İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İKİ PARAMETRELİ ZEMİNE OTURAN KİRİŞLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Mustafa Onur GÜRASLAN

Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Programı : YAPI MÜHENDİSLİĞİ

HAZİRAN 2008

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İKİ PARAMETRELİ ZEMİNE OTURAN KİRİŞLER

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Mustafa Onur GÜRASLAN
(501061092)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2008
Tezin Savunulduğu Tarih : 11 Haziran 2008

Tez Danışmanı : Yrd.Doç.Dr. Mecit ÇELİK
Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Ahmet Işın SAYGUN (İ.T.Ü.)
Yrd.Doç.Dr. Canan GİRGİN (Y.T.Ü.)

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Mühendisliği programında gerçekleştirilen bu yüksek lisans çalışmasında, iki parametreli elastik zemine oturan kirişlerin sonlu elemanlarla hesabı yapılmıştır ve kiriş uçlarındaki sınır kesme kuvvetlerinin etkisi incelenmiştir.

Bu çalışma süresince değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bana her konuda yardımcı olan danışman hocam Yrd .Doç. Dr. Mecit ÇELİK'e, Prof. Dr. Ahmet Işın SAYGUN'a, gösterdiği anlayış ve yardımlarından dolayı İnş. Müh. Kamil Kerem ZENGİN'e ve çalışma arkadaşlarıma, bana verdiği destek ve yardımlarından dolayı arkadaşım Özge YAŞAR'a ve aileme teşekkür ederim.

Haziran 2008 Mustafa Onur GÜRASLAN

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ **iv**
ŞEKİL LİSTESİ **xv**
SEMBOL LİSTESİ **xvi**
ÖZET **xvii**
SUMMARY **xviii**

1. GİRİŞ **1**
1.1. Yapı Zemin İlişkisi 1
1.2. Zemin Modelleri 1
1.2.1. Winkler Zemin Modeli 1
1.2.2. Boussinesq Zemin Modeli 3
1.2.3. Filonenko – Brodich Zemin Modeli 3
1.2.4. Hetenyi Zemin Modeli 4
1.2.5. Pasternak Zemin Modeli 5
1.2.6. Vlasov Zemin Modeli 5
1.3. Çözüm Yöntemi 6
1.4. Çalışmanın Kapsam ve Amacı 8

2. İKİ PARAMETRELİ ZEMİNE OTURAN PLAK HESABI **9**
2.1. İki Parametreli Zemin Karakteristikleri 9
2.2. İki Parametreli Zemin Tepkilerinin Plak Sonlu Elemanlarda Göz Önüne Alınması 17
2.2.1. 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Plak Elemanda [C] ve [C_T] Matrisleri 20
2.3 İki Parametreli Zemin Ortamının Sonlu Elemanlarla Tanımlanması 22
2.3.1. 4 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Zemin Sonlu Elemanda [C] ve [CT] Matrisleri 25

3. SAYISAL ÖRNEKLER **30**
3.1. Zemin Elastisite Modülü Derinlik Boyunca Sabit 31
3.1.1. Yayılı Yük Durumu 31
3.1.2. Tekil Yük Durumu 32
3.1.3. Tekil Moment Durumu 38
3.2. Zemin Elastisite Modülünü Derinlikle Lineer Değişen 44
3.2.1. Yayılı Yük Durumu 44
3.2.2. Tekil Yük Durumu 46
3.2.3. Tekil Moment Durumu 59
3.3. Zemin Elastisite Modülünü Derinlikle Karesel Değişen 71
3.3.1. Yayılı Yük Durumu 71
3.3.2. Tekil Yük Durumu 73
3.3.3. Tekil Moment Durumu 85

4. SONUÇLAR **98**

KAYNAKLAR **103**

ÖZGEÇMİŞ **105**

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 2.1 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Elemanın Elastik Yataklanma Alt Matrisleri..... 23
Tablo 2.2 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Elemanın Kayma Parametresine Bağlı Alt Matrisleri..... 24
Tablo 2.3 Dikdörtgen Zemin Sonlu Eleman Deformasyon Matrisi..... 26
Tablo 3.1 Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m) 31
Tablo 3.2 Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m) 31
Tablo 3.3 Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m) 31
Tablo 3.4 Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m) 32
Tablo 3.5 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.0'da) 32
Tablo 3.6 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.0'da) 32
Tablo 3.7 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.0'da) 33
Tablo 3.8 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.0'da) 33
Tablo 3.9 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.1'de) 33
Tablo 3.10 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.1'de) 33
Tablo 3.11 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.1'de) 34
Tablo 3.12 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.1'de) 34
Tablo 3.13 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.2'de) 34
Tablo 3.14 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.2'de) 34
Tablo 3.15 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.2'de) 35
Tablo 3.16 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.2'de) 35
Tablo 3.17 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.3'de) 35
Tablo 3.18 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.3'de) 35
Tablo 3.19 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.3'de) 36
Tablo 3.20 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.3'de) 36
Tablo 3.21 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.4'de) 36

Tablo 3.22 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.4'de) 36
Tablo 3.23 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.4'de) 37
Tablo 3.24 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.4'de) 37
Tablo 3.25 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.5'de) 37
Tablo 3.26 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.5'de) 37
Tablo 3.27 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.5'de) 38
Tablo 3.28 Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.5'de) 38
Tablo 3.29 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.0'da) 38
Tablo 3.30 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.0'da)..... 39
Tablo 3.31 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.0'da)..... 39
Tablo 3.32 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.0'da)..... 39
Tablo 3.33 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.1'de)..... 39
Tablo 3.34 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.1'de)..... 40
Tablo 3.35 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.1'de)..... 40
Tablo 3.36 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.1'de)..... 40
Tablo 3.37 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.2'de)..... 40
Tablo 3.38 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.2'de)..... 41
Tablo 3.39 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.2'de)..... 41
Tablo 3.40 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.2'de)..... 41
Tablo 3.41 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.3'de)..... 41
Tablo 3.42 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.3'de)..... 42
Tablo 3.43 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.3'de)..... 42
Tablo 3.44 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.3'de)..... 42
Tablo 3.45 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.4'de)..... 42
Tablo 3.46 Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.4'de)..... 43

Tablo 3.47 Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.4'de)..... 43
Tablo 3.48 Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.4'de)..... 43
Tablo 3.49 Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.5'de)..... 43
Tablo 3.50 Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.5'de)..... 44
Tablo 3.51 Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.5'de)..... 44
Tablo 3.52 Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.5'de)..... 44
Tablo 3.53 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m) 45
Tablo 3.54 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m) 45
Tablo 3.55 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m) 45
Tablo 3.56 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m) 45
Tablo 3.57 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m) 46
Tablo 3.58 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m) 46
Tablo 3.59 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m) 46
Tablo 3.60 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m) 46
Tablo 3.61 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da) 47
Tablo 3.62 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da) 47
Tablo 3.63 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da) 47
Tablo 3.64 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da) 47
Tablo 3.65 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de) 48
Tablo 3.66 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de) 48
Tablo 3.67 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de) 48
Tablo 3.68 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de) 48
Tablo 3.69 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de) 49
Tablo 3.70 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de) 49
Tablo 3.71 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de) 49

Tablo 3.72 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de) 49
Tablo 3.73 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de) 50
Tablo 3.74 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de) 50
Tablo 3.75 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de) 50
Tablo 3.76 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de) 50
Tablo 3.77 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de) 51
Tablo 3.78 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de) 51
Tablo 3.79 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de) 51
Tablo 3.80 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de) 51
Tablo 3.81 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de) 52
Tablo 3.82 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de) 52
Tablo 3.83 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de) 52
Tablo 3.84 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de) 52
Tablo 3.85 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da) 53
Tablo 3.86 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da) 53
Tablo 3.87 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da) 53
Tablo 3.88 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da) 53
Tablo 3.89 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de) 54
Tablo 3.90 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de) 54
Tablo 3.91 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de) 54
Tablo 3.92 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de) 54
Tablo 3.93 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de) 55
Tablo 3.94 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de) 55
Tablo 3.95 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de) 55
Tablo 3.96 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de) 55

Tablo 3.97 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de) 56
Tablo 3.98 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de) 56
Tablo 3.99 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de) 56
Tablo 3.100 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de) 56
Tablo 3.101 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de) 57
Tablo 3.102 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de) 57
Tablo 3.103 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de) 57
Tablo 3.104 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de) 57
Tablo 3.105 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de) 58
Tablo 3.106 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de) 58
Tablo 3.107 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de) 58
Tablo 3.108 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de) 58
Tablo 3.109 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.0'da)..... 59
Tablo 3.110 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.0'da)..... 59
Tablo 3.111 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.0'da)..... 59
Tablo 3.112 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.0'da)..... 60
Tablo 3.113 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.1'de)..... 60
Tablo 3.114 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.1'de)..... 60
Tablo 3.115 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.1'de)..... 60
Tablo 3.116 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.1'de)..... 61
Tablo 3.117 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.2'de)..... 61
Tablo 3.118 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.2'de)..... 61
Tablo 3.119 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.2'de)..... 61
Tablo 3.120 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.2'de)..... 62
Tablo 3.121 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.3'de)..... 62

Tablo 3.122 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.3'de)..... 62
Tablo 3.123 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.3'de)..... 62
Tablo 3.124 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.3'de)..... 63
Tablo 3.125 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.4'de)..... 63
Tablo 3.126 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.4'de)..... 63
Tablo 3.127 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.4'de)..... 63
Tablo 3.128 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.4'de)..... 64
Tablo 3.129 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.5'de)..... 64
Tablo 3.130 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.5'de)..... 64
Tablo 3.131 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.5'de)..... 64
Tablo 3.132 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.5'de)..... 65
Tablo 3.133 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.0'da)..... 65
Tablo 3.134 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.0'da)..... 65
Tablo 3.135 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.0'da)..... 65
Tablo 3.136 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.0'da)..... 66
Tablo 3.137 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.1'de)..... 66
Tablo 3.138 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.1'de)..... 66
Tablo 3.139 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.1'de)..... 66
Tablo 3.140 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.1'de)..... 67
Tablo 3.141 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.2'de)..... 67
Tablo 3.142 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.2'de)..... 67
Tablo 3.143 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.2'de)..... 67
Tablo 3.144 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.2'de)..... 68
Tablo 3.145 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.3'de)..... 68
Tablo 3.146 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.3'de)..... 68

Tablo 3.147 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.3'de)..... 68
Tablo 3.148 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.3'de)..... 69
Tablo 3.149 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.4'de)..... 69
Tablo 3.150 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.4'de)..... 69
Tablo 3.151 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.4'de)..... 69
Tablo 3.152 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.4'de)..... 70
Tablo 3.153 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m x/L=0.5'de)..... 70
Tablo 3.154 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m x/L=0.5'de)..... 70
Tablo 3.155 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m x/L=0.5'de)..... 70
Tablo 3.156 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m x/L=0.5'de)..... 71
Tablo 3.157 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m) 71
Tablo 3.158 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m) 72
Tablo 3.159 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m) 72
Tablo 3.160 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m) 72
Tablo 3.161 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m) 72
Tablo 3.162 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m) 73
Tablo 3.163 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m) 73
Tablo 3.164 Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m) 73
Tablo 3.165 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da) 74
Tablo 3.166 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da) 74
Tablo 3.167 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da) 74
Tablo 3.168 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da) 74
Tablo 3.169 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de) 75
Tablo 3.170 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de) 75
Tablo 3.171 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de) 75

Tablo 3.172 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de) 75
Tablo 3.173 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de) 76
Tablo 3.174 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de) 76
Tablo 3.175 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de) 76
Tablo 3.176 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de) 76
Tablo 3.177 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de) 77
Tablo 3.178 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de) 77
Tablo 3.179 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de) 77
Tablo 3.180 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de) 77
Tablo 3.181 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de) 78
Tablo 3.182 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de) 78
Tablo 3.183 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de) 78
Tablo 3.184 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de) 78
Tablo 3.185 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de) 79
Tablo 3.186 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de) 79
Tablo 3.187 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de) 79
Tablo 3.188 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de) 79
Tablo 3.189 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da) 80
Tablo 3.190 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da) 80
Tablo 3.191 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da) 80
Tablo 3.192 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da) 80
Tablo 3.193 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de) 81
Tablo 3.194 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de) 81
Tablo 3.195 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de) 81
Tablo 3.196 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de) 81

Tablo 3.197 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de) 82
Tablo 3.198 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de) 82
Tablo 3.199 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de) 82
Tablo 3.200 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de) 82
Tablo 3.201 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de) 83
Tablo 3.202 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de) 83
Tablo 3.203 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de) 83
Tablo 3.204 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de) 83
Tablo 3.205 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de) 84
Tablo 3.206 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de) 84
Tablo 3.207 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de) 84
Tablo 3.208 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de) 84
Tablo 3.209 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de) 85
Tablo 3.210 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de) 85
Tablo 3.211 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de) 85
Tablo 3.212 Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de) 85
Tablo 3.213 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.0'da)..... 86
Tablo 3.214 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.0'da)..... 86
Tablo 3.215 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.0'da)..... 86
Tablo 3.216 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.0'da)..... 86
Tablo 3.217 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.1'de)..... 87
Tablo 3.218 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.1'de)..... 87
Tablo 3.219 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.1'de)..... 87
Tablo 3.220 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.1'de)..... 87
Tablo 3.221 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.2'de)..... 88

Tablo 3.222 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.2'de)..... 88
Tablo 3.223 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.2'de)..... 88
Tablo 3.224 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.2'de)..... 88
Tablo 3.225 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.3'de)..... 89
Tablo 3.226 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.3'de)..... 89
Tablo 3.227 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.3'de)..... 89
Tablo 3.228 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.3'de)..... 89
Tablo 3.229 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.4'de)..... 90
Tablo 3.230 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.4'de)..... 90
Tablo 3.231 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.4'de)..... 90
Tablo 3.232 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.4'de)..... 90
Tablo 3.233 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.5'de)..... 91
Tablo 3.234 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.5'de)..... 91
Tablo 3.235 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.5'de)..... 91
Tablo 3.236 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.5'de)..... 91
Tablo 3.237 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.0'da)..... 92
Tablo 3.238 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.0'da)..... 92
Tablo 3.239 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.0'da)..... 92
Tablo 3.240 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.0'da)..... 92
Tablo 3.241 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.1'de)..... 93
Tablo 3.242 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.1'de)..... 93
Tablo 3.243 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.1'de)..... 93
Tablo 3.244 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.1'de)..... 93
Tablo 3.245 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.2'de)..... 94
Tablo 3.246 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.2'de)..... 94

Tablo 3.247 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.2'de)..... 94
Tablo 3.248 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.2'de)..... 94
Tablo 3.249 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.3'de)..... 95
Tablo 3.250 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.3'de)..... 95
Tablo 3.251 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.3'de)..... 95
Tablo 3.252 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.3'de)..... 95
Tablo 3.253 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.4'de)..... 96
Tablo 3.254 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.4'de)..... 96
Tablo 3.255 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.4'de)..... 96
Tablo 3.256 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.4'de)..... 96
Tablo 3.257 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m x/L=0.5'de)..... 97
Tablo 3.258 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m x/L=0.5'de)..... 97
Tablo 3.259 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m x/L=0.5'de)..... 97
Tablo 3.260 Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m x/L=0.5'de)..... 97
Tablo 4.1 Sınır Kesme Kuvvetleri (Yayılı Yük Durumu) 99
Tablo 4.2 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=5m) 99
Tablo 4.3 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=15m) 100
Tablo 4.4 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=15m) 100
Tablo 4.5 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=20m) 100
Tablo 4.6 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=5m) 101
Tablo 4.7 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=15m) 101
Tablo 4.8 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=15m) 101
Tablo 4.9 Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=20m) 102

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1 : Winkler Zemin Modeli..... 2
Şekil 1.2 : Filonenko - Brodich Zemin Modeli..... 4
Şekil 1.3 : Hetenyi Zemin Modeli..... 5
Şekil 1.4 : Vlasov Zemin Modeli..... 6
Şekil 1.5 : Plak Sonlu Elemanın Uç Serbestlikleri..... 8
Şekil 2.1 : Plak Yüzeysel Görünüş ve Kesiti..... 9
Şekil 2.2 : Zemine Etkiyen İç Kuvvetler..... 10
Şekil 2.3 : dz Kalınlığındaki Zemin Tabakasına Etkiyen Yükler..... 13
Şekil 2.4 : Elastisite Modülünün Lineer Değişimi..... 15
Şekil 2.5 : Elastisite Modülünün Karesel Değişimi..... 16
Şekil 2.6 : C ve C_T Hesabı Akış Şeması..... 17
Şekil 2.7 : Dönmelere Bağlı Olarak Zeminden Temele Gelen Tepkiler..... 18
Şekil 2.8 : Dikdörtgen Elemanda Yüzeydeki ve Sınırdaki Zemin Tepkileri.. 18
Şekil 2.9 : 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Plak Sonlu Eleman..... 20
Şekil 2.10 : Temel Çevre Ortamının Bölgelere Ayrılması..... 25
Şekil 2.11 : Planda Düzgün Olmayan Radye Temel Örneği..... 25
Şekil 2.12 : Radye Temel Çevre Genişliği..... 26
Şekil 2.13 : 4 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Zemin Sonlu Eleman..... 28
Şekil 3.1 : Sayısal Örnekler İçin Kullanılan Sonlu Kiriş..... 30
Şekil 3.2 : Sayısal Örnekler İçin Kullanılan Zemin ve Plak Sonlu Eleman modeli..... 30

SEMBOL LİSTESİ

x , y , z	: Kartezyen koordinatlar
u , v , w	: Plak yüzeyinde koordinatlar doğrultusundaki yer değiştirmeler
β_x	: Ortalama yüzeyin x ekseni etrafında dönmesi
β_y	: Ortalama yüzeyin y ekseni etrafında dönmesi
$\varepsilon_x , \varepsilon_y$	: x , y ekseni etrafındaki deformasyonlar
$\gamma_{xy} , \gamma_{xz} , \gamma_{yz}$	: Kayma deformasyonları
M_x , M_y	: Eğilme momentleri
T_x , T_y	: Kesme kuvvetleri
$Tsol , Tsağ$	: Kiriş uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri
a , b	: Dikdörtgen plağın kenar uzunlukları
w_e	: Ortalama yüzeyin eğilme deformasyonlarından dolayı oluşan çökmesi
E , υ , G	: Elastisite modülü, Poisson oranı, Kayma modülü
h	: Plak kalınlığı
d_i	: Eğilme deformasyonlarına bağlı plak uç deplasmanları
$\overline{d}_i$	: Eğilme deformasyonlarına bağlı plak uç deplasmanları
$[\ ]$	: Matris gösterimi
l_1,l_2	: Uç deplasmanlarının birim değerlerine karşı gelen lineer deplasman fonksiyonları
D	: Plak eğilme rijitliği
$[T_x], [T_y], [T]$	: Transformasyon matrisleri
$[B_d]$	: Eleman deformasyon matrisi
$[B]_{ij}$	: Eleman deformasyon alt matrisleri
$\varnothing(z)$	: Zemin çökme yüzeyinin fonksiyonu
τ_{zx} , τ_{zy}	: Zemindeki kayma gerilmeleri
C	: Zemine ait elastik yataklanma katsayısı
C_T	: Zemine ait kayma parametresi
q_z	: Zemin reaksiyonları
γ	: Zemin yüzey parametresi
E_s , υ_s	: Zeminin elastisite modülü ve poisson oranı
E_k , υ_k	: Kirişin elastisite modülü ve poisson oranı
$[C]$	: Zemin elastik yataklanma matrisi
$[C_T]$	: İki parametreli zeminde kayma parametresi matrisi
$[A_d]_z$	: Zemin eleman birim durum fonksiyonları matrisi
H	: Sıkışabilen zemin tabakası kalınlığı
B	: Zemin etkilerinin yayılma bölgesinin genişliği
f_i, g_i	: Uç deplasmanlarının birim değerlerine karşı gelen kübik deplasman fonksiyonları

İKİ PARAMETRELİ ZEMİNE OTURAN KİRİŞLER

ÖZET

Bu çalışmada iki parametreli elastik zemine oturan sonlu kirişin hesabı incelenmiştir. Kirişe ait elastisite modülü, poisson oranı değerleri ile kiriş boyutları sabit alınmıştır. Zemine ait değerler değişken kabul edilmiştir. Derinlik boyunca sabit, derinlikle lineer artan ve derinlikle karesel olarak artan zemin elastisite modülü durumları problemin ana değişkenleri olarak ele alınmıştır. Kiriş üzerine yayılı yük, tekil yük ve tekil moment etkimesi durumları ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca incelemede sıkışabilir zemin tabakası kalınlığı da dikkate alınmıştır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde problemin ortaya çıkışı ve daha önceden yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiştir. Bu çalışmalar sonucu ortaya çıkan zemin modelleri kısaca incelenmiş ve problemin çözümü için uygun zemin modeli seçilmiştir. Birinci bölümün sonunda problemin çözüm yöntemi ile çalışmanın kapsam ve amacı yer almaktadır.

