

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ



GEOTEKNİK ÇALIŞMALARDA  
İŞ GÜVENLİĞİ VE GÜRÜLTÜNÜN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA ONUR KURTER

tarafından

YÜKSEK LİSANS

derecesi şartını sağlamak için hazırlanmıştır.

Ocak 2019

Program: İş Sağlığı ve Güvenliği

GEOTEKNİK ÇALIŞMALARDA  
İŞ GÜVENLİĞİ VE GÜRÜLTÜNÜN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MUSTAFA ONUR KURTER

tarafından

OKAN ÜNİVERSİTESİ

İş Sağlığı ve Güvenliği Bölümüne

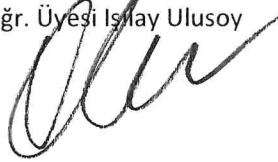
Yüksek Lisans

derecesi şartını sağlamak için sunulmuştur.

Onaylayan:

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi İsmay Ulusoy



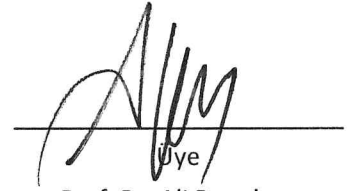
Üye

Dr. Öğr. Üyesi Ümit Akın



Üye

Prof. Dr. Ali Pınarbaşı



Ocak 2019

Program: İş Sağlığı ve Güvenliği

# İÇİNDEKİLER

<b>I.ÖZET</b> .....	<b>I</b>
<b>II.ABSTRACT</b> .....	<b>II</b>
<b>III.TEŞEKKÜR</b> .....	<b>III</b>
<b>IV.İŞ GÜVENLİĞİ</b> .....	<b>1</b>
4.1 İş GÜVENLİĞİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ .....	1
4.2 İŞÇİ SAĞLIĞI.....	2
4.3 DÜNYADA İŞ GÜVENLİĞİ.....	3
4.4 TÜRKİYE’DE İŞ GÜVENLİĞİ .....	7
<b>V.GEOTEKNİK</b> .....	<b>13</b>
5.1 GEOTEKNİK MÜHENDİSLİĞİNİN KISA TARİHÇESİ .....	16
5.2 GEOTEKNİK ÇALIŞMALARDA TEHLİKE.....	18
5.3 FORE KAZIK VE DİYAFRAM DUVAR İMALATLARI .....	20
5.3.1 Fore Kazık .....	20
5.3.2 Diyafram Duvar .....	25
5.3.3 Fore Kazık ve Diyafram Duvar İmalatlarındaki Tehlikeler .....	31
5.4 ARDGERMELİ ANKRAJ VE JET GROUT İMALATLARI .....	36
5.4.1 Ardgermeli Ankraj.....	36
5.4.1.1 Ardgermeli Ankraj İmalatlarındaki İş Güvenliği Tehlikeleri .....	38
5.4.2 Jet Grout .....	40
5.4.2.1 Jet Grout İmalatlarındaki İş Güvenliği Tehlikeleri .....	44
5.5 ÇELİK HASIR, ZEMİN ÇİVİSİ VE PÜSKÜRTME BETON İMALATLARI.....	48
5.5.1 Çelik Hasır ve Püskürtme Beton Uygulamalarındaki Tehlikeler .....	51
5.6 BAŞLIK VE KUŞAK KİRİŞİ İMALATLARI .....	53
5.6.1 Başlık ve Kuşak Kirişi İmalatlarındaki Tehlikeler .....	55
5.7 İNKLİNOMETRE ÇALIŞMALARI.....	59
5.7.1 İnklinometre Çalışmalarında İş Güvenliği Tehlikeleri.....	63
5.8 SONDAJ ÇALIŞMALARI .....	64
5.8.1 Sondaj Çalışmalarında İş Güvenliği Tehlikeleri .....	65
5.9 GEOTEKNİK ÇALIŞMALARDA GÜRÜLTÜNÜN İNCELENMESİ.....	68
5.9.1 Gürültünün Tanımı, Zararları ve Genel Bilgiler.....	68
5.9.2 Gürültü Ölçüm Cihazı Kullanımı ve Geoteknik Sahasında Uygulanması 73	
<b>VI.SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>84</b>
<b>VII.KAYNAKÇA</b> .....	<b>85</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>90</b>

## I.ÖZET

Son yıllarda meydana gelen kazalarda iş güvenliğine çok daha önem verilmesi gerektiği düşüncesi kesinlik kazanmıştır. Bilindiği üzere çalışanlara sağlıklı bir çalışma ortamı sunmak, onları çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden korumak, iş ve işçi arasında mümkün olan en iyi uyumu sağlamak, iş yerlerindeki riskleri tamamen ortadan kaldırmak ya da zararları en aza indirebilmek, oluşabilecek maddi ve manevi zararları ortadan kaldırmak, çalışma verimini artırmak iş güvenliğinin başlıca amaçlarıdır. Son yıllarda çıkarılan kanunlar da hükümetlerin bu konuya daha fazla eğildiğini göstermektedir. 1990'lı yıllara kadar iş kazalarının %80'i insana bağlı olduğu görülmektedir. Bu sebeple çalışana eğitim verilmesi ve işveren tarafından rehberlik yapılması çok önemlidir. Ülkemizde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili kanun çalışmaları 2003 yılı itibari ile başlamıştır. Son yıllarda İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda sıkça düzenleme yapılması hükümetlerin bu konuya ne denli önem verdiğini de göstermektedir. Özellikle inşaat sahalarında meydana gelen ölümcül kazaların önüne geçilmesi için çok sıkı tedbirler almak gerekmektedir. Geoteknik sektöründe de bu tür kazalara karşı alınan önlemler yetersiz kalmaktadır. Kanun maddelerinde de bu konuda alınması gereken önlemlerle ilgili detaylı bilgi verilmemektedir. Geoteknik çalışmalar genellikle inşaat sahalarında yapıldığından aynı risk faktörlerini içermektedir. Geoteknik çalışmalar ülkemizde 1999 depremler kuşağından sonra önem kazanmaya başlamıştır. Son yıllarda geoteknik işlerde çalışan kişilerin (işçi, operatör, mühendis.vb) iş güvenliğini önemsemedikleri genel gözlemler doğrultusunda kendini belli etmektedir. Bu çalışmada geoteknik işler hakkında bilgi vermeyi hedeflemekle beraber var olan iş güvenliği tehlikeleri ve bu sektör çalışanlarının gürültü maruziyeti hakkında da detaylı bir araştırma yapılmıştır.

## II.ABSTRACT

In recent years, it is certainly seen that occurring accidents, more attention should be paid to occupational safety. It is known to provide employees with a healthy working environment, to protect them from the adverse effects of working conditions, to provide the best possible harmony between the work and the worker, to completely eliminate the risks in the work place or to reduce the losses and eliminate the material and moral damages that may occur are the main goals of occupational safety. Laws issued in recent years also show that governments attach more importance to this issue. For this reason, it is very important to provide training on occupational safety, and guidance by the employer to the workers. Law studies on occupational health and safety in our country started as of 2003. The frequent regulation in the Occupational Health and Safety Act in recent years also shows the importance of the government to this issue. Especially strict precautions are needed to prevent fatal accidents in the construction sector. In the geotechnical sector, precautions against this type of accident are insufficient. Detailed information about the precautions to be taken in this matter is not given in the Occupational Health Law. Geotechnical studies usually involve the same risk factors as they are work on construction sites. Geotechnical studies have begun to gain importance after the 1999 earthquakes in our country. During the recent years, it has been observed that geotechnical workers (workers, operators, engineers etc.) do not care about occupational safety. This study aims to provide information about geotechnical works and a detailed research on the existing work safety hazards as well as a scrutinized examination of the noise exposure of workers who deal with geotechnic related works has been done.

### **III.TEŞEKKÜR**

Yüksek lisans tez çalışmam süresince her türlü yardım ve fedakarlığı sağlayan, bilgi, tecrübe ve güler yüzü ile çalışmama destek olan danışman hocam Dr. Işılay ULUSOY' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## IV.İŞ GÜVENLİĞİ

İşçilerin iş kazası yaşamasını önlemek amacıyla güvenli bir çalışma ortamını sağlamak için alınması gereken önlemlere iş güvenliği denir. Dünyada ve Türkiye’de sanayileşme ve teknolojik gelişmeler bir yandan devam ederken paralel olarak iş yerlerinde çalışan insanların güvenliği ile alakalı birtakım sorunlar ortaya çıkmıştır. Önlemleri öncesinden alarak iş yerlerinde güvenli ortam sağlamak gerekmektedir.

Çalışan insanlara en yüksek sağlıklı koşullar ve ortam sunmak, çalışma koşullarının olumsuz etkilerinden çalışanları korumak, iş ve işçi arasında mümkün olan en yüksek uyumu sağlamak, iş yerlerindeki riskleri mümkünse tamamen ortadan kaldırmak veya zararlarını en az seviyeye indirebilmek, oluşabilecek manevi ve maddi zararlı etkileri ortadan kaldırmak, çalışma verimini yükseltmek iş güvenliğinin başlıca amaçlarıdır [1].

### 4.1 İş Güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

Bireylerin sadece fiziksel değil aynı zamanda ruhsal ve sosyal açılarından tam anlamıyla iyi durumda olmasını ifade eden ve çalışanlarına en ideal sağlık ve güvenlik şartlarının sürekliliğini sağlamayı amaçlayan iş sağlığı ve iş güvenliği algısı tarihin başlangıç sürecinden günümüze evirilerek süregelen bir kavram seti olmuştur. Eski Mısır’dan bu zamana çalışma kavramının ortaya çıktığı koşullardan bugüne çalışan kesimlerin sağlık ve güvenliğinin gelişme seyri incelendiği zaman teknolojik devrimin ve üretim süreçlerindeki yeni gelişmelerin bu sürece yön verdiği

görülmektedir. Şüphesiz ki bu sürecin temel kırılma noktası ise; sanayi devriminden sonra meydana gelmiş yıpratıcı çalışma koşulları olmuştur. Sanayi şartlarında görülen ağır çalışma ortamı ve kazalar, işletmeler, çalışan, işçi sınıfı açısından bir mücadele alanı olarak görülmeye başlanmıştır. Kapitalist sistemin içerisinde birer maliyet unsuru olarak görülmekte olan iş sağlığı ve iş güvenliği uygulamalarının uygun bir şekilde hayata geçirilmesi koşulsuz şekilde bu durumdan zarar gören kesimlerin örgütlü mücadelesi ve hak arayışlarıyla mümkün olabilecektir. Bu açıdan gerek arz genelindeki hak talepleri, gerekse de ülkemizdeki spesifik hak taleplerinin hem yasal alanlarda (6331 Sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu vb. gibi) hem de uygulama alanlarında dile getirilmesi ve topluca hak arama mücadelesi gösterilmesi gerekmektedir [2].

## **4.2 İşçi Sağlığı**

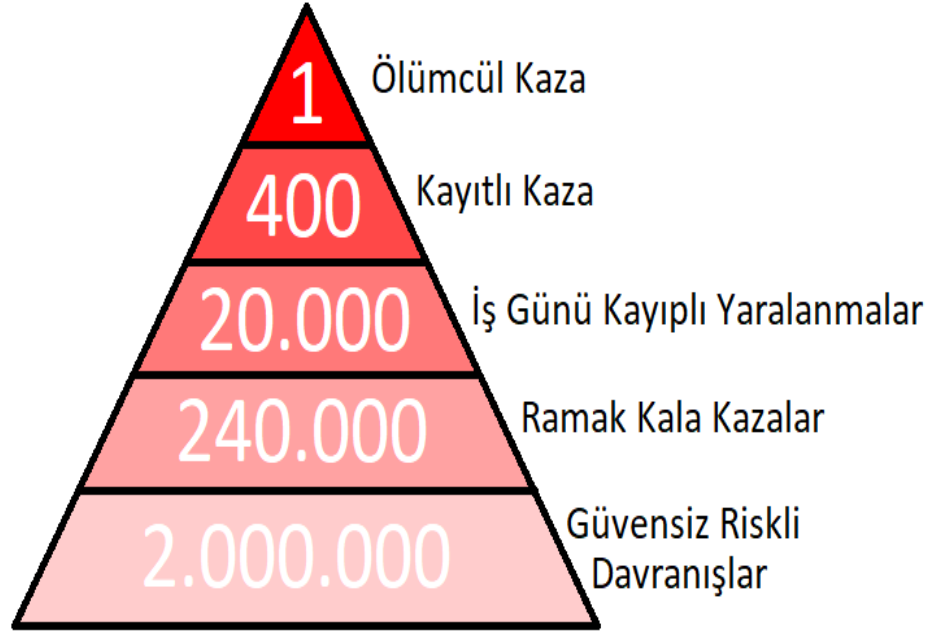
Bütün meslek dallarında çalışanların sağlık durumlarını sosyal, ruhsal ve bedensel olarak en üst seviyede tutmak, çalışma koşullarını ve üretim araç gereçlerini sağlığa uygun seviyeye getirmek, çalışanları zararlı etkenlerden koruyarak işin ve personelin birbirine uyumunu sağlamak üzere kurulmuş bir tıp dalıdır.



### 4.3 Dünyada İş Güvenliği

Uluslararası çalışma örgütünün verilerine göre, dünyada 1,2 milyarı kadın olmak üzere toplamda yaklaşık 3 milyar iş gücü vardır. Her gün yaşanan yaklaşık 1 milyon iş kazası, dünyadaki toplam gayri safi milli hasılanın %4'ünü yok etmektedir. Meslek hastalıkları ve iş kazalarından sebepli her yıl 2,3 milyon kişi hayatını kaybetmektedir. Şekil 1'de de görüldüğü üzere ölümcül kazalar kaza piramidinin en üst kısmını güvensiz davranışlar ile ramak kala kazalar piramidin en alt kısmını kapsamaktadır.

Arz genelinde nüfusun yaklaşık %50-%60'ının ücret karşılığı çalıştığını dikkate alındığında ve bu orana kayıt harici çalışanların oranı eklenirse iş güvenliğinin önemi daha da artmaktadır. Gerçekleşen iş kazalarının %98'i, meslek hastalıklarının tümü önlenemez tiptedir. Bu bağlamda, güvenli çalışmanın sağlanabilmesi, işçilerin sürdürülebilir bir refah seviyesine ulaşabilmeleri açısından iş güvenliği devletlerin çözmek durumunda oldukları sorunların başında gelmektedir [3].



Şekil 1: İş kazaları piramidi.

Ayrıca 28 Nisan Dünya İş Sağlığı ve Güvenliği günü ve Dünya İş Kazası Kurbanlarını Anma Günü olarak kutlanılmaktadır. 28 Nisan'da İş Dünyası Güvenlik ve Sağlık Günü Dünya çapında iş kazalarının ve hastalıklarının önlenmesini teşvik etmektedir. Uluslararası bugün, sorunun büyüklüğü, güvenlik ve sağlık kültürünün gelişmesi ile beraber teşvik edilmesi, yaratılmasıyla ilgilidir.

ILO, iş kazalarının ve hastalıklarının dünya çapında önlenmesini desteklemek için 28 Nisan Dünya İş Güvenliği ve Sağlık Gününü kutlamaktadır. İş sağlığı ve güvenliği alanında ortaya çıkan eğilimlere ve dünya çapında işle ilgili yaralanmaların ve

hastalıkların, ölümlere karşı ulusların dikkatinin bu konuya odaklanmasını sağlama ve bilinçlendirme amaçlı bir organizasyondur.

Dünya İş Sağlığı ve Güvenliği Günü kutlaması ile ILO, bu alandaki tüm önemli paydaşları ve ILO bileşenlerini içeren küresel önleyici güvenlik ve sağlık kültürünün oluşturulmasını desteklemektedir. Dünyanın birçok yerinde, ulusal makamlar, sendikalar, işveren örgütleri ve çalışanları bu tarihi kutlamak için etkinlikler düzenlemektedir.

28 Nisan, aynı zamanda, 1996'dan beri sendika hareketi tarafından dünya çapında organize edilen Ölü ve Yaralı İşçiler İçin Uluslararası Anma Günüdür. Amacı, bu tarihte dünya çapında seferberlik ve bilinçlendirme kampanyaları düzenleyerek iş kazaları ve meslek hastalıkları mağdurlarının hatırasını onurlandırmaktır.

28 Nisan, sendikalar, işveren örgütleri ve hükümet temsilcileri arasındaki iş sağlığı ve güvenliği konusunda uluslararası bilincin artırılması için bir gün olarak görülüyor [13].

Amerika Birleşik Devletleri'nde Başkan Nixon, 29 Aralık 1970'de, OSHA'nın (İş Sağlığı ve İş Güvenliği İdaresi) kurulmasıyla 1970 tarihli İş Sağlığı ve Güvenliği Yasasını (İSG Yasası) imzaladı. İşverenlerin, işçilerin, güvenlik ve sağlık profesyonellerinin, sendikaların ve savunucuların çabalarıyla birleştiğinde, OSHA ve devlet ortakları işyeri güvenliğini önemli ölçüde artırmış, işten kaynaklanan ölümleri ve yaralanmaları yüzde 65'ten fazla azaltmıştır. 1970 yılında, ABD'de bir günde yaklaşık 38.000 işçi işte ölmüştür. 2010 için, İşgücü İstatistikleri Bürosu bu sayının günde yaklaşık 4,500 ya da yaklaşık 12 işçiye düştüğünü bildirmiştir. Aynı zamanda, ABD'de istihdam, yaklaşık 7,2 milyon işyerinde 130 milyondan fazla işçiye neredeyse

iki katına çıkmıştır. Rapor edilen ciddi işyeri yaralanmaları ve hastalıkların oranı da 1972'deki 100 çalışandan 11'e 2010 yılında 100 çalışan için 3.5'e düşmüştür. OSHA'nın asbest, güvenlik, pamuk tozu, kanal açma, makine koruması gibi güvenlik ve sağlık standartları benzen, kurşun ve kanla taşınan patojenler sayısız işe bağlı yaralanmaları, hastalıkları ve ölümleri önlemiştir. Bununla birlikte, çok fazla önlenemez yaralanma ve ölüm meydana gelmeye devam etmektedir. ABD işyerlerinde önemli tehlikeler ve güvenli olmayan koşullar hala mevcuttur; Her yıl 3,3 milyondan fazla çalışan kadın ve erkek ciddi bir işle ilgili yaralanma veya hastalıktan muzdariptir. Milyonlarca kişi, hastalıklara neden olabilecek zehirli kimyasallara maruz kalmaktadır. Bireysel işçiler üzerindeki doğrudan etkinin yanı sıra, Amerika ekonomisinin olumsuz sonuçları da büyüktür. Mesleki yaralanmalar ve hastalıklar Amerikalı işverenlere yılda 53 milyar dolardan fazlaya neredeyse işçilerin tazminat maliyetlerine tek başına mal olmaktadır. Kaybedilen üretkenlik, çalışan eğitimi ve değiştirme maliyetleri ve yaralanmaların ardından yapılan soruşturmanın süresi de dahil olmak üzere, işverenler için dolaylı maliyetler bu maliyetlerin iki katından fazla olabilir. İşçiler ve aileleri, ücret kaybına ve yaralıların bakım maliyetlerine ek olarak, ekonomiyi daha da zayıflatan büyük duygusal ve psikolojik maliyetlere sahiptir [4].

#### 4.4 Türkiye’de İş Güvenliği

2014 yılında Türkiye'nin toplam nüfusu 77.695.904 iken, bunların%50,18'i erkek, % 49.82'si kadındır. İnsanların büyük çoğunluğu (%91,8) kentsel bölgelerde yaşamaktadır. İnsanların yaklaşık üçte biri en kalabalık üç ilde, İstanbul'da (14.377.018), Ankara'da (5,150,072) ve İzmir'de (4.113.072) yaşamaktadır. Nüfusun %26'sı 15 yaşın altındadır, %7,68'i 65 yaş ve üzerindedir ve orta yaş başlangıcı 29,5 yıldır (Demografik ve Sağlık Araştırması, Türkiye, 2013) [12]. Her dört kişiden biri 15 yaşından küçük olup, 65 yaşın üzerindeki kişiler ise nüfusumuzun yalnızca %7,9'unu teşkil etmektedir. Genel olarak, 15 yaş ve üstü popülasyonun %12'si ilkokulu bitirmemişken, %10,8'i üniversite mezunudur. Beklenen yaşam süresi 76,9 yıl iken, önde gelen ölüm sebepleri kalp ve damar hastalıkları (%39,78), malign neoplazmlar (%21,32) ve kronik solunum sistemi hastalıklarıdır (%9,83). Kişi başına gayri safi milli hasıla 20,188\$ (SAGP) ve 9,680\$'dir (nominal, 2014 sonu). Toplam işgücü 29 milyon olup işsizlik oranı %9,9'dur. İş gücüne dahil her dört kişiden biri sanayi sektöründe, yaklaşık %60'ı da hizmet sektöründe istihdam edilmektedir. Çalışma konusunda yapılan ilk yapılan yasal düzenleme Osmanlı döneminde, 19. asrın sonlarına uzanır. İlk İş Kanunu ise 1936 senesinde yürürlüğe girmiş; 2012 yılında İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası haline gelmiştir. Yürürlükteki diğer yasa, 2003 senesinde yürürlüğe giren İş Kanunudur. Yasada yer alan maddelerin teferruatı 30'dan fazla yönetmelik, bazı bildiri ve genelgeler ile açıklanmıştır. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, diğer bakanlıklar ve paydaşlarla iş birliği içinde olmak kaydı ile, bu alandan sorumlu ana kurumdur ve mevzuatın geliştirilmesinden, uygulanmasından ve yürütülmesinden sorumludur. Bakanlığın en sorumlu iki birimi

İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü ile İş Teftiş Kuruludur. Genel Müdürlük diğer paydaşlarla iş birliği içinde iş sağlığı ve güvenliği mevzuatı geliştirirken, kurul denetmenleri iş sağlığı ve güvenliği ile çalışma ilişkileri ve idari konulardaki mevzuatın tatbikini denetler. İş sağlığı ve güvenliği uygulamalarında üç taraflı bir iş birliği çok önem taşır. İlgili kuruluşlarla iş birliği için bir dizi mekanizma mevcuttur; bunlardan en önemlisi İş Sağlığı ve Güvenliği Kuruludur. Kurulun 26 üyesinin yüzde ellisi devlet kurumlarının, yüzde ellisi ise sivil toplum kuruluşlarının temsilcilerinden oluşur; başkanlığını ise bakanlık müsteşarı yürütür. İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası, çalışan eleman sayısı veya çalışmanın türünü ayırmaksızın bütün iş yerlerini ve devlet memurları, özel sektörde çalışanları ve serbest çalışan kişiler dâhil bütün çalışanları kapsar. İş sağlığı ve güvenliği hizmetlerinin çalışanlara verilmesi işverenin yükümlülüğündedir. İşveren, yasal hükümler çerçevesinde, bu hizmetleri işyeri bünyesindeki bir iş sağlığı ve güvenliği bölümü oluşturarak ya da Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimleri (OSGB) yardımı ile sunabilir. Temmuz 2015 itibari ile, ülkemizde hizmet veren toplam Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimi sayısı 1995 idi. Ayrıca, Toplum Sağlığı Merkezi aracılığıyla Sağlık Bakanlığı da 64 ilde bulunan 81 iş sağlığı ve güvenliği hizmetleri düzenlemekte ve 81 ilin tümünde asgari bir merkez kurmayı hedeflemektedir. İş güvenliği uzmanları, iş yeri hekimlerinin ve diğer sağlık çalışanlarının eğitimi, öğretimi ve yerleştirilmesi bakanlık yetkisi dâhilinde yapılırken, sınavları düzenleme yetkisi ise Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezine aktarılmıştır. Temmuz 2015 itibari ile, 27.000'i aşkın hekim işyeri hekimliği belgesi almaya hak kazanmış; çoğunluğu C Sınıfı olmak üzere yaklaşık 90.000 mühendis, İş Güvenliği Uzmanlığı sertifikası almıştır. Sertifikalı hekimlerin yüzde ellisinden azı ile İş Güvenliği Uzmanının sadece çeyreği aktif olarak sahada çalışmaktadır [5].

