşaat yapmaya uygun alanlar azalmıştır. Alanların azalmasıyla birlikte şehir merkezlerinde ortaya çıkan otopark, alışveriş merkezleri, metro ve altyapı vb. ortak kullanım ve ihtiyaç alanlarının yeraltında olması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu zorunluluktan dolayı Türkiye'de derin kazı yapılan inşaat sayısında artış olduğu görülmektedir.

Derin kazı yapılması bir ihtiyaç haline gelse de projelendirilmesi ve uygulanmasında çok dikkatli ve özenli olunmalıdır. Çünkü kazı yapılacak alanın etrafında yer alan çevre yapılarını (elektrik, su, doğalgaz vb. hatların) direkt tehlikeli hale getirebilecek bir yöntemdir. Derin kazı yapılacak alanda uygulanacak iksa sisteminin seçimi çok önemlidir. Özellikle iksa sistemi inşaatın yapılacağı alanın etrafındaki yapılara karşı istinat olacaktır (Sağlamer ve Balık, 2011). Çeşitli iksa sistemleri olmakla birlikte, geçirimsiz duvar olarak da bilinen panel panel imalatı yapılan diyafram duvarlar çok kullanılan iksa sistemidir. Diğer iksa sistemlerine örnek olarak zemin çivisi ve püskürtme beton ve fore kazık verilebilir. Şekil 2.3'te diyafram duvarların yukarıdan görünüşü verilmiştir.



Şekil 2.5. Çanakkale Belediyesi İnşaatının diyafram duvar imalatına yukarıdan bakış

2.2.1. Hollanda'nın Rotterdam Kruisplein Otoparkı Derin Kazı Uygulaması

Rotterdam'ın merkezinde, Kruisplein otoparkı ülkenin en derin otoparkıdır. 2009 yılında inşaatına başlanan ve en derini yüzeyden (zeminden) tam olarak 20 m'ye derinliğe ulaşan toplam beş katta 760 araçlık park alanı sağlayacak. İstinat duvarı yaklaşık 40 m derinliğe ulaşan diyafram duvar olarak tasarlanmıştır. Rotterdam ve Hollanda'nın başka yerlerindeki diyafram duvar tipi kazılarda bazı büyük sızıntılar (kaçaklar) nedeniyle, Kruisplein otopark projesinde sızma riskini azaltmak için önlemleri belirlemek ve hazırlamak amacıyla ekstra çaba gösterilmiştir. İşlem parametrelerinin mevcut saha kayıtları dahil diyafram duvarın kapsamlı bir değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirme sonucuna göre diyafram duvarın yeterli kalitede olduğu sonucuna varılmıştır. Bugüne kadar büyük bir sızıntı oluşmamıştır. Diyafram duvarlar, Rotterdam'da 90'lı yıllardan beri Willem Demiryolu tünel inşaatında düzenli olarak uygulanmaktadır. Kuru koşullarda derin kazılara imkan sağladığından yeraltı alt yapı projeleri için uygun bir inşaat yöntemidir. Projenin tasarımı, 20 m derin kazı yapabilmek için 40 m derinlikteki diyafram duvarlardan oluşmaktadır. Kruisplein otoparkının kazı alanı 5000 m²'dir. Alandaki zemin kotu yaklaşık deniz seviyesinde yer almaktadır. Deniz seviyesinin altındaki 5-17 m derinliğinde katmanda organik kil katmanı, bu katmanın altında 35 ile 40 m derinliğe kadar kum katmanı bulunmaktadır. Yeraltı su seviyesi deniz seviyesinin yaklaşık 2 m altındadır (Hannink and Thumann, 2013).



Şekil 2.6. Rotterdam Kruisplein otopark inşaatı diyafram duvar

Projeden esas sorumlu tasarımcı ve inşaattan sorumlu olan yüklenici firmadır. Yüklenici firma nasıl risklerin olduğunu bunlarla ilgili azaltıcı önlemlerin planını sunmakla zorunludur. Diyafram duvarlı bir duvarda sızma olasılığı azdır, ancak yeraltı su seviyesinin çıkması durumunda çok ciddi durumlar oluşabilir. Kazıklar deniz seviyesinden 17 m aşağıda bulunan kum tabakasında inşa edilmiştir. Kum tabakasından sızmaların olmasının birkaç nedeni olabilir;

Diyafram duvarların panellerinin iyi bağlanmaması,

Panelin temelinin sağlam katmana iyi bağlanmaması,

Panel betonunun, diyafram duvarında zayıf noktalar oluşturacak kil, pit veya kum içermesi,

Panel betonunun, diyafram duvarında zayıf noktalar oluşturacak bentonit içermesi.

İnşaat sözleşmesi, diyafram duvar yapım sürecindeki kalite kontrolü ile ilgili Hollanda standartlarını atıf yapmaktadır. Aşağıda ilave sözleşme gereksinimleri tanımlanmıştır;

Panellerin dikeyliği, hem enine hem uzunlamasına derinliğin %0,5'i dahilinde olmalıdır,

Bir panelin açıktaki yüzünün yatay sapmaları 100 mm'den az olmalı,

Bitişik panellerin beton yüzeyleri, beton dökmeye başlamadan önce bentonit parçalarından temizlenmelidir,

Kazı çukurunda beton yükselmesinin maksimum oranı Halocene kil ve pit

katmanlarda 16 mm/saat olmalıdır.

Diyafram duvar ile katlar arasında iyi bir bağlantı sağlanmalıdır.

Sözleşmeye göre bir sızıntı durumunda hızlı hareket edebilmek için bina çukurunun etrafına uyku kuyuları olarak adlandırılan dört adet kuyu deliği açılmıştı.

Kazı planı, gece boyunca oluşabilecek sızıntı olasılığını en aza indirecek diyafram duvar panelinin yapım sırasını tanımlar.

Diyafram duvarının inşası ve bina inşaatının kazılması için hazırlanacak denetim planı, kazı sırasında erken aşamada kusurların tespit edilmesi anlamına gelir.

Afet planı, diyafram duvarının inşasına bağlı riskleri ve (potansiyel) sızıntı veya tehdit edici bir felaketin olduğu andaki mevcut hafifletici önlemleri açıklar.

Diyafram duvarların su geçirmezliğini kontrol etmek için 2010 Haziran'ında pompalama testi yapılmıştır. Sonuç olarak su geçirimsizliği ile ilgili diyafram duvar kalitesi olumlu sonuçlanmıştır.

Hem yüklenici hem de Rotterdam şehir kontrolörleri yapılan saha gözlemleri ile her panelin inşaat süreçlerini düzenli olarak takip edip, olağan dışı durumları tespit etmeyi amaçlamışlardır. Bazı paneller için yeraltı engelleri ile karşılaşılmıştır.

Hannink ve Thumann'ın yaptığı çalışmada panellerin imalat sıraları detaylı şekilde incelenmiştir. Panellerin kazı başlangıç saatleri, çelik stop-endlerin kuyuya indirilmesi, kazının bitiş saati, demir donatının konması, beton dökümüne başlanma saatleri ile her panelin ne kadar sürede yapıldığı incelenmiştir. Betonun ilerleme raporlarından hesaplanabilen panel kalınlığı incelenmiştir.

İncelenen veriler ışığında şunlar tespit edildi;

Su sızdırmazlığında oluşan hasarlar

Beton yüzeyinin temizlenmemesi

Duvar kalınlığında azalma

Panellerin üst üste gelmesi.

Bu artan risklere karşı çözüm olması için önlemler tanımlanmıştır. Genel olarak diyafram duvar panellerinin kaliteleri yeterlidir. Artan sızma riski ile bina çukurunun çevresi boyunca bir seri hassas nokta tanımlanmıştır. Bir seri önleyici tedbir alındığında, sızmayla ilgili risk profillerinin kabul edilebilir seviyede olduğu sonucu çıkarılmıştır. Pompa testleri diyafram duvar su geçirimsizliğini kontrol etmek için çok önemlidir. İnşaat sürecinin denetlenmesi, diyafram duvarının yürütme verilerinin kaydedilmesi ve bu verilerin sonraki analizleri ile birlikte önemli bir hafifletici önlem olarak ortaya çıkmıştır (Hannink and Thumann, 2013).

2.3. Jet Grout Yapım Yöntemi

Jet grout kolonu bir başka deyişle jet grout kolonları zeminin delgi makinesi vasıtasıyla delinerek yüksek basınçta enjeksiyon verilerek zeminin iyileştirilmesini sağlayan bir imalat seçeneğidir. Jet grout kolonları Türk Standartı (TS) EN 12716'da bahsedildiği gibi sadece inşaatın temel altında değil diyafram duvarlarda ve kemerlerde de uygulanabilir. Bu çalışmada temel altı jet grout kolonları ele alınmıştır.

2.3.1. Çalışma Sahasının Hazırlanması ve Zeminle İlgili Çalışmalar

Detaylı bir şekilde arazi ve laboratuvar deneyleri yapılarak hazırlanan zemin etüd raporlarının ve bu zemin etüd raporlarına göre hazırlanan geoteknik projelerin hazırlandığı tarih ile imalata başlandığı tarih arasında zeminde herhangi bir değişiklik olabileceği ihtimali düşünülmeli, imalata geçilmeden zemin etüd raporuyla çelişkili durumlar detaylı bir şekilde irdelenmeli ve bu durumlar projeyi hazırlayan kişiyle görüşülmelidir.

Jet grout kolonları oluşturulurken makine ve ekipmanların bilgili ve tecrübeli operatörler tarafından kullanılması gerekmektedir. Makine ve ekipmanların delgi ve enjeksiyonu yapılırken batmadan çalışabileceği bir platform oluşturulmalıdır. Ayrıca temel altında uygulanan projelerde herhangi bir su birikmesine karşın drenaj kuyuları açılabilir.

Kullanılacak makine ve ekipmanların mobilizasyonu proje ve sahaya uygun yerlere yapılmalı ve buna göre gerekli önlemler alınmalıdır.

2.3.2. Kolon Noktalarının ve Uygulamada Kullanılan Paremetrelerinin Belirlenmesi

TS EN 12716'a göre teknik şartnamelerinde aksi belirtilmedikçe sondaj başlangıç noktasının teorik konumundan 50 mm den fazla sapmaması gerektiği ifade edilmektedir. Bu yüzden geoteknik projesinde gösterilen kolonların aplikasyonlarının uygulanması sırasında 50 mm den fazla sapma yapılmaması için ölçüm ekibinin dikkatli ve özenli çalışması gerekir.

Jet grout kolonlarıın oluşturulmasında kullanılan makine ve ekipmanların kapasiteleri ile birlikte uygulandıkları zemine bağlı olarak parametreler değişkenlik gösterebilir. Zemine uygulanacak parametreler ; zemin özellikleri, elde edilmesi istenen kolon çapı ve kolonların taşıma kapasitelerine göre belirlenmektedir. Oluşturulan parametrelerde enjeksiyon basıncı, dozajı, dönme hızı, nozzle sayısı ve çekme hızı ile çapı

belirlenmektedir. İmalata başlamadan önce farklı parametreler kullanılarak projede istenilen çapı sağlamak kaydıyla test kolonları oluşturularak kolonların zemine yapılması için uygun bir parametre seti seçilmelidir.

İstenilen kolon çapını elde etmek için en önemli parametrelerden biri enjeksiyon basıncıdır. Enjeksiyon basıncı şu şekilde sınıflandırılabilir ;

Düşük: 200 ile 250 bar arası basınç

Orta: 300 ile 400 bar arası basınç

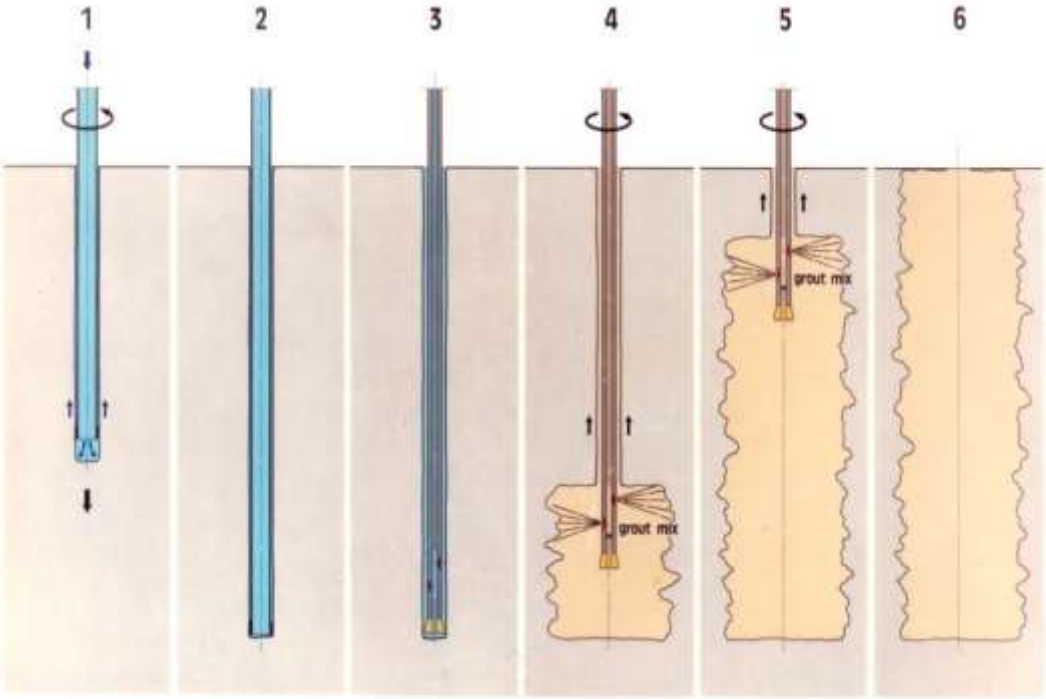
Yüksek: 400 ile 700 bar arası basınç

Doğru (2016)'nun çalışmasında bahsettiği gibi enjeksiyon basınç artışı daha büyük kolon çaplarına doğrudan etki etse de bu parametre her zaman için doğru olmayabilir. Bu yüzden yapılacak test kolonlarının önemi artmaktadır.

2.3.3. Delgi

Jet grout kolonları oluşturulurken projede gösterilen derinliğe inebilecek kapasitede delgi makinesi, delme yöntemi ve zemine göre gerekli ekipmanların seçilmesi gerekir.

Delme sırasında delginin kolaylaşması için su, hava ve bentonit şerbeti gibi değişik akışkanlar kullanılabilir (Şekil 2.7). Ayrıca zemin durumuna göre de delgi uç takımlarında değişik uçlar kullanılabilir. Delgi sırasında yüksek basınç verilmese de delginin yapıldığı çalışma sahasında delgi makinesinin batmadan çalışmasını sağlayabilecek bir platform oluşturulmalıdır.



Şekil 2.7. Jet grout imalatının yapımının gösterimi (Anonim, 2018a)

2.3.4. Enjeksiyon

Projede belirtilen kolon alt kotuna ulaşıldıktan sonra zemin içerisine enjekte edilecek akışkan tek akışkanlı, çift akışkanlı ve üç akışkanlı olarak üçe ayrılmaktadır. Kullanılacak akışkan sistemi zeminin cinsine göre belirlenebilir.

Enjeksiyon yapacak makine ve ekipmanları kullanacak operatörlük belgesi sahibi olmalı ve bununla birlikte bilgili, tecrübeli personel vasıtasıyla yapılması jet enjeksiyon işleminin daha doğru yapılmasını sağlayabilir.

Jet enjeksiyon için terleme kritik bir faktör olduğu için daha önce imal edilmiş kolon zeminlerinin dikkatle takip edilip kontrol edilmesi gerekir (TS EN 12716, 2002).

2.3.4.1. Tek Akışkanlı Yöntem (JET-1)

Diğer akışkanlı yöntemlere göre basit olan ve ülkemizde daha çok kullanılan yöntemdir. Zemin delgisi bittikten sonra sadece çimento şerbeti verilerek yüksek enerji jeti şeklinde uygulanan jet enjeksiyon yöntemidir (TS EN 12716, 2002).

2.3.4.2. Çift Akışkanlı Yöntem (JET-2)

Çimento şerbetine, sıkıştırılmış hava jeti eklenerek daha karmaşık bir sistemle yüksek enerjiyle gerçekleştirilen jet enjeksiyon yöntemidir.

2.3.4.3. Üç Akışkanlı Yöntem (JET-3)

Zeminin sökülmesi hava jeti ve su jeti ile birlikte sağlanırken, diğer taraftan aynı eksenli yerleştirilmiş monitör ağzından enjeksiyon püskürtülerek oluşturulan enjeksiyon yöntemleri arasında en karışık ve boyutu en büyük elemanların oluşturulduğu yöntemdir.

2.3.5. Malzemeler

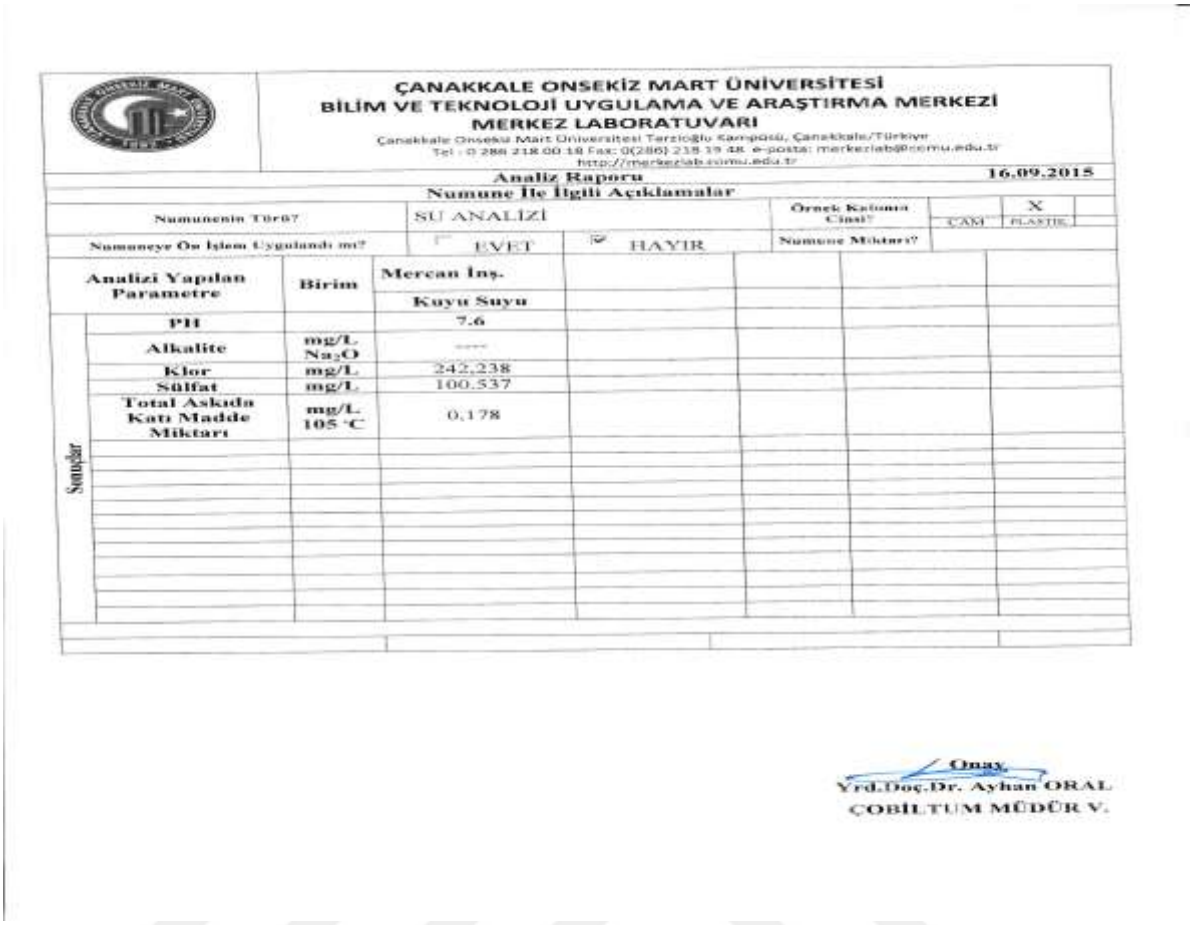
Bu tez çalışmasında jet-1 yöntemi yani tek akışkanlı yöntemle uygulanan yüksek modüllü kolonlar inceleneceği için kullanılacak malzemeler çimento ve sudur.

2.3.5.1. Çimento

Klinkerin alçı taşı ile birleştirilmesi sonucu oluşan çimentonun TS EN 197-1 (2012)'e göre uygun olması gerekir. Çimentoda bulunabilecek iri tanecikler enjeksiyonu tıkayabileceğinden iri taneciklerin olmadığına dikkat edilmelidir. Proje tasarım hesaplarında verilen çimento tipi kullanılmalıdır. Çimento dökme ve torba olarak iki şekilde kullanılabilir.

2.3.5.2. Su

İçme suyu kalitesinde olan su, enjeksiyonun oluşturulmasında kullanılır. Kullanılacak suyun analizi yapılarak PH, klor ve sülfat miktarları incelenmeli ve kullanılacak suyun içme suyu kalitesinde olması sağlanmalıdır (Şekil 2.8).



ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
BİLİM VE TEKNOLOJİ UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ
MERKEZ LABORATUVARI
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Terzioğlu Kampüsü, Çanakkale/Türkiye
Tel : 0 286 218 00 18 Fax: 0(286) 218 19 48 e-posta: merkezlab@comu.edu.tr
http://merkezlab.comu.edu.tr

Analiz Raporu 16.09.2015

Numune İle İlgili Açıklamalar

Numunenin Türü?	SU ANALİZİ		Örnek Kabının Cinsi?	CAM	X PLASTİK
Numuneye Ön İşlem Uygulandı mı?	EVET	☑ HAYIR	Numune Miktarı?		

Analizi Yapılan Parametre	Birim	Mercan İnş. Kuyu Suyu
PH		7.6
Alkalite	mg/L Na_2O	----
Klor	mg/L	242,238
Sülfat	mg/L	100.537
Total Askıda Katı Madde Miktarı	mg/L 105 °C	0,178

Onay
Yrd.Doç.Dr. Ayhan ORAL
ÇOBİLTUM MÜDÜR V.

Şekil 2.8. Enjeksiyonda kullanılan su analiz raporu

2.3.6. Makine ve Ekipmanlar

Jet grout kolonları oluşturabilecek kapasitede ve nitelikte ekipmanların olması gerekir. Kullanılan makine ve ekipmanlarının periyodik kontrollerinin "İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık Ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği (Anonim, 2013c)'ne göre zamanında yaptırılması gerekir. Kullanılan makine ve ekipmanlar delgi makinesi, pompa ünitesi, mikser ünitesi, çimento silosu, su deposu ve diğer ekipmanlardır.



Şekil 2.9. Jet grout kolonlarında kullanılan makine ve ekipmanlar

2.4. Diyafram Duvar Yapım Yöntemi

Türkiye'de inşaat yapmaya yeterli alanların azalmasıyla birlikte derin kazı yapılarak yapılan inşaat sayısı son yıllarda artmaktadır. Derin kazı yapılırken ön germeli ankraj sistemiyle desteklenen diyafram duvar yönteminin seçilmesinin sebebi yeraltı suyu seviyesinin korunması ile birlikte çevre yapılarda ve altyapılarda oluşabilecek muhtemel oturmaların engellenmesidir. Diyafram duvarlar, projede belirtilen kalınlık ve derinlikte zeminde grab kazısı makinesi ile kazı yapılarak hazırlanan donatının yerleştirilmesi ve betonlanması ile birlikte paneller halinde yapılmaktadır.