Çözüm yönteminde Vlasov zemin modeli esas alınarak bu zemine ait kayma parametresi göz önüne alınmıştır. Sonlu elemanlar yöntemi ile plak ve zemin sonlu elemanlar kullanılarak problem modeli oluşturulmuştur. Kiriş sonlu elemanlar yerine plak sonlu elemanlar kullanılmasının nedeni, kirişin sağ ve sol yanına dikdörtgen zemin sonlu eleman tanımlayarak sonlu kirişin uçlarında oluşacak kesme kuvveti etkisinin dikkate alınmasıdır. Hesaplar Genson [6] isimli bilgisayar programı ile yapılmıştır. Oluşturulan 16 serbestlik dereceli plak sonlu eleman ile 4 serbestlik dereceli zemin sonlu elemana ait elastik yataklanma ve kayma parametresi matrislerinin çıkarılması ikinci bölümde ayrıntılı olarak verilmiştir. Zemin yüzey parametresi (γ), zemin elastik yataklanma katsayısı (C) ve zemin kayma parametresi (C_T) ardışık yaklaşım ile hesaplanmıştır.

Üçüncü bölümde sayısal örnekler yapılmıştır. Yapılan hesapların sonuçları; çökme (w), kiriş eksenine dik doğrultudaki eğilme momenti (M_x), kiriş sağ ve sol yanaklarındaki kesme kuvvetleri ($T_{sol}/T_{sağ}$) olmak üzere tablolar halinde bölüm içinde verilmiştir.

Son bölümde çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

BEAMS BASED ON TWO PARAMETER FOUNDATION

SUMMARY

In this study, the calculation of finite beam based on two parameters foundation have examined. The values of modulus of elasticity and poisson ratio which belongs to beam and beam dimensions are constant. The values which belongs to foundation are variable. Cases of constant along depth, linear increase with depth and quadratic increase with depth, discussed as main variables of the problem. Cases of applying distributed load, single load and single moment on the beam studied separately. Also qualification of compressible foundation layer is considered in the survey.

The study is composed of four sections. In the first section, information is given about the history of the problem and the studies which have done before. The foundation models which are appeared as results of this studies are shortly examined and the suitable foundation model for the solution of the problem has chosen. Solution method of the problem, content and aim of this study take parts at the end of the first section .

Method of the solution based on Vlasov foundation model and shear parameters which belongs to this foundation are considered. Mathematical model of the problem composed by using plate and foundation finite elements with finite elements methods. Reason of using plate finite elements instead of beam finite elements is considering shear forces acting on peaks by using finite soil elements on left and right sides of the beam near the rengtangular elements. Calculations have done by using a computer program which is called Genson [6]. Determining matrixes of shear parameters and elastic bedding parameters which belong to rectangular finite element with 16 degree of freedom and soil finite element with 4 degree of freedom, explained in detail in the second section. Foundation surface parameter (γ), foundation elastic bedding coefficient (C) and foundation shear parameter (C_T) have calculated by consecutive iteration.

Numericial examples have done in the third section. Results of the calculations; vertical displacement (w), bending moment perpendicular to beam axis (M_x), shear forces at the both left and right sides of beam (T_{left}/T_{right}) have showen as tables in this section.

Results and assessments of the study take part in the last section.

1. GİRİŞ

1.1 YAPI ZEMİN İLİŞKİSİ

Yapıların zemine oturtulduğu göz önüne alındığında yapı-zemin ilişkisi inşaat mühendisliği açısından önemli bir konudur. İnşaat mühendislerince projelendirilen ve inşa edilen yapıların güvenle kullanılabilmesi için, sözü edilen yapılar yüklerini oturdukları zeminlere güvenli bir şekilde iletebilmelidir. Bu durum yapıların gereğine uygun temel sistemleri üzerine oturması ve temel sistemini oluşturan elemanlar ile zemin arasındaki etkileşimin gerçeğe en yakın biçimde modellenmesi ile mümkündür. Bu sebeple inşaat mühendislerince değişik zemin mekaniği modelleri geliştirilmiştir.

1.2 ZEMİN MODELLERİ

1.2.1 Winkler Zemin Modeli

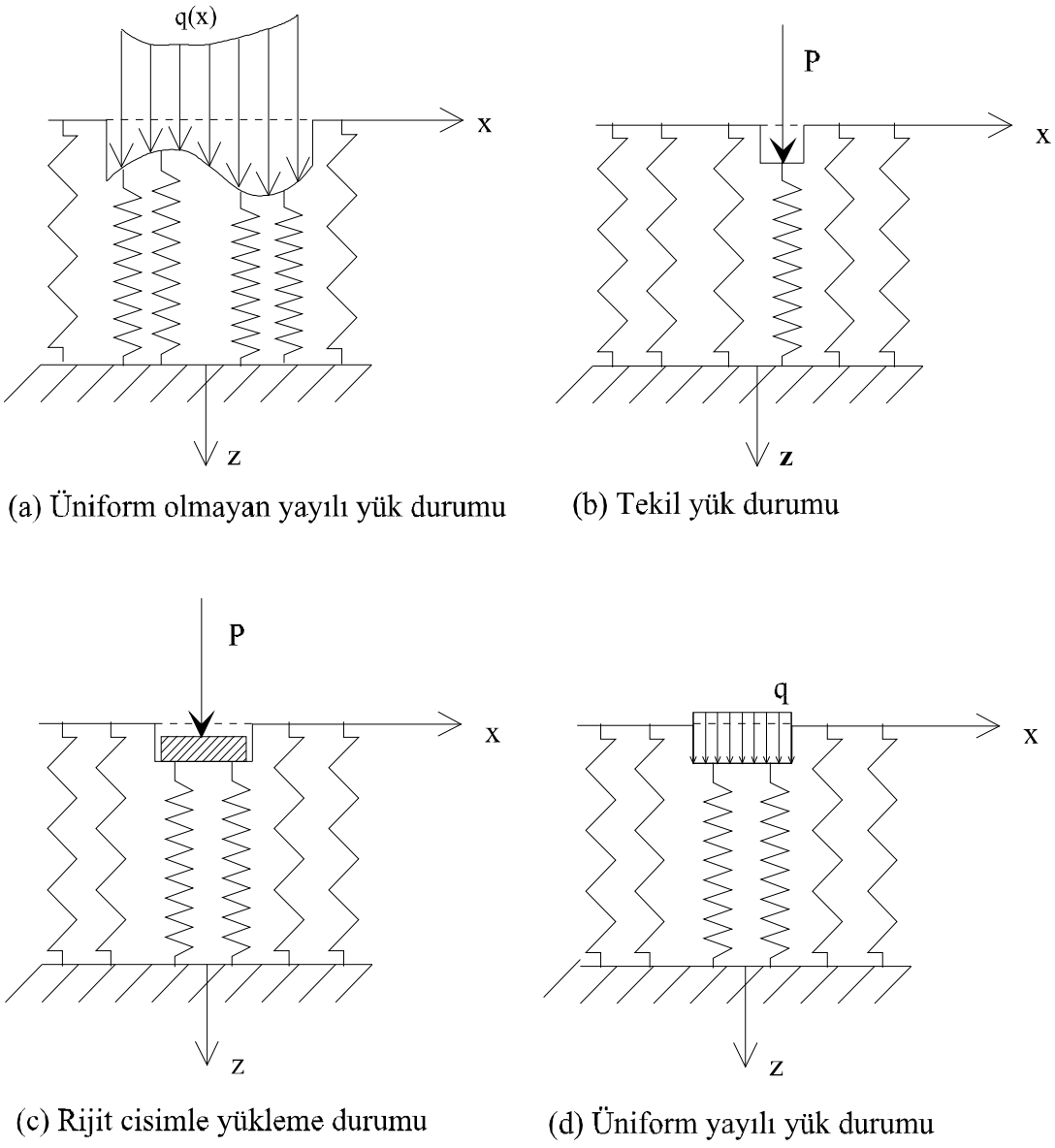
Geliştirilen ilk zemin modeli, sadeliği ve kullanım kolaylığından dolayı günümüzde de en çok kullanılan Winkler (1867) modelidir. Winkler sıkışabilir zemin tabakasını temel sistemi altında yeterli sıklıkla yerleştirilmiş birbirinden bağımsız doğrusal yaylarla tanımlanmıştır. Her yay, etrafındaki diğer yaylardan iletilen kayma gerilmelerinden bağımsız olarak yalnızca üzerine doğrudan uygulanan düşey gerilmelerin etkisi altında şekil değiştirmektedir. Bir çok zemin problemi için yeterli yaklaşım sağlayan bu model q zemin tepkilerinin, w plak çökmeleri ile doğru orantılı olduğu kabulüne dayanarak

$$q(x, y) = kw(x, y) \tag{1.1}$$

bağıntısı ile ifade edilmektedir. Burada k "zemin yatak katsayısı" olarak adlandırılan zemin tabakasını tanımlayan yay sabitidir.

Winkler zemin modelinin en önemli dezavantajı zemin yüzeyindeki çökme değerlerinin süreklilik koşullarını sağlayamamasıdır. Bu modelin ilk uygulaması Hertz (1884) tarafından gerçekleştirilmiştir. Hertz, çalışmasında tekil yüke maruz

yüzen sonsuz elastik plak problemini incelemiştir. Plağın maksimum çökme değeri için ifade elde etmiş ve gözlemlerinde plakların, yükün kalkması halinde bile bir miktar battığını, plağın boyut ve eğilme özelliklerine bağlı olarak yükün limit değerine kadar yüzdüğünü gözlemlemiştir. Winkler tipi zemine oturan kiriş ve plak tipi elemanlar üzerinde ayrıntılı çalışmalar Zimmermann (1888), Schleichter (1926) ve Hetenyi (1946) tarafından gerçekleştirilmiştir.



(a) Üniform olmayan yayılı yük durumu (b) Tekil yük durumu

(c) Rijit cisimle yükleme durumu (d) Üniform yayılı yük durumu

Şekil 1.1: Winkler Zemin Modeli

Şekil 1.1'de görüldüğü gibi sadece k yay sabiti parametresiyle tanımlanan Winkler zemin modelinin bazı durumlarda yetersiz kalması, araştırmacıların zemin sürekli ortamını daha iyi idealize edebilmek için yeni zemin modelleri geliştirmelerini

sağlamıştır. Bu modeller genellikle Winkler zemin modelinde eksik olan zemin sürekliliğinin sağlanmasına yöneliktir.

1.2.2 Boussinesq Zemin Modeli

Boussinesq 1885 yılında yayınlanan kitabında zemin üzerini örten düzlemin sınırlarına dik olarak etkiyen bir tekil yüke maruz, homojen, izotrop, lineer elastik ve yarı sonsuz bir ortam problemi için basit bir çözüm önermiştir. Bu çalışma, Boussinesq'in bir zemin modeli önermemesine rağmen, klasik elastisite teorisinin yapı-zemin etkileşimi problemlerine uygulandığı çalışmalar için esin kaynağı olmuştur.

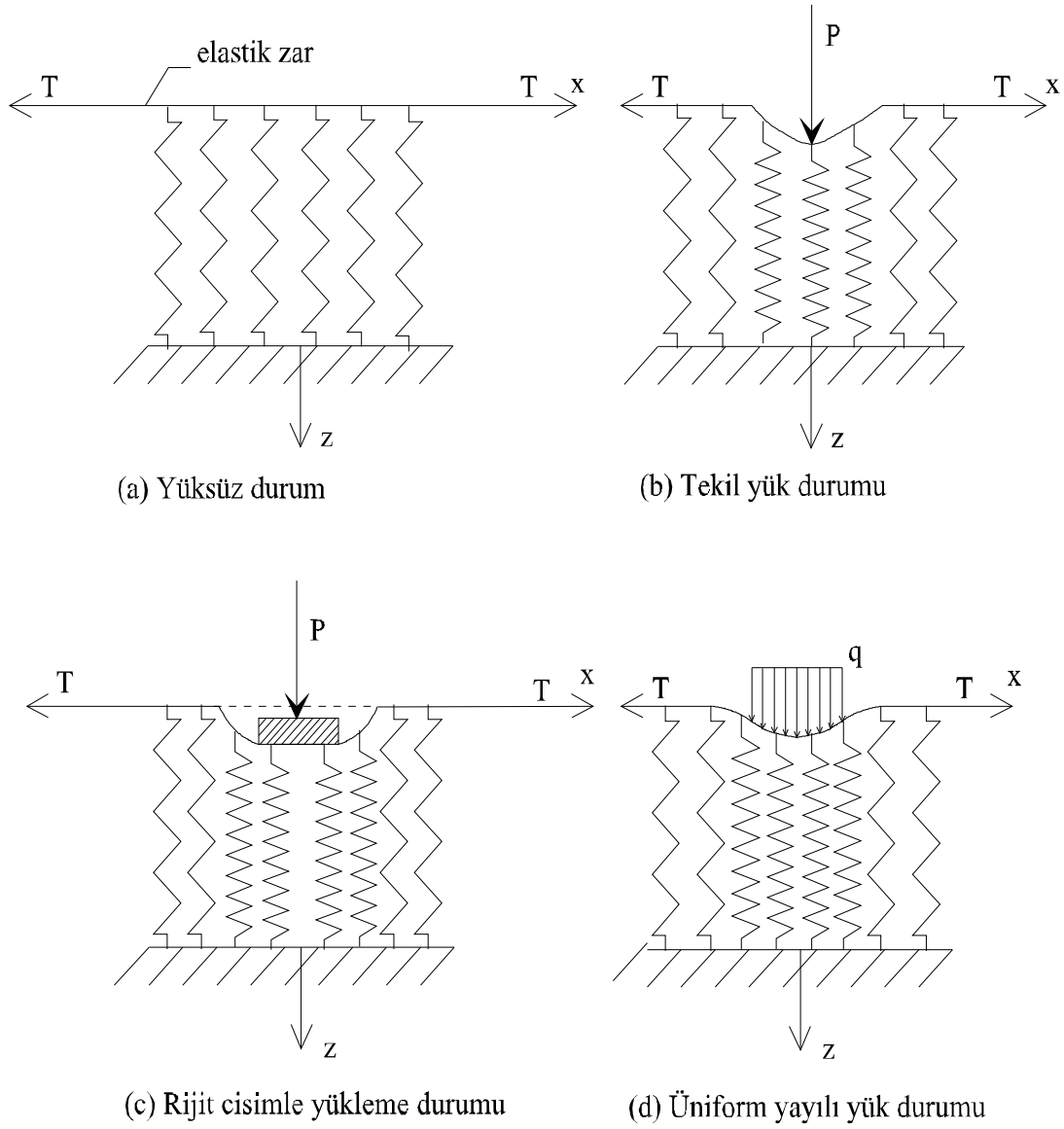
Bu modelde zemin davranışı, Winkler modeline göre daha gerçekçi bir şekilde açıklanmaktadır; çünkü kayma gerilmelerinin yer değiştirmeler üzerindeki etkisi de dikkate alınmaktadır. Fakat Boussinesq modeli matematiksel olarak çok karmaşık olduğundan uygulanabilirliği çok düşük olmuştur. Ayrıca yer değiştirme dağılımı sürekli olarak kabul edilmiştir. Bu yüzden; kiriş ve plakların kenarlarında, çatlaklarında veya fiziksel bir yük iletiminin olmadığı mafsallı birleşimlerinde, oturdukları zeminler ile olan etkileşimleri bu modelle açıklanamamaktadır.

1.2.3 Filonenko – Brodich Zemin Modeli (1940)

Bu modelde ortamın sürekliliği için, yayların üst yüzeyinde sabit gerilme altında ince elastik zar tabakası ile tanımlanmıştır. Bu elastik zar, doğrusal yaylar arasında mekanik bir etkileşimin oluşmasını sağlamaktadır. Sisteme yükleme yapıldığında elastik zarda çekme gerilmeleri meydana gelir. Bu model için zemin reaksiyonu;

$$q(x, y) = kw - T\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \qquad \textbf{(1.2)}$$

formülü ile hesaplanabilmektedir. Burada T elastik zarda meydana gelen sabit çekme kuvveti, k zemin yatak katsayısı olmak üzere zemin davranışı iki farklı parametre ile tanımlanmıştır. Şekil 1.2'de bu modelin şematik çizimi görülmektedir.



