



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

MERSİN İLİ YENİŞEHİR İLÇESİNDE BULUNAN 19.I.4 PAFTA 10664

ADA 1 NOLU PARSEL'DE KAZIKLI TEMEL UYGULAMASI

Mete Arman NARLI

DANIŞMAN

Prof.Dr Aziz ERTUNÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZİRAN 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

Mete Arman NARLI tarafından hazırlanan "Mersin İli, Yenişehir İlçesi'nde Bulunan 19.1.4 Pafta 10664 Ada 1 Nolu Parsel'de Kazıklı Temel Uygulaması" başlıklı bu çalışma 17/06//2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Jüri Başkanı
Prof.Dr. Aziz ERTUNÇ
Danışman



Jüri Üyesi
Prof.Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU



Jüri Üyesi
Dr.Öğr. Üyesi Hidayet TAĞA
(Mersin Üniversitesi)

Savunma Sınav Jürisi Tarafından Tezin İmzalı Nüshasının Teslim Tarihi : ...09.../...07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.



Prof.Dr. Fügen ÖZCANARSLAN
Enstitü Müdürü V.

ETİK BEYAN

Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışma da;

- Sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarımı kabullendiğimi beyan ederim.

17/06/2019

Mete Arman NARLI

İmza

MERSİN İLİ YENİŞEHİR İLÇESİNDE BULUNAN 19.I.4 PAFTA 10664 ADA 1 NOLU PARSEL'DE KAZIKLI TEMEL UYGULAMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Mete Arman NARLI

TOROS ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ 2019

ÖZET

Bu tez çalışması Mersin İli, Yenişehir İlçesi, Yenişehir Belediyesi sınırları dahilinde tapunun, 19.I.4 pafta, 10664 ada, 1 nolu parselde yapılmıştır. Yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda temelin oturacağı seviye düşük dayanımlı olarak belirlenmiştir. Zeminin hemen altındaki tabakanın çok yumuşak ve gevşek olması temel açısından bir sorun teşkil etmektedir. Bu zemin şartlarından dolayı söz konusu olan yerde Kazıklı Temel uygulaması yapılmıştır. Bu uygulama ile, bu bölgede bulunan zemin şartlarına göre uygulanan Kazıklı Temel ile mevcut sorun düzeltilmiştir.

Mersin İli, Yenişehir İlçesi, Yenişehir Belediyesi sınırları dahilinde tapunun, 19.I.4 pafta, 10664 ada, 1 nolu parselinde yapılan araştırmada, Kazıklı Temel uygulaması yapılarak gevşek olan zemin tabakasının temel yapılması için uygun hale getirilmesi sağlanmıştır. Bunun için de toplamda 81,00 metre derinliğinde 3 adet temel sondaj çalışması yapılarak numuneler alınmıştır. Alınan numuneler üzerinde laboratuvarda su içeriği tayini, birim hacim ağırlık tayini, atterberg(kıvam) limitleri, elek analizi, direk kesme ve nokta yük dayanımı indeksi deneyleri yapılmıştır. Bu amaca bağlı olarak kazıkların yanal ve düşey yükler altındaki davranışları gözlemlenmiştir.

İnceleme alanında yapılan çalışmalar neticesinde yer altı su seviyesine rastlanılmamıştır. Mevsimsel yağışlara bağlı olarak temel içerisine girebilecek yüzeysel sulara karşı gerekli izolasyon önlemleri alınmıştır.

Anahtar kelimeler: Kazık , düşey yükler , yanal yükler , kazıklı temeller, fore kazık.

**MERSIN YENISEHIR DISTRICT 19.I.THREADER 4 10664 THE NAME OF PILE
FOUNDATION IN APPLICATION NO. 1 IN THE PLOTS**

(M. Sc. Thesis)

Mete Arman Narlı

**TOROS UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED
SCIENCES**

2019

ABSTRACT

The project of Mersin Yenisehir district, Yenisehir municipality within the boundaries of the deed, 19.I.Threader 4, 10664 island, is located on parcel No. 1. For the foundation of geologic studies done as a result of the lower strength was determined as the level where it sits. This is the ground for the application of pile foundation in place due to the conditions that are involved will be made. With this application, fixed the problem with the existing pile foundation in this area is intended to be applied according to soil conditions.

Yenisehir district of Mersin, Yenisehir municipality within the boundaries of the deed, 19.I.Threader 4, 10664 island, in parcel No. 1, a survey, pile foundation by applying loose ground to the base of the layer which is intended to make relevant. Meters depth were collected by core drilling in a total 81,00 for this. On the samples received in the laboratory determination of water content determination of specific gravity of, acted in (consistency) limits, sieve analysis, direct shear, point load Strength Index tests were done. This objective, depending on the behavior of piles under lateral and vertical loads will be observed.

As a result of studies in the review did not reveal the level of underground water. Depending on seasonal rainfall, capillary vessel surface water a surface water that may be in the base of insulation against the necessary measures will be taken.

Key words: The piles vertical loads , lateral loads and pile foundations, bored pile.

TEŞEKKÜR

Saygıdeğer tez danışmanın Prof. Dr. Aziz Ertunç ' a tez boyunca yaptığı katkılardan dolayı teşekkür ederim.

Çalışma boyunca bana sürekli yardımlarda bulunan ve beni bilgilendiren saygıdeğer bölüm başkanımız Prof Dr. Mehmet Çakıroğlu'na teşekkürlerimi borç bilirim. Ayrıca çalışma boyunca Autocad, Sta4Cad gibi programlarda bana yardımcı olan saygıdeğer hocamız Fadıl Çakıcı'ya teşekkürlerimi borç bilirim.

Her konuda yanımda olan ve destekleyen babam Teoman NARLI 'ya , annem Seda NARLI' ya teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiii
KISALTMALAR VE FORMÜLLER LİSTESİ.....	xvi
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1. GENEL BİLGİLER	2
1.1. İnceleme Alanının Tanıtılması	3
1.2. Çalışma Alanının Jeolojisi	4
1.3. Sondaj Çalışmaları	8

İKİNCİ BÖLÜM

ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE LABORATUVAR DENEYLERİ

2. ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE LABORATUVAR DENEYLERİ	11
2.1. Laboratuvar Deneyleri ve Analizler	12

2.1.1.Zeminlerin indeks/fiziksel özelliklerinin belirlenmesi	12
2.1.2.Zeminlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi	15
2.1.3.Kayaların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi	15
2.2. Mühendislik Analizleri ve Değerlendirme	17

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İNCELEME ALANINDA JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

3. İNCELEME ALANINDA JEOFİZİK ÇALIŞMALAR.....	23
3.1. Jeofizik Çalışmalar	23
3.1.1.Zemin elastik ve dinamik parametrelerin hesaplanması	25
3.1.1.1. Yoğunluk.....	25
3.1.1.2. Poisson oranı.....	25
3.1.1.3. Dinamik elastisite (young) modülü (E,kg /cm ²).....	26
3.1.1.4. Dinamik kayma (shear) modülü	27
3.1.1.5. Dinamik bulk (compressibility) modülü	28
3.1.1.6. Zemin hakim titreşim periyodu	28
3.1.1.7. Ortalama zemin büyütmesi	29
3.1.1.8. Sökülebilirlik ve kazınabilirlik	30
3.1.1.9. Elektrik özdirenç (rezistivite)	30
3.2. Elektrik Özdirenç Sonuç ve Öneriler	32
3.3. Çok Elektrotlu Elektrik Özdirenç Yöntemi ve Teknik Uygulama	33
3.4. Değerlendirme ve Yorum.....	36

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KAZIK TEMEL CİNSLERİ VE ZEMİNE KAZIKLARIN YERLEŞTİRİLMESİ

4. KAZIK TEMEL CİNSLERİ VE ZEMİNE KAZIKLARIN YERLEŞTİRİLMESİ..	40
4.1. Kazık Temel Cinsleri.....	40
4.2. Kazıkların Sınıflandırılması	42

4.2.1 Ahşap kazıklar	43
4.2.2 Betonarme kazıklar	43
4.2.2.1. Çakma betonarme kazıklar	43
4.2.2.2. İş yerinde dökme kazıklar (fore kazıklar)	44
4.2.3.Çelik kazıklar	44
4.2.4.Kompozit kazıklar.....	45
4.2.5 Özel kazıklar	45
4.2.6.İnceleme alanında fore kazık uygulaması.....	45
4.3. Çakma Kazıkların Zemine Yerleştirilmesi	48
4.3.1.Ahşap kazıkların yerleştirilmesi	49
4.3.2.Çelik kazıkların yerleştirilmesi.....	49
4.4. Fore Kazıkların Yerleştirilmesi.....	50

BEŞİNCİ BÖLÜM

BAZI KAZIK TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

5. BAZI KAZIK TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	52
5.1. Çakma Kazıklar.....	53
5.2. Fore Kazıklar	54
5.3. Ahşap Kazıklar	55
5.4. Çelik Kazıklar	55
5.5. Prefabrike Beton Kazıklar.....	56

ALTINCI BÖLÜM

YÜKLER ALTINDA DAVRANIŞ

6. YÜKLER ALTINDA DAVRANIŞ	57
6.1. Eksenel Yükler Altında Davranış	57
6.1.1 Sürtünme kazıklarının davranışı.....	57
6.1.2.Kohezyonsuz zeminlerde tek kazığın oturması	57

6.1.2.1. Yarı ampirik yöntemler	58
6.1.2.2. Ampirik yöntemler	58
6.1.3. Kohezyonlu zeminlerde tek kazığın oturması	59
6.2. Yatay Yükler Altında Davranış	60
6.2.1. Nihai dayanımın hesaplandığı yöntemler	61
6.2.1.1. Brinch – Hansen yöntemi	61
6.2.1.2. Brooms yöntemi	62
6.2.2. Yatay yüklerin etkisi altındaki deplasmanların hesaplandığı yöntemler	62
6.2.2.1. Yatak katsayısı yaklaşımı	62
6.2.2.2. Elastik yaklaşım	63
6.2.3. Nihai yatay direnci	63
6.2.3.1. Brooms yöntemi	64
6.2.4. Yatay yükler altında izin verilebilir deplasmanlar	65
6.2.4.1. Yatak katsayısı yaklaşımı	65
6.2.5. Elastik süreklilik yaklaşımı	66

YEDİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	67
KAYNAKÇA	68
İNTERNET KAYNAKLARI	70
ÖZGEÇMİŞ	71

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge

Sayfa

Çizelge 1.1. İnceleme alanında yapılan SPT deney sonuçları.....	10
Çizelge 2.1. Elek analizi sonuçları.....	12
Çizelge 2.2. Zemin kıvam limitleri.....	12
Çizelge 2.3. Zeminin fiziksel özellikleri.....	13
Çizelge 2.4. Likit limit aralıkları.....	13
Çizelge 2.5. İnce taneli zeminleri plastisite indeksine göre sınıflandırılması.....	14
Çizelge 2.6. İnce taneli zeminlerin kıvamlık indeksine göre sınıflandırılması.....	14
Çizelge 2.7. Zeminin sıkışma indisleri.....	14
Çizelge 2.8. Zeminlerin mekanik özellikleri.....	15
Çizelge 2.9. Kayaların mekanik özellikleri.....	15
Çizelge 2.10. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması.....	17
Çizelge 2.11. Ampirik katsayı K_a değerleri.....	18
Çizelge 2.12. Kayaçları nokta yük direncine göre sınıflandırma.....	20
Çizelge 2.13. Kaya kalite göstergesi.....	20
Çizelge 3.1. Sismik kırılma sonuçlarına göre tabakalara ait parametreler.....	24
Çizelge 3.2. Zemin birimlerinin yoğunluk sınıflaması.....	25
Çizelge 3.3. Poisson sınıflaması ve hız oranı karşılaştırması.....	26
Çizelge 3.4. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı.....	27
Çizelge 3.5. Kayma modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı.....	27
Çizelge 3.6. Bulk modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı.....	28
Çizelge 3.7. Yerel zemin sınıfı.....	29
Çizelge 3.8. Zemin büyütme değerleri.....	29

Çizelge 3.9. Ağır güçteki araçlar için sökülebilirlik sınıflandırması.....	30
Çizelge 3.10. Çalışma alanında yapılan rezistivite çalışmalarına ait ölçüm karneleri.....	31
Çizelge 3.11. Rezistivite çalışmaları sonucu tabakalar ve özellikleri.....	32
Çizelge 3.12. İnceleme alanında alınan çok elektrotlu rezistivite ölçülerine ait koordinatlar....	35
Çizelge 5.1. Farklı kazık türleri için izin verilebilir yükler.....	52

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil

Sayfa

Şekil 1.1. İnceleme alanı yerbulduru haritası.....	2
Şekil 1.2. Mersin İli aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri.....	3
Şekil 1.3. İnceleme alanının uydu görüntüsü.....	4
Şekil 1.4. İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojik dikme kesiti.....	7
Şekil 1.5.İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarından alınan numunelere ait SK-2 karot sandığından görünüm.....	9
Şekil 1.6. İnceleme alanından ve yapılan SK-1 sondaj çalışmasından görünüm.....	9
Şekil 2.1. Çalışma sahasında yapılan sondaj yerleşim planı.....	11
Şekil2.2. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmasından görünüm.....	19
Şekil 3.1. Jeofizik sismik yöntemi.....	23
Şekil 3.2. İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalarına ait resimler.....	24
Şekil 3.3. Enine deformasyonun boyuna deformasyona oranı.....	26
Şekil 3.4. Boyuna gerilmelerin boyuna deformasyona oranı.....	26
Şekil 3.5. Kayma gerilmesinin kayma deformasyonuna oranı.....	27
Şekil 3.6. İnceleme alanında yapılan rezistivite çalışmasından bir görünüm.....	31
Şekil 3.7. Görünür özdirenç eğrileri – özdirenç değerleri ve yer elektrik kesiti.....	31
Şekil 3.8. Çok elektrotlu özdirenç cihazı.....	33
Şekil 3.9. Etüt alanına ait jeofizik profil dağılımı.....	35
Şekil 3.10. Çok elektrotlu rezistivite yöntemi ile elde edilen yer altı kesiti (ERT-1).....	36
Şekil 3.11. Çok elektrotlu rezistivite yöntemi ile elde edilen yer altı kesiti (ERT-2).....	37
Şekil 3.12. Çok elektrotlu rezistivite yöntemi ile elde edilen yer altı kesiti (DES-3).....	38

Şekil 3.13. ERT-1, ERT-2 ve ERT-3 nolu noktaların birleştirilmesi 3B kesiti.....	39
Şekil 4.1. Kazık Temel Tipleri.....	41
Şekil 4.2. Fore Kazık yapım aşamaları.....	44
Şekil 4.3. İnşa edilecek yapının fore kazık temel modellemesi.....	46
Şekil 4.4. Projenin 3D modelleme görüntüsü.....	47
Şekil 4.5. Kazıkların yerleştirilmesi ve temel planlamannın görüntüsü.....	48
Şekil 4.6. Fore kazıkların geometrik profilleri.....	51
Şekil 6.1. Killi ve kumlu zeminlerde çakma kazıkların oturma hesabı diyagramı.....	60
Şekil 6.2. Yatay yüklere maruz kalan uzun kazıklar için zemin direncine bağlı olarak dönme ve ötelenme hareketleri.....	66
Şekil 6.3. Elastik süreklilikte kazık ve zemin arasındaki yük iletişimleri.....	67

KISALTMALAR VE FORMÜLLER LİSTESİ

[S] = Kazığın toplam oturması

[S₁] = Kazık malzemesinin shaft boyunca elastik kısalması

[S₂] = Kazık ucuna aktarılan yük nedeniyle oluşan oturma

[S₃] = Kazık shaftı boyunca aktarılan yük nedeniyle oluşan oturma

[Q_{wa}] = Çalışma yükü

[D] = Kazık çapı

[A_p] = Kazık kesit alanı

[E_p] = Kazık malzemesinin elastik modülü

[L] = Kazık uzunluğu

[σ_{vx}] = x derinliğindeki düşey efektif basıncı

[c] = Zeminin kohezyonu

E = Kazık malzemesinin elastisite modülü

I = Kazık enkesitinin atalet momenti

K_h = lineer olarak artan zemin modülü

N_h = Yatak sayısı

k = Koheyonlu zeminlerde derinlikle değişmeyen bir sabit

k_h = Zeminin yatay yatak katsayısı

P = Kazığın birim uzunluğuna düşen zemin reaksiyonu

y = Kazık deformasyonu

q_a = Kayaç kütlelerinin müsaade edilebilir taşıma basıncı

q_{un} = Kayacın ortalama serbest basınç dayanımı

K_s = Ampirik Katsayı

I_s = Nokta yükleme deneyi sonucu elde edilen yük değeri

ε = Eksenlerde oluşan birim şekil değiştirme

μ = Poisson Oranı

$[G]$ = Dinamik kayma modülü

$[K]$ = Dinamik Bulk Modülü

$[Vp]$ = Boyuna dalga hızı

$[Vs]$ = Enine dalga hızı

$[T]$ = Hakim titreşim periyodu

$[H]$ = Tabaka kalınlığı

$[TA, TB]$ = Zemin spektrum karakteristik periyotları

$[T, R]$ = Göreceli sertlik faktörü

GİRİŞ

Çalışma Mersin İli, Yenişehir İlçesi, Yenişehir Belediyesi sınırları dahilinde tapunun, 19.I.4 pafta, 10664 ada, 1 nolu parselinde yer almaktadır. Söz konusu projede yapılması planlanan bina 2B+Z+29 katlı, tek blok şeklindedir. Söz konusu yerde zemin etütleri yapılmıştır(Şahin ve Çakal, 2015). İnceleme alanında 27.00 metre derinliklerinde açılan 3 (üç) adet temel sondaj çalışması yapılmıştır. İnceleme alanında yapılan 3 (üç) adet temel sondajın çeşitli derinliklerinde TS-5744'e uygun olarak Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Ayrıca inceleme alanında Jeofizik çalışmalar da yapılmıştır, Çok Elektrotlu Elektrik Özdirenç Yöntemi uygulanmıştır(Aybirdi, 2015).

Bütün bu çalışmalar sonucunda temelin oturacağı seviye düşük dayanımlı olarak belirlenmiştir. Zemin dayanımının düşük olması sebebiyle söz konusu olan yerde Fore Kazık uygulaması yapılmıştır.

Bu tez çalışmasında kazıklı temellerin çeşitli yönleriyle tanımları yapılmış, çeşitli yükler altındaki davranışları gözlemlenmiş ve hesapları yapılmış, özellikle "düşey yükler" altındaki kazık davranışlarının rasyonel hesap ilkelerinin tartışılarak irdelenmesine çalışılmıştır.

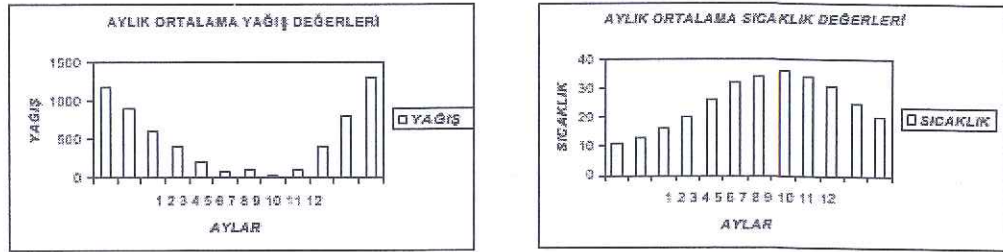
Bu çalışmada yapılan Kazıklı Temel uygulaması ile temelin daha sağlam bir zemine oturması sağlanmıştır. Bunun gibi orta ve düşük dayanımlı zeminlerde Kazıklı Temel uygulaması yapılmasının önemi büyüktür. Zemin iyileştirme gerektiren temel sistemlerinde, hem eksenel yüklerin iletilerek taşınabilme hem de kesme kuvveti taşıyabilme kapasitesine sahip betonarme fore kazık uygulaması, diğer iyileştirme yöntemlerine göre daha yüksek güvenlik gösterebilecektir. Kazıklı Temel tasarımında yapı yükünün kazıklar tarafından paylaşılarak taşınacağı kabulü ile daha ekonomik kazık modelleri yapılabilir.

Proje alanında zeminin sağlamlığını belirlemek için Jeolojik Zemin Etüdü ve Jeofizik Etütler yapılmıştır. Bu etütler sonucunda temelin oturacağı seviye düşük dayanımlı olarak belirlenmiştir. Jeolojik etüt kapsamında toplamda 81.00 metre derinliğinde olmak üzere temel sondaj çalışması yapılarak numuneler alınmıştır.

1.1.İnceleme Alanının Tanıtılması

Proje, Mersin İli, Yenişehir İlçesi, Yenişehir Belediyesi sınırları dâhilinde yer almaktadır. Düz bir topografyaya sahip olan inceleme alanına ulaşım her mevsim mümkün olup, yolu asfalttır. Akdeniz iklimine sahip olan inceleme alanında yazlar sıcak ve kurak, kışlar ılık ve yağışlı geçmektedir(Şekil 1.2).

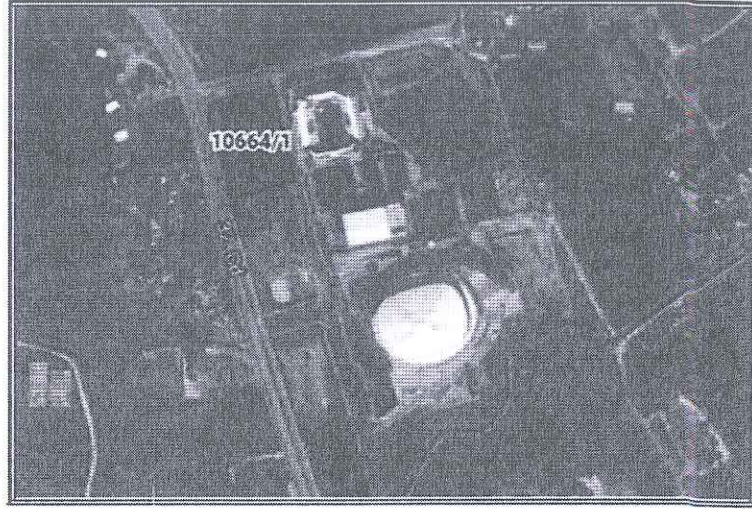
Mersin iline ait aylara göre yağış ve sıcaklık değerleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 1.2. Mersin ili aylık ortalama yağış ve sıcaklık değerleri

İnceleme alanında konut amaçlı olmak üzere 2B+Z+29 katlı tek blok şeklinde bina yapılması planlanmaktadır. Bina taban alanı 330m² ve temel derinliği (Df) = 6,00 metredir.

İnceleme alanı, Yenişehir Belediyesi İmar Müdürlüğü tarafından verilen İmar Durum Çapına göre ; Mersin ili, Yenişehir Belediyesi, 19.I.4 pafta, 10664 ada, 1 nolu parsel içerisinde yer almaktadır(Şekil 1.3).



Şekil 1.3. İnceleme alanının uydu görüntüsü (<http://cbs.tkgm.gov.tr/parselsorgu>.)