2.4.1. Makine ve Ekipmanlar

Diyafram duvar imalatlarına başlanılmadan önce makine ve ekipmanlar sahaya getirilerek mobilizasyonları yapılmalı, kontrol edilerek çalışır durumda olduğu belirlenmeli, bakım ve onarımda kullanılabilecek yedek parçaların muhafaza edilmesi gerekir. Ayrıca zeminle ilgili çalışmalardan dolayı ve proje sahalarının şartlarına göre makine ve ekipmanları yönlendirici işaretçi ve manevracı çalıştırılması gerekir. Kullanılacak makine ve ekipmanlar şunlardır ;

Hidrolik delgi makinesi (grab kazıcı makine)

Malzeme taşımında kullanılması için paletli mobil veya kule vinç

Delgi sonrasında çıkan malzemeleri taşımak için kepçe veya ekskavatör

Panel birleşim yerlerinde kullanılması için stop-end boruları

Bentonit bulamacı yapacak mikser ve kazıdan geri alınacak bentonit tesisi

Beton dökümü için tremi boruları, elektriklerin gitmesine tedbir olarak jeneratör ve kırıcı JCB.

2.4.2. Malzemeler

2.4.2.1. Demir Donatı

Diyafram duvar panel panel yapıldığı için donatıların pas paylarının panellere uygun olarak bırakılması gerekir. Panellerin derinliklerine göre de donatılarda bindirmeler yapılmalıdır. TS 500'e göre de bindirme yerlerinde kenetlenme ; düz, kanca veya fiyong, kaynaklı enine çubukla ve mekanik kenetlenme olarak belirtilmektedir. Derinliği yüksek yekpare şekilde betonlanacak panellerde projesinde gösterilen şekilde nervürlü demirlerin bindirmeleri ve bağlantıları yapılmalıdır.

Derinliği fazla olan panellerde, donatılar vinç yardımıyla askıda bırakılarak uygun bindirme sağlanır, bu bindirme sağlandıktan sonra hazırlanan kafesler arasında bağlantı kaynak veya klemens gibi bağlantı elemanıyla yapılmalıdır.

2.4.2.2. Bentonit

Diyafram duvar panellerinin çeperlerinin stabil olmaması sonucu bentonit karışımı kullanılması gerekebilir. Hazırlanacak bentonit karışımında su kullanılmalı ve bu karışımda bentonit miktarı kazının stabilitesini sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Bentonit malzemesi üreten firmadan malzemenin kalitesi ile ilgili deney raporları ve standartlara uygun üretildiğine dair kanıtlayıcı belgelerin elde edilmesi gerekir.

Kullanılacak olan bentonit karışımı oluşturulur ve panellere beton dökülmeden geri çekilir. Bentonit karışımı ile ilgili gerekli testlerin yapılması gerekir (Çizelge 2.1). Testlerdeki olumsuz sonuçlara göre yeni malzemelerin kullanılması gerekir.

Panellere beton dökülmeden önce, betonun tremi borularından serbest olarak akmasına engel teşkil edebilecek aşırı derece kirlenmiş bentonit karışımının kazı tabanında birikmediği testler yapılarak tespit edilmeli ve bentonit karışımının ani kaybının olup olmadığı sürekli izlenmelidir. Bentonit karışımının uygun olmadığı durumlarda karışım yeniden hazırlanmalıdır.

Çizelge 2.1. Bentonit karışımının özellikleri (TS EN 1538+A1, 2015)

Özellik	Kullanım safhaları		
	Taze	Tekrar kullanım için hazır	Betondan önce
Birim hacim kütlesi (g/ml)	< 1-10	< 1,25	< 1,15
Marsh değeri (s)	32-50	32 – 60	32 – 50
Akışkan kaybı (ml)	< 30	< 50	-
pH	7 – 11	7 - 12	-
Kum muhtevası (%)	-	-	< 4
Filtre keki	< 3	< 6	-
- Dikkate alınmaz			

2.4.2.3. Beton

Kazı işleminin ardından panellere bentonit ve donatının yerleştirilmesinden sonra panellerin tamamlanması için beton dökülmesi gerekir. Beton kalitesi ile ilgili TS EN 206 (2017)'ya ve serilerine uyulmalı ayrıca proje ve teknik şartnamede geçebilecek özel hususlar standartlara uygun olmak şartıyla uygulanabilir. Beton hazırlanırken oluşturulan reçetede ; maksimum agrega tane büyüklüğü, çimento miktarı ve çökme sınıfına dikkat edilmelidir.

Panellerin derinlikleri uzun olduğunda tremi boruları (betonlama boruları) kullanılmalıdır. Tremi borularının iç çapları ve derinlikleri standartlara uygun olmalı, betonun akabilmesi için temiz ve su geçirmez olmasına dikkat edilmelidir. Beton başlamadan önce tremi boruları panelin tabanına kadar indirilmeli ve yaklaşık 10 cm yukarıya çekilerek beton işlemine başlatılmalıdır (TS EN 1538+A1, 2015).

Kullanılan betonun standartlara uygun olup olmadığı ile ilgili numuneler alınmalıdır. TS 13515 (2014)'de beton miktarına göre alınan numune adedi belirtilmektedir. Ancak bu standartta diyafram duvar gibi zemin altında kalacak yapılar için herhangi bir ek bilgi verilmemiş olup, zemin çalışmalarında kullanılacak beton işleri için yapılan kontrollerde alınacak numune adedinin standartlarımız da uygun olarak belirlenmesi geoteknik çalışmaların kontrolü için daha faydalı olacaktır.

2.4.3. Diyafram Duvar Panellerinin Yapımı

2.4.3.1. Gidaj (Kılavuz) Duvarlarının Yapılması

Gidaj duvarları diyafram duvar panel kazısının yatay ve düşey sapmasız bir şekilde yapılması için yapılan betonarme duvardır. Gidaj duvarı sadece kazı için değil panelin oluşabilecek çökmelere karşı güvenliğini de sağlamaktadır (Şekil 2.10).

Gidaj duvarı TS EN 1538 (2014)'de belirtildiği gibi 70 ile 150 cm derinliğinde ve betonarme olmalıdır. Gidaj duvarları diyafram duvar panellerinin eninden 2 ile 5 cm arasında daha kalın olarak yapılmalıdır. Bu pas payı olarak da düşünülebilir.



Şekil 2.10. Gidaj duvarının tamamlanmış hali

2.4.3.2. Panel Kazısının Yapılması ve Çalışma Sahasının Hazırlanması

Çalışma sahası hazırlanırken kullanılan makine ve ekipmanların mobilizasyonu ve şantiye yerleşimi proje planına göre hazırlanmalıdır. Çalışma sahasında makinelerin hareketlerine engel teşkil edebilecek etkenlerin ortadan kaldırılması gerekir. Çalışma

sahasında yer alacak malzemeler düzgün bir şekilde istif edilmelidir.

Kazı hidrolik grab delici makine ile yapılır. Gidaj duvarlarının kılavuzluğunda kazıya başlanabilir. Kazı kuru veya bentonit karışımı gibi destekleyici malzemelerle yapılabilir. Destekleyici malzeme kullanılması halinde seviyesi gidaj duvarın temelinin üzerinde olmalıdır. Kazı esnasında göçme ve destekleyici malzemedeki değişiklikler dikkatle takip edilmelidir. Zeminde yapılan çalışmalar gözle görülmediği için kazı sürekli olarak takip edilmelidir. Kazı sırasında özellikle YİİSGY (Anonim, 2013b)'de geçen kazı işleri ile ilgili hükümlere dikkat edilmelidir. Projede belirtilen panel derinlik alt kotuna gelindikten sonra kazı işlemi sona erer.

Kazı işleminin ardından panel yanlarına sonlanma (stop-end) parçaları konmalıdır. Stop-end konulan paneller takip edilmelidir. Sonlanma parçaları beton dökümü sırasında hareket etmeyecek şekilde sabitlenmeli ve betonun zarar görmemesi için çıkarılma zamanına dikkat edilmelidir.

2.4.3.3. Donatının Konması ve Panele Beton Dökülmesi

Kazı işi bitirildikten sonra projede yer alan donatılar vinç yardımıyla panele yerleştirilir. Donatı panele yerleştirilirken panel etrafında güvenliğe dikkat edilmelidir. Panel derinliğine göre donatı askıda bırakılmalı ve gerekli birleşim elemanları ile birlikte donatı projesine göre panele yerleştirilmelidir.

Donatı yerleşiminden sonra beton imalatına geçilebilir. Beton mikserleri ve tremi boruları ile beton imalatına başlanabilir. Beton mikserlerinin manevralarına dikkat edilmelidir. Beton sırasında tremi borularının önceki dökümden sonra temizliğinin yapılmış ve geçirimsiz olması gerekir. Tremi borularının panel betonu tamamlandıkça geri çekilmesi ve kaldırılması gerekir. Panel üst kotuna gelindiğinde panelin betonlanması tamamlanmaktadır.

2.4.4. Panellerinin Tamamlanması Derin Kazı ve Ankraj İmalatları

İksa projesinde yer alan diyafram duvar panellerinin tamamının yapılmasından sonra projelere uygun kota kadar kazı yapılmalıdır. Ancak iksa olarak göre yapan diyafram duvarlar panellerinin yapısal olarak ankrajlar, zemin çivileri ve boru desteklerinin herhangi biri ile desteklenmesi gerekir. Kazı yapılırken panellerin komşu bina ve altyapılar tehlikeye sokabilecek duruma gelmemesi ve duvarlarda proje sınırları dışında deplasman olmaması için desteklerin kullanılması gerekir.

Ankrajla desteklenecek derin kazılarda, kazı derinliği ankraj kademelerindeki kotun

50-100 cm altına kadar olmalı ve böylece diyafram duvar güvenliği riske atılmamış olunur.

Kazılarda zemin yapısı, iklim koşulları, kazı alanı yakınlarında meydana gelebilecek sarsıntılar, çevresindeki yer alan su kaynakları ve diğer olası yükler esas alınarak uygun şev açılarının belirlenmelidir. Gerekirse kullanılacak olan desteklerin statik analizleri yapılmış olmalıdır.

Ankrajların yapılması diyafram duvarları destekleme sistemleri olarak da görülebilir. Yapılacak ankrajlarda öncelikle diyafram duvarda karot makinesi ile delik açılır. Ardından ankraj delgi makinesi ile açılı bir şekilde delgi yapılır. Delgi işlemi tamamlandıktan sonra projesinde belirtilen ankraj halatları yine projesinde gösterilmiş uzunlukta kuyuya itilir. Ardından halatların içerisinde yer alan borularla çimento-su karışımı enjeksiyonu kuyuya basılır. Enjeksiyon priz aldıktan sonra ankrajın proje yüküne gerdirilmesi ile diyafram duvar destekleme işlemi tamamlanmış olur.

2.5. Vaka Analizleri

Bu bölümde inşaatlarda gelişen teknoloji ve gerekliliklerle birlikte zemin iyileştirme ve derin kazı için destek konusunda yapılan çalışmalar Türkiye'deki standartlar ve yaşanabilecek tehlikeler dile getirilmiştir. Zemin iyileştirme amacıyla yapılan jet grout ve derin kazıyı desteklemek için yapılan diyafram duvar ile ilgili Türkiye ve Dünya'da yaşanmış çeşitli vaka analizleri incelenmiştir.

2.5.1. Enjeksiyon Operatörünün Yaşadığı Yaralanma

15 Ekim 2001'de taşeron firmanın enjeksiyon ile ilgili operatörü ciddi bir kafa yaralanması geçirerek hastaneye yatırılırken, başarısız bağlantı montajından dolayı enjeksiyon savrularak operatörü vurdu. Kazayı inceleyen kurum, kazanın 45 derecelik dönebilen dirseğin kullanılması gerekenden küçük kullanıldığı için olduğu sonucuna varmıştır. 45 derece dönebilen dirseğin normal olarak 3,000 psi basınçta çalışması gerektiği, yüksek basınçlı enjeksiyon işleminin ise 6,000 psi çalışma basıncına sahip olduğu görülmüştür. Kaza anında yapılan çalışma Cold Test Pit South (CTPS)'ta yürütülen enjeksiyon çalışmasının bir parçasıydı. CTPS gömülü tehlikeler ve radyoaktif atıkların iyileştirilmesi için yararlı olabilecek belirleme, geri kazanım ve arıtma teknolojilerini göstermek için kullanılan simüle edilmiş bir atık çukur alanıdır. Yaralanan operatör Applied Geotechnical Engineering and Construction (AGEC)'ın alt yüklenici çalışanı idi. AGEC ile CTPS'de yerinde yapılacak yüksek basınçlı enjeksiyon işlemleri ile ilgili sözleşme yapıldı. Yüklenici firma 8 Ekim'de şantiyeye gelirken, 11 Ekim'de yerinde jet

grout kolonları oluşturulmaya başlandı. Delikler 11 ve 12 Ekim'de peşi sıra yapıldı, hafta sonundan önce durduruldu. 15 Ekim günü yüksek basınçlı enjeksiyon sistemindeki bazı tamirat ve değişikliklerden sonra 45 derecelik dirseğin değiştirilmesi de dahil olmak üzere 14 numaralı sondaj ve enjeksiyon işlemlerine devam edildi. Kısa süre sonra kaza meydana geldi. Kaza ile sonuçlanan bu projede iş kontrol süreci ve yönetim sistemlerinde bir takım eksiklikler mevcuttur. Kaza Soruşturma Kurulu, kazanın önlenebilir olduğu sonucuna varmıştır. Taşeronluk faaliyetlerinde karma güvenlik yönetiminin uygulanmasında zayıflıklar tespit edilmiştir (Anonim, 2001).



Şekil 2.11. Kazaya neden olan bağlantı somunu (Anonim, 2001)

2.5.2. Diyafram Duvar Yapımı ile ilgili Vaka Analizleri

2.5.2.1. Singapur Nicoll Otoyolu'nda Yaşanan Göçük

2004 yılında Singapur'da inşaatı yapılan Nicoll Otoyolunda 30 m derinliğindeki kazıda göçme gerçekleşmiş ve 4 işçinin ölümüyle sonuçlanmıştır. Kazanın ardından yapılan resmi soruşturmalarla birçok faktör açıklanmıştır. Çöküntünün nedenleri incelenirken çok titiz davranıldı. Dünyada derin kazılarda her on sene de yaklaşık olarak 15 olağanüstü çökmeler olmaktadır. Nicoll otoyolunda yaşanan derin kazı çöküşü ile ilgili Singapur'da kamu soruşturması yapıldı. Singapur 2004'ten önce geniş bir yeraltı demir ağına sahipken, az sayıda ölümlü iş kazası kaydı bulunmaktadır (Endicott, 2015).

Derin kazıda yaşanılan çöküş altı şeritli Nicoll otoyolu bitişiğinde inşaa edilen 110m tüneli parçaladı. 20 Nisan 2004'de diyafram duvarları destekleyen çelik

payandaların başarısız olması sonucu 4 işçi öldü ve karayolunun bir kısmı tahrip oldu (Şekil 4.2). Felaketin olması diyafram duvarları destekleyen çelik yatay strut boruların ve kuşak kirişlerinin aralarındaki bağlantıların başarısız olması nedeniyle oldu. Diyafram duvarlar toplam 10 seviyede birbirinden ayrılırken, geçici yatay çelik dikmeler 9 seviyede kurulmuştu. Felaket, Soruşturma Komisyonuna göre yerin 30 m altında proje bitmiş kotunun 3 m üstünde, dokuzuncu seviyede yapılan çelik kuşak bağlantılarında başladı. 9.seviyedeki bağlantıların çökmesi diyafram duvarın deforme olmasına ve üst seviyedeki strut boruların aşırı yüklenmesine ve eğilmesine neden oldu. İlk strut kuşağındaki bağlantının kopmasından bir saat sonra kazı tamamen çökmüştür (Anonim, 2005a).



Şekil 2.12. Nicoll otopark inşaatında yaşanan göçme (Anonim, 2012b)

Şantiyenin kurulduğu zemin 40 yıl önce zemin ıslah çalışmaları yapılmış olup, yaklaşık 30 m altında yumuşak deniz kili mevcuttur. Singapur'da diyafram duvarların çelik strut borularla desteklenerek yapılan inşaatlar 25 yıldır yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak yumuşak kilde 30 m kadar derin kazı yapılmamıştır. Gazete haberlerine göre gaz patlaması ile tünelin çöktüğü yer almaktadır. Ancak basında yumuşak kilde çökmenin ve yanlış kullanılmış bilgisayar programı ile tasarlanmış diyafram duvarların çöktüğü belirtilmekteydi. Çökmeden iki ay önce, 2004 Şubatında strut borularındaki bağlantılar arasında yaşanılan problemler, kuşakların takviye edilerek donanımın iyileştirilmesine yol açtı. Bu geçici yanal desteklerindeki tasarımın sorgulanmasına neden oldu. Karayolu Taşımacılığı İdaresi uzmanı, bilgisayar programının yanlış kullanıldığını, duvarlardaki

eğilme momentinin hesaba katılmadığını ifade etmiştir. Müteahhit firmayla bu konuda aynı fikirde değil. 20 Nisan 2004 sabahında 8. ve 9. Seviyelerde yollarda tehlikelerin başladığı, bu konuda şantiye mühendisinin bilgisayar tabanlı izleme programından takip ettiği dikmelerin alarm seviyesinin altında olduğunu kontrol ederek güvence verdi. İşçiler 9. seviyeyi terk ederek, 8. sevivede çalışmaya başladı. Öğleden sonra maalesef çökme gerçekleşti ve 4 işçi hayatını kaybetti. Bu olayla ilgili bir kamu soruşturma ekibi kurulmuştur. 10 Mayıs 2005'te nihai rapor yaklaşık 1000 sayfa uzunluğunda olup yayınlanmıştır. Komite tasarım hatalarının 9.seviyenin çökmesiyle sonuçlandığına karar verdi. Komite çökmenin başlıca nedenlerini şöyle sıraladı ;

Strut borularında kuşak bağlantılarının yanlış tasarımı,

İki kez hatalı geriye dönük analiz yapılması,

Şantiyede yetersiz izleme,

Bilgisayar programının yanlış kullanımı.

Başlıca sebeplerin ortaya çıkmasına neden olan kanıtlar şöyle açıklandı ;

Tasarım kriterleri ve kodlar arasındaki uyumsuzluklar,

Hidrolik kesme için yetersiz taban derinliği,

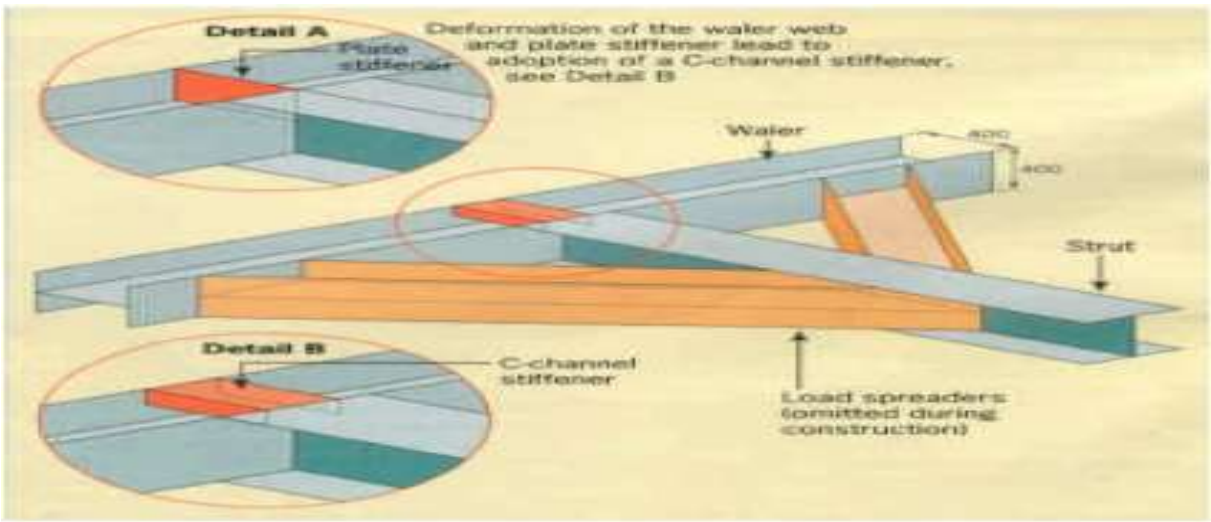
Karmaşık zemin koşullarının yetersiz değerlendirmesi,

Strut borularının 8 ve 9.seviyede ön gerilme kaybı,

Risk değerlendirmesinin uygulanmaması,

Tasarımının bağımsız kişiler tarafından incelenmemesi.

Çelik kanal kesitlerinden alınan numunelerine uygulanan laboratuvar testlerinde nominal kapasitenin yarısını elde edilmiştir (Şekil 4.3) (Endicott, 2013).



Şekil 2.13. Nicoll otopark inşaatında seçilen çelik kuşak bağlantısı (Anonim, 2014a)

Sonuç olarak derin kazı aşamaları tasarım kontrolü, tasarımın denetlenmesi, yapılan işlerin izlenmesi, limit yüklerin belirlenmesi ve gözlemlenmesi, performansın geri analizi ve tasarım varsayımlarının doğrulanmasını içerir. Genellikle inşaatlarda karşılaşılan hasarlarda ana elemanların yeterli olduğu ancak bağlantıların başarısız olduğu görülmektedir. Derin kazılar bir bileşenin arızalanması durumunda sistemin bu duruma dayanacak kadar sağlam olması gerekir. Endicott (2015)'a göre bilgisayar programını kullanan mühendislerin deneyimlerinin az olduğunu ve ortaya çıkan sonuçları tam olarak anlayamıyorlar (Endicott, 2013).

2.5.2.2. Köln Şehir Arşivleri Binasının Çöküşü

Köln Şehir Arşivi çalışanları, 3 Mart 2009 tarihinde öğleden sonra ofise döndüklerinde binanın tahliyesi ile ilgili uyarıda bulunan alarmla şaşırdılar. Altı katlı ofis binası ve arşiv belgelerinin bulunduğu ofis birkaç dakika içerisinde moloz yığınına dönüştü. Çökme olayından sonra iki yakın bina yıkıldı. İki kişi öldü ve birkaç kişi yaralandı. Köln Şehir Arşivi'nin çöküşünün araştırılması birkaç yıl sürdü. Çöküşün temel sebepleri arasında kent arşivi ile aynı caddede yer alan yeni bir yeraltı toplu taşıma inşaatının olduğu düşünülmektedir. Köln Şehir Arşivi binasında çökmeden önce yapılan incelemelerde bodrum katlarda tavanlarda genleşme derzi noktalarında çatlaklar oluştuğu tespit edildi. Bu çatlakların zararsız olduğu düşünülüyor. Ek olarak, arşiv binasının bodrum katının altındaki inşaat çukurunda aşırı su birikmeye başlamıştır. Köln Şehir Arşiv binasının çöküşü 3 Mart 2009'da birkaç saniyede gerçekleşti. Arşiv binası ve iki bitişik bina, yeni yapılan yeraltı hafif raylı inşaatında yer alan 25 m derin kazıya düştüler. Görgü tanıkları büyük bir patlamanın ve kahverengi bulutun olduğunu söyledi. Arşiv binasında 20 kişi patlamadan önce binadan çıkartılırken, arşiv binasına bitişik binada yaşayan iki kişi öldü. 2015 Şubat'ında Köln Kamu İdaresi Kurumu şehir meclis üyelerine çöküşün varsayılan sebeplerinden yeraltında yer alan diyafram duvarlarında inşaat kusuru olduğunu rapor etmişlerdir. Ancak bu konuyla ilgili bazı detaylar kamu tarafından açıklanmamıştır. Genel olarak çöküşün nedeni ; diyafram duvar takviyelerinde eksiklik ve yeraltı suyunun fazla pompalanması ile temel ankrajının başarısız olması neden olduğu ileri sürülmektedir. Çökmenin ardından, demiryolu inşaatında çalışan işçilerin ifadesine göre diyafram duvar için öngörülen nervürlü demirlerin hurda demiri olarak satıldığı iddia edilmektedir. Raporlara göre ise çelik bağlantıları ve çubuklarının üçte birinin hurda satıcılarına satıldığı belirtilmektedir. Kullanılan çeliklerin kalitesinden dolayı oluşan takviye eksikliği ve yeraltı suyunun çekilmesi gibi inşaat faaliyetleri nedeniyle diyafram duvarların kapasiteleri toprak

basınçlarına dayanamamıştır ve çökme gerçekleşmiştir (Valentine, 2015).