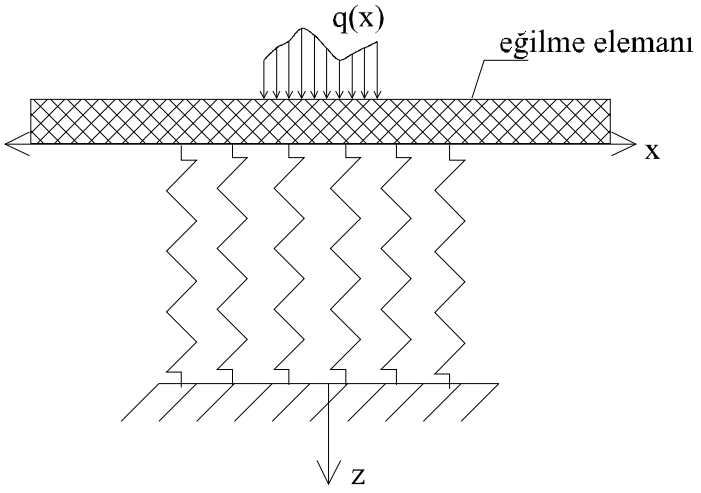
Şekil 1.2: Filonenko - Brodich Zemin Modeli

1.2.4 Hetenyi Zemin Modeli (1946)

Hetenyi modelinde ortam sürekliliği, Filonenko – Brodich modelinden farklı olarak Winkler yayları üzerinde iki boyutlu problemler için elastik bir plak, tek boyutlu problemler için elastik bir kiriş olduğu varsayımı yapılmıştır. Bu modelde D plağın eğilme rijitliği, k zemin yatak katsayısı olmak üzere zemin reaksiyonu;

$$q(x, y) = kw - D\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} \qquad \textbf{(1.3)}$$

formülü ile yine iki farklı parametreye bağlı olarak tanımlanmıştır. Hetenyi zemin modeli Şekil 1.3'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.3: Hetenyi Zemin Modeli

1.2.5 Pasternak Zemin Modeli (1954)

Bu modelde ise Winkler modelindeki yayların üzerinde sadece düşey yer değiştirme yapabilen ve sıkışamayan elemanlardan oluşan bir kayma tabakası olduğu varsayımı ile ortam sürekliliği sağlanıştır. Bu kayma tabakasının (x,y) düzleminde izotropik olduğu kabul edilmiştir. Dolayısıyla zemin kayma modülleri arasındaki bağıntı,

$$G_x=G_y=G_p \qquad \textbf{(1.4)}$$

olarak ifade edilebilir. G_p zemin kayma modülü, k zemin yatak katsayısı olmak üzere Pasternak zemin modeli için zemin reaksiyonu;

$$q(x,y) = kw - G_p \nabla^2 w \qquad \textbf{(1.5)}$$

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \qquad \textbf{(1.6)}$$

formülü ile tanımlanmıştır. Burada ∇^2 Laplacien operatörüdür ve denklem (1.6) ile ifade edilmektedir.

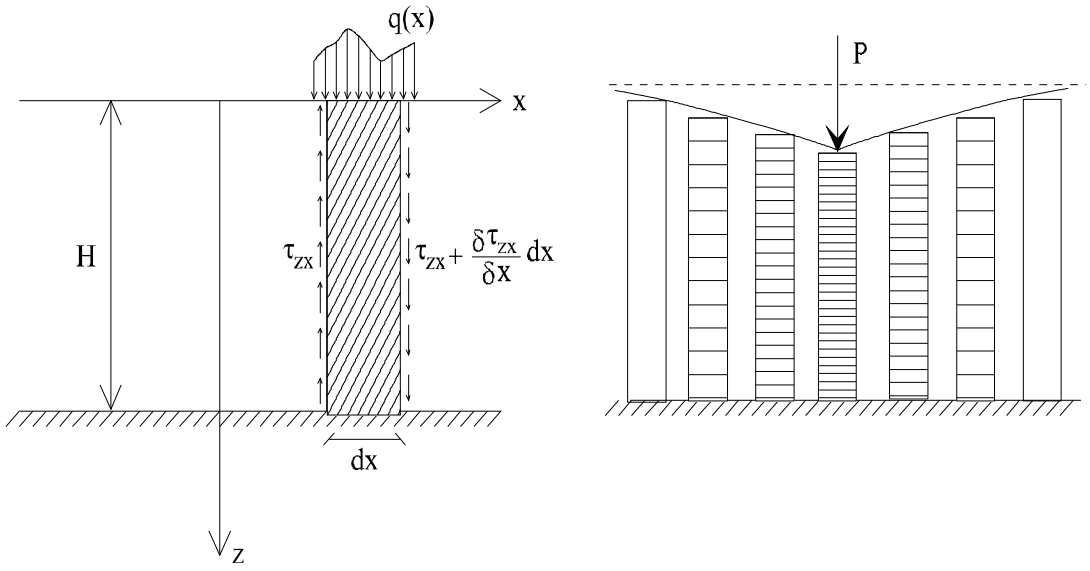
1.2.6 Vlasov Zemin Modeli

Vlasov modelinde diğer modellerden farklı olarak zemin tabakasını, Winkler yayları ile tanımlamak yerine x-z düzleminde zemin kolonları olarak ele almıştır. Bu zemin kolonu içindeki yer değiştirmeler; u(x,y) x-z düzleminde yatay deplasman, w(x,z)

aynı düzlemde düşey deplasman ve ∅(z) fonksiyonu w(x) yer değiştirmelerinin derinlik boyunca değişimini veren yaklaşım fonksiyonu olmak üzere;

$$u(x,z) = 0 \ , \quad w(x,z) = w(x)\, \varnothing(z) \qquad \textbf{(1.7)}$$

denklemi ile tanımlanmıştır. Bu modelde ortam sürekliliği, Şekil 1.3'de de görüldüğü gibi zemin kolonunun τ_{zx} ve τ_{zy} kayma gerilmelerinin dikkate alınması ile sağlanmıştır.



Şekil 1.4: Vlasov Zemin Modeli

Bu tez çalışmasında yapılacak çözümler Vlasov zemin modeli esas alınarak yapılacaktır. Zemin modelleri ile ilgili bilgiler ve şekiller [1-5] nolu referanslardan alınmıştır.

1.3 ÇÖZÜM YÖNTEMİ

Kapalı çözümü bulunmayan mühendislik problemlerinde yaklaşık çözüm elde edebilmek için çeşitli sayısal çözüm yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler yapılan kabullere bağlı olarak incelenen problemlerde çeşitli yakınsaklıklarda sonuçlar verirler. Genellikle değişken sayısının fazla olması nedeniyle yapılan kabuller doğrultusunda bazı değişkenlere sabit değerler verilerek diğer değişkenlerin ardışık yaklaşım yapılarak bir değeri yakınsaması sağlanır. Fakat bu yöntem denklemlerin stabilitesine bağlı olarak işlem süreleri uzun olabilmekte ve tekrarlanması gerekmektedir. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bu denklemlerin

bilgisayarlar yardımıyla çözümlenebilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu nedenle karmaşık diferansiyel denklemler, yapılan kabullere dayanarak sistem modelinin, bilgisayarların kapasitesi ve yeterli yakınsaklık derecesinde, sonlu elemanlara bölerek işlem sayısının artmasına rağmen bilgisayarların çözüm yapabileceği lineer denklem takımlarının çözümüne indirgenmiştir. Böylece geliştirilen sonlu elemanlar yöntemi kullanım kolaylığı ve yeterli yakınsaklığı sağlaması ile mühendislik uygulamalarında sıkça kullanılmış ve halen de kullanılmaktadır.

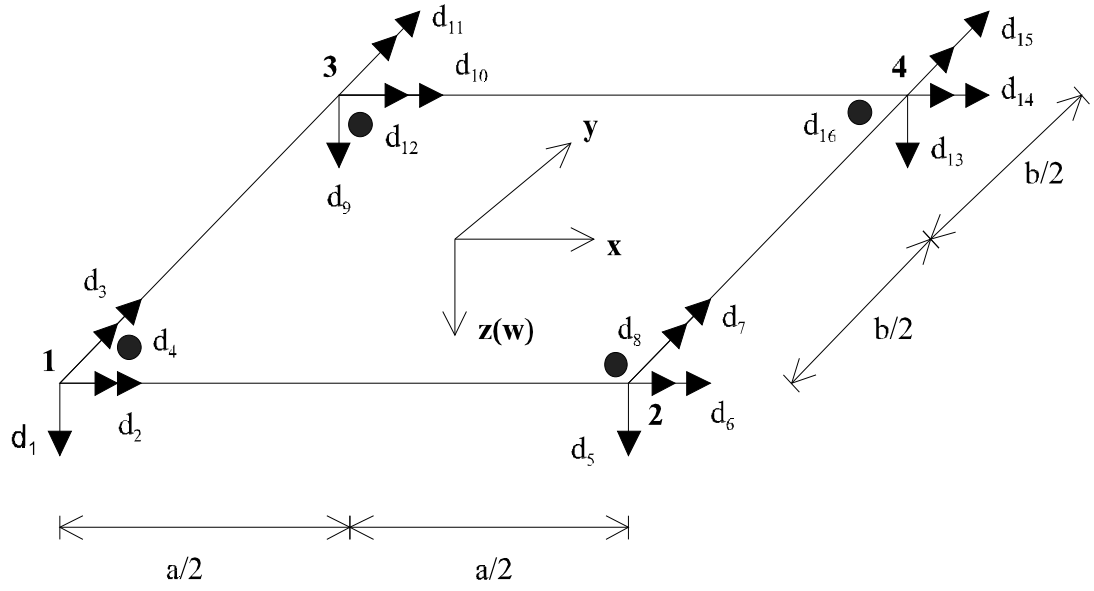
Sonlu elemanlar yöntemi inşaat mühendisliği bakımından, sisteme ait bilgileri, mesnet şartlarını, dış etkilerin sürekli veya ani değişimlerini gösteren sınırlarının düzgün olmaması halini göz önüne alma olanağı sağlar. Ayrıca sonlu serbestlik derecesi iki veya üç boyutlu elemanlar kullanarak karışık sistemlerin çözümüne imkan sağlamaktadır. Bu yöntemde sonlu elemanlara bölünen bir sürekli sistemin elemanlarının yalnız düğüm noktalarında birbirlerine bağlı olduğu kabul edilir. Eleman yüzeylerinin şekil değiştirmesi ise düğüm noktalarının sonlu sayıdaki deplasman bileşenleri ve bunların koordinat değişkenlerine göre bazı türevlerinden oluşan uç deplasmanlarına bağlı fonksiyonlarının lineer kombinezonu olarak belirlenebilir. Bu şekil değiştirme durumuna ait yüklemenin ise yalnız uç deplasmanları doğrultusundaki uç kuvvetlerinden oluştuğu kabul edilir. Uç kuvvetleri ile uç deplasmanları arasındaki matris bağıntıları birim deplasman durumlarını tanımlayan deplasman fonksiyonlarından veya elemanda, dengede iç kuvvet durumlarından hareket edilerek enerji teoremlerinden yararlanıp tayin edilebilir. Sonuç olarak sistemin çözümü, düğüm noktalarında uç deplasmanları doğrultusunda denge denklemleri anlamındaki bir lineer denklem takımının çözümüne indirgenmektedir.

Sonlu elemanlar yönteminin inşaat mühendisliğinde uygulama alanlarından biri de plak sistemlerinin hesabıdır. Özellikle radye temellerinin boyutlandırılmasında Winkler tipi zemine oturan dikdörtgen sonlu elemanlar tanımlayarak bu yöntem geniş ölçüde kullanılmaktadır. Plakların Vlasov tipi zemine oturması durumundaki çözümü ve iki parametreli zemin karakteristiklerinin bulunması bölüm 2.1 de incelecektir.

1.4 ÇALIŞMANIN KAPSAM VE AMACI

Bu çalışmada iki parametreli elastik zemine oturan sonlu kirişlerin, zemin elastisite modülünün derinlik boyunca sabit, derinlikle lineer olarak artması, derinlikle karesel olarak artması durumları ile sıkışabilir zemin tabakasının farklı değerleri için hesabı yapılacak ve sonuçlar tablolar halinde sunulacaktır.

Çözüm yöntemi olarak sonlu elemanlar metodu kullanılacaktır. Kiriş için her düğüm noktasında 4 olmak üzere toplam 16 serbestlik dereceli plak sonlu elemandan, Şekil 1.5 de gösterilen d_2 ve d_4 nolu serbestlikleri sıfır alınarak türetilecektir. Kirişin sağ ve sol yanında yeterli mesafede, her düğüm noktasında sadece bir serbestliği (çökme) olmak üzere toplam 4 serbestlik dereceli zemin sonlu elemanlar kullanılacaktır. Yapılan hesaplar sonucunda zemin sonlu elemanlardan, sonlu kiriş yanaklarında oluşacak kesme kuvveti değerleri alınacaktır. Sonuçlar kiriş sonlu elemandan alınan çökme ve moment değerleri ile irdelenecektir.



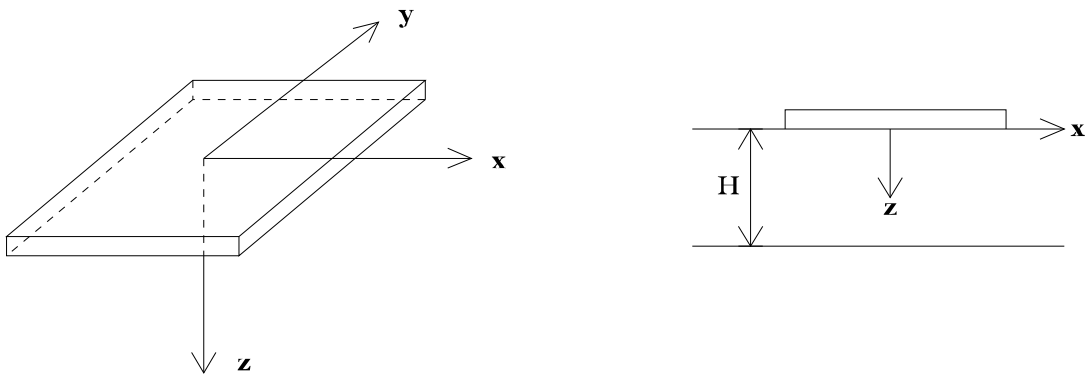
Şekil 1.5: Plak Sonlu Elemanın Uç Serbestlikleri

2. İKİ PARAMETRELİ ZEMİNE OTURAN PLAK HESABI

Daha önce bahsedildiği gibi bu çalışmada iki parametreli zemine oturan kiriş hesabı, sonlu plaklardan türetilerek yapılacaktır. Bu nedenle bu bölümde iki parametreli elastik zemine oturan plakların hesabı ve diferansiyel denklemlerinin çıkarılması incelenmiştir [12].

2.1 İki Parametreli Zemin Karakteristikleri

İki parametreli zemine oturan plak hesabı için önceki bölümde bahsedildiği gibi Vlasov zemin modeli esas alınacaktır. Şekil 2.1'de görülen plak altındaki zemin tabakası, Winkler yayları yerine zemin kolonları olarak hesap edilecektir.



Şekil 2.1: Plak Yüzeysel Görünüş ve Kesiti

z = 0 düzleminde zemine oturan yüzeysel temel altında zemin çökme yüzeyi w(x,y) ise, alttaki sıkışabilir zemin tabakası kalınlığı H içinde kalan herhangi bir noktadaki çökme;

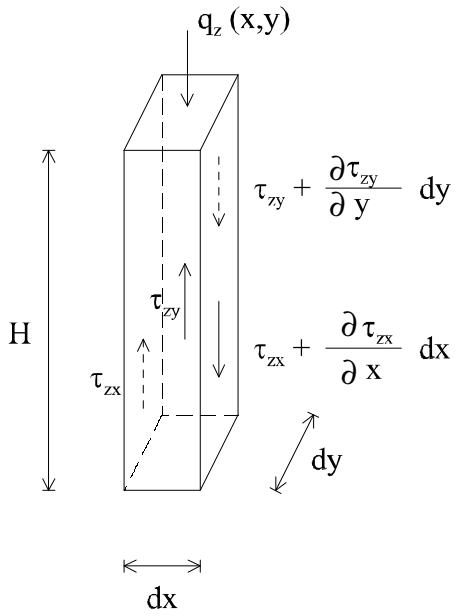
$$w_z = w(x, y)\varnothing(z) \qquad \textbf{(2.1)}$$

gibi bir fonksiyonla gösterilebilir. ∅(z) yaklaşım fonksiyonu için sınır şartı;

$$z = 0 \rightarrow \varnothing(0) = 1 \qquad \textbf{(2.2a)}$$

$$z = H \rightarrow \varnothing(H) = 0 \qquad \textbf{(2.2b)}$$

olmalıdır. Zemin yüzeyi ve zemin içinde u ve v yer değiştirmeleri ise sıfır kabul edilecektir. Herhangi bir x, y noktası civarında dx, dy, H boyutlu bir zemin kolonuna gelen tesirler Şekil 2.2 de gösterilmiştir.



Şekil 2.2: Zemine Etkiyen İç Kuvvetler

H derinliği boyunca homojen bir yapıya sahip olduğunu kabul ettiğimiz zeminin kayma modülü G_s olmak üzere çökme fonksiyonu cinsinden bu tesirler gösterilirse ;

$$\tau_{zx} = G_s\left(\frac{\partial w_z}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z}\right) = G_s \frac{\partial w(x,y)}{\partial x} \qquad \textbf{(2.3)}$$

$$\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x} = G_s \frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial x^2} \varnothing(z) \qquad \textbf{(2.4)}$$

$$\tau_{zy} = G_s\left(\frac{\partial w_z}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z}\right) = G_s \frac{\partial w(x,y)}{\partial y} \varnothing(z) \qquad \textbf{(2.5)}$$

$$\frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y} = G_s \frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial y^2} \varnothing(z) \qquad \textbf{(2.6)}$$

olacaktır. Bu kolonda temelden zemine aktarılan $q_z(x,y)$ yükü ve yanal kayma gerilmeleri sonucu oluşan iç kuvvetler E_s zeminin Elastisite modülü ve v_s poisson oranı olmak üzere üç boyutlu elastik ortamda

$$\sigma_z = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)}\frac{\partial w_z}{\partial z} \qquad \textbf{(2.7a)}$$

$$\sigma_z = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)}w(x,y)\frac{\partial \varnothing(z)}{\partial z} \qquad \textbf{(2.7b)}$$

şeklindedir. Bu durum yükleme durumu olarak düşünülecektir. Virtüel şekil değiştirme durumu olarak ise bu kolonun üst yüzeyinin birim çökmesi alınacaktır. Bu halde z derinliğinde herhangi bir noktanın çökmesi denklem (2.8) ve boy değişme deformasyonu denklem (2.9)' da gösterildiği gibi olacaktır.

$$\bar{w}_z = 1.\varnothing(z) \qquad \textbf{(2.8)}$$

$$\bar{\varepsilon}_z = \frac{\partial w_z}{\partial z} = \frac{\partial \bar{\varnothing}(z)}{\partial z} \qquad \textbf{(2.9)}$$

Virtüel iş teoremini uygularsak;
Dış kuvvetlerin işi:

$$q_z dxdy + \int_{z=0}^{H}\left\{(\tau_{zx}+\frac{\partial \tau_{zx}}{\partial x}dx-\tau_{zx})\right\}dy\varnothing(z)dz + \int_{z=0}^{H}\left\{(\tau_{zy}+\frac{\partial \tau_{zy}}{\partial y}dy-\tau_{zy})\right\}dx\varnothing(z)dz =$$
$$\left\{q_z + G_s(\frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial y^2})\int_{z=0}^{H}\varnothing^2(z)dz\right\}dxdy \qquad \textbf{(2.10)}$$

İç kuvvetlerin işi:

$$\int_{z=0}^{H}(\sigma_z\bar{\varepsilon}_z dxdy)dz = \left\{\frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)}w(x,y)\int_{z=0}^{H}(\frac{\partial \varnothing(z)}{\partial z})^2\right\}dxdy \qquad \textbf{(2.11)}$$

şeklinde yazılabilir. Virtüel iş teoremi gereği iç kuvvetlerin işi (2.11), dış kuvvetlerin işine (2.10) eşitlenirse; denklem (2.12) ve (2.13) de belirtilen C ve C_T değerlerine ulaşılır.

$$C = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)}\int_{z=0}^{H}(\frac{\partial \varnothing(z)}{\partial z})^2 dz \qquad \textbf{(2.12)}$$

$$2C_T = G_s\int_{z=0}^{H}\varnothing^2(z)dz \qquad \textbf{(2.13)}$$

Gerekli kısaltmalar yapılırsa zemin tepkileri denklem (2.14) veya kısaca denklem (2.15)'de olduğu gibi ifade edilebilir.

$$q_z = Cw(x,y) - 2C_T\left(\frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial y^2}\right) \quad \textbf{(2.14)}$$

$$q_z = Cw - 2C_T \Delta w \quad \textbf{(2.15)}$$

Temelin herhangi bir noktasında üstten gelen q yükü ve temelin q_z zemin tepkisi beraber düşünülürse iki parametreli zemine oturan eğilme plağına ait diferansiyel denge denklemi

$$D(\Delta\Delta w) = q - q_z \quad \textbf{(2.16a)}$$

yazılabilir. q_z in (2.15) deki ifadesi de yerine koyularak denklem (2.16b) elde edilir.

$$D(\Delta\Delta w) - 2C_T(\Delta w) + C(w) = q \quad \textbf{(2.16b)}$$

Temel plağı dışında kalan bir noktada ki diferansiyel denklem ise (2.17)'dir.

$$-2C_T(\Delta w) + Cw = 0 \quad \textbf{(2.17)}$$

Bu ifadelerde C Winkler tipi zemindeki bilinen zemin yatak katsayısını, C_T ise zeminde oluşabilen kayma gerilmelerinin göz önüne alınmasıyla ortaya çıkan zemin kayma parametresini göstermektedir. (2.12) ve (2.13) deki ifadelerden bu değerlerin zeminin elastisite özelliklerine, H ve yalnız z = 0 , z = H deki sınır değerleri tam olarak bilinen ∅(z) fonksiyonuna bağlı olduğu görülmektedir.

∅(z) fonksiyonunun belirlenmesi için en uygun yaklaşım [8] deki Vallabhan, Straughan ve Das tarafından önerilendir. Bu çalışmada plak ve zemin ortamının toplam potansiyel enerjisi zeminde u = v = 0, w_z = w(x,y) ∅(z) olmak üzere denklem (2.18a) da verildiği gibidir.

$$H = U_{plak} + U_{zemin} + V_{yük} \quad \textbf{(2.18a)}$$

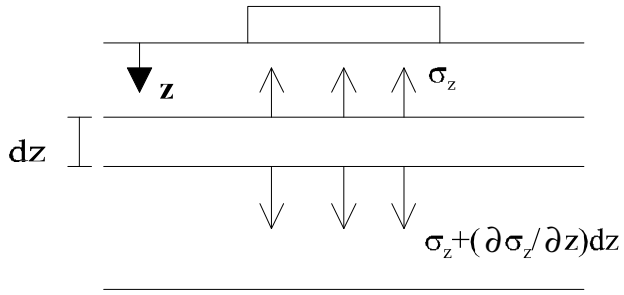
$$U_{plak} = \frac{D}{2}\iint_{\Omega}\left\{(\nabla^2 w)^2 - 2(1-v)\left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right)^2\right]\right\}dxdy \quad \textbf{(2.18b)}$$

$$U_{ze\min} = \int_0^H \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{2}\{\sigma_z \varepsilon_z + \tau_{xz}\gamma_{xz} + \tau_{yz}\gamma_{yz}\} dxdydz \qquad \textbf{(2.18c)}$$

$$V_{yük} = -\iint_{\Omega} \bar{q} w dxdy \qquad \textbf{(2.19c)}$$

Bu ifadenin w(x,y) ye göre minimize edilmesinden yukarıda virtüel iş teoremi ile çıkarılan (2.15) ifadesi ve dolayısıyla (2.16b) ile (2.17) diferansiyel denge denklemi elde edilmiş, ∅(z)'e minimize edilmesiyle temel boyutlarını ve yükleme şeklinin etkisini de içerecek şekilde ∅(z) değişimini veren sınır şartı diferansiyel denklemi elde edilmiştir.

Aynı diferansiyel denklemi z derinliğinde , dz kalınlığında kayma plağı gibi çalışan bir zemin tabakasının üst ve alt yüzeyine gelen zemin gerilmelerini dış etki, x, y nin farklı noktalarında bunların farklı olmasına bağlı olarak zemin tabakasında oluşacak τ_{zx} ve τ_{zy} kayma kuvvetlerini iç kuvvetler olarak düşünüp bu hali yükleme durumu alarak virtüel iş teoreminin uygulanmasıyla elde edebiliriz.



Şekil 2.3: dz Kalınlığındaki Zemin Tabakasına Etkiyen Yükler

z derinliğindeki tabakada dış yükler;

$$\sigma_z = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)} w(x,y) \frac{\partial \varnothing(z)}{\partial z} \qquad \textbf{(2.19)}$$

$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)} w(x,y) \frac{\partial^2 \varnothing(z)}{\partial z^2} \qquad \textbf{(2.20)}$$

iç kuvvetler ise;,

$$\tau_{zx} = G_s \frac{\partial w(x,y)}{\partial x} \varnothing(z) \qquad \textbf{(2.21)}$$

$$\tau_{zy} = G_s \frac{\partial w(x,y)}{\partial y} \varnothing(z) \qquad \textbf{(2.22)}$$

bağıntılarından bulunabilir. Virtüel şekil değiştirme durumu olarak temel yüzeyi altında sıfırdan farklı, temelden uzaklaştıkça sönerek sıfıra gitmesi şeklindeki sınır şartlarını sağlayan herhangi bir çökme yüzeyi seçilebilir. Özel olarak dış etkiler altındaki w(x,y) çökme yüzeyi bu şartları sağladığından tabakanın virtüel şekil değiştirme durumu alınırsa:

Dış kuvvetlerin işi;

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} w(x,y)\,dxdy \qquad \textbf{(2.23)}$$

İç kuvvetlerin işi;

$$\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \tau_{zx} \frac{\partial w(x,y)}{\partial x} + \tau_{zy} \frac{\partial w(x,y)}{\partial y} \right\} dxdy \qquad \textbf{(2.24)}$$

olur.

$$m = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)} \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} w^2(x,y)\,dxdy \qquad \textbf{(2.25)}$$

$$n = G_s \int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty} \left\{ \left(\frac{\partial w(x,y)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial w(x,y)}{\partial y}\right)^2 \right\} dxdy \qquad \textbf{(2.26)}$$

Kısaltmaları yapılarak virtüel iş teoreminden

$$-m \frac{\partial^2 \varnothing(z)}{\partial z^2} + n\varnothing(z) = 0 \qquad \textbf{(2.27)}$$

eşitliği bulunur. $\varnothing(z)$ fonksiyonunun z = 0 ve z = H deki sınır şartlarını ve (2.27) homojen diferansiyel denklemini sağlayan çözümü;

$$\varnothing(z) = \frac{Sh\gamma(1-\frac{z}{H})}{Sh\gamma} \qquad \textbf{(2.28)}$$

olup, zemin yüzey parametresi diye adlandırılan γ boyutsuz katsayısı

$$\gamma^2 = \frac{n}{m} = H^2 \frac{G_s(1+v_s)(1-2v_s)}{E_s(1-v_s)} \frac{\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left\{\left(\frac{\partial w(x,y)^2}{\partial x}\right)+\left(\frac{\partial w(x,y)^2}{\partial y}\right)\right\}dxdy}{\int\int w^2 dxdy} \qquad \textbf{(2.29a)}$$

veya

$$\gamma^2 = \frac{H^2(1-2v_s)}{2(1-v_s)} \frac{\int_{-\infty}^{\infty}\int_{-\infty}^{\infty}\left\{\left(\frac{\partial w}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial w}{\partial y}\right)^2\right\}dxdy}{\int\int w^2 dxdy} \qquad \textbf{(2.29b)}$$

olur.

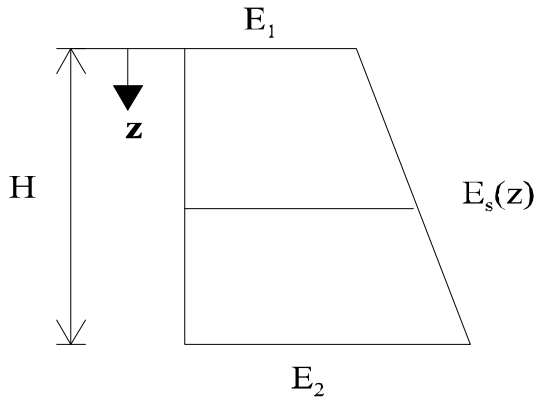
C ve $2C_T$ nin (2.12) ve (2.13) ifadelerinde ∅(z) fonksiyonunun (2.28) deki değeri koyulur ve integraller alınırsa, elastisite modülü sabit (E_1=E_2) zeminlerde

$$C = \frac{E_s(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)} \frac{\gamma}{H} \frac{[Sh2\gamma+2\gamma]}{4Sh^2\gamma} \qquad \textbf{(2.30)}$$

$$2C_T = G_s \frac{H}{\gamma} \frac{[Sh2\gamma-2\gamma]}{4Sh^2\gamma} \qquad \textbf{(2.31)}$$

elastisite modülünün Şekil 2.4 de gösterildiği gibi lineer değişmesi halinde, ifadeler,

$$E_s(z) = E_1 + (E_2 - E_1)\frac{z}{H} \qquad \textbf{(2.32)}$$



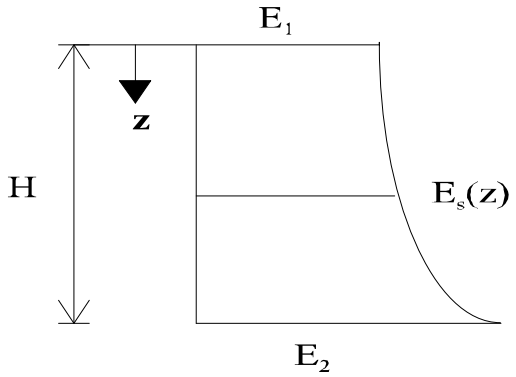
Şekil 2.4: Elastisite Modülünün Lineer Değişimi

$$C = \frac{(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)} \frac{2E_1\gamma Sinh(2\gamma) + 2\gamma^2(E_1+E_2) - (E_2-E_1)[1-Cosh(2\gamma)]}{8HSinh^2\gamma} \quad \textbf{(2.33)}$$

$$2C_T = \frac{1}{(1+v_s)} \frac{H}{\gamma^2} \frac{2E_1\gamma Sinh(2\gamma) - 2\gamma^2(E_1+E_2) - (E_2-E_1)[1-Cosh(2\gamma)]}{16Sinh^2\gamma} \quad \textbf{(2.34)}$$

elastisite modülünün Şekil 2.5'de görüldüğü karesel değişmesi durumunda, C ve $2C_T$ sabitleri,

$$E_s(z) = E_1 + (E_2 - E_1)\frac{z^2}{H^2} \quad \textbf{(2.35)}$$



Şekil 2.5: Elastisite Modülünün Karesel Değişimi

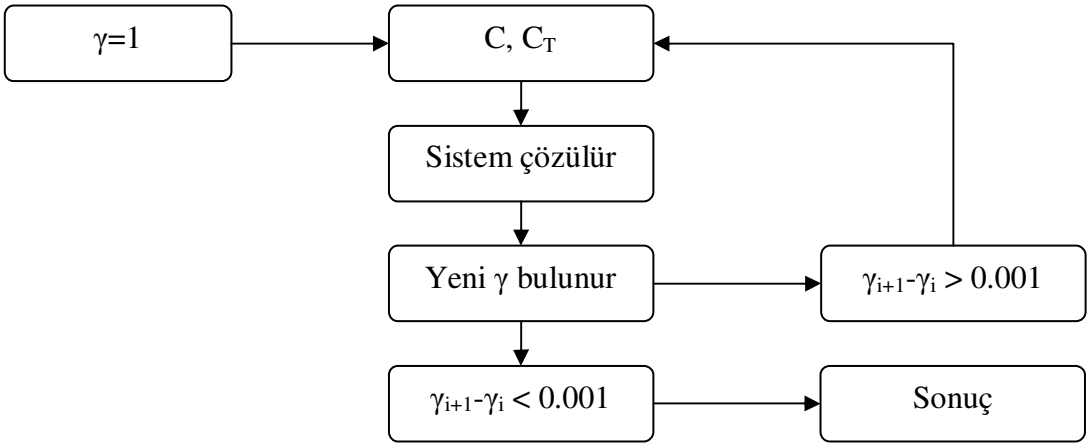
$$C = \frac{(1-v_s)}{(1+v_s)(1-2v_s)} \frac{3[E_2 + E_1(2\gamma^2-1)]Sinh(2\gamma) + 2\gamma[E_2(2\gamma^2-3) + E_1(3+4\gamma^2)]}{24H\gamma Sinh^2\gamma} \quad \textbf{(2.36)}$$

$$2C_T = \frac{H}{(1+v_s)} \frac{3[E_2 + E_1(2\gamma^2-1)]Sinh(2\gamma) - [E_2(2\gamma^2+3) + E_1(4\gamma^2-3)]2\gamma}{48\gamma^3 Sinh^2\gamma} \quad \textbf{(2.37)}$$

şeklinde elde edilir.

C ve C_T ifadelerinden görüldüğü gibi zemin yatak ve kayma katsayıları temel altı zeminin özellikleri ile sıkışabilen tabaka kalınlığının yanında γ katsayısına bağlıdır. γ katsayısı bu değerlerin yanında temel boyutları, temel rijitliği, yükleme şekline bağlı olarak temel altında (2.16b) ve temel çevresindeki zemin bölgesinde (2.17) diferansiyel denge denklemlerini sağlayan w(x,y) çökme yüzeyinin fonksiyonunun belirlenip, (2.29a)'daki pay ve paydadaki integrallerin temel altı ve çevresi için

alınmasıyla bulunabilir. Buradan çözüme bir ardışık yaklaşımla ulaşılabileceği anlaşılmaktadır. Şekil 2.6'da çözüm yöntemi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.6: C ve C_T hesabı akış şeması

Bu ardışık yaklaşımın oldukça hızlı olduğu, başlangıçta çok uygun olmayan bir γ değeri seçilmiş olsa bile ardışık adımlar arası γ'ların farkını 5-6 adım sonrasında % 0.001' den küçük hale geldiği yapılan örneklerde görülmüştür.

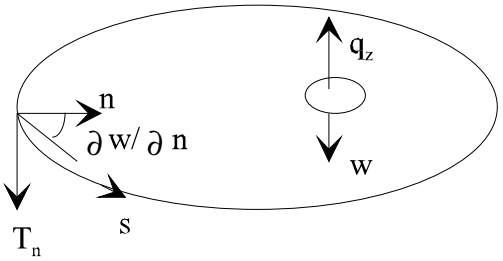
2.2. İki Parametreli Zemin Tepkilerinin Plak Sonlu Elemanlarda Göz Önüne Alınması

İki parametreli zemine oturan bir temel plağının w çökme yüzeyine bağlı olarak oluşan zemin tepkilerinin

$$q_z = Cw - 2C_T\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) \qquad \textbf{(2.38)}$$

yayılı yükü ile ifade edilebileceği bilinmektedir. Kapalı bir yüzeysel bölge içinde yüzeysel yayılı yük şeklindeki bu q_z tepkileri yanında bölge sınırları boyunca, zemin kayma parametresi nedeniyle sınıra dik doğrultuda dönmeye bağlı olarak Şekil 2.7 daki gibi tepki kesme kuvvetlerinin de oluşacağı dikkate alınmalıdır.

$$T_n = -2C_T\left(\frac{\partial w}{\partial n}\right) \qquad \textbf{(2.39)}$$

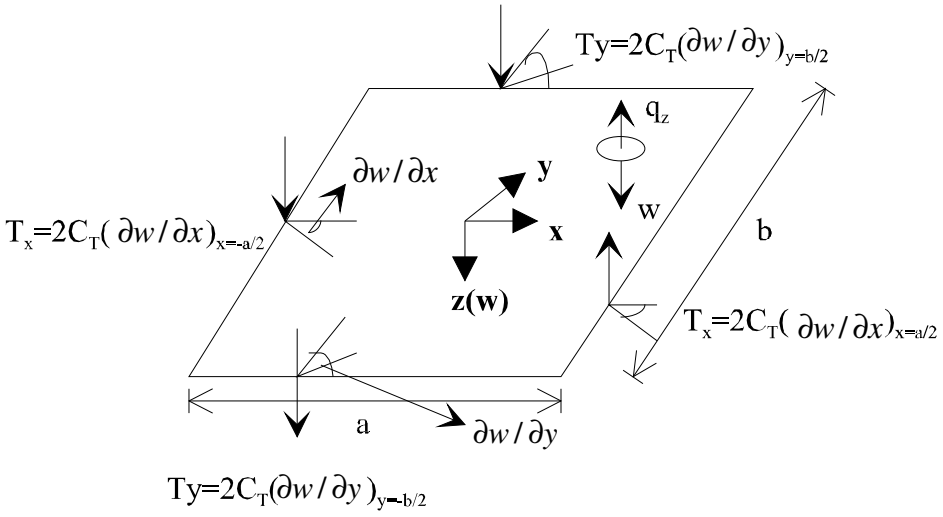


Şekil 2.7: Dönmelere Bağlı Olarak Zeminden Temele Gelen Tepkiler

Sonlu elemanların herhangi i. deplasman parametresi doğrultusunda oluşacak tesirler; dış etkiler altında oluşan w şekil değiştirmesini yükleme durumu, i. deplasmanın birim değerine karşı gelen w_i çökme yüzeyini virtüel şekil değiştirme durumu olarak alıp virtüel iş teoreminin uygulanmasıyla elde edilebilir. Elemana dış kuvvet olarak gelen zemin tepkilerinin işi ;

$$-\iint q_z w_i dA \qquad \textbf{(2.40)}$$

yüzeysel integrali yanında, eleman kenarları boyunca T_n kesme kuvvetlerinin w_i'nin kenarlarda aldığı değerleriyle yaptığı işlerin toplamı olacaktır. Örneğin axb boyutlarında dikdörtgen sonlu elemanda yüzeydeki ve sınırlardaki zemin tepkileri Şekil 2.8'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8: Dikdörtgen Elemanda Yüzeydeki ve Sınırdaki Zemin Tepkileri

Buna göre zemin tepkilerinin toplam

$$Id_z = -C\iint w_i w dA + 2C_T \iint w_i \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) dA$$
$$- 2C_T \int w_i \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)_{x=\frac{a}{2}} dy + 2C_T \int w_i \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)_{x=-\frac{a}{2}} dy \qquad \textbf{(2.41)}$$
$$- 2C_T \int w_i \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)_{x=\frac{b}{2}} dx + 2C_T \int w_i \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)_{x=-\frac{b}{2}} dx$$

olur. Bu ifadelerde

$$2C_T \iint w_i \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} dA = 2C_T \int \left(w_i \frac{\partial w}{\partial x} \right)_{x=\frac{a}{2}} dy - 2C_T \int \left(w_i \frac{\partial w}{\partial x} \right)_{x=-\frac{a}{2}} dy - 2C_T \iint w_i \frac{\partial w_i}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial x} dA \quad \textbf{(2.42a)}$$

$$2C_T \iint w_i \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} dA = 2C_T \int \left(w_i \frac{\partial w}{\partial y} \right)_{y=\frac{b}{2}} dx - 2C_T \int \left(w_i \frac{\partial w}{\partial y} \right)_{y=-\frac{b}{2}} dx - 2C_T \iint w_i \frac{\partial w_i}{\partial y} \frac{\partial w}{\partial y} dA \quad \textbf{(2.42b)}$$

kısmi integralleri alınıp (2.41) ifadesi basitleştirilirse,

$$Id_z = -C\iint w_i w dA - 2C_T \iint \left(\frac{\partial w_i}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial w_i}{\partial y} \frac{\partial w}{\partial y} \right) dA \qquad \textbf{(2.43)}$$

şeklini alıp zemin kayma parametresi C_T ye bağlı integralde, elastik yataklanma parametresi C ye bağlı integralde olduğu gibi yalnız eleman yüzeyinde bir yüzeysel integrale dönüşmektedir.

Elemanın w şekil değiştirme yüzeyi düğüm noktası uç deplasmanlarına bağlı olarak

$$w = \sum w_i d_i \qquad \textbf{(2.44)}$$

toplamıyla ifade edildiği göz önüne alınır, eşitliğin sağ tarafında yalnız i. deplasman bileşenleri doğrultusundaki P uç kuvveti kalacak şekilde, zemin tepkileri işi eşitliğin sağına geçirilir ve

$$C_{ij} = C\iint w_i w_j dA \qquad \textbf{(2.45)}$$

$$C_{Tij} = 2C_T \iint \left(\frac{\partial w_i}{\partial x}\frac{\partial w_j}{\partial x} + \frac{\partial w_i}{\partial y}\frac{\partial w_j}{\partial y} \right) dA \qquad \textbf{(2.46)}$$

kısaltmaları yapılırsa, virtüel iş ifadesi

$$\sum_{j=1}^{n} k_{ij} d_j + \sum_{j=1}^{n} C_{ij} d_j + \sum_{j=1}^{n} C_{Tij} d_j = Pi \qquad \textbf{(2.47)}$$

olur. Elemanın her bir serbestlik derecesi için benzer iş ifadesi yazılıp, bunların hepsi matris formunda gösterilirse

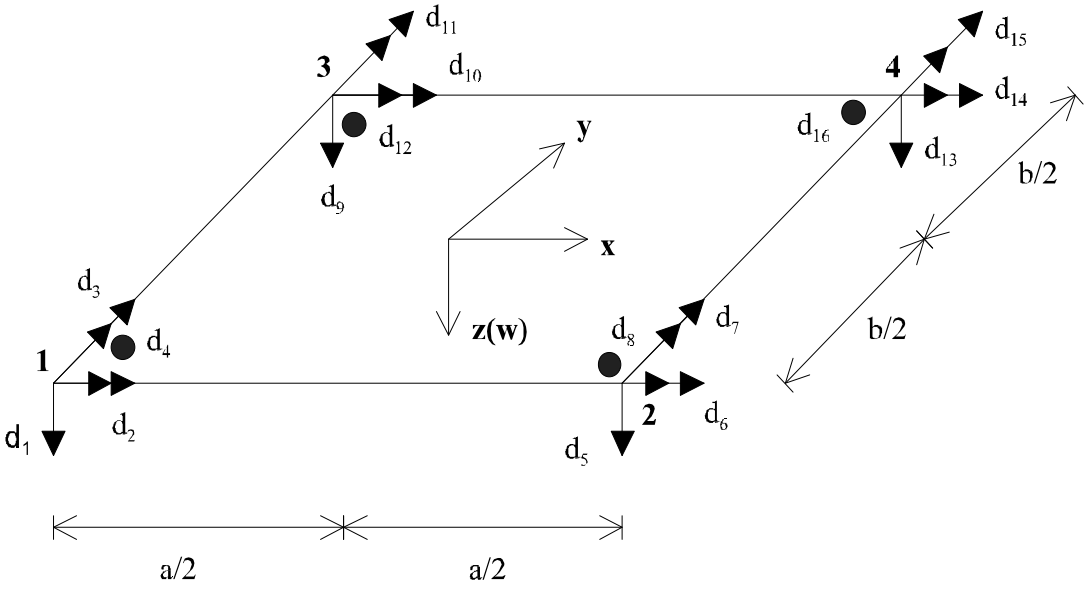
$$[K]\,[d] + [C]\,[d] + [C_T]\,[d] = [P] \qquad \textbf{(2.48)}$$

bulunur. Bu bağıntılarda

[C] : C elastik zemin yataklanma katsayısına bağlı, (2.45) ifadesiyle terimleri hesaplanan eleman elastik yataklanma matrisi

$[C_T]$: C_T zemin kayma parametresine bağlı, terimleri (2.46) formülü ile hesaplanan eleman zemin kayma matrisi olup, zemin etkilerinin plak rijitlik matrisine katkılarını göstermektedir.

2.2.1. 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Plak Elemanda [C] ve [C_T] Matrisleri



Şekil 2.9: 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Plak Sonlu Eleman

Bu elemanda eğilme deformasyonlarından dolayı w_e çökmeleri

$$w_e = \sum_{i=1}^{16} w_{ei} d_i \qquad \textbf{(2.49)}$$

şeklinde gösterilebilir. d_i deplasmanlarının birim değerleri için w çökme fonksiyonunun eleman yüzeyinde yayılışını belirleyen birim durum fonksiyonları her iki x ve y değişkenine göre kübik $f_i(x)$, $g_i(x)$ veya $f_i(y)$, $g_i(y)$ yardımcı fonksiyonlarının çarpımlarından oluşmaktadır. Bu yardımcı fonksiyonlar ve karşı geldikleri uç koşulları (2.50) de gösterildiği gibidir.

Fonksiyon	Uç koşulu
$\mathrm{f}_1(\mathrm{x}) = \frac{1}{2} + \frac{3x}{2a} - \frac{2x^3}{a^3}$	$\left\{ \begin{array}{l} \mathrm{x} = \frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow f_1 = 1, \frac{df_1}{dx} = 0 \\ \mathrm{x} = -\frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow f_1 = 0, \frac{df_1}{dx} = 0 \end{array} \right\}$
$\mathrm{f}_2(\mathrm{x}) = \frac{1}{2} - \frac{3x}{2a} + \frac{2x^3}{a^3}$	$\left\{ \begin{array}{l} \mathrm{x} = \frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow f_2 = 1, \frac{df_2}{dx} = 0 \\ \mathrm{x} = -\frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow f_2 = 1, \frac{df_2}{dx} = 0 \end{array} \right\}$
$\mathrm{g}_1(\mathrm{x}) = \frac{a}{8} + \frac{x}{4} - \frac{x^2}{2a} - \frac{x^3}{a^2}$	$\left\{ \begin{array}{l} \mathrm{x} = \frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow g_1 = 0, \frac{dg_1}{dx} = -1 \\ \mathrm{x} = -\frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow g_1 = 0, \frac{dg_1}{dx} = 0 \end{array} \right\}$
$\mathrm{f}_1(\mathrm{x}) = -\frac{a}{8} + \frac{x}{4} + \frac{x^2}{2a} - \frac{x^3}{a^2}$	$\left\{ \begin{array}{l} \mathrm{x} = \frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow g_2 = 1, \frac{dg_2}{dx} = 0 \\ \mathrm{x} = -\frac{\mathrm{a}}{2} \rightarrow g_2 = 1, \frac{dg_2}{dx} = -1 \end{array} \right\}$

(2.50)

Sonlu elemanın şekil değiştirmesi birim durumların lineer kombinezonu olarak

$$w_e = [A_d]_e \,.\, [d] \qquad \textbf{(2.51)}$$

yazılabilir. Burada $[A_d]_e$ matrisinin herhangi bir terimi karşı geldiği düğüm noktası deplasmanını birim, diğerlerini sıfır yapan deplasman fonksiyonu göstermektedir ve yardımcı fonksiyonlar cinsinden

$$[A_d]_e = [\ f_2(x).\ f_2(y)\ f_2(x).\ g_2(y) - g_2(x).\ f_2(y)\ g_2(x).\ g_2(y)$$
$$f_1(x).\ f_1(y)\ f_1(x).\ g_2(y) - g_1(x).\ f_2(y)\ g_1(x).\ g_2(y)$$
$$f_2(x).\ f_1(y)\ f_2(x).\ g_1(y) - g_2(x).\ f_1(y)\ g_2(x).\ g_1(y)$$
$$f_1(x).\ f_1(y)\ f_1(x).\ g_1(y) - g_1(x).\ f_1(y)\ g_1(x).\ g_1(y)\ ] \quad \textbf{(2.52)}$$

olması gerekir. Zemin tepki katsayıları ise,

$$C_{ij} = C\iint w_{ei} w_{ej}\, dA \quad \textbf{(2.53)}$$

$$C_{Tij} = 2C_T \iint \left(\frac{\partial w_{ei}}{\partial x}\frac{\partial w_{ej}}{\partial x} + \frac{\partial w_{ei}}{\partial y}\frac{\partial w_{ej}}{\partial y} \right) dA \quad \textbf{(2.54)}$$

şeklinde alınabilmektedir. [C] ve [C_T] matrisleri [K_T] rijitlik matrisinin verilmesinde olduğu gibi

$$[C] = \begin{bmatrix} [C]_{11}[C]_{12}[C]_{13}[C]_{14} \\ [C]_{21}[C]_{22}[C]_{23}[C]_{24} \\ [C]_{31}[C]_{32}[C]_{33}[C]_{34} \\ [C]_{41}[C]_{42}[C]_{43}[C]_{44} \end{bmatrix} \quad \textbf{(2.55)}$$

$$[C_T] = \begin{bmatrix} [C_T]_{11}[C_T]_{12}[C_T]_{13}[C_T]_{14} \\ [C_T]_{21}[C_T]_{22}[C_T]_{23}[C_T]_{24} \\ [C_T]_{31}[C_T]_{32}[C_T]_{33}[C_T]_{34} \\ [C_T]_{41}[C_T]_{42}[C_T]_{43}[C_T]_{44} \end{bmatrix} \quad \textbf{(2.56)}$$

alt matrislerine bölünürse $[C]_{1,i}$ ve $[C_T]_{1,i}$ bağımsız 4'er alt matrisi Tablo (2.1) ve Tablo (2.2) verilmiştir. Diğer $[C]_{i,j}$ ve $[C_T]_{i,j}$'ler $[T_x]$ ve $[T_y]$ (2.57) dönüştürme matrisleri kullanılarak (2.58) bağıntıları türetilebilir.

$$[T_x] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \qquad [T_y] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \textbf{(2.57)}$$

$$
\begin{aligned}
&[C]_{22}=[T_y]\,[C]_{11}[T_y] && [C_T]_{22}=[T_y]\,[C_T]_{11}[T_y]\\
&[C]_{23}=[T_y]\,[C]_{14}[T_y] && [C_T]_{23}=[T_y]\,[C_T]_{14}[T_y]\\
&[C]_{24}=[T_y]\,[C]_{13}[T_y] && [C_T]_{24}=[T_y]\,[C_T]_{13}[T_y] \qquad \textbf{(2.58)}\\
&[C]_{33}=[T_x]\,[C]_{11}[T_x] && [C_T]_{33}=[T_x]\,[C_T]_{11}[T_x]\\
&[C]_{34}=[T_x]\,[C]_{12}[T_x] && [C_T]_{34}=[T_x]\,[C_T]_{12}[T_x]\\
&[C]_{44}=[T_y]\,[T_x]\,[C]_{11}[T_x]\,[T_y] && [C_T]_{44}=[T_y]\,[T_x]\,[C_T]_{11}[T_x]\,[T_y]
\end{aligned}
$$

Tablo 2.1: 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Elemanın Elastik Yataklanma Alt Matrisleri

$$
[C]_{12}=\frac{Cab}{1225}\begin{bmatrix}
58.5 & -\frac{33}{4}b & -\frac{169}{12}a & -\frac{143}{72}ab\\
-\frac{33}{4}b & 1.5b^2 & \frac{143}{72}ab & \frac{13}{36}ab^2\\
\frac{169}{12}a & -\frac{143}{72}ab & \frac{13}{4}a^2 & -\frac{11}{24}a^2b\\
\frac{143}{72}ab & -\frac{13}{36}ab^2 & -\frac{11}{24}a^2b & \frac{a^2b^2}{12}
\end{bmatrix}
$$

$$
[C]_{11}=\frac{Cab}{1225}\begin{bmatrix}
169 & -\frac{143}{6}b & \frac{143}{6}a & \frac{121}{36}ab\\
-\frac{143}{6}b & \frac{13}{3}b^2 & -\frac{121}{36}ab & -\frac{22}{36}ab^2\\
\frac{143}{6}a & -\frac{121}{36}ab & \frac{13}{3}a^2 & \frac{22}{36}ab\\
\frac{121}{36}ab & -\frac{22}{36}ab^2 & \frac{22}{36}ab & \frac{a^2b^2}{9}
\end{bmatrix}
$$

$$
[C]_{13}=\frac{Cab}{1225}\begin{bmatrix}
58.5 & \frac{42.25}{3}b & 8.25a & -\frac{71.5}{36}ab\\
-\frac{42.25}{3}b & -3.25b^2 & -\frac{71.5}{36}ab & \frac{16.5}{36}ab^2\\
8.25a & \frac{71.5}{36}ab & 1.5a^2 & -\frac{13}{36}a^2b\\
\frac{71.5}{36}ab & \frac{16.5}{36}ab^2 & \frac{13}{36}a^2b & -\frac{0.75}{9}a^2b^2
\end{bmatrix}
$$

$$
[C]_{14}=\frac{Cab}{1225}\begin{bmatrix}
20.25 & 4.875b & -4.875a & \frac{42.25}{36}ab\\
-4.875b & -1.125b^2 & \frac{42.25}{36}ab & -\frac{9.75}{36}ab^2\\
4.875a & \frac{42.25}{36}ab & -1.125a^2 & \frac{9.75}{36}a^2b\\
\frac{42.25}{36}ab & \frac{9.75}{36}ab^2 & -\frac{9.75}{36}a^2b & \frac{2.25}{36}a^2b^2
\end{bmatrix}
$$

Tablo 2.2: 16 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Elemanın Kayma Parametresine Bağlı Alt Matrisleri

$$[C_T]_{11}=\frac{2C_T}{350}\begin{bmatrix} 156(\alpha+\beta) & -(22\beta+13\alpha)b & (22\alpha+13\beta)a & \frac{11}{6}(\alpha+\beta)ab \\ -(22\beta+13\alpha)b & (4\beta+\frac{52}{3}\alpha)b^2 & -\frac{11}{6}(\alpha+\beta)ab & -(\frac{\beta}{3}+\frac{22}{9}\alpha)ab^2 \\ (22\alpha+13\beta)a & -\frac{11}{6}(\alpha+\beta)ab & (4\alpha+\frac{52}{3}\beta)a^2 & (\frac{\alpha}{3}+\frac{22}{9}\beta)a^2b \\ \frac{11}{6}(\alpha+\beta)ab & -(\frac{\beta}{3}+\frac{22}{9}\alpha)ab^2 & (\frac{\alpha}{3}+\frac{22}{9}\beta)a^2b & \frac{4}{9}(\alpha+\beta)a^2b^2 \end{bmatrix}$$

$$[C_T]_{12}=\frac{2C_T}{350}\begin{bmatrix} 54\alpha-156\beta & (22\beta-4.5\alpha)b & -13(\alpha-\beta)a & (\frac{11}{6}\beta-\frac{13}{12}\alpha)ab \\ (22\beta-4.5\alpha)b & -(4\beta-6\alpha)b^2 & -(\frac{11}{6}\beta-\frac{13}{12}\alpha)ab & -(\frac{\beta}{3}-\frac{13}{9}\alpha)ab^2 \\ 13(\alpha-\beta)a & (\frac{11}{6}\beta-\frac{13}{12}\alpha)ab & -(3\alpha+\frac{13}{3}\beta)a^2 & -(\frac{\alpha}{4}+\frac{11}{18}\beta)a^2b \\ -(\frac{11}{6}\beta-\frac{13}{12}\alpha)ab & (\frac{\beta}{3}-\frac{13}{9}\alpha)ab^2 & -(\frac{\alpha}{4}+\frac{11}{18}\beta)a^2b & -(\frac{\beta}{9}+\frac{\alpha}{3})a^2b^2 \end{bmatrix}$$

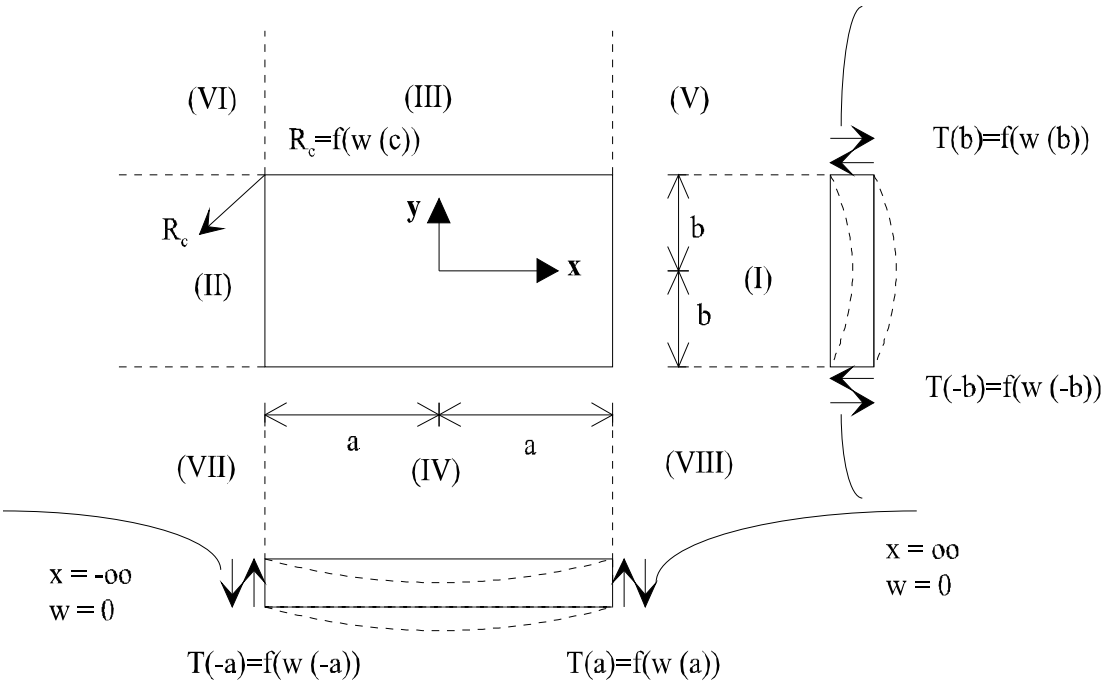
$$[C_T]_{13}=\frac{2C_T}{350}\begin{bmatrix} 54\beta-156\alpha & 13(\beta-\alpha)b & -(22\alpha-4.5\beta)a & (\frac{11}{6}\alpha-\frac{13}{12}\beta)ab \\ 13(\alpha-\beta)b & -(3\beta+\frac{13}{3}\alpha)b^2 & (\frac{11}{6}\alpha-\frac{13}{12}\beta)ab & (\frac{\beta}{4}+\frac{11}{18}\alpha)ab^2 \\ -(22\alpha-4.5\beta)a & -(\frac{11}{6}\alpha+\frac{13}{12}\beta)ab & -(4\alpha-6\beta)a^2 & (\frac{\alpha}{3}-\frac{13}{9}\beta)a^2b \\ -(\frac{11}{6}\alpha-\frac{13}{12}\beta)ab & (\frac{\beta}{4}+\frac{11}{18}\alpha)ab^2 & -(\frac{\alpha}{3}-\frac{13}{9}\beta)a^2b & -(\frac{\beta}{3}+\frac{\alpha}{9})a^2b^2 \end{bmatrix}$$

$$[C_T]_{14}=\frac{2C_T}{350}\begin{bmatrix} -54(\alpha+\beta) & -(13\beta+4.5\alpha)b & (13\alpha+4.5\beta)a & -\frac{13}{12}(\alpha+\beta)ab \\ (13\beta+4.5\alpha)b & (3\beta-1.5\alpha)b^2 & -\frac{13}{12}(\alpha+\beta)ab & (\frac{\beta}{4}-\frac{13}{36}\alpha)ab^2 \\ -(13\alpha+4.5\beta)a & -\frac{13}{12}(\alpha+\beta)ab & (3\alpha-1.5\beta)a^2 & -(\frac{\alpha}{4}-\frac{13}{36}\beta)a^2b \\ -\frac{13}{12}(\alpha+\beta)ab & -(\frac{\beta}{4}-\frac{13}{36}\alpha)ab^2 & (\frac{\alpha}{4}-\frac{13}{36}\beta)a^2b & \frac{1}{12}(\alpha+\beta)a^2b^2 \end{bmatrix}$$

2.3. İki Parametreli Zemin Ortamının Sonlu Elemanlarla Tanımlanması

İki parametreli zemine oturan plak temellerin hesabı ile ilgili yapılmış çalışmalarda temel dışında kalan zemin ortamının temel kenar ve köşelerine etkittiği tesirlerin bulunması, bazı basitleştirici kabuller yapılarak yaklaşık olarak ifade edilmektedir.

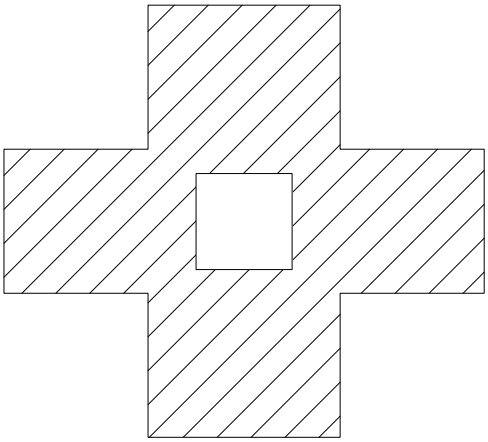
Örneğin Şekil 2.10'da planda 2ax2b boyutlu bir dikdörtgen temelin çevresindeki zemin ortamı 8 bölgeye ayrılmakta, (I-IV) bölgesinden temele gelen tesirler komşu oldukları kenarlardaki çökme fonksiyonuna bağlı, kenarlar boyunca yayılı kesme kuvvetleri ile, (V-VIII) bölgelerinin etkisi temel köşe noktasındaki çökmeye bağlı köşe kuvvetleri ile göz önüne alınmaktadır.



Şekil 2.10: Temel Çevre Ortamının Bölgelere Ayrılması

Örneğin Şekil 2.11 gibi planda temel şeklinin dikdörtgenden farklı olması halinde kenarlar ve köşeler için çıkarılmış bu redörler kısmen geçersiz olup yeni yaklaşık redör ifadelerinin tanımlanması gerekecektir.

Bu bakımdan bu çalışmada, temel dışındaki, temel etkilerinin yayıldığı ve zemin çökme yüzeyinin sıfırdan farklı olduğu çevre ortamı, iki boyutlu zemin sonlu elemanlar ağına bölünecektir.

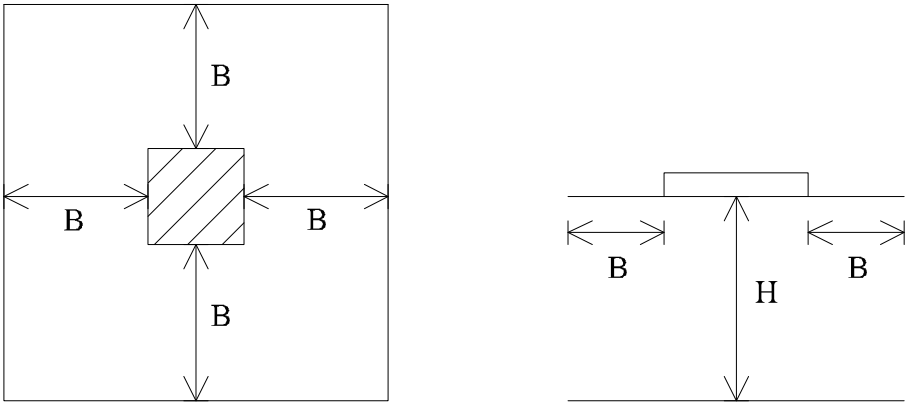


Şekil 2.11: Planda Düzgün Olmayan Radye Temel Örneği

Yüzeysel dış yüklerin olmayıp temel kenarlarından tesirlere bağlı olarak

$$Cw(x,y) - 2C_T\left(\frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w(x,y)}{\partial y^2}\right) = 0 \qquad \textbf{(2.59)}$$

diferansiyel denklemi sağlayacak şekilde çevre zemin ortamındaki çökmelerin değişimi bu zemin sonlu eleman tanımlaması ile belirlenebilir.



a) Plan b) Kesit

Şekil 2.12: Radye Temel Çevre Genişliği

Sonlu eleman ağına bölünerek temel çevresinin Şekil 2.12 deki genişliği elastik sıkışabilir zemin tabakası sınırlarına kadar veya çok büyükse çökme yüzeyinin yeter derecede sıfıra yakın olduğu uzaklığa kadar alınabilir. Son bölümde yapılan örneklerde zemin bölgesinin genişliği sıkışabilir zemin tabakası kalınlığı H mertebesinde seçilmiş ve bu durumda en dıştaki noktalarda temel altındaki

çökmelerin çok küçük mertebelere düştüğü görülerek, daha fazla genişletmenin gereksiz olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu şekilde temel dışı ortamının zemin sonlu elemanlarla tanımlanması, birbirine yakın temellerin mevcudiyeti halinde bu temellerin karşılıklı etkileşimi göz önüne alınması olanağı da sağlamaktadır.

Temel plağı sonlu eleman çevre zemin ortamının sonlu elaman tanımlanmasında, çökmelerin elemanda her iki doğrultuda lineer değiştiği kabulü uygun görülmüştür. Böylece zemin sonlu elemanlarda yer değiştirme yüzeyi yalnız köşe noktalarının çökmelerine bağlı olarak ifade edilebilir. Çevre zemin ortamının sonlu eleman tanımlanmasında her bir düğüm noktasında bir bilinmeyen olması, temel plağı dışında çok sayıda düğüm noktası bulunması halinde bilinmeyen sayısında oluşacak büyük artış da önlemiş olur. [d] zemin elemanın köşe noktalarındaki çökmeler olmak üzere

$$w = \Sigma\, w_i\, d_i = [A_d]_z[d] \qquad \textbf{(2.60)}$$

şeklinde çökme yüzeyi belirleniyorsa, köşe noktalarında yer değiştirmeler doğrultusundaki uç kuvvetlerini deplasmanlara;

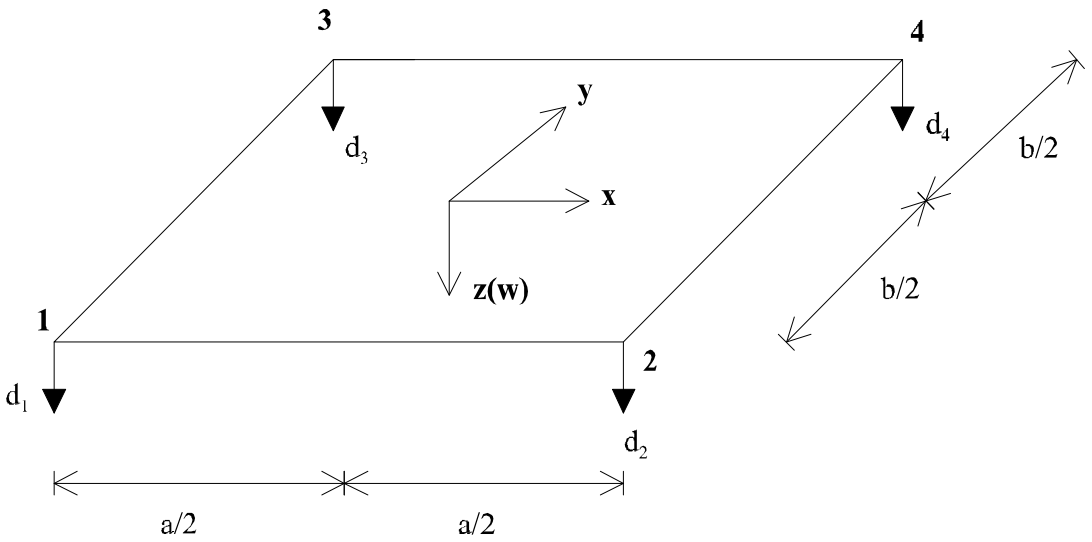
$$[C][d]+[C_T][d]=[P] \qquad \textbf{(2.61)}$$

şeklinde bağlayan zemin sonlu eleman [C] ve $[C_T]$ matrisleri temel plağında plak rijitlik matrisine zemin etkilerinin katkılarını gösteren [C] ve $[C_T]$ matrisleri gibi tanımlanıp, terimleri (2.45) ve (2.46) deki bağıntılarla hesaplanabilir. Aslında (2.61) eşitliği (2.48) de [K] rijitliğinin sıfır alınması haline karşı gelmektedir.

2.3.1. Dört Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Zemin Sonlu Elemanda [C] ve $[C_T]$ Matrisleri

Şekil 2.13'deki dikdörtgen iki parametreli zemin sonlu elemanın şekil değiştirme yüzeyi köşe noktalarının düşey deplasmanlarına bağlı olarak (2.61) deki gibi tanımlanabilir.

Formüllerdeki $[A_d]_z$ matrisi iki doğrultudaki lineer değişimi gösteren yardımcı fonksiyonların çarpımının sonucu denklem (2.62)'de gösterilmiştir.



Şekil 2.13: 4 Serbestlik Dereceli Dikdörtgen Zemin Sonlu Eleman

$$[A_d]_z = [l_2(x)l_2(y)\ l_1(x)l_2(y)\ l_1(y)l_2(x)\ l_1(x)l_1(y)] \qquad \textbf{(2.62)}$$

Burada

$$l_2(x) = \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{a}\right) \qquad l_1(x) = \left(\frac{1}{2} + \frac{x}{a}\right)$$

$$l_2(y) = \left(\frac{1}{2} - \frac{y}{b}\right) \qquad l_1(y) = \left(\frac{1}{2} + \frac{y}{b}\right) \qquad \textbf{(2.63)}$$

Bu birim durum fonksiyonlarına (2.45) integrali uygulanarak 4 serbestlik dereceli dikdörtgen zemin sonlu elemanın elastik yataklanma matrisi

$$[C] = \frac{Cab}{36}\begin{bmatrix} 4 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 4 \end{bmatrix} \qquad \textbf{(2.64)}$$

(2.46) integrali alınarak α = a / b , β = b / a olmak üzere 4 serbestlik dereceli dikdörtgen zemin sonlu elemanın kayma parametresi matrisi

$$[C_T]=\frac{2C_T}{3}\begin{bmatrix} \alpha+\beta & \frac{\alpha}{2}-\beta & \frac{\beta}{2}-\alpha & -\frac{(\alpha+\beta)}{2} \\ \frac{\alpha}{2}-\beta & \alpha+\beta & -\frac{(\alpha+\beta)}{2} & \frac{\beta}{2}-\alpha \\ \frac{\beta}{2}-\alpha & -\frac{(\alpha+\beta)}{2} & \alpha+\beta & \frac{\alpha}{2}-\beta \\ -\frac{(\alpha+\beta)}{2} & \frac{\beta}{2}-\alpha & \frac{\alpha}{2}-\beta & \alpha+\beta \end{bmatrix} \quad \textbf{(2.65)}$$

elde edilir. Zemin sonlu elemanlara ait deformasyon matrisi ise

$$\begin{bmatrix}\tau_x \\ \tau_y\end{bmatrix}=2C_T\begin{bmatrix}\frac{\partial}{\partial x} \\ \frac{\partial}{\partial y}\end{bmatrix}w_i \quad \textbf{(2.66)}$$

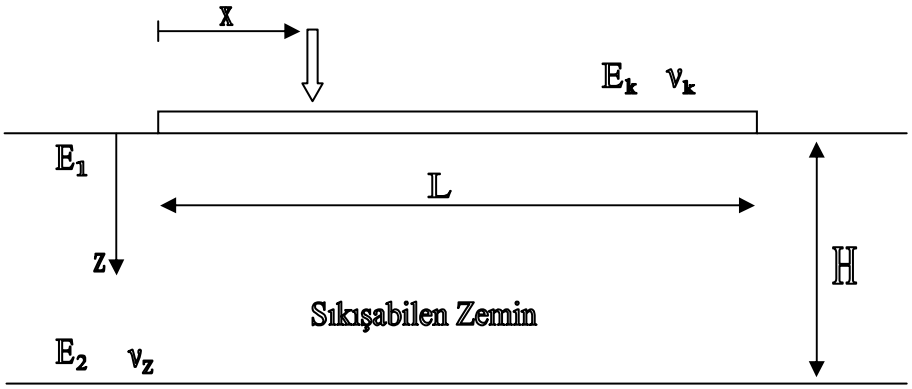
bağıntısı elde edilir. Yardımcı fonksiyonlar kullanılarak dikdörtgen zemin sonlu eleman için elde edilen deformasyon matrisi Tablo (2.3)'de elde edilmiştir. Zemin elemanda köşe noktalarındaki kesme kuvvetlerini bulmak için bu matrisle elde edilmiş deformasyonları $2C_T$ ile çarpmak gerekir.

Tablo 2.3: Dikdörtgen Zemin Sonlu Eleman Deformasyon Matrisi

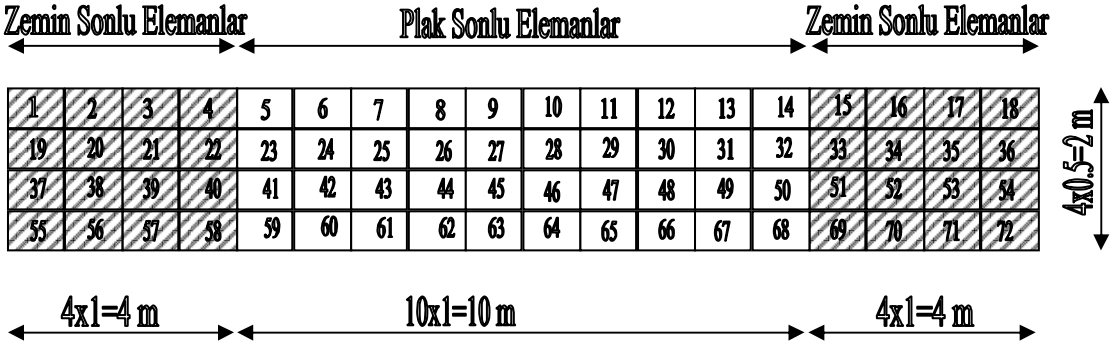
		d_1	d_2	d_3	d_4
1	$\partial w/\partial x$	-1/a	1/a	0	0
	$\partial w/\partial y$	-1/b	0	1/b	0
2	$\partial w/\partial x$	-1/a	1/a	0	0
	$\partial w/\partial y$	0	-1/b	0	1/b
3	$\partial w/\partial x$	0	0	-1/a	1/a
	$\partial w/\partial y$	-1/b	0	1/b	0
4	$\partial w/\partial x$	0	0	-1/a	1/a
	$\partial w/\partial y$	0	-1/b	0	1/b

3. SAYISAL ÖRNEKLER

Bu bölümde Şekil 3.1'de gösterilen iki parametreli zemine oturan kiriş, Şekil 3.2'de ki gibi sonlu eleman ağına bölünerek, kirişin kendi ağırlığı ve tekil yükün kiriş üzerinde farklı noktalara etkimesi durumları için çözülecektir. Çözümlerde Saygun [6] tarafından hazırlanan Genson isimli bilgisayar programı kullanılmıştır.



Şekil 3.1: Sayısal Örnekler İçin Kullanılan Sonlu Kiriş



Şekil 3.2: Sayısal Örnekler İçin Kullanılan Zemin ve Plak Sonlu Eleman Modeli

Bu bölümde çözülen örneklerde en kesit alanı $1m^2$ olan kirişe ait; E_k elastisite modülü, ν_k poisson oranı, L kiriş boyu değerleri sabit alınacaktır. Sayısal değerleri sırasıyla; $E_k=2x10^6$ kN/m^2, $\nu_k=0.2$, L=10m alınacaktır. Zemine ait büyüklüklerden sadece ν_s poisson oranı sabit alınacak olup sayısal değeri $\nu_s=0.25$'dir. H sıkışabilir zemin tabakası kalınlığı, E_1 z=0'daki ve E_2 z=H'deki zemin elastisite modülü olmak üzere bu büyüklüklerin farklı değerleri için örnekler çözülecektir.

3.1 Zemin Elastisite Modülü Derinlik Boyunca Sabit

Bu örnekte zemin elastisite modülü derinlik boyunca sabit alınmış olup değeri $E_1=E_2=7000$ kN/m^2'dir (yumuşak kil). H sıkışabilir zemin tabakası kalınlığının sırasıyla 5m, 10m, 15m ve 20m olması halinde yayılı yük ve tekil yük durumları için ayrı ayrı çözülmüştür.

3.1.1 Yayılı Yük Durumu

Kiriş üzerine 25 kN/m yayılı yük yüklenmiştir.

H=5m için hesaplanan γ=0.6151, C=1684.9802 kN/m^3, C_T=2221.6763 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.7236, C=844.64522 kN/m^3, C_T=4363.6265 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.6364, C=561.89308 kN/m^3, C_T=6642.7213 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.5323, C=420.71056 kN/m^3, C_T=8994.4719 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.1, H=10m için Tablo 3.2, H=15m için Tablo 3.3, H=20m için Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.1: Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00412	.00516	.00600	.00650	.00694	.00706	.00694	.00650	.00600	.00516	.00412
M_x	0	4.5162	5.6193	5.4619	5.0337	4.8399	5.0337	5.4619	5.6193	4.5162	0
T	41.834										-41.83

Tablo 3.2: Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00797	.00925	.01031	.01109	.01156	.01172	.01156	.01109	.01031	.00925	.00797
M_x	0	4.8963	6.4747	6.8277	6.7828	6.7299	6.7828	6.8277	6.4747	4.8963	0
T	76.58										-76.58

Tablo 3.3: Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.01205	.01321	.01418	.01490	.01533	.01547	.01533	.01490	.01418	.01321	.01205
M_x	0	4.4163	5.8222	6.2118	6.2586	6.2481	6.2586	6.2118	5.8222	4.4163	0
T	95.425										-95.43

Tablo 3.4: Yayılı Yük Etkimesi Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.01620	.01720	.01804	.01865	.01902	.01914	.01902	.01865	.01804	.01720	.01620
M_x	0	3.8629	4.9995	5.3153	5.3665	5.3654	5.3665	5.3153	4.9995	3.8629	0
T	105.13										-105.1

3.1.2 Tekil Yük Durumu

1 kN'luk tekil yük kirişin uçlarına ve simetri özelliği göz önünde tutularak x/L=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mesafelerine yüklenmiştir. Sistem çözülerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. Tekil yükün x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ= 1.5681, C=1829.2044 kN/m^3, C_T=1769.9355 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.5757, C=915.77330 kN/m^3, C_T=3531.9719 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.3912, C=593.37789 kN/m^3, C_T=5589.6142 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.2841, C=439.01677 kN/m^3, C_T=7676.8276 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.5, H=10m için Tablo 3.6, H=15m için Tablo 3.7, H=20m için Tablo 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.5: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00009	.00006	.00003	.00002	.83E-5	.24E-5	-.57E-6	-.17E-5	-.19E-5	-.17E-5	-.12E-5
M_x	0	-.1183	-.1443	-.1270	-.0953	-.0638	-.0383	-.0204	-.0090	-.0026	0
T	0,7732										0,0112

Tablo 3.6: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.99E-4	.76E-4	.56E-4	.40E-4	.28E-4	.19E-4	.13E-4	.81E-5	.51E-5	.29E-5	.11E-5
M_x	0	-.0689	-.0898	-.0856	-.0719	-.0561	-.0415	-.0289	-.0183	-.0091	0
T	0,9246										-0,011

Tablo 3.7: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00011	.91E-4	.74E-4	.59E-4	.47E-4	.37E-4	.30E-4	.24E-4	.19E-4	.15E-4	.12E-4
M_x	0	-.0444	-.0594	-.0584	-.0516	-.0433	-.0352	-.0276	-.0201	-.0118	0
T	0,8774										-0,093

Tablo 3.8: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00012	.00010	.89E-4	.79E-4	.65E-4	.55E-4	.48E-4	.41E-4	.36E-4	.31E-4	.27E-4
M_x	0	-.0315	-.0430	-.0430	-.0392	-.0344	-.0296	-.0249	-.0198	-.0129	0
T	0,7948										-0,180

Tekil yükün x/L=0.1'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ= 1.0306, C=1714.7849 kN/m^3, C_T=2046.7640 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.0243, C=857.00807 kN/m^3, C_T=4099.5962 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.9286, C=567.90990 kN/m^3, C_T=6284.0309 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.8641, C=424.53906 kN/m^3, C_T=8494.2115 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.9, H=10m için Tablo 3.10, H=15m için Tablo 3.11, H=20m için Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.9: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.57E-4	.55E-4	.45E-4	.33E-4	.21E-4	.13E-4	.69E-5	.31E-5	.83E-6	-.51E-6	-.14E-5
M_x	0	.25351	.02888	-.0347	-.0594	-.0589	-.0474	-.0330	-.0196	-.0084	0
T	0,5602										0,0140

Tablo 3.10: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2=7000$ kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.76E-4	.75E-4	.66E-4	.54E-4	.42E-4	.31E-4	.23E-4	.17E-4	.12E-4	.79E-5	.47E-5
M_x	0	.26118	.04569	-.0126	-.0393	-.0454	-.0415	-.0334	-.0238	-.0131	0
T	0,7242										-0,045

Tablo 3.11: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.91E-4	.90E-4	.81E-4	.70E-4	.59E-4	.48E-4	.40E-4	.33E-4	.27E-4	.22E-4	.18E-4
M_x	0	.25170	.04247	-.0069	-.0292	-.0352	-.0337	-.0291	-.0227	-.0141	0
T	0,7208										-0,141

Tablo 3.12: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00010	.00010	.96E-4	.85E-4	.75E-4	.65E-4	.57E-4	.50E-4	.44E-4	.39E-4	.35E-4
M_x	0	.23952	.03541	-.0059	-.0239	-.0287	-.0281	-.0252	-.0209	-.0141	0
T	0,6800										-0,225

Tekil yükün x/L=0.2'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ= 0.7634, C=1691.3874 kN/m^3, C_T=2166.0173 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.8522, C=848.62049 kN/m^3, C_T=4257.4615 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.7817, C=564.15116 kN/m^3, C_T=6475.7275 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.7104, C=422.16496 kN/m^3, C_T=8747.6948 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.13, H=10m için Tablo 3.14, H=15m için Tablo 3.15, H=20m için Tablo 3.16'de verilmiştir.

Tablo 3.13: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.36E-4	.45E-4	.49E-4	.43E-4	.33E-4	.23E-4	.15E-4	.83E-5	.40E-5	.11E-5	-.1E-5
M_x	0	.07206	.31867	.07203	-.0084	-.0446	-.0509	-.0427	-.0288	-.0138	0
T	0,3608										0,0126

Tablo 3.14: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.58E-4	.66E-4	.69E-4	.63E-4	.53E-4	.42E-4	.32E-4	.24E-4	.17E-4	.12E-4	.77E-5
M_x	0	.06896	.30922	.07317	.00318	-.0300	-.0395	-.0370	-.0286	-.0166	0
T	0,5500										-0,0739

Tablo 3.15: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.75E-4	.81E-4	.84E-4	.78E-4	.68E-4	.58E-4	.48E-4	.40E-4	.33E-4	.27E-4	.22E-4
M_x	0	.05627	.28565	.05963	.00234	-.0238	-.0315	-.0306	-.0253	-.0162	0
T	0,5925										-0,1775

Tablo 3.16: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.90E-4	.96E-4	.97E-4	.92E-4	.82E-4	.73E-4	.64E-4	.56E-4	.50E-4	.45E-4	.40E-4
M_x	0	.04417	.26332	.04610	-.0004	-.0206	-.0263	-.0259	-.0223	-.0154	0
T	0,5865										-0,1802

Tekil yükün x/L=0.3'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ= 0.7324, C=1689.7264 kN/m^3, C_T=2178.3861 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.8854, C=849.94175 kN/m^3, C_T=4228.2978 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.8020, C=564.57423 kN/m^3, C_T=6450.4287 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.6913, C=421.95135 kN/m^3, C_T=8776.6788 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.17, H=10m için Tablo 3.18, H=15m için Tablo 3.19, H=20m için Tablo 3.20'de verilmiştir.

Tablo 3.17: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.21E-4	.33E-4	.43E-4	.49E-4	.44E-4	.34E-4	.23E-4	.15E-4	.84E-5	.34E-5	-.65E-6
M_x	0	.01869	.08938	.32983	.07885	-.0041	-.0410	-.0467	-.0364	-.0191	0
T	0,2076										0,0066

Tablo 3.18: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.43E-4	.54E-4	.63E-4	.68E-4	.63E-4	.53E-4	.42E-4	.32E-4	.24E-4	.17E-4	.11E-4
M_x	0	.01822	.08318	.31806	.07856	.00657	-.0274	-.0365	-.0323	-.0199	0
T	0,4059										-0,1053

Tablo 3.19: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.61E-4	.70E-4	.78E-4	.82E-4	.76E-4	.67E-4	.57E-4	.48E-4	.40E-4	.33E-4	.27E-4
M_x	0	.01194	.06545	.29118	.06302	.00453	-.0221	-.0295	-.0272	-.0184	0
T	0,4843										-0,2149

Tablo 3.20: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.78E-4	.85E-4	.92E-4	.94E-4	.89E-4	.81E-4	.72E-4	.64E-4	.56E-4	.50E-4	.45E-4
M_x	0	.00635	.04937	.26607	.04779	.00079	-.0195	-.0249	-.0234	-.0167	0
T	0,5073										-0,2926

Tekil yükün x/L=0.4'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ= 0.8693, C=1698.5711 kN/m^3, C_T=2121.2520 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.0944, C=861.61029 kN/m^3, C_T=4031.2915 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.0009, C=570.42362 kN/m^3, C_T=6182.8566 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0. 8417, C=424.11391 kN/m^3, C_T=8533.1680 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.21, H=10m için Tablo 3.22, H=15m için Tablo 3.23, H=20m için Tablo 3.24'de verilmiştir.

Tablo 3.21: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.10E-4	.22E-4	.33E-4	.44E-4	.49E-4	.44E-4	.34E-4	.23E-4	.14E-4	.71E-5	.77E-6
M_x	0	-.0114	.01309	.08636	.32896	.07942	-.0019	-.0364	-.0383	-.0231	0
T	0,1020										-0,0076

Tablo 3.22: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.30E-4	.41E-4	.53E-4	.63E-4	.68E-4	.63E-4	.53E-4	.42E-4	.32E-4	.23E-4	.15E-4
M_x	0	-.0091	.01662	.08470	.32149	.08151	.00885	-.0246	-.0313	-.0221	0
T	0,2865										-0,1419

Tablo 3.23: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.49E-4	.59E-4	.68E-4	.76E-4	.81E-4	.76E-4	.66E-4	.57E-4	.48E-4	.39E-4	.32E-4
M_x	0	-.0101	.01063	.06764	.29532	.06618	.00639	-.0205	-.0264	-.0199	0
T	0,3897										-0,2556

Tablo 3.24: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.67E-4	.75E-4	.82E-4	.89E-4	.93E-4	.88E-4	.80E-4	.72E-4	.64E-4	.57E-4	.51E-4
M_x	0	-.0110	.00451	.05067	.26899	.04994	.00193	-.0186	-.0229	-.0178	0
T	0,4374										-0,3296

Tekil yükün x/L=0.5'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.1183, C=1726.7184 kN/m^3, C_T=2003.7400 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.4377, C=895.94454 kN/m^3, C_T=3677.4507 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.3296, C=588.59391 kN/m^3, C_T=5686.5288 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.0866, C=430.53404 kN/m^3, C_T=8077.7805 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.25, H=10m için Tablo 3.26, H=15m için Tablo 3.27, H=20m için Tablo 3.28'de verilmiştir.

Tablo 3.25: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.36E-5	.13E-4	.23E-4	.33E-4	.44E-4	.49E-4	.44E-4	.33E-4	.23E-4	.13E-4	.36E-5
M_x	0	-.0224	-.0263	.00381	.08212	.32891	.08212	.00381	-.0263	-.0224	0
T	0,0351										-0,0351

Tablo 3.26: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.20E-4	30E-4	.41E-4	.52E-4	.62E-4	.67E-4	.62E-4	.52E-4	.41E-4	.30E-4	.20E-4
M_x	0	-.0202	-.0186	.01309	.08627	.32664	.08627	.01309	-.0186	-.0202	0
T	0,1848										-0.1848

Tablo 3.27: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.38E-4	.47E-4	.56E-4	.66E-4	.75E-4	.80E-4	.75E-4	.66E-4	.56-4	.47E-4	.38E-4
M_x	0	-.0186	-.0167	.00970	.07146	.30232	.07146	.00970	-.0167	-.0186	0
T	0,3018										-0,3018

Tablo 3.28: Tekil Yük Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.57E-4	.64E-4	.72E-4	.80E-4	.88E-4	.92E-4	.88E-4	.80E-4	.72E-4	.64E-4	.57E-4
M_x	0	-.0171	-.0163	.00389	.05349	.27411	.05349	.00389	-.0163	-.0171	0
T	0,3728										-0,3728

3.1.3 Tekil Moment Durumu

1 kNm'lik tekil moment kirişin uçlarına ve simetri özelliği göz önünde tutularak x/L=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mesafelerine yüklenmiştir. Sistem çözülerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. Tekil momentin x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=3.3474, C=2865.4540 kN/m^3, C_T=1030.8234 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=6.6235, C=2782.0235 kN/m^3, C_T=1056.7922 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=9.9350, C=2781.8026 kN/m^3, C_T=1056.8687 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=13.2468, C=2781.8301 kN/m^3, C_T=1056.8582 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.29, H=10m için Tablo 3.30, H=15m için Tablo 3.31, H=20m için Tablo 3.32'de verilmiştir.

Tablo 3.29: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.33E-5	.86E-5	.11E-4	.99E-5	.71E-5	.43E-5	.22E-5	.73E-6	-.21E-6	-.93E-6
M_x	1	.13891	.17217	.08461	.02463	-.0056	-.0161	-.0158	-.0108	-.0048	0
T	-0.2234										0.0068

Tablo 3.30: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.33E-5	.87E-5	.12E-4	.10E-4	.72E-5	.44E-5	.23E-5	.80E-6	-.18E-6	-.93E-6
M_x	1	.13830	.17221	.08518	.02535	-.0050	-.0157	-.0157	-.0108	-.0048	0
T	-0.2259										0.0069

Tablo 3.31: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.33E-5	.87E-5	.12E-4	.10E-4	.72E-5	.44E-5	.23E-5	.79E-6	-.18E-6	-.93E-6
M_x	1	.13835	.17223	.08516	.02531	-.0050	-.0158	-.0157	-.0108	-.0048	0
T	-0.2259										0.0069

Tablo 3.32: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.33E-5	.87E-5	.12E-4	.10E-4	.72E-5	.44E-5	.23E-5	.79E-6	-.18E-6	-.93E-6
M_x	1	.13835	.17223	.08517	.02531	-.0050	-.0158	-.0157	-.0108	-.0048	0
T	-0.2259										0.0069

Tekil momentin x/L=0.1'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.9121, C=2545.3961 kN/m^3, C_T=1167.3749 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=5.6951, C=2392.5999 kN/m^3, C_T=1228.8443 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=8.5414, C=2391.6094 kN/m^3, C_T=1229.2979 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=11.3880, C=2391.4828 kN/m^3, C_T=1229.3628 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.33, H=10m için Tablo 3.34, H=15m için Tablo 3.35, H=20m için Tablo 3.36'de verilmiştir.

Tablo 3.33: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.27E-4	-.72E-5	.71E-5	.11E-4	.11E-4	.81E-5	.53E-5	.29E-5	.12E-5	.43E-7	-.91E-6
M_x	0	.10370	.11865	.09567	.03554	.00101	-.0131	-.0151	-.0111	-.0052	0
T	-0.2072										0.0070

Tablo 3.34: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.27E-4	-.73E-5	.71E-5	.12E-4	.11E-4	.84E-5	.56E-5	.32E-5	.14E-5	.15E-6	-.87E-6
M_x	0	.10262	.11836	.09653	.03693	.00230	-.0122	-.0147	-.0111	-.0053	0
T	-0.2119										0.0069

Tablo 3.35: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.27E-4	-.73E-5	.71E-5	.12E-4	.11E-4	.84E-5	.56E-5	.32E-5	.14E-5	.15E-6	-.87E-6
M_x	0	.10261	.11835	.09654	.03694	.00231	-.0122	-.0147	-.0111	-.0053	0
T	-0.2119										0.0069

Tablo 3.36: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.27E-4	-.73E-5	.71E-5	.12E-4	.11E-4	.84E-5	.56E-5	.32E-5	.14E-5	.15E-6	-.87E-6
M_x	0	.10261	.11835	.09654	.03694	.00231	-.0122	-.0147	-.0111	-.0053	0
T	-0.2119										0.0069

Tekil momentin x/L=0.2'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.3408 C=2176.8128 kN/m^3, C_T=1391.0393 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.4735, C=1883.7278 kN/m^3, C_T=1561.5392 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.7014, C=1876.4820 kN/m^3, C_T=1566.7711 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.9347, C=1876.2983 kN/m^3, C_T=1566.9151 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.37, H=10m için Tablo 3.38, H=15m için Tablo 3.39, H=20m için Tablo 3.40'de verilmiştir.

Tablo 3.37: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.12E-4	-.85E-6	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.74E-5	.48E-5	.26E-5	.89E-6	-.59E-6
M_x	0	.00495	.03458	.06622	.06568	.02231	-.0203	-.0108	-.0105	-.0058	0
T	-0.1630										0.0019

Tablo 3.38: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.13E-4	-.90E-6	.92E-5	.12E-4	.11E-4	.81E-5	.55E-5	.32E-5	.13E-5	-.30E-6
M_x	0	.00377	.03382	.06647	.06757	.02489	.00028	-.0093	-.0099	-.0057	0
T	-0.1713										0.0026

Tablo 3.39: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.13E-4	-.91E-6	.92E-5	.12E-4	.11E-4	.82E-5	.55E-5	.32E-5	.13E-5	-.29E-6
M_x	0	.00373	.03379	.06646	.06761	.02495	.00034	-.0093	-.0098	-.0057	0
T	-0.1716										0.0025

Tablo 3.40: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.13E-4	-.91E-6	.92E-5	.12E-4	.11E-4	.82E-5	.55E-5	.32E-5	.13E-5	-.29E-6
M_x	0	.00373	.03378	.06646	.06761	.02495	.00034	-.0093	-.0098	-.0057	0
T	-0.1715										0.0025

Tekil momentin x/L=0.3'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.1545, C=2074.6238 kN/m^3, C_T=1475.3459 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.0831, C=1723.8277 kN/m^3, C_T=1707.4094 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.1109, C=1711.2844 kN/m^3, C_T=1718.0416 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.1478, C=1711.0387 kN/m^3, C_T=1718.2551 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.41, H=10m için Tablo 3.42, H=15m için Tablo 3.43, H=20m için Tablo 3.44'de verilmiştir.

Tablo 3.41: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.13E-4	-.12E-4	-.89E-5	.11E-6	.88E-5	.11E-4	.95E-5	.71E-5	.45E-5	.22E-5	.84E-7
M_x	0	-.0380	-.0333	.00780	.04995	.05794	.02035	-.0004	-.0071	-.0054	0
T	-0.1092										-0.0007

Tablo 3.42: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.14E-4	-.13E-4	-.92E-5	.11E-6	.91E-5	.11E-4	.10E-4	.79E-5	.53E-5	.29E-5	.68E-6
M_x	0	-.0392	-.0335	.00782	.05057	.06013	.02317	.00200	-.0056	-.0050	0
T	-0.1201										-0.0060

Tablo 3.43: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.14E-4	-.13E-4	-.93E-5	.11E-6	.91E-5	.11E-4	.10E-4	.79E-5	.53E-5	.29E-5	.71E-6
M_x	0	-.0393	-.0335	.00781	.05057	.06019	.02327	.00209	-.0056	-.0050	0
T	-0.1205										-0.0062

Tablo 3.44: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.14E-4	-.13E-4	-.93E-5	.11E-6	.91E-5	.11E-4	.10E-4	.79E-5	.53E-5	.29E-5	.71E-6
M_x	0	-.0393	-.0335	.00781	.05057	.06019	.02327	.00209	-.0056	-.0050	0
T	-0.1205										-0.0062

Tekil momentin x/L=0.4'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.6106, C=1842.7062 kN/m^3, C_T=1747.6662 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=2.8248, C=1242.3191 kN/m^3, C_T=2396.2910 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=4.1290, C=1161.6739 kN/m^3, C_T=2533.4094 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=5.4901, C=1153.3819 kN/m^3, C_T=2549.1989 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.45, H=10m için Tablo 3.46, H=15m için Tablo 3.47, H=20m için Tablo 3.48'de verilmiştir.