Bunların dışında Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti, 23 Mart 2015 tarihinde Uluslararası Çalışma Örgütü'ne (International Labour Organization, ILO), Madenlerde Güvenlik ve Sağlık Sözleşmesi, 1995 (No. 176) ve İnşaat Güvenlik ve Sağlık Sözleşmesi, 1988 (No. 167) tarafından onaylandı. Dolayısıyla, Türkiye, dünya çapında milyonlarca maden ve inşaat işçisinin güvenliğini ve sağlığını iyileştirmeyi amaçlayan 176 sayılı ve 176 sayılı sözleşmeyi sırasıyla kabul eden otuzuncu ve yirmi yedinci ILO üyesi devlettir.

Her yıl, uluslararası düzeyde en yüksek iş kazası ve ölüm oranı arasında madencilik ve inşaat sektörleri rekor düzeydedir. Madencilerin ve inşaat işçilerinin korunmasının önemi, 167 sayılı ve 176 sayılı Sözleşmelerin kabul edilmesine yol açmıştır. Bu kurallar, 155 sayılı 155 sayılı Sözleşmeyi tamamlamaktadır. Sözleşmeler No. 167 ve 176, alandaki sorumlulukların, hakların ve yükümlülüklerin net bir çerçevesini oluşturmaktadır. İSG, bu iki sektörde hem ulusal düzeyde hem de işletme düzeyindedir. 2014 yılında Uluslararası Çalışma Örgütü, hükümet ve sosyal taraflar, özellikle madencilik sektöründe iş güvenliği ve sağlığı iyileştirmek için üçlü yol haritası geliştirmek için bir süreç başlatmıştır. Bu yol haritası ile ilgili ilk bir tartışma ekim 2014'te ulusal üçlü bir toplantıda düzenlendi. 2015'in başından beri ILO, bu yol haritasının geliştirilmesi ve uygulanmasında Türkiye'nin üç taraflı bileşenlerini desteklemek için teknik yardım sağlıyor. Üçüncü Ulusal Politikanın çerçevesi (2014-2018). 167 ve 176 sayılı Sözleşmelerin onayları, madencilik ve inşaat işlerinde iş güvenliği ve sağlık koşullarının iyileştirilmesi için önemli bir adım teşkil etmektedir ve ILO, bu sözleşmelerin kalkınma bağlamında etkin bir şekilde uygulanmasını kolaylaştırmak için ülkede güvenlik ve sağlık kültürünün gelişimi bağlamında Türk Hükümeti ile iş birliği yapmaktadır [5].

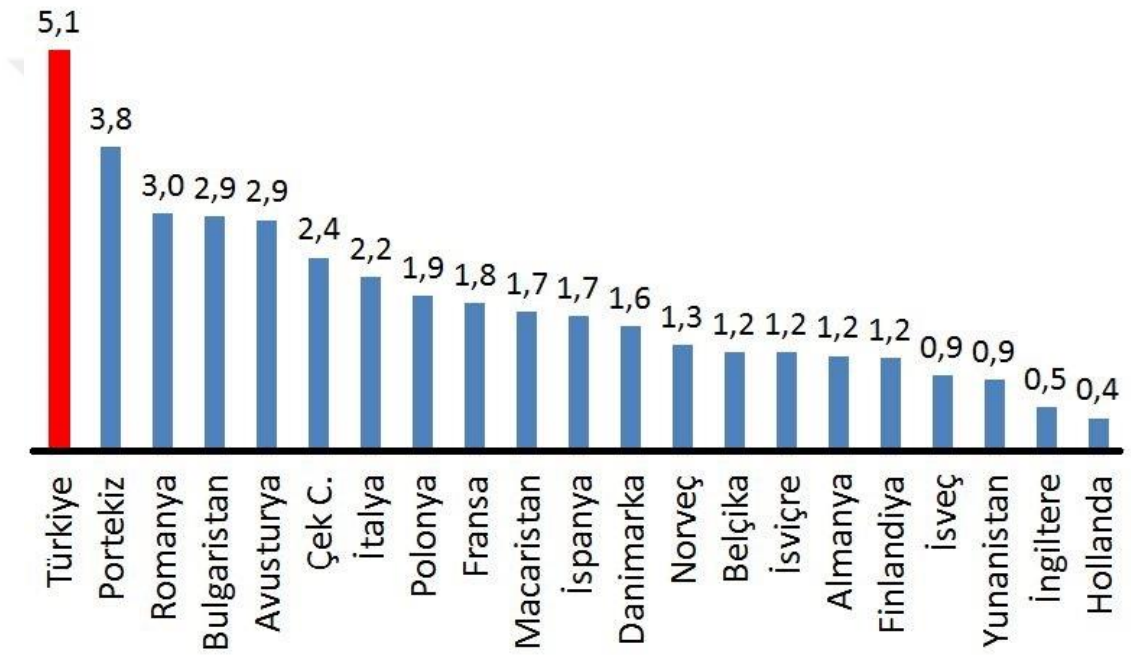
İş sağlığı ve güvenliği laboratuvar hizmetleri senelerden beri bir devlet kurumu tarafından (İş Sağlığı ve Güvenliği Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü) sunulmaktadır. Özel laboratuvarların İş sağlığı ve Güvenliği (İSG) alanında hizmet vermek üzere yetki verilmesi için enstitünün kendi laboratuvarlarında uyguladığı standartlara uymaları gereklidir. Temmuz 2015 itibariyle bu alanda 13 laboratuvar yetkilendirilmiştir. Ülkemizde sosyal güvenlik hizmetlerinin mazisi eskilere dayanır; bu hizmetler uzun senelerden beri üç ayrı sigorta sistemi dahilinde verilmiştir. 2006 senesinde, kamu sektöründe veya özel sektörde çalışanlar ile kendi nam ve hesabına çalışanları kapsam dahiline almak üzere bu 3 sistem aynı sosyal güvenlik sisteminin altında birleştirilmiştir. İş ile ilgili hastalık, kazalar, doğum ve meslek hastalıklarına ilişkili primler yalnızca işveren tarafından ödenir iken, diğer primler ortak olarak ödenir. İsg ile ilgili birkaç adet eğitim kurumu vardır. Milli Eğitim Bakanlığı meslek okullarındaki programlarla ömür boyu öğrenme programlarının bir parçası olarak İSG eğitimi ve farkındalığı programlarını yürütür. Üniversite seviyesinde ise, özellikle tıp fakülteleri ile bazı mühendislik fakülteleri önde gelmek üzere bazı üniversiteler İSG üzerine dersler sunmaktadır. Meslek yüksek okullarında da programlar icra edilmektedir. Üniversitelerimizden bazıları iş sağlığı ve güvenliği alanında yüksek lisans programları da sunmaktadır (Master ve doktora programları.). İş sağlığı ve güvenliği profesyonellerinin eğitimlerinin sağlanması Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığının (ÇSGB) yetki alanına girer. Çalışan ve İşveren örgütleri üyelerine yönelik eğitim programları düzenlerken, bakanlığın Çalışma ve Sosyal Güvenlik Eğitim ve Araştırma Merkezi (ÇASGEM) çalışanlara ve işverenlere yönelik programlar icra eder. İş kazaları son 20 seneden bu zamana istikrarlı bir düşüş gösterse de, 2013 senesinin rakamları bir önceki senenin neredeyse üç mislinden fazla



olmuştur. 2013 yılında bildirim sistemi değiştirilmiştir; yaşanan artış bu değişimin bir neticesi olabilir. Meslek hastalıkları ülkemizde çok ender görülmektedir. Türkiye'nin şu andaki başlıca sorunu, çeşitli sektörlerde mevzuatın ya da düzenlemelerin eksikliğinden ziyade, toplumda güvenlik kültürünün olmamasıdır.

Meslek hastalığı sayısı, 100.000 çalışan başına 22,1'den 3,1'e düşmüştür. Bu rakam global ortalamanın %1'inden daha azdır. Çalışma hayatında 3 işçi örgütü olmak üzere, 3 adet de memur sendikası vardır. İşçi örgütlerinin ilki 1952 yılında, diğer ikisi ise 1967, 1976 senelerinde kurulmuştur. Yaklaşık 1,5 milyon işçinin bu örgütlere üyeliği mevcuttur. Memur sendikalarının hepsi 90'larda kurulmuş olup toplam üye sayıları 1,5 milyonun üzerindedir. En fazla tanınmış işveren örgütü olan Türkiye İşveren Sendikaları Komisyonu (TİSK) 1962 senesinde kurulmuştur. İşveren ve işçi örgütlerinin bazılarının iş sağlığı ve güvenliği birimleri vardır; bu birimler sınırlı sayıda kadro ile çalışmalarını icra etmektedir. Dönüşümlü olarak Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, bir yılı ulusal uluslararası konferans şeklinde olmak üzere, her sene İş Sağlığı ve Güvenliği Haftası organizasyonu düzenlemektedir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı aynı zamanda, profesyoneller ve genel topluma yönelik olarak çeşitli hedef grupların farkındalığını yükseltmek için iş sağlığı ve güvenliği alanında projeler de yürütmüştür. Bakanlığın projeleri çalışma şartlarının iyileştirilmesine de hizmet etmiştir. İşçi ve işveren örgütleri ile meslek kuruluşları da İSG alanında projeler ve bilimsel toplantı düzenlemiştir. Bu proje ve bilimsel toplantıların büyük bir kısmı ILO, AB, DSÖ, UNDP, UNICEF, vb. uluslararası iş birlikleriyle düzenlenmiştir. İş yerlerinin büyük bir çoğunluğu küçük işletmelerden oluşmaktadır. Toplam olarak 1,6 milyondan fazla sayıdaki işyerlerinin yüzde 62,7'si 1-3 işçi çalıştıran işyerleridir. Bütün iş yerlerinin yalnızca 290'ında 1000 veya daha

fazla çalışan istihdam edilirken, iş yerlerinin %98'inin 50'den az çalışmanı mevcuttur. Çalışan kesimin neredeyse yarısı (%48,0) 5510 sayılı Kanununun 4/1.a maddesi kapsamında istihdam edilmektedir. Çalışan ücretleri birçok Avrupa ülkesine göre düşüktür: aylık asgari ücret Temmuz 2015 itibari ile 1000,54 Türk Lirası'dır [6].



Veriler: ILO, SGK ve Dünya Bankası, 2011-2012 Yıl Ortalaması.

Şekil 2: Ünelere göre her yüz bin kişide iş kazalarında ölüm oranı.

## V.GEOTEKNİK

İnşaat mühendisliğinin anabilim bölümlerinden biri olan geoteknik anabilim dalı; en genel hali ile temel inşaatı, zemin mekaniği ve zemin dinamiği bilim dallarından meydana gelmektedir. Yaklaşık 30 sene öncesine kadar Zemin Mekaniği ve Temel İnşaatı olarak anılan bu anabilim dalı, bugün yabancı kökenli “geo” ve “technics” kelimelinden türemiş olan Geoteknik olarak kullanılmaktadır. Geoteknik anabilim dalının bir alt bilim dalı olan zemin mekaniği, zeminlerin özelliklerini ve zeminlerin çeşitli etkiler sonrasındaki davranışlarını inceleyen bir bilim dalıdır. Zemin mekaniği; mekanik, mukavemet ve hidrolik yasalarının zemine uygulanması şeklinde de tanımlanır.

Bilimsel açıdan bakıldığında, geoteknik mühendisliği büyük ölçüde zeminin mukavemetini ve deformasyon özelliklerini tanımlamayı içerir. Kil, silt, kum, kaya ve su geoteknikte önemli malzemelerdir. Geoteknik mühendisliği, toprak ve kaya mekaniği, jeofizik, hidrojeoloji ve jeoloji gibi ilgili disiplinler gibi uzmanlık alanlarını kapsamaktadır. Geoteknik mühendislik inşaatıta kullanılacak zeminin fiziksel özelliklerini toplamak ve yorumlamak için bilimsel yöntem ve mühendislik ilkelerini kullanmayı içerir. Geoteknik terimi şu anda disiplinin hem teorik hem de pratik uygulamasını tanımlamak için kullanılmaktadır.

Geoteknik anabilim dalının diğer bir bilim dalı olan temel inşaatı ise zemin mekaniği bilimi vasıtası ile elde edilen zeminlerin mühendislik parametreleriyle birlikte dinamik, betonarme, yapı statiği, mukavemet, yapı tasarımı bilgilerinin temel dizaynında kullanılmasıdır.

Geoteknik mühendisliğinin başlıca çalışma alanları ise;

- Yapı tasarımında, temel zemininin emniyetli taşıyabileceği basıncı belirlemek,
- Yapıların temellerinin uygulanan basınçlar altında süreye bağlı olarak yapabilecekleri oturmaları belirlemek ve izin verilen sınırlara göre tespitlerini yapmak,
- Taşıma mukavemeti ve oturma şartlarına nazaran en uygun temel tipini belirlemek ve boyutlandırmak,
- Dayanma yapılarının dizaynında, zemin ve sürşarj yükleri nedeniyle dayanma yapılarını etkileyen yataydaki toprak basınçlarını / itkilerini hesaplamak ve dayanma yapılarını tasarı durumunda ortaya koymak.
- Toprak barajların dizaynında, toprak barajların inşasında kullanılacak zemin türlerini belirleyerek, dolgunun uygun şekilde oluşturulmasını sağlamak, barajların içinden sızıntı yapabilecek su muhtevasını tespit edip, bu sızan sudan sebep olabilecek problemlere gerekli çözümleri sunmak
- Toprak barajların büyüklüklerini ve şev açılarını tayin etmek
- Su yapılarının tahkiklerinde, su yapılarının (beton baraj, su alma yapısı vb.) altına suyun sızıntı yapması durumunda sızan su miktarını, yapı altındaki su yüklerini ve dağılımlarını ortaya çıkararak, sebep olabileceği problemleri tespit ederek çözüm önerileri sunmak
- Deniz, nehir vb. gibi ortamlarda suyun içinde ve kıyılarında yapılacak köprü ayaklarının temel tasarımını projelendirmek ve uygulama çalışmalarını yürütmek

- Tabii ve yapay şevlerin stabilite hesaplarında, mevcut durumdaki şevlerin emniyetini belirlenmek ve emniyetli şev açısını tespit etmek
- Yol, havaalanı vb. yapılarda, temel tabakalarının altında kullanılacak olan zemin sınıfını belirlenmek, kompaksiyon çalışmalarını yürütmek, sıkıştırmayı kontrol etmek ve temeli projelendirmek.
- Tünel güzergâhlarını planlamak ve uygun delgi yöntemleri belirlemek
- Geoteknik deprem mühendisliği çalışmaları, deprem yükleri gibi dinamik yükler altındaki temel zemininin göçmeye karşı tasarımı yapmak
- Derin kazıların planlarını yapmak ve uygulamak
- Zemin iyileştirmelerinde, uygun iyileştirme metotlarını belirlemek ve planlamak,
- Çevreyle ilgili uygulamalarda, çeşitli atıkların bertaraf edilmesi, depo sahalarının belirlenmesi, sızdırmazlık çalışmaları, örtü tabakalarının planlanması vb. aşamalardaki geoteknik uygulamaları yürütmektir [8], [10].

## 5.1 Geoteknik Mühendisliğinin Kısa Tarihçesi

Geoteknik mühendisliği modern dünyada önemli bir disiplindir. Yeryüzü malzemelerinin davranışıyla ilgilenen bu inşaat mühendisliği dalı sayesinde bugün inşa ettiğimiz tüm yapıların dünya yüzeyinin üzerinde güvenli bir şekilde kalmasını sağlar. Geoteknik mühendislik ilkeleri olmadan yollarımız, evlerimiz, barajlarımız ve diğer birçok yapıımız tam anlamıyla ayakta duramaz.

Geoteknik mühendisleri, zeminin yanı sıra fiziksel ve kimyasal özelliklerini oluşturmak için toprağı oluşturan kaya katmanlarını inceler. Bu bilgi ile yollar, binalar ve diğer birçok proje türü için temel ve zemin işleri yapıları tasarlayabilirler. Fakat bu önemli inşaat mühendisliği dalı tam olarak nereden geldiğini soracak olursak geoteknik mühendisliği tarihinin uzun ve oldukça ilginç olduğu ortaya çıkmaktadır. Eski günlerdeki atalarımız, inşaat malzemelerinin temini ve oluşturulmasından sulama ve taşkın kontrolüne kadar çok çeşitli faaliyetler için toprağı kullandılar. Bununla birlikte, en eski uygulamalar çok gelişmiş değildi. Eski Mısır, Yunanistan ve dünyanın diğer bölgelerinde 2000 yılından daha az olmamak üzere ortaya çıkarılan, barajlar, kanalların izleri ve sulama kanallarının yanı sıra taşkın kontrolü ile ilgili birçok buluntu mevcuttur.

Bu alanlar geliştikçe, biçimlendirilmiş temeller tarafından desteklenen yapıların inşası başladı. Mesela, Yunanistan halkı bu dönemde özellikle tekil temel tabanlarının yanı sıra sürekli temeller de inşa etti. Bununla birlikte, toprak tasarım bilimi hala mevcut olmayan bir fenomendi.

18. yüzyılda medeniyet geliştikçe, bina temellerinin inşası ile ilgili çok sayıda mühendislik problemi ortaya çıkmaya başladı. İnşasından sonra eğimli hale gelmiş ve günümüzde turistleri etkileyen Pisa Kulesinin inşası o zaman için olağanüstü bir zorluk oluşturmuştu.

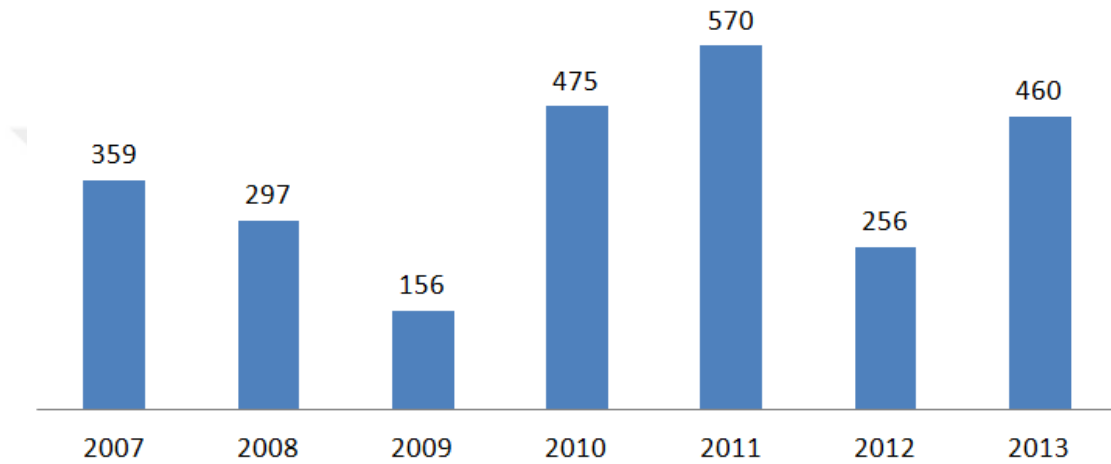
Eğimli hale gelmesine sebep olan esas neden, Pisa kulesinin, güçlü bir temel oluşturmak için yeterince kaya kullanmaksızın çoğunlukla kil, ince kum ve fosil kavkılarından oluşan yumuşak bir zemin üzerine inşa edilmiş olmasıydı. Dolayısı ile yeterince temel desteğine sahip olmayan yüksek ağırlık nedeniyle, yapının zemin içerisine batmaktan başka seçeneği yoktu. Pisa Kulesi, aslında geoteknik mühendisliği tarihinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır.

Eğimli kule deneyimi, mühendislerin, toprak tasarımına ve yapısına göre binaların temellerini kurmak için daha bilimsel bir yaklaşım benimsemesine neden oldu. Yapı temellerinin inşasına ışık tutan eden önemli zemin teorileri ortaya çıkmaya başladı. Henri Gautier isminde bir Fransız mühendis, daha sonra, zeminin “duraylılık açısı” olarak bilinen duruma dönüşecek olan “farklı zeminlerin doğal şekli” fikrini kabul etti ve daha sonra zemin mekaniğinin çok daha fazla prensibi ortaya çıktı.

Zemin kullanımının ilkel çağından, zemin yapısına ve tasarımına çok fazla dikkat edilmeden binaların inşa edileceği zamana ve 18. yüzyıla ait yapı sorunlarından zemin mekaniği ilkelerinin ortaya çıkışına kadar geçen süre, geoteknik mühendisliğinin tarihi açısından uzun ve oldukça ilginçtir [19].

## 5.2 Geoteknik Çalışmalarda Tehlike

Geoteknik çalışmalar genellikle inşaat sahalarında yapıldığından dolayı aynı risk faktörlerini içermektedir.



Veriler: SSK, SGK Yıllık İstatistikleri. Grafik & hesaplama: Çağdaş Şirin, @sirincagdas

Şekil 3: Yıllara göre inşaatlarda hayatını kaybeden işçi sayısı.

Geoteknik çalışmalar ülkemizde 1999 depremler kuşağından sonra önem kazanmaya başlamıştır. Son yıllarda geoteknik işlerde çalışan kişilerin (işçi, operatör, mühendis vb.) iş güvenliğini önemsemedikleri genel gözlemler doğrultusunda kendini belli etmektedir.

Geoteknik çalışmalar imalat tiplerine göre sıralandığında 7 imalat tipinde incelenmesi gerekmektedir.



Bunlar;

- Fore kazık ve diyafram duvar imalatları
- Ardgermeli ankraj, jet grout imalatları
- Çelik hasır ve püskürtme beton uygulamaları
- Başlık ve kuşak kirişi imalatları
- İnklinometre çalışmaları
- Sondaj çalışmaları

Olarak sıralanabilir.

