

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Rahşan GÖREN

**ÇATALAN İÇME SUYU İLETİM HATTINDA KAZIK TEMEL
UYGULAMASI**

JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇATALAN İÇME SUYU İLETİM HATTINDA KAZIK
TEMEL UYGULAMASI

Rahşan GÖREN

YÜKSEK LİSANS
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez/.../20010 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Hasan ÇETİN

Danışman

İmza

Yrd.Doç. Dr. Tolga ÇAN

Üye

İmza

Yrd. Doç. Dr. Abdülazim YILDIZ

Üye

Bu tez Enstitümüz Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÇATALAN İÇME SUYU İLETİM HATTINDA KAZIK
TEMEL UYGULAMASI

Rahşan GÖREN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLojİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Hasan ÇETİN
Yıl : 2010 Sayfa : 117
Jüri : Prof. Dr. Hasan ÇETİN
Yrd.Doç. Dr. Tolga ÇAN
Yrd.Doç. Dr. Abdülazim YILDIZ

Adana ili Karaisali ilçesi Topalak köyü civarından geçen Çatalan İçme suyu İsale Hattının dolgu menfez geçişinde, oturma ve kaymadan dolayı 2006 yılında hasar meydana gelmiştir. Bunun sonucu olarak Adana merkez Seyhan ilçesi üç gün susuz kalmıştır.

Sorunun çözümü için gerekli araştırmalar yapılmış ve dolgu menfez geçişini temsil edebilecek şekilde derinlikleri 6-15 metre arasında değişen 3 adet sondaj açılmıştır. Bu sondajlardan ve yakın civardaki isale hattı yamaçlarından alınan numunelerin incelenmesi sonucu bazı bilgiler edinilmiştir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında dolgu malzemesinin ve ana kayanın jeolojik-jeoteknik özellikleri incelenerek kazık temel yapılmasının uygunluğu araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dolgu Alanı, Kazık Temel, İsale Hattı,

ABSTRACT

MSc THESIS

APPLICATION OF PILE FOUNDATION ON THE ÇATALAN DRINKING WATER TRANSMISSION LINE

Rahşan GÖREN

**DEPARTMENT OF GEOLOGICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
ÇUKUROVA UNIVERSITY**

Supervisor : Prof. Dr. Hasan ÇETİN
Year : 2010 Pages : 117
Jury : Prof. Dr. Hasan ÇETİN
Asst. Prof. Dr. Tolga ÇAN
Asst. Prof. Dr. Abdülazim YILDIZ

Damage occurred in one of the fills of the Çatalan drinking water transmission line near the Topalak village of Karaisali town, Adana due to settlement of the fill in 2006. Consequently, water outage occurred in Seyhan, a central town of Adana, for three days.

To solve the problem necessary investigations were made and 6-15m deep three holes to represent the fill were drilled. From these drillings and the investigation of the samples taken from local outcrops, some information is gained.

In this study, geological and geotechnical characteristics of the fill material and the bedrock have been determined and appropriateness of pile foundation the damaged region was investigated.

Keywords: Filling Space; Pile Grounding; Transmission Line

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada öncelikle beni yüksek lisans öğrencisi olarak kabul eden ve bana yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Hasan ÇETİN'E, tez konusunun belirlenmesinde ve deneysel çalışmalarda yardımcı olan arkadaşım jeoloji mühendisi Hasine AKIN'A, yazım aşamasında yardımcı olan jeoloji mühendisi Fırat DUYGUN'A, yine yazım aşamasında bana yardımcı olan ablam Hatun DOĞAN ve Endüstri Mühendisi Kadir DOĞAN'A benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
EKLER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
1.1. Çatalan İçmesuyu İsale Hattı Projesi	1
1.1.1. Su Alma Yapısı	4
1.1.2. Projenin Sağlayacağı Faydalar	4
1.1.3. Proje Aşamaları	5
1.1.3.1. Projenin 1. Aşaması	5
1.1.3.2. Projenin 2. Aşaması	6
1.1.4. İçmesuyu Arıtma Tesisi	6
1.1.5. İçme Suyu Kalitesi	6
1.2. Jeoteknik Sorunlar	7
1.3. Temeller	9
1.3.1. Temel	9
1.3.2. Temellerin Sınıflandırılması	9
1.3.3. Tekil Temeller	10
1.3.4. Radye Temeller	11
1.3.5. Derin Temeller	12
1.4. Kazıklar	15
1.4.1. Kazık Temeller ve Çeşitleri	15
1.4.2. Kazık Tipleri	17
1.4.2.1. Ahşap Kazıklar	17
1.4.2.2. Çelik Kazıklar	19
1.4.2.3. Beton Kazıklar	22

1.4.2.4. Yerinde Dökme Beton Kazıklar	24
1.4.2.5. Soket Yapılması.....	27
1.4.2.6. Kompozit Kazıklar.....	28
1.4.3. Kazıkların Tasarımı	28
1.4.3.1. Ahşap Kazıklar	30
1.4.3.2. Çelik Kazıklar.....	31
1.4.3.3. Beton Doldurulmuş Çelik Boru Kazıklar.....	32
1.4.3.4. Öngerdirmeli Beton Kazıklar	33
1.4.4. Kazık Çakma Yöntemleri	33
1.4.4.1. Kazık Çakma Kuleleri.....	33
1.4.4.2. Şahmerdanlar	34
1.4.4.3. Önceden Sondaj, Jetleme, Delik Açma.....	37
1.4.5. Kazık Dilimi ve Geometrisi	38
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	41
3. MATERYAL ve METOT	45
3.1. Materyal.....	45
3.2. Metot	45
3.2.1. Büro Çalışmaları	45
3.2.2. Arazi Çalışmaları.....	45
3.2.2.1 Pressiyometre Deneyi	46
3.2.2.2. Menard Pressiyometredeneyi	47
3.2.2.3. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT).....	50
3.2.3. Laboratuar Çalışmaları	52
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	53
4.1. Jeoloji	53
4.1.1. Bölgenin Genel Jeolojisi.....	53
4.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	54
4.2. Zemin Mekaniği Deneyleri.....	58
4.3. Yeraltı ve Yerüstü Su Durumu	60
4.4. Afet Durumu	61
4.5. Deprem Durumu	61

4.6. Sondajlar.....	63
4.6.1. SK-1 Sondaj Logu.....	63
4.6.2. SK-2 Sondaj Logu.....	63
4.6.3. SK-3 Sondaj Logu.....	65
4.7. Jeoteknik Araştırma ve Değerlendirme	65
4.8. Boyutlandırılması ve Kazıkların Yapılışı.....	72
4.8.1. Kazıkların Boyutlandırılması.....	72
4.8.2. Çalışma Alanında Kazıkların Yapılması	73
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ZGEMİř	83
EKLER.....	85

ÇİZELGELER DİZİN

SAYFA

Çizelge 1.1.	Yerinde dökülen beton kazıkların en küçük çapları	24
Çizelge 1.2.	Yerinde dökme beton kazıkların minimum donatısı	26
Çizelge 3.1.	SPT – Kazık taşıma gücü ilişkisi.....	51
Çizelge 4.1.	Arazi ve Laboratuar deney sonuçları.....	59
Çizelge 4.2.	Birkaç değişik zemin sınıflamasının tane boyu aralıkları.....	60
Çizelge 4.3.	Zemin parametrelerinin belirlenmesi.....	72
Çizelge 4.4.	Kazık veri gruplarının parametreleri	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 1.1.	İnceleme alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 1.2.	Çatalan içmesuyu arıtma tesisi.....	3
Şekil 1.3.	Seyhan gölü batı köprüsü.....	4
Şekil 1.4.	İçmesuyu arıtma tesisi proses akış şeması	7
Şekil 1.5.	İçmesuyu analizlerinin yapılması.....	8
Şekil 1.6.	Temellerin sınıflandırılması	10
Şekil 1.7.	Kare tekil temellere bir örnek	11
Şekil 1.8.	Dairesel tekil temellere bir örnek	11
Şekil 1.9.	Bir radye temel	12
Şekil 1.10.	Derin temeller uygulanan yapısal yüklerin çoğunu daha derindeki zemin katmanına aktarırlar	13
Şekil 1.11.	Derin temel tipleri	14
Şekil 1.12.	Derin temelin bölümleri: (A) düz temeller, (B) giderek daralan temeller ve (C) tabanı genişletilmiş temeller	14
Şekil 1.13.	Tipik bir ahşap kazık	18
Şekil 1.14.	Tipik geniş flanşlı (WF) ve H kazığı (HP) arasında bir karşılaştırma	20
Şekil 1.15.	Tipik bir çelik boru kazık kesiti	21
Şekil 1.16.	Tipik beton kazıkların enine kesiti	23
Şekil 1.17.	Kazığı yerine çakana kadar yapılan işlemlerde kazıkta oluşan gerilmeleri izin verilebilir bir aralıkta tutmak için kazık üzerinde özel kaldırma noktaları: (A) tek noktadan kaldırma; (B) iki noktadan kaldırma	29
Şekil 1.18.	Kazık çakmada kullanılan yardımcı bileşenler	37
Şekil 1.19.	Bir kazık başlığı bir gruptaki kazıkları bağlayan yapısal bir üyedir	39
Şekil 3.1.	Pressiyometre deney grafiği	48
Şekil 3.2.	Kazık shaftına etkiyen birim çevre sürtünmesi	49
Şekil 4.1.	Çalışma alanının ve yakın civarının jeolojik haritası	55

Şekil 4.2.	Çalışma alanı ve yakın civarının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti.	56
Şekil 4.3.	Dolgu geçişi ve yakın civarının detay krokisi ve sondaj lokasyonları.....	57
Şekil 4.4.	Çalışma alanında mostra veren birimler.	58
Şekil 4.5.	Çalışma alanında bulunan yamaç stabilitesi oluşturabilecek şevler.....	61
Şekil 4.6.	Adana deprem haritası.....	62
Şekil 4.7.	Karotlu sondaj numunesi alma işlemi	64
Şekil 4.8.	Açılan sondajlardan alınan karot numuneleri.	64
Şekil 4.9.	Yapılan sondajlardan alınan karot numuneleri.	66
Şekil 4.10.	Sondaj kuyularının korelasyonunu gösteren enine kesit.	66
Şekil 4.11.	Çalışma alanındaki kuzgun formasyonuna ait birimler.....	67
Şekil 4.12.	Dolgu yüzeyindeki oturmalar	67
Şekil 4.13.	Çalışma alanındaki borulanmaya bir örnek.	69
Şekil 4.14.	Çalışma alanından enjeksiyon yapılmasına bir örnek.	71
Şekil 4.15.	Enjeksiyon yapılan bir nokta.	71
Şekil 4.16.	Bir kazık dilimi geometrisi.	73
Şekil 4.17.	Çalışma alanında kazıkların yapılması.....	74
Şekil 4.18.	Açıklan çukurların demir donatıları indirildikten sonra hazır betonla doldurulması	75
Şekil 4.19.	Perde duvarın demirlerinin bağlanması ve kalıplarının takılması	75
Şekil 4.20.	Düzeltilen yamaçların vibratör ile sıkıştırılması	76
Şekil 4.21.	Perde duvar ile yol arası şevlere harçlı taşpere yapılması	76

EKLER DİZİNİ**SAYFA**

Ek 1: Sondaj logları	86
Ek 2: Laboratuar ve arazi deney sonuçları.....	89
Ek 3: Kazık veri parametreleri ve çözümleri	108

1.GİRİŞ

Adana ili Karaisalı ilçesi Topalak köyünden geçen Çatalan İçmesuyu İsale Hattının dolgu menfez geçişinde, oturma ve kaymadan dolayı 2006 yılında boru ek yerinde bir hasar meydana gelmiştir (Şekil 1.1). Burada derinlikleri 6-15 metre arasında değişen üç adet sondaj kuyusu açılmıştır. Bu sondajlardan ve yakın civarındaki mostralardan alınan numunelerin incelenmesi ve gerekli zemin mekaniği deneylerinin yapılması sonucu bazı jeoteknik bilgiler edinilmiştir. Bu yüksek lisans tez çalışmasında bu bilgiler doğrultusunda hasarlı bölgeye kazıklı temel yapılmasının uygunluğu araştırılmıştır.

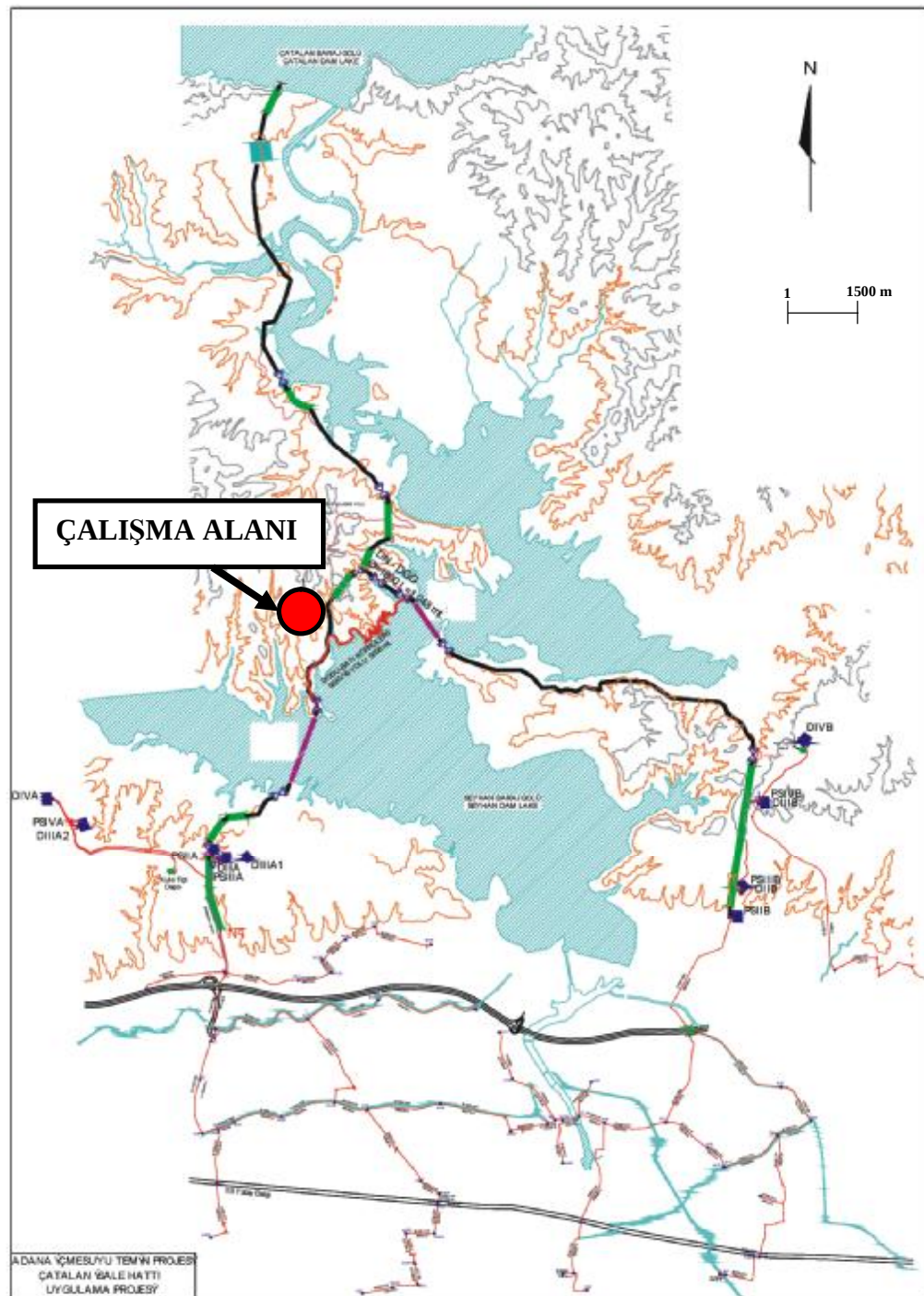
Aşağıda tez konusu kapsamında olduğu için önce Çatalan içmesuyu projesi, daha sonra temeller ve kazıklı temeller ile ilgili bazı literatür bilgileri verilmiştir.

1.1. Çatalan İçmesuyu İsale Hattı Projesi

Adana kentinin içme ve kullanma suyu ihtiyacı 2002 yılına kadar yeraltı sularından temin edilmiştir. Mevcut su sistemleri incelendiğinde nüfus artışı sonucu artan su talebi, yeraltı su kalitesinin bozulması, kuyulardan pompaj yoluyla çıkarılan suyun enerji maliyetinin çok yüksek olması, enerji kesintileri nedeniyle sürekli su sağlanamaması gibi nedenlerle Adana kentinin su ihtiyacının yüzey sularından karşılanması zorunlu hale gelmiştir. 1996 yılında yaptırılan fizibilite çalışması neticesinde su kaynağı olarak şehre 15 km. mesafedeki Seyhan Nehri üzerinde inşa edilen Çatalan Barajı rezervuarı ön görülmüş ve bu konuda DSİ ile de görüş birliğine varılmıştır. Baraj alanında nehrin yıllık ortalama debisi 5.219 milyar metreküptür.

Maliyeti yaklaşık 36 milyon Türk lirası olan Çatalan İçmesuyu Projesi Türkiye'nin en büyük içmesuyu projelerinin başında gelmektedir.

Adana Su Temin Sistemi'nin su kaynağı olan Çatalan Barajı Adana İli, Karaisalı İlçesine bağlı Çatalan Bucağı'nın 8 km Güneyinde Seyhan Barajı membasında ve Seyhan Nehri üzerinde bulunmakta olup, taşkın, enerji, içme suyu



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası (ASKİ, 2002)

olmak üzere üç amaçla inşa edilmiştir. Çatalandan çıkan içmesuyunun Adanaya gelirken izleyeceği iletim güzergahı Şekil 1.1. de gösterilmiştir.

Projeye göre; Çatalan Barajı'nda minimum 115m, maksimum 125m kotlarında tutulan, Toros Dağları'nda herhangi bir kirlenmeye maruz kalmadan gelen sular cazibeyle su alma yapısından arıtma tesisine (Şekil 1.2), buradan da isale hattı ile kente ulaştırılacak ve 65 m kotlarını da içeren 1. basınç bölgesi (Adana nüfusunun %61'i) hiçbir enerji ve kullanıcılara hidrofor kullanımı olmaksızın beslenecektir.

Baraj gölü üzerinde Seyhan Bölgesi için Batı Köprüsü (1375 m) (Şekil 1.3), Yüreğir Bölgesi için Doğu Köprüsü (825 m) isale hattı geçişi yer almaktadır. Seyhan ve Yüreğir'e içmesuyu göl üzerinden bu köprüler ile sağlanmaktadır.



Şekil 1.2. Çatalan içmesuyu arıtma tesisi.



Şekil 1.3. Seyhan gölü batı köprüsü.

1.1.1. Su Alma Yapısı

Çatalan Su Temin Sistemi'nin kaynağı, toplama havzası alanı 15.387 km², maksimum seviyede göl yüzey alanı 85.5 km², hacmi 2.2 milyar m³ olan Çatalan Baraj Gölü'dür. Gölün maksimum su seviyesi 126 m, minimum su seviyesi 115 m dir. Su, Çatalan Barajı'nın sağ tarafında yer alan tünel kesitli ve 12 m³/sn (1.000.000 m³/gün) kapasiteli su alma yapısı ile alınmaktadır. Ham su tesise, 2 adet Ø 2200 mm, 1.174,09 m çelik gömlekli betonarme borularla gelmektedir.

1.1.2. Projenin Sağlayacağı Faydalar

Projenin yararları şu şekilde sıralanabilir:

- * Adana kesintisiz şekilde, sağlıklı, kaliteli, TSE 266 ve dünya standartlarında içme ve kullanma suyuna kavuşacaktır.
- * Şehir nüfusunun % 60'ına su cazibe ile ulaşacaktır. Dolayısıyla su maliyeti düşecektir.
- * Şebekeye, yeterli ve düzenli sabit basınç ile içmesuyu verilecektir.

* Şehrin büyük kısmındaki apartmanlarda kullanılan su depolarına, hidroforlara, pompalara gerek kalmayacaktır.

* Mevcut pompajlı kuyu suyu sistemi devre dışı kalarak, bu sisteme ait işletme ve bakım giderlerinden tasarruf sağlanacaktır.

* Mevcut sistemdeki şebekenin işletilmesinde, gece ve gündüz tüketiminden ve basınç değişikliğinden kaynaklanan arızalar önlenecektir.

* Şebekenin düzenli işletilmesi ve sürekli su temini ile su kalitesi artacaktır.

1.1.2. Proje Aşamaları

Proje, 2040 yılında ulaşılması tahmin edilen 4 milyon nüfusa ve 1.000.000 m³/gün kapasiteye sahip olacak şekilde 2 aşamalı olarak planlanmıştır. Projenin 1. ve 2. aşamaları tamamlanmıştır.

1.1.3.1. Projenin 1. Aşaması

Projenin 1. aşaması kapsamında:

- * Çatalan Baraj Gölü'nde 1.500.000 m³/gün kapasiteli Su Alma Yapısı,
- * Planlanan 1,000,000 m³/gün kapasiteli İçmesuyu Arıtma Tesisinin, 250.000 m³/gün kapasiteli 1. Aşaması,
- * Toplam uzunluğu yaklaşık 35 km olan Ø2200mm-Ø1800 mm çapında İsale hattı,
- * Toplam uzunluğu 8,5 km olan 3,5 m çapında iletim tünelleri,
- * Seyhan Baraj Gölü üzerinde, Seyhan Bölgesi için 1375 m Yüreğir Bölgesi için 825 m köprülü isale hattı geçişi,
- * 81.000 m³ toplam hacimli 9 adet su deposu,
- * 7 Adet Pompa istasyonu,
- * Yaklaşık 55 km. uzunluğundaki şehir içi ana dağıtım şebekesi inşaatları,
- * Üç ayrı kontrol merkezinden oluşan Merkezi Kontrol Sistemi, bulunmaktadır.

1.1.3.2. Projenin 2. Aşaması

Projenin 2. aşaması kapsamında ise 250000 m³ /gün kapasiteye sahip İçmesuyu Arıtma Tesisi bulunmaktadır.

1.1.3. İçmesuyu Arıtma Tesisi

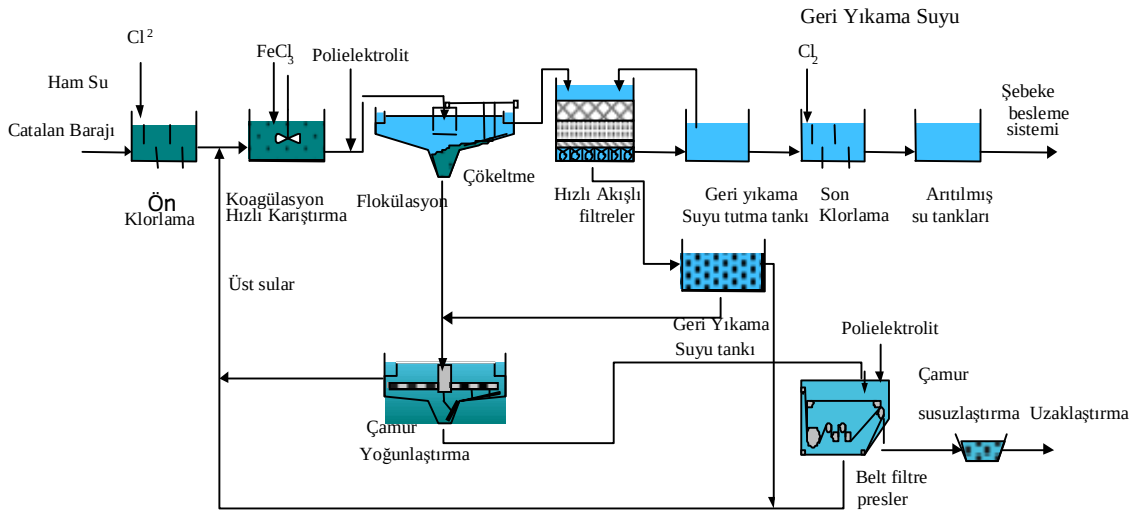
İçmesuyu Arıtma Tesisi Çatalan Baraj Gölü hamsu karakteristikleri dikkate alınarak Avrupa ve TSE standartlarına uygun içmesuyu temin etmek amacıyla maksimum 550.000 m³/gün, minimum 160.000 m³/gün kapasiteye göre tasarlanmıştır.

Arıtma projesi aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (Şekil 1.4):

- * Ön-Klorlama
- * Hızlı Karıştırma
- * Yumaklaştırma
- * Durultma
- * Filtreleme
- * PH Ayarlama
- * Son Klorlama
- * Arıtılmış Su Depolama
- * Geri Yıkama Suyu Bertarafı
- * Çamur Bertarafı ve Uzaklaştırılması

1.1.4. İçme Suyu Kalitesi

İçme ve kullanma suyu kalite kontrol çalışmaları Çatalan İçmesuyu Arıtma Tesisi Laboratuvarında yetkili elemanlarca yürütülmektedir. Laboratuvarlarda fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik su kalite parametre analizleri ve değerlendirmeleri yapılmaktadır.



Şekil 1.4. İçmesuyu arıtma tesisi proses akış şeması (ASKİ, 2002).

Çatalan Baraj gölünden alınan ham su abonelere ulaşmaya kadar izlenmektedir. Ham sudan, tesis ünitelerinden, arıtılmış sudan, ana depolardan, şebekeden gerekli periyotlarda; saatlik, günlük, haftalık, aylık olarak numuneler alınarak analizi yapılmakta sonuçlara göre arıtma tesisinin işleyişi değerlendirilmektedir.

Laboratuarlarda 45 adet su kalite parametresinin analizi yapılmaktadır. Periyodik olarak da Üniversite ve Refik Saydam Hıfzısıhha Enstitüsü gibi yetkili kurumlarda içme ve kullanma suyunun analizi yaptırılmaktadır (Şekil 1.5).

İçmesuyu; TSE 266, Dünya Sağlık Teşkilatı (WHO), Avrupa Birliği ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standart değerlerine uygun, sağlıklı, kaliteli içme ve kullanma suyudur. İçme ve kullanma suyunun aylık kalite raporu kurumun web sayfasında yayımlanmaktadır.

1.2. Jeoteknik Sorunlar

İçmesuyu talebinin ivedilikle karşılanması nedeniyle hızlı bir şekilde yapılan Çatalan İçmesuyu İsale hattında çeşitli sorunlar bulunmaktadır. Bunların başında isale hattının geçiş güzergahında bulunan dolgu menfez geçişleri gelmektedir.

Kontrolsüz yapılan dolgu menfez geçişleri uygun malzeme ile doldurulmamış ve standartlara uygun sıkıştırılmamıştır. Bu sebeplerden dolayı zamanla şev kayması, oturma ve borulanma gibi sorunlarla karşı karşıya kalınmıştır.



Şekil 1.5. İçmesuyu analizlerinin yapılması

Arazi incelemesi, arazi ve laboratuvar deney sonuçları birlikte değerlendirildiğinde isale hattının dolgudan geçen kısımlarının risk altında olduğu görülmüştür. İsale hattının oturma ve kayma nedeniyle hasar görmemesi için uygun ve etkili önlemlerin ivedilikle alınması gerekli olmuştur.

Özellikle T8-T9 arası km: 0+867 ~ 0+935, T9 çıkışı batı köprüsü arası km: 1+806 ~ 1+927, 2+397 ~ 2+435, 2+530 ~ 2+550, 2+700 ~ 2+730, 3+300 ~ 3+420, 3+960 ~ 4+000 gibi dolgu menfez geçişlerinde ve T4-doğu köprüsü göl geçişi km: 2+380 ~ 2+480 gibi dolgu menfez geçişlerinde bu sorunlar bariz bir şekilde görülmüştür. Bu alanlarda bir çok önlem yöntemi düşünülse de bunlar hem pahalı hem de zaman alıcıdır. Bu nedenle en ekonomik ve hızlı bir şekilde önlem alınmaya çalışılmıştır.

Tez konusunu oluşturan çalışma alanı km: 2+397 ~ 2+435 arasında bulunmaktadır. Çalışma alanındaki sorun dolgu menfez geçişinde ki oturma olması ve dolgu ile anakaya arasında ki şev stabilitesi sorunudur. Sorunun çözümü için ilerdeki bölümlerde anlatıldığı gibi perde duvarlı kazık ve enjeksiyon yapılması kararına varılmıştır.

1.3. Temeller

1.3.1. Temel

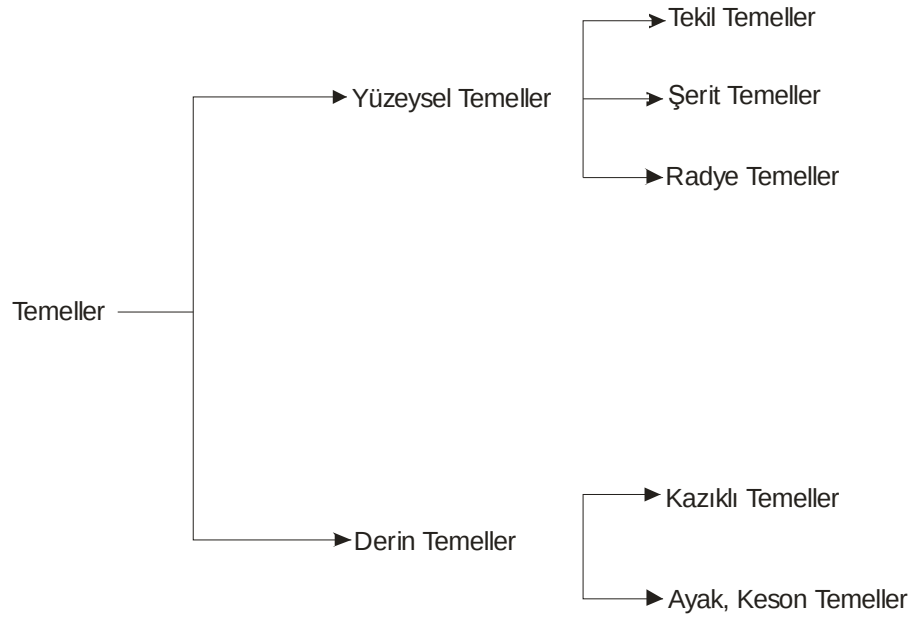
Temeller, üst yapı yüklerini zemine aktaran, Terzaghi'nin deyiimiyle “görkemsiz” en son yapı elamanlarıdır. Bunu yaparken, yapısal bütünlüklerini korumanın yanında, üzerinde bulundukları zeminleri de aşırı gerilmelere zorlamamalıdır. Çünkü aşırı gerilmeler zeminde kayma yenilmesine ve/veya aşırı oturmalarla neden olabilirler. Bu nedenle temel tasarımları, hem jeoteknik hem de yapısal gereksinimleri ekonomik olarak karşılamak zorundadır (Coduto, 2001).

Temeller, üzerindeki yapıdan gelen yükleri, kendi ağırlığı ile birlikte temel zemine; zeminde kırılma (kayma) olmadan, ayrıca bu olaya karşı belli bir güvenlikle (taşıma gücü koşulu) ve yapıya zarar vermeyecek oturmalarla (oturma koşulu) temel zemine aktaran eleman veya elemanlardır (Uzuner, 1996).

Öte yandan, temeller üst yapı yüklerini yapısal göçme olmadan üzerinde bulundukları zemin ve/veya kayaya aktarabilmelidir. Temellerin yapısal tasarımı hiç şüphesiz uygun dayanımlı bir beton ve donatı çeliği seçimini, gerekli temel kalınlığı ve donatı çubuklarının boyutu, sayısı ve aralığının belirlenmesini, üst yapı ve temel arasındaki bağlantının tasarlanmasını içerir. Ayrıca temeller inşa edilebilir olmalıdır (Coduto, 2001).

1.3.2. Temellerin Sınıflandırılması

Temel bir yapıyı yere bağlayan yapısal elemanlara denir. Bu elemanlar beton, çelik, ahşap yada diğer malzemelerden yapılır. Yapıyı daha derindeki anakayaya bağlamada kullanılırlar. Temeller sığ temeller ve derin temeller şeklinde iki genel sınıfa ayrılır (Şekil 1.6).

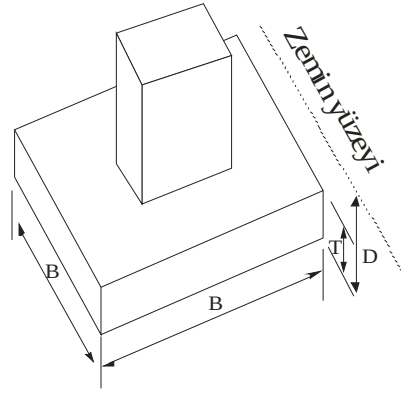


Şekil 1.6. Temellerin sınıflandırılması (Uzuner, 1996).

1.3.3. Tekil Temeller

Bir tekil temel (pabuç veya sömel olarak da bilinir), uygulanan yapısal yükleri bir kolon veya taşıyıcı duvar altında yeteri kadar geniş bir zemin alanı üzerine yaymak üzere yapılan genişletmedir. Şekil 1.7’de ve Şekil 1.8’de gösterildiği gibi her kolon ve taşıyıcı duvarın tipik olarak kendi tekil temeli vardır. Bu nedenle, her yapıda düzinelerce münferit sömel bulunabilir.

