



T.C. ÇALIŞMA VE  
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI



# KANAL KAZISI ÇALIŞMALARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ REHBERİ



T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı  
İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü





**T.C. ÇALIŞMA VE  
SOSYAL GÜVENLİK BAKANLIĞI**

# KANAL KAZISI ÇALIŞMALARINDA İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ REHBERİ



**Güvenle  
Büyü  
Türkiye**

Kanal Kazısı Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi T.C. Çalışma ve Güvenlik Hizmetler Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan bu rehberdeki hususlar tavsiye niteliğindedir.

## **Yayına Hazırlayan**

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı  
**İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü**  
Emek Mahallesi, Naci Ayvalıoğlu Cad. No:13  
06520 Çankaya / ANKARA

**Telefon:** 0 312 296 60 00

**Faks:** 0 312 215 50 28

[www.isggm.gov.tr](http://www.isggm.gov.tr) - [www.guvenliinsaat.gov.tr](http://www.guvenliinsaat.gov.tr)

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı

Mart 2018 (Revizyon: 2024)

# İÇİNDEKİLER

|    |                                                 |    |
|----|-------------------------------------------------|----|
| 01 | GENEL BİLGİLER.....                             | 4  |
| 02 | ALTYAPI KANAL KAZILARI.....                     | 12 |
|    | 2.1 İSG Mevzuatında Kazı Çalışmaları.....       | 13 |
|    | 2.2 Terim ve Tanımlar.....                      | 14 |
|    | 2.3 Tehlike ve Riskler.....                     | 15 |
| 03 | GÖÇÜK RİSKİ.....                                | 16 |
|    | 3.1 Göçük Oluşumu.....                          | 17 |
|    | 3.2 Göçük Sebepleri.....                        | 22 |
| 04 | GÖÇÜK RİSKİNE KARŞI KORUYUCU TEDBİRLER.....     | 30 |
|    | 4.1 Şev ve Kademe Oluşturulması.....            | 30 |
|    | 4.2 İksa Yapılması.....                         | 40 |
|    | 4.3 Kalkan Yerleştirilmesi.....                 | 45 |
| 05 | ALTYAPI ÇALIŞMALARINDA KAZISIZ TEKNOLOJİLER.... | 48 |
| 06 | DİĞER TEHLİKE VE RİSKLER.....                   | 53 |
| 07 | İLGİLİ ULUSAL STANDARTLAR.....                  | 59 |
| 08 | SONUÇ VE ÖNERİLER.....                          | 69 |
| 09 | KAYNAKLAR.....                                  | 72 |
| 10 | KONTROL LİSTESİ VE İZİN FORMU.....              | 75 |

## 1. GENEL BİLGİLER

Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) 2014 yılı İş Kazası ve Meslek Hastalıkları istatistiklerine göre iş kazası sonucu meydana gelen ölümlerde inşaat sektörü %30,8 'lük bir oranla ilk sırada yer almaktadır [1]. (Bkz. Tablo 1.1.)

Yaşanan iş kazası sayıları ve oluşan kayıplarda maden ve metal sektörleri ile birlikte ön sıralarda bulunan inşaat sektöründe bu durumun oluşmasının birçok sebebi vardır. Sektörün kendine has özelliklere ve değişken çalışma koşullarına sahip olması İSG açısından sektörün alt sıralarda yer almasında en etkin hususları oluşturmaktadır. Bu farklı ve kontrolü zor hususlar neticesinde sektördeki çalışmalar sırasında iş kazaları sıkça yaşanmakta ve bu kazalar sonucunda maddi ve manevi büyük kayıplar verilmektedir. Dolayısıyla sektörde yaşanan iş kazalarını en aza indirebilmek için, bu kazaların artmasına neden olan sektöre özgü özelliklerin göz önüne alınması gerekmektedir. Bu özellikler aşağıda yer alan başlıklar altında kısaca belirtilmiştir [2].

### 1.1. İklim Koşulları Altında Çalışma

İnşaat işleri çoğunlukla açık havada doğal iklim koşulları altında yapıldığından, çalışanların çalışma ortamlarında asgari konfor şartlarının sağlanması çoğu zaman mümkün olmamaktadır. Dolayısıyla aşırı soğuk ve sıcak sebebiyle çalışanların dikkatleri dağılmakta, çabuk yorulmalar görülmekte ve dalgınlığın artması gibi durumlar ortaya çıkabilmektedir. Zihinsel olarak olumsuz koşullar yaratan bu faktörler neticesinde de iş kazalarının oluşma ihtimali artmaktadır.



## 1.2. Çalışan Sirkülasyonu

Sektörde istihdam edilen çalışan, ücretini düşük bulması ya da daha uygun koşullarda iş bulması sebebiyle başka işyerine kolaylıkla geçebilmektedir. İş değiştirme durumları inşaat sektöründe diğer sektörlerle kıyasla oldukça fazladır. Dolayısıyla sektörde çalışanların, devamlı bir iş sağlığı ve güvenliği eğitimi, mesleki eğitim vb. eğitimleri almaları zorlaşmakta, iş güvenliği açısından kalıcı bir kurum kültürü oluşturulması engellenmektedir.



## 1.3. Çalışma Ortamındaki Seviye Farkları

Sektördeki çalışmalar zemin seviyesinin altında başlamakta ve yükselerek devam etmektedir. Dolayısıyla çalışma ortamında görülen seviye farkları sebebiyle, çalışanların düşmesi ya da malzemelerin düşmesine bağlı iş kazalarına maruz kalma riski önemli ölçüde artmaktadır. Ayrıca çalışma ortamının sürekli yükselmesi ya da proje boyunca bir değişim içerisinde olması nedeniyle, ortama alışmak zorlaşmakta ve dolayısıyla çalışanların her an beklenmeyen durumlarla karşılaşma ihtimali de artmaktadır.

## 1.4. Sürekli Hareket Halinde olma

Sektörde gerçekleştirilen birbiri ardına devam eden çalışma ve faaliyetler boyunca hem malzemeler hem de çalışanlar sürekli hareket halindedir.

Bu hareket ise çoğunlukla planlı ve belirli talimatlar doğrultusunda yürütülmemektedir. Yatay düzlemde hareketin yanı sıra iş ekipmanları, mobil ekipman ve araçlar; dönme, kaldırma, taşıma vb. hareketler de yapmaktadırlar. Şantiyedeki bu sürekli hareket halinde olma durumu neticesinde; çalışan ve malzeme düşmesi, çarpma, sıkışma gibi iş kazalarının olma ihtimali de bir hayli artmaktadır.

### 1.5. Geniş ve Dağınık Çalışma Alanı

Sektörde yapılan işler, birbirini takip eden ya da aynı anda gerçekleşen farklı çalışma ve imalatları gerektirmektedir. Dolayısıyla farklı çalışma grupları aynı şantiyede bir arada çalışabilmektedir. Her grubun kendi işine odaklanması, farklı ekipman ve malzemelerin kullanılması neticesinde çalışma ortamı genellikle düzenli şekilde kalmamakta ve dolayısıyla ortamın dağınıklığı iş kazalarının oluşumunda bir katalizör görevi görmektedir. Düzensiz ortam ayrıca denetim faaliyetlerini de zorlaştırmakta ve bazı kritik risklerin gözden kaçırılmasına sebep olarak iş kazalarının artmasına neden olmaktadır.



### 1.6. Alt işveren Çokluğu

Alt yüklenicilerin (alt işverenler) çalışma yöntem ve kuralları çoğunlukla asıl yükleniciden (asıl işveren) bağımsız olarak gerçekleşmektedir.

Her birinin iş anlayışı farklı olan bu grupların birbirinden bağımsız hareket etmesi ile işverenler arası koordinasyon sağlanamamakta ve iletişim eksikliğinden kaynaklanan sorunlar neticesinde iş kazası oluşumu tetiklenmektedir.

### 1.7. Kendine Özgü Çalışma Koşulları

Sektörde gerçekleştirilen çalışma ve faaliyetler seri üretimin yapıldığı bir fabrikadan çok daha farklıdır ve karşılaşılan riskler proje boyunca değişkenlik göstermektedir. Sektördeki çalışma ortamları; inşaatın fiziki boyutları, uygulanan üretim yöntemleri, inşaat süresi, iklim koşulları ve zemin topografyası bakımından kendine özgü koşullara sahiptir. Bu durum, uygulanması gereken İSG tedbirlerinin bir şablon olarak her şantiyede aynen uygulanmasını güçleştirmektedir.

### 1.8. Basmakalıp Davranışların Yaygınlığı

Sektörde güvenlik kültürü ve İSG bilinci gelişmemiştir. Çalışanlar; tecrübe ve çalışma alışkanlıklarına dayalı olarak şekillenen davranış ve düşüncelerle hareket etmekte, yaptıkları iş güvenliği yönünden son derece yanlış ve tehlikeli olsa dahi, bu davranış ve düşüncelerden vazgeçmemektedirler.

Dolayısıyla çalışmanın güvenli bir biçimde yürütülebilmesi için, gerekli toplu veya kişisel koruyucu tedbirler alınsa dahi, çalışanın davranış ve tutumu neticesinde iş kazası önlenememektedir.



### 1.9. Doğa Koşullarıyla Mücadele

Sektörde gerçekleştirilen bilhassa baraj, köprü, tünel vb. projelerde doğa ile mücadele zorunlu olmaktadır. Son derece zor olan bu mücadelelerde yeni teknolojilere başvurulmakta, büyük ve ağır devasa iş makinelerinin kullanımı gerekebilmektedir.

başvurulmakta, büyük ve ağır devasa iş makinelerinin kullanımı gerekebilmektedir. İş makinalarının hareketlerinden kaynaklanabilecek iş kazalarının yanı sıra patlatma, delme vb. yapılan faaliyetler de ayrıca zorlukları ve gerektirdikleri uzmanlık sebebiyle iş sağlığı ve güvenliği yönünden tehdit oluşturmakta ve iş kazalarının artmasında önemli rol oynamaktadır.



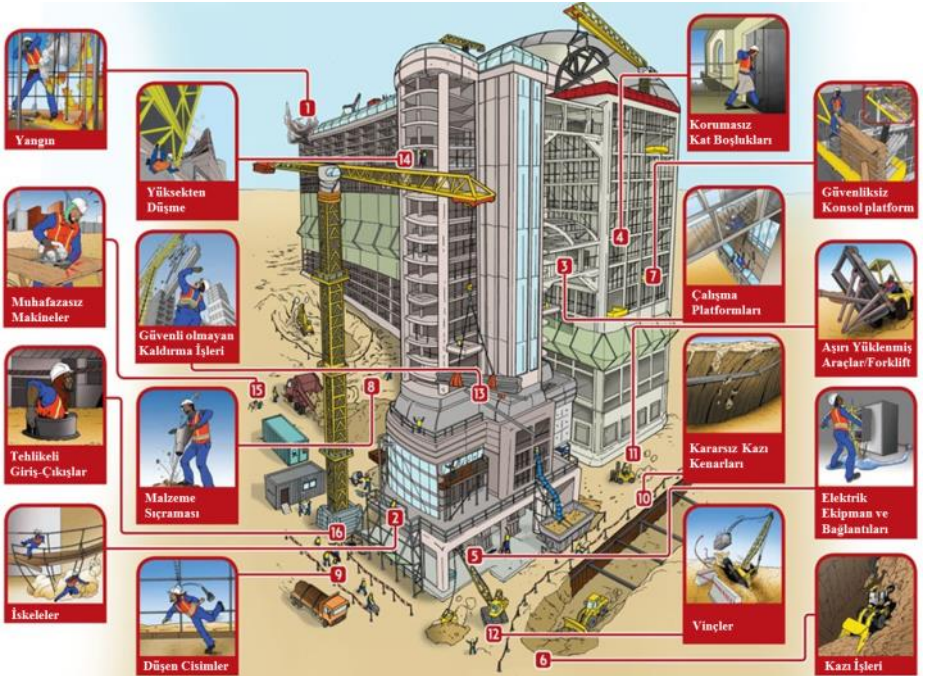
### 1.10. Düşük Eğitim Seviyesi

İnşaat sektöründe çalışan bireylerin eğitim seviyesi çoğunlukla düşüktür. Sektörde okuma ve yazma bilmeyen kişiler dahi yer almaktadır. Bu durum, hem eğitimi zorlaştırmakta hem de uygulanacak eğitimlerden elde edilecek verimi olumsuz şekilde etkilemektedir. Gerek mesleki eğitimin hiç olmaması ya da yetersiz olması ve gerekse çalışanın işini güvenli şekilde yürütmesi için gerekli olan iş sağlığı ve güvenliği eğitiminin olmaması neticesinde, sektörde yaşanan çeşitli iş kazası sayıları artmaktadır.



Dolayısıyla bütün bu karakteristik özelliklerin ve çalışma koşullarının ışığında inşaat sektöründe karşılaşılan başlıca tehlike ve riskler şu şekilde sıralanabilir :

- Kazı göçükleri
- Yüksekten düşme
- Yangın
  - Malzeme düşmesi, çarpması, sıçraması
  - Elektrik çarpması
  - Hareketli bir aracın çarpması, sıkışma
  - Tehlikeli maddelere temas etme
  - Elle taşıma neticesinde kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları
  - Gürültü, titreşim gibi fiziksel faktörler



Tablo 1.1.'de genel ve inşaat sektörüne ait iş kazası verileri yer almaktadır.

**Tablo 1.1. SGK İş Kazası İstatistikleri [3]**

| İŞ KAZASI VERİLERİ |         |                |          | ÖLÜM VERİLERİ |                |          |
|--------------------|---------|----------------|----------|---------------|----------------|----------|
| Tüm sektörler      |         | İnşaat sektörü |          | Tüm sektörler | İnşaat sektörü |          |
| <i>Yıllar</i>      | Adet    | Adet           | Oran (%) | Adet          | Adet           | Oran (%) |
| <b>1992</b>        | 139 414 | 22 863         | 16,4     | 1 776         | 559            | 31,5     |
| <b>1993</b>        | 109 563 | 17 535         | 16,0     | 1 516         | 464            | 30,6     |
| <b>1994</b>        | 92 087  | 13 991         | 15,2     | 1 191         | 421            | 35,3     |
| <b>1995</b>        | 87 960  | 12 809         | 14,6     | 919           | 348            | 37,9     |
| <b>1996</b>        | 86 807  | 11 784         | 13,6     | 1 492         | 555            | 37,2     |
| <b>1997</b>        | 98 318  | 14 703         | 15,0     | 1 473         | 437            | 29,7     |
| <b>1998</b>        | 91 895  | 12 355         | 13,4     | 1 252         | 380            | 30,4     |
| <b>1999</b>        | 77 955  | 10 278         | 13,2     | 1 333         | 407            | 30,5     |
| <b>2000</b>        | 74 847  | 7 845          | 10,5     | 1 173         | 379            | 32,3     |
| <b>2001</b>        | 72 367  | 8 459          | 11,7     | 1 008         | 341            | 33,8     |
| <b>2002</b>        | 72 344  | 7 982          | 11,0     | 878           | 319            | 36,3     |
| <b>2003</b>        | 76 668  | 8 198          | 10,7     | 811           | 274            | 33,8     |
| <b>2004</b>        | 83 830  | 8 106          | 9,7      | 843           | 263            | 31,2     |
| <b>2005</b>        | 73 923  | 6 480          | 8,8      | 1 096         | 290            | 26,5     |
| <b>2006</b>        | 79 027  | 7 143          | 9,0      | 1 601         | 397            | 24,8     |
| <b>2007</b>        | 80 602  | 7 615          | 9,4      | 1 044         | 359            | 34,4     |
| <b>2008</b>        | 72 963  | 5 574          | 7,6      | 866           | 297            | 34,3     |
| <b>2009</b>        | 64 316  | 7 303          | 11,4     | 1 171         | 156            | 13,3     |
| <b>2010</b>        | 62 903  | 6 437          | 10,2     | 1 454         | 475            | 32,6     |
| <b>2011</b>        | 69 227  | 7 749          | 11,1     | 1 710         | 570            | 33,3     |
| <b>2012</b>        | 74 871  | 9 209          | 12,2     | 745           | 256            | 34,3     |
| <b>2013</b>        | 191 389 | 26 967         | 14,1     | 1 360         | 521            | 38,3     |
| <b>2014</b>        | 221 366 | 29 699         | 13,4     | 1 626         | 501            | 30,8     |

Sektör incelendiğinde; altyapı çalışmalarının da iş kazasının sıkça yaşandığı işlerden olduğu ve su, gaz, kanalizasyon gibi altyapı imalat, değişiklik ve onarım çalışmaları sırasında çalışanların çeşitli tehlike ve risklere maruz kaldıkları görülmektedir.

Altyapı çalışmalarının kazı işlerini içermesi ve çevre ile zemin koşulları sebebiyle kazı işlerinin çalışan sağlığı ve güvenliği açısından başlı başına bir tehlike kaynağı olması bu işlerde çalışma öncesi mutlaka önlem alınmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla; çalışan sayısı, yapılan işlerin nitelikleri, kullanılan araç ve ekipmanlar ile çalışma koşulları dikkate alındığında; İSG alanında yapılacak araştırma ve teknik çalışmalara inşaat sektörünün büyük ihtiyaç duyduğu görülmüş ve konu ile ilgili gelişmiş ülke düzenlemelerinden de faydalanılarak bu rehber hazırlanmıştır.

Rehber; çalışanların kazı içerisinde ve çevresinde güvenli şekilde çalışmalarının sağlanması, iş güvenliği tedbirleriyle göçük riskinin elimine edilmesi, ve göçük ile ilgili bilgi birikiminin ve İSG bilincinin artırılması amacıyla hazırlanmıştır.

Rehberin ana konusu bilhassa göçüğe karşı hassasiyet göz önünde bulundurularak kanal kazısı çalışmalarında İSG olarak belirlenmiştir.



## 2. ALTYAPI KANAL KAZILARI

Kazı çalışmaları, inşaat sektörünün olmazsa olmaz işlerindendir. Şantiye ve yapılan işin niteliğine bağlı olarak birçok kazı türü bulunmaktadır. Açıkta yapılan serbest kazılar, yeraltı kazıları, baraj ve hidroelektrik santral kazıları, yol kazıları, tünel kazıları, sanat yapıları kazıları, sıyırma, temizlik ve şekil verme kazıları ile kanal kazıları (hendek kazıları) bu kazı türlerinden sadece bazılarıdır.

Her kazı çalışması benzer tehlike ve riskler içermekle beraber, çalışma ortamı, kullanılan kazı teknikleri ve iş ekipmanlarına bağlı olarak farklı tehlike ve riskler de içerebilmektedir.

İçme suyu, sulama suyu, atk su, yağmur suyu, drenaj ve doğalgaz boruları vb. işler için dar olarak yapılan kazılar ise altyapı kanal kazılarını oluşturmaktadır. Yeni yapılacak çalışmaların yanı sıra mevcut imalatların onarımı, değiştirilmesi sırasında da bu kazılar açılmak suretiyle çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Aşağıda yer alan görsellerde boyu eninden önemli ölçüde uzun olan ve derinliğin genişlikten fazla olduğu kanal kazısının diğer kazılardan farkı görülmektedir.



## 2.1. İSG Mevzuatında Kazı Çalışmaları

Kazı çalışmalarında dikkat edilmesi gereken hususların ve alınacak önlemlerin belirlenmesi ve bu çalışmaların sağlıklı ve güvenli şekilde yürütülebilmesi amacıyla ülkemiz mevzuatında yer alan en önemli düzenleme **Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği**'dir. Bu düzenlemenin dışında ayrıca Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, Büyükşehir Belediyeleri Koordinasyon Merkezleri Yönetmeliği ve Alt Yapılar İçin Afet Yönetmeliği'nde de kazı işleri ile ilgili bazı hükümler bulunmaktadır.

Yapı İşlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği, kazı işleri ile ilgili İSG hükümlerinin yer aldığı en kapsamlı yönetmeliktir. Yönetmelikte kazı işi öncesi ve kazı çalışması sırasında yerine getirilmesi gereken hususlar belirtilmektedir.

Kazılarda zemin yapısı, iklim koşulları, kazı alanı yakınlarında meydana gelebilecek sarsıntılar, çevredeki su kaynakları ve fazla yük kuvvetleri göz önüne alınarak uygun şev açılarının belirlenmesi ve/veya statik hesabı yapılmış uygun destek ve setlerin kullanılması ile kazı yüzeyleri, şevlerin eğimi ve yüksekliğinin zeminin yapısına, sağlamlığına ve çalışma yöntemlerine uygun seçilmesi ve kazılarda yan duvarların göçmemesi için gerekli tedbirlerin alınması bilhassa kanal kazısı çalışmalarının güvenliği açısından yönetmelikte geçen önemli hükümlerdendir.