Şekil 2.14. Köln şehir arşivleri binasının çöküşü (Valentine, 2015)

Şehir görevlileri demiryolu inşaatında derin kazı faaliyetlerin yeraltı suyunun limit değerlerini geçtiği belirtti. İzin verilenden fazla 9 adet su çıkarma kuyusu açılarak, suyun oranı iki katına çıkarak pompalandı. Fazla suyun pompalanması, suyun içerisinde ek olarak silt ve kumları çıkarmak iç erozyona neden olabilir. İç erozyon demiryolu inşaatı ve arşiv binasının arkasında boşluk oluşturduğu ihtimaller arasındadır. İç erozyon zeminin dayanıklılığını azaltacak ve duvarı tutmaya sağlayacak ankrajların zayıflamasına sebep olmuş olabilir. Diyafram duvarların toprakla bağlantısı zemin ankrajları ile yapılır. Geoteknik mühendislerine göre diyafram duvarlarda yaşanabilecek sıkıntılardan birisi ankrajların sağlam zemine yapılmamasıdır. Araştırmacı Burland'e göre Köln'deki değişken zemin koşullarının kazı açısından zor olduğunu, bu nedenle standart bir yönteme sahip olmadığı, derin kazı tarzında yapılan kazıların dikkatli bir gözetim gerektiğini belirtmektedir. Köln Şehir Arşivi'nin çöküşünün ardından diyafram duvarlar konusunda soruşturma başlatıldı. Belgelerin kurtarılma çalışmaları çöküşün bitmesi ile başlamıştır. Çöküşte kaybedilen belgelerin %95'i kurtarılmış olup, Köln Şehir Arşivinin restorasyonu

ile birlikte sürecek inşaatın 400 milyon euro civarında olması tahmin edilmektedir (Valentine, 2015).

2.5.2.3. Hangzou Metro İnşaatında Yaşanılan Çökme

Çin'de son yıllarda altyapı inşaatlarında ciddi kazalar yaşandı. 15 Kasım 2008'de Hangzou şehrinde 1. hattında halen yapım aşamasında olan Xiaosman bölgesinde büyük bir kaza meydana gelmiştir. Tünelin 100 m uzunluğunda ve 50 m genişliğindeki bölümü çökmüştür. Anında birçok insan molozların altında kalarak yaşamlarını kaybetmiştir. Tünel nehir kenarındaki 8 şeritli bir otoyolun hemen altında olması nedeniyle ve asfaltın aniden çökmesi ile sıkışmıştır. Nehir suyu tünele aktığı için durum daha da kötüleşerek devam etmiş ve su baskını sebebiyle tahliye yapılamamıştır. Sonuç olarak 21 kişi ölürken, yaralanan 24 kişi vardır. Ekonomik yapıya yaklaşık olarak doğrudan 4961 milyon Yuan kayıp oluşmuştur. Bu yaşanan olay Çin'de yaşanan en ciddi tünel inşaatı felaketi oldu. Hangzhou Güney Çin'de turistik yer olan Xi Hu gölünün bulunduğu Zhejiang'ın başkenti olup yaklaşık 6.6 milyonluk nüfusa sahiptir. Hangzou'da metro sistemi ilk olarak 1984 yılında tasarlandı ve şehir tarihinde en uzun inşaat süresinin olduğu en büyük yatırım oldu. Sekiz metro hattı toplam 278 km uzunluğuna sahip olacak şekilde projelendirildi. 6 Haziran 2002'de Hangzhou metro grubu trafik yoğunluğunu azaltmak amacıyla kuruldu. 1.hat plan inceleme sorumlu uzmanlarının, dayanıksız jeolojik koşullar (yumuşak zemin tabakaları, yüksek yeraltı su seviyesi ve geniş çamurlu tabakalar) hakkında uyarıları vardı. Bu uyarılara rağmen 26 Aralık 2003'te yaklaşık 260 m uzunluğunda bir bölüm inşa edildi (Ma ve ark., 2012).

İstasyonlar kuzeyden güneye doğru sekiz kazı bölgesinde aşağıdan yukarıya inşa edilmektedir. Çökmüş kazı ikinci kazı bölgesindedir. Kazı yaklaşık 2313 m² alanda, maksimum kazı derinliği 16,2 m olacak şekilde planlanmıştır. İkinci kazı bölgesinde yeraltı su seviyesi 0,5 m dir. Betonarme diyafram duvara 4 kademede çelik strutlarla destek olunmakta, çelik strutlar 16mm kalınlığında ve ø609 mm'dir. Çelik strutların yatayda uzunluğu 3 m dir. Diyafram duvarların kalınlığı 0,8 m olup, diyafram duvar zemin yüzeyinden 33 m aşağıya kadar yapılmıştır. Diyafram duvar ve zemin iyileştirmenin ardından inşaat 9 kademeli kazıyla devam etmelidir. 15 Kasım 2008'de ikinci kazı bölgesinde çökme gerçekleşmiştir. Jianshe Nehrinden gelen su ve zarar görmüş borular daralmış inşaatta su baskınlarına neden oldu. Şekil 4.5'te inşaatta yaşanan çökme daha iyi görülmektedir (Gong ve Zhang, 2012).

Saha incelemesi ve ön analizlerden sonra, zemin parametrelerinin yanlış seçilmesi

çökmenin nedenleri arasında yer almaktadır. Alınan sondajlar çöken batı diyafram duvarlarından 5 m daha uzakta açılmıştır. Çökmeden sonra bu alan örselenmedi. Numuneler, Hangzhou Arama ve Ölçme Enstitüsü tarafından elde edildi.

Geoteknik testler Shanghai Geoteknik Araştırma ve Tasarım Enstitüsü (SGIDI) ve Zhejiang Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Test Merkezi'nde (CETCZU) tarafından yürütülmüştür. SGIDI ve CETCZU'nun elde ettiği zemin parametreleri, Zhejiang Jeoloji ve Maden Kaynakları Araştırma Enstitüsü (IGMREZ) tarafından hazırlanan orijinal tasarım zemin parametreleri ile karşılaştırıldı. Hazırlanan tablolarda üç enstitününde birbirinden farklı parametreler bulduğu görülmektedir. Kazı çöküşünün nedenleri arasında fazla kazı yapılması da yer almaktadır. İkinci kazı bölgesinde kazı altı bölgede aşılmıştır. Dördüncü ve beşinci bölgelerde diyafram duvara destek yerleştirilmeden kazı yapılmıştır. Bu uygulama inşaat sırasında izlenecek prosedüre uygun değildir. Batı duvarının maksimum sapması çok büyüktür, bu desteklerde aşırı bir eksenel kuvvete neden olur ve duvarın eğilme momentinin hızla artmasına sebep olmuştur. Kazı çöküşünün nedenleri arasında çelik strut borularının montajının yanlış yapılması da yer almaktadır. Bazı strut boruları basit bir inşaat bağlantı demiri ile bağlantı kirişine sabitlenirken, bazı strut borularında bu yapılmamıştır. Çin'de Çelik tasarım standartı GB 50017-2003'e göre strut borularının taşıma kapasiteleri 5265 kN 'dan 3555 kN'a düşmüştür. Ek olarak, strut boruları diyafram duvar ile bağlantı noktasında yapılan kaynak etkin değildir. Bu etkenler istinat sisteminin stabilitesinin azalmasına yol açmıştı. Kazı çöküşünün nedenleri arasında yarar sağlamayan denetleme verileri de yer almaktadır. Tasarım aşamasında derin kazı ile ilgili denetlemeyi sağlayabilecek gözlemsel aletler için belli sayılar verilmesine karşın derin kazı yapılırken tahrip olduğu için bu aletlerin sayısında azalma olmuştur. Veri kurtarma yoluyla doğu duvarının sapmasının 27 Ekim 2008'de 94,5 mm olduğu tespit edildi. Bu standartları aşan bir durumdu ancak denetleme raporundaki verilerde değiştirilmiştir. Kazı çöküşünün bir diğer nedeni de yetersiz zemin iyileştirmedir. Konsolidasyon için jet grout yerine artezyen kuyuları açılmıştır (Gong ve Zhang, 2012).



Şekil 2.15. Hangzhou metro tüneli inşaatında gerçekleşen çökme (Anonim, 2009a)

BÖLÜM 3
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Tehlike ve Risk Kavramları

3.1.1 Tehlike

Tehlike ile risk kavramları çok karıştırılmakla birlikte, bu kavramların doğru şekilde tanımlanması risk değerlendirmesindeki kavram kargaşasını engelleyecektir.

Risk değerlendirmesi, işyerinde mevcut bulunan ya da dışarıdan gelebilecek tehlikelerin tespit edilerek riske dönüşmesine neden olan faktörler ile risklerin analiz edilerek derecelendirilmesi ve kontrol tedbirlerinin belirlenmesi amacıyla yapılması gereken çalışmalardır (İSGRDY, 2012).

Tehlike kavramını OHSAS İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi şöyle tanımlamaktadır; insanların yaralanması, sağlığının bozulması veya bunların hepsinin gerçekleşmesine sebep olabilecek kaynak, durum veya işlemidir. Üzerinde durulması gereken tehlikenin sonuç olmadığıdır. Çalışma ortamında karşılaşılabilecek doğal ya da doğal olmayan gerçek anlamıyla tehlike içeren her faktörü içermektedir. Çoğu zaman tehlikeler çalışmanın ilerletilebilmesi için yapılması zorunlu yöntemlerin içerisine dahil olsa da her zaman bir çalışma biçimi veya yanlış bir davranış olma zorunluluğu yoktur (Özkılıç, 2014). Tehlikelerin belirlenmesinde şu durumlara dikkat edilmelidir;

İş Sağlığı ve Güvenliği ’ne ilişkin yasal düzenlemeler,

Ön tahlil sonuçları,

Çalışanlar ve işverenlerden alınan bilgiler,

Şirket veya kurumların İSG politikaları,

Yaşanmış kaza ve olay tutanakları,

Uygunsuzluklar ve denetim raporları,

Çalışanların iletişim bilgileri,

Elektrik kullanımı,

Kuruluşun tesisleri, prosesleri ve faaliyetleri hakkında bilgiler,

Yangın,

Makine ve ekipmanlar hakkında bilgiler,

Malzeme raporları,

Verilerin izlenmesi,

İnceleme raporları,

Görevler ,

İlk yardım raporları, Sağlık riskleri taraması (Özkılıç, 2014).

İSGRDY (2012)'ne göre tehlikeler tespit edilirken üretim, yöntem ve teknikleri ile benzer iş yerlerinde gelen iş kazaları ve ortaya çıkan meslek hastalıkları da araştırılıp değerlendirilebilir.

Aynı yönetmelikte yer alan hükümler dikkate alınarak, çalışma ortamında tüm tehlike kaynakları belirlenebilir, tehlikeler belirlenirken aşağıdaki hususlara dikkat edilebilir ;

İşletmenin konumu nedeniyle ortaya çıkabilecek tehlikeler.

Seçilen alanda, işyeri bina ve eklentilerinin plana uygun yerleştirilmemesi veya planda olmayan ilavelerin yapılmasından kaynaklanabilecek tehlikeler.

Yapı malzemelerinin, işyeri bina ve eklentilerinin yapı ve yapım tarzından dolayı kaynaklanabilecek tehlikeler.

Bakım ve onarım işleri de dahil işyerinde yürütülecek her türlü faaliyet esnasında çalışma usulleri, vardiya düzeni, ekip çalışması, organizasyon, nezaret sistemi, hiyerarşik düzen, ziyaretçi veya işyeri çalışanı olmayan diğer kişiler gibi faktörlerden kaynaklanabilecek tehlikeler.

İşin yürütümü, üretim teknikleri, kullanılan maddeler, makine ve ekipman, araç ve gereçler ile bunların çalışanların fiziksel özelliklerine uygun tasarlanmaması veya kullanılmamasından kaynaklanabilecek tehlikeler.

Kuvvetli akım, aydınlatma, paratoner, topraklama gibi elektrik tesisatının bileşenleri ile ısıtma, havalandırma, atmosferik ve çevresel şartlardan korunma, drenaj, arıtma, yangın önleme ve mücadele ekipmanı ile benzeri yardımcı tesisat ve donanımlardan kaynaklanabilecek tehlikeler

İşyerinde yanma, parlama veya patlama ihtimali olan maddelerin işlenmesi, kullanılması, taşınması, depolanması ya da imha edilmesinden kaynaklanabilecek tehlikeler.

Çalışma ortamına ilişkin hijyen koşulları ile çalışanların kişisel hijyen alışkanlıklarından kaynaklanabilecek tehlikeler.

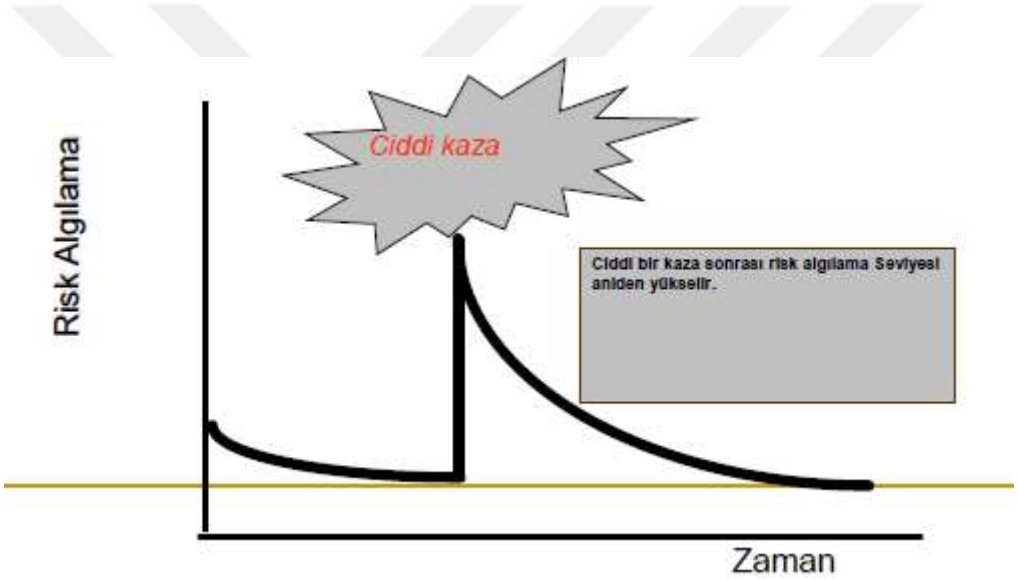
Çalışanın, işyeri içerisindeki ulaşım yollarını kullanımından kaynaklanabilecek tehlikeler.

Çalışanların iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili yeterli eğitim almaması, bilgilendirilmemesi, çalışanlara uygun talimat verilmemesi veya çalışma izni prosedürü gereken durumlarda bu izin olmaksızın çalışılmasından kaynaklanabilecek tehlikeler (İSGRDY, 2012).

3.1.2 Risk

Risk tanımı, iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi olan OHSAS 18001 (2007) standardında; "tehlikeli bir durumun veya tehlikeye maruz kalmanın meydana gelme olasılığı ve bu durum ya da maruz kalmadan kaynaklanan yaralanma veya hastalığın büyüklüğü ve sonuçların bilişimi" olarak tanımlanmaktadır. İSGRDY (2012)'ye göre tehlikelerden olabilecek kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuçların meydana gelebilme ihtimaline risk denilmektedir.

Risk algısı kişilerde herhangi ciddi kaza yaşanmaması durumunda giderek azalır. Bu duruma kanıksama denmektedir. Şekil 3.1'te risk algılamanın ciddi kaza sonucunda seviyesinin kaza ile birlikte yükseldiği görülmektedir. Zamanın ilerlemesi ile birlikte risk algılama seviyesi yeniden düşmektedir.



Şekil 3.1. Risk algılama zaman arasındaki ilişki (Öztürk, 2017)

3.2. Jet Grout İmalatında Tehlike Kaynakları

3.2.1. Makine ve Ekipmanların Tehlike Kaynakları

Jet grout kolonları oluşturulurken delgi makinesi, pompa ünitesi, mikser ünitesi ve çimento silosu gibi makine ve ekipmanlar yer almaktadır. Özellikle delgi makinesi ile pompa ve mikser ünitelerinin şantiye üzerindeki yerleşimlerinin dikkatli bir şekilde yapılması gerekir. Üç makine ve ekipman birbirine bağlı olmakla birlikte herhangi birinde yaşanacak aksaklık diğerlerini de etkileyebilmektedir.

Delgi makinesi, zemin altında projedeki alt delgi kotuna geldikten sonra çimento-su karışımı enjeksiyonu zeminin altına yüksek basınçla (400-700 bar) hortumlarına bağlanması ve delgi makinesinde yer alan monitör aracıyla zeminin içerisine

bırakmaktadır. Delgi makinesi düşey delgi yapabilen, hidrolik ve düzenli olarak çalışabilen ekipmanlardır. Makinede çene olarak tabir edilen delgiyi yapan tijlerin geçtiği yerler delgi takımını taşıyacak donanım ve dayanıklılıkta olmalıdır. Kullanılan makinenin bom yüksekliğine göre çelik tijler her delgi ve enjeksiyon sırasında çene kısmına elle çıkartılıp takılmaktadır. Delgi makinesinde kumanda paneli makinenin yanında yer almaktadır. Kumanda panelinde makinenin yer değişimi, çene ve bomun hareketli aksamları kontrol edilebilmektedir. Kumanda panelinin kullanan operatörün Milli Eğitim Bakanlığı'ndan operatörlük belgesinin olması kullanacağı makinenin ne tür tehlikeler içerdiğini bilerek kullanmasına referans olabilmektedir.



Şekil 3.2. Delgi makinesi

Mikser ünitelerinde elektronik tartı vasıtasıyla çimento silosundan gelen çimento ve su deposundan gelen su projesine uygun oranda karıştırılarak enjeksiyon oluşturulur. Enjeksiyon oluşturulurken çimento malzemesinin özelliğinden dolayı oldukça fazla toz oluşmaktadır. Mikser ünitesinin yönetildiği panel olmasına rağmen enjeksiyon oluşturulurken enjeksiyonun doğru bir şekilde oluşup olmadığı incelenmelidir. Oluşturulan enjeksiyon dinlendirici kazana aktarılarak dinlendirilmesi beklenilmektedir.

Oluşturulan enjeksiyon pompa ünitesine yöneltilerek, pompa parametrelerde belirlenen basınca çıkarılarak hortumlar vasıtasıyla delgi makinesinde monitör ve nozzle ile birlikte zemin altına enjeksiyonu bırakır. Pompa ünitesinden sonra kullanılan

hortumlarda basınçlı enjeksiyonun patlaması veya sıçraması ihtimal olup, bu ekipmanlarda uygun bağlantı hortumları kullanılmalı, ara bağlantı yaylı klipsleri kullanılmalıdır.

Çimento siloları uygun temeller üzerine dikilmeli, silolarda çalışanların müdahale etmeleri için merdiven ve kaldırma mekanizmaları gibi güvenli erişim araçları bulunmalıdır. Siloların girişlerinin kapalı ve kilitli tutulması gerekmektedir (ÇŞGB, 2014).

3.2.2. Kullanılan Malzemelerin Tehlike Kaynakları

Jet grout kolonları oluşturulurken genellikle geoteknik raporlarda oluşturulacak enjeksiyonun yöntemi yer almaktadır. Türkiye'de genelde çimento ve su karışımı kullanılan Jet-1 yöntemi seçilmektedir. Projede ayrıca bir malzeme kullanılacaksa belirtilmelidir.

Çimento malzemesi torba ve dökme olarak taşınmaktadır. Çimento torbaları yükseltilmiş bir yerde, çevre koşullarına karşı korunarak kuru ortamlarda depolanmalıdır. Dökme çimento ise silolarda çimento silolarında depolanmalıdır. Torba olarak istif edilen çimentolar silolara göre daha fazla tehlike içermektedir. 1 torba çimento yaklaşık olarak 50 kilogramdır. Bir silobas ise yaklaşık 25 ile 30 ton arası dökme çimento getirmektedir. Silobasta yer alan dökme çimento yaklaşık olarak 500 adet torba çimentoya eşit olmaktadır. Torba çimentoda her torba forklift tarzı makinelerle veya insan gücüyle istif edilmektedir. Ayrıca her torba tek tek açılıp mikser ünitesine elle dökülmektedir. Bu yüzden pompa ve mikser ünitesi ile çimento silosu seçilirken torba çimentonun getirdiği zorluklar da göz önüne alındığında dökme çimentolu sistemler tercih edilmelidir. Torba çimento kullanılan sistemlerde insan gücü daha çok kullanılmaktadır. Ancak dökme çimento kullanılırken tehlikelerin olmadığı anlaşılmamalıdır. Şekil 3.3.'te hortumlar arasında hasarın olması sebebiyle silobasa aktarılan çimento tozlarının birikmesi görülmektedir. Bu yüzden malzemelerin istifi, kullanılan ekipmanların kontrolü ve çimento gibi toz yapan maddelerde kişisel koruyucu donanım (KKD) kullanılarak tehlikelerin maruziyetin en aza indirilmesine çalışılmalıdır.

Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği Madde 5'de işverenin işyerinde yüklerin elle taşınmasına gerek duyulmayacak şekilde iş organizasyonu yapmak ve yükün uygun yöntemlerle taşınmasını sağlamak için gerekli tedbirleri almakla yükümlü olduğu belirtilmektedir. Bu yüzden torba çimentonun istifi yapılırken elle taşıma yapılmaması gerekir. Ayrıca YİİSGY' ye göre düzen, temizlik, istif ve depolama başlığında belirtildiği gibi malzemelerin yıkılma ve devrilmeleri önlenmeli, kazaya neden olmayacak bir şekilde istifinin yapılması gerekir.



Şekil 3.3. Dökme çimentonun silobasa aktarılması

3.3. Diyafram Duvar İmalatının Oluşturduğu Tehlikeler

3.3.1. Makine ve Ekipmanların Tehlike Kaynakları

Diyafram duvar imalatı yapılırken hidrolik delgi makinesi (grab kazıcı makine), malzeme taşımında kullanılması için paletli veya kule vinç, delgi sonrasında çıkan malzemeleri taşımak için kepçe veya ekskavatör, panel birleşim yerlerinde kullanılması için stop-end boruları, bentonit karışımı yapacak mikser ve kazıdan geri alınacak bentonit tesisi, beton dökümü için tremi boruları, mikser ve beton pompaları, jeneratör ve kırıcı JCB gibi makine ve ekipmanları kullanılabilir.

