



PLAN PROJE YATIRIM VE İNŞAAT MÜDÜRLÜĞÜ
2022 YILI 24 DERSLİKLİ BUCAK ANADOLU LİSESİ ZEMİN VE TEMEL ETÜT ÖZELLİKLERİ

| Parsel Bilgileri | İli | İlçesi | Mahallesi/ Köyü | Pafta No | Ada No | Parsel No | Yüzölçümü m ² | Malik |
|---------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------------|--|
| | Burdur | Bucak | Konak | | 1888 | 2 | 6.242,64 | Maliye Hazinesi |
| Yapı Bilgileri | Taban Alanı m ² | Temel Kotu - | Bodrum m | Kat Sayısı | Toplam Kat Yüksekliği | Kısa Kenar m | Uzun Kenar m | Not |
| | 711 | 3,38 | 4 | B+Z+3 | 19 | 20 | 36,1 | Temel derinliği yaklaşık alınmış olup uygulama projesinde değişiklik olabilir |
| Zemin ve Temel Etüt | Sondaj Derinlikleri m | Sondaj Sayısı | Toplam Sondaj m | Kuyu Başına Manevra Sayısı | Toplam Manevra sayısı | Toplam UD | Toplam SPT | Sondaj derinliği; Temel derinliği+ JMO Net Temel Basıncından Kaynaklanan Zemin Gerilmesi ve Sondaj Derinliği Hesabı ile hesaplanmıştır |
| | 18,00 | 5 | 90 | 12 | 60 | 12 | 60 | |

* Her şartta sondaj metrajı tamamlanacaktır.

Temel kotundan başlamak üzere düşeyde her 5m de ve her tabaka değişikliği gözlenen alandan 1 adet örselenmemiş numune (UD) alınacaktır

* SPT temel kotundan başlayarak her 1,5m de bir yapılacaktır

Yapı Denetim Elemanı uygun gördüğü taktirde UD numuneleri ile birlikte SPT numunelerinden seçeceği örselenmiş numuneler için de laboratuvar testi isteyebilir

* Sert zeminlerde, yüksek kalitede numune elde etmek için doğru sondaj teknikleri kullanılacaktır

Kayalarda sondajdan numune alımı en azından çift tüplü karotiyerle ilerleme sağlanarak yapılmalı, alınan karotlar, karot sandıklarına standartlara uygun olarak yerleştirilerek laboratuvarlara gönderilecektir.

Hedeflenen sondaj derinliklerinden önce yapı etki bölgesi içinde tamamen ayrışmış kaya (W5) ve çok ayrışmış kaya (W4) (ISRM) birimler hariç olmak üzere, kaya birimler ile karşılaştırılması durumunda en az 3.00 m. daha karotlu sondaja devam edilecektir.

* Ayrışmış ve rezidüel birimler için en az 5.00 m. daha sondaja devam edilecektir.

* Numuneler üzerinde zemin özelliklerine göre aşağıdaki deneyler yapılacaktır

1 Serbest (Tek Eksenli) Basınç Dayanımının Ölçümü (ts 19002)

2 Üç Eksenli Kayma Direnci (UU) (TS 19002)

3 Nokta Yüklü İndeksi Tayini (TS 699 ASTM D 5731)

4 Konsolidasyon + Serbest Şişme+Şişme Basıncı (TS 19002)

5 Atterberg Limitlerinin Tayini (TS1900 1)

6 Dane Boyutu Dağılımının Tayini (Karışık kuru metot) (TS1900-1)

7 Su Muhtevası Ölçümü (TS 1900-1)

8 Doğal Birim Hacim Ağırlığı

9 Kuru Birim Hacim Ağırlığı

10 Kesme Kutusu Deneyi (UU) (TS1900 2)

* Birbiri yerine geçebilen deneylerden uygun olanlar Yapı Denetim Elemanı onayladıktan sonra seçilecektir

Yukarıdaki özet bilgiler haricinde Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Zemin ve Temel Etüdü Uygulama Esasları ve