Alt Yapılar İçin Afet Yönetmeliği'nde daha çok jeoteknik etüt (zemin etüdü) ile ilgili hükümler yer almakta ve zemin koşullarının belirlenmesi ile iletim hatlarında yapılacak çalışmalar sırasında uygulanacak hükümler yer almaktadır. Ayrıca imalata ilişkin esaslarla birlikte boru ferşiyatı (döşeme), hendek açılması ve hendeğin dolgusunda gerekli her türlü emniyet önlemlerinin alınmasına dair hüküm yer almaktadır.

Maden İşyerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği'nde yerüstü maden işlerinin yapıldığı işyerlerinde uyulması gereken kazı işleri ile ilgili hükümler yer almaktadır.



**Hendek Kaplama Sistemi:** Hendeklerin düşey yüzlerinin desteklenmesi için tasarlanan prefabrik bileşenlerin montajı.

**Kohezyon:** Zemin yapısı içerisinde benzer parçacıkları bir arada tutan kuvvet.

**Perde:** Kazı yüzlerini tutmak üzere bağlantı ve takviye kirişleri veya göğüsleme kirişleri ile desteklenen ve zemin ile temas halindeki iksa bölümü.

### 2.3. Tehlike ve Riskler

Kanal (hendek) kazısı çalışmaları çalışmanın niteliği ve ortam gereği birçok tehlike ve risk barındırmaktadır. Bu tehlike ve riskler şu şekilde sıralanabilir [6]:

- Göçük
- Çalışanların kazıya düşmesi
- Çalışanların üzerine düşen yükler
- Tehlikeli atmosfer (Duman, oksijen yetersizliği, zehirli, yanıcı ve patlayıcı gazlar)
- Yeraltı hizmetleri ve üstten geçen enerji hatları ile temas
- Araçlar, ağır ve mobil ekipmanlar
- Dar alan
- Kazıya giriş ve çıkışlar
- Su birikmesi
- Malzemelerin yanlış ve uygunsuz kullanımı
- Yığın ve atık malzemelere olan uzaklık
- Zemindeki kablolar ve kesici, ağır, körelmiş nesneler.

Bu tehlike ve risklerin içerisinde en çok kayba neden olan tehlikeyi ise çalışma sırasında toprağın kazı yapılan alanının kenarında çeşitli sebeplerden dolayı çözülüp gevşemesi sonucu aniden kazı yapılan yere doğru ayrılıp kayması veya düşmesi şeklinde gerçekleşen göçük kazaları oluşturmaktadır.

### 3. GÖÇÜK RISKİ

Toprağın belirli sebeplerden dolayı çözülüp gevşemesi sonucu aniden kazı yapılan yere doğru ayrılıp kayması veya düşmesi şeklinde tanımlanabilen göçüğün oluşumunda birçok faktör rol oynamaktadır.

Açık kazı ve hendeklerde gerilme ve şekil değişiklikleri görülmekte dolayısıyla kazı açıldığında toprağın yerinde kalabilmesi için yer çekimi kuvvetlerine ve bir arada durmasını sağlayan doğal yeteneğini zayıflatıp onu ortadan kaldıran çevresel faktörlere karşı koyması gerekmektedir [7].

Dolayısıyla zemin stabilitesinin; zemin mukavemeti, yerçekimi faktörleri ve çevresel faktörler ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

Zemin mukavemeti, zemin parçacıkları arasındaki bağlanmaya bağlı olup bu bağlanma ve bir arada bulunmaya kohezyon denilmektedir. Bir zeminin ne kadar kohezif (birbirine bağlı) olduğu zemin tipi, zeminde bulunan nem miktarı ve önceden örselenmiş olan zemine yakınlık ile ilişkilidir. Zeminin mukavemeti zeminin ağırlığından altta kaldığında göçük gerçekleşmektedir.

Zeminin mukavemetine karşı çalışan yerçekimi faktörleri: kazı derinliği, zemin ve ek yüklerin ağırlığıdır. Zemin ağırlığı; zeminin yoğunluğu, porozitesi ve zemindeki nem miktarı tarafından kontrol edilmekte ve ek yükler ise kazı duvarlarının üstüne konulan artıklar, yığınlar ve diğer ekipmanlardan oluşmaktadır.

Hava koşulları ve açılan kazının atmosfere maruz kaldığı sürenin miktarı ise çevresel faktörleri teşkil etmektedir.

Dolayısıyla bir çok faktör dikkate alınarak göçük riskini önlemek için kazı öncesi planlama yapılmalı ve aşağıda belirtilen soruların cevaplanmasına önem verilmelidir.

**1) Ne tip bir zemin ile karşılaşılacak?** Kumlu, killi, organik, kayaç vb.

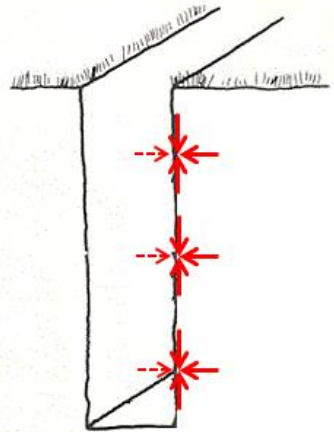
**2) Zemin nem koşulları nasıl?** Çok yaş, kuru vb.

- 3) **Zemin örselenmiş mi?** Dolgu malzemesi vb.
- 4) **Kazının büyüklüğü ne kadar?** Araç, yaya yollarına yakın vb.
- 5) **Kazı ne kadar açık kalacak?** 1 günden fazla vb.
- 6) **Nasıl bir hava beklenmekte?** Yağmurlu vb.
- 7) **Çalışmada ne tip ekipman kullanılacak?** Titreşime neden olan, ağır vb.
- 8) **Çalışma bina/yapıların yanı başında mı yapılacaktır?** Yapı stabilitesi vb.
- 9) **Kazı kenarında trafik kontrolü gerekli mi?** Titreşim, trafik kontrol, reflektif yelek vb.
- 10) **Yakınlarda ne gibi titreşim kaynakları veya çalışmalar var?** İş makineleri, trafik, kazık çakma vb.
- 11) **Su problem yaratacak mı?** Su tablası vb.
- 12) **Ne tarz bir koruma yöntemi uygulanmalı?** İksa, şev vb.
- 13) **Mevcut yeraltı hizmetlerinin durumu ne?** Gaz, su boruları vb.



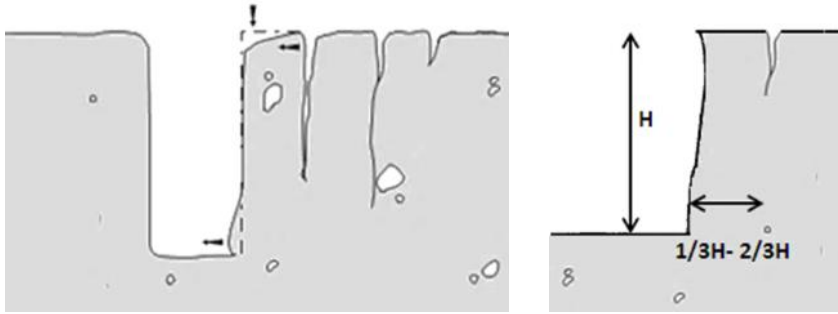
### 3.1. Göçük Oluşumu

Zemin mekaniği dikkate alındığında, kazı kenarlarını oluşturan zemin üzerine etki eden iki kuvvet bulunmaktadır. Bunlardan ilki yerçekiminin etkisiyle oluşan düşey ya da aşağıya doğru kuvvet, ikincisi ise yatay ya da yanal kuvvettir. Yan tarafta görülen görselde bu durum görülmektedir.

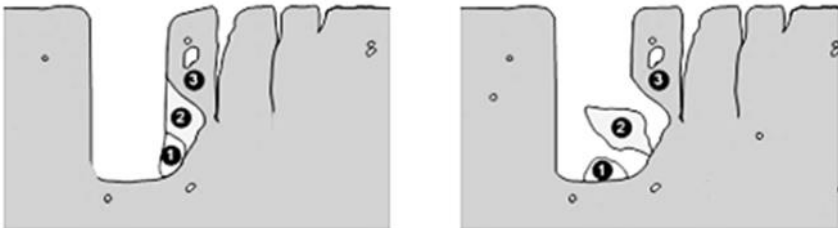


Bozulmamış (örselenmemiş) zemin bitişik zemin tarafından tüm kenarlarda desteklenmektedir. Zemin kazıya maruz bırakıldığında ise, kazı duvarlarının kenarları artık desteklenmiyor olmaktadır. Dolayısıyla bir kazı açıldığında kazı duvarının yanal desteği ortadan kaldırılır. Bu durum, kazının alt tarafındaki toprağın üstte yer alan toprağın ağırlığının etkisiyle kazı içine doğru kabarmasına neden olur. Böyle bir durumda ise kazı duvarı üst kenardan itibaren aşağıya doğru hareket etmektedir. Aşağı yönlü hareket, kazı kenarları arkasındaki toprağın kazı kenarlarındaki toprağa, onun kazıya doğru göçmesini önleyecek şekilde tutunmasına neden olmaktadır. Bu durum, kazıya paralel çekme çatlakları oluşturarak kazı duvarına dik açıda çekme gerilmesi yaratmaktadır. Böylece kazı göçük için hazır hale gelmiş olmaktadır.

Aşağıda yer alan görsellerde çekme çatlaklarının oluşumu görülmektedir [7,8].



Bu koşullar altında, kazının göçecek ilk kısmı kazının en alt noktası olmakta bunu ikinci ve akabinde üçüncü toprak hareketleri takip etmektedir. Aşağıdaki görselde bu durum görülmektedir.



Genel olarak toprağın hareket ettiğine dair işaretler: **kazının altında ya da duvarlarında görülen şişkinlik (kabarmalar), kazı duvarlarına paralel şekilde oluşan çekme çatlakları ve kazı duvarlarından çıkan parçalardır.**

Göçüklerin oluşumu zeminin nitelikleri de dikkate alındığında; birkaç farklı şekilde gerçekleşebilmektedir. Sıkça karşılaşılan bazı göçük oluşumları şu şekilde sıralanabilir.

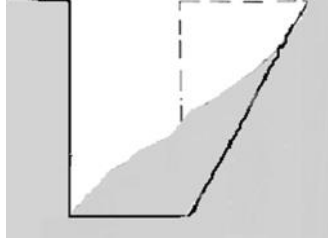
- Çekme çatlaklarının oluşması ile kazı duvarının kazı içerisine devrilmesi. Aşağıda ki görselde bu durum görülmektedir.



- Kazının içine doğru bir kabarma oluşması ve akabinde kazı yüzünün çökmesi. Toprak ağırlığı yüzünden üst tarafından çöktüğünde ve alt kısmında bir kabarma oluşturduğunda, kendisini tutamayacak kadar ağırlaşmış olmakta ve dolayısıyla oluşan göçük sebebiyle çalışan toprağın altında kalmaktadır. Aşağıdaki görselde bu durum gösterilmektedir.



➤ Toprağın kazı içine doğru kayması.

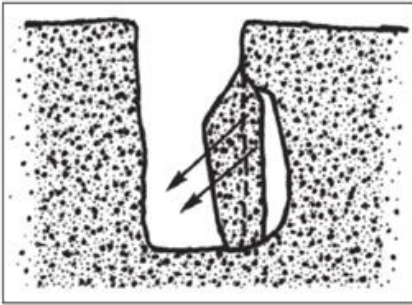


Göçüğün yakın olduğuna ve her an olabileceğine dair diğer bazı işaretler ise; kazı kenarından toprak parçalarının düşmesi, katmanlı zeminlerin bölümlerinin kayması ve kayaçların çatlaklı kısımlarının düşmesidir. Aşağıdaki görsellerde farklı nitelikteki zeminlerde göçük oluşumları görülmektedir.[9]

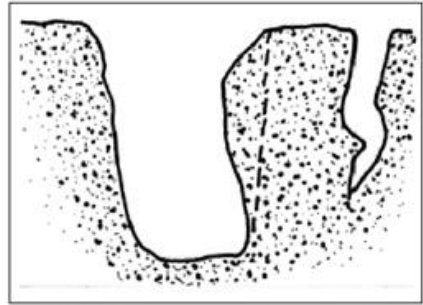




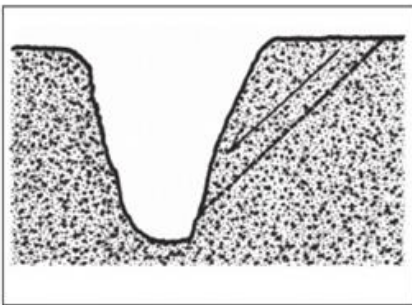
Farklı türdeki yumuşak toprakların tipik göçük davranışları ise aşağıda yer alan görselde görülmektedir [10].



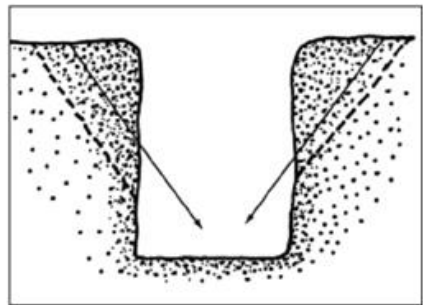
**Yaş kil ve lem "Parça ayrılması"**



**Sıkı kuru kil ve lem "Çatlak oluşumu"**



**Yaş kum ve çakıl "Kayma"**



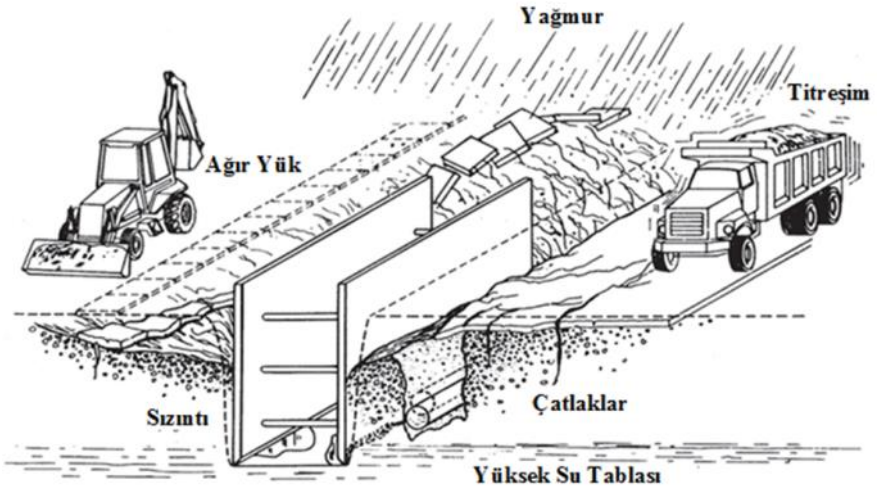
**Kumlu zemin "Doğrudan göçme"**

### 3.2. Göçük Sebepleri

Kanal kazısı çalışmaları sırasında toprağın kayması, devrilme, parça düşmesi gibi olu-  
şumlar neticesinde meydana gelen göçükleri tetikleyen birçok faktör bulunmaktadır.  
Hem çalışma ortamı hem de çevresel etkilerle doğrudan ilgili olan bu faktörler, kazı  
stabilitesini olumsuz şekilde etkileyerek göçüğün oluşmasına neden olmaktadır  
[11]. Göçüğe sebep olan ya da oluşumunu hızlandıran bu faktörler şu şekilde sırala-  
nabilir.

- Zemin türü (nitelikleri)
- Nem miktarı
- Titreşimler
- Ağır yükler (Hafriyat yığını, iş makineleri)
- Yakındaki mevcut yapılar
- Önceki kazılar
- Hava ve çevre koşulları
- Kazının açık kaldığı süre miktarı

Aşağıdaki görselde bazı göçük sebepleri gösterilmektedir.



Bazı önemli göçük sebepleri aşağıda açıklanmaktadır.

### 3.2.1. Zemin Türü

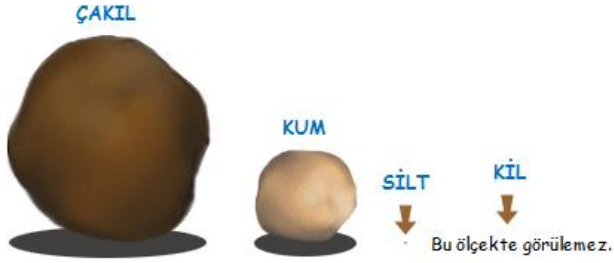
Zeminin türü, kazı yapılan zeminin mukavemet ve stabilitesinin belirlenmesi ve buna bağlı olarak göçüklere karşı gerekli güvenlik önlemlerinin alınması açısından bilinmesi gereken en önemli faktördür.

Zemin mekaniğinde zeminler; kaba (iri) daneli veya kohezyonsuz zeminler ve ince daneli veya kohezyonlu zeminler olmak üzere kabaca iki ana gruba ayrılmaktadır.

İri daneli zeminlerde, daneler yapışık değildir ve çıplak gözle seçilebilmektedir. Bu daneler; yuvarlak, yassı oval, köşeli vb. biçimlerde olabilmektedirler. İri daneli zeminler de kendi içlerinde kumlar ve çakıllar olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. Çakıllar ve kumlar iri, orta ve ince şeklinde gruplandırılabilen ve dane dizilişlerine bağlı olarak sıkı (az boşluklu) ve gevşek (çok boşluklu) durumda olabilmektedir.

İnce daneli yani kohezyonlu zeminlerde ise daneler çıplak gözle güçlükle görülebilme ile mikroskopla görülebilme arasındaki boyutlarda küçük boyutludur. Siltler ve killer olarak iki alt gruba ayrılmaktadırlar. Kil, kil ve silt karışımı zeminlerde daneler, bu daneler arası çekim kuvvetleri (kohezyon) nedeniyle birbirine yapışık. Kohezyonlu zeminler ıslak iken yumuşak, kuru iken serttirler. Killer ve siltler (veya killi siltler) birbirlerine benzemekle beraber, arazide basit yöntemlerle birbirinde ayrılabilirler. Siltler suda hızlı dağılmakta, killer ise yavaş dağılmaktadır. Islak silt hızlı kurumakta iken kil yavaş kurumaktadır. Kuru silt parmaklar arasında kolayca uflanmakta (dağılmakta) iken kuru kil kolayca uflanmamaktadır. Islak kil ise parmaklara daha çok yapışmaktadır [12].

Zeminler saf gruplar veya alt gruplar halinde bulunabildikleri gibi karma olarak da bulunabilmektedirler. Ayrıca, kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerin dışında mühendislikte arzu edilmeyen organik zeminler de zemin türü olarak dikkate alınabilmektedir. Aşağıdaki görselde farklı zemin tiplerinin boyutları karşılaştırılmaktadır.



Zeminde kalsiyum karbonatın bulunması durumunda parçacıkların kimyasal etmen ile bir arada tutulduğu çimentolaşmış zeminler ile de karşılaşılabilir.

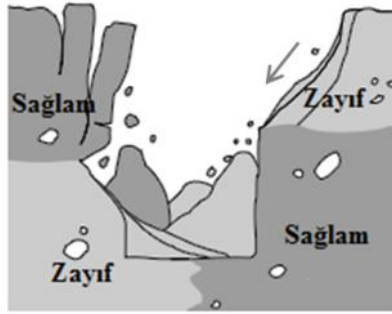
Zemin türü tek başına zeminin niteliklerini belirlemede yeterli olmamaktadır. Örneğin aynı tür zemin gevşek ve sıkı durumlarda taşıma gücü, oturma, geçirimsizlik vb. hususlarda farklı özellikler gösterebilmektedir. Dolayısıyla zeminlerin özelliklerini belirlemek ve muhtemel yüklemeler altında davranışlarını bilmek adına zeminlerin temel fiziksel özellikleri önem arz etmektedir. Yoğunluk, boşluk oranı, porozite, su içeriği, doygunluk derecesi, hava içeriği, rölatif sıkılık ve birim ağırlık bazı önemli temel fiziksel özelliklerdendir.

Ayrıca kazı yapılan zeminin koşulları çatlaklı kayalardan veya farklı türlerde zemin tabakalarının bir arada bulunduğu durumlardan da oluşabilir. Çatlaklı kayalardan oluşan zeminler, fisürlü (çatlaklar içeren) zeminlere benzer şekilde belirli kırılma düzlemleri boyunca kopma eğilimi olan zeminlerdir. Çatlaklı kayalar kırılmaların eğimine bağlı olarak stabil olabilir ya da olmayabilirler. Aşağıdaki görselde stabil olmayan bir durum gösterilmektedir [7].