Delgi makinesi çeneleri zemin türüne göre değişmekte olup, mekanizmalarda düşey ilerleme ve daha fazla malzeme kazılması sağlanmak amacıyla hidrolik sistem geliştirilmiştir. Bunun dışında zemin yapısına göre darbeli, sulu-öğütücü/sulu-freze/kesici ekipman mekanizmaları bulunmaktadır (Yılmaz,2017). Delgi makinesi çalışırken yaşanabilecek başlıca tehlikeler şunlardır ;

Makineyi kullanan operatörün işinin ehli olmaması,

Geri vites sinyal ve sesli ikaz sisteminin bulunmaması veya çalışmaması,

Her çalışmadan önce günlük periyodik kontrollerinin yapılmaması,

Gece çalışmalarında aydınlatmanın yetersiz olması,

Makine çalışırken diğer çalışanların makinenin çalışma alanına girmesi,

Hareketli aksamlar,

Kabin kapağının açık bırakılarak çalışılması,

Açılan kuyuya düşülme ihtimali,

Makine çalışırken çıkan malzemenin saha dışarısına çıkartılmasında acele edilmesi. (Şekil 3.4)

Delgi makinesinde periyodik kontrollerin yönetmeliklere göre yaptırılıp çalıştırılması, delgi makinesini kullanacak operatörün işinde tecrübeli ve operatörlük belgelerinin olması şartlarının aranması gerektiği görülmektedir.



Şekil 3.4. Diyafram duvarda hidrolik (grab) delgi makinesi

Diyafram duvar imalatı sırasında kullanılan demir donatı ve benzer malzemeleri kuyulara iletmek ve taşımak için vinç kullanılması zaruri hale gelmektedir. Mevcut şantiye yerleşimi ve imkanlarına göre paletli mobil vinç olması daha doğru olacaktır. Mobil vinç kullanılırken yaşanabilecek başlıca tehlikeler şunlardır;

Vincin periyodik kontrolleri zamanında yapılmaması, kontroller sırasında gerekli deneylerin yapılmaması,

Vincin kapasitesinden fazla yük kaldırması,

Vinç çalışırken işaretçi bulundurulmaması ve çalışma sahası ile geçit yollarında yaşanabilecek kazalar,

Operatörün kanca görüş açısının kapatılması,

Kaldırılan yüklerin çalışanların ve insanların üstünden geçirilmesi,

Sapancı ve işaretçi bulundurulmaması,

Vinç bomunun altında çalışan veya insanların bulunması,

Mobil vinç topraklamasının yapılmaması.

Ekskavatörler diyafram duvar panellerinin kazısından çıkan malzemelerin şantiyeden uzaklaştırılmasında kullanılabilir. Ayrıca diyafram duvarlar tamamlandıktan sonra derin kazı yapılırken de kullanılabilir. Ekskavatör çalışırken oluşabilecek başlıca tehlikeler şunlardır ;

Diğer iş makineleri ile aynı bölgede çalışılması,

Diyafram duvarın betonlanmayan panel kenarı ve yakınında çalışma,

Malzeme yükleme sırasında damperli kamyon şoförünün uygunsuz hareketleri,

Kamyona yüksekten malzeme boşaltılması,

Yakıt, hidrolik aksamlarda kaçaklar,

İşaretçi ve manevracı ile koordineli hareket edilmeme.

Kullanılan diğer ekipmanlardan özellikle betonlama yapılırken beton döken mikser şoförünün veya pompa operatörünün tremi borularını kullanan çalışanlarla koordineli çalışması gerekir.

Özellikle gece vardiyalarına kalındığında gerekli aydınlatmanın yapılması ve şantiye güzergahlarının belirlenerek düzenli ve aydınlık bir şekilde bırakılması gerekir.

3.3.2. Kullanılan Malzemelerin Tehlike Kaynakları

Diyafram duvar imalatı sırasında makine ve ekipmanlar vasıtasıyla kullanılan başlıca malzemeler beton, nervürlü demir ve bentonittir.

Bentonit malzemesi temiz su ile tamamen karıştırılmalıdır. Bentonit malzemesi ile ilgili başlıca tehlikeler şunlardır ;

Torba ile gelen malzemenin elle taşınma şekli,

Su ile karıştırılırken malzemenin tozuması,

Oluşturulan bulamacın temiz olmaması ve panel kazılarında çökmelere sebep olması,

Bentonit tesislerinin doğru şekilde kurulmaması her zaman çalışır durumda olmaması (Şekil 3.5),

Kullanılan malzemenin kalite belgelerinin olmaması,

Tekrar kullanılan bentonit karışımlarının TS EN 1538 A+1 (2015) standartında geçen ilgili deneylerinin yapılmaması,



Şekil 3.5. Bentonit tesisi ve ekipmanları

Açılan panellerde bentonit bulamacının geri çekilmesinden sonra projede yer alan demirlerin yerleşimi yapılır. Demir malzemesi şantiyeye getirildikten sonra oldukça fazla tehlike içermektedir. Başlıca tehlikeler şunlardır ;

Demirlerin sahaya indirilmesi sırasında kullanılan ekipman ile koordineli olunmaması ve demir taşınırken altında çalışan veya insan olması,

Demirlerinin taşınması sırasında sıkıca bağlanmaması (Şekil 3.6),

Tezgah, makinelerin doğru şekilde kurulmaması ve kontrollerinin yapılmaması,

Özellikle kaynak işlerinde çalışanların KKD'leri kullanmaması,

Malzeme istifinin uygun bir şekilde yapılmaması,

Demirlerin istiflendiği yerde demirlerin üzerinden geçilmeye çalışılması,

Kullanılan kaynak makinesi, matkap ve seyyar lambaların elektrik bağlantılarında sıkıntıların yaşanması

Kullanılan malzemelerin standartlara uygun olarak üretilmemesi ve kalite belgelerinin olmaması.

Demirlerin paslı olması ve paslarının temizlenmemesi,

Kullanılan demirlerden çıkan artık malzemelerinin temizlenmemesi,

Panellere hazırlanan demirlerin yerleştirilmesinden sonra tremi boruları yardımıyla panel betonlanır. Beton malzemesi hazır beton üreten firmada veya şantiyede üretilebilir. Üretilen beton malzemesi mikser, pompa ve tremi boruları yardımıyla panel içerisine dökülür. Beton malzemesi ve beton pompalarının başlıca tehlikeleri şunlardır ;



Şekil 3.6. Vinç yardımıyla açılan panele donatının yerleşimi ve askıda bırakılması

Beton mikseri ve pompası yanında manevracı bulundurulmaması,

Beton pompa borusunun sıkışması buna müteakip açık olan panelin çökme ihtimali,

Betonun istenilen kıvamda olmaması ve tremi borularının panelde kalması,

Basınçlı bir şekilde betonun sıçraması,

Beton pompası ve mikserinin beton dökülecek alanda uygun durumda yerleştirilememesi,

Diyafram duvara beton dökümü aşamasında beton mikserlerinin saha içerisinde hız limitlerine uymaması ve betonun yavaş bir şekilde dökülmesi panelin çökmesine neden olabilir,

Beton dökülürken tremi borularının çıkartılmasında koordineli çalışılmaması,

Beton pompası kollarını açarken etrafta iş makinesi veya çevre bina, elektrik iletim hatları gibi tesislerin olması,

Projede verilen içeriğe uygun olmayan beton malzemesinin gelmesi ve oluşturulan kuyu ve etrafında çökmelerin olma ihtimali.



Şekil 3.7. Diyafram duvar panellerinde beton dökülürken beton pompası ve tremi boruları

3.3.3. Diyafram Duvar İmalatından Sonra Derin Kazı ve Ankrajların Yapılması

Diyafram duvar panelleri bitirildikten sonra temel alt kotuna kadar kazı yapılmaktadır. Derin kazılar derinliği genişliğinden fazla olan kazılardır (Erdem ve ark., 2015). Derin kazı yapılması yapılacak yapının dışında etrafında bulunan altyapı, bina, yol vb. yapıların durumlarını etkilemektedir. Yapılacak kazı sırasında zemin yapısının uzman kişiler tarafından incelenmesi, zemin yapısında beklenilmeyen bir durum görüldüğü tespit edilirse önlemlerin alınması gerekir.

Kazı, makine ve ekipmanlarla birlikte yapılmaktadır. Kazı yapılırken genellikle ekskavatör kullanılmaktadır. Kazıdan çıkan malzemeler damperli kamyonlarla onay verilen döküm sahalarına götürülmektedir.

Kazı sırasında yaşanabilecek güvenlik tehlikelerine karşı Türkiye'de YİİSGY Ek-4 B'de "kazı işleri, kuyular, yeraltı işleri, tünel ve kanal işleri" başlığında genel hususlar belirtilmiştir. Derin kazı tanımı yönetmeliklerde geçmemekle beraber kazı işlerinde geçen genel hususlar derin kazı başlığı için de geçerli olmaktadır. Ayrıca destekleme sistemleri ile ilgili genel hükümler yer almamaktadır. Derin kazı yapılmasında başlıca tehlikeler şunlardır ;

Çalışanların çökme sonucu kazı altında kalması,

Kazı sırasında kullanılan makine ve ekipmanların günlük, haftalık ve aylık kontrollerinin yapılmaması,

Kazı alanı etrafında malzeme istifinin yapılması,

Kazı alanının şerit, levha ve işaretlerle belirtilmemesi, korkulukların yapılmaması, kazı yapılırken çalışanların ve insanların kazı bölgesinde bulunması (Şekil 3.8),



Şekil 3.8. Kazı yaparken ikaz levhalarının bulunması

Aşırı yağmurlu havalarda çalışılarak kazı bölgesinde göçme olması,

Kazı yapılan bölgenin fizibilitesinin yapılmaması, kazı yapılan alandan enerji nakli, kanalizasyon, gaz boruları, su hatlarının yer alması,

Kazı alanına yetkisiz kişilerin gelmesi,

Kazı etrafında bulunan bitişik yapıların çökmesi, yıkılması

Kazı yapılırken uygun olmayan şevlerin verilmesi, şev verilen bölgeye çalışanların veya çalışan makinelerin yaklaşması,

Kazıdan çıkarılan malzemenin döküm sahasına götürülmemesi ve birikmesi sonucu çalışanların üzerine çökmesi.

Derin kazıya başlanılmadan önce, ankraj kotları ile saha yerleşimine göre kazı projesi hazırlanmalı ve bu projeye uygun iş programı yapılmalıdır. Ankraj kademeleri mevcut olduğu için derin kazı kademe kademe yapılmalıdır. Kazı kotlarında, ankraj yapılacak yerde delgi makinesinin projeye uygun açıda yerleşmesi için alacağı yüksekliğin dikkate alınması gerekir.

Derin kazı yapılırken diyafram duvarı desteklemek için ankrajlar yapılmaktadır. Ankrajlar diyafram duvarlara delgi açılarak yapılmaktadır (Şekil 3.9). Ankraj imalatı yapılırken etrafta yer alan herhangi bir yeraltı elektrik, su vb. hatlarının olması geri dönülmez olayların yaşanmasına neden olabilir. Özellikle ankraj yapılacak sahanın etrafında yer alan her yapı, tesisatlar, kanalizasyonların yerleşimlerinin incelenmesi ve buna göre ankraj kotlarının belirlenmesi gerekir. Ankraj yaparken başlıca yaşanabilecek tehlikeler şunlardır ;

Delgi makinesi kullanılırken kabloların suyun içerisinde bulunması,

Ankraj yapılacak yapının etrafındaki zeminin analizinin yapılmaması, etrafta göçme ve yıkımların olması,

Kullanılan iş makine ve ekipmanlarının sinyal ve sesli ikaz sistemlerinin olmaması, işin ehli tarafından kullanılmaması, periyodik bakımlarının yapılmaması, hareketli aksamlarda kontroller ve bakımların yapılmaması, kaçak akım oluşabilmesi,

Ankraj hazırlanırken KKD kullanılmaması ,

Enjeksiyon hazırlanırken uygun KKD kullanılmaması, hortumlarda oluşabilecek hasarlar,

Ankrajlar kilitlenirken kullanılan yüksek basınçlı kompresörün yağ kaçırması, bakım ve kontrollerinin işin ehli tarafından yapılmaması,

Kilitlenmesi sırasında kompresör basıncının fazla açılması, hortumunun hasarlı olması.



Şekil 3.9. Delgi çalışması ve uygun KKD kullanımı

BÖLÜM 4
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

2012 yılında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili "İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu" çıkarılmıştır. Türkiye'de iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili en kapsamlı olarak değerlendirebileceğimiz kanun ve yönetmelikler bu kanundan itibaren çıkmaya başlamıştır. İlgili kanunun dördüncü maddesi c bendinde risk değerlendirmesi yapılmasının, işverenin genel yükümlülüğünde olduğu belirtilmektedir.

İşverenlerin genel yükümlülüğünde yer alan risk değerlendirmesi ile ilgili 2012 yılında çıkartılan yönetmelikle birlikte risk değerlendirmesinin usul ve esasları belirlenmiştir. Risk değerlendirmesi, işyerinde var olan veya dışarıdan oluşabilecek tehlikelerin, çalışanlara, işyerine ve çevresine verebileceği zararlara karşı önlemlerin alınması konusunda hazırlanması gereken çalışmalardır. Ayrıca, risklerin kaynaklarını, kimleri etkileyebileceğini ve nasıl bir önlem alması gerektiği konusunda önleyici faaliyetlerin belirlenmesini işin sahibine işin başında bildiren çalışmalardır. Risk değerlendirmesi çalışmaları işverene, tehlikelerin neler olduğunu, risklerin belirlenmesini, çalışanlar için güvenli bir iş alanı oluşturma, kazaların önlenmesi ve verim artışı gibi birçok konuda fayda sağlamaktadır (Yılmaz, 2010).

İşveren risk değerlendirmesi yaparak ve yaptırarak, işyerinde sağlanması gereken iş sağlığı ve güvenliğinin yükümlülüklerini ortadan kaldırmamaktadır. Ayrıca risk değerlendirmesi yapılırken işveren, risk değerlendirmesi yapan görevlilere ihtiyaç duyulan her türlü bilgi ve belgenin tazminini yapmalıdır. Birden fazla işverenin olması durumunda her işverenin risk değerlendirilmesi yapması gerekmektedir. İnşaat sektöründe, asıl işverenin birden fazla alt işverenle çalıştığı için, alt işverenin yapılacak risk değerlendirmesinin bir nüshasını da asıl işverene vermesi gerekmektedir (Özkılıç, 2014).

Türkiye'de mevcut yönetmeliğe göre yapılan risk değerlendirmesinin az tehlikeli, tehlikeli ve çok tehlikeli işyerlerinde en geç sırasıyla altı, dört ve iki yılda yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca işyerinde oluşan yeni durumların yeni risklerin ortaya çıkarabilme ihtimalinden dolayı risk değerlendirmesi bazı durumlarda kısmen veya tamamen yenilenir (İSGRDY, 2012).

Risk değerlendirme ekibi işveren tarafından oluşturulur. Bu ekipte ; işveren veya işveren vekili, iş güvenliği uzmanı ile işyeri hekimi, işyerinde çalışan temsilciler, işyerinde destek elemanlar, işyerinde mevcut veya muhtemel riskler konusunda bilgi sahibi çalışanlardan oluşmalıdır. Ayrıca işveren bu ekibe dışarıdan destek olabilecek kişi veya

kuruluşlardan yardım alabilir (İSGRDY, 2012). Risk değerlendirme çalışmalarında birey ya da takım yaklaşımının getirdiği bir takım avantaj ve dezavantajlar vardır.

Birey yaklaşımında sağlanacak avantajlar şunlardır ;

Çabuk sonuç alınmasını sağlar,

Kişinin diğer uzmanlar tarafından yönlendirilmesini engeller,

Kişiye, İSG konusunda tek yetkili ve otorite olduğu hissiyatını verir,

Maliyet düşüktür.

Birey yaklaşımın dezavantajları şunlardır ;

Teknik uzmanlık gerektirir,

Tek boyutlu olması yetersizlik getirebilir,

Katılım sağlanamadığından çalışanlar kendi bölümlerinde tehlike ve risklerin olmadığını savunabilirler,

Kişilerin farklı kavrama anlayışları değerlendirmeyi etkileyebilir.

Takım yaklaşımın avantajları şunlardır ;

Gereken tüm bilgiler çalışanlar tarafından sağlanabilir,

Herkesi ikna edebilecek sonuçlar ortaya çıkabilir,

Takımda çalışanlara aidiyet ve işbirliği ruhu kazandırır.

Takım yaklaşımın dezavantajları şunlardır ;

Takım çalışmalarında sonuçlar beklenilenden daha geç ortaya çıkabilir,

Çalışılması gereken zaman ve maliyeti yüksek olabilir (Özkılıç, 2014).

4.1. Risk Değerlendirme Aşamaları

5 aşamadan oluşan risk değerlendirmesinin aşamaları şekildeki gibidir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Risk Değerlendirme Aşamaları (İSGRDY, 2012)

4.1.1. Tehlikelerin Belirlenmesi

İş kazaları ve meslek hastalıklarının önlenmesi hususlarında öncelikle risklerin tespit edilip, risk haritalarının oluşturulması gerekmektedir. Risk haritalarının hazırlanması için de öncelikle olarak olası tehlikelerin tespit edilmesi gerekmektedir.

Tehlikeler belirlendikten sonra bu tehlikelerin analizlerinin yapılması gerekmektedir. Tehlikeler analiz edilirken basit ve detaylı olarak iki şekilde incelenmektedir. Tehlike analizinde önemli hususlardan biri tehlike noktalarının tespitidir. Tehlikelerin belirlenmesinde şu hususlara dikkat edilmelidir ;

Eski yıllarda yaşanmış kaza istatistikleri ve bilgileri değerlendirilir. Kazaların nerelerde olduğu ve nedenleri incelenir. Her kaza sonucunda oluşturulacak kaza raporları daha sonra değerlendirilme açısından önemlidir. Yaralanma olmayan olaylar veya bir günden fazla istirahat gerektirmeyen kazalar işlenerek kaza ihtimali de belirlenmiş olur.

Bina yapısı, makineler, tesisat, çalışma düzeni, kısaca iş yeri incelenerek kaza ihtimali belirlenir. Teknik gelişmeler sürekli takip edilerek iş güvenliğine etkileri değerlendirilir.

Özellikle işyerinde var olan tüm iş süreçlerinin listelenmesi de üzerinde durulması gereken bir çalışmadır (Anonim, 2018b).

4.1.2. Risklerin Değerlendirilmesi

Tespit edilen tehlike listesinde bulunan tehlikelerden kaynaklanan riskler belirlenerek her biri için ayrı ayrı, detaylı bir şekilde değerlendirilmelidir. Oluşan riskin ne düzeyde olduğunu, ya da tehlikelerin ne kadar ciddi boyutlarda olduğunu saptamanın yanında iş ortamında çalışanların maruz kaldıkları riskler detaylı ve ayrı ayrı incelemek, mevcut risklerin diğer işlerle olan ilişkisini kurmak yararlı olacaktır. Bu aşamada teknik ve bilimsel bir ekipten yardım alınması risk değerlendirmesinin daha faydalı olmasını sağlamaktadır (Anonim, 2018b).

4.1.3. Kontrol Tedbirlerine Karar Verilmesi

Risk değerlendirmesinin bu aşamasında tehlikelerin tamamen ortadan kaldırılması ve ya risklerin kabul edilebilir bir düzeye indirilmesi hususunda gerekli kontrol tedbirlerine karar verilir. Genellikle kontrol yöntemleri alternatifli olarak belirlenir ve fayda maliyet analizi yapılarak yetkililerin tercihine sunulur. Risk değerlendirmesinin kritik nokta olan bu adımda, risk kontrol önlemlerinin neler olması gerektiği ve bu önlemlerin belirlenmesinde ne tür bir öncelik tercihinde bulunulacağı belirlenir (Anonim, 2018b).

4.1.4. Kontrol Tedbirlerinin Uygulanması

Risk değerlendirmesinde seçilen kontrol tedbirleri işyerinde uygulanır. Kontrol tedbirlerinin uygulanması sırasında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir ;

İletişim,

Eğitim ve öğretimin sağlanması,

Denetim ve bakım,

Çalışma yöntemlerinin geliştirilmesi (Anonim, 2018b).

4.1.5. İzleme ve Gözden Geçirme

Risk değerlendirmesi, kontrol tedbirlerinin uygulanması adımından sonra alınan tedbirlerin izlenmesi ve tekrar edilerek gözden geçirilmesi ile tamamlanmaktadır. Bu adım sırasında seçilen risk değerlendirmesiyle ilgili şu sorulara cevap bulunmalıdır;

Seçilen yöntem çalışıyor mu?

Seçilen kontrol tedbirleri planlandığı gibi tamamlanmış mı?

Seçilen kontrol tedbirleri yerinde tedbirler mi?

Kontrol tedbirleri yerinde doğru bir şekilde uygulanmış mı?

Maruziyet ortadan tamamen kaldırılmış mı veya yeterince azaltılmış mı? (Anonim, 2018b).

4.2. Risk Değerlendirme Yöntemleri

Risk değerlendirmesi yapılırken çok sayıda farklı metotlar bulunmaktadır. Yapılacak risk değerlendirmesi kullanılan alana göre uygunluğu olmalıdır. Temel olarak risk değerlendirmesi nitel (kalitatif) ve nicel (kantitatif) olmak üzere iki kısma ayrılırken karma risk değerlendirme metotları da bulunmaktadır.

Nitel risk değerlendirme yöntemleri, sözel mantık ve matematiksel formüllerle yapılan risk değerlendirme yöntemleridir.

Nicel risk değerlendirme yöntemleri, riski hesaplarken sayısal yöntemlere başvurulur.

Karma risk değerlendirme yöntemleri, iki temel yöntemi de bünyesinde içermektedir. Farklı tipte karma risk değerlendirme yöntemleri mevcuttur. Başlıca risk değerlendirme yöntemleri şunlardır (Uzun, 2012) ;

Tehlike ve işlerlik çalışmaları metodu (HAZOP),

Hata türü ve etkileri analizi (FMEA) metodu,

Hata ağacı metodu (FTA), Matris metodu,- Fine-Kinney.

4.2.1. Tehlike ve İşlerlik Çalışmaları Metodu (HAZOP)

HAZOP, kazaların sonuçlarını araştırmayı hedefleyen, nedenlerini araştıran daha çok sonuç odaklı çalışmaları içeren nitel bir metottur. Kimya endüstrisi tarafından özel tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir (Anonim, 2018b).

HAZOP, planlı veya mevcut ürünün, sürecin, prosedürün veya sistemin yapısal ve sistematik olarak incelenmesidir. Çalışma takımında aynı zamanda risklere müdahale edilmesi için mümkün olan en iyi çözümlerin üretilmesi beklenmektedir (Özkılıç, 2014).

Yapılan risk değerlendirmesi çalışmasında "sapma" yerine risk kullanılır, riskin nedeni, sonucu ve ortadan kaldırılması kullanılan koruma ve planlanan aksiyonlar bir tablo haline dönüştürülerek risk değerlendirilmesi yapılmış olur.

4.2.2. Hata Türü ve Etkileri Analizi (FMEA) Metodu

(FMEA), 1950'li yılların sonundan beri kullanılmakta olan yaygın risk değerlendirme metotlarından biridir. Yöntem dokümantasyon konusunda bilgilendirici olup, kullanılırken birçok yayın ve standart yönlendirici olmaktadır. Uzay sektörü, kimya endüstrisi ve otomobil sanayinde çok popülerdir (Özkılıç, 2014).

