



# INM 308

## Zemin Mekaniği

*Zemin Etütleri Amacı ve Genel Bilgiler*

Doç. Dr. İnan KESKİN

[inaneskin@karabuk.edu.tr](mailto:inaneskin@karabuk.edu.tr), [inaneskin@gmail.com](mailto:inaneskin@gmail.com)

[www.inaneskin.com](http://www.inaneskin.com)

# ZEMİN MEKANİĞİ

## Haftalık Konular

Hafta 1:	Zemin Etütleri Amacı ve Genel Bilgiler
Hafta 2:	Kil Minarelleri ve Zemin Yapısı
Hafta 3:	Zeminlerde Kayma Direnci Kavramı, Yenilme Teorileri
Hafta 4:	Zeminlerde Kayma Direncinin Ölçümü; Serbest Basınç Deneyi, Kesme Kutusu Deneyi, Üç Eksenli Basınç Deneyi, Vane Kanatlı sonda Deneyi
Hafta 5:	Zeminlerde Kayma Direncinin Belirlenmesine Yönelik Deneyler; Laboratuvar Uygulaması
Hafta 6:	Zeminlerde Kayma Direncinin Belirlenmesine Yönelik Problem Çözümleri
Hafta 7:	Yanal Zemin Basınçları
Hafta 8:	Yanal Zemin Basınçları; Uygulamalar
Hafta 9:	Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi; Temel Kavramlar
Hafta 10:	Yamaç ve Şevlerin Stabilitesi Örnek Problemler
Hafta 11:	Zeminlerin Taşıma Gücü; Sığ Temeller
Hafta 12:	Zeminlerin Taşıma Gücü; Kazıklı Temeller
Hafta 13:	Zemin Sıvılaşması ve Analizi
Hafta 14:	Genel Zemin Mekanik Problem Çözümleri
Hafta 15:	Final Sınavı

# GEO-JEOTEKNİK ARAŞTIRMALARIN AMACI

Çoğu mühendisler, genellikle mühendislik özellikleri tutarlı ve önceden kestirilebilir mamul ürünlerle çalışırlar. Ancak bazı mühendislerin böyle lüksü yoktur. **Doğal özellikleri bir yerden bir yere çarpıcı şekilde değişen zemin ve kayalarla çalışırlar.** Bu nedenle sahadaki mevcut özelliklerin belirlenmesi gerekmektedir.



# GEO-JEOTEKNİK ARAŞTIRMALARIN AMACI



Rize'de yıllar önce inşa edilen ve dolgu olan zemindeki kayma nedeniyle yan yatmaya başlayan toplam 96 daireli 4 binada gün geçtikçe artan eğim korkutuyor. Daire sahipleri, demir direklerle destekleyip, kendilerince önlem almaya çalıştıkları binaların kentsel dönüşüme tabi tutulmasını istedi.



# GEO-JEOTEKNİK ARAŞTIRMALARIN AMACI

Bir saha inceleme programının temel amacı, **fizibilite ve önerilen mühendislik yapısının performans ve planlamasını etkileyecek zemin koşullarının ortaya koymak olmalıdır**. Bu kapsamda yapılacak çalışmaların hedeflerini aşağıdaki gibi özetleyebiliriz.

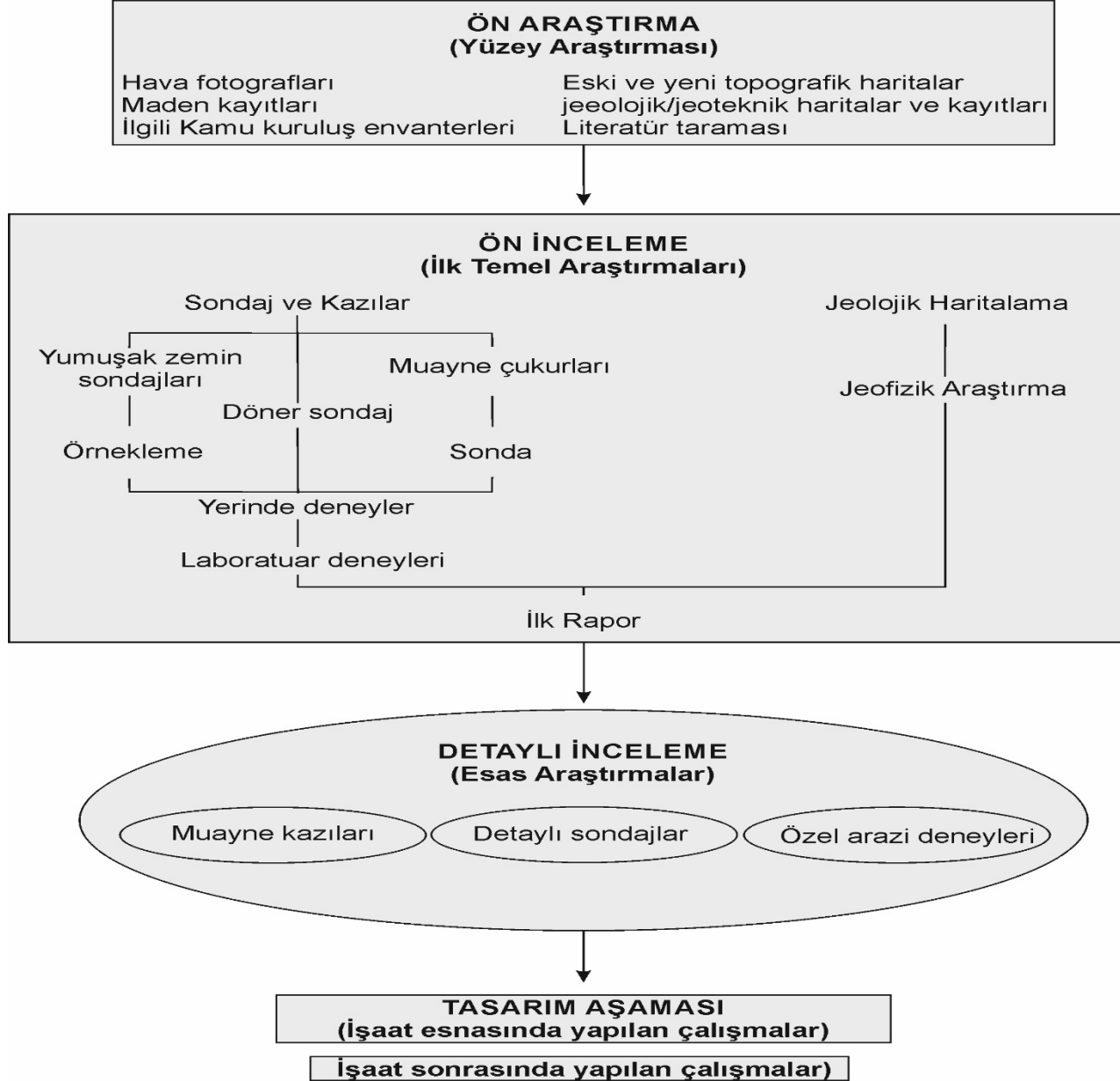
- Zemin ve kaya katmalarının lokasyon ve kalınlıklarının belirlenmesi
- Yeraltı suyunun yerinin ve yeraltı suyu ile ilgili önemli diğer özelliklerin belirlenmesi
- Deney yapma ve değerlendirme için numunelerin alınması
- İlgili mühendislik özelliklerinin ölçülmesi için yerinde veya laboratuvarında deneyler yapılması
- Özel problem ve hususların tanımlanması





