



T.C.

TOROS ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**TEMEL ALTINDA UYGULANAN GEOGRİDİN OTURMA MİKTARINA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Atay DURAL

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ARALIK 2019



T.C.
TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

TEMEL ALTINDA UYGULANAN GEOGRİDİN OTURMA MİKTARINA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Atay DURAL

DANIŞMAN

Prof.Dr. Aziz ERTUNÇ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

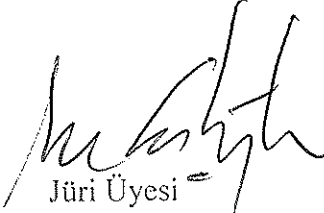
ARALIK 2019

YÜKSEK LİSANS TEZİ KABUL ve ONAY SAYFASI

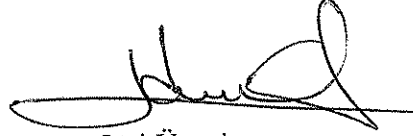
Atay DURAL tarafından hazırlanan “Temel Altında Uygulanan Geogridin Oturma Miktarına Etkisinin İncelenmesi” başlıklı bu çalışma 20/12/2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonunda oybirliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak kabul 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 : **13./01./2020**

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



Prof.Dr.Mükerrerem Fatma İLKİŞİK
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

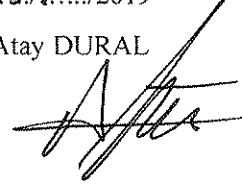
Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu çalışmada;

- 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 kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

20.12./2019

Atay DURAL



TEMEL ALTINDA UYGULANAN GEOGRİDİN OTURMA MİKTARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Atay DURAL

TOROS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
2019

ÖZET

Taşıma kapasitesinin düşük olduğu zeminler üzerine inşa edilen yapıların tasarımlarında ve uygulama aşamalarında oldukça büyük problemler yaşanmaktadır. Zayıf zeminler üzerine yapılan uygulamalarda farklı oturmalar, aşırı oturmalar veya göçmeler yaşanabilmektedir. Bu problemlerin çözüm yöntemlerinin uygulanması kimi zaman zor kimi zaman ise pahalı olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı uygulaması daha uygun ve ucuz olan geosentetik donatılı zemin uygulamaları günümüzde daha sık kullanılmaya başlanmıştır. Bu çözümler daha hızlı, ucuz ve uzun ömürlü olmaktadır.

Bu çalışma alanı kil zeminlerin geogrid donatı ile güçlendirilmesi sonucunda zeminde oluşan oturma miktarlarının nasıl değişeceği, plaxis bilgisayar programıyla modellenerek araştırılmıştır. Sayısal analizlerde; ilk donatı derinliği, kullanılan donatı sayısı ve donatının temel taşıma mesafesi gibi değişkenlerin diğer parametreler sabit iken oturma miktarına etkisi araştırılmıştır. Sayısal analizlerin sonuçları grafikler halinde gösterilmiştir. Elde ettiğim verilere göre ilk seride, her geogrid sırası eklendiğinde oturma miktarı azalmaya devam etmiştir. Dördüncü sıra geogrid konulduğunda oturma 2.4 cm azalmıştır. İkinci seride, ilk geogrid sırası derinliğine göre yapılan analiz sonucunda, ilk donatı derinliği arttırıldıkça oturma miktarı azalmaya devam etmiştir. Üçüncü seride, kenar taşıma mesafesine göre yapılan analiz sonucunda kenar taşıma olmadığı duruma göre, kenar taşıma 150 cm yapıldığında oturma miktarı 0.7 cm azalmıştır.

Anahtar kelimeler: Donatılı Zemin, Geogrid, Oturma Miktarı, PLAXIS.

**NUMERICAL INVESTIGATION OF SETTLEMENT UNDER GEOGRID
REINFORCED SOIL FOUNDATIONS**

(M. Sc. Thesis)

Atay DURAL

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

2019

ABSTRACT

There are huge problems in the design and application stages of the buildings built on low-carrying ground. Different settlements, over settlements or collapses may occur in applications on weak soils. The solution methods of these problems are sometimes difficult and sometimes expensive. Because of these reasons, geosynthetically equipped seminar applications, which are more convenient and inexpensive to apply, are now being used more frequently. These solutions are faster, cheaper and durable.

This study area was investigated by modeling with plaxis computer program to determine the amount of seating on the ground as a result of strengthening of clay soils with geogrid reinforcement. In numerical analysis; The effects of variables such as depth of the first reinforcement, number of reinforcement used and the basic overflow of the reinforcement on the amount of seating while other parameters were fixed were investigated. The results of numerical analyzes are shown in graphs. According to the data I obtained, in the first series, the amount of seating continued to decrease when each geogrid row was added. Sitting decreased by 2.4 cm when the fourth row geogrid was placed. In the second series, as a result of the analysis made according to the depth of the first geogrid row, the seating amount continued to decrease as the depth of the first reinforcement was increased. In the third series, as a result of the analysis made according to the edge overflow distance, the amount of seating decreased by 0.7 cm when the edge transportation was made 150 cm.

Key Words: Reinforced Soil, Geogrid, Seating Quantity, PLAXIS.

TEŞEKKÜR

Başta sayın danışmanım Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ olmak üzere yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Mehmet ÇAKIROĞLU hocama,

Seminerdeki çeşitli sorunlarımızda yardımcı olan değerli patronum, 4Z Yapı Denetim m¼d¼r¼ İnşaat Y¼ksek M¼hendisi Erol TAŐ'a,

Önemli destekleri için inşaat m¼hendisi kardeŐim Berkay DURAL'a ve aileme teŐekk¼r ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xviii
GİRİŞ.....	1
Araştırma Probleminin Tanımı	2
Araştırmanın Amacı	2
Araştırmanın Kapsamı	2
Araştırmanın Yöntemi.....	3
Araştırmanın Kısıtları	3
Araştırmanın Varsayımları.....	3

BİRİNCİ BÖLÜM

GEOSENTETİĞİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

1. GEOSENTETİK MALZEMELER	4
1.1. Geotekstil Malzemeler	6
1.1.1. Geotekstillerin fonksiyonları	8
1.1.1.1. Ayırma fonksiyonu	8
1.1.1.2. Güçlendirme fonksiyonu	8
1.1.1.3. Filtrasyon fonksiyonu	9

1.1.1.4. Drenaj fonksiyonu	10
1.1.1.5. Koruma fonksiyonu	10
1.1.1.6. Yalıtım fonksiyonu	11
1.2. Geogridler	12
1.3. Geomembranlar	12
1.4. Geonetler	14
1.5. Geohücreler	15
1.6. Geokompozitler	15

İKİNCİ BÖLÜM

GEOGRİDLER

2. GİRİŞ.....	16
2.1. Geogridlerin Üretim Yöntemleri	17
2.1.1. Ekstrüde yöntemi ile geogrid üretimi	17
2.1.2. Dokuma yöntemi ile geogrid üretimi	17
2.1.3. Yapıştırma yöntemi ile geogrid üretimi	17
2.2. Kullanım Alanları	18
2.2.1. Yumuşak zeminlerde kullanımı	18
2.2.2. Yollarda kullanımı	19
2.2.3. İstinat yapılarında kullanımı	20

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

PLAXİS PAKET PROGRAMI

3. GİRİŞ	22
3.1. Genel Plaxis Menüsü	22
3.2. Input Komutu	23
3.2.1. Create/Open project penceresi	23
3.2.2. General settings (genel ayarlar) penceresi	24
3.2.2.1. Project sekmesi	25
3.2.2.2. Dimension penceresi	28
3.2.3. Input arayüzünün kısayol tuşları	30
3.2.3.1. Material sets komutunun kullanımı	32
3.2.3.1.1. Malzeme özelliklerinin girilmesi	33
3.2.3.1.2. Hazırlanan malzemelerin çizilen elemanlara uygulanması	38
3.2.3.2. Generate Mesh komutu	38
3.2.4. Input menüleri	40
3.2.4.1. File	41
3.2.4.2. Edit	42
3.2.4.3. View menüsü	42
3.2.4.4. Geometry menüsü	43
3.2.4.5. Loads menüsü	44
3.2.4.6. Materials menüsü	44
3.2.4.7. Mesh menüsü	45
3.2.4.8. Initial menüsü	45
3.3. Calculations Uygulama Programı	48

3.3.1. General arayüzü	48
3.3.2. Parameters arayüzü	50
3.3.3. Multipliers arayüzü	51
3.3.4. Calculations uygulama programı kısayolları	51
3.4. Output Uygulama Programı	54
3.4.1. Output uygulamasının kısayolları	55
3.4.2. Output uygulama programları menüleri	55
3.4.2.1. View menüsü	56
3.4.2.2. Geometry menüsü	58
3.4.2.3. Deformation menüsü	63
3.4.2.4. Stress menüsü	66
3.5. Curvers Uygulama Programı	68
3.5.1. Curves uygulama programları kısayolları	69

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ANALİZİ İÇİN SEÇİLEN BÖLGENİN ZEMİN DURUMU

4. GİRİŞ.....	72
4.1. Bölgeye Ve Yapıya Ait Genel Bilgiler	72
4.2. Zemin Profili	73
4.3. Su Durumu	74
4.4. Arazi Deneyleri	75
4.5. Afet Durumu	75

BEŞİNCİ BÖLÜM

PLAXİS BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE ANALİZ

5. PLAXİS BİLGİSAYAR PROGRAMI	76
5.1. Sonlu Elemanlar Yöntemi	76
5.2. Plaxis 2D V8.6 Bilgisayar Programı İle Analiz	77
5.2.1. Giriş	77
5.2.2. Yapılan analizler	83
5.2.2.1. Donatı sırasının (N) oturma miktarına etkisi (Birinci seri)	83
5.2.2.2. İlk donatı derinliğinin (u) oturma miktarına etkisi (İkinci seri).....	87
5.2.2.3. Kenar taşma mesafesinin (L) oturma miktarına etkisi (Üçüncü seri).....	91

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	96
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Dokunmamış geotekstil	7
Şekil 1.2. Dokunmuş geotekstil	7
Şekil 1.3. Geotekstilin ayırma fonksiyonu	8
Şekil 1.4. Geotekstilin güçlendirme fonksiyonu	9
Şekil 1.5. Geotekstilin filtre amaçlı kullanımı	9
Şekil 1.6. Geotekstillerin drenaj özelliği	10
Şekil 1.7. Geotekstil malzemelerin koruma fonksiyonu	11
Şekil 1.8. Geotekstilin yalıtım amaçlı kullanımı.....	11
Şekil 1.9. İzmit'te yapılan bir çöplük arıtma tesisin yalıtımı	12
Şekil 1.10. Geomembran uygulaması	13
Şekil 1.11. Geomembran uygulaması	13
Şekil 1.12. Geomembran uygulaması	14
Şekil 1.13. Geonet	14
Şekil 1.14. Geohücre	15
Şekil 2.1. Geogrid genel görünümü	16
Şekil 2.2. Yollarda geogrid kullanımı	19
Şekil 2.3. Yollarda geogrid kullanımı	20
Şekil 2.4. İstinat yapılarında geogrid kullanımı	21
Şekil 3.1. Plaxis uygulama programlarının ikonlarıyla görünümü v	22
Şekil 3.2. Create/Open project penceresi	23
Şekil 3.3. More files penceresi	24
Şekil 3.4. General settings penceresi	25
Şekil 3.5. Plane strain modelleme seçeneğine örnek şablon.....	26

Şekil 3.6. Axisymmetry modelleme seçeneğine örnek şablon	27
Şekil 3.7. Node sıklık tercihleri	27
Şekil 3.8. Dimensions penceresi	28
Şekil 3.9. Input uygulama programı çalışma alanı	29
Şekil 3.10. Çalışma alanı sınırlarının tanımlanması	29
Şekil 3.11. Kiriş uçlarının mafsallaştırılması	30
Şekil 3.12. Plaxis de geosentetik malzemenin kullanımı	31
Şekil 3.13. Standart fixities	31
Şekil 3.14. Matrial sets penceresi	32
Şekil 3.15. Plaxis Paket programında mevcut malzemeler	33
Şekil 3.16. Tip malzemelerin parametrelerinin girildiği arayüz	34
Şekil 3.17. Plaxis paket programındaki malzeme modelleri	34
Şekil 3.18. Parameters arayüzü girdileri	36
Şekil 3.19. Advanced parametrelerin girildiği pencere	36
Şekil 3.20. Interfaces arayüzü	37
Şekil 3.21. Malzemenin geometriye atanması	38
Şekil 3.22. General info seçeneği	39
Şekil 3.23. Eleman sayısının kontrolü	39
Şekil 3.24. Sıklığı değiştirilmiş sistem	40
Şekil 3.25. File menüsü	41
Şekil 3.26. Edit menüsü	42
Şekil 3.27. View menüsü	42
Şekil 3.28. Geometry menüsü	43
Şekil 3.29. Loads menüsü	44
Şekil 3.30. Materials menüsü	44

Şekil 3.31. Zemin suyu ile ilgili bilgilerin girildiği pencere	45
Şekil 3.32. Yeraltı suyundan kaynaklanan efektif gerilme dağılımı	46
Şekil 3.33. Onaylama penceresi	47
Şekil 3.34. Sistemde yeraltı suyu bulunmadığı durumdaki efektif gerilme dağılımı	47
Şekil 3.35. Select project penceresi	48
Şekil 3.36. Calculate uygulama programı ara yüzleri	48
Şekil 3.37. General arayüzü	49
Şekil 3.38. Hesap tipinin seçilmesi	49
Şekil 3.39. Parameters arayüzü	50
Şekil 3.40. Multipliers arayüzü	51
Şekil 3.41. Nokta seçme belirleme penceresi	52
Şekil 3.42. Hesaplanacak dosyanın seçilmesi	52
Şekil 3.43. Hesaplama penceresi	53
Şekil 3.44. Hesap başarıyla gerçekleştirilmiştir	53
Şekil 3.45. Hesap başarıyla tamamlanamadı	53
Şekil 3.46. Hata mesajı	54
Şekil 3.47. Output uygulama programı penceresi	54
Şekil 3.48. Table kısayol tuşuna basıldığında ekrana gelen pencere	55
Şekil 3.49. View menüsü komutları	56
Şekil 3.50. General info penceresi	56
Şekil 3.51. Material İno Komutu	57
Şekil 3.52. Malzeme özelliklerinin gösterildiği pencere	57
Şekil 3.53. Calculations info penceresi	58
Şekil 3.54. Geometry menu komutları	58
Şekil 3.55. Structures komutunun aktif olması hali	59

Şekil 3.56. Materials komutunun aktif olması hali	59
Şekil 3.57. Phreatic line komutunun aktif olması hali	60
Şekil 3.58. Loads komutunun aktif olması hali	60
Şekil 3.59. Fixities komutunun aktif olması hali	61
Şekil 3.60. Connectivity plot komutunun aktif olması hali	61
Şekil 3.61. Element komutunun aktif olması hali	62
Şekil 3.62. Nodes komutunun aktif olması hali	62
Şekil 3.63. Stres point numbers komutunun aktif olması hali	63
Şekil 3.64. Deformation menüsü komutları	63
Şekil 3.65. Total displacements komutunun aktif olması hali	64
Şekil 3.66. Total increaments komutunun aktif olması hali	65
Şekil 3.67. Total strain komutunun aktif olması hali	65
Şekil 3.68. Stresses menüsü ve alt komutları	66
Şekil 3.69. Efektif gerilmelerin şekil üzerinde görülmesi	66
Şekil 3.70. Sistemdeki konsolidasyonların şekil üzerinde görülmesi	67
Şekil 3.71. Plastik noktaların şekil üzerinde gösterilmesi	67
Şekil 3.72. Grafik görünüm seçenekleri	68
Şekil 3.73. Curves uygulama programının açılması	68
Şekil 3.74. Grafik ayar penceresi	69
Şekil 3.75. Chart settings kısayol tuşu penceresi	70
Şekil 3.76. Curve settings penceresi	71
Şekil 3.77. Sonuçların tablo halinde gösterilmesi	71
Şekil 4.1. SK 1 kuyusu	73
Şekil 4.2. SK2 kuyusu	74
Şekil 5.1. Şevsiz sistem geometrisi	78

Şekil 5.2. Şevsiz olarak yapılan kazıdan kaynaklı göçme hatası	78
Şekil 5.3. Şevli sistem geometrisi	79
Şekil 5.4. Kil zemin özelliklerinin plaxis'e girilmesi	80
Şekil 5.5. Kum-çakıl zemin özelliklerinin plaxis'e girilmesi	81
Şekil 5.6. Dolgu malzemesinin özelliklerinin plaxis'e girilmesi	82
Şekil 5.7. Donatı sayısının (N) etkisi	84
Şekil 5.8. Geogridsiz durumdaki oturma değeri	85
Şekil 5.9. Birinci sıra geogrid sonrası oturma değeri.....	85
Şekil 5.10. İkinci sıra geogrid sonrası oturma değeri.....	86
Şekil 5.11. Üçüncü sıra geogrid sonrası oturma değeri	86
Şekil 5.12. Dördüncü sıra geogrid sonrası oturma değeri.....	87
Şekil 5.13. İlk donatı derinliğinin (u) etkisi	88
Şekil 5.14. İlk donatı derinliği 15 cm iken oturma değeri	89
Şekil 5.15. İlk donatı derinliği 30 cm iken oturma değeri	89
Şekil 5.16. İlk donatı derinliği 45 cm iken oturma değeri	90
Şekil 5.17. İlk donatı derinliği 60 cm iken oturma değeri	90
Şekil 5.18. İlk donatı derinliği 75 cm iken oturma değeri	91
Şekil 5.19. Kenar taşma mesafesinin (L) etkisi	92
Şekil 5.20. Kenar taşım mesafesi 0 cm iken oturma değeri	93
Şekil 5.21. Kenar taşım mesafesi 30 cm iken oturma değeri	93
Şekil 5.22. Kenar taşım mesafesi 60 cm iken oturma değeri	94
Şekil 5.23. Kenar taşım mesafesi 90 cm iken oturma değeri	94
Şekil 5.24. Kenar taşım mesafesi 120 cm iken oturma değeri	95
Şekil 5.25. Kenar taşım mesafesi 150 cm iken oturma değeri	95

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1. Fonksiyonlarına göre geosentetikler	5
Çizelge 1.2. Geosentetik malzemelerin fonksiyonları	6
Çizelge 5.1. Kil zeminin özellikleri	80
Çizelge 5.2. Kumlu-çakıl zeminin özellikleri	81
Çizelge 5.3. Dolgu malzemesinin özellikleri	82

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
HDPE	Yüksek yoğunluklu polietilen
VFPE	Çok esnek polietilen
PVC	Polivinil klorür
CSPE	Güçlendirilmiş polietilen membran
EPDM	Etilen- Propilen-Dien Membran esaslı kauçuk
SK	Sondaj kuyusu
γ	Birim hacim ağırlığı
E_{ref}	Üç eksenli yükleme rijitliği
ν	Poisson oranı
c	Kohezyon
ϕ	Kayma mukavemet açısı
Ψ	Dilatasyon açısı
N	Donatı sayısı
u	İlk donatı derinliği
h	İki donatı arası mesafe
L	Kenar taşıma mesafesi
Δh	Toplam oturma miktarı

GİRİŞ

Günümüzde geoteknik mühendisliğinde sıklıkla yaşanan sıkıntıların başında zemin iyileştirme yöntemlerinin uygulamasının hem zahmetli hem de maliyetlerinin oldukça yüksek olması gelir. Bu anlamda üzerine herhangi bir yapının yapıldığı sahalarda gerekli önlemin alınmaması yapısal anlamda çok büyük sıkıntılara yol açmaktadır. İnsanlığımızın ilk çağlardan bu yana zemin iyileştirmesinde uyguladığı donatı zeminler en önemli yöntemlerden birisidir. Özellikle bataklık alanlara çeşitli dallar ya da ağaç parçalarını dizmek suretiyle yapılan bu uygulamada ilk başlarda bazı sıkıntılar yaşanmıştır. Donatı olarak kullanılan malzemelerin çürümesi, zemin içerisinde kaybolması gibi sorunların ardından daha dayanıklı malzemeler için arayışlara girilmiştir. (YILDIZ, 2005)

Günümüzde geoteknik mühendisliğinde sıklıkla kullanılan ve en hızlı şekilde gelişim ve değişim gösteren malzemelerin başında ise adı geçen polimerik malzemeler gelmektedir. Polimer'in, kelime anlamı çok parçalıdır. Bir polimer malzeme, kimyasal olarak birbirine bağlı birçok parça veya birimi içeren bir katı olarak veya başka bir ifadeyle birbirine bağlanarak bir katı meydana getiren parçalar veya birimler olarak düşünülebilir. Genellikle polimer ve polimer bileşiklerinden, beton, çimento, derz dolgusu, tamir ve yapıştırma harçlarında kimyasal katkı maddesi olarak yararlanılmaktadır. Polimerlerin daha önce işlenen, beton kimyasal katkı maddesi, harçlar ve boyalar konusunda kullanıldığı bilinmektedir. (YILDIZ, 2005)

Fabrika şartlarında üretilen polimerik malzemeler zemin ile birlikte kullanılarak geoteknik projelerin hayata geçirilmesinde önemli rol oynamakta ve ortam performansını arttırarak geleneksel yöntemlere göre maliyetleri de düşürerek düzenli çözümler ortaya çıkabilmektedir. Bahsi geçen polimerik malzemelerin başında ise oldukça geniş bir malzeme ailesi ile yer edinmiş olan geosentetikler yer almaktadır.

Zemin davranışlarını incelemek için ve zeminde oluşabilecek problemleri önceden görebilmek adına, sonlu elemanlar yöntemini kullanan Plaxis bilgisayar programını kullanarak sistemi modellemek mümkündür. Bu çalışmada, farklı oturmalarından dolayı yapısal açıdan bazı sıkıntıları içeren bir yapıda, yapının bulunduğu sahanın zemin özelliklerini kullanarak zemine geogrid donatı kullanarak tasarlanan zemin iyileştirmesinin sayısal analizleri yapılmıştır.

Yapılan analizlerde; konulacak donatı sayısının, ilk donatı derinliğinin ve kenar taşma mesafesinin yapıda oluşacak oturma miktarına etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışmanın 1. bölümünde geosentetik malzemelerin tanıtımı ve çeşitleri açıklanmıştır. 2. bölümde geogridlerin özellikleri ve kullanım alanları geniş bir biçimde anlatılmıştır. 3. bölümde Plaxis bilgisayar programının kullanımı ve içeriği anlatılmıştır. Bölüm 4'te arazinin yapısı ve zemin durumu açıklanmıştır. 5. bölümde ise yapılan analizlerden elde edilen sonuçlar grafikler halinde gösterilmiş olup, son bölümde ise sonuçlar ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

Araştırma Probleminin Tanımı

İnşaat yapım aşamalarında yaşanan sıkıntıların başında zemin iyileştirme sorunları gelmektedir. Çok çeşitli arazi şartlarında günümüz teknolojisine uygun inşa şekilleri bulunmaktadır. Ancak yapılacak bütün bu zemin iyileştirme yöntemleri yapım maliyetlerini oldukça yükseltmekle beraber zaman olarakta uzun süreler almaktadır. Bütün bu nedenlerden dolayı inşaat mühendisliği çözümlerinde değişik arayışlara gidilmiş olmakta olup başta ekonomik nedenlerle hem kolay imalatı hem de imalat aşamasının kısa süreceği olması dolayısıyla geosentetik ürünlere başvurulmuştur. Bu geosentetik ürünlerin başında ise geogridler gelmektedir. Geogridlerin uygulanmasının kolaylığı, maliyetlerinin ucuz olması, uzun ömürlü olması, harcanılan emeğe göre verdiği faydanın yüksek oluşu bu aşamada önemli rol oynamıştır. Bu çalışmada da zeminin yapısından kaynaklı farklı oturmaların olduğu bir yapıda zemindeki oturmaların geogrid donatı ile nasıl azaltılabileceği araştırılmıştır.

Araştırmanın Amacı

Çalışmanın amacı; analizi için seçtiğim örnek yapı çerçevesinde zemin iyileştirmesinde kullanılan geogridlerin yapım sonrasında zeminden kaynaklı oluşan oturmaların önüne geçmek amacıyla araştırma yaptım. Sonuç olarak ise kullanılan geogrid sayısının ve aralıklarının önemi görmeyi hedefledim.

Araştırmanın Kapsamı

Bu çalışmada ön bilgi olarak geogridlerin özellikleri, kullanım alanları üretim şekilleri araştırılmış, plaxis bilgisayar programında yapılacak analizlere temel olması açısından programın özellikleri açıklanmış, yapılan analizlere ait zeminin durumu gösterilmiştir, son olarak ise farklı sayı, farklı derinlik ve farklı taşma mesafelerine ait analizler yer almaktadır.

Araştırmanın Yöntemi

Konunun açıklanması ve problemin çözümü için plaxis programı kullanılmıştır. Ele alınacak değişkenler, yapılacak ölçümler aşağıdaki gibidir;

Uygun bir yük altında tasarlanan sürekli temel altındaki geogridin aralıklarının, sayılarının ve kenar taşma mesafelerinin oturma miktarına etkisi özelinde araştırılmıştır. Bu değişik parametreler için birçok deneme yapıp analiz sonuçları gösterilmiştir.

Araştırmanın Kısıtları

Araştırma içerisinde yapılan analizler Mersin, Erdemli ilçesi, Koyuncu mevkiine ait zemin özellikleri için yapılmıştır. Bu nedenle farklı zemin özellikleri için geogrid donatının oturma miktarına yaptığı fayda miktarı değişebilir. Aynı şekilde kullanılan geogrid malzemesinin özellikleri de sonuç üzerine etki edecektir.

Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada, tasarlanan geometri içerisinde kullanılan geogrid donatının özellikleri, kullanım şekilleri, yerleşim şekilleri, dolgu malzemesi ve özellikleri, hesap aşamaları için sistem girdilerinin üzerine belirli varsayımlar yapılmıştır.

GEOSENTETİĞİN TANIMI VE ÇEŞİTLERİ

1.GEOSENTETİK MALZEMELER



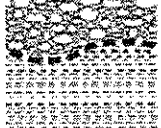
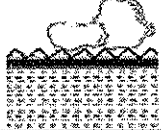
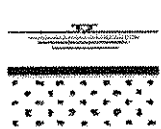
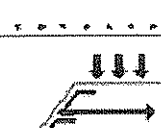
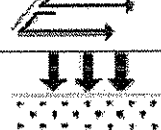
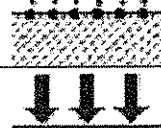


Geosentetikler 70'li yıllardan günümüze kadar kullanım alanları ve üretim çeşitleri farklılıklar göstererek gelmiştir. Bu ürünler kullanım alan ve amaçlarına göre belirli doğal malzemelerle birlikte entegre olarak çalışan polimer bazlı ve düzlemsel ürünlerdir. (Çizelge 1.1.) (Karagül, 2007)

Geosentetik ürünlerin birçok kullanım alanı olmasıyla beraber öncelikli olarak karayollarında, dolgularda, istinat yapılarında, şev stabilitesinde ve güçlendirme çalışmalarında, geoteknik alanlarda zemin stabilitesinde ve dayanımı arttırmada kullanılır. Bu çalışmada kullanım alanı yaygın bir şekilde olan geogridin geoteknik alandaki kullanımı açısından bir araştırma yapılacaktır.

Zemin ile kullanılacak olan geosentetik malzemenin performansı birçok etkene bağlıdır. Bu etkenler arasında zemin ve geosentetik malzemenin özellikleri, arayüzey parametreleri, zeminin doğal gerilmeleri ve göreceli deformasyon büyüklükleri yer almaktadır.

Geotekstillerin kullanım alanları üretim ve uygulama kolaylığı sayesinde oldukça artmıştır. İmalat türlerine göre geotekstilller, geogridler, geomembranlar, geonetler ,geokompozitler, geosentetik kil kaplamalar vb. dir. İnşaat mühendisliği uygulamalarında ayırma, drenaj, filtreleme, güçlendirme fonksiyonlarından sıklıkla faydalanılır. Alternatif uygulamalara göre yer kazanımı, kalite kontrolünün kolaylığı, teknik üstünlüğü, ekonomik açıdan ucuz olması, süre kazanımı, gelişim kolaylığı sağlanması, çevresel açıdan duyarlı bir malzeme oluşu gibi birçok önemli özelliği ile ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 1.1. Fonksiyonlarına göre geosentetikler (Karagül,2007)

FONKSİYON		ÇEŞİT	TANIM
Filtrasyon		Geokomposit, örgütsüz geotekstil	Sıvı geçişine izin verir, zemin danelerini geçirmemek
Drenaj		Geonet, geonet, geokomposit,	Sıvının taşınması
Ayırma		Geotekstil, geokomposit	İki malzemenin ya da zeminin karışmasını engellemek
Koruma		Örgütsüz geotekstil, geonet, geokomposit	Yapının zarar görmesini önlemek amaçlı
Geçirimsizlik		Geomembran, geokompozitler	Sıvı bariyeri
Donatılı duvar		Tek yönlü geogridler, örgütlü geotekstiller	Zemine gelecek çekme kuvvetini karşılamak
Zemin iyileştirme		Çift yönlü geogrid, örgütlü geotekstil, geokomposit	Taşıma gücünü arttırmak
Asfalt ve beton donatısı		Çift yönlü geogrid	Gelebilecek çekme kuvvetini karşılamak
Erozyon kontrolü ve yüzey stabilitesi		Geomat, geohücre, biomat, bionet	Rüzgâr, yağmur gibi etkilerden zeminin taşınmasını ve ayrılmasını önlemek
Sınırlama		Geohücre	Zemin kütlelerinin yanal hareketlerini önlemek

Çizelge 1.2. Geosentetik malzemelerin fonksiyonları (Ay, 2014)

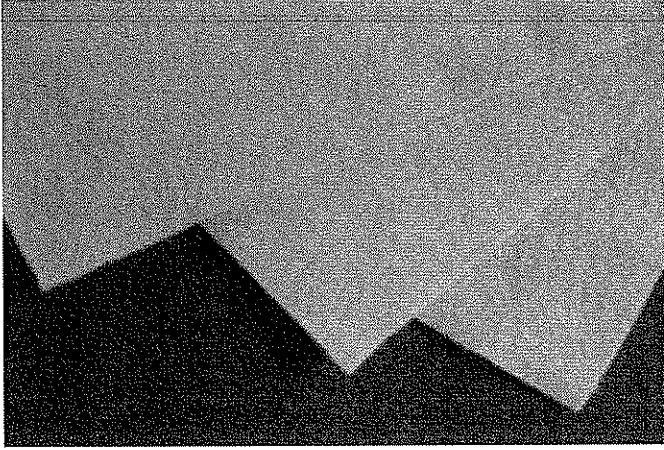
Fonksiyon	Geotekstil	Geogrid	Geomembran	Geokompozit
Filtreleme	√√			√√
Drenaj	√			√√
Ayırma	√√			
Güçlendirme	√√	√√		
Yalıtım	√		√√	

1.1. Geotekstil Malzemeler

Suni olarak yapılan her türlü projeyle, herhangi bir yapıyla ya da bir sistemin bir parçası olarak, zemin, temel, kaya ve toprakla veya herhangi bir malzemeyle birlikte kullanılan geçirimsiz bir üründür. Zeminler taneli yapılardan ve büyük tabakalardan oluşurlar bu özelliklerinden kaynaklı olarak geoteknik yapılarda süreksizlik oluşturabilirler. Geotekstil ürünler kullanılarak bu dezavantajların önüne geçilebilir. Yine bir diğer zemin özelliği ise esnek olmalarıdır. Bu durumda da kullanılan geotekstil ürünleri esnek bir yapıya sahip olduklarından herhangi bir deformasyona maruz kalmış olmazlar. Tekrarlı yüklemeleri üzerinde barındıran kaplamalı ve kaplamasız yollarda da yine benzer korumaları sağlamış olacaktır. Geotekstillere dokunmamış geotekstillere ve dokunmuş geotekstillere olarak başlıca iki ana grupta sınıflandırılırlar.

➤ Dokunmamış geotekstillere

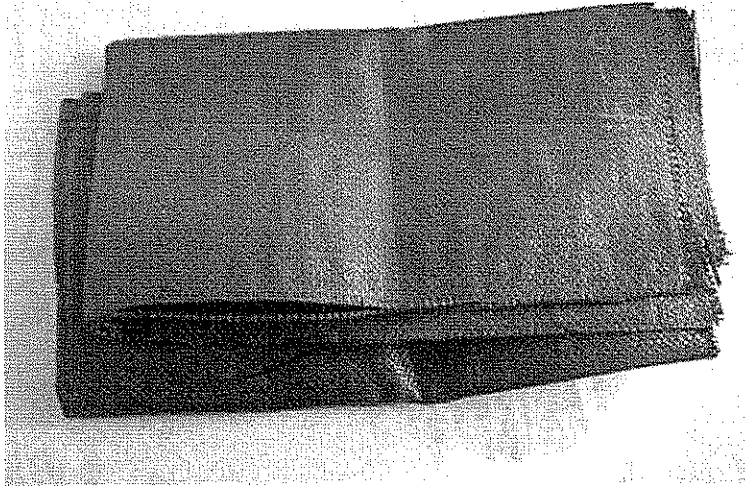
Geotekstillere asıl ortaya çıkışı dokunmamış geotekstillere keşfedilişi ile olmuştur. Dokunmamış geotekstillere ipliğe dönüştürülmeden, düzenli ya da gelişi güzel bir şekilde, kesikli ya da sürekli, doğal ya da sentetik çeşitli üretim şekilleri ile bir araya gelmiş liflerden imal edilmiş tabaka, keçe ya da ağdır.



