

## İÇİNDEKİLER

<b>ZEMİN VE KAYAÇLARDA İYİLEŞTİRME VE GÜÇLENDİRME İŞLERİ .....</b>	<b>7</b>
<b>GENEL ESASLAR .....</b>	<b>7</b>
<b>1 YER ALTI SU SEVİYESİNİN DÜŞÜRÜLMESİ VE DRENAJ İŞLERİ.....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Giriş .....</b>	<b>9</b>
1.1.1 Direkt Kurutma .....	9
1.1.2 Noktasal Pompaj .....	9
1.1.3 Filtreli Kuyular .....	9
1.1.4 Well-Point Sistemi .....	9
<b>1.2 Drenaj İşleri .....</b>	<b>9</b>
<b>2 GEÇİRİMSİZ HENDEK İNŞAATI .....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Giriş .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 Kil Çekirdek Hendeği .....</b>	<b>10</b>
2.2.1 Yapılacak İşler.....	10
<b>2.3 Geçirimsiz Karışım Hendeği .....</b>	<b>11</b>
<b>3 ZEMİNLERİN ENJEKSİYONLA İYİLEŞTİRİLME VE GÜÇLENDİRME İŞLERİ .....</b>	<b>12</b>
<b>4 GEÇİRİMSİZ İNCE DUVAR .....</b>	<b>12</b>
4.1 Genel Hükümler .....	12
4.2 Ekipman .....	12
4.3 İş Programı .....	13
4.4 Çalışma Platformu .....	13
4.5 Geçirimsiz İnce Duvar Yapımı.....	13
4.6 Malzeme Özellikleri ve Oranları .....	13
4.7 Alternatif Yapım Yöntemi.....	13
<b>5 GEÇİRİMSİZ KALIN DUVAR .....</b>	<b>14</b>
5.1 Giriş .....	14
5.2 İşin Kapsamı .....	14

<b>5.3</b>	<b>Çalışma Platformu</b> .....	<b>14</b>
<b>5.4</b>	<b>İşin Yapılması</b> .....	<b>15</b>
5.4.1	Kılavuz Duvarlar .....	15
5.4.2	Kalın Duvar Kazısı .....	15
5.4.2.1	Ekipman ve Personel .....	15
5.4.2.2	Kazı .....	15
5.4.2.3	Duvarın Düşey Konumu ve Sürekliliği .....	16
5.4.2.4	Kaya Delicilerin Kullanılması .....	16
5.4.2.5	Kazı İçin Bentonit Çamuru .....	16
<b>5.5</b>	<b>Betonlamadan Önce Alınacak Önlemler</b> .....	<b>17</b>
<b>5.6</b>	<b>Beton</b> .....	<b>18</b>
5.6.1	Genel .....	18
5.6.2	Plastik Beton Bileşimi .....	18
5.6.3	Plastik Beton Bileşimi .....	18
5.6.4	Plastik Beton Dökümü .....	19
5.6.5	Donatı .....	19
5.6.6	Geçirimsizlik Duvarının Kafa Kısmı .....	19
<b>6</b>	<b>ÇELİK ELEMANLARLA OLUŞTURULAN DUVARLAR (PALPLANŞ)</b> .....	<b>20</b>
<b>6.1</b>	<b>Giriş</b> .....	<b>20</b>
<b>6.2</b>	<b>Palplanş Profili ve Nitelikleri</b> .....	<b>20</b>
<b>6.3</b>	<b>Çelik Palplanşların Yerleştirilmesi ve Çakma</b> .....	<b>20</b>
6.3.1	Çelik Palplanşların Yerleştirilmesi .....	20
6.3.2	Çelik Palplanşların Çakılması .....	20
6.3.3	Çelik Palplanşların Eklenmesi ve Kesilmesi .....	21
6.3.4	Çelik Palplanşların Çekilmesi ve Tekrar Çakılması .....	21
<b>7</b>	<b>ENJEKSİYONLA OLUŞTURULAN DUVAR</b> .....	<b>22</b>
<b>7.1</b>	<b>Giriş</b> .....	<b>22</b>
<b>7.2</b>	<b>Çalışma Sahasının Hazırlanması</b> .....	<b>22</b>
<b>7.3</b>	<b>Zemin Bilgileri</b> .....	<b>22</b>
<b>7.4</b>	<b>Çevre Bilgileri</b> .....	<b>22</b>
<b>7.5</b>	<b>Kolonların Yerleştirilmesi ve İmalat Toleransları</b> .....	<b>22</b>
<b>7.6</b>	<b>Enjeksiyon Karışımları</b> .....	<b>23</b>
<b>7.7</b>	<b>İmalat Çeşitleri</b> .....	<b>23</b>
7.7.1	JET-1 Yöntemi .....	23
7.7.2	JET-2 Yöntemi .....	23
7.7.3	JET-3 Yöntemi .....	23

7.8	Malzemeler ve Delgi Ekipmanları .....	23
8	<b>FORE KAZIK İŞLERİ .....</b>	<b>24</b>
8.1	Giriş .....	24
8.2	Çalışma Sahasının Hazırlanması .....	24
8.3	Zemin Bilgileri .....	24
8.4	Çevre Bilgileri .....	24
8.5	Kazıkların Aplikasyonu ve İmalat Toleransları.....	24
8.6	Delgi İşleri .....	24
8.6.1	Genel .....	24
8.6.2	Kazıklar İçin Muhafaza Boruları .....	25
8.6.3	Muhafaza Borularının Zemine İndirilmesi ve Geriye Çekilmesi .....	25
8.6.4	Sulu Zeminlerde Delgi .....	25
8.6.4.1	Yeraltı Suyu İçinde Delgi.....	25
8.6.4.2	Basınçlı Su Seviyesi Halinde Delgi .....	26
8.7	Bentonit Çamuru Kullanılması.....	26
8.7.1	Bentonit Çamuru .....	26
8.7.2	Deneyler .....	26
8.7.3	Diğer Durumlar .....	26
8.8	Donatı Kafesi Hazırlanması ve Kuyulara İndirilmesi .....	27
8.9	Kazıkların Betonlaşması.....	27
8.10	Kayıtların Tutulması, Raporlama .....	28
8.11	İmalat Kontrolü .....	28
9	<b>MİNİ KAZIK İŞLERİ.....</b>	<b>28</b>
9.1	Giriş .....	28
9.2	Çalışma Sahasının Hazırlanması .....	29
9.3	Zemin Bilgileri .....	29
9.4	Çevre Bilgileri .....	29
9.5	Kazıkların Aplikasyonu ve İmalat Toleransları.....	29
9.6	Delgi İşleri .....	29

<b>9.7</b>	<b>Donatı Kafesi Hazırlanması ve Kuyulara İndirilmesi .....</b>	<b>30</b>
<b>9.8</b>	<b>Kazıkların Betonlanması .....</b>	<b>30</b>
<b>9.9</b>	<b>Kazıkların Enjeksiyonla Yapılması.....</b>	<b>30</b>
<b>9.10</b>	<b>Malzemeler.....</b>	<b>31</b>
<b>9.11</b>	<b>Makina ve Ekipmanlar .....</b>	<b>31</b>
<b>9.12</b>	<b>Kayıtların Tutulması, Raporlama .....</b>	<b>31</b>
<b>9.13</b>	<b>İmalatların Kontrolü.....</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>TAŞ KOLON İŞLERİ.....</b>	<b>32</b>
<b>11</b>	<b>KAYA ANKRAJLARI (KAYA BULONLARI).....</b>	<b>32</b>
<b>11.1</b>	<b>Genel.....</b>	<b>32</b>
<b>11.2</b>	<b>Kaya Ankrajlarının (bulonlarının) Deneyi ve İncelenmesi.....</b>	<b>33</b>
<b>11.3</b>	<b>Deliklerin Delinmesi ve Ankraj İçin Hazırlanması .....</b>	<b>33</b>
<b>11.4</b>	<b>Genişlemeli Tip Ankrajlar.....</b>	<b>34</b>
<b>11.5</b>	<b>Enjeksiyonlu Ankraj Demirleri (kaya bulonları).....</b>	<b>35</b>
<b>11.6</b>	<b>Öngerilmeli Ankrajlar .....</b>	<b>36</b>
11.6.1	Genel .....	36
11.6.2	Uygulama ve Deneyi .....	36
<b>12</b>	<b>TEL KAFES.....</b>	<b>37</b>
<b>12.1</b>	<b>Zincir Halka.....</b>	<b>37</b>
<b>12.2</b>	<b>Hasır Tel (kafes tel).....</b>	<b>37</b>
<b>13</b>	<b>ÇELİK DESTEK .....</b>	<b>38</b>
<b>13.1</b>	<b>Genel.....</b>	<b>38</b>
<b>13.2</b>	<b>Malzeme .....</b>	<b>38</b>
<b>13.3</b>	<b>Uygulama .....</b>	<b>38</b>
<b>14</b>	<b>GEÇİCİ DESTEKLER.....</b>	<b>39</b>
<b>15</b>	<b>AHŞAP DESTEKLER .....</b>	<b>39</b>
<b>15.1</b>	<b>Ahşap Destek Yapılması .....</b>	<b>39</b>

<b>15.2</b>	<b>Tam Ahşap Kaplamalı Destek Yapılması .....</b>	<b>39</b>
<b>15.3</b>	<b>Sık Ahşap Kaplamalı Destek Yapılması.....</b>	<b>40</b>
<b>JDS-15.4</b>	<b>Aralıklı Ahşap Kaplamalı Destek Yapılması .....</b>	<b>40</b>
<b>16</b>	<b>DOLGU VE KAPLAMALAR .....</b>	<b>40</b>
<b>16.1</b>	<b>Riprap.....</b>	<b>40</b>
16.1.1	Genel .....	40
16.1.2	Malzeme .....	40
16.1.3	Uygulama .....	40
<b>16.2</b>	<b>Kaya Kaplama (harçlı veya kuru taş kaplama) .....</b>	<b>41</b>
16.2.1	Genel .....	41
16.2.2	Malzeme .....	41
16.2.3	Uygulama .....	41
<b>17</b>	<b>GABYONLAR.....</b>	<b>42</b>
<b>17.1</b>	<b>Genel.....</b>	<b>42</b>
<b>17.2</b>	<b>Malzeme .....</b>	<b>42</b>
<b>17.3</b>	<b>Uygulama .....</b>	<b>43</b>
<b>18</b>	<b>PÜSKÜRTME BETON İŞLERİ .....</b>	<b>43</b>
<b>18.1</b>	<b>Giriş .....</b>	<b>43</b>
<b>18.2</b>	<b>Çalışma Sahasının Hazırlanması .....</b>	<b>43</b>
<b>18.3</b>	<b>Zemin Bilgileri .....</b>	<b>44</b>
<b>18.4</b>	<b>Çevre Bilgileri.....</b>	<b>44</b>
<b>18.5</b>	<b>Yüzey Hazırlığı .....</b>	<b>44</b>
<b>19</b>	<b>ÖLÇME VE İMALAT KALİTE KONTROL İŞLERİ .....</b>	<b>44</b>
<b>19.1</b>	<b>Giriş .....</b>	<b>44</b>
<b>19.2</b>	<b>Deplasman Ölçümü .....</b>	<b>44</b>
19.2.1	Optik Okuma .....	45
19.2.2	İnclinometre Okuması.....	45
19.2.2.1	Cihaz Özellikleri.....	46
19.2.2.2	İşin Yapım Metodu .....	46
<b>19.3</b>	<b>Kazık Yükleme Deneyi.....</b>	<b>47</b>
19.3.1	Reaksiyon Sistemi .....	48
19.3.2	Yükün Uygulanmasında Kullanılacak Ekipmanlar .....	48

19.3.3	Yükleme Programı .....	48
19.3.4	Deplasmanların Ölçülmesinde Kullanılacak Ekipmanlar .....	48
19.3.5	Güvenlik Önlemleri.....	49
19.3.6	Deney Yapılması .....	49
<b>19.4</b>	<b>Kazık Bütünlük Deneyi.....</b>	<b>49</b>
<b>19.5</b>	<b>Ankraj .....</b>	<b>50</b>
<b>19.6</b>	<b>Mini-Mikro Kazık .....</b>	<b>51</b>
<b>19.7</b>	<b>İmalat Kalite Kontrol Deneyleri Planı .....</b>	<b>51</b>

### GENEL ESASLAR

- Sızma ve taşıma gücü sorunu olan zemin ve kayaçlarda iyileştirme ve güçlendirme yöntemlerinden biri veya bir kaçını birlikte uygulanması gerekebilir. Proje Mühendisi topografik, jeolojik ve jeoteknik verileri dikkate alarak hangi yöntem (veya yöntemlerin) uygulanacağı kararını verecek ve bunu özel teknik şartnamede belirtecektir.
- Günümüzde uygulanan başlıca yöntemler;
  - 1) Yeraltı su seviyesinin düşürülmesi ve drenaj işleri
  - 2) Geçirimsiz hendek inşaatları
  - 3) Enjeksiyon işleri
    - a) Perde
    - b) Konsolidasyon
    - c) Emdirme
    - d) Kompaksiyon
    - e) Çatlatma
  - 4) Duvarlar
    - a) İnce duvar
    - b) Kalın duvar
    - c) Palplanş
    - d) Enjeksiyon kolonu
  - 5) Kazıklar
    - a) Fore kazık
    - b) Mini Kazık
    - c) Taş kolon
  - 6) Koruma ve desteklemeler
    - a) Öngermeli ankraj
    - b) Pasif ankraj (zemin çivisi)
    - c) Çelik

- d) Ahşap
- e) Dolgu ve kaplamalar
- f) Gabyonlar

- Bu şartname kapsamında belirtilen dışında, zaman içinde gelişen teknolojiye bağlı olarak yeni yöntemlerin ortaya çıkması halinde, İdare söz konusu yöntemlerin uygulanması için Yüklenici'ye talimat verebileceği gibi, Yüklenici'de var ise yeni yöntemi uygulanmak üzere İdare'ye yazılı olarak tüm bilgi ve belgeleriyle birlikte sunabilecektir.
- Zeminlerin enjeksiyonla iyileştirilme işleri (madde 3'de belirtilen) uygulamalar için **" DSİ Delgi ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi"** geçerlidir.



## **1 YER ALTI SU SEVİYESİNİN DÜŞÜRÜLMESİ VE DRENAJ İŞLERİ**

### **1.1 Giriş**

- Alüvyonda yapılacak kazılarda yeraltı su seviyesi kazı sınırı altına düşürülecektir. Seviye düşürülmesi aşağıda verilen yöntemlerden biri veya birkaçı kullanılarak yapılacaktır.

#### **1.1.1 Direkt Kurutma**

- Dalgıç pompa kullanılacaktır. Bu sistem iri taneli zeminlerde uygulanacaktır. Yüklenici zeminin ince tanelerinin sürüklenmesini önleyecek her türlü önlemi alacaktır.

#### **1.1.2 Noktasal Pompaj**

- Yer üstünde kurulacak pompaj sistemi ile su çekilerek yeraltı suyu düşürülmesidir. Bu sistem ince taneli zeminlerde uygulanacaktır.

- Pompaj yerleri ve pompaj derinlikleri projelerde gösterilmiştir. Proje esaslarına uyulacaktır.

- Pompaj ile ilgili her türlü ekipman Yüklenici tarafından temin edilecektir.

-Pompaj esnasında zeminde oturmaların oluşmasına ve şevlerin duraylılığının bozulmamasına dikkat edilecektir.

#### **1.1.3 Filtreli Kuyular**

- Pompaj yapılacak yerde kuyu açılması, kuyunun filtrelenmesi ve içine konacak dalgıç pompa ile su pompajının yapılmasıdır. Çıkan su drenaj sistemine bağlanacaktır. Bu sistem ince ve iri taneli zeminlerde uygulanacaktır.

#### **1.1.4 Well-Point Sistemi**

- İdare'nin onayı ile su seviyesinin düşürülmesinde bu sistem uygulanacaktır.

- Bu sistemde vakum pompası ve toplayıcı kollektör kullanılacaktır.

### **1.2 Drenaj İşleri**

" DSİ Dren ve Drenaj İşleri Teknik Şartnamesi" esaslarına uyulacaktır.

## 2 GEÇİRİMSİZ HENDEK İNŞAATI

### 2.1 Giriş

- Alüvyon zemin üzerine inşa edilecek dolgularda kil çekirdeğin alüvyon altındaki kayaç'a bağlanması için kil çekirdek hendeği kazısı yapılması ve kazı yapıldıktan sonra hendek içinin sıkıştırılmış kil malzeme ile doldurulmasıdır.

### 2.2 Kil Çekirdek Hendeği

#### 2.2.1 Yapılacak İşler

- a) Kil çekirdek hendeği: Hendek kazısının yeri, boyutları ve şev eğimleri projelerde gösterilmiştir. Yüklenici kazıyı hangi sistem ve ekipmanla yapacağını İdare'ye sunacak ve onayını alacaktır.
- b) Kazı için her türlü ekip ve ekipmanı hazır bulunduracaktır.
- c) Hendek kazısı öncesi hendeğe gelebilecek yüzey sularının dren ve drenajını sağlayacaktır.
- d) Derenin derivasyonunu yapacaktır.
- e) Hendek kazı çevresi dışında yeraltı suyu ölçümleri yapacak, gerekirse kuyularda pompaj yaparak hendek çukuruna gelebilecek yeraltı suyu debisini yaklaşık olarak tespit edecektir.
- f) Projelerde gösterilmiş ise hendeğin memba ve mansabına inşa edilecek batardo yapılarının altına geçirimsiz ince duvar yapılacaktır.
- g) Hendek kayaç zemine kadar kazıldıktan sonra çukur içine tüm önlemlere rağmen gelecek sular pompa ile hendek dışına atılarak hendek tabanı zemin iyileştirilmesi ve kil dolgunun kuruda yapılması sağlanacaktır.
- h) Hendek kazı şev eğimleri projelerde verilmiştir. İdare isterse bu eğimleri değiştirebilecektir.
- i) Kil dolgu menba ve mansap şevleri projelerde gösterildiği gibi filtrelerle korunacaktır.
- j) Hendeğin taban kazı sınırı projelerde verilmiştir. Kazı esnasında geçirimsiz, dayanımlı, iyileştirmeye uygun bir zemine rastlanması halinde, İdare kazıyı durdurup kil çekirdeğin bu zemine bağlanmasını isteyebilecektir.
- k) Hendek kazısından çıkan malzeme uygun bir yerde depolanacak veya İdare'nin uygun bulması halinde diğer dolgu kısımlarında kullanılabilir.

- l) Kazı Şevlerinin duraylılığını bozmamak için kazı Şev tepesinden ağır araçların geçmesine ve geçici de olsa kazı malzemesi konulmasına izin verilmeyecektir.

---

### **2.3 Geçirimsiz Karışım Hendeği**

---

- a) Alüvyon zeminde yapılacak geçirimsiz karışım hendek kazısının, yeri, boyutları, Şev eğimleri projelerde gösterilmiştir. Proje esaslarına göre kazı yapılacaktır. Yüklenici kazı ile ilgili her türlü ekip ve ekipmanı hazır bulunduracaktır. Yüklenici iÇe başlamadan önce İdare'nin onayını alacaktır.
- b) Projelerde gösterildiği gibi kazı geçirimsiz tabakaya kadar yapılacaktır.
- c) Bu tip kazılarda gerekirse kazı Şevleri bentonit çamuru ile korunacaktır.
- d) Kazı esnasında ve kazıdan sonra geçirimsiz malzeme ile yapılacak geri dolgu uygulamasında azami itina gösterilecektir.

### **3 ZEMİNLERİN ENJEKSİYONLA İYİLEŞTİRİLME VE GÜÇLENDİRME İŞLERİ**

Zeminlerin taşıma gücünü arttırmak ve sızıntıları kontrol etmek için yapılan enjeksiyonlardır.

#### **Perde Enjeksiyonu;**

Su biriktirme yapıları (baraj, gölet), yeraltı su seviyesi altında kazılarda kazı sahasına sızacak su miktarını azaltmak ve dolayısıyla kazı şevlerinin duraylılığını arttırmak için yapılan enjeksiyondur.

#### **Konsolidasyon Enjeksiyonu;**

Kayaçların süreksizlikleri ve boşluklarının çimento ile doldurulması işlemidir.

#### **Emdirme Enjeksiyonu;**

Düşük vizkoziteli enjeksiyon malzemesinin zemin içindeki boşluklara düşük basınçlarla emdirilmesidir.

#### **Çatlatma Enjeksiyonu;**

İnce taneli zeminlerde çimento şerbetinin yüksek basınç altında ağaç dallarına benzer şekilde sertleşmiş çimento oluşturulmasıdır.

Bu işlemlerin uygulaması için " **DSİ Delgi ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi**" esaslarına uyulacaktır.

### **4 GEÇİRİMSİZ İNCE DUVAR**

#### **4.1 Genel Hükümler**

- Alüvyon üzerine inşa edilecek dolgularda (batardo-seddeler) zeminden gelecek sızmalar ve sızma erozyonunu önlemek amacı ile zemin içinde geçirimsizlik duvarı inşa edilmesidir.
- Geçirimsiz ince duvarın genel durumu, inşa edileceği eksen ve platform projelerde gösterilecektir. Yüklenici projeler ve ilgili şartnamelere uymakla yükümlüdür.

#### **4.2 Ekipman**

- Yüklenici ince duvar yapımı için yeterli kapasite ve miktarda ekipmanı, malzemeleri temin edecek ve İdare'nin onayına sunacaktır.

---

#### **4.3 İş Programı**

---

- Yüklenici, iş yeri teslimi yapıldıktan detaylı iş programını İdare'nin onayına sunacaktır. Geçirimsiz ince duvar inşaatı İdare tarafından onaylanan iş programına uygun olarak inşa yapılacaktır.

---

#### **4.4 Çalışma Platformu**

---

- İnce perde yapılacak ekseninde ekipmanın batmadan çalışabilmesi ve putrelin sapmalarını önlemek amacı ile 10m genişlikte su seviyesinden en az 1m yükseklikte platform inşa edilecektir.

---

#### **4.5 Geçirimsiz İnce Duvar Yapımı**

---

- Putrel çakma işlemi bittikten sonra vibrasyon olarak çekilirken oluşacak boşluklar özel karışımla doldurulacaktır. Malzeme, zeminin durumuna göre manometreden basınç kontrol edilerek verilecektir.

- Çakılan ilk putrelle oluşturulan 8-10 cm kalınlığında 60-90 cm genişliğinde geçirimsiz ince duvar perdesini takiben aynı eksen üzerinde ilk yapılan anoya 10-15 cm girecek şekilde putrel yerleştirilip 2. anonun çakma işlemine geçilecektir.

---

#### **4.6 Malzeme Özellikleri ve Oranları**

---

- Geçirimsiz ince duvarda kullanılan malzemeler bentonit, çimento ve su dur. Yüklenici ince duvar yapımını aksatmayacak miktarda malzemeyi iş yerinde bulunduracaktır.

- Yüklenici İdare'nin vereceği oranlara göre karışım hazırlayacaktır. Karışım uygun bir araç ile iş yerine taşınacaktır.

- Plastik beton bileşimi kalın perde duvarda belirtilen özelliklere sahip olacaktır.

---

#### **4.7 Alternatif Yapım Yöntemi**

---

- Batardo altında geçirimsizlik duvarı inşa etmekteki amaç batardo dolgusu altındaki alüvyon zeminde duraylı ve su sızdırmayan geçirimsiz bir duvarın inşa edilmesidir. Yüklenici değişik tipte geçirimsizlik duvarı yapım yöntemi teklif edebilir. Ancak Yüklenici bu teklifin teknik ve ekonomik üstünlüğünü açıklamak, projelendirmek ve İdare'nin onayını almak zorundadır.

- İdare geçirimsiz ince duvar projesinde değişiklik yapabilir,

- İdare ince duvar inşaatından sonra duvar üzerinde oluşturacağı geçirimli batardo dolgusu içerisinden ikinci bir ince duvar isteyebilir, bu duvar birinci duvarla birlikte batardo dolgusu ve altındaki alüvyon zeminde geçirimsizliği sağlayacak şekilde inşa edilecektir.
- İdare duvar inşaatından sonra istediği kontrol işlemlerini yapacaktır.
- Duvarın mansabında yapılacak hendek kazısı içine su gelmesi halinde Yüklenici sorumlu olacaktır.

## **5 GEÇİRİMSİZ KALIN DUVAR**

### **5.1 Giriş**

- Dolgu barajlarda kil çekirdek altında bulunan alüvyon geçirimsizliğini sağlamak amacıyla alüvyon içinde, altta kayaça, üstte kil çekirdeğe bağlı kalın geçirimsiz duvar inşaatıdır.

### **5.2 İşin Kapsamı**

- Geçirimsizlik duvarının genel durumu projelerde gösterilmiştir. Yüklenici, ihalenin yapılmasından sonra en geç altmış (60) takvim günü içinde, aşağıda belirtilen durumlar dahil inşaat metodunu detaylı olarak hazırlayıp İdare'nin onayına sunacaktır.
  - Kazı tekniği ve ekipmanları,
  - Panoların döküm sırası,
  - Bentonit çamuru tesisi ve ekipmanı,
  - Yapımda kullanılacak bentonit çamuru ve beton malzemelerine ait bilgi ve beton karışımlarının deney programı ve neticeleri,
  - Çalışma platformu planı,
- Yüklenici, uygulanan inşaat metodunun yeterliliğinden ve geçirimsiz kalın duvarın fonsiyonunu görmesinden tamamen sorumlu olacaktır. İdare tarafından onaylanmış olması Yüklenici'yi proje, inşaat, bakım ve emniyet konularında sorumluluktan kurtarmıyacak ve Yüklenici yapılacak işlerin başarılı olmamasından dolayı meydana gelecek zarar veya gecikmelerden tamamen sorumlu olacaktır.

### **5.3 Çalışma Platformu**

- Yüklenici geçirimsizlik duvarının inşaatı için bir çalışma platformu yapacaktır. Yüklenici çalışma platformunun detayını ve koruma önlemlerini İdare'nin onayına sunacaktır.

- Çalışma platformuna ulaşım yolları Yüklenici tarafından inşa edilecektir. İdare ve üçüncü tarafa ait personel her zaman bu yollardan geçiş hakkına sahiptir.
- Geçirimsizlik duvarının tamamlanmasından sonra, duvar yapımı ile ilgili malzeme sahadan uzaklaştırılıp saha temiz duruma getirilecektir.

---

## **5.4 İşin Yapılması**

---

### **5.4.1 Kılavuz Duvarlar**

- Kazı ekipmanının kılavuzlanması ve hendek kenarlarının göçmesine mani olmak için, Yüklenici kazı işlerine başlamadan önce kılavuz duvarları inşa edecektir.
- Bu kılavuz duvarlar, betonarme olacak, birbirinden uzaklığı geçirimsizlik duvarı kalınlığından daha fazla ve geçirimsizlik duvarı eksenine paralel iki düşey duvardan teşkil edilecektir. Bu duvarların derinliği yaklaşık 150 cm olacaktır. Duvarlar ters L şeklinde olacak ve üst kısmın genişliği en az 50 cm olacaktır. Geçirimsizlik duvarının tamamlanmasından sonra kılavuz duvarlar sökülüp kaldırılacaktır.
- Panoların henüz yapılmadığı yerlerde, kılavuz duvarların arasına geçici destek, payanda konacaktır.
- Yüklenici, kılavuz duvarların inşaat detaylarını İdare'nin onayına sunulacaktır.

### **5.4.2 Kalın Duvar Kazısı**

#### **5.4.2.1 Ekipman ve Personel**

- Yüklenici, işleri sözleşmede belirtilen süre içinde tamamlayabilmek için yeterli kalite ve miktarda ekipman kullanacaktır. Yüklenici kullanmayı planladığı ekipman listesini İdare'nin onayına sunacaktır.

#### **5.4.2.2 Kazı**

- Kazı primer ve sekonder pano tekniğine göre yürütülecektir. Hendek kalınlığının muntazamlılığı, kazı derinliği, düşey konumu beton dökümünden önce kontrol edilecektir. Hendek kalınlığı, dikkate alınan pano boyunca her noktada en az belirtilen kalınlığa ve derinliğe eşit olacaktır. Bu durumu sağlamayan kısımlar Yüklenici tarafından düzeltililecektir.
- Panolar arasındaki derzler Yüklenici tarafından İdare'ye sunulan açıklamada yeterliliği denenmiş ve tecrübe edilmiş (tüp derz gibi) tekniğe göre yapılacaktır.

Kalın geçirimsizlik duvar inşaatı kazı metodları;

- Kepçe ile kazı yapılması
- Frezer ile kazı yapılması

- Kepçeli kazı metodu, 25 m derinliğe kadar bloklar içermeyen alüvyonlarda, batardo ve çevirme seddelerinde kullanılabilir.

- Frezer ile kazı metodu ise baraj gövde dolgusu altındaki bloklu alüvyon, ayrılmış kaya vb. hertürlü (100 m'yi aşan derinliklerde dahil olmak üzere) derinlikteki zeminde geçirimsiz kalın duvar inşaatı için kullanılabilir.

#### **5.4.2.3 Duvarın Düşey Konumu ve Sürekliliği**

- Alüvyonda geçirimsizliğin sağlanması için duvarın kalitesindeki esas unsur, düşey konumunu korumasından ziyade, sürekliliğinin sağlanmış olmasıdır.

- Panolar, derzlerdeki faydalı kalınlığın teorik hendek kalınlığının 3/4'ne eşit veya daha kalın olacak şekilde, tanzim edilecektir.

- Yukarıda belirtilen durumun kontrolü için, panoların düşey konumunun ölçülmesi metodu, İdare'nin onayına sunulacaktır.

#### **5.4.2.4 Kaya Delicilerin Kullanılması**

- Geçirimsizlik duvarının tabanı, sağlam ana kayanın içine en az 0.50m girecektir. Ekipman sağlam ana kayaya kayaya, kaya bloklarına veya sert tabaka gibi bir engele ulaştığında, Yüklenici kazı işine uygun tarzda monte edilmiş özel kaya delici (trepan) ekipman ile devam edecektir.

#### **5.4.2.5 Kazı İçin Bentonit Çamuru**

- Hendeğin kenarlarının ve tabanının stabilitesi bentonit çamuru ile sağlanacaktır. Bentonit halen geçerli olan API Amerikan Petrol Enstitüsü (American Petroleum Institute) şartnamelerinde 13A Petrol Kuyu Delgisi Sıvı Malzemeleri (Oil Well Drilling Fluid Materials) 'nde verilen standartlara uygun olacaktır. Bentonitin, bentonit çamuru içindeki (kuru bentonit ağırlığının su ağırlığına oranı olarak ölçülen) konsantrasyonu, kullanılan katkı maddesinin tipine ve bentonit çamurunun istenilen özelliğine bağlı olarak %5 mertebesinde olacaktır.



- Aşağıda belirtilen durumları sağlamak için yeni hazırlanacak bentonit çamuru ile kullanılmakta olan bentonit çamurunun özellikleri Yüklenici tarafından belirlenecektir;

a) Bentonit çamuru kaya delici (trepan) kullanılması halinde de hendek kenarlarının uzun sürede duraylılığını sağlayacak özellikte olmalıdır.

b) Hendek kenarlarına bulaşan kek kalınlığı 100 cm olarak belirlenen kazı genişliğini azaltmayacaktır.

c) Duvar yapımından önce, Yüklenici bentonit çamurunu ıslah ederek yenileyecektir. Bu bentonit çamuru betonlamadan önce ve sonra aşağıda belirtilen karakteristiklere sahip olacaktır.

- API Standardı RP 13 B'ye uygun olarak yapılan deneyle kum muhtevası %5'ten az olacak.
- Marsh'a göre viskozitesi 45 ve 55 saniye arasında olacaktır.
- Yoğunluğu  $1.20 \text{ g/cm}^3$  ten az olmayacaktır.
- Yüklenici'nin tesislerinde, inşaatı devam eden hendeğin içinde bentonit çamurunu durağan bir seviyede tutabilmek ve alüvyon içinde karşılaşılabilecek çok geçirimli formasyonlara olası kayıpları gidermek için bentonit çamuru rezervi bulunacaktır.

---

## **5.5 Betonlamadan Önce Alınacak Önlemler**

---

- Yüklenici, geçirimsizliği sağlayacak özel karışımın dökümünden önce, herhangi bir noktadaki hendek kalınlığının delme aletinin kalınlığına eşit veya daha büyük olduğunu İdare'nin kontrolüne sunacaktır.

- Kazının kova ile yapılması halinde, betonlamanın, kazının yapılmasından uzun bir süre sonra yapılmaması kaydıyla, bu tahkik gerekmemeyecektir.

- Yüklenici aşağıda belirtilenleri uygun aletlerle kontrol edecektir.

- Hendeğin tabanında bir yıkıntı ve yığılmanın olmadığını gösterecek, yığılma var ise temizleyecektir.
- Karışım oranlarının betonlamaya uygunluğunu,
- Yeni pano ile daha önce yapılmış pano arasında yeterli bir temas için derzlerin uygun bir şekilde temizlenmiş olduğunu ve kullanılacak inşaat metodunu önceden İdare'nin onayına sunacaktır.

---

## 5.6 Beton

---

### 5.6.1 Genel

- Geçirimsizlik duvar genelde donatısız plastik betondur. Fakat karşılaşılan zemin şartlarına bağlı olarak, duvarın bazı kısımları (üst üçte biri) kısmen veya tamamen donatılı olarak inşa edilebilir.

### 5.6.2 Plastik Beton Bileşimi

- Plastik beton başlıca aşağıda belirtilen özelliklere sahip olacaktır:

- Düşük geçirimsizlikte,
- Mümkün olduğu kadar alüvyon tabakanın davranışına yakın bir deformasyon özelliğinde,
- Erozyon veya borulanmayı önlemek için yeteri kadar yüksek basınç dayanımı

Ayrıca, Yüklenici aşağıda belirtilen deneyleri yapacaktır:

- Erozyon ve borulanma dayanımının belirlenmesi,
- Kıvam (yoğunluk),
- Sertleşme süresi.

- Yüklenici, elde edilen deney neticelerine dayanarak, teklif ettiği plastik beton karışımını İdare'nin onayına sunacaktır. Bu teklif aşağıda belirtilen bileşenlerin tipini ve miktarlarını ihtiva edecektir.

- Su
- Çimento
- Bentonit
- Kum
- Agregası
- Katkı maddesi

### 5.6.3 Plastik Beton Bileşimi

- İdare, işlerin devamı sırasında, beton sınıfını değiştirme hakkına sahiptir.

- Beton işleri için aksi belirtilmedikçe, "**DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesi**"'nde belirtilen esaslara uygun olacaktır.

- Betonun bileşimi, pano betonu dökümünden sonra sertleşmeye başlayacak nitelikte olacaktır.

- Yüklenci en uygun beton bileşimini belirlemek için, gerekli bütün deneyleri yapacak ve İdare'nin onayını alacaktır.

#### **5.6.4 Plastik Beton Dökümü**

- Plastik beton, hendeğin tabanına indirilen tremi borularıyla dökülecektir. Boruların aralığı 5 m'den daha fazla olmayacaktır.

- Plastik betona, borunun hendek tabanına indirilmesiyle başlanacaktır. Şayet Yüklenci birden fazla boru kullanacaksa, döküm işine bütün borularda aynı zamanda başlayacaktır. Bir panonun betonlaması, betonun sertleşmeye başlama (priz) süresi içinde tamamlanacaktır .

- Beton işleri İdare'nin onayına tabidir. Beton dökümü esnasında, içine bentonit çamuru keki veya diğer kum-çakıl vb. yabancı maddelerin karışmaması için gerekli önlemler alınacaktır. Pano boyunca betonun yükselişi düzgün ve üniform olacaktır. Yüklenci hendeğin içinde betonun yükselişini bütün noktalarda kontrol edecektir.

- Duvar kalınlığı farklı yer ve seviyelerde ölçülerek hendek içine girmesi gereken miktar kontrol edilecektir.

- Boru yukarı çekilirken boru altı ile bentonit üst seviyesi arasında yaklaşık 3 m mesafe olması sağlanacaktır.

- Beton ilerledikçe bentonit çamurunun duvar üzerinden taşıp araziye yayılması önlenecektir.

#### **5.6.5 Donatı**

- Betonun donatısı şayet kullanılıyorsa, "**DSİ Demir İşleri Teknik Şartnamesi**"'nde verilen esaslara uygun olacaktır.

- Geçirimsizlik duvarının üst kısmı donatılı olacaktır. Demirlerin hendek kenarına temas etmesini önlemek için gerekli önlemler alınacaktır.

#### **5.6.6 Geçirimsizlik Duvarının Kafa Kısmı**

- Duvarın tamamlanmasından sonra, kılavuz duvarlar ve geçirimsizlik duvarının üst 1.00 m'lik kısmı tamamen sökülecektir. Duvarın tepe kısmının etrafında çekirdek içinde meydana gelebilecek muhtemel çatlakları azaltmak için Yüklenci duvarın tepe kısmına bir başlık yapacaktır. Bu başlık kısmının detayları Yüklenci tarafından hazırlanacak ve İdare'nin onayına sunulacaktır.

## 6 ÇELİK ELEMANLARLA OLUŞTURULAN DUVARLAR (PALPLANŞ)

### 6.1 Giriş

- Dolgu altındaki geçirimli zemin içinde ince çelik elemanlarla yapılan (palplanş) geçirimsizlik duvarlarıdır.
- " DSİ Jeoloji ve Jeoteknik Etüt Şartnamesi" kapsamında hazırlanan raporlara göre palplanş çelik duvar projesi yapılacaktır.

### 6.2 Palplanş Profili ve Nitelikleri

- Palplanşlar özel parçaları da dahil olmak üzere uygulama projelerinde gösterilen boyutlarda olacaktır. Palplanşların birbirine sıkıca kenetlenmeleri için boylarının iyi hesaplanmış olması gerekir. Bütün palplanşların başlarından 10 cm aşağısına standart çekme delikleri konacaktır. Kullanılacak palplanşların profili, boyutlarına ve hesapları ile birlikte onay için İdare'ye verilecek ve İdare'nin yazılı onayı alınmadan Yüklenici sipariş yapmayacaktır.

### 6.3 Çelik Palplanşların Yerleştirilmesi ve Çakma

#### 6.3.1 Çelik Palplanşların Yerleştirilmesi

- Palplanşlar uygulama projelerinde gösterilen ve arazide işaretlenen yerlerine uygun olarak ve bütün boylarınca bir perde teşkil edecek ve her bir palplanş yanındakilerle boydan boya sıkıca kilitli bir şekilde çakılacaktır. Palplanşların tam yerine çakılmasının temini için, geçici kılavuz tertibatı kullanılacaktır.
- Bütün palplanşlar projede gösterilen derinliğe kadar çakılacak ve başları yine projede gösterilen miktarda toprak üstünde bırakılacaktır. Belirlenen palplanş üst hattında ancak 2.5cm'lik tolerans kabul edilecektir.

#### 6.3.2 Çelik Palplanşların Çakılması

- Palplanşlar, İdare'ce kabul edilen bir metot ile ve diğer palplanşlara zarar vermeyecek çakma işlemi şahmerdan veya hidrolik sistemli çalışan aletlerle yapılacaktır. Şahmerdan tokmakları kabul edilen büyüklük ve tipte olacaktır. Çakma işlemi boyunca tokmağa bağlı bir kılavuz yardımı ile düz bir şekilde çakılmaları temin edilecektir. Kazık başlarının bozulmasına mani olmak için palplanş çakma başlıkları kullanılacaktır. Palplanşlar su fişkırtmak suretiyle çakılmayacaktır. Kazıkların dik olarak çakılmaları sağlanacaktır. Çakılan palplanşlardan herhangi biri veya yarım çakılmış olanı palplanş perdesi içinde düşey vaziyette durmuyorsa, bu palplanş tamamen çıkartılacak ve düzeltici kama palplanş çakılarak veya başka bir şekilde

hata giderilecektir. Kama şeklinde yapılacak düzeltici palplanşların eğimleri bir metrede 1cm olacaktır. Eğimli zeminde çakılan palplanşlar altları aynı eğimde olmak üzere çakılacak ve hiçbir palplanş kendinden evvelki palplanştan daha aşağıya çakılmayacaktır.

- Eğer bir evvelki palplanş istenen derinlikte çakılmazsa bu durum istisna olarak kabul edilecektir. Şayet çakılan bir palplanşa komşu olan bir palplanş son çakma seviyesi altına gitmeye müsait ise o takdirde bu palplanş yandaki palplanşlara bağlanacaktır. Eğer çakılan palplanş taş parçası veya diğer bir engel ile çakılma işi imkansız hale gelir ve bu engelin ortadan kaldırılması imkansız oluyorsa, o takdirde Yüklenici bir palplanşı çıkaracak ve palplanş perdesinin istikametini biraz değiştirerek bu engelden kurtarıp tekrar çakacaktır.

- Herhangi bir grup içerisinde arızaya uğrayan veya bağlı olduğu palplanştan kilitleri yırtılarak ayrılan palplanşlar çekip çıkartılarak yenisi çakılacaktır. Beton döküldükten 7 gün geçmeden bu betona 30 m'den daha yakın yerlere palplanş çakılmayacak veya ancak İdare'nin izniyle çakılabilecektir.

### **6.3.3 Çelik Palplanşların Eklenmesi ve Kesilmesi**

- Çakılacağı seviyeden aşağı gitmiş veya çakılırken başları hasara uğramış olan palplanşlar kesilerek kısa kalmışlarsa, bu gibi palplanşlarda İdare'ce verilecek talimata uygun bir şekilde kaynakla ek yapılacaktır. Çakılırken başları fazla bozulmuş palplanşların başları düzeltilecektir. .

- Kesme ve kaynakla ek yapımı iyi bir işçilikle titizlikle yapılacaktır. Projede gösterilen yerlerde bulon, çubuk ve boruların geçmesi için veya drenaj için delikler açılacaktır. Bulonlar için açılacak delikler matkapla delinecek veya oksijenle uygun görülen bir şekilde açılacaktır.

- Bu işler yapılırken diğer kısımların zarar görmemesine bilhassa dikkat edilecektir. Delikler muntazam ve boyutlarına uygun bir şekilde açılacaktır. Eklerin gerektiği yerlerde, İdare gerek gördüğü takdirde ek, iyi bir kaynak işçiliği ile yapılacaktır. Ekli palplanşlara komşu olarak çakılacak palplanşlar eksiz ve tam olacaktır.

### **6.3.4 Çelik Palplanşların Çekilmesi ve Tekrar Çakılması**

- İdare istediği bir palplanşı kontrol ve muayene için çıkartmaya ve deneye tabi tutmaya yetkilidir.

- Bu şekilde çıkartılan palplanşlardan herhangi biri İdare'ce Şartnameye uygun bulunmazsa, bunların yerlerine yenisi çakılacaktır.

## 7 ENJEKSİYONLA OLUŞTURULAN DUVAR

### 7.1 Giriş

- Jet Enjeksiyonu yapımı için gerekli, makina, ekipman ve malzeme seçimi ile hazırlama, uygulama ve kontrol yöntemlerini kapsar.
- Uygulamada “TS EN 12716 Özel Jeoteknik Uygulamalar – Jet enjeksiyon” esas alınacaktır.

### 7.2 Çalışma Sahasının Hazırlanması

- Yüklenici inşaat sahası ve yolların devamlı olarak bakımını yapacak, delgi makinası, paletli vinç, beton mikseri, beton pompası ve benzeri ağır iş makinalarının zemine batmadan çalışmalarına imkan sağlayacaktır. Dolgular, delme işini zorlaştırmayacak malzemedden yapılacaktır.
- Çalışma sahasında uygun yüzey drenajı yapılarak platformun kuru kalması sağlanacaktır.
- Delgiden çıkan malzeme ve yeraltı suyu, sürekli olarak sahadan uzaklaştırılarak çalışma sahasının bozulması önlenecektir.

### 7.3 Zemin Bilgileri

- Uygulama projeleri ve jet enjeksiyonu iyileştirme yöntemi " **DSİ Jeoloji ve Jeoteknik Etüt Şartnamesi**" ne göre hazırlanmış rapora göre belirlenecektir. Gerekirse deneme kolonları ile zemin koşulları hakkında edinilecek bilgiye göre projelendirme yapılacaktır.

### 7.4 Çevre Bilgileri

- Jet enjeksiyon yapımına engel olan yeraltı ve yerüstü yapıları (var ise) önceden tespiti yapılarak İşveren tarafından kaldırılması sağlanacaktır.

### 7.5 Kolonların Yerleştirilmesi ve İmalat Toleransları

- Jet enjeksiyon lokasyonlarının zemine aplikasyonu Yüklenici tarafından yapılacak ve İdare'nin onayına sunulacaktır.
- Tüm jet enjeksiyon kolonlarının arazi aplikasyonundaki toleransı  $\pm 7,5$  cm olacaktır.
- Jet enjeksiyon beton kolonunun oluşturulması esnasında, delgi ucu mümkün olduğunca düşey bir konumda tutulacak ve düşeyden sapmayı önlemek için her türlü önlem alınacaktır.
- Jet enjeksiyonu uygulamasında projede istenilen ortalama çapı elde etmek için gerekli bilgiler test kolonları oluşturularak belirlenecektir.

- Jet enjeksiyonu yapım sırası daha önce yapılmış olan beton kolonları yerlerinden yatay ve düşey doğrultularda en az hareket ettirilecek şekilde olacaktır.
- Jet enjeksiyon kolonlarının delinme sırası, arazi deneyleri ve laboratuvar test verilerine göre İdare tarafından belirlenecektir.

---

## **7.6 Enjeksiyon Karışımları**

---

- Jet enjeksiyon karışım oranları laboratuvar test verilerine göre İdare'ce kararlaştırılacaktır.
- Aşırı jet enjeksiyonu karışım basıncı nedeniyle zeminde kırılmalar ve kolonlarda süreksizliklerin oluşması önlenecektir.

---

## **7.7 İmalat Çeşitleri**

---

### **7.7.1 JET-1 Yöntemi**

- Bu yöntemde delgi, yüksek basınçlı enjeksiyon ekipmanı tek delikli bir borudan oluşmaktadır. Bu yöntemde çimento/su karışımı, 300 ila 600 kg/cm<sup>2</sup> yüksek basınç ile zemine yukarıda tarif edilen yöntem ile verilmektedir. Bu yöntem ile imal edilen jet enjeksiyonu kolonlar zemin cinsine göre 600mm–1200mm arasında değişken çaplarda yapılabilmektedir.
- Daha geniş çapta jet enjeksiyonu kolonu oluşturmak için, özellikle yoğun killi birimlerde, takım yukarıdan aşağıya indirilirken içerisinden basınçlı su verilerek zeminin örselenmesi sağlanabilir.

### **7.7.2 JET-2 Yöntemi**

- Bu yöntemde delgi ile yüksek basınçlı enjeksiyon ekipmanı aynı eksenli iç içe iki ayrı borudan oluşmaktadır. Bu yöntemde çimento/su karışımı JET1 yönteminde olduğu şekilde içteki borunun ortasındaki iki delikten verilirken dıştaki boru ile içteki boru arasındaki boşluktan 8 ila 12 bar basınçlı hava zemine verilmektedir. Bu yöntem ile imal edilen jet enjeksiyon kolonları JET1 yöntemine oranla %60 ila %80 daha büyük çaplı jet enjeksiyon kolonu teşkil edilebilmektedir.

### **7.7.3 JET-3 Yöntemi**

- Bu yöntem üç delikli boru ile enjeksiyon yapılmasıdır.

---

## **7.8 Malzemeler ve Delgi Ekipmanları**

---

" DSİ Delgi ve Enjeksiyon İşleri Teknik Şartnamesi" esaslarına uygun olacaktır.

## 8 FORE KAZIK İŞLERİ

### 8.1 Giriş

- Fore kazık imalatı için gerekli makina, ekipman ve malzemenin seçimi ile hazırlama, uygulama ve kontrol yöntemlerini kapsar.
- Uygulamada *TS 3168-EN 1536 Özel Jeoteknik Uygulamalar-Delme (Fore) Kazıklar (Yerinde Dökme Betonarme Kazıklar)* standardı esas alınacaktır.

### 8.2 Çalışma Sahasının Hazırlanması

- Bkz. Madde 7.2

### 8.3 Zemin Bilgileri

- Bkz. Madde 7.3

### 8.4 Çevre Bilgileri

- Bkz. Madde 7.4

### 8.5 Kazıkların Aplikasyonu ve İmalat Toleransları

- Kazıkların zemine aplikasyonu ölçüm ekibi tarafından yapılacaktır.
- Kazıkların aplikasyonu ve düşeyden sapma miktarları tolerans limitlerini aşamaz.
- Kazıkların yapım sırası, daha önce yapılmış olan kazıkları yatay ve düşey doğrultularda minimum derecede hareket ettirecek şekilde olacaktır.
- Bir kazık, bitiminden en az 24 saat geçmeden zayıf zeminde 3 çap, sadece ön muhafaza borusunun yeterli olduğu sıkı zeminde 1 çap çevresinde delgi yapılmayarak, imalat atlamalı olarak sürdürülecektir.

### 8.6 Delgi İşleri

#### 8.6.1 Genel

- Ø65-150cm çaplarında yerinde dökme betonarme kazıkların delme işlemi, yüksek delme gücüne sahip kendi boru sürebilen, teleskobik kuleli delgi makinaleri ile yapılacaktır.
- Delme işlemi için İdare'nin onaylayacağı delgi ekipmanı kullanılacaktır.



- Kayadaki soket boyu için projesinde standartlara uygun olarak belirlenmiş gelen yükleri taşıyabilecek soket boyu kontrol edilerek uygulanacaktır. Projesinde öngörülenden farklı bir zeminle karşılaşılması durumunda, zemin değişimini gösteren çıkartılacaktır.
- Delme işlemine, projede öngörülen derinliğine ulaşıncaya kadar devam edilecektir.

---

### **8.6.2 Kazıklar İçin Muhafaza Boruları**

---

- Muhafaza boruları aşağıda belirtilen durumlarda kullanılacaktır.
- Yeraltı suyun veya artezyen durumu var ise, betonun yıkanması tehlikesi bulunuyorsa,
- Kazıklar, yumuşak ve çökme tehlikesi olan zeminler içinde yapılacaksa,
- Zemin özellikleri ve zeminin kendini tutabilme yeteneği muhafaza borusu gerektiriyorsa,
- Muhafaza borulu çalışma kararı İdare tarafından verilecektir.

---

### **8.6.3 Muhafaza Borularının Zemine İndirilmesi ve Geriye Çekilmesi**

---

- Delme işlemi, yer altı su seviyesinin üstünde bile olsa, muhafaza boruları alt ucu her zaman delme kotu altında bulunacaktır.
- Geçici muhafaza boruları dökülen beton işlenebilirliğini kaybetmeden önce çıkartılacaktır, ancak betonla boru arasında sarılmaya (necking) meydan verilmemesi için muhafaza borusu çekilirken beton ilave edilmeye devam edilecektir. Her an boru içinde yaklaşık 2m yüksekliğinde taze beton bulunacaktır.
- Ancak muhafaza borulu çalışmada “sarılma” ya izin verilmemesi kaygısıyla kuyu boyunca beton doldurulup daha sonra muhafaza borularının çekilmesi yoluna kesinlikle gidilmeyecektir.

---

### **8.6.4 Sulu Zeminlerde Delgi**

---

#### **8.6.4.1 Yeraltı Suyu İçinde Delgi**

- Yeraltı su seviyesi altında delgi yapılırken, delgi içindeki su seviyesi devamlı olarak yüksek tutularak, kuyudan boşaltılan zeminin basıncı yer altı su seviyesinin üzerinde tutulan su basıncıyla karşılanacaktır. Özellikle ince kumlu ve milli zeminlerde, delgi aletleri kuyunun dışında iken, kuyudaki su seviyesi yeraltı su seviyesinin yaklaşık 2m üstünde olacaktır ve bu farklı su seviyesi bütün delgi süresince sağlanacaktır.

#### **8.6.4.2 Basınçlı Su Seviyesi Halinde Delgi**

- Delgi işi yapılırken basınçlı yer altı suyu tabakasının delinmesi bekleniyorsa, muhafaza borusu, bu tabakaya ulaşmadan önce en yüksek artezyen basıncını karşılamaya yeterli basınçtaki su ile doldurulacaktır. Artezyen su basıncının olup olmadığı konusunda herhangi bir tereddüt varsa delme yüksek su sütunu ile yapılacaktır. Artezyen üst seviyelerde ise, o bölüm muhafaza borusu ile geçilebilir. Ayrıca bentonitli delgi de yapılabilir.

---

### **8.7 Bentonit Çamuru Kullanılması**

---

- Teknik şartnamede özellikle belirtildiği ve muhafaza borusunun yeterli olmadığı durumlarda doğal veya sentetik bentonit çözeltisi kullanılarak kuyuların duraylılığı sağlanacaktır.

- Bentonit çamuru, delgi esnasında ve betonlama işlemi süresince delik duvarlarının göçmesini önleyecek seviyede tutulacaktır.

#### **8.7.1 Bentonit Çamuru**

- Bentonit tozu, su ile iyice karıştırılıp ve 12 saat bekletilecektir. Bentonit çamurunda kullanılacak bentonit tozu, kazık deliği çeperinin duraylılığını sağlayacak miktarda (ağırlıkça %5 oranında) olmalıdır. Gerekli görüldüğü takdirde İdare onayı ile katkı maddeleri de kullanılabilir.

#### **8.7.2 Deneyler**

- Bentonit çamurunun kalitesi, viskozitesi ve aşağıda belirtilen parametreleri kontrol edilecektir.

- Kullanılmamış Bentonit Çamuru: Yeni karıştırılmış bentonit çamurunun yoğunluğu her iş günü ölçülecektir. Ölçümler 0.01 kg/lit hassasiyetle yapılacaktır. Taze karıştırılmış bentonit çamurunun yoğunluğu en fazla 1.08 kg/lit olacaktır.

- Kazık Deliği İçine Pompalanan Bentonit: Delik içine doldurulan bentonit çamurundan alınan numuneler üzerinde gerekli kalite kontrol deneyleri gerçekleştirilecektir. Kuyudan çıkan bentonitin iki havuzda çökeltilmesi veya kum ayrıştırıcısından geçirilerek arındırılması yapılacaktır.

#### **8.7.3 Diğer Durumlar**

- Bentonitin ve çalışma esnasında oluşan çamurun, şantiye geneline yayılmaması için önlem alınacaktır.

- Tekrar kullanılacak bentonit çamuru şantiyeden uzaklaştırılacaktır.

---

## 8.8 Donatı Kafesi Hazırlanması ve Kuyulara İndirilmesi

---

- Donatı üretici firmasından üretim ve çekme deney sertifikaları alınacaktır.
- Donatı kuyuya yakın bir yerde ve kaldırma esnasında dağılmayacak şekilde hazırlanacaktır.
- Donatı kafesinin kirlenmemesi için donatı montaj sahası ve delgi sahası temiz tutulacaktır.
- 12 m'yi geçen donatı kafesinin eklenmesi için bağ teli kullanılacak, donatı kafesinin çok ağır ve uzun olması halinde bağlantı kaynakla veya gerekirse klemens bağlantı elemanı ile yapılacaktır.
- Hazırlanan donatı kafesi, beton pas payı takozları ve servis vinci kullanılarak yavaşça kaldırılıp taşınacak ve kuyulara indirilecektir.
- Kuyulara indirilen donatının, üst yapı için gerekli filiz boyu kadar dışarıda kalması sağlanacaktır.

---

## 8.9 Kazıkların Betonlaşması

---

- Beton, gerekli miktar ve kalitede betonu sürekli olarak sağlayabilen beton tesislerinden temin edilecektir.
- Delme işlemi bitince donatısı yerleştirilerek kısa sürede beton dökümüne geçilecektir.
- Hemen beton dökme imkan bulunmadığı durumlarda, geçen süre içinde kazık tabanında bir şişme olur ve donatı kafesini zemin yukarı iterse, donatı çıkarılarak yeniden delik içi tarama ve kazık içi temizliği yapıldıktan sonra beton dökümü gerçekleştirilecektir. Şişme riski olması halinde delik şişme derinliği kadar fazla delinebilir.
- Donatı kafesinin kuyulara indirilmesini takiben 20cm çapındaki, huni ve betonlama borusu servis vinciyle kuyu içine indirilecektir. Yer altı suyu yok ise betonlama 3 m boru yardımıyla yapılarak betonun donatıya çarparak ayrışması önlenecektir.

Betonlama borusu aşağıdaki şartları sağlayacaktır.

- Boru çeperleri temiz, eğilme ve burkulmalara dayanabilecek mukavemette olacaktır.
  - Ek yerleri su sızdırmaz olacak ve kalın dişli manşonlar kullanılacaktır.
  - Betonlama başlamadan önce tremie borusu 1 m kadar kuyu tabanında yukarı çekilecektir.
- Betonlama borusu ile çalışmada kuyu başında betonun yüksek slampli olması (katkılı betonda 16-18 cm değerine sahip) ve prize başlama süresi ise minimum 3 saat olmalıdır.
  - Betonlama, beton pompası veya doğrudan boşaltma ile sürekli bir şekilde yapılacaktır. Döküm hızı en az 15 m<sup>3</sup>/saat olacaktır. Daha düşük hızlarda dökülen beton boruda birikinti yapacağından beton hızının sabit tutulmasına özen gösterilecektir.

- Yeraltı suyunun veya bentonit çözeltilisinin betonla karışmasını önlemek için betonlama borusu sürekli ve en az 1 m beton içinde kalacaktır.
- Beton kuyu içinde yükseldikçe, betonlama borusu parça parça kısaltılacak ve betonlama işlemi kuyu ağzından temiz beton gelene kadar devam ettirilecektir.
- Betonlama bittikten sonra, beton taze iken kazık üst kotuna göre tesviye edilecektir.

---

## **8.10 Kayıtların Tutulması, Raporlama**

---

- Fore kazık imalatında beher kazık için TS 3168 Standartı esaslarına uygun aşağıdaki listelenen bilgiler kayda geçirilecektir. FORE KAZIK ŞANTİYESİ GÜNLÜK ÇALIŞMA RAPORU doldurulacaktır.

- 1) Kazık yeri, numarası ve üst kotu,
- 2) Kazık foraj derinliği ve taban kotu, muhafaza borusu sürüldü ise derinliği,
- 3) Delme başlangıç ve bitim zamanı,
- 4) Beton başlangıç ve bitim zamanı, beton miktarı,
- 5) Kullanılan beton niteliği,
- 6) Kullanılan donatının tanımı
- 7) Açıklamalar kısmında geçilen zemin tabakaları ve kotları ve varsa diğer özel bilgiler yer alır.

---

## **8.11 İmalat Kontrolü**

---

- İmalatların kalite kontrolü madde 13 “Ölçme ve İmalat Kalite Kontrol İşleri”ne uygun olarak yapılacaktır.

## **9 MİNİ KAZIK İŞLERİ**

---

### **9.1 Giriş**

---

- Bu yapım yöntemi mini kazık imalatı için gerekli makina, ekipman ve malzemenin seçimi ile hazırlama, uygulama ve kontrol yöntemlerini kapsar.
- Enjeksiyonlu mini kazık imalatında, “DIN 4128 Küçük Çaplı Enjeksiyon Kazıkları (Yerinde Dökme Beton Kazıklar ve Kompoze Kazıklar {Small diameter injection piles (cast-in-place concrete piles and composite piles)} standardı esas alınacaktır.

---

## **9.2 Çalışma Sahasının Hazırlanması**

---

- Bkz. Madde 7.2

---

## **9.3 Zemin Bilgileri**

---

- Bkz. Madde 7.3

---

## **9.4 Çevre Bilgileri**

---

- Bkz. Madde 7.4

---

## **9.5 Kazıkların Aplikasyonu ve İmalat Toleransları**

---

- Bkz. Madde 8.5

---

## **9.6 Delgi İşleri**

---

- Ø15-35cm çaplarında kazıkların delme işlemi, yüksek delme kapasitesine sahip teleskobik kuleli delgi makineleri ile yapılacaktır.

- Kayadaki soket boyu için projesinde standartlara uygun olarak belirlenmiş gelen yükleri taşıyabilecek soket boyu kontrol edilerek uygulanacaktır. Projesinde öngörülenden daha zayıf veya daha sert, farklı bir zeminle karşılaşılması durumunda, zemin sınıflarının derinliğe göre değişimini gösteren kuyu logu doldurulacak ve gerekli düzeltmeler yaptırılacaktır.

- Delmeye, gerekli proje derinliğine ulaşıncaya kadar devam edilecektir.

- Delgi işlemi burgu veya delici matkap ve tij elemanı ile yapılabilir.

- Delgi düşeyliği ilk iki tijde ölçülecek, kazık boyunca düşeyden sapma miktarının kazık toplam boyunun %2 sinden fazla olmasına izin verilmeyecektir. Delgi işlemi esnasında gerekmedikçe su kullanılmayacaktır.

- Forajdan çıkan malzeme, kuyu ağzından uzaklaştırılacak ve enjeksiyonu yapılmamış kuyuların ağzı kapalı tutulacaktır. Yer altı su seviyesi altında çalışılırken göçme olasılığına karşı gerekirse önce çimento enjeksiyonu verilmeli veya muhafaza borusu kullanılmalıdır.

- Delgi yöntemi, kullanılacak makina ve ekipman, malzemelerin cinsi ve miktarı zemin ve kaya özelliklerine bağlı olarak değişir. Kohezyonlu zeminlerde sondaj sıvısı ile yapılan delginin, delgi makinası gücünde meydana getirdiği azalma dikkate alınacaktır.

- Bu tür gerekli teknik bilgilerin toplanıp irdelenmesi sonunda aşağıda listelenen delgi yöntemlerinden birinin kullanılmasına karar verilecektir.

- a) Burgu {auger} kullanılarak delgi (hava gerekebilir.)
- b) Kaya matkabı {rock bit} ile delgi (hava veya su gereklidir.)
- c) Üstten vurmali çekiç {top hammer} ile delgi (hava gereklidir.)
- d) İçten vurmali çekiç {down the hole hammer} ile delgi (hava veya köpük gereklidir.)  
[Bu metod kaya delinmelerinde kullanılır.]
- e) Odex ile delgi (Aşırı yüklenmiş zeminlerde uygulanabilir. Üstten vurmali çekiç ve DTH çekiç versiyonları mevcuttur.)

- Sondaj kılavuzu borusu (muhafaza borusu) {casing} ile delgi [ Bu sistemde muhafaza borusu delik çeperlerindeki olası bir çökmeyi engellediği gibi ayrıca da matkap/burgu ucunun ilerlemesini kolaylaştırır. Kılavuz zarf borunun dönüş istikameti, döner matkap ucunun dönüş istikametinin tersinedir.]

---

## **9.7 Donatı Kafesi Hazırlanması ve Kuyulara İndirilmesi**

---

Bkz. Madde 8.8

---

## **9.8 Kazıkların Betonlanması**

---

Bkz Madde 8.9

---

## **9.9 Kazıkların Enjeksiyonla Yapılması**

---

- Kazıklar için betonlama şartları oluşturulamıyorsa (derin kuyu, yer altı suyu durumu ve kuyu içi yıkıntı olması vb) kazık imalatı enjeksiyon uygulaması ile yapılabilecektir.
- Bu durumda imalatta çimento, kırmataş ve temiz su kullanılacaktır. Enjeksiyon karışım oranı ise ~0,50 olmalıdır. (50kg su / 100kg çimento)
- Enjeksiyon yapımında kullanılacak makina ve ekipmanlar basınçlı enjeksiyon pompası, mikser, dinlendirici ve enjeksiyon hortumlarından ibarettir.
- 20/4-6 PE hortum, projeye uygun olarak hazırlanan donatı kafesi boyunca donatı dibine ulaşacak şekilde bağlanacaktır. PE hortuma kuyu dibi civarında 50cm ara ile 3-5 adet delik açılarak geçici olarak bant ile kapatılacaktır.
- Delme işlemi biter bitmez donatı kafesi kuyuya yerleştirilecek ve kuyu, ağzına kadar kırmataş ile doldurulacaktır. Enjeksiyon istasyonunda hazır olan karışım, donatıya bağlı PE hortum vasıtası ile kesintisiz olarak kuyuya verilecektir. Enjeksiyon alışı kuyu ağzından temiz enjeksiyon karışımı gelene kadar sürdürülecektir.

- İlk enjeksiyonun yapılmasında 1-2 saat sonra kuyu ağızındaki enjeksiyon seviyesinin düştüğü gözlenirse aynı PE hortum vasıtasıyla ikinci enjeksiyonlama işlemi yapılacaktır.

---

### 9.10 Malzemeler

---

- **Çimento:** 28 günlük basınç dayanımı en az 325 Kg/cm<sup>2</sup> olan çimento kullanılacaktır.
- **Su:** Enjeksiyon karışımında kullanılacak su içinde tortu ve yabancı katı maddeleri bulunmayan ve çimentoya zarar vermeyecek tatlı su olacaktır.
- **Kırmataş:** Mini kazıkların enjeksiyonla yapılması durumunda imalatta kullanılacak yuvarlak, köşeli kırmataş ~5-15mm (2 no.) çapında ve temiz olacaktır.

---

### 9.11 Makina ve Ekipmanlar

---

- **Delgi makinası:** Uygulama projesinde öngörülen derinliğe kadar yukarıdaki yöntemlerden biri ile delgi yapabilecek kapasitede delgi makinasıdır.
- **Enjeksiyon Seti:** Su ile çimentoyu karıştırarak hazırlayan karıştırıcı ve dinlendirici kazanlar ve enjeksiyonu deliğe basınçla iletebilen pompadan oluşan settir.

---

### 9.12 Kayıtların Tutulması, Raporlama

---

- Günlük şantiye çalışma raporunda kazığın boyutu, yeri, numarası ve boyu mutlaka yer almalıdır.
- İşverenin istemesi halinde kazık imalatında beher kazık için DIN 4128 standardı esaslarına uygun aşağıdaki listelenen bilgiler (MİNİ KAZIK İMALAT RAPORU) kayda geçirilecektir.

- 1) Kazık yeri, no'su ve üst kotu,
- 2) Kazık foraj derinliği ve taban kotu,
- 3) Geçilen zemin tabakaları ve kotları,
- 4) Kullanılan su/çim oranı, beton-çim. miktarı ve niteliği,
- 5) Kullanılan donatının tanımı,
- 6) Açıklamalar kısmında kaplama borusu sürüldü ise derinliği ve varsa diğer özel bilgiler yer alır.

---

### 9.13 İmalatların Kontrolü

---

- İmalatların kalite kontrolü madde 13 “Ölçme ve İmalat Kalite Kontrol İşleri”ne uygun olarak yapılacaktır.

## 10 TAŞ KOLON İŞLERİ

- Zemin etüdüleri yapıldıktan sonra zemin ve yapı özelliğine bağlı olarak, zemin taş kolonlarla iyileştirilecek ve güçlendirilecektir.

- Taş kolon yapılacak yer ve taş kolon boyutları projelerde gösterilmiştir. Projelere ve talimatlara uyulacaktır.

- Taş kolon inşaatı için klasik foraj ile problemli zemin dışarı atılacaktır.

- Forajla dışarı atılan zayıf zemin yerine çakıl doldurulacaktır. Çakılın granulometresi İdare’ce tespit edilecek, çakıl içinde ince malzeme miktarı %5-%10 olacaktır.

- Projelerde gösterildiği şekilde 60-100 cm çapında taş kolonlarla, istenirse kare yerleşim yapılacaktır.

## 11 KAYA ANKRAJLARI (KAYA BULONLARI)

---

### 11.1 Genel

---

- Ankarajlar; enjeksiyonlu kaya bulonu ve genişlemeli tip veya eşdeğeri İdare tarafından onaylanmış tipler olacaktır.

- Yüklenici kaya bulonlarını burada belirlediği üzere temin edecek yerine yerleştirecek ve deneyini ve bakımını yapacaktır. Kaya bulonları açık hafriyatta veya yeraltı kazılarında kullanılacaktır. Kaya bulonları, yerine montajları için gerekli bütün parçalarıyla komple temin edilecektir.

- Kaya bulonları olabildiğince kazıdan hemen sonra çakılmalıdır. Kaya bulonlarının tel kafes ile birlikte kullanılması halinde tel kafes, kaya bulonlarına sıkı bir şekilde ilave çelik plakalar ve somunlarla bağlanmalıdır. Tel kafes, kaya bulonu taşıyıcı levhası ile kaya arasına yerleştirilmeyecektir.

- Kaya bulonlarının somunları bulon çakılmadan önce bulon üzerinde denenmelidir.

- İdare tarafından talimat verilmiş ise, kaya bulonları bu kısımda belirtilmiş olan yük ölçme cihazları ile birlikte temin edilecektir.

- Kaya bulonlarının deneyine başlamadan önce, Yüklenici kullanacağı kaya bulonlarının tipini, kaya bulonları ve parçalarının malzeme kalitesini, yerleştirme yöntemini, enjeksiyonlu



ve genişlemeli tip ankrajlar ve ankraj çubukları için enjeksiyon sistemini, imalatçının talimat ve belgeleriyle birlikte İdare'nin onayına sunacaktır. Yüklenici, özel teknik şartnamede belirtilenlere eşdeğer tipteki kaya bulonlarının kullanılmasını teklif edebilir.

---

## **11.2 Kaya Ankrajlarının (bulonlarının) Deneyi ve İncelenmesi**

---

- Yüklenici krikoları, tespit tertibatını, manometresiyle birlikte hidrolik pompayı, ekstansometreyi ve bütün gerekli parçaları kapsayan en az 1 takım deney teçhizatını temin edecektir. Deney teçhizatı en büyük çaptaki kaya bulonunu akma gerilmesine kadar gelecek kapasiteye sahip olacaktır.

- Kaya bulonlarının yerine çakılmasından önce, Yüklenici tarafından teklif edilen veya İdare'ce önerilen kaya bulonlarının uygunluğunun denenmesi için, İdare tarafından belirlenen ve çalışma sırasında karşılaşılabilecek kayayı temsil edecek farklı karakterdeki kaya tipleri için de her tip kaya bulonu üzerinde bir seri (pull-out) sıyırma, çekme deneyi yapılacaktır. Yüklenici, kaya kalitesi ile ankraj tipleri ve genişlemeli tip ankrajların gerilmesi arasındaki ilişkinin tespitinde kullanılacak olan sıyırma, çekme deneyinin detaylı kayıtlarını tutacaktır.

- İşlerin ilerleme aşamasında Yüklenici, çakılan her 100 adet kaya bulonunun en az beşi üzerinde, İdare'nin de hazır bulunmasıyla, sıyırma, çekme deneyleri yapacaktır.

- Deneye tabi olacak ankrajlara İdare karar verecektir. İdare tarafından talimat verilirse ve işlerin devamı süresince, genişlemeli tip ankrajlar mekanik okuma yapan kuvvet ölçer yükleme cihazları ile teçhiz edilecektir. İdare tarafından onaylanıp Yüklenici tarafından, temin edilecek kuvvet ölçer yükleme cihazları, ankrajda azalan ve çoğalan kuvveti  $\pm$  % 2 hassasiyetle ölçecektir.

- Yüklenici yerleştirilen her cihaz tarafından kaydedilen kuvvetleri, yükleri ayda iki defa ölçecek ve sonuçları ölçüm yaptıktan sonra 48 saat içinde İdare'ye sunacaktır.

---

## **11.3 Deliklerin Delinmesi ve Ankraj İçin Hazırlanması**

---

- Deliklerin delinmesi proje şartname hükümlerine uygun olacaktır.

- Delik çapı imalatçının tavsiyesine uygun olarak açılacaktır. Enjeksiyonlu bulonlar için delik çapı, bulon çapının en az 1.5 katı olacak ve İdare'nin onayı alınacaktır.

- Delik boyu, aksi imalatçı firma tarafından belirtilmedikçe kaya bulonundan sonra kayaya aşağı doğru eğimli delikler için 200-300 mm, yukarıya doğru eğimli deliklerde ise 100-150 mm daha girecektir.

- Delgi işleminden sonra, her delik temiz su ile yıkanacak ve basınçlı hava ile delik içindeki parçalar ve çamurlar temizlenip dışarı atılacaktır.
- Genişlemeli tip ankrajların yerleştirilmesinden önce, delik civarındaki kaya yüzeyi taşıyıcı plaka için hazırlanacaktır. Şayet deliğin açılmasından hemen sonra kaya bulonu yerleştirilmeyecek ise, kaya bulonunun yerleştirilmesinden hemen önce yukarıda belirtildiği tarzda delik yıkayıp temizlenecektir.

---

#### **11.4 Genişlemeli Tip Ankrajlar**

---

- Genişlemeli tip ankrajlar veya onaylanmış eşdeğeri, enjeksiyonlu ve enjeksiyonsuz olmak üzere iki tiptir. Genişlemeli tip ankrajların kopma dayanımı kaya koşullarına göre hesaplanacak ve kayaya yerleştirildiğinde bu yük altında zemin şartlarına göre sayısal bir değer verilecek, fazla bir kayış olmayacaktır. Bu ankrajlar yerleştirme, germe ve gerekiyorsa enjeksiyon için gerekli bütün parçalarıyla komple temin edilecektir.
- Genişlemeli tip ankrajların yerleştirilmesi, yerine tam olarak oturtulması, tespiti ve gerilmesi için kullanılacak yöntem ve ekipman, İdare'nin onayına tabi olarak, imalatçının talimatına uygun tarzda olacaktır.
- Çelik taşıyıcı levhalar en az 150x150x10 mm boyutunda olacak ve ASTM A-36'ya uygun olacaktır. Rondelalar ve somunlar çelikten olacak ve ASTM A-325'e uygun olacaktır. Somun kalın altıgen tip olacaktır. Yukarıda bahsedilen parçalar enjeksiyonlu ankrajlar için kullanılması halinde, kaplama miktarı  $0.6 \text{ kg/m}^2$ 'den az olmayacak şekilde sıcak daldırma tip galvanizli olacaktır. Taşıyıcı levhalar İdare tarafından onaylanmış yüksek dayanımlı sentetik veya çimento harcı ile yapılmış harç veya konik rondela taşıyıcı besleme ve yatak kullanılarak, ankrajlara dik olarak yerleştirilecektir.
- Taşıyıcı levhaların dış yüzeyleri ve somunların bütün yüzeyleri, rondelalar, kamalar ve bütün ankrajların dışta kalan dişleri pasa karşı koruyucu gres veya mastik ile korunacak ve yağlanacaktır.
- Deliğe yerleştirilmesinden hemen sonra ankrajlar, çekme deneyi sonucuna dayanarak imalatçı veya İdare tarafından aksi belirtilmedikçe, akma gerilmesinin 2/3'ünde tork anahtarı veya hidrolik olarak gerilecektir.
- Ön tespit ve ankrajlardan sonra, Yüklenici bu ankrajların periyodik deneyinin yapılması sonucunda bunların tesirli olarak çalıştığını, yük taşıdığını garanti edecek ve şayet gerekiyorsa bunları tekrar yeteri kadar gerecektir.

- İdare tarafından kabul edildiği veya onaylandığı takdirde, iki veya daha fazla ankrajın irtibatı için, Yüklenici lama demiri veya profil demirleri temin ve monte edecektir. Lama demirleri ve kesitler ASTM A-36'ya uygun olacaktır.
- Genişlemeli tip ankrajların enjeksiyonu, ankraj tekrar gerilmeden yapılacaktır. Enjeksiyon olabildiğince çabuk yapılmalı fakat hiçbir zaman ankrajın yerine oturtulmasından 21 günden daha sonraya bırakılmamalıdır. Kullanılacak katkı maddesi dahil enjeksiyon karışımı, karışım yöntemi, enjeksiyon ekipmanı ve enjeksiyon basıncı İdare'nin onayına bağlıdır.

---

### **11.5 Enjeksiyonlu Ankraj Demirleri (kaya bulonları)**

---

- Genel olarak, ankraj demirleri akma gerilmesi  $275 \text{ N/mm}^2$ 'den daha az olmayan ASTM sınıf 40 olacak ve ASTM A-615'e uygun olacaktır. Bununla birlikte, İdare tarafından talimat verilen yerlerde, akma gerilmesi  $410 \text{ N/mm}^2$ 'den daha az olmayan ASTM Sınıf 60'a uygun ankrajlar kullanılacaktır. Enjeksiyonlu kaya bulonlarının çap ve uzunluğu projelerde gösterildiği gibi veya İdare'nin talimatına uygun olacaktır.
- Kaya bulonlarının üzeri pas, kavlak, kir ve diğer istenmeyen maddelerden temizlenmiş olacaktır.
- Enjeksiyonlu kaya bulonları yukarı doğru olan deliklerde tercih edilmelidir.
- Kaya bulonları için açılacak delikler, enjeksiyon işlemi başlayana kadar tıkanmaya karşı korunacaktır. Enjeksiyondan önce her delik su ile iyice yıkanacak ve basınçlı hava ile temizlenecektir.
- Enjeksiyondan önce, olabildiğince delik içinde bulunan su dışarı atılacaktır. Şayet enjeksiyon sırasında delik kuruda tutulamazsa, enjeksiyon işlemi bir boru vasıtasıyla deliğin dibinden başlanarak ve enjeksiyon yükseldikçe boru yavaş yavaş delik ağzına doğru çekilerek yapılacaktır.
- Enjeksiyon karışımında Normal Portland çimentosu kullanılacaktır. Enjeksiyon karışımı, İdare tarafından belirlenecektir. Katkı maddesi İdare tarafından onaylanacaktır. Delikler enjeksiyonla tamamen iyice dolmuş olacaktır.
- Enjeksiyon malzemesi prizine başlamadan önce, içi enjeksiyon malzemesi ile doldurulmuş olan deliğe kaya bulonu kuvvetle sokulacaktır. Çelik yüzeyi ile enjeksiyon arasında iyi bir temas sağlamak için kaya bulonu sarsılacak veya hafifçe vurulup oynatılacaktır.
- Kaya bulonları yerine oturtulduktan sonra, enjeksiyon malzemesi sertleşene kadar herhangi bir oynamaya karşı iyice korunmuş olacaktır. Enjeksiyonun sertleşmesinden sonra, gevşek görülen kaya bulonları yeniden konulacaktır.

- Ankraj demirleri, ankre edilecek beton yapının donatı demirlerine bağlanabilir. Projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen deliklerin derinliği, geçerli kazı yüzeyinden ölçülecektir. Aşırı kazı durumunda, beton yapı için gerekli pozisyonu sağlamak amacı ile uzun ankrajlar temin edilecek ve bunlar kullanılacaktır.

---

## **11.6 Öngerilmeli Ankrajlar**

---

### **11.6.1 Genel**

- Yüklenici akma yükü kapasitesi projelerde gösterilmiş veya İdare tarafından onaylanmış öngerilmeli ankrajları temin edecek ve yerine yerleştirecektir.

- Öngerilmeli ankrajların lokasyonu, uzunluğu, çapı, aralık ve doğrultusu karşılaşılan kayanın koşullarına ve jeolojik şartlara bağlı olarak yapım aşamasında değiştirilebilir.

- Öngerilmeli ankrajların kullanılması, açık kazı ve yeraltı kazı mahallerinde gerekebilir. Öngerilmeli ankrajların kullanılması, karşılaşılan kayanın durumuna bağlı olarak İdare tarafından kararlaştırılacaktır.

- Öngerilmeli ankrajların yerleştirilmesi beton temel kazısı, beton temellerin yerleştirilmesi, ankraj deliğinin açılması, imalatçının korozyona karşı koruma tavsiyeleri (Korozyona karşı çift koruma) dahil ankraj ve bütün parçaların temini, ön enjeksiyon, germe, tekrar sıkılama, ikinci enjeksiyon ve deney işlemlerinden ibarettir.

- Yüklenici öngerilmeli ankrajların yerleştirme işlemine başlamadan önce malzemenin tipi ve imalatçısı, korozyona karşı koruma, yerleştirme metodu, teklif edilen ankrajların uygunluğunun denenmesi için deney metotunu ve deney ekipmanı dahil bütün detayları İdare'nin onayına sunacaktır.

- Yüklenici ankrajların yerleştirilmesinden sonra çekme deney sonuçlarını kaydedecek ve bunları İdare'ye sunacaktır.

### **11.6.2 Uygulama ve Deneyi**

- Yüklenici, projelerde gösterilen yer ve eğimde veya İdare tarafından belirlendiği şekilde en az 100 mm çapında delikleri açacaktır. Delik çapı, projelerde gösterildiği veya İdare'nin talimatına göre ankrajın uyması için daha büyük olabilir.

- Ayrışmış veya çok parçalı kayada, su veya bentonit ile delik açılması İdare'nin onayına bağlıdır.

- Kaya bulonları delik içine kılavuz çubuklar veya başlık levhalarıyla merkezlenecektir.

- Ankraj kesiti, düşük viskoziteli ve yüksek dayanımlı değişmeyen enjeksiyon karışımı ile enjeksiyon yapılacaktır. Enjeksiyon karışımı laboratuvar deneyleri sonuçlarına dayanarak İdare tarafından belirlenecektir. Enjeksiyon basıncı İdare tarafından onaylanacaktır. Ekipman en az 20kg/cm<sup>2</sup> enjeksiyon basıncı meydana getirecek kapasitede olacaktır.
- Enjeksiyon yapılacak kısmın üst ucu gerekli enjeksiyon basıncını tutacak özel conta ile izole edilecektir. Şayet istenilen basınca ulaşamaz ise, Yüklenici kademeli enjeksiyona izin verilen sistemi İdare'nin onayına sunabilir.
- Ankrajlar yerleştirildikten sonra İdare'ce proje yüküne bağlı olarak önerilecek kuvvetle denenecektir.
- Serbest kalan ankraj kısımlarının ikinci kademe enjeksiyonu İdare'nin yazılı onayını aldıktan sonra yapılabilecektir.

## **12 TEL KAFES**

### **12.1 Zincir Halka**

- Açık veya yeraltı inşaat sahalarında, yüzeylerden gevşek kaya ve taş parçalarının düşmesine engel olmak ve yüzeyleri korumak için püskürtme betonlu veya betonsuz zincir halka kullanılacaktır.
- Zincir halka, ASTM A-392 çinko kaplamalı zincir tel kafes standardına uygun olacaktır. Kafes gözlerinin boyutu özel teknik şartnamede belirtildiği şekilde olacaktır. Zincir halka kir, yağ ve diğer yabancı maddelerden temiz olacaktır.
- Zincir halka kazı yüzeyine oturtulacak ve şayet gerekiyorsa minimum 100mmx100mmx5mm ölçülerindeki levhalarla ve somunlarla kaya bulonlarına bağlanacaktır. Ara noktalardan çelik pimlerle emniyetli bir şekilde bağlanacaktır.
- Kaya yüzeyine iyice oturmasını ve bağlantısını sağlamak için, yeteri kadar pim bulundurulacaktır. Ganayt ve şatkrit teçhizatı olarak zincir halkanın kullanılmasına, hasır tel kullanılmasının pratik olmadığı çok bozuk ve engebeli kazı yüzeylerinde izin verilecektir. Bütün bu işler İdare'nin onayına tabidir.

### **12.2 Hasır Tel (kafes tel)**

- Hasır tel açık ve yeraltı kazılarında püskürtme beton (Şatkrit) için bir takviye olarak kullanılacaktır. Hasır tel, kaya bulonları çakılırken bunlarla birlikte yerleştirilecektir. Kaya bulonlarının taşıyıcı plakası ile kaya yüzeyi arasına yerleştirilmeyecektir. Fakat, kaya bulonlarına ayrı levhalar ve somunlarla bağlanacaktır. Hasır tel gerekli olan yerlerde ara

noktalardan çelik pimlerle veya İdare'nin talimatına uygun olarak ilave ankrajlarla emniyetli bir şekilde tespit edilecektir.

- Hasır tel kaya bulonları arasında iyice gerilmelidir. Hasır telin bindirme payı en az göz açıklığının 3 katı veya İdare'nin talimatına göre olacaktır.

## **13 ÇELİK DESTEK**

### **13.1 Genel**

- Yeraltı kazılarında çelik destek projelerde gösterilen yerlere veya yeraltı kazısı sırasında karşılaşılan kayanın koşulları esas alınarak, İdare tarafından belirlenen kısımlara konacaktır.

- Destek arkası çelik kirişleri iki veya daha fazla destek kaburgaları arasında uzanır ve direk veya dolaylı olarak kaya yüzeyine dayanır. Destek parçaları sıkılama, kamalama, bağlantı ve yük dağıtma elemanları ve taban bloklarını içerir.

- Yüklenici, çelik desteğin, boyut, malzeme ve montaj yöntemi dahil proje ve imalat detaylarını hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

### **13.2 Malzeme**

- Çelik destek kaburgaları ASTM A-36 veya eşdeğeri İdare tarafından onaylanmış malzemedен imal edilecektir.

- Kaburga ekleri, kesitin dayanım momentini azaltmayacak tarzda, kaynaklı veya bulonlanmış levhalarla olacaktır. Kaynak işleri İdare'ce onaylanmış standartlara göre yapılacaktır. Destek arkası boyuna kirişleri aynı şekilde çelik kaburgaların malzemesinden olacaktır. Destek parçaları (sıkılama, kamalama v.s. gibi elemanlar) İdare'nin onayladığı çelikten veya dikkörtgen kesitli sağlam ahşaptan olabilir.

### **13.3 Uygulama**

- Çelik destekler proje ve şartnamelerin gereğine uygun olarak Yüklenici tarafından hazırlanacak ve İdare'nin onayına sunulacaktır.

- Çelik destek kaburgaları olabildiğince kazı yüzeyine yaklaştırılacak ve bunların aralıkları İdare'nin onaylayacağı gibi olacaktır.

- Çelik destekler beton kaplama içine gömülebilir. Betona gömülü kısım, A hattının içine demir pas payından daha fazla girmemelidir.

- Çelik desteklerin yerine konmasından hemen sonra, kaya yüzeyi ile destek kaburgaları arasında yeterli bir sıkılama ve destekleme yapılmalıdır. Uygun bir mesnetlenme temin edilmeli ve desteklerin ayağı kayaya ankrajlarla bağlanmalıdır.
- Yanlış yerleştirilen veya zarar görmüş herhangi bir çelik destek, kaburgası, İdare'nin talimatının arkasından, Yüklenici tarafından derhal düzeltilecek, tamir edilecek veya değiştirilecektir. Yüklenici'in çalışmaları sonucundan tamir edilmesi veya değiştirilmesi gereken çelik destek kaburgaları, masrafları kendisine ait olmak üzere, Yüklenici tarafından yapılacaktır.
- Yeraltı kazılarının kemer ve yanlarının desteklenmesi gerektiğinde, çelik destek kaburgaları arkasına boyuna destek kirişleri yerleştirilecektir. Kaya ile çelik destek kaburgası veya boyuna destek kirişi arasındaki boşluklar, İdare tarafından belirleneceği üzere beton, püskürtme beton veya enjeksiyonla doldurulacaktır.
- A hattı içerisinde beton dökümünden hemen önce sökülen, ahşap kalıcı elemanlar hariç, ahşap desteklerin kullanılmasına izin verilmeyecektir.

## **14 GEÇİCİ DESTEKLER**

- Son şeklini almamış kazı kesitlerinin desteklenmesi veya ön desteklerin yerleştirilmesine imkan sağlamak için kullanılmış geçici destekler kullanılabilir.
- Ön ve kalıcı destek özelliklerini taşımayan ve bunlara uymayan, bu gibi bütün geçici destekler veya diğer destekleme elemanları, beton kaplama veya püskürtme beton veya dolgu betonu dökümünden önce Yüklenici tarafından sökülüp kaldırılacaktır.

## **15 AHŞAP DESTEKLER**

### **15.1 Ahşap Destek Yapılması**

- Kazı yüzeylerinin göçmeye karşı korumak amacı ile kazı alanı çevresine icabında zemine çakılı ağaçlarla yatay desteklerin teşkil ettiği çerçeveye dayalı 4-8 cm kalınlıkta kalaslarla destek yapılacaktır.

### **15.2 Tam Ahşap Kaplamalı Destek Yapılması**

- Kazı yüzeylerinin tamamı ahşap destek ile kaplanacaktır.

---

### **15.3 Sık Ahşap Kaplamalı Destek Yapılması**

---

- Kazı yüzeyinin en az % 70 nin ahşap ile kaplanması suretiyle kazı desteklenecektir.

---

### **JDS-15.4 Aralıklı Ahşap Kaplamalı Destek Yapılması**

---

- Kazı yüzeyinin % 40 - 70 oranında ahşap ile kaplanması suretiyle kazı desteklenecektir.

## **16 DOLGU VE KAPLAMALAR**

### **16.1 Riprap**

---

#### **16.1.1 Genel**

- Yüklenici, kum ve çakıl alt tabakasıyla riprap malzemesini projelerde gösterilen kalınlıkta ve yerlere veya İdare'nin talimatına uygun olarak serecektir.

#### **16.1.2 Malzeme**

- Riprap, İdare tarafından onaylanmış olan gerekli kazı veya diğer kaynaklardan seçilip temin edilecektir.

- Alt tabaka malzemesi iyi derecelenmiş 0.5 ile 50 mm. arasında dane boyutunda, geçerli kum ve çakıldan oluşacaktır. Bu karışımın içinde, standart 200 no'lu elekten geçen malzeme % 5'ten fazla olmayacaktır.,

- Riprap için kaya malzemesi sağlam, aşınmaya ve yıpranmaya dayanıklı olacak ve çatlak, eklem ve boşluklar içermeyecektir.. Köşeli kaya blokları tercih edilecektir. Tam yuvarlak iri taşlar ve blokların çok yatık şevlerin dışında kullanılmasına izin verilmeyecektir.

- Riprap, ayrışmamış sert kaya parçalarından, özel teknik şartnamede belirtilen esaslar ve boyutlarda olacaktır.

#### **16.1.3 Uygulama**

- Riprap malzemesi sıkıştırmaya gerek olmayacak şekilde yerine boşaltılacak ancak daha iri parçaların üniform bir şekilde dağılması ve daha ufak parçaların ara boşlukları doldurmasını sağlayacak bir tarzda tesviye edilecektir. Ufak taş parçaları bulunan cepler sökülüp, arzu edilen dane boyu dağılımı temin edecek, daha büyük malzeme ile değiştirilecektir. Serme işlemi riprap malzemesinin iyice kaynaşacak, üniform ve belirlenmiş olan kalınlığı sağlayacak



tarzda olacaktır. Elle serme işlemi yalnız yukarıda belirtilen gerekli durumların sağlanması için kullanılacaktır.

---

## **16.2 Kaya Kaplama (harçlı veya kuru taş kaplama)**

---

### **16.2.1 Genel**

- Yüklenici, şevlerin korunması veya hendeklerin kaplanması için kaya kaplamasını, projelerde gösterilen kalınlıkta, eğimde ve sınırlarda veya İdare talimatına uygun olarak döşeyecektir. Bu iş kendi sahasında tecrübeli kalifiye taşçı ustaları ile yapılacaktır.

### **16.2.2 Malzeme**

- "Kuru Taş Kaplama" ve "Harçlı Taş Kaplama" için kaya parçaları gerekli kazılardan veya ocaklardan seçilerek temin edilecektir. Bu malzeme riprap için gerekli olan aynı özelliklere ve kaliteye sahip olacak ve döşendiği zaman üst yüzeyi yeteri kadar düz olacak parçalardan seçilecektir. Kuru taş kaplama için taş parçaları yuvarlak veya küresel şekilde olmayacaktır. Bu taşlar düzgün şekillerde olacaktır.

- "Kuru Taş Kaplama" için yatak malzemesi 0.5 mm ve 25 mm arasındaki kum ve çakıl malzemesinin iyi bir şekilde karışımından oluşacaktır.

- "Harçlı Taş Kaplama" için kullanılacak harç hacim olarak, 3 birim temiz ince agrega ile bir birim çimentodan yapılacaktır.

### **16.2.3 Uygulama**

#### Kuru Taş Kaplama

- Yüklenici kuru taş kaplamayı, kalınlığı en az 200 mm olan kum ve çakıl yatak malzemesi üzerine döşeyecektir. Taşlar elle, sürekli yatay ve düşey derzler oluşmayacak şekilde düzgün bir düzenle döşenecektir. Taşlar arasındaki boşluklar daha küçük taş parçaları veya çakılla doldurulacaktır.

- Tamamlanmış olan kaplama yüzeyi, üzerindeki ondülasyon ve çıkıntılara rağmen belirlenen kaplama kalınlığının %20'sini geçmeyecek düzgünlükte olacaktır.

#### Harçlı Taş Kaplama

- Yüklenici seçilmiş taşları harç üzerine döşeyecek ve derzleri harçla dolduracaktır.

- Taşlar döşenmeden önce kaya yabancı malzemelerden, toz ve topraktan veya organik maddelerden temizlenecek ve doygun hale gelmesi için yeterince ıslatılacak fakat döşenirken nemli olarak yerleştirilecektir.
- Taşlar kalınlığı en az 50 mm olan bir harç tabakası üzerine, aralarında en az boşluk kalacak ve sürekli yatay ve düşey derzler oluşmayacak şekilde ve büyük taşlar düzgünce yerleştirilecektir, dikkatli bir şekilde döşenecektir.
- Taşların döşenmesinden sonra, derzler harçla iyice doldurulacaktır. Taş kaplamanın üzerine harçların bulaşmasına engel olunacaktır. Kaplama üzerine bulaşan harçlar temiz su ve süngerlerle temizlenecektir.
- Tamamlanmış yüzeyler harç iyice sertleşip prizini alıncaya kadar, yağmura karşı uygun bir şekilde korunacaktır. Sertleşmeden sonra, taş kaplama yüzeyinde bulunan harç kaya yüzeyinden yaklaşık 15 mm derinliğe kadar taraklanacak ve taş kenarları temizlenecektir.
- Projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen yerlerde ve detaylarda derzler ve barbakanlar oluşturulacaktır.

## **17 GABYONLAR**

### **17.1 Genel**

- Yüklenici, projelerde gösterilen veya İdare tarafından belirlenen yerlerde gabyonları temin edecek ve bunları yerleştirecektir.
- İhtiyaç durumuna bağlı olarak gabyonların kapasitesi 1 m<sup>3</sup> ve 4 m<sup>3</sup> arasında değişebilecektir.
- Gabyonlar prefabrik olarak yapılmış olabildiği gibi, iş yerinde de imal ve monte edilip içlerine taş veya kaya parçaları doldurulur.

### **17.2 Malzeme**

- Gabyon yapıma için kullanılacak tel kafes Türk Standartları ve/veya İdare'nin kabul ettiği uluslararası onaylı standartlara veya İdare tarafından onaylanmış eşdeğerine uygun standartta ve aşağıda belirtilen minimum çapta tellerle sahip olacaktır.

Göz ve germe telleri	3 mm
Köşe takviyesi telleri	5 mm
Bağlantı telleri	2 mm

- Dolgu malzemesi sert, sağlam ve aşınmaya dayanıklı iri taş veya kaya parçalarını içerecektir. Taş veya kaya parçaları çatlaksız ve eklemsiz olmalı ve erozyon etkisine karşı dayanımını azaltıcı diğer kusurları olmamalıdır. Taş veya kaya parçaları yuvarlak köşeli ve

120mm.-200 mm. arasında iyi dane boyu dağılımına sahip olmalıdır. Yassı kaya parçaları kullanılmamalıdır.

---

### 17.3 Uygulama

---

- Gabyonların kurulması, birbirine bağlanması ve doldurulması projelerde gösterildiği ve aşağıda anlatıldığı gibi olacaktır.
- Gabyonların oturacağı temel yüzeyleri, yüksek çıkıntıları traşlanmış ve çukurları küçük kaya parçaları ile doldurulmuş, mümkün olduğu kadar düz ve hatasız olacaktır. Şev topuklarına yerleştirilecek gabyonlar, projelerde gösterildiği üzere, en az 250 mm derinlikte olan hendeklere oturtulacaktır.
- Gabyonlar yanındaki gabyona bağlanmasıyla yerinde sağlamlaştırılacaktır. Şevlere yerleştirilen gabyonlar, 2 m uzunluğunda sert ağaç kazıkların gabyonlar arasında 2 m aralıklarla zemine çakılmasıyla sağlamlaştırılacaktır. Gabyon sepetlerinin dönme ve burulmasına engel olmak için içten galvanizli gergi telleri ile bağlanacaktır.
- Birbirine yakın olarak bir kaç gabyonun yerine oturtulmasından sonra bunlar birbirine yüksekliği boyunca sürekli olarak köşelerinden bağlanacak ve içleri, belirlenmiş olan iri taş ve kaya parçalarıyla elle doldurulacaktır. Doldurulduktan sonra gabyon sepet kapağı yerine oturtulacak ve bütün çevresi boyunca emniyetli bir şekilde bağlanacaktır.
- Yerleştirilmiş olan bu gabyonların üzerine veya yanına konulabilecek olan ilave gabyonlar, doldurulmadan önce bütün temas kenarı boyunca, mevcut gabyonlara emniyetli bir şekilde ve sürekli olarak bağlanacaktır

## 18 PÜSKÜRTME BETON İŞLERİ

---

### 18.1 Giriş

---

- Bu yapım yöntemi, geçici iksa işlerinden püskürtme beton uygulama tekniği, malzeme seçimi, hazırlama ve kullanma yöntemlerini anlatmaktadır. İmalat "TS 11747 Püskürtme Beton (Shotcrete) Yapım, Uygulama ve Bakım Kuralları" ve "**DSİ Beton Teknik Şartnamesi**"ne uygun olacaktır.

---

### 18.2 Çalışma Sahasının Hazırlanması

---

- Bkz. Madde 7.2

---

### 18.3 Zemin Bilgileri

---

- Bkz. Madde 7.3

---

### 18.4 Çevre Bilgileri

---

- Bkz. Madde 7.4

---

### 18.5 Yüzey Hazırlığı

---

- Uygulama yapılacak yüzey önce temizlenmelidir. Püskürtme beton yapılırken yüzeyde herhangi bir yer altı suyu akıntısı var ise önce burası çimento pastası, harç veya enjeksiyon yoluyla tıkanacaktır. Kaya yüzey önce su püskürtülerek nemlendirilir, sonra püskürtme beton yüzeye mümkün olduğu kadar dik tatbik edilir.

- Püskürtme betonu karışımı ve diğer özellikler için " **DSİ Beton İşleri Teknik Şartnamesi**"'nden yararlanılacaktır.

---

## 19 ÖLÇME VE İMALAT KALİTE KONTROL İŞLERİ

---

---

### 19.1 Giriş

---

- Herbir imalat, imalat kalite kontrol formuna(check list) göre kontrol edilir. Herhangi bir olumsuzluk yok ise günlük imalatın kaydedildiği "günlük şantiye çalışma raporu / fore kazık şantiyesi günlük çalışma raporu / jet enjeksiyon şantiyesi günlük çalışma raporu ... vb." üzerindeki "Kalite kontrol" hanesine onay işareti konur. Eğer olumsuzluklar tespit edilirse imalat kalite kontrol formundaki numarası kalite kontrol hanesine yazılır. Çok miktarda olumsuzluğa işaret ediliyorsa günlük imalat formu ile imalat kalite kontrol formu birlikte dosyalanır.

- İdare olumsuzluğun ortadan kaldırılması için Yüklenici'ye talimat verir.

---

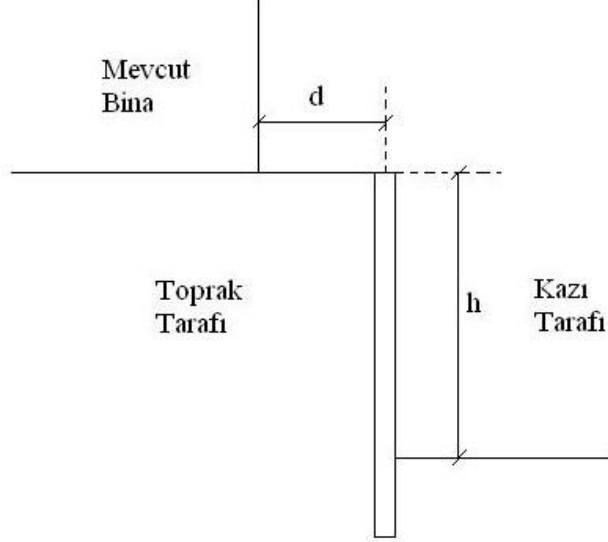
### 19.2 Deplasman Ölçümü

---

- İksa sistemi ve çevre yapılarıdaki değişik cephelerde oluşabilecek yatay ve düşey deplasmanların ölçümü iki farklı yöntemle yapılabilir.

### 19.2.1 Optik Okuma

- Son kazı derinliğinin  $8 < h < 12$  m olduğu derinlikler için yapılır. Ancak iksa sistemine komşu binaların iksa hattına olan uzaklığı (d) iksa derinliğinin (h) yarısından küçük veya eşitse yukarıda verilen 8.0 m'den derin olması şartı aranmaz.



- Optik okumalar kazı kademelerini takiben yapılır. Ancak okumalar arası süre en fazla 15 gün olabilir. Deplasman ölçümü, hafriyat başlamadan işaretlenen röper noktalarından dijital optik ölçüm aletleri kullanılarak yapılır. Deplasman ölçümü hafriyat süresince ve bodrum inşaatı yüksekliği kazı derinliğinin yarısına gelinceye kadar devam eder.

- Optik okuma noktaları, aralarında maksimum 30 m olmak üzere her cephede minimum 1 adet olarak Projede gösterilmiştir.

- Okuma periyotları, okuma sonuçlarının değerlendirilmesine göre İdare tarafından değiştirilebilir.

### 19.2.2 İnklinometre Okuması

- İnklinometre cihazı, sahada açılmış deliklerin eksenlerinden düşey sapmalarını ölçmek için kullanılan bir aygıttır. Ölçülen sapmalar, trigonometrik fonksiyonlarla ifade edilebilecek hale dönüştürülebilirler. Ardarda yapılacak olan ölçümler, stabil olmayan eğimlerin, derinliğin ve yanal hareket oranlarının belirlenmesine olanak sağlarlar.

- Son kazı derinliğinin 12m'den büyük olduğu derinlikler için veya Proje Mühendisi'nin kararı ile yapılır.

- İnklinometre noktaları, bina cephelerinde, 30m'den uzun cephelerde ve en az iki adet olacak şekilde Proje Mühendisi tarafından tespit edilir.
- İnklinometre okumaları 15 günde 1 yapılır. Okuma periyotları, okuma sonuçlarının değerlendirilmesine göre İdare tarafından değiştirilebilir.

### **19.2.2.1 Cihaz Özellikleri**

- İnklinometre cihazlarının piyasada pek çok tipi olmakla birlikte en çok kullanılan tipi "Algılayıcı Tipi İnklinometre" ( Probe Type İnklinometer) dir. Bu tip, bir kontrol kutusu ve bir kabloya bağlı olarak esnek bir boru (casing) içerisinde deliğe indirilen algılayıcıdan oluşur.
- Algılayıcılar genellikle içerisine 90° lik arayla yerleştirilmiş 4 adet yiv bulunduran esnek dairesel bir borular gerektirirler. Probe'daki elektriksel çıkış kontrol kutusuna bağlı bulunmaktadır ve yapılan ölçümleri görsel verilere, grafik formlara dönüştürürler.

### **19.2.2.2 İşin Yapım Metodu**

#### **Kuruluş**

- İnklinometre borusu, hareket beklenen bölge ile kesişen dike yakın bir deliğe kurulur.
- Açılan delik, hareket beklenmeyen bölge içerisinde (zemin veya kaya ortamı olabilir) hareket beklenen bölgenin 4.5 m ilerisine kadar uzatılacaktır. Sedimanter yığılmanın olabileceği delik diplerinde 1.5 m lik kayıplara müsaade edilir.
- Boru, kum dolgu veya zayıf çimento enjeksiyonu içerisinde tutulur.

#### **İnklinometre Borusunun Özellikleri**

- İnklinometre boruları, 3.0 m uzunluğunda, plastik olarak kullanılırlar.
- Yivlerin dipten tepeye kadar aynı düşeyde kalmaları için kullanılan kılavuz sağa ve sola döndürülerek kurma işlemi tamamlanır.

#### **Gözlemler**

- İnklinometre Borusunun kurulduğu andaki pozisyonuna göre, bütün deplasmanların hesaplanmasına kadar, en az iki ayrı set halinde yapılacak olan ölçümlere göre borunun ilk konumunun doğruluğu kanıtlanacaktır.

- İlk ölçümler yapıldığında borusun tepesi, zemin yüzünde, hareket beklenen bölgenin dışında bir noktaya yönelmiş olacaktır.

- Ölçümlerin sıklığı çeşitli nedenlere bağlıdır, en önemli neden hareketin oranıdır.

### **İkili Algılayıcı (Biaxial Probe) İnklinometre Cihazı Kullanım Prosedürü**

- Genel prosedür, inklinometreyi delik dibine indirdikten sonra okumalara başlamaktır. Her seferinde inklinometrenin ilk yapılan okumayla aynı derinliğe indirildiğinden emin olunacaktır. Belirli aralıklarla okumalar alınarak inklinometre deliğin tepesine kadar yükseltilir. Daha sonra inklinometre borutan ayrılır, kılavuz bu kez karşı yive denk gelecek şekilde 180° döndürülerek, inklinometre borusun dibine indirilir. Delik tepesine kadar okumalar aynı şekilde alınır. Bu prosedür, okumaları elde etmek için, karşılıklı bir yiv çifti için + ve – yönlerde 2 kez okuma alınmak üzere tekrar edilir.

- Her set okumasının toplamları karşılaştırılarak ve boru uzunluğu boyunca tüm setlerin aritmetik ortalaması alınarak bir alan oluşturulur. Değişimler imalatçı tarafından belirlenenlerden daha büyük olduğu zaman inklinometre tekrar o derinliğe indirilerek ilave okumalar yapılacaktır. Tekrar alınan okumaların aynı derinliklerde alınmasına dikkat edilmelidir.

### **Bakım**

- İnklinometrelere yapılabilecek bakım çok sınırlıdır.

- ✓ Algılayıcı tipindeki “O” halka bağlantısı gerektiğinde değiştirilmelidir.
- ✓ Elektrik bağlantıları, temiz ve kuru tutulacaktır.
- ✓ Batarya kullanan algılayıcılarda, batarya ve şarj gerektiğinde kontrol edilmelidir.
- ✓ İnklinometrelerin kullanımı sırasında alınacak önlemler ve diğer bakım operasyonları için üreticinin hazırlamış olduğu literatürden faydalanılacaktır.

---

## **19.3 Kazık Yükleme Deneyi**

---

### **Eksenel statik basınç yükleme deneyi yapım yöntemi**

- Kazık yükleme deneyleri fore kazık üzerinde teknik yapım yönteminde belirtildiği üzere TS 3168 ve TS 3167' ye uygun olarak yapılacaktır. Deneye tabi tutulacak kazık belirlendikten sonra etrafına yerleştirilecek olan çekme kazıkları veya ankrajların imalatı yapılır. Yerinde dökme kazıklarda beton en az 7 günlük olmalı ve beton dayanımı deney sırasında doğacak maksimum gerilmenin en az 2 katına ulaşacaktır.

### **19.3.1 Reaksiyon Sistemi**

- Yükler, deney kazığına çekme kazıkları veya ankrajlar vasıtası ile aktarılacaktır. Deney kazığının etrafında yer alan dört adet kazık veya ikişerli gruplar halindeki 8 adet ankraj çekme elamanları olarak kullanılacak ve gerekli reaksiyon kuvveti bu elemanlar aracılığı ile sağlanacaktır. Çekme elemanlarının bağlantılarında elik deney kirişlerinden faydalanılacaktır.

### **19.3.2 Yükün Uygulanmasında Kullanılacak Ekipmanlar**

- Deney kazığına yükün aktarılmasında, eksantrik yüklemeye engel olmak için kazığın merkezine yükü aksenel olarak iletebilecek ekipmanlar kullanılacaktır. Ayrıca, eksantrisiteyi minimuma indirebilmek için mafsal kullanılacaktır.

- Kazık başlığının üzerine bir elik plaka ve plakanın tam ortasına da hidrolik kriko yerleştirilecektir. Deney boyunca, istenilen deney yüklerini sağlamak için gerekli sabit basıncı sağlayabilecek bir hidrolik pompa kullanılacaktır.

### **19.3.3 Yükleme Programı**

- Göçme durumu oluşmazsa kazık maksimum olarak proje yükünün %175'ine kadar yüklenecektir. Yük kademelerinde proje yükünün %25'i baz alınacaktır. Her yük kademesinde oturma hızının 0.25 mm/saat'in altına düşmesi beklenecek, eğer bu koşul sağlanmazsa maksimum bekleme süresi 2 saat olacaktır. Göçme meydana gelmezse maksimum yükte 12 saat beklenecek ve 12 saat sonunda, son bir saatin oturma hızı 0.25 mm/saat' in altında ise boşaltmaya geçilecektir. Boşaltma da aynı yük kademeleri ile gerçekleştirilecektir. Eğer göçme durumu meydana gelirse göçmenin oluştuğu yük kademesinde kazık çapının %15'ine kadar oturmalarına izin verilecek ve sonra boşaltmaya geçilecektir.

### **19.3.4 Deplasmanların llmesinde Kullanılacak Ekipmanlar**

- Deney kazığının deplasmanlarını sağlıklı olarak ölçebilmek için, kazığın hareketlerinden etkilenmeyecek mesafelerde (2.4 m) mesnetlenecek bağımsız referans kirişleri kurulacaktır. Referans kirişlerinin bir ucu sabit olarak mesnetlenirken, diğer ucu ısı değişimlerinden dolayı oluşabilecek hareketlere izin verme amacıyla hareketli mesnet olarak teşkil edilecektir.

- Referans kirişlerinin üzerine deney kazığının oturmalarının ölçülmesinde kullanılacak olan 0.01 mm hassasiyetli ölçü saatleri yerleştirilecektir. Kazık başlığının dört tarafına dört adet



ölçü saati yerleştirilecek, deney boyunca her dört saatten düzenli okumalar alınacak ve sonuç olarak kazığın oturmalarının hesaplanmasında dört ölçü saatinden alınan ölçümlerin ortalaması kullanılacaktır.

### 19.3.5 Güvenlik Önlemleri

- Kazık yükleme deneyi ile ilgili bütün işlemler çevredeki kişilerin sağlığını herhangi bir yolla tehdit etmeyecek şekilde çok dikkatli olarak yürütülmelidir. Buna ek olarak aşağıdaki kurallara uyulması genel güvenlik açısından son derece önemlidir:

- Bütün çalışma platformu kişilerin ayağına takılabilecek her türlü malzemeden ve kişileri kaydırabilecek kar, buz, yağ ve benzeri maddelerden temizlenmiş olacaktır.
- Kullanılan bütün aletler kaliteli malzemeden yapılmış olmalı, sivri köşelerden kaçınılmalı, mümkün olduğu kadar düz yüzeylere ve yuvarlatılmış köşelere sahip aletlerle çalışılacaktır.
- Hidrolik kriko ile plakanın tam teması sağlanmalı ve eksantrik yüklemekten kaçınılacaktır.
- Yükler insanların üzerinden geçirilmemeli, hızlı bir şekilde savrulmamalı ve hiç kimsenin yüklerin altında durmamasına dikkat edilmelidir.

### 19.3.6 Deney Yapılması

- Kazık Yükleme Deneyi 10,00 m’den büyük temel altı kazık işlerinde, bir adet yapılır.
- Kazık taşıma kapasitesi hesaplarında emniyet katsayısı 2.5’den büyük alınırsa yükleme deneyi yapılmayabilir.
- Özel Teknik Şartnamelerin gereği olarak bu sayı değiştirilebilir.

---

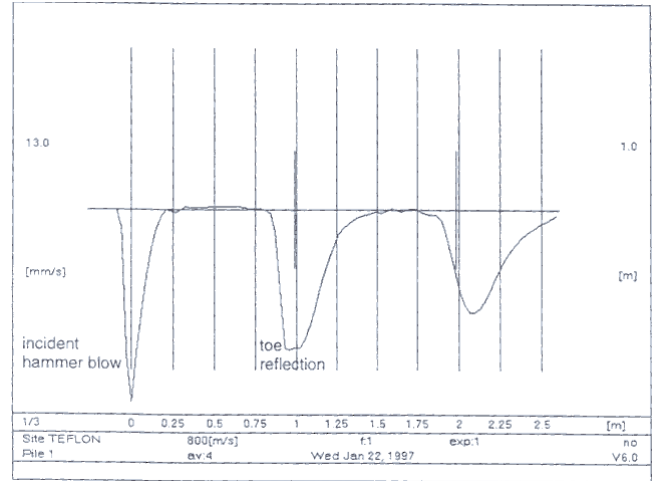
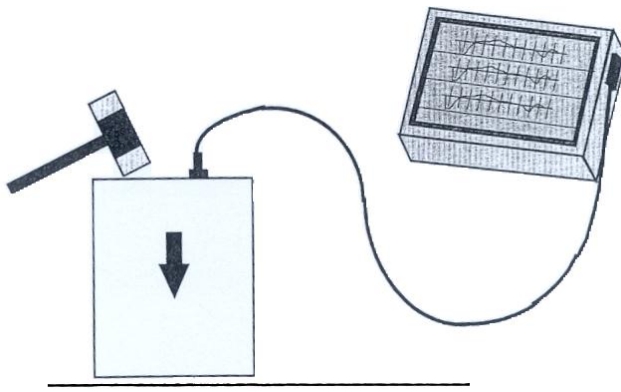
## 19.4 Kazık Bütünlük Deneyi

---

- Ses Bütünlük Testinde, kazık başına küçük bir el çekici ile vurularak, kazık başındaki hareket ivme ölçer ile kayıt edilir. (Darbe etkisi cihazlı çekiç kullanılarak da kayıt edilebilir.)
- Herhangi bir şantiyede kalite güvencesi olarak, ses bütünlük testi (SIT)i kazık içerisinde mevcut hasar veya büyük süreksizlikleri ortaya çıkarmaya yarayan basit bir uygulamadır.
- Ses bütünlük testi, detaylı inceleme gerektiren kazıkları belirler ve özellikle mevcut bütünlük problemlerini ortaya çıkarmada yararlıdır. Ancak, ses bütünlük testi taşıma kapasitesini tahmin etmek için kullanılmayacaktır.
- SIT, karotlu sondaj, kazı araştırması, yükleme testleri gibi zaman alıcı ve masraflı yöntemlerle karşılaştırıldığında çabuk ve ucuz sonuçlar sunar. Kazık cevabı hemen ekranda görüntülenebilir ve yazdırılabilir veya detaylı analizler için hard diskte depolanabilir.

- 1968'den beri tüm dünyada SİT kullanılarak yapılan pek çok deneyde, kazıkta bozukluk ortaya çıkmıştır. Kazıkların üst seviyelerinde tesbit edilen bozukluklardan dolayı, kazıklar daha detaylı inceleme için kazılır veya karotlu sondaj ile numune alınır.

- SIT ile iyi sonuç almak için; kazık başı temiz olmalı, el altında ulaşılabilir yerde olmalı, ses ve hareketli sudan etkilenmeyecek uzaklıkta olacaktır. Yerinde dökme kazıklar, en azından 5 günlük olmalı ve demiri betonu bilinen malzemelerden yapılacaktır. SIT genellikle prekast eklemeli veya kalıcı muhafaza borulu kazıklar için uygun değildir.



- Ses Bütünlük Testi, toplam 10,00 m'den büyük temel altı kazık işlerinde rastgele olarak seçilmek üzere toplam kazık adedinin %5'inde uygulanır. Özellikle sahadaki yer altı su seviyesi, zemin koşulları vs. belirsizliklerin çok olması durumunda ve İdare'nin uygulama projesinde belirtilen sayıda yukarıdaki toplam metraj aranmaksızın uygulanır.

- Özel Teknik Şartnamelerin gereği olarak bu sayı değiştirilebilir

## 19.5 Ankraj

- İdare şantiyede her kademede ve her 100 ankrajda bir olmak üzere uygunluk testi yaparak tasarım yüklerini kontrol eder.

- Kaynaklı zemin çivisi imalatlarında yapılan kaynak işlerini İdare çekme deneyi yaptırarak her 500 çivide bir olmak üzere kontrol eder.

### Kayıtlar

Uygunluk testi kayıtları projenin dosyasında saklanır.

## 19.6 Mini-Mikro Kazık

- Mini & Mikro kazık imalatlarında kullanılan beton veya enjeksiyon karışımının kalite kontrolü amacıyla beher 7 iş günü için 2 grup halinde 3 silindir numune üretilir. Üretilen bu numuneler üzerinde basınç deneyleri uygulanarak malzeme kalite kontrolü yapılmış olur.

### Kayıtlar

- Basınç testi kayıtları projenin dosyasında saklanır.

## 19.7 İmalat Kalite Kontrol Deneyleri Planı

İMALAT	KONU	YÖNTEM	SIKLIK	AÇIKLAMA
Fore Kazık	Kazık Süreklilik	Yapım Yöntemleri	L>10,000m ise, 5/100 adet	
	Kazık Yükleme	Yapım Yöntemleri	L>10,000m ise 1 adet	
Jet Enjeksiyon	Jg Çekme	Yapım Yöntemleri	L>10,000m ise 1 adet	
	Karot Numune	Yapım Yöntemleri	3/1000 ad	İş başlangıcı
Mini Kazık	Kazık Süreklilik	Yapım Yöntemleri	1/100 adet	
	Kazık Yükleme	Yapım Yöntemleri	L>10,000m ise 1 adet	
Ankraj	Germe	Yapım Yöntemleri	1/1 adet	
	Uygunluk	Yapım Yöntemleri	1/100 adet	