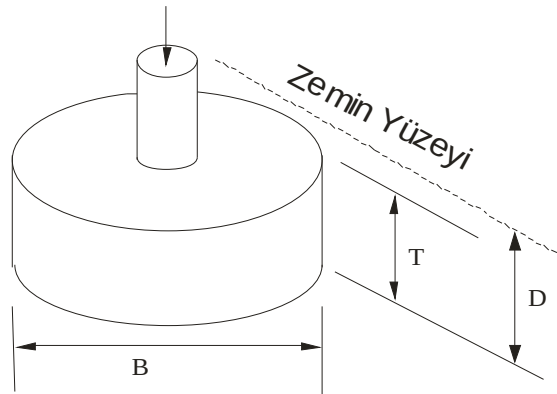
Tekil temeller her şeyden önce düşük maliyet ve kolay yapımları nedeniyle şu ana kadar kullanılan en yaygın temel tipidir. Çoğunlukla orta ile iyi zemin koşullu sahalardaki küçük ile orta boyutlu yapılarda kullanılırlar. Altlarında olağanüstü iyi zemin veya sığ derinlikli anakaya bulunan sahalara yerleştirildikleri zaman bazı büyük yapılar için de uygun olabilirler (Coduto, 2001).



Kare

BxB : Tekil temellerin plan boyutu
 D : Zemin yüzeyinden temelin tabanına olan derinlik
 T : Temel kalınlığı

Şekil 1.7. Kare tekil temellere bir örnek (Coduto, 2001).



Dairesel

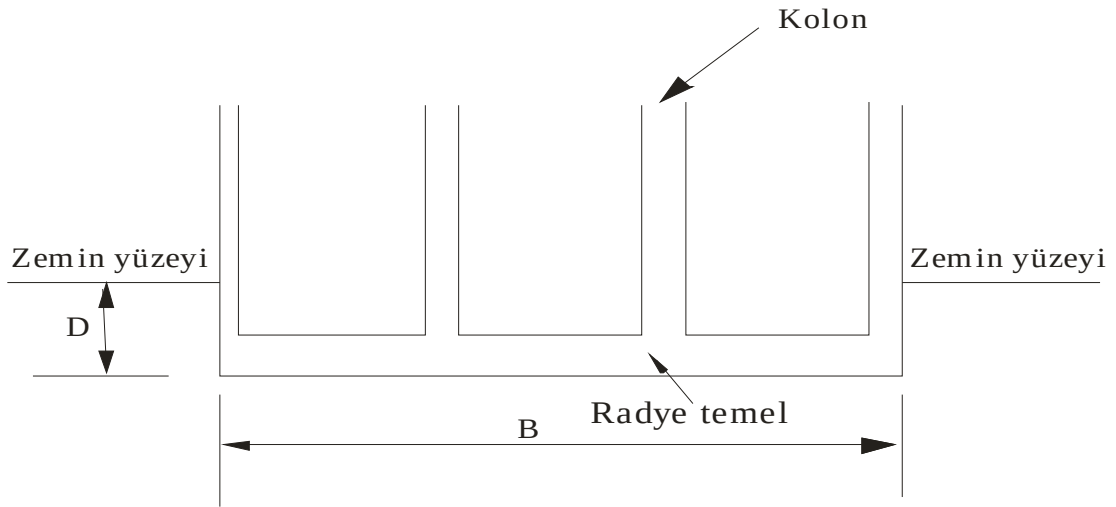
B : Tekil temellerin plan boyutu
 D : Zemin yüzeyinden temelin tabanına olan derinlik
 T : Temel kalınlığı

Şekil 1.8. Dairesel tekil temellere bir örnek (Coduto, 2001).

1.3.4. Radye Temeller

Radye, aslında genellikle yapının tüm temas yüzeyini kuşatan büyük yüzeysel temeldir. Hasır temeller olarak da bilinirler. Daima betonarmeden yapırlar (Coduto, 2001).

Yapısal yükler çok yüksek ve zemin koşulları çok kötü olursa yüzeysel temeller aşırı şekilde geniş olmalıdır. Şekil 1.9'de gösterildiği gibi genel bir kural olarak yüzeysel temellerin binanın oturma alanının % 50'den fazlasını kaplaması durumunda, bir radye veya derin temel tipi genellikle daha ekonomik olacaktır (Coduto, 2001).



Şekil 1.9. Bir radye temel (Coduto, 2001).

1.3.5. Derin Temeller

Mühendisler, inşa edilmeleri basit ve ucuz olduğundan, mümkün olan durumlarda yüzeysel temelleri kullanmayı tercih eder. Ancak, çoğu zaman yüzeysel temellerin en iyi seçim olmadığı durumlar ile karşılaşılır. Coduto (2001)'e göre bu durumlar;

- * Üst zeminlerin çok zayıf ve/veya yapısal yüklerin çok büyük olduğu ve böylece yüzeysel temellerin çok geniş olacağı durumlar. Binalar için iyi bir kural, temellerin toplam plan alanı, binanın toplam temas alanının üçte birini aştığı zaman, yüzeysel temellerin artık ekonomik olmamasıdır.

- * Üst zeminlerde aşınma söz konusu ise. Bu özellikle köprü temellerinde önemlidir.

- * Temelin, bir keson kazıkta olduğu gibi, suyun içinden geçme zorunluluğu.

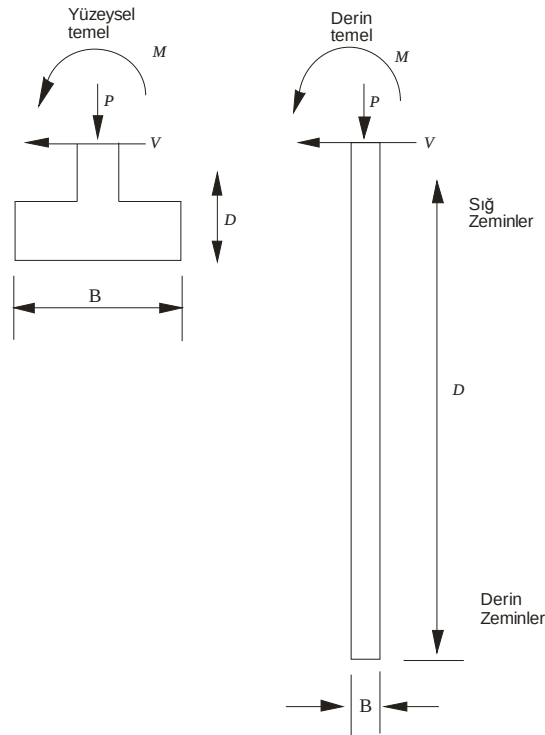
* Büyük bir kaldırma kapasitesinin gerekli olduğu durum (yüzeysel bir temelin kaldırma kapasitesi ölü ağırlığı ile sınırlıdır).

* Büyük bir yanal yük kapasitesinin gerekli olması.

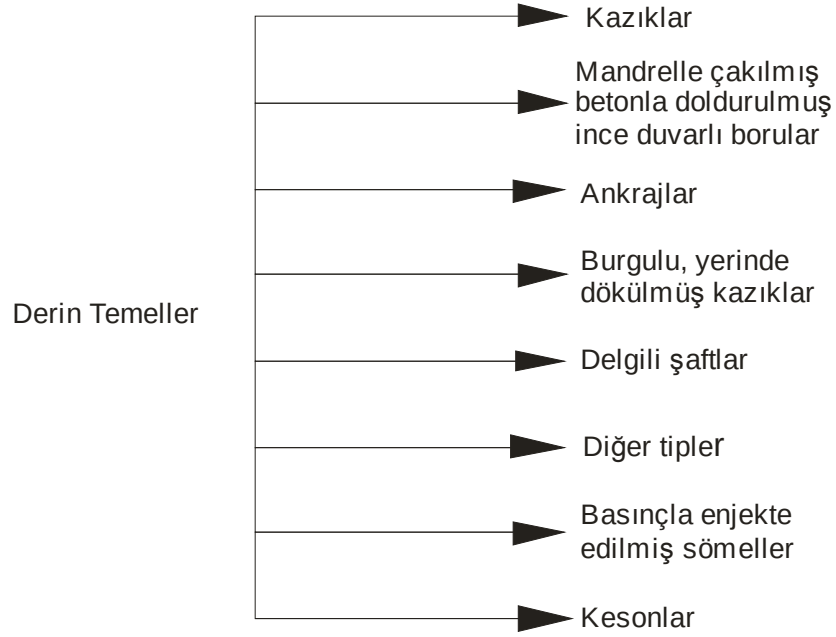
* Gelecekte temele çok yakın bir kazı olması ve bu kazının yüzeysel temelleri zayıflatmasıdır.

* Bu koşulların bir kısmında bir radye temel uygun olabilir. Fakat yüzeysel temellere en yaygın alternatif derin temel tipidir.

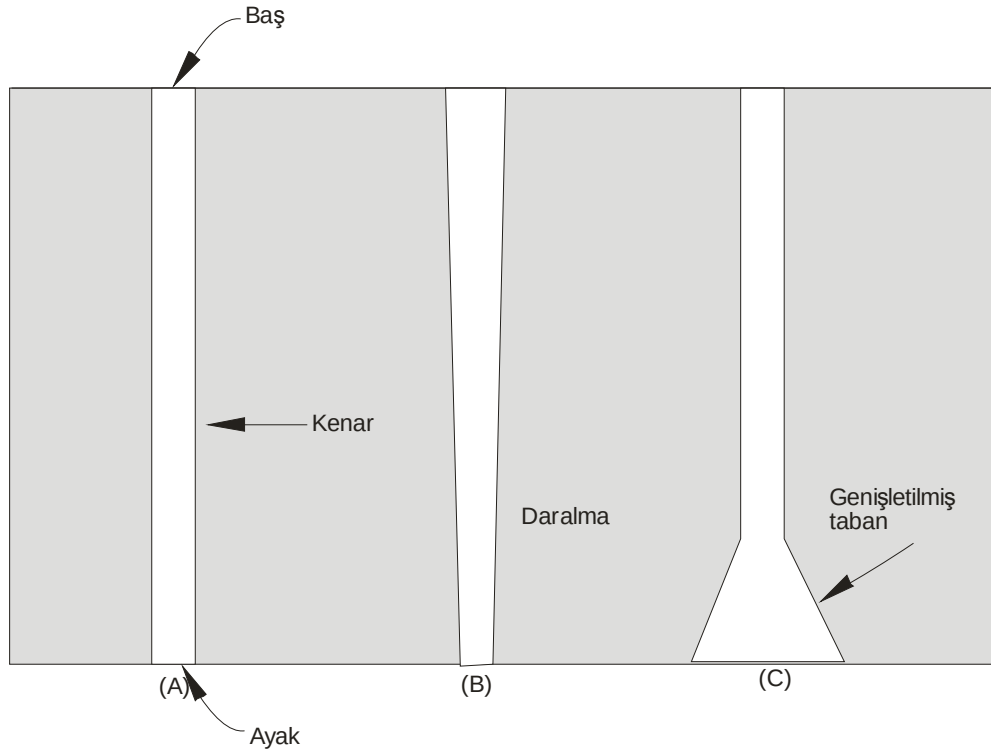
* Derin temel, uygulanan yüklerin bir kısmını veya tümünü Şekil 1.10’de gösterildiği gibi zemin yüzeyinden oldukça aşağıdaki zeminlere aktaran temeldir. Bu temeller tipik olarak zemin yüzeyinden aşağı 15 m düzeyinde derinliklere kadar uzansa da çok daha derin de olabilir, 45 m derinliğe kadar inebilirler. Petrol sondaj platformları gibi bazı deniz yapılarında daha da uzun derinliklere inilmiştir. Zeminler genellikle derinlikle iyileştiği ve bu yöntem daha büyük hacimde bir zemini harekete geçirdiği için derin temeller genellikle daha büyük yükler taşıyabilir. Şekil 1.11’de derin temel tipleri sıralanmış ve Şekil 1.12’de bölümleri gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Derin temeller uygulanan yapısal yüklerin çoğunu daha derindeki zemin katmanına aktarırlar (Coduto, 2001).



Şekil 1.11. Derin temel tipleri (Coduto, 2001).



Şekil 1.12. Derin temelin bölümleri: (A) düz temeller, (B) giderek daralan temeller ve (C) tabanı genişletilmiş temeller (Coduto, 2001).

1.4. Kazıklar

Kazıklar ve kazıklı temeller tarih öncesinden beri kullanılmaktadır. İsviçre'nin neolitik canlılarının günümüzden 12000 yıl önce sığ göl tabanlarında ahşap kazık çakarak üzerlerine barınak inşa ettikleri bilinmektedir.

Üst yapı yüklerinin bir bölümünü yada tümünü zemin yüzünden daha derinlerdeki tabakalara aktaran (temel derinliği/temel genişliği oranı genellikle 5'den büyük olan) temel sistemleri derin temel olarak nitelendirilmektedir. Derin temeller olarak kazıklı temeller, ayak/keson temeller ve derin kazı içine yerleştirilen yapı temelleri düşünülebilir (Yıldırım, 2004).

1.4.1. Kazık Temeller ve Çeşitleri

Derin temelin birinci tipi, zemin içine çakılan veya başka bir biçimde sokulan, önceden hazırlanmış uzun, ince yapısal elemanlardan oluşan kazık temeldir. Kazıklar, zemin yüzeyine yakın, taşıma gücü açısından zayıf zemin tabakalarına gelen yükleri daha derinde bulunan ve taşıma gücü açısından daha kuvvetli olan tabakalara yada ana kayaya aktarmak için kullanılan yapı elemanlarıdır. Mühendisler kazıkları, çok çeşitli yapıları desteklemek amacıyla hem karada hem de denizde kullanırlar. Kazıklar, çeşitli malzemelerden ve her bir projenin ihtiyaçlarına göre farklı çaplarda ve uzunluklarda yapılır (Coduto, 2001).

Kazıklar değişik özellikleri göz önüne alınarak birçok şekilde sınıflandırılabilir. Örneğin kazık malzemesi göz önüne alındığında ahşap, beton, çelik veya bunlardan ikisinin bir arada kullanıldığı türlerden söz edilebilir. Yükü zemine aktarışı düşünüldüğünde ise büyük kesimi kazık ucunda taşıtılıyor ise uç kazığı, kazık çevresinde taşıyorsa sürtünme kazığı gibi adlarla anılır. Kazıklardan çekme yükünü karşılayanlar ise çekme kazığı adını alırlar. Bazı kazıklar özel üretim biçimleri nedeniyle patente sahip firmanın adı ile anılırlar (örneğin Franki Kazıkları gibi) (Yıldırım, 2004).

Kazıklara gelen yükler genellikle üst yapıdan gelen eksenel basınç kuvvetleridir. Açık deniz platformlarında, rıhtım duvarlarında, sürekli veya aralıklı iksa duvarlarında ve şev stabilizesi gibi bazı mühendislik uygulamalarında ise

kazıklar; yanal toprak basıncı, dalga ve deprem kuvvetlerinin doğurduğu yatay yüklerin, eğilme momentlerinin etkisinde kalabildikleri gibi; suyun kaldırma kuvvetine benzer çekme kuvvetlerinin de etkisinde kalabilirler. Suyla ilişkiye geçtiğinde kabaran veya ani çökme gösteren zeminlerde üst yapı yüklerini aktif zon diye tanımlanan bir bölgenin dışına aktarmak için de kazıklardan yararlanılır. Kazıklar bazı durumlarda zemin hareketini kontrol amacıyla kullanılabilir. Bununda ötesinde kazıklara, zemin ıslahına yardımcı olarak yumuşak veya gevşek zeminlerin sağlamlaştırılmasında da başvurulur (Coduto, 2001).

Günümüzde kazık temeller hasmane ortamlarda bile çok büyük yükleri taşıyabilir. Bunlar arasında belki de en etkileyicisi, denizdeki petrol sondaj platformları için olanlardır. Bunların, 3 m kadar büyük çaplarda olup; rüzgâr, dalga ve deprem kuvvetleri nedeniyle büyük yanal yüklere karşı koymaları gerekir (Coduto, 2001).

Kazık temel sisteminin yapı güvenliği için gerekli olduğu bazı koşullar aşağıda sıralanmaktadır.

* Üst çok zayıf ve/veya yapısal yüklerin çok büyük olduğu ve böylece yüzeysel temellerin çok geniş olacağı durumlar. Binalar için iyi bir kural, temellerin toplam plan alanı, binanın toplam temas alanının üçte birini aştığı zaman, yüzeysel temelleri artık ekonomik olmamasıdır.

* Köprü kenar ve orta ayakları erozyon nedeniyle temel altının oyulmasına karşı kazıklı olarak düzenlenebilir.

* Temelin, bir keson kazıkta olduğu gibi, suyun içinden geçme zorunluluğu.

* Büyük bir kaldırma kapasitesi gerekli olduğu durum (yüzeysel bir temelin kaldırma kapasitesi ölü ağırlığı ile sınırlıdır).

* Büyük bir yanal yük kapasitesi gerekli olduğu durum.

* Gelecekte temele çok yakın bir kazı olması ve bu kazının yüzeysel temelleri zayıflatması durumu.

* Zemin profilindeki zemin tabakalarının fazla eğimli olması.

* Farklı oturmalara karşı hassas olan yapılarda.

- Gevşek granüler zeminlerin sıkı hale getirilerek iyileştirilmesi amacıyla kullanılabilir.

1.4.2. Kazık Tipleri

Kazıkları imal edildikleri malzemenin cinsine göre dört guruba ayrılmaktadır. Bunlar ahşap kazıklar, betonarme kazıklar, çelik kazıklar, karmaşık (kompozit, genellikle kazığın alt kısmı ahşap veya çelik, üst kısmı betonarme olarak yapılan) kazıklar. Her birinin avantaj ve dezavantajları söz konusudur ve yine her biri belirli şartlarda en iyi hizmeti sağlar. Bir kazık tipini seçerken, aşağıdakiler de dahil olmak üzere birçok faktör dikkate alınmaktadır. Bu durumlar;

- * Uygulanan yükler düşük ve orta ise ahşap en uygun kazık türüdür. Oysa çelik kazıklar ağır yükler için çok ekonomik olabilir.

- * Çoğu kazık tipleri yalnızca belli çaplarda olur.

- * Karayolu taşımacılık yönetmelikleri ve pratik kazık çakma yükseklikleri genellikle kazık parçalarının uzunluklarını yaklaşık 18 m.de (60ft) sınırlandırır. Bu nedenle, daha uzun kazıklar çakma esnasında birbirine eklenen çoklu parçalardan oluşmaktadır. Kazıkların bazı tipleri kolayca eklenirken bazıları zor eklenmektedir.

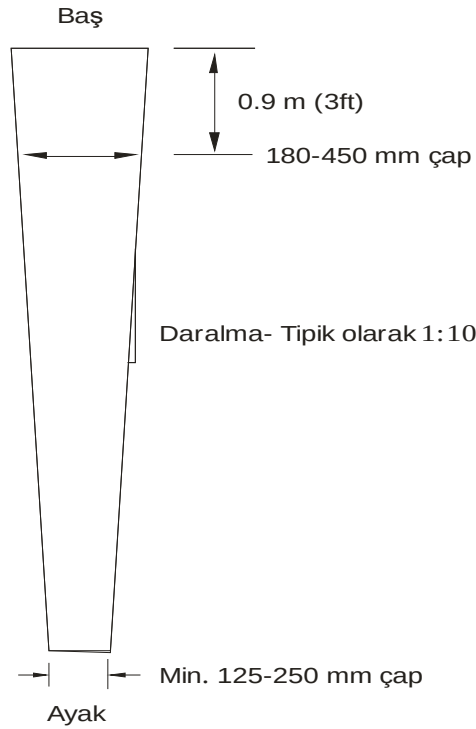
- * Bazı kazık tipleri belirli coğrafik alanlarda bol olabilirken bazıları az bulunmaktadır. Bu da her bir tipin maliyetini önemli biçimde etkileyebilmektedir.

- * Belirli ortamlar kazıkların kötüleşmesine neden olabilir. Örneğin sürekli değişen su seviyesinde ahşap kazıklar sağlıklı olmamaktadır.

- * Bazı kazıklar sert çakmalara izin verirken bazıları hasara uğrayabilir. Çelik ve betonarme kazıklar daha dayanıklı ahşap kazıklar ise daha zayıftır.

1.4.2.1. Ahşap Kazıklar

Binlerce yıldır kullanılmakta olan ahşap kazıklar birçok uygulamalar için iyi bir tercih olmaya devam etmektedir. Düz ağaç kütüklerinden yapılırlar ve telefon direklerine benzerler. Ağaçlar doğal olarak uca doğru incelendiğinden, bu kazıklar baş aşağı çakılır. Bu yüzden, en büyük çap Şekil 1.13’de gösterildiği gibi baş kısımdadır (Coduto, 2001).



Şekil 1.13. Tipik bir ahşap kazık (Coduto, 2001).

Ahşap kazık imalinde kullanılacak ağaçlar dikkatle seçilmelidir. Ağaç üzerinde yarık, çatlak, büyük ve gevşemiş budaklar bulunmamalıdır. Kazık yapılmasında en çok kullanılan ağaç cinsleri çam, köknar, sedir ve meşedir. TS3169 özel dayanıklılık sağlanması istenen işlerde meşe kullanılmasını tavsiye etmektedir (Toğrol ve Tan, 2003).

Ahşap kazıkların çoğu, aşağıya doğru 100 ile 400 kN eksenel yük taşıyacak şekilde tasarlanır. Başlıca avantajları, özellikle yakında uygun ağaçlar bulunabildiği zaman düşük yapım maliyetidir. Gemilerden kaynaklanan yükler gibi çarpma yüklerine dirençlerinden dolayı, genellikle su kıyısı yapılarında kullanılırlar (Coduto, 2001).

TS3169 ahşap kazıkların ortalama çaplarını kazık boylarına göre tanımlamıştır. Boyu 6 m den kısa kazıklarda ortalama çap $D = 25 \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$, boyu 6 m den uzun kazıklarda ortalama çap $D = (20 + L) \text{ cm} \pm 2 \text{ cm}$. Burada L metre cinsinden kazığın boyunu göstermektedir (Toğrol ve Tan, 2003).

Bazı kazıklar çakma esnasında da hasara maruz kalırlar. Tekrarlı sert şahmerdan darbeleri yarılmaya, ezilmeye ve ayakta hasara neden olabilir. Bu problemleri aşağıda bahsedilen önlemler ile kontrol etmek olasıdır (Coduto, 2001).

* Şahmerdan ve kazık arasında uygun tamponlar ile hafif ağırlıklı şahmerdan kullanmak

* Başa yakın kuşaklar kullanmak (genellikle sadece Douglas köknarında gereklidir)

* Ayakta çelik pabuç kullanmak

* Önce delik açma

Ancak, bu önlemler bile hasarı önlemek için her zaman yeterli değildir. Bu nedenle gevşek kumlar ve yumuşak-orta sert killerdeki sürtünme kazıları gibi hafif çakmalı koşullar için, ahşap kazıklar en uygun olanıdır. Genellikle, sıkı ve sert zeminler için veya uç taşıma kazıkları olarak uygun değildirler (Coduto, 2001).

1.4.2.2.Çelik Kazıklar

Çok kullanılan çelik kazıklar, boru, kutu, H-kesitli kazıklardır. Geniş flanşlı H-kesitli veya “I” Profilli kazıklar da kullanılmaktadır (Toğrol ve Tan, 2003).

Uçları açık çakılan kutu ve boru kesitli kazıkların çakılmasını kolaylaştırmak amacı ile tabandaki zeminin kazılması veya ters su sirkülasyonu ile temizlenmesi yollarına başvurulur. Kutu veya boru tipi çelik kazıkların ağır yükleri taşımaları istenildiği zaman uçları kapalı olarak çakılmaları mümkündür. Kazığın derine çakılması durumunda ucu açık bırakılır, fakat kazık ucundan belli bir uzunluk yukarıda ortası delik bir plaka ile uç mukavemeti sağlanır. Plakanın ortasındaki delik, çakım sırasında kazık ucunda sıkışan su, silt veya yumuşak kilin kaçması için bırakılmaktadır (Toğrol ve Tan, 2003).

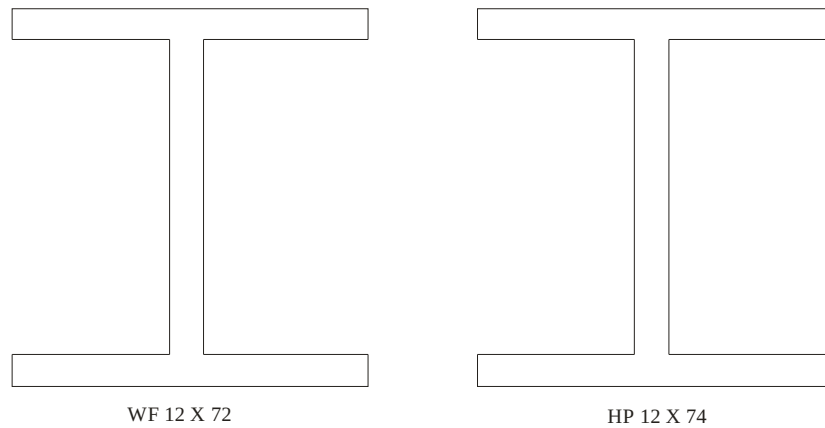
Çelik kazıkları eklemek kolaydır. Gerekli uzunluk 18 m’den büyük olduğu zaman genellikle iyi bir tercihtirler. Müteahhit basitçe ilk bölümü çakar, bundan sonra bir sonraki bölümü kaynak yaparak birleştirir ve çakmaya devam eder. Özel çelik ekleyiciler bu işlemi daha hızlı ve daha etkin yapabilir. Kesilmeleri de kolaydır.

Bu, düzensiz kaya yüzeylerine çakılan uç taşıma kazıkları nedeniyle önemli olabilir (Coduto, 2001).

Çelik kazıklar, hem pahalı hem de çakma esnasında çok gürültü çıkartmak gibi dezavantaja sahiptirler. Bazı ortamlarda aşırı derecede paslanmaya maruz kalabilirler.

H Kazıkları: HP kesitleri veya sadece H kazıkları olarak bilinen özel haddelenmiş çelik kesitler, özellikle kazık olarak kullanılmak için yapılırlar. Bu kesitler, WF (geniş flanş) şekillerine benzerler. Temel fark şudur: gövde geniş flanşlı elemanlardaki flanşlardan daha ince iken, H kazıklarda eşit kalınlığa sahiptir. Bu kazıklar tipik olarak 15 ile 50 m uzunluktadır ve 350 ile 1800 kN eksenel proje yükü taşırlar (Coduto, 2001).

H kazıkları küçük deplasman kazıklarıdır. Çünkü çakılırken zemini nispeten küçük hacimli yer değiştirmeye zorlarlar. Bu, yüksek dayanımları ile birleşince, küçük deplasman kazıklarını güç çakma koşulları için mükemmel bir tercih haline getirir. Genellikle ana kayaya çakılır ve uç taşıma kazıkları olarak kullanılırlar. Kazığın sert çakma ile karşı karşıya kalması durumunda, kazığın ayağını korumak amacıyla güçlendirilmiş çelik uç kullanmak gerekli olabilir. Şekil 1.14’da H kazığı (HP) ve WF (geniş flanş) kazığı gösterilmiştir (Coduto, 2001).



Şekil 1.14. Tipik geniş flanşlı (WF) ve H kazığı (HP) arasında bir karşılaştırma (Coduto, 2001).

Boru Kazıklar: Çelik boru kesitler de yaygın bir şekilde kazık olarak kullanılmaktadır (Şekil 1.15). Tipik olarak 200 ile 1000 mm çapta, 30 ile 50 m

uzunluktadırlar ve 450 ile 7000 kN eksenel yük taşırlar. Çok çeşitli çaplarda ve et kalınlıklarında bulunabilirler ve hatta bazı mühendisler kullanılmış çelik boru hatlarını ıslah etmiş ve onları kazık olarak kullanmıştır. Gerekli olduğu zaman özel boyutlarda da imal edilebilirler. Deniz projelerinde 75 mm et kalınlıklı, 3 m kadar büyük çapta boru kazıklar kullanılmıştır (Coduto, 2001).

Boru kazıkların alet momenti H kazıklardan daha büyüktür. Bu yüzden büyük yanal yüklerin bulunduğu durumda iyi bir seçim olabilirler (Coduto, 2001).

Boru kazıklar kapalı uçlu veya açık uçlu olarak çakılabilirler. Kapalı uçlu borunun, düz bir çelik levhaya veya ayağa kaynatılan konik çelik bir ucu vardır. Bunlar büyük deplasman kazıklarıdır. Çünkü zemini büyük bir hacimde yer değiştirmeye zorlarlar. Bu durum yük kapasitesini artırır. Fakat çakılmalarını daha çok güçleştirir. Bunun aksine, açık uçlu kazıkta ayağı engelleyen bir şey yoktur ve kazık çakılırken zemin borunun içine girer. Küçük çaplı, açık uçlu boru kazıkların alt kısmı çoğunlukla zeminle tıkanır. Böylece, bir zemin tıkacı oluşur. Bu nedenle, açık uçlu bir boru kazık, kapalı uçlu bir boru kazıktan daha az zemini; ancak bir H kazıktan daha çok zemini yer değiştirmeye zorlar. Açık uçlu kazıklar başlıca kıyı ötesi inşaatlarda kullanılırlar (Coduto, 2001).



Şekil 1.15. Tipik bir çelik boru kazık kesiti (Coduto, 2001).

Kapalı uçlu boru kazıkları çakımdan sonra, herhangi bir hasar olup olmadığını incelenebiliriz. Çünkü, iç kısmı zemin yüzeyinden görülebilir. Böylece, bütünlüğü ve eğilme olup olmadığını kontrol edebiliriz.

1.4.2.3.Betonarme Kazıklar

Beton kazıklar, zemine çakılan, önceden imal edilmiş donatılı beton elemanlardır. Bu sınıf, zemin içinde beton dökümünü içeren teknikleri kapsamaz (Coduto, 2001).

Beton çakma kazıklar, kazık dökülmesine elverişli bir yerde hazırlanır, sonra çakılacak yere nakledilir. İnşaat sahası uygun olursa kazıklar şantiyede de dökülebilir. Betonarme kazıklar oldukça büyük yükleri, yumuşak ve gevşek zemin tabakaları altındaki, sağlam tabakaya taşımakta son derece kullanışlıdır. Kazık ağırlığından tasarruf sağlanması amacıyla bazen içi boş kesitli olarak imal edilmektedir (Toğrol ve Tan, 2003).

Çelik kalıplar öngerdirmeli beton kazık imalatında kullanılmaktadır. Önceden gerdirilmiş halatlar yerine yerleştirilir ve çekmeye maruz bırakılır. Etriye donatıda yerleştirilir. Bundan sonraki adım, kalıbın yüksek kaliteli betonla doldurulması, su geçirmez kendir ile kaplanması ve bir gün süreyle buhar kürüne tabi tutulmasıdır. Bir sonraki gün halatlardaki çekme bırakılır ve kazıklar kalıpların içinden çıkarılarak küre bırakılır (Coduto, 2001).

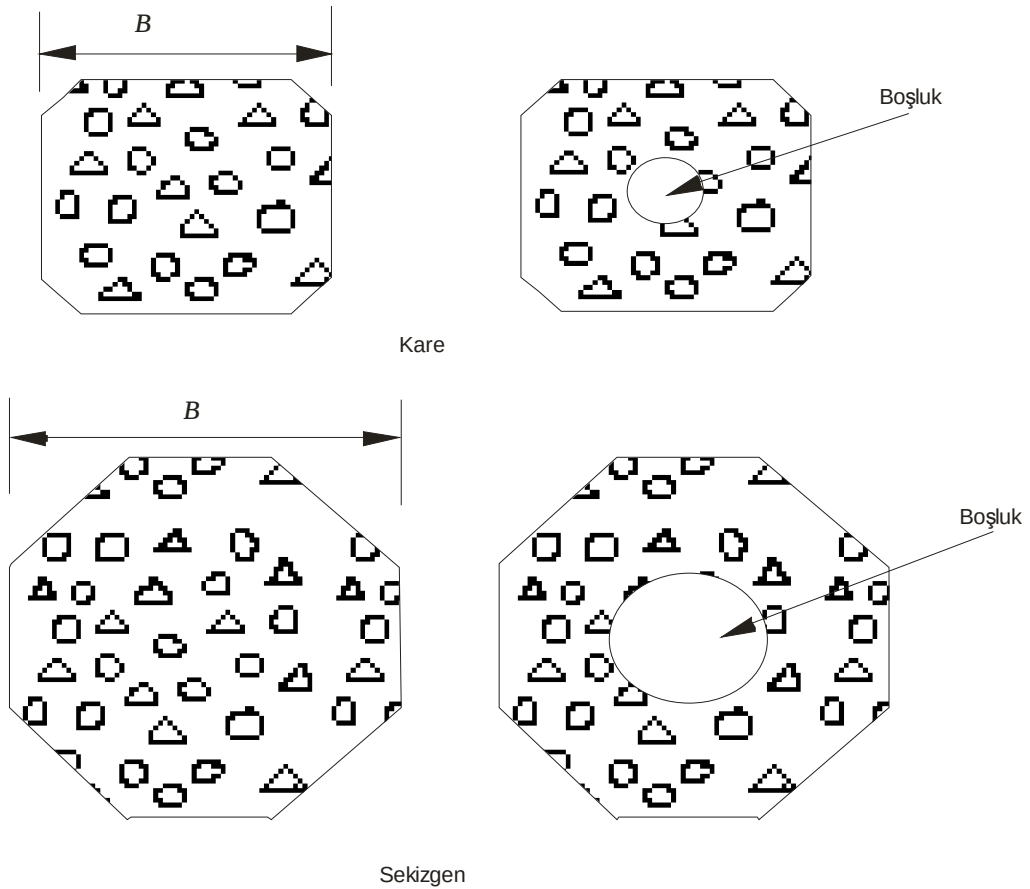
Diğer şekiller kullanılmasına rağmen, Şekil 1.16'de gösterildiği gibi, genellikle kare veya sekiz köşeli enine kesitlere sahiptir. Tipik olarak, 205 ile 600 mm çapında, 12 ile 30 m uzunluğundadırlar ve 450 ile 3500 kN eksenel proje yükleri taşırlar (Coduto, 2001).

Beton kazıkları eklemek için birkaç yöntem mevcuttur. Bu teknikler genellikle çelik kazıkları eklemek için kullanılan tekniklerden daha pahalı olmasına rağmen, bazı durumlarda ekonomik olabilirler. Bununla birlikte, çelikten farklı olarak beton kazıkları kesmek zor ve pahalıdır. Bu nedenle, onları, çakma esnasında refü ile karşılaşmayan (Refü, kazığın daha fazla çakılmayacağı anlamına gelir. Bu yüzden, üst kısmı kesmek zorunlu olur) sürtünme kazıkları veya gerekli uzunluğun

üniform ve tahmin edilebilir olduğu yerlerde uç taşıma kazıkları olarak kullanmak en uygundur (Coduto, 2001).

Beton kazıklar, güç çakma koşullarına çelik kazıklar kadar müsamahalı değildir ve nakletme, dağıtma ve çakma esnasında büyük olasılıkla hasar görürler. Beton kazıklar bunlara rağmen çok tutulmaktadır. Çünkü genellikle çelik kazıklardan daha ucuzdur. Ayrıca, yük kapasiteleri de yüksektir (Coduto, 2001).

DIN4026, 10 m. den daha uzun kazıklarda boyuna donatı alanının kazık kesit alanının % 0.8 inden daha az olamamasını, kare kesitli kazıklarda çapı 14 mm den daha küçük olmayan dört demir, daire kesitli kazıkların çevresinde 14 mm den küçük olmayan beş demir konulmasını istemektedir. New York City Building Code (1999) boyuna donatı alanının kazık kesit alanının en az % 0.2 si kadar ve en az 4 adet boyuna donatı konulması öngörülmüştür (Toğrol ve Tan, 2003).



Şekil 1.16. Tipik beton kazıkların enine kesiti (Coduto, 2001).

1.4.2.4. Yerinde Dökme Beton Kazıklar

Betonarme yerinde dökme kazıklar, kaplama borusu veya kaplama borusuz sondaj deliği içinde imal edilir. Ucu kapalı bir kaplama borusunun şahmerdan, hidrolik veya titreşimli bir çekiç vasıtası ile zemine sokulması için yer hazırlanan kazıklara yerinde dökülen betonarme çakma kazık adı verilir (Toğrol ve Tan, 2003).

Yerinde dökülen betonarme çakma kazıklar:

- * Kaplama borusuz kazıklar (Zemin içinde silindirik bir çukur açan çelik bir çarığın çakılması ve meydana gelen çukurun veya kendini tutabilen çukurun betonlanması ile imal edilen kazıklar),

- * Kaplama borusu yerinde bırakılan kazıklar,

- * Kaplama borusu çıkarılan kazıklar, olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

TS3168 uzunluklarına göre betonarme yerinde dökme kazıkların çaplarının en küçük değerini vermektedir (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Yerinde dökülen beton kazıkların en küçük çapları (Toğrol ve Tan, 2003).

Kazık boyu, L (m)	En küçük kazık çapı , D (mm)
$L \leq 10$	300
$10 < L \leq 15$	350
$15 < L \leq 20$	400
$20 < L \leq 30$	500

Yerinde dökme beton kazıkların donatısı, önceden hazırlanmış donatı kafesinin, genellikle betonlama işlemine başlanılmadan önce, kazık çukuruna yerleştirilir. Betonlama, tremi borusu ile kazık çukurunun altından başlanarak veya beton pompası ile yapılır. Betonun kazık çukurunu doldurması ve araya yabancı madde karışmamasına dikkat edilmelidir (Toğrol ve Tan, 2003).

Yerinde dökme beton beton kazıkların bütünlüğünü etkileyen nedenler şöyle sıralanabilir (Sliwinski ve Fleming, 1983):

- * Beton kalitesi yetersizdir. Dökülmesi sırasında beton segregasyona uğramış ve bu yüzden mukavemeti düşmüştür.

* Öngörülen kazık kesiti sağlanamamıştır. Beton içine yabancı madde karışmış, kılıfın hızlı çekilmesi yüzünden kesite su hücumu gibi nedenlerle istenilen kazık kesiti her derinlikte sağlanamamıştır.

* Kazık ucunun oturduğu zeminde örselenme meydana gelmiştir. Kazık çukurunun açılması sırasında, kazık ucunun yerleşeceği zemin örselenmiş veya kazı döküntüleri dolmuştur. Kazık ucu altındaki örselenme, geniş bir kesimi kapsıyor olabilir.

* Donatı kafesi yerinde değildir.

Yerinde dökme beton kazıklarda imalat sırasında kullanılan kaplama borusu, bazı kazık tiplerinde zemin içinde bırakılır, bazı tiplerde ise kazık betonlandıktan sonra zeminden çıkarılır (Toğrol ve Tan, 2003).

Yerinde dökme beton (fore) kazıkların yapımında dikkat edilecek hususlar şunlardır (Toğrol ve Tan, 2003):

Kazık çukurunun çeperlerinin stabilitesi sağlanmalıdır. Özel olarak yer altı su seviyesi altındaki veya zeminde artezyen bulunması durumundaki kazık çukuru içinde, su doldurularak veya uygun başka sıvılar kullanarak en az 1.0 m lik bir hidrolik yük farkı oluşturulmalıdır.

* Kazık çukuru betonlanmadan önce iyice temizlenmeli, zemin döküntüsü ve yabancı maddelerin betona karışması önlenmelidir.

* Çukurun hazırlanması ile betonlama arasında geçen zaman en aza indirilmelidir.

* Çukur kazısı kılıfın 1.00 m altına kadar sürdürülür. Donatı Kafesi, çukurun tabanına kadar indirilir, böylece kılıfın ucundan 1.00 m aşağıya uzatılır. Betonlama sırasında bir yandan kılıf çekilirken çevreden zemin ve suyun girmesine engel olunurken bir yandan da kılıfın yukarı çekilmesi kolaylaştırılır.

* Betonlamayı kolaylaştırmak için etriyeler arasındaki uzaklıklar, pas payları uygun değerlerde seçilmeli ve donatının kılıfa dokunmaması için pas payı takozları kullanılmalıdır.

Yerinde dökme beton kazıkların (fore veya sondaj kazıkları) yapımında kullanılan başlıca yöntemlerde şöyle özetlenebilir (Toğrol ve Tan, 2003).

1) Bir yöntem, kendini tutabilen kazık çukuruna donatı indirilmesi ve çukurun betonlanması ile kazık yapılmasıdır. Yeraltı suyu bulunması veya çukur çeperlerinin kendini tutamaması halinde bu yöntem uygulanmaz.

2) Diğer bir yapım yöntemi, kazık çukurunun stabilitesini sağlamak için kılıf kullanılmasıdır. Kılıf çukur kazıldıkça aşağıya sürülür.

3) Başka bir yapım yöntemi, bentonit süspansiyonu kullanarak çukur çeperlerinin stabilitesinin bozulmasının önlenmesidir. Özellikle geniş çaplı kazıkların yapımında yararlı bir yöntemdir.

4) Burgu ile yapılan kazıklarda çukur istenilen derinliğe kadar açıldıktan sonra burgu geri alınırken beton dökülür. Bu yöntemde, burgunun geri alınması ile beton dökülmesinin eş zamanlı olmasına dikkat edilmelidir.

Yerinde dökme beton kazıkların minimum donatıları Çizelge 1.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Yerinde dökme beton kazıkların minimum donatısı (Toğrol ve Tan, 2002).

Kazık kesit alanı, A	Boyuna donatı alanı, A _s
$A \leq 0.5 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0.5 \% A_c$
$0.5 < A \leq 1.0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0.0025 \text{ m}^2$
$A > 1.0 \text{ m}^2$	$A_s \geq 0.25 \% A_c$

TS3168’e göre yerinde dökme betonarme kazıklarda boyuna donatı en az 5 adet 14 mm çaplı demir olmalı; donatı alanı, kazık kesit alanının % 0.8 inden küçük olmamalıdır. Boyuna donatı aralıkları betonun kolayca kesite yerleşmesine engel olmayacak şekilde düzenlenmelidir. Enine donatı aralıkları en çok 150 ~ 200 mm olmak üzere spiral şeklinde konulmalıdır (Toğrol ve Tan, 2003).

Pas payı, kazık çapı 0.60 m den büyük olan kazıklarda 60 mm, çapı 0.60 m ye eşit veya daha küçük olan kazıklarda 50 mm olabilir. Buna karşılık TS3168, pas payının en az 30 mm olmasını, zararlı suların söz konusu olduğu durumlarda en az 50 mm olmasını yeterli görmektedir (Toğrol ve Tan, 2003).

Yerinde dökme betonarme kazıkların yapımında kullanılacak beton,

* Segregasyona karşı yeterli dayanıklılığı bulunmalı,

* Yüksek plasiteli olmalı,

- * Yıkıcılığı fazla olmamalı,
- * Kendi kendine sıkışabilmeli,
- * Yerleştirme ve kaplama borusu çekilmesi sırasında işlenebilirliği yeterli olmalıdır.

Yerinde dökme beton kazıkların yapımında, kazık çukurunun yıkılmaması için, kayma mukavemeti yeterli süspansiyonlardan yararlanılır. Bunlar arasında bentonit süspansiyonu, polimer süspansiyonları bulunmaktadır (Toğrol ve Tan, 2003).

1.4.2.5. Soket Yapılması

Yerinde dökme beton kazıkların çukurunun kazılması sırasında döküntü zemin veya taban kabarması ile ortaya çıkan zayıf zeminin dışarı çıkarılmasında güçlük olabilir, yada kazığın uç mukavemetinden tam olarak yararlanılması istenebilir. Bu gibi durumlarda, kazık ucuna soket yapılması düşünülebilir. Soket yapılması için uygun bir yöntem, donatı kafesi içine çimento enjeksiyonu yapılmasına elverişli borular monte edilmesi, kazığın betonlanması tamamlandıktan sonra bu borulardan basınçlı harç püskürtülerek soket yapılmasıdır. Enjeksiyon boruları yerine, günümüzde yaygın bir uygulama alanı bulmuş olan “tube a machettes” kullanarak da soket betonu püskürtülür (Toğrol ve Tan, 2003)

Kazık gövdesinin betonlanmasından en az sekiz gün geçtikten sonra enjeksiyon borularında su/çimento oranı 3/5 olan harç basılır (Toğrol ve Tan, 2003).

Soketli kazıklarda yüksek uç mukavemeti, uçtaki zeminin sıkıştırılması ile sağlanmaktadır. Bu yüzde enjeksiyon basıncının doğru seçilmesi önemlidir. Çok yüksek basınçlar uygulanması halinde zemin bozulabilir (hydrofracture) ve bu durum enjeksiyon basıncının ani düşmesi ile anlaşılır. Tecrübe, sıkı kumlarda, dakikada 1-2 litre enjeksiyon yapılmasını sağlayacak basıncın uygun olduğunu göstermiştir (Toğrol ve Tan, 2003).

1.4.2.6. Kompozit Kazıklar

Kompozit kazıklar, iki veya daha fazla malzemeden oluşan kazıklardır. Betonla doldurulmuş bir çelik boru kazık buna örnek olarak verilebilir. Normal beton kazıklar, donatı çeliği içerseler bile kompozit kazıklar olarak dikkate alınmazlar (Coduto, 2001).

Beton Doldurulmuş Çelik Boru Kazıklar: Çelik boru kazıklar çakıldıktan sonra bazen betonla doldurulur. Bunlar, daha büyük ağırlıkları nedeniyle daha fazla kaldırma kapasitesine, betonun dayanımından dolayı da artan kesme ve moment kapasitesine ve aşındırıcı ortamlarda daha uzun yararlı bir ömre sahip olacaktır. Ancak, aşağı doğru yük kapasitesinde az miktarda kullanılabilir artış vardır. Çünkü, çakma gerilmelerine direnmek için, yeteri kadar et kalınlığına sahip bir boru, büyük olasılıkla aşağı doğru uygulanan yüklere karşı koyacak yeteri kadar kapasiteye sahip olacaktır. Kazıktaki betonun ilave ağırlığı nedeniyle aşağı doğru net kapasite bile daha az olabilir (Coduto, 2001).

Plastik-Çelik Kompozit Kazıklar: Bir plastik-çelik kompozit kazık, plastik bir kaplama ile etrafı sarılmış bir çelik boru göbek veya plastiğin içine gömülen çelik çubuklardan oluşur. Plastik kaplama tipik olarak yeniden işlenip kullanılır hale getirilen malzemeden yapılmıştır. Böylece, kaynakların korunması bakış açısından bu tasarımı cazip hale getirmektedir (Heinz, 1993).

Plastik-çelik kompozit kazıkların deniz böceklerine, çürümeye ve daha yüksek dayanımla birlikte aşınmaya karşı olan dirençleri, bunları ahşap kazıklara karşı üstün hale getirdiği su kıyısı uygulamalarında başarılı bir biçimde kullanılmaktadır. Plastik-çelik kompozitler için malzeme bedeli daha yüksek olmasına rağmen, daha uzun ömürleri ve kaynak koruma avantajları, ahşap kazıklara karşı bunları cazip bir seçenek haline getirmektedir (Coduto, 2001).

1.4.3. Kazıkların Tasarımı

Kazıkların tasarımı aşağıdaki yükleme koşullarının her birini dikkate almalıdır (Coduto, 2001):

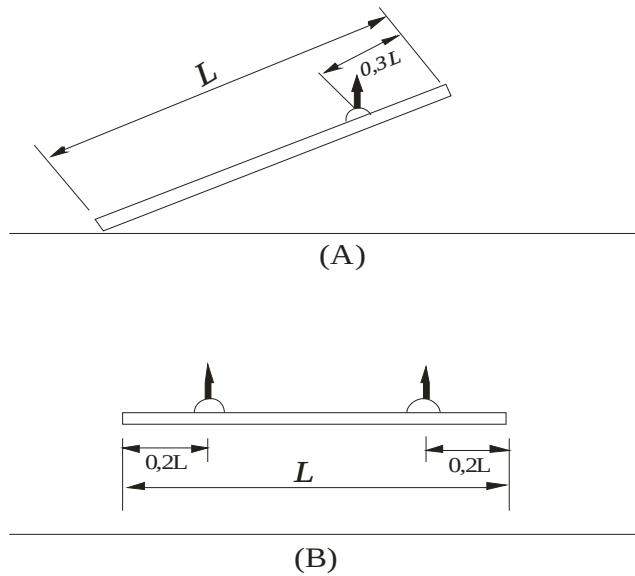
* İşlem yükleri, imal edilme zamanı ve şahmerdan iskelesinde bulunma ve çakılmaya hazır zaman arasında kazığa uygulanan yüklerdir. Bu yükler, vinçler, çatallı yükleyiciler ve diğer inşaat teçhizatı ile oluşturulur.

* Çakma yükleri, çakma esnasında şahmerdanın neden olduğu yüklerdir.

* Servis yükleri, tamamlanmış yapıdan kaynaklanan tasarım yükleridir.

* En kritik işlem yükleri, genellikle kazık sadece bir veya iki kaldırma noktasından hemen hemen yatay pozisyonda asılı tutulduğu zaman meydana gelir (Şekil 1.17). Bu, servis yüklerinden kaynaklanarlardan daha büyük eğilme gerilmeleri üretebilir. Beton kazıklar özellikle büyük ağırlıkları ve küçük çekme dayanımlarından dolayı, bu yüklerden kaynaklanan hasara eğilimlidir. PCI (1993a) işlem gerilmesini kazığın ağırlığına artı atalet ve çarpma etkileri için ilave yüzde 50'ye dayandırarak hesaplamayı önermektedir (Coduto, 2001).

Çakma yükleri de özellikle müteahhittin büyük bir şahmerdan kullanması durumunda önemlidir. Ahşap ve beton kazıklar bu gibi hasara eğilimlidir. Çakma gerilmeleri başlıca bası şeklindedir. Bu çakma gerilmelerini hesaplamak için bir dalga denklemi analizi kullanılır ve böylece uygun bir şahmerdan ve kazık çakma cihazı parçalarının seçimine kılavuzluk edilir (Coduto, 2001).



Şekil 1.17. Kazığı yerine çakana kadar yapılan işlemlerde kazıkta oluşan gerilmeleri izin verilebilir bir aralıktı tutmak için kazık üzerinde özel kaldırma noktaları: (A) tek noktadan kaldırma; (B) iki noktadan kaldırma (Coduto, 2001).

1.4.3.1. Ahşap Kazıklar

ASTM D25-91’de ahşap kazıkların minimum boyutları açıkça belirtilmektedir. Ancak, belirli bir bölgedeki bulunabilir boyutlar, yerel olarak mevcut ağaçların yüksekliğine ve türüne bağlıdır. Ahşap kazıkların baş kısımlarının çapı tipik olarak 200 ile 450 mm arasında ve ayak çapları da 125 ile 250 mm arasındadır. Ahşap kazıkların uzunluğu ağaçların yüksekliği ile sınırlı olup 6 ile 20 m.dir (Coduto, 2001).

Ahşap, imal edilmiş ürün değil; doğal malzeme olduğundan, izin verilebilir tasarım gerilmelerini belirlemek güçtür. Ahşap kazıklar için tasarım kriterleri aşağıdakiler dahil bir çok faktörü dikkate almak zorundadır (Coduto,2001):

- * Ağaç türleri
- * Ahşabın kalitesi (yani, budaklar, düzlük vs.)
- * Ahşabın su içeriği
- * Çakma esnasında maruz kaldığı herhangi bir hasarın büyüklüğü
- * Islah etme tip ve yöntemi (normalde dayanımı azaltır)
- * Bir kazık grubundaki kazıkların sayısı (eğer bir kazık zayıf ise fazlalık)

Eğilmenin (bükülme, Fb) neden olduğu izin verilebilir en uçtaki lif gerilmesi, tipik olarak yaklaşık $2F_a$ ’dır. İzin verilebilir kesme gerilmesi (F_v) tipik olarak $0,09F_a$ ile $0,10F_a$ ’dır. Ahşap kazıklar uca doğru incelendiği için, kaldırma yüklerine karşı koymak için uygun değildir. Bu nedenle, izin verilebilir kaldırma kapasitesi kazık ağırlığının yüzde 90’ı ile sınırlıdır. Bu gibi kazıklarda çekme gerilmeleri en küçük düzeydedir (Coduto, 2001).

Ahşap kazıklar genellikle işlem esnasında yapısal hasara maruz kalmaz. Ancak, müteahhit, koruyucu işlemi çıkarabilecek ve işlenmemiş ahşabı açığa vurabilecek büyük aşınmalardan kaçınılmalıdır. Bu kazıklar çakma esnasında kolayca hasar görebilirler. Bu gibi hasardan kaçınmak için, maksimum çakma gerilmeleri 20 MPa’ı aşmamalıdır (PDCA, 1998). Bu, ahşap kazıkların yalnızca hafif ağırlıklı şahmerdanlar ile çakılması gerektiği anlamına gelir ve sert çakma koşullarındaki sahalarda kullanılmamalıdır (Coduto, 2001).

1.4.3.2. Çelik Kazıklar

Çelik kazıklar genellikle ASTM standardı A36'ya uyan yumuşak çelikten yapılır. Bu malzemenin akma dayanımı (F_y) 250 MPa olup, çoğu projeler için yeterlidir. F_y değeri 450 Mpa kadar yüksek kazıklarda vardır. Ancak, sıkça belirtilmezler. Çünkü çoğu uygulamalar yüksek dayanım gerektirmez ve ayrıca kaynak yaparak birleştirilmeleri de çok zordur. Ayrıca, bazı bina yönetmelikleri kazıklarda daha yüksek akma dayanımlarının kullanılmasına izin vermez (Coduto, 2001).

Çelik kazıklardaki izin verilebilir eksenel gerilme (F_a) ya çekme veya bası için tipik olarak $0,35F_y$ ile $0,50F_y$ kullanır. Bu iki aralıkta yüksek değerler, genellikle yalnız çakma koşulları elverişli olduğu zaman uygundur (yani, kazığın düz çakılacağı ve iri taşlar veya diğer engellemeler ile saptırılmayacağı yerlerde) ve çakma gerilmeleri bir dalga denklemi analizi ile kontrol edilir. Karşılaştırma için, mühendisler üstyapıda A36 çeliği için $0,60F_y$ ile $0,66F_y$ 'lik izin verilebilir bir gerilme kullanır (Coduto, 2001).

Üstyapıda çelik tasarım yöntemleri bazen eğilme (bükülme) gerilmeleri için farklı izin verilebilir gerilme (F_b) kullanır. Ancak, kazıklar için $F_b = F_a$ kullanınız (Coduto, 2001).

Yapı mühendisleri üst yapıda $F_v = 0,40F_y$ izin verilebilir kesme gerilmesi kullanır. Kazıklardaki en büyük kesme gerilmesi tepede oluşur. Böylece, daha önce listelenen kazık ve üst yapı arasındaki farklılıklar o kadar önemli değildir. Bu nedenle, kazıklar için aynı izin verilebilir kesme gerilmesini kullanabiliriz. Ancak, kesme direnci için tüm en kesit alanını kullanmalıyız. H kazıkları için sadece gövdeyi; boru kazıklar için toplam en kesit alanını kullanmalıyız (Coduto, 2001).

Yüksek dayanımı ve uzayabilmesinden dolayı, çelik kazıklar işlem esnasında normalde hasara maruz kalmazlar. Ancak, özellikle müteahhidin büyük bir şahmerdan kullanması durumunda hasara uğrayabilirler. PDCA (1998) çakma gerilmelerini $0,9F_y$ sınırlandırmayı önermiştir (Coduto, 2001).

1.4.3.3. Beton Doldurulmuş Çelik Boru Kazıklar

Boş çelik boru kazıklar yeteri kadar yapısal kapasite sağlamadığı zaman, mühendisler bazen bunları beton ile doldurur. Beton hem eksenel hem de yanıl yapısal kapasiteyi artırır ve kazığın içine biraz korozyon koruması sağlar. Ancak, beton dolgu aşağı doğru jeoteknik yük kapasitesini geliştirmez (çünkü açık uçlu boru kazıklar bile genellikle tümüyle tıkanmış olurlar). İlave beton ağırlığı nedeniyle, jeoteknik kaldırma kapasitesi hafifçe artar (Coduto, 2001).

Emniyetli gerilme analizi kullanarak, beton doldurulmuş boru kazıklar tasarlanabilir:

Eksenel basınç yükleri:

$$F_a = \frac{0,35F_yA_s + 0,33f'_cA_c}{A} \quad (4.1)$$

Eksenel çekme yükleri için:

$$F_a = \frac{0,35F_yA_s}{A} \quad (4.2)$$

Eğilme yükleri için:

$$F_b = 0,35F_y \quad (4.3)$$

Burada:

F_a = toplam kesit alanına dayalı izin verilebilir eksenel gerilme

F_b = toplam kesit alanına dayalı izin verilebilir eğilme gerilmesi

F_y = çeliğin akma gerilmesi (genellikle 250 Mpa)

f'_c = betonun 28 günlük basınç dayanımı

A_s = çeliğin enine kesit alanı

A_c = betonun enine kesit alanı

A = toplam enine kesit alanı = $A_s + A_c$

Eğer çakma koşulları özellikle uygunsa, eksenel basınç yüklerinin ve eğilme yüklerinin birinci teriminin kat sayısı 0,50'ye arttırılabilir ve daha önce anlatıldığı gibi bir dalga denklemi analizi yapılır (Coduto, 2001).

Bir kez daha tekrar edersek, AASHTO değerleri daha muhafazakardır. Beton gerilmelerini 0,40 f_c' ve çelik gerilmelerini 0,25 F_y ile sınırlar (Coduto, 2001).

1.4.3.4. Öngerdirmeli Beton Kazıklar

Örnek bina yönetmelikleri ve AASHTO yönetmeliği, öngerdirmeli beton ayrıntısı hakkında özel gereksinimleri ve izin verilebilir basınç gerilmesi için aşağıdaki gereksinimi şart koşar (Coduto, 2001):

Burada:

F_a = eksenel yük nedeniyle betondaki izin verilebilir basınç gerilmesi

f_c' = betonun 28 günlük basınç dayanımı

f_{pc} = toplam kesitteki efektif ön gerdirme gerilmesidir.

Bu gereksinim, sadece eksenel basınca maruz kalan kazıklar için uygundur. Ancak, yanal veya kaldırma yüklerine maruz kazıklar için destek sağlamaz (Coduto, 2001).

1.4.4. Kazık Çakma Yöntemleri

1.4.4.1. Kazık Çakma Kuleleri

Kazıklar, bir kazık çakma kulesi (veya sadece kazık çakma makinesi) kullanılarak yerleştirilir. Kulenin görevi kazığı kaldırmak, kazık çakılırken geçici olarak desteklemek ve şahmerdanı taşımaktır. Eski donanımlar nispeten hantal idi. Ancak, çağdaş kazık çakıcılar çok güçlü ve esnektir. Kılavuz diye adlandırılan düşey raylar, kazık zemine girerken şahmerdanı yönlendirir. Hidrolik veya kablo işletmeli tahrik kolları, operatörün kılavuzları arzu edilen hizaya hareket ettirmesini sağlar (Coduto, 2001).

1.4.4.2. Şahmerdanlar

Kazık şahmerdanı, kazığı çakmak için gerekli darbeleri sağlayan bir aygıttır. Tekrarlı darbeler gereklidir. Bu yüzden, şahmerdan hızlı devir yapabilmelidir. Ayrıca, kazığı kıracak kadar güçlü olmamakla birlikte, kazığı sürmeye yetecek kadar enerji vermelidir. Uygun bir şahmerdan seçimi, etkin kazık çakımı için çözüm yollarından biridir (Coduto, 2001).

Serbest Düşüşlü Tokmak: Kazık şahmerdanının birinci tipi serbest düşüşlü şahmerdandır. Yukarıya çekilip, sonra da doğrudan kazığın üzerine düşürülen bir ağırlıktan oluşurlar. Bu şahmerdanlar, Powell'ın (1884) ifade ettiği gibi, ondokuzuncu yüzyılın sonlarında çok büyük ve çok ağır olmuştur (Coduto, 2001).

Kazıkları çakmanın alışılmış yöntemi, dik bir çerçevenin tepesine sıkıca tutturulmuş bir makaranın üzerinden geçirilen bir ip veya zincir ile yükseltilecek ve çakılacak kazığın başına serbestçe düşmesine izin verilen çekiç, tokmak veya şahmerdan diye adlandırılan ağır bir ahşap veya demir parçası ile verilen ardıl darbeler yoluyla (Coduto, 2001).

Serbest düşüşlü şahmerdanlar o zamandan beri daha çağdaş tasarımlar ile yer değiştirmiştir. Günümüzde Kuzey Amerika'da temel kazıklarında ender olarak kullanılmaktadır (Coduto, 2001).

Buharlı, Pnömatik ve Hidrolik Şahmerdanlar: Şahmerdanların yeni tipleri 1800'li yılların sonlarında ortaya çıkmaya başlamıştır. Bunlar, bir tokmak, örs ve kaldırma mekanizmasını kendi yapısında bulunduran düzeneklerdir. Bu şahmerdanların ağırlıkları biraz daha büyük fakat düşüş mesafeleri serbest düşüşlü tokmaklardan çok daha küçüktür (Coduto, 2001).

Eski, kendiliğinden tahrikli şahmerdanlar, tokmağı kaldırmak için buhar kullanmıştır. Bu buhar, sahada yerleştirilmiş buhar kazanı ile üretilmiştir. Buharlı şahmerdanlar hala kullanımdadır. Daha sonra pnömatik şahmerdanlar (basınçlı hava ile güç sağlanmış) ve hidrolik şahmerdanlar (yüksek basınçlı hidrolik sıvı ile güç sağlanmış) takdim edilmiştir. Hidrolik şahmerdanlar yaygın hale gelmektedir (Coduto, 2001).

Üç hepsi tek zamanlı şahmerdan veya çift zamanlı şahmerdan olarak inşa edilebilir. Tek zamanlı şahmerdan pistonu basınç uygulayarak tokmağı yükseltir. Tokmak arzu edilen yüksekliğe, tipik olarak 900 mm (3ft) ulaştığı zaman, egzoz vanası açılır ve çekiç yer çekimi ile düşer ve örse çarpar. Diğer tipler ile karşılaştırıldığı zaman; tasarım, düşük çarpma hızı ve büyük tokmak ağırlıkları ile tanımlanır. Bu şahmerdanların çarpma mesafeleri sabittir. Bunun anlamı, her bir şahmerdan düşüşünün kazığa aynı miktar enerji uygulaması gerekir (Coduto, 2001).

Çift zamanlı şahmerdan aşağı ve yukarı doğru hareketlerin ikisi için de basınç kullanır. Böylece, yalnız yerçekimi ile mümkün olandan daha büyük bir çarpma etkisi verir. Bu çarpma etkisi, kısmen uygulanan basınca bağlıdır ve bu nedenle operatör tarafından kontrol edilebilir. Bu şahmerdanlar genellikle daha kısa hareketlere sahiptir ve tek zamanlı şahmerdanlardan çok daha hızlı devir yaparlar. Pratik tasarım kısıtlamaları, bu şahmerdanları tek zamanlı şahmerdanlar ile kıyaslanacak kadar çok büyük enerji vermekten alıkoyar. Bu yüzden, öncelikle palplanş çakmada kullanılırlar (Coduto, 2001).

Buhar ve pnömatik diferansiyel şahmerdanlar yumuşak çakma koşulları altında yavaşça ve girme direnci artarken daha hızlı devir yapar. Ters, hidrolik şahmerdanlar için doğrudur (Coduto, 2001).

Dizel Şahmerdanlar: Dizel içten yanmalı bir motora benzer. Tokmak yüksek bir konumdan düşer ve aşağıdaki silindirde havayı sıkıştırır. Hareketteki belirli bir noktada, dizel yakıt enjekte edilir (ya atomize ya da sıvı biçimde) ve hava-yakıt karışımı, tokmak örse çarpıncaya kadar daha fazla sıkıştırılır. Yanma, tokmağı yukarı iterek ve diğer devirin başlamasına izin vererek yaklaşık bu anda meydana gelir (Coduto, 2001).

Dizel şahmerdanlar ya üstü açık (tek zamanlı) ya da üstü kapalı (çift zamanlı) tiptedir. Üstü kapalı şahmerdanlar, tokmağın üstünde, şahmerdanın daha kısa hareketlerle ve eşdeğer enerji verimi ile üstü açık şahmerdandan daha yüksek hızlarda çalışmasına neden olan bir sıçrama hücresi içerir (Coduto, 2001).

Dizel şahmerdanlar maksimum enerjilerini güç çakma koşulları altında ve yumuşak koşullar altında çalışmak güç olabilir. Bu durum, tam yanma eksikliğinden veya şahmerdanın yetersiz geri tepmesinden dolayı çakmanın ilk safhalarında

meydana gelir. Sert çakma koşulları ile karşılaştığı zaman, üstü kapalı şahmerdanlar tipik olarak dakikada yaklaşık doksan darbe verirken, üstü açık şahmerdanlar kırk veya ellibeş darbe verir (Coduto, 2001).

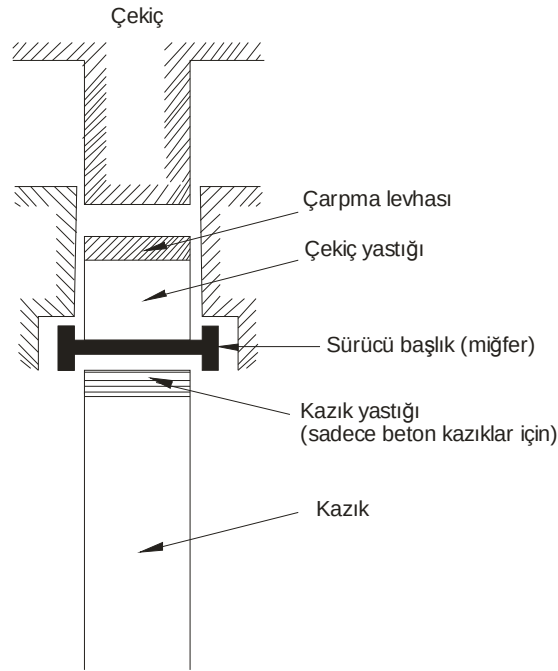
Dizel şahmerdanlar yıllardır gözde olmasına rağmen, çıkardıkları egzoz gazı hava kirliliğine neden olmaktadır. Bu yüzden, hava kalite yönetmelikleri bazı alanlarda kullanımlarını sınırlandırabilir (Coduto, 2001).

Titreşimli Şahmerdanlar: Bu şahmerdanlar düşey titreşimlere yol açmak için dönen eksantrik ağırlıklar kullanır. Statik bir ağırlıkla birleştirildiği zaman, bu titreşimler kazıgı zeminin içine iter. Titreşimli şahmerdanların çalışma frekansı 150 Hz kadar yüksek olabilir ve kazığın doğal frekansı ile rezonansa girmesi için ayarlanabilir (Coduto, 2001).

Titreşimli şahmerdanlar kumlu zemine çakılan kazıklar ile kullanıldığı zaman çok etkilidir. Çarpma şahmerdanlardan daha az titreşimli ve gürültülü ve daha hızlı çalışırlar. Buna rağmen, killerde veya büyük taşlar gibi engeller içeren zeminlerde etkili değildirler (Coduto, 2001).

Diğer Donanımlar: Bir kazık çakma sistemi, Şekil 1.18’de gösterildiği gibi kazık şahmerdanı ve kazık arasına yerleştirilen diğer parçaları da içerir. Tokmak, bir çelik çarpma plakasına vurur. Plaka bu durumda çarpma enerjisini bir şahmerdan yastığı (başlık bloğu olarak da bilinir) vasıtasıyla (çakma kepi, bone, kapüşon veya miğfer olarak da bilinen) çakma başlığına iletir. Çakma başlığı, aralarına sokulan kazık yatağının olduğu beton kazık hariç, doğrudan kazığın üstüne yerleştirilir (Coduto, 2001).

Yastıklar şahmerdandan kaynaklanan ani ve sert darbeleri uzun bir zamana yayarak yumuşatır. Tam olarak, bunu çok fazla enerji soğurmadan yapmaları gerekir. Şahmerdan yastıkları, şahmerdanı korumak için bunu yapar ve sert ağaçtan veya daha verimli yapay malzemelerden oluşabilir. Kazık yastıkları, genellikle yalnızca beton kazıklarda kullanılır, kazıkları korumak için planlanır. Çoğunlukla kontrplaktan yapılır (Coduto, 2001).



Şekil 1.18. Kazık çakmada kullanılan yardımcı bileşenler (Coduto, 2001).

1.4.4.3. Önceden Sondaj, Jetleme, Delik Açma

Bütün kazıklar, özellikle çok sert zeminde veya büyük taş bloklar içeren zeminde çakma esnasında hasara maruz kalır. Hasar potansiyelini azaltmanın ve müteahhidin yapım hızını artırmanın bir yolu, önceden kuyu açmak, jetlemek, önceden delik açmaktır (Coduto, 2001).

Önceden kuyu açma, düşey bir kuyu delme ve sonra da kazığı bu kuyuya çakma anlamına gelir. Önceden açılmış kuyunun çapı, zeminle sıkı bir temas temin etmek için, kazığın çapından daha küçük olmalıdır. Önceden kuyu açmak, bazen kazık çakımı ile birlikte şişme ve yanıl zemin hareketini de azaltır. Önceden kuyu açmanın ille de kazığın tüm boyu için sürmesi gerekmez (Coduto, 2001).

Jetleme ise kazığın ucuna yerleştirilen bir memeye bir boru yoluyla yüksek basınçlı su pompalamaktır. Bu uygulama kazığın önündeki zemini gevşetir ve böylece kazığın çok az veya şahmerdan darbesiz ilerlemesine izin verir. Basınçlı su, kumlu ve çakıllı zeminlerde yararlı fakat killerde etkisizdir. Kumlu tabakaları hızla delip geçmek amacıyla daha derin taşıyıcı tabakaya ulaşmak için çok sık kullanılır (Coduto, 2001).

Önceden delik delme, sert metal sivri uçları zemine çakmak ve sonra bunları çıkarmak ve kazığı meydana gelen deliğe çakmaktan ibarettir. Bu yöntem, önceden kuyu açmak veya basınçlı su pompalamaktan çok daha az yaygındır, ancak ince sert kaya tabakalarını delip geçmek için çok sık kullanılır (Coduto, 2001).

1.4.5. Kazık Dilimi ve Geometrisi

Çoğunlukla bir temel gerektiren üst yapının her bir elemanı (örneğin, bir binadaki her bir kolon) üç veya daha fazla kazık grupları üstünde desteklenir. Münferit kazıklar yerine, kazık grupları kullanılır. Çünkü:

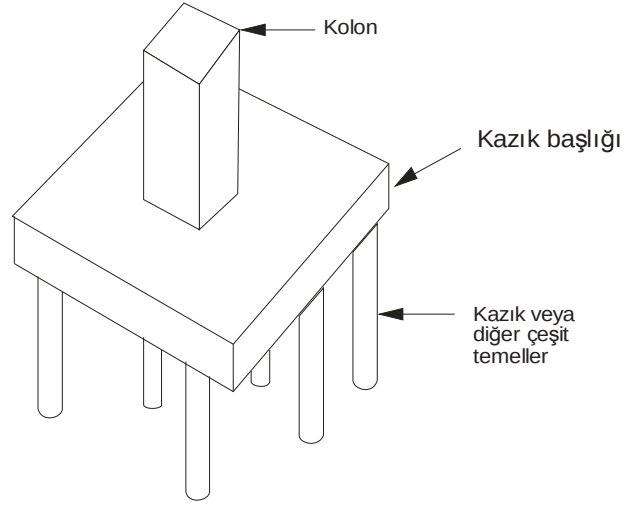
- * Genellikle tek bir kazık yeterli kapasiteye sahip değildir.
- * Kazıklar, düşük düzeyde titizlikle dağıtılır veya yerleştirilir (Coduto, 2001).

Kolaylıkla arzu edilen bölgeden 150 mm veya daha fazla olabilir. Çok daha büyük düzeyde titizlikle yerleştirilmiş bir bina kolonu tek bir kazık üstünde desteklense idi, geometrik eksenleri nadiren çakışırdı ve meydana gelen eksantrisite hem kolonda hem de kazıkta istenmeyen momentler ve sapmalar oluşurdu. Buna rağmen, eğer kolon üç veya daha fazla kazıklar üzerinde desteklenirse, bu gibi eksantrisiteler daha az önemlidir (Coduto, 2001).

* Çoklu kazıklar bolluk sağlar ve böylece bir kazık kusurlu olsa bile, yapıyı taşımayı sürdürebilir.

* Kazık çakımı esnasında yanal zemin sıkışması daha büyüktür. Bu yüzden, kenar sürtünme kapasitesi, münferit kazığın sürtünme kapasitesinden daha büyüktür.

Kazıkların her bir grubu, Şekil 1.19’de gösterildiği gibi, yüzeysel temele benzeyen, donatılı beton bir eleman olan kazık başlığı ile birleştirilir. Fonksiyonları, yapısal yükleri kazıklara dağıtmak ve bir bütün olarak davranmaları amacıyla kazıkları bir arada bağlamaktır. Kazık başlıklarının tasarımı kazıkların sayısı ve yapısal yükler ile değişir (Coduto, 2001).



Şekil 1.19. Bir kazık başlığı bir gruptaki kazıkları bağlayan yapısal bir üyedir (Coduto, 2001).

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı, Adana iline içme suyu sağlayan Çatalan İçme Suyu İsale Hattı'nın geçtiği Topalak köyünün kuzey-doğusunda bulunan Km: 2+397 ~ 2+435 arası dolgu menfez geçisini kapsamaktadır.

Çalışma alanını da içine alan bölgenin genel jeolojisi üzerinde birçok çalışma yapılmıştır. Alan bölgesel ölçekte Adana havzası ve kuzeyde Toros dağ zinciri, doğuda Amanos dağları, batıda ise Ecemiş fay kuşağı ile sınırlanmıştır. Üst Miyosen yaşında olduğu bilinen ve çalışma alanının tamamında görülen Kuzgun Formasyonu Adana havzasında KD' dan GB' ye doğru sürekli uzanımlıdır (Schmidt, 1961; Özer ve diğerleri, 1974; İlker, 1975; Yalçın ve Görür, 1984). Birim, E-5 kara yolu doğusunda Langhiyen–Serravaliyen yaşlı Güvenç formasyonu ile uyumludur. E-5 kara yolu batısında ise Paleozoyik temel üzerinde diskordanslıdır. Üzerine ise bölgesel ölçekte devamlı Salbaş tuf üyesi gelmektedir.

Kuzgun formasyonu ilk kez Schmidt (1961) tarafından adlandırılmış ve altı ayrı üyeye ayrılarak incelenmiştir. İlker (1975) aynı adı ve iki üyeyi benimsemiştir. Özer ve diğerleri (1974) Kuzgun formasyonunun deltayık ve karasal çökellerden oluştuğunu bildirmişlerdir. Yetiş ve Demirkol (1984) Adana havzasında Üst Miyosen'de tabanda karasal kırıntılı ile başlayıp üste doğru sığ denizel çökellere geçen bir istifin çökeldiğini (Kuzgun Formasyonu) belirtmişlerdir. Yalçın ve Görür (1984) ise Schmidt (1961)' in Kuzgun formasyonunu ve bunu oluşturan üyeleri aynen benimseyerek Adana havzasına paleocoğrafik bir yorum getirmişlerdir.

Önceki çalışmalara göre Üst Miyosen Tortoniyen yaşında olduğu bildirilen Kuzgun formasyonu kuzeydoğudan güneybatıya doğru sürekli uzanımlıdır. Birim başlıca; çakıltası, kumtaşı, ve sığ denizel Ostrealı düzeylerin ardalanımından oluşmaktadır. Kalınlığı doğuya doğru artmakta olup, ölçülen kalınlık maksimum 450 m kadardır. Genelde karasal-sığ denizel nitelikli kırıntılardan oluşan birimin fasiyes dağılımını belirlemek üzere doğudan batıya seri kesitler ölçülmüştür. Buna göre ayırtman ana fasiyesler şöyledir. Doğuda (Kebenk sırtı) Güvenç formasyonu üzerinde Ostrealı sığ denizel kırıntılar ve sırasıyla düşük sinüslü menderesli nehir ve menderesli nehir çökelleri bulunmaktadır. Seyhan nehri boyunca Çatalan baraj yeri

ve güneyindeki Deve tepe dolayında menderesli nehir çökelleri hakimdir. Batıda Kuzgun köyü dolayında ise Güvenç formasyonu üzerine menderesli nehir çökelleri ve sığ denizel kırıntılar gelmektedir. Daha batıda Kızılyar tepe dolayında güvenç formasyonu sırayla; 1. sığ denizel kırıntılar, 1. menderesli nehir çökelleri, 2. sığ denizel kırıntılar, 2. menderesli nehir çökelleri, 3. sığ denizel kırıntılar gelmektedir. Tarsus kuzeyi E-5 karayolu batısında (Eskiköy tepe) ise tabanda Adana havzasının Serravaliyen ve öncesi çökelleri olmaksızın Paleozoyik temel üzerine ince bir çakıltası ile başlayıp yukarı doğru kırıntılı karbonat ardalanımından oluşan sığ denizel çökeller bulunmaktadır. Birimin en üst düzeyini bölgesel ölçekte devamlı Salbaş tuf üyesi oluşturmaktadır.

Kuzgun formasyonu başlıca alüvyal ve örgülü nehir nitelikli dönemli ardalanımlı çökeller ile sığ denizel nitelikli çökellerden oluşmaktadır. Karasal çökellerde her bir dönemin tabanında kanal dolgusu çökelleri olarak çakıltası ile çakıllı kumtaşı bulunmaktadır. Kumtaşı-çakıltası ardalanımından oluşan set çökelleri ana kanalların yakınında yer almaktadır. Taşkın ovası asfasiyesini ise ince taneli, az belirgin laminalı bol miktarda kalkrit nodülleri içeren çamurtaşları oluşturmaktadır. Kuzgun formasyonunun sığ denizel çökellerini ise kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı ve Ostrea kavkı katmanı meydana getirmektedir. Her bir dönemin tabanı keskin olup, üst kesimleri dalga kırışıkları ile canlı yuvaları kapsayıp biyotürbasyonludur. Silttaşı ve çamurtaşı genellikle lamellibrans, gastropod, bitki parçaları ile Ostrea kavkı katmanları kapsamaktadır.

İçmesuyu isale hattında dolgu menfez geçişindeki oturma ve dolgu ile anakaya arasındaki stabilite sorununu gidermek amacıyla perde duvarlı kazık ve enjeksiyon yapılması uygun görülmüştür. Kazık temellerle ilgili daha önce yapılmış bazı çalışmalar şu şekilde özetlenebilir.

İnan (1993), “Kazıklı Temeller ve Kazıklı Temellerin Bilgisayar Programları ile Hesabı” adlı yüksek lisans tez çalışmasında kazıkların bazı özelliklerini incelemiştir. Bu özelliklerden bazıları; kazık tipinin seçimi, kazık temellerin yatay yük altındaki davranışları, düşey yükleme altındaki davranışları, grup kazıkların grup içindeki davranışları, Matris metodu (sonlu elemanlar) kullanarak hazırlanmış yatay yüklü, düşey yüklü kazık ve grup kazık programları ve kazık taşıma yükünün

belirlenmesini kapsamaktadır. Sonuç olarak maliyetin yüzeysel temellere göre yüksek olan kazıklı temellerin çok iyi analiz edilmesi gerektiğini, temel yapımına başlamadan önce kazık çeşitleri hakkında bilgi toplanması gerektiğini belirtmektedir. Geliştirilen bilgisayar programlarının çalıştırılması ve sonuçların değerlendirilmesi ile kazık çapı, adedi ve boyuna bağlı olarak ekonomik kazık grubunun seçilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Yılmazoğlu (1993), "Betonarme Kazıklı Temellerin Hesabı" adlı yüksek lisans tez çalışmasında betonarme kazıkların bazı özelliklerini ve bazı bilim adamlarının bu konu üzerindeki çalışmalarını aktarmıştır. Çalışma konuları, kazıklı temellerin hesabında kullanılan kazık, zemin parametreleri ve kazıkların düzenlenmesi, betonarme kazıklı temellerin zeminde değişik yüklemeler altındaki davranışı ve hesapları, üst yapıdan etkiyen yüklerin betonarme kazıklı temellerle taşınması ve kazık kesit tesirlerinin hesabını içermektedir.

Yılmazoğlu bu yüksek lisans tez çalışmasında kazıkların değişik zeminlerde farklı davranış gösterdiklerini, kazıklı temellerde üst yapı yüklerinin kazık sınır yükünü aştığı durumlarda oturma hesabı yapmak gerektiğini belirtmektedir. Proje aşamasında kazık ara mesafeleri, kazık derinliği gibi imalat yapım koşullarının da dikkate alınması gerektiğini, kazıklı temellerin hangi yöntemle yapılırsa yapılsın yöntemlerdeki kabuller ve tam tespit edilemeyen zemin parametreleri olduğu için dizayn edilen kazığa ayrıca yükleme deneyi yapmanın hesapların kontrolünü sağladığını ifade etmektedir.

Yücetürk (2002), "Farklı Zemin Özelliklerine Göre Uygulanan Derin Temeller" adlı yüksek lisans tez çalışmasında; zeminin cinsine göre çakma derinliği, kullanım amacı ve imal edildiği malzeme cinsine göre kazık temeller ve kazıkların çakılmasında kullanılan düzenler gibi konuları incelemiştir. Sonuç olarak kazık çeşitleri ve kazıkların çakım çeşitleri göz önünde tutularak zemin ve yapı cinsine göre en uygun kazık türü ve kazık çakımı seçilmesi gerektiği, seçimin yapılmasında ise en etki rolün zemin cinsine bağlı olması gerektiği ortaya konulmaktadır. Ayrıca kazık çeşidinin fazla olması dolayısıyla kazık imalatının ekonomikliği, üretimin hızlılığı ve yüksek kaliteli olması gibi faktörlere önem verilmesi gerektiği aktarılmaktadır.

Toraman (2005), “ Kazık temeller hakkında bir inceleme” adlı yüksek lisans çalışmasında grup kazıkları araştırmış, kazık grubunun tasarımında en önemli etken olan kazık grubu açıklığını incelemiştir. Daha sonra grup etkinliği kavramı üzerinde durmuş, kazık grubunun taşıma gücünü kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde olmak üzere iki başlık altında incelemiştir. Kazık grubunun göçme şekillerine değinmiş, kazık gruplarının altında bulunan zemin tabakalarındaki gerilme hesabını incelemiştir. Ayrıca kayada teşkil edilen kazık gruplarını araştırmış ve kazık başlığı hesaplarına değinmiş, kaldırma etkisindeki kazık gruplarını incelemiştir. Kazık gruplarının negatif çevre sürtünmelerini ele almış, eğik kazıkların kullanım alanlarını açıklamıştır. Daha sonra grup kazık bilgisayar yatay yüklü kazık programı ve grup kazık bilgisayar programı olarak iki bölümde açıklamış ve literatürde verilen bazı örnekleri geliştirilen programlar yöntemiyle çözümlemiş ve yorumlamıştır. Sonuç olarak, kazıklı bir temel yapılması düşünüldüğünde yapılan çalışmalardan faydalanılarak kazıkların yerleştirilmesinin, kazık davranışları ve yük taşıma kapasiteleri üzerindeki etkilerinin analiz edilerek kazıklı bir temelin planlanmasının daha ekonomik ve güvenli olacağı sonucuna varmıştır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Çalışma alanında açılan sondajlarda materyal olarak dolgu civarında bulunan yamaçlarda görülen Kuzgun Formasyonunun Memişli üyesine ait temiz kum ve yer yer de kumlu, siltli kilaşı seviyelerinin kontrolsüz olarak doldurulmasından oluşmuş dolgunun kumlu, siltli ve yer yer de killi seviyeleri kesilmiştir. Sondajlarda ayrıca anakaya ya geçiş seviyelerinde bitki dal ve kökleri ile organik kök ve toprak tabakalarına rastlanmıştır.

Çalışma alanındaki birimlerin tabaka doğrultu ve eğimlerini ölçmek için pusula, yer belirlemek için GPS kullanılmıştır. Çalışma alanında bulunan zeminin hangi birimlerden oluştuğunun belirlenmesi için bölgeye ait jeoloji haritasından (Yetiş ve dig. 1991) yararlanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Büro Çalışmaları

Bu çalışmada ilk önce literatür taraması yapılarak çalışma için gerekli olan veriler toplanmış ve incelenmiştir. Kazık temel tasarımları ile ilgili literatür taraması yapılmış, araştırmalar ve çalışmalar derlenmiştir. Cuduto (2001), Toğrol ve Tan (2002) ve Şekercioğlu (1993)'dan yararlanılmıştır.

Daha sonra ise laboratuvar çalışmaları ile elek analizi ve Atterberg limitleri deneyleri uygulanmış elde edinilen veriler değerlendirilerek zemin sınıflaması yapılmıştır. Arazide ise presiyometre ve standart penetrasyon (SPT) deneyleri uygulanmıştır.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Çatalan İçmesuyu İsale Hattı'nın iletim güzergahı gezilerek problemlili bölgeler arazi incelemeleri ile yerinde tespit edilmiştir. Özellikle çalışma alanında

oluşabilecek şev problemlerinin gözlemsel olarak belirlenmesi amacıyla hattın mühendislik açıdan sorun teşkil eden kısımları gezilmiş ve gözlemler yapılmıştır. Çalışma alanında yer alan ve içmesuyu isale hattı üzerinde seçilen, dolgu alanı biriminin mühendislik özelliklerinin belirlenmesi için 3 adet sondaj çalışması yapılmıştır (Ek-1). Açılan kuyularda kazık uç ve sürtünme direnci belirlenmiştir. Çalışma alanından numuneler alınmış ve zemin mekaniği deneyleri yapılması için laboratuara getirilmiştir.

Dolgu üzerine yapılmış olan karayolu üzerinde de yer yer oturmaların olduğu gözlenmiştir. Dolayısıyla dolgunun mühendislik parametrelerinin (deformasyon modülü (E), göçme anındaki limit basınç (PL)) hesaplanması için farklı derinliklerde pressiyometre deneyleri yapılmıştır.

3.2.2.1 Pressiyometre Deneyi

Genel kural olarak pressiyometre deneyi sondaj işlemi ile beraber yapılmaktadır. Yapılacak araştırmanın niteliğine bakılmaksızın derinliğin bir fonksiyonu olarak direnç parametresinin değişimlerinin daha ayrıntılı olarak kayıt edilebilmesi için deneyler sistematik olarak metre metre yapılır. Kural olarak çalışılan üst yapının genişliğinin yaklaşık 2 katı derinliğe kadar sürekli olarak h (yükseklik) ve r (yarı çap) metrede deney yapılır (Özdemir ve Özdemir, 2006).

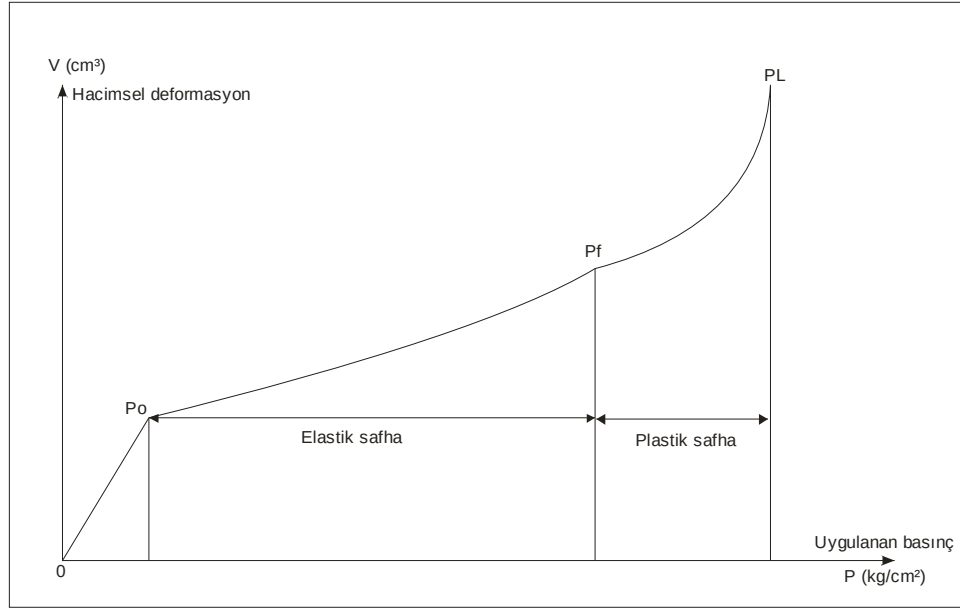
Kalibrasyonu daha önce yapılmış olan prop test zonuna yani kuyu içine indirilir ve basınçlı hava (CO_2 , vb.) ile şişirilir. Probun şişmesi, dolayısıyla boşluğun genişlemesini sağlamak için gaz tüpünden dedantör yardımı ile ölçme hücresine eşit aralıklar ile (1, 2, 3 bar) arttırılan basınçlar uygulanır. Her basınç seviyesinde, sabit bir zaman aralığına kadar (genellikle 1 dakika) beklenir. Belirlenen bu zaman aralığında her basınç artışı (P_m) için ölçme hücresindeki hacim değişimleri (V_m) volumetreden kaydedilir. Boşluk hacminde oluşan bu artış kuyunun yalnız radyal olarak genişlemesi şeklindedir. Sonda, o şekilde dizayn edilmiştir ki boşluk boyunda değişme olmaz. Bir deney zonuna en az 10 kademelik basınç uygulanır. Böylece bir deney yaklaşık olarak 10–15 dakika sürer. Bu ise kilde drenajsız, serbestçe drene olan kum ve çakılda ise drenajlı deney yapmak anlamına gelmektedir. Bir yapının

inşasının, temel zemininde süratli, yani drenajsız bir yükleme durumu yaratacağının kabul edilebileceği hatırlanırsa sonuçların önemi kavranabilir (Özdemir ve Özdemir, 2006).

Kayıtların alımından sonra hacim ve basınç artan değerleri üzerinde gerekli düzeltmeler yapılır. XY koordinat sisteminde Y eksenini arttırılan basınç kademelerini (bar, kg/cm²), X eksenini de bu kademelerde oluşan hacim değerlerini (cm³) gösterecek şekilde basınç-deformasyon eğrisi çizilir. Başlangıçtan sonra eğrinin ilk noktasının apsisi, verilen basınç artması ile sondanın zemine oturması ve zeminin Po basıncına tekabül eder. Daha sonra eğri lineer artış gösterir. Eğrinin bu kısmı "psödoelastik safhayı" oluşturur. Bu safhadan sonra eğri yükselmeye başlar ve PL (limit basınç) ile tariflenen sınır basıncına asimtotik olur. Bu safhaya da "plastik safha" denir. Limit basınç (PL) hacim artışının sonsuza vardığı noktadır ki, zeminin teorik olarak "Nihai taşıma gücüne" tekabül eder. 30 ve 60 saniyelik aralıklardan hacim değişimleri aynı grafikte gösterilerek "Akma Eğrisi" (Creep Curve) elde edilir. Akma eğrisinin yukarıya doğru kırıldığı nokta (Pf) akma basıncıdır (Şekil 5.1). Genellikle psödoelastik safhanın üst sınırına tekabül eder (Özdemir ve Özdemir, 2006).

3.3.2.2. Menard Pressiyometre Deneyi

Menard Pressiyometre deneyi, esas olarak, sondaj derinliği içinde düşey yönde yerleştirilen ölçme hücresinin zemine uyguladığı yatay yük ile zeminin yatay yönde nihai taşıma gücü ve deformasyon özelliklerini ölçmektedir. Bu deneyden elde edilen sonuçları kazık taşıma gücü, çevre sürtünmesi ve uç direnci ile doğrudan ilişkilendirmek zordur. Bununla birlikte, numune almanın veya yerinde başka deney yapmanın zor olduğu zemin şartlarında zeminin taşıma gücü ve deformasyon özellikleri dolayısıyla kazık taşıma gücü ve oturması için iyi tahmin imkanı verir (Toğrol ve Tan, 2003).



Şekil 3.1. Pressiyometre deney grafiği (Şekercioğlu, 1993)

Baugelin ve diğ., (1978), kohezyonlu veya kohezyonsuz zeminlerdeki sürtünme kazıklarının veya kayaya oturan uç kazıklarının nihai birim uç dayanımlarını;

$$q_u = q_0 + k(p_1 - p_0) \quad (3.1)$$

$$q_u^* = k p_1^* \quad (3.2)$$

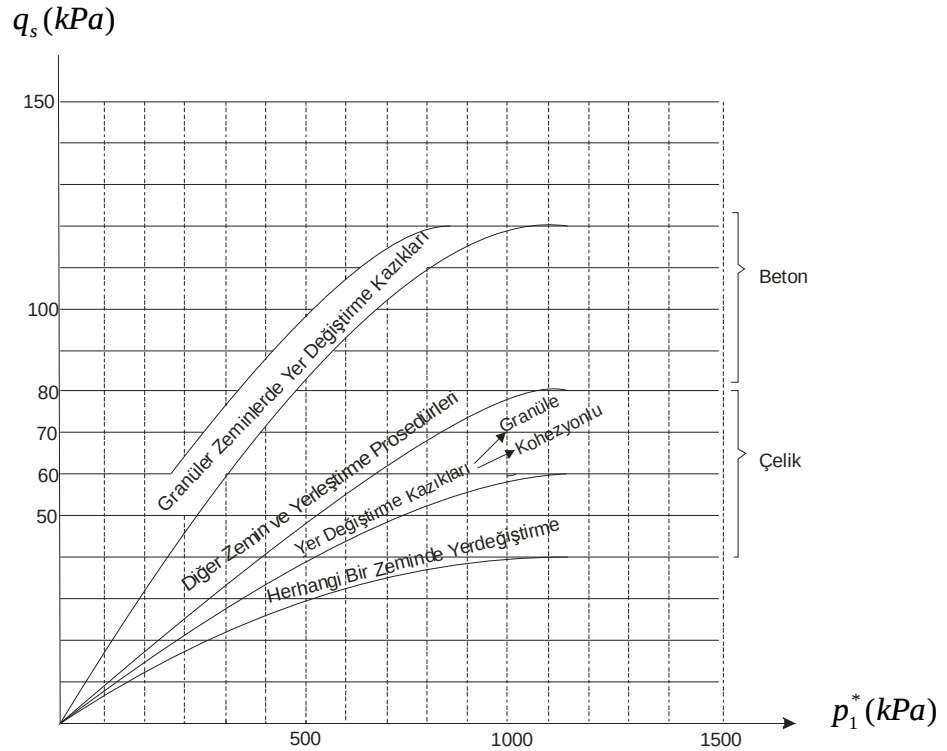
eşitlikleri ile vermişlerdir. Eşitliklerde, p_1 kazık ucu seviyesindeki pressiyometre deneyi ile ölçülen limit basıncı, p_0 kazık ucu seviyesindeki sükunetteki toplam yatay toprak basıncını, q_0 kazık ucu seviyesindeki toplam düşey jeolojik basıncı, q_u^* net birim uç dayanımını, p_1^* net limit basıncı, k taşıma kapasitesi faktörünü ifade etmektedir.

Pressiyometre deney sonuçlarını kullanarak, kazık birim çevre sürtünmesi değerleri de hesaplanabilmektedir. Baguelin ve diğerleri tarafından p_1^* değerinin bir fonksiyonu olarak önerilen nihai birim çevre sürtünmesi değerleri Şekil 3.2’de gösterilmektedir.

Bu araştırmacılar, ayrıışmış kayalardaki sondaj kazıkları hariç tüm durumlar için p_1^* değerin 1500 kPa üst limitleri ile sınırlandırılmasını ve bu limit üzerinde p_1^* değerin sabit kalacağını, birim çevre sürtünmesinin de 120 kPa dan büyük olamayacağını varsayılmasını önermişlerdir. Ayrıca ayrıışmış kayalarda p_1^* değerin 1500 kPa dan büyük olması halinde nihai birim çevre sürtünmesinin;

$$q_s = (p_1^* / 30) + 30 \text{ (kPa)} \quad (3.3)$$

bağıntısıyla hesaplanabileceğini ifade etmişlerdir. Pressiyometre deneyinin yapılma nedeni plaxis sonlu elemanlar analizinde Elastisite modüllerinin ve dayanım parametrelerinin bulunması için gerekmektedir. Bu formüller hesaplamalarda kullanılmaktadır.



Şekil 3.2. Kazık şaftına etkileyen birim çevre sürtünmesi (Baguelin ve diğ, 1978).

3.2.2.3. Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)

SPT, sıkıştırılmamış zeminlerin (alüvyon, kil, sıkıştırılmamış kalın toprak örtüsü) mukavemetini öğrenebilmek amacıyla yerinde yapılan bir nevi kesme deneyidir. Deneyde bir standart sampler zemine sokulmaya çalışarak zeminin bu sokulmaya karşı gösterdiği direnç bazı hesaplamalarla saptanabilmektedir (Özdemir ve Özdemir, 2006).

Standart bir ucun zemin içerisine çakılması sırasında karşılaşılan direnç prensibinden hareket eden standart penetrasyon deneyi ile kazık uç ve çevre sürtünmesi direnci belirlenir.

Canadian Geotechnical Society (1985), Standart Penetrasyon (SPT) deneyi sonuçlarından kazık taşıma gücü tahmini için;

$$Q_F = mNA_b + n\bar{N}DA_s \quad (3.4)$$

bağıntısını vermiştir. Bağıntıdaki ifadeler :

Q_F = Kazık taşıma gücü,

m = Deneysel katsayı, çakma kazıklar için 400, fore kazıklar için 120,

N = Kazık uç seviyesindeki SPT sayısı,

A_b = Kazık uç kesit alanı,

n = Deneysel katsayı, çakma kazıkları için 2, fore kazıklar için 1,

$\bar{N}$ = Kazık boyunca ortalama SPT sayısı,

D = Kazık çapı,

L = Kazık boyu,

A_s = Kazık çevre alanıdır.

Standart penetrasyon deneyinin olası hataları nedeni ile güvenlik katsayısının en az 4 olarak alınması önerilmektedir.

Meyerhof (1976), standart penetrasyon deney sonuçları ile kazık taşıma gücü arsında Çizelge 3.1' de özetlenen ilişkileri vermiştir.

Bu ifadelerde, $\bar{N}$ değerleri kazığın zemin içindeki SPT değerlerinin ortalamasını, N değerleri ise kazık uç seviyesindeki SPT değerlerini göstermektedir.

Çizelge 3.1. SPT – Kazık taşıma gücü ilişkisi (Meyerhof, 1976).

Kazık – Zemin Cinsi	Çevre Sürtünmesi, f_s (kPa)	Uç Direnci, q_b (kPa)
Çakma Kazıklar - kum	$2N$	$40(L/D)N \leq 400N$
Çakma Kazıklar - silt	$2N$	$30(L/D)N \leq 300N$
Fore Kazıklar - kum	N	$13(L/D)N \leq 130N$
Fore Kazıklar - silt	N	$10(L/D)N \leq 100N$

SPT deneyi şu şekilde yapılmaktadır. 4 inç'lik (101 mm) çakma borusu deney zonunun üst seviyesine kadar çakılarak içerisi karotiyerle temizlenir. Penetrasyon takımının içi hafifçe yağlanır. Bu işlem için bir çubuğun ucuna bağlanmış üstübü 10 numara yağa batırılarak penetrasyon borusu içinde gezdirilir, sonra kuru üstübü ile borunun içi hafifçe kurutulur. Penetrasyon borusunun ucundaki çarığın ağzının eğik, kırık ve yamulmuş olmamasına dikkat edilir. Penetrasyon borusu 42 mm'lik tijlere eklenerek kuyu tabanına kadar indirilir. Kuyu ağzının yukarısındaki bölümde dövme başlığı ve kılavuz borusu tijlere eklenir. Şahmerdan kedibaşı ve kule makarası yardımıyla kaldırılarak hafifçe dövme başlığı üzerine konulur. Dövme başlığının üst yüzeyinden başlayarak 76 cm yukarıda kılavuz borusunun üzerine kalıcı bir işaret konularak şahmerdanın serbest düşü yapacağı yer tespit edilir. Kuyu ağzından itibaren de yukarıya doğru SPT deneyine aşağıda belirtilen durumlardan biri ile karşılaşıldığında deneye son verilir (Özdemir ve Özdemir, 2006).

- 15 cm lik ilerlemede herhangi birinde toplam darbe adedi 50 yi bulduğu zaman
- 45 cm lik ilerleme için toplam 100 darbeyi geçmesi durumunda,
- 10 darbeye rağmen zemine fark edilebilir bir sokulma gerçekleşmiyorsa (3 kez üst üste ikileme dahil)

SPT deneyi sırasında, SPT takımı kendi ağırlığıyla zemine gömülüyorsa, bu gömülme mesafesi jurnale kaydedilir. Tespit edilen bu durumdan sonra gömülme mesafesinin altındaki 30 cm için darbe sayısı yeniden sayılır (Özdemir ve Özdemir, 2006).

Deney yapılırken deney zonunda deney yapılmasını engelleyen özel durumlar olduğunda (zeminde iri blok olması hali) o kademe için deneyden vazgeçilerek engel durumu ortadan kaldırılarak bir alt seviyede deney yapılmalıdır. Bu tür özel durumlar sondaj jurnaline kaydedilir (Özdemir ve Özdemir, 2006).

SPT deneylerinde her deney kademesi arasındaki mesafe 1,5 m dir. Bu mesafe ihtiyaca göre azaltılabilir veya arttırılabilir.

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları, arazi çalışmaları sonucunda sondajlardan ve mostralardan alınan örnekler üzerinde yapılan zemin mekaniği deneylerini kapsamaktadır. Zemin mekaniği deneyleri olarak; Atterberg limitleri (likit limit, plastik limit ve plastisite indisi) ve elek analizi deneyleri yapılmıştır. Deneyler Türk (TS 1500) ve Amerikan Society of Testing Materials (ASTM, 2003) standartlarına göre yapılmıştır. Deney sonuçları EK-2’de verilmiştir.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Jeoloji

4.1.1. Bölgenin Genel Jeolojisi

Çalışma alanı ve civarının jeolojisi değişik araştırmacılar tarafından detay olarak çalışılmıştır. Bunlardan daha çok Adana baseni üzerinde yoğunlaşan bazıları şunlardır; Ternek (1957), Schmith (1961), Özgül ve diğ. (1973), İlker (1975), Görür (1979, 1980), Yalçın ve Görür (1984), Yetiş ve Demirkol (1986). Bu çalışma sonuçlarına göre, bölgenin kuzeyinde Tersiyer yaşlı kayaçlar temelde genelde pembemsi kırmızı, bazen de sarımsı turuncu renklerde olabilen çakıltası, kumtaşı ve çamurlardan oluşan Oligosen – Alt Miyosen yaşlı, karasal Gildirli formasyonu (Tgi) ile başlamaktadır. Bu birim alttaki Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı kayaçlar üzerine açışal uyumsuzlukla gelir. Gildirli formasyonunun üzerine boz renkli çakıllı kum taşı, kumtaşı, çakıllı-kumlu kireçtaşı ve silttaşından oluşan Alt Miyosen yaşlı Kaplankaya formasyonu, bununda üzerine ise beyaz-krem renkli Alt-Orta Miyosen yaşlı resifal kireçtaşlarından oluşan Karaisalı formasyonu (Tka) gelmektedir. Karaisalı formasyonunun üzerine ise derin deniz ortamında çökelmiş, yeşilimsi gri renkli şeyl ve marnlardan oluşan Alt- Orta Miyosen yaşlı Güvenç formasyonu (Tgü) yanal ve düşey geçişli olarak gelmektedir. Bu birim üzerine gelen Kuzgun formasyonu (Tku) Üst Miyosen yaşlı olup açık gri, yer yer yeşilimsi, gri, kahverengi kumtaşı-kıltası içermekte olup sığ denizel, karasal ortamı temsil etmektedir. Kuzgun formasyonu çakıltası, kumtaşı, silttaşı ve çamurtaşından oluşan Kuzgun üyesi (Tkuk), tüften oluşan Salbaş Tüf Üyesi (Tkus) ve çakıllı kumtaşı, kumtaşı ve silttaşından oluşan Memişli Üyesi (Tkum) olmak üzere üç farklı üyeden oluşmaktadır. Kuzgun formasyonu üzerine bölgedeki Tersiyer yaşlı istifin tavanını oluşturan Üst Miyosen- Pliyosen yaşlı Handere formasyonu (Th) gelmekte olup, birim sığ denizel ortamı temsil eden sarı, bej renli çakıltası, kumtaşı, çamurtaşı, ve alçıtaşından (jips) oluşmaktadır. Handere formasyonunun üzerine Kuvaterner yaşlı Kaliçi+Taraça ve alüvyon (Qk, Qt, Qal) uyumsuz olarak gelmektedir. Değişik

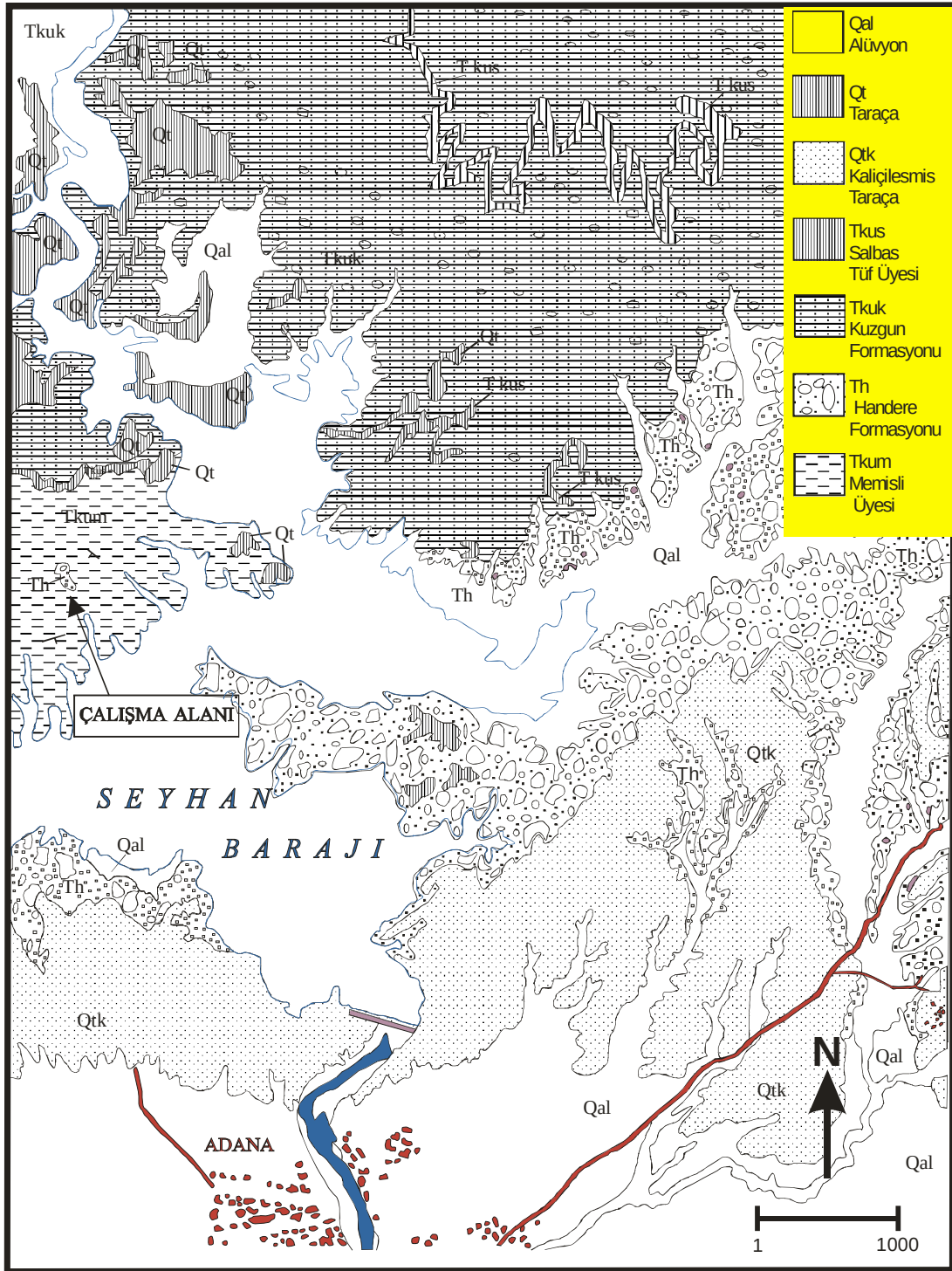
boyutlardaki tutturulmamış, gevşek çakıl, kum ve killerden oluşan alüvyon Çukurova'yı oluşturan geniş düzlük alanları oluşturmaktadır.

Bu çalışmanın konusunu oluşturan çalışma alanı ise daha çok temiz sarımsı renkli kumtaşı, silttaşı ve yer yer de siltli kiltaşından oluşan Kuzgun Formasyonuna ait Memişli Üyesi (Tkum) içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanının ve yakın civarının jeolojik haritası Şekil 4.1'de verilmiştir. Şekil 4.2'de çalışma alanı ve yakın civarının genelleştirilmiş stratigrafi kesiti gösterilmektedir.

4.1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi

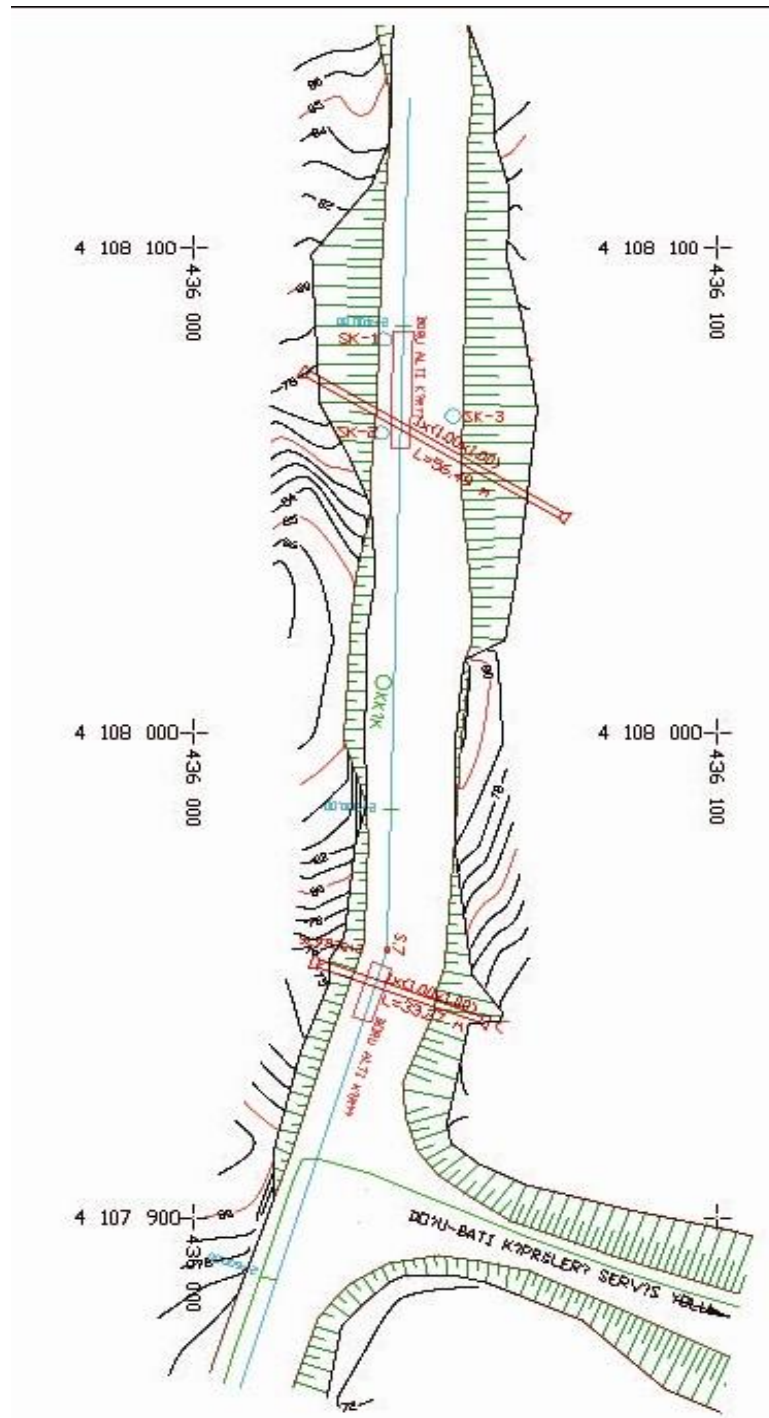
Yukarıda belirtildiği gibi çalışma alanı daha çok sarımsı renkli temiz kumtaşı, silttaşı ve yer yer de siltli kiltaşından oluşan Kuzgun Formasyonuna ait Memişli Üyesi (Tkum) içerisinde yer almaktadır. Çalışma konusunu oluşturan dolgu geçişi, çalışma alanında anakayayı temsil eden söz konusu Memişli Üyesi'nin temiz kumtaşı, silttaşı ve yer yer de siltli kiltaşından oluşan seviyelerinin yarma geçişlerinden elde edilen kesimlerinin vadi içerisine kontrolsüz olarak doldurulması ile yapılmıştır. Anakayanın litolojisi ve tabaka doğrultu ve eğimleri yarmalarda çok net olarak görülmektedir. Çalışma alanının lokal jeolojisi, çalışma alanı ve yakın civarının detay jeolojisi standart saha jeolojisi yöntemleri kullanılarak ortaya çıkarıldıktan sonra, çalışma konusunu oluşturan dolgu geçişini temsil edebilecek şekilde derinlikleri 6–15 m arası değişen 3 adet sondaj açılmıştır. Dolgu geçişi ve yakın civarının detay krokisi ve sondaj lokasyonları Şekil 4.3'de görülmektedir. Sondaj logları ise EK-1'de verilmiştir.

Buna göre çalışma alanı Adana baseni içindeki stratigrafik istifin üst birimlerinden biri olan Kuzgun Formasyonuna ait Üst Sarravaliyen-Messiniyen yaşlı Memişli Üyesi (Tkum)'nin daha çok sarımsı renkli temiz kumtaşı, silttaşı ve yer yer de mavimsi gri renkli siltli kiltaşından oluşan seviyeleri içerisinde yer almaktadır. Birime ait tabaka doğrultuları yaklaşık K60°D, eğimleri ise 12°GD şeklindedir. Mühendislik açısından bir çok problem teşkil eden ve Seyhan baraj gölünün batısından başlayarak Adana baseninin batı kenarına doğru yaygın bir şekilde



Şekil 4.1. Çalışma alanının ve yakın civarının jeolojik haritası (Yetiş ve diğ., 1991).

görülen Jipslere (alçıtaşı) çalışma alanında rastlanmamıştır. Çalışma alanında aktif bir fayın varlığını işaret edebilecek her hangi bir jeolojik ve jeomorfolojik delil yoktur. Şekil 4.4'te çalışma alanında mostra veren jeolojik birimler görülmektedir.



Şekil 4.3. Dolgu geçişi ve yakın civarının detay krokisi ve sondaj lokasyonları.



Şekil 4.4. Çalışma alanında mostra veren birimler.

Sondaj logları ve alınan numunelerin incelenmesinden çalışmanın konusunu oluşturan dolgu geçişinin, dolgunun her iki ucunda bulunan yarmalarda mostra veren Kuzgun Formasyonuna ait Memişli Üyesi'nin gevşek yapıdaki temiz kumtaşı, silttaşı ve yer yer de siltli kilaşlarının vadi içerisine kontrolsüz olarak doldurulması ile oluşturulduğu anlaşılmaktadır.

4.2. Zemin Mekaniği Deneyleri

Yapılan sondajlarda geçilen ve dolgunun büyük bir kesimini oluşturduğu anlaşılan gevşek yapıdaki kumlu, siltli ve yer yer killi dolgu seviyelerinden alınan örnekler üzerinde kıvam limitleri ve tane boyu (elek) analizi deneyleri yapılmıştır. Deneyler EK-2'de sonuçları Çizelge 4.1'de tablo halinde verilmiştir. Buna göre dolguyu oluşturan killi, kumlu, siltli ve yer yer çakıl içeren seviyeler homojen olmayan bir yapıdadır. Birleştirilmiş zemin sınıflandırma sistemine (USCS) göre daha çok killi kum (SC), orta plastisiteli kil (CI) ve daha yer yerde düşük

plastisitedeki kil (CL) sınıfına girmektedirler. Bu seviyeler arasında ince tabaka şeklinde görülen kil içeriği yüksek seviyeler ise daha çok orta ve düşük plastisiteye sahip CL ve CI türü zemin sınıfına girmektedirler. Aşağıdaki Çizelge 4.2’de bazı zemin sınıflamalarının tane boyu aralıkları verilmiştir.

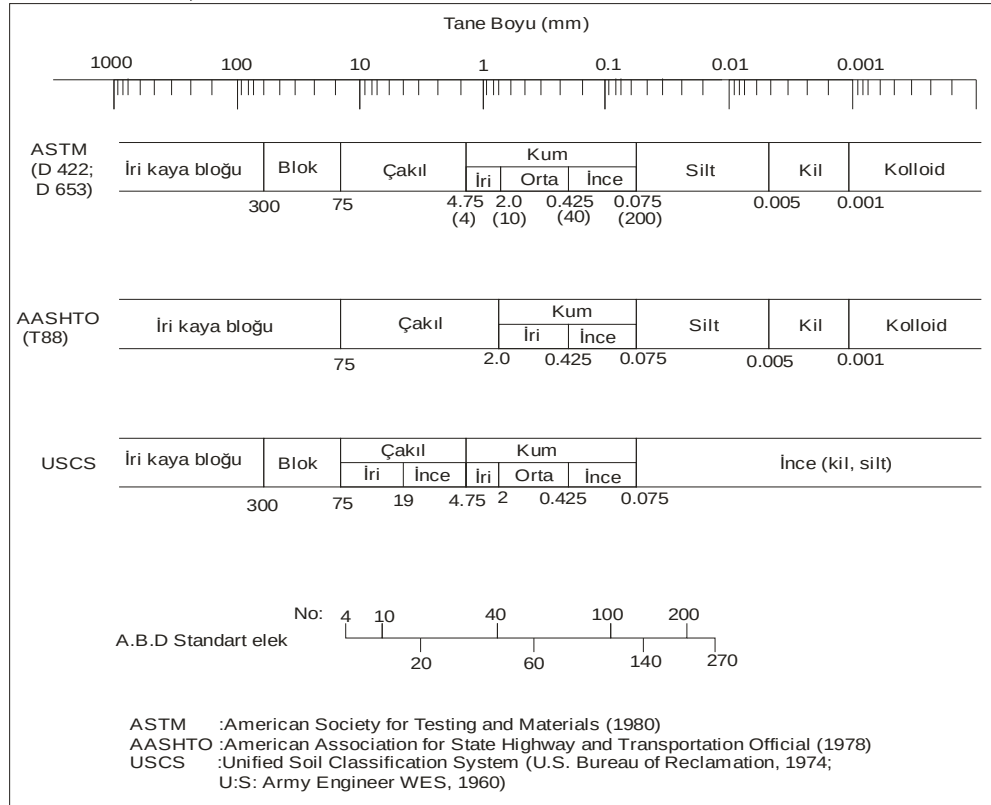
Çizelge 4.1. Arazi ve Laboratuar Deney Sonuçları

ATTERBERG LİMİTLERİ SONUÇLARI			
LL(%)	PL(%)	PI(%)	Derinlik(m)
33,4	16,5	16,9	11,50-11,95
32	15,4	16,6	9,50-9,95
31,8	15,8	16	7,50-7,95
31,3	15,6	15,7	6,00-6,45
30,9	16	14,9	4,50-4,95
37,9	15,9	22	3,00-3,45
30,5	15,9	14,6	1,50-1,95
ELEK ANALİZİ SONUÇLARI			
Çakıl Boyutu Yüzdesi	Kum Boyutu Yüzdesi	Kil-Silt Boyutu Yüzdesi	Derinlik(m)
1,57%	45,07%	53,36%	11,50- 11,95
5,57%	37,52%	56,91%	9,50-9,95
9,58%	43,31%	47,10%	7,50-7,95
9,40%	40,16%	50,44%	6,00-6,45
13,76%	44,07%	42,17%	4,50-4,95
7,06%	29,61%	63,33%	3,00-3,45
10,28%	38,56%	51,15%	1,50-1,95
PRESSİYOMETRE DENEY SONUÇLARI			
E(kgf/cm ²)	PL(kgf/cm ²)	Derinlik(m)	
750	18,75	6,50	
154	8,15	3,50	
190	8,75	13,00	
53	2,75	2,00	
571	18,75	15,00	
276	18,75	9,50	
160	10,75	5,30	
80	6,75	8,50	

4.3. Yeraltı ve Yerüstü Su Durumu

Çalışma konusunu oluşturan dolguda yapılan sondajda yeraltı suyuna rastlanmamıştır. Ancak kontrolsüz (sıkıştırılmadan) yapıldığı anlaşılan dolgunun büyük bir kesimini oluşturan gevşek yapıdaki kohezyonsuz kumlu zeminler çok geçirimlidir.

Çizelge 4.2. Birkaç değişik zemin sınıflamasının tane boyu aralıkları (Kayabalı, 2002).



Gerek yüzey suları gerekse isale hattını oluşturan boruların eklem yerlerinde dolguda meydana gelebilecek herhangi bir oturma nedeni ile veya yağışlı sezonlarda ek yerleri izole edilmemiş menfezlerden su akışı esnasında oluşabilecek sızıntıların etkisiyle kolayca doygun hale gelebilecek özelliktedir. Dolguyu oluşturan zeminin bu özelliklerinden dolayı korumasız halde bırakılan dolgu yamaçları yüzey suları etkisi ile yıkanarak önemli ölçüde aşınmış ve aşınan malzeme menfez içerisinde ve vadi tabanında çökelmiştir.

4.4. Afet Durumu

Çalışma alanında bulunan dolgu geçişinin batısında 10–15 m yüksekliğinde şevler bulunmaktadır (Şekil 4.5). Farklı aşınma özelliklerine sahip birimlerden oluşan bu yamaçlar özellikle aşırı yağışlı sezonlarda ve herhangi bir deprem anında yamaç stabilitesi sorunu yaratacak yerlerdir.

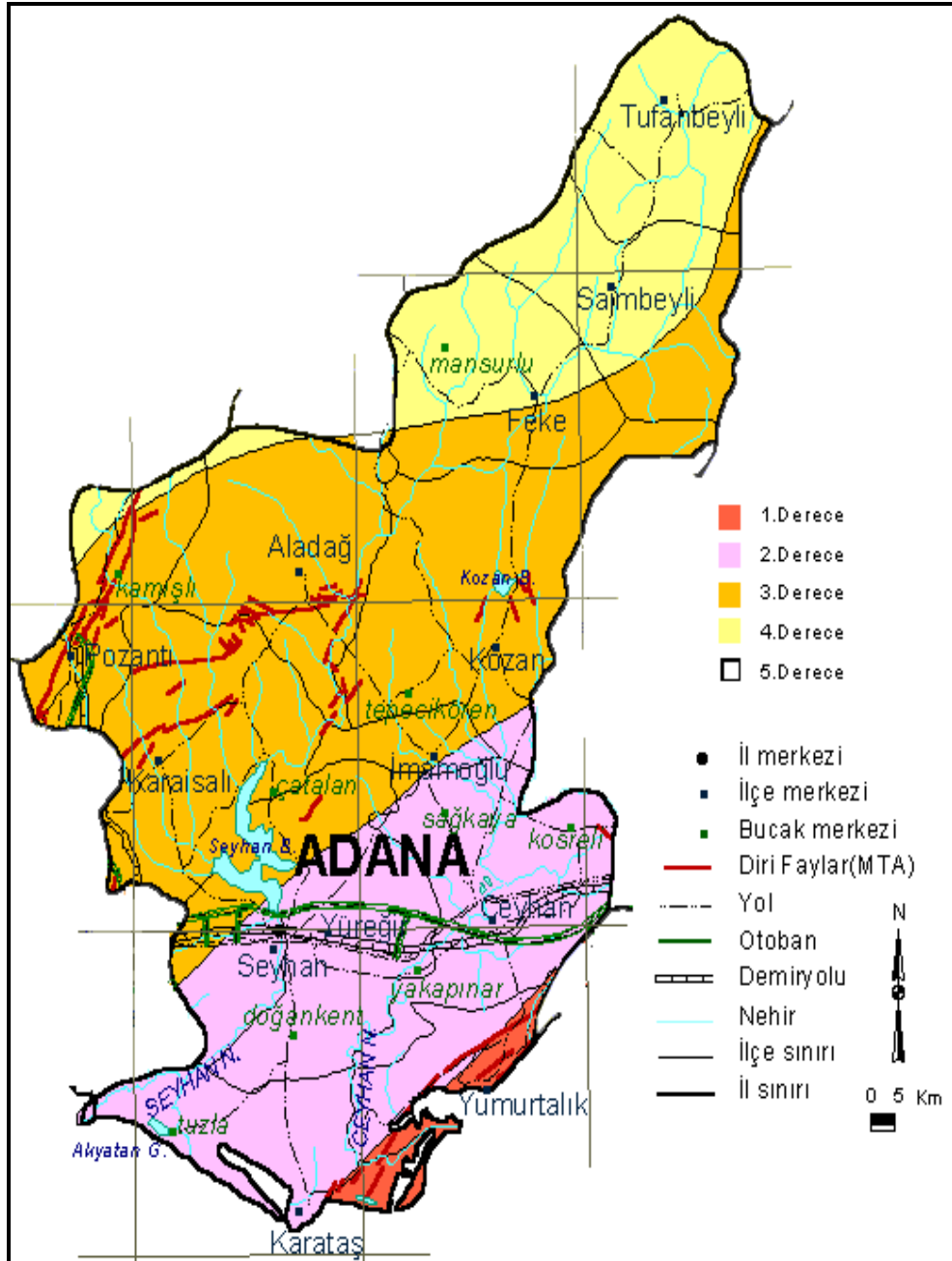


Şekil 4.5. Çalışma alanında bulunan yamaç stabilitesi oluşturabilecek şevler.

4.5. Deprem Durumu

Çalışma alanı, TC Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi tarafından hazırlanan ve Bakanlar Kurulu'nun 18.04.1996 tarih ve 96/8109 sayılı kararı ile yürürlüğe giren Türkiye Deprem Bölgeleri haritasına göre 3. derece deprem bölgesindedir. Deprem Araştırma Dairesi bu bölge için maksimum yer ivmesinin 0.2–0.3 g arasında önermiştir. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelikte 3. derece deprem

bölgelerinde yapılacak yapılarda ivme değerinin 0.2 g alınması önerilmiştir. Adana bölgesinin deprem haritası Şekil 4.6’de görülmektedir.



Şekil 4.6. Adana deprem haritası (Kaynak: www.ilkeyapidenetim.com/harita/adana1.gif)

4.6. Sondajlar

Çalışma konusunu oluşturan dolgudaki anakayadan türeme zemin türlerinin jeoteknik özelliklerini ortaya koymak için gerekli numuneleri almak, SPT deneyini yapmak ve dolgunun kesitini çıkarmak amacı ile derinlikleri 6–15 m arası olan üç adet sondaj (SK–1, SK–2 ve SK–3) açılmıştır. Sondaj lokasyonları Şekil 4.3’te logları ise EK-1’de verilmektedir.

4.6.1. SK-1 Sondaj Logu

İsale hattı ve menfeze yakın olacak şekilde yapılan SK-1 sondajında yüzeyden itibaren 20 cm derinliğe kadar stabilize yol malzemesi, daha sonra ise 4 m’ye kadar kumlu, siltli, killi dolgu seviyesi geçilmiştir. Çakıllı, kumlu, killi dolgu daha çok 4-7.95 m’ler arası görülmüştür. Bu seviyeden hemen sonra 7.95-11.95 m’ler arası kumlu, siltli, killi dolgu birimi geçilmiştir. Bu seviyeler arasında sondaj logunda görülmeyen 4-6 cm kalınlığında kil bantları bulunmaktadır. Sondaj 11.95-15 m arasında silttaşı, kiltası seviyesi ile son bulmaktadır. Aşağıda karotlu numune alma işlemi Şekil 4.7’de ve alınan numunelerin sandıklara yerleştirilmesi Şekil 4.8’de gösterilmiştir.

4.6.2. SK-2 Sondaj Logu

Yine isale hattı ve menfeze yakın olacak şekilde yapılan SK-2 sondajında yüzeyden itibaren önce 20 cm derinliğe kadar stabilize yol malzemesi, daha sonra ise yaklaşık 5 m derinliğe kadar kumlu, siltli, killi dolgu seviyesi geçilmiştir. Her ne kadar sondaj logunda görülmese de bu seviyeler arasında 3-5 cm kalınlığında kil bantları bulunmaktadır. Bu seviyenin altında 1.5m kalınlığında silttaşı, kil taşı bulunmaktadır. Sondaj 6.50 m de sonlandırılmıştır.



Şekil 4.7. Karotlu sondaj numunesi alma işlemi.



Şekil 4.8. Açılan sondajlardan alınan karot numuneleri.

4.6.3. SK-3 Sondaj Logu

SK-3'te diğer sondajlar gibi isale hattı ve menfeze yakın olacak şekilde yapılmıştır. Sondajda yüzeyden itibaren 20 cm derinliğe kadar stabilize yol malzemesi, altında 7.50 m kalınlığında kumlu, siltli, killi dolgu bunun altında ise 10 m derinlikte silttaş, kiltaş bulunmaktadır. Yine bu açılan sondajda da yer yer kil bantları geçilmiştir. Şekil 4.9'da alınan numunelerin sandığa yerleştirilmesi görülmektedir.

Şekil 4.10'de sondaj kuyularının korelasyonu gösterilmektedir. Açılan bu sondajlarda ilk 0-20 cm arası stabilize yol malzemesi ile geçilmektedir. Daha sonra sondajlarda farklı kalınlıklarda kumlu, siltli, killi dolgu görülmektedir. Bu birimlerden sonra SK-1 de çakıllı kumlu killi dolgu seviyeleri geçilmekte ve devamında kumlu, siltli, killi dolgu görülmektedir. Açılan sondajların hepsinde de belli seviyelerde ortalama kalınlığı 4-6 cm olan, sondaj loglarında görülmeyen kil bantları bulunmaktadır. Açılan farklı derinliklerdeki sondajların her üçü de silttaş ve kiltaş ile son bulmaktadır.

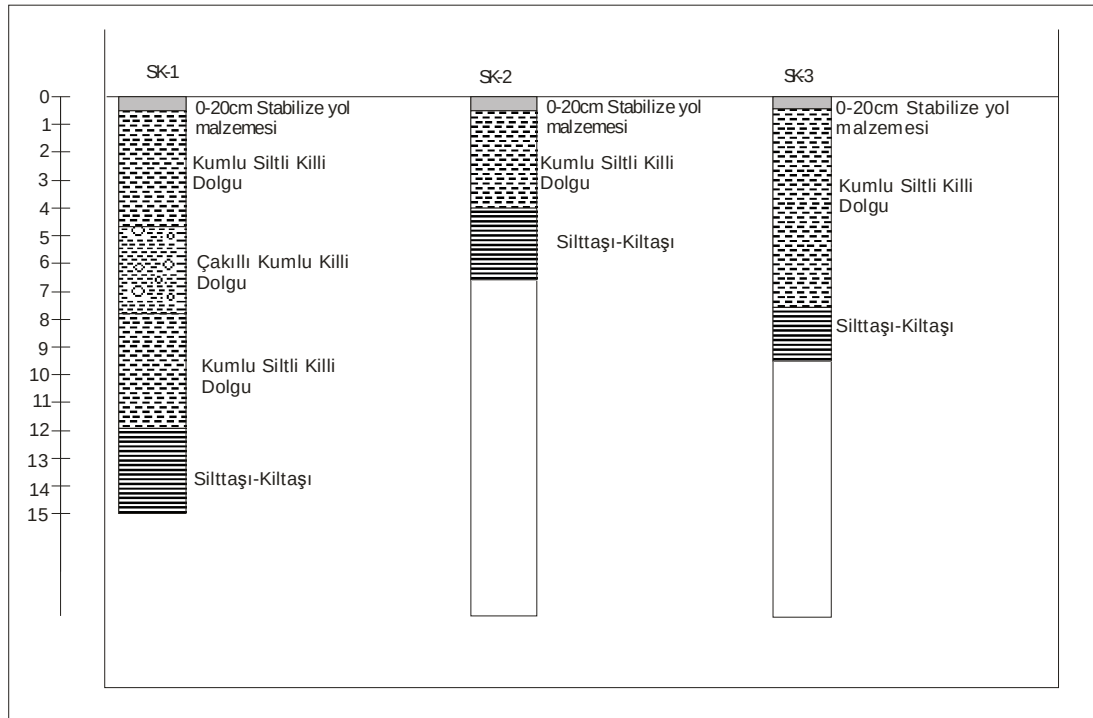
4.7. Jeoteknik Araştırma ve Değerlendirme

Dolgu üzerinde yapılan sondajlardan elde edilen logların ve alınan numunelerin incelenmesinden sonra çalışma konusunu oluşturan dolgu geçişinin dolgunun her iki ucunda bulunan yarmalarda mostra veren Kuzgun Formasyonu Memişli üyesine ait olduğu anlaşılmıştır (Şekil 4.11). Dolgunun kumlu, siltli, yer yerde killi ve çakıllı malzemenin vadi içerisine kontrolsüz olarak doldurulması ile oluşturulduğu anlaşılmaktadır. Yerinde yapılan incelemede çalışmanın konusunu oluşturan dolguda önemli derecede oturmalar gözlenmiştir (Şekil 4.12).

Açılan kuyularda standart penetrasyon deneyi ile kazık uç ve sürtünme direnci belirlenmiştir. Dolgunun Deformasyon Modülü (E), Göçme Anındaki Limit Basınç (PL) gibi mühendislik parametrelerinin hesaplanması için farklı derinliklerde pressiyometre deneyleri yapılmıştır.



Şekil 4.9. Yapılan sondajlardan alınan karot numuneleri.



Şekil 4.10. Sondaj kuyularının korelasyonunu gösteren enine kesit.



Şekil 4.11. Çalışma alanındaki kuzgun formasyonuna ait birimler.



Şekil 4.12. Dolgu yüzeyindeki oturmalar

Sondajlarda geçilen gevşek yapıdaki ince taneli kumlu, siltli, killi seviyelerden alınan numuneler üzerinde kıvam limitleri deneyleri (Likit Limit ve Plastik Limit) ve tane boyu analizi yapılmıştır. Sonuçlar EK-2’de verilmiştir. Buna göre hem dolguyu oluşturan kumlu, siltli, yer yerde killi olan zeminler hem de menfezlerden alınan numuneler Birleştirilmiş Zemin Sınıflandırma sistemine (USCS) göre killi kum (SC), orta plastisiteli kil (CI) ve düşük plastisiteli kil (CL), sınıfına girmektedir. Kumlu seviyeler arasında ince tabaka şeklinde görülen killi seviyeler ise orta ve düşük plastisiteye sahip CL ve CI türü zeminlerdir. Bu değerlendirme sonucunda dolguda oluşan oturma ve çökmelerin hem kontrolsüz olarak serilen dolgu malzemesinin oturması hem de dolguyu oluşturan gevşek yapıdaki kohezyonsuz kumlu zeminlerin borulanması sonucu dolgu içerisinde (tıpkı delikli peynir örneğinde olduğu gibi) oluşan boşlukların çökmesi sonucu meydana geldiği anlaşılmaktadır. Dolguda yer yer geçilen kil içeriği yüksek seviyeler ise Terzaghi ve dig. (1996) tarafından açıkladığı gibi borulanan kesimler üzerinde çatı (örtü) rolünü üstlenerek borulanmayı kolaylaştırmışlardır.

Menfezlerde ve dolgu yüzeylerinde yapılan incelemede, dolgudaki farklı oturmalar ve bu farklı oturmalar nedeni ile oluşan farklı gerilmelerin menfezi oluşturan parçalarda çatlamlar ve ek yerlerinde önemli miktarda açıklıkların oluşmasına neden olduğu görülmüştür. Bu çatlak ve açıklıklardan kohezyonsuz kumlu malzemenin borulanmaya uğrayarak akması nedeniyle ve daha çok kohezyonsuz kumlu, siltli, yer yerde killi malzemeden oluşan kontrolsüz dolgu yüzeyindeki aşınmalar sonucu vadi tabanı ve menfez içerisinde önemli miktarda sedimantasyon oluşmuştur. Ayrıca bazı menfez tabanı ek yerlerindeki açıklıklardan menfeze giren suyun menfezin altındaki kumlu malzemeyi aşındırarak boşaltması sonucu büyük boşlukların meydana geldiği, buralardan menfeze gelen suyun menfezin yerine artık bu boşluklardan aktığı gözlenmiştir.

Dolgunun korunmasız yüzeyindeki yüzey sularının oluşturduğu yıkanma sonucu oluşan aşırı derecedeki aşınmada, büyük kesimi kohezyonsuz kumdan, siltten ve killi silt karışımından oluşan gevşek yapıdaki dolgu malzemesinin borulanmaya ne kadar müsait olduğu görülmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Çalışma alanındaki borulanmaya bir örnek.

Çalışma alanından geçen Çatalan İçmesuyu İsale Hattı menfezin üzerinde bulunan dolgu zemin içerisinde yer almaktadır. Dolguda oluşan boşluklar içme suyu isale hattı için tehlike oluşturmaktadır. Dolguda zamanla oturma olmakta ve içmesuyu isale hattının ek yerlerinde açılma meydana gelmektedir. Bu nedenle dolgu zeminde, hem bu isale hattının ek yerlerinden gelen sularla hem de dışardan su girişi ile daha çok taşınma olmakta buda oturmanın artmasına neden olmaktadır.

Özetle gelişigüzel oluşturulan dolgunun kendisi ve dolayısı ile içerisinde geçen isale hattı tehdit altındadır. Dolgu uygun malzeme ile yapılmamış ve standartlara göre sıkıştırılmamıştır. Bu değerlendirilmeler ışığında çalışma alanında sadece yüzeysel önlemlerin yetmeyeceği daha sağlıklı önlemler alınması gerektiği sonucu çıkarılmıştır.

Ayrıca, çalışma konusunu oluşturan dolgu geçişinde ve özellikle menfez civarında olduğu gibi özellikle yaklaşık kuzey-güney doğrultulu eğimli yamaç geçişleri boyunca yapılan dolgulu geçişlerde stabilite sorunu bulunmaktadır. Çalışma alanındaki dolgu geçişinde dolgu, dolgu öncesi eğimli yamacı oluşturan anakaya üzerinde bulunmaktadır. Bu yan yüzeylerde sıkıştırma işleminin sağlıklı bir şekilde yapılmadığı anlaşılmaktadır. Eğimli anakaya yüzeyi ile kontrolsüz olarak yapıldığı anlaşılan dolgunun taban yüzeyi arasında zayıf bir yüzey olduğu gözlenmiştir.

Eğimli yamaç üzerinde dolgunun öncelikle bu zayıf yüzeyler boyunca özellikle yağışlı sezonlarda ve/veya herhangi bir sarsıntı (deprem vs.) esnasında kayma riski çok yüksektir. Çalışma alanında bulunan dolgu geçişinin eğimli yamaç üzerinde duraylı hale getirilmesi son derece önemlidir.

Söz konusu stabilite sorununu gidermek için anakaya ile bağlantılı perde duvar önerilmiştir. Ana kaya ile bağlantı ise kazık temel ile mümkün olacaktır. Yapılacak bu perde duvarın buradaki eğimden dolayı oluşacak yanal kuvvetleri de engelleyeceği düşünülmektedir.

Ayrıca çalışma alanındaki dolgunun oturmasının engellenmesi için dolguda oluşmuş boşlukların acil olarak enjeksiyon ile doldurulması gerekmektedir. Yapılan enjeksiyon ile suyun malzemeyi taşıması ile oluşan boşluklar doldurularak oturmanın dolayısı ile de isale hattında bir kırılmanın engellemesi hedeflenmektedir.

Dolayısıyla da çalışma alanında öncelikle enjeksiyon yapılmış ve işlem sonunda enjeksiyonun başarısı test edilmiş ve oturmaların sonlandığından emin olunması için ölçümler yapılmıştır. Böylece sorunun öncelikle en ekonomik ve hızlı bir şekilde standartlara uygun, kontrollü ve yeterince yapılan enjeksiyon ile çözümlenmesi sağlanmıştır (Şekil 4.14 ve Şekil 4.15). Ancak çalışma alanında yalnızca dolgudaki borulanma sonucu oluşan boşluklar enjeksiyon ile doldurulmakta, dolgu malzemesi çok ince yapılı olduğu için içerisine çimento enjeksiyonunu almamaktadır. Bundan dolayı enjeksiyon çalışmaları tamamlandıktan sonra dolguya suyun tekrar girerek zemini aşındırmaması için enjeksiyon yapılan alanın üzeri kil örtü serilerek sıkıştırılmış ve kil üzerine stabilize kaplaması yapılmıştır.

Ayrıca kazıklar ve üzerine perde duvar yapıldıktan sonra korunmasız halde bulunan perde duvar ve yol arası dolgu şev yüzeylerine de kil örtü serilerek sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan şev yüzeylerini korumak ve suyun girmesini önlemek için uygun malzeme ile harçlı taşpere yapılmıştır.

Sorunun çözümü için bir çok zemin iyileştirme yöntemi bulunsa da örneğin; kazık destekli geçiş, jet grouting, dolgunun tekrar kontrollü olarak daha uygun malzeme ile yapılması vb. gibi bunlar hem çok pahalı hem de zaman alıcıdır.



Şekil 4.14. Çalışma alanından enjeksiyon yapılmasına bir örnek.



Şekil 4.15. Enjeksiyon yapılan bir nokta.

4.8. Boyutlandırılması ve Kazıkların Yapılışı

4.8.1. Kazıkların Boyutlandırılması

Çalışma alanında yapılan kazıklar Plaxis 8-1 yazılım ve Morh-Coulomb yöntemi ile tasarlanmış ve uygulanmıştır. Çözümlerde temel zemini iki farklı tabaka olarak alınmış olup program içerisinde kullanılan parametreler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Kazık geometrisinden dolayı elde edilen parametreler ise Çizelge 4.4’de sunulmaktadır.

Çizelge 4.3. Zemin parametrelerinin belirlenmesi.

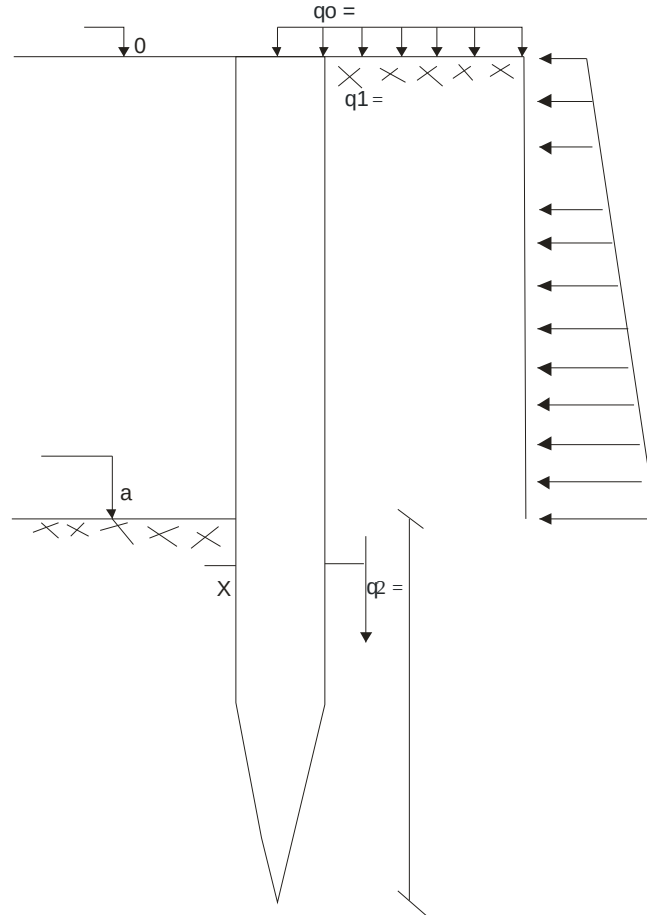
Mohr-Coulomb		Kil-1	Kil-2
Type		Drained	Undrained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	18,00	20,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	19,00	21,00
k_x	[m/day]	0,001	0,001
k_y	[m/day]	0,001	0,001
e_{init}	[-]	1,000	1,000
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	10000,000	5300,000
μ	[-]	0,350	0,200
G_{ref}	[kN/m ²]	3703,704	2208,333
E_{oed}	[kN/m ²]	16049,383	5888,889
c_{ref}	[kN/m ²]	5,00	10,00
ϕ	[°]	25,00	32,00

Çizelge 4.4. Kazık veri gruplarının parametreleri.

No	Identification	EA	EI	w	α	Mp	Np
.		[kN/m]	[kNm ² /m]	[kN/m/m]	[-]	[kNm/m]	[kN/m]
1	6 - Pile Toe	2E6	8000,00	2,00	0,20	1E15	1E15
2	30’luk kazık	2,015E6	1,1332E5	20,00	0,20	1E15	1E15

Her iki çizelgedeki değerlerin programa verilmesi ile mini kazık üzerine gelen moment kesme kuvvetleri ve normal kuvvetler hesaplanmış olup, bu sonuçlar ile mini kazık donatı hesabı yapılarak projeleri hazırlanmış ve uygulanmıştır. Yapılan

çözümlerden birkaç örnek EK-3’de yer almaktadır. Aşağıda ki Şekil 4.16’da bir kazık dilimi geometrisi verilmektedir.



Şekil 4.16. Bir kazık dilimi geometrisi.

4.8.2. Çalışma Alanında Kazıkların Yapılması

Çalışma alanında uygulanan kazıklar aşağıdaki şekilde yapılmış olup kazık veri parametreleri ve çözümleri Ek-3’te verilmektedir. Kazık temel yapılması için öncelikle kazık çukurları açılmış ve eğer zeminde herhangi bir problem yok ise demir donatıları (asal demirler ve etriyeler) bağlanarak aşağıda belli bir pas payı kalacak şekilde kazık çukuruna indirilmiştir (Şekil 4.17). İndirilen demir donatının filizleri zemin yüzeyinden en az bir metre yukarda kalacak şekilde kazık çukuruna yerleştirilmiştir. Açılan kazık çukurları zemin yüzeyine gelene kadar hazır beton ile doldurulmuştur (Şekil 4.18). Yukarıda kalan filizlere perde duvar demir donatıları

bağlanmıştır. Bağlanan perde duvar demirlerine barbakan delikleri için plastik borular yerleştirilmiştir. Ardından bu perde duvar demir donatılarına kalıplar takılmış ve bu duvar kalıbının içi tamamen hazır beton ile doldurulmuştur (Şekil 4.19). Perde duvarda herhangi bir boşluk oluşmaması için hazır beton dökülürken vibratör kullanılmıştır.



Şekil 4.17. Çalışma alanında kazıkların yapılması.

Dökülen beton priz aldıktan sonra kalıplar sökülmüş ve perde duvar yol arası şevler Şekil 4.20’de görüldüğü gibi düzeltilip kil örtü serilerek sıkıştırılmıştır. Sıkıştırılan şevlerin üzerine su girmemesi ve malzemenin taşınmaması için Şekil 4.21’de görüldüğü gibi harçlı taşpere yapılmıştır.



Şekil 4.18. Açılan çukurların demir donatıları indirildikten sonra hazır betonla doldurulması.



Şekil 4.19. Perde duvarın demirlerinin bağlanması ve kalıplarının takılması.



Şekil 4.20. Düzeltilen yamaçların vibratör ile sıkıştırılması.



Şekil 4.21. Perde duvar ile yol arası şevlere harçlı taşpere yapılması.

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışma alanında yapılan incelemede çalışmanın konusunu oluşturan dolguda önemli derecede şev ve oturma problemleri gözlenmiştir. Dolgu üzerinde yapılan sondajlardan elde edilen logların ve alınan numunelerin incelenmesinden çalışma konusunu oluşturan dolgu geçişinin dolgunun her iki ucunda bulunan yarmalarda mostra veren Kuzgun formasyonuna ait Memişli üyesi'nin gevşek yapıdaki temiz kumtaşı, silttaşı ve yer yerde siltli kil taşlarının vadi içerisinde kontrolsüz olarak doldurulması ile oluştuğu anlaşılmaktadır.

Menfezlerde yapılan incelemede, menfezi oluşturan parçaların ek yerlerinde 10-15cm'yi açıklıklar olduğu, bu açıklıklardan kohezyonsuz kumlu malzemenin akması sonucu ve ayrıca bazı menfez tabanı ek yerlerindeki açıklıklardan giren menfez suyunun menfezin altındaki kumlu malzemeyi aşındırarak boşaltması sonucu büyük boşlukların olduğu, buralarda menfez suyunun menfez yerine artık bu boşluklardan aktığı gözlenmiştir.

Açılan sondajlardan ve mostralardan alınan numuneler incelendiğinde hem dolguyu oluşturan zeminler hem de menfezlerden alınan numuneler Birleştirilmiş Zemin Sınıflama Sistemine (USCS) göre killi kum (SC), orta plastisiteli kil (CI) ve düşük plastisiteli kil (CL) sınıfına girmektedir.

Arazi incelemesi, arazi ve laboratuvar deney sonuçları birlikte değerlendirildiğinde kontrolsüz olarak inşa edildiği anlaşılan dolgunun kendisi ve içerisinden geçen isale hattının risk altında olduğu anlaşılmıştır. Değerlendirilmeler ışığında çalışma alanında sadece yüzeysel önlemlerin yetmeyeceği anlaşılmış ve çalışma alanında öncelikle; isale hattının daha fazla oturmadan dolayı zarar görmemesi için enjeksiyon ile dolgunun iyileştirmesi daha sonra şevin her iki yamacına kazık temelli perde duvar yapılarak olası stabilite sorunlarının giderilmesi amaçlanmış ve uygulanmıştır. Ayrıca dolguya suyun girerek hem dolgu malzemesini taşınamaması hem de yapılan enjeksiyon işleminin faydasız hale gelmemesi için perde duvar ve yol arası dolgu şev yüzeylerine kil örtü serilerek harçlı taşpere uygulaması önerilmiş ve yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- ASKİ, 2002, Çatalan İçmesuyu İsale Hattı Projesi.
- ASTM D 422-63, 2003, Standard test method for particle- size anaysis of soil.In: Annual Book Of ASTM Standarts, West Conshohocken, PA, 04.08, pp. 10-17.
- ASTM D 4318-00, 2003, Standart test methods for liquid limit, plstic limit, and plasticity index of soils. In: Annual Book of ASTM Standards, West Conshohocken, PA, 04.08, pp. 482-593.
- AYTEKİN, M., 2004, Deneysel Zemin Mekaniği, Teknik Yayınevi, Ankara, s.624.
- BAGUELIN, F., JEZEGUEL, J., SHIELDS, D.H., 1978, The Pressuremeter and Foundation Engineering. Trans Tech Publications, Clausthal.
- CANADIAN GEOTECHNICAL SOCIETY, 1985, Canadian Foundation Engineering Manuel, 2 Edition. Canadian Geotechnical Society, Vancouver, Canada, 456pp.
- CHELLIS, R. D., 1961, Pile Foundations, 2nd ed., McGrow Hill, New York.
- CODUTO, D. P., 2001, Temel Tasarımı İlkeler ve Uygulamalar, Gazi Kitapevi, Ankara, s.816
- GÖRÜR. N., 1979, Karaisalı Kireçtaşının (Miyosen) Sedimentolojisi: Türkiye Jeoloji Kur. Bült., 22/2, 227-234.
- _____, 1980, Karaisalı Kireçtaşının (Miyosen) Diyajenetik Evrimi: Türkiye 5. Petrol Kong. Tebl, 123-128.
- HEINZ, R., 1993, Plastic Piling, Civil Engineerring, Vol. 63, No. 4, pp.63-65, ASCE.
- İLKER, S., 1975, Adana Baseni Kuzey Batısının Jeolojisi ve Petrol Olanakları, TPOA Arama Arşiv No: 973, Ankara 63 s(yayınlanmamış).
- İNAN, Ç., 1993, Kazıklı Temeller ve Kazıklı Temellerin Bilgisayar Programı ile Hesabı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s.223.
- KAYABALI, K., 2002, Geoteknik Mühendisliğine Giriş (Çeviri), Gazi Kitapevi, Ankara, s.723.

- MEYERHOF, G.G., 1976, Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations .
Journal of Geotech. Eng. Div., ASCE, Vol. 102, No. GT3, pp. 195-228.
- NEWYORK CITY DEPATMENT OF BUILDINGS, 1998, Building Code of the
City of Newyork.
- ÖNALP, A., 2002, Geoteknik Bilgisi, I, Birsen Yayınevi, Yayın No:0029, İstanbul,
s.414.
- ÖZDEMİR, A. ve ÖZDEMİR, M., 2006, Jeoteknik Etüt Sondajları, Belen Yayıncılık
Matbaacılık, Ankara, S.235.
- ÖZER, B., BIJU-DUVAL, B., COURRIER. P. and LETOUZEY, J., 1974, Antalya-
Mut ve Adana neojen havzasının Jeolojisi: Proc. 2nd Petrol. Congress
of Turkey, Assoc. Turkish Petrol. Geologists, Ankara, pp. 57-84.
- POWELL, G.T., 1884, Foundations and Foundation Walls, William T. Comstock,
New York.
- SCHMIDT, G.C., 1961, Stratigraphic nomenclature for the Adana region
petroleum district VII, Petroleum Administration Bull., 6, 47-63,
Ankara.
- SCHMIDT, B., 1985, Die Berechnung von prahlrosten mit elastich gebetteten
Prahlern nanch der Methode der finiten Elemente Bautechnik, 20-25.
- SLIWINSKI, Z, J. ve FLEMING, W.G.K., 1983, The Integrity and Performance of
Bored Piles, Piling and Ground Treatment for Foundations, Thomas
Telford, London, pp.153-165.
- ŞEKERCİOĞLU, E., 1993, Yapıların Projelendirilmesinde Mühendislik Jeolojisi,
Ankara, s.286.
- TERNEK, Z., 1957, The Lower Miocene (Burdigalian) formations on the Adana
basin, their relations with other formations and oil possibilities: M.T.A.
Bull., 49:60-80.
- TERZAGHI, K., 1948, Theoretical soil mechanics, John Wiley and Sons, Inc., New
York, p.510.
- TERZAGHI, K. and PECK, R.B., 1967, Soil Mechanics in Engineering Practive, 2nd
Ed., John Wiley and Sons, Inc., NewYork, p.729

- TERZAGHI, K., PECK, R.B. ve MESRI, G., 1996. Soil Mechanics in Engineering Practice (3.Baskı). John Wiley & Sons, Inc., New York, N.y
- TOĞROL, E. ve TAN, O., 2003, Kazıklı Temeller, Birsan Yayınevi, İstanbul, s.142
- TORAMAN, E., 2005, Kazıklı Temeller Hakkında Bir İnceleme. İstanbul Teknik Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul, s.86
- UZUNER, B. A., 1996, Temel Zemin Mekaniği. 3. Baskı, Teknik Yayınevi, Ankara.
- YALÇIN, N.M. ve GÖRÜR. N., 1984, Sedimentological evolution of the Adana basin, International Symposium on the Geology of the Taurus Belt, Ankara, 165-172.
- YETİŞ, C. ve DEMİRKOL, C., 1984, Adana Baseni Kuzey-Kuzeybatı Kesiminin Temel Statiğrafisine İlişkin Bazı Gözlemler: Türkiye Jeoloji Kurultayı 38. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri. 59-61.
- YETİŞ, C. ve DEMİRKOL, C., 1986, Adana Baseni Batı Kesiminin Detay Jeoloji Etüdü, Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etüdler Dairesi, Ankara, 165-172.
- YETİŞ, C., DEMİRKOL, C., LAGAP, H. ve ÜNLÜGENÇ, U.C., 1991, MTA Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, No: 36, Kozan-K20 Paftası, MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi Yayını, Ankara, Ölçek: 1:100 000.
- YILDIRIM, S., 2004, Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı, Birsan Yayınevi, İstanbul, s.471.
- YILMAZOĞLU, İ., 1993, Betonarme Kazıklı Temellerin Hesabı. Anadolu üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Eskişehir, s.65.
- YÜCETÜRK, G., 2002, Farklı Zemin Özelliklerine Göre Uygulanan Derin Temeller. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, s.85.

ÖZGEÇMİŞ

1976 yılında K.Maraş Afşin ilçesinde doğdu. İlk ve orta öğrenimini Afşin’de lise öğrenimini ise Elbistan’da tamamladı. 1999 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği bölümünü kazandı. 1999 yılında YADİM’de İngilizce eğitimi aldı. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında eğitime başladı. 2004 yılında mezun oldu ve 2005 yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim dalında Prof Dr. Hasan Çetin yönetiminde yüksek lisans öğrenimine başladı halen aynı fakültede öğrenimine devam etmektedir.

.

EKLER

Ek 1: Sondaj logları

SONDAJ LOGU / BORING LOG										SONDAJ NO	SK1								
										Boring No									
										SAYFA NO	1								
										Page No									
PROJE ADI		ASKI İÇME SUYU İSALE HATTI																	
SONDAJ YERİ		ADANA								MUH.BOR.DER		-							
SONDAJ DERİNLİĞİ		15.00 m								BAŞ. BİT. TARİHİ		20.05.2016-20.05.2016							
SONDAJ KOTU										PAFTA NO		-							
YER ALTİ SUYU		RASTLANMADI								ADA-PARSEL NO		-							
DERİNLİK (m)	MANEVSİA (cm)	Kıvrım (cm)	Kıvrım (%)	Dayanıklılık (kg/cm²)	Numune cinsi	JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL (PROFILE)	SPT				GRAFİK (GRAPH)							
								15	30	45	N	0	10	20	30	40	50	R	
0																			
1	00.00-01.50 m	150				D1	KUMLU SİLTİLİ KİLLİ DOLGU												
2	01.50-01.95 m	45				SPT1		6	5	6	11								
3	01.95-03.00 m	105				D2													
4	03.00-03.45 m	45				SPT2													
5	03.45-04.00 m	105				D3	ÇAKILLI KUMLU KİLLİ DOLGU												
6	04.00-04.95 m	45				SPT3		10	12	15	27								
7	04.95-05.00 m	105				D4													
8	05.00-05.45 m	45				SPT4													
9	05.45-07.50 m	105				D5	KUMLU SİLTİLİ KİLLİ DOLGU												
10	07.50-07.95 m	45				SPT5		6	7	8	15								
11	07.95-09.00 m	105				D7													
12	09.00-09.45 m	45				SPT6													
13	09.45-10.50 m	105				D8	SİLTİTAŞI-KİTAŞI												
14	10.50-11.50 m	100				D9													
15	11.50-11.95 m	45				SPT7		8	10	15	25								
16	11.95-13.00 m	105				D10	KUYU SONU : 15.00 m												
17	13.00-15.00 m	200				D11													
18																			
19																			
20																			
Kıvrım Dayanıklılığı - Strength		Kıvrım Kuvveti - RQD		İnce Tanımlı Zemin - Fine grained		İl Tanımlı Zemin - Coarse grained													
R1 Çok zayıf (very weak)		% 0 - 25 Çok kötü (very poor)		N= 0-2 Çok yumuşak (very soft)		N= 0-4 Çok gevşek (very loose)													
R2 Zayıf (weak)		% 25-50 Kötü (poor)		N= 3-5 Yumuşak (soft)		N= 5-10 Gevşek (loose)													
R3 Az dayanıklı (mod strong)		% 50-75 Orta (fair)		N= 6-9 Orta Kötü (medium)		N= 10-30 Orta sıkı (medium dense)													
R4 Dayanıklı (strong)		% 75-99 İyi (good)		N= 10-15 Kötü (stiff)		N= 30-50 Sıkı (dense)													
R5 Çok dayanıklı (very strong)		% 90-100 Çok iyi (excellent)		N= 13-30 Çok katı (very stiff)		N= >50 Çok sıkı (very dense)													
R6 Kıvrım dayanıklılığı (excellent strong)				N= >30 Sert (hard)															
SONDÖR		ABDULLAH ÖZASLAN		İMZA		KUYU JEYOLOGU		RAHŞAN GÖREN		İMZA									

SONDAJ LOGU / BORING LOG										SONDAJ NO		SK2								
										Boring No										
										SAYFA NO		1								
										Page No										
PROJE ADI		ASKI İÇME SUYU İSALE HATTI																		
SONDAJ YERİ		ADANA								MUH.BOR.DER										
SONDAJ DERİNLİĞİ		06.50 m								BAŞ. BİT. TARİHİ		20.05.2006-20.05.2006								
SONDAJ KOTU										PAFTA NO										
YER ALTI SUYU		RASTLANMADI								ADA-PARSEL NO										
DERİNLİK (m)	MANEVRA Rafetm	Korut(%) Core recovery	RQD(%)	Dayanıklılık Strength	Numune cinsi Sample type	JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL (PROFILE)	SPT				GRAFİK(GRAPH)								
								15	30	45	N	0	10	20	30	40	50	R		
0																				
1	00.00-01.50 m	150			D1	KUMLU SİLTİLİ KÜLLİ DOLGU														
2																				
3	01.50-03.00 m	150			D2															
4	03.00-04.50 m	150			D3															
5	04.50-05.50 m	100			D4	SİLTAŞI - KİLTAŞI														
6	05.50-06.50 m	100			D5															
7						KUYU SONU : 06.50 m														
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
Kaya Dayanıklılığı-Strength		Kaya Kalitesi - RQD				İzcu Tanımlı Zemin - Fine grained				İzcu Tanımlı Zemin - Coarse grained										
R1 Çok zayıf (very weak) R2 Zayıf (weak) R3 Az dayanıklı (mod strong) R4 Dayanıklı (strong) R5 Çok dayanıklı (very strong) R6 Aşırı dayanıklı (extremely strong)		% 0-25 Çok kötü (very poor) % 25-50 Kötü (poor) % 50-75 Orta (fair) % 75-90 İyi (good) % 90-100 Çok iyi (excellent)				N= 0-2 Çok yumuşak (very soft) N= 3-5 Yumuşak (soft) N= 6-8 Orta Katı (medium) N= 10-15 Katı (stiff) N= 17-30 Çok katı (very stiff) N= >35 Sert (hard)				N= 0-4 Çok gevşek (very loose) N= 5-10 Gevşek (loose) N= 10-30 Orta sıkı (medium dense) N= 30-50 Sıkı (dense) N= >50 Çok sıkı (very dense)										
SONDÖR		ABDULLAH ÖZASLAN		İMZA		KUYU JEOLÖĞÜ		RAHŞAN GÖREN		İMZA										

SONDAJ LOGU / BORING LOG										SONDAJ NO		SK3								
										Boring No										
										SAYFA NO		1								
										Page No										
PROJE ADI					ASKI İÇME SUYU İSALE HATTI															
SONDAJ YERİ					ADANA					MÜLBOR.DER		-								
SONDAJ DERİNLİĞİ					09.50 m					BAŞ. BİT. TARİHİ		28.05.2008-28.05.2008								
SONDAJ KOTU					-					PAFTA NO		-								
YER ALTI SUYU					RASTLANMADI					ADA-PARSEL NO		-								
DERİNLİK (m)	NAİVEYRA Fm(cm)	Koruma Core recovery	RQD(%)	Dayanıklılık Strength	Numune cinsi Sample type	JEOTEKNİK TANIMLAMA GEOTECHNICAL DESCRIPTION	PROFİL (PROFILE)	SPT				GRAFİK(GRAPH)								
								15	30	45	N	0	10	20	30	40	50	R		
0																				
1	00.00-01.00 m	100			D1	KUMLU SİLTİLİ KİLLİ DOLGU														
2	01.00-02.00 m	100			D2															
3	02.00-02.45 m	45			SPT1			4	5	5	10									
4	02.45-03.50 m	105			D3															
5	03.50-03.95 m	45			SPT2			4	5	7	12									
6	03.95-06.00 m	205			D4															
7	06.00-06.45 m	45			SPT3			6	7	9	16									
8	06.45-07.50 m	105			D5															
9	07.50-08.50 m	100			D6			SİLT TAŞI KİLTAŞI												
10	08.50-09.50 m	100			D7															
11						KUYU SONU : 09.50 m														
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
Kaya Dayanıklılığı-Strength					Kaya Kalitesi - RQD			İnce Taneli Zemin - Fine grained			Kaba Taneli Zemin - Coarse grained									
R1 Çok zayıf (very weak)					% 0 - 25 Çok kötü (very poor)			N= 0-2 Çok yumuşak (very soft)			N= 0-4 Çok gevşek (very loose)									
R2 Zayıf (weak)					% 25-50 Kötü (poor)			N= 3-5 Yumuşak (soft)			N= 5-10 Gevşek (loose)									
R3 Az dayanıklı (mod strong)					% 50-75 Orta (fair)			N= 6-9 Orta Kati (moderate)			N= 10-30 Orta sıkı (medium dense)									
R4 Dayanıklı (strong)					% 75-90 İyi (good)			N= 10-16 Kati (stiff)			N= 20-50 Sıkı (dense)									
R5 Çok dayanıklı (very strong)					% 90-100 Çok iyi (excellent)			N= 17-30 Çok katı (very stiff)			N= >50 Çok sıkı (very dense)									
R6 Açık dayanıklı (extremely strong)								N= >30 Sert (hard)												
SONDÖR		ABDULLAH ÖZASLAN		İMZA		KUYU JEOLÖĞÜ		RAHŞAN GÖREN		İMZA										

Ek 2: Laboratuvar ve arazi deney sonuçları

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKI İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT7
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	11,50 11,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	20.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LİKİT LİMİT					
Kap no	5	27	26	1	17
Darbe adedi	40	29	24	15	10
Yaş toprak +kap (g)	22,87	17,42	14,84	24,32	24,96
Kuru toprak+kap (g)	20,76	14,76	12,84	21,67	22,10
Su miktarı (g)	2,11	2,66	2,00	2,65	2,86
Kap (g)	14,16	6,71	6,89	14,16	14,31
Kuru toprak (g)	8,60	8,05	5,95	7,51	7,79
Su muhtevası (%)	32,0	33,0	33,6	35,3	36,7

PLASTİK LİMİT	
Kap no	57 54
Yaş toprak +kap (g)	27,28 27,54
Kuru toprak+kap (g)	26,20 26,47
Su miktarı (g)	1,08 1,07
Kap (g)	19,68 19,96
Kuru toprak (g)	6,52 6,51
Su muhtevası (%)	16,6 16,4

LL (%)	PL(%)	PI(%)
33,4	16,5	16,9

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT6
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	9,50 9,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	20.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LİKİT LİMİT

Kap no	31	38	32	18	14
Darbe adedi	48	31	28	14	10
Yaş toprak +kap (g)	17,00	15,09	15,76	23,66	25,00
Kuru toprak+kap (g)	14,70	13,14	13,62	21,23	22,10
Su miktarı (g)	2,30	1,95	2,14	2,43	2,90
Kap (g)	6,77	6,85	6,88	14,18	14,00
Kuru toprak (g)	7,93	6,29	6,74	7,07	8,10
Su muhtevası (%)	29,0	31,0	31,8	34,4	35,8

PLASTİK LİMİT

Kap no	71	63
Yaş toprak +kap (g)	19,34	20,62
Kuru toprak+kap (g)	18,61	19,76
Su miktarı (g)	0,73	0,86
Kap (g)	13,80	14,22
Kuru toprak (g)	4,81	5,54
Su muhtevası (%)	15,2	15,5



LL (%)	PL(%)	PI(%)
32,0	15,4	16,6

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

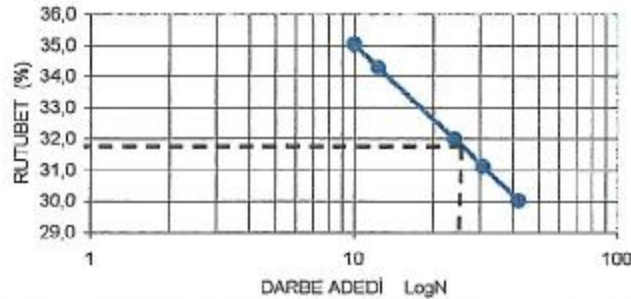
Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT5
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	7,50 7,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	20.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LIKİT LİMİT

Kap no	25	40	33	10	26
Darbe adedi	42	31	24	12	10
Yaş toprak +kap (g)	17,05	16,93	18,87	22,74	22,00
Kuru toprak+kap (g)	14,70	14,54	15,99	20,54	20,00
Su miktarı (g)	2,35	2,39	2,88	2,20	2,00
Kap (g)	6,87	6,86	6,99	14,12	14,29
Kuru toprak (g)	7,83	7,68	9,00	6,42	5,71
Su muhtevası (%)	30,0	31,1	32,0	34,3	35,0

PLASTİK LİMİT

Kap no	50	41
Yaş toprak +kap (g)	31,25	27,43
Kuru toprak+kap (g)	29,71	26,46
Su miktarı (g)	1,54	0,97
Kap (g)	19,98	20,33
Kuru toprak (g)	9,73	6,13
Su muhtevası (%)	15,8	15,8



LL (%)	PL (%)	PI (%)
31,8	15,8	16,0

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

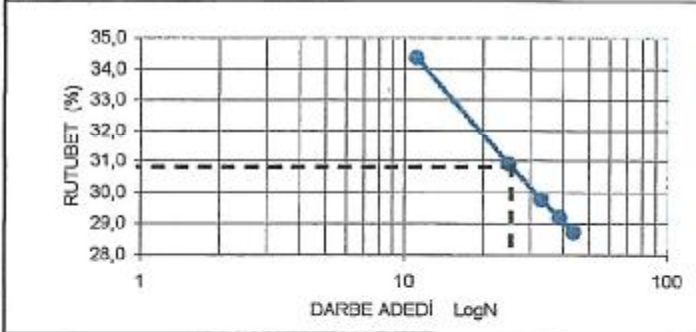
Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT3
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	4,50 4,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	20.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LİKİT LİMİT

Kap no	21	24	4	35	9
Darbe adedi	44	39	33	25	11
Yaş toprak +kap (g)	16,99	15,03	24,70	14,99	23,26
Kuru toprak+kap (g)	14,71	13,17	22,30	13,08	20,94
Su miktarı (g)	2,28	1,86	2,40	1,91	2,32
Kap (g)	6,77	6,80	14,24	6,90	14,19
Kuru toprak (g)	7,94	6,37	8,06	6,18	6,75
Su muhtevası (%)	28,7	29,2	29,8	30,9	34,4

PLASTİK LİMİT

Kap no	72	80
Yaş toprak +kap (g)	20,84	19,95
Kuru toprak+kap (g)	20,04	19,12
Su miktarı (g)	0,80	0,83
Kap (g)	14,98	13,98
Kuru toprak (g)	5,08	5,14
Su muhtevası (%)	15,8	16,1



LL (%)	PL (%)	PI (%)
30,9	16,0	14,9

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

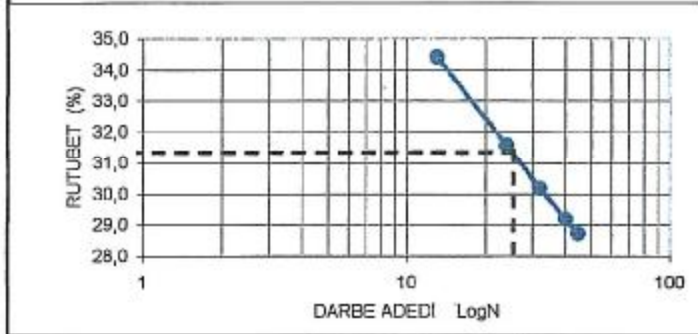
Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT4
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	6,00 6,45 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	20.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LİKİT LİMİT

Kap no	22	26	11	7	8
Darbe adedi	45	40	32	24	13
Yaş toprak +kap (g)	16,99	15,03	22,77	25,65	22,30
Kuru toprak+kap (g)	14,71	13,17	20,76	22,90	20,25
Su miktarı (g)	2,28	1,86	2,01	2,75	2,05
Kap (g)	6,77	6,80	14,10	14,19	14,29
Kuru toprak (g)	7,94	6,37	6,66	8,71	5,96
Su muhtevası (%)	28,7	29,2	30,2	31,6	34,4

PLASTİK LİMİT

Kap no	78	75
Yaş toprak +kap (g)	20,81	20,84
Kuru toprak+kap (g)	20,05	19,87
Su miktarı (g)	0,76	0,97
Kap (g)	15,05	13,84
Kuru toprak (g)	5,00	6,03
Su muhtevası (%)	15,2	16,1



LL (%)	PL(%)	PI(%)
31,3	15,6	15,7

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

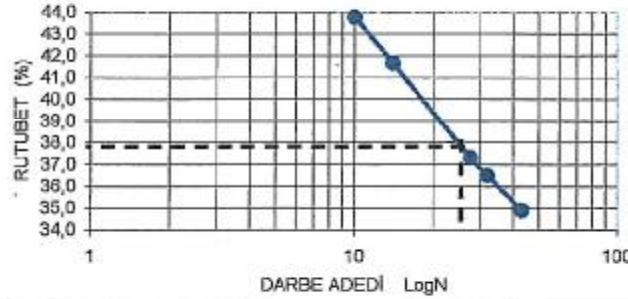
Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT2
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	3,00 3,45 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LIKİT LİMİT

Kap no	28	39	25	35	14
Darbe adedi	43	32	28	14	10
Yaş toprak +kap (g)	17,49	15,48	15,30	17,10	26,45
Kuru toprak+kap (g)	14,71	13,17	13,01	14,10	22,66
Su miktarı (g)	2,78	2,31	2,29	3,00	3,79
Kap (g)	6,74	6,84	6,87	6,90	14,00
Kuru toprak (g)	7,97	6,33	6,14	7,20	8,66
Su muhtevası (%)	34,9	36,5	37,3	41,7	43,8

PLASTİK LİMİT

Kap no	77	62
Yaş toprak +kap (g)	18,78	19,95
Kuru toprak+kap (g)	18,17	19,22
Su miktarı (g)	0,61	0,73
Kap (g)	14,34	14,61
Kuru toprak (g)	3,83	4,61
Su muhtevası (%)	15,9	15,8



LL (%)	PL (%)	PI (%)
37,9	15,9	22,0

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ATTERBERG LİMİTLERİ DENEY RAPORU

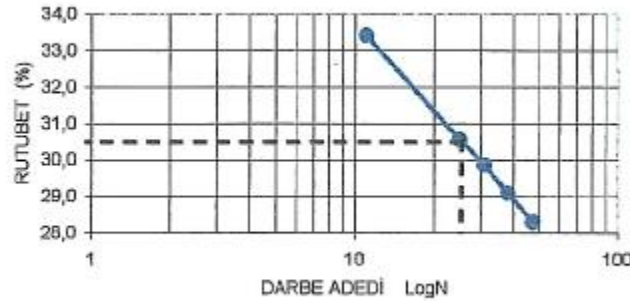
Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT1
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	1,50 1,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	20.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900

LİKİT LİMİT

Kap no	16	25	16	25	17
Darbe adedi	48	38	31	25	11
Yaş toprak +kap (g)	23,43	18,32	23,50	18,41	25,45
Kuru toprak+kap (g)	21,35	15,71	21,35	15,71	22,66
Su miktarı (g)	2,08	2,61	2,15	2,70	2,79
Kap (g)	14,00	6,74	14,15	6,87	14,31
Kuru toprak (g)	7,35	8,97	7,20	8,84	8,35
Su muhtevası (%)	28,3	29,1	29,9	30,5	33,4

PLASTİK LİMİT

Kap no	77	62
Yaş toprak +kap (g)	18,78	19,95
Kuru toprak+kap (g)	18,17	19,22
Su miktarı (g)	0,61	0,73
Kap (g)	14,34	14,61
Kuru toprak (g)	3,83	4,61
Su muhtevası (%)	15,9	15,8



LL (%)	PL(%)	PI(%)
30,5	15,9	14,6

DOK NO:RPR-FRM-004 REV NO:0 Y. TARİHİ : 12/05/2003

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

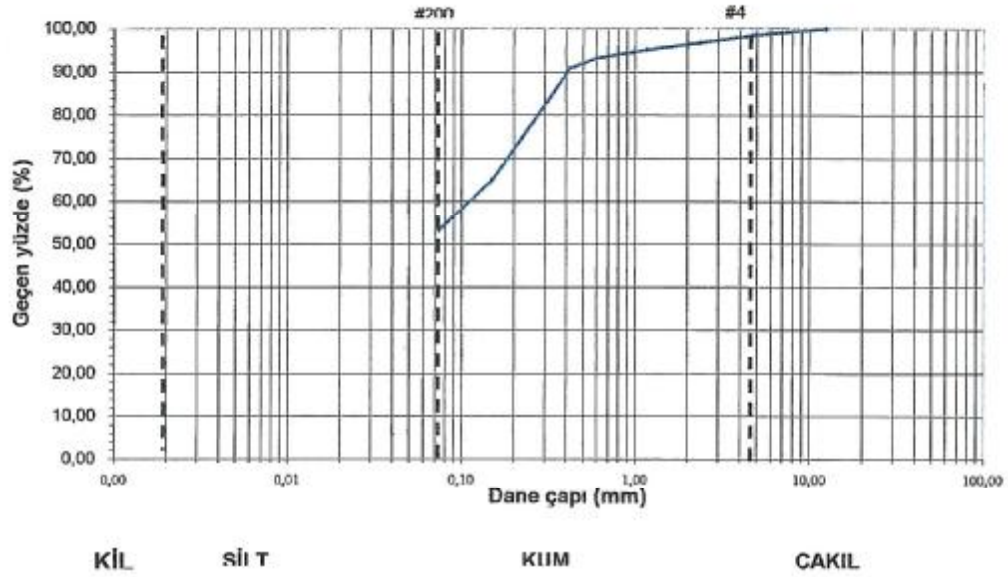
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT7
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	11,50 11,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHİ:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ : % 1,57
 KUM BOYUTU YUZDESİ : % 45,07
 KİL-SİLİT BOYUTU YUZDESİ : % 53,36

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

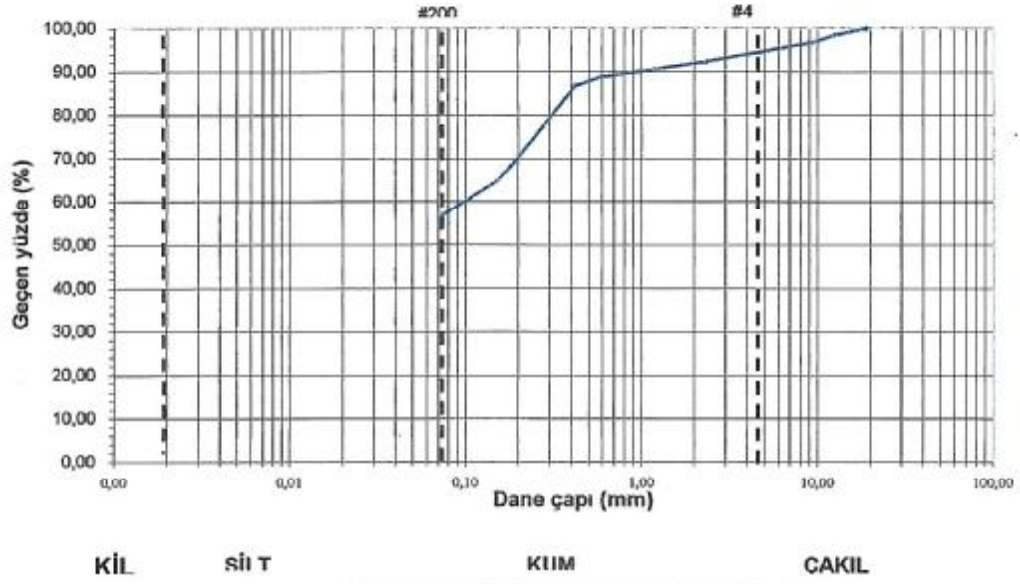
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Müh.

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKI İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT6
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	9,50 9,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHİ:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ : % 5,57
 KUM BOYUTU YUZDESİ : % 37,62
 KİL-SİLİT BOYUTU YUZDESİ : % 56,91

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

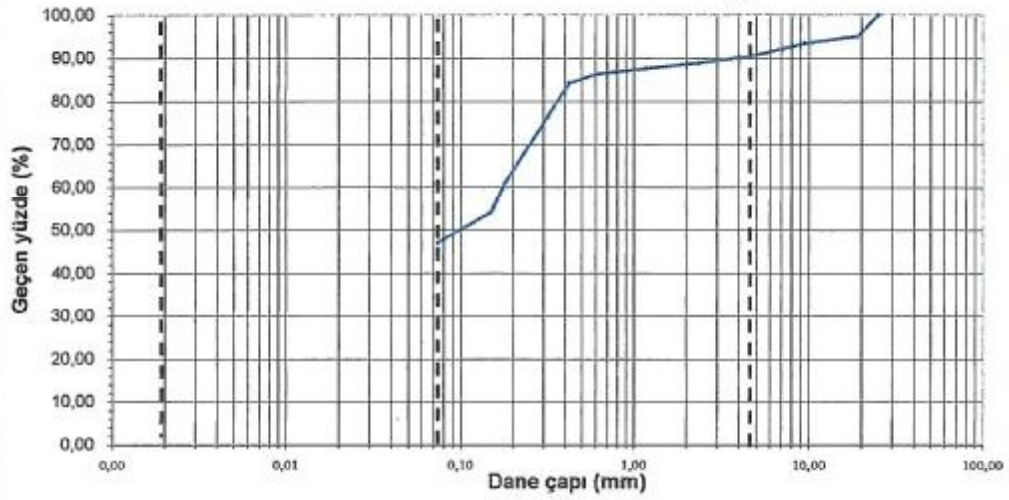
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo. Müh.

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondej No	SK1 SPT5
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	7,50 7,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHİ:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ : % 9,59
 KUM BOYUTU YUZDESİ : % 43,31
 KİL-SİLT BOYUTU YUZDESİ : % 47,10

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

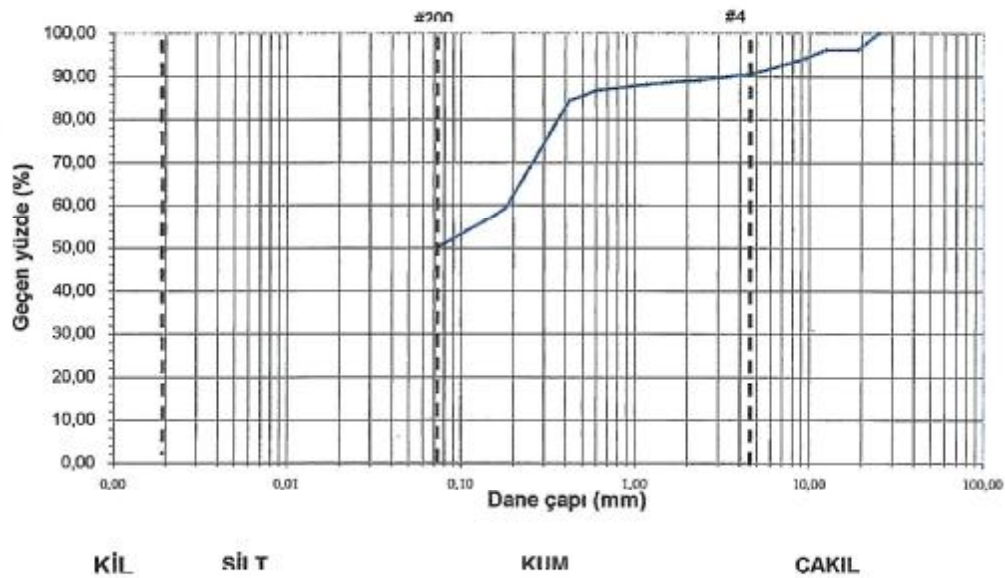
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Geo. Müh.

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT4
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	6,00 B,45 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHI:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ :	% 9,40
KUM BOYUTU YUZDESİ :	% 40,16
KİL-SİLT BOYUTU YUZDESİ :	% 50,44

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

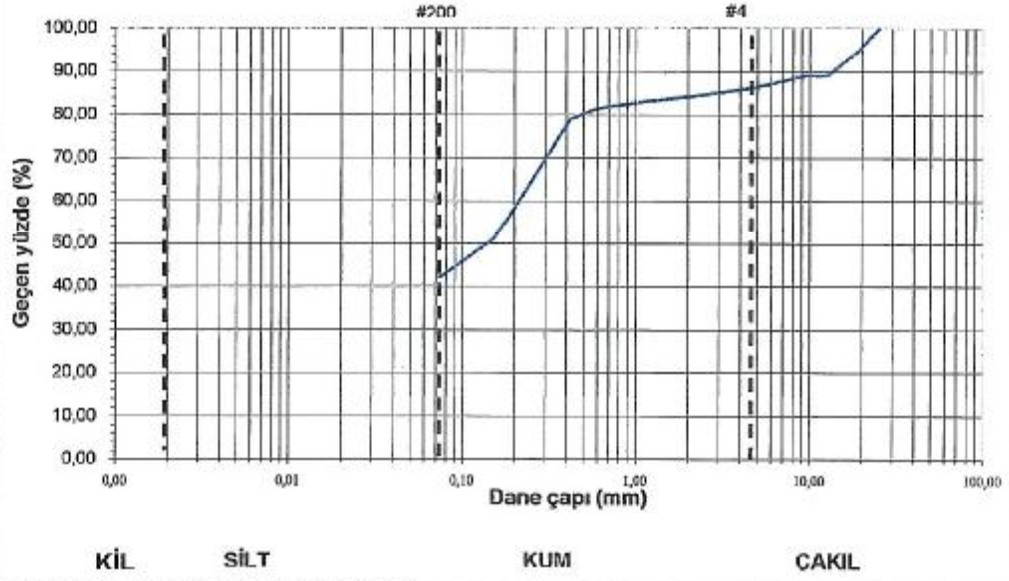
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo . Muh .

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT3
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	4,50 4,95 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pefta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHİ:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ : % 13,76
 KUM BOYUTU YUZDESİ : % 44,07
 KİL-SİLT BOYUTU YUZDESİ : % 42,17

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

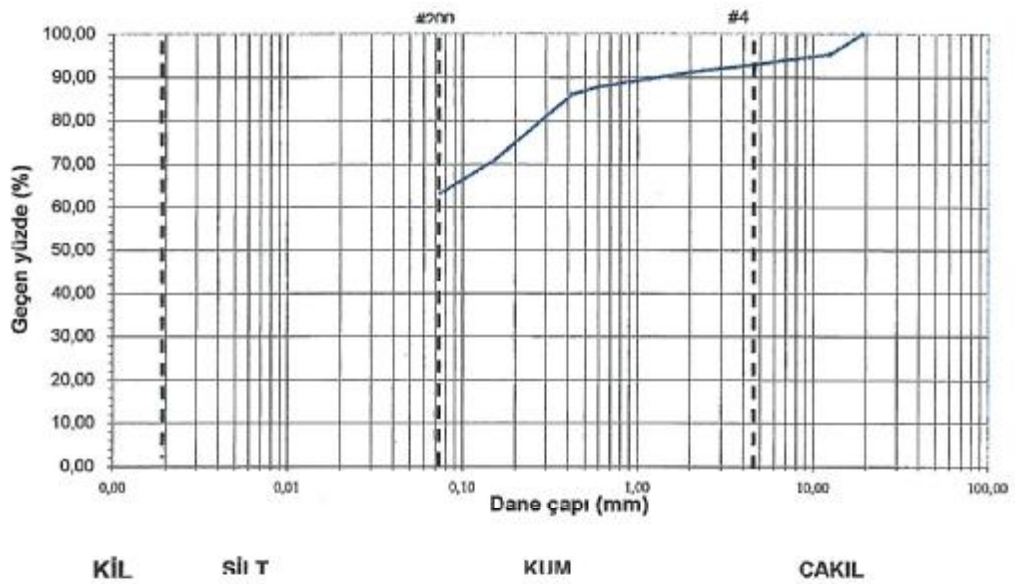
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

İmza Müh.

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKI İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT2
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	3,00 3,45 m
Alındığı tarih	19.05.2006	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHİ:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ :	% 7,06
KUM BOYUTU YUZDESİ :	% 29,61
KİL-SİLT BOYUTU YUZDESİ :	% 63,33

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

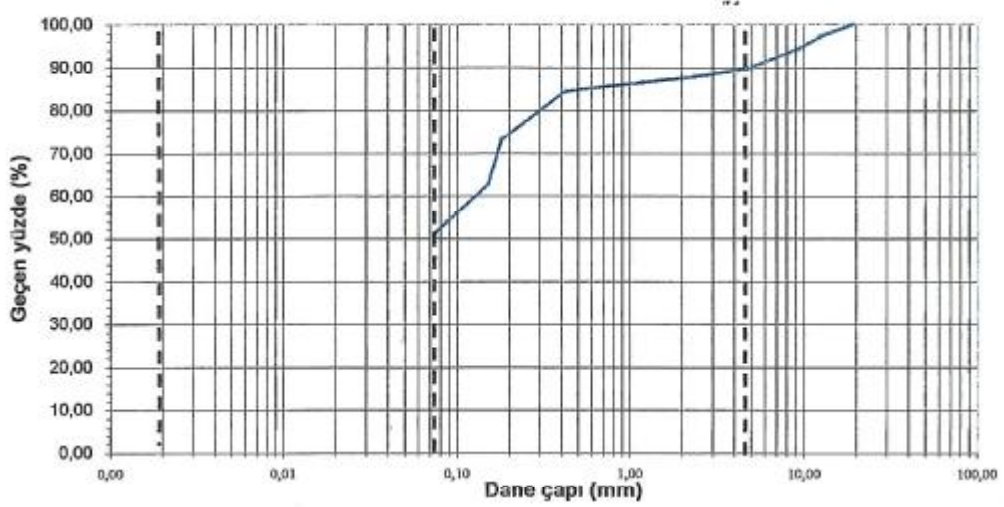
Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Jeo.Muh.

ELEK ANALİZİ DENEY RAPORU

Sahibi	ASKİ İÇME SUYU İSALE HATTI	Kuyu/sondaj No	SK1 SPT1
Numuneyi Alan	RAHŞAN GÖREN	Derinlik	1,50 1,95 m
Alındığı tarih	19.05.2008	Laboratuvar No	ZL
Alındığı Yer	ADANA-ÇATALAN	Tarih	22.05.2006
Pafta	KAYIT YOK	Deneyi Yapan	R.GÖREN
Ada/Parsel No	KAYIT YOK	Deney Standardı	TS 1900



DOK NO: RPR-FRM-003 REV:0 Y.TARİHİ:12/05/2003

ÇAKIL BOYUTU YUZDESİ : % 10,28
 KUM BOYUTU YUZDESİ : % 38,66
 KIL-SILT BOYUTU YUZDESİ : % 51,15

NOT :

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 standartına uyulmuştur.
- * Numunenin sınıflandırılmasında Birleştirilmiş Zemin Sınıflaması esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 09 sayılı izin belgesine sahiptir
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

Deneyi Yapan:

Rahşan GÖREN

Geo. Müh.

LABORATUVAR DENEY SONUÇLARI ÖZET TABLOSU

AİT OLDUĞU PROJE				REFERANS				2008-ZL 0507			
İL-İLÇE				RAPOR TARİHİ				23.05.2006			
MEVKİİ				ALINIŞ ŞEKLİ				SONDAJ			
PAFTA NO				NUMUNEYİ ALAN				RAHŞAN GÖREN			
ADA-PARSEL NO				DENEYLERİ YAPAN				RAHŞAN GÖREN			
Sıra No	Sondaj Boring No	Numune Sample No	Derinlik m	Elektrik Analizi		Atterberg Limitleri		Serbest Bas. Un. Comp. Tes.		Sıvı Uzman	
				No.1 (%)	No.2 (%)	LL (%)	PL (%)	U ₂₀₀ (%)	U ₁₀₀ (%)	U ₆₀ (%)	U ₄₀ (%)
1	SK1	SPT1	1,50-1,95	89,7	51,2	30,5	15,9	14,8	CL		
2	SK1	SPT2	3,00-3,45	92,9	63,3	37,9	15,9	22,0	CI		
3	SK1	SPT3	4,50-4,95	86,2	42,2	30,9	16,0	14,9	SC		
4	SK1	SPT4	6,00-6,45	90,6	50,4	31,3	15,6	15,7	CL		
5	SK1	SPT5	7,50-7,95	90,4	47,1	31,8	15,8	16,0	SC		
6	SK1	SPT6	9,50-9,95	94,4	56,9	32,0	15,4	16,6	CL		
7	SK1	SPT7	11,50-11,95	98,4	53,4	33,4	16,5	16,9	CL		

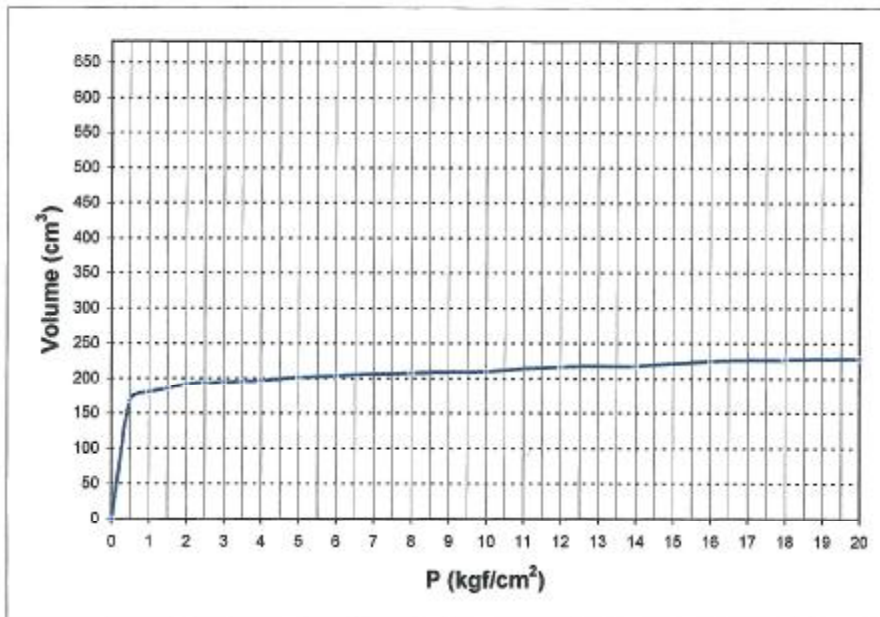
Not:

- * Numunelerin hazırlanması ve deneylerin yapılmasında TS 1900 Standartına uyulmuştur.
- * Numunelerin sınıflandırılmasında "Birleştirilmiş zemin sınıflama sistemi" esas alınmıştır.
- * Laboratuvarımız Bayındırlık ve İskan Bakanlığının 28/02/2002 tarihli ve 08 sayılı izin belgesine sahiptir.
- * Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney numunesine aittir.

DENEYİ YAPAN

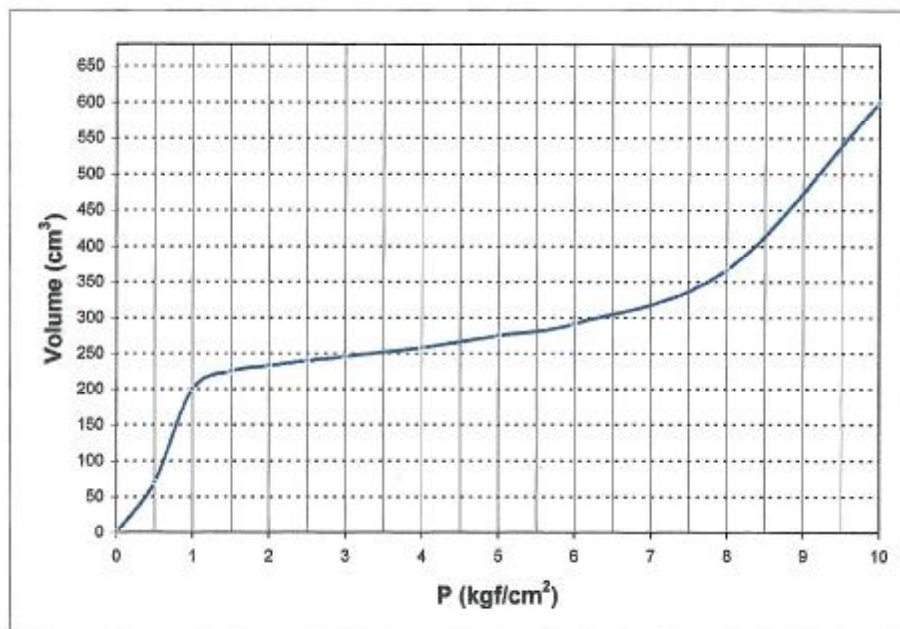
Rahşan GÖREN

Jeoloji Müh.



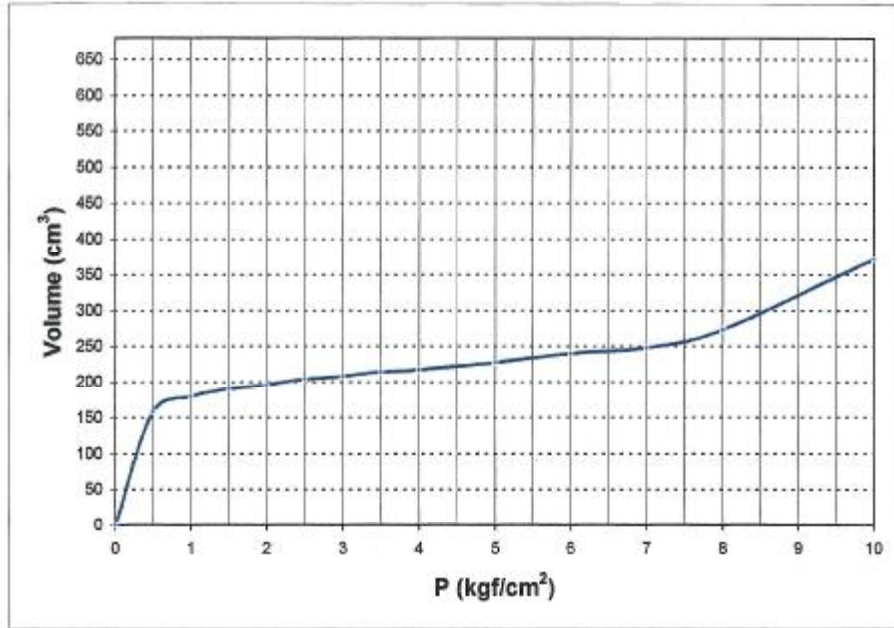
E= 750 kgf/cm ²	PL= 18,75 kgf/cm ²
----------------------------	-------------------------------

LOKASYON	SK2
DERINLIK	6,50 m

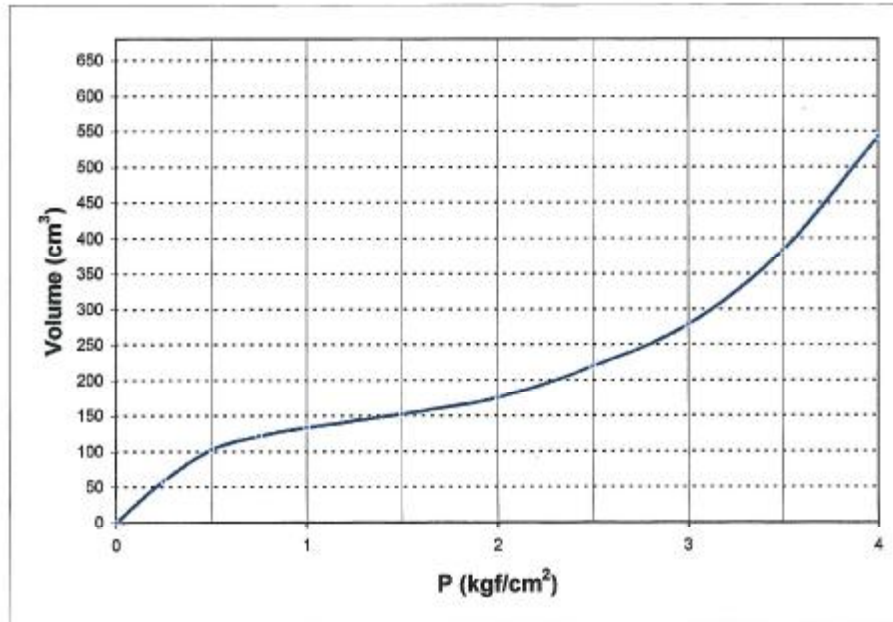


E= 154 kgf/cm ²	PL= 8,75 kgf/cm ²
----------------------------	------------------------------

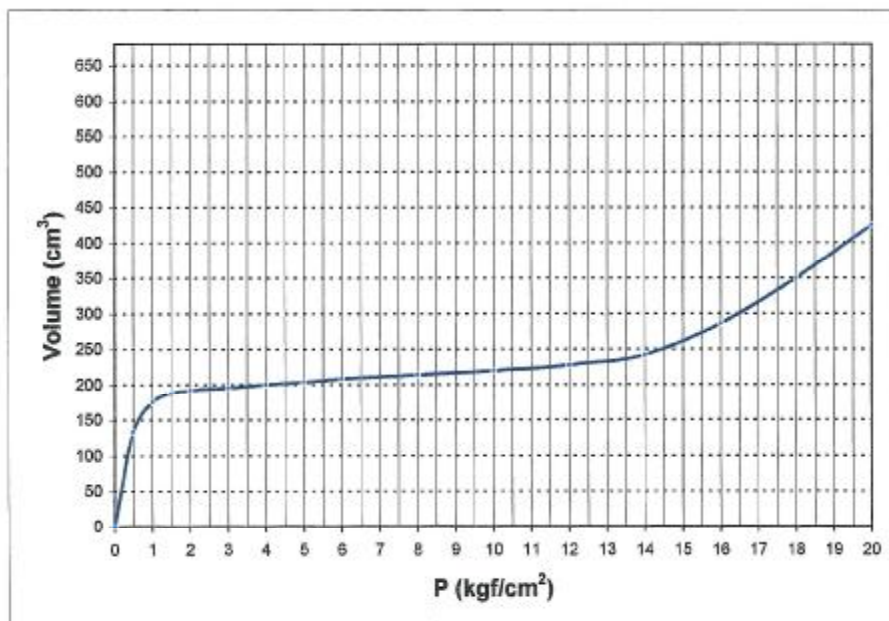
LOKASYON	SK2
DERINLIK	3,50 m



E= 190 kgf/cm ²		PL= 8,75 kgf/cm ²	
LOKASYON	SK1		
DERINLIK	13,00 m		

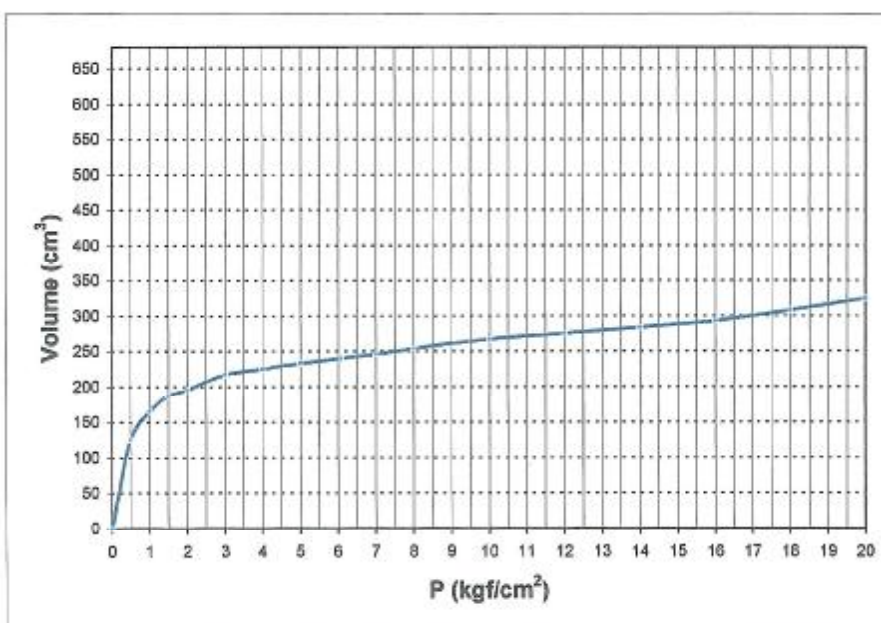


E= 53 kgf/cm ²		PL= 2,75 kgf/cm ²	
LOKASYON	SK2		
DERINLIK	2,00 m		



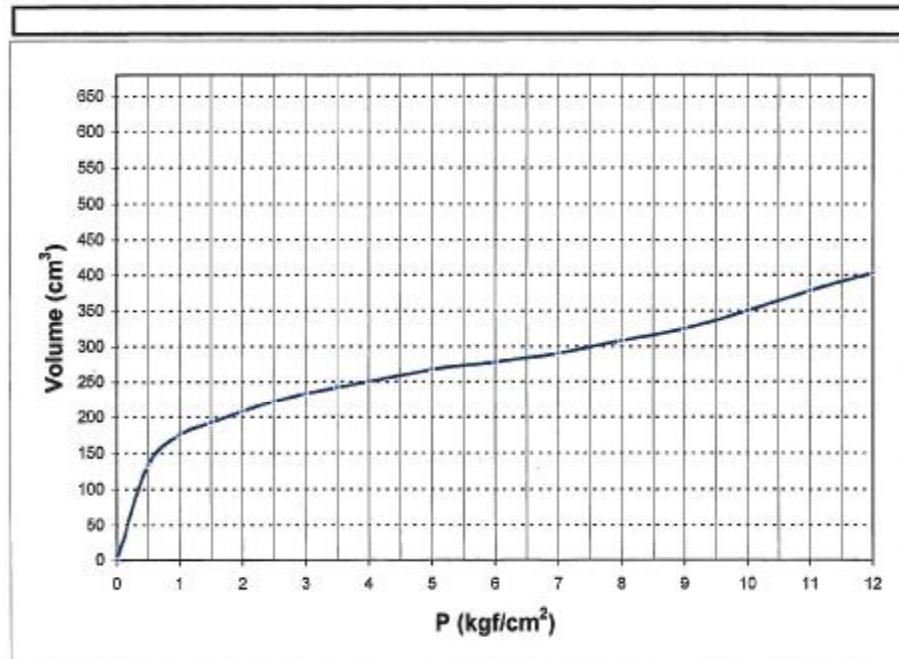
E= 571 kgf/cm ²	PL= 18,75 kgf/cm ²
----------------------------	-------------------------------

LOKASYON	SK1
DERINLIK	15,00 m



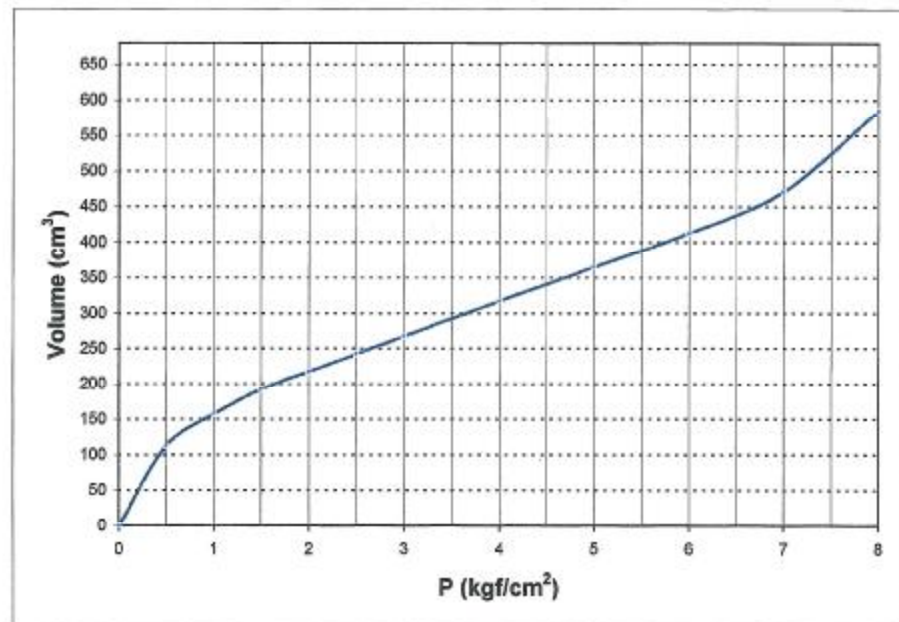
E= 276 kgf/cm ²	PL= 18,75 kgf/cm ²
----------------------------	-------------------------------

LOKASYON	SK3
DERINLIK	9,50 m



$E = 160 \text{ kgf/cm}^2$	$PL = 10,75 \text{ kgf/cm}^2$
----------------------------	-------------------------------

LOKASYON	SK2
DERINLIK	5,30 m



$E = 80 \text{ kgf/cm}^2$	$PL = 6,75 \text{ kgf/cm}^2$
---------------------------	------------------------------

LOKASYON	SK3
DERINLIK	8,50 m

Ek 3: Kazık veri parametreleri ve çözümleri

Birimler.

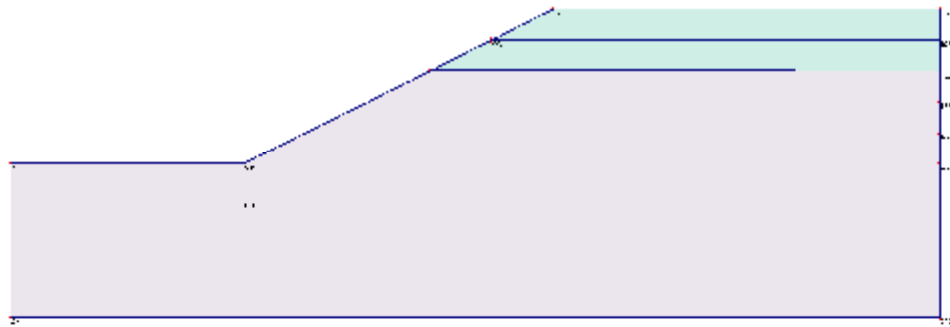
Type	Unit
Length	m
Force	kN
Time	day

Model boyutları.

	min.	max.
X	0,000	60,000
Y	0,000	20,000

Model.

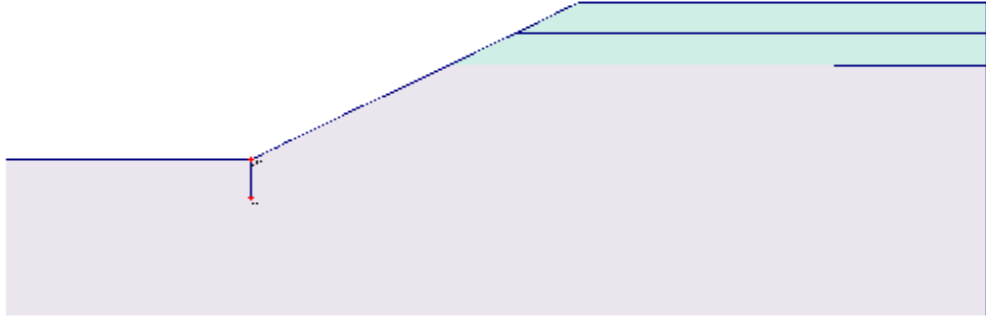
Model	Plane strain
Element	15-Noded



Noktalar ile modelin geometrisi.

Düğüm noktaları tablosu.

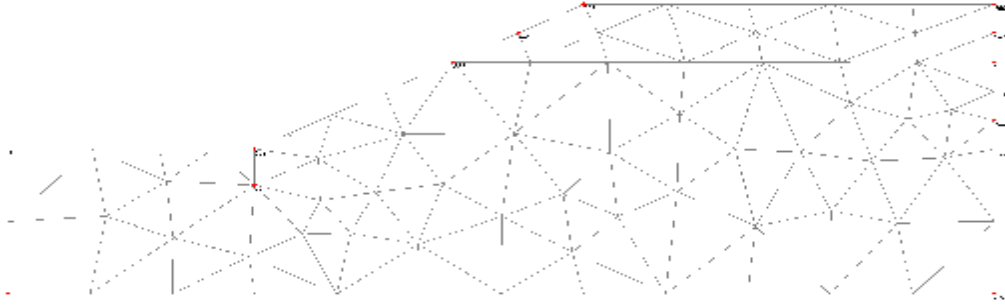
Node no.	x-coord.	y-coord.	Node no.	x-coord.	y-coord.
23	0,000	0,000	988	60,000	10,000
1	0,000	10,000	1008	60,000	12,000
189	15,000	10,000	971	60,000	14,000
528	35,000	20,000	901	60,000	18,000
790	60,000	20,000	932	60,000	16,000
878	60,000	0,000	441	31,041	18,020
179	15,000	7,500	377	27,080	16,040



Yapılar ile birlikte modelin çizimi.

Kazık

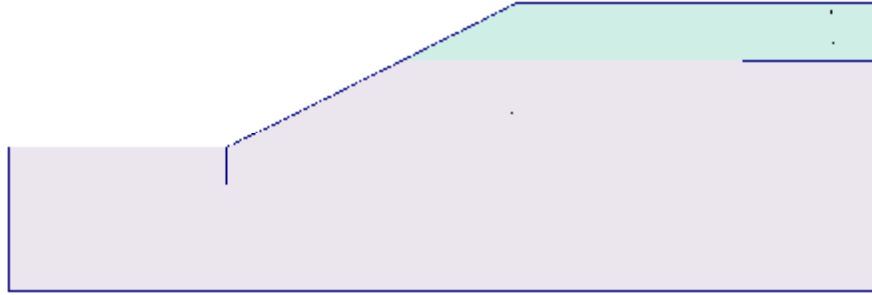
Plate no.	Data set	Length [m]	Nodes
1	30 LUKKAZIK	2,500	189, 179.



Düğüm noktaları ile ağların çizilmesi.

Numara, Elementlerin çeşitleri, Süreklilik

Type	Type of element	Type of integration	Total no.
Soil	15-noded	12-point Gauss	118
Plate	5-node line	4-point Gauss	1



Malzemelerin geometrik olarak gösterilmesi.

Zemin parametrelerinin belirlenmesi.

Mohr-Coulomb		Kil-1	Kil-2
Type		Drained	Undrained
γ_{unsat}	[kN/m ³]	18,00	20,00
γ_{sat}	[kN/m ³]	19,00	21,00
k_x	[m/day]	0,001	0,001
k_y	[m/day]	0,001	0,001
e_{init}	[-]	1,000	1,000
c_k	[-]	1E15	1E15
E_{ref}	[kN/m ²]	10000,000	5300,000
μ	[-]	0,350	0,200
G_{ref}	[kN/m ²]	3703,704	2208,333
E_{oed}	[kN/m ²]	16049,383	5888,889
C_{ref}	[kN/m ²]	5,00	10,00
$\emptyset$	[°]	25,00	32,00
C	[°]	0,00	0,00
E_{inc}	[kN/m ² /m]	0,00	0,00
y_{ref}	[m]	0,000	0,000
$C_{\text{increment}}$	[kN/m ² /m]	0,00	0,00
$T_{\text{str.}}$	[kN/m ²]	0,00	0,00
$R_{\text{inter.}}$	[-]	0,50	1,00
Interface permeability		Neutral	Neutral

Kazık veri gruplarının parametreleri.

No	Identification	EA	EI	w	$\square$	Mp	Np
.		[kN/m]	[kNm ² /m]	[kN/m/m]	[-]	[kNm/m]	[kN/m]
1	6 - Pile Toe	2E6	8000,00	2,00	0,20	1E15	1E15
2	30'luk kazık	2,015E6	1,1332E5	20,00	0,20	1E15	1E15

Kazık deplasmanları tablosu evre no: 4

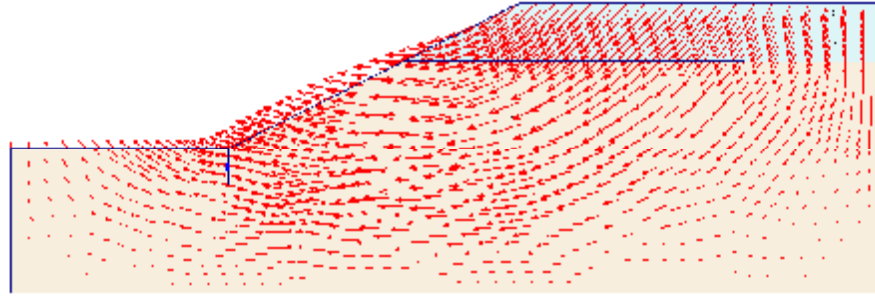
Nod e no.	x- coord. [m]	y- coord. [m]	U_x [m]	U_y [m]	dU_x [m]	dU_y [m]
189	15,000	10,000	-8,0972E-02	3,0715E-02	-2,8150E-04	-3,7841E-03
175	15,000	9,375	-7,5574E-02	2,1763E-02	-1,5657E-04	-3,7846E-03
174	15,000	8,750	-7,1788E-02	1,6168E-02	-3,1988E-05	-3,7837E-03
173	15,000	8,125	-6,8923E-02	1,2401E-02	9,1396E-05	-3,7822E-03
179	15,000	7,500	-6,5736E-02	9,5736E-03	2,1262E-04	-3,7794E-03
Max			-1,0000E-20	3,0715E-02	2,1262E-04	-1,0000E-20
:						
Min			-8,0972E-02	9,5736E-03	-2,8150E-04	-3,7846E-03
:						

Kazık kuvvetleri tablosu evre no: 4

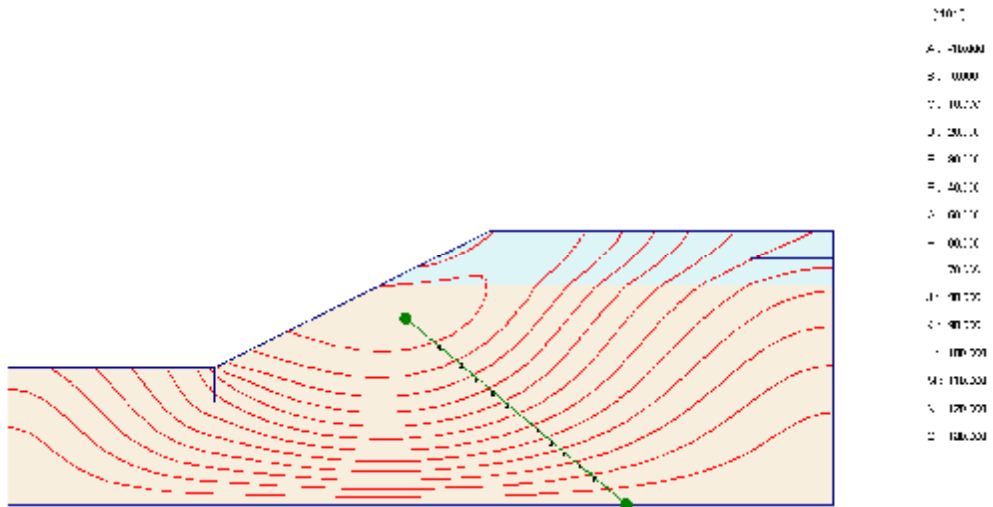
Node no.	x-coord. [m]	y-coord. [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kNm/m]
189	15,000	10,000	13,353	0,178	0,000
175	15,000	9,375	-3,608	0,332	0,100
174	15,000	8,750	-8,362	0,594	0,473
173	15,000	8,125	-12,273	-0,035	0,657
179	15,000	7,500	-26,701	-2,555	0,000
Max:			13,353	0,594	0,657
Min:			-26,701	-2,555	0,000

Kazık üzerindeki kuvvetler zarfı tablosu evre no: 4

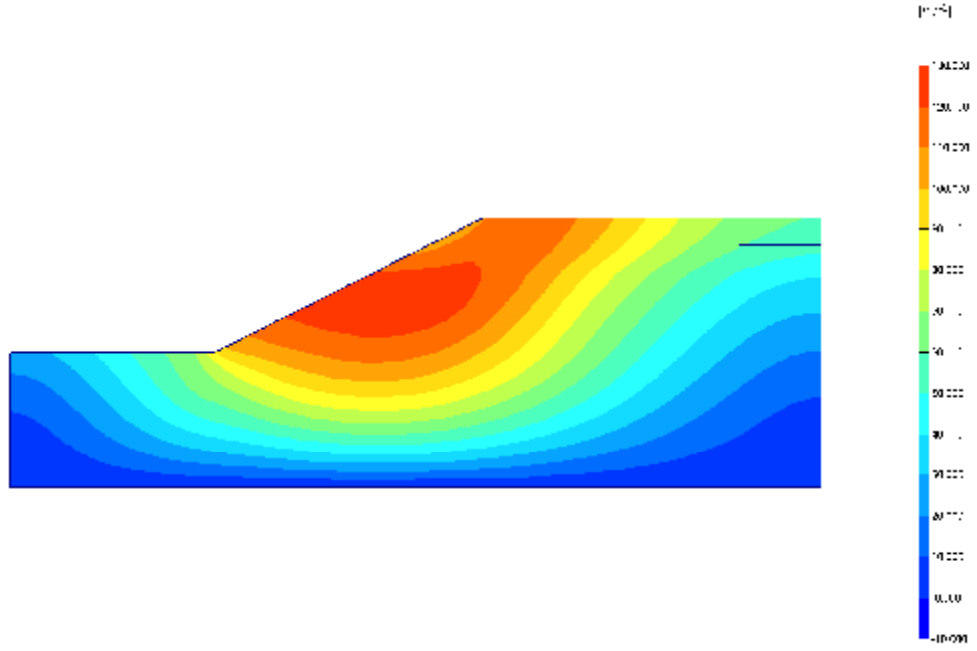
Node	x-coord.	y-coord.	N _{min}	N _{max}	Q _{min}	Q _{max}	M _{min}	M _{max}
no.	[m]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[kNm/m]
189	15,000	10,000	0,000	13,353	-0,067	0,178	0,000	0,000
175	15,000	9,375	-3,608	0,000	0,000	0,332	-0,009	0,100
174	15,000	8,750	-8,362	0,000	0,000	0,594	0,000	0,473
173	15,000	8,125	-12,273	0,000	-0,035	0,025	0,000	0,657
179	15,000	7,500	-26,701	0,000	-2,555	0,000	0,000	0,000
Max:			0,000	13,353	0,000	0,594	0,000	0,657
Min:			-26,701	0,000	-2,555	0,000	-0,009	0,000



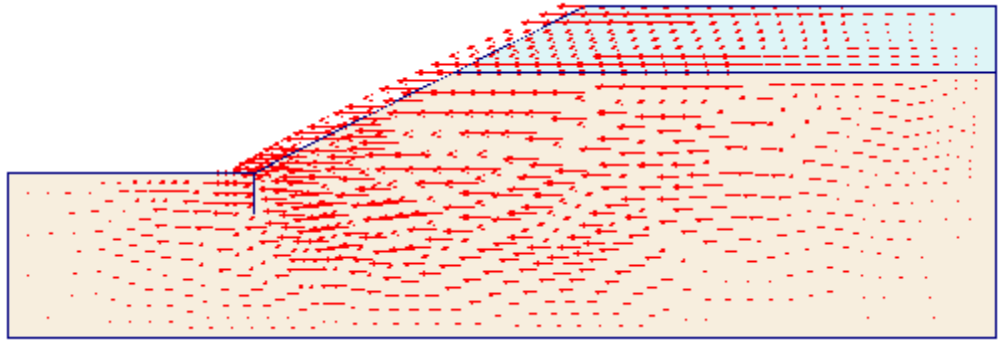
Toplam yer değiştirmelerin çizilmesi (oklar) - adım no :13 - (evre: 4).



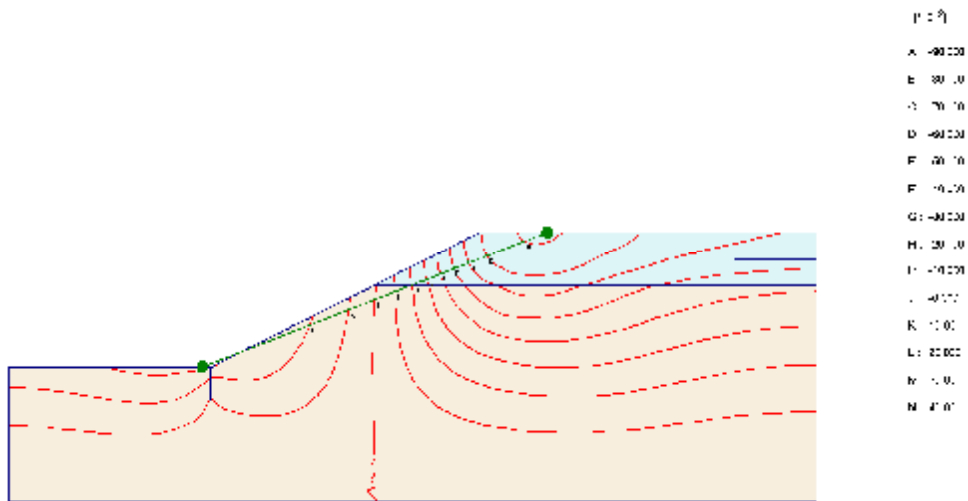
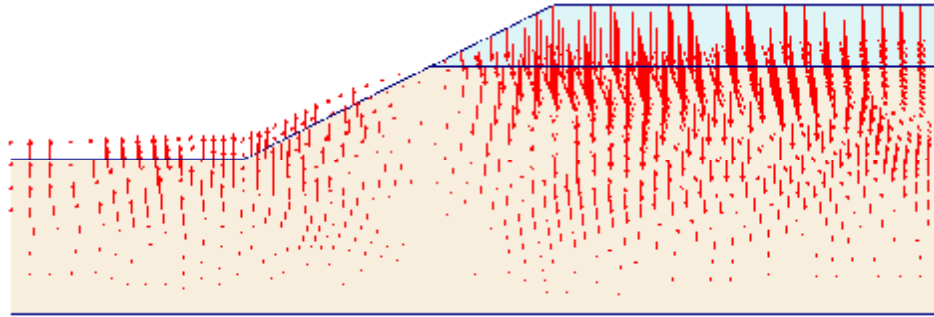
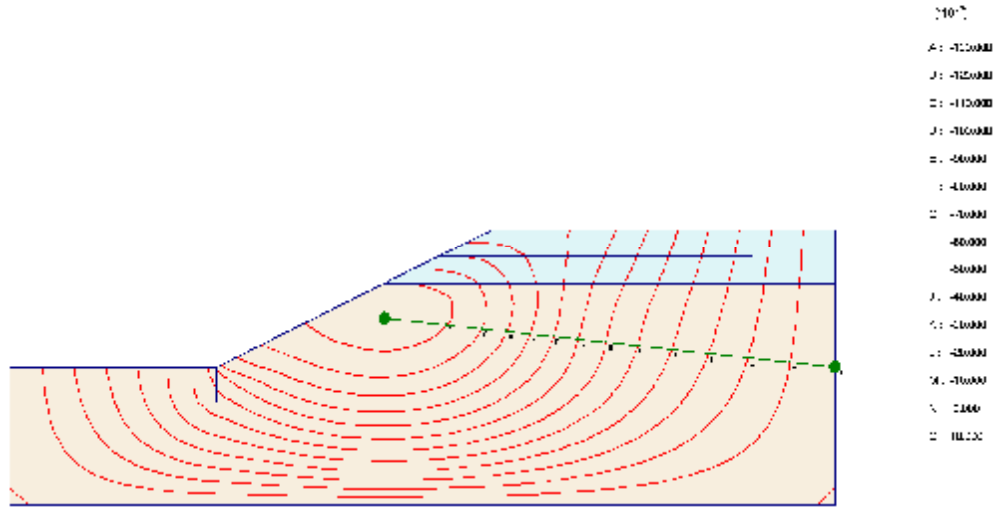
Toplam yer değiştirmelerin çizilmesi (eş yükselti çizgileri) - adım no:13 - (evre: 4).

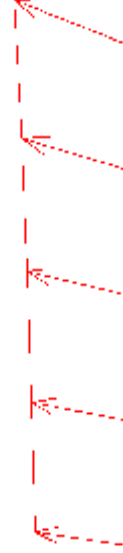


Toplam yer değiştirmelerin çizilmesi (gölgelemeler) - adım no:13 - (evre:4).

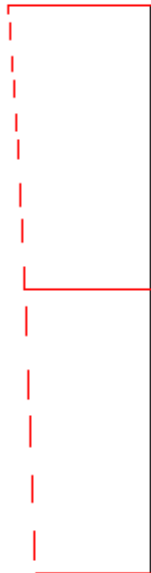


Yatay yer değiştirmelerin çizilmesi (oklar) - adım no:13 - (evre:4).





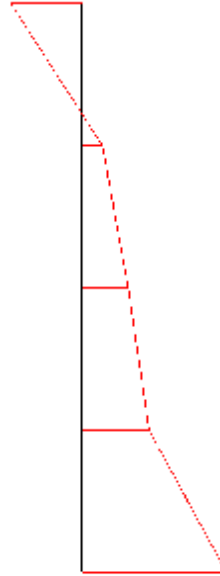
Kazıkta toplam yer değıştirme (faz no:1). Maksimum değeri $-86,60 \cdot 10^{-3}$ m (evre: 4).



Kazıkta yatay yer değıştirmeler (faz:1). Maksimum değeri $-80,97 \cdot 10^{-3}$ m (evre: 4).



Kazıkta düşey yer değiştirmeler (faz:1). Maksimum değer $-30,71 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ (evre: 4).



Kazık üzerindeki aksenal kuvvetler (faz:1). Maksimum değer $-26,70 \text{ kN/m}$ (evre:4).