1.2.Çalışma Alanının Jeolojisi

Kuzgun Formasyonu

Çalışılan bölgede sarımsı beyaz, yeşilimsi, gri – siyah renklerde olan Kuzgun Formasyonu kumtaşı – konglomera, resifal kireçtaşı, tüffit ve kiltası (şeyl) – marn – silttaşı gibi belirgin dört birimden oluşmuştur. Kuzgun formasyonu alttaki formasyonlar üzerine uyumlu ve geçişli olarak gelir. Formasyonun üzerine, Handere Formasyonu uyumlu ve geçişli olarak gelmektedir. Kuzgun Formasyonun kalınlığı 50–1500 metre arasında değişmektedir. Formasyonun yaşı Tortoniyen-Messiniyen'dir (Şahin ve Çakal, 2015).

Handere Formasyonu

Bölgede beyazımsı, sarımsı, yeşilimsi, gri ve siyah renklerde olan Handere Formasyonu kil taşı (şeyl) - marn - silttaşı, fosilli oolitik kireçtaşı, alçı taşı (jips) ve kumtaşı konglomera gibi belirgin dört birimden oluşmuştur. Bunlar birbirleri ile girik olup, ilk üçü çoğunlukla formasyonun alt bölümlerinde, diğeri üst bölümlerinde egemendir (Şahin ve Çakal, 2015).

Handere Formasyonu alttaki Kuzgun Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmekte ve dereceli geçişlidir. Handere formasyonunun üzerine genellikle Kuvaterner birimleri ile örtülü olduğundan kesin kalınlık belirlenemez. Bu formasyon üzerine Kuvaterner birimleri diskordanslı olarak gelmektedir.

Üst Miyosen – Pliyosen yaşlı formasyon, kurak-sıcak iklimler ile sık sık değişen küçük ölçekli transgresyon ve regresyonlar sonucu oluşan sığ denizel ve geçiş (kıyı, lagün, delta, gelgit) akarsu ortamlarında çökelmiştir (Şahin ve Çakal, 2015).

Formasyon içindeki killerden alınan zemin örneklerinde likit limit(LL)=40.5, plastik limit (PL)= 36.3 olarak bulunmuştur. Toprak sınıfı ML 'dir. Harfıyatı çok kolay olan birim üzerindeki toprak örtüsü 10–30 cm arasındadır. Birim yeraltı suyu açısından fakirdir.

Kuvaterner Birimleri

Kuvaterner zamanında karasal ve geçiş ortamı koşullarının hüküm sürdüğü bölgede oluşan birimler farklı fasiyes özellikler göstermeleri nedeni ile Kalabriyen - Siciliyen zamanında oluşan birimler ve Tirreniyen - Güncel zamanında oluşan birimler olarak iki bölümde incelenmiştir(Şenol ve Zeki, 1998).

Kabriyen - Siciliyen Birimleri

Altındaki birimler üzerine açılı diskordans olarak oturan ve üstündeki birimler tarafından diskordans olarak örtülen bu birim; Alüvyon yelpazesi çökelleri / Yüksek seki konglomeraları, fan delta çökelleri ve Kıyı çökelleri ile pedolojik oluşukları (paleosolik kalış /kolon horizonu, Akdeniz kırmızı toprağı / Terra Rosa ve sert kalış) içermektedir (Şenol ve Zeki, 1998).

Özellikle killi-kalkerli tortul istiflerin tamamen ayrılmış kesimi içerisinde ve üzerinde oluşan bir kimyasal tortul birimdir. Suda çözünür tuzlar ve asılı maddenin kimyasal ve fiziksel özellikleri farklıdır. Bu farklılığın doğal sonucu olarak, kapillarite ile yükselme sırasında yer yer birbirlerinden ayrılırlar. Bu nedenle kalış, yüzeye doğru genellikle sertken ve alt dokanağına doğru yüksek plastisiteli, parlak yüzeyli, dolgu çatlaklı ve kalker yumrulu killi seviyelerden oluşan yumuşakken seviyelerini içerir. Sertken, çok sayıda yatay ve yataya yakın ince çökelim bantlarından oluşup, yüzeye doğru kütleli görünüm kazanır (Ulusay, 2001).

Kalış çalışma alanındaki düşük eğimli eski yamaçlarda genellikle denize eğimli olarak gözlenmekte, genellikle çökeldiği yüzeyin eğimini, daha düşük derecede olmak üzere yansıtmaktadır. Bu nedenle, ova kesimlerinin dışındaki sahalarda 10 dereceye kadar eğim

kazanabilmektedir. Çalışma bölgesinde kalınlığı, 6 metreye kadar ulaşmaktadır. Kalıpların yaşı, Kuvaterner'dir.

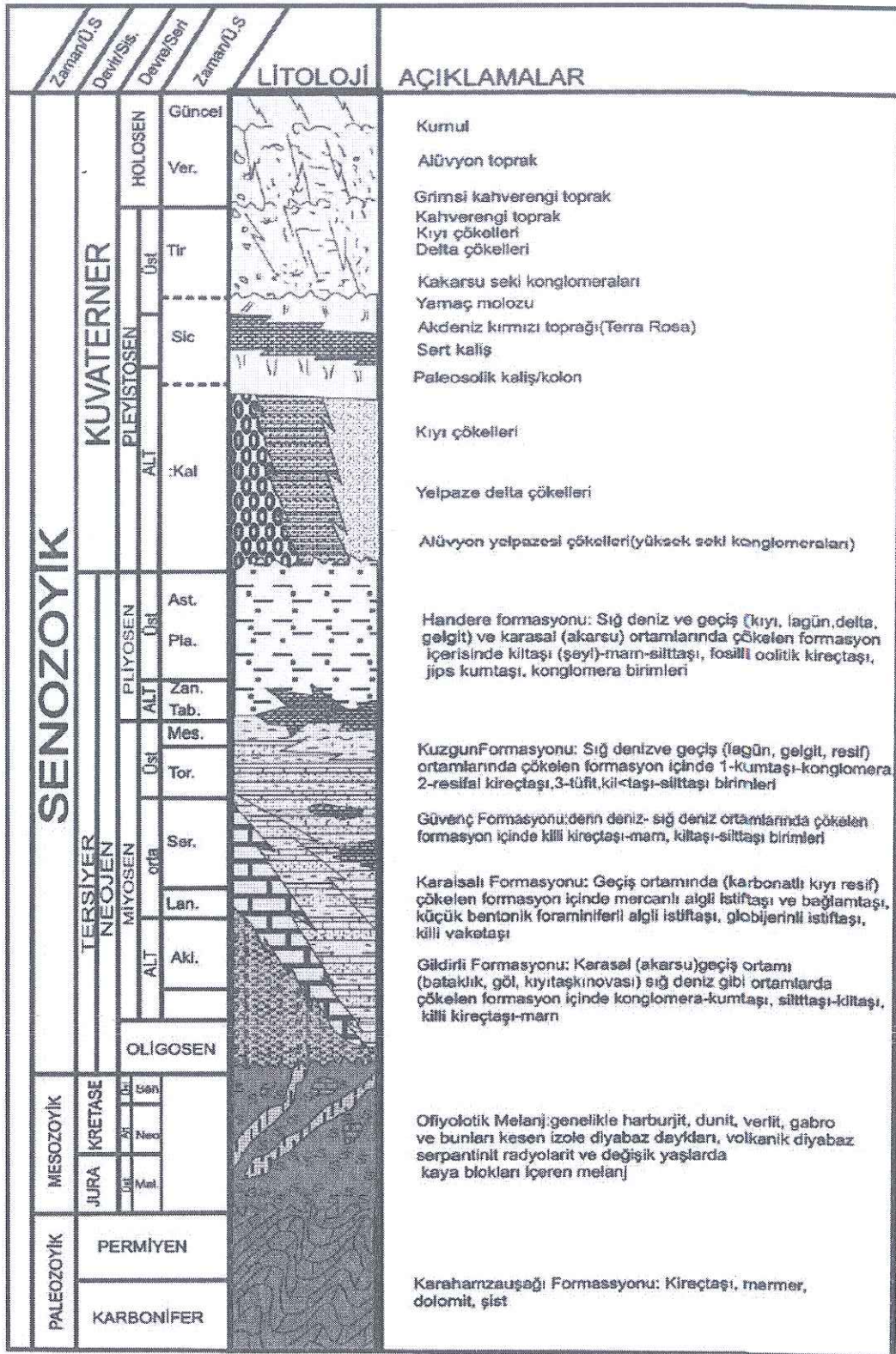
Tirreniyen - Güncel Birimleri

Altındaki birimler üzerine uyumsuz olarak gelen Tirreniyen - Güncel birimler; yamaç molozları, Akarsu seki konglomeraları, kıyı çökelleri, kumul ve pedolojik oluşuklar kahverengi toprak, grimsi kahverengi toprak, alüvyal toprak olarak kısımlara ayrılmıştır (Şahin ve Çakal, 2015).

Siciliyen sonlarında Adana bölgesinde meydana gelen çöküntü alanlarının daha sonra oluşan akarsu ve kolları tarafından getirilen materyallerle dolması sonucu delta çökelleri birikmiştir.

Çakıl, kum, silt ve kil araldanmasından oluşan birimden alınan zemin örneklerinin kumlu olduğu zemin deneylerinde bulunmuştur. Birim üzerinde 100 cm.'den fazla toprak örtüsü gelişmiş olup, kazılması çok kolaydır.

Başlıca çakıl, kum, silt ve kil araldanmasından oluşan birim içinden alınan zemin örneğinin deneylerinden Likit Limit (LL)=35,6,Plastik Limit(PL)=27 değerleri elde edilmiştir. Buna göre toprak sınıfı ML'dir. Birim yeraltı suyu açısından zengin ve kazılması çok kolaydır.



Şekil 1.4. İnceleme alanı ve yakın çevresinin jeolojik dikme kesiti (Yetiş ve Demirkol, 1986)

1.3.Sondaj Çalışmaları

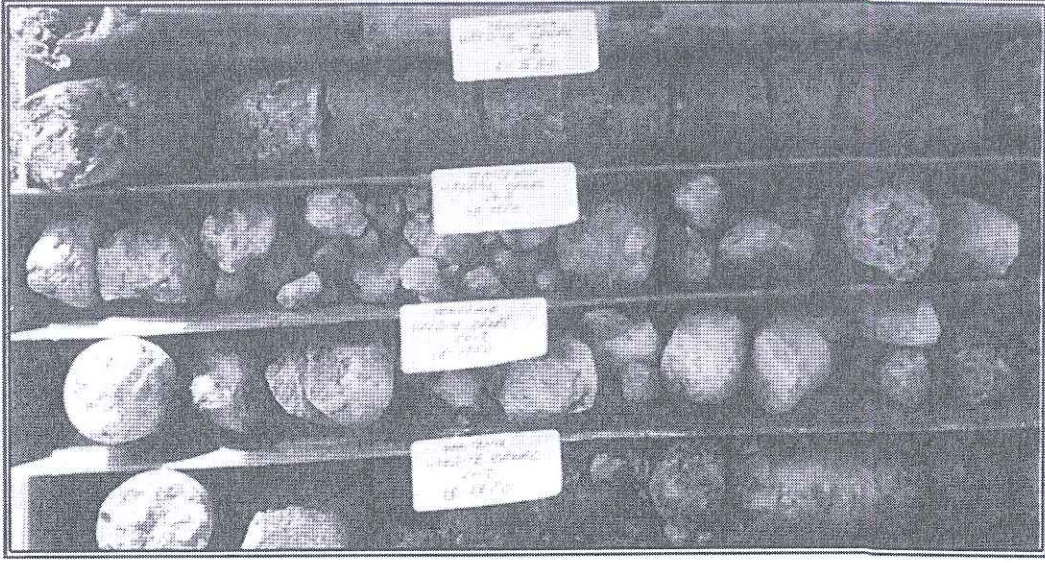
İnceleme alanındaki birimlerin yatay ve düşey yöndeki değişimleri; 27,00 m derinliklerinde açılan 3 (üç) adet temel sondajı ile araştırılmıştır. İnceleme alanında yapılan gözlemlerde ve sondaj çalışmalarında Kuvaterner yaşlı Kaliş birimi, bu birim altında Kuvaterner yaşlı Alüvyon birim, en altta ise Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı Handere Formasyonu gözlenmiştir. Açılan sondaj kuyularında birimlerin derinliğe göre değişimi aşağıdaki gibidir;

S.K.-1 Sondajı (27,00 m): En üstte; 0,00 – 0,80 m kalınlığında dolgu malzeme olmak üzere sırasıyla, 0,80 – 3,00 m arası sert kaliş, 3,50 – 5,50 metre arası alüvyon birimi(CI), yine 3,00 – 6,00 m arası çakıllı-kumlu kil, 6,00 - 15,00 m. arası kum-kumtaşı ar dalanması, 15,00 – 20,00 m. arası kumtaşı-kireçtaşı ar dalanması, 20,00 – 27,00 m. arasında ise marn birimi bulunmaktadır.

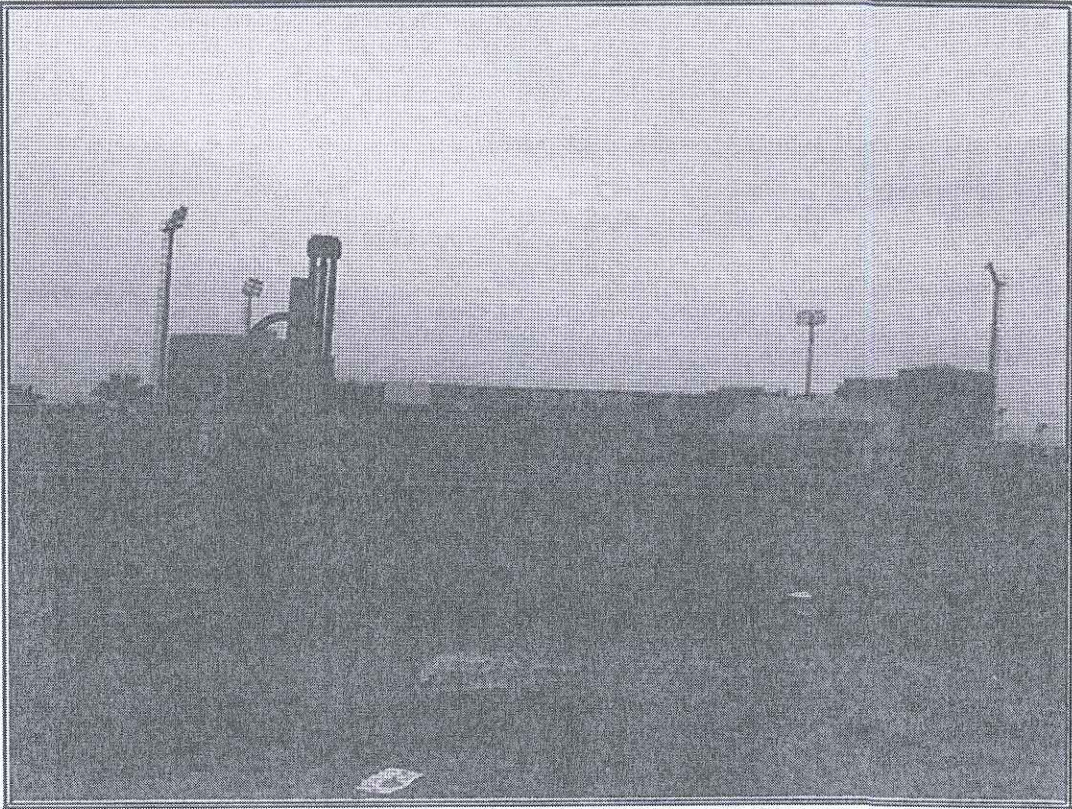
S.K.-2 Sondajı (27,00 m): En üstte; 0,00 – 0,85 m kalınlığında dolgu malzeme olmak üzere sırasıyla, 0,85 – 3,50 m arası sert kaliş, 3,50 – 5,50 metre arası alüvyon birimi(CI), yine 3,50 – 6,00 m arası çakıllı-kumlu kil, 6,00 - 16,00 m. arası kum-kumtaşı ar dalanması, 16,00 – 20,00 m. arası kumtaşı-kireçtaşı ar dalanması, 20,00 – 27,00 m. arasında ise marn birimi bulunmaktadır.

S.K.-3 Sondajı (27,00 m): En üstte; 0,00 – 0,80 m kalınlığında dolgu malzeme olmak üzere sırasıyla, 0,80 – 3,00 m arası sert kaliş, 3,50 – 5,50 metre arası alüvyon birimi(CI), yine 3,00 – 6,50 m arası çakıllı-kumlu kil, 6,50 - 15,00 m. arası kum-kumtaşı ar dalanması, 15,00 – 20,00 m. arası kumtaşı-kireçtaşı ar dalanması, 20,00 – 27,00 m. arasında ise marn birimi bulunmaktadır.

Çalışma alanında yapılan sondaj çalışmalarında 3.50 metre derinliğe kadar sert kaliş birimi, 3,50 – 5,50 metre arası alüvyon birimi(CL), 3,50 – 6,50 metre arası çakıllı, kumlu kil birimi, 6,50 - 16,00 m. arası kum-kumtaşı ar dalanması, 16,00 – 20,00 m. arası kumtaşı-kireçtaşı ar dalanması, 20,00 – 27,00 m. arasında ise marn birimi geçilmiştir. Yapılan sondajlardan alınan karotların 10 cm'den küçük olması nedeniyle RQD kaya kalitesi 0 bulunmuş olup, çok zayıf kaliteli kaya sınıfına girmektedir. Kumtaşı birimi nokta yük direncine göre orta dayanımlı, bu birim altında bulunan kireçtaşı yüksek dayanımlı, en altta bulunan marn ise çok düşük dayanımlıdır.



Şekil 1.5. İnceleme alanında yapılan SK-2 sondajı karot numunelerinin görünümü



Şekil 1.6. İnceleme alanından ve yapılan SK-1 sondaj çalışmasından görünüm

Proje alanında 3 (üç) adet temel sondajın çeşitli derinliklerinde TS-5744'e uygun olarak Standart Penetrasyon Deneyi (SPT) yapılmıştır. Yapılan deneylerin değerleri tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 1.1. İnceleme alanında yapılan SPT sonuçları

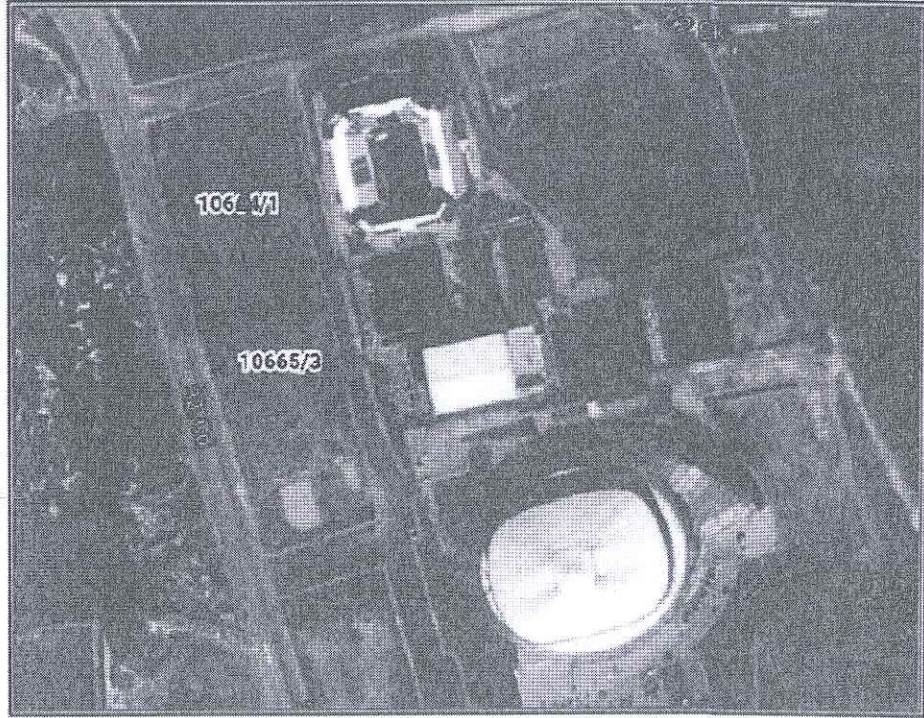
SPT No	Derinlik (m)	Darbe Sayısı			N
		15 cm	30 cm	45 cm	
SK-1 SPT-1	5,00 – 5,45	12	14	15	29
SK-2 SPT-1	5,50 – 5,95	13	15	17	32
SK-3 SPT-1	5,50 – 5,95	14	16	17	33

İKİNCİ BÖLÜM

ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE LABORATUVAR DENEYLERİ

2. ARAZİ ARAŞTIRMALARI VE LABORATUVAR DENEYLERİ

İnceleme alanında bina inşa edilecek alan belirlendikten sonra 1 adet hidrolik sondaj makinesi ile 3 adet 27.00 metre toplamda ise 81.00 metre derinliğinde temel sondaj çalışması yapılarak numuneler alınmıştır. Sondaj çalışmaları tamamlandıktan sonra alınan numuneler uygun şartlarda muhafaza edilerek laboratuvara gönderilmiştir. Alınan numuneler üzerinde laboratuvarında su içeriği tayini, atterberg (kıvam) limitleri, elek analizi, direk kesme ve nokta yük dayanımı indeksi deneyleri yapılmıştır.



Şekil 2.1. Çalışma sahasında yapılan sondaj yerleşim planı

2.1.Laboratuvar Deneyleri ve Analizler

2.1.1. Zeminlerin indeks/fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Zeminin indeks ve fiziksel özelliklerini belirlemek amacıyla, inceleme alanında yapılan 3 adet sondaj kuyusundan alınan karot örnekleri üzerinde gerekli deneyler yapılmıştır(Su içeriği tayini, atterberg (kıvam) limitleri, elek analizi, direk kesme ve nokta yük dayanımı indeksi).

Çizelge 2.1. Elek analizi sonuçları

SK-Numune No	Derinlik (m)	Çakıl (%)	Kum (%)	Silt + Kil (%)	Zemin Sınıfı
SK-1	3,50 – 5,00	0,37	38,44	61,19	CI
SK-2	4,00 – 5,50	1,70	37,83	60,47	CI
SK-3	4,50 – 5,50	4,03	29,41	66,56	CI

Çizelge 2.2. Zeminin kıvam limitleri

SK-Numune No	Derinlik (m)	Atterberg Limitleri			Sınıf
		Likit Limit LL %	Plastik Limit PL %	Plastisite İndisi PI %	
SK-1	3,50 – 5,00	28,10	17,43	10,70	CI
SK-2	4,00 – 5,50	35,70	17,44	18,30	CI
SK-3	4,50 – 5,50	33,00	16,62	16,40	CI

Çizelge 2.3. Zeminin fiziksel özellikleri

Numune No	Derinlik (m)	Su Muh.(%)	Kuru Birim Hacim Ağırlık (t/m ³)	Tabii Birim Hacim Ağırlık (t/m ³)
SK-1	3,50 – 5,00	20,77	1,46	1,76

Kıvam Limitleri

Likit Limit (LL) ; zemin özelliklerinin kayma mukavemeti belirlenen ve bunu belirten su muhtevasıdır.Bunun belirlenmesi pratik olarak olanaksız olmadığından çok küçük ve bilinen bir kayma mukavemeti seçilerek Likit Limit aletine (Casagrande) yerleştirilir, standart kaşığı ile ikiye bölünen numunenin 25 darbe sonunda yarım inç boyunca birleşmesi gözlenir ve birleşmenin sağlandığı su muhtevası Likit Limit olarak tespit edilir.