*** Rapor Formatı kapsamında jeofizik ve diğer çalışmalarda yapılacaktır.**



Zemin ve Temel Etüdü Teknik Şartname

BURDUR İL ÖZEL İDARESİ
YATIRIM VE İNŞAAT MÜDÜRLÜĞÜ

BURDUR – 2022



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, inşaa 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 inşaa 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 içirisine 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 laboratuvarda 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 m²'yi geçmeyen, bodrum kat olmaması durumunda toplam inşaat alanı 300 m²'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 oturma alanında sağlam, sert kayalar, az ayrılmış, orta ayrılmış, orta sağlam kayalar, ayrılmış-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 Önemli 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 laboratuvarında 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 laboratuvarında 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) **(Değişik:RG-17/2/2021-31398)** Araştırma çukurlarında kaya biriminin gözlenememesi halinde; 18/3/2018 tarihli ve 30364 mükerrer sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinin ekinde yer alan 16.4.3 maddesindeki gerekli tahkiklerin yapılabilmesi için sismik yöntemler, sondaj veya sondalama, arazi deneyleri (SPT, veyn deneyi ve benzeri) yöntemler kullanılarak da zemin sınıfı belirlenmelidir.
- 8) **(Ek:RG-17/2/2021-31398)** Jeofizik profillerin birbirini çapraz kestiği en az 2 adet sismik ölçü (MASW, sismik kırılma, REMİ ve benzeri) ile VS30 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 ve benzeri dokümanlar tutanakla birlikte verilmelidir.

Kategori 1 kapsamında değerlendirilen yapılardan zemine aktarılan maksimum temel taban gerilmesi gerek statik gerekse de dinamik yükleme durumunda 200 kN/m²'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) **(Değişik:RG-17/2/2021-31398)** V_{S30} kayma dalgası hızı,

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

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

Ayrıca gerekli olması durumunda aşağıdaki özellikler de belirlenmelidir.

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

Tasarım etütlerinde yapının oturacağı alandaki zemin birimlerinin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi çalışmaları; standartlaşmış ve genel kabul gören, araştırma çukurları, sondajlar, jeofizik 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 araziyi temsil edecek yeter sayıda numuneler alınmalıdır. Numuneler TS EN ISO 22475-1 standardına uygun olarak alınmalıdır.

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

Araştırma çukurlarının kesitleri, alınan deney (yeraltı suyu ve zemin/kaya) numunelerinin yer, adet ve derinliklerini gösteren ve 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 yapıp 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) (Değişik:RG-17/2/2021-31398) Sondaj Sayıları:

- 1) Temel taban alanı 300 m²'den az olan ve tek bloktan oluşan yapılarda en az 3 adet sondaj yapılmalıdır. Taban alanının her 300 m² artışında bir sondaj ilave edilmelidir.
- 2) Temel taban alanının çok küçük olduğu ve bu alanlarda sondaj makinesinin çalışma gücünü bulunduğu durumlarda (sondaj aralıklarının 1~7m. arasında kaldığı durumlarda), ilgili idarenin uygun görmesi koşuluyla; gerekçeleri Veri Raporunda belirtmek suretiyle jeofizik yöntemlerle desteklenerek, sayısı 2'den az olmayacak şekilde sondaj sayısı azaltılabilir.
- 3) Site tipi çoklu blokların bulunduğu sahalarda, minimum sondaj aralıkları dikkate alınarak, her bloğun temel tabanının bulunduğu alanda 300 m²'de en az 1 adet sondaj olmak üzere, zemin birimlerini tarifleyecek ve sahayı tarayacak şekilde sondaj adedi belirlenebilir
- 4) Sondaj sayısı, taban alanı 1000 m²'yi geçen binalarda, maksimum sondaj aralıklarını aşmayacak şekilde, taban alanı geometrisine göre birer adet bina köşelerinde ve 1 adet ortada olmak üzere en az beş adet olacak şekilde planlanabilir. Bu tip binalarda planlama yapılırken (1) numaralı maddede belirtilen değerler de dikkate alınarak artırılmalıdır.
- 5) Arsa içerisinde fiziki koşullar nedeniyle hiçbir şekilde sondaj yapılamadığı durumlarda (makinenin girememesi ve benzeri özel durumlar), arsa sınırının dışında, zemin etüt ekibince karar verilecek ve idarece de uygun görülecek uzaklıkta sondaj yapılabilir.

b) Sondaj Yerleri:

- 1) Topoğrafik ve jeomorfolojik koşullar özel yerlere işaret etmiyorsa, sondaj yerleri yapı planının köşelerine ve ortasına gelecek şekilde seçilebilir.

- 2) Yapı tipleri ve yerleri belirli ise, geniş sahalarda yapıların yerleşimine uygun olarak ve sahayı tarayacak şekilde sondaj noktaları seçilebilir.
- 3) Yerleşimi belirsiz proje sahalarında, bir kareyaj üzerinden sondaj yerleri planlanabilir.
- 4) Dilatasyonla ayrılmış binalarda her blok altına en az 1 adet sondaj gelecek şekilde planlama yapılmalıdır.
- 5) Sondajlar arasındaki mesafeler 40-50 m.'yi geçmeyecek şekilde belirlenmelidir.
- 6) Derin kazı yapılması gereken, şev açısı yüksek olan sahalarda ilgili stabilite analizlerinin (örneğin ankraj kök bölgelerinin yer aldığı bölgede) yapılabilmesi için arsa sınırı dışında da yeterli derinlikte sondaj yapılması önerilir (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 tanımlı yapılabilecek şekilde seçilmelidir.
- 9) Jeofizik ölçümlerde anomaliler ve farklı zemin profillerinin gözlenmesi halinde sondaj noktaları bu bölgedeki birimleri tanımlayacak şekilde planlanmalıdır.

c) Sondaj Derinlikleri:

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

- 1) Sondaj derinliklerinin, yapı etki bölgesi içindeki tüm zemin birimlerini kapsadığından emin olunmalıdır. Saha veya yakınında şev bulunması veya derin kazı yapılması durumunda; şev stabilite hesaplarını yapabilecek ve olası istinat yapılarını tasarlayabilecek verileri elde edecek şekilde sondaj derinlikleri belirlenmelidir.
- 2) Şevli yüzeylerde sondaj derinliği muhtemel kayma yüzeyinin altına 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) **(Değişik:RG-17/2/2021-31398)** Sondaj derinliği olarak, 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 (σ'_{vo}) % 10'una eşit olduğu derinlikten ($\Delta\sigma = 0.10 \sigma'_{vo}$) araştırmaya uygun olanı seçilecektir.
- 6) **(Değişik:RG-17/2/2021-31398)** 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 derinliğinden en az 3 m. fazla 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) **(Değişik:RG-17/2/2021-31398)** 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; sondaj sahası için mevcut jeofizik ve jeolojik verilerle de desteklenmesi şartıyla en az 3.00 m. daha karotlu

sondaja devam edilmelidir. Ayrışmış 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 sıvılaştırılabilir zemine rastlamış 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 | |
| | 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 edilmesi 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 zarar görmesi durumunda kaya kütlelerinin dayanım ve deformasyon özellikleri, su içeriği, yoğunluğu, porozitesi ve geçirimsizliği de zarar görür. Jeolojik 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.

(Değişik paragraf:RG-17/2/2021-31398) Jeofizik araştırmalar, sahadaki zemin ve kaya ortamının;

- 1) Fiziksel özelliklerini,
- 2) Karstik boşlukları,
- 3) Yapay dolgu alanlarını,
- 4) Potansiyel veya mevcut kütle hareketlerini,
- 5) Sıvılaşma potansiyelini,
- 6) Deprem dalgalarının yayılma özelliklerini, frekans içerikleri ve büyütme özelliklerini,
- 7) Yeraltı suyunun varlığı ve derinliğini,
- 8) Yeraltında gömülü doğal ya da yapay yapılarını,
- 9) Problemlerin çözümüne katkı sağlayacak tamamlayıcı verilerini,

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.

(Mülga paragraf:RG-17/2/2021-31398)

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

| Sütun | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Sütun |
|-------|---|---|--------------------------------|---|--|---|---|---|--|--|---|-------|
| Satır | Sondaj Yöntemi | | | | Donanım | | Uygulama ve Sınır Değerler için Kılavuz ^d | | Elde edilebilen numune alma kategorileri ^e | Elde edilebilen kalite sınıfı ^e | Açıklamalar | Satır |
| | Toprak zemini kesme yöntemi ^b | Sondaj sıvısı kullanımı | Numune alma şekli | İsmlendirme | Alet | Sondaj Borusu çap aralığının kılavuz değerleri (mm) | Uygun değil ^d | Tercih edilen zemin ⁽¹⁾ | | | | |
| 1 | Döner sondaj | Kullanılmaz | Sondaj aleti | Kuru sistemli karotlu döner sondaj ^c | Tek tüplü karotiyer İçi 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) | İçi iyi, dışı dışarıda kurutulmuş - | 1 |
| 2 | Döner sondaj | Kullanılır | Sondaj aleti | Karotlu döner sondaj | Tek tüplü karotiyer İki tüplü karotiyer ^a Üç tüplü karotiyer ^a | 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; içi boş gövdeli burgu | 100 ila 2000 | D _s /3'ten büyük blok kaya | Su seviyesinin üzerindeki tüm zemin, su seviyesin altındaki tüm kohezyonlu zemin | B(A) | 4 (3) | - | 4 |
| 5 | Döner sondaj | Kullanılır | Sondaj sıvısının ters dolaşımı | Ters dolaşimli sondaj | İçi 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 _s /3'ten büyük olan iri çakıl, sıkı zeminler, yeraltı suyu seviyesinin altında kohezyonsuz zeminler | Su seviyesinin üzerindeki kilden orta taneli çakıla kadar olan zemin; su seviyesinin altındaki kohezyonlu zemin | C ^f | 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 içi boş gövdeli burgu) | 80 ila 200 | Tabakalı toprak zeminlerde tane büyüklüğü D _s /3'ten büyük olan zemin, örneğin tabakalı çökelti (varve) | Kil, silt ve tane büyüklüğü D _s /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 ^b | 150 ila 300 | Tane büyüklüğü D _s /3'ten büyük olan zeminler | Çakıl ve tane büyüklüğü D _s /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 alıcıya bağlı çakmalı ilerleme | 30 ila 80 | Tane büyüklüğü D _s /2'ten büyük olan zeminler | Tane büyüklüğü D _s /5'e kadar olan zeminler | C ^f | 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 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 | Tercihe bağlı yavaş dönmeli titreşimli sondaj | Kullanılmaz (sadece indirilen muhafaza borusu için) | Sondaj aleti | Titreşimli (resonance) sondaj | İnce duvarlı numune alıcı veya tercihe bağlı plastik gömlekli 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 alıcıya bağlı pnömatik/sürekli itmeli | 30 ila 80 | Sıkı ve iri taneli zemin | Kil, silt, ince kum | C ^f | 5 | Sadece sığ derinlikler için kullanılır | 14 |
| 15 | Çift çeneli kepçe ile | Kullanılmaz | Sondaj aleti | Çift çeneli sondaj ile sondaj | Kablolu çift çeneli kepçe | 400 ila 1500 | Sert kohezyonlu zemin, tane büyüklüğü D _s /2'den büyük olan blok kaya | Çakıl ve tane büyüklüğü D _s /2'den küçük olan blok kaya taş | Su seviyesinin üstü: B Su seviyesinin altı: C | 4 5 | - | 15 |

a: Geleneksel veya çelik halatlı karotiyer
b: Çakmalı sondaj yöntemi kullanıldığında, sondaj aleti özel delme aletleriyle ilerleyecektir. Darbeli yöntem kullanıldığında, sondaj aleti tekrarlı bir şekilde kaldırılması ve düşürülmesi yoluyla ilerleyecektir.
c: Kuru sistemli karotlu döner sondaj zemin etüdün en önemli amacının yeraltı suyu seviyesinin gözlenmesi olması durumunda yaygın olarak kullanılır.

^d: D_s: numune alma aletinin iç çapıdır.
^e: Parantez içinde verilen numune alma kategorisi ve kalite sınıfı, özellikle uygun zemin şartlarında sağlanabilir. Bu husus bazı durumlarda açıklanmalıdır.
^f: Numune alma kategorisi B, bazen yumuşak kohezyonlu zeminlerde mümkündür.
Not: Düz dolaşimli sondaj, bu çizelgede yer almamaktadır. Çünkü bu sondaj yöntemi ile numune kalite sınıfı genellikle sınıf 5'ten daha kötü elde edilir.

(1) 17/2/2021 tarihli ve 31398 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan değişiklikle bu tablonun (8) numaralı sütununda yer alan "Tercih edilen yöntem" ibaresi "Tercih edilen zemin" olarak değiştirilmiştir.

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 ^b | Tercih edilen numune boyutları | | Kullanılan teknik | Uygulamalar ve sınırlar | | Kolon 6'daki zeminlerde numune alma kategorileri ^a | Elde edilebilir kalite sınıfı ^a |
| | | 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 |

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

^b 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 dirençlerini 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, yığma 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 ulaşamaması 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) Yüzeğe 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 loğlar, 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 ^{a)} | Muhtemel elde edilebilir sonuçlar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|------------|------------|------------|------------|--|----------------------------|-----|-------|-------------------|---------|---------------------------------------|-----|-----|-------|----------|-------------|------------------------|--|
| | Numune alma | | | | | | Arazi deneyleri | | | | | | | | | | | | Yeraltı suyu ölçümleri | |
| | Zemin | | | Kaya | | | CPT veya CPTU | Presiyometre ^{c)} | KDT | EDT | SPT ^{d)} | DPH-DPO | DPH-DPÇA | AST | SVT | DDT | PYT | Açık sistem | Kapalı sistem | |
| | Kategori A | Kategori B | Kategori C | Kategori A | Kategori B | Kategori C | | | | | | | | | | | | | | |
| Temel bilgiler | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 ^{e)} | R3 | R2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Tabakaların yayılımı ^{b)} | 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 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Geoteknik özellikler | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| Kimyasal deneyler | 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 ⁾ | | | | | | 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 ⁾ | | | | | | 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 | | | | | | | | | | | | | |
| ⁾ 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 presiometreye uygun seçilmesi, aksi takdirde presiometrenin burğu ile açılmış sondaja yerleştirilmesi gerekmektedir. Deneyin yapılışında TS EN ISO 22476-4 ve ASTM D4719-00 standartlarına uyulur.

Bu deneyin hangi yöntemle göre 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 presiometre modülünün bulunmasında kullanılan formüllerin hangi kaynaklardan alındığı ve geçerlilik koşulları belirtilmelidir. Ayrıca deney sonuçları tablo halinde raporda yer almalıdır. **(Ek cümle:RG-17/2/2021-31398)** Etüt kapsamında presiometre deneyi planlanmış ise bu deney için ayrı bir sondaj kuyusu açılır.

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 çökellerinde 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 göre 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 seçilmelidir.
- 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 (görel) 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.



| 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'), (ϕ') | ÜBD KKD | ÜBD KKD | ÜBD KKD | ÜBD KKD | ÜBD KKD | ÜBD KKD |
| Kalıcı kayma dayanımı (c'_R), (ϕ'_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 (ρ) | 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) | | | | | |

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



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.

(Ek paragraf:RG-17/2/2021-31398) Kontrol etütleri sonrasında mevcut zemin ve temel etüt raporuna ek rapor düzenlenmelidir. Ek rapor, yapılan kontrol etütlerine göre Geoteknik Rapor formatında düzenlenebileceği gibi, inceleme ve tespitler ile sonuç ve değerlendirmelerin yer aldığı rapor şeklinde de düzenlenebilir.

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 yönteme 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 inşaa 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.

(Değişik paragraf:RG-17/2/2021-31398) Zemin ve Temel Etüt Raporlarının hazırlanmasında öncelikle etüt kategorisinin gerektirdiği çalışmalar belirlenir. Yapılan etüt ve mühendislik hesapları sonucu hazırlanan raporların, yapılan çalışmanın içeriği bakımından ilgili mühendislik disiplinlerince imzalanması esastır.

