

# PROJEYE ESAS ZEMİN ETÜDÜ ÖZEL TEKNİK ŞARTNAMESİ

## I. AMAÇ, KAPSAM VE YASAL DAYANAK

Bu şartnamenin amacı; aşağıda belirtilen mevzuat uyarınca **Kategori-2 ve Kategori-3** e giren ve yapılacak olan, bina ve bina türü yapıların tasarım, projelendirme, inşa ve denetimi için yapılması zorunlu olan zemin ve temel etütlerinin planlaması, arazi araştırmaları ve laboratuvar çalışmalarının yapılması, sahada karşılaşılan zemin birimlerinin (zemin ve/veya kaya) mühendislik özellikleri ile yeraltı suyuyla ilişkin verilerin toplanması, yerel deprem etkilerinin belirlenmesi ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda zemin ve temel etüt raporlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

Bu uygulama esasları ve rapor formatı; aşağıda verilen kategorilerdeki yeni inşa edilecek yapılar için; bölgenin jeolojisi, bölgesel deprem özellikleri, yapı özellikleri, zemin özellikleri, civar yapılar, yeraltı suyu durumu ve çevre koşulları dikkate alınarak zemin araştırmaları için yapılması gereken planlama, arazi araştırmaları ve laboratuvar çalışmalarıyla bu çalışmalara dayalı olarak hazırlanacak zemin ve temel etüt raporları ile mevcut binaların değerlendirilmesi, riskli yapı tespiti ve güçlendirilmesi süreçlerinde yapılması gereken zemin araştırmalarını kapsar.

Statik projeye esas teşkil edecek zemin ve temel etüt raporları, bu uygulama esasları aşağıda dayanak olarak gösterilen Tebliğde belirtilen formata göre hazırlanır ve imzalanır.

### **Yasal Dayanak;**

\* Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'ndan 18.03.2018 tarih ve 30364 (**Mükerrer**) sayılı Resmi Gazetede yayımlanan ve 01.01.2019 tarihinde yürürlüğe giren " **Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği**"

\* 03.07.2017 Tarihli ve 30113 Sayılı Resmi Gazete'de Yayımlanan " **Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği**"

\* 30.09.2017 Tarihli ve 30196 Sayılı Resmi Gazetede Yayımlanan " **Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik**"

\* Çevre ve Şehircilik İklim Değişikliği Bakanlığı'ndan 09.03.2019 tarih ve 30709 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan " **Zemin Ve Temel Etüdü Uygulama Esasları Ve Rapor Formatına Dair Tebliğ**"

\*2018/11275 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile yürürlüğe giren " **Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Parametre Değerleri**" hükümleri

\* **İlgili yürürlükte olan diğer Mevzuat.**

## II. PROJE BİLGİLERİ

<u>CALIŞMA ALANININ</u>		
İli	:	
İlçesi	:	
Mahallesi/Köyü	:	
Pafta No	:	
Ada No	:	
Parsel No	:	
<u>YAPI ÖZELLİKLERİ</u>		
Kat Adedi	:	
Bina Yüksekliği (m)	:	
Temel Genişliği (m)	:	
Temel Taban Alanı (m <sup>2</sup> )	:	

## III. TANIMLAR

**Zemin:** Mevcut ve yeni yapılacak binaların temel oturum alanı, temel etki derinliği ve çevresini de içerisine alan toprak, dolgu ve kaya birimlerini tanımlamaktadır.

**Zemin ve Temel Etüt Raporu:** Her bir parsel için ayrı ayrı olmak üzere, yapının temel ve statik hesaplarının yapılabilmesi için zemin araştırma verileri ile geoteknik değerlendirmeleri içeren, Tebliğde belirtilen Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatına göre hazırlanan rapordur.

**Zemin ve Temel Etüt Ekibi:** Zemin ve temel etüdü sorumlusu mühendis tarafından oluşturulan, etüt kategorisinin gerektirdiği çalışmalara uygun olarak inşaat, jeoloji ve jeofizik mühendislerinin yer aldığı çalışma grubudur.

**Kontrol Mühendisi:** Yapılan hizmetin kabulüne ilişkin ilgili mevzuat (standart, yönetmelik vb.) bilgisine sahip mühendistir.

**Veri Raporu:** Arazi ve laboratuarda gerçekleştirilmiş zemin araştırmalarından elde edilen verilerin sunulduğu rapordur.

**Geoteknik Rapor:** Statik, dinamik ve deprem etkileri göz önüne alınarak, arazi zemin modelinin oluşturulduğu, zemin tabakaları için geoteknik tasarım parametrelerinin verildiği, temel tipleri seçimine ilişkin seçeneklerin irdelendiği, mühendislik analizleri ve değerlendirmeler ile temel tasarımına ilişkin önerilerin sunulduğu rapordur.

## IV. GENEL ESASLAR

Bu uygulama esasları ve rapor formatı; yeni yapılacak ve/veya mevcut olan bina ve bina türü yapıların zemin ve temel etütlerinde uyulması gereken usul ve esasları belirler.

Bu uygulama esasları ve rapor formatının içinde yer alan hususlar; zemin ve temel etütlerinin gerçekleştirilmesi ve denetimine ilişkin asgari kuralları tanımlamakta olup, zemin ve temel etüt raporlarının ilgili Türk standartlarına ve/veya uluslararası kabul görmüş standartlara (ISO, ASTM, BSI, Eurocode, DIN vb.) uygun olarak hazırlanması zorunludur.

Etüt raporlarında yer alacak değerlendirmelerin, arazi ve laboratuvar çalışmalarından elde edilen veriler kullanılarak yapılan hesap ve tahkiklere dayandırılması gerekli olup, dolaylı yaklaşımlara ve güvenilirliği test edilmemiş yöntemlere dayalı değerlendirmeler tek başına kabul edilmez.

Arazi ve laboratuvar deney çalışmalarında, Türk standartlarına ve/veya uluslararası kabul görmüş standartlara (ISO, ASTM, BSI, Eurocode, DIN vb.), önerilmiş yöntemlere (ISRM) uygun ekipman kullanılmalıdır.

Laboratuvar deneylerinin, resmi makamlarca yetkilendirilmiş zemin ve kaya mekaniği laboratuvarlarında yapılması zorunludur.

Gerek arazi deneyleri gerekse laboratuvar deneyleri bu alanda gerekli eğitimi almış ve bu eğitimi belgelenmiş teknik personelce (mühendis, tekniker, sondör veya teknisyen), zemin ve temel etüdünden sorumlu ilgili mühendisin/mühendislerin kontrolü altında yapılmalıdır.

## V. ETÜT KATEGORİSİ TANIMI (KATEGORİ-2 ve KATEGORİ-3)

Zemin ve temel etütleri kategorik olarak çalışmanın içeriği bakımından üç sınıfa ayrılır. Kategori-1, Kategori-2 ve Kategori-3 olarak tanımlanan etüt kategorilerinin içerik ve kapsamından **Kategori-2 ve Kategori-3** aşağıda tanımlanmıştır.

Planlanan zemin ve temel etüdünün aşağıda tanımlanan kategorilerden hangisine gireceği etütler öncesi kararlaştırılır. Ancak bu kategori sınıflaması, etütlerin herhangi bir aşamasında gerekçesi belirtilerek değiştirilebilir.

### **Kategori 2 :**

**Yapı ve Bileşenlerinin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden;** Bu kategori; Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 4-8 arasında kalan yapılar, yüksek risk taşımayan, alışılmamış taşıyıcı sistem ve yükler içermeyen, nicel yöntemlerle elde edilen parametrelerden yararlanılarak yapımı gerçekleştirilebilen yapıları kapsar.

**Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden;** Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporlarında yerleşime uygunluk değerlendirmesinde, yapı inşasında sakınca görülmeyen (varsa gerekli önlemler alınarak) ve temel tasarımı için gerekli zemin parametrelerinin; araştırma çukurları, sondajlar, jeofizik araştırmalar, arazi ve laboratuvar çalışmaları ile belirlenebildiği sahalar bu kategori içinde değerlendirilir.

**Civar Yapılar Yönünden;** yapılacak/mevcut olan yapının ve yapı ile ilgili uygulamaların (her türlü kazılar, iksa sistemleri, yeraltı suyu seviyesinin düşürülmesi ve drenaj gibi faaliyetler vb.) civar yapılara zarar vermeyeceği durumlar bu kategori içerisinde değerlendirilir.

**Yeraltı Suyu Yönünden;** yeraltı suyu seviyesinin ve bileşiminin gerek binanın kendisi gerekse de inşaat faaliyetleri bakımından özel önlemler alınmasını gerektirmediği durumlar bu kategoride değerlendirilir.

**Bölgesel Deprem Özellikleri Yönünden;** Sahaya özel zemin davranışı analizleri gerektirmeyen etütler bu kategori içerisinde değerlendirilir.

**Çevre Koşulları Yönünden;** Yapı alanı ve yakın çevresinde; hidrojeoloji, tabii bitki örtüsü, yüzeysel su rejimi, şev/yamaç duraysızlığı, çökme ve yer değiştirme hareketleri vb. doğal

süreçlerle ilgili sorunların alışılmış yöntemlerle çözülebildiği durumlar bu kategori içinde değerlendirilir.

**Kategori- 2 ye örnek yapılar olarak;** Yüzeysel (tekil, sürekli veya radye) temelli yapılar, zemin iyileştirmesi gerektiren yapılar, derin temeller, alt-üst seviye farkı 2.00 m.'yi geçen istinat yapıları, zemin veya kaya ankraj ve bulonları gibi yapı veya yapı kısımları bu kategoriye giren işlere örnek olarak verilebilir.

### **Kategori 3 :**

**Yapı ve Bileşenlerinin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden;** Kategori 1 ve 2'ye girmeyen tüm binalar, özel veya büyük risk taşıyan, çok büyük açıklıklı, özel taşıyıcı sistemli, alışılmamış ve/veya karmaşık yük durumlarına sahip yapılar, Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 1-3 arasında kalan yapılar ile deprem yalıtımlı binalar bu kategoride yer alır.

**Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden;** Mühendislik tasarımı için alışılmamış ve ender olarak karşılaşılan problemlili zemin koşulları, çok gevşek-gevşek kum-çakıl ve çok yumuşak-yumuşak kil zeminler, sahaya özel değerlendirme ve araştırma gerektiren zemin koşulları (turba, yüksek organik içerikli, karstik bölgeler, zemin profilinde ani yanal değişimli zeminler, çöken-şişen zeminler, sıvılaştırılabilir zeminler, hassas killer, kalın kontrolsüz yapay dolgu alanları, göçebilir zayıf çimentolu zeminler, doğal radyoaktivite ve tehlikeli gaz çıkışları vb.), tasarıma ilişkin çok özel deneysel yöntemleri ve model çalışmalarını gerektiren, özel hesap, irdeleme ve yorum gerektiren işler, ayrı araştırmalar veya özel önlemler gerektiren, muhtemel kütle hareketleri ya da sürekli zemin hareketleri içeren sahalar bu kategori içindedir.

**Civar Yapılar Yönünden;** Yapılacak/mevcut olan yapının ve yapı ile ilgili uygulamaların (her türlü kazılar, iksa sistemleri, yeraltı suyu seviyesinin düşürülmesi ve drenaj gibi faaliyetler vb.) civar yapılara zarar verebileceği durumlar bu kategori içerisinde değerlendirilir.

**Yeraltı Suyu Yönünden;** Yeraltı suyu seviyesinin altında yapılan veya yeraltı suyundan kaynaklanan risk etkilerine (basıncılı akiferler, temel çukuruna gelecek ve standart yöntemlerle bertaraf edilemeyecek su girişleri, jeotermal sahalar) maruz yapılar bu kategori içinde değerlendirilir.

**Bölgesel Deprem Özellikleri Yönünden;** Çalışma sahasında aktif fayın görülebildiği veya sahaya özel deprem tehlike analizi gerektiren sahalar bu kategoride değerlendirilir.

**Çevre Koşulları Yönünden;** Çevre yönünden aşılması güç ve karmaşık sorunlara neden olabilecek yapılar bu kategori içerisinde değerlendirilir.

**Kategori- 3 e örnek yapılar olarak;** Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) 1-3 arasında kalan yapılar, yerleşim bölgelerinde civar yapıları etkileyebilecek çok bodrumlu derin kazılar, ağır dinamik yük etkisi altındaki makine temelleri, zararlı kimyasal maddeler içeren ve depolayan tesisler, silolar bu kategoriye giren işlere örnektir.

## **VI. ETÜTLERİN PLANLANMASI**

**Etütlerin Planlanması;** " Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" ve "Zemin Ve Temel Etüdü Uygulama Esasları Ve Rapor Formatına Dair Tebliğ" ekinde bulunan "Rapor Formatları" **6. Başlık** altında bulunan açıklamalar kısmına uyularak yapılacaktır.

Zemin ve Temel Etüdü çalışmalarının kontrol; jeolojik, jeofizik arazi çalışmalarının planlanmasından Kurum onayına sunulmasına kadar geçen bir süreyi içerisine almaktadır.

Bu doğrultuda yapılacak tüm çalışmalarda; Kurum tarafından görevlendirilen alanında ilgili **Kontrol Mühendisleri** ile irtibat kurularak çalışmalar planlanmalıdır.

Etüt aşamaları ve/veya çalışmaları sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, gerekçesi belirtilerek etüt kategorisi değiştirilebilir ya da ek etüt talep edilebilir.

## **VII. ZEMİN VE TEMEL ETÜTLERİNİN KAPSAMI (KATEGORİ-2 ve KATEGORİ-3)**

Kategori-2’de yer alan yapılar için zemin ve temel etütleri,

- a) **Ön etütler,**
- b) **Tasarım etütleri,**
- c) **Kontrol etütleri,**

olmak üzere üç aşamada yapılır. Planlama aşamasında belirlenen etüt kapsamı, etüt çalışmaları aşamasındaki gözlem ve aletsel ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde gerekli görüldüğü takdirde genişletilebilir.

### **VII.1. Ön Etütler :**

Ön etütler; yapı yerinin genel uygunluk değerlendirmesi veya gerekiyorsa alternatif yapı yerlerinin belirlenmesi, inşaat faaliyetlerinin yapı alanı ve çevresindeki muhtemel etkilerinin tahmin edilmesi, yapı davranışı üzerinde önemli etkiye sahip olacak zemin özelliklerinin belirlenmesi ile tasarım ve kontrol araştırmalarının planlanması (Tebliğ 6. Bölüm: Etütlerin Planlanması) amacıyla yapılır. Ön etütler, büro ve arazi çalışmaları olmak üzere 2 aşamada yapılır. Bu kapsamda toplanacak veriler ve yapılacak çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

#### **a) Büro çalışmaları sırasında:**

- 1) İmar çapı ve kroki gibi imar bilgileri ve plan notları,
- 2) Plankote,
- 3) Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları,
- 4) Bölgenin jeolojisi hakkında daha önce yapılan çalışmalar ve jeolojik haritalar,
- 5) Varsa, bina ve çevresinde önceden yapılmış zemin ve temel etüt çalışmalarına ilişkin raporlar,
- 6) Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporunun parselin bulunduğu alana ilişkin bölümleri,
- 7) İnsan sağlığı açısından önem arz eden jeoloji haritaları (radyoaktivite veya tıbbi jeoloji amaçlı haritalar vb.) ile ilgili raporlar,
- 8) Eski haritalar,
- 9) Bölgenin depremselliği,
- 10) Yerel iklim koşulları,

Hakkında bilgi ve belgeler toplanmalıdır.

#### **b) Arazi çalışmaları sırasında:**

Arazi çalışmalarının başlangıç, bitiş tarihi, hangi şartname doğrultusunda bu çalışmanın yapıldığı, yapılan çalışmaların ana başlıkları, hangi deneylerin yapıldığı (SPT, CPT vb.) belirtilmelidir.

- 1) Topoğrafik durumun belirlenmesi,
- 2) Komşu yapıların ve kazıların incelenmesi,
- 3) Varsa civarda mostra vermiş jeolojik birimlerin incelenmesi,
- 4) Yüzey ve yeraltı su kaynaklarının tespiti,
- 5) Araştırma çukurları açılması,

- 6) Sahanın büyüklüğüne göre ihtiyaç duyulması halinde jeofizik araştırmalar ve/veya zemin türlerinin ve tabaka kalınlıklarının belirlenmesine yetecek sayı ve derinlikte sondaj yapılması,

Gereklidir.

Ön etütlerin sonuçlarına göre planlama aşamasında belirlenen etüt kapsamı yeniden değerlendirilmeli, gerekirse revize edilmelidir. Ön etüt kapsamında yapılan arazi çalışmaları nitelik ve nicelik açısından uygun olduğu takdirde tasarım etütleri sırasında da veri olarak değerlendirilebilir.

### **VII.2. Tasarım Etütleri :**

Tasarım etütleri, mevcut/inşa edilecek yapının etkilediği zemin/kaya ortamına ilişkin tüm veri ve özellikler ile yapının beklenen performansı karşılama yeteneğine etki eden faktörlerin güvenilir bir şekilde saptanması ve tanımlanması amacıyla yapılır. Bu etütler TS EN 1997-1 ve TS EN 1997-2 standardında belirtilen hususlar göz önüne alınarak belirlenmelidir.

Tasarım etütleri kapsamında zemin ve kaya birimlerine ait aşağıdaki özelliklerin belirlenmesi gereklidir.

- a) Zemin sınıfı, kıvamı, sıklığı, indeks ve fiziksel özellikleri,
- b) Yanal ve düşey yöndeki değişimleri,
- c) Litolojik ve stratigrafik özellikleri,
- d) Mukavemet parametreleri,
- e) Gerilme-deformasyon ilişkileri ve modüller,
- f) Sıkışabilirlik özellikleri,
- g) Şişme, oturma, çökme, karstik boşluk, sıvılaşma potansiyeli vb.,
- h) Kayalardaki ayrışma durumu, kaya kalitesi, kayaların dayanımı,
- i) Faylar ve süreksizliklerin durumu,
- j) Atık veya yapay dolgu varsa özellikleri,
- k)  $V_{S30}$  kayma dalgası hızı, yerin altının esneklik direnişleri, zeminin iletkenliği ve korozyon etkisi.

Tasarım etütleri kapsamında yeraltı suyu ile ilgili aşağıdaki özelliklerin belirlenmesi gereklidir.

- a) Yeraltı suyunun varlığı ve derinliği,
- b) Yeraltı suyunun ve zeminin, betona ve betonarme yapı elemanlarına olası zararlı etkileri.

Ayrıca gerekli olması durumunda aşağıdaki özellikler de belirlenmelidir.

- a) Yeraltı suyu taşıyan birimin niteliği (serbest akifer, basınçlı akifer, tünek akifer, mercek/sızıntı suyu vb.) ve olası zararlı çevresel etkileri,
- b) Yeraltı suyu depolama ve iletme (permeabilite) özellikleri,
- c) Bölgesel don derinliği.

Tasarım etütlerinde yapının oturacağı alandaki zemin birimlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi çalışmaları; standartlaşmış ve genel kabul gören, araştırma çukurları, sondajlar, jeofizik çalışmaları, arazi ve laboratuvar deneylerini kapsar. Bu kapsamdaki bütün çalışmalar ilgili standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Tasarım araştırmaları kapsamında uygulanacak yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

### **VII.2.1. Araştırma Çukurları:**

Araştırma çukurları, yüzeysel temelli ve az katlı yapıların inşa edileceği alanlarda yüzeye yakın kotlardaki zemin durumunu detaylı olarak belirleyebilmek amacı ile açılır.

Bu çukurlar; binanın oturduğu alanda yapı temel taban kotunun en az **2.00 m** altında bir derinliğe veya inşa edilmesi planlanan üstyapı açısından yeterli taşıyıcı niteliğe sahip zemin birimlerine inilecek şekilde planlanmalıdır.

Planlanan araştırma çukurları; arazide yapılan gözlem, numune alma ve deneye tabi tutma işlemini gerçekleştirmek için yeterli büyüklükte ve derinlikte olmalı, yerleri vaziyet planı ve Plankote üzerine işlenmelidir. Araştırma çukurlarında, zemin veya kaya birimlerinin litolojik özellikleri, yatay ve düşey yönlerdeki dağılımı, yeraltı suyunun bulunup bulunmadığı gibi hususlarla ilgili veri toplanmalı, laboratuvar deneyleri için araziyi temsil edecek yeter sayıda numuneler alınmalıdır. Numuneler TS EN ISO 22475-1 standardına uygun olarak alınmalıdır.

Araştırma çukurlarının yerleri ve büyüklükleri üstyapı temel zeminini örselemeyecek ve bir zayıf zon oluşturmayacak şekilde planlanmalı ve gerekli incelemeler tamamlandıktan sonra aynı gün içinde doldurularak kapatılmalıdır. Lokasyon ve boyutu itibarıyla temel zemininde zafiyet yaratabilecek araştırma çukurları ise uygun malzeme kullanılarak, usulüne uygun doldurulmalı ve bu durum raporda belirtilmelidir.

Araştırma çukurlarının kesitleri, alınan deney (yeraltı suyu ve zemin/kaya) numunelerinin yer, adet ve derinliklerini gösteren ve **Tebliğ EK-2**'de verilen Araştırma Çukuru Logunda belirtilen asgari bilgileri sağlayacak şekilde kayıt altına alınmalı, çizim ve kesitler ile arazi araştırmaları sırasında çekilen fotoğraflar raporda sunulmalıdır. Araştırma çukurlarının incelenen saha üzerindeki yeri **Tebliğ EK-3**'de yer alan Araştırma Noktaları Vaziyet Planına benzer bir plan üzerinde verilmelidir.

Mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi amacıyla yapılacak araştırmalar sırasında açılan araştırma çukurları; zemin birimlerinin özelliklerinin belirlenmesinin yanı sıra, bina temelinin derinliği, boyutu ve tipi gibi parametreler ile temel altında bir iyileştirmenin yapılıp yapılmadığının belirlenmesine hizmet edecek biçimde ve bina kenarlarında olacak şekilde planlanmalı, yapılan tespitler röleve çalışmasına kaydedilmelidir.

Kontrol mühendisi tarafından araştırma çukuru ile ilgili bilgileri içeren ve **Tebliğ EK-4**'de verilen tutanak doldurularak imzalanmalı ve bu tutanak rapor ekinde verilmelidir.

### **VII.2.2. Sondajlar :**

Sondajlar, yapı etki bölgesindeki zemin birimlerinin yatay ve düşey yöndeki dağılımı ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılır. Sondajların bir diğer amacı; yeraltı suyu seviyesinin belirlenmesi, kuyu içi arazi deneyleri yapılması ve gerekli laboratuvar deneylerinin yapılması için zemini karakterize edecek sayıda örselenmiş ve örselenmemiş numuneler alınmasıdır.

Sondajların planlaması, aşağıda belirtilen hususların tümü bir arada değerlendirilerek en gayri müsait durum, etüdün amacı, arazi koşulları, çevre yapılar, yapılacak/mevcut yapı karakteristikleri ve en ekonomik çözüm dikkate alınarak yapılacaktır.

Sondajlar TS EN ISO 22475-1 standardına uygun olarak yapılmalı ve sondajlarda aşağıda belirtilen hususlara uyulmalıdır:

1. Sondaj sayısı ve derinlikleri, yapı etki derinliği, bina oturma alanının ve parselin büyüklüğü, arazi eğimi ve stabilite problemleri, temel taban kotu, temel boyutları ve zemin birimlerinin özellikleri dikkate alınarak en az 3 adet olacak şekilde yeter sayıda planlanmalıdır.
2. Sondaj yerleri; vaziyet planı ve plankote üzerine işlenmelidir (**Tebliğ-EK-3**).
3. Sondajların kot ve koordinatları (WGS84 koordinat sistemi), sondaj makinesinin türü, trafik tescil veya ruhsat tarihi, sondörün adı ve soyadı, sondajın başlangıç ve bitiş tarihleri, hava durumu, yeraltı suyuyla ilişkin olarak sondajlar sırasında ve sondajların tamamlanmasından sonra yapılan gözlemler, zemin birimlerinin düşey yöndeki değişimleri, zemin tanımlamaları, deneyler için alınan numunelerin kalitesi ve sınıfı (örselenmiş veya örselenmemiş), arazide yapılan deneyler, sondajdan sorumlu olan ve logu hazırlayan jeoloji mühendisi tarafından **Tebliğ EK-5**'te verilen logda belirtilen asgari bilgileri sağlayacak şekilde kayıt altına alınmalı ve imzalanarak raporda sunulmalıdır.
4. Sondaj verisiyle çizilen kesitlerde sondaj yerleri gösterilmeli, jeolojik veriler kesitte farklı renklerde verilmeli, yeraltı suyu seviyesinin en düşük ve en yüksek kotları açık bir şekilde gösterilmelidir (**Tebliğ EK-3**).
5. Sondajlar sırasında alınan numune ve/veya karotlar TS EN ISO 22475-1 standardına göre alınmalı (kalite sınıfı belirtilmeli), etiketlenmeli, muhafaza edilmeli ve fotoğrafları çekildikten sonra bu bilgiler raporda sunulmalıdır.
6. Sondajlar sırasında yapılacak Standart Penetrasyon Testi'nde (SPT) otomatik şahmerdan kullanılmalıdır.
7. Sondaj kuyusu boyunca her 1.50m.'de bir Standart Penetrasyon Testi (SPT) yapılmalıdır. Her kuyuda en az 2 SPT numunesi (örselenmiş numune) alınarak laboratuvar analizi yaptırılmalıdır.
8. Kohezyonlu (killi ve/veya siltli) zeminlerde açılacak sondaj kuyularının en az 2 adedi içinde Standart Penetrasyon Testleri'ne ek olarak düşeyde en çok 3.00 m. arayla Presiyometre veya Kuyu İçi Veyn (Kanatlı Kesici) deneyleri yapılmalıdır.
9. Killi/çakıllı ve bloklu zeminlerde en çok 3.00 m. arayla Presiyometre deneyi yapılmalıdır.
10. Yapay dolgu tabakalarında açılacak sondaj kuyuları içinde Standart Penetrasyon Testleri'ne ek olarak düşeyde en çok 3.00 m. arayla Presiyometre deneyi yapılmalıdır.
11. Kohezyonlu zeminlerde açılacak sondaj kuyularında düşeyde her 5.00 m.'de bir, her tabaka değişiminde (hangisi küçükse) ve temel alt kotu seviyesinde 1 adet örselenmemiş numune (UD) alınmalıdır.
12. Yeraltı suyunun gözlemlendiği durumlarda, projenin ihtiyaçlarına göre en yüksek ve en düşük seviye ile akım yönü tespit edilmeli, debisi ve suyun kimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi için numune alınmalıdır.
13. Sondajlarda geçilen birimler, loglarda, plan ve kesitlerde, ilgili Türk Standardında verilen (TS ISO 710-1/2/3/4/5/6/7 serisi) semboller ve renkler kullanılarak gösterilmelidir (**Tebliğ EK-6**).
14. Kaya ortamda tamamen karotlu ilerlenmeli, killi zemin ortamlardan örselenmemiş numune alınmalıdır. Zemin ortamda yapılan sondajlarda, karotlu ilerlenebileceği gibi delgi işleminin burgulu sondaj takımı ile kuru yapılması da istenebilir.
15. Karot yüzdeleri (TCR, SCR, RQD) belirlenerek sondaj loglarına işlenmelidir. Üç başlık altında değerlendirilen karot yüzdelerinden Toplam Karot Yüzdesi (TCR), yüksek (%80-100 aralığında) olmalıdır. Bu oranın tanımlanan değerlerden düşük olması halinde nedenleri açıklanmalı, karot kaybı karot sandığında ilgili derinliklerde işaretlenerek belirtilmelidir. Karot verimini yükseltmek için en az çift tüplü karotiyer vb. daha gelişmiş sistemler kullanılmalıdır.
16. RQD değeri sifıra yakın, ayrılmış, zayıf kayaların doğru tanımlanması için bu birimlerde SPT deneyi (refü değeri elde edilmesi durumunda Presiyometre deneyi) yapılması ve numune alınması gereklidir.
17. Sondaj kuyularının çeperlerindeki göçmeler ile yüzeyden düşebilecek parçalar nedeniyle kuyunun kapanmasının önlenmesi amacıyla kuyu tabanına kadar alt kısmı delikli PVC



boru indirilmelidir. Ayrıca; kuyu ağzına kapak yapılarak kuyu etrafı betonlanmalı, uzun süreli yeraltı suyu seviyesi ölçümü yapılmasına olanak sağlanmalıdır.

18. Mühendislik problemleri, yerel jeolojik ve hidrojeolojik şartlar esas alınarak sondaj içindeki numune alım noktalarının sayısı ve derinliği belirlenmelidir.
19. Kontrol mühendisi tarafından, sondaj sırasında yapılan arazi deneyleri, yeraltı suyu ölçümleri ile yeterli sayıda deney numunelerinin aldığını gösteren ve **Tebliğ EK-7**'de verilen tutanak doldurularak imzalanmalı ve bu tutanak rapor ekinde verilmelidir.

#### **a) Sondaj Sayıları:**

- 1) Temel taban alanı 300 m<sup>2</sup>'den az olan ve tek bloktan oluşan yapılarda en az 3 adet sondaj yapılmalıdır. Taban alanının her 300 m<sup>2</sup> artışında bir sondaj ilave edilmelidir.
- 2) Site tipi çoklu blokların bulunduğu sahalarda blokların temel tabanının bulunduğu alanlarda zemin birimlerini tarifleyecek ve sahayı tarayacak şekilde sondaj adedi belirlenebilir.
- 3) Sondaj sayısı, taban alanı 1000 m<sup>2</sup>'yi geçen binalarda birer adet bina köşelerinde ve 1 adet ortada olmak üzere en az 5 adet olacak şekilde planlanmalıdır.

#### **b) Sondaj Yerleri:**

- 1) Topoğrafik ve jeomorfolojik koşullar özel yerlere işaret etmiyorsa, sondaj yerleri yapı planının köşelerine ve ortasına gelecek şekilde seçilebilir.
- 2) Yapı tipleri ve yerleri belirli ise, geniş sahalarda yapıların yerleşimine uygun olarak ve sahayı tarayacak şekilde sondaj noktaları seçilebilir.
- 3) Yerleşimi belirsiz proje sahalarında, bir kareyaj üzerinden sondaj yerleri planlanabilir.
- 4) Dilatasyonla ayrılmış binalarda her blok altına en az 1 adet sondaj gelecek şekilde planlama yapılmalıdır.
- 5) Sondajlar arasındaki mesafeler 40-50 m.'yi geçmeyecek şekilde belirlenmelidir.
- 6) Derin kazı yapılması gereken, şev açısı yüksek olan sahalarda ilgili stabilite analizlerinin (örneğin ankraj kök bölgelerinin yer aldığı bölgede) yapılabilmesi için arsa sınırı dışında da yeterli derinlikte sondaj yapılması önerilir (**Tebliğ EK-3'de SK-10, SK-11**).
- 7) Yeraltı suyu varlığı durumunda sondajlar aynı zamanda, üçgenleme yöntemiyle kot cinsinden yeraltı suyu seviye konturları çizilerek yeraltı suyu akım yönü belirlenebilecek şekilde tasarlanmalıdır.
- 8) Sondajlardan en az 3'ü, planda üçgen oluşturacak şekilde ve 3 zemin kesiti tanımı yapılabilecek şekilde seçilmelidir.
- 9) Jeofizik ölçümlerde anomaliler ve farklı zemin profillerinin gözlenmesi halinde sondaj noktaları bu bölgedeki birimleri tanımlayacak şekilde planlanmalıdır.

#### **c) Sondaj Derinlikleri:**

Aşağıda belirtilen derinlik kriterleri projenin büyüklüğü, önemi ve zemin koşullarına göre belirlenen sondaj adedinden en az 3'ünde uygulanmalıdır.

- 1) Sondaj derinliklerinin, yapı etki bölgesi içindeki tüm zemin birimlerini kapsadığından emin olunmalıdır. Saha veya yakınında şev bulunması veya derin kazı yapılması durumunda; şev stabilite hesaplarını yapabilecek ve olası istinat yapılarını tasarlayabilecek verileri elde edecek şekilde sondaj derinlikleri belirlenmelidir.

- 2) Şevli yüzeylerde sondaj derinliği muhtemel kayma yüzeyinin altına incek, kayma yüzeyi altındaki zemin birimleri de tespit edilebilecek şekilde seçilmelidir.
- 3) Yeraltı suyu altında kalan temel kazısı çukurlarında veya su geçirimsizliği sağlanması gereken durumlarda sondaj derinliği belirlenirken ayrıca hidrojeolojik koşullar da göz önünde bulundurulmalıdır.
- 4) Derin kazı gereken projelerde, sondaj derinliği kazı tabanından kazı derinliğinin en az yarısı kadar derinliklere incek şekilde planlanmalıdır.
- 5) 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 elverişsizi olacak şekilde seçilecektir.
- 6) Yük etki alanları kesişen bitişik nizam veya birden fazla binanın bulunduğu alanlarda sondaj derinliği, kesişim bölgesinde, temel alt kotundan itibaren en büyük temelin kısa kenar uzunluğunun 1.5 katı derinliğinde olmalıdır.
- 7) Kazıklı temel uygulamasının gerekebileceği durumlarda, sondaj derinliği kazık taşıma gücü ve oturma hesaplamalarını yapmaya olanak sağlayacak şekilde seçilecektir.
- 8) Sondaj derinliği, kazıklı temel sistemlerinde öngörülen kazık uç kotundan başlamak üzere, kazık grubunun oluşturduğu dikdörtgenin kısa kenarı uzunluğunda (en az 4 m.) seçilmelidir.
- 9) Hedeflenen sondaj derinliklerinden önce yapı etki bölgesi içinde tamamen ayrılmış kaya (W5) ve çok ayrılmış kaya (W4) (ISRM) birimler hariç olmak üzere, kaya birimler ile karşılaşılması durumunda en az 3.00 m. daha karotlu sondaja devam edilmelidir. Ayrılmış ve rezidüel birimler için en az 5.00 m. daha sondaja devam edilmelidir.
- 10) Sondajlarda üstyapıdan gelen yükler açısından yeterli taşıyıcı niteliğe sahip zemin birimlerine inilmelidir.
- 11) Temel alt kotundan itibaren 10.00m.'lik zemin birimleri içerisinde yeraltı suyu ve sıvılaşabilir zemine rastlanmış ise sondaj derinliği temel alt kotundan itibaren en az 20.00 m. olacak şekilde belirlenmelidir.
- 12) Sondaj derinliği, kazıklı temel gerektiren yapılar için kazık ucundan itibaren kazık çapının 5 katı veya kazık ucunun soketleneceği derinlikten az olamayacağı kabulü (en az 5.00 m.) ile planlanmalı ve yapılmalıdır.

#### **d) Numune Alma:**

Numune alma esnasında aşağıda belirtilen hususlara dikkat edilmelidir.

- 1) Numune alma sırasında TS EN ISO 22475-1 standardına uyulmalıdır.(**Tebliğ Tablo.1, Tablo.2, Tablo.3 ve Tablo.4**)
- 2) Numune alma yöntemi; zeminlerin tanımlanması, sınıflandırılması ve yapılacak laboratuvar deneyleri için gerekli numune alma kategorisi ve kalite sınıfına göre seçilmelidir.
- 3) Zeminlerde her 1.5 metrede 1 adet veya her zemin birimi değişiminde en az 1 adet numune alınacak şekilde numune alımı planlanmalıdır. Büyük taneler içeren zeminlerde, numune çapı, numune alınan malzemenin en büyük tane boyutuna göre seçilmelidir.
- 4) Sondajlar sırasında zemin ve/veya kaya numuneleri alınırken, bu numuneler üzerinde yapılacak laboratuvar deneyleri ve bu deneylerde kullanılacak numune çapları (3-eksenli hücre, konsolidasyon halkası, makaslama kutusu vb.) önceden belirlenerek, numuneler bu deneylerin gerektirdiği uygun çap ve boyda alınmalıdır.

- 5) Numune alma, taşıma, sınıflama ve depolama süreçleri dikkate alınarak laboratuvar deney numunelerinin seçimine dikkat edilmeli, deney sonuçlarında bu husus göz önüne alınmalıdır.
- 6) Sert zeminlerde, yüksek kalitede numune elde etmek için doğru sondaj teknikleri kullanılmalıdır.
- 7) Durağan olmayan gevşek zeminlerde kuyular, muhafaza ve/veya sondaj sıvısıyla desteklendikten sonra deney numuneleri alınmalıdır.
- 8) Sondaj sıvısı veya çamurunun kullanıldığı tekniklerde örselenmemiş numune alım işlemlerinde numunelerin kuru tutulması sağlanmalıdır.
- 9) Çakma yöntemiyle numune alma işleminde, numune alıcılar yavaşça ve döndürülmeden kullanılmalıdır.
- 10) Örselenmemiş numune alımında zeminin su içeriğinin korunması için gerekli önlemler hemen alınmalıdır.
- 11) Numuneler bozulma olmayacak şekilde taşınmalı, depo edilmeli, ısı, donma, titreşim ile şok etkisinden korunmalıdır.
- 12) Kayalarda sondajdan numune alımı en azından çift tüplü karotiyerle ilerleme sağlanarak yapılmalı, alınan karotlar, karot sandıklarına standartlara uygun olarak yerleştirilerek laboratuvarlara gönderilmelidir.
- 13) Yeraltı suyundan numune alımında, öncelikle sondaj ve araştırma çukuru açımı sırasında kirlenmiş suyun dışarı atılması ve sonrasında numune alınması uygun olup, gözlem kuyularının her akiferden ayrı numune alınacak şekilde açılması ve teçhiz-tecrit edilmeleri gerekmektedir.
- 14) Numune alma işlemi kayıt altına alınmalı ve numuneler etiketlenmelidir (**Tebliğ-EK-10**).

Numune alma yöntemleri A,B ve C olmak üzere 3 kategoriye ayrılır. Her kategori için zeminlerde alınabilecek numune kalite sınıfları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Tablo-1).

Laboratuvar deneyleri için zemin numunelerinin kalite sınıfları (TS EN ISO 22475-1)	1	2	3	4	5
	(En iyi)		(Orta)		(En kötü)
Numune alma kategorileri	A				
	B				

### **VII.2.3. Jeofizik Araştırmalar:**

Aşağıda verilen jeofizik araştırmalardan zeminin özelliklerine göre ihtiyaç duyulanlar, zemin/kaya birimlerinin özellikleri ve yerin anizotrop durumu dikkate alınarak, 2 ya da 3 boyutlu modellemeye uygun, **Tebliğ EK-3'**de örneklendirildiği şekilde ve yeter sayıda, tasarım etütlerinde kullanılan diğer yöntemler ile birlikte yapılmalı ve değerlendirilmelidir.

Jeofizik araştırmalar yapının etki alanını tam olarak içine alacak şekilde, yeterli tür ve sayıda, yeterli açılımı sağlayarak yapılmalı, araştırılan zemin/kaya birimlerinin yanal ve düşey yöndeki yayılımları belirlenmelidir. Uygulanacak yüzey jeofizik yöntemlerin seçiminde ASTM D 6429-99 standardından yararlanılabilir.

Jeofizik araştırmalar, sahadaki zemin ve kaya ortamının;

- 1) **Fiziksel, mekanik ve dinamik özelliklerini,**
- 2) **Karstik boşlukları,**
- 3) **Yapay dolgu alanlarını,**
- 4) **Potansiyel veya mevcut kütle hareketlerini,**
- 5) **Sıvılaşma potansiyelini ve taşıma gücünü,**

- 6) **Deprem dalgalarının yayılma özelliklerini, frekans içerikleri ve büyütme özelliklerini,**
- 7) **Yeraltı suyunun varlığı, derinliği ve yanal yöndeki değişimini,**
- 8) **Yeraltında gömülü doğal ya da yapay yapıları,**
- 9) **Problemlerin çözümüne katkı sağlayacak tamamlayıcı verileri,**

yeterli detayda belirleyebilecek şekilde planlanmalıdır. Jeofizik araştırmaların yapılacağı yerlerin seçimi Zemin ve Temel Etüt Ekibi tarafından yapılmalı, vaziyet planı ve plankote üzerine kot ve koordinat verilerek işlenmeli ve raporda sunulmalıdır.

Bodrum kat hariç toplam bina yüksekliği 10.50 m.'yi aşan yapılarda, sondaj makinesinin çalışmasını engelleyecek şekilde dar-uzun, eğimli vb. sahalarda, zemin enjeksiyonu, derin temel ve iksa sisteminin öngörüldüğü durumlarda, temel taban oturum alanı 200 m<sup>2</sup>'yi geçen sahalarda jeofizik yöntemler kullanılmalıdır.

Jeofizik çalışmaların yapımında Tebliğ **7.2.2.3 Jeofizik Araştırmalar** başlığı altında belirtilen esaslara uyulacaktır.

#### **VII.2.4 Arazi Deneyleri**

İnşa edilecek/mevcut yapının ve zemin birimlerinin özellikleri dikkate alınarak, zemin koşulları ile uyumlu ve proje gereksinimlerini karşılayacak şekilde aşağıda genel hatlarıyla **Tebliğde 7. başlık altında ayrıntılı şekilde** açıklanan arazi deney yöntemlerinden en az biri seçilerek uygun sayıda deney yapılmalıdır.

Arazi deneylerinin standartların öngördüğü zemin koşullarında yapılmasına önem verilmelidir. Hangi tür zeminlerde hangi deneylerin yapılabileceği **Tebliğ Tablo-5'** te verilmiştir.

Hangi arazi deneylerinin yapılacağı, zemin koşullarına-dayanımına uygun olarak belirlenmelidir. Örneğin çok yumuşak killerde arazi veyn veya CPT, örselenmemiş numune alınamayan zeminlerde presiyometre deneyi ilave olarak yapılmalıdır.

Yapılan tüm arazi deneyleri için ayrı bir alt başlık açılarak hangi standarda göre hangi cins deney yapıldığı, deneyler sırasında karşılaşılan özel durumlar, eksikler, hatalar, geçersiz veriler, beklenmeyen sonuçlar gerekçeleriyle açıklanmalıdır. SPT darbe sayıları düzeltilmemiş olarak bir tabloda verilmeli, düzeltme için gerekli olan, sondaj kuyusu çapı, sondaj kuyusu üzerinde kalan tij boyu, deney düzeneği ve enerji oranı, kılıflı/kılıfsız boru kullanımı, numune alıcı tipi belirtilmelidir.

Yapılan tüm deneylere ait veriler tablolar halinde raporda verilmeli, deneyler sırasında belirlenen aşırı farklı değerler, parametrelerdeki sapmalar ve nedenleri açıklanmalıdır. Deneyler sırasında karşılaşılan olumsuz etkenler ve güçlükler nedenleriyle birlikte raporda belirtilmelidir.

#### **VII.2.5. Laboratuvar Deneyleri**

Araştırma çukuru veya sondaj çalışmaları sırasında alınan deney numuneleri (zemin, kaya veya yeraltısuyu) TS EN ISO 22475-1'e uygun biçimde alınmalı ve en kısa sürede yetkilendirilmiş laboratuvarlardan birine, EK-9 ve EK-10'da verilen numune alma tutanağı ile birlikte iletilmelidir. Laboratuvar deneyleri, yapı ve zeminin özelliklerine göre projeden sorumlu inşaat mühendisi tarafından planlanmalı ve deney sonuçları rapora ekinde verilmelidir.

Dayanım ve gerilme-deformasyon ilişkisini veren laboratuvar deneyleri ile zeminin yerindeki fiziksel özelliklerini ifade eden doğal su muhtevası ve doğal birim hacim ağırlık gibi indeks deneyler örselenmemiş numuneler üzerinde yapılmalıdır.

Proje tasarım hesaplarında kullanılacak olan geoteknik parametreler, hem laboratuvar hem de arazi deney sonuçları ile birlikte değerlendirilmek suretiyle belirlenmelidir.

Kohezyonlu zeminler için uzun vadede etkin olan "drenajlı durum" parametrelerinin (efektif gerilme parametreleri) sahadan alınmış olan örselenmemiş numuneler üzerinde laboratuarda yapılacak "Konsolidasyonlu-drenajlı" (CD) üç eksenli basınç deneylerinden veya "Konsolidasyonlu-drenajsız" (CU) boşluk suyu ölçümlü üç eksenli basınç deneyinden veya konsolidasyonlu-drenajlı direk kesme deneylerinden elde edilmelidir.

Zemin birimlerinin indeks, gerilme-deformasyon, dayanım ve kimyasal özellikleri ile yeraltı suyu etkilerinin belirlenmesi amacıyla TS EN 1997-2'de belirtilen ve/veya aşağıda tanımlanan deney türlerinden gerekli olanları yaptırılmalıdır.

#### **a) Zemin Sınıflama ve Tanımlama Deneyleri**

- Boşluk oranı veya porozite
- Su içeriği ve doygunluk derecesi
- Doğal birim hacim ağırlık
- Özgül ağırlık
- Dane boyu dağılımı (elek ve hidrometre/pipet analizleri)
- Kıvam limitleri (Atterberg limitleri)
- Rölatif (görel) sıklık
- Dona karşı hassasiyet

#### **b) Zeminlerde Gerime-Deformasyon ve Dayanım Deneyleri**

- Tek eksenli basınç deneyi
- Üç eksenli basınç deneyi (UU, CU, CD)
- Kesme kutusu deneyi
- Konsolidasyon deneyi

#### **c) Zeminlerin Sıkışabilirlik Deneyleri**

- Konsolidasyon deneyleri
- Kaliforniya Taşıma Oranı Deneyi (CBR deneyleri)
- Proktor deneyleri (standart veya modifiye)
- Şişme potansiyeli (şişme basıncı ve yüzdesi)

#### **ç) Permeabilite Deneyleri**

- Düşen seviyeli permeabilite
- Sabit seviyeli permeabilite

#### **d) Zemin ve Yeraltı Suyu Numuneleri Üzerinde Yapılan Kimyasal Deneyler**

- Organik madde içeriği
- Karbonat içeriği (aşındırıcı karbondioksit)
- Sülfat içeriği
- pH değeri (asitlik ve alkalite)
- Klorür içeriği

#### **e) Kaya Zeminlerin Sınıflamasına İlişkin Deneyler**

- Kaya tanımlaması
- Su içeriği ve birim hacim ağırlık
- Porozite

**f)Kaya Zeminlerin Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayinine İlişkin Deneyler**

- Geçirgenlik/hidrolik iletkenlik
- Şişme basıncı ve yüzdesi
- Tek eksenli basınç deneyi
- Nokta yükü dayanım indeksi
- Disk makaslama dayanım indeksi
- İğne batma indeksi (iğne penetrometresi) deneyi
- Çekme dayanımı deneyi (Dolaylı tayin için "Brazilian" deneyi)
- Üç eksenli basınç deneyi
- Direkt kesme deneyi

Ayrıca; geoteknik parametrelerin belirlenebilmesi için laboratuarda yapılabilecek deneyler **Tebliğ Tablo-6'da** belirtilmiştir.

Tablo - 6. Laboratuvar Deneyleri (TS EN 1997-2)

Geoteknik Parametre	Zemin Tipi					
	Çakıl	Kum	Silt	Normal Konsolide (NC) Kil	Aşırı Konsolide (OC) Kil	Turba Organik Kil
Ödometre modülü ( $E_{oed}$ ); sıkışma katsayısı ( $C_c$ ); [bir boyutlu sıkışabilirlik]	(ÖD) (ÜBD)	(ÖD) (ÜBD)	ÖD (ÜBD)	ÖD (ÜBD)	ÖD (ÜBD)	ÖD (ÜBD)
Young Modülü (E); Kayma Modülü (G)	ÜBD	ÜBD	ÜBD	ÜBD	ÜBD	ÜBD
Drenajlı (efektif) kayma dayanımı ( $c'$ ), ( $\phi'$ )	ÜBD KKD	ÜBD KKD	ÜBD KKD	ÜBD KKD	ÜBD KKD	ÜBD KKD
Kalıcı kayma dayanımı ( $c'_R$ ), ( $\phi'_R$ )	HKD (KKD)	HKD (KKD)	HKD (KKD)	HKD (KKD)	HKD (KKD)	HKD (KKD)
Drenajsız kayma dayanımı ( $c_u$ )	-	-	ÜBD DKD DİD	ÜBD DKD DİD	ÜBD DKD DİD	ÜBD DKD DİD
Birim hacim ağırlık ( $\rho$ )	BHA	BHA	BHA	BHA	BHA	BHA
Konsolidasyon katsayısı ( $c_v$ )	-	-	ÖD ÜBD	ÖD ÜBD	ÖD ÜBD	ÖD ÜBD
Geçirgenlik (k)	ÜSGD TBA	ÜSGD TBA	SGD ÜSGD (DGD)	ÜSGD (DGD) (ÖD)	ÜSGD (DGD) (ÖD)	ÜSGD (DGD) (ÖD)

- = uygun değil

( ) = sadece kısmen uygulanabilir; detaylar için TS EN 1997-2 standardı bölüm 5'e bakınız

Laboratuvar deneyleri için kısaltmalar:

B	Birim hacim ağırlığın belirlenmesi	K	Kesme kutusu deneyi
HA		KD	
D	Direkt basit kesme deneyi	Dİ	Dayanım indeks deneyleri (Normalde sadece ilk fazda uygulanır.)
KD		D	
Ö	Ödometre deneyi	T	Tane boyutu analizi
D		BA	
D	Sabit seviyeli geçirimsizlik deneyi	Ü	Üç eksenli basınç deneyi
GD		BD	
S	Düşen seviyeli geçirimsizlik deneyi	Ü	Üç eksenli hücrede sabit seviyeli geçirimsizlik deneyi (veya esnek dayanma duvarı permeametri)
GD		SGD	
H	Halka kesme deneyi (Halka kesme kutusu deneyi)		
KD			

## VIII. DÜZENLENECEK RAPOR FORMATLARI

Zemin ve Temel Etüt Raporları, Tebliğde belirtildiği şekilde hazırlanacaktır. **Rapor Formatları Tebliğ Eki: EK.11 ve EK.12 de açıkça anlatılmaktadır. Ayrıca burada belirtilmemiştir.**

Zemin araştırmaları sonuçlarının sunulduğu Veri Raporu ile tasarıma yönelik değerlendirmelerin yapıldığı Geoteknik Rapor olarak iki bölümden oluşur. Her iki rapor tek bir kapak sayfası altında ('..... Sahası Parsel Bazında Zemin ve Temel Etüdü' gibi) verilmelidir.

**Veri Raporu bölümünde,** bölgenin jeolojik yapısı ve proje sahasının jeolojik özellikleri, mevcut veya yeni yapılacak yapının gereklerine uygun olarak adet, yer/konum ve derinlikleri tespit edilen sondaj ve araştırma çukurlarının logları, zemin kesitleri ve yeraltı su düzeyi, arazi ve laboratuvar deney sonuçları, jeofizik araştırma bulguları vb. zemin araştırma sonuçları verilecektir.

**Geoteknik Rapor bölümünde;** Veri raporunda sunulan arazi zemin araştırmaları bulguları değerlendirilerek, arazi zemin modeli oluşturulacak, yapı yükleri ve deprem etkisi altında zemin tabakalarının davranışı irdelenecek, yapının ve temellerinin tasarımına ilişkin geoteknik tasarım parametreleri verilecektir.

a) Yapı özellikleri ve beklenen performans düzeyi ile uyumlu temel sistemi seçilecek, taşıma gücü ile kısa ve uzun süreli zemin yer değiştirme-oturma değerleri verilecek, bu kapsamda zeminlerin şişme davranışı, net temel basınçları ve olası kaldırma kuvvetleri dikkate alınacaktır.

b) Zemin iyileştirme ve/veya güçlendirmesine gereksinim duyulması halinde, olası yöntemler irdelenecek, önerilen yönteme ilişkin uygulama esasları tanımlanacak, iyileştirilmiş zemin için hedeflenen zemin özellikleri, temellerin taşıma gücü ve yer değiştirme değerleri verilecektir.

c) Geçici veya kalıcı temel kazılarında uygulanacak iksa sistemlerinin tasarımı için gereken zemin parametreleri verilecektir. Şev duraysızlığı tehlikesi olan eğimli arazilerde inşa edilecek yapılar için, kazı ve inşa adımları dikkate alınarak, şev duraylılık analizleri yapılacak ve kaymaya karşı alınacak uygun önlemler belirlenecektir.

Rapor içeriğinde yapılan alıntılar ve atıflar ile kullanılan abak, tablo, denklem, formül, şekil, grafik vb. her türlü verinin yazar(lar)ın ad(lar)ı, yayın tarihi, yayının başlığı, numarası, sayfa numarası, yayın yeri ile birlikte, alfabetik ya da metin içerisinde geçiş sırasına göre verilmelidir.

Örneğin:

'D' harfi dipnot örneği; 'K' harfi kaynakça örneği içindir.

D: Ad Soyad (eserin bir kaç yazarı varsa, isimler arasına virgül koyularak sırası ile yazılır), Eser adı (Eserin basıldığı yer/şehir: Yayımlayan kuruluş, Yayım yılı), sayfa numarası.

K: Soyad, Ad. (eserin bir kaç yazarı varsa, isimler arasına virgül koyularak sırası ile yazılır)Eser adı. Eserin basıldığı yer/şehir: Yayımlayan kuruluş, Yayım yılı.

**Geoteknik Raporun, Veri Raporunun tamamlanmasını takiben hazırlanması esas olup, Geoteknik Raporda gerekli değerlendirmelerin yapılabilmesi için üst yapıdan gelen yüklerin ön tasarıma olanak sağlayacak şekilde elde edilmiş olması gerekir. Veri Raporu ile Geoteknik Raporun hazırlandığı tarihler raporların başlık bölümünde belirtilmelidir.**



## IX. ÖZEL HUSUSLAR

\* Bu proje alanı içerisinde ..6... adet sondaj çalışması yapılacaktır. Çalışmanın niteliğine göre idare ve/veya Geoteknik Mühendisi tarafından sondaj sayısı 1 adet arttırılabilecektir.

\* Proje alanında standart olarak 1 serim 30 m derinlik görecekte şekilde jeofizik yöntemlerden sismik MASW çalışması yapılacaktır. Aynı profilde P dalgalarının sağlıklı alınabilmesi amacıyla 1 serim 30 m P sismik kırılma yapılacaktır. MASW çalışmalarıyla gerekli araştırma derinliğine ulaşamaması durumunda aynı profilde REMİ ölçüsü alınarak veriler birlikte değerlendirilecektir.

Ancak etüt kategorisinin 3 olması veya zeminde detaylı Geoteknik araştırma gerektiren durumlarda (heyelan, stabilite analizi vb.) Tebliğ eki 7.2.2.3 Jeofizik Araştırmalar bölümünde belirtilen yöntemlerden uygun olanlar İdare Kontrol Mühendisi ve Geoteknik Mühendisi tarafından farklı jeofizik çalışmalar yaptırılabilir.

\* Sondaj derinlikleri standart olarak 20 m yapılacaktır. Ancak sondaj ilerlemesi sırasında yukarıda başlıklarda, Tebliğ ve Yönetmelikte belirtilen koşullardan kaynaklı sondaj derinlikleri azaltılıp artırılabilir. Her sondaj tamamlandıktan sonra sonlandırılmasından önce mutlaka ilgili kontrol mühendisi ile irtibat kurularak hareket edilecektir.

\* Zemin birimlerde ilerleyen her sondajdan, temel alt kotundan itibaren en az 1 Adet örselenmemiş numune (UD) alınarak zeminin özelliklerine göre VII.2.2.4. başlıkta ve Tebliğde bahsedilen analizlerden zemine uygun ve çalışmada gerekli olanlar mutlaka yapılacaktır. Ayrıca, oturma hesaplarına yönelik parametrelerin belirlenmesi için, killi zeminlerden alınmış örselenmemiş örnekler üzerinde ödometre-konsolidasyon deneyleri mutlaka yapılacaktır.

\* Tebliğ ve Yönetmelikte belirtilen standartlara uygun şekilde alınan SPT numunelerinden Her kuyuda en az 2 SPT numunesi (örselenmiş numune) alınarak laboratuvar analizi yaptırılacaktır. Laboratuvara gönderilen SPT numunesi sayısı 1 adedi geçmemek kaydıyla idare tarafından artırılabilir.

\* Sondajlarda temel altında kaya birimlerde ilerlenmesi durumunda; temel alt kotundan standartlara uygun en az 2 karot numune üzerinden Tebliğ ve Yönetmelikte belirtilen mekanik deneyler laboratuvarda yapılacaktır. Yapılan çalışma sırasında etüt kategorisinin değişmesi durumunda ilgili Geoteknik Mühendisi veya idare tarafından laboratuvara gönderilen numune sayısı artırılabilir.

\* Tebliğ ve Yönetmelikte istenilen standartlara uygun olarak zemin/kaya özelliklerine göre UD veya karot alınamaması durumunda taşıma gücü parametrelerinin sağlıklı hesaplanabilmesi için Tebliğ ve Yönetmeliğe uygun şekilde mutlaka presiyometre deneyi yapılacaktır.

\* Zeminde yapılan sondajlarda temel altından itibaren sıvılaşmaya uygun yeraltı suyu seviyesi deprem etkisi vb. ön bulgularla karşılaştırılması durumunda; Kil-Silt karışımı oranı %20'den fazla kumlu vb. zeminlerden alınarak laboratuvara gönderilen UD ve SPT numuneleri içerisinde yeraltı su seviyesi içerisinde kalan kısımlardan ve sıvılaşma etki derinliği üzerindeki derinliklerden alınan numuneler öncelikli seçilerek bunlar üzerinde dane boyu dağılımı için elek analizinin yanında mutlaka **Hidrometre** analizi de yapılarak zemindeki kil-silt oranı belirlenecektir.

\* Mevcut yapıların güçlendirme projelerine esas zemin ve temel etüdü çalışmalarında taşıma gücü, oturma, oturma süresi vb. parametrelerde kıyaslama yapılacağından dolayı mevcut yapının

yükleri, yapım yılı, temel parametreleri vb. parametrelerin bilinmesi ve bu bilgilerin Geoteknik rapor ekine konulması gerekmektedir.

## X – RAPORLARIN ONAYLANMASI VE İDAREYE SUNULMASI

- Düzenlenecek raporlar; tasarruf tedbirleri gereği kağıt israfını önlemek açısından, çıktı alınmadan önce idarenin yetkilendirdiği kontrol mühendisine sayısal olarak (raporlar word formatında, rapor ekleri jpeg, pdf vb., hesaplamalar excel vb. formatlarda) rapor müellifleri tarafından bir dosya halinde gönderecektir.
- Raporlar kontrol edildikten ve eksikleri giderildikten sonra en az **2** takım halinde idareye teslim edilecektir. Rapor içerisinde çalışması bulunan jeoloji mühendisi ve jeofizik mühendisi ve inşaat (Geoteknik) mühendisi paraflarının rapor içerisinde rapor metnindeki tüm sayfalar paraflanmalıdır. İlgili raporun sonuç ve öneriler son sayfası ve Kapak sayfasında ilgili Mühendislerin imzalarının bulunması zorunludur. Rapor ekinde bulunan çalışmalarda (Harita, Jeolojik Kesit, Plankote, Program çıktısı, Sismik Derinlik Kesiti, Sondaj Logu vb.) hazırlayan mühendis tarafından kaşelenip imzalanmalıdır.
- Yapılan etüt ve mühendislik hesapları sonucu hazırlanan raporların, yapılan çalışmanın içeriği bakımından **Planlı Alanlar İmar Yönetmeliğinin 57 nci** maddesinde tanımlanan ilgili mühendislik disiplinlerince imzalanması esastır.
- **Raporlar onaylandıktan sonra tüm ekleri (laboratuvar föyleri dahil) ıslak imzalı olan raporlar proje müellifi tarafından taratılacak ve .pdf dosyası olarak idareye teslim edilecektir.**

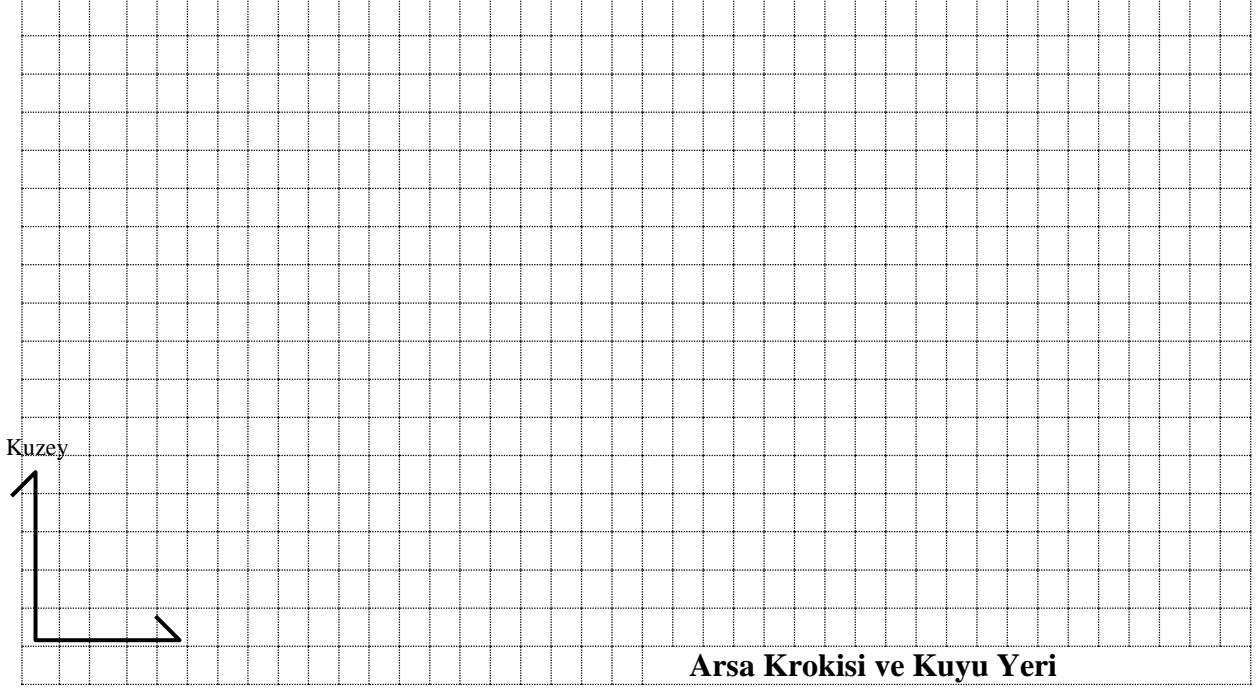
Bu özel teknik şartname toplam **18 (onsekiz)** sayfadan ibarettir. Bu Şartnamede yer almayan konularda yürürlükte olan Mevzuat hükümleri esas alınacaktır. ....//..../2023

## SONDAJ KUYUSU TESLİM TUTANAĞI (TUTANAK-1)

İşin Adı	..... Arsası Zemin Etüdü İşİ
Sondaj No.	SK-.....
Arsa plankotesine göre sondaj üst kotu	..... m
Sondajın türü (Zemin / kaya)	
Sondajın uygulama şekli (Burgulu –burgusuz /sulu-	
Sondaj makinesinin türü (marka/model)	
Başlama Tarihi	...//.../20....
Bitiş Tarihi	...//.../20....
Sondaj Derinliği (m)	..... m
Yapılan SPT Deney Sayısı	..... adet

Alınan Örselenmemiş Numune Sayısı (UD)	..... adet
Yeraltısu seviyesi (m)	..... m

Yukarıda belirtilen sondaj kuyusu ..... tarafından ..... / ..... / 20... tarihinde açılarak gerekli tespit ve deneyler yapılmış olup, iş bu tutanak ... sahife ve ... nüsha olarak tanzim ve imza edilmiştir. .... / ..... / 20...



### İsim ve İmzalar

Firma Yetkilisi	Zemin Etüd Firması Yetkilisi	Mal Sahibi Kuruluş Temsilcisi	Müdürlük Temsilcisi