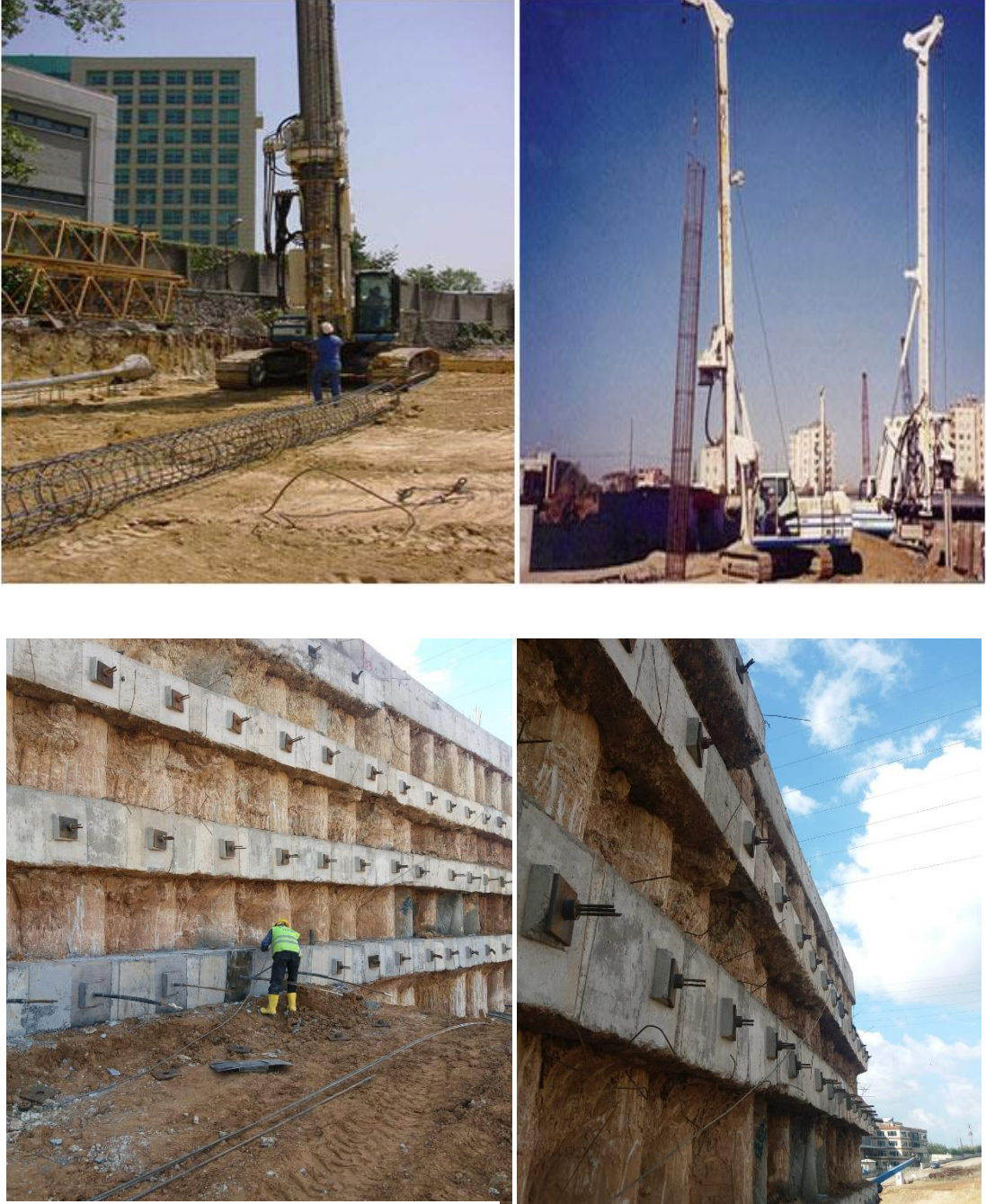


### 5.3 Fore Kazık ve Diyafram Duvar İmalatları

Ülkemizde son 15 yılda gerek teknolojinin gelişmesiyle sektörde rekabetin artmasından doğan fiyatların düşmesi, gerekse çok ihtiyaç olması sebebi ile en yaygın kullanılan geoteknik uygulamadır. Yol inşaatları, baraj hatta konut inşaatları gibi birçok yapılarda yaygın olarak kullanılır. İşleyiş olarak imalat olarak iş güvenliği açısından çok benzerlikleri vardır. Bu nedenle aynı başlıkta incelemek daha doğru olacaktır.

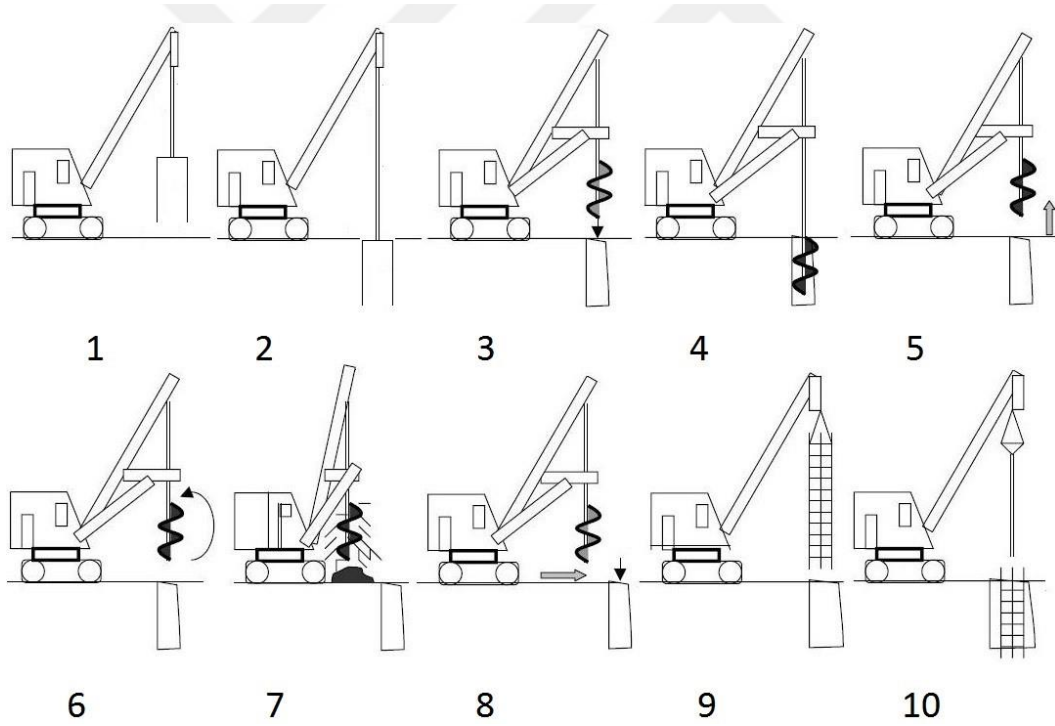
#### 5.3.1 Fore Kazık

Fore kazıklar, temel yükünü taşıyıcı zemin/kaya tabakalarına iletmek, tabakaların yataydaki hareketini engellemek, yer altında geçirimsiz yüzey oluşturmak, kompleks zemin sorunlarını çözmek gibi birçok alanda birçok projede kullanılmaktadır. Fore kazıklar zemin içerisinde dairesel kesitli bir delgi yapılması ve bu delgi içerisine kazık donatısı ve beton yerleştirilmesi şeklinde inşa edilmektedir. Zemin koşulları, seviyesi, kazık boyu, yeraltı suyu seviyesi ve çapı gibi faktörlere bağlı olarak farklı kapasite ve boyutta makine ve ekipmanlar kullanılarak inşa edilir. Foraj (Delgi) esnasında zemin ve yeraltı suyu koşullarına, kazık boyuna ve ekipmanın kapasitesine bağlı olarak zemine muhafaza borusu sürülerek veya bentonit çamuru kullanılarak yapılabilir. Bentonit çamuru kullanılması durumunda, foraj sonrasında bentonitin kumdan ayrıştırılmasından sonra dışarıda hazırlanmış kazık demir donatısı bir vinç yardımı ile delgi içerisine indirilir ve projesinde belirlenmiş kotlara yerleştirilir.



Şekil 4: Fore kazık çalışmaları sırasında çekilmiş bir fotoğraf ve iksa çalışmasında görünürde olan fore kazıklar [14].

Donatının indirilmesi sonrasında betonlama tremie boruları kullanılarak kazığın alt kotundan yüzeye doğru yapılır. Fore kazık çapları 65 cm ila 300 cm çap arasında değişmekte olup standart delgi ekipmanları ile yapılır. İmalat esnasında başlıca kalite kontrol birimi bu amaçla geliştirilmiş özel ölçüm aletleri ile yapılan düşeylik ve derinlikle çap kontrolü, kullanılan bentonit çamurunun teknik şartname kriterlerine göre yapılan kalite kontrol testleri, donatı kafesinin konumlandırılması, dökülen beton hacmi ve yapım sonrasında ise kazık süreklilik (Pile İntegrity Test, PIT) testleri ve kazık yükleme deneyleri ile sağlanmaktadır [14].



Şekil 5: Fore kazık uygulaması temsili gösterimi.

Şekil 5' deki aşamalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1. Kuyunun duraylılığını sağlamak için kuyuya muhafaza borusu indirilmesi gerekir.
2. Zeminin durumuna göre gereken boyutta muhafaza borusu zemine yerleştirilir.
3. Fore kazık makinası muhafaza borusunun ortasından matkap gibi yeri delmeye başlar.
4. Burgu dolana kadar delmeye devam eder.
5. Fore kazık makinası burguyu çevirmeden yukarı çeker.
6. Fore kazık makinası burguyu ters çevirmeye başlar.
7. Makina boş bir alana burgunun içindeki toprağı taşı boşaltır.
8. Fore kazık makinası tekrar deliğe girerek işlemleri tekrarlar.
9. Makina istenilen seviyeye kadar deldikten sonra çukura çelik hasırdan bir kafes koyar.
10. Uygulamanın son aşamasında hazır kafesin konulduğu deliğe hazır beton boşaltılır.

Çok çeşitli yöntemler ile kazık çalışmaları yapılabilmektedir. Kesişen kazık, derin temel sistemi olarak çalışan temel altı kazıklar, geçirimsizlik kazıkları, iksa kazıkları, şev stabilitesini sağlamak amacıyla ve bunun gibi birçok alanda zemin sorunlarını çözmek için sıklıkla tercih edilebilmektedir.

Karayolu, demiryolu, konut, baraj gibi çoğu projede görebiliriz. Özellikle son yıllarda dünyada zemin sektöründe arzın artması fore kazıkların imalat maliyetini düşürmüştür. bu sayede sıklıkla tercih edilebilmektedir. Özellikle ülkemizde inşaat

sektörünün hızlı bir şekilde gelişmesi sonucunda özellikle çoğu kentsel dönüşüm projelerinde deprem bölgelerinde proje güvenlik katsayılarından dolayı sıklıkla görülebilmektedir.



### 5.3.2 Diyafram Duvar

Diyafram duvarlar zeminin içine anolar veya paneller halinde imal edilen yerinde dökülen betonarme duvarlardır. Yeraltında zemin içinde su seviyesi altındaki diyafram duvar paneller veya anolarının kazısı ile teşkil edilen hendeğin iç stabilitesi, kazı içinde seviyesi sabit tutulan, bentonit çamuru veya polimer kullanılarak sağlanır. Böylelikle hendek içerisindeki çamurun pozitif basıncı ile kazı anosu betonlama aşamasına kadar stabil tutulur. Diyafram duvarın uygulanacağı hat üzerinde diyafram duvar inşası öncesinde duvar kalınlıklarına göre ara mesafesi belirlenmiş kılavuz duvarlar kullanılır.

Kılavuz duvarlar yerinde dökme betonarme veya prekast olarak imal edilebilir. Kılavuz duvarların:

- Diyafram duvarın doğru konumda inşa edilmesini sağlamak,
- Kazıcı diyafram duvar teçhizatına kılavuzluk vazifesi yapmak,
- Kazı sırasında kullanılan çamura bir rezervuar sağlamak,
- Diyafram duvar demir donatı kafesinin kotunda yerleştirilmesini sağlamak amacıyla sabit bir destek olmak,

gibi birçok işlevi mevcuttur [14].

İnşaat sektöründe yaygın olan diyafram duvarları, sorunlu susuzlaştırma ve kazı desteği problemlerinde kullanılır. Zemin yüzeyinin altında geçirimsiz bir bariyer inşa edilmesini içerir. Uzun bir derin çukur kazılarak yüzey seviyesinden inşa edilirler. Kazı tamamlandıktan sonra açmaya bir takviye kafes yerleştirilir ve beton yerleştirme

alttan üste doğru tremie beton yöntemiyle (bir sonraki bölümde açıklanır) takip edilir. Bulamaç ile kazma yöntemine benzer şekilde, betonun yerleştirilmesinden önce kazı alanının kenarlarının çökmesini önlemek için, duvarlara bağlanan ve toprak malzemesini bir arada tutan kalın bir bentonit bulamacı ile doldurulur. Diyafram duvarlarını inşa etmek için, uzun kesimlerde, Hang Grab olarak bilinen özel bir teçhizat kullanılarak kazılar açılmıştır. Aynı zamanda, bentonit karışımı, çukurun duvarlarını stabilize etmek için pompalanmıştır. Hang Grab, duvarın bozulmasına ve yeraltı suyuna girmemesine izin vermemek için bentonit sağlayan belirli bir seviyeye ulaşana kadar sürekli olarak toprak kazınması için tasarlanmıştır. Diyafram duvarın kazılması için kullanılan ekipman Yeraltı diyafram duvar yöntemi prosedürü, toprakların sürekli olarak kazıldığıdır. Bunu, sahada önceden imal edilmiş çelik takviye kafeslerinin indirilmesi takip eder. Beton daha sonra bulamaç dolgusu içine yerleştirilir. Kazı alanının yüzeyinde bir pompa kurulmakta ve bentonit tremie beton ile yer değiştirmekte, bentonit tesisine geri pompalanmakta, temizlenmekte ve bir sonraki panelin inşası için depolanmaktadır. Her bir panel arasına bir PVC (polivinil klorür) su tutucu bağlantısı yerleştirilir. Alt sınıf tesisleri gibi yapıların yerinde bir su sistemi bulunmalıdır. Bu su tutucuları PVC'den yapılmıştır ve gerçek beton yerleştirme sırasında Beton eklemler halinde oluşturulmuştur. PVC su tabanı, suyun derzlerden geçmesini önlemek için beton bölümler arasındaki bağlantıyı köprüler. Su tutucuları genellikle büyük temel işlerinde, köprülerde ve Barajlarda kullanılır. Her bir panel kasıtlı olarak betonla doldurulur, böylece bentonit ve kum ile kirlenmiş olan üst kısım duvarların bitmiş yüksekliğine geri çekilebilir. Beton kürlendiğinde, şantiye sert ve geçirimsiz bir bariyer içine alınır. Bu yöntem 200 feet'i aşan derinliklerde kullanılmıştır [15].



Diyafram duvar imalatı sırasındaki tekil ano veya panel genişliği, kullanılan ekipman, hendek kazısının zemin ve yeraltı suyu koşulları altındaki hassasiyeti, demir donatı kafesi yoğunluğu gibi farklı nedenlere bağlı olarak değişebilen şekilde uygulanabilmektedir. Diyafram duvarlar mevcut durumdaki yapılara yakın bir mesafede kılavuz duvarların yerleştirilebileceği en düşük mesafe içinde imal edilebilir. Bir panelin kazısı bittikten sonra, hendek içerisindeki çamurda yüzen asılı zemin danelerini evvelden belirlenmiş makul belirli bir seviyenin altına indirilene kadar bentonit çamuru işleme tabi tutulur. Bu işleme yıkama denilmektedir.



Şekil 6: Bentonit çamuru ile diyafram duvar imalatı yapımı sırasında bir fotoğraf [14].

Kazısı biten panel kazı içerisine daha önceden hazırlanmış demir donatı kafesi vinç yardımı ile projesinde belirlenen seviyede yerleştirilir ve tremie boruları aracılığı ile panele alt kotundan üst kotuna kadar beton dolduracak şekilde dökülür.

- Daha evvelden dökülmüş yan panelin betonunun freze ekipmanın kullanılması koşulunda kesilerek,
- Kazıcı ekipmana düşeyde su tutucusu kullanarak veya su tutucusu olmadan aynı zamanda kılavuzluk görevi yapan geçici çelik bir stop-end yerleştirilerek

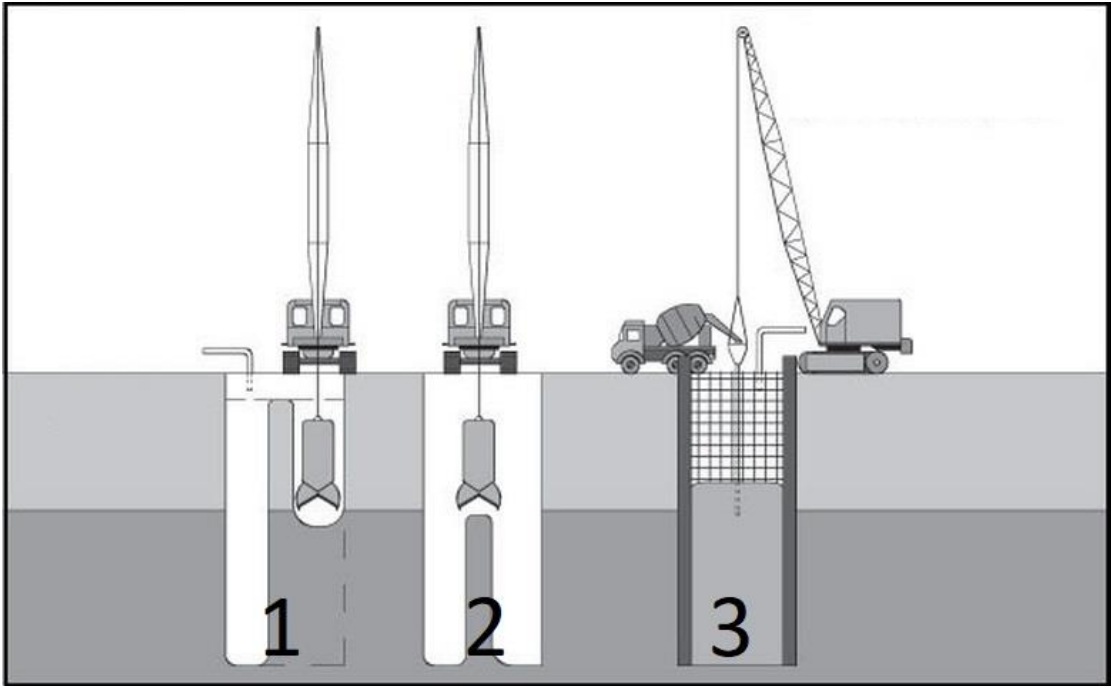
Bitişik iki panel arasındaki birleşme noktası yukarıdaki bu iki ana yöntemle teşkil edilebilir.

Diyafram duvarların kalınlıkları ise 60 cm'den 150 cm'e kadar değişen genelde tipik olarak 60 cm, 80 cm, 100 cm, 120 cm, ve 150 cm olarak imal edilebilir. Panel kazısı mekanik veya hidrolik grab, hidrofrez gibi diyafram duvar makineleri ile yapılır.



Şekil 7: Diyafram duvar imalatı bitmiş yan al yükleri karşılayan iksalı şantiyelerden fotoğraflar [14].

Diyafram duvarlar imalatları yüksek yeraltı su seviyesi içinde yapılacak derin iksa yapıları kazılarında ideal olan bir çözüm ortaya çıkarır. Diyafram duvarlar geçici iksa yapısı olarak inşa edilebileceği gibi, kalıcı olarak da tasarlanarak uygulanabilir. İksa kazısı sırasında deformasyonların sınırlandırılmasında diyafram duvarların büyük rijitlikleri büyük kazanç sağlar. Ayrıca diyafram duvarlar düşey basınç karşılayan elemanlar ve hidrolik geçirimsizlik duvarı gibi diğer görevleri de yerine getirebilir [14].



Şekil 8: Diyafram duvar çalışması temsili gösterim.

Şekil 8'deki aşamalar aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

1-2 Diyafram duvar uygulamalarında imalat zeminin hidrofrez veya grab adı verilen kazı makineleri ile yapılmaktadır. Proje derinliği ve hacmi ne kadar ise okadar bir

genişlikte kazı bentonit çamuru kullanarak yapılmaktadır. Kazı sırasında kazılara devamlı olarak bentonit çamuru basılarak bentonit çamurunun hidrostatik basıncından yararlanarak kazı duvarlarına yaptığı kuvvet duraylılığı sağlar. Bu sayede kazı devam eder.

3- Demir donatı kafesi indirildikten sonra tremie yöntemi ile betonlanır.



Şekil 9: Diyafram duvar donatı kafesi ve grab [14].

### 5.3.3 Fore Kazık ve Diyafram Duvar İmalatlarındaki Tehlikeler

Fore kazık ve diyafram duvar çalışmaları, işleyiş olarak imalat olarak iş güvenliği açısından çok benzerlikleri vardır. Bu nedenle tüm tehlikeler aynı başlıkta incelenir.

Bu çalışmalardaki tehlikeleri sıralayacak olursak,

- 1- İş makinası ve ağır araç şoförlerinin ehil olmaması, makinaların geri vites uyarı sinyallerinin olmaması, makinaların her çalışmadan önce kontrol edilmemesi, makinalarda oluşabilecek yangın, makinaların periyodik olarak bakımlarının yapılmaması.
- 2- Gece çalışmalarında aydınlatmaların yetersizliği ve iş makinalarının farlarının yanmaması.
- 3- Çalışma sırasında iş makinalarına fazla yaklaşılması
- 4- Yağış ve yoğun sisten dolayı sahadaki iş makinalarının görülmemesi
- 5- İş makinalarının çalışma alanında bırakılması ve kovalarında veya üzerinde personel taşınması
- 6- Delici makinasıyla çalışma ve makinalardaki hareketli aksam.
- 7- Fore kazık çalışma alanlarında boş delgilerin malzemeyle doldurulmamasından kaynaklanabilecek kazık makinasının devrilmesi.
- 8- Kazık makinasının hareket edeceği bölgelerin kontrolünün yapılmaması.
- 9- İş makinalarının kabininin olmaması ve motor, kabin, vb. kapaklarının açık olması.
- 10- Emniyet gereklerini sağlamayan iş makinalarının sahada kontrolsüz olarak sahada çalışmaları.

- 11- Makine operatörlerin fiziksel ve ruhsal olarak uygun olmaması.
- 12- Kompresör hortumlarının hasarlı kullanılması.
- 13- Aletlerin gövdesinde oluşabilecek kaçak akım veya statik elektrik akımı.
- 14- Makinalara çıkarken imalat veya tamir esnasında yüksekten düşme.
- 15- Açılan kuyuların güvenliği alınmaması sebebi ile içerisine düşülmesi.
- 16- Kullanılan malzemelerin çalışma yapanların üzerine düşmesi.
- 17- Makina parçalarının kopup personelin üzerine düşmesi.
- 18- Kazık makinasının veya vincin kaldırılan demir donatı kafesinin çalışanların üzerine düşmesi.
- 19- Demir donatı kafeslerinin yeterince sağlam bağlanamaması, donatı kafeslerinin bindirmelerine düzgün kaynak yapılamaması veya bağlanamaması, yetersiz klemens kullanımı, yetersiz bağ teli kullanılması.
- 20- Delici takımlarının, koruma borularıyla beraber makina çenelerinin ve sıkışma yaratabilecek aralara el ile müdahalesinden kaynaklanan uzuv kayıpları, sıkışmalar ve ezilmeler, kesikler, ezikler.
- 21- Basınçlı gaz tüplerinin yasak gerekliliklerle ve standartlara uygun basınç kontrollerinin yapılmaması.
- 22- Çalışma sırasında kişisel koruyucu malzemelerin takılmaması.
- 23- Basınçlı gaz tüplerinin sahada uygun olmayan durumda bulundurulması.
- 24- yağlı el veya eldiven ile oksijen tüplerine müdahale edilmesi.
- 25- Manevracının beton dökümü sırasında olmaması durumunda mikserin kaza yapması, işçilere çarpması.
- 26- Basınçlı gaz tüplerinin güvenli olmayan şekilde taşınması ve bu tüplerin tüplerine göre ve doluluk oranına göre farklı farklı yerlerde depolanmaması,

gaz aktarım kanallarında alev geri tepme ve kaçak valfinin kullanılmaması, tüpler ile yapılan çalışmalar sonrasında hortum içerisinde gaz bırakılması.

27- Sağlam monte edilmemiş beton pompasının boru ve hortum arasındaki bağlantı elemanlarının olmasından kaynaklanan bağlantı elemanlarının ve borunun işçilerin üzerine çarpması veya düşmesi.

28- Havanın soğuk olduğu zamanlarda şaloma ile LPG tüplerinin ısıtılması.

29- Kaynak çalışmalarında, KKD (Kaynak maskesi, eldiven, vs.) standartlarını sağlamaması ve/veya buna rağmen kullanılması, kaynak sonucu ortaya çıkan toksik gazdan etkilenme, kaynak teçhizatlarının kullanıma uygun olmaması, elektrik kaynak makinasında kaçak elektrik akımı olması, kaynak esnasında iyonize olmayan radyasyon oluşması, bozuk hava koşullarında elektrik kaynağı yapılması, kaynak işlerinde çalışacak personellerin yetkin ve eğitimsiz olması, yanıcı ve parlayıcı maddeler yakın yerde yapılan kaynaklama uygulamaları.

30- Beton dökümü sırasında betonun göze kaçması, beton ile temas edilmesi, işçinin kazana düşmesi, pompayı kullanan operatörün dengesini kaybederek düşmesi, pompa borusunun çalışana çarpması, çimentonun solunması, beton ile mikser arası sıkışma, basılan betonun işçinin üzerine gelmesi, patlayan borulardan çıkan betondan işçilerin yaralanması.

31- Manevracıların beton mikserlerini yönlendirirken miksere gereğinden fazla yakın durmasından dolayı aracın çalışanlara çarpması, ezmesi.

32- Hilti kullanımından kaynaklanan göze cisim sıçraması, elektrik çarpması, titreşim gürültü, toz.

- 33- Spiral kullanımından kaynaklanan göze cisim kaçması, spiral taşının patlaması, elektrik çarpması, kesikler.
- 34- Elektrik panolarında, elektrik kablosu kullanımı, topraklama, kablo dağımıklığı, kabloların su üzerinden geçmesi, kablo üzerinden araçların geçmesinden kaynaklanan, elektrik kaçağı, elektrik çarpması ve yangın.
- 35- Elle malzeme taşınmasından kaynaklanan, takılıp düşme, kesik, el ve ayak sıkışması, malzeme düşmesi, ağır kaldırma.
- 36- Araçla malzemelerin taşınmasından kaynaklanan, aracın devrilmesi, malzemelerin düşmesi, çalışanların düşmesi.
- 37- Demir tezgahının kazı kenarında bulunması.
- 38- Manivela gibi araçları kullanmadan kazık demirini kuyuya indirmek, el ile müdahale edilmesi.
- 39- Ekiplerin iş eldiveni takmaması ve düşme, döşenmiş demirlere takılmaların demir donatı kafesi bağlanması çalışmalarında olması, demir donatı montajı sırasında kullanılan bağ tellerine takılıp düşmek, omuz üzerinde çubuk demir taşınması, sivri ve keskin yerler, bükme makinalarındaki pedalda koruma aksamı bulunmaması, demir istifindeki veya tezgahındaki demirlerin devrilmesi, demir donatı imalatı ve montajındaki sıkışma noktaları, kolon demirini filizlere üstten oturtmak için kolon filizlerinin halatla boğdurulması, bükme makinalarını kullanan personellerin tecrübeli olmaması, iş makinalarının ve ağır araçların kullandığı yol kenarında demir imalat tezgahının bulunması, statik elektrik veya kaçak akımın bükme makinelerinde oluşması.



40- Mukavim olmayan demir donatı kaldırma noktalarından kaynaklı donatının çalışanların üzerine düşmesi.

41- Yüksek basınçlı kompresör kullanımı sonucundaki basınçlı tozlu havanın soluma, patlamalar, yangınlar, göze kaçan cisim, toz, gürültü.

42- Beton mikserini kullanan şoförün şantiye içi hız limitlerine (20Kmh) uymaması durumunda kaza yapması, işçilere çarpması.

43- Geri uyarı sinyallerinin beton mikserinde olmaması veya çalışmaması [9].

Tehlikeler fore kazık ve diyafram duvar çalışmalarında bunlar gibi sıralanabilir. Bu gibi tehlikelere karşı önlemler alınması son derece önemli olup gerekli toolbox eğitimlerinin her gün tekrarlanması çalışanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

## 5.4 Ardgermeli Ankraj ve Jet Grout İmalatları

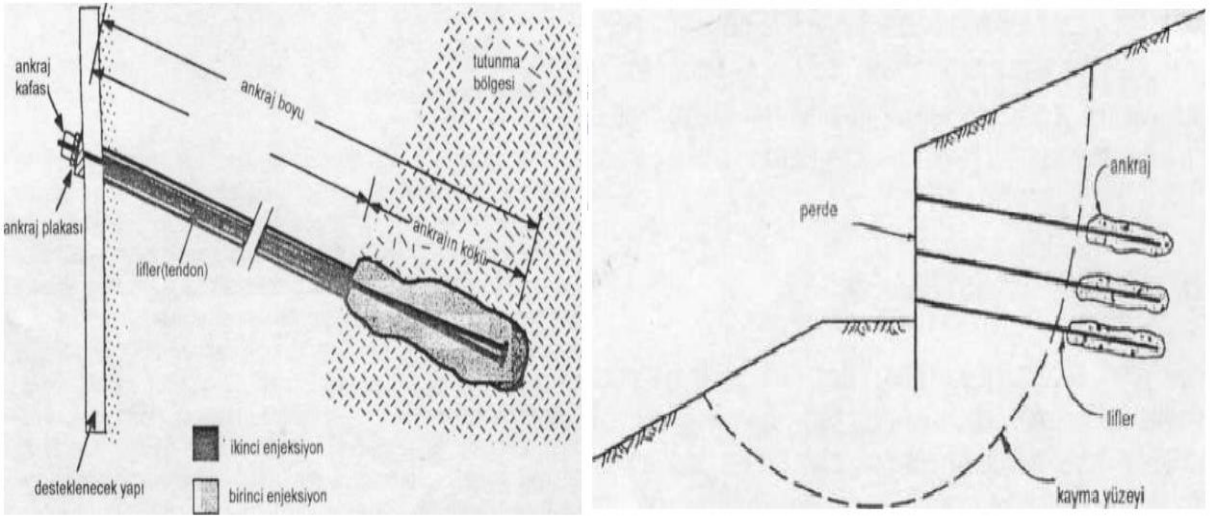
Ankraj ve jet grout imalatları teorik açıdan birbirlerinden çok farklı kullanım amaçları olan geoteknik uygulamalardır. Bu farklılığa rağmen kullanılan makinenin çok benzer olması ve iş şartları olarak iş güvenliği açısından aynı başlıkta incelenebilir.

### 5.4.1 Ardgermeli Ankraj

Derin kazılarda yer altı suyu ve zeminde göçük olmasına karşı önlem almak amacıyla, kazı çukuru çevresinde iksa sistemleri uygulanır. İksa yapılarının yanal yüklere karşı stabilitesini sağlamak için ankrajlar yapılır. Ankraj imalatları delgi, ankraj halatının zemine sürülmesi, kök bölgesine enjeksiyon basılması ve daha sonra gerilmesi ile imal edilmektedir. Delinmesi, ankraj makinaları ile yapılır. Delgiden sonra halat tezgahında üretilen projesine göre demetlendirilmiş halatlar zemine sürülerek akabinde su çimento oranı 0.45 olan bir enjeksiyon şerbetiyle 3 bar basınç ile zemine enjekte edilir. Zemine enjeksiyon basılması kuyunun ağzına gelene kadar devam ettirilir. 1 hafta sonrasında enjeksiyon tam mukavemete ulaştıktan sonra ve halatlar gerilir. Proje değerine kadar halatlarının gerilmesi devam eder. Bu gerilme işlemi bu iş için özel olarak üretilmiş ankraj germe krikoları ile yapılmaktadır. Genellikle ortalama olarak 250- 450 barlık bir basınçla halatlar gerilir. Her projeye göre germe değeri değişiklik göstermektedir [18].



Şekil 10: İmal edilmiş ankrajlı bir iksa sistemi ve ankraj imalatı sırasında bir kare[14].



Şekil 11: Ankraj tipik kesiti [11].

#### 5.4.1.1 Ardgermeli Ankraj İmalatlarındaki İş Güvenliği Tehlikeleri

Ankraj imalatlarındaki en tehlikeli imalat aşamaları enjeksiyonlama ve germe sırasındaki tehlikelerdir. Kullanılan enjeksiyonlar priz hızlandırıcı gibi cilde ve gözlere zararlı körlüğe kadar yol açabilecek bir tehlikedir. Aynı zamanda germe işlemi sırasında da halatın gergi sırasındaki kopmadan kaynaklanan eylemsizlik ile beraber halat ani bir şekilde fırlayabilir sakatlama ve ölümlere yol açabilir.

Detaylı bir şekilde bu tehlikeleri sıralayacak olursak;

1. Malzemenin elle taşınması sırasında kesik el ve ayak sıkışması, takılıp düşmeler, taşınırken malzemenin düşmesi, ağır kaldırma.
2. Taşıtlı malzemenin nakli sırasında aracın devrilmesi malzemenin düşmesi, çalışanların düşmesi
3. İş makineleri ve ekipmanları başlığında, iş makinası ve ağır vasıta şoförlerinin işinin uzmanı olmaması, imalat yapılan bölgenin güvenliğe alınmaması, geri vites sinyali ve sesli uyarı sisteminin olmaması, rutin olarak her gün çalışma saatlerinden önce kontrol edilmemesi, yangın, periyodik muayenelerin yapılmaması, gece vardiyasında ışıklandırmanın yetersiz olması ve iş makinelerinin farlarının çalışmaması, çalışma süresince iş makinalarına gereğinden fazla yaklaşılması, delgi makinesinin hareketli aksamı, makinenin kabininin olmaması, kabin ve motor kapaklarının açık olması, ekipmanlarda biriken statik elektrik veya kaçak elektrik akımı, iş makinelerinin güvenli yerde korunmaması, iş makinelerinin kontrolü kaybetmesi.

4. Yüksek basınçlı kompresörlerin kullanımından kaynaklanan, infilak etme, yangın, basınçlı havayı soluma, göze cisim girmesi, toz ve gürültü.
5. Kompresör barının gereğinden fazla açılmasından mütevellit yüksek basınç sebebiyle hortumun personele savrulması.
6. Hasarlı olan kompresör hortumlarından kaynaklanan, hortumun infilak etmesi ve çalışanlara etkisi.
7. Ankraj halatı ve borularının hazırlığı ve montajından kaynaklanan, el ile halat ve boruların nakli (Omuzda), keskin ve sivri yüzeyler, iş eldiveni kullanılmaması, kazı kenarında halat bağlama tezgahının olmaması, takılarak düşme, kerpeten kullanımı, bağ tellerinin sivri uçları, boruların kesici alet ile kesilmesi, demir makası kullanılması.
8. Hilti kullanımı sırasında, göze kaya parçaları kaçması, elektrik akımına kapılma, vibrasyon, gürültü, toz.
9. Spiral kullanımı sırasında, spiral taşı patlaması, göze cisim kaçması, elektrik akımına kapılma, kesik.
10. Elektrik kablolarının kullanımı sırasında, elektrik akımına kapılma, elektrik kaçakları.
11. Kök bölgenin enjeksiyonlanması sırasında, enjeksiyonlama süresince iş gözlüğü kullanılmaması, iş eldiveni kullanılmaması, kulak tıpası takılmaması, emniyet kemerinin düşme riski olan yerlerde takılmaması, enjeksiyon hortumunun hasar altında patlamadan fişkırmadan kaynaklanan enjeksiyon sıçraması, basınç ölçerin bozulmuş olması, normalden yüksek basınçta çalışmak, yetkisi olmayan kişilerin elektrik işlerine müdahale etmesi, elektrik akımına kapılma, elektrik kablolarının suyun içinde kullanılması, makineyi

çalışır durumda bırakıp gitme, çalışma alanının emniyete alınmaması, elektrik motoruna su sızımı, enjeksiyonlama sırasında pompayı yüksek basınçta kullanmak [9].

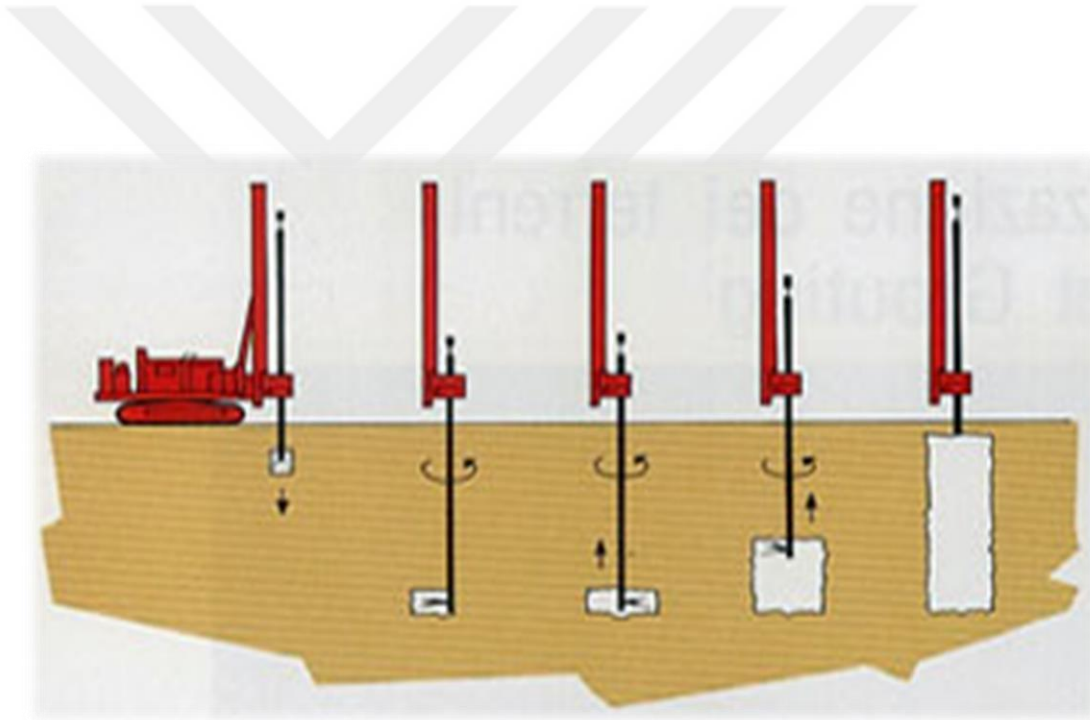
Bu tehlikeler ardgermeli ankraj imalatlarında bu şekilde sıralanır. Bu gibi tehlikelere karşı önlemler alınması son derece önemli olup çalışanların çalıştıkları ankraj imalatındaki tehlikeler ile alakalı toolbox eğitimlerinin her gün tekrarlanması çalışanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

#### **5.4.2 Jet Grout**

Bu geoteknik yöntem, yüksek kinetik enerjiye sahip bir ya da birkaç akışkan jeti, bir "çimento betonu" kolonunu oluşturmak üzere bir sıvı çimento bulamacıyla zemini parçalamak ve karıştırmak için kullanılır. İlk aşamada zemin, öngörülen derinliğe kadar özel aparatlı klasik delgi makineleriyle ve genellikle rotary (Dönel aksam) usulüyle çalışan yahut dıştan darbeli çekiçlerle 90 mm çapında delinmektedir. Delgi süresince kullanılan akışkanlar ise su, hava, gerekirse bentonit çamuru veya su-çimento karışımıdır. İkincil aşamadaysa delgi tijinin ucundaki delik kapatılarak monitör adındaki özel parçaya yatay olarak var olan 1.5~4.0 mm çaplı 1~4 adet püskürtme memelerinden (Nozzle) yaklaşık 400 ile 600 bar arasındaki basınçla jetleme enjeksiyonu yapılır. Kullanılan teçhizata, uygulanan enerjiye ve zemin tipine bağlı olarak, kolonlar 0,5 ila 3,0 metre arası çaplarda uygulanabilir. En büyük çaplar, aynı anda veya sırayla çeşitli sıvı türlerini enjekte ederek elde edilir. Çift jet yöntemi

imalatı bulamaç ve hava ile yapılır, üçlü jet ise bulamaç, hava ve suyun aynı anda püskürtülmesi ile yapılır.

Püskürtme memelerinden yaklaşık 250 m/sn gibi yüksek bir hızla çıkan enjeksiyon malzemesi, bulundurduğu büyük kinetik enerji sayesinde çevresindeki zemini yırtarak karıştırır, bu sırada tijlerin belirli belirli bir hızla çevirilerek yukarıya çekilmesiyle homojen ve sürekli şekilde, özellikleri tümü ile değiştirilmiş ve iyileştirilmiş çimento ile zemin karışımı (soilcrete) jet grout kolonları imal edilir.

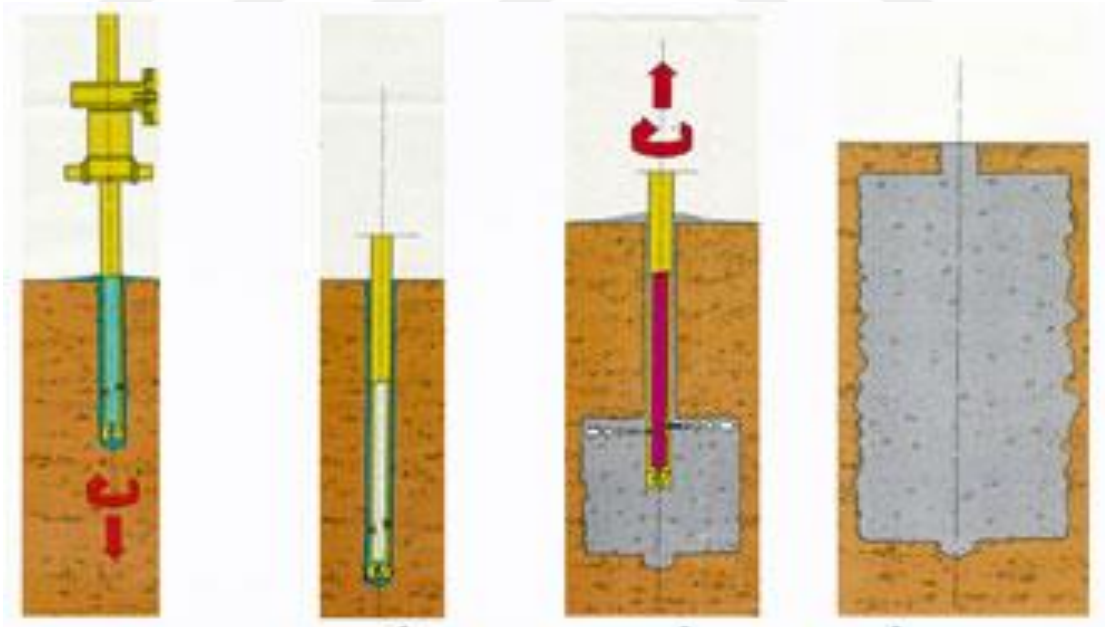


Şekil 12: Jet kolon imalatı yapım sırasındaki temsili kesit gösterimi [14].

Enjeksiyonlama hızı, açısı, dönme ve geriye çekiş hızı, nozul (nozzle) sayısı ve çapı gibi parametrelerin değiştirilmesiyle çeşitli ıslah edilmiş zemin şekilleri elde etmek muhtemeldir. Jet grout yöntemi ile kil gibi kohezyonlu veya kum, çakıl gibi kohezyonsuz ve değişik çeşitte çok geniş ve farklı türdeki zeminler

iyileştirilebilmektedir. Jetleme süresince bir kısım malzemeler tij ile zemin arasındaki boşluktan yüze çıkar. Bu nüans iyileştirilen zemin içerisinde basınç olmadığına işaretidir. Bu sayede istenilen çap ve boyutta, istenilen mukavemeti sahip kolonlar imal edilebilmektedir.

Jet grout uygulaması belirli toprak katmanları için “hedeflenmiş” ve seçici bir iyileştirme yöntemi olarak kullanılır ve bu nedenle, örneğin, karst anomalilerini doldurabilir veya kalın, kompakt tabakalar altında bulunan yumuşak zemin tabakalarının derinlemesine işlenmesini sağlayabilir. Bazı özel durumlarda, zemin içindeki sıvılaşma riskini azaltmak için de kullanılır. Son olarak, kullanılan sondaj makineleri, binaların içinde çalışabilir, mevcut yapıları desteklemek ve erişilmesi zor alanlarda çalışmak için yeterince küçüktür.



Şekil 13: Jet kolon imalatı yapım sırasındaki temsili kesit gösterimi [14].



Jet grout imalatları çok çeşitli geoteknik problemlerde yaygın olarak uygulanabilmektedir.

Jet grout ekipmanı uyumlu bir delgi makinası, yüksek basınç kapasitesine sahip özel bir pompa ünitesi, mikser ünitesi ve çimento silosundan oluşmaktadır. Jet grout delgi makinası uygulamada projesinde öngörülen en alt kota kadar, yukarıda belirtilen yöntemlerden herhangi biri ile delim yapabilecek ve jet grout kolon imalatı yapabilecek kapasitede, hidrolik ve paletli olmalı, delim ve jetleme aşamalarını istenilen derinliğe kadar tij ekleyip çıkarmaya gerek kalmadan bir defada yapabilmelidir.

Tijler yüksek basınçlara mukavim özel alaşımlı olup, birleşme yerlerindeki keçeler minimum 600 bar basınca direnç gösterebilmelidir. Çimento silosundan gelen çimento mikser ünitesinde su ile karıştırılarak projede öngörülen dozda enjeksiyon şerbeti meydana getirilir ve pompa ünitesine iletilir. Yüksek basınçlı pompa ünitesinden delgi makinasına aktarılan enjeksiyon karışımı, delgi makinesi ve buna bağlı tijlerin ucundaki nozullardan zemin içine yüksek basınç altında iletilir [14].



Şekil 14: Jet siloları ve jet kolon imalatı yapım sırasındaki sahadan fotoğraf [14].

Jet grouting işlemi, zeminde çimentolu toprak oluşturmak için yüksek hızlı sıvı jetleri kullanır. Tek sıvı (çimento şerbeti), çift sıvı (çimento şerbeti ve hava) ve üçlü sıvısı (çimento şerbeti, hava ve su): üç ana püskürtme enjeksiyon yöntemleri akışkanların sayısına göre adlandırılır.

Ucu matkaplı tijin geriye çekilmesi sırasında toprak ile karışık çimento kolonları oluşturulur. Delgi kablosunun ucuna birbirinden bağımsız sıvıların enjeksiyon jeti oluşturmak için üretilen bu işe uygun delme çubukları, geleneksel bir döner delme yöntemleri kullanılarak zeminin içine sokulur. Maksimum işleme derinliğine ulaşıldığında, matkap mili çok yüksek basınç ve akış hızları altında enjekte edilen jet harç sıvısı (sıvıları) ile döndürülür ve geri çekilir.

Kolon büyüklüğü toprak tipine, toprak yoğunluğuna, enjeksiyon basınçlarına, kullanılan akışkanların akış hızlarına, dönme hızına, çekme hızına ve kullanılan sistem tipine bağlıdır [17].

#### **5.4.2.1 Jet Grout İmalatlarındaki İş Güvenliği Tehlikeleri**

Jet grout imalatlarındaki en tehlikeli imalat aşaması zemine basınçla çalışılan çimento-su enjeksiyonu basılması sırasındaki tehlikelerdir. Kullanılan enjeksiyonlar priz hızlandırıcı gibi cilde ve gözlere zararlı körlüğe kadar yol açabilecek bir tehlike olmakla beraber enjeksiyonun hortumlardan ani çıkışı çalışanlara zarar verebilir.

Detaylı bir şekilde bu tehlikeleri sıralayacak olursak;

- 1- İşinin ehli olmayan iş makinesi ve ağır vasıta kullanıcıları.
- 2- Geri vites ikaz sinyalleri olmayan iş makineleri.
- 3- Her çalışmadan önce rutin olarak kontrol edilmeyen iş makineleri ve bu makinelerinde oluşabilecek yangın, makinelerin periyodik olarak bakımlarının yapılmaması.
- 4- Gece çalışmalarında ışıklandırmanın yetersizliği ve iş makinelerinin farlarının yanmaması.
- 5- Çalışma esnasında gereğinden fazla yaklaşılan iş makineleri
- 6- Yoğun sis ve yağmur sonucunda çalışma sahasındaki iş makinelerinin görülmemesi.
- 7- Çalışma alanında serbestçe bırakılan iş makineleri.
- 8- Kovaşında veya üzerinde personel taşıyan iş makineleri.
- 9- Hidrolik delici makinesiyle çalışma.
- 10- Hareketli akşamlara sahip delici makineleri.
- 11- Jet grout makinesinin hareket edeceği bölgelerin kontrolünün yapılmaması.
- 12- İş makinelerinin kabininin bulunmaması.
- 13- İş makinelerinin motor, kabin kapaklarının açık olması.
- 14- Sahada kontrolsüz olarak sahada çalışan ve güvenlik gereklerini sağlamayan iş makineleri.
- 15- Operatörlerin fiziksel ve psikolojik olarak uygun olmaması.
- 16- Kompresör hortumlarının hasarlı olması.
- 17- Ekipmanlarının gövdesinde oluşabilecek kaçak akım veya statik elektrik.
- 18- Makinelere çıkarken imalat veya tamir esnasında yüksekten düşme.

- 19- Açılan kuyunun kapatılmaması sebebi ile içerisine düşülmesi.
- 20- Malzemelerin çalışanların üzerine düşmesi.
- 21- Makinenin çalışması sırasında makine parçalarının kazara kopup çalışanların üzerine düşmesi.
- 22- Muhafaza borularının, delici takımlarının, makine çenelerinin ve sıkışma olabilecek aralara elle müdahalesinden kaynaklanan uzuv kaybı, sıkışma ve ezilmeler, kesikler, ezikler.
- 23- Basınçlı gaz tüplerinin yasak gerekliliklerle ve standartlara uygun basınç kontrollerinin yapılmaması.
- 24- Kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması.
- 25- Basınçlı gaz tüplerinin sahada uygunsuz bulundurulması.
- 26- Yağlı el veya eldivenle müdahale edilen oksijen tüpleri.
- 27- Tehlikeli şekilde taşınan basınçlı gaz tüpleri.
- 28- Özelliklerine göre ve doluluk oranına göre ayrı ayrı depolanmayan basınçlı gaz tüpleri.
- 29- Alev geri tepme ve kaçak valfi kullanılmayan basınçlı gaz tüp hortumu.
- 30- Yapılan çalışmalardan sonra hortum içerisinde gaz bırakılan basınçlı gaz tüpleri.
- 31- Soğuk havalarda şaloma ile ısıtılan LPG tüpleri.
- 32- Yetkin ve eğitimsiz olmakla beraber kaynak işlerinde çalışacak personel.
- 33- Kaynak çalışmalarını yanıcı ve parlayıcı malzemeler yakınında yapmak.
- 34- Kaynak işlerinde standartlara uygun olmayan ve/veya kullanılmayan kişisel koruyucu donanımlar. (Kaynak maskesi, eldiven, vs.). Kaynak sonucu açığa çıkan zehirli gazdan etkilenme, kaynak ekipmanlarının uygun olmaması,

elektrik kaynak makinesinde kaçak akım olması, kaynak esnasında iyonize olmayan radyasyon oluşması, kötü hava koşullarında elektrik kaynağı yapılması.

35- Spiral kullanımından kaynaklanan spiral taşının patlaması, göze cisim kaçması, elektrik çarpması, kesikler.

36- Elektrik panolarından, elektrik kablosu kullanımı, fiş-priz kullanımı, topraklama, kablo dağınıklığı, kabloların üzerinden su geçmesi, kablo üzerinden araçların geçmesinden kaynaklanan elektrik kaçağı, elektrik çarpması ve yangın.

37- Elle malzeme taşınmasından kaynaklanan, takılıp düşme, kesik, el ve ayak sıkışması, malzeme düşmesi, ağır kaldırma.

38- Araçla malzeme taşınmasından kaynaklanan, aracın devrilmesi, malzeme düşmesi, çalışanların düşmesi.

39- Basıncın ayarlanamaması, jet grout hortumunun patlaması [9].

Bu tehlikeler jet grout imalatlarında bu şekilde sıralanır. Bu gibi tehlikelere karşı önlemler alınması son derece önemli olup çalışanların çalıştıkları jet grout imalatındaki tehlikeler ile alakalı iş başı eğitimlerinin her gün tekrarlanması çalışanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

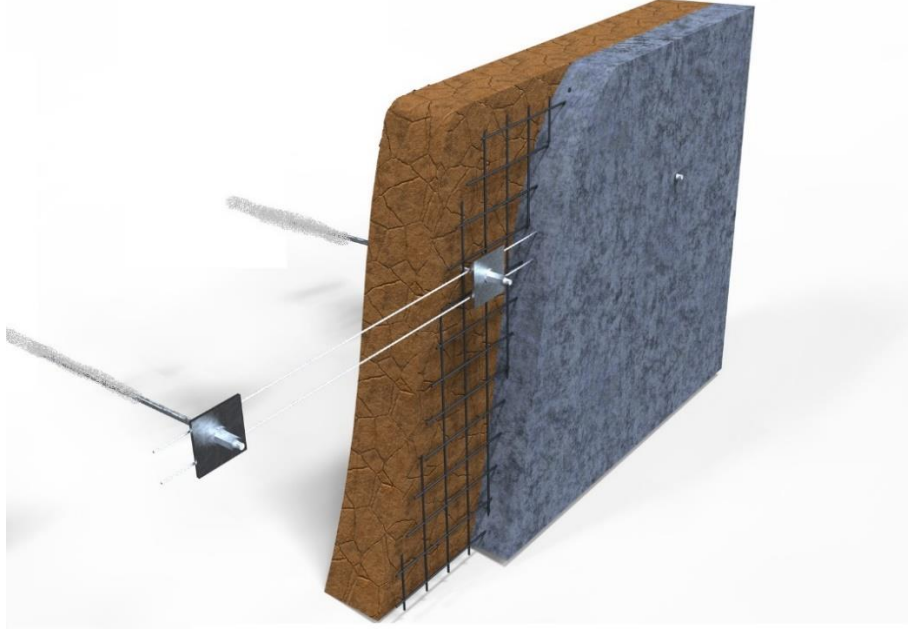
### 5.5 Çelik Hasır, Zemin Çivisi ve Püskürtme Beton İmalatları

Püskürtme beton standart betona göre özel dizayn edilen daha ince taneli ve daha yüksek çimento oranlı betonun, yüksek basınçlı pompa ile püskürtülmesiyle uygulanan bir imalattır. Püskürtme beton imalatları (Shotcrete) yol veya otoban yanlarındaki şevlere, temel kazısı sırasında zeminin yatayda kayma tehlikesi olan yan yüzeylere, tünel inşaatlarında duvar ve tavanlara, toprak kayması ya da kaya, taş parçasının düşmelerini engellenmek istenildiği alanlarda, yapıların güçlendirilmesi projelerinde uygulanabilmektedir.

Zemin çivisi veya pasif ankrajlı iksa sistemidir ve esnek bir itme sistemidir. Hafriyattan kazıya paralel adımlarla yukarıdan aşağıya doğru inşa edilir. Sistemin ana elemanları, zemin çivileri, takviyeli püskürtme betonu yüzey kaplaması ve yarı yatay drenlerdir. Bu çiviler kazı derinliğine, çevresel yüklere ve toprak koşullarına bağlı olarak değişkendir.

Bu sistemde, her bir kazı aşamasından sonra zemin koşullarına bağlı olarak, önceden püskürtme beton uygulanır, ardından pasif ankraj delgisi yapılır. Tasarımına göre matkap deliklerine uygun zemin çivisi yerleştirilir ve çivi etrafındaki matkap deliği çimento harcı ile doldurulur. Sistemin kalıcı olarak tasarlanması durumunda, korozyon önleyici PVC kaplama veya epoksi kaplı çiviler vb önlemler alınır. Tipik olarak kazı yüzeyi, 1.5 m ila 2.0 m yüksekliğinde kazı aşamalarında tel örgü takviyesi ile kaplanır ve çiviler bir levha ve somun vasıtasıyla çivi teli çesanelara bağlanır. Daha sonra son yüzey püskürtme beton ile kaplanır ve bir sonraki kazı aşamasına ilerletilir.

Perfore drenaj boruları olan yarı yatay drenler, kazı seviyelerindeki tasarıma göre düşey ve yatay aralıklarda ve uzunluklarda duvar yüzeyine monte edilir.



Şekil 15: Çelik hasır ve püskürtme beton uygulaması kesiti.

Uygulama aşamalarına geçecek olursak öncelikle zeminin hassasiyetine göre 2-3 metre gibi bir derinliğe kadar kazı yapılır. Fazladan alınması göçüklere neden olacağından dolayı kazının kademeli olarak yapılması gerekir. Projede belirli olan boyutta ve adette, DMT makinası ile delikler açılır. Belirli bir açı ile yapılan projede belirlenmiş derinlikte delgilerin içine; genellikle 2.4-3.6cm kalınlığındaki nervürlü inşaat demiri yerleştirilir ve sonrasında delik şerbet olarak tabir edilen su-çimento karışımı enjeksiyonu ile doldurulur. Çimento enjeksiyonunun kurumasının ardından çelik hasır ile kaplanır. Zemin koşullarına göre çelik hasır iki kat olabilir.

Hasırlar kaplandıktan sonra delgilere yerleştirilen demirlerin ucuna 20 x 20 cm ebadında çelik kafa plakaları yerleştirilir. Çelik plakalar ya demire açılan yivler sayesinde somunla sıkıştırılır ya da kaynak ile sabitlenir. Son olarak da yapılan bu çelik hasır üzerine püskürtme beton uygulanarak tamamlanır. Bu püskürtme betonun kalınlığı zemini taşıma durumuna göre ayarlanır [7].



Şekil 16: Şantiyelerden püskürtme betonlu çelik hasır uygulamaları [7].



### 5.5.1 Çelik Hasır ve Püskürtme Beton Uygulamalarındaki Tehlikeler

Çelik hasır ve püskürtme beton imalatlarındaki en tehlikeli imalat aşamaları, püskürtme ve sepetle yüksekte çalışma sırasındaki tehlikelerdir.

Bu tehlikeleri detaylı bir şekilde sıralayacak olursak;

- 1- Elle malzeme nakli sırasında, takılıp düşmek, kesikler, el ve ayakların sıkışarak ezilmesi, malzemelerin düşmesi, ağır kaldırma.
- 2- Araçla malzeme nakli sırasında aracın devrilmesi, malzemenin düşmesi, çalışanların düşmesi.
- 3- İşin genel çalışmaları sırasında kişisel koruyucu malzemelerin kullanılmaması.
- 4- Vinç kullanımı ve vinçle malzeme aktarılması sırasında, halat veya sapanın kopması, vincin devrilmesi, malzemelerin düşmesi, bomun kırılması, düşmesi, çarpması, vincin motorunun yanması.
- 5- Sepet kullanımı sırasında, malzemenin düşmesi, malzeme sepetinde çalışırken düşmek.
- 6- Merdiven kullanırken düşmek.
- 7- Düşme tehlikesi olan yerlerde emniyet kemeri ve can halatı kullanılmamasından kaynaklanan yüksekten düşme.
- 8- Çelik hasırların imalat aşaması ve montajı sırasında, kerpeten kullanımı, hasırın sivri ve keskin bölgeleri, düşme riski olan yerlerde emniyet kemeri takılmaması ve can halatlarının kullanılmamasından mütevellit yüksekten düşme, malzeme taşınması, çalışma alanının tertip düzeni bozukluğundan kaynaklı kayma düşme.

9- Shotcrete işlemleri sırasında, kişisel koruyucuların kullanılmaması, shotcrete makinesinin düzgün yerleştirilmemesinden kaynaklanan devrilme, shotcrete hortumunun bağlantılarının uygun olmaması, yetkisi olmayan kişilerin elektrik işlerine müdahale ederek elektrik akımına kapılması, elektrik kablolarının su içinde kullanımı, elektrik kablolarının yıpranmış olması, hasarlı fişler ve prizler, basınçlı hava ve suyun açılması, sepet içerisinde çalışırken yüksekte düşmek [9].

Bu tehlikeler shotcrete ve çelik hasır imalatlarında bu şekilde sıralanır. Bu gibi tehlikelere karşı önlemler alınması son derece önemli olup çalışanların çalıştıkları imalattaki tehlikeler ile alakalı toolbox eğitimlerinin her gün tekrarlanması çalışanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

## 5.6 Başlık ve Kuşak Kirişi İmalatları

Kazıklı ve ankrajlı bir iksa sistemi (İksa sistemi, kendisini tutamayacak pozisyonundaki zemini tutmak için yapılan her türlü yatay ve düşey taşıyıcı sistemdir.) yapısında düşey yönde çalışan elemanlar fore kazıklar ile oluşurken, zemin ve yeraltı suyu koşulları, çevresel yükler, deformasyon kriterleri gibi etmenlere bağlı olarak yatayda değişken adet ve büyüklükteki göğüsleme (kuşak) kirişleri ve ardgermeli ankrajlar ile desteklenmiş bir yapıdır.

Fore kazıklar iksa sisteminin inşasına öncelikle düşey yapı elemanları olarak inşa edildikten sonra, kademe kademe aşamalar halinde kazı yapılarak projesinde öngörülen seviyelerde kuşak kirişi ve ankrajlar imal edilir. Fore kazıkların konumlarının en başında doğru yerleştirilmesi için kılavuz duvarlar (Gidajlar) kullanılabilir.

Düşey elemanlar olarak imal edilen bu kazıkların imalatı bitirildikten sonra fore kazıklar en üst seviyede bir başlık kirişi ile birbirine bağlanarak beraber çalışması sağlanır. Başlık kirişi ebatları da proje öngörülleri ve kullanılan fore kazık çapına göre değişken olabilir. Başlık kirişi imalatı öncesinde fore kazık başlarındaki fazla beton proje kotuna göre kırılarak temizlenir ve fore kazık donatısının başlık kirişi demir donatısı ile bağlanması amacıyla donatılar düzenlenir.

Başlık kirişinin imalatı bittikten sonra kazı kademeler halinde devam edilerek ardgermeli ankrajlar ve bunların bağlanacağı kuşak kirişleri inşa edilerek yukarıdan aşağıya doğru iksa sistemi kazıya paralel olarak yapılır.

Başlık kirişleri kalıcı veya geçici iksa yapılarında fore kazıklar ve ankraj sistemlerinin beraber bir şekilde çalışmasına olanak sağlayan kirişlerdir. Bu yapı elemanı iksada her kazı olan projede projedeki belirlenmiş kotlara gelindiğinde imal edilir. Ankraj imalatlarının sırası projeyi yöneten kişiye göre hareket eder. Beton sınıfı, yanal yüklerin durumu, ankrajların uyguladığı yanal yüklerin tersine uyguladığı kuvvet arttıkça kullanılan demir donatılarda artmaktadır. Başlık ve kuşak kirişi imatları konut inşaatlarında, otoyollarda, demir yolu inşaatlarında, şev stabilizasyonu sağlanamayan yerlerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Aslında iksa sisteminin olduğu her yapıda kullanılmaktadır. Son yıllarda artan kentsel dönüşüm projeleri kapsamında geniş kazı yapılamayan şehirleşmenin sık olduğu yerlerde ihtiyaç duyulan iksalarda uygulanmaktadır [14].



Şekil 17: Başlık ve kuşak kirişleri [14].

### 5.6.1 Başlık ve Kuşak Kirişi İmalatlarındaki Tehlikeler

Başlık ve kuşak kirişi imalatları demir donatı imalatı ve beton döküm işlemleri içerdiğinden inşaat için genel tehlikelerin hepsi mevcuttur.

Bu tehlikeleri inceleyecek olursak;

- 1- Elle malzeme taşınması sırasında, takılıp düşmek, kesikler, el ve ayak sıkışması, malzeme veya malzemelerin düşmesi, ağırlık kaldırma.
- 2- Çalışmaların genelinde kişisel koruyucu donanımların takılmaması.
- 3- Vinçler ile ilgili, elektrik topraklama ve paratoner sisteminin olmaması, ışık tepe sinyalinin olmaması, yükün altında çalışan bulunması, iletişim bozukluğunun operatör ve işaretçinin arasında yaşanması, standartlara uygun olmayan sapanlar, mevzuata ve standartlara uygun yapılmayan teknik periyodik kontroller, maksimum yük taşıyabilme işaretlerinin olmaması veya görünürde bulunmayan vinçler, aydınlatmasının eksikliği bulunan çalışma alanları, uygun takozların kullanılmaması, vinç sesli uyarılarının çalışmaması, vinç ağırlık göstergelerinin çalışmaması, vinçlerdeki yapısal bozuk durumlar ve vincin hareket ettiği zemininin uygun olmaması, operatör kabin içi eksiklikleri, vinçle taşınan yüklerin inşaat halindeki yapılara vurması, standart olmayan kaldırma ekipmanlarının kullanılması, kaldırma sırasında oluşan sıkışma noktaları, kaldırma durumunda ağırlıklarda oluşan boşluklar, kaldırma sırasında yüklerin zincirle boğdurularak taşınması, vinç kancasının emniyet mandalının olmaması.

- 4- Hilti kullanımı sırasında, göze cisim kaçması, elektrik akımına kapılma, vibrasyon, gürültü, toz.
- 5- Spiral kullanımı sırasında spiral taşının patlaması, göze cisim kaçması, elektrik akımına kapılma, kesikler.
- 6- Keser kullanımı sırasında el ve ayağa keserin darbesi veya başa bir personele vurması.
- 7- Çekiç kullanırken el ve ayağa vurmalar, kesikler.
- 8- Testere kullanırken kesikler.
- 9- Manivela kullanırken kazara el ve ayağa vurmak, ezilmeler.
- 10- Matkap kullanımı sırasında el sıkışması, elektrik akımına kapılma, göze cisim kaçması, vibrasyon, toz, gürültü.
- 11- Montajı tamamlanmış olan kuşak kirişlerinin korkuluklarının imal edilmemesinden kaynaklı yüksekte düşmek.
- 12- Kimyasal malzeme kullanırken, patlama ve yangınlar.
- 13- Kalıp yağı kullanırken, kayma ve düşme, göze sıçraması.
- 14- Elektrik kabloları kullanırken, elektrik akımına kapılma, elektrik kaçakları, yangın.
- 15- Elektrik panoları kullanırken, elektrik akımına kapılma, elektrik kaçakları, yangın.
- 16- Fiş ve priz kullanırken, elektrik akımına kapılma, elektrik kaçakları, yangın.
- 17- Topraklama yapılırken elektrik akımına kapılma.
- 18- Kablo dağınıklığından dolayı kablolarla takılmak ve düşmek.
- 19- Kabloların suyun içinden geçirilmesinden dolayı elektrik akımına kapılmak ve elektrik kaçakları.

- 20- Elektrik kablolarının üzerinden taşıtların geçmesi, kabloların hasar görmesi ve elektrik akımına kapılma.
- 21- Kalıp montajı ve demontajı yapılırken, ayak ve el sıkışması, çivi batması, kesikler, vücuda çarpması, kalıbın çökmesi.
- 22- Kerpeten kullanımını sırasında kesikler.
- 23- Bağ tellerinin sivri uçlarından kaynaklanan çizik veya batma.
- 24- Malzemenin sahada dağınık halde bırakılmasından kaynaklı takılmak ve düşmek.
- 25- İnşaat demirlerinin kaldırma operasyonlarında bağ demirlerinden tutturarak kaldırmadan kaynaklı bağ demirinin yükü taşıyamaması, kopası ve demirlerin devrilmesi.
- 26- Demir montajını yaparken imalat sırasında el ve ayak sıkışması kesikler, vücuda çarpması, kesme makinesi kullanırken, el, parmak kesikleri, demirin işçiye doğru fırlaması, elektrik akımına kapılma, el makasının kullanılmasından kaynaklı kesikler ve demirin işçiye doğru fırlaması, demir tezgahlarına çakılan çivi uçlarının yamultulmamasından kaynaklı çivi batması ve kesikler.
- 27- Döküm sırasında göze kaçan beton, beton ile temas, çimentonun solunması, beton ile mikser arasında sıkışmak, pompanın eklem yerlerinden patlaması sonucunda basılan betonun işçinin üzerine gelmesi, pompa kazanına işçinin düşmesi, beton pompasını kullanan kişinin iş güvenliği eğitimi almamış olmasından kaynaklı, pompayı kullanan kişinin dengesini kaybederek düşmesi, borunun çalışanlara çarpması, beton pompasının patlaması ve borulardan çıkan betondan işçilerin yaralanması, beton pompasının boru ve

hortum arasındaki bağlantı elemanlarının sağlam monte edilmiş olmamasından kaynaklı, bağlantı elemanlarının ve borunun işçilerin üzerine düşmesi ve çarpması.

28- Beton mikserinin manevracısının olmamasından dolayı oluşan kazalar ve işçilere çarpması, beton mikserini kullanan kişinin şantiye içi hız limitlerine uymamasından kaynaklı kaza ve işçilere çarpma, beton mikserinin geri sinyallerinin olmaması veya çalışmamasından kaynaklı kazalar ve işçilere çarpma [9].

Kuşak kirişi ve başlık kirişi imalatlarında tehlikeler bu şekilde sıralanır. Bu gibi tehlikelere karşı önlemler alınması son derece önemli olup çalışanların çalıştıkları imalattaki tehlikeler ile alakalı toolbox eğitimlerinin her gün tekrarlanması çalışanların bilinçlendirilmesi gerekmektedir.

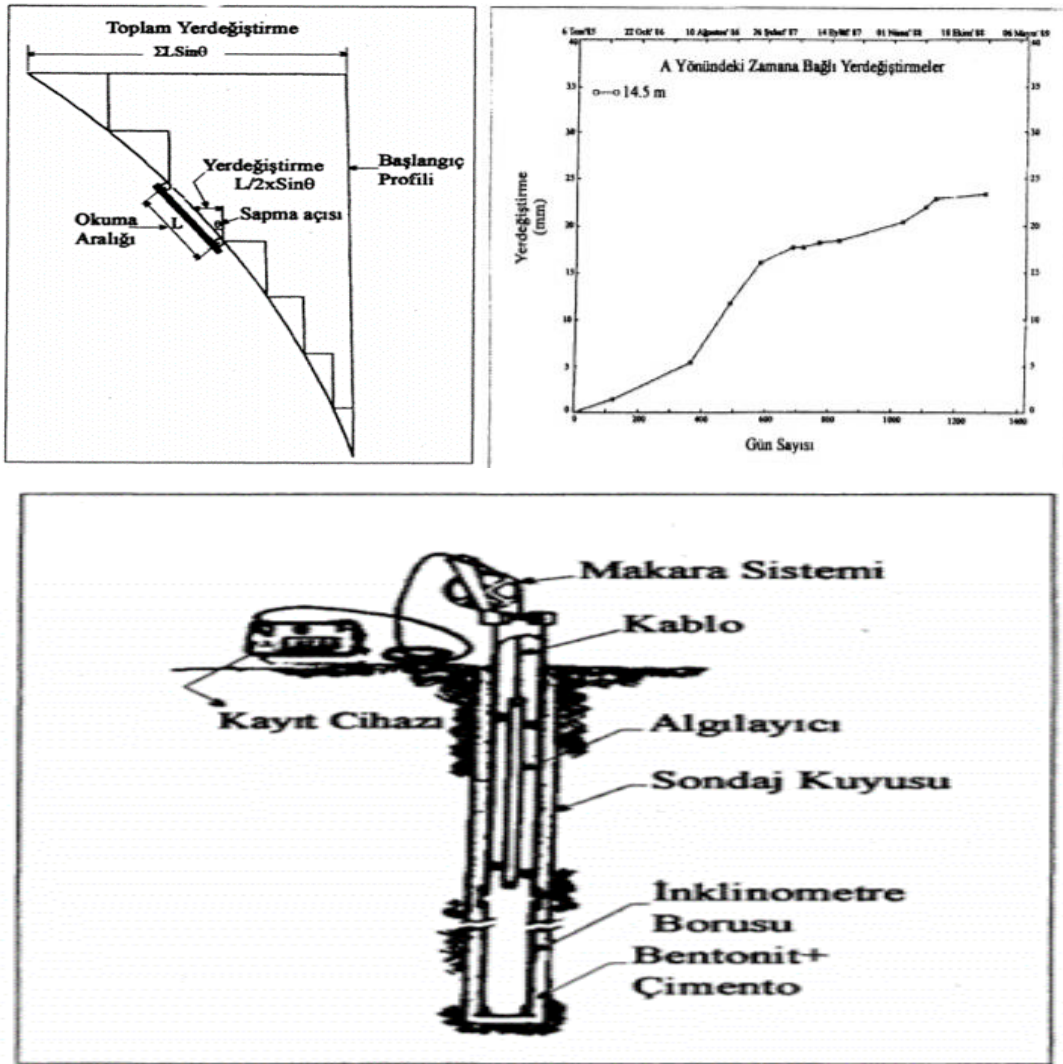


## 5.7 İnklinometre Çalışmaları

İnklinometre çalışmaları, toprak kayması ve iksa sistemlerinin eksenlerindeki düşey sapmalarının tespitini yapabildiğimiz ve şu anda dünyada çok yoğun şekilde kullanılan ölçüm ve analiz sistemidir. İnklinometre ölçümleri, sahada delinmiş ve muhafazası sağlanmış sondaj deliklerinin eksenlerinden düşey sapmalarını ölçmek için kullanılmaktadır. Ölçülen düşey sapmalar, trigonometrik fonksiyonlarla ifade edilebilecek hale çevrilebilmektedir. Art arda yapılacak olan ölçümler, stabil olmayan eğimlerin, derinliğin ve yanal hareket oranlarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Heyelan gibi yer hareketlerinde inklinometre noktalarının seçilmesi, arazinin büyüklüğüne heyelan yönüne ve coğrafi koşullara göre değişebilmektedir. Belirli ölçü aralıklarında yapılan inklinometre okumaları, okuma periyotları, okuma neticelerinin değerlendirilme sonucuna göre değiştirilebilmektedir. Saatte bire kadarda düşürülebilmektedir.

İnklinometre cihazında bluetooth özelliği mevcuttur ve Probe Tipi İnklinometre (Probe Type Inclinometer) dir. avuç içi bilgisayar, avuç içi bilgisayar bataryası, kablosu, kablo makarası, kablo bağlantı kutusu, biaxial probe, bağlantı kabloları ve batarya şarj cihazından oluşmaktadır. Probe, içerisine 90° lik ara ile yerleştirilmiş dört tane yiv bulunduran esnek dairesel bir boru ile kullanılmaktadır. Probe' daki bluetooth vericisi PDA (el tipi bilgisayar) bağlı bulunmaktadır ve yapılan ölçümleri gözlemlenebilen verilere, grafik haline dönüştürebilmektedir.



Şekil 18: İnklinometre ölçümleri ile zamana bağlı olarak yataydaki yer değiştirmeler tespit edilir.

İnklinometre boruları genellikle Polivinil klorür (PVC) benzeri malzemelerden üretilmektedir. Türkiye’de üretilen kendi imalatımız inklinometre boruları olmakla beraber inklinometre boruları ithal de edilebilmektedir. İnklinometre borularının en önemli olan özelliği normal Polivinil klorür malzemeye göre daha esnek ve mukavim olmasıdır. Bu borular, hareket beklenen bölge ile kesişen dik bir deliğe yerleştirilir. Açılan delik, hareket beklenmeyen bölge içerisinde (zemin veya kaya ortamı olabilir)

hareket etme ihtimali olan bölgenin 4.5 m ötesine kadar uzatılmalıdır. Sedimanter yığılmanın olma ihtimali olan delik diplerinde 1.5 m lik kayıplara müsaade edilmelidir. Boru, kum dolgu veya düşük dayanımlı çimento enjeksiyonu içerisinde bırakılmalıdır. İnklinometre boruları, 3.0 m boyundadır ve plastiktir. Dişli boşluklarının en aşağıdan en yukarıya kadar eşit düşeyde durmaları için kullanılan kılavuz sola ve sağa çevirilerek kurma işlemi tamamlanır. İnklinometre borusunun kurulduğu zamandaki pozisyonuna göre, bütün yer değiştirmelerin hesaplanmasına kadar, asgari iki ayrı set şeklinde yapılacak olan ölçülere göre borunun ilk konumunun doğruluğu ispatlanmalıdır. Birinci ölçümler yapıldığında borunun üstü, zemin yüzünde, hareket beklenen bölgenin dışarısında bir noktaya yönlendirilmiş olmalıdır. Ölçmelerin sıklığı türlü sebeplere bağlıdır, en mühim sebep hareketin oranıdır.



Şekil 19: İnklinometre borularının fore kazık ile beraber indirilmesi ve sonrasında ölçümlerinin yapılması.

Asıl kural, inklinometreyi inklinometre deliğinin dibine indirdikten sonra okumalara başlamaktır. Her defasında inklinometrenin birinci yapılan okuma ile eşit derinliğe

indirildiğinden emin olunmalıdır. Belirli aralıklarla okumalar alınarak inklinometre deliğın en üst noktasına kadar çekilir. Daha sonrasında inklinometre borudan çıkartarak alınır, kılavuz bu kez karşı yive denk gelecek şekilde 180° çevirilir ve inklinometre borusunun dibine indirilir. Delik tepesine kadar okumalar aynı şekilde alınır. Bu kural, okumaları elde etmek için, karşılıklı bir yiv ikilisi için artı ve eksi yönlerde çift kez okuma alınmak üzere tekrarlanır. Her set okumasının toplamı mukayese edilerek ve boru uzunluğu boyunca tüm setlerin aritmetik ortalaması alınarak bir alan meydana getirilir. Değişimler yapımcı tarafından belirlenen değerlerden daha büyük olduğunda inklinometre tekrar o derinliğe indirilerek ek okumalar yapılmalıdır. Tekrar yapılan okumaların eşit derinliklerde okunmasına dikkat edilmelidir.

### 5.7.1 İnklinometre Çalışmalarında İş Güvenliği Tehlikeleri

İnklinometre çalışmaları her ne kadar ölçüm sırasında bu çalışma tipine ait özel tehlikeler olmasa da delici makinesi ile çalışılması ve boru indirildikten sonra boru ile kuyu cidarının enjeksiyonlanması işlemleri sırasında birçok tehlikeler vardır.

Bu tehlikeleri inceleyecek olursak;

- 1- İnklinometre kuyularının açılması sırasında, delici makinesi ve ağır vasıta kullanıcılarının işinin uzmanı olmaması, çalışma yapılan bölgenin emniyete alınması, iş makinelerinin geri vites uyarı ve sesli uyarı sisteminin mevcut olmaması, iş makinelerinin günlük olarak her imalattan önce kontrol edilmemesi, iş makinelerinde oluşabilecek yangınlar, iş makinelerinin periyodik olarak bakımının yaptırılmaması, gece vardiyasında aydınlatmanın yetersiz gelmesi ve iş makinelerinin aydınlatmalarının çalışmaması, çalışma sırasında iş makinelerine fazladan yaklaşılması, yağış ve yoğun sis sebebi ile çalışma sahasındaki makinelerin görünmemesi, iş makinelerinin çalışma alanında bırakılması, güvenlik ihtiyaçlarını sağlamayan iş makinelerinin kontrolsüz olarak sahada çalışma yapması, operatörlerin fiziksel ve psikolojik olarak yeterli olmaması, delici makine ekipmanlarının gövdesinde oluşabilecek kaçak akım, delici makine ve ekipmanlarının kullanımından sonra güvenli yerde muhafaza edilmemelerinden kaynaklı iş kazalarının yaşanması.
- 2- Genel çalışmalarda kişisel koruyucu donanımların kullanılmaması.
- 3- Boruların indirilmesi sırasında kesikler ve ezilmeler.

- 4- Boru ile kuyu cidarı arasına dolgu malzemesi ya da zayıf çimento enjeksiyonu yapılması [9].

## 5.8 Sondaj Çalışmaları

Sondaj çalışmaları; araziyi oluşturan formasyonlar ve sondaj süresinde her metrede formasyon içinden alınan zemin/kaya numuneleri laboratuvar sonuçları ile rastlanacak farklı tabakaların cins, nitelik, kalınlık ve sıkışık seviyesi, taşıma mukavemeti saptanması ve boşluk suyu basıncı değeri, zeminin fiziksel özellikleri, zeminin elastisite modülü değeri, içsel sürtünme açısı, zeminin kohezyonu ve sıkışabilitesi ve bunun gibi projeye temel olacak değerlerin saptanma veya saptanmasına yönelik verilerin elde edilmesidir. Bu amaçla yapılan sondajların, her tipteki zemin için yeterli olması ve doğru veriler elde edecek şekilde dikkatli yapılması, tüm bu laboratuvar deneyleri için uygun numuneler alınması ve yeraltı suyu seviyelerinin saptanması gerekmektedir. Sondaj çalışmalarını birçok alanda gerektiği yerlerde yapılabilir. Geoteknik çalışmalarda, zemin ve güzergah etüt sondajları, yapı içi sondajlar deniz ve göl sondajları, baraj, gölet ve etüt sondajları, zemin iyileştirme/enjeksiyon sondajları gibi birçok alanda tipte yapılır.

### 5.8.1 Sondaj Çalışmalarında İş Güvenliği Tehlikeleri

Sondaj çalışmalarında delici makineler ile çalışılması ve basınçlı sondaj suyu kullanılması ve bunun yanında ek işler bir araya geldiğinde büyük tehlikeler meydana getirmektedir. Bu tehlikeler başlıca;

- 1- Malzemenin elle taşınması sırasında bunlar (çelik tij boruları vs.), takılıp düşmeler, kesikleri el ve ayak sıkışması, malzemenin düşmesi, ağır kaldırma.
- 2- Araçla malzemeler taşınırken, aracın devrilmesi, malzemenin devrilmesi, çalışanın düşmesi.
- 3- Kuyu delmek için kullanılan sondaj makinesinin periyodik muayenelerinin yapılmamış olmasından kaynaklı, makinenin devrilmesi, halatın kopması, elektrik çarpması, işçilerin üzerine malzeme düşmesi, çalışanlara çarpma yangın.
- 4- Sondaj makinesini kullanan kişinin İSG eğitimi almamış olmasından kaynaklı, makinenin devrilmesi, sıkışma ve ezilmeleri elektrik akımına kapılma, taşınan malzemeyi işçilerin üzerinde düşürmesi, çalışanlar çarpma, yangın.
- 5- Emniyet kemeri olmadan sondaj makinesine tırmanmadan kaynaklı, yüksekten düşme, sıkışma ezilme ve kesikler.
- 6- Sondaj açılan kuyudan çamurlu su fişkırmamasından kaynaklı, vücuda çamur sıçraması, göze çamur sıçraması.
- 7- Genel çalışmalarda, kişisel koruyucu donanım kullanmama.
- 8- Çalışma alanlarında uyarıcı işaret levhalarının olmamasından kaynaklı tehlikeli bölgelere giren kişilerin kaza yaşaması.

- 9- Makinelerdeki hidrolik yağların göze girmesi ve vücuda teması.
- 10- İş makinelerini çalışır durumda bırakıp terketmeden kaynaklı, makinenin devrilmesi, makinenin çalışanların üzerine düşmesi.
- 11- İş makinelerinin kumanda kollarının tel ile veya başa bir malzeme ile sabitlemeden kaynaklı kaza yaşanması.
- 12- Delmeye başlamadan önce su başlığının tij borusuna tam bağlandığının kontrolünün yapılmamasından kaynaklı, parçaların devrilmesi, parçaların çalışanların üzerine düşmesi.
- 13- Tijler takılıp sokulurken makine durmadan delgi takımlarına dokunulmasından kaynaklanan, uzuv kayıpları, kırıklar, kesikler, sıkışmalar.
- 14- Tij takılırken su basıncının düşmesinden kaynaklanan kırık, çarpma ve ezilmeler.
- 15- Çalışma alanının temizlik ve düzeninin olmamasından kaynaklanan takılma, düşme, kaymalar ve çarpmalar.
- 16- Rüzgarlı havada çalışırken, makinenin devrilmesi, makinenin işçilere çarpması, makine motorunun yanması, taşıdığı malzemeyi çalışanların üzerine düşürmesi.
- 17- Yüksek basınçlı kompresör kullanımından kaynaklanan, patlama, yangın, basınçlı havanın solunması, göze cisim kaçması, toz, gürültü.
- 18- Kompresörün periyodik muayenelerinin yapılmamasından kaynaklanan, patlama ve yangın.
- 19- Kompresörün acil stop düğmesinin olmamasından kaynaklanan acil durumda kapatılmaması.



- 20- Kompresörlere yetkisiz kişilerin bakım yapmaya çalışmasından kaynaklanan, patlama, yangın, sıkışma, kesikler ve ezilmeler.
- 21- Kuyu açılırken altyapı hatlarına zarar verilmesi.
- 22- Kuyuya indirilen dalgıç pompanın elektrik kablolarının hasarlı olmasından kaynaklanan elektrik çarpması.
- 23- Kuyuya borular indirilirken, malzemelerin devrilmesi, kesikler, sıkışmalar, burkulmalar, ağır kaldırmak, düşmek, çarpmak.
- 24- Kuyuya çakıl serilirken kürek ve el arabası gibi malzemeler kullanırken, batma ve kesikler.
- 25- Elektriksiz el aletleri kullanırken kesik ve burkulmalar.
- 26- Spiral kullanırken, taşın patlaması, göze cisim kaçması, titreşim, toz, gürültü.
- 27- Elektrik kabloları kullanılırken, elektrik kaçağı, elektrik akımına kapılma, yangın.
- 28- Elektrik panoları kullanırken, elektrik kaçağı, elektrik akımına kapılmak yangınlar.
- 29- Fiş ve priz kullanırken, elektrik kaçağı, elektrik akımına kapılmak yangınlar.
- 30- Topraklamalarda, elektrik akımına kapılmak, kabloları takılıp düşmek.
- 31- Kaynak işleri yapılırken yangınlar, patlamalar, alevin veya kaynak ışığının vücudun çeşitli yerlerine zarar vermesi.
- 32- Ana kayalar havalı-darbeli sistem ile delinirken, sıkışmalar, kesikler, ezilme, burkulmalar [9].

Sondaj çalışmalarındaki tehlikeler bu şekilde sıralanmıştır.

## 5.9 Geoteknik Çalışmalarda Gürültünün İncelenmesi

### 5.9.1 Gürültünün Tanımı, Zararları ve Genel Bilgiler

Gürültü ve titreşim, insan vücudunu etkileyen hava basıncında (ya da diğer ortamlarda) her iki dalgalanmadır. İnsan kulağı tarafından algılanan titreşimler ses olarak sınıflandırılır. İstenmeyen sesi göstermek için 'gürültü' terimini kullanırız. Gürültü ve titreşim, işçilere yüksek seviyelerde meydana geldiğinde zarar verebilir. Fizyolojik olarak istenilmeyen, fiziksel olarak düzenli olmayan seslere gürültü denir. Rahatsızlık ve sıkıntı verici veya eğlenme, çalışma, dinlenme gibi günlük aktivitelere zarar veren her türlü ses olarak kabul edilen gürültü, şiddeti yüksek olan, beklenilmeyen ya da hoş gitmeyen tüm sesleri kapsamaktadır. Hatta müzik ve konuşma da istenmediği zaman gürültü olarak kabul edilebilir [20,26]. Gürültü, A-ağırlıklı ses seviyeleri (dBA) kullanılarak Alexander Graham Bell adını alan desibel denilen ses basıncı seviyelerinde ölçülür. A-ağırlıklı ses seviyeleri, insan kulağının ses yüksekliği algısıyla yakından eşleşmektedir. Desibeller logaritmik bir skalada ölçülür, bu da desibel sayısındaki küçük bir değişikliğin gürültü miktarında büyük bir değişikliğe neden olabilir ve bir kişinin işitme duyusunun olası hasarına yol açtığı anlamına gelir [27]. Gürültü, gürültünün çeşit, süre ve zamanlamasına, bireylerin duyarlılığına ve bağlı olarak toplumların ya da bireylerin sağlığını etkileyebilir. Bu duruma göre, insanların fizyolojik, sosyolojik ve psikolojik durumlarını olumsuz etkileyen ya da etkileyebilen işitsel akustik enerji olarak da tanımlanabilir [21,26]. Sesin gürültü olarak kabul edilip edilmemesi, ses kaynağının nitelik ve niceliğine, kişinin ruh haline, ses basınç düzeyine, frekansına, süresine, zamanlamasına ve kişinin yaradılışına bağlıdır. Sesin şiddeti fazla ise her ne kadar nitelikli ve hoş gider

olursa olsun gürültü olarak kabul edilir. Örnek verecek olursak, bir müziğin ses basınç düzeyinin artırılması sevilen bir türde olursa olsun insanda rahatsızlık yaratabilir. Ayrıca, ses gürültüye dönüşmesi hoş giden bir sesin olduğunda bile frekansı yükseltildiğinde duyulan rahatsızlık artacağından, gürültüye dönüşür [25,26]. Sesin, etki süresi arttığı zaman gürültü niteliği kazanabilir. Süre ile beraber, zaman içindeki dağılımı, sesin gürültü olarak kabul edilmesi için önemlidir. Önceden sezilemeyen, aniden ya da belirli aralıklarla oluşan sesler rahatsızlığa sebep olacağından gürültü olarak kabul edilir. Sesin zamanlaması gürültü olarak nitelendirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Genellikle geceleri oluşan sessizlikten dolayı gündüz oluşarlardan daha rahatsız edicidir [22,26]. Bunun nedeni, hiçbir zaman tam anlamıyla sessiz bir ortamla karşılaşılmasıdır. İnsanın içinde bulunduğu ortamda yeğlinliği (Bir ses çıkarılırken algılanan ve titreşimlerin genliğinden Sesin gürültüsü niteliği kazanması, ruhsal ölçekten ölçülmesi.kaynaklanan özellik.) az da olsa mutlaka belli bir gürültü söz konusu olmaktadır. Buna arka plan (fon) gürültüsü denilmektedir. Sesin gürültü niteliğini gece arka plan gürültüsünün azalmasıyla, gündüz işitilemeyen sesler işitmeye başlanınca kazanır. Kişisel değerlendirme de sesin gürültü olarak kabul edilip edilmemesinde önemli rol oynar. Örnek olarak, telefonla konuşan kişi için yakındaki bir müzik, müziği dinleyen bir kişi için de telefon konuşması gürültü niteliği taşır. Doelle' ye (1972) göre kişiler, çalışma ortamında kendilerinin ürettikleri gürültüleri önemsememektedirler. Sesin gürültü niteliği kazanması, ruhsal açıdan belirli ölçüler içinde öznel algıyla yakından ilgilidir. İnsanı hoşuna gittiği yüksek sesler, hoşuna gitmediği alçak seslerden daha az rahatsız etmektedir [23,26]. Görüldüğü üzere akustik bir yapısı olan gürültü, bağımsız frekansta, rastgele, herhangi bileşene sahip olmayan ve düzensiz bir spektrumdur [24,26]. 2872 sayılı

1986 tarihli Çevre Kanunu'na istinaden çıkarılan Gürültü Kontrol Yönetmeliği' nin 14. Maddesine göre gürültü; rastgele bir ses spektrumuna sahip, göreceli olarak istenmeyen sesler ya da ses şeklinde kavramsal olarak tanımlanmıştır [23,26]. İstenmeyen ses kısaca, gürültünün öznel yönünü taşıyan ve değerlendirilmesinde de insani değer ve çevrelerin etkili olduğu bir durumdur. Gürültünün en önemli etkilerinin başında insanlarda algılama güçlüğü yaratması ve işitme sorunlarına yol açmasıdır. Bundan dolayı fizyolojik etkiler yaratmakta, verimliliği azaltmaktadır. Bundan çalışanların işyerlerindeki durumunu yakından etkileyen bir çevresel kirliliktir [24, 26].

OSHA (İş Sağlığı ve İş Güvenliği İdaresi), işyerinde gürültüye maruz kalmayla ilgili yasal sınırlamalar getirmektedir. Bu limitler, bir işçinin 8 saatlik bir gün boyunca zaman ağırlıklı maruziyet ortalamalarına dayanmaktadır [27].

Bir ortamda yayılan ses enerjisi miktarı hakkında bir yargıya varmak, öncelikle kaynak için referans gürültü seviyelerinin belirlenmesine bağlıdır; sesin kullanıcıya ulaştığı ortamın fiziksel özellikleri ve ses dağılımı üzerindeki etkileri. Çevresel faktörler o kadar çeşitli ve çeşitlidir ki, hepsinin etkisini tek bir modelde düşünmek çoğu zaman imkansızdır. Ölçümde etkili olabilecek bu faktörlerin çevresel etkileri şunlardır [26,16];

- 1- Rüzgar: Mikrofonun etrafındaki rüzgar birçok düzensiz sese neden olabilir. Bu kulaktaki soğuk algınlığı gibi geliyor. Bu gürültüyü azaltmak için mikrofonun etrafındaki özel bir süngerini kapatmak yararlı olabilir. Bu aynı zamanda mikrofonu toz, kir ve mekanik darbelerden korumaya yardımcı olur.

- 2- Nem: % 90'a kadar nem oranı, ses seviyesi ölçer ve mikrofon için çok önemli bir etki değildir. Bununla birlikte, cihazı toz, kar ve benzeri maddelerden korumak gerekir. Mikrofona her zaman rüzgar koruyucusu takılmalıdır. Rüzgar koruması çok ıslak olsa bile ölçümler hala doğru kalır. Bununla birlikte, uzun süreli kullanım için, özellikle nemli ortamlarda, dış ortamlar kullanılmalıdır.
- 3- Sıcaklık: Birçok ticari tip ses seviyesi ölçer -10 ila +50 ° C arasında ölçüm yapabilir. Ancak, mikrofonu sıcaklıktaki ani değişikliklerden korumak için gereklidir. Bu, mikrofonda su buharı yoğunlaşmasına neden olabilir.
- 4- Ortam Basıncı: Atmosferik basınçtaki  $\pm\%$  10 değişim, mikrofon hassasiyetinin  $\pm 0,2$  dB'den düşük olmasına neden olur. Bununla birlikte, ani artışlar, özellikle yüksek frekanslarda, eğer ses kaynakları pistonfonla ayarlanmışsa, atmosferik basınç kontrolü gerekiyorsa duyarlılığı bundan daha fazla etkileyebilir.
- 5- Titreşim: Mikrofon ve ses seviyesi ölçer titreşime duyarlı olmasa da, titreşimlerden ve darbelerden uzak durmak her zaman yararlıdır. Cihazın bir sünger veya sızdırmazlık için kullanılan bir malzemeye örtülmesi, yüksek titreşim koşullarında yararlıdır.
- 6- Manyetik Alan: Elektrostatik ve manyetik alanların, ses seviyesi ölçer üzerinde yüksek bir etkisi olduğu düşünülmemektedir.

Bunların dışında; mesafe, engeller (ses kırıcılar), ses yansıtıcı yüzeyler, zemin tipi ve bitki örtüsü ve ağaç grupları ölçümde etkili olabilecek parametreler arasındadır. Ses dalgaları, yayılma sırasında bu faktörlerin etkileri nedeniyle yansıma, saçılma ve kırılma gibi olaylara maruz kalabilir ve kaynak seviyeleri arasındaki mesafeye bağlı

olarak ses seviyeleri artabilir veya azalabilir. Gürültü kontrol operasyonlarında, bu faktörlerin hafifletici etkileri kullanılarak yeni tasarımlar yapılabilir. Sesi ölçerken ölçülen boyutun kalitesini önlemek için önlemler alınmalıdır. Sadece cihazın gövdesi ve operatörün varlığı sadece sesi verilen yönden engellemekle kalmaz, aynı zamanda ölçümün başarısız olmasına neden olabilecek yansımalar da sağlayabilir. Deneyler, ölçümler bir kişiden 1 metreden daha kısa bir mesafeden yapıldığında, vücudun neden olduğu frekans ile ilgili frekans yansımalarının 6 dB'ye kadar bir hataya neden olabileceğini göstermiştir [26,28].

Bunlardan başka; uzaklık, engeller (ses kırıcılar), ses yansıtıcı yüzeyler, zemin cinsi ve bitki örtüsü ile ağaç grupları ölçüm üzerinde etkili olabilecek parametreler arasında sayılabilmektedir. Ses dalgaları, yayılma sırasında bu faktörlerin etkileriyle yansıma, saçılma, kırılma gibi olaylara uğrayabilmekte ve ses düzeyleri kaynaktan uzaklığa bağlı olarak artmakta veya azalabilmektedir. Gürültü kontrolü işlemlerinde, bu faktörlerin ses azaltıcı etkilerinden yararlanılarak yeni tasarımlara gidilebilmektedir. Sesi ölçerken, ölçülen büyüklüğün niteliğini bozmamak için tedbir alınmalıdır. Sadece aletin gövdesi ve operatörün varlığı, verilen yönden gelen sesi bloke etmekle kalmamakta, aynı zamanda ölçümün yanlış çıkmasına neden olabilecek yansımalarla yol açabilmektedir. Yapılan deneyler, ölçümlerin insandan 1 metreden daha az bir mesafede yapıldığında, vücudun neden olduğu 400 Hz civarındaki frekans yansımalarının 6 dB' e kadar hataya neden olabileceğini göstermiştir [26,28].

### 5.9.2 Gürültü Ölçüm Cihazı Kullanımı ve Geoteknik Sahasında Uygulanması

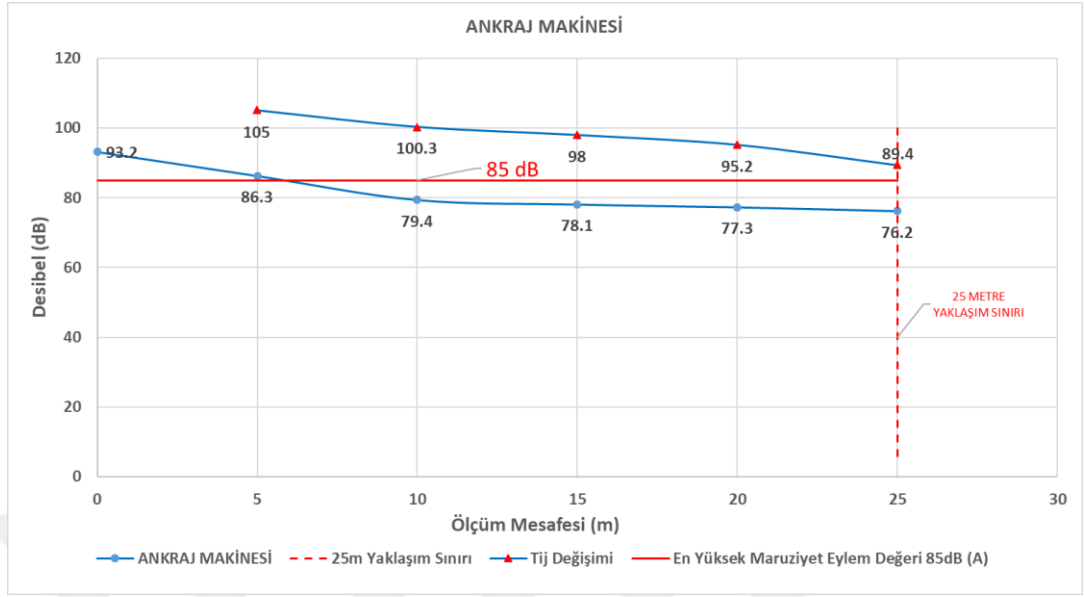
Çalışma Kuzey Marmara Otoyolu Şantiyesi Kurtköy-Akyazı 4. Kesimi'nde yapılmıştır. Saha çalışması açık havada karayolu inşaat sahasında yapılmıştır. Ortam koşulları 16 °C sıcaklığa, 23 Km/s rüzgar hızına ve %68 nem oranına sahiptir.

Çalışmada kullanılan ses ölçüm cihazı TT Technic marka, frekans aralığı 31,5Hz-4KHz, ölçme seviyesi aralığı 40-130dB, mikrofonu 1 / 2inç, seviye aralığı L0-40-100dB, doğruluk-  $\pm 1.5$ dB, çalışma yapabileceği sıcaklık / nem oranı 0-40 ° C /% 10-90 RH, ebatları 170 \* 58 \* 35mm'dir.

Çalışma sahasında her makineye maksimum yaklaşmış ve her ölçüm sonrasında 5 metre daha uzaklaşarak makine yaklaşım sınırı olan 25 metreye kadar ölçümler 6 kademeli olarak gerçekleştirilmiştir. Değerler grafik haline getirilmiştir.

Tablo 1: Otoyol inşaat sahasında farklı yerlerde zemin makineleri ve bunlara bağlı olarak çalışan makinelerin mesafeye bağlı olarak gürültülerinin değişim tablosu.

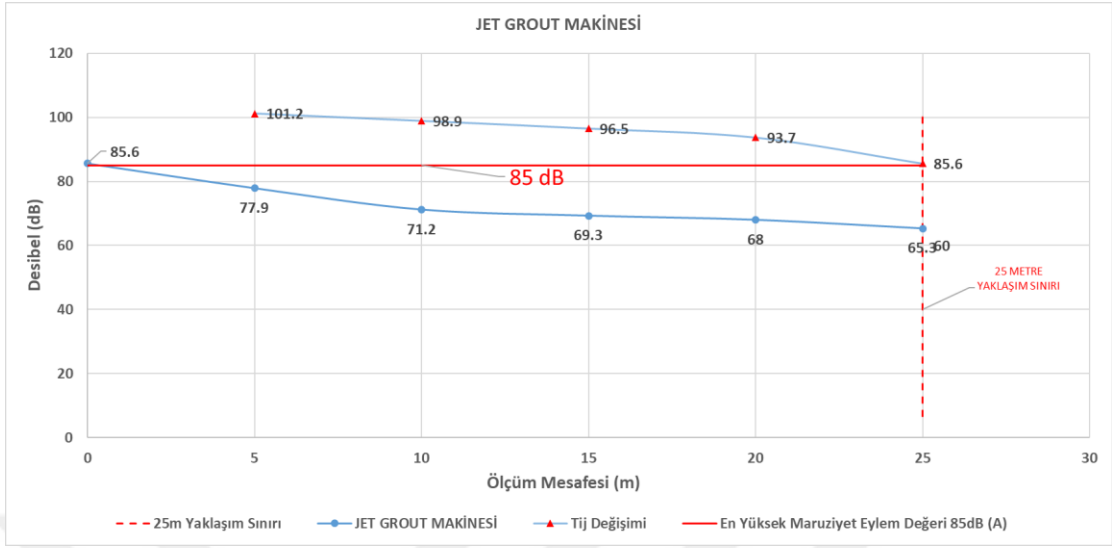
ÖLÇÜM MESAFESİ (m)	ANKRAJ MAKİNESİ (dB)	KAZIK MAKİNESİ (dB)	JET GROUT MAKİNESİ (dB)	DİYAFRAM DUVAR MAKİNESİ (dB)	TİJ DEĞİŞİMİ (Ankraj) (dB)	TİJ DEĞİŞİMİ (Jet Grout) (dB)	KOMPRESSÖR (dB)
0	93.2	104.4	85.6	105.2			92.3
5	86.3	92.3	77.9	93.4	105	101.2	85.6
10	79.4	86.2	71.2	87.3	100.3	98.9	79.4
15	78.1	79.2	69.3	80.2	98	96.5	78.1
20	77.3	78.3	68	78.1	95.2	93.7	77.3
25	76.2	77.9	65.3	76.7	89.4	85.6	76.2



Şekil 20: Ankraj makinesinin mesafeye bağlı olarak gürültü değişim grafiği.

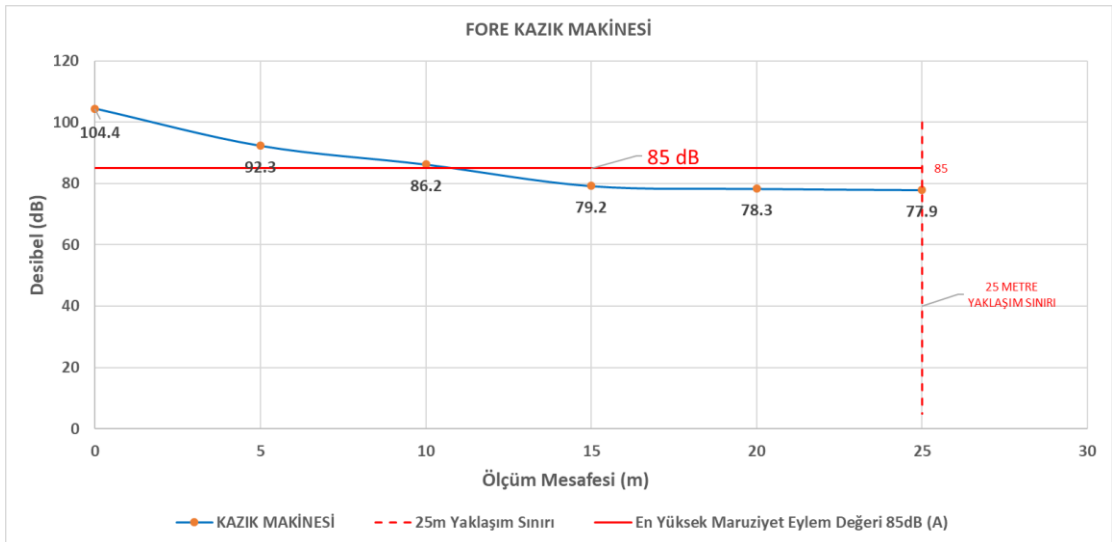
Şekil 20’de görüldüğü üzere ankraj makinesinin ilk 5 metresinde etkili olarak gürültü maruziyeti olduğu kendini belli etmektedir. Ayrıca tij değişimi süresince 25 metreye kadar etkili bir şekilde ses basıncı görülmektedir. Tij değişimi maruziyeti delgi süresince her 3 metrede yaklaşık 3 sn kadar sürmektedir.





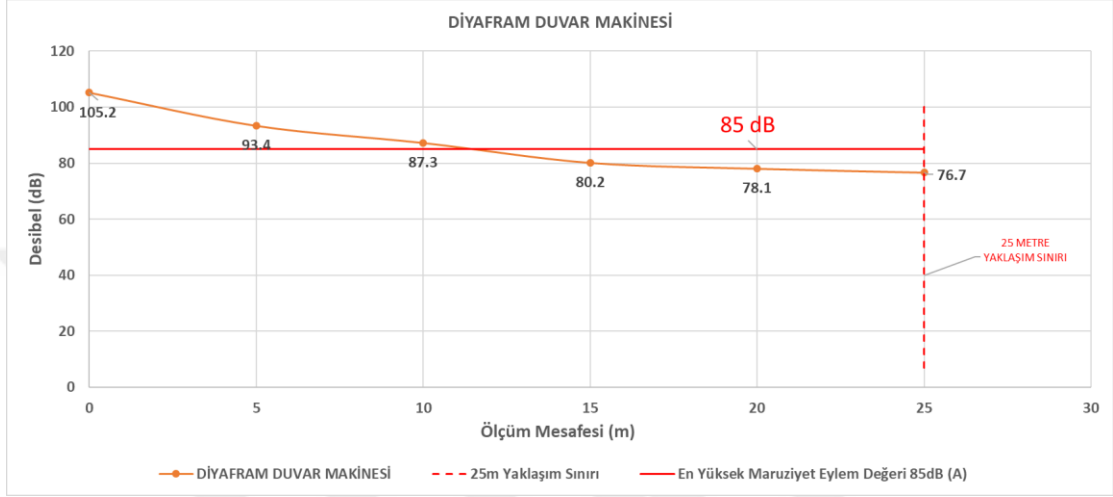
Şekil 21: Jet Grout makinesinin mesafeye bağlı olarak gürültü değişim grafiği.

Şekil 21’de görüldüğü üzere jet grout makinesinin 0 metresinde maruziyet olduğu ve sadece operatörün etkilenebileceği gözlenmiştir. Tj değişiminde kısa süreli de olsa 25 metreye kadar maruziyet mevcuttur.



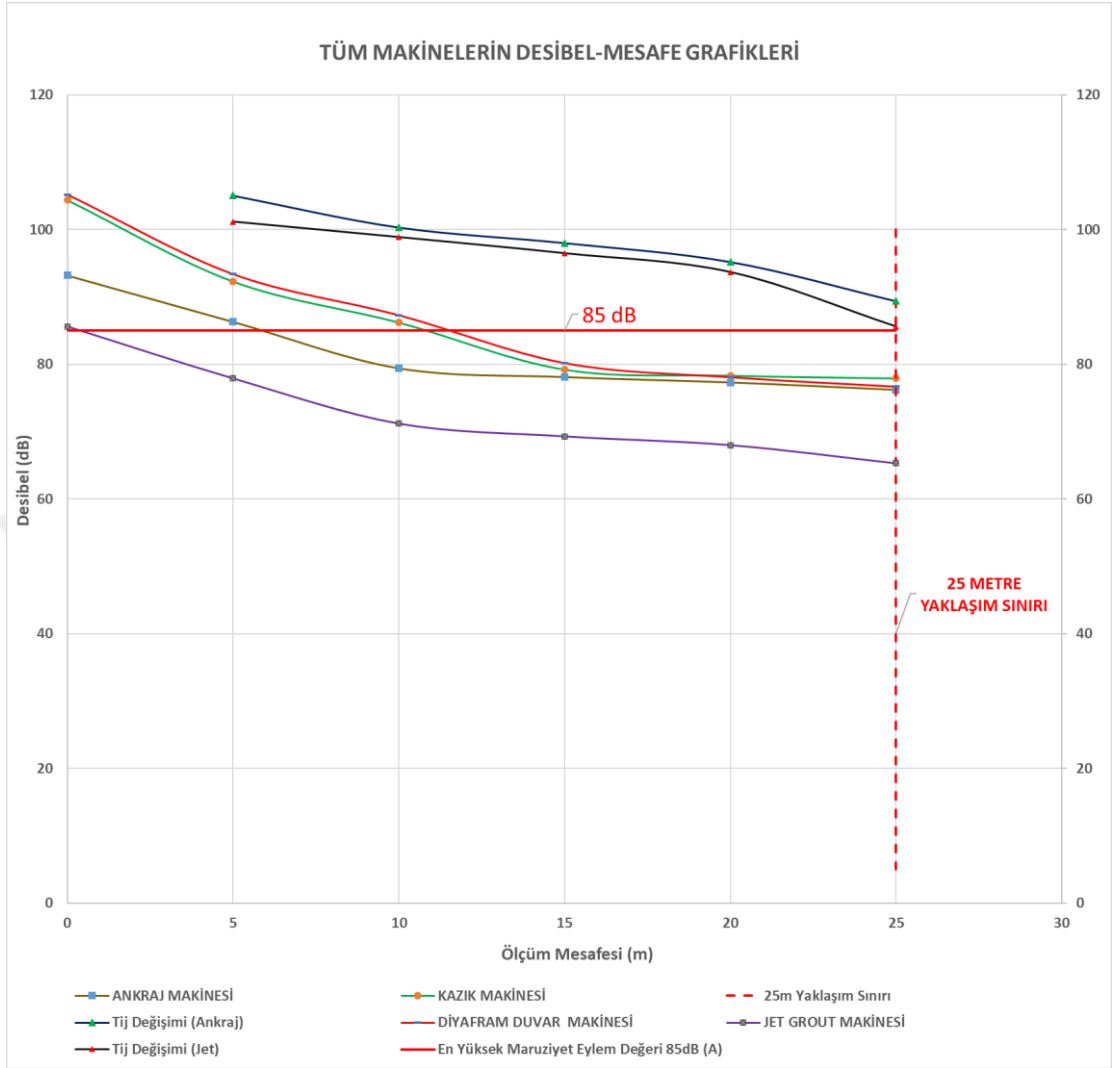
Şekil 22: Fore Kazık makinesinin mesafeye bağlı olarak gürültü değişim grafiği.

Şekil 22’de görüldüğü üzere kazık makinesinin 10 metresine kadar çalışanların yüksek gürültüye maruz kaldıkları tespit edilmiştir.