Şekil 1.1.Dokunmamış geotekstil (<https://turkish.alibaba.com/product-detail/polyester-nonwoven-geotextile-construction-filter-fabric-used-for-isolation-layer-60420475035.html>)

➤ **Dokunmuş geotekstiller**

Çekme mukavemetinin yükseltilmesi istendiğinde lifler sonsuz bir iplik haline getirilip çeşitli yöntemlerle birleştirilerek dokunmuş geotekstil elde edilmiş olur. Dayanımlarını arttırmak için iplikler birbirine dik bir şekilde dokunmuş olsa da birleşim yerlerindeki sürtünmeden kaynaklı olarak kopma olması muhtemeldir. İki doğrultudaki birleşim sayesinde iki yönlü olarak çekme mukavemeti sağlamaktadır.

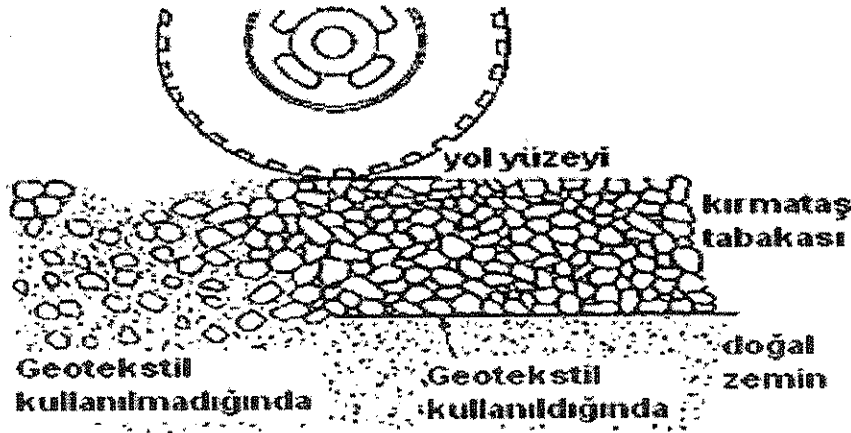


Şekil 1.2.Dokunmuş geotekstil (<http://turkish.geotextile-fabric.com/sale-2068981-520g-tensile-strength-of-woven-geotextile-fabric-for-reinforcement.html>)

1.1.1.Geotekstillerin fonksiyonları

1.1.1.1.Ayırma fonksiyonu

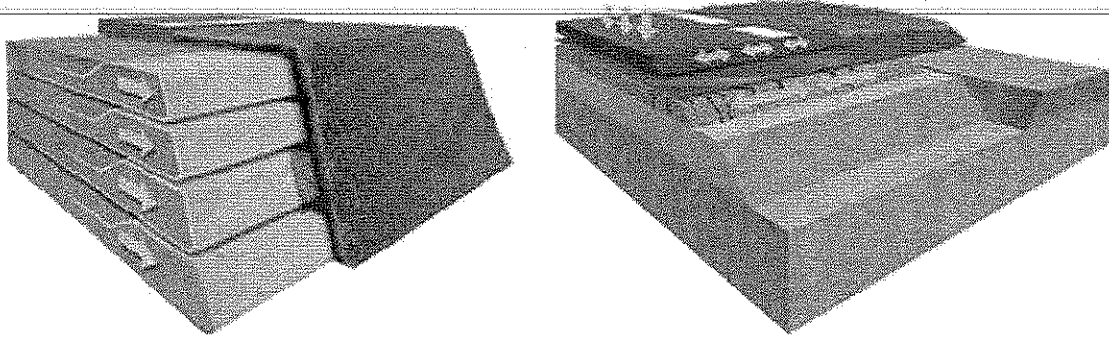
İnce ve kalın taneli iki veya daha fazla zemin arasına yerleştirilerek geotekstillerin ayırma fonksiyonundan yararlanılmış olur. Dinamik ve statik yüklerden kaynaklı olarak zeminin birbirine karışımı engellenmiş olur. Esneklik, deforme olabilme, yüksek çekme dayanımı gibi özelliklerinden yararlanılarak suyun zemin içinde rahat hareketi sağlanmış olur. Böylece yollarda suyun rahat drenajı sağlandığından uzun kullanım ömrü sağlanır.



Şekil 1.3.Geotekstil ayırma fonksiyonu (<https://www.movea.com.tr/geotekstil-ve-geogrid-malzemelerin-yollarda-kullanimi>)

1.1.1.2.Güçlendirme fonksiyonu

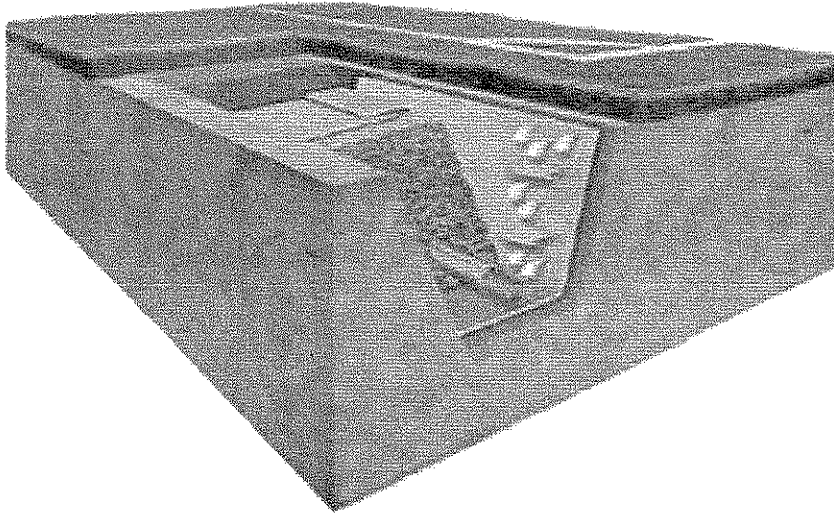
Zemine etki eden noktasal yüklerin daha geniş bir alana yayılması ve zemin içinde oluşan gerilmelere direnç göstererek zemin güçlendirmesi yapılmış olur. Zeminlerin çekme dayanımı oldukça düşüktür. Geotekstil malzemelerin çekme dayanımları oldukça yüksektir ve bu özellikleri sayesinde zeminin yapısına katılarak zemin direncini artırır. Özellikle yol inşaatlarında yumuşak zeminleri güçlendirmek için kullanılacak sert agrega miktarının sifıra indirdiğinden malzeme tasarrufu sağlamaktadır. Bu özelliği sayesinde hem ekonomik olmaktadır hem de zemin güçlendirmesi yapmaktadır.



Şekil 1.4. Geotekstil in güçlendirme fonksiyonu (<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/227301>)

1.1.1.3. Filtrasyon fonksiyonu

Yerleştirilen geotekstil doğal bir filtre görevini görür, ince taneli zeminleri bünyesinde tutar ve suyun geçişine izin verir. Su akışına ters şekilde yerleştirilir. Kullanılacak geotekstilin uygun gözenek açıklığına sahip olması, yeterli su geçirgenliği, yüksek porozite ve düşük deformasyon gibi özelliklerinin olması istenmektedir.



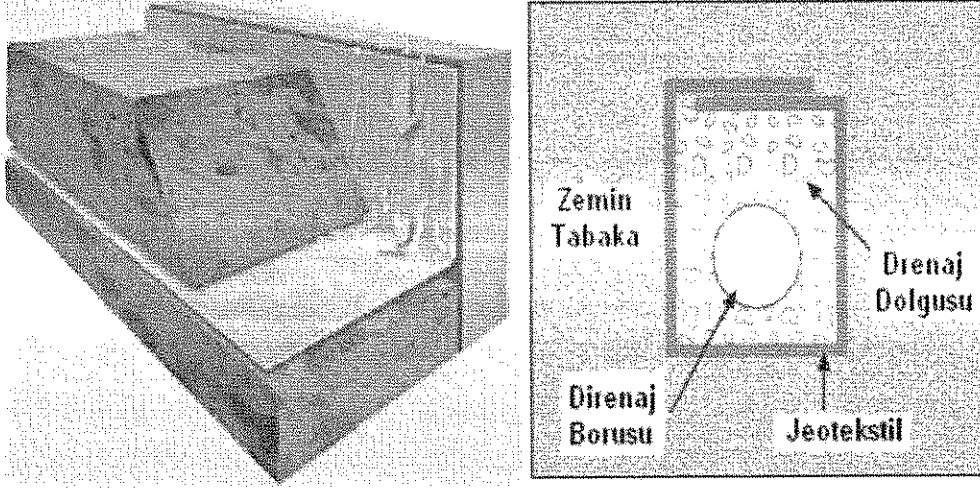
Şekil 1.5. Geotekstil in filtre amaçlı kullanımı (<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/227301>)

Konulan geotekstil malzemenin gözeneklerinden en ince taneli zemin kısmının da su ile geçmesi gereklidir. Aksi takdirde geotekstilin karşısında ince taneli zeminden bir katman oluşur ve geotekstilin geçirgenliği azalmış olur. Su ile geçen zeminden geriye kalan iri taneli zemin daneleri geçirgen bir tabaka oluşturur. İnce taneli zeminler geotekstil boşluklarında durursa

boşluk suyu basıncı artar. Bunun önün geçmek için en ince zemin tanesine göre geotekstil boşluğu seçilmelidir.

1.1.1.4. Drenaj fonksiyonu

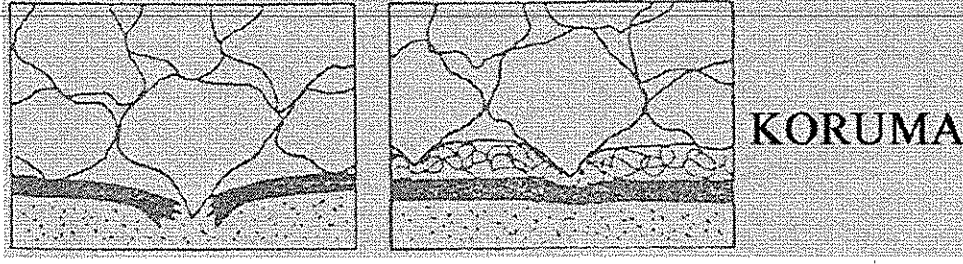
Bu amaç için kullanılan geoteksiller zemin içerisinde bulunan sıvı ya da gazları kendi bünyesinde toplayarak düzlemi içerisinde dışarıya doğru atmaktadır. Geogridler doğal zemine göre oldukça geçirgen bir malzemedir. Uygun eğim verildiğinde suyun tahliyesini düzgün sağlamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı temel duvarları, düşey drenler, tüneller gibi suyun drene edilmesi gereken yerlerde oldukça sık kullanılmaktadır.



Şekil 1.6. Geotekstillerin drenaj özelliği (<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/227301>)

1.1.1.5. Koruma fonksiyonu

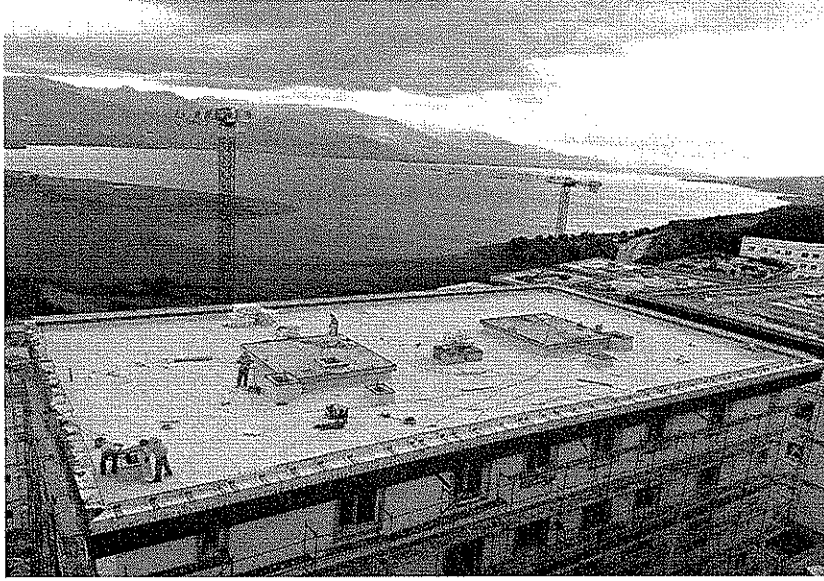
Korunması istenilen herhangi bir yüzey üzerine serilerek hem dış etkenlere bağlı olarak oluşabilecek deformasyonları azaltır, hem de gerilmeleri geniş alana yaymış olur. Örneğin iki yüzey arasında bir geomembran uygulaması yapılmışsa bu katmanın zarar görmesini engellemek amacıyla geomembran üzerine başka bir geotekstil ürünü serilebilir. Böylece etkiler azaltılmış olur.



Şekil 1.7. Geotekstil malzemelerin koruma fonksiyonu
(<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/227301>)

1.1.1.6. Yalıtım fonksiyonu

Belirli malzemeler ile doygun hale getirilmiş geotekstillerin yalıtım malzemesi olarak kullanımı olanaklıdır. Günümüzde ısı ve su yalıtımı amaçlı olarak özellikle geomembran uygulamaları sıklıkla tercih edilir.



Şekil 1.8. Geotekstilin yalıtım amaçlı kullanımı

(http://www.ekinyalitim.com/uygulama/urunler/geomembran-uygulama-teknik-detaylari_40.html)



Şekil 1.9. İzmit’te yapılan bir çöplük arıtma tesisinin yalıtımı
(<https://www.sanalsantiye.com/geomembran-nedir-nerelerde-kullanilir/>)

1.2. Geogridler

Yüksek dayanımına sahip malzemelerin hazırlanmasındaki imalat yöntemleri gelişince ortaya çıkan geogridler, günümüzde özellikle donatı olarak kullanılmaktadır. En sık rastlanılan ve en önemli kullanım alanları ise güçlendirmedir. Bu malzemelerin özellikleri ve kullanım alanları ileriki bölümlerde daha ayrıntılı anlatılacaktır.

1.3. Geomembranlar

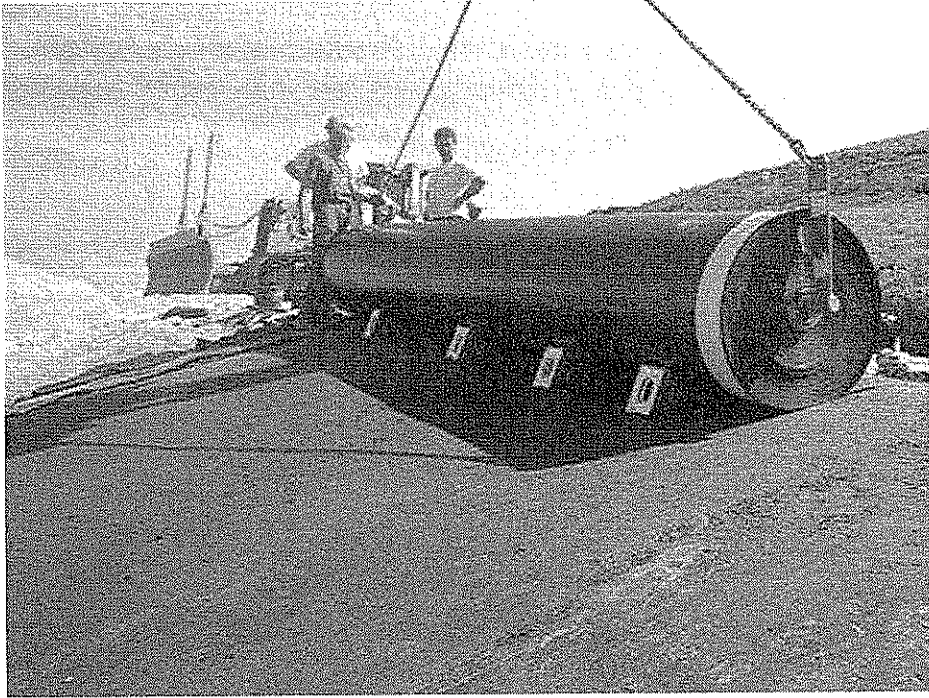
Esnek polimer malzemelerden üretilen geomembranlar öncelikli olarak sıvı ve buhar geçirimsizliği özelliği açısından yalıtım amacıyla kullanılmaktadır. Geomembranların en yaygın türleri: (Karagül, 2007)

- Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE),
- Çok esnek polietilen (VFPE),
- Polivinil klorür (PVC),
- Güçlendirilmiş polietilen membran (CSPE)
- EPDM (Etilen- Propilen-Dien Membran esaslı kauçuk) olarak sınıflandırılır.

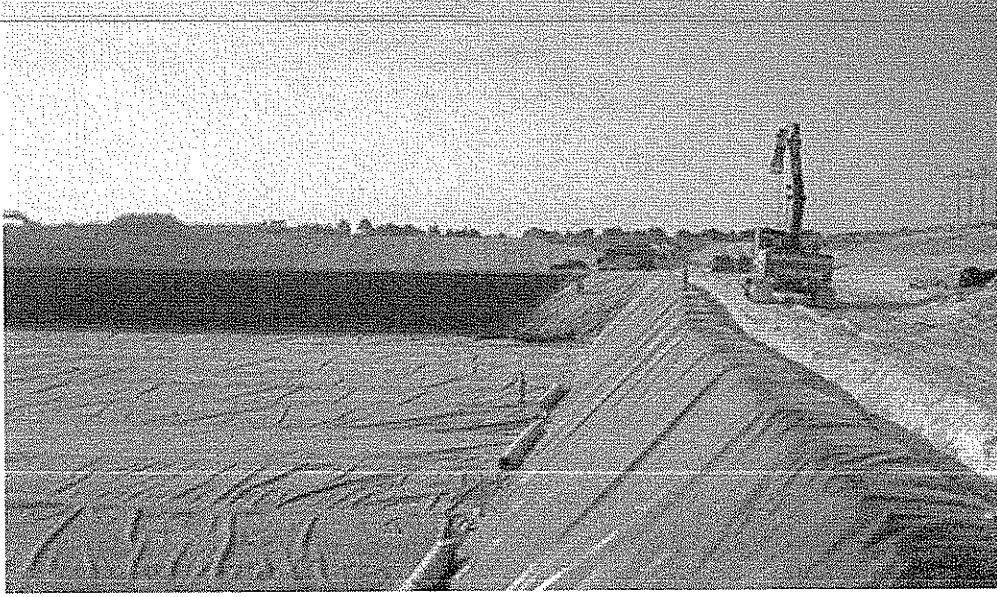
Çeşitli hammadde ürünleri birbirine karıştırılır, daha sonrasında çekilerek rulo halinde sarılır. Çekilme işlemi sırasında birleşen maddeler eriyerek membran halini alır. Aradaki kabarcıklar ise vakum yardımıyla çekilir. Üretim için birkaç tabaka üst üste konular ve aralarına örgüsüz geotekstil malzeme konularak birbirine bağlanmış olur.



Şekil 1.10. Geomembran uygulaması (Akaydın, Yılmaz. 2017)



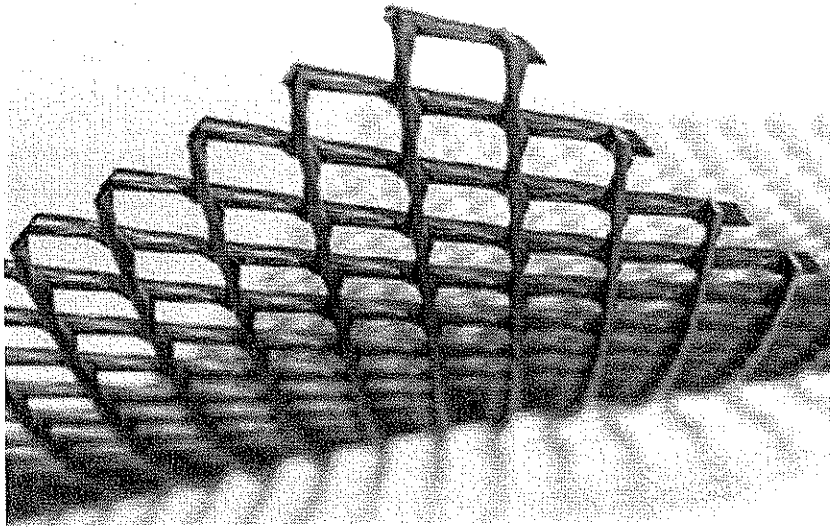
Şekil 1.11. Geomembran uygulaması (Akaydın, Yılmaz. 2017)



Şekil 1.12. Geomembran uygulaması (Akaydın, Yılmaz. 2017)

1.4.Geonetler

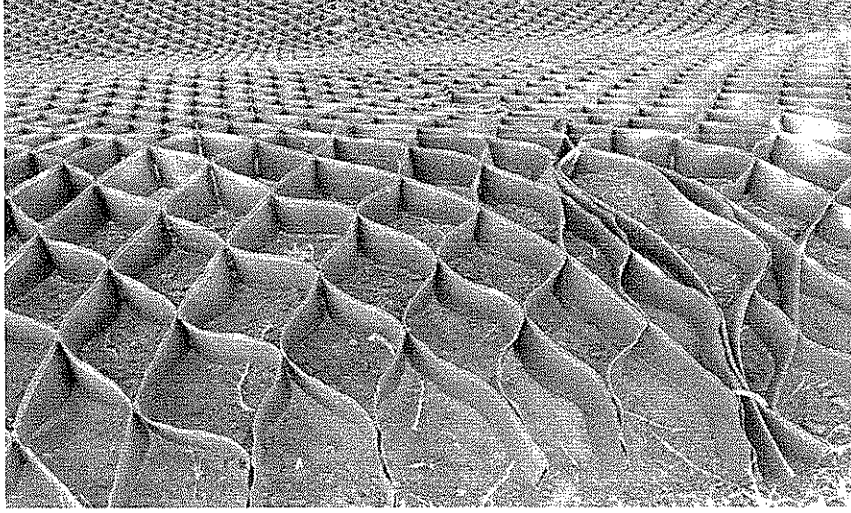
Genellikle polietilenden üretilen geonetlerin üretiminde %1-2 siyah karbon. %0,5-1 diğer üretim malzemeleri kullanılır. Üretimden önce bütün hammaddeler eritilir. Elde edilen karışım dönen bir aparat sayesinde iki doğrultuda nervürler şekline getirilir. Bu nervürler artan çaplı bir boru üzerine sarılarak açılı şekillerde açıklıklar oluşturulur. Borudan çıkan geonetler soğutulur. En son kesilerek istenilen boyutlar oluşturulur. Uygulamada ise örgüsüz geotekstiller ile kullanılması önerilir.



Şekil 1.13. Geonet (<http://turkish.geosynthetic-fabric.com/sale-10612611-hdpe-bi-planner-geonet-composite-for-landfill-geocomposite-drainage-net.html>)

1.5. Geohücreler

Polietilenden üretilen geohücrelerin gözenekleri devamlı bir ekstrüzyon işleminden geçirilerek oluşturulur. Böylece birleşim yerlerinde güçlü olarak imal edilirler ve kolaylıkla hücrelerinde toprağı tutmuş olurlar. Esnek, güçlü ve dayanıklı yapıları sayesinde toprağı bünyesinde tutmada kullanılırlar. Erozyon önlemede önemli katkıları vardır.



Şekil 1.14. Geohücre (<https://www.haberteknik.com.tr/geohucre-erozyon-kontrol-ortuleri/>)

Genişletilip toprak arasına yerleştirildikten sonra gevşek zemini hücrelerinde barındırarak zeminin taşıma gücünü artırır. Geohücreler sınırlandırma (zemini bir arada tutma fonksiyonu), erozyon kontrolü ve yüzey stabilitesinde kullanılır.

1.6. Geokompozitler

Geosentetiklerin belirli amacı sağlamak için bir arada kullanılmasıyla daha doğru sonuçlar alınabilmektedir. Bu şekilde birlikte kullanılan geosentetikler geokompozit olarak adlandırılmaktadır. Drenaj amacıyla geotekstil ve geonetlerin birleşimi mükemmel bir sonuç vermektedir. Geonet drenajı sağlarken geotekstil ise geonet arasına zemin tanelerinin girmesini engellemiş olur. Geomembran üzerine serilen geotekstillere ise koruma özelliğini ortaya çıkarır. Geogridlerle birlikte kullanılan geomembran ise yüksek dayanımı sağlar ve şevli yüzeylerde daha rahat kullanılır.

GEOGRİDLER

2.GİRİŞ

Yüksek dayanıma sahip bu ürünlerin üretiminde kullanılan metodlar gün geçtikçe gelişim göstermektedir. Bu gelişmeler arasında yer alan soğuk üretim sayesinde geogridler donatı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde ise güçlendirme özelliğinden oldukça sık yararlanılmaktadır. Güçlendirmede birçok farklı ürün olsa da uygulama kolaylığı, kolay tedarik, ekonomik açıdan diğer yöntemlerin önüne geçmiştir. Malzemenin en önemli özelliği açıklık olarak adlandırılan, arasından zemin geçecek şekilde imal edilen, iki yöndeki şeritler arasındaki mesafedir. Bu açıklık arasına zemin taneleri girer ve yükün uygulandığı şeritleri dikine kesen şeritlerde bir dayanım oluşur. Geogridin zemine bağlanması da bu şeritler sayesinde olur. Geogridlerin kendi içerisindeki kopma dayanımlarının yanında, zeminle bağlanma dayanımları da çok önemlidir.



Şekil 2.1. Geogrid genel görünümü (<https://www.sernak.com/urun-geogrid-38>)

2.1. Geogridlerin Üretim Yöntemleri

Üretiminde en çok kullanılan hammaddeler 4-6 mm kalınlığında levha şeklindeki polietilen, polimer madde veya polipropilendir. Mukavemet artışını PVC, lateks ya da bitümlü kaplama sağlar. Levha şeklindeki hammaddeler oluşturulacak geogrid özelliğine göre tek ya da iki yönlü doğrultularda kesilerek delikler açılır. Tek ya da iki yönlü olarak çekilerek uzatılır.

Çekilerek uzatılan geogridin moleküllerinin zincir yapısını bozmamak amacıyla çekim işlemi sırasında sıcaklık ve uzama miktarları kontrol altına alınmalıdır. Çekme miktarı molekül ağırlığı ve molekül dağılımını değiştirdiğinden dayanımla birebir ilgisi vardır. Çekme işlemi sonucunda rijitlik ve dayanım artar ancak liflerin sünme eşiği düşer. Sonuç olarak çıkan geogrid ürünleri yeteri kadar homojen ve rijittir.

2.1.1. Ekstrüde yöntemi ile geogrid üretimi

Üretim şeklinden dolayı en yüksek dayanımı veren geogrid tipi budur. Bu yöntemde hammadde levhaları belirli ölçülerde kesilerek delikleri açılır. Bu kesilen levhalar yüksek sıcaklıklardaki fırınlarda veya yüksek sıcaklıklardaki su içerisinde tek ya da çift yönde çekilerek dayanımı artırılır.

2.1.2. Dokuma yöntemi ile geogrid üretimi

Hammaddesi genellikle polyester malzemedir. İplik haline getirilmiş polyester dokunarak geogrid haline getirilir. İstenilen dayanıma göre tek veya çift doğrultudaki iplik sayıları artırılıp azaltılabilir. Birleşim noktaları dokunarak bir araya getirildiğinden ekstrüde yöntemine göre dayanımı daha azdır.

2.1.3. Yapıştırma yöntemi ile geogrid üretimi

Bu yöntemde mukavemeti yüksek olan şeritler bant üzerinde birbirine dik olarak konurlar. Sıcak hava veya lazer yardımıyla birleşim yerleri birbirine bağlanır. Dayanımı oldukça düşüren bir yöntemdir.

2.2. Kullanım Alanları

Geogridler yüksek mukavemetli, rijit ve sünmeleri oldukça düşük olan malzemelerdir. Göz açıklıkları 10mm ile 100mm arasında değişmekte olup, polimer bazlıdır. Açıklıklar değişik geometrik şekillerde olabilirler. Başlıca görevleri zemin donatısı olarak kullanılmasıyla birlikte sadece iri ve küçük zemin tanelerini bir arada bulunduran zeminlerde kullanıldığında ayırma görevi üstlenir. Bazı kullanım alanları aşağıda listelenmiştir.

- İnşaat alanlarında temel altı donatısı olarak
- Kaplamasız yollarda zeminde
- Demiryollarındaki balast tabakası altlarında
- Toprak dolgu ve barajların güçlendirilmesinde
- Gabion oluşumlarında
- Şevlerde
- Yumuşak zeminlerde esas donatı olarak
- Kazık temellerde kazık başı donatısı olarak
- Bataklıklarda yüzey kaplaması olarak
- Ayrık kaya bölgesi güçlendirmede
- Geotekstillerin ara bölgelerinde
- Kaplamalarda asfalt donatısı olarak
- Katı atık depolarında donatı olarak
- Saha betonlarda çelik hasır yerine donatı olarak
- Erozyon kontrolü gerektiren yerlerde

2.2.1. Yumuşak zeminlerde kullanımı

Geogridler, yüksek çekme dayanımları sayesinde yumuşak zeminlerde donatı olarak kullanıldıklarında stabiliteyi arttırmaktadırlar. Diğer geosentetiklere göre dayanımları daha yüksektir ve göz açıklıkları sayesinde zeminle bir bütün halinde çalışmaktadırlar.

Yumuşak ve zemin taşıma gücü açısından zayıf zeminler üzerine inşa edilen yapılarda zemin oturması sorunları yaşanmaktadır. Bu sorunların giderilmesi için farklı çözümler üretilmiştir. Bu yöntemler arasında geogrid ile güçlendirme de vardır. Geogridler yükü daha

geniş alanlara eşit olarak yaydığı için farklı oturmaların önüne geçilir. Yumuşak zeminlerdeki en önemli özellikleri;

- Farklı oturmaları engeller
- Taşıma gücünü artırır
- Çatlakları önler
- Deformasyonları azaltır
- Alt temelin oturmasını engeller
- Yükü eşit olarak dağıtır

2.2.2. Yollarda kullanımı

Yollarda geogrid kullanımının asıl amacı farklı oturmaların önüne geçerek yol kullanım ömrünün uzatılmasını sağlamaktır. Yükleri uniform olarak yayar ve birim alana gelen yük miktarı böylece azalmış olmaktadır. Yol standartlarını yükseltmek amacıyla yumuşak zeminlerde yapılan yollardaki dolgu maliyetleri oldukça yüksektir. Geogrid kullanımı bu maliyetleri aşağı çekip iş yükünü azaltmış olur.

Dolgu zeminlerin taşıma gücü sınırlıdır ve dolgularda oluşacak yanıl basınç dolgunun yayılmasına neden olabilir. Toprak basıncından dolayı dolgu zemininde kayma gerilmeleri oluşur ve zemin yeterli miktarda kayma gerilmesi direncine sahip değilse yolda bozulmalar oluşur. Geogrid kullanımı yanıl bozulmaların önüne geçecektir.



Şekil 2.2. Yollarda geogrid kullanımı (Ay, 2014)



Şekil 2.3. Yollarda geogrid kullanımı (Ay, 2014)

Özellikle demiryolları ve havaalanlarında dinamik yüklerden kaynaklı çatlama sıklıkla görülür. Dolgu miktarını azaltıp deformasyonları aza indirmek için geogrid kullanılır. Yol inşaatlarında geogrid etkisi üçe ayrılır;

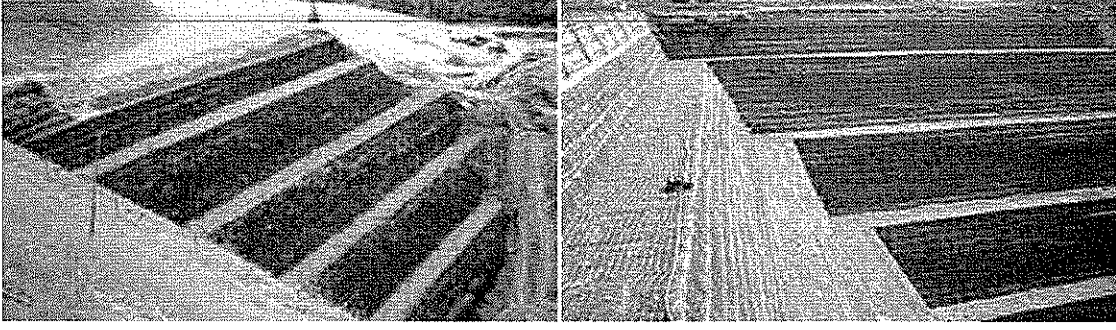
Taşıma gücü: taşıma gücünün yetersiz olduğu durumlarda uygulanan geogrid zemindeki gerilmeleri karşılar. Geogride gelen yük uniform olarak yayılıp gerilme soğanını genişletir. Böylece oturumların önüne geçilmiş olur.

Membran etkisi: zemine gelen farklı yüklerden dolayı özellikle teker alt bölgelerinde kalıcı deformasyonlar oluşabilir. Membran etkisinde ise geogride meydana gelecek uzamalara dikkat edilmelidir. 100mm ye kadar oluşabilecek deformasyonları geogridin tutması gerekmektedir. Aksi takdirde zeminde kalıcı deformasyonlar oluşabilir.

Yanal deformasyon: kullanılan geogrid zemin ile bir bütün olarak çalıştığından dolayı temel malzemesini bir arada tutar. Böylelikle yanal deformasyonlar engellenmiş olur. Geogridin kayma yüzeyinden dolayı taşıma gücü de artmış olmaktadır.

2.2.3. İstinat yapılarında kullanımı

Yüksek dayanımları ve üzerinde bulunan boşlukların üretim sırasında rahatça ayarlanabilir olmasından dolayı özellikle yeşillendirmek amaçlı yapılan şevlerde rahatlıkla kullanılmaktadır. Boşluklu yapılar bitki büyümesine olanak sunar, yüksek dayanımı şevler için uygundur ve uygulaması kolaydır.



Şekil 2.4. İstinat yapılarında geogrid kullanımı (Ay, 2014)

Geogrid kullanımı ile 40 m ye kadar şevli yapılar imal edilebilmektedir. Bitkilendirilmiş istinat yapıları ise bitki köklerinden dolayı daha stabil yapılar oluşturmaktadır.