(Değişik paragraf:RG-17/2/2021-31398) Veri Raporunun içeriği ve etüt kategorisinin gerektirdiği çalışmalar Zemin ve Temel Etüt Ekibi tarafından planlanmalı, Veri ve Geoteknik Raporun kapağı ile sonuç ve öneriler bölümünde, çalışmada yer alan mühendislerin imzası bulunmalıdır. Ayrıca, çalışmaya katılan her mühendis ilgili raporun içinde kendi mesleki uzmanlık alanı ile ilgili sayfa ları da paraflamalıdır.

(Mülga paragraf:RG-17/2/2021-31398)

(Mülga paragraf:RG-17/2/2021-31398)

(Değişik paragraf:RG-17/2/2021-31398) Zemin ve temel etütlerinde; Kategori 1 kapsamındaki çalışmalardan ZA ve ZB yerel zemin sınıfı grubuna giren çalışmalar jeoloji mühendislerince, diğer yerel zemin sınıfı grubundaki çalışmalar jeoloji mühendisi ve jeofizik mühendislerince yapılır. Kategori 2 ve kategori 3 kapsamındaki çalışmalar inşaat mühendisi, jeoloji mühendisi ve jeofizik mühendislerince yürütülür.



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 Çukuru Logu
3. Araştırma Noktaları Vaziyet Planı
4. Araştırma Çukuru Kabul Tutanağı
5. Sondaj Logu
6. Lejant
7. Sondaj Kuyusu Kabul Tutanağı
8. Jeofizik Çalışma 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




| Kısaltmalar | |
|--|---|
| 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 _{S30} | Yüzeyden 30 m derinliğindeki kayma dalgası hızı |
| V _{S50} | Yüzeyden 50 m derinliğindeki kayma dalgası hızı |
| V _{S100} | 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 |
| Standartlar | |
| 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 (cptm) |



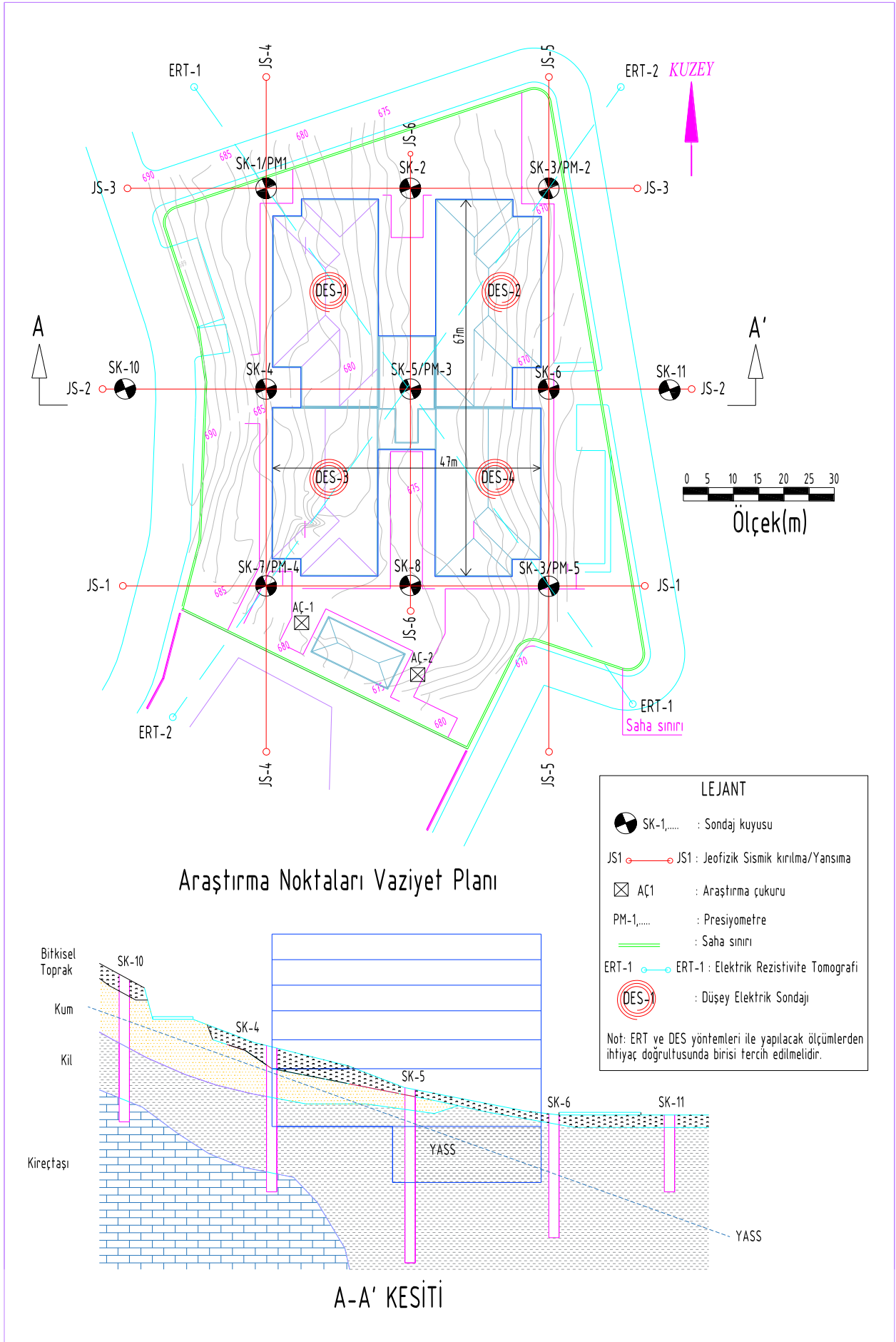
| | |
|---|--|
| EN ISO 22476-13 | Geoteknik araştırma ve testler (Geotechnical investigation and testing – Field testing-Part 13: Plate loading test) |
| TS EN ISO 14688-1 (İngilizce Metin) | Geoteknik etüt ve deneyler - Zeminlerin tanımlanması ve sınıflanması - Bölüm 1: Tanımlama ve tarif |
| TS EN 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) |
| Tablolar | |
| 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) |

| | | | | | |
|--|-------------|---|--|---|--|
|  | | KATEGORİ 1 İÇİN TESPİT FORMU | | | |
| İşin Sahibi | | | | | |
| Proje Adı | | | | | |
| Yapı Kullanım Amacı | | | | | |
| İl / İlçe |/..... | Köy / Mahalle | / | Ada / Parsel | / |
| Yapı ve Bileşenlerin Özellikleri ve Büyüklükleri Yönünden | | | | | |
| Yapı Bodrumlu <input type="checkbox"/> | | | Yapı Bodrumsuz <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 ² 'den az | | Toplam inşaat alanı 300 m ² 'den az | | Evet <input type="checkbox"/> | Hayır <input type="checkbox"/> |
| Zemin Birimlerinin Özellikleri Yönünden | | | | | |
| 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 _{S30} dalga hızı 360 m/sn'den büyük | | | | Evet <input type="checkbox"/> | Hayır <input type="checkbox"/> |
| Civar Yapılar Yönünden | | | | | |
| Komşu yapılara, yollara ve altyapı şebeke sistemlerine zarar riski yok | | | | Evet <input type="checkbox"/> | Hayır <input type="checkbox"/> |
| Yeraltı Suyu Yönünden | | | | | |
| Maksimum yeraltı su seviyesi temel etki derinliği içerisinde değil | | | | Evet <input type="checkbox"/> | Hayır <input type="checkbox"/> |
| Çevre Koşulları Yönünden | | | | | |
| 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"/> |
| Yukarıda belirtilen hususların hepsine 'Evet' cevabı verilmiş ise yapıya ait etüt kategorisi Kategori 1 olarak belirlenir. | | | | | |
| Etüt kategorisi KATEGORİ 1'dir. | | | | Evet <input type="checkbox"/> | Hayır <input type="checkbox"/> |
| Yüklenici | | Kontrol Mühendisi | | İdare Onayı | |
| | | | | | |
| 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 _n % | 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 _n | 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. / /

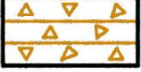

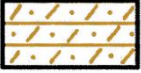



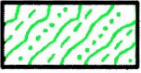

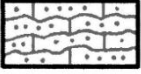


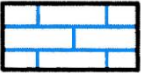





| Yüklenici Firma | Kontrol Mühendisi |
|-----------------|-------------------|
| İmza | İmza |



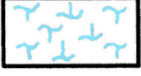



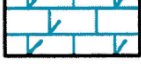







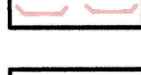

NOT: Araştırma çukurundaki zemin ve kaya tanımlamaları TS EN ISO 14688-1,14688-2,14689 standartlarına uygun olarak hazırlanmalıdır.

| 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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Koordinatlar | | X | | Y | | | | | | | | | Adı Soyadı | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 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 ²) | Limit Basıncı (kg/cm ²) | 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 | 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

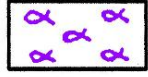
Açık Mor



dst, rydst

Dasit, Riyodasit

Mor



adz

Andezit

Mor



tadz, lt

Trakiandezit, Latit

Mor



bz

Bazalt

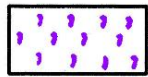
Koyu Mor



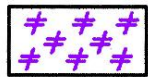
spl

Spilit

Koyu Mor

Volkan Camı (Opsidiyen,
Pekstayn, Vitrofir)

Mor



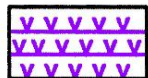
Süngertaşı (Pumis)

Mor



Volkan Cürufu

Mor



prkl

Piroklastik Kayaçlar
(Ayrılmamış)

Mor



agl

Aglomera

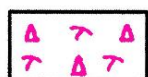
Açık Pembe



vbş

Volkanik Breş

Koyu Pembe



tbş

Tüf Breşi

Pembe



ltf

Lapilli Tüf

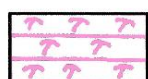
Pembe



tf

Tüf

Pembe



ctf

Tüfit

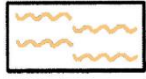
Açık Pembe



Volkan Külü

Pembe

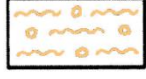
Metamorfik Kayaçlar:



gny

Gnays

Açık Kahverengi



ggny

Gözlü Gnays

Açık Kahverengi



mşst

Mikaşist (Biyotit,
Muskovit, Serizit)

Kahverengi



kşst

Klorit Şist (Yeşil Şist)

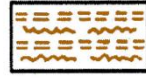
Kahverengi



tşst

Talk Şist

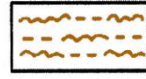
Kahverengi



kyr

Kayrak

Koyu Kahverengi



klşsr

Killi Şist (Fillit)

Koyu Kahverengi



aşst

Amfibollu Şist
(Aktinolitli Hornblend,
Glukofanlı Şistler)

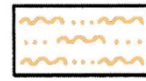
Koyu Kahverengi



pşst

Piroksenli Şistler
(Serpantin, Eklojit)

Koyu Nefti



kvt

Kuvarsit

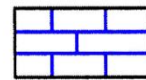
Açık Kahverengi



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 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Sondaj Lokasyon Krokisi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-----------------|-------------------|
| Yüklenici Firma | Kontrol Mühendisi |
| İmza | İmza |

| JF - SİSMİK ÇALIŞMALAR KABUL TUTANAĞI | | | |
|--|---|-------------------|-----|
| 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 | |

| JF - ELEKTRİK ÖZDİRENÇ (DES) KABUL TUTANAĞI | | | |
|--|---|-------------------|--|
| 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 | |

| JF.. - ELEKTRİK REZİSTİVİTE TOMOGRAFİ (ERT) ÇALIŞMALARI KABUL TUTANAĞI | | | |
|--|---|-------------------|-----|
| 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 | |

| YERALTI SUYU NUMUNE ALMA TUTANAĞI | |
|--|--|
| 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> |

Firma Logosu

Proje Adı:

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

EK-10

| NUMUNE ALMA ETİKETİ | |
|--|-------------------|
| 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 |