Plastik Limit (PL); herhangi bir zemin için plastik kıvamın alt sınırındaki su muhtevasıdır. Laboratuarda, zemin kırılmadan 1/8” çapında makarnalar haline gelebildiği en düşük su muhtevası olarak tayin edilir. Bunun için rutubetli zemin numunesi, hafif emici bir zemin üzerinde 1/8 inçten daha düşük çapta kırılma meydana geldiği andaki su muhtevası belirlenir. Bu su muhtevası Plastik Limit olarak alınır.

Likit Limit ve Plastik Limit değerleri arasındaki fark “Plastisite İndeksi” olarak tanımlanır.

Çizelge 2.4. Likit limit aralıkları

Tanım (tahmini)	Tanım (laboratuvar deneylerinden)	Likit limit aralığı (%) (laboratuvar deneylerinden)
<i>Siltli</i>	<i>Düşük Plastisiteli</i>	<35
<i>Orta Plastisiteli</i>	<i>Orta Plastisiteli</i>	35-50
<i>Şişen</i>	<i>Yüksek Plastisiteli</i>	50-70
<i>Çok Şişen</i>	<i>Çok Yüksek Plastisiteli</i>	70-90
<i>Çok Aşırı Şişen</i>	<i>Çok Aşırı Derecede Plastisiteli</i>	>90

Çizelge 2.5. İnce taneli zeminlerin plastisite indeksine göre sınıflandırılması

Plastisite İndeksi PI (%)	Kuru Dayanım	Plastisite Derecesi
0 – 5	Çok düşük	Plastik değil
5 – 15	Düşük	Az plastik
15 – 40	Orta	Plastik
>40	Yüksek	Çok plastik

Çizelge 2.6. İnce taneli zeminlerin kıvamlık indeksine göre sınıflandırılması

Kıvamlık İndeksi (I_c)	Tanım
< 0	Akışkan çanur
0 – 0,25	Çok yumuşak
0,25 – 0,50	Yumuşak
0,50 – 0,75	Yarı sert (sıkı)
0,75 – 1,00	Sert
>1,00	Yarı katı (çok sert)

Çizelge 2.7. Zeminin sıkışma indisleri

Tanım	Sıkışma İndisi (C_c)
Düşük sıkışabilirlik	0,00 – 0,19
Orta sıkışabilirlik	0,20 – 0,39
Yüksek sıkışabilirlik	> 0,40

Laboratuvarda yapılan Kıvam Limitleri deneyleri sonucuna göre zemin özellikleri düşük ve orta plastisiteli sınıfta yer aldığı görülmüştür(çizelge 2.4). Zeminin Kıvamlık İndeksi'ne göre ise yarı sert(sıkı) aralığında olduğu gözlemlenmiştir(çizelge 2.6)

Birim, çakıl, kum, silt ve kil araldanmasından oluşur. Birim içinden alınan örneklerin zemin deneylerinde Likit Limit (LL)= 21 çıkmıştır. Birim üzerindeki toprak örtüsü 100 cm.'den fazladır. Birim yeraltı suyu açısından zengin olup, sulama ve içme suyu amaçlı birçok sondaj kuyusu bulunmaktadır. Kazılması çok kolaydır.

Birim Tarsus'un Çayı'nın getirdiği kil, kum, silt ve çakıllardan oluşmakta olup, zemin deneylerde Likit Limit (LL)=28, Plastik Limit (PL)=21 olarak bulunmuştur. Toprak sınıfı CL-ML'dir. Toprak örtüsü 100 cm.'den fazladır. Hafriyatı çok kolay olan birim yeraltı suyu açısından zengindir.

2.1.2. Zeminlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Alınan numuneler üzerinde zemin dayanımı parametrelerini belirlemek için ; Direk Kesme Deneyi standardına uygun olarak yapılmıştır.

Çizelge 2.8. Zeminlerin mekanik özellikleri

Sondaj No	Derinlik (m)	Direk Kesme	
		C (kg/cm ²)	ϕ^o
SK-1	3,50 – 5,00	0,0393	20,53

Zeminin 3,50 – 5,00 metre derinliklerinde yapılan Direk Kesme Deneyi sonuçlarına göre kayma direnci $C= 0,0393 \text{ kg/cm}^2$ bulunmuş olup, kayma direnci açısı da $\phi^0= 20,53$ bulunmuştur.

2.1.3. Kayaların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

İnceleme alanında kaya birim olarak üstte sert kaliş, altta ise Handere Formasyonu'na ait kireçtaşı, kumtaşı ve marn birimleri gözlenmiştir. Birimlerin jeomekanik özelliklerinin tayini amacıyla laboratuvarında nokta yükleme deneyleri yapılmıştır.

Çizelge 2.9. Kayaların mekanik özellikleri

Numune No	Derinlik (m)	Nokta Daynım	
		İndeksi (I) (MPa)	İndeksi (I) (kg/cm ²)
SK-1	9,00 – 10,50	0,75	7,65
SK-1	15,00 – 16,50	2,40	24,45
SK-1	22,00 – 23,50	0,40	4,07
SK-2	10,00 – 11,50	2,27	23,13
SK-2	16,00 – 17,50	4,34	44,22

SK-2	25,00 – 26,50	0,44	4,48
SK-3	11,00 – 12,50	2,60	26,49
SK-3	18,00 – 19,50	4,39	44,73
SK-3	24,00 – 25,50	0,10	1,01

Laboratuvarda yapılan nokta yükleme deneyleri sonuçlarına göre ; SK-1, SK-2 ve SK-3 sondaj kuyularından alınan numunelerin nokta yükleme dayanım değerleri, $I_s = 1.01 - 44.73$ kg/cm^2 arasında değişmektedir.

Çalışma sahasında yapılan sondaj çalışmalarından alınan karot numuneleri üzerinde laboratuvarda yapılan nokta yük dayanım sonuçlarına göre yapılan hesaplamada Kayacın ortalama tek eksenli basınç dayanımı (q_{un}) aşağıda hesaplanmıştır ;

$$q_{lab} = I_s \times K_s$$

- Q_{lab} : Kayacın ortalama tek eksenli basınç dayanımı
- I_s : Nokta yükleme deneyi sonucu elde edilen yük değeri
- K_s : Çatlak aralığına göre Ampirik Katsayı (12 – 24) arasında değişir.

Buna göre en düşük değer alındığında ;

$$q_{lab} = 1.01 \times 12$$

$$q_{lab} = 12.12 \text{ kg/cm}^2 \text{ olarak bulunur.}$$

En yüksek değer alındığında ;

$$q_{lab} = 44.73 \times 12$$

$$q_{lab} = 536.76 \text{ kg/cm}^2 \text{ olarak bulunur.}$$

Kaya numuneler üzerinde laboratuvarda yapılan nokta yük dayanımı sonuçlarına göre yapılan hesaplamada tek eksenli basınç dayanım değerleri $q_{un} = 12.12 - 536.76 \text{ kg/cm}^2$ arasında bulunmuştur. Tek eksenli basınç dayanımına göre, Handere formasyonuna ait kumtaşı – kireçtaşı – marn birimlerinin düşük – çok düşük dayanımlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2.10. Kayaçların tek eksenli basınç dayanımına göre sınıflandırılması(Deere ve Miller, 1984)

Sınıf	Dayanım	Tek Eksenli Sıkışma Dayanımı (kg/cm ²)
A	Çok Yüksek	>2200
B	Yüksek	1100 - 2200
C	Orta	550 - 1100
D	Düşük	275 - 550
E	Çok Düşük	<275

2.2. Mühendislik Analizleri ve Değerlendirme

İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmalarında üst derinliklerde gözlenen Alüvyon CI (orta plastisiteli kil) birimi için laboratuvar çalışmalarından elde edilen değerlerden; Likit Limit aralığına göre *düşük-orta plastisiteli* kil, Kıvamlılık İndeksine göre *yarı sert (sıkı)*, Plastisite İndeksine göre *kuru dayanımı düşük-orta*, plastik derecesi *az plastik- plastik*, Sıkışma İndisine göre *orta derecede sıkışabilir* zeminler olduğu belirlenmiştir.

Temel derinliği 6,00 metre olacak şekilde tüm hesaplamalar yapılmıştır. Yapılan jeolojik çalışmalar sonucunda temelin oturacağı seviyeyi Handere Formasyonuna ait *kum-kumtaşı ardalanması* biriminin oluşturduğu, Kumtaşı biriminin nokta yük direncine göre *orta dayanımlı*, bu birim altında bulunan kireçtaşı biriminin *yüksek dayanımlı*, en altta bulunan marn biriminin ise *çok düşük dayanımlı* olduğu belirlenmiştir.

Tek eksenli basınç dayanımına göre, Handere formasyonuna ait kumtaşı- kireçtaşı-marn birimlerinin *düşük – çok düşük dayanımlı* olduğu belirlenmiştir. Yapılan sondajlardan alınan karotların 10 cm'den küçük olması nedeniyle Handere formasyonuna ait kumtaşı-kireçtaşı-marn birimlerinin RQD kaya kalitesi 0 bulunmuş olup *çok zayıf kaliteli* kaya sınıfında oldukları belirlenmiştir. Yağış ve kullanım sularının yapı temellerine zarar vermemesi için gerekli drenaj çalışmalarının yapılarak ortamdan uzaklaştırılması sağlanmalıdır.

- **Kayalarda Taşıma Gücü Hesabı** : İnceleme alanında açılan sondaj kuyularından, temelin oturacağı seviyeyi oluşturan Handere Formasyonuna ait *kumtaşı* biriminden alınan karot numuneleri üzerinde yapılan nokta yükleme deneylerinde nokta yükleme dayanımının en küçük değeri (I_s) $7,65 \text{ kg/cm}^2$ alınarak tek eksenli basınç dayanımı hesabı yapılmış, Kumtaşı biriminden alınan karot numunelerinden kayacın RQD si hesaplanarak % 0 olduğu belirlenmiş. taşıma gücü hesabı yapılmıştır (Manuel, 1975).

- $q_{un} = I_s \times c$

- $q_a = K_s \times q_{un}$

Buna göre ;

- q_a : Kayaç kütlelerinin müsaade edilebilir taşıma basıncı
- q_{un} : Kayacın ortalama serbest basınç dayanımı
- K_s : Ampirik Katsayı
- I_s : Nokta yükleme deneyi sonucu elde edilen yük değeri
- c : 12 – 24 arasında değişen değer

Çizelge 2.11. Ampirik katsayı K_s değerleri

Süreksizlik Aralığı (m)	K_s
> 3,0	0,40
3,0 – 0,9	0,25
0,9 – 0,3	0,10

- SK-1 CR (9,00 – 10,50 m.) derinliği için;

$$q_{un} = IS50 \times c \text{ ve } q_a = K_s \times q_{un}$$

$$q_{un} = 7,65 \times 12 = 91,80 \text{ kg/cm}^2$$

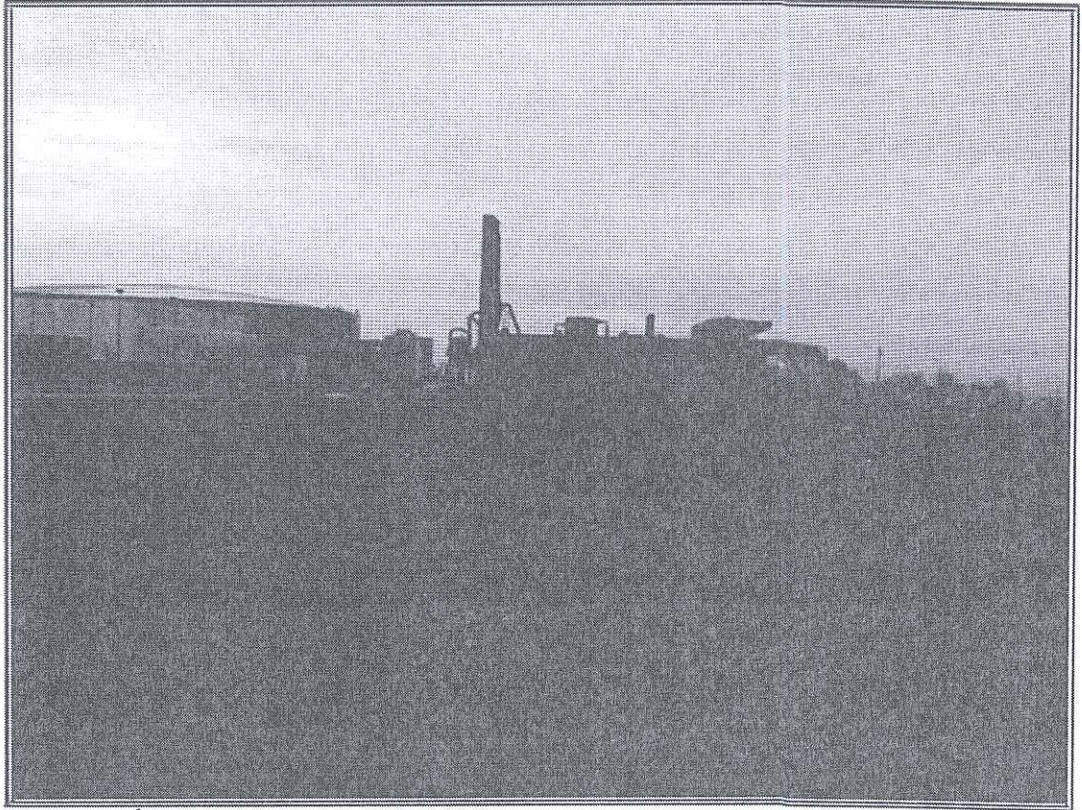
$$q_a = 91,80 \times 0,10 = 9,18 \text{ kg / cm}^2 \text{ elde edilmiştir.}$$

$$G_s = 3 \text{ alınmıştır } q_{em} = q_a / G_s$$

$$q_{em} = 9,18/3 = 3,06 \text{ kg / cm}^2$$

$$q_{em} = 3,06 \text{ kg/cm}^2 \text{ hesaplanmıştır.}$$

•Yatak katsayısı(K)= $q_{em} \times 1200$, Yatak katsayısı (K) = 3672 t/m^3 olarak bulunmuştur.



şekil 2.2. İnceleme alanında yapılan sondaj çalışmasından görünüm

İnceleme alanında yapılan sondajlarda Üst Miyosen - Pliyosen yaşlı kireçtaşı- kumtaşı- marn birimlerinin sınır genişlikleri belirgin olarak gözlenmediğinden dolayı kireçtaşı- kumtaşı ve marn birimlerinin sınıflandırılması ayrı ayrı yapılmayıp Handere Formasyonu olarak sınıflandırılmıştır.

İnceleme alanında yapılan 3 (üç) adet temel sondaj çalışmalarından alınan CR (karot) numuneler üzerinde laboratuarda yapılan nokta yükleme deneyi neticesinde nokta yük dayanım indeksleri 1,01 – 44,73 kg /cm² değerleri arasında bulunmuş olup söz konusu kayaların çok düşük –orta – yüksek dayanımlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2.12. Kayaçları nokta yük direncine göre sınıflandırma

Kayaç Sınıfı	Nokta Yük Dayanımı (kg/cm ²)
Çok yüksek dayanımlı	>80
<i>Yüksek dayanımlı</i>	<i>80-40</i>
<i>Orta dayanımlı</i>	<i>40-20</i>
<i>Düşük dayanımlı</i>	<i>20-10</i>
<i>Çok düşük dayanımlı</i>	<i><10</i>

Çizelge 2.13. Kaya kalite göstergesi

RQD (%)	Kaya Kalitesi
< 25	<i>Çok Zayıf</i>
25 – 50	Zayıf
50 – 75	Orta
75 – 90	İyi
90 – 100	Çok İyi (mükemmel)

İnceleme alanında yapılan araştırmalar neticesinde; sıvılaşmayı oluşturabilecek birimlerin (ince tane dağılımlı homojen yapıdaki kum gibi) çalışma sahasında gözlenmemesinden, ayrıca; zeminin genel jeolojik yapısından dolayı inceleme alanı sıvılaşma riski taşımamaktadır.

İnceleme alanında yapılan arazi ve sondaj çalışmalarına göre üç ayrı formasyon belirlenmiştir. En üstte dolgu birim altında bulunan sert kalış birimi yaklaşık üç buçuk metre derinliğe kadar devam etmektedir. Bunun altında bulunan çakıllı, kumlu kil birimi 3,50 – 6,50 metreler arasında bulunmaktadır.

Yapılacak olan yapının iki bodrumlu olması ve kazı derinliği 6,00 metre planlandığından yapı temelleri çakıllı, kumlu kil birimi altında bulunan Handere Formasyonuna ait kumtaşı birimi üzerine oturtulacaktır.

Kumtaşının çok düşük ve orta dayanımlı olduğu, Kumtaşı biriminin altında ise yine Handere Formasyonuna ait kumtaşı-kireçtaşı aralanmasının bulunduğu, kireçtaşının orta dayanımlı olduğu, en altta ise marn biriminin bulunduğu, marn biriminin çok düşük dayanımlı olduğu belirlenmiştir.

İnceleme alanında gözlenen birim nedeniyle oturma – şişme problemi beklenilmemektedir.

İnceleme alanında yapılacak binanın farklı statik davranışlar ve farklı oturmalar göstermemesi için temelinin aynı tip zemin üzerine oturtulması gerekmektedir. Eğer temel farklı birimler üzerine oturtulacaksa oluşabilecek tehlikeler göz önüne alınarak uygun temel sistemleri seçilmelidir.

İnceleme alanı ve yakın çevresinde yapılacak yapıyı etkileyecek herhangi bir şey ve/veya benzer bir yapıya rastlanılmamıştır.

İnceleme alanında herhangi bir stabilite sorunu görülmemekle beraber, yapılacak kazı şevlerinde stabilite problemleri beklenebilir. Kazı şevleri açıkta bırakılmamalı, istinat yapılarıyla desteklenmelidir.

Yapılan tüm arazi çalışmaları, laboratuvar çalışmaları ve büro çalışmaları sonucunda inceleme alanında heyelan, kaya düşmesi, çığ düşmesi gibi doğal afet olayları söz konusu değildir. Ancak yağışlı mevsimlerde meydana gelebilecek su baskınlarına karşı su basman kotunun yol kotu üzerinde yapılması gerekmektedir.

Mersin ve yakın civarı Doğu Anadolu Fayı Sismik kuşağı ve Ecemiş Fay zone içerisinde yer almaktadır. Doğu Anadolu Fayı sol yönlü doğrultu atımlı aktif bir fay

olup Antakya'dan Karlıova'ya kadar uzanmaktadır. Fayın genel doğrultusu NE - SW'dir.

Fay zonu 2-3 km genişliğinde olup çok sayıda paralel ve kısmen verev, sürekli olup yer yer süreksiz ve kesişen fay izlerinden oluşur.

Doğu Anadolu Fayı, Kuzey Anadolu Fayı ile Karlıova'nın doğusunda birleşir. Ayrıca Doğu Anadolu Fayı, güney batıda Ölü Deniz Fay sistemi ile Kahramanmaraş yakınlarındaki üçlü kavşakta birleşir.

Fay zonu boyunca toplam düşey atımının 400 m olduğu ileri sürülmektedir (Aybirdi, 2015). Doğu Anadolu Fayı'nın oluşumu Arabistan ve Anadolu plakalarının geç Miyosende çarpışması ile gerçekleşmiştir.

Mersin İli, Merkez İlçe'de etkili olan bir diğer fay zonu NE-SW doğrultulu sol atımlı Ecemiş Fay zonu'dur. Ecemiş Fayı kuzeyde Kayseri civarından başlayarak, güneye doğru kesintisiz tek fay halinde olmasa da, Kıbrıs'a kadar uzandığı düşünülmektedir (Dewey ve Şengör,1979). Bu fay bölgesel olarak düşünüldüğünde kuzeyde Erciyes Dağı civarından başlayarak Mersin İli civarına kadar uzanır. Niğde'nin Çamardı İlçesinden Gülek kasabasına kadar açık ve net olarak izlenebilir.

Etüd alanının yaklaşık 90 km doğusunda aktif fay olan Osmaniye - Karataş Fay hattı bulunur. Yine alanın yaklaşık 60 km kuzey doğusunda Karsantı - Karaisali Fay zonu ve 70 - 80 km kuzey batısında Öşün Fay'ı yer almaktadır (M.T.A., 1992).

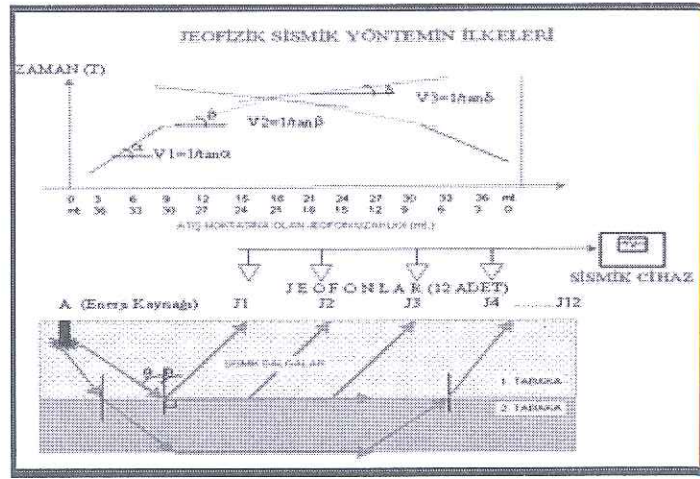
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

İNCELEME ALANINDA JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

3. İNCELEME ALANINDA JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

3.1. Jeofizik Çalışmalar

İnceleme alanı ve civarında yer alan zeminin durumunu saptamak, zemin yapısını ortaya çıkarmak ve zeminin dinamik-elastik parametrelerini belirlemek amacıyla dört adet sismik kırılma serilimi yapılmıştır.



Şekil 3.1. Jeofizik sismik yöntemi

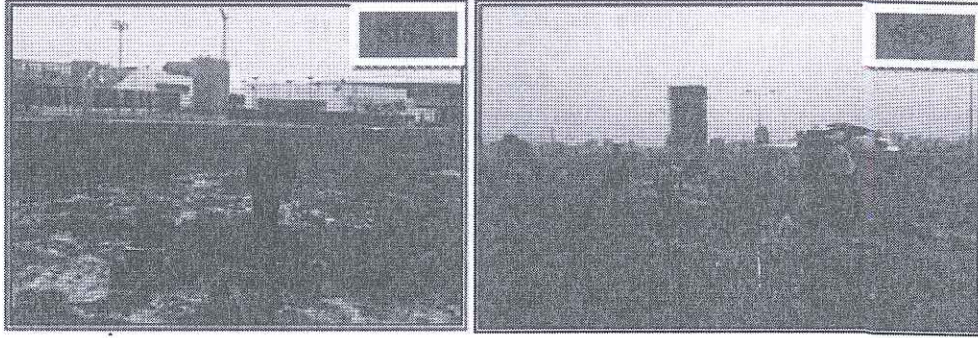
Jeofizik yöntemlerden sismik kırılma yöntemiyle ölçü alınırken ABEM RAS24 marka 12 kanallı sinyal biriktirmeli cihaz kullanılmıştır. Sistem otomatik örnekleme ve gösterim yapabilen, sinyal arttırıcı, çok kanallı olarak sinyal grafiği verebilen, optik ünite, kablolar, P ve S jeofonları, enerji kaynağı ve güç ünitesinden ibarettir.