# GEO-JEOTEKNİK ARAŞTIRMALARIN AMACI

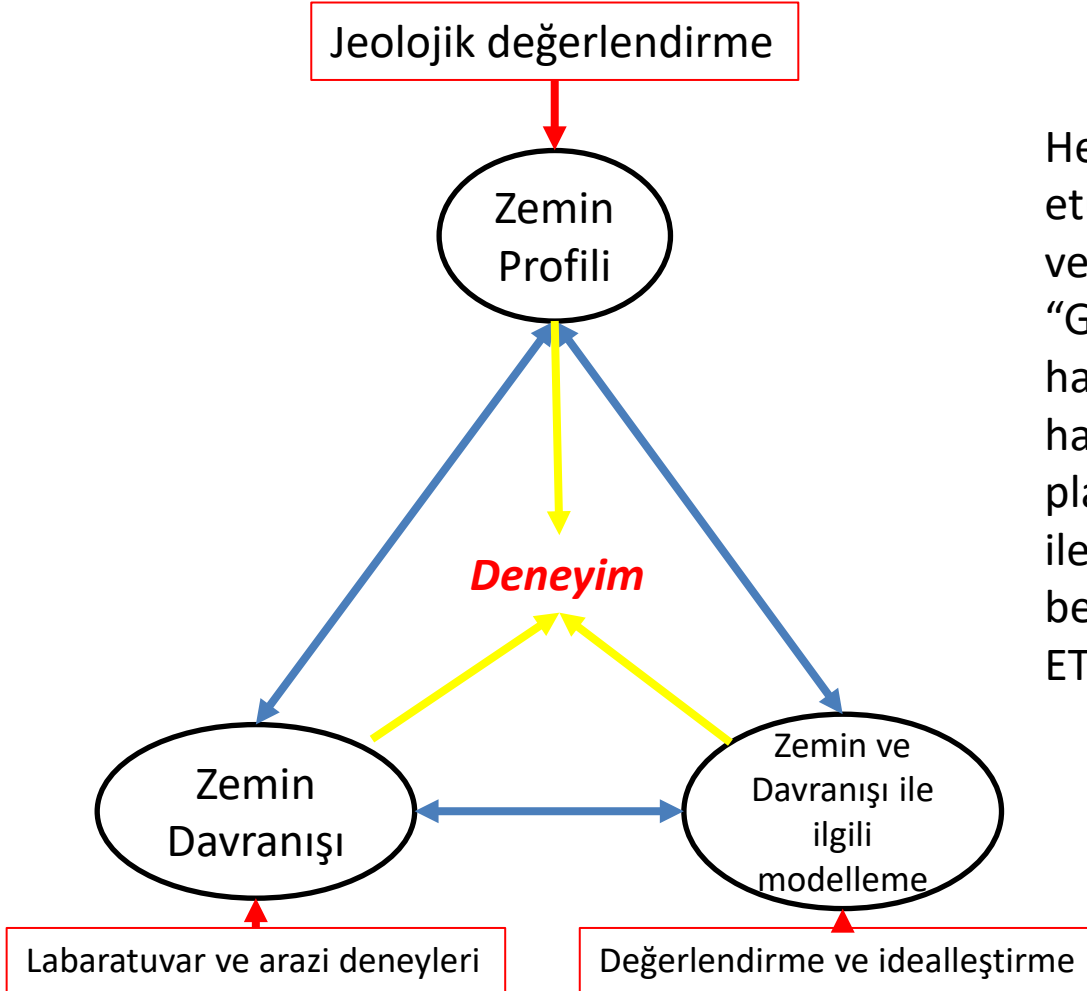
## Araştırma Aşamaları



Yapılacak arazi incelemesi; yüzey araştırması, ön inceleme ve detaylı inceleme olmak üzere üç ana aşamayı içerir

# ZEMİN ETÜDÜ

Yer altı tabakalarının durumlarını, konumlarını, hangi tür jeolojik yapıdan oluştuklarını, derinliklerini, kalınlıklarını, yoğunluklarını, sismik hızlarını, ivmesini, yeraltı suyu derinliğini ve bu tabakaların diğer dinamik parametrelerini, deprem karşısında gösterecekleri davranışları, tespit etmek amacıyla yapılan etütlere zemin etütleri denir.



Her projede jeolojik/geo-jeoteknik-etütler yapılmakta ve elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda “GEO-JEOTEKNİK ETÜT RAPORU” hazırlanmaktadır. Bu raporların hazırlanmasında; ön inceleme, planlama, kesin ve uygulama projeleri ile yapım sonrası uyulacak esasları belirlemek üzere, “GEO-JEOTEKNİK ETÜT ŞARTNAMESİ” hazırlanmıştır.

# ZEMİN ETÜD RAPORUNDA BULUNMASI GEREKENLER

## 1. GENEL BİLGİLER

1.1. Etüdün Amacı Ve Kapsamı

1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

1.2.1. Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler

1.2.2. Projeye ait Bilgiler

1.2.3. İmar Planı Durumu

1.2.4. Önceki Zemin Çalışmaları

## 1.3 JEOLJİ

1.3.1 .Genel Jeoloji

1.3.2. İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi

## 2. ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

2.1. Arazi, Laboratuvar ve Büro Çalışma Metotlarının kısaca tanıtılması ve kullanılan ekipmanlar

2.2. Araştırma Çukurları

2.3. Sondaj Kuyuları

2.4. Yeraltı ve Yerstü Suları

2.5. Arazi Deneyleri

2.5.1. SPT Deneyleri

2.5.2. Konik Penetrasyon (CPT) Deneyleri

2.5.3. Presiyometre

2.5.4. Kanatlı Kesici Deneyleri

2.5.5. Plaka Yükleme Deneyi

2.5.6. Jeofizik Çalışmalar

2.5.6.1. Sismik kırılma

2.5.6.2. Sismik yansıma

2.5.6.3. Elektrik özdirenç

2.5.6.1. Mikrotremör çalışmaları

## 3. LABORATUVAR DENEYLERİ VE ANALİZLER

3.1. Zeminlerin İndeks / Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2. Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

3.3. Kayaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

## 4. MÜHENDİSLİK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRMELER

4.1. Bina-Zemin İlişkisinin İrdelenmesi

4.2. Zemin ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi

4.2.1. Ayrışmış Kaya ve Zemin Türlerinin Sınıflandırılması

4.2.2. Kaya Türlerinin Sınıflandırılması

4.2.3. Zemin Profilinin Yorumlanması

4.2.4. Sıvılaşma ve Yanal Yayılma Analizi ve Değerlendirilmesi

4.2.5. Oturma-Şişme ve Göçme Potansiyelinin Değerlendirilmesi

4.2.6. Karstik Boşlukların Değerlendirilmesi

4.2.7. Temel Zemini Olarak Seçilen Birimlerin Değerlendirilmesi

4.2.8. Şey Duraylılığı Analizi ve Değerlendirmesi

4.2.9. Kazı Güvenliği ve Gerekli Önlemlerin Alternatifli Olarak Değerlendirilmesi

4.2.10. Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

## 6. YARARLANILAN KAYNAKLAR

## 7. EKLER



# ZEMİN ETÜD RAPORUNDA BULUNMASI GEREKENLER

**Kategori 1;** Örnek Yapılar konut türü yapılar, basit atölye tipi yapılar, alt ve üst toprak 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.

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

**Kategori 3;** Örnek yapılar BYS (Bina Yükseklik Sınıfı) 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.

# ZEMİN ETÜD RAPORUNDA BULUNMASI GEREKENLER

## ..... SAHASI PARSEL BAZINDA ZEMİN VE TEMEL ETÜDÜ VERİ RAPORU

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

### İÇİNDEKİLER

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

### EK LİSTESİ:

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

### TABLO LİSTESİ:

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

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

### ŞEKİL LİSTESİ:

Şekil-1 :	Yer Bulduru Haritası	(Sayfa No)
Şekil-2 :	Çalışma Alanı Ve Çevresinin Genel Jeoloji Haritası	(Sayfa No)
Şekil-3 :	Jeolojik Harita Lejandı	(Sayfa No)

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka şekiller eklenebilir)

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

*Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Taslak Zemin ve Temel Etüt Rapor Formatı*

# ZEMİN ETÜD RAPORUNDA BULUNMASI GEREKENLER

## Firma Logosu

Proje Adı: \_\_\_\_\_  
İmar Bilgileri: İli \_\_\_\_\_ İlçesi \_\_\_\_\_ Mahallesi \_\_\_\_\_ Pafta \_\_\_\_\_ Ada \_\_\_\_\_ Parsel \_\_\_\_\_

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

Rapor No: \_\_\_\_\_  
Tarih: \_\_\_\_\_

### İÇİNDEKİLER

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

### EK LİSTESİ:

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

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

### TABLO LİSTESİ:

- Tablo-1: Sıvılaşma Analizi Değerlendirmeleri (Sayfa No)

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

### ŞEKİL LİSTESİ:

- Şekil-1: İdealize Zemin Kesiti (Sayfa No)

(Yapılan çalışmaların kapsamına göre başka şekiller eklenebilir)

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

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

*Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Taslak Zemin ve Temel Etüt Rapor Formatı*





# GENEL BİLGİLER/ İNCELEME ALANININ TANITILMASI

## ***Jeomorfolojik ve Çevresel Bilgiler***

İnceleme alanının genel morfolojik özellikleri, yol, iklim, topoğrafik durum, drenaj örnekleri eğimler, doğal/yüzeysel drenaj durumu, var ise bölgedeki muhtemel şey duraylılığı problemleri ile doğrudan ilişkisi olan yağış alma durumu ve topoğrafik anomaliler açıklanmalı ve 1:200 veya uygun ölçekli plankote ve vaziyet planı üzerinde gösterilmelidir. İnceleme alanının yeri tanımlanarak, karayolu bağlantıları, arsanın günümüze kadar ne amaçla kullanıldığı, günümüze kadar tutulan kayıtlar esas alınarak şey duraysızlığı, deprem, vb. doğal afete maruz kalıp kalmadığı ve sismik tarihçesine değinilmelidir.

## ***Projeye ait Bilgiler***

Yapılması planlanan projenin kısaca tanıtılması, yapılacak yapının ne amaçla kullanılacağı, binanın temel seviyesindeki muhtemel yükler, taşıyıcı sistemi ile geometrisine ait bilgilere yer verilmelidir.

## ***İmar Planı Durumu***

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

## ***Önceki Zemin Çalışmaları***

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



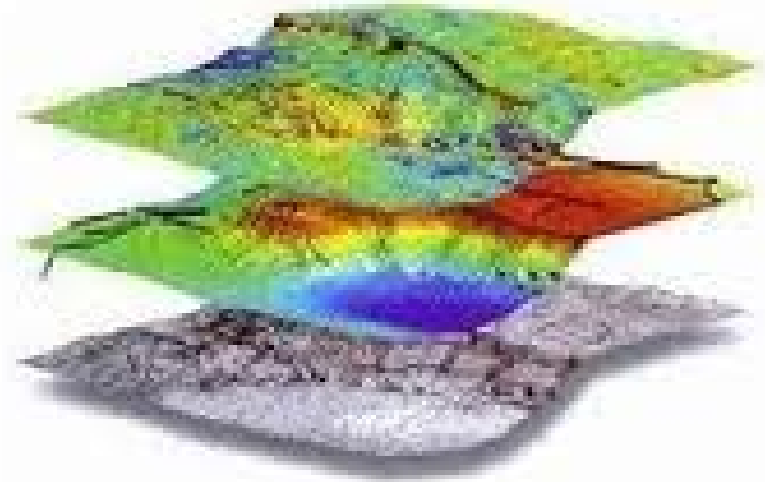
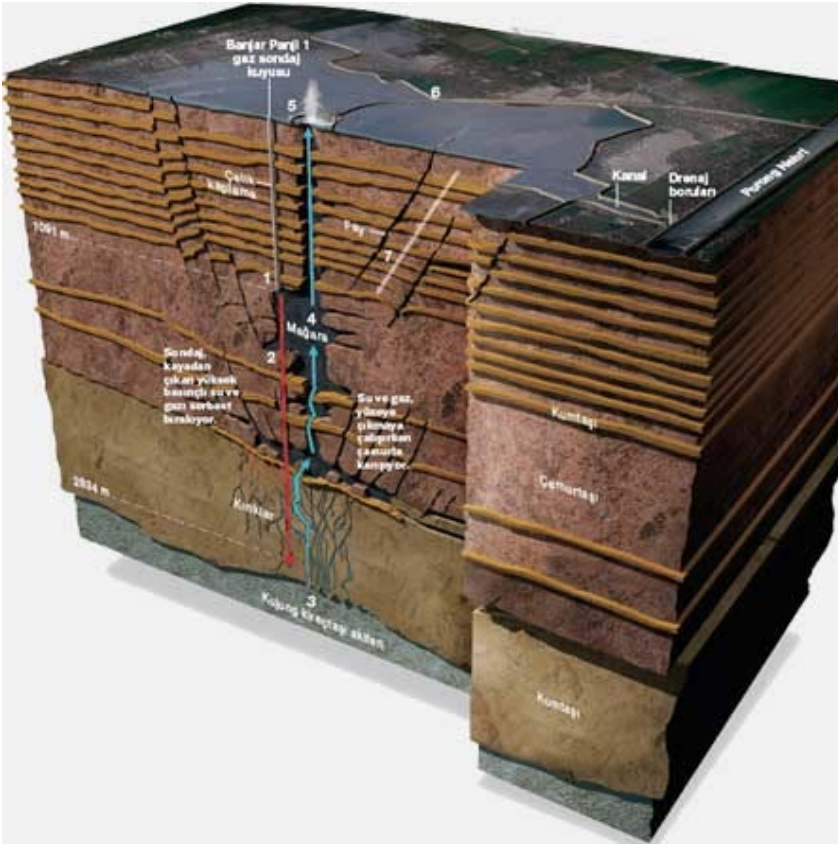
# GENEL BİLGİLER/ JEOLOJİ

## Genel Jeoloji

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

## İnceleme Alanı Mühendislik Jeolojisi

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



# ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

## *Arazi, Laboratuvar Ve Büro Çalışma Yöntemlerin Kısaca Tanıtılması Ve Kullanılan Ekipmanlar*

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

## *Araştırma Çukuru*

Araştırma çukurları, yüzeysel temelli ve az katlı yapıların inşa edileceği alanlarda yüzeye yakın kotlardaki zemin durumunu detaylı olarak belirleyebilmek amacı ile açılır. Temel derinliğinden az olmamak koşuluyla açtırılan muayene çukurlarının konumu, derinliği ve gözlenen birimlere ait geçiş seviyeleri ayrıntılı olarak açıklanmalı, vaziyet planı ve plankote üzerinde muayene çukurlarının yerleri gösterilmeli, muayene çukurlarına ait çizim ve fotoğraflar ekte verilmelidir.

## *Sondaj Kuyuları*

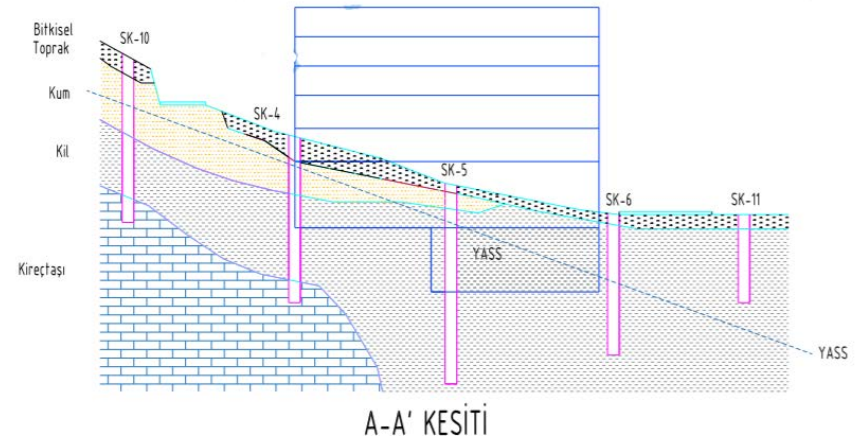
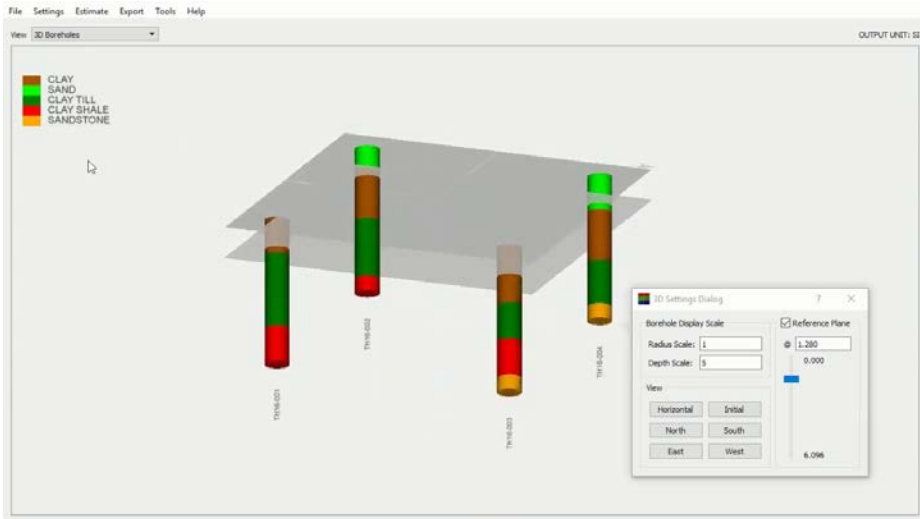
Temel taban alanı 300 m<sup>2</sup>'den az olan yapılarda en az 3 adet sondaj yapılmalıdır. Taban alanının her 300 m<sup>2</sup> artışında bir sondaj ilave edilmelidir. Sondajlar, yapı etki bölgesindeki zemin birimlerinin yatay ve düşey yöndeki dağılımı ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılır. Sondajların bir diğer amacı; kuyu içi arazi deneyleri yapılması ve gerekli laboratuvar deneylerinin yapılması için zemini karakterize edecek sayıda örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmasıdır.

Sondajlar TS EN ISO 22475-1 standardına uygun olarak yapılmalıdır. Sondajlar sırasında yapılacak Standart Penetrasyon Testi'nde (SPT) otomatik şahmerdan kullanılmalıdır. Kohezyonlu zeminlerde açılacak sondaj kuyularında düşeyde her 5,0m'de bir, her tabaka değişiminde (hangisi küçükse) ve temel alt kotu seviyesinde 1 adet örselenmemiş örnek (UD) alınmalıdır

# ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

Sondaj Yerleri:

- 1) Dilatasyonla ayrılmış binalarda her blok altına en az 1 adet sondaj gelecek şekilde planlama yapılmalıdır.
- 2) Sondajlar arasındaki mesafeler 40-50 m.'yi geçmeyecek şekilde belirlenmelidir.
- 3) 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 yapılmalıdır.
- 4) Yeraltı suyu varlığı durumunda sondajlar aynı zamanda, üçgenleme yöntemiyle kot cinsinden yeraltı suyu seviye konturları çizilerek yeraltı suyu akım yönü belirlenebilecek şekilde tasarlanmalıdır.
- 5) Sondajlardan en az 3'ü planda üçgen oluşturacak şekilde ve 3 zemin kesiti tanımlı yapılabilecek şekilde seçilmelidir.



# ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

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 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) Yük etki alanları kesişen bitişik nizam veya birden fazla binanın bulunduğu alanlarda sondaj derinliği, kesişim bölgesinde, temel alt kotundan itibaren en büyük temelin kısa kenar uzunluğunun 1.5 katı derinliğinde olmalıdır. 5) Kazıklı temel sistemlerinde kazık uç kotundan başlamak üzere, kazık grubunun oluşturduğu dikdörtgenin kısa kenarı uzunluğunda (en az 4 m.) seçilmelidir. 6) Hedeflenen sondaj derinliklerinden önce yapı etki bölgesi içinde, ayrıışmış (W4-W5) ve rezidüel birimler hariç olmak üzere, kaya birimler ile karşılaşılması durumunda en az 3m. daha karotlu sondaja devam edilmelidir. Ayrıışmış ve rezidüel birimler için en az 5m. daha sondaja devam edilmelidir. 7) Sondajlarda üstyapıdan gelen yükler açısından yeterli taşıyıcı niteliğe sahip zemin birimlerine inilmelidir. 8) Temel alt kotundan itibaren 10m.'lik zemin birimleri içerisinde yeraltı suyu ve sıvılaştırılabilir zemine rastlanmış ise sondaj derinliği zemin yüzünden itibaren en az 20m. olarak alınmalıdır. 9) Kazıklı temel gerektiren yapılar için kazık ucundan itibaren kazık çapının 5 katı veya kazık ucunun soketleneceği derinlikten az olamayacağı kabulü (en az 5m.) ile planlanmalı ve yapılmalıdır.

# ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE DENEYLER

## ***Yeraltı ve Yerüstü Suları:***

İnceleme alanında yer altı suyunun gözlemlendiği en düşük ve en yüksek seviyeler, ölçüm noktaları esas alınarak en az 7 günlük değerler tablo halinde verilmelidir. Yeraltı suyu seviyesi, PVC boru ile teçhiz edilmiş olan sondaj kuyularından, sondaj sıvısı kullanılması durumunda kuyunun boşaltılması ve ortamı temsil edebilecek seviyenin oluşabilmesi için uygun bir süre beklenilmesi sonrasında yapılacak ölçümlerle belirlenmelidir. Çalışma alanında yeraltı suyuna rastlanması ve su tablasının temel seviyesine yakın olması durumunda, yer altı suyunun betona ve diğer imalatlara yapabileceği olumsuz etkilerin belirlenmesi için laboratuvar deneyleri (sülfat içeriği, pH vb.) yapılmalı ve sonuçları verilmelidir. Ayrıca inceleme sahasındaki drenaj özellikleri ile don derinliği konusunda açıklama getirilmelidir.

## ***Arazi Deneyleri ve Jeofizik Çalışmalar***

Sondajlarda yapılacak Standart Penetrasyon (SPT), Konik Penetrasyon (CPT), Kanatlı Kesici Deneyi, Presiyometre Deneyi, Plaka Yükleme Deneyi vb. deneyler ile Jeofizik Çalışmalar, ilgili standarda uygun olarak, yapı ve zemin şartlarına uygun seçilen deneyler görevlendirilecek kontrol mühendisinin denetiminde yapılmalıdır. Yapılan tüm deneylere ait veriler tablolar halinde raporda yer alacak, deneyler sırasında belirlenen aşırı farklı değerler gösteren parametrelerdeki sapmalar nedenleri belirtilerek açıklanacaktır. Deneylerde yapılan her hata açıklanmalıdır. Aşağıda genel hatlarıyla açıklanan yöntemlerden en az biri olmak üzere (jeofizik yöntemler en az başka bir yöntemle birlikte kullanılabilir), inşa edilecek yapının özelliği doğrultusunda uygun görülen sayıda deney yapılmalı ve her bir yöntemden bulunan parametreler kontrol edilmelidir.



# LABORATUVAR DENEYLERİ VE ANALİZLER

Sondaj çalışmaları sırasında alınan örselenmiş ve örselenmemiş zemin ve kaya örnekleri en kısa sürede laboratuara sondajları yapan firma tarafından tutanak karşılığı teslim edilerek, düzenlenen Örnek Teslim Tutanağı, yapılan zemin ve kaya mekaniği deneyleri ve elde edilen sonuçlar, onaylı orijinal deney föyleri kullanılarak ekler arasında yer almalıdır. Laboratuvar deneylerinden elde edilen her türlü veri metin içinde gerekli bölümlerde tablo halinde verilmeli ve bu veriler yorumlanmalıdır.

## ***Zeminlerin İndeks / Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi***

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

## ***Zeminlerin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi***

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

## ***Kayaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi***

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

# MÜHENDİSLİK ANALİZLERİ VE DEĞERLENDİRME

Arazi ve laboratuvar çalışmaları özeti, eksik veriler ile hatalı veya geçersiz veriler varsa bunların ayrıntısı, mühendisin kendi görüş ve yorumları verilmelidir. Beklenmeyen deney sonuçları dikkatle incelenmeli, bunların hatalı veya doğru ve gerçek durumu yansıtıp yansıtmadığı irdelenmelidir. Gerekirse yapılacak ek arazi ve laboratuvar çalışmalarının tarifi ve bu yönde öneriler sunulmalıdır.

## ***Bina — Zemin İlişkisinin İrdelenmesi***

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

## ***Zemin Ve Kaya Türlerinin Değerlendirilmesi***

Ayrılmış Zemin Türlerinin Sınıflandırılması

Kaya Türlerinin Sınıflandırılması

Zemin Profilinin Yorumlanması

Sıvılaşma ve Yanal Yayılma Analizi ve Değerlendirmesi:

Oturma-Şişme Potansiyelinin Değerlendirmesi:

Karstik Boşlukların Değerlendirilmesi

Temel Zemini Olarak Seçilebilecek Birimlerin Değerlendirilmesi

Şey Duraylılığı Analizleri

Kazı Güvenliği ve Gerekli Önlemlerin Alternatifli Olarak Değerlendirilmesi

Doğal Afet Risklerinin Değerlendirilmesi

# SONUÇ VE ÖNERİLER

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

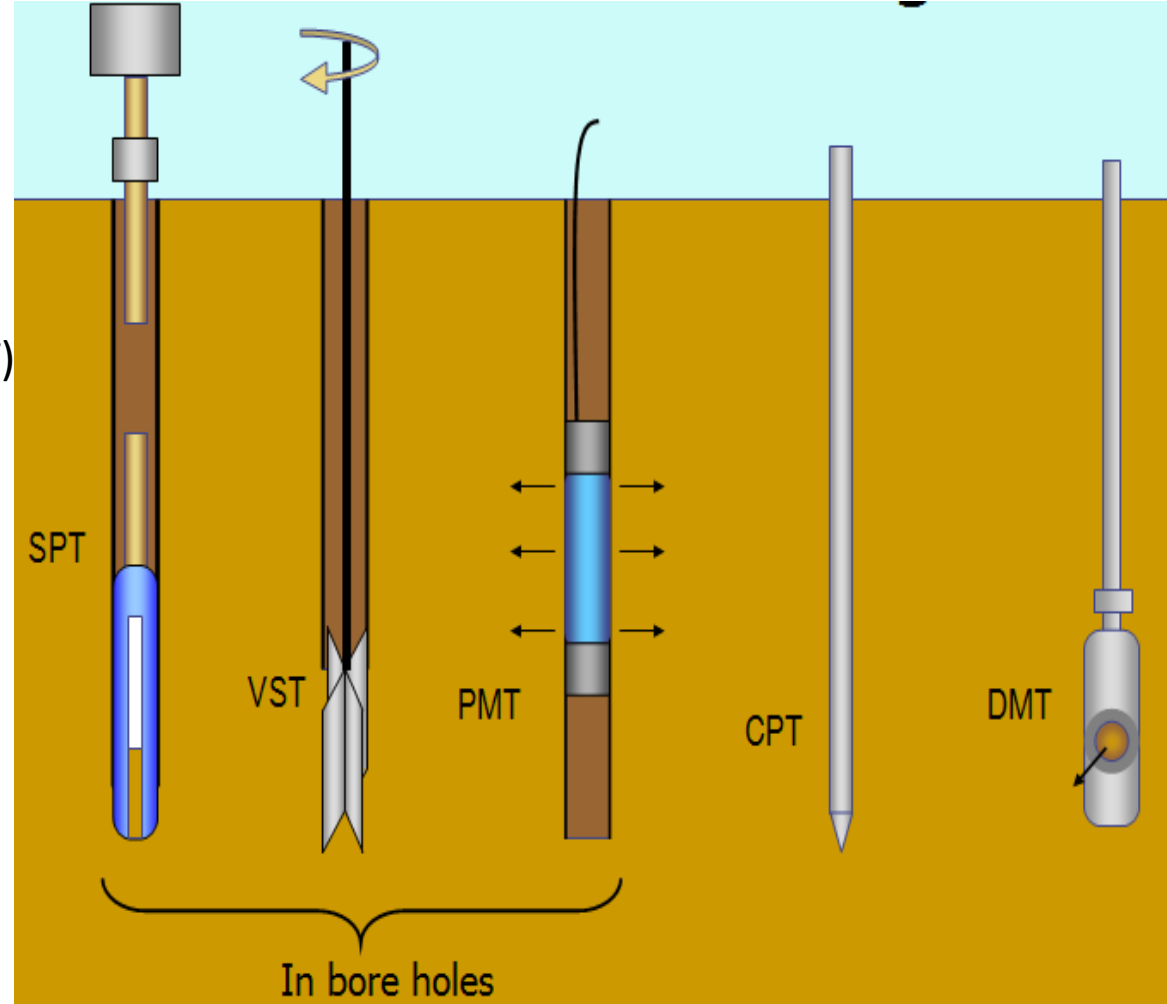
- a. İnceleme alanındaki yerel zemin koşullarının tanımı
- b. Önerilen tasarım parametreleri, temel derinliği seçimi (yüzeysel yada derin temeller için), en az temel derinliği, temel tipinin muhtemel oturmalara göre tespiti, yayılı (radye) ve sürekli temellerde rijitlik önerisi; derin temellerde kazık tipi, kesiti ve boyunun irdelenmesi ve seçimi ile temel projesinin hesap ve tasarımına imkan verecek öneri ve sayısal değerler
- c. Temel kazıları ve sonrası imalatlar esnasında ortaya çıkabilecek sorunlar ve ekonomik/güvenilir çözüm önerileri,
- d. Zemin iyileştirmesi gerekiyorsa, önerilen yöntem(ler) ile ilgili açıklamalar,
- e. Yüzey ve çevre drenajı ile temel seviyesinde yüzey ve yeraltı suyu etkilerine karşı alınması gereken tedbirler,
- f. Gerekli hallerde zemin büyütmesi ve sıvılaşma riski ile ilgili açıklamalar değerlendirmeler ve öneriler.

# BİR ÖRNEK

Dersi alan her öğrenci (Altan alanlarda dahil) bir geoteknik rapor inceleyerek maksimum 1 sayfalık değerlendirme raporunu gelecek ders başlangıcından önce teslim edecektir.

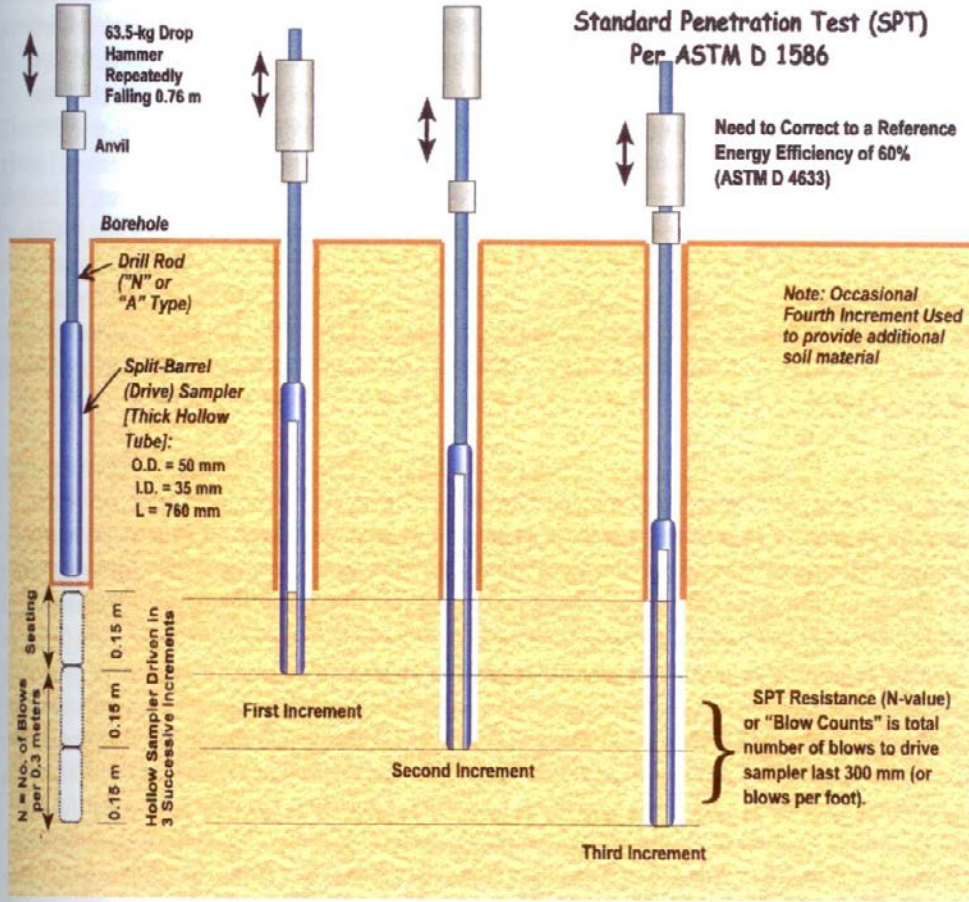
# ÖZEL ARAZİ DENEYLERİ

1. Standart Penetrasyon Testi (SPT)
2. Koni Penetrasyon Testi (CPT)
3. Piroşiyometre Deneyi (PMT)
4. Dilometre Deneyi (DMT)
5. Arazi Veyn deneyi (VST)
6. Plaka Yükleme Deneyi (PLT)