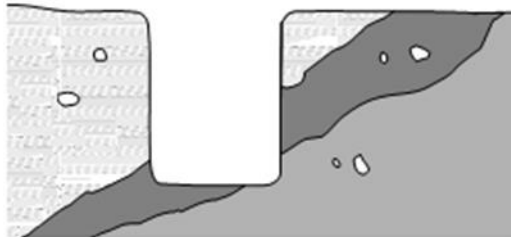


İki veya daha fazla zemin türünün katmanlar halinde düzenlenmiş olduğu tabakalı zeminlerde ise zemin türüne bağlı olarak tabakalı zeminler tabakalı olmayanlardan daha az stabil olabilmektedir.

Aşağıda yer alan görselde iki farklı durum gösterilmektedir. Görselin sol tarafında sağlam tabaka zayıf tabakanın üzerinde, sağ tarafta ise zayıf tabaka sağlam tabakanın üzerinde yer almaktadır. Tabakaların farklı şekilde konumlanması görsel de görüldüğü üzere göçük oluşumunun da farklı şekilde meydana gelmesine neden olmaktadır.



Bu zemin koşullarının dışında eğimli tabakalardan oluşan zeminlerin varlığı da kazı açısından önem teşkil etmektedir. Tabakalar kazı içerisinden geçecek şekilde eğimli olduğunda; üst tabaka zayıfsa bu tabakanın kazı içine kayması, alt tabaka zayıfsa bu tabakanın çökmesi neticesinde üst tabakanın kazı içine düşmesi söz konusu olabilmektedir. Aşağıdaki görselde eğimli tabakalı zemin yer almaktadır [7].



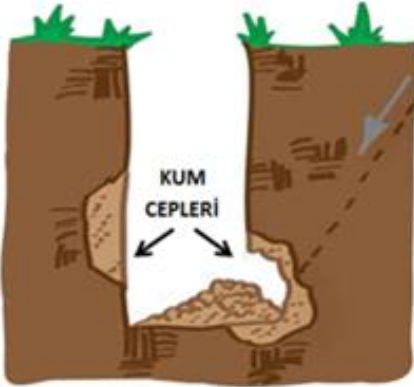
Kazı çalışmasının doğal zemin üzerinde yapılmaması, doğal koşulları değiştirilmiş ve dolgu zeminlerde yapılması da ayrıca göçük oluşumu açısından önemli bir sebeptir. Diğer bir sebep ise kazı yapılan zeminde kazı stabilitesini etkileyen yumuşak bölgelerin bulunmasıdır.

Aşağıda yer alan görseller ve bu görsellere ait açıklamalarda yumuşak bölgeler ile ilgili hususlar belirtilmektedir [13].



Yumuşak bölgeler, zeminde zamanla doğal olarak ya da stabil olan kazıya su girişi neticesinde oluşabilmektedir.

Yandaki görselde iki stabil zemin tabakası arasında yatay yumuşak bölge görülmektedir. Yumuşak bölge üstte yer alan stabil zemin için zayıf bir temel teşkil etmekte ve bu sebeple göçük oluşmaktadır.



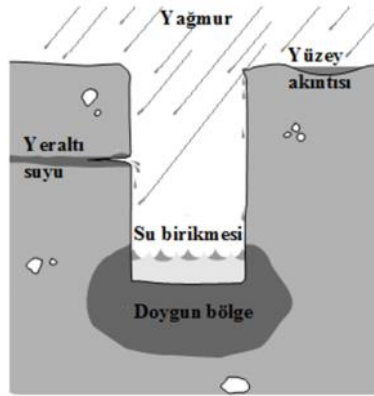
Farklı zemin tiplerinin bir arada olduğu bir kazıda yumuşak cepler ile karşılaşılabilir. Kazı duvarları çoğunlukla stabil topraktan oluşuyorken, kumlu toprağın yumuşak alanları yüzeyin altındaki derinliklerde görülebilmektedir. Bu yumuşak, kumlu alanlar zamanla göçerek daha stabil zeminin altında boşluk oluşturmakta ve kazı tamamen göçebilmektedir.

Dolayısıyla zemin ile ilgili tüm bu hususlar dikkate alındığında; zeminin türü, fiziksel özellikleri ve mevcut yapısının göçüğün meydana gelmesinde en önemli sebeplerden olduğu görülmektedir

### 3.2.2. Hava ve Çevre Koşulları

Kazı öncesi ile kazı sırasındaki hava ve çevre koşulları göçük riskine karşı dikkat edilmesi gereken önemli diğer bir faktördür.

Yağmur, eriyen karlar, yüzey akıntıları, yeraltı suları, kanalizasyon vb. farklı kaynaklardan gelen sular zemin koşullarının değişmesine ve zemindeki kohezyonun azalmasına sebep olmaktadır. Zemindeki nem içeriğinin artması mukavemet üzerinde büyük bir etki oluşturan en agresif faktörlerdendir. Dolayısıyla bir kazı ne kadar uzun süre açık kalırsa nem miktarının artması ile göçük riski de o kadar artmaktadır. Dolayısıyla kazı çalışması öncesi çevre koşulları ve hava koşullarının dikkate alınması göçüğün önlenmesi açısından son derece önemlidir. Aşağıdaki görselde bir kazının stabilitesi ve mukavemetini etkileyen bazı su kaynakları gösterilmektedir [7].

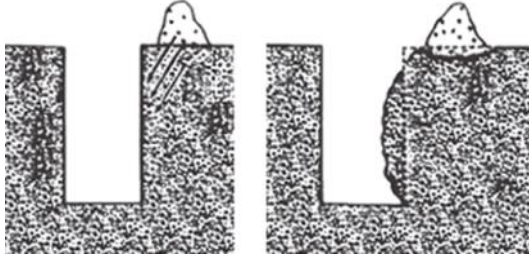


### 3.2.3. Titreşimler

Çeşitli kaynaklardan gelen titreşimler kazıların dayanıklılığını etkileyebilmektedir. Kazıların duvarları genellikle kazı etrafındaki kamyon ve iş makinalarının oluşturduğu araç trafiğinden etkilenmekte ayrıca hafriyat, sıkıştırma, kazık çakma ve patlatma gibi inşaat işlerinden kaynaklanan titreşimlere maruz kalmaktadır [11]. Oluşan titreşimler neticesinde zemin gevşemekte ve dolayısıyla kazı duvarlarının yıkılması riski artmaktadır.

### 3.2.4. Ağır Yükler

Ağır yük, kazının stabilitesini etkileyebilen aşırı yük ya da ağırlıklardır. Kazının yanına yığılan kazılmış toprak ve kazının yanında tutulan ağır iş makineleri, mobil ekipman ve diğer malzemeler de kazının stabilitesini etkileyecek miktarda ağır yükleri oluşturmaktadır. Aşağıda yer alan görselde ağır yüklerin kazı duvarına etkisi gösterilmektedir [11].

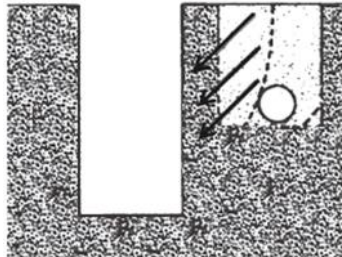


### 3.2.5. Mevcut Yapılar

Birçok kazıda ağır yüklerin, toprak koşullarındaki değişikliklerin ve diğer bozulmaların çökmelere sebep olabileceği kırılma bölgeleri bulunmaktadır. Kazıya bitişik olan bir bina veya yapının temeli eğer bu kırılma bölgesine uzanıyorsa zeminin türü de göz önüne alındığında göçük kazaları yaşanabilir.

### 3.2.6. Önceki Kazılar

Yeraltı hizmetlerine ait olan ve yeni kazıyı kesen ya da paralel olan eski kazılar stabilite ve mukavemeti etkilemektedir. Önceden yapılan bu kazıların etrafındaki toprakların dayanıksız ve gevşek olması göçüklere sebep olabilir.



### 3.2.7.Kazının Süresi

Kazı yapılan zeminin kohezyonlu olması durumunda, zemin bir bütün olarak kendisini tutmaktadır. Kazının uzun süre açık kalması durumunda ise kohezyon kuvveti yani parçacıklar arasındaki çekim hava koşullarına maruziyet sebebiyle zayıflamakta ve bu durum göçük riskini arttırmaktadır.



Yukarıdaki görselde açıldıktan bir süre sonra meydana gelen korumasız kazıya ait göçük görülmektedir [14]. Göçük oluşumları göz önünde bulundurularak göçüğe sebep olabilecek faktörler dikkatlice irdelenmeli ve tedbir alınmaksızın çalışma yapılmamalıdır. Koruma altına alınmamış kazı duvarlarının bu faktörlerin etkisiyle er ya da geç göçüğe sebep olacağı unutulmamalıdır.

## 4. GÖÇÜK RİSKİNE KARŞI KORUYUCU TEDBİRLER

Kazı çalışmalarında risk değerlendirme sonuçları da dikkate alınarak göçük riskine karşı koruyucu tedbirlerin alınması son derece önemlidir. Farklı açılarda şev ve kademe oluşturulması, çeşitli tipte iksaların yapılması ve taşınabilir hendek kaplama sistemlerinin kazı içerisine yerleştirilmesi gibi tedbirler en temel örnekler olarak gösterilebilir. Alınacak tedbirlerin seçimine önem verilmeli ve bu tedbirlerin yeterliliği ve kontrolü takip edilmelidir.

### 4.1. Şev ve Kademe Oluşturulması

Çalışanların korunması amacıyla kazı kenarlarına şev verilmesi eğimli sistemi oluşturmaktadır. Göçüğün engellenmesi için gerekli olan bu eğim zeminin türüne, çevre şartlarına ve kazı kenarında bulunan ağır yüklerin kapsamı gibi çeşitli faktörlere bağlıdır.

Kazı kenarlarının bir veya daha fazla yatay düzlem veya basamaklara ayrıldığı ve bu basamaklar arasındaki yüzlerin genelde dik veya dike yakın olduğu sistemler ise kademeli sistemleri oluşturmaktadır. Şevlerin stabilitesi arttırmak amacıyla yapılan kademeli şev (palye) uygulaması olarak değerlendirilmektedir.

Göçük riskine karşı izin verilen eğimlerin belirlenmesinde; saha ve çevre koşulları, zemin bileşenleri ile zemin yapısı gibi kriterler göz önünde bulundurularak kazı yapılacak zeminin niteliklerine önem verilmelidir. Nitekim ülkemiz İSG mevzuatında da şev açılarının belirlenmesinde zemin yapısı, iklim koşulları, kazı alanı yakınlarında meydana gelebilecek sarsıntılar, çevredeki su kaynakları ve fazla yük kuvvetlerinin göz önüne alınması zorunlu tutulmaktadır. Ayrıca kazı yüzeyleri, şevlerin eğimi ve yüksekliğinin zeminin yapısına, sağlamlığına ve çalışma yöntemlerine uygun seçilmesi hükmü yer almaktadır. İSG alanında gelişmiş bazı ülkelerde ise uygulanacak eğim ve kademeler ile ilgili sayısal sınırların yer aldığı görülmektedir.

Örnek olarak; Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) bu konuda önemli teknik düzenlemeler hazırladığı görülmektedir [15]. ABD teknik düzenlemelerini hazırlamaya yetkili olan İş Sağlığı ve Güvenliği İdaresi (OSHA) uygulanacak eğimlerin seçiminde öncelikli olarak zemin tipini dikkate almaktadır. OSHA tarafından dikkate alınan eğim değerleri Tablo 4.1.'de yer almaktadır.

**Tablo 4.1. İzin Verilen Azami Eğimler**

| <b>Zemin Tipi</b> | <b>Kazılarda izin verilen azami eğim değerleri (H:V)</b> |
|-------------------|----------------------------------------------------------|
| Stabil Kayaç      | Dik (90°)                                                |
| A tipi            | 3/4:1 (53°)                                              |
| B tipi            | 1:1 (45°)                                                |
| C tipi            | 1 ½: 1 (34°)                                             |

OSHA Standardına göre, Tablo 4.1.'de belirtilen eğimler 6,1 metreye kadar geçerli olmaktadır. 6,1 metreden daha derin eğimli veya kademeli kazılar ise profesyonel mühendisler tarafından dizayn edilmektedir.

Eğimli ve kademeli sistemlerde uygulanacak izin verilen konfigürasyon ve şevlerle ilgili olarak OSHA standardında belirtilen diğer seçeneklerin kullanılmaması durumunda, kazıların 1,5 yatay ve 1 dikey (1,5V-1H) oranından daha dik olmayacak şekilde eğimli olması hükmü de ayrıca yer almaktadır. Bu eğim değeri zemin tipi bilinmediği durumda uygulanacak azami eğim değeridir.

Standarda göre zeminler azalan stabiliteye göre **Stabil kayaç, A tipi, B tipi ve C tipi** olmak üzere dört ana başlıkta sınıflandırılmaktadır.

Stabil kayaç; kazı sırasında kazıya maruz kalan yüzeylerin şeklinin bozulmadan kaldığı, dikey olarak kazılabilen doğal, katı mineral madde olarak tanımlanmaktadır.

A tipi zeminler; serbest basınç mukavemetinin 144 kPa ya da daha fazla olduğu kohezyonlu zeminler olarak tanımlanmaktadır. Bu tür zeminlere kil, siltli kil, kumlu kil, kil lemi bazı durumlarda ise siltli kil lemi ve kumlu kil lemi örnek olarak verilmekte ve sert tabakalar ve kalış gibi çimentolaşmış zeminler de A tipinde yer almaktadır.

Fakat zeminler aşağıda belirtilen durumlarda ise A tipi olarak değerlendirilmemektedir.

- Zemin fisürlü (görünen yüzeylerde çekme çatlağı vb. çatlakların olması) ise veya
- Zemin, yoğun trafik, kazık çakma ya da benzer etkilerden doğan titreşimlere maruz kalmış ise veya
- Önceden örselenmiş ise veya
- Zemin, katmanların kazıya dört yatay bir dikey (4H-1V) oranında ya da daha fazla eğimli oranda olduğu katmanlı bir sistemin parçasıysa veya
- Zemin malzemesi, daha az dayanıklı bir malzeme olarak sınıflandırılmasını gerektirecek diğer etmenlere maruz kalıyorsa.

A tipi zeminlerin ardından daha az stabilite sahip olan B tipi zeminler ise şu şekilde sıralanmaktadır.

- Serbest basınç mukavemetinin 48 kPa' dan yüksek ve 144 kPa'dan daha düşük olduğu kohezyonlu zeminler veya
- Kaba daneli kohezyonsuz zeminler: köşeli çakıllar (kıрма taş benzeyen), silt, silt lemi, kumlu lemi bazı durumlarda ise siltli kil lemi ve kumlu kil lemi veya
- C tipi zemin sınıfının dışında kalan daha önceden örselenmiş topraklar veya
- A tipindeki serbest basınç mukavemeti değerlerini karşılayan fakat titreşime maruz kalmış veya fisürlü zeminler veya
- Stabil olmayan kuru kayalar.

Stabilite açısından en düşük seviyede yer alan C tipi zeminler ise aşağıda belirtilen şekillerde tanımlanmaktadır.

Serbest basınç mukavemetinin 48 kPa ya da daha az olduğu kohezyonlu zeminler

➤ veya

Çakıl, kum ve lemlı kumu içeren kohezyonsuz zeminler veya

➤ Batık (submerged) zeminler ya da suyun serbestçe sızdığı zeminler veya

➤ Stabil olmayan batık kayalar veya

➤ Tabakaların kazıya dört yatay bir dikey (4H-1V) oranında ya da daha dik olduğu

➤ eğimli, katmanlı bir sistemdeki malzemeler.

OSHA standardına göre; zemin tespitini, çevre ve çalışma koşullarındaki mevcut ya da öngörülebilir tehlikeleri belirleyip hemen önlem almaya yetkisi olan kişi olarak tanımlanan **uzman kişi**, standartta belirtilen tanım ve özellikleri dikkate alarak stabil kayalar, A tipi, B tipi veya C tipi olacak şekilde zemin sınıflandırması yapmalıdır.

Ancak standartta bir sınır yer almakta olup standartta belirtilen koruyucu sistemlerin uzman kişi tarafından 6,1 metre derinliğindeki kazılara kadar uygulanabileceği, bu değerden daha derin kazılarda ise profesyonel mühendislerin onayının gerektiği yer almaktadır.



OSHA standardında **en az bir görsel** ve **en az bir manuel (elle) analiz**in sonuçlarının dikkate alınması sınıflandırma için gerekli olup bu analizlerin standartta belirtilen şekillerde yapılması veya diğer kabul görmüş zemin sınıflandırma sistem ve deneylerinin kullanılması zorunlu tutulmaktadır.

Kazı çalışması katmanlı zeminlerde ise sınıflandırmada en zayıf katmanın dikkate alınması gerekmektedir.

Sınıflandırılmış olan bir zeminin sınıflandırılmasını etkileyen özellikler, etmenler ve şartlar herhangi bir şekilde değişiyorsa, sınıflandırma uzman kişi tarafından tekrar yapılmaktadır.

OSHA standardına göre görsel analizler genel itibariyle **kazı alanından, kazının bitişiğindeki zeminden, açık kazının kenarlarını oluşturan zeminden ve kazılmış zemin-den** alınan numunelerden niteliksel bilgilerin toplanması şeklinde yapılmaktadır.

Görsel analizde dikkat edilmesi gereken hususlar şu şekilde sıralanmaktadır.

- Kazılan zemin ve kazı kenarlarındaki zemin gözlenmekte ve zemin parçacıklarının boyutları ile birbirlerine göre miktarları değerlendirilmektedir. Eğer zemin esas itibariyle ince daneli malzemeden oluşuyorsa, kohezyonlu; kaba daneli kum veya çakıldan oluşuyorsa kohezyonsuzdur.
- Zemin kazılırken incelenmektedir. Kazıldığında zemin bir yığın şeklinde bir arada kalıyorsa bu kohezif olduğuna işarettir, fakat zemin kolayca parçalara ayrılıyor ve de bir yığın oluşmuyorsa daneli (granüler) olduğuna işarettir.
- Açılmış kazının kenarları ve kazının bitişiğindeki zeminin yüzey alanı incelenmektedir. Yüzeydeki çekme çatlakları gibi çatlak benzeri açıklıklar fisürlü malzemeye işaret edebilir. Kazı kenarlarından toprak parçaları ayrılıp düşmekteyse, zemin fisürlü olabilir. Küçük parçalar hareket eden bir zeminin kanıtı ve muhtemel bir tehlikeli durumun belirtisidir.
- Kazının bitişiğindeki alan ve kazının kendisi yeraltı hizmetleri veya diğer yeraltı yapılarına dair bir iz olup olmadığını görmek ve de önceden örselenmiş bir zeminin varlığını tespit etmek için incelenmektedir.
- Katmanlı sistemleri belirlemek amacıyla kazının açılmış kenarı incelenmekte, katmanlı sistemlerde katman eğimlerinin kazıya doğru olup olmadığını kontrol edilmekte ve eğimin derecesi tahmin edilmektedir.

- Yerüstü suları, kazının kenarlarından sızan sular ya da yeraltı su tablasının seviyesi ile ilgili bulgu bulmak amacıyla kazının bitişiğindeki alan ve açılmış kazının kenarlarını incelenmektedir.
- Kazının bitişiğindeki ve içindeki alanda kazı yüzlerinin stabilitesini etkileyebilecek titreşim kaynaklarını bulmak için inceleme yapılmaktadır.

OSHA standardına göre zemin numunelerinin manuel analizi, zeminin niteliksel özelliklerinin yanı sıra niceliksel özelliklerinin belirlenmesi ve zeminin uygun bir biçimde sınıflandırılması amacıyla daha fazla bilgi temin edilmesi için kullanılmaktadır. Standartta; **Plastiklik** ya da **ribbon deneyi**, **kuru mukavemet deneyi**, **kurutma deneyi**, **başparmak basma deneyi** ve **diğer mukavemet deneyleri** yer almaktadır.

**Plastiklik deneyinde**, nemli veya yaş bir zemin numunesi yuvarlak bir top haline getirilmekte ve daha sonra yuvarlanarak mümkün olabildiğince ince (~3 mm) bir iplik haline dönüştürülmektedir. Bu deneyde kohezif olan malzemeler ufalanma olmaksızın başarıyla iplik haline getirilebilmektedir.

Örneğin, en az 50 mm uzunluğunda ve 3 mm kalınlığında olan iplik şeklindeki numune bir elde yırtılmadan tutulabiliyorsa, zemin koheziftir. Ribbon deneyi de bir plastiklik deneyidir.

**Kuru mukavemet deneyinde**, eğer zemin kuruysa ve kendiliğinden ya da orta dereceli bir basınçta bireysel taneciklere veya ince tozlara ufalanıyorsa, zemin granülerdir (çakıl, kum veya siltin herhangi bir birleşimi).

Eğer zemin kuruysa ve daha küçük yığınlar bölünebilen yığınlar ayrılabiliriyorsa fakat bu küçük yığınlar zorlukla kırılıyorsa zemin çakıl, kum veya siltin herhangi bir birleşiminden oluşan kil olabilir.

**Kurutma deneyi** ise fisürlü kohezif malzeme, fisürsüz kohezif malzeme ve granüler malzemeyi ayırt etmek için kullanılabilen deneylerden birisidir. Deney, zemin numunesinin tamamen kuru oluncaya kurutulmasını ve akabinde çatlak oluşumu ve numunenin elle kırılması gibi prosedürleri içermektedir.

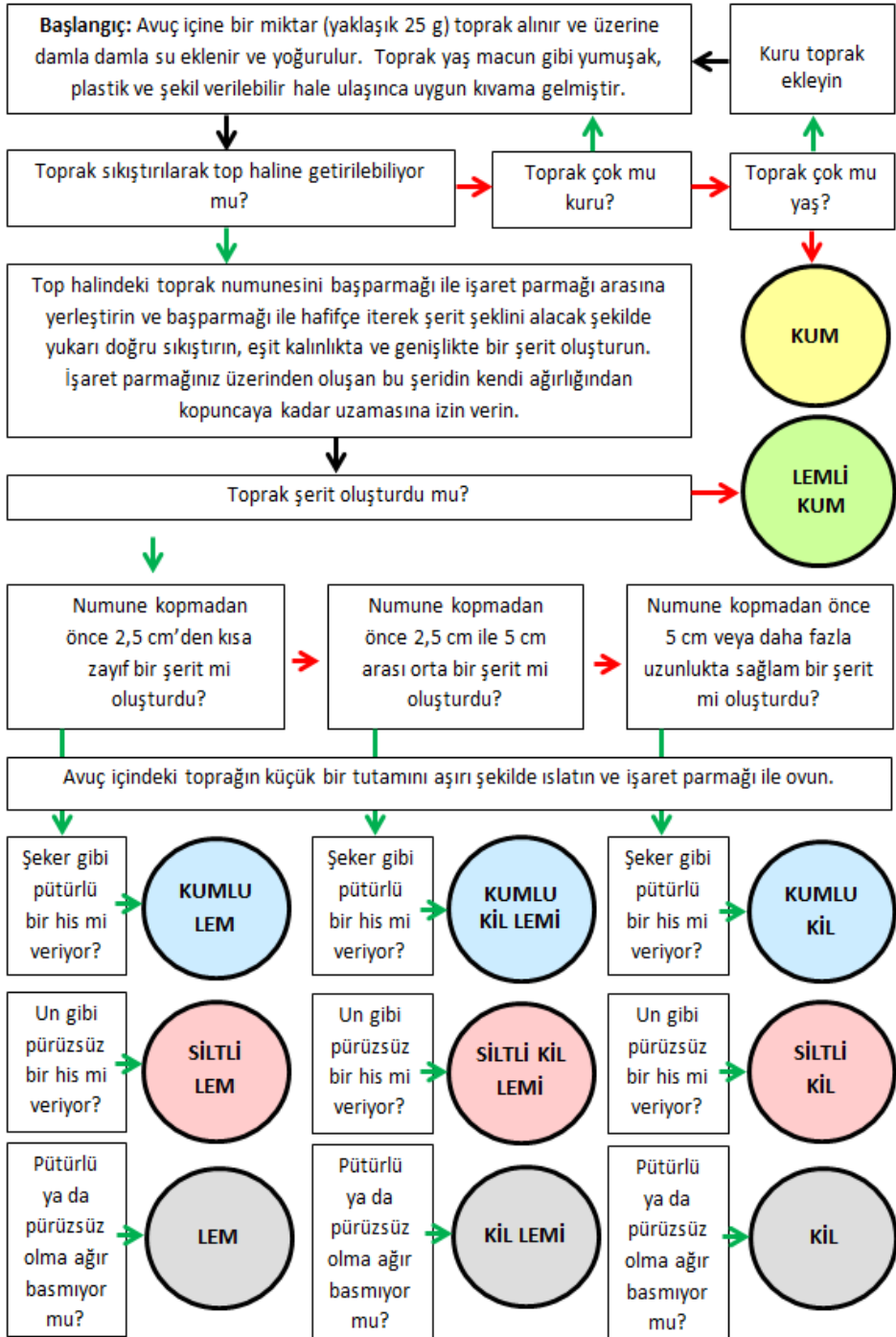
**Başparmak deneyi**, kil veya yüksek oranda kil içeren kohezif zeminlerin serbest basınç mukavemetini tahmin etmek için kullanılmaktadır. 144 kPa serbest basınç mukavemetine sahip A tipi zeminler başparmak tarafından sadece çok yüksek bir kuvvet uygulanırsa çöktürülebilmektedir. B tipi zeminlerde orta derece bir kuvvet uygulanırsa başparmak zemine girmektedir. 48 kPa serbest basınç mukavemetine sahip C tipi topraklar ise başparmak tarafından kolaylıkla 3-4 cm çöktürülebilmekte ve hafif bir parmak basıncıyla şekil verilebilmektedirler.

OSHA standardına göre kohezif zeminlerin serbest basınç mukavemet değerlerinin tahmini **cep penetrometresi** kullanılarak ya da **elle çalıştırılan veyn deneyi** (hand-operated shear vane test) kullanılarak da yapılabilmektedir.

Aşağıdaki görsellerde standartta belirtilen deneyler yer almakta [16], sonraki sayfada ise Ribbon deneyine ait prosedürler gösterilmektedir [17].

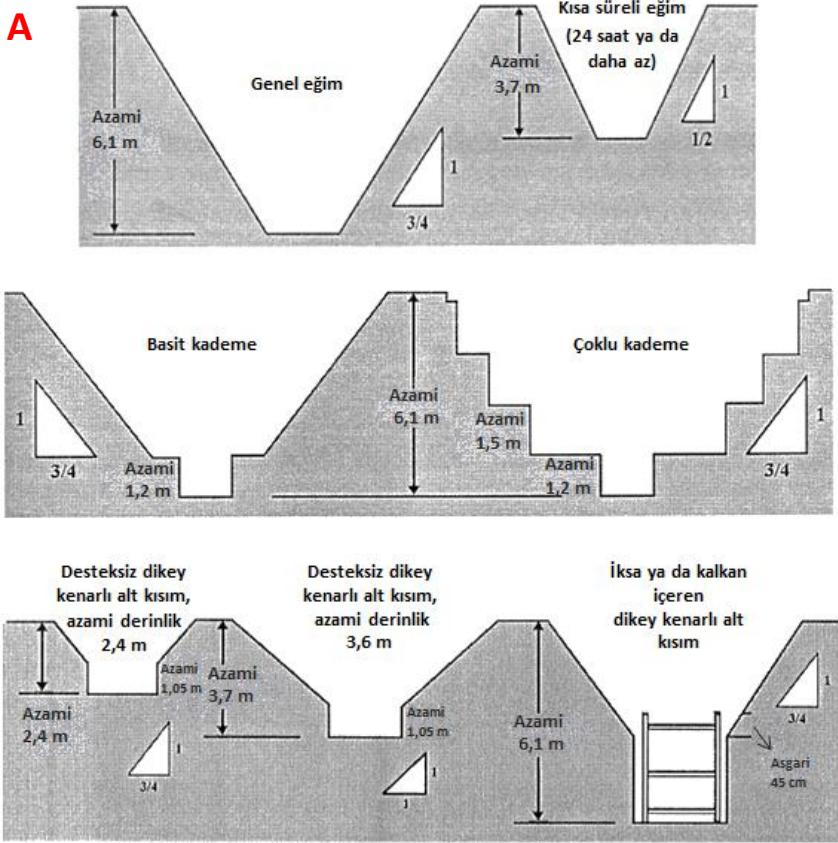


Prosedürlerde yer alan yeşil ok ( → ) soruya evet cevabının verildiğini, kırmızı ok ( → ) hayır cevabının verildiğini ve siyah ok ise ( → ) bir sonraki adıma geçilmesi gerektiğini ifade etmektedir.

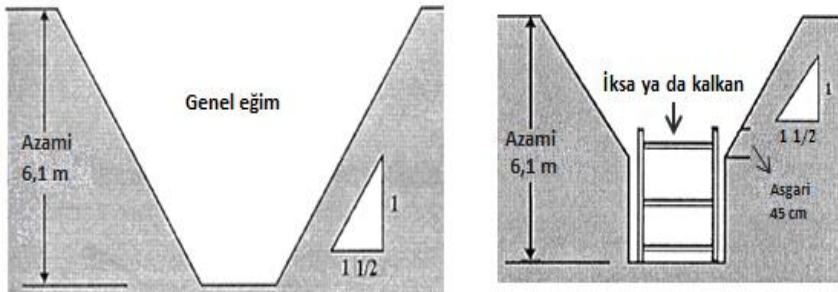


A tipi ve C tipi zeminler için standartta belirtilen eğim ve kademeler aşağıdaki görsellerde görülmektedir [15].

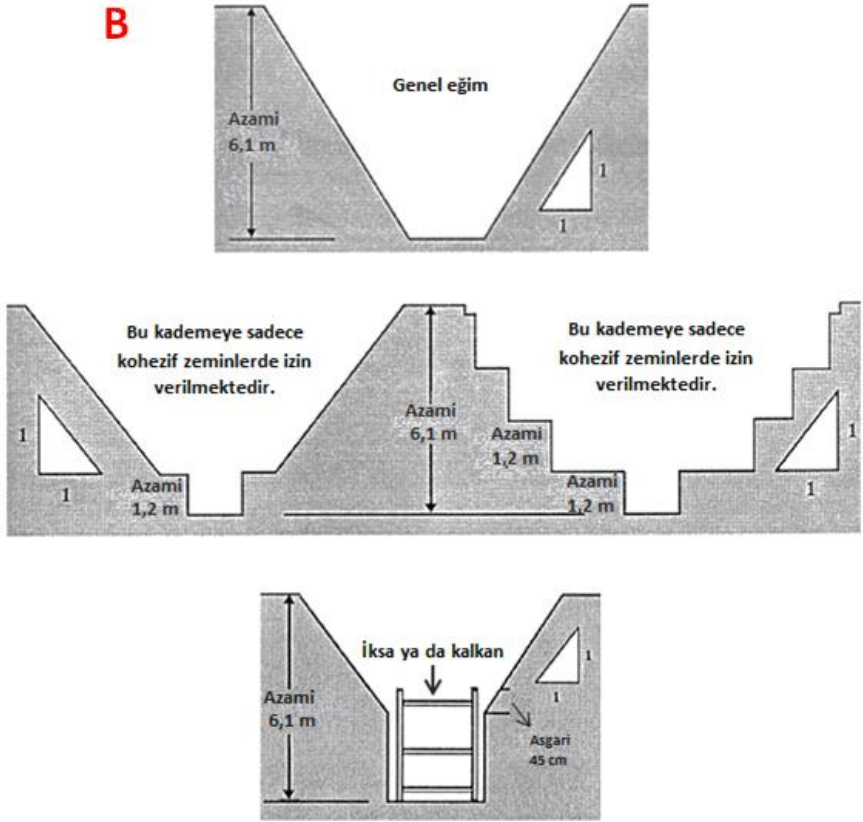
**A**



**C**



B tipi zeminlerde uygulanacak eğim ve kademeler ise aşağıdaki görselde yer almaktadır [15].



Katmanlı zeminlerde ise farklı zemin tiplerinin konumları dikkate alınarak eğim değerleri belirlenmektedir.

## 4.2. İksa Yapılması

Koruyucu tedbirlerin diğ er bir seçeneği olan destekli sistemlerden iksa uygulamasına Şev vermenin uygulanabilir olmadığı durumlarda baŐvurulabilmektedir. İksa sisteminde kullanılacak malzemelerin niteliğine g ore farklı tipte iksalar mevcuttur. Hangi tipte iksa kullanılacak olursa olsun, g    k riskine karşı kullanılacak iksa sistemlerine ait malzeme ve ekipmanların üretici talimatları dikkate alınarak kullanılması ve kontrollerinin yapılması önem arz etmektedir. Bu malzeme ve ekipmanlar hasar g  rmeleri halinde ise uzman kişi tarafından incelenmelidir. Ayrıca destekli sistemlerin çalışanları g    kten, yapısal çökmelerden ya da koruyucu sistemin bileşenleri arasında sıklıŐktan koruyacak Şekilde kurulması ve s  k lmesi sağlanmalıdır.

Ülkemiz İSG mevzuatında da kazı işlerinde destek ve setlerin kullanılması, alınacak tedbirler için bir seçenek olarak belirtilmektedir. ABD gibi gelişmiş ülke düzenlemelerinde de iksa uygulamaları üzerine birçok çalışma yapıldığı g  r lmektedir. OSHA Standardı'nda 6,1 metre derinliğe kadar uygulanacak iksa sistemleri için ahşap iksa ve alüminyum hidrolik iksa sistemleri ile ilgili kriterler yer almaktadır. Ayrıca kazı çalışmasında kullanılacak iksa sisteminin standartta belirtilen kriterler dikkate alınarak belirlenebilmesi ve standartta yer alan tabloların kullanılabilmesi için zemin tipinin tespit edilmesi gerekmektedir.

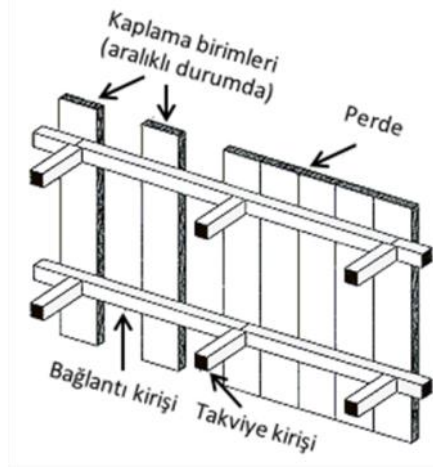
Ahşap malzemeler tarih boyunca iksa amacıyla kullanılmıŐtır. Bu malzemelerin kullanımı g    k riskine karşı iyi bir koruma sağlayabilmektedir. Ancak malzemelerin maliyeti, kullanım ömrü ve iksa sisteminin kurulması için harcanan emek gibi unsurlar koruyucu sistem seçiminden önce dikkate alınmalıdır. OSHA standardı ile ahşap iksa sistemlerinin seçilmesinde kullanılan tablolar aracılığıyla ahşap elemanların asgari boyutları belirlenmektedir. DeđiŐen takviye kiriŐi yatay mesafelerine bağlı olarak farklı seçenekler arasından elemanların seçimi yapılabilir [15].

OSHA standardına göre tablolardaki bilgiler kullanılarak seçilecek olan iksa sisteminin elemanları: **takviye kirişleri**, **kaplama birimleri** ve gerekli ise **bağlantı kirişleridir**. Farklı zemin tiplerine bağlı olarak ahşap elemanların asgari ölçüleri belirlenmektedir. Ahşap elemanların seçimi kanalın genişliği ve derinliği baz alınarak yapılmakta ve ayrıca birçok durumda takviye kirişlerinin yatay mesafeleri de dikkate alınmaktadır [15]. Örnek olarak, Tablo 4.3.'de A tipi zeminler için OSHA Standardında yer alan ve kazının 3 m derinliğine kadar olan bölümünde uygulanacak ahşap boyutları gösterilmektedir. (Tüm ahşap boyutları cm \* cm'dir.)

**Tablo 4.3. A tipi Zeminlerde Asgari Ahşap İksa Gereksinimleri**

| Kanal derinliği           | Elemanların boyut (gerçek) ve aralığı |       |       |       |       |                    |                                     |                  |       |       |       |       |       |       |  |
|---------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------------|-------------------------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|                           | Takviye kirişleri                     |       |       |       |       | Bağlantı kirişleri | Kaplama birimleri                   |                  |       |       |       |       |       |       |  |
|                           |                                       |       |       |       |       |                    | İzin verilen azami yatay mesafe (m) |                  |       |       |       |       |       |       |  |
| Yatay mesafe (m'ye kadar) | Kanal genişliği (m'ye kadar)          |       |       |       |       | Düşey mesafe (m)   | Boyut                               | Düşey mesafe (m) | Yakın |       |       |       |       |       |  |
|                           |                                       |       |       |       |       |                    |                                     |                  |       |       |       |       |       |       |  |
|                           | 1,2                                   | 1,8   | 2,7   | 3,6   | 4,5   | Gereksiz           | Gereksiz                            | 20*20            | 20*20 | 5*15  | 5*15  | 5*20  | 5*15  |       |  |
|                           | 1,8                                   | 10*10 | 10*10 | 10*15 | 10*15 | 10*15              | 15*15                               | 15*15            | 15*15 | 15*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 |  |
|                           | 2,4                                   | 10*10 | 10*10 | 10*15 | 10*15 | 10*15              | 15*15                               | 15*15            | 15*15 | 15*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 |  |
| 3                         | 10*10                                 | 10*10 | 10*15 | 10*15 | 10*15 | 15*15              | 15*15                               | 15*15            | 15*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 |       |  |
| 3,6                       | 10*10                                 | 10*10 | 10*15 | 10*15 | 10*15 | 15*15              | 15*15                               | 15*15            | 15*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 | 10*15 |       |  |
| 1,5 m ile 3 m arası       | 1,8                                   | 2,4   | 3     | 3,6   |       |                    |                                     |                  |       |       |       |       |       |       |  |

Aşağıdaki görselde ise Tablo 4.3.'de yer alan ahşap elemanların gösterildiği ahşap iksa kesiti yer almaktadır [18].



Ahşap iksa kullanımının dışında alüminyum hidrolik iksa sistemlerinin kullanımını da göçük riskine karşı alınabilecek koruyucu önlemlerdendir. Alüminyum hidrolik iksa, ön mühendisliği yapılmış alüminyum hidrolik silindirlerden (takviye kirişleri) oluşan ve dikey raylar ya da yatay raylar ile birlikte kullanılan iksa sistemidir.

Alüminyum hidrolik iksa sistemleri çalışanlar hidrolik iksa sistemini kurup sökmek için kazı içerisine girmek zorunda olmadıklarından güvenlik açısından ahşap iksa sistemlerine göre avantajlıdır. Ayrıca bu sistemlerin hafif olması ve farklı kazı derinlik ve genişliklerine göre kolayca uyum sağlaması diğer bazı avantajlarındandır. OSHA Standardına göre alüminyum hidrolik iksa sistemlerinin seçimi için de ahşap iksa sistemlerinin seçimine benzer şekilde önce zemin tipi belirlenmiş olmalıdır. Zemin tipi belli olduktan sonra ise standartta belirtilen zemin tiplerine göre düzenlenmiş olan tablolardan uygulanacak alüminyum hidrolik iksa seçilmektedir. Her bir tabloda, çeşitli eleman boyutları ve hidrolik silindir boyutları ile birlikte kullanılan azami düşey ve yatay mesafeler verilmektedir [15].

Standarda göre tablolardaki bilgiler kullanılarak seçilecek olan iksa sisteminin elemanları: **hidrolik silindirler** ve **düşey iksalar** ya da **yatay bağlantı kirişleridir**. Yatay bağlantı sistemi kullanıldığında ayrıca düşey ahşap perde de tablolardan seçilmektedir. Düşey iksa sistemlerinde kullanılan tablolarda (A tipi ve B tipi zeminlerde) perde gerekli olmamaktadır. Perde gerektirebilen B tipi zeminler ve her zaman perde gerektiren C tipi zeminler ise yatay bağlantı sistemlerine ait tablolarda yer almaktadır.

Standartta belirtilen tablolar kullanılarak elemanların boyut ve mesafelerine ait seçimler öncelikli olarak açılacak olan kazının derinliğine ve genişliğine bağlı olmakta ve bu tablolarda düşey mesafe merkezden 1,2 m olarak sabit kabul edilmektedir. Yatay bağlantılı sistemlere ait tablolarda her bir bağlantı kirişinin boyutu için silindirlerin azami yatay mesafesi gösterilmektedir. Düşey iksa tablolarında ise hidrolik silindir yatay mesafesi düşey iksa mesafesi ile aynı olmaktadır.