FMEA metodunun amacı, tehlike kaynaklarının sonucunda oluşacak risklerin, oluşmadan önce kaldırılmasıdır. Diğer risk değerlendirme metotlarından farkı tehlikelerin önceden fark edilebilirliği parametresinin de analizde yer almasıdır. FMEA metodu şu aşamalardan oluşmaktadır ;

Hedeflerin ve seviyelerinin belirlenmesi için FMEA'nın önceden planlanması,

Temel kurallar,

Sistemin faaliyetin kademelerine, çeşidine ve çevresine göre analiz edilmesi,

Hata ağacı ve etkileri analizinin görev ve güvenilir tablolarıyla birlikte değerlendirilmesi,

Potansiyel hata türlerinin detaylı açıklamalarının yapılması,

Hata türlerinin etkilerinin değerlendirilmesi,

Düzenleyici, önleyici ve kontrol edecek olan, önlemlerin belirlenmesi ve açıklanması,

Ortaya çıkan belgelerin dokümantasyonları ile birlikte belgelendirilmesi (Devren, 2016).

Hata türü ve etkileri analizinin faydalarını şu şekilde sıralayabiliriz ;

Servis ve ürünün emniyet, güvenlik ve kalitesini iyileştirmeyi sağlar,

İmalat ve montaj sürecinin analizinde yardımcı olur,

Ürün iyileştirmede maliyet ve zamanı azaltır,

İş yerinin rekabet gücünü ve imajını iyileştirir,

Olabilecek olası hataların önceden tespitini sağlar,

Hatalarının tek tek ayrıntılı bir şekilde neden ve sonuçlarını inceler (Devren, 2016).

FMEA metodunda üç temel unsur bulunmaktadır. Olasılık, şiddet ve fark edilebilirlik parametrelerinin belirlenerek Çizelge 4.1'e göre risk öncelik sayısı değeri belirlenir (Karaman, 2016).

Risk Öncelik Değeri (R.Ö.D) = P(olasılık) * S(şiddet) * D(fark edilebilirlik)

Çizelge 4.1. Risk Öncelik Sayısı (RÖS) (Karaman, 2016)

RÖS Değeri	Önlem
RÖS<40	Önlem alınması gerekli değil
40≤RÖS≤100	Önlem alınabilir
RÖS≥100	Önlem alınması gereklidir

Çizelge 4.2. Hatanın ortaya çıkma sıklığı (P) (Özkılıç, 2014)

HATANIN OLUŞMA SIKLIĞI	**HATANIN OLASILIĞI**	**DERECE**
Çok yüksek: Kaçınılmaz hata	½'den fazla	**10**
	1/ 3	**9**
Yüksek: Tekrar tekrar hata	1 / 8	**8**
	1 / 20	**7**
Orta: Ara sıra olan hata	1 / 80	**6**
	1 / 400	**5**
	1 / 2,000	**4**
Düşük : Nispeten az olan hata	1 / 15,000	**3**
	1 / 150,000	**2**
Pek Az: Olası olmayan hata	< 1 / 1,000,000	**1**

Çizelge 4.3. Zararın şiddeti (S) (Özkılıç, 2014)

ŞİDDET ETKİ SINIFLAMASI		
ETKİ	**ŞİDDETİN ETKİSİ**	**DERECE**
Uyarısız Gelen Yüksek Tehlike	Felakete neden olabilecek uyarısız gelen potansiyel hata	**10**
Uyarısız Gelen Tehlike	Toplu hasara ve ölümlere sebep olabilecek uyarısız gelen potansiyel hata	**9**
Çok Yüksek	Tamamen hasar veren yıkıcı etkiye sahip yıkım oluşturabilecek şiddetli yaralanmalar, ani ölüm gibi etkileri olan hata	**8**
Yüksek	Ekipmanların tamamen hasar görmesine neden oluşturabilecek, ani ölüm gibi etkileri olan hata	**7**
Orta	Sistem performansını derinden etkileyen beyin sarsıntısı gibi etkilere sebep olan hata	**6**
Düşük	Kırık, kalıcı küçük iş görmezlik, 2. Derece yanık etkisine sahip hata	**5**
Çok Düşük	İncinme, küçük sıyrıklar ve ezilmeler, kısa süreli rahatsızlıklara sebep olan hata	**4**
Küçük	Sistemi yavaşlatan hatalar	**3**
Çok Küçük	Sistemin çalışmasında sorun yaratan hatalar	**2**
Yok	Etkisiz	**1**

Çizelge 4.4. Fark edilebilirlik (D) (Özkılıç, 2014)

Fark edilebilirlik	Fark edilebilirlik Olasılığı	DERECE
Fark Edilemez	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **mümkün değil**	**10**
Çok Az	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **çok uzak**	**9**
Az	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **uzak**	**8**
Çok Düşük	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **düşük**	**7**
Düşük	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **çok düşük**	**6**
Orta	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **orta**	**5**
Yüksek Ortalama	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **yüksek ortalama**	**4**
Yüksek	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **yüksek**	**3**
Çok Yüksek	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **çok yüksek**	**2**
Hemen hemen kesin	Hatanın oluşma nedenin ve sonrasında oluşacak hataların fark edilebilirliği **hemen hemen kesin**	**1**

4.2.3. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis-FTA)

FTA, sistem hatası ile sistemin parçalarının ilişkisini gösteren mantıksal bir şemadır. Tümdengelim yaklaşımına dayanmaktadır. Analizin amacı, kazaya neden olan başlatıcı olayı ve onu takip eden olaylar zincirini belirlemektir. Hata ağacı analizi, kalitatif bir teknik olup, sistem hatalarını alt bileşenlerine ayırarak irdelediği için kullanışlı bir analizdir. Hata ağacı analizi metotunu kısaca şöyle özetlenebilir ;

Analizi yapılacak "zirve olay" tanımlanır,

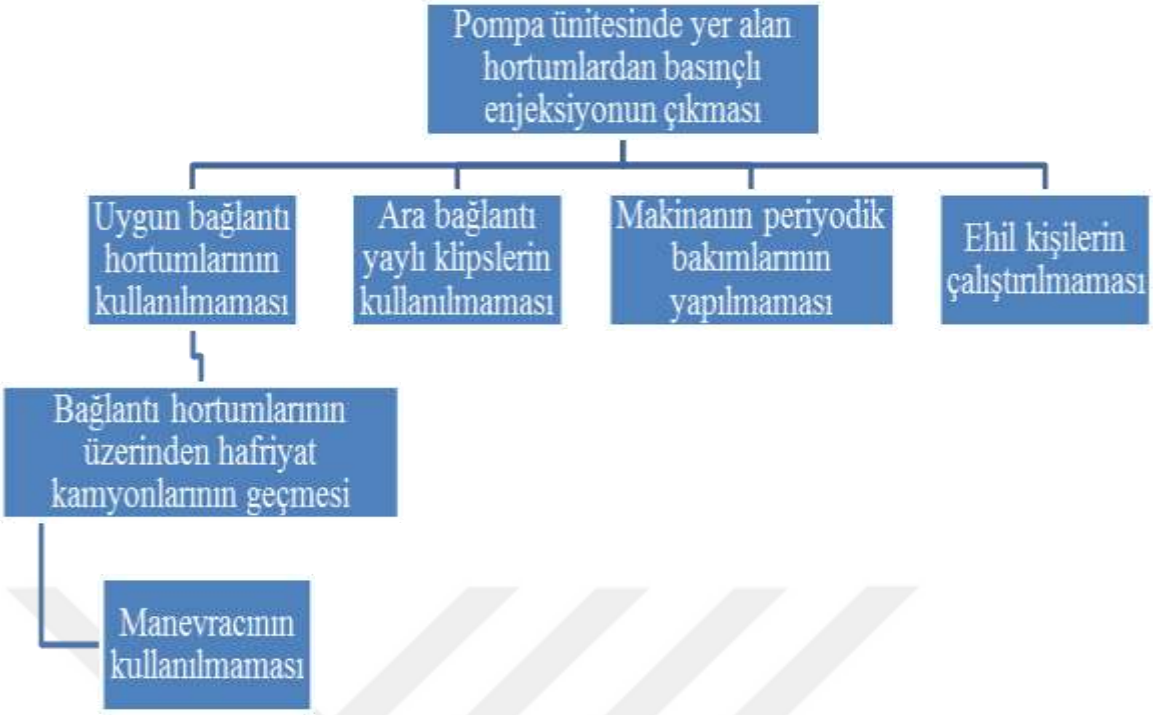
Proses ve bölümle ilgili kritik arızalar ve tehlikeler tanımlanır,

Riskin sebebi tanımlanır ve sebepleri açıklanır,

Bir kök sebebe doğru ilerlenir ve her risk için sebepler buluna kadar devam edilir,

Her kök sebep için karşıt ölçümler açıklanır (Özkılıç, 2014).

Şekil 4.2'te de görüldüğü gibi ağaç dallarının çok sayıya ulaşılması, asıl riskin tespit edilememesi ve varılması istenen asıl sebepten uzaklaşılmasına sebep olmaktadır.



Şekil 4.2. FTA ile Örnek Bir Tehlike Analizi Yapılması

4.2.4. Matris Metodu

Tehlikelerin detaylı bir şekilde ele alındığı ve Türkiye'de fazlaca kullanılan yöntemlerin en önemlilerinden biri de risk matrisi metodudur. Analitik bir metot olup, metot parametrelerinin ayrıntılandırılmasıyla 4x4, 5x5, 6x6 vb. matrislerine de dönüştürülebilir (Anonim, 2018b).

5x5 L Matris yöntemi diğer analiz yöntemlerine göre daha basit olup, bireysel çalışabilme olanağı sağlar. Bireysel çalışma durumunda analizi yapan uzman kişinin deneyimi ve iş tecrübesine göre başarı yüzdesi değişebilmektedir. Matris metodunda beş adımda risk analizi gerçekleştirilir (Özkılıç, 2014). L tipi matris yöntemi her sektöre uygun bulunmaktadır (ÇSGB, İSGGM, 2017).

Risk değerlendirme yapılmasına tehlikelerin tanımlanmasıyla başlanır. Tehlikeler tanımlandıktan sonra risklerin değerlendirilmesi yapılır (Koltan ve ark., 2010).

Risk değerlendirmesi yapılırken risk skoru, çok düşükten çok yükseğe 5 farklı dereceyle belirlenen olasılık ile çok hafiften çok ciddiye 5 farklı dereceyle belirlenen şiddetin çarpımında oluşur (Özkılıç, 2014). Çizelge 4.5'de riskin gerçekleşme sıklığına bağlı verilen olasılık değeri görülmektedir. Çizelge 4.6'de riskin oluşturabileceği sonuçlara göre şiddet değeri görülmektedir. Çizelge 4.7'de analiz sonucunda bulunan risk skorlarının derecelendirilmesi görülmektedir.

Çizelge 4.5. L matris risk skoru formülünde olasılığın kullanılan değerleri (Özkılıç, 2014)

OLASILIK	**RİSKİN GERÇEKLEŞME SIKLIĞI**
(1) Çok Düşük	Hemen hemen hiç
(2) Düşük	Çok az (yılda bir kez)
(3) Orta	Az (yılda birkaç kez)
(4) Yüksek	Sıklıkla (ayda bir kez)
(5) Çok Yüksek	Çok sık (haftada birkaç kez, her gün)

Çizelge 4.6. L matris risk skoru formülünde şiddet için kullanılan değerler (Özkılıç, 2014)

OLASILIK	**RİSKİN GERÇEKLEŞME SIKLIĞI**
(1) Çok hafif	İş saati kaybı yok, ilkyardım gerektiren
(2) Hafif	İşgünü kaybı yok, kalıcı etkisi olmayan
(3) Orta	Hafif yaralanma
(4) Ciddi	Ciddi yaralanma, meslek hastalığı, uzun süreli tedavi
(5) Çok Ciddi	Ölüm, sürekli işgörmezlik

Çizelge 4.7. L matris risk skoru için kullanılan değerler (Özkılıç, 2014)

OLASILIK	**ŞİDDET**				
	(1) Çok Hafif	(2) Hafif	(3) Orta	(4) Ciddi	(5) Çok Ciddi
(1) Çok hafif	1 (Anlamsız)	2 (Düşük)	3 (Düşük)	4 (Düşük)	5 (Düşük)
(2) Hafif	2 (Düşük)	4 (Düşük)	6 (Düşük)	8 (Orta)	10 (Orta)
(3) Orta	3 (Düşük)	6 (Düşük)	9 (Orta)	12 (Orta)	15 (Yüksek)
(4) Ciddi	4 (Düşük)	8 (Orta)	12 (Orta)	16 (Yüksek)	20 (Yüksek)
(5) Çok Ciddi	5 (Düşük)	10 (Orta)	15 (Yüksek)	20 (Yüksek)	25 (Tolere edilemez)

Risk değerlendirmesinde risk skorları tespit edildikten sonra önem derecelerine göre kontrol tedbirleri belirlenir. Çizelge 4.8.'de risk skorlarıyla ilgili önleyici faaliyetler görülmektedir.

Kontrol tedbirlerinin belirlendikten sonra uygulanmalı ve uygulandıktan sonra denetim ile beraber geri dönüşüm alınmalıdır (Özkılıç, 2014).

Çizelge 4.8. L matris risk skorunda önlem faaliyetleri için kullanılan değerler (Özkılıç, 2014)

RİSK ÖNLEM DERECESİ	**RİSK SKOR DEĞERİ**	**DÜZENLEYİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYET**
(1) Önemsiz	Risk Skor Değeri≤ 1	Belirlenen riskleri ortadan kaldırmak için kontrol prosesleri planlanmaya ve gerçekleştirilecek faaliyetlerin kayıtlarını saklamaya gerek olmayabilir
(2) Düşük	1< Risk Skor Değeri <8	Mevcut kontroller sürdürülmelidir
(3) Orta	8≤ Risk Skor Değeri ≤15	Belirlenen riskleri düşürmek hemen faaliyete başlanmalıdır
(4) Yüksek	15≤ Risk Skor Değeri ≤20	Acil önlem alınacak riskilerdir
(5) Durdur	Risk Skor Değeri> 20	Riskler, kabul edilebilir seviyeye gelinceye kadar iş başlatılmamalıdır

4.2.5. Fine – Kinney Analizi Yöntemi

Fine-Kinney metodu 1976 yılında revize edilerek yayınlanmış ve günümüzde çok yaygın bir şekilde kullanılan risk değerlendirme yöntemidir. Fine-Kinney metodu, risklerin derecelendirilmesini sağlayan, derecelendirilen risklerinde hangilerine öncelik verilip tedbir alınmasını detaylı bir şekilde anlatan yöntemdir. Risk değeri, olasılık, şiddet ve frekansın çarpımıyla bulunur. Bu metodunun bir avantajı, risk değeri hesaplanırken kullanılan frekans değeri sayesinde daha önceden yaşanılmış kazalar göz önünde bulundurularak daha iyi sonuçlar verdiği söylenebilir (Okumuş ve Barlas, 2016). Ayrıca her sektöre uygunluğu da vardır (ÇSGB, İSGGM, 2017).

Risk derecesi (R) = İhtimal (İ) x Frekans (F) x Şiddet derecesi (Ş).

İhtimal ile zarar ya da hasarın zaman içerisinde gerçekleşme olasılığı Çizelge 4.9'da,

frekans Çizelge 4.10'da ve şiddet derecesi Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Fine-Kinney metodunda risk değerini oluşturan olasılık değer tablosu (Okumuş ve Barlas, 2016)

Olasılık Değeri	Olasılık
0,2	Beklenmez, pratik olarak imkansız
0,5	Beklenmez fakat mümkün, zayıf ihtimal
1	Mümkün fakat düşük, oldukça düşük ihtimal
3	Olası, nadir fakat olabilir
6	Yüksek, oldukça memnun, kuvvetle muhtemel
10	Beklenir, kesin, çok kuvvetli ihtimal

Çizelge 4.10. Fine-Kinney metodunda risk değerini oluşturan frekans değer tablosu (Okumuş ve Barlas, 2016)

Frekans Değeri	Kategori
0,5	Çok nadir (yılda bir veya birkaç yılda bir)
1	Oldukça nadir (yılda bir veya birkaç kez)
2	Nadir (ayda bir veya birkaç kez)
3	Ara sıra (haftada bir veya birkaç kez)
6	Sıklıkla (günde bir veya birkaç kez)
10	Sürekli (bir saat'te veya bir kaç saat'te bir)

Çizelge 4.11. Fine-Kinney metodunda risk değerini oluşturan şiddet değer tablosu (Okumuş ve Barlas, 2016)

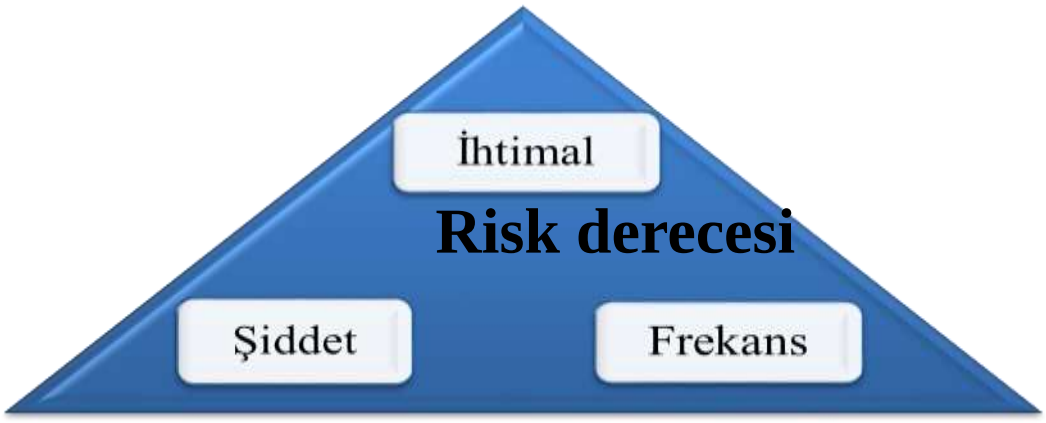
Şiddet Değeri	Kategori
1	Ucuz atlatma, hafif-zararsız
3	Küçük hasar, yaralanma
7	Önemli hasar, işgünü kaybı
15	Çok ciddi, sakatlık, çevresel etki
40	Ölümlü kaza, ciddi çevresel problem
100	Birden fazla ölümlü kaza, çevresel felaket

Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11'de gösterilen değerlerin çarpımıyla risk skoru bulunur. Risk skorları Çizelge 4.12'de belirtildiği gibi düzeltici önleyici faaliyetlerin alınıp alınmaması anlaşılır.

Çizelge 4.12. Fine-Kinney metodunda risk değerlendirme sonuçları (Okumuş ve Barlas, 2016)

Risk Değeri	**Risk Değerlendirme Sonucu**
R < 20	Önemsiz risk
20 < R < 70	Olası risk, gözetim altında uygulanmalıdır
70 < R < 200	Önemli risk, uzun dönem içerisinde iyileştirilmelidir
200 < R < 400	Yüksek risk
400 < R	Çok yüksek risk

Türkiye'de Fine-Kinney yöntemi ile risk değerlendirmesi yapılması inşaatlarda çok kullanılan bir risk değerlendirme yöntemidir. Marhavilas ve Koluouritis (2011)'e göre inşaatlarda kantitatif risk değerlendirme yöntemlerinin daha verimli olduğu ifade edilmiştir. Okumuş ve Barlas (2016)'a göre de gemi inşaatlarında yapılan risk değerlendirmesinde Fine-Kinney metodu, 5x5 analiz metoduna göre daha hassas sonuçlar verdiği ve geçmiş kazalar da göz önüne alındığında kullanılması önerilmektedir. Erzurumluoğlu ve ark. (2015) inşaatlarda sık bir şekilde çalıştırılan kule vinç ile ilgili yapılan risk değerlendirmesinde Fine-Kinney metodunu kullanmıştır. Ayrıca Özkan (2014)'a göre de Fine-Kinney metodu tehlikeye maruz kalınan sıklık derecelerinin hesaba katılmasından dolayı risklerin tespitinin ve risk değerinin hesaplanmasının daha gerçekçi sonuçlar verdiği ifade edilmiştir.



Şekil 4.3. Fine-Kinney metodu risk değerlendirmesinde risk derecesi bulmak (Okumuş ve Barlas,2012)

Fine-Kinney yöntemi tüm sektörlere uygun olması, Türkiye'de özellikle inşaat ve çimento fabrikalarında çok kullanılmaktadır (Öztürk, 2017). İnşaat sektöründe tehlikeler çok fazla olduğu için detaylara inilmesi gerekmektedir. Fine-Kinney risk değerlendirme yöntemi detaya inilmesi inşaatlarda çok kullanılan yöntemlerin başında gelmektedir. Ayrıca yöntem de geçmiş kazaların göz önüne alınması da yöntemin daha hassas sonuçlar vermesini sağlar. Derin kazı ve zemin iyileştirme yapılan inşaatlarda bu uygulamaları yapan zemin firmaları Türkiye'de ve Dünya'da genellikle bu konularda tecrübeli ve referansları olan firmalardır. Bu yüzden zemin firmalarında yaşanmışsa geçmiş kaza raporlarının tutulması, gelecekte yaşanacak kaza ve hastalıkların engellenmesi işin ve yeni başlanacak risk değerlendirme yöntemlerine yön vermektedir.

Fine-Kinney yönteminin avantajları olduğu kadar dezavantajları da bulunmaktadır. Birgören 2016'in çalışmasında olasılık ve frekans faktörlerinin tanımlarında yaşanan sıkıntılar dile getirilmiştir. Frekans değerleri belirlenirken işverenlerin daha önceki kaza raporlarını tutmaması da yöntemde hesaplanan risk derecesini etkilemektedir.

4.3. Derin Kazı ve Zemin İyileştirmelerinde Risk Değerlendirmesi

Derin kazı ve zemin iyileştirme yapılan inşaatlarda genellikle iksa ve zemin imalatları inşaatın ilk aşamaları olmaktadır. İnşaatın başlangıcında inşaat yerinde mobilizasyon ve şantiye yerleşiminin ardından derin kazı ve zemin iyileştirme inşaat zemininde öngörüldüyse projesine uygun bir şekilde yapılmaya başlanır. İnşaatta görevli persoeller (işveren, işveren tarafından yetkili personeller iş sağlığı ve güvenliği uzman ve hekimleri vb.) işin başında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili tedbirler alınarak inşaatın sonuna kadar çalışma sahasında iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kültür oluşturulabilir. Derin kazı ve zemin iyileştirmede iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili titizlikle çalışmalar yürütülmeli ve önlemler alınmalıdır. İşverenlerin inşaatın başında yer alan derin kazı ve zemin iyileştirme işlerinin de risk değerlendirmelerinin içerisinde yer almasına dikkat etmelidirler.

Türkiye'de son yıllarda derin kazı ve zemin iyileştirme yapılan inşaat işlerinin sayısının arttığı gözlenmektedir. Teknolojinin gelişimi, gelişen makine ve ekipmanların Türkiye'de sayısının artması ile birlikte bu konularda ihtisas yapan zemin firmalarının sayısı da artmaktadır. Sayısının arttığı düşünülen bu zemin firmaları ile ilgili herhangi bir sayının olmaması, yapılan projelerin sayılarının ve içeriğinin bilinmemesi gelişen bu alan için tehlike arz etmektedir. Derin kazı ve zemin iyileştirme yöntemlerini kendi alanlarında tecrübeli zemin firmaları ile uygulanması yaşanabilecek sıkıntıları daha aza indirecektir.

İksa ve zemin işlerinin risk değerlendirmelerinin içinde yer almış olması gerekir. Risk değerlendirme yapılan inşaatlarda zemin firmaları alt işveren olarak gösterildiğinde ayrıca iksa ve zemin işleri içinde risk değerlendirmelerinin yapılması gerekir (Resmi Gazete, 2012a).

Bu çalışmada iksa amacı ile geçirimsiz diyafram duvar ile zemin iyileştirme amacı ile yapılan jet grout uygulamalarında yaşanabilecek tehlikeler incelenip, Fine-Kinney metodu ile risk değerlendirmesi yapılmıştır.

