

İZMİR KÂTİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİR İLİNDE FARKLI ZEMİN SINIFLARI ÜZERİNE
İNŞA EDİLEN YAPILARIN ÇEŞİTLİ ZEMİN
MODELLERİ İLE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Buket KAYABAŞ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hasan Fırat PULAT

ŞUBAT 2021

İZMİR KATİP ÇELEBİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İZMİR İLİNDE FARKLI ZEMİN SINIFLARI ÜZERİNE
İNŞA EDİLEN YAPILARIN ÇEŞİTLİ ZEMİN
MODELLERİ İLE ANALİZİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Buket KAYABAŞ
(Y170227012)

Orcid No : 0000-0003-4279-9300

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hasan Fırat PULAT

ŞUBAT 2021

İKÇÜ, Fen Bilimleri Enstitüsünün Y170227012 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Buket KAYABAŞ, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “İZMİR İLİNDE FARKLI ZEMİN SINIFLARI ÜZERİNE İNŞA EDİLEN YAPILARIN ÇEŞİTLİ ZEMİN MODELLERİ İLE ANALİZİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı :

Doç. Dr. Hasan Fırat PULAT
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Jüri Üyeleri :

Prof. Dr. Mehmet SORGUN
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ender BAŞARI
Celal Bayar Üniversitesi

Savunma Tarihi : 05.02.2021

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimimin başından sonuna kadar her daim bilgi ve birikimleriyle yanımda olan, tez çalışması kapsamında istediğim bir konuda çalışmama imkan sağlayan ve yüksek lisans eğitimimin her aşamasında sorduğum her soruda bana yardımcı olan tez danışmanım Doç. Dr. Hasan Fırat PULAT'a, Tez konum için kullanacağım projeleri işyerimden temin etmeme izin veren patronum İnş. Müh. Aziz BABURHAN'a, yüksek lisans eğitimimin her aşamasında bana yardımcı olan ve benim bilgilerime her daim yenisini ekleyen İnş. Müh. M.Arda ÇAYKESER'e, tez çalışmalarım sırasında bana destek olan ve takıldığım noktalarda yardımcı olan iş arkadaşım İnş. Müh. Oğuz GÜRES'e, yüksek lisans için bana öncülük eden ve beni en çok destekleyen arkadaşım İnş. Müh. Faruk POLAT'a, hayatta her daim yanımda olup bana destek olan sevgili annem Sühal CİVAN'a, kardeşim Buse KAYABAŞ'a ve desteğini esirgemeyen tüm arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Şubat 2021

Buket KAYABAŞ
İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	viii
TABLO LİSTESİ	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	2
1.2 Kapsam.....	2
2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI	3
2.1 Derinliklerine Göre Temeller	3
2.1.1 Yüzeysel Temeller	3
2.1.2 Derin Temeller	7
2.2 Davranışlarına Göre Temeller	10
2.2.1 Esnek Temel.....	10
2.2.2 Rijit Temel	10
2.3 Eğilme Rijitliği ve Eşdeğer Eksenel Rijitlik	12
2.3.1 Eşdeğer Eksenel Rijitlik (EA).....	12
2.3.2 Eğilme Rijitliği (EI)	13
2.4 Etkili Derinlik (Anlamalı Derinlik).....	13
2.4.1 Basınç Soğanı.....	14
2.4.2 De Beer Kuralı	15
3. YÖNTEM VE METODLAR.....	16
3.1 Plaxis Programının Genel Özellikleri.....	16
3.1.1 Noktalar	16
3.1.2 Çizgiler.....	16
3.1.3 Hücreler.....	17
3.2 Programın Kullanımı.....	17
3.2.1 Girişler	19
3.2.2 Giriş Mafsalları	19
3.2.3 Geosentetikler	19
3.2.4 Ara Yüzeyler (Interface)	19
3.2.5 Ankrajlar	19
3.2.6 Standart Sınır Koşulları.....	19
3.2.7 Kuvvetler.....	19
3.2.8 Malzemenin Tanımlanması.....	20
3.2.9 Ağ Oluşturma (Generate Mesh) Komutunun Kullanımı.....	23
3.3 Plaxis Zemin Modelleri	24
3.3.1 Doğrusal Elastik Model (Linear Elastic Model (LE))	24
3.3.2 Mohr-Coulomb Modeli (Mohr-Coulomb Model (MC)).....	25
3.3.3 Yumuşak Zemin Modeli (Soft Soil Model (SS))	26
3.3.4 Yumuşak Zemin Sünme Modeli (Soft Soil Creep Model (SSC)).....	28
3.3.5 Pekleşen Zemin Modeli (Hardening Soil Model (HS))	29

3.3.6 Eklemlili-Kaya Modeli (Jointed-Rock Model (JR))	30
3.4 Taşıma Gücü Yöntemleri	31
3.4.1 Terzaghi Taşıma Gücü Hesabı	32
3.4.2 Meyerhof Taşıma Gücü Hesabı	35
3.4.3 Hansen Taşıma Gücü Hesabı	39
3.4.4 Vesic Taşıma Gücü Hesabı	44
3.4.5 Prandtl Plastik Denge Teorisi	46
3.4.6 Bowles Taşıma Gücü Hesabı	47
3.4.7 Parry Taşıma Gücü Hesabı	49
3.4.8 Presiyometre Deneyi İle Taşıma Gücü Hesabı	49
4. PROJELER	50
4.1 I. Proje	50
4.1.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler	50
4.1.2 Deprem Parametreleri	52
4.1.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri	52
4.1.4 Araziye Ait Zemin Yapısı	52
4.1.5 İdealize Zemin Profili	53
4.2 II. Proje	54
4.2.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler	54
4.2.2 Deprem Parametreleri	55
4.2.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri	55
4.2.4 Araziye Ait Zemin Yapısı	55
4.2.5 İdealize Zemin Profili	56
4.3 III. Proje	57
4.3.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler	57
4.3.2 Deprem Parametreleri	58
4.3.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri	58
4.3.4 Araziye Ait Zemin Yapısı	58
4.3.5 İdealize Zemin Profili	59
4.4 IV. Proje	60
4.4.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler	60
4.4.2 Deprem Parametreleri	61
4.4.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri	61
4.4.4 Araziye Ait Zemin Yapısı	61
4.4.5 İdealize Zemin Profili	62
4.5 V. Proje	63
4.5.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler	63
4.5.2 Deprem Parametreleri	64
4.5.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri	64
4.5.4 Araziye Ait Zemin Yapısı	64
4.5.5 İdealize Zemin Profili	65
5. ANALİZLER VE SONUÇLARI	66
5.1 I. Proje	66
5.1.1 Plaxis Programı İçin Kabuller	66
5.1.2 Uygulama	67
5.1.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar	69
5.1.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler	70

5.2 II. Proje.....	71
5.2.1 Plaxis Programı İçin Kabuller.....	71
5.2.2 Uygulama.....	73
5.2.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar.....	73
5.2.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler.....	73
5.3 III. Proje.....	74
5.3.1 Plaxis Programı İçin Kabuller.....	74
5.3.2 Uygulama.....	76
5.3.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar.....	76
5.3.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler.....	76
5.3.5 Ağ Yapısı Etkisi.....	77
5.4 IV. Proje.....	78
5.4.1 Plaxis Programı İçin Kabuller.....	78
5.4.2 Uygulama.....	80
5.4.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar.....	80
5.4.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler.....	81
5.5 V. Proje.....	82
5.5.1 Plaxis Programı İçin Kabuller.....	82
5.5.2 Uygulama.....	84
5.5.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar.....	85
5.5.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler.....	85
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	87
KAYNAKLAR.....	89
EKLER.....	92
A. I. Projeye Ait Grafikler.....	92
B. II. Projeye Ait Grafikler.....	93
C. III. Projeye Ait Grafikler.....	95
D. IV. Projeye Ait Grafikler.....	97
E. V. Projeye Ait Grafikler.....	99
ÖZGEÇMİŞ.....	101

KISALTMALAR

LE	: Linear elastic model (Doğrusal elastik model)
MC	: Mohr-Coulomb model (Mohr-Coulomb modeli)
SS	: Soft soil model (Yumuşak zemin modeli)
SSC	: Soft soil creep model (Yumuşak zemin sünme modeli)
HS	: Hardening soil model (Pekleşen zemin modeli)
JR	: Jointed rock model (Eklemlı kaya modeli)

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1	Zemin cinsine göre belirlenen elastisite modülü [7]	12
Tablo 3.1	Farklı zemin türleri için malzeme model önerileri [10]	31
Tablo 3.2	Terzaghi temel geometri katsayıları	33
Tablo 3.3	Terzaghi N_c , N_q , N_γ ve K_{py} katsayıları [26]	34
Tablo 3.4	Meyerhof N_c , N_q , N_γ taşıma gücü katsayıları [26]	39
Tablo 3.5	Hansen N_c , N_q , N_γ taşıma gücü katsayıları [26]	44
Tablo 3.6	Vesic N_c , N_q , N_γ taşıma gücü katsayıları [26]	46
Tablo 3.7	Bowles taşıma gücü katsayıları [26]	47
Tablo 3.8	Presiyometre taşıma gücü için, kbc değerleri [23]	49
Tablo 4.1	I. Projeye ait yapı bilgileri	50
Tablo 4.2	II. Projeye ait yapı bilgileri	54
Tablo 4.3	III. Projeye ait yapı bilgileri	57
Tablo 4.4	IV. Projeye ait yapı bilgileri	60
Tablo 4.5	V. Projeye ait yapı bilgileri	63
Tablo 5.1	I. Projeye ait MC zemin parametreleri	66
Tablo 5.2	I. Projeye ait HSM zemin parametreleri	67
Tablo 5.3	I. Projeye ait temel parametreleri	67
Tablo 5.4	I. Projeye ait HSM analiz sonuçları	70
Tablo 5.5	I. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri	70
Tablo 5.6	II. Projeye ait MC zemin parametreleri	72
Tablo 5.7	II. Projeye ait HSM zemin parametreleri	72
Tablo 5.8	II. Projeye ait temel parametreleri	72
Tablo 5.9	II. Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar	73
Tablo 5.10	II. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri	73
Tablo 5.11	III. Projeye ait MC zemin parametreleri	75
Tablo 5.12	III. Projeye ait HSM zemin parametreleri	75
Tablo 5.13	III. Projeye ait temel parametreleri	76
Tablo 5.14	III. Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar	76
Tablo 5.15	III. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri	77
Tablo 5.16	Farklı ağ yapısı sonuçları	78
Tablo 5.17	IV. Projeye ait MC zemin parametreleri	79
Tablo 5.18	IV. Projeye ait SSM zemin parametreleri	79
Tablo 5.19	IV. Projeye ait HSM zemin parametreleri	80
Tablo 5.20	IV. Projeye ait temel parametreleri	80
Tablo 5.21	IV. Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar	81
Tablo 5.22	IV. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri	81
Tablo 5.23	V. Projeye ait MC zemin parametreleri	82
Tablo 5.24	V. Projeye ait SSM zemin parametreleri	83
Tablo 5.25	V. Projeye ait HSM zemin parametreleri	84
Tablo 5.26	V. Projeye ait temel parametreleri	84
Tablo 5.27	V. Projeye ait kazık parametreleri	84
Tablo 5.28	V. Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar	85

Tablo 5.29 V. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri	
.....	85

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Temel türleri .	3
Şekil 2.2	Tekil temel çeşitleri_1.	3
Şekil 2.3	Tekil temel çeşitleri_2.	4
Şekil 2.4	Sürekli temel görünümü .	4
Şekil 2.5	Radye temel çeşitleri..	5
Şekil 2.6	Kirişsiz (düz) radye temel görünümü.	5
Şekil 2.7	Üstten kirişli radye temel görünümü .	5
Şekil 2.8	Alttan kirişli radye temel görünümü.	6
Şekil 2.9	Mantar şeklinde radye temel görünümü.	6
Şekil 2.10	Ters kemer şeklinde radye temel görünümü	6
Şekil 2.11	Rijit perde duvarlı radye temel görünümü.	6
Şekil 2.12	Derin temel çeşitleri.	7
Şekil 2.13	Ayak temel görünümü	7
Şekil 2.14	Kazık temel çeşitleri	8
Şekil 2.15	Fore kazık uygulama adımları [6].	9
Şekil 2.16	Kesişen kazık görünümü	9
Şekil 2.17	Esnek temelin şematik gösterimi	10
Şekil 2.18	Rijit temelin şematik gösterimi.	11
Şekil 2.19	Küçük ve büyük eksantrisite durumu	11
Şekil 2.20	Kare yüklü temeller için basınç soğanı.	14
Şekil 2.21	Şerit yüklü temeller için basınç soğanı	15
Şekil 2.22	Zeminde mevcut ve ilave düşey gerilmeler	15
Şekil 3.1	Plaxis genel ayarlar, proje sekmesi	17
Şekil 3.2	Genel ayarlar, boyutlar sekmesi	18
Şekil 3.3	Ana pencere	18
Şekil 3.4	Geometri araç çubuğu	19
Şekil 3.5	Malzemenin tanımlanması.	20
Şekil 3.6	Zemin özelliklerinin seçimi.	21
Şekil 3.7	Mohr - Coulomb verileri.	21
Şekil 3.8	Ara yüzey verileri	22
Şekil 3.9	Kirişlerin özellikleri.	23
Şekil 3.10	Üç eksenli deney sonucu elde edilen E_0 ve E_{50} rijitlik modülleri.	26
Şekil 3.11	SSM'nin akma yüzeyi.	26
Şekil 3.12	İzotropik gerilme koşullarında ortalama efektif gerilme ile hacimsel deformasyon arasındaki ilişki	27
Şekil 3.13	Yumuşak zemin sünme modelinin verim yüzeyleri; Mohr-Coulomb verim yüzeyi (kırmızı), viskoplastik deformasyon hesabı için elips şeklinde tepeler (mavi)	28
Şekil 3.14	Hiperbolik gerilme-şekil değiştirme ilişkisi [11].	29
Şekil 3.15	Terzaghi taşıma kapasitesi sınır durum gösterimi [25].	32
Şekil 3.16	Terzaghi ve Peck emniyetli taşıma gücü q_e 'nin B ve SPT-N ile değişimi [26].	35
Şekil 3.17	Yük eğim faktörleri..	36
Şekil 3.18	Meyerhof taşıma kapasitesi sınır durum şematik gösterimi [29].	37
Şekil 3.19	Hansen taşıma kapasitesi hesabı şematik gösterimi [26].	40

Şekil 3.20 Dikdörtgen ve dairesel temeller üzerindeki eksantrisite etkisinin şematik gösterimi [26].	42
Şekil 3.21 Prandtl plastik denge teorisi şematik gösterimi.	46
Şekil 3.22 Bowles emniyetli taşıma gücü q_e 'nin B ve SPT-N ile değişimi katsayıları [26].	48
Şekil 4.1 I. Projeye ait yapı kesiti .	51
Şekil 4.2 II. Projeye ait yapı kesiti .	54
Şekil 4.3 III. Projeye ait yapı kesiti .	57
Şekil 4.4 IV. Projeye ait yapı kesiti .	60
Şekil 4.5 V. Projeye ait yapı kesiti .	63
Şekil 5.1 I. Projeye ait geometri .	68
Şekil 5.2 I. Projeye ait fazlı hesaplama ekranı.	68
Şekil 5.3 I. Projeye ait aksenal kuvvet (6.14 kN/m (MC))...	69
Şekil 5.4 I. Projeye ait kesme kuvveti (25.84 kN/m (MC)).....	69
Şekil 5.5 I. Projeye ait moment grafiği (37.22 kNm/m (MC)).	69
Şekil 5.6 I. Projeye ait toplam deplasman (7.28×10^{-3} m (MC)).....	70
Şekil 5.7 I. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği. ...	71
Şekil 5.8 II. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği. ..	74
Şekil 5.9 III. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği. .	77
Şekil 5.10 IV. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği. .	81
Şekil 5.11 V. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği. .	86

İZMİR İLİNDE FARKLI ZEMİN SINIFLARI ÜZERİNE İNŞA EDİLEN YAPILARIN ÇEŞİTLİ ZEMİN MODELLERİ İLE ANALİZİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında, 2018 TBDY’de bulunan yerel zemin sınıflarından ZB, ZC, ZD, ZE ve ZF sınıfı zeminlerin üzerine inşaa edilecek olan yapıların taşıma gücü irdelenmiştir.

Toplamda beş farklı proje üzerinden yola çıkılmış ve her bir bina temelini uzun ve kısa kenarları için ayrı modeller oluşturulmuştur. Bu modeller farklı zemin malzeme modelleri ve farklı taşıma gücü yöntemleri kullanılarak nümerik analiz programı PLAXIS 2D ile analiz edilmiştir.

Oluşturulan bu modellerden meydana gelen düşey deplasmanlardan elde edilen temel gerilmeleri, el ile hesaplanan farklı taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen verilerle karşılaştırılıp yorumlanmıştır.

Yapılan tüm bu çalışmalarda, farklı zemin formasyonlarında, farklı taşıma gücü yöntemleri kullanılarak, PLAXIS 2D’den elde edilen veriler ile gerçeğe en uygun taşıma gücü yönteminin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Taşıma gücü teorileri, sonlu elemanlar metodu, zemin modelleri

ANALYSIS OF THE STRUCTURES CONSTRUCTED ON DIFFERENT SOIL CLASSES WITH VARIOUS SOIL MODELS IN IZMIR PROVINCE

ABSTRACT

In this thesis study, the bearing capacity of the structures to be built on ZB, ZC, ZD, ZE and ZF class soils, which are among the local soil classes in 2018 TBDY, have been examined.

A total of five different projects were set out and separate models were created for the long and short sides of each building foundation. These models were analyzed with the numerical analysis program PLAXIS 2D using different soil material models and different bearing strength methods.

The basic stresses obtained from the vertical displacements resulting from these models are compared with the data obtained from different hand-calculated bearing strength methods and interpreted.

In all these studies, it was aimed to determine the most suitable bearing power method with the data obtained from PLAXIS 2D by using different bearing power methods in different soil formations.

Keywords: Bearing capacity theories, finite element method, soil models.

1. GİRİŞ

Ülkemizde deprem kendini unutturmayan bir afet olarak yerini almaktadır. Bu yüzden 1940 yılından itibaren ülke yönetimi depreme dayanıklı binalar yapmak adına çalışmalarda bulunmuş ve 1940 (Zelzele Mıntıklarında Yapılacak İnşaaat Ait İtalyan Yapı Talimatnamesi), 1944 (Zelzele Mıntıkları Muvakkat Yapı Talimatnamesi), 1949 (Türkiye Yersarsıntısı Bölgeleri Yapı Yönetmeliği), 1953 (Yersarsıntısı Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik), 1962(Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)), 1968 (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)), 1975 (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)), 1998 (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (ABYYHY)) yıllarında sürekli yenilikler yapılarak, yapılacak binalar hakkında belli standartlar oluşturulmuştur[1]. Türkiye Deprem Yönetmeliklerinde, binaların tasarımında zemin koşullarının dikkate alınması ilk olarak 1975 yönetmeliğiyle başlamıştır. Ancak bu yönetmeliğin revizyonlarında (1998, 2007) bu konuyla ilgili herhangi bir değişiklik yapılmadığı için geoteknik deprem mühendisliğinde meydana gelen gelişmeler yeterince yansıtılamamıştır. Gelişen teknoloji ve bilgi birikimi inşaat mühendisliği alanında yapılan uygulamaların da zaman içerisinde değişip gelişmesine sebep olmaktadır. Bu nedenle ülkemizde 2007 yılından itibaren kullanılan Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY) günümüz koşulları göz önünde bulundurularak yeniden gözden geçirilmiş ve 2018 yılında Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) olarak son halini almıştır [2]. Yeni deprem yönetmeliği sayesinde daha güvenilir sonuçların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Geoteknik mühendisliğinde temel tasarımı birçok parametre dikkate alınarak yapılmalıdır. Bu parametreler; zemin özellikleri, zeminin taşıma gücü yani zemin parametreleri, yapı yükü, yapı yükünden dolayı oluşabilecek oturmalar, bölgenin deprem sınıfı, çevresel faktörler, zemin modeli ve taşıma kapasitesi gibi yönetmeliklerde bulunan standart parametrelerdir. Bu parametrelerden çoğu yönetmeliklerde belirtilen standartlarla belirlenmektedir. Ancak zemin modeli ve taşıma gücü farklı yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Zeminin cinsine göre zemin modeli kullanmak daha doğru ve daha ekonomik sonuçlar verebilmektedir. Aynı zamanda zeminin taşıma kapasitesi de tasarım sürecinde kritik bir rol oynadığı için

birbirinden farklı taşıma kapasitesi teorileri geliştirilmiştir. Bu teoriler, analizlerde daha doğru sonuçlar almak ve daha ekonomik tasarımlar yapmak için önemlidir.

Ercan [3], Krinitzsk'in bina temelleri için zeminin statik taşıma kapasitesine yaklaşımına dayanarak, taşıma kapasitesi ve zemin güvenlik gerilme ilişkisini buna göre geliştirmiştir. Yaklaşımdan elde edilen sonuçların laboratuvar sonuçlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir.

1.1 Tezin Amacı

Bu çalışmada, farklı zemin modellerinin taşıma gücü üzerindeki etkileri beş farklı proje üzerinde incelenecektir. Farklı mühendislik özelliklerine ve zemin koşullarına sahip projeler dikkate alınarak analizler yapılacaktır. Taşıma gücü teorilerindeki farklılıklar irdelenecektir. Yapılan analizler teorik hesaplamalarla karşılaştırılacaktır. Bu sayede en etkili taşıma gücü teorisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.2 Kapsam

Bir önceki alt bölümde bahsedilen amaçlar doğrultusunda gerçekleştirilen bu tez çalışması, zemin sınıfları farklı olan beş adet projeyi kapsamaktadır.

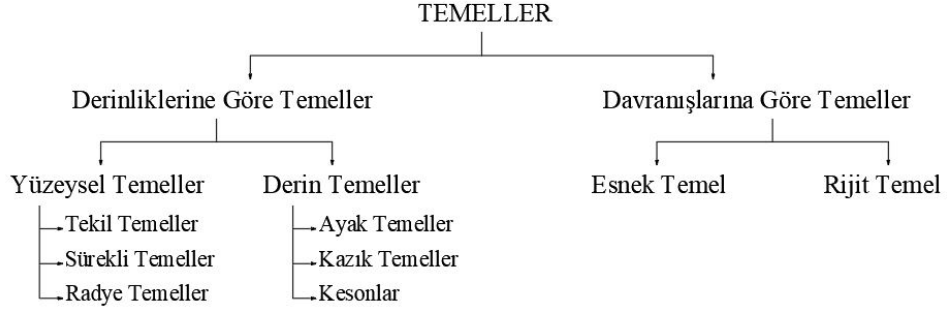
Çalışmanın amacına uygun olarak, bu beş projeden yola çıkılarak toplamda 10 ayrı model oluşturulmuştur. Çalışma yapılırken, her proje için öncelikle Mohr-Coulomb zemin modeli kullanılarak, sonrasında ise pekleşen zemin modeli ve/veya yumuşak zemin modeli kullanılarak analizler yapılmıştır. Daha sonra her proje için sekiz farklı taşıma gücü yöntemi ile hesaplamalar yapılmıştır.

Çalışmalar kapsamında, bazı projelerde hazır geoteknik veriler kullanılmış, diğerlerinde ise zemin etüdündeki verilerden yola çıkılarak kullanılabilir geoteknik parametreler hesaplanmıştır. Bu parametrelerin elde edildiği denklemlerden tezde kısaca bahsedilmiştir.

Son olarak veriler yorumlanarak en doğru sonucu veren taşıma gücü yöntemi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Temeller, yükün büyüklüğüne, yükün geldiği düşey taşıyıcıya, zemin türüne ve taşıma gücüne bağlı olarak çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Aynı zamanda derinliklerine göre ve davranışlarına göre olmak üzere iki şekilde incelenmektedir.



Şekil 2.1 Temel türleri

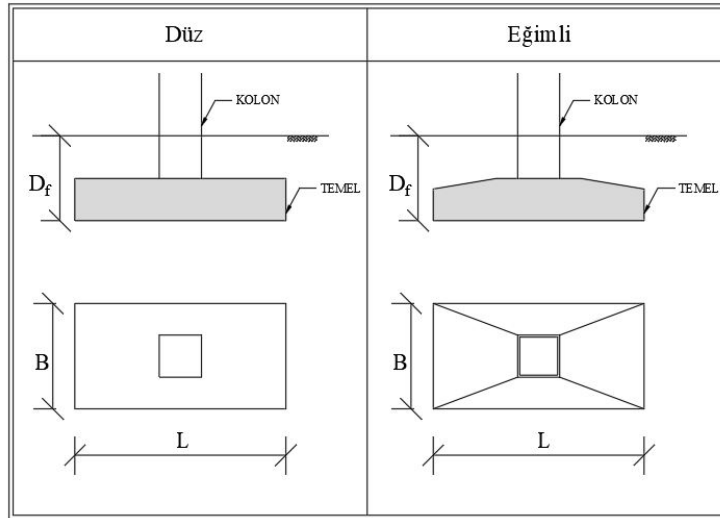
2.1 Derinliklerine Göre Temeller

2.1.1 Yüzeysel Temeller

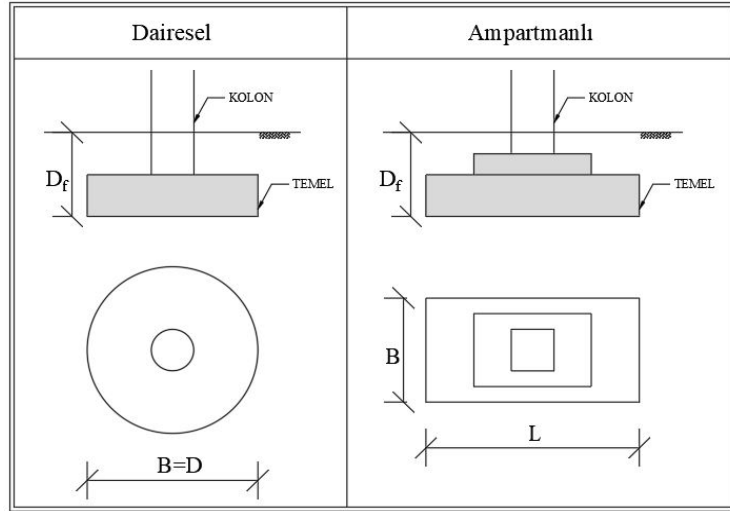
Bu temel türü mümkün olduğunca toprak yüzeyine yakındır, ancak don seviyesinin altında inşa edilmesi gerekmektedir. Bu temel türü üç başlıkta incelenmektedir.

i. Tekil Temel

Tekil temeller genellikle hafif binalarda, prefabrik veya çelik kolon temellerinde kullanılmaktadır. Bu temellerin deprem yönetmeliği şartlarına göre bağ kirişi ile bağlanarak davranış bütünlüğünü sağlanması gerekmektedir [4].



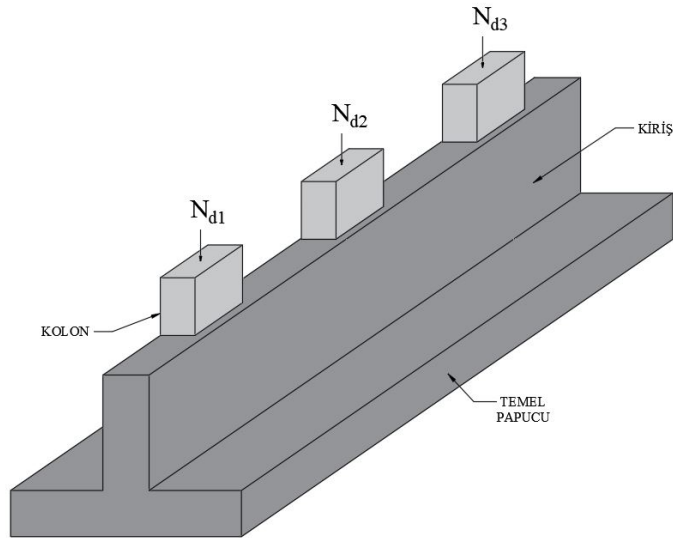
Şekil 2.2 Tekil temel çeşitleri_1



Şekil 2.3 Tekil temel çeşitleri_2

ii. Sürekli (Şerit veya Mütemadi) Temel

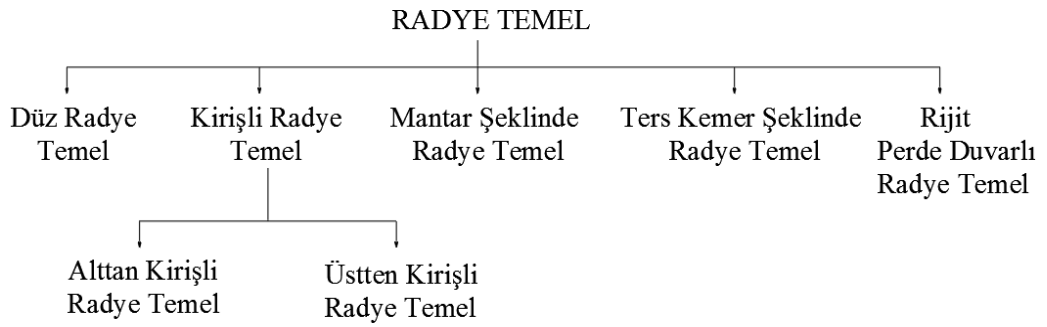
Bir veya daha çok olan düşey taşıyıcıların tabanına kirişli ya da kirişsiz plaklar imal edilerek söz konusu düşey taşıyıcı elemanlardan gelen yükleri zemine yeterli rijitlikte aktarılmasını sağlayan temellerdir. Zemin emniyet gerilmelerinin yeterli olmadığı durumda, üst yapı yüklerinin zemine aktarılması için sürekli temel sistemi kullanılmaktadır. Direk temel tabanı üzerine, temel duvarı üzerine, temel zemini üzerindeki betonarme sömel hatılı üzerine ya da taş kullanılarak elde edilen ampartmanlı sömel üzerine oturtulmaktadır [5].



Şekil 2.4 Sürekli temel görünümü

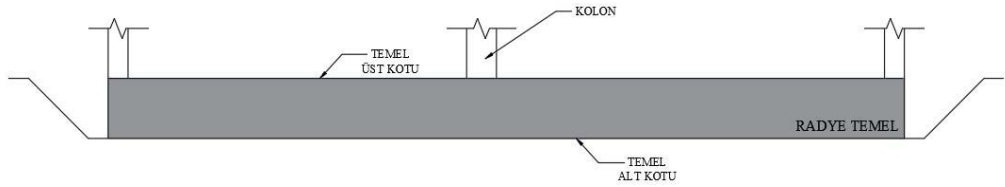
iii. Radye Temel

Yapının oturacağı zeminin fazlaca zayıf olduğu ya da değişken olduğu, yapının toplam yükünün çok olduğu durumlarda yapıda bulunan tüm düşey taşıyıcı elemanların aynı temele oturtulduğu temel olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde fazlaca tercih edilen temel türüdür. Temelde farklı oturma riski düşük olduğu için daha çok yüksek katlı yapılarda tercih edilmektedir. Kullanılan diğer temel türlerinden daha fazla temel alanına sahip olduğu bilinmektedir. Bu özelliğinden dolayı yapının tüm yükünü temelin alanına yayarak bu yükten oluşacak zemin gerilmelerinin azalmasına neden olmaktadır [4]. Radye temel çeşitleri Şekil 2.5’te verilmiştir.

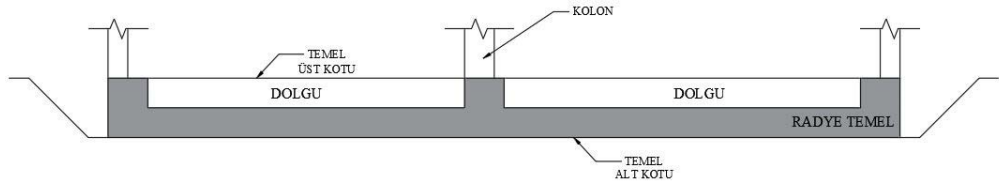


Şekil 2.5 Radye temel çeşitleri

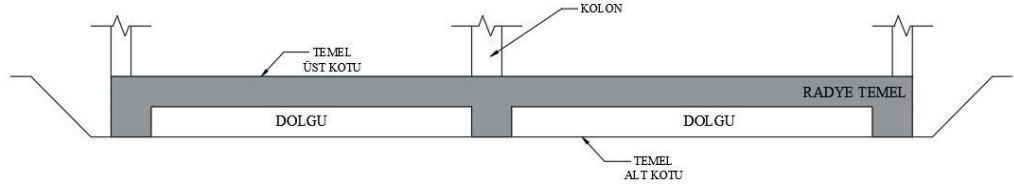
Şekil 2.5’te bulunan radye temellerin şekilleri ise aşağıda belirtilmiştir;



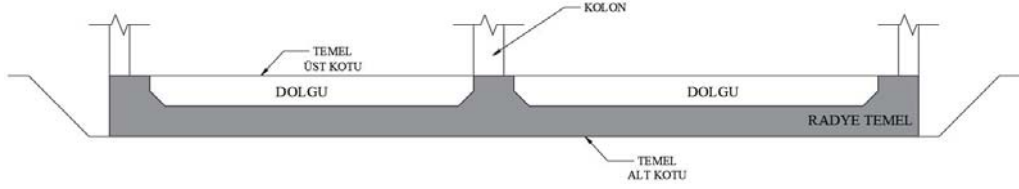
Şekil 2.6 Kirişsiz (düz) radye temel görünümü



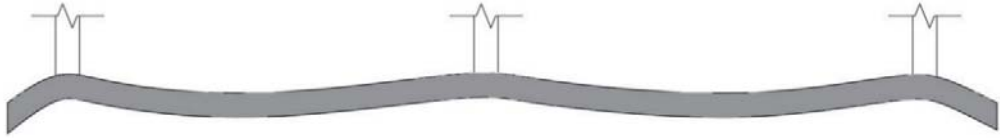
Şekil 2.7 Üstten kirişli radye temel görünümü



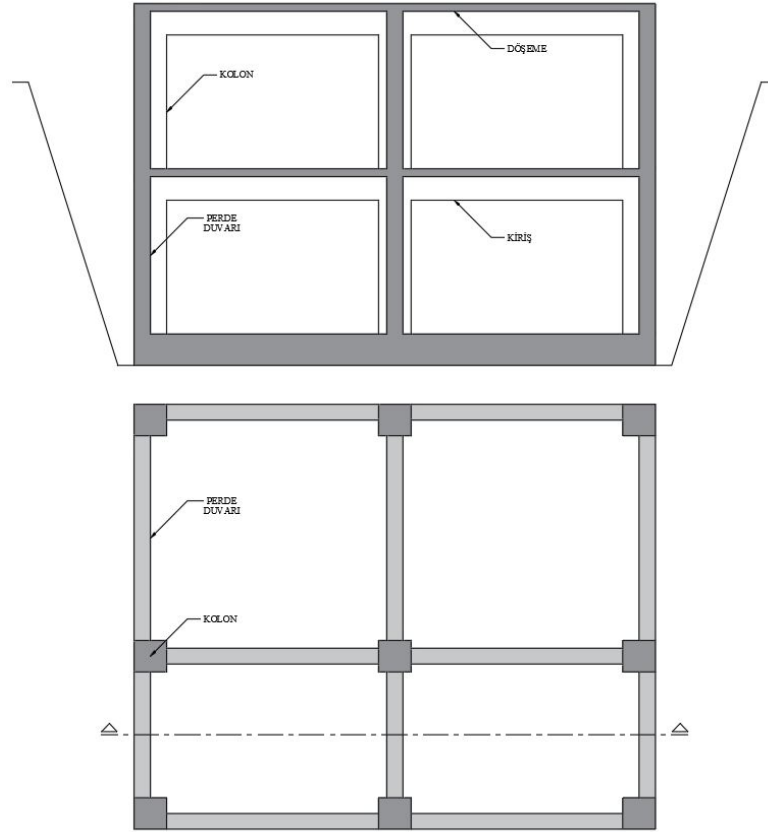
Şekil 2.8 Alttan kirişli radye temel görünümü



Şekil 2.9 Mantar şeklinde radye temel görünümü



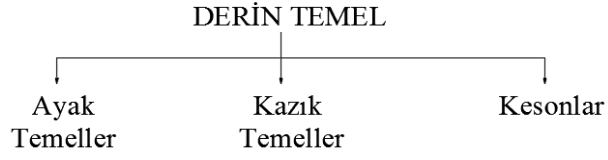
Şekil 2.10 Ters kemer şeklinde radye temel görünümü



Şekil 2.11 Rijit perde duvarlı radye temel görünümü

2.1.2 Derin Temeller

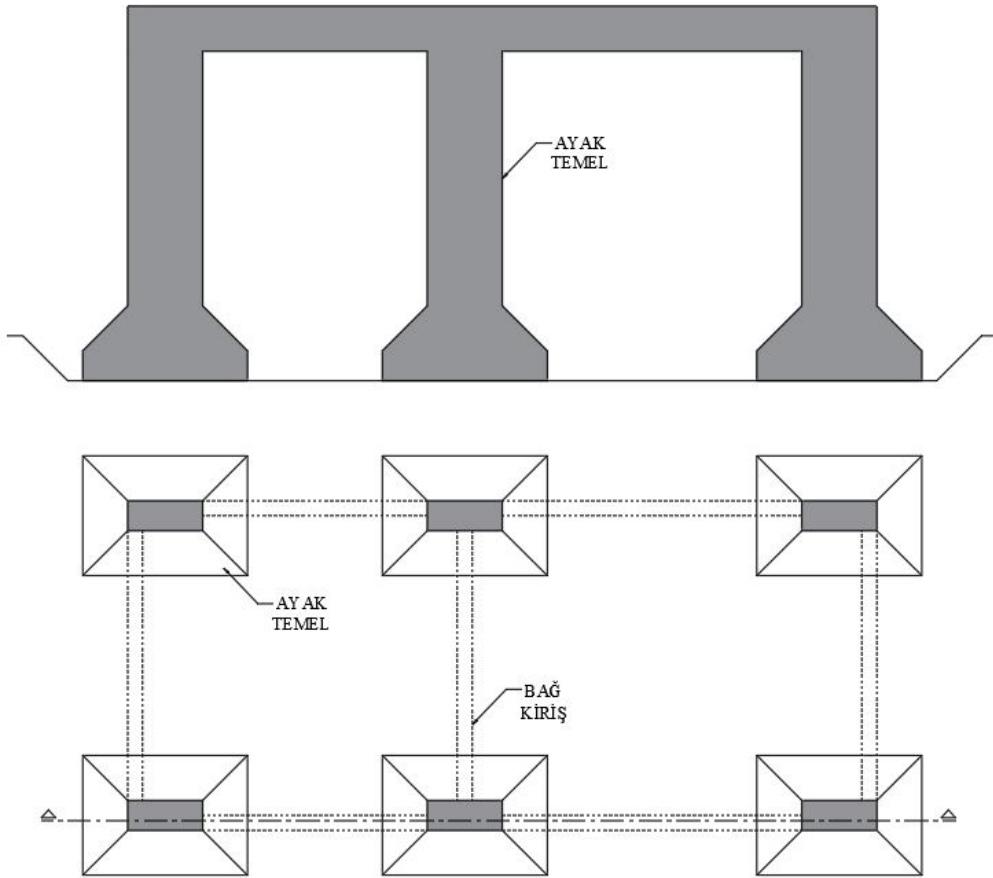
Sağlam zeminin derinde olduğu durumlarda; taşıma gücü fazla olan zemin tabakalarından yararlanmak amacıyla uygulanmaktadır [6].



Şekil 2.12 Derin temel çeşitleri

i. Ayak Temel

Sağlam zeminin kazık gerektirecek kadar derinde olmadığı veya yapılan zemin iyileştirmesine rağmen riskin devam ettiği durumlarda, sağlam zeminin bulunduğu kısma kadar kazılır ve bu temeller bulunan sağlam zemine oturtulur. Bu temellerin birbirlerine bağlanması betonarme kirişler yardımı ile yapılmaktadır [6].

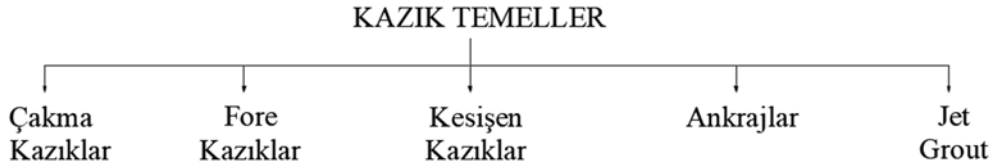


Şekil 2.13 Ayak temel görünümü

ii. Kazık Temel

Sağlam zeminin derinlerde olduğu çok zayıf zeminlerde, yapı yükünü sağlam zemine aktarabilmek için uygulanmaktadır. Derinde bulunan sağlam zemine kadar belirli aralıklarla çakılan kazıklar bağ kirişi ya da plak ile birbirine bağlanır. Yapı yükleri sağlam zemine, kazık uçlarıyla veya kazığın yan yüzeylerinin sürtünmesiyle iletilmektedir. Kazıklar betonarme, çelik ve ahşap malzemeden yapılabilir. Kazıkların genellikle kullanıldığı yerler [6];

- Sağlam zeminin derinde olduğu zeminler,
- Temel altındaki zeminin oyulma riski olduğu durumlar,
- Temellere gelen yükün fazla olduğu durumlar,
- Yapının farklı oturmalarına sahip olduğu durumlar,
- Şevlerin sağlamlaştırılması,
- Su içerisinde yapılacak olan yapılarda,



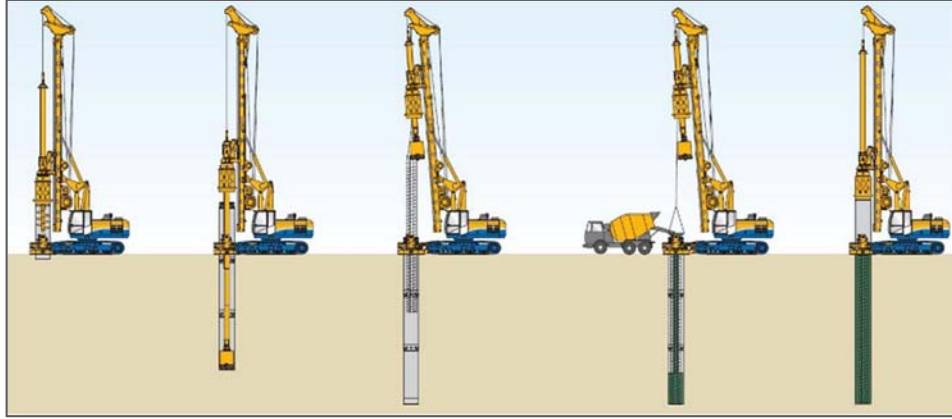
Şekil 2.14 Kazık temel çeşitleri

• Çakma Kazıklar

Bu kazık türü, titreşimlerle ya da mekanik çekiç darbesi yardımıyla zemine çakılmaktadır. Gevşek ve granüler zeminlerde uygulandıkları zaman olumlu etkiler yaratırlar. Kohezyonlu olan zeminlerde ise geçişi örselenme nedeniyle kayma mukavemetini düşürebilmektedirler. Bu kazıklar yük aktarma düzeneği olarak daha çok sürtünme kazıklarını kullanmaktadır. Bu kazıkların şehir içerisinde kullanılması uygun bulunmamaktadır.

• Fore Kazıklar

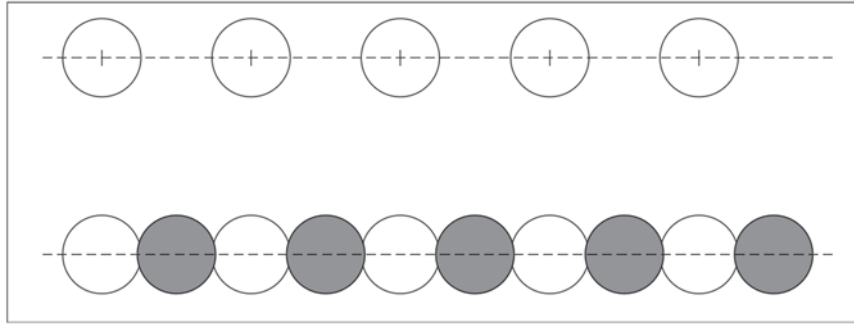
Özellikle sert kohezyonlu zeminlerde uygulanmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Fore kazıkların sürtünme özellikleri daha düşüktür. Bu kazıklar yük aktarma düzeneği olarak daha çok uç kazıklarını kullanmaktadır. Ayrıca yüzeylerinde oluşan sürtünme ile yapının yüklerini zemine aktarabilmektedirler.



Şekil 2.15 Fore kazık uygulama adımları [6]

- **Kesişen Kazıklar**

Su problemine sahip olan derin kazılarda, geçirimsizlik elde etmek için, yan yana imal edilmiş fore kazıklardan oluşan, bentonitli dişi ve erkek kazıklar imal edilmektedir.



Şekil 2.16 Kesişen kazık görünümü

iii. Kesonlar

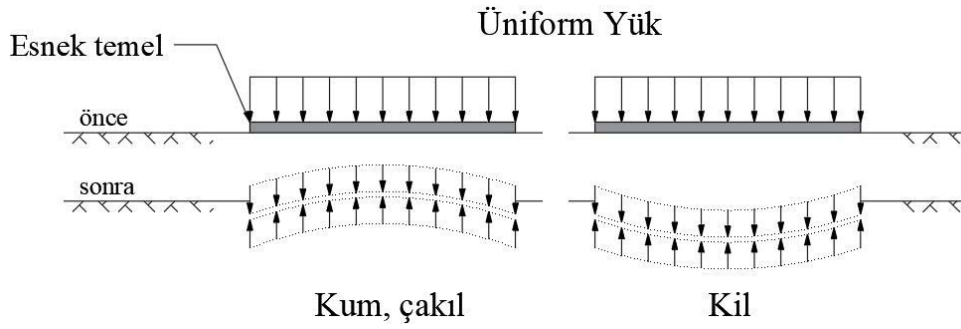
Bunlar kazık temelini uygulanamadığı sulu zeminler, gevşek zeminler vb. zeminlerde kullanılmaktadır. Betonarme, çelik ya da ahşap olabilir. Bunlar büyük bir çapa sahip içerisi boş bir çember şeklindedir. Sağlam zemin üzerine oturtulur ve üst üste eklenerek yerleştirilir. Yerleştirme işlemi bitirdikten sonra içindeki toprak vs. boşaltılarak beton vb. malzemeler ile doldurulur. Betonarme olanlar ise yerinde beton döküm işlemi yapılarak ya da daha önceden dökümü yapılmış şekilde imal edilmektedir. Bunların üç farklı çeşidi bulunmaktadır [6];

1. Açık keson
2. Pnömatik keson
3. Yüzen keson

2.2 Davranışlarına Göre Temeller

2.2.1 Esnek Temel

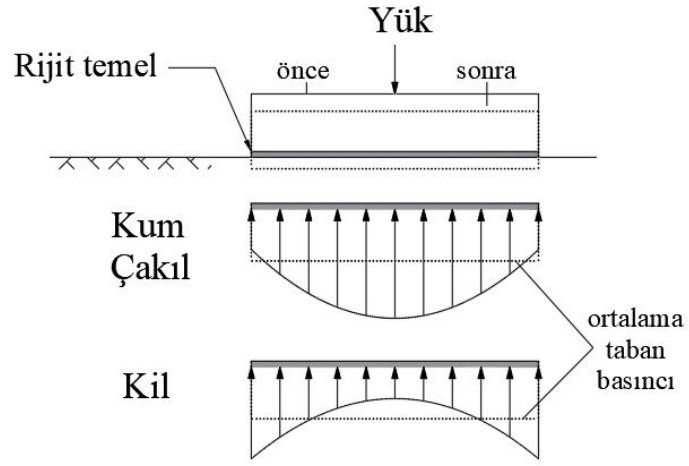
Esnek temel, zeminin şeklini alabilen yani eğilebilen temeldir. Tüm temel tiplerinde zemin gerilmesi genellikle yükün alana bölünmesi ile bulunmaktadır. Ancak bu şekilde hesaplayarak her zaman doğru sonuca ulaşamamaktadır. Esnek temel, zemin kesitleri arasında yardımlaşmaya olanak tanımaktadır. Bu temel türü gerilme büyüklüğüne göre eğilip bükülerek zeminin şeklini almaya çalışır. Bunun sonucunda temel tabanındaki gerilmeler oldukça üniform olmaktadır [4].



Şekil 2.17 Esnek temelin şematik gösterimi

2.2.2 Rijit Temel

Rijit temel, eğilip zeminin şeklini almayan sert temeldir. Zeminin şeklini almadığı için zemin kesitleri arasında yardımlaşma söz konusu değildir. Bu yüzden temel taban gerilmeleri birbirinden farklıdır yani üniform değildir. Örneğin, rijit bir temel düzenlenmiş ve zemin gerilmesi yük /alan formülü ile bulunmuşsa, temel altında bu gerilmenin aşıldığı noktalar mevcuttur. Aynı zamanda bu gerilmenin altında değerlere sahip noktalar da bulunmaktadır [4].

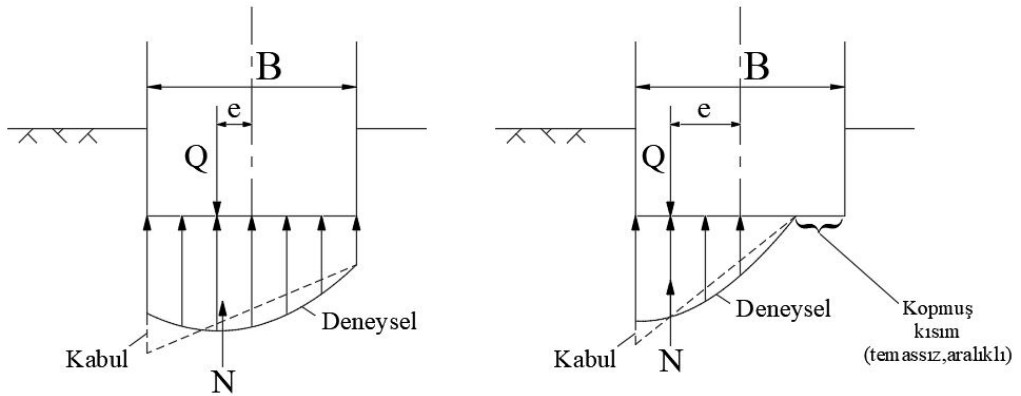


Şekil 2.18 Rijit temelin şematik gösterimi

Yükü merkezde kabul edilen rijit temellerde, ortalama taban basıncı üniform olarak tercih edilmektedir.

$$q_{ort} = \frac{\text{Toplam Y\u00fc}}{\text{Alan}} = \frac{P + W_f}{A} = q_t \quad (2.1)$$

Taban basınç dağılışı kum, çakıl vb. gibi zeminlere oturan eksantrik yüklü rijit temellerde özelliklerini korumaktadır. Yalnız ağırlık merkezi, eksantrik olarak etkiyen yükün altına doğru kaymaktadır.



a) Küçük eksantrisite durumu

b) Büyük eksantrisite durumu

Şekil 2.19 Küçük ve büyük eksantrisite durumu

2.3 Eğilme Rijitliği ve Eşdeğer Eksenel Rijitlik

2.3.1 Eşdeğer Eksenel Rijitlik (EA)

Elastisite modülü; malzemeye uygulanan gerilmenin, uygulanan gerilmeden ötürü oluşan birim şekil değişimine oranıyla elde edilir.

$$E = \sigma / \varepsilon \quad (2.2)$$

Denklem 2.2’de bulunan σ parametresi Denklem 2.3 ile ifade edilir;

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.3)$$

ε parametresi ise Denklem 2.4’te belirtildiği gibi şekil değiştirme miktarının, ilk uzunluğa oranına eşittir.

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.4)$$

Her zemin cinsinin elastisite modülü farklılık gösterir. Aşağıdaki tabloda farklı zemin cinslerine göre elastisite modülü aralıklarına değinilmiştir.

Tablo 2.1 Zemin cinsine göre belirlenen elastisite modülü [7]

ZEMİN CİNSİ	E (kN/m ²)	
Kil	300	3000
Çok Yumuşak Kil	2000	4000
Yumuşak Killer Orta Katı Kil	4500	9000
Katı Kil	7000	20000
Kumlu Kil	30000	42500
Kum	5000	20000
Siltli Kumlar Gevşek Kum	10000	25000
Sıkı Kum	50000	100000
Kum Ve Çakıl	80000	200000
Sıkı Kumlu Çakıl Gevşek Kumlu Çakıl	50000	140000
Şilt	2000	20000
Şeyl	1400	140000
Andezit	30000000	50000000
Dasit	166000000	216000000
Aglomera	84000000	200000000
Tüf	16700000	-

Elastise modülünü SPT-N değeri, plastisite indeksi ve drenajsız kayma mukavemeti parametrelerini kullanarak bulmakta mümkündür.

- Çakıllı kumlarda;

$$E = 600(N + 6) \quad N \leq 15 \quad (2.5)$$

$$E = 600(N + 6) + 2000 \quad N > 15 \quad (2.6)$$

- Killi Kumlarda;

$$E = 320(N + 15) \quad (2.7)$$

- Kilde;

$$E = K \times c_u = (4200 - 142.54I_p + 1.73I_p^2 - 0.0071I_p^3) \times c_u \quad (2.8)$$

Eşdeğer aksel rijitlik ise malzemenin elastisite modülü ile temelin kesit alanının çarpımına eşittir.

$$Eşdeğer aksel rijitlik = E \cdot A \quad (2.9)$$

2.3.2 Eğilme Rijitliği (EI)

Eğilme rijitliği, yapının kuvvet altında stabil kalabilme yeteneğini ifade etmektedir. Eğilme rijitliği yapı elemanının yük alma kapasitesini etkilemektedir. Plaxis2D’de eğilme rijitliğine temel, kazık vb. plakaları tanımlarken kullanılmaktadır. Burada yine “E” elastisite modülü, “I” ise atalet momenti ifade etmektedir.

$$Eğilme Rijitliği = E \cdot I \quad (2.10)$$

2.4 Etkili Derinlik (Anlamlı Derinlik)

Zemine uygulanan basıncın 1/5 ya da 1/10 değerinde azaldığı derinlik olarak ifade edilmektedir. Etkili derinliği bulmak için iki yöntem vardır. Ayrıca ortalama olarak aşağıdaki denklemler yardımıyla da bulunabilmektedir [8].

- Yakın aralıklı tekil (münferit) temelerde;

$$z = D_f + [1.5(3S + B)] \quad (2.11)$$

- Radye temelerde;

$$z = D_f + 1.5B \quad (2.12)$$

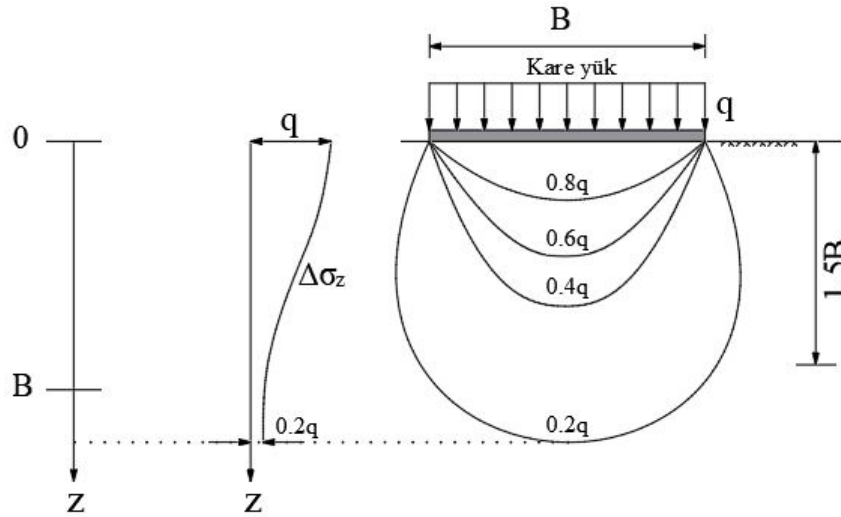
- Şerit (mütemadi) temelerde;

$$z = D_f + 4B \quad (2.13)$$

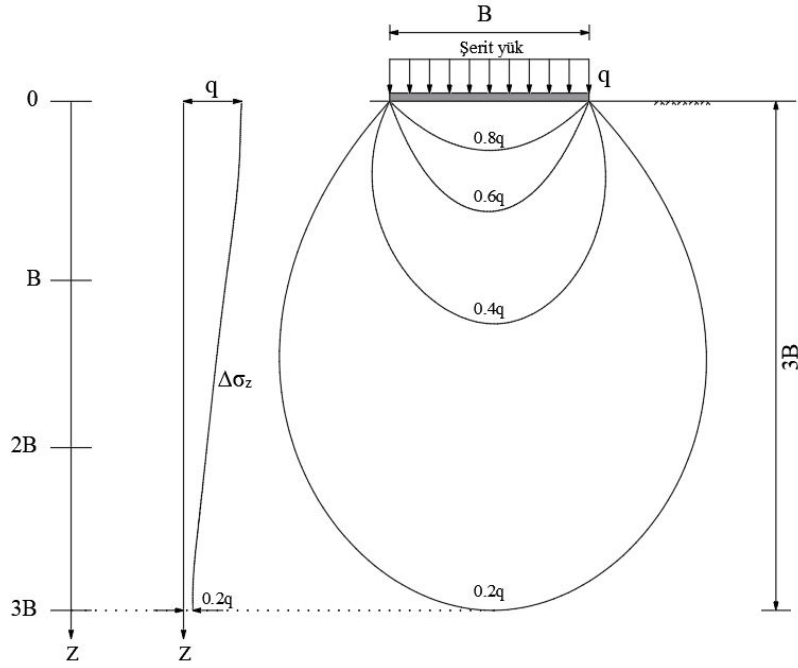
Burada; D_f kazı derinliğini, S tekil temeller arasındaki aralığı ve B ise temelin kısa kenarını ifade etmektedir.

2.4.1 Basınç Soğamı

Zemin içindeki eş gerilme noktalarını birleştiren eğri olarak ifade edilmektedir.



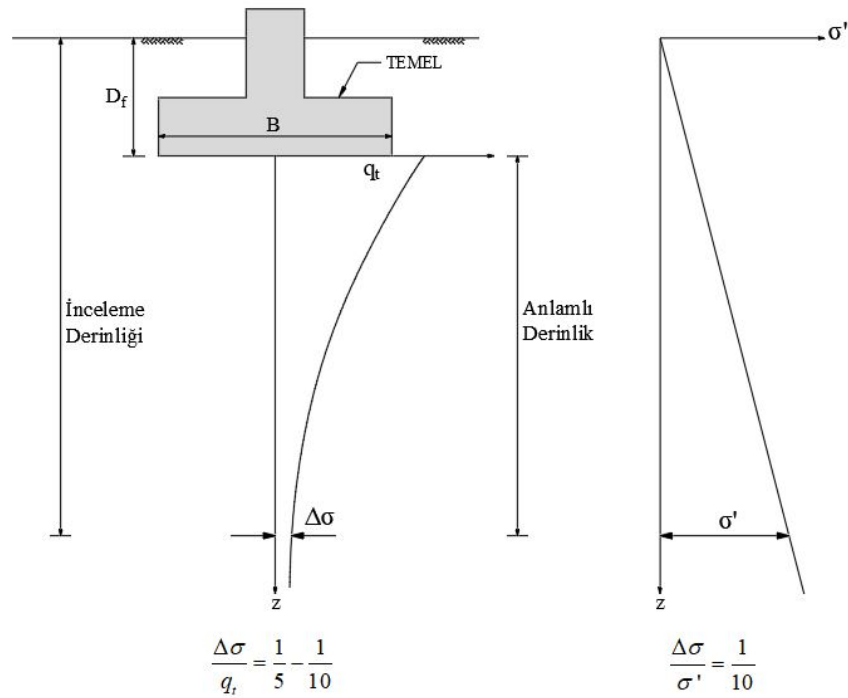
Şekil 2.20 Kare yüklü temeller için basınç soğamı



Şekil 2.21 Şerit yüklü temeller için basınç soğanı

2.4.2 De Beer Kuralı

De Beer tarafından geliştirilen bu metotta etkili derinlik, zeminin kendi ağırlığından oluşan mevcut düşey gerilmenin $1/10$ 'unun, aynı derinlikteki gerilme artışı değerine eşit olduğu derinlik olarak belirlenmektedir [8].



Şekil 2.22 Zeminde mevcut ve ilave düşey gerilmeler

3 YÖNTEM VE METODLAR

Bilindiği üzere bilim, doğada karşılaştığımız her olayı fizik kurallarıyla ve matematik diliyle bize anlatmaya çalışmaktadır. Her problemin kendine ait bir çözüm yöntemi ve fiziksel denklemi bulunmaktadır. Bu olaylar daha detaylı incelenerek matematiksel modeli oluşturulmak istendiğinde işler biraz daha karmaşıklaşmaktadır. Bu yüzden büyük sistemlerin çözümleri hem zor hem de zaman alıcı olmaktadır. Bilim insanları, bu tarz problemleri çözebilmek için, “Sonlu Elemanlar Metodunu” kullanmaktadır. Böylece problemin küçük bir parçasından yola çıkarak, bütününe çözümüne ulaşmayı amaçlamaktadır[9].

Günümüzde birçok sonlu elemanlar metodunu kullanan program bulunmaktadır. Plaxis 2D bunlardan bir tanesidir. Plaxis 2D, doymuş ve kısmen doymuş koşullar için sabit haldeki yeraltı suyu akışını göz önünde bulundurarak, geoteknik mühendisliği dahilindeki birden fazla inşaat aşamasının deformasyon ve stabilite analizi için yaygın olarak kullanılan bir sonlu eleman programıdır[10]. Plaxis 2D programı hakkında daha detaylı bilgiler ilerleyen bölümlerde verilmiştir.

3.1 Plaxis Programının Genel Özellikleri

Plaxis programı geoteknik mühendislik projelerinde kullanılan bir sonlu eleman programıdır. Sonlu eleman yöntemi yaklaşık bir yöntemdir ve yeterli elemanlar ile gerçeğe yakın sonuçlar elde edilebilmektedir. Programın başlangıcında her proje için bir model oluşturmak gerekmektedir. Bir modelin geometrisi üç ana bileşen kullanılmaktadır. Bu bileşenler yardımıyla zeminin katmanları, panel, temel, perde duvar, ankraj vb. geometride bulunması gerekenler tanımlanmaktadır. Hangi bileşenin neyi oluşturmak için kullanıldığı aşağıda kısaca açıklanmaktadır[10]. Plaxis programı girdi, hesaplama, çıktı ve grafikler olarak dört ana bölümden oluşmaktadır.

3.1.1 Noktalar

Bu komut çizgilerin başlangıç ve son kısımlarını belirlemek için kullanılmaktadır. Ayrıca ankrajlar için ve noktasal yükleri tanımlamak için de kullanılmaktadır.

3.1.2 Çizgiler

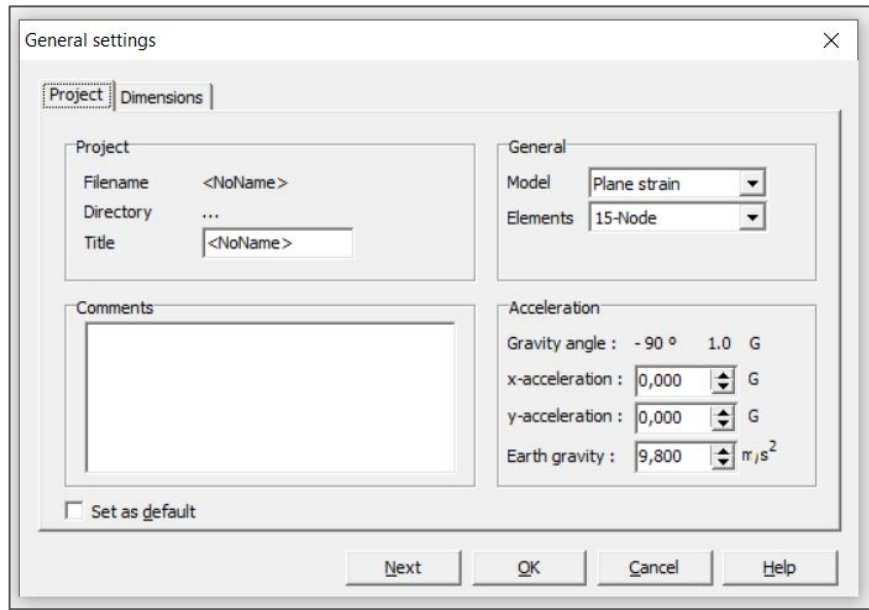
Bu komut oluşturacağımız geometrinin sınırlarını belirlemek için, palplanş duvarları tanımlamak için, zeminde tabaka oluşturabilmek için ve daha birçok özelliğe kullanılabilir.

3.1.3 Hücreseler

Çizgilerle kapatılmış alanlara hücre denilmektedir. Program, bu çizgilerle oluşturulmuş hücreleri otomatik olarak algılamaktadır. Oluşturulan hücre içerisindeki zeminin homojen olduğu varsayılmaktadır.

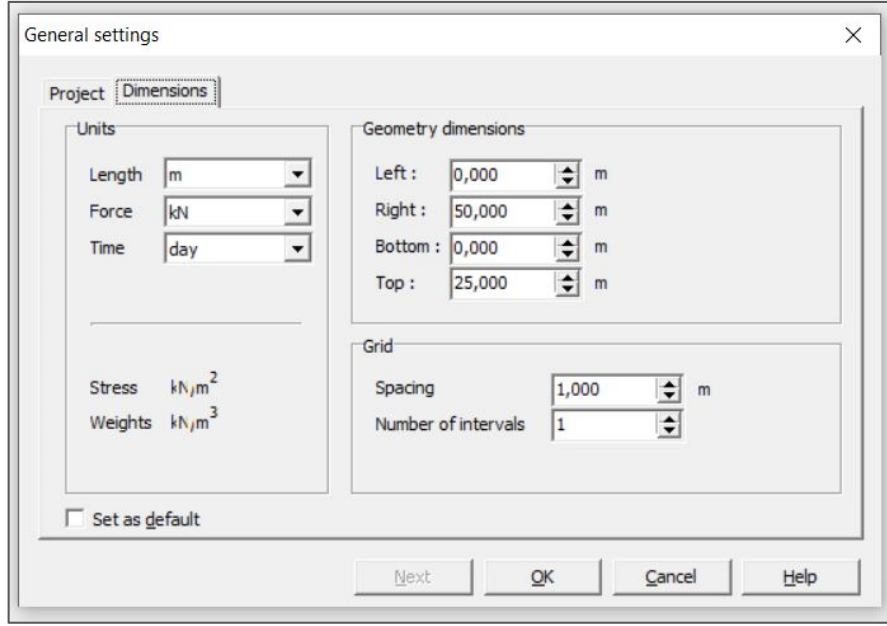
3.2 Programın Kullanımı

Projeye başlayacağımız zaman öncelikle “General Settings” penceresi açılır. Bu pencerede proje ile ilgili genel bilgiler girilir. Bu bölümün ilk sekmesi Şekil 3.1’de verilmiştir. Buradaki istenilen bilgiler doldurulduktan sonra diğer sekmeye geçilir.