PLAXİS PAKET PROGRAMI

3. GİRİŞ





Plaxis programı 1987 yılında Hollanda'da bir teknik üniversitede geliştirilmiş olup, çeşitli geoteknik problemlerin çözümü için gerekli analizlerin yapımına olanak sağlamaktadır. Komplike problemlerin çözümü için bu program sonlu elemanlar yöntemini kullanmaktadır. Plaxis çeşitli analizler yapmaktadır bunların başında; dinamik analizler, deformasyon analizleri, zamana bağlı davranış analizleri ve stabilite analizleridir. Plaxis programında 1987 yılında ilk olarak bir nehir etrafındaki dolgu malzemesinin analizi yapılmıştır. Gün geçtikçe de birçok geoteknik problemlerin çözümünde kullanılmaya başlamıştır. (YILDIZ, 2005)

Çalışmamda PLAXİS 8.6 sürümü kullanılmıştır. Programda gerilme-deformasyon analizleri lineer olmayan çözüm olarak ele alınmıştır. Kullanılan plaxis programı çok karmaşık geoteknik problemlerin çözümünü oldukça kolaylaştırmıştır. Çözümlerin sağlanabilmesi açısından çok önemli özellikler içermektedir. Bu kısımda programın bu özellikleri anlatılıp nasıl bir modelleme yapılacağı konusunda bilgiler verilecektir.

3.1. Genel Plaxis Menüsi

Plaxis programı 4 ana başlıkla başlamaktadır;

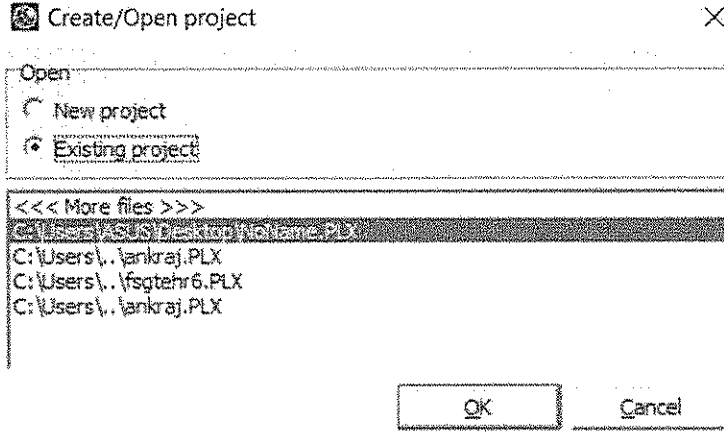
- **Input:** girişlerin yapıldığı kısımdır. Tüm sistem verileri bu kısımdan girilir.
- **Calculations:** hesap ile ilgili girişlerin yapıldığı ve hesabın başlangıcı olan bölümdür.
- **Output:** yapılan hesapların sonucunda sistem ile ilgili verilerin alınması ve grafiklerin görülmeye bölümüdür.
- **Curves:** sistem sonucunda çeşitli eğrilerin elde edildiği kısımdır.

 1 Plaxis Input	26.02.2019 11:29
 2 Plaxis Calculations	26.02.2019 11:29
 3 Plaxis Output	26.02.2019 11:29
 4 Plaxis Curves	26.02.2019 11:29

Şekil 3.1.Plaxis uygulama programlarının ikonlarıyla görünümü (Plaxis 8.6)

3.2. Input Komutu

Plaxisin en geniş komutu olup ilk olarak yeni proje oluşturma ya da eski projeleri açma adı altında iki seçenek çıkmaktadır. Bu seçimi yaptıktan sonra ara yüze geçiş sağlanmaktadır. Mühendislik açısından bütün bilgiler bu komut altında girilmektedir.



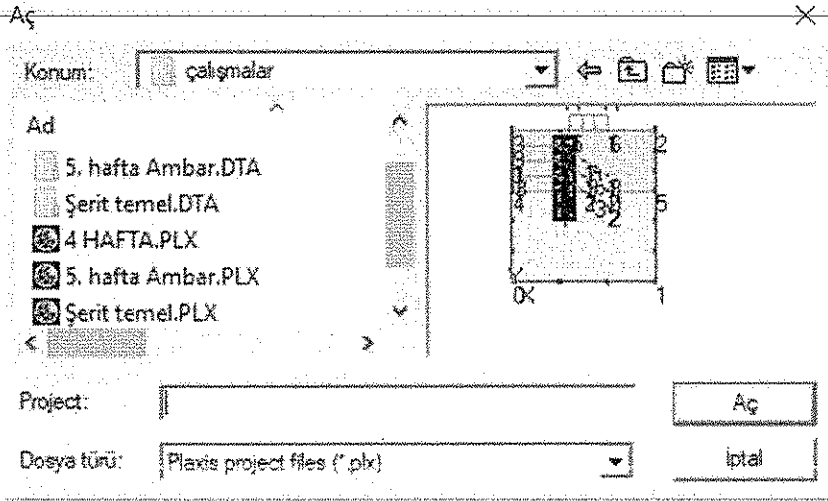
Şekil 3.2. Create/Open project penceresi (Plaxis 8.6.)

3.2.1. Create/Open project penceresi

Bu başlık adı altında üst kısımda da bahsedildiği üzere iki seçenek çıkmaktadır. Bunlar: New Project (yeni proje) ve existing Project dir. Yeni bir sistem oluşturulacak ise new Project kısmı seçilmelidir.

Eğer var olan bir proje açılacaksa existing Project seçeneği seçilip kayıtlı olan proje seçilmelidir. Bu sayede önceden yapılmış proje üzerinde istenilen kontroller ve değişiklikler yapılabilir.

Bu pencerede en son oluşturulan projelerin kısayolları çıkmaktadır. Bu butonlar vasıtasıyla kolaylık sağlanır. Ancak yine istenilen proje bulunamadıysa more files seçeneği sayesinde tüm projelere ulaşmak mümkündür.



Şekil 3.3. More files penceresi (Plaxis 8.6.)

Eğer sıfırdan bir proje oluşturulacak ise New Project seçeneği seçilmelidir. Sistem detayları hakkında tüm bilgiler girilmelidir. Tüm ayarlar yapılmalıdır. Bu nedenle New Project seçildiğinde General Settings (genel ayarlar) sekmesi çıkmaktadır.

3.2.2. General settings (genel ayarlar) penceresi

Sistemi kurulan projenin ölçülendirme ve genel ayarları bu sekme üzerinden yapılır. Proje genel ayarları bu sekme içerisinde açılan 'project' bölümünden, ölçü ayarları ise yine bu sekme içerisinde açılan 'dimension' bölümünden yapılabilmektedir.

Şekil 3.4. General settings penceresi (Plaxis 8.6.)

3.2.2.1. Project sekmesi

➤ Project kısmı

File Name (dosya adı) : Daha önceden oluşturulmuş bir dosya için bu kısımda ilgili dosyanın ismi yazılı olmaktadır. Eğer yeni bir proje ise NO NAME yazmaktadır bu durumda kendimizin yeni bir isim vermemiz gerekmektedir.

Directory (dosya adresi) : sıfırdan bir proje oluşturulduğunda bu kısım boş olacaktır. Ancak önceden oluşturulmuş bir proje ise o proje dosyasının kayıtlı olduğu klasör bu bölümde yazılı olacaktır.

Title(başlık) : projeye konulacak isim bu kısımda yazar.

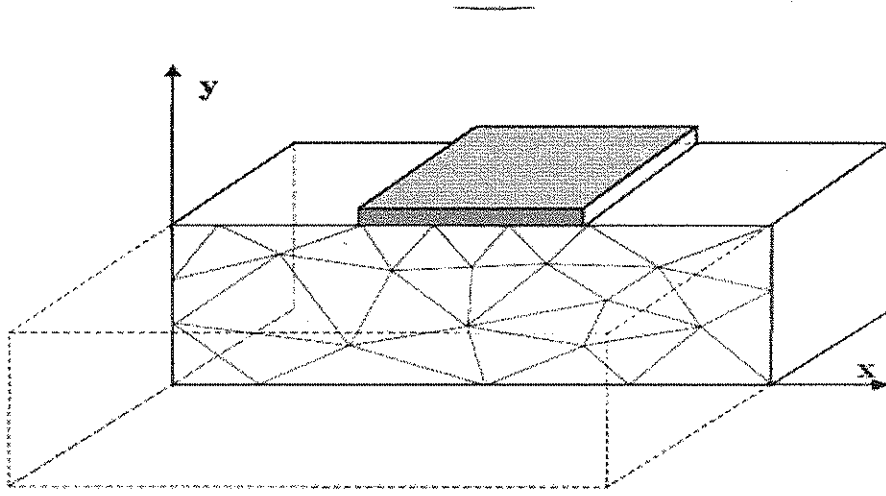
➤ Comments kısmı

Boş bir kısımdan oluşan bu alan proje hakkında önemli notların, özelliklerin, hatırlatmaların alındığı kısımdır.

➤ General kısmı

Model: Sistemin kurulumu sırasında en doğru şekilde modellenmesi oldukça önemlidir. Bu modellemeler iki adettir. Bunlar; plane strain (düzlemsel deformasyon), axisymmetry (eksenel simetri)

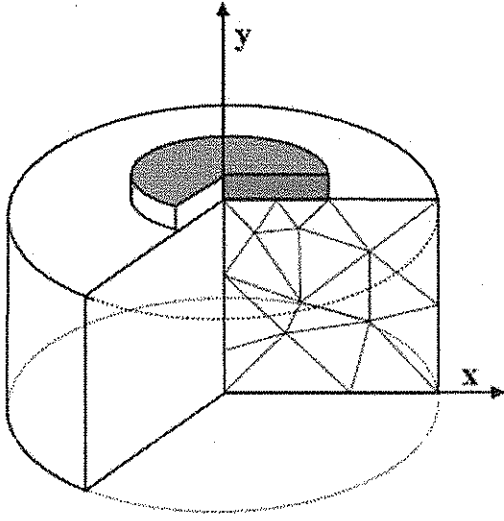
Plane strain modelleme: belirli bir model şeklinin bir şerit boyunca uzanması kabul edilmektedir ve modelleme için birim boydaki bir kesit alınmaktadır. Böylece düzlemsel deformasyon olarak çeşitli sistemler modellenenbilmektedir. Genellikle şevlerde, palplanşlarda, radye ve sürekli temellerde, istinat yapılarında bu modelleme şekli kullanılmaktadır.



Plane strain

Şekil 3.5. Plane strain modelleme seçeneğine örnek şablon (Yıldız Abdulazim, ders notları)

- **Axisymmetry modelleme:** bu modelleme şekli ise belirli bir eksen etrafında simetriklik gösteren sistemlerin modellenmesinde kullanılır.

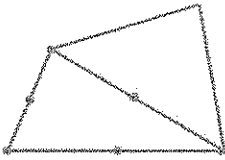


Axisymmetric

Şekil 3.6. Axisymmetry modelleme seçeneğine örnek şablon (Yıldız Abdulazim, ders notları)

- **Elements:** elemanların düğüm noktalarının sıklıkları bu başlık altında seçilir. Elements sekmesi adı altında iki seçenek bulunmaktadır. 6 node ve 15 node olmak üzere.

15 node seçimi yapılırsa daha hassas bir sonuç elde edilirken, 6 node seçimine göre çözüme ulaşmak daha uzun sürecektir. Daha detaylı bir sonuç elde edilmek istendiğinde 15 node seçilmeli, çok daha kısa sürede sonuç elde edilmek istenirse 6 node seçilmelidir.



6 düğümlü eleman

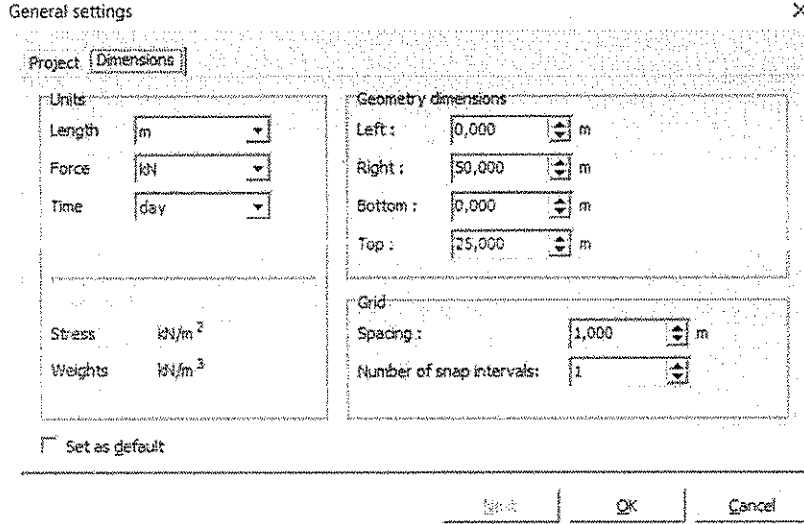


15 düğümlü eleman

Şekil 3.7. Node sıklık tercihleri (Yıldız Abdulazim, ders notları)

3.2.2.2. Dimension penceresi

Bu sekmenin seçilmesi ile karşımıza sistemin boyutlandırılması ile ilgili ayarlar gelmektedir. Ölçülendirme genel ayarları bu sekmeden yapılmaktadır.



Şekil 3.8. Dimensions penceresi (Plaxis 8.6.)

➤ Units sekmesi

Plaxis programında çözülmek üzere bir sistem kurulurken dikkat edilmesi gereken en önemli özelliklerden biri ise birimlerdir. Tüm birimlerin seçimi bu sekme üzerinden yapılmaktadır.

length (uzunluk): uzunluk birimi bu kısımdan seçilir.(m veya cm gibi)

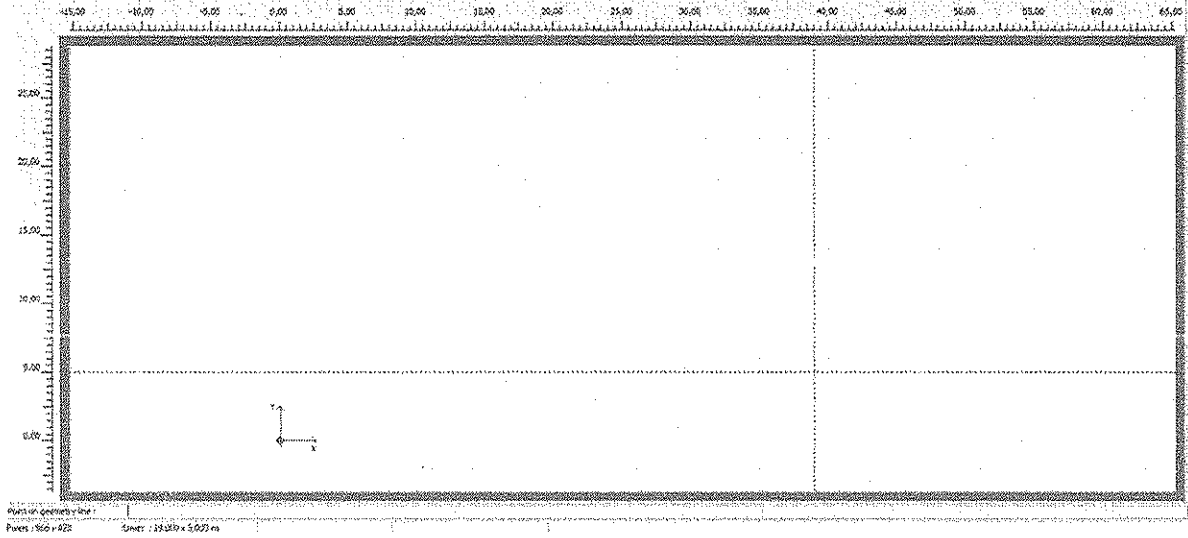
Force (kuvvet) : çözülmek istenen sistemin kuvvet birimleri buradan seçilir. Sonuçlar yine bu seçilen birim üzerinden çıkacaktır.

Time (zaman) : sistemin oturma veya yükleme sürelerinin hangi sürede olacağını birimi bu sekmeden seçilir. (gün veya sn gibi)

➤ Geometry dimension sekmesi

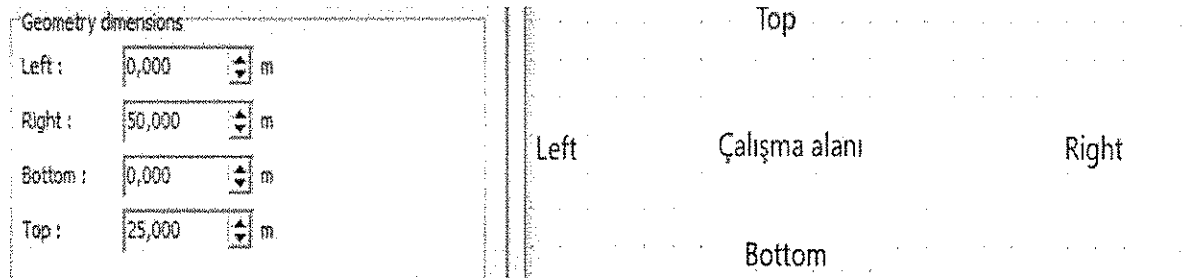
Herhangi bir sistem plaxis paket programına Input arayüzü kısmından veri girişi yapılarak oluşturulur. Bu alan kendine has özellikler verilerek oluşturulur. Bu alanın ölçüleri geometry

dimension üzerinden seçilir. Girilecek sistem boyutunun oluşturulan alandan büyük olmamasına özen gösterilir.



Şekil 3.9. Input uygulama programı çalışma alanı (Plaxis 8.6.)

İsteğe göre oluşturulan çalışma alanı ölçüleri: left right top bottom kutucukları arasına girilen değerler sayesinde oluşturulur. Sistemin genişliği left ile right arasında kalan değerlerden yüksekliği ise top ile bottom arasında kalan değerlerden oluşur.



Şekil 3.10. Çalışma alanı sınırlarının tanımlanması (Plaxis 8.6.)




➤ Grid arayüzü

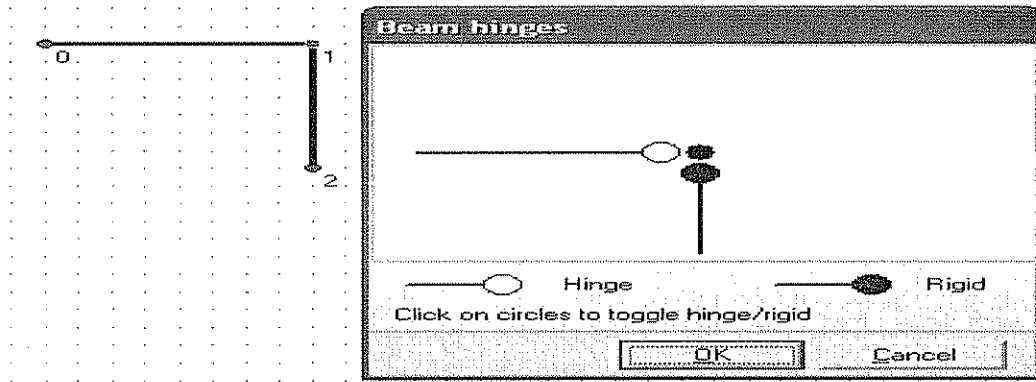
Çalışma alanında bulunan ızgara şeklindeki çizime yardımcı olan noktalardır. Bu noktaların ara mesafeleri çizim hassasiyetine bağlı olarak bu alan üzerinden ayarlanmaktadır. İki farklı ayar bulunmaktadır.

Spacing: noktaların aralıkları buradan seçilir. Bu değer çok küçük seçilir ise noktaları yakalamak zorlaşacaktır. Eğer bu değer çok büyük seçilirse istenilen şekli oluşturmak zorlaşacaktır.


Number of intervals: bu özellik spacing te seçilen noktalar arasını ızgaralara böler. Yazılan sayı noktalar arasındaki mesafeyi eşit aralıklara böler.

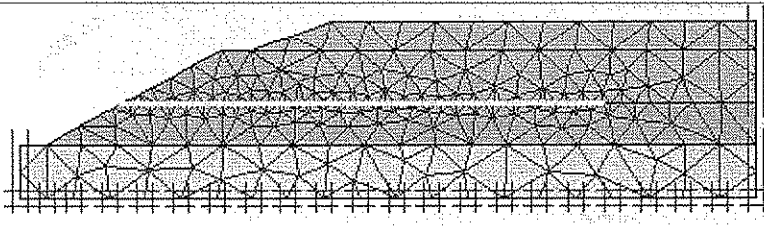
3.2.3. Input arayüzünün kısayol tuşları

-  **Geometry Line:** çizgilerin çizilmesi için seçilecek kısayol tuşudur.
-  **Beam:** temelerde ya da istinat yapılarının çiziminde kullanılır.
-  **Beam Hinge:** kolon ve kirişlerin düğüm noktalarının mafsallı ya da mafsalsız olarak seçilmesi işlemi yapmamız için gereken kısayol tuşudur. Birleşim noktasındaki yuvarlak kısım seçilerek içi boş bir şekle getirilirse düğüm noktası mafsallı olur. Eğer yuvarlağın içi dolu bir şekilde mavi olarak kalır ise düğüm noktası mafsalsız olarak kalacaktır.








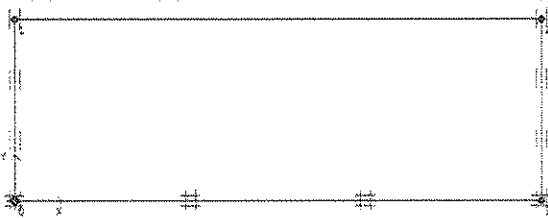
Şekil 3.11. Kiriş uçlarının mafsallaştırılması (Plaxis 8.6.)

-  **Geotextile:** bir zemin iyileştirme yöntemi olan geotekstillerin kullanımını sağlamak amacıyla oluşturulmuş kısayol tuşudur. Betonda kullanılan çelik donatıdan farklı olarak bu donatı geosentetik bir üründür. İstenilen boyda istenilen kısma konulabilir.



Şekil 3.12. Plaxis de geosentetik malzemenin kullanımı (Plaxis 8.6.)

-  **Interface:** herhangi bir işlem kazı işlemi yapıldıktan sonra toprak yüzey ile o yüzeye temas eden diğer yüzeyler arasında bir arayüz oluşturmayı sağlayan bir kısayoldur. Gerilmelerle ya da bazı etkilerle iki yüzey birbirini etkilemeden durur.
-  **Node-To-Node-Anchor:** ankraj çizmek için kullanılır.
-  **Fixed and anchor:** bir ucu bir düğüm noktasına diğer ucu ise bir ankastre mesnete bağlı olan ankrajları çizmeye yarayan kısayoldur.
-  **Tunnel:** tünel çizmek için kullanılır.
-  **Standart fixities:** sistemin standart koşullarını belirlemede işe yarar. Bu komut uygulandığında sistemin belirtilen sınırlarında hiçbir deplasman yapmadığı kabul edilir.



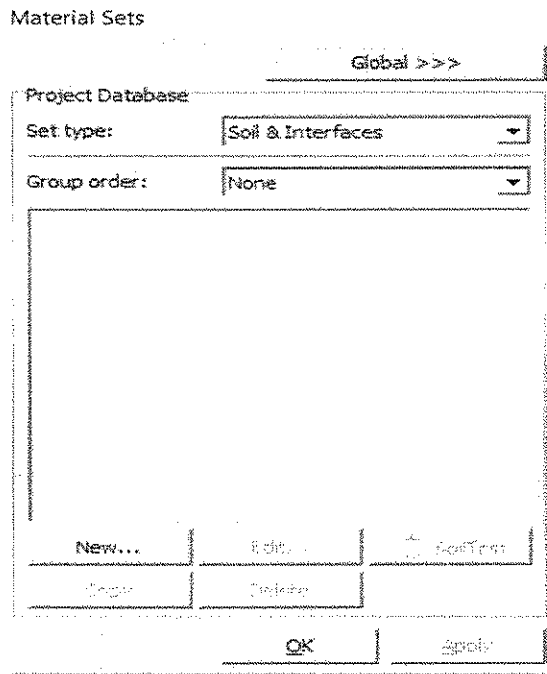
Şekil 3.13. Standart fixities (Plaxis 8.6.)

- **Prescribed displacements:** deplasmanları sınırlandırmak için kullanılan bir komuttur.
- **Moment fixity:** uç uca gelen iki kirişin ne kadar bir momenti tuttuğunu belirlemek amacıyla kullanılır.
- **Tractions-Load A ve Tractions Load B:** yayılı yük simüle etmek için kullanılır. Farklı iki yayılı yük için A ve B seçenekleri bulunmaktadır.
- **Point forces load A-B:** sisteme tekil yükleme yapmak için kullanılır. İki farklı yükleme için A ve B seçenekleri vardır.
- **Material sets:** sistemdeki malzemelerin özelliklerinin girildiği sekmedir.

- **Coordinates table:** göz kararı olarak çizilen sistemdeki her noktanın koordinatları bu kısayola tıkladığında görülebilmektedir. Böylece noktaların koordinatları net olarak buradan girilebilir.
- **Generate mesh:** plaxis çözümü yaparken sonlu elemanlar yöntemi kullanmaktadır. Bu komut ise çözümü yapmak için gerekli olan sonlu elemanlar ağını oluşturmaktadır.
- **Initial conditions:** zemin suyu ile ilgili bilgiler buradan girilir.

3.2.3.1. Material sets komutunun kullanımı

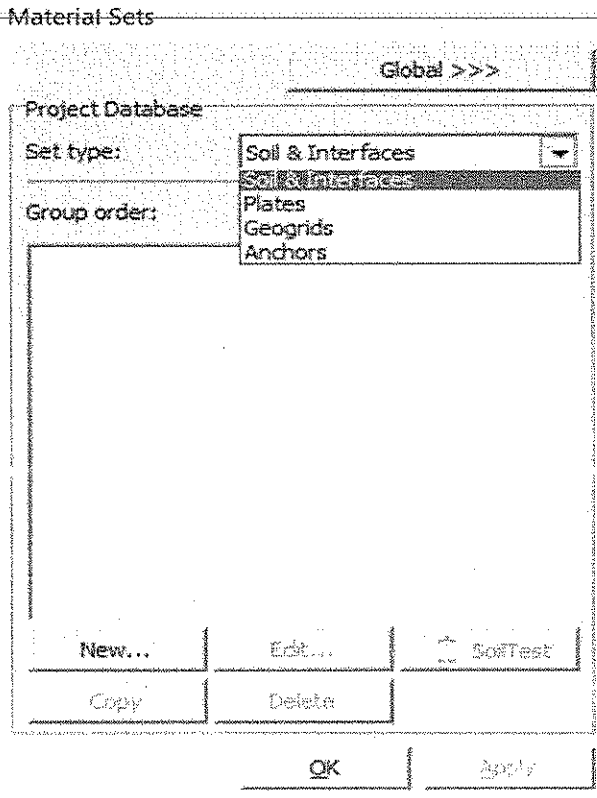
Kısayolun tıklanmasının ardından bir pencere açılmaktadır ve bu pencere içerisinde bütün sistemdeki malzemelerin özellikleri girilmektedir.



Şekil 3.14. Material sets penceresi (Plaxis 8.6.)

Modellemenin en önemli kısmı malzemelerin seçimidir. Çünkü bütün sonuçlar bu malzeme özellikleri üzerinden oluşturulacaktır. Plaxis' te 4 tip malzeme bulunmaktadır;

- Soil- interfaces (toprak-arayüzeyler)
- Beams (kirişler)
- Geotextiles,(geotekstilller)
- Anchors (ankrajlar)



Şekil 3.15. Plaxis paket programında mevcut malzemeler (Plaxis 8.6.)

3.2.3.1.1. Malzeme özelliklerinin girilmesi

İstenilen malzemeler tanımlandıktan sonra kullanılan malzemelerin çeşitlerine göre farklı özelliklerinin girilmesi gerekmektedir. Var olan malzeme özellikleri ile devam edilecekse direk seçilir eğer yeni bir özellik girilecekse 'new' bölümünden ya da hazırdaki malzeme özellikleri değiştirilecekse 'edit' bölümünden girişleri yapılır.

Ekrana gelen sekmede üç farklı bölüm vardır. Bu kısımlardan malzemenin mühendislik özellikleri girilir.

General arayüzü

Bu kısımdan tüm malzeme özellikleri girilir. İlk kısımda malzemeye isim verilir. Daha sonra hangi hesap modeline göre çözüm yapılacağı seçilir.

General | Parameters | Interfaces

<p>Material set</p> <p>Identification: Malzeme 1</p> <p>Material model: Linear Elastic</p> <p>Material type: Drained</p>	<p>General properties</p> <p>γ_{unsat}: 0,000 kN/m³</p> <p>γ_{sat}: 0,000 kN/m³</p>
<p>Comments</p>	<p>Permeability</p> <p>k_x: 0,000 m/day</p> <p>k_y: 0,000 m/day</p> <p>Advanced...</p>

SoilTest Next OK Cancel

Şekil 3.16. Tip malzemelerin parametrelerinin girildiği arayüz (Plaxis 8.6.)

Buradaki en önemli kısım ise material modelin girilmesidir. Bu kısımda beş farklı tip model bulunmaktadır.

Material model:	Linear Elastic
Material type:	<ul style="list-style-type: none"> Soft soil model Hardening soil model HS small Modified Cam-Clay Soft Soil Creep Model Jointed Rock Model

Şekil 3.17. Plaxis paket programındaki malzeme modelleri (Plaxis 8.6.)

➤ Linear elastic model

Zeminlerin davranışlarının Hooke yasasına uygun olduğu ve linear bir davranış sergilediği kabul edilmektedir. Zeminlerin davranışlarını çok gerçekçi bir biçimde temsil etmez. Davranışı sınırlandırır. Çok büyük zemin kütlelerin analizinde kullanılır.

➤ **Mohr-Coulomb model**

Elastoplastik davranış sergileyen zeminlerin modellenmesinde kullanılır. Hesap sonuçları hızlı bir şekilde alındığı için zeminle ilgili ilk izlenimleri elde etmede bu yöntem kullanılır.

➤ **Soft Soil Creep model**

Yumuşak olarak kabul edilen zeminlerde (killler, killi siltler ve turba zeminler) kullanılan bir hesap modelidir. Bu tip zeminler yüksek sıkışabilirlik özelliklerine bağlı olarak çok farklı davranışlar gösterirler. Hardening soil modeli çok geniş davranışlardaki zeminleri kapsasalar da bu model yumuşak zeminlerdeki büzülmeleri ve gerilmelerden kaynaklı gevşemeler gibi viskoz etkiler ile normal konsolide killerdeki zamana bağlı sıkışmayı dikkate almazlar. Öncelikli olarak oturma sorunu yaşanan temel, dolgu, tünel ve derin kazılarda kullanılır.

➤ **Hardening Soil model**

Çok daha geniş zemin davranışlarını içeren bir model türüdür. Birçok zemini temsil etmede kullanılır.

➤ **Parameters sekmesi**

Parameters seçeneği seçildiğinde aşağıdaki sekme gelir ve buradan tüm zemin parametreleri girilebilir. Eğer daha gelişmiş seçenekler istenir ise advanced seçeneğine girilir.

General Parameters | Interfaces

<p>Stiffness</p> <p>E_{ref} : 0,000 kN/m²</p> <p>ν (nu) : 0,000</p>	<p>Strength</p> <p>C_{ref} : 0,000 kN/m²</p> <p>ϕ (phi) : 0,000 °</p> <p>ψ (psi) : 0,000 °</p>
<p>Alternatives</p> <p>G_{ref} : 0,000 kN/m²</p> <p>E_{oed} : 0,000 kN/m²</p>	<p>Velocities</p> <p>V_s : 0,000 m/s</p> <p>V_p : 0,000 m/s</p>

Advanced...

SoilTest Next OK Cancel

Şekil 3.18. Parameters arayüzü girdileri (Plaxis 8.6.)

Advanced parameters Mohr-Coulomb

<p>Stiffness</p> <p>$E_{increment}$: 0,000 kN/m²/m</p> <p>γ_{ref} : 0,000 m</p>	<p>Strength</p> <p>$C_{increment}$: 0,000 kN/m²/m</p> <p>γ_{ref} : 0,000 m</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Tension cut off</p> <p>Tensile strength : 0,000 kN/m²</p>
<p>Undrained behaviour</p> <p><input type="radio"/> Standard settings</p> <p><input type="radio"/> Manual settings</p> <p>Skempton-B : 0,993</p> <p>ν_u : 0,495</p> <p>$K_{w,ref}/n$: 0,000 kN/m²</p>	<p>Consolidation</p> <p>$C_{v,ref}$: N/A m²/day</p> <p>$C_{v,ref} = \frac{k_v \cdot E_{oed}}{\gamma_w}$</p>

Default OK Cancel

Şekil 3.19. Advanced parametrelerin girildiği pencere (Plaxis 8.6.)

➤ Interfaces sekmesi

Zemin durumuna ait özellikler bu kısımdan girilir. Strength (rijit) sekmesi içerisinde rigid seçilir ise sistem yeterince rijit olarak görülür. Ancak sistem yeterince rijit değilse Manual (kişisel ayarlar) tercih edilir ve bu seçimle aktif hale gelen çeşitli ayarlar yapılır. Permeabilty (su geçirgenliği) sekmesinde ise kullanılan malzemesin su geçirgenlik durumuna göre neutral (normal geçirgenlik), impermeabilty (çok geçirimsiz) ya da drain (çok geçirimli) seçilir.

Kullanılacak diğer malzemelerde özelliklerinin seçilmesi mümkündür.