Risk değerlendirmesi dört bölümden oluşmuştur. Zemin iyileştirme için yapılan jet grout uygulaması ilk etapta makine ve ekipmanları ile birlikte incelenmiştir. Ardından diyafram duvar ve diyafram duvarı ayakta tutabilmek için yapılan ön germeli ankraj uygulamaları incelenmiştir. Son olarak derin kazı bölümü incelenmiştir.

4.3.1. Fine-Kinney Metodu ile Risk Değerlendirilmesi

Fine-Kinney metodu ile jet grout risk değerlendirmesi Çizelge 6.1., diyafram duvar risk değerlendirmesi Çizelge 6.2. ve derin kazı ile ilgili risk değerlendirmesi Çizelge 6.3'te

yapılmıştır.

Fine-Kinney metoduyla yapılan risk değerlendirmesi Çanakkale Belediyesi İnşaatı Yapım İşi'nde yapılan jet grout, diyafram duvar ve derin kazı imalatları incelenerek yapılmıştır. Her bir imalat bir senelik periyotlara göre düşünülmüş olup, jet grout bir sene, derin kazı yaklaşık 2 sene, diyafram duvar imalatı da altı ayda tamamlanmıştır.

Çizelge 4.13. Jet grout risk değerlendirmesi

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG1		Delgi Makinesi	Gürültü	Fizyolojik etkiler,işitme kayıpları,psikolojik etkiler	3	7	10	210	Yüksek Risk	Kulak koruyucu donanım tespit edilip, çalışanlara teslim edilip düzenli olarak kontrol edilmelidir	0,5	7	10	35	Olası Risk	Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
JG2		Delgi Makinesi	Mazot deposuna yakıt ihtimali sırasında patlama	Patlama sonucu yaralanma, ölüm	1	40	6	240	Yüksek Risk	Mazot ikmali sırasında pompalar durdurulmalı, tesisin ve akülerin bakımlarının düzenli yapılması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve
JG3		Delgi Makinesi	Jet grout hortumunun patlaması	Basınçlı enjeksiyon sonucu yaralanma	3	7	6	126	Yüksek Risk	Uygun bağlantı hortumlarının kullanılması, ara bağlantı klipslerinin kullanılması ve makine periyodik bakımının yapılması	1	7	6	42	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG4		Delgi Makinesi	Jet grout makinesinin bomunun yeraltı ve havadaki hatlara teması	Yaralanma, Ölüm	1	40	6	240	Yüksek Risk	Manevracı kullanılması, delimi yapılacak alanın altından giden yeraltı kabloların tespiti yapılması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG5		Delgi Makinesi	Jet grout delgi makinesinin devrilmesi	Yaralanma, Ölüm	3	40	6	720	Tolerans Gösterilemez Risk	Makine düzgün zemin yüzeyde çalışmalı, çalışanların kişisel koruyucu donanımı olmalı, operatörün sertifikasının olması ve çalışma bölgesinde güvenlik şeridinin olması gerekir	0,5	40	6	120	Önemli Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG6		Delgi Makinesi	Delgi makinesinin çalışanlara çarpması	Yaralanma, Ölüm	1	40	6	240	Yüksek Risk	Periyodik bakımının yapılması, çalışanların kişisel koruyucu donanımları kullanması, yönlendirici ve uyarıcı levhaların olması, kötü hava koşullarında çalışamanın durdurulması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG7		Delgi Makinesi	Makinenin çalışması sırasında oluşabilecek toz	Meslek Hastalıkları	1	15	6	90	Önemli Risk	Çalışanlara yaptıkları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar verilmeli	0,5	15	6	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları
JG8		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi	Periyodik kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, maddi hasar	6	15	2	180	Önemli Risk	Periyodik kontrolün yönetmelik maddesine göre ve yetkili kişiler tarafından yapılması	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG9		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi	Makine operatörlerinin işinin ehli olmaması	Yaralanma	6	15	2	180	Önemli Risk	Operatörlerin, operatörlük belgelerinin olması	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	-

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG10		Mikser Üniteleri	Katkı malzemelerinin enjeksiyona ilave edilmesi	Meslek hastalıkları, cilt ve derş hastalıkları	3	15	6	270	Yüksek Risk	Uygun kişisel koruyucu donanımların kullanması	0,5	7	6	21	Olası Risk	Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik
JG11		Delgi Üniteleri/ Pompa Üniteleri	Tanklarda patlamanın olması	Yaralanma, Ölüm	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Periyodik bakımlarının yapılması, uygun tankların kullanılması, yetkili operatör tarafından proje basıncında çalışması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG12		Delgi Üniteleri/ Pompa Üniteleri / İnşaat Sahası	Kayma, takılma, düşme tehlikesi	Yaralanma	1	6	15	90	Önemli Risk	Hortumlar geçiş yollarından uzaktan geçirilmeli	0,5	6	15	45	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																	
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG13		Delgi Makinesi	Çalışanların üzerine malzeme düşmesi	Yaralanma, ölüm	1	6	40	240	Yüksek Risk	Çalışma bölge şeritlendirmeli, kaldırılan malzemeler altında olunmamalı, kişisel koruyucu donanımların olması	0,5	6	40	120	Önemli Risk	Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik
JG14		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi	Hareketli akşamlara elle müdahale edilmesi	Yaralanma	3	6	40	720	Tolerans gösterilmez risk	Sıkışma olabilecek kısımlara elle müdahale edilmemeli, kişisel koruyucu donanımların kullanılması, çalışanların işin ehlinin olması	0,5	6	40	120	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG15		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi	Makineleri ve ekipmanları çalışır durumda bırakılması	Yaralanma	1	15	3	45	Olası Risk	Çalışanlara iş başı eğitimler verilmeli ve çalışanların işinin ehli olması	0,5	15	3	22,5	Olası Risk	-

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG16		Delgi Makinesi	Tij söküp takılması	Yaralanma, meslek hastalığı, uzuv kopması	3	40	6	720	Tolerans Gösterilmez Risk	Makine çalışırken kumanda paneline dikkat edilmeli, kişisel koruyucu donanım kullanılmalı, makine operatörünün işinin ehli olması ve operatörlük belgesi ile ehli olduğu kanıtlanması	1	40	6	240	Yüksek Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG17		Çimento Silosu	Çimento silosunda çimento koyulurken toz oluşması	Yaralanma, meslek hastalığı	1	15	6	90	Önemli Risk	Çalışanlara yaptıkları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar verilmeli, çimento silosunda toz filtresinin bulunması	0,5	15	6	45	Olası Risk	Tozla Mücadele Yönetmeliği - Kişisel Koruyucu Donanımların İşyerlerinde Kullanılması Hakkında Yönetmelik
JG18		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi	Makinelerde kullanım talimatlarının olmaması	Yaralanma, uzuv kapması	6	15	2	180	Önemli Risk	Kullanılan makinelerin üzerinde kullanma talimatları olmalı ve personelin kullanma talimatları uymasının sağlanması	1	15	0,5	7,5	Önemsiz Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG19		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi / Çimento Silosu	Makine ve ekipmanların söküm aşamaları	Yaralanma, ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Kurum aşamasında tehlikeli bölgeler içerisine yetkili kişiler haricinde kimsenin alınmaması, şerit çekilmesi	1	40	1	40	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG20		Delgi Makinesi	Kumanda kolları emniyet tetiklerinin devre dışı bırakılması	Uzuv kaybı, yaralanma	3	6	15	270	Yüksek risk	Makinenin kumanda kolları bantlanarak devre dışı bırakılmamalıdır. Kontrol edilmelidir.	0,5	6	15	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG21		Pompa Ünitesi	Manometrenin bozuk olması	Yaralanma	3	6	15	270	Yüksek risk	Makinenin periyodik bakımının yapılması	0,5	6	15	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.13.'ün devamı

Jet Grout Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
JG22		Delgi Makinesi	Elektrik kablolarına çarpma	Yaralanma , Ölüm	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Makinenin çalışma alanında elektrik kablolarının uzaklaştırılması	1	40	0,5	20	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
JG23		Delgi Makinesi / Mikser Üniteleri / Pompa Ünitesi / Çimento Silosu – tüm imalat	Gece çalışması sırasında aydınlatmanın yetersiz olması	Yaralanma	3	15	3	135	Önemli Risk	Karanlık bölgelerin aydınlatılması, Suni aydınlatma tesisatına düzenleme yapılarak işin niteliğine uygun aydınlatma sağlanmalıdır.	0,5	15	3	22,5	Olası risk	RG. 17.07.2013 tarih ve 28710 sayılı "işyeri bina ve eklentilerinde alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerine ilişkin yönetmeli

Çizelge 4.14. Diyafram duvar risk değerlendirmesi

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD1		Delgi(Grab kazıcı) makine , mobil vinç vb.	Periyodik kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, maddi hasar	6	15	2	180	Önemli Risk	Periyodik kontrolün yönetmelik maddesine göre ve yetkili kişiler tarafından yapılması	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD2		Delgi(Grab kazıcı) makine , mobil vinç vb.	Makine operatörlerinin işinin ehli olmaması	Yaralanma	6	15	2	180	Önemli Risk	Operatörlerin, operatörlük belgelerinin olması	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	-
DD3		Delgi (Grab kazıcı) makine ve delgi aşaması	Çalışanın açılan kuyuya düşmesi	Yaralanma, Ölüm	6	40	6	1440	Tolerans Gösterilmez Risk	Kazı bölgesinin sınırlandırılarak istenmeyen girişlerin engellenmesi, uyarı ve işaret levhaları kullanılması, Yetkisiz kişilerin çukurun yanına yaklaşmaması için ikaz ve uyarı tabelalarının koyulması	1	40	6	240	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD4		Delgi (Grab kazıcı) makine ve delgi aşaması	Delgi sırasında makine oturduğu zeminde göçük oluşması	Yaralanma	3	15	6	420	Tolerans gösterilmez risk	Makinenin oturduğu zeminin kontrol edilmesi, delgi sırasında bentonit eklemesinin yapılması, herhangi bir göçükte delginin durdurulması	0,5	15	6	45	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği Ek–4
DD5		Delgi (Grab kazıcı) makine, mobil vinç ve diğer ekipmanlar	Gürültü	Fizyolojik etkiler, işitme kayıpları,psikolojik etkiler	3	7	10	210	Yüksek Risk	Kulak koruyucu donanım tespit edilip, çalışanlara teslim edilip düzenli olarak kontrol edilmelidir	0,5	7	10	35	Olası Risk	Rg 28.07.2013 Tarih 28721 Sayılı " Çalışanların Gürültü İle İlgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
DD6		Delgi (Grab kazıcı) makine,	Hidrolik hortumların patlaması	Yaralanma, ölüm	1	15	6	90	Önemli Risk	Makinenin periyodik bakımlarının yapılması, makine çalışırken hortumlardan uzak durulmalıdır	0,5	15	6	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																	
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD7		Delgi (Grab kazıcı) makine,	Delgi makinesinin motor, kabin vs kapakların açık olması	Yaralanma, ölüm	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Makinenin periyodik bakımlarının yapılması, operatörün operatörlük belgelerinin olması, uyarı ikaz tabelaları ve çalışanların KKD kullanması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD8		Delgi (Grab kazıcı) makine, delgi sırasında	Delgi sırasında çıkartılan malzemenin taşınması sırasında çalışanlara zara gelmesi	Yaralanma	1	40	6	240	Önemli Risk	Manevracı kullanılmalı, çıkartılan malzemenin koyulduğu alana ikaz levhalarının koyulması	0,5	15	6	45	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği Ek – 4
DD9		Delgi (Grab kazıcı) makine, delgi sırasında	Delgi sırasında çıkartılan malzemelerin toz oluşturması	Meslek Hastalığı	1	15	6	90	Önemli Risk	Çalışanlara yaptıkları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar verilmeli	0,5	15	6	45	Olası Risk	Tozla Mücadele Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD10		Mobil Vinç	Makine bomunun etrafa çarpması	Yaralanma, Ölüm	1	40	6	240	Yüksek risk	Manevracı kullanılması, delimi yapılacak alanın altından giden yeraltı kabloların tespiti yapılması	0,5	40	6	120	Önemli risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD11		Mobil Vinç	Ağır malzemelerin taşınması	Yaralanma, maddi hasar	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Yük taşınması esnasında bomun manevra alanında insan bulundurulmaması, alanın emniyet şeritleriyle girişinin engellenmesi, kaldırılan yük altında insan bulundurulmaması	1	40	6	240	Yüksek risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD12		Mobil Vinç	Malzemenin dengesiz bağlanarak taşınması	Maddi hasar, yaralanma	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Malzemelerin bağlayan çalışanlara eğitimlerinin verilmiş olması gerekir	1	40	66	240	Yüksek risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği Ek – 4

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD13		Mobil Vinç	Kanca ucunda emniyet mandalının olmaması	Yaralanma, çevresel etki	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Emniyet mandalı bulunmayan kanca ile kaldırma/taşıma yapılmaması, saha kontrollerine mandallar tek tek kontrol edilmeli	1	40	6	240	Yüksek risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD14		Mobil Vinç	Vincin sabitlendiği noktada uygun tesviyenin yapılmaması	Yaralanma, maddi hasar	3	15	6	270	Yüksek Risk	Vincin kurulacağı alanın zeminin kontrol edilmesi, sağlam takozlar desteklenmeli	1	15	6	90	Önemli risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD15		Mobil vinç	Hareket etmesi	Çalışanlara veya insanlara çarpması	3	15	6	270	Yüksek Risk	Vinç hareketlerini yönlendirmek için işaretçi Eğitimi almış ehil kişiler görevlendirilerek vinç operatörü ile koordineli olarak çalışması sağlanmalıdır.	1	15	6	90	Önemli Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD16		Mobil vinç, Demir taşıma	Diyafram duvar demirlerinin istiflenmesi	Yaralanma,	3	40	6	720	Tolerans gösterilmez risk	Demirlerinin düzgün ve uygun bir şekilde istiflenmesi, kaymaları önlemek için üçgen takozların kullanılması, demirler taşınırken altında çalışanın olmaması	1	40	6	240	Yüksek risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği Ek – 4
DD17		Mobil vinç	Vincin amacı dışında malzeme sürükleme için kullanılması	Bom kopması	1	15	6	90	Önemli risk	Operatörlere vinç kullanımı ve amacı dışında vinç kullanılmaması ile ilgili olarak uyarılarak eğitimlerin verilmesi sağlanır	0,5	15	6	45	Olası risk	Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik
DD18		Mobil Vinç	Vincin görüş alanının sınırlanması	Herhangi bir yere çarpması	1	15	6	90	Önemli risk	Telsiz veya sözlü iletişim haberleşme yöntemlerini bilen manevracı veya işaretçi bulundurulmalı	0,5	15	6	45	Olası risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği Ek – 4

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD19		Delgi (Grab kazıcı) makine, mobil vinç ve diğer ekipmanlar	Çalışan makinelerin geri vites sinyal veya sesli ikaz sisteminin olmaması	Yaralanma	3	15	6	270	Önemli Risk	Makine ve ekipmanların çalışmadan önce gerekli kontrollerinin yapılması, manevracı veya işaretçinin çalıştırılması	0,5	15	6	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD20		Delgi (Grab kazıcı) makine, mobil vinç ve diğer ekipmanlar	Güvenlik gereklerini sağlamayan makinelerin iş sahasında bulundurulması	Yaralanma	1	40	1	40	Olası Risk	Sahaya gelen makinelerin periyodik kontrolünün teknik kişiler tarafından yapılarak çalıştırıldıktan sonra sahaya girmesine izin verilmesi	0,5	15	1	7,5	Önemsiz Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD21		Delgi (Grab kazıcı) makine, mobil vinç ve diğer ekipmanlar	Makinelerde oluşacak arızalarda çalışanların elle müdahale etmesi	Yaralanma	3	15	2	90	Önemli Risk	Oluşabilecek arızalarda görevli teknik personellerin makineleri durdurduktan sonra prosedüre göre yapması	0,5	15	1	7,5	Önemsiz Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD22		Demir donatı işleri	Demir donatılarının bağlanırken çalışanların ellerine bağ telinin batması	Yaralanma, tetanosa yakalanma	3	7	6	126	Önemli Risk	Çalışanlara kişisel koruyucu donanımların verilmesi ve denetlenmesi, çalışanların tetanos aşılarının tam olması	0,5	7	3	10,5	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği Ek – 4, Kişisel koruyucu donanımların işyerlerinde kullanılması hakkında yönetmelik
DD23		Demir donatı işleri	Demirlerin işçiler tarafından taşınması	Demirin diğer işçilere çarpması	3	15	6	270	Yüksek Risk	İşçiler için demir taşıma kontrollerinin uygulanması, taşıma esnasında çalışma ortamının dikkatli kullanılması	0,5	15	6	45	Olası Risk	Ellet taşıma yönetmeliği
DD24		Demir donatı işleri	Demir kesme makinesinin hidrolik bağlantıların zarar görmesi	Hidrolik yağının çarpması yaralanma	1	15	10	150	Önemli Risk	Makinelerin düzenli olarak bakımlarının yapılmış olması ve eski hortumlarının değiştirilmesi sağlanmalı	0,5	15	6	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD25		Beton İmalatı	Manevracı bulundurmaması	Kazayı yapması, işçilere çarpması	3	15	3	135	Önemli Risk	Sürücünün manevra yaparken trafiğin aktığı yollara giriş çıkışları esnasında yardım alarak ilerlemesi sağlanmalı	0,5	15	3	22,5	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DD26		Beton İmalatı	Beton döküm esnasında pompa bomunun hareketi	Bomun çalışanlara çarpması	3	15	6	270	Yüksek Risk	Beton dökümü sırasında pompa bomunun altında çalışanların çalışmasına izin verilmemeli	0,5	15	6	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DD27		Beton İmalatı	Beton pompasının eklem yerlerinde patlaması	Verilen betonun çalışanların üzerine gelmesi	3	15	3	135	Önemli Risk	Pompanın tüm elemanlarının çalışma öncesinde kontrol ve bakımlarının yapılması	1	15	3	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD28		Beton İmalatı	Beton mikserinin şantiyede hız limitlerine uymaması	Kaza yapması, çalışanlara çarpması	3	15	3	135	Önemli Risk	Beton mikserlerinin şantiye hız limitlerine yönetmelikte belirtilen hız limitlerine ulaşması	1	15	3	45	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DD29		Beton İmalatı	Beton pompasını kullanan operatörün işinin ehli olmaması	Çalışanlara pompa bomunun çarpması	3	15	3	270	Yüksek Risk	Pompayı kullanan operatörün gerekli eğitim belgelerinin alınması ve ani hareketlerden kaçmalıdır	0,5	15	3	22,5	Olası Risk	Çalışanların İş sağlığı ve Güvenliği eğitimlerinin Usul ve esasları hakkında Yönetmelik tehlikeli ve Çok tehlikeli sınıfta yer Alan işlerde Çalıştırılacakların mesleki Eğitimlerine dair Yönetmelik

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD30		Beton İmalatı	Beton pompasında kazanda korkuluğun olmaması	Kazandan betonun sıçraması yaralanma	6	15	3	270	Yüksek Risk	Kazanlardan korkuluk/ızgara olması ve çalışanlara gözlük verilmesi	1	15	3	45	Olası Risk	İş yeri bina ve Eklentilerinde alınacak Sağlık ve güvenlik Önlemlerine ilişkin Yönetmelik, yapı işlerinde İş sağlığı ve güvenliği Yönetmeliği
DD31		Beton İmalatı	Tremi borularının taşınması ve betonun dökülmesi	Yüksekten düşme, yaralanma, ölüm	3	15	3	135	Önemli Risk	Çalışanlara can halatı gerilmesi, emniyet kemeri kullanması	1	15	3	45	Olası Risk	Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimlerinin usul ve esasları hakkında yönetmelik, Sağlık ve Güvenlik İşaretleri Yönetmeliği
DD32		Beton İmalatı	Tremi boruları taşınırken, diğer makine ve ekipmanlara çarpması	Boruları düşmesi yaralanma, maddi hasar	6	15	3	270	Yüksek Risk	Tremi boruları taşınırken operatörlerin birbiriyle iletişim halinde olması, gerekli iletişim araçlarının verilmesi	1	15	3	45	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği Ek – 4 ve İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.14.'ün devamı

Diyafram Duvar Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DD33		Bentonit imalatı	Bentonitin taşınırken hortumlarda bentonitin taşması	Yaralanma, meslek hastalığı	3	15	6	270	Yüksek Risk	Bentonitin taşınacağı hortumların kullanılmadan önce uygunluğu kontrol edilmeli	0,5	15	6	45	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DD34		Bentonit imalatı	Kazı sırasında bentonitin yetersiz gelmesi ve akabinde kuyunun çökmesi	Yaralanma, ölüm	3	40	6	720	Yüksek Risk	Yetkili ve görevli kişiler tarafından uygulamanın sürekli olarak denetlenmesi, sıkıntı görüldüğünde işinin durdurulması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği

Çizelge 4.15. Derin kazı risk değerlendirmesi

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK1		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Kullanılan iş ekipmanlarının periyodik bakımlarının yapılmaması	İş ekipmanlarının bozulması, düzenli ve güvenli çalışmaması	3	7	6	126	Önemli Risk	İş ekipmanlarının bakım onarım ve periyodik kontrolleri, ilgili ulusal ve uluslararası standartlardabelirlenen aralıklarda ve kriterlerde imalatçı verileri ile fen ve tekniğin gereklilikleri dikkate alınarak yapılır	1	7	6	42	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DK2		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Kullanılan makine ve ekipmanların gürültü maruziyeti sonucu işitme kaybı	Meslek hastalığı, sağırlık	3	15	6	270	Yüksek Risk	Çalışanlar gürültülü makine ve ekipmanlar kullanıldığında kulak koruyucuları kullanılmalı yada çalışanların vardiyalı çalıştırılması	0,5	15	6	45	Olası Risk	Çalışanların Gürültü ile ilgili Risklerden Korunmalarına Dair Yönetmelik
DK3		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Periyodik kontrollerinin yapılmaması	Yaralanma, maddi hasar	6	15	2	180	Önemli Risk	Periyodik kontrolün yönetmelik maddesine göre ve yetkili kişiler tarafından yapılması	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.15.'in devamı

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK4		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Uygun olmayan havalarda çalışması iş makinelerinin kayması ve çalışanları ezmesi	Yaralanma / Ölüm	3	40	3	360	Yüksek Risk	Yağışlı havalarda çalışma yapılmayacaktır	1	40	3	120	Önemli Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK5		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Çalışanların makine ve ekipmanlarda taşınması ve düşmeleri	Yaralanma / Ölüm	3	40	2	240	Yüksek Risk	İş makineleri kabininde veya üzerinde operatörden başka kimse bulunmayacaktır	0,5	40	2	40	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DK6		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Elektrik işlerde ortaya çıkacak elektrik çarpması	Ölüm	3	40	3	360	Yüksek Risk	Her panoya kaçak akım rölesi takılacaktır	0,5	40	3	60	Olası Risk	İşyeri Bina ve Eklentilerinde Alınacak Sağlık ve Güvenlik Önlemlerine İlişkin Yönetmelik

Çizelge 4.15.'in devamı

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK7		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Yalıtılmamış elektrik kabloları ve malzemeleri	Elektrik çarpması	1	40	2	80	Önemli Risk	Kazı işlerinin yapılacağı noktalardaki elektrik kabloları ve diğer malzemelerin uzaklaştırılması	0,5	40	2	40	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK8		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Çalışma ortamında ortaya çıkan toz	Meslek hastalıkları	1	15	6	90	Önemli Risk	Çalışanlara yaptıkları işe uygun kişisel koruyucu donanımlar verilmeli	0,5	15	6	45	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği – Tozla Mücadele Yönetmeliği
DK9		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Kullanılan ekskavatör vb. araçların devrilmesi	Yaralanma, ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Kazı bölgesinde uygun rampa eğimi verilmeli	0,5	40	1	20	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği, İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.15.'in devamı

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK10		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Makinelerin yetkisiz kişiler tarafından kullanılması	Yaralanma	6	15	2	180	Önemli Risk	Operatörlerin, operatörlük belgelerinin olması	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	-
DK11		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Makineleri kullanan kişilerin baretsiz saha içerisine çıkması	Yaralanma	3	15	2	90	Önemli Risk	Operatörlere yönetmelikte yer alan ilgili eğitimlerin verilerek kişisel koruyucu donanımları kullanması sağlanmalı	0,5	15	2	15	Önemsiz Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK12		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Araçların eskimiş hasar gören lastik kullanımları sonucunda kazaya sebep vermesi	Yaralanma / Ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Tüm araçların lastikleri kontrol edilmeli, hasar görmüş lastikler değiştirilmeli ve mevsime göre lastikler kullanılmalı	0,5	15	1	7,5	Önemsiz Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.15.'in devamı

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																	
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK13		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	Kullanılan makinelerin manevra ve hareketlerinde çalışanlara çarpması	Yaralanma, ölüm	1	40	6	240	Yüksek Risk	Manevracı kullanılması, delimi yapılacak alanın altından giden yeraltı kabloların tespiti yapılması	0,5	40	6	120	Önemli Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DK14		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı yapılması	Hafriyat ile kazı kenarı arası uygun mesafenin olmaması	Hafriyatın kazıya doğru gelmesi	3	15	6	270	Yüksek Risk	Kazı alanından çıkartılan hafriyat ile kazı kenarı arasında yeterli mesafe bırakılmalı, akma riski olan yerlerde bariyer kullanılmalı	1	15	6	90	Önemli Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği
DK15		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı yapılması	Kazı alanında toprak kayması oluşması	Yaralanma, çevresel etki	3	40	2	240	Yüksek Risk	Kazı işlerinde uygun şevin verilerek kazının yapılması, uygun uyarı ve işaret levhalarının kullanılması, şev verilemiyorsa payanda ve iksa ile desteklenmeli	0,5	40	2	40	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği

Çizelge 4.15.'in devamı

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK16		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı işleri	Kazı bölgesine girişe kapatılmaması	Yaralanma, ölüm	10	40	2	800	Tolerans Gösterilmez Risk	Kazı işlerinde uygun uygun uyarı ve işaret levhalarının kullanılması	1	40	1	40	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK17		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı yapılması	Hafriyat sırasında çalışanların toprak altına kalması	Yaralanma , ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Hafriyatın kamyonlarla uzaklaştırılması, çıkan malzemelerin uzakta ve eğimsiz muhafaza edilmesi	0,5	40	1	20	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK18		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı yapılması	Kazılan alanda çıkan malzeme türünün değişiklik göstermesi	Yaralanma, Ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Kazı devam ederken çıkan malzemelerin analizinin yetkili kişiler tarafından yapılması	0,5	40	1	20	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği

Çizelge 4.15.'in devamı

Derin Kazı Risk Değerlendirmesi																
SIRA NO	FOTOĞRAF	BÖLÜM /FAALİYET	TEHLİKE	RİSK	MEVCUT DURUMUN RİSK DEĞERLENDİRMESİ					ALINABİLECEK ÖNLEMLER	DÜZELTİCİ ÖNLEYİCİ FAALİYETTEN SONRA RİSK DEĞERLENDİRMESİ					İLGİLİ MEVZUAT
					O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı		O.	Ş.	F.	Risk Değeri	Riskin Tanımı	
DK19		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı işleri	İniş çıkış merdivenlerinin olmaması	Yaralanma	3	40	1	120	Önemli Risk	Derin kazı yapılan yerlerde iniş ve çıkış için merdivenin konulması	1	40	1	40	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK20		Kazı İşlerinde kullanılan makineler ve kazı yapılması	Kazı kenarında ağırlık yüklenmesi, istif yapılması	Yaralanma, ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Kazı alanına kenarlık korkuluk yapılması	1	40	1	40	Olası Risk	Yapı İşlerinde İş Sağlığı Ve Güvenliği Yönetmeliği
DK21		Kazı İşlerinde kullanılan makineler	İş ekipmanında paratonerin olmaması	Yıldırım çarpması, yaralanma, ölüm	3	40	1	120	Önemli Risk	Kullanımı sırasında yıldırım düşmesi ihtimali bulunan iş ekipmanı yıldırımın etkilerine karşı uygun araçlarla korunur	1	40	1	40	Olası Risk	İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği

Çizelge 4.16. Jet grout risk değerlendirme risk kontrol planı

JET GROUT RİSK DEĞERLENDİRME RİSK KONTROL PLANI				
RİSKLER			MEVCUT DURUMDA RİSK DEĞERİ	ÖNLEMDEN SONRA RİSK DEĞERİ
RİSK GRUPLARI	AÇIKLAMA	RİSK DEĞERLERİ	ADET	ADET
Tolerans gösterilmez riskler	Hemen gerekli önlemler alınmalı, çalışanlar bilgilendirilmeli	400 < R	5	-
Yüksek riskler	Kısa dönem içerisinde iyileştirici tedbirlerin alınması gerekir	200 < R < 400	9	1
Önemli riskler	Uzun dönemde iyileştirilebilir	70 < R < 200	8	7
Olası riskler	Gözetim altında uygulanmalıdır	20 < R < 70	1	12
Önemsiz riskler	Önlem öncelikli değildir	R < 20	-	3

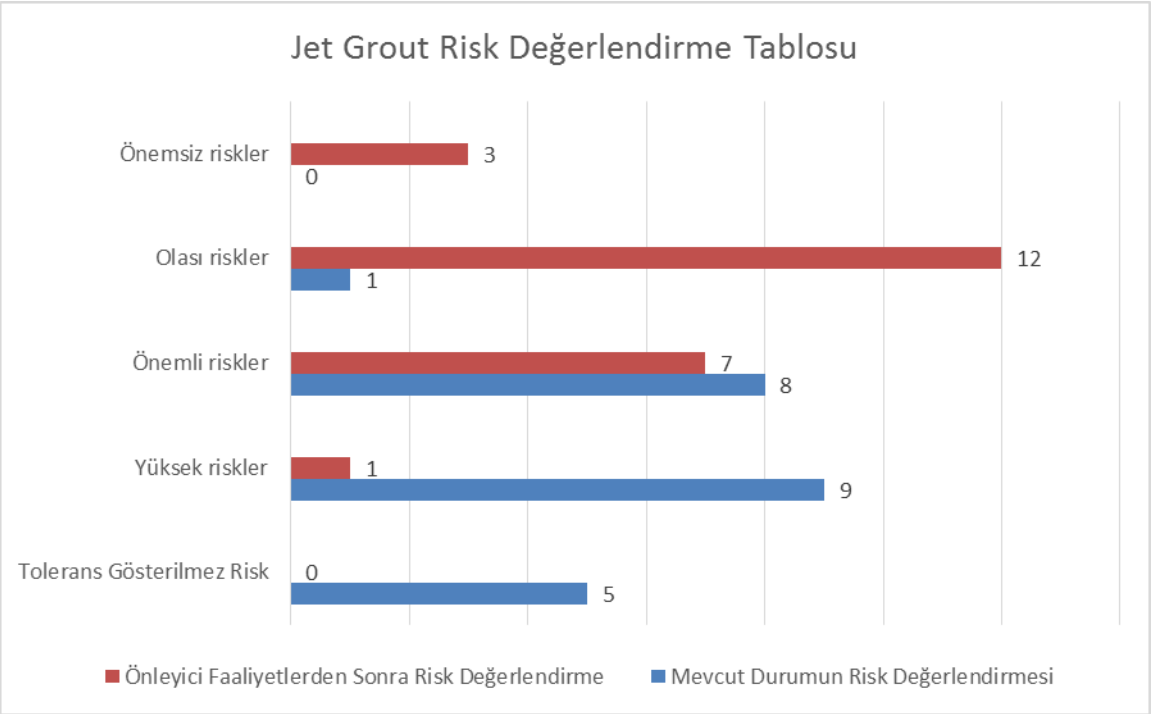
Çizelge 4.17. Diyafram duvar risk değerlendirme risk kontrol planı

DİYAFRAM DUVAR RİSK DEĞERLENDİRME RİSK KONTROL PLANI				
RİSKLER			MEVCUT DURUMDA RİSK DEĞERİ	ÖNLEMDEN SONRA RİSK DEĞERİ
RİSK GRUPLARI	AÇIKLAMA	RİSK DEĞERLERİ	ADET	ADET
Tolerans gösterilmez riskler	Hemen gerekli önlemler alınmalı, çalışanlar bilgilendirilmeli	400 < R	7	-
Yüksek riskler	Kısa dönem içerisinde iyileştirici tedbirlerin alınması gerekir	200 < R < 400	11	4
Önemli riskler	Uzun dönemde iyileştirilebilir	70 < R < 200	15	6
Olası riskler	Gözetim altında uygulanmalıdır	20 < R < 70	1	20
Önemsiz riskler	Önlem öncelikli değildir	R < 20	-	4

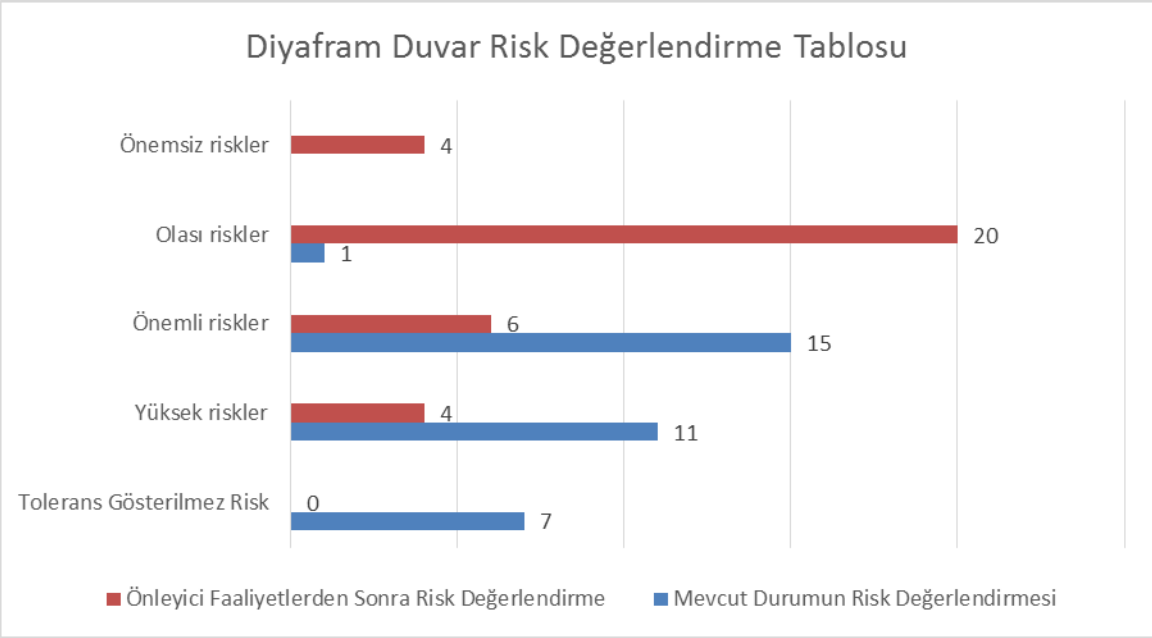
Çizelge 4.18. Derin kazı risk değerlendirme risk kontrol planı

DERİN KAZI RİSK DEĞERLENDİRME RİSK KONTROL PLANI				
RİSKLER			MEVCUT DURUMDA RİSK DEĞERİ	ÖNLEMDEN SONRA RİSK DEĞERİ
RİSK GRUPLARI	AÇIKLAMA	RİSK DEĞERLERİ	ADET	ADET
Tolerans gösterilmez riskler	Hemen gerekli önlemler alınmalı, çalışanlar bilgilendirilmeli	400 < R	1	-
Yüksek riskler	Kısa dönem içerisinde iyileştirici tedbirlerin alınması gerekir	200 < R < 400	7	-
Önemli riskler	Uzun dönemde iyileştirilebilir	70 < R < 200	13	3
Olası riskler	Gözetim altında uygulanmalıdır	20 < R < 70	-	14
Önemsiz riskler	Önlem öncelikli değildir	R < 20	-	4

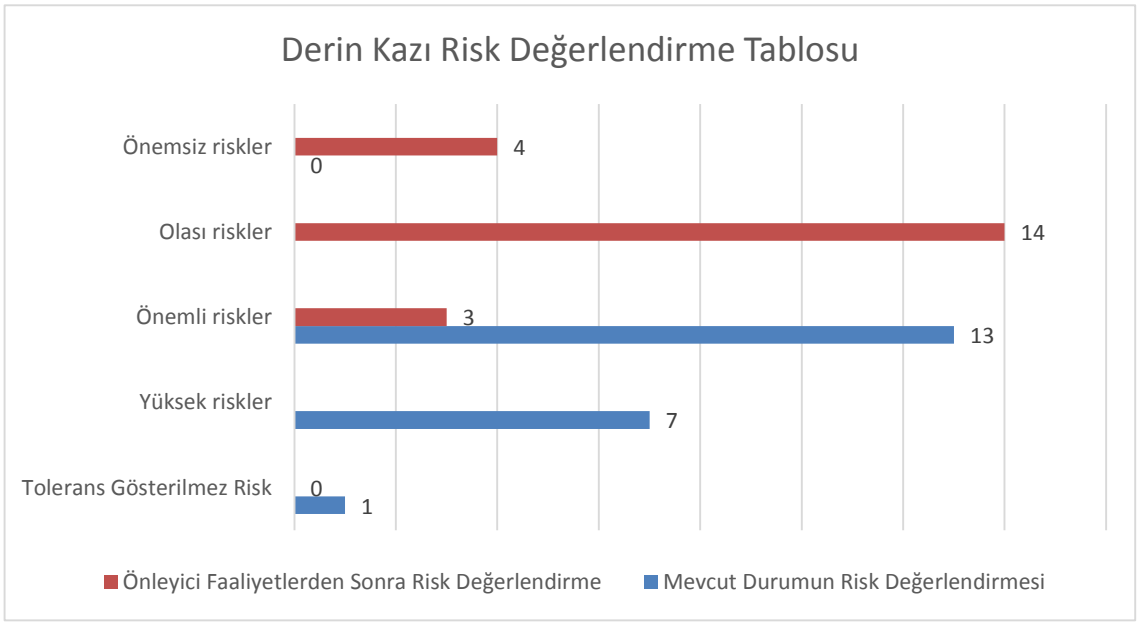
Şekil 4.4., Şekil 4.5. ve Şekil 4.6.'te yapılan risk değerlendirmesinde mevcut durumundaki risk grupları ile önleyici faaliyetlerden sonra ki risk grupları gösterilmiştir.



Şekil 4.4. Jet grout risk değerlendirme tablosu



Şekil 4.5. Diyafram duvar risk değerlendirme tablosu



Şekil 4.6. Derin kazı risk değerlendirme tablosu

BÖLÜM 5
SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Risk Değerlendirmesinde Sonra Ortaya Çıkan Bulgular

Yapılan risk değerlendirmesinde jet grout imalatı ile ilgili ortaya çıkan risk sayısı 23'tür. Mevcut durumda 5 adet tolerans gösterilmez risk bulunurken, 9 adet yüksek risk içeren risk, 8 adet önemli risk ve 1 adet olası risk tespit edilmiştir. Düzeltici önleyici faaliyetlerden sonra jet grout imalatında ortaya çıkan risklerin 1 adeti yüksek risk içermekte olup, 7 adet önemli risk, 12 adet olası risk ve 3 adet önemsiz risk tespit edilmiştir.

Jet grout risk değerlendirmesi sonucunda, kullanılacak makine ve ekipmanların periyodik bakımları ile birlikte makine ve ekipmanları kullanılacak operatörlerin makine ve yapılan imalat ile ilgili bilgili olması, ortaya çıkan risklerin önlenmesinde büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca çalışanların iş başı eğitimleri ile birlikte ortaya çıkabilecek riskler ile ilgili düzenli olarak iletişim kurularak işçilerin gözlenmesi ve denetlenmesi ortaya çıkabilecek iş kazaları ve meslek hastalarını engelleyici tedbirlerdir. Yapılan risk değerlendirmesi sonucunda işçilerin özellikle jet grout makinesinde yapılan delgi ve enjeksiyon sırasında tijlerin takılıp sökülmesinde makinenin rölantide çalıştığından emin olunmalı, sonra operatör ile iletişim halinde olunması oluşabilecek riskleri önleyebilecek faaliyetlerdendir.

Jet grout imalatı yapılırken özellikle kullanılacak makine ve ekipmanların kontrollerinin günlük, haftalık ve aylık düzenli olarak yapılması gerektiği, operatör ve işçilerin KKD'lerini kullanılması gerektiği, makine ve ekipmanlar kullanırken özellikle yetkili kişiler tarafından izlenmeli ve denetlenmelidir.

Jet grout imalatı sırasında zemin altına enjekte edilen su-çimento karışımının hazırlanışı sırasında mikser ünitelerine gelen çimentoların taşınması sırasında oluşabilecek toza karşı silobaslarda toza karşı filtrelerin bulunması gerekir ayrıca toza karşı KKD'lerin çalışanlara verilmesi ve gerektiğinde kullanıldığının denetlenmesi gerekir. Toza maruz kalan çalışanların vardiyalı olarak çalıştırılması da oluşabilecek meslek hastalığını engelleyecektir.

Yapılan risk değerlendirmesinde diyafram duvar imalatı ile ilgili ortaya çıkan risk sayısı 34'tür. Mevcut durumda 7 adet tolerans gösterilmez risk bulunurken, 11 adet yüksek risk içeren risk, 15 adet önemli risk ve 1 adet olası risk tespit edilmiştir. Düzeltici önleyici faaliyetlerden sonra jet grout imalatında ortaya çıkan risklerin 4 adeti yüksek risk, 6 adet

önemli risk, 20 adet olası risk ve 4 adet önemsiz risk tespit edilmiştir.

Diyafram duvar imalatı sırasında tolerans gösterilmez riskler tespit edilmiştir. Özellikle açılan delgi sırasında kuyuya düşülme tehlikesi dikkat edilmesi ve düzenleyici önleyici faaliyetlerinden alınması gerekir. Türkiye'de bu konuyla ilgili bir harita mühendisi açılan çukura düşerek vefat etmiştir (Anonim, 2016a). Açılan çukura demir donatı konmadan önce uyarı ve işaret levhaları konularak çukurun etrafına yaklaşılması engellenmeli, uyarı ve ikaz levhaları konularak kuyunun etrafı kapatılarak önlemler alınmalıdır.

Delgi sırasında çevre ve zemin koşullarının getirdiği göçmelerde tolerans gösterilmez risk olarak tespit edilmiştir. Bu riske karşı önlem olarak; hazırlanan proje ve zemin etütlerinin irdelenmesi, çevre koşulları, yetkili ve teknik kişiler tarafından delginin denetlenmesi, bentonit azalması görüldüğünde delginin durdurulmasıdır.

Makine ve ekipmanlar kullanılırken oturdukları zemin kontrol edilmeli, diyafram duvar imalatında kullanılan demir donatı, tremi boruları gibi malzemelerin taşınması sırasında altında çalışanlarının bulunmaması ve malzemeleri bağlayan kişilere eğitim verilmesi risk derecesini düşürmektedir.

Yapılan risk değerlendirmesinde derin kazı ile ilgili ortaya çıkan risk sayısı 21'dir. Mevcut durumda 1 adet tolerans gösterilmez risk bulunurken, 7 adet yüksek risk içeren risk, 13 adet önemli risk tespit edilmiştir. Düzeltici önleyici faaliyetlerden sonra jet grout imalatında ortaya çıkan risklerden 3 adet önemli risk, 14 adet olası risk ve 4 adet önemsiz risk tespit edilmiştir.

Kazı bölgesine makine ve ekipmanlar çalışırken uygun uyarı ve işaret levhalar konularak kazı bölgesine girilmesi engellenmelidir. Kazı bölgesinde çalışan makine ve ekipmanların uygun manevra yapması için hareket alanları belirlenmeli, sesli ve ışıklı uyarıların çalışır olduğundan emin olunmalı ayrıca manevracı bulundurulması gibi önlemler alınabilir. Derin kazı yapılan inşaatlarda iksanın üzerine kazıya malzeme, insan vb. düşmelerini engellemek için korkuluk kullanılması gerekmektedir. Ayrıca kazı alanında çalışanların giriş ve çıkışları için güvenli tedbirler alınmalıdır.

Kazı işleminde çalışan makine ve ekipmanları kullanan operatörler ile kazı çevresinde çalışanlarda gürültünden ve tozdan kaynaklı meslek hastalıklarının oluşma riskleri mevcuttur. Çalışanlara mutlaka KKD verilmeli, tozun oluştuğu yerde çalışanlar çalışma alanında uzaklaştırılmalı ve güvenli ortam oluşturulana kadar tekrar çalışmaya başlatılmaması gerekir.

Derin kazılar yapılırken en önemli hususlardan biri de iksa olarak çalışan diyafram

duvarların deplasman yaparak kazı yapılan tarafa doğru kaymasıdır. Bu yüzden diyafram duvarları gerekli payanda ve ankraj sistemleri ile desteklenmelidir. Desteklenen diyafram duvarlar her kazı kademesinde gözlemsel ve aletsel araçlarla deplasmanlar ölçülebilir ve aksi durumda kazı durdurulup gerekli destekleme yapılmalıdır.

5.2. Risk Değerlendirmesi Sonrasında Elde Edilen Sonuçlar ve Öneriler

İnşaatlarda zemin iyileştirme için yapılan jet grout ve derin kazıya istinat olması için yapılan diyafram duvarların yapım öncesi, sırası ve sonrasında içerdikleri tehlikeler araştırılmıştır. Bu amaçla risk değerlendirme metodolojilerinden en uygunu seçilerek risk değerlendirmesi yapılmıştır. Tezin sonuçları aşağıda sıralanmıştır.

Jet grout ve diyafram duvar yapımları öncesinde yapılacak risk değerlendirmelerini yapacak kişilerin deneyim ve yapım yöntemleriyle ilgili bilgi sahibi olmaları gerekir. Değerlendirmenin yapıldığı alanı ve yapılan imalatları bilen teknik personel ve çalışanların değerlendirmelerde görev almaları değişik önlem seçeneklerinin ortaya çıkmasında faydalı olur.

Jet grout ve diyafram duvar yapımlarının sadece inşaatı yapılan alanı değil, çevresinde yer alan yapılar, altyapı, yol vb. etkenleri direkt etkileyebilecek yapım yöntemleri olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden bu yapım yöntemlerinin daha şantiye kurulumundan itibaren titizlikle incelenmesi ve şantiye planlarına göre kullanılacak makine ve ekipmanların yerlerinin belirlenmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Yapım yöntemlerinde kullanılan makine ve ekipmanların içerdikleri riskler incelenmiştir. Makine ve ekipmanların şantiyeye girişi ile birlikte periyodik kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Ancak burada zemin işlerinde kullanılan bu makine ve ekipmanlardan delgi makinelerinin ilgili yönetmelik de periyodik kontrolüyle ilgili ekipman adı geçmemektedir. Yönetmelikte tüm makine ve ekipmanların yetkili kişilerce senede bir kez periyodik kontrolü yapılması dile getirilirken, yapım işlerinde kullanılan bu makine ve ekipmanların yönetmelikte tam olarak periyodik kontrollerinin hangi süreyle yapılması gerektiği ifade edilmesi önerilmektedir. Bu tür makine ve ekipmanların şantiye değişikliğinin sürekli olduğu gözlenmiştir. Yer değiştiren ve her şantiye girişinde makine ve ekipmanların kontrollerinin yapılması gerektiği yönetmelikte de yer almaktadır. Ancak senede bir kez alınan periyodik kontrol belgesinden dolayı yapılmadığı gözlenmiştir. Özellikle delgi makineleri ile ilgili yönetmelikte daha açık ibarelerin yer alması gerektiği tespit edilmiştir.

