



**T.C.**  
**TOROS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ANKRAJLI FORE KAZIKLI İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE  
SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

**Ahmet Uğur CANOĞULLARI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAYIS 2019**



**T.C.**  
**TOROS ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**  
**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**ANKRAJLI FORE KAZIKLI İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE  
SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ**

**Ahmet Uğur CANOĞULLARI**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ**


**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MAYIS 2019**

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

Ahmet Uğur CANOĞULLARI tarafından hazırlanan “Ankrajlı Fore Kazıklı İksa Sistemlerinin Tasarımı ve Sonlu Elemanlar Yönetimi ile Analizi” başlıklı bu çalışma 29/05/2019 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

  
Jüri Üyesi  
Prof.Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU  
Danışman

  
Jüri Üyesi  
Doç.Dr. Özgür Lütfi ERTUĞRUL  
(Mersin Üniversitesi)

Savunma Sınav Jürisi Tarafından Tezin İmzalı Nüshasının Teslim Tarihi : 19...06./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 tez çalışmada:

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dökümanları akademik etik ve kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, değerlendirme ve sonuçlarını bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

29/05/2019

Ahmet Uğur CANOĞULLARI

İmza



ANKRAJLI FORE KAZIKLI İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE SONLU  
ELEMENLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Ahmet Uğur CANOĞULLARI

TOROS ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

2019

ÖZET

Önemli mühendislik yapıları olan derin kazılar günümüzde sık sık karşımıza çıkmaktadır. Özellikle metro, tünel gibi önemli yapıların inşası sırasında zemini tutmak için iksa sistemleri yapılmaktadır. İksa sistemlerinin tasarımı kazı derinliği, zemin cinsi, yeraltı suyu, yakınında bulunan yapı gibi etkenlere bağlıdır. Derin kazı destekleme sistemlerinde ankrajların kullanılması, çok daha derin ve büyük kazıların emniyetli ve ekonomik bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Bu çalışmada dayanma yapılarının çeşitleri ve kullanım alanları anlatılmış, temel mühendisliğinde sık karşılaşılan problemlerden olan iksa sistemleri için çözümler yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Derin kazılar, iksa sistemleri, sonlu elemanlar yöntemleri, öngermeli ve öngermesiz ankrajlar, palplanş, fore kazık.

**DESIGN OF ANCHORED BORED PILED SHORING SYSTEMS AND ANALYSIS  
WITH FINITE ELEMENT METHOD**

**(M. Sc.Thesis)**

**Ahmet Uğur CANOĞULLARI**

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

**2019**

**ABSTRACT**

Deep excavations, which are important engineering constructions, are often confronted today. In particular, important systems such as subways, tunnels, etc., are built to hold the floor during construction. The design of the excavation systems depends on factors such as depth of excavation, ground type, groundwater, and structure near it. The use of anchors in deep excavation support systems allows much deeper and larger excavations to be carried out safely and economically.

In this study, the types of the endurance structures and their usage areas are explained, and solutions are made for the lax systems which are frequently encountered problems in the basic engineering.

**Key Words:** deep excavations, excavation systems, anchors, finite element method

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimi boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU'na, tezimin konusunun belirlenmesinde yardımcı olan, araştırma aşamasında ve tamamlanmasında destek olan, değerli hocam Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ'a; yardımlarını ve desteğini esirgemeyen her zaman bilgisiyle ve verdiği motivasyonlarla yanımda olan çok kıymetli eşim Arş. Gör. Fatma Dülger CANOĞULLARI'na; son olarak da verdikleri her türlü destek için aileme teşekkürlerimi bir borç bilirim.

**Ahmet Uğur CANOĞULLARI**  
**MAYIS 2019**

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### İSTİNAT DUVARLARI

1. İSTİNAT DUVARI TÜRLERİ.....	2
1.1.    Kagir İstinat Duvarları .....	2
1.2.    Ağırlık İstinat Duvarları .....	3
1.2.1.    Yarı ağırlık istinat duvarları.....	3
1.3.    Konsol İstinat Duvarları .....	4
1.4.    Payandalı İstinat Duvarları .....	4
1.5.    Kafes İstinat Duvarları.....	5
1.6.    Köprü Yaklaşım Duvarları.....	6

### İKİNCİ BÖLÜM

#### YANAL TOPRAK BASINÇLARI

2. YANAL TOPRAK BASINÇLARI .....	7
2.1.    Sükunetteki Toprak Basıncı .....	7
2.2.    Aktif ve Pasif Toprak Basınçları .....	8
2.2.1.    Aktif itki yöntemi .....	8
2.2.2.    Pasif İtki Yöntemi .....	10



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### PALPLANŞLAR

3. PALPLANŞLAR.....	13
3.1. Betonarme Palplanşlar .....	13
3.2. Ahşap Palplanşlar .....	14
3.3. Çelik Palplanşlar .....	14

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### FORE KAZIKLAR

4. FORE KAZIKLAR.....	16
-----------------------	----

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### ZEMİN ANKRAJLARI

5. ZEMİN ANKRAJLARI .....	17
5.1. Ankrajların Kısımları.....	17
5.1.1. Ankraj kafası.....	18
5.1.2. Serbest ankraj boyu.....	19
5.1.3. Ankraj gövdesi .....	19
5.2. Ankrajların Sınıflandırılması .....	19
5.2.1. Kullanım sürelerine göre ankrajların sınıflandırılması .....	19
5.2.2. İmalat teknikleri dikkate alınarak ankrajların sınıflandırılması	19
5.3. Ankrajların Uygulama Aşamaları .....	21
5.4. Derin Kazılarda Çok Sıra Ankrajlarla Desteklenen İksa Sistemleri Ve Tasarım Yöntemleri.....	23
5.4.1. Bir destekleme yapısının projelendirilmesi ve inşaatı için yapılması gereken çalışmalar .....	23

## ALTINCI BÖLÜM

### ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN SAYISAL ANALİZİ

6. ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN SAYISAL ANALİZİ .....	27
6.1. Model Geometrisi.....	27
6.2. Zemin ve Ankraj Parametreleri .....	28
6.3. Analiz Adımları.....	31
6.4. Bulgular .....	37
6.4.1. 3 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları .....	38
6.4.2. 3 sıra ankrajlı öngermeli analiz sonuçları .....	41
6.4.3. 4 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları (yass mevcut değil) 45	
6.4.4. 4 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları (yass mevcut) .....	49
6.4.5. 4 sıra ankrajlı öngermeli analiz sonuçları .....	54
6.4.6. 5 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları .....	58
6.4.7. Bulguların karşılaştırılması .....	62

## YEDİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER .....	64
KAYNAKÇA.....	65
İNTERNET KAYNAKLARI .....	66
ÖZGEÇMİŞ .....	67

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.1. Analiz yapılan Yenişehir ilçesi koordinatları .....	28
Çizelge 6.2. Zemin parametreleri .....	29
Çizelge 6.3. Ankraj parametreleri.....	31
Çizelge 6.4. Ankraj kök parametreleri.....	31
Çizelge 6.5. Palplanş parametreleri .....	31
Çizelge 6.6. Analiz Bulgularının Karşılaştırılması.....	63

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Ağırlık tipi dayanma duvarlarının kısımları.....	3
Şekil 1.2. Yarı ağırlık tipi dayanma duvarının kısımları.....	4
Şekil 1.3. Konsol istinat duvarları ve ana donatılarının yerleştirilmesi .....	4
Şekil 1.4. Payandalı istinat duvarları.....	5
Şekil 1.5.Kafes istinat duvarları .....	6
Şekil 1.6. Köprü yaklaşım duvarının şematik gösterimi .....	6
Şekil 2.1. Aktif itki için Coulomb yönteminde zemin kamasına etki eden kuvvetler.....	8
Şekil 2.2. Coulomb yönteminde kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için kabul edilen aktif yanal basınç dağılımı ve aktif yanal itkinin uygulama yeri .....	9
Şekil 2.3.Kohezyonsuz zeminlerde aktif basıncın rankine durumu için yanal zemin basınçları.....	10
Şekil 2.4.Pasif basınç için coulomb yönteminde zemin kamasına etki eden kuvvetler .....	10
Şekil 2.5. Coulomb yönteminde kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için kabul edilen pasif yanal zemin basınç dağılımı ve pasif yanal itkinin uygulama yeri.....	11
Şekil 2.6.Kohezyonsuz zeminlerde pasif rankine durumu için etki eden zemin basınçları	12
Şekil 3.1. Betonarme palplanş kesitleri .....	13
Şekil 3.2. Ahşap palplanş kesitleri .....	14
Şekil 3.3.Çelik palplanş kesitleri.....	14
Şekil 3.4. Çelik palplanş perde.....	15
Şekil 4.1. Fore kazıklı perde.....	16
Şekil 4.2. Fore kazık imalatı.....	16
Şekil 5.1. Tipik bir geçici ankraj (İNAN, 2000) .....	18
Şekil 5.2. Ankraj kafası (BS-8081, 1989).....	18
Şekil 5.3. Temel ankraj tipleri.....	20
Şekil 6.1. Model geometrisi .....	28
Şekil 6.2. Drenajsız kayma mukavemeti ile plastisite indisi arasındaki ilişki (Stroud, 1974) .....	30
Şekil 6.3.Sonlu elemanlar ağı.....	32
Şekil 6.4. Modele etkiyen su basıncı.....	32

Şekil 6.5. Yük belirleme aşaması .....	33
Şekil 6.6. Palplanş perdesi aşaması .....	33
Şekil 6.7. 1.Kazı aşaması .....	34
Şekil 6.8. 1.Sıra ankrajların yerleştirilmesi .....	34
Şekil 6.9. 2.Kazı aşaması .....	35
Şekil 6.10. 2.Sıra ankrajların yerleştirilmesi .....	35
Şekil 6.11. 3.Kazı aşaması .....	36
Şekil 6.12. 3.Sıra ankrajların yerleştirilmesi .....	36
Şekil 6.13. 4.Kazı aşaması .....	37
Şekil 6.14. 4.Sıra ankrajların yerleştirilmesi .....	37
Şekil 6.15. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları ....	38
Şekil 6.16. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği.....	39
Şekil 6.17. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı.....	39
Şekil 6.18. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı.....	40
Şekil 6.19. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri.....	40
Şekil 6.20. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri.....	41
Şekil 6.21. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri .....	41
Şekil 6.22. Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde toplam yatay deformasyon konturları .....	42
Şekil 6.23. Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği.....	42
Şekil 6.24. Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı.....	43
Şekil 6.25. Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı.....	43
Şekil 6.26.Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri.....	44
Şekil 6.27.Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri .....	44
Şekil 6.28.Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde son ankraja gelen kuvvet değeri.....	45
Şekil 6.29. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları (YASS mevcut değil) .....	45

Şekil 6.30. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği (YASS mevcut değil) .....	46
Şekil 6.31. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı (YASS mevcut değil) .....	47
Şekil 6.32. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı (YASS mevcut değil) .....	47
Şekil 6.33. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil) .....	48
Şekil 6.34. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil) .....	48
Şekil 6.35. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil) .....	49
Şekil 6.36. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil) .....	49
Şekil 6.37. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları (YASS mevcut) .....	50
Şekil 6.38. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği (YASS mevcut) .....	51
Şekil 6.39. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı (YASS mevcut) .....	51
Şekil 6.40. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı (YASS mevcut) .....	52
Şekil 6.41. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut) .....	52
Şekil 6.42. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut) .....	53
Şekil 6.43. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut) .....	53
Şekil 6.44. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut) .....	54
Şekil 6.45. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde toplam yatay deformasyon konturları ...	54
Şekil 6.46. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği .....	55

Şekil 6.47. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı.....	56
Şekil 6.48. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı.....	56
Şekil 6.49. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde ilk ankraja gelen kuvvet değeri .....	57
Şekil 6.50. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri .....	57
Şekil 6.51. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri .....	58
Şekil 6.52. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde son ankraja gelen kuvvet değeri .....	58
Şekil 6.53. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları... 59	
Şekil 6.54. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği.....	59
Şekil 6.55. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı.....	60
Şekil 6.56. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı.....	60
Şekil 6.57. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde ilk ankraja gelen kuvvet değeri .....	61
Şekil 6.58. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri.....	61
Şekil 6.59. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri .....	61
Şekil 6.60. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde dördüncü ankraja gelen kuvvet değeri..	62
Şekil 6.61. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri .....	62

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
$P_0$	Sükunetteki toprak basıncı
$\gamma$	Zemin birim hacim ağırlığı
$h$	Yükseklik
$K_0$	Sükunetteki toprak basıncı katsayısı
$K_{ps}$	Statik pasif yanal zemin basıncı katsayısı
$K_{as}$	Statik aktif yanal zemin basıncı katsayısı
$P_{as}$	Statik aktif zemin itkisi
$P_{ps}$	Statik pasif zemin itkisi
$\nu$	Poisson oranı
$W$	Duvar ağırlığı
$\phi$	Zemin içsel sürtünme açısı
$c$	Zemin kohezyonu



## GİRİŞ

Derin kazılarda güvenliğin geçici veya sürekli olarak sağlanması ve kazı çevresindeki dış etkenlerden dolayı oluşacak toprak basıncının karşılanması için yapılan dayanma yapıları binaların mühendisliği ile başlamıştır. Basit dayanma yapılarından çok amaçlı yapılara geçiş Çin'de Han sülalesi zamanına dayanmaktadır. O zamanlarda derin kazıları gerektiren çalışmalarda su sızıntısını durdurmak için zemine iki sıra bambu kazıklar çakıp arası kille doldurulmuştur.

Orta çağdan itibaren askeri mühendisler derin siperlerin iksa sistemleriyle desteklenmesi için sürekli uğraşmışlardır. Daha sonradan yapı çevresindeki binalarda ve su yapılarında dayanma duvarının yapılması zemin mühendisliğinde sürekli kullanılmaya ve bu tür yapılarda oluşan büyük toprak basınçları sorunu bilimsel yöntemlerle çözülmeye başlanmıştır. Günümüzde de uygulaması devam eden Coulomb ve Rankine teorileri uzun zamandır literatürde yer almaktadır.

Dayanma yapıları, zemindeki kot farklarının korunması için oluşturulan yapılardır. Diğer bir tanımıyla, zemin önüne, basınca karşı koyabilecek elemanların uygun kesitlerde ve aralıklarda yerleştirilmesi için kullanılan yapılar olmakla birlikte, bu uygulama yıllar öncesinden bugünlere sürdürülmektedir. Çimentonun üretilmesiyle, öncelikle harçlı örme duvarlara, daha sonraları beton ve betonarme duvarların yapımına geçilmiştir.

Bu tez çalışması yedi bölümden oluşmakta ve birinci bölümde istinat duvarları, ikinci bölümde yanal toprak basınçları ve hesap yöntemleri, üçüncü bölümde palplanşlar, dördüncü bölümde fore kazıklar, beşinci bölümde zemin ankrajları, altıncı bölümde ankrajlı iksa sistemlerinin sayısal analizi hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak yedinci bölümde sonuçlar değerlendirilmiş ve çalışmanın literatüre sağladığı katkılar belirtilmiştir.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### İSTİNAT DUVARLARI

#### 1. İSTİNAT DUVARI TÜRLERİ

İstinat duvarları kütle istinat duvarları ve kütle olmayan istinat duvarları olarak iki gruba ayrılır. Kendi ağırlıkları ile dengeyi sağlayan duvarlara kütle istinat duvarları denir. Duvar gövdesi farklı şekillerde yapılandırılabilir. Yapının gövdesi kütle beton, zemin ile birlikte beton veya yalnızca zemin olacak şekilde oluşturulabilir. Bu yapılar rijit veya bükülebilir olacak şekilde oluşturulabilir. Bu tip duvarlar üstten serbest olduğu için deplasmana müsaittir. Bu yüzden aktif toprak basıncı oluşur.

Harekete izin verilmeyen duvarlara ise kütle olmayan duvarlar adı verilir. Bodrum duvarları, köprü girişi ayakları ve ankrajlı duvarlar bu tip duvarların grubunda yer alırlar. Ankrajlı beton perde duvarlar henüz inşaat aşamasında iken zemin tutacak şekilde inşa edilirler.

- a. Kagir İstinat Duvarları
- b. Ağırlık İstinat Duvarları
- c. Konsol İstinat Duvarları
- d. Payandalı İstinat Duvarları
- e. Kafes İstinat Duvarları
- f. Yarı Ağırlık İstinat Duvarları ve Köprü Yaklaşım Duvarlarıdır.

#### 1.1. Kagir İstinat Duvarları

Taştan yapılan duvarlara kagir istinat duvarları adı verilir. Taşların arasında harç kullanıldığında "harçlı istinat duvarları", harç kullanılmadığında ise "kuru kagir istinat duvarları" olarak adlandırılmaktadır.

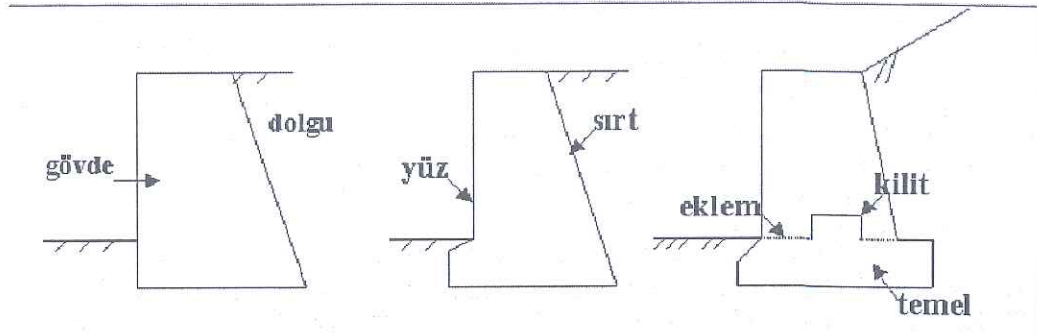
Kagir istinat duvarlarında kullanılacak taşın fiziksel ve geometrik özellikleri homojen, sağlam, sert, aşınma ve donmaya dayanıklı olmalı, içerisinde çürük damarlar, çatlaklar veyapraklı olmamalıdır. Duvar ağırlık kitlesi olarak kullanılacağı için yoğun taşlar kullanılmalıdır. Şartnameye göre; taşların yoğunluğu en az  $2 \text{ ton/m}^3$ , kalınlığı en az 15 cm, taşların genişliği kalınlığının 1.5 katı, uzunluğu ise genişliklerinin 1.5 katı olmalıdır. Taşların yüzeyleri yuvarlak halde olmalı, keskin köşeli olmamalıdır.

Taşlar arasındaki derzler uzun düzey hatlar oluşturmamalı, derzler aşağıdan yukarıya şaşırtmalı olmalıdır. Görünen yüzeydeki taşlar gerideki taşlara metrede en az iki

kez olacak şekilde 25-30 cm. girip kenetlenmelidir. Bağlantı ve kenetlenme taşların yüzeyi yapının toplam yüzeyinin en az beşte biri kadar olmalı ve düzgün olarak dağıtılmalıdır.

## 1.2. Ağırlık İstinat Duvarları

Ağırlık istinat duvarları, yatay zemin basınçlarına karşı kendi ağırlıkları ile karşı koyarak dengeyi sağlarlar ve genelde taş veya kütle beton ile inşa edilirler. (Dayanma (İstinat) Yapıları, 2018) Ağırlık tipi istinat duvarlarının kısımları Şekil 1.1'de verildiği gibidir.



Şekil 1.1. Ağırlık tipi dayanma duvarlarının kısımları

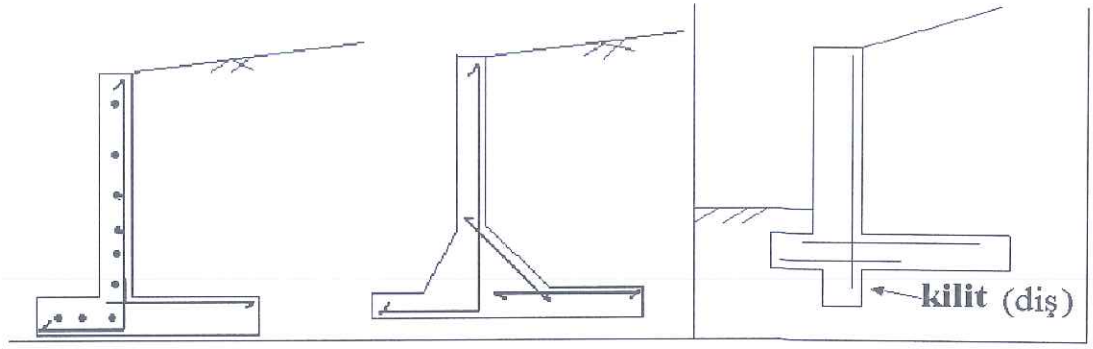
Ağırlık istinat duvarları, toprak basıncına kendi öz ağırlıklarıyla direnirler, bu nedenle tasarımında belirli yükseklikleri aşmamalarına özen gösterilmelidir ( 4~5 m).

Bu tip istinat duvarlarının yapıldığı malzemelerin özelliği göz önünde bulundurularak, çekme gerilmelerine maruz kalmamasına dikkat edilmelidir.

Ağırlık duvarlarının diğer duvar tiplerine göre avantajı aşınma, paslanma hatta kısmi kırılmadan daha az etkilenmesidir. Bunun nedeni sahip oldukları ağırlıktır (Dayanma (İstinat Yapıları), 2018).

### 1.2.1. Yarı ağırlık istinat duvarları

Genellikle duvardaki beton miktarını azaltmak için çekme gerilmelerine maruz kalan kısımlara az miktarda çelik donatı yerleştirilmesiyle inşa edilen duvarlar, yarı ağırlık istinat duvarlarıdır. Özellikle duvarın gövdesi belirgin olarak küçüldüğünden dolayı, temel boyutu büyütülür. Böylece sağlamlık koşulu yerine getirilmiş olur (İstinat Duvarlarının İnşası ve Projelendirilmesi, 2018). Yarı ağırlık istinat duvarlarının kısımları Şekil 1.2'de belirtilmiştir.



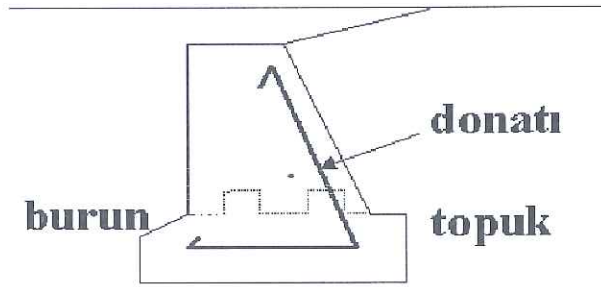
Şekil 1.2. Yarı ağırlık tipi dayanma duvarının kısımları

Ağırlık tipi duvarların dezavantajlarından biri dolguda beliren yer altı suyunun ortamdaki su seviyesine uzaklaştırılmamasıdır.

### 1.3. Konsol İstinat Duvarları

Konsol istinat duvarları, genelde betonarme olarak yapılan yatay basınca maruz kaldıklarında dengeyi bir konsol gibi çalışarak sağlayan duvarlardır. Şekil 1.3' te temel kısımları gösterilen konsol istinat duvarlarında, denge sağlanmaya çalışılırken, dolgunun kendi ağırlığı da dikkate alınır (İstinat Duvarlarının İnşası ve Projelendirilmesi, 2018).

Konsol duvarın çok yüksek olacağı yerlerde ya da yatay basınçların çok yüksek olduğu durumlarda payandalı duvarlar daha uygundur, konsol duvarlar yerine tercih edilmektedir.



Şekil 1.3. Konsol istinat duvarları ve ana donatılarının yerleştirilmesi

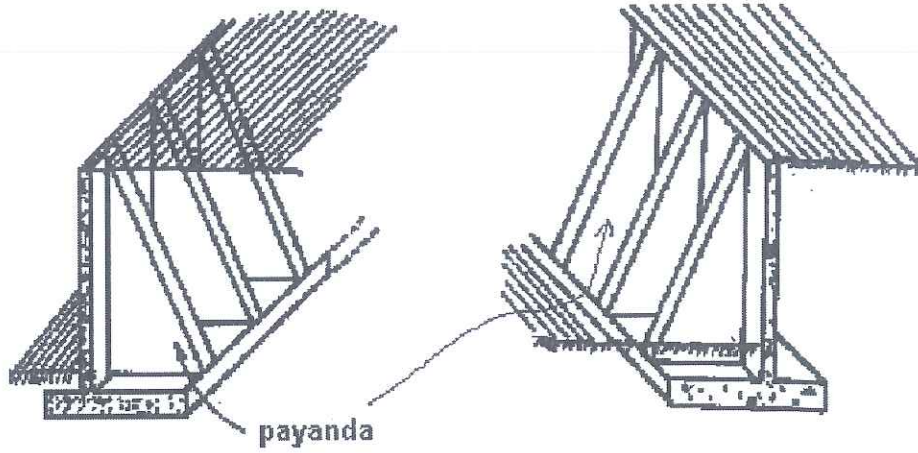
### 1.4. Payandalı İstinat Duvarları

Gelen yüklerin daha fazla olması ya da yüksekliğin konsol duvarlar için yetersiz olması durumunda payandalı istinat duvarları kullanılır.

Bu duvarlar payandalarla güçlendirilmiş ve yükseklikleri 8 metreden 12 metreye kadar değişen konsol duvarlardır (Şekil 1.4). Boyutlandırılmaları ve tasarımları konsol duvarlara benzer, payanda aralıkları duvar yüksekliğine (H) bağlı olarak  $H/3$  ile  $H/2$  arasında değişir.

Yüksekliğin 10 metre olduğu duvarlarda bırakılan payanda aralıkları  $H/2$  seviyelerindedir (İstinat Duvarlarının İnşası ve Projelendirilmesi, 2018).

Bu duvarlarda devrilmeye ve kaymaya karşı direnç tabana ankraj ilavesi yapılarak sağlanabilir.

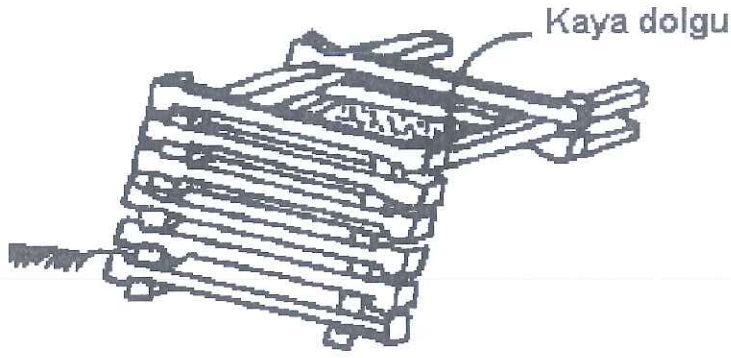


Şekil 1.4. Payandalı istinat duvarları

### 1.5. Kafes İstinat Duvarları

Bu duvarlara ilave edilen ankrajlar, zemin içerisine yerleştirilerek yatay basınçlara karşı dayanım sağlarlar. Kafes istinat duvarlarının stabilite hesapları diğer istinat duvarlarının hesap yöntemleriyle aynıdır. Özellikle aktif bir heyelan önüne duvar inşa edilmesi gerektiğinde heyelan etekleri kısa anolar halinde temizlenir ve temizlenen anolara hemen kafes ilave edilir, böylece heyelan temizleme ekipleri başka anolara geçmek için zaman kaybetmek zorunda kalmaz.

Şekil 1.5'te şematik olarak gösterilen kafes istinat duvarlarının, kendi bünyeleri içinde drenajı sağlamaları, sökülüp takılabilir olmaları, inşa edilir edilmez yük taşıyabilir olmaları, meydana gelen küçük oturmalardan zarar görmemeleri ve bakımlarının kolay olması gibi avantajları bulunmaktadır (İstinat Duvarlarının İnşası ve Projelendirilmesi, 2018).



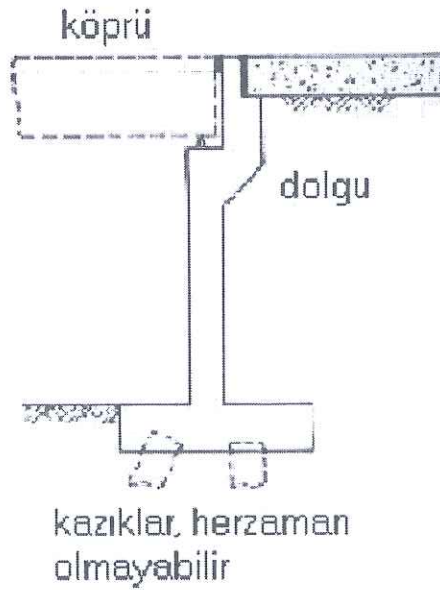
Şekil 1.5.Kafes istinat duvarları

### 1.6. Köprü Yaklaşım Duvarları

Köprü yaklaşım duvarları; yapıları sayesinde köprüye yaklaşırken oluşturulmuş dolgunun erozyona uğramasını engelleyen istinat duvarlarıdır (Şekil 1.6). Bu tip duvarların, istinat duvarlarından çeşitli farklılıkları bulunmaktadır (İstinat Duvarlarının İnşası ve Projelendirilmesi, 2018).

- Tepe noktalarında köprüye mesnet görevi görürler,
- Tepe noktasının mesnet olması sebebiyle, yatay hareket engellenir. Bu nedenle de yatay aktif basınçlar oluşmaz.

Yapıların bodrumlarında yapılan duvarlarda bir çeşit istinat duvarı gibi çalışırlar.



Şekil 1.6. Köprü yaklaşım duvarının şematik gösterimi

## İKİNCİ BÖLÜM

### YANAL TOPRAK BASINÇLARI

#### 2. YANAL TOPRAK BASINÇLARI

Zemin kütlelerinin yanıl hareketini önlemek için yapılan dayanma yapıları ile zeminin değme yüzeyinde oluşan basınca "yanal toprak basıncı" denir. Zemini farklı iki düzeyde tutan veyanal zemin basınçlarının etkisinde olan dayanma yapılarının hesaplanması için, onlara gelen yanıl toprak basınçlarının bilinmesi gerekmektedir.

Yanal toprak basıncının büyüklüğü zeminin yatay deformasyonuna bağıdır.

- Yatay deformasyon yok ise "sükunetteki toprak basıncı" ( $p_0$ ).
- Duvar zeminden dışı doğru hareket edecek olursa "aktif toprak basıncı" ( $p_a$ ).
- Duvar zemine doğru hareket eder ise "pasif toprak basıncı" ( $p_p$ ) olarak adlandırılır.

#### 2.1. Sükunetteki Toprak Basıncı

Yatay deformasyonun olmadığı durumlarda duvar hareketsiz olur ve toprak basıncı  $p_0$  ile gösterilir.  $p_0$  sükunetteki toprak basıncı olarak adlandırılır. Bu durumda düşey bir duvara  $h$  derinliğinde etkiyen  $p_0$  değeri,

$$p_0 = \gamma h K_0 \quad (2.1)$$

Olarak ifade edilir. Eş. 2.1. 'de yer alan  $\gamma$ ; zemin birim hacim ağırlığını ve  $K_0$  sükunetteki toprak basıncı katsayısını ifade eder. Eş. 2.2. 'ye göre  $K_0$  ise;

$$K_0 = \nu / (1 - \nu) \quad (2.2)$$

formülü ile ifade edilir. Burada  $\nu$  Poisson oranını ifade eder.

Eş. 2.3. 'te verilen granüler zeminlerde  $K_0$ ,

$$K_0 = 1 - \sin \theta \quad (2.3)$$

bağıntısından hesaplanabilir. Burada  $\theta$ , kayma mukavemeti açısıdır.

## 2.2. Aktif ve Pasif Toprak Basınçları

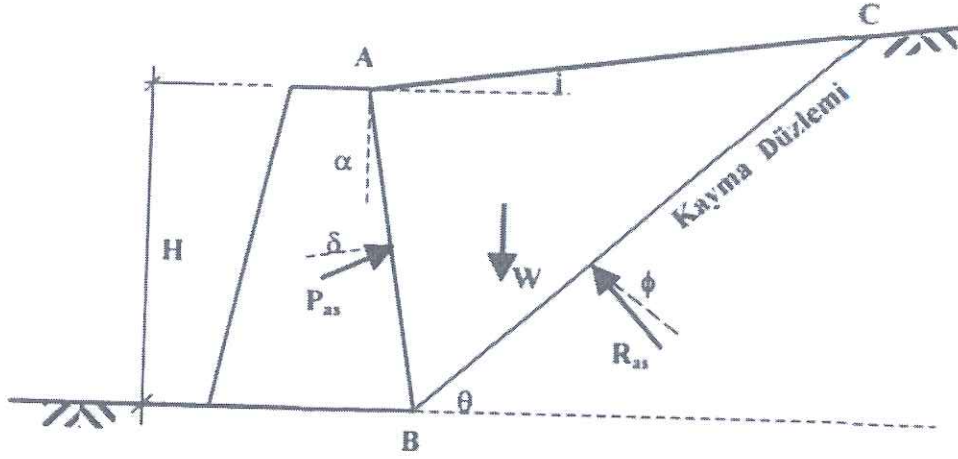
Rankine tarafından geliştirilen "Rankine Teorisi" ve Coulomb tarafından geliştirilen "Kama Teorisi" aktif ve pasif toprak basınçlarının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Rankine ve Kama teorileri zemin içerisinde kırılma yüzeyleri oluşuncaya kadar, zeminin yatay yönde genişlemesi veya sıkışması esasına dayanır. Bu durum duvarın zemine doğru veya tersine doğru hareketiyle meydana gelir.

### 2.2.1. Aktif itki yöntemi

Aktif itki yöntemi, Coulomb ve Rankine yöntemleri olarak iki grupta incelenir.

#### \*Coulomb yöntemi

Deprem olmayan durumlarda, birim duvar uzunluğu için Şekil 2.1'de aktif zemin kamasına etkiyen kuvvetler gösterilmiştir. Şekilde yer alan;



Şekil 2.1. Aktif itki için Coulomb yönteminde zemin kamasına etki eden kuvvetler

W: Zemin kamasının ağırlığı,

$P_{as}$ : Statik aktif zemin itkisi,

$R_{as}$ : Kayma düzlemi boyunca meydana gelen sürtünme kuvvetleri ve normal kuvvetlerin bileşkesi,

$\alpha$  : duvar arka yüzeyinin düşey ile yaptığı açı,

$\delta$  : duvar arka yüzeyi ile zemin arasında meydana gelen sürtünme açısı,

$\theta$  : kayma düzleminin yatayla yaptığı açı,

$\phi$  : zeminin içsel sürtünme açısıdır.

Statik aktif yanal zemin itkisi:

$$P_{as} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{as} \quad (2.4.)$$



Eş. 2.4. 'te ;

$\gamma$ : zemin birim hacim ağırlığı,

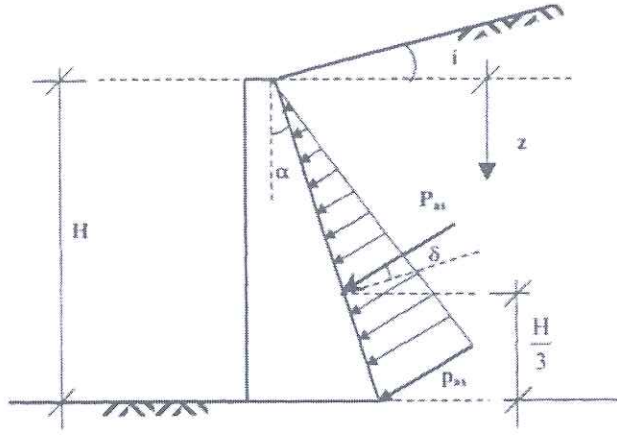
H: istinat duvarının yüksekliği,

$K_{as}$ :statik aktif yanal zemin basıncı katsayısıdır.

Statik aktif yanal zemin basıncı katsayısı  $K_{as}$ ;

$$K_{as} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha \cdot \cos(\delta + \alpha) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \alpha) \cdot \sin(\phi - i)}{\cos(\delta + \alpha) \cdot \cos(i - \alpha)}} \right]^2} \quad (2.5.)$$

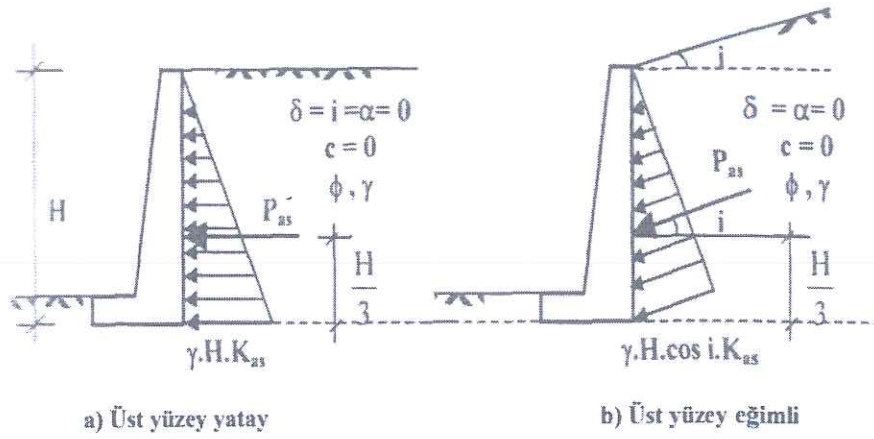
Eş. 2.5.'te verilen  $i$ ; zemin üst yüzeyinin yatayla yaptığı açıdır.



Şekil 2.2. Coulomb yönteminde kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için kabul edilen aktif yanal basınç dağılımı ve aktif yanal itkinin uygulama yeri

#### \*Rankine yöntemi

Kohezyonsuz zeminlerde aktif toprak basıncının Rankine yöntemiyle hesaplanması durumunda, duvara etkiyen yanal zemin basınçları Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3. Kohezyonsuz zeminlerde aktif basıncın Rankine durumu için yanıl zemin basınçları

$$P_{as} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{as} \quad (2.6.)$$

$$K_{ps} = \cos i \cdot \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \quad (2.7.)$$

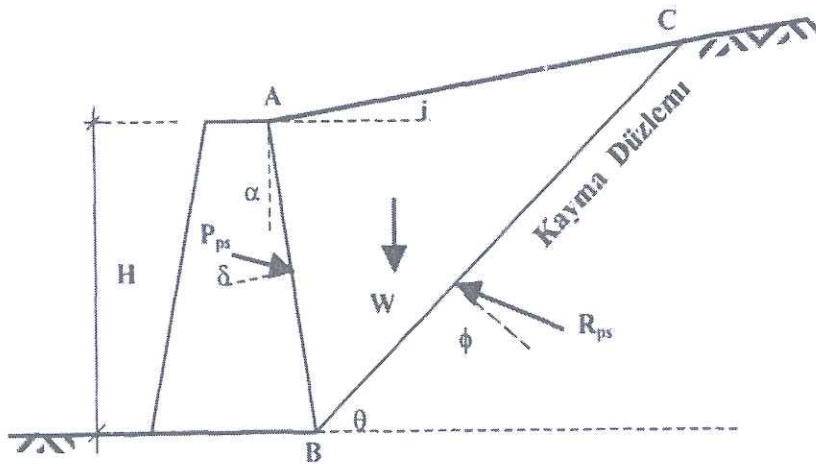
Kohezyonsuz zeminlerde statik aktif yanıl zemin itkisi ;

$$P_{as} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \cos i \cdot \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \quad (2.8.)$$

### 2.2.2. Pasif itki yöntemi

Pasif itki yöntemi, Coulomb ve Rankine yöntemleri olarak iki grupta incelenir.

#### \*Coulomb yöntemi



Şekil 2.4. Pasif basınç için coulomb yönteminde zemin kamasına etki eden kuvvetler

W: Zemin kamasının ağırlığı,

$P_{ps}$ : Statik pasif zemin itkisi,

$R_{ps}$ : Kayma düzlemi boyunca meydana gelen sürtünme kuvvetleri ve normal kuvvetlerin bileşkesi,

$\alpha$  : duvar arka yüzeyinin düşey ile yaptığı açı,

$\delta$  : duvar arka yüzeyi ile zemin arasında meydana gelen sürtünme açısı,

$\theta$  : kayma düzleminin yatayla yaptığı açı,

$\phi$  : zeminin içsel sürtünme açısıdır.

Statik pasif yanal zemin itkisi:

$$P_{ps} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{ps} \quad (2.9.)$$

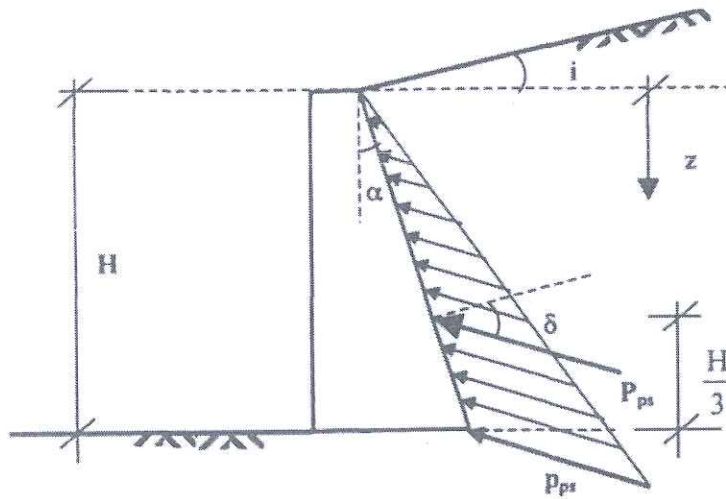
Eş. 2.9.'da ;

$\gamma$ : zemin birim hacim ağırlığı,

H: istinat duvarının yüksekliği,

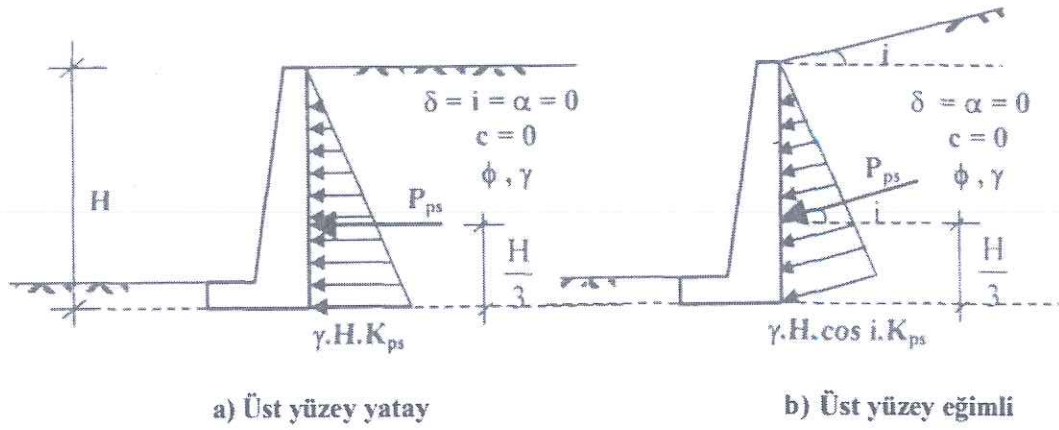
$K_{ps}$ :statik pasif yanal zemin basıncı katsayısıdır.

$$K_{ps} = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta - \alpha) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi + i)}{\cos(\delta - \alpha) \cdot \cos(i - \alpha)}} \right]^2} \quad (2.10.)$$



Şekil 2.5. Coulomb yönteminde kohezyonlu ve kohezyonsuz zeminler için kabul edilen pasif yanal zemin basınç dağılımı ve pasif yanal itkinin uygulama yeri

\*Rankine yöntemi



Şekil 2.6. Kohezyonsuz zeminlerde pasif rankine durumu için etki eden zemin basınçları

$$P_{ps} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot K_{ps} \quad (2.11.)$$

$$K_{ps} = \cos i \cdot \frac{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \quad (2.12.)$$

Kohezyonsuz zeminlerde statik pasif yanal zemin itkisi ;

$$P_{ps} = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \cos i \cdot \frac{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}}{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \phi}} \quad (2.13.)$$

Kohezyonlu zeminlerde, zeminin kendisinden kaynaklı,

Statik aktif  $\gamma \cdot z \cdot K_{as}$  basıncına

$$-2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{as}} \quad (2.14.)$$

Statik pasif  $\gamma \cdot z \cdot K_{ps}$  basıncına

$$+2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{ps}} \quad (2.15.)$$

Toplam aktif  $\gamma \cdot z \cdot K_{at}$  basıncına

$$-2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{at}} \quad (2.16.)$$

Toplam pasif  $\gamma \cdot z \cdot K_{pt}$  basıncına

$$+2 \cdot c \cdot \sqrt{K_{pt}} \quad (2.17.)$$

terimlerinin ilave edilmesi gerekir. Formüllerde belirtilen c; toprağın kohezyon değeridir.

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### PALPLANŞLAR

#### 3. PALPLANŞLAR

Palplanş perdeler, derin kazı sistemlerinde zemini dengede tutmak için beton, çelik veya ahşap olarak üretilen, tek tek sıralı şekilde çakılarak oluşturulan sürekli duvarlar olarak adlandırılır. Çelikten üretilen palplanşlar, diğerlerine göre daha dayanımlı ve kullanım açısından daha dayanıklı olduğu için genelde tercih edilir. Palplanşlar yatay yüklerin çoğunu taşıyabildiği için derin kazılarda ankrajlı veya destekli, derin olmayan kazılarda ise konsol olarak kullanılırlar. Düşey yüklere karşı hassas olan palplanşlar, sert zeminlerde çakma gereksinimi doğacağından bu tür yerler için kullanıma uygun değildirler.

##### 3.1. Betonarme Palplanşlar

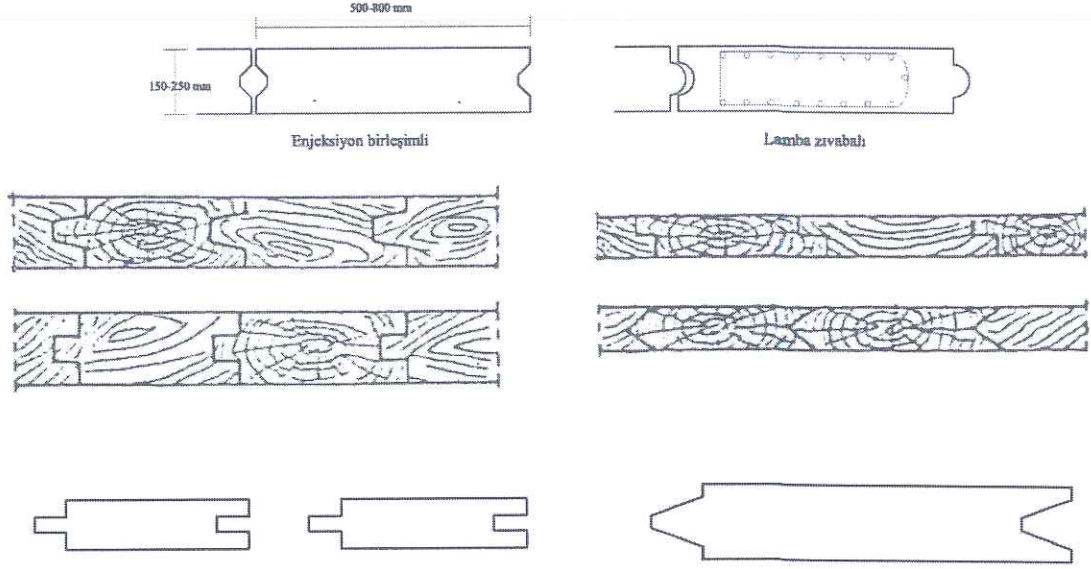
Betonarme palplanşlar, karşılayacakları yüklere göre istenilen ölçü ve dayanıma göre tasarımı yapılır. Çakma anındaki gerilmeleri karşılayabilmesi için alt ve üst kenarlara daha sık donatı yerleştirilebilir. (TABUR, 2014)



Şekil 3.1. Betonarme palplanş kesitleri

### 3.2. Ahşap Palplanşlar

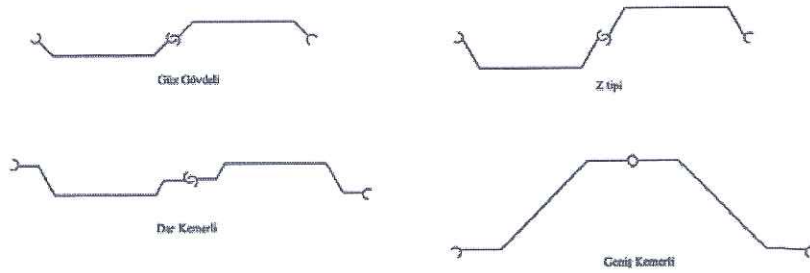
Ahşap palplanşlar, kazı derinliğinin çok olmadığı yerlerde kullanılırlar. Bu palplanşlar dayanıklı olmadığından geçici durumlar için kullanılırlar. Genel olarak tekli, çiftli veya üçlü olarak tasarlanıp, kullanılabilirler.



Şekil 3.2. Ahşap palplanş kesitleri

### 3.3. Çelik Palplanşlar

Dökme demirlerden üretilen çelik palplanşlar değişik kesitlerde yapılabilir. Sert zeminlerde dayanıklı olduğu için diğer palplanş türlerine göre daha yaygın kullanılır. Diğerlerine göre daha hafiftir. Düz gövdeli, Z tipi, dar ve geniş kemerli olarak değişik kesitlerde üretilir.



Şekil 3.3. Çelik palplanş kesitleri



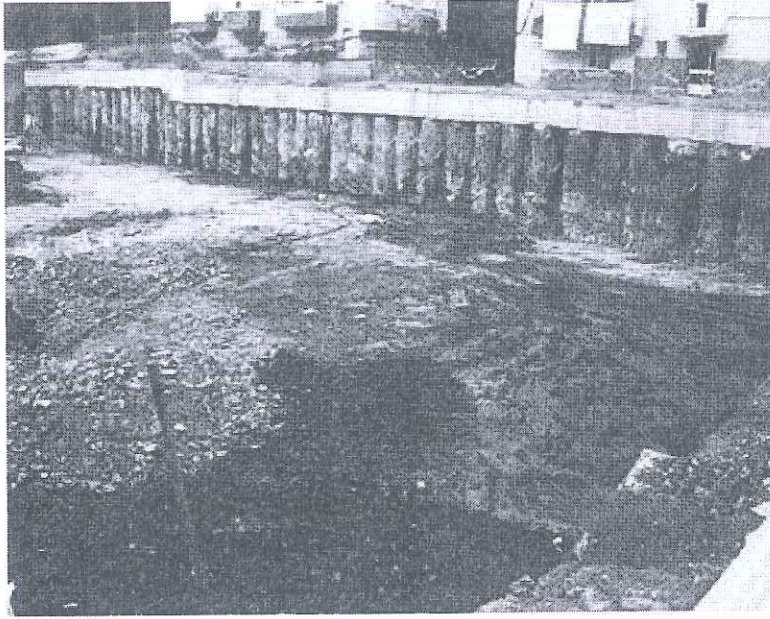
Şekil 3.4. Çelik palplanş perde

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### FORE KAZIKLAR

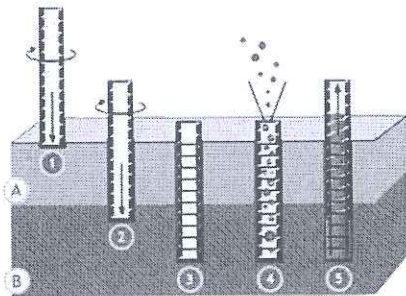
#### 4. FORE KAZIKLAR

Kazı derinliğinin fazla olduğu yerlerde yerinde beton dökülerek veya dışarıda hazırlanan kazığın belirli aralıklarla zemine çakılarak oluşturulan destekleme sistemidir. Fore kazıklar yatay desteklerin yerleştirilme aralıklarına, yeraltı suyunun seviyesine ve zeminin özelliklerine göre yerleştirilir.



Şekil 4.1. Fore kazıklı perde

Kumlu, çakıllı tabakalar gibi kendini tutabilen zeminlerde delgi ağzına 2-3 m bir boru konularak kuyu içine indirilir. Gerekli donatı ve beton konularak imalat tamamlanır. Yeraltı su seviyesi yüksek, yumuşak kil ve kum tabakası olan zeminlerde tam boy borulu veya kuyu içi stabilitesi sağlanarak imalat yapılması gerekir. Kuyu içi stabilitesi kullanımı halinde kuyu içi sondaj sıvısı olarak bentonit kullanılır.



Şekil 4.2. Fore kazık imalatı



## BEŞİNCİ BÖLÜM

### ZEMİN ANKRAJLARI

#### 5. ZEMİN ANKRAJLARI

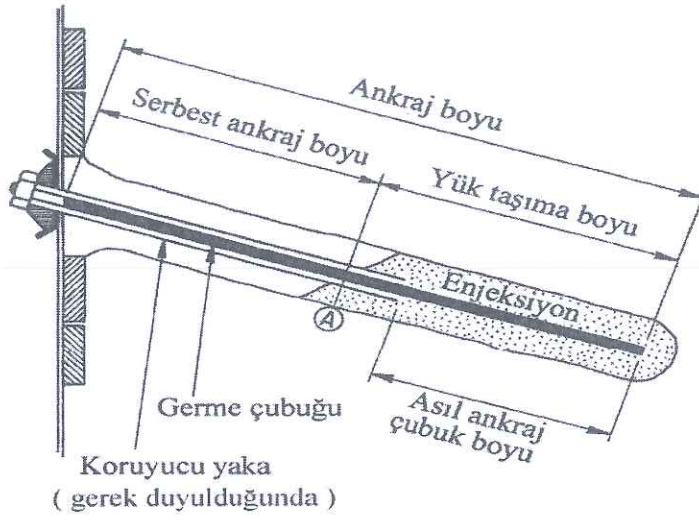
Ankrajlar, derin kazıların güvenle açılabilmesi ve inşaat sırasında güvenli olarak durabilmesi için, yüksek şev duvarlarının desteklenmesinde kullanılan elemanlardır. Ankraj, üzerine uygulanan gerilme kuvvetini elverişli zemine ileten yapısal bir parçadır. Ankraj pasif ve öngermeli olabilir. Pasif ankraj, kendi başına yük taşımaz. Zemin ilgili ankraj parçasına doğru hareket ettikçe, yük ankraja iletilir. Pasif ankrajın, maksimum yük taşıma gücüne ulaşabilmesi için büyük hareketlere ihtiyaç vardır. Büyük hareketleri daha kabul edilebilir düzeye indirmek için zemin ankrajları, genellikle yapıya, zemin yüzeyi levhasına veya bileşenlerine doğru çekilerek önceden gerilir. Öngermeli ankrajın, sabit ankrajdan daha dayanıklı olduğu gözlenmiştir (DALDAL, 2005).

Ankrajların kullanım amaçlarından bazıları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Yapıların dönmeye karşı güvenceye alınmasında,
- Düşey yer değiştirmelerin önlenmesinde,
- Yapıların kritik yüzeyler boyunca kaymaya karşı emniyetinin sağlanmasında,
- Yeraltı yapılarının stabilitelerinin artırılmasında,
- Zeminin ön konsolidasyonunun sağlanmasında, Yapıların sismik duyarlılığının artırılmasında,
- Deney sahası küçük olan yerlerde kazık yükleme deneylerinde öngerme sağlayan eleman olarak
- Barajların yükseltilmesinde,
- Dalgakıran ve iskelelerde gemilerin iskele babalarına verdikleri yükün dağıtılmasında kullanılır (DALDAL, 2005).

#### 5.1. Ankrajların Kısımları

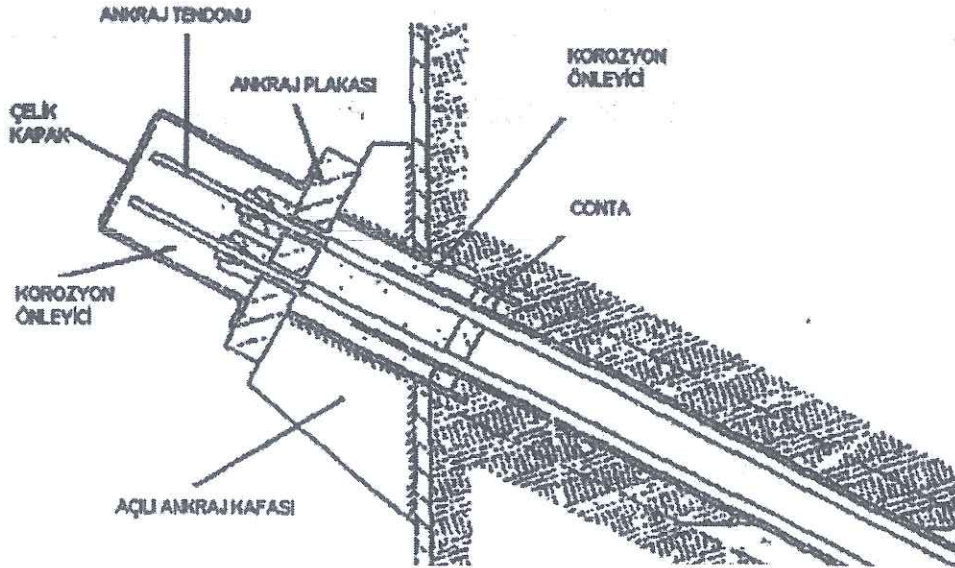
Zemin ankrajları uygulanan çekme yüklerini taşıyıcı zemine aktarırlar. Ankrajların ana elemanları, ankraj kafası, serbest boyu, tutulu ankraj (kök boyu) kısmından oluşur (İNAN, 2000).



Şekil 5.1. Tipik bir geçici ankraj (İNAN, 2000)

### 5.1.1. Ankraj kafası

Bu bölge öngörme kuvvetinin yüzeye yayılmasını sağlar. Öngörmenin uygulandığı bölge ankraj kafasıdır. Genel olarak ankraj kafası, sıkıştırıcılar (kamalar), ankraj ve ankraj plakasından meydana gelir. Kontrol edilebilmesi için, açık olması gereken ankrajlarda bir de koruyucu kapak yapılması önerilir. Şekil 9.2'de tendon kısmı örgü tel olan bir ankrajın kafa detayı görülmektedir (BS-8081, 1989).



Şekil 5.2. Ankraj kafası (BS-8081, 1989)

### 5.1.2. Serbest ankraj boyu

Ankraj gövdesinin başlangıcı ile ankraj kafası arasındaki mesafedir. Germe işlemi sırasında öngerme çeliğinin engelsiz olarak uzayabileceği uzunluğa karşı gelmektedir (DEMİRKOÇ, 2007).

Serbest ankraj kısmının yapısı ankrajdan beklenen hizmete göre belirlenir. Bunlar:

- a) Ankraj ömrü (geçici ya da kalıcı ankraja göre değişir),
- b) Korozyon ve mekanik darbelere karşı ne kadar korunması gerektiği,
- c) Ankraja kademeli olarak gerilme yüklenmesi zorunluluğu,
- d) Çekme kuvvetinin her an ölçülebilme olasılığı,
- e) Germe elemanlarının boşaltılması ve sonradan tekrar gerilme yüklenmesi zorunluluğu,
- f) Zeminin olası yatay yer değiştirmelerinin karşılanması olasılığıdır.

### 5.1.3. Ankraj gövdesi

Ankraj gövdesi ön germe kuvvetini zemine aktaran kısımdır. Zemin özelliklerine göre ankraj gövdesinin içine çelik yerleştirilir.

## 5.2. Ankrajların Sınıflandırılması

Ankrajlar farklı şekillerde sınıflandırılabilir.

### 5.2.1. Kullanım sürelerine göre ankrajların sınıflandırılması

**a) Geçici ankrajlar:** Bu tür ankrajlar inşaat sırasında güvenli inşa olanağı sağlayan ve kullanım süresi genellikle 2 yıl olan ankrajlardır. Servis ömürlerine göre 2'ye ayrılırlar.

1. Nolu geçici ankrajlar: Servis süreleri en fazla altı ay olan ve göçmesi durumunda sıkıntı yaratmayan, insanların güvenliğini etkilemeyen ankrajlardır.

2. Nolu geçici ankrajlar: İksa sistemlerinin desteklenmesinde kullanılan, servis süreleri 2 yıl dolaylarında olan ve göçmesi durumunda ciddi sorunlar yaratan ankrajlardır.

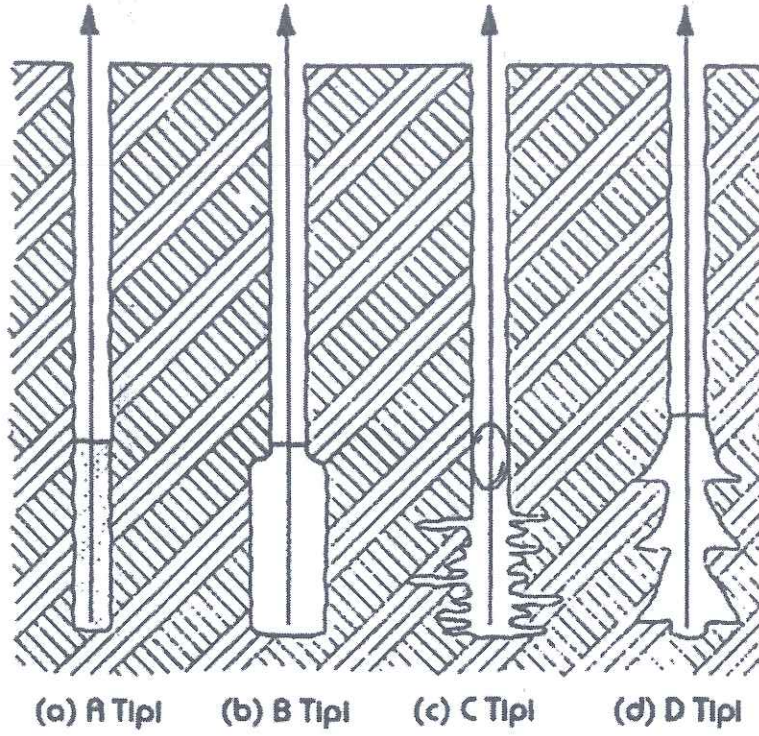
**b) Sürekli ankrajlar:** İksa sistemlerinin ve kalıcı yapıların servis ömrü boyunca güvenliğinin sağlanması amacıyla yapılırlar.

3. Nolu sürekli ankrajlar: Göçmesi durumunda çok ciddi sorunlar yaratan ankrajlardır.

### 5.2.2. İmalat teknikleri dikkate alınarak ankrajların sınıflandırılması

Verilen belirli bir zemin durumu altında bir ankrajın taşıma kapasitesi, geometrisi tarafından etkilenir. Bir ankrajın tasarımında, ankrajın kök kısmından çevresindeki zemine iletildiği gerilmeler, ankraja uygulanan imalat tekniği, enjeksiyon ve delme yöntemlerinden

etkilenmektedir. Bu kriterler göz önünde bulundurularak ankrajlar 4 ana grup altında toplanabilir (BS-8081, 1989).



Şekil 5.3. Temel ankraj tipleri

**a) A Tipi Ankrajlar:** Zemin ile harç arasındaki kayma mukavemeti, kök kısmındaki sıyrılmaya karşı direnci oluşturur. Dayanım, deliğin stabilitesine bağlı olup, doğrusal ya da doğrusal olmayan düz şaftlı ankrajlardır. Çoğunlukla kayalarda ya da katı ve sert kohezyonlu zeminlerde kullanılır. Mukavemet, zemin-enjeksiyon yüzeyi arasında oluşan yüzey kayma gerilmelerine bağlıdır (BS-8081, 1989).

**b) B Tipi Ankrajlar:** Ankraj kök çapının zemin içinde minimum hasar yaratarak genişletilmesi sonrası çimento harcının  $< 1000 \text{ kN/m}^2$  değerlerindeki basınç altında boşluklara ve çatlaklara girmesi sağlanarak oluşturulan ankraj tipidir. İyi derecelenmiş kohezyonsuz zeminlerde kullanıldığı gibi, yumuşak çatlaklı kayalarda ve kaba alüvyonlarda da kullanılır. Kök çevresindeki zeminin, kohezyonsuz zeminlerde çimento sızdırmazlığından yararlanarak, basınç altında iyice sıkıştırılması ile geniş bir ankraj kökü oluşturulur.

Dikkat edilmesi gereken, enjeksiyon basıncının her zaman toplam jeolojik yükten düşük olması gerektiğidir. Ankraj kök bölgesinde, kayma mukavemetinden dolayı direnç oluşur (BS-8081, 1989).

**c) C Tipi Ankrajlar:** 2000 kN/m<sup>2</sup>'den daha yüksek basınç altında çimento harcının zemin boşluklarına sızdırılması ile ankraj kökü genişletilir. Birinci enjeksiyonun sertleşmesinden sonra, çoğunlukla basınç, ikincil enjeksiyon sırasında uygulanır. İkinci enjeksiyon genellikle "manchette system" adı verilen özel bir tüp sistemi ile ya da ankraj kökü içinde çalışabilen minyatür enjeksiyon tüpleri kullanılarak yapılır. Kohezyonsuz zeminlerde, bazen de kohezyonlu zeminlerde başarılı bir şekilde kullanılır. Uniform bir kayma mukavemetinin ankraj kökü boyunca var olduğu prensibine göre taşıma gücü hesaplanır (BS-8081, 1989).

**d) D Tipi Ankrajlar:** Mekanik aletlerle ya da patlayıcılarla oluşturulmuş bir dizi kökten oluşan ankrajın enjeksiyonunda "Tremie " yöntemi uygulanır. Katı ve sert kohezyonlu zeminlerde kullanılan bu ankrajlarda, kayma mukavemeti ve uç mukavemeti sıyrılmaya karşı direnci oluşturur. Duvar stabilizasyonunun bazı şekillerinde D tipi ankrajların kullanılması çok yaygın bir uygulama olmamakla birlikte kohezyonsuz zeminlerde de kullanılabilir (BS-8081, 1989).

### 5.3. Ankrajların Uygulama Aşamaları

#### 1. Adım;

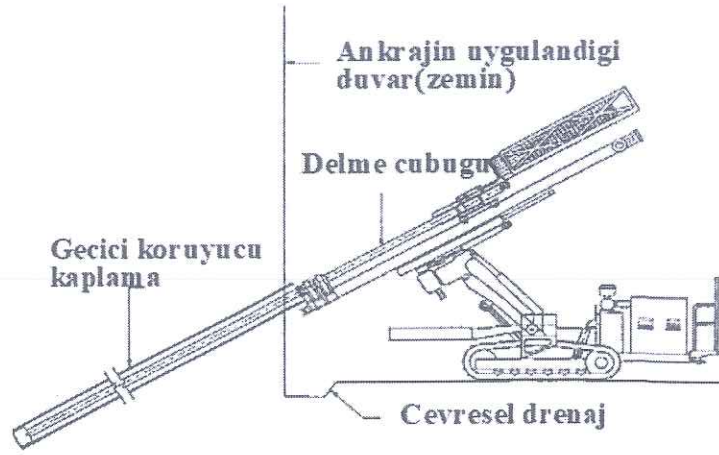
- İlk önce ankrajın uygulanacağı noktalar seçilir.
- Duvar arkasındaki yatay kuvvetler denetim altına alınmalıdır.
- Uygulama alanı çevresinde drenajı sağlanmalıdır.

#### 2. Adım;

- Ankrajın uygulanacağı nokta delme makinesi ile delinir.
- Belirli eğim açısı ayarlanarak delmeye başlanır.

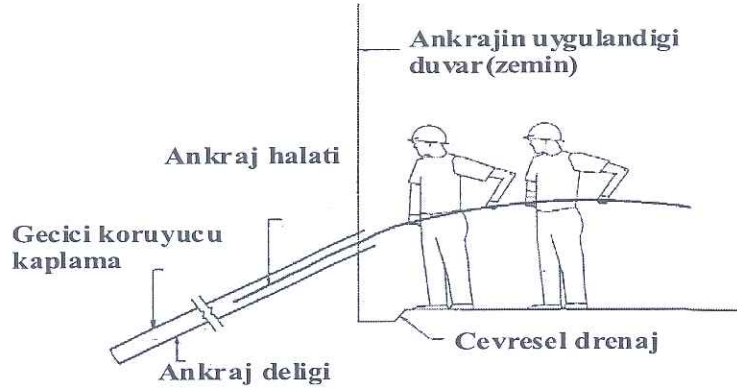
#### 3. Adım;

- Uzun koruyucu bir kaplama deliğe sokulur.
- Delme sırasında, çıkan malzeme basınçlı hava veya su ile temizlenir.
- Gerekli derinliğe gelindiği zaman, malzeme delikten çekilir.



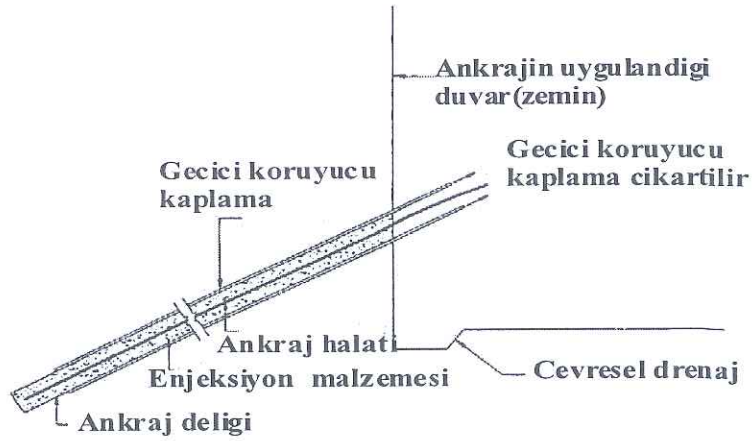
4. Adım;

- Proje için uygun ankraj deliğe sokulur.



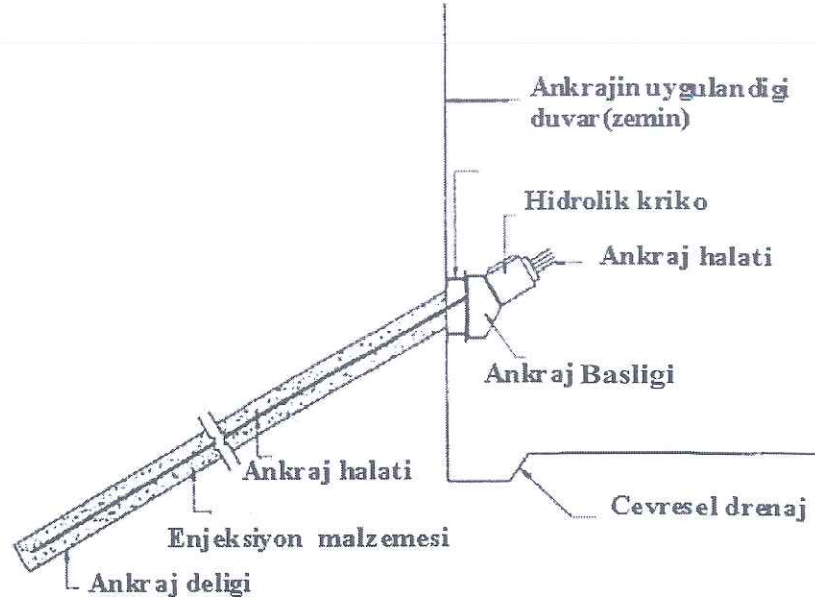
5. Adım;

- Delik içine enjeksiyon yapılır.
- Enjeksiyon malzemesi dışarı çıktığında işlem sona erdirilir.



6. Adım;

- Beton Prizinden sonra ankraj başlığı yerleştirilir ve halatlar gerdirilir.
- İşlemler bittikten sonra minimum 7 gün ankraj üzerindeki gerilimler gözlemlenir.



#### 5.4. Derin Kazılarda Çok Sıra Ankrajlarla Desteklenen İksa Sistemleri Ve Tasarım Yöntemleri

Derin kazı gerektiren durumlarda iksa sistemleri kazı çukurunun desteklenmesi için inşa edilirler. İksa sistemlerinin projelendirilmesinde detaylı bir zemin etüd çalışması, ekonomik ve güvenli bir destekleme sisteminin seçilmesi ve özellikle şehir içi bölgelerdeki uygulamalar açısından da iyi bir süre organizasyonu gerekir. Bu bakımlardan iksa sisteminin projelendirmesinden önce, aşama aşama birbirini takip eden bir dizi araştırmanın yapılması gerekmektedir. Aşağıda bir destekleme sisteminin projelendirmesinden önce yapılması gereken araştırmalar genel olarak açıklanmıştır (ÖZBERK, 2009).

##### 5.4.1. Bir destekleme yapısının projelendirilmesi ve inşaatı için yapılması gereken çalışmalar

Bir destekleme yapısının projelendirilmesi ve inşaatı için gereken çalışmalar aşağıdaki şekilde sıralanabilir.

1. Ön çalışmalar:
  - İnşaat ve kazının geometrik gereksinimlerinin belirlenmesi: İnşaatın ve kazının geometrik gereksinimleri projeye göre belirlenmelidir.

- Geoteknik İnceleme: İksa sistemlerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi geoteknik şartların iyi bilinmesi ile mümkündür. Önce ayrıntılı geoteknik etüdler yapılmalı, çevre binalarının inşaaat göre konumu incelenmeli ve zeminin incelenmesi sonucu elde edilen parametreler göz önünde bulundurularak doğru hesap verileri ve yöntemleri ile çalışılmalıdır.
- Sondajlama ile kazı sahasındaki zeminin bir geoteknik araştırmaya tabi tutulması: Yapılacak sondajların uygun aralıklarla seçilmesi ve kazı seviyesinin yeteri kadar altına inilmesi gerekir. Ankrajlı destekleme sistemi uygulanması halinde ankraj köklerinin gelmesinin muhtemel olduğu bölgelerde eğer komşu yapılar mevcutsa eğimli, mevcut değilse düşey sondajlar yapılarak zeminin profili ve özellikleri belirlenmelidir.
- Arazi ve laboratuvar deneyleri ile tabakalara ait geoteknik parametrelerin yeterli ve güvenilir olarak belirlenmesi: Zemin profilinde rastlanan tabakalara ait geoteknik parametreler arazi ve laboratuvar deneyleri ile belirlenmeli, eğer mümkünse ankraj köklerinin tespit edileceği yerlerde sürekli örselenmemiş numuneler alınmalıdır. Zemin kaya ise karot çapı 5 mm'den küçük olmamalı, maksimum TCR ve RQD değerleri verecek cinsten karotiyer seçilmelidir.
- Yeraltı suyu durumunun incelenmesi: Kazı alanında varsa yeraltı suyunun seviyesi ve özellikleri, beton için zararlı maddeler içerip içermediği araştırılmalı, inşaaat süresince su pompajla çekilecekse debisi ve su taşıyan tabakalardaki basınçları belirlenmelidir.
- Çevre yapılarının ve şehir şebekelerinin inşaaat göre konumunun ayrıntılı bir raporunun hazırlanması: Çevre yapıların oturma toleransı, taşıyıcı sistemleri, yaşları, temel derinlikleri, bu yapıların projeleri incelenerek ve yerinde yapılan incelemelerle belirlenmelidir. Ayrıca içme suyu, havagazı, elektrik, telefon ve kanalizasyon gibi şehir şebekelerinin yerleri ve derinlikleri tespit edilerek vaziyet planına işlenmelidir.
- Kazı çukurunun açık kalacağı süre: Kazı çukurunun boyutlarına ve uygulanacak inşaaat hızına bağlı olarak kazı çukurunun açık kalacağı zaman ve mevsimler tahmin edilmelidir.
- Destekleme sistemleri geçici ve sürekli amaçlarla tasarlanabilir. Geçici olanlar sadece kazı ve temel inşaaatı süresince kazı duvarlarından gelecek



basınçları karşılamak, sürekli olanlar ise yapının bir bölümünü oluşturmak üzere tasarlanırlar.

- Malzeme sarfiyatının belirlenmesi: Proje dikkate alınarak ve imalat sırasında karşılaşılabilecek muhtemel durumlar göz önünde bulundurularak malzeme sarfiyatı belirlenmelidir.

## 2. Uygun sistemin seçimi ve projelendirme

Uygun iksa sisteminin seçimi, kazının yapılacağı zeminin özelliklerine, inşaa edilecek yapının özelliklerine, yapılacak iksa sisteminin hangi amaca hizmet ettiğine, çevre koşullarına, kazı derinliğine, ekonomik koşullara vb. bağlı olmaktadır. Birçok çözüm irdelenir ve en uygunu seçilir.

- Uygun sistemin belirlenmesi: Yapılan araştırma ve çalışmalardan elde edilen bilgiler ışığında aşağıdaki sistemlerin en uygun olanı belirlenmeye çalışılır:

### 1. Geçirimli perdeler

- (a) Kesişmeli fore kazıklı perde (konsol veya ankrajlı)
- (b) Diyafram duvar (konsol veya ankrajlı)
- (c) Palplanş perde (konsol veya ankrajlı)

### 2. Geçirimli perdeler

- (a) Ayrık fore kazıklı perde (konsol veya ankrajlı)
- (b) Mini kazıklı perde (konsol veya ankrajlı)
- (c) Betonarme perde (ankrajlı)
- (d) Berlin duvarı (ankrajlı)
- (e) Kuyu perde (konsol veya ankrajlı)

Destekleme yapıları servis yüküne göre de geçici perdeler ve sürekli perdeler olarak sınıflandırılır.

**Destekleme sisteminin hesabında uygun yük kabulleri ve doğru hesap verileri ile çalışmak:** Destekleme sistemine gelecek toprak basınçları, su basıncı, komşu yapılardan aktarılan yükler hesaplanmalı ve bu yükler altında sistemde oluşacak kesit tesirleri ile deformasyonlar ve dönmeler hesaplanarak uygun kesitler belirlenmelidir. Destekleme sistemine ait elemanların seçiminde şu hususlar dikkate alınmalıdır:

a) Destekleme elemanları burulmaya ve aşırı deformasyona uğramadan toprak basıncı ve sürşarj etkilerini güvenle taşımalıdır.

b) Yatay destekler mümkün olduğu kadar seyrek konularak inşaat makinalarının temel çukuru içinde rahat çalışabilmesi sağlanmalıdır. Ankrajlı bir destekleme sistemi seçilmesi halinde yüksek kapasiteli seyrek ankraj yerine düşük kapasiteli sık ankraj kullanılması yoluna gidilmelidir.

c) Zemin yüzeyinde oturmalar istenmiyorsa destekleme sistemi ankrajlarla geriye bağlanmalı ve ankrajlara öngerme verilmelidir.

d) Esas yapıya ait radye temeli ve bodrum katları yatay destek olarak kullanmanın mümkün olup olmadığı araştırılmalıdır.

### **3) Maliyet Analizleri**

Doğru ve güvenilir bir proje belirlendikten sonra yapım maliyet karşılaştırmaları yapılarak en ekonomik olan sistem belirlenir. Böylece hem güvenilirlik hem de ekonomiklik koşulunu sağlayan sistem seçilmiş olur.

### **4) Kalite Kontrol ve lmleme**

Proje uygulama kadar önemli olan diğer bir konu da inşaatla kalite kontrolü ve lmlemedir. Uygulamanın projeye uygunluğu, işçilik ve malzeme kalitesi, imalat kaleminin başarısı, kazı aşamalarındaki uygun duvar hareketlerinin gözlemi mutlaka yapılmalıdır.

## ALTINCI BÖLÜM

### ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN SAYISAL ANALİZİ

Bu bölümde ankrajlı fore kazıklı iksa sistemlerinin sonlu elemanlar yöntemini temel alan Plaxis yazılımı ile öngermeli ve öngermesiz olarak modellemesi yapılmış ve analiz sonuçları karşılaştırılarak uygun olan tasarım belirlenmiştir (Brinkgreve, 2002).

Sonlu elemanlar yöntemi bir sınır değer problemin analizi için kullanılan sayısal bir çözüm yöntemidir. Sürekli bir ortam sonlu elemanlara bölünerek denklemler her bir eleman için yazılır ve entegre edilerek sistem denklemleri elde edilir. Sonuçta sürekli bir ortam için göz önüne alınan diferansiyel denklem lineer bir denklem takımına indirgenir.

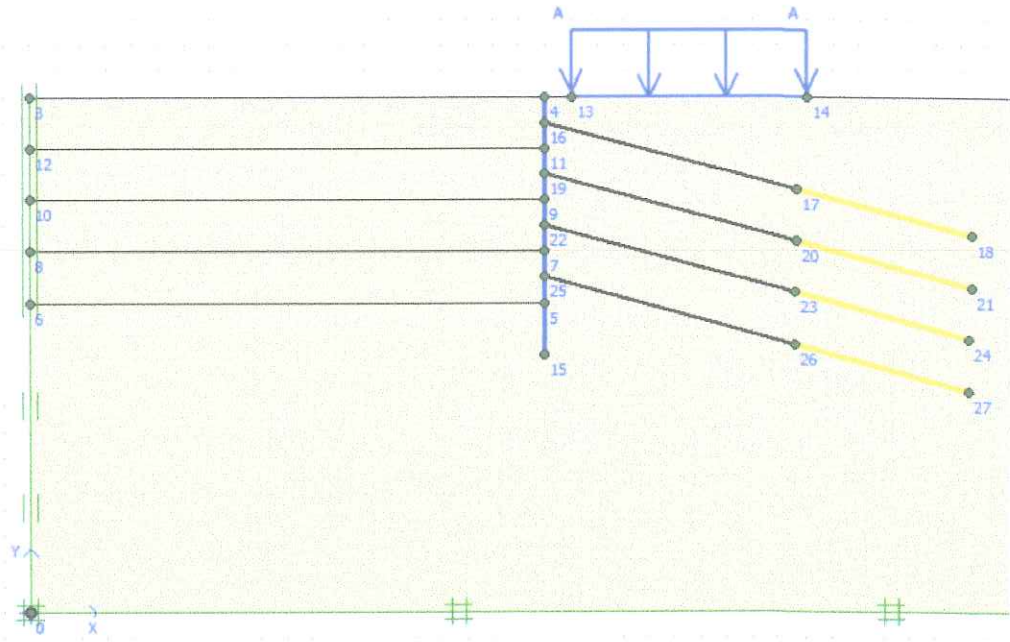
#### 6. ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN SAYISAL ANALİZİ

Geoteknik tasarımlarda ankraj sistemleri palplanşlara destek olarak kullanılabilirler. Genelde eğik olarak tasarlanan ankrajlar, palplanşları zemine bağlarlar. Çelik çubuklar şeklinde üretilen ankraj çubukları 10-30 cm çapında delici burgularla, gerekirse kaplama borusu da kullanılarak; zeminin delinmesi, deliğin içine çelik çubukların yerleştirilmesi ve çubuk çevresindeki boşluğun – varsa kaplama borusu çekilerek – enjeksiyonla doldurulması ile teşkil edilirler. Enjeksiyon, aktif bölge dışındaki uzunluğa uygulanır. Çelik ankraj çubukları, yüzey kaplamasına (palplanş, diyafram duvar vs.) sabitlenir. Bazı durumlarda ankraj çubuklarında öngerme işlemi yapılabilir. Ankraj çubukları çekme kuvvetine maruz kalırken bu kuvvet, ankraj çubuğu çevresindeki sürtünmelerle karşılanır (A.Önalp, 2006).

Bu çalışmada Mersin ili Yenişehir ilçesinde alınan bir noktanın deney sonuçları baz alınarak Plaxis yazılımı ile analizler yapılmıştır.

##### 6.1. Model Geometrisi

Sonlu elemanlar yöntemi ile analiz yapan Plaxis yazılımında modellenen zemin ve ankraj sistemleri Şekil 6.1’de gösterilmiştir.



**Şekil 6.1.** Model geometrisi

Bu model üzerinde ankrāj eğimi  $15^{\circ}$ , ankrājlar arasındaki yatay mesafe  $Sh=1,2m$ , ankrāj uzunluğu  $10m$ , ankrāj kök uzunluğu  $7m$ , fore kazık boyu  $12 m$ , kazı yüksekliği  $8 m$ , mevcut bina sürşarj yükü  $50 kPa$  ve ankrāj aralığı  $2m$  sabit tutularak ankrāj sayısının öngermeli ve öngermesiz ankrājlı analizlere etkisi araştırılmıştır. Ayrıca yeraltı suyu akışının palplanşın yatay deformasyon değerine ve ankrāj kuvvetlerine etkisi incelenmiştir.

## 6.2. Zemin ve Ankrāj Parametreleri

Analizlerde malzeme modeli için Mersin ili Yenişehir ilçesinde alınan bir noktanın (Çizelge 6.1) deney sonuçları baz alınarak, modeller için drenajlı durumun geçerli olduğu varsayılmıştır. Çizelge 6.2'de kazının gerçekleştiği zemin ortamının malzeme parametreleri verilmiştir.

**Çizelge 6.1.** Analiz yapılan Yenişehir ilçesi koordinatları

	Enlem	Boylam
Yenişehir ilçesinde seçilen nokta	$36.79^{\circ}$	$34.60^{\circ}$

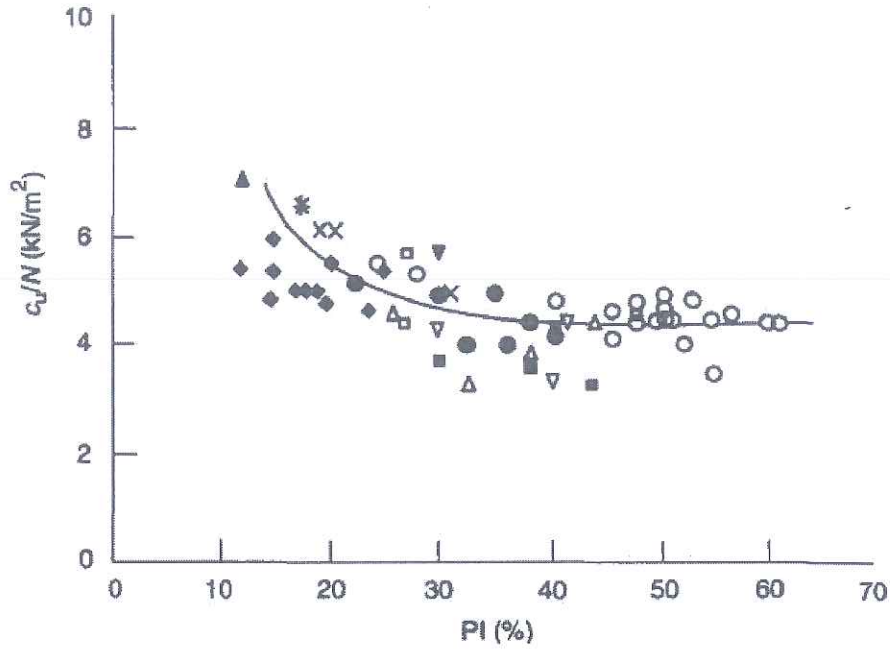
**Çizelge 6.2. Zemin parametreleri**

Parametre	Birimi	Değeri
$\gamma_{unsat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	18,15
$\gamma_{sat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	19,62
$E_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	11690,00
$\nu$	[-]	0,300
$G_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	4496,154
$E_{oed}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	15736,538
$c_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	1,14
$\varphi$	[°]	25,02
$\psi$	[°]	0,00
YASS	m	7,50

Çizelge 6.2’de verilen zemin parametreleri dışında drenajsız kayma mukavemetinin ( $C_u$ ) de hesaplanması gereklidir.(Stroud, 1974), konsolide edilmemiş drenajsız (UU) deney sonuçlarına göre Eş. 6.1 ‘i önermiştir.

$$C_u = f_1 N \quad (6.1)$$

Eş. 6.1’deki  $f_1$  zemin plastisite indisine (PI) bağlı bir katsayıdır. Mersin ili Yenişehir ilçesindeki örnek teşkil eden bir noktadan alınan deney sonuçlarına göre plastisite indisi değeri %35 bulunmuş ve Şekil 6.2’deki grafikten yararlanılarak  $f_1$  değeri yaklaşık 5 kPa olarak hesaplanmıştır.



Şekil 6.2. Drenajsız kayma mukavemeti ile plastisite indisi arasındaki ilişki (Stroud, 1974)

Darbe sayısı (N) deney sonuçlarına göre 49 olarak belirtilmiştir. Buna göre Eş. 6.1'den yararlanılarak  $C_u$  değeri 245 kPa olarak hesaplanmıştır.

Çok sıra ankrajlı dayanma yapılarında yanal toprak basınç değeri stabilize sayısının ( $N_0$ ) 4'ten büyük olması durumunda  $0,3\gamma h$ , 4'ten küçük olması durumunda  $0,15\gamma h$  olduğu belirtilmiştir (NAVFAC, 1982).

$$N_0 = \frac{\gamma H}{C} \quad (6.2)$$

Eş. 6.2'de belirtilen  $\gamma$  zemin birim hacim ağırlığını, H fiktif kazı yüksekliği ve C drenajsız kayma mukavemetidir. Fiktif kazı yüksekliği;

$$H = h + \frac{q}{\gamma} = 8 + 50/18,15 = 10,75 \text{ m} \quad (6.3)$$

Eş. 6.2'den yararlanılarak  $N_0$  değeri 0,80 olarak bulunmuştur. Bu değer 4'ten küçük olduğu için zemin gerilmesi değeri  $0,15\gamma h$  alınır.

$$\bar{\sigma}_n = 0,15 * 18,15 * 10,75 = 29,27 \text{ kPa} \quad (6.4)$$

Modellenen ankraj destekli iksa sisteminde düşey aralıkları 2 m, yatayda  $15^\circ$ 'lik açı yapan ve düşeyde 4 sıra düzenlenen ankrajlar için her bir ankrajın yükü Eş. 6.5'te hesaplanmıştır.

$$F_{\text{ankraj}} = 1,2 * (18,15 * 29,27 / 4 * \cos 15) = 165 \text{ kPa} \quad (6.5)$$

**Çizelge 6.3.** Ankraj parametreleri

Parametre	Birimi	Değeri
EA	kN	104000
L spacing	m	1,20
Türü	-	Elastik

**Çizelge 6.4.** Ankraj kök parametreleri

Parametre	Birimi	Değeri
EA	kN/m	$1 \times 10^5$
Türü	-	Elastik

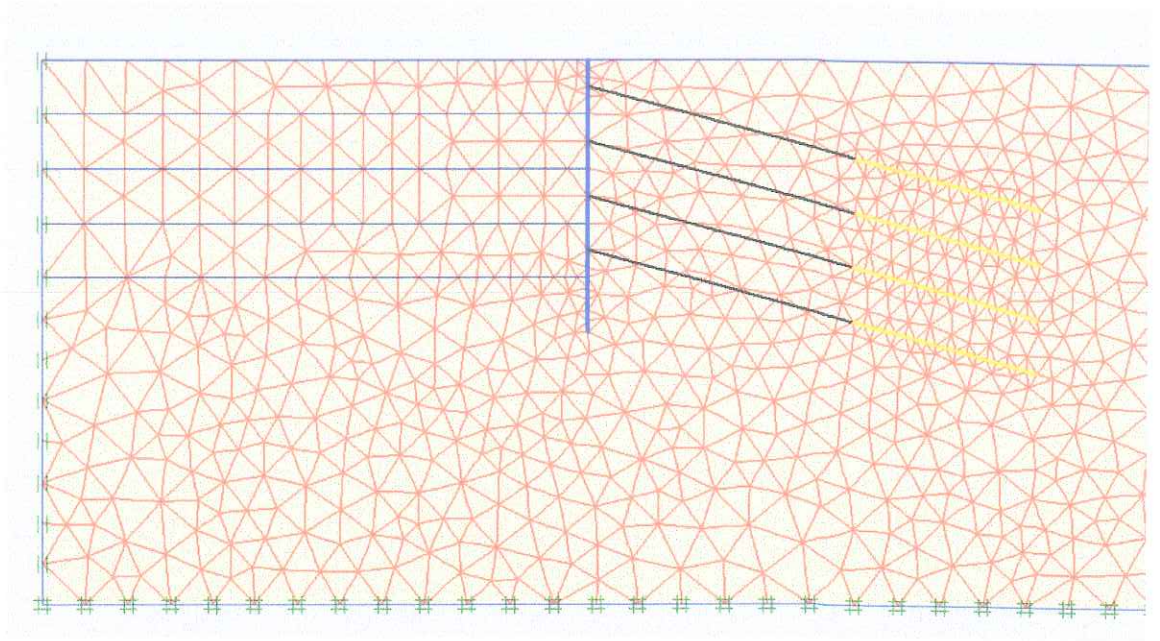
**Çizelge 6.5.** Fore kazık parametreleri

Parametre	Birimi	Değeri
EA	kN/m	$16,096 \times 10^6$
EI	$\text{kN/m}^2$	$6,43 \times 10^5$
$\nu$	-	0,2
Bina sürşarj yükü	kN	50

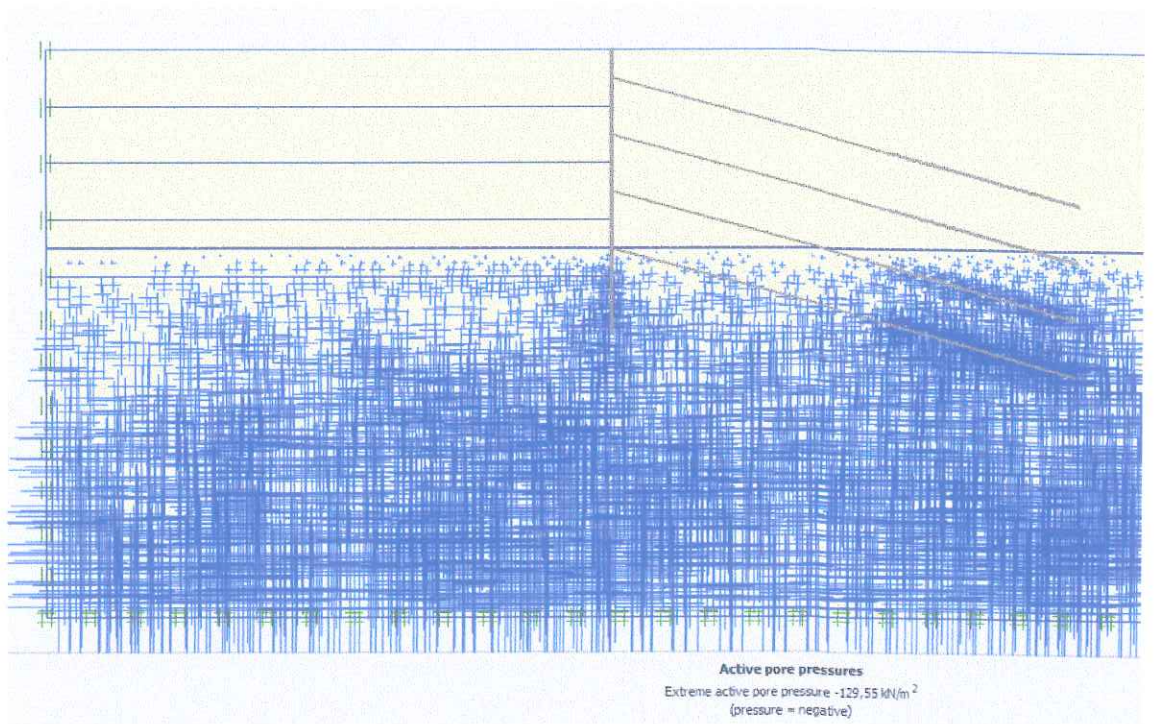
Analizlerde kullanılan malzeme özellikleri Çizelge 6.3, Çizelge 6.4 ve Çizelge 6.5'te verilmiştir.

### **6.3. Analiz Adımları**

Plaxis yazılımı ile modellenen ankrajlı fore kazıklı iksa sistemlerinin hesap adımlarına geçilmeden önce sonlu elemanlar ağı modele uygulanmış ve yeraltı su seviyesi model üzerinde belirtilerek Şekil 6.3 ve Şekil 6.4'te gösterilmiştir.



Şekil 6.3. Sonlu elemanlar ağı

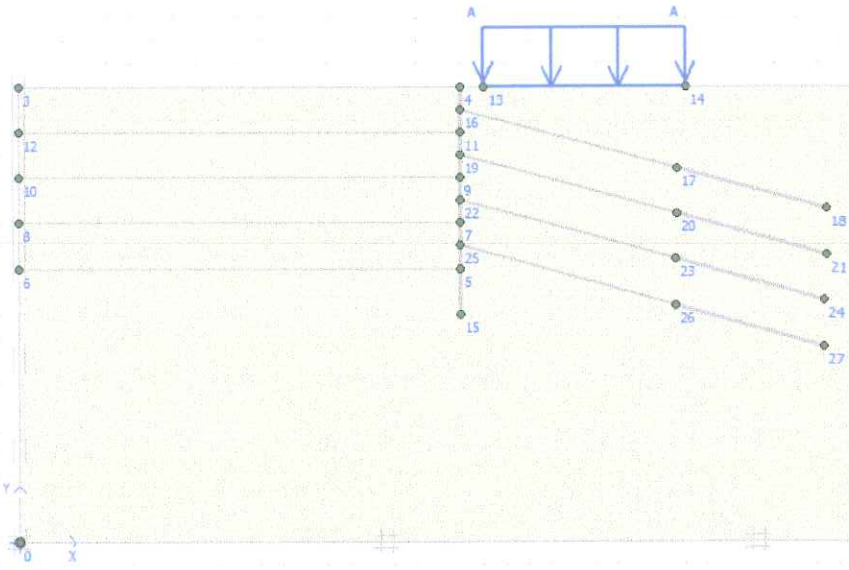


Şekil 6.4. Modele etkiyen su basıncı

Yukarıda belirtilen aşamalardan sonra analizin hesap adımlarına geçilmiş ve hesap adımları Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7, Şekil 6.8, Şekil 6.9, Şekil 6.10, Şekil 6.11, Şekil 6.12, Şekil 6.13 ve Şekil 6.14'te gösterilmiştir.

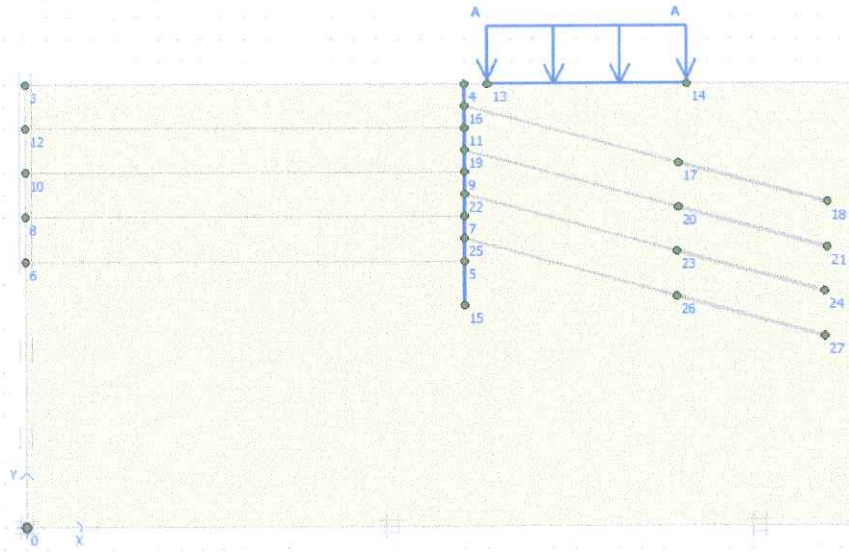
- 1.Adım: Mevcut bina sürşarj yükü seçilerek etkitilmiştir.





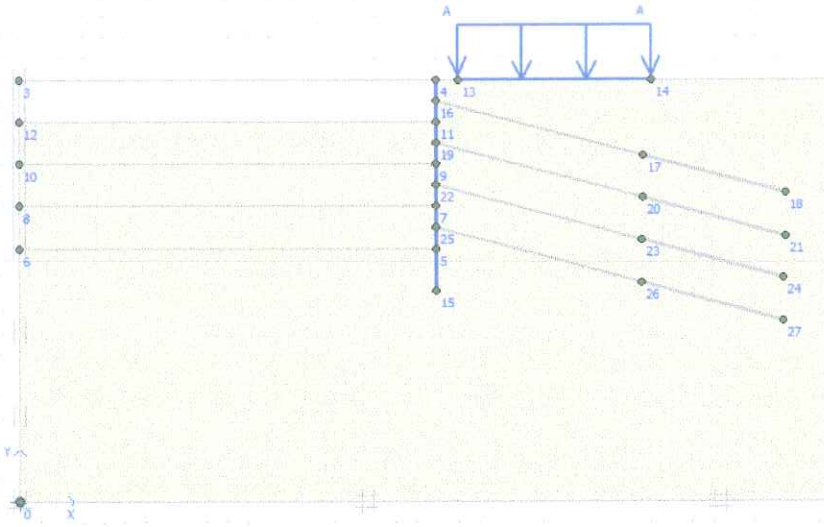
Şekil 6.5. Yük belirleme aşaması

- 2.Adım: Palplanş perdesi oluşturulmuştur.



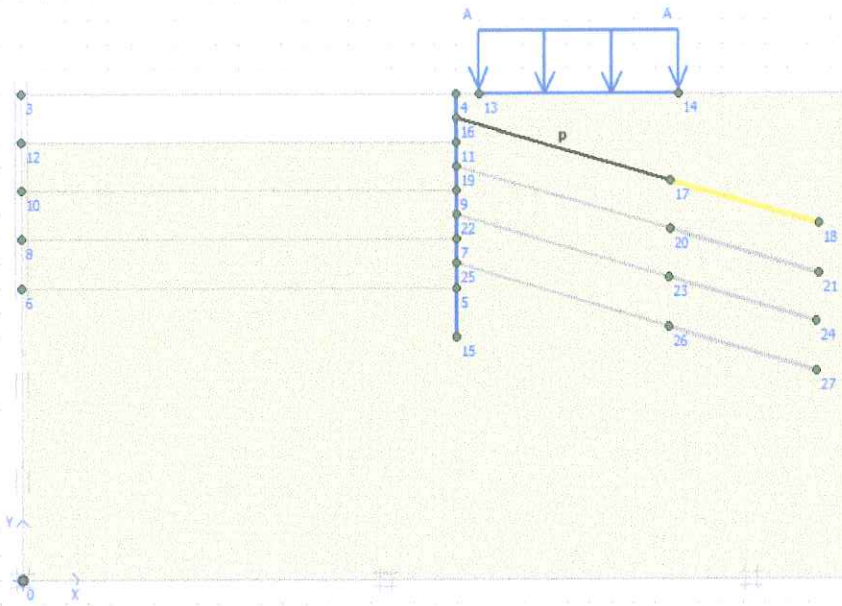
Şekil 6.6. Palplanş perdesi aşaması

- 3.Adım: 1.sıra ankrajların altına kadar kazı yapılmıştır.



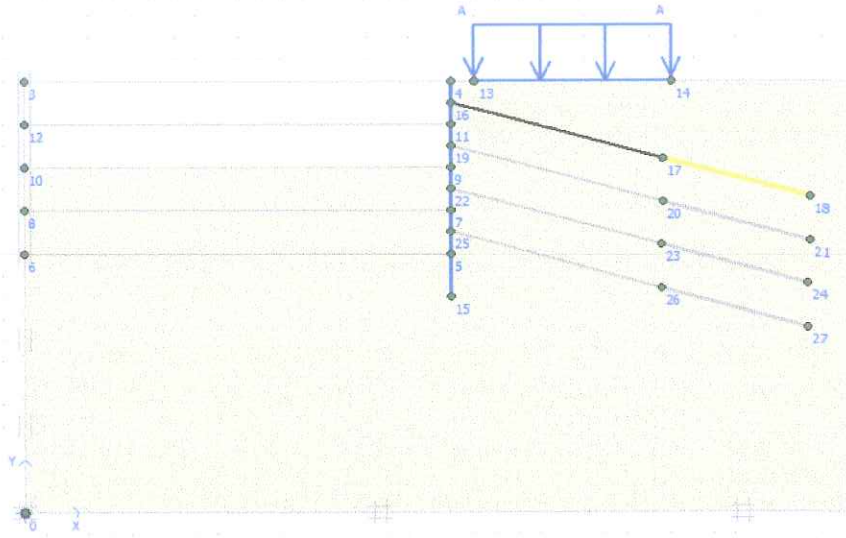
Şekil 6.7. 1.Kazı aşaması

- 4.Adım: 1.sıra ankrajlar yerleştirilmiş, öngermeli durumda öngörme kuvvetleri verilmiştir.



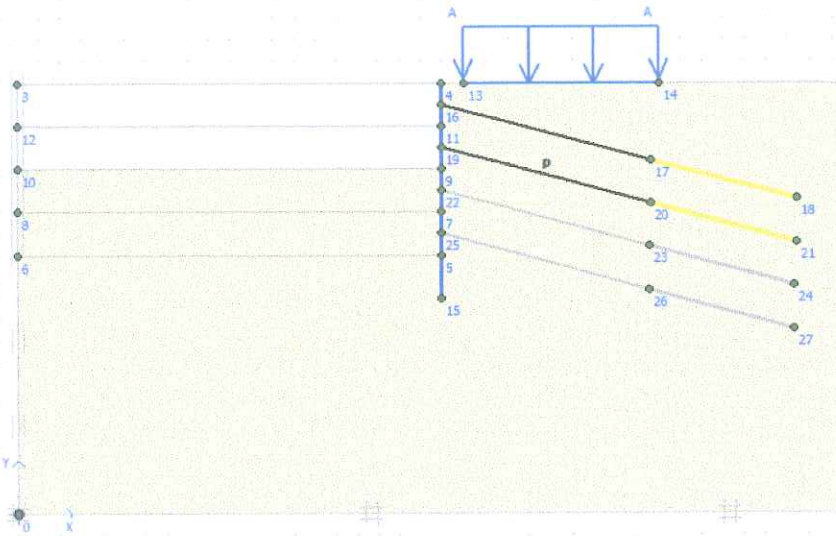
Şekil 6.8. 1.Sıra ankrajların yerleştirilmesi

- 5.Adım: 2.sıra ankrajların altına kadar kazı yapılmıştır.



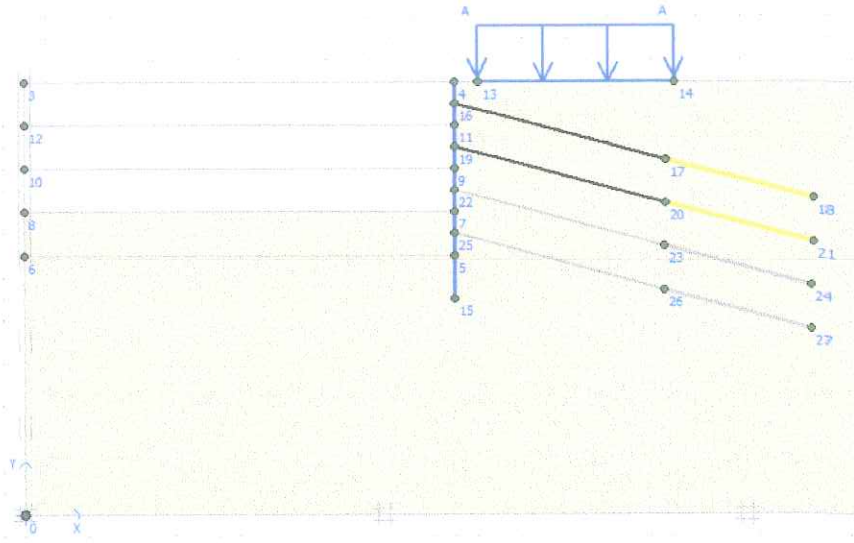
Şekil 6.9. 2.Kazı aşaması

- 6.Adım: 2.sıra ankrajlar yerleştirilmiş, öngermeli durumda öngörme kuvvetleri verilmiştir.



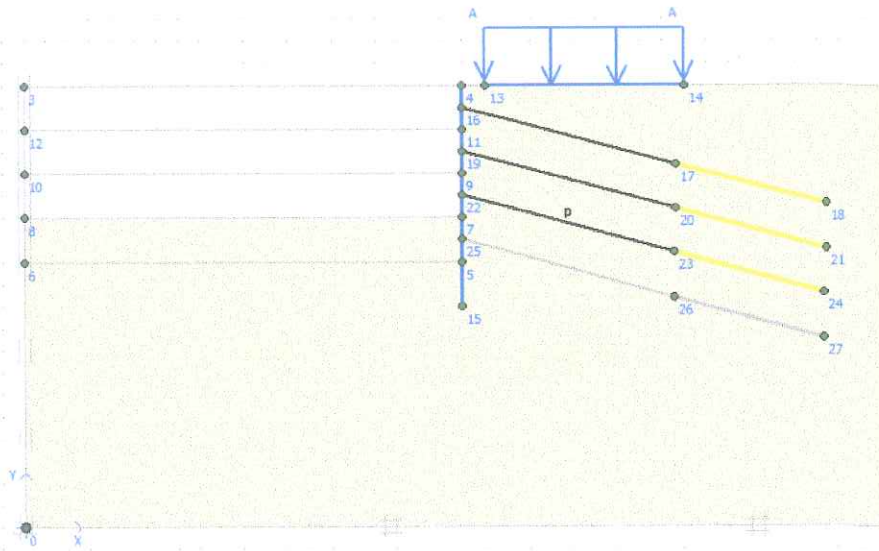
Şekil 6.10. 2.Sıra ankrajların yerleştirilmesi

- 7.Adım: 3.sıra ankrajların altına kadar kazı yapılmıştır.



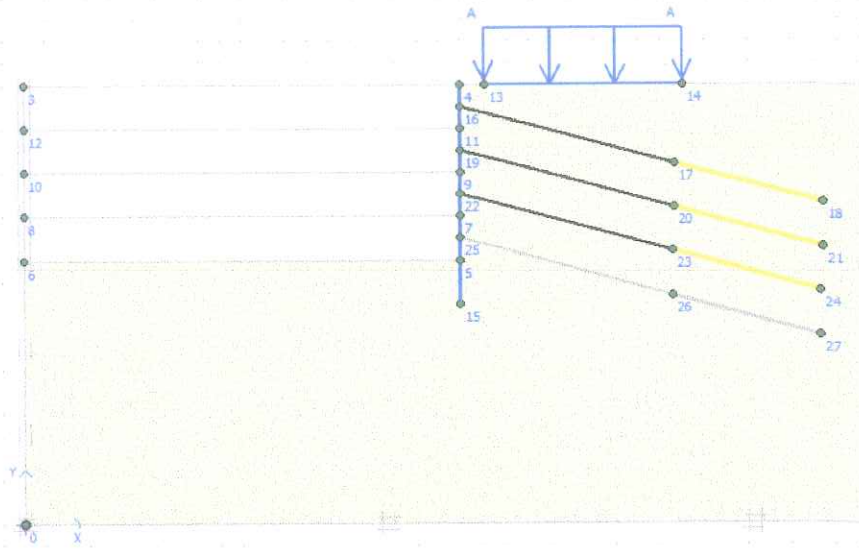
Şekil 6.11. 3.Kazı aşaması

- 8.Adım : 3.sıra ankrajlar yerleştirilmiş, öngermeli durumda öngörme kuvvetleri verilmiştir.



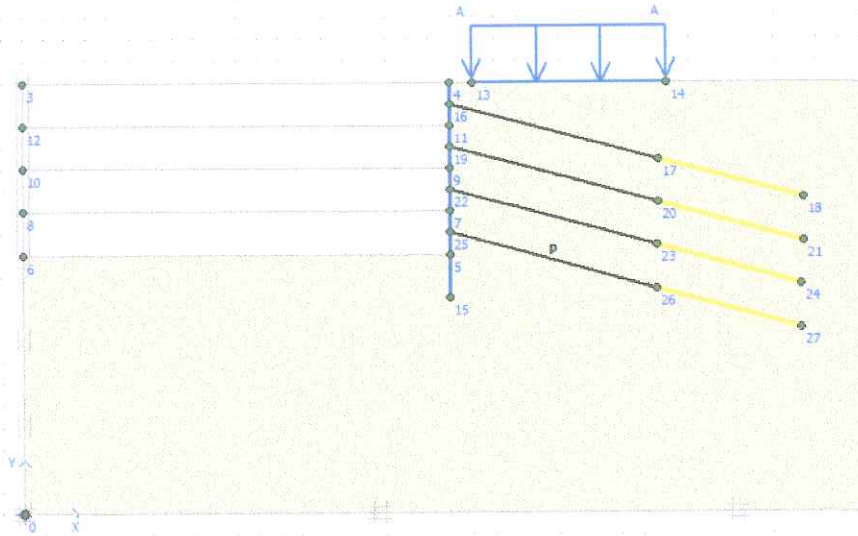
Şekil 6.12. 3.Sıra ankrajların yerleştirilmesi

- 9.Adım : 4.sıra ankrajların altına kadar kazı yapılmıştır.



Şekil 6.13. 4.Kazı aşaması

- 10.Adım: 4.sıra ankrajlar yerleştirilmiş, öngermeli durumda öngeme kuvvetleri verilmiştir.



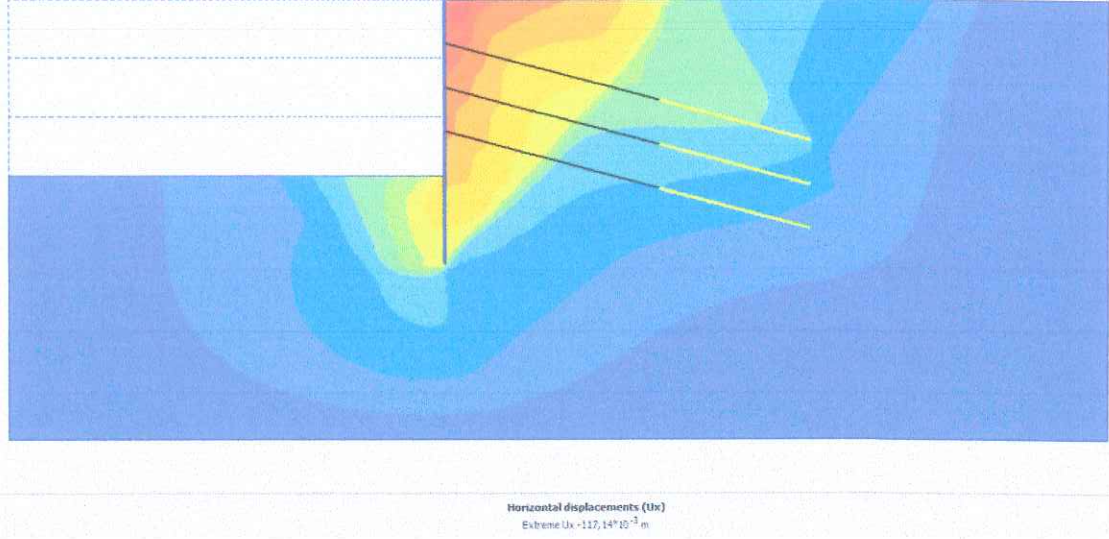
Şekil 6.14. 4.Sıra ankrajların yerleştirilmesi

#### 6.4. Bulgular

Mersin ili Yenişehir ilçesinde, örnek teşkil edeceği düşünülen bir noktadan elde edilen deney sonuçlarıyla birlikte, bir önceki bölümde ifade edilen ortak aşamalara göre Plaxis yazılımı kullanılarak analizler yapılmıştır. Analizlerde ortak parametreler programa girildikten sonra, ankrajlara öngeme kuvvetinin verilmesi ve zeminde sızma olmaması durumunda elde edilen değerler karşılaştırılmıştır.

#### 6.4.1. 3 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları

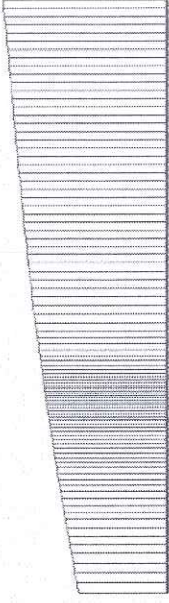
Ortak kabul edilen zemin, ankraj ve fore kazık parametreleri kullanılarak, tasarımda 3 sıra öngermesiz ankraj kullanılması durumu Plaxis programı kullanılarak modellenmiş ve analiz edilmiştir.



Şekil 6.15. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları

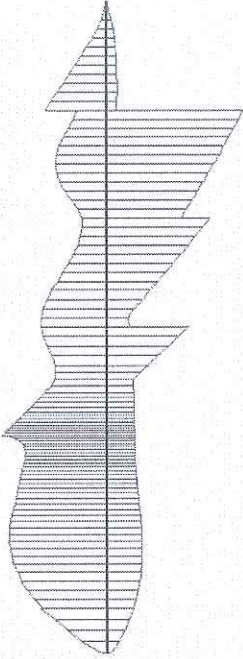
Yer altı suyu akışının da ortamda mevcut olduğu, üç sıra ankrajlı öngermesiz analize göre, zeminde meydana gelen toplam yatay deformasyon değerinin 0,11 m olduğu sonucu elde edilmiş ve zemindeki renk konturları Şekil 6.15' te gösterilmiştir.

Fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon ve kesme kuvveti grafikleri de Şekil 6.16 ve Şekil 6.17' de verilmiştir. Grafiklere göre fore kazıkta meydana gelen en yüksek yatay deformasyon değeri 0,11 m ve kesme kuvveti 145,21 kN/m 'dir. Şekil 6.18. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı' de verilen bükülme momenti değeri ise 326,14 kNm/m 'dir.



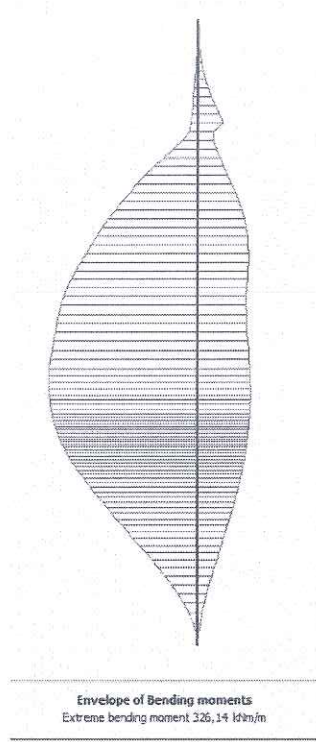
Horizontal displacements (Ux)  
Extreme Ux:  $-111,42 \cdot 10^{-3}$  m

Şekil 6.16. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği



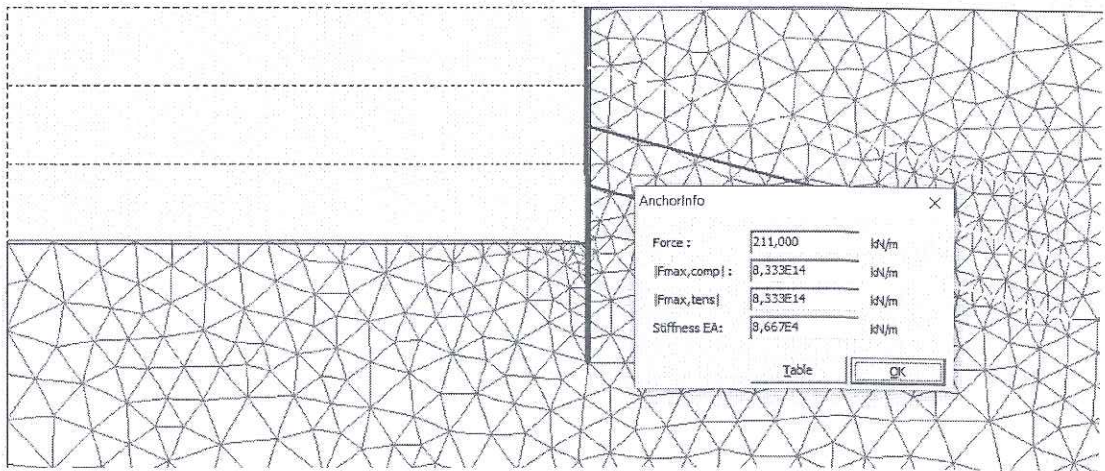
Envelope of Shear forces  
Extreme in plane shear force:  $-145,24$  kN/m

Şekil 6.17. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı



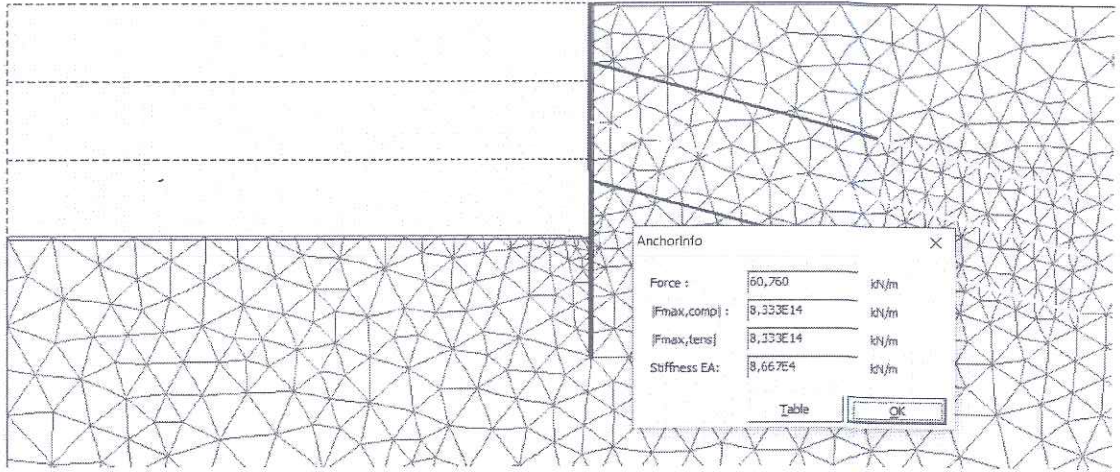
Şekil 6.18. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı

Analiz sonucunda her bir ankraja gelen kuvvetler Şekil 6.19, Şekil 6.20 ve Şekil 6.21’de ayrı ayrı gösterilmiştir.

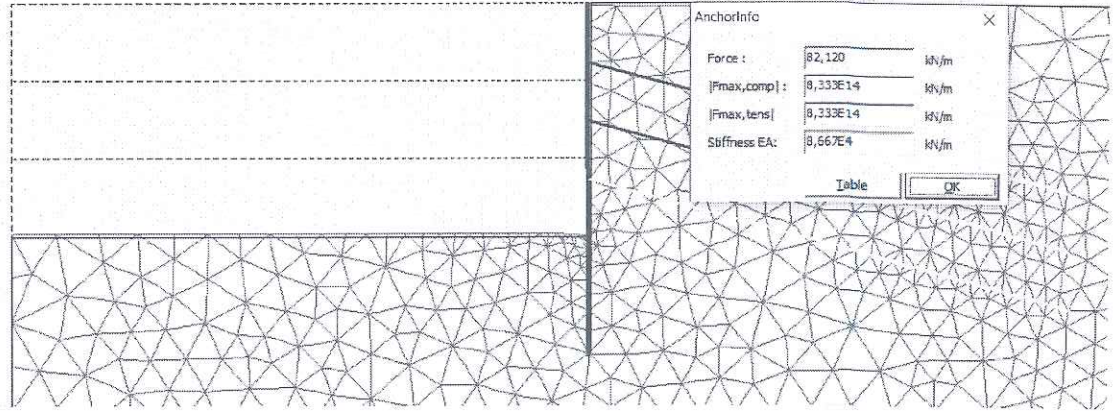


Şekil 6.19. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri





Şekil 6.20. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri

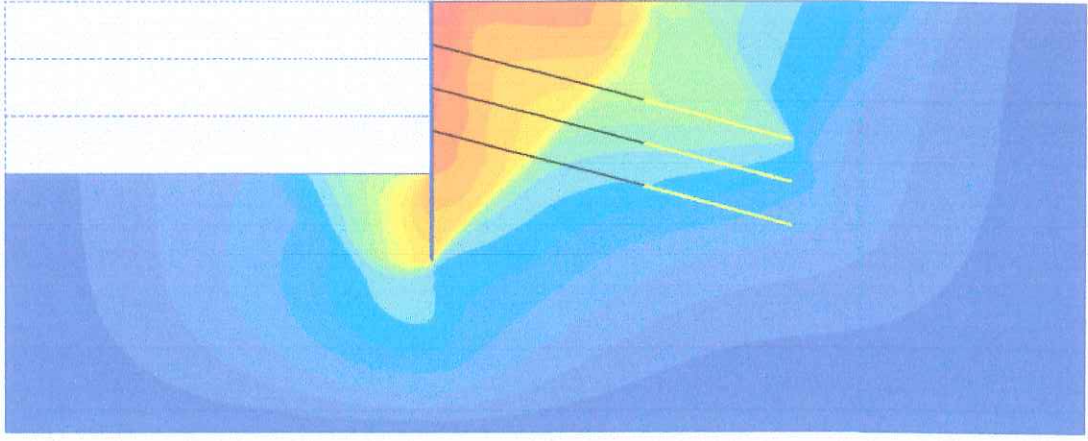


Şekil 6.21. Üç sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri

İncelenen sonuçlara göre, en fazla kuvvetin ilk sıradaki ankraja geldiği (211 kN/m) görülmektedir. En az kuvvet (60,76 kN/m) ise ortadaki ankraja gelmektedir.

#### 6.4.2. 3 sıra ankrajlı öngermeli analiz sonuçları

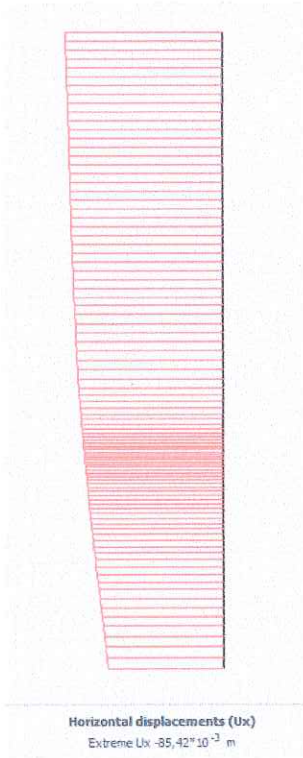
Plaxis programında 3 sıra halinde modellenen ankrajlara öngörme kuvveti verilmesi durumunda, öngermesiz analizlere göre daha farklı veriler elde edilmiştir. Verilen öngörme kuvvetiyle birlikte fore kazıkta meydana gelen yatay deplasman değerinin azaldığı görülmüştür. Yapılan hesaplamalara göre her ankraja 86 kN/m öngörme kuvveti verilmiştir.



Horizontal displacements (Ux)  
Extreme Ux 60,87\*10<sup>-3</sup> m

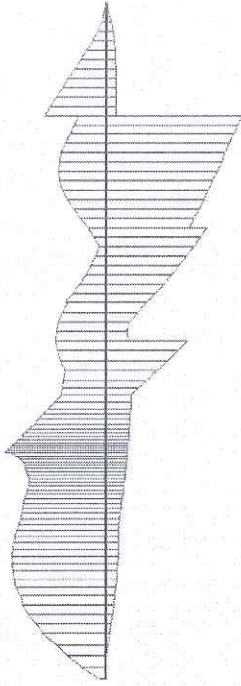
**Şekil 6.22.** Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde toplam yatay deformasyon konturları

3 sıra ankrajlı öngermeli analizde toplam deformasyon değeri 0,09 m değerine ulaşmış ve zeminde Şekil 6.22’de verilen renk konturları elde edilmiştir.



Horizontal displacements (Ux)  
Extreme Ux -85,42\*10<sup>-3</sup> m

**Şekil 6.23.** Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği



Envelope of Shear forces  
Extreme in plane shear force -148,35 kN/m

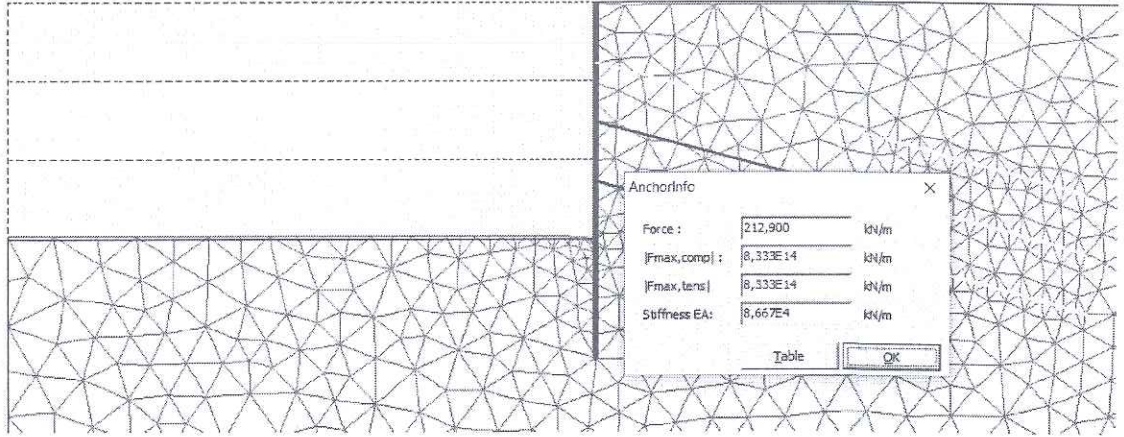
Şekil 6.24. Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı



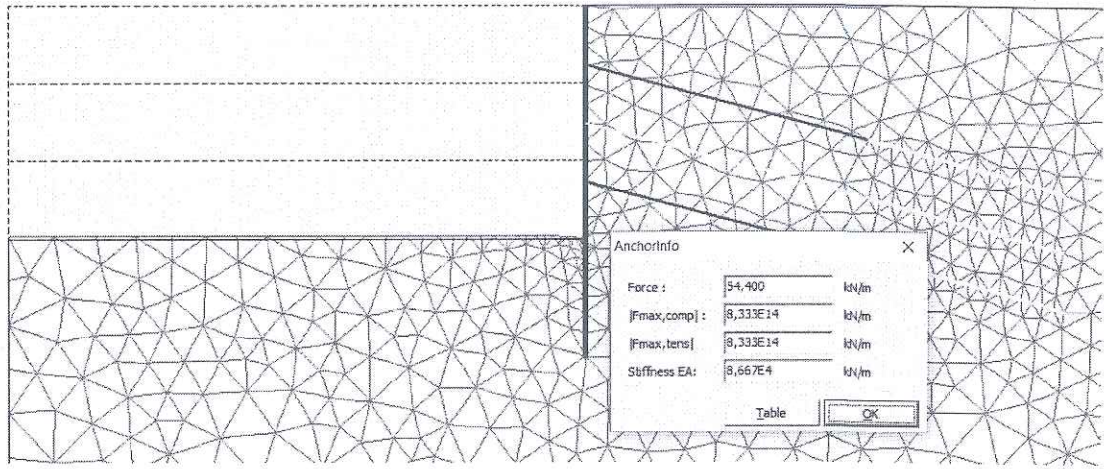
Envelope of Bending moments  
Extreme bending moment 324,30 kNm/m

Şekil 6.25. Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı

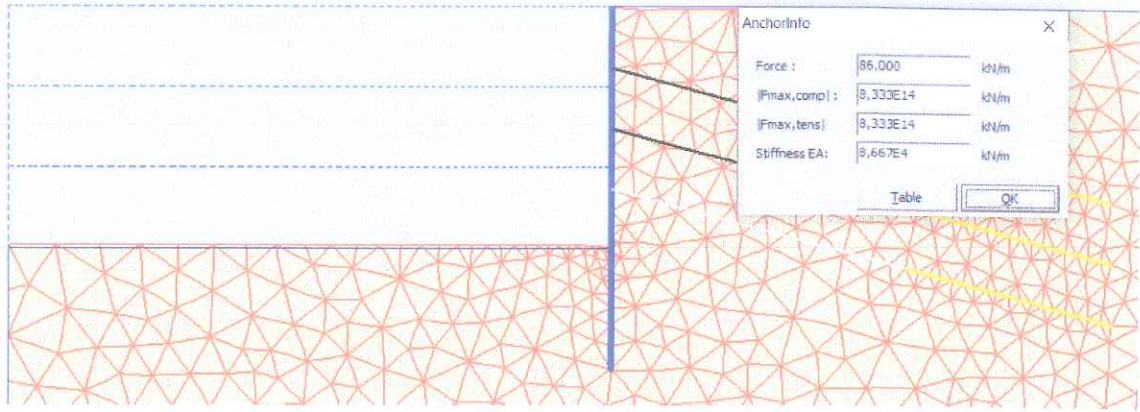
Fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon ve kesme kuvveti grafikleri Şekil 6.23 ve Şekil 6.24'te verilmiş, yatay deformasyon değeri 0,085 m, kesme kuvveti değeri 148,35 kN/m olarak bulunmuştur. Bu değerler öngermesiz analizde elde edilen değerlerden daha yüksek değerlerdir.



Şekil 6.26.Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri



Şekil 6.27.Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri

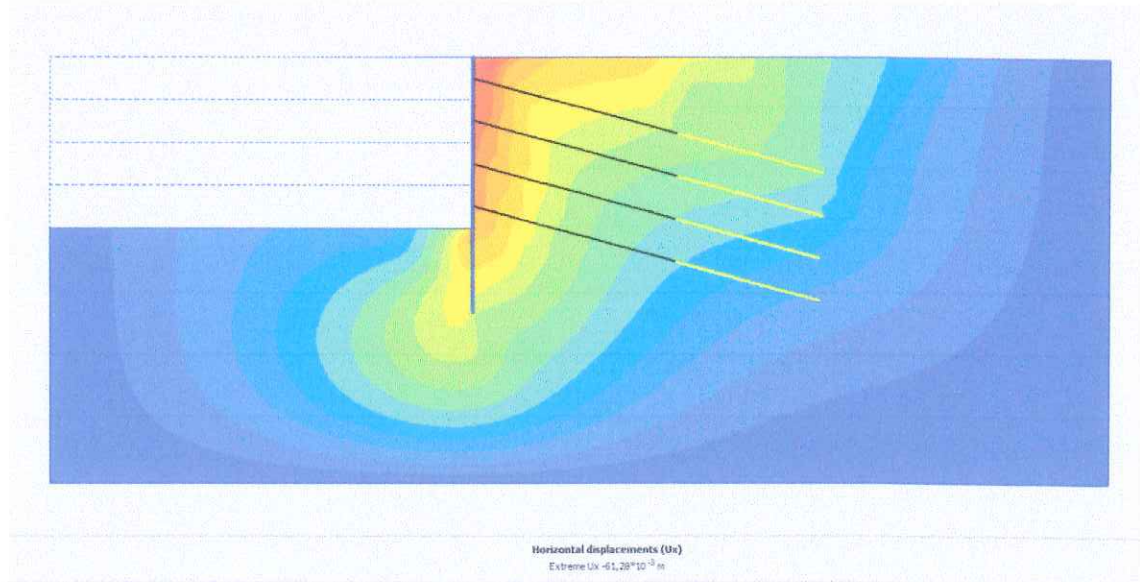


**Şekil 6.28.**Üç sıra ankrajlı öngermeli analizde son ankraja gelen kuvvet değeri

Şekil 6.26, Şekil 6.27 ve Şekil 6.28’de verilen ankraj kuvvetlerine göre, en yüksek kuvvet ilk sıradaki ankraja etkimekte, ikinci sıradaki ankraja ise en düşük kuvvetin geldiği görülmektedir.

#### 6.4.3. 4 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları (YASS mevcut değil)

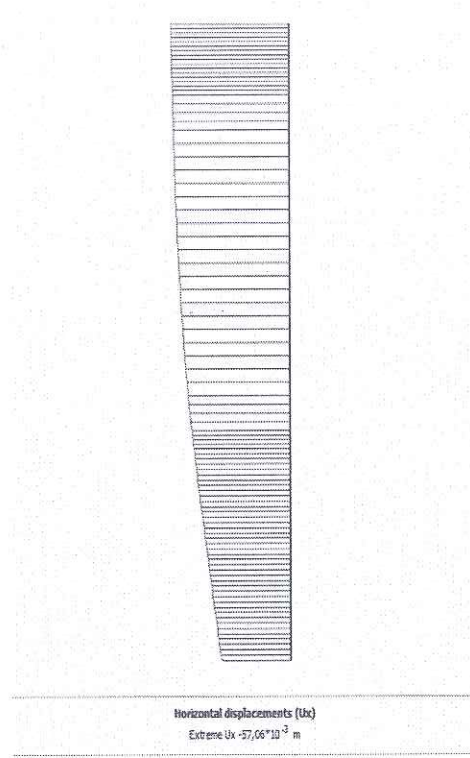
3 sıra modellenen ankrajlı iksa sistemlerinden sonra, ankraj sayısının ve sızma durumunun elde edilen verilere etkisini incelemek için, 4 sıra ankrajlı iksa sistemleri öngermeli, öngermesiz, YASS mevcut veyaSS mevcut olmayan durumlar olmak üzere çeşitli analizler yapılmıştır.



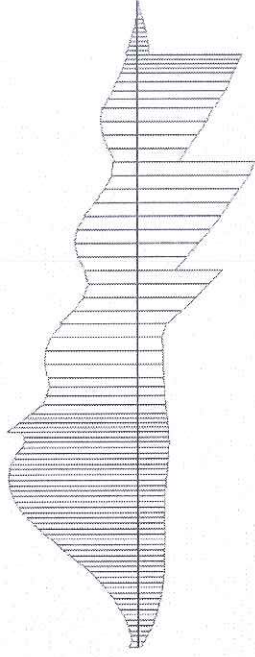
**Şekil 6.29.** Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları (YASS mevcut değil)

4 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonucunda, sızma mevcut olmayan durumda zeminde meydana gelen toplam yatay deformasyon 0,06 m ve zeminde meydana gelen renk konturları Şekil 6.29'de verildiği gibidir.

Fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon ve kesme kuvveti grafikleri Şekil 6.30 ve Şekil 6.31'da belirtilmiştir. Grafiklere göre en yüksek yatay deformasyon değeri 0,05 m ve en yüksek kesme kuvveti değeri 112,79 kN/m 'dir.

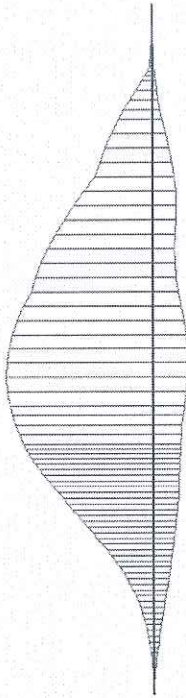


Şekil 6.30. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği (YASS mevcut değil)



Envelope of Shear forces  
Extreme in plane shear force 112,79 kN/m

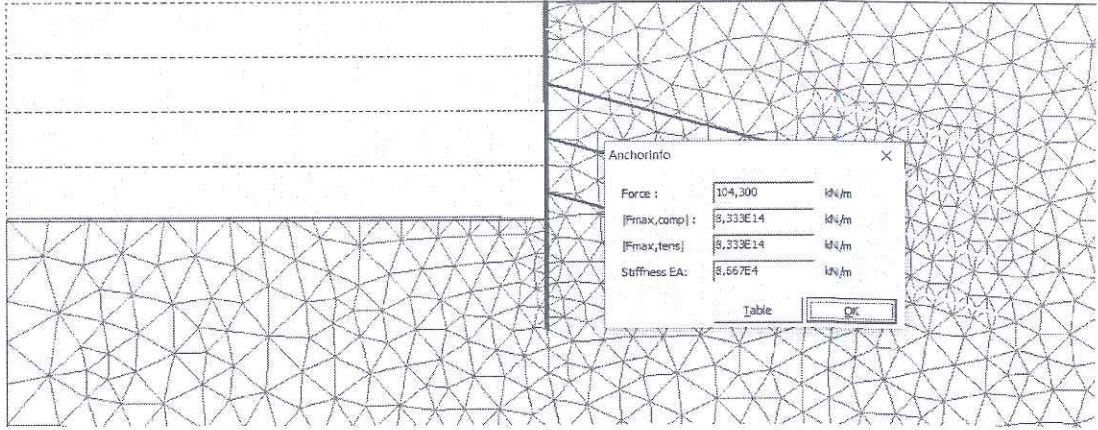
**Şekil 6.31.** Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı (YASS mevcut değil)



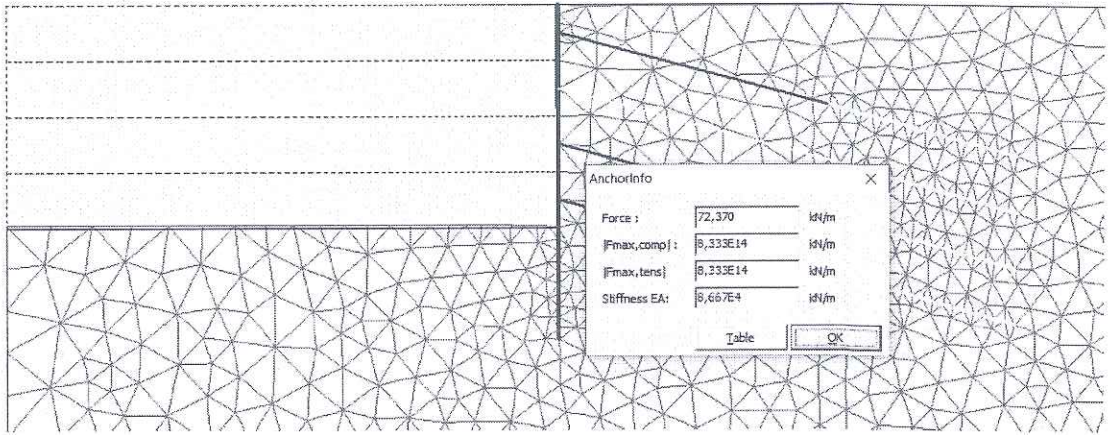
Envelope of Bending moments  
Extreme bending moment 324,26 kNm/m

**Şekil 6.32.** Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı (YASS mevcut değil)

Öngerme kuvveti ve sızma durumunun mevcut olmadığı 4 sıra ankrajlı analiz sonucunda elde edilen ankraj kuvvetleri Şekil 6.33, Şekil 6.34, Şekil 6.35 ve Şekil 6.36'da verilmiştir. Verilere göre ikinci ve üçüncü ankrajlara gelen kuvvetler hemen hemen eşittir.

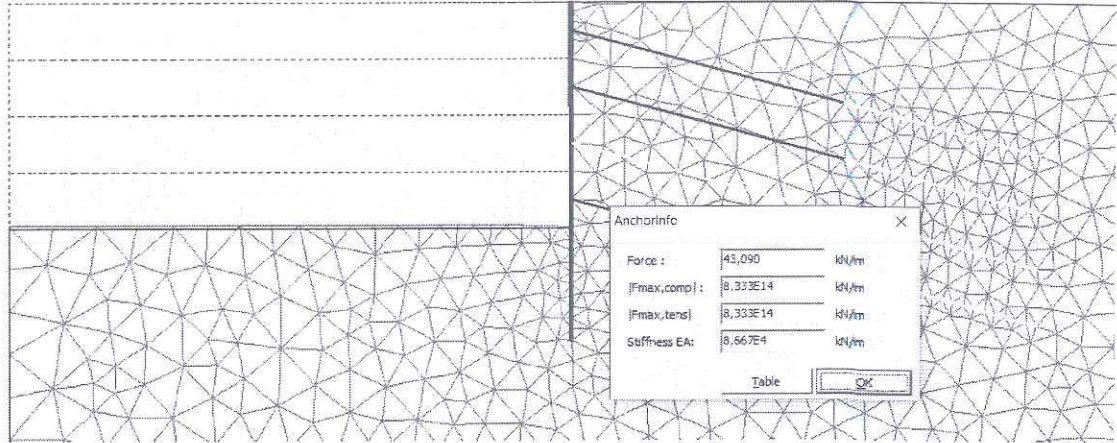


Şekil 6.33.Dört sıra ankrajlı öngerme analizinde birinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil)

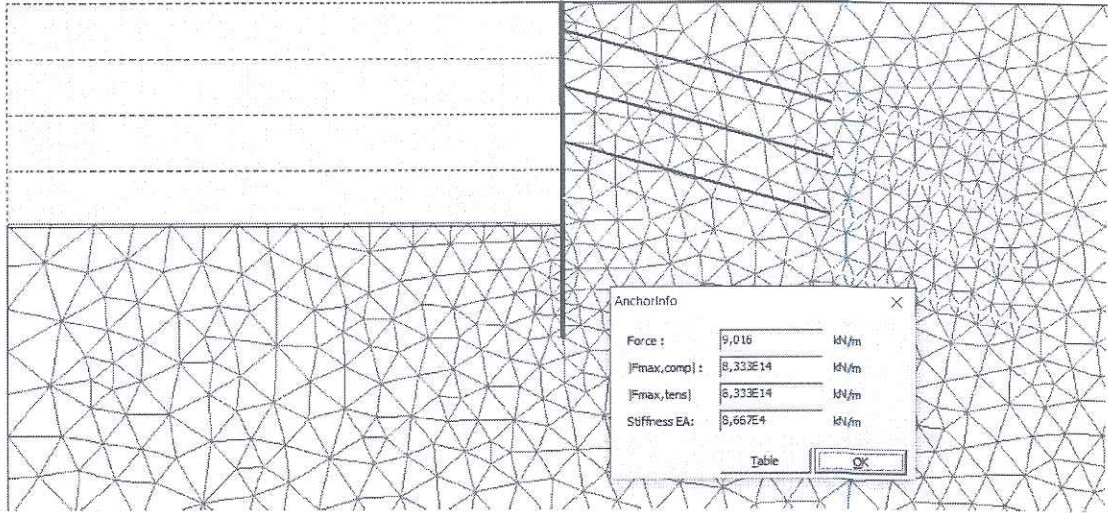


Şekil 6.34.Dört sıra ankrajlı öngerme analizinde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil)





Şekil 6.35. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil)

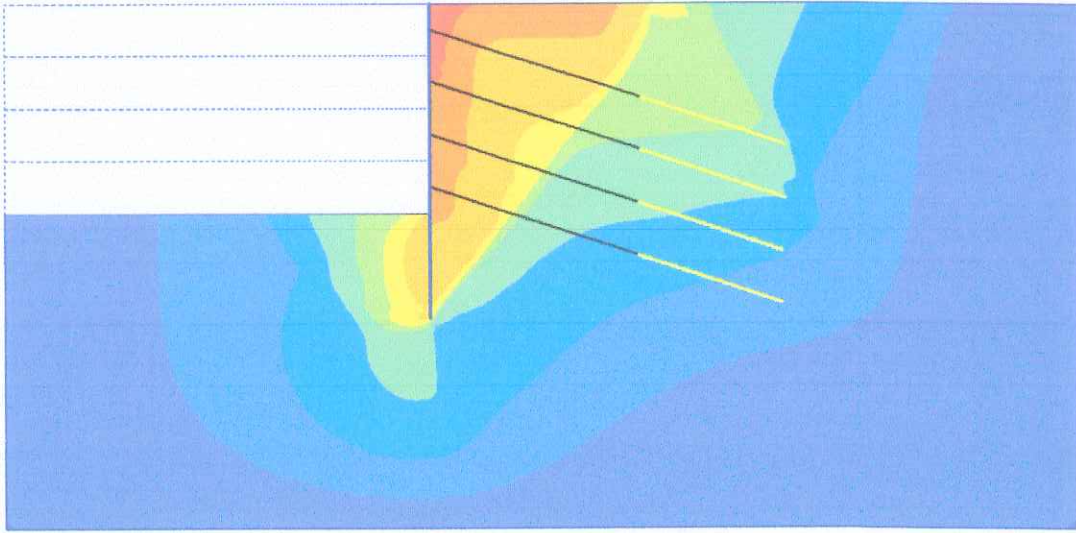


Şekil 6.36. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut değil)

Ankrajlara gelen en yüksek kuvvetin 104,3 kN/m olarak ilk ankraja geldiği görülmektedir. Son sırada yer alan ankraja gelen kuvvet ise daha düşük değere sahiptir.

#### 6.4.4. 4 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları (YASS mevcut)

Ankrajlı iksa sistemlerine sızma durumunun etkisini incelemek amacıyla, sızma mevcut olmayan durumda yapılan 4 sıra ankrajlı öngermesiz analiz, sızma mevcut durumda yeniden yapılmıştır.

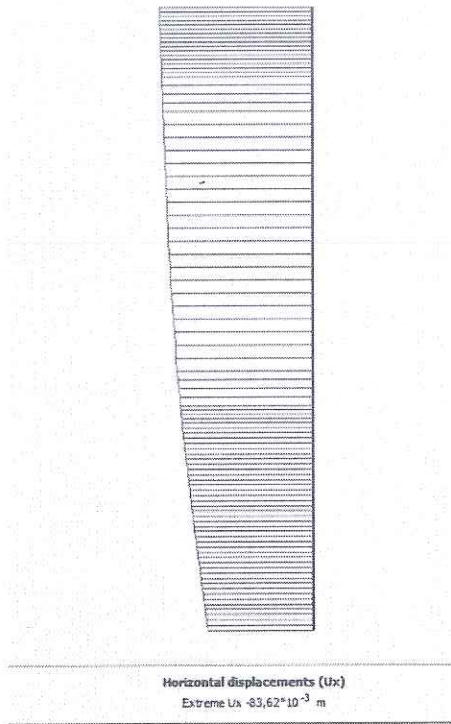


Horizontal displacements (Ux)  
Extreme Ux -90,66\*10<sup>-3</sup> m

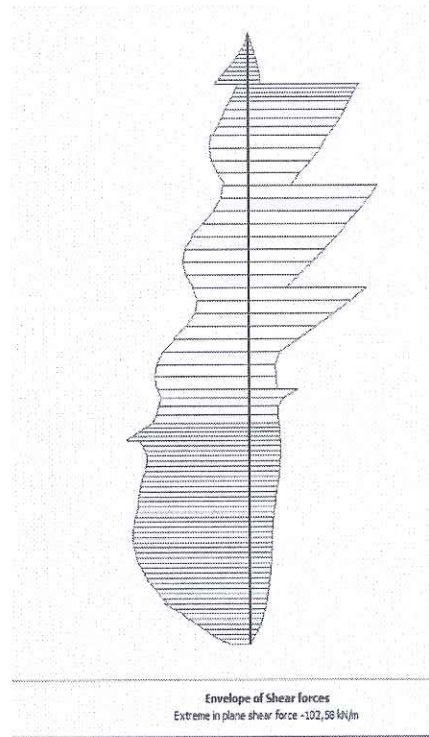
**Şekil 6.37.**Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları (YASS mevcut)

Sızma durumunda elde edilen sonuçların ilki, zeminde meydana gelen toplam deformasyon konturlarıdır. Şekil 6.37’te program çıktısına göre, sızma durumunda sistemde meydana gelen toplam yatay deformasyon 0,09 m olup, bu değer YASS mevcut olmayan analize göre yüksek bir değerdir.

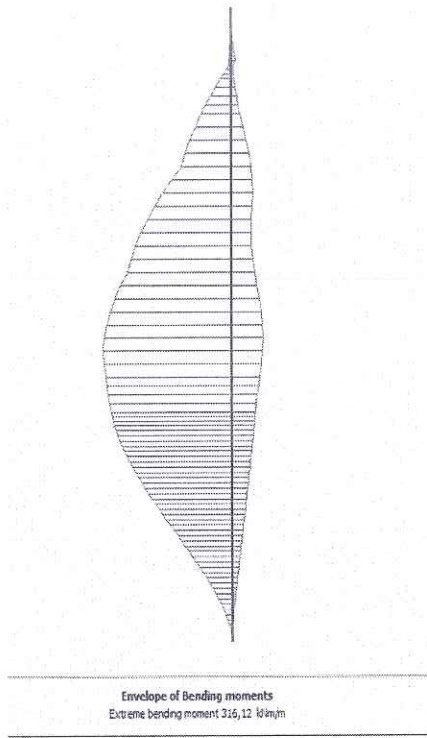
Plaxis programıyla yapılan analizler sonucu elde edilen, fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon ve kesme kuvveti grafikleri ise Şekil 6.37 ve Şekil 6.38’te verilmiştir. Grafiklere göre elde edilen en yüksek yatay deformasyon değeri 0,08 m ve kesme kuvveti değeri de 102,58 kN/m ‘dir.



Şekil 6.38.Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği (YASS mevcut )

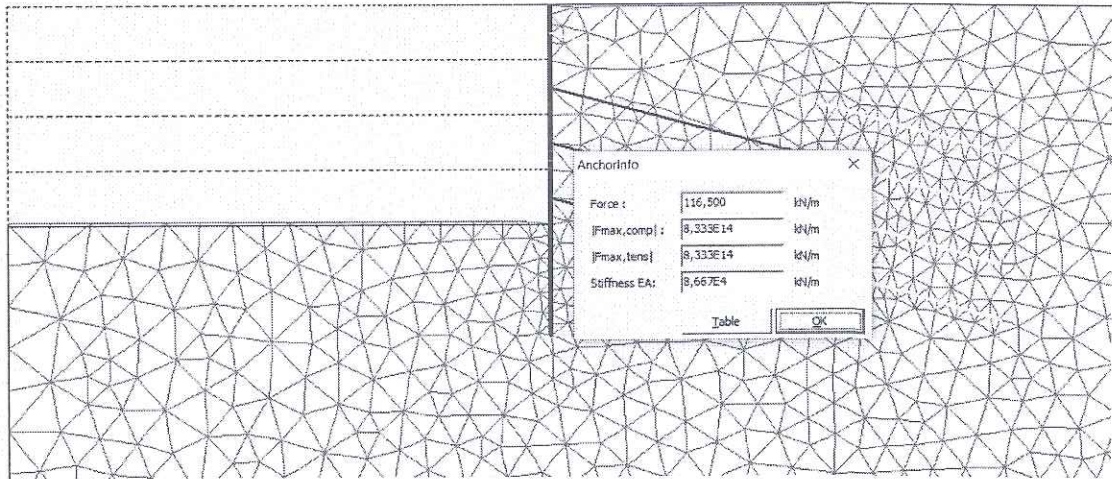


Şekil 6.39.Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı (YASS mevcut)

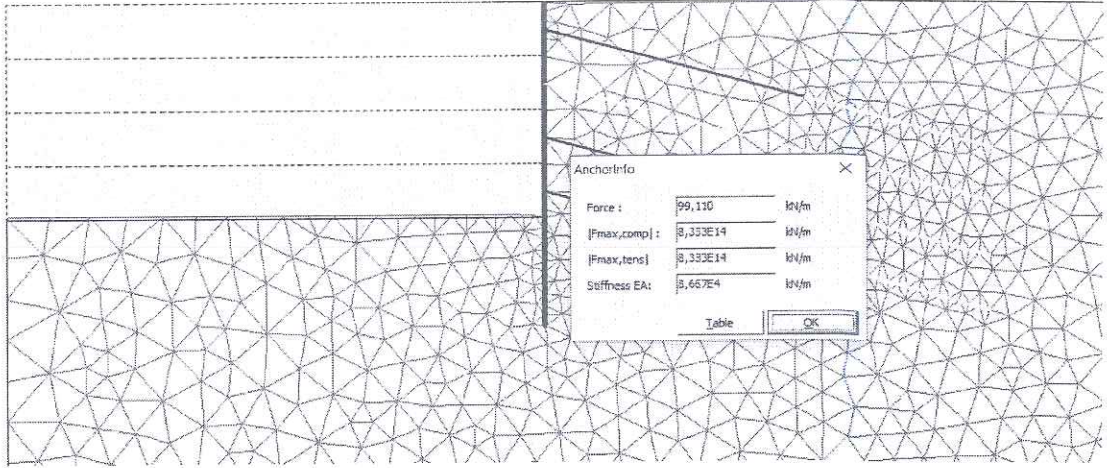


Şekil 6.40. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı (YASS mevcut)

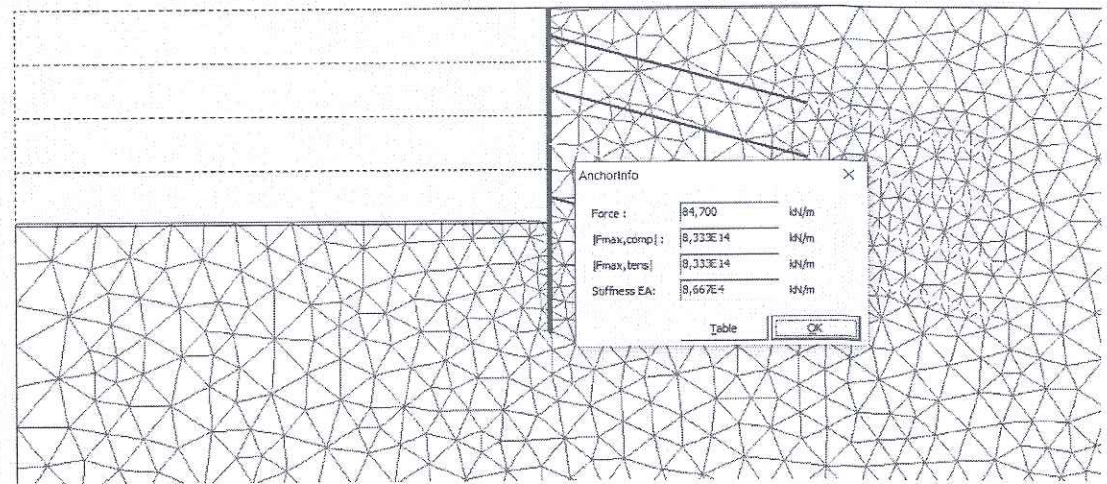
Analizlerde, ankrajlara gelen kuvvetler incelendiğinde en yüksek ankraj kuvvetinin ilk sırada yer alan ankrajda olduğu görülmektedir.



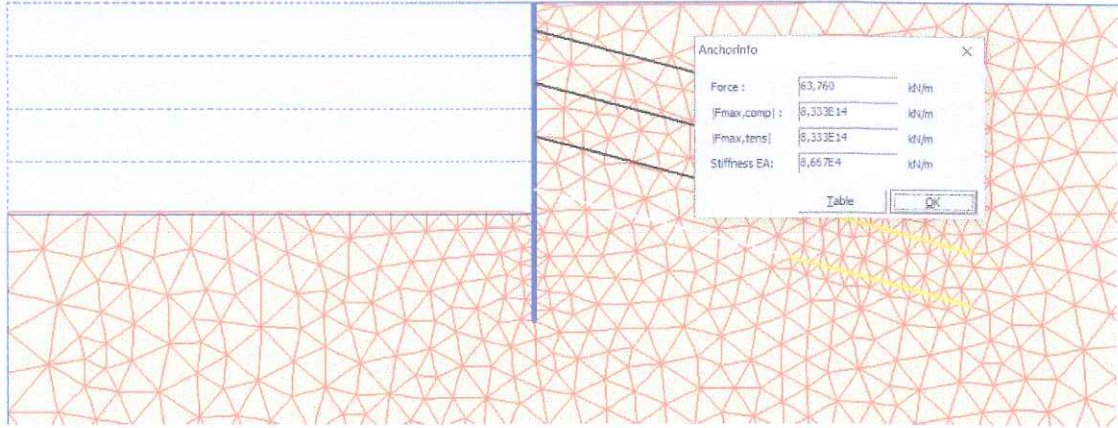
Şekil 6.41. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde birinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut)



Şekil 6.42. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut)



Şekil 6.43. Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut)

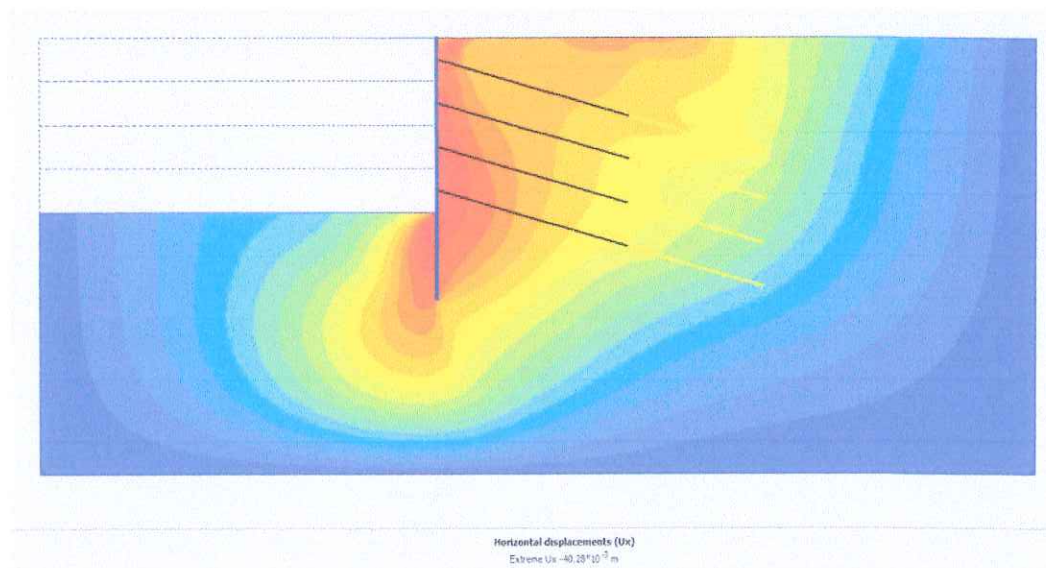


**Şekil 6.44.** Dört sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri (YASS mevcut)

Şekil 6.41, Şekil 6.42, Şekil 6.43 ve Şekil 6.44 incelendiğinde en düşük ankraj kuvvetlerinin üçüncü ve dördüncü ankrajlarda olduğu görülmektedir.

#### 6.4.5. 4 sıra ankrajlı öngermeli analiz sonuçları

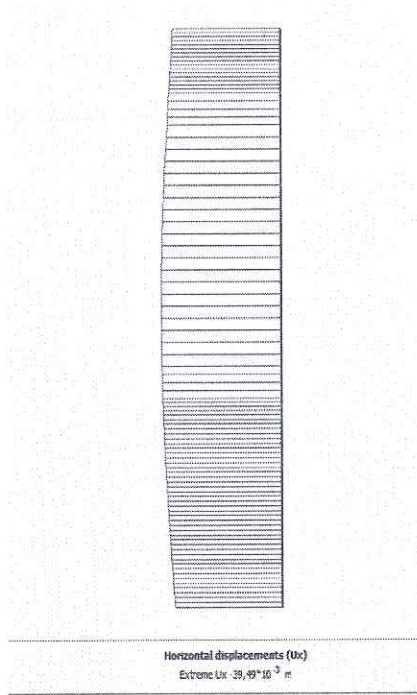
Mersin ili Yenişehir ilçesindeki örnek bir noktadan elde edilen deney sonuçları kullanılarak, en uygun ankrajlı iksa sisteminin seçimine karar verilmesi için ankraj sayısı değiştirilerek 4 sıra ankrajlı öngermeli analiz yapılmıştır. Bu durumda da zemin, ankraj ve fore kazık ortak parametreleri kullanılmış ve her bir ankraja öngirme kuvveti olarak 86 kN/m tanımlanmıştır.



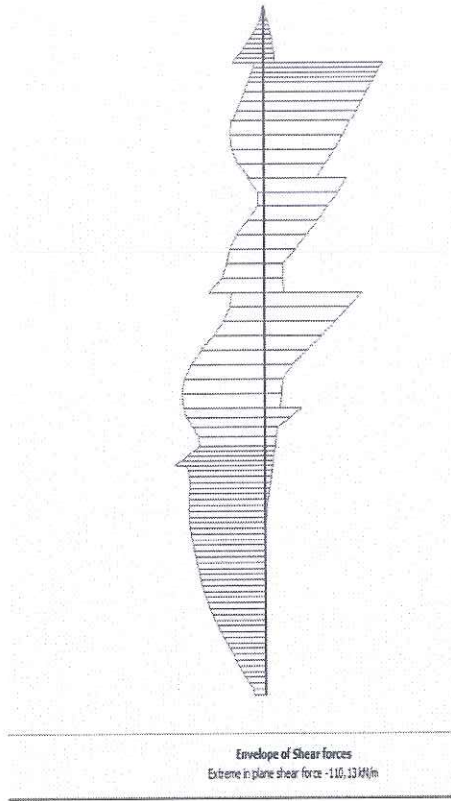
**Şekil 6.45.** Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde toplam yatay deformasyon konturları

Analiz sonucunda, zeminde meydana gelen toplam deformasyon değeri 0,04 m bulunmuş ve zeminde meydana gelen renk konturları Şekil 6.45’de verilmiştir.

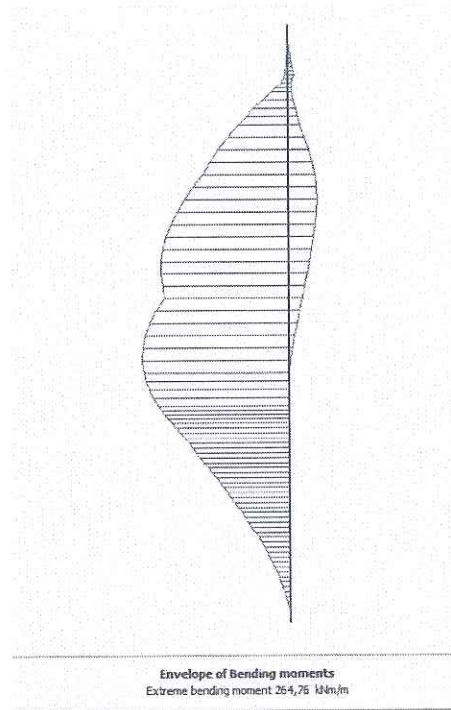
Analiz sonucunda elde edilen fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon ve kesme kuvveti grafikleri ise Şekil 6.46 ve Şekil 6.47’te verilmiştir. Grafiklere göre, fore kazıkta meydana gelen en yüksek yatay deformasyon değeri 0,039 m ve kesme kuvveti değeri de 110,13 kN/m olarak bulunmuştur.



**Şekil 6.46.**Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği



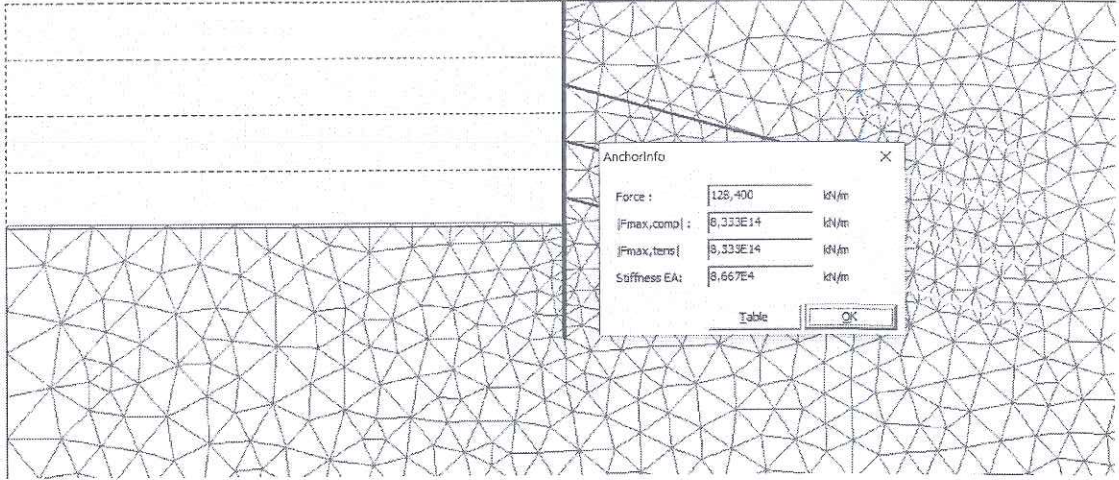
Şekil 6.47. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı



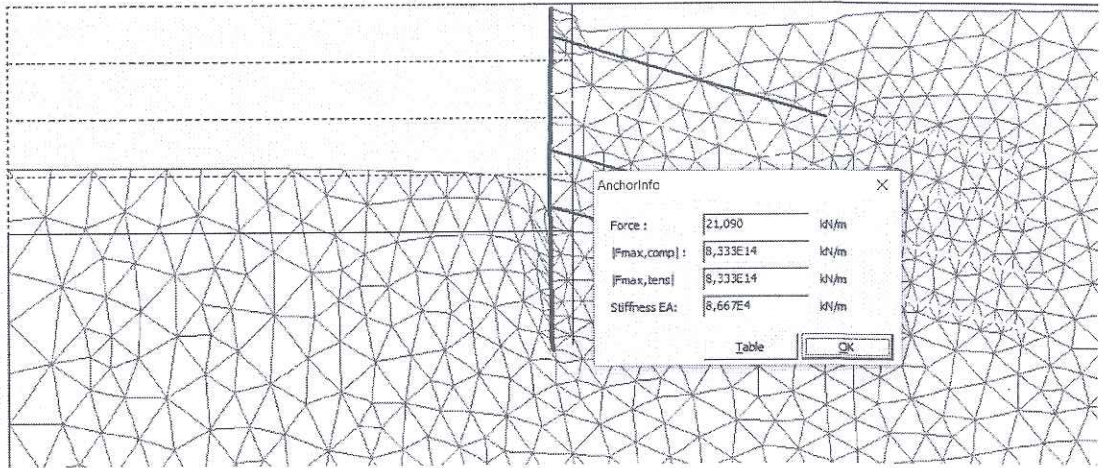
Şekil 6.48. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı



Analizde elde edilen ankrajlara gelen kuvvetler her bir ankraj için Şekil 6.49, Şekil 6.50, Şekil 6.51 ve Şekil 6.52’ de verilmiştir.

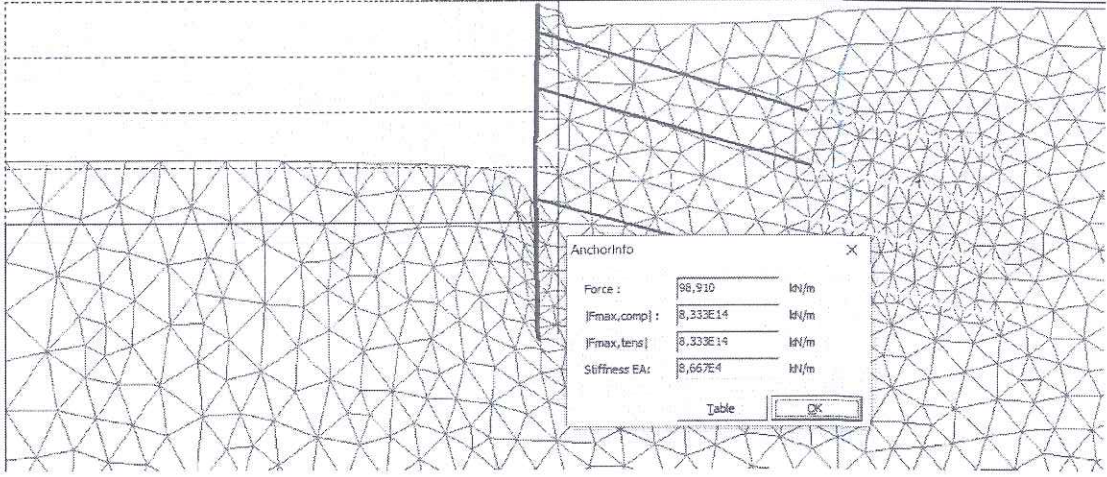


Şekil 6.49. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde ilk ankraja gelen kuvvet değeri

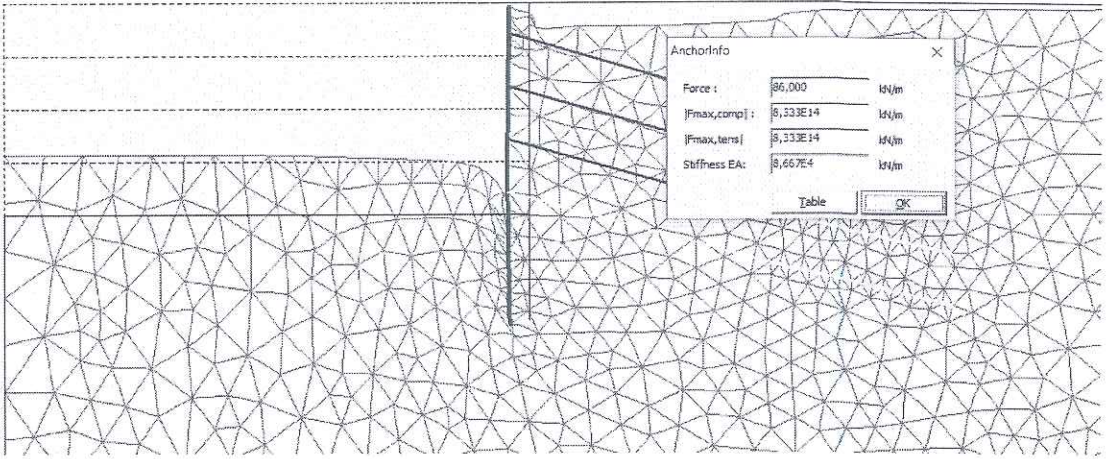


Şekil 6.50. Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri

Elde edilen bulgulara göre birinci sıradaki ankrajın 128,4 kN/m, son sıradaki ankrajın ise maruz kaldığı kuvvet sadece ankraja verilen öngörme kuvveti kadar olan 86 kN/m değeridir.



Şekil 6.51.Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri

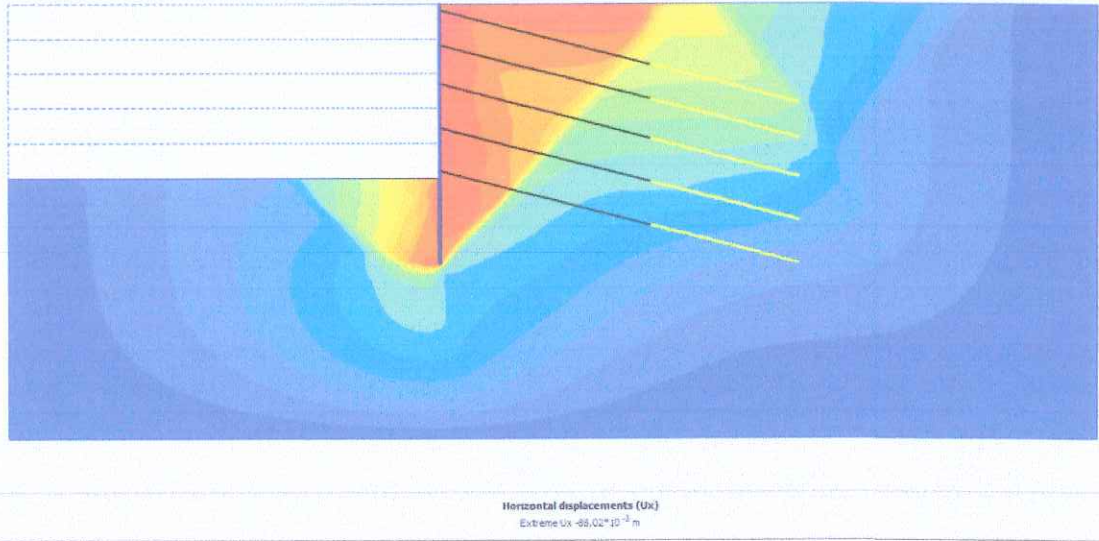


Şekil 6.52.Dört sıra ankrajlı öngermeli analizde son ankraja gelen kuvvet değeri

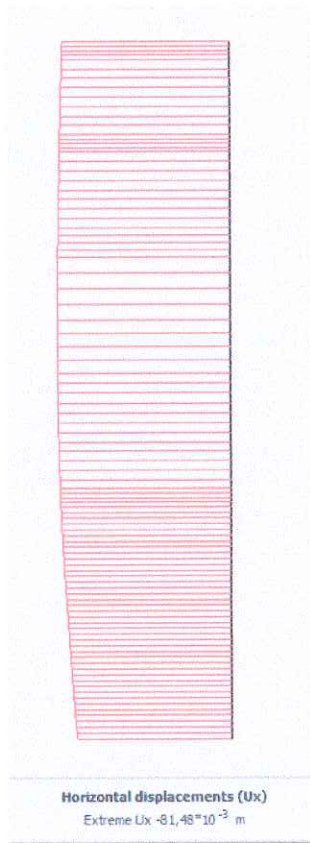
#### 6.4.6. 5 sıra ankrajlı öngermesiz analiz sonuçları

Mersin ili Yenişehir ilçesindeki bir noktadan elde edilen deney sonuçları baz alınarak 4 sıra ankrajlı analizlerden sonra, yatay deformasyonları incelemek, hem güvenli hem ekonomik bir sistem seçimini yapabilmek için, 5 sıra ankrajlı analizler de incelenmiştir.

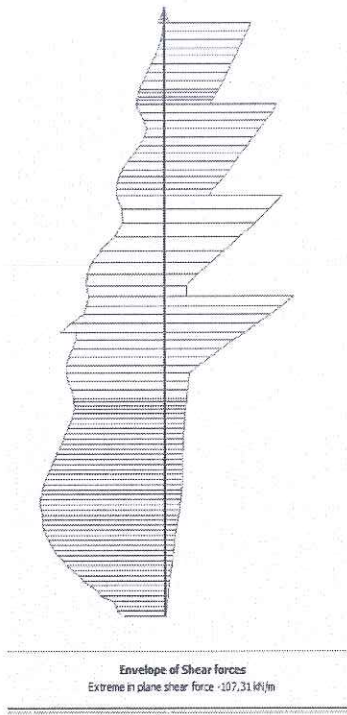
5 sıra ankrajlı analizden elde edilen toplam yatay deformasyon değeri 0,088 m bulunmuş ve meydana gelen renk konturları Şekil 6.53'te, fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon, kesme kuvveti ve bükülme momenti grafikleri de Şekil 6.54, Şekil 6.55 ve Şekil 6.56' da verilmiştir.



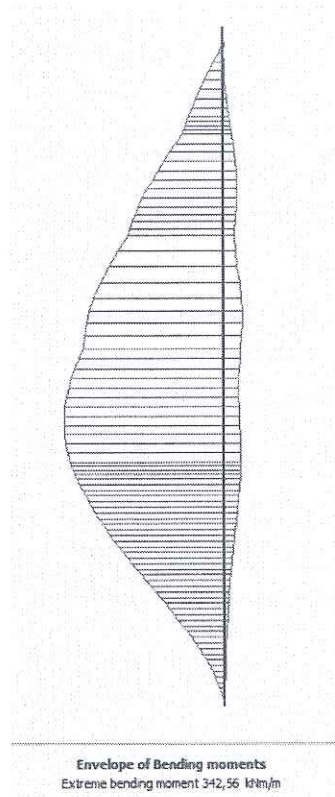
Şekil 6.53. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde toplam yatay deformasyon konturları



Şekil 6.54. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen yatay deformasyon grafiği

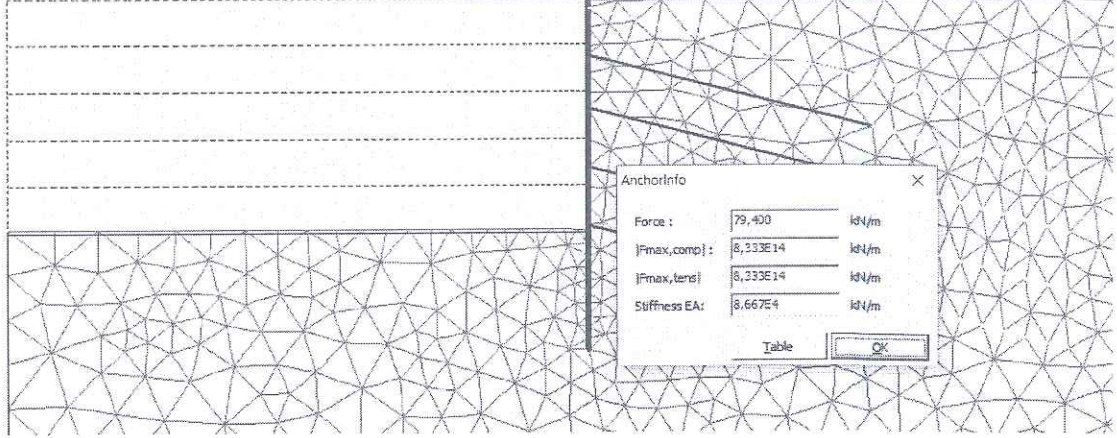


**Şekil 6.55.** Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen kesme kuvveti zarfı

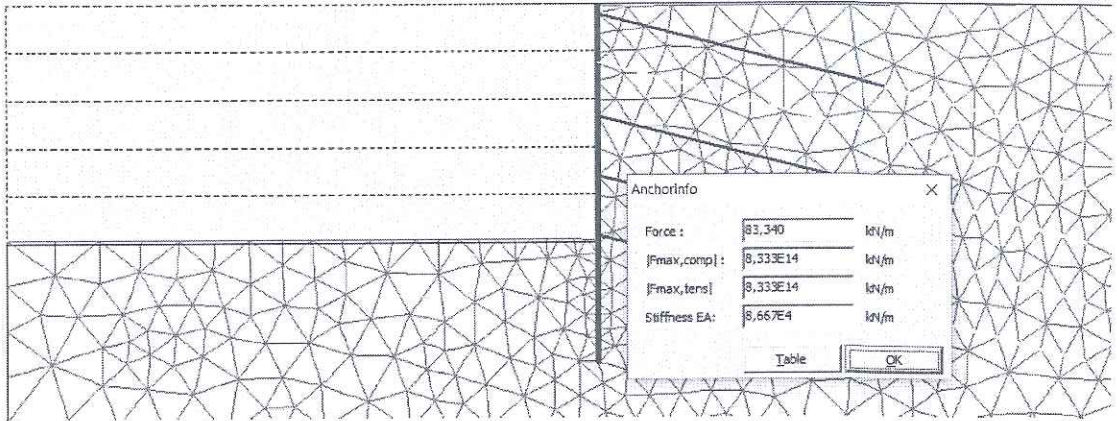


**Şekil 6.56.** Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde fore kazıkta meydana gelen bükülme momenti zarfı

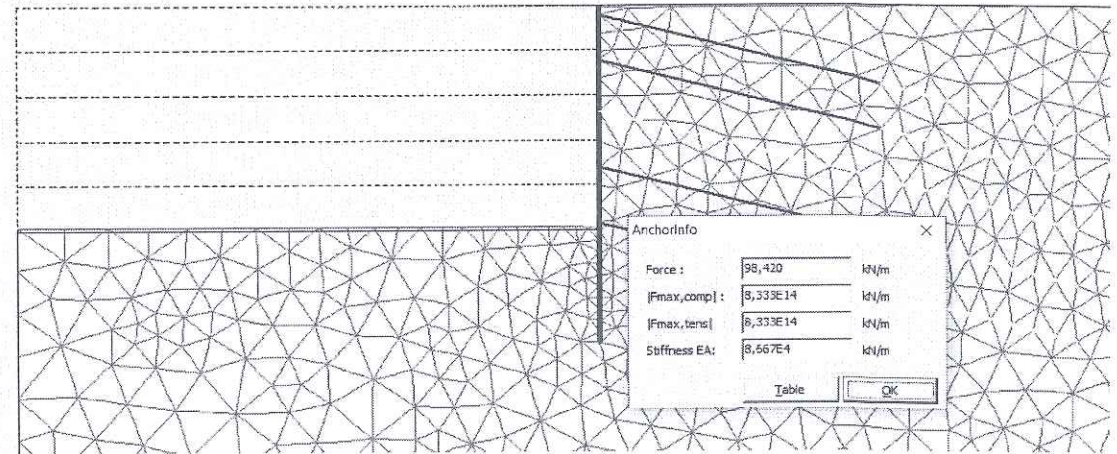
5 sıra ankrajlı öngermesiz analizlerde ankrajlara gelen kuvvetler Şekil 6.57, Şekil 6.58, Şekil 6.59, Şekil 6.60 ve Şekil 6.61’de verilmiştir.



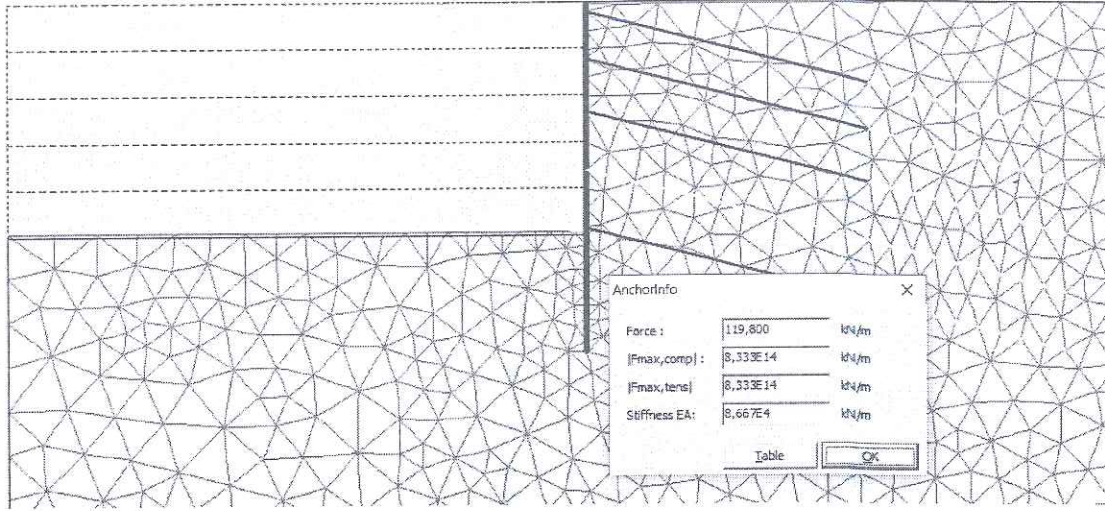
Şekil 6.57. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde ilk ankraja gelen kuvvet değeri



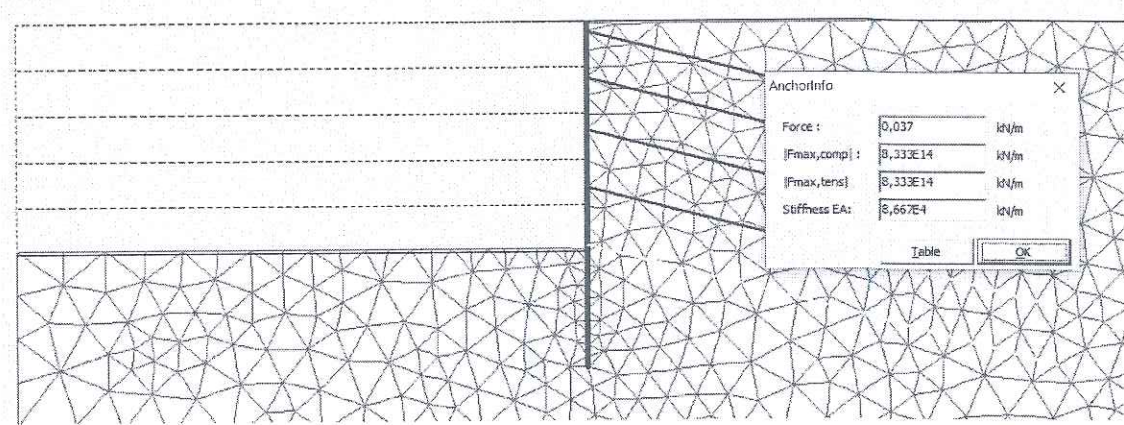
Şekil 6.58. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde ikinci ankraja gelen kuvvet değeri



Şekil 6.59. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde üçüncü ankraja gelen kuvvet değeri



Şekil 6.60. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde dördüncü ankraja gelen kuvvet değeri



Şekil 6.61. Beş sıra ankrajlı öngermesiz analizde son ankraja gelen kuvvet değeri

Programdan elde edilen bilgilere göre en yüksek ankraj değeri dördüncü ankraja gelmekte, en düşük ankraj değeri ise son ankrajda görülmektedir.

#### 6.4.7. Bulguların karşılaştırılması

Ankrajlı fore kazıklı iksa sistemlerinin tasarlanması ve uygulamaya konulmasında, tasarımı etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörlerden bazıları, ankraj sayısı, öngörme kuvveti ve zemindeki sızma durumu olup, ankrajlı iksa sistemi analizlerinden elde edilen sonuçlar

Çizelge 6.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 6.6. Analiz Bulgularının Karşılaştırılması

	3 sıra ankraj-öngermesiz	3 sıra ankraj-öngermeli (86 kN/m öngörme kuvveti)	4 sıra ankraj-öngermesiz (YASS mevcut değil)	4 sıra ankraj-öngermesiz (YASS mevcut)	4 sıra ankraj-öngermeli (86 kN/m öngörme kuvveti)	5 sıra ankraj-öngermesiz
Toplam yatay deformasyon (m)	0,11	0,09	0,04	0,04	0,04	0,054
fore kazıdaki en yüksek yatay deformasyon (m)	0,11	0,085	0,057	0,08	0,039	0,051
En yüksek kesme kuvveti (kN/m)	145,21	148,35	112,79	102,58	110,13	120,78
En yüksek bükülme momenti	326,14	324,30	324,26	316,12	264,76	280,88
1. Ankraj kuvveti (kN/m)	211	212,9	104,3	116,5	128,4	103,2
2. Ankraj kuvveti (kN/m)	60	54,4	72,37	99,11	21,09	11,78
3. Ankraj kuvveti (kN/m)	82,12	86	43,09	84,7	98,91	110,8
4. Ankraj kuvveti (kN/m)	-	-	9,02	63,76	86	125,5
5. Ankraj kuvveti (kN/m)	-	-	-	-	-	0,037

## YEDİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

#### 7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu çalışmada, Mersin ili Yenişehir ilçesinde seçilen bir noktada fore kazık ile yapılan destekli derin kazılar uygulanması durumunda, fore kazıklı iksa sisteminin arkasında oluşan yüzey oturmalarına etki eden faktörler sonlu elemanlar yöntemi ile incelenmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen bu analizlerde değişken parametre olarak ankraj sayısı, yeraltı suyu akışı ve ankraj öngerme kuvveti göz önüne alınmıştır.

Tüm modellerde nihai kazı derinliği 8 m olması durumu sabit tutulmuş ve zemin parametreleri ortak alınmıştır. Sayısal analizlerde zemin ortamı için drenajlı malzeme davranışı göz önüne alınmıştır.

Aynı zemin profiline sahip modeller üzerinde yapılan analizler sonucunda ankraj sayısının artmasının fore kazıkta meydana gelen yer değiştirmeler üzerinde olumlu yönde etki ettiği gözlemlenmiştir.

Öngerme kuvvetinin artmasının yatay yer değiştirmeleri üzerindeki etkisinin oldukça önemli olduğu görülmüştür. Öngerme kuvveti uygulandığında yer değiştirmelerin azaldığı anlaşılmaktadır.

Yapılan analizler öngerme kuvveti uygulanmış ankrajlı bir fore kazık sisteminin öngerme kuvveti uygulanmamış bir sisteme göre duvar önünde daha fazla kazı yapılmasına olanak sağladığına ve aynı kazı derinliğinde öngerme kuvveti uygulandığında, çok daha az yer değiştirmelerin meydana geldiğini göstermiştir.

En düşük kesme kuvveti değeri 4 sıra ankrajlı öngermesiz analizde, en düşük bükülme momenti değeri 4 sıra ankrajlı öngermeli analizde görülmüştür.

Tüm analizler ve analiz sonunda elde edilen sonuçlar incelendiğinde, Mersin ili, Yenişehir ilçesinde alınan örnek noktada ankrajlı fore kazıklı iksa sistemleri uygulanması durumunda maliyet ve güvenlik faktörleri de göz önünde bulundurularak uygun proje seçilmiştir. Buna göre 4 sıra ankrajlı öngermeli model uygulandığı takdirde fore kazıkta en düşük yatay deformasyon elde edilecek ve fore kazık daha düşük bükülme momentine maruz kalacaktır.



## KAYNAKÇA

- BS-8081. (1989). *British Standard Code of Practice for Ground Anchorages*.
- Daldal, G. İ. (2005). *Halat Tendonlu Ankrajlarda Gerilme Dağılımının Belirlenmesi ve Kazı Derinliğine Bağlı Olarak Duvar Hareketlerinin İncelenmesi*.
- Demirkoç, A. (2007). *Derin Kazılarda Zemin Çivisi ile Ankrajlı Destek Sistemlerinin Karşılaştırmalı Analizi*.
- İnan, Ö. İ. (2000). *Destekli Derin Kazılarda İnklinometrik Gözlem*.
- Özberk, B. S. (2009). *Ankraj destekli derin iksalarda deformasyonların incelenmesi*.
- Tabur, S. (2014). *Kazı Çukurlarında Dışbükey Köşe Etkisi Üzerine Bir Çalışma*.
- Aytekin M. (2004). *Deneysel Zemin Mekanikliği*
- Brinkgreve R. B. J. (2002). *Plaxis Finite Element Code for Soil and Rock Analysis*
- Önalp A., Sert S. (2006). *Geoteknik Bilgisi III, Bina Temelleri*
- NAVFAC DM-7.02 (1982). *Foundations and Earth Structures*
- Hüseyin Karatağ (2012). *Ankrajlı Bir İstinat Yapısının Hesaplanan Ve Gözlenen Davranışının Karşılaştırılması*
- Burçin Erdiker (2012). *Zemin Çivili İksa Sistemlerinde Öngermeli Ankraj Kullanılması*
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation of Analysis and Design*
- Özlem Beril Erzenoğlu (2015). *Ankrajlı İksa Sistemlerinde Öngerme Kuvvetinin Kazı Davranışı Üzerindeki Etkisi*
- Yıldırım, S., (2009). *Zemin İncelemesi ve Temel Tasarımı*
- Erdemgil, M., (1981). "Zeminde Ankraj Uygulaması", *Zemin Mekanikliği ve Temel Müh.İ. Ulusal Kongresi*
- Yüksel, İ. C., (1986). *Palplanş Perdelerin Genel Bilgisayar Programı ile Hesabı*
- Özberk, B. S., (2009). *Ankraj Destekli Derin İksalarda Deformasyonların İncelenmesi*

## İNTERNET KAYNAKLARI

- [1] [http://www.imo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/0bdd5172d386727\\_ek.pdf](http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/0bdd5172d386727_ek.pdf) , Erişim tarihi: 19.01.2018.
- [2] [http://www.istinatduvari.com/Downloads/iCad\\_Konsol\\_Teori.pdf](http://www.istinatduvari.com/Downloads/iCad_Konsol_Teori.pdf)Erişim tarihi: 22.01.2018.
- [3] *Dayanma (İstinat Yapıları)*. (2018, Ocak 1). <http://www.imo.org.tr> adresinden alınmıştır.
- [4] *İstinat Duvarları*. (2018, Ocak 27). [www.istinatduvari.com](http://www.istinatduvari.com) adresinden alınmıştır
- [5] *İstinat Duvarlarının İnşası ve Projelendirilmesi*. (2018, Ocak 1). <http://www.imo.org.tr> adresinden alınmıştır.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı :CANOĞULLARI Ahmet Uğur  
Uyruğu : T.C.  
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) :08/04/1990  
Doğum Yeri :ADANA  
Medeni hali :Evli  
Adresi :Hürriyet Mah. 1735 sk. Firuze Konutu Yenişehir/MERSİN  
Telefon :0538 0531810  
E-Posta :ugurcanogullari@hotmail.com

### Eğitim Derecesi Eğitim Birimi Mezuniyet yılı

Yüksek lisans Toros Üniv. Fen Bil. Ens. İnşaat Müh. Tezli YL.

Lisans Çukurova Üniversitesi, Müh.Mim. Fak.İnşaatMüh.Böl. 2014

Lise Cumhuriyet Lisesi 2007

### İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer/Görev	
2014-2015	Ant Yapı-Procons	Teknik Ofis Mühendisi
2015-2016	Betim Mühendislik	Teknik Ofis Şefi
2016-2019	Dülger İnşaat	Şantiye Şefi
2019- halen	Cemina Yapı	Şantiye Şefi

### Yabancı Dil

İngilizce

### İlgi Alanları

Basketbol, Yüzme, Futbol ,Tenis



T.C.  
TOROS ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 42952496-302.14/E.129

18/06/2019

Konu : Tez Başlığı Değişikliği

**İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığına**

Ana bilim dalınız öğrencisinin tez başlığı değişikliği, aşağıdaki yönetim kurulumuzun 14/06/2019 tarih ve 10/48 sayılı kararı ile uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.



*e-imzalıdır*

Prof. Dr. Fügen ÖZCANARSLAN  
Müdür V.

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığının 30/05/2019 tarihli ve 30 sayılı Ahmet Uğur CANOĞULLARI'nın tez başlığı değişikliği konulu yazısı görüşüldü.

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi 178060003 numaralı Ahmet Uğur CANOĞULLARI'nın, 29/05/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında, tez başlığının savunma sınavı jüri üyelerinin önerisi üzerine, "Ankrajlı Fore Kazıklı İksa Sistemlerinin Tasarımı ve Sonlu Elemanlar Yönetimi İle Analizi" olarak değiştirilmesine, danışmanına duyurulmak üzere konunun ana bilim dalı başkanlığına ve adı geçen öğrencinin e-posta adresine bildirilmesine oy birliğiyle karar verildi.





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

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

Tarih: 06/05/2019

Tezin Başlığı:  
Ankrajlı İksa Sistemlerinin Tasarımı ve Sonlu Elemanlar Yönetimi İle Analizi

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın;

- a) Giriş,
- b) Ana bölümler ve
- c) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 81 sayfalık kısmına ilişkin, 06/05/2019 tarihinde enstitü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı % 18 'dir.

Uygulanan filtrelemeler:



- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç
- 3- Benzer kelime sayısı 10 adet

yapıldığında en fazla %10,



- 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 tezin fikir/araştırma sorusu, yöntem, bulgular ve tartışma kısımları özgün olup kısmen veya tamamen diğer çalışmalardan alınan kısımlar olduğu durumlarda kaynak belirtilmesine dikkat edilmiştir. Tezin 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 : Ahmet Uğur CANOĞULLARI

İmzası :  Tarih: 06/05./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.

  
Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ

Danışmanın Unvanı-Adı-Soyadı

İmzası : ..... Tarih: 06/05/2019

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (...82...sayfa)

# ANKRAJLI İKSA SİSTEMLERİNİN TASARIMI VE SONLU ELEMANLAR YÖNTEMİ İLE ANALİZİ

ORIJINALLIK RAPORU

% **18**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **17**

İNTERNET  
KAYNAKLARI

% **0**

YAYINLAR

% **9**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

TÜM KAYNAKLARI EŞLEŞTİR ( SADECE SEÇİLİ OLAN KAYNAĞI YAZDIR)

%7

★ **es.scribd.com**

İnternet Kaynağı

Alıntıları çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< %1

Bibliyografayı Çıkart

üzerinde