Örnek olarak, Tablo 4.4.'de A tipi zeminlerde alüminyum hidrolik iksa elemanlarının belirlenmesi için kullanılan düşey iksa boyutları gösterilmektedir [15].

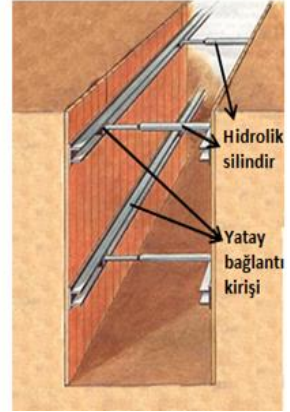
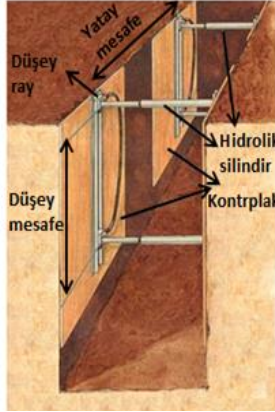
**Tablo 4.4. A tipi Zeminlerde Düşey İksa**

| Kanal derinliği (m)          | Hidrolik Silindirler   |                        |                                        |                              |                              |
|------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                              | Azami yatay mesafe (m) | Azami düşey mesafe (m) | Kanal genişliği (m)                    |                              |                              |
|                              |                        |                        | 2,4 m'ye kadar                         | 2,4 m üstü<br>3,6 m'ye kadar | 3,6 m üstü<br>4,5 m'ye kadar |
| 1,5 m üstü<br>3 m'ye kadar   | 2,4                    | 1,2                    | 5 cm çap      5 cm çap      7,5 cm çap |                              |                              |
| 3 m üstü<br>4,5 m'ye kadar   | 2,4                    |                        |                                        |                              |                              |
| 4,5 m üstü<br>6,1 m'ye kadar | 2,1                    |                        |                                        |                              |                              |

Tablo 4.4.'de belirtilen boyutlar dikkate alınarak örneğin 1,8 m derinlikte ve 90 cm genişlikte A tipi zeminde yapılan bir kazı için düşey olarak 1,2 m aralıklarla, yatay olarak ise 2,4 m aralıklarla yerleştirilmiş 5 cm çapında silindirlerden oluşan düşey iksa sistemi kullanılabilmektedir.

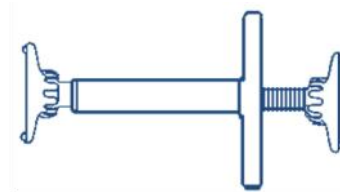
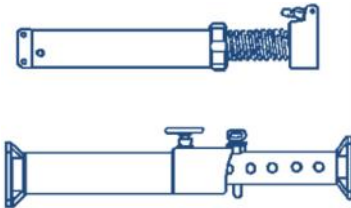
OSHA standardında geçen tipik kurulumlardan kontrplaklı düşey alüminyum hidrolik iksa ve yatay bağlantı sistemi yandaki görsellerde yer almaktadır [19].

Alüminyum hidrolik iksa sistemlerinin yanı sıra pnömomatik iksa sistemleri de küçük



riskine karşı kullanılabilmektedir. Hidrolik iksa sistemlerine benzer şekilde çalışan bu sistemin ana farkı; pnömomatik iksa, hidrolik iksa'da kullanılan hidrolik basıncın yerine hava basıncını kullanmaktadır. Pnömomatik iksa'nın dezavantajı ise çalışma sahasında kompresör bulunmasının zorunlu olmasıdır. Aşağıdaki görselde iksa sistemlerinde kullanılan pnömomatik/hidrolik krikolar ile vidalı kriko yer almaktadır [15].

Alüminyum hidrolik sistemlerin yanı sıra; palplanş, zemin ankraji, çelik iksa ve iksa makaslarının kullanımı da dikkate alınmalıdır. Özellikle dere yatağı gibi su içeriği yüksek zeminlerde ve zeminin gevşek ya akmaya son derece meyilli olduğu stabil olmayan kumlu zeminlerde bilhassa palplanş kullanımına önem verilmelidir.



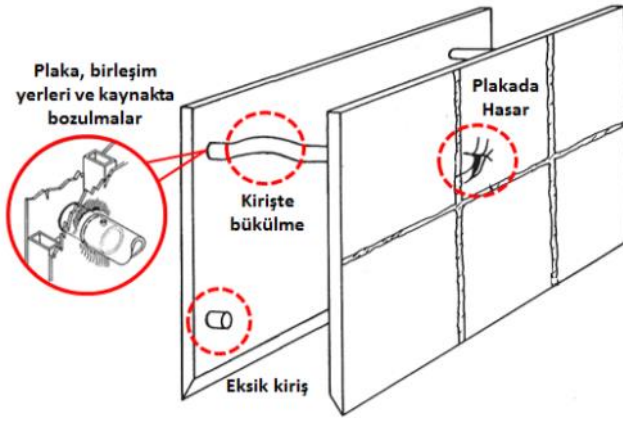
### 4.3. Kalkan Yerleştirilmesi

Genellikle elik bir çerçeveye kaynaklanmış elik plakalardan oluşan taşınabilir yapıları teşkil eden Kalkanlar/hendek kaplama sistemleri de koruyucu tedbir alternatiflerindirdir.

Kalkan sistemlerinde kazı yzünün desteklenmesinden ziyade öncelikli amaç; göçük ya da benzeri bir olay olduğunda kalkanın içerisinde yer alan çalışanın bu olaylara karşı korunmasıdır. Bu sistemde, kazı içerisinde kalkan ile kazı kenarları arasında boşluk bulunduğunda kazı kutusunun yatay yönde hareketinin önlenmesi için bu boşluklar toprakla doldurulmaktadır.

Kurulum ve söküm için özel kaldırma noktalarının yer aldığı kalkanlar ekskavatör ile kaldırılıp indirilerek kazı içerisine yerleştirilmektedir. Kalkanların kurulum, kullanım, söküm ve bakım hususlarında üretici talimatları her zaman dikkate alınmalıdır. Ayrıca üretici talimatları doğrultusunda uygun şartlarda saklanmalı, taşınmalı ve uzman kişi tarafından hasarlara karşı düzenli olarak incelenmelidir.

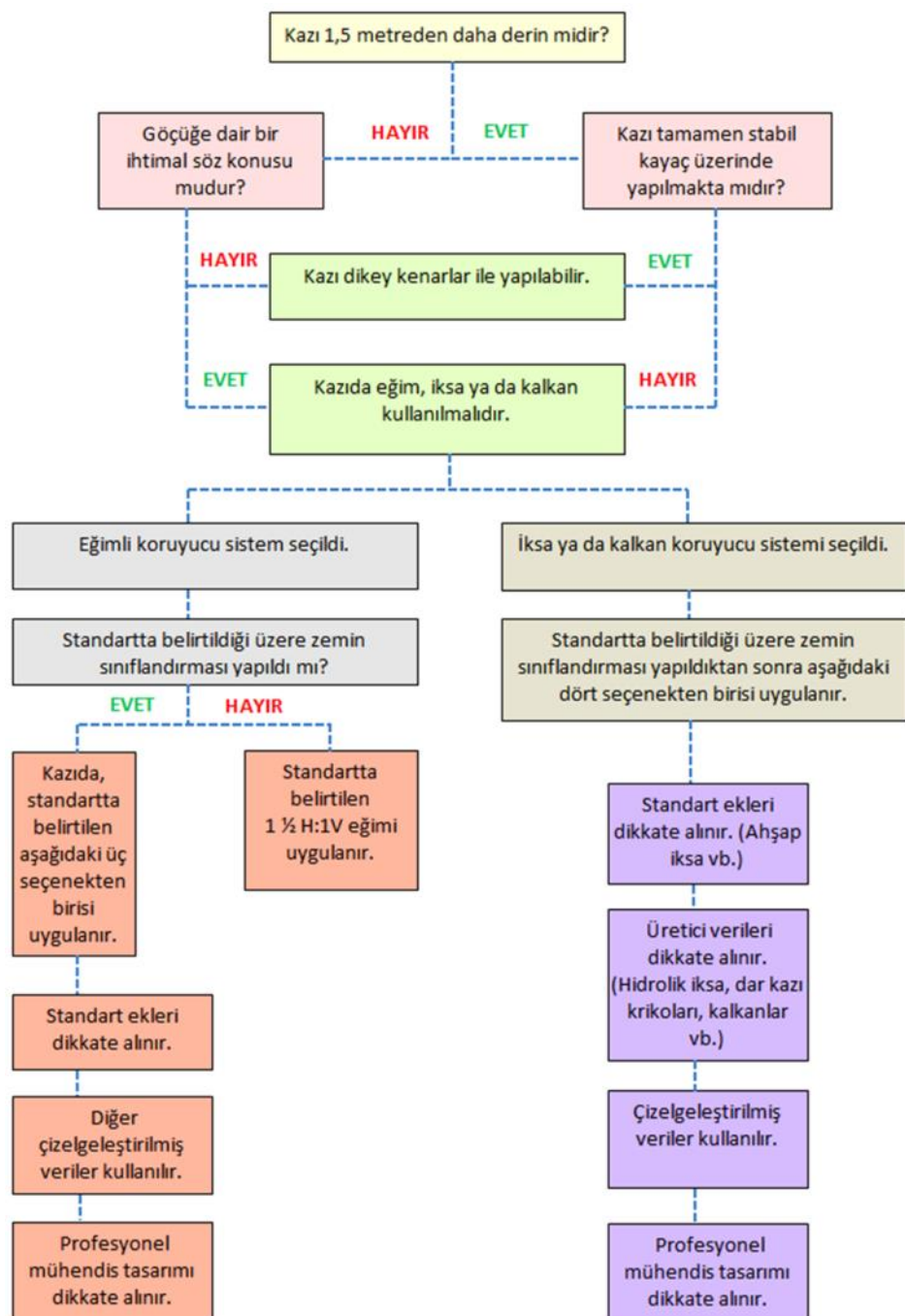
Gerek kalkanların gerekse yapımı tamamlanmış her çeşit iksa sistemlerinin düzenli şekilde kontrol edilmesi önem arz etmektedir. Örneğin hidrolik iksa'da borulardaki muhtemel sızıntıların, bükülmüş, çatlak ya da kırılmış parça ve kısımların tespiti gerekmektedir. Ahşap iksa'da kusurlu keresteler, çatlamış kaplamalar ve birleşim noktaları yine aynı şekilde kontrol edilmelidir. Kalkanlarda ise yapısal hasarlar, kiriş ve manşonlar üzerindeki kaynaklarda oluşabilecek çatlaklar, deforme olmuş plakalar, bükülmüş veya eksik kirişler ve diğer kusur ve bozulmaların incelenmesine önem verilmelidir. Sonraki sayfada yer alan görselde kalkanda oluşabilecek muhtemel kusurlar gösterilmektedir.



Aşağıda yer alan görsellerde ise üst üste yerleştirilmiş kalkanlar ile çalışma sahasında kazı içerisine yerleştirilmekte olan kalkan gösterilmektedir [20,21].



Göçük riski kazı çalışmalarının en ciddi risklerindendir. Bu riske karşı bu rehberde belirtilen esaslar da göz önünde bulundurularak saha risk değerlendirmesi sonuçları dikkate alınmalı ve koruyucu tedbir seçiminde planlı şekilde hareket edilmelidir. Alınacak tedbirlerle ilgili izlenebilecek yönetime dair OSHA Standardında belirtilen hususlar sonraki sayfada gösterilmektedir [15].



## 5. ALTYAPI ÇALIŞMALARINDA KAZISIZ TEKNOLOJİLER

Göçük riskinin proaktif bir yaklaşımla işin başında elimine edilmesi en iyi uygulamalardandır. Bu açıdan kullanılacak ekipmanlar ve çalışma yöntemlerinin seçimi de büyük önem arz etmektedir.

Ekskavatör ile yapılan klasik kazı çalışmalarında çalışanlar göçük riski ve makineler ile ilgili çeşitli İSG risklerine maruz kalmaktadırlar. Ayrıca bu kazı çalışmalarında telefon, doğalgaz, elektrik gibi diğer yeraltı hizmetlerine zarar verme, su ile elektrik gibi hizmetlerin kesintiye uğraması, toz ve gürültü oluşumu, inşaat makinelerinden karbon salınımı ve trafiğin kapatılması ile toplumun ve gündelik hayatın etkilenmesi söz konusu olabilmekte ve kazı sonucu ortaya çıkan malzemelerin kaldırılması, taşınması ile oluşan maliyet, yeni hat döşeme maliyetinin de üzerinde olabilmektedir. Artan şehirleşme ile bu sorunların giderek büyümesi ve hızla gelişen ve kendini sürekli yenileyen dünyamızda görülen teknolojik gelişmeler hizmet anlayışının geliştirilmesini de zorunlu hale getirmiştir. Üretilen altyapı projelerinin, çevreci olması, kısa zamanda istenen güzergâh ve kotta, güvenli ve aynı zamanda ekonomik koşullarda toprak altına indirebilmesi önem kazanmıştır. Bu sebeple altyapı çalışmalarının ileri mühendislik faaliyetleri ile kazıyı mümkün olduğunca elimine edecek şekilde düzenlenmesi özellikle gelişmiş ülkeler tarafından benimsenen bir yaklaşım olmuş ve kazısız teknolojilerin önemi giderek artmıştır [22,23].



Kazısız teknoloji; altyapı hatlarının döşenmesi, değiştirilmesi, incelenmesi, yerlerinin tespit edilmesi ve kaçakların belirlenmesi gibi çalışmaların kazı yapılmadan ya da asgari düzeyde kazı yapılarak gerçekleştirilmesi olarak tanımlanabilmektedir [22].

Altyapı uygulamalarında kazısız yöntemler, hem trafik ve çevreye zarar vermeden uygulanabilir olmaları hem de diğer yöntemlere göre kısa sürede ve daha az maliyetle gerçekleştirilebilir olmaları nedeniyle ön plana çıkmakta ve özellikle trafik ile konut ve işyerlerinin yoğun olduğu yerlerde çok cazip bir seçim olmaktadır. ABD, Almanya, Japonya, İngiltere, Fransa, başta olmak üzere pek çok gelişmiş ülkede yaygın şekilde uygulanmaktadır [24].

KT teknikleri ile yeni hatların döşenmesi, mevcut eski hatların değiştirilmesi, iyileştirilmesi, tamirat, temizlik, astarlama vb. birçok uygulama mümkün olmaktadır. Bunların yanı sıra, altyapı hattı görüntüleme ve değerlendirme yöntemleri, altyapı hatlarında deprem riski, altyapı hattında planlama ve varlık yönetimi gibi ileri altyapı uygulamaları da mevcuttur. Kazısız yenileme ve güçlendirmede; boru patlatma (pipe bursting), kaplama ve harç sıvama, boru içinde astar oluşturma, lifli polimer uygulamaları önde gelen tekniklerdir. Kazısız yeni hat döşemede ise yatay yönlendirilebilir delgi (horizontal directional drilling), mikrotünel, boru itme (pipe jacking), boru çakma (pipe ramming), boru sürme (auger boring) uygulamaları altyapı çalışmalarında kullanılan tekniklerden bazılarıdır [25,26]. Yatay yönlendirilebilir delgi tekniğinin çalışma prensiplerine aşağıda kısaca değinilmiştir.

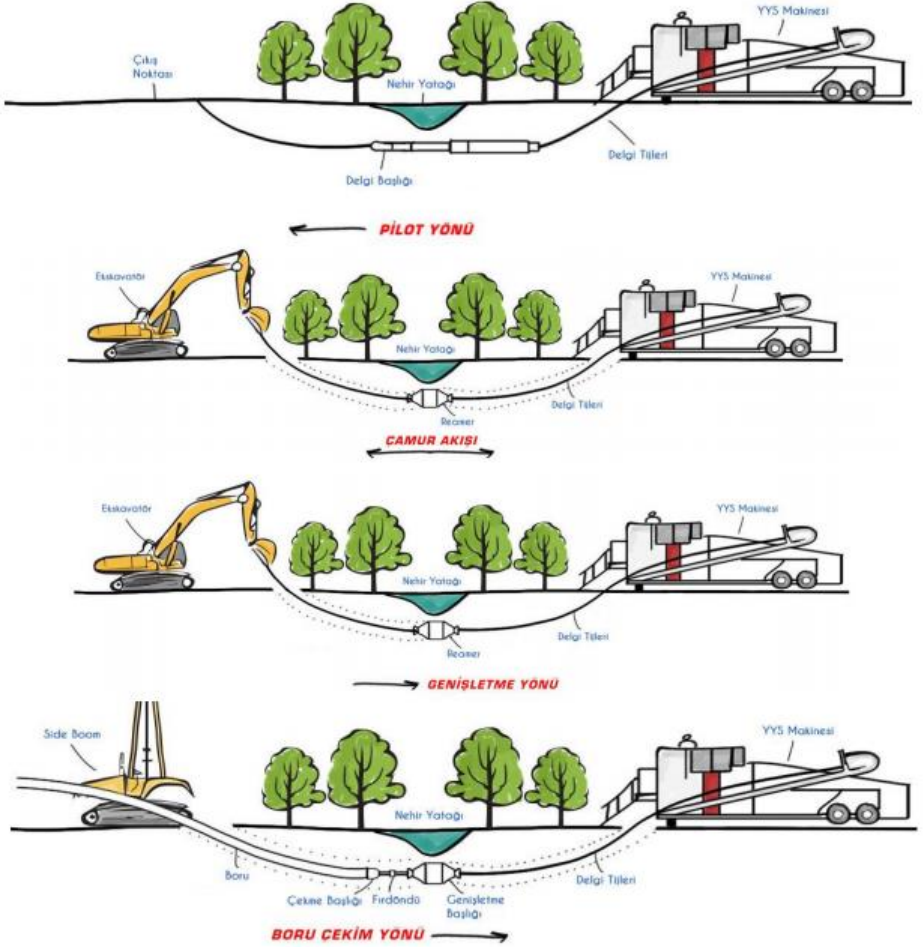
Gelişmiş bir teknik olan Yatay Yönlendirilebilir Delgi (YYD) 1983 yılından bu yana Amerika'da, 90'lı yılların başından itibaren ise Avrupa Ülkelerinde uygulanmaktadır. Yönlendirme özelliği sayesinde yer altındaki yapı ve hatlara zarar vermeyen bu teknikte, giriş noktasından belli bir açıyla girip, yeterli derinliğe ulaştıktan sonra yatay ilerlemek ve tekrar yüzeye çıkmak klasik uygulama prosedürüdür.



Geçiş yapılabacak güzergâhın bir ucuna YYD makinesi kurulmasıyla başlar. Gerekli mobilizasyon işleminin ardından, geçilecek zemin için özel olarak seçilmiş yönlendirme başlığının arkasına eklenen tijlere, YYD makinesi tarafından dönme ve ilerleme hareketi aktararak, istenen noktada pilot delgi işlemi yapılır. Tijlerin ucunda bulunan sinyal veren sonda (transmitter) sayesinde derinlik, eğim ve istikamet anlık olarak alınarak herhangi bir sapma olması durumunda, yön verme suretiyle istikamet düzeltilir. Pilot delgi işlemi tamamlandıktan sonra yönlendirme başlığı, genişletme başlığı ile değiştirilir. Tijler yardımı ile dönme ve çekme hareketi ile istenen çapa kadar kademeli olarak genişletilme yapılır. Genişletme sırasında zemine su ile birlikte çeşitli kimyasal maddeler enjekte edilerek,

- Yüksek sıvama özelliği ile tünel cidarında sağlam bir yüzey oluşturulup, tünel stabilitesi artırılır,
- Yüksek viskozite ve jel yapma özelliğinden dolayı delgi çamuru içerisindeki ağırlaştırıcı maddelerin süspansiyonda tutulmasını sağlar.
- Boru çekilmesi sırasında film tabakası oluşturularak sürtünme azaltılır ve kaygan bir yüzey oluşturulur.
- Bulunduğu yüksek kıvamlı haliyle yatay boruya yukarıdan gelebilecek her türlü güç, baskı vb. uygulamalara karşı elastikliği ve yayılımı ile boru korunur.

