

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

JEOTEKNİK ETÜT ŞARTNAMESİ



ANKARA-2016



T.C.
ORMAN VE SU İŞLERİ BAKANLIĞI
DSİ Jeoteknik Hizmetler ve YAS Dairesi Başkanlığı

Sayı : 93371013-020-18349
Konu : Olurlar, Onaylar

11.01.2016

GENEL MÜDÜRLÜK MAKAMINA

25.08.2011 tarih ve 5809 sayılı Genel Müdürlük Oluru ile yürürlüğe giren “Jeoteknik Etüt Şartnamesi”ne; yeraltı barajları, dere ıslahı, taşkın tesisleri ve yol güzergahları gibi yeni jeoteknik etüt başlıkları eklenmiş, sismik tehlike analizi, karst hidrojeolojisi bölümleri güncellenerek günümüz şartlarına hizmet edecek şekilde revize edilmiştir.

06 Kasım 2012 tarih ve 526921 sayılı Genel Müdürlük Olur’u ile yürürlüğe giren “Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi”nde ise tünel açma tekniklerindeki yenilikler, kimyasal enjeksiyon yöntemlerinin kullanılmaya başlanmasıyla birlikte ihtiyaç duyulan yeni tanımlama ve uygulamaların tariflenmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Bu amaçla hazırlanan yeni “Jeoteknik Etüt Şartnamesi” ve “Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi”nin yayımlandığı tarihinden itibaren yapılacak tüm jeolojik-jeoteknik çalışmalar ile temel sondaj ve enjeksiyon işlerinde geçerli olması ve uygulamaya konulması hususunu OLUR’larınıza arz ederim.

Kemal KARAKUŞ
Jeoteknik Hizmetler ve YAS
Dairesi Başkanı

Uygun Görüşle Arz Ederim.
06.01.2016

Ergün ÜZÜCEK
Genel Müdür Yardımcısı

OLUR
11.01.2016

Ali Rıza DİNİZ
Genel Müdür

EK/EKLER :

- 1- Jeoteknik Etüt Şartnamesi
- 2- Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi

İÇİNDEKİLER

I- GENEL HÜKÜMLER

A- AMAÇ

B- KAPSAM

C- TANIMLAR

D- STANDARTLAR

II- JEOTEKNİK ETÜT AŞAMALARI

A- ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER

A-1. BÜRO ÇALIŞMALARI

A-2. ARAZİ ÇALIŞMALARI

A-3. ÖN İNCELEME AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ

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

B- PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER

B-1. BÜRO ÇALIŞMALARI

B-2. ARAŞTIRMA PROGRAMI

B-3. ARAZİ ÇALIŞMALARI

B-4. PLANLAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ

B-5. PLANLAMA AŞAMASI RAPOR BAŞLIKLARI İLE İLGİLİ AÇIKLAMALAR

C- KESİN PROJE AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER

D- UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER

D-1. UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPOR İÇERİĞİ

E- UYGULAMA SONU AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜTLER

III. RAPORLARIN SUNULMASI VE ONAYI

IV. EKLER

EK-A: KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI

EK-B: JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

EK-C: KARST HİDROJEOLJİSİ ÇALIŞMALARI

**EK-D: 6446 SAYILI KANUN VE YÖNETMELİK KAPSAMINDA
HAZIRLANAN HES PROJELERİNİ İNCELEME KURALLARI**

EK-E: RAPOR YAZIM KURALLARI

EK-F: GENEL SİMGE VE AÇIKLAMALAR

ÖNSÖZ

Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, ülkemizdeki bütün su kaynaklarının plânlanması, yönetimi, geliştirilmesi ve işletilmesinden sorumlu en büyük yatırımcı kuruluşlar arasında yer almaktadır. Ülkemiz su kaynaklarını bilim ve tekniğe uygun olarak, faydalananların kullanımına sunmak ve suyun zararlarından korunmak amacıyla, su ve ilgili toprak kaynaklarımızın çevre duyarlılığı ve sürdürülebilirlik esasları dahilinde geliştirilmesini sağlamak amacıyla yürütülen çalışmalarda standartlaşmaya gitmek önem arz etmektedir.

Ayrıca günümüzde mühendislik meslek disiplinlerinin araştırma, geliştirme, üretim, uygulama ve denetim fonksiyonları önemli değişimler yaşamaktadır. Bu meslek gruplarından en önemlisi 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 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, hidrojeoloji, jeofizik, karst hidrojeolojisi gibi raporların içeriği de ekler bölümünde verilmiştir. 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 teşekkürlerimi sunarım.

Ali Rıza DİNİZ
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, kontrol edilecek ve onaylanacaktır.

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 Yeraltısuları 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 klası, 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 çalışmalardır.

Doğal Yapı Malzemesi Çalışmaları: Baraj, gölet gibi su yapılarının gövde dolgu inşaatları ile kanal, dolusavak, regülatör gibi diğer yapıların ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile planlanan, araştırma çukuru ve temel sondajları ile rezerv ve indeks özelliklerinin belirlenmesini kapsayan her cins malzeme çalışmalarının 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 çalışmalardır.

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: Proje sahası ve/veya yapı yerlerinde, jeolojik ve jeoteknik amaçlı çalışmalar kapsamında, jeofizik yöntemler kullanılarak (elektrik, sismik, kuyu logları, titreşim etkisi, sismik tehlike analizi vb) yerinde ve büro faaliyetleri ile yapılan çalışmalardır.

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. malzemeden 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 1990 ISO 31-0 Doğrusu	Uluslararası birimler sistemi (SI) - Büyüklükler ve birimler - Bölüm 0: Genel prensipler
TS 8853:1991	Yamaç ve şevlerin Dengesi ve Hesap Metodları - Zeminde
TS 10324:1992 TS 10324/T1:2008	Jeoteknik Deney Metotları - Kayaç Süreksizliklerinin Direkt Makaslama Mukavemetinin Yerinde Tayini
TS 5962:1988	Zemin Ve Kaya Mekaniiği-Terimler Ve Semboller - Jeolojide Ve Madencilikte Kullanılan
TS 1500:2000	İnşaat Mühendisliğinde Zeminlerin Sınıflandırılması
TS EN 1537:2001	Özel Jeoteknik Uygulamalar – Zemin Ankrajları
TS EN ISO 14688-1:2004 TS EN ISO 14688-1/A1:2014 TS EN ISO 14688-1/AC:2006	Jeoteknik Etüt ve Deneyler – Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflanması – Bölüm 1: Tanımlama Ve Tarif
TS EN ISO 14688-2:2004 TS EN ISO 14688-2/A1:2014	Jeoteknik Araştırmalar ve Deneyler - Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflandırılması – Bölüm 2: Sınıflandırma İlkeleri
TS EN 1997-1:2005	Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2: Genel Kurallar (Eurocode 7)
TS EN ISO 14688-1/AC:2006	Jeoteknik Etüt ve Deneyler – Zeminlerin Tanımlanması ve Sınıflanması – Bölüm 1: Tanımlama ve Tarif
TS 1900-1:2006 TS 1900-1/T1:2007 TS 1900-1/T2:2015	İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri - Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini
TS 1900-2:2006 TS 1900-2/T1:2007	İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 2: Mekanik Özelliklerin Tayini
TS EN ISO 22475-1:2007 TS EN ISO 22475-1:2012	İnşaat Mühendisliğinde Sondaj Yolları İle Örselenmiş ve Örselenmemiş Numune Alma Yöntemleri
TS EN 1997-2:2008	Jeoteknik Tasarım- Bölüm 2: Laboratuvar Deneyleri İle Desteklenen Tasarım (Eurocode 7)
TS EN 1997-2:2008	Jeoteknik Tasarım-Bölüm 3: Arazi Deneyleri Yardımıyla Tasarım (Eurocode 7)

NEHRP (2009)	Kesme Dalgası Hızına (V_{s30}) Göre Zemin Sınıflaması
TS EN 1536:2010:2011	Özel jeoteknik uygulamalar delme (fore)- Kazıklar- (yerinde dökme betonarme kazıklar)
TS EN 1538+A1:2011	Özel Jeoteknik Uygulamalar – Diyafram Duvarlar
TS EN ISO 14689-1:2012	Jeoteknik Etüt ve Deneyler - Kayaçların Tanımlanması ve Sınıflandırılması - Bölüm 1: Tanımlama ve Tarif
TS ISO 2859-10:2012	Muayene ve Deney İçin Numune Alma Metotları - Nitel Özelliklere Göre - Bölüm 10: Nitel Özelliklere Göre Muayene İçin Iso 2859 Serisi Standartlara Giriş
TS EN ISO 22476-2:2013 TS EN ISO 22476-2/A1:2013	Jeoteknik Etüt ve Deneyler - Arazi Deneyleri - Bölüm 2: Dinamik Sonda Deneyi
TS EN ISO 22476-3:2013 TS EN ISO 22476-3/A1:2013	Jeoteknik Etüt ve Deneyler - Arazi Deneyleri - Bölüm 3: Standart Penetrasyon Deneyi
TS 5744:2013	Plaka yükleme deneyi ile zemin taşıma gücünün yerinde tayini
TS EN ISO 22476-3:2013 TS EN ISO 22476-3/A1:2013	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 3: Standard penetrasyon deneyi
ASTM D1586-11	Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils Standart Penetrasyon Deneyi ve Zeminlerden Yarık Tüplü Örnekleyici ile Numune Alımı
ASTM D4719-07	Standard Test Methods for Prebored Pressuremeter Testing in Soils Zeminde Önceden Delinmiş Kuyularda Presiyometre Deneyi
ASTM D6230-13	Standard Test Method for Monitoring Ground Movement Using Probe-Type Inclinedometers Sonda Tipi İncinometre İle Yer Hareketi İzleme Yöntemi
ASTM D4394-08	Standard Test Method for Determining In Situ Modulus of Deformation of Rock Mass Using Rigid Plate Loading Method Rijit Plaka Yükleme Yöntemi ile Kaya Kütleli Deformasyon Modülünün Yerinde Bulunması

	Method Esnek Plaka Yükleme Yöntemiyle ile Yerinde Kaya Kütlesi Deformasyon Modülünün Bulunması
ASTM D4554-12	Standard Test Method for In Situ Determination of Direct Shear Strength of Rock Discontinuities Kaya Süreksizlikleri Makaslama Dayanımının Yerinde Belirlenmesi Yöntemi
ASTM D4645-08	Standard Test Method for Determination of In-Situ Stress in Rock Using Hydraulic Fracturing Method Kayada Yerinde Gerilmelerin Hidrolik Çatlatma Yöntemiyle Belirlenmesi
ASTM D2573 / D2573M-15	Standard Test Method for Field Vane Shear Test in Saturated Fine-Grained Soils Doygun İnce Taneli Zeminlerde Arazi Veyn Makaslama Deneyi
ASTM D5873-14	Standard Test Method for Determination of Rock Hardness by Rebound Hammer Method Geri Sekme (Schmit) Çekici Yöntemi ile Kaya Sertliğinin Belirlenmesi
ISRM (2014)	Kaya türü malzemeler için önerilmiş uluslararası yöntemler (2007-2014)

TS : Türk Standartları

EN : European Norm

ASTM : Amerikan Test ve Malzeme Standartları

ISRM : Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği

NEHRP: Amerikan Deprem Tehlikesini Azaltma Programı

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.

6446 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/dere ıslahı/ taşkın tesisleri
- Yeraltı yapıları (tünel/galeri/baca/yeraltı santrali vb.)
- Sulama ve içmesuyu 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. Dere ıslahı ve taşkın tesisleri projelerine ait çalışmalar bu şartnamede belirtilen hususlar dikkate alınarak yapılacaktır.

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, jeofizik veriler 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) temel araştırma sondaj kuyusu, araştırma çukuru veya yarmalar açılabilir, jeofizik çalışmalar yapılabilir.

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, karstik yapılar vb) 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.

Yeraltı barajı veya yeraltısuyu suni besleme barajı ise, gözlemsel nitelikte jeolojik ve hidrojeolojik etüt, mevcut sondaj kuyularından elde edilen bilgiler ve jeofizik etütlerle projenin yapılabilirliği değerlendirilecektir.

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 çizilecek, ulaşım ve yapı yerlerine uzaklığı belirlenecektir. 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, hidrojeoloji 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, raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayımlandığında 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 kısmın geçişi 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, malzeme 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
- Memba 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

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

2. GENEL JEOLojİ

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 sahasının içinde bulunduğu il bazında deprem bölgesi (A4/A3 sayfa boyutunda) ve 1/1 000 000 ölçekli bölgesel sismotektonik haritası renkli olarak hazırlanacaktır. Bölgesel sismotektonik haritada aletsel ve tarihsel dönem depremleri ($M_w \geq 4.0$) ile diri faylar belirtilecektir. Bu amaçla DSİ Genel Müdürlüğü ile diğer kamu kurum ve kuruluşlarının çalışmalarından ve yayınlarından yararlanılacaktır. Proje yerinin T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)'na göre kaçınıcı deprem kuşağında olduğu belirtilecektir.

2.4. Hidrojeoloji

Proje alanı ve çevresine ilişkin yeraltısuyu durumu ile yerüstü suları hakkında bilgi verilerek, yan vadi ve memba-mansap yönünde hidrojeolojik durum 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 değerlendirmeler yapılacaktır. Planlama aşaması için araştırma kuyuları önerilecek, pompaj ve gözlem kuyularının koordinatları, derinlikleri, çapları, yapılacak testler ve ölçümler ayrıntılı olarak açıklanacaktır. Rapor ekinde hidrojeoloji haritası verilecek ve kuyuların yerleri haritaya işlenecektir.

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 ile çıktıkları formasyonların jeolojik-hidrojeolojik özellikleri 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 doymun 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 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/taşkın tesisleri vb 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 jeolojik ve 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
- Sondaj logları (Bu aşamada sondaj açılmış ise)
- Karot fotoğrafları (Bu aşamada sondaj açılmış ise)
- Araştırma çukuru/yarması kesitleri ve fotoğrafları (Çukur/yarma açılmış ise)
- Doğal Yapı Malzemeleri Alanlarına İlişkin 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, jeofizik veriler, bölgede daha önceden açılmış yeraltı yapılarına ilişkin kayıtlar, işletilmiş veya işletmede olan malzeme ocakları 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, silindirle sıkıştırılmış beton (SSB), silindirle 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.

- Dere ıslahı ve/veya taşkın tesisleri (Tersip bendi, sedde, duvar, ıslah sekisi 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 (gerek duyulursa),
- yerinde (in-situ) deneylerinin cinsi, yeri, adedi, yapılış şekli,
- laboratuvar deneyleri,
- tünel/galeri açınım haritalama yöntemi,
- hidrojeoloji çalışmaları
- karst hidrojeolojisi çalışmaları,
- jeofizik çalışmalar,
- uyulacak şartname, talimat, 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/Göl Alanı/Dere Islahı ve Taşkın Tesisleri

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, 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 gerekirse 1/25 000 ölçekli hidrojeoloji haritaları hazırlanacaktır.

Göl alanında tuzlu birimler, maden ocakları, tarihi eserler, kaynaklar, karstik yapılar (mağara, düden, dolin vb) varsa incelenecek ve haritaya işlenecektir.

Yapılacak araştırmaların (temel sondaj kuyusu, araştırma çukuru/yarması ve yapılması düşünülen jeofizik etütler vb) yerleri jeolojik ve jeoteknik haritalama sonunda kesin olarak belirlenecek ve rapor ekinde verilen haritalar üzerinde gösterilecektir.

Dere ıslahı ve/veya taşkın tesisleri (Tersip bendi, sedde, duvar, ıslah sekisi vb) yerlerinin uygun ölçekte jeoloji harita ve kesiti yapılacaktır.

B.3.1.2. Yeraltı yapılarında

Jeolojik harita yapımında jeolog pusulası, altimetre, GPS ve uygun bilgisayar programları kullanılacaktır. Bu çalışmalarda mevcut birimlerin litolojisi, konumu, örtü birimlerin kalınlığı ve altındaki kayacın litolojisi, tabakalanma, şistozite, eklem, fay, kıvrım, heyelan, kaynaklar, karstik yapılar 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 araştırmaların (temel sondaj kuyusu, araştırma çukuru/yarması ve yapılması düşünülen jeofizik etütler vb) yerleri 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 ve kesitler 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 250'şer metrelik alanı kapsayacak şekilde boyutlandırılacaktır.

Yapılacak araştırmaların (temel sondaj kuyusu, araştırma çukuru/yarması ve yapılması dűřünülen jeofizik etütler vb) yerleri 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 (planlanması durumunda),
- yerinde (in-situ)/laboratuvar deneyleri,
- hidrojeolojik çalışmalar ve sondaj kuyuları,
- izleme deneyleri (gerekmesi durumunda),
- 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 en az 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 yamaçlarda en az 2'şer adet, talveg kotunda 2 adet, gövde altında 2-4 adet,
- Baraj ve göletlerde gerekmesi durumunda göl alanında en az 1 adet,
- Regülatörlerde, batardolarda sağ ve sol yamaç ile 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 en az 2-4 adet,
- Yeraltı barajlarında eksen yerinde en az 3 adet,
- Yapılacak kazılara bağlı olarak oluşturulacak şevler (dulusavak, kondüvi, santral yeri, su alma yapısı, yol güzergahı vb) için en az 2 adet,
- 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 vb durumlar ile İdare'nin uygun gördüğü projelerde 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 1 adet temel araştırma sondaj kuyusu açılacak ve gerekli deneyler yapılacaktır.
- Dere ıslahı ve/veya taşkın tesislerindeki sanat yapı yerlerinde; temel tipi, boyutları, temel derinliği vb proje özellikleri ve jeolojik yapıya bağlı olarak gerekirse temel sondaj kuyuları açılacaktır.

Araştırma Çukurları/Yarması

- Proje kapsamında açılacak yol güzergahları boyunca yapılacak temel araştırmalarında; araştırma, deney, ölçüm ve gözlemler için jeolojik koşullara bağlı olarak 500-1000 m de 1'er adet, araştırma çukuru/yarması planlanacak ve derinliği yol temel kazı kotu altına inecek şekilde açılacaktır.
- Dere ıslahı ve/veya taşkın tesisleri güzergahı boyunca proje özellikleri ve jeolojik yapıya bağlı olarak gerekirse araştırma çukurları açılacaktır.

Kaya ve Zemin Mekanik 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

oranı, 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 göre 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

- 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.
- Proje yeri ve özelliklerine bağlı olarak ihtiyaç duyulan malzemenin özel sektör ocaklarından/işletmelerinden agrega veya hazır beton olarak satın alma yoluyla temini alternatifi de değerlendirilecek, uygun ve ekonomik bulunması halinde raporda önerilecektir.

3.2.2.Yeraltı yapılarında

Temel Sondajlar

- Tünel güzergahı boyunca açılacak temel sondajların adetleri ve derinlikleri, tünel açma yöntemine (del-patlat, Tünel Delme Makinesi (TDM) vb), güzergahın uzunluğuna, örtü kalınlığına, karşılaşılabilecek süreksizlikler, yapısal unsurlar, jeolojik birimlerin özellikleri ile yanal ve düşey değişikliklerine bağlı olarak planlanacaktır.
- 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. Tünelin TDM ile açılması durumunda ise; jeolojik yapıya, uzunluğa, topoğrafyaya ve ulaşım durumuna bağlı olarak en az 500 m’de bir adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Bu planlamada sondaj yoğunluğunun (delgi miktarı/tünel uzunluğu) 0,5’e yakın olmasına dikkat edilecektir.
- 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) 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 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

Yapıların inşaatında kullanılacak her cins malzeme hakkında özet bilgiler verilecektir.

3.2.3. Sulama/İçmesuyu/Atıksu güzergahlarında

Temel Sondajlar

- Sifon, pompa binası vb yapılarda 1-3 adet, güzergah üzerinde jeolojik/jeoteknik açıdan problemlili olabilecek ve 10 m’den yüksek şev oluşturulacak kesimlerde de 1-2 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Sifon yapılarında, temel sondaj kuyusu derinliği temel kazı kotu altına 2B (B=sifon çapı) inecek şekilde olacaktır.
- Titreşimli yükler altında çalışan yapılar ve binalarda en az 1 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Temel sondaj kuyularının derinliği yapıların temel kazı kotu altına en az 2B (B= yapı temel genişliği) inecek şekilde yapılacaktır.
- Karayolu, tren yolu, nehir vb geçişlerde her iki tarafta 1-2 adet temel sondaj kuyusu planlanacaktır. Jeolojik koşullara ve yapının boyutlarına 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 Çukurları/Yarması

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

Kaya ve Zemin Mekanîği 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 Mekanîği 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 JEOLJİ

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. HİDROJEOLJİ

5. EKONOMİK JEOLJİ

6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

- 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. JEOLJİK / 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. Taşıma gücü
 - 11.3.2. Oturma ve şişme potansiyeli
 - 11.3.3. Sıvılaşma potansiyeli
 - 11.3.4. Şev duraylılık analizi
 - 11.3.5. Kazı sınıflaması
- 11.4. Göl Alanının Duraylılığı
- 11.5. Diğer Yapı Yerleri

(A1- Yeraltı Barajı)

- 11.1. Aks Yerinin Geçirimsizliği
- 11.2. Göl Alanının Geçirimsizliği
- 11.3. Aks Yerinin Duraylılığı
- 11.4. Göl Alanının Duraylılığı
- 11.5. Su Alma Yapısı ve Önerilen Tesisler

(B- Yeraltı Yapılarında)

- 11.1. Yapı Yerlerinin Geçirimsizliği
- 11.2. Yapı Yerlerinin Duraylılığı

11.2.1. Şev duraylılık analizi

11.2.2. Oturma ve şişme

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

11.1. Güzergahın Duraylılığı

11.2.1. Kazı sınıflaması

11.2.2. Taşıma gücü

11.2.3. Oturma ve şişme potansiyeli

11.2.4. Sıvılaşma potansiyeli

11.2.5. Heyelanlar

11.2.6. Şev duraylılık analizi

11.2.7. Yerel Zemin Sınıfı, Etkin Yer İvmesi ve Yatak Katsayısı

11.2.8. Don tehlikesi

11.3. Diğer Yapı Yerleri

12. SONUÇ VE ÖNERİLER

13. YARARLANILAN KAYNAKLAR

EKLER

B-4.1. YOL GÜZERGAHLARI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ

Proje kapsamında yer alan yollarda (TCK yolları hariç) en az 500 m aralıklarla araştırma çukurları açılmalı, sanat yapısı bulunan yerlerde ise sondajlı çalışmalar yapılmalıdır. Yapılan bu çalışmalar jeoloji paftaları üzerine işlenmeli, logları ve fotoğrafları ekte verilmelidir. Proje özelliğine bağlı olarak yerinde deneyler yapılmalı ve laboratuvar deneyleri için numuneler alınmalıdır.

Yapılan arazi ve laboratuvar çalışmaları sonrasında; sıyırma kazısı kalınlığının ve kazıdan çıkacak malzemenin dolguda kullanılıp kullanılmayacağı, kazı sınıfı değerleri (Barajlar ve HES Dairesi Başkanlığı tarafından kullanılan), jeolojik birimlerin özelliklerine bağlı olarak sıkışma ve kabarma değerleri, taşıma gücü problemi olup olmadığı, kazı ve dolgu şev eğimi değerleri ve palye yükseklikleri verilmeli, kritik kesimler için şev stabilite analizleri yapılarak ve gerekiyorsa hangi iyileştirme yönteminin (ankraj, bulon, zemin çivisi aralığı ve boyu, kaplanacak alan ve yöntemi gibi) uygulanacağı detaylı olarak projelendirilmelidir. Ayrıca proje özelliğine bağlı olarak ihtiyaç duyulması halinde doğal yapı gereçleri içinde çalışma yapılmalıdır.

..... BARAJI YOLLARI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU

İÇİNDEKİLER

ÖZ

1. GİRİŞ

- 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 JEOLJİ

- 3.1. Stratigrafik Jeoloji
- 3.2. Yapısal Jeoloji
- 3.3. Jeolojik Tarihçe
- 3.4. İnceleme Alanı Jeolojisi
- 3.5. Deprem Durumu

4. HİDROJEOLJİ

5. EKONOMİK JEOLJİ

6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

6.1. Arazi Çalışmaları

6.2. Birimlerin Jeoteknik Değerlendirmesi

- 6.2.1. Yolu
- 6.2.2. ... Yolu
- 6.2.3. ... Yolu

7. KRİTİK KESİMLER

8. ÜST YAPI PROJELENDİRMESİ

9. DOĞAL YAPI GEREÇLERİ

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

11. YARARLANILAN KAYNAKLAR

EKLER

B-4.2. YERALTI BARAJI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU İÇERİĞİ

Yeraltı barajlarında; yeraltısuyu potansiyeli, yeraltısuyu seviyesi ile akiferin aks yeri ve rezervuardaki boyutları, projenin yapılabilirliğinde en önemli parametrelerdir. Depolamanın yapılacağı akiferin boyutları, sınır koşulları, beslenme ve boşalımı, akiferin depolama katsayısı ve yeraltısuyu hidrolik iletkenliği, yeraltısuyu seviye dağılımı ve kalitesi ortaya konacaktır.

Yeraltı barajı ve yeraltısuyu suni besleme barajlarında aks yeri ve rezervuar alanı jeolojisi diğer yerüstü barajlarında olduğu gibi sırasıyla 1/1000 ve 1/5000 ölçekte çalışılacak ve haritalanacaktır. Yeraltısuyu suni besleme barajlarında ayrıca, gövdenin ve varsa diğer besleme tesislerinin (kuyu, shaft, besleme çukuru, besleme hendeği, besleme kanalı vb) inşa edileceği formasyonun topoğrafik, hidrojeolojik ve hidrolik özellikleri belirlenecektir.

.....YERALTI BARAJI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ

1.1. İncelemenin Amacı ve Kapsamı

1.2. İnceleme Alanının Yeri, Ulaşım ve Meteorolojik Özellikler

1.3. Veriler ve Çalışma Yöntemi

1.4. Proje Özellikleri

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

3. GENEL JEOLJİ

3.1. Stratigrafik Jeoloji

3.2. Yapısal Jeoloji

3.3. Tarihsel Jeoloji

3.4. Deprem Durumu

4. HİDROJEOLJİ

4.1. Genel Hidrojeolojik Özellikler

4.2. Hidrojeolojik Araştırma Sondaj Kuyuları

4.3. Yeraltısuyunun Kimyasal Özellikleri ve Kalitesi

4.4. Yeraltısuyu Potansiyeli ve Yeraltı Barajından Elde Edilebilecek Su Miktarı

5. EKONOMİK JEOLJİ

6. MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

- 6.1. Temel Sondajları**
- 6.3. Burgu Kuyuları**
- 6.4. Araştırma Çukuru/Yarmaları**
- 7. KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI**
 - 7.1. Arazi Deneyleri**
 - 7.2. Laboratuvar Deneyleri**
- 8. KARST HİDROJEOLJİSİ ÇALIŞMALARI**
- 9. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR**
- 10. DOĞAL YAPI MALZEMELERİ**
- 11. JEOLJİK-HİDROJEOLJİK-JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ**
 - 11.1. Aks Yerinin Geçirimsizliği**
 - 11.2. Göl Alanının Geçirimsizliği**
 - 11.3. Aks Yerinin Duraylılığı**
 - 11.4. Göl Alanının Duraylılığı**
 - 11.5. Su Alma Yapısı ve Önerilen Tesisler**
- 12. SONUÇ VE ÖNERİLER**
- 13. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

EKLER (Şartnamede yerüstü barajlarına ait planlama raporunda belirtilen eklere ilave olarak hidrojeolojik amaçlı kuyuların logları, pompaj testleri, yeraltısu seviye ölçümleri, kimyasal/fiziksel/bakteriyolojik su analiz sonuçları)

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

ÖZ

Raporun amacı, kapsamı, elde edilen sonuçlar açık ve öz olarak belirtilecektir. Öz, raporun tümü hakkında bilgi verecek ve rapordan ayrı olarak yayınlandığında 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 ve karst araştırmaları, bölgede daha önce açılmış sondajların kuyu logları, tünellere ait bilgiler, 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 en fazla 1 sayfa olacak şekilde açıklanacaktır.

3.4. Deprem Durumu

Proje sahası veya yapı yerleri için sismik tehlike analizi çalışmaları EK-B'ye uygun ayrı bir rapor halinde hazırlanacaktır. Jeoteknik raporun bu bölümünde; sismik tehlike analizi raporunda yer alan OBE, MDE/SEE ve k_h spektral ivme-periyod değerleri, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)' na göre hangi deprem kuşağında olduğunu gösteren harita ile sismotektonik haritası yer alacaktır.

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 tespit edilecek, 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 yapılacak, kayıtları tutulacak ve rapor yazımına kadar yapılan ölçümler liste halinde 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.

Yeraltı barajlarında ise; yeraltısuyu potansiyeli, yeraltısuyu seviyesi ile akiferin aks yeri ve rezervuardaki boyutları, projenin yapılabilirliğinde en önemli parametrelerdir. Depolamanın yapılacağı akiferin boyutları, sınır koşulları, beslenme ve boşalım, akiferin

depolama katsayısı ve yeraltısuyu hidrolik iletkenliği, yeraltısuyu seviye dağılımı ve kalitesi ortaya konacaktır. Bu verilerin projeye etkisi ve projenin uygulanması halinde ne gibi değişiklikler olabileceği açıklanacaktır.

Yeraltı barajı ve yeraltısuyu suni besleme barajlarında aks yeri ve rezervuar alanı jeolojisi diğer yerüstü barajlarında olduğu gibi sırasıyla 1/1000 ve 1/5000 ölçekte çalışılacak ve haritalanacaktır.

Yeraltısuyu suni besleme barajlarında ayrıca, gövdenin ve varsa diğer besleme tesislerinin (kuyu, şaft, besleme çukuru, besleme hendeği, besleme kanalı vb) inşa edileceği formasyonun topoğrafik, hidrojeolojik ve hidrolik özellikleri belirlenecektir.

Hidrojeolojik amaçlı olarak açılan araştırma kuyuları ile varsa önerilen besleme ve gözlem kuyularının yerleri haritaya işlenecek, kot, koordinat, çap, derinlik vb. bilgiler tablo halinde raporda verilecektir.

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 (basınçlı ve basınçsız su deneyleri, kaya ve zemin mekaniği deneyleri) hakkında bilgi verilecek sonuçları tablo halinde sunulacaktır. Temel sondaj logları “DSİ Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi” ne uygun olacak, temel sondaj kuyularına ait karot fotoğrafları ise söz konusu şartnamenin ekinde yer alan ”Temel Sondaj Karotlarının Korunması, Fotoğraflarının Çekilerek Albümlenmesi ve Gerek Duyulmayan Karotların Yok Edilmesi Talimatı”na 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 aınım haritaları ek olarak rapora konulacaktır.

6.3. Burgu Kuyuları

Burgu kuyularının numarası, yeri, kotu, koordinatı ve derinlikleri tablo halinde verilecektir. Açılış amacı, aım sırasında alınan numunelerin özellikleri belirtilecek ve kuyu log tanımlamaları yapılarak rapora ek olarak konulacaktır.

6.4. Araştırma ukuru/Yarmaları

Araştırma ukuru/yarmaları numarası, yeri, kotu, koordinatı ve derinlikleri tablo halinde verilecektir. Açılış amacı, aım 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 ALIşMALARI

Yapıların temelinde bulunan zemin ve kayaçların; dayanım parametreleri, gerilme/deformasyon/zaman ilişkileri, taşıma gücü/oturma/şişme miktarları ile şev duraylılığının irdelenmesinde kullanılacak jeoteknik parametrelerinin, yerinde ve laboratuvarında 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, jeoteknik 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 HİDROJEOLJİSİ ÇALIŞMALARI

Proje alanının jeolojik yapısı karst hidrojeolojisi yönünden incelenerek, eriyebilen kayalardaki 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 kayaların 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

Proje alanı ve yakın çevresinde jeolojik ve jeoteknik özelliklerin belirlenmesi amacıyla yapılan jeofizik çalışmalar EK-B ye uygun olarak ayrı bir rapor halinde hazırlanacaktır. Ancak jeoteknik raporun bu bölümünde, yapılan jeofizik çalışmaların içeriği ve sonuçları hakkında 2 (iki) sayfayı geçmeyecek şekilde özet bilgi verilecektir.

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, iyelik durumları ve ulaşım koşulları hakkında özet bilgi verilecektir. Göl alanındaki malzeme alanlarının işletilmesi halinde geçirimsizlik ve duraylılık sorunlarına yol açıp açmayacağı konusu dikkate alınacaktır.

Ayrıca kazıdan çıkacak malzemelerin projede kullanılmasına yönelik gerekli çalışmalar ve deneyler yapılacaktır.

Proje yeri ve özelliklerine bağlı olarak ihtiyaç duyulan malzemenin özel sektör ocaklarından/işletmelerinden agrega veya hazır beton olarak satın alma yoluyla temini alternatifini de değerlendirilecek, uygun ve ekonomik bulunması halinde raporda önerilecektir.

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 de öneriler verilecektir.

Çekirdek hendeği (cut-off) kazısı sırasında kazı alanına gelebilecek su miktarı ve kazının kuruda yapılması için alınabilecek önlemler verilecektir. Temel sondaj kuyularında kayada yapılan basınçlı su testi (BST) çalışmalarından elde edilen Lugeon değerleri, zeminlerde yapılan serbest permeabilite deneyinden elde edilen geçirimsizlik değerleri ve yapılması durumunda deneme enjeksiyonu sonuçları değerlendirilerek, ana kayada yapılması gereken iyileştirme yöntemleri (perde, kapak ve dikiş enjeksiyonu, kil blanket, kaplama vb) ve boyutları (perde, kapak ve dikiş kuyularının derinliği, kaç sıra olacağı, delik aralıkları, deliklerin eğim ve doğrultuları, toplam delgi uzunluğu vb) belirlenecektir. Bunların belirlenmesinde Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi'nde belirtilen hususlar dikkate alınacaktır. Aks yerinde kaplanması gerekli bir jeolojik birim olması

durumunda bu bölgede araştırma sondajlarını da içeren detaylı bir arazi çalışması yapılacak ve geçirimli birimin sınırları net olarak ortaya konulacaktır.

Yapı bir yeraltısuyu suni besleme barajı ise; barajın inşa edileceği birimlerin ve göl alanının geçirimli olması tercih edilir. Bu nedenle genel olarak gövde altında ve yamaçlarda geçirimsizlik önlemi alınmasına gerek bulunmamaktadır. Ancak suyun baraj gövdesini tehlikeye sokacak şekilde (borulanma vb) gövde altından veya yanlardan mansaba sızması için gerekli önlemlerle (enjeksiyon, slurry trench vb) ilgili öneriler verilecektir.

11.2. Göl Alanının Geçirimliliği

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

Göl alanında enjeksiyon yapılması durumunda (sızma boyunu uzatmak, yan vadi ilişkisini kesmek vb) enjeksiyonun boyutları verilecektir.

Yeraltısuyu suni besleme barajlarında ise; göl alanının birincil gözeneklilik, eklem sistemleri ve karstlaşmaya bağlı olan geçirimlilik özellikleri araştırılıp ortaya konacaktır. Bu amaçla araştırma sondaj kuyuları ile ayrıntılı hidrojeolojik inceleme (pompalama deneyleri, basınçlı su testleri, permeabilite testleri vb) ve mümkünse infiltrometrelerle süzülme veya açılacak küçük havuzlarla yapay besleme deneyleri yapılarak suni besleme barajından akifere olan katkı hidrojeolojik modelleme ile ortaya konacaktır.

11.3. Aks Yerinin Duraylılığı

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

Temel kayasını oluşturan birimlerin, renk, doku ve süreksizlik yapıları tanımlanacak, birimlerin kalınlıkları belirlenecek, tabakaların ve tüm süreksizliklerin doğrultu ve eğimleri tablo halinde verilecektir. Ayrıca bu süreksizliklerin hakim doğrultu ve eğim yönleri belirtilecektir. Arazi gözlemleri, yerinde (in-situ) ve laboratuvar deney 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, ayırışma zonu gibi özellikleri verilecektir.

Aks yerinin duraylılığını etkileyecek olumsuzluklar ve yapının yapılabirliğini doğrudan etkileyebilecek eski/yeni heyelanların varlığı ile olası etkileri belirlenecektir. Gerekli araştırma ve incelemeler yapılarak çözüm önerileri verilecektir.

11.3.1. Taşıma gücü

İnceleme alanında yer alan zemin ve kaya 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.

11.3.2. Oturma ve şişme potansiyeli

İnceleme alanında yer alan zemin ve kaya 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.

11.3.3. Sıvılaşma potansiyeli

İnceleme alanında bulunan özellikle alüvyon ile sıkılaşmamış kumlu, siltli birimlerde sıvılaşma riski olabilecek kısımlar uygun analiz yöntemleri ile incelenecektir.

Elde edilecek sonuçlara bağlı olarak, gerekli iyileştirme yöntemleri ekonomik mukayeseleri ile birlikte önerilecektir.

11.3.4. Şev duraylılık analizi

Kazı ve yamaç şevlerinde; arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen jeoteknik veriler kullanılarak (özellikle 10 m'den yüksek olanlarında) 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.

11.3.5. 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 heyelanlarla ilgili gerekli araştırma ve incelemeler yapılarak olası etkileri belirlenecek ve çözüm önerileri verilecektir.

Bu kapsamda;

- Göl alanında eski, 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 Yerleri

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 alınacak ve gerekli olan yerlerde geçirimsizliği sağlamak için uygun önlemler belirtilecektir.

- **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 ile kazı şevlerinin duraylılığı belirtilecektir. Bu kapsamda; jeolojik koşulların projeye uygunluğunun belirlenmesi amacıyla, açılan sondajlardan (dolusavak güzergahı ve şevlerinde açılan) ve yüzey jeolojisi verilerinden yararlanılarak kazılarla ilgili şev geometrisi, şev duraylılığı analizlerinde kullanılacak dayanım parametreleri, projede öngörülen kazı kotlarının kayaların 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.

- **Tünel 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 kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi vb), kazı destek sınıflamaları (RMR, Q vb) değerlendirmeleri yapılacaktır. Tünel kotu yeraltısuyu seviyesinin altında ise tünele gelebilecek su miktarı hesaplanmalı ve gerekli iyileştirme önerileri verilmelidir. Tünelde yapılması gereken kontak ve/veya konsolidasyon enjeksiyonlarının boyutları derinliği, delik aralıkları, deliklerin eğim ve doğrultuları, toplam delgi uzunluğu vb belirlenecektir. Bunların belirlenmesinde Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi'nde belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

- **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:** Yüklem 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 temelini 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. Yeraltı santralı olması durumunda da birimlerin jeoteknik özellikleri ve yapılacak kazının boyutlarına bağlı olarak gerekli sondaj, arazi ve laboratuvar deneyleri yapılacaktır. Elde edilen verilere bağlı olarak uygulanacak destek sistemi önerilecektir.

- **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.

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

- **Yol Güzergahları:** Proje kapsamında açılacak tüm yol güzergahlarında (şantiye içi, yapı yerlerine ulaşım, malzeme taşın ve relokasyon yolları) yer alan birimlerin jeolojik/jeoteknik özellikleri, yeraltısuyu durumu ile temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek parametreler belirlenecektir.

(A1- Yeraltı Barajı)

Gövdenin inşa edileceği akiferin jeolojik, jeoteknik ve hidrojeolojik özellikleri, kalınlığı, anakayanın özellikleri, kullanılacak malzemenin türü, miktarı ve yeri, su alma kotu ve su elde etme yöntemi (pompaj veya cazibe) gibi parametreler göz önünde bulundurularak gövde tipi, şekli ve boyutları önerilecektir.

11.1. Aks Yerinin Geçirimsizliği

Yeraltı barajlarında aks yerinin geçirimsizliğini ortaya koymak amacıyla yapılan çalışmalar yerüstü depolamalarından farklı değildir. Proje özelliğine bağlı olarak gerekli jeolojik-jeoteknik çalışmalar yapılacaktır.

11.2. Göl Alanının Geçirimsizliği

Yeraltı barajlarında depolamanın yapılacağı akifer ile dokanak halinde olan formasyonun ve rezervuarın geçirimsizlik özellikleri ortaya konulacaktır. Rezervuardan yan vadiye veya başka bölgelere önemli miktarda su kaçabileceği tespit edilmesi halinde gerekli iyileştirme projeleri (enjeksiyon, slurry trench vb) önerilecektir.

11.3. Aks Yerinin Duraylılığı

Yeraltı barajlarında taşıma gücü, oturma ve şişme potansiyeli, sıvılaşma potansiyeli ve şev duraylılık analizleri yerüstü barajları ile aynıdır. Temel kazılarında karşılaşılabilecek birimlerin litolojisi, niteliği, miktarı ve kazı sınıflaması/klası tablo halinde verilecektir. Değerlendirmeler jeolojik tanımlamalara dayalı olacak, poz numarası kullanılmayacaktır.

Aks yerinin duraylılığını etkileyecek olumsuzluklar ve yapının yapılabirliğini doğrudan etkileyebilecek eski/yeni heyelanların varlığı ile olası etkileri belirlenecektir. Gerekli araştırma ve incelemeler yapılarak çözüm önerileri verilecektir.

11.4. Göl Alanının Duraylılığı

Yeraltı barajlarında aynı zamanda yerüstünde de depolama varsa göl alanı duraylılık yönüyle yerüstü barajı hassasiyetinde çalışılacaktır.

11.5. Su Alma Yapısı ve Önerilen Tesisler

Yeraltı barajlarında özellikle cazibeli projelerde suyun hangi kottan ne tür bir su alma yapısı ile alınıp yüzeye çıkarılacağı değişik seçeneklerle araştırılıp ortaya konacak, bu seçeneklere göre rezervuarın depolama hacmi ve elde edilebilecek su miktarı ayrı ayrı hesaplanacaktır. Buna göre en uygun yöntem belirlenerek projeciye önerilecektir. Eğer su, kuyulardan pompajla elde edilecekse kuyuların yerleri, derinlikleri, çapları, tahmin edilen debilerle ilgili bilgiler verilecektir.

(B-Yeraltı Yapılarında)

11.1. Yapı Yerlerinin Geçirirnililiği

Yeraltı boşluğunu ve kazı güzergahını oluşturan birimlerin geçirirnililik yönünden jeolojik/jeoteknik özellikleri belirlenecek ve yapıya olan etkileri değerlendirilecektir. Geçirirnililik 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

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

Yeraltı kazısında karşılaşılabir 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 (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.

Projede tünel olması durumunda yapılması gereken kontak ve/veya konsolidasyon enjeksiyonlarının boyutları derinliği, delik aralıkları, deliklerin eğim ve doğrultuları, toplam delgi uzunluğu vb belirlenecektir. Bunların belirlenmesinde Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi'nde belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

11.2.1. 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.

11.2.2. 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 Duraylılığı

Güzergah boyunca bulunan bitkisel toprak, alüvyon, yamaç molozu ve ayrılmış kayaçlar; 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.

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 (ayrışma derecesi, kohezyon, içsel sürtünme açısı vb.) ve kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi) değerlendirilecektir.

Temel araştırmalarda (temel sondaj kuyusu/araştırma çukuru) ölçülen yeraltısuyu seviyeleri değerlendirilerek kazıya gelebilecek suyun yeri, miktarı, betona olabilecek etkileri ve alınması gereken önlemler (drenaj vb) belirtilecektir.

11.2.1. Kazı sınıflaması

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

11.2.2. 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.

11.2.3. 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.

11.2.4. Sıvılaşma potansiyeli

Güzergah boyunca özellikle alüvyon ile sıkılaşmamış kumlu, siltli birimlerde sıvılaşma riski olabilecek kısımlar uygun analiz yöntemleri ile incelenecektir.

Elde edilecek sonuçlara bağlı olarak, gerekli iyileştirme yöntemleri ekonomik mukayeseleri ile birlikte önerilecektir.

11.2.5. 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 , ϕ , c' , ϕ') olmak üzere tüm jeolojik/jeoteknik özellikleri belirlenecektir. Bu değerler kullanılarak heyelanın derinliği, kayma yüzeyi, hızı ve kayma miktarı ortaya konulacaktır.

11.2.6. Şev duraylılık analizi

Kazı ve yamaç şevlerinde; arazi ve laboratuvar deneylerinden elde edilen jeoteknik veriler kullanılarak (özellikle 10 m' den yüksek olanlarında) 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 oluşacak şevlerde alınması gerekebilecek önlemler, mevcut yapıların kazıya etkisi, yeraltısuyunun varlığı ve güzergaha etkisi belirlenecektir.

11.2.7. Yerel Zemin Sınıfı, Etkin Yer İvmesi ve Yatak Katsayısı

İnceleme alanında bina ve bina türü yapı bulunması durumunda Afet İşleri Genel Müdürlüğünce yapılmış Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (2007) gereği; yapılan arazi çalışmaları ve laboratuvar çalışmaları, zemin profilini oluşturan birimlerin kalınlıkları ve tanımlamaları sonucu elde edilen verilere göre zemin grupları, yerel zemin sınıfları, yerel zemin sınıfına göre etkin yer ivmeleri, yatak katsayıları verilecektir.

11.2.8. 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

- **Tünel:** Proje kapsamındaki tünel 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, kaya kalitesi (RQD, karot yüzdesi vb), kazı destek sınıflamaları (RMR, Q vb) değerlendirmeleri yapılacaktır. Tünel kotu yeraltısuyu seviyesinin altında ise tünele gelebilecek su miktarı hesaplanmalı ve gerekli iyileştirme önerileri verilmelidir. Tünelde yapılması gereken kontak ve/veya konsolidasyon enjeksiyonlarının boyutları derinliği, delik aralıkları, deliklerin eğim ve doğrultuları, toplam delgi uzunluğu vb belirlenecektir. Bunların belirlenmesinde Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik Şartnamesi'nde belirtilen hususlar dikkate alınacaktır.

- **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 ile kazı şevlerinin duraylılığı belirtilecektir. Ayrıca zemin grupları, yerel zemin sınıfları, yerel zemin sınıfına göre etkin yer ivmeleri ve yatak katsayıları verilecektir.

- **İçmesuyu/Atıksu İsale Hatları:** Güzergah boyunca yapılacak temel araştırmalarında; deney, ölçüm ve gözlemler için jeolojik koşullara bağlı olarak 500-1000 m'de birer adet araştırma çukuru/yarması açılacak, farklı zemin koşulları, dere geçişi, yeraltısuyu vb gibi durumların tespitine öncelik verilecektir. Çukurların derinliği, boru temel kazı kotu altına inecek şekilde olacaktır. İçmesuyu projelerinde, büyük karayolu, tren yolu, nehir vb. geçişlerde ve zemin özelliklerine göre her iki tarafta sözleşmede aksi belirtilmediği müddetçe en az 1'er adet temel sondaj kuyusu açılacaktır.

- **İçmesuyu/Atıksu Arıtma Tesisi:** İçmesuyu arıtma tesisleri jeoteknik etüt raporu için sözleşmede aksi belirtilmediği müddetçe 30 000 m² ye kadar alan için en az 3 (üç) adet sondaj kuyusu açılacaktır. Bundan büyük alanlar için her 10 000 m² 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 inecek şekilde olacaktır. Ayrıca zemin grupları, yerel zemin sınıfları, yerel zemin sınıfına göre etkin yer ivmeleri ve yatak katsayıları verilecektir.

- **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 Ayrıca zemin grupları, yerel zemin sınıfları, yerel zemin sınıfına göre etkin yer ivmeleri ve yatak katsayıları verilecektir.

- **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. Ayrıca zemin grupları, yerel zemin sınıfları, yerel zemin sınıfına göre etkin yer ivmeleri ve yatak katsayıları verilecektir.

Bu kapsamda; kazı temelini 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, şekil 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, jeofizik harita ve kesitler
- Jeofizik kesitler
- Proje sahasının hava fotoğrafları
- 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 İlişkin 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. Söz konusu sorunlar proje değişikliğine neden olabilecek boyutlarda ise hazırlanacak raporun düzeni kesin proje aşaması rapor formatına (projeye göre gerekli başlıkların kullanıldığı) uygun olacak ve raporda “.....UYGULAMA AŞAMASI JEOTEKNİK ETÜT RAPORU” başlığı kullanılacaktır.

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, jeolojik açınım haritalarının ve ayna formlarının kazıyla eşzamanlı olarak hazırlanması, deformasyon ölçümlerinin düzenli olarak takip edilerek 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 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

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 Bölge Müdürlükleri tarafından onaylanacaktır.

.....UYGULAMA SONU JEOTEKNİK RAPORU

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 Mekaniki Çalışmaları

3.4. Hidrojeoloji Çalışmaları

3.5. Kazılardan Çıkan Yeraltısu 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.

Yapılacak arazi ve büro çalışmalarından sonra bu şartnamede tanımlanan standartlarda hazırlanan “**Jeoteknik Etüt Raporu**” ve münferit olarak hazırlanan Kaya ve Zemin Mekaniği, Jeofizik ve Karst Hidrojeolojisi raporları **5 kopya**, ıslak imzalı (oda sicil no dahil) A4 baskılı ve CD/DVD olarak İdare’ye sunulacaktır.

Raporların sunulması ve onaylanması konusunda ihalenin Bölge Müdürlüğü veya Genel Müdürlük tarafından yapılmasına bağlı olarak ilgili güncel mevzuata (yönetmelik, genelge vb) göre hareket edilecektir.

IV. EKLER

EK-A: KAYA VE ZEMİN MEKANİĞİ ÇALIŞMALARI

EK-B: JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

EK-C: KARST HİDROJEOLOJİSİ ÇALIŞMALARI

EK-D: 6446 SAYILI KANUN VE YÖNETMELİK KAPSAMINDA

HAZIRLANAN HES PROJELERİNİ 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-7. PRESİYOMETRE DENEYİ UYGULAMA TALİMATI

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. Yeraltısuyu Durumu
 - 3.5. Arazi Deneyleri
 - 3.6. Laboratuvar Deneyleri ve Analizler
4. JEOLJİK / JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ
 - 4.1. Taşıma gücü
 - 4.2. Oturma ve şişme potansiyeli
 - 4.3. Sıvılaşma potansiyeli
 - 4.4. Kazı sınıflaması
 - 4.5. Şev Duraylılığı Analizleri
 - 4.6. 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 yayımlandığında 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 (yapı boyutları, temel kazısı, proje yükü vb) verilecektir.

2. GENEL JEOLojİ

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, eklemleme, şistozite vb.) hakkında bilgi verilecek, birimlerin birbiri ile olan yapısal ilişkileri (diskordans, konkordans, şariyaj vb) anlatılacaktır.

2.2. Deprem Durumu

Proje sahasının içinde bulunduğu il bazında deprem bölgesi (A4/A3 sayfa boyutunda) ve 1/1 000 000 ölçekli bölgesel sismotektonik haritası renkli olarak hazırlanacaktır. Bölgesel sismotektonik haritada aletsel ve tarihsel dönem depremleri ($M_w \geq 4.0$) ile diri faylar belirtilecektir. Bu amaçla kamu kurum ve kuruluşlarının çalışmalarından ve yayınlarından yararlanılacaktır. Proje yerinin T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996)'na göre kaçınıcı deprem kuşağında olduğu belirtilecektir.

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 Temel Sondaj ve Enjeksiyon Teknik 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. Araziden alınan numunenin cinsine göre Bölüm A-6'da verilen deney guruplarından uygun olanlar seçilerek deney talep formuna işlenip deney talep formuyla birlikte numuneler laboratuvara bir tutanak karşılığında teslim edilecektir.

Zeminlerin Özelliklerinin Belirlenmesi

- a) Kohezyonlu zeminler
 - Tanımlama Deneyleri
 - Mühendislik Deneyleri
- b) Kohezyonsuz zeminler
 - Fiziksel Deneyler
 - Mekanik Deneyler
 - Mikroskobik Deneyler

Kayaların Özelliklerinin Belirlenmesi

- Fiziksel Deneyler
- Mekanik Deneyler
- Mikroskobik Deneyler

4. JEOLJİK / JEOTEKNİK KOŞULLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

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

4.1. 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.

4.2. 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. Sıvılaşma potansiyeli

İnceleme alanında bulunan özellikle alüvyon ile sıkılaşmamış kumlu, siltli birimlerde sıvılaşma riski olabilecek kısımlar uygun analiz yöntemleri ile incelenecektir. Elde edilecek sonuçlara bağlı olarak, gerekli iyileştirme yöntemleri ekonomik mukayeseleri ile birlikte önerilecektir.

4.4. Kazı sınıflaması

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

4.5. 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.

4.6. 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 çözümler 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 büyütmesi 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 (44-58-74 mm) proplar kullanılacaktır. 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 basınç (membran) kalibrasyonu yapılacaktır. Deney verileri, Presiyometre Deneyi Uygulama Talimatı'nda verilen "Presiyometre Deney Formu"na işlenecektir. 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. Presiyometre deneyleri, "Presiyometre Deneyi Uygulama Talimatı" esaslarına göre yapılacaktır.

Plaka Yükleme Deneyi

Plaka yükleme deneyi; kum, çakıl ve dolgu gibi kohezyonsuz zeminler, katı ve duyarlı 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. Yüklenen 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 düşünceye kadar veya gerilme-çökme eğrisi 10 mm lik çökmeye gelinceye kadar yük artırılabilecek ve son yüklemeye en az 4 saat beklenmelidir.

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 16⁰-27⁰ konik açılı ağza sahip tüp kullanılmalıdır). 63.5

kg lık şahmerdan 76 cm yükseklikten düşürülerek her 15 cm için ayrı ayrı olmak üzere tüpün 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 yanal 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. Gerekli 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 oluşu) 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 çakılılanarak 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/cm²) 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 m² 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 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 $0,01 \text{ mm}$ 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/şaftı/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 yapmayacağına araştırılması amacıyla kaya kütesinin süreksizlikleri boyunca uygulanacaktır. Kaya kütesi 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^2 , 4 kg/cm^2 , 6 kg/cm^2 , 8 kg/cm^2). Kesme basıncı belirli bir yükleme hızı ile blok kayıncaya kadar arttırılacaktır. Deformasyon ölçümleri, bloğun yan çevresine ve üstüne yerleştirilen $1/100$ veya $1/1000 \text{ mm}$ 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 (ϕ) tayin edilecektir. Her blok için tespit edilen kayma gerilmesine (τ kg/cm²) karşılık normal basınç (σ kg/cm²) 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 (ϕ) olarak tespit edilecektir.

Gerilme Ölçüm Deneyleri

Değişik deformasyon ölçüm metotları için birçok cihaz geliştirilmiştir. Bunların hepsi deformasyonları ölçüp, gerilim deformasyon ilişkisinden gerilimlerin 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 eksenli 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 artırılacaktır. 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 kütesinin 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 kütesinin 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 , ϕ) 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 olacağından 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, laboratuvarda 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 paketleneyecektir.

A-6.3. Örnekler Üzerinde Yapılacak Laboratuvar Deneyleri

A-6.3.1. Zeminlerin Özelliklerinin Belirlenmesi

A-6.3.1.1. Kohezyonlu zeminler

Tanımlama Deneyleri

- Bağlı Yoğunluk (ince, orta ve iri taneli zeminler) deneyi
- Dane Çapı Dağılımı (Elek analizi) deneyi
- Dane Çapı Dağılımı (Hidrometrik Analiz) deneyi
- Kıvam limitleri (Atterberg limitleri) deneyi Standart Sıkıştırma (proktor) (2,5 kg tokmak kullanarak) deneyi
- Tabii su içeriği deneyi Birim hacim kütle deneyi
- Maksimum/Minimum birim ağırlık (titreşimli sehpa) (İzafi kesafet) deneyi
- Lâboratuvar deneylerine göre zemin sınıflaması

Mühendislik Deneyleri

- Üç eksenli basınç deneyi
- Serbest (Tek Eksenli) basınç deneyi
- Düşen seviyeli geçirgenlik deneyi
- Sabit seviyeli geçirgenlik deneyi
- Tek yönlü konsolidasyon deneyi (oturma-zaman, oturma-gerilme ve bağlı parametreler)
- Şişme yüzdesi deneyi
- Şişme basıncı deneyi
- Direk Kesme (Kesme Kutusu) deneyi
- İğne deliği deneyi (pin hole)
- Dağılma deneyi
- Eriyebilir Tuzlar ile İlgili Kimyasal Analizler
- Mineralojik analiz
- Zeminlerde sıvılaşma oranının belirlenmesi

A-6.3.1.2. Kohezyonsuz zeminler

Fiziksel Deneyler

- İri ve İnce agregada tane büyüklüğü dağılımı tayini deneyi
- İri ve İnce Agregada Yoğunluk, Bağlı yoğunluk ve Su emme oranı Tayini deneyi
- Birim hacim ağırlık
- Maksimum/Minimum birim ağırlık (titreşimli sehpa) (İzafi kesafet) deneyi
- Basınçlı su deneyi

Mekanik Deneyle

- Eriyebilirlik Deneyle
- Taneler Arası Boşluklu Birim Hacim Kütle ve Boşluk Oranı Tayini Deneyle
- Beton Agregalarda Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yöntemle Tayini (Sodyum Sülfat veya Magnezyum Sülfat İle) Deneyle
- Donma ve Çözölmeye Karşı Direncin Tayini
- Los Angeles Aşınma Kaybı Deneyle

Mikroskobik Deneyle

- Petroğrafik Analiz

A-6.3.2. Kayaların Özelliklerinin Belirlenmesi

Fiziksel Deneyle

- Doğal Taşlar-Deneyle Metotları-Görünür Yoğunluk Deneyle
- Doğal Yapı Taşlarının Gerçek Yoğunluk
- Doğal Taşlar-Deneyle Metotları-Açık Gözeneklilik
- Doğal Taşlar-Deneyle Metotları-Toplam Gözeneklilik

Mekanik Deneyle

- Los Angeles Aşınma Kaybı Deneyle
- Doğal Taşlar-Deneyle Yöntemleri-Dona Dayanım Tayini Deneyle
- Beton Agregalarda Dona Dayanıklılığın Kimyasal Yöntemle Tayini (Sodyum Sülfat veya Magnezyum Sülfat İle) Deneyle
- Doğal Taşlar-Deneyle Metotları-Tek Eksenli Basınç Dayanımı Deneyle
- Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuvar Deneyle Yöntemleri-Üç Eksenli Basınç Deneyle
- Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuvar Deneyle Yöntemleri-Don Sonu Basınç Dayanımı Tayini Deneyle
- Kayaçların Elastisite Modülünün ve Poisson Oranının Tek Eksenli Basma Deneyle
- Kayaçların Çekme Dayanımlarının Tayini Deneyle
- Kaya Karot Numunelerinin Çekme Dayanımı (İndirekt Metod) Tayini Deneyle
- Makaslama (kesme) Dayanımı Deneyle
- Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuvar Deneyle Yöntemleri-Nokta Yüğü Dayanım İndeksi Deneyle
- Doğal Yapı Taşları-İnceleme ve Laboratuvar Deneyle Yöntemleri-Suda Dağılmaya Karşı Dayanıklılık Deneyle
- Doğal Taşlar-Deneyle Metotları-Atmosfer Basıncında Su Emme Deneyle

- Kayaçlar-Su Muhtevası Deneyi
- Konsolidasyon Deneyi (ayrışmış killi kayaçlar)
- Şişme Deneyi (ayrışmış killi kayaçlar)

Mikroskobik Deneyler

- Petroğrafik Analiz

A-7. PRESİYOMETRE DENEYİ UYGULAMA TALİMATI

1. PRESİYOMETRE DENEYİ VE İLGİLİ ÖZEL HÜKÜMLER

A - DENEYİN VE CİHAZIN TANIMI :

Pressiyometre deneyinde temel fikir, zeminin basınç deformasyon ilişkilerini ölçmek için, zemin içinde açılan silindirik bir boşluğun genişletilmesidir. Pratikte bu testin yapılacağı seviyeye kadar sondaj kuyusu açılır. Bu kuyu silindirik bir boşluk oluşturur. Radyal genişlemeye elverişli presiyometre sondası istenilen test seviyesine indirilir ve boşluğu genişletmek için şişirilir. Uygulanan her basınç kademesinde oluşan hacim artışları kaydedilir. Sonda öyle dizayn edilmiştir ki, boşluğun boyu değişmez ve hacim artışı sadece kuyunun radyal olarak genişlemesi ile mümkün olur. Böylece presiyometre deneyi, arazide sondaj kuyuları içinde uygulanabilen bir çeşit “statik yükleme deneyi” olarak tarif edilebilir.

B - CİHAZLA İLGİLİ HÜKÜMLER :

Kullanılan cihazla 70 kg/cm² ye kadar rahatlıkla zemine basınç uygulanabilmektedir. Ölçüm hücresinin basıncını gösteren manometre 0,5 kg/cm², hacimsel deformasyonu gösteren volümetre ise 0,02 cm³'ü gösterir hassasiyette olmalıdır. Yüksek basınçta cihaz, sonda ve bağlantılarında en ufak su veya hava kaçağı olmamalıdır. Sondalar standart kuyu çaplarına (AX, BX ve NX) uygun olmalıdır.

C - DENEYİN UYGULANMASI İLE İLGİLİ HÜKÜMLER :

1. Deney yapılmadan önce sonda kalibrasyon borusu (kullanılacak sonda çapına uygun dayanıklı çelik boru) içerisine yerleştirilerek 5 kg/cm² ve 20 kg/cm²'lik iki kademe yük uygulanarak, sistemde kaçak olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bu basınçlarda presiyometre cihazı, bağlantı ve sondasında en küçük su ve hava kaçağı olmamalıdır.
2. Daha sonra hacim ve sonda kalibrasyonları yapılmalıdır. Her sonda değişiminde ve farklı sıvıların kullanımında bu işlem mutlaka tekrarlanmalı ve kalibrasyon değerleri ve her deneyin hangi kalibrasyonla yapıldığı presiyometre arazi deney formlarına yazılmalıdır.
3. Arazi deney formlarında; Kuyu derinliği, deney seviyesi, zeminin cinsi, YAS durumu, sonda tipi, proje adı, tarih, deney yapılan saat (başlangıç-bitiş), deneyi, yapan kişi

mutlaka belirtilmelidir.

4. Kuyu çapları sonda muhafazasız indirildiğinde aşağıdaki tabloya uygun olacaktır.

Kuyu Çapı Simgesi	Sonda Çapı (mm)	Kuyu Çapı (mm)	
		Minimum	Maksimum
AX	44	45	53
BX	58	60	70
NX	74	76	84

5. Kuyu çapları sonda muhafazalı (yarıklı boru ile) indirildiğinde aşağıdaki tabloya uygun olacaktır.

Sonda Çapı (mm)	Yarıklı Boru Çapı (mm)	Kuyu Çapı (mm)	
		Minimum	Maksimum
44	64	66	74
58	74	76	84

6. Zemine uygulanan basınç kademeleri zeminin basınç kademeleri zeminin basınç dayanımı (nihai taşıma gücü = limit basınç) değerinin 1/10'u mertebesinde olmalıdır. Örneğin zemin 20 atmosfere dayanıyorsa basınç aralıkları 2 kg/cm²'lik artışlarla, 10 atmosfere dayanıyorsa basınç aralıkları 1 kg/cm²'lik artışlarla uygulanmalıdır. Her kademeye isabet eden hacim artışları volümetreden takip edilerek uygulanan basınç aralıklarının karşısına yazılmalıdır.
7. İstenilen basınçlar regülatör vasıtası ile ayarlandıktan sonra 15, 30 ve 60 saniyelerde volümetre okumaları yapılarak formlara yazılmalıdır.
8. Zeminin basınç dayanımına (Limit basınç PL) erişilinceye kadar deneye devam edilmelidir. Formasyonun basınca karşı direnci yüksek ise P_L limit basınç değerine erişmek mümkün değildir. Bu taktirde zemine asgari 35 kg/cm² ye kadar basınç uygulanmalıdır.
9. Deney aralıkları 1,5 m olacaktır. Ancak özel durumlarda etüt mühendisinin yetkisine bağlı olarak bu aralıklar 2 m de bire çıkarılabilir veya 1 m de bire indirilebilir.
10. Presiyometre deneylerine, yüzeyden itibaren başlanılacak ve temel derinliğinden itibaren temel genişliğinin 1,5 katı (D_f + 1,5 x B) derinliğe kadar deney yapılacak şekilde planlama yapılacaktır.
11. Deneylerin hangi cins zeminde yapıldığı zemin tanımlamasını yapacak olan etüt mühendisinden sorularak formlara yazılmalıdır. Gün içinde yapılan deneyler mesai sonunda etüt mühendisine veya ilgililere tasdik ettirilmelidir (arazi formları).
12. Tüm deneyler bittikten sonra, her deney için basınç, hacim ve hidrometrik düzeltmeler yapılmalıdır. Bu düzeltmeler presiyometre deneyi kalibrasyon formlarında

gösterilmelidir.

D - DEĞERLENDİRME İLE İLGİLİ HÜKÜMLER:

1. x-y koordinat sisteminde x eksenini artırılan basınç kademelerini (kg/cm^2), y eksenini de bu kademelerde oluşan hacim değişimlerini (cm^3), gösterecek şekilde basınç - deformasyon eğrisi çizilir.
2. Başlangıçtan sonra eğrinin ilk kırılma noktasının apsisi, verilen basınç artması ile sondanın zemine oturması ve zeminin P_0 yatay içsel basıncına karşılık gelir. Daha sonra eğri yükselmeye başlar ve P_L (limit basınç) ile tariflenen sınır basıncına asimptot olur. Bu safhaya da "plastik safha" denir. Limit basınç (P_L) hacim artışlarının sonsuza vardığı noktadır ki, zeminin teorik olarak "Nihai Taşıma Gücü" ne karşılık gelir.
3. Presiyometre grafiğinde P_i ve P_f kırılma noktaları ile eğrinin asimptot olduğu doğrunun apsisi (P_L) bariz bir şekilde görülmelidir. Aynı grafikte kalibrasyon eğrisi çizilip, presiyometrik eğri kalibre edilerek, zemine ait "net basınç deformasyon eğrisi" çizilmelidir.
4. E_p modülü hangi basınç aralığında hesaplanmışsa net basınç deformasyon eğrisi üzerinde bu aralık gösterilmelidir.
5. Presiyometre eğrisinden E_p , P_i , P_f ve P_L değerleri hesaplandıktan sonra, bu değerlerin derinliğe bağlı olarak değişimi, zemin tanımlaması, YAS seviyesi kuyu logu formlarında gösterilmelidir. Varsa penetrasyon, laboratuvar test sonuçları, temel boyutları ve temel derinliği gibi ek veriler presiyometre kuyu logu formlarında ayrıca gösterilmelidir.
6. Deney yapılırken okunan değerlerin kaydedildiği "Presiyometre deneyi arazi formu" idare yetkililerince şantiyede imzalanarak tasdik edilmelidir. Deneyler değerlendirildikten sonra deney arazi formu, hacim ve basınç düzeltme tablosu, net basınç-deformasyon grafiği ve presiyometre kuyu logu her deney için ayrı ayrı hazırlanarak idareye verilmelidir.
7. İdarede gerekli tetkik ve kontroller yapıldıktan sonra, tespit edilen değerlerin, zeminin cins ve koşulları ile uyum sağladığı ve genel olarak yapılan işin sıhhatli olduğu kanaatine varılması halinde, deney formları ayrı ayrı tasdik edilerek ödeme yapılmalıdır.

2. DENEY YAPILAN ZEMİNLERLE İLGİLİ HÜKÜMLER

A - YIKINTI YAPMAYAN KENDİNİ TUTABİLEN ZEMİNLER:

Kuyu açım süresince hiçbir teçhiz ve ıslah yönetimine gerek duyulmadan sondaj yapılmasına elverişli formasyonlardır. Kuyu açım tekniği yönünden hiçbir problem

göstermeyen kuru, sıkı, şişme ve kabarma özelliği göstermeyen katı killer; çatlaksız veya az çatlaklı altere olmamış konglomera, kumtaşı, arduvaz, silttaşı, kiltası, şeyl, marn, kireçtaşı, kristalize kireçtaşı, breş, tüfit, magmatik (trakit, andezit, bazalt, gabro, granodiyorit, diyorit, pegmatit, granit, peridodit, siyenit, piroksenit, monzonit) ve metamorfik (mermer, şist, gnays) kayaçlar bu grupta (yıkıntı yapmayan, kendini tutabilen zeminler) değerlendirilir.

Temel sondaj kuyuları rötari veya burgu tipi yöntemlerle istenilen kota kadar delinir. Kuyu derinliği çapı ile deney sayısı ve deney ara mesafeleri idarece tespit edilir. Deneyler kuyu tabanından başlayarak muayyen aralıklarla sistematik olarak kuyu üst kotuna kadar uygulanır Kuyu açıldıktan sonra en geç 1 gün içerisinde deneyler yapılmalıdır.

B - GEVSEK VEYA YIKINTI YAPAN ZEMİNLER:

Yumuşak-sert kil ve silt, orta sıkı kum, tuf, erime ve/veya şişme özelliği gösteren birimler, çok çatlaklı ve altere olmuş magmatik - metamorfik - sedimanter kayaçlar bu grupta (gevşek veya yıkıntı yapan zeminler) değerlendirilir. Sondaj işlemi esnasında sürekli veya lokal olarak yıkıntı yapan zeminlerdir. Sondajı deney seviyesine indirmek oldukça zordur. Ayrıca kuyu cidarının fazla genişlemesi veya sonda üzerine yıkıntı malzemelerin dökülmesi, deney yapılmasını engeller bazen de sondanın kuyuda kalmasına sebep olur. Bu tip zeminlerde kuyu, deney yapılacak kota kadar çeşitli yöntemlerle emniyete alınır. Daha sonra karotiyer ile bir deney boyu kadar (genellikle 2 veya 3 m.) ilerleme yapılır. İlerleme esnasında kuyu cidarlarının tahrip olmamasına dikkat edilmelidir.

Bunun için az su kullanılmalı veya zemin uygun ise susuz, çakma veya hidrolik baskı ile ilerlenmelidir. Sonda yeni açılan deney seviyesine indirilir. Gerekli durumlarda özel çelikten yapılmış şişebilen muhafaza boruları (slotted tube) kullanılır. Test yapıldıktan sonra, deney takımı kuyudan alınır. Kuyu, taban kotuna kadar tekrar ıslah edilir. Böylece yukarıdan aşağıya doğru bu işlemler sistematik olarak devam eder.

Kuyuyu emniyete almak için borulama, çimentolama sirkülasyon suyuna bentonit karıştırma gibi yöntemler kullanılabilir. Ayrıca yumuşak, killi zeminlerde 5 - 6 m. lik kuyular açmak için özel el burguları kullanılabilir.

Zemin koşullarından dolayı deneylerin sistematik olarak yapılamaması halinde, deney ekibi sorumlu tutulamaz. Deney ekibinin birden fazla sondaj makinası ile çalışması işleri hızlandırır. Ancak deney birim fiyatı bu durumdan etkilenmez.

C - ALÜVYONAL ZEMİNLER:

Yeraltısuyu seviyesi altında bulunan, akarsu yatakları ve taşkın alanları içinde yer alan blok - çakıl - kum - silt - kil seviyeleri ile bu oluşuklardan meydana gelen alüvyon, yamaç

molozu, aşırı çatlaklı ve tamamen ayrıışmış magmatik - metamorfik - sedimanter kayaçlar bu grupta (alüvyonal veya tamamen ayrıışmış zeminler) değerlendirilir.

Bu tip zeminlerde deney seviyesinin üst kısımlarını emniyete almak çok zordur. Bir deney boyu kadar ilerleme yapıldıktan sonra, takım alınır alınmaz ilerlenen kısım yıkıntı malzeme ile hemen dolar, dolayısıyla sondayı deney seviyesine indirmek mümkün olmaz.

Bunun için, boyuna yarıklar bulunan özel dövme çelikten yapılmış rahatlıkla genişleyebilen yarıklı çakma borularından (Slotted tube) yararlanır. Yarıklı çakma borusu takımın en ucuna monte edilir. Zemin koşullarına bağlı olarak bu takım çakılarak, hidrolik baskı ile veya daha önce açılmış kılavuz delik yardımı ile deney seviyesine kadar indirilir. Daha sonra, sonda en uçtaki yarık borunun seviyesine gelinceye kadar bu takımın içinden aşağıya indirilir. Sondaya basınç uygulanarak yarık boru ile birlikte şişirilir ve test uygulanır. Test yapıldıktan sonra sonda alınır, yarık çakma borulu takım zeminden darbe veya hidrolikle çıkarılır.

Sonda bu takımın içinden yeni açılan deney seviyesine indirilerek test yapılır. Aşağı doğru aynı işlemler tekrarlanır. Deney yapılan üst seviyeler daha geniş çapta çeşitli yöntemlerle emniyete alınır. Bu koşullarda sistematik olarak deney yapmak oldukça zordur. Yeteri kadar malzeme ve tecrübe gerektirir. Eğer her türlü imkan kullanıldığı halde sadece zemin koşullarından dolayı sistematik olarak deney yapılamamış ise bu durumdan presiyometre ekibi sorumlu tutulamaz. Gerek sondaj gerekse deneyin yapılmasında meydana gelecek aksaklıklar veya zaman kaybı için deney ekibine ayrıca bir ödeme yapılmaz.

3. GALERİ VE TÜNELLERDE DENEYİN UYGULANMASI

Galeri ve tünellerde her cins ve koşullarda deney yapılabilir. Yatay, düşey ve değişik açılar altında açılan sondaj kuyuları içerisinde değişik birim fiyatlarda deney yapılır.

Yıkıntı yapmayan kendini tutabilen zeminlerle, yıkıntı yapan kendini tutamayan zeminlerdeki şartlar, galeri ve tünel içindeki zeminler içinde aynısı geçerlidir.

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;

- proje alanı ve yakın çevresinde jeolojik ve jeoteknik özelliklerin (örtü tabakası, alüvyon kalınlığı, ana kayaya olan derinlik, yanal ve düşey süreksizlikler vb),
- deprem parametrelerinin, zemin ve kayaların elastik parametrelerinin ve,
- patlatma kaynaklı titreşim parametrelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan jeofizik çalışmalarıdır.

Jeofizik çalışmaların yöntemi; proje özelliklerine, etüt aşamasına ve amacına göre etüdü yapan Jeofizik Mühendisi tarafından belirlenecektir.

B-2. JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

B.2.1. Elektrik Özdirenç (Rezistivite)

Jeofizik rezistivite yöntemi ile araştırma yapılması düşünülen sahada; cihaza bağlanan kablolar ve kabloların bağlandığı iki metal elektrot ya da çoklu elektrot sistemi ile yere doğru akım ya da düşük frekanslı bir elektrik akımı uygulanacak, bu akımların meydana getirdiği potansiyel fark yine iki farklı elektrot ya da çoklu elektrot yardımı ile ölçülecek ve böylece tabakaların görünür özdirenç değerleri hesaplanacaktır.

Rezistivite çalışmalarında yeryüzünde en az iki noktadan derinliğe doğru akım vererek yapılan araştırma kısaca “DES” (düşey elektrik sondaj) olarak adlandırılacaktır. Sahada istenilen yer ve istenilen derinliğin araştırılması amacı ile bir dizi elektrotun bir hatlık serimi ile yapılan çalışma “Profil Ölçüsü” olarak adlandırılacaktır. Bununla birlikte, araştırmanın amacına göre elektrotların sahada mesafe bakımından birbirlerine göre belli bir konum içererek yerleştirilmeleriyle oluşturulan düzene “Ölçü Sistemi” (schulumberger, wenner vb) denilecektir.

B.2.2. Sismik

B.2.2.1. Sismik Kırılma (Refraksiyon)

Sismik kırılma uygulamaları, yapay olarak balyoz, ağırlık düşürme, dinamit patlatma, kalas vb. gibi yöntemlerle oluşturulan enerjinin, belirli uzaklıklara yerleştirilmiş P ve S jeofonları ile sismik cihazlara kaydedilmesi esasına dayanacaktır.

Elde edilen P (boyuna) ve S (enine) sismik dalgalarının jeofonlara varış zamanlarından yol-zaman grafikleri çizilecektir.

Sismik kayıtlarda, dalganın ilk geliş zamanları net seçilebilir olacak ve tüm kanallarda izlenecektir. İstenilen araştırma derinliği ve çözünürlüğe göre sismik profil uzunluğu, jeofon aralığı seçilecektir.

Elde edilen sismik kayıtlardan tabakaların hız, kalınlık, derinlik ve eğimleri belirlenecektir. Elde edilen hızlardan zemin ve kayaların elastik parametreleri elde edilecek, kayaç kalite ve sökülebilirlik sınıflaması yapılacaktır. Değerlendirmelerde bilgisayar programları kullanılabilir.

B.2.2.2. Jeofizik Kuyu İçi Sismik Ölçümler (Cross-Hole, Down-Hole, Up-Hole)

Cross-Hole (Karşıt-Kuyu) deneyi mühendislik yapılarının oturacağı lokasyonlarda, dik açılan en az iki kuyu içinde ve kuyular arasında yapılacaktır. Bu kuyulardan birisi “vuruş kuyusu”, diğer kuyu/kuyular ise “dinleme kuyusu” olarak isimlendirilecektir.

Vuruş kuyusu, seçilecek deney kademelerinde enerjinin üretildiği kuyu olacaktır. Dinleme kuyusu üç eksenli jeofonun indirildiği kuyu olacaktır. Deney, kullanılacak ekipmana uygun olarak açılacak sondaj kuyusunda yapılacaktır.

Down-Hole deneyinde, enerji kuyu başına yakın bir mesafede üretilerek, kuyu içine yerleştirilen üç eksenli kuyu jeofonu ile (tek sondaj kuyusu boyunca) P ve S dalgasının ilk geliş zamanlarının ölçülmesi esasına dayanacaktır. Çalışmada kullanılacak enerji kaynağı P ve S dalgası üretimine uygun olacaktır. Deney, kullanılacak ekipmana uygun olarak açılacak sondaj kuyusunda yapılacaktır.

Up-hole deneyinde enerji kuyu tabanında üretilecek ve kuyu başına belli bir mesafede ve düzende yerleştirilen jeofonlar ile algılanacaktır. Deney, kullanılacak ekipmana uygun olarak açılacak sondaj kuyusunda yapılacaktır.

Kuyu içi sismik yöntemlerde her deney kademesinde V_p , V_s hızları hesaplanarak kuyu boyunca hız değişim grafiği hazırlanacak ve elastik parametreler hesaplanacaktır. Değerlendirmelerde bilgisayar programları kullanılabilir.

B.2.3. Patlatma Kaynaklı Titreşimlerin Yapılara Olan Etkisinin Belirlenmesi

Su yapıları ve yerleşim alanları yakınında malzeme alımı amacıyla ve/veya kazı işlemleri sırasında yapılacak patlatmalardan kaynaklanan titreşim etkisi vibrometre cihazıyla ölçülüp değerlendirilerek patlayıcıların mühendislik yapılarına hasar yapıcı etkileri belirlenecektir.

Patlayıcı atımlarının ölçüm sonuçları her bir atım için; üç ekseninde (enine, düşey, boyuna) maksimum parçacık hızı (PPV), frekans, ivme ve yer değiştirme ile maksimum

hava şoku, gecikme başına düşen en fazla patlayıcı madde miktarları ve ölçekli mesafe (SD1) değerlerini içerecek şekilde ayrıntılı olarak sunulacaktır. Titreşim ve hava şoku ölçüm sonuçları ulusal ve uluslararası normlar kullanılarak (DIN 4150 Alman Normu, USBM kriterleri, OSM kriterleri, DGMS standardı, Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği vb.) değerlendirilecek ve mühendislik yapılarına olan hasar yapıcı etkileri belirlenecektir.

Kullanılan vibrometre cihazı çalışma amacına uygun, uluslararası standartların tüm gereksinimlerini yerine getirebilen özellikte olacaktır. Vibrometre cihazıyla yerinde titreşim ölçüsü alınmadan, sadece ampirik bağıntılar ile elde edilen sonuçlar kabul edilmeyecektir.

Patlatma kaynaklı titreşimlerin akifer yapıları, karstik alanlar, kırık-çatlak sistemlerine etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmalarda, sondaj kuyusu veya kaynak çıkışlarında yapılan ölçüm sonucu elde edilen titreşim parametreleri ve patern bilgileri, hidrojeolojik değerlendirmede kullanılabilir bir veri olarak sunulabilecektir.

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

Baraj, gölet, regülatör vb önemli mühendislik yapılarının sismik tasarımı ve performans tahkiklerinde kullanılmak üzere; olasılıksal ve deterministik yöntemler kullanılarak gelecekte inşaa sahasında etkili olacağı beklenen yer hareketi parametreleri hesaplanacaktır.

Sismik tehlike analizi çalışmaları Jeofizik Mühendisi veya deprem mühendisliği dalında eğitim almış uzman kişiler tarafından yapılarak raporlanacaktır. 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/çatlıklı 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 JEOLojİ

2.1. Stratigrafik Jeoloji

2.2. Yapısal Jeoloji

3. UYGULANAN JEOFİZİK YÖNTEM VE KULLANILAN ALET

3.1. Uygulanan Jeofizik Yöntem

3.2. Kullanılan Cihaz

3.3. Kullanılan Programlar

4. ARAZİ ÇALIŞMALARI

5. DEĞERLENDİRME

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

7. YARARLANILAN KAYNAKLAR

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 yayımlandığında 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 JEOLojİ

2.1. Stratigrafik Jeoloji

İnceleme alanındaki kayaçların jeolojik özellikleri 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, eklemlenme, 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 Cihaz

Etüt için kullanılacak cihazın teknik özellikleri belirtilecektir.

3.3. Kullanılan Programlar

Kullanılan paket yazılım programlarının özellikleri ve kabiliyetleri kısaca açıklanacaktır.

4. ARAZİ ÇALIŞMALARI

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

5. DEĞERLENDİRME

Uygulanan jeofizik yöntem sonucu elde edilen veriler her ölçüyü kapsayacak biçimde ayrıntısıyla değerlendirilerek açıklanacaktır.

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 bilgiler yazılacaktır.

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,
- Lokasyon haritasında ölçü noktaları ve/veya hatlarının gösterimi,
- Rezistivite ölçü karneleri,
- Rezistivite-sismik eğrileri,
- Rezistivite-sismik kesitleri,
- Arazi ham ölçü değerleri,
- Patlatma sahası – ölçüm yeri mesafe haritası,
- Titreşim kayıtları değerlendirilmiş çıktıları,
- Kuyu Logu ölçüsü çıktıları
- 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

3. KULLANILAN PROGRAMLAR

4. YER HAREKETİ TAHMİN DENKLEMLERİ (AZALIM İLİŞKİLERİ)

5. ZEMİN KOŞULLARI

6. TASARIM DEPREMİ KAVRAMLARI

7. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

7.1. Olasılıksal (Probabilistik) Yöntem

7.1.1. Deprem magnitüdü – tekerrür modelleri

7.1.2. Depremlerin zaman içinde oluşum modelleri

7.1.3. Depremlerin mekansal dağılım modelleri

7.1.4. Olasılıksal yöntem sonuçları

7.2. Deterministik Yöntem

7.2.1. Maksimum magnitüd ve mesafe seçimi

7.2.2. Deterministik yöntem sonuçları

8. TASARIMA ESAS DAVRANIŞ SPEKTRUMLARININ BELİRLENMESİ

9. SONUÇLAR

10. 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

Çalışmanın amacı açıklanacaktır.

1.2. İnceleme Alanının Yeri

İnceleme alanının yeri açıklanacaktır. Sismik tehlike analizi yapılacak yapı yeri yada bölgenin koordinatları verilecektir. Kullanılan koordinat sisteminin projeksiyon (coğrafi sistem, UTM vb) ve datum (ED50, WGS84 vb) bilgileri tanımlanacaktır.

1.3. Proje Özellikleri

Projenin kısa tanımı yapılarak, projeye ait yapı yerlerinin boyut ve özellikleri verilecektir (gövde yüksekliği, gövde tipi vb).

2. SİSMOLOJİK – JEOLojİK VE TEKTONİK VERİLER

2.1. Sismolojik Veriler

Tarihi depremlere ait bilgiler (1900 yılı öncesi hasar yapmış depremler) derlenecektir. Bu bilgiler başlıca depremin oluş yeri, depremin şiddeti ve yaptığı hasar olarak belirtilecektir.

Aletsel döneme ait (1900 yılı sonrası) depremler ulusal ve uluslararası deprem veri merkezlerinden derlenecek ve hangi veri merkezinden yararlanıldığı belirtilecektir.

Kataloglardan derlenen verilerin magnitüd ölçeği moment magnitüd (M_w) olacak, aletsel büyüklüğü (magnitüdü) $M_w \geq 4.0$ seçilecek ve öncü/artçı depremlerden ayıklanacaktır. Proje yerinin Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası (1996) ndaki yeri ve kaçınıcı deprem kuşağında olduğu belirtilecektir.

2.2. Jeolojik ve Tektonik Veriler

İnceleme alanının jeolojik ve tektonik özellikleri (faylar, kırık ve çizgisellik hatları, bindirmeler vb) açıklanacaktır.

3.KULLANILAN PROGRAMLAR

Hesaplamalarda kullanılan paket yazılım programlarının özellikleri ve kabiliyetleri kısaca açıklanacaktır.

4. YER HAREKETİ TAHMİN DENKLEMLERİ (AZALIM İLİŞKİLERİ)

Deprem kaynaklarında oluşacak depremlerin proje sahasında meydana getireceği yer hareketine ait maksimum ivme değerinin hesaplanması için, kaynaktan doğacak enerjinin mesafe ile sönmülmesini ifade eden azalım ilişkileri kullanılacaktır. Kullanılan yer hareketi tahmin denklemlerinin (azalım ilişkileri) seçiminde; geçerli olduğu tektonik yapı, deprem kaynağı olarak kullanılmış olan fayların tipi ve karakteristiği, magnitüd aralığı, uzaklık aralığı, bölgesinin zemin özellikleri (kaya, sert veya yumuşak zemin) ve güncel olmaları dikkate alınacaktır. Kullanılan azalım ilişkileri tanımlanacak; tüm giriş parametreleri, standart sapma değerleri ve değişkenlerin değerleri (M , R_{rup} , R_{jb} , R_x , U , Z_{tor} , F_{rv} , F_{nm} , F_{hw} , W , HW , σ vb) belirtilecek ve o bölge için en uygun yer hareketi tahmin denklemleri olduğu gerekçeleriyle açıklanacaktır.

5. ZEMİN KOŞULLARI

Yapıların maruz kalacağı sismik tehlike bu yapıların üzerinde yer aldığı zeminlerin dinamik özelliklerine de bağlı olduğu için, baraj tasarımında yerel zemin koşulları sismik tehlike hesaplarına yansıtılacaktır.

Deprem sırasında zeminlerin dinamik özelliklerinin belirlenmesinde zemin katmanlarındaki S dalgası hızı kritik bir önem taşımakta olup; bu parametre esas olarak sahada jeofizik (sismik) etütler ile temel altında en az 30 m derinlikte (V_{s30}) belirlenecektir. V_{s30} sonucuna göre NEHRP (2009) standartlarına uygun zemin sınıflaması yapılacaktır. Zemin koşullarının belirlenmesinde uygulanan yöntemler ve yapılan çalışmalar açıklanacaktır.

6. TASARIM DEPREMİ KAVRAMLARI

Sismik tehlike analizleriyle elde edilecek ve yapı tasarımında ve performans değerlendirmesinde göz önüne alınacak deprem tehlike seviyeleri tanımlanacaktır.

1. İşletme Esaslı Deprem (OBE): Gerçekleşmesi durumunda sebep olacağı hasarların barajın normal işleyişini engellemeyecek seviyede kalacağı veya bu hasarların ekonomik ve süratli şekilde giderilebileceği yer hareketine karşılık gelen deprem seviyesi olacaktır. OBE deprem seviyesi (veya bu seviyeye karşılık gelen yer hareketi parametresi) dönüş süresi 144 yıl (100 yılda aşılma olasılığı %50) olarak olasılıksal yöntemle belirlenecektir.

2. Maksimum Tasarım Depremi (MDE)/(SEE): Baraj emniyetinin değerlendirileceği ve tasarımda göz önüne alınacak en yıkıcı yer hareketine karşılık gelen deprem seviyesi olacaktır. MDE/SEE deprem seviyesi (veya bu seviyeye karşılık gelen yer hareketi parametresi) deterministik yöntemle belirlenebileceği gibi, olasılıksal (probabilistik) yöntemle de belirlenebilecektir.

7. SİSMİK TEHLİKE ANALİZİ

Sismik Tehlike Analizlerinde hem Deterministik hem de Olasılıksal Yöntem kullanılacaktır.

7.1. Olasılıksal (Probabilistik) Yöntem

Olasılıksal yöntemde, depremlerin tekrarlama aralıkları, yer hareketi parametrelerinin belirsizliği ve dikkate alınan depremlerin sismik kaynaklar üzerindeki yerlerine ait bilinmezlik olasılıksal bir temele bağlı olarak göz önünde bulundurulacaktır.

7.1.1. Deprem magnitüdü – tekerrür modelleri

Deprem magnitüdülerinin olasılık dağılımı, magnitüdü ile bunların oluş sıklıkları arasındaki ilişkiyi gösteren tekerrür bağıntılarından çıkartılacaktır. Olasılıksal sismik tehlike analizi çalışmasında kullanılan magnitüdü-tekerrür modelleri (Richter magnitüdü-sıklık ilişkisi vb) tanımlanacaktır. Ayrıca, her bir deprem kaynağına ait regresyon katsayıları ve diğer parametreler (β, λ vb) tablo halinde verilecektir.

7.1.2. Depremlerin zaman içinde oluşum modelleri

Depremlerin zaman içinde gösterdikleri rassal dağılımın modellenmesi için değişik stokastik modeller geliştirilmiştir. Olasılıksal sismik tehlike analizi çalışmasında kullanılan depremlerin zaman içindeki oluşum modelleri (poisson modeli, yinelenme modeli vb) tanımlanacaktır.

7.1.3. Depremlerin mekansal dağılım modelleri

Depremlerin mekandaki dağılımı sismik kaynaklar yoluyla tanımlanacaktır. Çalışma sahası, mühendislik yapısı merkez olacak şekilde en az 100 km yarıçapındaki dairesel yada 200x200 m boyutlarında kare alanı kapsayacaktır. Geçmiş depremlerin coğrafi dağılımı ile jeolojik ve tektonik bilgiler incelenerek, inşaat sahası etrafındaki deprem kaynakları saptanacaktır.

Geometrik özelliklerine bağlı olarak depremlerin mekan içinde oluşumu üç tür deprem kaynağına (nokta, çizgi ve alan kaynak) dayandırılacaktır. Çalışma sahasında, bu kaynaklar dışında kalan depremler arka plan kaynak olarak seçilecektir. Sismik kaynakların coğrafi konumlarının tayininde jeolojik, jeofiziksel ve sismolojik veriler ile geçmiş depremlerin merkez üstlerinin konumlarını gösteren haritalardan (MTA Türkiye diri fay haritası, deprem lokasyon haritaları vb) yararlanılacaktır. Hazırlanan sismotektonik harita rapor ekinde verilecektir.

7.1.4. Olasılıksal yöntem sonuçları

Olasılıksal yöntemle yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen 72 – 144 – 475 – 975 – 2475 – 5000 – 10000 yıl dönüş sürelerine ait maksimum yatay yer ivmesi değerleri tablo halinde verilecektir.

7.2. Deterministik Yöntem

Deterministik yöntemde, ele alınan sahadaki sismik tehlikede belirgin rol oynayan kaynağa bağlı muhtemel en kritik deprem göz önünde bulundurulacaktır.

7.2.1. Maksimum magnitüd ve mesafe seçimi

Deterministik yöntemde, deprem kaynağında meydana gelebilecek en büyük deprem magnitüdü ($M_{w_{max}}$) ve sahanın bu kaynağa göre en yakın konumu kaynak-saha mesafesi cinsinden belirlenecektir.

Maksimum magnitüd değeri belirlenirken, tarihsel depremler hakkında derlenen bilgiler, aletsel deprem kataloğunda yer alan deprem kayıtları, fay geometrisi - özellikleri, jeolojik veriler ve bilimsel literatürde yayınlara dayalı ampirik veya teorik denklemler kullanılacaktır.

7.2.2. Deterministik yöntem sonuçları

Deterministik yöntem sonucu elde edilen maksimum yatay yer ivmesi değeri ve kullanılan veriler ($M_{w_{max}}$, kaynak-saha mesafesi vb) tablo halinde verilecektir.

8. TASARIMA ESAS DAVRANIŞ SPEKTRUMLARININ BELİRLENMESİ

Proje yeri için olasılıksal ve deterministik yöntemle %5 sönüme sahip sahaya özgü spektral ivme değerleri hesaplanacak, spektral ivme-periyot değerleri hem grafik hem de tablo halinde verilecektir. Hazırlanacak olan tasarım ivme spektrum eğrileri dinamik analizde kullanılacak yapay ve gerçek deprem kayıtlarına altlık oluşturacaktır. Sadece tek zemin sınıfı için hazırlanmış, kısa ve uzun periyotlar içeren deprem tehlikesi haritalarından ve Türkiye Deprem Yönetmeliği (2007)'nden derlenen spektral ivme değerleri kabul edilmeyecek, hesaplamalarda kullanılan programın ürettiği sahaya özgü spektral ivme şartı aranacaktır. Eğer düzgünleştirilmiş spektrum eğrileri hazırlanacaksa, program tarafından hesaplanan kısa ve uzun periyot değerleri kullanılacaktır.

9. SONUÇLAR

Su Yapılarının sismik tasarımı ve performans değerlendirmesinde göz önüne alınacak, olasılıksal ve deterministik sismik tehlike analizleriyle elde edilen yer hareketi parametreleri (maksimum yatay yer ivmesi v_b) verilecektir. İşletme esaslı deprem (OBE) değeri, olasılıksal yöntemle hesaplanmış 100 yılda aşılma olasılığı %50, diğer bir deyişle dönüş süresi 144 yıl olan depremin maksimum yatay yer ivmesi olacaktır.

Maksimum tasarım depremi (MDE/SEE) değeri, deterministik yöntemle hesaplanmış olan maksimum yatay yer ivmesi olacaktır. Teorik olarak, proje yeri için olasılıksal yöntemle bulunacak MDE/SEE yer hareketi parametresi, dönüş süresi ne olursa olsun, deterministik yöntemle bulunacak olandan büyük olamaz. Ancak, bazı durumlarda sismolojik, tektonik vb verilerdeki belirsizlik ve eksikliklerden dolayı deterministik yöntemle hesaplanan maksimum yatay yer ivmesi değeri olasılıksal yöntemle hesaplandan küçük olabilir. Böyle durumlarda, güvenli tarafta kalmak amacıyla MDE/SEE değeri; olasılıksal yöntemle hesaplanan 50 yılda aşılma olasılığı %10, diğer bir deyişle dönüş süresi 475 yıl olan depremin maksimum yatay yer ivmesi değeri olacaktır. Önemli ve kritik projelerde ise MDE/SEE değerleri farklı dönüş sürelerinde (975, 2475, 5000, 10000 yıl v_b) İDARE'ce belirlenebilecektir.

Su yapılarının ön tasarımında şev stabilitesinin incelendiği yarı-statik (pseudo-static) yöntemde esas alınacak yatay sismik dizayn katsayısı (k_h), MDE/SEE olarak hesaplanan maksimum yatay yer ivmesi değerinin $\frac{1}{2}$ oranı olarak önerilecektir. Önerilen bu katsayı, proje mühendisi tarafından proje özelliklerine bağlı olarak tekrar değerlendirilebilecektir. Gölet, hes, regülatör gibi yapılar için verilecek olan bu değer, baraj yapıları için verilmeyecektir.

10. 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 vb 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.
- Bulduru haritası (araştırma sahasının Türkiye'deki yeri),
- Bölgenin diri fay haritası,
- Bölgenin deprem bölgeleri haritası,
- Sahaya özel hazırlanan sismotektonik harita,
- Deterministik ve farklı dönüş sürelerine ait spektral ivme-periyod grafikleri,
- Her bir kaynak için öncü ve artçı depremlerden ayıklanmış katalog verileri,
- Hesaplamalarda kullanılan programların 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;

C-1.1- Karbonat çimentolu veya karbonatlı kayalar ile kırıklı-çatlaklı kayaların bulunduğu sahalarda inşa edilen su yapılarının rezervuarlarında depolanacak yüzey suyunun erime boşlukları, karstik kanallar gibi oluşuklarla veya kırık sistemleri gibi yapısal unsurlarla teması sonucunda meydana gelen/gelebilecek su kaçak veya sızma zonlarının yerlerinin tespiti ve kaçak su akım yönlerini belirlemek, ve su kaçaklarının önlenmesi için yapılacak mühendislik çalışmalarını önermek;

C-1.2- Karbonatlı kayalarda açılması planlanan veya açılmış olan tünellere veya galerilere gelebilecek su miktarını hesaplamak ve alınabilecek önlemler konusunda önerilerde bulunmak,

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.), yeraltısu eş su kotu eğrileri, genel ve yapısal jeoloji, yüzey suyu akım gözlem ve yağış 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 kayaların 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 yeraltısu durumu, su kaçak zonları vb. özellikler belirlenecektir.

C-2.2. Jeofizik Etütler

Karst sistemini oluşturan litolojik birimlerin 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, yeraltısuyu durumu ve hidrojeolojik özellikleri basınçlı su deneyleri yapılarak belirlenecektir. Karbonatlı kayaçların hidrolik iletkenlik (K) değer(ler)i sondaj sırasında elde edilen karot numuneleri üzerinden belirlenecektir.

C-2.5. Hidrolojik ve Topoğrafik Çalışmalar

Karstik sistemin morfolojisi üzerinde yer alan akarsu, kaynak gibi yüzey sularında debi ölçümleri, temel araştırma ve su kuyularında yeraltısuyu 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 kuyulardan alınan su örneklerinin su kimyası ve izotopik açıdan birbirleriyle olan ilişkileri; izleme (boya) deneyleri ile yeraltısuyunun 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. Nihai rapor metni ve nihai raporda yer alan ve tüm ek, şekil, tablo ve harita vb gibi materyaller dijital ortama (CD, DVD vb) kayıt edilecek ve raporun sonunda verilecektir.

ÖZ

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
 - 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 değerlendirmeler
 - 3.5. Karstik Sistemin Hidrolojik Özellikleri
 - 3.6. Su Kimyası
 - 3.7. Yeraltısuyu İzleme Deneyleri
 - 3.8. İzotop Analizleri
- 4. **KARSTİK SİSTEMDE YERALTISUYU DOLAŞIMI**
 - 4.1. Doğal Koşullardaki Dolaşım
 - 4.2. Su Tutma Sonrası Dolaşım ve Olası Kaçaklar
- 5. **KARSTİK SİSTEMİN KİRLENMESİ**
- 6. **SONUÇ VE ÖNERİLER**
- 7. **YARARLANILAN KAYNAKLAR**
- EKLER**

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 yayımlandığında bir anlam taşıyacak ve iki 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 özellikteki 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 sahası ve yakın çevresindeki yağış istasyonları ve bu istasyonların kot ve koordinatları belirlenerek haritalara işaretlenecek, bu istasyonlara ait aylık ve yıllık yağış analizleri yapılacak, değişimler grafiklerle gösterilecek ve ortalama yıllık yağıştan eklenik sapma grafikleri çizilerek, ortalama yağışın alt ve üst sınırları hesaplanarak etüt sahasının yağış rejimleri belirlenecektir. Bu çalışmalarda güncel veriler kullanılacaktır. Çizilen grafikler ve tablolar rapora eklenecektir.

3.3. Su Noktaları

3.3.1. Akarsular

- Karstik kayaçlardan 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 kot ve koordinatları 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 ve koordinatları alınarak simgelerine uygun olarak haritaya işaretlenecektir.

- Kaynakların oluşumları beslenme-boşalım ilişkisini gösterecek şekilde jeolojik kesit ve şekillerle gösterilerek gerekli bilgiler verilecektir.

- Etüt sahasında kaynaklara ait 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 ölçüm verileri düşey eksende logaritmik, yatay eksen zaman (aritmetik) olarak grafiklendirilecek, tablolar halinde verilecek ve baz akım analizleri yapılarak karstik sistemin boşalım katsayısı (α) 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 boşalımları hakkında bilanço ve bilgi verilecektir.

3.3.4. Temel araştırma ve su kuyuları

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

- Geniş çaplı veya elle açılmış karakteristik su kuyuları kot ve koordinatlarına 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 veya yakın civarında yer alan yağış istasyonlarına ait aylık yağış değerleri ile temel araştırma kuyularındaki yeraltısuyu seviyelerinin aylık değerleri grafiksel olarak çizilerek ilişkileri araştırılacaktır. Grafikler rapora eklenecek, yağış ve kuyulardaki su seviyeleri değişimleri tablo halinde verilecektir.

- Yağışlı ve kurak dönemlere ait eş yeraltısuyu eğrileri uygun yöntemler kullanılarak çizilecek ve yeraltısuyu akım yönleri belirlenecektir. Eş yeraltısuyu eğrileri nihai karst hidrojeolojisi haritasına çizilecek ya da daha büyük ölçekli bir haritada gösterilecektir.

- Yağış-yeraltısuyu seviye değişimlerine ve eş yeraltısuyu eğrilerine ait değerlendirmeler yapılarak raporda verilecektir.

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 kaynak boşalmalarının üzerine olan etkisi değerlendirilecektir.

-Kaynaklara ait akım ölçümleri analiz edilerek, yıllık baz akım miktarları hesaplanacak ve karst sistemi oluşum ve gelişimi aydınlatılacaktır.

-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 işlenecek ve yıllara ait baz akım analizi yapılarak karstik sistemin boşalım katsayıları (α) 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 deneyleri yapılarak karstik sistemin iletimlilik (T, Transmissibilite) ve depolama katsayıları (S) uygun yöntemler kullanılarak hesaplanacak ve değerlendirmeler rapor ekinde grafik halinde verilecektir.

- Temel araştırma kuyularında basınçlı su deneyleri yapılarak sistemin geçirimlilik 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 vb gibi alanda yer alan bütün su noktalarından yağışlı (Nisan veya Mayıs ayları) ve kurak (Ekim veya Kasım ayları) mevsimlerde olmak üzere senede en az iki defa su örnekleri alınıp kimyasal analizleri yapılacaktır. Bu analizlerde suların majör anyon, majör katyon, EC (elektriksel iletkenlik), sertlik vb değerleri tespit edilecek, bunlar tablolar halinde rapora eklenecektir. Eğer alanda yeraltısuyu kirliliğinden şüpheleniliyorsa, tahmin edilen kirletici kaynağına göre, su

noktalarından toplanan örnekler üzerinde ağır metal, nitrat azotu türevleri (nitrit, nitrat, amonyak vb) kimyasal analizler de yaptırılacaktır.

- Kimyasal analiz sonuçları kullanılarak, diyagramlar çizilecek ve suların ilişkileri araştırılarak karst sistemindeki yeraltısuyu akımı ile beslenme-boşalım hakkında değerlendirme yapılacaktır.

3.7. Yeraltısuyu İzleme Deneyleri

Karstik sistemdeki yeraltısuyu akımının yönünü ve 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 yeraltısuyu akım yolu üzerindeki daha düşük kotlardaki kaynak gibi boşalım noktalarından veya temel araştırma ve su kuyularından su örnekleri alınacak, bu su örneklerindeki izleyici miktarı uygun cihazlarla (Fluorometre vb) ölçülecek ve ölçüm sonuçları değerlendirilecektir. İzleme deneyi ölçüm verilerini içeren tablo raporda verilecektir.

-İzleme deneyinden önce tüm su noktalarından örnekler alınarak kimyasal ve gerekirse izotop analizleri yapılacak, örnek alınacak, bütün su noktalarının kot ve koordinatları 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 amacına uygun izotop analizleri yapılarak, suların beslenme alanı topoğrafik yüksekliği belirlenecek, yaşları saptanacak ve 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 jeolojik kesitlerle, grafiklerle gösterilecektir. 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.

- Planlanan su tutma yapısının rezervuarında memba-mansap yönünde oluşabilecek su kaçakları hakkında bilgi verilecek ve önlenmesi için yapılacak çalışmalar belirtilecektir. Enjeksiyon perdesi önerilirse, perdenin derinliği karstlaşma taban kotu belirtilerek veya geçirimsiz jeolojik birimlere göre 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) saptanarak 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, şekillerin, haritaların, kitap ve raporların yazarı, alındığı yer, kime ait olduğu ve yılı vb bilgiler kaynakça verme kurallarına göre yazılacaktır.

EKLER

A. Harita ve Kesitler

- Bulduru haritası (Araştırma sahasının Türkiye'deki yerini gösteren)
- 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 ve bu kuyularda ölçülmüş olan yeraltısuyu seviye değerleri
- 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
- Gerekli görülen özel şekil ve grafikler

D. Diyagramlar

- Wilcox diyagramı (sulama suyu özelliklerinin değerlendirilmesi için)
- ABD tuzluluk diyagramı (sulama suyu özelliklerinin değerlendirilmesi için)
- Su örneklerinin birbiriyle olan ilişkisinin kimyasal karşılaştırılması (Schoeller diyagramı vb)
- İzotop analizi diyagramı ve grafikleri
- Gerekli görülen özel diyagramlar

**EK-D: 6446 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. T.C. 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 çalışmaları, arazi gözlemleri, arazi ve laboratuvarında yapılan tüm deney sonuçları ve yapılan değerlendirmeler esas alınarak rapor hazırlanacaktır.
- Raporda 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.
- Raporda 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 ayrıca 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 fliš, Altınkaya projesi yapılabilirlik 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 A1 (594x841 mm) ve en küçük ~~orta~~ pafta boyutu ise A3 (297x420 mm) olacaktır. Paftaların hazırlanmasında bu standartlara uyulmasına ve içeriğin okunabilmesine 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 amacı ile 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.

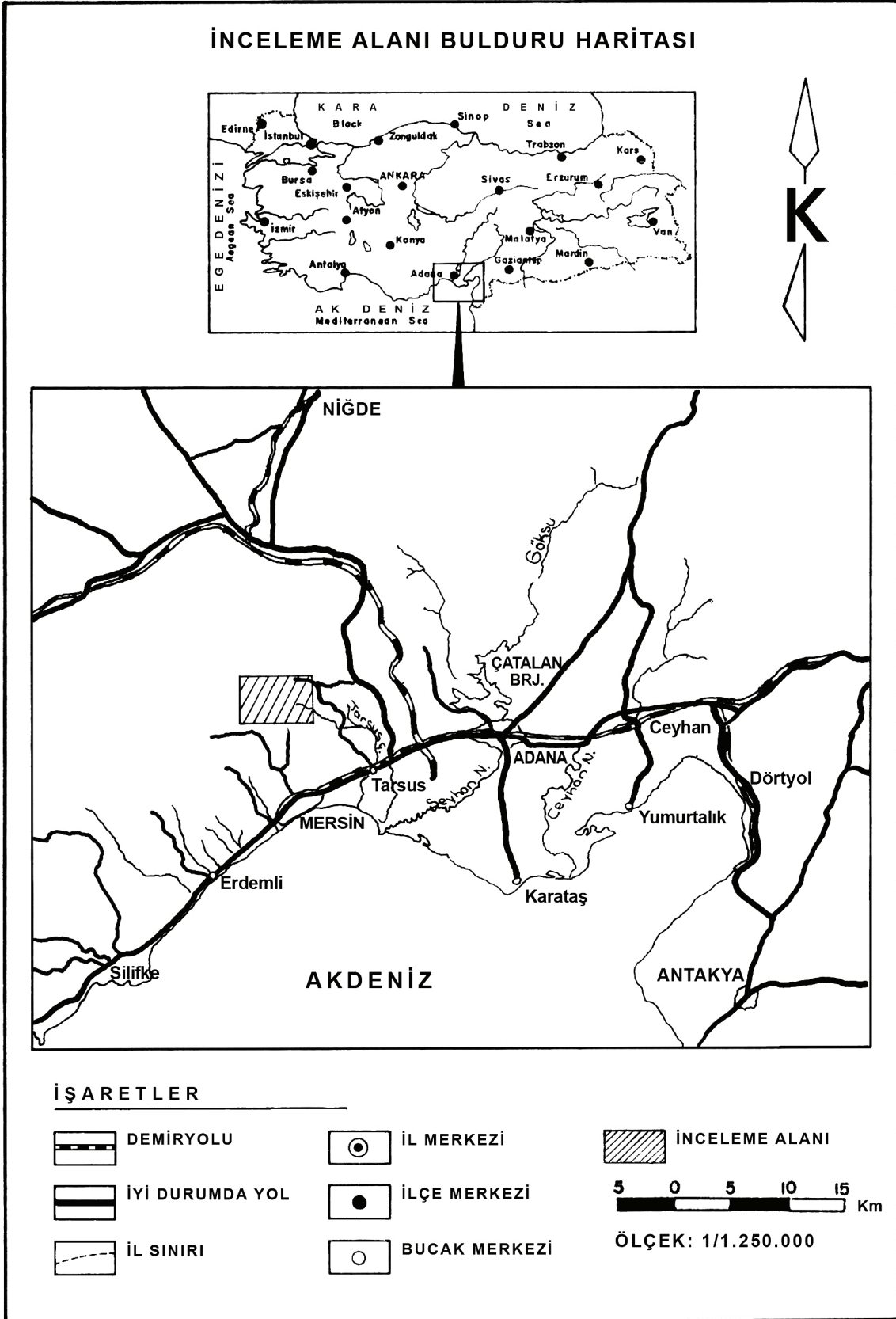
- Harita ve kesitlerde yön gösterme rapor dilindeki eş kelimelerin baş harfleri (örnek. Rapor dili Türkçe ise K: Kuzey, İngilizce ise N: North) olarak belirtilecektir.















- 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

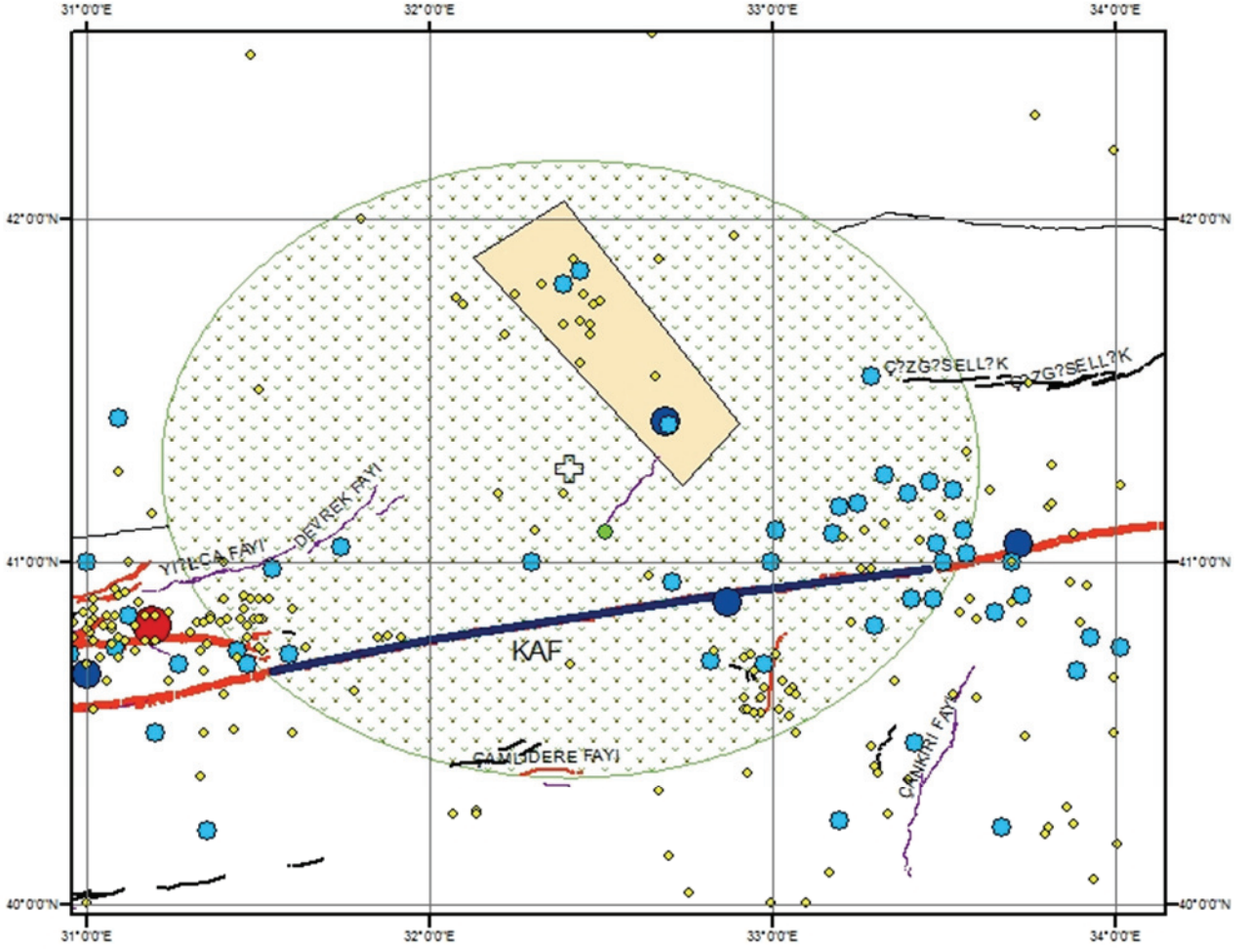
EK-F: GENEL SİMGE VE AÇIKLAMALAR

İNCELEME ALANI BULDURU HARİTASI



	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

SİSMOTEKTONİK HARİTA



SİMGELER

⊕ Baraj/Gölet Yeri

Depremler

MW

◇ 4.0 - 5.0

● 5.0 - 6.0

● 6.0 - 7.0

● 7.0 - 8.0

— Çizgi Kaynak

■ Alan Kaynak

Diri Faylar

Fay Tipi

— Yüzey Kırığı

— Dirifay




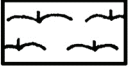


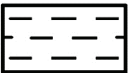

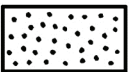
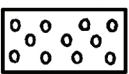


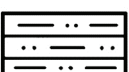

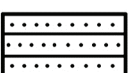
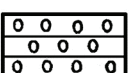
— Kuvarterner fay

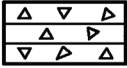
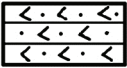
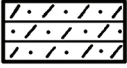

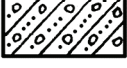





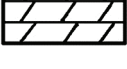
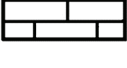
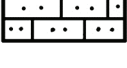
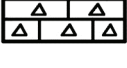
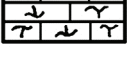

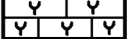
— Çizgisellik

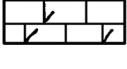
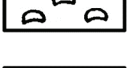
■ Çalışma Sahası



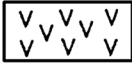
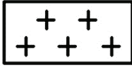
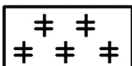
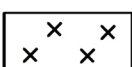
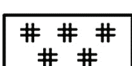
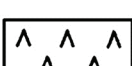
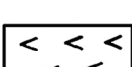
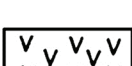
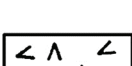
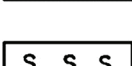
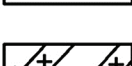
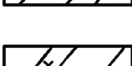
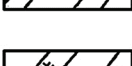
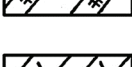
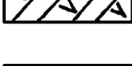
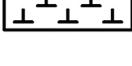
Ölçek:
1/1.000.000

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

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

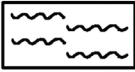
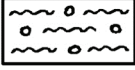
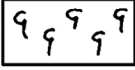
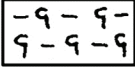
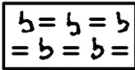

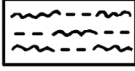
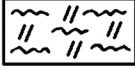
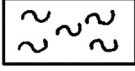
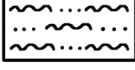
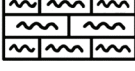
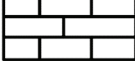
	kçt	Kireçtaşı (Şeyl aratabakalı)	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Marnlı)	Mavi
	tbş	Tebeşir	Açık mavi
	kçtf	Kireçtaşı tüfü	Mavi
	trv	Traverten	Açık mavi
	klç	Kaliçi	Açık mavi
	kçt	Dolomit kireçtaşı veya kireçli dolomit	Koyu mavi
	kçt	Kireçtaşı (Rekristalize)	Koyu mavi
	kçt	Kireçtaşı (Şistli)	Koyu mavi
	jps, anh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

MAĞMATİK KAYAÇLAR

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

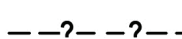
	gny	Gnays	Açık kahve
	ggny	Gözlü gnays	Açık kahve
	mşst	Mikaşist (Biotit, Muskovit, Serisit)	Kahve
	kşst	Klorit şist (Yeşil şist)	Kahve
	tşst	Talk şist	Kahve
	kyr	Kayrak	Koyu kahve
	klşst	Killi şist (Fillit)	Koyu kahve
	aşst	Amfibollu şistler (Aktinotlu, Hornblendli, Gloukofanlı şistler, Amfibolit, Hornblendit)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

YAPISAL SİMGELER

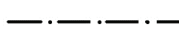
DOKANAKLAR


 Dokanak
(Üçgen, dokanağın en iyi izlendiği yer)

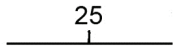
 Yeri yaklaşık dokanak
(Varlığı kesin, yeri yaklaşık)

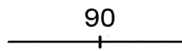
 Varlığı yoruma dayanan dokanak
(Varlığı şüpheli, tümüyle yoruma dayanır)

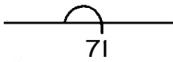
 Geçişli dokanak

 Hava fotoğraflarından çizilmiş dokanak

 Olistolit sınırı











 Eğim gösterir dokanak
(Eğim çizgisi 2 mm)

 Düşey dokanak
(Eğim çizgisi 2 mm)

 Ters dönmüş dokanak

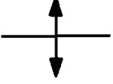
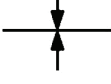
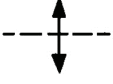
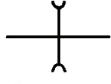
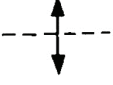
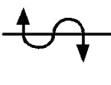
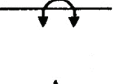
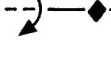
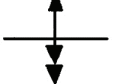
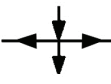
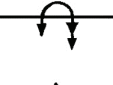
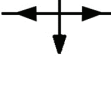
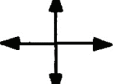
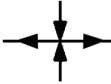
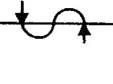

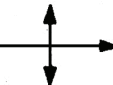
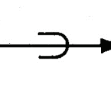
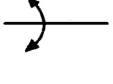
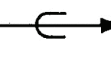
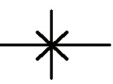
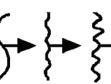
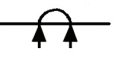


Not: Dokanakların çizgi kalınlığı 0.2 mm olmalıdır. Çok sık çizgi kullanılan haritalarda ise 0.1 mm çizgi kalınlığı yeterlidir

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)

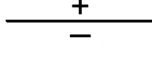
Not: Tüm doğrultu çizgileri 9 mm olmalıdır. Ancak büyük ölçekli haritalarda bu uzunluk daha fazla olabilir.


KIVRIMLAR

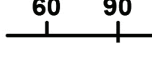
	Antiklinal		Senform senklinal
	Yeri yaklaşık antiklinal		Dalımlı senklinal
	Örtülü antiklinal		Antiform senklinal
	Devrik antiklinal		Düşey dalan senklinal
	Bakışimsız antiklinal		Monoklin yada fleksür
	Bakışimsız devrik antiklinal		Çift dalımlı antiklinal
	Dom (Oklar 10 mm)		Çift dalımlı senklinal
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

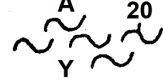
Not: Ana eksenler için 0.5 mm, tali eksenler için 0.3 mm çizgi kalınlığı kullanılır. Ok uzunlukları 6 mm'dir.

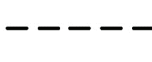
FAYLAR

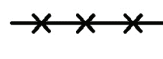
 Fay (+ Yükselen blok)
(- Alçalan blok)

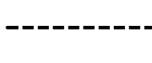
 Doğrultu atımlı fay
(Okların uzunluğu 6 mm)

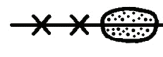
 Eğimli, düşey fay
(Eğim çizgisi 2 mm)

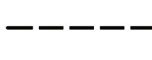
 Fay zonu

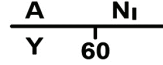
 Yeri yaklaşık fay
(Çizgiler 3,5 mm, aralar 0,5 mm)

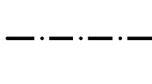
 Dayk girmesine uğramış
fay

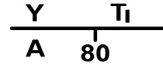
 Örtülü fay
(Çizgiler 0,5 mm)

 Dayk girmesine uğramış
fay

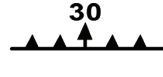
 Olası fay
(Çizgiler 1,5 mm)

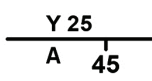
 Normal eğim ayrılımlı fay


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

 Ters eğim ayrılımlı fay

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

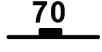
 Sürüklenme (Şariyaj)
Dişler üst blok tarafındadır.

 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.

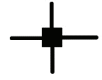
EKLEM VE DAMARLAR



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



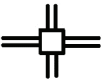
Eklem ve tabaka (Aynı doğrultuda)



Damar veya dayk doğrultu ve eğimi



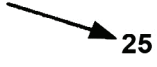
Düşey damar veya daykın doğrultusu



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



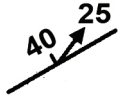
Düşey çizgisellik



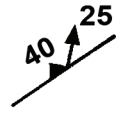
Yatay çizgisellik yönü



Çifte çizgisellik



Tabaka doğrultu ve eğimi ile çizgiselliğin dalımı



Yapraklanma ve çizgisellik



Tabakalanma ve yatay çizgisellik



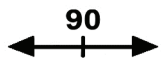
Yatay çizgisellik gösteren düşey yapraklanma



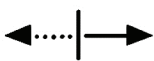
Düşey yapraklanma ve düşey çizgisellik



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



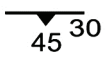
Yapraklanma ve paralel tabaka



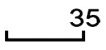
Düşey yapraklanma ve
paralel düşey tabaka



Yapraklanma ve paralel devrik yabaka



Yapraklanma ve tabakalanma
doğrultu ve eğimi



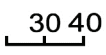
Dilinim doğrultu ve eğimi
(Kenar çıkıntıları 1 mm)



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



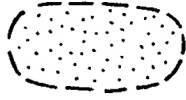
Dolgu zemin



Malzeme ocağı (Genel)



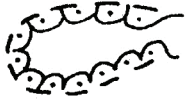
Kil ocağı



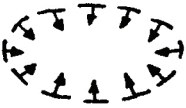
Kum ocağı



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 çatlağı


















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



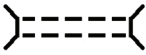
Elektrik santrali



Bağlama (Regülatör çift prizli)



Ana kanal



Tünel



Sedde



Tersip bendi



Pompa istasyonu



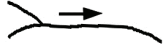
Drenaj kanalı



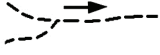
Dreanaj galerisi

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 (Polje)



Su batan



Su çıkan



Mağara ağzı


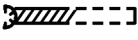
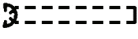
TEMEL SONDAJLARI VE ARAŞTIRMA GALERİLERİ

●	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
KAR-1	Karst araştırma sondajı

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