**T.C.**
**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

# TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI VE KAYSERİ'NİN MUHTELİF YERLERİNDEN ÖRNEK UYGULAMALAR

**Yüksek Lisans Tezi**

**Hazırlayan**
**Murat BALTACI**

**Danışman**
**Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA**

**Kayseri–2012**

**T.C.**
**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

# TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI VE KAYSERİ'NİN MUHTELİF YERLERİNDEN ÖRNEK UYGULAMALAR

**Yüksek Lisans Tezi**

**Hazırlayan**
**Murat BALTACI**

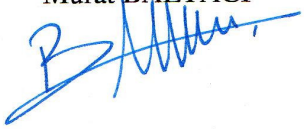
**Danışman**
**Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA**

**Kayseri–2012**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Murat BALTACI



## YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

**TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI VE KAYSERİ'NİN MUHTELİF YERLERİNDEN ÖRNEK UYGULAMALAR** adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Murat BALTACI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Başkanı

Prof. Dr. Özgür KİŞİ

**Yrd. Doç. Dr. Hacı Bekir KARA** danışmanlığında **Murat BALTACI** tarafından hazırlanan "**TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI VE KAYSERİ'NİN MUHTELİF YERLERİNDEN ÖRNEK UYGULAMALAR**" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

09/02/2012

**JÜRİ:**

Başkan: Y.Doç.Dr. Hacı Bekir KARA

Üye : Doç.Dr. Fatih Altun

Üye : Yrd.Doç.Dr. Erdal Uncuoğlu

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 14/02/2012 tarih ve 2012/09-04 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

14/02/2012

Prof. Dr. Necmettin MARAŞLI

Enstitü Müdürü

# TEŞEKKÜR

"Temel Zemin Araştırmaları ve Kayseri'nin Muhtelif Yerlerinden Örnek Uygulamalar" konulu tez çalışmasının seçiminde, yürütülmesinde, sonuçlandırılmasında ve sonuçlarının değerlendirilmesinde manevi destek ve yardımlarını esirgemeyen değerli hocam sayın Yrd. Doç. Dr. H. Bekir KARA'ya teşekkür ederim.

Tez çalışması boyunca bana verdiği manevi destek, göstermiş olduğu sabır ve anlayıştan dolayı değerli eşim Esin BALTACI'ya teşekkür ederim.

Ayrıca benim bu günlere gelmemi sağlayan tüm hayatım boyunca her zaman maddi manevi desteklerini esirgemeyen babam Reşat BALTACI'ya, annem Ayşe BALTACI'ya ve ablam Filiz BALTACI'ya teşekkürler ederim.

# İÇİNDEKİLER

## TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI VE KAYSERİ'NİN MUHTELİF YERLERİNDEN ÖRNEK UYGULAMALAR

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ..... ii

YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI ..... iii

KABUL ONAY ..... iv

TEŞEKKÜR ..... v

İÇİNDEKİLER ..... vi

TABLO LİSTESİ ..... x

ŞEKİL LİSTESİ ..... xi

ÖZET ..... xiii

ABSTRACT ..... xiv

**GİRİŞ ..... 1**

**1. BÖLÜM**

**GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI**

**1.1 Zemini Tanıma ..... 2**

**1.2. Çalışmada Kullanılan Yöntem ..... 4**

**2. BÖLÜM**

**TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI**

**2.1. Temel Zemin Araştırmalarının Amaçları ..... 5**

**2.2. Zemin İnceleme Yöntemleri ..... 6**

**2.2.1. Arazi Çalışmaları ..... 6**

**2.2.1.1. Derinliğine İnceleme Yöntemleri ..... 8**

## 3. BÖLÜM

## ARAZI DENEYLERİ

**3.1. Arazi Deneyleri ..... 11**

**3.1.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) ..... 11**

**3.2.Presiyometre ve Dilatometreler ..... 13**

**3.2.1.Yassı Dilatometre (DMT) ..... 13**

**3.2.2.Deliği Önceden Hazırlanan Presiyometre (PBP) ..... 14**

**3.2.3.Zemine İtilen Presiyometre (PIP) ..... 14**

**3.2.4.Kendi Delen Presiyometre (SBP/PAF) ..... 16**

**3.2.5.Dilatometre (RDT) ..... 17**

**3.3. Koni Penetrasyon Deneyi (CPT) ..... 17**

**3.4. Plaka Yükleme Deneyi (PLT) ..... 19**

**3.5. Arazi Deneylerinin Değerlendirilmesi ..... 21**

**3.5.1. Laboratuar Deney Yöntemleri ..... 21**

**3.5.1.1. Kesme Kutusu Deneyi ..... 22**

**3.5.1.2. Serbest Basınç Deneyi ..... 23**

**3.5.1.3. Üç Eksenli Basınç Deneyi ..... 24**

**3.5.1.4. Laboratuar Veyn Deneyi ..... 25**

**3.5.1.5. Düşen Koni Deneyi ..... 26**

## 4. BÖLÜM

## UYGULAMAYA YÖNELİK PROJE ÇALIŞMASI

**4.1. Anadolu Harikalar Diyarı Projesi Dahilinde Su Kayağı Tesisleri Ve Sosyal Tesisler Yapım İşine Ait Ön Zemin Etüt Raporu Hazırlanması ..... 27**

**4.1.1. Konu ..... 27**

**4.1.2. Arazi Durumu ve Zemin Profili ..... 27**

**4.1.3. Arazi Çalışmaları: ..... 29**

**4.1.4. İnşa Edilecek Yapılar ..... 30**

**4.2. Temel Zemini Geoteknik Değerlendirmesi ..... 31**

**4.2.1. Tünel I Güzergâhı Temel Zemini ..... 31**

**4.2.2. Tünel II Güzergâhı Temel Zemini ..... 32**

**4.2.3. Gölet Tabanı ve Sosyal Tesisler Temel Zeminleri ..... 32**

**4.3. Temel Zemini Taşıma Gücü Hesapları : ..... 33**

**4.3.1. Temel Zemini Oturma Hesapları : ..... 34**

**4.3.2. Konsolidasyon Deney Sonuçlarına göre Oturma Hesapları ..... 36**

**4.4. Öneriler : ..... 36**

**4.4.1. Yer altı Su Seviyesinin Çalışma Kotunun Altına Düşürülmesi ..... 37**

**4.4.2. Suya Karşı İzolasyon Ve Drenaj Önlemleri ..... 38**

**4.4.3. Tünel Kazıları İle İlgili Alınması Gereken Önlemler ..... 39**

**4.4.4. Tünel Temel Zeminlerinin Taşıma Gücü Ve Oturma Problemlerine Karşı İyileştirilmesi ..... 41**

**4.5. Sonuçlar ve Öneriler ..... 43**

**5. BÖLÜM**

**ÖRNEK PROJE UYGULAMASI**

**5.1. Gölette Kazı Dolgu Yapılması ..... 45**

**5.2. Yeraltı Suyu Tahliyesi ..... 49**

**5.3. Drenaj Sisteminin Belirlenmesi ..... 54**

**5.4. Drenaj Hattı İçin Kullanılacak Filitre Malzemesi Seçimi ..... 54**

**5.5. Elek Analizi Sonuçları ..... 56**

## 6. BÖLÜM

## TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

**6.1. Proje Uygulanmasına Yönelik Sonuçlar ve Öneriler ..... 60**

**6.2. Genel Sonuçlar ve Öneriler ..... 61**

**KAYNAKLAR ..... 62**

**EKLER**

**ÖZGEÇMİŞ**

# TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Standart penetrasyon deneyi düzeltme katsayıları ..... 13

Tablo 4.1. Sondajlarda ölçülen yer altı su seviyeleri ..... 29

Tablo 4.2. Sondaj bilgileri ..... 30

Tablo 4.3. Taşıyıcı malzeme cinsine göre müsaade edilebilir taşıma basıncı değerleri ( NAVFAC DM-7.2, 1982 ) ..... 35

Tablo 4.4. Temel, alt temel ve kaplama malzemesi için malzeme grupları (ASTM 1241-00) ..... 41

Tablo 5.1. Gölet alanından alınan 1 nolu numune elek analizi ..... 56

Tablo 5.2. Gölet alanından alınan 2 nolu numune elek analizi ..... 57

Tablo 5.3. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numune (5-13 mm mıcır) elek analizi ..... 57

Tablo 5.4. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numune (13-20 mm mıcır) elek analizi ..... 58

Tablo 5.5. $D_{15}$' değerleri ..... 58

# ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. İnceleme derinliğinin belirlenmesi. ..... 7

Şekil 2.2. Yapı cinsine göre zemin araştırma derinlikleri. ..... 7

Şekil 2.3. İnceleme çukuru kesitleri ..... 8

Şekil 3.1 Standart penetrasyon deneyi ..... 12

Şekil 3.2 Kum tutucu sepet ve kapak ..... 13

Şekil 3.3. Yassı dilatometre ve uygulaması ..... 14

Şekil 3.4. Deliği önceden hazırlanan presiyometreler ..... 15

Şekil 3.5. Zemine itilen presiyometre ve koni presiyometre ..... 15

Şekil 3.6. Kendi delen presiyometre (Sbp), deney düzeni ve deneyin yapılışı ..... 16

Şekil 3.7. Koni sondalama deneyi ve sondanın özellikleri elemanlar, çıkartma (Substraction) konisi ve koni en kesiti ..... 18

Şekil 3.8. Cptu deneyinde robertson sınıflaması ..... 18

Şekil 3.9. Cpt sondasına bir örnek ..... 19

Şekil 3.10. Eslami-fellenius sınıflandırma çizelgesi ..... 19

Şekil 3.11. 5.000 Kn kapasiteli bre plaka yükleme düzeneği ..... 20

Şekil 3.12. Plaka yükleme deneyinin yapılması ..... 20

Şekil 4.1. Kesme kutusu deney aleti ..... 22

Şekil 4.2. Kesme kutusu deneyi sonuçları ..... 22

Şekil 4.3. Serbest basınç deneyi ve sonuçları ..... 23

Şekil 4.4. Serbest basınç deney sonuçlarını gösteren mohr dairesi ve mukavemet zarfı 23

Şekil 4.5. Üç Eksenli basınç deneyi aleti ..... 24

Şekil 4.6. Üç eksenli basınç deneyinde hidrostatik basınç altında gözlenen zemin davranışı ..... 25

Şekil 4.7. Veyn deneyi aleti ..... 26

Şekil 5.1. Gölet – Doğu kısım kazı başlangıcı ..... 45

Şekil 5.1.a. Gölet kazısı..... 46

Şekil 5.2. Gölet kazısı ve dolgu malzemesi nakli ..... 46

Şekil 5.3. Gölet – Kazı sonrası dolgu malzemesi serilmesi ..... 47

Şekil 5.4. Gölet – Kazı sonrası dolgu malzemesi serilmesi ..... 47

Şekil 5.4.a. Gölet – Kazı sonrası dolgu malzemesi serilmesi ..... 48

Şekil 5.5. Gölet - Kazı sonrası dolgu yapılan kısım..... 48

Şekil 5.6. Göl içi Suyun tahliyesi..... 49

Şekil 5.7. Mevcut kanal..... 50

Şekil 5.7.a. Mevcut kanal..... 50

Şekil 5.8. %0.1 eğimle yapılan hendek kazısı..... 51

Şekil 5.8.a. %0.1 eğimle yapılan hendek kazısı..... 51

Şekil 5.9. Hendek kazısı sonrası mansapa ulaşan su..... 52

Şekil 5.10. Kanal ile göl bağlantısı ..... 52

Şekil 5.11. Göl içindeki suyun tahliyesi ..... 53

Şekil 5.12. Göl içi drenaj kazıları..... 53

Şekil 5.13. SN8 koruge drenaj boruları..... 54

Şekil 5.14. Gölet alanından alınan numuneler ..... 55

Şekil 5.14.a. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numuneler..... 55

Şekil 5.14.b. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numuneler..... 56

# TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI VE KAYSERİ'NİN MUHTELİF YERLERİNDEN ÖRNEK UYGULAMALAR

**Murat BALTACI**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü**

**Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2011**

**Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. H. Bekir Kara**

## ÖZET

Üst yapının ayakta durabilmesi özenli zemin araştırmalarının yapılmasıyla sağlanabilmektedir. Deprem bölgeleri haritalarına tam manasıyla güvenmemeli, çevrede önceden yapılmış olan zemin araştırmalarının her zaman yeterli olmayabileceği bilinmeli, her arazide inşaat öncesi kapsamlı araştırmalar yapılmalı, zemin iyi tanınmalı ona göre gerekliyse en uygun zemin iyileştirme yöntemleri kullanılmalıdır.

Zemin araştırmalarında en ekonomik araştırmayı yapmak geoteknik mühendisinin hazırlayacağı zemin araştırmalarında doğru yöntemi belirleyip en uygun çalışmaları yapmasıyla mümkündür. İşin başında kaçınılacak bu tür araştırmalar ilerde çok daha büyük miktarda maliyetlerle karşımıza çıkabilmektedir. Bu yüzden gerekli yöntemlerin ne olacağına zamanında kararının verilir ve o karar neticesinde yapılacak olan arazi ve deney yöntemleri belirlenir. Zemin iyice tanındıktan sonra üst yapıyla uyum içerisinde gerekli işlemler yapılır. Bu işlemlerin ardından üst yapıya başlamak ilerde doğabilecek maliyetlerin de önüne geçilmesini sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler**: Temel Zemin Araştırmaları, Arazi çalışmaları, Laboratuar çalışmaları,

**RESEARCH IN THE GROUND SURVEY AND SAMPLE PRACTICES IN VARIOUS PARTS OF KAYSERİ**

**Murat BALTACI**

**Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**M.Sc. Thesis, August 2011**

**Thesis Supervisor : Assist. Prof. Dr. H. Bekir Kara**

## ABSTRACT

Prosthetic limb of the superstructure can be provided by rigorous research on the ground. We should not completely rely on the seismic zone maps and know that pre-research on the ground in that are may not be sufficient enough. Extensive research should be done before construction of each field, the ground should be well-recognized and most appropriate solid remediation methods shpuld be used if necessary.

Making the most economic research on ground surveys is possible with determining the correct method and making the most appropriate work on the ground research prepared by the geotechnical engineer. This kind of research not taken into consideration at the beginning of the work may appear much larger amounts of costs in the future. Therefore, we should decide on the required method on time and as a result of that decision we should determine the land and test methods. After the recognition of the ground thoroughly, necessary action is taken in compliance with the upper structure. To start the superstructure following these process also provides to avoid future costs that may arise.

**Keywords:** Research in the Ground Survey, Field Work, Laboratory Studies

# GİRİŞ

## ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Barajlar, karayolları, tüneller, rıhtım yapıları, limanlar, tüm binalar, kanalizasyon ve içme suyu tesisleri, dayanma yapıları, petrol ve gaz boru hatları gibi mühendislik yapılarının temel sistemleri veya kendileri zemin içerisinde yer almaktadır. Dolayısıyla, tüm mühendislik yapılarının projelendirilmesinde yapı-zemin etkileşimi söz konusudur. Burada zeminin görevi yapıdan gelen yükleri güvenli bir şekilde taşımaktır.

Üst yapının ayakta durabilmesi özenli zemin araştırmalarının yapılmasıyla sağlanabilmektedir. Deprem bölgeleri haritalarına tam manasıyla güvenmemeli, çevrede önceden yapılmış olan zemin araştırmalarının her zaman yeterli olmayabileceği bilinmeli, her arazide inşaat öncesi kapsamlı araştırmalar yapılmalı, zemin iyi tanınmalı ona göre gerekliyse en uygun zemin iyileştirme yöntemleri kullanılmalıdır.

Zemin araştırmalarında en ekonomik araştırmayı yapmak geoteknik mühendisinin hazırlayacağı zemin araştırmalarında doğru yöntemin belirlenip en uygun çalışmaları yapmasıyla mümkündür. İşin başında kaçınılacak bu tür araştırmalar ilerde çok daha büyük miktarda maliyetlerle karşımıza çıkabilmektedir. Bu yüzden gerekli yöntemin zamanında kararının verilip o karar neticesinde yapılacak olan arazi ve deney yöntemleri araştırılıp zemin iyice tanındıktan sonra üst yapıyla uyum içerisinde gerekli işlemlerin yapılmasının ardından üst yapıya başlamanın ilerde doğabilecek maliyetlerin de önüne geçilmesini sağlamaktadır.

# 1. BÖLÜM

# GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

## 1.1 Zemini Tanıma

Zeminle ilgili problemler:

- Taşıma gücü,
- Oturma,
- Zemin özelliklerinden kaynaklanan inşaat problemleri

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, mühendislik yapılarının özellikleri, yükleri ve maliyetleri artmaktadır. Bu durum göz önüne alınarak emniyetli, ekonomik ve estetik projeler üretilmeli, yapılar buna göre inşa edilmelidir. Yapıların düşey ve yatay yükler altındaki davranışının iyi araştırılması, bunun zeminde yaratacağı etkilerin iyi bilinmesi ve tüm bu bilgilerin sağlıklı olarak, proje ve inşaat yöntemlerine yansıtılması gerekmektedir. Sağlıklı bir proje üretmek ve yapı inşa etmek için, ilk planda zemin özelliklerinin belirlenmesi büyük önem taşır. Bu da yeterli zemin araştırmaları ile mümkün olur.

Zemin araştırmaları ile;

- Zemini oluşturan tabakalar,
- Tabakaların kalınlıkları,
- Tabakalardaki zeminlerin endeks özellikleri,
- Kayma mukavemeti ve şekil değiştirme özellikleri,
- Yer altı su seviyesi ve özellikleri ile ilgili bilgiler elde edilir.

Bu bilgilere dayanılarak;

- İnşa edilecek yapı için uygun temel sisteminin seçilip projelendirilmesi,
- Yapım sırasında veya sonradan oluşabilecek problemlerin önceden tahmin edilip önlemlerin alınması,
- Elde edilen bilgilerin değerlendirilerek istenilen koşullara uygun ve ekonomiyi gözeten çözümlerin üretilmesi mümkündür.

Ülkemiz topraklarının aktif deprem kuşağı üzerinde olması, nüfusumuzun büyük bir bölümünün bu bölgelerde yaşaması, önemli sanayi merkezlerinin ve barajlarımızın tamamına yakının deprem riski altında bulunması, yapıların projelendirilmesi ve inşası sırasında deprem kriterlerinin göz önünde tutulmasının gerekliliğini gösterir. Bu yüzden; yapıların sadece düşey yükler altında değil, yatay yükler altındaki (özellikle deprem, rüzgar ve çeşitli titreşimlerin etkileri) davranışının da dikkate alınarak projelendirilmesini gerektirir. Bunun içinde zemine ait dinamik parametrelerin de belirlenmesi, hesaplarda kullanılması zorunludur.

Günümüzde kent yerleşim alanlarının azalması, yeni yerleşim alanlarının imara açılmasını, özellikle çok katlı yapıların yapılmasını ve yeraltınındaki alanlarında daha iyi değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu durum güvenli yapı yapmanın yanı sıra derin kazı yöntemleri ile komşu yapıların güvenliği ile ilgili sorunları da gündeme getirmektedir.

İnsanların can ve mal güvenliği ile yapıların stabilitesi göz önüne alındığında, zemin araştırmalarının mutlaka gerekli olduğu ortaya çıkar. Ayrıca, yeterli bir zemin araştırmasının yapılması projenin toplam maliyeti içinde çok küçük bir yer tutacağı gibi, zemin etütlerinde bulunan değerler ile projenin toplam maliyetinin düşmesi de sağlanabilir.

Sonuç olarak, sağlıklı bir proje üretmek ve yapı inşa etmek için, ilk planda zemin özelliklerinin belirlenmesi büyük önem taşır. Bu da yeterli zemin araştırmaları ile mümkün olur.

Bu çalışmanın amacı; Kayseri İli sınırları içerisinde, kritik temel zeminlerine ait yapılan arazi ve laboratuar deneyleri ile oluşturulmuş zemin etüt raporlarını incelemektir.

## 1.2. Çalışmada Kullanılan Yöntem

Ön zemin incelemeleri, arazi çalışmaları ve laboratuar çalışmaları neticesinde zemin özellikleri belirlenerek, elde edilen bilgilere dayanarak geoteknik raporların düzenlenmesi ve gerekli iyileştirme için öneriler sunulur.

# 2. BÖLÜM

# TEMEL ZEMİN ARAŞTIRMALARI

Herhangi bir inşaat mühendisliği projesinin kaçınılmaz başlangıcı yeterli bir zemin araştırmasıdır. Yapının büyüklüğü ne olursa olsun temel zemini araştırılmalı, özellikleri belirlenmeli, proje ve şantiye çalışmaları buna göre yönlendirilmelidir. Güvenilir ve ekonomik bir mühendislik yapısı oluşturmak için mutlaka yeterli zemin araştırmalarının yapılması gereklidir.

## 2.1. Temel Zemin Araştırmalarının Amaçları

Zemin araştırmalarının üç temel amacı aşağıdaki şekilde özetlenebilir:

- Temel sistemini doğru bir şekilde belirlemek,
- İnşaat sırasında ve sonrasında karşılaşılabilecek sorunları en aza indirmek,
- Yeraltı su seviyesini belirlemek.

Bu amaçlara bağlı olarak zeminin taşıma gücü belirlenerek üst yapı yüklerinin taşınabilirliğinin araştırılmalıdır.

Ani ve zamana bağlı oluşabilecek oturmalarla ilgili bir sorunla karşılaşmamak için gereken önlemler alınmalıdır.

Temel çukurları sudan korunmalıdır.

Temel ve bodrum kat izolasyonları gerektiğinde, inşaat alanındaki yer altı su seviyesi değişiminin belirlenmelidir.

Yapı malzemeleri üzerindeki etkiler açısından zeminin ve yer altı suyunun özelliklerinin belirlenmelidir.

Sonuç olarak, emniyetli ve ekonomik temel boyutlandırılması ve inşaatının gerçekleştirilebilmesi için zemin araştırmaları vazgeçilmez bir zorunluluktur.

## 2.2. Zemin İnceleme Yöntemleri

Zemin inceleme yöntemleri **arazi** ve **laboratuar** çalışmaları olmak üzere iki kısma ayrılır. Arazi çalışmalarında zemin; yeterli derinliğe kadar çeşitli yöntemlerle incelenir. Laboratuar çalışmalarında ise, zemin numuneleri üzerine gerekli deneyler yapılarak zeminler sınıflandırılır ve geoteknik parametreleri belirlenir.

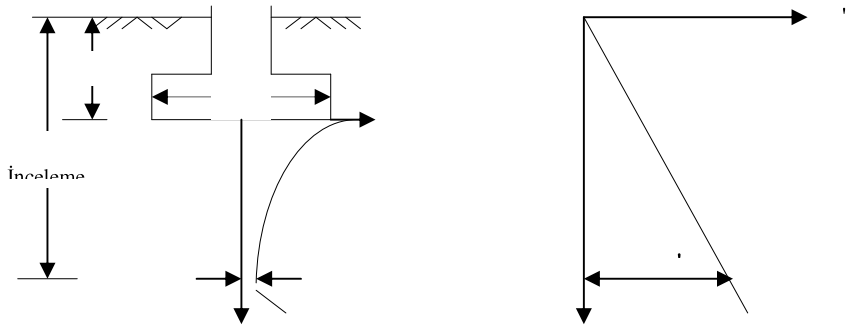
### 2.2.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları;

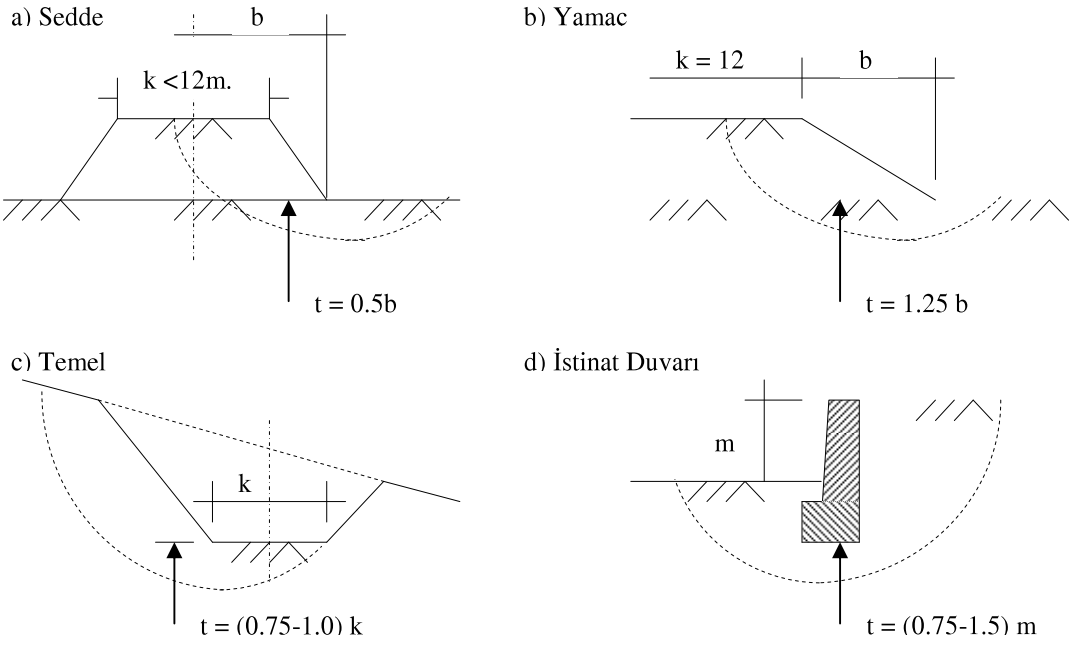
- Yüzey çalışmaları
- Yer altı çalışmaları olmak üzere iki bölümde incelenebilir.