Mohr-Coulomb - Malzeme 1

The screenshot shows the 'Interfaces' tab of the software interface. It contains two main sections:

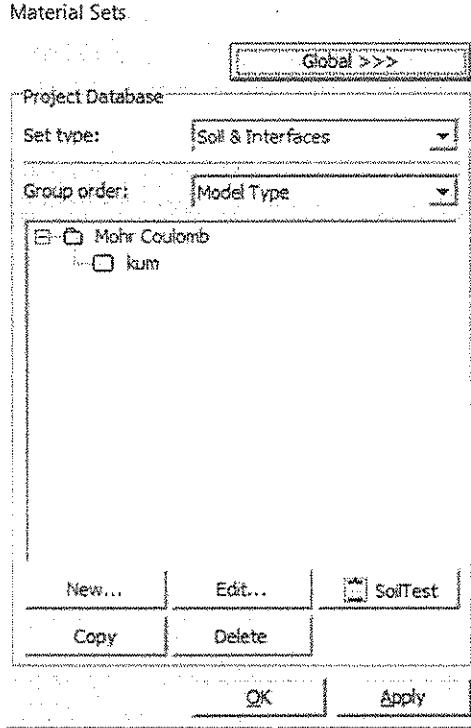
- Strength:** A radio button labeled 'Rigid' is selected, and another radio button labeled 'Manual' is unselected.
- Real interface thickness:** A text input field labeled 'δ-inter :' contains the value '0,000'.

At the bottom of the interface, there is a 'SoilTest' button and three buttons labeled 'Next', 'OK', and 'Cancel'.

Şekil 3.20. Interfaces arayüzü (Plaxis 8.6.)

3.2.3.1.2. Hazırlanan malzemelerin çizilen elemanlara uygulanması

Özellikleri girilmiş haldeki tüm malzemeler liste halinde material set altında çıkacaktır buradan istenilen malzeme mouse yardımıyla tutulup çizilen eleman üstüne bırakılarak uygulanması sağlanır.



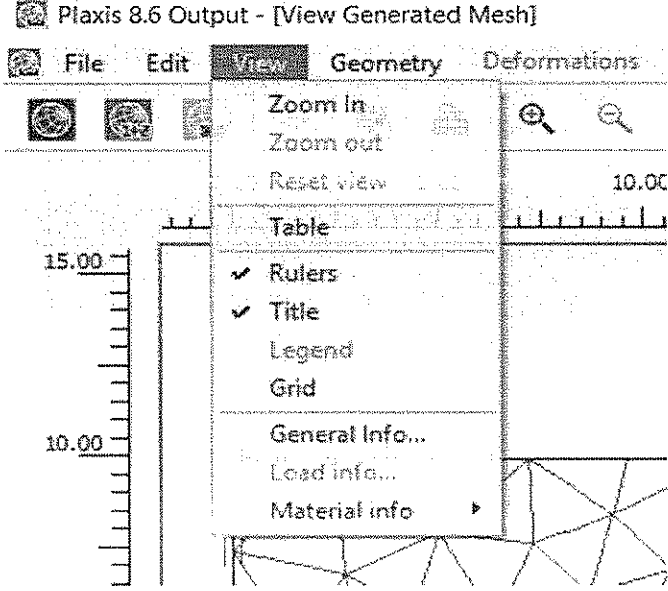
Şekil 3.21. Malzemenin geometriye atanması (Plaxis 8.6.)

3.2.3.2. Generate Mesh komutu

Plaxiste sonlu elemanlar yöntemi kullanılmaktadır ve bu yöntemde sistem küçük parçalara bölünmelidir. Bu komut sayesinde sistem parçalara ayrılır.

Çizilen sistemde uygulanan meshin sıklığının doğru ayarlanması oldukça önemlidir. Doğru bir sıklık yapılmadığı takdirde sistem beklenenden daha düşük bir yük altında göçecektir. Bunu önlemek adına yükün etki ettiği noktalarda mesh sıklığını arttırmak gerekir. Örneğin temel altında şev yüzeylerinde geotekstil malzemelerin etrafında gibi. Mesh sıklığı belirlendikten sonra sabitleştirilir ve diğer değişkenler ile oynanarak analizler yapılır.

Sıklığı değiştirmek için sıkılaştırma yapılacak bölgeye iki kere tıklanır ve açılan penceredeki mesh değeri küçültülerek daha küçük parçalara bölünmüş olur. Sıklık sabit tutulmak istenirse view penceresinden 'general info' seçilir. Açılan penceredeki 'number of elements' yanında yazan rakam sıklık miktarını verir. Diğer değişkenlerle oynandıkça bu sıklığın sabit bırakılması sağlanır.



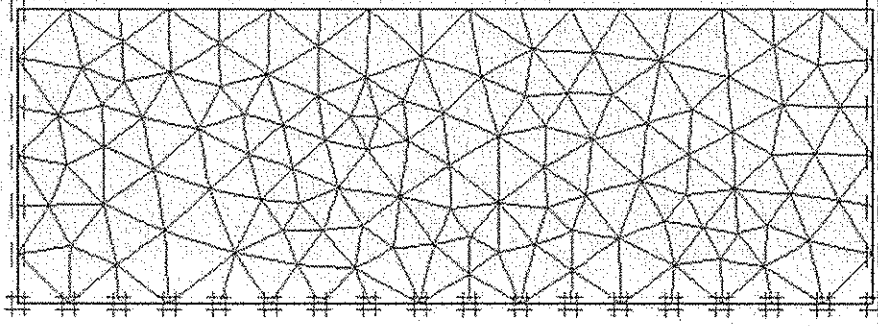
Şekil 3.22. General info seçeneği (Plaxis 8.6.)

General info

Project Filename : Directory : C:\Users\ASUS\AppData\Local\ Title :	General options Model : Plane Strain Elements : 15-Noded
Comments 	Mesh Number of elements : 118 Number of nodes : 1009 Number of stress points : 1416 Average element size : $1,57 \cdot 10^0$ m

OK

Şekil 3.23. Eleman sayısının kontrolü (Plaxis 8.6.)



Şekil 3.24. Sıklığı değiştirilmiş sistem (Plaxis 8.6.)

Başka bir mesh seçme şekli ise plaxis'in içerisinde bulunan hazır sıklıklardan seçmektir. Bu sıklıklar üzerine yapılan deneysel çalışmalarda medium(orta) sıklıktan sonraki sıklıklar için analiz sonuçları asimptotlaşmaya başlamıştır. Yani medium sıklığı gerçekçi sonuçlara ulaşmak için oldukça yeterlidir. Sıklığı gereğinden fazla arttırmak sonuçların elde edilme süresini uzatacaktır. Zaten medium sıklığı da oldukça yeterlidir. Aşağıda diğer sıklık dereceleri verilmiştir;

- Coarse = normal sıklık
- Medium= orta sıklık
- Fine = sık
- Very fine = çok sık

3.2.4. Input menüleri

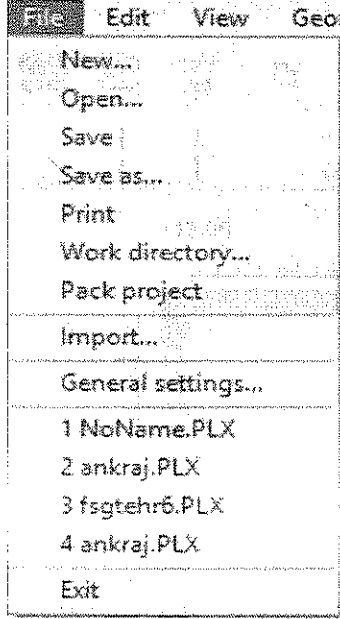
Başlıca Input menüleri;

- File(Dosya)
- Edit (Düzen)
- View (Görünüm)
- Geometry (Geometri),
- Loads (Yükler)
- Materials (Malzemeler)
- Mesh (Ağ)

- Initial (Başlangıç)
- Help (Yardım)

3.2.4.1. File

Bütün dosyalama işlemlerini bu sekme altından yaparız.

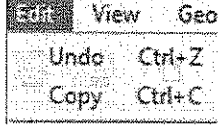


Şekil 3.25. File menüsü (Plaxis 8.6.)

- **New:** yeni bir proje oluşturmak için kullanılır.
- **Open:** eski bir projeyi açmak için kullanılır.
- **Save:** dosya kaydı için kullanılır.
- **Save as:** dosyaları farklı bir isimle kayıt altına almak için kullanılır.
- **Print:** çıktı almak için kullanılır.
- **Work directory:** çalışılan projenin klasör adını görmek için kullanılır.
- **Import:** dışarıdan dosya açmaya yarar.
- **General setting:** genel ayarlara buradan da ulaşılabilir.
- **Exit:** programdan çıkmak için kullanılır.

3.2.4.2. Edit

Kayıtlı olan dosyaları düzenlemeye yarar.

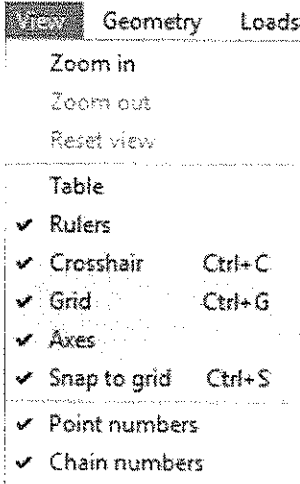


Şekil 3.26. Edit menüsü (Plaxis 8.6.)

- **Undo:** yapılan işlemi geri alır.
- **Copy:** dosyaları kopyalamaya yarar.

3.2.4.3. View menüsü

Görünüm ayarları bu kısımdan yapılır.



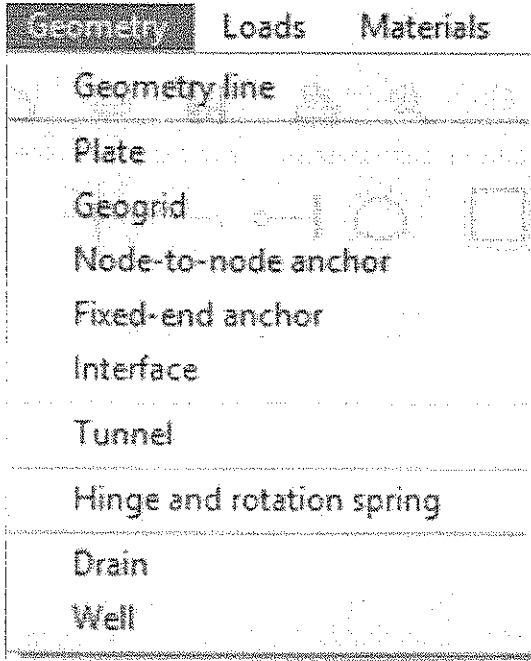
Şekil 3.27. View menüsü (Plaxis 8.6.)

- **Zoom İn:** görünümü büyötmek için kullanılır.
- **Zoom out:** büyütölmüş kısmı eski haline çevirir.
- **Reset view:** projenin görünümünü ilk haline çevirir.
- **Table:** koordinatların tablosunu açıp kapatmaya yarar.
- **Rulers:** çalışma alanının boyutlarını göstermeye yarayan cetvelleri açıp kapatmaya yarar.
- **Crosshair:** imlecinin ucuna koordinat çizgisini getirmeye ya da kaldırmaya yarar.
- **Grid:** ekran ızgarasını açmaya yarar.

- **Axes:** iki yöndeki koordinat ekseninin hepsini gösterir.
- **Snap to grid:** imlecin ızgara noktalarını tutmasını sağlar.
- **Point numbers:** sistem üzerindeki nokta numaralarını gösterir.
- **Chain numbers:** giriş ya da geotekstil malzeme numaralarını gösterir.

3.2.4.4. Geometry menüsü

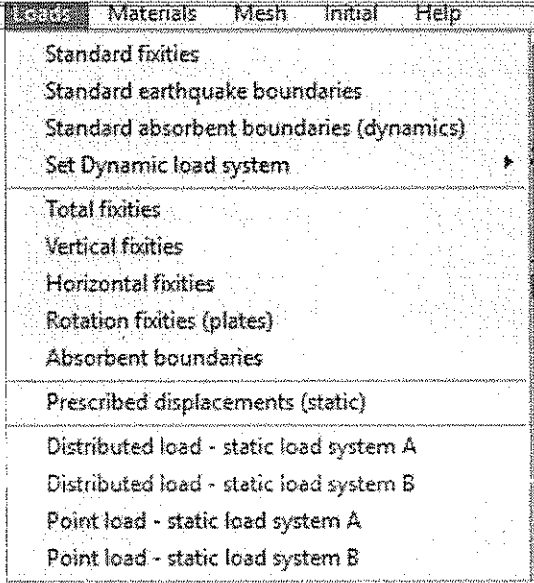
Sistem geometrisini kurmak için kullanılır.



Şekil 3.28. Geometry menüsü(Plaxis 8.6.)

3.2.4.5. Loads menüsü

Sisteme yapılan yüklemelerin ayarlarının yapıldığı bölümdür. Input komutlarının anlatımı sırasında daha detaylı anlatılmıştır.



Şekil 3.29. Loads menüsü (Plaxis 8.6.)

Kısayol tuşlarından farklı olarak fixities seçeneğinin çeşitli seçenekleri bulunmaktadır. Standart fixities otomatik olarak tutukluluğu ayarlarken total toplam tutukluluğu, vertical dikey tutukluluğu, horizontal yatay tutukluluğu, moment (beams) kirişlerde tutukluluğu ayarlamak için kullanılır.

3.2.4.6. Materials menüsü

Malzeme özelliklerini belirlemek için kullanılır.



Şekil 3.30. Materials menüsü (Plaxis 8.6.)

Input menüsünün kısayolları anlatılırken detaylı olarak bahsedilmiştir.

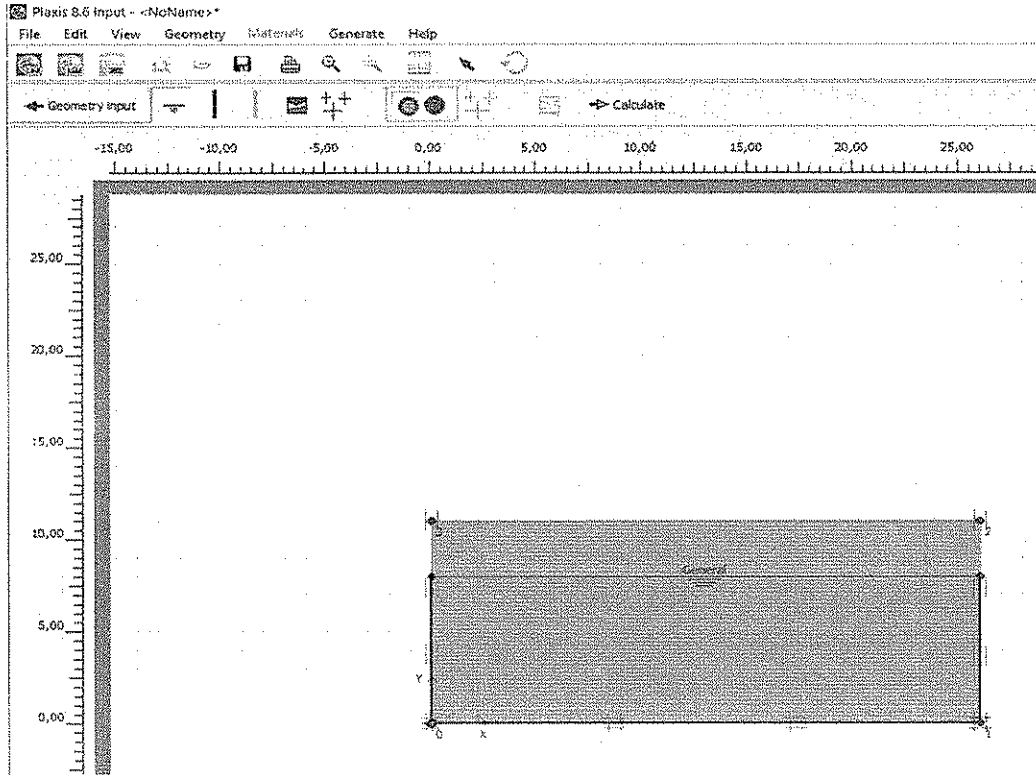
3.2.4.7. Mesh menüsü

Generate mesh komutu adlı başlıkta detaylı biçimde anlatılmıştır.

3.2.4.8. Initial menüsü

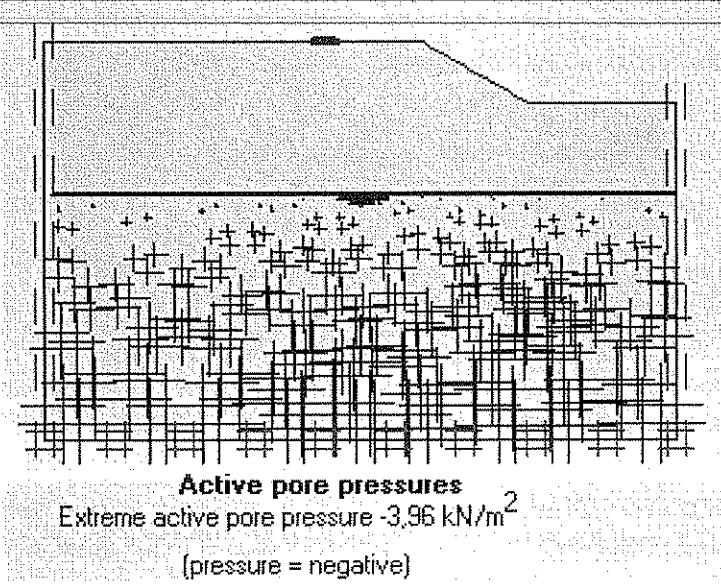
Yer altı su seviyesi ile ilgili bilgilerin girildiği kısımdır. Input kısayolları anlatılırken detaylı biçimde anlatılmıştır.

Initial kısayol tuşuna basıldığında çıkan pencereden zemin suyu ile ilgili parametreleri girilebilir. Zemin suyu sisteme eklenmeyecek ya da yok ise herhangi bir giriş yapılmasına gerek yoktur.



Şekil 3.31. Zemin suyu ile ilgili bilgilerin girildiği pencere (Plaxis 8.6.)

- **Geometry input:** Bu pencereden çıkmaya yarar.
- **Phreatik line:** Zemin suyu seviyesini çizmeye yarayan tuştur.
- **Close flow boundary:** Sınır çizgilerini çizmeye yarar. Bu sınırlar içerisinde bulunan suyun hareketi sınırlandırılmış olur.
- **Close consolidation boundary:** Bu çizilen sınır konsolidasyon oturma sınırını belirler.
- **Generate water pressure:** Yeraltı su seviyesinden bulunan sulardan kaynaklı oluşan efektif gerilmelerin dağılımını gösterir. Eğer herhangi bir su seviyesi tanımlanmamış ise efektif gerilmeler de sıfır olacaktır.



Şekil 3.32. Yeraltı suyundan kaynaklanan efektif gerilme dağılımı (Plaxis 8.6.)

- Eğer yeraltı su seviyesi kapatılacak ise aşağıda gösterilmiş olan kısayol tuşundan yapılabilir. Eğer kapatılır ise su seviyesi ile ilgili olan diğer butonlar pasif hale gelir.



- **Generate initial stress:** Bu seçenek su bulunmama durumunda aktif hale gelir. Açılan pencere onay penceresidir kabul edilir.

K0-procedure ×

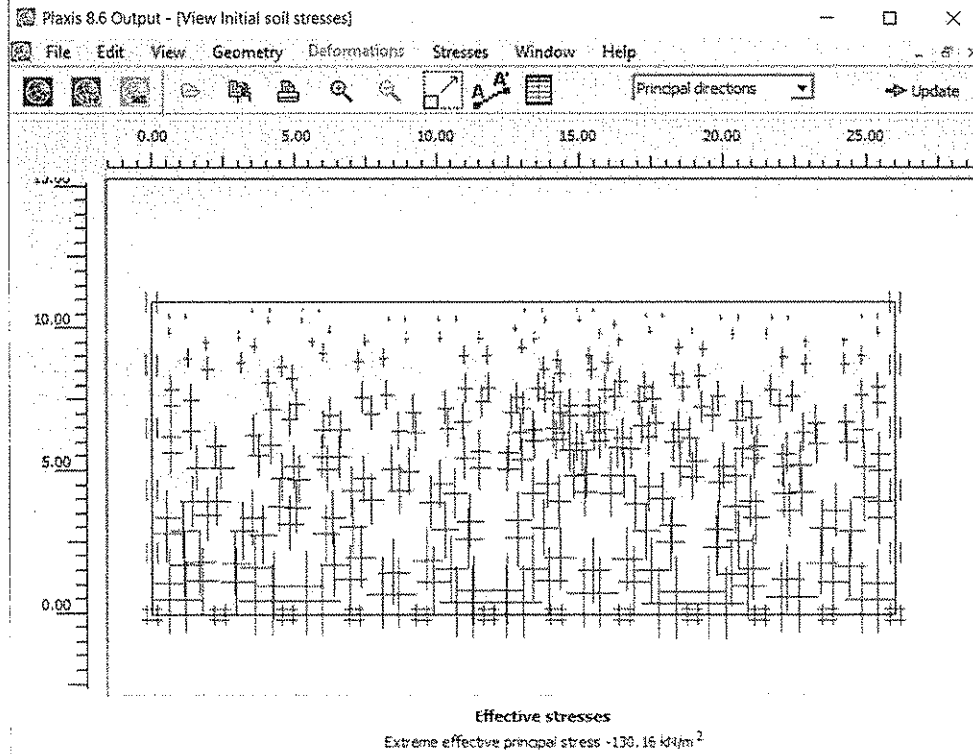
ΣM-weight :

Cluster	Material	OCR	POP	K0
1	MC	N/A	N/A	0,485

OK

Şekil 3.33. Onaylama penceresi (Plaxis 8.6.)

Bu onay yapıldıktan sonra ekrana zemin suyu bulunmadığı durumdaki efektif gerilme durumu görünür. Bu kısımda update denilerek ayarlar hafızaya kaydedilmiş olur.

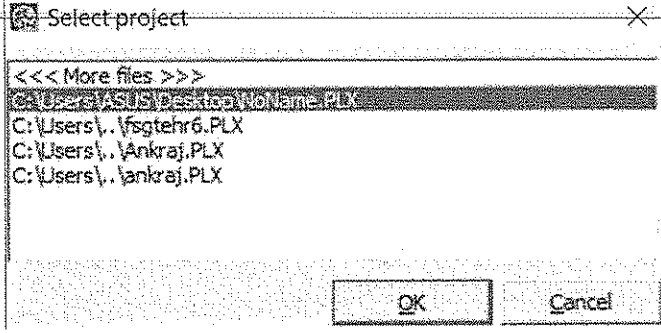


Şekil 3.34. Sistemde yeraltı suyu bulunmadığı durumdaki efektif gerilme dağılımı (Plaxis 8.6.)

Bu adımdan sonra calculate tuşuna basılarak hesap adımına geçilir.

3.3. Calculations Uygulama Programı

Sistemin modellenmesi yapıp, sonlu elemanlar yöntemi için üçgenlere ayrılıp, efektif gerilmelerin dağılımı yapıldıktan sonra kayıt yapılır. Calculations seçildikten sonra kaydedilen dosya seçilir ve çözüm başlar.



Şekil 3.35. Select project penceresi (Plaxis 8.6.)

Eğer Input ekranında isek ve çözülmek istenen proje açık ise calculations seçimi yapıldıktan sonra direk çözüme geçecektir. Ancak daha önceden oluşturulmuş bir sistem tekrar çözmek istenirse o projeyi seçmek gerekir.

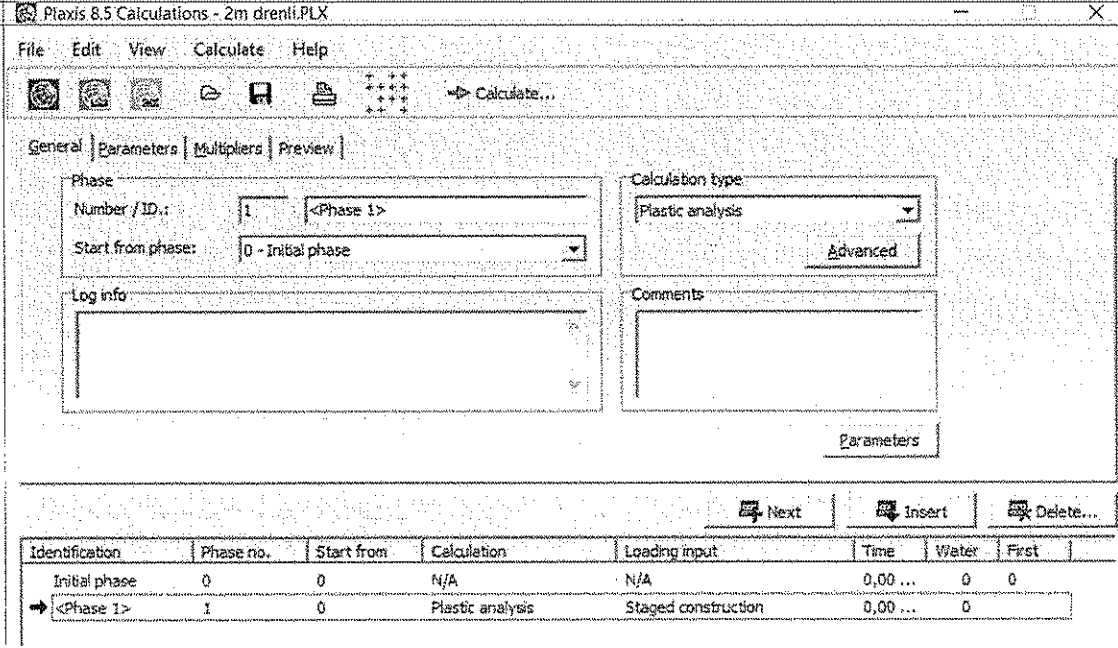
Calculations arayüzü üç ana başlıktan oluşur. Bunlar: general, parameters, multipliers arayüzleridir.

General | Parameters | Multipliers |

Şekil 3.36. Calculate uygulama programı ara yüzleri (Plaxis 8.6.)

3.3.1. General arayüzü

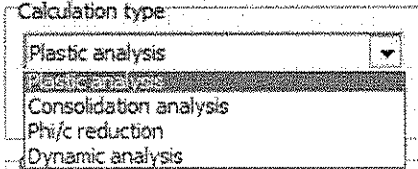
Sistemin tüm genel bilgileri bu başlık altında girilir. Bazı ayarlama özellikleri aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.37. General arayüzü (Plaxis 8.6.)

➤ Calculation type

Hesap türü seçme işlemi bu adımda yapılır. Üç tip hesap türü bulunmaktadır. Bunlar; 'plastic', 'consolidation' ve 'update mesh' dir.

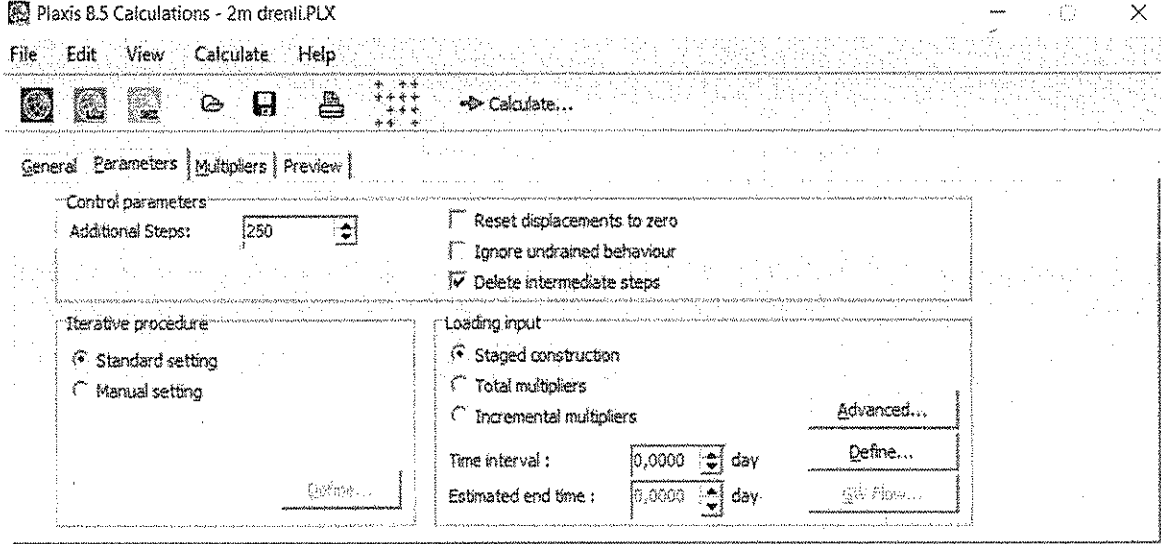


Şekil 3.38. Hesap tipinin seçilmesi (Plaxis 8.6.)

Konsolide özellik gösterecek olan bir zemin üzerinde çözüm yapılacaksa consolidation seçilir. Bu seçim dışındaki bütün zeminlerin plastik davranış gösterdiği kabul edilir. Bunun için ise plastic seçeneği seçilmiş olur.

3.3.2. Parameters arayüzü

Bu kısımda calculation seçeneği altında seçilen hesap türüne göre ayarlanabilecek olan ayarlar anlatılacaktır.



Şekil 3.39. Parameters arayüzü (Plaxis 8.6.)

➤ Control parameters

Additional sekmesine yazılan sayı sistemin kaç adımda çözüleceğini gösterir. Bu kısmın sağındaki kutucuklarda ise;

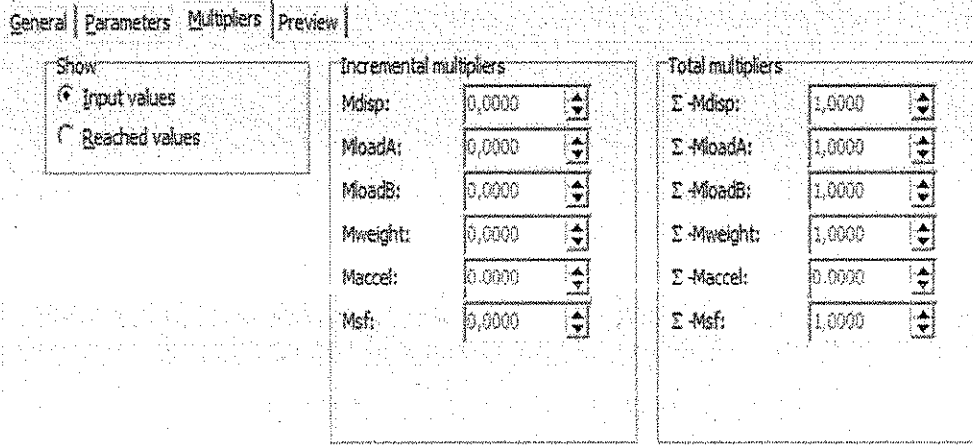
- **Reset Displacements to Zero:** daha önceden hesaplanmış bir deplasman değerine göre yeni hesabın deplasman değerini sıfırlamaya yarar.
- **Ignore undrained behaviour:** drenajı ihmal etmeye yarar.
- **Delete intermediate steps:** bütün ara adımları atlar.

➤ Loading input

Bu kısım altında iki seçenek bulunmaktadır. Bu seçenekler arasında phi-c reduction seçeneği seçildiğinde şev stabilitesi analizi yapmaya yarar sağlar. Diğer seçenek olan Incremental multipliers seçilirse yük artımı yapılarak her sistemdeki göçme yükünü hesaplamaya yarar. Bu yük artışının da zamana bağlı grafiği çizilecekse seçilmiş olan zaman birimi cinsinden zaman değeri " \sum -Mtime" kısmına girilir.

3.3.3. Multipliers arayüzü

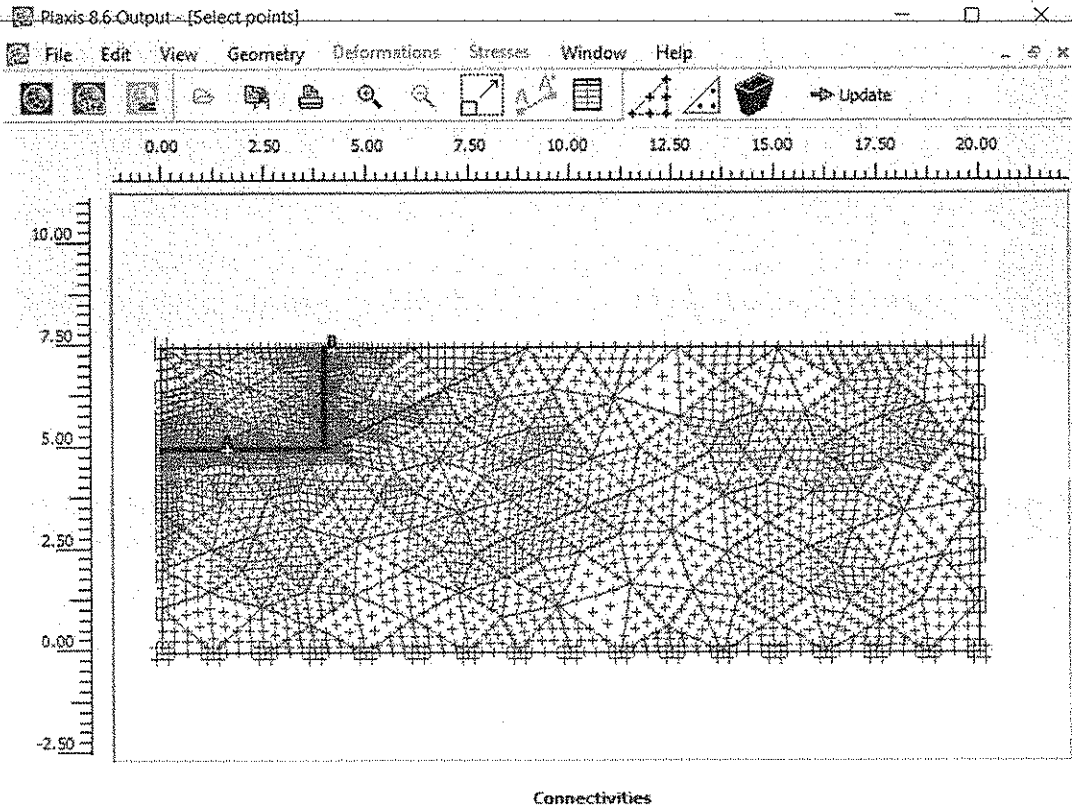
Parameters ve Input bilgilerine bağlı olarak gerekli parametreler girilir.



Şekil 3.40. Multipliers arayüzü (Plaxis 8.6.)

3.3.4. Calculations uygulama programı kısayolları

- **Go to input program:** inputa geçişi sağlar.
- **Go to output program:** outputa geçişi sağlar.
- **Go to curves program:** curve'ye geçişi sağlar.
- **Open calculation list:** önceki dosyaları açmak için kullanılır.
- **Save calculation list:** dosyaları saklamaya yarar.
- **Print calculation list:** çıktı almaya yarar.
- **Select point for curves:** sistem geometrisinde istenilen bazı noktalardaki gerilme deformasyon ve göçme yükü grafiklerini çizmek için nokta seçiminde kullanılır.



Şekil 3.41. Nokta seçme belirleme penceresi (Plaxis 8.6.)

Açılan bu pencerede istenilen kısma zoom yapılır. Ardından istenilen noktaya tıklanarak nokta tanımlanır. Daha sonra update yapılarak güncelleme yapılır.

Bütün ayarlamalar yapıldıktan sonra hesaplanacak olan dosyanın önündeki işaretin mavi ok olmasına dikkat edilmelidir.

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Water	First
Initial phase	0	0	N/A	N/A	0,00 ...	0	0
→ <Phase 1>	1	0	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	0	

Şekil 3.42. Hesaplanacak dosyanın seçilmesi (Plaxis 8.6.)

- **Calculate:** tüm ayarlardan sonra bu kısayol sistemi çözüme geçirir. Bu tuştan sonra aşağıdaki pencere açılır.

Project: 5. hafta Ambar
Phase: <Phase 2>

Total multipliers at the end of previous loading step			
Σ -Mdisp:	1,000	PMax	0,000
Σ -MloadA:	1,000	Σ -Marea:	1,000
Σ -MloadB:	1,000	Force-X:	0,000
Σ -Mweight:	1,000	Force-Y:	0,000
Σ -Maccel:	0,000	Stiffness:	1,000
Σ -Msf:	1,000	Time:	0,000
Σ -Mstage:	1,000	Dyn. time:	0,000

Calculation progress
MStage

[U] Node A

Iteration process of current step			
Current step:	2	Max. step:	251
Iteration:	4	Max. iterations:	60
Global error:	4,157E-15	Tolerance:	0,010

Plastic points in current step			
Plastic stress points:	0	Inaccurate:	0
Plastic interface points:	0	Inaccurate:	0
Tension points:	0	Cap/Hard points:	0
		Tolerated:	3
		Tolerated:	3
		Apex points:	0

Cancel

Şekil 3.43. Hesaplama penceresi (Plaxis 8.6.)

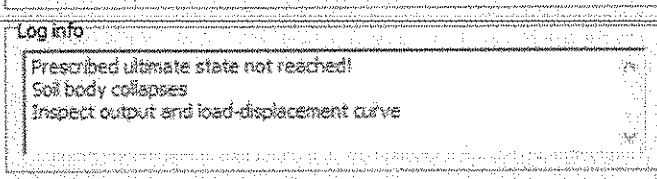
Sonuçta dosya ismi önünde yeşil tik varsa sistemde sıkıntı yoktur. Eğer dosya ismi önünde kırmızı çarpı işareti varsa sistem hatalıdır ve açıklamalar kısmında bu hata kaynağı görülebilmektedir.

Identification	Phase no.	Start from
Initial phase	0	0
✓ <Phase 1>	1	0

Şekil 3.44. Hesap başarıyla gerçekleştirilmiştir (Plaxis 8.6.)

Identification	Phase no.	Start from
Initial phase	0	0
✗ <Phase 1>	1	0

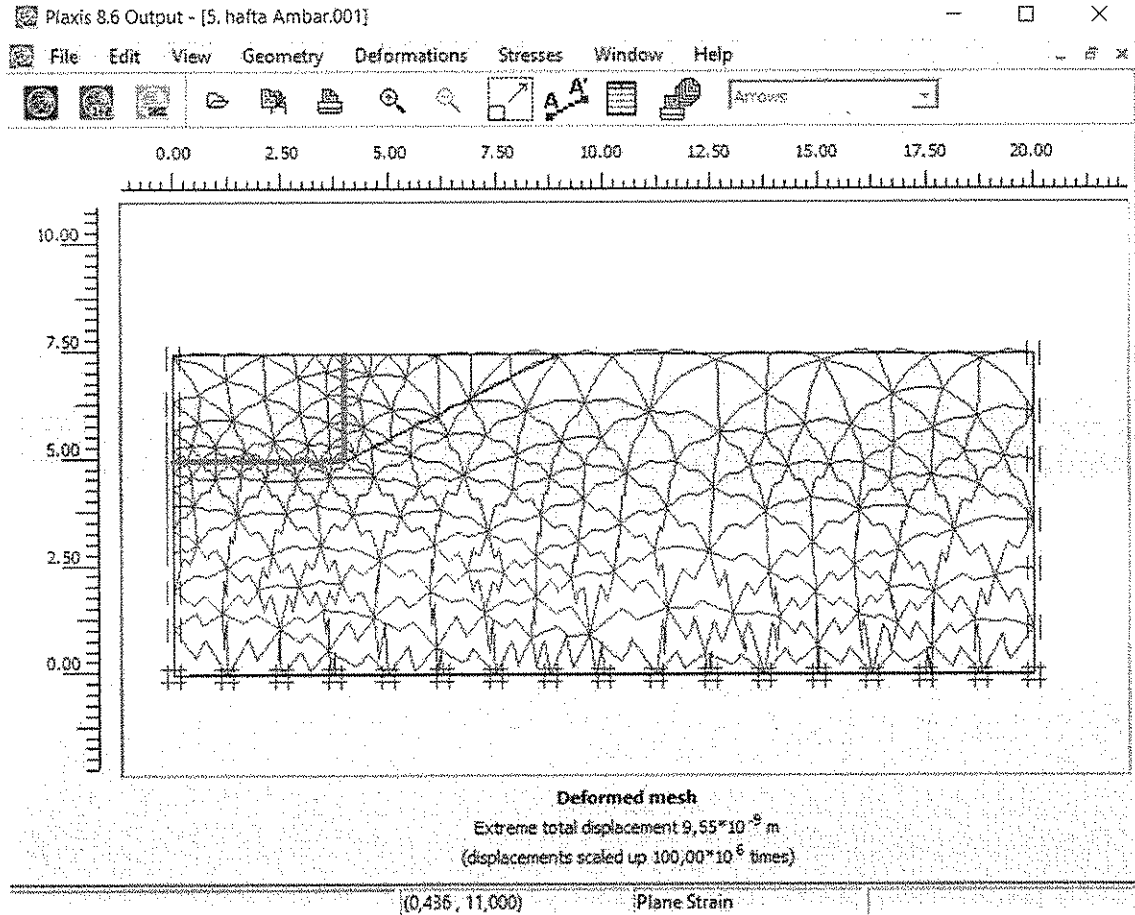
Şekil 3.45. Hesap başarıyla tamamlanamadı (Plaxis 8.6.)



Şekil 3.46. Hata mesajı (Plaxis 8.6.)

3.4. Output Uygulama Programı

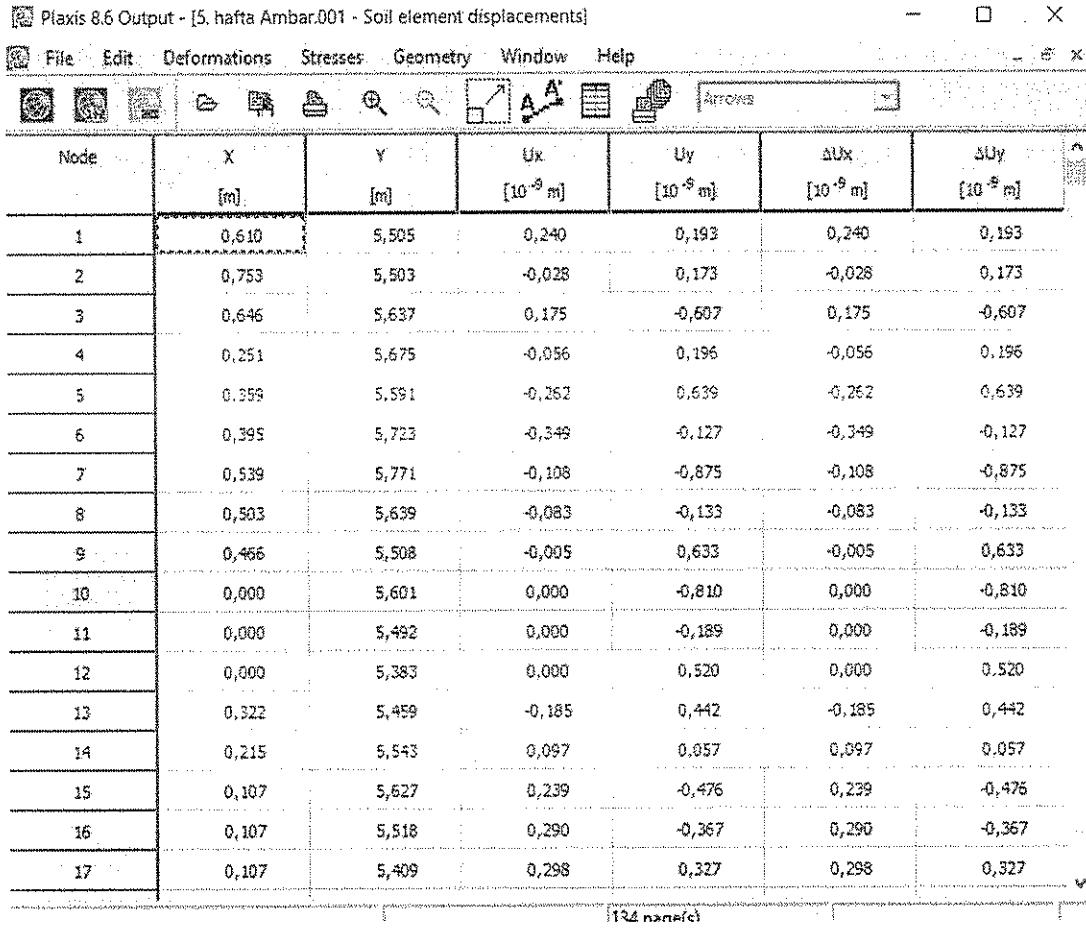
Kurulan sistemde yapılan hesaplamalar sonucunda sistemde oluşan etkileri ve grafikleri görmek adına output uygulama programı kullanılır. Bu program kısayoldan ya da output simgesinden seçildiğinde aşağıdaki sekme ekrana gelir.



Şekil 3.47. Output uygulama programı penceresi (Plaxis 8.6.)

3.4.1. Output uygulamasının kısayolları

- **Scale factor:** sistemin ölçek ayarlarını yapmaya yarayan kısayol tuşudur. Küçük deplasmanların olduğu sistemlerde deplasmanı daha iyi görebilmek için ölçek büyütülür.
- **Cross section:** bir enkesitteki gerilme dağılımını görmeye yarar.
- **Table:** seçilen bazı noktaların deformasyon ve gerilme değerlerini görmeye yarar.



Plaxis 8.6 Output - [5. hafta Ambar.001 - Soil element displacements]

File Edit Deformations Stresses Geometry Window Help

Node	X [m]	Y [m]	Ux [10 ⁻⁹ m]	Uy [10 ⁻⁹ m]	ΔUx [10 ⁻⁹ m]	ΔUy [10 ⁻⁹ m]
1	0,610	5,505	0,240	0,193	0,240	0,193
2	0,753	5,503	-0,028	0,173	-0,028	0,173
3	0,646	5,637	0,175	-0,607	0,175	-0,607
4	0,251	5,675	-0,056	0,196	-0,056	0,196
5	0,399	5,591	-0,262	0,639	-0,262	0,639
6	0,395	5,723	-0,349	-0,127	-0,349	-0,127
7	0,539	5,771	-0,108	-0,875	-0,108	-0,875
8	0,503	5,639	-0,083	-0,133	-0,083	-0,133
9	0,466	5,508	-0,005	0,633	-0,005	0,633
10	0,000	5,601	0,000	-0,810	0,000	-0,810
11	0,000	5,492	0,000	-0,189	0,000	-0,189
12	0,000	5,383	0,000	0,520	0,000	0,520
13	0,322	5,459	-0,185	0,442	-0,185	0,442
14	0,215	5,543	0,097	0,057	0,097	0,057
15	0,107	5,627	0,239	-0,476	0,239	-0,476
16	0,107	5,518	0,290	-0,367	0,290	-0,367
17	0,107	5,409	0,298	0,327	0,298	0,327

1124 nanafci

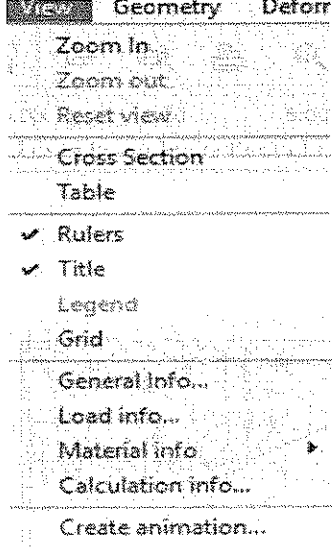
Şekil 3.48. Table kısayol tuşuna basıldığında ekrana gelen pencere (Plaxis 8.6.)

3.4.2. Output uygulama programları menüleri

Sadece diğer programlardan farklı olan menüler anlatılacaktır.

3.4.2.1. View menüsü

Diğer bölümlerden farklı olan komutlara değinilecektir.



Şekil 3.49. View menüsü komutları (Plaxis 8.6.)

➤ General info komutu

Oluşturulan sistem hakkındaki tüm genel bilgileri verir. Bu pencere içindeki eleman numarası sistemin doğru çözümlü çözülmeyeceği konusunda önemli bilgiler verir. Bu konu generate mesh kısmında anlatılmıştır.

General info

Project Filename : 5. hafta Ambar Directory : C:\Users\ASUS\Desktop\BERKA Title : Ambar	General options Model : Plane Strain Elements : 15-Noded
Comments 	Mesh Number of elements : 361 Number of nodes : 3003 Number of stress points : 4332 Average element size : $644,60 \cdot 10^{-3}$ m

OK

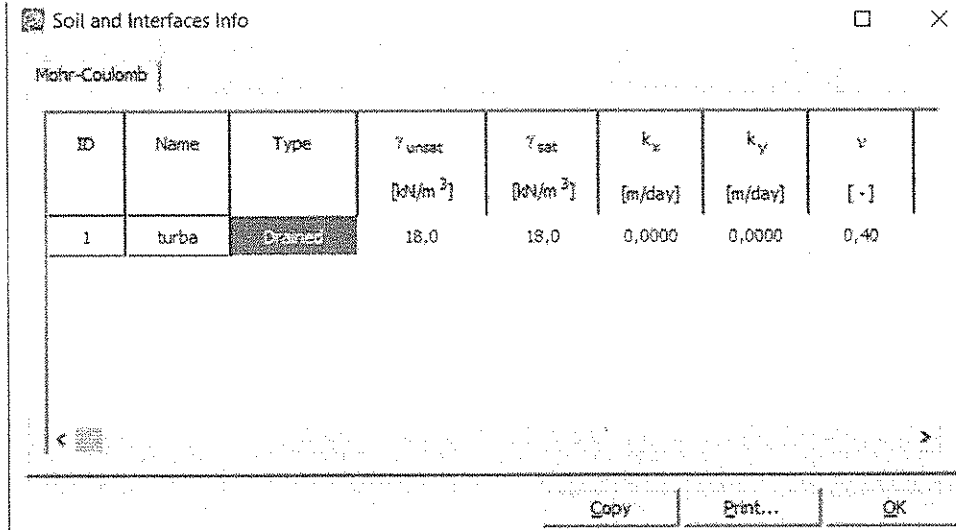
Şekil 3.50. General info penceresi (Plaxis 8.6.)

➤ **Material info komutu**

Sistemde kullanılan bütün malzeme özelliklerini gösterir. Herhangi bir malzemenin üzerine tıklanıldığında özellikler açılır.



Şekil 3.51. Material info komutu (Plaxis 8.6.)



Şekil 3.52. Malzeme özelliklerinin gösterildiği pencere (Plaxis 8.6.)

➤ **Calculation info komutu**

Tüm hesap özelliklerine bu sekmeden bakılabilir.

Multipliers			
Step Info			
Step	Initial	Extrapolation factor	0,000
Plastic STEP		Relative stiffness	1,000
Multipliers			
	Incremental multipliers		Total multipliers
Prescribed displacements	Mdisp:	0,000	Σ -Mdisp: 1,000
Load system A	MloadA:	0,000	Σ -MloadA: 1,000
Load system B	MloadB:	0,000	Σ -MloadB: 1,000
Soil weight	Mweight:	0,000	Σ -Mweight: 1,000
Acceleration	Maccel:	0,000	Σ -Maccel: 0,000
Strength reduction factor	Msf:	0,000	Σ -Msf: 1,000
Time	Increment:	0,000	End time: 0,000
Dynamic time	Increment:	0,000	End time: 0,000

Print OK

Şekil 3.53. Calculations info penceresi (Plaxis 8.6.)

3.4.2.2. Geometry menüsü

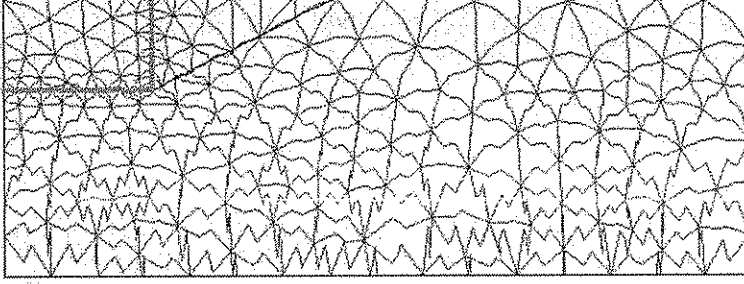
Bu komut çizilen geometri üzerinde bilgilerin görülmesini sağlar. Ancak bütün bilgiler bu şekil üzerinde görülmek istenirse karışıklık olacaktır. Özellikle bu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Görülmek istenen bilgiler tek tek açılmalıdır.

Geometry	Deformations	Stresses
<input checked="" type="checkbox"/> Structures		Ctrl+S
<input checked="" type="checkbox"/> Materials		Ctrl+M
<input checked="" type="checkbox"/> Phreatic level		Ctrl+P
<input checked="" type="checkbox"/> Loads		Ctrl+L
<input checked="" type="checkbox"/> Fixities		Ctrl+F
<input checked="" type="checkbox"/> Presc. displacements		Ctrl+D
Connectivity plot		
Elements		Ctrl+E
Nodes		Ctrl+N
Stress points		Ctrl+G
Element numbers		
Node numbers		
Stress point numbers		
Material set numbers		
Cluster numbers		

Şekil 3.54. Geometry menusu komutları (Plaxis 8.6.)

➤ **Structures**

Sistem üzerindeki kiriş gibi olan şekilleri aktif edip kapatmaya yarar.

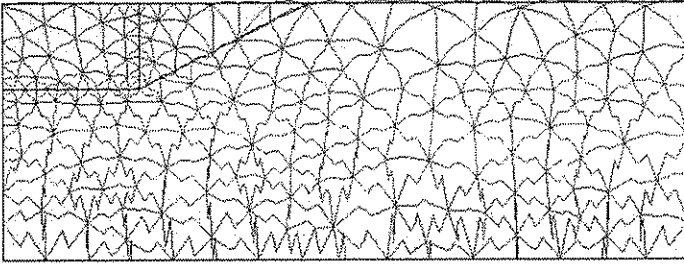


Deformed mesh

Şekil 3.55. Structures komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Materials**

Geometri üzerinde malzemeleri aktif edip kapatmaya yarar.

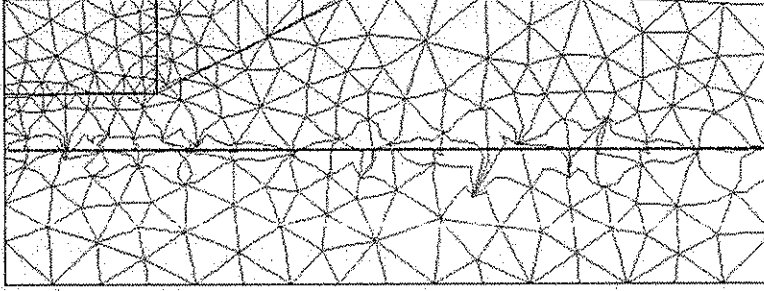


Deformed mesh

Şekil 3.56. Materials komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Phreatic line**

Sistemde yer altı su seviyesinin yerini gösterip kapatmaya yarar.

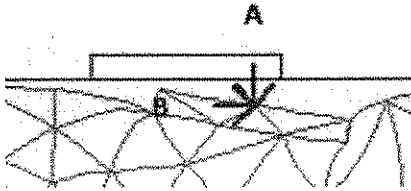


Deformed mesh

Şekil 3.57. Phreatic line komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Loads**

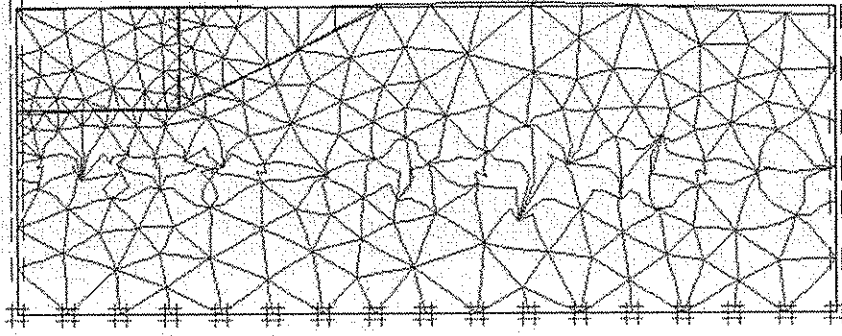
Sistem üzerindeki yüklemeleri gösterip kapatmaya yarar.



Şekil 3.58. Loads komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Fixities**

İstenilen kenara konulan tutuluğun sistem üzerinde gösterip kapatmaya yarar.



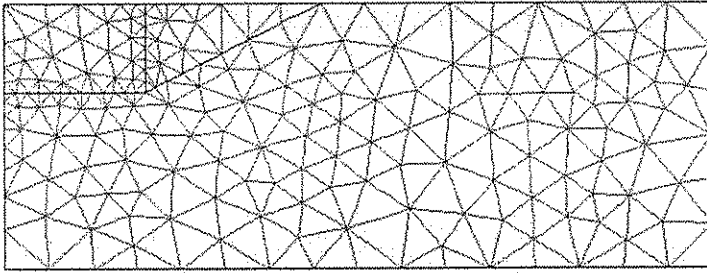
Şekil 3.59. Fixities komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Presc. displacement**

Deplasman kontrollü yükü ifade etmektedir ve görülüp görülmemesine yarar.

➤ **Connectivit Plot**

Herhangi bir deplasman yapmamış haldeki meshleri gösterip kapatmaya yarar.

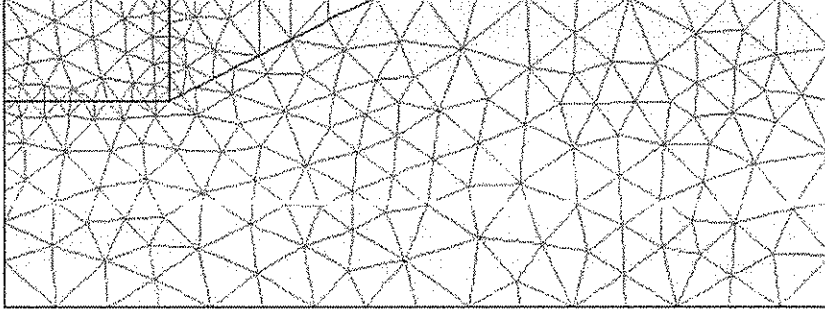


Connectivities

Şekil 3.60. Connectivity plot komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Elements**

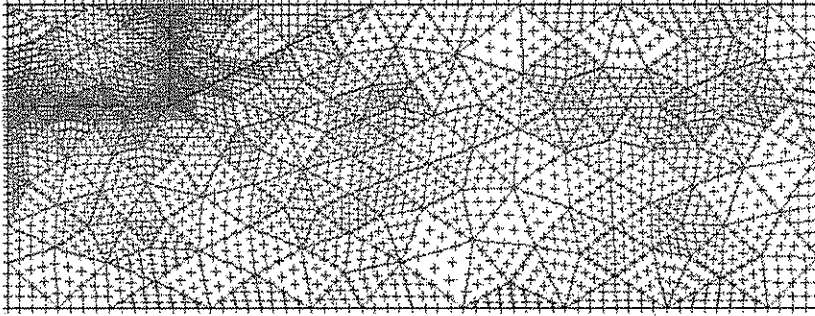
Mesh edilmiş sistem parçalarını sistem çözüldükten sonra deformasyona uğrar. Bu komut deforme olmuş meshlerle birlikte deforme olmayan meshleri de göstermeye yarar.



Şekil 3.61. Element komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Nodes**

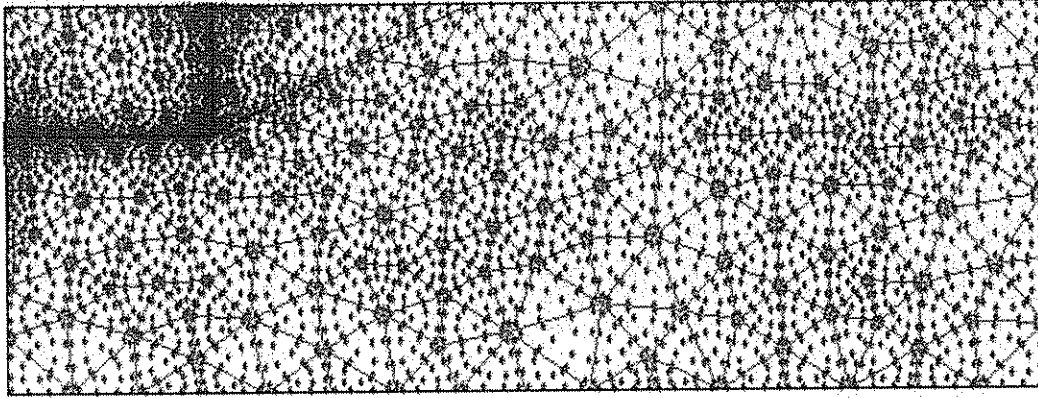
Bütün hesap noktalarını şekil üzerinde gösterir.



Şekil 3.62. Nodes komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Stress point numbers**

Sistem üzerindeki gerilme noktalarını gösterir.



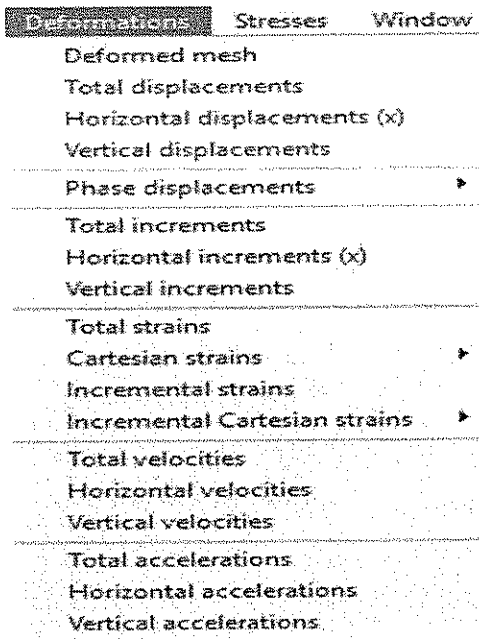
Şekil 3.63. Stres point numbers komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Material set number**

Sistemdeki malzeme nolarını gösterir.

3.4.2.3. Deformation menüsü

Sistemde oluşan deformasyonların toplam değerini, düşeydeki değerini ya da yatayda- ki değerini okumaya yarayan menüdür.



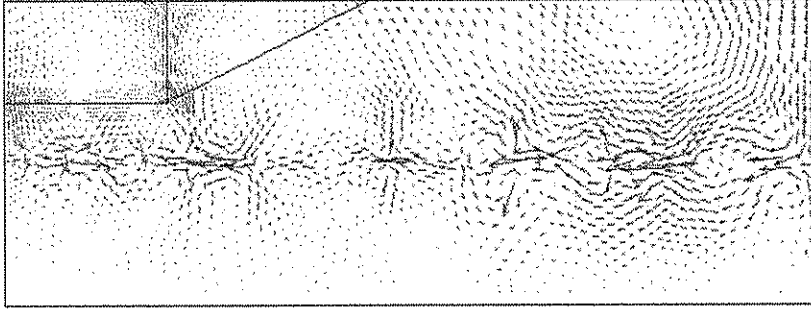
Şekil 3.64. Deformation menüsü komutları (Plaxis 8.6.)

➤ **Deformed mesh**

Mesh edilmiş sistemdeki deformasyonları gösterir.

➤ **Total displacements**

Sistemdeki toplam deformasyonu gösterip kapatmaya yarar.



Total displacements (Utot)

Şekil 3.65. Total displacements komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Hortizontal displacements**

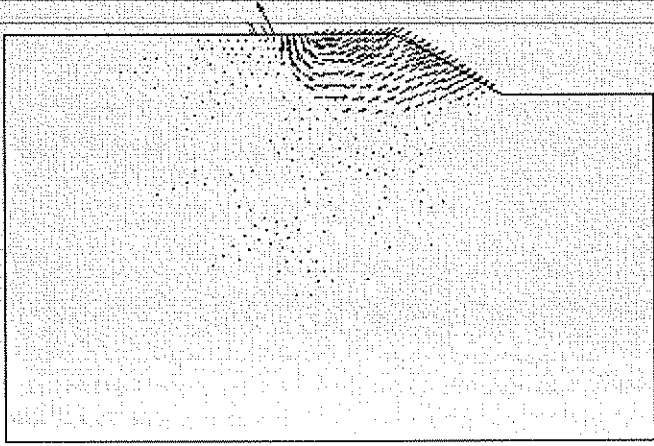
Yataydaki toplam deformasyonları gösterir.

➤ **Vertical displacements**

Düşeydeki toplam deformasyonları gösterir.

➤ **Total increments**

Deformasyon artışının gösterip kapatmaya yarar.



Total incremental displacements

Şekil 3.66. Total increaments komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

➤ **Hortizontal increaments**

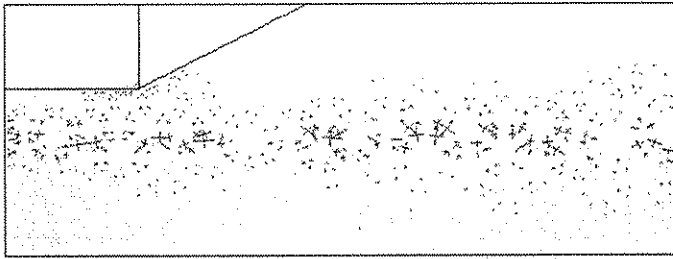
Şekil üzerinde yataydaki deformasyon artışını gösterir.

➤ **Vertical increaments**

Şekil üzerinde düşeydeki deformasyon artışını gösterir.

➤ **Total strain**

Şekil üzerinde toplam zorlanmaları gösterir.

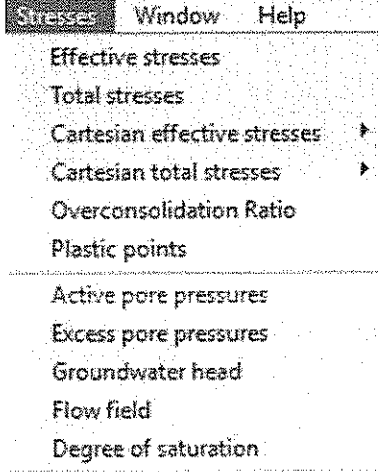


Total strains

Şekil 3.67. Total strain komutunun aktif olması hali (Plaxis 8.6.)

3.4.2.4. Stress menüsü

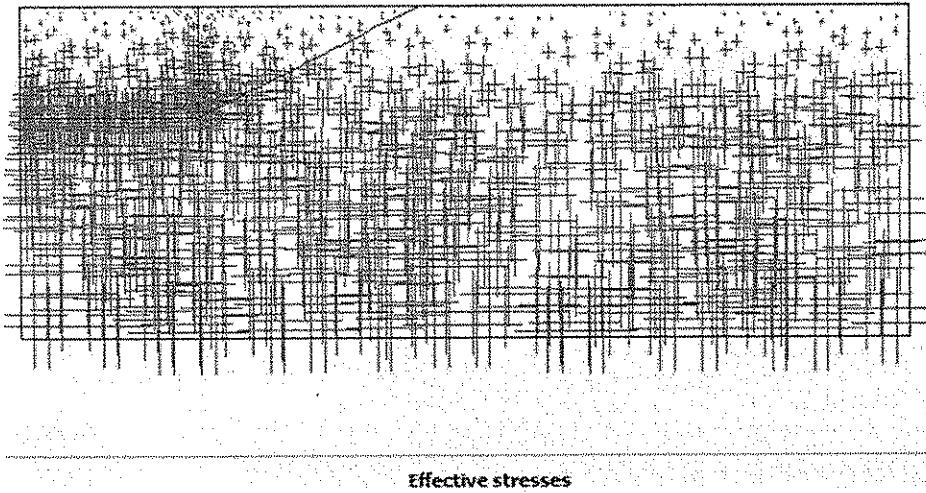
Sistemdeki gerilme değerlerini incelememizi sağlar.



Şekil 3.68. Stresses menüsü ve alt komutları (Plaxis 8.6.)

➤ Effective stresses

Şekil üzerinde efektif gerilmeleri gösterir.



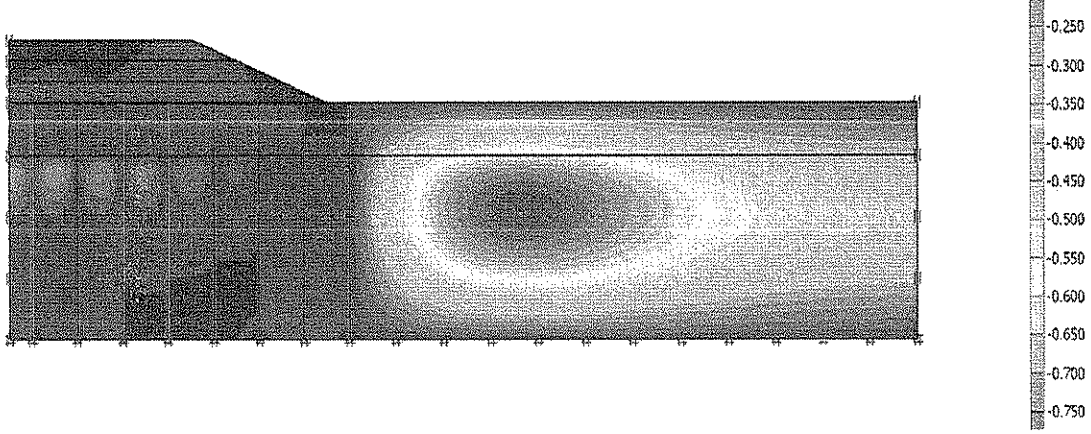
Şekil 3.69. Efektif gerilmelerin şekil üzerinde görülmesi (Plaxis 8.6.)

➤ **Total stresses**

Toplam gerilmeleri gösterir.

➤ **Overconsolidation ratio**

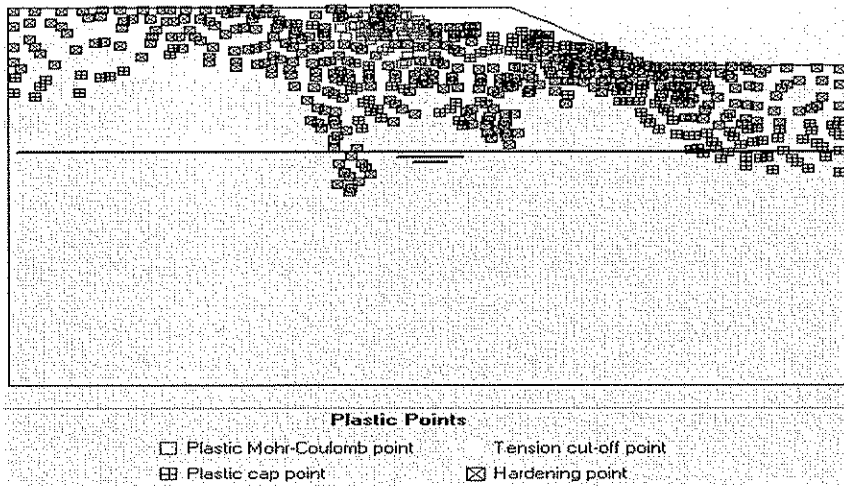
Şekil üzerinde aşırı konsolide olmuş bölgeleri gösterir.



Şekil 3.70. Sistemdeki konsolidasyonların şekil üzerinde görülmesi (Plaxis 8.6.)

➤ **Plastic points**

Sisteme yapılan yüklemeler sonucunda oluşan deformasyonlar yük kaldırıldıktan sonra eski haline dönmüyorsa buna mühendislikte plastik davranış denilmektedir. Bu komut ise sistem üzerindeki plastik davranış gösteren noktaları göremeye yarar.



Şekil 3.71. Plastik noktaların şekil üzerinde gösterilmesi (Plaxis 8.6.)

➤ **Active pore pressure**

Boşluk suyu basıncını gösterir. Eğer su yok ise bu komut bir şeyi değiştirmez.

➤ **Graund water head**

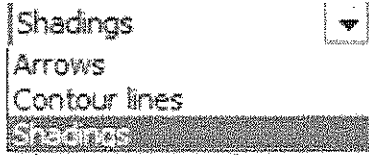
Sistemdeki yer altı suyu basıncını gösterir.

➤ **Flow lines**

Grafik üzerinde sistemdeki akım çizgisini göstermeye yarar.

➤ **Flow field**

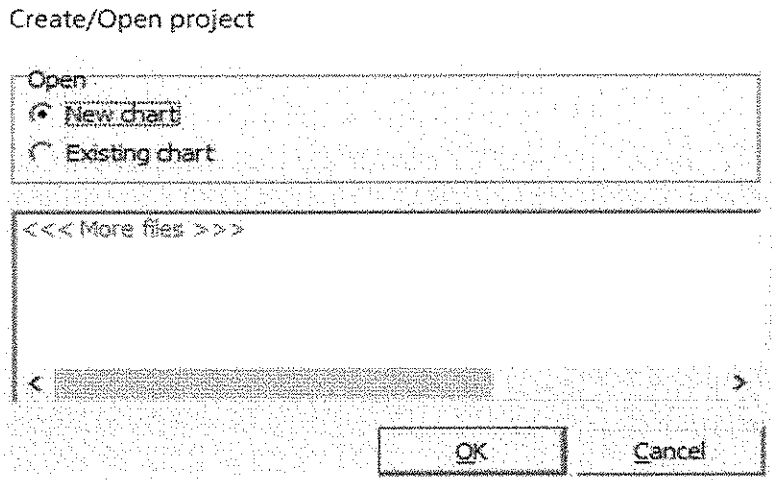
Sistemdeki akış bölgelerini görmeye yarar. Değişik şekilde grafikler oluşturulabilir.



Şekil 3.72. Grafik görünüm seçenekleri (Plaxis 8.6.)

3.5. Curvers Uygulama Programı

Sistemin çözümünden sonra sonuçları grafik üzerinde görmek amaçlı kullanılan bir kısımdır.



Şekil 3.73. Curves uygulama programının açılması (Plaxis 8.6.)

Bu pencerede isteğe göre ya eskiden çizilmiş proje seçilir ya da yeni çizilmiş proje seçilir.

Daha sonradan x ve y ekseninde hangi değişkenler olacağı seçilir. İstenilen doğrultuda deplasman gösterilmek için type kısmı seçilir. Ux yataydaki deplasmanı, Uy düşeydeki deplasmanı, UI bileşke deplasmanı gösterir. Yatay için displacement düşey için ise multipliers seçilir, ardından ok tuşuna basılırsa grafik çizilir. Ancak aynı grafik üzerine diğer değişkenleri içeren bir grafik daha çizilecekse apply tuşuna basılır. İlk grafik arkada çizilir, diğer grafik için istenen noktalar değiştirilir.

Curve Generation

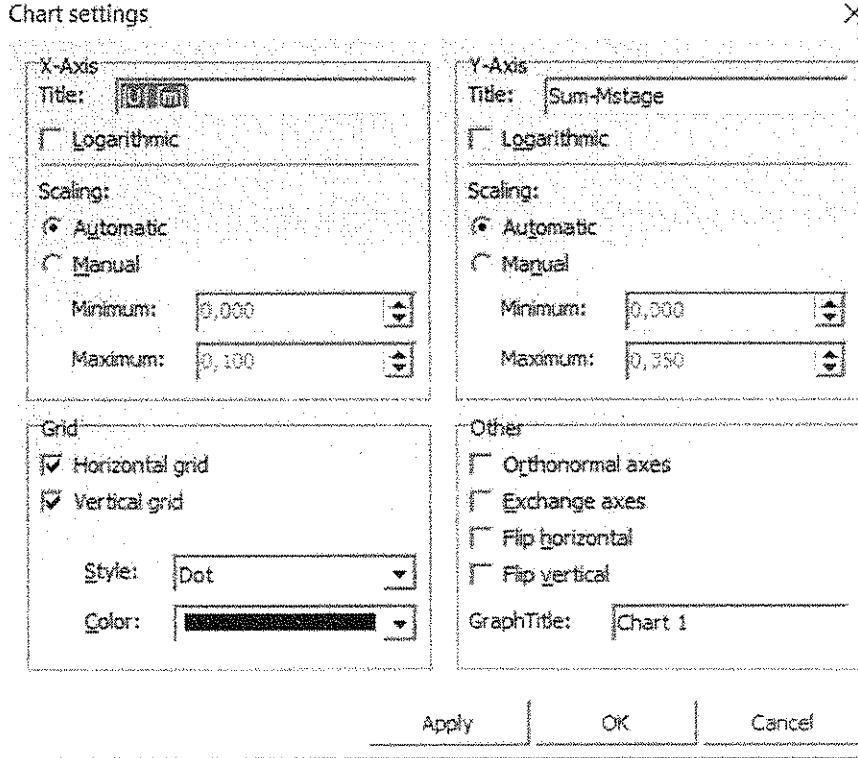
The image shows the 'Curve Generation' dialog box in Plaxis 8.6. It is divided into two main sections: 'X-Axis' and 'Y-Axis'. Each section contains a list of variables with radio buttons. In the X-Axis section, 'Displacement' is selected. In the Y-Axis section, 'Multiplier' is selected. Below the variable lists, there are 'Point' and 'Type' dropdown menus. In the X-Axis section, the 'Point' is set to 'A (0,50 / 5,00)' and the 'Type' is '|U|'. In the Y-Axis section, the 'Point' is empty and the 'Type' is 'Sum-Mstage'. There are also checkboxes for 'Invert sign'. At the bottom of the dialog, there are three buttons: 'Apply', 'OK', and 'Cancel'.

Şekil 3.74. Grafik ayar penceresi (Plaxis 8.6.)

3.5.1. Curves uygulama programları kısayolları

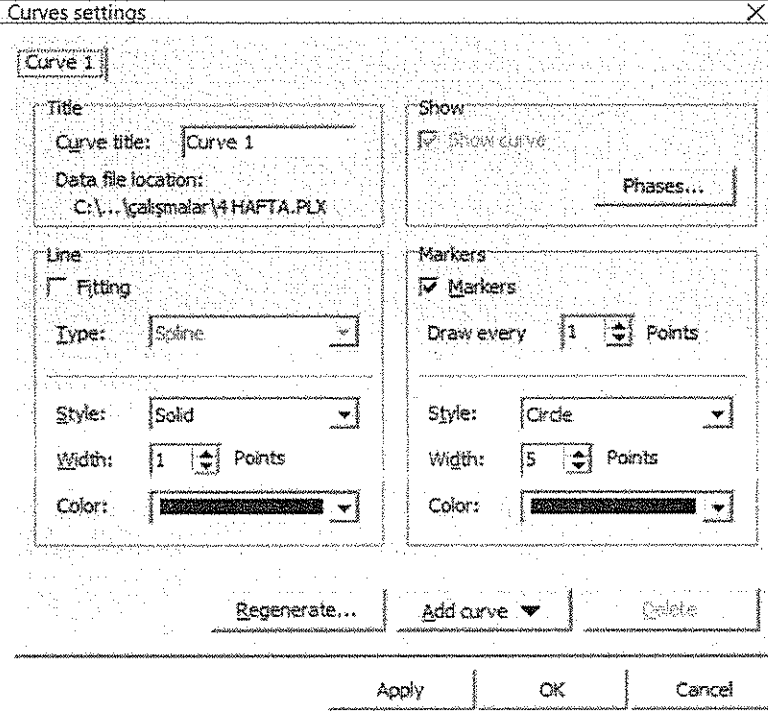
- **Input:** inputa geçişi sağlar.
- **Calculations:** calculationsa geçişi sağlar.
- **Output:** outputa geçişi sağlar.
- **New:** yeni bir proje açmaya yarar.
- **Open:** eski projeyi açmaya yarar.
- **Save:** kayıt yapmaya yarar.
- **Add curve:** grafik eklemek için kullanılır.
- **Zoom in:** istenilen bölgeye yaklaşmaya yarar.
- **Reset view:** yapılan zomları geriye alır.

➤ **Chart setting:** oluşturulan grafik alanlarını birleştirmeye yarar.



Şekil 3.75. Chart settings kısayol tuşu penceresi (Plaxis 8.6.)

➤ **Curve setting:** grafik çizgi değişikliklerinin yapılmasını sağlar.



Şekil 3.76. Curve settings penceresi (Plaxis 8.6.)

➤ **Table:** grafik sonuçlarını tablo halinde göstermeye yarar.

Point	Step	U [m]	Sum-Mstage
0	0	0,000	0,000
1	1	0,000	0,000
2	1	9,299e-4	0,023
3	2	2,841e-3	0,064
4	3	4,828e-3	0,093
5	4	6,853e-3	0,115
6	5	8,894e-3	0,133
7	6	0,011	0,148
8	7	0,013	0,161
9	8	0,017	0,185
10	9	0,021	0,205

Şekil 3.77. Sonuçların tablo halinde gösterilmesi (Plaxis 8.6.)

ANALİZ İÇİN SEÇİLEN BÖLGENİN ZEMİN DURUMU

4.GİRİŞ

Tez çalışmasını oluşturmak için Mersin İli, Erdemli İlçesi Koyuncu mevkiindeki bir arazinin zemin özellikleri baz alınmıştır. Bölgede bulunan zeminin özelliklerinden kaynaklı yapım aşamasında yapıda farklı oturmalar yaşanmaktadır. Farklı oturmaların nedeni olarak ön görülen problem zeminin taşıma gücünün çok düşük olmasıdır. Hem yaşanan farklı oturmalara ekonomik ve kolay uygulanabilirlik yönünden çözüm sunmak; hem de bölge özellikleri baz alınarak hazırlanmış bir zemin etüdü değerleri üzerinden geogrid donatıların en uygun şekilde kullanımı için karşılaştırmalar yapılmıştır. Arazi Mersin Erdemli Koyuncu Mahallesiinde bulunmaktadır. İlk olarak plaxiste yapılacak sayısal analizler için zemin özelliklerini belirlemek amacıyla zemin etüt raporuna bakılmıştır. Zemin etüt raporunda iki adet 1,00 metre derinliğinden muayene çukuru açılmıştır ve iki adet de sondaj kuyusu açılmıştır. Sondaj kuyularında standart penetrasyon deneyleri yapılmıştır. Ayrıca zeminden alınan diğer numuneler üzerinde deneyler yapılmış ve zemin özellikleri belirlenmiştir.

4.1. Bölgeye Ve Yapıya Ait Genel Bilgiler

Etüdü yapılan parsel ve çevresinde yaz-kış ulaşım olanağı sağlayacak, anayollar asfalttır. Etüt sahası ve civarında yazları sıcak ve kurak; kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz İklimi hakimdir.

Etüt alanında yerüstü suları olarak değerlendirilecek bir dere veya akarsuya rastlanmamıştır. Bölgenin jeomorfolojisi delta çökeltilerinden oluşan ova tabanıdır. Saha düz bir topografyaya sahiptir.

Çalışma alanında temel sistemini etkileyebilecek bir yer altı suyu bulunmamıştır. İnceleme alanında kılcal su bulunmaktadır ve mevsimsel değişimler etkisinde alçalıp yükselebilmektedir. İnceleme alanında Z+2 katlı bir yapının yapım sahasının jeolojik etüt çalışması yapılmıştır.

4.2. Zemin Profili

Arazide zemin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, yatay ve düşey zemin profilini görmek adına 2 adet muayene çukuru, iki adet sondaj kuyusu açılmıştır. Zemin yüzeyinden itibaren 50 cm lik kalınlıkta bitkisel toprak ve az kumlu az çakıllı siltli kil tabakası yer almaktadır. Az kumlu, az çakıllı, siltli kil tabakası SK1 ve SK2 kuyularında yaklaşık 6.00m kalınlıkta iken, bunun ardında az killi, siltli kumlu- çakıl tabakası yaklaşık olarak 15.00m lik derinliğe kadar inmektedir. Sondaj kuyularında geçilen zemin katmanlarını gösteren çizelgeler aşağıda SK1 ve SK2 olarak verilmiştir.

Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (cm)	Numune No	Num. Derinliği (cm)	Numune Türü	Zemin Deneşleri					Kaya Özellikleri				Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması		
					SPT				Standart Penetrasyon Grafiği	TCR Karat Yalaks. %	RQD %	Ayrışma Derecesi	SCR Karat Yalaks. %				
					Darbe Sayıları			N									
					15	30	45			10	20	30	40	50			
1.00			100														YÜZEY ÖRTÜSÜ-DOLGU
2.00			2			5	6	6	12								
3.00																	
4.00						6	6	7	13								AZ KUMLU AZ ÇAKILLI SİTLİ KİL (Ca)
5.00																	YASSI 5.30m
6.00																	
7.00						13	15	13	33								AZ KILLI SİTLİ KUMLU-ÇAKIL (Ca)
8.00																	
9.00																	
10.00																	
11			13														
ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT					KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)					AYRIŞMA DEREDESİ (W)				ÇATLAK SIKLIĞI			
İnce taneli (Kohezyonlu)			İri taneli (Kohezyonsuz)														
N : 0-2 Çok Yumşak			N : 0-4 Çok Gevşek			0-25 Çok Zayıf					W1 Tsze (Ayrılmamış)				< 1 Masif		
N : 3-4 Yumşak			N : 5-10 Gevşek			25-50 Zayıf					W2 Az Ayrılmış				1-3 Az çatlaklı-Kırıktı		

Şekil 4.1. SK1 kuyusu (Zemin etüt raporu)

Sondaj Derinliği (m)	Tabaka Derinliği (m)	Numune No	Ruh. Derinliği (m)	Numune Türü	Muh. Borusu	Zemin Deneyleri				Kaya Özellikleri				Jeolojik Kesit	Zemin Tanımlaması				
						SPT				Standart Penetrasyon Grafiği						TCR Kesir Yalıtım %	RQD %	Ayrışma Derecesi	SQR Kesir Yalıtım %
						15	30	45	N	10	20	30	40						
1.00						4	4	5	9							YÜZEY ÖRTÜSÜ-DOLGU			
2.00			1.2																
3.00																			
4.00			1.8			5	6	6	12							AZ KUMLU AZ ÇAKILLI SİLİMLİ KİL (Q ₂)			
5.00																YAĞSIZ 5cm			
6.00																			
7.00						12	16	20	36							AZ NİMLİ SİMLİ KUMLU-ÇAKIL (QA)			
8.00																			
9.00																			
10.00																			
11																			

ZEMİN DEĞERLENDİRMESİ - SPT		KAYA NİTELİĞİ - RQD (%)		AYRIŞMA DERECESİ (W)		ÇATLAK SIKLIĞI	
İnce taneli (Kohzyonlu)	İri taneli (Kohzyonsuz)	0-25	26-50	W1	W2	< 1	Masif
N: 0-2 Çok Yumuşak	N: 0-4 Çok Gevsek	0-25 Çok Zayıf	26-50 Zayıf	W1 Taze (Ayrışmamış)	W2 Ayrışmış	< 1	Masif

Şekil 4.2. SK2 kuyusu (Zemin etüt raporu)

4.3. Su Durumu

Sondaj ve muayene çukurlarında yapılan incelemeler sonucunda yer altı su seviyesinin imalat yapılacak olan kısma uzak olduğu (yaklaşık 5.50-6.00 m) gözlenmiştir. Sondajların zemin ile birleştiği yerlerde yeraltı su seviyesinin gözlenebilmesi için perfore boru konulmuş ve kuyu ağzı beton kapak ile kapatılmıştır.

4.4. Arazi Deneyleri

Arazide belirlenen 2 noktada sondaj kuyuları açılmıştır. Sondaj çukurlarının toplam derinlikleri ve yeraltı su seviyeleri aşağıda verilen tabloda gösterilmiştir.

Sondaj kuyuları	Derinlik(m)	Yeraltı Su Seviyesi(m)
SK-1	15.00	5.50
SK-2	15.00	5.50

Siltli zeminlerin geçildiği sondaj kuyuları içerisinde standart penetrasyon deneyi yapılmış olup, bu deneyler zemin mukavemeti hakkında bir fikir vermektedir.

4.5. Afet Durumu

Arazi topografyasının düz bir yüzey sunmasından dolayı inceleme alanı ve yakın çevresinde yapılan jeolojik incelemeler sonucu söz konusu alanda heyelan, kaya düşmesi, çığ düşmesi gibi doğal afet olayları beklenmemektedir. İncelenen alan 4. derecede deprem bölgesindedir.

Kazı esnasında oluşabilecek küçük şevlerin herhangi bir göçme riski oluşturmaması için desteklenmesi önerilir. Şiddetli yağışlar sonucu oluşabilecek su birikimlerinden binanın zarar görmemesi için drenaj önlemleri alınması gerekmektedir.

PLAXİS BİLGİSAYAR PROGRAMI İLE ANALİZ

5.PLAXİS BİLGİSAYAR PROGRAMI

5.1. Sonlu Elemanlar Yöntemi

Tez çalışmasında zemin taşıma gücü oldukça düşük bir zemin üzerine yapılmış bir yapıda oluşan farklı oturmaları önlemek adına bir zemin iyileştirme önerisi sunulmuş olup, yapılan analizlerle 16 farklı sonuç elde edilmiştir. Yapılacak bu analizler Plaxis 8.6 sayısal analiz programda yapılacak olup, bu program sonlu elemanlar yöntemine göre analiz yapmaktadır. Sonlu elemanlar yöntemi, seçilen belirli bir zemin tabakasını sonlu elemanlar olarak adlandırılan farklı geometrik şekillere bölerek daha kolay çözüm olanağı sunan bir mühendislik yöntemidir. Sonlu elemanlar yöntemi, zemin mekaniğinde, şevlerin gerilme analizinde, barajlarda, tünellerde, kazıklı temellerde; yapı mühendisliğinde, çubuk, plak, levha ve kabukların çözümünde; hidrolikte, viskoz akımda, sürtünme maddelerinin taşınımında, dalga titreşiminde; ısı transferinde, ısı akımı taşınımında; nükleer enerjide, reaktörün statik ve dinamik analizinde, ısı akımında, elektrik mühendisliğinde, devre analizlerinde, manyetik potansiyel dağılımında kullanılmaktadır. (ÖRNEK, 2009)

Bu çözüm yönteminde basınç, sıcaklık, oturmalar gibi büyüklüklerin sürekli ve sonsuz bir biçimde birleştirilerek bir model oluşturulur. Öncelikli olarak sistem geometrisi oluşturulur ve geometri sonlu sayıda değişik parçalara bölünür. Çözümün sağlıklı bir sonuç vermesi için doğru bir biçimde parçalara ayrılması çok önemlidir. Model parçaları sistemi temsil edeceğinden, doğru sayı ve büyüklükte olmalıdır. Ayrıca bu sayı çözüm süresini etkileyeceğinden, gereğinden çok parçaya ayrılmamalıdır. Sistemdeki değişkenin ani bir biçimde değişim gösterdiği kısımlar daha sık ve küçük bir biçimde parçalanmalıdır. Sistem parçalara ayrıldıktan sonra yaklaşım fonksiyonu seçilmelidir. Çözümlerin doğru bir sonuç verebilmesi için gerçeğe en yakın fonksiyon seçilmelidir. Seçilen bu fonksiyon çözülerek sisteme ait gerilmeler ve deplasmanlar hesaplanmış olur.

Gerçekte zeminler birbirlerine sonsuz sayıda nokta ile bağlı bulunurlar. Ancak sonlu elemanlar yönteminde sınırlı sayıda noktanın birleşimi ile zemin sembolize edilir. Bunun için sistemdeki deplasmanların uygunluğu sadece o düğüm noktalarında sağlanıp sağlanmadığına bakılır. Sonlu elemanlar yönteminin bazı avantaj ve dezavantajların bulunmaktadır. Bunlar;

Avantajlar:

- Teknoloji sayesinde hızlı ve doğru bir şekilde bilgisayar yardımı ile çözülebilir.
- Birçok problemin çözümünde kullanılabilir.
- Değişik geometri, yükleme ve malzeme durumlarında kullanılabilir.
- Birleşik sistemlerin (örneğin dinamik ve statik durumlar gibi) çözümüne olanak sağlar.

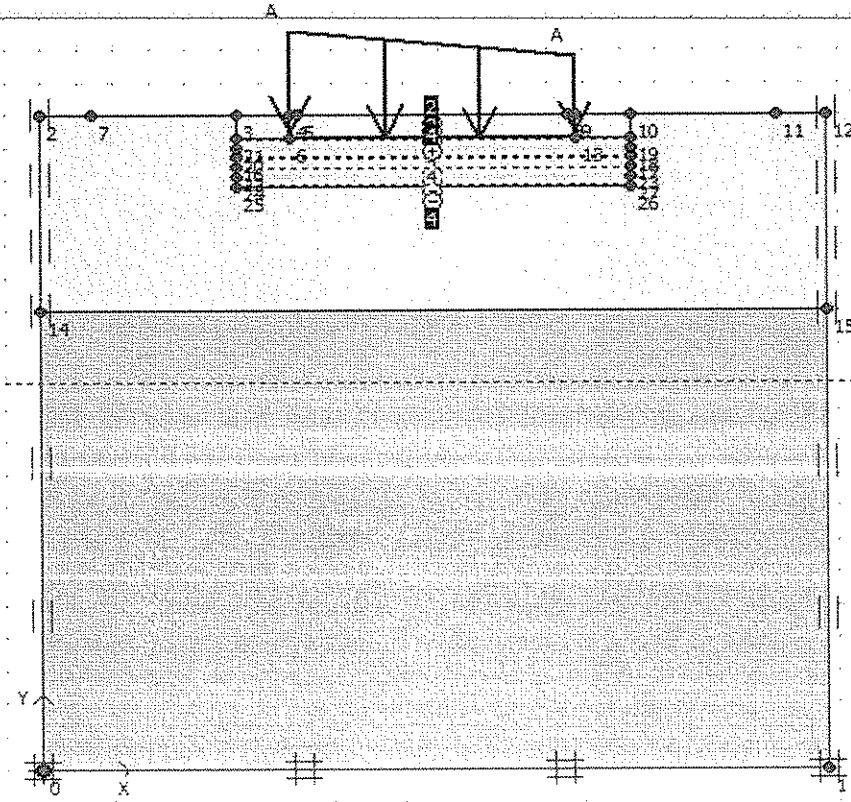
Dezavantajları:

- Yaklaşık bir yöntem olup sadece yeterli miktarda eleman uygulaması (Mesh sıklığının seçilmesi) ile gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilir.

5.2. Plaxis 2D V8.6 Bilgisayar Programı İle Analiz

5.2.1. Giriş

Programda analizler yapmadan önce sistem geometrisi 2 boyutlu olarak oluşturulmuştur. 15 düğüm noktalı modelleme şekli olan üçgen elemanlar kullanılmıştır. Malzeme özellikleri tek tek sisteme girilmiştir. Yapılan sondaj kuyuları sonunda 15 m derinliğe kadar inilmiş ve iki farklı zemin tipi görülmüştür. Kullanılan malzemeler az kumlu, az çakıllı siltli kil zeminden oluşan ilk tabaka ve az killi, siltli, kumlu çakıl olan ikinci kısım, dolgu malzemesi ve geogrid'tir. Zemin etüdü için yapılan sondaj çalışmaları sonucunda, seçilen zemin oldukça düşük zemin emniyet gerilmesine sahip olduğundan dolayı fazla derin olmayan kazılarda dahi kendi içinde göçmüştür. Dik bir şekilde dizayn edilmiş olan kazının geometrisi aşağıda verilmiştir. (şekil 5.1.) Şevsiz olarak tasarlanan kazının çözüm aşamalarına geçildiğinde zeminin kendi kendini taşıyamamasından kaynaklı olarak Plaxiste oluşan hata raporu şekil 5.2. de verilmiştir. Bu nedenle kazı şevli olarak dizayn edilmiştir.



Şekil 5.1. Şevsiz sistem geometrisi (Plaxis 8.6.)

File Edit View Calculate Help

Output...

General Parameters Multipliers Preview

Phase
Number / ID.: 1 KAZI
Start from phase: 0 - Initial phase

Calculation type
Plastic analysis
Advanced

Log info
Prescribed ultimate state not reached!
Soil body collapses
Inspect output and load-displacement curve

Comments

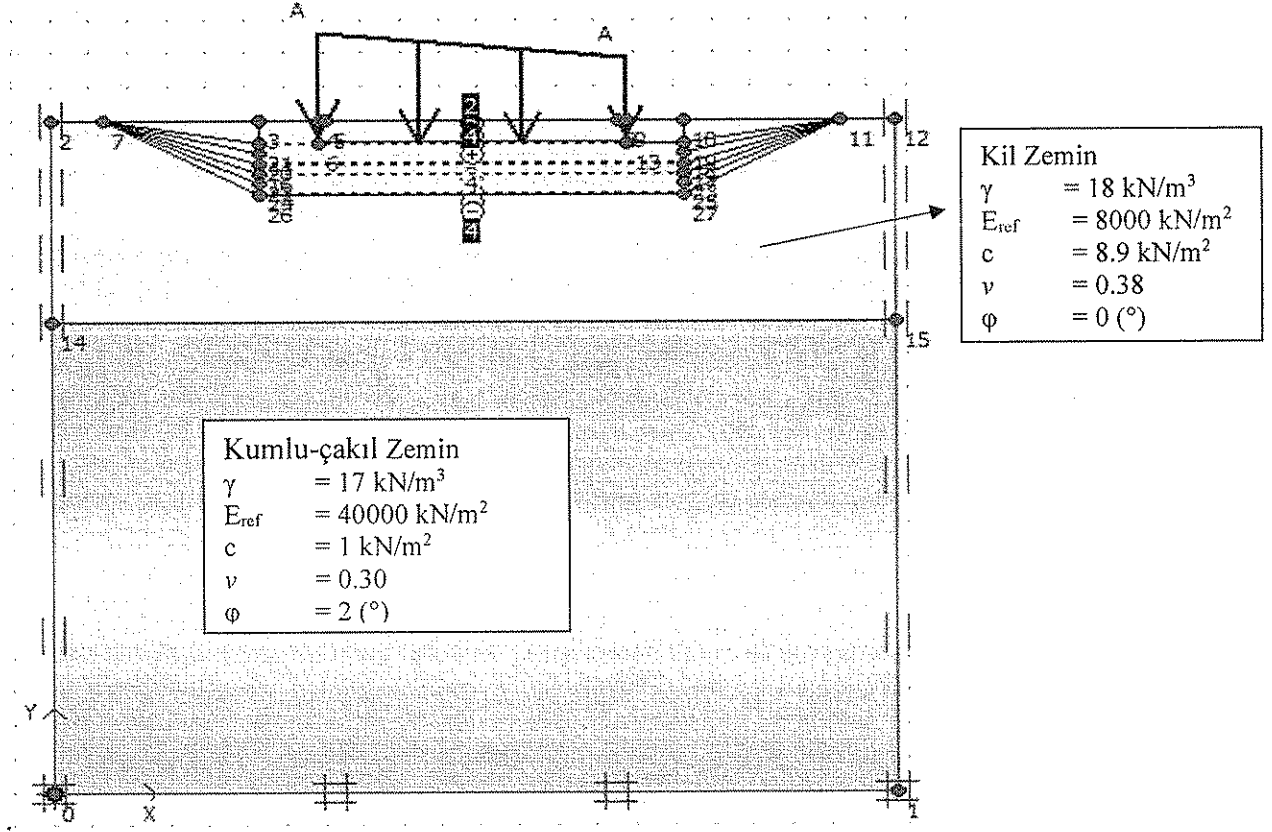
Parameters

Next Insert Delete...

Identification	Phase no.	Start from	Calculation	Loading input	Time	Wa
X KAZI	1	0	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	
→ İLK KADEME DOLGU	2	1	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	
→ İLK GEOGRİD	3	2	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	
→ İKİNCİ KADEME DOLGU	4	3	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	
→ İKİNCİ GEOGRİD	5	4	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	
→ ÜÇÜNCÜ KADEME DOLGU	6	5	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	
→ ÜÇÜNCÜ GEOGRİD	9	6	Plastic analysis	Staged construction	0,00 ...	

Şekil 5.2. Şevsiz olarak yapılan kazıdan kaynaklı göçme hatası (Plaxis 8.6.)

Sistem geometrisi şekil 5.3. de verilmiştir. Analizleri için seçilen binada farklı oturmalar gözlemlendiğine ve bu oturmanın sebebinin zeminden kaynaklı sıkıntılar olduğuna daha önceki bölümlerde değinilmişti. Seçilen yapıdaki yük dağılımını daha doğru bir şekilde sisteme aktarabilmek adına yük dağılımı şekilde gösterildiği üzere farklı büyüklüklerde verilmiştir.



Şekil 5.3. Şevli sistem geometrisi (Plaxis 8.6.)

Doğal kil zemin ve çakıl zeminler için analizlerde kullanılmış parametreler aşağıda tablolar halinde verilmiştir. Geogrid donatı özellikleri ise analizlerde elastik bir malzeme olarak modellenmiştir. Geogridin aksenal rijitlik değeri ise 1000 kN/m olarak alınmıştır. Eğilme rijitliği oldukça düşük olduğundan hesaplamalarda ihmal edilmiştir. Tabii zeminden aşağıya doğru ilk altı metrelik kısımda bulunan kil zemin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.1. Kil zeminin özellikleri

Parametre Adı	Simge	Birim	Değeri
Birim hacim ağırlığı	γ	kN/m^3	18
Üç eksenli yükleme rijitliği	E_{ref}	kN/m^2	8000
Poisson oranı	ν	-	0.38
Kohezyon	c	kN/m^2	8.9
Kayma mukavemet açısı	φ	(°)	20
Dilatasyon açısı	ψ	(°)	0

Mohr-Coulomb - KIL

General Parameters | Interfaces

Stiffness

E_{ref} : 8000.000 kN/m^2

ν (nu): 0.380

Strength

c_{ref} : 8.900 kN/m^2

φ (phi): 20.000 °

ψ (psi): 0.000 °

Alternatives

G_{ref} : 2898.551 kN/m^2

E_{oed} : 1.498E+04 kN/m^2

Velocities

V_s : 39.730 m/s

V_p : 90.300 m/s

Advanced...

SoilTest

Next OK Cancel

Şekil 5.4. Kil zemin özelliklerinin Plaxis'e girilmesi (Plaxis 8.6.)

Kil zeminden sonraki kısımda bulunan ve on beş metrelik derinliğe kadar inen kumlu çakıl malzemenin özellikleri aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.2. Kumlu-çakıl zeminin özellikleri

Parametre Adı	Simge	Birim	Değeri
Birim hacim ağırlığı	γ	kN/m ³	17
Üç eksenli yükleme rijitliği	E_{ref}	kN/m ²	40000
Poisson oranı	ν	-	0.30
Kohezyon	c	kN/m ²	1
Kayma mukavemet açısı	ϕ	(°)	32
Dilatasyon açısı	ψ	(°)	2

Mohr-Coulomb - KUM ÇAKIL

General | Parameters | Interfaces

Material set:

Identification: KUM ÇAKIL

Material model: Mohr-Coulomb

Material type: Drained

General properties:

γ_{unsat} : 17,000 kN/m³

γ_{sat} : 20,000 kN/m³

Comments:

Permeability:

k_x : 1,000 m/day

k_y : 1,000 m/day

Advanced...

SoilTest Next OK Cancel

Şekil 5.5. Kum-çakıl zemin özelliklerinin Plaxis'e girilmesi (Plaxis 8.6.)

Sistemin geometrisinin hazırlanması sırasında geogrid donatı arasına aşağıda belirtilen özelliklere sahip bir dolgu malzemesi kullanılmıştır. Dolgu malzemesi ile donatı arasında etkileşimi sağlamak amacıyla ara yüzey eleman kullanılmıştır. Bundan dolayı analizler sonucunda donatıda herhangi bir sıyrılmaya gözlenmemiştir.

Çizelge 5.3. Dolgu malzemesinin özellikleri

Parametre Adı	Simge	Birim	Değeri
Birim hacim ağırlığı	γ	kN/m ³	18
Üç eksenli yükleme rijitliği	E_{ref}	kN/m ²	42500
Poisson oranı	ν	-	0.20
Kohezyon	c	kN/m ²	1
Kayma mukavemet açısı	ϕ	(°)	43
Dilatasyon açısı	ψ	(°)	0

Mohr-Coulomb - DOLGU MALZEMESİ

General | Parameters | Interfaces

Material set

Identification: DOLGU MALZEMESİ

Material model: Mohr-Coulomb

Material type: Drained

General properties

γ_{unsat} : 18,000 kN/m³

γ_{sat} : 20,000 kN/m³

Comments

Permeability

k_x : 0,000 m/day

k_y : 0,000 m/day

Advanced...

SoilTest Next OK Cancel

Şekil 5.6. Dolgu malzemesinin özelliklerinin Plaxis'e girilmesi (Plaxis 8.6.)

İki boyutlu olarak çözüm yapılan sistemin geometrisi, programda aksenal simetrik bir şekilde oluşturulmuştur. Temel boyutları bölgede ele alınan binanın temel ölçülerine uyumlu şekilde binada bulunan konsol da bu ölçüye eklenerek 7.9 m genişliğinde alınmıştır. Derinlik ise zemin etüd raporu esas alınarak 15 m olarak alınmıştır. (şekil 4.1. ve şekil 4.2.) Temel kenarına geogrid donatının taşma mesafesine göre ekstra kazı olarak tasarlanmış ve bu mesafeden sonra 4 m şevli kazı yapılmıştır. Bu şev açısı kazı derinliği (hd) ne uygun olarak seçilmiştir. Analiz yapılırken 15 düğüm noktaları elemanların dağıtımı sonuçların daha net görülmesi amacıyla çok sıkı (very fine) olarak seçilmiştir.

5.2.2. Yapılan analizler

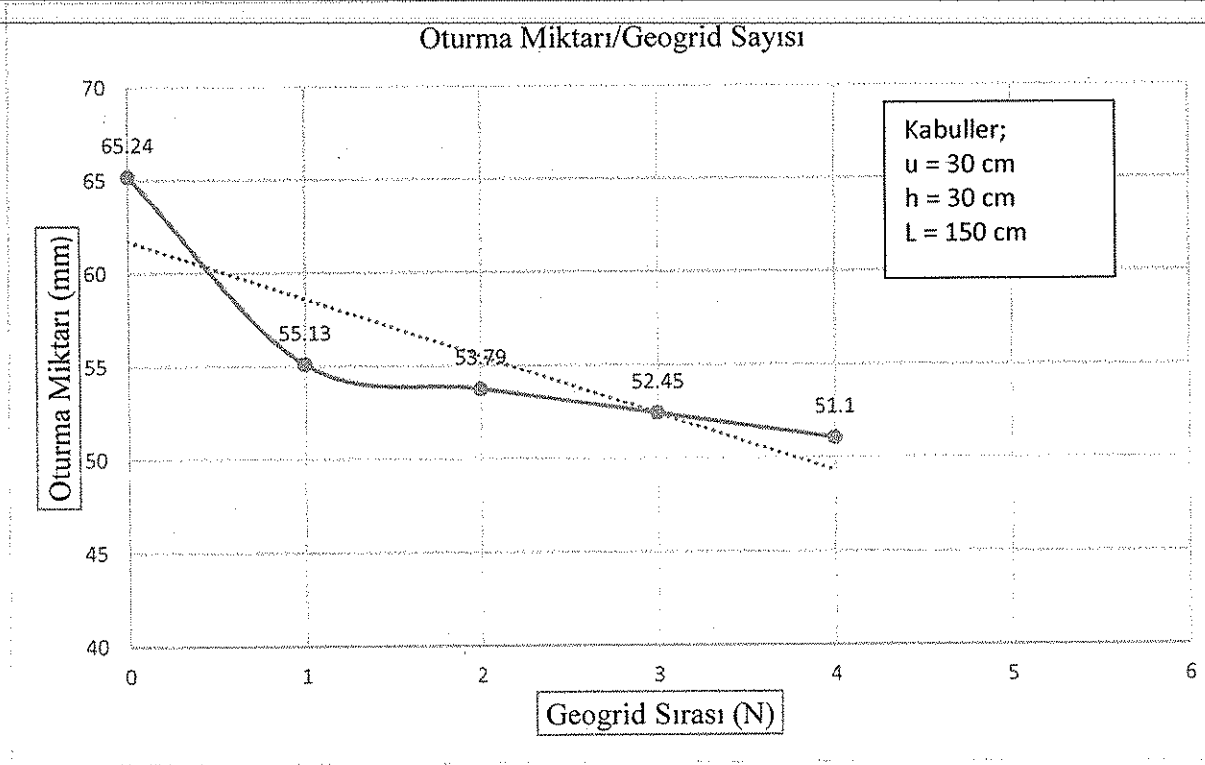
Yapılan iki boyutlu analizlerde üç farklı durum için yapıda oluşan oturma miktarının değişimine bakılmıştır. Yapılan bütün analizlerin sonuçları yapıda tabi zemin üzerine oturan temelden dolayı oluşan farklı oturmaların, uygulanan zemin iyileştirme yöntemleri sonucunda nasıl değiştiğine bakılarak grafikler üzerinden yorumlanmıştır. Üç seri şeklinde gerçekleşen analizlerde toplam 16 adet sayısal analiz yapılmıştır.

Birinci seride yapılan analizlerde doğal zemindeki oturma ile donatı sayısının oturma miktarına etkisi araştırılmıştır. İkinci seride ilk donatı derinliğinin (u) oturma miktarına etkisi araştırılmıştır. Üçüncü seride ise temel genişliği (B) mesafesinin iki kenarına da eşit olarak uzatılan geogridin uzama miktarının oturma miktarına etkisine bakılmıştır. Bütün serilerde zemin özellikleri, zemin üzerine konulan yük miktarları, geogrid donatı özellikleri, temel ve zemin ölçüleri sabit tutulmuş, diğer değişkenler serilerin durumlarına göre değiştirilmiştir.

5.2.2.1. Donatı sırasının (N) oturma miktarına etkisi (Birinci seri)

Düşük bir taşıma kapasitesine sahip doğal bir kil zemin tabakasının üzerine düzgün bir yapı inşa edilebilmesi için stabilize dolgu tabakası ve geogrid donatı ile yapılan zemin iyileştirmesinin sayısal analizleri sonucunda, oluşacak oturmaların nasıl değişeceği araştırılmıştır. Temel boyutları, tabi zemin boyut ve özellikleri, yük miktarının, donatı özelliklerinin, kenar taşma mesafelerinin sabit tutulması ile yapılan analizlerde, sırasıyla geogrid sırası (N) 1, 2, 3, 4 olarak arttırılmıştır.

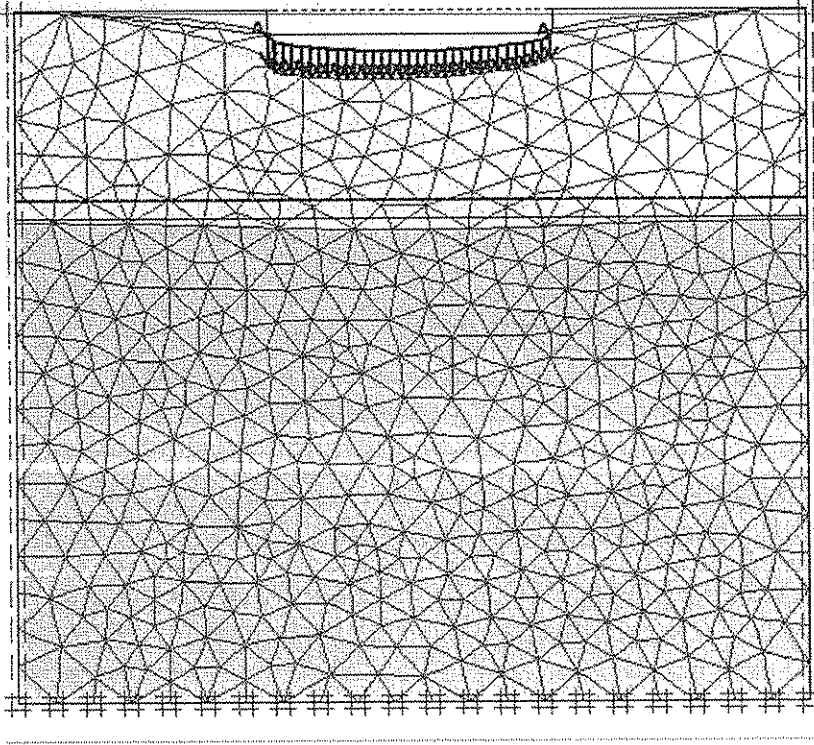
Stabilize dolgu tabakası her iki donatı arası mesafe (h) 30 cm olacak şekilde konulmuş ve ilk donatı derinliği (u) bütün durumlar için yine 30 cm olarak alınmıştır. Yapılan sayısal analizler sonucunda beklenildiği üzere geogrid sırasının sayısı arttıkça yapıda oluşan oturma miktarı azalmıştır. Bütün sonuçlar geogrid donatısız tabi zemin üzerine yükün konulduğu durum ile kıyaslamak için grafik üzerinde gösterilmiştir. Tüm sabit tutulan değerler göz önüne alındığında oturma miktarları, geogridsiz durum N=0 için toplam oturma miktarı (Δh) 65.24 mm, N=1 için $\Delta h=55.13$ mm, N=2 için $\Delta h=53.79$ mm, N=3 için $\Delta h=52.45$ mm, N=4 için $\Delta h=51.10$ mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 5.7. Donatı sırasının (N) etkisi (Plaxis 8.6.)

Donatı sırasına göre yapılan bütün sayılardaki geogridlerin analiz sonuçlarında elde edilen oturma miktarları plaxis output ekranından alınmıştır. Aşağıda ilk olarak geogridsiz durumun oturma miktarı gösterilmiştir. Donatı sırası arttıkça değişen oturma miktarları aşağıdadır.

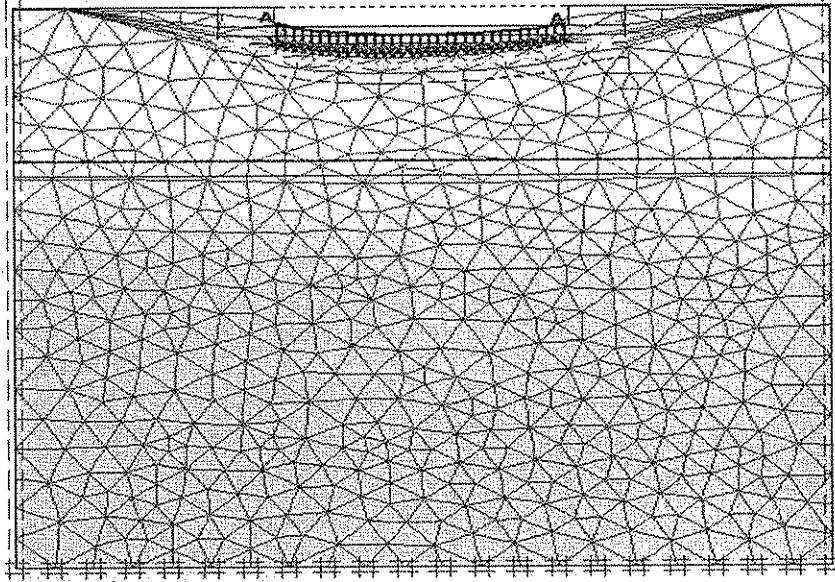
Oluşturulan sonlu elemanlar ağının sıklığı şekilde görülmektedir. Daha ayrıntılı bir sonuç elde edebilmek adına sıklık arttırılmıştır.



Deformed mesh

Extreme total displacement $65,24 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

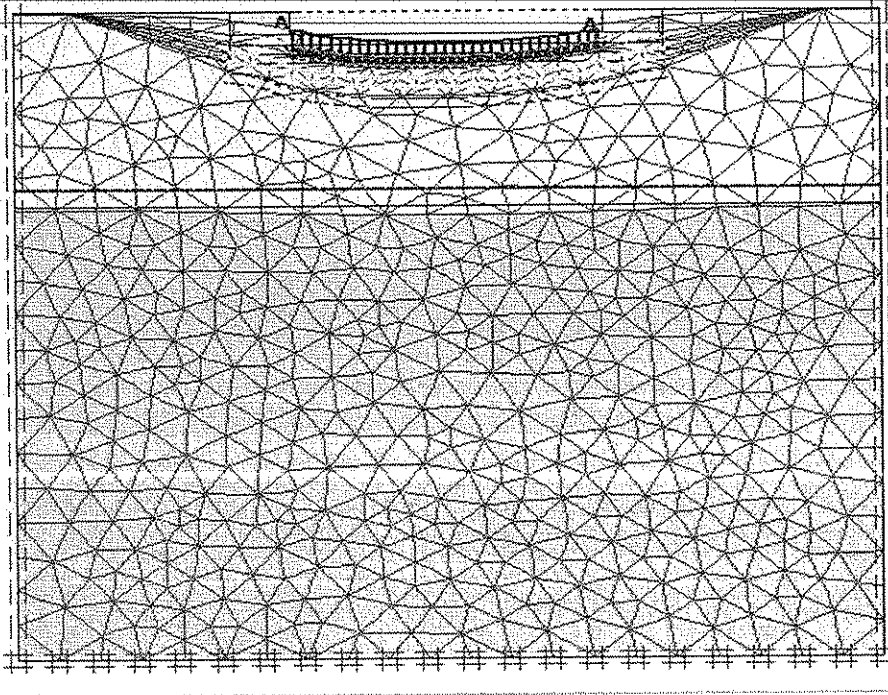
Şekil 5.8. Geogridsiz durumdaki oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh

Extreme total displacement $55,13 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

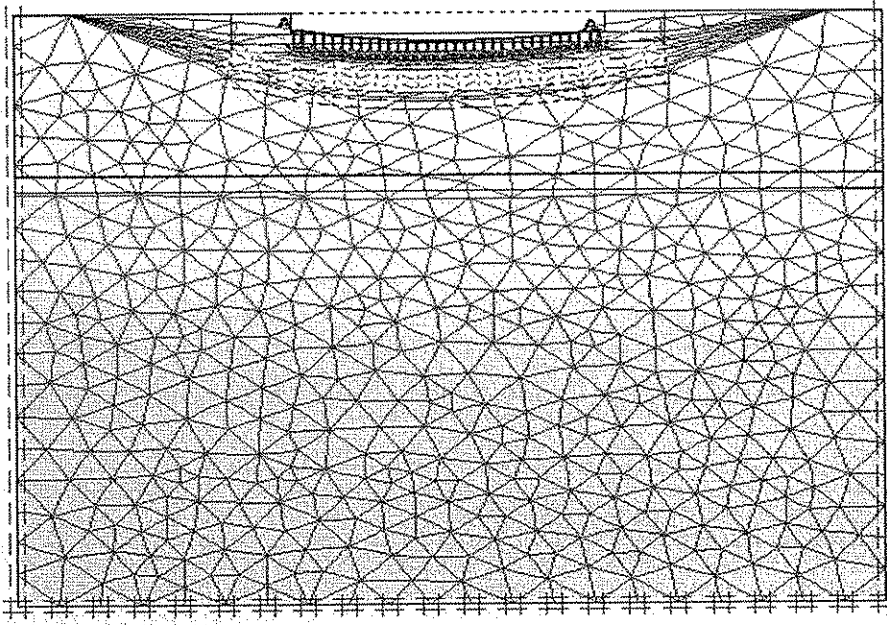
Şekil 5.9. Birinci sıra geogrid sonrası oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh

Extreme total displacement $53,79 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

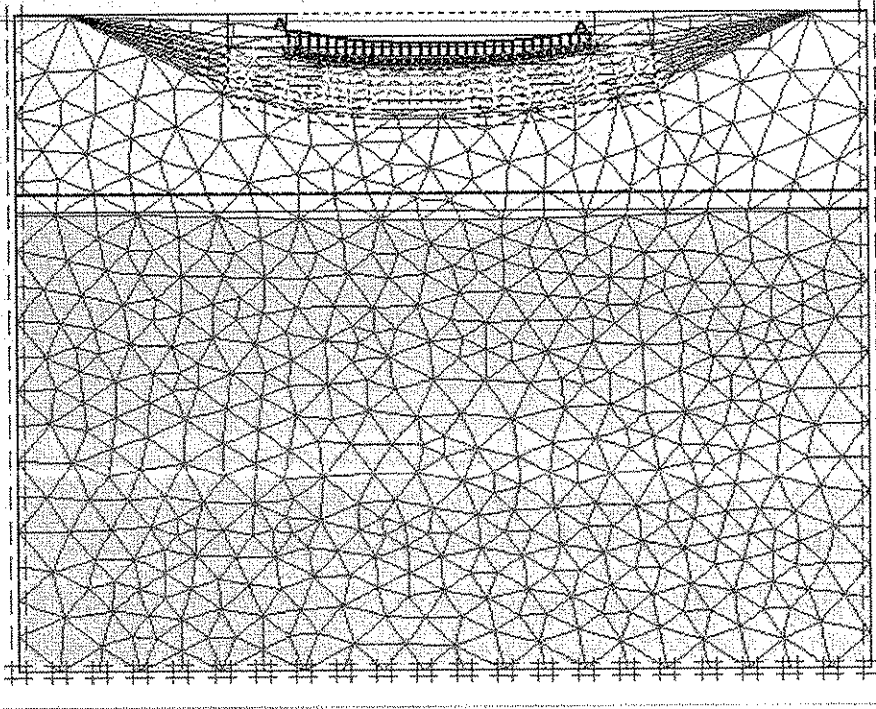
Şekil 5.10. İkinci sıra geogrid sonrası oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh

Extreme total displacement $52,45 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.11. Üçüncü sıra geogrid sonrası oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh
 Extreme total displacement $51,10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
 (displacements scaled up 20,00 times)

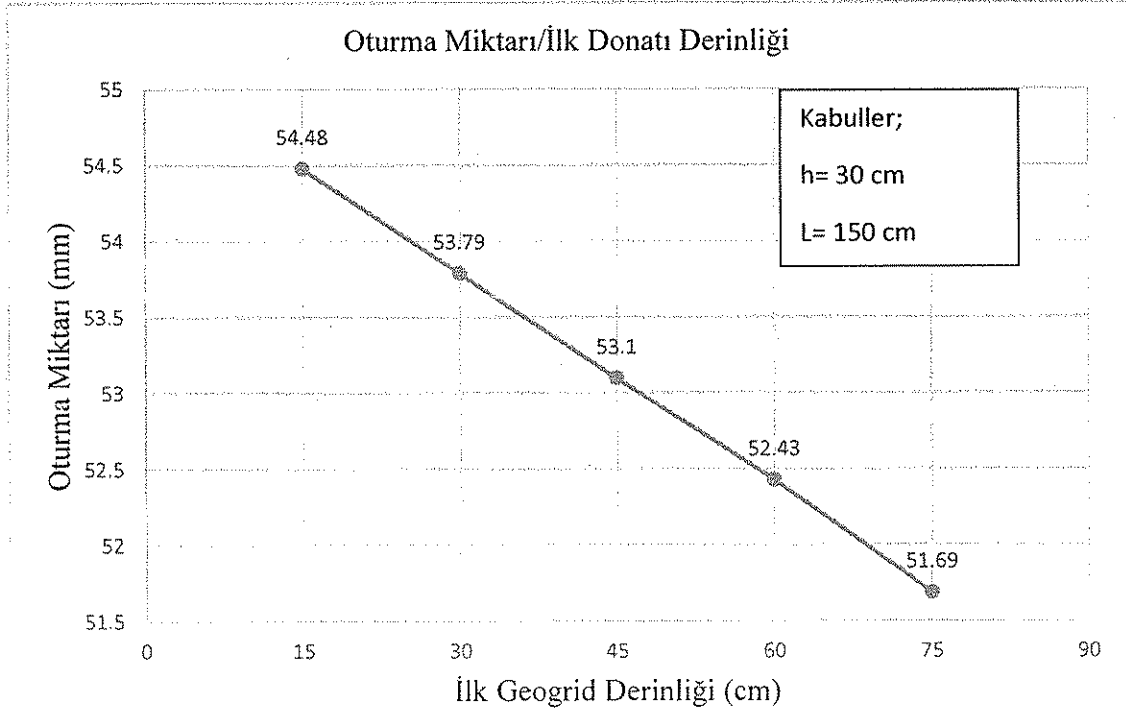
Şekil 5.12. Dördüncü sıra geogrid sonrası oturma değeri (Plaxis 8.6.)

5.2.2.2. İlk donatı derinliğinin (u) oturma miktarına etkisi (İkinci seri)

Tabi zeminin stabilize dolgu ve geogrid donatı ile güçlendirilmesinde, ilk donatı derinliği (u) değişkeninin oturma miktarını nasıl etkilediğini görmek için sayısal analizler yapılmıştır. Temel boyutları, tabi zemin boyut ve özellikleri, yük miktarının donatı sayı ve özelliklerinin, kenar taşma mesafelerinin sabit tutulduğu bu seride ilk donatı derinliği (u) sırasıyla 15cm, 30cm, 45cm, 60cm ve 75cm olarak 15cmlik artışlar ile alınarak toplamda 5 adet analiz yapılmıştır.

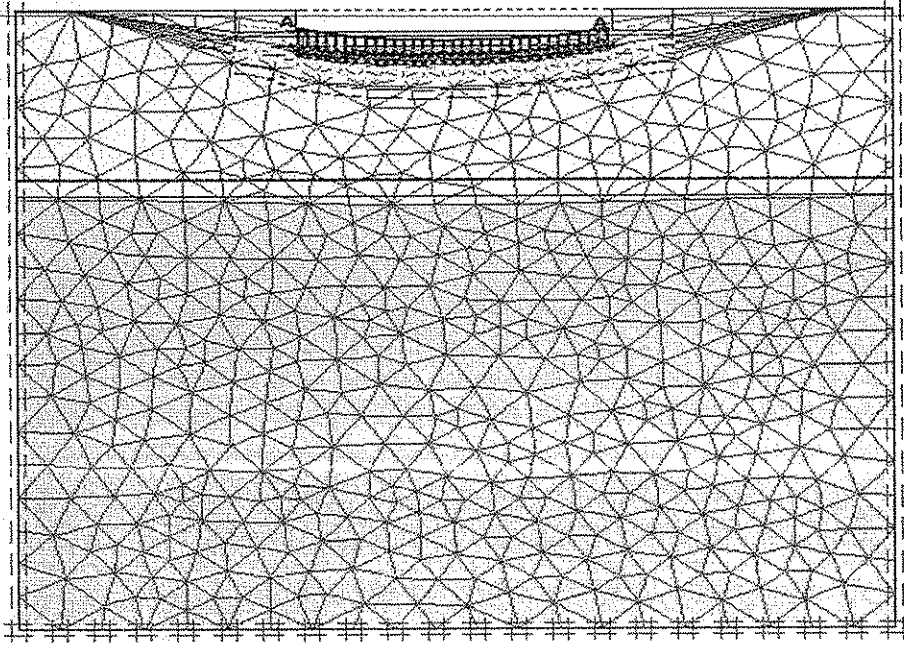
Tüm analizlerde iki sıra geogrid kullanılmıştır. İlk geogrid ile ikinci geogrid arası mesafe 30 cm olarak sabit tutulmuştur. Kazı yapılırken zemin kendi kendini taşıyamadığı için kazı şevli olarak yapılmıştır. Arttırılan u derinliğine göre sayısal analizler sonucunda elde edilen değerler grafik halinde gösterilmiştir. İlk donatı derinliği (u) 15 cm için oturma miktarı (Δh) 54.48 mm, u= 30 cm için $\Delta h= 53.79$ mm, u= 45 cm için $\Delta h=53.10$ mm, u= 60 cm için $\Delta h= 52.43$ mm, u= 75 cm için $\Delta h=51.69$ mm olarak elde edilmiştir. Beklenildiği üzere donatı derinliği arttıkça hem

stabilize dolgu tabakası derinliği arttığından dolayı hem de geogrid donatı etkisinden dolayı ilk donatı derinliği arttıkça oturma miktarında da azalış gözlenmiştir.



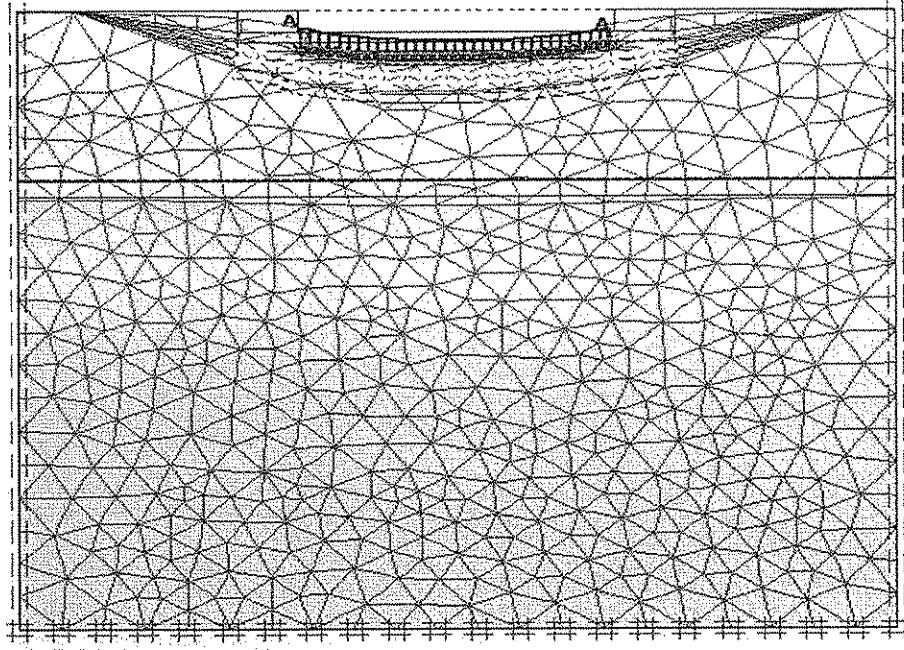
Şekil 5.13. İlk donatı derinliğinin (u) etkisi

Her ilk donatı derinliğine (u) ait elde edilen oturma değerlerinin plaxis output sonuçlarının görüntüleri aşağıda verilmiştir.



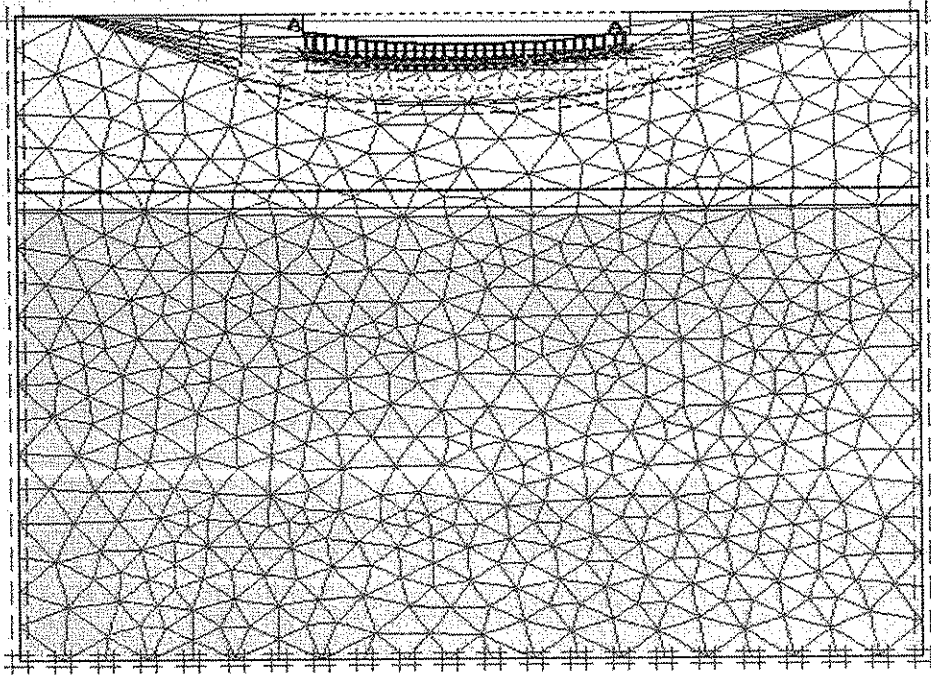
Deformed mesh
Extreme total displacement $54,48 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.14. İlk donatı derinliği 15 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



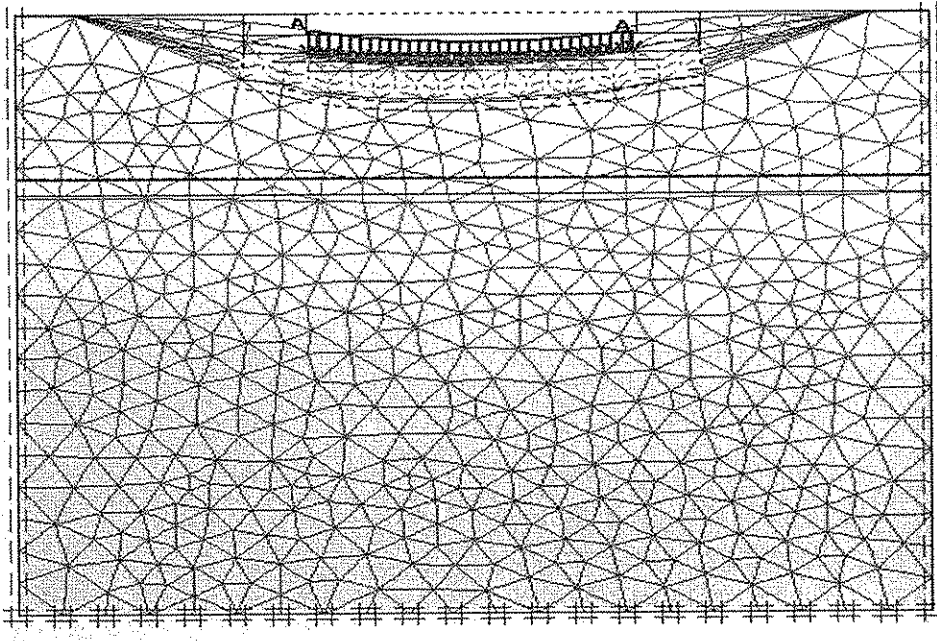
Deformed mesh
Extreme total displacement $53,79 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.15. İlk donatı derinliği 30 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



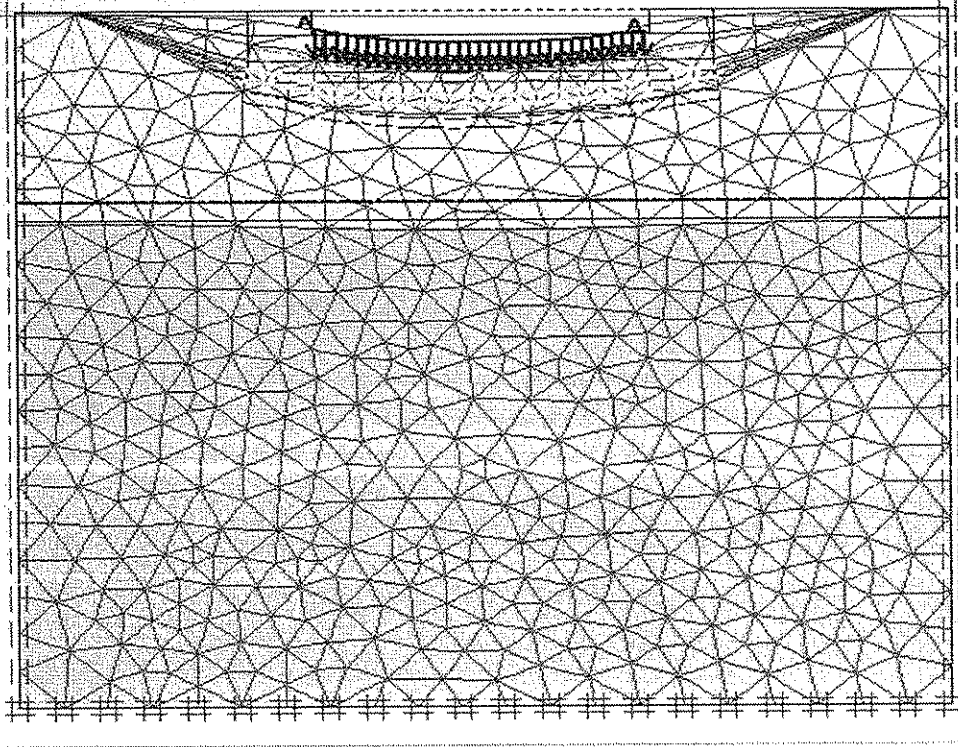
Deformed mesh
 Extreme total displacement $53,10 \cdot 10^{-3}$ m
 (displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.16. İlk donatı derinliği 45 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh
 Extreme total displacement $52,43 \cdot 10^{-3}$ m
 (displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.17. İlk donatı derinliği 60 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh

Extreme total displacement $51,69 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

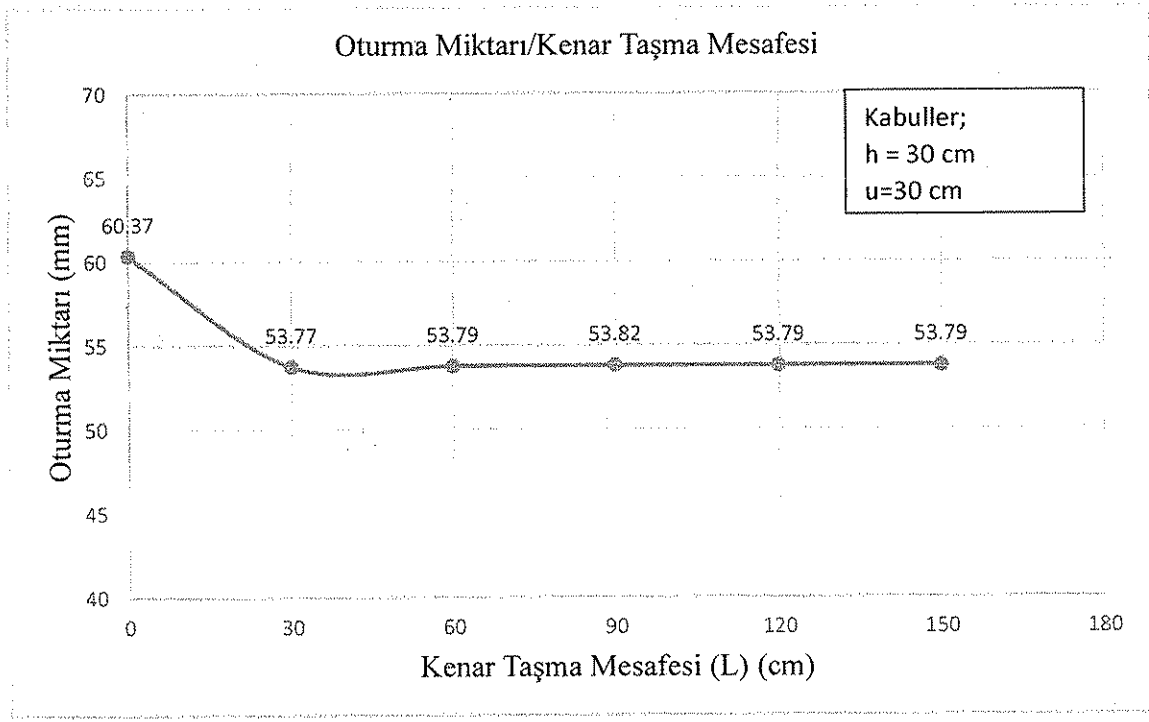
Şekil 5.18. İlk donatı derinliği 75 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)

5.2.2.3. Kenar taşma mesafesinin (L) oturma miktarına etkisi (Üçüncü seri)

Tabii zeminin stabilize dolgu ve geogrid donatı ile güçlendirilmesinde, temel altında kullanılan donatıların temel boyutlarının bitiminden itibaren yan kısımlara, iki taraftan da eşit olarak uzatılmasının oturma miktarını nasıl etkilediğini görmek için sayısal analizler yapılmıştır. Temel boyutları, tabii zemin boyut ve özellikleri, yük miktarının, donatı ara mesafelerinin donatı sayı ve özelliklerinin sabit tutulduğu bu seride kenar taşma mesafesi (L) sırasıyla 0, 30, 60, 90, 120, 150 cm olarak alınmış ve toplamda altı adet analiz yapılmıştır.