Güç ünitesi olarak 12 voltluk aküden yararlanılmış, enerji kaynağı olarak 8 kg'lık balyoz kullanılmıştır.

Jeofon aralıkları 2 metre, ofset uzaklığı 2 metre, kayıt uzunluğu 2 milisaniye ve serimin boyu 26 metre olarak seçilmiştir.

Sismik çalışmada P ve S dalgalarını oluşturma sırasında impulsif enerji kaynaklarından balyoz kullanılmış ve elde edilen P ve S dalgaları zamana bağlı, X' in fonksiyonu olarak çizilmiş ve hızlar elde edilmiştir. Yapılan bu çalışmada P ve S kayıtları alınarak her biri üzerinde ilk kırılmalar belirlenip uzaklık – zaman grafiğinde işaretlenmiştir.

Bu grafiklerden E.K.K.Y. ile doğrunun eğiminden P ve S hızları belirlenmiştir. Elde edilen P ve S hızlarından zeminin su muhtevası, boşluk – kırık – çatlak sistemlerinin varlığı ve sıklığı, elastik parametreler, zemin hakim titreşim periyodu ve oturmalar gibi parametreler tespit edilmiştir.



Şekil 3.2. İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalarına ait resimler
Sismik – Kırılma sonuçlarına göre parametreler çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Sismik kırılma sonuçlarına göre tabakalara ait parametreler

1. SERİM	1.TABAKA	2.TABAKA
P Hızı (Vp)	520.00 m/sn	1441.00 m/sn
S Hızı (Vs)	283.00 m/sn	578.00 m/sn
Tabaka Kalınlığı	1.30 m	
Tabaka yoğunluğu	1.48 g/cm ³	1.91 g/cm ³
Poisson Oranı (μ)	0.29	0.40
Kayma Modülü (Gd)	1186.00 kg/cm ²	6381.00 kg/cm ²
Elastisite Modülü (Ed)	3058.00 kg/cm ²	17919.00 kg/cm ²
Bulk Modülü (Kd)	1632.00 kg/cm ²	26898.00 kg/cm ²
Zemin Büyütmesi (DI)	2.15	1.23
Zemin Hak. Tit. Per. (To)	0.36 sn.	

2. SERİM	1.TABAKA	2.TABAKA
P Hızı (Vp)	531.00 m/sn	1609.00 m/sn
S Hızı (Vs)	286.00 m/sn	548.00 m/sn
Tabaka Kalınlığı	1.40 m	
Tabaka yoğunluğu	1.49 g/cm ³	1.96 g/cm ³
Poisson Oranı (μ)	0.30	0.43
Kayma Modülü (Gd)	1186.00 kg/cm ²	5896.00 kg/cm ²
Elastisite Modülü (Ed)	3058.00 kg/cm ²	16915.00 kg/cm ²
Bulk Modülü (Kd)	1761.00 kg/cm ²	39037.00 kg/cm ²
Zemin Büyütmesi (DI)	2.13	1.13
Zemin Hak. Tit. Per. (To)	0.37 sn.	

3.1.1. Zemin elastik ve dinamik parametrelerin hesaplanması

3.1.1.1. Yoğunluk

Boyuna dalga hızına göre ampirik olarak Telford (1976) tarafından verilen yoğunluk aşağıdaki formül ile hesaplanır;

$$P = d = 0.31 * V_p^{0.25} \text{ (gr/cm}^3\text{)}$$

Çizelge 3.2. Zemin birimlerinin yoğunluk sınıflaması

YOĞUNLUK (ρ - gr/cm ³)	TANIMLAMA
<1.20	ÇOK DÜŞÜK
1.20-1.40	DÜŞÜK
1.40-1.90	ORTA
1.90-2.20	YÜKSEK
>2.20	ÇOK YÜKSEK

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda birinci tabaka için elde edilen yoğunluk değeri 1.48 g/cm³ – 1.49 g/cm³ , ikinci tabaka için elde edilen yoğunluk değeri 1.91 g/cm³ – 1.96 g/cm³ 'dür. Bu değerlere göre birinci tabaka orta, ikinci tabaka yüksek sınıfa girmektedir.

3.1.1.2. Poisson oranı

Gerilmeler altındaki yapıların boyuna değişimin enine değişime oranıdır. P ve S dalga hızları oranı ile bulunur. Bu oran hiçbir zaman 0.5 i geçmez ve boyutsuzdur. Ortamın suya doygunluğu arttıkça poisson oranı artmaktadır. Yanal eksenlerde oluşan birim şekil değiştirmenin, kuvvet ekseninde oluşan birim şekil değiştirmeye oranının "--(eksi) ile çarpımı "poisson oranı"nı verir($\mu = -\epsilon_y/\epsilon_x$). Poisson oranı genelde "v" veya "μ" simgeleri ile gösterilir.

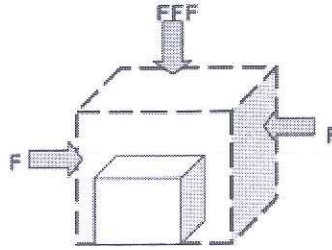
$$\text{Poisson oranı } (\mu) = \frac{\text{Yanal gerilme } (\epsilon_y)}{\text{Eksenel gerilme } (\epsilon_x)} \quad (3.1)$$

$$\text{Eksenel uzama, } \epsilon_1 = \frac{\Delta L_1}{L_1}$$

$$\text{Yanal daralma, } \epsilon_2 = \frac{\Delta L_2}{L_2}$$

$$\text{Poisson oranı, } \mu = \frac{-\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$$

$$\text{Poisson oranı : } \mu = (\Delta L_2/L_2) / (\Delta L_1/L_1)$$



Şekil 3.3. Enine deformasyonun boyuna deformasyona oranını gösteren şematik resim

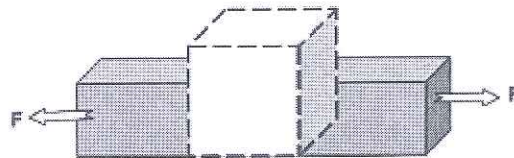
Çizelge 3.3. Poisson Sınıflaması ve Hız Oranı karşılaştırması

POISSON ORANI (ν)	TANIMLAMA
0,35-0,50	ÇOK GÖZENEKLİ
0,25-0,35	GÖZENEKLİ
0-0,25	AZ GÖZENEKLİ

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda birinci tabaka için elde edilen *poisson değeri* 0.29 – 0.30, ikinci tabaka için elde edilen *poisson değeri* 0.40 – 0.43 ‘dür. Bu değerlere göre birinci tabaka gözenekli yapıda, ikinci tabaka çok gözenekli yapıdadır.

3.1.1.3. Dinamik elastisite (young) modülü ($E, \text{kg/cm}^2$)

Yük altındaki cismin elastisitesini gösterir, jeolojik birimlerin sertliğini ve sağlamlığını gösterir. P ve S dalga hızlarıyla yoğunluğun bilinmesi sonucunda bulunur. Elastisite modülü, mekanik anlamda cisimlerin katılığının ya da sertliğinin bir belirtisidir.



Şekil 3.4. Boyuna gerilmelerin boyuna deformasyona oranı

Çizelge 3.4. Elastisite modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı

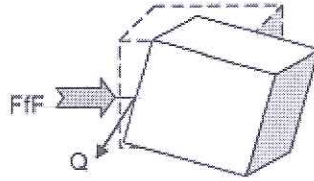
ELASTİSİTE MODÜLÜ (E- kg/cm ²)	DAYANIM
<1000	ÇOK ZAYIF
1000-5000	ZAYIF
5000-10000	ORTA
10000-30000	SAGLAM
>30000	ÇOK SAGLAM

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda birinci tabaka için elde edilen *elastisite modülü* değeri 3058.00 kg/cm² – 3154.00 kg/cm² , ikinci tabaka için elde edilen *elastisite modülü* değeri 16915.00 kg/cm² – 17919 kg/cm² dir. Bu değere göre birinci tabaka zayıf dayanımlı, ikinci tabaka sağlam dayanımlıdır.

3.1.1.4.Dinamik kayma (shear) modülü

Makaslama kuvvetlerinin doğurduğu gerilme ile yamulmanın bir ölçüsüdür. Zemin ve depremle ilgili hasarların tespiti açısından önemli bir parametredir. Yanal kuvvetler altındaki kayacın mukavemetini gösterir. S dalga hızının bilinmesi ve yoğunluğun belirlenmesi ile bulunmaktadır. Elastik dalgaları belirleyen önemli bir bulgudur. Kesme biçimindeki gerilmelerden oluşan yamulmaların oranı olan bu birimin küçük olması, ortamın yanal basınçlara karşı güçlü olmadığını belirtir.

$$G = \rho * Vs^2 \text{ (kg / cm}^2 \text{)}$$



Şekil 3.5. Kayma gerilmesinin kayma deformasyonuna oranı

Çizelge 3.5. Kayma Modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı

KAYMA MODÜLÜ (μ , kg/cm ²)	DAYANIM
<400	ÇOK ZAYIF
400-1500	ZAYIF
1500-3000	ORTA
3000-10000	SAGLAM
>10000	ÇOK SAGLAM

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda birinci tabaka için elde edilen *kayma modülü* değeri 1186.00 kg/cm² – 1217.00 kg/cm² , ikinci tabaka için elde edilen *kayma modülü* değeri 5896.00 kg/cm² – 6381.00 kg/cm² 'dir. Bu değere göre birinci tabaka kaymaya karşı zayıf dirençli, ikinci tabaka ise kaymaya karşı sağlam dirençlidir.

3.1.1.5. Dinamik bulk (compressibility) modülü

Çevreleyen basınç sayesinde oluşan hacim değerlerini gösterir. Kayacın sıkışıklığını belirler.

$$K = Mc = \rho * (Vp^2 - 4/3 * Vs^2)$$

Çizelge 3.6. Bulk Modülü değerlerine göre zemin ya da kayaçların dayanımı

BULK MODÜLÜ (K, kg/cm ²)	SIKIŞMA
<400	ÇOK AZ
400-10000	AZ
10000-40000	ORTA
40000-100000	YÜKSEK
>100000	ÇOK YÜKSEK

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda birinci tabaka için elde edilen *bulk modülü* değeri 1632.00 kg/cm² – 1761.00 kg/cm² , ikinci tabaka için elde edilen *bulk modülü* değeri 26898.00 kg/cm² – 39037.00 kg/cm² 'dir. Bu değere göre birinci tabaka sıkışmaya karşı az dayanımlı, ikinci tabaka sıkışmaya karşı orta dayanımlıdır.

3.1.1.6.Zemin hakim titreşim periyodu

Gevşek yerlerde zemin ortamlarında salınma yavaş, sıkı ve kayalıklı ortamlarda hızlıdır. Hızlı salınan yerlerde az katlı yapılar, yavaş salınan yerlerde çok katlı yapılar etkilenir. Bu durum üst yapının ağırlığı ile ilgili bir kavramdır. İvmenin büyük olduğu yerlerde çok katlı yapılar, küçük olduğu yerlerde az katlı yapılar etkilenir. Gevşek yerlerde ivme büyük, kaya ortamlarda küçüktür.

Sağlam kaya tabaka üzerinde bulunan yumuşak bir zemin tabakasının küçük sönümsüz titreşimler için hakim titreşim periyodu (T) vardır ve aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$T = \sum H_i / V_{si} \quad (3.2)$$

$$T_0 = (4 * H_1 / V_{s1}) + (4 * (50 - H_2) / V_{s2}) \text{ hesaplanır.}$$

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucu elde edilen zemin hakim titreşim periyodu değeri $T_0 = 0.36 - 0.37$ sn'dir.

Çalışma sahasında yapılan sismik çalışmalar sonucunda tüm binalar için *zeminin spektrum karakteristik periyotları* değeri $TA = 0.15$ $TB = 0.40$ saniye aralığında bulunmuştur.

Çizelge 3.7. Yerel Zemin Sınıfı

Yerel Zemin Sınıfı	TA(Saniye)	TB (Saniye)
Z1	0,1	0,3
Z2	0,15	0,4
Z3	0,15	0,6
Z4	0,2	0,9

3.1.1.7. Ortalama zemin büyütmesi

Genellikle yumuşak zeminler, konsolide olmuş zeminlere oranla yer hareketini büyütmektedir. Sığ yer yapısının yer hareketi spektrumuna etkisinin belirlenmesi açısından önemli olan bu olgu, zemin büyütmesi olarak tanımlanmaktadır. Zemin hakim titreşim periyodu ise zemin büyütmesinin gözlemlendiği periyodu ifade etmektedir ve zemin – yapı etkileşimi açısından önemli bir parametredir.

Yapılan sismik çalışmalara göre hesaplanan zemin büyütme değerleri tabloda verilmiştir;

Çizelge 3.8. Zemin Büyütme Değerleri

SİSMİK-1	ZEMİN BÜYÜTME	1. TABAKA	2. TABAKA
		2.15	1.23
SİSMİK-2		2.13	1.13

3.1.1.8. Sökülebilirlik ve kazınabilirlik

Çalışma alanında elde edilen P dalga hızlarına göre sökülebilirlik ve kazınabilirlik sınıflamasında aşağıdaki şekilden faydalanılır;

Çizelge 3.9. Ağır güçteki araçlar için sökülebilirlik sınıflandırması

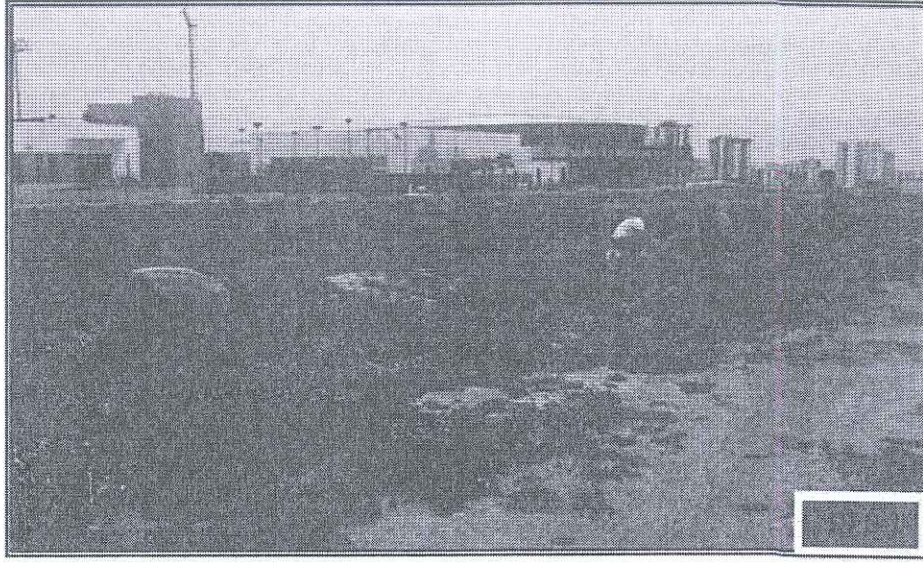
P DALGA HIZI (m/sn)	SÖKÜLEBİLİRLİK
305-610	ÇOK KOLAY
610-915	KOLAY
915-1525	ORTA
1525-2135	ZOR
2135-2440	ÇOK ZOR
2440-2743	SON DERECE ZOR

İnceleme alanında yapılan sismik çalışmalar sonucunda birinci tabaka için elde edilen *P dalga hızı* değeri 520.00 m/sn – 531.00 m/sn, ikinci tabaka için elde edilen *P dalga hızı* değeri 1441.00 m/sn – 1609.00 m/sn 'dir.

Bu değere göre birinci tabaka sökülebilirliğe karşı çok kolay yapıda, ikinci tabaka sökülebilirliğe karşı orta – zor yapıdadır.

3.1.1.9. Elektrik özdirenç (rezistivite)

İnceleme alanında suya doygun seviyenin ya da nemlenme derinliğinin bulunması, tabaka sayısı ve derinliklerinin belirlenmesi, sağlam zemin ve temel kaya derinliğinin belirlenmesi ve yerin direnç özelliğine göre yer altı jeofizik yapısının belirlenmesi amacıyla elektrik özdirenç (rezistivite) yöntemlerinden Schlumberger yöntemi 1 noktaya uygulanmıştır.

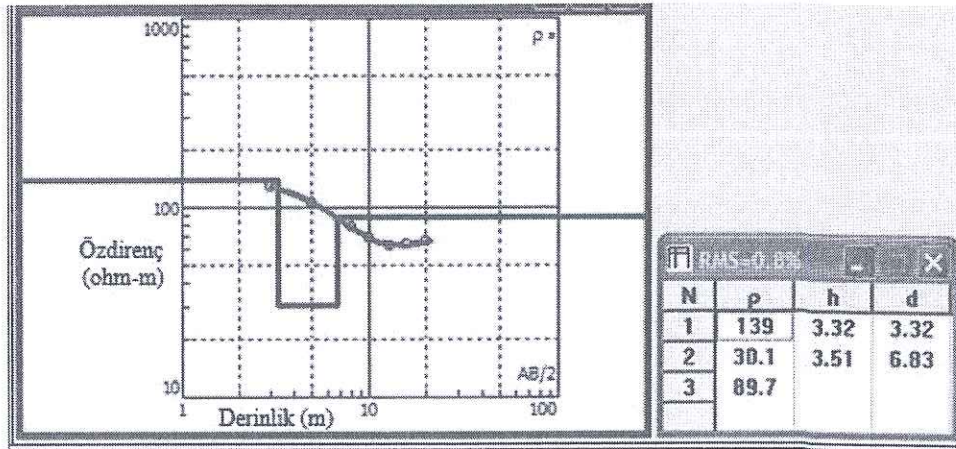


Şekil 3.6. İnceleme alanında yapılan rezistivite çalışmasından görünüm

Çizelge 3.10. Çalışma alanında yapılan rezistivite çalışmalarına ait ölçüm karneleri

N	AE/Z	MN	SP	V	L	K	R ₀ a
1	3	2	0	124.1	12	12.566	129.96
2	5	2	0	66	24	37.699	105.81
3	8	2	0	28.4	36	98.95	78.069
4	10	2	0	23.7	54	155.51	68.251
5	13	2	0	17	72	263.09	62.308
6	16	2	0	13.5	84	400.55	64.375
7	20	2	0	9.7	92	626.75	66.081

Yapılan rezistivite çalışmalarının sonuçları ve grafikleri aşağıda verilmiştir;



Şekil 3.7. Görünür Özdirenç Eğrileri – Özdirenç Değerleri ve Yer Elektrik Kesiti

İnceleme alanında yapılan rezistivite çalışmalarında Dolgu+Sert Kaliş biriminin kalınlığı 3.32 metre, özdirenç değeri ise 139.00 ohm-m olarak bulunmuştur. Bu birimin altında bulunan Çakıllı, Kumlu Kil kalınlığı 3.51 metre, özdirenç değeri ise 30.10 ohm-m, en altta bulunan Kum-Kumtaşı Ardalanması birimi için özdirenç değeri 89.70 ohm-m olarak bulunmuştur.

Çizelge 3.11. Rezistivite çalışmaları sonucu tabakalar ve özellikleri

I. Noktadaki D.E.S. Sonuçları	Tür	Kalınlık (m)	Özdirenç (ohm-m)
1. Tabaka	Dolgu+Sert Kaliş	3.32	139.00
2. Tabaka	Çakıllı, Kumlu Kil	3.51	30.10
3. Tabaka	Kum-Kumtaşı Ardalanması	∞	89.70

3.2. Elektrik Özdirenç Sonuç ve Öneriler

Etüt alanına ait ilgili; jeofizik eş rezistivite, jeofizik yer altı yapı kesitleri, özdirenç arazi eğrileri ile bilgisayarda değerlendirilmiş özdirenç eğri çıktıları birbirleriyle karşılaştırılıp değerlendirildiğinde;

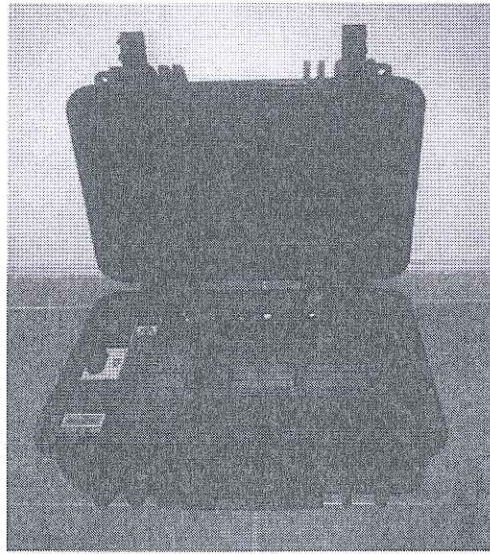
- a) Etüt alanında yer altı yapısını oluşturan birimler aşağıdaki şekilde tespit edilmiştir
- Çakıl içerikli Kaliçi
 - Kumtaşı kum içerikli Kil
 - Marn

İnceleme alanında alınan ERT-1 profili değerlendirilmiş elde edilen özdirenç ve tabaka kalınlıkları yardımıyla özdirenç yapı kesiti çizilmiştir(Şekil 3.10). Elde edilen yapı kesitindeki özdirenç değerleri bölgenin jeolojisi göz önünde bulundurularak; 109-11778 ohm/m özdirenç aralığındaki birimler yüzeye yakın kesimlerde çakıl içerikli kaliçi birimlerinin varlığı 0.00-6.50 ohm/m, derinlere doğru indikçe özdirenç değerlerinin düştüğü açık mavi renkli bölgeler gebelde kumtaşı kum içerikli kil birimleri olarak yorumlanmıştır. (10.4-109 ohm/m) Koyu mavi renkli bölgeler ise genelde marn birimlerinin yoğun olarak yer aldığı göstermektedir.(1.0-10.4 ohm/m) Koyu kırmızı renkli bölgeler karstik boşluk olma ihtimali yüksek olan yerlerdir.

3.3. Çok Elektrotlu Elektrik Özdirenç Yöntemi ve Teknik Uygulama

Etüt sahasında katmanların kalınlıklarının tespit edilmesi jeofizik çalışmaların hedefi olmuştur. Wenner dizilim tekniği uygulanarak yapılan arazi çalışmalarında sahada toplam 3 adet DES. Noktası ölçülmüştür.

Son yıllarda elektronik ve bilgisayar bileşenlerin evrimi, bir doğrultu boyunca sondaj-profil ölçüsü alınmasını sağlayacak otomatik olarak değiştirilebilen çok elektrotlu ölçü sisteminin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Elde edilen görüntü (görünür özdirenç yapma kesiti) bir ters çözüm algoritması ile işlenerek , profil boyunca belirtilen özdirenç-derinlik değerleri hesaplanmaktadır.(Bernard ve diğ.,2004). Çok-Elektrotlu özdirenç yöntemi; eşit aralıklı (örneğin 5m) olarak ve bir hat boyunca çakılmış elektrotlar ile bunların bağlantısını sağlayan çoklu kablodan oluşmaktadır. Elektrot sayısı, çalışma amaç ve kapsamına göre farklı olabilir.



Şekil 3.8. Çok elektrotlu özdirenç cihazı

Kullanılan elektrotlar paslanmaz çelik elektrotlardır. Özdirenç ölçü aleti içinde, bu elektrotların önceden tanımlanan ölçü alım sıralamasına göre (akım ve gerilim elektrotlarının belirlenen bir sistemde numaralandırıldığı bir dosya) değiştiren ve saklayan hafızası vardır. Akım(A,B) ve gerilim (M,N) elektrotlarının çeşitli kombinasyonları ile karmaşık bir sondaj-profil kesiti, kablunun toplam oyuna bağlı olan en büyük araştırma derinliği ile elde edilmektedir.

Çeşitli elektrot dizilimleri (Wenner-Schlumberger, Wenner vb.) kullanılabilir (Bernard ve diğ., 2004). Cihazın teknik özelliği olan multi elektrot sistemi ile istenilen miktarda elektrot bağlantısı yapılabilmektedir. Tüm elektrotlar tek kablo ile ölçü cihazına bağlandıktan sonra, istenilen elektrot dizilimi için sıralı olarak ölçü alınır. Sonuçta belli istasyonlarda (noktalarda) ve belli AB/2 değerleri için ölçümü ve doğrudan sondaj-profil ölçüsü alınmış olur. Bu veriler ile yapma kesit elde edilir.

Çalışma alanında multi elektrot olarak ASR-G 1101-1A cihazı kullanılmıştır. Cihazın;

GENEL ÖZELLİKLERİ

- Dokunmatik, renkli grafik ekran.
- Multi elektrot (Opsiyonel)
- Rezistivite ölçüm.
- Time Domain IP (Zaman alan)
- SP çalışma
- Rezistivite ve IP eğrilerini cihaz ekranında görebilme
- Ölçüm sonunda otomatik Ra, IP hesaplama ve cihaz ekranında gösterme
- İstenilen sayıda (şimdilik 128 e kadar) elektrot sayısı
- İstenilen sayıda elektrot ekleme imkanı
- İstenilen elektrot aralığına göre; maksimum kablo uzunluğunu seçebilme
- Parçalı kablo sistemiyle taşıma kolaylığı

TEKNİK ÖZELLİKLERİ

Çıkış voltajı : 400 Volt , Çıkış akımı : 1000mAmp. Giriş voltajı : 12 Volt DC (Ters bağlantılara karşı koruma girişli) Voltaj okuma aralığı : 0-(+/-) 4000mVolt otomatik. Voltaj okuma çözünürlüğü : 0,1 mVolt. Frekans çözünürlüğü; 0,1Hz.PC arabirim: USB.COMKalibrasyonFiltreleme: Analog ve dijital filtre. ADC sistemi: 24 bit. Giriş empedansı: 10MegaOhm. Cihaz ölçüleri 1 Amper.

Çalışma alanında Wenner elektrot dizilimi kullanılmıştır. 36 adet elektrot kullanılmıştır. Elektrot aralığı 6 m olarak ölçü alınmıştır. Yaklaşık olarak 35m derinliğe kadar inilmiştir. İnceleme alanında alınan çok elektrotlu rezistivite yöntemi verileri RES2dvn programı ile değerlendirilmiştir. İzleyen sayfalarda değerlendirilmesi yapılmış profiller veilecektir. İnceleme alanında yapılan çok elektrotlu rezistivite çalışmalarının koordinatları Çizelge 3.1. 'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. İnceleme alanında alınan çok elektrotlu rezistivite ölçülerne ait koordinatlar

	Koordinatlar (Dik Koordinat Sistemi)	
	X	Y
Profil Başlangıç		
ERT-1	638205	4072853
ERT-2	638236	4072860
ERT-3	638267	4072866

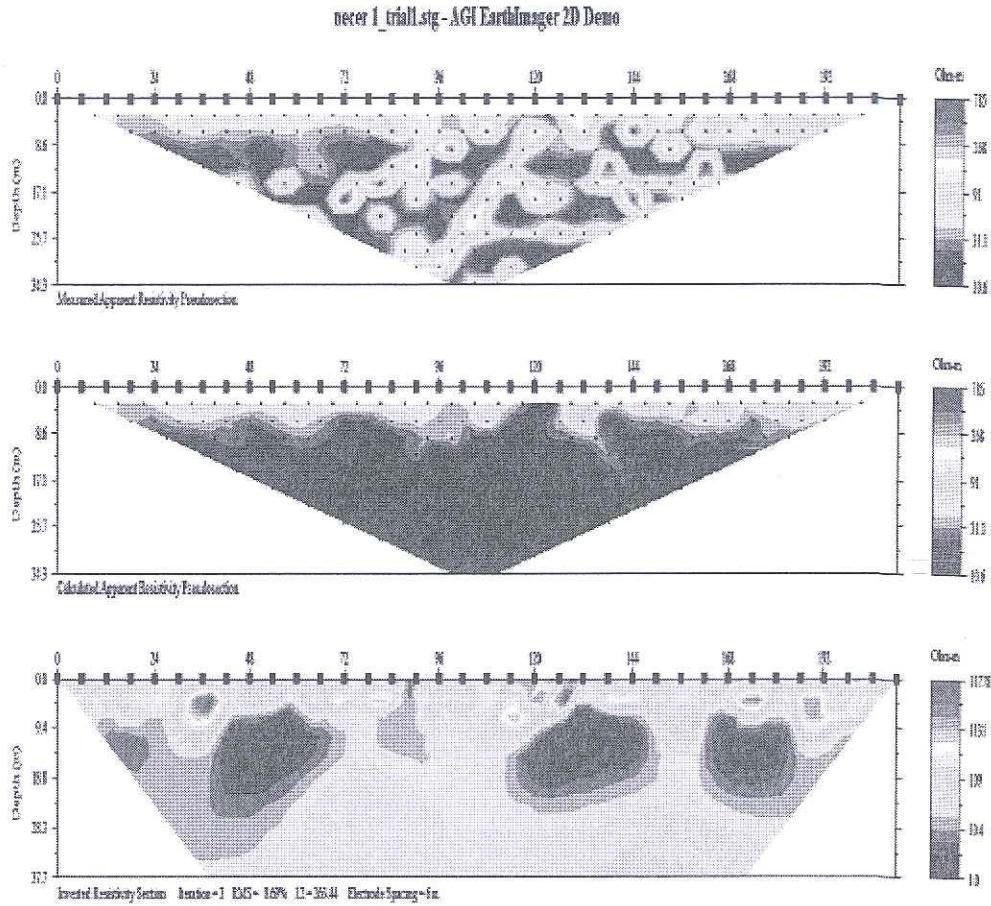


Şekil 3.9. Etüt alanına ait jeofizik profil dağılımı

3.4. Değerlendirme ve Yorum

Çalışma alanında; teknik çalışma koşullarının elverdiği ölçüde, yer altı yapısını iyi tanımlayacak şekilde programlanarak 3 profilde ERT. Noktası ölçülmüştür. Etüt alanında ölçülen tüm öz direnç rezistivite değerleri bilgisayar değerlendirme programlarında değerlendirilmiştir. Yer altı yapısını oluşturan birimlerin kalınlıklarını, derinliklerini ve yayılım özelliklerini tespit etmek amacıyla oluşturulan, profillere ait ayrı ayrı kesitleri çizilmiştir. Bilgisayar değerlendirme programlarında elde edilen parametre cinsindeki öz direnç değerleri, hazırlanan profillere ait ilgili jeofizik kesitlere aktarılmıştır. Sonuçta bölgesel jeoloji ile koordine bir şekilde yorumlanmıştır.

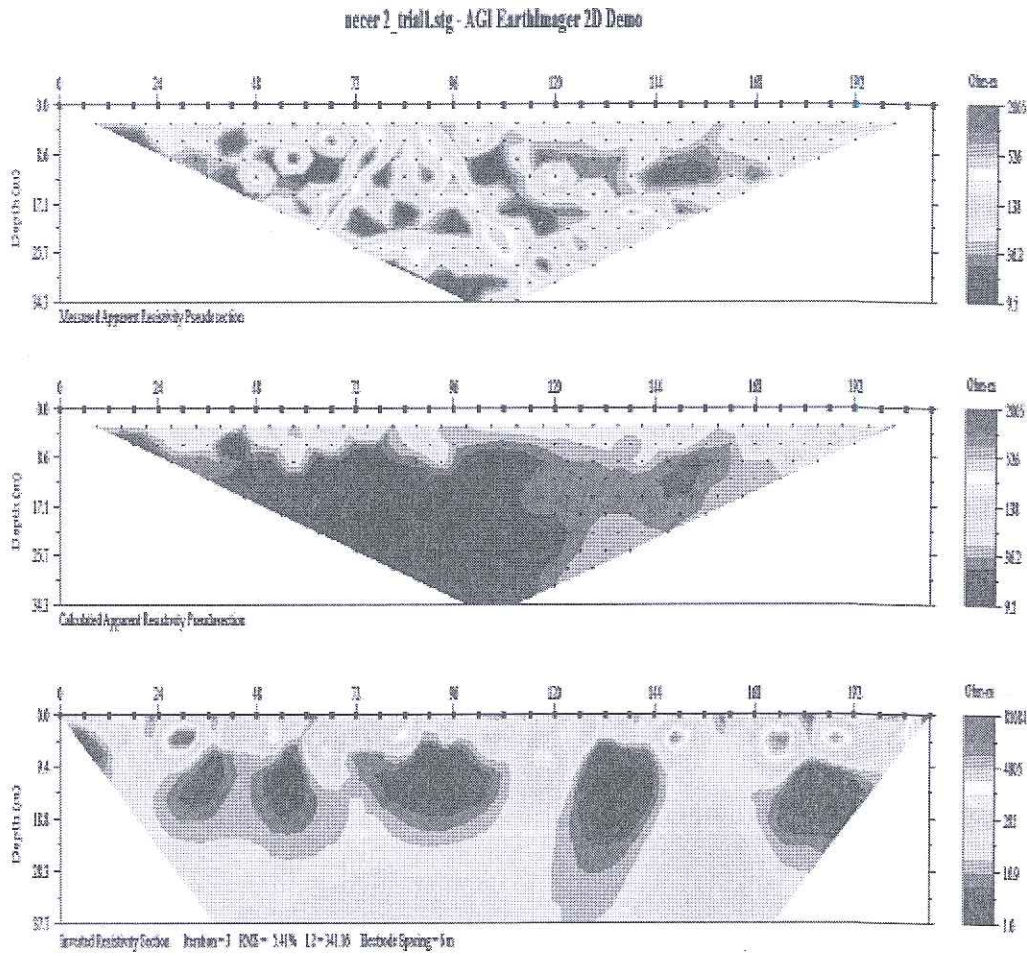
ERT-1 PROFİLİ



Şekil 3.10. Çok Elektrotlu Rezistivite yöntemi ile elde edilen yeraltı kesiti (ERT1)

Şekilde elektrot aralıkları 6m alınmıştır. 36 elektrot çalışma yapmıştır. Kesit incelendiğinde sarı, kırmızı, ve yeşil renkli alanlar yaklaşık 0.00-6.5m arası yüksek özdirenç değerlerine sahiptir. Bu bölgeler çakıl içerikli Kaliçi birimlerinin varlığını göstermektedir. Profilde derinlere indikçe özdirenç değerleri azalmıştır. Açık mavi renkli bölgeler genelde kumtaşı, kum içerikli kil birimleri olarak yorumlanmıştır (10.4-109ohm/m). Koyu mavi renkli bölgeler genelde marn birimlerinin yoğun olarak yer aldığını göstermektedir.(1.0-10.4 ohm/m). Koyu kırmızı renkli bölgeler karstik boşluk olma ihtimali yüksek olan yerlerdir.

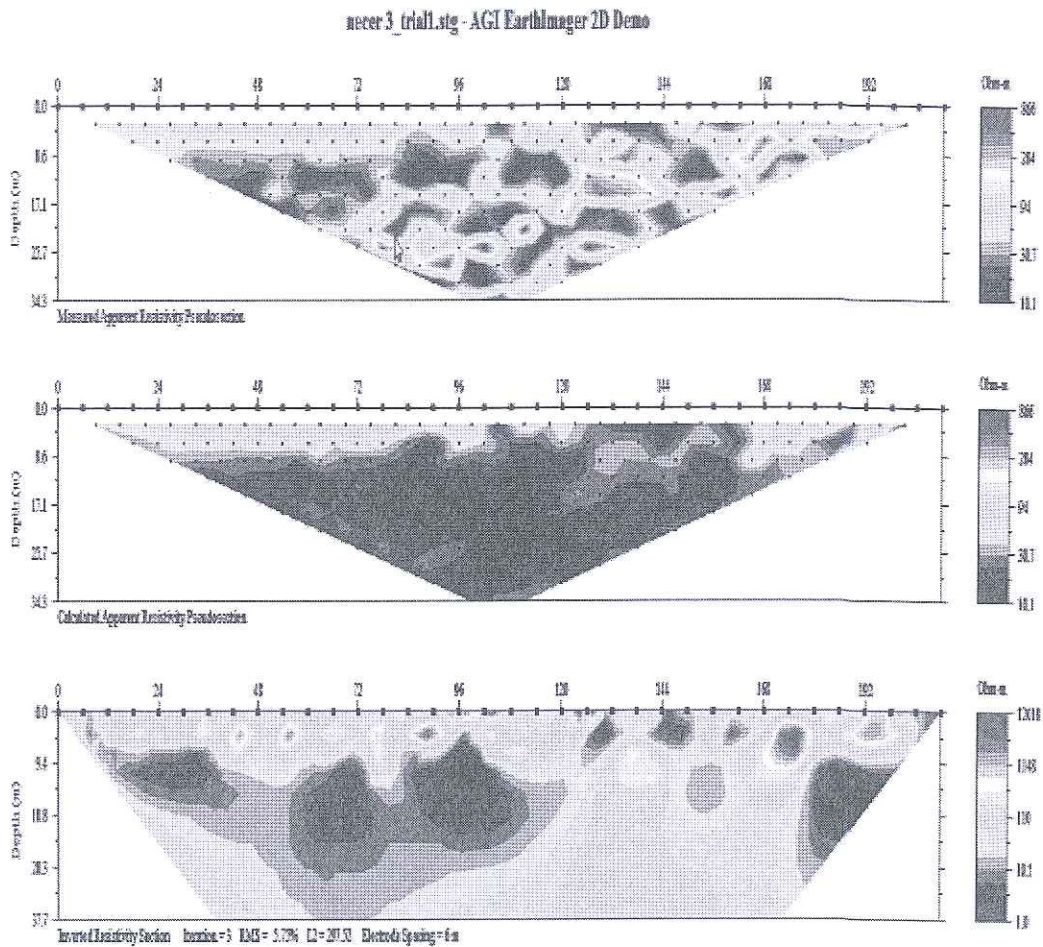
ERT-2 PROFİLİ



Şekil 3.11. Çok Elektrotlu Rezistivite yöntemi ile elde edilen yeraltı kesiti(ERT-2)

Şekilde elektrot aralıkları 6m alınmıştır. 36 elektrot çalışma yapmıştır. Kesit incelendiğinde sarı, kırmızı, ve yeşil renkli alanlar yaklaşık 0.00-6.5m arası yüksek öz direnç değerlerine sahiptir.(285-81084 ohm/m). Bu bölgeler çakıl içerikli Kalıçlı birimlerinin varlığını göstermektedir. Profilde derinlere indikçe öz direnç değerleri azalmıştır. Açık mavi renkli bölgeler genelde kumtaşı, kum içerikli kil birimleri olarak yorumlanmıştır (16.9-285ohm/m). Koyu mavi renkli bölgeler genelde marn birimlerinin yoğun olarak yer aldığını göstermektedir.(1.0-16.9 ohm/m). Koyu kırmızı renkli bölgeler karstik boşluk olma ihtimali yüksek olan yerlerdir.

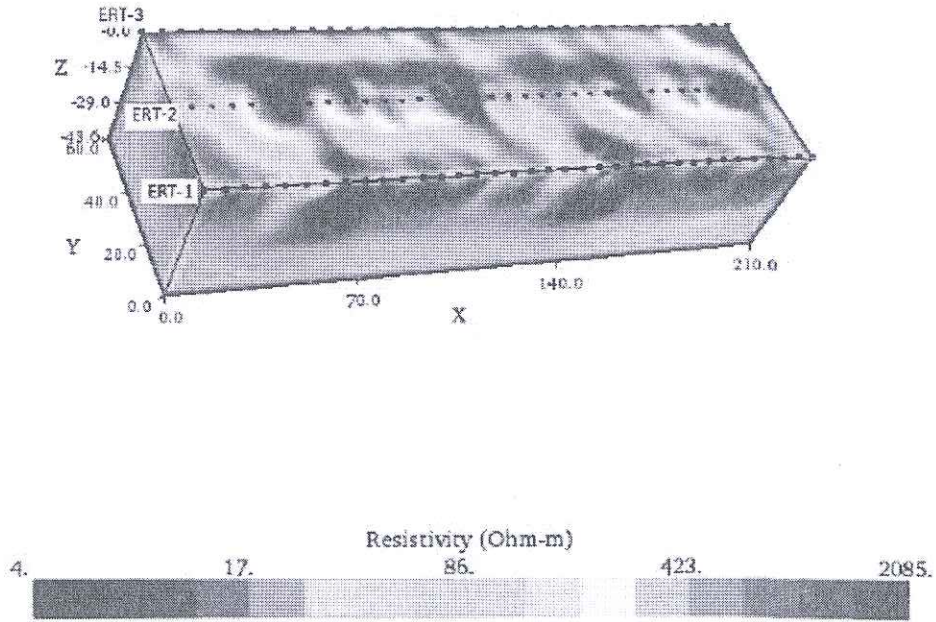
ERT -3 PROFİLİ



Şekil 3.12. Çok Elektrotlu Rezistivite yöntemi ile elde edilen yeraltı kesiti (DES-3)

Şekilde elektrot aralıkları 6m alınmıştır. 36 elektrot çalışma yapmıştır. Kesit incelendiğinde sarı, kırmızı, ve yeşil renkli alanlar yaklaşık 0.00-7.00m arası yüksek öz direnç değerlerine sahiptir.(110-12018 ohm/m). Bu bölgeler çakıl içerikli Kaliçi birimlerinin varlığını göstermektedir. Profilde derinlere indikçe öz direnç değerleri azalmıştır. Açık mavi renkli bölgeler genelde kumtaşı, kum içerikli kil birimleri olarak yorumlanmıştır (10.5-110ohm/m). Koyu mavi renkli bölgeler genelde marn birimlerinin yoğun olarak yer aldığını göstermektedir.(1.0-10.5 ohm/m). Koyu kırmızı renkli bölgelerde de kireçtaşı ve marn birimlerinin yoğun olarak bulunduğu yerlerdir. Bu bölgeler de karstik boşluk olma ihtimali yüksek olan yerlerdir (İşler, 1994)

Inverted Resistivity Image



Şekil 3.13. ERT-1, ERT-2 ve ERT-3 nolu noktaların birleştirilmesi 3B kesiti

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KAZIK TEMEL CİNSLERİ VE ZEMİNE KAZIKLARIN YERLEŞTİRİLMESİ

4. KAZIK TEMEL CİNSLERİ VE ZEMİNE KAZIKLARIN YERLEŞTİRİLMESİ

Zemin tabakasının dayanımının düşük olması sebebiyle söz konusu olan yerde Fore Kazık uygulaması yapılmıştır. Yapılan olan Kazıklı Temel uygulaması sonucunda temelin daha sağlam bir zemine oturması sağlanmıştır. Proje alanında ise Delme Kazık'lar da denilen Fore Kazık (İş Yerinde Dökme Kazıklar) uygulaması yapılmıştır.

4.1. Kazık Temel Cinsleri

Yüklü bir kazığın mukavemeti iki büyüklüğün toplamından oluşur. Bunlar , uç mukavemeti ve kazığın adhezyon veya sürtünme mukavemeti sebebiyle oluşan sürtünme mukavemetidir (Capper ve Cassie, 1984).

Kazıklar pratik olarak şu şekilde ayrılır ;

- (i) Yükün büyük bir kısmının sert bir tabakaya iletiildiği *uç kazıkları* ;
- (ii) Uç mukavemetinin önemli olmadığı durumlarda ve yükün büyük bir kısmının sürtünme kuvveti ile taşındığı *sürtünme kazıkları* veya *yüzen kazıklar*.

Uç kazıkları ,

- (i) Kayaya oturan kazıklar
- (ii) Yükü nispeten sağlam tabakalara aktaran kazıklar olarak iki alt gruba ayrılır.

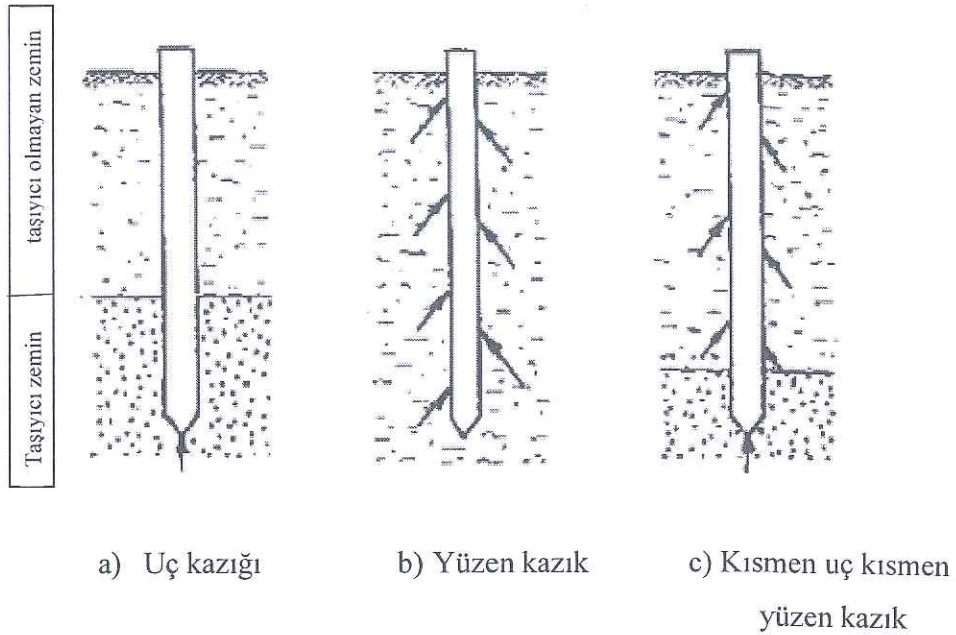
Büyük miktarlardaki basınç dağılımlarının ve oturmaların önemli bir bölümünün yer alacağı bölgeleri belirten basınç soğanı kavramı , kazıklı temellerin etkinliği konusunda karar sahibi olmada faydalı olur (Bishop ve Henkel, 1957).

Yüksek sürtünme kuvvetine sahip taşıyıcı özelliği olan bir çakıl kütlesi kalın bir kohezyonlu zemin tabakası üzerinde olabilir. Kazıklardan iletilen basınç sebebiyle altındaki kohezyonlu tabakanın konsolidasyonu ve oturması bir çok faktörlere dayanır.

Bunlardan temel olanı, temel tarafından sıkışabilir bir tabakaya iletilen basıncın şiddeti olmaktadır. Hesaplanabilecek bu basıncın değerlerinden meydana gelebilecek konsolidasyon ve oturmaların mertebeleri belirlenebilir.

Bir diğer faktör ise, kil tabakasının arazide daha önceden maruz kaldığı ön konsolidasyon basıncıdır. Bu değer ödometre deneylerinden bulunabilir. Kil tabakasına uygulanan basıncın bu ön konsolidasyon basıncından büyük olmaması halinde meydana gelecek oturmalar çok küçük mertebelerde kalabilir.

Kazıklar, yük taşıyamayacak durumda olan herhangi bir zeminden geçebilir. Böyle bir zeminin ileri bir zamanda olması muhtemel konsolidasyonu, kazıklarda, temel projelendirilmesinde göz önünde bulundurulmayan ek bir yük meydana gelmesine sebep olacağından, bu tabakalar ayrıca incelenmeli ve gerekli raporlar alınmalıdır.



Şekil 4.1. Kazık temel tipleri (Capper ve Cassie, 1984)

4.2.Kazıkların Sınıflandırılması

Kazıklı temeller yükleri taşıma ve iletme şekillerine, yapıldıkları malzemelere, zeminde neden oldukları deplasmanlar yönünden, yapıldıkları veya inşa edildikleri teknolojiye göre sınıflandırılır.

Bu sınıflandırma yöntemleri şunlardır ;

- a) İmal edildikleri malzeme ,
- b) Kazık fabrikasyon yöntemi,
- c) Kazık imalatı sırasında zeminlerde oluşan zorlama,
- d) İmalat ve zemin içerisine yerleştirme yöntemi

- **İmal Edildikleri Malzemeye Göre Sınıflandırma**

Bu tarz sınıflandırmalarda ana malzeme olarak kazık zorunludur. Örneğin ahşap, beton, çelik ya da kompozit. En çok kullanılan kompozit kazık türleri ahşap-beton, beton-çelik kazıklardır.

- **Fabrikasyon Yöntemine Göre Sınıflandırma**

Kazıkların prefabrik olarak veya yerinde imal edilmesine dayanır.

- **Zeminlerde Oluşan Zorlamaya Dayalı Sınıflandırma**

Büyük deplasman kazıkları . Vibrasyon veya delme kazıkları. Örneğin ahşap çakma kazıklar, prefabrike betonarme kazıklar, öngermeli kazıklar.

Küçük deplasmanlı kazıklar. Örneğin H tipi çelik kazıklar, açığazlı boru tipi kazıklar.

Deplasmanlı kazıklar. İmalatı boyunca deplasman yapamazlar. İlk olarak kazığın yerleşeceği yerdeki zemin alınarak ya prefabrik ya da yerinde dökme kazıklar bu yer içine yerleştirilirler.

Kompozit kazıklar , ilk üç kazık kategorisinin kombinasyonlarını kapsar.Kazıklar daha bir çok yönden sınıflandırılabilirler . Bunlar ahşap kazıklar, betonarme kazıklar, çelik kazıklar, kompozit kazıklar ve özel kazıklardır.

4.2.1. Ahşap kazıklar

Ahşap kazıklar en eski kazık türlerinden birisidir. Ucuz işçilik, herhangi bir uzunlukta kolaylıkla kesim , uygun çevre koşulları altında dayanım , taşınabilirliğinin kolay olması bazı avantajlarıdır. Ayrıca killer ve kazık zemin arasında sağlam bir bağlantı sağlar. Su seviyesinin altında ömürleri uzundur.Fakat su seviyesinin geçildiği yerlerde mantar ve böcekler tarafından tahrip edileceğinden herhangi bir özel işlem yapılmadan su seviyesinin üstünde kullanılmamalıdır.

Ahşap kazığın çürümemesini sağlamak için kullanılan en iyi yöntem kazığın ahşap malzemesinin liflerine iyice sızabilecek şekilde basınçlı *kreozot* uygulamasıdır. Ahşap kazıkların taşıma gücü yüksek değildir. Yaklaşık olarak 20-25 cm ahşap kazığın taşıyabileceği yük 20-30 ton civarındadır.

4.2.2. Betonarme kazıklar

Betonarme kazıklar, en çok kullanılan kazık tipidir. iki kategoriye ayrılır. Bunlar çakma betonarme ve iş yerinde dökme olarak sıralanır.

4.2.2.1.Çakma betonarme kazıklar

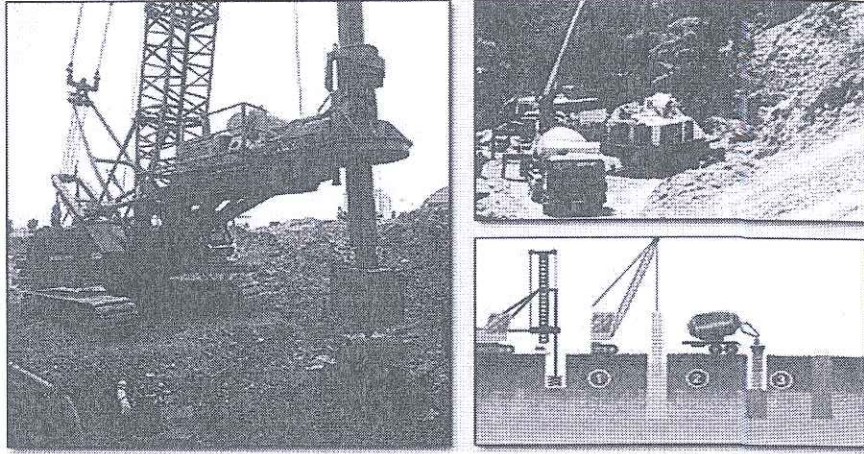
Fabrikada daha önceden imal edilen kazıklar bir çakma platformunun üstüne konularak ve üzerine yük düşürülerek zemine çakılırlar. Genellikle sabit kesitli üretimleri olur. Uç kısımları sivridir ve genellikle uçları çelik parçalar ile korunur.

Geniş bir yük aralığında tasarımları yapılabilir. Eğilmeye ve düşey yüklere karşı güçlendirilebilirler. İki kategoride düşünülebilir.

- Beton çeliği destekli (betonarme) çakma kazıklar
- Öngermeli betonarme çakma kazıklar

4.2.2. İş Yerinde dökme kazıklar (fore kazıklar)

'Sondaj Kazıkları' veya 'Delme Kazıklar' olarak da adlandırılan bu kazıklar delme teknikleri kullanılarak ya da boş bir boru çakmak amacıyla zeminde oluşturulan bir deliğin içine donatı yerleştirilerek beton ile doldurulması suretiyle üretimi yapılan kazıklardır (LEONARD ve CASSIE,1984).



Şekil 4.2. Fore Kazık yapım Aşamaları

4.2.3. Çelik kazıklar

Çelik kazıkların kesiti H veya I profili şeklinde veya dairesel olabilir. Dairesel kesitli yani boru şeklinde olanlarının ucu açık veya kapalı olabilir ve genelde iç yüzeyleri betonlanır. Bu kazıklar,yüksek miktarlarda yük taşıma kapasitesine sahip uç kazıkları olarak kullanılabilirler. Dışarıdan gelecek etmenlere karşı korumak için dışları bitümlü maddelerle çevrelenebilir, katodik koruma yapılabilir veya beton gömlek içine alınabilir.

4.2.4. Kompozit kazıklar

Kompozit kazıklar, çeşitli malzemeler kullanılarak imal edilen kazıklardır. Bu tip kazıklar genellikle alt kısmı ahşap , üst kısmı da beton veya çelikten oluşan kazıklardır.

4.2.5. Özel kazıklar

Bu tip kazıklar farklı dizaynları ve uygulama metotları ile üretilen kazıklardır. Örneğin genişletilmiş başlıklı , termal kazıklar , jetgroud ve mini kazıklar gibi. Mini kazıklar 10-25 cm çapında olup foraj yolu ile açılan deliğin basınç altında , demir donatı kullanılarak betonlaması ile meydana gelirler. Bu kazıkların taşıma gücü yüksek olabilmektedir.

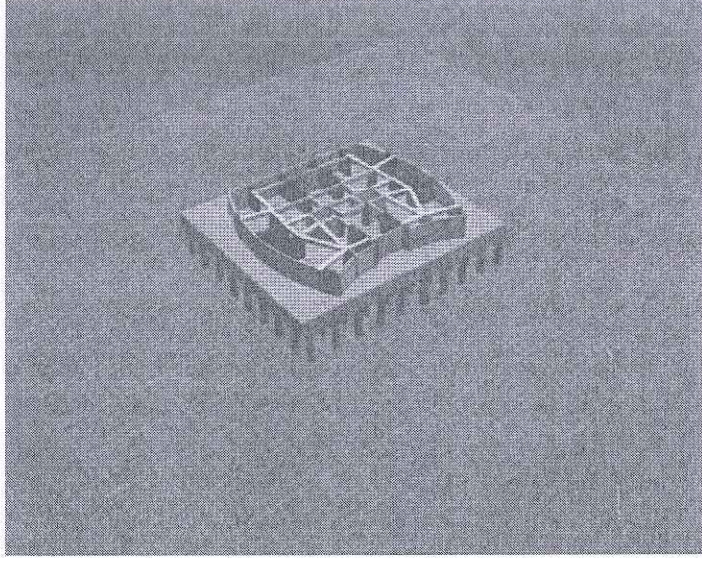
4.2.6. İnceleme alanında fore kazık uygulaması

İnceleme alanında bulunan yerde sağlam bir zemin yapısı olmaması sebebiyle, fore kazıklarla, yapı yüklerini sağlam bir zemin üzerine ulaştırmak amacı ile, zeminin emniyetli ve güvenli olması hedeflendi. İlk önce inşa edilecek yapının çevresinin incelenmesi ve deneyler yapıldı. Daha sonra zemin durumu ve zeminde yer alan malzemelerin tayini etütler sonucunda verildi.

Uygulama alanında da yapılan deneyler ve çıkan sonuçlar doğrultusunda zeminin yumuşak ve sağlam olmayan bir yapıda bulunduğu saptandı ve fore kazık uygulaması yapılması uygun görüldü.

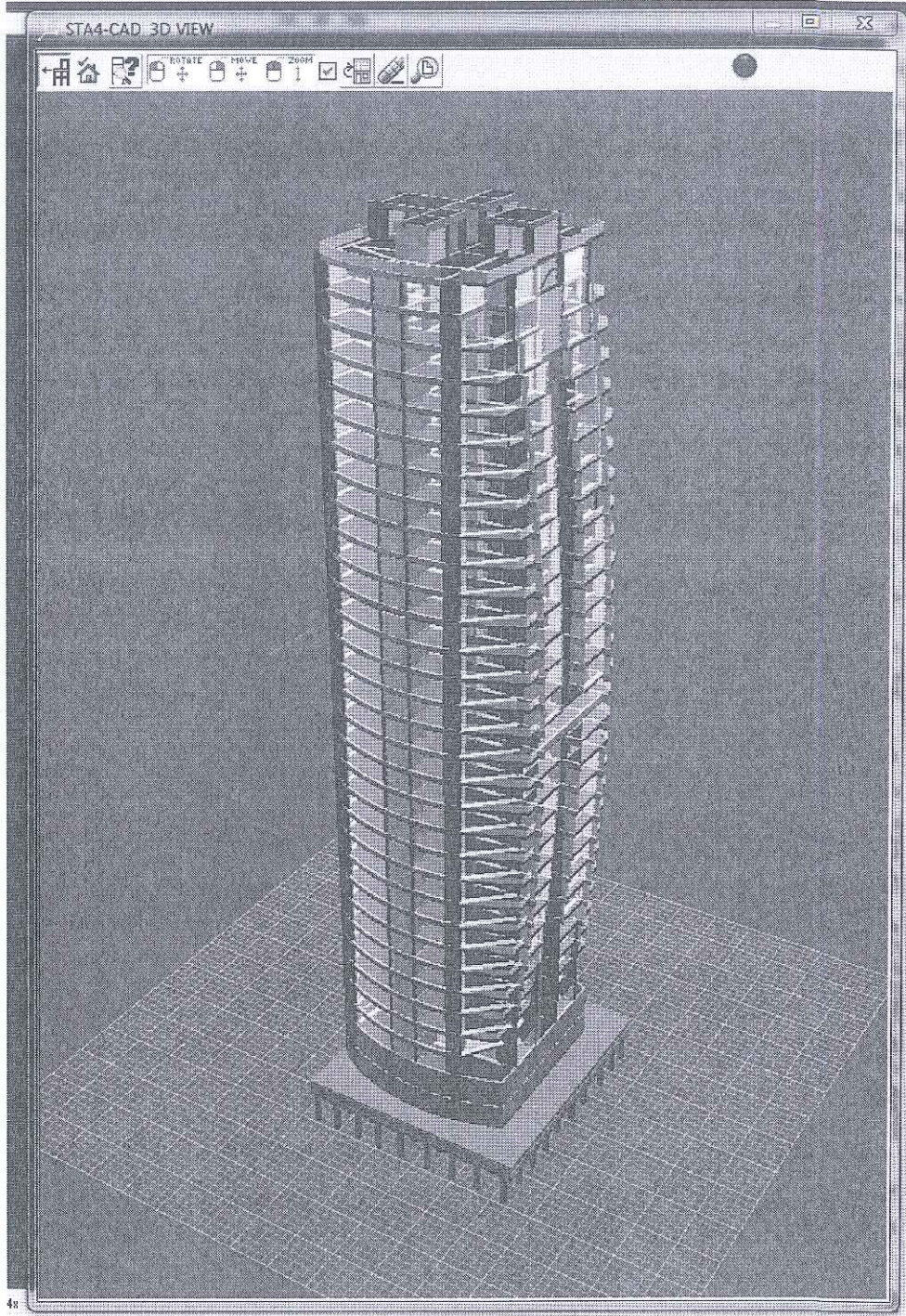
İnşa edilecek yapıda uygulanan fore kazıklar 3 (üç) metre ara ile 20 metre derinliğindeki kazıklardan oluşmaktadır. Kazıkların çapı ise 80 cm olarak belirlenmiştir.

İnşa edilecek yapıda fore kazık uygulaması temel modellemesi Sta4 Cad üzerinde yapılmıştır (Şekil 4.3).



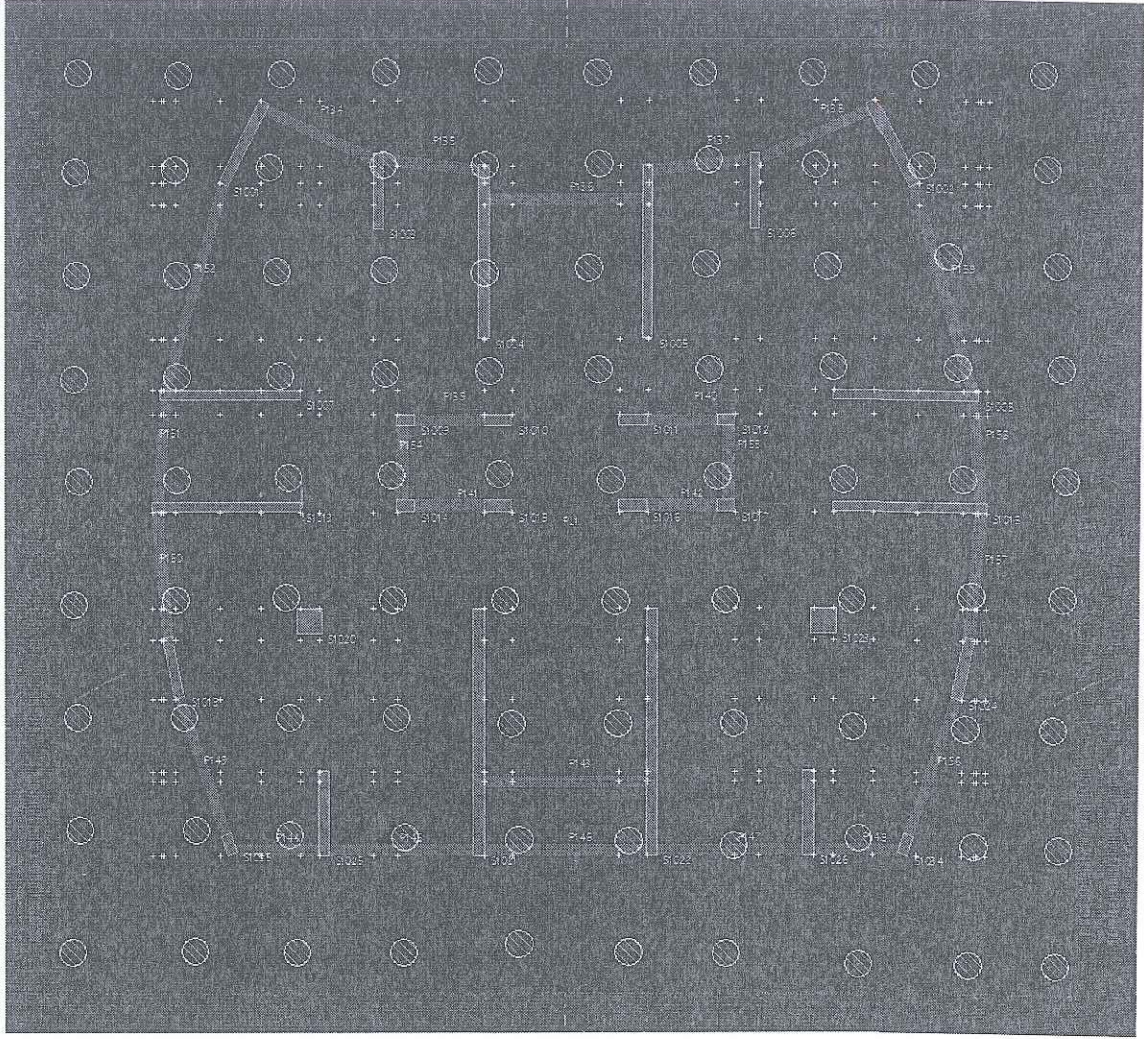
Şekil 4.3. İnşa edilecek yapının fore kazık temel modellemesi

Söz konusu yerde yapılacak olan inşa 2B+Z+29 katlı tek blok şeklinde yapılması planlanmıştır (Şekil 4.4). Söz konusu taşınmazın Zemin Etüdünün yapılarak, afet durumu ile arsa ve temeli oluşturan jeolojik birimlerin özelliklerinin ortaya konması, karşılaşılabilecek muhtemel problemlere karşı çözüm önerileri getirilmesi amaçlanmıştır.



Şekil 4.4. Projenin 3D modelleme görüntüsü

Temel planının görüntüsü ve kazıkların plan üzerindeki yerleşimi aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 4.5)



Şekil 4.5. Kazıkların yerleştirilmesi ve temel planlamanın görüntüsü

Uygulamada bir çok kazık çeşidi ve yerleştirilmesi sağlanabilir. Bu projede ise Fore Kazık'ların zemine yerleştirilerek uygulaması gerçekleştirilmiştir.

4.3. Çakma Kazıkların Zemine Yerleştirilmesi

Çakma kazıklar, herhangi bir çekicinin darbeleriyle ya da vibratörlü donanımların titreşim etkileri altında zemine yerleştirilirler. Çekiç darbeleri ile zemine çakılan kazıklar için yerleştirme kriterleri dalga eşitlik analizleri ya da klasik çakma formüllerine bağlı olarak belirli bir penetrasyon direnci üzerine kurulmuştur. Bu kriterlerde kestirilen kazık uzunluğu arazinin taşıma gücü özelliği hakkındaki bilgilere ve zemin profili için yapılacak statik analiz sonuçlarına bağlıdır.

Her iki kriterde de (yeterli bir penetrasyon direnci ve istenilen kazık kapasitesine ulaşabilmek için tahmin edilen kazık uzunluğu) dizayn yaklaşımlarının gerçek yerleştirme aşamaları sırasında gerçekleşip gerçekleşmediği kontrol edilir. Eğer tahmin edilen kazık uzunluğu ve gerekli penetrasyon direnci gerçek operasyonlar sırasında gözlenenlerden bir hayli farklı ise ortaya çıkan durum tasarım mühendisi tarafından yeniden ve geniş çaplı incelenmelidir ve raporları yazılmalıdır.

4.3.1. Ahşap kazıkların yerleştirilmesi

Ahşap kazığın alt ve üst uçlarında zemine yerleştirilmeleri sırasında ortaya çıkan gerilmelere bağlı olarak oluşabilecek hasarlara karşı bazı tedbirlerin önceden alınması gerekir. Bu hasarlar kazığın zemine çakılarak yerleştirilmeleri sırasında meydana gelen kırılmalar ya da uçların yerleştirme sırasında çatlaması ve yarılması nedeniyle ön plana çıkar. Kazığın ucu ve gövdesi zor çakma koşullarının bulunması durumunda mutlaka çelik başlık ya da çelik kuşaklarla korunmaya alınmalıdır. Düşük frekanslı çekiç darbeleri ahşap kazıkların zemine çakılarak yerleştirilmeleri için elverişli olabilirler. Böyle bir çekicinin nominal çakma enerjisi cm başına 3000 darbeyi aşmamalıdır (Parakash ve Sharma, 1990).

4.3.2. Çelik kazıkların yerleştirilmesi

H kesitli çelik kazıkların zemine çakılarak yerleştirilmeleri ile çok sıkı bir şekilde çakıl ya da ayrılmış kaya parçalarına rastlayınca kadar çok önemli zorluklarla karşılaşmaz.

Ancak ortamın sıkı yerleşmiş çakıl ya da ayrılmış kaya parçalarından oluşmuş olması kazığa bazı hasarlar verebilir. Bu hasarları minimuma indirmek için , kazığın alt ucunda dökme demirden yapılan çelik levhalar kaynaklanmasıyla “çarık” denilen yapay bir koruyucu oluşturularak destek sağlanır. Kazıkta çakma nedeniyle oluşan gerilmeler , daha önce benzer özellikteki projelerden elde edilen lokal deneyimleri kabul edebilir düzeyde değilse , en gerçekçi yoldan dalga eşitliği analizleri yapılarak tahmin edilebilir.

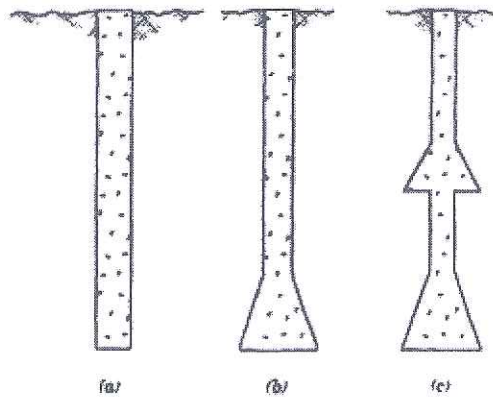
H profili kesitli çelik kazıkların uc uca eklenerek birleştirilmeleri için perçin , bulon ve kaynak gibi çeşitli birleşim yöntemleri kullanılabilir. Yaygın uygulamalarda kazıkların tam kesit kaynaklı bağlantı yöntemi ile birleştirilmeleri tercih edilir.

Ucu açık boru kesitli çelik kazıkların çakılması ucu kapalı boru kesitli kazıkların çakılmasından daha kolaydır. Eğer boru kesitli çelik kazıklar çok sert bir malzemenin yer aldığı oluşumlar içinde çakılıyorsa uç kısımları yer yer zedelenir. Ucu açık boru kesitli çelik kazıkların uğrayacakları hasarları tahmin edebilmek için açık olan uca dökme demir çelikten yapılmış çarık adı verilen koruyucular ayrılmış kaya oluşturan ortamlarda mutlaka kullanılırlar.

Bu arada baştan sona kontrollü ve sağlıklı ve az hasarlı bir çakma-yerleştirme izlemek için çakma enerjisi kontrollü ölçme cihazları ile kaydedilir ve mevcut şartlara bakılarak ayarlanabilir.

4.4. Fore Kazıkların Yerleştirilmesi

Fore kazıkların yerleştirilmesinde başlıca önemli iki aşama vardır. Foraj çukurunun açılması ve kazılan çukurun içinin betonla doldurulması. Foraj ya da çukur kazma yönteminin seçimi zemin ve yeraltı sularının uyumluluğuna bağlıdır. Zemin yumuşak olduğu zaman veya yeraltı su seviyesine taşıyıcı zemin tabakalarının üstünde rastlanıyorsa çukurun kazılması esnasında geçici olarak "casing" borularının (muhafaza borusu) kullanılması gerekli olabilir. Fore kazıklar düzgün bir forma sahip olabildikleri gibi taban kesiti ya da hem tabanı hem gövde kesitini genişleticilerle büyütülmüş forma da sahip olabilirler (Şekil 4.6)



Şekil 4.6. Fore kazıkların geometrik profilleri (a)Şaftı düzgün fore kazıklar, (b) Tabanı genişletilmiş fore kazıklar, (c) Hem tabanı hem gövdesi genişletilmiş fore kazıklar

Genişletme yük taşıma kapasitesini arttırmak için; güve kesitinin genişletilmesi ise özellikle mobilize sürtünme dirençleri potansiyelinin arttırılması amacıyla yapılmaktadır. Zemin ve yeraltı suyu koşullarına uygun olarak gk oluşturma riski taşımayan bir foraj çukurunun açılması için kullanılması çok önemlidir.

Yumuşak çok sıkı zeminler için “kesici kanatlı” burguların kullanılması foraj çukurunun kazım Őartlarını kolaylaştırmaktadır. Çok sert–sıkı, taşlaşmış ve çimentolanmış zeminler için “dişli” burgular kazı yönünden daha avantajlı olmaktadır. Bununla beraber burgular kazı sırasında ayırık kaya parçalarına rastlandığında ilerleme sağlayamayacağı ve bozulabileceği için çalışma durdurulmalı ve bu tür kayaları parçalayarak kırın aletlerin devreye sokulması gerekmektedir. İri ayırık kaya parçalarına rastlandığında bunların ilk önce kırılması ve sonra yukarı alınması uygun olur (Hunt,1986).

Fore kazık imalatı için açılan çukur kuruduktan ve donatı yerleştirildikten sonra konveyörler, boşaltma boruları veya Tremie tekniği ile çukurun içinde ayrışmasına izin verilmeden uygun bir düzeyde uygun beton boşaltılarak kazık uçtan yukarı doğru betonlanır. Betonun serbest durumu sırasında kazandığı hız ile yerleştirilmesi için serbest durum yüksekliğinin 1.5-2.0 m yi geçmemesi tavsiye olunur.

BEŞİNCİ BÖLÜM

BAZI KAZIK TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

5. BAZI KAZIK TÜRLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Uygulama projesi için teknik ve mali koşullar açısından en elverişli kazık cinsinin ve türünün seçimi, zemin ve yeraltı suyunun yerindeki koşullarını arzeden parametreler, şantiye arazisinin yeri, topografik durumu ve yapının cinsi gibi belirli sayıda faktörlere bağlıdır. Kazık gövdesini oluşturan malzeme kazık yapımını doğru yoldan sınırlamaktadır. Başka bir deyişle herhangi bir kazığın yapım yöntemi, o kazığın gövdesini oluşturan hammaddesiyle doğrudan ilgilidir (Tomlinson, 1977).

Çizelge 5.1 de farklı kazık türleri için bir takım boyutlar ve izin verilen yükleri belirtilmiştir. Bununla birlikte bazı uygulamalarda bu çizelgede verilen değerlerden önemli ölçüde büyük boyutlar ve yük taşıma kapasiteleri gerekli olabilir. Örnek olarak okyanuslardaki petrol ve gaz mevkilerinde 18m çapında 120m derinliğine yük aktaran ve yaklaşık 20000 kN yük taşıyabilen kazıklar gösterilebilir.(Tirant,P.,1992)

Ülkemizde de bu duruma Galata Köprüsü örnek gösterebiliriz. Köprü, 2m çapında, 80 m uzunluğunda, 20000 kN yük taşıyabilen kazıklardan oluşmaktadır.

Çizelge 5.1. Farklı kazık türleri için izin verilebilir yükler (1psi = 7 Kn/m²)

Kazık Tipi	New York Şehir Şartı (1948)	Boston Şehir Şartnamesi (1958)	AASHTO (1957)	API (1986)
	600 - 800 psi 20 ton - (D=6) " 25ton - (D=8) "	16 - 30 ton (kazıklara mesafelerine bağlıdır.)	18ton - (D=10") 20ton - (D=12") 24ton - (D=14") 28ton - (D=16")	≤ 1000 psi
Beton (*)	0.25 f _c ≤ 1000 psi	0.25 f _c ≤ 1000 psi	20ton - (D=10") 24ton - (D=12") 32ton - (D=16") 40ton - (D=20") 50ton - (D=24")	0.225 f _c
Çelik	9000 psi (kılıfsız) 12000 psi (kılıflı)	8000 psi (boru kesitli) 7000 psi (H profili)	6000 psi	≤ 9000 psi

(*) f_c = 28 günlük [15 x 30]cm boyutlarındaki standart küp numunenin dayanımı

5.1. Çakma Kazıklar

Ahşap , beton ya da çelik malzemedan proje kriterlerine uygun bir şekilde hazırlanan zemine az ya da çok fakat mutlak deplasman yaptıran tokmaklar vasıtasıyla çakılarak yerleştirilen çakma kazıklardan , uygulama sahasına önceden hazırlanarak getirilen “**Hazır Çakma Kazıklar**” ın önemli avantajları şunlardır ;

- Kazık malzemesi, kazık uygulamasından önce kalite kontrol yapılabilir
- Yumuşak zeminlerde shaft çapının daralma tehlikesi yoktur.
- Komşu kazıkların çakımı sırasında zeminin genişlemesinden herhangi bir şekilde etkilenmezler
- Yeraltı suyunun altında çakım işlemi gerçekleştirilebilir.
- İskele kazıklarında olduğu gibi kazığın bir bölümü zemin dışında bırakılabilir.
- Çakım uzunluğu sabit değildir , istendiği gibi değiştirilebilir.

Hazır Çakma Kazıklar ‘ ın dezavantajları ise şöyledir ;

- Çakma sırasında kazıkta gözle görünmeyen zararlar meydana çıkabilir.
- Kazık uzunluğu karşılaşılan tabakalara göre kolayca değiştirilmez.
- Çakma sırasında çevrede gürültü ve hasarlar oluşturabilir.
- Büyük çaplı kazıkların çakımında zorluk yaşanabilir.
- “Genişletilmiş Uç” yapımı mümkün değildir.
- Bazı durumlarda ekonomik olmazlar.

Zeminde projede verilen noktalarda mekanik donanımlı çekiçler vasıtasıyla yerleştirilen; burgu ve bailer vs. Ekipmanlarla içi boşaltılan kaplama borusunun durağanlığı sağlandıktan sonra oluşturulan boşluk kuru ya da ıslak metodla hazırlanan beton karışımı ile doldurularak sunulan “**Yerinde Dökme Çakma Kazıklar**” ın avantajları ve dezavantajları şu şekildedir;

Avantajları ;

- Kaplama borusu ucu kapalı olarak zemine çakıldığından yeraltı suyu ile etkileşim söz konusu değildir.

- Kazık uzunluğu sağlam tabakanın derinliğine uygun olarak ayarlanabilir.

Dezavantajları ;

- Dökümden sonra betonun durumu incelenemez ve kontrol edilemez.
- Beton dökümü sırasında dikkatli olunmazsa zemin etkisi ile “boğulma” olabilir.
- Kazık boyu yer yer kısıtlı olabilir.
- Çakma sırasında komşu kazıklar etkilenir.
- Gürültü, titreşim ve zemin kabarması çevreye zarar verebilir.
- Kazık çapı sınırlıdır.
- “Genişletilmiş Uç” çok büyük iş yapmaz.

5.2. Fore Kazıklar

Üst yapının cinsine , jeolojik ve geoteknik ortam koşullarına ve yapım metodunun çevredeki yapıları ve bu yapıların altındaki zemin tabakalarının mühendislik özelliklerini olumsuz etkileyebileceği durumlar; öte yandan gürültü ve titreşim faktörlerinin kısıtlayıcı faktör olarak yüklenicinin karşısına çıktığı durumlarda özellikle mali yönden de dengesizlikler ağır basıyorsa , bir mekanik donanım ele alınarak zemine yerleştiren sondaj kazıkları , çekme kazıklarına göre teknik ve ekonomik açılardan üstünlük kazanmaktadır.Bununla beraber sondaj kazıklarının kullanılmalarını gerekli ve avantajlı durumda gösteren öğeler ile sakıncalı kılan unsurlar şöyle özetlenebilir;

Avantajları;

- İnşaa sırasında gürültü, sarsıntı, çökme ve zemin kabarması en az düzeydedir.
- Değişen zemin koşullarına göre boyları ayarlanabilir.
- Kazık çapı ne kadar isteniliyorsa o kadar büyütülebilir.
- “Çok geniş uç” kullanılabilir.
- Foraj çukuru kazılırken önceden sondajlar aracılığıyla kestirilen zemin koşulları yerinde kontrol edilebilmektedir.
- Küçük imalat sahalarında kullanım manevraları geniştir.

Dezavantajları;

- Küçük çaplı kazıkların su altında dökülmesi zordur.
- Akıcı özelliği bulunan zeminlerde kesitin daralması riski mevcuttur.
- İmalatından sonra betonun yerinde kontrolü yapılamaz.
- Su yapılarında kazık boyu zemin dışına uzatılamaz.
- Kohezyonsuz zeminlerde “genişletilmiş uç” yapılamaz.
- Sondaj çalışmaları sırasında zeminde gevşeme olabilir.
- Gevşek zeminlerde , üretim sırasında şişme ya da büzülme riski bulunmaktadır.
- Yumuşak ve boşluklu zeminlerde özellikle “casing borusu” olmaksızın yapılan üretimlerde boğulma tehlikesi bulunmaktadır.
- Su altındaki üretimlerde beton dökümü ve priz süreleri açısından ciddi zorluklar olabilmektedir.

5.3. Ahşap Kazıklar

Avantajlı yanları ;

- Taşınması , yerleştirilmesi , kesilmesi ve imalatı kolaydır.
- Göreceli olarak ekonomiktirler.

Dezavantajlı yanları;

- Taşıma kapasiteleri sınırlıdır.
- Yeraltı suyunun altında kalan kazıklar çürüme tehlikesiyle karşı karşıyadır.
- Mekanik aşınma, yangın , böcek veya kurtların aşındırmaları sonucu kullanılamaz hale gelebilirler.
- Çakılmaları sırasında kazık ucu hasara uğrayabilmektedir.
- Ek yapılarak boylarının artırımı sırasında çeşitli zorluklar vardır.

5.4. Çelik Kazıklar

Avantajlı Yanları ;

- Taşınmaları ve çakılmaları kolaydır.
- İstenilen uzunluk ve kesit olarak imal edilebilirler.

- Sıkı zemin tabakalarına rahatlıkla çakılabilirler.
- Çakma sırasında meydana gelen yanal zemin yerdeğiştirmesi küçüktür.

Dezavantajlı Yanları;

- Çakma sırasında kazık ucu aşınarak tahrip olabilir.
- Kaplanmış veya dolgu zeminlerde korozyon tehlikesi büyük olabilir.
- Çakma sırasında kolaylıkla eksenden saparak ivme kazanabilirler.
- Ülkemiz koşullarında pahalıdırlar

5.5. Prefabrike Beton Kazıklar

Avantajlı Yanları;

- Aşınma veya çürüme tehlikesi yoktur
- Ekleme yapımı kolaydır.
- Çakma öncesinde beton kalitesi kontrol edilebilmektedir.
- Yeraltı suyu koşullarından etkilenmezler.
- İşçilik , yerleşim hızı gibi faktörler gözönüne alındığında daha ekonomik ve ucuzdurlar.

Dezavantajlı yanları;

- Kesilerek boylarının ayarlanması zor ve risklidir.
- Çakılmaları sırasında dikkat ve özen gösterilmezse istenmeyen ve düzeltilemeyen hasarlar oluşabilmektedir.
- Çakma sırasında zeminde yerdeğiştirmeler meydana gelebilir.
- Çıkabilecek gürültü ve vibrasyon sorun yaratabilmektedir.

Genel olarak bakıldığında kazık tipinin seçimi, üst yapının şekline , jeolojik lokasyona, zeminlerdeki değişken ortam koşullarına, durağanlığın sağlanabilmesi için gerekli şartlara, kazık yapım metodunun yakın civardaki yapılara ve bu yapının altında yer alan zeminlerin geoteknik özelliklerinde meydana getireceği değişikliklere ve özelliği bulunan bazı zemin koşullarının uygun gördüğü faktörlere ve göreceli maliyetlere hassas olarak bağlıdır (Tirant, 1992).

ALTINCI BÖLÜM

YÜKLER ALTINDA DAVRANIŞ

6. YÜKLER ALTINDA DAVRANIŞ

Kazıklar genel olarak gruplar şeklinde kullanılırlar. Ancak tasarım yükünü belirlemek tek bir kazığa göre olur. Tasarım yükü kesme zorlamasına ya da oturma şartlarına şu iki değerden küçük olanına bağlı olarak belirlenmelidir.

- En önemli yükün bir güvenlik faktörü ile azaltılması ile bulunan değer
- İzin verilen oturma miktarına karşılık gelen yük

6.1. Eksenel Yükler Altında Davranış

6.1.1. Sürtünme kazıklarının davranışı

Bir kazık yarı sonsuz bir zeminde yüklendiği zaman o kazık bir miktar oturur, bu sırada kazık yüzeyi ile zemin arasında oluşan sürtünme kuvvetinden dolayı çevrenin zemini de bir miktar oturur. Ancak kazık zemine kıyasla daha hızlı ve hareketlenmesi daha fazla olur. Bundan dolayı zemin ile kazık arasındaki yüzeyde zeminin aderans özelliği ortaya çıkar ve sonuçta kazık yüzeyinde oturma yönüne ters yönde bir sürtünme kuvveti oluşur.

Buna çevre sürtünmesi denir. Bu hareket esnasında kazığın tabanı da bulunduğu tabakaya basarak bu zemini sıkıştırır. Bu eylem esnasında yüzeysel bir temelin tabanındakine benzer olarak kazık tabanında bir taşıma gücü, sürtünme veya uç direnci oluşturur (Vesic, 1977).

6.1.2. Kohezyonsuz zeminlerde tek kazığın oturması

Düşey yükler altındaki bir kazığın yapacağı toplam oturmanın tahmininde başlıca üç yöntemin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bu yöntemler ;

1. Yarı ampirik yöntemler
2. Ampirik yöntemler

3. Kazık yükleme deneyi sonuçlarına dayalı yöntemler ' dir.

6.1.2.1. Yarı ampirik yöntemler

Tasarım amaçları için çalışma yükü altında bir kazığın toplam oturması kazık malzemesinin elastik kısılması ile uçtaki ve çevredeki aktarılan yüklerin neden olduğu oturmaların toplamı olarak alınabileceği bilinmektedir. Bunlar şu şekilde gösterilebilir;

$$[S] = S_1 + S_2 + S_3 \quad (6.1)$$

[S] = Kazığın toplam oturması

[S₁] = Kazık malzemesinin shaft boyunca elastik kısılması

[S₂] = Kazık ucuna aktarılan yük nedeniyle oluşan oturma

[S₃] = Kazık shaftı boyunca aktarılan yük nedeniyle oluşan oturma

6.1.2.2. Ampirik yöntemler

İşletme yükleri altında bir kazığın toplam oturması aşağıdaki gibi ifade edilir ;

$$[S] = \frac{D}{100} + \frac{Q_{wa}L}{A_p E_p} \quad (6.2)$$

Burada ,

[S] = Kazığın toplam oturması

[Q_{wa}] = Çalışma yükü

[D] = Kazık çapı

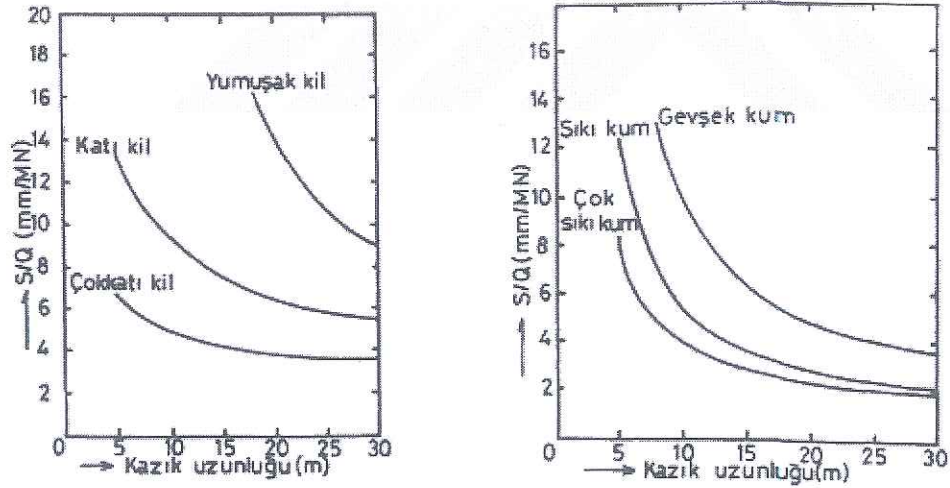
[A_p] = Kazık kesit alanı

$[E_p]$ = Kazık malzemesinin elastik modülü

$[L]$ = Kazık uzunluğu

Kazık uzunluğu ile kazığa uygulanan birim yük başına oluşan oturma arasında kazık ve zemin türüne bağlı olarak değişken kazık çapları için arazi gözlem sonuçlarından yararlanılan " $[S/Q] = f(L)$ " türü bağlantıların kurulabileceğini öne sürmüştür.

Aşağıdaki şekilde killi ve kumlu zeminlerde çakma kazıkların oturma hesabı diyagramı ampirik yöntemlere örnek olarak verilmiştir (Şekil 6.1).



Şekil 6.1. Killi ve kumlu zeminlerde çakma kazıkların oturma hesabı diyagramı

Bu diyagramlar aracılığıyla kestirilen kazık oturmalarının doğruluğuna en çok etken olan faktörler arazi koşulları ve başta zeminin birim ağırlığıdır. Taşıma gücünün %30-%50' si civarındaki uygulama yükleri için bu diyagramlar elde edilebilir.

6.1.3. Kohezyonlu zeminlerde tek kazığın oturması

Kohezyonlu zeminlerde bir kazığın toplam oturması başlıca

1. Gerçekleşen yük sebebiyle kısa bir sürede oluşan ani oturmalar ile
2. Yüklerin zeminde dağılmasına istinaden bağlı boşluk suyu basınçlarının temizlenmesi sonucunda uzun sürede gelişen konsolidasyon oturmalarından oluşmaktadır.

Genel olarak kısa sürede oluşan oturmalar kohezyonlu zeminlerdeki elastik sıkışmalardan ileri gelmektedir. Bu oturma bileşeni, kısmen suya doymuş ve yüksek derecede konsolide olmuş suya doymuş kohezyonlu zeminler için toplam oturma için önemli bir kısmını teşkil etmektedir. Aşırı konsolide zeminler bilindiği gibi geçmişte, şu anda üzerinde mevcut bulunan düşey yükten daha fazla düşey efektif jeolojik yükten etkilenmiş zeminlerdir.

Kohezyonlu zeminlerde tek kazığın yapacağı ani oturma tahmini zemin koşulları uygun oldukça, yukarıda kohezyonsuz zeminlerde tek kazığın oturma hesaplarında açıklanan yöntemler kullanılarak yapılabilmektedir. Uzun süreli konsolidasyon oturmaları ise çoğu kez kohezyonlu zeminlerdeki kazık gruplarının oturması başlığı altında görüleceği gibi, 'grup davranışı' olarak incelenmektedir.

6.2. Yatay Yükler Altında Davranış

Kazıklara çoğu kez düşey doğrultuda etkileyen üst yapı yüklerine ilave olarak yatay yükler ve momentler de bu kazıkları etkileyebilir. Bu gibi durumlarda kazığın yatay kuvvetlere karşı koyabilmesi için yapılması gereken bir takım analizler vardır. Bu analizler Brinch-Hansen, Brooms, Yatak katsayısı ve Elastik yaklaşım yöntemleridir. Bu analizler biraz karmaşıktır. Çünkü zemin ile kazık arasındaki davranış biçimi, yatay yüklerin ve momentlerin etkimesi sonucunda lineer değildir.

Yatay yüklere göre kazıkların analizinde günümüzde kabul edilen çözümler, zemin koşulları ve yüklerin uygulama biçimine göre kazık ucunun sabit ya da serbest bir davranış göstermesine bağlı olarak gelişir. Bu kritere göre iki durum söz konusu olabilir,

- İzin verilebilir yatay yük halihazırda bulunan yükünün uygun bir emniyet faktörüne bağlı olarak elde edilebilir
- İzin verilebilir yatay yük kabul edilebilir bir yatay deplasman oluşturmalıdır.

Düşey kazıkların yatay yüklere karşı direncini hesaplama yöntemleri genelde iki sınıfta toplanmaktadır;

- I. Nihai yatay yöndeki dayanım hesaplandığı metodlar
- II. İşletmedeki yatay yükler altında kabul edilebilir deplasmanların hesaplandığı metodlar

6.2.1. Nihai dayanımın hesaplandığı yöntemler

6.2.1.1.Brinch – Hansen yöntemi

Bu yöntem toprak basıncı teorisine dayanır (Çinicioğlu, 2016). “Avantajları” şu şekildedir ;

- $c - \phi$ zemini için uygulanabilir
- Tabakalı yapı gerektiren zeminlerde kullanılabilir.

Bununla beraber “dezavantajları”da şu şekildedir;

- Sadece kısa kazıklar için gerçeğe yakın sonuçlar verir. Uzun kazıklar için yapılan analizler ise kesin ve net değildir.
- Analizlerde dönme noktasının yerini bulabilmek için deneme yanılma yöntemi işle yapılması zorunludur.

Kısa ve rijit kazıklar için Brinch Hansen, yatay yük ve moment etkisine karşı oluşan zemin direncinin kazık shaftı boyunca genel dağılımı hakkında bir yöntem öne sürmüştür. Yöntem $c - \phi$ zeminleri için ideal toprak basıncı teorisine dayanır. Yöntem , yük uygulanan noktanın etrafındaki tüm kuvvetlere bağlı olarak ortaya çıkan momentlerin oluşturacağı dönme merkezinin belirlenmesinden ibarettir. Nihai zemin direnci tüm yatay kuvvetlerin dengede olduğu bir bağıntı kullanılarak hesaplanabilir.

Herhangi bir derinlikte oluşan nihai zemin dayanımı aşağıda verilen bağıntı kullanılarak hesaplanabilmektedir:

$$[P]_{xu} = \sigma_{vx} \cdot K_q + c \cdot K_c \quad (6.3)$$

Olmaktadır. Burada ;

$[\sigma_{vx}] = x$ derinliğindeki düşey efektif basıncı

$[c] =$ Zeminin kohezyonu

6.2.1.2. Brooms yöntemi

Bu yöntem de toprak basıncı teorisine dayanır (Çinicioğlu, 2016). Ancak kazık uzunluğu boyunca nihai zemin dayanımının belirlenmesi için bazı basitleştirici yaklaşımlar yapılmaktadır.

Avantajları ;

- Hem kısa hem uzun kazıklara güvenle uygulanabilir.
- Kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminlerde rahatlıkla uygulanabilir.
- Analizlerde kazık üst ucunun zemin ve yükleme koşullarına bağlı olarak serbest ya da sabit olmasına dayalı olarak farklı deneyler uygulanabilmektedir.

Dezavantajları ;

- Tabakalı zemin ortamında hatalı sonuçlar vermektedir.
- $c-\phi$ zeminlerine uygulanması halinde sonuçlar doğru bir şekilde tahmin edilebilir.

6.2.2. Yatay yüklerin etkisi altındaki deplasmanların hesaplandığı yöntemler

6.2.2.1. Yatak katsayısı yaklaşımı

(Reese ve Matlock, 1974) tarafından geliştirilen bu yaklaşımda zeminin yatay yük etkisine karşı gösterdiği davranış lineer elastik yayların yaptığı serbest salınım hareketi gibi kabul edilir ve öyle düşünülür.

Avantajları ;

- Uygulanması ve değerlendirilmesi diğer yöntemlere nispeten daha kolaydır.
- Pratikte uzun süreli etkileşimler için kullanılabilirler.
- Yöntemin yapısında lineer olmayan , zemin üst yapısının yatay yüke karşı gösterdiği reaksiyonun derinlikle değişimi ve tabakalı sistemler gibi unsurlara uygunluğu vardır.

Bu yüzden uygulamadaki problemlere bu teorisinin başarıyla sonuçlanması belirli bir tecrübe gerektirebilir.

Dezavantajları :

- Zeminin sürekliliği önemsenmemektedir.
- Zeminin yatak katsayısı sadece bir zemin özelliği değildir fakat kazıklı temel sisteminin boyutlarına ve yaptığı deplasmanlara bağlıdır.

6.2.2.2. Elastik yaklaşım

(Paulos, 1971)' un geliştirdiği bu yöntemde zemin elastik bir ortam gibi görülmektedir.

Avantajları ;

- Teorisi gerçekçi bir yaklaşıma dayanır.
- Tabakalı zemin ortamlarında ve elastik modülün derinlikle değiştiği ortamlarda uygun çözümler verebilmektedir.

Dezavantajları ;

- Zeminin elastik modülüne ve arazinin yapısında bulunan bazı problemlere uygun gerilmelerin belirlenmesi zor olabilir.
- Yöntemin pratikteki problemlere uygulanabilirliğinin, birebir arazi gözlemleri ile tahkik edilmesi gerekmektedir.

6.2.3. Nihai yatay direnci

Üst ucu serbest davranış gösteren bir kazığa üst kısmından uygulanan M_h momenti veya Q_h yatay yüküne karşı kazık shaftı boyunca ortaya çıkan mobilize gerilmelere bağlı olarak nihai yatay direnimin bir oluşum mekanizması gösterilmektedir.

Nihai yatay direnimsi Q_{hu} ve bununla uyumlu olan ve bunu oluşturan M_{hu} momenti denge koşullarına göre açıklanabilen nihai zemin direnciyle ilgilidir. Yani bir bakıma kazığın üst ucundan uygulanmakta olan bir Q_h yükünü veya M_h momentini güvenle taşıyabilmesi için potansiyel olarak yatay yönde zorlanan kazığın shaftı boyunca oluşan mobilize yatay direnç kuvvetlerine sıkı sıkıya bağlıdır.

6.2.3.1. Brooms yöntemi

Düşey kazıkların yatay yöndeki dayanımlarının belirlenmesi için Brooms tarafından geliştirilen yöntemin çalışma mekanizması temel olarak Brinch- Hansen yöntemine benzer. Ancak bu yöntemde basitleştirici yaklaşımlar yapılmaktadır.

- a) Zemin ya tamamen kohezyonsuzdur ya da tamamen kohezyonludur. Bu nedenle tamamen farklı özellikteki bu iki tür zeminin içine yerleştirilecek kazıkların analizleri de farklı olacaktır.
- b) Kısa, rijit ya da uzun-bükülebilir kazıklar birbirinden ayrı değerlendirilirler.

Burada;

$$T = \frac{EI^{\frac{1}{5}}}{nh} \quad (6.4)$$

$$R = \frac{EI^{1/4}}{K_h} \quad (6.5)$$

Olup;

T, R= Göreceli sertlik faktörü

E= Kazık malzemesinin elastisite modülü

I= Kazık enkesitinin atalet momenti

K_h = lineer olarak artan zemin modülü

N_h = Yatak sayısı

k= Koheyonlu zeminlerde derinlikle değişmeyen bir sabit

- c) Üst ucundan serbest kısa kazıkların geometrik olarak kazık shaftının herhangi bir noktası etrafında dönme hareketi yapması beklenirken, başı tutulu kazıkların ise komple yanal öteleme hareketi yapmaları beklenmektedir. Uzun kazıkların deformasyon biçimleri kazığın alt kısmında oluşan çok yüksek pasif zemin direnci nedeniyle dönme ya da öteleme hareketi meydana gelmeyeceği için kısa kazıklardan farklıdır.
- d) Kazık shaftı boyunca nihai yatay dayanımın dağılımı uzun kazıklar için farklı uç koşullarına ve farklı zemin koşullarına bağlı olarak açıklanabilir.

6.2.4. Yatay yükler altında izin verilebilir deplasmanlar

Birçok durumda yatay yüklerle dayanıklı kazıkların tasarımının izin verilebilir yatay deplasmanlara göre yapılması nihai yatay dirençlerinin dizaynlarına tercih edilmektedir.

Yatay deplasmanların hesabı için genellikle iki yaklaşım kullanılır;

1. Yatak katsayısı yaklaşımı
2. Elastik süreklilik yaklaşımı

6.2.4.1. Yatak katsayısı yaklaşımı

Bu yaklaşımda yatay yüklü bir kazığın elastik bir temel üzerinde yüklenmiş bir kiriş gibi davrandığı kabul edilmektedir. Bu durumda söz konusu kiriş, elastik zemin ortamına bağlı olarak Winkler hipotezine uygun bir davranış modeli gibi çalışır. Bu modele göre zeminin yatay yüklerle karşı davranışını deneyen yayların elastisiteyi " k_h " gibi açıklanabilir.

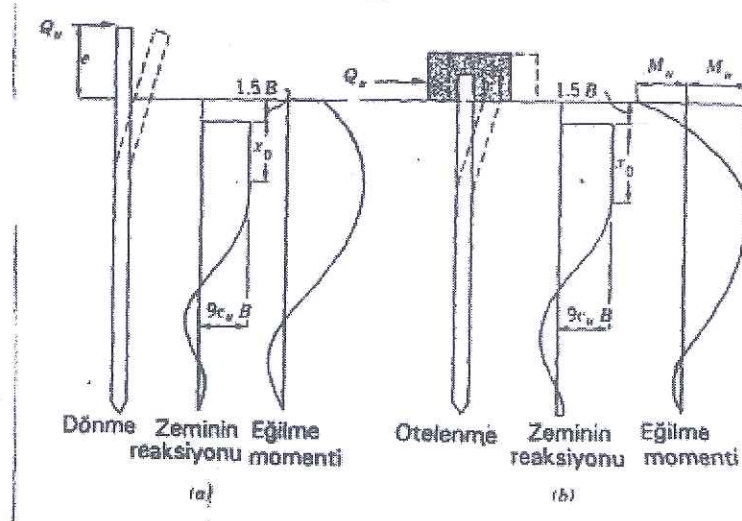
k_h : Zeminin yatay yatak katsayısı (6.6)

$$k_h = \left(\frac{P}{y} \right)$$

Burada ;

P = Kazığın birim uzunluğuna düşen zemin reaksiyonu

y = Kazık deformasyonu



Şekil 6.2. Yatay yüklerle maruz kalan uzun kazıklar için zemin direncine bağlı olarak dönme ve ötelenme hareketleri

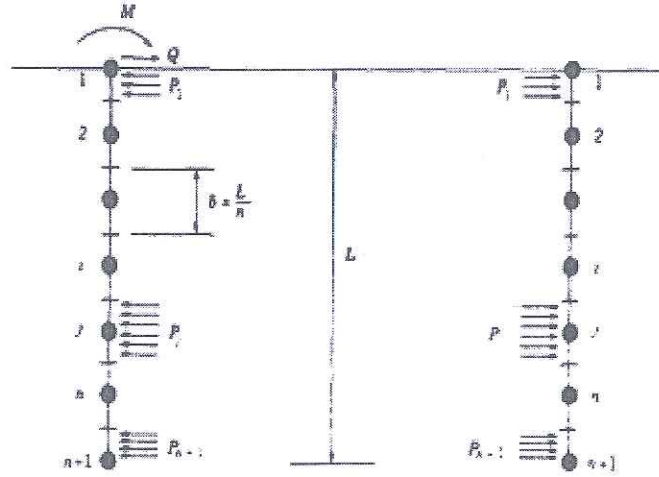
6.2.5. Elastik süreklilik yaklaşımı

Yatay yüklere ve momentlere maruz kalan kazıkların yapacağı dönme ve momentlerin belirlenmesi için zemin yatak katsayısı teorisi zeminin sürekliliği halinde başarısız sonuçlar verebilmektedir.

Elastik ortam sürekliliği olduğu kabul edilen zeminler için yatay yüklü kazıkların davranışı Poulos tarafından önerilen bir yaklaşımla da belirlenebilmektedir.

Bu yaklaşım teorik olarak daha realistik olmasına rağmen pratik problemlere uyarlanmasındaki en büyük engel zeminin " E_s " modülünün realistik olarak saptanmasıdır. Bu açıdan değerlendirildiğinde yaklaşımın pratikteki problemlere teorik kavramlarla uygulanması için yeterli düzeyde arazi deneyimlerine sahip olmak gerekir. Bu nedenle burada sadece yaklaşımın dayandırıldığı temel kavramlar ve bazı çözümler açıklanmıştır.

- a) Şekil 6.3 de görüldüğü gibi kazık "D" genişliğinde "L" uzunluğunda "EI" sabit elastisiteye sahip, düşey ve ince bir şerit olarak kabul edilebilir. Kazık üst ucundan alt ucuna kadar (n+1) adet eşit uzunluktaki elemanlara ayrılır.



Şekil 6.3. Elastik süreklilikte kazık ve zemin arasındaki yük iletişimleri

- b) Analizi basitleştirmek için kazık yan yüzeyleri ile zemin arasındaki kayma gerilmelerinin geliştiği kabülü yapılır. Bu gerilmelerin hesabı kolay değildir.
- c) Her bir elemana kazık genişliği sabit kaldığı kabul edilen uniform bir yatay P kuvveti etkimektedir.

YEDİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasında kazıklı temellerin genel olarak fonksiyonel özellikleri , kullanım amaçlarına bağlı olarak kullanıldığı yerler kısaca açıklanmıştır. Ayrıca kazıklı temellerin avantajlı ve dezavantajlı olduğu durumlar kısaca özetlenmiştir. Kazıkların zemine yerleştirilmesi için yapılan çalışmalar ve uygulamada yaşanan bir takım zorluklar ele alınmıştır.

Çalışmanın diğer bölümlerinde ise düşey yüklere ve yatay yüklere maruz kalan bir kazığın ve kazık grubunun yaptığı deplasmanlar ve davranışlar kısaca gözlemlenmiştir. Düşey ve yatay yüklere maruz kalan kazıklı temellerin oturmasının nasıl olacağı ve hangi metotlarla gerçekleşeceği özetlenmiştir.

Burada söz konusu yerin sağlam bir zemin yapısına sahip olmaması sebebiyle, zeminin emniyetli ve güvenli olması için Fore Kazık uygulaması yapılması uygun görülmüştür. Ülkemiz gibi hızlı gelişmekte olan ülkelerde, inşası yapılacak yerlerin maaliyetli olması, yatırım yapacak kesim için sorun teşkil etmektedir.

KAYNAKÇA

1. American Society For Testing And Materials –ASTM 1143-81 ,(1986). Standart Method of Testing Piles for Under Static Axial Compressive Load, Vol. 04.08, Philadelphia, 239-254.
2. Aybirdi, İ., (2015). Mersin İli, Yenişehir İlçesi, 19.I.4. Pafta, 10664 Ada, 1 Nolu Parsel'in Jeofizik Etüt Raporu, 13.
3. Baguelin, F. , Jezeguel , I.F. , Shields , D.H. , (1978). Pressuremeter and Foundation Engineering, Trans Tech Publications , Scausthal, 89-121.
4. Bernard, J., Orlando, L., and Vermeersch, F., (2004). Electrical resistivity imaging for environmental applications. 16th International Geophysical Congress and Exhiition of Turkey, Abstracts Book, 376-379
5. Bishop , A. W. , and Henkel , D. J. ,(1957). The Measurement of Soil Properties in the Triarial Test, Arnold, 121- 138.
6. Bowles , J.E., (1982). Foundation Analysis And Design, Mc Graw-Hill Book Company, Newyork , 816.
7. Briaud , J,L. , Tucker , L.M (1988). Measured and Predicted Axial Response of 98 piles, Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE Proceeding , Volume :114 ,no: 9, 984-1001.
8. Canadian Manuel, (1975). Kayalarda Taşıma Gücü Hesabı, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği, İstanbul, 36
9. Coleman, J. D., and Marsh, A. D. (1961). An investigation of the pressure-membrane method for measuring the suction properties of soil, Journ. Soil Sci., 12, 343.
10. Deere, D.W., ve Miller, M.L., (1984). Kayaçların Tek Eksenli Basınç Dayanımı, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği, İstanbul, 132
11. Dewey, J.F., ve Şengör, A.M.C., (1979). Aegean and surrounding regions: Complex multiplate and con tinuum tectonics in a convergent zone. Geological Society of America Bulletin, 90-92
12. Hunt, R.E.,(1986). Geotechnical Engineering Techniques and Practice, Mc Graw – Hill Book Company, New York, 331-443.
13. İşler, F., (1994). Gözne kuzeybatı bölgesi (Mersin) ofiyolitlerinin jeolojisi ve petrografisi, S. Demirel Üniv. VIII. Mühendislik haftası Jeoloji Müh., Maden Müh., Jeofizik Müh. Tebliğ özetleri, Mersin, 39

14. M.T.A.,(1992). Türkiye Diri Fay Haritası , Ankara, 28
15. Capper, P.L., and Cassie, W.F., (1984). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Mekaniği, 111
16. Prakash, S., Sharma, H.D., (1990). Pile Foundations in Engineering Practice, John Wiley and Sons, Inc., New York, 734.
17. Reese, L.C., and Matlock, (1974). Investigation of factors affecting the design of lateral loaded piles, Proceedings of the 8th Texas Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Austin, TX, 1-41.
18. Şahin D., Çakal Ü., (2015). Mertest,Mersin İli, Yenişehir İlçesi, 19.I.4. Pafta, 10664 Ada, 1 Nolu Parsel'in Jeolojik Etüt Raporu, Mersin, 1-45
19. Şenol, B., ve Zeki, Ç., (1998). Adana-Mersin dolayının jeoloji etüd raporu. MTA, Ankara, 46
20. Tirant, P., (1992). Offshore Pile Design, Argema, Editions Technip, Cedex-Paris, 291
21. Tomlinson, M.J., (1977). Pile Design and construton Practice, Viewpoint Publication, Cement and Concrete Association, London, 237
22. Ulusay, R, (2001). Uygulamalı Jeoteknik Bilgiler, JMO yayınları, 38
23. Vesic, A.S., (1977). Design of Pile Foundations, National Research Program Synthesis of Practice, No:42, Transportation, Research Board, Washington D.C., 561-584
24. Yetiş, C., ve Demirkol, C., (1986). Adana Baseni batı kesiminin detay jeoloji etüdü. M.T.A. Raporu. Rapor No: 8037, Ankara, 187

İNTERNET KAYNAKLARI

1. Kazıklı Temeller çeşitleri ve kullanım alanları (Ocak 2014). Web:www.odevarsivi.com/ara/kazik-temeller-6849.asp adresinden 27 Aralık 2018'de alınmıştır.
2. Temel Kazıkları çeşitleri (Haziran 2016). Web:www.odevarsivi.com/ara/temel-kaziklari-108981.asp adresinden 15 Mart 2018'de alınmıştır.
3. Mersin ili, Yenişehir Belediyesi, 19.1.4 pafta, 10664 ada,1 nolu parsel'in uydu görüntüsü (Haziran 2016). Web:<http://cbs.tkgm.gov.tr/parselsorgu> adresinden 30 Eylül 2018 de alınmıştır.
4. Kazık Taşıma Gücü ve tek kazıkların oturması (Aralık 2007). Web: www.odevsayfasi.blogcu.com/kazikli-temeller/2718310 adresinden 23 Kasım 2018'de alınmıştır.
5. Toprak basıncı Teorisi (Mayıs 2016) Web: <http://imoistanbul.org/imoarsiv/geoteknik-kurs-notlari-2016/2.hafta/ozercinicioglu-> adresinden 12 Ocak 2019'da alınmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : NARLI , Mete Arman
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) : 17.09.1992
Doğum Yeri : SEYHAN/ADANA
Medeni hali : Bekar
Adresi : Akkent mah. 2377 sok. 27/9 Yenişehir /Mersin
Telefon : 0544 551 58 50
E-Posta : metenarlii@gmail.com

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	Toros Üniv. Fen Bil. Ens. İnşaat Müh. Tezli YL.	
Lisans	Toros Üniversitesi, Müh.Mim. Fak.İNŞAAT MÜH.BÖL.	2016
Lise	Osmaniye 24 Kasım Anadolu Lisesi	2010

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2017	Gülerler Yapı Denetim	Kontrol Mühendisi
2018	Prekon İnşaat	Proje Kontrol Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

İlgi Alanları

Basketbol , crossfit , amerikan futbolu



T.C.
TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNTİHAL PROGRAMI RAPORU

..... İRŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 17/06./2019

Tezin Başlığı: Mersin İli Yenişehir İlçesinde Bulunan 19.I.4 Pafta 10664 Ada 1 Nolu Parsel'de Kazıklı Temel Uygulaması

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın;

a) Giriş,

b) Ana bölümler ve

c) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 92 sayfalık kısmına ilişkin, 25/04/2019 tarihinde şahsım/semner danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, semnerimin benzerlik oranı % 14 'dir.



1- Kaynakça hariç

2- Alıntılar dahil

3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %30'u geçmemelidir.

Tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Yukarıda belirtilen başlıkta danışmanımla birlikte tamamlamış olduğum tezimin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir. Tezimin tez yazım kurallarına uygun olarak ve intihal olmaksızın hazırladığımı taahhüt eder; intihal olması durumunda tez çalışmamın başarısız sayılacağını ve mezuniyetimin iptalini kabul ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı : Mete Arman NARLI

İmzası

: [Signature] Tarih: 17/06/2019

Yukarıda kişisel ve tez bilgileri verilen öğrencimin belirtilen başlıkta birlikte tamamlamış olduğumuz tezi Turnitin intihal yazılım programında kontrol edilmiş ve etik bir ihlale rastlanmamıştır. İntihal yazılım programının rapor çıktısı ektedir. Ayrıca tezin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Danışmanın Unvanı-Adı-Soyadı
Pof. Dr. Aziz ERTLİNÇ

İmzası

: [Signature] Tarih: 17/06/2019

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (92 sayfa)

MERSİN İLİ YENİŞEHİR
İLÇESİNDE BULUNAN 19.I.4
PAFTA 10664 ADA 1 NOLU
PARSEL'DE KAZIKLI TEMEL
UYGULAMASI

Yazar Mete Arman Narli

Gönderim Tarihi: 25-Nis-2019 03:32PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1118942551

Dosya adı: 1_NOLU_PARSEL_DE_KAZIKLI_TEMEL_UYGULAMASI_Mete_Arman_NARLI.docx (6.78M)

Kelime sayısı: 12005

Karakter sayısı: 89400

MERSİN İLİ YENİŞEHİR İLÇESİNDE BULUNAN 19.I.4 PAFTA 10664 ADA 1 NOLU PARSEL'DE KAZIKLI TEMEL UYGULAMASI

ORIJINALLIK RAPORU

% **14**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **11**

İNTERNET
KAYNAKLARI

% **1**

YAYINLAR

% **6**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1

www.csb.gov.tr
İnternet Kaynağı

% **2**

2

www.scribd.com
İnternet Kaynağı

% **2**

3

library.cu.edu.tr
İnternet Kaynağı

% **1**

4

Submitted to Eskisehir Osmangazi University
Öğrenci Ödevi

% **1**

5

ab.org.tr
İnternet Kaynağı

% **1**

6

Submitted to Anadolu University
Öğrenci Ödevi

% **1**

7

issuu.com
İnternet Kaynağı

% **1**

8

www.suizolasyonu.info
İnternet Kaynağı

% **1**

9	Submitted to Bülent Ecevit Üniversitesi Öğrenci Ödevi	%1
10	www.ims.metu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
11	aymeh.com İnternet Kaynağı	%1
12	www.slideshare.net İnternet Kaynağı	%1
13	ozyalcinlarsondaj.com.tr İnternet Kaynağı	%1

Alıntıları çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< %1

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde