



# Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI  
YAPI İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

## İÇİNDEKİLER

1	AMAÇ.....	4
2	KAPSAM.....	4
3	TANIMLAR.....	4
4	GENEL ESASLAR.....	4
5	ETÜT KATEGORİLERİ.....	5
5.1	Kategori 1.....	5
5.1.1	Yapı ve Bileşenlerinin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden.....	5
5.1.2	Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden.....	5
5.1.3	Civar Yapılar Yönünden.....	5
5.1.4	Yeraltı Suyu Yönünden .....	6
5.1.5	Çevre Koşulları Yönünden.....	6
5.2	Kategori 2.....	6
5.2.1	Yapı ve Bileşenlerinin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden.....	6
5.2.2	Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden.....	6
5.2.3	Civar Yapılar Yönünden.....	6
5.2.4	Yeraltı Suyu Yönünden .....	6
5.2.5	Bölgesel Deprem Özellikleri Yönünden .....	6
5.2.6	Çevre Koşulları Yönünden.....	6
5.3	Kategori 3.....	7
5.3.1	Yapı ve Bileşenlerinin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden.....	7
5.3.2	Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden.....	7
5.3.3	Civar Yapılar Yönünden.....	7
5.3.4	Yeraltı Suyu Yönünden .....	7
5.3.5	Bölgesel Deprem Özellikleri Yönünden .....	7
5.3.6	Çevre Koşulları Yönünden.....	7
6	ETÜTLERİN PLANLANMASI.....	8
6.1	Amaç .....	8
6.2	Ön Bilgilerin Toplanması.....	9
6.3	Saha Ön İncelemesi .....	9
6.3.1	Hazırlık.....	9
6.3.2	Genel Bilgilerin Toplanması .....	10
6.3.3	Zeminle İlgili Bilgilerin Toplanması .....	10
6.3.4	Zemin ve Temel Etüt Çalışmalarında Kolaylık Sağlayacak Bilgilerin Toplanması..	10
6.4	Toplanan Bilgilerin Değerlendirilmesi .....	11
7	ZEMİN VE TEMEL ETÜTLERİNİN KAPSAMI .....	11

7.1	Kategori 1 İçin Etüt Kapsamı.....	11
7.2	Kategori 2 İçin Etüt Kapsamı.....	12
7.2.1	Ön Etütler .....	12
7.2.2	Tasarım Etütleri.....	13
7.2.3	Kontrol Etütleri.....	32
7.3	Kategori 3 İçin Etüt Kapsamı.....	32
8	ZEMİN VE TEMEL ETÜT RAPORLARI FORMATI.....	32
9	EKLER.....	34
	Kısaltmalar.....	35
	Standartlar .....	35
	Tablolar .....	37

## 1 AMAÇ

Bu uygulama esasları ve rapor formatının amacı; 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 suyuna ilişkin verilerin toplanması, yerel deprem etkilerinin belirlenmesi ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda zemin ve temel etüt raporlarının hazırlanmasına ilişkin usul ve esasları belirlemektir.

## 2 KAPSAM

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 ve formata göre hazırlanır ve imzalanır.

## 3 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, bu 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 laboratuvarında 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.

## 4 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.

## 5 ETÜT KATEGORİLERİ

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 kapsamı 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.

### 5.1 Kategori 1

Bu kategoride yer alan zemin ve temel etütleri için EK-1'de yer alan form doldurulacaktır.

#### 5.1.1 Yapı ve Bileşenlerinin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden

Bu kategoride; bodrum kat yüksekliği en fazla 3.00 m. olan en çok 1 bodrumlu, bodrum kat hariç toplam 2 katlı, bodrum kat dahil toplam yüksekliği 10.50 m.'yi geçmeyen, bodrum kat olmaması durumunda toplam bina yüksekliği 7.50 m.'yi geçmeyen, Bina Kullanım Sınıfı (BKS)=3, bina önem katsayısı (I)=1 ve bodrum kat dahil toplam inşaat alanı 500 m<sup>2</sup>'yi geçmeyen, bodrum kat olmaması durumunda toplam inşaat alanı 300 m<sup>2</sup>'yi geçmeyen, küçük, basit konut tipi yapılar (site tipi müstakil yapılar, endüstri yapıları, oteller vb. yapılar hariç), derin temel sistemi veya zemin iyileştirmesi gerektirmeyen yapılar, tarım ve hayvancılık amaçlı yapılar yer alır.

#### 5.1.2 Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden

Bina oturum alanında sağlam, sert kayalar, az ayrışmış, orta ayrışmış, orta sağlam kayalar, ayrışmış-çok çatlaklı zayıf kayalar ve sert kil tabakalarına rastlanan sahalarda bu kategori içinde yer alır.

Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt çalışmaları sonucu düzenlenen raporlarda yerleşim ve yapılaşmaya uygun görülen alanlar (UA), eğimi %5'i geçmeyen tabii sahalarda bu kategori içinde değerlendirilir. Önlem alınması suretiyle yerleşime uygun görülen Önlemlenmiş Alan (ÖA) ile dolgu sahalarda bu kategori içinde değerlendirilmez.

Şişme ve/veya yüksek oturma potansiyeli bilinen zeminler, dolgu zeminler, yumuşak, gevşek veya organik madde içeren zeminler ile kütle hareketi tehlikesi (heyelan, kaya düşmesi vb.) olan sahalarda bu kategori içerisinde değerlendirilmez.

#### 5.1.3 Civar Yapılar Yönünden

Komşu yapılara, yollara ve altyapı şebeke sistemlerine (su, kanalizasyon, gaz, telefon, elektrik vb.) zarar riski olmamalıdır.

#### 5.1.4 Yeraltı Suyu Yönünden

Mevsimsel değişimler göz önüne alınarak belirlenen maksimum yeraltı su seviyesi temel etki derinliği içerisinde olan sahalar bu kategori dışındadır.

#### 5.1.5 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 olmadığı alanlar bu kategori içinde değerlendirilir.

#### Kategori 1 - Örnek Yapılar

Yukarıda tanımlanan maddelerin hepsini sağlamak şartıyla; konut türü yapılar, basit atölye tipi yapılar, alt ve üst zemin seviyeleri arasında yükseklik farkının 2.00 m.'yi geçmediği istinat yapıları ve kazı iksaları, tarım ve hayvancılık amaçlı basit zirai yapılar ile köy yerleşim alanı içerisinde yer alan bakkal, manav, berber, köy fırını, köy kahvesi, köy lokantası, tanıtım ve teşhir büfeleri, kooperatif işletme binaları bu kategoriye giren yapılara örnektir. Site tipi müstakil yapılar, endüstri yapıları, oteller, okullar, sağlık ocakları Kategori 1 içerisinde yer almaz.

### 5.2 Kategori 2

#### 5.2.1 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.

#### 5.2.2 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.

#### 5.2.3 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.

#### 5.2.4 Yeraltı Suyu Yönünden

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

#### 5.2.5 Bölgesel Deprem Özellikleri Yönünden

Sahaya özel zemin davranışı analizleri gerektirmeyen etütler bu kategori içerisinde değerlendirilir.

#### 5.2.6 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 - Örnek yapılar

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 örnektir.

## 5.3 Kategori 3

### 5.3.1 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.

### 5.3.2 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 sahalarda bu kategori içindedir.

### 5.3.3 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.

### 5.3.4 Yeraltı Suyu Yönünden

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

### 5.3.5 Bölgesel Deprem Özellikleri Yönünden

Çalışma sahasında aktif fayın görülebildiği veya sahaya özel deprem tehlike analizi gerektiren sahalarda bu kategoride değerlendirilir.

### 5.3.6 Çevre Koşulları Yönünden

Çevre yönünden aşılması güç ve karmaşık sorunlara neden olabilecek yapılar bu kategori içerisinde değerlendirilir.

## Kategori 3 - Örnek yapılar

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.

## 6 ETÜTLERİN PLANLANMASI

### 6.1 Amaç

Zemin ve temel etütlerinin amacı; hem ekonomik hem de güvenli bir yapı inşa edebilmek ve zemin yapısından kaynaklanacak herhangi bir potansiyel hasarı ve/veya tehlikeyi önceden tespit edebilmek adına yeterli miktarda güvenilir bilgi toplamaktır. Etütlerin planlanması, bu amaç doğrultusunda Zemin ve Temel Etüt Ekibi tarafından yapılmalıdır.

Yeni inşa edilecek yapılar için bilgi toplamanın yanı sıra, mevcut yapıların deprem performansının tespiti, mevcut yapılarda meydana gelmiş hasarların zemin yapısıyla ilişkilendirilebilmesi veya belirli bir sahadaki zemin birimlerinin yapı malzemesi olarak kullanıma uygunluğunun belirlenebilmesi amacıyla da zemin ve temel etütleri yapılmaktadır. Bu amaçlar doğrultusunda yapılan etütlerin planlanması doğrudan incelenen probleme özel koşullar ve gereklilikler doğrultusunda yapılmalıdır.

Zemin ve temel etütlerinin planlanmasında ve elde edilen verilerin değerlendirilmesinde; öncelikle sahanın jeolojik yapısının iyi anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Jeolojik yapının çok belirgin olduğu ve karmaşık mühendislik problemleri olmayan durumlarda, sondaj ve araştırma çukurlarıyla teyid edilmiş bir literatür bilgisi yeterli olabilirken, diğer durumlarda ise sahaya özel bir jeolojik haritalama yapılması gerekli olabilmektedir.

Zemin ve temel etüt çalışmalarında öncelikli olarak “yapı etki bölgesi” içinde kalan tüm zemin ve/veya kaya birimleri ile yeraltı suyu durumuna ilişkin tüm bilgilerin elde edilmesi hedeflenmeli, bu doğrultuda sahayı üç boyutlu olarak incelemeye yetecek şekilde araştırma yapılmalıdır. Bu hedef doğrultusunda 5. Bölümde tanımlanan etüt kategorileri ve zemin özellikleri esas alınarak 7. Bölümde belirtilen çalışma yöntemlerinden gerekli olanlarını içerecek şekilde etütler planlanmalıdır.

Zemin ve temel etüt çalışmaları sahadaki inşaat faaliyetleri nedeniyle geçici veya kalıcı değişimlere uğrayabilecek tüm zemin birimlerini kapsamalıdır. Bu değişimler aşağıdaki şekilde tanımlanabilir:

- Gerilme ve buna bağlı şekil değiştirmeler,
- Su muhtevası ve buna bağlı hacimsel değişimler,
- Yeraltı su seviyesi ve akış düzenindeki değişimler,
- Dayanım (mukavemet) ve sıkışabilirlik gibi zemin özelliklerinde meydana gelebilecek değişimler.

Özel durumlarda yeraltında bulunması muhtemel karstik boşluk, eski maden kazısı boşlukları veya galeri / tünel gibi bina yükü altında zemin göçmesi meydana getirebilecek kadar büyük boşlukların da özel yöntemlerle tespit edilebilmesi gereklidir.

Araştırma sırasında arazi ve laboratuvar verilerinin toplanması, kayıt edilmesi ve yorumlanması yapılmalıdır. Etüt planlanması,

- Ön bilgilerin toplanması,
- Saha ön incelemesi yapılması,
- Toplanan bilgilerin değerlendirilmesi

aşamalarından oluşur. Her aşamada aşağıda belirtilen çalışmaların yapılması zorunludur. Ancak proje gerekliliklerine göre bu çalışmaların kapsamı Zemin ve Temel Etüt Ekibi tarafından genişletilebilir.



## 6.2 Ön Bilgilerin Toplanması

Zemin ve temel etütlerinin planlanmasına yönelik toplanacak ön bilgiler, gerek sahaya özel, bölgesel coğrafi ve topoğrafik özellikler, gerekse mevcut/inşa edilecek bina ve/veya binalarla ilgili ana yapısal özellikleri içerir. Etütlerin planlanmasında her iki veri grubu da önemli rol oynamaktadır.

Coğrafi ve topoğrafik özellikler kapsamında araştırma sahasına ait güncel plankote, sahanın morfolojisi, bölgenin jeolojisi, hidrojeolojik özellikleri ve bölgesel deprem özellikleri temin edilir. Bu bilgiler gerek ilgili literatür, gerekse yerel veya genel idarelerce yayınlanmış olan dokümanlardan veya yapılacak saha çalışmalarından elde edilmelidir. Ayrıca araştırma sahasında veya yakın çevresinde önceden yapılmış zemin ve temel etüt çalışmalarına ait raporlar ilgili yerel idareden temin edilmelidir. Bu raporların yasal gerekçelerle tamamının temin edilememesi halinde en azından sondaj logları, sondaj vaziyet planı ve laboratuvar deney sonuçları temin edilmelidir.

Sahada inşa edilmesi planlanan bina ve/veya binalarla ilgili ana yapısal özellikler kapsamında ise en az bina oturma alanı, bodrum kat sayısı, toplam kat sayısı, yapının sahadaki yerleşimi gibi bilgiler mimari proje müellifinden temin edilmelidir. Bu bilgiler; henüz bir kesinlik içermese dahi zemin ve temel etütlerinin doğru şekilde planlanabilmesi açısından büyük önem arz etmektedir. Etütlerin devamı sırasında bu verilerde herhangi bir değişiklik olması halinde etüt planı da gerekli ilave bilgileri içerecek şekilde revize edilmelidir.

Sahanın daha önce ne amaçla kullanıldığının bilinmesi de zemin durumunda herhangi bir değişiklik olup olmadığı hakkında fikir verir. Sahanın daha önce başka amaçlarla kullanılmış olması yeni kullanım amacına önemli bir etki yapabilir. Önceki kullanım amaçlarının tespiti için eskiye ait hava fotoğraflarından veya haritalardan yararlanılabilir, sahanın önceki sahiplerinden veya çevreden bilgi toplanabilir.

Sahanın eski kullanımı; yeraltı madenleri, açık maden kazıları, taş ocağı ve/veya ariyet sahası, hafriyat artığı depolama alanı, evsel veya kimyasal atık depolama alanı, konut yapılaşması, ağır sanayi yapılaşması ve antik çağ yapılaşması şeklinde olabilir. Bu tip durumlarda etütler planlanırken çevresel tedbirler (toksik gaz ve sıvılardan korunma ve etrafa yayılmasını engelleme) ilgili güncel mevzuatın gerektirdiği şekilde eksiksiz olarak alınmalıdır. Ayrıca eski yapı temelleri veya kalıntıları ile karşılaşma ihtimali ve bunların doğal zemin yapısında yaratmış olabileceği değişiklikler de etütlerin planlanması sırasında dikkate alınmalıdır. Antik çağ yapılaşması olan sahalarda etütler yapılmadan önce ilgili idarelerden (Kültür ve Tabiat Varlıklarını Korumakla Görevli Kurullar gibi) gerekli izinler alınmalı ve bu yapılara zarar verilmemesine özen gösterilmelidir.

## 6.3 Saha Ön İncelemesi

Araştırma sahasına ait coğrafi ve topoğrafik özellikler ile binaya ait ana yapısal özelliklerle ilgili ön bilgilerin toplanmasının ardından sahada bir ön inceleme yapılmalıdır. Saha ön incelemesinin amacı hem toplanan coğrafi ve topoğrafik özellik bilgilerinin sahadaki mevcut duruma ana hatlarıyla uyup uymadığını kontrol etmek, hem de etütlerin en doğru şekilde planlanmasına faydalı olabilecek çevresel bilgileri temin edebilmektir. Saha ön incelemesinden en yüksek faydanın sağlanabilmesi için aşağıdaki hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

### 6.3.1 Hazırlık

Ön incelemeye gitmeden önce plankote, vaziyet planı, varsa mimari kesit/kesitler, jeolojik haritalar, hava fotoğrafları temin edilmiş olmalı, sahaya ve çevre yapılara/sahalara giriş için gerekli izinler alınmalıdır. Muhtemel çevre kirliliği veya diğer tehlikelerle ilgili gerekli iş güvenliği ve sağlığı tedbirleri alınmalıdır.

### 6.3.2 Genel Bilgilerin Toplanması

- Tüm saha tercihen yürüyerek gezilmeli, vaziyet planında gösterilen bina oturma yerleri işaretlenmelidir.
- Plankote ve harita ile sahadaki mevcut durum arasında herhangi bir fark olup olmadığı kontrol edilmeli, varsa bunlar ilgili yerlere işlenmelidir.
- Sahada mevcut olan yapılarla ilgili bilgi toplanmalıdır.
- Altyapı hatları, antik çağ yapıları, ağaçlar ve diğer engeller tespit edilmelidir.
- Sahaya makine erişimi ve sahadaki makine çalışması ile ilgili ulaşım yolları da dahil olmak üzere gerekli kontrol ve tespitler yapılmalıdır.
- Görülebilen su kaynaklarındaki akış ve taşkın su seviyeleri, mevsimsel gel-git değişimleri tespit edilmelidir.
- Çevre yapılarının özellikleri ve planlanan yapıdan etkilenme potansiyeli tespit edilmeye çalışılmalıdır.
- Herhangi bir maden çıkarma çalışması, çevre ve insan sağlığını tehdit edici bir unsur, kirlilik, gaz çıkışı veya doğal rengini kaybetmiş zemin veya bitki olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmalıdır.
- Bunların dışında sıradan veya sıradışı olarak yapıya etki edebilecek durumlar tespit edilmeye çalışılmalıdır.

### 6.3.3 Zeminle İlgili Bilgilerin Toplanması

Sahada ve çevresinde gerek jeolojik haritalar gerekse plankote ve hava fotoğraflarıyla ilişkilendirmek suretiyle aşağıdaki yüzey özellikleri tespit edilmelidir:

- Yüzey özelliklerinin tipi ve değişkenliği,
- Dolgu, yarma ve zemin kaymaları,
- Fay, kırık veya büyük yeraltı boşluklarına işaret edebilecek yüzey anomalileri,
- Mevcut yapılarda ve yollarda oturma problemine işaret edebilecek çatlak ve hasarlar,
- Geçmiş heyelan veya muhtemel heyelanlara işaret edebilecek teraslamalar, eğilmiş ağaçlar veya benzer işaretler,
- Yumuşak malzeme ile dolu yüzeye yakın boşluklara işaret edebilecek krater tipi çöküntüler (özellikle kireçtaşı birimlerinde),
- Eski göl alanları gibi yumuşak, gevşek ve organik zeminlerin varlığına işaret edebilecek düşük kotlu düz alanlar.

Açık kazı aynalarındaki veya mostralardaki zemin koşulları incelenmeli ve kaydedilmelidir.

Yeraltı ve yüzey sularının varlığı ve kotları ile kuyu ve kaynakların, artezyen akışlarının varlığı incelenmeli ve kaydedilmelidir.

Bitki örtüsünün cinsi ve nemliliği, saha genelinin dışında yeşillenme bulunup bulunmadığı tespit edilmelidir.

### 6.3.4 Zemin ve Temel Etüt Çalışmalarında Kolaylık Sağlayacak Bilgilerin Toplanması

Zemin ve Temel Etütlerine yönelik olarak çalışma kolaylığı sağlayacak bilgiler, alınması gereken tedbirlerin önceden tespiti ve etüt planlamasında etken olabilecek aşağıdaki hususlar gözlenmeli ve tespit edilmelidir:

- Sahanın konumu ve ulaşım yollarının durumu,
- Altyapı hatları ve diğer engellerin mevcudiyeti,

- Gerekli olabileceği durumlar için depolama, ofis ve saha laboratuvarı olarak kullanılabilir alanlar,
- Uygun bir su kaynağının mevcudiyeti,
- Malzeme ve iş gücü teminine yönelik yerel imkanlar.

#### 6.4 Toplanan Bilgilerin Değerlendirilmesi

Elde edilen dokümanlar, ön bilgiler ve sahada ön inceleme sırasında toplanan ilave bilgiler büro çalışması ile değerlendirilerek, yapılacak zemin ve temel etüdünün kapsamı belirlenir. Zemin ve temel etütlerinin kapsamı, bina tasarımına ilişkin parametrelerin elde edilebilmesi ve sahada karşılaşılabilecek mühendislik problemleri çözümlerinin geliştirilebilmesine yönelik yeterli nitelik ve nicelikte veri toplayabilecek şekilde planlanmalı ve aşağıda belirtilen hususlar göz önünde bulundurulmalıdır.

- a) Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporunda, parselin bulunduğu alanın yerleşime uygunluk değerlendirmesi bölümünde belirtilen önlem ve öneriler,
- b) Daha önce parsel ve yakın çevresi için gerçekleştirilmiş jeolojik-hidrojeolojik-mühendislik jeolojisi-jeokimya vb. etütlerde ve tıbbi jeolojik araştırmalarda ulaşılan sonuçlar,
- c) Etüt kategorisine göre aşamaları (ön etüt, tasarım etüdü, kontrol etüdü),
- d) Üstyapı ve bileşenlerinin özellikleri, zemin birimlerinin niteliği ve yapısı, yapı temeli için uygun zemin tabakası derinliği ile binadan zemine aktarılacak yükler vb. gibi hususlar,
- e) Yeraltı suyunun varlığı ve yeraltı suyu değişiminin neden olacağı problemler ile jeotermal kaynaklar ve doğal mineralli sular ile yerüstü ve yeraltısuyu havzalarına etkileri,
- f) Yerüstü su kaynakları ile yüzey sularının olası etkileri,
- g) Yapının inşası esnasında çevresinde meydana getirebileceği muhtemel sorunlar,
- h) Bölgesel deprem özellikleri,
- i) Şev duraylılığı analizleri ve dayanma yapıları tasarımı yapılması gerekebilecek sahalarda bunlara yönelik yeterli nitelik ve nicelikte veri toplanması gereken durumlar, dikkate alınmalıdır. Etüt aşamaları ve/veya çalışmaları sonucunda elde edilen veriler doğrultusunda, gerekçesi belirtilerek etüt kategorisi değiştirilebilir ya da ek etüt talep edilebilir.

## 7 ZEMİN VE TEMEL ETÜTLERİNİN KAPSAMI

### 7.1 Kategori 1 İçin Etüt Kapsamı

Etüdün Kategori 1 kapsamına girebilmesi için 5.1 başlığı altında yer alan maddelerin hepsini sağlaması zorunludur.

Ayrıca, 5.1.2. başlığında belirtilen zemin birimlerinin arazi yüzeyinde, temel taban kotunda ve temel etki derinliği içerisinde, araştırma çukurlarında gözlenmesi gereklidir. Etüt kapsamı belirlenirken öncelikle Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporunun ilgili parselin bulunduğu alana ilişkin bölümleri temin edilmelidir. Yapı alanı ve çevresinde gözlem yapılmalı ve yerel bilgiler toplanmalıdır (jeoloji, morfoloji, yüzey suları, arazi kullanımı, civar yapılar ve çevre koşulları vb.).

Yapı etki alanı ve çevresini kapsayacak şekilde yapılan gözlemsel incelemeler ile temel taban seviyesindeki zemin sınıfı, hiçbir şüpheye yer bırakmayacak şekilde aşağıda belirtilen çalışmalar ile belirlenmelidir.

- 1) Arazi koşulları ve bina oturum alanına göre; en az 3 adet olacak şekilde sayısı belirlenen araştırma çukurlarında karşılaşılan zemin birimlerinden yeterli nitelik ve nicelikte örselenmiş ve/veya örselenmemiş numuneler alınmalıdır.
- 2) Çukur aynasında görülen killi birimlerde arazide cep penetrometresi ve el tipi kanatlı kesici (hand vane) deneyleri yapılmalıdır.
- 3) Killi birimlerden alınan numuneler üzerinde laboratuvarda elek analizi ve kıvam limitleri deneyleri yapılmalıdır. Örselenmemiş numune alınmış ise doğal su muhtevası, doğal birim hacim ağırlığı belirlenmeli ve tek eksenli basınç deneyi yapılmalıdır.
- 4) Örselenmemiş numuneler TS EN ISO 22475-1 standardına uygun olarak alınmalıdır.
- 5) Kaya numuneleri üzerinde laboratuvarda nokta yükleme ve/veya tek eksenli basınç deneyi yapılmalıdır.
- 6) Araştırma çukurlarının kesitleri, alınan deney (yeraltı suyu ve zemin/kaya) numunelerinin yer, adet ve derinliklerini gösteren ve EK-2'de verilen Araştırma Çukuru Logunda belirtilen asgari bilgileri sağlayacak şekilde kayıt altına alınmalı, araştırma çukurlarında karşılaşılan zemin birimleri TS ISO 710 serisi baz alınarak tanımlanmalı (EK-6), çizim ve kesitler ile arazi araştırmaları sırasında çekilen fotoğraflar raporda sunulmalıdır.
- 7) Araştırma çukurlarında kaya biriminin gözlenmemesi halinde; sismik yöntemler, sondaj veya sondalama yöntemleri kullanılarak da zemin sınıfı belirlenebilir. Jeofizik yöntemlerin kullanılması halinde profillerin birbirini çapraz kestiği en az 2 adet sismik ölçü (MASW, sismik kırılma, REMİ vb.) ile  $V_{S30}$  hızının 360 m/sn'den büyük olduğu gösterilmelidir. Yapılan jeofizik çalışmalar için Ek-8'de verilen kabul tutanağı doldurulmalı, arazi çalışmaları sırasında alınan ham ölçüler, çekilen fotoğraf, video vb. dokümanlar tutanakla birlikte verilmelidir.

Kategori 1 kapsamında değerlendirilen yapılardan zemine aktarılan maksimum temel taban gerilmesi gerek statik gerekse de dinamik yükleme durumunda 200 kN/m<sup>2</sup>'yi aşmamalıdır.

## 7.2 Kategori 2 İçin Etüt Kapsamı

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.

### 7.2.1 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 (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 deprenselliği,
- 10) Yerel iklim koşulları, hakkında bilgi ve belgeler toplanmalıdır.

**b) Arazi çalışmaları sırasında:**

- 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.

### **7.2.2 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, tünnek 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 çalışmalar, arazi ve laboratuvar deneylerini kapsar. Bu kapsamdaki bütün çalışmalar ilgili standartlara uygun olarak yapılmalıdır. Tasarım araştırmaları kapsamında uygulanacak yöntemler aşağıda belirtilmiştir.

### 7.2.2.1 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 araziye 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 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 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 EK-4'de verilen tutanak doldurularak imzalanmalı ve bu tutanak rapor ekinde verilmelidir.

### 7.2.2.2 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 oturum 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 (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 suyuna 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 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 (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 1.50 m.'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 (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, ayrıışmış, 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 aldığı gösteren ve 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 beş 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 sahalarda, bir karelağ 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 (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 tanımlanabilecek 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 inecek, 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 inecek 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 elverişsiz 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.
- 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 techiz-tecrit edilmeleri gerekmektedir.
- 14) Numune alma işlemi kayıt altına alınmalı ve numuneler etiketlenmelidir (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).

Tablo-1: Laboratuvar deneyleri için zemin numunelerinin kalite sınıfları ve kullanılan numune alma kategorileri

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

Zemin ve kaya birimleri için numune alma kategorileri Tablo-2'de tanımlandığı şekildedir.

Sondaj yöntemleri ve donanımı; sondaj kuyusunda yapılan deneyler ve/veya yeraltı suyu ölçümlerinin ve gerekli numune alma kategorisinin bir fonksiyonu olarak seçilmelidir (Tablo-3).

Numune alıcılar kullanılarak elde edilebilecek numune alma kategorisi ile kalite sınıfı Tablo-4'de belirtilmiştir.

Tablo-2: Numune alma yöntemleri (TS EN ISO 22475-1)

Zemin Türü	Numune Alma Yöntemleri		
	Kategori A	Kategori B	Kategori C
Zemin	Sadece kalite sınıfı 1 veya kalite sınıfı 2 olan numuneler elde edilebilir. Bu yöntem ile numune alma işlemi veya numunenin taşınması sırasında, zemin örselenmeden veya çok az örselenerek numunenin elde edilmesi hedeflenir. Bu yöntem ile alınan numunenin boşluk oranı ve su içeriği, arazideki boşluk oranı ve su içeriği ile uyumludur. Zeminin kimyasal bileşimi veya bileşenlerinde değişim olmamalıdır. Jeolojik tabakada olan değişimler gibi beklenmedik durumlar, daha düşük kalite sınıfı numunelerin elde edilmesi sonucu ortaya çıkabilir.	Kalite sınıfı 3'ten daha iyi bir numune alma kalite sınıfının elde edilmesine imkân vermez. Bu yöntemde, numune ile arazideki zeminin orijinal ortamın bütün bileşenlerini ihtiva etmesi ve zeminin doğal su içeriğinin korunması hedeflenir. Bu yöntemde, farklı zemin tabakaları veya bileşenlerinin genel dizilişi tanımlanabilir. Bu yöntemde, zeminin yapısı örselenmiştir. Jeolojik tabakada olan değişimler gibi beklenmedik durumlarda, daha düşük kalite sınıfı numunelerin elde edilmesi sonucu ortaya çıkabilir.	Kalite sınıfı 5'ten daha iyi bir numune alma kalite sınıfının elde edilmesine imkân vermez. Bu yöntem ile numunedeki zeminin yapısı tamamen değişecektir. Bu yöntemde, farklı zemin tabakaları veya bileşenlerinin genel dizilişi değişir. Bu durumda, arazideki tabakalar tam doğru bir şekilde tanımlanamaz. Numunenin su içeriği, numunenin alındığı zemin tabakasının doğal su içeriğini temsil etmez.
Kaya	Kaya numunesi alma işlemi sırasında kayanın yapısında az veya hiç örselenme olmadan kaya numunelerin elde edilmesine amaçlanır. Kaya numunesinin dayanım ve deformasyon özellikleri, su içeriği, yoğunluğu, porozitesi ve geçirimsizliği arazi değerleriyle uyumlu olmalıdır. Kaya kütlelerinin bileşenlerinde veya kimyasal birleşiminde herhangi bir değişiklik bulunmamalıdır. Jeolojik şartların değişmesi gibi belirli ön görülemeyen durumlar, daha düşük kaliteli numunelerin elde edilmesine sebep olabilir.	Alınan kaya numunelerinin arazideki kaya kütlelerinin tüm bileşenlerinin orijinal oranlarını içermesi amaçlanır. Kaya parçacıkları, kayanın dayanım ve deformasyon özelliklerini, su içeriğini, yoğunluğunu ve porozitesini içermelidir. Kategori B numune alma yöntemi kullanıldığında, kaya kütlelerindeki genel süreksizlik düzeni tanımlanabilir. Kaya kütlelerinin yapısının zarar görmesi durumunda kaya kütlelerinin dayanım ve deformasyon özellikleri, su içeriği, yoğunluğu, porozitesi ve geçirimsizliği de zarar görür. eolojik şartların değişmesi gibi belirli ön görülemeyen durumlar daha düşük kaliteli numunelerin elde edilmesine sebep olabilir.	Kaya kütlelerinin yapısı ve süreksizliği tamamıyla değişir. Kaya numuneler parçalanmış olabilir. Kaya kütlelerinin bileşenlerinde veya kimyasal birleşiminde bazı değişiklikler meydana gelebilir. Kaya tipi ile matrisi, dokusu ve yapısı tanımlanabilir.

### 7.2.2.3 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, 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.

Tablo-3: Zeminde sondaj ile numune alma işlemi (TS EN ISO 22475-1, çizelge 2)

Sütun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Sütun
Satır	Sondaj Yöntemi				Donanım		Uygulama ve Sınır Değerler İçin Kılavuz <sup>a</sup>		Elde edilebilen numune alma kategorileri <sup>e</sup>	Elde edilebilen kalite sınıfı <sup>e</sup>	Açıklamalar	Satır
	Toprak zemini kesme yöntemi <sup>b</sup>	Sondaj sıvısı kullanımı	Numune alma şekli	İsmlendirme	Alet	Sondaj Borusu çap aralığının kılavuz değerleri (mm)	Uygun değer <sup>d</sup>	Tercih edilen yöntem				
1	Döner sondaj	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Kuru sistemli karotlu döner sondaj <sup>c</sup>	Tek tüplü karotiyer İç boş gövdeli burgu	100 ila 200 100 ila 300	İri çakıl, taş, blok kaya	Kil, silt, ince kum Kil, silt, kum, organik toprak	B(A) B(A)	4 (2-3) 3 (1-2)	İç iyi, dışı dışarıda kurutulmuş -	1
2	Döner sondaj	Kullanılır	Sondaj aleti	Karotlu döner sondaj	Tek tüplü karotiyer İki tüplü karotiyer* Üç tüplü karotiyer*	100 ila 200	Kohezyonsuz zemin	Kil, killi ve çimentolaşmış zemin, blok kaya	B(A) B(A) A	4 (2-3) 3 (1-2) 1	-	2
3	Döner sondaj	Kullanılır	Sondaj aleti	Karotlu döner sondaj	İç tüpü uzatılmış iki/üç tüplü karotiyer	100 ila 200	Çakıl, taş, blok kaya	Kil, silt	A	2 (1)	-	3
4	Döner sondaj	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Burgulu sondaj	Spiral halkalı veya portkronlu tijler; iç boş gövdeli burgu	100 ila 2000	D <sub>e</sub> /3'ten büyük blok kaya	Su seviyesinin üzerindeki tüm zemin, su seviyesinin altındaki tüm kohezyonlu zemin	B(A)	4 (3)	-	4
5	Döner sondaj	Kullanılır	Sondaj sıvısının ters doluşımı	Ters doluşımlı sondaj	İç boşluklu kırıcı uçlu tij	150 ila 1300	-	Tüm toprak zeminler	C(B)	5 (4)	-	5
6	Çakma ile ilerleme	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Hafif donanımlı burgulu sondaj	Spiral halkalı veya portkronlu burgu	40 ila 80	Tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /3'ten büyük olan iri çakıl, sıkı zeminler, yeraltı suyu seviyesinin altında kohezyonsuz zeminler	Su seviyesinin üzerindeki kilden orta taneli çakılla kadar olan zemin; su seviyesinin altındaki kohezyonlu zemin	C <sup>f</sup>	5	Sadece sığ derinlikler için kullanılır	6
7	Çakma ile ilerleme	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Karotlu darbeli sondaj	İçinde kesici ucu olan darbeli kil kesici, ayrıca manşonlu (veya iç boş gövdeli burgu)	80 ila 200	Tabakalı toprak zeminlerde tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /3'ten büyük olan zemin, örneğin tabakalı çökelti (varve)	Kil, silt ve tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /3'e kadar olan zeminler	Kohezyonlu toprak zemin: A Kohezyonsuz toprak zemin: B(A)	2 (1) 3 (2)	Çarpma sayısına göre çizilmiş ilerleme grafiği	7
8	Çakma ile ilerleme	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Darbeli sondaj	Kesici ucu dışarıda olan darbeli kil kesici <sup>b</sup>	150 ila 300	Tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /3'ten büyük olan zeminler	Çakıl ve tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /3'e kadar olan zeminler	B	4	Çarpma sayısına göre çizilmiş ilerleme grafiği	8
9	Çakma ile ilerleme	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Çakmalı küçük çaplı sondaj	Tüp numune alıcısı bağlı çakmalı ilerleme	30 ila 80	Tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /2'ten büyük olan zeminler	Tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /5'e kadar olan zeminler	C <sup>f</sup>	5	Sadece sığ derinlikler için kullanılır	9
10	Döner çakma ile ilerleme	Kullanılır	Sondaj aleti	Burgulu döner sondaj	Tekli veya ikili karotiyer	100 ila 200	Çakıl, sert ve sıkı kil ile tane büyüklüğü 2 mm'den büyük olan karışık ve saf kumlar	Kil, silt, ince kum	Kohezyonlu toprak zemin: A Kohezyonsuz toprak zemin: B	2 (1) 4 (3)	-	10
11	Tercihle bağlı yavaş dönmeli titreşimli sondaj	Kullanılmaz (sadece indirilen muhafaza borusu için)	Sondaj aleti	Titreşimli (resonance) sondaj	İnce duvarlı numune alıcı veya tercihle bağlı plastik gömleklili tüpe sahip tek tüplü karotiyer	80 ila 200	-	-	Kohezyonlu toprak zemin: B Kohezyonsuz toprak zemin: C	4 5	-	11
12	Darbeli	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Kablolu darbeli sondaj	Kablolu darbeli portkronlu burgu	150 ila 500	Su seviyesinin üzerinde çakıl, su seviyesinin altında silt, kum ve çakıl	Su seviyesinin üzerinde kil ve silt, su seviyesinin altındaki kil	C (B)	4 (3)	-	12
13	Darbeli	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Kablolu darbeli sondaj	Kablolu valfli burgu	100 ila 1000	Su seviyesinin üzerinde alma	Suda çakıl ve kum	C (B)	5 (4)	Su eklendiğinde kohezyonlu zeminlerde de kullanılabilir	13
14	Pnömatik/sürekli itmeli	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Küçük çaplı pnömatik/sürekli itmeli sondaj	Tüp numune alıcısı bağlı pnömatik/sürekli itmeli	30 ila 80	Sıkı ve iri taneli zemin	Kil, silt, ince kum	C <sup>f</sup>	5	Sadece sığ derinlikler için kullanılır	14
15	Çift çeneli keççe ile	Kullanılmaz	Sondaj aleti	Çift çeneli sondaj ile	Kablolu çift çeneli keççe	400 ila 1500	Sert kohezyonlu zemin, tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /2'den büyük olan blok kaya	Çakıl ve tane büyüklüğü D <sub>e</sub> /2'den küçük olan blok kaya taş	Su seviyesinin üstü: B Su seviyesinin altı: C	4 5	-	15

<sup>a</sup> : Geleneksel veya çelik halatlı karotiyer

<sup>b</sup> : Çakmalı sondaj yöntemi kullanıldığında, sondaj aleti özel delme aletleriyle ilerleyecektir. Darbeli yöntem kullanıldığında, sondaj aleti tekrarlı bir şekilde kaldırılması ve düşürülmesi yoluyla ilerleyecektir.

<sup>c</sup> : Kuru sistemli karotlu döner sondaj, zemin etüdün en önemli amacının yeraltı suyu seviyesinin gözlenmesi olması durumunda yaygın olarak kullanılır.

<sup>d</sup> : D<sub>e</sub>; numune alma aletinin iç çapıdır.

<sup>e</sup> : Parantez içinde verilen numune alma kategorisi ve kalite sınıfı, özellikle uygun zemin şartlarında sağlanabilir. Bu husus bazı durumlarda açıklanmalıdır.

<sup>f</sup> : Numune alma kategorisi B, bazen yumuşak kohezyonlu zeminlerde mümkündür.

Not: Düz doluşımlı sondaj, bu çizelgede yer almamaktadır. Çünkü bu sondaj yöntemi ile numune kalite sınıfı genellikle sınıf 5'ten daha kötü elde edilir.

Tablo-4 Numune alıcı kullanarak numune alma (TS EN ISO 22475-1, çizelge 3)

Kolon	1	2	3	4	5	6	7	8
Satır	Numune alıcı tipi <sup>b</sup>	Tercih edilen numune boyutları		Kullanılan teknik	Uygulamalar ve sınırlar		Kolon 6'daki zeminlerde numune alma kategorileri <sup>a</sup>	Elde edilebilir kalite sınıfı <sup>a</sup>
		Çap (mm)	Boy (mm)		Uygun olmadığı alanlar	Tavsiye edilen kullanım alanları		
1	İnce çeperli (OS-T/W)	70-120	250-1000	Statik veya dinamik ilerlemeli	Çakıl, su seviyesi altı gevşek kum, sıkı kohezyonlu zeminler, iri taneler içeren zeminler	Yumuşak veya sert kıvamda kohezyonlu veya organik zeminler	A	1
						Su seviyesi altı (orta) sıkı kum	B (A)	3 (2)
						Sert kıvamda kohezyonlu veya organik zeminler	A	2 (1)
2	Kalın çeperli (OS-TK/W)	>100	250-1000	Dinamik ilerlemeli	Çakıl, su seviyesi altı kum, yumuşak ve sıkı kohezyonlu veya organik zeminler, iri taneler içeren zeminler	İri taneler içeren zeminler ve yumuşak veya sert kıvamda kohezyonlu veya organik zeminler	B (A)	3 (2)
3	İnce çeperli (PS-T/W)	50-100	600-800	Statik ilerlemeli	Çakıl, çok gevşek ve sıkı kum, yarı sıkı ve sıkı kohezyonlu veya organik zeminler, iri taneler içeren zeminler	Yumuşak veya sert kıvamda kohezyonlu veya organik zeminler ve hassas zeminler	A	1
						Su seviyesi altı kum	B	3
4	Kalın çeperli (PS-TK/W)	50-100	600-1000	Statik ilerlemeli	Çakıl, su seviyesi altı kum, yumuşak ve sıkı kohezyonlu veya organik zeminler, iri taneler içeren zeminler	Yumuşak veya sert kıvamda kohezyonlu veya organik zeminler ve hassas zeminler	B (A)	2 (1)
5	Silindir (LS)	250	350	Statik dönerli	Kum	Kil, silt	A	1
6	Silindir (S-SPT)	35	450	Dinamik ilerlemeli	İri taneli çakıl, blok	Kum, silt, kil	B	4
7	Pencereli	44-98	1500-3000	Statik veya dinamik ilerlemeli	Kum, çakıl	Silt, kil	C	5

<sup>a</sup> Parantez içerisinde verilen numune alma kategorileri ve elde edilebilir kalite sınıfları, özellikle uygun zemin şartlarında sağlanabilir. Bu durum açıklanmalıdır.

<sup>b</sup> OS-T/W İnce çeperli açık tüplü numune alıcı PS-TK/W İnce çeperli pistonlu numune alıcı  
 OS-TK/W Kalın çeperli açık tüplü numune alıcı LS Geniş çaplı numune alıcı  
 PS-T/W İnce çeperli pistonlu numune alıcı S-SPT SPT (standart penetrasyon deneyi) ile numune alıcı

Jeofizik çalışmalar sonucunda yanal yönde değişimlerin veya zayıf zonların belirlendiği yerlerde, değişimin sınırını ve değişim zonundaki zemin durumunu daha detaylı olarak belirleyebilmek amacıyla ilave mekanik sondajlar yapılabilir veya mekanik sondajların derinliği artırılabilir. Bunun yanında; jeofizik araştırmalar, gerektiğinde mekanik sondaj sayısını azaltacak şekilde arada geçilen zemin tabakalarının belirlenmesi, özellikleri ve sınırlarının anlaşılması için kullanılabilir.

Jeofizik çalışmaların amacı, yöntemi, kullanılan cihaz ve gereçlerin ad ve özellikleri, alınan ölçüm sonuçları, ölçümler sırasında karşılaşılan problemler, ulaşılabilen araştırma derinliği, örnekleme aralığı, kullanılan süzgeçler, hesaplanan parametrelerin tabloları, jeofizik verilerin değerlendirme grafikleri, haritaları ve 2 ya da 3 boyutlu yeraltı kesitleri, ölçüm yerlerinin kot ve koordinat çizelgesi, ölçümü yapan jeofizik mühendisinin adı ve soyadı, hava durumu, tarihi, rapor içinde ilgili yerlerde ve/veya rapor ekinde verilmelidir.

Kontrol mühendisi tarafından jeofizik çalışmalarla ilgili bilgileri içeren ve EK-8'de verilen tutanaklardan ilgili olanları doldurularak imzalanmalı ve bu tutanak/tutanaklar rapor ekinde verilmelidir.

Tasarım etütleri kapsamında yapılabilecek jeofizik araştırma yöntemlerinin hangi amaçla kullanılacağı ve hangi verilerin elde edilebileceği hakkında özet bilgiler aşağıda verilmiştir.

#### **a) Elektrik Yöntemler**

Jeolojik birimlerinin yatay ve düşey yöndeki değişimlerini tanımlamak, elektriksel özelliklerini belirlemek, mekanik sondaj noktalarını birbirine bağlayabilmek ve zemin yapısını sürekli olarak tanımlayabilmek, yeraltı su seviyesi ile akım yönünü belirleyebilmek amacıyla EK-3'de örneklendirildiği şekilde Doğru Akım Özdirenç (DAÖ) ölçüm çalışması yapılır. DAÖ ölçüm çalışmaları ASTM D6431-18 standardında belirtilen yöntemler esas alınarak yapılmalıdır.

Elektrik yöntemlerle yapılan ölçümlerde araştırma derinlikleri, mekanik sondaj derinliklerinin en az 2 katı kadar olmalıdır. Elde edilen veriler sürekli kesit üreten yazılımlar ile değerlendirilmeli münferit yorumdan uzak durulmalıdır.

Heyelan ve kütle hareketi olan alanlarda potansiyel kayma yüzeyini ve suya doymuş bölgeleri belirlemeye yönelik olarak eğime dik yönde birbirine paralel, heyelan alanının topuk ve taç kısmı içinde kalacak şekilde en az 2 profil ve bunlara dik 2 profil Elektrik Rezistivite Tomografi (ERT) çalışması yapılmalıdır.

Korozyona yönelik çalışmalarda ise TS 4363 ve TS 5141 EN 12954'e göre görünür özdirenç ile zemin içinde korozyona neden olabilecek birimlerin tanımlaması yapılabilir.

Yeraltı su seviyesi ve akış yönünün belirlenmesi için (Self/Spontaneous Potential-SP) ve (Induced Polarization-IP) yöntemleri de kullanılabilir. IP ve SP yöntemlerin uygulanmasında uluslararası standartlara uyulmalıdır.

#### **b) Mikrotremör Ölçümü**

Mikrotremör ölçümleri patlatma, balyoz, vibratör gibi herhangi bir yapay kaynağa ihtiyaç duymadan, yerin doğal titreşimi dinlenerek zemin hakim titreşim periyodunun bulunması amacıyla kullanılır. Açılım ve dizilim gerektirmeyen bir yöntem olduğundan yerleşimin yoğun olduğu dar alanlarda rahatça uygulanabilir. Mikrotremör ölçümleri ayrıca zemindeki tabakalanma ile büyütme özelliklerinin belirlenmesi amacıyla da kullanılabilir. Ölçümler yapay gürültülerin en az olduğu zamanlarda yapılmalıdır. Ana kayanın mostra verdiği yerlerde bir ölçü de ana kaya üzerinde alınmalıdır.

Bina Yükseklik Sınıfı,  $BYS \leq 4$  olan binalarda ve mikrobölgeleme etütlerinin bulunmadığı alanlarda uygun koşullar sağlanabiliyorsa en az 1 adet mikrotremör ölçümü yapılmalıdır.

#### c) SPAC ( Spatial Auto Correlation /Uzaysal Özilişki) Yöntemi

Çalışma alanı için derin S dalga hızının belirlenmesine ihtiyaç duyulması halinde (örneğin  $V_{S50}$  veya  $V_{S100}$ ) bu yöntem etkin olarak kullanılır. Yöntemde kullanılan mikrotremör kayıtçılarının yerleşimi (merkezde 1, çevresinde eşit aralıklarda dairesel ve üçgensel dizilmiş en az 3 adet), yüzey ve istenilen derinlikteki S dalga hız bilgisi verilebilecek şekilde belirlenmelidir. Kayıtlar yerel zaman diliminde aynı anda başlatılmalıdır. Alternatif olarak f-k (Frequency-Wavenumber/Frekans-Dalga Sayısı) Yöntemi de kullanılabilir.

#### d) Sismik Kırılma Ölçümü

Sismik kırılma ölçümleri jeolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki değişimlerini tanımlamak, dinamik esneklik direnişlerini belirlemek, sıvılaşma analizlerine yönelik veri toplamak amacıyla yapılan, 2 boyutlu jeofizik çalışmalardır. Ölçümler, boyuna (P) ve enine (S) dalga hızları ölçülecek şekilde, ölçüme uygun jeofonlar kullanılarak yapılır. Sismik kırılma ölçümlerinde düz, ters ve orta atış olmak üzere en az 3 atış yapılmalı, her atışta yapılacak vuruş için yığma sayısı enerjinin son jeofona kadar iletilebileceği şekilde ayarlanmalıdır. Sismik kırılma çalışmalarında elde edilebilecek veriler aşağıda verilmiştir.

- 1) Anakaya ve üzerindeki sedimanların tabakalanma ve fiziksel özellikleri,
- 2) Tabakaların dinamik elastik parametreleri,
- 3) Heyelanların birincil ve ikincil kayma yüzeyleri (sismik tomografi),
- 4) Yeraltı suyunun varlığı,
- 5) Tabakaların taşıma gücü,
- 6)  $V_{S30}$  hızı.

Sismik kırılma S dalgası ölçümü yapıldığında polarite ölçümleri de yapılmalıdır. Sismik kırılma ölçüm çalışmaları ASTM D5777 - 00 (2011) e1 standardında belirtilen yöntemler esas alınarak yapılmalıdır.

Sismik kırılma profil sayısı, her iki doğrultuda en az birer adet olacak şekilde belirlenmeli, ihtiyaç duyulması halinde yapının taban alanına bağlı olarak EK-3' de örneklendirildiği şekilde profil sayısı arttırılmalıdır.

Heyelan geometrisi belirlenirken; topuk ve taç bölgesini kapsayacak şekilde, eğime dik yönde, en az 3 profilde birbirine paralel sismik kırılma ölçümü yapılmalıdır.

Heyelan geometrisi belirlenirken; topuk ve taç bölgesini kapsayacak şekilde, eğime dik yönde, en az 2 profilde ve bunlara dik en az 2 profil birbirine paralel sismik kırılma tomografi ölçümü yapılmalıdır. Sismik tomografi ölçümleri klasik yönteme ek olarak her jeofon arasından vuruş yapılarak alınan verilerin birlikte değerlendirilmesi şeklinde uygulanır.

#### e) Sismik Yansıma Yöntemi

Sismik yansıma yöntemi jeolojik birimlerin yatay ve düşey yöndeki değişimlerini tanımlamak, sığ ve çok sığ yeraltı problemlerinin yüksek çözünürlükte araştırılması amacıyla kullanılmaktadır. Sismik yansıma ölçüm çalışmaları başta ASTM D7128 - 18 olmak üzere uluslararası kabul görmüş standartlarda belirtilen yöntemler esas alınarak yapılmalıdır.

Sismik yansıma çalışmalarında toplanan veriler ile ilgili olarak; koordinatlar (başlangıç ve bitiş olmak üzere x-y/koordinat sistemi belirtilmelidir), kullanılan cihaz bilgisi ve kanal sayısı (minimum 48 kanal), profil sayısı, numarası ve boyu, jeofon türü ve frekansı, jeofon aralığı ve ofset mesafesi, kaynak türü, kaydırma sayısı, CDP sayısı (minimum 24), kullanılan filtreler, kayıt

uzunluğu, örnekleme aralığı, yığılma sayısı bilgileri Veri Raporunda belirtilmelidir. Veri işlem aşamalarında ham veri konmalı ve yapılan veri işlem aşamaları adlarıyla yazılmalı, neden uygulandıkları ve veride ne gibi bir değişiklik yapıldığından kısaca bahsedilmelidir.

Sismik yansıma sonuç kesitlerinin sunumunda verilecek kesitler üzerinde; görülen tabaka ara yüzeyleri, fay konumu süreksizlikleri, boşluklar, temel kaya derinliği ve konumu vb. yeraltı unsurları çizilerek yorumlamalar yapılmalıdır.

#### **f) Aktif (MASW) ve Pasif (REMİ) Kaynaklı Yüzey Dalgası Analizi**

Aktif kaynaklı yüzey dalgası (MASW) analizleri özellikle şehir içlerinde açılım mesafesi az ve sinyal/gürültü oranı fazla olan, yeraltı suyu bulunan, düşük hız zonları (düşük dayanımlı ara tabakaları) barındırabilecek formasyonların (alüvyon birimler, yapay ya da doğal dolgu alanları vb.) bulunduğu parsellerde S dalgası hızlarının belirlenmesi ile anakaya ve üzerindeki sedimanların tabakalanma, yumuşaklık-katılık, gevşeklik-sıkılık gibi zemin profillerini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır.

Ölçümlerde düşey bileşenli 4,5 Hz. jeofonlar kullanılır. Sığ çalışmalar için jeofon frekansı yükseltilebilir.

Profil boyu (kaynak-son jeofon arası) hedeflenen araştırma derinliğinin yarısı olarak alınır. Minimum ofset mesafesi jeofon aralığının 4 katı olarak seçilmelidir.

MASW çalışmalarıyla gerekli araştırma derinliğine ulaşılamaması durumunda aynı profilde REMİ ölçüsü alınarak veriler birlikte değerlendirilir.

Pasif kaynaklı yüzey dalgası (REMİ) analizi ise özellikle yüksek gürültülü ortamlarda, kısa serimle derin tabakalardan veri alınması,  $V_{S30}$  hızının ve S dalgası hızlarının tespitinin gerektiği durumlarda kullanılmaktadır. Bu yöntemler arazi yüzeyinde rijit kaplamaların (saha betonu, asfalt, kaldırım vb.) bulunması durumunda da uygulanabilmektedir.

#### **g) Yer Radarı (GPR) Yöntemi**

Yer Radarı (GPR) yöntemi, kullanılan anten frekansına göre derindeki ya da arazi yüzeyine yakın jeolojik birimlerin, yapıların ya da boşlukların araştırılması ve bu birimlerin sürekliliğini 2 ve 3 boyutlu tanımlanabilmesi amacıyla kullanılan, yüksek çözünürlüklü, hızlı ve tahribatsız bir yöntemdir. Çalışmalarda ASTM D6087-08, ASTM D6432-11 ve ASTM D4748-10 standartlarına uyulmalıdır.

Yer radarı çalışmalarından elde edilebilecek bilgiler aşağıda belirtilmiştir:

- 1) Doğal ya da yapay yeraltı yapılarının (doğalgaz, akaryakıt, su, kanalizasyon, elektrik, telefon vb. hatlar, LPG ve akaryakıt tankları, mağara, karstik boşluk, gömülü katı atık depoları vb.) yer, ebat ve derinlikleri,
- 2) Arkeolojik yapıların yerleri ve konumları,
- 3) Yüzeye yakın yeraltı su seviyesi ve akım yönü,
- 4) Su ve kanalizasyon hatlarından, endüstriyel atıklardan kaynaklanan kaçak ve sızıntılar,
- 5) Heyelan alanlarındaki kayma yüzeyleri (2-3 boyutlu olarak),
- 6) Yakın yüzeye ait tabakalar, kırık ve çatlakların tespiti.

#### **h) Kuyu Logu ve Kuyu İçi Sismik Ölçümü**

Açılan mekanik sondaj kuyularında gözlenen birimlerin kuyu çevresindeki yanal değişimlerinin belirlenmesi, kuyu içerisine gelen sıvı vb. girişimlerin tespiti, detaylı P ve S dalga hız bilgisi elde etmek ve açılan sondaj kuyuları arasındaki boşluklu alanların belirlenmesi ve birimlerin detaylı olarak incelenmesi amacıyla kuyu içerisinden yapılan jeofizik ölçüm teknikleri (rezistivite, doğal potansiyel, yoğunluk, sonik, radyoaktif loglar, down-hole (yüzey-kuyu), up-hole



(kuyu-yüzey) ve cross-hole (karşıt kuyu) vb.) kullanılır. Cross Hole ölçümleri ASTM D5753-18, ASTM D4428M-14, yüzey-kuyu (down-hole) sismik ölçümleri ASTM D7400-17 standartlarına göre yapılmalıdır.

#### 7.2.2.4 Arazi Deneyleri

İnşa edilecek/mevcut yapının ve zemin birimlerinin özellikleri dikkate alınarak, zemin koşulları ile uyumlu ve proje gereksinimlerini karşılayacak şekilde aşağıda genel hatlarıyla 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 Tablo-5' de 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 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.

##### a) Standart Penetrasyon Testi (SPT)

Standart Penetrasyon Testi (SPT), esas olarak kohezyonsuz zeminlerin sıklık, yoğunluk ve içsel sürtünme açısının tayini ile kohezyonlu zeminlerin kıvamının belirlenmesinde kullanılır. Bu deneyin TS EN ISO 22476-3 standardına göre yapılması gerekmekte olup, deney sonuçları (araziden elde edilmiş ham SPT verileri) ile deney sonuçlarının gerekli tüm düzeltme faktörlerine (derinlik düzeltmesi, tij boyu düzeltmesi, numune alıcı tipi düzeltmesi, sondaj delgi çapı düzeltmesi, enerji oranı düzeltmesi, ince dane içeriğine göre düzeltme vb.) bağlı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

SPT deneyi yapılırken, herhangi bir 15 cm. ilerleme için 50'den fazla darbe gerekiyorsa veya art arda gelen iki aşamada toplam 30 cm ilerleme için 100'den fazla darbe gerekiyorsa refü tanımlaması yapılmalı ve sondaj loguna darbe sayısı ve penetrasyon miktarı yazılmalıdır (50 darbe/penetrasyon miktarı).

##### b) Koni Penetrasyon Testi (CPT)

Koni Penetrasyon Testi (CPT) özellikle yumuşak kil ve siltler ile kumlu zeminlerde iyi sonuçlar veren, ancak çakıllı ve bloklu zeminler ile kayada sonuç alınamayan bir deneydir. Zemin profili ve özelliklerinin sürekli ve sağlıklı olarak tayini için, sondajlarla paralel şekilde planlanmış, Koni Penetrasyon Testleri (CPT ve boşluk suyu basıncı ölçümlü-CPTU) yapılması önerilir. Bu deneyde; ekipmanın ağırlığı, uygulanacak basınca karşı koyacak şekilde seçilmeli, boşluk suyu basıncı ölçen cihazlardaki poroz taşlarda polimer ile doygunlaştırma yapılmalıdır.

Bu deneyin TS EN ISO 22476-1, TS EN ISO 22476-12 standartlarına göre yapılması gerekmekte olup, deneyde kullanılan aletin markası, mekanik veya elektronik olup olmadığı, penetrometrelerin açık veya kapalı uçlu olup olmadığı gibi özellikleri, kalibrasyon tarihi ile ölçüm cihazından kaynaklanan hatalar raporda belirtilmelidir.

##### c) Presiyometre Deneyi

Presiyometre deneyi; radyal basınç altında zemin ve kaya (yumuşak/zayıf kaya) birimlerin gerilme-deformasyon ilişkisinden faydalanılarak, bu tür birimler üzerinde veya içinde inşa edilecek sığ ve derin temellerin taşıma gücü ve oturma miktarlarının hesaplanması, dayanma yapılarında zemin basınçlarının tayini ve kazıkların yatay yönde yüklenmelerindeki davranışlarının belirlenmesi amacıyla yapılır.

Tablo-5. Uygulanabilir arazi inceleme yöntemleri

Arazi İnceleme Yöntemleri <sup>a)</sup>	Muhtemel elde edilebilir sonuçlar																			
	Numune alma						Arazi deneyleri												Yeraltı suyu ölçümleri	
	Zemin			Kaya			CPT veya CPTU	Presiyometre <sup>c)</sup>	KDT	EDT	SPT <sup>d)</sup>	DPH-DPO	DPH-DPÇA	AST	SVT	DDT	PYT	Açık sistem	Kapalı sistem	
	Kategori A	Kategori B	Kategori C	Kategori A	Kategori B	Kategori C														
<b>Temel bilgiler</b>																				
Zemin tipi	C1 F1	C1 F1	C2 F2	-	-	-	C2 F2	C3 F3	-	C3 F3	C2 F1	C3 F3	C3 F3	-	-	C2 F2	-	-	-	
Kaya tipi	-	-	-	R1	R1	R2	R3 <sup>e)</sup>	R3	R2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tabakaların yayılımı <sup>b)</sup>	C1 F1	C1 F1	C3 F3	R1	R1	R2	C1 F1	R3 C3 F3	R3	C3 F3	C2 F2	C1 F2	C1 F2	F2	-	C2 F1	-	-	-	
Yeraltı su seviyesi	-	-	-	-	-	-	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Boşluk suyu basıncı	-	-	-	-	-	-	C2 F2	F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Geoteknik özellikler</b>																				
Tane boyutu	C1 F1	C1 F1	-	R1	R1	R2	-	-	-	-	C2 F1	-	-	-	-	-	-	-	-	
Su içeriği	C1 F1	C2 F1	C3 F3	R1	R1	-	-	-	-	-	C2 F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Atterberg limitleri	F1	F1	-	-	-	-	-	-	-	-	F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Yoğunluk	C2 F1	C3 F3	-	R1	R1	-	C2 F2	-	-	-	C2 F2	C2	C2	-	-	C2 F2	-	-	-	
Kayma mukavemeti	C2 F1	-	-	R1	-	-	C2 F1	C1 F1	-	-	C2 F3	C2 F3	C2 F3	C2	F1	C2 F1	R2 C1 F1	-	-	
Şıkışabilirlik	C2 F1	-	-	R1	-	-	C1 F2	C1 F1	R1	F1	C2 F2	C2 F2	C2 F2	C2	-	C2 F1	C1 F1	-	-	
Permeabilite	C2 F1	-	-	R1	-	-	C3 F2	F3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Kimyasal deneyler</b>	C1 F1	C1 F1	-	R1	R1	-	-	-	-	-	C2 F2	-	-	-	-	-	-	-	-	
Açıklamalar	R1 Kaya için uygun						R2 Kaya için kısmen uygun						R3 Kaya için uygun değil							
a) Terim için TS EN ISO 22475-1 standardında belirtilen 3. ve 4. Bölümlere bakınız	C1 İri taneli zemin için uygun <sup>)</sup>						C2 İri taneli zemin için kısmen uygun						C3 İri taneli zemin için uygun değil							
b) Yatay ve düşey doğrultuda	F1 İnce taneli zemin için uygun <sup>)</sup>						F2 İnce taneli zemin için kısmen uygun						F3 İnce taneli zemin için uygun değil							
c) Basınçölçer tipine bağlı olacak	CPT Koni penetrasyon testi						DPÇA Dinamik prob çok ağır (Tip A-Tip B)													
d) Numune alındığı varsayılarak	CPTU Boşluk su basıncı ölçümlü koni penetrasyon testi						EDT Esnek dilatometre testi													
e) Yalnızca yumuşak kaya	DDT Düz dilatometre testi						SVT Saha veyn deneyi													
- Uygulanabilir değil	DP Dinamik prob						PYT Plaka yükleme testi													
	DPH Dinamik prob hafif						KDT Kaya dilatometre testi													
	DPO Dinamik prob orta						SPT Standart penetrasyon testi													
	DPA Dinamik prob ağır						AST Ağırlık sondaj testi													
<sup>)</sup> Ana zemin grupları "kaba" ve "ince" TS EN ISO 14688-1'e göredir. NOT: 1- Zemin koşulları (zemin tipi ve yeraltı suyu koşulları gibi) ve planlanan tasarıma bağlı olarak araştırma yöntemi farklılık gösterebilir ve tablodan sapabilir. 2- Kategori A, B, C: Numune alma yöntemleri (TS EN ISO 22475-1)																				

Sondaj sırasında deneyin beklenmeden uygulanması, sondaj çapının presiyometreye uygun seçilmesi, aksi takdirde presiyometrenin burğu ile açılmış sondaja yerleştirilmesi gerekmektedir. Deneyin yapılışında TS EN ISO 22476-4 ve ASTM D4719-00 standartlarına uyulur.

Bu deneyin hangi yöntemle yapıldığı, kullanılan cihazların tipi, kalibrasyonuna ait bilgileri, deneyin mahallinde uygulanışıyla ilgili bilgiler ve karşılaşılan sorunlar Veri Raporunda belirtilmelidir. Arazide elde edilen deney eğrisi ve düzeltilmiş deney eğrisi ayrı ayrı verilmeli, eşdeğer net limit basınç ile presiyometre modülünün bulunmasında kullanılan formüllerin hangi kaynaklardan alındığı ve geçerlilik koşulları belirtilmelidir. Ayrıca deney sonuçları tablo halinde raporda yer almalıdır.

#### **d) Kanatlı Kesici Deneyi (Veyn Deneyi)**

Veyn deneyi, kohezyonlu zeminlerin drenajsız kayma dayanımının arazide belirlenmesinde kullanılır. Özellikle de örselenmemiş numune alınmasının güç olduğu yumuşak kıvamdaki kil ya da siltli killer gibi yumuşak/hassas zemin koşullarının olduğu deniz çökeltilerinde başarılı sonuçlar vermektedir.

Bu deney; kum, çakıl veya benzeri zeminler için uygun değildir.

Bu deneyin EN ISO 22476-9 standardına göre yapılması gerekmekte olup, kullanılan cihazın özellikleri belirtilmelidir. Hesaplamalar, cihazın el kitabında belirtilen özellikler dikkate alınarak yapılmalıdır.

#### **e) Plaka Yükleme Deneyi**

Plaka yükleme deneyi, uygulandığı noktadaki gerilme-deformasyon ilişkisi ile deformasyon modülünü bulmak ve bu eğriden yararlanarak temel taşıma gücü, yatak katsayısının hesaplanmasına yönelik veri elde etmek amacıyla, kaya dışındaki tüm zeminlerde yapılabilir.

Deney yapılırken kullanılan plakanın çapının 3 katından daha derinde, deney yapılan birimden daha sağlam birimin olmasına dikkat edilmelidir.

Kaya birimlerinin dayanım ve deformasyon özelliklerinin belirlenmesi için büyük çaplı plaka yükleme deneyi yapılmalıdır. Bu mümkün olmadığında; hem kaya malzemesi özelliklerini hem de süreksizlik özelliklerini dikkate alan ampirik yöntemler (kaya kütle sınıflandırma sistemleri, RMR, Q vb. gibi) kullanılarak kaya kütlesi puanı, buna bağlı olarak kaya biriminin deformasyon modülü belirlenmelidir.

Bu deneyin EN ISO 22476-13 ve TS 5744 standartlarına göre yapılması gerekmekte olup, kullanılan cihazın plaka çapı ve özellikleri ile deneyin yapıldığı yerin koordinatı ve derinliği, plankoteli vaziyet planı üzerinde gösterilmeli ve rapor ekinde sunulmalıdır.

#### **f) Kayalarda Dilatometre Deneyi**

Dilatometre deneyi, radyal bir basınç altında kayalarda meydana gelen şekil değiştirmenin ölçülmesi suretiyle yapılmakta ve kaya türü zeminlerin gerilme-deformasyon özelliklerinin tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Elde edilen veriler kayaya oturan temellerin taşıma gücü ve oturma hesaplamalarında kullanılmaktadır.

Bu deneyin hangi yöntemle yapıldığı, kullanılan cihazların tipi ve kalibrasyonuna ait bilgiler ile zemin parametrelerinin bulunmasında kullanılan formüllerin hangi kaynaklardan alındığı belirtilmeli, deneyler CEN ISO/TS 22476-11 standardına göre yapılmalı, deney sonuçları tablo ve grafik halinde raporda yer almalıdır.

## g) Hidrojeoloji Çalışmaları

Mühendislik yapılarına ilişkin zemin araştırmalarında yeraltı suyu ile ilgili çalışmalar, yapıların üzerinde veya içinde inşa edileceği zeminlerin geoteknik özelliklerini doğrudan etkilemesi nedeniyle, gerekli bilgileri elde edecek kapsamda detaylı olarak planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir.

Hidrojeolojik araştırmalar; gerekli olduğu durumlarda:

- 1) Yeraltı suyu bulunan zemin ve kaya birimlerinin derinliği, yayılımı, kalınlığı, gözeneklilik ve hidrolik iletkenlik durumu,
- 2) Kaya zeminlere ait gözeneklilik ve geçirgenlik bilgilerinin elde edilmesinde kullanılmak üzere kırık ve çatlak, eklem sistemi ile tabaka düzlemlerine ilişkin (aralık, açıklık, sıklık, dolgu varlığı ve türü vb.),
- 3) Yeraltı suyunun veya akiferlerin piyezometrik seviyelerinin kotu, bunların seviyelerindeki farklılıkların zamanla değişimleri ve gerçekleşmesi muhtemel ekstrem koşullardaki yeraltı su seviyesi ve bunların oluşma sıklıkları,
- 4) Yeraltı suyunun debisi, kimyasal özellikleri ve sıcaklığı ile boşluk suyu basıncı dağılımı, bilgilerini sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.

Ölçümler ve planlama yapılırken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- 1) Yeraltı suyu ölçümlerinde kullanılan ekipman türü zeminin tür ve geçirimsizliğine, gereken gözlem süresine, beklenen yeraltı suyu seviyesi değişimlerine, zemin ve kullanılan ekipmanın tepki süresine uygun olarak seçilmelidir.
- 2) Ölçüm istasyonlarının sayısı, konumları ve derinlikleri; ölçüm amacını, topoğrafyayı, stratigrafi ve zemin koşullarını, özellikle geçirimsizlik ya da belirlenmiş akiferleri dikkate alarak belirlenmelidir.
- 3) Çok kısa süreli değişimleri ya da hızlı değişimlerinin izlenmesi gerektiğinde tüm zemin ve kaya türleri için sensörler ve veri toplayıcılar kullanılarak sürekli ölçümler yapılmalıdır.
- 4) Mevcut/yapılacak yapının imalatı aşamasında ya da yapı tamamlandıktan sonra, izleme amacıyla yapılan ölçümlerde, örneğin yeraltı suyu seviyesi düşürme çalışmalarında, kazılarda, dolgularda ve yeraltı yapılarında, yeraltı suyu ölçüm noktaları beklenen değişiklikleri yansıtacak şekilde seçilmez.
- 5) Referans oluşturması amacıyla yeraltı suyundaki doğal değişimler belirlenmeli, mümkünse projeden etkilenen alanın dışında da gözlem yapılmalıdır.
- 6) Zemin ya da kaya tabakasında amaçlanan noktada boşluk suyu basıncını belirleyecek ölçümlerin elde edilebilmesi için ölçülen noktanın diğer tabakalardan veya akiferlerden etkilenmemesi için yeterince yalıtıldığından emin olunmalıdır.
- 7) Kullanılacak ölçüm kriterleri ilk okumalarda gözlenen değişimler dikkate alınarak belirlenmelidir.
- 8) Sondajlarda gün sonunda yapılan su seviyesi ölçümü ile ertesi gün başında (delgi başlamadan) yapılan su seviyesi ölçümü yeraltı suyu durumunu gösteren önemli bir gösterge olup kayıt edilmelidir.
- 9) Sondaj sırasında ani su gelişi veya kaybı önemli bilgiler olduğundan kayıt edilmelidir.
- 10) Yeraltı suyu seviyesi altında yapılacak kazılarda, kazı çukuru içerisinde kalacak sondaj kuyuları, kazı içerisine su gelişinin engellenmesi için enjeksiyonlanarak kapatılmalıdır.
- 11) Çalışma alanında yeraltı suyuna rastlanması ve yeraltı su seviyesinin temel seviyesine yakın olması durumunda, yeraltı suyunun kimyasal özellikleri açısından betona ve diğer imalatlara yapabileceği zararlı etkilerin belirlenmesi, yeraltı drenaj sistemlerinde ve filtrelerde tıkanma ve buna benzer etkiler nedeniyle oluşacak risklerin ortaya

konulabilmesi, yapım işleri sonucunda yeraltı suyunda meydana gelen kalite değişikliklerinin tanımlaması ve yapı malzemeleri için karışım suyu olarak uygunluğunun tespit edilebilmesi için yeraltı suyu numuneleri alınmalı ve bu numuneler EK-9'de verilen tutanak ile etiketlenmelidir.

- 12) Yeraltı suyu numuneleri üzerinde laboratuvar deneyleri (sülfat içeriği, pH (TS EN ISO 10523) vb.), hidrojeolojik deneyler TS EN ISO 22282-1'e göre yapılmalı ve sonuçları raporda verilmelidir.
- 13) Delikli PVC boru ile teçhiz edilmiş olan sondaj kuyularında, sondaj sıvısı kullanılmış ise sondaj kuyusu boşaltıldıktan sonra yeraltı suyu seviyesi ve debisi ölçümü yapılmalıdır.
- 14) Sondaj kuyusundaki yeraltı suyu gözlemleri ve ölçümleri yeraltı suyu seviyesinin kuyuda dengeye ulaşmasına yetecek kadar uzun bir süre boyunca yapılacaktır. Su seviyesi en az 2'şer gün ara ile yapılacak 3 ardışık ölçümde aynı seviyede kalmış ise dengeye ulaşmış kabul edilir. Ölçümler sonunda yeraltı suyu seviyesinde değişim devam ettiği takdirde bu durum raporda belirtilmeli, seviye ölçümleri tablo halinde raporda verilmelidir.
- 15) Yeraltı suyu laboratuvar deney sonuçları değerlendirilerek buna ilişkin sonuçlar raporda belirtilmelidir.

#### 7.2.2.5 Laboratuvar Deneyleri

Araştırma çukuru veya sondaj çalışmaları sırasında alınan deney numuneleri (zemin, kaya veya yeraltı suyu) 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 rapor 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 laboratuvarda 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.

#### 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 (görelî) sıklık
- Dona karşı hassasiyet

## Zeminlerde Gerime-Deformasyon ve Dayanım Deneyleri

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

## Zeminlerin Sıkışabilirlik Deneyleri

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

## Permeabilite Deneyleri

- Düşen seviyeli permeabilite
- Sabit seviyeli permeabilite

## 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

## Kaya Zeminlerin Sınıflamasına İlişkin Deneyler

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

## 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 laboratuvarında yapılabilecek deneyler Tablo-6'da özetlenmiştir.

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 (KKD) DİD	ÜBD DKD (KKD) DİD	ÜBD DKD (KKD) 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:						
BHA	Birim hacim ağırlığın belirlenmesi	KKD	Kesme kutusu deneyi			
DKD	Direkt basit kesme deneyi	DİD	Dayanım indeks deneyleri (Normalde sadece ilk fazda uygulanır.)			
ÖD	Ödometre deneyi	TBA	Tane boyutu analizi			
DGD	Sabit seviyeli geçirimsizlik deneyi	ÜBD	Üç eksenli basınç deneyi			
SGD	Düşen seviyeli geçirimsizlik deneyi	ÜSGD	Üç eksenli hücrede sabit seviyeli geçirimsizlik deneyi (veya esnek dayanma duvarı permeametri)			
HKD	Halka kesme deneyi (Halka kesme kutusu deneyi)					

### 7.2.3 Kontrol Etütleri

Arazi çalışmalarının üzerinden 1 yıldan fazla zaman geçmesi, parsel topoğrafyasının değişmesi (dolgu veya kazı nedeniyle), çevredeki yapılaşma nedeni ile parselde komşu iksa yapılarının yapılması, yeraltı suyu seviyesinde değişiklik olması, parselin doğal afetlerden etkilenmesi, komşu parsellerdeki yapılaşmaya bağlı geri dolgu yapılması durumunda, ilave kontrol etütleri yapılmalıdır.

Ayrıca; tasarım etütleri safhasında belirlenen zemin ve yeraltı suyu koşullarının teyidi ve/veya proje revizyonundan dolayı ihtiyaç duyulan ilave zemin incelemeleri (arazi ve laboratuvar deneyleri, jeofizik çalışmalar vb. ) için kontrol etütleri yapılabilir.

Zemin ve Temel Etüdü çalışmaları sırasında tespit edilen zemin birimleri ile yapım aşamasındaki kazılarda görülen zemin birimleri, yeraltı suyu vb. farklılıkların tespit edilmesi veya önerilen zemin iyileştirme, jetgrout, kazık, ankraj vb. imalatların yapımı sırasında karşılaşılan (kazık için yapılan forajdan çıkan zemin birimleri gibi) ve projelendirme sırasında öngörülen veya seçilen parametrelerin yetersiz olması durumunda da kontrol etütleri yapılabilir.

Kontrol etütlerinde, '7.2.2. Tasarım Etütleri' başlığı altında belirtilen araştırma yöntemlerinden bir veya birkaçı bir arada kullanılmalıdır.

### 7.3 Kategori 3 İçin Etüt Kapsamı

Kategori 2'ye giren etütlerin kapsamına ilaveten Kategori 3'e giren etütlerde işin özelliğinin gerektirdiği ek çalışmalar yapılmalıdır. Özel bir deney veya etüt uygulandığında takip edilen yöntem, deney usulleri ve yorumu ile ilgili hususlar belgelenmeli ve kaynak gösterilmelidir.

Ayrıca; sahaya özel deprem tehlikesinin belirlenmesi, deprem etkisi altında doğrusal olmayan zemin davranış analizleri, deprem etkisi altında doğrusal olmayan yapı-kazık-zemin etkileşimi analizleri için yapılan zemin ve temel etütleri de Kategori 3 kapsamında olup, Zemin ve Temel Etüdünün planlanması aşamasında, belli ise Tasarım Gözetimi ve Kontrolü hizmetini veren kişinin görüşlerinin alınması önerilir.

Etüt kapsamı belirlenirken yapının yukarıda Madde 5.3'e göre hangi yönden (yapı bileşenlerinin özellikleri, zemin birimlerinin özellikleri, civar yapılar, yeraltı suyu, bölgesel deprem özellikleri veya çevre koşulları) Kategori 3'e girdiği dikkate alınmalı ve yapılacak ilave araştırmalar bu doğrultuda gerekli bilgileri elde edecek şekilde planlanmalıdır.

Kategori 3'e giren zemin ve temel etütlerinde, yukarıda Madde 7.2'de Kategori 2 için belirtilen zemin ve temel etüdü çalışmalarına ilave olarak, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY), madde 16.5'te belirtilen 'Deprem Etkisi Altında Sahaya Özel Zemin Davranış Analizleri' için gerekli tüm arazi ve laboratuvar çalışmaları yapılmalıdır.

## 8 ZEMİN VE TEMEL ETÜT RAPORLARI FORMATI

Zemin ve Temel Etüt Raporları, 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;

- a) 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.
- b) Yapı özellikleri ve beklenen performans düzeyi ile uyumlu temel sistemi seçilecek, taşıma gücü ile kısa ve uzun süreli zemin yerdeğiştirme-oturma değerleri verilecek, bu kapsamda zeminlerin şişme davranışı, net temel basınçları ve olası kaldırma kuvvetleri dikkate alınacaktır.
- c) Zemin iyileştirme ve/veya güçlendirmesine gereksinim duyulması halinde, olası yöntemler irdelenecek, önerilen yöntemle ilişkin uygulama esasları tanımlanacak, iyileştirilmiş zemin için hedeflenen zemin özellikleri, temellerin taşıma gücü ve yerdeğiştirme değerleri verilecektir.
- d) 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.

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.

Zemin ve Temel Etüt Raporlarının hazırlanmasında öncelikle etüt kategorisinin gerektirdiği çalışmalar belirlenir. 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.

Veri Raporunun içeriği ve etüt kategorisinin gerektirdiği çalışmalar Zemin ve Temel Etüt Ekibi tarafından planlanmalı, Veri Raporu kapağı ile sonuç ve öneriler bölümünde, çalışmada yer alan mühendislerin imzası bulunmalıdır. Ayrıca, çalışmaya katılan her mühendis Veri Raporu içinde kendi mesleki disiplini ile ilgili sayfaları da paraflamalıdır.

Geoteknik Raporun kapağı ile sonuç ve öneriler bölümü, raporun içeriğine uygun olarak çalışmada katkısı olan ilgili mühendislerce imzalanır. Mühendislik disiplinleri rapor içeriğinde kendi meslek disiplini ile ilgili sayfaları da paraflamalıdır.

Sahaya özel deprem tehlikesinin belirlenmesi, deprem etkisi altında doğrusal olmayan zemin davranış analizleri, deprem etkisi altında doğrusal olmayan yapı-kazık-zemin etkileşimi analizleri Tasarım Gözetimi ve Kontrolü Hizmetine tabidir.

Zemin ve temel etütlerinde; Kategori 1 kapsamındaki çalışmalar jeoloji mühendisleri ile etüt planlamasına göre ilaveten jeofizik mühendisleri tarafından, Kategori 2'dekiler jeoloji ve inşaat mühendisleri ile etüt planlamasına göre ilaveten jeofizik mühendisleri tarafından, Kategori 3'dekiler ise jeoloji, inşaat ve jeofizik mühendisleri tarafından ilgili oldukları rapor bölümlerine göre ortaklaşa yürütülür. Kategori 1 ve kategori 2 kapsamındaki çalışmalara, etüdün amacına, zemin koşullarına, çevre yapılar, yeraltı suyu durumuna, yapılacak/mevcut yapı karakteristiklerine, sahanın büyüklüğüne göre etüt planlamasında veya tasarım etütleri esnasında diğer meslek disiplinleri de dahil edilir.

Veri Raporu Formatı EK-11'de, Geoteknik Rapor Formatı da EK-12'de verilmiş olup, Kategori 1 kapsamındaki etütler için ayrı ayrı Veri ve Geoteknik Rapor hazırlamak yerine istenirse EK-13'de yer alan formatta da etüt hazırlanabilir.


## 9 EKLER

1. Kategori 1 İçin Tespit Formu
2. Araştırma ukuru Logu
3. Araştırma Noktaları Vaziyet Planı
4. Araştırma ukuru Kabul Tutanağı
5. Sondaj Logu
6. Lejant
7. Sondaj Kuyusu Kabul Tutanağı
8. Jeofizik alışma Kabul Tutanağı
9. Yeraltı Suyu Numune Alma Tutanağı
10. Numune Alma Etiketi
11. Veri Raporu Formatı
12. Geoteknik Rapor Formatı
13. Kategori 1 Zemin ve Temel Etüt Raporu Formatı

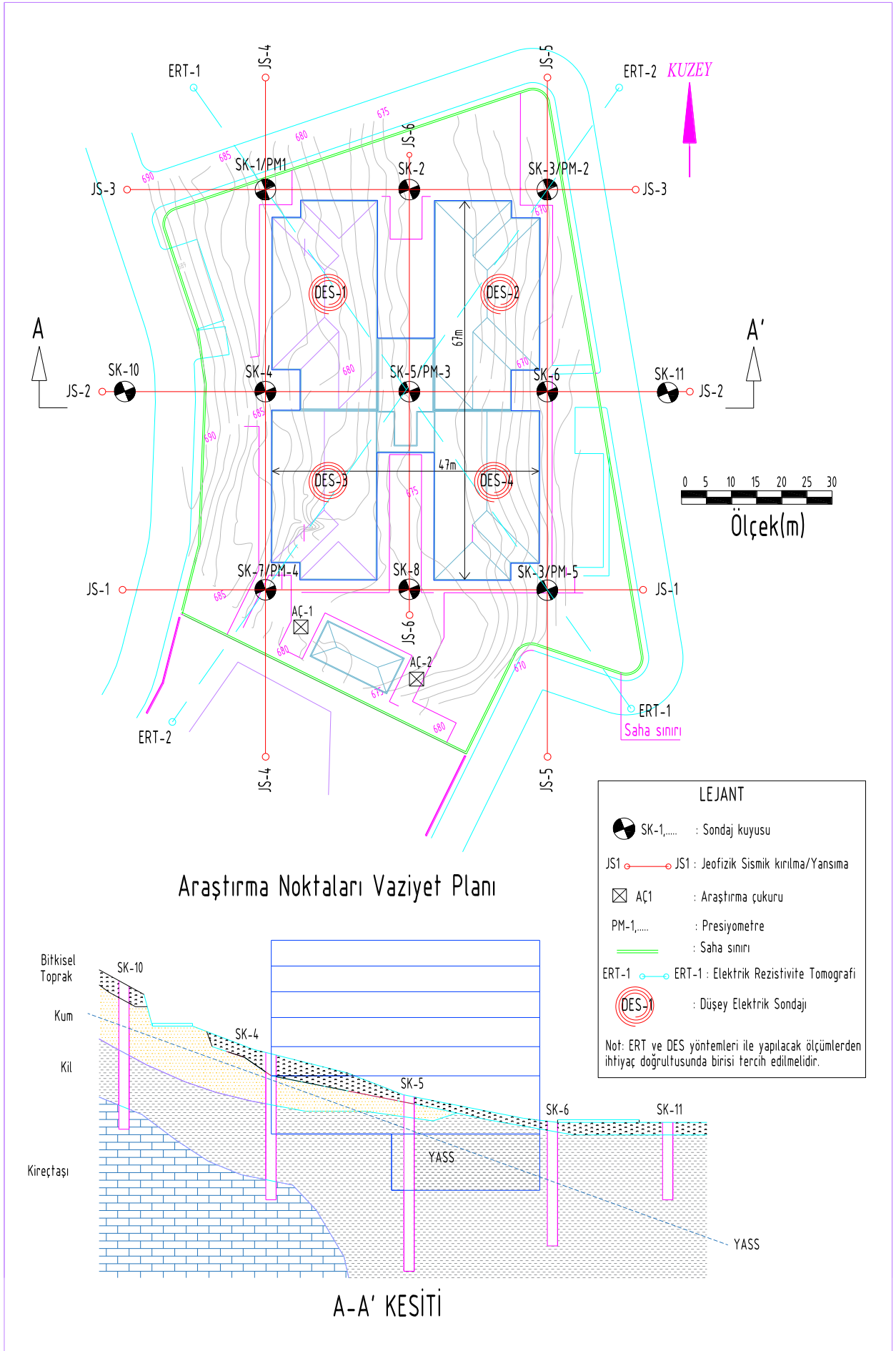
<b>Kısaltmalar</b>	
ISO	Uluslararası Standartlar Teşkilatı (International Organization of Standardization)
ASTM	Amerika Malzeme Tecrübeleri Kurumu (American Society for Testing and Material)
BSI	İngiliz Standartlar Enstitüsü (The British Standards Institution)
DIN	Alman Standartları (German Institute for Standardization)
ISRM	Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği (International Society for Rock Mechanics)
EUROCODE	Avrupa Standart Serisi (European Standards)
BKS	Bina Kullanım Sınıfı
BYS	Bina Yükseklik Sınıfı
TCR	Toplam Karot Verimi
SCR	Sağlam Karot Verimi
RQD	Kaya Kalite Göstergesi
RMR	Kaya Sınıflama Sistemi
Q	Kaya Sınıflama Sistemi
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
UA	Uygun Alan
ÖA	Önlemlenmiş Alan
SPT	Standart Penetrasyon Testi
CPT	Koni Penetrasyon Testi
PVC	Poly Vinyl Chloride malzeme yani sert plastik
P	Boyuna dalga hızı
S	Enine dalga hızı
V <sub>S30</sub>	Yüzeyden 30 m derinliğindeki kayma dalgası hızı
V <sub>S50</sub>	Yüzeyden 50 m derinliğindeki kayma dalgası hızı
V <sub>S100</sub>	Yüzeyden 100 m derinliğindeki kayma dalgası hızı
CDP	Ortak Derinlik Noktası (Common Depth Point)
pH	Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
<b>Standartlar</b>	
TS EN ISO 22475-1	Jeoteknik etüt ve deneyler - Numune alma yöntemleri ve yeraltı suyu ölçümleri - Bölüm 1: Teknik uygulama esasları
TS EN ISO 22476-1 (İngilizce Metin)	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 1: Elektrikli konik ve piyezokonik penetrasyon deneyi
TS EN ISO 22476-3	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 3: Standard penetrasyon deneyi
TS EN ISO 22476-4 (İngilizce Metin)	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 4: Menard presiyometre deneyi
EN ISO 22476-9	Geoteknik araştırma ve testler (Geotechnical investigation and testing – Field testing-Part 9:Field vane test)
TS EN ISO 22476-12	Jeoteknik etüt ve deneyler - Arazi deneyleri - Bölüm 12: Mekanik konik penetrasyon deneyi (cptom)
EN ISO 22476-13	Geoteknik araştırma ve testler (Geotechnical investigation and testing – Field testing-Part 13: Plate loading test)

TS EN ISO 14688-1 (İngilizce Metin)	Geoteknik etüt ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması - Bölüm 1: Tanımlama ve tarif
TS EN ISO 14688-2 (İngilizce Metin)	Geoteknik etüt ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması - Bölüm 2: Sınıflandırma prensipleri
TS EN ISO 14689 (İngilizce Metin)	Geoteknik etüt ve deneyler - Kayaçların tanımlanması, tarif edilmesi ve sınıflandırılması
TS EN 1997-1 (İngilizce Metin)	Eurocode 7: Jeoteknik tasarım- Bölüm 2: Genel kurallar
TS EN 1997-2 (İngilizce Metin)	Geoteknik tasarım - Bölüm 2: Zemin etüdü ve deneyleri (Eurocode 7)
TS 4363	Doğal zeminlerin elektrik özgül dirençlerinin sahada tayini- Wenner dört elektrod metodu ile
TS ISO 710 Serisi (TS ISO 710-1/2/3/4/5/6/7 serisi)	Jeoloji haritalarında ve kesitlerinde kullanılan semboller (5 Bölüm)
TS 5141 EN 12954	Katodik koruma - Gömülü veya suya daldırılmış metalik yapılar için - Boru hatları için genel prensipler ve uygulama
TS EN ISO 10523	Su kalitesi - pH tayini
TS EN ISO 22282-1	Jeoteknik etüt ve deneyler - Hidrojeolojik deneyler - Bölüm 1: Genel kurallar
TS 5744	Plaka yükleme deneyi ile zemin taşıma gücünün yerinde tayini
ASTM D5753-18	Jeofizik günlüğü geoteknik sondaj oluşturma ve planlama için standart kılavuz (Standard Guide for Planning and Conducting Geotechnical Borehole Geophysical Logging)
ASTM D6087-08	Zemin Delici Radar Kullanarak Asfalt Kaplı Beton Köprü Güverte Değerlendirmesinde Standart Test Yöntemi (Standard Test Method for Evaluating Asphalt-Covered Concrete Bridge Decks Using Ground Penetrating Radar)
ASTM D6432-11	Yeraltı Araştırması için Standart Penetrasyon Radar Yöntemi (Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation)
ASTM D4748-10	Kısa darbeli radar kullanarak çiftli döşeme katmanlarının kalınlığının belirlenmesi için standart test yöntemi (Standard Test Method for Determining the Thickness of Bound Pavement Layers Using Short-Pulse Radar)
ASTM D6429 -99	Yüzey Jeofizik Yöntemleri Seçmek için Standart Kılavuz (Standard Guide for Selecting Surface Geophysical Methods)
ASTM D6431 - 18	Yeraltı Saha Karakterizasyonu için Doğru Akım Direnç Metodunun Kullanılması İçin Standart Kılavuz (Standard Guide for Using the Direct Current Resistivity Method for Subsurface Site Characterization)
ASTM D5777 - 00(2011)e1	Yeraltı İncelemesi için Sismik Kırılma Yönteminin Kullanılması Standart için Kılavuzu (Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation)
ASTM D4428M-14	Crosshole Sismik Test için Standart Test Yöntemleri (Standard Test Methods for Crosshole Seismic Testing)

ASTM D7400-17	Downhole Sismik Test için Standart Test Yöntemleri (Standard Test Methods for Downhole Seismic Testing)
ASTM D4719-00	Zeminlerde Önceden Hazırlanmış Basınç Ölçer Testi için Standart Test Yöntemi (Standard Test Method for Prebored Pressuremeter Testing in Soils)
ASTM D7128 - 18	Sığ Yeraltı Araştırması İçin Sismik Yansıma Yönteminin Kullanılması Standart Kılavuzu (Standard Guide for Using the Seismic-Reflection Method for Shallow Subsurface Investigation)
CEN ISO/TS 22476-11	Geoteknik inceleme ve test - Saha testi - Bölüm 11: Yassı dilatometre testi (Geotechnical investigation and testing - Field testing - Part 11: Flat dilatometer test)
<b>Tablolar</b>	
Tablo 1	Laboratuvar deneyleri için zemin numunelerinin kalite sınıfları ve kullanılan numune alma kategorileri
Tablo 2	Numune alma yöntemleri (TS EN ISO 22475-1)
Tablo 3	Zeminde sondaj ile numune alma işlemi (TS EN ISO 22475-1, çizelge 2)
Tablo 4	Numune alıcı kullanılarak numune alma (TS EN ISO 22475-1, çizelge 3)
Tablo 5	Uygulanabilir arazi inceleme yöntemleri
Tablo 6	Laboratuvar deneyleri (TS EN 1997-2)

		<b>KATEGORİ 1 İÇİN TESPİT FORMU</b>				
<b>İşin Sahibi</b>						
<b>Proje Adı</b>						
<b>Yapı Kullanım Amacı</b>						
<b>İl / İlçe</b>	...../.....	<b>Köy / Mahalle</b>	..... / .....	<b>Ada / Parsel</b>	..... / .....	
<b>Yapı ve Bileşenlerin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden</b>						
<b>Yapı Bodrumlu</b> <input type="checkbox"/>			<b>Yapı Bodrumsuz</b> <input type="checkbox"/>			
Yapı 1 bodrum (Bodrum kat yüksekliği 3m.'yi geçmeyen) ve en fazla 2 katlı			Yapı en fazla 2 katlı		Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Bodrum kat dahil toplam yüksekliği 10.5 m'yi geçmeyen bina			Toplam yüksekliği 7.5 m'yi geçmeyen bina		Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Bina kullanım sınıfı 3, bina önem katsayısı I=1			Bina kullanım sınıfı 3, bina önem katsayısı I=1		Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Bodrum kat dahil toplam inşaat alanı 500 m <sup>2</sup> 'den az			Toplam inşaat alanı 300 m <sup>2</sup> 'den az		Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
<b>Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden</b>						
Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporuna göre yerleşim ve yapılaşmaya uygun alan (UA)			Plana esas rapor yoksa: şişme ve/veya yüksek oturma potansiyeli bilinen zemin yok, yumuşak / gevşek / organik madde içeren zeminler yok		Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Eğimi %5'i geçmeyen saha					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Tabii (dolgu olmayan) zemin/saha					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
Sağlam, sert kayalar, az ayrılmış, orta sağlam kayalar, ayrılmış-çok çatlaklı zayıf kayalar ve sert kil tabakaları					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
V <sub>S30</sub> dalga hızı 360 m/sn'den büyük					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
<b>Civar Yapılar Yönünden</b>						
Komşu yapılara, yollara ve altyapı şebeke sistemlerine zarar riski yok					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
<b>Yeraltı Suyu Yönünden</b>						
Maksimum yeraltı su seviyesi temel etki derinliği içerisinde değil					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
<b>Çevre Koşulları Yönünden</b>						
Yapı alanı ve yakın çevresinde hidrojeoloji, tabii bitki örtüsü, yüzeysel su rejimi, şev/yamaç duraysızlığı, çökme ve yer değiştirme hareketleri sorunları yok					Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>	
<b>Yukarıda belirtilen hususların hepsine 'Evet' cevabı verilmiş ise yapıya ait etüt kategorisi Kategori 1 olarak belirlenir.</b>						
<b>Etüt kategorisi KATEGORİ 1'dir.</b>					<b>Evet</b> <input type="checkbox"/>	<b>Hayır</b> <input type="checkbox"/>
<b>Yüklenici</b>		<b>Kontrol Mühendisi</b>		<b>İdare Onayı</b>		
İsim - Ünvan - İmza		İsim - Ünvan - İmza		İsim - Ünvan - İmza		

ARAŞTIRMA ÇUKURU LOGU													
Firma Adı												Çukur No:	
Proje Adı		Koordinatlar			X		Y						
İl		Tarih											
İlçe		Çukur Derinliği											
Ada		Kazıcı Tipi											
Parsel		Zemin Kotu											
Yeraltı Suyu (m)		Operatör											
Derinlik (m)	Örnek Tipi Nosu	Profil	YASS	Zemin Tanımlaması	USCS	NEM	PP	Laboratuvar Sonuçları					
								W <sub>n</sub> %	LL %	PL %	PI %	+4 %	-200 %
0													
1.0													
2.0													
3.0													
4.0													
5.0													
Açıklamalar					Araştırma Çukuru Fotoğrafi								
PP	Cep Penetrometresi	VM	Çok Nemli										
V	Veyn Deneyi	SM	Az Nemli										
UD	Örselenmemiş Örnek	W	Islak										
DS	Örselenmiş Örnek	W <sub>n</sub>	Doğal Su İçeriği										
BN	Blok Örnek	LL	Likit Limit										
SN	Silindir Örnek	PL	Plastisite İndeksi										
TN	Torba Örnek	+4	4 nolu elekten kalan										
D	Kuru	-200	200 nolu elekten geçen										
USCS	Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemi												
Düşünceler:					Logu Hazırlayan				Kontrol				





ARAŞTIRMA ÇUKURU KABUL TUTANAĞI		
İşin Adı		
Araştırma Çukuru Numarası	AÇ - ...	
Arsa Plankotesine Göre Kuyu Üst Kotu (m)		
Araştırma Çukurunun Koordinatları	X	Y
Araştırma Çukuru Açılma Tarihi		
Araştırma Çukuru Derinliği (m)		
Alınan Örselenmiş Numune Sayısı (adet)		
Alınan Örselenmemiş Numune Sayısı (adet)		
Yeraltı Suyu Seviyesi Derinliği (m)		
Zeminin boyuna kesiti ve zemin birimlerinin litolojik özellikleri		

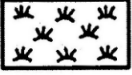
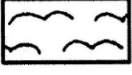
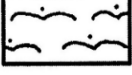





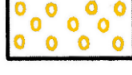






Yukarıda belirtilen araştırma çukuru ..... tarafından .... / .... / ..... tarihinde açılarak gerekli tespitler ve inceleme yapılmış olup, iş bu tutanak ... nüsha olarak tanzim ve imza edilmiştir. .... / .... / .....

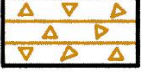

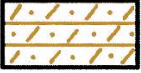
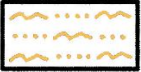


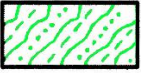

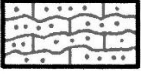


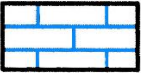
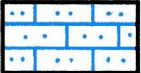
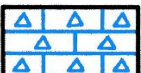

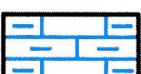

Yüklenici Firma	Kontrol Mühendisi
İmza	İmza















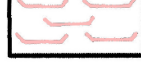

NOT: Araştırma çukurundaki zemin ve kaya tanımlamaları TS EN ISO 14688-1,14688-2,14689 standartlarına uygun olarak hazırlanmalıdır.

Yüklenici Firma		SONDAJ LOGU										İşveren																												
Proje Adı																																								
İl		Sondaj Derinliği (m)										Sondaj No																												
İlçe		Başlama Tarihi										Sayfa No																												
Mahalle/Köy		Bitiş Tarihi										Sorumlu Jeoloji Mühendisi																												
Pafta		Makine Tipi/Metodu										Adı Soyadı İmza																												
Ada		SPT Şahmerdan Tipi					Otomatik					Sondör Belge No																												
Parsel		Delgi Çapı										Adı Soyadı																												
Sondaj Kotu		Yeraltı Suyu (m)					Derinlik		Tarih		Açıklama		Adı Soyadı																											
Koordinatlar		X		Y																																				
Sondaj derinliği (m)	Muhafaza borusu derinliği	Kuyu içi deneyler	Örnek derinliği (m)	Örnek türü ve no	Standart Penetrasyon Testi (SPT)				Presiyometre Deneyi		Kaya özellikleri					Zemin profili	Zemin tanımlaması	Sondaj derinliği (m)																						
					Darbe sayısı				Elastisite Modülü (kg/cm <sup>2</sup> )	Limit Basıncı (kg/cm <sup>2</sup> )	TCR %	SCR %	RQD %	Ayrışma derecesi	Çatlak sıklığı				Dayanım																					
0-15	15-30	30-45	N																																					
0,0																	0,0																							
0,5																	0,5																							
1,0																	1,0																							
1,5																	1,5																							
2,0																	2,0																							
2,5																	2,5																							
3,0																	3,0																							
3,5																	3,5																							
4,0																	4,0																							
4,5																	4,5																							
5,0																	5,0																							
5,5																	5,5																							
6,0																	6,0																							
6,5																	6,5																							
7,0																	7,0																							
7,5																	7,5																							
8,0																	8,0																							
8,5																	8,5																							
9,0																	9,0																							
9,5																	9,5																							
10,0																	10,0																							
10,5																	10,5																							
11,0																	11,0																							
11,5																	11,5																							
12,5																	12,5																							
13,0																	13,0																							
13,5																	13,5																							
14,0																	14,0																							
14,5																	14,5																							
15,0																	15,0																							
Kıvam durum (ince daneli)					Sıklık (iri daneli)					Oranlar					Kırıklar / 30 cm.																									
N	0-2	Çok yumuşak	N	0-4	Çok gevşek	N	0-10 %	Pek az	< 1	Seyrek	N	10-20 %	Az	1-2	Orta	N	20-35 %	Çok	2-10	Sık	N	35-50 %	Ve	10-20	Çok sık	N	>20	Parçalı												
Dayanım					Ayrışma Derecesi					Kaya kalitesi tanımı (RQD)					Kısaltmalar																									
I	Çok zayıf		I	Taze		0-25 %	Çok kötü	UD	Örselenmemiş örnek	II	Az ayrılmış		DS	Örselenmiş örnek	III	Orta ayrılmış		SPT	Standart Penetrasyon Testi	IV	Çok ayrılmış		TCR	Toplam Karot Yüzdesi	V	Çok dayanımlı		SCR	Çapım Koruyan Karot %'isi	VI	Kalinti		VST	Veyn deneyi	P	Presiyometre deneyi	K/C	Karot örnek	BST	Basıncılı su deneyi

## LEJANT

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

	brş	Breş	Koyu Turuncu
	ark	Arkoz	Açık Kahverengi
	grv	Grovak	Kahverengi
	kvt	Kuarsit	Açık Kahverengi
	mls	Molas (Eğimli)	Koyu Kahverengi
	flş	Filiş (Eğimli)	Yeşil
	flş	Filiş (Kıvrımlı)	Yeşil
	mrn	Marn	Koyu Gri
	kmrn	Kumlu Marn	Koyu Gri
	klmr	Killi Marn	Koyu Gri
	dol	Dolomit	Gri-Mavi
	kçt	Kireçtaşı	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Kumlu)	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Breşimsi)	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Tebeşirli)	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Sileksli)	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Resifal)	Mavi

	kçt	Kireçtaşı (Şeyl Aratabakalı)	Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Marnlı)	Mavi
	tbş	Tebeşir	Açık Mavi
	kçtf	Kireçtaşı Tüfü	Mavi
	trv	Traverten	Açık Mavi
	klç	Kaliçi	Açık Mavi
	kçt	Dolomitik Kireçtaşı	Koyu Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Rekristalize)	Koyu Mavi
	kçt	Kireçtaşı (Siltli)	Koyu Mavi
	Jps	Jips	Açık Gri
	anh	Anhidrit	Açık Gri
	trb	Turba	Siyah
	kmr	Kömür	Siyah
	slk	Sileks (Çört)	Gri
	dyt	Diyatomit	Açık Pembe
	rdy	Radyolarit	Açık Pembe

Magmatik Kayaçlar:

		Bazık Derinlik Kayacı (ayrışmamış)	Mor
	grn	Granit	Kırmızı
	grdy, mn, kvmn	Granodiyorit, Monzonit, Kuvars Monzonit	Açık Kırmızı
	syn	Siyenit	Açık Kırmızı
	dyr, kvdy	Diyorit, Kuvars Diyorit	Açık Kırmızı
	grb	Gabro	Yeşil
	nrt	Norit	Koyu Yeşil
	prd, prk, hrn	Periyodit, Piroksenit, Hornblendit	Koyu Yeşil
	of	Ofiyolit	Nefti
	S	Yeşiltaş (Serpantin)	Koyu Nefti
	gpr	Granit, Porfir (Pegmatit, Aplit)	Kırmızı
	spr	Siyenit Porfir	Kırmızı
	kvdypr, dpr	Kuvars Diyorit Porfir, Diyorit Porfir	Kırmızı
	mnpr, gbpr	Monzonit Porfir, Gabro Porfir	Kırmızı
	dyb	Diyabaz	Nefti
	lp	Liparit (Riyolit)	Açık Mor



trk

Trakit

Açık Mor



fl

Fonolit

Açık Mor



dst, rydst

Dasit, Riyodasit

Mor



adz

Andezit

Mor



tadz, lt

Trakiandezit, Latit

Mor



bz

Bazalt

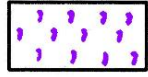
Koyu Mor



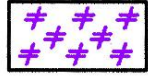
spl

Spilit

Koyu Mor

Volkan Camı (Opsidiyen,  
Pekstayn, Vitrofir)

Mor



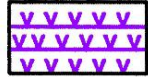
Süngertaşı (Pumis)

Mor



Volkan Cürufu

Mor



prkl

Piroklastik Kayaçlar  
(Ayrılmamış)

Mor



agl

Aglomera

Açık Pembe



vbş

Volkanik Breş

Koyu Pembe



tbş

Tüf Breşi

Pembe



ltf

Lapilli Tüf

Pembe



tf

Tüf

Pembe



ctf

Tüfit

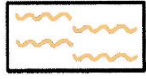
Açık Pembe



Volkan Külü

Pembe

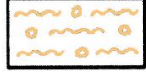
Metamorfik Kayaçlar:



gny

Gnaiss

Açık Kahverengi



ggny

Gözlü Gnaiss

Açık Kahverengi



mşst

Mikaşist (Biyotit,  
Muskovit, Serizit)

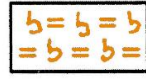
Kahverengi



kşst

Klorit Şist (Yeşil Şist)

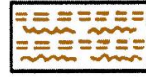
Kahverengi



tşst

Talk Şist

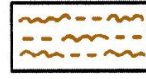
Kahverengi



kyr

Kayrak

Koyu Kahverengi



klşsr

Killi Şist (Fillit)

Koyu Kahverengi



aşst

Amfibollu Şist  
(Aktinolitli Hornblend,  
Glukofanlı Şistler)

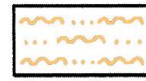
Koyu Kahverengi



pşst

Piroksenli Şistler  
(Serpantin, Eklojit)

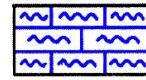
Koyu Nefti



kvt

Kuvarsit

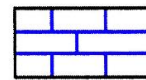
Açık Kahverengi



kşst

Kalk Şist

Lacivert



mr

Mermer

Lacivert



SONDAJ KUYUSU KABUL TUTANAĞI		
İşin Adı		
Sondaj Numarası	SK - ....	
Arsa Plankotesine Göre Sondaj Üst Kotu (m)		
Sondajın Türü (Zemin / Kaya)		
Sondajın Uygulama Şekli (Burgulu-burgusuz /sulu-susuz)		
Sondaj Makinesinin Türü (Marka/Model)		
Başlama Tarihi		
Bitiş Tarihi		
Sondaj Derinliği (m)		
Sondaj Noktalarının Koordinatları	X	Y
Kuyu Çapı/Karot Çapı		
Alınan Örselenmiş Numune Sayısı (adet)		
Alınan Örselenmemiş Numune Sayısı (adet)		
SPT Adedi		
Presiyometre Adedi		
BST / Permeabilite Adedi		
Kuyu İçi Veyn Adedi		
Muhafaza Borusu Boyu		
Yeraltı Suyu Seviyesi Derinliği (m)		

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

Kuzey ↑		

Yüklenici Firma	Kontrol Mühendisi
İmza	İmza

<b>JF - SİSMİK ÇALIŞMALAR KABUL TUTANAĞI</b>			
Firma Adı			
İşin Adı			
Başlama Tarihi			
Koordinatlar		Baş	Son
	X		
	Y		
Uygulanan Sismik Yöntem			
Cihazın Markası			
Jeofon Aralığı- Jeofon Frekansı			
Offset			
Kanal Sayısı			
Kayıt Süresi			
Örnekleme Aralığı			
Kaynak (Balyoz vb.)			
Yukarıda belirtilen jeofizik ölçüm ..... tarafından .... /.... / .... tarihinde yapılmış olup, iş bu tutanak ... nüsha olarak tanzim ve imza edilmiştir. .... /.... /.....			
Yüklenici Firma		Kontrol Mühendisi	
İmza		İmza	

<b>JF - ELEKTRİK ÖZDİRENÇ (DES) KABUL TUTANAĞI</b>			
Firma Adı			
İşin Adı			
Başlama Tarihi			
Koordinatlar	X		
	Y		
Cihazın Markası			
Dizilim Türü			
AB/2			
Yukarıda belirtilen jeofizik ölçüm ..... tarafından .... /.... / .... tarihinde yapılmış olup, iş bu tutanak ... nüsha olarak tanzim ve imza edilmiştir. .... /.... /.....			
Yüklenici Firma		Kontrol Mühendisi	
İmza		İmza	

<b>JF.. - ELEKTRİK REZİSTİVİTE TOMOGRAFİ (ERT) ÇALIŞMALARI KABUL TUTANAĞI</b>			
Firma Adı			
İşin Adı			
Başlama Tarihi			
Koordinatlar		Baş	Son
	X		
	Y		
Cihazın Markası			
Elektrot Sayısı- Elektrot Aralığı			
Dizilim Türü			
Yukarıda belirtilen jeofizik ölçüm ..... tarafından .... /.... / .... tarihinde yapılmış olup, iş bu tutanak ... nüsha olarak tanzim ve imza edilmiştir. .... /.... /.....			
Yüklenici Firma		Kontrol Mühendisi	
İmza		İmza	

<b>YERALTI SUYU NUMUNE ALMA TUTANAĞI</b>	
Firma Adı	
Projenin Adı	
Sondaj/Araştırma ukuru Numarası	
Tarih	
Numune Numarası	
Derinlik	
<p style="text-align: center;">Yüklenici Firma</p> <p style="text-align: center;">İmza</p>	<p style="text-align: center;">Kontrol Mühendisi</p> <p style="text-align: center;">İmza</p>

<b>NUMUNE ALMA ETİKETİ</b>	
Firma Adı	
Projenin Adı	
Sondaj/Araştırma Çukuru Numarası	
Tarih	
Numune Numarası	
Derinlik	
Numunenin Türü (Blok/karot/örselenmemiş/örselenmiş)	
Numunenin Kategorisi/Sınıfı	
Örselenmiş Numune İçin SPT Darbe Sayısı	
Örselenmemiş Numune İçin Örnek Boyu	
Karot Numune İçin RQD Değeri	
Yüklenici Firma	Kontrol Mühendisi
İmza	İmza

Proje Adı: .....  
İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## SAHASI PARSEL BAZINDA ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ VERİ RAPORU

Rapor No: .....

Tarih: .....

### İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ .....	(Sayfa No)
1.1	Etüdün Amacı ve Kapsamı .....	(Sayfa No)
1.2	İnceleme Alanının Tanıtılması .....	(Sayfa No)
1.2.1	Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler .....	(Sayfa No)
1.2.2	İmar Planı Durumu .....	(Sayfa No)
1.2.3	İmar Adası İle İlgili Bilgiler .....	(Sayfa No)
1.2.4	İklim Bilgileri .....	(Sayfa No)
1.2.5	Doğal Afet Tehlikeleri .....	(Sayfa No)
1.2.6	Yapı Hakkında Bilgiler .....	(Sayfa No)
2	JEOLOJİ .....	(Sayfa No)
2.1	Bölgesel Jeoloji .....	(Sayfa No)
2.2	Yapısal Jeoloji ve Aktif Tektonik .....	(Sayfa No)
3	ARAZİ ÇALIŞMALARI .....	(Sayfa No)
3.1	Jeofizik Çalışmalar .....	(Sayfa No)
3.2	Araştırma Çukurları .....	(Sayfa No)
3.3	Sondajlar .....	(Sayfa No)
3.4	Arazi Deneyleri .....	(Sayfa No)
4	HİDROJEOLOJİ .....	(Sayfa No)
5	LABORATUVAR DENEYLERİ .....	(Sayfa No)
6	İNCELEME ALANI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ .....	(Sayfa No)
7	JEOLJİK KESİT .....	(Sayfa No)
8	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	(Sayfa No)
9	YARARLANILAN KAYNAKLAR .....	(Sayfa No)
10	EKLER .....	(Sayfa No)

# Firma Logosu

Proje Adı: .....

İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## EK LİSTESİ:

- Ek-1 : Araştırma Noktaları Vaziyet Planı
- Ek-2: Araştırma Çukuru ve Sondaj Logları, Karot Sandığı Fotoğrafları, Araştırma Çukuru ve Çıkan Malzeme Fotoğrafları
- Ek-3: Arazi Deneyleri Sonuç Föyleri
- Ek-4 : Jeolojik Kesitler
- Ek-5 : Laboratuvar Deney Sonuçları
- Ek-6 : Jeofizik Ölçüm Kayıtları ve Düzeltilmemiş Saha Verileri
- Ek-7 : Fotoğraflar
- Ek-8 : Tapu, İmar Planı, İmar Çapı Sureti
- Ek-9 : 1/1000 ya da 1/5000 Ölçekli Münhanili Mühendislik Jeolojisi Haritası
- Ek-10: İlgili Tutanaklar
- Ek-11: Türkiye Deprem Tehlike Haritaları Bilgileri
- Ek-12: Video çekimi (CD/ sondajlar, jeofizik çalışmalar, araştırma çukuru kazımı ve çıkan malzemenin görüntüleri)

## TABLO LİSTESİ:

- |          |  |            |
|----------|--|------------|
| Tablo-1: | Sondaj Derinlikleri (ağız kotları ve dip kotları ile birlikte) | (Sayfa No) |
| Tablo-2: | Sondaj Karot Yüzdeleri (her sondajın her derinliği için)       | (Sayfa No) |
| Tablo-3: | Standart Penetrasyon Testi Sonuçları                           | (Sayfa No) |
| Tablo-4: | Presiyometre Deney Sonuçları                                   | (Sayfa No) |
| Tablo-5: | Koni Penetrasyon Testi Sonuçları                               | (Sayfa No) |
| Tablo-6: | Bölgenin Deprem Parametreleri (jeofizik araştırma sonuçları)   | (Sayfa No) |
| Tablo-7: | Bölgenin Dinamik Elastik Parametreleri (jeofizik sonuçları)    | (Sayfa No) |
| Tablo-8: | Yeraltı Su Seviyesi Ölçümleri                                  | (Sayfa No) |
| Tablo-9: | Zemin Tabakalarına Göre Arazi Ve Laboratuvar Deney Sonuçları   | (Sayfa No) |

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka tablolar eklenebilir veya bazıları çıkartılabilir)

## ŞEKİL LİSTESİ:

- |           |  |            |
|-----------|--|------------|
| Şekil-1 : | Yer Bulduru Haritası                               | (Sayfa No) |
| Şekil-2 : | Çalışma Alanı ve Çevresinin Genel Jeoloji Haritası | (Sayfa No) |
| Şekil-3 : | Jeolojik Harita Lejanti                            | (Sayfa No) |
| Şekil-4:  | Mühendislik Jeolojisi Haritası                     | (Sayfa No) |

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka şekiller eklenebilir)

Raporu hazırlayan firma ismi ve iletişim bilgileri, proje adı, sahaya ait imar bilgileri, rapor numarası ve rapor tarihi raporun ön kapağında da belirtilmelidir.

## 1 GİRİŞ

### 1.1 Etüdün Amacı ve Kapsamı

Etüdün ne tür bir yapı ile ilgili zemin koşullarını belirlemek amacıyla yapıldığına ek olarak aşağıdaki bilgiler bu bölümde verilmelidir:

- Zemin ve temel etüdünün yapıldığı, il, ilçe, mahalle/köy, bağlı olduğu belediye, imar pafta, ada, parsel bilgileri,
- Araştırma programının hangi şartname, resmi mevzuat ve esaslara göre hazırlandığı,
- Raporun genel içeriği,
- Etüt kategorisi.

### 1.2 İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanına ait aşağıdaki bilgiler mümkün olduğunca detaylı olarak bu bölümde verilmelidir.

#### 1.2.1 Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

İlgili parselin tanıtımı, eğimi, eğim yönelimleri ve yüzdesi, en yüksek ve en düşük kotlar, çevre yapılar ve arsaya yakınlıkları, drenaj yapısı, toprak ve bitki örtüsü, çalışma alanının yerleşim merkezine uzaklığı, ulaşım vb. bilgiler verilmelidir. İnceleme alanının yeri; yer bulduru haritası, uydu görüntüsü veya hava fotoğrafı üzerinde işaretlenmelidir.

Arsa üzerinde veya yeraltında bulunması muhtemel yapıların (bina, tünel, sarnıç, yol, elektrik hattı, doğalgaz hattı, arkeolojik kalıntı vb.) durumu ve lokasyonu belirtilmelidir. Bunun için öncelikle ilgili idareden gerekli projeler-dokümanlar temin edilmeli, eğer projeler yoksa veya eksikse gerekli araştırmalar yapılmalıdır.

Etüt alanı içinde varsa yapılmış çalışmalar (drenaj, kazı, dolgu, iksa sistemleri, zemin iyileştirme, derin temel vb.) ve bunların yapılacak/mevcut binaya etkileri belirtilmelidir.

#### 1.2.2 İmar Planı Durumu

İnceleme yapılacak parselin bulunduğu alanı da içeren alan için yapılmış Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporunun incelenmesi, raporun hangi tarihlerde ve kim tarafından hazırlandığı belirtilerek, plan notlarındaki tüm bilgiler, kısaltılmadan, bütün detayıyla yazılarak, uygun alanlar, önlemlen alanlar, uygun olmayan alanların bilinmesi, parselin bu alanlardan hangisinde yer aldığı tespit edilmesi, önerilen önlem veya yeni düzenlemelerin ilgili idarece uygulanıp uygulanmadığının bilinmesi, bu öneri ve uygulamaların yapılmadığının tespiti halinde parsel için konut veya yapının dışında bu önlemlerin uygulanması önerisinin getirilmesi gereklidir. Ayrıca parselin Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporuna göre, herhangi bir afet alanında bulunup bulunmadığı, yapı yasağı olup olmadığı da belirtilmelidir.

#### 1.2.3 İmar Adası İle İlgili Bilgiler

İlgili parselin de içinde belirtildiği, kroki şeklinde bir yerleşim planı (<https://parselorgu.tkgm.gov.tr/>), imar adasının hangi amaçla kullanıldığı (konut, ticari vb.), varsa mevcut komşu yapıların özellikleri (kat, kot, bodrum, yerleşim vb.), altyapı durumu (yol, elektrik, su, doğalgaz vb.) gibi tanıtıcı bilgiler verilmelidir.

İmar adası özelinde, eğim, hidrolojik durum (yüzey akışı, sel, taşkın durumu), kütle hareketi riskleri belirtilmelidir.



## 1.2.4 İklim Bilgileri

Yıllık yağış ve sıcaklık (özellikle don derinliği) verileri, varsa havanın fen noktasından çalışılmaya uygun olmayan devresi değerlendirilmelidir.

## 1.2.5 Doğal Afet Tehlikeleri

Kütle hareketi (heyelan, kaya düşmesi, çökme, krip, toprak akması) ve potansiyeli, jeolojik birimlerin (kaya/zemin) yapısından kaynaklanan şişme, çökme potansiyeli, sel, taşkın, çığ potansiyeli belirtilmelidir.

Arsa koordinatlarına göre Türkiye Deprem Tehlike Haritasından elde edilen Harita Spektral İvme Katsayıları, maksimum yatay yer ivmesi değerleri, bina koordinatları ve haritadaki yeri ilgili internet sayfasından çıktı alınarak rapor ekinde verilmelidir.

Ayrıca meteorolojik kökenli bir afete maruz kalınıp kalınmayacağı, aşırı yağışlarda su baskını, zemin doygunluğu nedeniyle kayma, heyelan, şev akma hareketi gibi sakıncalara dikkat çekilmelidir.

İnceleme alanının, Türkiye Heyelan Envanter Haritası içindeki yeri irdelenmelidir.

## 1.2.6 Yapı Hakkında Bilgiler

Sahada inşa edilmesi planlanan/mevcut yapı ve/veya yapıların oturum alanı, bodrum kat adedi, olası kazı derinliği, toplam kat adedi, plan boyutları, yapı yüksekliği, yapı malzemesi (betonarme/çelik/prefabrik/hafif çelik/yığma/karma) ve kullanım amacı ile ilgili bilgiler (Bina Yükseklik Sınıfı vb.), gerekiyorsa tablo ve şekillerle de desteklenerek bu bölümde verilmelidir.

## 2 JEOLJİ

### 2.1 Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanının da içinde bulunduğu bölgenin genel jeolojisi, mevcut jeolojik formasyon ve birimlerin durumu, kökeni, stratigrafik konumları, yaşları, litolojik yapı ve dokuları genel bir stratigrafik kesit üzerinde ana hatları ile verilmelidir. Bölgenin genel jeoloji haritası, ilgili parsel yaklaşık olarak haritanın ortasında kalacak şekilde rapor içinde ya da ekinde verilmelidir.

Stratigrafik bilgiler Türkiye Stratigrafi Komitesi (MTA) normlarına uygun olmalıdır.

#### 2.1.1 Yapısal Jeoloji ve Aktif Tektonik

İnceleme alanı ve bölgenin yapısal jeolojisi, bölgedeki ana yapısal unsurların kıvrımları, kırıklar, varsa bindirme zonlarını gösteren jeolojik harita ve kesitler sunulmalıdır. Özellikle kırık sistemleri, oluşumu, konumu, tipi, hâlihazırda aktif olup olmadığı, sistemin biçimi, fayın cinsi, aktivitesi gibi hususlar belirtilerek, böyle bir kırığın hangi büyüklükte bir depreme kaynaklık ettiği ya da edebileceği, yatay ve düşey atım miktarı belirtilmelidir. Kırık sisteminin aktifliğinde, geçmişte deprem üretmiş olan kırıklar ve bu kırıkların potansiyelleri, inceleme alanına uzaklığı gibi bilgiler olmalıdır. Ayrıca inceleme alanı merkez olacak şekilde, çevresinde 50 km. yarıçaplı bölgedeki diri fay haritası ve aletsel magnetüdü 4.0'dan büyük olan eski deprem merkez üsleri verilmeli ve bunlar ile ilgili değerlendirmeler yapılmalıdır. Varsa aktif fay etrafındaki tampon bölge mesafeleri belirtilmelidir.

## 3 ARAZİ ÇALIŞMALARI

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

### 3.1 Jeofizik Çalışmalar

Arazi araştırmalarında kullanılan yöntem, kullanılan araçların adı, özellikleri bu bölümde belirtilmelidir. Ölçüm yapılacak sahanın özelliklerine göre ihtiyaç duyulan tüm jeofizik ölçümler (sismik yöntemler, elektrik yöntemler, mikrotremör çalışmaları vb.) ayrı ayrı alt başlıklarda anlatılır. Özet tablolar ve sondaj logları ile korelasyonu yapılan yorumlar (karstik ve erime boşlukları, süreksizlikler, zemin birimlerinin kalınlıkları) rapor içinde verilir.

Üzerinde düzenleme yapılmamış (işlenmemiş) ham saha verileri, takip eden diğer çalışmalarda kullanılmak, gerekirse yeniden değerlendirilmek ve yorumlayabilmek için saklanmalı ve bir kopyası rapor ekinde verilmelidir.

Diğer grafik, tablo, harita, şekil, fotoğraf, form vb. her türlü çıktı, jeofizik mühendisi tarafından imzalanmış olarak rapor ekinde verilmelidir.

Tablo-\*: Bölgenin Deprem Parametreleri (jeofizik sonuçları)

Tablo-\*: Bölgenin Dinamik Elastik Parametreleri (jeofizik sonuçları)

Tablo-\*: ....

### 3.2 Araştırma Çukurları

Araştırma çukurunun, nasıl ve ne zaman açıldığı, çukurda hangi gözlem ve ölçümler yapıldığı, hangi özellik ve sayıda numune alındığı anlatılmalı ve çukur açılan yerin konumu ya ayrı bir vaziyet planında verilmeli ya da mühendislik jeolojisi haritasına işaretlenmelidir. Yeraltı su seviyesine rastlanması halinde, derinliği belirtilmeli ve çukur aynalarının kendini tutabilme süreleri, gözlenen akmalar açıkça anlatılmalıdır.

Bütün araştırma çukurlarının, yeri (kot ve koordinat), sayısı, derinliği ve gözlenmiş ise su seviyesi derinliğinin belirtildiği bir tablo hazırlanmalıdır.

Çukur içinde yerinde deney yapılmış ise, deneyin ne olduğu, ne amaçla yapıldığı ve sayısı, alınan numune ya da numunelerin özelliği, sayısı, alındığı derinlik, nasıl muhafaza edildiği ve amacı yazılmalıdır. Ancak deney detayları "Arazi Deneyleri" bölümünde verilmelidir.

Araştırma çukurunun açılması sırasında kazılabilirlikle ilgili gözlem ve yorumlar belirtilmelidir.

Açılan çukurun içinde, geçilen birimlerin neler olduğunun ve derinliklerinin, numune alınan seviye ve derinliklerinin, varsa yeraltı suyu seviyesi ve derinliğinin, yapılan arazi deneylerine ilişkin verilerin belirtildiği Araştırma Çukuru Logu, açılan çukurun fotoğrafı (çukur ve kazıdan çıkan malzeme anlaşılır şekilde fotoğraflanmalı) ile birlikte hazırlanarak ekler bölümünde verilmelidir.

### 3.3 Sondajlar

Açılan sondaj kuyularının sayıları, derinlikleri, sondaj makinesinin özellikleri ile sondaja başlama/bitiş tarihleri ve sondajın hangi firma tarafından açıldığı belirtilmelidir.

Tüm sondajların kot, koordinat ve derinlikleri tablo halinde düzenlenmelidir. Sondaj noktaları, vaziyet planı ve/veya mühendislik jeolojisi haritası üzerine işaretlenmeli, sondaj logları ve karot sandığı fotoğrafları rapor ekinde verilmeli ve bu bölümde ek sayısı belirtilmelidir.

Açılan sondajlarda, makro tanımlar, geçilen birimlerin metreleri, manevra boyları, karot yüzdeleri, geçilen boşluklar, dolgular, süreksizlikler dikkatli bir şekilde her sondaj logunda ayrı ayrı verilmelidir. Sondaj logları üzerinde, geçilen zemin/kaya birimlerin tanımlamaları yapılmalı, karot/örselenmiş/örselenmemiş numune alınan seviyeler gösterilmelidir. Ayrıca; zemin birimlerinde SPT-N sayısının derinlikle değişimi log üzerinde belirtilmeli ve varsa ani değişimlerin yorumu yapılmalıdır.

Açılan sondajda yeraltı suyu olması durumunda seviyesi, ölçüm tarihi, suyun bulunuş şekli gibi ayrıntılı bilgiler loglarda ve kuyu anlatımları içinde yer almalıdır.

Sondaj kuyusu içinde hangi deneylerin yapıldığı burada belirtilmeli, ancak detayları "Arazi Deneyleri" bölümünde verilmelidir.

Tablo-\*: Sondaj Derinlikleri (yüzey ve dip kotları ile birlikte)

Tablo-\*: Sondaj Karot Yüzdeleri (her sondajın her derinliği için)

Tablo-\*: ...

### 3.4 Arazi Deneyleri

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.

Yerinde yapılan deneylere ait grafik, tablo, harita, şekil, fotoğraf, form vb. her türlü çıktı ilgili mühendis tarafından imzalanmış olarak rapor ekinde verilmelidir.

Tablo-\*: Standart Penetrasyon Testi Sonuçları

Tablo-\*: Presiyometre Deney Sonuçları

Tablo-\*: Koni Penetrasyon Testi Sonuçları

Tablo-\*: Kanatlı Kesici Deney Sonuçları

Tablo-\*: Plaka Yükleme Deney Sonuçları vb.

Tablo-\*: ...

## 4 HİDROJEOLOJİ

İncelenen parsel alanı ve yakınında küçük dere, çay, nehir, göl ve benzeri su kaynağı varsa, ilgili parselin bunlardan ne kadar etkileneceği belirtilmeli, ilgili kuruluşlardan gerekli görüşler alınmalı, sahadaki ve yakınındaki yeraltı suyu kaynakları hakkında detaylı bilgi verilmelidir.

Yıllık ortalama yağış miktarı biliniyorsa bunun ne kadarının yerüstü ve yeraltı akışı şeklinde olduğu belirtilmelidir.

Bölgede ve dolayısıyla inceleme alanında yeraltı su seviyesinin mevsimlerle değişkenlik gösterip göstermediği, bu durumun temeli ve yapıyı ne kadar etkileyebileceği, formasyonların niteliğine göre yeraltı suyu nedeniyle ne gibi olumsuzlukların beklenebileceği irdelenmelidir.

Yeraltı suyunun betona ve donatıya zararlı etkileri ile ilgili yapılan deneylerin sonuçları bu bölümde verilmelidir.

Sismik hız oranları ve elektrik çalışmalar kullanılarak yeraltı su seviyesinin yanal yöndeki değişimi diğer arazi çalışmaları ile birlikte bu bölümde değerlendirilmelidir.

Sondaj kuyularında yapılan periyodik yeraltı su seviyesi ölçümlerinin sonuçları da tarih ve sondaj numaralarına göre hazırlanmış ayrı bir tablo halinde düzenlenerek bu bölümde bir alt başlık açılarak verilmelidir.

Tablo-\*: Yeraltı Su Seviyesi Ölçümleri

Tablo-\*: ...

## 5 LABORATUVAR DENEYLERİ

Laboratuvar deneylerinin amacı, deney programının hangi esaslara göre belirlendiği, sınıflarına göre hangi deneylerin yapıldığı ve deneylerin hangi laboratuvarda yapıldığı belirtilmelidir. Ayrıca her bir deney için alt başlık açılarak her bir zemin tabakası için elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler verilmelidir. Deney sonuçları, özet tablosu ve her deneye ait föyler rapor ekinde verilmelidir.

## 6 İNCELEME ALANI MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Mühendislik jeolojisi çalışmalarında; öncelikle inceleme alanının bölgesel jeoloji içinde hangi formasyon ya da formasyonlar içinde kaldığı tanımlanmalıdır. Etüt sahasının yeri jeolojik harita üzerinde işaretlenmeli, ilgili parsel merkez olarak seçilerek alanın özelliklerini yansıtacak büyüklükteki alanın jeolojik özellikleri belirlenmelidir.

İnceleme alanında yer alan kaya/zemin birimlerinin, genel özellikleri, kökenleri ve jeolojik tanımları ile kaya birimlerin tabaka, eklem ve ayrışma durumlarının, zemin birimlerinin dane dağılımı, sıklık, kıvam gibi genel mühendislik özellikleri gözlemsel olarak belirlenmeli ve mühendislik jeolojisi haritası üzerinde de gösterilmelidir.

Hazırlanacak mühendislik jeolojisi haritasında parsel boyutu da dikkate alınarak uygun aralıklı eş yükselti eğrileri haritanın esas unsurlarını kapatmayacak şekilde gösterilmelidir. Haritanın ölçeği 1/1000 olmalıdır, istisnai durumlarda bu oran 1/500-2000 aralığında olabilir. Harita imar planından alınmalı ve ilgili parsel, alınan kesit/kesitlerin doğrultusu, eş yükselti eğrilerinin gerçek kot değeri vb. burada bulunmalıdır.

İnceleme alanı haritası üzerinden alınacak uygun ölçekteki jeolojik kesit/kesitler ilgili parseli kesmelidir. İlgili parsel kesit ekseninin yaklaşık ortasında yer almalıdır.

Harita paftası üzerinde yön işareti, ölçek, koordinat sistemleri, simgeler, yapılan diğer arazi çalışmalarına ait (araştırma çukuru, sondaj, jeofizik vb.) gerekli bilgiler bulunmalı, harita lejandı ile dikey stratigrafik kesit referans göstererek verilmeli, hazırlayana ait imza ve kaşe sağ alt köşede yer almalıdır.

Haritada yer alan bütün formasyon, birim, tektonik yapı, parsel eğimi vb. belirtilmelidir. Bölgesel jeoloji içinde hangi birimleri kapsadığı, örneğin, inceleme alanında yüzeylenen birimlerin (kilitaşı, jips, serpantin vb.) su ile temas halinde erime ve/veya ayrışma özellikleri (karstik boşluk vb.) ile yapı stabilitesini olumsuz etkileyebilecek özel hususlar bu bölümde belirtilmelidir.

## 7 JEOLJİK KESİT

Sahada karşılaşılan zemin/kaya formasyonları yüzeyden derine doğru kalınlık, alt/üst kotları, indeks özellikleri ve eğer jeolojik formasyon ise formasyon ismiyle belirtilmek suretiyle ayrı birer alt başlıkta tanımlanmalıdır. Tanımlamalar yapılırken her formasyonun bilinen genel özelliklerine de, inceleme alanında görülmemiş olsa bile, değinilmelidir. Ayrıca muhtemel davranış hakkında (heyelan potansiyeli, fay zonları, ezik zonlar, şişme özelliği vb.) bilgi verilmelidir.

Ayrıca sondajların birbirine olan mesafeleri ve ağız kotları dikkate alınarak oluşturulmuş jeolojik kesitler de herhangi bir idealizasyona tabi tutulmadan olduğu gibi çizilerek rapor ekinde sunulmalıdır. Jeolojik kesit oluşturulurken sahada yapılan jeofizik çalışmaların sonuçlarından da yararlanılmalıdır.

Sondajların hangi birim içinde sonlandırıldığı ve en alt tabaka için verilen kalınlığın sondajda ölçülen kalınlık olduğu mutlaka belirtilmelidir.

Arazi çalışmaları sırasında öncelikle kaya ve zemin birimleri birbirinden ayrılmalı ve birimler göz ile tanımlanmalıdır. Tanımlama; Türk Standartları ve uluslararası kabul görmüş standartlara göre olmalı, yüzey ve araştırma çukuru içindeki numunelerde ya da sondaj numunelerinde ayrı ayrı yapılmalıdır.

Kaya türü birimlerde kaya kalitesi göstergeleri, çatlak düzeyleri, tabakalaşma, eklemler, ezilme bölgesi ve erime boşlukları gibi yapısal süreksizlikler belirtilmelidir. Ayrıca; meteorolojik koşullar nedeniyle kaya birimlerde meydana gelebilecek değişimler (erime boşlukları, şişme potansiyeli, ayrışma hızı) bu bölümde irdelenmelidir.

## 8 SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan çalışmaların özeti ve dikkat edilmesi gereken hususlar bu bölümde verilmelidir. İnceleme alanındaki yerel zemin/kaya koşulları, zemin sınıfı, enlem-boyam bilgileri ya da ilgili olduğu koordinat sistemi belirtilerek binanın koordinatları verilmelidir.

Ayrıca; zemin birimlerine ve yeraltı suyuna bağlı olarak binanın yapımı tamamlandıktan sonra olası drenaj koşulları, yeraltı suyu akış yönü değişimi, doğal afet riskleri gibi hususlar bu bölümde yorumlanmalıdır.

Kazı işlerine esas kazı güçlüğü ve kazı sınıfı önerileri, kazıdan çıkan malzemenin daha sonra hangi amaçla kullanılabilceği, koşulları vb. öneriler bu bölümde belirtilmelidir.

## 9 YARARLANILAN KAYNAKLAR

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.

# Firma Logosu

Proje Adı: .....

İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

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

## 10 EKLER

Rapor metninde geçen her türlü çizim, harita, log, form, f6y, çıktı, hesap tablosu, grafik, fotoğraf, video çekimleri vb. dokümanlar, A4 boyutunda katlanmış olarak cep dosya veya ayrı klas6rler içinde verilmelidir. Rapor ekleri raporun başındaki "İçindekiler" b6l6m6n6n altında her biri ayrı ayrı numaralandırılmak (EK-1, EK-2, ...) suretiyle liste halinde verilmelidir.

..... SAHASI  
**PARSEL BAZINDA ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ**  
**GEOTEKNİK RAPORU**

**Rapor No:** .....  
**Tarih:** .....

**İÇİNDEKİLER**

1	GİRİŞ .....	(Sayfa No)
2	İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER .....	(Sayfa No)
3	YAPI HAKKINDA BİLGİLER .....	(Sayfa No)
4	MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI .....	(Sayfa No)
5	İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI.....	(Sayfa No)
6	İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ (ARAZİ ZEMİN MODELİ) VE YERALTI SUYU DURUMLARI.....	(S.No)
7	GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ.....	(Sayfa No)
8	DEPREMSELLİK .....	(Sayfa No)
9	YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ .....	(Sayfa No)
9.1	Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz Ve Değerlendirmeler .....	(Sayfa No)
9.1.1	Yüzeysel Temeller.....	(Sayfa No)
a)	Taşıma Gücü Analizi.....	(Sayfa No)
b)	Oturma Analizi .....	(Sayfa No)
9.1.2	Derin Temeller .....	(Sayfa No)
a)	Taşıma Gücü Analizi.....	(Sayfa No)
b)	Oturma Analizi .....	(Sayfa No)
9.2	Zemin İyileştirme Alternatifleri.....	(Sayfa No)
9.3	Önerilen Temel Sistemi.....	(Sayfa No)
9.4	Yapı Temelleri İle İlgili Diğer Hususlar .....	(Sayfa No)
10	İKSA SİSTEMLERİ - ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRMESİ .....	(Sayfa No)
11	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	(Sayfa No)
12	YARARLANILAN KAYNAKLAR.....	(Sayfa No)
13	EKLER.....	(Sayfa No)

# Firma Logosu

Proje Adı: .....

İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## EK LİSTESİ:

- Ek-1 : Araştırma Noktaları Vaziyet Planı  
Ek-2: Sondaj Logları  
Ek-3: Laboratuvar Deney Sonuçları Özet Tabloları

(Ayrıca sahaya ve/veya binaya özel olarak yapılan çalışmalarla ilgili ekler de burada belirtilmelidir)

## TABLO LİSTESİ:

Tablo-1: Sıvılaşma Analizi Değerlendirmeleri (Sayfa No)

(Yapılan analiz ve değerlendirmelerin kapsamına göre başka tablolar eklenebilir veya çıkartılabilir)

## ŞEKİL LİSTESİ:

Şekil-1: İdealize Zemin Kesiti (Sayfa No)

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka şekiller eklenebilir)

Raporu hazırlayan firma ismi ve iletişim bilgileri, proje adı, sahaya ait imar bilgileri, rapor numarası ve rapor tarihi raporun ön kapağında da belirtilmelidir.

Aşağıda verilen başlıklar ve açıklamalar Geoteknik Rapor'da bulunması gereken asgari hususları içermektedir. Bunların dışında sahanın ve binanın nitelikleri itibarıyla gerek kısa gerekse uzun vadede yapı-zemin etkileşimi açısından önem arz eden özel konulara da ayrıca değinilmelidir.



## 1 GİRİŞ

Bu bölümde,

- Raporun konusu ve amacı,
- İnşaat alanının genel konumu, imar bilgileri (il, ilçe, mahalle/köy, pafta-ada-parsel vb.),
- Üstyapı mimari proje, statik proje müellifi firmaların ve Veri Raporunu hazırlayanların isimleri,
- Rapora esas alınan çalışmalar (Veri Raporu, plankote, mimari proje, halihazır vb.),
- İnşa edilecek/mevcut yapının türü ve kullanım amacı,
- İşverenle ilgili bilgiler,
- Raporda ele alınan konular hakkında bilgiler (deprensellik, zemin profili, zemin taşıma gücü, oturmalar, şev stabilitesi, temel sistemi, kazı destek sistemi vb.)

açıklanmalıdır.

Bu bilgilerden uygun olanları bir tabloda da toplanabilir.

## 2 İNŞAAT SAHASI HAKKINDA BİLGİLER

Bu bölümde inşaat sahasının;

- Yeri ve ulaşım durumu,
- Yüzölçümü, boyutları, köşelerin kot ve koordinatları, kenar uzunlukları,
- Topoğrafyası, en yüksek ve en düşük kotlar, eğim durumu,
- Sahanın etrafında yer alan yapıların (toplam kat adedi, bodrum kat adedi, inşaat alanına uzaklıklarını gösteren kroki şeklinde bir yerleşim planı) ve yolların özellikleri,
- Varsa çevredeki altyapılar ile ilgili bilgiler (konumları, etüt alanına uzaklıkları vb.)
- Günümüze kadar ne amaçla kullanıldığı (dolgu sahası, hafriyat veya çöp döküm sahası, taş ocağı, eski yapı temelleri vb.),
- Halihazırdaki yapılaşma (altyapı/üstyapı tesisleri) durumu,

açıklanmalıdır.

Bu bilgilerden uygun olanları bir tabloda da toplanabilir.

## 3 YAPI HAKKINDA BİLGİLER

Bu bölümde sahada inşa edilecek/mevcut yapının,

- Taşıyıcı sistemi, bodrum ve normal kat adetleri,
- Mimari projedeki boyutları (mimari kesitler ve ilgili planlar rapor ekinde verilmeli),
- Varsa diğer belirgin özellikleri veya farklılıkları, özel durumları,
- Yapının kullanım amacı (konut, işyeri, hastane vb.),
- Oturum alanı ve biliniyorsa toplam inşaat alanı,
- Oturum alanındaki en düşük ve en yüksek kotlar,
- Oturum alanındaki topoğrafik eğim,
- Bina Kullanım Sınıfı (BKS), Bina Önem Katsayısı, Bina Yükseklik Sınıfı (BYS) vb.
- Yapı temelinin etkileyecek yüklerin yaklaşık değerleri (minimum, maksimum ve ortalama temel taban gerilmeleri),

açıklanmalıdır. Ayrıca vaziyet planı ve yeteri kadar temsili kesit çizimi de şekil olarak bu bölümde verilmelidir.

Bu bilgilerden uygun olanları bir tabloda da toplanabilir.

## 4 MEVCUT ZEMİN ARAŞTIRMALARI

Bu bölümde Zemin ve Temel Etüt kategorisi belirtilerek, mevcut "Zemin ve Temel Etüdü Veri Raporu" kapsamında yapılmış olan arazi ve laboratuvar araştırma çalışmalarının tarihi, kapsamı ve sonuçları (sondaj ve araştırma çukuru sayı ve derinlikleri, yerinde (in-situ) deney, numune türleri ve sayıları, laboratuvar deneyleri, jeofizik çalışmalar vb.), hangi araştırmanın ne amaçla yapıldığı özet olarak verilmelidir.

## 5 İLAVE ZEMİN ARAŞTIRMALARI

Bu bölümde, mevcut "Zemin ve Temel Etüdü Veri Raporu" kapsamındaki çalışmaların nitelik ve/veya nicelik bakımından inşaat alanını yeterince temsil etmemesi veya inşa edilecek yapı hakkında yeterli veriyi sağlamaması halinde ilave zemin araştırmaları yapılacaktır. Yeni yapılmış olan zemin araştırmalarının (sondaj, araştırma çukuru, jeofizik araştırmalar vb.), arazi ve laboratuvar deneylerinin, görsel incelemelerin amacı, kapsamı ve sonuçları hakkında özet bilgi ve detayları ekte verilmelidir.

## 6 İDEALİZE ZEMİN PROFİLLERİ (ARAZİ ZEMİN MODELİ) VE YERALTI SUYU DURUMLARI

Bu bölümde inşaat sahasında yapılan tüm zemin araştırmalarının sonuçlarından yararlanılarak belirlenen zemin/kaya birimlerinin tanımlamaları, tabaka kalınlıkları, indeks ve mühendislik özellikleri ve idealize zemin profili (arazi zemin modeli/zemin kesitleri üzerinde parametreler işlenmiş şekilde) verilmelidir.

Sahada karşılaşılan her farklı zemin tabakası için ayrı bir alt başlık açılmalı ve paragrafın sonunda temel zemini olarak uygun olup olmadığı hakkında değerlendirme yapılmalıdır.

Sahadaki zeminin yapısına göre inşaat alanını bölgelere ayırmak suretiyle birden fazla idealize zemin profili ve zemin kesitleri (tercihen birbirine dik iki doğrultuda, en az birer adet olmak üzere toplam en az iki adet) belirlenebilir. Belirlenen idealize zemin profilleri ve zemin kesitleri sondaj noktalarının kot ve ara mesafeleri dikkate alınmak suretiyle ölçekli çizimler halinde rapor ekinde verilmelidir. Zemin kesitlerinde bina sınırı ve temel alt kotu gösterilmelidir.

Bu bölümde, inşaat alanı için yapılan jeolojik değerlendirmeler ile arazi ve laboratuvar çalışmaları bir süzgeçten geçirilerek yazılmalı, gerektiği takdirde kullanılan korelasyonlar rapor içerisine konulmalıdır.

Sondaj kuyularında yapılan periyodik yeraltı su seviyesi ölçümlerinin sonuçları da tarih ve sondaj numaralarına göre hazırlanmış ayrı bir tablo halinde düzenlenerek bu bölümde bir alt başlık açılarak verilmelidir.

İnceleme alanının yüzey suyundan etkilenip etkilenmediği, yeraltı ve yüzey sularının drene edilebilme koşulları ile drenajın yapıldığı yerlerin tespiti, yeraltı suyunun drene edilmesi durumunda olası seviye düşümünün çevrede neden olacağı etkiler ile yapının korunması için alınması gereken önlemler belirlenmelidir.

## 7 GEOTEKNİK TASARIM PARAMETRELERİNİN TESPİTİ

Taşıma gücü, oturma, sıvılaşma, drenaj boyu, şev stabilitesi, yanal toprak itkileri gibi geoteknik analizlerde kullanılacak zemin/kaya parametreleri farklı yöntemlerle belirlenerek

tasarımda kullanılacak değerler seçilmelidir. Farklı yöntemlerle belirlenen zemin parametreleri tablo halinde verilmelidir (Tablo -\*). Bu parametre seçiminde örselenmiş ve örselenmemiş numunelerden elde edilen laboratuvar ile arazi deney sonuçları birlikte yorumlanmalıdır. Mukavemet ve konsolidasyon laboratuvar deneylerinin, örselenmemiş numuneler üzerinde yapılması şarttır. Yükleme hızı, drenaj durumu, uygulama ve zemin özellikleri göz önünde bulundurularak drenajlı (uzun dönem) ve drenajsız (kısa dönem) zemin kayma dayanımı parametrelerinden gerekenler değerlendirilerek belirlenmelidir.

Geoteknik analizlerde kullanılacak olan parametrelerin hangi deneylerden yararlanılarak elde edildiği, deney sonuçları ve seçilen değerlerin verildiği bir tablo halinde özetlenecektir. Bunun için örnek bir tablo aşağıda verilmiştir.

Tablo -.....: Geoteknik Parametre Tayini Özet Tablosu

Drenajsız Kayma Mukavemeti ( $c_u$ ) [kPa]	Laboratuvar Deneyleri <sup>(1)</sup>			Arazi Deneyleri <sup>(1)</sup>				Seçilen Karakteristik Değer
	Üç Eksenli Basınç Deneyi (UU)	Serbest Basınç Deneyi	..... Deneyi	Arazi Kanath Kesici (Veyn) Deneyi	Koni Penetrasyon (CPT) Deneyi	Presiyometre Deneyi	..... Deneyi	
	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	
İçsel Sürtünme Açısı ( $\phi$ ) [derece]	Laboratuvar Deneyleri <sup>(1)</sup>			Arazi Deneyleri <sup>(1)</sup>				Seçilen Karakteristik Değer
	Üç Eksenli Basınç Deneyi (CU - CD)	Kesme Kutusu Deneyi	..... Deneyi	Koni Penetrasyon (CPT) Deneyi	Presiyometre Deneyi	..... Deneyi		
	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....		
..... (...) [.....]	Laboratuvar Deneyleri <sup>(1)</sup>			Arazi Deneyleri <sup>(1)</sup>				Seçilen Karakteristik Değer
	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi	..... Deneyi		
	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....	Min: ..... Max: ..... Ort: .....		

(1) Her farklı birim için her bir deneyden elde edilen en düşük, en yüksek ve ortalama değerler ayrı ayrı verilmelidir.  
(2) Birimi temsil eden karakteristik değerlerin nasıl seçileceği, her bir deneyin avantajları, dezavantajları ve deney koşulları da gözönünde bulundurulmak suretiyle ilgili mühendislerin inisiyatifindedir.

## 8 DEPREMSELLİK

Bu bölümde,

- Etüt sahasının Türkiye Deprem Tehlike Haritası esas alınarak belirlenen deprem yer hareketine ilişkin veriler (Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı ( $S_s$ ), 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı ( $S_1$ )) belirtilmelidir. Bu katsayılar deprem yer hareketi düzeylerine göre ayrı ayrı (DD-1, DD-2, DD-3, DD-4) tespit edilmeli ve tablolaştırılmalıdır.
- Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre Yerel Zemin Sınıfları ve Yerel Zemin Etki Katsayıları ( $F_s$  ve  $F_1$ ) belirlenir. Bunlara bağlı olarak da kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{DS}$ ) ve 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı ( $S_{D1}$ ) belirlenmelidir.
- ZF yerel zemin sınıfı için yapılan çalışmalar, sahaya özel araştırma ve değerlendirme gerektiren çalışmalar kapsamında olup, tasarım gözetim ve kontrolü hizmetine tabidir.

- Zemin sıvılaşmasının değerlendirilmesine yönelik olarak yapılacak zemin araştırma çalışmaları en az, standart penetrasyon deneyi (SPT) ve/veya koni penetrasyon deneyinin (CPT) yapımına ek olarak, ilgili zemin tabakalarındaki dane çapı dağılımı, su muhtevası ve Atterberg limit değerlerinin belirlenmesini içermelidir.
- Zemin sıvılaşma değerlendirmesinin SPT sonuçları kullanılarak yapılmasına dayanan genel kabul görmüş bir yöntem veya "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği"nde önerilen yöntem kullanılabilir. Değerlendirmenin CPT veya kayma dalgası hızına göre yapılması durumunda aynı şekilde uygulamada genel kabul gören yöntemler kullanılabilir.
- Zemin sıvılaşması değerlendirmesinde sıvılaşma tetiklenmesi riski yanında, sıvılaşma sonrası zemin mukavemeti ve rijitlik kaybı ile temel zemininde oluşabilecek yer değiştirmelerin dikkate alınması gereklidir.

## 9 YAPI ZEMİN ETKİLEŞİMİNİN İRDELENMESİ

### 9.1 Temel Sistemine İlişkin Geoteknik Analiz Ve Değerlendirmeler

#### 9.1.1 Yüzeysel Temeller

Temellerin, üzerindeki yapıları güvenle taşıyabilmeleri için taşıma gücü ve oturma kriterlerinin her ikisinin birden sağlanması gerekir.

##### a) Taşıma Gücü Analizi

Bu bölümde yapı, yüzeysel temel sistemine göre irdelenmeli, sırasıyla tekil, mütemadi ve radye temel tipleri için yapılacak ön hesaplara göre uygun temel tipi belirlenerek, bu temele ait temel taşıma gücü karakteristik dayanımı ( $q_k$ ) ve temel taşıma gücü tasarım dayanımı ( $q_d$ ) değerleri Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen esaslara göre hesaplanmalıdır. Hesap adımları detaylı olarak gösterilmelidir. Önerilen temel sistemi için hesaplanan temel taşıma gücü tasarım dayanımı ( $q_d$ ), üstyapıdan dolayı temel seviyesinde etkiyen düşey yük ve moment etkilerinin oluşturduğu temel taban basıncı ( $q_0$ ) ile karşılaştırılarak taşıma gücü açısından önerilen temel sisteminin uygunluğu teyit edilmelidir. Eğer yüzeysel temel sistemi için taşıma gücü yeterli güvenliği sağlayamıyor ise, derin temel sistemi veya zemin iyileştirme yöntemleri önerilmelidir.

Ayrıca; yüzeysel temellerin yatayda kaymaya karşı gelen tasarım dayanımları hesaplanarak, statik ve depremi içeren yüklenme durumlarındaki tasarım etkilerini karşıladığı gösterilmelidir.

Kaya kütesine oturan sığ temellerin tasarımında:

- Yapı için izin verilen oturma değeri, kaya kütesinin deformasyon özellikleri ve dayanımı,
- Temel altında fay zonu, erime boşlukları ve zayıf tabakaların olup olmadığı,
- Süreksizliklerin varlığı ve özellikleri (dolgu, devamlılık, aralık, ayrışma vb.),
- Kayanın ayrışma, alterasyon ve süreksizlik derecesi,
- Kaya kütesinin doğal durumunun, yeraltı yapıları, şevlere yakınlık gibi sebeplerle örülenme durumu, dikkate alınmalıdır.

Kaya kütleleri için izin verilen taşıma gücü TS EN 1997-1'de (Eurocode 7) verilen yöntemlere göre hesaplanmalıdır. Çok ayrışmış, çok zayıf kaya kütlelerinde presiyometre deneyinde limit basınç elde edilebiliyorsa, kabul görmüş yarı teorik yöntem ile net limit basınç değerlerinden taşıma gücü bulunabilir. Kaya birimlerinin farklı jeolojik özellikleri dikkate

alınarak uluslararası standartlarda belirtilen sayısal, amprik ve/veya yarı amprik yaklaşımlarla da taşıma gücü hesabı yapılabilir.

Karmaşık jeolojik yapıya sahip kaya kütleleri söz konusu olduğunda ve/veya yapı yükleri nispeten yüksek olan riskli projelerde ileri sayısal analiz yöntemleri kullanılmalıdır.

## b) Oturma Analizi

Taşıma gücü açısından uygun görülen yüzeysel temellerin, temel tabanından zemine aktarılan net yükler altındaki oturmaları bu bölümde belirlenmelidir. Belirlenen bu oturmalar değişik temel tipi ve yapılar için ulusal ve uluslararası şartnamelerde belirtilen izin verilebilir oturma limitleri ile karşılaştırılmalıdır. Bu karşılaştırma yapılırken, yapı kullanım koşullarından kaynaklı özel sınırlamalar da dikkate alınmalı, maksimum toplam ve farklı oturma değerleri yüzeysel temeller için izin verilen değerlerin altında olduğu gösterilmelidir.

Oturma analizlerinin sonuçlarına göre, temel taşıma gücü tasarım dayanımı ( $q_t$ ) değeri yeniden değerlendirilmeli ve gerekirse oturma kriterlerini sağlayacak şekilde düzenleme yapılmalıdır.

Kaya kütlelerinde oturma mekanizması, süreksizlik ve kaya malzemesinin özellikleri tarafından belirlenir. Elastisite eşitlikleri ile oturma hesaplanırken seçilen deformasyon modülünün kaya kütlelerini temsil ettiğinden emin olunmalıdır.

Bununla birlikte homojen ve izotrop yapıda olmayan, erime ve yeraltı boşlukları (örneğin maden galerileri) içeren, süreksizliklerin eğimli, tabaka kalınlıkları ve özelliklerinin değişken olduğu, ayrık fay ve makaslama zonu içeren ve krip davranışı gösteren karmaşık jeolojik yapıya sahip kaya birimlerinde elastisite teorisi eşitlikleri ile oturma hesaplarının yapılması uygun değildir. Bu türde karmaşık jeolojik yapıya sahip kaya kütleleri söz konusu olduğunda ve yapı yükleri nispeten yüksek olan riskli projelerde sonlu elemanlar, sonlu farklar, ayrık elemanlar gibi sayısal analiz yöntemleri ile deformasyon analizleri yapılmalıdır.

## 9.1.2 Derin Temeller

Üstyapıdan gelen yüklerin yüzeysel temellerle gerek taşıma gücü gerekse oturmalar bakımından yeterli güvenlikle taşınmaması halinde derin temel veya zemin iyileştirme yöntemlerine başvurulmalıdır. Taşıma gücü ve oturma analizlerinde kullanılan zemin parametrelerinin belirlenmesinde, arazi deneylerinin ve örselenmemiş numuneler üzerinde yapılan laboratuvar deneylerinin sonuçlarından yararlanılmalıdır. Seçilen derin temel sisteminin taşıma gücü ve oturma kriterlerinin ikisini birden sağlaması gerekmektedir.

Projelendirme sırasında derin temel elemanlarına gelecek üstyapı yüklerinin eleman sayısına ve yerleşimine göre değişebileceği, bu sürecin statik proje müellifi ile eş zamanlı yapılacak çalışmalarla yürütülmesi gerektiği belirtilmelidir.

## a) Taşıma Gücü Analizi

Derin temel taşıma gücü analizleri yapılırken öncelikle sahadaki zemin ve çevre koşullarına en uygun derin temel elemanı tipi (yerinde dökme betonarme fore kazık, prekast betonarme çakma kazık, prekast çelik kazık, betonla doldurulmuş çelik boru kazık, deplasman kazığı vb.) belirlenmelidir.

Seçilen derin temel elemanı için düşey (eksenel) ve yanal taşıma gücü analizleri hem statik hem de deprem durumu için;

- Zemin ve temel özellikleri kullanılarak yapılan teorik hesaplamalar,
- Kazık yükleme deneyleri (statik ve/veya dinamik),
- Dinamik kazık çakma formülleri,

yaklaşımlarından en az birine göre yapılmalıdır. Bu yaklaşımlar sonucunda Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde belirtilen karakteristik çevre sürtünmesi ( $Q_{ks}$ ), karakteristik uç direnci ( $Q_{ku}$ ), karakteristik toplam kazık taşıma gücü ( $Q_{ktv}$ ) ve kazık düşey tasarım dayanımı ( $Q_{tv}$ ) değerleri öncelikle tek bir derin temel elemanı için elde edilecektir. Bu değerler, literatüre dayanan ve genel kabul görmüş bağıntılar yardımıyla hesaplanacaktır.

Elde edilen kazık düşey tasarım dayanımının ( $Q_{tv}$ ) üstyapıdan kazığa etkiyen düşey tasarım kuvvetinden ( $P_{tv}$ ) büyük olduğu gösterilmeli, uç direncinin ancak çevre sürtünme direnci aşıldıktan ve belirli bir miktar oturma gerçekleştikten sonra mobilize olmaya başlayacağı dikkate alınmalıdır.

Zemin veya yükleme koşullarının gerektirmesi halinde veya yeni dolguların içinden geçen kazık sistemlerinde negatif çevre sürtünmesi etkisi dikkate alınmalıdır.

Toplam kazık taşıma gücü belirlenirken grup davranışının devreye girmesi halinde; tek bir kazığın davranışı ile kazık grubu davranışının farklı olabileceği dikkate alınarak grup etkisi hesapları yapılmalıdır.

Kaya birimlerine soketlenen kazıklarda uç direnci ve çevre sürtünmesi arasındaki yük paylaşımının kaya birim içindeki kazık soket boyuna bağlı olarak değişebileceği dikkate alınmalıdır.

Deprem Tasarım Sınıfı,  $DTS = 1, 1a, 2, 2a$  olan binaların kazıklı temellerinde, her bina altında en az 1 adet ve proje sahasında kullanılan kazıkların %1'inden az olmamak üzere en az 2 adet statik yükleme deneyi yapılarak tasarım kabullerinin yerinde doğrulanması gerektiği belirtilmelidir. Özellikle killi birimlerdeki sürtünme kazıklarında deprem tasarım sınıfından bağımsız olarak yeterli sayıda yükleme deneyi yapılması önerilir. Deney sırasında çevre sürtünmesi ve uç direnci ile taşınan yükleri ayrı ayrı tespit edebilecek şekilde deney kazığı içinde gerekli ölçüm sistemleri düzeneği kurulması, ayrıca; kazık bütünlük testleri (jeofizik yöntemler), özellikle jet kazıklarda tam boy karot alımı ile imalatın yerinde gerçekçi olarak denetlenmesine ilişkin görüşler belirtilmelidir.

Gerekmesi halinde deprem etkisi altında "yapı - kazık - zemin etkileşimi" hesapları Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen esaslar doğrultusunda yapılacak olup, bu hesaplar tasarım gözetim ve kontrolü hizmetine tabidir.

## b) Oturma Analizi

Taşıma gücü açısından yeterli bulunan derin temel elemanının ve kazık grubunun üstyapıdan kazığa etkiyen düşey tasarım kuvveti ( $P_{tv}$ ) altında yapacağı oturma bu bölümde belirlenmelidir. Oturmalar belirlenirken literatüre girmiş ve genel kabul görmüş bağıntılar kullanılmalıdır. Elde edilen oturma değerlerinin, uluslararası şartnamelerde kazıklı temeller için verilen izin verilebilir oturma değerleri ile yapının kullanım koşullarının gerektirdiği sınırlamaların altında kaldığı gösterilmelidir.

Oturma analizlerinin sonuçlarına göre bir önceki bölümde verilen kazık düşey tasarım dayanımı ( $Q_{tv}$ ) değeri yeniden değerlendirilmeli ve gerekirse oturma kriterlerini sağlayacak şekilde azaltılmalıdır.

## 9.2 Zemin İyileştirme Alternatifleri

Yüzeysel temel sistemlerinin üstyapı yüklerini karşılamaya yeterli gelmemesi ve/veya sınırlama riski nedeniyle zemin iyileştirme yapılmasının önerilmesi durumunda, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirlenen esaslar dikkate alınarak, sahadaki zemin koşullarına en uygun zemin iyileştirme yöntemleri bu bölümde belirtilmelidir. Tasarımı yapacak mühendisin sistem seçimine ışık tutmak amacıyla önerilen her yöntemin avantajları ve dezavantajlarına kısaca değinilmelidir.

Zemin iyileştirme sistemi projesinin hazırlanması Geoteknik Rapor'un kapsamı içinde olmayıp burada sadece projelendirmeye yönelik taşıma gücü değerleri ve esaslar verilecektir. Zemin iyileştirme yöntemlerinin tercih edilmesi halinde yüzeysel temeller için yukarıda bölüm 9.1.1'de verilen taşıma gücü ve oturma analizleri "iyileştirilmiş zemin profili" için de tekrarlanmalıdır.

## 9.3 Önerilen Temel Sistemi

Bu bölümde; 9.1 bölümünde verilen hesaplar ve değerlendirmeler doğrultusunda, eğer yüzeysel temel sistemi uygunsa, seçilen temel tipi (tekil, mütemadi veya radye) belirtilmelidir. Bu temel tipi için izin verilen toplam ve farklı oturmalara göre belirlenen net emniyetli taşıma gücü bu bölümde bir kez daha verilmelidir.

Yüzeysel temel sisteminin uygun olmaması durumunda, önerilecek derin temel sistemi veya zemin iyileştirme alternatifleri bu bölüm içinde yer almalıdır. Değişik alternatifler hakkında ön bilgiler (kazık veya jet-grout çapı, olası minimum derinliği vb.) verilmeli ve taşıma kapasitesine ilişkin ön analizler yapılmalıdır.

## 9.4 Yapı Temelleri İle İlgili Diğer Hususlar

Bu bölümde; temellerle ilgili olarak şişme, sınırlama, göçme, karstik boşlukların etkisi, eriyebilen jips vb. birimler, kontrolsüz yapay dolgu, drenaj, temellerin yüzmesi vb. gibi karşılaşılabilecek özel problemlere değinilmeli ve ilgili problem(ler) hakkında çözüm önerileri sunulmalıdır. Yapının yeraltı suyunun olası olumsuz etkilerinden korunması için alınacak tedbirler açıkça belirtilmelidir.

Yapı etki derinliği içerisinde yerel zemin sınıfı ZF olan zemin birimleri bulunması halinde; Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'nde belirtilen 'Sahaya Özel Araştırma, Değerlendirme ve Zemin Davranış Analizleri' yapılması gerektiği bu bölümde belirtilmelidir.

## 10 İKSA SİSTEMLERİ - ŞEV DURAYLILIK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRMESİ

Bu bölümde; yapı bodrumlarının teşkili için yapılacak temel kazılarında iksa gerekip gerekmediği belirtilmeli, iksa gerekmesi durumunda, alternatif iksa sistemleri değerlendirilmelidir. Zemin şartlarından dolayı özel bir iksa sisteminin gerekliliği halinde, bu hususa rapor içinde mutlaka yer verilmelidir (temel seviyesi üzerinde yeraltı su tablası varlığı nedeniyle kesişen kazıklı duvar veya diyafram duvar gerekliliği vb.).

İksa yerine şevli kazı önerilmesi durumunda, kazı şev eğimleri stabilite açısından değerlendirilmeli ve gerekli görülürse stabilite analizleri yapılmalıdır.

Uzun ve kısa döneme ilişkin olarak zemin cinsine uygun bir göçme modeli kabul edilerek, zemin ve/veya kaya kütlelerinin dengesi araştırılır ve şevlerin duraylılık analizleri yapılır.

Doğal ya da yapay şevlerin üzerinde ve yakınında inşa edilecek yapıların tasarım depremi etkisinde güvenliği ve servis görevliliğinin korunması için, şevin deprem yükleri ile statik yükler altında duraylı ve işlevsel kalacağı tahkik edilmesi gereklidir.

Yapısal elemanlarla destekli şevlerde (örneğin; esnek duvarlar veya kazıklarla destekli şevler, ankrajlı veya çivili şevler vb.) zemin ve yapısal elemanların görece rijitlik farklarının dikkate alındığı zemin-yapı etkileşimi analizlerinin yapılması gerekir.

Deprem durumunda şevlerin duraylılığı, killi zeminlerde drenajsız kayma mukavemeti (Cu) kullanılarak toplam gerilme analizi, kumlu (kohezyonsuz) zeminlerde efektif gerilme analizi ile hesaplanmalıdır.

Kaya kütlelerinde şev yenilme mekanizması genellikle süreksizliklerin yönelimleri ve özellikleri tarafından belirlenir. Zemin ve kaya birimlerde, stabilite analizi değerlendirmelerinde tüm ilgili duraysızlık modellerinin dikkate alınması gerekir.

Çok zayıf kaya malzemesi veya çok kırıklı - parçalanmış kaya kütlelerinde, zeminlerde gözlemlendiği gibi dairesel kayma türü duraysızlık oluşabilir. Kayma düzlemi - mekanizması ayrık süreksizlikler ile kontrol ediliyorsa, süreksizliklerin makaslama dayanımı uygun deneysel yöntemler ve arazi ölçümleri ile belirlenmelidir.

Şeve yakın veya şev üzerindeki yapılarda taşıma gücüne ilaveten temel yükleri etkisinde şev stabilitesi değerlendirmeleri de dikkate alınmalıdır. Karmaşık duraysızlık türlerinin (farklı duraysızlık mekanizmalarının bir arada görüldüğü yenilme türleri) beklendiği karmaşık jeolojiye sahip kaya kütlelerinde sonlu elemanlar, sonlu farklar, ayrık elemanlar gibi sayısal analiz tekniklerinin kullanılması gereklidir.

## 11 SONUÇ VE ÖNERİLER

Rapor içerisinde detaylı olarak anlatılan etüt sahası bilgileri, inşa edilecek yapıya ait bilgiler, yapılan araştırma çalışmaları, idealize zemin profili ve mühendislik özellikleri, yeraltı suyu durumu, depremsellik bilgileri, temel zemini olmaya uygun zemin tabakaları, yapıdan beklenen performans göre önerilen temel sistemi ve/veya zemin iyileştirme yöntemleri, temel ve üstyapı statik hesaplarına esas olacak geoteknik parametreler, kazı ve iksa sistemi ile ilgili değerlendirme ve öneriler vb. hususlar bu bölümde özetlenmelidir. Ayrıca; gerekiyorsa iksa projelendirmesi, derin temel analizleri vb. hususlar için gerekli görülen/önerilen ek çalışmalara da bu bölümde değinilmelidir.

## 12 YARARLANILAN KAYNAKLAR

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 virgöl 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 virgöl koyularak sırası ile yazılır)Eser adı. Eserin basıldığı yer/şehir: Yayımlayan kuruluş, Yayım yılı.



# Firma Logosu

Proje Adı: .....

İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## 13 EKLER

Rapor metninde geçen her türlü çizim, harita, log, form, föy, çıktı, hesap tablosu, grafik, fotoğraf vb. dokümanlar, A4 boyutunda katlanmış olarak cep dosya veya ayrı klasörler içinde verilmelidir. Rapor ekleri raporun başındaki "İçindekiler" bölümünün altında her biri ayrı ayrı numaralandırılmak (EK-1, EK-2, ...) suretiyle liste halinde verilmelidir. Araştırma noktaları vaziyet planında eski ve yeni çalışmalar bir arada gösterilmelidir.

Proje Adı: .....  
İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## SAHASI KATEGORİ 1 ZEMİN ve TEMEL ETÜT RAPORU

Rapor No: .....  
Tarih: .....

### İÇİNDEKİLER

1	GİRİŞ .....	(Sayfa No)
1.1	Etüdün Amacı ve Kapsamı .....	(Sayfa No)
1.2	İnceleme Alanının Tanıtılması .....	(Sayfa No)
1.2.1	Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler .....	(Sayfa No)
1.2.2	İmar Planı Durumu .....	(Sayfa No)
1.2.3	İmar Adası ile İlgili Bilgiler .....	(Sayfa No)
1.2.4	İklim Bilgileri .....	(Sayfa No)
1.2.5	Yapı Hakkında Bilgiler .....	(Sayfa No)
1.2.6	Doğal Afet Tehlikeleri .....	(Sayfa No)
2	JEOLOJİ .....	(Sayfa No)
2.1	Bölgesel Jeoloji .....	(Sayfa No)
2.2	Yapısal Jeoloji ve Aktif Tektonik .....	(Sayfa No)
3	ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI .....	(Sayfa No)
3.1	Araştırma Çukurları .....	(Sayfa No)
3.2	Jeofizik Çalışmalar .....	(Sayfa No)
3.2.1	Sismik Çalışmalar .....	(Sayfa No)
3.2.2	Elektrik Çalışmalar .....	(Sayfa No)
3.3	Sondajlar .....	(Sayfa No)
3.4	Arazi Deneyleri .....	(Sayfa No)
3.5	Laboratuvar Deneyleri .....	(Sayfa No)
3.6	İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi .....	(Sayfa No)
4	YERALTI VE YERÜSTÜ SULARI .....	(Sayfa No)
5	JEOLOJİK KESİT .....	(Sayfa No)
6	SONUÇ VE ÖNERİLER .....	(Sayfa No)
7	YARARLANILAN KAYNAKLAR .....	(Sayfa No)
8	EKLER .....	(Sayfa No)

# Firma Logosu

Proje Adı: .....  
İmar Bilgileri: ..... İli, ..... İlçesi, ..... Mahallesi, .....Pafta, .....Ada, .....Parsel

## EK LİSTESİ:

- Ek-1 : Kategori 1 İçin Tespit Formu (form doldurulmuş ve imzalanmış olarak verilmelidir)
- Ek-2: Araştırma Noktaları Vaziyet Planı
- Ek-3: Tapu, İmar Planı, İmar Çapı Sureti
- Ek-4 : Araştırma Çukuru Logları, Araştırma Çukuru ve Çıkan Malzeme Fotoğrafları
- Ek-5 : Arazi Deneyleri Sonuç Föyleri
- Ek-6 : Jeolojik Kesitler
- Ek-7 : Laboratuvar Deney Sonuçları
- Ek-8 : Jeofizik Ölçüm Kayıtları
- Ek-9 : Fotoğraflar
- Ek-10: 1/1000 ya da 1/5000 Ölçekli Münhanili Mühendislik Jeolojisi Haritası
- Ek-11: İlgili Tutanaklar
- Ek-12: Video çekimleri

## TABLO LİSTESİ:

- Tablo-1: Arazi ve Laboratuvar Deney Sonuçları (Sayfa No)

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka tablolar eklenebilir veya bazıları çıkartılabilir)

## ŞEKİL LİSTESİ:

- Şekil-1 : Yer Bulduru Haritası (Sayfa No)
- Şekil-2 : Araştırma Noktaları Vaziyet Planı (Sayfa No)
- Şekil-3 : Tapu, İmar Planı, İmar Çapı Sureti (Sayfa No)

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka şekiller eklenebilir)

Raporu hazırlayan firma ismi ve iletişim bilgileri, proje adı, sahaya ait imar bilgileri, rapor numarası ve rapor tarihi raporun ön kapağında da belirtilmelidir.

## 1 GİRİŞ

### 1.1 Etüdün Amacı ve Kapsamı

Etüdün ne tür bir yapı ile ilgili zemin koşullarını belirlemek amacıyla yapıldığına ek olarak aşağıdaki bilgiler bu bölümde verilir:

- Zemin ve temel etüdünün yapıldığı, il, ilçe, mahalle/köy, bağlı olduğu belediye, imar pafta, ada, parsel bilgileri,
- Raporun genel içeriği,
- Etüt kategorisi (Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve Rapor Formatı - EK-1'de yer alan form doldurularak rapor ekinde verilecektir).

### 1.2 İnceleme Alanının Tanıtılması

#### 1.2.1 Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

İlgili parselin tanıtımı, eğimi, eğim yönelimleri ve yüzdesi, çevre yapılar ve arsaya yakınlıkları, drenaj yapısı, toprak ve bitki örtüsü, çalışma alanı yakınlık derecesi, ulaşım vb. bilgiler bu bölümde verilir. İnceleme alanının yeri, yer bulduru haritası, uydu görüntüsü veya hava fotoğrafı üzerinde işaretlenmelidir.

Arsa üzerindeki ve çevresindeki yol, elektrik hattı, doğalgaz hattı vb. altyapıların durumu ve lokasyonu belirtilmelidir.

#### 1.2.2 İmar Planı Durumu

İnceleme yapılacak parselin bulunduğu sahayı içeren alan için yapılmış Plana Esas Jeolojik-Jeoteknik ve Mikrobölgeleme Etüt Raporu incelenerek, imar planında yer alan ilgili plan notları, sahanın uygun alan içerisinde yer alıp almadığı, herhangi bir afet alanında bulunup bulunmadığı, yapı yasağı olup olmadığı, ayrıca; referans alınan plana esas raporun hangi tarihlerde ve kim tarafından hazırlandığı bu bölümde belirtilmelidir.

#### 1.2.3 İmar Adası ile İlgili Bilgiler

İlgili parselin de içinde bulunduğu kroki şeklinde bir yerleşim planı (<https://parselorgu.tkgm.gov.tr>), imar adasının hangi amaçla kullanıldığı (konut, ticari vb.), varsa mevcut komşu yapıların özellikleri (kat, kot, bodrum, yerleşim vb.) gibi tanıtıcı bilgiler verilmelidir.

#### 1.2.4 İklim Bilgileri

Yıllık yağış ve sıcaklık (özellikle donma derinliği) verileri, varsa havanın fen noktasından çalışmaya uygun olmayan devresi değerlendirilir.

#### 1.2.5 Yapı Hakkında Bilgiler

Sahada inşa edilmesi planlanan yapı ve/veya yapıların oturum alanı, olası kazı derinliği, toplam kat adedi, plan boyutları, yapı yüksekliği, yapı malzemesi (betonarme/çelik/prefabrik/hafif çelik/yığma) ve kullanım amacı ile ilgili bilgiler bu bölümde verilmelidir.

#### 1.2.6 Doğal Afet Tehlikeleri

Saha ve çevresindeki mevcut veya eski kütle hareketi (heyelan, kaya düşmesi, çökme, krip, toprak akması) ve potansiyeli, jeolojik birimlerin (kaya/zemin) yapısından kaynaklanan şişme, çökme potansiyeli, sel, taşkın, çığ potansiyeli bulunmadığının bu bölümde belirtilmelidir.

Arsa koordinatlarına göre, Türkiye Deprem Tehlike Haritasından DD-2 için elde edilen Harita Spektral İvme Katsayıları ve diğer bilgiler belirtilir.

## 2 JEOLOJİ

### 2.1 Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanının da içinde bulunduğu bölgenin genel jeolojisi, jeolojik formasyon ve birimlerin durumu, kökeni, stratigrafik konumları, yaşları, litolojik yapı ve dokuları genel bir stratigrafik kesit üzerinde ana hatları ile verilmelidir. Rapor ekinde ya da içinde bölgenin genel jeoloji haritası, ilgili parsel yaklaşık olarak ortada kalacak şekilde verilmelidir.

### 2.2 Yapısal Jeoloji ve Aktif Tektonik

İnceleme alanı ve bölgenin yapısal jeolojisi, bölgedeki ana yapısal unsurların kıvrımları, kırıklar, varsa bindirme zonlarını gösteren jeolojik harita ve kesitler sunulmalıdır. Özellikle kırık sistemleri, oluşumu, konumu, tipi, hâlihazırda aktif olup olmadığı, sistemin biçimi, fayın cinsi, aktivitesi gibi hususlar belirtilerek, böyle bir kırığın hangi büyüklükte bir depreme kaynaklık ettiği ya da edebileceği, yatay ve düşey atım miktarı belirtilmelidir. Kırık sisteminin aktifliğinde geçmişte deprem üretmiş olan kırıklar ve bu kırıkların potansiyelleri inceleme alanına uzaklığı gibi bilgiler olmalıdır. Ayrıca inceleme alanı merkez olacak şekilde, çevresinde 50 km. yarıçaplı bölgedeki diri fay haritası ve aletsel magnetüdü 4.0'dan büyük olan eski deprem merkez üsleri verilmeli ve bunlar ile ilgili değerlendirmeler yapılmalıdır. Varsa aktif fay etrafındaki tampon bölge mesafeleri belirtilmelidir.

## 3 ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Araştırma çukurları, jeofizik çalışmalar, arazi ile laboratuvar deneyleri Kategori 1'deki yapıların Zemin ve Temel Etüt Raporunun hazırlanması için kullanılacak yöntemlerdir.

Kategori 1'e giren etütler, Tablo-1'de belirtilen kaya ve zemin birimlerin bina oturum alanında yer alması durumunda yapılır. Yapılan arazi ve laboratuvar deneyleri sahadaki zemin/kaya birimlerin özellikleri ile ilgili değerlendirmeler yapılmasına olanak verecek şekilde planlanmalıdır.

Tablo -1. Kategori 1'e giren kaya ve zemin sınıfları

Yerel Zemin Sınıfları	Zemin Cinsi	V <sub>S30</sub> m/s	C <sub>u</sub> kPa
ZA	Sağlam, sert kayalar	> 1500	-
ZB	Az ayrılmış, orta sağlam kayalar	760-1500	-
ZC	Sert kil tabakaları ve ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar	360-760	> 250

### 3.1 Araştırma Çukurları

Araştırma çukurunun, bina temeli altındaki zemin yapısının görülebileceği, amacına uygun bir derinliğe kadar ve yapılacak yapının temel kazısına zarar vermeyecek şekilde ve sayıda olması gerekmektedir.

Araştırma çukurunun, nasıl ve ne zaman açıldığı, hangi gözlem ve ölçümler yapıldığı, hangi özellik ve sayıda numune alındığı anlatılmalı ve çukur açılan yerin konumu vaziyet planı üzerinde gösterilmelidir. Yeraltı suyuyla rastlanması halinde, derinliği belirtilmeli ve çukur aynalarının kendini tutabilme süreleri, gözlenen akmalar ve kazılabilirlik ile ilgili görüşler belirtilmelidir.

Çukur içinde yerinde deney yapılmış ise, deneyin ne olduğu, ne amaçla yapıldığı ve sayısı, alınan numune ya da numunelerin özelliği, sayısı, alındığı derinlik, nasıl muhafaza edildiği ve amacı yazılmalıdır. Ancak deney detayları "Arazi Deneyleri" bölümünde verilmelidir.

Bütün araştırma çukurlarının, yeri (kot ve koordinat), sayısı, derinliği ve gözlenmiş ise yeraltı suyu seviyesi derinliğinin belirtildiği bir tablo hazırlanmalı, Araştırma Çukuru Logları, çukurun fotoğrafları ile birlikte, raporun ekler bölümünde verilmelidir.

## 3.2 Jeofizik Çalışmalar

### 3.2.1 Sismik Çalışmalar

İnceleme yapılan alana uygun sismik çalışmalar (Sismik Kırılma, MASW, REMİ vb.) seçilerek, saha için sismik hızlar (P dalgası hızı, S dalgası hızı) ve zemin sınıfı tablo halinde gösterilmelidir.

### 3.2.2 Elektrik Çalışmalar

Saha içerisinde yeraltı suyu durumunun araştırılması halinde sahaya uygun elektrik yöntemler kullanılabilir.

## 3.3 Sondajlar

Sondajların kot, koordinat ve derinlikleri tablo halinde düzenlenmeli, sondaj noktaları, vaziyet planı ve/veya mühendislik jeolojisi haritası üzerine işaretlenmeli, sondaj logları ve karot sandığı fotoğrafları rapor ekinde verilmelidir.

Sondaj kuyusu içinde hangi deneylerin ne amaçla yapıldığı, deney sayısı, alınan numune veya numunelerin özelliği, numunelerin sayısı, alındığı derinlik belirtmeli, ancak detayları "Arazi Deneyleri" bölümünde verilmelidir.

## 3.4 Arazi Deneyleri

Açılan araştırma çukurlarında temel zeminini temsil edecek zemin/kaya birimlerinde cep penetrometresi, el veyni, plaka yükleme, tek nokta yükleme vb. testler yapılarak sonuçları tablolar halinde bu bölümde rapor edilmelidir.

Sondajlarda yapılan SPT, presiyometre vb. deneylerin sonuçları da sondaj logları ve her deney için ayrı olmak üzere düzenlenen tablolarda belirtilmelidir.

## 3.5 Laboratuvar Deneyleri

Açılan araştırma çukurlarından, sondajlardan ve/veya sahada mostra vermiş kaya birimlerden temel zeminini temsil edecek şekilde alınacak örselenmiş/örselenmemiş zemin/kaya numunelerinde elek analizi, hidrometre, Atterberg limitleri, tek nokta yükleme deneyi, tek eksenli basınç deneyi vb. deneyler yapılarak, sonuçlar deney föylerinde ve tablolar halinde verilmelidir. Zemin birimleri; Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma Sistemi'ne göre, kaya birimleri ise ISRM standartlarına göre sınıflandırılmalıdır.

## 3.6 İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi

İnceleme alanında yer alan kaya/zemin birimlerinin, genel özellikleri, kökenleri ve jeolojik tanımları ile kaya birimlerin tabaka, eklem ve ayrışma durumlarının, zemin birimlerinin dane dağılımı, sıklık, kıvam gibi genel mühendislik özellikleri gözlemsel olarak belirtilmelidir.

## 4 YERALTI VE YERÜSTÜ SULARI

İncelenen parsel alanı ve yakınında küçük dere, çay, nehir, göl ve benzeri su kaynağı varsa, ilgili parselin bunlardan ne kadar etkileneyeceği belirtilmeli, ilgili kuruluşlardan gerekli görüşler alınmalı, sahadaki ve yakınındaki yeraltı suyu kaynakları hakkında detaylı bilgi verilmelidir. Ayrıca meteorolojik kökenli bir afete maruz kalınıp kalınmayacağı hakkında bilgi verilmelidir. Bölgede ve dolayısıyla inceleme alanında yeraltı su seviyesinin mevsimlerle değişkenlik gösterip göstermediği, formasyonların niteliğine göre yeraltı suyu nedeniyle ne gibi olumsuzlukların beklenebileceği irdelenmelidir.

## 5 JEOLJİK KESİT

Sahada karşılaşılan zemin/kaya formasyonları yüzeyden derine doğru kalınlık, alt/üst kotları, indeks özellikleri ve eğer jeolojik formasyon ise, formasyon ismiyle belirtilmek suretiyle

genel olarak tanımlanmalıdır. Jeolojik kesit oluşturulurken sahada yapılan jeofizik çalışmaların sonuçlarından da yararlanılmalıdır. Tanımlamalar yapılırken her formasyonun bilinen genel özelliklerine inceleme alanında görülmemiş olsa bile değinilmelidir.

Yüzey ve araştırma çukuru içindeki numunelerde ya da sondaj numunelerinde öncelikle kaya ve zemin birimleri birbirinden ayrılmalı, Türk Standardı ve uluslararası kabul görmüş standartlara göre tanımlanmalıdır.

## 6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölüm aşağıda belirtilen değerleri, değerlendirme ve önerileri içermelidir.

- Zemin koşulları ve yerel zemin sınıfı,
- Saha/bina koordinatları, sismik tehlike haritası spektral ivme katsayıları, en büyük yer ivmesi ve hızı,
- Hesaplanmış ise temel taşıma gücünün karakteristik dayanımı ( $q_k$ ) ve tasarım sürtünme direnci ( $R_{th}$ ),
- İnşaat sırasında zeminden kaynaklı karşılaşılabilecek muhtemel sorunların çözümü ve bunlarla ilgili öneriler,
- Yüzeysel temellerde minimum temel derinliği,
- Kazı işlerine esas kazı güçlüğü ve kazı sınıfı önerileri,
- Kazıdan çıkan zeminin dolgu vb. amaçla kullanılabilirliği ve koşulları,
- Drenaj ve yalıtım önerileri,
- Kategori 1'e giren yapılar için zemin birimlerinin özellikleri yönünden sağlam, sert kayalar, az ayrılmış, orta sağlam kayalar, ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar, sert kil tabakaları ve ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar bu kategori içinde yer alır. Bu tür kaya ve zeminlerde, Kategori 1'e giren basit yapıların oluşturacağı ilave yükler altında oturma ve taşıma gücü problemleri beklenmemektedir. Ancak; üstyapıya ait statik analizler sonucu elde edilen yük kombinasyonlarına göre maksimum temel taban gerilmelerinin  $200 \text{ kN/m}^2$ 'yi aşmaması gerektiği bu bölümde belirtilmelidir.

## 7 YARARLANILAN KAYNAKLAR

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 arasında virgül koyularak sırası ile yazılır), Eser adı (Eserin basıldığı yer/şehir: Yayınlayan kuruluş, Yayın yılı), sayfa numarası.

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

## 8 EKLER

Ekler, içindekiler bölümünde verilen ek numaralarına göre sıralı olarak verilmelidir.