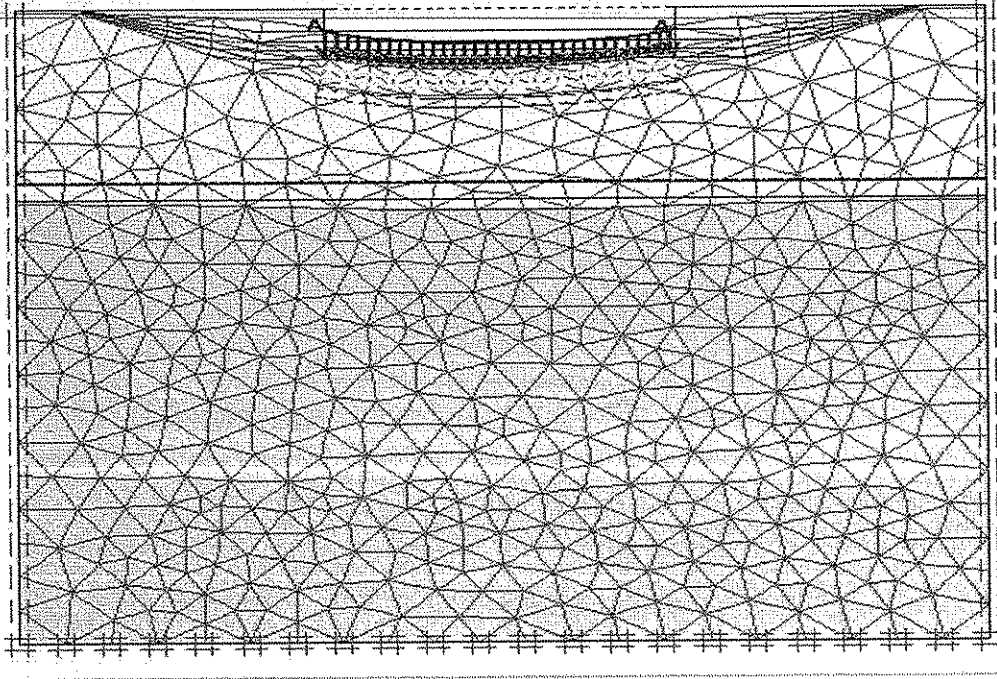
Tüm analizlerde iki sıra geogrid kullanılmış, geogridler arası mesafe 30 cm olarak sabit tutulmuştur. Kazı yapılırken zemin kendi kendini taşıyamadığı için kazı şevli olarak yapılmış, şev açısı sabit tutulmuştur. Arttırılan kenar taşma mesafesi (L) değerine göre yapılan analizlerde elde edilen değerler grafikte gösterilmiştir. Kenar taşma mesafesi ilk olarak L=0 cm olarak alınmış ve oturma miktarı (Δh) 60.37 mm, L= 30 cm için $\Delta h= 53.77$ mm, L= 60 cm için $\Delta h=$

53.79 mm, L=90 cm için $\Delta h=53.82$ mm, L=120 cm için $\Delta h=53.79$ mm, L=150 cm için $\Delta h=53.79$ mm olarak elde edilmiştir. Grafikte de görüldüğü üzere 30 cm'lik ilk taşımada oturma miktarı önemli ölçüde azalmıştır, taşım miktarı 60 cm'e çıkarıldığında 0.02 mm artmıştır. Ancak L=120 cm den sonraki mesafelerin oturma miktarına önemli bir ölçüde etki etmediği görülmüştür.



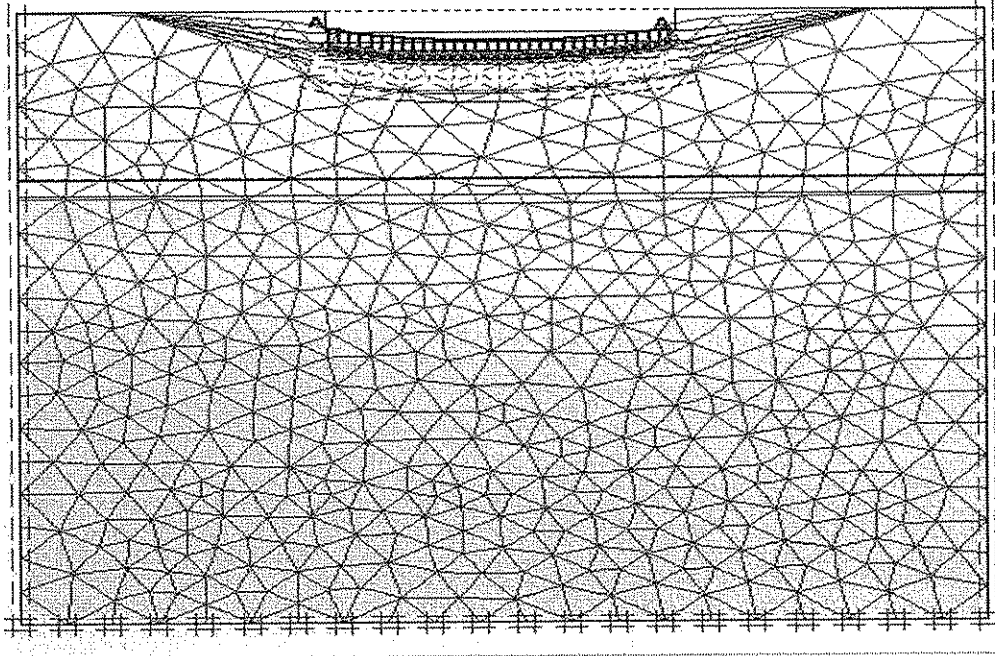
Şekil 5.19. Kenar taşma mesafesinin (L) etkisi

Her kenar taşma mesafesine (L) ait elde edilen oturma değerlerinin plaxis output sonuçlarının görüntüleri aşağıda verilmiştir.



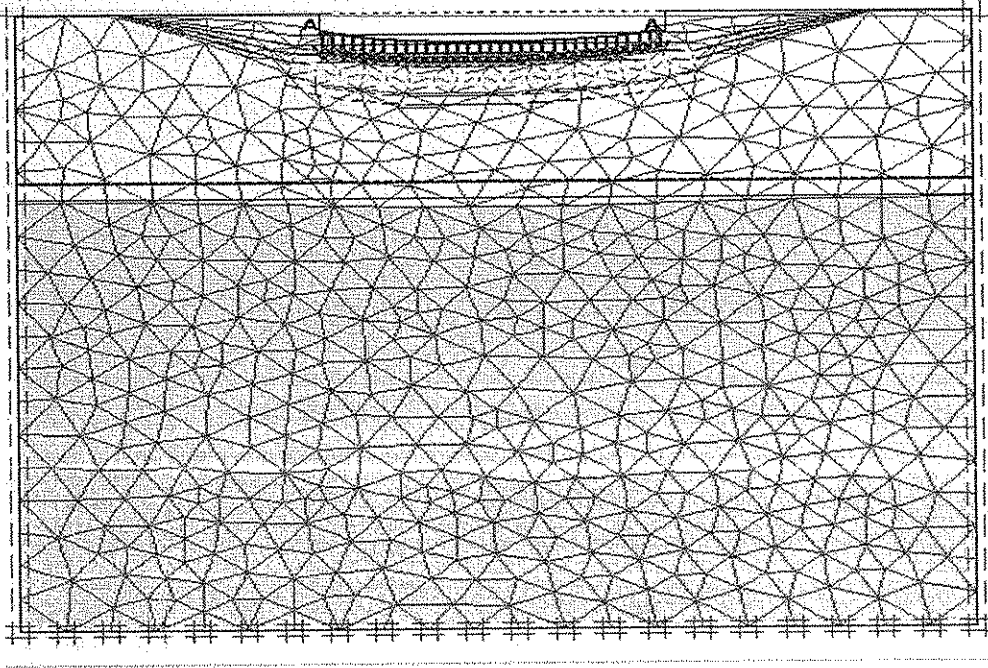
Deformed mesh
Extreme total displacement $60,37 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.20. Kenar taşıma mesafesi 0 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



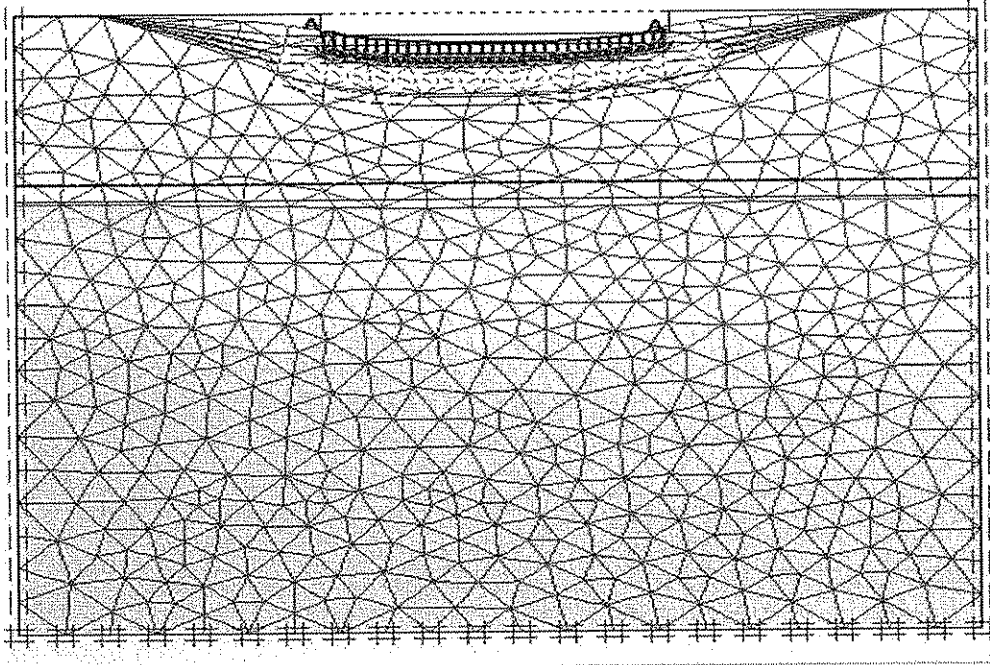
Deformed mesh
Extreme total displacement $53,77 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.21. Kenar taşıma mesafesi 30 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



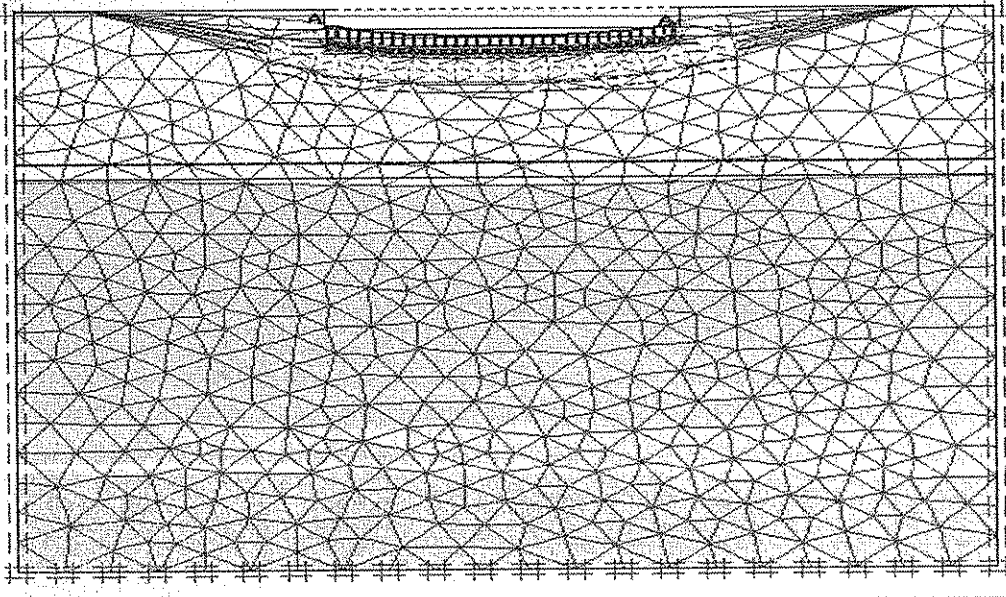
Deformed mesh
Extreme total displacement $53,77 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.22. Kenar taşıma mesafesi 60 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



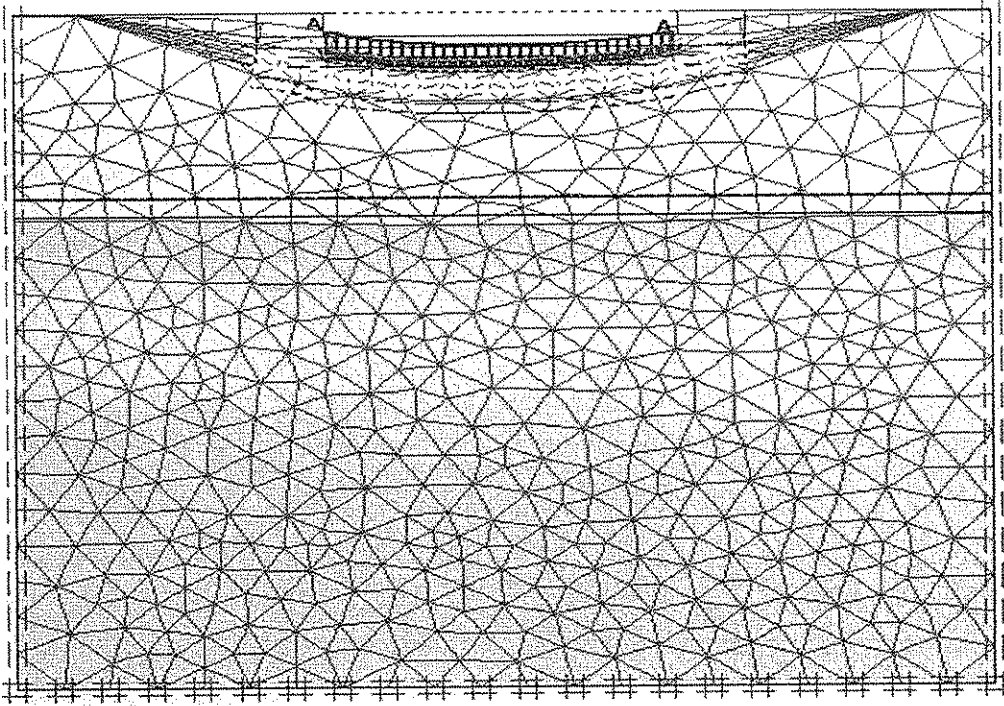
Deformed mesh
Extreme total displacement $53,82 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.23. Kenar taşıma mesafesi 90 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh
Extreme total displacement $53,79 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.24. Kenar taşıma mesafesi 120 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)



Deformed mesh
Extreme total displacement $53,79 \cdot 10^{-3}$ m
(displacements scaled up 20,00 times)

Şekil 5.25. Kenar taşıma mesafesi 150 cm iken oturma değeri (Plaxis 8.6.)

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Geosentetik malzemeler son yıllarda oldukça geniş kullanım alanları olan malzemeler arasına girmiştir. Kolay uygulanabilirliği ve maliyetinin ucuz olmasından dolayı geoteknik problemlerin çözümünde iyi bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Geosentetiklerin asfaltlar, istinat yapıları, zemin iyileştirmeleri, beton donatıları gibi çok geniş kullanım alanları vardır.

Geogridlerin taşıma gücünü artırması, zeminle olan sürtünmeye bağlı olarak çalışması, zemin iyileştirmelerinde, şev stabilitelelerinde, donatı olarak kullanılmasını sağlar. Bu çalışmada da geogridlerin zemin iyileştirme özelliğinden faydalanılmaktadır. Düşük taşıma gücüne sahip zeminlerde kullanılarak hem taşıma gücünü artırdığı; hem de oturmaları sınırlandırdığı görülmüştür. Zayıf zeminler üzerine tasarlanan yapılarda daha güvenli yapılar inşa edebilmek için derin temeller kullanılmaktadır. Ancak bu çözüm pahalı bir çözümdür. Geogridlerin zemin donatısı olarak kullanılması kazı derinliğini azaltmaktadır. Böylece, kazı ve dolgu maliyetlerini düşürmekle beraber uygulama süresini kısalttığından dolayı daha hızlıdır.

Bu çalışmada, ilk 6 metrelik kısmı kil, geri kalan 9 metrelik kısmı ise kumlu-çakıl olan ve zemin taşıma gücünün çok düşük olduğu bir zemin üzerine oturan bir yapının aşırı oturmalarının, geogrid donatı ile yapılacak zemin iyileştirmeleri sonucunda nasıl değişeceğini gözlemlemek amaçlanmıştır. Ayrıca yapılan analizlerde geogrid donatının çeşitli yerleşim farklarında nasıl sonuçlar verdiği de gösterilmiştir. Yapılan analizlerde yük tabi zeminin 70 cm altına yerleştirilmiştir. Temel alt genişliği ise yapıda bulunan konsol ile beraber 7.9 m olarak alınmıştır. Yükün bir ucu konsol etkisini gösterebilmek adına 130 kN/m^2 diğer ucu ise 100 kN/m^2 olarak alınmıştır. İlk aşamada geogrid donatı kullanmadan analiz yapılmış ve oturma miktarı $65.24 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ olarak bulunmuştur. Daha sonra ilk donatı temel altından 30 cm olacak şekilde ve diğer donatılar arası mesafe de 30 cm olacak şekilde donatı miktarı (N) artırılmıştır. Geogridsiz duruma göre, ilk donatı temelin 30 cm altına konulduğunda oturma miktarı $10.11 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, ikinci donatı temelin 60 cm altına konulduğunda $11.45 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, üçüncü donatı temelin 90 cm altına konulduğunda $12.79 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, dördüncü donatı temelin 120 cm altına konulduğunda $14.14 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ azalmıştır. Bir diğer analiz ise konulan ilk donatının temel mesafesine olan uzaklığını değiştirerek yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ilk donatı 15 cm

derinliğe konulduğunda oturma miktarı $54.48 \cdot 10^{-3}$ m olarak bulunmuştur. Daha sonra ilk donatı 30 cm derinliğe konulduğunda $0.69 \cdot 10^{-3}$ m, 45 cm derinliğe konulduğunda $1.38 \cdot 10^{-3}$ m, 60 cm derinliğe konulduğunda $2.05 \cdot 10^{-3}$ m, 75 cm derinliğe konulduğunda $2.79 \cdot 10^{-3}$ m azalmıştır. Son olarak yapılan analizde geogridin temel kenarından taşma miktarının oturma miktarına etkisine bakılmıştır. Hiç taşıma olmadığı durumdaki oturma miktarı $60.37 \cdot 10^{-3}$ m olarak ölçülmüştür. Oturma miktarı kenar taşıma 30 cm olarak artırıldığında $6.6 \cdot 10^{-3}$ m, 60 cm'e çıkarıldığında $6.58 \cdot 10^{-3}$ m, 90 cm'e çıkarıldığında $6.55 \cdot 10^{-3}$ m, 120 cm'e çıkarıldığında $6.58 \cdot 10^{-3}$ m, 150 cm'e çıkarıldığında $6.58 \cdot 10^{-3}$ m olarak azalmıştır.

Donatı sayısına göre yapılan ilk seri analizde ilk donatı konulduğunda geogridsiz duruma göre 1 cm oturma miktarı azalmıştır. Ancak diğer donatılar konulduğunda önemli bir değişme gözlenmemiştir. İlk donatı derinliğine göre yapılan analizlerde u derinliği arttıkça oturma miktarının azaldığı gözlenmiştir. Kenar taşma mesafesine göre yapılan analizlerde taşımanın olmadığı durumda oturma miktarında azalış olmakla birlikte, taşıma mesafesi arttıkça önemli bir değişiklik görülmemiştir. Tüm analizlerin sonuçlarına göre;

- Oturma miktarında azalma meydana gelmiştir.
- Farklı oturmaların önüne geçilmiştir.
- Uygulama kolaylığı sağlamıştır.

KAYNAKLAR

- Aydoğmuş, T. Yıldız, A.A. Arslan, A.T. Örnek, M. (2006). Yüzeysel Temeller Altında Geosentetik Donatı Etkisinin Nümerik Analizi, İkinci Ulusal Geosentetikler Konferansı, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
- Ay, İ. (2014). Geosentetik Malzemelerin Demiryollarında Kullanımı Ve Balast- Alt Balast Tabaka Kalınlıklarının Azaltılması, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bildik, S. (2017). Zemin İyileştirmeyöntemleri, Nişantaşı Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Burhan, V. ,Soyaslan, İ.İ. (2016). Jeotekstillerin Uygulama Alanları Ve Fonksiyonları, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 1: 70-77.
- Bol, E. ,Sert, S. , Özocak, A. (2015). Eğimli Arazide İnşa Edilmiş Donatılı Zemin Duvarında Stabilite Problemi, Makale, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Sakarya.
- Çelik, S. (1997). Geogrid Donatılı Yüzeysel Şerit Temellerde Geogridin Zemin Taşıma Gücüne Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Dal, K. ,Örnek, M. Türedi, Y. (2015). Donatılı Zemine Oturan Kare Kesitli Temellerde Eksantrisite Etkisinin Araştırılması, 6. Geoteknik Sempozyumu, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Davarcı, B. (2013). Donatılı Kum Zemine Oturan Çok Kenarlı Yüzeysel Temellerin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya / Hatay.
- Demiröz, A. Tan, Ö. Donatılı Zeminler Üzerindeki Sürekli Temellerin Oturmasını Etkileyen Faktörlerin Araştırılması, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Konya.
- Ergül, E. (2012). Mekanik Olarak Stabilize Edilmiş Zemin Duvarlarının Statik Yükler Altındaki Davranışının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karagül, B.Ç. (2007). Yol Dolgularının Geogrid Kullanılarak İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Örnek, M. (2009). Yumuşak Kil Zeminlerin Geogrid Donatı İle Güçlendirilmesi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

- Öztürk, Z. Ay, İ. (2013). Demiryollarında Geosentetik Malzeme Kullanımı-Geogrid Kullanılarak Balast/Altbalast Tabaka Kalınlıklarının Azaltılması,2. Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu, Karabük.
- Plaxis 8.6 Finite Element Code For Soil Rock Analyses, User Manual, 2004.
- Sarı, M.S. (2016). Geosentetikler Ve Kullanım Alanları, Geosentetikler Ve Kullanım Alanları Slayt, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Sert, T. Akpınar, M.V. (2011). Pullout Test Aleti İle Karayolu Alttemelinde Geogrid Performansının Araştırılması, İmo Teknik Dergi, Mart, 5285-5304, Yazı 342.
- Tensar, (2018). Demiryolları Hat Balastı Ve Alt-Balastın Mekanik Olarak Stabilizasyonu, Tensar, United Kingdom.
- Uzuner, B.A. ,Özmen, F. (1991). Zeminin Emin Taşıma Gücünün Belirlenmesi, İnşaat Mühendisliğinde Zemin Sempozyumu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Yıldırım, D. (2009). Geogrid Donatılı Stabilize Dolgu Tabakası İle Kil Zeminlerin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yıldız, A.A. (2002). Donatılı Zeminler Üzerine Oturan Yüzeysel Temellerin Analizi, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yıldız, L. (2005). Donatıyla Güçlendirilmiş Şevli Zemine Oturan Yüzeysel Temel Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Yılmaz, H.R. , Eskişar, T. (2007).Geosentetik Ürünlerin Geoteknik Mühendisliği Sorunlarının Çözümünde Kullanımı Ve Sağlanan Faydalar, Ege Üniversitesi, Makale, İzmir.
- Yılmaz, K. Akaydın, M. Geosentetiklerin Özellikleri, Fonksiyonları Ve Kullanım Alanları Üzerine Bir İnceleme, Pamukkale Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu, Sunum, Denizli.
- Yiğiter, H. Betonda Şekil Değişimleri, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ders Notu, İnşaat Mühendisliği Bölümü, İzmir.

İNTERNET KAYNAKLARI

- İnternet: <https://www.istanbulteknik.blue/urun/64/izoteknik-1500-orgusuz-geotekstil>
(20.08.2019)
- İnternet: <https://www.movea.com.tr/urun-detayi/orgulu-geotekstil/> (02.09.2019)
- İnternet: <https://www.sanalsantiye.com/geomembran-nedir-nerelerde-kullanilir/> (11.09.2019)
- İnternet: <http://turkish.geosynthetic-fabric.com/sale-10612611-hdpe-bi-planner-geonet-composite-for-landfill-geocomposite-drainage-net.html> (24.08.2019)
- İnternet: <https://www.haberteknik.com.tr/geohucre-erozyon-kontrol-ortuleri/> (11.09.2019)
- İnternet: www.sistek2000.com (20.08.2019)
- İnternet: <http://www.erosionpollution.com/fabric-geotextile.html> (20.10.2019)
- İnternet: <https://www.payteks.com/kullanım-semalari/kullanım-semasi> (24.08.2019)
- İnternet: <https://www.movea.com.tr/geotekstil-ve-geogrid-malzemelerin-yollarda-kullanımı/>
(12.09.2019)
- İnternet: <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/227301> (02.09.2019)
- İnternet: <http://www.istanbulteknik.com/index.php?id=213000> (01.09.2019)
- İnternet: http://www.duvpan.com.tr/dosya/duvpan_brosur-1.pdf (17.10.2019)
- İnternet: http://www.ekinyalitim.com/uygulama/urunler/geomembran-uygulama-teknik-detaylari_40.html (20.08.2019)
- İnternet: <http://www.geoart.com.tr/asfalt-yollar-ve-yol-altyapilari-guclendirme/yol-destekleme>
(19.10.2019)
- İnternet: <http://rateldanismanlik.com/Detay/1/15/GeoCell-hucrese-dolgular> (24.08.2019)
- İnternet: <https://www.movea.com.tr/urun-detayi/hds-hucrese-dolgu-sistemi/> (24.08.2019)
- İnternet: <http://isites.info/PastConferences/ISITES2015/ISITES2015/papers/A14ISITES2015ID44.pdf> (17.10.2019)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DURAL, ATAY
Uyruğu : T.C.
Doğum Tarihi (gün/ay/yıl) : 03/03/1994
Doğum Yeri : MERSİN
Medeni hali : BEKÂR
Adresi : Hürriyet Mahallesi 1726 Sok. Çamlıca Konutları
Yenişehir/MERSİN
E-Posta : ataydural@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet yılı
Yüksek lisans	Toros Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2019
	İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans	
Lisans	Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü	2016
Lise	MTSO Anadolu Lisesi	2012

İş Deneyimi

Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2017-devam ediyor.	4Z YAPI DENETİM	Kontrol Elemanı
2016-2017	AKDENİZ YAPI DENETİM	Kontrol Elemanı

Yabancı Dil

İngilizce



T.C.


TOROS ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Sayı : 42952496-302.14-293
Konu : Tez Başlığı Değişikliği

31/12/2019

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığına

Ana bilim dalınız öğrencisi Atay DURAL'ın, tez başlığı değişikliği, aşağıdaki yönetim kurulumuzun 27/12/2019 tarih ve 25/108 sayılı kararı ile uygun görülmüştür.
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Dr. Öğr. Üyesi Çağdaş ALLAHVERDİ
Müdür V.

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Başkanlığının 23/12/2019 tarihli ve 54 sayılı Atay DURAL'ın, tez başlığı değişikliği konulu yazısı görüşüldü.

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 178060013 numaralı öğrencisi Atay DURAL'ın, 20/12/2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavında, tez başlığının savunma sınavı jüri üyelerinin önerisi üzerine, "Temel Altında Uygulanan Geogridin Oturma Miktarına Etkisinin İncelenmesi" 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: 20/11/2019

Tez Başlığı: Temel Altında Uygulanan Geogridin Sayısı ve Ara Mesafelerinin Zemin Taşıma Gücüne Etkisi

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın;

a) Giriş,

b) Ana bölümler ve

c) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 118 sayfalık kısmına ilişkin, 20/11/2019 tarihinde enstitü tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinalite raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6'dır.

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 danışmanım ile 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. 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 : Atay DURAL

İmzası

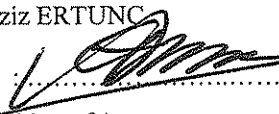
:  Tarih: 20/11/2019

Yukarıda kişisel ve tez bilgileri verilen öğrencimin belirtilen başlıkta birlikte tamamlamış olduğumuz tez çalışması 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: Prof.Dr.Aziz ERTUNC

İmzası

:  Tarih: 20/11/2019

Ek: İntihal yazılım programının rapor çıktısı (2 sayfa)

Temel Altında Uygulanan Geogridin Sayısı ve Ara Mesafelerinin Zemin Taşıma Gücüne Etkisi

Yazar Atay Dural

Gönderim Tarihi: 20-Kas-2019 12:38AM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 1217400690

Dosya adı: ATAY_DURAL_TEZ-20.11.2019.docx (14.23M)

Kelime sayısı: 11406

Karakter sayısı: 81612

Temel Altında Uygulanan Geogridin Sayısı ve Ara Mesafelerinin Zemin Taşıma Gücüne Etkisi

ORIJINALLIK RAPORU

%6	%6	%0	%1
BENZERLIK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.ugader.org İnternet Kaynağı	%4
2	acikerisim.selcuk.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	es.scribd.com İnternet Kaynağı	%1
4	www.scribd.com İnternet Kaynağı	%1

Alıntılarını çıkart

Kapat

Eşleşmeleri çıkar

< %1

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde