

**01 OCAK 2019 REVİZYONU**  
**ANKARA UZAY VE HAVACILIK İHTİSAS ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ SONDAJA**  
**DAYALI ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ RAPORLARINA AİT ÖZEL TEKNİK**  
**ŞARTNAME -**

**RAPORUN DÜZENLENMESİNE AİT GENEL ESASLAR**

Bu şartnamenin amacı; Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın "*Zemin ve Temel Etüdü Raporunun Hazırlanmasına İlişkin Esaslar*" başlıklı "18 Ağustos 2005" tarih ve B.09.0.Y.İ.G.0.13.00.09 / 847 sayılı yazısı çerçevesinde **Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB katılımcılarının inşaatına başlatacağı sanayi tesisleri için sondaj çalışmaları, arazi deneyleri, alınan zemin ve karot örneklerine laboratuvarda gerekli deneylerin yapılması sonucunda parsel bazında yapılacak "Zemin ve Temel Etüdü Raporları"nın esaslarını 2019 Ocak ayından başlayarak yapılacak değişikliklere uyarlanarak belirlemektir.**

**2019 Ocak ayının birinci günü yürürlüğe girecek yeni Deprem ve diğer tesir etkileri hesaplarına göre uygulamada oluşabilecek aksaklıklar ve eksiklikler raporu hazırlayan tarafından değerlendirilecektir, idareye bildiri mi yapılacaktır.**

İmar planına esas jeolojik ve jeoteknik rapordan inceleme alanı ve çevresine ilişkin jeolojik-jeoteknik bilgiler alınarak zemin araştırmalarına dayanak oluşturulacaktır.

**Etüt çalışmaları Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB'nin teknik elemanlarının katılımı ve denetiminde yapılacaktır. Jeolojik ve Jeoteknik Etüt Raporuna baz oluşturacak sondaj kuyusu, gerekirse araştırma çukuru adetleri, yerleri ile gerekli görülen laboratuvar ve arazi deneyleri Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB teknik elemanlarının yerinde yapacağı tutanakla belirlenecektir.**

**Rapor Düzenleme Şekli ve Onayı**

- Rapor en az **3 (üç)** nüsha olarak spiral cilt halinde ve ayrıca CD ortamında teslim edilecektir.
- Fotokopiyle çoğaltılmış raporlarda her sayfadaki paraf ve rapor sonundaki imzalarda mürekkepli kalem kullanılacaktır.
- Rapor da firma kaşesi ve düzenleyenlerin adı, soyadı, unvanı ve imzaları bulunacaktır.
- Tüm eklerde hazırlayan ilgili mühendislerin adı, soyadı yazılarak imzalanacaktır.

**"Sonuç ve Öneriler" bölümünün son sayfasının arkası Jeoloji Mühendisleri Odasına onaylatılacaktır. Onaysız raporlar kabul edilmeyecektir.**

Bu raporun içeriği aşağıda belirtilen başlıklar altında toplanacaktır. Gerekli görülmesi durumunda formatta belirtilmeyen ek çalışmalara da yer verilebilir.

## KAPAK SAYFASI

### İÇİNDEKİLER

#### 1. GENEL BİLGİLER

- 1.1. Etüdün Amacı ve Kapsamı
- 1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması
  - 1.2.1. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler
  - 1.2.2. Projeye ait Bilgiler
  - 1.2.3. İmar Planı Durumu
  - 1.2.4. Önceki Zemin Çalışmaları
- 1.3 JEOLJİ
  - 1.3.1.Genel Jeoloji
  - 1.3.2. İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi

#### 2. ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

- 2.1. Arazi, Laboratuvar ve Büro Çalışma Metotlarının kısaca tanıtılması ve kullanılan ekipmanlar
- 2.2. Araştırma Çukurları
- 2.3. Sondaj Kuyuları
  - 2.3.1 Sondaj Kuyuları
  - 2.3.2 Sondaj Sayıları
  - 2.3.3 Sondaj Yerleri
  - 2.3.4 Sondaj Derinlikleri
- 2.4. Yeraltı ve Yerüstü Suları
- 2.5. Arazi Deneyleri
  - 2.5.1. SPT Deneyleri
  - 2.5.2. Konik Penetrasyon (CPT) Deneyleri
  - 2.5.3. Presiyometre
  - 2.5.4. Kanatlı Kesici Deneyleri
  - 2.5.5. Plaka Yükleme Deneyi
  - 2.5.6. Jeofizik Çalışmalar
    - 2.5.6.1. Sismik kırılma
    - 2.5.6.2. Sismik yansıma
    - 2.5.6.3. Kuyu İçi Sismik (Kuyu Aşağı Yöntemi)
    - 2.5.6.4. Elektrik özdirenç
    - 2.5.6.5. Mikrotremör çalışmaları

#### 3. LABORATUVAR DENEYLERİ VE ANALİZLER

- 3.1. Zeminlerin İndeks / Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi
- 3.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi
- 3.3. Kayaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

#### 4. MÜHENDİSLİK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRMELER

- 4.1. Bina-Zemin İlişkisinin İrdelenmesi
- 4.2. Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi
  - 4.2.1. Ayrışmış Kaya ve Zemin Türlerinin Sınıflandırılması
  - 4.2.2. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması
  - 4.2.3. Zemin Profilinin Yorumlanması
  - 4.2.4. Sıvılaşma ve Yanal Yayılma Analizi ve Değerlendirilmesi

- 4.2.5. Oturma-Şişme ve Göçme Potansiyelinin Değerlendirilmesi
- 4.2.6. Karstik Boşlukların Değerlendirilmesi
- 4.2.7. Temel Zemini Olarak Seçilen Birimlerin Değerlendirilmesi
- 4.2.8. Şev Duyarlılığı Analizi ve Değerlendirmesi
- 4.2.9. Kazı Güvenliği ve Gerekli Önlemlerin Alternatifli Olarak Değerlendirilmesi
- 4.2.10. Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

## 6.YARARLANILAN KAYNAKLAR

## 7. EKLER

- 7.1. İnceleme Alanına Ait Yer Bulduru Haritası
- 7.2. Genel Jeoloji
- 7.3. İmar durumu
- 7.4.Aplikasyon Krokisi
- 7.5.Sanayi Tesisi Mimari Avan Projesi
- 7.6. Sondaj Planı
- 7.7. Sondaj Logları
- 7.8. Arazi ve Laboratuvar Deney Raporları ve Analizler
- 7.9. Jeolojik Kesitler
- 7.10. Yeraltı Suyu Rapor ve Drenaj Projeleri
- 7.11.Fotoğraflar ve Kamera Kayıtları

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. ETÜDÜN AMACI VE KAPSAMI

Raporun hangi tür (Gözlemsel Zemin Etüdü, ya da Sondaja Dayalı Zemin Etüdü ve Temel Mühendisliği Raporu) bir çalışma olduğu, kime ve hangi kuruluşa yapıldığı, yapının özellikleri (kat adedi, bina boyutları, bodrumlu olup olmadığı vb.) belirtilmelidir.

Çalışmayı talep eden kurum veya kişinin planlamaya ilişkin isteğini belirten görüşü veya kararı, çalışmanın amacı ve kapsamı ile ilgili firmaların ve danışmanların isimleri belirtilmelidir.

### 1.2. İNCELEME ALANININ TANITILMASI

#### 1.2.1. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

İnceleme alanının genel morfolojik özellikleri, yol, iklim, topoğrafik durum, drenaj örnekleri (yüzey, sel suları, tabii drenaj vb.) eğimler (genel eğim yönelmeleri vb.), doğal / yüzeysel drenaj durumu, var ise bölgedeki muhtemel şev duyarlılığı problemleri ile doğrudan ilişkisi olan yağış alma durumu ve topoğrafik anomaliler açıklanmalı ve 1:200 veya uygun ölçekli plankote ve vaziyet planı üzerinde gösterilmelidir.

İnceleme alanının yeri tanımlanarak, karayolu bağlantıları, arsanın günümüze kadar ne amaçla kullanıldığı, günümüze kadar tutulan kayıtlar esas alınarak şev duyarsızlığı, deprem, vb. doğal afete maruz kalıp kalmadığı ve sismik tarihçesine değinilmelidir.

Arsa üzerinde yapılaşma var ise, hakkında bilgi verilerek arsanın en az iki farklı yönden çekilmiş genel görünüm fotoğrafları ile sorun yaratabilecek çevresel faktörlere ait fotoğraflar da yer almalıdır.

#### 1.2.2. Projeye ait Bilgiler

Yapılması planlanan projenin kısaca tanıtılması, yapılacak yapının ne amaçla kullanılacağı, **binanın temel seviyesindeki muhtemel yükler (zati, hareketli, vinç yükleri vb. dâhil) taşıyıcı sistemi ile geometrisine ait bilgilere yer verilmelidir.**

#### 1.2.3. İmar Planı Durumu

Etüt alanının büyüklüğü, binanın yapılacağı arsanın imar bilgilerine, plan notlarına, mevcut yapılaşmaya yönelik genel bilgilere (yapı tipi, kat yüksekliği, ayrık veya bitişik nizam olduğu, yapılaşma yoğunluğu vb.), ayrıca imar planına esas Jeolojik-Jeoteknik Etüt Raporunda hangi alanda (uygun alan, önlemlili alan, vb.) yer aldığına değinilmeli ve ilgi rapor eki haritaların ilgili parseli içeren kısmı eklenmelidir.

İmar Planı ile ilgili bilgi ve evraklar KATILIMCI tarafından sağlanacaktır.

## 1.2.4. Önceki Zemin Çalışmaları

İnceleme alanının; diğer kurum ve kuruluşlarca daha önce yapılmış çalışmalara göre önlem gerektiren alanlar içinde kalması durumunda, yapılan araştırmalar ile ilgili kararların alındığı rapor ve belgelere atıfta bulunularak, bu raporların ilgili kısımları rapor ekinde verilmelidir.

## 1.3. JEOLojİ

### 1.3.1. Genel Jeoloji

İnceleme alanının da içinde yer aldığı bölgenin jeolojisi özet olarak açıklanmalı ve çevrede yer alan kıvrım, kırık, fay(diri-ölü), heyelan kütleleri vb. yapısal özelliklere değinilmelidir.

### 1.3.2. İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi

İnceleme alanındaki birimlerin yatay ve düşey yönlerdeki değişimi ve bunların jeolojik özellikleri ayrıntılı olarak verilmeli; arsanın jeolojik yapısı eksiksiz olarak tanımlanmalı, özellikle sondaj ve arazi çalışmalarına katılan personelin gözlemlerine yer verilmelidir.

## 2. ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

### 2.1. ARAZİ, LABORATUAR VE BÜRO ÇALIŞMA YÖNTEMLERİN KISACA TANITILMASI VE KULLANILAN EKİPMAN

Bu çalışmalarda hangi yöntemlerin kullanıldığı ve nasıl bir çalışma düzeni izlendiğine kısaca değinilmeli, çalışmaların yapıldığı tarihler belirtilmelidir. Ayrıca kullanılan yöntemler güncel olmalıdır.

### 2.2. ARAŞTIRMA ÇUKURLARI

Temel derinliğinden az olmamak koşuluyla açtırılan muayene çukurlarının konumu, derinliği ve gözlenen birimlere ait geçiş seviyeleri ayrıntılı olarak açıklanmalı, vaziyet planı ve plankote üzerinde muayene çukurlarının yerleri gösterilmeli, muayene çukurlarına ait çizim ve fotoğraflar ekte verilmelidir.

### 2.3. SONDAJ KUYULARI

İnceleme alanındaki birimlerin **litolojik özelliklerini**, yanal ve düşey yönlerdeki değişimlerini, **süreksizliklerinin sıklığını ve ara uzaklığını**, **yüzeylerinin pürüzlülüğünü**, **dolgu durumunu**, **geçirgenliğini**, **yeraltı suyu durumunu**, **mühendislik parametrelerini belirleyebilecek** yeterli sayıda sığ ve derin sondajlar yapılmalı, sondaj çalışmaları TSE standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmeli ve sondaj yerlerinin seçimi titizlikle yapılmalıdır.

**2.3.1 – Sondaj kuyuları**, zeminlerde burgu, kum veya kil kovası ile darbeli veya dönel (rotary) sistemlerle, kayada ise kaya yüzeyinden itibaren sürekli karot alınarak ilerlenen dönel sistemlerle açılacaktır.

**2.3.2 – Sondaj Sayıları:** Zemin koşullarının değişkenliği, yapının taban alanı ve aktardığı yükler ile çevresindeki koşullar dikkate alınarak **her 300 m2'lik taban alanı için en az bir adet** olmak üzere belirlenecektir. Ancak **Bina Yükseklik Sınıfı  $BYS \leq 3$**  olan binaların inşa edileceği alanlarda sondaj sayısı üçten az olmayacaktır. Sondaj sayısı, taban alanı 1000 m2'yi geçen binalarda birer adet bina köşelerinde ve bir adet ortada olmak üzere en az beş adet olacak şekilde planlanacaktır.

**2.3.3 – Sondaj Yerleri:** Topoğrafik ve jeomorfolojik koşullar özel yerlere işaret etmiyorsa, en az yapı planının köşeleri ve ortasında sondaj yerleri seçilecektir. Geniş alanlarda yapı tipleri ve yerleri belirli ise, yapı yerleşimine uygun olarak sondaj noktaları seçilecektir. Yerleşimi belirsiz proje sahalarında, bir karelay (grid) üzerinden sondaj yerleri planlanacaktır. **Sev duraysızlığı potansiyeli olan eğimli arazilerde, sondaj yerleri vamaç duraylılık (stabilite) analizine veri sağlayacak hatlar boyunca planlanacak, yapı alanı dışında da sondaj yerleri seçilecektir.**

**2.3.4 – Sondaj Derinlikleri:** Sondaj derinliği, bina temelleri için temel tabanından başlayarak yapı genişliğinin en az 1.5 katı veya net temel taban basıncından kaynaklanan zemindeki gerilme artışının ( $\Delta\sigma$ ) zeminin kendi ağırlığından kaynaklanan efektif gerilmenin ( $\sigma'_{vo}$ )% 10'una eşit olduğu derinlikten ( $\Delta\sigma=0.10\sigma'_{vo}$ ) daha elverişsiz olacak şekilde seçilecektir.

(a) Yüksek dayanıma ve rijitliğe sahip bir tabakanın daha sığ derinliklerde rastlanması durumunda sondaj, bu tabaka içine **en az 3 metre** girerek tabaka sürekliliğinin belirlenmesi ile sonlandırılabilir.

(b) Kazıklı temel uygulamasının gerekebileceği durumlarda, sondaj derinliği kazık taşıma gücü ve oturma hesaplamalarını yapmaya olanak sağlayacak şekilde seçilecektir.

(c) Sondajlar, şev duraylılığı çalışmalarında olası **kayma yüzeyi derinliklerinin yeterince altına kadar,** derin kazılarda ise kazı tabanından **kazı derinliğinin en az yarısı kadar** derinliklere inecektir.

(d) Deprem tasarım sınıfları  $DTS=1$ ,  $DTS=1a$ ,  $DTS=2$  ve  $DTS=1a$  olan bölgelerde, yeraltı suyu düzeyi temel tabanından itibaren 10 metre derinlikten daha yukarıda ve gevşek yerleşimli iri (kaba) daneli zeminlerin yer aldığı sahalarda, sondaj derinliği **zemin yüzünden itibaren en az 20 m olacaktır.**

Sondaj kuyu çapları 86-115 mm. arasında olacaktır. 86 mm.nin altında kuyu çapı kabul edilmeyecektir. Sondajı yapan firma, kuyunun devamını sağlamak için gerekli tedbirleri (muhafaza borusu indirilmesi vb.) almak zorundadır. Yapılış amacına hizmet etmeyen, yeterli

derinliğe inilmeyen ve olumsuz şartlara (boru kalması, takım kesme, düşeylikten sapma vb.) bağlı olarak ilerleme yapılamayan kuyularda, kuyu yerleri değiştirilecektir. Sondajın düşeyden sapmaması için sondajı yapan firma gerekli tedbirleri almak zorundadır ( iri bloklu- çakıllı zeminlerde sondaja çarıklı muhafaza borusu ile başlamak gibi). Düşeyden sapma ( en fazla 5 derece ) varsa ve düzeltilemiyorsa kuyu bedelsiz olarak yeniden açılacaktır.

En az 120 mm. çapında, 200 m. derinlik kapasiteli, her eğim ve doğrultuda, her türlü jeolojik formasyonda sondaj kuyusu açabilecek, hidrolik baskı sistemine sahip jeoteknik amaçlı sondaj makineleri kullanılacaktır.

Kullanılacak olan sondaj boruları (tijler), muhafaza (koruma) boruları, karotiyerler, burgular, matkaplar, kesiciler ve diğer yardımcı ekipman TS-1901'e uygun olacaktır.

Kullanılacak karotiyerler, sondajda geçilen formasyonun özelliğine göre tek tüplü, çift tüplü, karniyarık veya oynar başlıklı olacaktır.

Örselenmemiş numune alımı, UD tüpü en az 89 mm (3 ½ inç) çapında, 60 cm. boyunda, soğuk çekme çelikten yapılmış, dikişsiz 2,5 mm et kalınlığında, alt ucu keskin, deforme olmamış tüpler veya gelişmiş numune alıcılarla (pistonlu, Denison vb.) yapılacaktır. 89 mm. nin altında alınan UD örnekler kabul edilmeyecek, dolayısıyla bu standard uymayan deney sonuçları da kabul görmeyecektir.

Sondaj ve ekipman işe başlamadan önce Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB yetkililerince kontrol edilecektir.

Sondaj ekibi 1 Sondaj Mühendisi, 1 Sondör ve 1 Sondör yardımcısından oluşacaktır.

Sondaj mühendisi; özellikle jeoteknik sondaj kuyuları açılması, yerinde deneyler yapılması ve numune alınması konusunda en az 2 yıl deneyimli Jeoloji Mühendisi olacaktır. Mühendisin bu deneyimi (var ise) referans gösterilerek belgelenecektir.

Sondörün; Sondörlük Yeterlik Belgesine sahip olması veya temel sondajı konusuna uzman bir firmada en az 6 ay çalıştığını belgelendirmesi gerekmektedir.

Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB; onayladığı Sondaj Mühendisi veya sondörün iş başındaki teknik yeterliliğini ve konulardaki deneyimini yeniden değerlendirerek değiştirilmesini talep edebilir.

Sondajlar zemin cinsine göre (TS 1901)'de belirtilen sondaj yöntemleri ile koruma boruları kullanılarak, tespit edilen derinliklere kadar zeminin gerektirdiği ve özellikle tabakaları gözden kaçırmayacak biçimde, standart deneyler ve numune alma usulleri ile dikkatle yapılacaktır. Koruma borusu numunenin alınacağı seviyeden daha derine çakılmayacak ve bu nedenle zeminin numune alınmadan bozulmamasına dikkat edilecektir. İnce taneli zeminlere

**rastalanılması durumunda, sondajlara burgulu susuz sistem ile başlanacaktır. Zeminin durumuna göre sondaj açma sistemi Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB'nin onayı alınmak kaydı ile değiştirilebilir. Ancak kaya ortamına girilmesi durumunda; sert kaya için çift tüplü karotiyerlerle, dağılgan ve karot yüzdesi çok düşük olan ortamlarda ise tek tüplü karotiyerlerle susuz ilerlenecektir.**

Yeraltı su seviyesi (YASS) olan kuyularda sondajla ilerlemek, kuyuya muhafaza borusu itilmek suretiyle olacaktır.

Kuyuların açılması esnasında göçme ve yıkılma yapacak birimler var ise bu kısımlar kuyu çapına ve Türk Standartlarına uygun boru ile geçici olarak borulanacaktır. Muhafaza borusu numune alınacak derinliğe kadar çakılacak, boru içine giren malzeme borunun alt ucu seviyesine kadar temizlenecek ve bu seviyeden aşağı doğru zeminden numune alınacaktır.

Muhafaza borusu kullanılması durumunda; iç çapı 89 mm.(3½ inç) olmalıdır. Muhafaza borusu boyları da genelde 1,5m. olacak ve **bütün sondaj boyunca aynı çapta muhafaza borusu kullanılacaktır.**

Muhafaza borusunun içine giren malzemenin temizlenmesi, duruma göre, (TS 1901)'de belirtilen sondaj yollarından biri uygulanarak yapılabilir. Muhafaza borusunun su ile temizlenmesi halinde kullanılacak su basıncı, borunun içini tamamen temizleyerek zemin parçacıklarını satha getirebilecek en düşük miktarda olacaktır.

Ayrıca topoğrafya nedeniyle eğimli arazilerde veya yapıda bodrum düşünülmesi durumunda temel tasarımına esas olacak olan örnekleme işlemine ve arazi deneylerine muhtemel temel derinliğinin altından itibaren başlanılmalıdır.

Örselenmiş numuneler en az 8 cm. çapındaki kavanozlara numuneler sıkıştırılmadan konacak ve kapakları sıkıca vidalandıktan sonra, nemin kaybolmaması için bant ve parafin ile kapatılacaktır. Kavanoz içine konulan numunelerin doğal durumu bozulmayacak ve kavanoz etiketlenecektir. Numunelerin çarpma, vibrasyon, donma ve öteki bozucu etkilere uğramaması için dikkat edilecek ve numune kavanozların veya tüplerinin araları nemli taşlarla veya benzeri maddelerle beslenecektir. Numuneler alındıktan sonra yağmur ve güneş etkisinden korunacak ve laboratuara teslim edilinceye kadar hiçbir suretle (+4 C) altında ve ( 30 C) üstünde dış etkilere maruz kalmayacaktır ve nakil sırasında sarsıntıdan korunacaktır. Numuneler işyerinde iki günden fazla bekletilmeyecektir.

Örselenmemiş numune alırken, numune alıcının zemine girme ölçüsüne dikkat edilmelidir. Fazla sokma nedeniyle numunenin tüp içerisine sıkışması veya bazı hallerde, deliğin alt seviyesindeki bozulmuş olan zemin tekrar temizlendikten sonra ikinci bir kez standart şartnamesine uygun örselenmemiş numune alınacaktır. numune alıcının ucundaki kesicinin konik ve sivriltilmiş olması gereklidir. Kalın çeperli numune alıcı ile alınan numuneler, ( TS 1901 )'de anlatıldığı şekilde elde edildikten sonra tüp gömleğinin alt ve üst kısmı işaretlenerek, her iki ucu ılık bir yalıtım maddesi ile



(parafin-reçine karışımı) kaplanacaktır. Gerektiği biçimde saklanmamış veya içerisine yalıtım maddesi işlemiş numuneler kabul edilmeyecektir. Numunelerin yalıtımı sırasında veya parafinin çatlamasına karşılık, parafinin içine bir miktar reçine konulacaktır. tüp içindeki numenin yalıtımı için dökülen parafin-reçine karışımının da sıcak olmasına dikkat edilecektir. Sert kil ve buna benzer tabakalardan örselenmemiş numuneler (TS 1901 )’de anlatıldığı şekilde, çift tüplü numune alıcı kullanılarak alınacaktır. Tüpler hidrolik baskı yöntemiyle alınacak, darbeli olmayacaktır. bu numunelerde yukarıda anlatıldığı biçimde yalıtımı yapıp etiketlenecektir.

Temsili numuneler, yalnız darbeli sondaj yöntemiyle yapılan sondajlarda ve helisel burgularla yapılan sondajlarda değişen her tabakadan bir ve devam eden tabakalarda her metrede bir numune alınacaktır. Numuneler darbeli sondajlarda kovanın satha çıkardığı malzemelerden veya burgular ile yapılan sondajlarda helis aralardan gelen malzemelerden en az 8 cm. çaplı bir cam kavanoza doldurulacaktır.

Kaya zeminlerde sondaj yapılması durumunda karot numunelerin çapı en az 54 mm. olmalıdır. Karot alıcılar ile numune almaya başlamadan önce, kayanın üstündeki ayrışmış zemin parçalanıp temizlenecek ve koruma borusu çıkarılarak sağlam kaya üzerine sıkıca oturtulacaktır. Kaya bloklardan alınan karotlar da etiketlenecektir. Cam kavanozlara konmayacak kadar büyük olan karotlar, kaya karotlar için hazırlanan ahşap veya plastik sandıklara konacak, ahşap veya plastik takozlarla birbirinden ayrılacak ve işaretlenecektir. Numuneler sağlam ahşap veya plastik sandıklara dikine yerleştirilecektir. Bu sandıkların üzerine ait olduğu;

-Proje adı,

-Yer,

-Sondaj kuyusu numarası,

-Sandıkta bulunan karot numunelerinin derinlikleri

-Numune alınan alanını gösterir düzenli bir etiket yaptırılacaktır.

Sondaj ve arazi deneylerinden elde edilen veriler çizelgeler halinde ve yorumlanarak verilmelidir. Ayrıca sondaj yerlerinin koordinatları bir tablo halinde verilmeli ve plankote ve vaziyet planı üzerine işlenmelidir.

Rapor ekinde verilecek sondaj loglarında TSE standartlarında belirlenmiş semboller kullanılacak, sondaj yerlerinin koordinatları, sondaj makinesinin türü, sondörün adı ve soyadı, sondaj başında duran Jeoloji veya Jeofizik Mühendisinin adı, sondajın yapıldığı tarihler, hava durumu, yeraltı suyuna ilişkin en az 7 günlük gözlemler, zemin birimlerinin düşey yöndeki değişimleri, zemin tanımlamaları,

alınan örselenmiş ve örselenmemiş örneklerin derinlikleri, örselenmemiş örneğin türü, arazide yapılan deneyler logu hazırlayan tarafından imzalı olarak sunulmalıdır.

Sondaj kuyularının tabanına kadar alt kısmı delikli PVC boru indirilerek sondaj deliğinin çeperlerindeki göçmeler ve yüzeyden düşebilecek parçalar nedeniyle kuyunun kapanması önlenmeli, gerekirse kuyu ağzına kapak takılarak betonlanmalı, böylece uzun süreli yeraltı suyu ölçümü yapılmasına olanak sağlanmalıdır.

Sondaj karotlarının fotoğrafları standartlara uygun olarak çekilerek raporun ekinde sunulmalı, sandıklanarak koruma altına alınan karotlar rapor onay süreci tamamlanana değin muhafaza edilmelidir.

Sondajlar sonucunda çizilen kesitlerde sondaj noktaları belirtilmeli, jeolojik veriler kesitte farklı renklerde verilmeli, yeraltı suyu seviyesinin en sığ ve en derin kotları noktalı çizgi ile gösterilmelidir.

Zemin cinsine göre alınacak bütün numunelerin ve karot sandıklarının fotoğrafları çekilerek rapora eklenmelidir.

**Sondaj tamamlandıktan sonra; sondaj kuyusu muhafaza borusu döşenerek, ağız kısmına kapak takılarak betonlanacaktır. Yeraltı suyu var ise her 24 saatte bir YASS ölçülecek ve alınan değerler rapora eklenecektir. Piyezometrik boru ve kuyu ağzı betonu uygulanmayan sondaj kuyuları kabul edilmeyecek, çökmesi, ya da kuyunun kontrolünü engelleyen yabancı bir madde ile tıkanması durumunda, kuyu bedelsiz olarak tekrar açtırlacaktır.**

#### **2.4. YERALTI VE YERÜSTÜ SULARI:**

İnceleme alanında yeraltı suyunun gözlemlendiği en düşük ve en yüksek seviyeler, ölçüm noktaları esas alınarak en az 7 günlük değerler tablo halinde verilmelidir. Yeraltı suyu seviyesi, PVC boru ile teçhiz edilmiş olan sondaj kuyularından, sondaj (suyu) sıvısı kullanılması durumunda kuyunun boşaltılması ve ortamı temsil edebilecek seviyenin oluşabilmesi için uygun bir süre beklenilmesi sonrasında yapılacak ölçümlerle belirlenmelidir.

Çalışma alanında yeraltı suyuna rastlanması ve su tablasının temel seviyesine yakın olması durumunda, yeraltı suyunun betona ve diğer imalatlara yapabileceği olumsuz etkilerin belirlenmesi

için kimyasal laboratuvar deneyleri (sülfat içeriği, pH vb.) yapılmalı ve sonuçları verilmelidir. Ayrıca inceleme sahasındaki drenaj özellikleri ile don derinliği konusunda açıklama getirilmelidir.

## 2.5 ARAZİ DENEYLERİ

**2.5.1** – Sondaj kuyularında zemin koşulları ile uyumlu ve proje gereksinimlerini karşılayacak şekilde uygun aralıklarla (örneğin her 1.50 m’de bir adet) arazi deneyleri (SPT, kanatlı kesici, presiyometre, vb.) yapılacaktır. Zemin profili ve özelliklerinin sürekli ve sağlıklı olarak tayini için, sondajlarla paralel şekilde planlanmış, Koni Penetrasyon Deneyleri (CPT ve boşluk suyu basıncı ölçümlü - CPTu) yapılması yararlı olacaktır.

**2.5.2** – *Örnek Alma*: Sondaj kuyularında zemin koşulları ile uyumlu ve proje gereksinimlerini karşılayacak şekilde uygun aralıklarla örselenmiş ve örselenmemiş zemin/kaya örnekleri alınacaktır.

**2.5.3** – *Örselenmiş Örnekler*: Sondaj kuyularında, her cins zeminden, Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) sırasında örselenmiş örnekler alınacaktır. Yeraltı su düzeyi altında, iri daneli veya plastik olmayan silt zeminlerde, SPT kaşığından yeterli miktarda örselenmiş örnek elde edilemiyorsa, ağzına zemin tutucu takılmış (sepet-basket tipi) özel tüpler ile incesi yıkanmamış örselenmiş örnekler alınacaktır.

**2.5.4** – *Örselenmemiş Örnekler*: Sondaj kuyularında, kohezyonlu zeminlerden, **1A.1.4**’de tanımlanan etki derinliği içinde her zemin tabakasının mühendislik özelliklerini belirlemeye yeterli olacak sayıda örselenmemiş örnek alınacaktır. Örselenmemiş zemin örnekleri, zeminin kıvamına uygun olarak ve ince cidarlı (alan oranı=et kalınlığı/iç tüp alanı<10 %) ve ***iç çapı en az 76 mm olan tüp veya pistonlu tüp*** kullanılarak alınacaktır. Ayrıca araştırma çukurları ve hendeklerden, uygun şekilde kesilip alınan bloklardan da örselenmemiş örnekler hazırlanabilecektir.

**2.5.5** – Kaya sondajlarında karotiyer ve vidye tipi, litolojik birimlerin özelliklerine göre seçilecek ve ***karotların çapı en az NX (54 mm) veya NQ (47.6 mm)*** olacaktır.

**2.5.6** – *Yeraltı Su Düzeyinin Ölçülmesi*: Sondaj kuyusu içinde yapılacak ölçümlerle yeraltı su seviyesi belirlenecektir. Etüt derinliği içinde kohezyonlu ve kohezyonsuz birden fazla tabaka ve/veya su taşıyıcı katman (akifer) seviyenin bulunması durumunda, yeraltı suyu düzeyinin veya basıncının ölçülmesi için standart

piyezometrelerden yararlanılması uygun olacaktır. Her durumda sondaj kuyusundaki gözlemler ve ölçümler yeraltı suyu düzeyinin kuyuda dengeye ulaşmasına yetecek kadar uzun bir süre boyunca yapılacaktır.

Sondajlarda yapılacak Standart Penetrasyon (SPT), Konik Penetrasyon (CPT), Kanatlı Kesici Deneyi, Presiyometre Deneyi, Plaka Yükleme Deneyi vb. deneyler ile Jeofizik Çalışmalar, ilgili standarda uygun olarak, yapı ve zemin şartlarına uygun seçilen deneyler görevlendirilecek kontrol mühendisinin denetiminde yapılacaktır.

Yapılan tüm deneylere ait veriler tablolar halinde raporda yer alacak, deneyler sırasında belirlenen aşırı farklı değerler gösteren parametrelerdeki sapmalar nedenleri belirtilerek açıklanacaktır. Deneylerde yapılan her hata açıklanmalıdır.

Aşağıda genel hatlarıyla açıklanan yöntemlerden en az biri olmak üzere (jeofizik yöntemler en az başka bir yöntemle birlikte kullanılabilir), inşa edilecek yapının özelliği doğrultusunda uygun görülen sayıda deney yapılmalı ve her bir yöntemden bulunan parametreler kontrol edilmelidir.

### **2.5.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)**

Bu deneyin TS-5744'e göre yapılması gerekmekte olup, deney sonuçlarının (darbe sayılarının) gerekli bütün düzeltme faktörlerine (şahmerdan tipi ve şahmerdan bırakma mekanizması, kedi başı sarım sayısı yeraltı suyu, enerji, kuyu çapı, iç tüp kullanılıp kullanılmadığı, tij uzunluğu, tipi vb.) tabi tutularak düzeltilmesi gerekmektedir.

Çok sık aşınan SPT uçları değiştirilmeli her çalışma için standartlarına uygun yeni SPT başları (çarıkları) kullanılmalıdır.

Yalnız darbeli sondaj yöntemiyle yapılan sondajlarda ve helisel vurgularla yapılan sondajlarda, değişen her tabakadan bir ve devam eden tabakalarda her bir buçuk metrede bir SPT yapılarak numune alınacaktır. Değişen her tabakadan bir ve devam eden tabakalarda her üç metrede bir UD numunesi alınacaktır.

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

Gerekmesi durumunda, taş ve bloklu olmayan ve özellikle yumuşak/gevşek zeminlerde statik baskı ile yapılan, zemin profilini gerçek bir şekilde belirleyebilen ve dayanım, sıkışabilirlik parametrelerinin tayini ve sınıflama kontrolü için yararlı olan bu penetrasyon deneyi tercih edilmelidir.

**CPT deneyleri yapılırken konik uç ve çevre sürtünme katsayılarının kalibrasyon değerleri verilmeli eski tarihli kalibrasyonlar güncellenmelidir.**

Su seviyesi ölçümlerinde her yeni çalışmada poroz taş veya mekanik su basınç okuyucu değiştirilmeli, boşluk suyu basıncı okumaları hassas bir şekilde alınmaya çalışılmalıdır.

### **2.5.3. Presiyometre Deneyi:**

Arazi sondaj çalışmalarında SPT yapılamayan ve Karot numunesi alınamayan zeminlerde; zeminin yumuşak kaya ve kaya birimlerinde gerilme-deformasyon ilişkisinden faydalanılarak, zeminin dayanım parametrelerinin tayini ve temel altında oluşacak oturmaların hesaplanması amacıyla yapılacak bu deneyin hangi yöntemle göre yapıldığı, kullanılan cihazların tipi ve kalibrasyonuna ait bilgiler ile zemin parametrelerinin bulunmasında kullanılan formüllerin hangi kaynaklardan alındığı belirtilerek verilmeli, deney sonuçları ek çizelge ve grafik halinde raporda yer almalıdır.

### **2.5.4. Kanatlı Kesici Deneyi**

Gerek görülmesi durumunda; yumuşak kil zeminler ve bantları veya tabakaların kayma direncini saptaması amacı için yapılan bu deney için TS-5744'e uyulması gerekmektedir.

### **2.5.5. Plaka Yükleme Deneyi**

Temel altı dolgu malzemesinin mühendislik özelliklerinin tespiti, tekil veya yüzeysel hafif temellerin tasarım parametreleri ve özellikle sığ temeller için statik hesaplarda kullanılacak düşey yatak katsayısı değerinin tespiti için diğer arazi deneylerine destek olarak tercih edilmelidir.

Zeminin nihai taşıma gücüne, deformasyon modülüne ve yatak katsayısının hesaplanmasına yönelik veriler elde etmek amacıyla TS-5744'e uygun olarak yapılmalıdır.

### **2.5.6. Jeofizik Çalışmalar**

Jeofizik yöntemlerin sondaj çalışmalarına yardımcı bir unsur oluşturacağı ilkesi esas alınarak sondaj sayısını azaltarak arada geçilen zemin tabakalarının belirlenmesi, özellikleri ve sınırlarının anlaşılması için kullanılabilir.

Yapılacak yerel jeofizik çalışmaların amaçları tam olarak belirlenmeli, alınan tüm kayıtlar ve yapılan hesaplamalar ayrıntılı bir şekilde yorumlanarak verilmelidir. Çalışmaların amacı, yöntemi, kullanılan araçların adı, özellikleri, alınan ölçüm sonuçları, tüm tablo ve grafikler yorumlarıyla birlikte verilmelidir. Jeofizik çalışmalar ayrıca sondaj loglarıyla birlikte yorumlanmalı, ölçüm yerlerinin koordinatları tablo halinde verilmelidir.

#### **2.5.6.1. Sismik Kırılma**

Sığ derinlikler için yapılacak araştırmalarda aşağıda belirtilen amaçlar için kullanılmalıdır.

- a Yeraltı yapısının (tabaka sayısı, kalınlıkları, boyuna  $V_p$ , enine  $V_s$  dalga hızları) belirlenmesi,
- b. Yerin elastik parametrelerinin belirlenmesi (yoğunluk, poisson oranı, elastisite modülü, kayma (shear) modülü, zemin hakim titreşim periyodu),
- c. Elde edilen parametrelere göre zemin sınıfının belirlenmesi,
- d. Gömülü fay izlerinin araştırılması,
- e. Varsa zemin içerisindeki boşlukların ve süreksizliklerin bulunması vb.

### **2.5.6.2. Sismik Yansıma**

İdarece gerek görülmesi durumunda; daha derin zemin araştırmaları için Sismik Kırılma bölümünde belirtilen amaçlar için kullanılmalıdır.

### **2.5.6.3. Kuyu İçi Sismik (Kuyu Aşağı Yöntemi)**

İdarece gerek görülmesi durumunda; 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde; sıvılaşma riski içeren alüvyon zeminlerde (kumlu, siltli, killi v.b.) her bir metrede S (Kesme Dalgası Hızı),  $S_{ters}$  (Ters Yönlü Kesme Dalgası Hızı),  $V_p$  (Primer Dalga Hızı) Kuyu İçi Sismik yöntemiyle ölçülerek elde edilen sonuçların jeolojik ve jeofizik çalışmalar ile birlikte değerlendirilmelidir.

### **2.5.6.4. Elektrik Özdirenç**

- a. Nemlenme derinliği veya suya doygun seviyenin belirlenmesi,
- b. Tabaka sayısı ve derinliklerinin belirlenmesi,
- c. Sağlam zemin ve temel kaya derinliğinin belirlenmesi,
- d. Yerin direnç özelliğine göre yeraltı jeofizik yapısının belirlenmesi
- vb. amaçlarıyla yapılmalıdır.

### **2.5.6.5. Mikrotremör Çalışmaları**

(Bodrum Kat Adedi + Zemin Kat + Normal Kat Adedi)  $\geq 10$  olması durumunda;

- a. Zemin hakim titreşim periyotlarının belirlenmesi, ( $T_A$ ,  $T_B$  )
- b. Zeminin büyütme katsayısının belirlenmesi, çerçevesinde binanın rezonans durumu incelenmelidir.

### 2.5.6.6. Genel Olarak İstenen Deneyler

- Elek Analizi Deneyi
- Atterberg Limit Deneyi
- Doğal ve Optimum Su Muhtevası Deneyleri
- Elek, Pipet/Hidrometre Deneyleri
- Doğal Birim Hacim Ağırlık Tayini Deneyi
- Kuru Birim Hacim Ağırlık Tayini Deneyi
- SPT Deneyi
- CPT Deneyi
- CPTu Deneyi
- Kanatlı Kesici Deneyi
- Presiyometre Deneyi
- Tek Eksenli Basınç Deneyi
- Kesme Kutusu Deneyi
- Üç Eksenli Basınç Deneyi – UU/CU
- Killi Zeminlerde Ödometre – Konsolidasyon Deneyleri
- Sıvılaşma, Şişme Oranı, Göçme, Yumuşama Deneyleri (Sorunlu Zeminlerde)
- Yeraltı Suyunun Kimyasal Analizi

### 3. LABORATUVAR DENEYLERİ VE ANALİZLER

Sondaj çalışmaları sırasında alınan örselenmiş ve örselenmemiş zemin ve kaya örnekleri en kısa sürede laboratuara sondajları yapan firma tarafından tutanak karşılığı teslim edilerek, düzenlenen Örnek Teslim Tutanağı, yapılan zemin ve kaya mekaniği deneyleri ve elde edilen sonuçlar, onaylı orijinal deney föyleri kullanılarak ekler arasında yer almalıdır.

Laboratuar deneylerinden elde edilen her türlü veri metin içinde gerekli bölümlerde tablo halinde verilmeli ve bu veriler yorumlanmalıdır.

Laboratuar deneyleri mümkün sayıda çok fazla numune üzerinde yapılmalıdır. Onlarca yapılan sondajda 5–10 adet numune üzerinde yapılacak laboratuar deneyleri yetersiz bulunacaktır. Homojen bir zeminde ortalama sondaj sırasında alınan örneklerin en az 2/3'ü oranında deney istenecektir.

Deneylerin yapılacağı laboratuar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan onaylı ve izin belgeli bir laboratuar olacak ve İzin Belgesi rapora eklenecektir.



**3.1** – Laboratuvar deneyleri, araştırma alanındaki zemin özelliklerini en çok 2 m aralıklar ile tanımlamaya yeterli sayı ve derinliklerde, yapı ve zeminin özelliklerine göre projeden sorumlu inşaat mühendisi tarafından planlanacak ve yetkili laboratuvarlarda yapılacaktır.

**3.2** – *Sınıflandırma Deneyleri*: Örselenmiş ve örselenmemiş örnekler üzerinde, tabakaların zemin sınıflandırmasına olanak verecek sayıda kıvam limitleri, doğal su içeriği (korunmuş örnekler üzerinde), elek, pipet/hidrometre ve özgül ağırlık deneyleri yapılacaktır. Örselenmemiş örnekler üzerinde doğal su içeriği ve birim hacim ağırlığı tayini deneyleri de yapılacaktır. Sorunlu zeminlerde (sıvılaşma, şişme, göçme, yumuşama, hassas killer vb.) ilk 15 m'den alınan tüm örnekler üzerinde sınıflandırma deneyleri (pipet/hidrometre dahil) yapılacaktır.

**3.3** – *Mühendislik Özellikleri Deneyleri*: Örselenmemiş örnekler üzerinde, tabakaların mühendislik özelliklerini belirlemeye yönelik olarak mukavemet (tek eksenli basınç, kesme kutusu, üç eksenli basınç-UU/CU) deneyleri yapılacak, proje gereksinimlerine uygun olarak drenajlı ve drenajsız kayma mukavemeti parametreleri belirlenecektir. Ayrıca, oturma hesaplarına yönelik parametrelerin belirlenmesi için, killi zeminlerden alınmış örselenmemiş örnekler üzerinde ödometre-konsolidasyon deneyleri yapılacaktır.

### **3.1. ZEMİNLERİN İNDEKS / FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

- a. Boşluk Oranı veya Porozite
- b. Su İçeriği ve Doygunluk Derecesi
- c. Tabii Birim Hacim Ağırlık
- d. Kuru Birim Hacim Ağırlık
- e. Elek ve Hidrometre/Pipet Analizleri
- f. Kıvam Limitleri (Atterberg Limitleri)
- g. Yeraltı Suyunun Kimyasal Analizi

### **3.2. ZEMİNLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

- a. Serbest Basınç Dayanımı
- b. Üç Eksenli Basınç Dayanımı
- c. Kesme Dayanımı
- d. Konsolidasyon

### **3.3. KAYALARIN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

- a. Kaya Kalitesinin Belirlenmesi
- b. Tek Eksenli Basma Dayanımı
- c. Nokta Yük Dayanım İndeksi veya disk makaslama dayanım indeksi

### **4. MÜHENDİSLİK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRME :**

Arazi ve laboratuvar çalışmaları özeti, eksik veriler ile hatalı veya geçersiz veriler varsa bunların ayrıntısı, mühendisin kendi görüş ve yorumları verilmelidir.

Beklenmeyen deney sonuçları dikkatle incelenmeli, bunların hatalı veya doğru ve gerçek durumu yansıtıp yansıtmadığı irdelenmelidir.

Gerekirse yapılacak ek arazi ve laboratuvar çalışmalarının tarifi ve bu yönde öneriler sunulmalıdır.

### **4.1. BİNA – ZEMİN İLİŞKİSİNİN İRDELENMESİ**

Bu bölümde mevcut zemin parametreleri ve yapılması planlanan binalardan gelecek yükler göz önünde bulundurularak, bina temellerinin inşa edilmesinin uygun olabileceği zemin birimi / birimleri için ayrıntılı bir çalışma yapılmalıdır. Uygun görülen her temel derinliğine karşılık (öngörülen temel tipleri için) bir taşıma gücü ve muhtemel oturma miktarı hesaplanmalı, temel projesinin hesap ve tasarımına imkân verecek parametreler belirtilmelidir. Temel türü, boyutları ve derinliği biliniyorsa ilgili hesaplamalar bu değerlere göre yapılmalıdır.

**Temel zemininden uygun olmayan şartlarda (kohezyonsuz kum-çakıl zeminde) UD örnek alınabilmesi durumunda UU deneyi yerine direk kesme deneyi yapılacak, örnek alınamaması durumunda (Raporda örnek alınamama nedeni net ifadelerle açıklanacaktır. Örn, SDPT-N değerinin 30'dan fazla olması, kum-çakıl oranının fazla olması vb.) ise ya kuyuda yerinde deneyler (presiyometre vb.) ile bulunacak parametreler kullanılacak, ya da zorunlu hallerde SPT – N değerlerinin kullanılması durumunda ise değişik yöntemlerle taşıma gücü ve oturmalar hesaplanarak ortalama değerler önerilecektir.**

Zemin yapısı binayı taşıyamayacak kapasitede ise zemin iyileştirmesi veya kazıklı temel projeleri hazırlanırken bina perde ve kolon yerleşimi ile yük ve momentleri ve temelin davranışı üst yapı ile beraber değerlendirilerek çözümler yapılmalıdır.

Bina temelleri bodrum durumuna göre net yükler için analiz edilmeli, temel kazısı şev oranları gerekiyorsa temel kazısı iksa sistemlerine uzman inşaat mühendisi karar verilmelidir.

## **4.2.ZEMİN VE KAYA TÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:**

### **4.2.1. Ayrışmış Zemin Türlerinin Sınıflandırılması**

İnceleme alanı içinde yer alan zemin birimleri, TS-1500'e göre sınıflandırılarak, aşağıda verilen özellikleri ile tanımlanmalıdır.

a. Renk

b. Zemin birimlerinin tanımı, yapısı litolojik özellikleri. (ayrık daneli zeminlerde sıklık, kohezyonlu zeminlerde ise sertlik)

### **4.2.2. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması**

İnceleme alanı içinde temel derinliğinde kaya birimlerinin gözlenmesi halinde birimi tanımlamaya yetecek sayıda gözlem noktasında tabaka doğrultulmuş, eğimi ile eklem-eklem takımı ölçümleri alınmalı, mevcut litolojilerin toprak örtüsü altında bulunduğu yerler ve yaklaşık kalınlıkları, kaya birimlerinin ayrışma derecesi ve sık kırıklı kısımlarının ayrılması, ayrışmış kısmının cins ve kalınlığı ile örtü kalınlığının tespiti için sondaj veya çukur açtırılması ve süreksizlik duruşları ile doğal yamaç ilişkisi, altyapı ve temel kazı süreksizliklerinin ilişkilerinin

açıklanması gerekmektedir.

Kayaçlar aşağıdaki özellikleri saptanarak tanımlanmalıdırlar.

- a. Renk,
- b. Doku ve yapı,
- c. Süreksizliklerin özellikleri,
- d. Tabaka eğimi ve doğrultusu,
- e. Ayrışmanın derecesi,
- f. İkincil litolojik özellikler,
- g. Kayacın Adı,
- h. Kayacın dayanımı,
- i. Kayacın geçirimsizliği,
- j. Tabaka ve kırık-çatlaklar arasındaki dolguların cinsi ve (killi birimler veya karbonat) yeraltı ve yerüstü sularına maruz kalması durumundaki duraylılıkları,
- k. Kaya Kalitesi
- l. Özel mühendislik özelliklerini belirten diğer terimler,

#### **4.2.3. Zemin Profilinin Yorumlanması**

İnceleme sahasını oluşturan zemin profili, litolojik özellikleri ve dayanım parametreleri göz önünde bulundurularak temellerin yer alacağı uygun seviyenin belirlenmesi için öneriler getirilmelidir.

#### **4.2.4. Sıvılaşma ve Yanal Yayılma Analizi ve Değerlendirmesi:**

Çalışma alanında bulunan sıvılaşma riski içeren seviyeler için sıvılaşma potansiyelinin bulunup bulunmadığı uygun analiz yöntemleri ile incelenmeli, analiz sonuçları ve tüm hesaplamalar tablolar halinde verilmelidir.

Sıvılaşma analizleri yapılırken kullanılan abak ve tabloların nereden alındığı, sıvılaşma analizleri yazılımlar ile yapıyorsa sıvılaşma programlarının adı ve yöntemi ile kullandığı metotlar rapor içerisinde verilmelidir.

## 4.2.4.1 – BASİTLEŞTİRİLMİŞ ZEMİN SIVILAŞMA DEĞERLENDİRMESİ

### 4.2.4.1.1. KAPSAM

Zemin sıvılaşması tetiklenme analizleri kapsamında, saha zeminlerinin sıvılaşmaya karşı kayma direnci,  $\tau$  ; eğimsiz sahalar için geliştirilmiş, arazi penetrasyon deneyleri veya kayma dalga hızı değerlerine bağlı ampirik zemin sıvılaşması direnci bağıntı ve eğrileri (gerekli düzeltmeler uygulanarak) kullanılarak bulunacaktır. SPT deney sonuçlarından yararlanılarak sıvılaşma direncinin hesaplanması için önerilen yöntem **1B.3**'de verilmiştir. Deprem sarsıntısı sırasında gelişen kayma gerilmeleri,  $\tau_{\text{deprem}}$  , basitleştirilmiş yöntem kullanılarak hesaplanacaktır.

### 4.2.4.1.2. SPT VERİLERİNİN DÜZELTİLMESİ

#### 4.2.4.1.2.1. Ham SPT Verilerinin Düzeltilmesi

4.2.4.1.2.1.1 – Araziden elde edilmiş ham SPT verileri,  $N$  , **Denk.(1B.1)** kullanılarak  $N_{1,60}$  değerine düzeltilecektir.

$$N_{1,60} = N C_N C_R C_S C_B C_E \quad (1B.1)$$

Burada  $C_N$  kohezyonsuz zeminlerde uygulanan jeolojik gerilme (derinlik) düzeltme katsayısını,  $C_R$  tij boyu düzeltme katsayısını,  $C_S$  numune alıcı tipi düzeltme katsayısını,  $C_B$  sondaj delgi çapı düzeltme katsayısını,  $C_E$  enerji oranı düzeltme katsayısını göstermektedir.

4.2.4.1.2.1.2 – Derinlik düzeltme katsayısı  $C_N$  **Denk.(1B.2)**'de verilen bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$C_N = 9.78 \sqrt{\frac{1}{\sigma'_{vo}}} \leq 1.70 \quad (1B.2)$$

**Denk.(1B.2)**'de verilen bağıntıda deney derinliğindeki efektif düşey gerilme  $\sigma'$  (kN/m<sup>2</sup>), Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapıldığı durumdaki arazi koşullarına göre hesaplanmaktadır. Deney sonrasında yapılan ek dolgu, temel gerilmesi veya zemin kazısı ve benzeri nedenler ile oluşan efektif gerilme değişiklikleri dikkate alınmayacaktır.

4.2.4.1.2.1.3 – **Denk.(1B.1)**'de yer alan diğer düzeltme katsayıları **Tablo 1B.1**'de verilmiştir.

#### 4.2.4.1.2.2. SPT Verilerinin İnce Dane İçeriğine Göre Düzeltilmesi

İnce dane içeriğine ( $IDI$ ) göre düzeltilmiş darbe sayıları  $N_{1,60f}$  **Denk.(1B.3a)** ile hesaplanacaktır:

$$N_{1,60f} = \alpha + \beta N_{1,60} \quad (1B.3a)$$

**Denk.(1B.3a)**'daki  $\alpha$  ve  $\beta$  katsayıları **Denk.(1B.3b)**'de verilmiştir:

$$\begin{aligned} \alpha = 0 \quad ; \quad \beta = 1.0 & \quad (IDI \leq \%5) \\ \alpha = \exp[1.76 - (190 / IDI^2)] \quad ; \quad \beta = 0.99 + IDI^{1.5} / 1000 & \quad (\%5 < IDI \leq \%35) \\ \alpha = 5.0 \quad ; \quad \beta = 1.2 & \quad (IDI \geq \%35) \end{aligned} \quad (1B.3b)$$

**Tablo 1B.1. SPT Düzeltme Katsayıları**

Düzeltilme Katsayısı	Değişken	Değer
$C_R$	3m ile 4m aralığında	0.75
	4m ile 6m aralığında	0.85
	6m ile 10m aralığında	0.95
	10m'den derin	1.00
$C_S$	Standart numune alıcı (iç tüpü olan)	1.00
	İç tüpü olmayan numune alıcı	1.10-1.30
$C_B$	Çap 65mm-115mm arasında	1.00
	Çap 150mm	1.05
	Çap 200mm	1.15
$C_E$	Güvenli tokmak	0.60-1.17
	Halkalı tokmak	0.45-1.00
	Otomatik darbeli tokmak	0.90-1.60

#### 4.2.4.1.3. SIVILAŞMA DİRENCİNİN HESAPLANMASI

4.2.4.1.3.1 – Sıvılaşma direnci  $\tau_R$ , moment büyüklüğü 7.5 olan depreme karşı gelen çevrimsel dayanım oranının ( $CRR_{M7.5}$ ), tasarım depremi moment büyüklüğü düzeltme katsayısı ( $C_M$ ) ve efektif düşey gerilme ( $\sigma'_{vo}$ ) ile çarpılması ile hesaplanacaktır.

$$\tau_R = CRR_{M7.5} C_M \sigma'_{vo} \quad (1B.4.a)$$

4.2.4.1.3.2 – Çevrimsel dayanım oranı **Denk.(1B.4b)**'de verilen bağıntı ile hesaplanacaktır:

$$CRR_{M7.5} = \frac{1}{34 - N_{1.60f}} + \frac{N_{1.60f}}{135} + \frac{50}{[10N_{1.60f} + 45]^2} - \frac{1}{200} \quad (1B.4.b)$$

Deprem büyüklüğü düzeltme katsayısı ( $C_M$ ), tasarım depremi büyüklüğüne ( $M_w$ ) bağlı olarak **Denk.(1B.4c)**'deki bağıntı ile hesaplanacaktır.

$$C_M = \frac{10^{2.24}}{M_w^{2.56}} \quad (1B.4.c)$$

#### 4.2.4.1.4. DEPREMDE OLUŞAN KAYMA GERİLMESİNİN HESAPLANMASI

4.2.4.1.4.1 – Zeminde oluşan kayma gerilmesi **Denk.(1B.5)**'deki ilişki ile hesaplanacaktır.

$$\tau_{\text{deprem}} = 0.65 \sigma_{\text{vo}} (0.4S_{\text{DS}}) r_d \quad (1B.5)$$

Burada  $\sigma_{\text{vo}}$  sıvılaşma değerlendirilmesi yapılan derinlikteki toplam düşey gerilmeyi,  $r_d$  ilgili derinlikteki gerilme azaltma katsayısını,  $S_{\text{DS}}$  ise kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısını göstermektedir.

4.2.4.1.4.2 – Gerilme azaltma katsayısı,  $r_d$  incelenen derinliğe ( $z$ ) bağlı olarak **Denk.(1B.6)**' da ki bağıntı ile elde edilecektir.

$$\begin{aligned} r_d &= 1.0 - 0.00765z & z \leq 9.15\text{m} \\ r_d &= 1.174 - 0.0267z & 9.15\text{m} < z \leq 23\text{m} \\ r_d &= 0.744 - 0.008z & 23\text{m} < z \leq 30\text{m} \\ r_d &= 0.50 & z > 30\text{m} \end{aligned} \quad (1B.6)$$

#### 4.2.5. Oturma-Şişme Potansiyelinin Değerlendirmesi:

Çalışma alanında içinde üstteki mühendislik yapısına zarar verebilecek oranda toplam ve farklı oturmalar, şişme özelliği gösterebilecek killi malzemelerin deney sonuçlarına göre yorumu yapılmalı, gerekiyorsa önlem için uygun yöntemler ve öneriler verilmelidir.

#### 4.2.6. Karstik Boşlukların Değerlendirilmesi

Çalışma alanı içinde eriyebilen kayalardaki veya insan girişimleri sonucu oluşan boşluklar varsa, bunların büyüklükleri, neden olabilecek tehlikeler yorumlanmalı, gerekiyorsa alınabilecek önlemler belirtilmelidir.

#### 4.2.7. Temel Zemini Olarak Seçilebilecek Birimlerin Değerlendirilmesi

Çalışma alanında bulunan birimler temel zemini olma özellikleri açısından yorumlanmalı, gerekiyorsa alınabilecek önlemler belirtilmelidir.

#### **4.2.8. Şev Duraylılığı Analizleri**

Arazi eğiminin %25'den fazla olduğu ve derin kazı yapılacağı durumlarda; uzun ve kısa döneme ilişkin şev duraylılık analizleri yapılmalıdır. Analizler yapılırken killi seviyelerden alınan UD numuneleri üzerinde yapılan uzun dönem kesme mukavemeti deney sonuçları kullanılmalıdır. Analizlerde kullanılan yazılımların adı ve metotları rapor içerisinde detaylı olarak verilmelidir. Uzun döneme ait analizler yapılırken olası dinamik etkiler (deprem vb.) dikkate alınmalıdır.

#### **4.2.9. Kazı Güvenliği ve Gerekli Önlemlerin Alternatifli Olarak Değerlendirilmesi**

Özellikle bodrum katlı yapıların temel kazısı sırasında oluşacak şevlerde alınması gerekebilecek önlemler (geçici veya kalıcı destek sistemleri), mevcut yapıların kazıya etkisi, yeraltı suyunun varlığı ve bunun tahkimat üzerindeki etkileri ile olabilecek sürşarj(örtü) yükleri de dikkate alınarak, alternatifli olarak belirlenmelidir.

Zemin cinsi ve kazı derinliği dikkate alınarak kazılar için güvenli şev eğimi, geçici veya kalıcı iksa yöntemleri, varsa parsel sınırlarındaki mevcut taş duvarlara güvenli kazı yaklaşım mesafeleri belirtilmelidir.

#### **4.2.10. Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi**

Bu bölümde, raporun önceki bölümlerinde verilen tüm arazi ve laboratuvar çalışmaları, analiz, literatür tarama vb. çalışmalar ışığında çalışma alanının doğal afet riskleri açısından değerlendirmesi yapılmalı, uygun, sakıncalı, önlem gerektiren, yasak alanlar ve bu husustaki görüşler belirtilmelidir. Buna göre; inceleme alanının depremselliği, kaçınıcı derece deprem bölgesinde yer aldığı, çevredeki muhtemel şev duraysızlık problemi taşımakta olan sahaların durumu ve diğer doğal afet riski durumları bilimsel analizleri yapılarak ayrıntılı bir biçimde değerlendirilmeli, yapılan hesaplamalar açıklamalı olarak raporda yer almalıdır.



## **5. SONUÇ VE ÖNERİLER**

Sonuç ve Öneriler Bölümünde raporda yapılan değerlendirmelerin, aşağıdaki hususları içerecek şekilde özeti sunulmalıdır.

a. İnceleme alanındaki yerel zemin koşullarının tanımı

b. Önerilen tasarım parametreleri, temel derinliği seçimi (yüzeysel ya derin temeller için), en az temel derinliği, temel tipinin muhtemel oturmalara göre tespiti, yayılı (radye) ve sürekli temellerde rijitlik önerisi; derin temellerde kazık tipi ve boyu ile çapı, kesiti ve boyunun irdelenmesi ve seçimi ile temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek öneri ve sayısal değerler

c. Temel kazıları ve sonrası imalatlar esnasında ortaya çıkabilecek sorunlar ve ekonomik/güvenilir çözüm önerileri,

d. Zemin iyileştirmesi gerekiyorsa, önerilen yöntem veya yöntemler ile ilgili açıklamalar,

e. Yüzey ve çevre drenajı ile temel seviyesinde yüzey ve yeraltı suyu etkilerine karşı alınması gereken tedbirler,

f. Gerekli hallerde zemin büyütmesi ve sıvılaşma riski ile ilgili açıklamalar, değerlendirmeler ve öneriler.

## **6. YARARLANILAN KAYNAKLAR**

Metinde, şekil ve çizelge açıklamalarında atıfta bulunulan tüm kaynaklar verilmelidir.

## **7.EKLER**

### **7.1.İnceleme Alanının Yer Bulduru Haritası**

Ankara Uzay ve Havacılık İhtisas OSB'nin yeri, karayoluna, önemli merkezlere uzaklıkları belirtilecektir.

## **7.2. Genel Jeoloji**

7.2.1. Yakın bölgeye ait genel jeolojik harita

7.2.2. Yakın bölgeye ait genelleştirilmiş jeolojik kolon kesiti

7.2.3.İnceleme alanı genel jeolojik haritası

7.2.4.Ankara Deprem Haritası, Ankara ve Civarı Makro Deprem ve Fay Hatları Dağılımı

7.2.5.Zemin gurupları, Yerel Zemin Sınıfı Tablosu

## **7.3. İmar durumu**

Parsel sınırlarını, bina yaklaşım hattını, yapılaşma ile ilgili değerleri (TAKS; Katılımcı tarafından sağlanacaktır.

## **7.4.Aplikasyon Krokisi**

Parsel ve bina yaklaşım hattının, tüm köşelerin kot ve koordinatları belirtilecektir.

## **7.5.Sanayi tesisi Mimari Avan Projesi**

Sanayi tesisine ait Mimari Avan Proje rapora eklenmelidir.

## **7.6. Sondaj Planı**

Çevre yol ve parselleri de içeren halihazır tesviye eğrili, parselde yapılmış olan yarma ve dolgular sonucu oluşmuş tesviye kotlarının da verildiği planda sondaj yerleri, tabii zemin kotları ile tesviye kotlar, sondaj yeri koordinatları, bina yerleşim hattının köşe koordinatları belirtilecektir.

## **7.7. Sondaj Logları**

Klasik formata uygun düzenlenecektir.

## **7.8. Arazi ve Laboratuar Deney Raporları ve analizler**

Klasik formata uygun düzenlenecektir.

## **7.9. Jeolojik Kesitler**

Binanın yerleştirileceği alanı tanımlayan ve sondaj yerlerinden geçen, enine en az 3 adet, boyuna en az 2 adet jeolojik kesit çıkartılacaktır.

Bu kesitlerde;

Bitkisel toprak, dolgu zemin

Ayrışmış zemin birimleri,

Kaya birimleri

kotları, tabaka derinlikleriyle birlikte verilecek, kesitlerde temel sevipleri ve varsa yer altı su seviyeleri de belirtilecektir.

## **7.10. Yeraltı Suyu Rapor ve Drenaj Projeleri**

**7.10.1.** Yeraltı suyu varlığı halinde, betona zararlı etkisi olup olmadığı hakkında laboratuvar raporu

**7.10.2.** Drenaj gerekmesi durumunda, drenaj planı, drenaj tip kesiti, (Drenaj borusu cinsi ve çapı, geotekstil malzemenin kullanılıp kullanılmayacağı, filtre malzemesi cinsi, gradasyonu ve ysekliği, hendek boyutları, temel derinliği ile ilişkilendirilerek hendek taban kotu, drenajın akış yönleri ve deşarj bağlantı noktası belirtilerek verilecektir.

## **7.11.Fotoğraflar ve Kamera Kayıtları**

İnceleme alanının tüm yönlerden görünümü, varsa sorunlu kısımlar ile parsel tesviyesine ilişkin yarma/dolgu, zemin görünüşleri, varsa parsel sınırlarındaki taş istinat duvarları, araştırma çukurları ve sondaj çalışmaları, karot ve diğer arazi numunelerine ait görünüşler raporda yer alacaktır. Ayrıca rapor CD'sinde sondaj çalışmalarına ait sesli kamera görüntüleri de bulunmalıdır.

### **Yürürlük:**

Bu şartname 01.01.2019 tarihinden sonra teslim edilecek projeler için uygulanacaktır.

## **Sayın İlgililer,**

Zemin etüt raporlarının hazırlanması esnasında karşılaşılan problemler nedeniyle aşağıdaki hususları açıklamak zorunluluğu ortaya çıkmıştır;

- a. Konsolidasyon oturma hesaplamalarında “hacimsel sıkışma katsayısı =  $mv$ ” ampirik formüllerle değil deneylerle bulunacaktır. Gerekli temel çeşitlerinde farklı oturmalarda mutlaka hesaplanacaktır.
- b. Bu hesaplamalar için oturma problemi olan yerlerde CU (konsolidasyonlu/drenajsız) ya da CD (konsolidasyonlu/drenajlı), diğerlerinde UU (konsolidasyonuz/drenajsız) üç eksenli basınç dayanımı deneyleri yapılacaktır.
- c. Bu deneyler için alınacak UD numuneleri mutlaka şartnamemizde belirtilen sayıda ve derinlikte olmalıdır.
- d. Şartnamede belirtilen hususların sahada fiilen uygulanamaması durumlarında İdaremiz anında bilgilendirilecektir, yetkilinin izinli olması ya da tatil günlerinde olması durumunda ise video-film kayıtları alınacaktır.

**Bilgilerinize önemle rica olunur.**