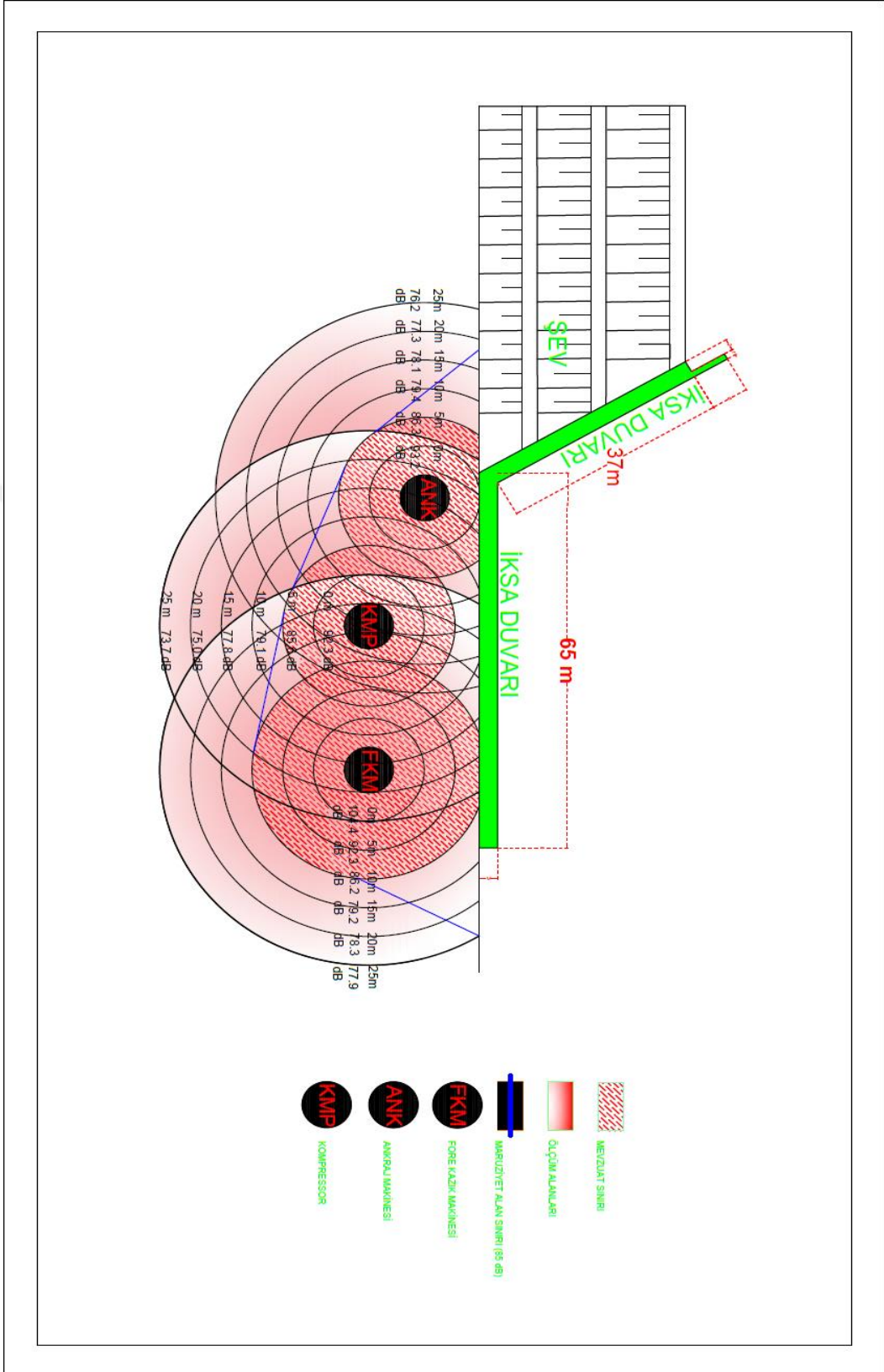
Şekil 23: Diyafram Duvar makinesinin mesafeye bağlı olarak gürültü değişim grafiği.

Şekil 23’te görüldüğü üzere diyafram makinesinin 10 metresine kadar çalışanların yüksek gürültüye maruz kaldıkları tespit edilmiştir.

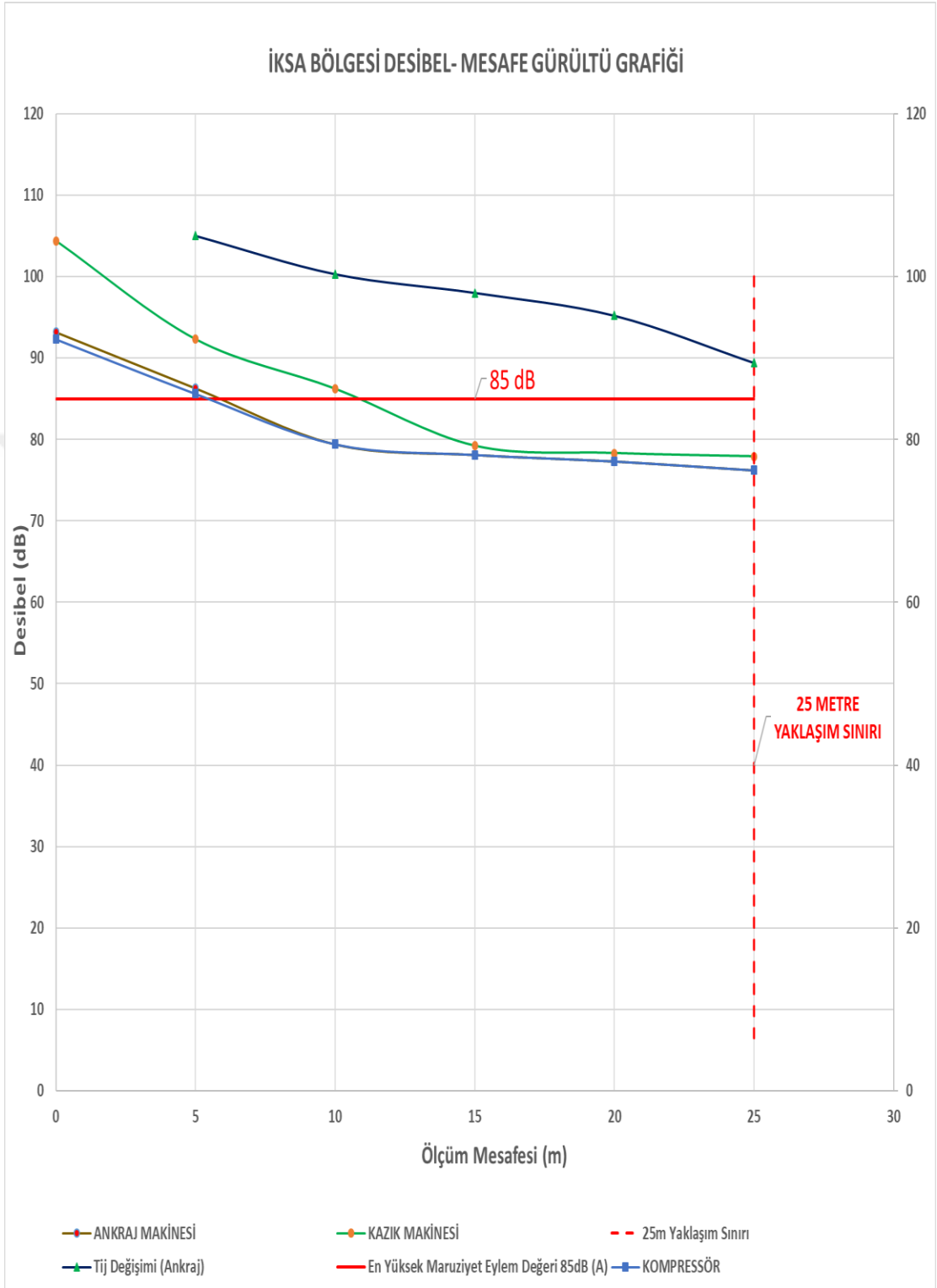


Şekil 24: Tüm Makinelerin mesafeye bağlı olarak gürültü değişim grafiği.

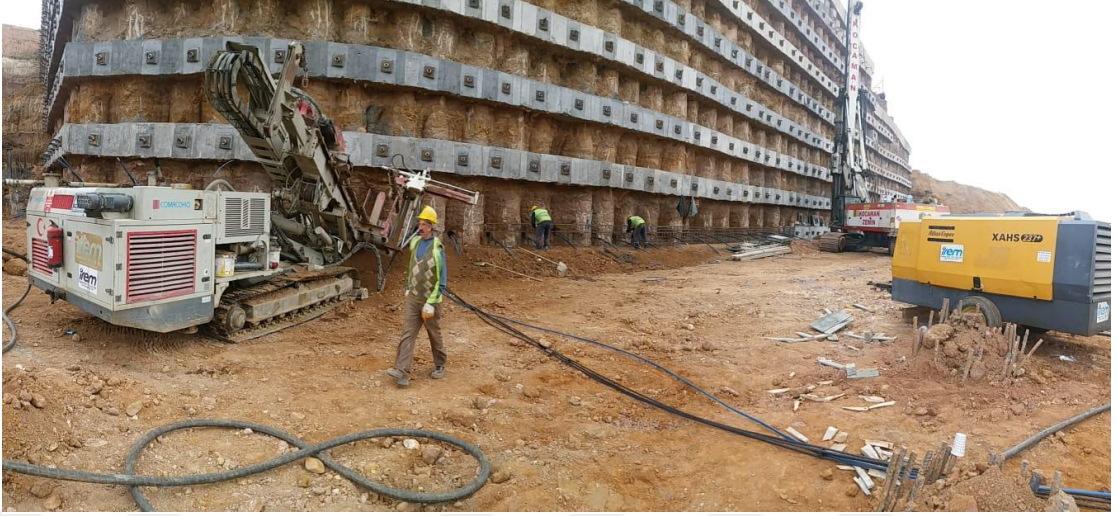
Şekil 24'te görüldüğü üzere tüm operatörlerin ve jet gorut çalışanları hariç diğer tüm çalışanların 10 metreye kadar gürültüye maruz kaldığı kendini göstermiştir.



Şekil 25: Bir iksa sistemi inşaat sahasının gürültü haritası.



Şekil 26: Bir iksa çalışmasının gürültü grafiği.



Şekil 27: İksa sahasının panoramik görüntüsü.

Şekil 27’de görüldüğü üzere çalışma yapılan alanda 1 adet ankraj, 1 adet kazık, 1 adet kompresör bulunmaktadır.

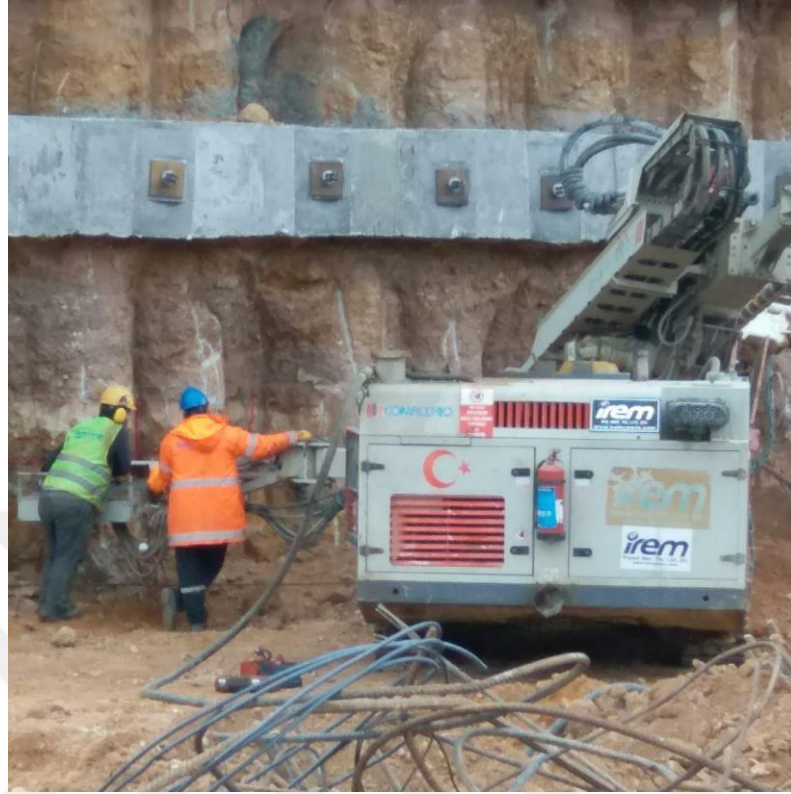


Şekil 28: Çalışma sırasından görüntüler.

Geoteknik çalışmaları olan bir inşaat şantiyesinin çalışma sırasında iş makinelerinin yaydığı gürültü uzaklık bazında incelenmiştir. İksa sahasında 85 dB mevzuat maruziyet sınırını aşan Şekil 25 üzerinden hesaplanan 2580,26 m<sup>2</sup>'lik bir alanda

gürültünün insan sağlığına etki edebileceği görülmüştür. Ayrıca geoteknik çalışanlarının Şekil 26'da da görüldüğü gibi gürültülü zemin makinelerinin ilk 5 metresinde yoğunluklu olarak çalıştıkları tespit edilmiştir. Sahada kullanılan makinelerin daha teknolojisi yüksek motor ve delgi sesini absorbe edebilecek makineler kullanılması veya bu maruziyet alanlarında insan sağlığını korumak için EN 352 standartlarına uygun koruyucu kulaklık takılması önerilmektedir. EN 352-1'de Ses kesici Kulaklık için, EN 352-2'de Kulak tıkaçları için, EN 352-3'te Barete takılabilir kulaklıklar için, EN352-4'te iletişimli kulaklıklar için, EN 352-5'de Aktif gürültü kontrolü yapan kulaklıklar için, EN 352-6'da elektrikli ses girişı olan kulaklıklar için, EN352-7 iletişimli kulaklıklar için standartlar mevcuttur. 85 dB ortamlarda kişisel koruyucu donanım kullanılması zorunlu hale gelmektedir çalışma durumuna göre bu standartlara uygun kulaklıklar kullanılmalıdır. İksa işleri bir geoteknik çalışmasıdır. Bu iksa işlerinde çalışanlar 85 dB gürültüden yüksek bölgelerde günde 8 saat süreyle çalışmaktadırlar.





Şekil 29: Koruyucu kulaklık kullanan ankraj işçileri.

Tablo 2: Genel en yüksek ve en düşük ölçüm değerleri.

ÖLÇÜM MESAFESİ (m)	EN DÜŞÜK ÖLÇÜM DEĞERİ (dB)	EN YÜKSEK ÖLÇÜM DEĞERİ (dB)
0	85.6	105.2
5	77.9	105
10	71.2	100.3
15	69.3	98
20	68	95.2
25	65.3	89.4



Gürültü uzaklık bazında uzaklık arttıkça düştüğü bilindiğinden dolayı belirli mesafelerde ölçümler yapılır, kişiye olumsuz etmeyeceği güvenli bölgeler belirlenir ve bu sayede güvenli mesafe tayini yapılmış olur. Tüm ölçümler dikkate alındığında Tablo 2’de görüldüğü üzere yaklaşım sınırı 25 metreyi aşan mesafelerde dahi en yüksek değerimiz 89.4 dB çıkmaktadır bu mevzuat değerini aşmaktadır. En yüksek değer ise 105.2 dB olarak belirlenmiştir.

Önlem olarak örnek verecek olursak, ikili bir konuşma yapılacağı zaman gürültülü alanlarda kullanılan kişisel koruyucu donanımları çıkarmak yerine daha önceden mesafe aralıklarıyla ölçümler yapılarak belirlenmiş olan güvenli alan, güvenli mesafeye ulaşarak bunlar çıkartılabilir. Bu güvenli alan Şekil 25’teki mavi çizgi ile kaplanan alanın dışında kalan alanlar olarak tanımlanabilir. Uyarı sinyalli kişisel gürültü dozimetresi personellere takılabilir ve mevzuat değerlerinin üstünde ki gürültü seviyeli alanlarda sinyal vererek personeli kişisel koruyucu takmaya sevk edebilir fakat günümüz ve Türkiye şartlarında maliyet getirecek uygulamayı işveren uygulamaktan kaçınmaktadır ve mevcut tehlikeyi görmezden gelmektedir.

## VI.SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat sektörünün tüm alanlarında karşılaşılan iş kazaları ve bunların sonuçlarına yönelik alınması gereken önlemler son yıllarda gerek ülkemizde gerekse dünyada en çok dikkat çeken konular arasındadır. Son yıllarda İş Sağlığı ve Güvenliği Kanununda sıkça düzenleme yapılması hükümetlerin bu konuya ne denli önem verdiğini de göstermektedir. Özellikle inşaat sahalarında meydana gelen ölümcül kazaların önüne geçilmesi için çok sıkı tedbirler almak gerekmektedir. Geoteknik sektöründe de bu tür kazalara karşı alınan önlemler yetersiz kalmaktadır. Kanun maddelerinde de bu konuda alınması gereken önlemlerle ilgili detaylı bilgi verilmemektedir. Araştırmada var olan imalat ve uygulama tipleri geoteknik uygulamaların en popüler çalışmalarını kapsamaktadır. Geoteknik çalışmalar genellikle inşaat sahalarında yapıldığından aynı risk faktörlerini içermektedir. Bu sektörde meydana gelen iş kazalarının ölümlerle sonuçlanma oranı da göz önüne alınırsa önlemlerin artırılması gerekliliği göze çarpmaktadır. Ayrıca geoteknik çalışmaları olan inşaat şantiyelerinin, mesai sırasında iş makinelerinin yaydığı gürültü uzaklık bazında incelendiğinde, uzun süreli en yüksek maruziyet değeri 105.2 dB, kısa süreli en yüksek maruziyet değeri ise 105 dB olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı Geoteknik çalışanlarının gürültüye maruz kaldıkları ve buna karşı mümkünse önce direkt gürültü kaynağına sonra çalışanları korumak için kişisel koruyucu donanımlı önlemler alınması gerektiği saptanmıştır. Geoteknik uygulamalarında karşılaşılan iş kazalarına bakıldığında iş kanununda bu konu ile ilgili spesifik önlemler ve kurallar konulması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Geoteknik çalışmalar için mevzuatta bu tehlikeleri önlemek amaçlı ayrıca kurallar konulması gerekmektedir.

## VII.KAYNAKÇA

[1] Milli Eğitim Bakanlığı (2014), Mesleki Gelişim, İş Güvenliği ve İşçi Sağlığı

<http://isguvenlikvesaglik.blogspot.com.tr/2014/02/is-guvenligi-tanm-onemi-amac-ve-is-saglg.html>

Et: 30.10.2018

[2] Çiçek Ö., Öçal M. (2016), Dünyada ve Türkiye’de İş Sağlığı ve İş güvenliğinin Tarihsel Gelişimi

<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/263389>

Et: 30.10.2018

[3] Erginel N., Toptancı Ş. (2017), İş Kazası Verilerinin Olasılık Dağılımları ile Modellenmesi

[4] All About OSHA (Occupational Safety and Health Administration) U.S Department of Labor

[https://www.osha.gov/Publications/all\\_about\\_OSHA.pdf](https://www.osha.gov/Publications/all_about_OSHA.pdf)

Et: 30.10.2018

[5] Turkey ratifies the Safety and Health in Construction Convention, 1988 (No. 167) and the Safety and Health in Mines Convention, 1995 (No. 176)

[https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/occupational-safety-and-health/WCMS\\_356966/lang--en/index.htm](https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/occupational-safety-and-health/WCMS_356966/lang--en/index.htm)

Et: 30.10.2018

[6] Bilir N. (2016), İş Sağlığı ve Güvenliği Profili Türkiye

<https://www.csgb.gov.tr/media/4578/kitap09.pdf>

Et: 30.10.2018

[7] Yılmaz R.C. (2015) Shotcrete (Çelik Donatılı Püskürtme Beton)

<https://mimareha.wordpress.com/2015/03/01/shotcrete-celik-donatili-puskurtme-beton/>

Et: 30.10.2018

[8] Uzundurukan S., Göksan T.S. (2013) Geoteknik Mühendisliği ve Eğitimi

[http://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/423dd0ee98f61b8\\_ek.pdf?dergi=497](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/423dd0ee98f61b8_ek.pdf?dergi=497)

Et: 30.10.2018

[9] <http://insaattaisguvenligi.com/risk-analizleri/zemin-guclendirme/>

Et: 30.10.2018

[10] Uzuner, B.A. (2005). Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği. Derya Kitabevi, Trabzon. 485 s.

[11] Ankraj, Zemin Çivisi ve Bulon Sistemleri

<http://www.evtekezemin.com/ankraj/>

Et: 30.10.2018

[12] Bilir N. (2016) Occupational Safety and Health Profile Turkey

<https://www.csgeb.gov.tr/media/4577/kitap10.pdf>

Et: 30.10.2018

[13] International Labour Organization- History Of 28 April

[http://www.ilo.org/safework/events/safeday/WCMS\\_316480/lang--en/index.htm](http://www.ilo.org/safework/events/safeday/WCMS_316480/lang--en/index.htm)

Et: 30.10.2018

[14] Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş. Fore Kazıklar

<http://www.zetas.com.tr/index.php?id=120000&dil=TR>

Et: 30.10.2018

[15] Nemati M. (2005) ATCE-II Advanced Topics In Civil Engineering, Slurry Trench / Diaphragm Walls

<http://www.cv.titech.ac.jp/~courses/atce2/Lesson6.pdf>

Et: 30.10.2018

[16] Özgüven, N. (2008). Gürültü Kontrolü Endüstriyel ve Çevresel Gürültü, İstanbul: Türk Akustik Derneği Teknik Yayınları.

[17] Keller Foundations Jet Grouting Technical Details

<https://www.kellerfoundations.ca/solutions/techniques/jet-grouting>

Et: 30.10.2018

[18] APAYDIN B.S. ( 2003), Derin Kazılar ve Destekleme Sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu

Üniversitesi, Eskişehir / Türkiye,

<http://www.emirli.com.tr/ankraj.html>

Et: 30.10.2018

[19] Clark D. (2016) A Brief History of Geotechnical Engineering

<http://www.geoteltech.com/a-brief-history-of-geotechnical-engineering/>

Et: 30.10.2018

[20] Kujala, T., Brattico, E. (2009). Detrimental Noise Effects On Brains Speech Functions, Biological Psychology, (81),3, pp.135-143.

[21] Doelle, L.L., (1972), Environmental Acoustics, McGrawHill Book Company, USA.

[22] Karabiber, Z., (1996). “Ses, Gürültü, Konuşma, Müzik”, Yapılarda Akustik Sorunlar ve Çözüm Önerileri Semineri, İstanbul. 23-24 Mayıs, s.17.

[23] Köknel, Ö. (1996). Bireysel ve Toplumsal Şiddet, İstanbul:Altın Kitaplar Yayınları

[24] Kurra, S. (1991), “Gürültü”, Türkiye'nin Çevre Sorunları, Ankara: Türkiye Çevre Vakfı Yayını, ss.447- 484.

[25] Aktürk, N. ve Toprak, R. (2004). Gürültünün İnsan Sağlığı Üzerindeki Olumsuz Etkileri, Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi (Turk Hij Den Biyol Derg), (61),1,2,3, ss.49-58.

[26] Sakarya, E. (2016) Gürültünün Çalışma Hayatına Etkileri ve Bir İnşaat Şantiyesinde Gürültü Analizi Çalışması.

[27] Occupational Noise Exposure OSHA (Occupational Safety and Health Administration) U.S. Department of Labor  
<https://www.osha.gov/SLTC/noisehearingconservation/>

Et: 26.11.2018



## ÖZGEÇMİŞ

1991 senesinde İstanbul'da doğdu. Lisans öğrenimini Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği bölümünde tamamladı. 2014 yılından itibaren Çokal Barajı İnşaatı, Gemlik Gübre Sanayii Yeni Liman İnşaatı, 3. Boğaz Köprüsü ve Kuzey Marmara Otoyolu Projesi, Gebze- Orhangazi- İzmir Otoyolu Projesi gibi Türkiyenin çeşitli yerlerinde önde gelen projelerde geoteknik çalışmaların yapımında görev aldı. Şuan itibari ile Yüksel Proje Uluslararası A.Ş. Firmasında yapım müşavirliği, geoteknik işlerden sorumlu kontrol mühendisi olarak görev almaktadır.