Gerekli büyütme işlemi tamamlandıktan sonra çekilecek boru, genişletme kafasının arkasına bağlanır ve genişletme işleminde olduğu gibi YYD Makinesi tarafından dönme ve çekme hareketi ile boru çekilir [27]. Sonraki sayfada yer alan görselde Yatay Yönlendirilebilir Delgi Tekniği gösterilmektedir [28].



2000'li yılların başından itibaren ülkemizde kullanılmaya başlayan bu tekniğin genel anlamda sağlayacağı bazı avantajlar şu şekilde sıralanabilir.

- Projelerin kısa sürede tamamlanmasını sağlar.
- İmalat hızının artırılması ile zamandan ve personelden tasarruf sağlar.
- Kent içi yollar ve yeşil alanlar gibi mevcut üst yapıdaki birimler hiçbir şekilde zarar görmez.

- Uzaktan kontrol sistemi sayesinde çalışanların risklere maruziyetleri düşer ve çalışma daha sağlıklı ve güvenli şekilde sürdürülür.
- Açık kazı yöntemi kullanılmadığı için araç ve yaya trafiği aksamaz.
- Asfalt kaplama ve bakım masrafları açık kazı sistemine göre daha ekonomiktir.

Yatay yönlendirilebilir delginin sağladığı avantajların çoğu diğer birçok kazısız tekniklerde de benzerdir. Başlangıç ve bitiş noktalarının yerleşimi, derinlik, çalışma alanı vb. hususlar teknikler arasında farklılık gösterebilmektedir. Ancak altyapı çalışmalarının yerine getirilmesinde bu tekniklerden hangisinin seçileceğine karar verirken özellikle borunun çapına, delginin uzunluğuna, jeoteknik koşullara önem vermek gerekmektedir [29]. İSG bakımından ise çalışan ağırlıklı olmayan ve çalışan girişini asgari düzeyde tutan teknikler çok daha uygundur.

Kazısız teknolojiler göçük riski açısından değerlendirildiğinde; çalışanın kazı yapılması ya da kazının kısıtlı miktarda olması sebebiyle bu riske olan maruziyetinin son derece az olacağı görülmektedir.

## 6. DİĞER TEHLİKE VE RİSKLER

Kazı çalışmalarında göçük riskinin dışında ciddi yaralanmalara ve ölümlere neden olabilecek daha birçok tehlike ve risk mevcuttur (Bkz. sayfa 9). Dolayısıyla güvenli bir kazı çalışması yapmak için öncelikle çalışmanın her bir aşamasının uzman bir kişi tarafından gözetlenip denetlenmesi ve uzman kişinin çalışanlar ile işbirliği içerisinde onlara gerekli güvenlik talimatlarını vermesi gerekmektedir. Çeşitli tehlike ve risklere karşı dikkate edilecek hususlar şu şekilde sıralanabilir.

➤ Seviye farkı olan veya düşme sonucu yaralanma ihtimalinin olduğu kazı alanlarında çalışanların düşmelerini engellemek için çalışılan alanın etrafının çevrelendiği, ara ve üst korkuluklardan oluşan yeterince sağlam bariyerler kullanılmalıdır. İnsanların kalabalık olduğu umuma açık yerlerde ise bu işlem derinlik gözetilmeksizin yapılmalıdır. Daha dikkat çekici olması için parlak renkteki bariyerler, çeşitli işaretler kullanılmakta, işaretlerin yeterli olmadığı durumlarda işaretçiler de yerleştirilebilmektedir.

➤ Kazıya yuvarlanma ya da düşme riski olan malzeme ve ekipmanlar kazı kenarlarından uzakta bulundurulmalı veya gerekli desteklerle tutulmalı ya da her ikisi birlikte yapılmalıdır. Araç ve damperli kamyonlar ise bariyerler, uyarı işaret ve sinyalleri kullanılarak çok daha uzakta tutulmalıdır. Araçların kazıya toprak boşalttığı durumlarda, araç tekerleklerinin arkasına takoz yerleştirilerek ya da benzeri tedbirler ile bu araçların kazı kenarına fazla yaklaşmasının önüne geçilmelidir. Yandaki görselde bu durum gösterilmektedir [30].



➤ Oksijen yetersizliği olan veya tehlikeli atmosferin olduğu veya olması beklenen her kazıda ilgili testler yapılmalıdır. Tehlikeli atmosferler kazı yakınında çöp sahası bulunması ve tehlikeli maddelerin kazıya yakın bir yerde depolanmasından dolayı oluşabilir. Ayrıca oksijenin %19,5'tan az ve %23,5'tan fazla olduğu ortamlar, yanıcı gaz konsantrasyonunun alt tutuşma limitinin %20'sinden fazla olduğu durumlar ve konsantrasyonları limit değeri geçen tehlikeli maddeler de tehlikeli atmosfer kapsamındadır. Tehlikeli bir ortamla karşılaşılması durumunda çalışanın buraya girmesine izin verilmemeli, uygun havalandırma sağlanmalı ve çalışan gerekli solunum koruyucu ekipmanlarını aldıktan sonra kazıya girmelidir. Ayrıca bu kazılardaki ortam düzenli bir şekilde test ve kontrol edilmelidir. Bu testler eğer kazının içinde çalışan bir araç varsa ve kaynak, kesme, yakma gibi işlemler yapılıyorsa sıklaştırılmalı, acil duruma karşı her türlü sağlık ve güvenlik araçları bulundurulmalıdır.

➤ Yeraltı hizmetleri de çalışanlar için büyük tehlike oluşturmaktadır. Gerek elle gerekse kazı makineleriyle yapılacak her türlü kazıdan önce kazı yapılan yerde elektrik kabloları, su boruları, gaz boruları, telefon hatları ve kanalizasyon hattı olabileceği düşünülmelidir. Kazıya başlamadan önce, yeraltı hizmetleriyle ilgili kurum ve kuruluşları başvurulmalı ve bu hizmetlerin yerleriyle ilgili tüm bilgi ve çizimler işe başlanmadan önce alınmalı, ayrıca kazı yapılacak yerde yeraltı hizmetlerine dair bir iz olup olmadığını anlamak için görsel olarak da incelenmelidir. Alınan bu verilerin; aradan uzun yıllar geçmesi, kazı yerinde çok çalışma yapılmış olması gibi nedenlerden dolayı muhtemelen tam bir kesinlik içermediği durumlarda ise yeraltı hizmetlerinin yerlerinin tespiti için uygun yer bulucu cihazlar kullanılmalı ve bu cihazların kullanımı eğitim almış kişiler tarafından yapılmalıdır. Yerleri tespit edilen bu hizmetler, hatları boyunca uygun şekilde işaretlenerek belirtilmelidir. Kazara vurulan elektrik kablosu; tüm çalışanların elektrik şokuna maruz kalmasına, yakındaki gaz hatlarında bir hasar olması durumunda ciddi yangın ve patlamalara sebep olmaktadır.

Bu yüzden bu kablolar, kablo bulucu cihazlar kullanılarak net olarak tespit edilmelidir. Ayrıca gömülü kabloların yerleri hakkında ipucu bulmak amacıyla çevrede bulunan trafik işaretlerine, sokak lambalarına da dikkat edilmelidir.

Elektrik kabloları gibi gaz hatları da ciddi yangınlara ve büyük patlamalara sebep olmaktadır. Gaz sızıntısı duyulması halinde hemen ilgili kurum aranmalı, çalışanların hızlı bir şekilde kazıyı gazın birikmesi ihtimaline karşı boşaltması sağlanmalıdır. Ayrıca ateşlemeye sebep verebilecek çalışan araç motorları gibi cihazlar da hemen durdurulmalıdır.

Su hatlarında meydana gelen bir hasar yarılan borudan su jetinin çıkmasına, kanallın suyla dolmasına dolayısıyla çalışanların boğulmasına, diğer yeraltı hizmetlerinin zarar görmesine ve zayıflayan kazı kenarlarından dolayı göçükler oluşmasına neden olmaktadır. Kanalizasyonlarda ise basınçlı bir akıştan ziyade yerçekiminden doğan bir akış söz konusu olduğu için bu hizmetlere vurulması durumunda karşılaşılabilecek ana tehlike kirlilik olmaktadır.

Elektrik, gaz, su ve kanalizasyondan kaynaklanan tehlikelerin dışında ayrıca nitrojen, argon gibi çeşitli gazların, zehirli ve yanıcı sıvıların taşındığı borular ve de yaralanma riski düşük olsa da telekomünikasyon hatlarının oluşturduğu tehlikeler de göz önünde bulundurulmalıdır.

► Üstten geçen enerji hatları kazı araçları ve diğer uzun ekipmanlar için büyük bir tehlike oluşturmaktadır. Eğer mümkünse bu hatların altında çalışmaktan kaçınılmalı veya hatlardan geçen akım durdurulmalıdır. Bunlar da mümkün değilse operatör, ekipmanlarla enerji hatları arasında olması gereken asgari uzaklıklara dikkat etmelidir. Bu uzaklıklar genellikle enerji hattı voltaj değerlerine göre değişmektedir. Gelişmiş ülke düzenlemelerinde asgari 3 m'den başlamaktadır.

Ancak alınan tedbirlere rağmen, ekipman enerji hattıyla temasa geçmişse, aşağıda belirtilen hususlara dikkat etmelidir [31].

- Ekipmanda kalınmalı, ekipmana ve zemine aynı anda dokunulmamalıdır. Zeminle temas halindeki herhangi bir şeye dokunmak ölümcül olabilir.
- Yardımcı ekipmanları kullanan çalışanlar da o ekipmanda kalmalı, onlar da zemin ve ekipmana aynı anda temastan kaçınmalıdırlar.
- Diğer çalışanlar da aynı şekilde ekipmandan uzak tutulmalı ve ekipmanın herhangi bir parçasına dokunmamaları konusunda uyarılmalıdır.
- Enerji hattının durdurulması için ilgili kurum ile acilen irtibata geçilmelidir.
- Mümkünse, makinede kalmak suretiyle makine hareket ettirilerek teması kesme denenebilir.
- Eğer teması kesmek mümkün değilse, enerji hattı kapatılana kadar (makine üstünde kalarak) makine hareket ettirilmemelidir.
- Eğer yangın gibi acil bir durum makineyi terk etmeye zorlarsa, ayaklar bitişik bir şekilde açıkça atlanmalıdır. Eğer aynı anda, vücudun bir kısmı zeminle diğer kısmı da ekipmanla temas halinde olursa, akım vücut üzerinden geçer.
- Asla yerde adım atılmamalı ve küçük adımlarla ayaklar sürünerek uzaklaşılmalıdır. Büyük adımlar atılmamalıdır. Zemindeki voltaj farkından dolayı, bir ayak diğerine göre daha yüksek bir voltaj alanında olabilir ve bu fark kişiyi öldürebilir.

Yandaki görselde hemen kazı üzerinden geçen enerji hatları görülmektedir. Bu durum özellikle operatörler için büyük tehdit oluşturmaktadır.

Ayrıca bir kaza olunca, kazazede ve kazazedeyle temas halinde olan herhangi bir şeye asla



dokunulmamalıdır. Mümkünse temas kesilmeli, hemen acil servisler aranmalı ve kazazedenin teması kesilmişse ilk yardım uygulanmalıdır.

➤ Kazıların giriş ve çıkışları, özellikle acil bir durum olduğunda çalışanların güvenli bir şekilde kaçmalarını sağlamalıdır. Kazılarda güvenli giriş ve çıkışı sağlayan merdivenler, basamaklar, rampalar veya diğer ekipmanlar bulundurulmalı, bunların çalışanlara yakın olması sağlanmalıdır. Ayrıca kazıda bulunan merdivenler kazının 90 cm üzerine uzanmalıdır. Güvenli giriş ve çıkışta kullanılan bu ekipmanlar sağlam bir şekilde monte edilmeli ve çalışan için yeni bir tehlike oluşturmamalıdır.

Yandaki görselde kazı içerisinde yer alan el merdiveni görülmektedir.

➤ Kazıya su birikmesi ve kazıdaki durgun su kazı kenarlarını zayıflatmakta ve tehlikeli bir durum olduğunda çalışanların kaçmasını zorlaştırmaktadır. Kazıya su girişi ve birikmenin engellenmesi



için gerektiğinde çeşitli engellerin ve su yollarının açılması sağlanmalıdır. Su tahliyesi için uzman gözetiminde su boşaltma ekipmanı kullanılmalı, yüzey sularının yönleri kazıya su girişini engelleyecek şekilde başka yönlere çevrilmeli, her yağıştan sonra ve çalışanlar kazıya tekrar girmeden önce kazı uzman tarafından kontrol edilmelidir.

➤ Ekskavatörler, arka kepçeli kazıcılar gibi ağır ve mobil ekipmanlar operatörlerin ve zemindeki insanların yaralanmasına ve ölümüne sebep olmaktadır. Bu makinelerle çalışma sırasında uygun el işaretleri kullanılmalı, bu makinelere binilip inilirken 3 nokta teması kuralına dikkat edilmelidir.

Ayrıca bu araçların sesli uyarı sistemleri bulunmalı ve yakınına görevli olanlar dışındakiler asla yaklaşmamalıdır. Görevliler ise operatör tarafından görülebilecekleri, makineye uygun bir uzaklıkta bulunmalıdırlar. Aşağıda 3 nokta teması ile ilgili görseller görülmektedir.



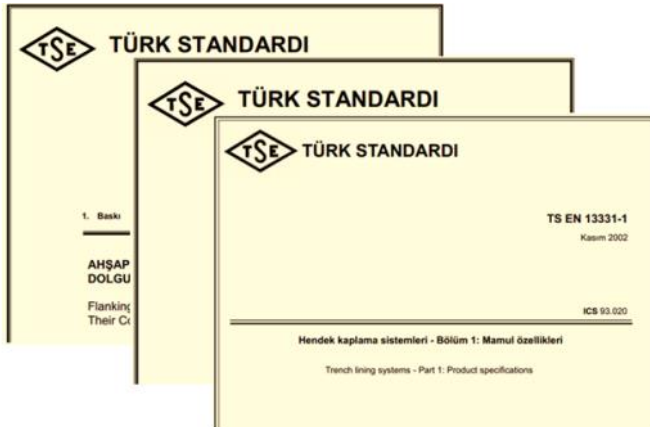
➤ Ayrıca kazı yapılan yerin temiz olması kaza oluşmasını engellemede önemlidir. Kazı zemininde bulunan kullanılmayan araç ve gereçler, tahta parçaları, her türlü çöpler ortalıktan kaldırılmalıdır.

## 7. İLGİLİ ULUSAL STANDARTLAR

Kazı çalışmalarının güvenli şekilde sürdürülmesi için ulusal standartların takip edilmesi son derece önemlidir. Kazı çalışmaları sırasında, gerek kullanılacak iş ekipmanları gerekse çalışma yöntemleri hakkında ölçüler belirleyen ulusal standartların kullanımının yaygınlaşması iş sağlığı ve güvenliğinin geliştirilmesi açısından gereklidir. Ülkemiz ulusal standartları da incelendiğinde doğrudan kanal kazısı çalışmaları ile ilgili standartların yer aldığı ve görülmektedir. Bilhassa kanal kazısı çalışmaları ile ilgili bu standartlar şu şekilde sıralanabilir.

- TS 2519 Ahşap İksa Hesap, Yapım, Bakım, Söküm ve Dolgulama Kuralları Standardı
- TS EN 13331-1 ve TS EN 13331-2 Hendek Kaplama Sistemleri Standartları
- TS EN 14653-1 ve TS EN 14653-2 Zemin Takviyesi İçin Elle Çalışan Hidrolik İksa Sistemleri Standartları
- TS EN 10248 ve TS EN 10249 Alaşımsız Çeliklerden İmal Edilmiş Sıcak Haddelenmiş ve Soğuk Şekillendirilmiş Perde Kazık (Palplang) Standartları

Bu rehberde ise ahşap iksa ve hendek kaplama standartları ile ilgili bazı hususlara değinilmiştir.



➤ Kanal kazısı çalışmalarında uygulanan koruyucu sistemlerden kalkan sistemlerine ait TS EN 13331 Standardı, göçük riskine karşı faydalanabilecek önemli standartlardan birisidir. Bu standart iki bölümden oluşmakta olup; ilk bölümünde hendek kaplama sistemlerinin yani kalkanların mamul özellikleri, ikinci bölümünde ise deney veya hesap yoluyla değerlendirmeye dair hususlar yer almaktadır.

Standartta hendeklerin düşey yüzlerinin desteklenmesi için tasarlanan prefabrik bileşenlerin montajı şeklinde tanımlanan hendek kaplama sistemlerinin ana yük taşıyıcı bileşenleri; paneller, kaydırma rayları ve destekleme bileşenleri olarak belirtilmektedir. Standartta göre hendek kaplama sistemleri aşağıda belirtilen dört tipten oluşmaktadır.

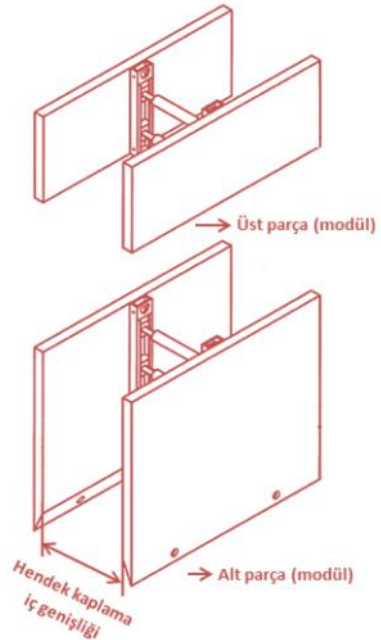
➤ Merkezden destekli hendek kaplama sistemi (CS Tip)

➤ Kenardan destekli hendek kaplama sistemi (ES Tip)

➤ Kaydırma raylı hendek kaplama sistemleri (R tip), tekli (RS), ikili (RD) veya üçlü (RT)

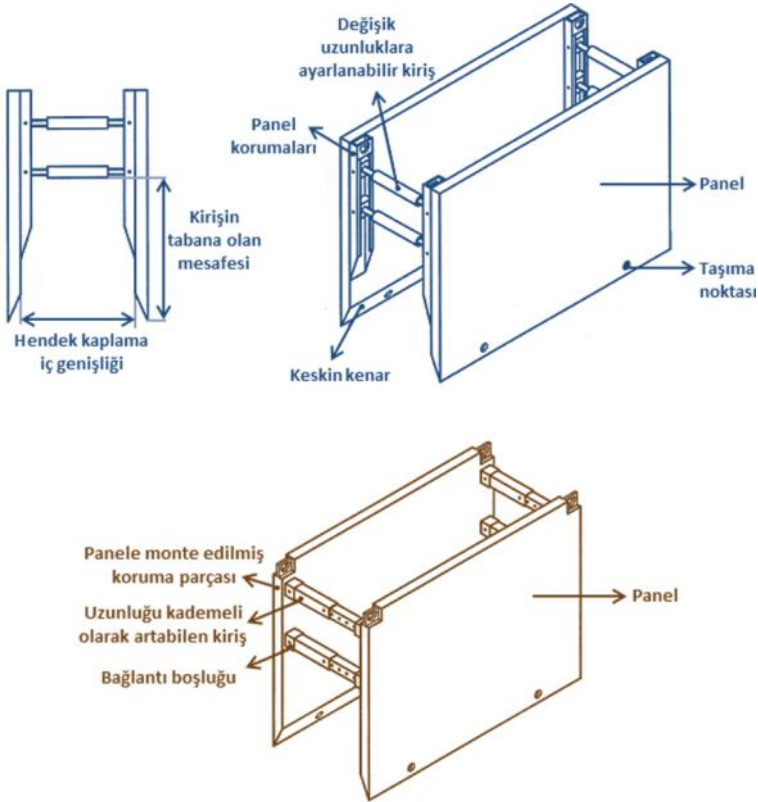
➤ Sürme kutusu (DB Tip)

Panellerin düşey eksenlerine yerleştirilmiş kirişler yardımıyla birbirinden belirli mesafede tutulan iki panel çiftinin oluşturduğu sistem; merkezden destekli hendek kaplama sistemini (CS Tip) oluşturmaktadır. Yandaki görselde değişik uzunluklara ayarlanabilir kirişli (SV), CS Tip hendek kaplama sistemi yer almaktadır.



Panellerin düşey kenarlara yerleştirilmiş kirişler yardımıyla birbirinden belirli mesafede tutulan iki panel çiftinin oluşturduğu sistem; kenardan destekli hendek kaplama sistemini (ES Tip) oluşturmaktadır.

Aşağıdaki görsellerde sırasıyla; değişik uzunluklara ayarlanabilen kirişli (SV), ES tip hendek kaplama sistemi ve uzunluğu kademeli olarak artabilen, bağlantı boşluklu kirişli ES Tip hendek kaplama sistemleri gösterilmektedir.

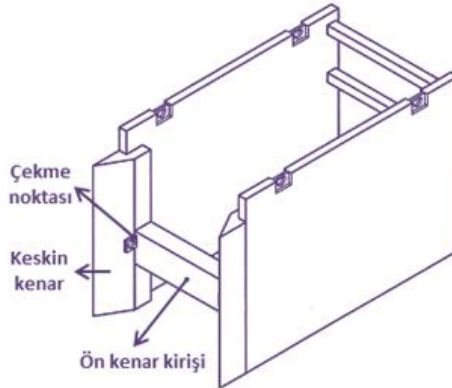
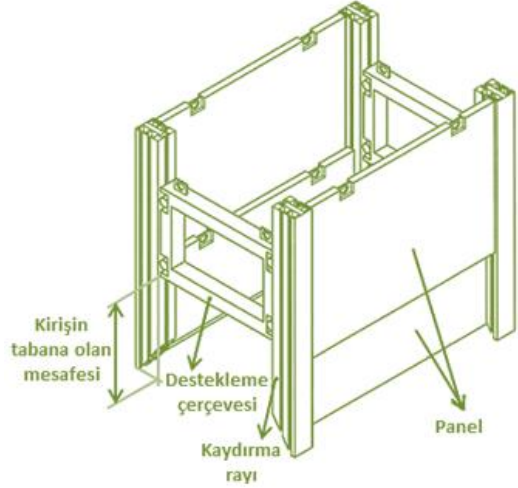


Kaydırma ray çiftinin, tekli veya çoklu kanallar içerisinde, panelleri aşağı yukarı hareket ettirebildiği sistem; kaydırma raylı hendek kaplama sistemlerini (R tip) oluşturmaktadır.

Tekli (RS), ikili (RD) veya üçlü (RT) tipte olabilmektedir. Ray çiftleri karşılıklı olarak birbirine kirişler veya destekleme çerçeveleri ile tutturulmaktadır.

Yandaki görselde destekleme çerçevesi ile kaydırma raylı ikili tip (RD) gösterilmektedir.

Yatay hareket edebilecek şekilde tasarlanan, kenarlarından destekli hendek kaplama sistemi ise sürme kutusu (DB Tip) hendek kaplama sistemini oluşturmaktadır. Aşağıda yer alan görselde DB Tip hendek kaplama sistemi yer almaktadır.



Standartta göre, çekme ve basınç kuvvetlerini karşılayan ve uç bağlantısındaki momentlere de karşı koyabilecek bileşen olarak tanımlanan kirişler: değişik uzunluklara ayarlanabilir kiriş (SV), uzunluğu kademeli olarak artabilen kiriş (SI) ve ayarlanamaz kiriş (SN) olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca kiriş ile panel veya kiriş ile kaydırma rayı bağlantıları standartta belirtilen farklı şekillerde olabilmektedir.

Standartta belirtilen şartlar İSG açısından dikkate alındığında; içerisinde çalışanların girebileceği hendek kaplama sistemleri iç genişliğinin en az 600 mm olması, merkezden destekli hendek kaplama sisteminin en az 2 parçadan oluşması ve bu parçaların, arasındaki düşey kenarlar ile birleştirilmesi önem arz etmektedir. Ayrıca merkezden destekli hendek kaplama sisteminin, birden fazla üst modüle sahip olamaması, bu üst modülün bir panel koruması üzerinde en az iki kirişe sahip olması ve bu tip hendek kaplama sistemlerinin panel uzunluklarının 3 metreyi geçmemesi önemli hususlardandır.

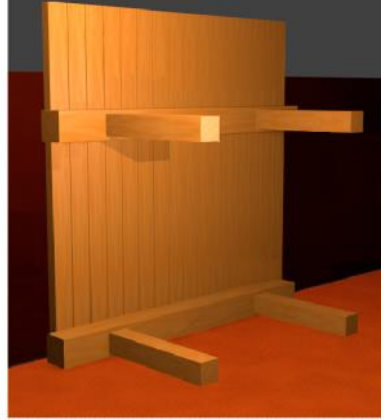
Hendekten yukarı çekme, taşıma, hendek içinde yatay hareket ettirme ve birleştirme noktalarının standartta belirtilen sayılarda olması hendek kaplama sistemlerinin güvenli şekilde montajına imkan sağlayacağından bu noktaların varlığı montajdan önce incelenmelidir.

Standartta göre, kullanıcıya hendek kaplama sistemi ile birlikte kullanma kılavuzu verilmelidir. Bu kılavuzun İSG açısından önem arz eden aşağıda belirtilen hususları içermesi standartta zorunlu tutulmaktadır.

- Bileşenlerin montajı ve sökölme düzeni ile taşınması için talimatlar,
- Monte edilmiş bileşenler zemin seviyesinde depolandığında rüzgar yükünden kaynaklanan dengesizlik, eğimli veya düzgün olmayan zemin, yumuşak zemin ve kazara çarpışmalardan kaynaklanan tehlikeleri en aza indirme önlemleri,
- Kaldırma, taşıma, hendek içinde yukarı çekme ve yatay hareket ettirme ve bu işlerde kullanılacak uygun donanımlarla ilgili bilgiler,
- Montaj ve hendek içinde yukarı çekme ile ilgili ayrıntılı bilgiler,
- Aşınmış veya hasar görmüş bileşenlerin çıkartılması için kriterler,
- Depolama, nakliye, bakım ve onarım için talimatlar.

➤ Kanal kazısı çalışmalarında iş sağlığı ve güvenliği açısından önem arz eden ulusal standartlarımızdan birisi de TS 2519 Ahşap İksa Hesap, Yapım, Bakım, Söküm ve Dolgulama Kuralları Standardıdır. Ahşap iksa ile ilgili kurallar, genişlik ve derinlik ölçülerine göre kazılar ve iksa ile ilgili tanımlar bu standartta yer almaktadır. Kazılar boyutlarına göre sığ, normal, derin ve dar hendek kazısı olmak üzere bu standartta tanımlanmaktadır.

Meydana getirilecek kazı derinliği bilindiğinden standartta belirtilen tablolar dikkate alınarak iksada kullanılacak elemanların nitelikleri ve uygulama esasları belirlenmektedir. Yandaki görselde ahşap iksada kullanılan elemanlar yer almaktadır.



Genel olarak standarda göre; kazı yüzlerini tutmak üzere meydana getirilen ahşap iksa elemanlarının boyutlandırılmasında aşağıda belirtilen şartların tamamının sağlanması halinde özel statik hesap yapılmayabilmektedir.

- Arazi yüzeyinin yatay olması,
- Zeminin sert ve sıkı olması,
- Komşu yapı temellerinin iksa tabanından geçen hattın altında kalması,
- 18 tondan ağır yapı makinaları ile 12 tondan ağır lastik tekerlekli kazıcılar ve yükleyicilerin kazı yüzünden en az 3 metre uzakta olması.

Ancak bu durumda standartta belirtilen tablolardan alınacak değerler ile normal iksa çerçevesi ya da yatay kaplama birimlerinin meydana getirdiği perde ile yapılan iksa meydana getirme zorunluluğu bulunmaktadır.

İksa tipinin seçimi ile ilgili olarak standartta genel kurallar yer almaktadır. Hendek kazılarında uygulanacak yatay kaplama birimleri, kaplama kazıkları, ahşap palplanşlar, normal iksa çerçevesi ve binili çerçeve ile yapılan iksalara ait uygulama kuralları da ayrıca belirtilmektedir.

Standartta ahşap iksada uygulanacak olan metodun seçimini etkileyen faktörler kazının boyutları ile ilişkili olarak zemin yapısı, zeminin dayanımı, kazının açıkta kaldığı süre ve yan faktörler olarak belirtilmekte; zeminin yapısı ve dayanımına tesir eden faktörler ise zeminin tabii özellikleri, kötü hava şartları, taban suyu ve kazı genişliği olarak yer almaktadır.

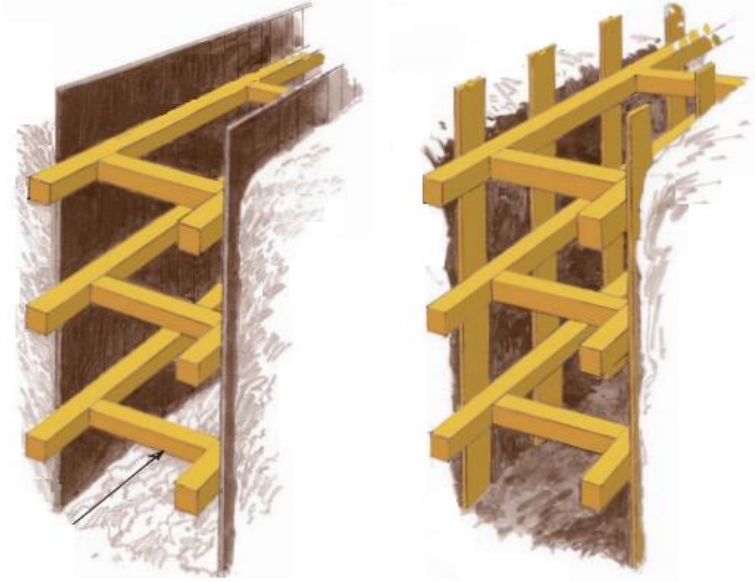
Değişken olmayan zeminde yeterli genişlikte yapılan kazılarda, kazı yüzlerinin yeterince eğimlendirilmesi ve bu eğimin; zemin çeşidi, kazı derinliği ve kazının açıkta kalma süresine göre tespit edilmesi de standartta belirtilen önemli hususlardandır.

Yoğun yağış düşen süreler içinde zemin su oranının artması sonucu zemin dengesinin bozulabilmektedir. kuru havalarda çatlaklar veren killi zeminlerin ağır yağışlar boyunca çatlaklardan önemli miktarda su alacağı ve zemin yapısı ile zemin dengesinde olumsuz değişiklikler meydana geleceği ve ayrıca su oranının artması ile kumlu zeminlerin daha fazla akıcı olacağı belirtilmektedir. Dolayısıyla iksanın tasarımında, su içeriğinin artması ile yatay yüklerin fazlalığı dikkate alınarak hesaplamaların yapılması önem arz etmektedir.

Standartta göre, sert zeminlerde kapalı perde ile desteklenmesi gerekmeyen hendek kazılarında ise iksanın aralıklı perde ya da iksa makası ile yapılması gerekmektedir. Yandaki görselde iksa makası görülmektedir [32].



Aşağıda yer alan görsellerde kapalı perde ve aralıklı perde ile yapılan iksa çeşitleri yer almaktadır [32].



Kazı genişliği ile ilgili olarak kazı yüzlerinin karşıdan karşıya takviye kirişleri ile desteklenmesinin ekonomik yönden uygun olmayan genişliklerde olması durumunda standart; kazının iksa gerektirmeyecek bir eğim ile yapılması veya kazı yüzlerinin kazı dışında ankre edilerek bağlanan ya da kazı içinde payandalar ile desteklenen palplanşlar ile kaplanması gerektiğini belirtmektedir.

Sonraki sayfada yer alan görselde iksa yapımı ve sökümü ile ilgili sıralamaya dair hususlar yer almaktadır [32].



**1**

Kazı yapılır.

**2**

Kaplama birimleri ve üst kiriş yerleştirilir.

**3**

Yukarıdan aşağıya doğru diğer kirişler yerleştirilir.

**4**

Altyapı işleri yapılır.

**5**



**6**

İlk önce en alttaki kiriş sökülür.

**7**

Alttan yukarı doğru diğer kirişler sökülür.

**8**

Kaplama birimleri sökülür.

**9**

Dolgu yapılır.  
(Çalışanların dolguyu sıkılaştırmak için kazı içerisine girmesine izin verilmez.)

**10**

Ya da



**7**

Sıradaki kirişe kadar dolgu ve sıkıştırma yapılır.

**8**

Kiriş sökülür ve 7 tekrar edilir.

**9**

Kiriş sökülür ve dolgu tamamlanır.

**10**

Kaplama birimleri çekilir.

TS 2519 Standardında hendek kazılarında iksa yapım kurallarının yanı sıra iksaların bakım, söküm ve dolgulama kuralları da yer almaktadır. İksa bakımında; kazı yüzlerine ait desteklerin kontrolü, iksa elemanlarının su tesirinden korunması ve iş bitiminde iksadan sökülen malzemenin bakımı ile ilgili kurallara uyulması gerekmektedir. Desteklerin kontrolü ile ilgili olarak, iksa yapısında yer alan ve kuvvetler tesirindeki elemanların çalışma durumları ve fazla yüklenmiş elemanların tespiti için iksanın düzenli şekilde kontrol edilmesi önem arz etmektedir.

İksa yapısında yer alan elemanların yük taşıma şartları; su kaybı ile ahşap elemanların büzülmesi, kaplanmış kazı tabanında buharlaşma ile meydana gelen büzülme ya da nemlenme sebebi ile meydana gelen genişleme, iksa elemanının yerinden oynatılması ve toprağın perde aralıklarından akması gibi sebeplerden değişebilmektedir. Dolayısıyla muhtemel bir çökmenin önlenmesi için; perde aralıklarından akan toprağın durdurulması, iksa yapısından yer alan kamaların kontrol edilip gerektiğinde sıkıştırılması ve elemanların yerinde oynamaması için iksanın takviye dikmeleri ile sağlamlaştırılması çok önemlidir.

İksa elemanlarının su tesirinden korunması diğer önemli bir kuraldır. Sulu zeminlerde ahşap elemanların, kaplama perdelerinin dış yüzeyinden başlayarak akabinde bağlantı kirişleri ve takviye kirişlerini de içine alacak şekilde çürümesi büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu elemanların derhal alınması ve yerlerinde uygun şekilde yalıtılmış olarak yenilerinin konulması gerekmektedir.

Sonraki kullanımlarda çalışma güvenliği açısından önem arz ettiğinden; iksadan sökülen malzemelerin kontrolünün yapılması ve bu malzemelerin nemli olmayan fakat iyi havalandırılmış bir yerde düzenli olarak ızgara şeklinde istifinin yapılması da gerekmektedir.

## 8. SONUÇ VE ÖNERİLER

İnşaat sektörü; ülkemiz ekonomisine büyük katkı sağlayan, diğer sektörleri etkileyip canlandıran, kalkınmada öncü role sahip sektörlerden birisidir. Gerek çalışma ortamı ve gerekse proje tipleri dikkate alındığında son derece geniş bir yelpazede yürüyen inşaat projelerinde iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanması teknik bilgilerin yeterliliği ve saha denetimlerinin çokluğu ile doğru orantılıdır. Üstyapı ve altyapı çalışmaları farklı teknik ve yöntemlerin kullanımını gerektirebilmekte, teknolojik gelişmeler ile birlikte çeşitli iş ekipmanları sahada kullanılabilmektedir. Birçok işin aynı anda farklı ekipler tarafından yapılması ve denetim ve yönlendirmenin de yetersiz olması ile iş kazalarının sayısı artmaktadır.

Bu rehberde altyapı işleri ile ilgili olarak kanal kazısı çalışmalarında karşılaşılabilecek tehlike ve riskler ile bunlara karşı uygulanabilecek kontrol tedbirleri üzerinde durulmuştur. Özellikle göçüklerin bu çalışmalar sırasında bir anda ve çok kısa bir sürede belirti göstermeksizin meydana gelebilmesi ve bu sebeple çalışanların hazırlıksız yakalanması ve kazıyı terk edebilecek yeterli zamanı bulamamasından dolayı oluşan kayıpların artması rehberde göçük kavramı üzerinde detaylıca durulmasını gerektirmiştir. Bu kapsamda göçük sebepli iş kazalarının oluşmasında aşağıdaki hususların etkin olduğu söylenebilir.

- Göçüğü tetikleyen faktörlerin yeterince bilinmemesi ve dikkate alınmaması,
- Zemin hareketine ihtimal verilmemesi,
- Uygulanacak koruyucu tedbirlerin çeşitleri ve uygulama esasları hakkında yeterince bilgi sahibi olunmaması.

Çalışma sahasındaki mevcut ya da muhtemel tehlike ve risklerin tespit edilmesi ve bu tehlike ve risklere çözümler getirilmesi uzman kişi aracılığıyla yapılmalıdır. Bu noktada görevli uzman kişinin genel olarak kazı çalışmaları ve bilhassa zemin davranışı hususlarında yeterli bilgiye sahip olması önemlidir.

Kenarları açık bırakılmış bir bina katında düşme riski açık ve nettir ancak göçük riskinin tespiti için inceleme ve analizler yapılmalıdır. Göçüğün zeminde yeterli şartlar oluştuğunda bir anda oluşması ve dolayısıyla çalışanı hazırlıksız yakalaması bu riskin dikkate alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Kazı çalışmasında temel tehlike kazı kenarlarında yer alan desteksiz topraktır. Bu toprak desteklenmez ise ya saniyeler içerisinde ya da çok daha sonra ama mutlaka kazı içerisine çökecektir. Bu sebeple hiçbir önlem alınmadan çalışılmasının doğurduğu sonuç her akademik çalışmada normal karşılanmaktadır. Kazı kenarları araştırmalarda ortaya konan koruyucu yöntemler ile stabil hale getirilmeli ve çalışanlar korunmalıdır. Yandaki görselde bazı tehlikeli durumlar gösterilmektedir.

Ayrıca göçük riskinin dışında; kazı çalışması sırasında çalışanların kazıcı kovası



altında olacak şekilde çalışmalarını yürütmesi ve ayrıca bazı çalışmalarda kazı kenarlarından düşmeye karşı tedbirlerin de yeterince alınmaması kazı çalışmalarında genel anlamda da önlem alınmadığı göstermektedir.

Sonuç olarak yapılan değerlendirmeler ve altyapı çalışmalarında kullanılabilecek teknikler dikkate alındığında kanal kazıları dâhil kazı çalışmalarında da diğer işlerde olduğu gibi öncelikli olarak iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili hususların planlanmasına önem verilmelidir. Planlama sırasında gerek çevre güvenliği gerekse çalışan güvenliği dikkate alınarak en uygun çalışma yöntemine karar verilmelidir. Sonraki sayfada izlenilecek yol ile ilgili örnek prosedür gösterilmektedir.

## Altyapı Kanal Çalışmaları

Kamu ve özel sektör iş sağlığı ve güvenliğini dikkate alarak planlama yapar. Kamu ihalelerinde, sözleşme ve şartnamelerde çalışan güvenliği öncelikli olarak dikkate alınır ve İSG risklerine karşı alınacak idari ve teknik tedbirler İSG Kanunu ve yönetmelikleri dikkate alınarak açıkça belirtilir.

Çalışanların güvenliği ile çevre ve toplum güvenliği dikkate alınarak en uygun çalışma yöntemine karar verilir.

Çalışma, geleneksel yöntem ile yani kazıcı ile kazı yapılarak sürdürülebilir.

Göçük riskine maruziyetin mümkün olduğunca minimize edilmesi için çalışanların kanal içerisine inmelerini azaltacak ekipman ve yöntemler uygulanabilir.

Çalışanın kanal kazısı içerisine girmesi zorunluysa, çalışan kazıya inmeden önce göçük riskine karşı mutlaka tedbir alınır.

Kazı yapılmasını gerektirmeyen tekniklere yani kazısız teknoloji yöntemlerine başvurulabilir.

Altyapı çalışmasının niteliğine bağlı olarak;  
\*Yatay yönlendirilebilir delgi  
\*Mikrotünel \*Boru itme \*Boru çakma \*Boru patlatma vb. tekniklerden uygun olanı seçilebilir.

Göçük riski büyük ölçüde minimize edilmiştir. Ancak kazısız tekniklerin seçimine bağlı olarak boru giriş ve çıkış noktalarında çalışanın kazı içine inmesi gerektiği durumlarda göçük riskine karşı mutlaka tedbir alınır.

Mevzuat hükümleri dikkate alınarak göçük riskine karşı aşağıdaki tedbirlere başvurulur;  
\*Kazı kenarlarına iksa yapılması \* Hendek kaplama sistemlerinin kullanılması ve  
\*Kazı yüzlerine şev verilmesi

İksa yapılacaksa;  
TS 2519 ve TS EN 14653 Standartlarından faydalanılabilir.

Şev verilecekse;  
Zeminin nitelikleri dikkate alınarak yabancı düzenlemelerden faydalanılabilir.