Kullanılan makine ve ekipmanların operatörlerinin de işin ehli olması gerektiği tespit

edilmiştir. Operatörlerin makine ve ekipmanlarla ilgili bilgili, tecrübeli ve sertifikalı olmasının da makine ve ekipmanların güvenlik ve emniyetleri için belirleyici etkenlerden biri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca makine ve ekipmanları kullanan operatör mesleğinin, Mesleki Yeterlilik Kurumu'nun belge zorunluluğu kapsamındaki mesleklere dahil olmasının işin güvenlik ve emniyetli bir şekilde devam edilmesi için önerilmektedir.

Makine ve ekipmanlar çalışırken çalışma alanına yetkili kişiler ve çalışanlar dışında kimsenin bulundurulmamasının gerekliliği tespit edilmiştir. Ayrıca makine ve ekipmanlar çalışırken operatörlerin meslek hastalıklarına yakalanmaması için vardiyalı çalışmanın önemi tespit edildi. Operatörlerin emniyet içerisinde çalışması için işbaşı eğitimleri ile birlikte kullanacakları ikaz ve iletişim cihazlarının kullanım eğitimlerinin verilmesinin önemi tespit edildi.

Jet grout imalatı sırasında pompa ünitesinde su ve çimento karışımı hazırlanırken oluşabilecek meslek hastalıklarının önüne geçmek için KKD kullanılması gerektiği tespit edilmiştir. Ayrıca çimento malzemesinin silobasla aktarılması sırasında silolarda toz filtrelerinin bulunması gerektiği tespit edilmiştir.

Diyafram duvar imalatı sırasında zemin altında demirli beton yapılmasının büyük riskler barındırdığı tespit edilmiştir. Özellikle delgi sırasında göçmeler olabileceği ve zemin yapısının yetkili ve teknik kişiler tarafından gözlenmesi gerektiği tespit edilmiştir. Çevrede yaşanabilecek sıkıntılardan dolayı gerekli birimlerle iletişim kurularak tedbirlerin alınması gerektiği tespit edilmiştir.

Diyafram duvardan sonra yapılan derin kazı sırasında diyafram duvarların yatay deplasmanları sürekli olarak takip edilmesi ve kazının projelere uygun olarak kademe kademe yapılarak gerekli destek ve payandaların yapılması gerekliliği tespit edilmiştir.

Hafriyat sırasında çalışma alanında makine ve araçların manevralarını kontrol etmek için manevracı çalıştırılmasının yaşanabilecek toprak kayması, araçların çarpmasına vb. gibi durumların önüne geçebileceği tespit edilmiştir. Hafriyat sırasında oluşabilecek tozunda önüne geçmek gerektiği tespit edilmiştir.

Risk değerlendirmesinin sadece mevzuat zorunluluğu amacıyla yapılmaması gerektiği tespit edilmiştir. Risk değerlendirmesinin; kimlerin risk altında olduğunu daha net tespit ettiğini, çalışanlara iş sağlığı ve güvenliği bilincinin yerleşmesine yardımcı olmasına, işverenin iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının verim ve etkenlik derecesinin de gözden geçirilmesine yardımcı olduğu tespit edilmiştir.

Fine-Kinney metodu ile risk değerlendirmesinin diğer metotlara göre daha ayrıntıcı olduğu için inşaatlarda kullanılmasının faydalı olacağı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Alkaya D., Çobanoğlu İ., Derin Kazılar ve Destekleme Yapıları. 27 Mart 2017, http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/1515.pdf

Altun S., (30 Eylül 2010).Zemin İyileştirme Yöntemleri, Derin Temeller ve Uygulama Örnekleri. 27 Mart 2017, http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0065ed90be0fa16_ek.pdf?tipi=2&turu=X&sube=16

Anonim, 2001. Idaho Operations Office. Grout Injection Operator Injury at the Cold The Pıt South, Idaho Natıonal Engineering and Environmental Laboratory. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2014/04/f15/0110ineel.pdf

Anonim, 2009a. Three Dead as Chinese Subway Collapses. 28.04.2018, https://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/china/3467065/Three-dead-as-Chinese subway-collapses.html

Anonim, 2010a. Risk Management Solutions : 2010 Haiti Earthquaeke and Caribbean Earthquake Risk. 26.10.2018, https://forms2.rms.com/rs/729-DJX-565/images/eq_haiti_eq_faq.pdf

Anonim, 2010b. 2010'da Haiti Depremi 316 Bin Can Aldı. 26.10.2018, https://www.sabah.com.tr/dunya/2015/04/25/2010da-haiti-depremi-316-bin-can-aldi

Anonim, 2012a. 2010'da Haiti Depremi 316 Bin Can Aldı. 18.12.2018, https://www.pinterest.co.uk/pin/256986722456311581/

Anonim, 2012b. Nicoll Otopark İnşaatında Yaşanan Kaza. 16.04.2018, https://www.newcivilengineer.com/pictures/420x280/8/9/6/1287896_Nicoll_h.jpg

Anonim, 2013a. Elle Taşıma İşleri Yönetmeliği. 08.04.2018, http://www.mevzuat.gov.tr,

Anonim, 2013b. Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği. 08.04.2018, http://www.mevzuat.gov.tr,

Anonim, 2013c. İş Ekipmanlarının Kullanımında Sağlık ve Güvenlik Şartları Yönetmeliği, 08.04.2018, http://www.mevzuat.gov.tr,

Anonim, 2014a. Nicoll Highway – Subway Tunnel Collapse. 16.04.2018, https://failures.wikispaces.com/Nicoll+Highway+-+Subway+Tunnel+Collapse

Anonim. (2016a). İstanbul'da Korkunç Kaza: Genç Mühendis Çukura Düştü Haberi, Erişim tarihi: 02.06.2018, http://www.iha.com.tr/video-istanbulda-korkunc-kaza-genc-muhendis-cukura-dustu-95340/

Anonim, 2017a. İş Sağlığına ve Güvenliğine Giriş. (b.t.). 25 Mart , http://www.e-adliye.net/?pnum=562

Anonim, 2018a. Jet Grout Kolon Gösterimi. Erişim tarihi: 28.06.2018, https://bulgaria-engineering.com/uploads/products/BE-WP-JetGrouting_Page_2.png

Anonim, 2018b. Çevre ve İş Güvenliği Dersi Notu, Erişim tarihi:16.05.2018 , http://docplayer.biz.tr/3954063-1-gg-sagligi-ve-guvenlgggngn-kavram-ve-kurallarinin-gelgggmg.html

Baloğlu C., 2013. Avrupa Birliği ve Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği. Beta, İstanbul: 98-113.

Devren M.E., (2016). Asansör Sistemlerinde FMEA ve Fine-Kinney Metodlarının Risk Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Aydın Üniversitesi, Türkiye.

Doğru Yılmaz A., 2016. Jet Grout Uygulaması Sonrası Yapılan Kalite Kontrol Testleri ve Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.

Durgunoğlu H.T., 2004a. Jet Grout Kolonlarının Temel Mühendisliğinde Kullanımı . Türkiye Mühendislik Haberleri 431: 39-52.

Durgunoğlu T.H., Chinchelli M., Ikiz S., Emrem C., Hurley T., Çatalbaş F. (2004b, Nisan). Soil Improvement with Jet-Grout Columns: A Case Study From The 1999 Kocaeli Eartquake , Fifth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. University of Missouri New York.

Endicott L.J., (2013, Nisan, Mayıs). Case Histories of Failure of Deep Excavation. Examination of Where Things Went Wrong: Nicoll Highway Collapse. Missouri University of Science and Technology, Singapore

Endicott L.J., (2015, Ağustos). Design and Construction of Excavations in an Urban

Setting-Lessons Leanrt from Failures. Sri Lankan Geotechnical Society, Colombo

Erdem K., Karabacak E., Yasavul N., Sivrikaya O. (2015, Kasım). Derin Kazı Modellemesi ve Maliyet Hesabı. Çukurova Üniversitesi, Adana

Ersoy U., 2013. Betonarme 2 (Döşeme ve Temeller). Evrim, İstanbul: sy.125.

Erzurumoğlu K., Köksal N.K., Gerek İ.H. (2015). İnşaat Sektöründe Fine-Kinney Metodu Kullanılarak Risk Analizi Yapmak. 5.İşçi Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu., İzmir.

Gong X., Zhang X. (2012). Excavation collapse of Hangzhou Subway Station in Soft Clay and Numerical İnvestigation Based on Orthogonal Experiment Method. Applied Physics & Engineering, 760-767. doi: 10.1631/jsuz.A1200120

Gündoğan A., 2013. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarım Kitabı. Birsen Yayınevi ,İstanbul: 581.

Hannink G., Thumann V.M. (2013, Eylül). Evaluation of Diaphragm Wall as-built Data to Determine the Risk of Leakage for the Kruisplein Car Park Excavation in Rotterdam, the Netherlands. French Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (CFMS), Paris.

İnşaat Sektörü Raporu. 25 Mart 2017, http:// www. intes.org.tr/content/insaat_2016.pdf

İSGRDY, 2012. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği. 08.04.2018 http://www.mevzuat.gov.tr,

Karaman A.E.(2016). Risk Yöntem Metodunu Seçmek. 15.05.2018, http://w3.balikesir.edu.tr/~ekaraman/İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ_2017/İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ_2016_8.Hafta.pdf

Koltan A., Orhon H.Y., Yılmaz S., Metin Altay., Yılmaz S., İsmail Çay., (2010). Risk Değerlendirmede Kullanılan LTipi Karar Matrisi Yönteminin İşçi Sağlığına Uygunluğunun Değerlendirilmesi. Türk Tabipleri Birlik Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 38: 38-43.

Ma Y., Jong M., Koppenjan J., Xi B., Mu R. (2012). Explaining the Organizational and Contractual Context of Subway Construction Disasters in China: The case of Hangzhou. Policy and Society, 31, 87-103. doi: 10.1016/j.polsoc.2012.01.001

Marhavilas P.K. and Koluouritis D., (2011). Risk Analysis and Assessment Methodologies in the Work Sites: On a Review, Classification and Comparative Study of the Scientific Literature of the Period 2000–2009. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24, 477-523.

Mollamahmutoğlu M., 2006. Zeminlerde Sıvılaşma Analiz ve İyileştirme Yöntemleri. Gazi Kitabevi, Ankara; 1-4.

Okumuş D., Barlas B. (2016). Gemi İnşaatı Sektöründe 5x5 Analiz Matrisi ve Fine-Kinney Yöntemlerinin Uygulamalı Bir Karşılaştırılması. Gemi ve Deniz Teknoloji Dergisi, 204-205: 95-106

Oyan E., Oğuz K., 2011. Salihli Belediyesi Atıksu Arıtma Tesis Alanının Sıvılaşma Potansiyelinin İrdelenmesi. 4.Geoteknik Sempozyumu, Adana. 169-178.

Özkan N., (2014). Trafo Merkezlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Risklerinin Tespiti ve Çözüm Önerileri. İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Türkiye.

Özkılıç Ö. (2014). Risk Değerlendirmesi Atex Direktifleri – Patlayıcı Ortamlar, Büyük Endüstriyel Kazaların Önlenmesi ve Etkilerin Azaltılması – Kantitatif Risk Değerlendirme (1. Baskı). Ankara: Türkiye İşveren Sendikaları Konfederasyonu

Öztürk Ö.F., (2017). Risk Yönetimi ve Değerlendirme-2 Ders Notu, Çanakkale, Türkiye

Pehlivan İ., 2016. İnşaat Sektöründe Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Bilincinin İstatiksel Olarak İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Gedik Üniversitesi, Türkiye.

Resmi Gazete, 2012a. İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, Resmi Gazete Sayısı: 28339.

Resmi Gazete, 2012b. İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirmesi Yönetmeliği, Resmi Gazete Sayısı: 28512.

Sağlamer A., Balık E., 2011. Top Down Yöntemi İle Derin Kazı Yapılması. 4.Geoteknik Sempozyumu, Adana. 13-31.

SGK İstatistik Yılları Web Sitesi. 25 Mart 2017, http://www.sgk.gov.tr

Stark D., Axtell P.J., Lewis J.R., Dillon J.C., Empson W.B., Topi J.E., Walberg C.F. (2009). Soil Inclusions in Jet Grout Columns. DFI Journal – The Journal of the Deep

Foundations Institute, 3, 33-44. doi: 10.1179/dfi.2009.004

Terzaghi K., Peck R.G., 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice. New York

TS EN 12716, 2002, Özel Jeoteknik Uygulamalar – Jet Enjeksiyon, Türk Standartları Ensitüsü, Ankara

TS EN 1538+A1, 2015, Özel Jeoteknik Uygulamalar – Diyafram Duvarlar, Türk Standartları Ensitüsü, Ankara

TS EN 197-1, 2012, Genel Çimentolar – Bileşim, Özellik ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standartları Ensitüsü, Ankara

TS EN 206:2013+A1, 2017, Beton – Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk, Türk Standartları Ensitüsü, Ankara

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, 2016. İnşaatta Sağlık ve Güvenlik (Yayın no: 48). Ankara, https://www.csgb.gov.tr/media/4581/kitap02.pdf

T.C. ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü. (2017). Kamuda İş Sağlığı ve Güvenliği (Yayın No: 53). Ankara: Miki Matbaacılık

Uzun İ.M. (2012). İnşaatlarda Yapı Makinaları Kullanımında İş Güvenliği Risk Değerlendirmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Türkiye.

Valentine H. (2015). Cologne City Archives Collapse. 27 Nisan 2018, https://failures.wikispaces.com/Cologne+City+Archives+Collapse

Yamaguchi A., Mori T., Kazama M., Yoshida N. (2012). Liquefaction in Tohoku District During the 2011 Off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake. Soils and Foundations, 811-829.

Yılmaz F., (2010). Risk Değerlendirmesinde Yöntem Tartışması, Toprak İşveren Sendikası Dergisi, Sayı 86, Sf.1 - 6

Yılmaz H., 2017. Derin Kazılarda Jet Grout Grup Kolonlarla Pasif Direnci Arttırılmış İç Destekli Diyafram Duvar Sistemlerinin Deformasyon Analizi. Yüksek Lisans Tezi Harran Üniversitesi, Türkiye.

EKLERİ

EK 1. Tez Çalışmasına İlişkin Poster Sunumu

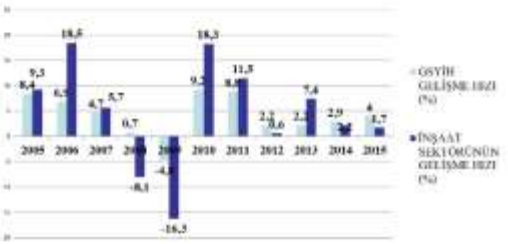
Derin Kazı ve Zemin İyileştirme Yapılan İnşaatlarda Risk Değerlendirmesi

Ahmet Selim İLBEYİ, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İş Güvenliği ABD Yüksek Lisans Öğrencisi
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZGÜR, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

Giriş

İş sağlığı ve güvenliği Türkiye'de yaşanan iş kazaları ve meslek hastalıkları nedeniyle son on yılda üstünde daha çok durulan bir konu haline gelmiştir. Yapılan mevzuat çalışmalarına rağmen iş sağlığı ve güvenliği kültürü Türkiye'de hala istenilen düzeyde oluşturulamamıştır. Bu durum Türkiye'de ekonominin lokomotif sektörü olarak anılan inşaat sektöründe iş sağlığı ve güvenliği istatistiklerine de yansımaktadır.

İnşaat sektörü 200'den fazla alt sektörü harekete geçirmekte ve büyük bir istihdam alanı sağlamaktadır. Türkiye'de inşaat sektörü 2008 küresel krizinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Özellikle 2010 yılından sonra inşaat sektörünün Gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) içerisindeki payının değişimi incelendiğinde ülke ekonomisindeki gelişmelerin inşaat sektörünü doğrudan etkilediği görülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. İnşaat sektöründeki ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) 'nın gelişme hızları

TUİK verilerine göre inşaat sektöründe istihdam edilen kişi sayısı her geçen yıl artmaktadır. Sektörün yurt dışında da önemli bir hareketliliği söz konusudur. Sektör yurt dışında 1972 yılından 2017 yılı Mart ayının sonuna kadar 115 farklı ülkede büyük bir bölümü son yıllarda olmak üzere 8.949 proje üstlenmiştir. İnşaat sektörünün bu gelişimi sektörde çalışanlar ve çalışma ortamları ile ilgili iş sağlığı ve güvenliği konusunda çalışmalar yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

İş kazası istatistiklerine bakıldığında ölümlü iş kazalarında inşaat sektörünün payı 2009 yılından bu yana %30 ve üstü oranlara çıkmıştır. Aynı zaman zarfında tüm iş kazaları değerlendirildiğinde sektörün payı %10'un üzerindedir. İlaveten 2015 yılı SGK verilerine göre inşaat sektöründe kaydedilen geçici iş göremezlik süresinin (959.658 gün), toplam içindeki payı ise %32 olmuştur.

Yıl	Türkiye Geneli (İş Kazası)	İnşaat (İş Kazası)	ORANI (%)	Türkiye Geneli (Ölüm Sayısı)	İnşaat (Ölüm Sayısı)	ORANI (%)
2005	73923	6480	9,0	1972	290	27,05
2006	79027	7143	9,03	1592	397	24,94
2007	80602	7615	9,4	1043	359	34,42
2008	72963	8574	7,6	886	297	33,52
2009	64316	6891	10,7	1171	356	13,52
2010	62903	6437	10,2	1444	475	32,99
2011	69227	7749	11,2	1710	570	33,33
2012	74871	9209	12,3	744	256	34,41
2013	191389	26867	14,1	1360	521	38,31
2014	221366	29699	13,4	1826	581	30,81

Çizelge 1. Türkiye'de yaşanan iş kazası sayıları, inşaat sektöründen yaşanan iş kazası sayıları, iş kazaları sonucu ölen işçi sayısı, inşaat sektöründe yaşanan iş kazaları sonucu ölen işçi sayısı

Materyal ve Yöntem

Zemin iyileştirme amacıyla jet grout kolonlarının oluşturulması ve derin kazı yapılması için diyafram duvar panellerin oluşturulması ile ilgili yapım yöntemleri detaylı olarak ele alınmış olup, yapım yöntemlerinin ardından jet grout ve diyafram duvar imalatlarında oluşan tehlikeler irdelenmiştir.

Bu tehlikelerin değerlendirilmesinde, W.T. Fine (Erzurumoğlu, Köksal, Gerek) tarafından geliştirilen ve günümüzde Fine-Kinney Risk Değerlendirmesi Metodu olarak bilinen, metod kullanılmıştır (Şekil 2). Bu metod aynı zamanda risklerin derecelendirilmesinin ardından hangi tehlikelere karşı nasıl önlem alınması gerektiğini gösteren bir yöntemdir.



Şekil 2. Fine Kinney metodu risk değerlendirmesinde risk derecesi bulmak

Bulgular

Fine Kinney metodunu göre yapılan risk değerlendirmesinde zemin iyileştirme amacıyla yapılan jet grout imalatı ile ilgili kullanılan jet grout makinesi, pompa ve mikser üniteleri ile çimento silolarının periyodik kontrollerinin yapılması, bu makine ve ekipmanları kullanan operatörlerin işlerinin ehlinin olması gerektiği görülmektedir. Ayrıca delici takımların muhafaza borularının makine çeneilerinin değiştirilmesi veya sıkışması durumlarının çok riskli olduğu görülmektedir. Jet grout yapımında yüksek basınçta enjeksiyonun kullanılmasından dolayı oluşabilecek çok sayıda tehlikeli gösterilmez riskin olduğu görülmektedir.

Derin kazı yapılması için istinat görevi gören diyafram duvar panellerinin öngerilmeli ankrajla desteklenmesi de göz önüne alınarak yapılan risk değerlendirmesinde makine ve ekipmanların kullanılması sırasında oldukça fazla tehlike içerdiği görülmektedir. Özellikle çevre bina ve altyapılarda oluşabilecek durumlara karşı gerekli tedbirlerin alınması gerektiği görülmektedir. Özellikle paneller yapıldıktan sonra başlanılan derin kazıda panellerin yerinden oynama ihtimali çok yüksektir.

Sonuçlar ve Öneriler

Jet grout ve diyafram duvarlar yapılırken özellikle makine ve ekipmanları kullanan operatörlerin işinin ehli ve tecrübeli kişilerden seçilmesi gerekliliği görülmektedir. İlaveten, ilgili yönetmeliklerde makine ve ekipmanların periyodik bakımları konusuna yer verilmemiştir. Yönetmeliklerde özellikle bu tür inşaatlarda kullanılan sondaj makineleri vb. makine ve ekipmanların periyodik bakımlarının ne sıklıkta ve hangi kapsamda yapılacağının belirtilmesi gerekir.

Jet grout kolonlarını teşkil ederken operatörlerin çok dikkatli olması ve kişisel koruyucu donanımlarını kullanması gerekir. Kazı yapılırken diyafram duvar güvenliği riske atılmamalıdır. Kazılarda zemin yapısı, iklim koşulları, kazı alanı yakınlarında meydana gelebilecek sarsıntılar, çevresindeki su kaynakları ve fazla yük kuvvetleri göz önüne alınarak uygun şev açılarının belirlenmesi ve/veya statik hesabı yapılmış uygun destek ve setlerin kullanılması ile kazı yüzeyleri, şevlerin eğimi ve yüksekliğinin zeminin yapısına, sağlamlığına ve çalışma yöntemlerine uygun seçilmesi gibi gerekli tedbirlerin alınması gerekir.

Kaynakça

1. İnşaat Sektörü Raporu. 25 Mart 2017, http://www.tmb.org.tr/content/insaat_2016.pdf
2. SGK İstatistik Yıllığı Web Sitesi. 25 Mart 2017, http://www.sgk.gov.tr
3. İnşaat sektöründe Fine-Kinney metoda kullanılarak risk analizi yapılması. K.Erzurumluoğlu, K.N.Köksal, İ.H.Gerek , 5.İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Sempozyumu

NOT: Bu çalışma Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İş Güvenliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi olan Ahmet Selim İLBEYİ'nin Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ÖZGÜR danışmanlığında yürütülen 'Derin Kazı ve Zemin İyileştirme Yapılan İnşaatlarda Risk Değerlendirmesi' isimli tez çalışmasının bir kısmıdır.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet Selim İLBEYİ

Doğum Yeri :ABD

Doğum Tarihi : 25/06/1991

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü (2009-2013)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İş Güvenliği Anabilim Dalı (2016-2019)

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Yayınlar -SCI -Diğer

b) Bildiriler -Uluslararası -Ulusal

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Özün Proje İnşaat Taahhüt Ticaret Ltd. Şti., 2013-2014 (Proje Mühendisi)

TÜMAŞ Türk Mühendislik Müşavirlik ve Müteahhitlik A.Ş. 2014-…(Kontrol Mühendisi)

İLETİŞİM

E-posta Adresi : ahmetselimasi@gmail.com