**Yüzey çalışmalarında**, arazinin yüzey incelemesi yapılarak araştırma bölgesinde ne tür problemlerle karşılaşılabileceği, ayrıntılı çalışmaların hangi yönde yoğunlaşacağı ve nasıl bir araştırma yönteminin uygulanabileceği hakkında bilgiler elde edilir. Arazi ile ilgili jeolojik ve sismik veriler toplanarak arazinin yerinde incelemesi yapılır, varsa hava fotoğrafları değerlendirilir. Arazi topoğrafyası, yüzeydeki zemin cinsleri, varsa olmuş toprak kaymaları veya belirtileri, su durumu ve arazinin geçmişi ile ilgili bilgiler toplanılır.

**Yer altı çalışmalarında** ise, zemin özelliklerini belirlemek için uygun derinliğe kadar inceleme yapmak gereklidir. Uygun derinlik olarak, zemine uygulanan basıncın %10-%20 değerine düştüğü derinlikler alınabilir. Şekil 2.1'de inceleme derinliğinin belirlemesi ile ilgili bilgiler grafik olarak, zemin yapıları için araştırma derinlikleri ise Şekil 2.2'de gösterilmiştir.




Şekil 2.1. İnceleme derinliğinin belirlenmesi.




Şekil 2.2. Yapı cinsine göre zemin araştırma derinlikleri.

### 2.2.1.1. Derinliğine İnceleme Yöntemleri

İnceleme derinlikleri olarak;

1. Tekil ve radye temellerde ( 1.5 - 2.0 ) × B,
2. Şerit temellerde 4 × B,
3. Kazıklı temellerde-yapı kısa kenarının 1.5 katı veya sağlam tabakaya kadar,
4. Barajlarda-ana kayaya kadar olan bölge inceleme derinliği olarak alınabilir.

Yeraltı çalışmalarında kullanılan derinliğine inceleme yöntemleri aşağıda verilmiştir.

**a.** İnceleme çukurları,

**b.** Galeriler,

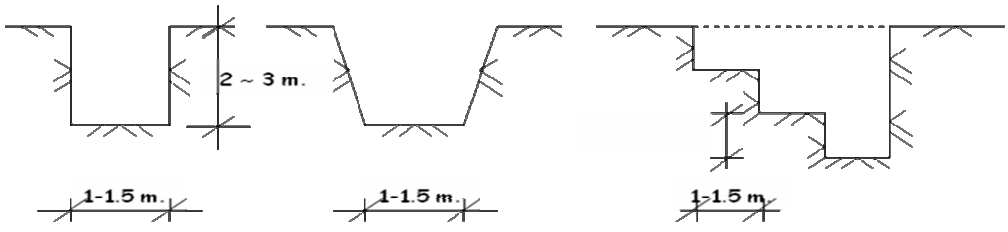
**c.** Sondalar,

**d.** Sondajlar,

**e.** Jeofizik yöntemler.

### a. İnceleme Çukurları

Zemin yüzeyine yakın sığ derinlikleri öğrenmek için, arazinin çeşitli noktalarında inceleme çukurları açılır. Çukur derinlikleri kademeli olarak 5.00 m.'ye kadar inebilir. Çukurun kesiti ise, bir insanın rahat çalışabileceği ölçülerde olmalıdır.




Şekil 2.3. İnceleme çukuru kesitleri.

### b. Galeriler

Belirli boyutlarda açılan ve ortama istenilen uzunlukta giren yapılardır. İnceleme amacı ile açılır, belirli bir noktaya geldiğinde terk edilir. Araştırma galerileri baraj yeri, yeraltı santral bina temelleri, tüneller gibi mühendislik yapılarında ve özellikle de madencilikte kullanılan bir yöntemdir. Açılacak galeri adedi, yönü, mühendislik projesi uygulanacak

yerin jeolojisi, yapısal özellikleri, kayaçların ayrışma durumu gibi özelliklere bağlı olarak değişir.

**c. Sondalar**

Zemin araştırmalarındaki sondalar; dinamik (çakmalı sonda) ve statik (itmeli sonda) olmak üzere ikiye ayrılır.

**Dinamik Sonda**

Standart bir uç üzerine belirli yükseklikten standart bir ağırlık düşürülerek çakma işlemi yapılır. Ağırlık düşme sayısı ile zemine girme miktarları arasında yapılan değerlendirme ile zemin sıkılığı veya kıvamı hakkında bilgi edinilir. Her türlü zeminde kullanılabilir. Kaba daneli zeminlerde daha iyi sonuç vermektedir.

**Statik Sonda**

Temel prensip, standart konik bir ucun kontrollü bir hızla itilerek zemine sokulması durumunda karşılaştığı direncin ölçülmesidir. Bu teknik ile zeminlerin yerleşim sıkılığı, kıvamı, kazıklı temellerde kazık taşıma güçleri ve yapılarda oturmalar ile ilgili veriler toplanabilir. Statik sondaların ince daneli zeminlerde kullanılması daha uygundur.

**d. Sondajlar**

Zeminde 10 ile 30 cm. arasında değişebilen çaplarda ve istenilen boyda delik açma işlemine sondaj denir. Sondajlar, yapının oturacağı temel zemini, kayaçların litolojik ve yapısal özellikleri, yatay ve düşey yönde değişimleri, süreksizliklerin sıklığı, ara uzaklığı, dolgu durumları ve süreksizliğe bağlı geçirgenliği ve yeraltı su durumu hakkında bilgi toplamak amacıyla yatay, düşey veya eğik olarak yapılır. Sondajlarla;

- Zeminlerin fiziksel özellikleri,
- Taşıma gücü,
- Boşluk suyu basıncı,
- Elastisite modülü ve içsel sürtünme açısı,
- Daneler arası çekim kuvveti ve sıkışabilirlik özellikleri

vb. gibi proje hazırlanmasına temel olacak değerler belirlenebilir veya belirlenmesine yarayacak veriler elde edilebilir.

**Sondaj derinlikleri**

- Sondaj derinlikleri, ana kaya ile karşılaşılmadığı durumlarda bina kısa kenarının 1.5 katı olarak alınır.
- Temel projesi belirlenmemiş yapıların temel zemini araştırmaları için belirlenen derinlik ise, ana kayanın çok derinde olduğu durumlarda en az 20 m. olmalıdır.
- Bu derinliklerde sağlam olmayan tabakalarla karşılaşılmadığında sondaj çalışmalarına son verilir. Çürük tabakalara rastlanması halinde, temel zemini ile ilgili yeterli bilgi elde edilinceye kadar en az 30 m. sondaj yapılmalıdır.
- Sondaj sırasında ana kayaya rastlanırsa 3 m., ana kaya çatlaklı bir özellik gösterirse en az 5 m. ilerlenmelidir.
- Sondajda sert kille karşılaşılması durumunda, toplam sondaj derinliği 12 m.'den az olmamak üzere bu tabakaya en az 5 m. girilmelidir.
- Kaya tabakaları 3 m.'den, sert kil tabakaları 5 m. den az kalınlıkta ise, bu tabakaların altında da sondaja devam edilmelidir.

**e.Jeofizik Yöntemler**

**Sismik yöntem;** sismik dalga hızlarının farklı zemin ve kaya tabakalarında farklı oluşu esasına dayanır. **Jeoelektrik yöntem;** farklı tabakaların elektrik akımına gösterdiği direnç farklılığı üzerine geliştirilmiştir. **Dinamik yöntem;** vibratör yardımı ile zemin üzerinde suni olarak meydana getirilen periyodik titreşimlerin zemin içindeki hareketini araştırır. **Radyoaktif yöntem;** radyoaktif elemanların yaydıkları ışınların bulundukları ortam tarafından emilmeleri ile ilgili özelliklerine dayanır.

# 3. BÖLÜM

# ARAZI DENEYLERİ

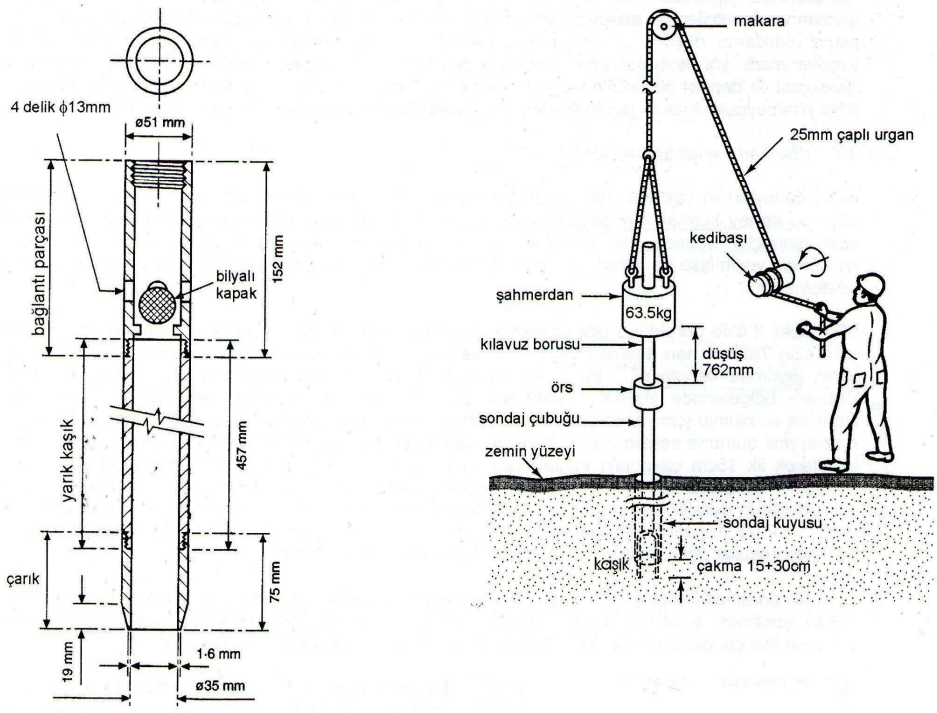
## 3.1. Arazi Deneyleri

1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)
2. Presiyometre – Dilatometreler
   - **a.** Yassı Dilatometre (DMT)
   - **b.** Deliği Önceden Hazırlanan Presiyometreler (PBP)
   - **c.** Zemine İtilen Presiyometre (PIP)
   - **d.** Kendi Delen Presiyometre (SBP / PAF)
   - **e.** Dilatometre (RDT)
3. Koni Penetrasyon Deneyi (CPT)
4. Plaka yüklemeDeneyi (PLT)

Türkiye'de işveren ve denetçileri bu deneyler hakkında gerekli yeterli bilgiye sahip olmadıklarından maliyeti ön plana aldıklarını düşünerek deney türü hakkında yapılan önerilere direnç göstermekte, yanlış uygulamalara yol açmaktadır.

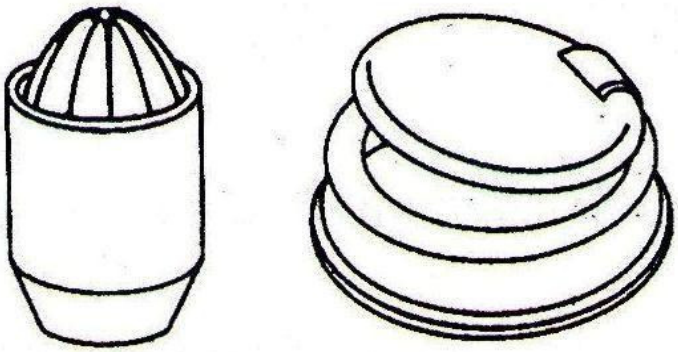
### 3.1.1. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

Arazi deneylerinin yaklaşık 100 yaşında olanı, en eskisi ve Türk geoteknik camiasının değişmez tercihi olan bu deney kumlar için geliştirilmiştir. Diğer zeminlerde yanıltıcı olacağından uygulanmamalı veya sonuçlar sadece fikir edinmek için toplanmalıdır.




Şekil 3.1. Standart penetrasyon deneyi.

SPT şekilde de görüldüğü gibi standart boyutta bir kaşığa standart enerji uygulaması (63.5kg tokmağın 762mm'den düşüşü) ve kaşığın zeminin içine 30cm girmesini sağlayacak vuruş sayısı N'nin sayılmasıyla yapılır. Bu SPTN değeridir. Deney sondaj sırasında her 150cm'de bir yapılır. Deprem bölgelerinde kumlar kesildiğinde üst 10m de her 75cm'de yapılması yeğlenmelidir. Deneyin en olumlu yanı, çakma sırasında zeminin penetrasyon kaşığının içine dolarak o derinlik için örselenmiş numune sağlamasıdır. Deneyin yapılması için kuyunun dibi temizlendikten sonra kaşık indirilerek ilk 15cm çakılmayı sağlayacak vuruş sayısı sayılır, ancak SPTN değeri bunu izleyen 15+15cm lik penetrasyonu veren ham değer olarak kaydedilir. Deney 30m derinliğe kadar sürdürülebilir. Bundan sonra sondaj çubuklarının (tij) ağırlığı aşırı arttığından okumalar anlamını yitirebilir. SPTN değerinin 50'den büyük olması ret olarak değerlendirilir ve standartta belirtilen koşullar altında deney durdurulur. Deney çakıllı-taşlı zeminde yapılmaz.



Şekil 3.2. Kum tutucu sepet ve kapak.

Tablo 3.1. Standart penetrasyon deneyi düzeltme katsayıları.

| DÜZELTME | SİMGE | DEĞİŞİM | DEĞER |
|---|---|---|---|
| Şahmerdan verimi | $E_m$ | emniyet tipi- USA<br>simit tipi - USA(TR)<br>otomatik- UK | 0.55-0.60<br>0.45<br>0.73 |
| Kuyu çapı çarpanı | $C_B$ | 65-115mm<br>150mm<br>200mm | 1.00<br>1.05<br>1.15 |
| Numune alma faktörü | $C_S$ | Standard kaşık<br>Numune tüpsüz kaşık | 1.00<br>1.20 |
| Tij uzunluğu katsayısı | $C_R$ | 3-4m<br>4-6m<br>6-10m<br>>10m | 0.75<br>0.85<br>0.95<br>1.00 |

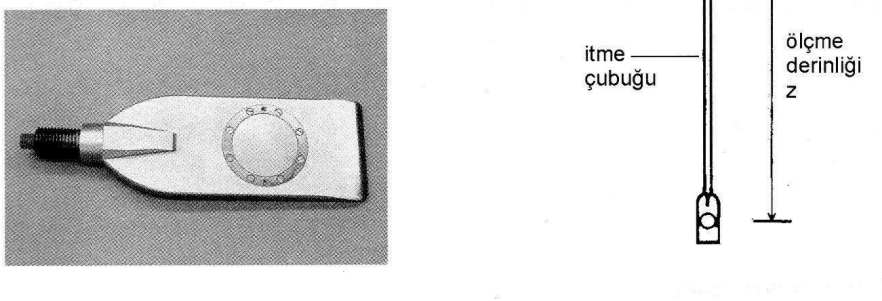
### 3.2. Presiyometre ve Dilatometreler

Zemin ve yumuşak kayalarda uygulanan presiyometre (PMT) ve kayada uygulanan dilatometre (RDT) deneyleri ortamdaki bir boşluğa iki veya üç eksende esnek bir kılıf aracılığı ile üniform basınç uygulayan silindir biçimli sondalardır.

#### 3.2.1.Yassı Dilatometre (DMT)

Geliştirenin adından çıkılarak Marchetti dilatometresi olarak da adlandırılan bu 9.5cm genişlik, 15mm kalınlıkta çelik kürek biçimli alet (Flat dilatometer) bir yüzünde bulunan 60mm çaplı çelik diyaframın hareketi ile ölçüm yapar(Şekil 3.3). Zeminde belirli derinliğe itilerek indirilen dilatometreye gaz basıncı verilerek diyafram zemin

itkisine karşı şişirilir. Denge sağlanıp diyafram zemine doğru 1.1m daha itildiğinde yatay gerilme ölçülüp böylece sükunette toprak basınca katsayısı değeri ve teğet deformasyon modülü başta olmak üzere birkaç önemi parametreye ulaşılmaktadır.



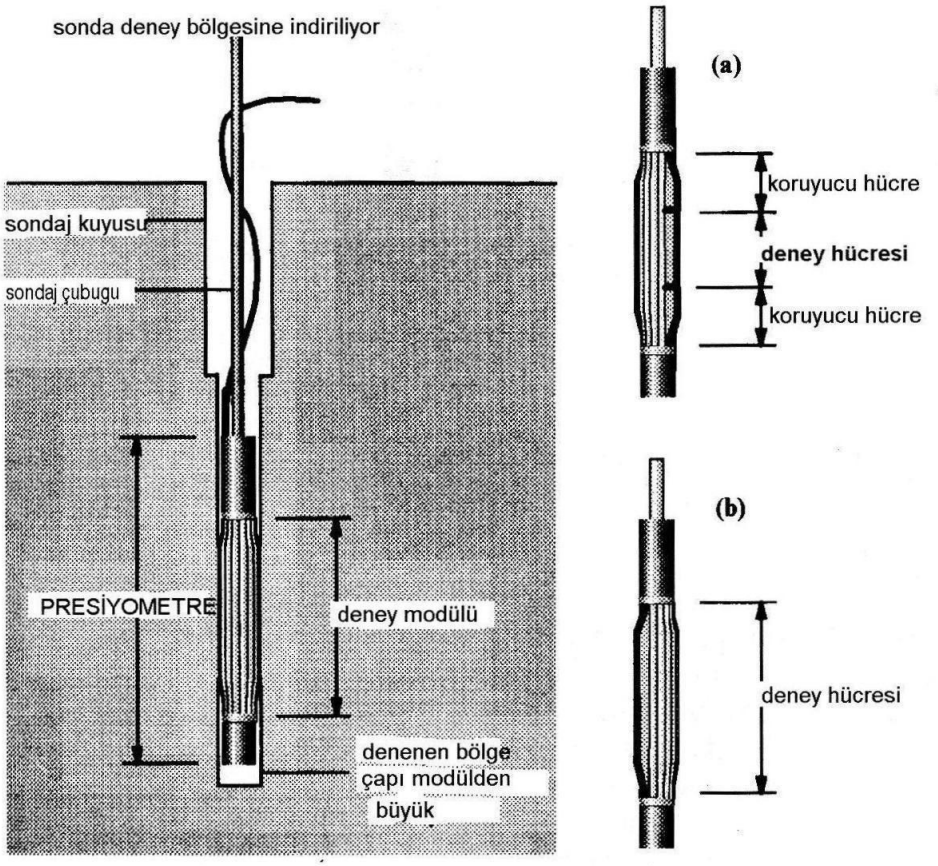

Şekil 3.3. Yassı dilatometre ve uygulaması.

### 3.2.2.Deliği Önceden Hazırlanan Presiyometre (PBP)

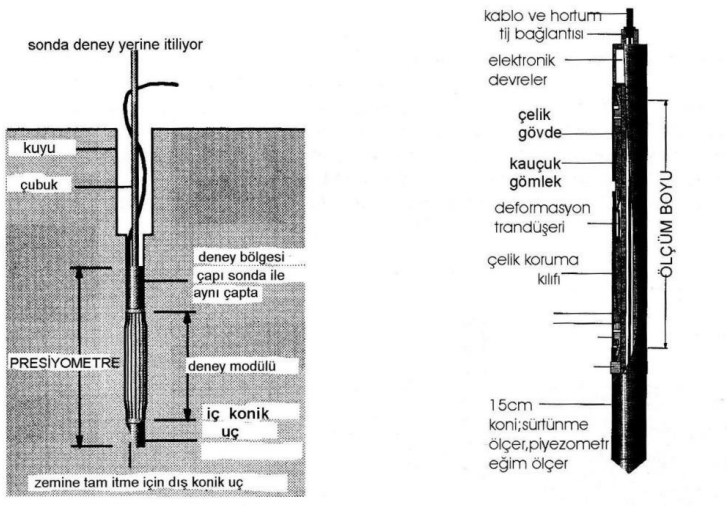
Geliştirilmiş ilk tip olan bu tür sonda sağlam zeminler ve kayalarda uygulanır (Şekil 3.4). Sonda kendisi için hazırlanmış, deliğe indirildikten sonra uygulanan basınçla genleşerek kuyu yüzeyine gerilme uygulanırken oluşan ötelenmeler sisteme giren sıvının hacmi, ya da radyal (ışınsal) deformasyon ölçümü olarak saptanır. GC tipi presiyometre zeminde, GB tipi ise kayada kullanılmalıdır.

### 3.2.3.Zemine İtilen Presiyometre (PIP)

Bu tip presiyometre zemine doğrudan veya açılmış sondaj kuyusunda belirli bir derinlikten başlayarak itilir. Ancak modülü zemine itmek için gerekli 150kN dolayında kuvvet her zaman sağlanamadığı gibi, kumlarda beliren yüksek gerilmeler daneleri parçalayabildiğinden okumalarda hata belirdiği öne sürülmüştür. Bu türün en önemli sakıncası zemine yüksek gerilmelerle itilen sondanın ölçüm derinliğinde mevcut gerilme alanını bozması olarak gösterilmektedir.



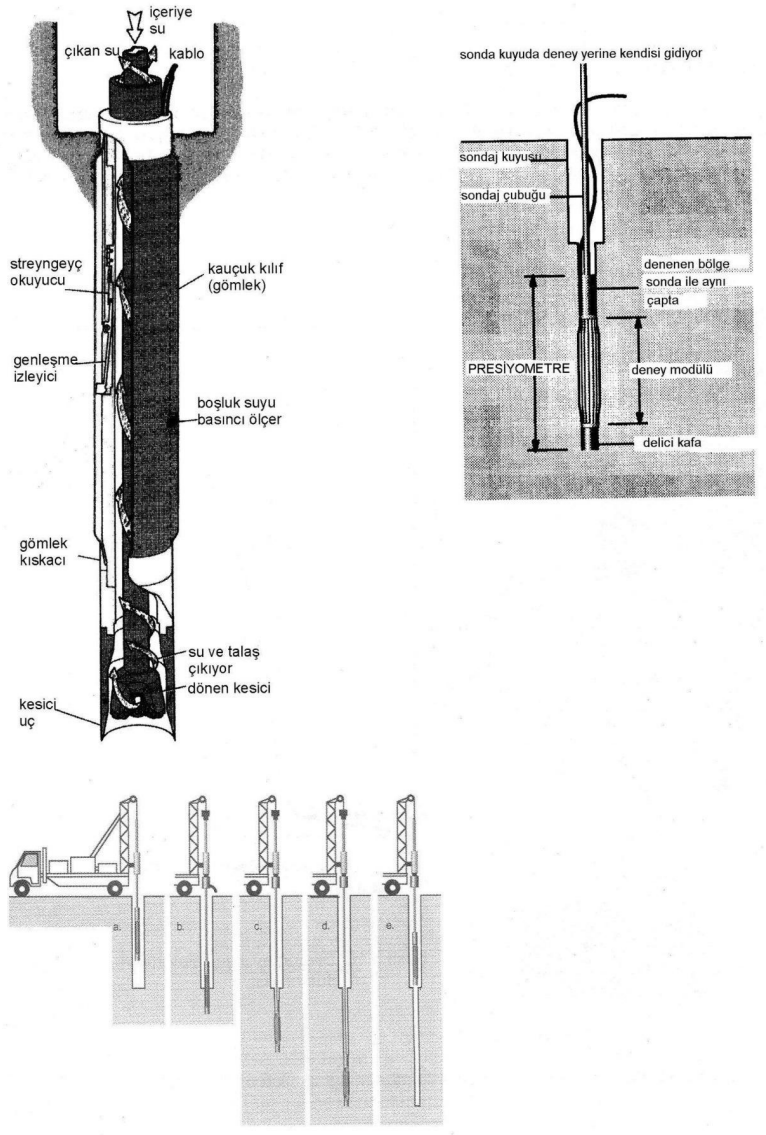

Şekil 3.4. Deliği önceden hazırlanan presiyometreler.




Şekil 3.5. Zemine itilen presiyometre ve koni presiyometre.

### 3.2.4.Kendi Delen Presiyometre (SBP/PAF)

Zemin parametrelerinin gerçeğe yakın ölçümü için minimum örselenme esas olduğuna göre ölçüm aletinin bir köstebek gibi delerek tam boyutlarına uygun bir hacim oluşturması günümüzde en gelişmiş presiyometre tipidir. Zemine önce hafif hidrolik baskıyla itilerek yerleştirilen presiyometrenin şematik görüntüsü verilmektedir. Zemine önce hafif hidrolik baskıyla itilerek yerleştirilen presiyometrenin kesici ucu delme sıvısı yardımı ile talaşı dışarı atarken aşağıya doğru ilerler. SBP'nin çalışma prensibi, kesme yapılırken zeminde oluşan gerilme boşalmasının rijit cismin içeriye itilmesi sonucu beliren gerilme artışı ile dengelenmesinden kaynaklanmaktadır.




Şekil 3.6. Kendi delen presiyometre (Sbp), deney düzeni ve deneyin yapılışı.

Deney icrası için açılmış hazırlık kuyusunun içine indirilen SBP deney derinliğine buradan kendisi ilerler. Deney belirli derinlikte tamamlanıp sonraki derinliğe sonda dışarı çekilmeden ilerler. Deney tamamlandıktan sonra takım dışarı alınır.

### 3.2.5.Dilatometre (RDT)

Kayada uygulanan presiyometre genellikle dilatometre olarak adlandırılır. Kaya deney derinliğine kadar delindikten sonra dilatometre buraya indirilir ve şekil3.6 b 'de gösterildiği gibi gömleğe eşit aralıklı basınç artışları uygulanırken kuyu çapındaki artışlar dilatometrenin içindeki duyarlı bir transdüşerle izlenir.

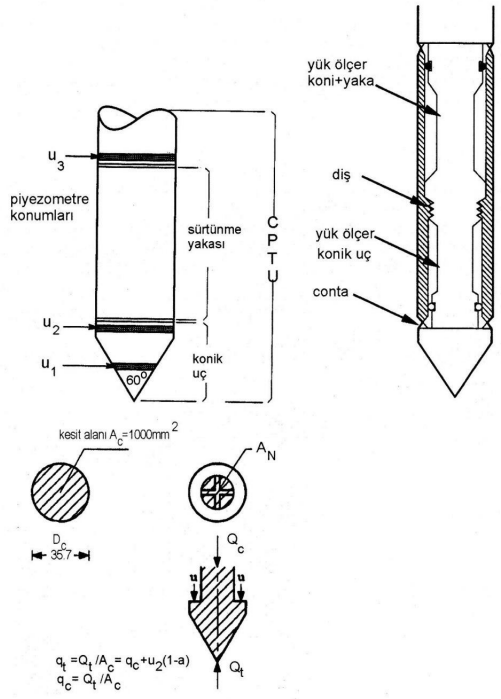
## 3.3. Koni Penetrasyon Deneyi (CPT)

Koni penetrasyon deneyi (CPT) esas olarak yüz alanı 10cm2, tepe açısı 60° olan çelik bir cismin zemine 20±5 mm/s gibi değişmez hızda itilirken ucunun ve 150cm2 lik çevre yüzeyinin gördüğü dirençleri ölçen basit bir aletle yapılan işlemdir. Günümüzde çok güvenilir ve ekonomik arazi deneyi niteliğine sahiptir.

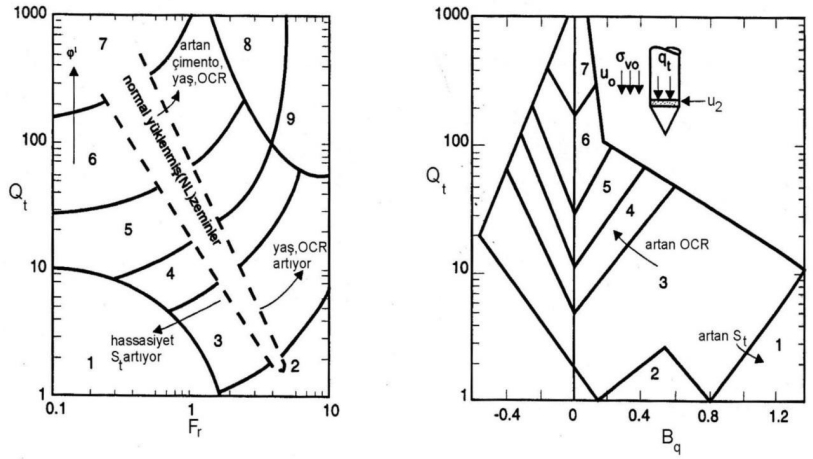
Üç tür ölçüm konisi vardır:

1. Uç direnci ve çevre sürtünmesi bağımsız yük hücreleri basınca çalışarak ölçmek
2. Uç direnci yük hücresi basınca, çevre sürtünmesi yük hücresi ise çekmeye çalışmaktadır.
3. "Çıkartma konisi" diye anılan üçüncü tipte çevre sürtünmesi yük hücresi beliren tüm dirençleri kaydetmekte, uç direnci hücresinin ölçtüğü yük bu toplamdan çıkartılmaktadır

Koni penetrasyon deneyinin değeri birçok özelliği ölçme yanında hızı ve 2 cm'de bir yaptığı okumalarla zemin profilini tam olarak çıkartabilmesidir. Öte yandan, aletin duyarlılığı nedeniyle farklı rijitliğe sahip ince çok tabakaları geçerken düzeltme gerektirmesi, kalibrasyonun çabuk bozulabilmesi ve iri kumlarda sondanın kolaylıkla düşeyden sapabilmesi olumsuz yanları olarak gösterilebilir.



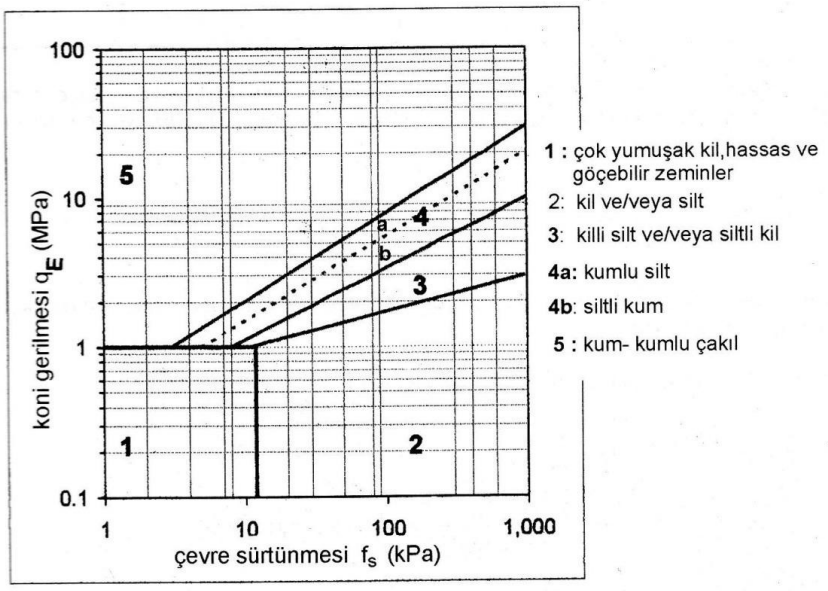

Şekil 3.7. Koni sondalama deneyi ve sondanın özellikleri elemanlar, çıkartma (Substraction) konisi ve koni en kesiti.




| BÖLGE | TİP | BÖLGE | TİP | BÖLGE | TİP |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ince daneli,hassas | 4 | siltli kil→ killi silt | 7 | kum→çakıllı kum |
| 2 | organik:turbalar | 5 | siltli kum→kumlu silt | 8 | Killi kum-sıkı kum |
| 3 | kil→siltli killer | 6 | siltli kum→temiz kum | 9 | ince daneli, sert, |

Şekil 3.8. Cptu deneyinde robertson sınıflaması.

Şekil 3.9. Cpt sondasına bir örnek.

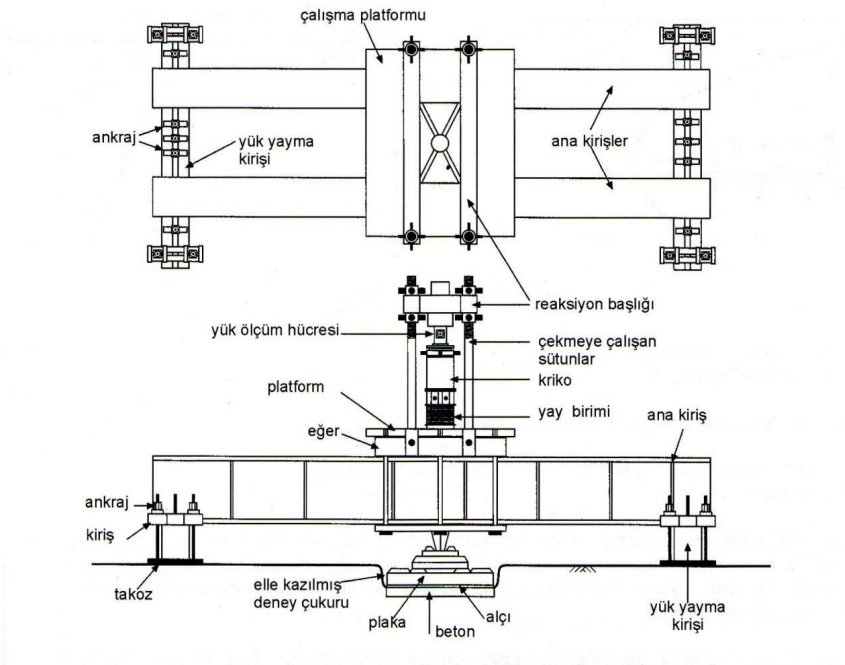



Şekil 3.10. Eslami-fellenius sınıflandırma çizelgesi.

### 3.4. Plaka Yükleme Deneyi (PLT)

Plaka yükleme taşıma deneyi bina temel ortamlarının özelliğini değerlendirmede kullanılan en eski deneylerden biri olup özellikle başarılı numune almanın zor olduğu yumuşak veya ayrışmış kayalar, iri daneli zeminler ve mühendislik dolgularında uygulanır. Belirli bir yük alanı ile zemine artan basınçlar uygulanır ve bu basınçlar altında yükleme plakasının zemine batma(oturma) miktarlarına dayanılarak saptanan

yük-oturma bağıntısından zeminin güvenle taşıyabileceği yük bulunur. Ancak yapılmasının sanıldığından zor olmasına karşın taşıma gücünü doğrudan yansıtma özelliği nedeniyle mühendislerin rağbet ettiği bir deneydir.




Şekil 3.11. 5.000 Kn kapasiteli bre plaka yükleme düzeneği.

Şekil 3.12. Plaka yükleme deneyinin yapılması.

Zeminde yapılan plaka yükleme deneyinin olası sakıncası plaka altına farkına varılmayan bir iri blok veya taşın rastlaması ve plakanın görece kısıtlı boyutlu olması nedeniyle basınç soğanlarının zeminde yeterince derine sarkamaması, böylece alt düzeylerde bulunabilecek çok yumuşak bir tabakanın varlığının algılayamamasıdır.

### 3.5. Arazi Deneylerinin Değerlendirilmesi

Günümüzde zeminlerde piyezokoni penetrasyon (SCPTU) ve kendi delen presiyometre (SBP), kayada ise dilatometre (RDT), plaka yükleme, sismik jeofizik ve yumuşak çatlaklı kayalarda standart penetrasyon deneylerinin (SPT) ortam özelliklerini en iyi ve ayrıntılı biçimde yansıttıkları merkezinde toplanmıştır.

Türkiye'deki uygulamalara bakıldığında sondaj şirketlerinin hemen tümüne yakınının SPT veya sismik jeofizik deneyleri kullandığı görülmüştür. Bu tür bir uygulama kabul edilemez nitelikte geoteknik raporların üretilmesi sonucunu getirmektedir. Örneğin yumuşak kilde de kumda da SPT yapılmakta ve sonuçlar temel boyutlandırmada kullanılmaktadır. Yarı batık siltlerde sismik ölçümler yapıldığında garip sonuçlar alınmaktadır. Aşırı konsolide kilde plaka yüklemedeneyi yapmak her zaman iyi sonuç vermemektedir. Tüm bu bilgiler bina parsellerinde zemin araştırmalarının uzman geoteknik mühendisin denetiminde yapılmasının önem taşıdığını gösteren örneklerdir.

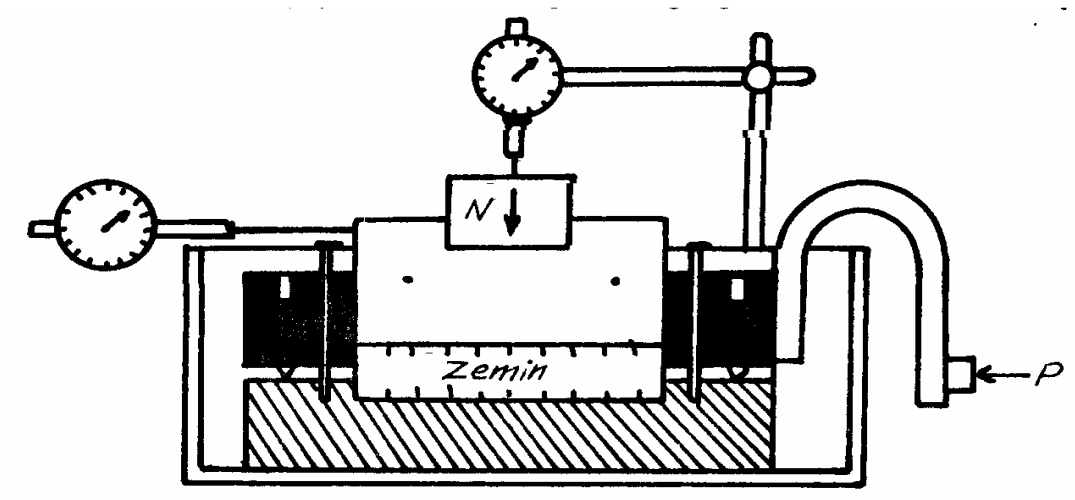
#### 3.5.1. Laboratuar Deney Yöntemleri

Arazide bir yapı temeli veya toprak dolgu altında kalacak, veya herhangi bir başka yüklemeye maruz kalacak zemin tabakalarının gerilme-şekil değiştirme davranışlarını ve kayma mukavemetlerini belirlemek için, bu tabakalardan numune almak ve bunları laboratuarda deneye tabi tutmak amacı ile birçok deneysel yöntem geliştirilmiştir. Bunlar arasında, daha yaygın olarak kullanılan yöntemler;

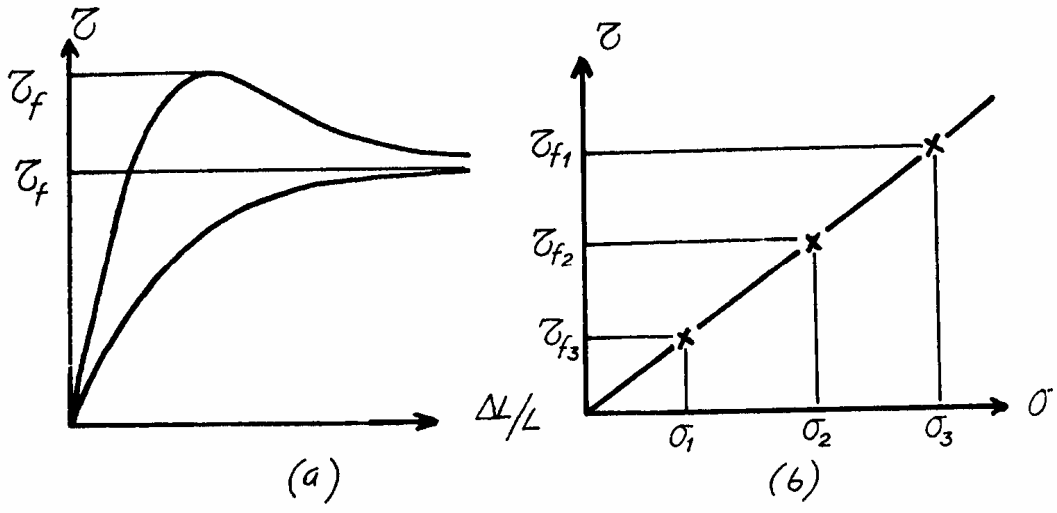
1. Kesme Kutusu Deneyi
2. Serbest Basınç Deneyi
3. Üç Eksenli Basınç Deneyi
4. Laboratuar Veyn
5. Düşen Koni Deneyleri olmaktadır.

### 3.5.1.1. Kesme Kutusu Deneyi

Kesme kutusu deneyinde, zemin numunesi dikdörtgen veya dairesel kesitli ve iki parçadan oluşan rijit bir kutu içine yerleştirilmektedir. Uygulanan bir kesme kuvveti altında, kutunun üst parçası sabit tutulurken alt parçası yatay bir düzlem üzerinde hareket edebilmekte ve böylece numunenin ortasından geçen yatay düzlem boyunca zemin kaymaya zorlanmaktadır. Şekil 4.1 da kesme kutusu deney düzeni şematik olarak gösterilmiştir.



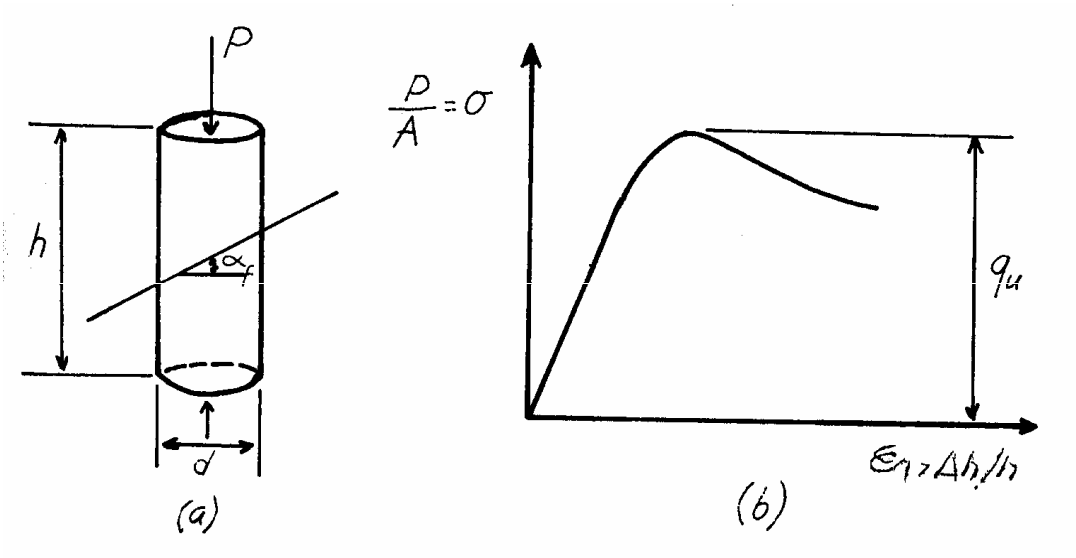

Şekil 4.1. Kesme kutusu deney aleti.



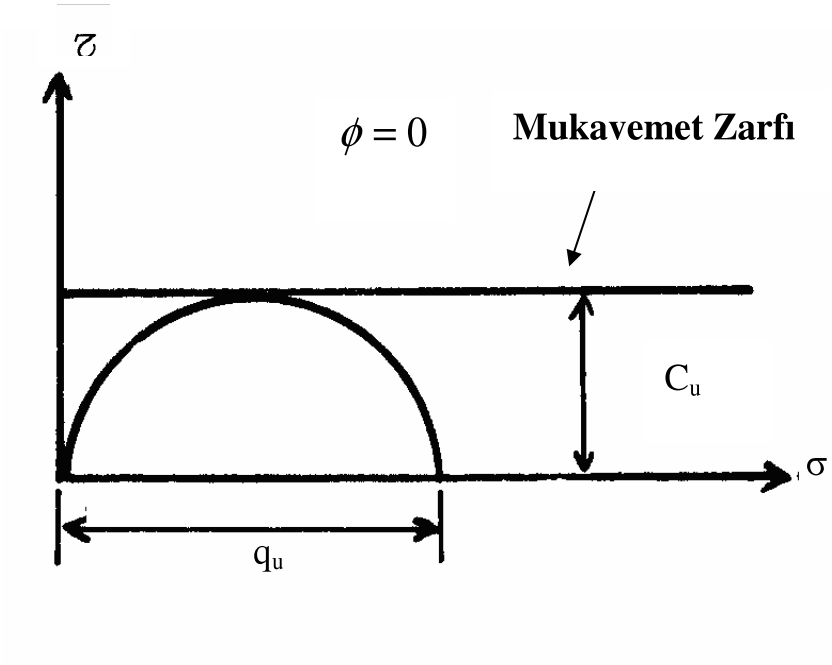

Şekil 4.2. Kesme kutusu deneyi sonuçları.

### 3.5.1.2. Serbest Basınç Deneyi

Serbest basınç deneyinde silindirik bir zemin numunesi yalnızca eksenel doğrultuda yüklemeye tabi tutulmaktadır (Şekil 4.3a). eksenel yük artışları altında meydana gelen numunenin boy kısalması (eksenel şekil değiştirmesi) ölçülmekte ve Şekil 4.3b dekine benzer gerilme-şekil değiştirme eğrileri elde edilmektedir.



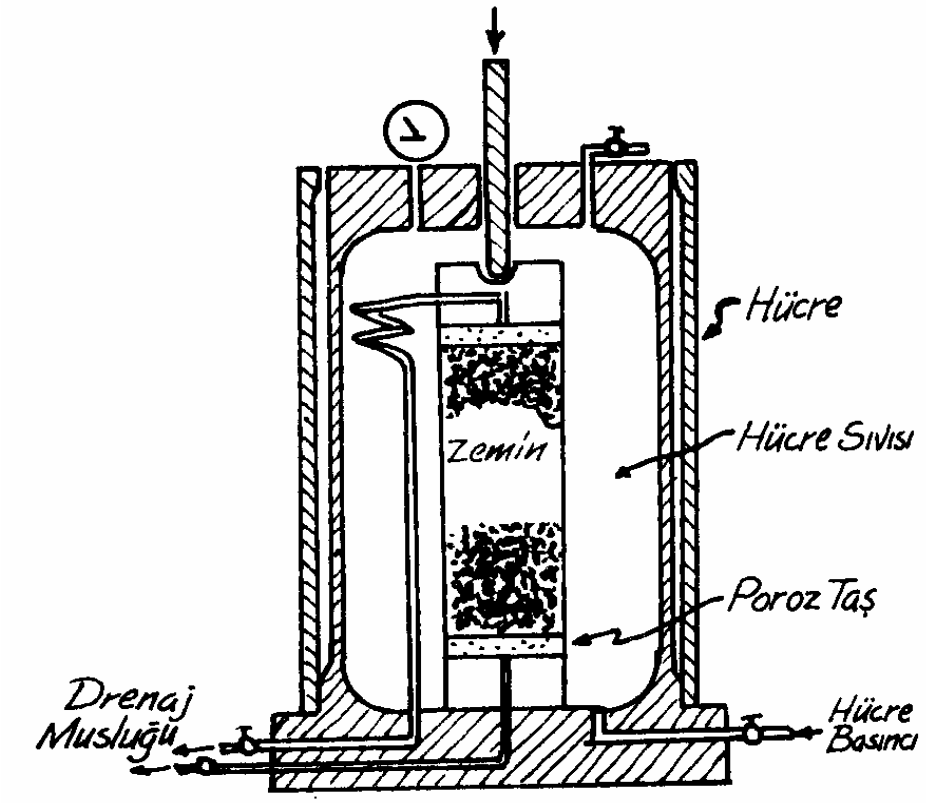

Şekil 4.3. Serbest basınç deneyi ve sonuçları.




Şekil 4.4. Serbest basınç deney sonuçlarını gösteren mohr dairesi ve mukavemet zarfı.

### 3.5.1.3. Üç Eksenli Basınç Deneyi

Zeminlerin kayma mukavemetini saptamak için kullanılan laboratuar deney yöntemleri arasında üç eksenli basınç deneyi en gelişmişlerinden biri olmaktadır. Bu deney düzeni ile, zeminin arazi koşullarında sahip olacağı kayma mukavemetini gerçeğe yakın olarak belirlemek mümkün olmaktadır.

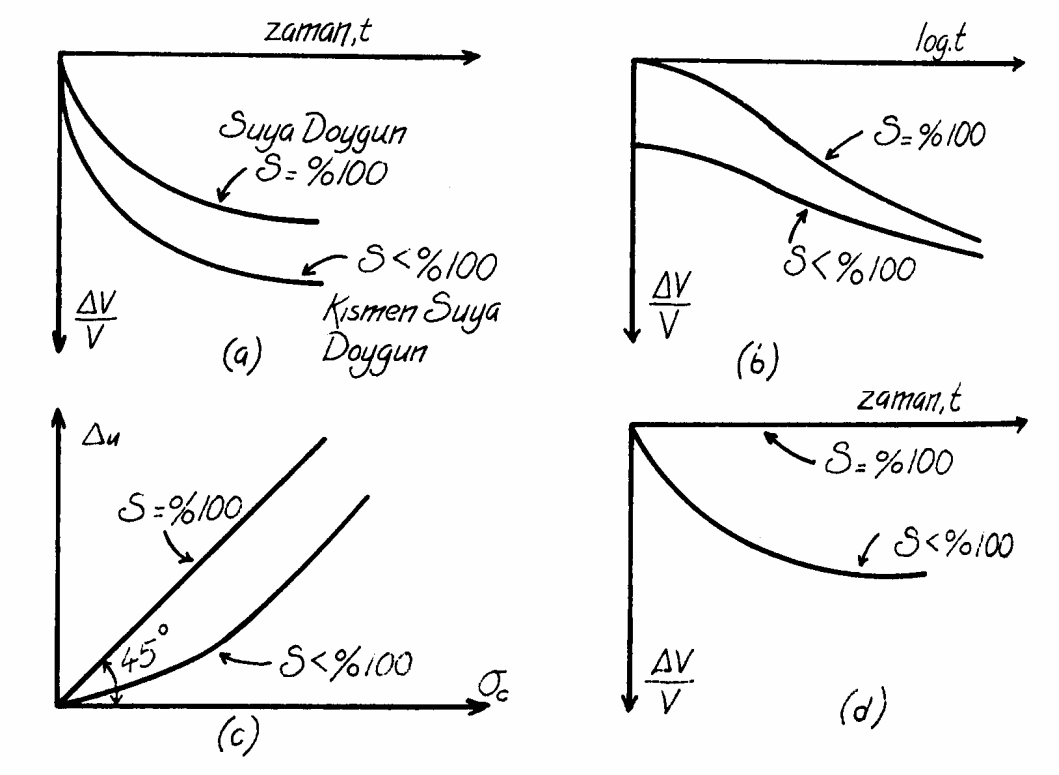



Şekil 4.5. Üç Eksenli basınç deneyi aleti.

Üç eksenli basınç deneyi iki aşamadan oluşmaktadır;

1.Aşama: Zemin numunesi üzerine arazide yüklenmeden önce etkiyen gerilmelerin hücre basıncı vasıtası ile uygulanması. Bu aşamada drenaja izin verilirse numune konsolide edilebilmektedir.

2.Aşama: Eksenel basınç uygulanması. Bu aşama drenajlı ve drenajsız olarak gerçekleştirilebilmektedir.




Şekil 4.6. Üç eksenli basınç deneyinde hidrostatik basınç altında gözlenen zemin davranışı.

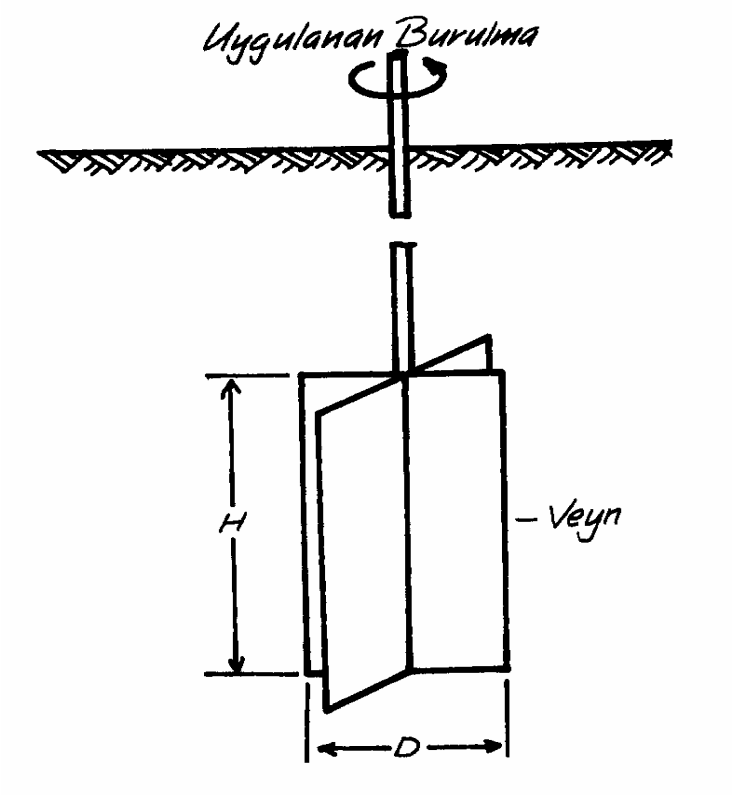
### 3.5.1.4. Laboratuar Veyn Deneyi

Bu deneyde Şekil 4.7 de gösterilen fırıldak (veyn) zemim içine batırıldıktan sonra, zemin içinde dönmeye zorlanmakta, zeminin direncinin aşılmasına karşılık gelen burulma momentinden zeminin kayma mukavemeti

$\tau = (3\ T_{max}) / (2\pi D^3)$ ) (H/D=1 için)

$\tau = (6\ T_{max}) / (7\pi D^3)$ ) (H/D=2 için)

bağıntılarından hesaplanabilmektedir. Burada, $T_{max}$ zeminde göçmeye (fırıldağın zemin içinde rahatça dönmesine) yol açan burulma momentini, H ve D ise fırıldağın boyutlarını göstermektedir.




Şekil 4.7. Veyn deneyi aleti.

### 3.5.1.5. Düşen Koni Deneyi

Bu deneyde, standart boyutlarda ve ağırlıkta metal bir koni, sabit bir yükseklikten zemin numunesi üzerine düşürülmekte,zeminin drenajsız kayma mukavemetinin koninin ağırlığı ile doğrudan, koninin zemin içine batma miktarının karesi ile tersten orantılı olduğu kabul edilmektedir.

# 4. BÖLÜM

# UYGULAMAYA YÖNELİK PROJE ÇALIŞMASI

## 4.1. Anadolu Harikalar Diyarı Projesi Dahilinde Su Kayağı Tesisleri Ve Sosyal Tesisler Yapım İşine Ait Ön Zemin Etüt Raporu Hazırlanması

### 4.1.1. Konu

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi, Kumarlı Bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgede Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesisler yapılacaktır.

Söz konusu proje için; OPAL MÜHENDİSLİK ZEMİN ARAŞTIRMA SONDAJ MADEN İNŞAAT SANAYİ TİCARET LTD. ŞTİ. adına Jeoloji Mühendisi Sn. Sunay YORULMAZ tarafından arazide sondaj çalışmaları ve araziden alınan zemin örnekleri üzerinde laboratuar deneyleri yapılmış olup Temmuz 2011 tarihli Ön Etüt Raporu hazırlanmıştır.

### 4.1.2. Arazi Durumu ve Zemin Profili

Rapora konu arazi; Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde olup yaklaşık 98.000 $m^2$ dir. Bu alan içerisinde yaklaşık 33.000 $m^2$ lik alana su kayağı tesisleri için yapay gölet yapımı planlanmaktadır. (EK1. Anadolu Harikalar Diyarı Projesi Vaziyet Planı)

Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesisler inşa edilecek arazinin kuzeyinde yapılması düşünülen Hayvanat Bahçesi ve Spor Tesisleri, doğusunda özel mülkiyete ait yerleşim alanları, güneyde yapımı devam eden Buz Pisti ve özel mülkiyete ait boş araziler, batısında ise Kayseri Büyükşehir Belediyesine ait boş araziler yer almaktadır.

Arazi genel topoğrafik yapısı düzdür. Doğu-Batı doğrultusunda yaklaşık %0,5 eğim vardır. Arazide bu doğrultudaki kot farkı yaklaşık 4 metre civarındadır.

Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesislerin inşa edileceği arazide zemin yapısının belirlenmesi amacı ile ilgili firma. tarafından sondaj çalışmaları yapılmıştır. Bu sondajlar; tünel güzergâhında ( D2-D4) 2 adet 20 metre, yapı olan yerlerde (D1-D3-D5) 3 adet 15 metre, gölet içinde (S1-S2-S3-S4-S5) 5 adet 10 metre derinliğinde olmak üzere toplam 10 adet 135 metredir. (EK 2. Sondaj Yerleri)

Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesisler inşa alanından yapılan D2 ve D4 sondajlardan özetlenen zemin profili aşağıda özetlenmiştir (Tabii zemin kotu 0.00 m. alınmıştır).

**D2 Sondajı**

| | | |
|---|---|---|
| 0.00 - 0.30 m. | Bitkisel Toprak | |
| 0.30 - 6.00 m. | Siyah Organik Zemin | OH |
| 6.00 - 6.50 m. | Yüksek Plastisiteli Silt | MH |
| 6.50 - 10.00 m. | Siyah Organik Zemin | OH |
| 10.00 - 11.00 m. | Yüksek Plastisiteli Silt | MH |
| 11.00 - 14.00 m. | Düşük Plastisiteli Kil | CL |
| 14.00 - 20.00 m. | Düşük Plastisiteli Silt | ML |

**D4 Sondajı**

| | | |
|---|---|---|
| 0.00 - 0.30 m. | Bitkisel Toprak | |
| 0.30 - 6.50 m. | Yüksek Plastisiteli Silt | MH |
| 6.50 - 10.50 m. | Düşük Plastisiteli Kil | CL |
| 10.50 - 12.00 m. | Düşük Plastisiteli Silt | ML |
| 12.00 - 15.00 m. | Düşük Plastisiteli Kil | CL |
| 15.00 - 16.00 m. | Düşük Plastisiteli Silt | ML |
| 16.00 - 19.00 m. | Düşük Plastisiteli Kil | CL |
| 19.00 - 20.00 m. | Düşük Plastisiteli Silt | ML |

Yapılan sondaj çalışmalarında yer altı su seviyesine farklı kotlarda rastlanılmıştır. Arazinin batısında yer alan D1-D2-D3-S3-S4-S5 sondajlarında -1.00 metre kotunda, arazinin doğusunda yer alan D4 sondajında -2.10 metre kotunda, S1-S2 sondajlarında -2.20 metre kotunda, D5 sondajında -2.40 metre kotunda yeraltı su seviyesine rastlanmıştır. Sondaj çalışmaları sırasında ölçülen yer altı su seviyeleri aşağıdaki TABLO 4.1. de toplu olarak sunulmuştur. ( Sondaj yeri zemin kotu 0.00 olarak alınmıştır. )

Tablo 4.1. Sondajlarda ölçülen yer altı su seviyeleri.

| **Sondaj Adı** | **Yeraltı Su Seviyesi ( m )** |
|---|---|
| **D-1** | **1,00** |
| **D-2** | **1,00** |
| **D-3** | **1,00** |
| **D-4** | **2,10** |
| **D-5** | **2,40** |
| **SK-1** | **2,20** |
| **SK-2** | **2,20** |
| **SK-3** | **1,00** |
| **SK-4** | **1,00** |
| **SK-5** | **1,00** |

### 4.1.3. Arazi Çalışmaları:

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı için Yapay gölet ve Sosyal Tesislerin inşa edileceği arazide zemin yapısının belirlenmesi amacı ile ilgili firma tarafından sondaj çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında farklı derinliklerde 10 adet sondaj yaptırılmış olup toplam sondaj boyu 135 metredir.

Sondaj çalışmalarının adları ve yerleri EK 2. de sunulmuştur. Bu yerler ve sondaj derinlikleri ile ilgili bilgiler aşağıdaki TABLO 4.2. de özetlenmiştir.

Tablo 4.2. Sondaj bilgileri.

| **Sondaj Adı** | **Sondaj Yeri** | **Sondaj Derinliği ( m )** |
|---|---|---|
| **D-1** | Tünel I Güney Sahil Girişi | **15,00** |
| **D-2** | Tünel I Orta Bölümü Gölet İçi | **20,00** |
| **D-3** | Tünel I Ada Çıkışı | **15,00** |
| **D-4** | Tünel II Orta Bölümü Gölet İçi | **20,00** |
| **D-5** | Tünel I Kuzey Sahil Girişi | **15,00** |
| **SK-1** | Gölet İçi Doğu Bölge | **10,00** |
| **SK-2** | Gölet İçi Doğu Bölge | **10,00** |
| **SK-3** | Gölet İçi Batı Bölge | **10,00** |
| **SK-4** | Gölet İçi Batı Bölge | **10,00** |
| **SK-5** | Gölet İçi Batı Bölge | **10,00** |

Sondajlar sırasında Standart Penetrasyon Testleri ( SPT ) yapılmıştır. Elde edilen değerler **EK 3. Arazide Yapılan Sondajlara İlişkin SPT Değerleri** tablolarında görülebilir.

Sondajlar sırasında zemin örnekleri alınmıştır. Alınan zemin örnekleri ilgili firma . Laboratuarında gerekli görülen deneyler yapılmış ve elde edilen sonuçlar EK 4. de sunulmuştur.

### 4.1.4. İnşa Edilecek Yapılar

Rapora konu yapılar; Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı için Yapay gölet, Sosyal Tesislerle ilgili tek katlı binalar ve ada bölgesine ulaşmak için

yapılacak olan 2 adet tünel ve Ada içi sosyal tesistir. Bu tesislerin yapımı için toplam ayrılan alan yaklaşık 98.000 $m^2$ dir.

Su kayağı yapay göleti yaklaşık 33.000 $m^2$ dir. Gölet taban kotu bu çalışma kapsamında yükseltilmiş ve +0,40 metre olarak belirlenmiştir. Gölet çevre kotu ise + 2,70 metredir. Gölet içi su yüksekliği ise 1,80 metre olarak planlanmıştır. ( Kotlar; vaziyet planındaki kotlamalara göre verilmiştir. )

Proje kapsamında sahilde ve ada üzerinde sosyal amaçlı düğün salonu, kafeterya, su kayağı soyunma binası gibi tek katlı tesislerin yapılması planlanmıştır. Ayrıca; yürüme yolları, otopark alanları ve su kayağı için Eğitim Platosu bulunmaktadır. (EK1-A Anadolu Harikalar Diyarı Projesi Dahilinde Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesisler Yapım İşi Vaziyet Planı)

Sahil ile gölet içinde oluşturulacak adayı bağlayan iki adet tünel yapılacaktır. Güney sahilinden adaya uzanan ve D1 – D2 – D3 sondajları doğrultusunda olan Tünel I; 90 metre uzunluğunda, 3,90 metre genişliğinde olup temel taban genişliği ise 5,50 metredir. Kuzey sahilini adaya bağlayan D4 – D5 doğrultusunda yer alan Tünel II ise 77 metre boyunda, 6,90 metre genişliğinde olup temel taban genişliği ise 8,50 metredir. Tünellerin temel alt kotu ile üst kotu arasındaki yükseklik 4,0 metredir. Bağlantı tünellerinin içerisinde alış veriş ve dinlenme ile ilgili küçük bölümlerin yer alması planlanmaktadır.

## 4.2. Temel Zemini Geoteknik Değerlendirmesi

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı Yapay Göleti, Sosyal Tesis Binaları ve ada bölgesine ulaşmak için yapılacak olan 2 adet tünelin temel zeminleri ile ilgili geoteknik değerlendirmeler aşağıda özetlenmiştir.

### 4.2.1. Tünel I Güzergâhı Temel Zemini

Tünel I; güney sahil ile ada bağlayan tünel olup 90 metre uzunluğunda 5,50 metre genişliğinde temel tabanına sahip olarak planlanmıştır. D1-D2-D3 sondajları bu bölümdeki zemin tabakalanmasını belirlemek amaçlı yapılmıştır. **EK 5.1. Zemin Profilleri (D1-D2-D3 Sondaj doğrultusu)** incelendiğinde tünel boy kesitinin ve temel zemininin **Siyah Organik Zemin - OH-OL** olduğu görülmektedir. Bu tabakada yapılan

SPT deney sonuçlarına göre $\mathbf{N_{30\ ortalama} = 3\text{-}4}$ değerinde olup **yumuşak** kıvamda yapılandığı görülmektedir. Bu tabakanın temel zeminin olarak değerlendirilmesi durumunda, taşıma gücü ve oturmalar açısından yapı yükleri göz önüne alındığında çok zayıf bir yapıya sahip olduğu ve güvenilir bir yapılanma gösteremediği söylenebilir. Yer altı su seviyesinin yüksek oluşu olumsuzlukları arttırmaktadır.

### 4.2.2. Tünel II Güzergâhı Temel Zemini

Tünel II; kuzey sahil ile ada bağlayan tünel olup 77 metre uzunluğunda 8,50 metre genişliğinde temel tabanına sahip olarak planlanmıştır. D4-D5 sondajları bu bölümdeki zemin tabakalanmasını belirlemek amaçlı yapılmıştır. **EK 5.2. Zemin Profilleri (D4-D5 Sondaj doğrultusu)** incelendiğinde tünel boy kesitinin D4 sondajı çevresinde **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML**, D5 sondajı çevresinde **Düşük Plastisiteli Kil - CL** olduğu görülmektedir. Tünel II güzergâh boyunca temel zemini ise **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML** tabakasıdır. Bu tabakada yapılan SPT deney sonuçlarına göre $\mathbf{N_{30}= 5\text{-}9}$ arasında değişmekte olup zeminin **orta katı** kıvamda yapılandığı görülmektedir. Bu tabakanın temel zeminin olarak değerlendirilmesi durumunda, taşıma gücü ve oturmalar açısından yapı yükleri göz önüne alındığında pekte iyi olmayan bir yapıya sahip olduğu ve azda olsa güvenilir bir yapılanma gösterdiği söylenebilir. Yer altı su seviyesinin yüksek oluşu olumsuzlukları arttırmaktadır.

### 4.2.3. Gölet Tabanı ve Sosyal Tesisler Temel Zeminleri

**EK 5.** Zemin profillerine bakıldığında gölet tabanının üç farklı ince daneli zeminden oluştuğu görülmektedir.

- **Düşük Plastisiteli Kil - CL :** Gölet Doğu bölgesi ( S1-S2 sondajları çevresi EK 5.3. ) ile gölet kuzey sahilinde ( D5 sondaj çevresi EK 5.2.) bu tabaka gölet tabanını oluşturmaktadır. Bu tabakada yapılan SPT deney sonuçlarına göre $\mathbf{N_{30}= 7\text{-}12}$ arasında değişmekte olup zeminin S1-S2 sondajları çevresi **orta katı** kıvamda, D5 sondaj çevresinde ise **katı** kıvamda yapılandığı görülmektedir. Bu tabakanın temel zeminin olarak değerlendirilmesi durumunda, taşıma gücü ve oturmalar açısından yapı yükleri göz önüne alındığında pekte iyi olmayan bir yapıya sahip olduğu ve güvenilir bir yapılanma gösteremediği söylenebilir. Yer altı su seviyesinin yüksek oluşu olumsuzlukları arttırmaktadır.

- **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML :** Göletin kuzey bölgesinde ( D4 sondaj çevresi EK 5.2.) bu tabaka gölet tabanını oluşturmaktadır. Bu tabakada yapılan SPT deney sonuçlarına göre $\mathbf{N_{30}= 5\text{-}7}$ arasında değişmekte olup zemin **orta katı** kıvamda yapılandığı görülmektedir. Bu tabakanın temel zeminin olarak değerlendirilmesi durumunda, taşıma gücü ve oturmalar açısından yapı yükleri göz önüne alındığında pekte iyi olmayan bir yapıya sahip olduğu ve güvenilir bir yapılanma gösteremediği söylenebilir. Yer altı su seviyesinin yüksek oluşu olumsuzlukları arttırmaktadır.
- **Siyah Organik Zemin - OH-OL :** Gölet tabanının yaklaşık yarıya yakını bu tabaka ile kaplıdır. Batı bölgesinin tamı ile kuzey ve güney bölgelerinin yarıya yakını kaplayan bu tabakada ( D1-D2-D3 sondaj bölgesi EK 5.1. ve S3-S4-S5 sondaj bölgesi EK 5.4.) yapılan SPT deney sonuçlarına göre $\mathbf{N_{30}= 2\text{-}4}$ arasında değişmekte olup zemin **çok yumuşak** ve **yumuşak** kıvamda yapılandığı görülmektedir. Bu tabakanın temel zeminin olarak değerlendirilmesi durumunda, taşıma gücü ve oturmalar açısından yapı yükleri göz önüne alındığında çok zayıf bir yapıya sahip olduğu ve güvenilir bir yapılanma gösteremediği söylenebilir. Yer altı su seviyesinin yüksek oluşu olumsuzlukları arttırmaktadır.

Gölet tabanının yarıya yakınını her yönden olumsuz özelliklere sahip olan **Siyah Organik Zemin - OH-OL** tabakası oluşturmaktadır. Diğer iki tabaka ise buna göre daha iyi bir yapılanma göstermektedir. Özellikle **Düşük Plastisiteli Kil – CL** bölgesi güvenilir bir yapılanma göstermektedir diyebiliriz.

### 4.3. Temel Zemini Taşıma Gücü Hesapları :

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı Yapay Göleti, Sosyal Tesis Binaları ve ada bölgesine ulaşmak için yapılacak olan 2 adet tünelin temel zeminleri ile ilgili geoteknik değerlendirmelere göre yapılan temel zemini taşıma gücü hesabı aşağıda sunulmuştur. Taşıma gücü; bu konuda yapılan çalışmalar sonucu elde edilen verilere dayanılarak düzenlenen tablolardan, arazide yapılan deneysel çalışmalardan ve teorik olarak yapılan analizlerden belirlenebilir. Aşağıda kaynak tablo bilgilerinden alınan ve yerinde yapılan SPT deney sonuçlarına dayanan taşıma gücü

değeri verilmiştir. Verilen değerin alındığı TABLO 1; T.C. Bayındırlık Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü yayını olan ve Sn. Y. Müh. Hasan TOSUN tarafından hazırlanmış olan **Temel Zemini Taşıma Gücü** kitabından alınmıştır. Orijinal kaynak ise; NAVFAC DM-7.2, 1982, Foundation and Earth Structures Desing Manual-7.2 : Department of the NAVY, Naval Facilities Engineering Comnand, 234 sayfa'dır. "**Tablo 4.3. Taşıyıcı malzeme cinsine göre müsaade edilebilir taşıma basıncı değerleri**" adlı tablo incelendiğinde aşağıdaki değerler alınabilir.

- **"Orta Katı - Katı"** kıvamda yerleşmiş olan

  **"Düşük Plastisiteli Kil - CL"**

  Kullanım için tavsiye edilen taşıma basıncı **$q_a$ = 20 ton/m$^2$**

- **"Orta Katı"** kıvamda yerleşmiş olan

  **"Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML"**

  Kullanım için tavsiye edilen taşıma basıncı **$q_a$ = 15 ton/m$^2$**

Tabloda yer almayan **Siyah Organik Zemin - OH-OL** tabaka için diğer kaynaklardan ve tarafımızdan önerilen taşıma gücü değeri aşağıda verilmiştir.

- **"çok yumuşak** - **yumuşak"** kıvamda yerleşmiş olan

  **"Siyah Organik Zemin - OH-OL"**

  Kullanım için tavsiye edilen taşıma basıncı **$q_a$ = 2,5 ton/m$^2$**

### 4.3.1. Temel Zemini Oturma Hesapları :

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı Yapay Göleti, Sosyal Tesis Binaları ve ada bölgesine ulaşmak için yapılacak olan 2 adet tünelin temel zeminleri ile ilgili geoteknik değerlendirmelere göre yapılan oturma problemi incelenmiştir.

Tablo 4.3. Taşıyıcı malzeme cinsine göre müsaade edilebilir taşıma basıncı değerleri ( NAVFAC DM-7.2, 1982 ).

| **Temel Altındaki Taşıyıcı Malzeme** | **Kıvamlılık** | **Müsaade Edilebilir Taşıma Basıncı $q_a$ (kN/m$^2$)** | |
|---|---|---|---|
| | | **Kullanım için $q_a$ aralığı** | **tavsiye edilen değer** |
| Masif kristalize magmatik ve metamorfik Kayaç: granit, diyorit, bazalt, gnays, çimentolu konglomera (sağlam) | Sert sağlam kayaç | 6000 - 10000 | 8000 |
| Yapraklanmalı metamorfik kayrak şist (sağlam) | Orta sert sağlam kayaç | 3000 - 4000 | 3500 |
| Tortul kayaç: Sıkı çimentolu şeyl, kumtaşı, silt taşı boşluksuz kireçtaşı | Orta sert sağlam kayaç | 1500 - 2500 | 2000 |
| Ayrışmış ve parçalanmış herhangi *bir* kayaç (Şeyl gibi aşırı killi kayaçlar hariç) ROD < 25 | Yumuşak kayaç | 800 – 1200 | 1000 |
| Sıkı şeyl veya sağlam şartlarda diğer killi kayaçlar | Yumuşak kayaç | 800 – 1200 | 1000 |
| İyi derecelenmiş ince ve iri taneli zemin karışımı: (GW-GC, GC, SC) | Çok sıkı | 800 – 1200 | 1000 |
| Çakıl, çakıl-kum karışımı, iri çakıl-çakıl karışımı (GW,GP,SW,SP) | Çok sıkı<br>Orta sıkı-sıkı<br>Gevşek | 600 – 1000<br>400 – 700<br>200 – 600 | 700<br>500<br>300 |
| İri-Orta daneli kum, az çakıllı kum (SW, SP) | Çok sıkı<br>Orta sıkı-sıkı<br>Gevşek | 400 – 600<br>200 – 400<br>100 – 300 | 400<br>300<br>150 |
| İnce-orta kum, siltli veya killi orta-iri kum (SW, SM, SC) | Çok sıkı<br>Orta sıkı-sıkı<br>Gevşek | 300 – 500<br>200 – 400<br>100 – 200 | 300<br>250<br>150 |
| Homojen organik olmayan kil, kumlu veya siltli kil (CL, CH) | Çok katı-sert<br>Orta katı-katı<br>Yumuşak | 300 – 600<br>100 – 300<br>50 – 100 | 400<br>200<br>50 |
| Organik olmayan silt, kumlu veya killi silt (ML, MH) | Çok katı-sert<br>Orta katı-katı<br>Yumuşak | 200 – 400<br>100 – 300<br>50 – 100 | 300<br>150<br>50 |

### 4.3.2. Konsolidasyon Deney Sonuçlarına göre Oturma Hesapları

Konsolidasyon miktarının hesabında Terzaghi Konsolidasyon Teorisinden elde edilen klasik oturma formülü kullanılmıştır. Zemine aktarılan net gerilme ise yaklaşık yapı ağırlığına ve derinlik boyunca yaklaşık gerilme dağılımına (1: düşey, 2: yatay) göre hesaplanmıştır.

Tünel I temel zemini olan **" Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML"** zemin tabakası altında temel tabanı genişliğinin olan 5,50 metrenin iki katı olan **H = 11,00 metre** sıkışabilir tabaka kabul edilmiştir. Temel taban basıncı 0,15 kg/cm$^2$ alınmış ve 11,00 metrelik tabakanın ortasındaki gerilme artışı değeri yaklaşık olarak **Dp = 0,09 kg/cm²** hesaplanmıştır. Hacimsel sıkışma katsayısı **$m_v$ =0,10 cm² /kg**, **$\eta$ = 1,2** alınmıştır.

- **$\Delta H = m_v * \Delta p * H$**
- **$\Delta H$ = 0,10 * ( 0,15 + 0,03 ) / 2 * 1100 = 9,90 cm**
- **$S_C = \eta * \Delta H$ = 1,2 * 9,90 = 11,88 cm** bulunmuştur.

Tünel II temel zemini olan **" Düşük Plastisiteli Kil – CL "** zemin tabakası altında temel tabanı genişliğinin olan 8,50 metrenin iki katı olan **H = 17,00 metre** sıkışabilir tabaka kabul edilmiştir. Temel taban basıncı 0,15 kg/cm$^2$ alınmış ve 17,00 metrelik tabakanın ortasındaki gerilme artışı değeri yaklaşık olarak **Dp = 0,085 kg/cm²** hesaplanmıştır. Hacimsel sıkışma katsayısı **$m_v$ =0,08 cm² /kg**, **$\eta$ = 1,0** alınmıştır.

- **$\Delta H = m_v * \Delta p * H$**
- **$\Delta H$ = 0,08 * ( 0,15 + 0,02 ) / 2 * 1700 = 11,56 cm**
- **$S_C = \eta * \Delta H$ = 1,0 * 11,56 = 11,56 cm** bulunmuştur.

### 4.4. Öneriler :

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı Yapay Göleti, Sosyal Tesis Binaları ve ada bölgesine ulaşmak için yapılacak olan 2 adet tünelin yapımı ile ilgili olarak karşılaşılacak olan geoteknik problemler ve bunların çözümü için öneriler aşağıda sunulmuştur.

**a.** Yer altı su seviyesinin çalışma kotunun altına düşürülmesi

**b.** Suya Karşı izolasyon ve drenaj önlemleri

**c.** Tünel kazısı ile ilgili alınması gereken önlemler

**d.** Tünel temel zeminlerinin taşıma gücü ve oturma problemlerine karşı iyileştirilmesi

### 4.4.1. Yer Altı Su Seviyesinin Çalışma Kotunun Altına Düşürülmesi

İnşaat alanında yapılan sondaj çalışmalarında yer altı su seviyesine farklı kotlarda rastlanılmıştır. Genel olarak bakıldığında arazinin batısında yer altı su seviyesine -1.00 metre kotunda, doğusunda ise -2,20 kotunda rastlanılmıştır.

İnşaat alanı batı bölgesinde D1-D2-D3-S3-S4-S5 sondajlarında -1.00 metre kotunda, doğu bölgesinde yer alan D4 sondajında -2.10 metre kotunda, S1-S2 sondajlarında -2.20 metre kotunda, D5 sondajında -2.40 metre kotunda yeraltı su seviyesine rastlanmıştır. Bu kot değerleri sondaj yapılan zemin kotu 0,00 alınarak verilmiştir.

Tünel taban kotları yer altı su seviyesinin altındadır. Gölet taban kotu da yer altı su seviyesinin altında kalmaktadır. Ayrıca; arazi genel topografik yapısı düzdür. Doğu-Batı doğrultusunda yaklaşık %0,5 eğim vardır. Arazide bu doğrultudaki kot farkı yaklaşık 4 metre civarındadır. Bu durum çekilecek olan suyun uzaklaştırılmasında da problem oluşturmaktadır. Genel olarak durum değerlendirildiğinde inşaat çalışmaları sırasında su ile ilgili ciddi problemlerin olabileceğini görülmektedir.

**Yer altı suyu ile ilgili öneriler :**

1. Gölet taban kotu mümkün olduğu kadar yükseltilerek sudan uzaklaşılmalıdır. Özellikle bu çalışma ile batı bölgesi suya girmeden yapılabilir. Su olmayan bölümün önceden tamamlanması işleri kolaylaştıracaktır.
2. Yerinde yapılacak topoğrafik çalışmalar ve vaziyet planında yapılacak kot değişikleri ile sudan tamamen uzaklaşabilmenin yolları aranmalıdır.
3. Gölet taban kotu yükseltme yapılacak kazı çalışmalarını da olumlu yönde etkileyecektir. Gerekirse bazı bölgelerde hafriyatta çıkacak olan **"Düşük Plastisiteli Kil - CL"** zemin ile göl tabanına **"Siyah Organik Zemin - OH-OL"** bölgelerine dolgu yapılabilir.

4. Gölet tabanı yer altı su seviyesinin altında kalması durumunda gölet alanı ada bölgesini de dikkate alarak uygun sayıda parçalara ayrılır. Su durumuna göre iki veya dört parçada işin yapılabilmesi mümkün görülmektedir. Beton bloklar ile bölme yapılır. Çalışılacak bölgedeki su seviyesi düşürülür. Kazı yapılır. Taban membran döşemesi tamamlanır ve diğer bölgeye geçilir.
5. Gölet tabanında yapılacak çalışmalarda suyun uzaklaştırılması ile ilgili olarak yakından geçen dereden de faydalanılabilinir. Gölet taban kotu ve dere kotuna bakılarak deşarj olanağı araştırılmalı gerekirse dere düzenleme çalışmaları ve taban derinleştirilmesi konuları incelenmelidir. Uygun debili pompalar ile su çekilerek dereye veya uygun bir yere verilmelidir.
6. Tünel taban kotları yer altı su seviyesinin altındadır. Bu alanda yapılacak çalışmalarda yer altı su seviyesinin mutlaka temel taban kotu 1,00 metre altına kadar su seviyesi düşürülmelidir. Bu konuda Well-Point Yöntemi kullanılabilir. Bu yöntem kullanılacaksa Well-Point boru çevrelerinin çakılla doldurulmasın özel önem verilmelidir. Tünel temel taban kotları dikkate alındığında iki kademe Well-Point gerekli olabilir.

### 4.4.2. Suya Karşı İzolasyon ve Drenaj Önlemleri

Yapılacak olan çalışmada tünellerin tamamı yer altı su seviyesinin altında kalacaktır. Gölet tabanının tamamı veya bir kısmı yer altı su seviyesinin altında kalacağı açıktır. Gölet taban yalıtımı da önemli bir konudur. Ayrıca bu inşaat alanında yapılacak diğer yapılarda da drenaj önlemlerinin alınması gereklidir.

**İzolasyon ve Drenaj önerileri :**

1. Yer altı suyunun kimyasal analizi mutlaka yapılmalıdır. Çıkan analiz sonuçlarına göre yapılacak beton işlerinde ve yalıtım çalışmalarında alınması gereken önlemler varsa alınmalıdır.
2. Tünellerin tamamı su altında kalacaktır. Tünel tabanı radye temel olarak planlanmalıdır. Tüm tünel dış yüzeyi uygun bir yalıtım malzemesi ile bohçalanma yapılarak suya karşı korunmalıdır.
3. Gölet tabanı yalıtım çalışmaları adımları:
    - Gölet alanı ada bölgesini de dikkate alarak uygun sayıda parçalara ayrılır.

- Ayrım hatları kazıları yapılarak beton bloklar ile bölme yapılır.
- Gölet tabanı silindirle sıkıştırılmalıdır.
- Hafriyat çalışmalarında çıkacak olan **"Düşük Plastisiteli Kil - CL"** tabakası **"Siyah Organik Zemin - OH-OL"** bölgelerine dolgu yapılarak sıkıştırılmalıdır.
- Gölet içinde ve ada kenarında kalan ayrım bölgelerinin yanına su düşürme kanalları açılır.
- Burada toplanan sular pompajla dışarı atılır.
- Gölet tabanında ve yan yüzeylerde yalıtımı sağlayacak sistem özelliklerine göre hazırlanacak projeye uygun altyapı işlemleri yapılır.
- Yalıtım için seçilecek sisteme bağlı üretici firma tarafından verilecek detay çalışmalarına uygun olarak membran döşemesi ve membran koruma işlemleri yapılır.
- Ayrım bölgeleri birleştirmesi üretici firma önerilerine göre yapılmalıdır.
- İşlemi tamamlanan bölgeden sonra diğer bölgeye geçilerek kaplamaya aynı şekilde devam edilir.

4. İnşaat alanında yapılacak diğer yapılarda su ile ilgili önlem alınması gerekiyorsa yapı tretuarı çevresine drenaj hendekleri açılmalıdır. Bu hendeklere örgüsüz geoteksile sarılan drenaj boruları yerleştirilir. Üzerileri çakılla doldurulur, toprak dolgusu yapılır ve kapatılır.

### 4.4.3. Tünel Kazıları İle İlgili Alınması Gereken Önlemler

Gölet sahilini adaya bağlayacak tüneller Aç-Kapa Yöntemi ile inşa edilecektir. Tünel taban kotları gölet taban kotu +0,40 metre alındığında yaklaşık – 3,60 metre kotundadır.

**Tünel I**; güney sahil ile ada bağlayan 90 metre uzunluğunda 5,50 metre genişliğinde temel tabanına sahip olup gölet batı bölümünde yer almaktadır. Tünel geçki hattında yapılan D1-D2-D3 sondajları incelendiğinde tünel boy kesitinin ve temel zemininin **Siyah Organik Zemin - OH-**OL zemin içinde yer aldığı görülmektedir. Mevcut zemin kotuna göre; tünel temel taban kotu yaklaşık -5,00 metrede, yer altı su seviyesi ise -1,00 metrededir.

Tünel I boy kesitinin ve temel zemininin **Siyah Organik Zemin - OH-OL** zemin içinde yer aldığı görülmektedir. 1,00 metre iyileştirme kazısı da göz önüne alındığında düşürülmesi gereken yer altı su seviyesi derinliği yaklaşık 5,00 metredir. Su seviyesi düşürüldükten sonra şevli kazı yapması mümkün görülmemektedir. Yapılacak dik kazı derinliği yaklaşık 6,00 metredir. Çalışma mesafeleri de göz önüne alındığında kazı genişliği minimum 8,00 metredir.

**Tünel II**; Kuzey sahil ile ada bağlayan 77 metre uzunluğunda 8,50 metre genişliğinde temel tabanına sahip olup gölet doğu bölümünde yer almaktadır. Tünel geçki hattında yapılan D4-D5 sondajları incelendiğinde kazı yapılacak zemin D4 sondajı çevresinde **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML**, D5 sondajı çevresinde **Düşük Plastisiteli Kil - CL** olduğu görülmektedir. Tünel II geçkisi boyunca temel zemini ise **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML** tabakasıdır. Mevcut zemin kotuna göre tünel temel taban kotu yaklaşık -6,00 metrede, yer altı su seviyesi ise -2,20 metrededir.

Tünel II boy kesitinin D4 sondajı çevresinde **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt – MH-ML**, D5 sondajı çevresinde **Düşük Plastisiteli Kil – CL** tabakası**,** temel zemininin ise **Yüksek veya Düşük Plastisiteli Silt MH-ML** tabakası içinde yer aldığı görülmektedir. 1,00 metre iyileştirme kazısı da göz önüne alındığında düşürülmesi gereken yer altı su seviyesi derinliği yaklaşık 6,20 metredir. Su seviyesi düşürüldükten sonra şevli kazı yapması mümkün görülmemektedir. Yapılacak dik kazı derinliği yaklaşık 7,00 metredir. Çalışma mesafeleri de göz önüne alındığında kazı genişliği minimum 12,00 metredir.

**Önerilen kazı destek sistemi palplanştır.**

Tünel I için desteksiz palplanş boyları yaklaşık 24 metredir. 12 metrelik I profillerle karşılıklı destekleme yapıldığında palplanş boyları 18 metre alınabilir. Kazı genişliği de bu açıklığa göre 12,00 metredir.

Tünel II için desteksiz palplanş boyları yaklaşık 28 metredir. 12 metrelik I profillerle karşılıklı destekleme yapıldığında palplanş boyları 21metre alınabilir. Yerinde yapılacak detaylı çalışmalara göre palplanşlar projelendirilmelidir.

### 4.4.4. Tünel Temel Zeminlerinin Taşıma Gücü Ve Oturma Problemlerine Karşı İyileştirilmesi

Tünellerin temel zemininde yapı yükleri göz önüne alındığında taşıma gücü yetersizliği ve özellikle yüksek oturma değerleri söz konusudur. Tarafımızdan bu konu ile ilgili önerilen önlem; serilecek **taş** veya **balast dolgu** malzemesinin ( dane çapı 10 cm den büyük ) statik ve / veya dinamik silindirle sıkıştırıldığı temel zemini üzerine **kontrollü dolgu** yapımıdır.

**Kontrollü dolgu** yapımında kullanılacak olan stabilize dolgu malzemesi granülometrik özellikleri **Tablo 4.4.** de ASTM D1241-00 standardına göre aşağıdaki verilmiştir. ASTM D1241-00 standardına göre A, B, C, D grubu zeminler dolgu için uygun malzeme olarak kabul edilir.

Tablo 4.4. Temel, alt temel ve kaplama malzemesi için malzeme grupları (ASTM 1241-00).

| **Elek Açıklığı** | | **Ağırlıkça Yüzde Olarak Geçen** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **Tip I** | | | | | | | | **Tip II** | | | |
| | | **A** | | **B** | | **C** | | **D** | | **E** | | **F** | |
| inç | mm | Min | Maks | Min | Maks | Min | Maks | Min | Maks | Min | Maks | Min | Maks |
| 2" | 50 | 100 | 100 | 100 | 100 | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- | -- |
| 1" | 25 | -- | -- | 75 | 95 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3/8" | 9.5 | 30 | 65 | 40 | 75 | 50 | 85 | 60 | 100 | -- | -- | -- | -- |
| No.4 | 4.75 | 25 | 55 | 30 | 60 | 35 | 65 | 50 | 85 | 55 | 100 | 70 | 100 |
| No.10 | 2,00 | 15 | 40 | 20 | 45 | 25 | 50 | 40 | 70 | 40 | 100 | 55 | 100 |
| No.40 | 0.425 | 8 | 20 | 15 | 30 | 15 | 30 | 25 | 45 | 20 | 50 | 30 | 70 |
| No.200 | 0.075 | 2 | 8 | 5 | 15 | 5 | 15 | 8 | 15 | 6 | 15 | 8 | 15 |

**NOT:** 1. No. 200 eleğinden geçen miktar No. 40'dan geçen miktarın 2/3'den az olmalıdır.

2. No. 40'dan geçen malzeme likit limiti %25'den, plastik limiti %6'dan az olmalıdır.

3. Max. dane boyutu 10 cm. değerini geçmemelidir.

- Sıkıştırma aracı olarak yer altı su seviyesinden etkilenme göz önüne alınarak statik ve / veya dinamik silindir kullanılması önerilir. Hafriyat sonrası yapılacak alt tabaka sıkıştırılması sırasında boşluk suyu basıncının oluşmamasına dikkat edilmelidir.
- Kontrollü dolgu yapımına özen gösterilmeli, malzeme seçimi ve sıkıştırılmasına dikkat edilmelidir.
- Oluşturulacak dolguda minimum %95 Proktor sıkılığı sağlanmalıdır.
- Stabilize malzeme su içeriğine bağlı olarak % 3-5 su ilavesi yapılmalıdır.

**İyileştirme yöntemi uygulaması :**

- Çalışma derinliğinde varsa yer altı su seviyesi ile ilgili gerekli önlemler alınmalıdır. ( Well Point, Pompajla su çekimi vb yöntemler )
- Kazı ile ilgili gerekli önlemler alındıktan sonra temel taban kotunun en az 100 cm. altına kadar kazı yapılmalıdır.
- Kazı tabanına 10 cm çapından büyük taş veya balast dolgu malzemesi basılarak zemine gömülmesi bitene kadar dolgu yapılıp sıkıştırılır. Bu yolla taban güçlendirilmelidir.
- Hafriyat tabanında; su varsa **statik** yoksa **dinamik** silindir ile her noktadan 3 (üç) geçiş yapılarak sıkıştırma yapılır. Stabilize malzeme su içeriğine bağlı olarak % 3-5 su ilavesi yapılmalıdır.
- Örgüsüz geotekstil serilerek dolgu malzemesi karışması engellenir.
- Sıkıştırılan tabii zemin üzerine yukarıda özellikleri verilen **stabilize dolgu malzemesi** yaklaşık 30 - 35 cm. kalınlığında serilmeli ve serilen tabaka dinamik silindir ile her noktadan 3 geçiş ile sıkıştırılmalıdır.

- İlk dolgu üzerine yine yukarıda özellikleri verilen **stabilize dolgu malzemesi** yaklaşık 30 - 35 cm. kalınlığında ikinci dolgu tabakası için serilmeli ve serilen tabaka **dinamik** silindir ile her noktadan 3 geçiş ile sıkıştırılmalıdır.
- Proje temel taban kotuna göre dolgu kalınlıkları yerinde ayarlanmalıdır. Temel tabanı alt kotuna kadar yukarıda anlatılan şekilde yerindeki tabakalaşmaya bağlı olarak **en az 100 cm.** kontrollü dolgu yapılarak gelinir.

Yapılan uygulama ve dinamik sıkıştırma ile yaklaşık temel tabanı altında **200 - 250** santimetre kalınlığındaki bölge iyileştirilmiş olur. Temeller sağlam tabaka üzerine oturtulur ve yüklerini taşıma gücü yüksek, özellikle yükün üniform dağıtıldığı ve taşındığı **kontrollü dolguya** aktarılması sağlanır. Bu tabakada oluşacak oturmalar üniform hale gelecek ve miktarları da üst yapıya zarar veremeyecek mertebeye indirilmiş olacaktır.

### 4.5. Sonuçlar ve Öneriler

Kayseri İli, Kocasinan İlçesi Kumarlı Mevkiinde yapımına devam edilen Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında yapımı planlanan Su Kayağı için Yapay gölet ve Sosyal Tesislerin inşa edilecektir. Ayrıca gölet sahili ile gölet ortasındaki ada birleştiren iki adet tünel yapımı planlanmaktadır.

Proje kapsamında yapılacak olan çalışmalarla ilgili öneriler 10. bölümde detaylı olarak açıklanmıştır. Bu bölümde elde edilen sonuç ve öneriler özetlenecektir.

**a.** Gölet taban kotu +0,40 metre olarak yükseltilmiştir. Bu kotu gölet taban yalıtımını susuz ortamda problemsiz yapmak için tekrar incelenmesinde yarar vardır. Yapılamazsa beton blokla bölme yapılarak parça parça yalıtım yapılmalıdır.

**b.** Gölet tabanında silindirle sıkıştırma yapılmalıdır. Hafriyat çalışmalarında çıkacak olan "Düşük Plastisiteli Kil - CL" tabakası "Siyah Organik Zemin - OH-OL" bölgelerine dolgu yapılarak sıkıştırılmalıdır.

**c.** Sıkıştırılmış gölet tabanına yapılacak olan yalıtım projesinde üretici firmanın vereceği detaylara ve önerilerine uyulmalıdır.

**d.** Göletle ilgili çalışmalarda suyu uzaklaştırmak gerektiğinde mevcut dereden yararlanılmalıdır.

**e.** Tünel kazıları yapabilmek için yer altı su seviyesi iyileştirme alt kotuna kadar indirilmelidir. Well-Point yöntemi ile indirilmelidir.

**f.** Aç-Kapa yöntemi ile yapılacak olan tünellerin kazıları için **destekli palplanş** çakımı ile kazı güvenliği sağlanmalıdır.

**g.** Tünel temel zemini **taş** veya **balast dolgu** malzemesi üzerine yapılacak olan **kontrollü dolgu** ile iyileştirilmelidir.

**h.** İnşaat alanında yapılacak diğer yapılarda su ile ilgili önlem alınması gerekiyorsa yapı tretuarı çevresine drenaj boruları yerleştirilmelidir.

**i.** Konu ile ilgili tüm proje ve hesaplamalarda yürürlükte olan tüm yapı ve deprem yönetmeliklerine, genel ve fenni şartnamelere uyulacaktır.

# 5. BÖLÜM

# ÖRNEK PROJE UYGULAMASI

Yapılmakta olan göl eğimli arazide planlanmıştır. Gölün batısı ile doğusu arasında yaklaşık 4m kot farkı bulunmaktadır. Gölün Batı kısmı Kayseri ili yerel kotlarına göre 1069.20 seviyelerinde iken; doğu kısmı 1065.20 seviyelerinde bulunmaktadır. (EK5. Anadolu Harikalar Diyarı Projesi Dahilinde Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesisler Yapım İşi Tabii Zemin Kotları)

## 5.1. Gölette Kazı Dolgu Yapılması

Yapay göl oluşturulabilmesi için zemin terazisinde kazı yapılarak göl oluştulmalıdır. Bu nedenle gölün doğu kısmında 4m'nin üzerinde kazı yapılması gerekmektedir. Gölün batı kısmında proje kotu da baz alınarak doğal zeminden 40-50cm derine inilerek bitkisel ve oynak toprak tabakasının temizlenmesiyle kazı işlemine başlanmıştır.

Şekil 5.1. Gölet – Doğu kısım kazı başlangıcı.

Şekil 5.1.a. Gölet kazısı.

Proje temel taban kotuna göre Göl alanında 80cm daha derine inilerek; 5-50cm arası çaplarda yaklaşık 80cm yüksekliğinde bir tabaka halinde kaya-çakıl karışımı dolgu malzemesi kullanılarak zemin iyileştirmesi yapılmıştır. Malzeme serildikten sonra sulanarak titreşimli silindirle sıkışıtırma işlemi yapılmıştır.

Şekil 5.2. Gölet Kazısı ve dolgu malzemesi nakli.

Şekil 5.3. Gölet – Kazı sonrası dolgu malzemesi serilmesi.

Şekil 5.4. Gölet – Kazı sonrası dolgu malzemesi serilmesi.

Şekil 5.4.a. Gölet – Kazı sonrası dolgu malzemesi serilmesi.

Şekil 5.5. Gölet - Kazı sonrası dolgu yapılan kısım.

## 5.2. Yeraltı Suyu Tahliyesi

Yeraltı su seviyesi Nisan-Mayıs aylarında maksimum seviyelerine ulaşmaktadır. Bu aylarda yeraltı su seviyesi göl doğu kısmında taban kotundan ortalama 1-2m yukarılara kadar yükselmektedir. Yeraltı suyunun göl zeminine veya yapılacak diğer yapılara verebileceği zararlar da göz önünde bulundurularak suyun tahliye edilip edilemeyeceği araştırılmıştır.

Şekil 5.6. Göl içi suyun tahliyesi.

Sukayağı arazisinin yakınlarından geçen açık kanaladan faydalanmak için kot çalışaması yapılarak mansap şartının sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir. Mevcut haliyle açık kanal mansap şartını sağlamamaktadır.

Ancak 3.700km uzaklıkta, mansap şartını sağlayan bir başka kanal olduğu görülmüştür. Bu kanalın gerekli kot iyileştirmeler yapılarak suyun tahliyesinde kullanılabileceği kararlaştırılmıştır. Mansap şartını sağlayabilmesi için proje alanından mansapa doğru yaklaşık %0.1 eğimle hendek kazısı yapılarak suyun düzeli bir şekilde yol alması sağlandı.

Şekil 5.7. Mevcut kanal.

Şekil 5.7.a. Mevcut kanal.

Şekil 5.8. %0.1 Eğimle yapılan hendek kazısı.

Şekil 5.8.a. %0.1 Eğimle yapılan hendek kazısı.

Şekil 5.9. Hendek kazısı sonrası mansapa ulaşan su.

Kotlarında iyileştirme yapılan kanal ile Göl bağlantısı da yapılarak göl içindeki suyun tahliyesi sağlandı.

Şekil 5.10. Kanal ile göl bağlantısı.

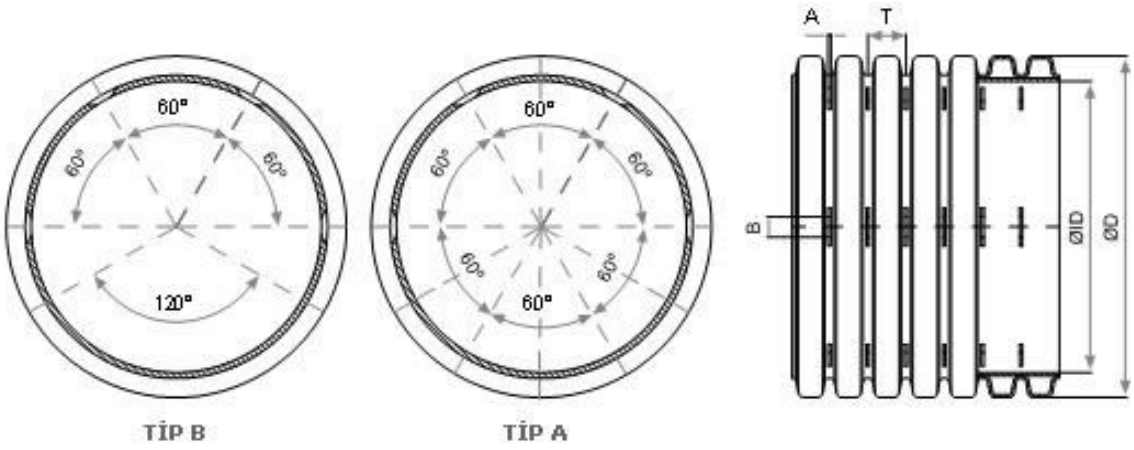
Bu noktada göl içerisinde biriken yeraltı suyu yaklaşık olarak 2 gün içerisinde tahliyesi başarıyla gerçekleşmiştir.

Şekil 5.11. Göl içindeki suyun tahliyesi.

Şekil 5.12. Göl içi drenaj kazıları.

### 5.3. Drenaj Sisteminin Belirlenmesi

Bu sistemin göl yapıldıktan sonra da çalışabilmesi için drenaj boruları yardımıyla suyun tahliyesi sağlanacaktır. 300mm çapında SN8 koruge drenaj borularıyla göl içindeki su 2 ayrı noktadan toplanarak 400mm çapında SN8 koruge drenaj borularıyla açık kanala verilerek suyun kendi cazibesiyle taşınması hedeflenmektedir. (EK.6 ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ DRENAJ HATTI)

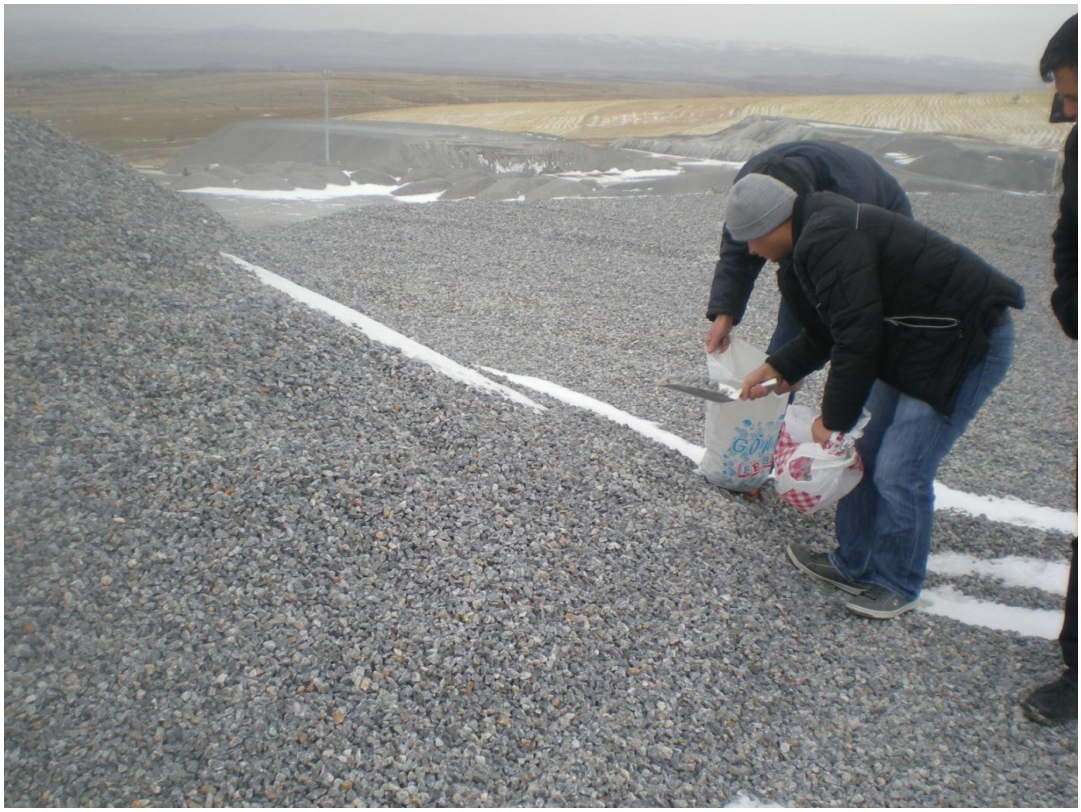



Şekil 5.13. SN8 koruge drenaj boruları.

### 5.4. Drenaj Hattı İçin Kullanılacak Filitre Malzemesi Seçimi

Drenaj borusu tabanına ve etrafına kullanılacak gömlekleme malzemesi; elek analizi yapılarak belirlenmiştir. Gölet alanında 2 ayrı bölgeden alınan numuneler ve Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz Konkasör tesislerinden alınan 5-13 mm ve 13-20 mm çaplarında çakıllar için elek analizi yapılmıştır.

Şekil 5.14. Gölet alanından alınan numuneler.

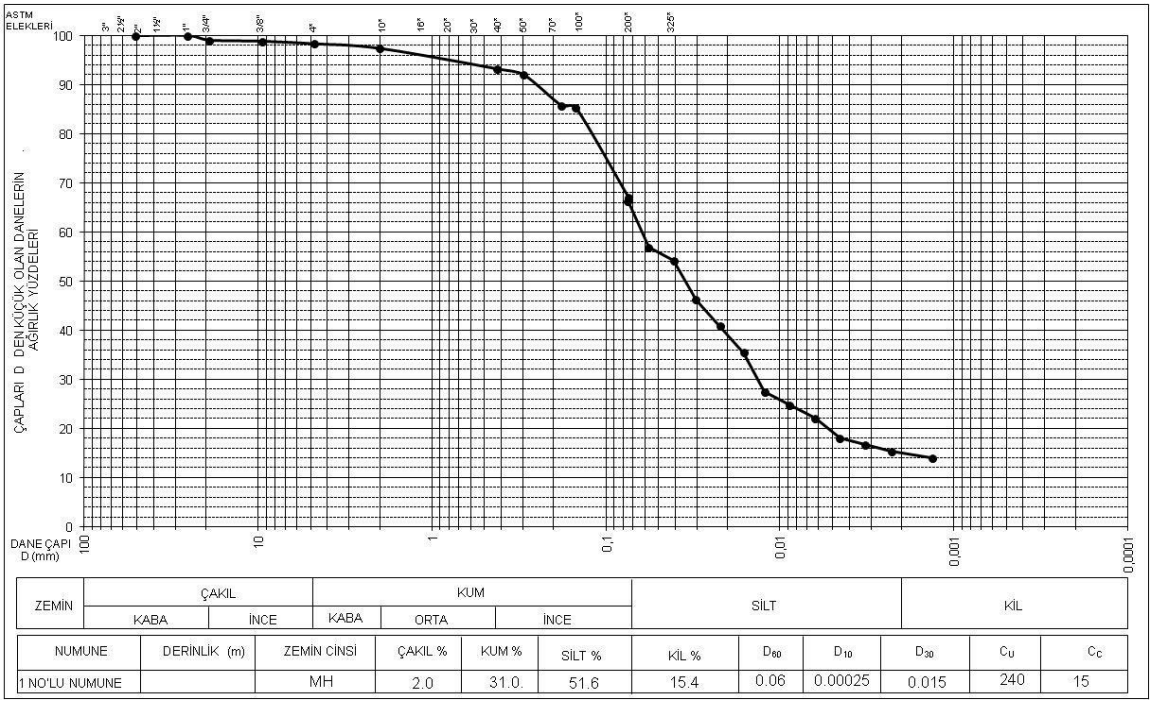


Şekil 5.14.a. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numuneler.

Şekil 5.14.b. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numuneler.

## 5.5. Elek Analizi Sonuçları

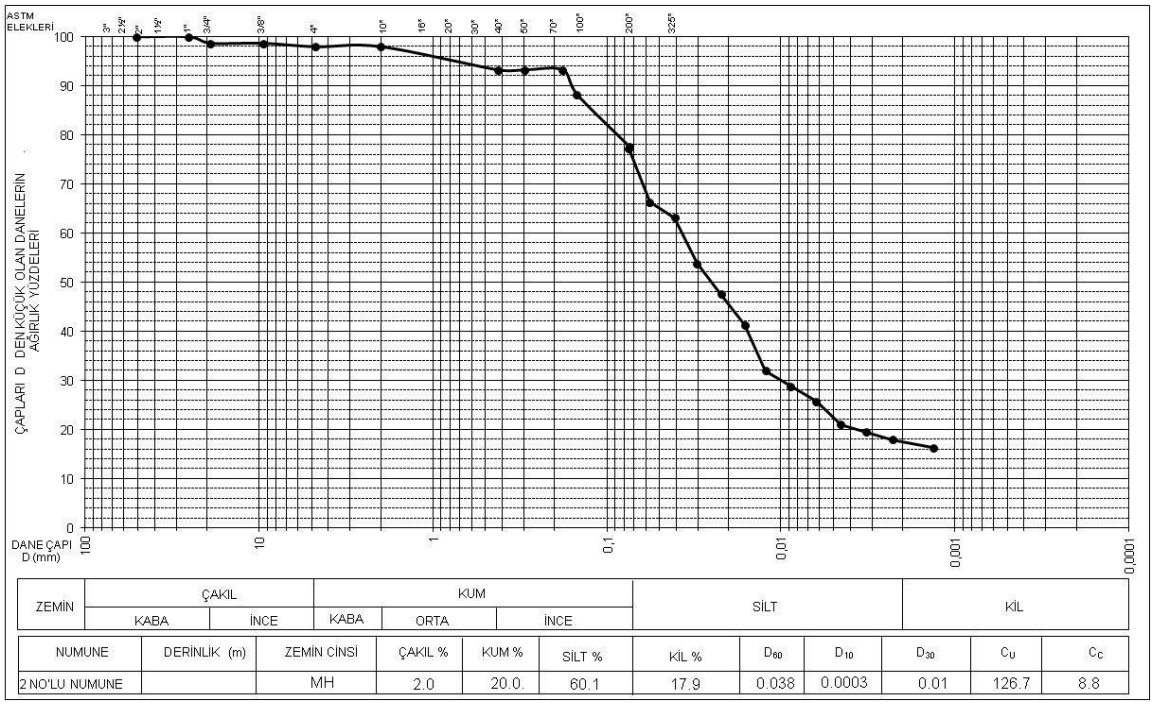
Tablo 5.1. Gölet alanından alınan 1 nolu numune elek analizi.




| ZEMİN | ÇAKIL | | KUM | | | SİLT | KİL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | KABA | İNCE | KABA | ORTA | İNCE | | |

| NUMUNE | DERİNLİK (m) | ZEMİN CİNSİ | ÇAKIL % | KUM % | SİLT % | KİL % | $D_{60}$ | $D_{10}$ | $D_{30}$ | $C_U$ | $C_C$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 NO'LU NUMUNE | | MH | 2.0 | 31.0. | 51.6 | 15.4 | 0.06 | 0.00025 | 0.015 | 240 | 15 |

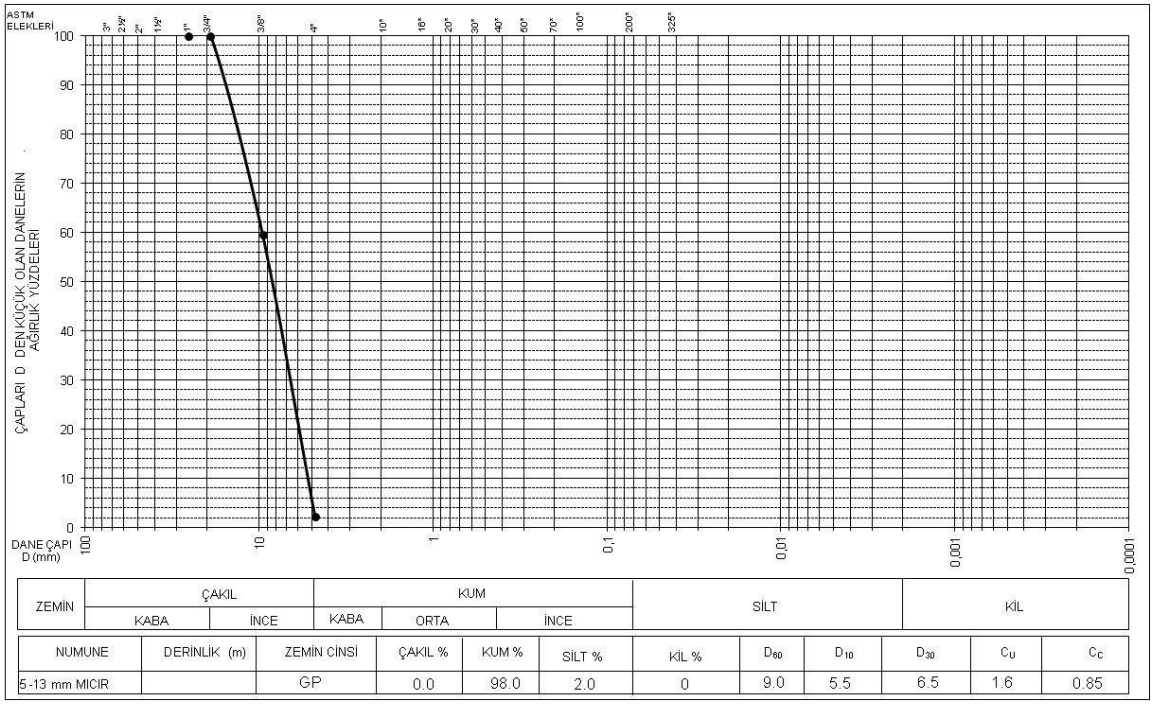
Tablo 5.2. Gölet alanından alınan 2 nolu numune elek analizi.




| ZEMİN | ÇAKIL | | KUM | | | SİLT | KİL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | KABA | İNCE | KABA | ORTA | İNCE | | |

| NUMUNE | DERİNLİK (m) | ZEMİN CİNSİ | ÇAKIL % | KUM % | SİLT % | KİL % | $D_{60}$ | $D_{10}$ | $D_{30}$ | $C_U$ | $C_C$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 NO'LU NUMUNE | | MH | 2.0 | 20.0. | 60.1 | 17.9 | 0.038 | 0.0003 | 0.01 | 126.7 | 8.8 |

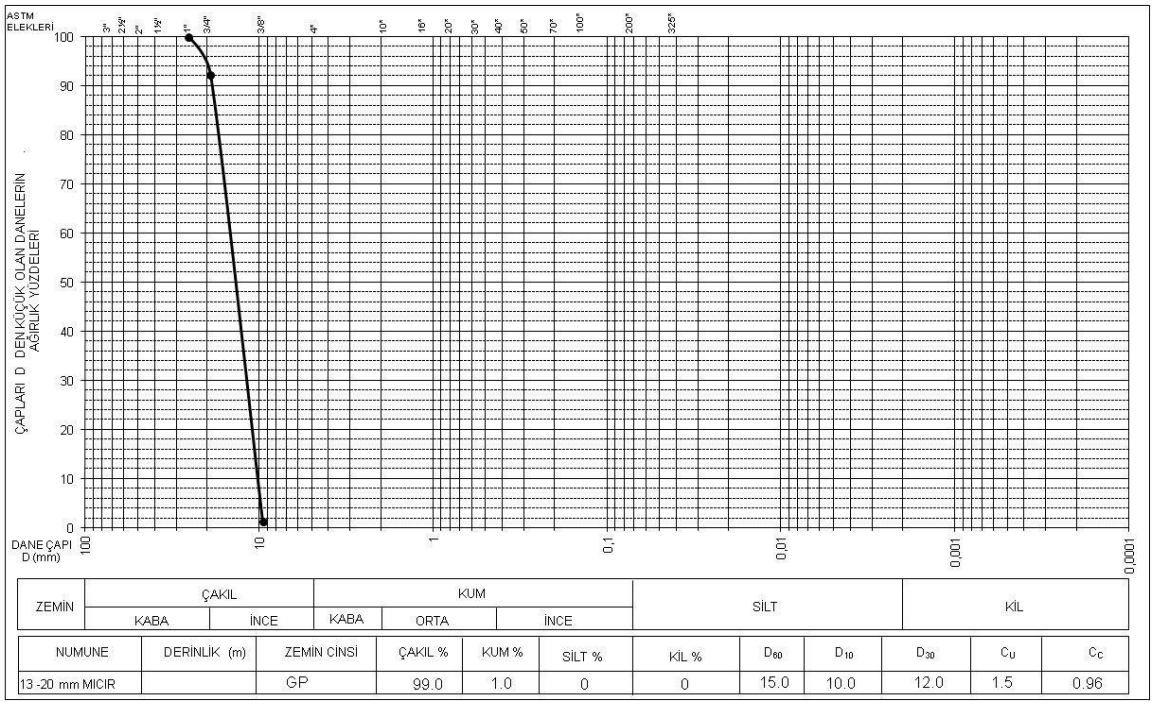
Tablo 5.3. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numune (5-13 mm mıcır) elek analizi.




| ZEMİN | ÇAKIL | | KUM | | | SİLT | KİL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | KABA | İNCE | KABA | ORTA | İNCE | | |

| NUMUNE | DERİNLİK (m) | ZEMİN CİNSİ | ÇAKIL % | KUM % | SİLT % | KİL % | $D_{60}$ | $D_{10}$ | $D_{30}$ | $C_U$ | $C_C$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5-13 mm MICIR | | GP | 0.0 | 98.0 | 2.0 | 0 | 9.0 | 5.5 | 6.5 | 1.6 | 0.85 |

Tablo 5.4. Kayseri Büyükşehir Belediyesi Bürüngüz konkasör tesislerinden alınan numune (13-20 mm mıcır) elek analizi.




| ZEMİN | ÇAKIL | | KUM | | | SİLT | KİL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | KABA | İNCE | KABA | ORTA | İNCE | | |

| NUMUNE | DERİNLİK (m) | ZEMİN CİNSİ | ÇAKIL % | KUM % | SİLT % | KİL % | $D_{60}$ | $D_{10}$ | $D_{30}$ | $C_U$ | $C_C$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13 -20 mm MICIR | | GP | 99.0 | 1.0 | 0 | 0 | 15.0 | 10.0 | 12.0 | 1.5 | 0.96 |

Daneciklerin sürüklenmesi ve dren borularını tıkamaması için filtre malzemesinin boşluk çapları civar malzemenin dane çaplarından daha küçük olmalıdır.

$D_{15}$ (Filtre) / $D_{15}$ (Zemin) > 4 – 5

Tablo 5.5. $D_{15}$' değerleri.

| | 1 no'lu numune | 2 no'lu numune | 5-13 mm mıcır | 13-20 mm mıcır |
|---|---|---|---|---|
| **$D_{15}$** Değerleri | 0.0023 | 0.0015 | 5.5 | 12 |

1 no'lu numune değerleri kullanılmak üzere 5-13 mm mıcır filitre malzemesi olarak kullanılırsa;

$D_{15}$ (Filtre) / $D_{15}$ (Zemin) = 5.5 / 0.0023 = 2.391

2 no'lu numune değerleri kullanılmak üzere 5-13 mm mıcır filitre malzemesi olarak kullanılırsa;

$D_{15}$ (Filtre) / $D_{15}$ (Zemin) = 5.5 / 0.0015 = 3.666

1 no'lu numune değerleri kullanılmak üzere 13-20 mm mıcır filitre malzemesi olarak kullanılırsa;

$D_{15}$ (Filtre) / $D_{15}$ (Zemin) = 12 / 0.0023 = 5.217

2 no'lu numune değerleri kullanılmak üzere 13-20 mm mıcır filitre malzemesi olarak kullanılırsa;

$D_{15}$ (Filtre) / $D_{15}$ (Zemin) = 12 / 0.0015 = 8.000

Yapılan elek analizleri deney sonucu 13-20 mm mıcır filitre malzemesi olarak kullanılması uygun görülmüştür. Ancak 13-20 mm malzeme içeriğindeki tozların drenaj boruları deliklerini tıkama ihtimaline karşı filitre malzemeler yıkanarak kullanılması gerekmektedir.

# 6. BÖLÜM

# TARTIŞMA – SONUÇ VE ÖNERİLER

## 6.1. Proje Uygulanmasına Yönelik Sonuçlar ve Öneriler

**a.** Gölet kazı kotu belirlenirken; proje kotu da baz alınarak 80cm daha derin kazılarak zeminde iyileştirme yapılmıştır. Dolgu malzemesi olarak 5-50 cm arası çaplarda yaklaşık 80 cm kalınlığında bir tabaka halinde kontrollü dolgu yapılmıştır. Dolgu malzemesi serildikten sonra sulanarak titreşimli silindirle sıkışıtırma işlemi yapılmıştır.

**b.** Göletle ilgili çalışmalarda ve proje bitiminde mümkün olduğunca suyu uzaklaştırmakta fayda vardır. Anadolu Harikalar Diyarı Projesi kapsamında Su Kayağı Tesisleri ve Sosyal Tesisler arazisi yakınlarındaki mevcut dereden yararlanılmalıdır.

**c.** Mevcut Derelerin kot okumaları yapılarak mansap şartını sağlayan güzergah belirlenmiştir.

**d.** Belirlenen güzergah boyunca suyu kendi cazibesiyle mansapa ulaştırabilecek eğimde kanal oluşturulması gerekmektedir. Sürekli bir topoğraf gözetiminde, her 20m'de 1 ölçüm yapılarak; binde 1 eğimle düzenli kazı yapılmıştır.

**e.** Gölet taban yalıtımını susuz ortamda, problemsiz yapabilmek için gölet taban kotundan ortalama 50cm derinliğinde delikli koruge drenaj borularıyla drenaj yapılması uygun görülmüştür. Bu sayede gölet yapımı tamamlandıktan sonra yeraltı su seviyeleri yükseldiğinde suyun gölet taban kotuna ulaşamadan tahliyesi sağlanmış olacaktır.

**f.** Ayrıca drenaj hattı boyunca mümkün olabildiğince sık muayene bacaları düzenlenmeli ve bu sayede drenaj borularına sonradan müdahele imkanı sağlanacaktır.

## 6.2. Genel Sonuçlar ve Öneriler

a. Üst yapının ayakta durabilmesi özenli zemin araştırmalarının yapılmasıyla sağlanabilmektedir.

b. Deprem bölgeleri haritalarına tam manasıyla güvenmemeli, çevrede önceden yapılmış olan zemin araştırmalarının her zaman yeterli olmayabileceği bilinmeli, her arazide inşaat öncesi kapsamlı araştırmalar yapılmalı, zemin iyi tanınmalı ona göre gerekliyse en uygun zemin iyileştirme yöntemleri kullanılmalıdır.

c. Zemin araştırmalarında en ekonomik araştırmayı yapmak geoteknik mühendisinin hazırlayacağı zemin araştırmalarında doğru yöntemi belirleyip en uygun çalışmaları yapmasıyla mümkündür. İşin başında kaçınılacak bu tür araştırmalar ilerde çok daha büyük miktarda maliyetlerle karşımıza çıkabilmektedir. Bu yüzden gerekli yöntemlerin ne olacağına zamanında kararının verilir ve o karar neticesinde yapılacak olan arazi ve deney yöntemleri belirlenir.

d. Zemin iyice tanındıktan sonra üst yapıyla uyum içerisinde gerekli işlemler yapılır. Bu işlemlerin ardından üst yapıya başlamak ilerde doğabilecek maliyetlerin de önüne geçilmesini sağlamaktadır.

# KAYNAKLAR


**1.** Önalp A., 2006. Geoteknik Bilgisi III, Birsen Yayınevi İstanbul, 165 s.

**2.** Kumbasar V. ve Kip F., 1999. Zemin Mekaniği Problemleri. Çağlayan Kitabevi İstanbul, 135 s.

**3.** Kocaman M., Ocak 2008. Zemin Etütlerinde Geoteknik ve Jeofizik Yöntemlerin Kullanılması ve Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar. Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 125 s.

**4.** Karagül B.Ç., Ocak 2007. Yol dolgularının Geogrid Kullanılarak İyileştirilmesi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 133 s.

**5.** Baş K., Haziran 2006. Temel Takviye Yöntemleri ve Uygulamadan Örnekler. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 142 s.

**6.** Eskişar T., Eylül 2008. İzmir Körfezi Kuzey Kıyılarının Zemin Özelliklerinin ve Geoteknik Sorunlarının İncelenmesi. Ege Üniversitesi, Doktora Tezi, İzmir, 188 s.

**7.** Kara, H. B., 2011. Anadolu Harikalar Diyarı Projesi Dahilinde Su Kayağı Tesisleri Ve Sosyal Tesisler Yapım İşine Ait Ön Zemin Etüt Raporu. Erciyes Üniversitesi, Zemin Etüt Raporu, Kayseri, 38 s.

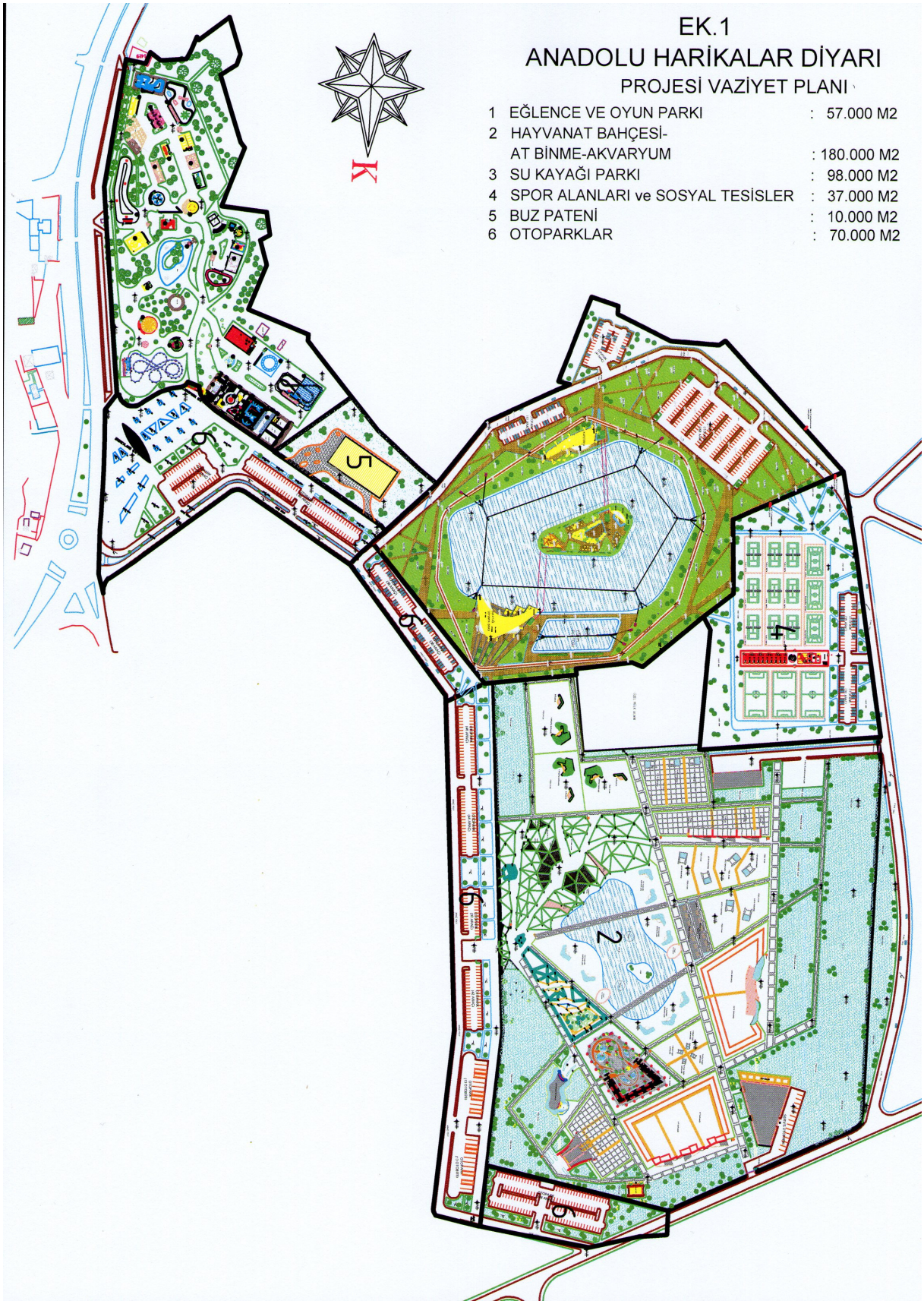
# EKLER

# EK.1

## ANADOLU HARİKALAR DİYARI

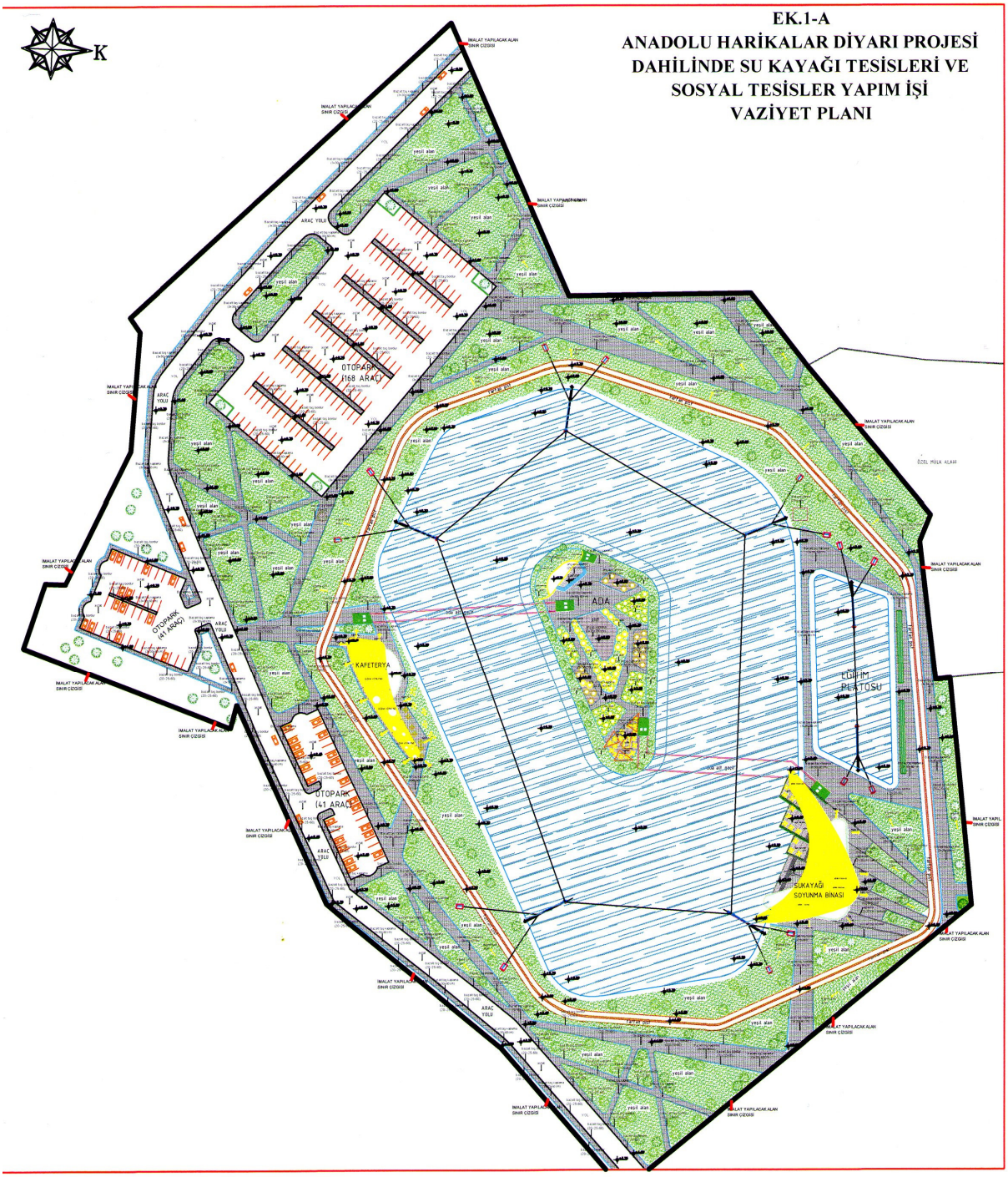
### PROJESİ VAZİYET PLANI

| | | |
|---|---|---|
| 1 | EĞLENCE VE OYUN PARKI | : 57.000 M2 |
| 2 | HAYVANAT BAHÇESİ-<br>AT BİNME-AKVARYUM | : 180.000 M2 |
| 3 | SU KAYAĞI PARKI | : 98.000 M2 |
| 4 | SPOR ALANLARI ve SOSYAL TESİSLER | : 37.000 M2 |
| 5 | BUZ PATENİ | : 10.000 M2 |
| 6 | OTOPARKLAR | : 70.000 M2 |



**EK.1-A**

**ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ VAZİYET PLANI**



**EK.2**

**ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ YERLERİ**

## ARAZİDE YAPILAN SONDAJLARA İLİŞKİN SPT DEĞERLERİ

| S-1 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 2-3-4 | 7 |
| **3.00-3.45** | 3-3-4 | 7 |
| **4.50-4.95** | 2-4-5 | 9 |
| **6,00-6,45** | 3-4-4 | 8 |
| **7,50-7,95** | 5-5-6 | 11 |
| **9,00-9,45** | 4-4-5 | 9 |
| **10,50-10,95** | 7-6-7 | 13 |

| S-2 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 2-2-3 | 5 |
| **3.00-3.45** | 4-4-4 | 8 |
| **4.50-4.95** | 3-4-3 | 7 |
| **6,00-6,45** | 4-5-6 | 11 |
| **7,50-7,95** | 6-6-5 | 11 |
| **9,00-9,45** | 5-7-8 | 15 |

| S-3 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 1-1-1 | 2 |
| **3.00-3.45** | 2-1-1 | 2 |
| **4.50-4.95** | 2-2-3 | 5 |
| **6,00-6,45** | 4-5-5 | 10 |
| **7,50-7,95** | 3-3-4 | 7 |
| **9,00-9,45** | 3-4-6 | 10 |
| **10,50-10,95** | 4-5-7 | 12 |

| S-4 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 1-2-2 | 4 |
| **3.00-3.45** | 1-1-2 | 3 |
| **4.50-4.95** | 2-3-3 | 6 |
| **6,00-6,45** | 3-4-4 | 8 |
| **7,50-7,95** | 3-4-5 | 9 |
| **9,00-9,45** | 4-4-5 | 9 |

| S-5 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 1-1-1 | 2 |
| **3.00-3.45** | 1-1-2 | 3 |
| **4.50-4.95** | 4-4-3 | 7 |
| **6,00-6,45** | 4-5-5 | 10 |
| **7,50-7,95** | 3-4-5 | 9 |
| **9,00-9,45** | 4-6-7 | 13 |
| **10,50-10,95** | 4-4-4 | 8 |

| D-1 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 2-2-2 | 4 |
| **3.00-3.45** | 3-2-2 | 4 |
| **4.50-4.95** | 2-2-3 | 5 |
| **6,00-6,45** | 3-2-4 | 6 |
| **7,50-7,95** | 2-3-3 | 6 |
| **9,00-9,45** | 4-4-3 | 7 |
| **10,50-10,95** | 3-2-5 | 7 |
| **12,00-12,45** | 6-6-5 | 11 |
| **13,50-13,95** | 4-7-7 | 14 |
| **15,00-15,45** | 5-9-9 | 18 |

| D-2 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 2-1-2 | 3 |
| **3.00-3.45** | 2-3-2 | 5 |
| **4.50-4.95** | 1-3-2 | 5 |
| **6,00-6,45** | 4-4-3 | 7 |
| **7,50-7,95** | 5-4-5 | 11 |
| **9,00-9,45** | 5-6-6 | 12 |
| **10,50-10,95** | 4-5-6 | 11 |
| **12,00-12,45** | 7-7-7 | 14 |
| **13,50-13,95** | 5-4-7 | 11 |
| **15,00-15,45** | 9-8-8 | 16 |
| **16,50-16,95** | 7-8-7 | 15 |
| **18,00-18,45** | 9-9-11 | 20 |
| **19,50-19,95** | 5-9-10 | 19 |

| D-3 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 1-1-1 | 2 |
| **3.00-3.45** | 1-2-1 | 3 |
| **4.50-4.95** | 3-2-2 | 4 |
| **6,00-6,45** | 2-3-3 | 6 |
| **7,50-7,95** | 5-3-3 | 6 |
| **9,00-9,45** | 4-5-4 | 9 |
| **10,50-10,95** | 4-4-4 | 8 |
| **12,00-12,45** | 6-7-7 | 14 |
| **13,50-13,95** | 7-8-8 | 16 |
| **15,00-15,45** | 6-7-9 | 16 |

| D-4 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 2-3-4 | 7 |
| **3.00-3.45** | 1-2-2 | 4 |
| **4.50-4.95** | 1-3-2 | 5 |
| **6,00-6,45** | 4-2-3 | 5 |
| **7,50-7,95** | 1-4-5 | 9 |
| **9,00-9,45** | 3-5-5 | 10 |
| **10,50-10,95** | 4-5-6 | 11 |
| **12,00-12,45** | 7-7-7 | 14 |
| **13,50-13,95** | 5-6-7 | 13 |
| **15,00-15,45** | 8-7-9 | 16 |
| **16,50-16,95** | 4-7-8 | 15 |
| **18,00-18,45** | 6-9-9 | 18 |
| **19,50-19,95** | 7-8-8 | 16 |

| D-5 | | |
|---|---|---|
| **DERİNLİK (m)** | **N DARBE SAYILARI** | **$N_{30}$ DEĞERLERİ** |
| **1.50-1.95** | 4-4-5 | 9 |
| **3.00-3.45** | 5-5-7 | 12 |
| **4.50-4.95** | 2-3-3 | 6 |
| **6,00-6,45** | 4-4-5 | 9 |
| **7,50-7,95** | 3-5-6 | 11 |
| **9,00-9,45** | 5-7-7 | 14 |
| **10,50-10,95** | 3-6-6 | 12 |
| **12,00-12,45** | 5-7-8 | 15 |
| **13,50-13,95** | 2-6-7 | 13 |
| **15,00-15,45** | 5-8-9 | 17 |

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1678157 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 1/1 |

| | NUMUNE *SAMPLE* | | | $w_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m³ | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | S-1 | N-1 | 1,50-1,95 | 32,8 | - | - | - | 1,9 | 46,6 | 21,0 | 25,6 | 0,00 | 72,50 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-1 | N-2 | 3,00-3,45 | 31,7 | - | - | - | 1,9 | 38,9 | 17,4 | 21,5 | 0,00 | 73,70 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-1 | N-3 | 4,50-4,95 | 38,2 | - | - | - | 1,9 | 67,5 | 39,7 | 27,8 | 0,00 | 91,90 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-1 | N-4 | 6,00-6,45 | 30,3 | - | - | - | 1,9 | 71,7 | 64,9 | 6,9 | 0,00 | 93,20 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-1 | N-5 | 7,50-7,95 | 29,7 | - | - | - | 1,8 | 38,0 | 28,1 | 9,9 | 0,00 | 84,50 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-1 | N-6 | 9,00-9,45 | 27,9 | - | - | - | 1,8 | 39,7 | 30,2 | 9,6 | 0,00 | 64,10 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-1 | N-7 | 10,50-10,95 | 28,9 | - | - | - | 1,8 | 39,2 | 29,8 | 9,3 | 0,00 | 76,40 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA:OPAL MÜHENDİSLİK*

**HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU**

**ODA SİCİL NO:10865**

**ŞİRKET MÜDÜRÜ**
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

...AL MÜH. ZEMİN ARAŞ. SO...
...MADEN İNŞ. SAN TİC. LTD. ŞTİ
...rçeönü Mh.Çankaya Cd. Hasbülbül Sk. Özgür A...
...G - Tel: 0 352 221 29 66 - KAYS...

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYAR PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İşi SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1678157 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 1/1 |

| | NUMUNE *SAMPLE* | | | $W_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m³ | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | S-2 | N-8 | 1,50-1,95 | 32,2 | - | - | - | 1,9 | 40,6 | 20,2 | 20,4 | 0,00 | 73,20 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-2 | N-9 | 3,00-3,45 | 39,3 | - | - | - | 1,9 | 59,9 | 33,1 | 26,8 | 0,00 | 91,50 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-2 | N-10 | 4,50-4,95 | 30,7 | - | - | - | 1,9 | 37,7 | 18,8 | 18,9 | 0,30 | 76,30 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-2 | N-11 | 6,00-6,45 | 32,3 | - | - | - | 1,9 | 39,9 | 21,0 | 18,9 | 0,00 | 70,40 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-2 | N-12 | 7,50-7,95 | 30,4 | - | - | - | 1,9 | 58,9 | 52,7 | 6,2 | 0,00 | 89,40 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-2 | N-13 | 9,00-9,45 | 31,7 | - | - | - | 1,9 | 57,1 | 50,0 | 7,1 | 0,00 | 84,80 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |

YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK

HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU

ODA SİCİL NO:10865

ŞİRKET MÜDÜRÜ
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEMİN ARAŞ. MADEN İNŞ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
Erçeönü Mh. Çevre Yolu Cd. Hasbülbül Sk. Özgür
34/G - Tel: 0 352 221 28 66 - KAYS
Cevher Vergisi V.D. 644 036

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYAR PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1678157 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 1/1 |

| | | NUMUNE *SAMPLE* | | $w_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m3 | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | S-3 | N-1 | 1,50-1,95 | 39,9 | - | - | - | 1,9 | 59,0 | 33,5 | 25,6 | 0,00 | 89,20 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-3 | N-2 | 3,00-3,45 | 37,9 | - | - | - | 1,9 | 60,3 | 32,0 | 28,3 | 0,00 | 91,30 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-3 | N-3 | 4,50-4,95 | 34,8 | - | - | - | 1,9 | 40,6 | 20,1 | 20,5 | 0,00 | 76,50 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-3 | N-4 | 6,00-6,45 | 33,3 | - | - | - | 1,9 | 41,4 | 21,7 | 19,7 | 0,00 | 72,90 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-3 | N-5 | 7,50-7,95 | 26,0 | - | - | - | 1,8 | 40,1 | 30,7 | 9,4 | 0,00 | 64,80 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-3 | N-6 | 9,00-9,45 | 27,2 | - | - | - | 1,8 | 41,5 | 33,7 | 7,8 | 0,00 | 76,30 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-3 | N-7 | 10,50-10,95 | 34,7 | - | - | - | 1,9 | 40,6 | 17,5 | 23,1 | 0,00 | 79,30 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK*

HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU

ODA SİCİL NO:10865

ŞİRKET MÜDÜRÜ
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır

Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.

Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir

Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

...L MÜH. ZEMİN ARAŞ. SON.
...MADEN İNŞ. SAN TİC. LTD. ŞTİ
...rçeönü Mh.Çankaya Cd. Hasbülbül Sk. Özgür ...
...34/G - Tel:0 352 221 28 66 ...

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI
PROJESİ DAHİLİNDE
SU KAYAĞI TESİSLERİ VE
SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ
SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1678157 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 1/1 |

| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE *SAMPLE* NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | $w_n$ % | $e_n$ | $\gamma_n$ t/m³ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* LL % | PL % | PI % | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* +4" % | -200" % | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* $q_u$ kgf/cm² | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPT | S-4 | N-8 | 1,50-1,95 | 40,4 | - | - | - | 1,9 | 60,0 | 35,1 | 24,9 | 0,00 | 92,10 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-4 | N-9 | 3,00-3,45 | 39,3 | - | - | - | 1,9 | 62,5 | 32,9 | 29,6 | 0,00 | 96,90 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-4 | N-10 | 4,50-4,95 | 40,3 | - | - | - | 1,9 | 59,8 | 33,5 | 26,3 | 0,00 | 91,40 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-4 | N-11 | 6,00-6,45 | 33,6 | - | - | - | 1,9 | 39,2 | 18,1 | 21,1 | 0,00 | 71,10 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-4 | N-12 | 7,50-7,95 | 32,5 | - | - | - | 1,9 | 39,1 | 18,5 | 20,5 | 0,00 | 69,60 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-4 | N-13 | 9,00-9,45 | 29,4 | - | - | - | 1,9 | 39,0 | 28,4 | 10,6 | 0,00 | 71,20 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |

YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK

HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU

ODA SICIL NO:10805

ŞİRKET MÜDÜRÜ
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

...L MÜH. ZEMİN ARAŞ. SO...
...MADEN İNŞ. SAN TİC. LTD. ŞTİ
...rçeönü Mh.Çankaya Cd. Hasbülbül Sk. Özgür ...
...34/G - Tel: 0 352 221 28 66 - KAYS...

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1678157 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |

SAYFA : *PAGE :* 1/1

| SONDAJ TİPİ TYPE | NUMUNE *SAMPLE* | | | $W_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m³ | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | S-5 | N-1 | 1,50-1,95 | 44,5 | - | - | - | 1,7 | NP | NP | NP | 0,00 | 96,10 | - | - | PT | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-5 | N-2 | 3,00-3,45 | 42,0 | - | - | - | 1,9 | 62,0 | 37,9 | 24,1 | 0,00 | 79,50 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-5 | N-3 | 4,50-4,95 | 16,8 | - | - | - | 1,7 | NP | NP | NP | 0,00 | 48,60 | - | - | SC | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-5 | N-4 | 6,00-6,45 | 32,3 | - | - | - | 1,9 | 40,8 | 19,3 | 21,5 | 0,00 | 82,20 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-5 | N-5 | 7,50-7,95 | 34,2 | - | - | - | 1,9 | 39,1 | 18,5 | 20,5 | 0,00 | 84,40 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-5 | N-6 | 9,00-9,45 | 30,4 | - | - | - | 1,9 | 41,8 | 21,7 | 20,1 | 0,00 | 83,50 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | S-5 | N-7 | 10,50-10,95 | 31,1 | - | - | - | 1,9 | 42,2 | 22,2 | 19,9 | 0,00 | 86,40 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA:OPAL MÜHENDİSLİK*

HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU

ODA SİCİL NO:10865

ŞİRKET MÜDÜRÜ
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır

Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.

Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir

Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEM. ARAŞ. SON.
MADEN İNŞ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
Erçeğnü Mh.Çankaya Cd. Hasbülbül Sk. Özgur A
34/G - Tel: 0.352 221 28 66 - KAYS
Gaziler Vergi Dairesi VD. 644 035 00

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1678157 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 1/1 |

| | | NUMUNE *SAMPLE* | | $w_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m³ | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | D-1 | N-1 | 1,50-1,95 | 39,6 | - | - | - | 1,9 | 54,2 | 29,8 | 24,4 | 0,00 | 96,30 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-2 | 3,00-3,45 | 17,1 | - | - | - | 1,7 | NP | NP | NP | 0,00 | 48,30 | - | - | SC | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-3 | 4,50-4,95 | 33,2 | - | - | - | 1,9 | 40,7 | 21,4 | 19,3 | 0,00 | 84,20 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-4 | 6,00-6,45 | 32,9 | - | - | - | 1,9 | 39,5 | 23,2 | 16,3 | 0,00 | 79,50 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-5 | 7,50-7,95 | 26,5 | - | - | - | 1,8 | 39,4 | 32,4 | 7,0 | 0,00 | 76,40 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-6 | 9,00-9,45 | 27,6 | - | - | - | 1,8 | 37,0 | 31,2 | 5,8 | 0,00 | 79,40 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-7 | 10,50-10,95 | 28,7 | - | - | - | 1,8 | 38,4 | 32,3 | 6,1 | 0,00 | 81,30 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-8 | 12,00-12,45 | 28,3 | - | - | - | 1,8 | 40,4 | 34,8 | 5,6 | 0,00 | 64,10 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-9 | 13,50-13,95 | 16,7 | - | - | - | 1,7 | NP | NP | NP | 0,00 | 46,90 | - | - | SC | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-1 | N-10 | 15,00-15,45 | 31,4 | - | - | - | 1,8 | 40,7 | 26,1 | 14,6 | 0,00 | 91,50 | - | - | OL | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA:OPAL MÜHENDİSLİK*

**HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU**

**ODA SİCİL NO:10865**

**ŞİRKET MÜDÜRÜ**
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEMİN ARAŞ. MADEN İNŞ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
Gerpeönü Mh.Çankaya Cd.Hasbulbul Sk. Özg... 34/G - Tel: 0.352 221 28 60
Cevher Nasibo V.D. 844 036 ...

**EK4**
**ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI**

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opai Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1666302 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 2/5 |

| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE *SAMPLE* NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | $W_n$ % | $e_n$ | $\gamma_n$ t/m³ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* LL % | PL % | PI % | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* +4" % | -200" % | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* $q_u$ kgf/cm² | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPT | D-2 | N-1 | 3,00-3,45 | 42,4 | - | - | - | 1,9 | 42,4 | 34,1 | 28,3 | 0,00 | 94,50 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-2 | 4,50-4,95 | 43,7 | - | - | - | 1,9 | 59,8 | 32,2 | 27,6 | 0,00 | 95,30 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-3 | 6,00-6,45 | 31,3 | - | - | - | 1,9 | 58,5 | 32,4 | 5,7 | 0,00 | 92,80 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-4 | 7,50-7,95 | 45,8 | - | - | - | 1,9 | 57,6 | 34,9 | 22,7 | 0,00 | 94,10 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-5 | 9,00-9,45 | 44,3 | - | - | - | 1,9 | 63,9 | 38,6 | 25,3 | 0,00 | 93,60 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-6 | 10,50-10,95 | 36,0 | - | - | - | 1,9 | 70,0 | 65,0 | 5,1 | 0,00 | 95,10 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-7 | 12,00-12,45 | 32,4 | - | - | - | 1,9 | 47,0 | 22,3 | 24,7 | 0,00 | 83,90 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-8 | 13,50-13,95 | 29,7 | - | - | - | 1,9 | 42,9 | 14,1 | 28,8 | 0,00 | 82,80 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-9 | 15,00-15,45 | 25,8 | - | - | - | 1,8 | 46,5 | 40,5 | 6,0 | 0,00 | 68,70 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-10 | 16,50-16,95 | 27,2 | - | - | - | 1,8 | 40,0 | 28,6 | 11,4 | 0,00 | 74,30 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-11 | 18,00-18,45 | 24,6 | - | - | - | 1,8 | 38,7 | 29,8 | 8,8 | 0,00 | 63,40 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-2 | N-12 | 19,50-19,95 | 26,8 | - | - | - | 1,8 | 39,3 | 28,9 | 10,4 | 0,00 | 67,80 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK*

**HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU**

**ODA SİCİL NO:10865**

**ŞİRKET MÜDÜRÜ**
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmamın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEMİN ARAŞ. SO.
MADEN İNŞ. SAN. TİC. LTD. ŞTİ.
Gerçeönü Mh.Çankaya Cd. Hasbülsül Sk. Özgür A
34/G Tel: 0.352 221 28 66 - KAYS
Zeyher Nasiha V.D. 644 035 22

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1666302 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 3/5 |

| NUMUNE *SAMPLE* | | | | $W_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m³ | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | D-3 | N-1 | 1,50-1,95 | 39,3 | - | - | - | 1,9 | 62,2 | 34,6 | 27,6 | 0,00 | 97,30 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-2 | 3,00-3,45 | 42,0 | - | - | - | 1,9 | 68,8 | 38,6 | 30,1 | 0,00 | 92,40 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-3 | 4,50-4,95 | 41,7 | - | - | - | 1,9 | 66,7 | 37,6 | 29,1 | 0,00 | 93,60 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-4 | 6,00-6,45 | 35,8 | - | - | - | 1,9 | 60,6 | 53,5 | 7,1 | 0,00 | 84,40 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-5 | 7,50-7,95 | 34,8 | - | - | - | 1,9 | 66,1 | 60,6 | 5,5 | 0,00 | 82,80 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-6 | 9,00-9,45 | 26,8 | - | - | - | 1,8 | 41,8 | 31,0 | 10,8 | 0,00 | 74,70 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-7 | 10,50-10,95 | 33,7 | - | - | - | 1,9 | 46,4 | 18,6 | 27,8 | 0,00 | 84,10 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-8 | 12,00-12,45 | 31,4 | - | - | - | 1,9 | 44,0 | 13,9 | 30,1 | 0,00 | 68,40 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-9 | 13,50-13,95 | 32,1 | - | - | - | 1,9 | 40,3 | 11,7 | 28,5 | 0,00 | 76,20 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-3 | N-10 | 15,00-15,45 | 30,1 | - | - | - | 1,9 | 41,3 | 15,2 | 26,1 | 0,00 | 63,80 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK*

**HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU**

**ODA SİCİL NO:10865**

**ŞİRKET MÜDÜRÜ**
SUNAY YORULMAZ

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEMİN ARAŞ. ...
MADEN İNŞ. SAN TİC. LTD. ŞTİ.
Gevher Nesibe VD. 644 03...

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1666302 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 4/5 |

| | | NUMUNE *SAMPLE* | | $w_n$ | $e_n$ | $\gamma_n$ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* | | | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* | | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* | | | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | % | | t/m³ | | | LL % | PL % | PI % | +4" % | -200" % | | | | $q_u$ kgf/cm² | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
| SPT | D-4 | N-1 | 1,50-1,95 | 34,7 | - | - | - | 1,9 | 66,0 | 60,8 | 5,2 | 0,00 | 82,40 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-2 | 3,00-3,45 | 33,3 | - | - | - | 1,9 | 68,9 | 62,0 | 6,9 | 0,00 | 79,20 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-3 | 4,50-4,95 | 33,8 | - | - | - | 1,9 | 72,6 | 65,9 | 6,6 | 0,00 | 82,80 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-4 | 6,00-6,45 | 35,1 | - | - | - | 1,9 | 65,7 | 60,7 | 5,0 | 0,00 | 85,60 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-5 | 7,50-7,95 | 32,2 | - | - | - | 1,9 | 44,9 | 17,1 | 27,7 | 0,00 | 83,30 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-6 | 9,00-9,45 | 33,4 | - | - | - | 1,9 | 46,6 | 17,3 | 29,3 | 0,00 | 75,50 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-7 | 10,50-10,95 | 28,0 | - | - | - | 1,9 | 39,7 | 27,9 | 11,8 | 0,00 | 76,40 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-8 | 12,00-12,45 | 31,7 | - | - | - | 1,9 | 40,7 | 12,0 | 28,7 | 0,00 | 78,10 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-9 | 13,50-13,95 | 29,6 | - | - | - | 1,9 | 45,9 | 18,6 | 27,3 | 0,00 | 69,30 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-10 | 15,00-15,45 | 25,3 | - | - | - | 1,8 | 42,6 | 31,2 | 11,5 | 0,00 | 62,40 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-11 | 16,50-16,95 | 34,8 | - | - | - | 1,9 | 47,6 | 21,4 | 26,2 | 0,00 | 76,30 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-12 | 18,00-18,45 | 30,3 | - | - | - | 1,9 | 44,7 | 18,4 | 26,4 | 0,00 | 74,40 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-4 | N-13 | 19,50-19,95 | 24,5 | - | - | - | 1,8 | 39,7 | 31,1 | 8,6 | 0,00 | 62,50 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK*

**HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU**

**ODA SİCİL NO:10865**

Adres Bilgileri Firma Beyanıdır

Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.

Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir

Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEMİN ARAŞ. SON.
MADEN İNŞ. SAN TİC. LTD. ŞTİ.
Gerçeönü Mh.Çankaya Cd. Hasbülbül Sk. Özgür A
34/G - Tel: 0 352 221 28 66 - KAYS
Gevher Nesibe YT: 034 036

**ŞİRKET MÜDÜRÜ**
SUNAY YORULMAZ

**EK4**
**ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI**

# DENEY SONUÇLARI ÖZET RAPORLARI

*Opal Müh. Zem. Arş. Son.Mad. İnş San. Ve Tic. Ltd. Şti.*

| | |
|---|---|
| PROJE : *PROJECT :* | KAYSERİ BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KUMARLI GÖLETİ |
| BR NO: | 1666302 |
| RAPOR NO: | 2011-3511 |
| RAPOR TARİHİ: | 13.07.2011 |
| SAYFA : *PAGE :* | 5/5 |

| TİPİ TYPE | SONDAJ NO. *BORING NO.* | NUMUNE *SAMPLE* NUMUNE NO. *SAMPLE NO.* | DERİNLİK *DEPTH (m)* | $W_n$ % | $e_n$ | $\gamma_n$ t/m³ | NOKTA YÜKLEME İNDEKSİ(kg/cm3) | DBHA(g/cm3) | ATTERBERG LİMİTLERİ *ATTERBERG LIMITS* LL % | PL % | PI % | ELEK ANALİZİ *SIEVE ANALYSIS* +4" % | -200" % | HİDROMETRE *HYDROMETER* | KONSOLİDASYON *CONSOLIDATOIN* | SINIFLANDIRMA *SOIL CLASSIFICATOIN USC* | SERBEST BASINÇ DENEYİ *UNCONFINED COMPRESSION TEST* $q_u$ kgf/cm² | ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ *TRIAXIAL COMPRESSION TEST* c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type | KESME KUTUSU DENEYİ *DIRECT SHEAR TEST* c kgf/cm² | ϕ Derece Degree | Tip Type |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| SPT | D-5 | N-1 | 1,50-1,95 | 29,3 | - | - | - | 1,9 | 45,9 | 20,6 | 25,3 | 0,00 | 68,80 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-2 | 3,00-3,45 | 33,2 | - | - | - | 1,9 | 43,5 | 16,3 | 27,2 | 0,00 | 74,10 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-3 | 4,50-4,95 | 30,8 | - | - | - | 1,9 | 61,0 | 55,5 | 5,5 | 0,00 | 92,50 | - | - | MH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-4 | 6,00-6,45 | 28,6 | - | - | - | 1,8 | 38,1 | 27,9 | 10,2 | 0,00 | 75,70 | - | - | ML | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-5 | 7,50-7,95 | 38,9 | - | - | - | 1,9 | 62,6 | 34,2 | 28,4 | 0,00 | 92,70 | - | - | OH | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-6 | 9,00-9,45 | 34,1 | - | - | - | 1,9 | 44,3 | 18,9 | 25,4 | 0,00 | 82,50 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-7 | 10,50-10,95 | 32,1 | - | - | - | 1,9 | 43,0 | 17,6 | 25,4 | 0,00 | 79,70 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-8 | 12,00-12,45 | 30,0 | - | - | - | 1,9 | 48,0 | 21,6 | 26,4 | 0,00 | 76,40 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-9 | 13,50-13,95 | 31,4 | - | - | - | 1,9 | 41,8 | 14,6 | 27,1 | 0,00 | 73,80 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |
| SPT | D-5 | N-10 | 15,00-15,45 | 34,5 | - | - | - | 1,9 | 45,1 | 19,7 | 25,4 | 0,00 | 81,90 | - | - | CL | - | - | - | - | - | - | - |

*YÜKLENİCİ FİRMA: OPAL MÜHENDİSLİK*

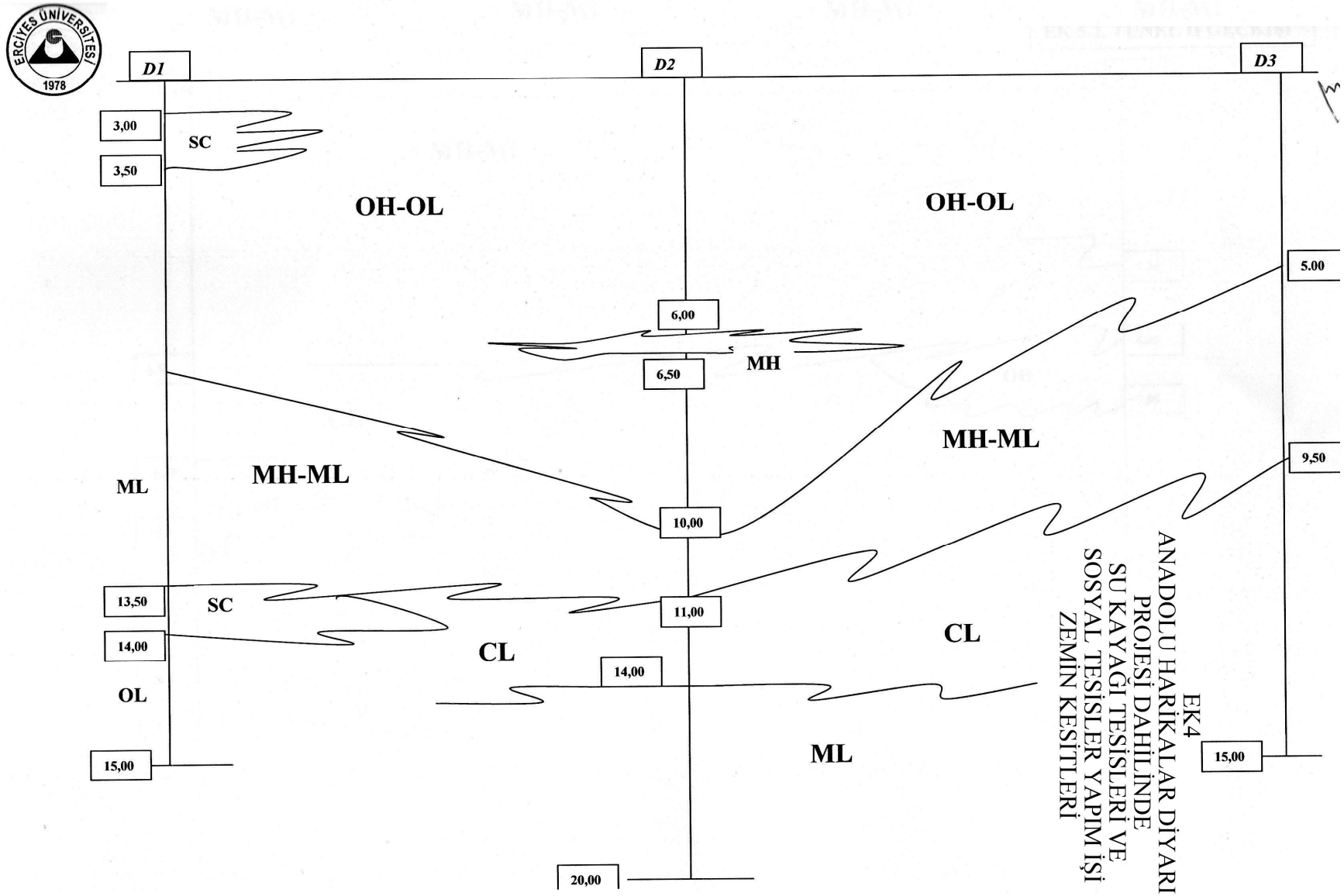
**HAZIRLAYAN: NURCİN SEMSETTİNOĞLU**
**ODA SİCİL NO:10865**

**ŞİRKET MÜDÜRÜ**
SUNAY YORULMAZ

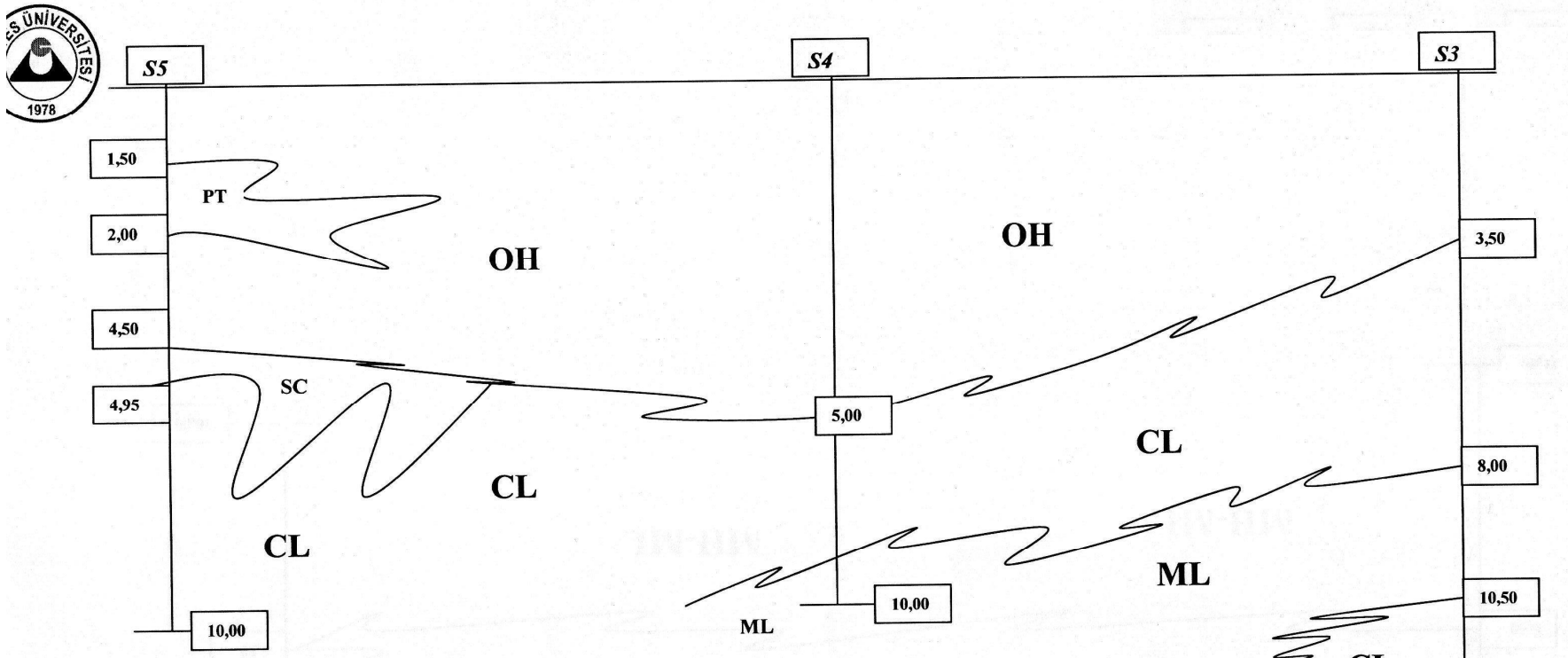
Adres Bilgileri Firma Beyanıdır
Söz konusu deney sonuçları, sadece test edilen deney numunelerine aittir.
Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından verilen 01.06.2008 tarih ve 179 No'lu Laboratuvar İzin Belgesi'ne sahiptir
Bu belge firmanın izni olmadan kopyalanamaz ve çoğaltılamaz

OPAL MÜH. ZEMİN ARŞ.
MADEN İNŞ. SAN. TİC. LTD.
Gerçeönü Mh.Çankaya Cd. Hasbüllatıl Sk. C
14/G - Tel: 0.352 221 26 66 -
Gevher Nesibe YİD. 644 62

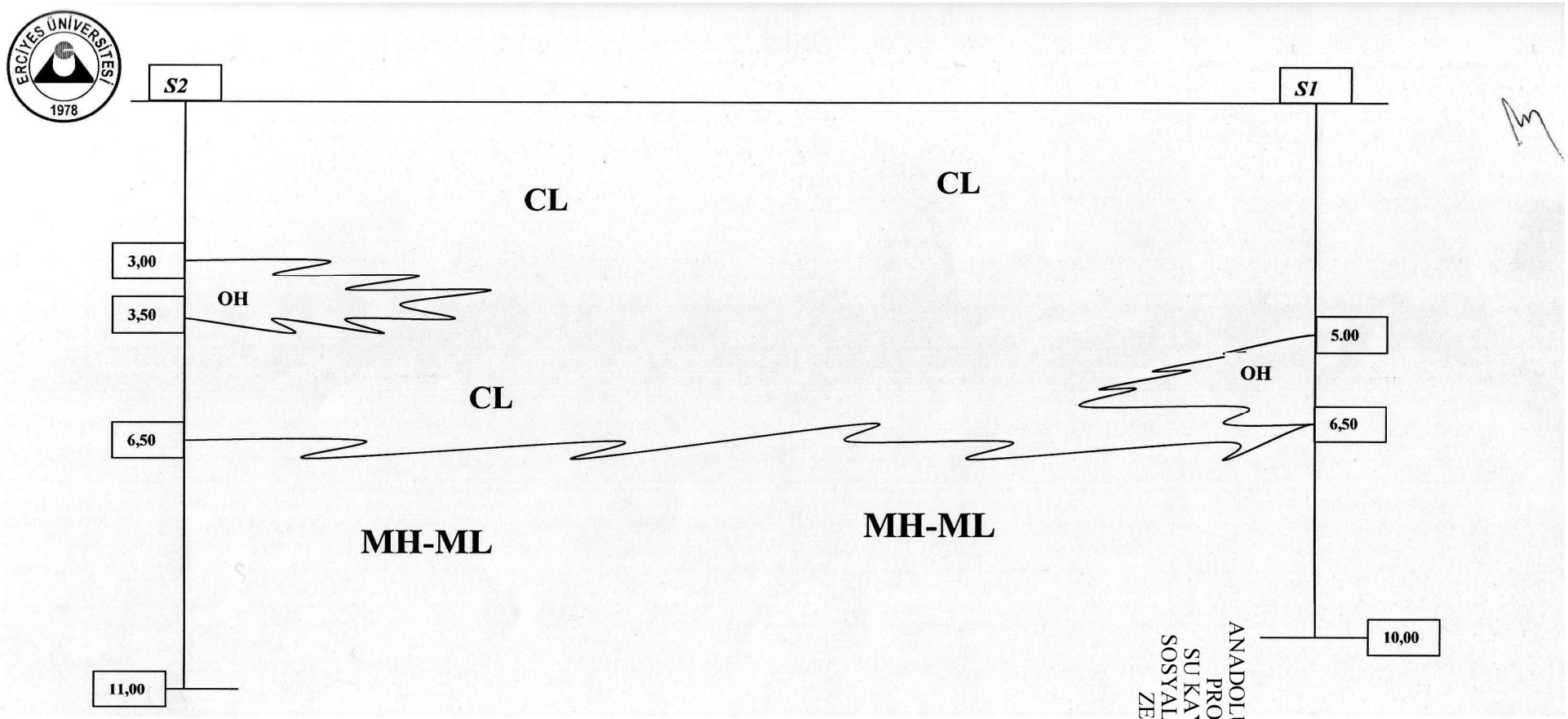
EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ SONDAJ SONUÇLARI


D1
D2
D3
3,00
3,50
SC
OH-OL
OH-OL
5.00
6,00
6,50
MH
MH-ML
ML
MH-ML
9,50
10,00
13,50
SC
11,00
CL
CL
14,00
14,00
OL
ML
15,00
15,00
20,00
EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI
PROJESİ DAHİLİNDE
SU KAYAĞI TESİSLERİ VE
SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ
ZEMİN KESİTLERİ

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI
PROJESİ DAHİLİNDE
SU KAYAĞI TESİSLERİ VE
SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ
ZEMİN KESİTLERİ

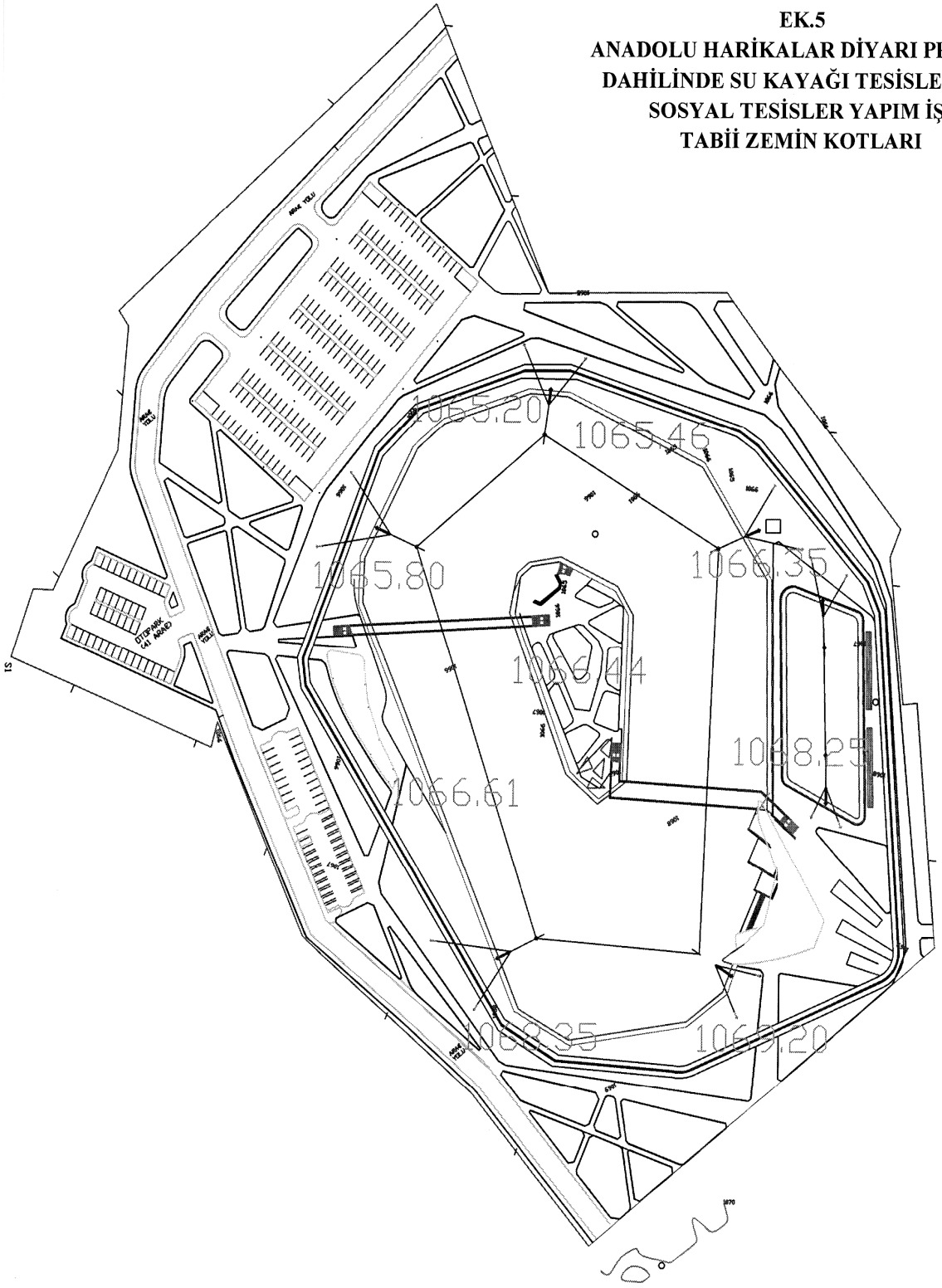



EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI
PROJESİ DAHİLİNDE
SU KAYAĞI TESİSLERİ VE
SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ
ZEMİN KESİTLERİ



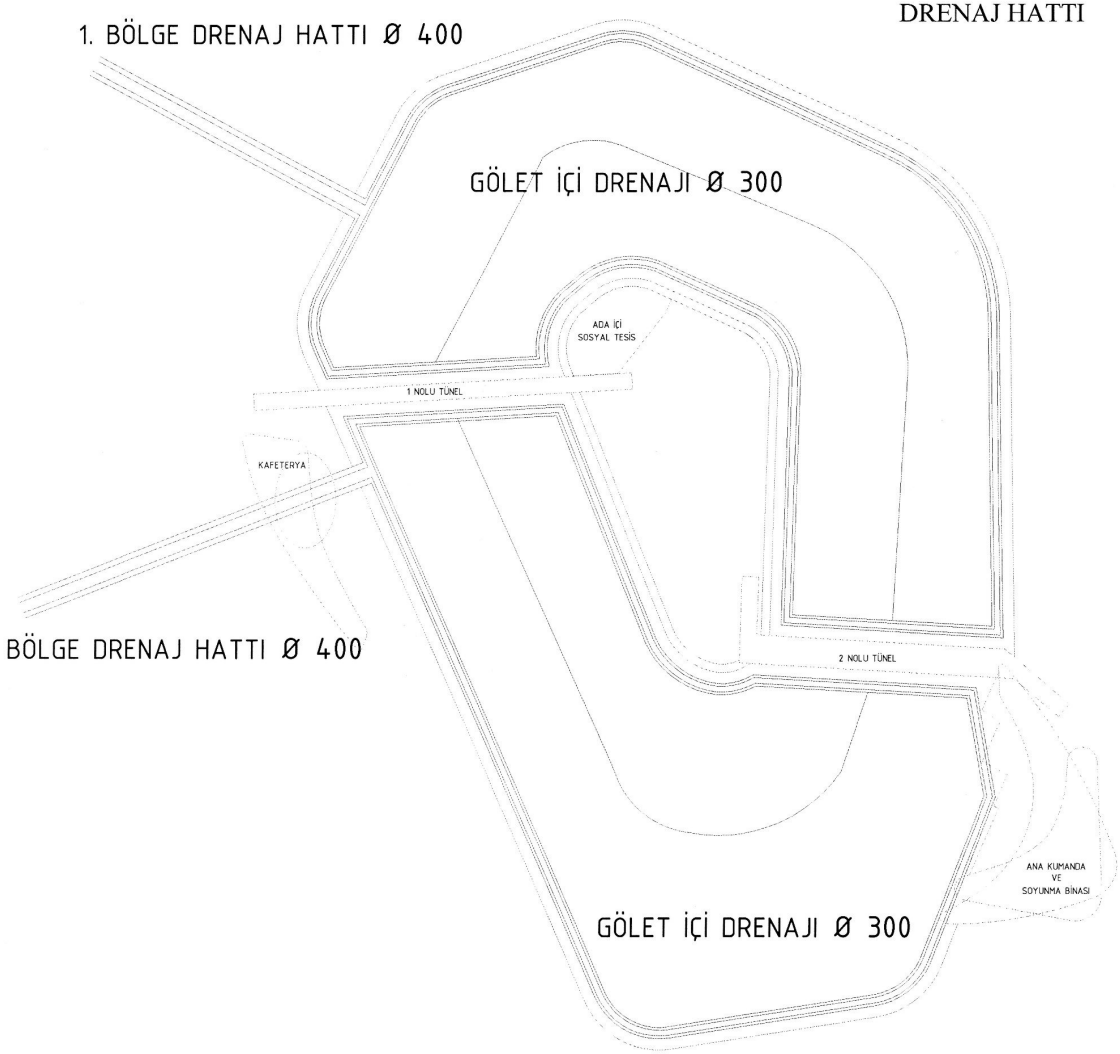

EK4
ANADOLU HARİKALAR DİYARI
PROJESİ DAHİLİNDE
SU KAYAĞI TESİSLERİ VE
SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ
ZEMİN KESİTLERİ

**EK.5**
**ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ TABİİ ZEMİN KOTLARI**



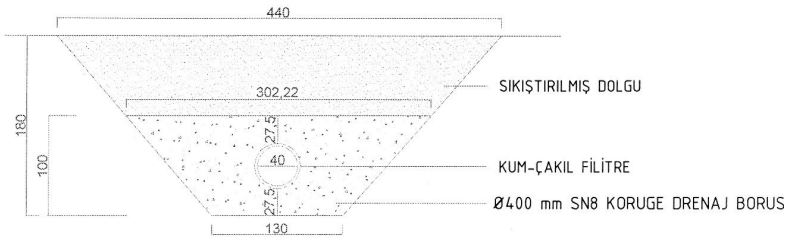
EK.6

ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ
DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE
SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ
DRENAJ HATTI

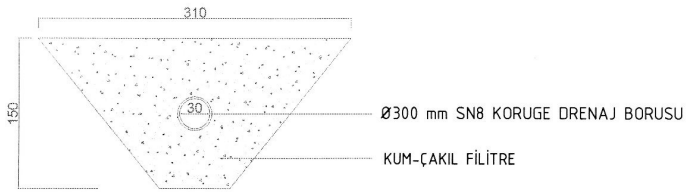


# EK.7
# ANADOLU HARİKALAR DİYARI PROJESİ DAHİLİNDE SU KAYAĞI TESİSLERİ VE SOSYAL TESİSLER YAPIM İŞİ DRENAJ HATTI KANAL KESİTLERİ

## GÖLETİN 1. ve 2. BÖLGESİNİN DRENAJ TAHLİYE KANALI KESİTİ




## GÖLET İÇİ Ø300 mm SN8 KORUGE DRENAJ BORUSU İLE DRENAJ YAPILMASI



# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Murat BALTACI

Uyruğu: Türkiye (TC)

Doğum Tarihi ve Yeri: 1 Ocak 1983, Kayseri

Medeni Durumu: Evli

Tel: +90 533 346 99 53

Fax: +90 312 210 22 91

email: muratbaltaci@gmail.com

Yazışma Adresi: Mimarsinan Mahallesi Sivas Caddesi Göksu Apartmanı No:141/5 Kocasinan/KAYSERİ

## EĞİTİM

| Derece | Kurum | Mezuniyet Tarihi |
|---|---|---|
| Yüksek Lisans | EÜ Fen Bilimler Enstitüsü | 2012 |
| Lisans | İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi | 2006 |
| Lise | Sema Yazar Anadolu Lisesi, Kayseri | 2001 |

## İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görev |
|---|---|---|
| 2008- Halen | Kayseri Büyükşehir Belediyesi Fen İşleri Daire Başkanlığı | Kontrol Mühendisi |
| 2006–2007 | Erkut İnşaat | Kontrol Mühendisi |

## YABANCI DİL

İngilizce, Almanca