# ÖZEL ARAZİ DENEYLERİ/SPT



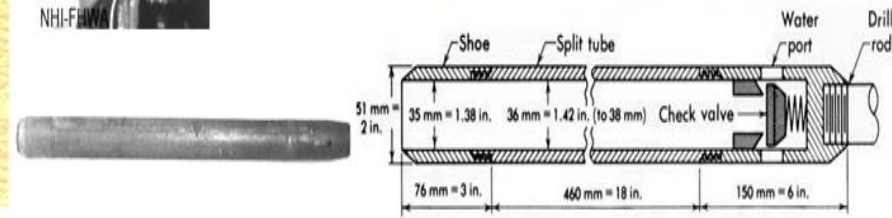
Drop Hammer



Split Spoon



Drill Rig



## Deneyin dezavantajları:

- Alınan numunelerin örselenmiş olması ve sadece tanımlama deneylerinde kullanılması,
- Sert killer ve molozlu - bloklulu zeminlerde yanıltıcı sonuçlar vermesi
- Sondaj firmalarına göre değişiklik göstermesi

## Deneyin avantajları:

- Deney sırasında numune elde edilmesi,
- Çok basit ve kolay yapılabilir olması,
- Birçok zemin için uygun olması,
- Yumuşak ve zayıf kayalarda uygulanabilir olması,
- Ülkemizde çoğu sondaj firmaları tarafından yapılabilir.





# ÖZEL ARAZİ DENEYLERİ/CPT

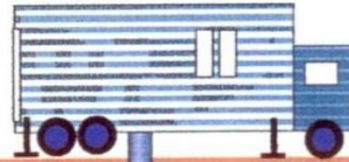
## Deneyin yapılışı:

Silindirik çelik bir prob zemine 20mm/sn hızla itilerek sokulur.

Probun zemine itilmesi sırasında üzerindeki algılayıcılarla uç direnci ( $q_c$ ), çevre sürtünmesi ( $f_s$ ) ve bazı modellerde boşluk suyu basıncı ölçülerek kaydedilir.

Electric Cone Penetrometer with 60° Apex:  $d = 36 \text{ mm}$  ( $10 \text{ cm}^2$ ) or  $d = 44 \text{ mm}$  ( $15 \text{ cm}^2$ )

1. Saturation of Cone Tip Cavities and Placement of Pre-Saturated Porous Filter Element.  
2. Obtain Baseline Readings for Tip, Sleeve, Porewater Transducer, & Incliner Channels



## Cone Penetration Test (CPT)

per ASTM D 5778 procedures

Inclinometer

$f_s$  = sleeve friction

$u_b$  = porewater pressure

$a_n$  = net area ratio (from triaxial calibration)

$q_c$  = measured tip stress or cone resistance

$q_t$  = corrected tip stress =  $q_c + (1 - a_n)u_b$

Continuous Hydraulic Push at 20 mm/s; Add rod every 1 m.

Cone Rod (36- mm diam.)

Readings taken every 10 to 50 mm:

$f_s$   
 $u_b$   
 $q_t$

## Deneyin Avantajları

Hızlı bir yöntem olup, zemin profili sürekli olarak belirlenebilir.

Sonuçları deneyi yapan operatöre bağlı değildir.

Numune alımı çok zor olan yumuşak killer ve siltli zeminler için uygundur.

Deney sonuçlarının yorumlanmasında dünyada çok yaygın olarak kullanılan teorisi kuvvetli yöntemlerin bulunması

## Deneyin Dezavantajları

Ülkemizde ekipmanın sınırlıdır.

Bu konuda uzman bir operatör tarafından yapılmasının gereklidir.

Belirli aralıklarla kalibrasyon gerektirir.

Zemin numunesi alınamaz

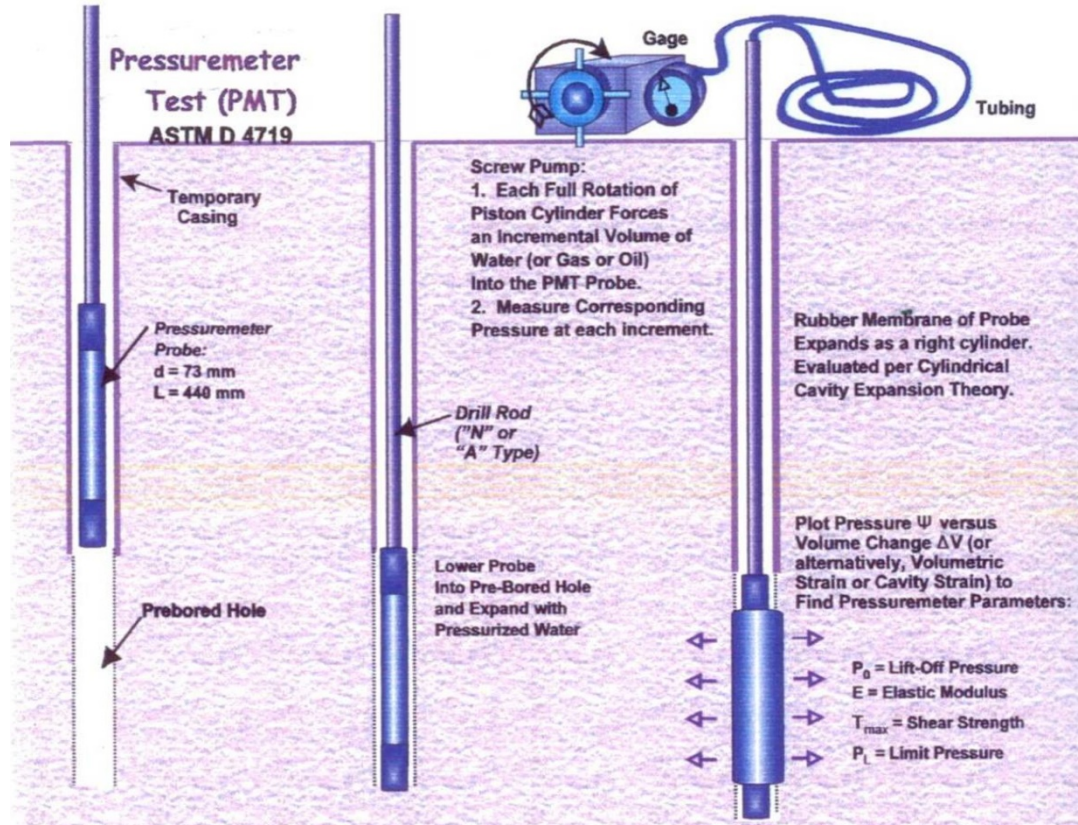
Çakıllı ve bloklu zeminlerde uygulanamaz

# ÖZEL ARAZİ DENEYLERİ/PMT

Hemen hemen her türlü zemin koşullarında uygulanabilen deney özellikle örselenmemiş numune almanın zor olduğu çok çatlaklı kayalar ve katı killerde deformasyon ve mukavemet parametrelerinin belirlenmesi için yapılır.

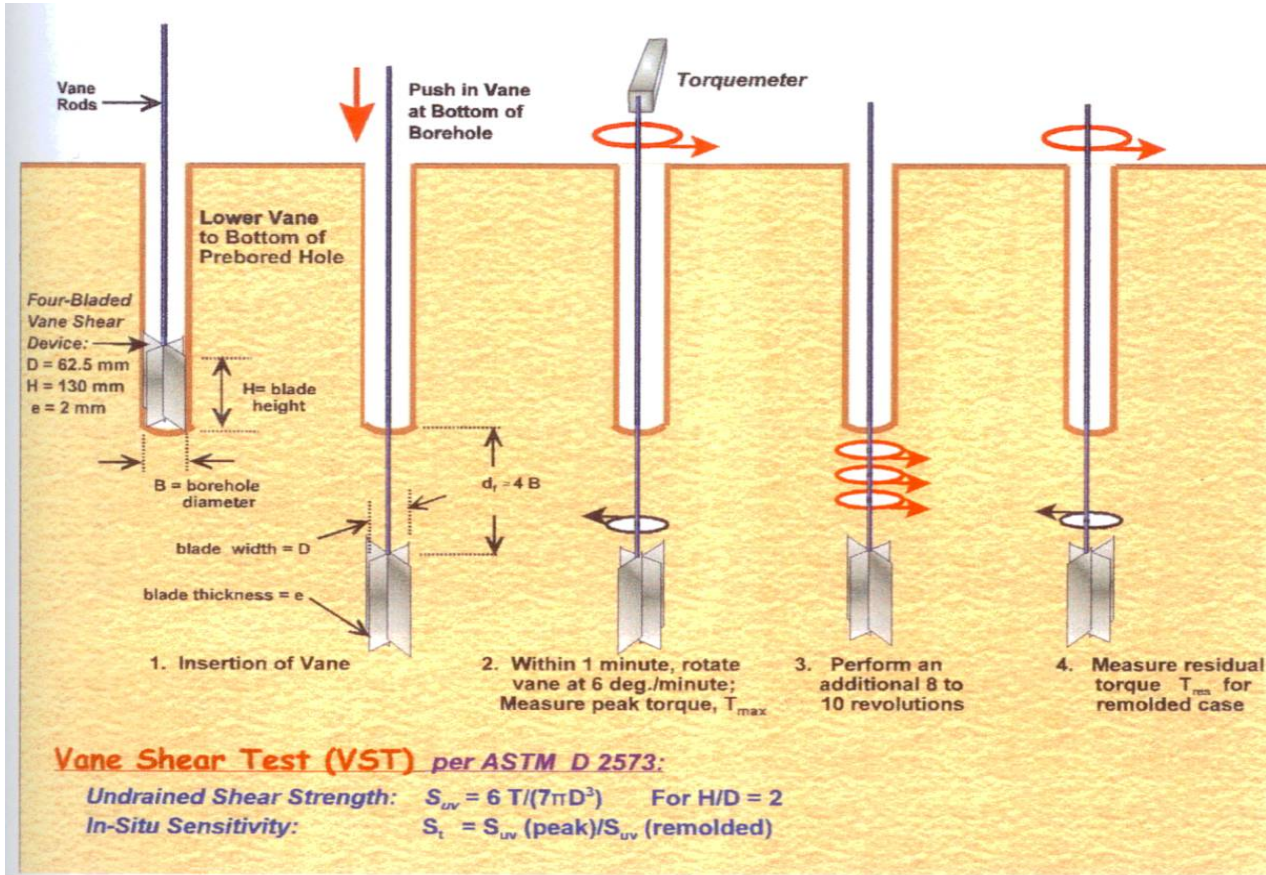
## Deneyin Yapılışı:

- ucu gaz, ortası su ile şişebilen silindirik bir prob sondaj kuyusu içinde şişirilir.
- Bu işlem sırasında prob içine giden sıvının miktarı ve basınç, deneyin her safhasında ölçülerek kaydedilir.
- Sıvı miktarı ve basınç kullanılarak yapılan teorik hesaplar sonucunda zeminin gerilme deformasyon eğrisi elde edilir.





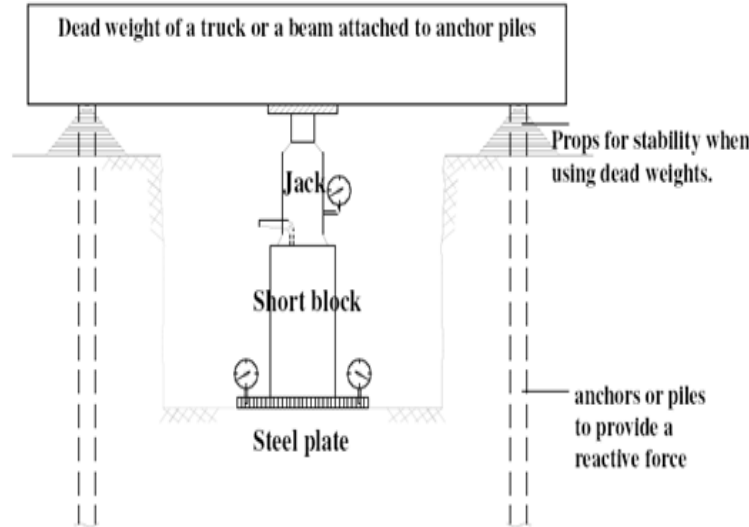
# ÖZEL ARAZİ DENEYLERİ/VST



- Arazi Veyn deneyi yumuşak-sert killer ve siltlerin yerindeki (in-situ) drenajsız kayma mukavemetinin bulunmasında kullanılır. Genellikle 1.00m düşey aralıklarla yapılır,
- Dört kanatlı veyn aleti zemine batırılarak düşey eksenini etrafında belirli bir hızla döndürülür. Deney sırasında ölçülen tork ve veyn aletinin boyutlarından drenajsız kayma mukavemeti hesaplanır.
- Deneyin en büyük avantajı basit ekipmanlarla yapılabilir olmasıdır,
- Dezavantajları arasında, yumuşak-sert killerle sınırlı olması, kum bantlarından etkilenmesi en belirginleridir.

# ÖZEL ARAZİ DENEYLERİ/PLT

Temel ortamlarının özelliğini değerlendirmede kullanılan en eski deneylerden biri olup ayrılmış yumuşak kil ve mühendislik dolgularında kullanılır.



Several dial gauges attached to an independent suspension system to record plate settlements with each increment of the jack load.



