

# İÇİNDEKİLER

<b>SANAT YAPILARI UYGULAMA PROJELERİ YAPIM İŞİ TEKNİK ŞARTNAMESİ . 5</b>	
<b>A GENEL .....</b>	<b>5</b>
<b>B ÖN PROJEYE TABİ SANAT YAPILARI UYGULAMA PROJELERİ.....</b>	<b>6</b>
<b>1 Genel .....</b>	<b>6</b>
<b>2 Regülatör Yapıları .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Genel.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Regülatör Ön Projelerinin Hazırlanmasında Genel Olarak Yapılacak Çalışmalar.....</b>	<b>7</b>
2.2.1 Jeoteknik Etütler .....	7
2.2.2 Hidrolik Bilgilerin Toplanması .....	7
2.2.3 Harita ve Plankote Çalışmaları .....	7
2.2.4 Derivasyon Kanalı ve Batardo Seddeleri .....	8
2.2.5 Hidrolik Hesaplar .....	8
2.2.5.1 Dolu Gövdeli Regülatörler .....	8
2.2.5.2 Kapaklı Regülatörler .....	9
2.2.5.3 Dolu Gövde Üzeri Kapaklı Regülatörler.....	9
2.2.5.4 Tirol Tipi Regülatörler .....	9
2.2.5.5 Lastik Savaklar .....	9
2.2.6 Mamba ve Mansap İstinat Duvarları .....	10
2.2.7 Ön Proje Aşamasında Hazırlanacak Projeler .....	10
<b>2.3 Regülatör Uygulama Projelerinin Hazırlanmasında Genel Olarak Yapılacak Çalışmalar.....</b>	<b>10</b>
<b>3 Pompa İstasyonları .....</b>	<b>12</b>
<b>4 Tüneller.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1 Genel .....</b>	<b>12</b>
4.1.1 Tünel Açma Metotları .....	12
4.1.2 Başlıca Tünel Açma Metotları.....	12
<b>4.2 Tünel Ön Projelerinin Hazırlanmasında Yapılacak Çalışmalar.....</b>	<b>12</b>
4.2.1 Jeoteknik Etütler .....	12
4.2.2 Harita ve Plankote Çalışmaları .....	13
4.2.3 Yaklaşım Tüneli Etütleri.....	14
4.2.4 Hidrolik Hesaplar .....	14
4.2.5 Ön Proje Aşamasında Proje Kriterleri.....	14
4.2.6 Ön Proje Aşamasında Hazırlanacak Projeler .....	14

**4.3 Tünel Uygulama Projelerinin Hazırlanması Aşamasında Genel Olarak Yapılacak Çalışmalar ..... 15**

**C ÖN PROJEYE TABİ OLMAYAN SANAT YAPILARI UYGULAMA PROJELERİ ..... 17**

**1 GENEL..... 17**

**2 İLETİM YAPILARI ..... 17**

**2.1 Genel ..... 17**

**2.2 Sifonlar..... 18**

2.2.1 Güzergâh Seçimi ..... 18

2.2.2 Hidrolik Hesaplar ..... 18

2.2.3 Statik Hesaplar ..... 19

2.2.4 Betonarme Sifonlar ..... 19

2.2.5 İçi Çelik Dışı Betonarme Sifonlar ..... 20

2.2.6 Çelik Sifonlar ..... 20

2.2.7 PE100 (Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru) Sifonlar ..... 21

2.2.8 Yüksek Eğimli Sifonların Stabilitesi..... 21

2.2.9 Sifon Üstünde Teşkil Edilen Dolguların Stabilitesi ..... 22

2.2.10 Sifonlarda Tahliye ve Temizleme (Muayene ) Bacaları ..... 22

2.2.11 Sifon Uygulama Projesi Çizimleri ..... 22

**2.3 Galeriler ..... 23**

2.3.1 Kazı Projelerinin Hazırlanması ..... 23

2.3.2 Statik ve Betonarme Hesap Esasları ..... 24

2.3.3 Galeri Uygulama Projesi Çizimleri ..... 24

**2.4 Akedükler..... 25**

**2.5 Tüneller ..... 25**

**3 SU ALMA YAPILARI (PRİZLER) ..... 25**

**3.1 Regülatör Tipi Prizler ..... 26**

**3.2 Sabit Debiye Ayarlı Prizler (SADAP) ..... 26**

**3.3 Sabit Yüklü Orifisli Prizler (SYOP) ..... 27**

**3.4 Çiftçi Arkı Prizleri (ÇAP) ..... 27**

**4 KONTROL YAPILARI..... 27**

**5 KANAL KORUMA YAPILARI..... 28**

**5.1 Genel ..... 28**

<b>5.2</b>	<b>Tahliye Yapıları.....</b>	<b>29</b>
5.2.1	Genel.....	29
5.2.2	Memba Kontrollü Klasik Kanal Sistemlerinde Projelendirme .....	29
5.2.3	Regülasyonlu Kanal Sistemlerinde Projelendirme .....	30
<b>5.3</b>	<b>Sel Geçitleri .....</b>	<b>32</b>
5.3.1	Genel.....	32
5.3.2	Alt Sel Geçitleri (ASG).....	33
5.3.3	Üst Sel Geçitleri (ÜSG).....	34
<b>5.4</b>	<b>Yamaç Suyu Alma Tesisleri (YSAT).....</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>DÜŞÜ VE ŞÜT YAPILARI .....</b>	<b>36</b>
<b>7</b>	<b>ENERJİ KIRICI TESİSLER.....</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>AYRIM PRİZLERİ .....</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>YOL GEÇİŞ YAPILARI.....</b>	<b>38</b>
<b>10</b>	<b>KAVŞUT YAPILARI.....</b>	<b>45</b>
<b>11</b>	<b>GEÇİŞ (RAKORTMAN) YAPILARI .....</b>	<b>45</b>
<b>12</b>	<b>BORULU ŞEBEKE SANAT YAPILARI.....</b>	<b>46</b>
<b>13</b>	<b>KANALETLİ SULAMA ŞEBEKELERİNDE SANAT YAPILARI .....</b>	<b>46</b>
<b>14</b>	<b>PREFABRİK SANAT YAPILARI .....</b>	<b>47</b>
<b>15</b>	<b>İSTİNAT DUVARLARI .....</b>	<b>48</b>
<b>16</b>	<b>DUVARLI KANALLAR .....</b>	<b>50</b>
<b>17</b>	<b>YATAY SONDAJ UYGULAMALARI .....</b>	<b>52</b>
<b>18</b>	<b>SOSYAL TESİSLER.....</b>	<b>54</b>
<b>18.1</b>	<b>Tesis Yerinde Plankote Çalışmaları ve Jeoteknik Etütler .....</b>	<b>54</b>
<b>18.2</b>	<b>Mimari Uygulama Projeleri .....</b>	<b>54</b>
<b>18.3</b>	<b>Statik ve Betonarme Hesaplar .....</b>	<b>54</b>
18.3.1	Statik ve Betonarme Hesaplara Esas Bina ve Deprem Bilgileri .....	55
18.3.2	Statik ve Betonarme Hesapların Bilgisayar Ortamında Yapılması.....	55
18.3.3	Statik Hesaplarda İşlem Sırası .....	55

<b>18.4</b>	<b>Yapı Elemanlarının Boyutlandırılması .....</b>	<b>56</b>
<b>18.5</b>	<b>Kalıp ve Donatı Çizimleri .....</b>	<b>56</b>
18.5.1	Kalıp Planlarının Çizim Kriterleri .....	56
18.5.2	Donatı Planlarının ve Açılımlarının Çizim Kriterleri .....	57
<b>19</b>	<b>KIYI KORUMA YAPILARI .....</b>	<b>58</b>
<b>D</b>	<b>ÖN PROJEYE TABİ OLAN VE OLMAYAN SANAT YAPILARINDA TEMEL TİPLERİ VE TEMEL KAZILARI UYGULAMA PROJELERİ.....</b>	<b>59</b>
<b>1</b>	<b>TEMEL TİPLERİ .....</b>	<b>59</b>
<b>2</b>	<b>TEMEL KAZILARINDA ZEMİN İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ .....</b>	<b>59</b>
<b>3</b>	<b>TEMEL KAZILARINDA İKSA TEDBİRLERİ .....</b>	<b>59</b>
<b>4</b>	<b>TEMEL KAZILARINDA SIRDIRMAZLIK TEDBİRLERİ .....</b>	<b>60</b>

# SANAT YAPILARI UYGULAMA PROJELERİ YAPIM İŞİ TEKNİK ŞARTNAMESİ

## A GENEL

Bu şartname, sanat yapıları uygulama projelerinin hazırlanmasında Mühendis'in genel olarak uyması gerekli görülen temel prensiplerini içerir.

Sanat yapıları uygulama projeleri; mer'î mevzuattaki ilgili kanun, plan, yönetmelik vb. ile Türk Standartları, çevre şartları, sağlık kuralları, teknik şartnameler ve yapı yerine ait jeoteknik etüt raporlarının da dikkate alınması ile hidrolik, stabilite, statik - betonarme vb. gerekli her türlü hesap ve tahkik yapılmak suretiyle, fen ve sanat kaidelerine uygun olarak hazırlanacaktır.

Şartnamede yer alacak sanat yapıları genel olarak, klasik sulama ve drenaj kanalları üzerinde iletim görevini yapan, sulamanın ölçülü ve kontrollü yapılmasını sağlayan, kanallar üzerinden ve altından geçişleri temin eden, düşük kotlardan alınan suyun yüksek kotlara terfisini gerçekleştiren, yüksek kotlardaki suyu alçak kotlara uygun hidrolik şartlarda indiren, kanallarda suyu depolayan ve kontrol eden, kanalları her türlü kontrollü ve kontrolsüz suların koruyan yapılardır.

Mühendis projelere ait hesap raporunu sayısal ortamda ve basılı olarak düzenleyip proje eki olarak İdareye sunacaktır. Projelendirme için yaptığı hesaplarda kullandığı her türlü bilgisayar yazılımının adını, müellifini ve versiyonunu hesap raporunda açık olarak belirtecektir. Yazılımda hesaplama için kullandığı tüm veriler ile hesaplara ait çözüm sonuçlarının hesap raporunda açık ve anlaşılır biçimde yer almasını sağlayacaktır. Yazılımda kullandığı verilere ait kaynakları (etüt raporları, şartname, malzeme verileri vb) ve seçim kriterlerini gerekçeleri ile referans göstererek hesap raporunda belirtilecektir. İdarece ihtiyaç duyulması halinde Mühendis yaptığı hesaplar ve kullandığı yazılımla ilgili her türlü açıklayıcı bilgiyi yazılı olarak idareye sunacaktır. İdarece yeterli ve uygun bulunmayan veya inceleme ve kontrol sağlanamayan yazılımlar ile yapılmış hesapların tespit edilmesi halinde Mühendis İdarece uygun görülecek yöntem ve/veya yazılım ile projelere ait hesapları yeniden yaparak İdareye teslim edecektir.

Sanat yapısı uygulama projeleri, projelendirmeyi esas genel kriterler ve yapısal özellikler açısından iki ana grupta toplanacaktır.

A) Ön Projeye Tabi Sanat Yapıları Uygulama Projeleri:  
Regülatör yapıları, pompa istasyonları ve tüneller

B) Ön Projeye Tabi Olmayan Sanat Yapıları Uygulama Projeleri  
İletim yapıları, su alma yapıları, debi ölçüm tesisleri, kontrol yapıları, kanal koruma yapıları, düşü yapıları, enerji kırıcı tesisler, ayırım yapıları, yol geçiş yapıları, kavşut yapıları, geçiş yapıları, kanaetli şebeke sanat yapıları, prefabrik yapılar, istinat duvarları, duvarlı kanallar, yatay sondaj uygulamaları, sosyal tesisler ve kıyı koruma yapıları.

## **B ÖN PROJEYE TABİ SANAT YAPILARI UYGULAMA PROJELERİ**

### **1 Genel**

Mühendis, regülatör yapıları, pompa istasyonları ve tüneller için ön proje hazırlayacaktır. İdare ile birlikte regülatörler için aks yeri, pompa istasyonları için yerleşim yeri, tüneller için ise, güzergâh seçimini yapacak ve yapı tipine karar verecektir. Daha sonra bir ön proje tanzim edecektir. Ön proje aşamasında hazırlayacağı regülatör ve pompa istasyonu projelerini, her türlü hidrolojik ve hidrolik hesaplara dayalı olarak, tünel projelerini ise, hidrolik hesaplara göre yapacaktır. Mühendis bu çalışmaları yaparken Planlama Raporunu, Kesin Projesini (var ise), ÇED Raporunu, Jeoteknik Etüt Raporunu ve Model Deneyi Raporunu (var ise) dikkate alacaktır. Mühendis yapı yerinde alacağı plankoteyi İdare'ye onaylattıktan sonra yapıyı, "Memleket Koordinat Sisteminde" plankote üzerine yerleştirecektir. Gerekli görülmesi halinde alternatif çözüm önerilerini; teknik yapılabirlik, fonksiyon, emniyet, ekonomik ve ekolojik şartlar altında inceleyecektir. Ayrıca, ön proje aşamasında, yapı ve yapı yeri ile ilgili olarak yapmış olduğu tasarımları, elde ettiği bilgileri, projelendirme kriterlerini, alternatif çalışmaları, işin öncesini (var ise) değerlendirdiğini ve uygun çözümü seçtiğini gösteren detaylı bir gerekçe raporunu, hazırlayacağı ön projesi ile birlikte İdareye verecektir. Mühendis, ön projenin İdare tarafından onaylanmasından sonra uygulama projelerini hazırlayacaktır. Ancak, uygulama projelerinin hazırlanması aşamasında, Mühendis, bu yapıların ön projelerinde, İdare tarafından yapılan önerileri ve düzeltmeleri göz önünde bulundurarak "Sanat Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İş Genel Teknik Şartnamesi"nde belirtilen proje kriterlerine göre stabilite, statik ve betonarme hesaplarını ve bu hesaplara dayalı çizimleri yapacaktır.

"Ön Projeye Tabi Sanat Yapıları Uygulama Projeleri" kapsamına giren sanat yapılarında Madde 1.1.7'deki istisnai hükümler hariç "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)" gereğince Mühendis, bütün deprem bölgelerinde betonarme elemanların depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında ve donatı hesaplarında "TS 500"de verilen "Taşıma Gücü Yöntemi" ni ve İdarenin gerekli görmesi halinde "Emniyet Gerilmeleri Yöntemi" ni kullanacaktır.

### **2 Regülatör Yapıları**

#### **2.1 Genel**

Mühendis, regülatör yapısının uygulama projelerini hazırlamadan önce bir ön proje tanzim edecektir. Ön proje çalışmalarına başlayabilmesi için gerekli ön etütleri yapacak ve İdare ile birlikte mahallinde regülatör aks yerini ve su alma yapısı yerini seçecektir. Regülatör yapısı tipinin belirlenmesinde ise, akarsuyun doğal eğimini, kurp etkisini, çevre tarım arazilerinin ve mevcut tesislerin durumunu, sürüklenen malzemenin cinsini ve büyüklüğünü, aks yerinde temel zeminin taşıma gücünü, yatak genişliğini, su kalitesini, çevrede doğal dengenin korunmasını, iklim özelliklerini, deprem tasarım sınıfını, işletme şartlarını, çevre ile uyumunu ve maliyetini göz önünde bulunduracaktır.

Mühendis, balık geçidi ve balık göçü yapısı uygulama projelerini, "Balık geçitleri ve balık göçü yapıları – Tasarım, boyutlandırma ve izleme" rehberinde verilen kriterlere uyarak hazırlayacaktır.

DSİ uygulamalarında yaygın olarak kullanılan başlıca regülatör tipleri;

- a)Dolu Gövdeli Regülatörler
- b)Kapaklı Regülatörler
- c)Dolu Gövde Üzeri Kapaklı Regülatörler
- d)Tirol Tipi Regülatörler
- e)Lastik Savaklı Regülatörler

## **2.2 Regülatör Ön Projelerinin Hazırlanmasında Genel Olarak Yapılacak Çalışmalar**

### **2.2.1 Jeoteknik Etütler**

Mühendis, regülatör aks yeri mahallinde belirlendikten sonra İdarenin uygun görüşünü alarak yapının yapılacağı alanda Jeoteknik Etüt Şartnamesi'ne göre yeteri kadar temel araştırma sondaj kuyusu ile ihtiyaç duyulması durumunda jeofizik çalışma lokasyonları belirleyecek ve bu çalışmalardan sonra Jeoteknik Etüt Raporu hazırlayacaktır. Rapor içeriğinde zeminin taşıma gücünü, permeabilite katsayısını, Lane katsayısını, içsel sürtünme açısını, kohezyon değerini, doğal birim hacim ağırlığını ve İdarenin isteyeceği diğer zemin parametrelerini belirleyecektir. Zemin etütlerini bütün detaylarıyla birlikte hazırladıktan sonra tanzim edilecek rapor için ilgili Bölge Müdürlüğü'nün uygun görüşünü alacak ve İdarenin onayına sunacaktır. Jeoteknik Etüt Raporunun onayından sonra zemin şartlarını değerlendirerek temel tipine ve gerekiyorsa temel zemininde alınacak önlemlere (temel zeminin iyileştirme yöntemlerine, kazı sevi stabilitesi için iksa tedbirlerine vb.), yapacağı alternatif çalışmalarına ait maliyet mukayesesi hesapları sonucunda karar verecektir.

### **2.2.2 Hidrolik Bilgilerin Toplanması**

İdare yapının yapılacağı akarsuyun  $Q_{2.33}$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{25}$ ,  $Q_{50}$ , ve  $Q_{100}$  yıllık frekanslı taşkın debilerini, varsa ölçüm istasyonu verilerinden yoksa ilgili Bölge Müdürlüğü'nden ve Proje ve İnşaat Dairesi Başkanlığı kanalıyla ilgili dairesinden temin edecektir. Bu debiler için doğal akarsu yatağından (akarsuyun ıslahı söz konusu ise, ıslah edilmiş akarsu yatağından), 8 adedi regülatör aksı membasından, 1 adedi regülatör aksından, diğerleri ise, mansaptan olmak üzere 20-40 m ara ile akarsuyun en az 35 adet doğal en kesitini alacaktır. Ayrıca aks kesiti mansabında (su hattı hesabı yapılacak kesimde) akarsu yatağı üzerinde yer alan mevcut sanat yapılarının (köprü, menfez vb.) röleve çalışmalarına kullanarak su hattı hesaplarını HEC-RAS programı ile yapacaktır. Akarsu yatağı pürüzlülük katsayısını DSİ kriterlerine ve ilgili literatüre göre hesaplayacaktır. Gerekiyorsa, sürüntü ve konsantre malzeme miktarını ve cinsini belirleyecektir. Regülatörün membasında oluşacak rezervuar suları altında kalacak araziler ile çevre tarım arazilerin konumlarını da "Hacim – Satış Grafiği"ni çizerek gösterecektir.

### **2.2.3 Harita ve Plankote Çalışmaları**

Mühendis, yapının yapılacağı yerde yapı çevresini de kapsayacak şekilde 1/500 ölçekli plankote alımını yapacaktır. İdare'nin gerekli görmesi halinde ise, regülatör aksının 500 m membasını ve 500 m mansabını içine alacak şekilde daha küçük ölçekli (1/1000 vb.) plankote alımını da gerçekleştirecektir. Mühendis plankote çalışmalarını tamamladıktan sonra yapıyı plankote üzerine yerleştirerek, genel yerleşim planını oluşturacak ve üzerinde yaklaşım yollarını, derivasyon kanalı ile memba ve mansap batardo seddelerini gösterecektir.

Her türlü harita çalışması “DSİ Harita ve Harita Bilgileri Üretimi Genel Teknik Şartnamesi” hükümlerine uygun olarak yapılacaktır.

#### **2.2.4 Derivasyon Kanalı ve Batardo Seddeleri**

Derivasyon kanalı ile memba ve mansap batardoları yapının kuruda inşasını sağlamak için gerekli olan geçici yapılar olacağından, Mühendis, derivasyon kanalının debisini, yapının büyüklüğünü ve inşaat süresini göz önünde bulundurarak seçecektir. Memba ve mansap batardo seddelerine rağmen, regülatör kazı çukuruna gelebilecek ve bu suyun pompa ile tahliyesinin mümkün olup olmayacağını araştıracaktır. Sonucun ekonomik bulunmaması durumunda, alınması gerekli görülen ilave önlemleri (temel kazı çukuru çevresinde ve tabanında alınacak sızdırmazlık tedbirleri) alternatifli olarak maliyet mukayesesi hesapları ile birlikte bir rapor halinde İdare’ye sunacaktır.

#### **2.2.5 Hidrolik Hesaplar**

Mühendis, aşağıda adları verilen çeşitli tipteki regülatörlerden uygun regülatör tipini, dere yatağının fiziki durumunu, aks yerinin jeolojik yapısını, çevre tarım arazilerinin ve yerleşim alanlarının konumlarını, proje sahasının deprem tasarım sınıfını, yatakta taşkın sırasında sürüklenen her türlü rüsubatın kimyasal ve fiziksel özelliklerini, Planlama Raporunu, ÇED Raporunu ve ilgili diğer proje kriterlerini göz önünde bulundurarak seçecek ve boyutları belirlemek üzere gerekli hidrolik hesapları yapacaktır. Gövde (kret) hesaplarında  $Q_{2.33}$ ,  $Q_5$ ,  $Q_{10}$ ,  $Q_{25}$ ,  $Q_{50}$ , ve  $Q_{100}$ , e kadar frekanslı taşkın debilerini kullanacaktır. Su alma yapısının (priz) yerini akarsuyun iç kurbuna gelmeyecek şekilde belirleyecektir. Prizleri, plan profilleri onaylanmış kanalların başlangıç su kotu ve kapasitelerine göre boyutlandıracaktır.

##### **2.2.5.1 Dolu Gövdeli Regülatörler**

Mühendis, yayvan olmayan vadilerdeki dar ve derin akarsu yataklarında, çok fazla yüzen malzeme (ağaç kökü, kütük, çalı-çırpı gibi) taşıyan akarsularda, akarsuyun minimum ve maksimum debileri arasındaki farkın küçük olması durumunda, keskin ve aşındırıcı sürüntü malzemesi taşımayan akarsularda ve işletme personeli istihdam edilemeyen hallerde dolu gövdeli regülatörleri projelendirecektir.

Bu tip regülatörlerde, dolu gövde uzunluğunu ve yüksekliğinin, çakıl geçidi sayısını, göz adedini, kapak tipini ve boyutlarını, enerji kırıcı tipini (Tip-I. Tip-II. Tip-III havuz veya yuvarlatılmış etek tipinde) ve boyutlarını, su alma yapısı (priz) sayısını, göz adedini, kapak tipini ve boyutlarını, su alma yapısına ait çökeltim havuzu boyutlarını, balık geçidi boyutlarını, çakıl geçidini, gido duvarı boyutlarını ve su alma yapısı kapaklarına ait işletme platformları ile memba ve mansap duvarları üst kotlarını yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda belirleyecektir.

Ayrıca akarsu yatağının fiziki durumunu ve regülatörün işletme şartlarını düşünerek  $Q_{100}$  yıllık frekanslı taşkın debisinin tamamının dolu gövde üzerinden mansaba savaklanması için gerekli hidrolik hesapları yapacaktır. Bazı özel hallerde (seçilen aks yerinde yatak genişliğinin dar olması, seçilen regülatör tipinin “Dolu Gövde Üzeri Kapaklı Regülatör” olması, akarsuyun 100 yıllık frekanslı taşkın debisinin  $Q_{100} > 500 \text{ m}^3/\text{s}$  olması vb.)  $Q_{100}$  yıllık frekanslı taşkın debisinin bir kısmının çakıl geçitlerinden deşarjını, geriye kalan kısmının ise dolu gövde üzerinden mansaba savaklanmasını hesapla gösterecektir.



### **2.2.5.2 Kapaklı Regülatörler**

Mühendis geniş ve yayvan olan akarsu yataklarında, yatakta taşınan sürüntü maddesi miktarı fazla olduğunda ve ihtiyaç dışı fazla suların aks membasında kabarma oluşturmadan sürüntü maddeleri ile birlikte mansaba aktarılmasında kapaklı regülatörleri tercih edecektir.

Bu tip regülatörlerde; kapak tipini (düz veya radyal) sayısını ve orta aralıklarını, çakıl geçidi sayısını ve orta ayak aralıklarını, çakıl geçidi sayısını, göz adedini, kapak tipini ve boyutlarını, enerji kırıcı havuz tipini (Tip-I, Tip-II, Tip-III tipinde) ve boyutlarını, su alma yapısı (priz) sayısını, göz adedini, kapak tipini ve boyutlarını, su alma yapısına ait çökeltim havuzu boyutlarını, regülatör çakıl geçidi ve su alma yapısı kapaklarına ait işletme platformları ile memba ve mansap duvarları üst kotlarını yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda belirleyecektir.

### **2.2.5.3 Dolu Gövde Üzeri Kapaklı Regülatörler**

Mühendis, aks membasında kalan düşük kotlardaki tarım arazilerini taşkınlardan koruyabilmek veya membada bir hidroelektrik enerji santralının yer alması halinde kuyruk suyu kotunu muhafaza edebilmek maksadıyla yarı hareketli kabartma yapılarını (dolu gövde üzeri kapaklı regülatör) tercih edecektir. Bu durumda dolu gövde yüksekliğini, asgari ihtiyaca cevap verebilecek şekilde belirleyecektir. Kret kotu üzerindeki suların regülasyonunu ise yeterli sayıda ve boyutlarda projelendireceği kapaklarla sağlayacaktır.

Bu tip regülatörlerde, dolu gövde uzunluğunu, yüksekliğini ve üzerinde yer alacak kapakların tipini ve sayısını, orta ayak aralıklarını, çakıl geçidi sayısını, göz adedini, kapak tipini ve boyutlarını, enerji kırıcı tipini (Tip-I, Tip-II, Tip-III havuz veya yuvarlatılmış etek tipinde) ve boyutlarını, su alma yapısı (priz) sayısını, göz adedini, kapak tipini ve boyutlarını, su alma yapısına ait çökeltim havuzu boyutlarını, balık geçidi boyutlarını, regülatör çakıl geçidi ve su alma yapısı kapaklarına ait işletme platformları ile regülatör memba ve mansap duvarları üst kotlarını yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda belirleyecektir.

### **2.2.5.4 Tirol Tipi Regülatörler**

Mühendis, kış aylarında büyük taşkın sularına maruz kalan ve yaz aylarında ise debileri bir hayli azalan ve hatta kuruyan yüksek eğimli ( $j \geq 0.05$  m/m) vahşi derelerde, dağ akarsularında, erozyonun çok olduğu ve iri daneli sediment taşıyan derelerde ve regülatör yüksekliğinin azaldığı dere kesimlerinde tirol tipi regülatörleri tercih edecektir.

Bu tip regülatörlerde, kret uzunluğunu, ızgara tipini ve boyutlarını, toplama kanalı boyutlarını, enerji kırıcı havuz, çakıl geçidi ve yıkama kanalı boyutlarını, priz yapısı, çökeltim havuzu ve dip tahliyesi ile emniyet yan savağı boyutlarını, memba ve mansap duvarları üst kotlarını yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda belirleyecektir.

### **2.2.5.5 Lastik Savaklar**

Mühendis, geniş ve yayvan akarsu yataklarında, büyük taşkın debilerine maruz kalan akarsuların üzerinde, minimum ve maksimum debiler arasındaki farkın büyük olduğu hallerde, yoğun rüsup ve sürüntü malzemesi taşıyan akarsularda, akarsuların denize

döküldüğü yerlerde yatakların doğal şartlarını koruyacak manüel ve/veya otomatik işletme imkanı sağlayabilen lastik savaklı regülatörleri tercih edebilecektir.

Bu tip regülatörlerde; lastik savak kret açıklığını, yüksekliğini ve orta ayak sayısını, ankraj sistemini (tek veya çift ankrajlı) çakıl geçidi sayısını, göz adedini, enerji kırıcı havuz boyutlarını, priz yapısı ile çökeltim havuzu boyutlarını, balık geçidi boyutlarını, kontrol odasının, orta ayakların memba ve mansap duvarlarının üst kotlarını yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda belirleyecektir.

## **2.2.6 Memba ve Mansap İstinat Duvarları**

Mühendis; hidrolik, statik ve dinamik yükler altında yapacağı stabilite (kayma, devrilme, yüzme vb.) tahkiklerine dayalı olarak hazırlayacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda ekonomik duvar tipini (beton ağırlık duvarı, betonarme konsol duvar vb.) seçecektir.

## **2.2.7 Ön Proje Aşamasında Hazırlanacak Projeler**

Mühendis, “DSİ Harita ve Harita Bilgileri Üretimi Genel Teknik Şartnamesi” hükümlerine uygun olarak yapmış olduğu plankote çalışmalarına, hidrolojik ve hidrolik hesaplara dayalı olarak aşağıda verilen çizimleri, ön proje kapsamında onaya sunacaktır.

1. Regülatörün Türkiye Haritasındaki yeri (1/3 000 000)
2. Regülatör yeri plankotesi (1/500, 1/200 )
3. Regülatör yeri genel vaziyet planı (1/1000, 1/500)
4. Genel vaziyet planında regülatör aks yeri, regülatör göl sahası ve akarsu doğal en kesit yerleri (1/1000,1/500)
5. Akarsu doğal en kesitleri (1/100)
6. HEC-RAS su yüzü profili grafiği
7. Regülatör yerleşim planı (1/500,1/200)
8. Regülatör boy ve en kesitleri (1/100,1/50)
9. Priz yapısı boy ve en kesitleri (1/50)
10. Derivasyon kanalı ve batardo seddeleri plan ve profili (1/500,1/200,1/100)
11. Batardo seddeleri en kesitleri (1/20)
12. Regülatör yaklaşım yolları plan ve profili (1/500,1/100)

## **2.3 Regülatör Uygulama Projelerinin Hazırlanmasında Genel Olarak Yapılacak Çalışmalar**

Mühendis, ön projenin onaylanmasından sonra, İdare'nin yapmış olduğu düzeltmeleri ve önerileri dikkate alarak uygulama projelerini hazırlayacaktır. Uygulama projelerinin hazırlanması sırasında, ön projede belirlenen hususları esas alarak stabilite, statik ve betonarme hesaplarını yapacaktır. Bu hesap sonuçlarına dayalı aşağıdaki uygulama projelerini İdare'nin onayına sunacaktır. Ayrıca ön proje aşamasında hazırlanıp aşağıda yer almayan projeleri de uygulama projesi aşamasında tekrar İdare'nin onayına sunacaktır.

- 1 Regülatör genel yerleşim planı (1/500, 1/200)
- 2 Dolu gövde (var ise), çakıl geçidi, düşü havuzu, servis köprüsü, işletme platformu, memba blanketi ve mansap anroşmanı genel vaziyet planı (bu planda derzler gösterilecektir.) (1/100,1/50)
- 3 Su alma yapısı (priz), çökeltim havuzu ve yıkama kanalı genel vaziyet planı (1/100,1/50)
- 4 Balık geçidi planı (var ise) (1/100,1/50)
- 5 Dolu gövde (var ise) ve düşü havuzun en kesiti (1/100,1/50)
- 6 Çakıl geçidi boy kesiti (1/100,1/50)
- 7 Su alma yapısı (priz) ve çökeltim havuzu boy kesiti (1/100,1/50)
- 8 Su alma yapısı (priz) girişi, çökeltim havuzu ve rakortman yapısı en kesitleri (1/100,1/50)
- 9 Çakıl geçidi en kesitleri (1/100,1/50)
- 10 Su alma yapısı (priz) ve çakıl geçidi kenar ve orta ayak detayları (1/50,1/20)
- 11 Gido duvarı en kesiti (1/50)
- 12 Çakıl geçidi kapak ve kalas yuvaları detayları (1/20)
- 13 Çakıl geçidi dalgıç perde betonarme detayları (1/20)
- 14 Su alma yapısı (priz) kapak ve kalas yuvaları detayları (1/20)
- 15 Su alma yapısı planı, kesiti ve betonarme detayları (1/20)
- 16 Servis köprüsü planı, kesiti ve betonarme detayları (1/20)
- 17 Köprü orta ayakları planı, kesiti ve betonarme detayları (1/20)
- 18 Köprü mesnetleri, genleşme ve inşaat derzleri detayları (1/20)
- 19 Köprü korkuluk ve garguy detayları (1/20)
- 20 Su alma yapısı (priz) işletme platformu planı, kesiti ve betonarme detayları (1/20)
- 21 Su alma yapısı (priz) yıkama kanalı en kesiti (1/20)
- 22 Filtre detayı (var ise) (1/20)
- 23 Sızdırmazlık contası detayı (1/1,1/2)
- 24 Balık geçidi en ve boy kesitleri (1/20)
- 25 Memba ve mansap yaklaşım duvarları, düşü havuzu duvarları ile priz çökeltim havuzu duvarları en kesitleri (1/20)
- 26 Sağ ve sol sahil memba ve mansap yaklaşım seddeleri plan ve profili (1/500,1/100)
- 27 Yaklaşım seddeleri en kesitleri (1/20)
- 28 Kıyı tahkimatları detayları (var ise ) (1/20)
- 29 Çakıl geçidi, su alma yapısı ve yıkama kanalı kapakları ile kapak kaldırma tertibatı metal aksamları ve ilgili elektromekanik teçhizat detayları (1/20,1/10,1/5)
- 30 Temel kazı planı ve kesitleri (1/500,1/200,1/100)
- 31 İdarece gerekli görülen diğer imalatlara ait nokta detayları (1/20,1/10,1/5,1/2,1/1)

Ayrıca betonarme elemanlarda donatının kesite yerleşimini ve açılımını gösterecek ve donatı metraj tablolarını düzenleyecektir. Mühendis, yukarıda belirtildiği şekilde hazırlayacağı regülatör uygulama projelerini, teknik rapor, hesaplar (hidrolik, stabilite, statik ve betonarme) ve “İşletme ve Bakım Talimatı” ile birlikte İdare’nin onayına sunacaktır.

Mühendis, regülatör uygulama projelerinin hazırlanmasında “Regülatör Uygulama Projeleri Özel Teknik Şartnamesi”ne (var ise ) ve şartnamede belirtilen proje kriterlerine uymakla yükümlüdür.

Uygulama projelerinin onayından sonra Mühendis, işin metrajını çıkartarak, ihaleye esas dokümanlarını ve inşaaata esas “Özel Teknik Şartname”sini hazırlayacaktır.

---

### **3 Pompa İstasyonları**

---

Mühendis; pompa istasyonlarını projelendirirken “Pompa İstasyonu Proje Yapımı Teknik Şartnamesi”nden faydalanacaktır.

---

### **4 Tüneller**

---

#### **4.1 Genel**

Mühendis, tünel uygulama projelerini hazırlamadan önce, bir ön proje tanzim edecektir. Tünel güzergâhını İdare ile birlikte seçecektir. Güzergâhın belirlenmesinden sonra ön proje için aşağıda belirtilen çalışmalar yapılacaktır.

Mühendis, tünel açma metoduna, tünelde jeoteknik etütler yapılmadan ve tünel ön projesi tasdike sunulmadan önce aplikasyona müstenit genel vaziyet planlarının tasdikini müteakip İdare’nin onayını alarak karar verecektir.

#### **4.1.1 Tünel Açma Metotları**

Mühendis, tünelin uzunluğu, jeolojik yapısı, yaklaşım imkânları gibi hususları değerlendirerek ekonomik tünel açma yöntemini, gerekli teknik ve ekonomik mukayese hesaplarını yaparak İdare’nin onayına sunacaktır. Tünel açma yöntemine İdare ile birlikte karar verecektir. Tünel açma yöntemini, aşağıda belirtilen metotlar arasından seçebileceği gibi, konu ile ilgili olarak yapacağı araştırmalar sonucunda ortaya koyacağı yeni bir teknolojik gelişmeyi de İdare’nin onayına sunabilecektir.

#### **4.1.2 Başlıca Tünel Açma Metotları**

- a) Klasik tünel açma yöntemi (del-patlat)
- b) Tünel kazma makinesi (Roadheader)
- c) Tünel delme makinesi (TBM)
- d) Boru çakma yöntemi (Pipe-Jacking)
- e) Yeni Avusturya metodu (NATM)

#### **4.2 Tünel Ön Projelerinin Hazırlanmasında Yapılacak Çalışmalar**

##### **4.2.1 Jeoteknik Etütler**

Mühendis, Planlama Raporu’nu inceleyerek mevcut jeolojik bilgilerin, tünelin projelendirilmesinde yeterli olup olmayacağına İdare ile birlikte karar verecektir. Mevcut jeoteknik etütlerin yeterli bulunmaması halinde, belirlenen tünel güzergâhı boyunca tünel tabanının altına incek şekilde yeterli sayıda ilave sondaj çalışması yapacaktır. Tünel güzergâhında yapılacak bütün bu jeoteknik etütler sonucunda elde edilecek teknik bilgilere

dayalı “Uygulama Aşaması Jeoteknik Etüt Raporu”nu hazırlayacaktır. Mühendis tarafından hazırlanacak bu rapor, aşağıda belirtilen konuları kapsayacaktır.

- a) Tünel inşaatı sırasında karşılaşılabilecek muhtemel zemin sınıfları ile bu zemin sınıflarının tünel güzergâhındaki yaklaşık uzunlukları
- b) Zemin sınıflarına ait doğal birim hacim ağırlığı ( $\gamma_z$ ), doygun birim hacim ağırlığı ( $\gamma_d$ ), içsel sürtünme açısı ( $\phi$ ), kohezyon ( $c$ ) değerleri, zemin emniyet gerilmesi, zemin taşıma gücü değerleri
- c) Deprem tasarımı sınıfı (DTS), zemin yatak katsayıları, yay katsayıları ( $k$ ), tasarım spektral ivme katsayısı ( $g$ ) ve yerel zemin sınıfları
- d) Terzaghi, RMR, RQD ve  $Q$  değerleri, Poisson oranı ( $\nu$ ), Elastisite Modülü ( $E$ ), Tünel güzergâhının fay hattına olan mesafesi, Deprem büyüklüğü ( $M_w$ ), (Sismik Risk Analiz Raporu’ndan), Maksimum Yatay yer ivmesi (PGA) ( $g$ ), (Sismik Risk Analiz Raporu’ndan)
- e) Karşılaşılabilecek zemin sınıflarını geçerken alınacak destekleme tedbirleri (kaya bulunu, hasır çelik, şatkrit, çelik iksa, süren vb.). Şaft ve denge bacası (var ise) düşey yönde teşkil edilen bu tür yüksek yapılar için de zemin destekleme yöntemlerinin belirlenmesi,
- f) TBM’in ilerlemesi sırasında zemin durumunu önceden incelemek için ön delgi gerekliliğinin belirlenmesi,
- g) Şev eğimleri, yükseklikleri ve palye genişlikleri (şev stabilitesi sonucunda şev desteklemeli ve desteklemesiz durum için ayrı ayrı verilmelidir)
- h) Karşılaşılabilecek zemin sınıflarını geçerken, yapılacak kazı çalışmalarında bir metre küp tünel kazısı için kullanılacak yaklaşık patlayıcı madde miktarı (dinamit, kapsül, fitil vb.) ile patlama belirlenmesi. Ayrıca tünelin geçeceği güzergâhın özelliğinden veya jeolojik şartlarından dolayı patlama yapılmadan tünel kazısı yapılması gerekiyor ise, bu kazı miktarının ve uzunluğunun belirlenmesi
- i) Tünel inşaatı sırasında karşılaşılabilecek yeraltı suyunun seviyesi, tünelin YAS altında veya YAS üstünde açılacağı, YAS altında açılacak ise karşılaşılabilecek jeolojik, hidrojeolojik problemler (örneğin tünel açımı esnasında karşılaşılabilecek öngörülen su miktarı, vb.)
- j) Tünelin inşaatı sırasında karşılaşılabilecek heyelan sahası, aktif fay hatları ve bu hatları geçerken alınacak önlemler
- k) Tünelde uygulanacak enjeksiyon yöntemlerinin (çeper, kontak, konsolidasyon) belirlenmesi
- l) TBM ile açılması tasarlanan tünellerde, doğalgaz rezerv sahasının tünele etkisinin olabileceği mesafede bulunması halinde, işletilmekte olan doğalgaz kuyusu, vb. yerlerin 1/25.000, 1/50.000, vb. ölçekli haritalar üzerindeki konumları işaretlenerek, bu durumun tüneldeki gaz koşullarını etkileyip etkilemeyeceğinin değerlendirilmesi

#### 4.2.2 Harita ve Plankote Çalışmaları

Mühendis, tünel güzergâhının 1/1000 ölçekli şeritvari haritasını “DSİ Harita ve Harita Bilgileri Üretimi Genel Teknik Şartnamesi” hükümlerine uygun olarak çıkaracaktır. Bu harita üzerinde, tünel güzergâhını, sondaj yerlerini, tünel giriş-çıkış portal kazılarını, trafo, fan, manevra ve karşılama cepleri ile tünel ulaşım yollarını, varsa yaklaşım tünellerini çizerek gösterecektir.

### 4.2.3 Yaklaşım Tüneli Etütleri

Mühendis, tünel uzunluğunu, topoğrafik şartları ve işin ekonomisini (tünel uzunluk zammı miktarını) dikkate alarak, tünele bir veya birden fazla yaklaşım tüneli açılıp açılmayacağı konusunda gerekli inceleme ve araştırmaları yapacaktır. Ekonomik ve teknik olarak bir veya birden fazla yaklaşım tüneli açma imkânının bulunması durumunda, idare ile birlikte yaklaşım tüneli açılıp açılmayacağına karar verecektir.

### 4.2.4 Hidrolik Hesaplar

Mühendis, Jeoteknik Etüt Raporunu, yerinde yapacağı arazi çalışmalarını, tünelin debisini, tünelin uzunluğunu, eğimini, su alma şeklini, çalışma şartlarını ve benzeri hususları dikkate alarak, yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda plan profil projelerinde verilen tünelin çapını ve tipini gözden geçirecektir. Ayrıca denge bacası (var ise) için gerekli hidrolik hesapları da yapacaktır.

Baraj ve gölet rezervuarından su alan tünellerin projelendirilmesinde; su kaynağının ölü hacim, minimum ve maksimum su seviyeleri dikkate alınacaktır.

### 4.2.5 Ön Proje Aşamasında Proje Kriterleri

Mühendis, “Uygulama Aşaması Jeoteknik Etüt Raporu”nu, arazi etütlerini ve konu ile ilgili teknik yayınları inceleyerek aşağıda belirtilen proje kriterlerini belirleyecektir.

- Tünel iksa sistemine ve beton kaplamasına ait yük kabullerinin yapılması
- Tünelin havalandırma sistemi için gerekli yöntemin ve donanımın belirlenmesi
- Tünelin YAS altında açılması durumunda veya tünel güzergâhında hapis (rezerv) suların bulunması halinde, tünel içinden bu suların tahliye edilebilmesi için uygulanacak drenaj sisteminin ortaya konulması
- Tünelde karşılaşma yerleri, manevra, fan ve trafo cepleri mesafelerinin, tünelin özelliğine, uzunluğuna, çapına, yaklaşım tünelinin olup olmadığına, tünel çalışmalarında kullanılacak makinelerin (tünel açma makinesi, beton pompası, mikser, yükleyici, kamyon, şatkrit makinesi, vb.) büyüklüğüne ve manevra yapma kabiliyetine ve hızına havalandırma sisteminin gücüne, optimum düzeyde hava sirkülasyonunun sağlanmasına bağlı olarak belirlenmeli
- Tünel inşaatı sırasında karşılaşılabilecek fay hatlarını geçerken düşünülen tedbirlere ait alternatif çalışmalar ve bu çalışmalara ait maliyet hesaplarının yapılması

### 4.2.6 Ön Proje Aşamasında Hazırlanacak Projeler

Mühendis, tünel için yapmış olduğu plankote çalışmalarına, hidrolik hesaplara ve Jeoteknik Etüt Raporuna dayalı aşağıda verilen çizimleri ön proje kapsamında hazırlayacak ve idarenin onayına sunacaktır.

- Tünel genel vaziyet planı (1/1000)
- Tünel giriş ve çıkış genel yerleşim planı (1/1000)
- Tünel boy kesiti (1/1000)
- Tünel tip en kesiti (1/25)
- Tünel jeolojik haritası (1/1000)
- Sondaj logları kesitleri (1/50)
- Tünel giriş ve çıkış ağızlarının kazı planları (1/200,1/100)

- h) Tünel giriş ve çıkış ağızlarının en kesitleri (1/100)
- i) Tünel kazı destekleme sistemleri(1/50)
- j) Tünel giriş ve çıkış ağızları şev ve palyelerinde alınabilecek stabilite tedbirlerinin plan ve kesitleri (var ise) (1/100,1/50)
- k) Tünel ve çıkış portal yapılarının plan ve kesitleri (1/50)
- l) Tünel ulaşım yolu planı, profil ve kesitleri (yatay 1/2000, düşey 1/100)
- m) Yaklaşım tüneli boy kesiti (var ise) ( 1/1000)
- n) Yaklaşım tüneli en kesiti (var ise) ( 1/25)
- o) Tünel su alma yapısı planı ve kesitleri (1/100) (var ise)
- p) Tünel shaft yapısı planı ve kesitleri (1/1000) (var ise)
- q) Tünel shaft destekleme sistemleri (1/50, 1/25, 1/5) (var ise)
- r) Tünel denge bacası planı ve kesitleri (1/100) (var ise)
- s) Tünel denge bacası destekleme sistemleri (1/50, 1/25, 1/5) (var ise)
- t) Tünel giriş-çıkış menhol projeleri (basınçlı tünellerde) (var ise) (1/50, 1/25)

### 4.3 Tünel Uygulama Projelerinin Hazırlanması Aşamasında Genel Olarak Yapılacak Çalışmalar

Mühendis, ön projenin onaylanmasından sonra İdare'nin yapmış olduğu düzeltmeleri ve önerileri dikkate alarak uygulama projelerini hazırlayacaktır. Uygulama projelerinin hazırlanması sırasında ön projede belirlenen hususları esas alarak statik ve betonarme hesapları yapacaktır. Minimum beton et kalınlığını TBM tünelde  $t=0,25$  m, klasik tünelde  $t=0,30$  m alacak ve kesite çift donatı koyacaktır. Statik ve betonarme hesap sonuçlarına dayalı aşağıdaki uygulama projelerini hazırlayacak ve İdare'nin onayına sunacaktır. Ayrıca ön proje aşamasında hazırlanıp aşağıda yer almayan projeleri de uygulama projesi aşamasında tekrar İdare'nin onayına sunacaktır.

- 1 Karşılaşılması muhtemel zemin sınıfları için tünel kazısı en kesitleri (1/20)
- 2 Karşılaşılması muhtemel zemin sınıfları için çelik iksa projeleri (1/20)
- 3 Karşılaşılması muhtemel zemin sınıfları için tünel beton en kesitleri (1/20)
- 4 Karşılaşılması muhtemel zemin sınıfları için alınacak emniyet tedbirleri (şatkrit, tel kafes, kaya bulonu vb) gösteren en kesit detayları (1/20,1/10,1/5)
- 5 İksa birleşim detayları (1/20, 1/10, 1/5)
- 6 İksa ayaklarının tünel tabanına bağlantı detayları (1/20, 1/10, 1/5)
- 7 Karşılaşılması muhtemel zemin sınıfları için betonarme kalıp projeleri, donatı açılımları ve donatı metraj tabloları (1/50, 1/20)
- 8 Tünelde conta detayı (var ise) (1/2,1/1)
- 9 Tünelde kullanılacak ceplerin (karşılaşma, manevra, trafo, drenaj, vb. ) tünel boy kesitinde gösterilmesi (1/5000,1/1000)
- 10 Karşılaşma cepleri plan, kesit ve detayları (1/20, 1/10)
- 11 Manevra cepleri plan, kesit ve detayları (1/20, 1/10)
- 12 Trafo cepleri plan, kesit ve detayları (1/20, 1/10)
- 13 Drenaj cebi plan, kesit ve detayları (1/20, 1/10)
- 14 Havalandırma borusu plan, kesit ve detayları (1/20, 1/10)
- 15 Giriş portal yapısı betonarme çizimleri, donatı açılımı ve donatı metraj tablosu (1/50,1/20)
- 16 Çıkış portal yapısı betonarme çizimleri, donatı açılımı ve donatı metraj tablosu (1/50,1/20)
- 17 Tünel giriş yapısı rakortmanı plan ve kesitleri (1/50, 1/20)

- 18 Tünel çıkış yapısı rakortmanı plan ve kesitleri (1/50, 1/20)
- 19 Giriş yapısı ve denge bacası ızgara detayları (var ise) (1/50, 1/20)
- 20 Giriş yapısı ve denge bacası ızgara projeleri (var ise) (1/50, 1/20)
- 21 Kapak ve ızgara yuvalarının detayları (var ise) (1/20, 1/10, 1/5)
- 22 Kapak şaftı (batardo ve işletme kapağı) projeleri (var ise) (1/50, 1/20)
- 23 Kapak şaftı (batardo ve işletme kapağı) detayları (var ise) (1/50, 1/20)
- 24 Kapak şaftı portal vinç projeleri ve detayları (var ise) (1/50, 1/20)
- 25 Su alma yapısı donatı planı ve kesitleri (var ise) (1/50)
- 26 Tünel girişinde şaft yapısının plan, kesit ve detayları (var ise) (1/50, 1/20)
- 27 Tünel şaft destekleme detayları (1/50, 1/20, 1/5) (var ise)
- 28 Tünel girişinde şaft yapısının betonarme çizimleri, donatı açılımı ve donatı metraj tablosu (var ise) (1/50, 1/20)
- 29 Tünel denge bacası planı, kesitleri ve detayları (1/100) (var ise)
- 30 Tünel denge bacası destekleme detayları (1/50, 1/20, 1/5) (var ise)
- 31 Tünel içindeki suyun tahliyesi için drenaj projesi (var ise) (1/100, 1/50)
- 32 Kontak enjeksiyonu projesi (var ise) (1/5000, 1/1000)
- 33 Kontak enjeksiyonu detayları (var ise) (1/50, 1/20, 1/10)
- 34 Konsolidasyon enjeksiyonu projesi (var ise) (1/5000, 1/1000)
- 35 Konsolidasyon enjeksiyonu detayları (var ise) (1/50, 1/20, 1/10)
- 36 İdarece gerekli görülen diğer imalatlara ait nokta detayı çizimleri (1/20, 1/10, 1/5, 1/2, 1/1)
- 37 TBM tünel geometrik tasarımı (1/20)
- 38 TBM tünel segment birleşim detayları (1/10,1/5, 1/1)
- 39 TBM tünel bağlantı detayları (1/10,1/5, 1/1)
- 40 TBM tünel kilit segment konumu (1/40)
- 41 TBM tünel kilit segment geometrik açılımları (1/10, 1/5)
- 42 TBM tünel segment geometrik açılımları (1/10, 1/5)
- 43 TBM tünel segment donatı detayları (1/10)
- 44 Kapak şaftı donatı planı ve kesitleri (1/50) (var ise)
- 45 Denge bacası donatı planı ve kesitleri (1/50) (var ise)
- 46 Tünel giriş ve çıkış çelik kaplama planı ve boykesiti (1/250) (var ise)
- 47 Tünel giriş ve çıkış çelik kaplama detayları (1/50) (var ise)
- 48 Tünel giriş ve çıkış çelik kaplama enjeksiyon detayları (1/10, 1/5)

Ayrıca tünelin son beton kaplama çalışmalarının tamamlanmasından sonra jeolojik şartlar (tünelde kazı çalışmaları sırasında hazırlanacak olan “Tünel Haritalaması” çalışmaları) göz önünde bulundurularak İdare’nin uygun görüşü doğrultusunda kontak ve İdare’nin gerekli görmesi halinde ise konsolidasyon enjeksiyonu uygulamalarına ait hesap ve çizimleri de yapacaktır. Mühendis hazırlayacağı tünel uygulama projelerini, teknik rapor, hesaplar (hidrolik, stabilite, statik ve betonarme) ve “İşletme ve Bakım Talimatı” ile birlikte İdare’nin onayına sunacaktır.

Mühendis, tünel uygulama projelerinin hazırlamasında “Tünel Uygulama Projeleri Özel Teknik Şartnamesi”ne (var ise) ve şartnamede belirtilen proje kriterlerine uymakla yükümlüdür.

Uygulama projelerinin onayından sonra Mühendis, işin metrajını çıkartarak ihaleye esas dokümanlarını ve inşaata esas “Özel Teknik Şartname”sini hazırlayacaktır.



## C ÖN PROJEYE TABİ OLMAYAN SANAT YAPILARI UYGULAMA PROJELERİ

### 1 GENEL

Mühendis, bu yapılar için ön proje hazırlamayacaktır. İdare'nin uygun görüşünü alarak uygulama projelerini, gerekli her türlü hidrolojik, hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesaplara dayalı olarak ve Planlama Raporunu, Kesin Projesini (var ise) ÇED Raporunu, Jeoteknik Etüt Raporunu ve Model Deneyi Raporunu (var ise) göz önünde bulundurarak yapacaktır. Yapının araziye aplikasyonunda ise, topoğrafik haritaya, "Memleket Koordinat Sistemi"ne ve plankotesine uygunluğunu sağlayacaktır. Gerekli görülmesi halinde Mühendis, alternatif çözüm önerilerini teknik yapılabirlik, fonksiyonellik, emniyet ve ekonomik parametreleri dikkate alarak yapacağı maliyet mukayesesi hesapları ile birlikte İdare'nin onayına sunacaktır. Ayrıca, uygulama projelerinin hazırlanması aşamasında, yapı ve yapı yeri ile ilgili olarak yapmış olduğu tasarımları, elde ettiği bilgileri, projelendirme kriterlerini, alternatif çalışmaları, işin öncesini (var ise) değerlendirdiğini ve uygun çözümü seçtiğini gösteren detaylı bir gerekçe raporunu, proje ile birlikte İdare'ye verecektir.

"Ön Projeye Tabi Olmayan Sanat Yapıları Uygulama Projeleri" kapsamına giren sanat yapılarında "Sifonlar, Galeriler vb" toprağa gömülü olan yapılar hariç olmak üzere "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)" gereğince Mühendis, bütün deprem bölgelerinde betonarme elemanlarının depreme dayanıklı olarak boyutlandırılmasında ve donatı hesaplarında, "TS 500"de verilen "Taşıma Gücü Yöntemi"ni kullanacaktır.

Mühendis, "Ön Projeye Tabi Olmayan Sanat Yapıları Uygulama Projeleri"nin hazırlanmasında "Özel Teknik Şartnamesi"ne (var ise) ve şartnamede belirtilen proje kriterlerine uymakla yükümlüdür.

Uygulama projelerinin onayından sonra Mühendis, işin metrajını çıkartarak ihaleye esas dokümanlarını ve inşaata esas "Özel Teknik Şartname" sini hazırlayacaktır.

### 2 İLETİM YAPILARI

#### 2.1 Genel

Mühendis, sulama kanalı güzergâhının geniş kuru dere veya akarsu yatakları, derin vadiler, rüsup getiren yan dereler, sel yatakları, boyunlar, tepeler ve dağlar gibi arazi şartları ile yerleşim alanları nedeni ile kesintiye uğraması, kanal olarak dolaşması halinde ise, sonucun gayri ekonomik çıkması durumunda sulama kanalının devamlılığını sifon, galeri, akedük ve tünel gibi iletim yapıları ile dolguda kanal alternatiflerini göz önünde tutarak yapacağı maliyet mukayesesi hesaplarını değerlendirdikten sonra, uygun alternatif çözüme İdare ile birlikte karar verecektir. Belirlenen iletim yapısını hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesap kriterlerine göre projelendirecek ve İdare'nin onayına sunacaktır.

---

## 2.2 Sifonlar

---

### 2.2.1 Güzergâh Seçimi

Mühendis, geniş akarsu yataklarını geçerek suyun karşı sahile iletilmesini sağlayan sifon yapıları güzergâhlarının belirlenmesinde, sifon yerinin 1/500 ölçekli şeritvari plankotesini çıkartacaktır. Sifon profilinde çıkışlı-inişli hatlardan (hava vanası gerektirecek tepe noktalarından) ve yatay kurptan kaçınarak, karşı sahile en kısa yoldan ulaşacak şekilde güzergâh seçimini yapacaktır. Ayrıca güzergâh boyunca, zeminin jeolojik yapısını, yamaç eğimlerini ve stabilitesini, sifonun tahliye şartlarını, yerleşim yeri veya sit alanlarından geçip geçmediğini, YAS seviyesini, yamaçlarda sifon üstünde oluşturulacak minimum 1,00 m kalınlığındaki dolgu toprağının stabilitesini talvegde akarsuyun aşındırıcı tesirine karşı alınacak önlemleri, yatay kurptan kaçınılacak tedbirleri fazla kazıya girmemek için alternatif güzergâhları inceleyecektir. Sifon yapısının cinsini, sifonun debisi, eğimi, uzunluğu, yük kaybı, güzergâhın jeolojik yapısı (kayalık, turbalık, bataklık-balçık, heyelan, dolgu vb.) sifonun geçtiği akarsuyun durumu (yatakta sürekli suyun olup olmadığı gibi) güzergâh boyunca sülfat etkisinin bulunup bulunmadığı ve iç hidrostatik basınç ile dış statik yük tesirleri gibi hususları da göz önünde tutarak çeşitli alternatif boru cinsleri için yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda belirleyecektir. Alternatif sifon yapısı cinslerini, betonarme, çelik, PE 100, içi çelik dışı betonarme kaplama vb. olarak seçecektir. Sifon güzergâhında, sifonun projelendirileceği derinliği dikkate alarak araştırma çukuru veya sondaj ile zemin cinsini ve zemin parametrelerini belirleyecektir.

### 2.2.2 Hidrolik Hesaplar

Mühendis, sifonlarda gerekli hidrolik kesiti; debi, hız, hidrolik eğim ve yük kaybı faktörlerini göz önünde bulundurarak belirleyecektir. İlk yaklaşım için sifon içindeki su hızını, kanaldaki su hızının minimum 1,5 katı olacak şekilde ve maksimum hızın ise 3 m/s'yi aşmaması kaydıyla seçecektir. Seçilen hız dikkate alınarak sifon tip kesitine ait (daire, kare, dikdörtgen vb.) iç ölçüleri belirleyecektir. Sifon yapısının göz adedini (bir veya birden fazla olmak üzere); sifonun iç kesit alanına, cinsine, teknik ve ekonomik olarak yapılabiliğine göre piyasada üretilebilen veya inşa edilebilen en büyük boru çapını da dikkate alarak seçecektir.

Mühendis; sifonlarda yük kayıplarını, daha önce seçilen sifon uzunluğunu ve cinsini, tip kesitini ve göz adedini, debisini ve pürüzlülük katsayısını göz önünde bulundurarak hesaplayacaktır. Sifon boyunca toplam yük kaybını, giriş ve çıkış rakortman kayıplarını, giriş ızgarası kaybını, dirsek kayıplarını ve sifon borusunda sürtünme kaybını ayrı ayrı hesaplayarak bulacaktır. Hesaplanan bu yük kaybının, onaylı plan-profilinde belirlenen yük kaybını veya projenin özelliği nedeniyle ön görülen sınır şartlarını (işletme esnekliği kriterlerini, çökelen rüsüp nedeniyle sifon membasında izin verilecek kabarma miktarını) aşmıyor ise, seçilen hidrolik kesiti kabul edecek, aksi takdirde, adı geçen kriterlere bağlı kalarak kesit hesaplarını yeniden yapacaktır.

Sifon girişlerinde yarı debi için serbest akım tahkikini yapacaktır. Yapacağı bu tahkik sonucunda, sifon giriş ağzı önünde yeterli su derinliğinin bulunduğunu, minimum batıklık şartının sağlandığını ve sifon içine hava girişinin önlendiğini gösterecektir.

Regülasyonlu kanallarda, sifon giriş ve çıkış yapılarının üst kotlarını,  $Q_0$  statik su seviyesine göre yeterli hava payı vererek belirleyecektir. Regülasyonlu kanallar üzerinde bulunan sifonların hidrolik kesitlerinin tayininde membada kabarma oluşturmayacak şekilde kesit seçimini yapacaktır.

### 2.2.3 Statik Hesaplar

Sifonlarda maksimum kesit tesirlerini; test hali, işletme hali ve işletme dışı hal için ayrı ayrı hesaplayacaktır. Statikçe gerekli kesiti; borunun zati ağırlığını üzerindeki toprak dolgu yükünü, içindeki su ağırlığını, iç hidrostatik basıncını, sürşarj veya trafik yükünü (var ise) ve sifon borusunun oturacağı zeminin elastisite modülüne ve yataklanma açısına bağlı olarak zeminde oluşacak gerilme dağılımını da göz önünde bulundurarak yapacağı statik hesaplar sonucunda belirleyecektir. Sifon güzergâhı boyunca sifon borusu üzerini min. 1m kalınlığında dolgu malzemesi (toprak, kum-çakıl, kırma taş vb.) ile doldurulacağını, dolgu malzemesinin kuru ıslak ve su içinde (doygun halde) olabileceğini ve dolgu yüksekliğinin fazla olması ( $H \geq 6,00$  m ) durumunda ve sifon üstünde dolgunun şartnamesine göre sıkıştırılmış olması şartıyla kemerlenme tesirini dikkate alacağını, iç hidrostatik basınç olarak boru eksen kotu ile piezometre kotu arasındaki farkı alacağını, derin vadilerde geçen sifonlarda talveg civarında en yüksek, yamaçlarda ise düşük hidrostatik basınçların meydana geleceğini ve bu nedenle de güzergâh boyunca bütün sifon borusunun en yüksek iç hidrostatik basınca göre hesaplanmasının ekonomik olmayacağını, sifon hattını hidrostatik basınç kısımlarına ayırarak her bir kısım için belirlenecek iç hidrostatik basınca ve dış statik ve dinamik yüklere göre hesap yapacağını göz önünde bulunduracaktır. Test hali için sifonların kesit tesirlerinin belirlenmesinde, maksimum hidrostatik basıncın, 1.25 katını alarak gerekli statik hesapları yapacaktır. Ayrıca sifon statik hesaplarında daha önce belirlenen sifon cinsini, tipini, göz adedini, boru malzemesinin ve özel parçalarının teknik özelliklerini, üretici firma kriterlerini vb. diğer teknik hususları da dikkate alacaktır.

Boru eksenindeki iç hidrostatik basıncın 4 atmosferin altında olması halinde fonksiyonel ve ekonomik boru cinsini; işletme şartlarını, standart boru çap ve et kalınlıklarını, zeminin jeolojik yapısını vb. diğer teknik unsurları da göz önünde bulundurarak betonarme, çelik, PE 100 vb. alternatif imalatlar ve boru cinsleri arasında yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda belirleyecektir.

Boru eksenindeki iç hidrostatik basıncın 4 atmosfere eşit veya daha büyük olması halinde ise; içi çelik dışı betonarme, çelik, ve PE 100 vb. boru cinslerini (işletme şartlarını, standart boru çap ve et kalınlıklarını, zeminin jeolojik yapısını vb. diğer teknik unsurları da göz önünde bulundurarak) yapılabirlik, emniyet ve ekonomi yönünden maliyet mukayeselerini yapacak ve uygun sifon cinsini belirleyecektir. İçi çelik dışı betonarme sifonlarda ano boylarını, beton döküm kapasitesini ve standart demir boylarını dikkate alarak seçecektir.

### 2.2.4 Betonarme Sifonlar

Betonarme sifonlarda, C25/30 WR beton sınıfı (minimum 300 doz) ve B420C (nervürlü donatı çeliği) çelik sınıfı dayanımlarını dikkate alarak, statik-betonarme hesaplarını yapacaktır. Ano birleşim yerlerindeki enine derzlerde sızdırmazlığı sağlamak amacıyla ilgili standartına göre A tipi PVC su tutucu conta kullanacaktır. Mühendis, sifon kesitinde boyuna derz (soğuk derz) uygulamasına yönelik her türlü projelendirmeden kesinlikle kaçınacaktır. Sifon güzergâhı boyunca değişen iç hidrostatik basınç nedeniyle farklı et kalınlıklarındaki

kesitleri, yapacağı statik hesap sonucunda belirleyecektir. İki veya daha fazla gözlü betonarme sifonlar münferit çalışmayı sağlayacak şekilde derzli olarak projelendirecektir.

Mühendis, sifon çevresindeki zemin karakteristiklerinin tam olarak tanımlanması koşulu ile sifonların statik hesaplarında, SAP2000 vb. paket programlarını veya “Beggs Deformeter Stres Analysis of Single-Barrel Conduits” tablolarını da kullanabilecektir. Betonarme sifonlarda iç hidrostatik basıncın 10,00 m’den az ( $H < 10,00\text{m}$ ) ve iç çapın ise 1,00m’den küçük ( $D < 1,00\text{m}$ ) olması halinde İdare’nin de uygun görüşünü alarak, beton et kalınlığını  $t=0.20\text{m}$  alabilecek ve kesite çift donatı yerleştirecektir. Ancak, iç hidrostatik basıncın 10,00 m ye eşit veya daha büyük ( $H \geq 10,00\text{ m}$ ) ve iç çapın ise 1,00 m’ye eşit veya daha büyük ( $D \geq 1,00\text{ m}$ ) olması halinde minimum beton et kalınlığını  $t=0,25\text{ m}$  alacak ve kesite çift donatı koyacaktır. Donatılar arası mesafenin ve pas payının korunabilmesi maksadıyla “firkete” ve “sehpa” demirlerini kesite yerleştirecektir. Sifonda maksimum kesit tesirlerini veren yükleme hallerini (test halini, içi boş test halini ve işletme halini) inceleyecektir. Maksimum kesit tesirlerini belirledikten sonra seçilen et kalınlığına ait kayma, basınç ve çekme gerilmelerini bularak bu değerlerin emniyet gerilmelerini aşmadığını gösterecektir. Betonarme sifon yapısının içi su ile dolu halde iken, sifon yapısından zemine intikal eden gerilme değerinin, zemin emniyet gerilmesini aşmadığını hesapla gösterecektir. Aksi halde, sifonun oturacağı zeminde, uygun ve ekonomik olan zemin iyileştirme yöntemini seçerek, zeminin taşıma gücünü arttıracaktır.

### 2.2.5 İçi Çelik Dışı Betonarme Sifonlar

İçi çelik dışı betonarme sifonlarda, çelik kaplamayı iç hidrostatik basınca göre, betonarme kaplamayı ise dış statik ve dinamik yükleri dikkate alarak hesaplayacaktır. Betonarme ve çelik et kalınlıklarını, gerekli statik hesapları yaparak ayrı ayrı belirlerken hesaplanan kesit gerilmelerinin emniyet gerilmelerini aşmadığını da gösterecektir.

Sifon yapısının içi su ile dolu halde iken, sifon yapısından zemine intikal eden gerilme değerinin, zemin emniyet gerilmesini aşmadığını hesapla gösterecektir. Aksi halde, sifonun oturacağı zeminde, uygun ve ekonomik olan zemin iyileştirme yöntemini seçerek, zeminin taşıma gücünü arttıracaktır.

### 2.2.6 Çelik Sifonlar

Mühendis, çelik sifonlarda iç hidrostatik basınçtan ileri gelen teğetsel çekme gerilmesine (çember gerilmesine) dayalı olarak çelik borunun minimum et kalınlığını; kaynak faktörü, korozyon payı ile taşıma ve montaj şartlarını da göz önünde bulundurarak hesaplayacaktır.

Çelik sifonların statik hesaplarını; test hali, işletme hali ve işletme dışı hal için aşağıda belirtilen hesap esaslarını dikkate alarak ayrı ayrı yapacaktır.

Çelik sifonlarda işletme hali için et kalınlığı hesabında müsaade edilen teğetsel çekme emniyet gerilmesinin (çember emniyet gerilmesinin), çeliğin karakteristik akma dayanımının ( $f_{yk}$ ) %50’sine eşit veya daha küçük olduğunu gösterecektir. Test halinde ise müsaade edilen teğetsel çekme emniyet gerilmesinin çeliğin karakteristik akma dayanımının ( $f_{yk}$ ) %75’ine eşit veya daha küçük olduğunu gösterecektir. Ayrıca çelik borunun dış yükler altında yapacağı yanal yer değiştirmenin boru dış çapına oranının ( $\Delta x/D$ ) %5’e eşit veya daha küçük olduğunu da gösterecektir. Diğer taraftan dış toprak ve sürşarj yükleri ile iç hidrostatik basınç

altında kalan çelik boruda nihai düşey yer değiştirmenin boru çapına oranını da ( $\Delta y'/D$ ) hesaplayacaktır. Çelik sifon statik hesaplarını, genel olarak, dıştan toprak ve sürşarj yükleri ile içten hidrostatik basınç altında ilgili literatürde yer alan formülleri ve tabloları kullanarak yapacak ve sonucun eğilme emniyet basıncından küçük olduğunu gösterecektir. Sifon güzergâhı boyunca değişen iç hidrostatik basınç değerlerini dikkate alarak belirleyeceği kesimler için yapacağı statik hesaplar sonucunda emniyetli ve ekonomik boru et kalınlıklarını hesaplayacak ve böylece gayri ekonomik çözümlerden kaçınacaktır. Büyük çaplı çelik sifonlarda et kalınlığı azaltıcı diğer tedbirleri de (halka rijitliğini arttırıcı çelik yakalar, dış yükleri taşıyacak betonarme kaplama vb. tedbirleri) alacaktır.

Sifon dolu halde iken, sifondan zemine intikal eden gerilme değerini bulacak ve sonucun zemin emniyet gerilmesini aşmadığını gösterecektir. Aksi halde sifon tipine ait ilgili boru şartnamesini dikkate alarak sifon tabanında zeminin taşıma gücünü arttırıcı önlemleri alacaktır. Sifon boş halde iken dere talveğinde ve alttan kaldırmanın söz konusu olduğu kesimlerde yüzme tahkiki yapacaktır. Çelik sifonlarda korozyonu önlemek ve dolayısıyla malzemenin ekonomik ömrünü arttırmak amacıyla gerekli zemin etütlerini (elektriksel iletkenlik vb.) yaparak katodik koruma önlemlerini alacaktır.

### **2.2.7 PE100 (Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru) Sifonlar**

Mühendis; PE-100 sifonları, özellikle depreme ve heyelana maruz bölgelerde (yatay ve düşey deplasmanlara karşı esnek oldukları için) yapının maliyetini de göz önünde bulundurmak koşulu ile tercih edecektir.

Sifon boş halde iken dere talveğinde ve alttan kaldırmanın söz konusu olduğu kesimlerde yüzme tahkiki yapacaktır.

Sifon hendek temeli sağlam olmayan zeminlerde, ilgili boru şartnamesini dikkate alarak sifon tabanında zeminin taşıma gücünü arttırıcı önlemleri alacaktır.

### **2.2.8 Yüksek Eğimli Sifonların Stabilitesi**

Mühendis, yüksek eğimli yamaçlardan geçen, PE, çelik veya yerinde dökme sifonun stabilitesini tahkik edecektir. Aynı zamanda, boru hatları için yayınlanan uygulama talimatlarındaki boru eğim sınırlarına da uyacaktır. Sifonu kaydıran kuvvetleri ve kaymaya karşı koyan kuvvetleri, yapacağı stabilite ve statik hesaplar sonucunda bulacaktır. Sifonu kaydırmaya çalışan kuvvetlerin daha büyük çıkması halinde sifonun duraylılığını sağlamak için gerekli ankraj tedbirlerini alacaktır. Ankraj tedbirleri olarak; betonarme ve çelik sifonlar için betonarme veya çelik yakalar projelendirecektir. Ayrıca gerekli görülmesi halinde boruların sağlam zemine ankrajları için stabilite hesaplarını ve detay çizimlerini verecektir.

## 2.2.9 Sifon Üstünde Teşkil Edilen Dolguların Stabilitesi

Mühendis, yüksek eğimli yamaçlardan geçirilen sifonların üzerindeki dolguların stabilitesinin sağlanabilmesi için gerekli hesapları yapacak ve önlemleri alacaktır. Dolgu toprağına ait kayma parametrelerini ( $c$  ve  $\phi$ ) dikkate alarak dolguların duraylılığını hesapla gösterecektir. Dolgunun stabil çıkmaması halinde, dolgu tutucu duvarları projelendirecek ve hesap sonucu sayılarını belirleyecektir. Dolgu tutucu duvarların yüksekliklerini, boru üzerinde minimum 1.00 m dolgu toprağı kalacak şekilde seçecektir.

## 2.2.10 Sifonlarda Tahliye ve Temizleme (Muayene ) Bacaları

Mühendis; arıza durumunda sifonun tamiri yapmak, kış mevsiminde boru içindeki suyun donması sonucunda sifonda yapacağı tahribatı önlemek amacıyla sifon güzergâhının en düşük noktasında tahliye vanası ve bacasını projelendirecektir. Sifon güzergâhının en düşük noktasını dere yatağına şev dibinde teşkil edecektir.

Tahliye bacaları içinde yer alan tahliye vanalarını, uygun şartlarda işletilebilmek ve korozyona karşı koruyabilmek amacıyla bu yapılara dış ortamdan su geçişlerini önleyecek sızdırmazlık tedbirlerini alacaktır. Topoğrafik şartların uygun olması durumunda sifondaki suyun cazibe ile boşaltılmasını sağlayacak şekilde mansap şartlarını araştırarak, aksi takdirde tahliyenin pompaj ile gerçekleştirileceği alternatifini de düşünerek projelendirmeyi yapacaktır. Uzunluğu 20 m'ye kadar olan kısa sifonlarda tahliye vanası ve bacasını projelendirmeyecek ancak tahliyenin giriş ve çıkış ağızlarından seyyar pompalarla yapılabileceğini, hazırlayacağı projede belirtecektir. Bazı hallerde ekonomik açıdan tahliye ve temizleme (muayene) bacalarını birleştirerek projelendirecektir. Uzun sifonlarda tahliye bacalarının yanı sıra temizleme veya muayene amaçlı bacaları da sifon boyunca uygun aralıklarda yerleştirecektir.

## 2.2.11 Sifon Uygulama Projesi Çizimleri

Mühendis, sifona ait gerekli hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesapları yaptıktan sonra aşağıda belirtilen sifon uygulama projelerini hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

- a) Sifon genel vaziyet planı (1/500, 1/100)
- b) Sifon boy kesiti (1/200, 1/100)
- c) Sifon giriş-çıkış rakortman yapılarının plan ve kesitleri (1/50, 1/25)
- d) Sifon tip en kesiti (betonarme, çelik, PE-100 vb. boru cinslerini göz önünde bulundurarak) (1/25)
- e) Temizleme ve tahliye bacası plan ve kesitleri (1/50, 1/25)
- f) Donatının sifon kesitine ve dirseklerine yerleşimi donatı açılımları ve donatı metraj tabloları (1/25)
- g) Boru birleşim yerlerinde sızdırmazlık contası detayı (betonarme, içi çelik dışı betonarme kaplama vb.) (1/5, 1/1)
- h) Izgara detayı (1/25)
- i) Giriş-çıkış yapılarının kalas yuvası detayları (1/10, 1/1)
- j) Dolgu tutucu duvar detayları (var ise ) (1/25)
- k) Sifonun cazibeli tahliye projesi (1/100)
- l) Sifon kazı kesitleri (1/25)
- m) Sifon dirsek detayları (1/25)
- n) Sifon tecrit detayı (sifon cinsi çelik ise ) (1/25)

- o) Sifon borularının zemine ankraj detayları (var ise)(1/25)
- p) Sifon borularında kaymaya karşı yaka detayları (betonarme ve çelik yakalar vb.)(1/25, 1/10, 1/5, 1/1)
- q) Sifon borularının beton imalatlara giriş ve çıkışlarında sızdırmazlık detayları (boru cinsleri dikkate alınarak) (1/25, 1/10)
- r) Boru birleşim yerlerinde kaynak yerleri (Çelik, PE-100)(1/10, 1/5, 1/1)
- s) Boru birleşim yerlerinde detaylar ( PE-100 vb.) (1/10, 1/5)
- t) Sifon giriş-çıkış rakortman yapılarının plan ve kesitleri (1/25)
- u) İdare’ce gerekli görülen imalatlara ait nokta detayı çizimleri (1/10, 1/5, 1/1)
- v) Katodik koruma projeleri (sifon cinsi çelik ise)

---

## 2.3 Galeriler

---

### 2.3.1 Kazı Projelerinin Hazırlanması

Mühendis; onaylı kanal plan-profilinde giriş ve çıkış kilometreleri, debisi, tip kesiti ve yük kaybı belli olan ve daha önce yapılan jeolojik ve topoğrafik etütler ile maliyet mukayesesi hesapları sonucunda, açık kanal ve tünel alternatiflerine göre daha ekonomik bulunan galeri yapısını, yerinde alacağı plankotesine uygun olarak ve yapacağı hidrolik, statik ve betonarme hesaplara göre projelendirecektir.

Galeri güzergâhına ait Jeoteknik Etüt Raporda yer alan zemin özelliklerini (zeminin taşıma gücünü, YAS seviyesini, heyelan durumunu, kohezyon ve kayma açısı değerlerini) inceleyerek kazı için uygun palye yüksekliğini ve genişliğini, kazı şevi eğimini ve kalıp payını İdare’ce belirlenen kriterlere uygun olarak seçecektir. Kanalin işletme ve bakım yolu tarafında olmak üzere bir adet palyeyi, galeri betonunun dökümü için kullanılacak mikser veya beton pompası araç genişliklerini dikkate alarak boyutlandıracaktır.

Galeri güzergâhının yerleşim yerinden geçmesi halinde, bazı zorunlu nedenlerle istimlak şeridinin dar olması durumunda ve jeolojik raporda belirtilen gerekçeler nedeniyle galeri güzergâhındaki zeminin şev duraylılığının zayıf olması şevin yatırılması durumunda ise, kazı maliyetinin gayri ekonomik çıkması olasılığını da göz önünde tutarak kazı çalışmalarının emniyetli ve ekonomik yapılabilmesi için “Ön Projeye Tabi Olan ve Olmayan Sanat Yapılarında Temel Tipleri ve Temel Kazıları Uygulama Projeleri” bölümünde yer alan kazı tedbirleri arasından seçeceği uygun çözüme yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda İdare ile birlikte karar verecektir.

Jeoteknik etüt raporda, galeri kazısı sırasında kazı tabanından veya yan şevlerinden su çıkacağı belirtilmiş ise Mühendis, gerekli drenaj tedbirlerini alacak ve drenajın mansap şartını sağlayacaktır. Ayrıca temel zemininin taşıma gücü yönünden zayıf olması durumunda, “Ön Projeye Tabi Olan ve Olmayan Sanat Yapılarında Temel Tipleri ve Temel Kazıları” bölümünde yer alan zemin iyileştirme yöntemleri arasından seçeceği uygun çözüme, yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda İdare ile birlikte karar verecektir.

### 2.3.2 Statik ve Betonarme Hesap Esasları

Mühendis, galeri güzergâhının yerleşim yerlerinden veya ekili-dikili arazilerden geçmesi durumunda, üzerinin tamamen doldurularak kazı öncesi zemin kotlarının sağlanıp sağlanmayacağını, bazı zorunlu hallerde (istimlak şeridinin dar tutulması vb.) kanal işletme-bakım yolunun galeri üzerine alınıp alınmayacağını statik ve betonarme hesaplara başlamadan önce araştıracaktır. Araştırma sonucunda güzergâh boyunca belirleyeceği minimum ve maksimum dolgu yüksekliklerini dikkate alarak ekonomi sağlamak amacıyla güzergâh boyunca farklı et kalınlıklarında galeri kesitlerini projelendirecektir. Dolgunun yüksek olduğu ( $H \geq 6,00$  m ) kesimlerde dolgunun şartnamesine göre sıkıştırılması şartıyla kemerlenme etkisini dikkate alacaktır. Galeri üzerinden boyuna ve enine doğrultuda yol geçmesi halinde, statik yüklerin yanı sıra dinamik yükleri de hesaplara dahil edecektir.

Galerinin tipini, çapını, üzerindeki dolgu yüksekliğini ve dolgu zemini karakteristiklerini dikkate alarak galeri statik ve betonarme hesaplarını, “Sonlu Elemanlar Metodu”, “Beggs Deformeter Stres Analysis of Single-Barrel Conduits” tablolarını vb. hesap metotlarını veya SAP2000 bilgisayar paket programını kullanarak yapacaktır. Maksimum kesit tesirlerini belirledikten sonra seçilen et kalınlığına ait kayma, basınç ve çekme gerilmelerini bularak bu değerlerin emniyet gerilmelerini aşmadığını gösterecektir. En gayri müsait yükleme hali için statik ve dinamik yükler altında, statikçe gerekli beton et kalınlığını hesaplayacaktır. Seçilen et kalınlığına ait betonarme hesapları yaparak, kesite yerleştirilecek donatı miktarını bulacaktır. Minimum beton et kalınlığını  $t=0,25$  m alacak ve kesite çift donatı koyacaktır. Çekme bölgelerinde donatı bindirmesinden kaçınarak bindirmeyi basınç bölgelerinde yapacaktır. Donatı bindirme boyunu, TS-500 kriterlerine göre seçecektir.

At nalı kesitli galerilere alternatif bir çözüm olarak, kutu menfez kesitli betonarme galerileri, yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda ekonomik çıkması halinde ve İdare'nin uygun görüşünü alarak seçebilecektir.

Galeri beton sınıfını C25/30 ve beton çelik sınıfını B420C (nervürlü donatı çeliği) seçecektir. Galeri boy kesitini ve planını çizerek üzerinde uygun ano boylarını gösterecektir. Her bir ano birleşim yerinde TS 3078-1, TS 3078-2 ve TS 13850'ye uygun A tipi Su Tutucu Conta kullanacak ve conta tip kesitini çizecektir.

### 2.3.3 Galeri Uygulama Projesi Çizimleri

Mühendis, galeriye ait gerekli hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesapları yaptıktan sonra, aşağıda belirtilen galeri uygulama projelerini hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

- a) Galeri genel vaziyet planı (1/500, 1/100)
- b) Galeri boy kesiti (1/500, 1/100)
- c) Galeri giriş-çıkış rakortman yapılarının plan ve kesitleri (1/50)
- d) Galeri tip en kesiti (1/25)
- e) Temizleme ve kontrol bacası plan ve kesitleri (var ise) (1/25)
- f) Donatının galeri kesitine yerleşimi, donatı açılımları ve donatı metraj tabloları (1/25)
- g) Sızdırmazlık contası detayı (1/5, 1/1)
- h) Izgara detayı (var ise) (1/25)
- i) Galeri kazı planı ve kesitleri (1/100, 1/50)
- j) İdare'ce gerekli görülen imalatlara ait nokta detayı çizimleri (1/10, 1/5, 1/1)



---

## 2.4 Akedükler

---

Mühendis, onaylı kanal plan-profilinde kilometresi ve debisi belli olan akedük yapısını, yerinde alacağı plankotesine uygun olarak ve yapacağı hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesaplara göre boyutlandırarak, yerinde dökme veya prefabrik kirişli olarak projelendirilecektir. Akedük yapılarını sifon yapılarına alternatif olarak düşünecek ve derin vadiler ile dere yataklarının minimum yük kaybı ile geçilmesini göz önünde tutarak yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda ekonomik alternatifi seçecektir.

Aşağıda belirtilen akedük yapısı uygulama projelerini hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

- a) Akedük genel vaziyet planı (1/100)
- b) Akedük boy kesidi (1/100)
- c) Akedük giriş-çıkış rakortman yapılarının plan ve kesitleri (1/50)
- d) Akedük tip en kesiti (1/10)
- e) Donatı yerleşimi, donatı açılımı ve donatı metraj tabloları (1/50, 1/25)
- f) Yerinde dökme kiriş ve mesnet bandı ile prefabrik kiriş ve mesnet bandı ( var ise) kalıp plan ve kesitleri (1/25, 1/10)
- g) Akedük kenar ve orta ayaklarının betonarme kalıp plan ve kesitleri (1/25)
- h) Akedük kenar ve orta ayaklarına ait betonarme temel kalıp plan ve kesitleri (1/25)
- i) Sızdırmazlık contası detayı (1/5, 1/1)
- j) Akedük kazı planı ve kesitleri (1/100, 1/50)
- k) İdare'ce gerekli görülen imalatlara ait nokta detayı çizimleri (1/10, 1/5, 1/1)

---

## 2.5 Tüneller

---

Mühendis, tünel uygulama projelerini, “Ön Projeye Tabi Sanat Yapıları Uygulama Projeleri” bölümünde verilen kriterlere uyarak hazırlayacaktır.

## 3 SU ALMA YAPILARI (PRİZLER)

Mühendis; onaylı kanal plan-profilinde, kilometresi ve debisi belli olan priz yapılarını yerinde alacağı plankotesine uygun olarak ve yapacağı hidrolik ve statik hesaplara göre boyutlandırarak ayrı ayrı projelendirecektir. Priz yapısının tipinin seçiminde, ana kanal ile şebekenin tipini, işletme sistemini ve priz kapasitesini göz önünde bulunduracaktır.

Ancak, Mühendis, onaylı kanal plan-profilinde ve çeşitli kilometrelerde yer alan su alma yapılarının (prizlerin) eksenleri doğrultusundaki arazi enine eğimlerinin fazla değişmediği durumlarda ve özellikle priz çıkış kotlarının birbirine çok yakın değerde olduğu hallerde, priz yapılarını, İdare'nin uygun görüşünü de aldıktan sonra, tip olarak projelendirebilecektir.

Mühendis, tip projenin hazırlanması sırasında projenin uygulanabilir olmasına gereken hassasiyeti gösterecektir. Tip proje ve bu kapsama giren yapılara ait karakteristik tablonun aynı pafta üzerinde olmasına özen gösterecektir. Karakteristik tablosu

hazırlanmadan sadece tip proje çizimini veya tip projesi hazırlanmadan sadece tip yapılara ait karakteristik tablosunu onaya sunmayacaktır. Tip proje çalışmalarında gruplandırma yapabilecektir. Örneğin, çıkış yapıları farklı olan prizlerin karakteristik tablolarını aynı tip proje altında düzenlemeyecektir. Bu durumda, tip proje çalışmasını farklı gruplar altında toplayarak her bir grup için tip projesini ve karakteristik tablosunu hazırlayacaktır. Ayrıca uygulama kolaylığının sağlanması ve olabilecek hataların önlenmesi açısından özellik arz eden yerlerde nokta detayı çizimlerini de tip proje ile birlikte verecektir. Özellik arz etmeyen çiftçi arkı prizlerini, tip proje olarak hazırlayacak ve İdare'nin onayına sunacaktır.

Tip proje kapsamına girmeyen su alma yapılarını ise, plankotelerine veya priz eksenleri doğrultusunda tabii zeminden alacağı en kesit değerlerine uygun olarak ayrı ayrı projelendirecektir.

---

### **3.1 Regülatör Tipi Prizler**

---

Mühendis, sabit su seviyeli kanallardan (kararlı akım şartlarında işletilecek kanallardan) çekilecek debinin  $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$ 'den daha büyük olması durumunda regülatör tipi prizi seçecek ve gerekli hidrolik ve statik hesapları yapacaktır. Priz göz adedini ve boyutlarını belirledikten sonra priz uygulama projelerini ve işletme kapaklarına ait metal aksam imalat projelerini hazırlayacaktır. Ayrıca regülatör tipi prizler sadece su regülasyonu (su düzenlemesi veya su kontrolü) yapan su alma yapıları olduklarından Mühendis, hidrolik şartları göz önünde bulundurarak seçeceği uygun bir debi ölçüm tesisini, yapı yakın mansabında projelendirecek ve İdare'nin onayına sunacaktır.

---

### **3.2 Sabit Debiye Ayarlı Prizler (SADAP)**

---

Mühendis, sabit su seviyeli kanallardan (kararlı akım şartlarında işletilecek kanallardan) veya özellikle değişken su seviyeli kanallardan (kararsız akım şartlarında işletilecek kanallardan) ölçülü ve kontrollü su alabilmek için Sabit Debiye Ayarlı Prizleri çekilecek debi ve kanaldaki su seviyesi değişim aralığına bağlı olarak seçecektir. SADAP yapılarında debi sınırlaması olmadığından, çekilecek her türlü ihtiyaç debisine göre SADAP yapısını projelendirecektir. Suyun kontrolü ve ölçümü aynı anda yapı içinde gerçekleştirileceğinden, ayrıca bir debi ölçüm tesisini prize dahil etmeyecektir.

Regülasyonlu kanallarda  $Q_{\max}$  (dinamik su seviyesi) ve  $Q_0$  (statik su seviyesi) su seviyeleri arasında oluşabilecek seviye farklarını dikkate alarak SADAP yapılarını OMAK kapaksız ve OMAK kapaklı olarak projelendirilecektir. OMAK kapağı gerektiren hallerde SADAP prizleri OMAK kapakları ile birlikte hidrolik, stabilite ve statik-betonarme hesaplarına dayalı olarak projelendirilecektir. Ayrıca SADAP ve OMAK yapılarının metal aksamlarına ait imalat projelerini de hazırlayacaktır. SADAP ve OMAK yapılarına ait betonarme uygulama projelerini ve metal aksam imalat projelerini statik ve betonarme hesapları ile birlikte İdare'nin onayına sunacaktır.

---

### 3.3 Sabit Yüklü Orifisli Prizler (SYOP)

---

Mühendis, sabit su seviyeli kanallardan (kararlı akım şartlarında işletilecek kanallardan) çekilecek debinin,  $Q < 1 \text{ m}^3/\text{s}$  olması halinde Sabit Yüklü Orifisli Priz tipini seçecek ve gerekli hidrolik ve statik hesaplara dayalı, priz uygulama projelerini ve orifis ile büz kapaklarına ait metal aksam imalat projelerini hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

---

### 3.4 Çiftçi Arkı Prizleri (ÇAP)

---

Mühendis, tersiyer kanallarından çekilecek  $Q = 30 - 40 \text{ l/s}$  ihtiyaç debileri için, Çiftçi Arkı Prizleri uygulama projelerini hazırlayacaktır.

## 4 KONTROL YAPILARI

Mühendis; açık kanallarda suyu kontrol etmek, sabit su seviyesi oluşturmak ve prizler için uygun su alma kotlarını sağlamak maksadıyla, kontrol yapılarını projelendirecektir. Açık kanalın proje kriterlerini ve işletme şartlarını dikkate alarak fonksiyonel kontrol yapısını savaklar (kalın kenarlı savaklar, ince kenarlı savaklar, uzun kretli savaklar, labirent savaklar vb.) ve çek yapıları (kabartma tesisleri) arasından seçecektir. Uygun çek yapısı tipini; düz kapaklı, radyal kapaklı, hidromekanik-şamandıralı, motorlu ve bival kontrollü çekler arasından belirleyecektir.

Düz kapaklı çeklerde, çek mansabındaki kanal debisinin 1/4'üne karşılık gelen debiye ve memba kanalındaki beton hava payının maksimum 2/3'ünü kullanacak şekilde belirlenecek savak yüküne göre "Karşıdan Savaklı Çek Yapısını" projelendirecektir. Bu şartlarda yan savaklardan debinin mansap kanalına deşarj edilememesi halinde, çek yapısını gereğinden fazla genişleterek, çek önünde akıma katılmayan ölü alanların oluşumuna imkan vermeyecektir. Ayrıca, yan savaklarda kademe teşkiline ve bu kademelerde kalas kullanımını gerektirecek her türlü projelendirmeden kaçınacaktır. Bu durumda, hidrolik hesap sonucunda seçilen çek genişliği sabit kalmak kaydıyla çek yan savaklarını kanal akımına paralel doğrultuda yerleştirerek, hidrolik ve ekonomik şartları sağlayacak "Yandan Savaklı Çek Yapısını" projelendirecektir.

Mühendis; büyük kapasiteli kanallarda, yüksek su yüklerine maruz çek yapılarını ekonomik gerekçeler ve fonksiyonel işletme şartları nedeniyle radyal kapaklı olarak projelendirecektir.

Mühendis regülasyonlu kanallarda; onaylı plan-profilinde kilometresi, tipi ve sayısı belli olan çek yapılarını hidrolik stabilite ve statik-betonarme hesaplara göre projelendirecektir.

Memba kontrollü kanal sistemlerinde, membada sabit su seviyesi sağlayan memba kontrollü çek yapılarını ve bu yapılara ait otomatik hidro-mekanik şamandıralı radyal kapakları (Memba Kontrollü Kapakları, MEK) veya elektronik bilgisayar sistemiyle uzaktan algılama esasına göre işletilecek, motorlu düz veya radyal kapakları her türlü hareketli ve gömülü sabit metal aksamı ile birlikte projelendirecektir.

Mansap kontrollü kanal sistemlerinde mansapta sabit su seviyesi sağlayan mansap kontrollü çek yapılarını ve bu yapılara ait otomatik hidro-mekanik şamandıralı radyal kapakları (Mansap Kontrollü Kapakları, MAK ve Orifisli Mansap Kontrollü Kapakları OMAK) veya elektronik bilgisayar sistemiyle uzaktan algılama esasına göre işletilecek, motorlu düz veya radyal kapakları her türlü hareketli ve gömülü sabit metal aksamları ile birlikte projelendirecektir.

Mühendis, mekanik ekipmanların küçük su seviyesi değişimlerinden etkilenerek titreşime girmemesini ve aynı zamanda kapakların düzgün bir şekilde çalışmasını sağlayacak yan geçiş hatlarını, MAK-OMAK kapakların membası ve mansabı arasında şamandıra besleme kuyusu ile birlikte projelendirecektir.

Bival kontrollü kanal sistemlerinde, çek yapılarını, elektrik kumandalı düz kapaklı veya radyal kapaklı olarak ve sinyalizasyon sistemi ile birlikte projelendirecektir.

Mühendis, kontrol yapıları ile ilgili yapacağı hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesaplara dayalı uygulama projelerini ve İdare'ce gerekli görülen nokta detayı çizimlerini hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

## **5 KANAL KORUMA YAPILARI**

### **5.1 Genel**

Mühendis; kanalları, kanal içinden ve dışından gelebilecek her türlü kontrolsüz suların verebileceği zararlardan korumak maksadıyla, kanalın özelliğini ve arazi şartlarını da göz önünde bulundurarak fonksiyonel, emniyetli ve ekonomik koruma yapısını seçerek projelendirecektir.

Mühendis, hatalı işletme sonucunda, kanala proje debisinin üzerinde bir debi verilmesi halinde kanaldaki normal su seviyesinin ani yükselmesi, kanal üzerinde yer alan otomatik veya manuel kumandalı kontrol yapılarının beklenmedik bir anda arızaya girmesi durumunda yükselen su seviyesinin kanal hava paylarını tehdit etmesi, kanal üst kotlarından sulama sezonu dışında kar ve yağmur sularının kanal içine girerek rüsup ve sürüntü malzemelerinin işletme sırasında özellikle sifonların içine sürüklenmesi sonucu sifon kesitinin daralması, ana kanallardan ayrılan büyük kapasiteli yedek prizlerin su almaması halinde bu yedek prizden sonra küçülen ana kanal kesitlerinde fazla suların taşkın tehlikesi oluşturması, regülatör prizinden su alan ana kanal güzergahlarının akarsuyun taşkın yatağına yakın veya düşük kotlardan götürülmesi durumunda taşkın sularının koruma seddelerini yıkarak kanala dolması, yamaç suyu alma tesisleri vasıtasıyla yamaçlardan gelen suların dolu haldeki kanal içine girmesi durumunda kanal kesitlerinde meydana getirecekleri ani su yükselmelerinin kanal emniyetini tehdit etmesi, kanalları kesen yan derelerin sularının kanalları tahrip etmesi vb. durumlarda kanallara zarar veren etmenleri ortadan kaldıracak uygun kanal koruma yapısını, yapacağı hidrolojik, hidrolik ve topoğrafik çalışmalar sonucunda, tahliye yapıları (yan savaklar, emniyet sifonları, boşaltım yapıları vb.) sel geçitler (üst sel geçitleri, alt sel geçitleri vb.) ve yamaç suyu alma tesisleri arasından seçecektir.

---

## 5.2 Tahliye Yapıları

---

### 5.2.1 Genel

Mühendis, memba veya mansap kontrollü kanallardaki suyu tamamen veya kısmen boşaltan, dinamik ( $Q_{max}$ ) ve statik ( $Q_0$ ) su seviyelerinden itibaren, hava paylarını ihlal eden ani su yükselmelerinde kanalları korumak maksadıyla tahliye yapılarını projelendirecektir. Memba ve mansap kontrollü kanallar üzerinde ve otomatik veya manuel kumandalı çekler arasında, fonksiyonel tahliye yapısını, kanalın özelliğini ve işletme sistemini de dikkate alarak seçecektir.

### 5.2.2 Memba Kontrollü Klasik Kanal Sistemlerinde Projelendirme

Mühendis; memba kontrollü klasik kanal sistemlerinde, kanal üzerinden otomatik tahliye imkanı sağlayan yan savaklar (YS) ile emniyet sifonlarını (ES) ve manuel kumandalı kapaklı dip tahliye yapılarını gerekmesi durumunda dizayn edecektir. Otomatik tahliye yapısı tipini ve sayısını tahliye edilecek debinin büyüklüğünü dikkate alarak, yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda boyutlandıracağı yapıların, maliyet mukayeselerini de dikkate alarak belirleyecektir.

Kanaldan bir pompa istasyonu vasıtasıyla su alınması ve pompa istasyonundan sonra kanal kesitinin küçülmesi durumunda, emme havuzunda mutlaka otomatik bir tahliye yapısını projelendirecektir.

Yan savakları, emniyet sifonlarını ve kapaklı dip tahliye yapılarını mansap şartları ile birlikte değerlendirerek projelendirecektir. Tahliye yapısının deşarj debisini, mansaplanacağı tahliye kanalından veya yan dereden geçip geçmeyeceğini tahkik edecektir.

Akarsu yataklarına yakın giden kanal güzergâhlarında, taşkın sularının kanala verebileceği tahribatı önlemek maksadıyla otomatik tahliye yapısını, yataktan uzaklaşan ve taşkın sularına maruz kalmayacak kanal kesiminde uygun bir noktaya yerleştirecektir.

Kapaklı dip tahliye yapısını, sifon yapılarının yakın membasına yerleştirecek ve suyunu en yakın bir yan dere yatağına veya sifonun geçtiği dere yatağına mansaplayacaktır. Sifondan önce kanal debisinin tamamının dip tahliye yapısından atılmasını sağlayacaktır. Bunun için sifon giriş ağzına bir kapak sistemini veya tahliyeden sonra kanal üzerine bir çek yapısını koyacaktır.

### 5.2.3 Regülasyonlu Kanal Sistemlerinde Projelendirme

Mühendis, regülasyonlu kanallar üzerinde yer alan hidro-mekanik şamandıralı çek kapaklarının, işletme sırasında kapalı veya açık pozisyonda takılı kalmaları halinde ortaya çıkabilecek taşma problemleri sonucunda, kanal banketleri üzerinden aşan suların kanalda yapacakları lokal tahribatları önlemek amacıyla emniyet ve boşaltım yapılarını, çekler arasındaki kanal kesimlerine yerleştirecektir.

Regülasyonlu kanallarda yan savakları, statik su seviyesinin ( $Q_0$ ) üzerinde ve karşıdan alışı savaklar olarak projelendirecektir. Yan savakların deşarj kapasitelerinin, emniyet sifonlarına nazaran daha düşük olduğunu ve deşarj kapasitesinin artırılması halinde ise, maliyetinin de yükseleceğini göz önünde bulunduracaktır.

Mühendis; memba kontrollü bir çek kapağının açık pozisyonda takılı kalması halinde sistem gereği taşma riski oluşmayacağından, bu durum için kanala herhangi bir emniyet yapısını yerleştirmeyecektir. Ancak memba kontrollü bir çek kapağının kapalı pozisyonda takılı kalması halinde ise, kanala bir emniyet yapısı yerleştirerek kanaldan taşmayı önleyecektir.

Mansap kontrollü bir çek kapağının açık pozisyonda takılı kalması hali mansap kanalında taşma riski oluşturacağından kanala bir emniyet yapısı yerleştirerek taşmayı önleyecektir. Ancak mansap kontrollü bir çek kapağının kapalı pozisyonda takılı kalması halinde ise, sistem gereği taşma riski oluşmayacağından, bu durum için kanala herhangi bir emniyet yapısı yerleştirmeyecektir.

Kanal üzerinde yer alacak emniyet ve boşaltım yapıları tipini ve sayısını, kanalın hidrolik kriterlerine ve işletme şartlarına bağlı olarak, kurulacak bir senaryo dahilinde ve işin ekonomisini de göz önünde bulundurarak, yapacağı hesaplar sonucunda belirleyecektir.

Memba ve mansap regülasyonlu kanallarda taşkın halinde otomatik deşarj imkânı sağlayan emniyet sifonları (ES) ile manuel işletmeli kapaklı boşaltım yapılarını (BOY) ayrı ayrı projelendireceği gibi, birlikte bir grup-yapı olarak da projelendirebilecektir. Emniyet sifonu ile boşaltım yapısını (EBOY) birlikte projelendirerek yapı maliyetinde ekonomi sağlayacaktır.

Mühendis, memba regülasyonlu kontrol sisteminde emniyet sifonu yapısını memba regülasyonunu sağlayan çek yapısının membasında yakın bir yerde projelendirecektir. Emniyet sifonunun metal eşik kotunu  $Q_{max}$  dinamik su seviyesi üzerine dalgalanma payını da dikkate alarak uygun bir kota yerleştirecektir. Ayrıca emniyet sifonlarında yer seçimini, en yakın sel yatağına deşarj imkânı verecek şekilde yapacaktır. Emniyet sifonları genellikle işletme kolaylığı ve ekonomi sağlamak maksadıyla, boşaltım yapıları ile birlikte düşünüldüğünden, her iki yapının aynı anda işletileceğini göz önünde tutarak toplam deşarj debisinin mansaplanacak sel yatağından geçip geçmediğini tahkik edecektir. Ancak sel yatağı havzasından gelerek ASG veya ÜSG yapısından geçen taşkın debisi ( $Q_{25}$ ) emniyet ve boşaltım yapısı (EBOY) toplam debisinden daha büyük ise, o takdirde EBOY deşarj debisi için mansap yatağı kapasitesinin tahkikini yapmayacaktır. EBOY toplam debisinin, sel yatağının 25 yıllık taşkın debisinden daha büyük olması halinde, mansap yatağı kesitini EBOY yapısının kapasitesine göre belirleyecektir. Mansap yatağının projelendirmesinde, ASG veya ÜSG yapısından geçen 25 yıllık taşkın debisi ile EBOY yapısı deşarj debisi toplamının aynı anda mansap yatağından geçmeyeceğini dikkate alacaktır.

Mühendis; mansap regülasyonlu kanal sisteminde, emniyet sifonu yapısını, mansap regülasyonunu sağlayan çek yapısının mansabına yakın bir yerde projelendirecektir. Bu noktada emniyet sifonunu boşaltım yapısı ile tasarlayacak ve böylece oluşturacağı grup-yapının (EBOY) tahliyesini en yakın sel yatağına mansaplayacaktır. Grup-yapının toplam debisini dikkate alarak, sel yatağının kapasitesini tahkik edecektir. Emniyet sifonu yapısını yukarıda bahsedilen kanal kesimine  $Q_0$  statik su seviyesi (düşük akım seviyesi) üzerinde olmak kaydıyla hidrolik şartlar açısından gerekli görülen uygun bir kota yerleştirecektir. EBOY yapısını çek kapağının yakın mansabına yerleştirerek, kanalın bu kesitinde su yüksekliğinin çek aralığının diğer bütün kesitlere göre daha az olacağından yapı maliyetinde ekonomi sağlayacaktır.

Mühendis; ana kanal güzergâhlarının geçtiği arazinin topoğrafik özelliklerini, yamaç ve ova tarafında yer alacak arazilerin konumları ile sel yataklarının yerlerini göz önünde bulundurarak ES ve BOY yapılarını genellikle ova tarafında (işletme-bakım yolu tarafında) projelendirecektir. Ancak bazı zorunlu hallerde (arazi enine eğimin yüksek olduğu kanal kesimlerinde, işletme-bakım yolunun EBOY yapısı üzerinden geçirilemediği durumlarda, yol kotunun düşük olduğu duvarlı kanal uygulamalarında, işletme-bakım yolu ekseninin EBOY yapısı nedeniyle yamaç tarafında da projelendirebilecektir. Yapının tahliyesini ya kanal altından bir menfezle sel yatağına mansaplayacak ya da yakın ASG memba girişine (en kesitinin yeterli olması kaydıyla) bağlayacaktır.

Ayrıca hidrolik ve topoğrafik şartların uygun olması halinde, bir EBOY yapısını bir ASG yapısı ile birlikte projelendirebilecektir. Bu durumda dip tahliyeden (BOY) ve emniyet sifonundan (ES) atılacak toplam debinin, ASG yapısından geçip geçmediğini tahkik edecektir. Ayrıca ASG'nin tipini, en kesitini ve göz adedini dikkate alarak, gerekli emniyet sifonu sayısını ve dip tahliye ile birlikte toplam yapı genişliğini seçecektir.

Emniyet sifonlarını, genellikle ait oldukları kanalın debisinden daha az bir debi için boyutlandıracaktır.

Kanal banketinden taşıma oluşmadan önceki süreyi (hava payını doldurmak için gerekli olan süreyi), kanal kesimine giren debi ile emniyet sifonundan atılan debi arasındaki fark debiyi dikkate alarak hesaplayacaktır.

Hava payını doldurmak için geçen süreyi (müdahale süresini), minimum 60 dakika olacak şekilde alacak ve gerekli emniyet yapılarının kapasitesini ve sayısını seçecektir. Emniyet sifonlarının tipini ve sayısını, kanalın karakteristiklerini, müdahale süresini, taşkın halinde tasarlanan otomatik deşarj debisini, koruma yapısının ekonomisini vb. hususları göz önünde bulundurarak belirleyecektir.

Mühendis; genel olarak küçük kapasiteli regülasyonlu kanallarda, açık konumda takılı kalan kapaktan çek mansabına geçen maksimum debinin tamamının emniyet sifonları vasıtasıyla otomatik olarak tahliyesini, işletme kolaylığı ve kanal emniyeti açısından sağlayacaktır.

Büyük kapasiteli regülasyonlu kanallarda açık konumda takılı kalan kapaktan çek mansabına geçen maksimum debinin, bir miktarının emniyet sifonlarından bir miktarının çek yapısı bünyesinde projelendirecek yan savaklardan (YS), kalan miktarının ise BOY yapısından tahliyesini sağlayacak şekilde, fonksiyonellik, emniyet ve ekonomi

parametrelerini de göz önünde bulundurarak oluşturacağı bir senaryo çerçevesinde optimum çözümü belirleyecektir.

Çekler arasındaki kanal kesimlerinde açık pozisyonda takılı kalabilecek kapakların oluşturacağı taşkın sularının otomatik tahliyesini yapacak emniyet sifonu sayısının senaryo gereği fazla çıkması durumunda yan savak (YS) yapısını projeye dahil edecektir. Bu savağı çek yapısının bünyesinde tasarlayacak ve çek ızgarası önünde sağ ve sol sahilde olmak kaydıyla iki adet olarak projelendirecektir. Söz konusu savaklar, düşük akım seviyesinin üzerindeki suların deşarjını sağlayacaklarından savakların kret kotlarını,  $Q_0$  statik su seviyesinin bir miktar üzerinde (örneğin küçük kapasiteli kanallarda 5 cm, büyük kapasiteli kanallarda ise 10 cm) seçebilecektir.

Bu nedenle yan savakların hidrolik hesaplarını, karşıdan alışı savak formüllerini kullanarak yapabilecek ve çek yakın membasındaki kanal kesimindeki beton hava payını dikkate alarak belirlenen savak boyları için deşarj kapasitelerini bulacaktır. Çek yapısının sağ ve sol sahilindeki yan savaklardan taşkın halinde savaklanacak taşkın sularını, bir yan geçiş borusu ile mansap kanalına atacak şekilde gerekli hidrolik hesapları ve bu hesaplara dayalı çizimleri yapacaktır. Boru çapının belirlenmesinde, membada maksimum savak yükü üst kotu ile mansapta  $Q_0$  statik su kotunu göz önünde bulunduracaktır.

“Müdahale süresi”, işletmeden sorumlu personelin mobilizasyonu için gerekli minimum zaman olup, Mühendis, bu zaman zarfında arıza mahalline ulaşarak fark debiden (ES, YS vb. kanal koruma yapılarının otomatik deşarjından sonra geriye kalan debiden) kaynaklanan taşma riskini ortadan kaldırmak amacıyla boşaltım yapısını (BOY) projelendirecektir. Ayrıca BOY yapısını sulama sezonu dışında kanal içindeki suyun boşaltılması veya işletme sırasında iki çek arasındaki kanal kesiminde oluşabilecek arıza durumunda bu kesimdeki suyun tahliyesi ile kanalın bakım-onarım faaliyetlerinin yürütülebilmesi maksadıyla da projelendirecektir. İki çek arasındaki kanal kesiminde regüle edilen suyu 6 ile 10 saat arasında boşaltacak şekilde gerekli hidrolik kesiti hesaplayacaktır. Böylece çekler arasında taşkın riskini önlemek veya kanal içindeki suyu tamamen boşaltmak gibi iki farklı amaç için işletilecek olan BOY yapısını, bu iki senaryodan elde edilecek en büyük deşarj debisine göre projelendirecektir.

BOY yapılarını genellikle kutu menfez olarak projelendirecektir. Ancak tahliye edilecek taşkın debisinin miktarı az ise, o takdirde yapıyı, menfez yerine büz veya boru olarak da projelendirebilecektir. BOY yapılarını; kanaldaki taşkın su seviyesi kotunu, deşarj debisini boşaltım kanalının karakteristiklerini vb. hususları göz önünde bulundurarak, kanal tabanı seviyesinde projelendirecektir.

---

## **5.3 Sel Geçitleri**

---

### **5.3.1 Genel**

Mühendis; kanalları kesen yan derelerin sularının kanala ve işletme-bakım yoluna zarar vermesini önlemek maksadıyla, havzalardan gelen bu kontrolsüz sel sularını, kanalın altından (alt sel geçidi-ASG) veya üstünden (üst sel geçidi-ÜSG) geçirerek tabii yatağa verecektir. Sel geçitlerini, onaylı havza planında yer alan taşkın debilerine ve kanal profilinde belirlenen kilometrelerde alınacak 1/500 ölçekli plankotelerine uygun olarak projelendirecektir. Sel geçitlerini boyutlandırırken ait olduğu yan derenin rüsüp durumunu da



göz önünde bulundurarak emniyetli ve ekonomik kesiti, yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda belirleyecektir.

Mühendis; çok sayıda yan dereyi kısa aralıklarla kesen kanallarda, her bir kesim noktasında sifon yapmak, hem ekonomik hem de yük kaybı açısından uygun olmayacağından bu gibi hallerde daha fonksiyonel geçiş olan sel geçitlerini tercih edecektir. Ancak kanal kapasitesinin küçük, yan dere taşkın kapasitesinin ise büyük olması durumunda kanalı sifona alarak emniyetli ve ekonomik geçişi sağlayacaktır. Gerekliyse kanal üzerinde oluşacak olumsuz etkileri de dikkate alacak ve maliyet mukayesesi hesapları yaparak, uygun alternatifi seçecektir.

### 5.3.2 Alt Sel Geçitleri (ASG)

Mühendis; sel sularını, bir kutu menfez vasıtasıyla kanal altından geçirerek doğal yatağına mansaplayacak şekilde alt sel geçidini projelendirecektir. Onaylı plan-profilinde gösterilen kilometrede alacağı 1/500 ölçekli plankote üzerinde ve havza hesapları neticesinde belirlenen  $Q_{10}$  ve  $Q_{50}$  yıllık frekanslı taşkın debilerine göre ASG yapısının yerleşimini ve gerekli hidrolik hesaplarını yapacaktır.  $Q_{10}$  yıllık frekanslı taşkın debisinin yanı sıra yan dereden gelebilecek rüsup miktarını da dikkate alarak (var ise) yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda yapıyı boyutlandıracaktır. Ayrıca serbest akım şartlarında hava payı ile  $Q_{10}$  yıllık frekanslı taşkın debisine göre belirlenen kesitten  $Q_{50}$  yıllık frekanslı taşkın debisinin geçip geçmediğini de tahkik edecektir. ASG yapısını yerinde dökme kutu menfez (kare veya dikdörtgen kesitli) veya İdare'ce uygun görüldüğü takdirde prefabrik olarak projelendirecektir.

Mühendis, yanderelerin debi büyüklüğü, sel riski, yatak topoğrafik ve morfolojik yapısı, yatak stabilitesi ile rüsubat hareketleri ve yüzen cisim potansiyeli, bitki örtüsü ve işletme şartlarını dikkate alarak, tıkanma riski ve buna bağlı önemli etkilerin olmayacağı küçük kapasiteli kanallar üzerinde minimum hidrolik kesiti, 1,00 m x 1,50 m (bxh) kutu menfez olarak belirleyecektir. Bu şartların sağlanamayacağı yerler ile özellikle büyük kapasiteli kanallar da ise minimum hidrolik kesiti, 2,00 m x 2,00 m (bxh) kutu menfez olarak belirleyecek olup yüzen cisimler ile taşınan rüsubatın kesit girişinde ve tabanda birikmesi sonucu oluşabilecek kesit daralması ve/veya çevresel ihtiyaçlar sebebiyle bu boyutlar ve hava paylarını ihtiyaca göre arttıracaktır. Dere ıslahı ve taşkın kontrolü öngörülen yerlerde; ilgili ıslah ve taşkın kontrol projeleri ile memba ve mansap şartlarını, bu duruma uygun kriterleri dikkate alıp bütüncül olarak değerlendirecek ve projelendirme yapacaktır.

Mühendis; ASG yapılarının eğimini, sel yatağının doğal eğiminde veya mümkün olduğu kadar yatak eğimine yakın bir eğimde seçecektir. ASG yapısının girişi ile çıkışı arasında tek eğim kullanabileceği gibi bazı hallerde iki farklı eğim de kullanabilecektir. ASG yapısı boyunca seçtiği taban eğiminin ( $S_1$ ), hesaplayacağı kritik eğimden ( $S_c$ ) daha büyük olduğunu ( $S_1 > S_c$ ) gösterecektir. İki eğimli olarak düzenlenen ASG yapılarının mansap kesimlerinde, sürüntü malzemesi birikimini önlemek amacıyla,  $S_2 = 0.005$ 'den daha küçük eğimleri kullanmayacaktır. Mühendis; ASG yapılarında ano boylarını, zorunlu olmadıkça 12,00 m'den daha uzun teşkil etmeyecek ve ano birleşim yerlerinde taban eğimi  $S < 0.05$  olması durumunda yastık;  $S \geq 0.05$  durumunda ise, kaymaya karşı parafuy tanzim edecektir. Büyük dolgular altında ve yamaç arazilerde uygulanacak çok dik eğimli alt sel geçitlerinde, kanaldan veya sel geçidinden sızan suların dolgularda borulanma sonucu oluşturacağı

tahribatları önlemek maksadıyla sızma boyunu uzatacak “yaka yapılarını” ASG etrafında ve belli aralıklar için projelendirecektir.

Mühendis; alt sel geçitlerinin memba ve mansap şartlarında gerekli düzenlemeleri yaparak, ait oldukları yan derelerden gelebilecek sel sularının kanala verebileceği zararları önleyecektir. ASG girişinde, rakortman duvarlarını toprak yönlendirme seddeleri ile yeterli mesafeye kadar uzatarak sel sularının ASG’ye çevrilmesini sağlayacaktır. ASG çıkışında ise, çıkan suyun hızını dikkate alarak, oyulmaya karşı gerekli tedbirleri (taş dolgu vb.) alacaktır. Ayrıca ASG’nin çıkışını kanala ait işletme-bakım yolunun şev eteği dışında teşkil ederek, sel sularının yol dolgusuna ve dolayısıyla kanala verebileceği hasarları önleyecektir.

Alt sel geçitleri mevkiinde kanalların dolguda geçmeleri nedeniyle, kanalın oturma sonucu tahribatını önlemek için, menfezin her iki yanında ve kanal tabanı ile dere yatağı tabii zemini arasında kalan boşlukların taş dolgu ile doldurulacağını hazırlayacağı projede gösterecektir. Özellikle büyük kapasiteli kanallardan sızmayı önlemek maksadıyla derz yerlerinde derz dolgusu uygulaması, kanal altına kil veya sızdırmazlık malzemesi (yalıtım) serilmesi, drenaj sistemi yapılması vb. tedbirler için gerekli detay çizimleri hazırlayacaktır.

Mühendis; alt sel geçitlerinde gerekli hidrolik kesit belirlendikten sonra, yapıya etkiyen statik ve dinamik yükleri dikkate alarak, yapacağı statik-betonarme hesapları sonucunda statikçe gerekli beton et kalınlıklarını ve donatı miktarını hesaplayacaktır. Betonarme hesaplarda, hiperstatik sistemin çözümünden elde edilecek momenti, normal ve kesme kuvvetlerini dikkate alacaktır. Böylece mesnet demirlerini, kesitin dört tarafından ankastrelik şartını sağlayacak şekilde ve yeterli aderans boyunda kesite yerleştirecektir.

ASG yapılarında beton sınıfını C25/30 ve çelik sınıfını ise B420C niteliğinde seçecektir. Yapı altında 10 cm kalınlığında C16/20 beton uygulamasını gösterecektir. Beton kesite ait basınç, kayma ve çelik çekme dayanımlarını “TS500” standardında belirtilen esaslara uygun olarak belirleyecektir.

### **5.3.3 Üst Sel Geçitleri (ÜSG)**

Mühendis; sel sularını, kanal üzerinden genellikle dikdörtgen kesitli ve ters kirişli bir tabliye vasıtasıyla doğal sel yatağına iletcek şekilde üst sel geçidini projelendirecektir. Bu geçidi; yol geçişli, membada kaskat düşümlü, mansapta kasis veya kutu mentez geçişli olarak tasarlayabilecektir. Onaylı plan-profilinde gösterilen kilometrede alacağı 1/500 ölçekli plankote üzerinde ÜSG yapısının yerleşimini gösterecektir. Sel yatağına ait onaylı havza debilerinden  $Q_{10}$  yıllık frekanslı taşkın debisine göre gerekli hidrolik hesapları yaparak, ÜSG yapısının boyutlandırılacaktır. Boyutlandırma sırasında sel yatağından gelebilecek rüsubun, ÜSG yapısında oluşturacağı kesit daralmasını da dikkate alarak,  $Q_{10}$  yıllık frekanslı debinin kesitten taşmadan hava payı içinde kalacak şekilde mansaba geçmesini sağlayacaktır. Ayrıca,  $Q_{10}$  yıllık frekanslı taşkın debisine göre belirlenen ÜSG kesitinden,  $Q_{50}$  yıllık frekanslı taşkın debisinin hava payı ile birlikte taşmadan geçip geçmediğini tahkik edecektir.

Mühendis; ÜSG mevkiinde topoğrafik şartların uygun olması halinde yapı içinde rüsup birikimini önleyecek gerekli tedbirleri alacaktır. Örneğin, sel yatağından gelen akımın rejimini korumak ve rüsubun mansaba atılmasını sağlamak maksadıyla ÜSG tabanına (sıfır eğimden kaçınarak) kritik eğimden daha büyük bir eğim verebilecektir. Ancak, bazı zorunlu haller nedeniyle (sel yatağı ile kanalın kesiştiği noktada yatak ve kanalın konumları, tabii zemin şartları vb.) ÜSG tabanına uygun eğimim verilemediği durumlarda, sel yatağında

rüsüp hareketini önleyecek yukarı havza çalışmaları ile ilgili projelendirmeyi İdare'nin uygun görüşünü de alarak yapabilecektir. Dere ıslahı ve taşkın kontrolü öngörülen yerlerde; ilgili ıslah ve taşkın kontrol projeleri ile memba ve mansap şartlarını, bu duruma uygun kriterleri dikkate alıp bütüncül olarak değerlendirecek ve projelendirme yapacaktır.

Mühendis; statik ve betonarme hesaplara esas olarak alacağı yüklerin yanında kesitin %20 sinin rüsüpla dolduğunu kabul ederek, hesaplara rüsüp yükünü de dahil edecektir. ÜSG yapısını, kanal üst genişliğini dikkate alarak tek açıklıklı olarak hesaplayacağı gibi, büyük kanallarda bir veya birden fazla orta ayak teşkil ederek de projelendirebilecektir. Ayrıca, memba kontrollü kanallarda ÜSG tabliyesi alt kotu ile kanal su kotu arasında en az 30 cm'lik, mansap kontrollü kanallarda ise ÜSG tabliyesi alt kotu ile  $Q_0$  kanal su kotu arasında en az 10 cm'lik hava payının bırakılmasını sağlayacaktır.

Mühendis; ÜSG yapısının yakın çevresinde bir köprü'nün veya yol geçişinin bulunmaması durumunda; yaya, sürü ve tarlaya ulaşım amacıyla yol geçişli üst sel geçidini, bu şartnamenin "9 Yol Geçiş yapıları" bölümü esas alınıp statik ve dinamik yükler altında, ihtiyaç duyulan genişlikler için İdare'nin de uygun görüşünü-alarak projelendirebilecektir. Yol geçişli ÜSG yapılarında, ÜSG'nin giriş ve çıkışında araç geçişi için gerekli düzenlemeleri yapacaktır. ÜSG çıkışı ile işletme-bakım yolunun kesiştiği noktada sel suyunun geçebileceği derinlikte oluşturacağı kasisin giriş ve çıkış eğimini maksimum %10 olarak alacak ve kasiste oluşacak su seviyesini dikkate alarak da kasisi uygun kalınlıkta betonla kaplayacaktır. Yol geçişli ÜSG yapısına, işletme-bakım yolundan veya tarladan direkt geçiş için oluşturacağı rampanın eğimini ise maksimum %10 olacak şekilde tasarlayacaktır. Yol geçişli ÜSG yapılarını, öncelikli olarak hidrolik şartları yerine getirecek şekilde boyutlandırdıktan sonra diğer projelendirme (yaya, trafik vb.) kriterlerine göre gerekli tahkikleri yapacaktır.

ÜSG yapısının membasındaki sel yatağı kesiminde eğimin dik olması durumunda, sel yatağından gelen sel sularının küçük eşiklerden oluşan kaskatlardan geçirilerek enerjisi kırıldıktan sonra ÜSG yapısına verilecek şekilde gerekli projelendirme çalışmalarını yapacaktır.

Mühendis; ÜSG yapısının mansabında sel yatağı eğiminin yüksek olması veya bu noktada işletme-bakım yolunun kasise alınmasının mümkün olmadığı durumlarda (çıkışta tabii zemin kotunun düşük olması halinde), sel sularının geçişini işletme-bakım yolu altından kutu menfezle sağlayacaktır. Mansapta kutu menfez geçişli ÜSG yapısının projelendirilmesinde, öncelikle menfeze girişte dik düşülü kuyu teşkilinden kaçınacaktır. Menfez girişinde rüsüp birikimini önlemek maksadıyla ÜSG'den gelebilecek rüsüblü suyun hızlanarak kutu menfeze geçişini temin edecek ve kanalın işletme-bakım yolunun emniyetini sağlayacak şekilde ÜSG yapısını projelendirecektir.

ÜSG yapılarında beton sınıfını C25/30 ve çelik sınıfını B420C niteliğinde seçecektir.

---

#### **5.4 Yamaç Suyu Alma Tesisleri (YSAT)**

---

Mühendis; kanalın yamaç tarafında yer alan derelerin sürüntü malzemesi taşıyıp taşımadıklarını araştıracaktır. Rüsüp taşımaları halinde bu derelerin sularını kanal içine vermeyecektir. Aksi takdirde kanal içinde önemli işletme problemlerini gündeme getireceğini göz önünde bulunduracaktır. Bu nedenle rüsüp taşımaması ve kanal kapasitesine göre çok küçük bir değer olması halinde yan derelerden gelebilecek suları (maksimum 500 l/s), kanal

içine alabilecektir. Bu amaçla, yapı yerinin 1/500 ölçekli plankotesini çıkartarak, yamaç suyu alma tesisini projelendirecektir.

## 6 DÜŞÜ VE ŞÜT YAPILARI

Mühendis; yüksek kotlardaki suyu daha düşük kotlara enerjisini kırarak indirebilmek için “Düşü veya Şüt” yapılarını projelendirecektir. Su seviyeleri farkı  $h \leq 0.50$  m olan düşüleri, herhangi bir yapı yapmaksızın kanal kesitini koruyacak ve sadece tabanda 1:1 eğimli basit bir geçiş yapısı teşkil ederek projelendirecektir. Su seviyeleri farkı  $0.50 < h \leq 2.50$  m olan düşüleri, dik düşü olarak gerekli hidrolik hesapları yaparak projelendirecektir. Hidrolik hesaplar sonucunda, dik düşü genişliğini (B), havuz derinliği (G) ve havuz boyunu (L) belirleyecektir. Havuz boyunun hesaplanmasında aşağıda verilen “a” ve “b” çözümlerinden büyük çıkan (L) değerini, havuz boyu olarak seçecektir.

- a)  $L_{BR} = G + F + H_2 + 0,50$
- b)  $L_{CSU} = 3,8y_c + F + 0,126$

Burada;

G = Havuz derinliği, m

F = Memba ve mansap kanalları arasındaki enerji seviyeleri farkı, m

H<sub>2</sub> = Mansap kanalındaki su yüksekliği, m

Y<sub>c</sub> = Düşü başlangıcındaki kritik derinlik, m

L<sub>BR</sub> = “Bureau of Reclamation” tarafından geliştirilen havuz boyu, m

L<sub>CSU</sub> = “Colorado State University” tarafından geliştirilen havuz boyu, m

Su seviyeleri farkı  $2.50 < h \leq 4.50$  m olan düşüleri veya seri düşüleri, “Kaskat” veya “Dişli Eğik Düzlemlili Düşü” olarak,  $h > 4.50$  m olan şütleri ise “Borulu Şüt” veya “Eğik Düzlemlili Şüt, EDŞ” olarak projelendirecektir. Düşü ve Şüt yapılarının sonlarına, Froude sayısına bağlı olarak enerji kırıcı havuzu hesaplayarak yerleştirecektir.

Borulu şütlerde boru çapını, dolu haldeki maksimum hız  $V_{max}=3,60$  m/s olacak şekilde belirleyecektir. Boru eğimini ise boru içinde hidrolik sıçramayı önlemek maksadıyla daima kritik eğimden daha büyük seçecektir. Borulu şüt güzergâhında oluşturacağı boru hatlarındaki kritik altı eğimlerde, dik eğimden daha yatık bir eğime geçmeyecektir. Ancak, topoğrafik şartlar nedeniyle boru hatlarında dik eğimden daha yatık bir eğime geçilmesi zorunlu ise, bu takdirde kısa bir geçiş bölgesini dikdörtgen kesitle açık şüt kanalı olarak düzenleyecektir. Çıkış yapılarını “Çarpma Tipli Enerji Kırıcı” veya “Tip-I, Tip-II, ve Tip-III Enerji Kırıcı Havuz” olarak projelendirecektir.

EDŞ yapılarında, şüt kanalının taban eğimini kritik eğimden daha büyük seçecektir. Şüt kanalındaki farklı eğimleri düşey kurp formülüne göre birleştirecektir. Şüt kanalı boyunca duvar yüksekliğini, şüt kanalı başlangıcındaki kritik derinlik, şüt kanalı boyunca oluşan maksimum su yüksekliği ve hız yükü ile hava payı parametrelerini göz önünde bulundurarak belirleyecektir. Enerji kırıcı havuzda enerjinin tam olarak kırılabilmesi için şüt kanalını %50 eğime alarak enerji kırıcı havuza bağlayacaktır. EDŞ yapılarında enerji kırıcıya girişte, Froude sayısının 15’i aşması halinde, 10 m’yi aşan kot farklarında tek bir eğik düzlemlili şüt yerine, yaklaşık 10 m ile sınırlanmış kademeli ve bir seri EDŞ kullanmayı tercih edecektir. 60 m’den uzun ve 20° den daha yatık EDŞ kanallarında, silindirik dalgaların

oluşup oluşmayacağını hidrolik açıdan tahkik edecektir. Ayrıca EDŞ güzergâhının jeolojik yapısını ve zemin içindeki suyun etkisini de dikkate alarak kanal tabanında yüzme tahkikini yapacaktır. Şüt kanalının taban radyesinde ve yan duvarlarında oluşturulacak anolara ait derz yerlerinden kanal içindeki suyun sızmasını önleyecek uygun PVC conta tipini seçecektir. Diğer taraftan güzergâhın eğimi doğrultusunda hareket eden suyun, zemin taneciklerini sürüklemesi sonucunda oluşabilecek borulanmaya karşı da gerekli emniyet tedbirlerini (filtre vb.) proje aşamasında alacaktır.

Her bir düşü veya şüt yapısını, memba ve mansap kanallarının su seviyeleri arasındaki toplam fark, debi, hız gibi proje karakteristiklerinin yanı sıra yapılabirlik, fonksiyonellik ve maliyet parametrelerini de dikkate alarak yapacağı ekonomik mukayese hesaplarına göre düşü veya seri düşüler ile şüt veya seri şütler olarak projelendirebilecektir.

Mühendis, düşü ve şüt yapıları için yapacağı hidrolik hesaplarda İdare'nin yayınlarından veya İdare'nin kabul ettiği yerli ve yabancı kaynaklardan faydalanabilecektir.

## **7 ENERJİ KIRICI TESİSLER**

Mühendis; enerji kırıcı tesisleri, regülatörlerde, eğik düzlemlı şütlerde, gölet ve baraj dip savak çıkışlarında, fazla enerjinin hidrolik kriterlere uygun olarak kırılması ve suyun sakinleştirilerek kanala alınması maksadıyla projelendirecektir.

Regülatörlerde; Tip-I, Tip-II, ve Tip-III vb. düşü havuzlarını yatay veya eğimli konumda projelendirebilecektir. Ayrıca akarsu yatağındaki zeminin sağlam olması halinde yekpare veya dişli sıçratma eteğini kullanabilecektir.

Eğik düzlemlı şüt sonlarında, Froude sayısına (F) ve yaklaşım hızına (V) bağılı olarak yine Tip\_I, Tip\_II, Tip\_III vb. enerji kırıcı havuzlardan birini seçerek suyun kanala sakin olarak alınmasını sağlayacaktır.

$1,0 < F < 2,5$  ise "Basit Havuz"

$2,5 < F < 4,5$  ise "Tip-I Havuz"

$F > 4,5$  ve yaklaşım hızı  $V \leq 15$  m/s ise "Tip-II Havuz"

$F > 4,5$  ve yaklaşım hızı  $V > 15$  m/s ise "Tip-III Havuz" seçecek ve bu havuz tipleri için bu havuz boylarını belirleyecektir. Eğimli düşülerde "Dişli Eğik Düzlemlı Enerji Kırıcıları" da dizayn edebilecektir.

Basınçlı boru çıkışından veya borulu şüt sonundan alınan suyun sakinleştirilerek kanala verilmesinde veya akarsu yatağına bırakılmasında "Çarpma Tipi Enerji Kırıcıları" projelendirecektir.

Enerji kırıcı tesisler için yapacağı hidrolik hesaplarda, İdarenin yayınlarından veya İdarenin kabul ettiği yerli ve yabancı kaynaklardan faydalanabilecektir.

## **8 AYRIM PRİZLERİ**

Mühendis, ayırım prizi yerinde 1/500 ölçekli plankote çalışmasını tamamladıktan sonra üzerine yapıyı yerleştirecektir. Sulama kanallarının ayırım noktalarında, ayrılan kolun taşıyacağı debinin ölçülmesi veya bu kolun işletme dışı bırakılması halinde, gerekli olan beton imalatları ve mekanik teçhizatı yapacağı hidrolik, stabilite, statik ve betonarme

hesaplara dayalı olarak projelendirecektir. Zemin etütleri sonucuna göre, yapı temelinde gerekli tedbirleri alacaktır. Ayrım prizini, devam eden kol ve ayrılan kol üzerinde olmak kaydıyla kapaklı birer yapı (regülatör tipi priz vb) olarak projelendirecektir. Gerekli görülmesi halinde yapının membasında bir tahliye tesisini de projelendirebilecektir.

Yapının ayrılan kolu üzerinde bir debi ölçüm tesisini teşkil ederek, alınacak debinin ölçülmesini sağlayacaktır.

Mühendis; regülasyonlu mansap kontrollü kanallar üzerindeki ayrım prizlerini ise, bu kanallarla uyumlu otomatik mansap kontrollü sistemleri, ayrılan kol üzerinde projelendirecektir. Tamamen seviye kontrollü olarak çalışacak ayrım prizi üzerindeki hidromekanik veya elektromekanik kapak sistemlerinin, mansap kanallarındaki su taleplerine otomatik olarak cevap verebileceklerini de dikkate alarak, gerekli hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesaplara dayalı beton imalatlarını, gömülü ve hareketli metal aksamlarını projelendirecektir.

Mühendis açık kanaldan borulu şebekeye su alma yapısı projelendirirken, sulama suyunun kapalı sisteme girmeden önce katı maddelerden arındırılması için gerekli olan süzgeç veya filtre ekipmanlarını “*Su Kontrol Elemanları Genel Teknik Şartnamesi*”ne uygun olarak projelendirecektir. Filtre yapısı için “*Borulu Şebeke Sanat Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İş Teknik Şartnamesi*”nden faydalanacaktır.

## 9 YOL GEÇİŞ YAPILARI

Bu şartname kapsamında ele alınan yol geçiş yapıları; akarsu (nehir, çay, dere) yatakları ile kanalların, ulaşım yolları (köy yolları, il yolları, kara ve demiryolları vb. ) ile kesiştiği noktalarda, ulaşım yollarının devamlılığını temin ederek araç, insan ve hayvan geçişini sağlamak için inşa edilecek köprü ve menfez yapılarıdır.

Projeler hazırlanırken başta KGM ve TCDD olmak üzere, yol geçiş yapısı projesi hazırlanan yer ile ilgili (Kültür ve Turizm Koruma ve Gelişim Bölgeleri ile Turizm Alan ve Merkezleri, Sit Alanları, Kıyı ve Sahil Şeritleri, Milli Parklar, Özel Çevre Koruma Bölgeleri, vb.) tasarruf sahibi olan kurumlar varsa belirlenecek, gerekli izin/uygun görüş alınıp, söz konusu kurumların kriter ve görüşleri dikkate alınarak tasarımlar yapılacak ve gerektiğinde bu kurumlardan nihai tasarımlar üzerinden uygun görüş alınarak projeler tamamlanacaktır.

Akarsular üzerindeki yol geçiş yapılarının projelendirilmesinde yapının teknik kriterlere uygunluğu, ekolojik çevre koşulları ve estetik ihtiyaçları ile ekonomik kriterler dikkate alınacaktır. Bu temel prensipler altında uygun yer ve koşullarda, uygun yapı tipi seçilerek, yol geçiş yapısının projelendirilmesi sağlanacaktır. Bakım ve onarımın zor olacağı düşünülen yapısal sistemlerden kaçınılacaktır.

Akarsular üzerinde inşa edilecek yol geçiş yapılarının proje debisinin seçimi ve temel hidrolik tasarım kriterleri “*Taşkın ve Rüşubat Kontrolü Yönetmeliği*”ne uygun olarak belirlenecektir.

Akarsular üzerinde menfez olarak yapılacak yol geçiş yapılarının uzunlukları, yol geçişinin teknik olarak sağlandığı mesafe ile sınırlı tutularak, bu mesafe haricinde kapalı kesitler meydana getirilmeyecektir.

Ekolojik çevre koşullarının korunması hususunda bir tespitin olması halinde; yol geçiş yapısı yapılacak yere ait özel ihtiyaçlar ve konu hakkındaki genel tasarım kriterleri dikkate alınarak projelendirme yapılacaktır.

Mühendis, akarsular üzerindeki yol geçiş yapısını ve bağlandığı yolları (taşıt ve yaya yolları) ve ilişkili olduğu her türlü yapıyı, tekniğine uygun olarak bağlantısını sağlayarak bir genel vaziyet planı üzerinde gösterecektir. Genel vaziyet planlarını basılı ve elektronik ortamda “.kmz” uzantılı olarak hazırlayacaktır. Bahse konu genel vaziyet planını yol geçiş yapısı memba ve mansabında; hidrolik, yol ve diğer çevre şartlarını yeterli ölçüde gösterecek mesafede alanı içine alacak şekilde hazırlayacaktır (Küçük menfezler için bu alan akarsu güzergahında yol geçiş yapısı memba ve mansabında yol geçiş yapısı açıklığının 20-25 katı mesafeyi içine alacak şekilde belirlenecektir). Akarsu üzerinde tasarlanan yol geçiş yapılarının yerleri, akarsu üzerindeki ve çevresindeki mevcut yapıların bulunduğu fotoğraflar üzerinde işaretlenecektir. Öngörülen yol geçiş yerinden membaya ve mansaba doğru akarsu güzergahını gösteren fotoğraflar eklenecektir.

Genel vaziyet planının sağlıklı olarak hazırlanabilmesi için; Mühendis, yol geçiş yapısının bağlantısını sağladığı yolların yol sınıflarını belirleyecek, özellikle kemer formu köprülerde düşey kurp, duruş görüş mesafesi vb. hususlara dikkat ederek yapı formunu ve yol bağlantısını oluşturacaktır. Bu tasarımlarda köprüyü dik kesen yolların bağlantıları ile yaya yollarına ait düzenlemelerin de nasıl oluşturulacağını belirleyecektir.

Yol geçiş yapısı bir ıslah/taşkın kontrolü projesi kapsamında yapılıyorsa, öncelikle proje yapım işi teknik şartnameleri doğrultusunda projelendirilecek olan plan-profil paftalarında yapının yer alması sağlanacaktır. Mühendis, planlanan yol geçişi alternatifine ait veriler ile diğer tüm yol geçişi ve enine yapıların etkilerini de dikkate alıp, proje taşkın tekerrür seviyelerine uygun olan  $Q_{10}$ ,  $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{500}$  ile ihtiyaç olması halinde  $Q_{1000}$  ve diğer ara tekerrür debilerine göre yapılacak olan su yüzü hesapları ile plan-profil paftaları üzerindeki etkilerini gösterecektir. Herhangi yeni bir ıslah/taşkın kontrolü projesi planlanmamış doğal akarsu yataklarında veya mevcut ıslah/taşkın kontrolü tesisleri üzerinde yol geçiş yapısı yapılması zarureti halinde; yol geçiş yapısının memba ve mansabında yeterli bir mesafede oluşacak hidrolik etkiler, yol bağlantıları ve diğer çevresel koşulları da dikkate alarak, ıslah/taşkın kontrolü projelerinde yapılan hidrolik hesaplara benzer nitelik ve şekilde, doğal yatak profil ve enkesitleri üzerinde yapılacak olan su yüzü hesapları ile doğal yatak üzerindeki etkilerini gösterecektir.

Özellikle akımın nehir rejiminde olduğu ve mansap kontrollü akarsu bölümlerinde doğru bir su yüzü profili oluşturacak nitelikte ihtiyaç duyulan akarsu bölümünün tamamında yol geçiş yapısının köprü veya menfez olmasına bakılmadan Mühendis su yüzü hesaplarını yapacaktır.

Yapılacak hidrolik çalışmalar ve su yüzü profillerine göre belirlenecek olan proje debisi su seviyeleri ve ihtiyaç olması halinde diğer ara tekerrür debilerine göre oluşan su seviyelerini; uygun ölçekte çizilecek yol geçiş yapısı enkesitleri ile köprünün membasında ve mansabında belirli mesafelerdeki akarsu enkesitleri üzerinde (Orta büyüklükteki köprülerde bu mesafe yaklaşık olarak 100 m seçilebileceği gibi akarsu ve yol geçiş yapısının büyüklüğü ile kabarma etkisi de dikkate alınarak uygun mesafeler belirlenecektir.) işaretleyerek gösterecektir. Bu kesitlerde yol geçiş yapısına ait detayları, mevcut akarsu veya ıslah/taşkın

kontrolü yapılarına ait detayları ve enkesit yanında yer alan sedde, yol vb. yapıları gösterecektir.

Mühendis, akarsularda akarsu taşkın karakterini, rüsubat hareketlerini ve yüzen cisim potansiyelini belirleyecektir. Yol geçiş yapısının tipi ve boyutları ile hava payını, yüzen cisimler, rüsubat hareketleri ve akarsu taban hareketlerini de dikkate alıp bunları güvenli olarak geçirebilecek şekilde belirleyecektir. Hava payını düz tabliyeli köprülerde proje taşkın su yüzü ile köprü kirişaltı kotu arasında, kemer köprülerde ise, kemer formuna ait eğrisellik ve köprü gözleri arasındaki gabari farklılıklarını dikkate alarak “Taşkın ve Rüsubat Kontrolü Yönetmeliği” ni esas alıp minimum 1,50 m olacak şekilde belirleyecektir. Köprü membasındaki akarsu yatağında şev kayması, heyelan, rüsubat ve yüzen cisimlere (ağaçlar ve diğer kaba materyaller) bağlı olarak büyük potansiyel ve önemli ölçüde risk öngörülüyorsa hava payı daha büyük tutulabilecektir. Akarsu ulaşımına yönelik olarak faaliyetler öngörülen yerlerde bu duruma uygun düşey ve yatay gabari şartlarını, işletme şartlarını ve etkilerini dikkate alıp, akarsu ulaşımına yönelik gerekli teknik verileri sağlayarak projelendirme yapacaktır.

Mühendis, rüsubat hareketleri kapsamında taşınım gösteren katı madde cins ve boyutları ile söz konusu katı maddelerin olası çarpma etkisini de dikkate alacaktır. Bu doğrultuda en az sayıda orta ayak gerektiren ve varsa çarpma etkisini de dikkate alan yapı tasarım şartlarını tercih edecektir.

Akarsular üzerinde yapılan köprülerde karşılaşılan önemli problemlerin önüne geçilebilmesi için Mühendis, hidrolik, yapısal ve jeoteknik faktörlerin etkileşiminin sağlıklı bir şekilde belirlenmesini sağlayacaktır. Sürekli ve periyodik taban seviyesi alçalması, oyulma problemleri, köprü yaklaşım dolgusu ile köprü yakını memba ve mansabında şev ve taban stabilitesi problemleri, hakkındaki gerekli ıslah/köprü hesap ve tahkikleri (şev ve taban stabilite tahkikleri, oyulma hesapları vb.) yaparak ortaya koyacağı tespitleri değerlendirecek ve bu doğrultuda ihtiyaç duyulan köprü temel tipini seçecek, şev ve taban stabilitesine yönelik diğer yapısal önlemleri alacaktır.

Mühendis, akarsu taşkın riski, taşkın karakteri, normal yatak genişliği, taşkın yatağı genişliği, yatak topoğrafik ve morfolojik yapısı ile rüsubat hareketleri ve yüzen cisim potansiyelini araştıracaktır. Yol geçişinin menfez olarak planlanmasına rağmen yüzen cisimler ile taşınan rüsubatın kesit girişinde ve tabanda birikmesi sonucu oluşabilecek kesit daralması ve/veya çevresel ihtiyaçlar sebebiyle kesit kapasite artırımı ve statik açıdan gerekli beton kesitlerinin ve mesnet açıklıklarının büyümesi sebebiyle oluşacak maliyetin artması gibi olumsuzluklarla karşılaşılması durumunda, menfez yapısı yerine köprü alternatifini de ele alarak inceleyecek ve ekonomik bulunması halinde projelendirmeyi buna göre yapacaktır. Köprülerin hidrolik olarak gerekli olmadığı ve yapılacak etüt ve incelemelere dayalı olarak rüsubat ve yüzen cisim problemleri sebebiyle taşkın riski beklenmeyen yerlerde yol geçiş yapısının menfez olarak projelendirilmesi halinde seçim değerlendirmelerinin bu projelere ait inceleme, etüt, tahkik, hesap, mukayese vb. tüm bilgilerin menfez proje rapor ve eklerinde yer almasını sağlayacaktır.

Akarsularda yol geçişi için iyi tasarlanmış bir menfezin tıkanma riski düşük olmalı ve yatak denge koşulları ile sedimantasyon yükü ve taşınımı dikkate alınarak projelendirme yapılmalıdır. Serbest akışa sahip olacak şekilde tasarlanmış bir menfezin çeşitli nedenlere bağlı olarak akış tipinin istenildiği gibi gerçekleşmeyebileceğini de dikkate alarak sedimantasyon ve yüzen cisimlerin etkisini göz önünde tutup menfezleri yeterli hava payı ile



tasarlayacaktır. 2x2 m boyutundan daha büyük menfezler için hava paylarını, minimum 60 cm olmak üzere tasarlandıkları akarsuyun ıslahı veya taşkın kontrol kanalı kesit özellikleri ve ıslah için ön görülen hava paylarını dikkate alarak belirleyecektir. Meskun mahaller ile sedimantasyon ve yüzen cisim belirsizlikleri fazla olan yerlerde bu değerlerin riskleri azaltacak şekilde hava payının artırılmasını değerlendirecek ve gerekli olduğu hallerde gerekçelerini ortaya koyarak artıracaktır.

Akarsular üzerindeki bir menfezin tabanında bir miktar sediment çökmesi çevresel açıdan ve tabanın yatak yükü nedeniyle aşınmasından korunması için arzu edilebilir olduğu hallerde, Mühendis tasarımlarda bu durumu dikkate alıp gerekçelerini ortaya koyarak menfez tabanını yatak taban profilinin altında tasarlayabilecektir. Böyle bir durumda kesit boyutları seçilirken hava payının haricinde tabanda öngörülen sediment (birikinti) yüksekliğini de (tabanın gömülü tasarlanan bölümü) dikkate alarak projelendirme yapacaktır.

Çevresel açıdan önem arz eden yerlerde yatak tabanının ve kıyı habitatının korunması ihtiyacının tespit edildiği durumlarda, Mühendis, gerekçelerini ortaya koyarak tabanı olmayan ve kıyı habitatını içine alan menfezler tasarlayabilecektir. Bu durumda tespit edilen ihtiyaçlar menfez ile temin edilemez ise köprü alternatifini mukayeseli olarak değerlendirecektir. Bu tip projelerde konu hakkındaki genel tasarım kriterlerini dikkate alarak projelendirme yapacaktır.

Menfezlerin giriş çıkış yapılarını, memba ve mansap şartları, kuyruksuyu etkileri ve üzerlerindeki dolgu yapıları ile beraber değerlendirecek, yatak morfolojisi ile zemin yapısını dikkate alarak oyulma ve stabilite problemlerine yönelik oyulma potansiyeli ve diğer stabilite tahkik ve hesaplarını yapacak, alınacak ilave tedbirler varsa projelendirecektir.

Mühendis, kanallar üzerindeki köprü veya menfezlerin, onaylı plan-profilinde belirlenen geçiş noktasındaki yerinde; yolun ve kanalın konumunu, ihtiyaç duyulan köprü veya menfezin açıklığını, yol geçişinin sağlanacağı yolların gerekli bağlantı kısımlarını göz önünde bulundurarak, 1/500 ölçekli plankote alımını gerçekleştirecektir.

Sulama kanalları üzerindeki yol geçiş yapısının köprü olarak projelendirilmesi halinde Mühendis hava payını giriş alt kotu ile kanalın maksimum su kotu arasındaki mesafeyi minimum 30 cm olacak şekilde, menfez olarak projelendirilmesi halinde ise kanalın özelliğini ve hava payını da dikkate alarak hidrolik ve ekonomik şartlar gereği kaplamalı kanallarda maksimum 5 cm, kaplamasız kanallarda maksimum 25 cm kabarma oluşturacak şekilde uygun menfez kesitini hesaplayacaktır. Regülasyonlu kanallarda ise, yol geçiş menfezlerini, kabarma oluşturmayacak şekilde boyutlandıracaktır. Aksi halde hidro-mekanik kapakların tam açılmayacağını, bu nedenle de proje debisinin mansaba geçirilemeyeceğini ve çekler arasındaki dinamik su hacimlerinin bir kısmının sürekli ihlal edileceğini ve dolayısıyla işletme için hedeflenen kullanıma hazır depo sularının kısıtlanmış olacağını göz önünde bulunduracaktır. Hidrolik hesap sonucunda seçeceği menfez kesiti, bir veya birden fazla gözlü olabilecektir.

Projelendirme aşamasında; Mühendis gerektiğinde ilgili kurumlarla da irtibata geçerek planlanan ve/veya mevcut yolların standardını, şerit sayısını ve genişliğini, yaya ve taşıt trafik yoğunluğunu, askeri amaçlı kullanıp kullanılmayacağını, yaya ve evcil/yabani hayvan geçişini, yüzey kaplaması durumunu ( asfalt veya stabilize vb. ), üzerinden geçeceği kanalın veya akarsuyun büyüklüğünü, araç ve yaya korkulukları, aydınlatma ihtiyaçları vb. özellikleri dikkate alarak buldukları yörenin şartlarına ve ihtiyaca uygun seviyede uygun

yapısal özelliklere haiz fonksiyonel ve ekonomik köprü tipini (yerinde dökme veya prekast kirişli köprüler, kompozit köprüler, çelik köprüler vb. ) yapacağı alternatif çalışmalara ait maliyet mukayesesi hesapları sonucunda İdarenin uygun görüşünü alarak belirleyecektir. Bu kapsamdaki çalışmalarda, kaplama malzeme cinsleri ve montaj şekilleri başta olmak üzere yol geçiş yapısı malzeme ve yapım şekilleri bölgesel iklim şartları ile işletme ve bakım faaliyetlerini dikkate alarak belirleyecektir.

Mühendis, köprüleri mümkün merteye akarsuyun/kanalın akışına dik şekilde veya en az verevlikte olacak şekilde planlayacaktır. Mühendis, yol sınıfı, trafik ve yaya güvenliği vb. zorunlu diğer şartlar sebebiyle yol geçişlerinde oluşabilecek yol ekseni ile kanal veya akarsu ekseni arasındaki verevlik açısını da göz önünde bulundurarak, köprü ayakları akarsuyun ya da kanalın akım yönüne paralel olacak ve su yüzü genişliklerini bozmayacak şekilde, gerekli hidrolik şartları sağlayacak uygun köprü tipini ve statik sistemini belirleyecektir. Köprü açıklıklarını, akarsu ve kanalların maksimum su yüzü genişliklerini dikkate alarak seçecektir. Ayrıca köprü kenar ayaklarının ve mesnet bantlarının yerleştirilmesinde kanalın beton hava payını göz önünde bulunduracaktır.

Mühendis, yol geçiş yapısı altyapı elemanlarının tasarımı için gerekli ve yeterli teknik verileri yol geçiş yapısı tipi ve büyüklüğüne bağlı olarak verecek nitelikteki uygun jeoteknik etüt ve zemin deneylerini yapacak ve bir yol geçiş yapısı jeoteknik etüt raporu hazırlayacaktır. Bu amaçla küçük menfezler için temel zemini açık bir şekilde kaya olarak belirlenmedikçe yapı tasarım ihtiyaçlarına bağlı olarak yeterli seviyedeki etüt yöntemine zemin deneylerine dayalı olarak temel zemin araştırmasını yapacaktır. Zemin incelemeleri sürecinde gerekli görülen büyük menfezler ile köprüler için yapı büyüklüğünü ve özelliklerini dikkate alarak köprü kenar ve orta ayakları ile menfez temel şartlarını tanımlayacak nitelikte belirlenecek yer ve sayıda temel araştırma sondaj kuyusunu açarak arazi zemin deneylerini içeren temel zemin araştırmalarını yapacaktır.

Sondajlar, yapı temel yerleri ve bitişik toprak işleri alanlarını kapsayan yol geçişi yerinde, boyuna ve enine doğrultuda güvenilir bir zemin tabakaları profili oluşturmak ve yol geçişinin kullanımını etkileyebilecek komşu bir jeolojik tehlikeyi de inceleyebilecek nitelikte yeterli sayı ve derinlikte yapılacaktır.

Araştırmaların kapsamı, zemin koşullarındaki farklılıklara, yol geçişi ve temel tasarımı ile yapımını etkileyebilecek her türlü proje gereklerine bağlı olacaktır. Bu doğrultuda ihtiyaç duyulacak, zemin cinsi, zemin tabakaları ve/veya karşılaşılan kaya oluşumlarının tipi ve doğası, zemin ve/veya kayaların mühendislik özellikleri, sıvılaşma potansiyeli ve yeraltı suyu koşullarını ortaya koyabilecek nitelikte olacaktır.

Yol geçişlerinin statik ve betonarme hesaplarında ise; T.C Karayolları Genel Müdürlüğüne yayımlanmış güncel ve geçerli köprü tasarım şartnamesinde belirtilen yük kriterlerini esas alarak yapacağı stabilite, statik ve betonarme hesaplar sonucunda projelendirecektir. Köprülerin statik ve betonarme hesaplarında, yolun özelliğine bağlı olarak H20S16 ve H30S24 yük sınıfları arasından uygun olan kamyon yükünü seçecektir.

Mühendis menfez üzerindeki toprak dolgu yükünü ve trafik yükünü dikkate alarak statik ve betonarme hesaplarını yapacaktır. Kutu menfezi genel olarak yerinde dökme kriterlerine göre projelendirecektir. Ancak, gerekli görülmesi halinde, maliyet mukayesesi hesapları ile birlikte İdare'nin uygun görünüşünü de alarak, kutu menfezi, prefabrik olarak

projelendirebilecektir. Köprü ayaklarının temellerini doğal zeminden itibaren minimum 0,50 m kadar aşağıda olmak üzere sağlam zemine oturacak şekilde gerekli kota kadar indirmek suretiyle projelendirecektir.

Yol geçiş yapılarının betonarme hesaplarında, yerinde dökme köprü, menfez vb. yapılar için en az C25/30, prekast ve prefabrik yapılar için ise en az C30/37, öngermeli köprü kirişlerinde en az C35/45 niteliğinde betonarme betonunu kullanacaktır. Beton çeliği sınıfını yerinde dökme veya prefabrik yapılar için B420C (nervürlü donatı çeliği) olarak alacaktır.

Mühendis, köprülerin statik ve betonarme hesaplarında, uygun olan kamyon yükü seçiminin yanında kamyon yüklerinin dinamik etki katsayısını ve dağıtma katsayısını da dikkate alarak yükleri kiriş açıklığı boyunca gezdirmek kaydıyla momentin ve kesme kuvvetinin maksimum olduğu halleri belirleyecektir. Bulunan değerler köprünün yapısal boyutlandırılmasında kullanılacaktır. Taşıyıcı kesite yerleştirilecek donatı miktarını ise, belirlenen kesit tesirlerini dikkate alarak hesaplayacaktır. Üst yapıdan köprü ayakları vasıtasıyla temele intikal eden yüklerin temel zemininde oluşturacağı gerilmenin, Jeoteknik Etüt Şartnamesi doğrultusunda yapılan jeoteknik etütler sonucunda bulunan zemin emniyet gerilmesinden daha büyük çıkması halinde ve bu durumda seçilen temel boyutlarının büyütülmesinden de ekonomik açıdan uygun olmadığı durumlarda, köprü ayaklarını, kazıklı temel sistemlerine göre de projelendirebilecektir.

Yol geçiş yapıları, statik yüklerin yanı sıra dinamik yüklere de maruz kalacaklarından taşıma gücü yönünden zayıf temel zeminlerinde inşa edilmeleri halinde, teknik gereklilikler sebebiyle basit radye temel tipi yerine, İdare'nin de onayını almak koşulu ile kazıklı temel sistemleri kullanarak yapı güvenliğini arttıracaktır. Ancak, alınan bu ilave önlemin maliyeti arttırıcı bir tedbir olduğunu ve dolayısıyla yapı ekonomisini olumsuz yönde etkilediğini göz önünde tutarak başka alternatif çözüm önerilerini de maliyetleri ile birlikte hazırlayarak İdare'ye sunacaktır.

Büyük kapasiteli kanallar ile yolların kesiştiği noktalarda, eksenler arasındaki verevilik açısının büyük olması durumunda, geçişin, köprü yapısı yerine menfez yapısı olarak projelendirilmesi yapılabilirlik, emniyet ve ekonomik gerekçeler nedeniyle göz önünde bulunduracaktır.

Mühendis, sulama kanalları üzerinde projelendirilecek yerinde dökme veya prefabrik köprülerde, köprüye girişte ve çıkışta yol dolgularının kanala savrulmasını önleyecek kanat duvarlarını (ricat duvarlarını) mutlaka projelendirecektir. Ayrıca kanallar üzerinde projelendirilecek yol geçişi menfez yapılarında da menfez üzerindeki dolgunun kanala savrulmasını önleyecek ve dolgu şevlerine topuk teşkil edecek giriş ve çıkış baş duvarlarını yeterli yükseklikte seçecektir.

Mühendis, prefabrik olarak imal edilecek ön germeli veya öngermesiz kirişli köprülerde, köprü açıklıklarını göz önünde bulundurarak, prefabrik kirişler projelendirecektir. Köprü ayakları üzerinde kirişlerin aralıklı olarak projelendirilmesi halinde, köprüde gerekli sayıda enleme kirişini yerleştirecektir. Enleme kirişinin sayısını ve yerini, köprü açıklığını dikkate alarak belirleyecektir.

Prefabrik kirişli köprülerde, deprem etkilerini dikkate alarak kirişler arasına deprem takozlarını mutlaka yerleştirecektir. Prefabrik kirişler ile tabliyenin birlikte çalışmasını sağlayacak donatının yerleşimi için gerekli önlemleri alacaktır. Köprü açıklığına

yerleştirilecek boylama kirişlerinde sehim hesabı yapacaktır. Bulunan sehim değerinin, izin verilen maksimum sehim değerini aşmadığını hesapla gösterecektir. Köprü genişliğini, ait olduğu yolun şerit sayısına ve şerit genişliğine göre belirleyecektir. Ayrıca elastomer mesnet detaylarını ve genleşme derzlerini de hazırlayacağı projede gösterecektir.

Küçük kapasiteli kanallar ile yolların kesişmesi halinde yol geçişlerini spiral sarımlı HDPE boru ile projelendirebilecektir. SYOP ve ÇAP prizlerinin işletme-bakım yollarını kesmeleri durumunda da geçişi spiral sarımlı HDPE boru ile projelendirilebilecektir.

Yol geçiş yapısı için gerekecek yaya korkulukları AASHTO LRFD Bölüm 13.8, "Pedestrian Railings" ve ilgili bölümleri dikkate alınarak gerekli hesap ve tahkikleri yapılarak projelendirecektir. Korkuluklar yapı tasarımı ve ihtiyaçları dikkate alınarak (genleşme derzi vb.) detaylandırılacaktır.

Yapının bir parçası olarak, ihtiyaç duyulabilecek diğer yapısal koruyucu ve uyarıcı güvenlik tedbirleri (menfez giriş ve çıkış bölgelerinde kanala risk oluşturacak girişleri önleyebilecek fens teli uygulaması, uyarıcı ses veren kaplama uygulamaları vb.) yapı gereksinimleri ile ilgili yönetmelik ve standartlar çerçevesinde değerlendirilerek projelerde gösterilecektir. Ayrıca, yol geçiş yapılarından elektrik, su, doğalgaz vb. tesisatların geçirilmesinin zaruri olduğu hallerde, KGM'nin güncel mevzuat ve uygulamaları da göz önünde bulundurularak fen ve sanat kaideleri doğrultusunda gerekli tüm güvenlik tedbirleri alınmak suretiyle projelendirme yapılacaktır.

Mühendis hazırlanacak projeler kapsamında genel vaziyet planı, köprü planı, köprü boykesiti, köprü enkesitleri, köprü memba ve mansabına ait akarsu enkesit ve detayları ile yaya ve taşıt korkulukları, genleşme derzleri, mesnet elemanları, drenaj, aydınlatma ve benzer işlere ait her türlü detay ve boyutları belirleyecek ve bütün köprü elemanlarının plan, kesit, teçhizat ve/veya donatı paftalarının 1/1000, 1/500, 1/250, 1/200, 1/100, 1/50 1/25, 1/10 veya her birisi için tanımlanmalarına yeterli ölçeklerde ve standartlara uygun olarak hazırlanmasını sağlayacaktır.

Mühendis, estetik görünümlü olarak tasarlanan köprülerin inşaatlarında öngörülen formun ve uygun estetik oran ve boyutlara sahip kesitlerin yakalanabilmesi, düzgün yüzeylerin elde edilebilmesi için uygun kalıp sisteminin (plywood, çelik vb.) seğimine özen gösterecektir. Bu nitelikteki köprü tiplerine verilen mimari estetik ile perspektifin uygulama aşamasında da yakalanabilmesi ve olası görsel hataların önlenbilmesi için uygulama projelerinin tamamlanmasını müteakip kalıp ve kalıp iskelesi projelerini de hazırlayacaktır.

Mühendis yol geçiş yapısı projelerini İdare'ye bir proje raporu ile beraber sunacaktır. Proje raporlarını, işletme ve bakım, ulusal güvenlik, afet yönetimi vb. hususlardaki ihtiyaçları dikkate alarak tasarım esasları, hesapları, mukayese ve değerlendirmeleri ile projelendirme süreçlerine ait bilgileri de içerecek şekilde hazırlayacaktır.

Toplam açıklığı 60 m üzerinde olan büyük köprüler ile yüksek düzeyde estetik unsurlara ihtiyaç duyularak etüt ve planlama çalışması yapılan köprü yapılarına ait uygulama projeleri hazırlanmadan önce, en az üç alternatifli köprü avan projeleri teknik, estetik, malzeme, inşaat uygulama şartları, işletme ve bakım şartları ve ekonomi gibi hususlara ait mukayeseleri içeren bir avan proje raporu ile İdare'nin istediği nitelik ve detayda hazırlanacak, İdare uygun görüşü alınmasını müteakip bahse konu nitelikteki köprülere ait uygulama projelerine başlanılacaktır.

## 10 KAVŞUT YAPILARI

Mühendis, onaylı plan-profil projesinde bulunan kaplamalı ve kaplamasız bütün klasik kanalların ve kanalet hatlarının sonlarını, mansap şartı kriterlerine uygun olarak bir drenaj kanalına veya mevcut bir dere yatağına bağlayacak şekilde projelendirecektir.

Mühendis; kavşut yapılarını, bağlantı yapılacak kanal üzerinde uygun hidrolik şartlarda ve konumda dizayn edecektir. Bağlantı yapılacak kanalın debisini de göz önünde bulundurarak, mansaplanacak debinin bağlantı kanalına veya dere yatağına zarar vermemesi için, birleşim noktasında akımı yönlendirmek üzere uygun hidrolik şartları sağlayacak ve gerekli düzenlemeleri yapacaktır. Söz konusu bağlantının amacına uygun olarak yapılabilmesi için bağlantı yapılacak kanal ile mansaplanacak kanalın veya derenin birleşeceği kesimde yeterli kot ve tesviye eğrisini içeren bir plankote alacak ve projelendirme çalışmalarını yapacaktır.

Kavşut yapısının, bağlandığı memba kanalından gelen suların, özellikle kaplamasız mansap kanalının yan şevlerinde ve tabanında yapabileceği tahribatları önlemek maksadı ile memba kanalında akımın rejimini de dikkate alarak gerekli emniyet tedbirlerini (taş kaplama, beton kaplama vb.) alacaktır.

Mühendis; kavşut yapısı membasında, bir yol geçişi var ise, o takdirde geçiş yapısını (spiral sarımlı HDPE boru, kutu menfez vb.) memba kanalının debisine ve akım rejimine (nehir veya sel rejimine) bağlı olarak, yapacağı hidrolik hesaplar sonucunda boyutlandıracaktır. Ayrıca geçiş yapısının dolgu ve trafik yükleri altında statik ve betonarme hesaplarını ve bu hesaplara dayalı çizimlerini yapacaktır.

## 11 GEÇİŞ (RAKORTMAN) YAPILARI

Mühendis; kanal tip kesitinin değiştiği (trapezden dikdörtgen kesite, trapezden dairesel kesite vb.) durumlarda geçişi sağlayan veya galeri, sifon, tünel vb. sanat yapılarına ait giriş ve çıkışların kanal ile birleşimlerinde yük kaybını mümkün olduğu kadar azaltarak, fazla türbülansa mani olmak maksadı ile farklı geometrik şekillerdeki iki kesiti birbirine bağlayan rakortman yapılarını projelendirecektir. Ayrıca, sel geçitlerinin giriş ve çıkışlarının, doğal sel yatağına uygun hidrolik şartlarda bağlantılarını sağlayacaktır.

Mühendis; rakortman uzunluğunu hesaplarken, yaklaşım açısını  $15^{\circ} < \alpha < 25^{\circ}$  arasında olacak şekilde yapı kriterlerini ve uygun hidrolik şartları göz önünde bulundurarak seçecektir. Ayrıca, özellik arz eden yapıların (örneğin, pompa binalarının yaklaşım havuzları vb.) rakortmanlarına ait boyutlarının ve yaklaşım açılarının proje şartlarına göre belirlenebilmesi için gerekli model deneyi çalışmalarını İdare'nin uygun görüşünü de alarak yapacak veya yaptıracaktır. Genellikle beton kaplamalı olarak projelendirilen rakortman yapılarını, bazı hallerde maruz kaldıkları yanıl ve alt su basınçları ile zayıf zemin şartlarını dikkate alarak gerekiyor ise betonarme olarak da projelendirecektir.

Beton kaplamalı kanallar üzerinde, genel olarak 'kırık düzlemlili-brocken back' tipi geçiş yapılarını projelendirecektir. Kırık düzlemlili geçişlerde trapez kesit ile dikdörtgen kesit arasında hızlanan akımda yük kaybı kat sayısını  $K=0.30$ , yavaşlayan akımda ise  $K=0.50$

olarak alacaktır. Trapez kesit ile dairesel veya atnalı kesitler arasında hızlanan akımda yük kaybı kat sayısı  $K=0.50$ , yavaşlayan akımda ise  $K=0.70$  olarak alacaktır.

## 12 BORULU ŞEBEKE SANAT YAPILARI

Mühendis; borulu şebeke üzerindeki sanat yapılarını projelendirirken, “*Borulu Şebeke Sanat Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İşİ Teknik Şartnamesi*”nden faydalanacaktır.

## 13 KANALETLİ SULAMA ŞEBEKELERİNDE SANAT YAPILARI

Mühendis; onaylı plan-profilinde kanaletli şebeke olarak tasdik edilmiş ve üzerinde sanat yapıları belirlenmiş olan sulama şebekesindeki sanat yapılarını, İdare’ce yayımlanmış olan tip ve abaklardan, kitap ve seminer notlarından ve ilgili kaynaklardan faydalanarak projelendirecektir.

Kanalet ayırım yapılarını, kanalet sifonlarını, şüt kuyularını, dirsek yapılarını, kanalet yol geçişlerini ve kanalet son yapılarını, kanaletlerin tiplerini, sapma açılarını, düşü yüksekliklerini ve işletme şartlarını dikkate alarak projelendirecektir.

Mühendis; kanalet ayırım yapılarının projelendirilmesinde, ayrılan kanaletlerin tipi, bir nolu kanalete göre kotlarını dikkate alarak, ölçü kutulu, ölçü kutusuz, savaklı, savaksız ve çekli savaklı olarak projelendirecektir. Yapılan hidrolik hesap sonucunda ayrılan kanalette Froude sayısı 2.50’den büyük çıkar ise ayırım çift kuyulu olarak veya ayrılan kanaletin üzeri belli mesafe için baskı plağı ile kapatılacak şekilde projelendirmeyi yapacaktır. Gerekiyor ise baskı plağı uygulaması yerine, kanalete girişte dalgıç perde teşkil ederek kanalet başlangıcında ve dalgıç perde altında kritik altı akım şartlarını oluşturacak gerekli orifis ebadını, hidrolik hesap sonucunda belirleyecektir. Böylece kanalet başlangıcında hidrolik sıçramayı gerçekleştirerek enerjinin sönmüldüğünü gösterecek ve sıçrama sonrası oluşacak d2 su yüksekliğinin kanalet ıslak kesiti içinde kalıp kalmadığını tahkik edecektir.

Kanalet hatlarındaki şüt ve dirsek yapılarını, giriş ve çıkış kanaletleri tiplerinin Tip-70, Tip-600 arasında ve sapma açılarının ise uygun olması durumunda, dairesel kuyulu olarak projelendirecektir. Kuyu çapını, giriş ve çıkış kanaletlerinin tipi ile sapma açısına bağlı olarak,  $\phi 100$ ,  $\phi 120$  ve  $\phi 150$  cm seçecektir. Giriş ve çıkış kanaletleri tiplerinin Tip-600’den daha büyük olması halinde ise, kuyuyu; köşeli kuyu olarak projelendirecektir. Kuyuların cidar kalınlığının belirlenmesinde, kuyunun tipini (dairese ve köşeli), sapma açısını ve düşü yüksekliğini dikkate alacaktır. Ayrıca, sapma açısı 44 grad ve daha büyük olan Tip-450 kanaletlerde, kuyuları, köşeli olarak projelendirecektir.

Mühendis; kanalet sifonlarının projelendirilmesinde, gerekli hidrolik hesaplar sonucunda belirleyeceği toplam yük kaybını, plan-profil paftasında verilen yük kaybı ile uyumlu olup olmadığını kontrol edecektir. Hesaplayacağı yük kaybının, mevcut yük kaybından daha az olduğunu gösterecektir. Aksi takdirde giriş kanaletinde hava payını da dikkate alarak, kabarmayı minimumda tutacak şekilde bir boyutlandırmayı sifon yapısında yapacaktır. Kanalet sifonlarının giriş ve çıkış kuyularını, Tip-70 ile Tip-600 arasında dairesel olarak, Tip-600’den büyük kanaletlerde ise köşeli olarak projelendirilecektir. Kuyu çaplarını ve cidar kalınlıklarını kanaletin tipine ve kuyu yüksekliğine bağlı olarak belirleyecektir. Kanalet sifonlarında, sifon borusu üzerindeki dolgu yüksekliği minimum 50 cm olacak ve sifon borusunu gömlek betonlu olarak projelendirecektir. Kanalet sifonlarında giriş ve çıkış

kuyularına ait yüksekliklerin fazla olması durumunda, gerekli statik-betonarme hesapları yaparak, kuyuları, donatılı olarak da teşkil edebilecektir.

Mühendis; plan-profilinde, yaya ve araç geçişleri için gerekli görülen geçiş yapılarını, kanaletin tipini, geçişin amacını (yaya, araç vb.) ve kanaletin tabii zeminden yüksekliğini de dikkate alarak, yapacağı statik hesaplara dayalı olarak projelendirecektir.

Mühendis, kanalet son yapısını, onaylı plan-profil projesine uygun olarak projelendirecektir. Kanaletten gelen suların bağlantı kanalına (bağlantı kanalı kaplamasız bir kanal ise) zarar vermemesi için gerekli emniyet tedbirlerini projede gösterecektir.

## 14 PREFABRİK SANAT YAPILARI

Mühendis; sulama projesi sahasında onaylı plan-profiline göre belirlenmiş sanat yapılarını genel olarak değerlendikten sonra yerinde dökme imalatlara göre daha ekonomik olabilecek sanat yapılarını, İdare'nin uygun görünüşünü de alarak prefabrik olarak projelendirebilecektir.

Prefabrik yapıları projelendirmeden önce bu yapıların yerinde dökme yapılara nazaran daha kaliteli ve uzun ömürlü olmasını, montaj ve demontaj kolaylığı sağlanmasını, su içinde imalatların gerçekleştirilmesini, kış mevsiminin uzun ve sert geçtiği bölgelerde kısa sürede çok miktarda sanat yapısını montajının tamamlanarak kanalların hizmete sunulmasını, elemanların narin ve yüksek mukavemetli üretilmesini, üretimin seri yapılmasını, kalıpta ekonomi sağlanmasını, kalıp ve iş iskelesine ihtiyaç duyulmamasını, kazı miktarının azlığını ve ekonomik olmasını göz önünde bulunduracaktır. Projelendireceği prefabrik yapılara ait çizimleri tamamladıktan sonra, maliyetini hesaplayacaktır. Benzer şekilde yerinde dökme imalat içinde gerekli çalışmaları yapacak ve her iki yapıya ait maliyetleri karşılaştıracaktır. Yapılacak karşılaştırma sonucunda, prefabrik yapı maliyetinin daha ekonomik çıkması durumunda, İdare'nin de iznini alarak projelendirme çalışmalarına başlayabilecektir.

Mühendis; prefabrik olarak projelendirilmesi uygun görülen sanat yapılarında, gerekli hidrolik, stabilite, statik ve betonarme hesaplarını yapacaktır. Yapacağı bu hesaplar sonucunda prefabrik sanat yapılarını boyutlandıracaktır. Hesaplamalara esas olacak yük kabullerine, proje sahasının tamamını dikkate alarak İdare ile birlikte karar verecektir. Projelendirme sırasında işin ekonomisini ve yapılabiliğini göz önünde bulundurarak yapılarda gruplandırma yoluna gidebilecektir. Ayrıca projede tasarlanan yük kabullerinin zorunlu haller nedeniyle artması (dolgu veya dinamik yüklerin artması vb.) durumunda, bu kesimlerde projelendirilecek prefabrik yapılar için, daha önce seçilen beton kesitleri sabit kalmak kaydıyla, yeniden yapacağı statik-betonarme hesaplar sonucunda gerekli donatı miktarını belirleyecektir. Ancak artan dinamik veya statik yüklere göre yeniden kesit tahkiklerini yaparak, daha önce seçilen statikçe gerekli kesitin yeterli olup olmadığını hesapla gösterecektir.

Mühendis; onaylı plan-profilinde yer alan köprü, menfez, ÇAP vb. prefabrik yapılarda, öncelikle statik ve dinamik yük kabullerini yaptıktan sonra statik hesaplara dayalı tip projeleri, çeşitli boyutlar için ayrı ayrı hazırlayacaktır. Örneğin, prefabrik menfez yapıları için tip ano boylarını belirleyecektir. Projelendirmeyi, yapı yerinde alacağı plankoteye esas olarak yapacak ve boy kesit çiziminde ano boylarını gösterecektir. Ayrıca giriş ve çıkış yapılarına ait prefabrik imalatların projelerini de hazırlayacaktır.

Mühendis; yüzey tipi koruma yapıları için ise İdare tarafından yayınlanan Borulu Şebeke Sanat Yapıları Tip Projeleri kitabında verilen prefabrik yapılara ait kalıp ve donatı projelerini idarenin onayını da alarak kullanacaktır.

Prefabrik yapılarda, statikçe gerekli kesiti, statik hesaplar sonucunda bulacağı kesit tesirlerini dikkate alarak “TS 500” kriterlerine göre belirleyecektir. Kesite yerleştireceği donatıyı ise, yapacağı betonarme hesapları sonucunda seçecektir. Ancak prefabriğe elemanın üretim sahasında stoklanmasını, taşınmasını ve montajını dikkate alarak her durumda kesitte oluşabilecek çekme bölgelerine, gerekli donatıyı hesaplayarak yerleştirecektir.

Betonarme betonunu en az C25/30 niteliğinde seçecektir. Beton çeliği sınıfını ise B420C olarak alacaktır.

## 15 İSTİNAT DUVARLARI

Mühendis; tabii zemini veya her cins toprak, kum, çakıl vb. dolgu malzemesini tutmaya yarayan, üst ucu serbestçe hareket edip alt ucu etrafında dönmek suretiyle eğilebilen veya olduğu gibi yatay hareket edebilen istinat duvarlarını, gerekli stabilite, statik ve betonarme hesaplarını yaparak projelendirecektir. İstinat duvarı tipini; taş duvar, gabyon (sandık) duvar, beton ağırlık duvarı, betonarme konsol duvar, payandalı betonarme duvar, toprakarme duvar vb. tipler arasından proje şartlarına uygun olan duvar tipini gerekli maliyet mukayesesi hesaplarını yaparak belirleyecektir. Maliyet mukayese hesaplarında, duvarın yüksekliğini, yapılacağı yerdeki zeminin jeolojik yapısını, istimlak problemi olup olmadığını ve inşaatın yapılacağı sahada duvarda kullanılması düşünülen malzemenin (kum, çakıl, taş vb.) bulunup bulunmadığı hususlarını etüt edecektir.

Mühendis, istinat duvarlarını; onaylı plan-profilinde yer alan duvarlı kanallarda, sekilerde, regülatör membasında ve mansabında, pompa istasyonlarının emme basma havuzları çevresinde ve her türlü sanat yapılarında duvar gerektiren yerlerde projelendirecektir.

Mühendis, ıslah ve taşkın kontrolü projeleri başta olmak üzere çeşitli amaçlar için akarsular üzerinde yapılacak duvarlar için “Taşkın Kontrol Duvarları Genel Teknik Şartnamesi” ne uygun olarak projelendirme yapacaktır. Mühendis özellikle duvar temellerinde hidrolik, yapısal ve geoteknik faktörlerin etkileşiminin sağlıklı bir şekilde belirlenmesini sağlayarak sürekli ve periyodik taban seviyesi alçalmasını, oyulma problemlerini, şev ve taban stabilitesi problemlerini, yerinde incelemeler ile gerekli hesap ve tahkikleri (şev ve taban stabilite tahkikleri, oyulma hesapları vb.) yaparak belirleyecektir. Bu doğrultuda ihtiyaç duyulan duvar temel tipi, şekil ve boyutlarını, akarsu yatağında alınacak kıyı ve taban stabilite tedbirleri ile birlikte değerlendirerek projelendirecektir.

Taş duvarları; yapı yüksekliğinin fazla olmayacağı, duvar yapımına uygun taş malzemesinin temininde herhangi bir problemle karşılaşılmayacağı durumlarda projelendirecektir.

Gabyon (sandık) duvarları; kıyı koruma yapılarında, heyelana maruz bölgelerde, akarsu yataklarının düzenlenmesinde, drenaj problemi olan şevlerde vb. yerlerde İdare'nin uygun görüşünü de alarak projelendirecektir. Projelendirmede, kafes tel örgülü sandıkları



kullanarak, yapacağı duvarın gövdesi kaya ile dolu olduğu için herhangi bir drenaj sistemine gerek duymayacağını, stabilite hesaplarında kaya dolgu içinde %30 ile %35 boşluk olduğunu kabul ederek, kaya dolgu ağırlığını belirleyeceğini göz önünde bulunduracaktır. Stabilite hesaplarını, diğer istinat duvarlarında kullanılan hesap yöntemine göre yapacaktır.

Beton ağırlık duvarlarını; proje sahasında özel durumlarla karşılaşmadıkça ve duvar yüksekliğinin genellikle 4.00 metre yüksekliğin üzerinde ekonomik mukayese yapmak suretiyle ve 5.00 m'yi aşmadığı hallerde projelendirecektir. Duvar yüksekliğinin 5.00 m'yi geçtiği durumlarda ise, İdare'nin de uygun görüşünü alarak, duvarı; betonarme konsol duvar olarak projelendirebilecektir.

Payandalı betonarme istinat duvarlarını; uygulanacağı yerdeki zeminin topografik şartlarını ve yapısını dikkate alarak, payandalı betonarme istinat duvarını veya ters payandalı betonarme istinat duvarını yapacağı stabilite, statik ve betonarme hesaplarına dayalı olarak projelendirecektir. Ayrıca payandalı betonarme istinat duvarlarının seçiminde; malzemedan tasarruf sağlanmasını (payandalar nedeniyle) ve ön veya arka ambatman üzerindeki zemin ve/veya su yükünün stabiliteye olumlu katkısını göz önünde bulunduracaktır.

Toprakarme duvarlarını (donatılı zemin duvarlarını); temel betonu üzerine, prekast yüzey elemanlarına (panel), geri dolgu tabakalar içerisine yerleştirilen yüksek aderanslı sıcak-daldırma galvaniz kaplamalı çelik şeritler veya yüksek çekme dayanımlı plastik şeritler bağlanması ile inşa edilecek şekilde projelendirecektir. Özellikle baraj gölünden su alan düşey milli pompa istasyonlarının ön cephe yan duvarlarında, duvar yüksekliklerinin betonarme konsol duvar veya payandalı betonarme duvar ile geçilmesinin teknik ve ekonomik olarak uygun olmadığı durumlarda, duvar arka dolgusunun baraj gölündeki su seviyesi değişiminden etkilenmeyecek nitelikte olduğunu yaptığı hesaplarla ve proje detayları ile gösterecektir.

Mühendis; istinat duvarı stabilite hesaplarını, duvarın tutacağı zeminin karakteristiklerini ve seçilen duvar tipini dikkate alarak "Coulomb" veya "Rankine" hesap metotlarından uygun olan metodu kullanarak yapacaktır.

Stabilite hesaplarında; "Normal Hal" için yapının kendi ağırlığı, yanal toprak itkisi, sürşarj (var ise), yanal su itkileri, alttan kaldırma (alt su basıncı) kuvvetlerini dikkate alacaktır. "Deprem Hali" için ise, normal halde oluşan yüklerin yanında depremin dinamik etkisini de göz önünde bulunduracaktır. Deprem hesabını "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)" kriterlerine göre yapacaktır.

Stabilite hesaplarında; ağırlık duvarları (taş duvarlar, gabyon duvarlar, beton ağırlık duvarlar vb.) için kayma ve devrilme tahkiklerini temel üst seviyesinde ve temel alt seviyesinde olmak üzere, normal hal ve normal hal ile deprem halinin birlikte etkimesi durumuna göre yapacaktır. Betonarme duvarlar (betonarme konsol duvarlar, payandalı betonarme duvarlar vb.) için ise, sadece temel alt seviyesinde stabilite tahkiklerini normal hal ile deprem halinin birlikte etkimesi durumuna göre ayrı ayrı yapacaktır. Betonarme duvarlarda, stabilite hesapları sonucunda, belirlenen boyutları esas alarak, kritik yerlerde yapacağı statik hesaplar sonucunda kesit tesirlerini belirleyecek ve bu kesitlere ait betonarme hesaplarını yaparak gerekli donatı miktarını bulacaktır. Bulacağı donatıyı kesite yerleştirecek ve donatı açılımını verecektir. Ayrıca duvara ait donatı metraj tablosunu da düzenleyecektir.

Mühendis; istinat duvarlarında stabilite tahkiklerini, normal ve deprem halleri için aşağıda belirtildiği gibi sağlayacaktır.

a) Normal yükleme halinde üst yapının stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1,50$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1,50$

b) Normal yükleme halinde üst yapı ile alt yapının birlikte stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1.50$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1.50$

c) Normal ve deprem yüklemesi halinde üst yapının stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1,10$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1,30$

d) Normal ve deprem yüklemesi halinde üst yapı ile alt yapının birlikte stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1,10$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1,30$

Mühendis; istinat duvarlarında, tutacağı zeminde YAS seviyesinin yüksek olması durumunda (özellikle zemin içindeki suyun heyelana sebep olması halinde) duvara gelebilecek ilave su basınçlarını önleyerek, emniyetli ve ekonomik duvar boyutlarını sağlayacak gerekli tedbirleri (duvar boyunca uygun yüksekliklerde ve aralıklarda barbakan bırakılması, duvar arkasında ve temel seviyesinde uygun drenaj sisteminin oluşturulması vb. önlemleri) alacaktır.

Mühendis; istinat duvarlarında, temel alt kotunu, proje alanının yer aldığı don bölgesindeki maksimum don derinliği mesafesini göz önünde tutarak belirleyecektir. Mühendis; yapacağı stabilite, statik ve betonarme hesapları sonucunda, üst yapıdan temele intikal eden yükleri göz önünde bulundurarak, bu yüklerin yapı temelinde meydana getirdiği gerilmeleri hesaplayacaktır. Bulunan bu gerilmelerin, temel zeminine ait emniyet gerilmesinden daha küçük olduğunu hesapla gösterecektir. Ayrıca, istinat duvarı güzergâhı için hazırlanan “Jeoteknik Etüt Raporu”nda belirtilen gerekçeler (temel şartlarının zayıf olması vb.) nedeniyle tedbir alınması gerekiyor ise, “Ön Projeye Tabi Olan ve Olmayan Sanat Yapılarında Temel Tipleri ve Temel Kazıları Uygulama Projeleri” bölümünde yer alan “Temel Kazılarında Zemin İyileştirme Yöntemleri” ni dikkate alacaktır. İyileştirme yöntemleri arasında yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda fonksiyonel ve ekonomik çözüme İdare ile birlikte karar verecektir.

## 16 DUVARLI KANALLAR

Mühendis; onaylı plan-profilinde duvarlı kanal olarak görülen ve giriş-çıkış kilometreleri belirlenmiş, tip kesiti verilmiş ve güzergâh boyunca temel zemininin jeolojik

yapısına bağı olarak drenaj sistemi (gerekli ise) hazırlanmış olan kanal kesimini projelendirecektir. Duvarlı kanalın debisini, yüksekliğini ve genişliğini göz önünde bulundurarak, monolitik (ortak temel üzerinde) veya müstakil (ayrı temel üzerinde) ağırlık duvarlı kanal, betonarme konsol veya betonarme U kesit duvarlı kanal tiplerinden yapılabirlik, emniyet ve ekonomi parametrelerini inceleyerek uygun olan tipi seçecek ve projelendirecektir.

Stabilite, statik ve betonarme hesaplarını “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)” ve ilgili diğer standartlarda belirtilen kriterlere uyarak yapacaktır. Stabilite hesaplarını özellikle yamaç arazilerden geçen duvarlı kanallarda, kanal içinde su yok iken dıştan toprak ve sürşarj yüklerini alarak yapacaktır. Bazı hallerde işletme-bakım yolu tarafında yol kotunun düşük olduğu durumlarda veya duvarlı kanalın ova araziden geçmesi halinde kanal içinde su maksimum seviyede iken dıştan toprak ve sürşarj yüklerini, projede belirlenen minimum toprak dolgu kotları ile alt su basınçlarını (var ise) dikkate alarak stabilite hesaplarını yapacaktır.

Monolitik ağırlık duvarlı kanalı, kanal taban genişliğinin 2,50 m’ye eşit veya daha küçük olduğu duvarlı kanal kesimlerinde projelendirecektir. Monolitik ağırlık duvarlı kanalda gerekli statik hesapları yaparak emniyetli ve ekonomik beton radye kalınlığını belirleyecektir.

Müstakil ağırlık duvarlı kanalı ise kanal taban genişliğinin 2,50 m’den daha büyük olduğu duvarlı kanal kesimlerinde projelendirecektir. Müstakil ağırlık duvarlı kanala ait gerekli stabilite hesaplarını, kayma ve devrilme tahkiklerini temel üst seviyesinde ve temel alt seviyesinde olmak üzere, normal hal ve normal hal ile deprem halinin birlikte etkimesi durumuna göre yapacaktır. Duvar stabilite hesaplarında, normal yükler altında üst yapının stabilitesini ve üst yapı ile alt yapının birlikte stabilitesini sağlayacaktır. Benzer yolla, normal yükler ve deprem yükleri altında, üst yapının stabilitesi ve üst yapı ile alt yapının birlikte stabilite emniyetini gösterecektir.

Betonarme konsol duvarlar için ise, sadece temel alt seviyesinde stabilite tahkiklerini normal hal ile deprem halinin birlikte etkimesi durumuna göre ayrı ayrı yapacaktır. Betonarme konsol duvarlarda, stabilite hesapları sonucunda, belirlenen boyutları esas alarak, kritik yerlerde yapacağı statik hesaplar sonucunda kesit tesirlerini belirleyecek ve bu kesitlere ait betonarme hesaplarını yaparak gerekli donatı miktarını bulacaktır. Bulacağı donatıyı kesite yerleştirecek ve donatı açılımını verecektir. Ayrıca duvara ait donatı metraj tablosunu da düzenleyecektir.

Betonarme U kesit duvarlı kanalda gerekli statik hesapları yaparak emniyetli ve ekonomik duvar ve radye kalınlığını belirleyecektir.

Mühendis, büyük kapasiteli duvarlı kanallarda, ekonomik duvar tipini stabilite hesaplarına göre boyutlandırılan ağırlık duvarları ile stabilite ve statik betonarme hesaplarına göre boyutlandırılan betonarme duvar tipleri arasında yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda belirleyecektir. Betonarme konsol ve betonarme U kesit duvarlı kanal tiplerinden birinin seçilmesi gerektiği durumlarda, bu iki tip arasında maliyet mukayesesi hesapları yaparak fonksiyonel ve ekonomik çözüme İdare ile birlikte karar verecektir.

Mühendis, statik ve dinamik yükler altında yapacağı duvar stabilite hesaplarına göre belirlenen boyutların uygun olup olmadıklarını, kayma ve devrilme emniyeti tahkiklerini yaparak aşağıda verilen emniyet katsayılarını doğrulayacaktır.

a) Normal yükleme halinde üst yapının stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1,50$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1,50$

b) Normal yükleme halinde üst yapı ile alt yapının birlikte stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1.50$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1.50$

c) Normal ve deprem yüklemesi halinde üst yapının stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1,10$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1,30$

d) Normal ve deprem yüklemesi halinde üst yapı ile alt yapının birlikte stabilite tahkikleri:

Kayma emniyeti  $\geq 1,10$   
Devrilme emniyeti  $\geq 1,30$

Her dört duvar tipinde de temel alt kotunu, proje alanının yer aldığı don bölgesindeki maksimum don derinliği mesafesini göz önünde tutarak belirleyecektir. Ayrıca yapıdan temel zeminine intikal eden gerilmenin, zemin emniyet gerilmesinden daha küçük olduğunu hesapla gösterecektir. Duvarlı kanalda, duvar ve radye ano boylarını belirleyecektir. Genel kalıp planında ano boylarını belirlerken kanal güzergahındaki karp ve alıyman durumunu göz önünde bulundurarak gerekli detay çizimleri yapacaktır. Kanal güzergâhının jeolojik yapısını da dikkate alarak, kanaldan suyun sızmasını önleyecek gerekli sızdırmazlık tedbirlerini alacaktır. Bu amaçla derz yerlerinde derz dolgusu veya PVC conta uygulamasına ait çizimleri verecektir.

## 17 YATAY SONDAJ UYGULAMALARI

Yatay sondaj uygulamaları, genel olarak sulama kanallarının Karayollarını, Demiryollarını ve Petrol ve Doğalgaz boru hatlarını kestiği noktalarda yapılmaktadır. Yatay sondajla geçiş yapılabilmesi için, KGM yolu standardının yüksek ve trafik yoğunluğunun fazla olması, aç-kapa yönteminin uzun zaman alması, bu uygulamanın trafik akışını ve hızını olumsuz yönde etkilemesi ve ağır trafiğe maruz yollarda varyant geçişlerinin yol emniyetini riske sokması vb. haller ile TCDD geçişlerinde demiryolunun ve boru hatları geçişlerinde petrol ve doğalgaz borularının askıya alınmadığı durumlarda veya alınsa bile maliyetin yüksek çıkması halinde, Mühendis, yatay sondaj uygulama projelerini ekonomik mukayese hesapları ile birlikte hazırlayacaktır. Ancak yatay sondaj projelerinin hazırlanması aşamasında, söz konusu geçişin başka bir kamu kuruluşunu da (KGM, TCDD, BOTAŞ vb.) ilgilendirmesi nedeniyle ilgili kurumun ilgili birimi ile yapacağı görüşmeler sonucunda, geçişin şeklini, yük kabullerini, projelendirme için ihtiyaç duyulan teknik bilgileri (yol sınıfı, yolun kırmızı kotu,

yolun genişliği, kamulaştırma şerit genişliklerini vb.) belirleyecektir. Bilahare bu bilgiler ışığında hazırlayacağı uygulama projelerini, ilgili kurumun uygun görünüşünü aldıktan sonra İdare'nin onayına sunacaktır.

Yatay sondaj projeleri hazırlanırken yatay sondaj borusu, karayolunu veya demiryolunu öncelikle dik açıyla geçmelidir. Kanal plan-profil projeleri hazırlanırken, yatay sondaj yapılacak yerlerin belirlenmesi aşamasında bu hususa dikkat edilmeli ve ilgili kurumdan uygun görüş alınmalıdır. İlgili kurumdan uygun görüş alınması halinde güzergah vevli de geçirilebilecektir.

Mühendis tarafından işin kapsamında ihtiyaç duyulan verilerin temini için yapılacak resmi yazışmalar ile proje yapım işinin sözleşmesi süresince diğer ilgili kurum ve kuruluşlardan görüş, bilgi, belge temini vs. amacıyla yapılması gerekebilecek her türlü yazışma sözleşme kapsamında yapılacak işle ilgili olarak İdare tarafından Mühendise verilecek yetki belgesine istinaden mühendis tarafından yapılacaktır. Yapılacak yazışmaların bir sureti veya safahatı bilgi için İdare'ye gönderilecektir.

Mühendis, aplikasyon öncesi genel vaziyet planlarının tasdikinden sonra projeleri KGM, TCDD, BOTAS, TEDAS vb. ilgili kurumlara göndererek sulama tesisi ile ilgili kurumların mevcut / mutasavver projelerinin kesişen kısımlarına ait bilgileri ve geçişlerin nasıl yapılacağına (yatay sondaj, aç-kapa menfez-köprü vb.) dair detaylı bilgileri resmi yazı ile temin edecektir. Aplikasyon çalışmaları sonucunda güzergah değişikliğinin ortaya çıkması durumunda yeni durum için tekrar görüş alınacaktır.

Hazırlanan aplikasyona müstenit sanat yapıları projeleri İdare'ce tasdik edildikten sonra ilgili Kurumu ilgilendiren kısımları İdare'nin izni doğrultusunda ilgili Kuruma bilgi amaçlı ve yazılı olarak mühendis tarafından gönderilecektir.

İdare, yatay sondaj metodu kullanılarak teşkil edilen geçişlerin genellikle diğer alternatif geçişlere göre daha pahalı olması nedeniyle, zorunlu haller dışındaki geçişler için kullanılmamasına özen gösterecektir.

Mühendis, hem kılavuz boru hem de iç borunun statik ve stabilite hesaplarını borulara gelecek olan her türlü yükü (toprak ve trafik yükü, itme yükleri vb.) değerlendirerek hesaplayacak, kullanılacak boru cinsi, sınıfı, dayanımı, et kalınlığı vb. imalat detayları ile birlikte İdare'ye sunacaktır.

Borunun zemin içerisine sürülmesi için kullanılacak destek duvarları, itme yükü, toprak yükleri vb. yüklemeler dikkate alınarak projelendirilecektir. İtme için kullanılacak mekanik ekipman, zemin parametreleri ve boru uzunluğu dikkate alınarak belirlenecektir.

Kılavuz boru itme işlemi için yapılan ön kazı işleri sırasında veya imalat aşamasında ileride oluşabilecek oturma riskini azaltmak için kılavuz boru dış çapından daha geniş çapta kazı yapılmamalıdır. Karayolu şevinin tabii zemin ile kesiştiği yerden yatay sondaj başlangıcı/sonu arasında kalan kısımdaki şev dolgusunun akmayacağı şekilde gerekli önlemler alınarak itme işlemine başlanmalıdır.

Mühendis; borulu şebeke üzerindeki yatay sondajları projelendirirken, "*Borulu Şebeke Sanat Yapıları Uygulama Projeleri Yapım İşleri Teknik Şartnamesi*"nden faydalanacaktır.

## 18 SOSYAL TESİSLER

### 18.1 Tesis Yerinde Plankote Çalışmaları ve Jeoteknik Etütler

Sosyal tesisler kapsamında, lojman binalarının, bölge binalarının, lokal ve yemekhane binalarının, tamir-bakım ünitelerinin, işletme ve depo binalarının vb. Mimari Avan Proje çalışmasında Mühendis-Mimar, sosyal tesislerin inşa edileceği alanın uygun ölçekte plankotesini alacaktır. Plankote üzerinde binaların genel yerleşimini İdare ile birlikte yapacaktır. Bu çalışma yapılırken ilgili Belediyeden alınan İmar durumu, Plan Notları, Bölge Müdürlüğü tarafından hazırlan ihtiyaç programına göre çalışacaktır. İhtiyaç programı kapsamında personel listesi olacaktır. Mühendis-Mimar projeyi hazırlarken Cumhurbaşkanlığı Kamu Binaları Standartları Rehberi'ne göre projelendirme yapacaktır. Böylece hazırlayacağı genel yerleşim planı üzerinde jeolojik ve jeoteknik etütlerin yapılabilmesi için, gerekli sondaj yerlerini ve sayısını gösterecektir. Zemin etütlerinin tamamlanmasını takiben, elde edilen bilgilerin değerlendirilmesi sonucunda zeminin taşıma gücü, YAS seviyesi, sondaj çalışmaları sırasında geçilen zemin cinsleri vb. parametreleri belirleyerek, Jeoteknik Etüt Şartnamesi doğrultusunda hazırlayacağı jeoteknik raporu İdare'nin onayına sunacaktır.

### 18.2 Mimari Uygulama Projeleri

Mühendis, mimari uygulama projelerinin hazırlanması aşamasında, mimari planlar ile en ve boy kesitlerini (özellik arz eden yerlerden geçen en az üç kesiti) ön arka ve yan cephe görünüşleri ile çatı üst görünüşünü, çatı planını ve kesitlerini 1/50 ölçeğinde çizecektir. Ayrıca İdare'nin gerekli göreceği bölümlere ve imalatlara ait sistem ve/veya nokta detayı projelerini 1/1, 1/2, 1/5, 1/10 ve 1/20 ölçeklerini kullanarak hazırlayacaktır. Mimari projede kullanılacak malzemelere ait "Mahal Listesi"ni ise, bir tablo halinde düzenleyerek İdare'nin onayına sunacaktır.

### 18.3 Statik ve Betonarme Hesaplar

Mühendis, mimari projelerin onaylamasından sonra, stabilite ve statik-betonarme hesaba dayalı betonarme projelerini hazırlayacaktır. Stabilite ve statik-betonarme hesaplara esas olacak zati, hareketli ve dinamik yükleri, "TS 498" standardının son baskısında belirtildiği gibi alacaktır. Betonarme hesaplarını "TS 500" standardında yer alan esaslara göre yapacaktır. Afet bölgelerinde projelendirilecek sosyal tesisler için "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)" ve ilgili diğer standartlara aynen uyacaktır.

Mühendis yapacağı stabilite ve statik-betonarme hesapların başında, hesap yöntemini, kullanacağı standart ve yönetmelikleri ve ilgili kaynakları belirtecektir. Hesaplamalar sırasında yükleri doğrudan taşıyan elemanların hesaplanmasından başlayıp, bunların mesnetlerini teşkil eden diğer elemanlara geçerek, statik tesirlerin temele ve oradan da zemine intikalini düzgün bir sıra takip ederek anlaşılır şekilde yazılımını gerçekleştirecektir. Yükün bir elemandan diğerine nasıl ve nereden geçtiğini açıkça gösterecektir. Hesaplar ile çizimler arasındaki bağıntıyı açık olarak kuracak, elemanların numaralarını hesaplarda başlık olarak verecek ve bu numaraları çizimlerde de her bir elemanın üzerine yazacaktır.

Statik hesaplar ve bu hesaplara dayalı betonarme projeler üzerinde, projeyi yapanın adını, soyadını, adresini ve oda sicil numarasını yazacaktır.

### **18.3.1 Statik ve Betonarme Hesaplara Esas Bina ve Deprem Bilgileri**

Mühendis; statik ve betonarme hesapların başında, bina, zemin ve deprem bilgilerine, kullanılacak standartlar ile kaynaklara ve aşağıda belirtilen ilgili hususlara yer verecektir;

- a) Yapının cinsi ve seçilen statik sistem
- b) Katların döşeme sistemleri
- c) Kullanılan malzemenin kalitesi (beton,çelik vb.) duvar cinsi
- d) Döşeme ve tavan kaplamaları cinsine göre metrekareye gelen yükler, dolgu malzemesi cinsi ve ağırlığı, bölme duvarlarının metrekare ağırlıkları, yapının çeşitli bölümlerinde kabul edilen hareketli yükler, bodrum kat perdelerine ve istinat duvarlarına (var ise) gelen zemin itkileri
- e) Seçilen temel sistemi ve kabul edilen zemin emniyet gerilmesi
- f) Kat sayısı (bodrum kat hariç), bodrum kat sayısı ve kat yükseklikleri
- g) Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayısı vb. bina bilgileri
- m) Deprem yer hareketi düzeyleri, tasarım spektral ivme katsayısı ve yerel zemin sınıfları (TA, TB ile diğer elastik tasarım spektrum periyotlarını belirlemek için)
- h) Statik hesaba esas alınan yönetmelik ve standartlar ile kullanılan kaynaklar

### **18.3.2 Statik ve Betonarme Hesapların Bilgisayar Ortamında Yapılması**

Mühendis, statik ve betonarme hesapların yapılmasında bilgisayar paket programlarını kullanacak ise aşağıdaki hususlara riayet edecektir;

- a) Hesapta kullanılan bilgisayar yazılımının adını, müellifini ve versiyonunu hesap raporunda açık ve net olarak belirtecektir.
- b) Tüm girdi ve çıktı bilgilerini kolay anlaşılır biçimde verecektir.

### **18.3.3 Statik Hesaplarda İşlem Sırası**

Mühendis, statik hesapların yapılmasında aşağıdaki sıraya uyacaktır.

- a) Düşey yüklerin analizi
- b) Döşeme hesapları
- c) Yatay yüklerin belirlenmesi (deprem, rüzgar vb.)
- d) Kiriş hesapları
- e) Kolon ve perdelerin hesapları
- f) Merdivenler
- g) Temeller
- h) İstinat duvarları

---

## 18.4 Yapı Elemanlarının Boyutlandırılması

---

Mühendis, yapı elemanlarının boyutlandırmasında aşağıda belirtilen hususları göz önünde bulunduracaktır.

- Döşemeleri, katlardaki kütlelere etkileyen deprem yüklerini, düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle dağıtılmasını sağlayacak rijitlikte ve dayanımında seçecektir.
- Yük ve açıklıkların farklı olan kirişleri ayrı ayrı hesaplayacaktır. Kiriş yüklerini açık ve net olarak belirtecektir. Donatı hesaplarında, açıklıkları ve yükleri gösteren bir tablo hazırlayacaktır. Bu tabloda, moment dağıtım katsayılarını, momentleri, gerilmeleri, donatı alanını vb. bilgileri verecektir. Ayrıca demir çapını, sayısını, ağırlığını vb. gösteren bir donatı şemasını da çizecektir.
- Kolonların, perdelerin yerini ve boyutlarını, yatay yükler altında binada burulma düzensizliği oluşturmayacak şekilde belirleyecektir. Yatay yük hesaplarını "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)" esaslarına göre yapacaktır. Deprem etkisini her iki yönde de dikkate alacaktır.
- Her çeşit temel tipinde, yüklerin bileşkesi ile temel tabanı alanının ağırlık merkezini, mümkün olduğu kadar çakıştıracaktır.

---

## 18.5 Kalıp ve Donatı Çizimleri

---

Mühendis, yapacağı hesaplara ve çizimlere ait elemanlara, aşağıdaki gibi harf ve numara verecektir.

Döşemeler	=D
Kirişler	=K
Kolonlar	=S
Lentolar	=L
Hatıllar	=H
Temeller	=T
Bağ Kirişler	=BK
Düşük Döşemeler	=DD
Ters Kirişler	=TK
Radye Döşemeler	=RD

Mütemadi Temeller =MT olarak adlandıracaktır. Bu harflerin yanına yazılacak üç basamaklı sayının birinci rakamı o elemanın hangi katta olduğunu, diğer iki rakam ise, elemanın numarasını belirleyecektir.

Betonarme çizimlerinin, binaya bakış doğrultusunu ve ölçülerini, mimari proje ile uyum sağlayacak şekilde seçecektir. Ayrıca aksların harf ve numaralandırma bilgilerinin, mimari proje ile uyumlu olmasına dikkat edecek ve bütün çizim paftalarına binada uygulanacak beton ve donatı çeliği sınıfını mutlaka yazacaktır.

### 18.5.1 Kalıp Planlarının Çizim Kriterleri

Mühendis, kalıp planlarının çiziminde aşağıda belirtilen kriterlere uyacaktır.

- Her farklı kat için kotunu da belirterek kalıp ve donatı planlarını ayrı ayrı çizecektir.(1/50)



- b) Kalıp planını, bütün ölçüleri (iç ve dış ölçülendirme, aks ölçüleri vb.) içerecek şekilde hazırlayacak ve her doğrultuda olmak üzere en az bir kesit kalıp planı dışına çizecek ve üzerine döşeme kotlarını mutlaka yazacaktır.
- c) Kalıp planı üzerinde tüm elemanların poz numaralarını gösterecektir.
- d) Kalıp planı üzerinde gösterilmesi durumunda karışıklığa sebebiyet verebilecek elemanları veya bu elemanlara ait detayları, plan dışında ayrıca çizecektir.
- e) Merdivenleri ayrı bir paftada her farklı kat ve konum için ayrı ayrı çizecektir.(1/33, 1/25, 1/20)
- f) Tesisat boşluklarını ve baca deliklerini kalıp planında belirtecektir.
- g) Tüm kalıp planı paftalarına tasarımda göz önüne alınan “Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018)” ne uygun tüm deprem parametrelerini yazacaktır.
- h) İnşaat yapımı sırasında uyulması gereken hususları pafta üzerine yazacaktır.

### 18.5.2 Donatı Planlarının ve Açılımlarının Çizim Kriterleri

Mühendis, donatı çizimlerinde aşağıda belirtilen hususları dikkate alacaktır.

- a) Donatı planında, döşeme donatılarının çapını, ağırlığını ve toplam boyunu yazacaktır. Boşluklara ait kenar donatılarını çizecektir.
- b) Kirişlerin boyuna ve enine kesitlerini çizdikten sonra her bir demir ayrı ayrı çıkarılarak üzerine kıvrımlar arasındaki boyları, toplam boyu, çapını ve adedini yazacaktır. Kiriş detay çizimlerinde, her bir kiriş için ayrı ayrı olmak üzere kiriş mesnetlerindeki sarılma bölgelerinin uzunluklarını, bu bölgelere ve kiriş orta bölgesine konulan enine donatıların çapını, sayısını, aralıklarını ve açılımlarını açık olarak gösterecektir.(1/20)
- c) Her bir değişik kat için eksenler üzerine kolon kesitlerini veren kolon aplikasyon planlarını çizecektir.(1/20)
- d) Kolon yerleşim planlarında, düşey donatıların en kesit içindeki konumlarını, çaplarını ve sayılarını ayrıntılı olarak gösterecektir. Ayrıca her bir kolon-kiriş düğüm noktasında, alttaki kolondan yukarıya uzatılan donatıları ve kolona bağlanan tüm kirişlerin boyuna donatılarını planda gösteren yatay kesitleri alacak ve böylece kolon ve kiriş donatılarının, birleşim bölgesinde betonun uygun olarak yerleştirilmesine engel olmayacak şekilde düzenlendiğini açık olarak gösterecektir.
- e) Boyuna ve enine donatıları tümü ile aynı olan her bir kolon tipi için, boyuna kesitleri olarak donatıların düşey açılımlarını çizecektir. Kolonlarda boyuna kesit, donatı ek bölgelerini, bindirme boylarını ve kolon üst ucundaki kolon-kiriş birleşim bölgesini de içerecektir. Buna göre kolon-kiriş birleşim bölgelerine ait detay çizimi yerine, her bir birleşim bölgesinin ayrı ayrı detay çizimini verecektir.
- f) Her bir kolon tipi için ayrı ayrı olmak üzere, sarılma bölgelerinin (kolon ve kiriş sarılma bölgelerinin) uzunluklarını, kolon orta bölgesi ile üstteki kolon-kiriş birleşim bölgesine konulan enine donatıların çapını, sayısını, aralıklarını ve en kesitteki açılımlarını çizim üzerinde açık olarak gösterecektir.
- g) Perde yerleşim planlarında, düşey donatıların perde gövdesindeki ve perde uç bölgelerindeki konumlarını, çaplarını, aralıklarını ve sayılarını gösterecektir. Ayrıca her bir perde tipi için boyuna kesitler alınarak donatıların düşey açılımlarını yapacaktır. Enine donatıların da çapını sayısını ve aralıklarını çizim üzerinde açık olarak gösterecek ve donatı açılımlarını çizecektir.
- h) Temel donatılarında, demirlerin eleman içindeki konumlarını, parça ve toplam boylarını, çaplarını ve sayılarını açık olarak gösterecek ve donatı açılımlarını çizecektir.

## 19 KIYI KORUMA YAPILARI

Kıyı koruma yapıları projelerinin onay yetkisi Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Altyapı Genel Müdürlüğü'nde olup, Mühendis bahse konu projelerin Altyapı Genel Müdürlüğü'nün ilgili mevzuatı, kriter ve şartnameleri ile söz konusu kurumun görüşleri doğrultusunda yürütecektir.

Mühendis, proje alanının hali hazır durumunu gösterecek kıyı şeridinde ve deniz tabanına ait harita çalışmalarını (plankote ve batimetrik ölçümleri) gerçekleştirecektir. Ayrıca yapılacak kıyı koruma yapısına yakın dere var ise dereye ait hidrolojik ve hidrolik bilgileri temin ederek, derenin denize çıkış ağzının şeklini gösterecek, eğimini belirleyecek ve en kesitlerini çizecektir.

Rüzgar yönü ve dalga hareketleri ile ilgili meteorolojik bilgileri temin ederek hakim rüzgar yönünü, yapıyı etkileyen ikincil rüzgar yönleri, hızlarını, periyotlarını ve feç uzunluklarını (rüzgar yönünde kıyı ile yapı arasındaki en büyük mesafeyi) dikkate alarak, gerekli hesapları yapacaktır. Hesap sonuçlarını, gözlem ve ölçüm sonucu elde edilen bilgilerle karşılaştırarak uygulama projelerine esas teşkil edecek proje kriterlerini belirleyecektir. (hakim rüzgar yönünü, ikincil rüzgar yönlerini, maksimum dalga yüksekliğini, dalga boyunu, dalga periyodunu vb.)

Derenin, denize çıkış ağzına getirdiği sürüntü malzemesi ile o bölgede deniz tabanında bulunan hareketli malzemenin cinsini ve özelliklerini (dane büyüklüğünü, özgül ağırlığını, dane dağılımını vb.) tespit edecektir.

Toplanan bilgiler doğrultusunda prototipe uygun olarak hazırlanacak modelin, laboratuvar şartlarında test edilerek bu testlere ait bütün safhaları, alternatif çalışmaları ve elde edilen sonuçları kapsayacak bir sonuç raporu hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır. Raporun DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı tarafından onaylanmasını takiben, alternatif model çalışmaları arasından probleme cevap verebilecek en uygun çözüm önerisini dikkate alacak ve uygulama projelerini buna göre hazırlayacaktır.

Yukarıda bahsedilen arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları neticesinde belirlenen proje kriterleri göz önünde bulundurularak, kıyı koruma yapısının konumunu, kret kotunu, uzunluğunu ve genişliğini tespit edecektir. Ayrıca koruma yapısına ait tabaka kalınlıklarını, taş ağırlıklarını ve şev eğimlerini, projelendirmeye esas olan dalga yüksekliklerini ve dalga dinamik etkilerini dikkate alarak, yapacağı stabilite hesapları sonucunda belirleyecektir.

Mühendis, inşatta kullanılacak taş kalitesini ve özelliklerini (deniz suyuna karşı dayanıklılığını, özgül ağırlığını, belirlenen taş ocağından elde edilebilecek maksimum taş büyüklüğünü vb.) araştırarak ve bu bilgileri proje üzerinde gösterecektir.

Mühendis, yapacağı hesaplara ve model deneyleri sonuçlarına dayalı aşağıdaki çizimleri hazırlayarak İdare'nin onayına sunacaktır.

- a) Genel vaziyet planı (1/500,1/100)
- b) Boy kesit (1/300,1/100)
- c) En kesitler (1/50,1/25,1/10)

d) Detaylar (1/50,1/25,1/10)

## **D ÖN PROJEYE TABİ OLAN VE OLMAYAN SANAT YAPILARINDA TEMEL TİPLERİ VE TEMEL KAZILARI UYGULAMA PROJELERİ**

Mühendis, Jeoteknik etüt raporunda belirtilen gerekçelerle sanat yapısı temel zeminin şev duraylılığının zayıf olması nedeniyle şevin yatırılması durumunda, kazı maliyetinin gayri ekonomik çıkması olasılığını da göz önünde tutarak kazı çalışmalarının emniyetli ve ekonomik yapılabilmesi için aşağıda yer alan kazı tedbirleri arasından seçeceği uygun çözüme yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda İdare ile birlikte karar verecektir.

Jeoteknik etüt raporunda, sanat yapısı kazısı sırasında kazı tabanından veya yan şevlerinden su çıkacağı belirtilmiş ise Mühendis, gerekli drenaj tedbirlerini alacak ve drenajın mansap şartını sağlayacaktır. Ayrıca temel zemininin taşıma gücü yönünden zayıf olması durumunda, aşağıda yer alan zemin iyileştirme yöntemleri arasından seçeceği uygun çözüme, yapacağı maliyet mukayesesi hesapları sonucunda İdare ile birlikte karar verecektir.

### **1 TEMEL TİPLERİ**

1.1 Tekil temeller

1.2 Mütemadi temeller

1.3 Radye temeller

1.4 Kazıklı temeller

1.4.1 Ahşap kazıklar

1.4.2 Beton kazıklar

1.4.3 Betonarme çakma kazıklar (Franki kazıklar)

1.4.4 Betonarme yerinde dökme kazıklar (fore kazıklar)

1.4.5 Vibreks kazıklar

1.4.6 Çelik kazıklar

### **2 TEMEL KAZILARINDA ZEMİN İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ**

2.1 Kum-çakıl serilmesi

2.2 Klasik alüvyon enjeksiyonu

2.3 Yüksek basınçlı çimento şerbeti enjeksiyonu yapılması (jet-grout)

2.4 Zeminin dondurma yöntemi (ground freezing)

2.5 Zeminde YAS seviyesinin düşürülmesi ve oturmanın hızlandırılması

2.5.1 Drenaj

2.5.2 Pompalı nokta kuyular (well-point)

2.5.3 Fital drenler (wick-drain)

### **3 TEMEL KAZILARINDA İKSA TEDBİRLERİ**

3.1 Kazılarda şev stabilitesi

3.1.1 Kazı şevlerinde canlı iksa tedbirleri

- 3.1.2 Püskürtme betonu (shotcrete)
- 3.1.3 Pere kaplama
- 3.1.4 Anroşman (taş tahkimat)
- 3.1.5 Gabion (fildöfer)
- 3.1.6 Reno kaplama (reno maitress)

- 3.2 Dik kazıları stabilitesi
  - 3.2.1 Ankrajlı panel duvarlar
  - 3.2.2 Aralıklı, teğet veya kesişen fore kazıklı iksa duvarları
    - 3.2.2.1 Ankrajsız uygulama
    - 3.2.2.2 Ankrajlı uygulama
  - 3.2.3 Ankrajlı mini kazıklar
  - 3.2.4 Palplanş iksa

## **4 TEMEL KAZILARINDA SIRDIRMAZLIK TEDBİRLERİ**

- 4.1 Kesişen fore kazık perde
- 4.2 Diyafram duvar
- 4.3 İnce duvar (thin-wall)
- 4.4 Yüksek basınçlı çimento şerbeti enjeksiyonu (jet-grout)
- 4.5 Çamur hendeği (slurry-trench)
- 4.6 Palplanş perde