Kaplama sistemi kullanılacaksa;  
TS EN 13331 Standardından faydalanılabilir.

## 9. KAYNAKLAR

- [1] Sosyal Güvenlik Kurumu, *SGK istatistik yıllıkları*, SGK 2014, [www.sgk.gov.tr](http://www.sgk.gov.tr), (Erişim tarihi: 25/04/2015).
- [2] Görgülü, M.,Yapı üretiminin temel aşamalarında alınacak sağlık ve güvenlik önlemlerinin geliştirilmesine yönelik bir öneri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sayfa: 17-20, Adana, 2008.
- [3] Dikmen, S. Ü., Tüzer, F.S., Yiğit, S.4857 sayılı yasa ve inşaat şantiyelerinde iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımları, Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı: 469, Sayfa: 26, 2011.
- [4] Türk Standartları Enstitüsü, TS 2519 Ahşap iksa hesap, yapım, bakım, söküm ve dolgulama kuralları standardı, 1989.
- [5] Türk Standartları Enstitüsü, TS EN 13331 Hendek kaplama sistemleri - Bölüm 1: Mamul özellikleri standardı, 2002.
- [6] Boom, J. (1999), Trenching is a dangerous and dirty business, <http://www.elcosh.org/record/document/1972/d000168.pdf>, (Erişim tarihi: 03/05/2015)
- [7] ACR Publications, Causes of cave-ins, [http://www.acrp.com/downloads/cip\\_2.pdf](http://www.acrp.com/downloads/cip_2.pdf), (Erişim tarihi: 10/05/2015).
- [8] NC Department of Labor, Occupational Safety and Health Division, A guide to OSHA excavations standart, <http://www.safety.duke.edu/ohs/Documents/ig14.pdf>, (Erişim tarihi: 15/05/2015).
- [9] U.S. Labor Department Sues Company for Firing Employee in Trench Incident, More GREAT Questions About “Competent Person” Training <http://www.excavationsafetynews.com>, (Erişim tarihi: 16/05/2015).

- [10] Appendix 6.2 - Pipeline Trench Design, <http://wiki.iploca.com/>, (Erişim tarihi: 17/05/2015).
- [11] Infrastructure Health and Safety Association (IHSA), Trenching safety, introduction to trenching hazards, <http://www.ihsa.ca/PDFs/Products/Id/M026.pdf>, (Erişim tarihi 04/05/2015).
- [12] Abi, E., Zemin mekaniği-1 ders notları, Afyon Kocatepe Üniversitesi, [http://www2.aku.edu.tr/~eabi/duyuru/1hafta\\_zemin1.pdf](http://www2.aku.edu.tr/~eabi/duyuru/1hafta_zemin1.pdf), (Erişim tarihi: 16/05/2015).
- [13] How Trenches Collapse, <http://underspace.com/how-trenches-collapse/> (Erişim tarihi: 14/05/2015).
- [14] Quick Action By OSHA Inspector Prevents Possible Injury Or Death, <https://www.osha.gov/doc/quickaction.html>, (Erişim tarihi: 12/05/2015).
- [15] OSHA Standard 1926 Subpart P, U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, 1992.
- [16] Soil Classification — Part 3: The Manual Soil Tests, <http://www.excavationsafetynews.com/>, (Erişim tarihi: 16/05/2015).
- [17] US Department of Agriculture, Guide to texture by feel, [http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2\\_054311](http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/edu/?cid=nrcs142p2_054311), (Erişim tarihi: 25/05/2015).
- [18] OSHA technical manual, Excavations: hazard recognition in trenching and shoring, [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_v/otm\\_v\\_2.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_v/otm_v_2.html), (Erişim tarihi: 27/05/2015).
- [19] OSHA Excavation standart handbook, <http://www.roadplates.com/htdocs/osha/>, (Erişim tarihi: 27/05/2015).
- [20] Trench box, <http://www.shorehire.com.au/shoring/shore-4m-trench-box>, (Erişim tarihi: 24/05/2015).

- [21] Trench shoring, [https://en.wikipedia.org/wiki/Trench\\_shoring](https://en.wikipedia.org/wiki/Trench_shoring), (Erişim tarihi: 24/05/2015).
- [22] Teknoloji Türleri, Kazısız teknolojiler, Altyapı ve Kazısız Teknolojiler Derneği, <http://www.akated.com/tr/kazisiz-teknolojiler/teknoloji-turleri>, (Erişim tarihi: 07/11/2015).
- [23] Bektaş, Ü. Yönlendirilebilir yatay delgi sistemi ve İGDAŞ uygulamaları, Altyapı ve Kazısız Teknolojiler Dergisi, Sayı: 6-7, Sayfa: 55, 2014.
- [24] Türkiye’de Kazısız Teknolojiler, [http://www.nodigturkey.com/?lang=tr&page=trenchless\\_in\\_turkey](http://www.nodigturkey.com/?lang=tr&page=trenchless_in_turkey), (Erişim tarihi: 08/11/2015).
- [25] Altyapıda Gelişmenin Adı: AKATED, [http://www.nodigturkey.com/files/AKATED\\_rop\\_ortaj\\_ANBA.pdf](http://www.nodigturkey.com/files/AKATED_rop_ortaj_ANBA.pdf), (Erişim tarihi: 09/11/2015).
- [26] Trenchless technology, United Kingdom Society of Trenchless Tecnology (UKSST), <http://www.ukstt.org.uk/>, (Erişim tarihi: 11/11/2015).
- [27] Bektaş, Ü. Yönlendirilebilir yatay delgi sistemi ve İGDAŞ uygulamaları, Altyapı ve Kazısız Teknolojiler Dergisi, Sayı: 6-7, Sayfa: 55, 2014.
- [28] Yönlendirilebilir Yatay Sonda Yapım Metodu, [http://yazilim.projenerik.com.tr/deltekwp\\_2/yys-yapim-metodu/](http://yazilim.projenerik.com.tr/deltekwp_2/yys-yapim-metodu/), (Erişim tarihi: 05/11/2015).
- [29] Scheuble, L., Trenchless technologies in pipeline construction, 3R International, special edition 13, 2004.
- [30] Safety, health and welfare on construction sites, A training manual, ILO.
- [31] Trench Slope, [http://www.jetocconstruction.com/\\_Media/100\\_1548-2.jpeg](http://www.jetocconstruction.com/_Media/100_1548-2.jpeg), (Erişim tarihi: 05/11/2015).
- [32] Sloping and Timber Shoring, <http://www.worksafebc.com/>, (Erişim tarihi: 07/11/2015).

## 10. KONTROL LİSTESİ VE İZİN FORMU

Bu kontrol listesi; altyapı çalışmaları sırasında gerçekleştirilen kanal kazısı çalışmalarının sağlıklı ve güvenli şekilde yürütülebilmesi ve özellikle zemin göçmesinden kaynaklanan iş kazalarının önlenmesi amacıyla çalışma sahasında bulunan uzman kişiler için hazırlanmıştır. Kazı öncesi uzman kişi bu formu doldurmalıdır.

### Kanal Kazısı Çalışmalarında İş Sağlığı ve Güvenliği

**Kazının Yapıldığı Adres:**

**Hava Durumu:**

**Yüklenici:**

**Tarih:**

**İş Başlangıç-Bitiş Saati:**

**Zemin Tipi:**

**Zemin Su İçeriği:**

- Yaş ☐
- Kuru ☐
- Batak-Balçık ☐

Belirlenirken görsel ve elle yapılan inceleme ya da kazı zemini ile ilgili önceki bilgi ve veriler dikkate alınmalıdır.

Su içeriği yüksek zeminlerde göçük riskine karşı daha dikkatli olunmalı, yağışlı havalarda çalışma yapılmamalıdır.

**Kazı Derinliği:**

**Kazı Genişliği:**

**Kullanılan Koruyucu Sistem**

- Kaplama Sistemi (Kalkan) ☐
- Eğim-Kademe ☐
- Ahşap İksa ☐
- Diğer (Palplanş, Hidrolik vb.) ☐
- Gerek Görülmedi. ☐

**Kazının Amacı**

- Kanalizasyon ☐
- İçme Suyu ☐
- Gaz ☐
- Drenaj ☐
- Diğer ☐

**Uzman Kişi:**

**İmza:**

**Telefon:**

Kontrol L. incelendikten sonra imzalanır.

Kazı çalışmalarının sağlıklı ve güvenli bir şekilde sürdürülebilmesi için uzman kişi gerektiğinde sahada yetkili diğer kişilere de danışarak, kontrol listesinde belirtilen soruları eksiksiz şekilde inceleyerek cevaplamalıdır. Görülen eksiklik veya hatalar düzeltilmeden çalışmaya geçilmemelidir.

#### A. İZİN VE İLETİŞİM

| <b>KONTROL LİSTESİ</b>                                                                                                                                                                                 | <b>EVET</b> | <b>HAYIR</b> | <b>UYGULANAMAZ</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------|--------------------|
| 1. Kazı çalışmalarına başlamadan önce ilgili kurum/kurumlardan izin alınmış mıdır?                                                                                                                     |             |              |                    |
| 2. Yer altı hizmetleri gerçekleştiren diğer kurumlarla irtibata geçilerek kazı yapılacak alanda başka yer altı hizmetlerinin olmadığı ya da mevcut hizmetlerin sınırları hakkında bilgi alınmış mıdır? |             |              |                    |
| 3. Kazı çalışması için çalışma izin formu hazırlanarak, çalışmaya başlamadan önce doldurulmakta mıdır?                                                                                                 |             |              |                    |

#### B. UZMAN KİŞİ

|                                                                                            |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| 1. Uzman kişi kazı alanındaki çalışmaları düzenli şekilde takip edebilmekte midir?         |  |  |  |
| 2. Görevli uzman kişi, tüm kazı çalışanları tarafından bilinmekte midir?                   |  |  |  |
| 3. Uzman kişiye erişimi kolaylaştıracak şekilde, çalışanlara bilgilendirme yapılmış mıdır? |  |  |  |
| 4. Uzman kişinin çalışmayı durdurma yetkisi var mıdır?                                     |  |  |  |

### C. İNCELEME

**1.** Kazı yapılmadan önce; kazı alanı ve çevresinin zemin koşulları ve zeminin nitelikleri uzman kişi tarafından incelenmiş midir?

**2.** Kazı yapılmadan önce; kazı çalışmasında kullanılacak güvenlik ekipmanı ve malzemeler sağlamlık ve uygunluğun değerlendirilmesi için uzman kişi tarafından incelenmiş midir?

**3.** Kazı çevresinde yer alan; kazıya düşebilecek, geçişleri ya da göçük olabileceğine dair işaretlerin görülmesini önleyebilecek engeller ortadan kaldırılmış mıdır?

**4.** Kazıdan çıkan hafriyat, kazı içerisine düşmeyecek ve göçük riskini arttırmayacak şekilde kazı kenarından uzağa yerleştirilmekte midir?

**5.** Kazı çevresinde çalışanların kazı içerisine düşmesine karşı tedbir alınmış mıdır?

**6.** Çalışma öncesi, kazı araç ve makinalarının kör noktaları da dikkate alınarak çalışanlar uyarılmış mıdır?

**7.** Asılı yüklerin ve kazıcı kovanının altına girilmemesi hususunda çalışanlar uyarılmış mıdır?

**8.** Kazıya iniş ve çıkışlar için kazı yüzeyini aşacak şekilde merdiven yerleştirilmiş midir?

**9.** Yüzey akıntısı vb. sebeplerle kazı içerisinde su birikmesinin önlenmesi için çalışma yapılmış mıdır?

**10.** Kazı içerisinde su birikmesi kaçınılmaz ise suyun tahliyesi için çalışma sahasında motopomp vb. ekipmanlar hazır bulundurulmakta mıdır?

|                                                                                                                                                                                                     |  |  |  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <b>11.</b> Suyun tahliye edilmesinden sonra, çalışma öncesi uzman kişi tarafından kazı alanı incelenmiş midir?                                                                                      |  |  |  |
| <b>12.</b> Elektrik tehlikesi dikkate alınarak üstten geçen enerji hatları varsa, kazı aracının çalışma sırasında bu hatlara yeterli mesafede olup olmayacağı incelenmiş midir?                     |  |  |  |
| <b>13.</b> Kazı yakınında çöp sahası olması, kazının tehlikeli madde depolanan yerlere yakın olması vb. sebeplerden dolayı kazı içerisinde tehlike atmosfer varlığına dair inceleme yapılmış mıdır? |  |  |  |
| <b>14.</b> Acil bir durum sırasında yapılacaklar tüm çalışanlar tarafından bilinmekte midir?                                                                                                        |  |  |  |
| <b>15.</b> Kazı çevresinde yaya ve araç trafiği söz konusu ise kazı alanı bariyer ve işaretlemeler ile ayrılmış mıdır?                                                                              |  |  |  |
| <b>16.</b> Yağmur, fırtına vb. ağır hava koşullarından sonra kazı alanı ve güvenlik ekipmanları uzman kişi tarafından kontrol edilmekte midir?                                                      |  |  |  |
| <b>17.</b> Kazı çalışması boyunca kullanılan güvenlik ekipmanları ve malzemeler düzenli olarak uzman kişi tarafından incelenmekte midir?                                                            |  |  |  |
| <b>18.</b> Kazı araçlarının operatörleri, araçların kazıya fazla yaklaşmaması için uyarılmış mıdır?                                                                                                 |  |  |  |
| <b>19.</b> Kazı çevresinde gerekli noktalara, İSG ile ilgili bilgi ya da talimat veren veya tehlikelere karşı uyarıcı işaretler yerleştirilmiş midir?                                               |  |  |  |
| <b>20.</b> Kişisel koruyucu donanım kullanımı ve kazı çalışması sırasında dikkat edilmesi gerekenler ile ilgili olarak çalışanlar eğitim almış mıdır?                                               |  |  |  |
| <b>21.</b> Çalışanların kişisel koruyucu donanımlarını giydikleri ve bu donanımların uygunlukları incelenmiş midir?                                                                                 |  |  |  |

## D. GÖÇÜK

**1.** Kazı çalışmaları sırasında çalışanın göçüğe maruziyetini önlemek için; kazıya inmezsizin boru montaj, bağlantı vb. işlere imkân sağlayan aparat ve yöntemler kullanılmakta mıdır?

**2.** Kazı yapılmadan önce; temas edilmesi durumunda göçük oluşumuna neden olabilecek yeraltı hizmetlerinin yerleri doğru şekilde tespit edilmiş midir?

**3.** Kazı yapılmadan önce; kazı yapılacak çevrenin durumu, hava koşulları ve araç trafiği gibi göçüğü tetikleyebilecek unsurlar dikkate alınmış mıdır?

**4.** Alınacak önlemlerin belirlenmesi amacıyla zemin koşulları ve zeminin nitelikleri (doğal, kendini tutan zemin, dolgu zemin, çatlaklı kayaç zemin vb.) tespit edilmiş midir?

**5.** Kazı sırasında ve kazı sonrası kazı kenarları ve çevresinde zeminin görsel olarak incelenmesi sırasında göçük olabileceğine dair işaretlere (kazıya paralel çatlaklar, kazı kenarlarındaki şişmeler, toprak parçalarının düşmesi vb.) dikkat edilmiş midir?

**6.** Kazı çevresi uygun olduğunda; eğim vererek göçüğe karşı önlem alma yoluna başvurulacaksa eğim oranının belirlenmesinde zemin nitelikleri dikkate alınmış mıdır?

**7.** Önlem almak amacıyla; taşınabilir hendek kaplama sistemlerinin kullanımı ve/veya ahşap, hidrolik vb. iksa yöntemleri uygulanacaksa bu sistemlerin seçiminde zemin nitelikleri dikkate alınmış mıdır?

|                                                                                                                                                                                                                                              |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <b>8.</b> Kazı çalışması için uygulanacak eğitim verme ve iksa yöntemleri, uygulama esaslarının belli olduğu kurallara (malzeme ölçü ve kapasiteleri, yerleştirme aralıkları vb.) göre yapılmakta mıdır?                                     |  |  |  |
| <b>9.</b> Çalışma sırasında göçük, ekipman veya malzemele-<br>rin koruyucu sistem üzerine düşmesi veya çarpması<br>gibi olaylar olması durumunda göçüğe karşı koruyucu<br>sistemler çalışmaya devam etmeden önce kontrol<br>edilmekte midir? |  |  |  |
| <b>10.</b> Koruyucu sistemlerde tespit edilen kusurlar çalış-<br>maya devam etmeden önce onarılıp düzeltilmekte<br>midir?                                                                                                                    |  |  |  |
| <b>11.</b> Kalkan sistemleri kazıya yerleştirilirken kazı içeri-<br>sinde çalışan olmamasına dikkat edilmekte midir?                                                                                                                         |  |  |  |
| <b>12.</b> İksa ve kalkan sistemlerinin sökülmesi ve kaldırıl-<br>ması ile birlikte çalışanların kazıya girmesi veya muh-<br>temel göçüğe karşı kazı doldurma işlemleri başlamak-<br>ta mıdır?                                               |  |  |  |
| <b>13.</b> Göçük veya malzeme altında kalma durumuna<br>karşı uygulanacak kurtarma işlemi sırasında alınacak<br>önlemler acil durum planında belirtilmiş midir?                                                                              |  |  |  |

Kazı çalışması sırasında bu kontrol listesinde belirtilen hususların dışında; saha koşulları ve kullanılan kazı tekniği ve iş ekipmanlarına bağlı olarak başka tehlike ve riskler de görülebilir. Bu örnek kontrol listesi hatırlatma amaçlıdır. Uzman kişinin tecrübeleri ve risk değerlendirmesi sonuçları da dikkate alınarak bu liste daha kapsamlı hale getirilebilir.

# KAZI İŞLERİ ÇALIŞMA İZİN FORMU



Revizyon No:

Geçerli Saat Aralığı:

Sayfa: 1/2

*Bu izin formu sadece kanal kazıları içindir. Maden ve diğer kazı işlerini kapsamaz.*

## 1. Kazı Detayları

Yüklenici:

Kazı Çalışmasının  
adresi:

Kazı Çalışması Tarihi:

Çalışmada Yer  
Alan Kişi Sayısı:

Yapılacak İşin Tanımı:

Planlanan Kazı Metodu:

Kazılacak Zeminin  
Nitelikleri:

## 2. Yeraltı Hizmetleri ve Üstten Geçen Hatların Tespiti

Çalışma öncesi belirlenen hatlar

VAR

YOK

Yeraltı Enerji hatları

Yeraltı Gaz boruları

İçme suyu/Yağmur suyu boruları

Atık su/Kanalizasyon boruları

Yeraltı Telefon/Telekomünikasyon kabloları

Yeraltı Petrol boruları

Üstten geçen Enerji hatları

### 3. Tehlike ve Riskler

| Kazı alanı ve çevresindeki tehlike ve riskler | VAR | YOK |
|-----------------------------------------------|-----|-----|
| Göçük, toprak kayması                         |     |     |
| Enerji hatlarına temas                        |     |     |
| Kazı kenarından düşme                         |     |     |
| Tehlikeli atmosferler                         |     |     |
| Yeraltı hatlarına temas                       |     |     |
| Kazı içerisinde su birikmesi                  |     |     |
| İş makineleri arasında sıkışma, çarpma        |     |     |
| Kayma, takılma , hemzemin düşme               |     |     |
| Çalışanların üzerine malzeme düşmesi          |     |     |
| Dar alanda çalışma                            |     |     |
| Fiziksel faktörler (Gürültü, titreşim vb.)    |     |     |
| Diğer tehlike ve riskler:                     |     |     |

### 4. İzni Veren Uzman Kişi Beyanı

Kazı çalışmasının tanımı ve kapsamı dikkatlice incelenmiştir. İlgili mevzuat hükümleri çerçevesinde yeraltı hizmetlerinin konumları, kazı alanı ve çevresindeki tehlike ve riskler dikkate alınarak kazı çalışmasında yer alan tüm çalışanların işlerini sağlıklı ve güvenli şekilde yürütebilmeleri için gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Güvenli bir çalışma için gerekli teknik ve idari tedbirler alınmıştır. Kazı çalışmasının yapılması/sürdürülmesinde bir sakınca görülmemektedir.



İş sağlığı ve güvenliği açısından sorunlar vardır. Önemli analiz ve tespitlerin yapılmadığı görülmüştür. İzin verilmesi söz konusu değildir.



Uzman Kişi:

İmza:

İzni talep eden Sorumlu Kişi:

İmza:

Uzman Kişi telefon:

Tarih:

**NOTLAR:**