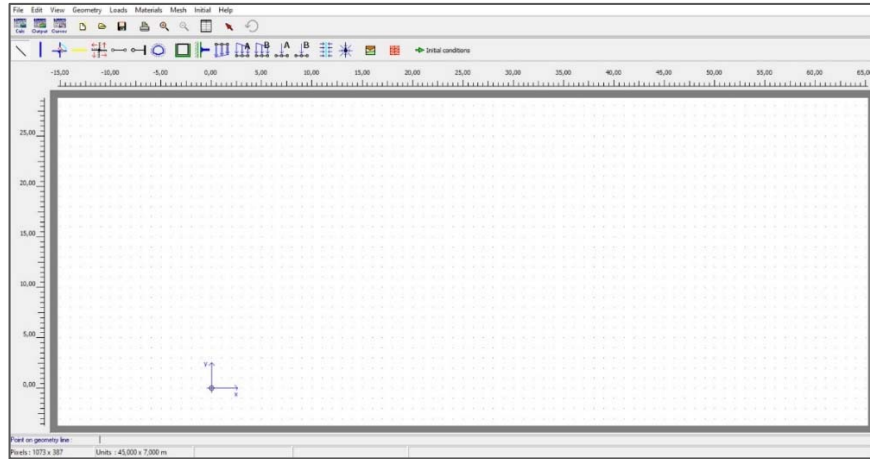
Şekil 3.1 Plaxis genel ayarlar, proje sekmesi

İkinci sekmede ise birimler seçilir, çizim alanının ölçüleri verilir ve ızgara sıklıkları belirtilir (Şekil 3.2). Bu sekmeler doldurulduktan sonra ana pencereye geçiş yapılır.



Şekil 3.2 Genel ayarlar, boyutlar sekmesi

Ana pencerede; ana menü, genel ve geometri araç çubukları, cetvel, çizim alanı, orijin noktası, klavye ile girdi bölümü ve koordinatları içeren bölüm bulunmaktadır. Ana menü "file, edit, view, geometry, loads, materials, mesh, initial ve help" menülerini ve bunların alt birimlerini içermektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 Ana pencere

Modelimizi oluşturmak için geometri araç çubuğundaki butonlar kullanılmaktadır. Butonlar Şekil 3.4'de görülmektedir ve özellikleri aşağıda kısaca belirtilmektedir;



Şekil 3.4 Geometri araç çubuğu

3.2.1 Kirişler

Temelin, perdelerin, kazıkların vb. elemanları modelleyebilmek için kullanılmaktadır. Bu elemanları modelleyebilmek için eğilme rijitliğine (EI), eşdeğer eksenel rijitliğine (EA), ağırlığına (w) ve poisson oranına (ν) ihtiyaç duyulmaktadır.

3.2.2 Kiriş Mafsalları

Mafsallar, tanımlanan kirişlerin son noktalarında dönmenin serbest olacağı birleşimler oluşturmak için kullanılmaktadır. Standart kiriş birleşimleri rijittir.

3.2.3 Geosentetikler

Genellikle donatı içeren dongularda ya da dayanma yapılarında kullanılmaktadır. Bunlar için sadece normal rijitlik (EA) özelliği kullanılır. Ayrıca bunlar ankrajlarda ve ankrajların harçlı kısmının modellenmesinde kullanılmaktadır.

3.2.4 Ara Yüzeyler (Interface)

Yapı-zemin etkileşimi için kullanılmaktadır. Bu durum, yapı için oluşturduğumuz elemanlarla zemin arasında tam bir etkileşim sağlamaktadır.

3.2.5 Ankrajlar

Programda ankrajları tanımlayabilmek için iki tip bulunmaktadır. Bunları tanımlayabilmek amacıyla elasto-plastik yay elemanları kullanılmaktadır.

3.2.6 Standart Sınır Koşulları

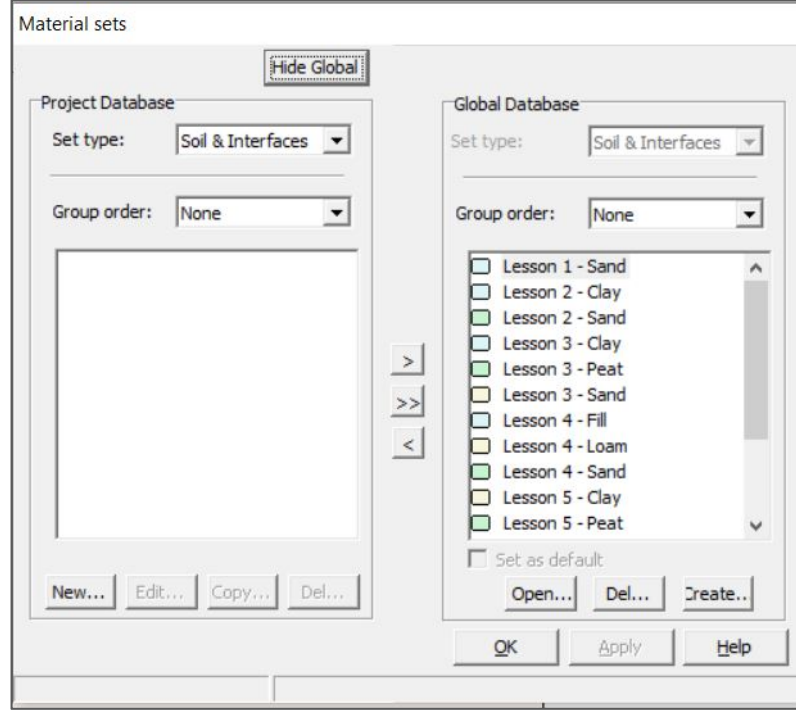
Bu sistemin standart değişmezliklerini tanımlamak için kullanılmaktadır. Geometrinin tabanında sabit mesnet ve düşey kenarlarında ise hareketli mesnet ($u_x=0$, u_y =serbest) koşulları oluşturmaktadır.

3.2.7 Kuvvetler

Burada hem noktasal hem de hareketli yük seçeneği bulunmaktadır. Bu iki yük seçeneği hem düşey hem de yatay olarak tanımlanabilmektedir. Yayılı yükler kN/m^2 , noktasal yükler ise kN/m olarak girilmesi gerekmektedir.

3.2.8 Malzemelerin Tanımlanması

Bu bölüm için Şekil 3.5'deki menüden yararlanılmaktadır. Bu menüde zemin ve ara yüzler, kirişler, geosentetikler ve ankrajlar tanımlanmaktadır. Bu malzemeler programın hafızasında bulunan elemanlardan seçebilir ya da yeni elemanlar oluşturulabilir.



Şekil 3.5 Malzemenin tanımlanması

Bunun için öncelikle Şekil 3.6'daki genel (general) sekmesindeki bilgiler doldurulmalıdır.

Şekil 3.6 Zemin özelliklerinin seçimi

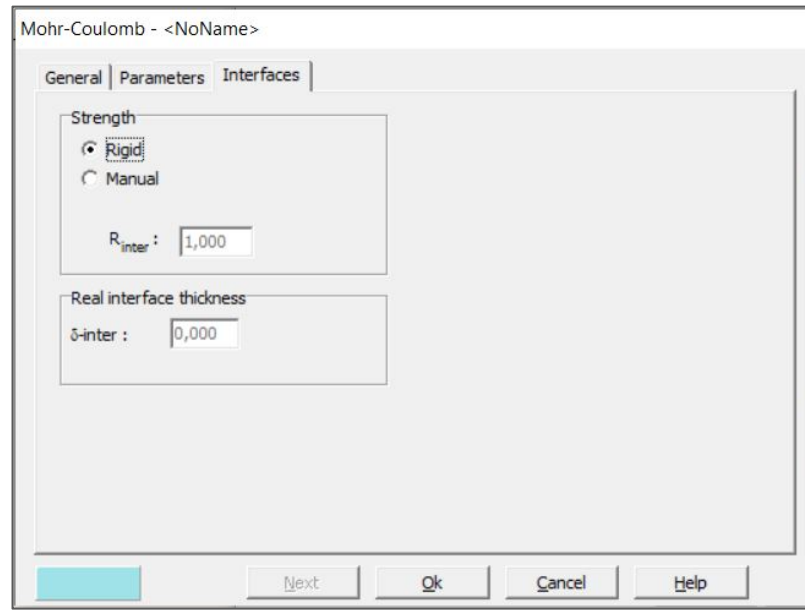
Burada zeminin modeli, zemin tipi, zeminin doğal - kuru birim hacim ağırlığı ve permeabilite katsayıları belirlenmektedir. Zemin modelleri bir sonraki bölümde detaylı bir şekilde anlatılmaktadır. Daha sonra Şekil 3.7'deki parametreler (parameters) sekmesindeki bilgiler doldurulur.

Şekil 3.7 Mohr - Coulomb verileri

Bir sonraki ise Şekil 3.8'deki ara yüzey (interfaces) sekmesidir. Burada ara yüzey dayanım değeri bulunmaktadır (R_{inter}). Bu değer 0 ile 1 arasında değişmektedir. Eğer ara yüzey kayma mukavemetini geliştirmiyorsa yani pürüzsüz kabul ediliyorsa

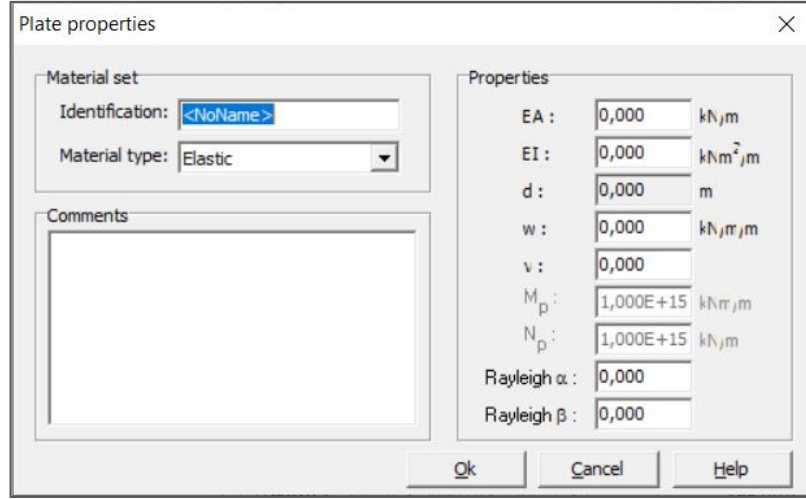
$R_{inter}=0$, çevresindeki zeminin dayanımını etkilemiyorsa ara yüzey dayanımı rijit kabul ediliyorsa $R_{inter}=1$ olarak alınmaktadır. Ancak gerçek zemin – yapı etkileşimi zeminden daha zayıf ve daha esnektir. Bu yüzden R_{inter} değeri manuel seçeneği kullanılarak da girilebilmektedir.

R_{inter} değerine, laboratuvarında doğrudan kesme testi kullanılarak ya da zeminin türüne göre karar verilebilir. Genellikle; yumuşak kıvamlı kil için 1'e yakınken, sert killer için yaklaşık 0.3'tür. Kum için etkileştiği malzemeye bağlı olduğu kabul edilir, kum beton ile etkileşime girerse 0.67 olarak alınmaktadır.



Şekil 3.8 Ara yüzey verileri

Zemin özellikleri tamamlandıktan sonra tanımladığımız kirişin özelliklerinin girilmesi gerekmektedir. Bunun için de Şekil 3.9’da bulunan sekmedeki bilgiler doldurulur. Burada öncelikle malzeme tipi seçilmelidir. Bunun için de programda “plastik” ve “elastoplastik” olarak iki seçenek bulunmaktadır. Seçilen kirişimiz elastik ise, aksenal rijitlik, eğilme rijitliği, ağırlık ve poisson oranı bilgilerinin girilmesi gerekmektedir. Diğer parametreler otomatik olarak hesaplanmaktadır. Ancak kirişimiz elasto-plastik olarak seçilirse maksimum eğilme momenti (M_p) değeri manuel olarak girilmelidir ve plastisite (N_p) de hesaplanmalıdır.



Şekil 3.9 Kirişlerin özellikleri

Bunlar da tamamlandıktan sonra ağ oluşturma ve yeraltı su seviyesi tanımlama kısımlarıyla devam edilir.

3.2.9 Ağ Oluşturma (Generate Mesh) Komutunun Kullanımı

Plaxis paket programı sonlu elemanlar metodu ile çözüm yapmaktadır. Bu çözümün gerçekleştirilebilmesi için sistemin küçük elemanlara bölünerek, bunlarla zincirleme çözüme gidilmesi gerekmektedir. “Generate Mesh” kısayol tuşu sistemin küçük parçalara ayrılmasını sağlamaktadır. Sistemin uygun şekilde “Mesh” edilmesi yapılan analizin doğruluğunu çok büyük oranda etkilemektedir. Özellikle sistemde önem arz eden noktaların daha küçük parçalara bölünmesi gerekmektedir. Bu noktalar yükün etki ettiği yüzey, temel alt kısmı, şev eğim yüzeyi, Geosentetik malzeme çevresi gibi kısımlardır. Bu kısımlar daha küçük parçalara ayrılmazsa sistem beklenenin çok altında bir yükte göçebilir. Buralarda uygulanacak “mesh” sıklığını belirlemek için ise yapılan deneysel çalışmalardan faydalanılabilir. Plaxiste verilen sıklık oranları aşağıdaki gibidir;

- Coarse: Normal Sıklık,
- Medium: Orta Sıklık,
- Fine: Sık
- Very Fine: Çok sık.

3.3 Plaxis Zemin Modelleri

Bilindiği üzere, geoteknik mühendisliğinde karşılaşılan çeşitli mühendislik problemlerinin çözümü için kullanılacak farklı malzeme modelleri bulunmaktadır. Plaxiste bu malzeme modellerinden 6 tanesine yer verilmektedir. Tezin ilerleyen kısımlarında bu modellerin özelliklerinden bahsedilmektedir. Bu konuyla ilgili yapılan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir;

Castaldo vd. [11], kazı öncesi ve sonrası derin kazıların etrafındaki betonarme yapıların sismik özelliklerini incelemiştir. Analiz için zemin-yapı etkileşimini dikkate alan sonlu eleman tabanlı bir program kullanılmıştır. Zeminin sismik etkilere karşı davranışı HS ve MC modelleri kullanılarak belirlenmiştir. Yapılan analiz sonucunda betonarme yapının kazı öncesi ve sonrası sismik davranışı arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir.

Hsiung vd. [12], Kaohsiung, Tayvan'da kalın kum tabakasından oluşan bir alanda inşa edilen kazı destek sistemlerini çeşitli bilgisayar modelleriyle inceledi. PLAXIS programında HS, HS(SS) ve MC modelleri ile yapılan analizin sonuçları saha sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Zhang ve diğ. [13], araştırmalarında yumuşak zeminlerin bulunduğu bir bölgede destek sisteminin deplasmanlarını zemin modelleri bazında tartışmışlardır. Bunun için zeminlerde küçük birim şekil değiştirme durumunu dikkate alan HS_ss model ile modelleme yapılmıştır. Çalışmada kazı geometrisi, zemin mukavemeti, rijitlik özellikleri ve duvar rijitliği gibi parametrelerin duvarın eğilme davranışı üzerinde etkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Mu ve diğ. [14], derin kazıların çevre yapılara olan etkileri hakkındaki çalışma kapsamında Chicago kili üzerinde elde ettikleri deney verilerini PLAXIS'de HS_ss modeli kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmada zemin ile etkileşim durumunda bulunan istinat duvarının deplasman değerlerinin tahmini için ampirik yöntemler geliştirilmiş, elde edilen sonuçlar literatür ile karşılaştırılıp doğruluğu teyit edilmiştir.

3.3.1 Doğrusal Elastik Model (Lineer Elastic Model (LE))

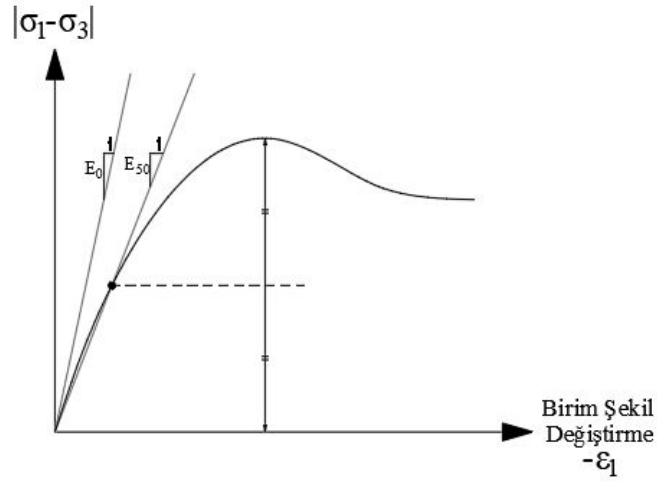
Doğrusal elastik model; isotropik, elastik Hooke kanunlarının temeli oluşturduğu en genel malzeme modelidir[15]. Bu model iki adet rijitlik parametresi ile belirtilmektedir. Bu parametreler elastisite modülü (E) ve poisson oranı (ν)'dır. Bu

model bilhassa zemin ve kaya içerisinde bulunan beton yapıların analizinde kullanılmaktadır. Zeminler gerçekte nonlinear davranış gösterdikleri için lineer elastik model çözümlerde yetersiz kalmaktadır. Bu modelde gerilme durumu kısıtlanmadığı için malzemede sonsuz rijitlik durumu oluşmaktadır ve model gerçeğin dışında davranış göstermektedir.

3.3.2 Mohr – Coulomb Modeli (Mohr - Coulomb Model (MC))

Zeminin elasto plastik davranış sergilediğini gösteren ilk zemin modelidir. Mohr – Coulomb modeli, zeminin gerilme – şekil değiştirme eğrisini iki bölgede incelemektedir. Bu grafiğin birinci bölgesinde zeminin elastik olduğu varsayılmaktadır. İkinci bölgesinde ise zemin mükemmel plastik olduğu kabul edilmektedir. Bu modelde gerilmeler zeminin göçme kriteri anındaki değerlerine eşit kabul edilir. Bu yüzden bu model sistemlerin ön analizlerinde kullanılmaktadır. Bu modelde zemin katmanlarının rijitliklerinin derinlikle farklılaşmadığı varsayılmaktadır. Bu yüzden değerleri doğru sonuç vermemektedir. Ancak bu model genelde hızlı analiz için kullanılmaktadır. Mohr – Coulomb modeli, hacimsel azalma gösteren gevşek kumların davranışını ve aşırı konsolide kil davranışını iyi modelleyememektedir. Ayrıca yükleme – boşaltma durumlarını ayırt edemediği için kazı problemlerinde çok fazla kullanılmamaktadır. Mohr – Coulomb modeli genellikle istinat duvarlarının, toprak dolgu barajların, şevlerin güvenlik analizinde ve yüzeysel temel projelerinin taşıma gücü hesaplarında kullanılmaktadır. Bu modelde kullanılan parametreler; elastisite modülü (E), poisson oranı (ν), içsel sürtünme açısı (ϕ), kohezyon (c) ve dilatasyon açısı'dır (ψ).

Mohr – Coulomb zemin modelinde rijitliğin belirlenmesi için üç farklı rijitlik parametresi kullanılmaktadır. Bu parametreler Şekil 3.10'da verilmiştir [16].

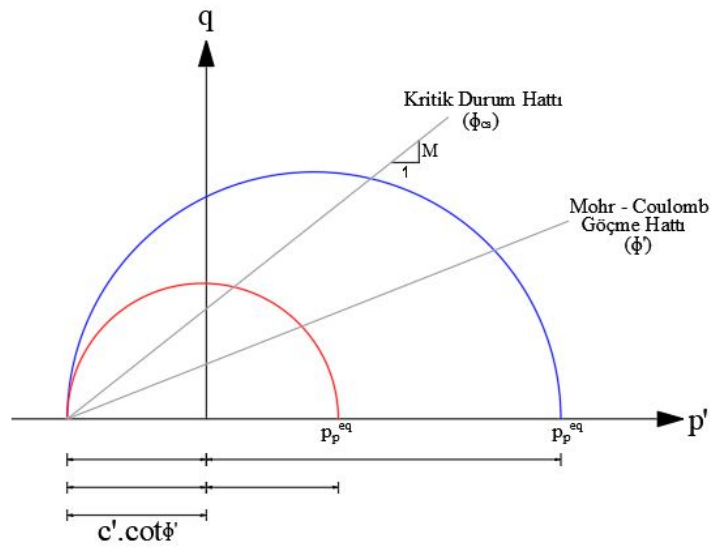


Şekil 3.10 Üç eksenli deney sonucu elde edilen E_0 ve E_{50} rijitlik modülleri

Şekil 3.10'daki grafik üç eksenli basınç deneyleri ile elde edilmektedir. Burada E_0 eğrinin tanjant modülünü (başlangıç eğimini), E_{50} ise sekant modülünü ifade etmektedir. E_{50} sekant modülü genellikle lineer elastik aralığı geniş olan zemin yükleme durumu için kullanılmaktadır. Yeraltı kazıları ve tünel gibi zeminin boşaltılması durumunda E_{ur} modülü kullanılmaktadır. E_{ur} boşaltma – tekrar yükleme modülü olarak ifade edilmektedir.

3.3.3 Yumuşak Zemin Modeli (Soft Soil Model (SS))

Yumuşak zemin modeli, Brinkgreve ve Vermeer tarafından geliştirilmiş olup [17], akma yüzeyi üzerinde Mohr – Coulomb kriterini esas almaktadır (Şekil 3.11).

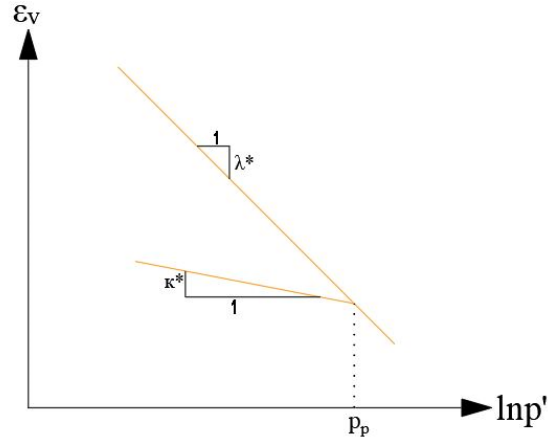


Şekil 3.11 SSM'nin akma yüzeyi

Bu model yüksek sıkışabilirliğe sahip yumuşak zeminlerde ve birincil sıkışma durumu altındaki normal konsolide zeminlerde kullanılmaktadır. Bu modelde gerilmeye bağlı rijitlik değişimi, birincil yükleme boşaltma tekrar yükleme arası fark ve ön konsolidasyon basıncı dikkate alınmaktadır. Zemin göçme anında ise Mohr – Coulomb hipotezini dikkate almaktadır.

$$f = q^2 - M^2 (p'_m - p') (p + \cot \phi') = 0 \quad (3.1)$$

Burada; p'_m parametresi zemin basıncını ve M parametresi ise kritik durum hattını ifade etmektedir. Kritik durum hattı zeminde maksimum göçme gerilmesi sonrası durumu modellemektedir.



Şekil 3.12 İzotropik gerilme koşullarında ortalama efektif gerilme ile hacimsel deformasyon arasındaki ilişki

Burada; ε_v hacimsel deformasyonu, λ^* ise modifiye sıkışma indisini ifade etmektedir. Şekil 3.12’de de belirtildiği gibi p' ile hacimsel deformasyon ε_v arasında logaritmik bir ilişki bulunmaktadır.

İzotropik sıkışma için akma yüzeyi aşağıdaki gibidir;

$$\varepsilon_v = \varepsilon_{v0} \cdot \lambda^* \cdot \ln \left(\frac{p'}{p_0} \right) \quad (3.2)$$

İzotropik boşaltma ve yeniden yükleme durumunda elastik hacimsel deformasyonlar aşağıdaki denklemle ifade edilmektedir;

$$\varepsilon_v^e - \varepsilon_{v0}^e = \kappa^* \cdot \ln\left(\frac{p'}{p_0}\right) \quad (3.3)$$

Burada; κ^* modifiye şişme indisini ifade etmektedir. Bu ifade zeminin boşaltılması ve yeniden yüklenmesi davranışını anlatır. Burada zeminin elastik olduğu varsayılmaktadır. Gerilmeye bağlı tanjant modülü;

$$E_{ur} = 3(1 - 2\nu_{ur}) \frac{p'}{\kappa^*} \quad (3.4)$$

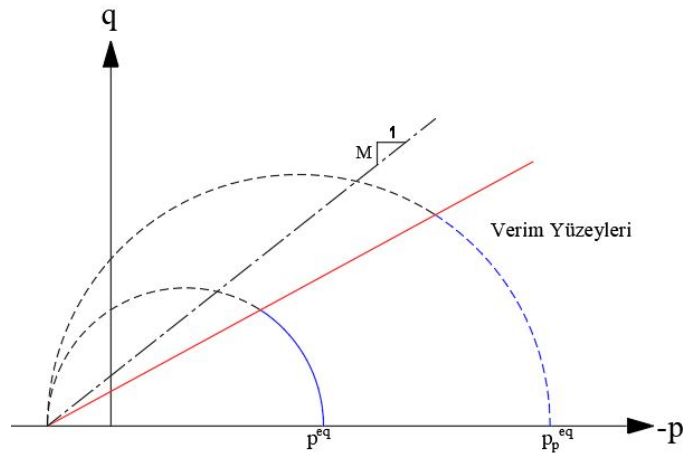
Burada; ν_{ur} parametresi yükleme ve boşaltma için poisson oranını ifade etmektedir.

3.3.4 Yumuşak Zemin Sünme Modeli (Soft Soil Creep Model (SSC))

Zemin mekaniğinde; killi siltler, turba zeminler ve normal konsolide killer yumuşak zemin varsayılmaktadır. Bu tür zeminler farklı özellikler gösterirler. Bu modelde sünme davranışı göz önünde bulundurulduğunda, elastik deformasyonun anlık ve plastik deformasyonun sadece viskoz olduğu ve zamanla gelişeceği varsayılmaktadır. Viskoplastik deformasyon sürekli gelişme aşamasındadır. Denklem 3.5’de sunulan faktör sayısına bağlı değişiklik göstermektedir [16].

$$\dot{\varepsilon}_{ij} = \dot{\varepsilon}_{ij}^e + \dot{\varepsilon}_{ij}^c \quad (3.5)$$

Denklem 3.5’de bulunan üst simgelerden; “e” elastik, “c” ise sünme anlamına gelmektedir.

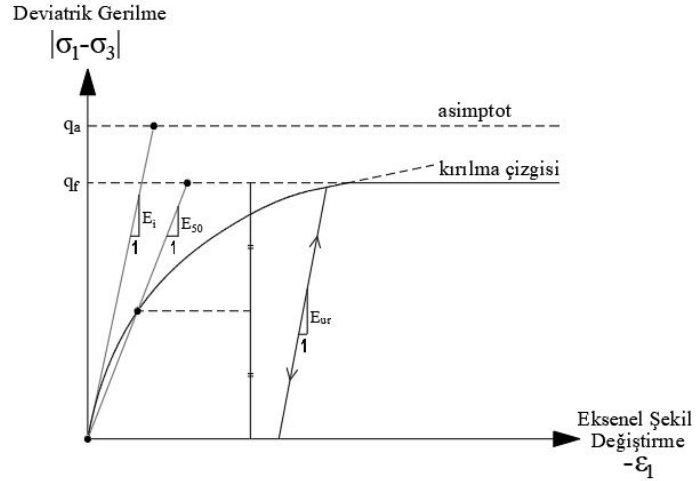


Şekil 3.13 Yumuşak zemin sünme modelinin verim yüzeyleri; Mohr-Coulomb verim yüzeyi (kırmızı), viskoplastik deformasyon hesabı için elips şeklinde tepeler (mavi)

3.3.5 Pekleşen Zemin Modeli (Hardening Soil Model (HS))

Pekleşen zemin modeli, zemine ait gerilme – şekil değiştirme ilişkisini yaklaşık hiperbolik şekilde ifade etmektedir. Duncan ve Chang [18], tarafından geliştirilen bu model farklı tipteki yumuşak ve sert zeminler için uygundur. Ancak yumuşak zeminlerde büzülme ve gerilme gevşemesi gibi viskoz etkiler ile normal konsolide killerdeki zamana bağlı sıkışma davranışını dikkate alamadığından kullanılmamaktadır. Çakıllar, kumlar, siltler ve kil türü zeminler için, bu model doğruya yakın sonuçlar verebilecektir.

Bu modelde üç farklı rijitlik parametresinin kullanılması, yükleme – boşaltma ve elastik – plastik ayrımının göz önünde bulundurulması zeminin gerilme – şekil değiştirme davranışının gerçeğe yakın olmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.14 Hiperbolik gerilme-şekil değiştirme ilişkisi [11]

Şekil 3.14’de de belirtildiği gibi bu modelde üç farklı parametre bulunmaktadır. Bunlar;

- Birincil deviyatrik yük nedeniyle plastik şekil değiştirme girdisi parametresi

$$E_{50}^{ref};$$

$$E_{50} = E_{50}^{ref} \left(\frac{c \cdot \cos \phi - \sigma'_3 \cdot \sin \phi}{c \cdot \cos \phi + p^{ref} \cdot \sin \phi} \right)^m \quad (3.6)$$

- Birincil basınç nedeniyle plastik şekil değiştirme girdisi parametresi E_{oed}^{ref} ;

$$E_{oed} = E_{oed}^{ref} \left(\frac{c \cdot \cos \phi - \frac{\sigma_3'}{K_0^{nc}} \cdot \sin \phi}{c \cdot \cos \phi + p^{ref} \cdot \sin \phi} \right)^m \quad (3.7)$$

- Elastik yükleme/boşaltma parametresi E_{ur}^{ref} ;

$$E_{ur} = E_{ur}^{ref} \left(\frac{c \cdot \cos \phi - \sigma_3' \cdot \sin \phi}{c \cdot \cos \phi + p^{ref} \cdot \sin \phi} \right)^m \quad (3.8)$$

Burada; gerilmeye bağlı rijitlik değeri için girilen üs değeri; kum ve siltler için 0.5 ~ 1, yumuşak zeminler için ise 1 kabul edilmektedir.

Denklemlerde kullanılan p^{ref} referans gerilmeyi ifade etmektedir ($p^{ref} = 100kPa$), K_0^{nc} normal konsolidasyon katsayısını ifade etmektedir ve Denklem 3.9'daki gibi hesaplanmaktadır [19].

$$(K_0^{nc} = 1 - \sin \phi) \quad (3.9)$$

3.3.6 Eklemlili – Kaya Modeli (Jointed – Rock Model (JR))

Plastik kaymanın yalnızca sınırlı sayıda kayma doğrultularında olduğu anizotropik elasto-plastik modeldir. Bu model genellikle tabakalı ve birleşik kayaları modellerken kullanılmaktadır. Modelde kullanılan parametreler; elastisite modülü (E), poisson oranı (ν), kohezyon (c), içsel sürtünme açısı (ϕ) ve dilatasyon açısıdır (ψ) [10].

Özetle; Plaxis 2D'de kullanılan zemin modellerinde, hangi zeminde hangi malzeme modelinin kullanımının uygun olabileceği Tablo 3.1'de verilmiştir. Bu tablolarda yer alan X, Y ve Z sembolleri ise şunları ifade etmektedir:

X: Bu uygulama için PLAXIS'teki en iyi standart model

Y: Bu uygulama için yeterli kabul edilebilecek model

Z: Bu uygulama için kabaca ve hızlıca hesaplanmış sonuçların görülebileceği model

Tablo 3.1 Farklı zemin türleri için malzeme model önerileri [10]

Model	Betonarme	Kaya	Çakıl	Kum	Silt	Aşırı Konsolide Kil	Normal Konsolide Kil	Organik
LE	Z	Z						
MC	Y	Y	Z	Z	Z	Z	Z	Z
HSM			Y	Y	Y	Y	Y	
SSM							X	X
SSCM							X	X
JR		X						

Tablo 3.1’de de görüldüğü üzere Mohr-Coulomb modeli her zemin türünde kullanılabilir. Fakat kabaca hesap yaptığı için gerçeğe yakın olmadığı düşünülmektedir. Yumuşak zemin modelinin normal konsolide kil ve organik zemin türü için en iyi standart modeli olduğu belirtilmiştir. Pekleşen zemin modeli tanımlarında her zemin türüne uygun olduğu söylene de betonarme, kaya ve organik zeminlerde kullanılmadığı ve diğer zemin türleri için de sadece yeterli kabul edilebilecek düzeyde olduğu görülmektedir.

3.4 Taşıma Gücü Hesap Yöntemleri

Temel taşıma gücü, temelin göçmeden taşıyabileceği maksimum taban basıncı olarak bilinmektedir. Temellerin taşıma gücü, zeminin birim hacim ağırlığına, kayma mukavemeti ve deformasyon özelliklerine, zeminin arazideki gerilme durumuna, hidrolik şartlara, temelin derinlik, büyüklük, taban şekli ve pürüzlülüğü gibi geometrik özelliklerine, temele uygulanan yük değerlerine ve inşaat metodlarına göre değişim göstermektedir[20].

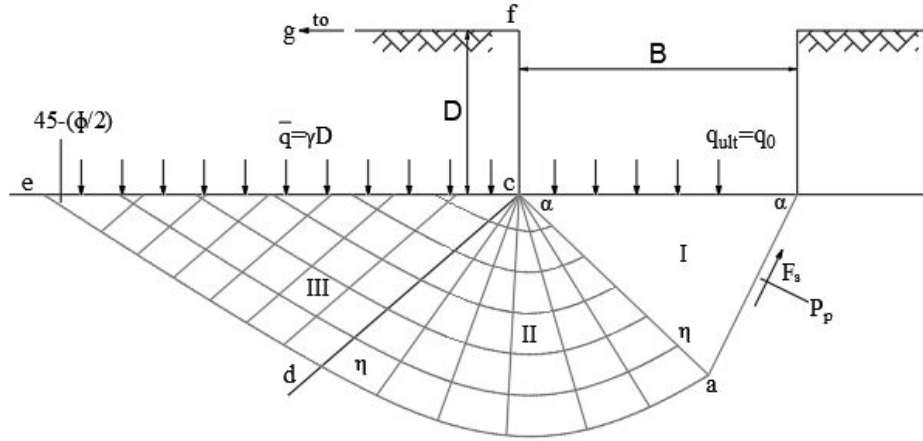
Temellerin taşıma gücü ile ilgili ilk çalışmalar Rankine [21] tarafından yapılmıştır. Rankine, temelin köşesinden geçen düşey bir düzlemde oluşan yatay gerilmelerin temel derinliği boyunca meydana gelecek pasif gerilmelere eşit olacağı varsayımını kullanarak bir taşıma gücü formülü geliştirmiştir. Ancak, bu formülde temel boyutlarının etkisinin değerlendirilmemesi ve kohezyonlu zeminlerde yüzeye oturan

temeller için taşıma gücünün sıfır kabul edilmesi, ortaya koyulan sonuçların tüm zemin çeşitleri için kullanımını engellemektedir[22].

Devam eden süreçte araştırmacılar, klasik elastisite ve plastisite kuramlarını kullanarak çeşitli taşıma gücü denklemleri ortaya koymuşlardır. Önceki bölümde açıklanan genel kesme kırılması çözümüne ilişkin kuramlar, klasik plastisite kavramı kullanılarak geliştirilmiştir. Plastisite kuramı ile ilgili ilk çalışmalar Prandtl [23] tarafından yapılmıştır. Prandtl, yapışma ve iç sürtünme özellikleri taşıyan ve ağırlığı olmayan bir metal ile bunun yüzeyine dayanan uzun, dar bir metal parçasının ilişkisini incelemiştir. Taşıma gücü ile ilgilenen diğer araştırmacılar, bu bulguları temel problemlerine göre geliştirerek üst yapıyı taşıyan sert temelleri incelemiştir.

3.4.1 Terzaghi Taşıma Gücü Hesabı

Bu formül Terzaghi tarafından 1943 yılında geliştirilmiştir. Günümüzde çok fazla tercih edilmektedir. Terzaghi zeminin taşıma gücü limit değerine ulaştığı andaki davranışını üç bölgede incelemiştir [24].



Şekil 3.15 Terzaghi taşıma kapasitesi sınır durum gösterimi [25]

Şekil 3.15’de ifade edilen bölgeler;

- I.Bölge : Kama bölümü.
- II.Bölge : Işınsal kayma bölümü
- III.Bölge : Doğrusal kayma bölümü

Terzaghi, taşıma gücü hesabı için bazı kabuller yapmıştır. Bunlar [24];

1. Temel derinliğinin, temel genişliğinden küçük olması gerekmektedir. (Yüzeysel temel şartı $D \leq B$).
2. Temel ve zemin arasında kayma oluşmaması için temel tabanının pürüzlü olması gerekmektedir.
3. Zeminin, homojen yarı sonsuz ve uniform olduğu varsayılmıştır.
4. Taşıma gücünün limit değerlerine ulaştığı anda, zeminde genel kesme kırılması oluşmadığı kabul edilmiştir.
5. Zeminde konsolidasyon oturması oluşmadığı düşünülmüştür.
6. Temelin zemine göre çok daha rijit olduğu kabul edilmiştir.
7. Temele basınç şeklinde yüklerin etki ettiği ve eksantrisitenin olmadığı kabul edilmiştir.

Ayrıca farklı şekillerde temeller için geometrik katsayılar geliştirmiştir. Bu katsayılar Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Terzaghi temel geometri katsayıları

Temel Geometrisi	s_c	s_γ
Şerit temel	1.0	1.0
Kare temel	1.3	0.8
Dairesel temel	1.3	0.6

Terzaghi taşıma gücü formülü aşağıdaki gibidir;

$$q_n = c \cdot N_c \cdot s_c + \sigma_z \cdot N_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \quad (3.10)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi \quad (3.11)$$

$$N_q = \frac{a^2}{2 \cdot \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)} \quad (3.12)$$

$$a = e^{\left(0.75\pi - \frac{\phi}{2}\right) \tan \phi} \quad (3.13)$$

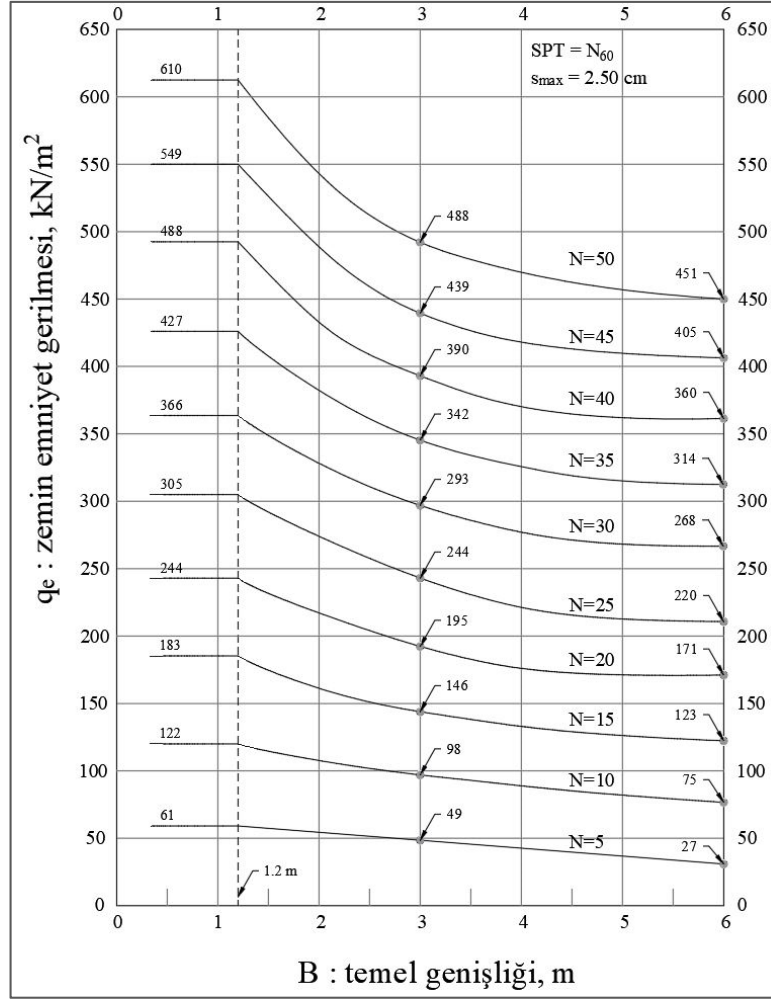
$$N_\gamma = \frac{\tan \phi}{2} \times \left(\frac{K_{p\gamma}}{\cos^2 \phi} - 1 \right) \quad (3.14)$$

Burada, ϕ sembolü zeminin içsel sürtünme açısını ifade etmektedir. $K_{p\gamma}$ sembolü ise grafik yöntemleri kullanılarak bulunan bir katsayıdır. Farklı içsel sürtünme açısı değerlerine göre hesaplanan N_c , N_q , N_γ ve $K_{p\gamma}$ katsayıları Tablo 3.3’de verilmiştir.

Tablo 3.3 Terzaghi N_c , N_q , N_γ ve $K_{p\gamma}$ katsayıları [26]

ϕ (derece)	N_c	N_q	N_γ	$K_{p\gamma}$
0	5.7	1.0	0.0	10.8
5	7.3	1.6	0.5	12.2
10	9.6	2.7	1.2	14.7
15	12.9	4.4	2.5	18.6
20	17.7	7.4	5.0	25.0
25	25.1	12.7	9.7	35.0
30	37.2	22.5	19.7	52.0
34	52.6	36.5	36.0	-
35	57.8	41.4	42.4	82.0
40	95.7	81.3	100.4	141.0
45	172.3	173.3	297.5	298.0
48	258.3	287.9	780.1	-
50	347.5	415.1	1153.2	800.0

Aynı zamanda Terzaghi ve Peck [27], yaptıkları çalışmalarda temellerde oluşacak oturmaların 25mm’yi geçmediği durumlarda SPT deneyi ile taşıma gücü bağıntıları geliştirmişlerdir. Bu bağıntılarla emniyetli taşıma gücü hesaplamalarında epey güvenli tarafta kalındığı söylenebilmektedir. Bu bağıntılarla oluşan değişim grafiği Şekil 3.16’da verilmiştir.



Şekil 3.16 Terzaghi ve Peck emniyetli taşıma gücü q_e 'nin B ve SPT-N ile değişimi [26]

3.4.2 Meyerhof Taşıma Gücü Hesabı

Meyerhof [28], temellerin şekil ve derinlik faktörlerini de dikkate alarak Terzaghi'den daha kapsamlı bir formül oluşturmuştur. Aynı zamanda, temelin düşey ve yatay yüklerin etkisinde bulunduğu haller için yük eğim faktörlerini içeren formülü de bulunmaktadır.

Meyerhof taşıma gücü formülleri; düşey eksenel yükleme durumu için Denklem (3.15), eğik yük uygulanan durumlar için ise denklem (3.16)'daki gibidir.

$$q_n = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c + \sigma_z \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \quad (3.15)$$

$$q_n = c \cdot N_c \cdot i_c \cdot d_c + \sigma_z \cdot N_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma \quad (3.16)$$

- Temel şekil faktörleri;

$$s_c = 1 + 0.2K_p \frac{B}{L} \quad \text{tüm } \phi \text{ 'ler için} \quad (3.17)$$

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1K_p \frac{B}{L} \quad \phi > 10^\circ \quad (3.18)$$

$$s_q = s_\gamma = 1 \quad \phi = 0 \quad (3.19)$$

- Temel derinlik faktörleri;

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{K_p} \frac{D}{B} \quad \text{tüm } \phi \text{ 'ler için} \quad (3.20)$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1\sqrt{K_p} \frac{D}{B} \quad \phi > 10^\circ \quad (3.21)$$

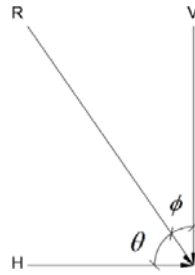
$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \phi = 0 \quad (3.22)$$

- Yük eğim faktörleri;

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{90^\circ}\right)^2 \quad \text{tüm } \phi \text{ 'ler için} \quad (3.23)$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^2 \quad \phi > 0 \quad (3.24)$$

$$i_\gamma = 0 \quad \theta > 0, \phi = 0 \quad (3.25)$$

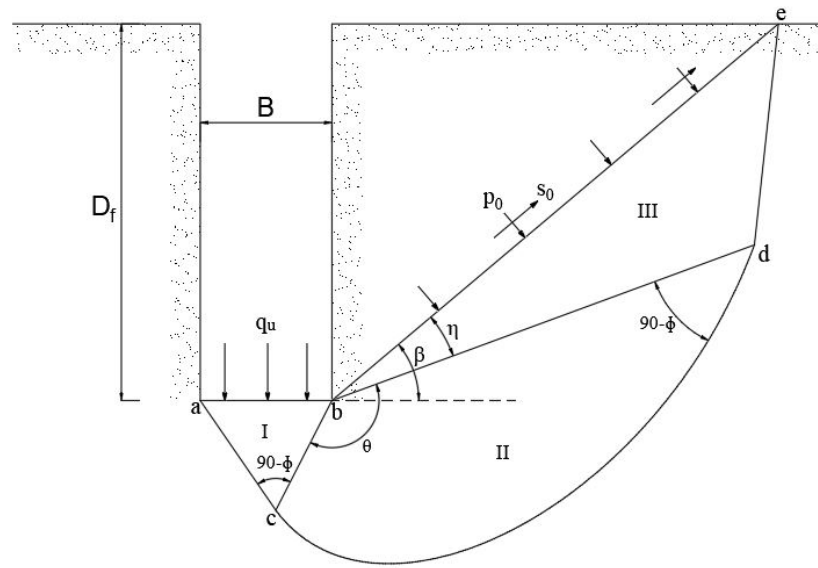


Şekil 3.17 Yük eğim faktörleri

Yukarıdaki formüllerde bulunan L temel in uzun kenar boyutunu, B temel in genişliğini, D temel taban derinliğini, θ ise bileşke yük R'nin düşeyle yaptığı açığı belirtmektedir. K_p ise pasif toprak basıncı katsayısıdır ve aşağıdaki formül ile ifade edilir;

$$K_p = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (3.26)$$

Meyerhof'un hesaplarında kullandığı zemin kırılma yüzeyine ait şematik gösterimi aşağıdaki gibidir;



Şekil 3.18 Meyerhof taşıma kapasitesi sınır durum şematik gösterimi [29]

Şekil 3.18'da ifade edilen bölgeler;

I.Bölge : Kama bölgesi

II.Bölge : Açısız kayma bölgesi

III.Bölge : Karışık kayma bölgesi

Çizginin oluşturduğu düzlem : Eşdeğer serbest yüzey

Ayrıca temel üzerinde oluşabilecek olan eksantrite etkisini dikkate almak için nihai taşıma gücü azaltma katsayısını (R_e) kullanmıştır. R_e aşağıdaki denklemler yardımıyla bulunmaktadır;

$$q'_n = q_n \cdot R_e \quad (3.27)$$

$$R_e = 1 - 2 \times e / B \quad (3.28)$$

$$R_e = 1 - \sqrt{e / B} \quad (3.29)$$

Burada e eksantrisiteyi, q'_n nihai taşıma gücünü, B ise temel genişliğini ifade etmektedir. Denklem (3.28) kohezyonlu zeminlerde, Denklem (3.29) ise kohezyonsuz zeminlerde kullanılmaktadır.

- Taşıma gücü faktörleri;

$$N_q = e^{(\pi \times \tan \phi)} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (3.30)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \phi \quad (3.31)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \cdot \tan(1.4 \times \phi) \quad (3.32)$$

Farklı içsel sürtünme açısı değerlerine göre hesaplanan N_c , N_q ve N_γ katsayıları Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4 Meyerhof N_c , N_q , N_γ taşıma gücü katsayıları [26]

ϕ (derece)	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.0	0.0
5	6.49	1.6	0.1
10	8.34	2.5	0.4
15	10.97	3.9	1.1
20	14.83	6.4	2.9
25	20.71	10.7	6.8
26	22.25	11.8	8.0
28	25.79	14.7	11.2
30	30.13	18.4	15.7
32	35.47	23.2	22.0
34	42.14	29.4	31.1
36	50.55	37.7	44.4
38	61.31	48.9	64.0
40	75.25	64.1	93.6
45	133.73	134.7	262.3
50	266.50	318.5	871.7

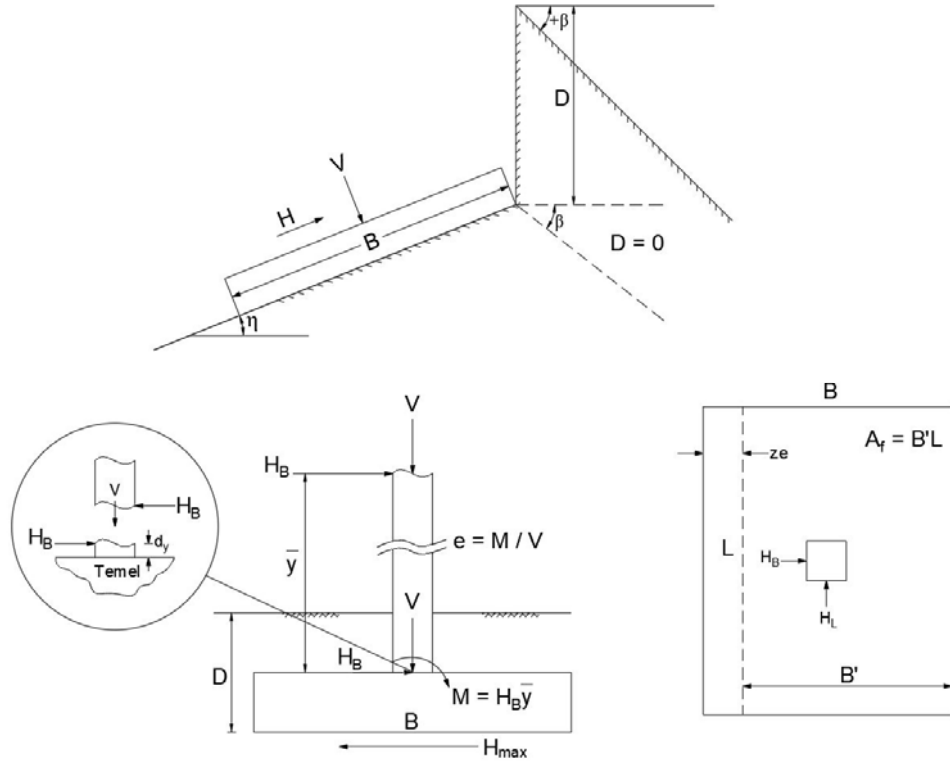
3.4.3 Hansen Taşıma Gücü Hesabı

Hansen [30], Meyerhof 'un formüllerine yük eğim açısı faktörleri, zemin eğim faktörleri ve temel sapma faktörlerini eklemiş ve formülü geliştirmiştir. Kohezyonsuz topraklar için Terzaghi teorisinin ölçülü taşıma kapasitesi değerleri verdiği, kohezyonlu zeminler için denklemlerden elde edilen değerlerin deneysel sonuçlardan daha fazla olduğu görülmüştür. Hansen'in kohezif topraklar için teorisiyle elde edilen taşıma kapasitesi değerleri, model temellerindeki deneysel sonuçlarla daha uyumludur. Hansen taşıma gücü formülü aşağıdaki gibidir;

$$q_n = c \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c \cdot g_c \cdot b_c + \sigma_z \cdot N_q \cdot s_q \cdot d_q \cdot i_q \cdot g_q \cdot b_q + 0.5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot d_\gamma \cdot i_\gamma \cdot g_\gamma \cdot b_\gamma \quad (3.33)$$

Bu formülde kullanılan N_c ve N_q değerleri Denklem (3.30) ve Denklem (3.31)' deki gibi hesaplanacaktır. N_γ değeri ise aşağıdaki denklemlerle hesaplanacaktır;

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \tan \phi \quad (3.34)$$



Şekil 3.19 Hansen taşıma kapasitesi hesabı şematik gösterimi [26]

- Yük eğim faktörleri;

$$i_c = 0.5 - \sqrt{1 - \frac{H_i}{A_f \cdot c_a}} \quad \phi = 0 \quad (3.35)$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} \quad (3.36)$$

$$i_q = \left[1 - \frac{0.5 H_i}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right]^5 \quad (3.37)$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{0.7 H_i}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right]^5 \quad (3.38)$$

$$i_\gamma = \left[1 - \frac{(0.7 - \eta^\circ / 450^\circ) H_i}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right]^5 \quad (3.39)$$

- Zemin eğim faktörleri;

$$g_c = \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad \phi = 0 \quad (3.40)$$

$$g_c = 1.0 - \frac{\beta^\circ}{147^\circ} \quad (3.41)$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - 0.5 \tan \beta)^\circ \quad (3.42)$$

- Temel sapma faktörleri;

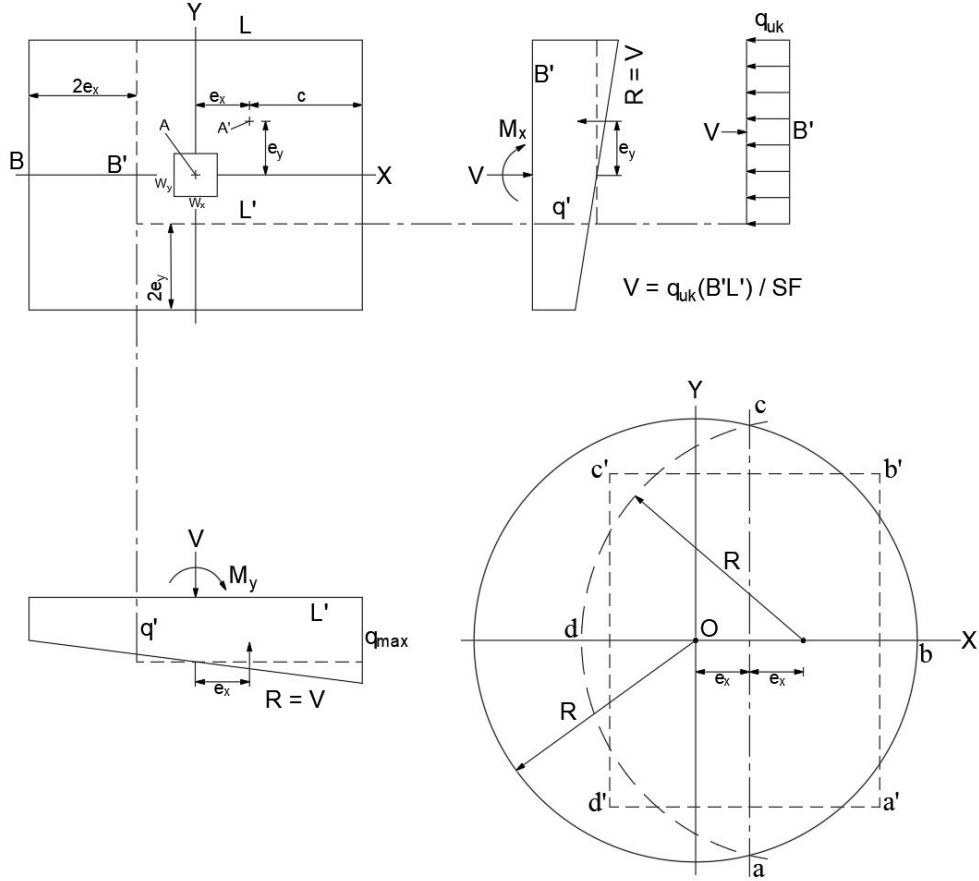
$$b_c = \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi = 0) \quad (3.43)$$

$$b_c = 1 - \frac{\eta^\circ}{147^\circ} \quad (\phi > 0) \quad (3.44)$$

$$b_q = e^{(-2\eta \tan \phi)} \quad (3.45)$$

$$b_\gamma = e^{(-2.7\eta \tan \phi)} \quad (3.46)$$

Burada; η tabanın yatayla yaptığı açı, β temel yüzüne bitişik zeminin yatayla yaptığı açı, H_i temele etkileyen yanal yük, V temele etkileyen düşey yük, A_f temel efektif alanı ve c_a taban adezyonu ($0,6c \leq c_a \leq 1,0c$) olarak ifade edilmektedir.



Şekil 3.20 Dikdörtgen ve dairesel temeller üzerindeki eksantrisite etkisinin şematik gösterimi [26]

Bu taşıma gücünde kullanılan temel efektif alanı (A_f), temel üzerinde oluşabilecek momentleri ve bunun sonucunda ortaya çıkacak eksantrisite etkilerini dikkate almaktadır. Şekil 3.20’de şematik gösterimi bulunmaktadır. Temel efektif boyutları aşağıdaki denklemlerle hesaplanır;

$$L' = L - 2e_x \quad (3.47)$$

$$B' = B - 2e_y \quad (3.48)$$

$$A' = B' \cdot L' \quad (3.49)$$

Buradaki e_x ve e_y , düşey düzlemdeki eksantrisiteyi ifade etmektedir. Bu değerler, M_x ve M_y ile ifade edilen düzlem üzerindeki momentler ve V ile ifade edilen temele etkiyen düşey kuvvetler kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$e_x = \frac{M_x}{V} \quad (3.50)$$

$$e_y = \frac{M_y}{V} \quad (3.51)$$

- Şekil faktörleri;

$$s_c = 0.2 \frac{B'}{L'} \quad (\phi = 0^\circ) \quad (3.52)$$

$$s_c = 1.0 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad (3.53)$$

$$s_c = 1 \quad \text{şerit temeller için} \quad (3.54)$$

$$s_q = 1.0 + \frac{B'}{L'} \sin \phi \quad \text{tüm } \phi \text{ değerleri için aynıdır} \quad (3.55)$$

$$s_\gamma = 1.0 - 0.4 \frac{B'}{L'} \geq 0.6 \quad (3.56)$$

- Derinlik faktörleri;

$$d_c = 0.4k \quad (\phi = 0^\circ) \quad (3.57)$$

$$d_c = 1.0 + 0.4k \quad (3.58)$$

$$k = D / B \quad D / B \leq 1 \quad (3.59)$$

$$k = \tan^{-1}(D / B) \quad D / B > 1 \quad (k = \text{radyan}) \quad (3.60)$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k \quad (3.61)$$

$$d_\gamma = 1.00 \quad \text{tüm } \phi \text{ değerleri için aynı} \quad (3.62)$$

Tablo 3.5 Hansen N_c , N_q , N_γ taşıma gücü katsayıları [26]

ϕ (derece)	N_c	N_q	$N_{\gamma(H)}$	$N_{\gamma(V)}$
0	5.14	1.0	0.0	0.0
5	6.49	1.6	0.1	0.4
10	8.34	2.5	0.4	1.2
15	10.97	3.9	1.2	2.6
20	14.83	6.4	2.9	5.4
25	20.71	10.7	6.8	10.9
26	22.25	11.8	7.9	12.5
28	25.79	14.7	10.9	16.7
30	30.13	18.4	15.1	22.4
32	35.47	23.2	20.8	30.2
34	42.14	29.4	28.7	41.0
36	50.55	37.7	40.0	56.2
38	61.31	48.9	56.1	77.9
40	75.25	64.1	79.4	109.3
45	133.73	134.7	200.5	271.3
50	266.50	318.5	567.4	761.3

3.4.4 Vesic Taşıma Gücü Hesabı

Vesic [31] taşıma gücü hesaplama yöntemi, Hansen tarafından geliştirilen taşıma gücü yöntemi ile benzer olsa da bazı parametreleri değişiklik göstermektedir. Hesaplama yönteminde değişiklik olan parametreler aşağıda sırasıyla verilmektedir;

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \tan \phi \quad (3.63)$$

- Yük eğim faktörleri;

$$i_c = 1 - \frac{mH_i}{A_f \cdot c_a \cdot N_c} \quad (\phi = 0) \quad (3.64)$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1} \quad (\phi > 0) \quad (3.65)$$

$$i_q = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right]^m \quad (3.66)$$

$$i_\gamma = \left[1.0 - \frac{H_i}{V + A_f \cdot c_a \cdot \cot \phi} \right]^{m+1} \quad (3.67)$$

$$m = m_B = \frac{2 + B/L}{1 + B/L} \quad (3.68)$$

$$m = m_L = \frac{2 + L/B}{1 + L/B} \quad (3.69)$$

- Zemin eğim faktörleri;

$$g_c = \frac{\beta}{5.14} \quad \beta = \text{radyan} \quad (\phi=0) \quad (3.70)$$

$$g_c = i_q - \frac{1 - i_q}{5.14 \tan \phi} \quad (\phi > 0) \quad (3.71)$$

$$g_q = g_\gamma = (1.0 - \tan \beta)^2 \quad (3.72)$$

- Temel sapma faktörleri;

$$b_c = g_c \quad (\phi=0) \quad (3.73)$$

$$b_c = 1 - \frac{2\beta}{5.14 \tan \phi} \quad (3.74)$$

$$b_q = b_\gamma = (1.0 - \eta \tan \phi)^2 \quad (3.75)$$

Vesic, Hansen taşıma gücü hesaplarından farklı olarak, hesaplarında eksantrisite etkisini dikkate almayı temel boyutlarını olduğu gibi kabul etmektedir.

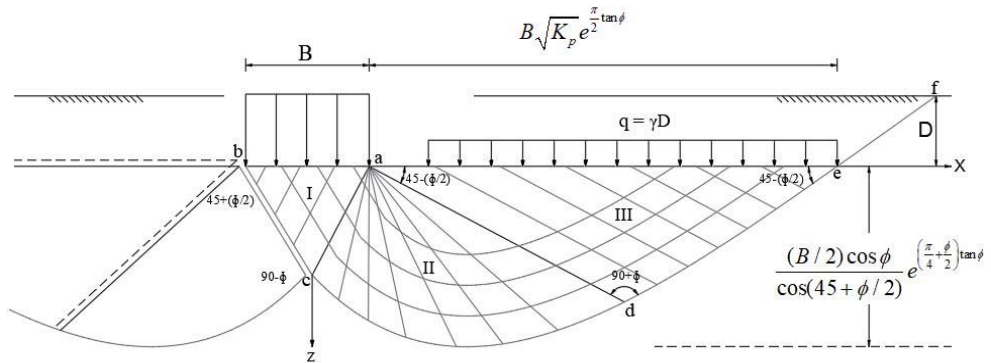
Farklı içsel sürtünme açısı değerlerine göre hesaplanan N_c , N_q , $N_{\gamma(H)}$ ve $N_{\gamma(V)}$ katsayıları Tablo 3.6'da verilmiştir.

Tablo 3.6 Vesic N_c , N_q , N_γ taşıma gücü katsayıları [26]

ϕ (derece)	N_c	N_q	$N_{\gamma(H)}$	$N_{\gamma(V)}$
0	5.14	1.0	0.0	0.0
5	6.49	1.6	0.1	0.4
10	8.34	2.5	0.4	1.2
15	10.97	3.9	1.2	2.6
20	14.83	6.4	2.9	5.4
25	20.71	10.7	6.8	10.9
26	22.25	11.8	7.9	12.5
28	25.79	14.7	10.9	16.7
30	30.13	18.4	15.1	22.4
32	35.47	23.2	20.8	30.2
34	42.14	29.4	28.7	41.0
36	50.55	37.7	40.0	56.2
38	61.31	48.9	56.1	77.9
40	75.25	64.1	79.4	109.3
45	133.73	134.7	200.5	271.3
50	266.50	318.5	567.4	761.3

3.4.5 Prandtl Plastik Denge Teorisi

Prandtl [32] tarafından bulunan plastik denge teorisi. Tüm modern taşıma kapasitesi teorileri Terzaghi'nin teorisine dayanırken, Terzaghi'nin teorisinin kendisi Prandtl'ın taşıma kapasitesi teorisine dayanmaktadır. Hesaplama yönteminde kullanılan parametreler Şekil 3.21'de belirtilmiştir.



Şekil 3.21 Prandtl plastik denge teorisi şematik gösterimi

Prandtl, pürüzsüz bir tabana sahip sürekli bir temelin, kohezyon ve sürtünme açısına sahip ağırlıksız bir toprağa dayandığında, kesme kuvvetini delerek başarısız olan

zemine battığını göstermektedir. Temel battığında, temelin altındaki kama şeklindeki I.bölge, II.bölge'yi yanal yönde itmekte, bu da III. bölge'yi yukarı yönde itmektir.

Bu yöntem için kullanılan denklem;

$$q_u = \left[c \cdot \cot \phi + \frac{\gamma B}{2} \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \right] \left[\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{\pi \tan \phi} - 1 \right] \quad (3.76)$$

Gerçek temeller kaba bir temele sahip olduğundan, Prandtl'ın teorisi doğru sonuçlar vermez.

3.4.6 Bowles Taşıma Gücü Hesabı

Bu yöntemle, SPT-N sayılarına göre temel taşıma gücü hesaplanmaktadır. Böylece çok güvenli tarafta kalındığı varsayılmaktadır.

Bu yöntem için kullanılan denklemler;

$$q_e = \frac{N}{F_1} \cdot K_d \quad B < F_4 \quad (3.77)$$

$$q_e = \frac{N}{F_2} \cdot \left(\frac{B + F_3}{B} \right)^2 K_d \quad B > F_4 \quad (3.78)$$

$$K_d = 1 + 0.33 * \frac{D}{B} \leq 1.33 \quad (3.79)$$

Tablo 3.7 Bowles taşıma gücü katsayıları [26]

	N55	N70
F ₁	0.05	0.04
F ₂	0.08	0.06
F ₃	0.3	0.3
F ₄	1.2	1.2

Bowles, F₁, F₂, F₃ ve F₄ katsayılarını, SPT enerji seviyesi %55 değeri için ve %70 değeri için düzenlemiştir. Denklem (3.77) ve (3.78)'de kullanılan SPT-N değerleri, temel derinliğinin 0,5B üzerindeki ve 2B altındaki SPT-N değerlerinin ortalaması olarak varsayılmıştır. Ancak, 2B mesafesinin alt kısmında daha yumuşak bir zemin

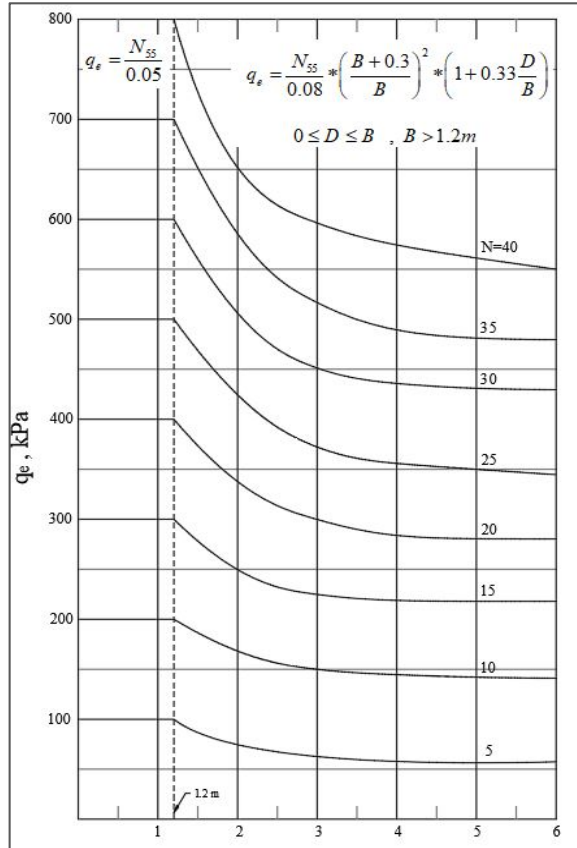
tabakası var ise, bu durum N sayısına yansıtılmadığında oturma problemleri ile karşılaşılması olasılığı bulunmaktadır.

Bowles yaptığı çalışmalarda oturma miktarının 25 mm'yi geçmediğini varsaymaktadır. Ayrıca, daha büyük oturma değerleri için emniyetli taşıma gücünü Denklem 3.80'deki değerlerle hesaplamaktadır.

$$q'_e = \frac{\Delta H_J}{\Delta H_0} * q_e \quad (3.80)$$

Burada; q'_e 25mm'den büyük oturma miktarları için düzeltilmiş emniyetli taşıma gücünü, ΔH_J gerçek oturma değerini ve ΔH_0 25mm oturma değerini ifade etmektedir.

Bowles'ın SPT-N sayılarından yararlanarak hesapladığı emniyetli taşıma güçlerinin temel genişliği ile değişimi Şekil 3.22'de verilmektedir.



Şekil 3.22 Bowles emniyetli taşıma gücü q_e 'nin B ve SPT-N ile değişimi katsayıları [26]

3.4.7 Parry Taşıma Gücü Hesabı

Parry (1977), kohezyonsuz granüler zeminler için emniyetli taşıma gücü hesabına değinmiştir [33].

Bu yöntem için kullanılan denklem;

$$q_e = 30 * N_{55} \quad (3.81)$$

Denklem 3.81'de kullanılan N_{55} sayısı, temel tabanından 0.75B derinliğine kadar yapılan deney sonuçlarının ortalaması alınarak bulunmaktadır.

3.4.8 Presiyometre Deneyi İle Taşıma Gücü Hesabı

Bu deney ile zeminin nihai taşıma gücü hesabı şu şekilde yapılmaktadır;

$$q_n = \sigma_z + k_{bc} * (p_{maks} - \sigma_h) \quad (3.82)$$

Burada; σ_z temel seviyesindeki düşey gerilme, σ_h temel seviyesindeki yatay zemin gerilmesi, k_{bc} temel şekil ve derinliğini dikkate alan katsayı, p_{maks} prob sınır basıncını ifade etmektedir. Farklı zemin tipleri için k_{bc} değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.8 Presiyometre taşıma gücü için, k_{bc} değerleri [23]

Şerit temeller için, k_{bc} değerleri									
Zemin Tipi	Kum			Silt			Kil		
D/B oranı	0	2	4	0	2	4	0	2	4
p_{maks}									
500	0.8	1.5	1.8	0.8	1.4	1.6	0.8	1.3	1.5
1000	0.8	1.7	2.2	0.8	1.5	1.8	0.8	1.4	1.7
3000	0.8	2.0	2.6	0.8	1.7	2.0	0.8	1.5	1.8
6000	0.8	2.3	3.0						
Kare ve yuvarlak temeller için, k_{bc} değerleri									
Zemin Tipi	Kum			Silt			Kil		
D/B oranı	0	2	4	0	2	4	0	2	4
p_{maks}									
500	0.8	2.2	3.0	0.8	2.1	2.5	0.8	1.9	
1000	0.8	3.0	4.0	0.8	2.3	2.8	0.8	2.2	2.5
3000	0.8	3.7	4.8	0.8	2.5	3.1	0.8	2.4	2.9
6000		0.8	3.9	5.4					

4. PROJELER

Burada, İzmir ilinde yer alan, yerel zemin sınıfı ve zemin profilleri farklı beş proje incelenmektedir. Projelerin bulunduğu araziye ait zemin yapısı, deprem parametreleri ve üzerinde bulunan yapıya ait yük bilgileri verilerek analizi yapılacak projelere ait bilgilendirme yapılmak istenmektedir.

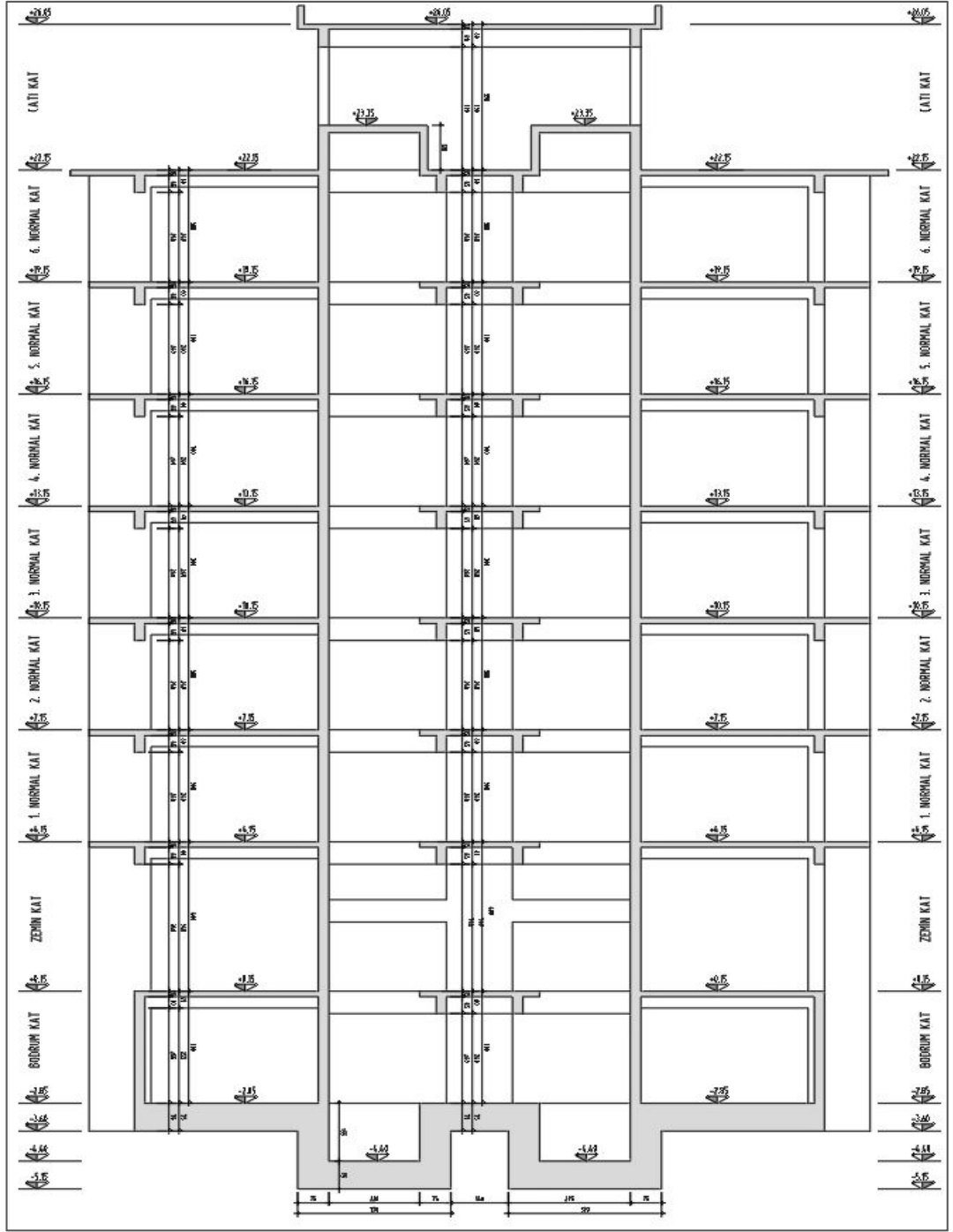
4.1 I. Proje

4.1.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler

Yapıya ait bilgiler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4. 1 I.Projeye ait yapı bilgileri

İl	İzmir
İlçe	Menemen
Toplam Alan	780m ²
Toplam Yükseklik	22.00m
Kat Bilgisi	B+Z+6N+Ç



Şekil 4.1 I. Projeye ait yapı kesiti

4.1.2 Deprem Parametreleri

Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı (S_s)	: 0.987
1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı (S_1)	: 0.240
Yerel Zemin Sınıfı (Z)	: ZC
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	: 3
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1.00
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	: 5
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	: 1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	: 7
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	: 2.5
Hareketli Yük Katsayısı (n)	: 0.3
Beton Sınıfı	: C30
Yatak Katsayısı (kN/m^3)	: 6500
Emniyetli Taşıma Gücü (q_t) (kN/m^2)	: 500

4.1.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri

$W_{\text{yapı}} (G+Q)$	= 50750 kN
W_{radye}	= 14630 kN
ΣW_{A+G+Q}	= 65380 kN
A_{temel}	= 780 m^2
$q_{\text{temel}/G+Q}$	= $\Sigma W_{A+G+Q} / A_{\text{temel}} = 83.8 \text{ kN/m}^2$
q_{hafriyat}	= 64.8 kN/m^2 ($\gamma_{\text{zemin}} \times h_{\text{kazı}} = 18 \times 3.6$)
q_{net}	= $q_{\text{temel}/G+Q} - q_{\text{hafriyat}} = 19.0 \text{ kN/m}^2$

4.1.4 Araziye Ait Zemin Yapısı

İnceleme alanında yapılan tüm sondajlarda 0.50m bitkisel toprağın hemen altında, 0.50m – 2.00m arası (SC) simgeli tuf biriminin tamamen ayrışıp zemin özelliği göstermesiyle oluşan, kahve renkli, çok katı-sert, orta sıkı-sıkı, orta plastisiteli, kumlu, killi kum, 2.00m – 3.50m arası (SM) simgeli tuf biriminin tamamen ayrışıp zemin

özelliği göstermesiyle oluşan, kahve renkli, orta sıkı-sıkı, çakılı, siltli kum ve 3.50m'den kuyu sonlarına kadar kahve renkli, zayıf-orta dayanımlı, orta-çok ayrışmış, çok sık kırıklı, tuf birimi gözlenmektedir.

4.1.5 İdealize Zemin Profili

±0.0	①	Bitkisel Toprak	$\gamma_n = 18.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 19 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 24^\circ$
-0.5	②	Çakılı Killi Kum	$\gamma_n = 18.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 19 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 24^\circ$
-2.00	③	Çakılı Siltli Kum	$\gamma_n = 18.4 \text{ kN/m}^3$	$c = 11 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 26^\circ$
-4.00	④	Çok Sık Kırıklı Tuf Birimi	$\gamma_n = 26.0 \text{ kN/m}^3$	$c = 18 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 46^\circ$
-7.50					

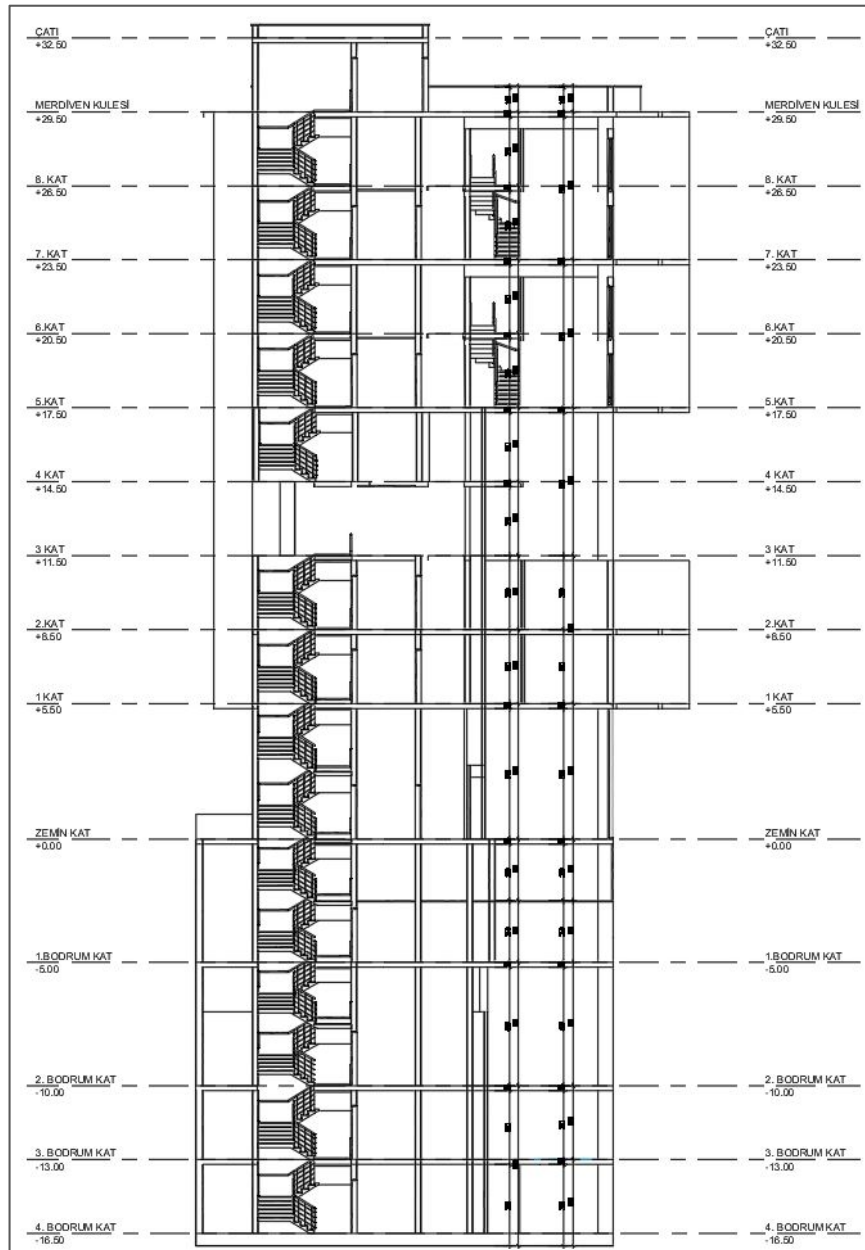
4.2 II. Proje

4.2.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler

Yapıya ait bilgiler Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4. 2 II.Projeye ait yapı bilgileri

İl	İzmir
İlçe	Buca
Toplam Alan	1200m ²
Toplam Yükseklik	29.50m
Kat Bilgisi	4B+Z+8N+Ç



Şekil 4.2 II. Projeye ait yapı kesiti

4.2.2 Deprem Parametreleri

Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı (S _s)	: 1.09
1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı (S ₁)	: 0.27
Yerel Zemin Sınıfı (Z)	: ZB
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	: 1
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1.50
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	: 4
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	: 1a
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	: 7
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	: 2.5
Hareketli Yük Katsayısı (n)	: 0.3
Beton Sınıfı	: C30
Yatak Katsayısı (kN/m ³)	: 69000
Emniyetli Taşıma Gücü (q _t) (kN/m ²)	: 600

4.2.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri

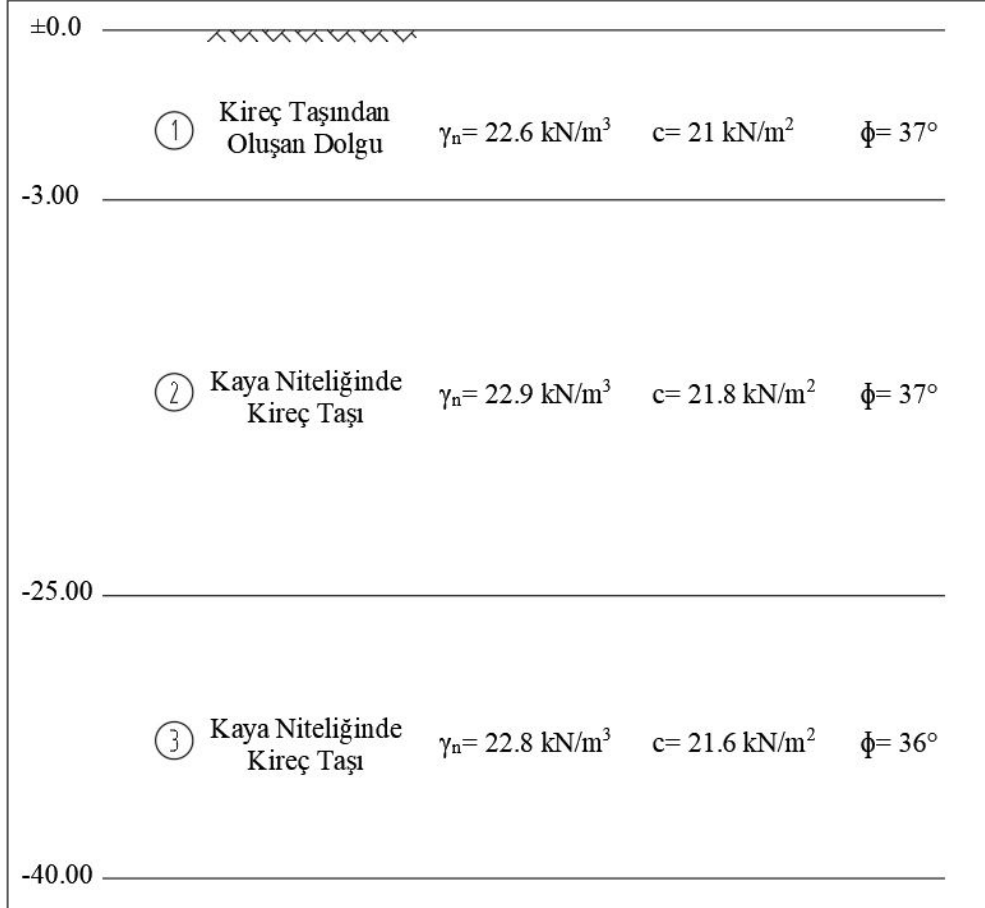
W _{yapı} (G+Q)	= 156770 kN
W _{radye}	= 33000 kN
ΣW _{A+G+Q}	= 189770 kN
A _{temel}	= 1200 m ²
q _{temel/G+Q}	= ΣW _{A+G+Q} / A _{temel} = 158.1 kN/m ²
q _{hafriyat}	= 316.8 kN/m ² (γ _{zemin} x h _{kazı} = 18 x 17.6)
q _{net}	= q _{temel/G+Q} - q _{hafriyat} = -158.7 kN/m ²

4.2.4 Araziye Ait Zemin Yapısı

İnceleme alanı genel olarak %10-20G eğimli bir morfoloji sunmaktadır. Çalışma alanı Buca İlçesi, Tınaztepe mahallesi üzerinde yer almaktadır. Arsa üzerinde mevcut yapı bulunmaktadır. İnceleme alanına komşu parsellerde mevcut yapılar bulunmaktadır. Arsa üzerinde doğal afete maruz bölge kararı bulunmamaktadır. İmar adası özelinde,

eğim, hidrolojik durum (yüzey akışı, sel, taşkın durumu), kütle hareketi riskleri bulunmamaktadır.

4.2.5 İdealize Zemin Profili



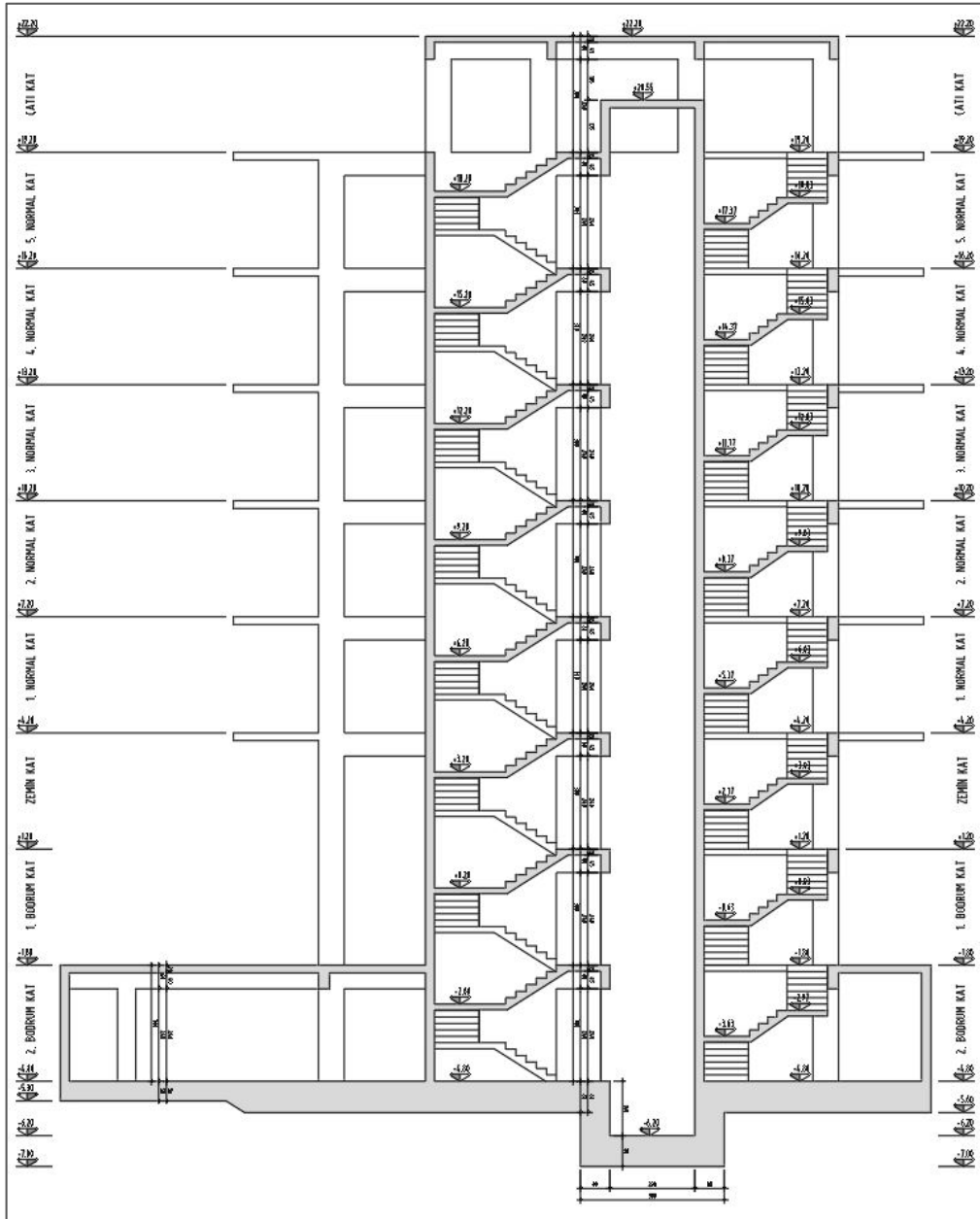
4.3 III. Proje

4.3.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler

Yapıya ait bilgiler Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4. 3 III.Projeye ait yapı bilgileri

İl	İzmir
İlçe	Torbalı
Toplam Alan	1560m ²
Toplam Yükseklik	24.00m
Kat Bilgisi	2B+Z+5N+Ç



Şekil 4.3 III. Projeye ait yapı kesiti

4.3.2 Deprem Parametreleri

Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı (S _s)	: 0.955
1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı (S ₁)	: 0.237
Yerel Zemin Sınıfı (Z)	: ZD
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	: 3
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1.00
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	: 5
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	: 1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	: 5.6
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	: 2.5
Hareketli Yük Katsayısı (n)	: 0.3
Beton Sınıfı	: C30
Yatak Katsayısı (kN/m ³)	: 20000
Emniyetli Taşıma Gücü (q _t) (kN/m ²)	: 400

4.3.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri

W _{yapı} (G+Q)	= 79310 kN
W _{radye}	= 31200 kN
ΣW _{A+G+Q}	= 110510 kN
A _{temel}	= 1560 m ²
q _{temel/G+Q}	= ΣW _{A+G+Q} / A _{temel} = 70.8 kN /m ²
q _{hafriyat}	= 100.8 kN /m ² (γ _{zemin} x h _{kazı} = 18 x 5.6)
q _{net}	= q _{temel/G+Q} - q _{hafriyat} = -30.0 kN/m ²

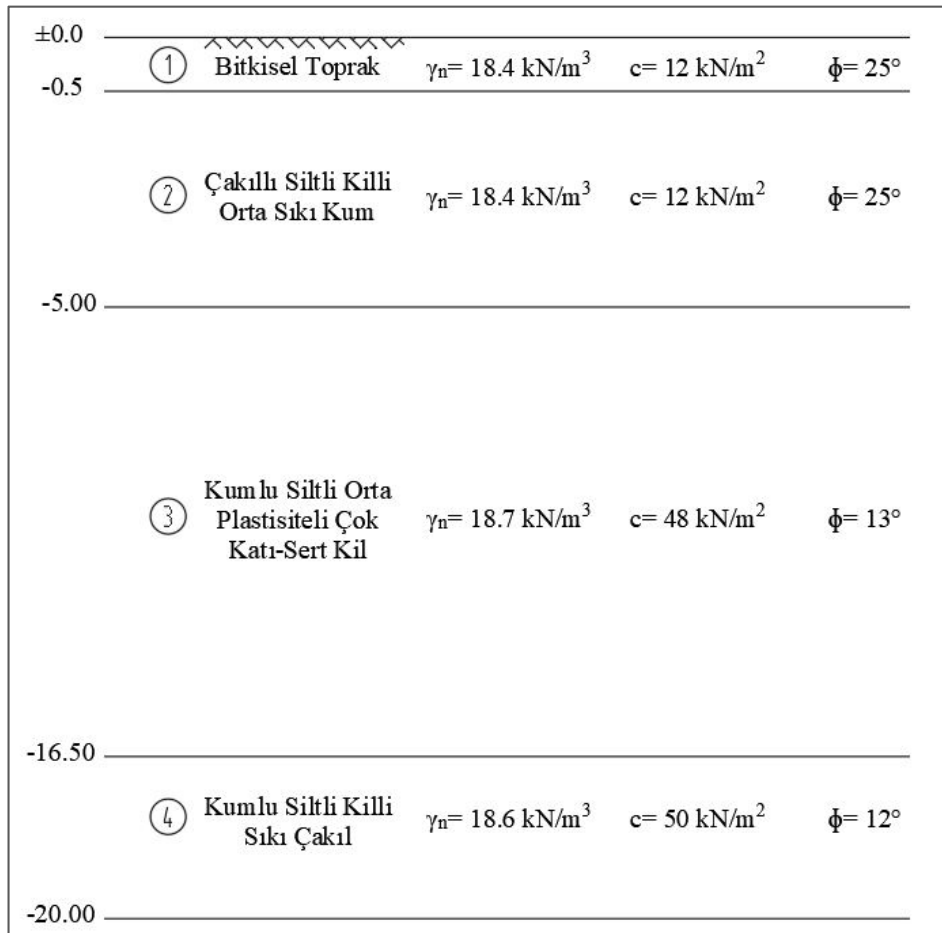
4.3.4 Araziye Ait Zemin Yapısı

İnceleme alanının %5-10G eğimli bir alanda olduğu gözlenmektedir. Alınan numuneler üzerinde yapılan deneyler sonucu etüt alanında gözlenen zemin yapısının genel olarak kuvaterner yaşlı alüvyon biriminden ibaret olduğu tespit edilmiştir.

Parsel rakımı yaklaşık $\sim+104.00$ metredir. İnceleme alanında dolgu birim gözlenmemiştir. Yapılacak olan bina temeli çakıllı-kumlu-killi birime oturacaktır. Temelin oturacağı zemin binanın yerleşimi için bir sorun teşkil etmemektedir.

Açılan zemin sondajında yeraltı suyuna rastlanmamıştır. Bölgede temel sistemine etki edebilecek sular yağış esnasında oluşacak sular olabilir. Bunun için alanda yüzey drenajının iyi yapılması ve temel sisteminin sulardan korunması gerekmektedir.

4.3.5 İdealize Zemin Profili



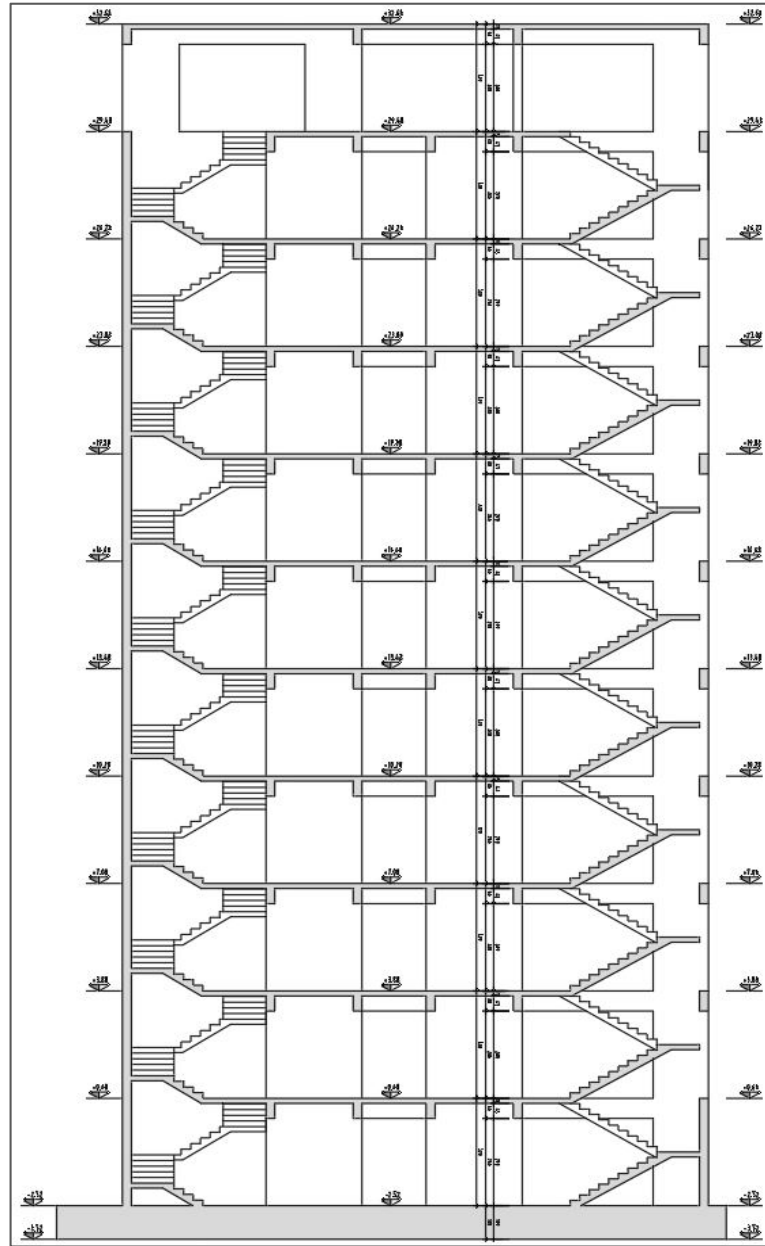
4.4 IV. Proje

4.4.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler

Yapıya ait bilgiler Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4. 4 IV. Projeye ait yapı bilgileri

İl	İzmir
İlçe	Bornova
Toplam Alan	900m ²
Toplam Yükseklik	32.00m
Kat Bilgisi	B+Z+8N+Ç



Şekil 4.4 IV. Projeye ait yapı kesiti

4.4.2 Deprem Parametreleri

Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı (S _s)	: 1.110
1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı (S ₁)	: 0.273
Yerel Zemin Sınıfı (Z)	: ZE
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	: 3
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1.00
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	: 4
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	: 1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	: 4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	: 2.5
Hareketli Yük Katsayısı (n)	: 0.3
Beton Sınıfı	: C30
Yatak Katsayısı (kN/m ³)	: 24000
Emniyetli Taşıma Gücü (q _t) (kN/m ²)	: 600

4.4.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri

W _{yapı} (G+Q)	= 99100 kN
W _{radye}	= 22500 kN
ΣW _{A+G+Q}	= 121600 kN
A _{temel}	= 900 m ²
q _{temel/G+Q}	= ΣW _{A+G+Q} / A _{temel} = 135.1 kN/m ²
q _{hafriyat}	= 63.4 kN/m ² (γ _{zemin} x h _{kazı} = 18 x 3.52)
q _{net}	= q _{temel/G+Q} - q _{hafriyat} = 71.8 kN/m ²

4.4.4 Araziye Ait Zemin Yapısı

İnceleme alanında, yeraltı su seviyesinin 9.00m'de olduğu belirlenmiştir. İnceleme alanında yapılan çalışmalar ve değerlendirmeler sonucunda zeminin, yeraltı su seviyesinden itibaren kil çakıl- kohezyon içerikli kum birimlerimden oluşması, SPT-N değerlerinin yüksek olması, sıvılaşma tehlike analizinde deprem sıvılaşma güvenlik

koşuluna göre ve Sıvılaşma Şiddeti İndeksine göre zeminde sıvılaşma riski yoktur. Ancak yer altı su seviyesinin yağışlı dönemlerde daha da yükselmesine karşı gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Yüzeysel suyu çok iyi bir drenajla ortamdaki uzaklaştırılmalı, temel altı izolasyonu yapılmalıdır. Bölgede temel sistemine etki edebilecek sular yağış esnasında oluşacak sular olabilir. Bunun için alanda yüzeysel drenajının iyi yapılması ve temel sisteminin sulardan korunması gerekmektedir.

4.4.5 İdealize Zemin Profili

±0.0					
-0.5	①	Bitkisel Toprak	$\gamma_n = 18.8 \text{ kN/m}^3$	$c = 56 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 9^\circ$
	②	Kumlu Siltli Orta Plastisiteli Orta Katı-Katı Kil	$\gamma_n = 18.8 \text{ kN/m}^3$	$c = 56 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 9^\circ$
-15.00					
-18.00	③	Kumlu Siltli Killi Orta Sıkı Çakıl	$\gamma_n = 18.7 \text{ kN/m}^3$	$c = 0 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 36^\circ$
	④	Çakıllı Siltli Killi Orta Sıkı Kum	$\gamma_n = 18.6 \text{ kN/m}^3$	$c = 0 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 36^\circ$
-21.00					
-24.00	⑤	Kumlu Siltli Orta Plastisiteli Çok Katı Kil	$\gamma_n = 18.6 \text{ kN/m}^3$	$c = 107 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 0^\circ$
-27.00					
	⑥	Siltli Kumlu Orta Sıkı Çakıl	$\gamma_n = 18.8 \text{ kN/m}^3$	$c = 0 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 37^\circ$
	⑦	Kumlu Siltli Orta Plastisiteli Çok Katı Kil	$\gamma_n = 18.6 \text{ kN/m}^3$	$c = 120 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 0^\circ$
-35.00					

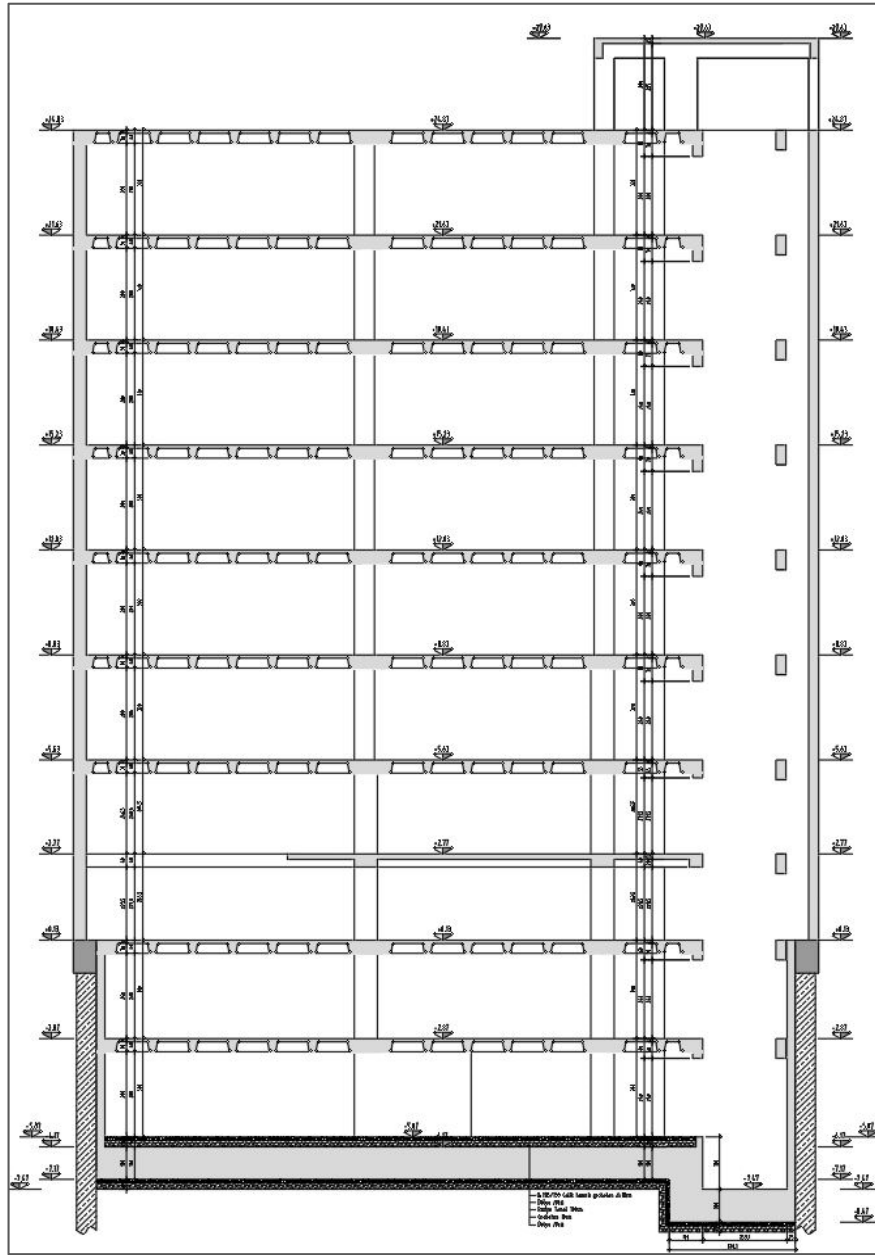
4.5 V. Proje

4.5.1 Yapı Hakkındaki Bilgiler

Yapıya ait bilgiler Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5 V. Projeye ait yapı bilgileri

İl	İzmir
İlçe	Konak
Toplam Alan	400m ²
Toplam Yükseklik	30.70m
Kat Bilgisi	2B+Z+A+6N+Ç



Şekil 4.5 V. Projeye ait yapı kesiti

4.5.2 Deprem Parametreleri

Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı (S _s)	: 1.124
1.0 Saniye Periyot için Harita Spektral İvme Katsayısı (S ₁)	: 0.276
Yerel Zemin Sınıfı (Z)	: ZF
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	: 3
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1.00
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	: 5
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	: 1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	: 4.8
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	: 2.5
Hareketli Yük Katsayısı (n)	: 0.3
Beton Sınıfı	: C35
Yatak Katsayısı (kN/m ³)	: 20000
Emniyetli Taşıma Gücü (q _t) (kN/m ²)	: 200

4.5.3 Projeye Ait Üst Yapı Yükleri

W _{yapı} (G+Q)	= 55250 kN
W _{radye}	= 1000 kN
ΣW _{A+G+Q}	= 65250 kN
A _{temel}	= 400 m ²
q _{temel/G+Q}	= ΣW _{A+G+Q} / A _{temel} = 163.1 kN/m ²
q _{hafriyat}	= 129.06 kN/m ² (γ _{zemin} x h _{kazı} = 18 x 7.17)
q _{net}	= q _{temel/G+Q} - q _{hafriyat} = 34.04 kN/m ²

4.5.4 Araziye Ait Zemin Yapısı

İnceleme yakınında yapılan zemin araştırma sondajları incelenmiştir. İdealize zemin profilinin yorumlanması gerekirse; zemin yüzeyinden 2,0m derinliğe kadar dolgu tabakası yer almaktadır. Dolgu tabakasının devamında 9m derinliğe kadar çok non-plastik siltli kumlu çakıl tabakası bulunmaktadır. 9m - 20m derinlikleri arasında

yumuşak-orta katı kıvamlı kil irimi ve devamında orta sıkı non-plastik siltli kum katmanları bulunmaktadır. Bununla beraber yer altı su seviyesi ortalama -2m'dedir.

4.5.5 İdealize Zemin Profili

±0.0					
	①	Dolgu	$\gamma_n = 17.7 \text{ kN/m}^3$	$c = 7 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 18^\circ$
-1.80					
	②	Kumlu Siltli Çakıl	$\gamma_n = 17.7 \text{ kN/m}^3$	$c = 7 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 18^\circ$
-5.70					
	③	Siltli Kum	$\gamma_n = 18.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 7 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 18^\circ$
-7.30					
	④	Kumlu Düşük Plastisiteli Silt	$\gamma_n = 18.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 12 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 10^\circ$
-8.60					
	⑤	Kumlu Düşük Plastisiteli Kil	$\gamma_n = 19.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 13 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 4^\circ$
-10.40					
	⑥	Kumlu Düşük Plastisiteli Silt	$\gamma_n = 17.3 \text{ kN/m}^3$	$c = 9 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 33^\circ$
-11.90					
	⑦	Çakıllı Kumlu Siltli Düşük-Orta Plastisiteli Kil	$\gamma_n = 18.8 \text{ kN/m}^3$	$c = 47 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 12^\circ$
-20.80					
	⑧	Kumlu Siltli Killi Çakıl - Siltli Çakıl	$\gamma_n = 21.1 \text{ kN/m}^3$	$c = 4 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 25^\circ$
-25.30					
	⑨	Çakıllı Kumlu Siltli Orta Plastisiteli Kil	$\gamma_n = 17.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 36 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 9^\circ$
-30.00					
	⑩	Kumlu Siltli Çakıl	$\gamma_n = 21.0 \text{ kN/m}^3$	$c = 5 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 22^\circ$
-34.40					
	⑪	Çakıllı Killi Kum	$\gamma_n = 21.5 \text{ kN/m}^3$	$c = 5 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 13^\circ$
-36.10					
	⑫	Çakıllı Kumlu Siltli Orta-Düşük Plastisiteli Kil	$\gamma_n = 20.0 \text{ kN/m}^3$	$c = 44 \text{ kN/m}^2$	$\phi = 12^\circ$
-42.00					

5. ANALİZLER VE SONUÇLARI

5.1 I. Proje

5.1.1 Plaxis Programı İçin Kabuller

Bu projemiz için çözüm aşamasında iki ayrı zemin modeli kullanılmıştır. “Mohr-Coulomb Modeli” için Tablo 5.1, “Pekleşen Zemin Modeli” için ise Tablo 5.2’deki değerler kullanılacaktır. Ayrıca zemin üzerine oturacak binanın temel değerleri de Tablo 5.3’de verilmiştir.

Tablo 5.1 I. Projeye ait MC zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3	4
Zemin Cinsi	Bitkisel Toprak	Çakıllı Killi Kum	Çakıllı Siltli Kum	Tüf Birimi
Başlangıç Noktası	0	0.5	2	4
Bitiş Noktası	0.5	2	4	7.5
Tabaka Kalınlığı	0.5	1.5	2	3.5
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.45	18.50	18.40	26.00
γ_{sat} (kN/m ³)	19.45	19.50	20.10	27.70
k_x (m/day)	1	1	1	1
k_y (m/day)	1	1	1	1
E_{ref} (kN/m ²)	12800	12800	17600	16700000
ν (-)	0.3	0.3	0.3	0.3
c_{ref} (kN/m ²)	19	19	11	18
ϕ (°)	24	24	25	46
ψ (°)	0	0	0	16
R_{inter}	1	1	1	1

Tablo 5.2 I.Projeye ait HSM zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3	4
Zemin Cinsi	Bitkisel Toprak	Çakıllı Killi Kum	Çakıllı Siltli Kum	Tüf Birimi
Başlangıç Noktası	0	0.5	2	4
Bitiş Noktası	0.5	2	4	7.5
Tabaka Kalınlığı	0.5	1.5	2	3.5
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.45	18.5	18.4	26
γ_{sat} (kN/m ³)	19.45	19.5	20.1	27.7
k_x (m/day)	1	1	1	1
k_y (m/day)	1	1	1	1
E_{50}^{ref} (kN/m ²)	12800	12800	17600	16700000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	12800	12800	17600	16700000
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	38400	38400	52800	50100000
ν (-)	0.3	0.3	0.3	0.3
c_{ref} (kN/m ²)	19	19	11	18
ϕ (°)	24	24	25	46
ψ (°)	0	0	0	46
R_{inter}	1	1	1	1

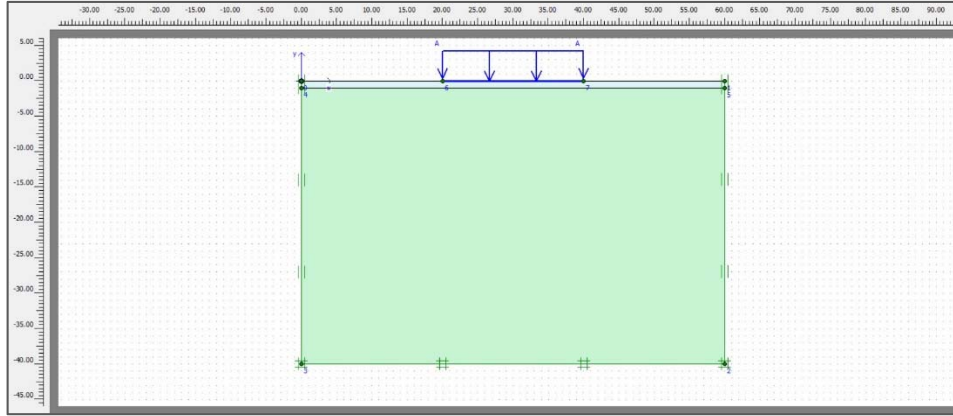
Tablo 5.3 I. Projeye ait temel parametreleri

TEMEL	EA (kN/m)	EI (kNm ² /m)	w	v
	24000000	1125000	1.41	0.15

5.1.2 Uygulama

Programı başlattığımızda karşımıza ilk önce genel ayarlar penceresi gelmektedir. Burada model ve eleman tipinin seçimi yapılmaktadır. Projelerimizde model için plain strain ve eleman tipi olarak 15 node seçilmiştir. Pencerenin ikinci kısmında ise geometrinin boyutları girilmiştir. Bu proje için; aralık değerleri 1m olmak koşulu ile 60m genişliğe, 40m derinliğe sahip bir geometri oluşturulmuştur.

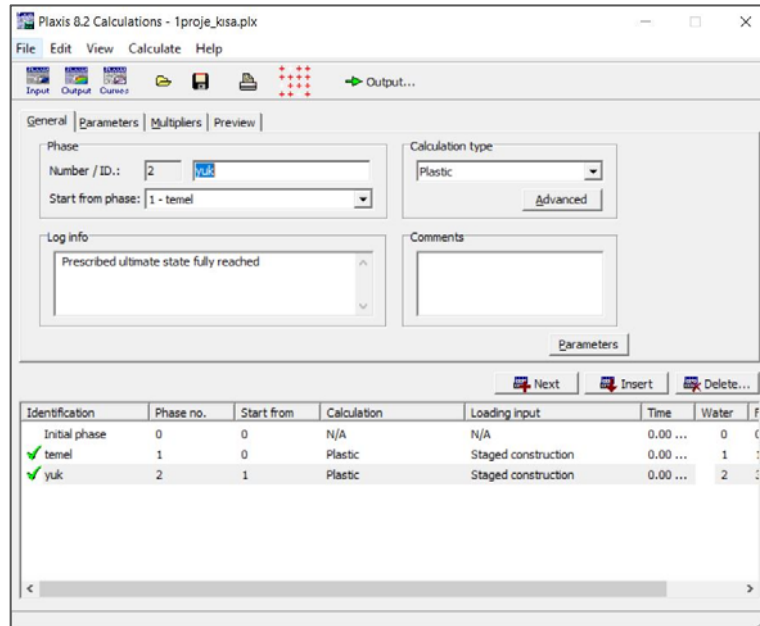
Projemizin zemin özelliklerine göre ayırıcı çizgiler ile zeminler birbirinden ayrılmıştır. Sınırlar çizildikten sonra projemizin temel kısmı tanımlanmıştır. Son olarak sınır koşullarının belirlenmesi için “standart fixities” butonu kullanılarak model çizimi tamamlanmıştır.



Şekil 5. 1 I. Projeye ait geometri

Çizim kısmı tamamlandıktan sonra “Material Sets” kısmından Tablo 5.1’de verilen parametrelere göre zemin özellikleri, Tablo 5.3’de verilen parametrelere göre ise temel özellikleri tanımlanmıştır. Tanımlama işlemleri tamamlandıktan sonra “Generate Mesh” butonu ile geometri ağı oluşturulmuştur. Son olarak “Initial Conditions” kısmından suyun özellikleri ve su seviyesi girilmiştir. Daha sonra su seviyesi için de gerilme ağı oluşturulmuştur.

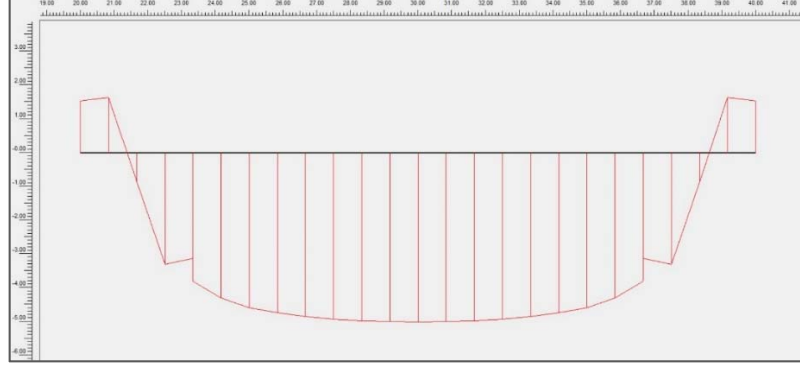
Hesaplamalar için tüm kısımlar hazırlandıktan sonra “Calculation” tuşu ile hesaplama penceresine geçiş yapılmıştır. Hesaplamalar kısmında basamaklı çözüm yapılmıştır ve 2 fazdan oluşan bir sistem oluşturulmuştur. Bu sistemde ilk fazda temel, ikinci fazda ise temele etkiyen yük tanımlanmıştır.



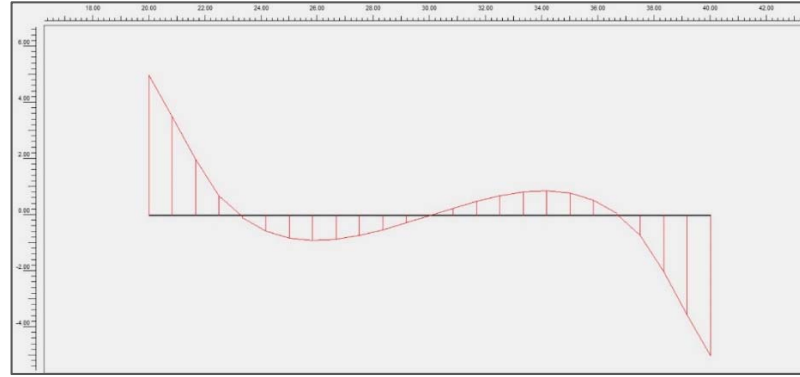
Şekil 5. 2 I. Projeye ait fazlı hesaplama ekranı

5.1.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar

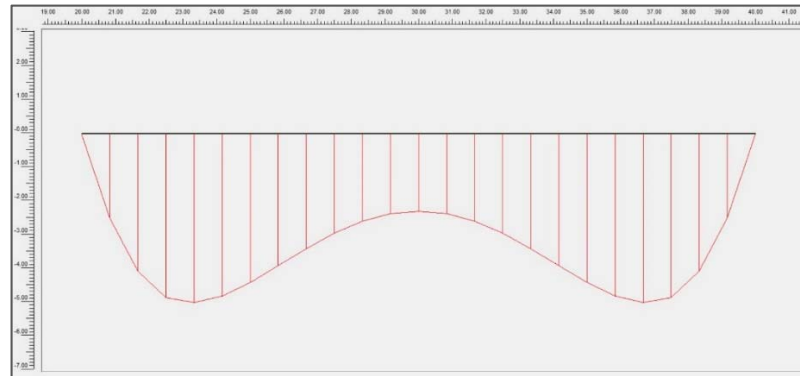
Yapılan çözümde öncelikle, “Mohr-Coulomb Zemin Modeli” ile tanımlanmış, eksenel kuvvet, kesme kuvveti, moment değerleri ve toplam deplasman sonuçları aşağıda verilmiştir;



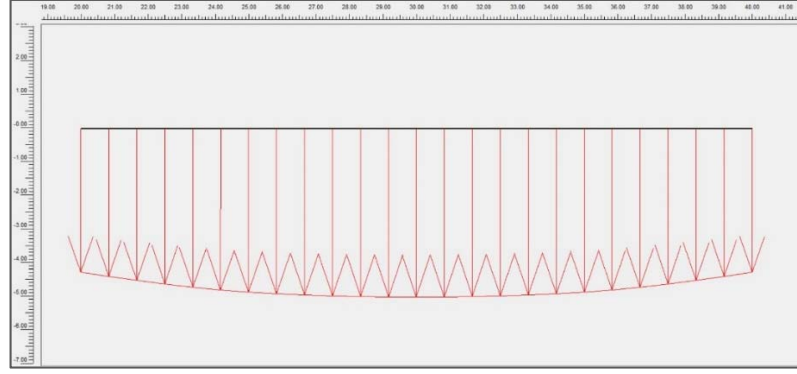
Şekil 5. 3 I. Projeye ait eksenel kuvvet (6.14 kN/m (MC))



Şekil 5. 4 I. Projeye ait kesme kuvveti (25.84 kN/m (MC))



Şekil 5. 5 I. Projeye ait moment grafiği (37.22 kNm/m (MC))



Şekil 5. 6 I. Projeye ait toplam deplasman (7.28×10^{-3} m (MC))

Yapılan diğer çözüm ise “Pekleşen Zemin Modeli” ile tanımlanmış, aksenal kuvvet, kesme kuvveti, moment değerleri ve toplam deplasman sonuçları Tablo 5.4’de verilmiştir.

Tablo 5.4 I. Projeye ait HSM analiz sonuçları

Plaxis Sonuçları	
Toplam Deplasman (m)	12.22×10^{-3}
Eksenel Kuvvet (kN/m)	18.27
Kesme Kuvveti (kN/m)	-23.62
Moment (kNm/m)	19.81

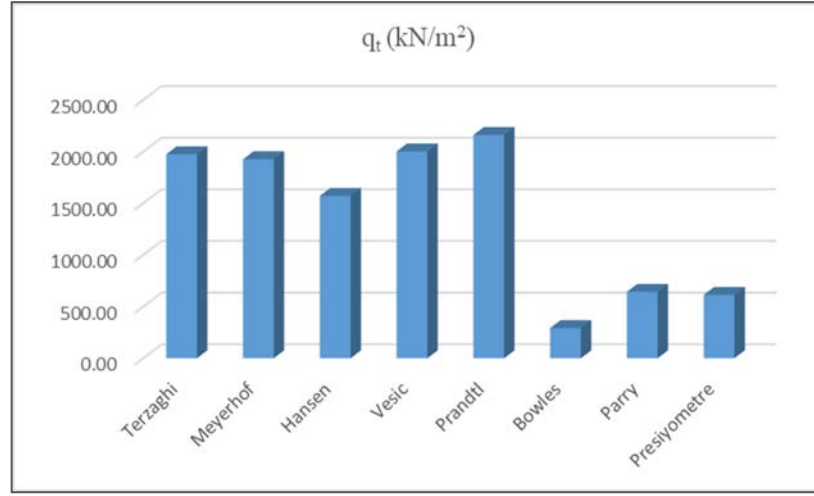
5.1.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler

Projemizde 8 farklı taşıma gücü yöntemi ile hesap yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar Tablo 5.5’de verilmiştir.

Tablo 5. 5 I. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri

Taşıma Gücü Yöntemleri	q_t (kN/m ²)
Terzaghi	1974.48
Meyerhof	1926.30
Hansen	1571.26
Vesic	2002.14
Prandtl	2161.54
Bowles	292.34
Parry	642.86
Presiyometre	613.16

Hesaplanan değerlerin grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;



Şekil 5. 7 I. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği

Buradan da görüldüğü üzere Prandtl taşıma gücü yöntemi ile en yüksek, Bowles taşıma gücü yöntemi ile ise en düşük q_t değerine ulaşılmıştır.

5.2 II. Proje

5.2.1 Plaxis Programı İçin Kabuller

Bu projemiz için çözüm aşamasında iki farklı zemin modeli kullanılmıştır. “Mohr-Coulomb Modeli” için Tablo 5.6, “Pekleşen Zemin Modeli” için ise Tablo 5.7’deki değerler kullanılacaktır. Ayrıca zemin üzerine oturacak binanın temel değerleri de Tablo 5.8’de verilmiştir.

Tablo 5. 6 II. Projeye ait MC zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3
Zemin Cinsi	Dolgu	Kireç Taşı	Kireç Taşı
Başlangıç Noktası	0	3	25
Bitiş Noktası	3	25	40
Tabaka Kalınlığı	3	22	15
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	22.60	22.90	22.80
γ_{sat} (kN/m ³)	22.60	22.90	22.80
k_x (m/day)	1	1	1
k_y (m/day)	1	1	1
E_{ref} (kN/m ²)	5853100	6598900	7729600
ν (-)	0.3	0.3	0.3
c_{ref} (kN/m ²)	21	21.8	21.6
ϕ (°)	37	37	36
ψ (°)	7	7	6
R_{inter}	1	1	1

Tablo 5.7 II. Projeye ait HSM zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3
Zemin Cinsi	Dolgu	Kireç Taşı	Kireç Taşı
Başlangıç Noktası	0	3	25
Bitiş Noktası	3	25	40
Tabaka Kalınlığı	3	22	15
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	22.6	22.9	22.8
γ_{sat} (kN/m ³)	22.6	22.9	22.8
k_x (m/day)	1	1	1
k_y (m/day)	1	1	1
E_{50}^{ref} (kN/m ²)	5853100	6598900	7729600
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	5853100	6598900	7729600
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	17559300	19796700	23188800
ν (-)	0.3	0.3	0.3
c_{ref} (kN/m ²)	21	21.8	21.6
ϕ (°)	37	37	36
ψ (°)	7	7	6
R_{inter}	1	1	1

Tablo 5.8 II.Projeye ait temel parametreleri

TEMEL	EA (kN/m)	EI (kNm ² /m)	w	v
	35200000	3549333.3	17	0.15

5.2.2 Uygulama

Bu projemizde; 60m genişliğe, 50m derinliğe sahip bir geometri oluşturulmuştur.

Hesaplamalar kısmında basamaklı çözüm yapılmıştır ve 2 fazdan oluşan bir sistem oluşturulmuştur. Birinci fazda temel, ikinci fazda ise temele etkiyen yük tanımlanmıştır.

5.2.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar

II. projemize ait Plaxis2D programında “Mohr-Coulomb Zemin Modeli” ve “Pekleşen Zemin Modeli” ile elde ettiğimiz sonuçlar ise Tablo 5.9’da verilmiştir.

Tablo 5. 9 II.Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar

MC		HSM	
Plaxis Sonuçları		Plaxis Sonuçları	
Toplam Deplasman (m)	0.494x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	0.393x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-156.81	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-124.24
Kesme Kuvveti (kN/m)	-42.07	Kesme Kuvveti (kN/m)	52.73
Moment (kNm/m)	26.09	Moment (kNm/m)	28.79

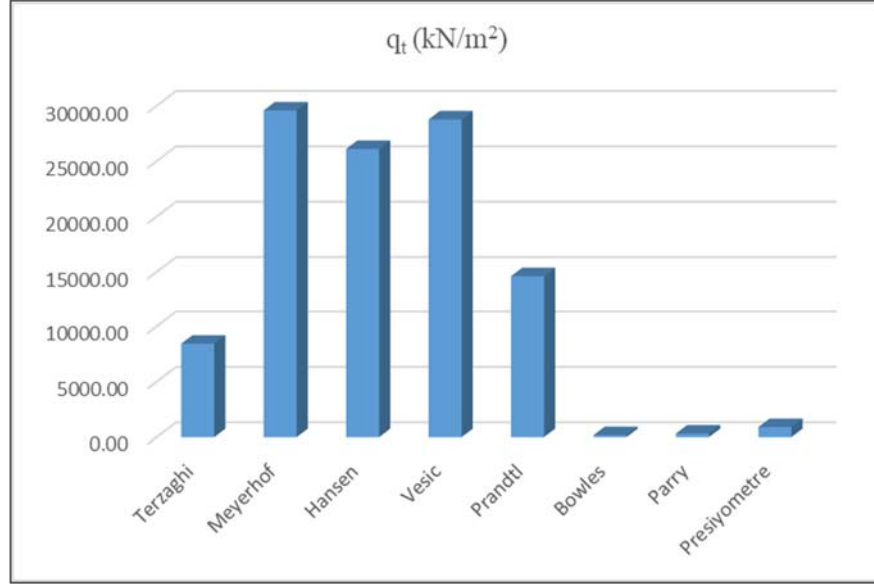
5.2.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler

Projemizde 8 farklı taşıma gücü yöntemi ile hesap yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar Tablo 5.10’da verilmiştir.

Tablo 5. 10 II. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri

Taşıma Gücü Yöntemleri	q _t (kN/m ²)
Terzaghi	8434.57
Meyerhof	29598.68
Hansen	26110.49
Vesic	28781.00
Prandtl	14619.05
Bowles	178.04
Parry	321.43
Presiyometre	916.46

Hesaplanan değerlerin grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;



Şekil 5. 8 II. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği

Buradan da görüldüğü üzere Meyerhof taşıma gücü yöntemi ile en yüksek, Bowles taşıma gücü yöntemi ile ise en düşük q_t değerine ulaşılmıştır.

5.3 III. Proje

5.3.1 Plaxis Programı İçin Kabuller

Bu projemiz için çözüm aşamasında iki farklı zemin modeli kullanılmıştır. “Mohr-Coulomb Modeli” için Tablo 5.11, “Pekleşen Zemin Modeli” için ise Tablo 5.12’deki değerler kullanılacaktır. Ayrıca zemin üzerine oturacak binanın temel değerleri de Tablo 5.13’de verilmiştir.

Tablo 5.11 III. Projeye ait MC zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3	4
Zemin Cinsi	Bitkisel Toprak	Çakıllı Siltli Killi Kum	Çok Katı-Sert Kil	Killi Sıkı Çakıl
Başlangıç Noktası	0	0.5	5	16.5
Bitiş Noktası	0.5	5	16.5	20
Tabaka Kalınlığı	0.5	4.5	11.5	3.5
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.50	18.50	19.00	18.00
γ_{sat} (kN/m ³)	18.5	18.50	19.00	18.00
k_x (m/day)	1	1	0.001	1
k_y (m/day)	1	1	0.001	1
E_{ref} (kN/m ²)	9920	10880	717753	120000
ν (-)	0.3	0.3	0.35	0.1
c_{ref} (kN/m ²)	15	12	48	10
ϕ (°)	26	25	13	28
ψ (°)	0	0	0	0
R_{inter}	1	1	1	1

Tablo 5.12 III. Projeye ait HSM zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3	4
Zemin Cinsi	Bitkisel Toprak	Çakıllı Siltli Killi Kum	Çok Katı-Sert Kil	Killi Sıkı Çakıl
Başlangıç Noktası	0	0.5	5	16.5
Bitiş Noktası	0.5	5	16.5	20
Tabaka Kalınlığı	0.5	4.5	11.5	3.5
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.5	18.5	19	18
γ_{sat} (kN/m ³)	18.5	18.5	19	18
k_x (m/day)	1	1	0.001	1
k_y (m/day)	1	1	0.001	1
E_{50}^{ref} (kN/m ²)	9920	10880	717752.53	120000
E_{oed}^{ref} (kN/m ²)	9920	10880	717752.53	120000
E_{ur}^{ref} (kN/m ²)	29760	32640	2153257.6	360000
ν (-)	0.3	0.3	0.35	0.1
c_{ref} (kN/m ²)	15	12	48	10
ϕ (°)	26	25	13	28
ψ (°)	0	0	0	0
R_{inter}	1	1	1	1

Tablo 5.13 III. Projeye ait temel parametreleri

TEMEL	EA (kN/m)	EI (kNm ² /m)	w	v
	25600000	1365333.3	1.60	0.15

5.3.2 Uygulama

Bu projemizde; 78m genişliğe, 40m derinliğe sahip bir geometri oluşturulmuştur.

Hesaplamalar kısmında basamaklı çözüm yapılmıştır ve 2 fazdan oluşan bir sistem oluşturulmuştur. Birinci fazda temel, ikinci fazda ise temele etkileyen yük tanımlanmıştır.

5.3.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar

III. projemize ait Plaxis2D programında “Mohr-Coulomb Zemin Modeli” ve “Pekleşen Zemin Modeli” ile elde ettiğimiz sonuçlar ise Tablo 5.14’te verilmiştir.

Tablo 5. 14 III.Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar

MC		HSM	
Plaxis Sonuçları		Plaxis Sonuçları	
Toplam Deplasman (m)	9.22x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	6.65x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-405.33	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-143.75
Kesme Kuvveti (kN/m)	37.22	Kesme Kuvveti (kN/m)	35.74
Moment (kNm/m)	35.75	Moment (kNm/m)	48.87

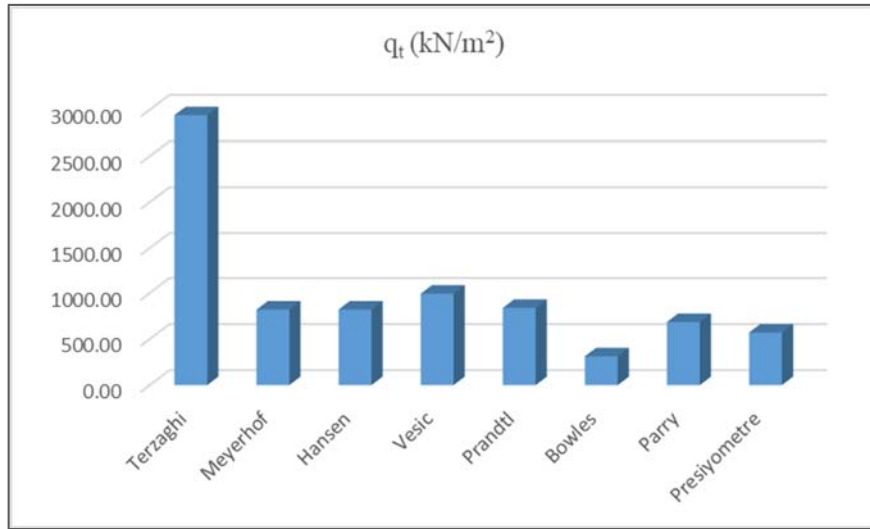
5.3.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler

Projemizde 8 farklı taşıma gücü yöntemi ile hesap yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar Tablo 5.15’de verilmiştir.

Tablo 5. 15 III. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri

Taşıma Gücü Yöntemleri	q_t (kN/m ²)
Terzaghi	2940.81
Meyerhof	819.40
Hansen	820.08
Vesic	992.63
Prandtl	838.46
Bowles	313.12
Parry	685.71
Presiyometre	570.29

Hesaplanan değerlerin grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;



Şekil 5. 9 III. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği

Buradan da görüldüğü üzere Terzaghi taşıma gücü yöntemi ile en yüksek, Bowles taşıma gücü yöntemi ile ise en düşük q_t değerine ulaşılmıştır.

5.3.5 Ağ Yapısı Etkisi

Bu proje için ağ yapısı etkisini de kontrol etmek amacıyla Mohr-Coulomb ve Pekleşen zemin modelinde, farklı ağ yapıları ile çözüm yapılarak sonuçlar aşağıda tablo halinde verilmiştir;

Tablo 5. 16 III. Projeye ait farklı ağ yapısı sonuçları

NORMAL SIKI AĞ YAPISI		ORTA SIKI AĞ YAPISI	
Eleman sayısı : 1107		Eleman sayısı : 1867	
Plaxis Sonuçları - MC		Plaxis Sonuçları - MC	
Toplam Deplasman (m)	9.22x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	9.23x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-405.33	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-399.2
Kesme Kuvveti (kN/m)	37.22	Kesme Kuvveti (kN/m)	-28.36
Moment (kNm/m)	35.75	Moment (kNm/m)	31.27
Plaxis Sonuçları - HSM		Plaxis Sonuçları - HSM	
Toplam Deplasman (m)	6.65x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	6.65x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-143.75	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-141.36
Kesme Kuvveti (kN/m)	35.74	Kesme Kuvveti (kN/m)	-35.48
Moment (kNm/m)	48.87	Moment (kNm/m)	46.54
SIKI AĞ YAPISI		ÇOK SIKI AĞ YAPISI	
Eleman sayısı : 4439		Eleman sayısı : 9715	
Plaxis Sonuçları - MC		Plaxis Sonuçları - MC	
Toplam Deplasman (m)	9.24x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	9.24x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-395.45	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-396.77
Kesme Kuvveti (kN/m)	-24.45	Kesme Kuvveti (kN/m)	-29.45
Moment (kNm/m)	32.39	Moment (kNm/m)	33.23
Plaxis Sonuçları - HSM		Plaxis Sonuçları - HSM	
Toplam Deplasman (m)	6.66x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	6.7x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-141.16	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-134.96
Kesme Kuvveti (kN/m)	31.85	Kesme Kuvveti (kN/m)	-23.71
Moment (kNm/m)	45.8	Moment (kNm/m)	44.66

Bu tablodan da görüldüğü gibi pekleşen zemin modelinde de Mohr-Coulomb zemin modelinde de ağ yapısında eleman sayısı arttıkça toplam deplasmanda az da olsa bir artış görülmektedir. Diğer değerler ise pekleşen zemin modelinde ufak bir farkla düşüş gösterirken Mohr-Coulomb zemin modelinde farklı sonuçlar elde edilmektedir.

5.4 IV. Proje

5.4.1 Plaxis Programı İçin Kabuller

Bu projemiz için çözüm aşamasında üç farklı zemin modeli kullanılmıştır. “Mohr-Coulomb Modeli” için Tablo 5.17, “Yumuşak Zemin Modeli” için Tablo 5.18, “Pekleşen Zemin Modeli” için ise Tablo 5.19’daki değerler kullanılacaktır. Ayrıca zemin üzerine oturacak binanın temel değerleri de Tablo 5.20’de verilmiştir.

Tablo 5.17 IV. Projeye ait MC zemin parametreleri

Tabakalar	1	2	3	4	5	6
Zemin Cinsi	Orta Katı-Katı Kil	Orta Sıkı Çakıl	Orta Sıkı Kum	Çok Katı Kil	Orta Sıkı Çakıl	Çok Katı Kil
Başlangıç Noktası	0	15	18	21	24	27
Bitiş Noktası	15	18	21	24	27	50
Tabaka Kalınlığı	15	3	3	3	3	23
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.8	18.7	18.8	18.8	18.8	18.6
γ_{sat} (kN/m ³)	19.8	19.7	19.8	19.8	19.8	19.6
k_x (m/day)	0.001	1	1	0.001	1	0.001
k_y (m/day)	0.001	1	1	0.001	1	0.001
E_{ref} (kN/m ²)	760601	15200	9920	699112	18800	730692
ν (-)	0.25	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2
c_{ref} (kN/m ²)	56	5	5	107.7	10	119.7
ϕ (°)	9	36	36	0	37.2	0
ψ (°)	0	6	6	0	7.2	0
R_{inter}	1	1	1	1	1	1

Tablo 5.18 IV. Projeye ait SSM zemin parametreleri

Tabakalar	1	4	6
Zemin Cinsi	Orta Katı-Katı Kil	Çok Katı Kil	Çok Katı Kil
Başlangıç Noktası	0	21	27
Bitiş Noktası	15	24	50
Tabaka Kalınlığı	15	3	23
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.8	18.8	18.6
γ_{sat} (kN/m ³)	19.8	19.8	19.6
k_x (m/day)	0.001	0.001	0.001
k_y (m/day)	0.001	0.001	0.001
E_{ref} (kN/m ²)	760601	699112	730692
λ^* (lamda)	0.09	0.10	0.10
κ^* (kappa)	0.02	0.02	0.02
ν (-)	-	-	-
c_{ref} (kN/m ²)	56	107.7	119.7
ϕ (°)	9	5	6
ψ (°)	0	0	0
R_{inter}	1	1	1

Tablo 5.19 IV. Projeye ait HSM zemin parametreleri

Tabakalar	2	3	5
Zemin Cinsi	Orta Sıkı Çakıl	Orta Sıkı Kum	Orta Sıkı Çakıl
Başlangıç Noktası	15	18	24
Bitiş Noktası	18	21	27
Tabaka Kalınlığı	3	3	3
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.7	18.8	18.8
γ_{sat} (kN/m ³)	19.7	19.8	19.8
k_x (m/day)	1	1	1
k_y (m/day)	1	1	1
E_{ref} (kN/m ²)	15200	9920	18800
$E_{50\text{ref}}$ (kN/m ²)	15200	9920	18800
E_{oedref} (kN/m ²)	15200	9920	18800
E_{urref} (kN/m ²)	45600	29760	56400
ν (-)	0.1	0.3	0.1
c_{ref} (kN/m ²)	5	5	10
ϕ (°)	36	36	37.2
ψ (°)	6	6	7.2
R_{inter}	1	1	1

Tablo 5.20 IV. Projeye ait temel parametreleri

TEMEL	EA (kN/m)	EI (kNm ² /m)	w	v
	32000000	2666666.7	2.50	0.15

5.4.2 Uygulama

Bu projemizde; 120m genişliğe, 50m derinliğe sahip bir geometri oluşturulmuştur.

Hesaplamalar kısmında 2 fazdan oluşan bir sistem oluşturulmuştur. Birinci fazda temel, ikinci fazda ise temele etkiyen yük tanımlanmıştır.

5.4.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar

IV. projemize ait Plaxis2D programında “Mohr-Coulomb Zemin Modeli”, “Yumuşak Zemin Modeli” ve “Pekleşen Zemin Modeli” ile elde ettiğimiz sonuçlar ise Tablo 5.21’de verilmiştir.

Tablo 5. 21 IV.Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar

MC		HSM - SSM	
Plaxis Sonuçları		Plaxis Sonuçları	
Toplam Deplasman (m)	52.96x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	1.35
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-1150	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-63.7
Kesme Kuvveti (kN/m)	-65.63	Kesme Kuvveti (kN/m)	162.72
Moment (kNm/m)	337.19	Moment (kNm/m)	1530

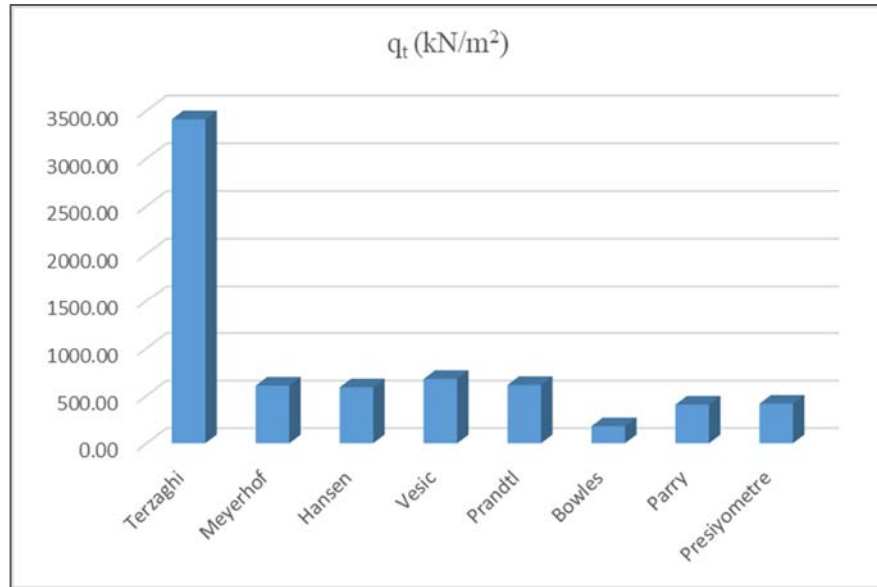
5.4.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler

Projemizde 8 farklı taşıma gücü yöntemi ile hesap yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar Tablo 5.22’de verilmiştir.

Tablo 5. 22 IV. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri

Taşıma Gücü Yöntemleri	q _t (kN/m ²)
Terzaghi	3410.29
Meyerhof	606.30
Hansen	588.09
Vesic	676.48
Prandtl	612.81
Bowles	179.75
Parry	407.14
Presiyometre	415.63

Hesaplanan değerlerin grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;



Şekil 5. 10 IV. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği

5.5 V. Proje

5.5.1 Plaxis Programı İçin Kabuller

Bu projemiz için çözüm aşamasında üç farklı zemin modeli kullanılmıştır. “Mohr-Coulomb Modeli” için Tablo 5.23, “Yumuşak Zemin Modeli” için Tablo 5.24, “Pekleşen Zemin Modeli” için ise Tablo 5.25’deki değerler kullanılacaktır. Ayrıca zemin üzerine oturacak binanın temel değerleri de Tablo 5.26’da, zemindeki kazıklara ait değerler ise Tablo 5.27’de verilmiştir.

Tablo 5. 23 V. Projeye ait MC zemin parametreleri

Tabakalar	1-2-3	4	5	6	7
Zemin Cinsi	Siltli Kum	Kumlu Düşük Plastisiteli Silt	Kumlu Düşük Plastisiteli Kil	Kumlu Düşük Plastisiteli Silt	Orta Plastisiteli Kil
Başlangıç Nok.	0	7.3	8.6	10.4	11.9
Bitiş Nok.	7.3	8.6	10.4	11.9	20.8
Tabaka Kal.	7.3	1.3	1.8	1.5	8.9
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.50	18.50	19.50	17.30	18.80
γ_{sat} (kN/m ³)	19.50	19.50	20.50	18.30	19.80
k_x (m/day)	1	0.001	0.001	0.001	0.001
k_y (m/day)	1	0.001	0.001	0.001	0.001
E_{ref} (kN/m ²)	13000	10000	4500	25000	5000
ν (-)	0.3	0.35	0.35	0.35	0.35
c_{ref} (kN/m ²)	7	12	13	9	47
ϕ (°)	18	10	4	33	12
ψ (°)	0	0	0	3	0
Tabakalar	8	9	10	11	12
Zemin Cinsi	Siltli Çakıl	Orta Plastisiteli Kil	Kumlu Siltli Çakıl	Çakıllı Killi Kum	Düşük Plastisiteli Kil
Başlangıç Nok.	20.8	25.3	30	34.4	36.1
Bitiş Nok.	25.3	30	34.4	36.1	50
Tabaka Kal.	4.5	4.7	4.4	1.7	13.9
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	21.1	17.5	21	21.5	20
γ_{sat} (kN/m ³)	22.1	18.5	22	22.5	21
k_x (m/day)	1	0.001	1	1	0.001
k_y (m/day)	1	0.001	1	1	0.001
E_{ref} (kN/m ²)	50000	5000	55000	12000	2000
ν (-)	0.3	0.35	0.35	0.3	0.35
c_{ref} (kN/m ²)	4	36	5	5	44
ϕ (°)	25	9	22	13	12
ψ (°)	0	0	0	0	0

Tablo 5.24 V. Projeye ait SSM zemin parametreleri

Tabakalar	4	5	6	7	9	12
Zemin Cinsi	Kumlu Düşük Plastisiteli Silt	Kumlu Düşük Plastisiteli Kil	Kumlu Düşük Plastisiteli Silt	Orta Plastisiteli Kil	Orta Plastisiteli Kil	Düşük Plastisiteli Kil
Başlangıç Noktası	7.3	8.6	10.4	11.9	25.3	36.1
Bitiş Noktası	8.6	10.4	11.9	20.8	30	50
Tabaka Kalınlığı	1.3	1.8	1.5	8.9	4.7	13.9
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.5	19.5	17.3	18.8	17.5	20
γ_{sat} (kN/m ³)	19.5	20.5	18.3	19.8	18.5	21
k_x (m/day)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
k_y (m/day)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
λ^* (lamda)	0.03	0.1	0.02	0.1	0.1	0.1
κ^* (kappa)	8.50E-03	0.02	7.00E-03	0.02	0.02	0.02
c_{ref} (kN/m ²)	12	13	9	47	36	44
ϕ (°)	10	4	33	12	9	12
ψ (°)	0	0	3	0	0	0
R_{inter}	1	1	1	1	1	1

Tablo 5.25 V. Projeye ait HSM zemin parametreleri

Tabakalar	1-2-3	8	10	11
Zemin Cinsi	Siltli Kum	Siltli Çakıl	Kumlu Siltli Çakıl	Çakıllı Killi Kum
Başlangıç Noktası	0	20.8	30	34.4
Bitiş Noktası	7.3	25.3	34.4	36.1
Tabaka Kalınlığı	7.3	4.5	4.4	1.7
Malzeme Türü	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı	Drenajlı
γ_{unsat} (kN/m ³)	18.5	21.1	21	21.5
γ_{sat} (kN/m ³)	19.5	22.1	22	22.5
k_x (m/day)	1	1	1	1
k_y (m/day)	1	1	1	1
E_{50}^{ref} (kN/m ²)	13000	50000	55000	12000
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	13000	50000	55000	12000
$E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	39000	150000	165000	36000
ν (-)	0.3	0.3	0.35	0.35
c_{ref} (kN/m ²)	7	4	5	5
ϕ (°)	18	25	22	13
ψ (°)	0	0	0	0
R_{inter}	1	1	1	1

Tablo 5.26 V. Projeye ait temel parametreleri

TEMEL	EA (kN/m)	EI (kNm ² /m)	w	v
	33000000	2750000	2.50	0.15

Tablo 5.27 V. Projeye ait kazık parametreleri

KAZIK	EA (kN/m)	EI (kNm ² /m)	w	v
	9330530.18	209936.93	0.50	0.15

5.5.2 Uygulama

Bu projemizde; aralık değerleri 60m genişliğe, 50m derinliğe sahip bir geometri oluşturulmuştur. Hesaplamalar kısmında 3 fazdan oluşan bir sistem oluşturulmuştur. Birinci fazda kazıklar, ikinci fazda temel, üçüncü fazda ise temele etkileyen yük tanımlanmıştır.

5.5.3 Plaxis Programından Elde Edilen Sonuçlar

V. projemize ait Plaxis2D programında “Mohr-Coulomb Zemin Modeli”, “Yumuşak Zemin Modeli” ve “Pekleşen Zemin Modeli” ile elde ettiğimiz sonuçlar ise Tablo 5.28’de verilmiştir.

Tablo 5. 28 V.Projeye ait Plaxis2D'den elde edilen sonuçlar

MC		HSM - SSM	
Plaxis Sonuçları		Plaxis Sonuçları	
Toplam Deplasman (m)	44.86x10 ⁻³	Toplam Deplasman (m)	720.31x10 ⁻³
Eksenel Kuvvet (kN/m)	-367.48	Eksenel Kuvvet (kN/m)	-204.7
Kesme Kuvveti (kN/m)	453.41	Kesme Kuvveti (kN/m)	536.78
Moment (kNm/m)	513.32	Moment (kNm/m)	1260

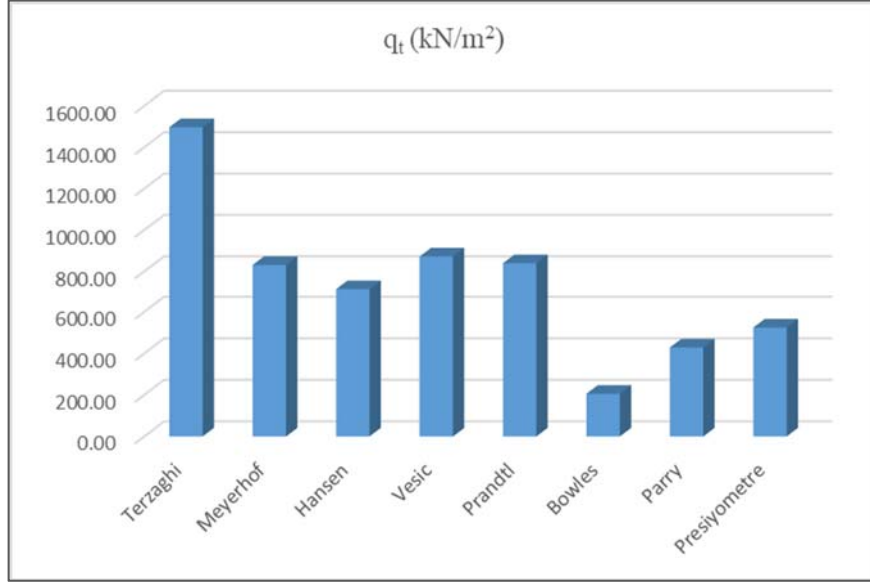
5.5.4 Taşıma Gücü Yöntemleri İle Elde Edilen Değerler

Projemizde 8 farklı taşıma gücü yöntemi ile hesap yapılmıştır. Bunlardan elde edilen sonuçlar Tablo 5.29’da verilmiştir.

Tablo 5. 29 V. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme değerleri

Taşıma Gücü Yöntemleri	q _t (kN/m ²)
Terzaghi	1496,97
Meyerhof	831,58
Hansen	714,25
Vesic	872,27
Prandtl	839,89
Bowles	205,73
Parry	428,57
Presiyometre	524,81

Hesaplanan değerlerin grafiksel gösterimi aşağıdaki gibidir;



Şekil 5. 11 V. Projeye ait taşıma gücü yöntemlerinden elde edilen gerilme grafiği

Buradan da görüldüğü üzere Terzaghi taşıma gücü yöntemi ile en yüksek, Bowles taşıma gücü yöntemi ile ise en düşük q_t değerine ulaşılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kullanılan beş farklı zemin sınıfına sahip projelerin sonuçlarından yola çıkılarak aşağıdaki bilgiler elde edilebilmektedir:

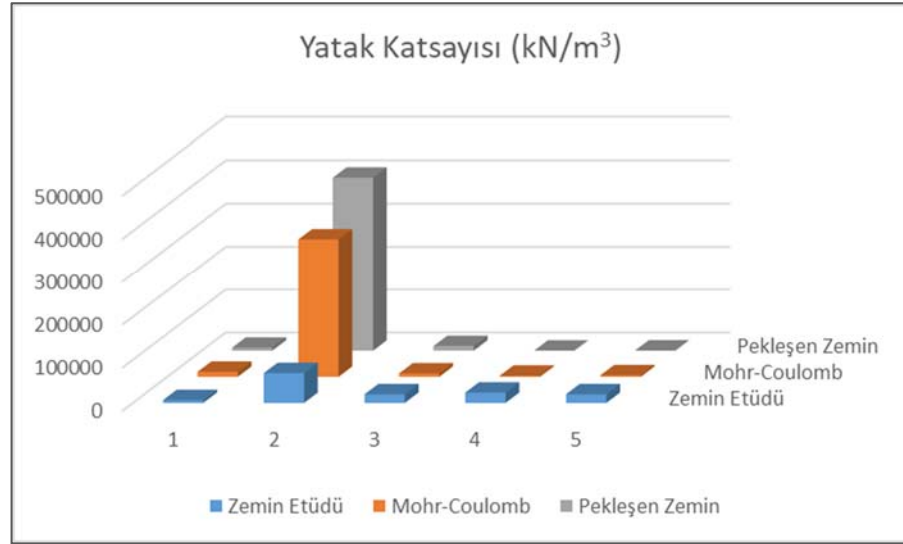
- Plaxis programı ile elde ettiğimiz sonuçlardan hesaplanan gerilmelerde pekleşen zemin modeli ve yumuşak zemin modelinin, Mohr-Coulomb zemin modeline kıyasla ortalama %55 oranında daha az bulunduğu görülmektedir.
- Kil zeminlerde yumuşak zemin modeli daha gerçekçi sonuçlar vermektedir.
- Toplam deplasmanların Mohr – Coulomb zemin modelinde genel olarak yaklaşık 2.5 kat oranında fazla olduğu görülmektedir.
- Yumuşak zeminler için uygun zemin modeli seçilmesi sistemin daha güvenli tarafta kalmasına olanak sağlamaktadır ve bu sayede daha gerçekçi sonuçlar elde edilmektedir.
- Pekleşen zemin modelinde ve Mohr-Coulomb zemin modelinde ağ yapısında eleman sayısı arttıkça toplam deplasmanda az da olsa bir artış görülmektedir. Diğer değerler ise pekleşen zemin modelinde ufak bir farkla düşüş gösterirken Mohr-Coulomb zemin modelinde farklı sonuçlar elde edilmektedir.
- Projelerimizin hesapları için kullandığımız gerilme değerleri ve bu değerlerle yapılan hesaplardan elde edilen deplasman sonuçları;

Projeler	q	Q	A	Toplam Deplasman	Toplam Deplasman
	kN/m ²	kN	m ²	MC	HSM
				m	m
I. Proje	83.82	65380	780	0.00728	0.01222
II.Proje	158.14	189770	1200	0.000494	0.000393
III.Proje	70.84	110510	1560	0.00922	0.00665
IV.Proje	135.11	121600	900	0.05296	1.35
V.Proje	163.13	65250	400	0.04486	0.72031

Plaxiste kullanılan gerilmelerin bulunan deplasmanlara bölümü ile elde edilen yatak katsayısı değerleri aşağıdaki tabloda ikinci ve üçüncü sütunda yer almaktadır. İlk sütunda ise zemin etüdünde verilen yatak katsayısı değerleri yer almaktadır. Yukarıdaki tablodan yola çıkarak bulduğumuz sonuçlara göre, oturma miktarı arttıkça yatak katsayısının küçüldüğü sonucuna varılmaktadır. Ayrıca I. Ve II. Projede zemin etüdünde alınan değerlerin plaxisten hesaplanana göre daha az olduğu diğer projelerde ise daha fazla olduğu görülmektedir. Bu

da tuf birimi ve kaya niteliğindeki ZB ve ZC cinsi zeminlerde zemin etüdü değeriyle daha güvenli tarafta kalınmak istendiğini göstermektedir. ZD, ZE ve ZF zeminlerde ise zemin etüdünden alınan değerlerin tekrar kontrol edilmesi gerektiği görülmektedir.

Projeler	Yatak Katsayısı (kN/m ³)		
	Zemin Etüdünden Alınan Değer	Plaxisten Hesaplanan (MC)	Plaxisten Hesaplanan (HSM)
I. Proje	6500	11513.81	6859.29
II. Proje	69000	320124.83	402396.10
III. Proje	20000	7683.27	10652.59
IV. Proje	24000	2551.19	100.08
V. Proje	20000	3636.31	226.46



KAYNAKLAR

1. Alyamaç K.E. ve Erdaoğan A.S., (2005), Geçmişten günümüze afet yönetmelikleri ve uygulamada karşılaşılan tasarım hataları, Deprem sempozyumu Kocaeli.
2. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY).
3. Ercan A., “Deprem Yapıyı Nasıl Yıkar? Yer Araştırmalarında Zemin Emniyet Gerilmesi ve Yer İvmesinin Önemi Nedir? Kuzeybatı Anadolu Karesi Bölgesi Jeofizik Toplantısı”, TMMOB Jeofizik Müh. Odası, Balıkesir, 2001.
4. Celep Z., Betonarme Yapılar: Beta Dağıtım; 2011.
5. Ersoy U., Canbay E., Özcebe G., Betonarme Cilt 1 Davranış ve Hesap İlkeleri: Evrim Yayınları; 2019.
6. Toğrol E., Tan O., Kazıklı Temeller: Birsen Yayınevi; 2003.
7. Alkaya D., Yeşil B., “Kazık Temellerin Bilgisayar Destekli Analizi”, Akdeniz Üniversitesi İnşaat Bilişimi, 2013.
8. Huvaj N. “Zemin Etüdüleri: Dikkat Edilecek Hususlar” TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 2016.
9. Uslu S., 2018. Sonlu elemanlar yöntemi tarihçesi ve amacı, Programlar, sonlu elemanlar, Mühendis hesabı.
10. PLAXIS. PLAXIS Material Models Manual; 2019.
11. Castaldo P., De Iuliis, M. (2014), “Optimal Integrated Seismic Design of Structural and Viscoelastic Bracing-Damper Systems”, Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 43(12), 1809-1827.
12. Hsiung B.B., Sakai, T. (2016), “Failure Analysis of Underground Construction-Lessons Learned from Taiwan”, Forensic Geotechnical Engineering, pp.197-208.
13. Zhang, W., Goh, A. and Zhang Y. (2015), “Probabilistic Assessment of Serviceability Limit State of Diaphragm Walls for Braced Excavation in Clays”, ASCE-ASME J. Risk Uncertainty Eng. Syst., Part A: Civ. Eng., 2015, 1(3): 06015001-1.
14. Mu, L., Finno, R. J., Huang, M., Kim, T., & Kern, K. (2015), “Defining The Soil Parameters For Computing Deformations Caused By Braced Excavation”, Maejo International Journal of Science and Technology, 9(2), 165-180.
15. Hoek, E. and Brown, E.T. (1980). Undergorund Excavations in Rocks. The Institution of Mining and Metallurgy, London, England.

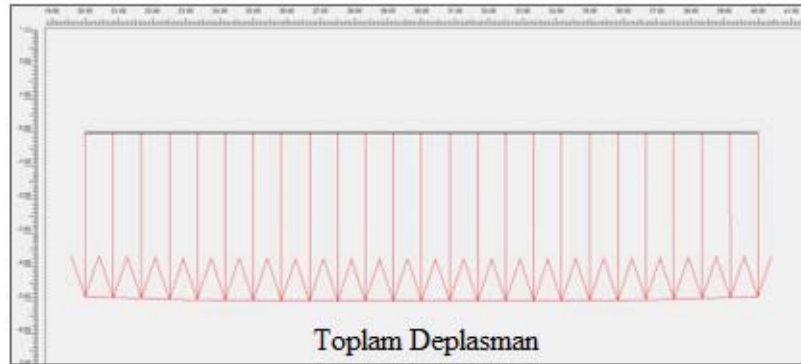
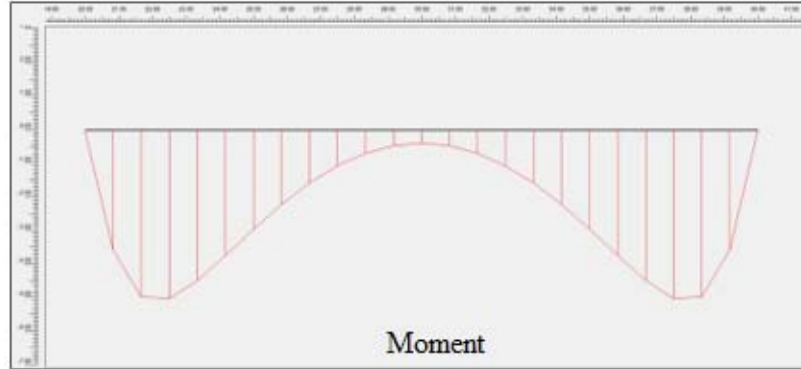
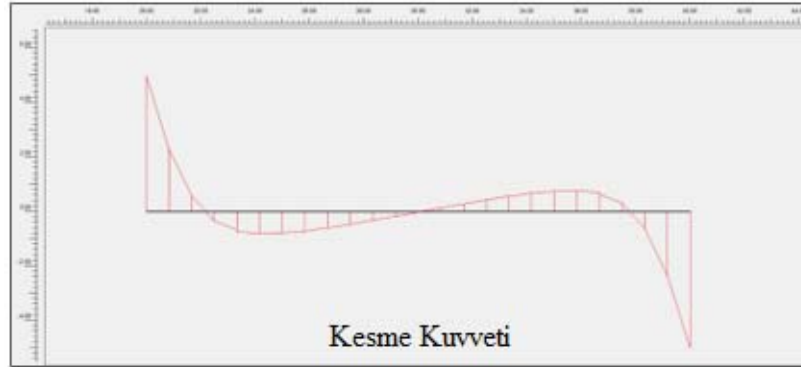
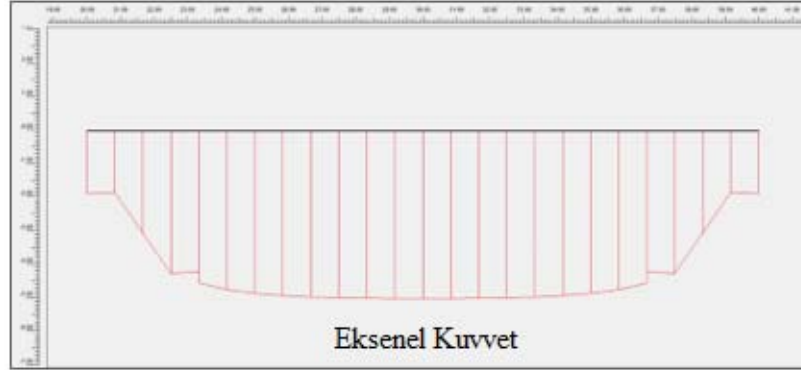
16. Şengün E., “Oyuk Genişlemesi Probleminin Sonlu Elemanlar Yöntemi İle İki Boyutlu Sayısal Analizi”, İstanbul Teknik Üniversitesi, 2013.
17. Brinkgreve, R.B.J. “PLAXIS Finite Element Code for Soil and Rock Analysis-Version 8”. Balkema, Rotterdam, 2002.
18. Duncan J. M., Chang C. Y. (1970), "Nonlinear Analysis of Stress And Strain in Soils", Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 96, pp. 1629-1653.
19. Jaky, J. (1944). The coefficient of earth pressure at rest. Journal of the Society of Hungarian Architects and Engineers, 78(22), 355-358.
20. Kumbasar, V., Kip F., 1999: Zemin Mekanikği Problemleri, 6. Baskı, Çağlayan Kitabevi, Beyoğlu, İstanbul.
21. Rankine, W.J.M. (1857) On the stability of loose earth. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. 147, p. 9 – 27.
22. Myslivec, A., and Kysela Z., 1978: The Bearing Capacity of Building Foundations, Developments in Geotechnical Engineering 21, Elsevier Scientific Publishing Company.
23. McCarthy, D. F., 2007. Zemin mekaniğinin esasları ve temeller; temel geoteknik, 7. Baskı, OYTEV, İstanbul.
24. Terzaghi, K., 1943. Theoretical Soil Mechanics. John Wiley&Sons, New York.
25. Keskin, M.S., 2009.Güçlendirilmiş Kumlu Şevlere Oturan Yüzeysel Temellerin Deneysel ve Teorik Analizi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi,410s, Adana.
26. Bowles, J. E., Foundation Analysis and Design, 5th ed., The McGraw-Hill Companies, Inc, 1996.
27. Terzaghi, K., Peck, R. B., 1967. Soil Mechanics in Engineering Practise, Second ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.
28. Meyerhof, G.G., 1951. The ultimate bearing capacity of foundations, Geotechnique 2, No.4, pp.301-302.
29. Das, B. M., 1999: Shallow Foundations Bearing Capacity and Settlements, CRC Press.
30. Hansen, J.B., 1961. The Bearing Capacity of Sand Tested by Loading Circular Plates. 5 th International Conference on Soil Mechanic Foundation. England:Vol.1, Paris.

31. Vesic, A.S., 1973. Analysis of ultimate loads of shallow foundations, Journal of SM an FE Division, ASCE, vol.99, No.SM1 pp.45-73.
32. Öztoprak S., Sığ Temellerin Tasarımı ve Oturmaların Hesabı, İMO İstanbul, 2017.
33. Parry, R. H.G. 1977, Estimating bearing capacity of sand from SPT values JGED ASCE 103:Gt.9 pp1014-1043.

EKLER

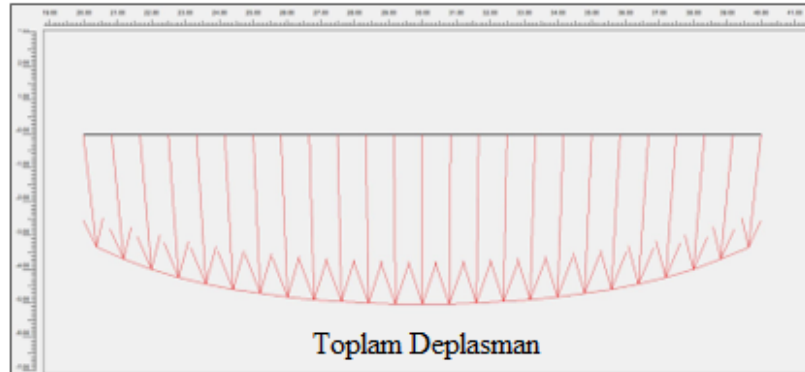
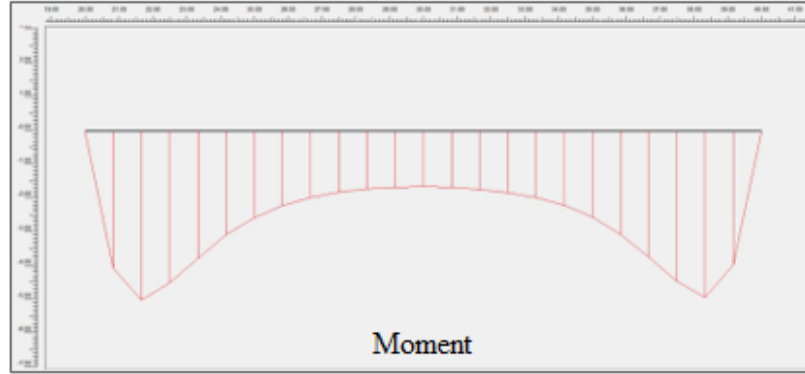
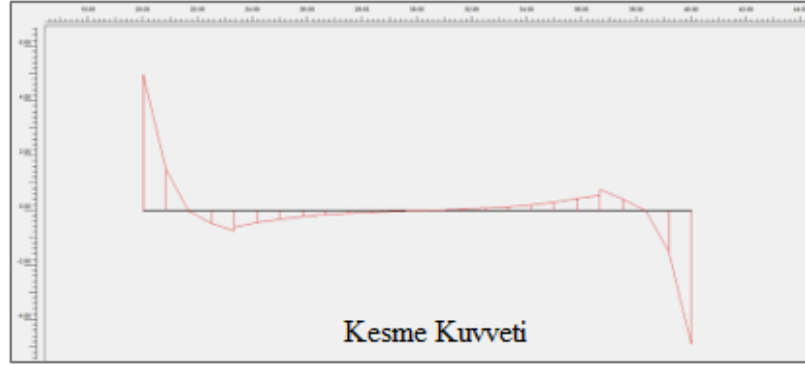
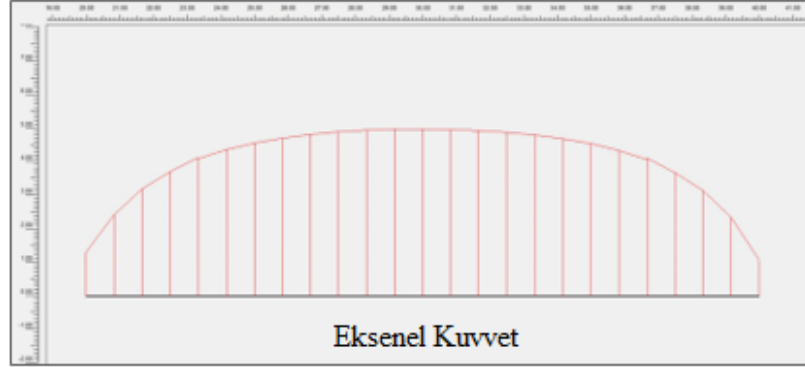
A. I. Projeye Ait Grafikler

- Pekleşen zemin modeli grafikleri;

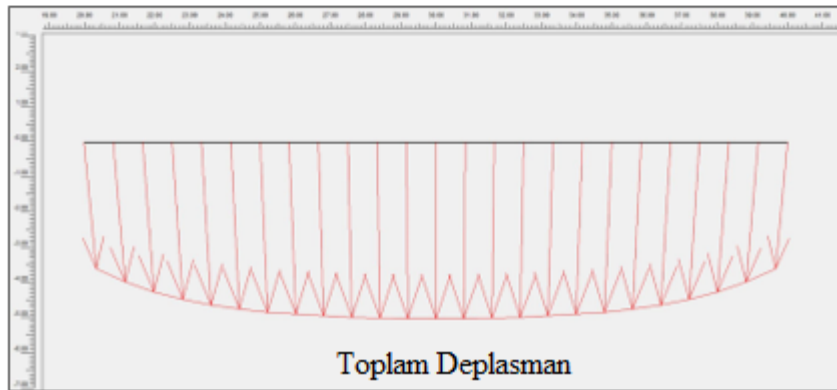
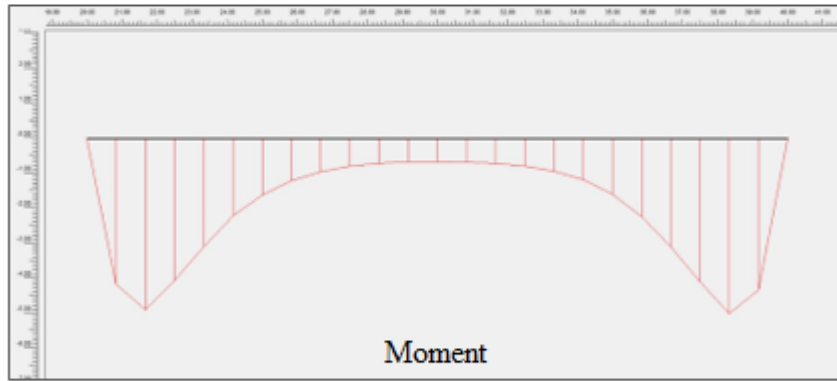
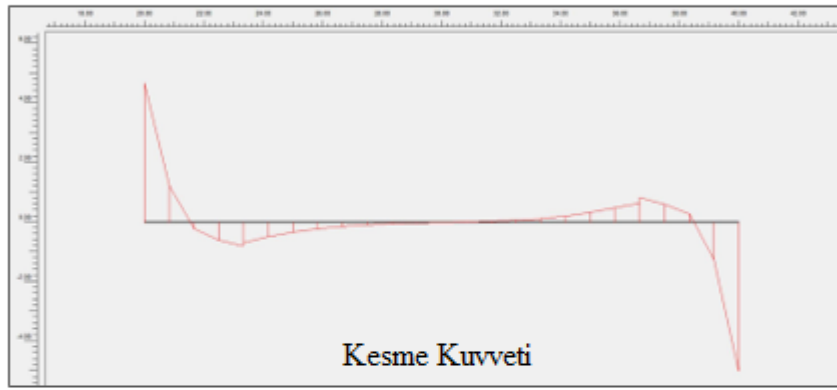
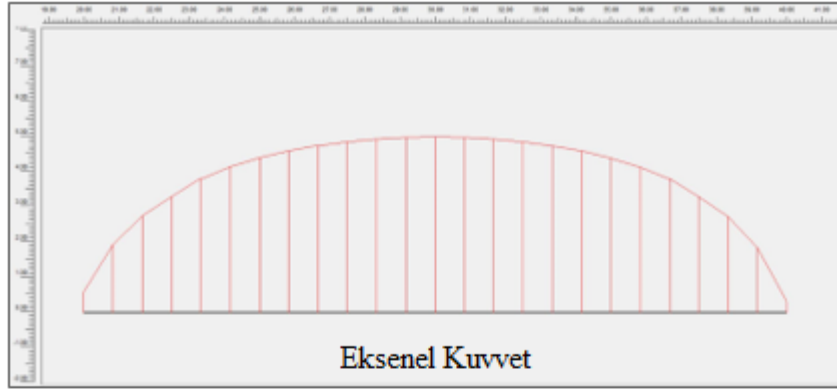


B. II. Projeye Ait Grafikler

- Mohr – Coulomb grafikleri;

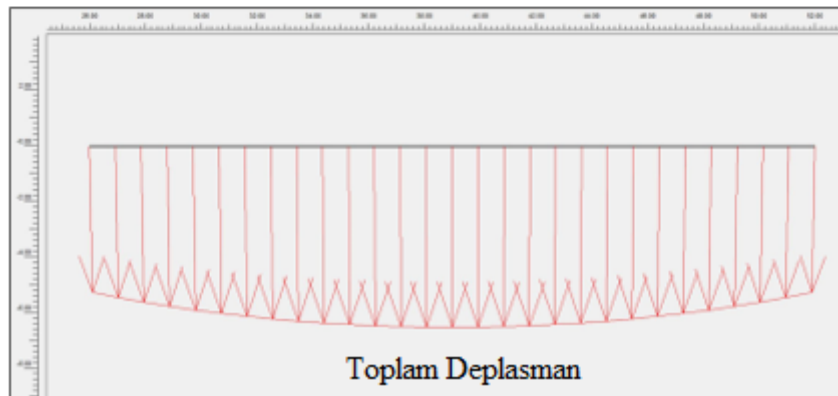
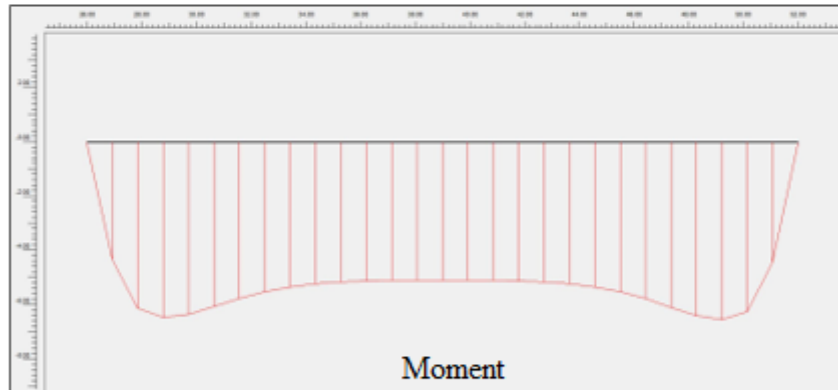
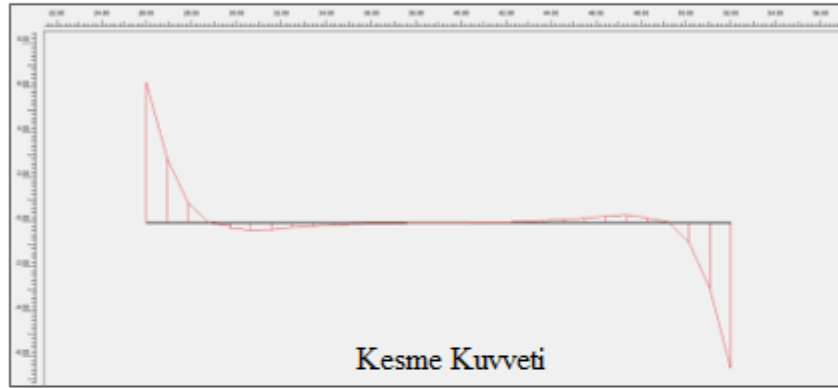
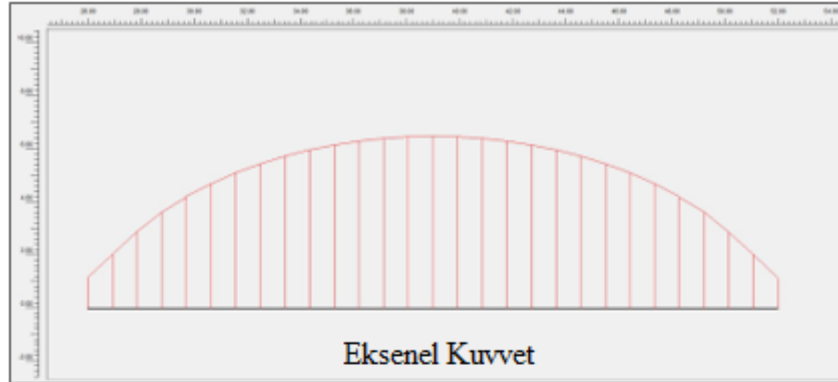


- Pekleşen zemin modeli grafikleri;

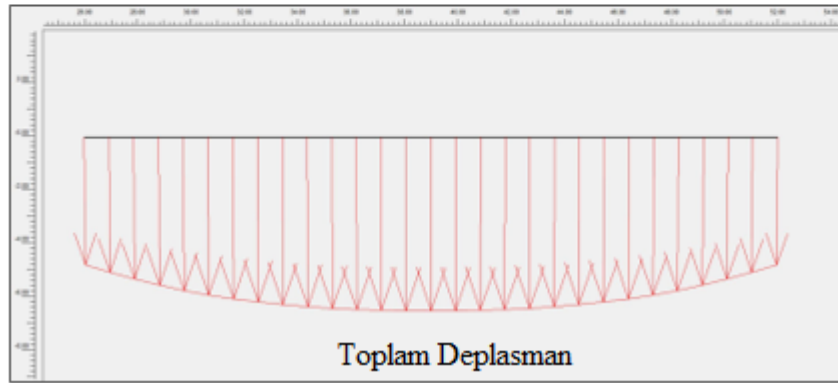
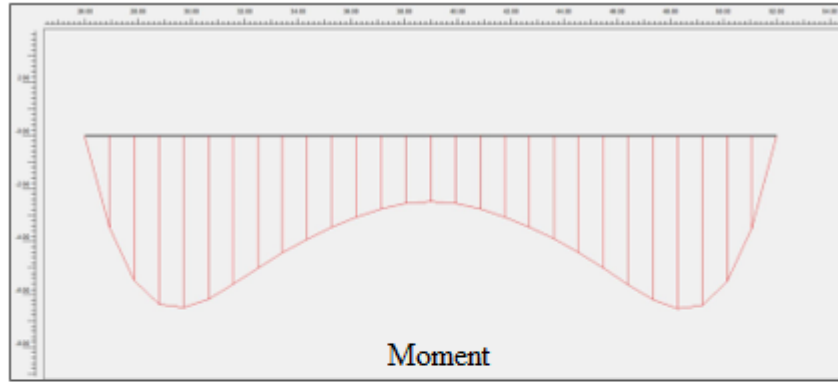
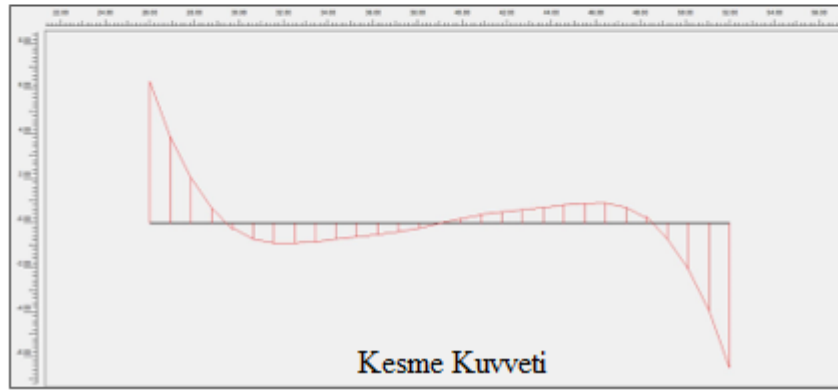
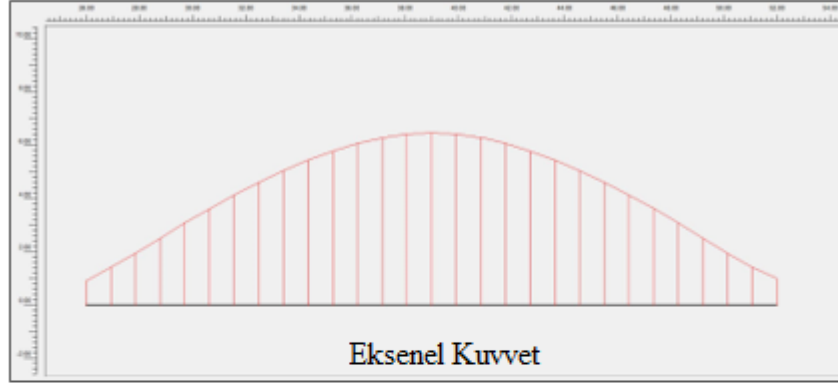


C. III. Projeye Ait Grafikler

- Mohr – Coulomb grafikleri;

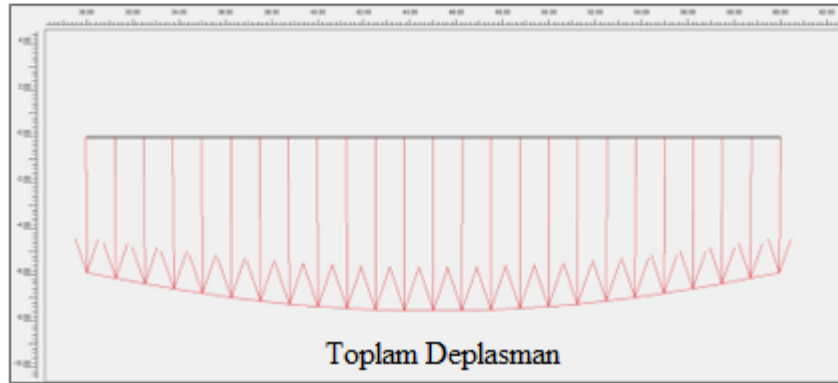
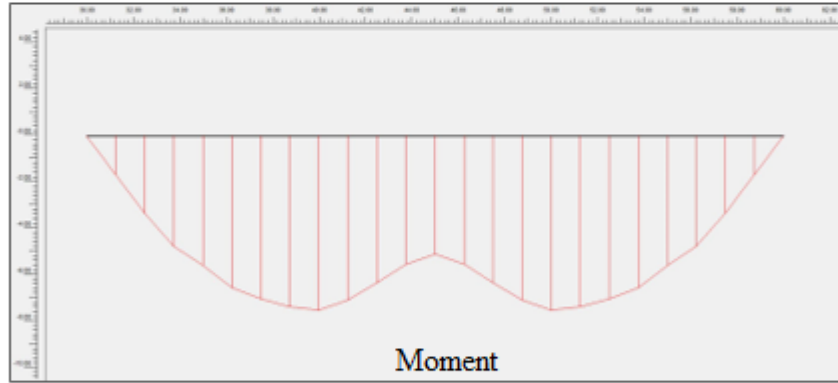
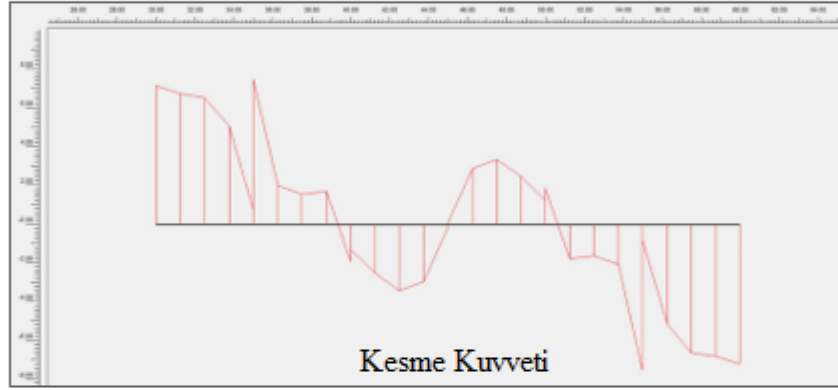
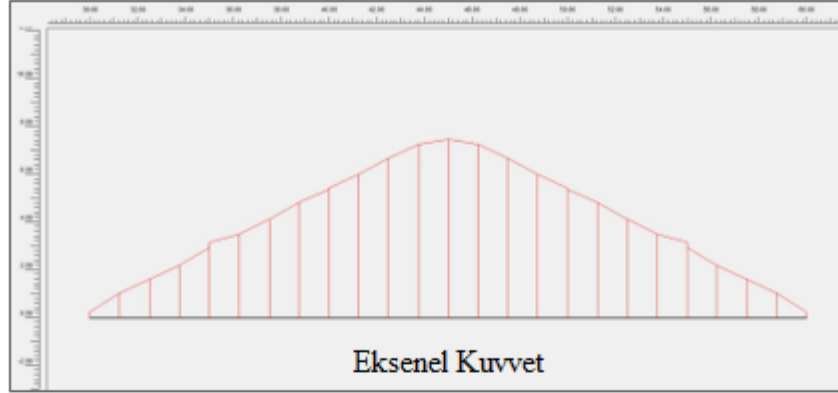


- Pekleşen zemin modeli grafikleri;

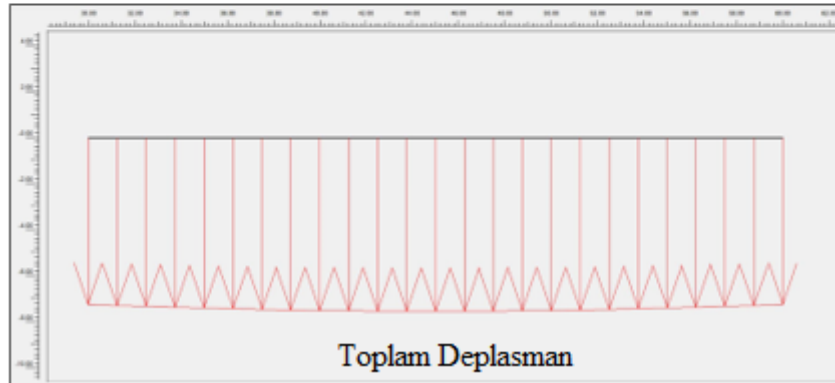
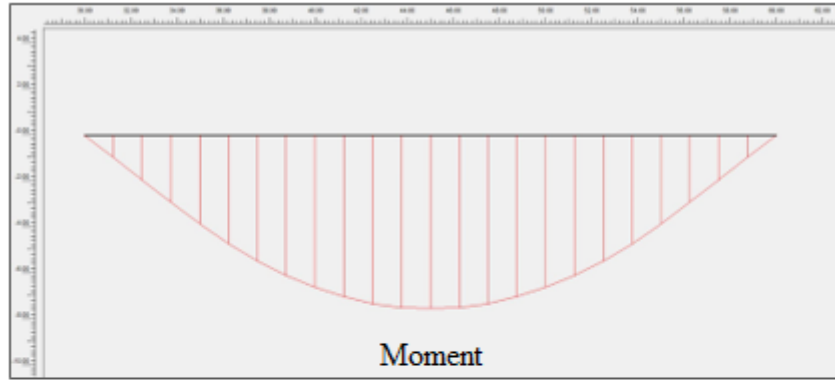
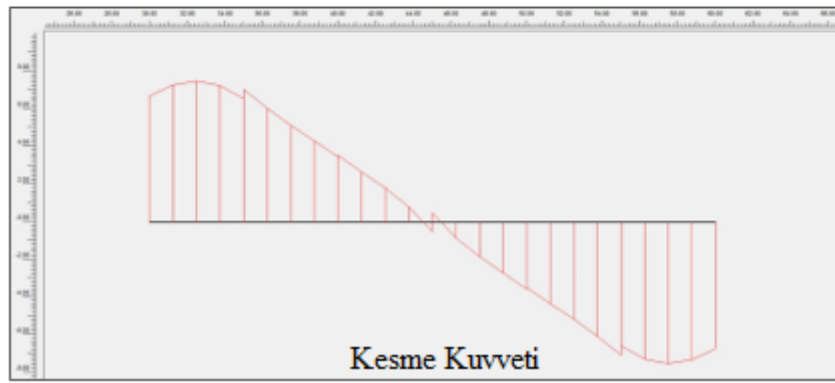
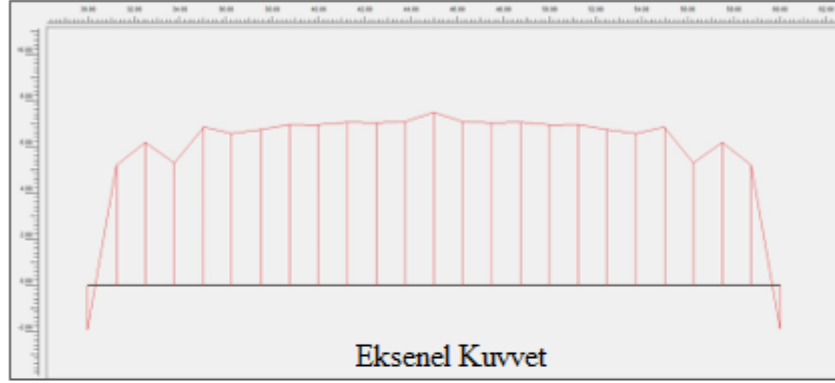


D. IV. Projeye Ait Grafikler

- Mohr – Coulomb grafikleri;

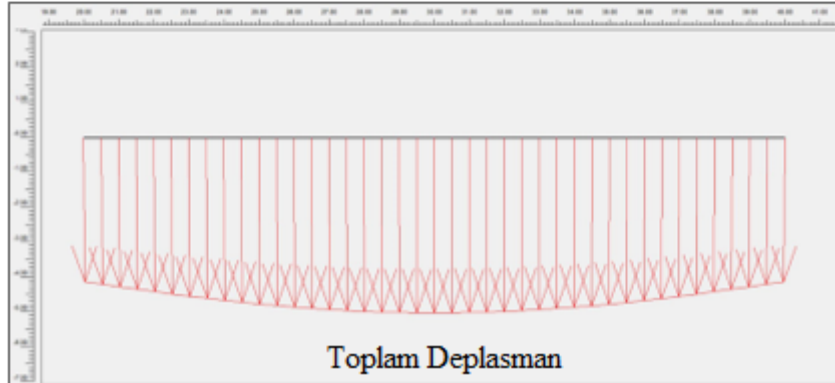
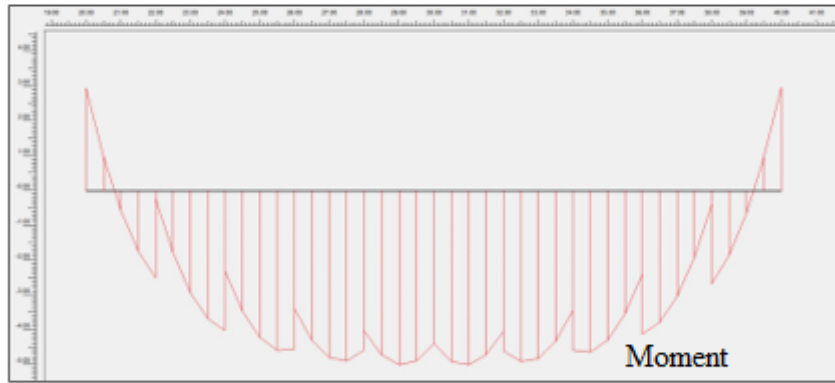
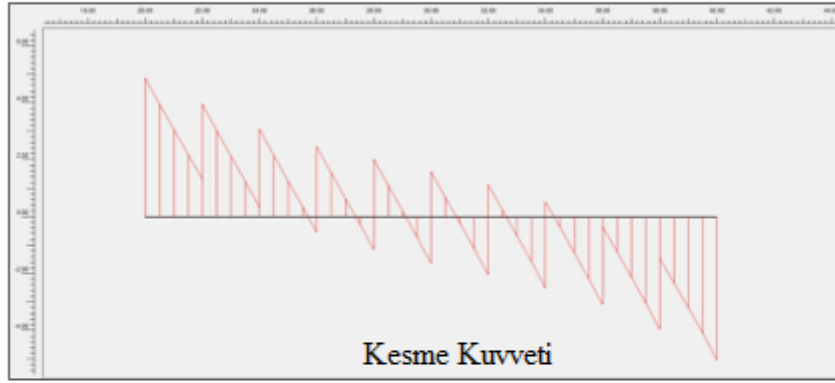
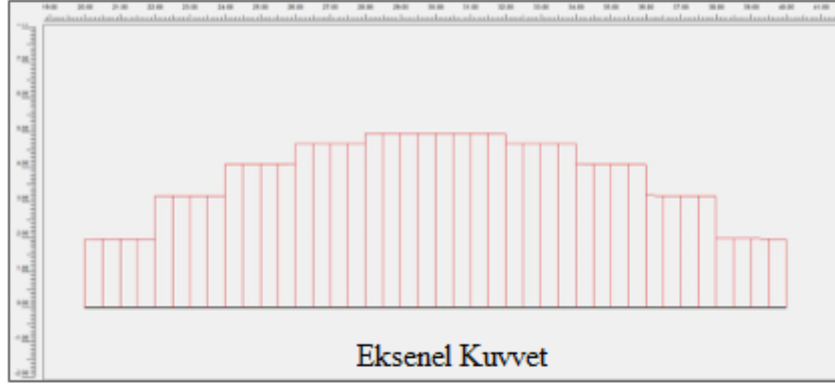


- Pekleşen ve yumuşak zemin modeli grafikleri;

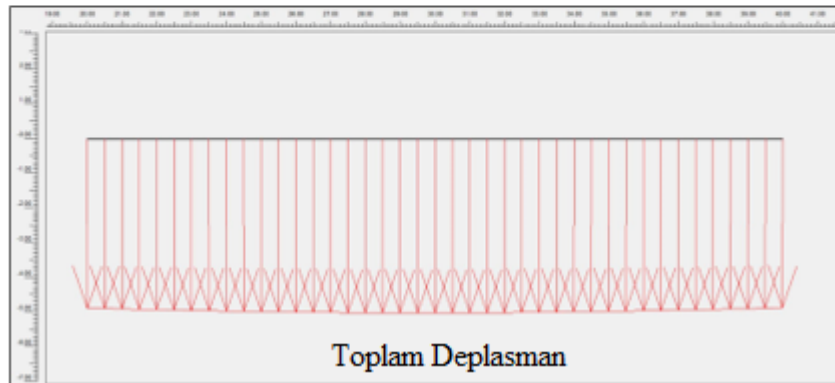
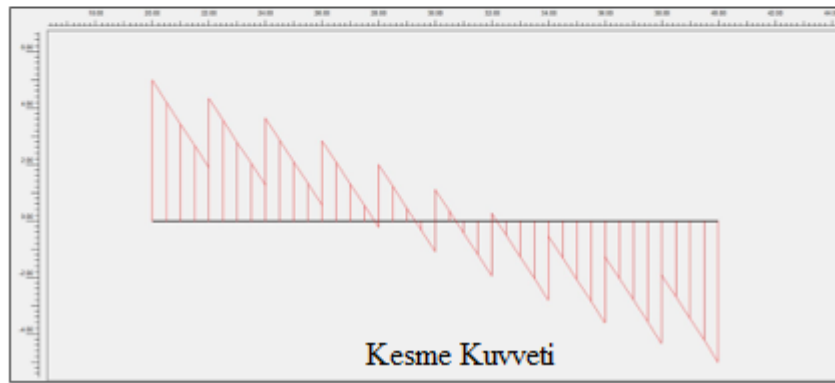
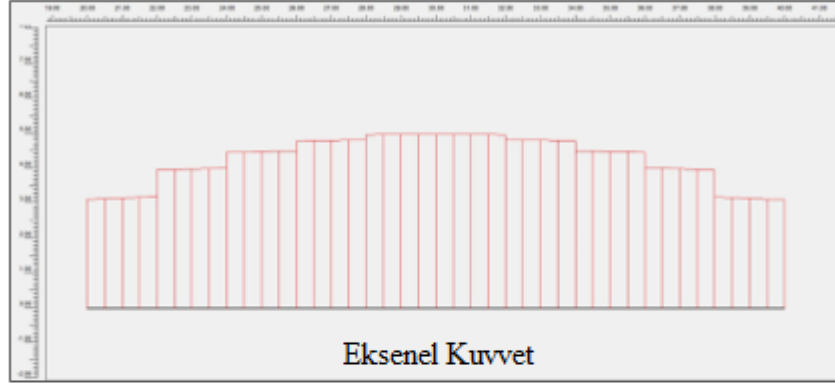


E. V. Projeye Ait Grafikler

- Mohr – Coulomb grafikleri;



- Pekleşen ve yumuşak zemin modeli grafikleri;



ÖZGEÇMİŞ



Ad-Soyad : Buket KAYABAŞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 14.09.1990 Lüleburgaz
E-posta : kayabasbuket@hotmail.com

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2013, Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

MESLEKİ DENEYİM:

- **08.2013 – 02.2014**, Polinom İnşaat
- **02.2014 – 06.2014**, Piyap İnşaat
- **08.2014 – 03.2016**, Yağmurcan İnşaat
- **09.2016 -**, Epsilon Proje

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Kayabas B., Pulat H. F.** 2020. Analysis of foundations constructed on different soil classes by considering different soil models, *International Conference on Engineering Technologies*, November 19-21, 174-179.