

T.C.  
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI  
DEVLET SU İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ  
Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltıuları Dairesi Başkanlığı

# JEOTEKNİK ETÜT ŞARTNAMESİ



ANKARA-2011

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
<b>I- GENEL HÜKÜMLER</b>	<b>1</b>
<b>A- AMAÇ</b>	<b>1</b>
<b>B- KAPSAM</b>	<b>1</b>
<b>C- TANIMLAR</b>	<b>1</b>
<b>D- STANDARTLAR</b>	<b>3</b>
<b>II- JEOTEKNİK ETÜT AŞAMALARI</b>	<b>5</b>
<b>A- ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER</b>	<b>6</b>
<b>A-1. BÜRO ÇALIŞMALARI</b>	<b>6</b>
<b>A-2. ARAZİ ÇALIŞMALARI</b>	<b>6</b>
<b>A-3. ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU     İÇERİĞİ</b>	<b>7</b>
<b>A-4. ÖN İNCELEME AŞAMASI RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ     AÇIKLAMALAR</b>	<b>8</b>
<b>B- PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER</b>	<b>14</b>
<b>B-1. BÜRO ÇALIŞMALARI</b>	<b>14</b>
<b>B-2. ARAŞTIRMA PROGRAMI</b>	<b>15</b>
<b>B-3. ARAZİ ÇALIŞMALARI</b>	<b>15</b>
<b>B-4. PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU     İÇERİĞİ</b>	<b>24</b>
<b>B-5. PLANLAMA AŞAMASI RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ     AÇIKLAMALAR</b>	<b>26</b>
<b>C- KESİN PROJE AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER</b>	<b>45</b>
<b>D- UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER</b>	<b>46</b>
<b>D-1. UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPOR İÇERİĞİ</b>	<b>47</b>
<b>E- UYGULAMA SONU AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER</b>	<b>49</b>
<b>III. RAPORLARIN SUNULMASI VE ONAYI</b>	<b>51</b>

<b>IV. EKLER</b>	<b>52</b>
<b>EK-A: KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI</b>	<b>53</b>
<b>EK-B: JEOFİZİK ÇALIŞMALAR</b>	<b>79</b>
<b>EK-C: KARST HİDROJEOLJİSİ ÇALIŞMALARI</b>	<b>93</b>
<b>EK-D: 4628 SAYILI KANUN VE YÖNETMELİK KAPSAMINDA HAZIRLANAN HES PROJELERİ İNCELEME KURALLARI</b>	<b>105</b>
<b>EK-E: RAPOR YAZIM KURALLARI</b>	<b>107</b>
<b>EK-F: GENEL SİMGE VE AÇIKLAMALAR</b>	<b>111</b>

## ÖNSÖZ

Günümüzdeki bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak mühendislik meslek disiplinlerinin araştırma, geliştirme, üretim, uygulama ve denetim fonksiyonları önemli değişimler yaşamaktadır. Bu meslek gruplarından birisi olan Jeolojisi Mühendisliği; yerkabuğunu oluşturan farklı jeolojik birimlerin özelliklerini inceleyen, tanımlayan, kaya ve zemin özelliklerine ilişkin kavramsal modelleri ile yeraltısuyunun özellikleri ve hareketlerini ortaya koyarak proje alanının 4 boyutlu (x-y-z-t) jeolojik modelini hazırlayan ve sorunlara karşı çözümler geliştiren bir mühendislik dalıdır.

Jeoteknik hizmetler ise; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından planlanan, projelendirilen, inşa edilen, kontrollüğü ve danışmanlığı yapılan baraj, gölet, hidroelektrik santral (HES), regülatör, pompa istasyonu, arıtma tesisi, kanal, tünel, cebri boru, yükleme havuzu, isale hattı, su deposu, atıksu, köprü, bina vb. yapıların ön inceleme aşamasından uygulama sonrasına kadar bütün aşamalarda yer almaktadır. Bu hizmetler kapsamında, her projede jeolojik/jeoteknik etütler yapılmakta ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda **“JEOTEKNİK ETÜT RAPORU”** hazırlanmaktadır. Bu raporların hazırlanmasında; ön inceleme, planlama, kesin ve uygulama projeleri ile yapım sonrası uyulacak esasları belirlemek üzere, **“JEOTEKNİK ETÜT ŞARTNAMESİ”** günümüz koşullarına hizmet edecek şekilde revize edilerek yeniden hazırlanmıştır. Şartnamede esas olarak; genel hükümler, jeoteknik etüt aşamaları, raporların sunulma şekli ve kullanılacak simgeler detaylı olarak yer almaktadır. Ayrıca gerektiğinde hazırlanacak olan kaya ve zemin mekaniği, jeofizik, karst hidrojeolojisi gibi raporların içeriği de ekler bölümünde verilmiştir. Teknolojik ve bilimsel gelişmelere paralel olarak şartnamede değişiklik yapılabilecektir. Su yapılarının projelendirilmesinde jeolojik ve jeoteknik çalışmaların daha sağlıklı olarak hazırlanmasına büyük katkı sağlayacağına inandığım bu şartnamenin yazılması ve düzenlenmesinde emeği geçen; başta Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı olmak üzere katkı sunan Bölge Müdürlüklerimize ve üniversitelerimizdeki kıymetli Hocalarımıza teşekkürlerimi sunarım.

**Akif ÖZKALDI**  
**Genel Müdür**

## **I- GENEL HÜKÜMLER**

### **A- AMAÇ**

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından planlanan, projelendirilen, inşa edilen, kontrollüğü ve danışmanlığı yapılan baraj, gölet, hidroelektrik santral (HES), regülatör, pompa istasyonu, arıtma tesisi, atıksu, kanal, tünel, cebri boru, yükleme havuzu, isale hattı, su deposu, köprü, bina vb. yapıların jeolojik/jeoteknik etütleri yapılacak, elde edilen verilerle projenin yapılmasına yönelik jeolojik ve jeoteknik değerlendirmeler yapılarak “**JEOTEKNİK ETÜT RAPORU**“ hazırlanacaktır.

### **B- KAPSAM**

Bu amaçla; projelerin ön inceleme, planlama, kesin proje, uygulama, uygulama sonu jeoteknik raporları yapılacak/yaptırılacak ve kontrol edilecektir.

### **C- TANIMLAR**

Bu şartnamenin kapsamında kullanılacak ifadeler aşağıda verilmiştir.

**Şartname:** İşin kapsamını, planlamasını, projelendirilmesini, yapım ve yapım sonrası esaslarını belirleyen bu belge “Jeoteknik Etüt Şartnamesi” olarak anılacaktır.

**İdare:** “DSİ Genel Müdürlüğü Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı”dır.

**Sorumlu Mühendis:** Jeoteknik etütleri planlayan, yapan, kontrol eden, arazi ve laboratuvar deneylerini takip eden, denetleyen, etüt sonuçlarından proje için gerekli verileri derleyerek, raporun hazırlanmasını sağlayan ve İDARE’ye sunan, jeoteknik uygulamalar konusunda tecrübeli Jeoloji Mühendisi’dir.

**Jeolojik Çalışmalar:** Proje sahasında bulunan jeolojik birimlerin özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla; birimlerin litolojisi, yaşı, ayrışma ve bozunma durumu; tabaka, şistozite, kıvrım, eklem, çatlak, fay, gibi süreksizlikleri; birbirleriyle ilişkileri, konumları, karstlaşma vb. özelliklerini belirleyerek, harita, kesit ve raporlarını hazırlama çalışmalarıdır.

**Jeoteknik Çalışmalar:** Yapı yerlerinde bulunan jeolojik birimlerin duraylılık, geçirimsizlik, taşıma gücü, yük altında elastik/plastik davranış, sıvılaşma, şişme, oturma, kazı sınıfı, kazılabilme, delinebilme, sertlik, deformasyon modülü, Poisson oranı, kayma modülü, kohezyon, içsel sürtünme açısı, heyelan, akma, düşme, devrilme vb. jeoteknik bilgilerin/verilerin toplanarak, değerlendirilmesi amacıyla, yerinde ve laboratuvar çalışmaları ile detaylı mühendislik jeolojisi harita, kesit ve raporlarını hazırlama çalışmalarıdır.

**Temel Araştırmaları:** Temel sondaj kuyusu, araştırma galerisi/şaftı/yarması/çukuru, deneme enjeksiyonu, yerinde deneyler gibi jeoteknik tasarım ve modellemeye hizmet eden her türlü çalışmalarıdır.

**Doğal Yapı Malzemesi Çalışmaları:** Baraj, gölet gibi su yapılarının gövde dolgu inşaatları ile kanal, dolusavak, regülatör gibi diğer yapıların beton agrega ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla planlanan, araştırma çukuru ve temel sondajları ile rezerv ve indeks özelliklerinin belirlenmesini kapsayan çalışmaların bütünüdür.

**Kaya ve Zemin Mekanik Çalışmaları:** Yapıların temel-kaya veya temel-zemin etkileşimi, taşıma gücü ve oturma miktarı, gerilme/deformasyon ilişkilerinin belirlenmesi, yamaç ve kazı duraylılığı ile sıvılaşma riskinin incelenmesinde kullanılacak kaya veya zeminlerin mekanik parametrelerinin yerinde ve laboratuvarında tayini amacıyla yapılan çalışmalarıdır.

**Yerinde (In-Situ) Deneyler:** Temel sondaj kuyusu, araştırma galerisi/şaftı/yarması/çukurunda yerinde yapılan deneylerdir.

**Laboratuvar Deneyleri:** Temel sondaj kuyusu, araştırma galerisi/şaftı/yarması/çukuru veya araziden alınan bozulmuş ve bozulmamış (UD) örnekler üzerinde yapılan deneylerdir.

**Jeofizik Çalışmaları:** Yapı yerlerinde yapılan deprem risk analizi, vibrasyon, elektrik, rezistivite, sismik, kuyu logları vb. çalışmalarıdır.

**Güzergah Etüdü:** Tünel, galeri, kanal, isale hattı, cebri boru, yol vb. yapıların güzergahlarının sağ ve solunda 250 m olmak üzere jeolojik/jeoteknik çalışmaları kapsar. Projenin özelliklerine göre bu genişlik İDARE tarafından değiştirilebilecektir.

**Örtü Birimleri:** Ana kaya üzerindeki bitkisel toprak, yamaç molozu, alüvyon, birikinti konisi, kolüvyal malzeme, rezidüel (artık) zemin, yapay dolgu vb. malzemedan oluşan zemin türleridir.

**Diğer Yapılar:** Dolusavak, derivasyon tüneli, kondüvi, su alma yapısı, vana odası, maslak, batardo, yükleme havuzu, cebri boru, santral, şalt sahası, çökeltim havuzu, sifon, menfez, akedük, alt ve üst sel geçidi, pompa binası, köprü, arıtma tesisi, iletim hattı vb. yapılardır.

## D- STANDARTLAR

Jeoteknik etüt ve araştırmalarda kullanılacak ulusal ve uluslararası standartlardan en önemlileri aşağıda verilmiş olup, bu standartlar zamana bağlı olarak güncellenecektir.

TS 10324	Jeoteknik Deney Metotları - Kayaç Süreksizliklerinin Direkt Makaslama Mukavemetinin Yerinde Tayini
TS ENV 1997-1	Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2: Genel Kurallar (Eurocode 7)
TS ENV 1997-2	Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2: Laboratuvar deneyleri ile desteklenen tasarım (Eurocode 7)
TS ENV 1997-3	Jeoteknik Tasarım-Bölüm 3: Arazi Deneyleri Yardımıyla Tasarım (Eurocode 7)
TS EN ISO 14688-1	Jeoteknik etüt ve deneyler – Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması –Bölüm 1: Tanımlama ve tarif
TS EN ISO 14688-2	Jeoteknik araştırmalar ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflandırılması - Bölüm 2: Sınıflandırma ilkeleri (ISO/FDIS 14688-2: 2004
TS EN ISO 14689-1	Jeoteknik araştırmalar ve deneyler - Kayaçların tanımlanması ve sınıflandırılması - Bölüm 1: Tanıtım (ISO 14689-1: 2003)
TS EN ISO 22476-2	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 2: Dinamik probe deneyi
TS EN ISO 22476-3	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 3: Standard penetrasyon deneyi
TS EN ISO 14688-1/AC	Jeoteknik etüt ve deneyler – Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması – Bölüm 1: Tanımlama ve tarif
TS 1900-1	İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği Deneyleri-Bölüm1: Fiziksel Özelliklerin Tayini
TS 1900-2	İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği Deneyleri-Bölüm2: Mekanik Özelliklerin Tayini
TS 1901	İnşaat Mühendisliğinde Sondaj Yöntemleri ile Örselenmiş ve

	Örselenmemiş Numune Alma Yöntemleri
TS 2756-0 ISO 2859-0	Muayene ve Deney İçin Numune Alma Metotları
TS 8853	Yamaç ve Şevlerin Dengesi ve Hesap Metotları
TS 5744	İnşaat Mühendisliğinde Temel Zemini Özelliklerinin Yerinde Ölçümü
TS 5962	Zemin ve Kaya Mekaniği-Terimler ve Semboller - Jeolojide ve Madencilikte Kullanılan
TS 1500	İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırılması
TS EN ISO 22476-3	Standart Penetrasyon Deneyi
ASTM D- 1586-99	Standart Penetrasyon Deneyi
ASTM D-4719-00	Presiyometre deneyi
ASTM D-6230-98	İnklinometre Deneyi
ASTM D-4394-04	Plaka Yükleme Deneyi
ASTM D-4395-04	Plaka Yükleme Deneyi
ASTM D-4554-02	Direct Shear Strength of Rock (Kesme Deneyi)
ASTM D-4645-87	Hydraulic Flat Jack (Yassıveren Deneyi)
ASTM D-2573-01	Vane Test (Kanatlı Kesici Deneyi)
ASTM D-5873-05	Schmit Hammer Test (Schmit Çekici)
TS 1991 İSO.31-0	Uluslararası Birimler Sistemi (SI) Bölüm 0: Genel Prensipler
TS EN 1537	Özel Jeoteknik Uygulamalar – Zemin Ankrajları
TS 3168 EN 1536	Özel Jeoteknik Uygulamalar Delme, Fore Kazıklar, Yerinde Dökme Betonarme Kazıklar
TS EN 1538	Özel Jeoteknik Uygulamalar – Diyafram Duvarlar
ISRM (2007)	Kaya türü malzemeler için önerilmiş uluslararası yöntemler

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

ASTM : Amerikan Test ve Malzeme Standartları

ISRM : Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği



## II- JEOTEKNİK ETÜT AŞAMALARI

Jeoteknik etütler sırasıyla;

- Ön İnceleme,
- Planlama,
- Kesin Proje,
- Uygulama
- Uygulama Sonu aşamalarından oluşacaktır.

Jeoteknik etütlerin kapsamı, yapımı planlanan su yapısının özelliklerine göre belirlenecektir. Herhangi bir aşamada proje değişikliği yapılması veya ilave önlemler alınması durumunda ek etütler yapılacaktır. Ek etütlerin İDARE tarafından onaylanması zorunludur.

4628 sayılı kanun ve yönetmelik kapsamında, özel sektör tarafından hazırlanan raporlar (fizibilite, planlama, kesin proje vb.) jeoteknik etüt rapor yazım kurallarına göre hazırlanacaktır. Ancak yapılması gereken temel araştırmaları fizibilite aşamasında yapılmayacak olup, araştırma programı rapor içerisinde ilgili başlıklar altında öneri şeklinde verilecektir. Fizibilite raporlarının İDARE’ce inceleme kriterleri EK-D’de verilmiştir.

Jeoteknik etüdün planlanması, arazi ve laboratuvar deneylerinin denetlenmesi, etüt sonuçlarından proje için gerekli verilerin üretilmesi ve Jeoteknik Etüt Raporu’nun hazırlanması sorumlu mühendis tarafından yapılacaktır. Jeoteknik etütlerden sorumlu mühendis, her aşamada proje mühendisi ile görüş alışverişinde bulunacaktır.

Yapı yerleri;

- Baraj/gölet/regülatör
- Yeraltı yapıları (tünel/galeri/baca/yeraltı santrali vb.)
- Sulama güzergahları (beton kanal, borulu sistem) olarak sınıflandırılmıştır.

İçmesuyu projelerinde ise sözleşmede özel olarak belirtilmediği takdirde ön inceleme aşamasında jeoteknik etüt raporu hazırlanmayacak, ancak uygulamaya esas olarak hazırlanacak proje ön raporunun jeoloji bölümü “Ön İnceleme Aşaması Jeoteknik Etüt Raporu” formatında olacaktır.

## **A- ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER**

### **A-1. BÜRO ÇALIŞMALARI**

Arazi çalışmalarından önce proje alanına ilişkin 1/25 000 ölçekli topoğrafik haritalar temin edilecektir. Ayrıca mevcut jeolojik haritalar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, yeraltısuyu araştırmaları, her türlü temel araştırma verisi, sismik kayıtlar, bölgede işletilmiş veya işletilmekte olan doğal yapı malzeme ocakları veya maden işletmesi gibi yerler ile diğer yeraltı yapılarına ilişkin veriler ve bunlara ait yayınlar temin edilip incelenecektir.

### **A-2. ARAZİ ÇALIŞMALARI**

Jeolojik/jeoteknik çalışmalar, bu aşamada yüzeysel ve gözleme dayalı olarak yapılacak olup; geçirimsizlik, duraylılık ve doğal yapı malzemeleri gibi temel konuları kapsayacaktır.

Bu aşamada temel araştırmaları yapılmamasına rağmen bazı özel durumlarda (örneğin; alüvyon veya örtü kalınlığının bilinmesi, yeraltısuyu seviyesinin belirlenmesi, karstlaşma vb.) pilot kuyu/kuyular, araştırma çukuru veya yarmalar açılabilir.

Baraj/gölet/regülatör yeri, göl alanı, sulama güzergahı (kanal/boru) ve diğer yapı yerlerinin kazı duraylılığı, geçirimsizliği, kazı çukuruna yeraltısuyu gelişi olup olmayacağı, özellikle ana sulama güzergahında (kanal/boru) problemler zeminlerin varlığı (şişen, eriyebilen, taşıma gücü zayıf ve sıvılaşmaya yatkın zeminler) ve tünellerde güzergah boyunca veya tünel giriş/çıkış ağzlarında eski, aktif ve potansiyel heyelanların olup olmadığı belirlenecek, sorunlar ve önlemler araştırılacak, gerekirse alternatif yerler önerilecektir.

Eğer proje bir yeraltı barajı ise, gözlemsel nitelikte veya varsa sondaj kuyularından elde edilen bilgilere göre hidrojeolojik durum belirlenecektir.

Doğal yapı malzemesi araştırmaları “DSİ Doğal Yapı Malzeme Etütleri Şartnamesi” kapsamında yapılacaktır. Geçirimsiz, yarı geçirimli, geçirimli, filtre, beton agrega ve kaya ocakları, öncelikle proje alanı içinde ve yakın çevresinde aranacaktır. Belirlenen malzeme alanlarının yerleri ve sınırları haritaya çizilecektir. Ayrıca malzeme alanlarına ulaşım ve yapı yerlerine uzaklığı belirlenecektir. Göl alanından malzeme alınması halinde, su tutma ve duraylılık yönünden sorun yaratılmaması göz önünde bulundurulacaktır.

Yapı yerleri/sulama güzergahları/diğer yapı yerlerindeki jeolojik koşulların projeye olabilecek etkileri incelenerek;

- Yapı yerinin planlama aşamasına alınıp alınmaması değerlendirilecek,
- Yeraltısuyunun konumu ve kütle hareketlerinin boyutları, yapı yerleri ile tünel giriş/çıkış yapılarına olabilecek etkileri başta olmak üzere planlama aşamasında yapılması gerekli görülen yeraltı ve yerüstü mühendislik jeolojisi, doğal yapı malzemeleri, kaya-zemin mekaniği ve jeofizik araştırmaları ile diğer deneylerin programlarını içeren araştırma programı önerilecektir.

### **A-3. ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlık altında toplanan konulardan inceleme alanında yer almayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda içerikte belirtilmeyen ek çalışmalar genel formatı bozmadan ayrı başlık altında rapora eklenebilecektir.

#### **..... ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU**

### **ÖZ**

#### **1. GENEL BİLGİLER**

- 1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı**
- 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım**
- 1.3. Veriler ve Çalışma Yöntemi**
- 1.4. Proje Özellikleri**
- 1.5. Önceki Çalışmalar**

#### **2. GENEL JEOLJİ**

- 2.1. Stratigrafik Jeoloji**
- 2.2. Yapısal Jeoloji**
- 2.3. Deprem Durumu**
- 2.4. Hidrojeoloji**

#### **3. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ**

- 3.1. Yapı Yerlerinin Geçirimsizliği**
- 3.2. Yapı Yerlerinin Duraylılığı**

#### **4. DOĞAL YAPI MALZEMELERİ**

## **5. SONUÇ ve ÖNERİLER**

## **6. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

### **EKLER**

#### **A-4. ÖN İNCELEME AŞAMASI RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

### **ÖZ**

Raporun amacı, kapsamı, elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, okuyucuya raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayınlandığında bir anlam taşıyacak olup bir sayfayı geçmeyecektir.

### **1. GENEL BİLGİLER**

#### **1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı**

İncelemenin amacı, kapsamı ve çalışmanın yapıldığı tarihler belirtilecektir.

#### **1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım**

İnceleme alanının yeri ve ulaşım olanakları sayfa boyutunda bir bulduru haritası ile birlikte sunulacaktır. Örneğin "inceleme alanı ..... ili ..... km güneyinde yer alır (geniş bir alansa enlem ve boylamlarla tariflenebilir). ..... ilinden ..... km asfalt yol ile ..... ilçesine gelinir. Buradan ..... km ham yol ile güneye gidilerek bent yerine ulaşılır. Ham yol kışın geçişe uygun değildir" gibi. Bulduru Haritası üzerindeki bilgiler, okunabilir ve renkli olacaktır.

#### **1.3. Veriler ve Çalışma Yöntemi**

Çalışmalar sırasında yararlanılan tüm veriler (bölgesel jeolojik haritalar ve yayınlar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, yeraltısuyu araştırmaları, bölgede daha önce açılmış sondaj kuyu logları, tünel, bölgede işletilmiş veya işletilmekte olan maden, yapı gereci ocakları vb.) ile çalışma yöntemi belirtilecektir.

#### **1.4. Proje Özellikleri**

- Baraj/Gölet/Regülatör tipi: Beton kemer/ağırlık, ön yüzü beton, silindirle sıkıştırılmış beton (SSB), silindirle sıkıştırılmış katı dolgu (SSKD/hardfill), toprak, kaya dolgu vb.
- Baraj/Gölet/Regülatör yüksekliği: Talvegden ve temelden
- Maksimum su kotu
- Mamba ve mansap batardo kot ve yükseklikleri
- Gövde dolgu hacmi (malzeme çeşit ve miktarları)
- Yükleme havuzu: Yeri ve boyutları
- Cebri Boru: Yeri, çapı, uzunluğu
- Santral: Yeri, tipi, boyutları
- Dolusavak: Yeri, tipi
- Derivasyon (tünel, kondüvi): Yeri, çapı, uzunluğu
- Enerji Tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- İletim Tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- Sulama, İçmesuyu, İsale Hattı: Yeri, tipi, kanal genişliği/uzunluğu, boru çapı/uzunluğu
- Pompa, arıtma, su deposu, köprü, bina vb.: Temel tipi, boyutları, temel derinliği vb. projeye ait yapı yerlerinin yaklaşık boyut ve özellikleri verilecektir.

#### **1.5. Önceki Çalışmalar**

Çalışma ile ilgili önceki incelemelerin önemli bulguları ve sonuçları, alıntı yapılan yer belirtilerek verilecek olup, yapılan alıntılar yazım kuralları bölümünde belirtilen esaslara uygun olacaktır.

## **2. GENEL JEOLJİ**

Bu aşamada etüt alanı sınırları; tüm yapı yerlerini kapsayacak, gerektiğinde jeolojik koşullara bağlı olarak sorunları açıklığa kavuşturacak kadar geniş tutulacaktır.

### **2.1. Stratigrafik Jeoloji**

Etüt alanındaki kayaçların jeolojik özellikleri yaşlıdan gence doğru alt başlıklar altında anlatılacaktır. Bu bölüme etüt alanına ilişkin genelleştirilmiş stratigrafik kesit konulacak; birimlerin isimlendirilmesi, stratigrafik adlandırma kurallarına uygun olacaktır.

## **2.2. Yapısal Jeoloji**

Proje alanı ve yakın çevresinin yapısal özellikleri (tektonik hatlar, fay, tabakalanma, eklem, şistozite, kıvrım vb.) hakkında bilgi verilecek, birimlerin birbiri ile olan yapısal ilişkileri (diskordans, konkordans, şariyaj, nap vb.) anlatılacaktır.

Yapısal jeolojinin anlatımında özellikle; tabakaların konumu, kalınlıkları, lamina ve kıvrımlanması, şekil ve boyu, türü, eksen durumu ve yaş ilişkisi, fayların devamlılığı, konumu, türü, fay dolgusunun kalınlığı/türü, atımı ve fayı belirleyen veriler, eklemlerin devamlılığı, konumu, türü, sıklığı, dolgu kalınlığı/türü, etkilediği kaya birimleri belirtilecektir.

## **2.3. Deprem Durumu**

Proje alanının içinde bulunduğu deprem bölgesine ilişkin aletsel ve aletsel olmayan verilere dayanan deprem değerlendirmeleri yapılarak, diri faylar belirtilecektir. Bu amaçla DSİ Genel Müdürlüğü ile diğer kamu kurum ve kuruluşların çalışmalarından ve yayınlarından yararlanılacaktır. Bu bölüme bölgenin A4/A3 sayfa boyutunda il bazında deprem bölgelendirme ve 1/1 000 000 ölçekli sismotektonik haritaları renkli olarak konulacaktır. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Bölgeleri Haritası (1996)' na göre kaçınıcı deprem kuşağında olduğu verilecektir.

## **2.4. Hidrojeoloji**

Proje alanı ve çevresine ilişkin yeraltısuyu durumu ile yerüstü suları hakkında bilgi verilerek, yan vadi ve memba-mansap yönünde hidrojeolojik model ana hatları ile ortaya konulacaktır. Çevrede projeyi etkileyebilecek her türlü kuyu, kaynak ve derelerin yeri, kotu ve debileri belirtilecektir.

Yeraltı barajı projelerinde ise ön inceleme aşamasında, akiferin boyutları, beslenme ve boşalım şartları, sınır koşulları, yeraltısuyu potansiyeli ve kalitesi konusunda veriye dayalı değerlendirmeler yapılacaktır.

### **3. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ**

#### **3.1. Yapı Yerlerinin Geçirimsizliği**

Yapı temellerinde yer alan birimlerin geçirimsizlik özellikleri belirlenecektir. Buna bağlı olarak alınması gereken önlemler ve enjeksiyon sınırları yaklaşık olarak tariflenecektir. Alüvyonun ve örtü birimlerin oluşumları, kalınlıkları ve niteliklerine bağlı olarak genel bir geçirimsizlik tanımı yapılacaktır.

Geçirimsiz kayaçların memba ve mansap yönündeki veya diğer vadilerle olan ilişkileri incelenecektir. Yakın çevredeki kuyulardan yeraltısuyu durumu araştırılacak ve kaynaklar haritaya işaretlenecektir. Özellikle 10 l/s den daha büyük debili kaynakların kot ve koordinatları belirlenecektir.

Bu bölüme baraj/gölet/regülatör yapı yerleri, göl alanı, sulama kanalı güzergahı ve diğer yapı yerleri ile ilgili fotoğraflar konulabilecektir.

#### **3.2. Yapı Yerlerinin Duraylılığı**

Jeolojik koşulların projede yer alan yapı yerlerine ve yapılara etkileri, alüvyon ve örtü birimlerin oluşumları, kalınlıkları ve niteliklerine bağlı olarak duraylılıkları saptanmaya çalışılacaktır. Özellikle eriyebilen, taşıma gücü zayıf, suya doymuş birimler, organik kil, turba ve sıvılaşmaya yatkın zeminlerin varlığı belirlenecek, kalınlıkları ve nitelikleri saptanmaya çalışılacaktır.

Yapı yerleri veya güzergah ile tünel giriş/çıkış yapılarında heyelan, akma, düşme, devrilme problemi yaratabilecek birimler, yaklaşık olarak saptanmaya çalışılacaktır.

Özellikle dolusavak, derivasyon tüneli, santral yeri, batardo vb. yapı yerlerinde duraylılık yönünden karşılaşılabilecek sorunlar ve olabilecek etkiler anlatılacak, en uygun yerler önerilecektir.

Bu bölüme baraj/gölet/regülatör yapı yerleri, göl alanı, sulama/içmesuyu güzergahı ve diğer yapı yerleri ile ilgili fotoğraflar konulabilecektir.

#### **4. DOĞAL YAPI MALZEMELERİ**

Doğal yapı malzemeleri çalışmaları ayrı bir rapor olarak hazırlanacaktır. Ancak yapı yeri ve tipine bağlı olarak malzeme sahaları hakkında bir (1) sayfayı geçmeyecek özet bilgi bu bölümde verilecektir. İçmesuyu projelerinde ise bu aşamada ayrı bir rapor hazırlanmayacak olup, proje kapsamında hazırlanan ön raporlarda kısa bilgi verilecektir.

#### **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Bu bölümde baraj/gölet/regülatör yapı yerleri, göl alanı, sulama/içmesuyu güzergahı ve diğer yapı yerlerinde; elde edilen veriler doğrultusunda tüm çalışmalar değerlendirilerek jeolojik koşulların projeye olabilecek etkileri, temel ve yamaç kazılarının duraylılığı ile geçirimsizliği konusunda detaylı bilgiler verilecektir.

Planlama aşamasında yapılacak jeoteknik araştırmalara yönelik çalışmalar maddeler halinde sıralanacaktır. Buna bağlı olarak planlama çalışmaları öncesinde temel sondaj talimatı ve araştırma programı hazırlanacak, yapılması gereken jeoteknik çalışmalarla ilgili öneriler verilecektir.

Doğal yapı malzemesi olanakları göz önüne alınarak yapı tipi konusunda görüş bildirilecektir.

#### **6. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

Rapor yazımı sırasında metin içerisinde, atıfta bulunulan şekil ve çizelgeler ile yararlanılan tüm kaynaklar EK-E’de yer alan yazım kurallarına göre verilecektir.

#### **EKLER**

- Yapı yeri, kanal/boru güzergahı ve diğer yapı yerleri jeoloji haritası ve kesitleri (1/25 000, 1/10 000, 1/5 000 ölçekli)
- Jeofizik kesitler (Jeofizik çalışma yapıldıysa)
- Hidrojeolojik harita ve kesitler (Hidrojeolojik çalışma yapıldıysa)
- Proje sahasının hava fotoğrafları haritası veya uydu görüntüsü
- Temel sondaj logları (Bu aşamada sondaj açılmış ise)
- Karot fotoğrafları (Bu aşamada sondaj açılmış ise)



- Araştırma ukuru/yarması kesitleri ve fotoğrafları (ukur/yarma açılmış ise)
- Doğal Yapı Malzemeleri Alanlarına ilişkin Yer Bulduru Haritaları
- Proje Alanının Hava Fotoğrafları Dizilim Haritası (varsa)

**NOT:** Ekler yazım kurallarında verildiği gibi hazırlanmalı, cep, ya da ayrı klasörler içinde verilmeli ve A4 boyutlarında katlanmış olmalıdır.

## **B- PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER**

### **B-1. BÜRO ÇALIŞMALARI**

Arazi çalışmalarından önce; proje alanına ait ön inceleme raporu, mevcut jeolojik haritalar ve jeolojik bilgiler, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, yeraltısuyu araştırmaları, her türlü temel araştırma verisi, sismik kayıtlar, bölgede daha önceden açılmış yeraltı yapılarına ilişkin kayıtlar, varsa yapı malzemeleri ocağı veya maden işletmesi gibi yerler ve yukarıda belirtilenler ile ilgili yayınlar temin edilip incelenecektir.

Topoğrafik haritalar ve proje özellikleri, proje mühendisinden temin edilecektir. Topoğrafik haritalar 1/1 000, 1/2 000, 1/5 000, 1/25 000 ölçekli olacaktır. En uygunu; yapı yerinin 1/1 000 ölçekli, göl alanının 1/5 000 ölçekli topoğrafik haritalarının olmasıdır. Göl alanı geniş bir yayılım gösteriyor ise 1/25 000 veya 1/50 000 ölçekli haritalar kullanılacaktır.

Planlanan yapıların mühendislik bilgileri;

- Baraj/Gölet/Regülatör tipi: Beton kemer, beton ağırlık, ön yüzü beton, silindire sıkıştırılmış beton (SSB), silindire sıkıştırılmış katı dolgu (SSKD/hardfill), toprak, kaya dolgu vb.
- Baraj/Gölet/Regülatör yüksekliği: Talvegden ve temelden
- Baraj/Gölet maksimum, minimum, normal su kotu
- Baraj/Gölet memba ve mansap batardo kot ve yükseklikleri
- Baraj/Gölet gövde dolgu hacmi (malzeme çeşit ve miktarları)
- Derivasyon (tünel, kondüvi): Yeri, çapı, uzunluğu
- Enerji tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- İletim tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- Tünellerin tipi (derivasyon, enerji, iletim): Yeri, çapı, uzunluğu
- Yeraltı santralının yüksekliği, eni ve boyu,
- Sulama kanalı: Yeri, tipi, kanal genişliği/uzunluğu, boru çapı/uzunluğu, kazı derinliği
- Yükleme havuzu: Temel tipi, yeri ve boyutları
- Cebri boru: Yeri, çapı, uzunluğu
- Santral: Temel tipi, Yeri, tipi, boyutları
- Dolusavak: Yeri, tipi

- Pompa, arıtma, su deposu, atıksu, köprü, bina vb.: Temel tipi, boyutları, temel derinliği vb. proje özellikleri proje mühendisinden alınacaktır.

## **B-2. ARAŞTIRMA PROGRAMI**

Planlama aşamasında proje kapsamındaki yapı yerlerinin;

- jeolojik ve jeoteknik harita alımı,
- temel araştırma kuyusu/galerisi/tüneli/şaftı/yarması/çukuru yeri, boyutu, derinlikleri, adedi, açılış şekli,
- deneme enjeksiyonları yeri ve uygulama metodu,
- yerinde (in-situ) deneylerinin cinsi, yeri, adedi, yapılış şekli,
- laboratuvar deneyleri,
- tünel/galeri açınım haritalama yöntemi,
- hidrojeoloji çalışmaları
- karst hidrojeolojisi çalışmaları,
- jeofizik çalışmalar,
- uyulacak yönerge, şartname, standart vb. yer alacaktır.

Araştırma programında belirtilen çalışmaların amaçları ayrıntılı olarak anlatılacak, yerleri harita ve kesitler üzerinde gösterilecektir. Etüdün amacına uygun olarak hazırlanacak araştırma programı (sondaj kuyusu ve araştırma çukuru/yarması/ vb. talimatı) İDARE tarafından onaylandıktan sonra uygulamaya konulacaktır.

## **B-3. ARAZİ ÇALIŞMALARI**

Araştırma programında belirtilen arazi çalışmaları; talimatlara ve özel teknik şartnamelere uygun olarak yapılacaktır. Bu çalışmalardan haritalama ve temel araştırmalar ile ilgili hususlar aşağıda detaylı olarak verilmiştir.

### **B.3.1. Yapı Yerleri Haritalaması**

#### **B.3.1.1. Baraj/Gölet/Regülatör ve göl alanı**

Baraj/gölet/regülatör yeri ve göl alanında jeolojik harita yapımında jeolog pusulası, altimetre, GPS ve uygun bilgisayar programları kullanılacaktır. Yapı yeri çalışmalarında öncelikle topoğrafik haritaların araziye uygunluğu kontrol edilecek ve yapılar haritaya

işlenecektir. Mevcut jeolojik birimlerin litolojisi, konumu, yayılma genişlikleri, örtü birimlerin kalınlığı ve altındaki kayacın türü, tabakalanma, şistozite, eklem, fay, kıvrım, heyelan, kaynaklar harita ve kesitlere işlenecek, ölçülen doğrultu ve eğim yönleri başta olmak üzere bütün bilgiler harita üzerinde gösterilecektir.

Jeolojik birimlerin fiziki özellikleri, birbirine göre konumları, alüvyonun kalınlığı belirlenecek ve temel araştırma verilerine göre jeolojik kesitler alınarak, jeolojik birimler geçirimsizlik açısından değerlendirilecektir. Litolojik tanımlamada güçlük çekilen kayalardan petrografik analiz için örnekler alınacaktır.

Aks yerinde, tüm jeolojik ve jeoteknik çalışmalarda 1/1 000 ölçekli harita kullanılacaktır. Jeolojik açıdan sorunlu olan yerlerde daha büyük ölçekli haritalar kullanılabilir. Hazırlanacak boy kesitlerde, vadi tabanındaki alüvyonun kalınlığı ile özellikle yeraltısuyu seviyesi ve enjeksiyon perdesi sınırı beraber gösterilecektir.

Göl alanında ve civarında yüzlek veren jeolojik birimlerin cinsleri, yayılımları, geçirimsizlik özellikleri, başka havzalara su kaçağı olup olmayacağı, ayrışma durumları, erime veya şişme özelliği, erozyona karşı dayanıklılıkları eski ve potansiyel kütle hareketleri (heyelan, akma, krip, devrilme vb.) ve boyutları, göl seviyesindeki değişimler sonucu ortaya çıkabilecek olumsuzluklar incelenecektir.

Göl alanının boyutuna bağlı olarak 1/5 000, 1/25 000 ve/veya 1/50 000 ölçekli jeoloji ve jeoteknik harita alımı yapılacaktır. Haritalar maksimum göl kotu seviyesi ile sınırlı kalmayacak çevre jeolojisini (özellikle düşük kottaki yan vadiler varsa) kapsayacak şekilde boyutlandırılacaktır. Proje alanındaki memba–mansap ve yan vadilere doğru olan yeraltısuyu hareketini ortaya çıkarmak amacıyla 1/25 000 ölçekli hidrojeoloji haritaları hazırlanacaktır.

Göl alanında tuzlu birimler, maden ocakları, tarihi eserler, kaynaklar vb. varsa incelenecek ve haritaya işlenecektir.

Yapılacak temel araştırmalarının yerleri (temel sondaj kuyusu ve araştırma çukuru/yarması vb.) jeolojik ve jeoteknik haritalama sonunda kesin olarak belirlenecek ve rapor ekinde verilen haritalar üzerinde gösterilecektir.

### **B.3.1.2. Yeraltı yapılarında**

Jeolojik harita yapımında jeolog pusulası, altimetre, GPS ve uygun bilgisayar programları kullanılacaktır. Bu çalışmalarda mevcut birimlerin litolojisi, konumu, yayılma genişlikleri, örtü birimlerin kalınlığı ve altındaki kayacın litolojisi, tabakalanma, şistozite, eklem, fay, kıvrım, heyelan, kaynaklar harita ve kesitlere işlenecek, doğrultu ve eğim yönleri ölçülerek harita üzerinde gösterilecektir. Yapılan temel araştırma verilerine göre jeolojik kesitler alınacaktır.

Su gelişi olabilecek jeolojik birimler, geçirimsizlik açısından değerlendirilerek haritalanacaktır. Tanımda güçlük çekilen kayalardan petrografik analiz için laboratuvar örnekleri alınacak ve buna göre jeolojik tanımlama yapılacaktır. Mevsimsel ve daimi akışı olan derelerin yeraltı yapılarına olası etkileri irdelenecektir.

Tünel güzergahı boyunca yapılacak jeoloji ve jeoteknik çalışmalarda tünelin uzunluğuna bağlı olarak 1/1 000 - 1/5 000 ölçekli haritalar kullanılacak, gerektiği durumlarda (çok uzun tünellerde) 1/25 000 ölçekli haritalar kullanılabilir. Tünel giriş/çıkış yapılarında ise 1/1 000 ölçekli harita kullanılacaktır. Haritalar, tünel güzergahı ile sınırlı kalmayacak, çevre jeolojisini kapsayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

Yapılacak temel araştırmalarının yerleri (temel sondaj kuyusu ve araştırma çukuru/yarması vb.) jeolojik ve jeoteknik haritalama sonunda kesin olarak belirlenecek ve rapor ekinde verilen haritalar üzerinde gösterilecektir.

### **B.3.1.3. Sulama/İçmesuyu/Atıksu güzergahları ve diğer yapı yerlerinde**

Jeolojik harita yapımında jeolog pusulası, altimetre, GPS ve uygun bilgisayar programları kullanılacaktır. Jeolojik birimlerin litolojisi, konumu, örtü birimlerin kalınlığı ve altındaki kayacın litolojisi, tabakalanma, şistozite, eklem, kıvrım, fay, heyelan, kaynaklar harita ve kesitlere işlenecek, doğrultu ve eğim yönleri ölçülerek harita üzerinde gösterilecektir. Jeolojik birimlerin jeoteknik özellikleri, birbirine göre konumları, örtü birimlerin kalınlığı belirlenecek ve temel araştırma verilerine göre jeolojik kesitler alınacaktır.

Sulama güzergahlarında tüm jeoloji ve jeoteknik çalışmalarda 1/5 000 ölçekli harita kullanılacak olup, güzergahın uzunluğuna bağlı olarak 1/10 000 veya daha küçük ölçekli, yapı yerlerinde ise 1/1 000 ölçekli haritalar kullanılacaktır. Haritalar, güzergah eksenini ile sınırlı

kalmayacak, güzergah ekseninin her iki tarafından en az 250'şer metrelik alanı kapsayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

İçmesuyu ile atıksu güzergahlarında ve yapı yerlerinde yapılacak jeolojik-jeoteknik çalışmalarda 1/25 000 ölçekli haritalar kullanılacaktır. Haritalar güzergah eksenini ile sınırlı kalmayacak, güzergah ekseninin her iki tarafından en az 1000'er metrelik alanı kapsayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

Yapılacak temel araştırmalarının yerleri (temel sondaj kuyusu ve araştırma çukuru/yarması vb.) jeolojik ve jeoteknik haritalama sonunda kesin olarak belirlenecek ve rapor ekinde verilen haritalar üzerinde gösterilecektir.

### **B.3.2. Yapı Yerlerine Göre Temel Araştırmalar**

Yapı yerleri, yakın çevresinin jeolojik yapısı ve bu yapıların oturacağı temeli oluşturan jeolojik birimlerin jeoteknik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılacak araştırmalardır.

Bu kapsamda yer alan araştırmalar;

- temel sondaj kuyuları,
- araştırma galerileri/çukurları/yarmaları,
- deneme enjeksiyonları,
- yerinde (in-situ)/laboratuvar deneyleri,
- hidrojeolojik çalışmalar,
- izleme deneyleri,
- jeofizik etütleridir.

Temel sondaj kuyuları, arazi (in situ)/laboratuvar deneyleri ve jeofizik çalışmalarının; yeri, adedi ve derinliği; projede yer alan yapıların karakteristikleri, kazı durumu ve jeolojik koşullara bağlı olarak planlanacaktır.

### **B.3.2.1. Baraj, gölet ve regülatörlerde**

#### **Temel Sondajları**

Özel teknik şartnamelerde aksi belirtilmedikçe aşağıda yeri, adedi ve derinliği verilen temel sondajlar planlanacaktır. Jeolojik koşulların gerektirdiği durumlarda kuyu adetleri artırılabilir.

- Homojen, zonlu ve kaya dolgu baraj ve göletlerde aks boyunca sağ ve sol yamaçlarda 2'şer adet, talveg kotunda en az 1 adet,
- Ön yüzü beton kaplı barajlarda topuk plağı (plinth) boyunca (yamaçlarda ve talvegde olmak üzere) 6-10 adet, gövde altında ve mansap eteğinde en az 1'er adet,
- Beton ağırlık/silindirle sıkıştırılmış beton (SSB)/silindirle sıkıştırılmış katı dolgu (SSKD/hardfill) barajlarda aks boyunca sağ ve sol yamaç kret kotunda 1'er adet, talveg kotunda 2 adet, gövde altında 2-4 adet,
- Baraj ve göletlerde gerekmesi durumunda göl alanında en az bir adet,
- Regülatörlerde, batardolarda sağ yamaç, sol yamaç ve talvegde olmak üzere en az 3 adet,
- Dolusavak ve derivasyon güzergahlarında yapıların boyutlarına bağlı olarak en az 3 adet (giriş/çıkış ve orta kesimlerde), yükleme havuzu, cebri boru, santral yeri, şalt sahası, köprü ayakları gibi yerlerinde 2-4 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır.
- Titreşimli yükler altında çalışan yapılar ve binalarda en az 3 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Temel sondaj kuyularının derinliği yapıların temel kazı kotu altına en az 2B (B= yapı temel genişliği) altını kapsayacak şekilde yapılacaktır.
- Yeraltısuyu seviyesinin derin olduğu, yapılan geçirimsizlik deneyleri sonucunda geçirimli-çok geçirimli seviyelerin çok derinlere kadar devam ettiği ve tabanda geçirimsiz seviyelerin yer almadığı durumlarda, deneme enjeksiyonları yapılarak enjeksiyon perde boyutları ve metodolojisi belirlenecektir.
- Projeyi etkileyebilecek heyelan olması durumunda boyutuna göre gerekli miktarda temel araştırma sondaj kuyusu açılacak ve gerekli deneyler yapılacaktır.
- Projede köprü, viyadük vb. geçişler varsa, her ayak yerinde en az iki adet temel araştırma sondaj kuyusu açılacak ve gerekli deneyler yapılacaktır.

#### **Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları**

- Açılacak temel sondaj kuyusu ve araştırma galerilerinde kayacın dayanım parametrelerinin (özellikle beton ağırlık/silindirle sıkıştırılmış beton-SSB/silindirle sıkıştırılmış katı dolgu-SSKD/hardfill barajlarda), deformasyon modülü, Poisson

orani, tek eksenli basınç dayanımı vb., homojen, zonlu ve kaya dolgu baraj/gölet/regülatörlerde aks boyunca ve ön yüzü beton kaplı barajlarda topuk plağı (plinth) temellerinde taşıma gücü ve oturma değerleri gibi temel biriminin jeoteknik parametrelerinin elde edilmesi amacıyla arazi ve laboratuvar deneyleri planlanacaktır.

- Bu kapsamda yapılacak arazi ve laboratuvar deneyleri; EK-A'da "Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları" başlığı altında verildiği şekilde planlanacaktır.

### **Araştırma Galerileri**

- Beton kemer barajlarda sağ ve sol yamaçlarda 1'er adet olmak üzere araştırma galerileri planlanacaktır.
- Barajın yüksekliğine bağlı olarak araştırma galerilerinin adedi, yeri ve boyu belirlenecektir.
- Açılacak araştırma galerisi boyutları yerinde deneylerin yapılabilmesi için, 2x2 m den az olmayacaktır.

### **Hidrojeoloji, Karst Hidrojeolojisi ve Jeofizik Çalışmaları**

- Temel zemin araştırmaları kapsamında yukarıdaki çalışmalara ilave olarak proje özellikleri ve jeolojik koşullara bağlı olarak hidrojeoloji, karst hidrojeolojisi ve jeofizik çalışmaları yapılabilecektir.
- Bu kapsamda yapılacak "Karst Hidrojeolojisi Çalışmaları"nın içeriği EK-C' de, "Jeofizik Çalışmaları"nın içeriği ise EK-B' de verilmiştir.
- Proje alanının detaylı hidrojeolojik çalışmaları istendiği takdirde "DSİ Hidrojeolojik Etüt Şartnamesi" kullanılacaktır.
- Yapı yerlerinde beton temas suyu olarak kullanılacak su kaynaklarının uygunluğunu ortaya koymak için, su kimyası analizleri yapılacaktır.

### **Doğal Yapı Malzemeleri**

- Doğal yapı malzemesi araştırmaları "DSİ Doğal Yapı Malzeme Etütleri Şartnamesi" kapsamında yapılarak ayrı bir rapor halinde hazırlanacaktır. Ancak, jeoteknik raporlarda geçirimsiz, yarı geçirimli, geçirimli, filtre, beton agrega ve kaya malzeme alanlarının lokasyonu ve özellikleri hakkında sorumlu mühendise tanıtıcı bilgiler verilecektir



- Ayrıca malzeme alanlarına ulaşım ve yapı yerlerine uzaklığı belirtilecek, göl alanından malzeme alınması halinde, su tutma ve duraylılık yönünden sorun yaratılmaması göz önünde bulundurulacaktır.

### **3.2.2.Yeraltı yapılarında**

#### **Temel Sondajlar**

- Enerji tüneli, derivasyon, iletim tüneli güzergahlarında, boyutlarına bağlı olarak en az 3 adet (giriş/çıkış ve orta kesimlerde) ve yeraltı santrallerinde en az 4 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır.
- Tünel güzergahı boyunca açılacak temel sondaj adetleri ve derinlikleri, güzergahın uzunluğuna, örtü kalınlığına, karşılaşılabilecek süreksizlikler ve jeolojik birim değişikliklerine bağlı olarak planlanacaktır.
- Temel araştırmalarında yapılacak deney, ölçüm ve gözlemler yeraltı yapısı tavan kazı kotunun en az 2B yukarısı ve taban kazı kotunun 2B (B=Tünel çapı veya yeraltı yapısı genişliği) kadar altını kapsayacak şekilde yapılacaktır.

#### **Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları**

- Açılacak temel sondaj kuyusu ve araştırma galerilerinde kayacın dayanım parametrelerinin (deformasyon modülleri, Poisson oranı, tek eksenli basınç dayanımı, gerilme-deformasyon ilişkileri vb.) elde edilmesi amacıyla arazi ve laboratuvar deneyleri yapılacaktır.
- Bu kapsamda yapılacak arazi ve laboratuvar deneyleri, EK-A' da "Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları" başlığı altında verildiği şekilde planlanacaktır.

#### **Araştırma Galerileri**

- Araştırma galerilerinin adedi, yeri ve boyu; tünel çapına ve uzunluğuna bağlı olarak planlanacaktır.
- Açılacak araştırma galerisi boyutları yerinde deneylerin yapılabilmesi için, 2x2 m den az olmayacaktır.

#### **Hidrojeoloji, Karst Hidrojeolojisi ve Jeofizik Çalışmaları**

- Temel zemin araştırmaları kapsamında yukarıdaki çalışmalara ilave olarak proje özellikleri ve jeolojik koşullara bağlı olarak hidrojeoloji, karst hidrojeolojisi ve jeofizik çalışmaları yapılacaktır.

- Bu kapsamda yapılacak ‘‘Karst Hidrojeolojisi alışmaları’’nın içeriği EK-C’ de, ‘‘Jeofizik alışmaları’’nın içeriği ise EK-B’ de verilmiştir.
- Proje alanının detaylı hidrojeolojik çalışmaları istendiği takdirde ‘‘DSİ Hidrojeolojik Etüt şartnamesi’’ kullanılacaktır.
- Yapı yerlerinde beton temas suyu olarak kullanılacak su kaynaklarının uygunluğunu ortaya koymak için, su kimyası analizleri yapılacaktır.

### **Doğal Yapı Malzemeleri**

Yapıların inşaatında kullanılacak beton agrega sahaları hakkında zet bilgiler verilecektir.

### **3.2.3. Sulama/İçmesuyu/Atıksu güzergahlarında**

#### **Temel Sondajlar**

- Sifon, pompa binası vb. yapılarda 1-3 adet, güzergah üzerinde jeolojik/jeoteknik açıdan problemli olabilecek kesimlerde de 1-2 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Sifon yapılarında, temel sondaj kuyu derinliği temel kazı kotu altına 2B (B=sifon çapı) incek şekilde olacaktır.
- Titreşimli yükler altında çalışan yapılar ve binalarda en az 4 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Temel sondaj kuyularının derinliği yapıların temel kazı kotu altına en az 2B (B= yapı temel genişliği) incek şekilde yapılacaktır.
- Karayolu, tren yolu, nehir vb. geçişlerde her iki tarafta 1-2 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır.
- Jeolojik koşullara göre bu aralıklar artırılacak veya azaltılacaktır.
- İçmesuyu amaçlı planlama raporları hazırlanırken tespit edilen yapılar (tünel, regülatör, baraj hariç) için bu aşamada sondajlı çalışma yapılmayacak, sondajlı çalışmalar uygulamaya esas jeolojik-jeoteknik çalışma aşamasında yapılacaktır.

#### **Araştırma ukurları/Yarması**

- Sulama projeleri güzergahı boyunca yapılacak temel araştırmalarında; araştırma, deney, ölüm ve gözlemler için jeolojik koşullara bağlı olarak 500-1000 m de 1’er adet, içmesuyu planlamalarında ise 2000 m’de 1’er adet araştırma çukuru/yarması planlanacak ve derinliği, kanal/boru temel kazı kotu altına incek şekilde açılacaktır.

### **Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları**

- Açılacak araştırma çukurları/yarması ve temel sondaj kuyularında zeminlerin jeoteknik parametreleri, taşıma gücü ve oturma, killi zeminlerde şişme durumu, sıvılaşma potansiyeli gibi parametrelerinin elde edilmesi amacıyla arazi ve laboratuvar deneyleri planlanacaktır.
- Bu kapsamda yapılacak arazi ve laboratuvar deneyleri, EK-A'da "Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları" başlığı altında verilmiştir.

### **Hidrojeoloji, Karst Hidrojeolojisi ve Jeofizik Çalışmaları**

- Temel zemin araştırmaları kapsamında yukarıdaki çalışmalara ilave olarak proje özellikleri ve jeolojik koşullara bağlı olarak hidrojeoloji, karst hidrojeolojisi ve jeofizik çalışmaları yapılacaktır.
- Bu kapsamda yapılacak "Karst Hidrojeolojisi Çalışmaları"nın içeriği EK-C' de, "Jeofizik Çalışmaları"nın içeriği ise EK-B' de verilmiştir.
- Proje alanının detaylı hidrojeolojik çalışmaları istendiği takdirde "DSİ Hidrojeolojik Etüt Şartnamesi" kullanılacaktır.
- Yapı yerlerinde beton temas suyu olarak kullanılacak su kaynaklarının uygunluğunu ortaya koymak için, su kimyası analizleri yapılacaktır.

### **Doğal Yapı Malzemeleri**

- Sulama projesiyle ilgili olarak Doğal yapı malzemesi araştırmaları "DSİ Doğal Yapı Malzeme Etütleri Şartnamesi" kapsamında yapılarak ayrı bir rapor halinde hazırlanacaktır. Bu bölümde, projede ihtiyaç duyulan filtre ve agrega malzeme alanları ile kazılardan çıkabilecek malzemeler hakkında özet bilgiler verilecektir. Sahaların yerleri, yapı yerlerine uzaklığı ve ulaşım yolu hakkında bilgi verilecek, alanların yerleri ve ulaşım yolları bulduru haritasında gösterilecektir.
- İçmesuyu projelerinde jeoteknik rapor içerisinde ihtiyaç duyulan malzemeler ve bunun temin edileceği yerler hakkında özet bilgi verilecektir.
- Belirlenen malzeme alanlarının, yerleri, sınırları, ulaşım yolları ve yapı yerlerine olan uzaklıkları belirlenecek ve harita üzerinde gösterilecektir.

## **B-4. PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlık altında toplanan konulardan etüt alanında yer almayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda içerikte belirtilmeyen ek çalışmalar rapora eklenebilecektir.

### **.....PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU**

## **İÇİNDEKİLER**

### **ÖZ**

#### **1. GENEL BİLGİLER**

- 1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı**
- 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım**
- 1.3. Veriler ve Çalışma Yöntemi**
- 1.4. Proje Özellikleri**

#### **2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

#### **3. GENEL JEOLOJİ**

- 3.1. Stratigrafik Jeoloji**
- 3.2. Yapısal jeoloji**
  - 3.2.1. Tabakalanma**
  - 3.2.2. Kıvrımlanma**
  - 3.2.3. Eklemlenme**
  - 3.2.4. Faylanma**
  - 3.2.5. Diskordans ve konkordans**
- 3.3. Tarihsel Jeoloji**
- 3.4. Deprem durumu**

#### **4. HİDROJEOLOJİ**

#### **5. EKONOMİK JEOLOJİ**

#### **6. MÜHENDİSLİK JEOLOJİSİ**

- 6.1. Temel Sondajları**
- 6.2. Araştırma Galerileri**
- 6.3. Burgu Kuyuları**
- 6.4. Araştırma Çukuru/Yarmaları**

- 6.5. Deneme Enjeksiyonları
- 7. KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI
  - 7.1. Arazi Deneyleri
  - 7.2. Laboratuvar Deneyleri
- 8. KARST HİDROJEOLOJİSİ ÇALIŞMALARI
- 9. JEOFİZİK ÇALIŞMALARI
- 10. DOĞAL YAPI MALZEMELERİ
- 11. JEOLojİK / JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

*(A- Baraj, Gölet, Regülatörlerde)*

- 11.1. Aks Yerinin Geçirimsizliği
- 11.2. Göl Alanının Geçirimsizliği
- 11.3. Aks Yerinin Duraylılığı
  - 11.3.1. Örtü birimleri ve ayrılmış kaya türleri
  - 11.3.2. Kaya türleri
  - 11.3.3. Taşıma gücü
  - 11.3.4. Oturma ve şişme potansiyeli
  - 11.3.5. Sıvılaşma potansiyeli
  - 11.3.6. Şev duraylılık analizi
  - 11.3.7. Kazı sınıflaması
- 11.4. Göl Alanının Duraylılığı
- 11.5. Diğer Yapı Yerlerinin Duraylılığı

*(B- Yeraltı Yapılarında)*

- 11.1. Yapı Yerlerinin Geçirimsizliği
- 11.2. Yapı Yerlerinin Duraylılığı
  - 11.2.1. Örtü birimleri ve ayrılmış kaya türleri
  - 11.2.2. Kaya türleri
  - 11.2.3. Şev duraylılık analizi
  - 11.2.4. Oturma ve şişme

*(C- Sulama-İçmesuyu-Atıksu/Borulu Sistem Güzergahlarında)*

- 11.1. Güzergahın Geçirimsizliği
- 11.2. Güzergahın Duraylılığı
  - 11.2.1. Örtü birimleri ve ayrılmış kaya türlerinin sınıflandırılması

- 11.2.2. Kaya türleri
- 11.2.3. Kazı sınıflaması
- 11.2.4. Taşıma gücü
- 11.2.5. Oturma ve şişme potansiyeli
- 11.2.6. Sıvılaşma potansiyeli
- 11.2.7. Heyelanlar
- 11.2.8. Şev duraylılık analizi
- 11.2.9. Don tehlikesi

### 11.3. Diğer Yapı Yerleri

## 12. SONUÇ VE ÖNERİLER

## 13. YARARLANILAN KAYNAKLAR

## EKLER

### B-5. PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR

## ÖZ

Raporun amacı, kapsamı, elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, okuyucuya raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayımlandığında bir anlam taşıyacak olup iki sayfayı geçmeyecektir.

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı

İncelemenin amacı, kapsamı, proje özellikleri ve çalışmanın yapıldığı tarihler ile inceleme alanının yaklaşık büyüklüğü belirtilecektir.

### 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım

İnceleme alanının yeri ve ulaşım olanakları sayfa boyutunda, renkli, okunabilir bir bulduru haritası ile birlikte sunulacaktır. Örneğin "İnceleme alanı ..... ili ..... km güneyinde yer alır (Geniş bir alan ise enlem ve boylamlarla tariflenebilir). ..... ilinden

..... km asfalt yol ile ..... ilçesine gelinir. Buradan ..... km ham yol ile güneye gidilerek bent yerine ulaşılır. Ham yol kışın geçişe uygun değildir."

### **1.3. Veriler ve Çalışma Yöntemi**

Çalışmalar sırasında yararlanılan tüm veriler (bölgesel topoğrafik/jeolojik haritalar, yayınlar, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri, yeraltısuyu araştırmaları, bölgede daha önce açılmış sondaj kuyu logları, tünel, bölgede işletilmiş veya işletilmekte olan maden, yapı gereci ocakları vb.) ile çalışma yöntemi belirtilecektir.

### **1.4. Proje Özellikleri**

- Baraj/Gölet/Regülatör tipi: Beton kemer, beton ağırlık, ön yüzü beton, silindire sıkıştırılmış beton (SSB), silindire sıkıştırılmış katı dolgu (SSKD/hardfill), toprak (homojen, zonlu), kaya dolgu vb.
- Baraj/Gölet/Regülatör yüksekliği: Talvegden ve temelden
- Maksimum, minimum, normal su kotu
- Mamba ve mansap batardo kot ve yükseklikleri
- Gövde dolgu hacmi (malzeme çeşit ve miktarları)
- Yükleme havuzu: Yeri ve boyutları
- Cebri Boru: Yeri, çapı, uzunluğu
- Santral: Yeri, tipi, boyutları
- Dolusavak: Yeri, tipi
- Derivasyon tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- Enerji tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- İletim tüneli: Yeri, çapı, uzunluğu
- Sulama/İçmesuyu/Atıksu güzergahı: Yeri, tipi, kanal genişliği/uzunluğu, boru çapı/uzunluğu
- Pompa, arıtma, su deposu, köprü, bina vb.: Temel tipi, boyutları, temel derinliği gibi projeye ait yapı yerlerinin boyut ve özellikleri verilecektir.

## **2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR**

Çalışma ile ilgili önceki incelemelerin önemli bulguları ve sonuçları, projeye ilişkileri verilecektir. Bu kısım yazım kuralları bölümünde belirtilen esaslara uygun olacaktır. Alıntılar kaynaklar bölümünde yer alacaktır.

## **3. GENEL JEOLojİ**

Bu aşamada inceleme alanı sınırları; yapı yeri, göl alanı, sulama/içmesuyu/atıksu güzergahı ve diğer yapı yerlerini kapsayacak, gerektiğinde jeolojik koşullara bağlı olarak sorunları açıklığa kavuşturacak kadar genişletilecektir. İnceleme alanındaki birimler yaşlıdan gence doğru sıralanacaktır.

### **3.1. Stratigrafik Jeoloji**

İnceleme alanındaki tüm birimler yaşlıdan gence doğru ayrı ayrı alt başlıklar altında ayrıntılı bir şekilde anlatılacaktır. Bu bölüme, sayfa boyutunda inceleme alanına ilişkin genelleştirilmiş stratigrafik kesit konulacaktır. Birimler, stratigrafik adlandırma kurallarına göre tanımlanacaktır.

### **3.2. Yapısal Jeoloji**

İnceleme alanı ve yakın çevresinin yapısal özellikleri (tektonik hatlar, fay, tabakalanma, eklem, şistozite, kıvrım vb) hakkında bilgi verilecek, birimlerin birbiri ile olan yapısal ilişkileri (diskordans, konkordans, bindirme, şariyaj vb.) aşağıdaki başlıklar altında anlatılacaktır.

#### **3.2.1. Tabakalanma**

İnceleme alanındaki jeolojik birimlerin tabakalanma yapılarının şekli ile ilgili olarak; konumu, kalınlık, laminalanma özelliklerine ilişkin detaylar verilecektir.

#### **3.2.2. Kıvrımlanma**

İnceleme alanındaki jeolojik birimlerin kıvrım yapıları ile ilgili olarak; şekil, boyut, tür, eksen durumu, yaş ilişkisi konularında detaylı bilgiler verilecektir.



### **3.2.3. Eklemlenme**

İnceleme alanındaki jeolojik birimlerin eklem yapıları ile ilgili olarak; devamlılığı, konumu, türü, sıklığı, dolgu kalınlığı ve türü ile etkilediği kaya birimleri ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

### **3.2.4. Faylanma**

İnceleme alanındaki fay yapıları ile ilgili olarak; devamlılığı, konumu, türü, fay dolgusunun türü ve kalınlığı, atımı, fayı belirleyen verilere ilişkin detaylı bilgiler verilecektir.

### **3.2.5. Diskordans ve konkordans**

İnceleme alanındaki jeolojik birimler arasındaki diskordans-konkordans ilişkisi, türü, bunu belirleyen şekiller ve diğer tespitler ile ilgili detaylı bilgiler verilecektir.

## **3.3. Tarihsel Jeoloji**

Proje alanı ve yakın çevresinde meydana gelen jeolojik olaylar ve yer kabuğu hareketleri, stratigrafik ilişki göz önünde bulundurularak kronolojik bir düzen içerisinde fazla ayrıntıya girilmeden açıklanacaktır.

## **3.4. Deprem Durumu**

İnceleme alanının içinde bulunduğu deprem bölgesine ilişkin alel ve alel olmayan verilere dayanan deprem değerlendirmeleri yapılarak diri faylar belirtilecektir. Bu amaçla DSİ Genel Müdürlüğü ile diğer kamu ve kuruluşların çalışmalarından ve yayınlarından yararlanılacaktır. Bu bölüme T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Bölgeleri Haritası (1996)' na göre kaçınıcı deprem kuşağında olduğu verilecek, ayrıca A4/A3 sayfa boyutunda il bazında deprem bölgelendirme ve 1/1 000 000 ölçekli sismotektonik haritaları renkli olarak konulacaktır.

Ayrıca proje alanı ile ilgili olarak EK-B'ye uygun sismik tehlike analizi yapılacak ve ayrı bir rapor haline getirilecektir.

#### **4. HİDROJEOLOJİ**

İnceleme alanı ve çevresine ilişkin yeraltı ve yerüstü suları hakkında bilgi verilerek, yan vadi, memba-mansap yönünde ve temel altında hidrojeolojik model ana hatları ile ortaya konulacaktır. Çevredeki her türlü kuyu, kaynak, akarsuların yeri, kotu ve debileri belirtilecektir. Beslenme, boşalım ve yeraltısuyu dolaşımı belirlenecek, porozite, permeabilite, depolama katsayısı, yeraltısuyu seviyesi, yeraltısuyu/eşpotansiyel yüzey haritaları hazırlanarak; yapı yeri ve rezervuarda yayılım gösteren jeolojik birimlerin akifer özellikleri ile yeraltısuyu akım modeli ortaya konacaktır. İnceleme alanında bulunan kuyular ve açılan tüm temel sondaj kuyularında kesin proje aşamasına kadar periyodik yeraltısuyu ölçümleri yapılacaktır. Rapor yazımına kadar yapılan ölçümler, liste halinde rapora konulacaktır. Kuyularda ölçüm periyodu aralığı bir aydan daha fazla olmayacaktır.

Kazı çukuruna gelebilecek su miktarı gerekli yerlerde açılacak su sondaj kuyularında yapılacak deneylerin sonuçlarına göre hesaplanacaktır. Projenin özelliğine göre akarsu, kaynak ve kuyularda debi ölçümleri yapıp, gereken noktalardan örnekler alınarak fiziksel/kimyasal/bakteriyolojik ve gerekli durumlarda izotop analizi yapılacaktır. Yapı yerlerinde beton temas suyu olarak kullanılacak su kaynaklarının su kimyası analizleri sonuçları verilerek beton üzerinde olabilecek etkileri anlatılacaktır.

Proje alanının detaylı hidrojeolojik çalışmaları istendiği takdirde “DSİ Hidrojeolojik Etüt Teknik Şartnamesi” kullanılacaktır.

#### **5. EKONOMİK JEOLJİ**

Projenin tamamlanmasından sonra, proje alanı içinde kalacak ekonomik değer taşıyan işletilen veya işletilmeyen maden, hammadde, kum/çakıl ve taşocağı gibi yeraltı ve yerüstü zenginliklerine ilişkin bilimsel verilere dayalı bilgi verilecektir. Rezerv ve ekonomik değer yönünden çeşitli kamu kurum ve kuruluşları (MTA, Etibank vb. raporlarından) ile özel kurumlardan yararlanılabilecektir.

## **6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ**

### **6.1. Temel Sondajları**

Temel sondaj kuyularının numarası, yeri, kotu, koordinatı ve derinlikleri tablo halinde verilecektir. Temel sondajlarda yapılan deneyler (basıncılı ve basınçsız su deneyleri, kaya ve zemin mekaniği deneyleri) hakkında bilgi verilecek sonuçları tablo halinde sunulacaktır. Temel sondaj logları “DSİ Delgi ve Enjeksiyon İşleri Teknik Şartnamesine” uygun olacak, temel sondaj kuyularına ait karot fotoğrafları, 12.12.1990 tarih ve 4336 sayılı ”Karotların Korunması, Yok Edilmesi ve Fotoğraflarının Çekilmesi” Genelgesine uygun olarak hazırlanacak ve rapor ekinde renkli olarak verilecektir.

### **6.2. Araştırma Galerileri**

Araştırma galerilerinin numarası, açılış amacı, yeri, uzunluğu, galeride yapılan deneyler hakkında bilgi verilecek, deney sonuçları ve galeri jeolojik açınım haritaları ek olarak rapora konulacaktır.

### **6.3. Burgu Kuyuları**

Burgu kuyularının numarası, yeri, kotu, koordinatı ve derinlikleri tablo halinde verilecektir. Açılış amacı, açım sırasında alınan numuneler belirtilecek ve kuyu log tanımlamaları yapılarak rapora ek olarak konulacaktır.

### **6.4. Araştırma Çukuru/Yarmaları**

Araştırma çukuru/yarmaları numarası, yeri, kotu, koordinatı ve derinlikleri tablo halinde verilecektir. Açılış amacı, açım sırasında alınan numuneler belirtilecek ve kuyu log tanımlamaları yapılarak fotoğrafları ile birlikte rapora ek olarak konulacaktır.

### **6.5. Deneme Enjeksiyonları**

Deneme enjeksiyonlarının yeri, derinliği, hangi metotla yapıldığı (üçgen metodu, doğru hat metodu, tek kuyu metodu vb.), uygulanan basınçlar ve karışım oranları hakkında

bilgi verilecek ve elde edilen sonuçlar, nihai enjeksiyon projesi için önerileri de kapsayacak şekilde ek olarak rapora konulacaktır.

Bu bölümde yapılan tüm çalışmaların yerleri rapor ekinde verilen jeolojik ve jeoteknik haritalarda gösterilecektir.

## **7. KAYA ve ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI**

Yapıların temelinde yer alan kayaçların; dayanım parametreleri, gerilme/deformasyon/zaman ilişkileri, taşıma gücü/oturma/şişme miktarları ile şev duraylılığının irdelenmesinde kullanılacak jeoteknik parametrelerinin, yerinde ve laboratuvarda tayini amacıyla yapılan arazi ve laboratuvar çalışmalarında yapılan deneyler ve elde edilen sonuçlar aşağıdaki başlıklar altında ayrı ayrı verilecektir.

Kaya ve Zemin Mekaniği raporunun münferit olarak hazırlanması durumunda EK-A da verilen rapor içeriği kullanılacaktır.

### **7.1. Arazi Deneyleri**

Yapı yerlerinde, jeolojik birimlerin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla uygun arazi (in-situ) deney yöntemleri, kullanılan araçların adı, özellikleri, alınan ölçümler, elde edilen tüm sonuçlar, rapor ekinde tablo ve grafikler (renkli) ile birlikte verilecektir.

### **7.2. Laboratuvar Deneyleri**

Yapı yerlerinde, jeolojik birimlerin jeoteknik özelliklerini ortaya koyacak, jeomekanik parametreleri belirlemek amacıyla uygun laboratuvar deney yöntemleri, kullanılan araçların adı, özellikleri, alınan ölçümler ve elde edilen sonuçları hakkında bilgi verilecek ve tüm tablo ve grafikler renkli olarak rapor ekinde sunulacaktır.

## **8. KARST HİDROJEOLOJİSİ ÇALIŞMALARI**

Proje alanının jeolojik yapısı karst hidrojeolojisi yönünden incelenerek, eriyebilen kayaçlardaki su batan, su çıkan gibi karst yapıları jeolojik haritaya işaretlenecektir. Bu tür

jeolojik birimlerin olması durumunda; yapı yerleri ve göl alanındaki birimlerin hidrolojik ve hidrojeolojik özelliklerinin incelenmesi, karbonatlı kayaçların yayılımı, karst yapıları (mağara, düden, dolin vb.) ve birbirleri ile ilişkileri belirlenecektir. Hazırlanacak rapor; bu amaçla kullanılan yöntemleri, ölçümleri, elde edilen sonuçları, tablo ve grafikleri kapsayacaktır.

Karst Hidrojeolojisi Raporunun münferit olarak hazırlanması durumunda EK-C’de verilen rapor içeriği kullanılacaktır.

## **9. JEOFİZİK ÇALIŞMALARI**

Jeolojik ve jeoteknik özelliklerin belirlenmesine yardımcı olmak amacıyla yapılan jeofizik çalışmalar anlatılacaktır.

Jeofizik raporunun münferit olarak hazırlanması durumunda EK-B’de verilen rapor içeriği kullanılacaktır.

## **10. DOĞAL YAPI MALZEMELERİ**

Doğal yapı gereçleri çalışmaları “DSİ Doğal Yapı Malzeme Etütleri Şartnamesi” ne göre ayrı bir rapor olarak hazırlanacaktır. Jeoteknik raporların bu bölümünde gövde tipinin belirlenmesine esas teşkil eden malzeme sahaları hakkında 2 (iki) sayfayı geçmeyecek şekilde özet bilgi verilecektir.

Projede ihtiyaç duyulan her cins malzemeyle ilgili alt başlıklar açılarak (Geçirimsiz, yarı geçirimli, geçirimli ve kaya malzeme) bu bölümlerde malzeme alanlarının yerleri, nitelikleri, miktarları ve proje alanına olan uzaklıkları ve ulaşım koşulları hakkında özet bilgi verilecektir. Göl alanındaki malzeme alanlarının işletilmesi halinde geçirimsizlik ve duraylılık sorunlarına yol açıp açmayacağı konusu dikkate alınacaktır.

## 11. JEOLJİK / JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde; A) Baraj, Gölet, Regülatörde, B) Yeraltı Yapılarında ve C) Sulama-İçmesuyu-Atıksu/Borulu Sistem Güzergahlarında olmak üzere üç başlık bulunmaktadır. Yapılan çalışma hangi bölümü ilgilendiriliyorsa o başlık kullanılacaktır.

### *(A- Baraj, Gölet, Regülatörde)*

#### **11.1. Aks Yerinin Geçirimsizliği**

Baraj/gölet/regülatör yerlerinde vadi tabanı ve yamaçları oluşturan tüm jeolojik birimlerin geçirimsizlik yönünden jeolojik/jeoteknik özellikleri belirlenecek ve yapıya olabilecek etkileri değerlendirilecektir.

Vadi tabanında bulunan alüvyonun kalınlığı, cinsi, geçirimsizliği (K) ve derinliğine bağlı olarak tüm gövde altında veya sadece çekirdek hendeğinde (cut-off), topuk plağında kısmen/tamamen kaldırılması veya iyileştirilmesi amacıyla uygulanacak iyileştirme yöntemi (enjeksiyon perdesi, blanket, bulamaç hendeği/slurry trench, jet grouting vb) belirlenerek boyutları ve yaklaşık maliyeti verilecektir. Ayrıca, sıyırma kazıları sırasında ortaya çıkacak olası tektonik zonların (fay/kırık hatları) iyileştirilme yöntemi ile ilgili öneriler verilecektir.

Çekirdek hendeği (cut-off) kazısı sırasında kazı alanına gelebilecek su miktarı ve kazının kuruda yapılması için alınabilecek önlemler verilecektir. Temel sondaj kuyularında yapılan basınçlı su testi (BST) çalışmalarından elde edilen Lugeon değerleri ve yapılması durumunda deneme enjeksiyonu sonuçları değerlendirilerek, ana kayada yapılması gereken iyileştirme yöntemleri (enjeksiyon perdesi, kil blanket, beton kaplama vb.) ve boyutları (perde uzunluğu, derinliği, kaç sıra olacağı, delik aralıkları, deliklerin eğim ve doğrultuları, toplam delgi uzunluğu vb.) belirlenecek, yaklaşık maliyeti verilecektir.

#### **11.2. Göl Alanının Geçirimsizliği**

Göl alanında yer alan tüm birimlerin geçirimsizlik özellikleri ve göl alanının yan vadilerle olan ilişkisi dikkate alınarak, varsa kaplanması gereken birimlerin geçirimsizlik özellikleri, kaplanacak alanın sınırları, tipi, kalınlığı, kaplama alanının sınırlarında saplama hendeği veya dikiş enjeksiyonu alternatifleri belirtilecektir.

Göl alanında enjeksiyon yapılması durumunda (sızma boyunu uzatmak, yan vadi ilişkisini kesmek vb.) enjeksiyonun boyutları ve yaklaşık maliyeti verilecektir. Gerekli çözüm önerileri, ekonomik boyutları ile verilerek, kesin proje aşamasına araştırması gerekli eksik bir konu bırakılmayacaktır.

### **11.3. Aks Yerinin Duraylılığı**

#### **11.3.1. Örtü birimleri ve ayrıışmış kaya türleri**

Aks yerinde yer alan bitkisel toprak, alüvyon, yamaç molozu ve ayrıışmış kayaçların; arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deney sonuçları göz önünde bulundurularak kalınlıkları verilecek ve jeolojik/jeoteknik özellikleri tanımlanacaktır.

#### **11.3.2. Kaya türleri**

İnceleme alanı içinde temel kayasını oluşturan birimlerin, renk, doku ve süreksizlik yapıları tanımlanacak, birimlerin kalınlıkları belirlenecek, tabakaların ve tüm süreksizliklerin doğrultu ve eğimleri tablo halinde verilecektir. Arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deneyleri sonuçları göz önünde bulundurularak kayacın dayanımı (ayrışma derecesi, deformasyon modülü, Poisson oranı, kayma modülü, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb.), kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi), RMR ve Q değerlendirmeleri, ayrışma zonu gibi özellikleri verilecektir.

#### **11.3.3. Taşıma gücü**

İnceleme alanında yer alan zemin ve kayaç parametreleri ve yapılması planlanan yapılardan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, baraj/gölet/regülatör yapısının oturacağı temel kayası/zemin birimlerinin taşıma gücü hakkında arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen verilere göre değerlendirme yapılarak, gerekli iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

#### **11.3.4. Oturma ve şişme potansiyeli**

İnceleme alanında yer alan zemin ve kayaç parametreleri ve yapılması planlanan yapılardan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, baraj/gölet/regülatör yapısının oturacağı temel kayası/zemin birimlerinin muhtemel toplam ve farklı oturmalar ve şişme özellikleri hakkında arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen verilere göre değerlendirme yapılarak, gerekli iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

### **11.3.5. Sıvılaşma potansiyeli**

İnceleme alanında bulunan alüvyon biriminde sıvılaşma riski içeren seviyeler için sıvılaşma potansiyelinin bulunup bulunmadığı uygun analiz yöntemleri kullanılarak incelenecek; analiz sonuçları ve tüm hesaplamalar, tablolar halinde verilecektir.

Buna bağlı olarak, gerekli iyileştirme yöntemleri ekonomik mukayeseleri ile birlikte önerilecektir.

### **11.3.6. Şev duraylılık analizi**

Kazı ve yamaç şevlerinde; uzun ve kısa döneme ilişkin şev duraylılık analizleri (kinematik, nümerik, grafik vb.) yapılarak şev eğimleri ve palye boyutları konusunda öneriler getirilecektir.

Temel ve yamaç kazıları sırasında şevlerde alınması gerekebilecek önlemler (geçici veya kalıcı destek sistemleri); kazıların duraylılığa etkisi, yeraltısuyunun varlığı ve bunun destekler üzerindeki olabilecek sürşarj (örtü) yükleri de dikkate alınarak, alternatifli olarak verilecektir.

### **11.3.7. Kazı sınıflaması**

Temel kazıları ve tünel güzergahları boyunca karşılaşılabilecek birimlerin litolojisi, niteliği, miktarı ve kazı sınıflaması/klası tablo halinde verilecektir. Değerlendirmeler jeolojik tanımlamalara dayalı olacak olup poz numarası kullanılmayacaktır.

## **11.4. Göl Alanının Duraylılığı**

Göl alanının duraylılığını etkileyecek olumsuzluklar hakkında, tüm çalışmalardan elde edilen veriler kullanılarak detaylı bilgi verilecektir. Özellikle yapının yapılabirliğini doğrudan etkileyebilecek eski/yeni heyelanların varlığı ve olası etkileri belirlenecektir. Gerekli araştırma, incelemeler ve çözüm önerileri verilerek, kesin proje aşamasına hiçbir araştırma veya eksik konu bırakılmayacaktır.

Bu kapsamda;

- Göl alanında mevcut veya potansiyel heyelan olup olmadığı,
- Su ile temas ettiğinde heyelana neden olabilecek bölgelerin varlığı ve boyutları,
- Heyelan olması durumunda yapı yerlerine olabilecek etkileri,



- Mevcut veya potansiyel heyelanların iyileştirilebilmesi için alınması gereken önlemler (kazı ile şevlerin yatırılması, topuğa yük koymak, drenaj, su seviyesinin sınırlı tutulması vb) belirlenecektir.

### 11.5. Diğer Yapı Yerlerinin Duraylılığı

Jeoteknik parametreler ve yapılması planlanan yapılardan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, yapı temeli için uygun görülen kazı derinliğine karşılık gelen (öngörülen temel tipleri için) taşıma gücü ve oturma miktarı hesaplanacaktır. Bu hesaplamalarda; temel türü, boyutları, derinliği ve yapı yükleri dikkate alınacaktır.

- **Dolusavak:** Dolusavak güzergahı boyunca temelde yer alan jeolojik birimlerin; litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri, yeraltısuyu durumu, temel araştırmaları, kaya-zemin mekaniği ve diğer çalışmalardan sağlanan veriler değerlendirilerek temel kazısının jeolojik/jeoteknik açıdan uygunluğu; kazı şevlerinin duraylılığı belirtilecektir. Bu kapsamda; jeolojik koşulların projeye uygunluğunun belirlenmesi amacıyla, açılan sondajlardan ve yüzey jeolojisi verilerinden yararlanılarak kazılarla ilgili şev geometrisi, şev duraylılığı analizlerinde kullanılacak dayanım parametreleri, projede öngörülen kazı kotlarının kayaçların ayrışma veya diğer nedenlerle zayıflamış zonlarının içinde kalıp kalmadığı, kazılar sırasında karşılaşılabilecek yeraltısuyu sorunları belirtilecek ve gerekli iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

- **Kondüvi:** Derivasyonun kondüvi olarak projelendirilmesi durumunda jeolojik koşulların uygunluğu belirtilecek, kazı taban kotunun sağlam kayaya kadar inip inmediği, inmemesi durumunda yapılabilecek gerekli iyileştirmeler (enjeksiyon, beton yastık, kazı yapılması vb.) önerilecektir.

- **Tüneller ve galeriler:** Proje kapsamındaki tünel ve galerilerin (derivasyon/dipsavak, dolusavak, enerji, ulaşım, drenaj, enjeksiyon vb.) güzergahı boyunca geçilecek birimlerin jeolojik/jeoteknik özellikleri tanımlanacaktır. Temel araştırmaları, kaya-zemin mekaniği ve diğer çalışmalardan sağlanan veriler değerlendirilerek; özellikle giriş ve çıkış yerlerinin jeolojik açıdan uygunluğu, yaklaşım yapısı kazı şevlerinin duraylılığı, ayrışma derecesi, deformasyon modülü, poisson oranı, tek eksenli basınç dayanımı, kohezyon ve içsel sürtünme açısı vb. verilere göre, şev duraylılık analizleri ve kazı destek sınıflamaları yapılacaktır.

- **Batardolar:** Memba ve mansap batardolarının temellerinin oturacağı yerde alüvyon ve temel kayanın litolojisi, geçirimsizlik, yeraltısuyu durumu, jeolojik/jeoteknik özellikleri, yamaçlarda ayrışma zonu ile yamaç molozunun kalınlığı belirtilecektir. Bu kapsamda; alüvyonun kısmen veya tamamen kaldırılması, batardo altında geçirimsizliğin (enjeksiyon, slurry trench, perde duvar, jet grouting vb.) sağlanması ve yamaçlarda yapılacak temizlik kazısı sınırları hakkında öneriler verilecektir.

- **Yükleme havuzu:** Yükleme havuzu temelinde yer alan jeolojik birimlerin litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri belirtilecek, temel araştırmaları, kaya-zemin mekaniği ve diğer çalışmalardan sağlanan veriler değerlendirilerek temel kazısının jeolojik/jeoteknik açıdan uygunluğu ortaya konulacak ve kazı taban kotunun sağlam kayaya oturtulması, gerekiyorsa temel kayanın sağlamlaştırılması ve kazı şevleri hakkında öneriler verilecektir.

- **Cebri boru güzergahı:** Cebri boru güzergahı temelinde yer alan jeolojik birimlerin litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri belirtilecek, temel araştırmaları, kaya-zemin mekaniği ve diğer çalışmalardan sağlanan veriler değerlendirilerek güzergahın jeolojik açıdan uygunluğu ortaya konulacaktır. Temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek parametreler belirtilecektir.

- **Santral yeri:** Santral binası temelinde yer alan jeolojik birimlerin litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri, yeraltısuyu durumu, temel araştırmaları, kaya-zemin mekaniği ve diğer çalışmalardan sağlanan veriler değerlendirilerek temel kazısının jeolojik/jeoteknik açıdan uygunluğu; kazı şevlerinin duraylılığı belirtilecektir. Bu kapsamda; kazı temelinin sağlam kayaya oturtulması veya temel kayanın sağlamlaştırılması, gerekirse santralin sağlam yere kaydırılması, kazı şevlerinde duraylılığın sağlanması için şevlerin yatırılması, istinat duvarları, kazık, jet grouting vb. önlemlerin alınması ve temel kazı çukuruna gelebilecek fazla suyun önlenmesi konularında öneriler yapılacaktır. Yapıdan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, yapı temeli için uygun görülen kazı derinliğine karşılık gelen (öngörülen temel tipleri için) taşıma gücü ve oturma miktarı hesaplanacaktır. Bu hesaplamalarda; temel türü, boyutları, derinliği ve üst yük değerleri dikkate alınacaktır.

- **Şalt sahası:** Şalt sahası temelinde yer alan jeolojik birimlerin litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri, yeraltısuyu durumu ve temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek parametreler belirtilecektir.

## **(B-Yeraltı Yapılarında)**

### **11.1. Yapı Yerlerinin Geçirimsizliği**

Yeraltı boşluğunu ve kazı güzergahını oluşturan birimlerin geçirimsizlik yönünden jeolojik/jeoteknik özellikleri belirlenecek ve yapıya olan etkileri değerlendirilecektir. Geçirimsizlik değerleri ve yeraltısuyu seviyeleri değerlendirilerek, yapıya gelebilecek suyun yeri, miktarı ve alınması gereken önlemler belirtilecektir.

Güzergah boyunca karstik boşluklar bulunması durumunda, bunların büyüklükleri, neden olabilecek sorunlar ve alınabilecek önlemler belirtilecektir.

### **11.2. Yapı Yerlerinin Duraylılığı**

#### **11.2.1. Örtü birimleri ve ayrılmış kaya türleri**

Yeraltı boşluğunun üzerinde yer alan bitkisel toprak, yamaç molozu ve ayrılmış kayaların, elde edilen arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deneyleri sonuçları göz önünde bulundurularak; kalınlıkları verilecek ve jeolojik/jeoteknik özellikleri tanımlanacaktır.

#### **11.2.2. Kaya türleri**

Yeraltı kazısında karşılaşılabilecek birimlerin, renk, doku, süreksizlik yapıları, kalınlıkları, tabaka doğrultu ve eğimleri ile eklem, eklem takımı ölçümleri verilmelidir. Elde edilen arazi gözlemleri, yerinde(in-situ) ve laboratuvar deney sonuçları göz önünde bulundurularak; kazı projesine esas olacak kayacın dayanımı (ayırışma derecesi, deformasyon modülü, poisson oranı, tek eksenli basınç dayanımı, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb.), gerilme-deformasyon ilişkileri, kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi), RMR ve Q değerlendirmeleri ile ayırışma zonu gibi özellikleri verilerek kazı sırasında uygulanacak destek sistemleri önerilecektir.

#### **11.2.3. Şev duraylılık analizi**

Giriş/çıkış yapılarındaki şevlerde; uzun ve kısa döneme ilişkin şev duraylılık analizleri yapılarak şev eğimleri ve palye boyutları önerilecektir. Bu analizlerde; geçici veya kalıcı destek sistemleri, yapıların kazıya etkisi, yeraltısuyunun varlığı, bunun tahkimat üzerindeki etkileri ve sürşarj (örtü) yükleri dikkate alınacaktır.

#### **11.2.4. Oturma ve şişme**

Yeraltı boşluğu ve kazı güzergahında yer alan jeolojik birimlerin litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri, jeolojik birimlerin oturma ve şişme özellikleri hakkında arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen verilere göre değerlendirme yapılacak, iyileştirme tedbirleri için uygun yöntemler ve öneriler verilecektir.

### ***(C- Sulama-İçmesuyu-Atıksu/Borulu Sistem Güzergahlarında)***

#### **11.1. Güzergahın Geçirimsizliği**

Güzergahı oluşturan birimlerin geçirimsizlik yönünden jeolojik/jeoteknik özellikleri belirlenecek ve yapıya olan etkileri değerlendirilecektir. Temel araştırmalarda (temel sondaj kuyusu/araştırma çukuru) ölçülen yeraltısuyu seviyeleri değerlendirilerek kazıya gelebilecek suyun yeri, miktarı, betona olabilecek etkileri ve alınması gereken önlemler belirtilecektir.

#### **11.2. Güzergahın Duraylılığı**

##### **11.2.1. Örtü birimleri ve ayrıışmış kaya türlerinin sınıflandırılması**

Güzergah boyunca bulunan bitkisel toprak, alüvyon, yamaç molozu ve ayrıışmış kayalar; yapısı, litolojik özellikleri, kalınlıkları, dayanım parametreleri gibi özellikleri göz önünde bulundurularak tanımlanacaktır. Özellikle sifon geçişlerinde vadi tabanında yer alan alüvyonun kalınlığı, cinsi ve granülometrisi belirlenecektir.

##### **11.2.2. Kaya türleri**

Güzergah boyunca bulunan birimlerin, renk, doku, süreksizlik yapıları tanımlanacak, birimlerin kalınlıkları, tabakaların ve tüm süreksizliklerin doğrultu ve eğimleri verilecektir. Arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deneyleri sonuçları göz önünde bulundurularak kayacın dayanımı (ayrıışma derecesi, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb.) ve kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi) değerlendirilecektir.

##### **11.2.3. Kazı sınıflaması**

Güzergah boyunca karşılaşılabilecek birimlerin litolojisi, niteliği, miktarı ve kazı sınıfı sınıflaması tablo halinde verilecektir. Değerlendirmeler jeolojik tanımlamalara dayalı olacak, poz numarası kullanılmayacaktır.

#### **11.2.4. Taşıma gücü**

Güzergah boyunca karşılaşılabilecek birimlerin jeolojik/jeoteknik özellikler ve yapılması planlanan yapılardan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, özellikle sifon yapılarının oturacağı temel zemin birimlerinin taşıma gücü belirlenecek ve deney sonuçlarına göre değerlendirme yapılacak, gerekli iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

#### **11.2.5. Oturma ve şişme potansiyeli:**

Güzergah boyunca oturma problemi oluşturabilecek ve/veya şişme potansiyeli yüksek olan zeminlerin kil minerali içeriği ve cinsi, tane boyu dağılımı, Atterberg limitleri, oturma-şişme miktarları, su içerikleri, serbest şişme ve şişme basıncı arasındaki ilişkiler belirlenecek ve gerekli iyileştirme yöntemleri önerilecektir. Güzergahın dolguda geçecek kesimlerinde kullanılacak malzemenin araştırılmasına yönelik önerilerde bulunulacaktır.

Ayrıca güzergah boyunca tuz, jips anhidrit gibi mineraller içeren birimlerin tespit edilmesi halinde; su muhtevastaki değişimlere bağlı olarak oluşabilecek şişme yüzdesi/basıncı, erime yüzdesi ve sıkışma ilişkileri ortaya konulacak ve gerekli iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

#### **11.2.6. Sıvılaşma potansiyeli**

Güzergah boyunca sıvılaşma riski içeren seviyeler için sıvılaşma potansiyelinin bulunup bulunmadığı uygun analiz yöntemleri ile incelenecek, analiz sonuçları ve tüm hesaplamalar tablolar halinde verilecektir. Buna bağlı olarak, gerekli iyileştirme yöntemleri ekonomik mukayeseleri ile birlikte önerilecektir.

#### **11.2.7. Heyelanlar**

Güzergah boyunca, aktif veya potansiyel heyelanlı bölgeler, topoğrafik ve jeolojik haritalar, hava/uydu fotoğrafları ve yerinde yapılacak arazi gözlemleri ile birlikte değerlendirilecektir.

Mevcut heyelanlı bölgelerde ve kazı sonrası oluşabilecek heyelanlı bölgelerde yer alan birimlerin (hareketli kütle, ana kaya) arazi ve laboratuvar deneyleri ile başta kayma parametreleri ( $c$ ,  $\Phi$ ,  $c'$ ,  $\Phi'$ ) olmak üzere tüm jeolojik/jeoteknik özellikleri belirlenecektir. Bu değerler kullanılarak heyelanın derinliği, kayma yüzeyi, hızı ve kayma miktarı ortaya konulacaktır.

### 11.2.8. Şev duraylılık analizi

Kazı ve yamaç şevlerinde; uzun ve kısa döneme ilişkin şev duraylılık analizleri (kinematik, nümerik, grafik vb.) yapılarak şev eğimleri ve palye boyutları önerilecektir. Temel ve yamaç kazıları sırasında oluşacak şevlerde alınması gerekebilecek önlemler, mevcut yapıların kazıya etkisi, yeraltısuyunun varlığı ve güzergaha etkisi belirlenecektir.

### 11.2.9. Don tehlikesi

Donma olayının bekleneceği bölgelerde don derinliği verilmelidir. Zemin yüzeyinin donması sonucu kanal şev ve taban kaplamalarında deformasyonlar görüleceğinden, zeminin don olayına karşı duyarlı olup olmadığı araştırılarak ortaya konmalıdır.

## 11.3. Diğer Yapı Yerleri

- **Sifon, akedük, köprü, bina vb. diğer yapı yerleri:** Yapı yerlerinde yer alan jeolojik birimlerin litolojisi, yapısı, jeolojik/jeoteknik özellikleri, yeraltı suyu durumu belirtilecek, temel araştırmaları, kaya-zemin mekaniği ve diğer çalışmalardan sağlanan veriler değerlendirilerek temel kazısının jeolojik/jeoteknik açıdan uygunluğu; kazı şevlerinin duraylılığı belirtilecektir.

- **İçmesuyu/Atıksu İsale Hatları:** Güzergah boyunca yapılacak temel araştırmalarında; deney, ölçüm ve gözlemler için jeolojik koşullara bağlı olarak 2000 m’de birer adet araştırma çukuru/yarması açılacak, farklı zemin koşulları, dere geçişi, yeraltısuyu vb. gibi durumların tespitine öncelik verilecektir. Çukurların derinliği, kanal/boru temel kazı kotu altına incek şekilde olacaktır.

- **İçmesuyu/Atıksu Arıtma Tesisi:** İçmesuyu arıtma tesisleri jeoteknik etüt raporu için sözleşmede aksi belirtilmediği müddetçe 30 000 m<sup>2</sup> ye kadar alan için en az 3 (üç) adet sondaj kuyusu açılacaktır. Bundan büyük alanlar için her 10 000 m<sup>2</sup> de, 1 adet sondaj kuyusu ilave edilecektir. Temel sondaj kuyuları yapıların temel kazı kotu altına en az 2B (B= temel genişliği veya temel derinliği) derinliğine incek şekilde olacaktır.

- **İçmesuyu Su Deposu:** İçmesuyu su depolarında projelendirme öncesi hazırlanacak jeoteknik etüt raporu için sözleşmede aksi belirtilmediği müddetçe en az 2 adet sondaj kuyusu

açılacak olup, temel sondaj kuyularının derinliği temel kazı kotu altına en az 2B (B= temel genişliği veya temel derinliği) inecek şekilde olacaktır.

- **İçmesuyu/Atıksu Pompa İstasyonu:** İçmesuyu pompa istasyonlarında projelendirme öncesi hazırlanacak jeoteknik etüt raporu için sözleşmede aksi belirtilmediği müddetçe en az 2 adet sondaj kuyusu açılacak kuyularının derinliği yapıların temel kazı kotu altına en az 2B (B= temel genişliği veya temel derinliği) inecek şekilde olacaktır.

- İçmesuyu projesinde, büyük karayolu, tren yolu, nehir vb. geçişlerde ve zemin özelliklerine göre her iki tarafta sözleşmede aksi belirtilmediği müddetçe 1'er adet temel sondaj kuyusu açılacaktır.

Bu kapsamda; kazı temelinin sağlam kayaya oturtulması veya temel kayanın sağlamlaştırılması, gerekirse yapıların sağlam yere kaydırılması, kazı şevlerinde duraylılığın sağlanması için şevlerin yatırılması, istinat duvarları, kazık ve jet grouting vb. önlemlerin alınması ve temel kazı çukurlarına gelebilecek suyun önlenmesi konularında öneriler yapılacaktır.

Yapıdan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, yapı temeli için uygun görülen kazı derinliğine karşılık gelen (öngörülen temel tipleri için) taşıma gücü ve oturma miktarı hesaplanacaktır. Bu hesaplamalarda; temel türü, boyutları, derinliği ve üst yük değerleri dikkate alınacaktır.

## 12. SONUÇ VE ÖNERİLER

*Baraj/gölet/regülatör, yeraltı yapıları (tünel/galeri/baca/yeraltı santrali) ve sulama kanalı güzergahlarının (beton kanal, borulu sistem) planlama aşaması jeoteknik çalışmaları sonucunda, “Jeolojik/Jeoteknik Koşulların Değerlendirilmesi” başlığı altında verilen değerlendirmelerden, yapıyı etkileyebilecek önemli hususlar kısaca verilecektir. Bunlara bağlı olarak alınması gereken önlemler ve öneriler maddeler halinde sıralanacaktır.*

### **13. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

Rapor yazımı sırasında metinde, sekil ve çizelge açıklamalarında atıfta bulunulan veya yararlanılan tüm kaynaklar ekte verilen yazım kurallarına göre verilecektir.

#### **EKLER**

- Yapı yerleri jeoloji haritası ve kesitleri (Detay bilgiler EK-E ve EK-F' de verilmiştir.)
- Hidrojeolojik harita ve kesitler
- Jeofizik kesitler
- Proje sahasının hava fotoğrafları haritası
- Temel sondaj logları
- Karot fotoğrafları
- Araştırma çukuru/yarması kesitleri ve fotoğrafları
- Arazi deneyi grafikleri ve tabloları
- Laboratuvar deneyi grafikleri ve tabloları
- Fotoğraflar (Yapı yeri arazi koşulları genel görünümü, sorunlu kısımlar vb. )
- Doğal Yapı Malzemeleri Alanlarına ilişkin Yer Bulduru Haritaları

**NOT:** Ekler yazım kurallarında verildiği gibi hazırlanmalı, cep ya da ayrı klasörler içinde verilmeli ve A4 boyutlarında katlanmış olmalıdır.



## **C- KESİN PROJE AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER**

Baraj/gölet/regülatörlerde, yeraltı yapılarında, sulama kanalı güzergahlarında (beton kanal, borulu sistem) yapılan kesin proje çalışmalarının kapsamı aşağıda verilmiştir.

Planlama çalışmaları ile projede yer alan yapı yerlerinin ve yakın çevresinin jeolojik/jeoteknik yapısı incelenmekte, projenin yapılabilirliği araştırılmaktadır. Projenin yapılabilirliğine karar verildikten sonra; kesin proje aşamasında, projede yer alan yapı yerlerinin oturacağı temel kaya ve zeminin jeoteknik özellikleri, bu aşamada daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulacak, buna bağlı olarak gerekli ilave çalışmalar yapılacaktır.

Ayrıca proje alanı ile ilgili olarak planlama aşamasında yapılmış olan sismik tehlike analizi gerekiyorsa güncellenecektir.

Kesin proje aşaması rapor düzeni “**Planlama Aşaması Rapor Düzeni**” ile aynı olacak, sadece “.....**KESİN PROJE AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU**” başlığı kullanılacaktır.

İçmesuyu ve atıksu uygulama projelerine esas jeoteknik etüt raporları da, planlama aşaması için belirtilen formata uygun olarak yapılacaktır.

## **D- UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER**

Uygulama aşaması jeoteknik çalışmalarında öncelikli olarak, kazı ve iyileştirme çalışmalarının projeye uygun olarak yapılıp yapılmadığı izlenecektir. Jeolojik koşulların, proje özellikleri de dikkate alınarak yapıya etkileri ve ortaya çıkan beklenmeyen durumlar karşısında alınabilecek önlemler belirlenecek ve uygulama sırasında ortaya çıkan durumlara göre çalışmalar yönlendirilecektir.

Baraj/gölet/regülatörlerde, yeraltı yapılarında, sulama/içmesuyu güzergahlarında (beton kanal, borulu sistem) yapılan uygulama aşaması çalışmalarının kapsamı aşağıda verilmiştir:

### **Açık Kazılar**

- Projede belirlenen kazı sınırlarının dışına çıkılarak aşırı kazı yapılmasının önlenmesi ve belirlenmiş önlemlerin uygulanması,
- Temizlik, çekirdek hendeği (cut-off) gibi kazıların, kayaçların jeolojik/jeoteknik özellikleri dikkate alınarak sağlam kayaya kadar yapılmasının sağlanması,
- Hava ve su ile temas ettiğinde kısa sürede ayrışmaya uğrayan kayaçlar belirlenerek, bu tür kayaçlarda ikinci defa kazıya gerek duyulmayacak şekilde gerekli önerilerde bulunarak koordinasyonun sağlanması,
- Kazıların mühendislik jeolojisi haritalamalarının kazıyla eşzamanlı olarak yapılması, süreksizlikler ve özelliklerinin (eğim, doğrultu değerleri, açıklık, devamlılık, pürüzlülük, zayıf zonların vb.) ayrıntılı olarak bu haritalara işlenmesi.

### **Yeraltı Kazıları**

- Kazıların projeye uygun olarak yapılmasının takip edilmesi,
- Kazıların jeolojik açınım haritalarının ve ayna formlarının kazıyla eşzamanlı olarak hazırlanması, deformasyon ölçümlerinin düzenli olarak takip edilmesi ve raporlanması,
- Bu açınım haritalarından faydalanılarak, kesin projede belirlenmiş olan sınıflama ve destek projelerinde gerektiği durumlarda revizyonların yapılması,
- Yeraltısularının kazılar üzerindeki beklenmedik etkilerini izleyerek alınabilecek önlemlerin belirlenmesi.

### **Temel İyileştirmeleri**

- Uygulanan temel iyileştirme (enjeksiyon/slurry trench/jet grouting vb.) çalışmaları yakından takip edilerek projeye uygun yapılmasının sağlanması,
- Yapılan enjeksiyonların kontrolünün yapılması ve elde edilen sonuçlara bağlı olarak ilave iyileştirme kuyularının verilmesi, gerektiği durumlarda karışım oranları ve basınçlarında düzenlemelerin yapılması.

### **D-1. UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPOR İÇERİĞİ**

Bu raporlar; çalışmaların projesine uygun olarak devam etmesi halinde yılda bir defa hazırlanacaktır. Özellikle enjeksiyon çalışmaları konusunda daha sık aralıklarla (aylık) ara rapor yazılacaktır.

Ancak, jeolojik/jeoteknik koşullardan kaynaklanan proje değişikliğine gerek duyulduğu zaman, proje revizyonuna esas “**Jeoteknik Gerekçe Raporu**” hazırlanacaktır. Bu gerekçe raporu İdarece onaylandıktan sonra, projede gerekli revizyonlar yapılacaktır.

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlıklar altında toplanan konular proje kapsamında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda içerikte belirtilmeyen başlıklar rapora eklenebilecektir.

### **.....UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU**

### **İÇİNDEKİLER**

#### **1. GENEL BİLGİLER**

Bu bölümde projenin mevcut durumu, tarihçesi ve varsa revizyonun gerekçeleri anlatılacaktır.

#### **2. JEOLJİ ve JEOTEKNİK**

Rapora konu olan yapı yerinin jeolojisi ve jeoteknik özellikleri anlatılacaktır. Proje revizyonuna esas jeoteknik çalışmalar yapılmış ise bu bölümde ayrıca verilecektir.

#### **3. AÇIK KAZILAR**

#### **4. YERALTI KAZILARI**

## **5. TEMEL İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ**

### **5.1. Enjeksiyon**

#### **5.1.1. Perde enjeksiyonları**

#### **5.1.2. Kapak enjeksiyonları**

#### **5.1.3. Kontak enjeksiyonları**

#### **5.1.4. Konsolidasyon enjeksiyonları**

#### **5.1.5. Diğer enjeksiyonlar**

### **5.2. Slurry Trench**

### **5.3. Jet Grouting**

### **5.4. Diğer**

## **6. SONUÇ ve ÖNERİLER**

### **EKLER**

- Harita ve kesitler
- Şekiller
- Çizelgeler
- Uygulama ile ilgili fotoğraflar/videolar

## **E- UYGULAMA SONU AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER**

İnşaat işlerinin tamamlanmasından sonra sorumlu Jeoloji Mühendisi tarafından yapım aşamasında bütün veriler derlenerek rapor hazırlanacaktır.

Bu raporda planlama/kesin proje aşamasında hazırlanan proje ile uygulama projesi arasında ortaya çıkan farklılıklar detaylı olarak anlatılacak, jeolojik/jeoteknik koşulların proje üzerinde oluşturduğu teknik ve ekonomik etkiler ortaya konulacaktır. Jeolojik/jeoteknik koşullardan dolayı yapılan farklı ve ilave uygulamalar gerekçeleriyle birlikte detaylı olarak verilecektir.

Bu veriler kullanılarak projeye ait **“Uygulama Sonu Jeoteknik Raporu”** hazırlanacaktır. Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlıklar altında toplanan konular proje kapsamında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda içerikte belirtilmeyen başlıklar rapora eklenebilecektir.

Ayrıca projedeki tüm enjeksiyon çalışmaları tamamlandıktan sonra DSİ Delgi ve Enjeksiyon Şartnamesine uygun olarak **“Enjeksiyon Sonuç Raporu”** hazırlanacak ve İDARE tarafından onaylanacaktır.

## İÇİNDEKİLER

### ÖZ

#### 1. GENEL BİLGİLER

1.1. Projenin Amacı ve Kapsamı

1.2. Proje Özellikleri

#### 2. PROJE SAHASININ JEOLJİSİ

#### 3. JEOTEKNİK ÇALIŞMALAR

3.1. Mühendislik Jeolojisi

3.1.1. Kazılar

3.1.2. Temel iyileştirme yöntemleri

3.1.2.1. Enjeksiyonlar (perde, kapak, konsolidasyon, tıkaç vb)

3.1.2.2. Slurry trench

3.1.2.3. Jet grouting

3.1.2.4. Diğer

3.2. Doğal Yapı Malzemeleri ve Dolgu Çalışmaları

3.3. Kaya ve Zemin Mekaniği Çalışmaları

3.4. Hidrojeoloji Çalışmaları

3.5. Kazılardan Çıkan Yeraltısuyu ve Kurutma Çalışmaları

3.6. Karst Hidrojeolojisi

3.7. Jeofizik

#### 4. SONUÇLAR

#### EKLER

- Harita ve kesitler
- Şekiller
- Çizelgeler
- Uygulama ile ilgili fotoğraflar/videolar

### III. RAPORLARIN SUNULMASI VE ONAYI

Jeoteknik etütler sırasıyla; Ön İnceleme, Planlama, Kesin Proje, Uygulama ve Uygulama Sonu aşamalarından oluşacaktır.

Planlama ve kesin proje aşamalarında yapılacak arazi ve büro çalışmalarından sonra bu şartnamede tanımlanan standartlarda “**Jeoteknik Etüt Ara Raporu**” 3 kopya, ıslak imzalı (hazırlayan jeoloji mühendisinin oda sicil no dahil) A4 baskılı ve CD/DVD olarak görüş alınmak üzere İdare’ye sunulacaktır.

İdare’nin istediği gerekli son düzenlemeler yapıldıktan sonra nihai “**Jeoteknik Etüt Raporu**” 6 kopya, ıslak imzalı (oda sicil no dahil) A4 baskılı ve CD/DVD olarak İdare’ye sunulacaktır.

#### **IV. EKLER**

**EK-A: KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI**

**EK-B: JEOFİZİK ÇALIŞMALAR**

**EK-C: KARST HİDROJEOLJİSİ ÇALIŞMALARI**

**EK-D: FİZİBİLİTE RAPORLARI İNCELEME KURALLARI**

**EK-E: RAPOR YAZIM KURALLARI**

**EK-F: GENEL SİMGE VE AÇIKLAMALAR**



## **EK-A: KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI**

**A-1. AMAÇ .....**

**A-2. KAPSAM .....**

**A-3. KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ RAPOR İÇERİĞİ.....**

**A-4. KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ  
AÇIKLAMALAR.....**

**A-5. ARAZİ DENEYLERİ.....**

**A-6. LABORATUVAR DENEYLERİ.....**

## **A-1. AMAÇ**

Yapı yerlerinin jeoteknik özelliklerini ortaya koymak amacıyla uygun arazi (in-situ) ve laboratuvar deneyleri yapılacak, kayaç ve zeminlerin mukavemet parametreleri, gerilme, deformasyon ve zaman ilişkileri kaya ve zemin mekaniği ilkeleri çerçevesinde değerlendirilecektir.

Projeye esas olacak yükler ile gerilme/deformasyon, taşıma gücü/oturma hesapları, şev ve sıvılaşma analizleri yapılarak emniyetli dizayn parametreleri verilecektir.

Kaya ve zemin mekaniği çalışmalarının münferit yapılması halinde aşağıda verilen genel formata göre rapor hazırlanacaktır. Rapor yazımında EK-E'de belirtilen kurallara uyulacaktır.

## **A-2. KAPSAM**

Kaya ve zemin mekaniği etütlerin kapsamı, jeolojik koşullara ve proje özelliklerine bağlı olacaktır.

- Yapı yerlerindeki temel kayasının jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla arazi ve laboratuvar deneyleri yapılacaktır.
- Arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilecektir.
- Hesaplamalarda; gerekli olan her türlü düzeltmeler yapılacak, bilgisayar programlarıyla desteklenmiş çözümler geliştirilecek, kullanılan yöntem, formül, standartlar ve programlar kaynakları ile birlikte belirtilecektir.

## **A-3. KAYA VE ZEMİN MEKANIĞI RAPOR İÇERİĞİ**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlık altında toplanan konular etüt alanında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda formatta belirtilmeyen ek çalışmalar rapora eklenebilecektir

## **ÖZ**

### **1. GİRİŞ**

- 1.1. İncelemenin Amacı**
- 1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım**
- 1.3. Projenin Özellikleri**

### **2. GENEL JEOLJİ**

- 2.1. Stratigrafik Jeoloji**
- 2.2. Yapısal Jeoloji**
- 2.3. Deprem Durumu**

### **3. TEMEL KAYACIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ**

- 3.1. Çalışma Metotları ve Kullanılan Ekipmanlar**
- 3.2. Araştırma Çukurları**
- 3.3. Temel Sondaj Kuyuları**
- 3.4. Yeraltı Suyu Durumu**
- 3.5. Arazi Deneyleri**
- 3.6. Laboratuvar Deneyleri ve Analizler**

### **4. JEOLJİK / JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

- 4.1. Örtü Birimleri ve Ayrışmış Kaya Türleri**
- 4.2. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması**
- 4.3. Temel Zeminin Değerlendirilmesi**
  - 4.3.1. Taşıma gücü**
  - 4.3.2. Oturma ve şişme potansiyeli**
  - 4.3.3. Sıvılaşma potansiyeli**
  - 4.3.4. Kazı sınıflaması**
- 4.4. Şev Duraylılığı Analizleri**
- 4.5. Kazı Güvenliği ve Önlemler**  
*(Yeraltı Yapılarında)*

- 4.1. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması**
- 4.2. Temel Kayasının Değerlendirilmesi**
  - 4.2.1. Kayaç dayanım parametreleri**
  - 4.2.2. Oturma ve şişme potansiyeli**
  - 4.2.3. Kaya sınıflaması**
- 4.3. Şev Duraylılığı Analizleri**
- 4.4. Kazı Güvenliği ve Önlemler**

## **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

## **6. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

### **EKLER**

- Yer bulduru haritası
- Jeolojik harita ve kesitler,
- Kuyu ve araştırma çukurlarının yerlerini gösteren lokasyon haritası
- Deney sonuçları grafik ve tabloları
- Kuyu logları
- Laboratuvar deney sonuçları, grafik ve tablolar
- Fotoğraflar (inceleme alanının genel görünümü, sorunlu kısımlar, araştırma çukurları, sondaj çalışmaları, yarmalar, karot ve diğer örnekler vb.)

### **A-4. KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

#### **ÖZ**

Raporun amacı, kapsamı ve elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, okuyucuya raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayınlandığında bir anlam taşıyacak, bir sayfayı geçmeyecektir.

## **1. GİRİŞ**

### **1.1. İncelemenin Amacı**

Projenin kısa tanımı ve yapıların teknik özellikleri belirtilecektir.

### **1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşımı**

İnceleme alanının yeri ve ulaşım olanakları açıklanacaktır. Bu bölüme yer bulduru haritası eklenecektir.

### **1.3. Projenin Özellikleri**

İnceleme yapılacak projeye ait yapı yerlerinin boyut ve özellikleri verilecektir (yapı boyutları, temel kazısı, proje yükü vb.).

## **2. GENEL JEOLJİ**

### **2.1. Stratigrafik Jeoloji**

İnceleme alanındaki kayaçların jeolojik özellikleri yaşlıdan gence doğru anlatılacaktır. Bu bölüme, İnceleme alanına ilişkin genelleştirilmiş sayfa boyutunda stratigrafik kesit konulacak; birimlerin isimlendirilmesi, stratigrafik adlama kurallarına uygun olacaktır. Jeoteknik etüdün aşamasına göre anlatım; yapı yerlerini ve çevresini kapsayacak, gerektiğinde jeolojik koşullara bağlı olarak sorunları açıklığa kavuşturacak kadar genişletilecektir.

### **2.2. Yapısal Jeoloji**

İnceleme alanının yapısal özellikleri (tektonik hatlar, fay, tabakalanma, kıvrımlanma, eklemlenme, şistozite vb.) hakkında bilgi verilecek, birimlerin birbiri ile olan yapısal ilişkileri (diskordans, konkordans, şariyaj vb.) anlatılacaktır.

### **2.2. Deprem Durumu**

Proje alanının içinde bulunduğu deprem bölgesine ilişkin aletsel ve aletsel olmayan verilere dayanan deprem değerlendirmeleri yapılarak deprem yönünden diri faylar belirtilecektir. Bu amaçla DSİ Genel Müdürlüğü ile diğer kamu kurum ve kuruluşların çalışmalarından ve yayınlarından yararlanılacaktır. Bu bölüme bölgenin A4/A3 sayfa boyutunda il bazında deprem bölgelendirme ve 1/1 000 000 ölçekli sismotektonik haritaları renkli olarak konulacaktır. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Bölgeleri Haritası (1996)' na göre kaçınıcı deprem kuşağında olduğu ve deprem ivmesi verilecektir.

## **3. TEMEL KAYACIN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİ**

### **3.1. Çalışma Metotları ve Kullanılan Ekipmanlar**

Bu çalışmalarda hangi yöntemlerin kullanıldığı ve nasıl bir çalışma düzeni izlendiğine kısaca değinilecek, çalışmaların yapıldığı tarihler belirtilecektir.

### **3.2. Araştırma ukurları**

Temel derinliğinden az olmamak koşuluyla açtırılan araştırma çukurlarının konumu, derinliği ve gözlenen birimlere ait geçiş seviyeleri ayrıntılı olarak açıklanacak, vaziyet planı ve plankote üzerinde araştırma çukurlarının yerleri gösterilecektir. Araştırma ukurlarına ait çizim ve fotoğraflar ekte verilecektir.

### **3.3. Temel Sondaj Kuyuları**

İnceleme alanındaki birimlerin yanal ve düşey yönlerdeki değişimlerini belirleyebilecek yeterli sayıda ve derinlikte sondajlar yapılacaktır. Bu kapsamda şartnamenin “Planlama Aşaması Arazi alışmaları ve Yapı Yerlerine Göre Temel Araştırmaları” başlığı altında verilen bilgilerden faydalanılacaktır.

Sondajlar arazi ve laboratuvar deneylerinin standartlarına uygun olarak gerçekleştirilecek, sondaj yerlerinin ve derinliklerinin seçimi ise temel birimin özelliklerine, yapı tipine ve dinamik yüklere bağlı olarak yapılacaktır (rneğin: Bina gibi yapı yerlerinin köşe noktalarına ve bir tane de orta noktaya gelecek şekilde sondaj noktaları planlanmalıdır). 1. ve 2. Derece Deprem Bölgelerinde, sıvılaşma açısından sondajların derinliği 20 m’den az olmayacaktır.

Topoğrafya nedeniyle eğimli arazilerde veya proje gereği kazı derinliğinin derin olması durumunda temel tasarımına esas olacak olan arazi deneylerine ve örnek alma işlemine muhtemel temel kazı derinliğinin altından itibaren başlanılacaktır.

Kazıklı temel gereken hallerde, muhtemel kazık boyu ve kazık ucunun sağlam zemine giriş derinlikleri dikkate alınarak buna uygun sondaj derinliği belirlenecektir. Sondaj ve arazi deneylerinden elde edilen veriler ve sondaj yerlerinin koordinatları bir tablo halinde verilecektir.

Ek olarak verilecek sondaj loglarının hazırlanmasında “DSİ Delgi ve Enjeksiyon şartnamesi”ne uyulacaktır. Loglarda, EK-F de verilen genel simge ve açıklamalar ile TSE standartlarında belirlenmiş semboller kullanılacak olup, logu hazırlayan Jeoloji mühendisi tarafından imzalı olarak sunulacaktır.

### **3.4. Yeraltısuyu Durumu**

Çalışma alanında yeraltısuyuna rastlanması ve su tablasının temel seviyesine yakın olması durumunda, yeraltısuyunun betona ve diğer imalatlara yapabileceği olumsuz etkilerin belirlenmesi için laboratuvar deneyleri (sülfat içeriği, pH vb.) yapılacak ve sonuçları verilecektir. Ayrıca inceleme sahasındaki drenaj özellikleri ile don derinliği konusunda açıklama getirilecektir.

### **3.5 Arazi Deneyleri**

Arazide ve sondajlarda yapılacak deneyler, yapı ve zemin şartlarına göre seçilecek ve ilgili standartlara uygun olarak yapılacaktır.

Yapılan tüm deneylere ait veriler tablolar halinde raporda yer alacak, deneyler sırasında belirlenen aşırı farklı değerler gösteren parametrelerdeki sapmalar nedenleri belirtilerek açıklanacaktır. Bölüm A-5'te verilen deneylerden en az biri olmak üzere yapının tipi ve özelliği doğrultusunda uygun görülen sayıda deney yapılacak ve her bir yöntemden bulunan parametreler belirtilecektir.

Arazi ve sondaj çalışmaları sırasında yapılan yerinde zemin ve kaya mekaniği deneyleri ile ilgili sonuç, tablo ve grafikler imzalı olarak ekler arasında yer alacaktır. Arazi deneylerinden elde edilen her türlü veri, metin içinde gerekli bölümlerde tablo halinde verilecektir.

### **3.6. Laboratuvar Deneyleri ve Analizler**

Arazi ve sondaj çalışmaları sırasında alınan örselenmiş ve örselenmemiş zemin ve kaya örnekleri en kısa sürede laboratuvara teslim edilerek, düzenlenen teslim tutanağı, yapılan laboratuvar zemin ve kaya mekaniği deneyleri ile ilgili sonuç, tablo ve grafikler imzalı olarak ekler arasında yer alacaktır.

Laboratuvar deneylerinden elde edilen her türlü veri metin içinde gerekli bölümlerde aşağıdaki başlıkları içerecek şekilde tablo halinde verilecektir.

### **Zeminlerin İndeks / Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi**

- Boşluk oranı veya porozite
- Su içeriği ve doygunluk derecesi
- Tabii birim hacim ağırlık
- Kuru birim hacim ağırlık
- Elek ve hidrometre/pipet analizleri
- Kıvam limitleri (Atterberg limitleri)
- Yeraltı suyunun kimyasal analizi

### **Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi**

- Serbest basınç dayanımı
- Üç eksenli basınç dayanımı
- Kesme dayanımı
- Konsolidasyon

### **Kayaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi**

- Kaya kalitesinin belirlenmesi
- Tek eksenli basma dayanımı
- Nokta yük dayanım indeksi veya disk makaslama dayanım indeksi

## **4. JEOLJİK / JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**

### **4.1. Örtü Birimleri ve Ayrışmış Kaya Türleri**

İnceleme alanı içinde yer alan bitkisel toprak, alüvyon, yamaç molozu ve ayrışmış kayaçların, elde edilen arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deney sonuçları göz önünde bulundurularak; kalınlıkları verilecek ve jeolojik/jeoteknik özellikleri tanımlanacaktır.

### **4.2. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması**

İnceleme alanı içinde temel kayasını oluşturan birimlerin, renk, doku, süreksizlik yapıları tanımlanmalı, birimlerin kalınlıkları belirtilmeli, tabakaların ve tüm süreksizliklerin doğrultu ve eğimleri tablo halinde verilmelidir. Elde edilen arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deneyleri sonuçları göz önünde bulundurularak kayacın dayanımı (ayırışma



derecesi, deformasyon modülü, poisson oranı, kayma modülü, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb.), kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi), RMR ve Q değerlendirmeleri, ayrışma zonu gibi özellikleri verilecektir.

### **4.3. Temel Zeminin Değerlendirilmesi**

#### **4.3.1. Taşıma gücü**

Bu bölümde mevcut zemin ve kayaç parametreleri ile planlanan yapının boyutları, derinliği ve yapıdan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, yapı temellerinin inşa edilmesi açısından uygun olabilecek zemin birimi için ayrıntılı bir çalışma yapılacaktır. İnceleme sahasını oluşturan zemin profili, litolojik özellikleri ve dayanım parametreleri göz önünde bulundurularak yapı temelinin yer alacağı uygun temel derinliği belirlenerek, önerilen birimlerin temel zemini olma özellikleri açıklanacaktır. Gerekli olması durumunda iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

Arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler çerçevesinde; taşıma gücü hesaplanacak, temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek parametreler belirtilecektir. Temel türü, boyutları, kazı derinliği ve projeye esas olacak yükler biliniyorsa ilgili hesaplamalar bu değerlere göre yapılacaktır.

#### **4.3.2. Oturma ve şişme potansiyeli**

Çalışma alanında mühendislik yapısına zarar verebilecek oranda toplam ve farklı oturmalar, şişme, erime veya dağılma özelliği gösterebilecek killi malzemelerin deney sonuçlarına göre yorumlanacak, gerekiyorsa iyileştirme yöntemleri önerilecektir.

#### **4.3.3. Sıvılaşma potansiyeli**

İnceleme alanında bulunan zeminlerin sıvılaşma potansiyelinin bulunup bulunmadığı incelenerek, varsa sıvılaşma riski belirlenecek ve gerek görülürse uygun analiz sonuçları ile tüm hesaplamalar tablolar halinde verilecektir.

Buna bağlı olarak, gerekli iyileştirme yöntemleri ekonomik mukayeseleri ile birlikte önerilecektir.

#### **4.3.4. Kazı sınıflaması**

Yapı temelinde yer alan birimlerin litolojisi, niteliği, miktarı ve kazı klas sınıflaması tablo halinde verilecektir.

#### **4.4. Şev Duraylılığı Analizleri**

Yamaç, temel kazısı ve tünel giriş-çıkış kazılarında uzun ve kısa döneme ilişkin şev duraylılık analizleri yapılacaktır. Şev duraylılığı analizlerinde bilgisayar programlarıyla desteklenmiş çözümler geliştirilecek, kullanılan yöntem, formül, standartlar ve programlar kaynakları ile birlikte belirtilecektir.

#### **4.5. Kazı Güvenliği ve Önlemler**

Özellikle proje gereği kazı derinliğinin derin olması durumunda temel kazısı sırasında oluşacak şev kazılarında mevcut yapıların kazıya etkisi, yeraltısuyunun varlığı ve sürşarj (örtü) yükleri de dikkate alınarak, alınması gereken önlemler (geçici veya kalıcı destek sistemleri) alternatifli olarak belirlenecektir.

#### ***(Yeraltı Yapılarında)***

##### **4.1. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması**

Yeraltı kazısında karşılaşılabilecek birimlerin, renk, doku, süreksizlik yapıları, kalınlıkları, tabaka doğrultu ve eğimleri ile eklem-eklem takımı ölçümleri verilmelidir. Elde edilen arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deneyleri sonuçları göz önünde bulundurularak; kazı projesine esas olacak kayacın dayanımı (ayrışma derecesi, deformasyon modülü, poisson oranı, tek eksenli basınç dayanımı, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb.), gerilme-deformasyon ilişkileri, kaya kalitesi (RQD, Karot yüzdesi), RMR ve Q değerlendirmeleri ile ayrışma zonu gibi özellikleri verilerek kazı sırasında uygulanacak destek sistemleri önerilecektir.

##### **4.2. Temel Kayasının Değerlendirilmesi**

###### **4.2.1. Kayaç dayanım parametreleri**

Arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen veriler çerçevesinde; uygun görülen her derinliğe karşılık kayaç ve zeminlerin mukavemet parametreleri, gerilme, deformasyon ve

zaman bağıntıları sayısal ve grafiksel olarak değerlendirilecektir. Kazı ve destek projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek parametreler belirtilecektir. Yeraltı yapısı boyutları, kazı derinliği ve projeye esas olacak yükler biliniyorsa ilgili hesaplamalar bu değerlere göre yapılacaktır.

Projeye esas olacak yatay, düşey ve taban yükler hakkında bilgi varsa maksimum yüklerin şiddetleri sayısal olarak verilecektir (arazi ölçümleri ve teorik yaklaşımlarla).

Tabakalanma, şistozite vb. tünelin tamamını etkileyen süreksizliklerin eğim ve doğrultularının tünel doğrultusu ile ilişkisi ve yaratabileceği sorunlara bağlı olarak alınabilecek önlemler belirtilecektir.

#### **4.2.2. Oturma ve şişme potansiyeli**

Özellikle ayrıışmış kayalarda oturma, killi zeminlerde konsolidasyon oturması ve şişme basınçları detaylı olarak belirtilecektir.

#### **4.2.3. Kaya sınıflaması**

Başlıca kaya sınıflamalarından (RMR ve Q) yararlanılarak yeraltı kazılarının yıkılmadan kendini tutma özellikleri ve kaya sınıfları saptanarak, kazılarda kullanılacak geçici ve kalıcı destek sınıflarına esas olacak jeolojik ve jeoteknik parametreler tablo halinde verilecektir.

#### **4.3. Şev Duraylılığı Analizleri**

Tünel giriş-çıkış kazılarında uzun ve kısa döneme ilişkin şev duraylılık analizleri yapılacaktır. Şev duraylılığı analizlerinde bilgisayar programlarıyla desteklenmiş çözümler geliştirilecek, kullanılan yöntem, formül, standartlar ve programlar kaynakları ile birlikte belirtilecektir.

#### **4.4. Kazı Güvenliği ve Önlemler**

Özellikle proje gereği kazı derinliğinin derin olması durumunda temel kazısı sırasında oluşacak şev kazılarında mevcut yapıların kazıya etkisi, yeraltısuyunun varlığı ve sürşarj (örtü) yükleri de dikkate alınarak, alınması gereken önlemler (geçici veya kalıcı destek sistemleri) alternatifli olarak belirlenecektir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, raporda yapılan değerlendirmelerin, aşağıdaki hususları içerecek şekilde özeti sunulacaktır.

- İnceleme alanındaki yerel zemin ve kayaç koşullarının tanımı,
- Yapılan arazi ve laboratuvar deneylerinin çeşitleri adedi ve elde edilen veriler,
- Önerilen tasarım parametreleri, temel derinliği seçimi (yüzeysel ya da derin temeller için), en az temel derinliği, temel tipinin muhtemel oturmalara göre tespiti, derin temellerde kazık tipi, kesiti ve boyunun irdelenmesi ve seçimi ile temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek öneri ve sayısal değerler,
- Yamaç, temel, tünel giriş-çıkış ve yeraltı kazıları esnasında ve sonrası imalatlar esnasında ortaya çıkabilecek sorunlar ve ekonomik/güvenilir çözüm önerileri, (şatkrit, ankraj, bulon, tel kafes gibi iksa yöntemi, uygulama zamanı ile cinsi, şekli, boyutları ve ara mesafeleri vb.),
- Zemin iyileştirmesi gerekiyorsa, önerilen yöntem(ler) ile ilgili açıklamalar (grobeton, sıkıştırılmış dolgu, jeomembran, enjeksiyon, jet-grouting, kazık, palplanş, slurry trench vb.),
- Şev duraysızlık problemi taşıyan yamaç, temel, tünel giriş-çıkış ve yeraltı kazıları için gerekli olan önlem ve ıslah yöntemleri,
- Yüzey ve çevre drenajı ile temel seviyesinde yüzey ve yeraltısuyu etkilerine karşı alınması gereken tedbirler,
- Gerekli hallerde zemin büyümesi ve sıvılaşma riski ile ilgili açıklamalar, değerlendirmeler ve öneriler.
- Yapı temelinde veya güzergahında geçilecek birimlerin kazı klas sınıflaması.

## 6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

Rapor yazımı sırasında metinde, sekil ve çizelge açıklamalarında atıfta bulunulan veya yararlanılan tüm kaynaklar ekte verilen yazım kurallarına göre verilecektir.

### EKLER

- Yer bulduru haritası
- Jeolojik harita ve kesitler,
- Kuyu ve araştırma çukurlarının yerlerini gösteren lokasyon haritası

- Temel sondaj kuyu logları
- Arazi deneyleri logları (SPT, presiyometre, CPT, inklinometre vb.)
- Deney sonuçları grafik ve tabloları
- Laboratuvar deney sonuçları, grafik ve tablolar
- Fotoğraflar (İnceleme alanının genel görünümü, sorunlu kısımlar, araştırma çukurları, sondaj çalışmaları, yarmalar, karot ve diğer örnekler vb.)

## **A-5. ARAZİ DENEYLERİ**

### **A-5.1. Genel Kurallar**

Deneylerin yapımında aşağıdaki hususlara dikkat edilecektir:

- İlgili standartlara uyulacaktır.
- Kuyu içi deneyleri için deney cinsine uygun çapta ve düzgünlükte kuyu açılması sağlanacaktır.
- Sık aralıkla presiyometre ve dilatometre deneyi yapılan kuyularda basınçlı/basınçsız su tecrübeleri yapılmayacaktır.
- Alüvyal zeminlerde veya ayrıışmış zayıf kayalarda susuz veya en az sulu ilerleme yapılacaktır.
- Hidrolik kriko veya kesme deneyi yapılacak galeriler mümkün olduğunca patlatmasız açılacak, zorunlu durumlarda galeri duvarlarına etki etmeyecek metreye kadar patlatma yapılacaktır. Geriye kalan kesim insan gücü ile kazılacaktır.

#### **A-5.1.1. Zemin mekaniği yerinde deneyleri**

##### **Presiyometre Deneyi**

Presiyometre deneyi; kum, çakıl ve dolgu gibi kohezyonsuz zeminler, katı ve duyarsız killer gibi kohezyonlu zeminler ile zayıf ve ayrıışmış kayalarda uygulanacaktır. Deneyde sondaj kuyusu içerisine indirilen silindirik lastik prop vasıtasıyla zemine radyal basınç uygulanacak ve uygulanan basıncın zeminde oluşturduğu deformasyonlar hacimsel olarak ölçülecektir.

Deneylerde kuyu çapına bağlı olarak değişik çaplarda (32-44-58-74 mm) proplar kullanılacaktır. Presiyometre deneyleri ile temel zemin birimlerinin Limit Basınç ( $P_L$ ) ve Menard Elastik Modül ( $E_p$ ) değerleri elde edilir. Elde edilen  $P_L$  ve  $E_p$  değerleri kullanılarak

temel boyutlarına ve temel derinliğine bağlı temel zeminin taşıma gücü ( $q_u$ ) ve proje yükü (P) altında oluşacak oturma miktarları (S) hesaplanacaktır. Her kuyuda deneye başlamadan önce ve prop/yarıklı boru değiştiğinde su hacim seviyesini kapalı boru içerisinde ayarlayarak hacim kalibrasyonu yapılacaktır. Deneyde yalnız prop kullanılacaksa prop, yarıklı boru kullanılacak ise yarıklı boru 4-5 kez prop vasıtasıyla, şişirilip-boşaltıldıktan sonra membran kalibrasyonu yapılacaktır.

### **Plaka Yükleme Deneyi**

Plaka yükleme deneyi; kum, çakıl ve dolgu gibi kohezyonsuz zeminler, katı ve duysuz killer gibi kohezyonlu zeminler ile zayıf ve ayrışmış kayalarda uygulanacaktır. Deneylerde, belirli bir zaman aralığı süresince sabit yük artışı sağlanarak zemin yüzeyinde oluşacak deformasyonlar ölçülerek ve sonucunda elastik modül ve yatak katsayısı belirlenecektir.

Deney, yüzeyde veya temel seviyesine kadar inilmiş, taban boyutları 100 x 100 cm den az olmayan bir çukurda yapılacaktır. Yükleme plakaları ahşap veya çelik olabilir. Deney plakasının çapı ahşap düzenekte 25,2 cm, çelik düzenekte en az 30, en çok 76 cm olmalıdır. Yüklenecek plaka, zemin yüzeyine düzgün oturmalı ve yük, plakayı konsantrik olarak etkilememelidir. Reaksiyon sistemi için çelik düzenekte ağır bir iş makinesi, ahşap düzenekte 120 x 120 cm alana sahip ahşap plaka üzerine yerleştirilen ağırlığı belli olan (su tankı, çimento ve kum torbaları) aynı cins ağırlıklar kullanılacaktır. Yükün uygulanması esnasında deformasyon miktarlarını tespit etmek amacıyla 1/100 veya 1/1 000 hassasiyette ölçüm saatleri (mekanik veya elektronik ekstansometreler) kullanılacaktır. Ölçüm saatleri çeşitli noktalardan sabitlenecektir. Deney sonunda yük-oturma eğrisi çizilecek, elastik modül ve yatak katsayısı hesaplanacaktır. Yükleme, tahmin edilen son taşıma gücünün sekizde biri kadar bir yük ile kademeli artışlar halinde yapılacaktır. Oturma hızı, 0.05 mm/saatin altına düşüncüye kadar veya gerilme-çökme eğrisi 10 mm lik çökmeye gelinceye kadar yük artırılacak ve son yüklemde en az 4 saat bekleneyecektir.

### **Standart Penetrasyon Testi (SPT)**

Esas olarak kumlu zeminlerde uygulanan SPT, yumuşak killerden zayıf kayalara kadar değişik birimlerde, sondaj kuyularında, zeminin fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla TS-5744'e göre yapılacaktır. SPT deney tüpü deney yapılacak seviyeye indirilir (standartlara göre 2" lik ve 16<sup>0</sup>-27<sup>0</sup> konik açılı ağza sahip tüp kullanılmalıdır).

63.5 kg lık şahmerdan 76 cm yükseklikten düşürülerek her 15 cm için ayrı ayrı olmak üzere tütün 45 cm ilerlemesi için gereken darbe sayısı tespit edilecektir. Hesaplamalarda son 30 cm'deki darbe sayısı dikkate alınacaktır. Başta çarık ağzı olmak üzere kullanılan tüm malzeme yıpranmamış ve düzgün olacak; cer halat değil mutlaka kendir halat kullanılacak, kendir halat kedi başına iki kez sarılarak deneyler gerçekleştirilecektir. Elde edilen ham darbe sayıları kullanılarak, temel boyutları ve derinliğine göre, şahmerdan, tij, örtü yükü ve yeraltı suyu düzeltmelerini içeren formüllerle temel seviyesi için müsaade edilebilir taşıma gücü bulunacaktır. Darbe sayıları derinliğe bağlı olarak SPT kuyu logu olarak verilecektir. Her deney seviyesi için ayrı ayrı taşıma gücü verilmeyecektir.

### **Konik Penetrasyon Deneyi (CPT)**

Konik penetrasyon deneyi yumuşak kil, silt, kum ve ince çakıl gibi birimlerde zemin profilini gerçek şekilde belirleyebilen ve dayanım, sıkışabilirlik parametrelerinin tayini ve sıvılaşma kontrolü için yapılacaktır. İri köşeli çakıllarda, sıkı-çok sıkı zeminlerde, kalkerli, marnlı birimlerde kullanılmayacaktır.

Bu yöntemin esası hidrolik güç kullanılarak 2 cm/sn sabit hızla zemin içine itilen sonda ucunun gösterdiği direnç ile sondanın yanıl yüzeyinde oluşan kuvvetin ölçülmesidir. Sondalama süresince mekanik veya elektronik sondalar vasıtasıyla her 20 cm'de bir ölçülen uç direnci ( $q_c$ ) ve çeper sürtünmesi ( $f_s$ ) verileri kullanılarak zeminin mekanik özelliklerinin derinlikle değişimi belirlenecektir. Gerektiği durumlarda elektronik konik uca yerleştirilen bir filtre kullanılarak boşluk suyu basıncı ölçülecektir.

### **Dinamik Penetrasyon Deneyi**

Deney, SPT ile aynı prensiplere sahip olup, kuyu açma işleminden kaynaklanan olumsuz etkileri ortadan kaldırdığından, klasik kuyular arasında veri toplamak maksadıyla uygulanır. Bu deneyde 64 mm çaplı ve 60° tepe açılı konik bir başlık kullanılır.

63.5 kg'lık bir şahmerdan, 76 mm yükseklikten düşürülerek ve her 30 cm'lik ilerleme için darbe sayısı tespit edilecektir. Kuyu açmadan deney yapma durumunda ise, sondaj tijlerinin sürtünmesi dikkate alınacaktır. Bu durum için muhafazalı konik başlık kullanılmalıdır. Deney sonuçları, zemin litolojisinin bilindiği yerlerde zeminin taşıma gücünün bulunmasında kullanılacaktır. Dinamik penetrasyon direnci  $N_{CO}$ , SPT sonuçlarıyla

karşılaştırılmalıdır. Bu deney sonucunda elde edilen dinamik darbe sayısı  $N_{CO}$ , SPT darbe sayısına çevrildikten sonra zeminin izin verilebilir taşıma gücü bulunacaktır.

### **Kanatlı Kesici Deneyi**

Kanatlı kesici deneyi balçık, yumuşak kil ve yumuşak silt gibi çok duyarlı kohezyonlu zeminlerin kayma mukavemetini yerinde ölçmek amacıyla TS-5744'e göre yapılacaktır. Deneyin esası; zemin içine sokularak döndürülen kanatlı kesicinin kanatlarına zeminin yaptığı direncinin ölçülmesidir. Kanatlı kesicinin bağlı olduğu çelik çubuğa yüzeyden burkulma kuvveti uygulanarak kanatlı kesicinin dönmesi sağlanır ve kesicinin burkularak döndürülmesine karşı zeminin gösterdiği direnç deformasyon ölçer (ekstansometre) vasıtasıyla uygulanan burkulma momentinden dolayı olarak bulunacaktır.

### **İnklinometre Deneyi**

Araştırma amacına bağlı olarak düşey, yatay ve sabit olmak üzere çeşitli tipleri bulunan inklinometre cihazı; jeoteknik amaçlı araştırmalar kapsamında, barajlarda, dolgularda, yarmalarda, şevlerde, heyelanlı alanlarda, derin temel kazılarında, diyafram ve kazık duvarlarda, istinat yapılarında ve yeraltı açıklıklarında meydana gelebilecek yatay ve/veya düşey yer hareketlerinin ölçümü veya belli bir süre gözlenmesi amacıyla kullanılacaktır.

İnklinometre deney borusu indirilecek olan kuyu çapı, inklinometre boru taban kotuna kadar en düşük 101 mm çapında açılacaktır. Kendini tutamayan birimlerde açılan kuyularda 101 mm çapında muhafaza borusu kullanılacaktır. Muhafaza boruları, inklinometre muhafaza boru çapına uygun açılan sondaj kuyularına indirilirken borunun etrafına çimento/bentonit karışımının basılacağı yarıklı plastik hortumlar sabitlenecektir. Hareketin muhtemel yönüne gelecek şekilde borunun ölçüm pozisyonu (A1 oluğu) ayarlanacaktır. Beton prizini aldıktan sonra okuma ünitesi ile referans ölçümler alınarak periyodik olarak ölçümlere başlanacaktır. Ayrıca verileri depolamak, bilgisayara aktarmak ve verileri değerlendirmek amacıyla cihazla uyumlu bilgisayar programları kullanılacak ve derinliğe bağlı deformasyon miktarlarını gösteren grafikler oluşturulacaktır.

### **Piezometre Deneyi (Boşluk Suyu Basınç Ölçerler)**

Dolgu ve kazıların kontrolünde; heyelanlarda, yamaç duraylılığı, diyafram ve istinat duvarları yanal toprak basıncı izlemelerinde; baraj-tünel-gömülü yapıların temel



zeminlerinde, dinamik veya statik sıkıştırmalarda boşluk suyu basınçlarının tespit edilmesi, sızma ve yer altı akışlarının modellenmesi gibi işler için kullanılacaktır. Araştırma amaçlarına bağlı olarak ölçüm boruları, hareketli-ölçüm ünitesi, sabit ve ölçüm kabloları ile ölçüm ünitesi sabit olmak üzere çeşitli tipleri bulunmaktadır.

Piezometre cihazı ölçüm yapılacak seviyeye sondaj kuyusu vasıtasıyla indirilecektir. Ölçüm ünitesinin etrafı çakıllanarak üst seviyeler betonlanacaktır. Beton prizini aldıktan sonra okuma ünitesi ile periyodik olarak ölçümlere başlanacaktır. Arazide veri depolamak, bilgisayara aktarmak ve verileri değerlendirmek amacıyla cihaza uyumlu bilgisayar programı kullanılacaktır.

#### **A-5.1.2. Kaya mekaniği yerinde deneyleri**

##### **Hidrolik Kriko Deneyi**

Galeriler içinde sağ ve sol yan duvar veya taban ve tavan duvar yüzeylerine belirli bir yükleme-boşaltma programı ile basınç uygulanacak, bu basınç altında oluşan deplasmanlar ölçülecektir. Deney yapılacak yüzeyler kazma, keski ile düzeltildikten sonra deney aleti kurulacak ve kaya yüzeyi ile plaka başlığı arasına yüksek mukavemetli (en az 300 kg/cm<sup>2</sup>) çimento akıtılacaktır. Yatay deney düzeneğinde her iki başlık plakasının çimentosu aynı anda dökülecektir. Düşey deney düzeneğinde alt başlık su düzenci ile ayarlanıp çimentolanacak, çimento prizini aldıktan bir gün sonra düzenek kurulacak ve kriko üst başlığı ile tavan kayası arası çimentolanacaktır. Deney esnasında, her iki yükleme başlığında sabitlenen 1/100 veya 1/1 000 hassasiyette üç deformasyon ölçerin okumalarının ortalaması alınacak ve her basınç kademesi için deplasman değerleri hesaplanacaktır. Bu değerlere dayanarak galeri ve ceplerin sağ ve sol yüzeyleri için ayrı ayrı basınç-deformasyon değişim eğrileri çizilecektir. Eğrilerden; Toplam Deformasyon, Elastik Deformasyon, Plastik Deformasyon, Kümülatif Toplam Plastik Deformasyon ve Krip Deformasyon miktarları tespit edilecek; Boussinesque denklemi kullanılarak elastik (deformasyon) modül hesaplanacaktır.

##### **Yassıveren Deneyi**

Galeriler içinde sağ ve sol yan duvar veya taban ve tavan duvar yüzeylerine geniş bir yüzeyde yükleme yapıldığı için gerçek kaya ortamlarına çok yakın sonuçlar veren bir deneydir. Belirli bir yükleme programı dahilinde basınç uygulanacak, bu basınç altında oluşan deplasmanlar ölçülecektir. Galeri duvarında istenilen düzlem boyunca elmas uçlu disklerle galeri duvarına yarıklar açılarak içi yağ veya su ile dolu 1 m<sup>2</sup> alan ve 5 mm kalınlığa sahip

metal yastıklar galeri duvarlarında açılan yarıklara yerleştirilecektir. Yassı veren yarığın içine çimento ile sabitlendikten sonra hidrolik pompa ile önceden belirlenmiş bir program dahilinde yağ pompası ile yükleme-boşaltma programı uygulanacaktır. Okuma ünitesi ile plakalar arasındaki deformasyon ölçerlerde meydana gelen açılıp kapanmalar ölçülecek ve kaydedilen değerlerle basınç-deformasyon grafiği çizilecektir. Bu grafikten elastik (deformasyon) modül hesaplanacaktır. Değişik doğrultu ve eğimde deneyler yapıldığında kayanın anizotropik davranış özellikleri bulunacaktır.

### **Dilatometre Deneyi**

#### **- Rocha Dilatometresi**

Kayanın elastisite modülü, anizotropisi ve çatlaklılık durumunu saptamak amacıyla NX çaplı kuyularda yapılan deneydir. Dilatometre probu kuyu içindeki deney seviyesine indirildikten sonra hidrolik pompa ile önceden belirlenmiş bir program dahilinde yağ pompası ile yükleme-boşaltma programı uygulanacaktır. Prop üzerine yerleştirilen 8 adet algılayıcı (transducer), 4 farklı yöndeki deformasyonları ölçer. Kayanın farklı doğrultulardaki mukavemet özelliklerinin bulunması amacıyla okuma ünitesi ile deformasyon ölçerlerde meydana gelen açılıp kapanmalar ölçülecek ve kaydedilen değerlerle basınç-deformasyon grafiği çizilecektir. Bu grafikten elastik (deformasyon) modül hesaplanacaktır.

#### **- Goodman Jack Dilatometresi**

Kuyuya indirilen prop, çelikten yapılmış iki adet yarım silindir şeklinde hareketli rijit plakadan oluşacak ve kayaya gerektiğinde en fazla  $700 \text{ kg/cm}^2$  basınç uygulanacaktır. Dilatometre probu kuyu içindeki deney seviyesine indirildikten sonra hidrolik pompa ile önceden belirlenmiş bir program dahilinde yağ pompası ile yükleme-boşaltma programı uygulanacaktır. Yükleme programı uygulandığında; okuma ünitesi ile plakalara monte edilen algılayıcılarda (LVTD transducer) meydana gelen açılıp kapanmalar 0,01 mm hassasiyetle radyal deformasyon olarak ölçülecek ve kaydedilen değerlerle basınç-deformasyon grafiği çizilecektir. Bu grafikten elastik (deformasyon) modül hesaplanacaktır. Deneylere başlanmadan önce probun sıfırlama kalibrasyonları yapılacaktır.

### **Kesme Deneyi**

Yerinde kesme parametrelerinin (kohezyon ve içsel sürtünme açısı) belirlenmesi amacıyla deney ekipmanı boyutuna uygun ölçülerde araştırma galerisi/şafıtı/yarması açılıp kaya blokları deney düzeneğine uygun ölçülerde donatılı beton ile kaplanacaktır. Açık arazide

deney yapılması durumunda deney ekipmanına uygun genişlikte yarma açılarak galeri koşulları oluşturulacaktır. Tünel veya şev kazılarında süreksizliklerin kayma mukavemetinin bulunması, proje yükü altında kayma, kamalanma ve göçük yapıp yapmayacağını araştırılması amacıyla kaya kütlelerinin süreksizlikleri boyunca uygulanacaktır. Kaya kütleleri içinde tabanı süreksizlik düzlemi olacak şekilde deney bloğuna uygun kesitte ve yükseklikte en az dört adet blok, kesici çark yardımı ile hazırlanacak ve etrafındaki kayaç ortamdan kaldırılacaktır. Koruma betonunun priz almasından sonra 1. blok üzerine bir kriko ile bütün deney boyunca sabit normal basınç uygulanacaktır. Yan taraftan ise bir başka kriko ile blok merkezinden geçen kesme basıncı uygulanacaktır.

Normal basınç proje yüküne bağlı olarak her blok için farklı değerlerde olacaktır (örneğin: 2 kg/cm<sup>2</sup>, 4 kg/cm<sup>2</sup>, 6 kg/cm<sup>2</sup>, 8 kg/cm<sup>2</sup>). Kesme basıncı belirli bir yükleme hızı ile blok kayıncaya kadar arttırılacaktır. Deformasyon ölçümleri, bloğun yan çevresine ve üstüne yerleştirilen 1/100 veya 1/1 000 mm hassasiyette deformasyon ölçerler (ekstansometre) ile yapılacaktır. Dört deney bloğunun da kayma gerilmeleri tespit edildikten sonra normal basınç – kayma gerilmesi grafiği çizilecek ve bu dört noktadan geçecek en uygun doğru vasıtasıyla kohezyon (c) ve içsel sürtünme açısı (Ø) tayin edilecektir. Her blok için tespit edilen kayma gerilmesine ( $\tau$  kg/cm<sup>2</sup>) karşılık normal basınç ( $\sigma$  kg/cm<sup>2</sup>) grafiği çizilecek ve bu dört noktadan geçecek en uygun doğru vasıtasıyla; doğrunun Y eksenini kestiği nokta kohezyon (c), doğrunun yatayla yaptığı açı içsel sürtünme açısı (Ø) olarak tespit edilecektir.

### **Gerilme Ölçüm Deneyleri**

Değişik deformasyon ölçüm metotları için birçok cihaz geliştirilmiştir. Bunların hepsi deformasyonları ölçüp, gerilim deformasyon ilişkisinden gerilmelerin bulunması prensibine dayanır. Kaya içindeki gerilmeleri ölçme yöntemleri üç ana grupta yapılır.

#### **- Fotoelastisite Deneyi**

4.5 mm çapında ve 3 mm kalınlığında plastikten yapılmış bir disk, tünel veya galeri içinde açılan NX çaplı sondaj kuyusunun tabanına çimentolanarak sıkıca yerleştirilecektir. Daha sonra çevresi aynı çaplı karotiyerle delinerek açılacaktır. Bu işlem sırasında kaya ortamındaki ilksel gerilmeler boşluk içine doğru boşalacaktır. Gerilme boşalması plastik disk üzerinde gerilme yaratarak deformasyon oluşturacaktır. Üst tarafı parlatılmış olan diskin ışığı yansıtma özelliğinden faydalanılarak, özel ışığı ve gözlem dürbünü ile izleme yapılacaktır. Diskin üzerine polarize ışık gönderilecek ve birbirine dik iki simetri eksenini olan renkli saçak

şekilleri gözlenecektir. Simetri eksenleri asal gerilmelerin yönlerini gösterecektir. Asal gerilmelerin şiddeti ise saçakların özel bir yöntemle sayılmasıyla bulunacaktır. Bu deney birbirine dik iki kuyuda yapıldığı takdirde ortamın üç eksenli gerilim durumu (anizotropi) ortaya çıkarılacaktır.

#### **- Deformasyonun Geriye İtilmesi Metodu**

Bu yöntemde yassıveren deney cihazı ve yöntemi kullanılacaktır.

#### **- Hidrolik Kırıklama Deneyi**

İçsel gerilmelerin hidrolik kırıklama ile tayini, kırık durumlarının ve kayanın çekme geriliminin bilinmesini gerektirir. Açılan bir sondaj kuyusunun belirli bir bölümü hidrolik tıkaçlarla kapatılacaktır. Tıkaç altında kalan cebe su veya su-jel karışımı pompalanacak ve kayada kırık oluşuncaya kadar basınç artırılabilecektir. Kırığın oluştuğu, su kaçaklarındaki ani artıştan anlaşılacaktır. Meydana gelen kırığın doğrultusu asal gerilmelerin yönünü vereceğinden, kuyu televizyonu yardımı ile gerilmenin yönü tespit edilecektir. Su kaçağının arttığı ve kırılma oluştuğundan sonra azaldığı andaki basınçlar ve kayanın çekme mukavemeti maksimum ve minimum yatay gerilmelerin hesabında kullanılacaktır.

#### **Zamana Bağlı Deformasyon Ölçümleri**

Zamana bağlı deformasyon ölçümleri tünel çevresindeki kaya kütlelerinin kazı etkisi karşısında gösterdiği tepkinin ölçülmesini sağlayacaktır. Kazı esnasında ve son kaplama yapıldıktan sonra yapılan ölçümlerle şu bilgiler elde edilebilir.

- Tünel duraylılığının değerlendirilmesi
- Zeminde deformasyonlar, kaymalar ve kabarmaların oluşup oluşmadığı
- Deformasyonların nedenleri ve tünel yapısı üzerindeki etkileri
- Gerekirse kazı işlemi ve dizaynda yapılacak değişiklikler

Toplam deney süresi ve iki ölçüm arasındaki süre jeolojik ve yapısal durumlar göz önüne alınarak saptanacaktır.

#### **- Ekstansometre Ölçüm Cihazları**

Baraj gövdesi, dolgu ve tünel çevresinde açılan sondaj kuyuları içine yerleştirilerek kaya kütlelerinin derinliklerinde çeşitli noktalardaki deformasyonları veya herhangi bir duvar yüzeyine yerleştirilerek yapıda oluşan deformasyonları ölçmek amacıyla kullanılan ölçüm

cihazlarıdır. Çeşitleri amaca ve kullanılma yerlerine göre aşağıda verilen ekstansometre çeşitleri kullanılacaktır.

- Makaralı ekstansometre
- Elektronik ekstansometre
- Rod ekstansometre

#### **- Konverjans Ölçüm Cihazları**

İki röper noktasının birbirine yaklaşım miktarlarını (deformasyonları) elektronik olarak ölçmek amacıyla kullanılan ölçüm cihazlarıdır. Tünelin veya ölçüm yapılacak birbirine karşıt iki yüzeye (duvar vs.) monte edilecek ve uzun zaman sürecinde meydana gelen deformasyonlar okuma ünitesi ile ölçülecek ve kaydedilen değerlerle zaman - deformasyon grafiği çizilecektir. Tünelde kaplamadan önceki ve sonraki aşamalarda değişik noktalar arasına kurularak destek sisteminin ve kaplamanın duraylılığı sağlayıp sağlamadığı kontrol edilecektir.

#### **Nokta Yükleme Deneyi**

Nokta Yükleme deneyi, kayaçların dayanımlarına göre sınıflandırılmasında kullanılan *Nokta-Yük Dayanım İndeksinin* ( $I_s$ ) saptanması amacı ile kullanılacaktır. Karot veya blok örnekler üzerinde elde edilen  $I_s$  değerleri abaklara konularak kayanın tek eksenli basınç dayanımı hakkında yaklaşım yapılacaktır. Standart nokta yükleme aleti; yük veren hidrolik kriko, yük manometreleri, gövde, konik başlıklar ve ölçüm cetvelinden oluşur.

#### **Kaya Sınıflama Çekici (Schmidt)**

Kaya sınıflama çekici, kuyulardan alınmış değişik boyutlarda karotlar üzerine veya kaya yüzeylerine karşı uygulanan darbe ve geri sıçrama sayılarının belirlenmesi için kullanılacaktır. Elde edilen sayılar abaklara konularak kayanın tek eksenli basınç dayanımı hakkında yaklaşım yapılacaktır.

#### **Makaslama Deneyi**

Karot veya blok örnekler üzerinde gerçekleştirilen makaslama deneyi ile kayaçların zayıflık düzlemlerine ait mukavemet parametreleri ( $c$ ,  $\phi$ ) tespit edilecektir.

## **A-6. LABORATUVAR DENEYLERİ**

### **A-6.1. Genel Koşullar**

Örneklerle ilgili aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınacaktır:

- Örnek alınması, korunması ve laboratuvarlara iletilmesi ile deneylerin yapılmasında ilgili Türk Standartlarına uyulacaktır. Burada olmayan hususlar da DSİ Delgi ve Enjeksiyon Genel Teknik Şartnamesi esas alınacaktır.
- Dispersibilite deneyi yapılacak örneklerin mutlaka doğal koşulları temsil edecek su içeriğinin korunarak laboratuvara ulaştırılması gerekmektedir.
- Örselenmiş örnek alınırken örnek tüplerin içleri 10 numara yağ ile mutlaka yağlanmalı ve alımdan sonra vakit geçirmeden parafinlenmelidir.
- Örnek tüplerinin ağzı düzgün ve çapaksız olmalı ve kaynakla tutturulmuş tüpler kesinlikle kullanılmamalıdır.
- Örnek tüpleri boyutları itibariyle uygun standartta olmalı ve paslanmayan malzemelerden yapılmalıdır.
- Aynı kuyuda SPT deneyi yapılıyor ve örselenmiş örnek alınıyorsa, örneklerin özel tedbirle alınması gerekmektedir.
- Temel zemine ve dolgu malzemesine ait örnekler laboratuvara gönderilirken, yapı karakteristiklerinin ve temel zemin şartlarının örneklerle birlikte laboratuvarlara ulaştırılması gerekmektedir. Mühendislik deneyleri yapılırken yük kademeleri bu özelliklere göre seçilecektir.

### **A-6.2. Örnek Alımı**

#### **A-6.2.1. Örnek miktarları**

Laboratuvara gönderilecek kaya örneklerinin yaklaşık miktarları aşağıdaki gibi olacaktır. Petrografik analiz için mostradan veya sondaj yoluyla yeraltından alınan örnekler yaklaşık olarak 1 kg ağırlığında veya bir el büyüklüğünde olacaktır.

Fizikomekanik deneyler için ağırlığı yaklaşık olarak 100 kg olan 20 x 20 x 30 cm boyutlarında blok örnekler alınacaktır. Bu miktarın tabakalı ve şistoziteye sahip kayalarda yapılacak deney sayısındaki artıştan dolayı 150-200 kg civarında olması uygundur. Bu miktar mostralardan alınan kaya örnekleri için geçerli olup birim ağırlık, su emme, porozite, özgül

ağırlık, basınç mukavemeti, don sonucu basınç mukavemeti, statik elastisite modülü, Los Angeles aşınma kaybı, sodyum sülfat don kaybı, doğal don kaybı ve petrografik analiz deneylerini kapsamaktadır. Bu deneyler su yapılarında, zemin üstü yapılarda, tünellerde ve beton için agrega olarak kullanılması durumunda kaya örnekleri üzerinde yapılması gerekli deneylerdir.

Sondajlardan alınacak örneklerde ise yukarıda verilen miktarların sağlanması güç olduğundan ya sık aralıklarla sondajlar yapıp aynı birimi temsil edecek örnekler ile yeterli miktar sağlanmaya çalışılmalı, ya da kullanma amacına göre öncelikli deneyler seçilerek örnek miktarı düşük tutulmalıdır. Örneğin, basınç mukavemeti ve elastik modül deneyleri için toplam uzunluğu 100-150 cm olan ve en küçük parça uzunluğu karot çapının iki katı olacak şekilde alınmış örnekler uygun olacaktır.

Zemin numuneleri ise 10 kg civarında olacak, eğer proktor deneyi yapılacaksa 25 kg' dan az olmayacaktır.

#### **A-6.2.2. Örneklerin alınması ve paketlenmesi**

Alınan örneklerin numaralandırılması ve laboratuvara gönderilmek üzere paketlenmesi, laboratuvarında yapılacak çalışmalar açısından son derece önemlidir.

Numaralandırma öncelikle örnek üzerinde yapılacak, atmosferik ve dış etkilerden etkilenmeyecek bir kalemle okunaklı bir şekilde proje adı ve örnek numarası yazılacaktır. Örnek daha sonra kolayca yırtılmayacak bir torbaya konularak torbanın içine örnek miktarı, alındığı tarih, alanın adı ve soyadı, ait olduğu yer, gönderen birim ve biliniyorsa örnek cinsinin yazılı olduğu bir etiket eklenecektir. Aynı bilgiler torbanın ağzına bağlanmış bir etikete veya ambalajın üzerine yazılacaktır. Örnekler, özellikle yağışlı mevsimlerde yağıştan etkilenmeyecek şekilde taşınacaktır.

Açık taşımacılık, mostradan alınan sağlam kaya blokları için uygun olabilir. Yumuşak kayalar ve karot örnekleri için torba yerine ahşap sandıklar veya kalın mukavvadan kutular kullanılacak ve örneklerin birbirlerine çarparak parçalanmalarını önlemek için araları talaş, bıçkı tozu, gazete kağıdı vb. maddelerle doldurulacaktır. Delgi işlemi ile bozulmamış örnek alınırken delgi takımına yalnızca baskı uygulanacaktır. Kullanılan örnek tüpü temiz, çapaksız,

ağız kısmı eğik olmayacak, alınan örnek tüpünün her iki tarafı erimiş parafinle kapatılacak, etiketlenerek hava ve su almayacak şekilde paketlenecektir.

### **A-6.3. Örnekler Üzerinde Yapılacak Laboratuvar Deneyleri**

#### **A-6.3.1. Taneli zeminler**

##### **A-6.3.1.1. Kohezyonlu zeminler**

###### **Tanımlama Deneyleri**

- Elek analizi
- Hidrometre
- Atterberg limitleri
- Tabii su muhtevası
- Birim hacim ağırlık
- İzafi sıklık

###### **Permeabilite Deneyleri**

- İğne deliği deneyi (pin hole)
- Çift permeametre deneyi
- Eriyebilir Tuzlar ile İlgili Kimyasal Analizler
- Mineralojik analiz
- Hassaslık deneyleri (bünyesel)

###### **Mukavemet Deneyleri**

- Kesme mukavemeti deneyi
- Serbest basınç deneyi
- Üç eksenli basınç deneyi
- Konsolidasyon deneyleri (oturma-zaman, oturma-gerilme ve bağlı parametreler)
- Şişme deneyleri
- Hacimsel sıkışma deneyleri

##### **A-6.3.1.2. Kohezyonsuz zeminler**

###### **Tanımlama Deneyleri**

- Elek analizleri
- Birim hacim ağırlık



- İzafi sıkılık

### **Permeabilite Deneyleri**

- Serbest basınç deneyi
- Basınçlı su deneyi

### **Stabilite Deneyleri**

- Eriyebilirlik deneyleri
- Petrografik analiz
- Porozite
- Don deneyi

### **Mukavemet Deneyleri**

- Kesme kutusu
- Los Angeles Aşınma

### **A-6.3.2. Kaya zeminler**

#### **Tanımlama Deneyleri**

- Özgül ağırlık deneyi
- Petrografik analiz

#### **Geçirimsizlik Deneyleri**

#### **Mukavemet Deneyleri**

- Aşınma deneyleri
- Don deneyleri
- Tek eksenli basınç mukavemeti (statik ve dinamik)
- Üç eksenli basınç mukavemeti (statik ve dinamik)
- Dondan sonra basınç mukavemeti deneyi
- Elastisite modülü deneyi
- Poisson oranı
- Çekme basınç dayanımı deneyleri
- Kesme kutusu deneyleri
- Nokta yükleme deneyleri

- Suda dağılma deneyleri
- Su emme deneyleri
- Şişme deneyleri

### **Oturma Deneyleri**

- Konsolidasyon deneyleri oluşumunu tamamlamıŐ veya ayrışmış, killi kayaçlar için yapılır.

## **EK- B: JEOFİZİK ÇALIŞMALAR**

### **B-1. KAPSAM**

### **B-2. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR**

### **B-3. JEOFİZİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ (GENEL)**

### **B-4. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ RAPORU İÇERİĞİ**

### **B-5. JEOFİZİK ETÜT RAPORU (GENEL) BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

### **B-6. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ RAPORU BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

## **B-1. KAPSAM**

Su yapılarının projelendirilmesine esas olacak jeolojik ve jeoteknik değerlendirmelerde kullanılmak üzere;

- Çizgiselliklerin,
- Jeolojik yapıların,
- Deprem parametrelerinin ve emniyetli patlayıcı madde miktarının,

- Zemin ve kayaların elastik parametrelerinin elde edilmesi, zeminlerin hakim titreşim periyotları ve büyütme vb. gibi jeolojik ve jeoteknik özelliklerin belirlenmesi amacıyla jeofizik çalışmalar yapılacaktır. Jeofizik çalışmaların yöntemi; proje özelliklerine, etüt aşamasına ve amacına göre etüdü yapan Jeofizik Mühendisince belirlenecektir.

## **B-2. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR**

### **B.2.1. Elektriki Özdirenç (Rezistivite)**

Yeraltı yapısını aydınlatmak amacıyla yapılan jeofizik rezistivite çalışmalarında kullanılan yöntemler, arz yüzeyine belirli noktalarda bir elektrik akımının uygulanması ve bu alanın arz içinde meydana getirdiği potansiyelin yine belirli noktalarda ölçülmesi esasına dayanacaktır. Potansiyel akım şiddeti bağıntılarından da formasyonların rezistivitesi ve kalınlıkları hesaplanacaktır.

Rezistivite değeri değişiminin yeryüzündeki bir noktadan derinliğe doğru (düşey süreksizlikler) incelenmesi “Düşey Elektrik Sondaj (DES)”, belirli derinlikler için yanal süreksizliklerin bir hat boyunca incelenmesi ise “Profil Ölçüleri” olarak adlandırılacaktır. Ayrıca; amaç, ekonomi, çözüm gücü ve uygulama kolaylığı gibi faktörlere en fazla cevap vermeleri dikkate alınarak; elektrotlar farklı konum ve düzende seçilerek en uygun ölçü sistemi türetilenektir. Bu ölçü sistemleri simetrik veya asimetrik olabilecektir.

### **B.2.2. Sismik Kırılma (Refraksiyon) ve Yansıma (Refleksiyon)**

Sismik Kırılma ve Yansıma uygulamaları; sığ kuyularda dinamit patlatmak, ağır bir cisim belli bir yükseklikten yere bırakmak, vibratör veya çekiç kullanmak suretiyle suni olarak oluşturulan sismik dalgaların enerji uygulama noktasından belirli uzaklıklarda bulunan

noktalara önceden yerleştirilmiş alıcılarla (jeofon) algılanarak, amaca uygun şekilde geliştirilmiş sismik cihazlarla kaydedilmesi esasına dayanacaktır. Oluşan  $V_p$  (boyuna) ve  $V_s$  (enine) sismik dalga hızlarının jeofonlara varış zamanlarından zaman-mesafe grafikleri çizilerek yeraltı formasyonlarının hız, kalınlık, derinlik ve yatımları belirlenecek, zemin ve kayaların cins ve dağılımı, yeraltı su seviyesi, fay, kırık, çatlak ve ayrışma durumu hakkında bilgiler sağlanacak, zemin ve kayaların elastik parametreleri elde edilecek, zeminlerin hakim titreşim periyotları ve sökülebilirlikleri gibi yapısal problemler çözülecektir. Sismik kırılma ve yansıma çalışmalarında atışlar karşılıklı olarak yapılacak ve sismik profilin uzunluğu, araştırma derinliğinin 3-6 katı olarak alınacaktır.

### **B.2.3. Patlayıcı Madde Miktarlarının Yapılara Olan Etkisinin Belirlenmesi**

Su yapısı, proje sahaları ve yerleşim alanları yakınında malzeme alımı amacıyla ve kazı işlemleri sırasında yapılacak emniyetli patlayıcı madde miktarının titreşim etkisi vibrometre cihazıyla ölçülerek jeofizik yöntemlerle hesaplanacak ve bunun sonucu olarak da patlayıcıların mühendislik yapılarına hasar yapıcı etkileri önlenecektir.

Sahada patlayıcı atımının ölçüm sonuçları; her bir atım için parçacık hızı bileşenleri (enine-PTV, düşey-PVV, boyuna-PLV, maksimum-PPV), frekans, ivme, maksimum hava şoku, yer değiştirme, gecikme başına düşen en fazla patlayıcı madde miktarları ve ölçekli mesafe (SD1) değerlerini içerecek şekilde ayrıntılı olarak sunulacaktır. Sahada gerçekleştirilen parçacık hızı unsurları ve ölçekli mesafe veri çiftlerinden oluşan yer sarsıntısı ölçüm sonuçları regresyon analizine tabi tutularak, kontrollü patlatma tasarımlarında gerekli olacak saha sabitleri belirlenecektir. Gerek görülürse patlatma öncesi ve sırasında zeminin titreşim periyotlarının ve zemin büyütmelemlerinin belirlenmesi için ivme kayıtcısı ve hız kayıtcılarından da faydalanılacaktır.

### **B.2.4. Sismik Tehlike Analizi (Deprem Parametrelerinin Belirlenmesi)**

Baraj, santral, gölet vb. önemli mühendislik yapılarının depreme karşı dayanıklı olarak dizayn edilebilmeleri için; olasılık modellerinden biri veya birkaçı kullanılarak gelecekte inşaa sahasında etkili olacağı beklenen maksimum yer ivmeleri, maksimum magnitüd, aşılma olasılıkları ve geri dönüş periyotları hesaplanacaktır. Çalışmada göz önüne alınan temel araştırma adımları B.5 başlığı (Sismik Tehlike Analizi Raporu İçeriği) altında anlatılmıştır.

### B.2.5. Jeofizik Kuyu Ölçüleri

Genel olarak bir jeofizik kuyu log sistemi, yüzeyde bir ölçü alma ünitesi ve kaydedicisi ile ölçü alma probunun istenilen derinliğe indirilmesini sağlayan kablo başlıklı, çelik muhafazalı iletkenlerin sarıldığı vinçten oluşacaktır.

Ölçülecek parametreye göre kablo başlığına prob takılacak, ölçü alınacak derinliğe indirilecek, genellikle aşağıdan yukarıya doğru ölçüler alınırken bir taraftan da yüzeyde kayıt yapılacaktır. Bu ölçüler ile fiziksel özelliklerine göre tabakalar derinliğe bağlı olarak birbirinden ayırt edilebilecektir. Temel araştırmaları için açılmış kuyularda hassas olarak tabakaların tavan taban sınırları birbirinden ayırt edilebilecek, kalınlıkları kolayca ortaya çıkarılacaktır.

Doğal potansiyel (sp) ve tek nokta rezistivite (spr) logları ile tabakaların geçirimli ya da geçirimsiz oluşları, kırıklı/çatlaklı yerleri bulunacak, gamma ray logu (GR) ile radyoaktif malzemeler, kuyu boyunca killi seviyeler ve kil içeren tabakalar seviyelerine göre nitel olarak ayırt edilebilecektir.

Dipmeter logu ile kuyu çeperinden okunan mikro rezistivite ölçülerinden faydalanılarak tabakaların eğim miktarı ve eğim yönü ölçülecektir. Akustik görüntüleme logları ile kuyularda çatlaklar, erime boşlukları ve kayaç dokusu gibi jeolojik yapının incelenmesi yapılacak, tabaka eğim ve yönü bulunacaktır. Bu kayıtların karot görünümünde üç boyutlu olarak sunumu yapılacaktır.

Yoğunluk logu ile tabakaların yoğunlukları  $gr/cm^3$  cinsinden tüm kuyu boyunca ölçülecektir. Litoloji tanımlaması, birim hacim ağırlık ve porozite hesaplamalarında kullanılacaktır.

Sonik ve P-S süspansiyon logları ile kuyu boyunca sismik P ve S dalga hızları (m/sn) bulunarak litoloji tanımlaması ve porozite hesaplamaları yapılacak, yoğunluk logu ile kullanılarak temel zeminin taşıma gücü, poisson oranı, elastisite modülü, kayma modülü ve bulk modülü gibi parametreler derinliğin her noktasında hesaplanabilecektir.

Tüm ölçüler kuyu boyunca eğri olarak çizdirilerek sunulacaktır.

### **B.2.6. Diğer Çalışmalar**

TEM, EM, VLF, Yer Radarı, Mikrotremor, Gravite, Mikrogravite, Manyetik vb. diğer jeofizik yöntemler.

### **B-3. JEOFİZİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ (GENEL)**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlık altında toplanan konular etüt alanında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda formatta belirtilmeyen ek çalışmalar rapora eklenebilecektir.

#### **ÖZ**

#### **1. GİRİŞ**

##### **1.1. İncelemenin Amacı**

##### **1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım**

##### **1.3. Proje Özellikleri**

#### **2. GENEL JEOLJİ**

##### **2.1. Stratigrafik Jeoloji**

##### **2.2. Yapısal Jeoloji**

#### **3. UYGULANAN JEOFİZİK YÖNTEM VE KULLANILAN ALET**

##### **3.1. Uygulanan Jeofizik Yöntem**

##### **3.2. Kullanılan Alet**

#### **4. ARAZİ ÇALIŞMALARI**

#### **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

#### **6. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

#### **7. EKLER**

## **B-4. JEOFİZİK ETÜT RAPORU (GENEL) BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

### **ÖZ**

Raporun amacı, kapsamı ve elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, okuyucuya raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayınlandığında bir anlam taşıyacak, bir sayfayı geçmeyecektir.

### **1. GİRİŞ**

Proje hakkında ön bilgi mahiyetinde olup geçmişi ile ilgili bilgiler içermesi uygun olacaktır.

#### **1.1 İncelemenin Amacı**

Projenin kısa tanımı ve çalışmanın amacı açıklanacaktır.

#### **1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşımı**

İnceleme alanının yeri ve ulaşım olanakları açıklanacaktır.

#### **1.3. Proje Özellikleri**

İnceleme yapılacak projeye ait yapı yerlerinin boyut ve özellikleri verilecektir (yapı boyutları, temel kazısı, proje yükü vb).

## **2. GENEL JEOLJİ**

### **2.1. Stratigrafik Jeoloji**

İnceleme alanındaki kayaçların jeolojik özellikleri en yaşlıdan gence doğru anlatılacaktır. Bu bölüme, inceleme alanına ilişkin genelleştirilmiş sayfa boyutunda



stratigrafik kesit konulacak; birimlerin isimlendirilmesi, stratigrafik adlama kurallarına uygun olacaktır.

Jeoteknik etüdün aşamasına göre anlatım; yapı yerlerini ve çevresini kapsayacak, gerektiğinde jeolojik koşullara bağlı olarak sorunları açıklığa kavuşturacak kadar genişletilecektir.

## **2.2. Yapısal Jeoloji**

İnceleme alanının yapısal özellikleri (tektonik hatlar, fay, tabakalanma, kıvrımlanma, eklemleme, vb.) hakkında bilgi verilecek, birimlerin birbiri ile olan yapısal ilişkileri anlatılacaktır.

## **3. UYGULANAN JEOFİZİK YÖNTEM VE KULLANILAN ALET**

### **3.1. Uygulanan Jeofizik Yöntem**

Jeofizik çalışmaların yöntemi proje özelliklerine, etüt aşamasına ve amacına göre jeoteknik etüdü yapan jeofizik mühendisi tarafından seçilecektir (Rezistivite, Sismik, Elektromanyetik, Manyetik, Gravite vb.). Uygulanan Jeofizik Yöntem kısaca açıklanacaktır.

### **3.2. Kullanılan Alet**

Etüt için kullanılacak cihazın teknik özellikleri belirtilecektir.

## **4. ARAZİ ÇALIŞMALARI**

Arazi çalışmaları, talimatlara ve özel teknik şartnamelere göre yapılacaktır. Etüt boyunca yapılan çalışmalar her günü kapsayacak şekilde ayrıntısıyla anlatılacaktır.

## **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Yapılan çalışmalar ve araştırmaların sonuçları açıklanacak ve araştırmanın amacına uygun olarak alınması gereken önlemler veya yapılacak mühendislik çalışmaları önerilecektir.

## **6. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

Kullanılan formüllerin, bağıntıların, kitap ve raporların yazarı, alındığı yer, kime ait olduğu ve yılı vb. bilgiler yazılacaktır.

## **7. EKLER**

Hazırlanan raporun amacına göre aşağıdaki ilgili ekler rapora konulacaktır. Kullanılan tüm harita, tablo, kesit, şekil, grafik ve fotoğraflar renkli olup, haritalar A4 boyutunda katlanmış ve 1/25 000 ölçekli olacaktır.

- Bulduru haritası (araştırma sahasının Türkiye'deki yeri),
- Genel jeoloji haritası,
- Patlatma mesafesi haritası,
- Lokasyon haritasında hatların gösterimi,
- Rezistivite karneleri,
- Patlatma kayıtları,
- Sismik, rezistivite kesitleri vb.
- Rezistivite-sismik eğrileri,
- Fotoğraflar (yapı yeri, arazi koşulları genel görünümü, sorunlu kısımlar vb.),

### **B-5. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ RAPORU İÇERİĞİ**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlık altında toplanan konular etüt alanında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda formatta belirtilmeyen ek çalışmalar rapora eklenebilecektir.

#### **ÖZ**

#### **1. GİRİŞ**

##### **1.1. İncelemenin Amacı**

##### **1.2. İnceleme Alanının Yeri**

- 1.3. Proje Özellikleri
- 2. SİSMOLOJİK – JEOLojİK VE TEKTONİK VERİLER
  - 2.1. Sismolojik Veriler
  - 2.2. Jeolojik ve Tektonik Veriler
  - 2.3. İvme Kayıtçıları
- 3. KULLANILAN PROGRAMLAR
- 4. AZALIM İLİŞKİLERİ
- 5. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ
  - 5.1. Deterministik Değerlendirme
  - 5.2. Olasılıksal (Probabilistik) Değerlendirme
    - 5.2.1. Kaynak bölgelendirmesi
    - 5.2.2. Deprem yineleme ilişkileri
- 6. SONUÇLAR
- 7. YARARLANILAN KAYNAKLAR
- EKLER

## **B-6. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ RAPORU BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

### **ÖZ**

Raporun amacı, kapsamı ve elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, okuyucuya raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayınlandığında bir anlam taşıyacak, bir sayfayı geçmeyecektir.

### **1. GİRİŞ**

Proje hakkında ön bilgi mahiyetinde olup geçmişi ile ilgili bilgiler içermesi uygun olacaktır.

### **1.1. İncelemenin Amacı**

Projenin kısa tanımı ve yapıların teknik özellikleri belirtilecektir.

### **1.2. İnceleme Alanının Yeri**

İnceleme alanının yeri açıklanacaktır. Sismik Tehlike Analizi yapılacak yapı yada bölgenin koordinatları belirtilecektir.

### **1.3. Proje Özellikleri**

İnceleme yapılacak projeye ait yapı yerlerinin boyut ve özellikleri verilecektir (barajın gövde yüksekliği, gövde tipi, yapım amacı vb.).

## **2. SİSMOLOJİK – JEOLojİK VE TEKTONİK VERİLER**

Olası bütün sismik etkinlik kaynakları belirlenecek (aletsel sismik kayıtlar, jeolojik kaynaklar, tarihsel kaynaklar) ve gelecekte kuvvetli yer hareketi üretecek potansiyel saptanacaktır.

### **2.1. Sismolojik Veriler**

Bütün jeolojik, sismolojik ve tarihsel veriler derlenecek ve açıklanacaktır.

### **2.2. Jeolojik ve Tektonik Veriler**

İnceleme alanının jeolojisi ve tektonik özellikleri açıklanacaktır.

### **2.3. İvme kayıtları**

İlgili İvme kayıtlarının listesi(koordinatlar, uzaklıklar ve ivmeler) verilecektir.

## **3. KULLANILAN PROGRAMLAR**

Hesaplamalarda kullanılan yazılımın özellikleri ve kabiliyetleri kısaca açıklanacaktır.

#### 4. AZALIM İLİŞKİLERİ

Hesaplamalarda kullanılan yer tahmin denklemlerinin (azalım ilişkileri) seçiminde; geçerli olduğu coğrafi bölge, deprem kaynağı olarak kullanılacak olan fayların tipi ve karakteristiği, magnitüd aralığı, uzaklık aralığı ve bölgenin zemin özelliği (kaya, sert veya yumuşak zemin) dikkate alınacaktır. Kullanılan azalım ilişkileri tanımlanacak ve o bölge için en uygun ilişkiler olduğu nedenleriyle açıklanacaktır. Arka plan deprem Kaynak alanı içinde veya alana yakın ivme kayıtçılarının ürettiği ivmeler araştırılacaktır. İvme azalım ilişkilerinin; bu ivme kayıtçıları etkileyen depremler ile A,B,C,D zemin sınıfları için uyumluluğu grafiklerle gösterilecektir

Hem deterministik analizde hem de olasılıksal sismik tehlike analizinde sonuçları elde etmek için kullanılan yeni nesil azalım ilişkileri (NGA) ve diğer azalım ilişkilerine ait kullanılan ve sonuçlara etki eden tüm giriş parametreleri, standart sapma değerleri ve değişkenlerin değerleri (M,Rrup,Rjb,Rx,M,U,Ztor,Frv,Fnm,Fhw,W,HW, $\sigma$ , ve diğer ) ayrıntılı yazılacaktır.

#### 5. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Sismik Tehlike Analizi yapılırken hem Deterministik hem de Olasılıksal (Probabilistik) Yöntem kullanılacaktır.

##### 5.1. Deterministik Değerlendirme

Deterministik Yöntemde mühendislik yapısı çevresinde olabilecek en büyük deprem belirlenerek hesaplama yapılacaktır. Baraj yerine yakın faylar uzaklıkları ile beraber tespit edilip her birinin üreteceği en büyük deprem tayin edilecek ve liste halinde verilecektir. Bu tayin yapılırken Fayların türü, Ortalama doğrultusu, Toplam uzunluğu, Ortalama eğimi, Etkinlik derecesi, Kırılma alanı, Dikey ve yatay deplasmanı, Koordinatları, Ortalama kayma hızı, Yineleme periyotları vb. gibi faktörler dikkate alınacak ve bulunan magnitüd değerinin hangi yöntemle ve nasıl hesaplandığı açıklanacaktır. Belirlenen depremin fay üzerinde baraja en yakın noktada meydana geleceği kabul edilecektir. Baraja Yakın faylar ve uzaklıkları,

üretebilecekleri Maksimum Magnitüd, ivmeler kullanılan azalım ilişkilerine göre mutlaka tablo halinde verilecektir. Baraj dizayn hesaplarında Deterministik yöntem esas alınacaktır.

Deterministik Yöntemle yapılan hesaplamalarda kullanılacak olan faylar kapsamlı bir şekilde analiz edilecek, gerekirse yakın faylarla ilgili özel çalışma, ayrıntılı rapor istenecek, arazi çalışmaları yapılacak ve üzerine faylar işlenmiş olan 1/25000 ölçekli jeolojik harita istenecektir.

## **5.2. Olasılıksal (Probabilistik) Değerlendirme**

Olasılıksal (Probabilistik) Yöntemde olabilecek değil olmuş depremler kullanılarak hesaplama yapılacaktır. Kullanılan olasılık dağılımının (Poisson vb.) niçin seçildiği ve bu dağılımda kullanılan verilerin (magnitüd vb.) kaynağı ve hangi kriterlere göre seçildiği açıklanacaktır. Bu yöntemle, MCE (Maksimum Hesaplanan Depremi), MDE (Maksimum Tasarım Depremi) ve OBE (İşletmeye Esas Deprem – 144 yıl tekerrür periyodu) hesaplanacaktır. MCE ve MDE nin Olasılıksal yöntemle hesabında seçilecek olan tekerrür periyodu nedenleri ile açıklanacaktır.

Hesaplamalarda kullanılan bütün deprem kayıtları(kullanılan alan içindeki tüm liste), kaynak parametreleri (her kaynak için a,b katsayıları grafikleri ve kaynağın üreteceği maksimum Magnitüd, katsayı hesabında kullanılan öncü ve artçı depremlerin ayıklanmış kaynak listesi) ve programın kullandığı giriş ve çıkış verileri ekte verilecektir. Bu işlemler her kaynak (alan kaynak-fay vb.) için ayrı ayrı yapılacaktır.

Maksimum Yatay Yer İvmesi (PGA) grafikleri ve İvme Spektrumu (Spektral İvme) grafikleri ve Tabloları tekerrür aralıklarına göre ayrı ayrı hazırlanacaktır.

### **5.2.1. Kaynak bölgelendirmesi**

Baraj yeri merkezde olacak şekilde Arka Plan Deprem Kaynak Alanı seçilecektir. Kaynak Alanı, yarıçapı genellikle 100 km olan bir daire veya boyutları 200 km x 200 km olan bir kare olabilecek; mühendis, gerekçesini açıklayarak, bu alanın boyutlarını daha küçük veya daha büyük seçecektir. Arka Plan Sismik Alanı gerekli görülen durumlarda daha küçük alt- alanlara bölünecektir. Alan içindeki deprem kaynaklarının (fay, alan kaynak, vb.) nasıl ve

neden seçildiği açıklanacak ve Arka plan kaynak alanı içinde bütün depremler mutlaka Olasılıksal sismik tehlike analizi hesabında kullanılacaktır.

### **5.2.2. Deprem yineleme ilişkileri**

Deprem kaynaklarının deprensellik etkilerini belirleyebilmek için o kaynaklara ait tekrarlama ilişkileri yani magnitüd-frekans ilişkisinden yola çıkarak a ve b katsayıları hesaplanacak ve katsayılar ile ilgili grafikler raporda verilecektir.

## **6. SONUÇLAR**

Olasılıksal analiz sonucu elde edilen ivme değerleri Deterministik Yöntem ile belirlenen ivme (En büyük yatay yer ivmesi) değerlerinden fazla olmayacaktır. Tekerrür periyodu ise bu sonuçlara göre seçilecektir. Baraj dizayn hesaplarında bu tekerrür periyodu esas alınacaktır. Yapılan çalışmalar ve hesaplamaların sonuçları açıklanacaktır.

## **7. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

Analizi yapılan bölge ile ilgili ayrıntılı literatür çalışması yapılacak kaynaklar ekte verilecektir. Gerekirse bu konu ile ilgili kuruluşlardan teknik destek alınacak ve saha ile ilgili bilgiler taranacaktır.

Kullanılan formüllerin, bağıntıların, kitap ve raporların yazarı, alındığı yer, kime ait olduğu ve yılı v.b. gibi bilgiler yazılacaktır.

## **EKLER**

- Kullanılan tüm harita, tablo, kesit, şekil, grafikler renkli olup, haritalar A4 boyutunda katlanmış olacaktır. Ayrıntı istenirse 1/25000 ölçekli harita olacaktır.
- Bölgedeki Aletsel Dönem Depremleri ve Tarihsel Dönem Depremleri episentr dağılım haritaları ayrı ayrı hazırlanacaktır.
- Bulduru haritası (araştırma sahasının Türkiye'deki yeri),

- Bölgenin diri fay haritası,
- Bölgenin sismotektonik haritası,
- Aletsel dönem depremleri ve tarihsel dönem depremleri episentr dağılım haritaları,
- Tekerrür aralıklarına göre maksimum yatay yer ivmesi (PGA) grafikleri ve ivme spektrumu (spektral ivme) grafikleri,
- Hesaplamalarda kullanılan bütün deprem kayıtları, kaynak parametreleri (a,b katsayıları grafikleri ve öncü ve artçı ayıklanmış deprem verisi ) ve programın kullandığı giriş ve çıkış verileri.



## **EK-C: KARST HİDROJEOLOJİSİ ÇALIŞMALARI**

**C-1. AMAÇ**

**C-2. KAPSAM**

**C-3. KARST HİDROJEOLOJİSİ RAPOR İÇERİĞİ**

**C-4. KARST HİDROJEOLOJİSİ RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

## **C-1. AMAÇ**

Karst hidrojeolojisi çalışmaları;

- kireçtaşı, mermer, karbonat çimentolu konglomera, jips ve anhidrit gibi kayaçların yer aldığı sahalarda inşası planlanan baraj, gölet vb. su yapılarının rezervuarlarında depolanacak yüzey suyunun karbonatlı ve sülfatlı kayaçlar içindeki erime boşlukları, çatlaklar, kırık hatları gibi karstik oluşumlarla teması sonucunda meydana gelebilecek sızma ve su kaçaklarının yerleri, akım yönleri ve miktarlarını belirlemek ve su kaçaklarının önlenmesi için yapılacak mühendislik çalışmalarını önermek;
- yeraltı kazılarına karstik oluşumlardan intikal edebilecek yeraltısuyunun kökenini, miktarını ve alınacak önlemleri belirlemek amaçlarıyla yapılacaktır.

Bu amaçla etüt aşamasına göre 1/25 000 ölçekli veya daha büyük ölçekli haritalar kullanılmak koşuluyla;

- genel jeoloji ile karstik oluşumların gösterildiği 1/100 000 ölçekli yüzeysel drenaj (yağış) alanı haritası,
- karstik oluşumlar (mağara, düden, dolin vb.) su noktaları (temel araştırma ve su kuyusu, kaynak, akım gözlem istasyonu yerleri vb.), Yeraltısuyu eş su kotu eğrileri, genel ve yapısal jeoloji, meteoroloji istasyonlarının gösterildiği hidrojeoloji haritası hazırlanacaktır.

## **C-2. KAPSAM**

Karst çalışmaları aşağıdaki etütleri kapsayacaktır. Belirtilen etütler özel şartnamelerine uygun olarak yürütülecektir.

### **C-2.1. Karst Hidrojeolojik Etütleri**

Karbonatlı kayaçların yayılımı, hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri, yapısal durumu; karstik oluşum şekilleri (mağara, düden, dolin vb.), birbirleri ile ilişkileri; mevcut kaynakların oluşumu, karstik sistemdeki su tutma öncesi ve sonrası yeraltısuyu durumu, su kaçak zonları vb. özellikler belirlenecektir.

### **C-2.2. Jeofizik Etütler**

Karst sisteminin yeraltı yayılımı, derinliği, kalınlığı ve büyük boyutlu karstik boşluklar belirlenecektir.

### **C-2.3. Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntüleri**

Karstik kayaçların yüzeysel yayılımları, tektonik hatlar ve karstik oluşum şekilleri belirlenecek, çizgisellik analizleri yapılarak haritaya aktarılacaktır.

### **C-2.4. Temel Araştırma Kuyuları**

Karbonatlı kayaçlardaki karstlaşma derinliği, karstik zonların düşey ve yanal dağılımı, yeraltı su durumu ve hidrolojik özellikleri basınçlı su deneyleri yapılarak belirlenecektir.

### **C-2.5. Hidrolojik ve Topoğrafik Çalışmalar**

Karstik sistem üzerinde yer alan akarsu, kaynak gibi yüzey sularında debi ölçümleri, temel araştırma ve su kuyularında yeraltı su seviye ölçümleri yapılacak, su noktaları topoğrafik ölçümlerle jeolojik haritalara işlenecektir.

### **C-2.6. Su Kimyası Çalışmaları, İzleme Deneyi ve İzotop Analizi**

Karstik sistemdeki yağış, yüzey, kaynak ve temel araştırma kuyularından alınan su örneklerinin su kimyası ve izotopik açıdan birbirleriyle olan ilişkileri; izleme (boya) deneyleri ile yeraltı suyunun yönü ve hızı araştırılacaktır.

## **C-3. KARST HİDROJEOLJİSİ RAPOR İÇERİĞİ**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Rapor yazımında EK-E'de belirtilen hususlara uyulacaktır. Alt başlık altında toplanan konular etüt alanında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda formatta belirtilmeyen ek çalışmalar rapora eklenebilecektir

	<b>ÖZ</b>
<b>1</b>	<b>GİRİŞ</b>
	1.1 İncelemenin Amacı
	1.2 İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım
	1.3 Veri Toplama
	1.4 Projenin Özellikleri
<b>2</b>	<b>GENEL JEOLJİ</b>
	2.1 Stratigrafik Jeoloji
	2.2 Yapısal Jeoloji
	2.3 Jeolojik Tarihçe
<b>3</b>	<b>KARST HİDROJEOLJİSİ</b>
	3.1 Karbonatlı Kayaçlar ve Karstik Oluşumlar
	3.2 İklim
	3.3 Su Noktaları
	3.3.1 Akarsular
	3.3.2 Kaynaklar
	3.3.3 Göller ve bataklıklar
	3.3.4 Temel araştırma ve su kuyuları
	3.4 Hidrolojik Korelasyon ve Değerlendirmeler
	3.4.1 Yağış-Yeraltısuyu seviye değişimleri
	3.4.2 Yağış-Kaynak akımları değişimleri
	3.4.3 Kaynak akımların analizi ve değerlendirme
	3.5 Karstik Sistemin Hidrolojik Özellikleri
	3.6 Su Kimyası
	3.7 Yeraltısuyu İzleme Deneyleri
	3.8 İzotop Analizleri
<b>4</b>	<b>KARSTİK SİSTEMDE YERALTISUYU DOLAŞIMI</b>
	4.1 Doğal Koşullardaki Dolaşım
	4.2 Su Tutma Sonrası Dolaşım ve Olası Kaçaklar
<b>5</b>	<b>KARSTİK SİSTEMİN KİRLENMESİ</b>
<b>6.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER</b>
<b>7.</b>	<b>YARARLANILAN KAYNAKLAR</b>
	<b>EKLER</b>

## **C-4. KARST HİDROJEOLJİSİ RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR**

### **ÖZ**

Raporun amacı, kapsamı ve elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, okuyucuya raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayınlandığında bir anlam taşıyacak, bir sayfayı geçmeyecektir.

### **1. GİRİŞ**

#### **1.1. İncelemenin Amacı**

#### **1.2. İnceleme Alanının Yeri ve Ulaşım**

#### **1.3. Veri Toplama**

#### **1.4. Projenin Özellikleri**

### **2. GENEL JEOLJİ**

#### **2.1. Stratigrafik Jeoloji**

#### **2.2. Yapısal Jeoloji**

#### **2.3. Jeolojik Tarihçe**

### **3. KARST HİDROJEOLJİSİ**

#### **3.1. Karbonatlı Kayaçlar ve Karstik Oluşumlar**

Araştırma sahasındaki karstik özellikli karbonatlı kayaçlar haritalanacak; fay, kırık hattı, erime boşluğu, kıvrım, bindirme ve karstik oluşumlar (mağara, düden, dolin, obruk ve çöküntü sahaları vb.) simgelerine uygun şekilde haritalara işaretlenecek, ayrıntılı bilgi verilip ilişkileri değerlendirilecektir. Erişilemeyen arazi kısımlarına ait bilgiler uydu görüntüsü ve hava fotoğraflarından yararlanılarak elde edilecektir.

Uygulama aşamasında yapılan karst araştırmalarında kazıda ortaya çıkan karstik oluşumlar jeolojik-jeoteknik haritalara işlenerek ilişkileri araştırılacaktır.

### **3.2. İklim**

Araştırma sahasındaki meteoroloji istasyonları ve kotları belirlenerek haritalara işaretlenecek, bu istasyonlara ait aylık ve yıllık yağış analizleri yapılacak, değişimler grafiklerle gösterilecek ve ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafikleri çizilerek yağış rejimleri belirlenecektir. Çizilen grafikler ve tablolar rapora eklenecektir.

### **3.3. Su Noktaları**

#### **3.3.1. Akarsular**

- Karstik kayalardan geçen akarsular hakkında ayrıntılı bilgi verilecek, drenaj alanı, ortalama akımları, yüzeysel akış katsayıları belirlenecek ve ortalama akımları ( $m^3/s$ ) ile drenaj alanları ( $km^2$ ) haritaya yazılacaktır.

- Akarsularda debi ölçüm yerlerinin kotları alınarak haritalara işaretlenecek, karstik oluşumlara akarsuyun girdiği çıktığı lokasyonlarda akım ölçümleri (özellikle kurak mevsimde) alınacak, bunlara ait akım değişim ve fark grafikleri çizilerek değerlendirilecektir. Ayrıca baz akım analizleri yapılarak karstik sistemin akarsuyla hidrolojik ilişkisi araştırılacak ve aydınlatılacaktır.

#### **3.3.2. Kaynaklar**

- Proje yapı yerleri ve güzergahları ile maksimum su kotu altında kalan tüm karstik boşalım noktaları tespit edilecek, kotları alınarak simgelerine uygun olarak haritaya işaretlenecektir.

- Kaynakların oluşumları kesit ve şekillerle gösterilerek gerekli bilgiler verilecektir.

- Yeterli debi ölçümü mevcut değilse, kaynaklarda aylık veya projenin amacına uygun olarak daha sık süreli debi ölçümleri yapılacaktır. Debi ölçümleri için savak veya uygun aletler kullanılacaktır.

- Debi ölçümleri düşey eksen log, yatay eksen zaman (aritmetik) olarak grafiklendirilecek, tablolar halinde verilecek ve baz akım analizleri yapılarak karstik sistemin boşalım katsayısı ( $\alpha$ ) ortalama olarak hesaplanacak ve karstlaşma hakkında ayrıntılı bilgi verilecektir. Elde edilen değerler tablo ve grafikler halinde rapora eklenecektir.

### **3.3.3. Göller ve bataklıklar**

- Karstik sahalarda yer alan doğal ve baraj, gölet gibi yapay göller ile bataklık alanlar haritada gösterilecek, raporda büyüklükleri, kotları, oluşumları, varsa beslenme ve boşalmaları hakkında bilanço ve bilgi verilecektir.

### **3.3.4. Temel araştırma ve su kuyuları**

- Temel araştırma kuyuları kotlarına göre haritaya işaretlenecek, bunlara ait bilgi tablo halinde rapora eklenecektir.

- Geniş çaplı veya elle açılmış karakteristik su kuyuları kotlarına göre haritaya işaretlenecek ve bu bilgiler raporda tablo halinde verilerek karst sistemiyle ilişkileri anlatılacaktır.

## **3.4. Hidrolojik Korelasyon ve Değerlendirmeler**

### **3.4.1. Yağış-Yeraltısuyu seviye değişimleri**

- Drenaj (yağış) alanında yer alan meteoroloji istasyonlarına ait aylık yağış değişimleri ile temel araştırma kuyularındaki yeraltısuyu seviyelerinin aylık değerleri grafiksel olarak çizilerek ilişkileri araştırılacaktır. Grafikler rapora eklenecek, yağış ve kuyulardaki su seviyeleri tablo halinde verilecektir.

- En yüksek (Nisan ve Mayıs) ile en düşük (Ekim veya Kasım) aylara ait Yeraltısuyu eş basınç eğrileri çizilerek akım yönleri belirlenecektir. Yeraltısuyu eş basınç eğrileri nihai karst hidrojeolojisi haritasına çizilecek ya da daha büyük ölçekli bir haritada gösterilecektir.

- Yağış-Yeraltısuyu seviye değişimlerine ve yeraltısuyu eş basınç eğrilerine ait değerlendirme ve yorumlar raporda açıklanacaktır.

### **3.4.2. Yağış-Kaynak akımları değişimleri**

- Aylık yağış ile karstik sistemden boşalan kaynakların aylık debi ölçümleri tablo ve grafik halinde verilecek, bunlara ait değişimler ve ilişkileri araştırılacak, korelasyonlar yapılarak, yağışların etkisinin mertebesi belirlenecektir.

- Kaynaklara ait akım ölçümleri analiz edilerek yıllık baz akım miktarları tahmin edilecek ve karst sistemi hakkında yorumlar yapılacaktır.

- Kaynak akım değişimleri ile akarsudaki veya akarsulardaki debi değişimleri müştereken incelenecek, korelasyonlar yapılacak ve hidrolojik ilişkileri araştırılacaktır.

- Yukarıda bahsedilen çalışmalar ve değerlendirmeler mevcut karst sisteminin doğal şartlardaki hidrolojik durumunu (davranışını) belirleyecektir. Buradan gidilerek rezervuar koşullarında veya yer altı kazılarında karstik sistemin hidrolojik davranışı açıklanacaktır.

### **3.4.3. Kaynak akımların analizi ve değerlendirmeler**

- Kaynak akımlarına ait debi ölçümleri yarı logaritmik kağıda noktalanacak ve yıllara ait baz akım analizi yapılarak karstik sistemin boşalım katsayıları ( $\alpha$ ) hesaplanacaktır.

- Baz akım analizlerinden yararlanılarak kaynakların yıllık beslenimleri, kuyulardaki su kotları ve akarsulardaki debi değişimleri ile ilişkileri; karst sisteminin büyüklüğü, hidrolojik davranışı hakkında değerlendirmeler ve yorumlar yapılacaktır.

### **3.5. Karstik Sistemin Hidrolojik Özellikleri**

- Araştırma amaçlı su sondaj kuyularında pompa tecrübeleri yapılarak karstik sistemin iletkenlik (T, Transmissibilite) ve depolama (S) katsayıları hesaplanacak ve değerlendirmeler rapor ekinde grafik halinde verilecektir. Karstik sisteme ilişkin yorumlar yapılacaktır.

- Temel araştırma kuyularında basınçlı su deneyleri yapılarak sistemin geçirimsizlik katsayısı (Lugeon) hesaplanacak; karbonatlı kayaçların yanal ve düşey karstlaşma özelliği araştırılacak ve değerlendirmeler yapılacaktır.

- Kaynak akımlarından elde edilen hidrolojik özellikler kuyulardan elde edilenlerle korele edilerek karstik sistemin doğal koşullardaki hidrolojik davranışları ortaya çıkarılacak ve sistemin karstlaşma özelliği ile yapısı hakkında detaylı bilgiler verilecektir.

### **3.6. Su Kimyası**

- Akarsu, temel araştırma ve su kuyuları, kaynaklar gibi bütün su noktalarında yağışlı (Nisan ve Mayıs ayları) ve kurak (Ekim ve Kasım ayları) mevsimlerde olmak üzere senede iki defa su örnekleri alınıp kimyasal analizler yapılacaktır. Bu analizlerde suların anyon, katyon, EC (elektriki iletkenlik), sertlik vb. değerleri tespit edilecek, bunlar tablolar halinde rapora eklenecektir.

- Kimyasal analiz sonuçları karşılaştırılarak, diyagramlar çizilecek ve suların ilişkileri araştırılarak karst sistemindeki Yeraltısuyu akımı ile beslenme-boşalım hakkında değerlendirmeler yapılacaktır.



### **3.7. Yeraltısuyu İzleme Deneyleri**

Karstik sistemdeki yeraltısuyu akımının yönünü, hızını araştırmak amacıyla uygun lokasyonlardaki su noktalarından (temel araştırma ve su kuyusu, düden, boşluk vb.) uygun izleyiciler (Rhodamine veya Fluorescein gibi flourosans özellikte boyalar) verilerek daha düşük kotlardaki kaynak gibi boşalım noktalarından veya temel araştırma ve su kuyularından su örnekleri alınacak, uygun cihazlarda (Fluorometre vb.) incelenerek analizleri yapıp sonuçlar değerlendirilecektir.

- İzleme deneyinden önce tüm su noktalarından örnekler alınarak kimyasal ve gerekirse izotop analizleri yapılacak, örnek alınacak, bütün su noktalarının kotları ile izleyici verilen kuyuların gözlem yapılacak su noktalarına uzaklıkları belirlenecektir.

- Deney sahası ayrı bir haritada gösterilecek, deneylere ait bilgiler tablolar halinde verilecek, değerlendirmeler ve deney sonuçları yorumlanacaktır. Yeraltısuyu hızı, haritadaki ölçülen uzaklıklardan yararlanılarak hesaplanacaktır. Deney sonuçları rapor halinde sunulacaktır.

### **3.8. İzotop Analizleri**

Su noktalarından ve yağış istasyonlarından alınan su örneklerinin izotop analizleri yapılarak, karstik sistemdeki yeraltısuyu dolaşımının boşalım noktaları ile ilişkileri aydınlatılacaktır. Elde edilen değerler tablo, diyagram ve grafik şeklinde rapora eklenecektir.

## **4. KARSTİK SİSTEMDE YERALTISUYU DOLAŞIMI**

### **4.1. Doğal Koşullardaki Dolaşım**

Baraj, gölet veya regülatör yapılmadan veya yeraltı yapısı kazıları yapılmadan önceki doğal koşullardaki yeraltısuyu dolaşımı belirlenecek ve karst sistemindeki boşalım noktalarının beslenme sahaları, birbiriyle ilişkileri kesitlerle, grafiklerle gösterilerek anlatılacaktır. Kaynak boşalımlarının veya karstik yeraltısuyunun bilançosu hazırlanacaktır. Kaynakların araştırma sahasındaki düden, mağara (yeraltı gölleri) gibi karstik oluşumlarla ilişkileri anlatılacaktır.

## **4.2. Su Tutma Sonrası Dolaşım ve Olası Kaçaklar**

- Yukarıda açıklanan araştırma çalışmalarına ait değerlendirmelerden yararlanılarak; yapımı planlanan baraj, gölet vb. yapıların rezervuar alanında yer alan karstik formasyonlardan kaçabilecek yüzey suyunun yönü ve miktarı hakkında bilgi verilecek ve ayrıca alınacak mühendislik önlemleri belirtilecektir.

- Rezervuarda memba-mansap yönünde oluşabilecek su kaçakları hakkında bilgi verilecek ve önlenmesi için yapılacak çalışmalar belirtilecektir. Enjeksiyon perdesi önerilirse, perdenin derinliği karstlaşma taban kotu belirtilerek boyutlandırılacaktır.

- Karst araştırmaları; su tutma işleminden sonra ortaya çıkan su kaçaklarının incelenmesi amacıyla yapılıyorsa su kaçak zonları belirtilecektir.

- Karstik sahalarda yar altı kazısına gelebilecek Yeraltısuyu veya buna benzer bir projeyle ilgili araştırma yapılıyorsa; intikal edebilecek Yeraltısuyunun nerede ve ne miktarda olacağı açıklanacaktır.

## **5. KARSTİK SİSTEMİN KİRLENMESİ**

Karbonatlı kayalar; kırıklı, çatlaklı ve erime boşluklu olduğundan yüzey suyunun bu formasyonlara ulaşması çok kolaydır. Özellikle kimyasal olarak kirli atık sularının depolanacağı rezervuarlarda veya atık su tünellerinde sızma zonlarının araştırılması ve kirli suların zarar verebileceği su noktaları (kaynak, içme kullanma suyu kuyuları, akarsu vb.) belirlenerek alınması gerekli önlemler belirtilecektir.

## **6. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Yapılan çalışmalar ve araştırmaların sonuçları açıklanacak ve araştırmanın amacına uygun olarak alınması gereken önlemler veya yapılacak mühendislik çalışmaları önerilecektir.

## **7. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

Kullanılan formüllerin, bağıntıların, kitap ve raporların yazarı, alındığı yer, kime ait olduğu ve yılı vb. gibi bilgiler yazılacaktır.

## **EKLER**

### **A. Harita ve Kesitler**

- Bulduru haritası (Araştırma sahasının Türkiye'deki yeri)
- Genel jeoloji haritası (1/25 000)
- Karst hidrojeolojisi haritası (Ölçek 1/25 000 veya 1/100000)
- Jeolojik kesit ve korelasyonlar
- Özel haritalar (Hava fotoğrafları/Uydu görüntüleri-çizgisellik haritası, izleme deneyi, izotop hidrolojisi vb. bilgileri gösteren)

### **B. Tablolar**

- İklimle ilgili tablolar
- Akarsulardaki akım ölçümleri tablosu
- Kaynaklara ait debi ölçümleri tablosu
- Temel araştırma ve su kuyularına ait bilgiler
- Jeolojik formasyonların ve karstik oluşumların hidrolojik özellikleri
- Su kimyası analiz sonuçları
- İzotop analizleri sonuçları
- Gerekli bazı özel tablolar (Pompa deneyleri veya temel araştırma kuyularındaki su deneyleri vb.)

### **C. Şekil ve Grafikler**

- Ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma ve yağışın dağılışı
- Aylık yağış-Yeraltısuyu seviye değişimleri
- Aylık yağış-kaynak akımları değişimleri ve baz akımları
- Kaynak akımları analizi (Baz akım) ve değerlendirmeleri
- Pompalama deneyleri ve su deneyleri değerlendirme grafikleri
- Kaynakların oluşumunu ve mağara, düden gibi karstik oluşumları gösteren şekiller ve özel grafikler

#### **D. Diyagramlar**

- Su kimyası Wilcox diyagramı
- ABD tuzluluk diyagramı
- Su örneklerinin kimyasal karşılaştırılması (Schoeller Diyagramı)
- İzotop analizi diyagramları
- Gerekli görülen özel diyagramlar

**EK-D: 4628 SAYILI KANUN VE YÖNETMELİK KAPSAMINDA HAZIRLANAN  
HES PROJELERİ İNCELEME KURALLARI**

1. Tesis yerleri ve çevresinin 1/25 000 ölçekli genel jeoloji haritası yapılacaktır.
2. Baraj, regülatör, yükleme havuzu, cebri boru güzergahı ve santral yerlerinin 1/1 000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası yapılacak ve jeolojik kesitleri çıkarılacaktır.
3. Tünel ve iletim kanalı güzergahlarının 1/5 000 ölçekli mühendislik jeolojisi haritası yapılacak ve jeolojik kesitleri çıkarılacaktır. Tünel, iletim kanalı, cebri boru güzergahlarında, yüzey jeolojisi verilerine göre kayanın ayrışma zonu, yamaç molozu, teras, bitkisel toprak ve alüvyon kalınlığı tahmini olarak belirtilecektir.
- 4.a) Baraj, gölet ve regülatör yeri gibi depolama yerlerinde alüvyonun kalınlığını, zeminin geçirimsizliğini ve taşıma gücünü araştırmak amacıyla her iki sahilde ve talvegde en az birer adet olmak üzere toplam, en az 3 adet karotlu temel sondaj kuyusu önerilecek, yerleri, harita ve kesit üzerinde gösterilecektir.
- b) Santral ve yükleme havuzu yerinde temelin yapı yüklerini taşımaya uygun olup olmadığını araştırmak amacıyla gerekli sayıda temel sondaj kuyusu önerilecek, kuyu yerleri, harita ve kesit üzerinde gösterilecektir.
- c) Tünel güzergahlarında, tünelin geçeceği birimlerin jeoteknik özelliklerini araştırmak amacıyla en az 3 adet temel sondaj kuyusu önerilecek, kuyu yerleri, harita ve kesit üzerinde gösterilecektir.
5. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Deprem Bölgeleri Haritası (1996)' nda, projenin yeri gösterilecek ve sismotektonik haritası hazırlanacaktır.
6. Kullanılacak her türlü doğal yapı malzemesinin cins, miktar, kalite kontrol deney sonuçları ile malzeme sahalarının yapı yerine olan taşıma mesafeleri, yol şartları ve lokasyonları rapor içeriğinde belirtilecek ayrıca bu bilgileri kapsayan pafta düzenlemesi yapılarak rapor ekine konulacaktır.
7. Yukarıda yapılması istenilen çalışmalar tamamlandıktan sonra jeolojik rapor yazılacak, hazırlanan harita ve kesitler varsa sondaj logları rapor ekine konacaktır. Yapı yerlerinde

karşılaşılabilecek sorunlar ve çözüm önerileri jeolojik raporun sonuçlar ve öneriler bölümünde belirtilecektir.

8. Yukarıda verilen maddeler fizibilite aşması raporu için geçerli olup, planlama, kesin proje, uygulama aşaması ve uygulama sonu raporları için şartnamede belirtilen kurallar geçerli olacaktır. Kesin proje aşamasında, sismik tehlike analizleri yapılacaktır.

9. Jeoloji harita ve kesitlerini gösterir paftalar ile malzeme paftaları jeoloji mühendisleri tarafından hazırlanacak ve paftalarda hazırlayan jeoloji mühendisinin adı soyadı, oda sicil numarası ve imzası bulunacaktır.

## **EK-E: RAPOR YAZIM KURALLARI**

- Büro alışmaları, arazi gözlemleri, arazi ve laboratuvarında yapılan tüm deney sonuçları ve yapılan değerlendirmeler esas alınarak rapor hazırlanacaktır.

- Raporunda açık bir anlatım izlenecektir. Kısa ve öz cümleler kullanılacak, anlatım üçüncü kişi ağzından yapılacaktır. Arı bir dille yazım için çaba gösterilecek ve Türkçe karşılıkları bulunan yabancı sözcük ve terimler kullanılmayacaktır. Raporun tümünde özlük, tutarlılık, kısalık ve açıklık değişmez kural olacaktır.

- Rapor içerikleri, şartnamede verilen başlıklar altında toplanacaktır. Alt başlık altında toplanan konular inceleme alanında varsa rapora yazılacak, olmayanlar yazılmayacaktır. Gerekli görülmesi durumunda içerikte belirtilmeyen ek çalışmalar rapora eklenebilecektir. Rapor ana başlıklarının (1. derece başlıklar) her biri yeni sayfadan başlayacaktır.

- Raporlar, A4 sayfa boyutunda, “**Times New Roman**” yazı tipinde, “**12 punto**” boyutunda, “**1,5**” satır aralığı kullanılarak ve kenarlardan 2,5 cm boşluk bırakılarak yazılacaktır. Paragraflar arasında bir boşluk bırakılacak ve paragraflar yazı alanının 1,25 cm içerisinden başlayacaktır.

- Birinci derece başlıkların tamamı büyük, ikinci derece başlıklarda tüm kelimelerin ilk harfleri büyük, üçüncü derece ve diğer alt başlıkların ise sadece ilk kelimenin ilk harfi büyük yazılacaktır. Bütün başlıklar koyu (bold) olacaktır.

- Birinci derece başlıklar paragraf başından, ikinci derece ve diğer alt başlıklar ise bir tab (1.25 cm) içeriden başlayacaktır.

- Birinci ve ikinci derece başlıklardan sonra bir boşluk bırakılarak yazım bölümüne geçilecek, diğer alt başlıklarda boşluk bırakılmayacaktır.

- Raporunda kullanılan tüm şekil, tablo veya fotoğraf, buldukları bölüm içinde bağımsız olarak numaralandırılacaktır (Birinci bölüm için Şekil 1.1, Tablo 1.1 gibi). Bunlara ait ayrı ayrı dizinler oluşturularak “**İçindekiler**” bölümünden sonra listeler halinde verilecektir.

- Şekil ve fotoğraf açıklama yazıları altta, tablo açıklama yazıları ise tablonun üstünde yer alacaktır.

- Kısaltmalar, ilgili meslek gruplarınca anlaşılabilmesi ve kurallarına uyulmak koşuluyla kullanılabilir. Kısaltma ilk geçtiği yerde ayıraç içinde sadece bir kez açıklanacak, tüm kısaltmalar raporun baş tarafında "Kısaltmalar" başlığı altında alfabetik sırayla sunulacaktır.

- Alıntı; yazarı biliniyorsa "Bilecik kireçtaşı dört üyeye ayrılmıştır (Altınlı, 1965)." veya "Altınlı (1965), Bilecik kireçtaşını dört üyeye ayırmıştır.", yazarı bilinmiyorsa "Altınkaya bent yerindeki filiş, Altınkaya projesi yapılabirlik raporunda (DSİ, 1975) üç üyeye ayrılarak incelenmiştir." şeklinde; yazılı ise "K. Erguvanlı, 1972, yazılı görüşme"; sözlü görüşme, metin içinde "...Aklan (1975)" şeklinde yazılacak ve KAYNAKLAR bölümünde ise, "Aklan, T, 1975. Sözlü görüşme" şeklinde olacaktır.

- Raporda geçecek tüm stratigrafi adlama ve sınıflamaları, Türkiye Stratigrafi Komitesi tarafından hazırlanan ve en son yayınlanmış stratigrafi sınıflama ve adlama kurallarına uygun olacak veya yalnız kayaç adı kullanılacaktır. Örneğin; Keban formasyonu, Midyat kireçtaşı veya olivinli bazalt, karbonatlı şeyl gibi.

- Raporda kullanılan her türlü alıntı, formül, bağıntı, standart, abak, belge ve bilgisayar programlarının kaynağı belirtilecek, ayrıca kaynaklar bölümünde liste halinde sunulacaktır. Bu bölüm yazarların soyadının alfabetik sıralamasına göre düzenlenecek ve kaynağın belirtilmesinde yazarın adı, yayın yılı, yazının adı, yayının adı, cilt ve sayı numarası, sayfa numarası sırası izlenecektir.

Örnek :

YÖRDEM, C., 1995. Gönençay Projesi Gönençay Barajı Mühendislik Jeolojisi Planlama Raporu, DSİ, Adana.

DEERE, D.U ve MULLER. R.P., 1966. Engineering Clasification and Index Properties for Intact Rock, New Mexico Tech. Report AFWL-TR-65-116.

- En büyük pafta boyutu dış çizgiler arası 84 x 60 cm, orta pafta boyutu 42 x 30 cm, küçük pafta boyutu ise 30 x 21 cm olacaktır. Paftaların hazırlanmasında bu standartlara uyulmasına



özen gösterilecektir. Zorunluluğu itibari ile bu ölçülerin dışına çıkılması gerektiğinde ise en/boy oranı 2/3 olarak seçilecektir.

- Tüm harita ve paftaların küçültülmesi ve büyütülmesinde karşılaşılabilecek sorunları en aza indirmek amacıyla çizgisel yatay ve düşey ölçek konulacaktır.

- Jeolojik harita ve kesitlerin, bulduru haritasının tamamı renkli olacaktır. Harita veya kesitler üzerinde bulunan bütün renk ve simgelerin anlamları aynı pafta üzerinde açıklanacaktır. Harita ve kesitlerde kullanılacak renklendirmelerde MTA tarafından kullanılan jeolojik harita standartlarına uyulacaktır.

- Harita ve kesitlerde yön gösterme rapor dilindeki eş kelimelerin baş harfleri (örnek. Rapor dili Türkçe ise K: Kuzey, İngilizce ise N: North) olarak belirtilecektir.

- Önceki ve yeni çalışmalarda açılan tüm temel sondaj kuyusu, araştırma galerisi/şaftı/yarması/çukuru harita ve kesitlerde gösterilecektir.

- Rapor kapak ve paftalarında işveren, yüklenici ve taşeron firma isim ve logoları ile raporu hazırlayan jeoloji mühendisinin adı, soyadı, oda sicil no ve imzası bulunacaktır.

- Rapora ek olarak konulacak haritalar, kesit ve paftalar bilgisayar ortamında Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) tabanlı olarak hazırlanarak CD ortamında verilecektir.

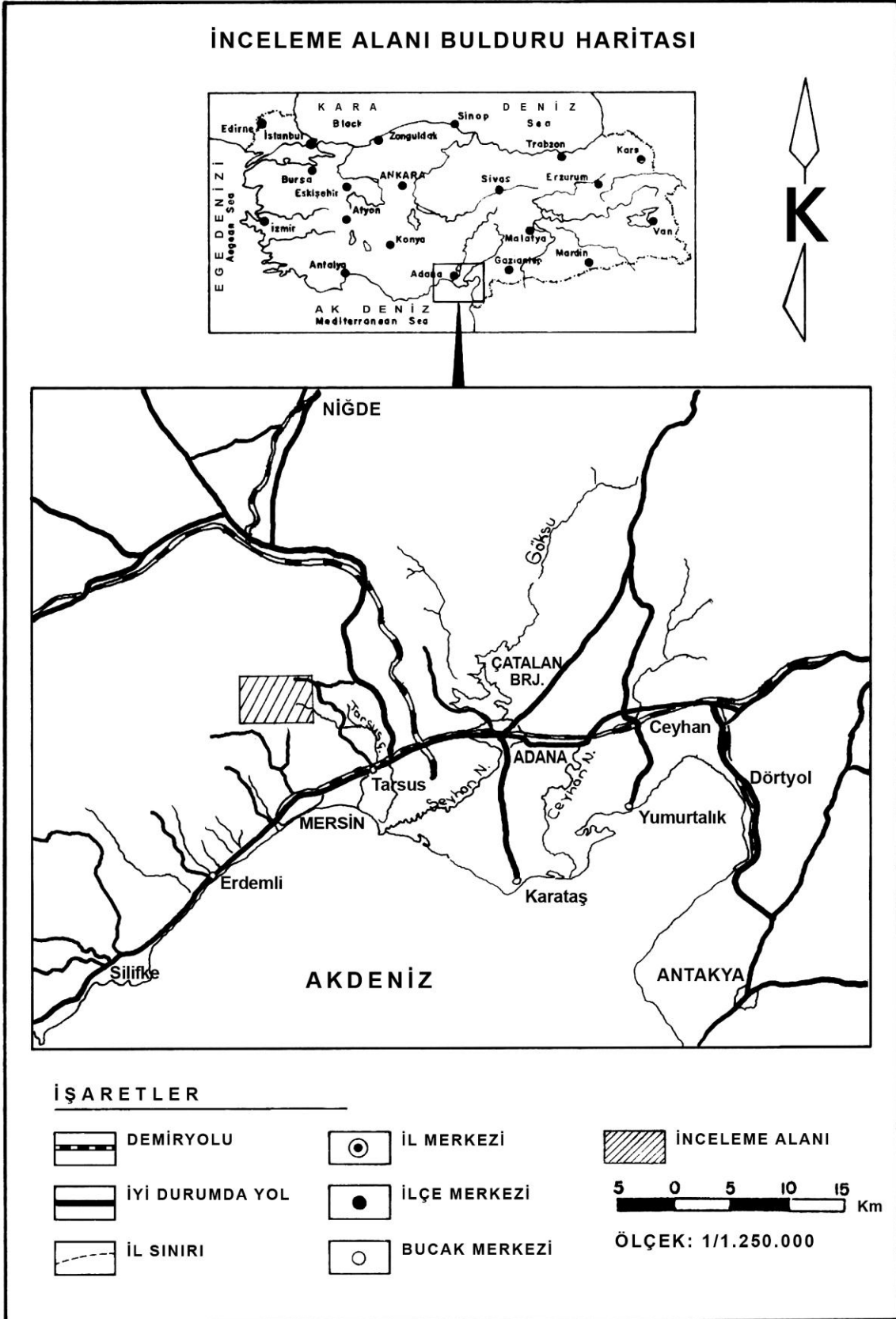
- Planlama ve kesin proje aşamaları jeoteknik raporlarına konulması gereken jeoloji harita ve kesitleri aşağıda verilmiştir.

- J-1 İnceleme alanı bulduru haritası
- J-2 Çevre jeolojisi harita ve kesitleri
- J-3 Bölgesel yapısal depremsellik haritası
- J-4 Yapı yeri jeoloji haritası
- J-5 Yapı yeri jeoloji kesitleri (düşey ve yatay kesitler, blok diyagram vb.)
- J-6 Göl alanı jeoloji harita ve kesitleri
- J-7 Diğer yapı yerlerinin jeoloji haritaları
- J-8 Diğer yapı yerlerinin jeoloji kesitleri

- J-9 Yapı yerleri sondaj, geçirimsizlik, standart penetrasyon testi (SPT), presiyometre vb. çalışmaları içeren paftalar
- J-10 Bent yeri jeoloji, yeraltısuyu seviyesi, kazı ve enjeksiyon sınırlarını gösteren kesitler
- J-11 Tünel ve araştırma galerilerine ait jeoloji açınım haritaları
- DYM-1 Doğal yapı malzeme alanları bulduru haritası

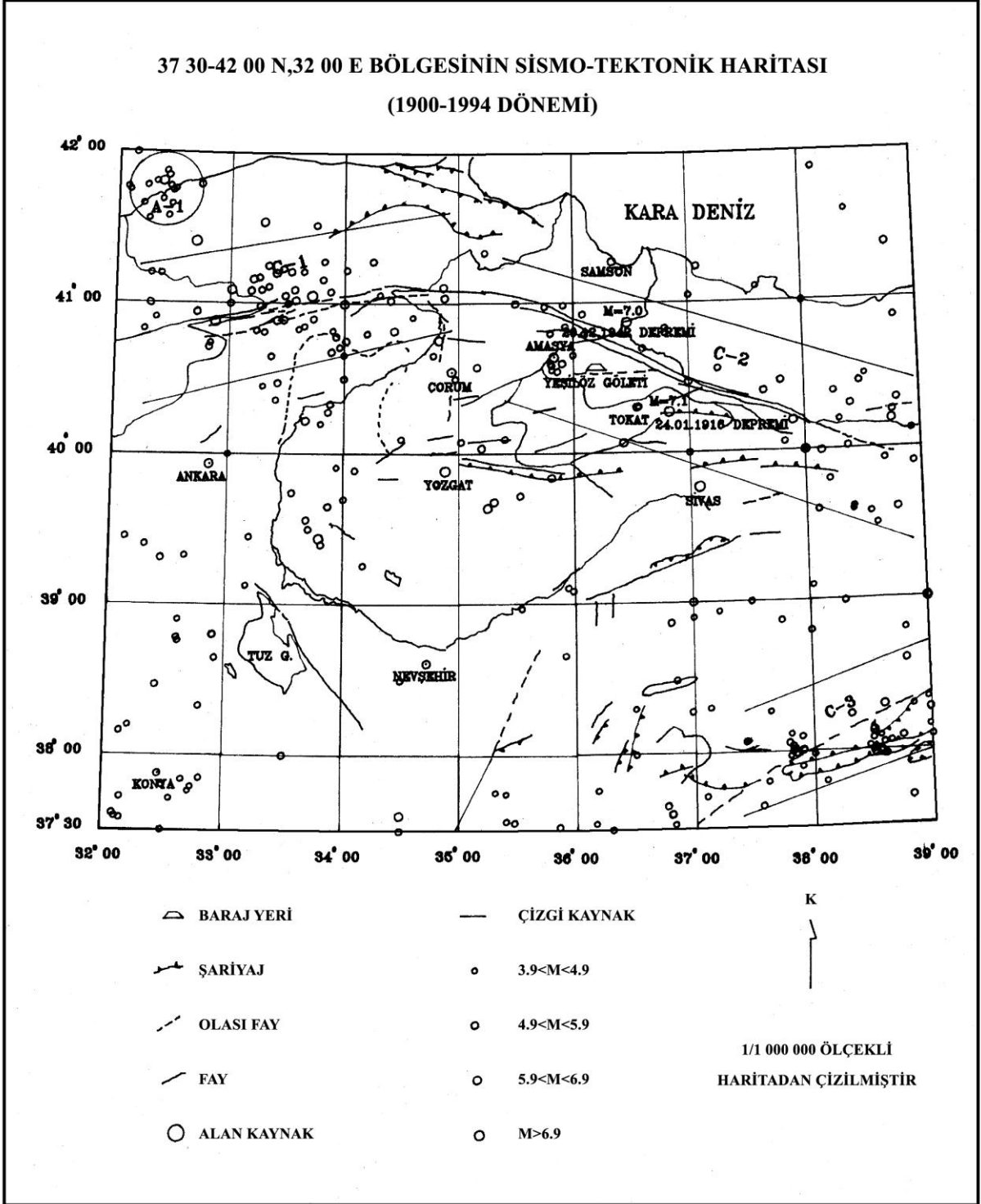
## EK-F: GENEL SİMGE VE AÇIKLAMALAR

### İNCELEME ALANI BULDURU HARİTASI


















## BÖLGESEL SİSMOTEKNİK HARİTA

37 30-42 00 N,32 00 E BÖLGESİNİN SİSMO-TEKTONİK HARİTASI  
(1900-1994 DÖNEMİ)


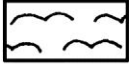

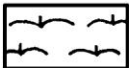
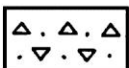

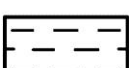
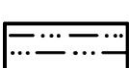
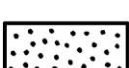
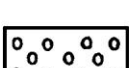
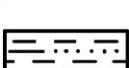

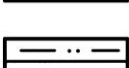
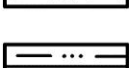
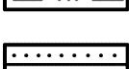
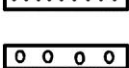



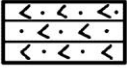
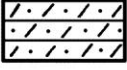
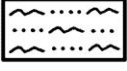
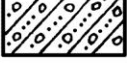






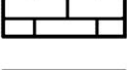
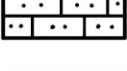

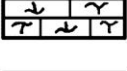
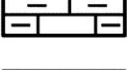
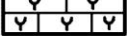
## GENEL SİMGELER

	Devlet sınırı
	İl merkezi
	İlçe merkezi
	Bucak merkezi
	Köy
	Karayolu
	Toprak yol
	Demiryolu
	Köprü
	Topoğrafya eğrileri
	Nirengi noktası
	Su kuyusu
	Artezyen kuyusu
	İşleyen maden
	İşlemeyen maden

## LİTOLOJİK SİMGELER(KAYAÇLARIN SİMGESİ, ADI VE BOYAMA RENKLERİ)

### ÇÖKEL KAYAÇLAR

	<b>bt</b>	Bitkisel toprak	Renksiz
	<b>al</b>	Alüvyon	Renksiz
	<b>eal</b>	Eski alüvyon	Renksiz
	<b>tr</b>	Taraça	Sarı
	<b>ym</b>	Yamaç molozu	Açık kahverengi
	<b>brk</b>	Birikinti konisi	Açık kahverengi
	<b>kl</b>	Kil	Açık gri
	<b>s</b>	Silt	Gri
	<b>k</b>	Kum	Sarı
	<b>ç</b>	Çakıl	Koyu sarı
	<b>kit</b>	Kiltası	Koyu gri
	<b>şy</b>	Şeyl	Koyu gri
	<b>st</b>	Siltaşı	Turuncu
	<b>çmt</b>	Çamurtaşı	Turuncu
	<b>kt</b>	Kumtaşı	Turuncu
	<b>çt</b>	Çakıltaşı (Konglomera)	Koyu turuncu

	<b>brş</b>	Breş	Koyu turuncu
	<b>ark</b>	Arkoz	Açık kahve
	<b>grv</b>	Grovak	Kahve
	<b>kvt</b>	Kuvarsit	Açık kahve
	<b>mls</b>	Molas (Eğimli)	Koyu kahve
	<b>flş</b>	Filiş (Eğimli)	Yeşil
	<b>flş</b>	Filiş (Kıvrımlı)	Yeşil
	<b>mrn</b>	Marn	Koyu gri
	<b>kmrn</b>	Kumlu marn	Koyu gri
	<b>klmr</b>	Killi marn	Koyu gri
	<b>dol</b>	Dolomit	Gri-mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı	Mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Kumlu)	Mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Breşimsi)	Mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Tebeşirli)	Mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Sileksli)	Mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Resifal)	Mavi

	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Şeyl aratabakalı)	Mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Marnlı)	Mavi
	<b>tbş</b>	Tebeşir	Açık mavi
	<b>kçtf</b>	Kireçtaşı tüfü	Mavi
	<b>trv</b>	Traverten	Açık mavi
	<b>klç</b>	Kaliçi	Açık mavi
	<b>kçt</b>	Dolomit kireçtaşı veya kireçli dolomit	Koyu mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Rekristalize)	Koyu mavi
	<b>kçt</b>	Kireçtaşı (Şistli)	Koyu mavi
	<b>jps, anh</b>	Jips, Anhidrit	Açık gri
	<b>arg</b>	Aragonit	Açık gri
	<b>trb</b>	Turba	Siyah
	<b>kmr</b>	Kömür	Siyah
	<b>slk</b>	Sileks (Çört)	Gri
	<b>dýt</b>	Diyatomit	Açık pembe
	<b>rdy</b>	Radyolarit	Açık pembe


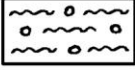
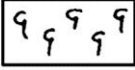
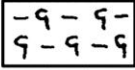
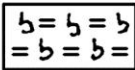


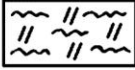
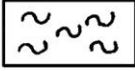
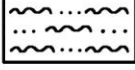
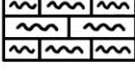
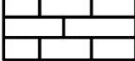


## MAĞMATİK KAYAÇLAR

		Bazik derinlik kayacı (Ayrılmamış)	Mor
	<b>grn</b>	Granit	Kırmızı
	<b>grdy mn kvmn</b>	Granodiyorit Monzolit Kuvars monzolit	Açık kırmızı
	<b>syn</b>	Siyenit	Açık kırmızı
	<b>dyr kvdy</b>	Diyorit Kuvars diyorit	Açık kırmızı
	<b>grb</b>	Gabro	Yeşil
	<b>nrt</b>	Norit	Koyu yeşil
	<b>prd prk hrn</b>	Periyodit Piroksenit Hornblendit	Koyu yeşil
	<b>of</b>	Ofiyolit	Nefti
	<b>S</b>	Yeşiltaş (Serpantin)	Koyu nefti
	<b>gpr</b>	Granit, porfir (Pegmatit, Aplit)	Kırmızı
	<b>spr</b>	Siyenit porfir	Kırmızı
	<b>kvdy dpr</b>	Kuvars diyorit porfir Diyorit porfir (Aplit, Lamprofir)	Kırmızı
	<b>mnpr gbpr</b>	Monzonit porfir Gabro porfir	Kırmızı
	<b>dyb</b>	Diyabaz	Nefti
	<b>lp</b>	Liparit (Riyolit)	Açık mor

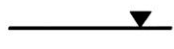
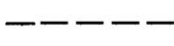
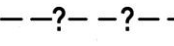

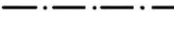

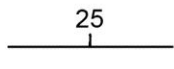
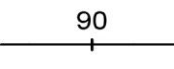

	trk	Trakit	Açık mor
	fl	Fonolit	Açık mor
	dst rydst	Dasit Riyodasit	Mor
	adz	Andezit	Mor
	tadz lt	Trakiandezit Latit	Mor
	bz	Bazalt	Koyu mor
	spl	Spilit	Koyu mor
		Volkan camı (Opsidyen, Pekstayn, Vitrofir)	Mor
		Sünger taşı (Pumis)	Mor
		Volkan curufu	Mor
	prkl	Piroklastik kayalar (Ayrılmamış)	Mor
	agl	Aglomera	Açık pembe
	vbş	Volkanik breş	Koyu pembe
	tbş	Tüf breşi	Pembe
	ltf	Lapilli tüf	Pembe
	tf	Tüf	Pembe
	ctf	Tüfit	Açık pembe
		Volkan külü	Pembe

## METAMORFİK KAYAÇLAR

	<b>gny</b>	Gnays	Açık kahve
	<b>ggny</b>	Gözlü gnays	Açık kahve
	<b>mşst</b>	Mikaşist (Biotit, Muskovit, Serisit)	Kahve
	<b>kşst</b>	Klorit şist (Yeşil şist)	Kahve
	<b>tşst</b>	Talk şist	Kahve
	<b>kyr</b>	Kayrak	Koyu kahve
	<b>klşst</b>	Killi şist (Fillit)	Koyu kahve
	<b>aşst</b>	Amfibollu şistler (Aktinotlu, Hornblendli, Gloukofanlı şistler, Amfibolit, Hornblendit)	Koyu kahve
	<b>pşst</b>	Piroksenli şistler (Serpantin, Eklojit)	Koyu nefiti
	<b>kvt</b>	Kuvarsit	Açık kahve
	<b>kşst</b>	Kalk şist	Lacivert
	<b>mr</b>	Mermer	Lacivert











## YAPISAL SİMGELER

### DOKANAKLAR

	Dokanak (Üçgen, dokanağın en iyi izlendiği yer)
	Yeri yaklaşık dokanak (Varlığı kesin, yeri yaklaşık)
	Varlığı yoruma dayanan dokanak (Varlığı şüpheli, tümüyle yoruma dayanır)
	Geçişli dokanak
	Hava fotoğraflarından çizilmiş dokanak
	Olistolit sınırı
	Eğim gösterir dokanak (Eğim çizgisi 2 mm)
	Düşey dokanak (Eğim çizgisi 2 mm)
	Ters dönmüş dokanak

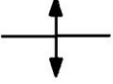
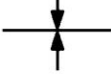
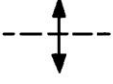
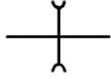
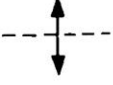

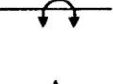
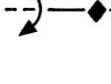
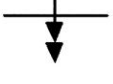
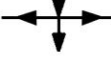
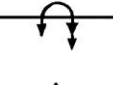
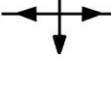
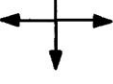



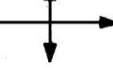
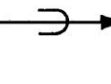
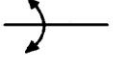
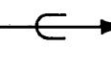
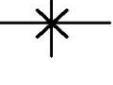
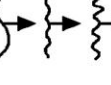
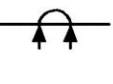


Not: Dokanakların çizgi kalınlığı 0.2 mm olmalıdır. Çok sık çizgi kullanılan haritalarda ise 0.1 mm çizgi kalınlığı yeterlidir

## TABAKALAR

	Tabaka doğrultu ve eğimi (Eğim çizgisi 2 mm)
	Tabaka doğrultu ve eğimi (Kenar çıkıntısı tabaka üstünü belirtmektedir. Uzunluğu 1 mm)
	Devrik tabaka doğrultu ve eğimi
	Düşey tabaka doğrultusu
	Yatay tabaka
	Dalgalı tabakalanma genel doğrultu ve eğimi
	Hava fotoğraflarından alınma doğrultu ve eğim ( $<15^\circ$ )
	Hava fotoğraflarından alınma doğrultu ve eğim ( $15^\circ-45^\circ$ )
	Hava fotoğraflarından alınma doğrultu ve eğim ( $>45^\circ$ )
	Hava fotoğraflarından alınma doğrultu ve eğim (~ düşey)

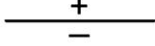
Not: Tüm doğrultu çizgileri 9 mm olmalıdır. Ancak büyük ölçekli haritalarda bu uzunluk daha fazla olabilir.

## KIVRIMLAR

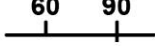
	Antiklinal		Senform senklinal
	Yeri yaklaşık antiklinal		Dalımlı senklinal
	Örtülü antiklinal		Antiform senklinal
	Devrik antiklinal		Düşey dalan senklinal
	Bakışimsız antiklinal		Monoklin yada fleksür
	Bakışimsız devrik antiklinal		Çift dalımlı antiklinal
	Dom (Oklar 10 mm)		Çift dalımlı senklinal
	Senform antiklinal		Yatay kırım eksen, kırılma Güneye
	Dalımlı antiklinal		Küçük antiklinal eksen gidişi
	Düşey dalan antiklinal		Küçük senklinal eksen gidişi
	Senklinal		Küçük kırırımların genel şekilleri ve eksenlerin gidişi
	Devrik antiklinal		
	Bakışimsız senklinal		
	Çanak		

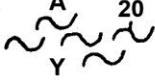
Not: Ana eksenler için 0.5 mm, tali eksenler için 0.3 mm çizgi kalınlığı kullanılır. Ok uzunlukları 6 mm'dir.


## FAYLAR


 Fay (+ Yükselen blok)  
(- Alçalan blok)

 Doğrultu atımlı fay  
(Okların uzunluğu 6 mm)

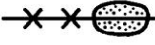
 Eğimli, düşey fay  
(Eğim çizgisi 2 mm)


 Fay zonu

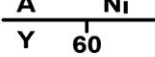
 Yeri yaklaşık fay  
(Çizgiler 3,5 mm, aralar 0,5 mm)


 Dayk girmesine uğramış  
fay

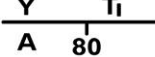
 Örtülü fay  
(Çizgiler 0,5 mm)

 Dayk girmesine uğramış  
fay

 Olası fay  
(Çizgiler 1,5 mm)

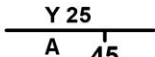
 Normal eğim ayrılımlı fay


 Hava fotoğraflarından izlenen fay  
(5 ve 1,5 mm'lik çizgiler,  
aralar 0,5 mm)

 Ters eğim ayrılımlı fay

 Fay  
(Ok, çizgiselliğin gidişidir.  
Ok çizgisinin uzunluğu 6 mm)

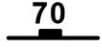
 Sürüklenme (Şariyaj)  
Dişler üst blok tarafındadır.

 Fay  
(Eğim ve metre cinsinden  
atım verilmiştir.)

 İtki fayı  
Çizgiler üst blok tarafındadır.

Not: Çizgi kalınlığı ana eksenler için 0.5 mm, tali eksenler için 0.3 mm'dir.

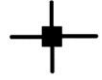
## EKLEM VE DAMARLAR



Eklem doğrultu ve eğimi  
(Dikdörtgenin paralel kenarı 1,5 mm,  
dik kenarı 1 mm)



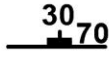
Düşey eklem doğrultusu  
(Kare 2x2 mm)



Yatay eklem (Kare 2x2 mm)



Eklem takımları  
doğrultu ve eğimleri



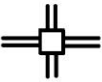
Eklem ve tabaka (Aynı doğrultuda)



Damar veya dayk doğrultu ve eğimi



Düşey damar veya daykın doğrultusu



Yatay damar veya dayk

Not: Çizgi uzunlukları 9 mm'dir. Ancak büyük ölçekli haritalarda bu uzunluk daha fazla alınabilir.



## ÇİZGİSELLİK (LİNEASYON)



Çizgisellik gidiş ve dalımı



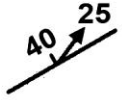
Düşey çizgisellik



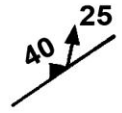
Yatay çizgisellik yönü



Çifte çizgisellik



Tabaka doğrultu ve eğimi ile çizgiselliğin dalımı



Yapraklanma ve çizgisellik



Tabakalanma ve yatay çizgisellik



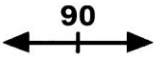
Yatay çizgisellik gösteren düşey yapraklanma



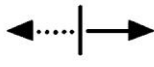
Düşey yapraklanma ve düşey çizgisellik



Çizgisellik taşıyan düşey yapraklanma



Yatay çizgisellik gösteren düşey tabaka



Yatay çizgisellik gösteren yatay tabaka

## YAPRAKLANMA (FOLYASYON) VE DİLİNİM



Yapraklanma doğrultu ve eğimi  
(Ok çıkıntısı 1 mm)



Düşey yapraklanma doğrultusu  
(Ok çıkıntısı 1 mm)



Yatay yapraklanma



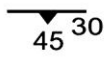
Yapraklanma ve paralel tabaka



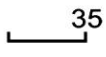
Düşey yapraklanma ve  
paralel düşey tabaka



Yapraklanma ve paralel devrik yabaka



Yapraklanma ve tabakalanma  
doğrultu ve eğimi



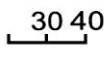
Dilinim doğrultu ve eğimi  
(Kenar çıkıntıları 1 mm)



Düşey dilinim doğrultusu  
(Kenar çıkıntıları 2 mm)



Yatay dilinim  
(Kenar çıkıntıları 2 mm)



Tabaka ve dilinim doğrultu ve eğimi  
(Doğrultu aynı, eğim farklı)

Not: Yapraklanma ve dilinim çizgilerinin uzunluğu 9 mm olarak kullanılır. Ancak büyük ölçekli haritalarda bu arttırılabilir.

## MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ SİMGELERİ

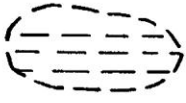
### GENEL



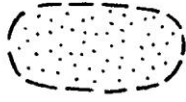
Dolgu zemin



Malzeme ocağı (Genel)



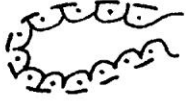
Kil ocağı



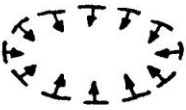
Kum ocağı



Çakıl ocağı



Taş ocağı



Çökme (Göçük)



Göl



Bataklık

## MORFOLOJİ

	Yüzey eğimi (Okun baş ve kuyruk kısmında ölçü)
	Az eğimli şev (Yamaç) Ölçülmüş 30den az eğimli
	Şev - Dalgalı
	Şev - Dış bükey
	Şev - İç bükey
	Eğim yönü şevi
	Yar (Eğim 550den fazla, dış bükey)
	Yar - Keskin (Kısa çizgiler şev uzunluğunu gösterir)
	Yar - Yuvarlak
	Yamaç (Doğrudan kitle hareketleriyle ilgisi olmayan)
	Yuvarlak şev kırıkları - Dış bükey
	Yuvarlak şev kırıkları - İç bükey
	Keskin şev kırıkları - Dış bükey
	Keskin şev kırıkları - İç bükey

## KÜTLE HAREKETLERİ



Heyelan  
(Tipi belirlenmemiş)



Dönel heyelan



Ötelenmeli heyelan



Akıntı kayması



Çamur akması



Çamur seli



Kum akması



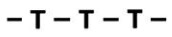
Kaya blok düşmesi



Toprak akması



Yarıntı çizgisi



Gerilim çatlığı


















Döküntü şevi



Döküntü konisi

## YERİNE (IN-SITU) DENEYLER, ÖRNEK ALIMI

-  Kanatlı kesici deneyi (Vane)
-  Pressiyometre deneyi
-  Dinamik penetrasyon deneyi
-  Elektriksel iletkenlik
-  Statik penetrasyon deneyi
-  Plaka yükleme deneyi (Sondaj kuyusunda)
-  Piezometre deneyi
-  Kalifonia taşıma oranı (GBR) deneyi (Sondaj kuyusu dışında)
-  Plaka yükleme deneyi
-  Direkt makaslama deneyi
-  Kitle yoğunluğu tayini
-  Fotoğraf  
(Okun ucu kameranın yerini ve yönünü gösterir)
-  Örselenmiş örnek
-  Örselenmemiş blok örnek (Ölçekli)
-  Örselenmemiş örnek

## SU YAPILARI



Baraj



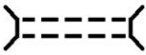
Elektrik santrali



Bağlama (Regülatör çift prizli)



Ana kanal



Tünel



Sedde



Tersip bendi



Pompa istasyonu



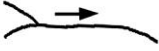
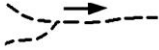

Drenaj kanalı






Dreanaj galerisi

## HİDROJEOLOJİ SİMGELERİ









### GENEL

	Sürekli akarsu
	Mevsimlik akarsu
	Bataklık
	Kaynak (Debi= 10 l/s)
	Karstik kaynak (Debi= 20 l/s)

### ARAŞTIRMA GALERİSİ VE TÜNELLER

	Sızma
	Damlama
	Akma (Debi= 2 l/s)

### KARST SİMGELERİ

	Kokurdan (Dolin)
	Düden, erime çukuru, çökek
	Obruk
	Koyak (Uvala)
	Gölova (Polye)
	Su batan
	Su çıkan
	Mağara ağzı





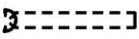
## TEMEL SONDAJLARI VE ARAŞTIRMA GALERİLERİ

- Temel sondaj kuyusu (Açılmış)
- ◐ Temel sondaj kuyusu (Açılmakta olan)
- Temel sondaj kuyusu (Önerilen)
- Temel sondaj kuyusu (Eğimli)  
(Okun uzunluğu, eğimli kuyunun yatay düzlemdeki izdüşümüdür.)

Temel sondaj kuyuların ad simgesi, kuyunun amacını ve yapılan deneyleri içerir. Örneğin temel sondaj, dolusavak üzerinde açılmışsa, SK-4 (DS)

### TEMEL SONDAJ KUYUSU ADLAMASI ÖRNEĞİ

SK-1	Temel sondajı
PSK-1	Standart Penetrasyon sondajı
PRSK-2	Presiyometre sondajı
DSK-2	Dolusavak sondajı
TSK-2	Tünel sondajı
SSK-2	Santral yeri sondajı
GSK-2	Göl alanı sondajı

	Araştırma galerisi (Açılmış)
	Araştırma galerisi (Açılmakta olan)
	Araştırma galerisi (Önerilen)

## **KATKI BELİRTME**

Su yapılarına ait projelerin jeolojik ve jeoteknik çalışmalarının daha sağlıklı olarak hazırlanmasını sağlayacak bu şartname; başta Daire Başkanı Ali Faruk ÖZTAN, Daire Başkan Yardımcısı Dr. Nurettin PELEN, Daire Başkan Yardımcısı Kemal KARAKUŞ, Şube Müdürü Dr. Ayhan KOÇBAY, Jeoloji Mühendisi Mehmet SOYTÜRK, Şube Müdürü Müfit GÜVEN olmak üzere, simgeler bölümünün çiziminde Jeoloji Mühendisi Cumhur GAZİOĞLU ile Genel Müdürlük ve Bölge Müdürlüğü elemanlarının katkılarıyla hazırlanmıştır.