Tablo 3.45: Tekil Moment Durumu (E_1=E_2=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.79E-5	-.99E-5	-.11E-4	-.86E-5	.56E-7	.86E-5	.11E-4	.96E-5	.72E-5	.45E-5	.19E-5
M_x	0	-.0188	-.0547	-.0437	.00084	.04566	.05732	.02246	.00330	-.0025	0
T	-0.0719										-0.0171

Tablo 3.46: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.99E-5	-.11E-4	-.12E-4	-.90E-5	.60E-7	.91E-5	.12E-4	.11E-4	.88E-5	.63E-5	.38E-5
M_x	0	-.0204	-.0550	-.0416	.00112	.04416	.05861	.02559	.00634	-.89E-3	0
T	-0.0910										-0.0198

Tablo 3.47: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.10E-4	-.12E-4	-.12E-4	-.91E-5	.51E-7	.91E-5	.12E-4	.11E-4	.90E-5	.66E-5	.41E-5
M_x	0	-.0204	-.0547	-.0408	.00114	.04347	.05837	.02578	.00668	-.67E-3	0
T	-0.0932										-0.0379

Tablo 3.48: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.10E-4	-.12E-4	-.12E-4	-.91E-5	.49E-7	.91E-5	.12E-4	.11E-4	.91E-5	.66E-5	.42E-5
M_x	0	-.0204	-.0547	-.0408	.00115	.04339	.05833	.02579	.00671	-.65E-3	0
T	-0.0935										-0.0379

Tekil momentin x/L=0.5'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.8113, C=1694.3281 kN/m^3, C_T=2146.2664 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.1026, C=862.20288 kN/m^3, C_T=4023.1070 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.2249, C=581.50507 kN/m^3, C_T=5849.3464 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.3606, C=443.20701 kN/m^3, C_T=7517.1332 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.49, H=10m için Tablo 3.50, H=15m için Tablo 3.51, H=20m için Tablo 3.52'de verilmiştir.

Tablo 3.49: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=5.0m, moment x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.46E-5	-.72E-5	-.95E-5	-.11E-4	-.85E-5	0	.85E-5	.11E-4	.95E-5	.72E-5	.46E-5
M_x	0	-.0045	-.0225	-.0556	-.0425	0	.04253	.05561	.02251	.00453	0
T	-0.0456										-0.0456

Tablo 3.50: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=10.0m, moment x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.75E-5	-.93E-5	-.11E-4	-.11E-4	-.85E-5	0	.85E-5	.11E-4	.11E-4	.93E-5	.75E-5
M_x	0	-.0054	-.0211	-.0489	-.0311	0	.03113	.04887	.02114	.00537	0
T	-0.0713										-0.0713

Tablo 3.51: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=15.0m, moment x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.85E-5	-.97E-5	-.11E-4	-.11E-4	-.80E-5	0	.80E-5	.11E-4	.11E-4	.97E-5	.85E-5
M_x	0	-.0043	-.0168	-.0396	-.0187	0	.01867	.03958	.01677	.00427	0
T	-0.0678										-0.0678

Tablo 3.52: Tekil Moment Durumu ($E_1=E_2$=7000 kN/m^2, H=20.0m, moment x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.87E-5	-.95E-5	-.10E-4	-.98E-5	-.74E-5	0	.74E-5	.98E-5	.10E-4	.94E-5	.87E-5
M_x	0	-.0033	-.0133	-.0323	-.0086	0	.00860	.03227	.01329	.00329	0
T	-0.0578										-0.0578

3.2 Zemin Elastisite Modülünü Derinlikle Lineer Değişen

Bu örnekte zemin elastisite modülü derinlikle lineer artan olarak alınmış olup değeri z=0'da E_1=7000 kN/m^2 alınmıştır. z=H'de ise E_2=21000 kN/m^2 ve E_2=35000 kN/m^2 olmak üzere iki farklı değer alınmıştır. H sıkışabilir zemin tabakası kalınlığının sırasıyla 5m, 10m, 15m ve 20m olması halinde yayılı yük ve tekil yük durumları için ayrı ayrı çözülmüştür.

3.2.1 Yayılı Yük Durumu

Kiriş üzerine 25 kN/m yayılı yük yüklenmiştir. E_1=7000 kN/m^2 ve E_2=21000 kN/m^2 (orta sertlikte kil),

H=5m için hesaplanan γ=0.6580, C=3255.0241 kN/m^3, C_T=3278.6483 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.8469, C=1600.9179 kN/m^3, C_T=6295.3007 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.7936, C=1072.3352 kN/m^3, C_T=9560.5092 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.6853, C=811.88493 kN/m^3, C_T=13044.817 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.53, H=10m için Tablo 3.54, H=15m için Tablo 3.55, H=20m için Tablo 3.56'de verilmiştir.

Tablo 3.53: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00210	.00273	.00322	.00354	.00371	.00377	.00371	.00354	.00322	.00273	.00210
M_x	0	3.4612	3.7809	3.1847	2.5664	2.3237	2.5664	3.1847	3.7809	3.4612	0
T	34.963										-34.963

Tablo 3.54: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00415	.00498	.00566	.00614	.00642	.00651	.00642	.00614	.00566	. 00498	.00415
M_x	0	3.7417	4.4876	4.3577	4.0809	3.9613	4.0809	4.3577	4.4876	3.7417	0
T	68.375										-68.375

Tablo 3.55: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00625	.00703	.00768	.00815	.00842	.00851	.00842	.00815	.00768	.00703	.00625
M_x	0	3.3812	4.1010	4.1226	4.0026	3.9455	4.0026	4.1226	4.1010	3.3812	0
T	88.925										-88.925

Tablo 3.56: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00833	.00902	.00958	.00999	.01023	.01031	.01022	.00999	.00958	.00902	.00833
M_x	0	2.9407	3.5232	3.5710	3.5110	3.4805	3.5110	3.5710	3.5232	2.9407	0
T	100.455										-100.455

E_1=7000 kN/m^2 ve E_2=35000 kN/m^2 (orta sertlikte kil),

H=5m için hesaplanan γ=0.6748, C=4813.7757 kN/m^3, C_T=4335.6481 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.8988, C=2336.6712 kN/m^3, C_T=8215.9276 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.8652, C=1565.0099 kN/m^3, C_T=12433.738 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.7581, C=1190.7736 kN/m^3, C_T=17023.567 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.57, H=10m için Tablo 3.58, H=15m için Tablo 3.59, H=20m için Tablo 3.60'de verilmiştir.

Tablo 3.57: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00140	.00186	.00221	.00243	.00254	.00257	.00254	.00243	.00221	.00186	.00140
M_x	0	2.9434	2.9493	2.2495	1.6325	1.4021	1.6325	2.2495	2.9493	2.9434	0
T	32.2285										-32.2285

Tablo 3.58: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00282	.00345	.00395	.00429	.00449	.00456	. 00449	.00429	.00395	.00345	.00282
M_x	0	3.1278	3.5018	3.2119	2.8867	2.7591	2.8867	3.2119	3.5018	3.1278	0
T	64.825										-64.825

Tablo 3.59: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00426	.00486	.00534	.00569	.00589	.00596	.00589	.00569	.00534	.00486	.00426
M_x	0	2.8045	3.2045	3.0964	2.9366	2.8722	2.9366	3.0964	3.2045	2.8045	0
T	85.94										-85.94

Tablo 3.60: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00566	.00618	.00661	.00691	.00709	.00715	.00709	.00691	.00661	.00618	.00566
M_x	0	2.4179	2.7416	2.6960	2.6103	2.5756	2.6103	2.6960	2.7416	2.4179	0
T	98.23										-98.23

3.2.2 Tekil Yük Durumu

1 kN'luk tekil yük kirişin uçlarına ve simetri özelliği göz önünde tutularak x/L=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mesafelerine yüklenmiştir. Sistem çözülerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 (orta sertlikte kil) ve tekil yükün x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.7767, C=3063.9795 kN/m^3, C_T=2345.2718 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.8824, C=1537.2521 kN/m^3, C_T=4510.5473 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.6592, C=1019.8765 kN/m^3, C_T=7343.4286 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.2841, C=439.01677 kN/m^3, C_T=7676.8276 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.61 H=10m için Tablo 3.62, H=15m için Tablo 3.63, H=20m için Tablo 3.64'da verilmiştir.

Tablo 3.61: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.58E-4	.36E-4	.20E-4	.94E-5	.32E-5	.15E-6	-.10E-5	-.12E-5	-.10E-5	-.69E-6	-.32E-6
M_x	0	-.1097	-.1234	-.0992	-.0669	-.0394	-.0200	-.0083	-.0023	-.23E-4	0
T	0,7486										0,0042

Tablo 3.62: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.67E-4	.49E-4	.34E-4	.23E-4	.15E-4	.94E-5	.57E-5	.34E-5	.19E-5	.98E-6	.27E-6
M_x	0	-.0645	-.0788	-.0703	-.0552	-.0403	-.0278	-.0181	-.0108	-.0051	0
T	0,9259										-0,0037

Tablo 3.63: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.72E-4	.57E-4	.45E-4	.34E-4	.26E-4	.20E-4	.15E-4	.11E-4	.90E-5	.69E-5	.51E-5
M_x	0	-.0400	-.0505	-.0469	-.0394	-.0316	-.0246	-.0186	-.0133	-.0078	00
T	0,9067										-0,0658

Tablo 3.64: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.12E-3	.10E-3	.90E-4	.76E-4	.65E-4	.56E-4	.48E-4	.41E-4	.36E-4	.31E-4	.27E-4
M_x	0	-.0315	-.0430	-.0430	-.0392	-.0344	-.0296	-.0249	-.0198	-.0129	0
T	0,8333										-0,1435

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.1'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.1369, C=3124.9622 kN/m^3, C_T=2911.8130 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2218, C=1553.1749 kN/m^3, C_T=5675.6581 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.6592, C=1019.8765 kN/m^3, C_T=7343.4286 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.0651, C=785.61117 kN/m^3, C_T=11892.350 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.65 H=10m için Tablo 3.66, H=15m için Tablo 3.67, H=20m için Tablo 3.68'de verilmiştir.

Tablo 3.65: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.34E-4	.33E-4	.27E-4	.18E-4	.11E-4	.58E-5	.26E-5	.81E-6	-.37E-7	-.38E-6	-.54E-6
M_x	0	.23766	.01661	-.0354	-.0498	-.0438	-.0314	-.0194	-.0102	-.0038	0
T	0,5112										0,0083

Tablo 3.66: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.45E-4	.46E-4	.40E-4	.31E-4	.23E-4	.16E-4	.11E-4	.77E-5	.51E-5	.33E-5	.18E-5
M_x	0	.24165	.02946	-.0180	-.0356	-.0363	-.0304	-.0229	-.0155	-.0083	0
T	0,7033										-0,0277

Tablo 3.67: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.72E-4	.57E-4	.45E-4	.34E-4	.26E-4	.20E-4	.15E-4	.12E-4	.90E-5	.69E-5	.51E-5
M_x	0	-.0400	-.0505	-.0469	-.0394	-.0316	-.0246	-.0186	-.0133	-.0078	0
T	0,7281										-0,1070

Tablo 3.68: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.61E-4	.61E-4	.56E-4	.48E-4	.41E-4	.35E-4	.29E-4	.25E-4	.22E-4	.19E-4	.16E-4
M_x	0	.21646	.01918	-.0104	-.0210	-.0222	-.0204	-.0176	-.0144	-.0098	0
T	0,7005										-0,1860

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.2'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ= 0.8828, C=3191.6762 kN/m^3, C_T=3120.4132 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.0753, C=1569.9383 kN/m^3, C_T=5928.9435 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.0315, C=1050.3563 kN/m^3, C_T=9003.5936 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.9499, C=793.23863 kN/m^3, C_T=12271.056 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.69 H=10m için Tablo 3.70, H=15m için Tablo 3.71, H=20m için Tablo 3.72'de verilmiştir.

Tablo 3.69: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.18E-4	.26E-4	.30E-4	.26E-4	.18E-4	.11E-4	.63E-5	.30E-5	.11E-5	.33E-7	-.66E-6
M_x	0	.04841	.28064	.04168	-.0220	-.0434	-.0409	-.0300	-.0181	-.0783	0
T	0,2961										0,0106

Tablo 3.70: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.32E-4	.39E-4	.43E-4	.38E-4	.30E-4	.23E-4	.16E-4	.11E-4	.79E-5	.52E-5	.30E-5
M_x	0	.04634	.27239	.04497	-.0099	-.0312	-.0336	-.0283	-.0205	-.0114	0
T	0,5076										-0,0476

Tablo 3.71: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.42E-4	.48E-4	.50E-4	.46E-4	.39E-4	.32E-4	.25E-4	.20E-4	.16E-4	.13E-4	.10E-4
M_x	0	.03534	.25052	.03494	-.0076	-.0237	-.0260	-.0231	-.0183	-.0116	0
T	0,5787										-0,1381

Tablo 3.72: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.50E-4	.55E-4	.57E-4	.53E-4	.46E-4	.39E-4	.34E-4	.29E-4	.25E-4	.21E-4	.19E-4
M_x	0	.02479	.22938	.02435	-.0077	-.0192	-.0208	-.0191	-.0159	-.0111	0
T	0,5889										-0,2182

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.3'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=0.8602, C=3198.0623 kN/m^3, C_T=3137.6333 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.1082, C=1565.8855 kN/m^3, C_T=5872.8979 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.0668, C=1047.3473 kN/m^3, C_T=8915.2313 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.9450, C=793.57651 kN/m^3, C_T=12286.735 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.73 H=10m için Tablo 3.74, H=15m için Tablo 3.75, H=20m için Tablo 3.76'de verilmiştir.

Tablo 3.73: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.92E-5	.18E-4	.26E-4	.30E-4	.26E-4	.18E-4	.12E-4	.64E-5	.30E-5	.87E-6	-.67E-6
M_x	0	.00137	.05285	.28298	.04281	-.0214	-.0426	-.0395	-.0271	-.0130	0
T	0,1478										0,0109

Tablo 3.74: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.22E-4	.31E-4	.38E-4	.42E-4	.38E-4	.30E-4	.23E-4	.16E-4	.11E-4	.77E-5	.45E-5
M_x	0	.00350	.05171	.27595	.04705	-.0088	-.0304	-.0324	-.0259	-.0152	0
T	0,3541										-0,072

Tablo 3.75: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.33E-4	.40E-4	.46E-4	.50E-4	.45E-4	.38E-4	.31E-4	.25E-4	.20E-4	.16E-4	.13E-4
M_x	0	.42E-3	.03886	.25331	.03676	-.0066	-.0230	-.0252	-.0215	-.0141	0
T	0,4556										-0,1733

Tablo 3.76: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.42E-4	.48E-4	.53E-4	.55E-4	.51E-4	.45E-4	.39E-4	.33E-4	.29E-4	.25E-4	.22E-4
M_x	0	-.0026	.02624	.23050	.02523	-.0070	-.0186	-.0202	-.0178	-.0127	0
T	0,4951										-0,2539

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.4'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=0.9990, C=3159.6452 kN/m^3, C_T=3028.0268 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.3256, C=1543.6019 kN/m^3, C_T=5491.4525 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.2987, C=1030.5804 kN/m^3, C_T=8309.0748 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.1319, C=781.53315 kN/m^3, C_T=11664.505 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.77 H=10m için Tablo 3.78, H=15m için Tablo 3.79, H=20m için Tablo 3.80'da verilmiştir.

Tablo 3.77: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.37E-5	.11E-4	.19E-4	.26E-4	.30E-4	.26E-4	.19E-4	.12E-4	.64E-5	.26E-5	-.38E-6
M_x	0	-.0193	-.0088	.04807	.28188	.04304	-.0205	-.0405	-.0349	-.0189	0
T	0,0586										0,0056

Tablo 3.78: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.15E-4	.23E-4	.31E-4	.39E-4	.43E-4	.39E-4	.31E-4	.23E-4	.17E-4	.11E-4	.67E-5
M_x	0	-.0157	-.0011	.05248	.28000	.05005	-.0074	-.0294	-.0299	-.0194	0
T	0,2350										-0,1025

Tablo 3.79: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.26E-4	.33E-4	.40E-4	.47E-4	.50E-4	.46E-4	.39E-4	.32E-4	.26E-4	.20E-4	.16E-4
M_x	0	-.0142	-.0022	.04149	.25917	.04056	-.0053	-.0227	-.0241	-.0171	0
T	0,3513										-0,2127

Tablo 3.80: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.36E-4	.41E-4	.47E-4	.53E-4	.56E-4	.52E-4	.46E-4	.40E-4	.34E-4	.30E-4	.26E-4
M_x	0	-.0132	-.0047	.02831	.23513	.02802	-.0062	-.0186	-.0196	-.0147	0
T	0,4139										-0,2935

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.5'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.2928, C=3092.7822 kN/m^3, C_T=2774.9648 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.7146, C=1530.3605 kN/m^3, C_T=4798.3612 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.7092, C=1020.1793 kN/m^3, C_T=7211.8365 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.4541, C=767.49786 kN/m^3, C_T=10522.363 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.81 H=10m için Tablo 3.82, H=15m için Tablo 3.83, H=20m için Tablo 3.84'da verilmiştir.

Tablo 3.81: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.67E-6	.58E-5	.12E-4	.19E-4	.27E-4	.31E-4	.27E-4	.19E-4	.12E-4	.58E-5	.67E-6
M_x	0	-.0229	-.0335	-.0162	.04669	.28474	.04669	-.0162	-.0335	-.0229	0
T	0,0099										-0,0099

Tablo 3.82: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.97E-5	.16E-4	.24E-4	.32E-4	.40E-4	.45E-4	.40E-4	.32E-4	.24E-4	.16E-4	.97E-5
M_x	0	-.0214	-.0254	-.0039	.05631	.28852	.05631	-.0039	-.0254	-.0214	0
T	0,1396										-0,1396

Tablo 3.83: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.20E-4	.26E-4	.33E-4	.41E-4	.48E-4	.52E-4	.48E-4	.41E-4	.33E-4	.26E-4	.20E-4
M_x	0	-.0188	-.0208	-.0024	.04785	.27054	.04785	-.0024	-.0208	-.0188	0
T	0,2559										-0,2559

Tablo 3.84: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.31E-4	.36E-4	.41E-4	.48E-4	.54E-4	.57E-4	.54E-4	.48E-4	.41E-4	.36E-4	.31E-4
M_x	0	-.0162	-.0178	-.0046	.03319	.24399	.03319	-.0046	-.0178	-.0162	0
T	0,3389										-0,3389

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 (orta sertlikte kil) ve tekil yükün x/L=0.0'da olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.8879, C=4202.7109 kN/m^3, C_T=2896.6106 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=2.0397, C=2093.2051 kN/m^3, C_T=5444.5674 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.7927, C=1407.2915 kN/m^3, C_T=9030.0482 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.6326, C=1067.3505 kN/m^3, C_T=12825.687 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.85 H=10m için Tablo 3.86, H=15m için Tablo 3.87, H=20m için Tablo 3.88'de verilmiştir.

Tablo 3.85: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.45E-4	.27E-4	.14E-4	.60E-5	.17E-5	-.26E-6	-.86E-6	-.84E-6	-.62E-6	-.36E-6	-.11E-6
M_x	0	-.1021	-.1086	-.0818	-.0512	-.0273	-.0121	-.0038	-.0003	.00057	0
T	0,7404										0,0019

Tablo 3.86: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.52E-4	.37E-4	.25E-4	.16E-4	.10E-4	.62E-5	.36E-5	.21E-5	.12E-5	.57E-6	.15E-6
M_x	0	-.0600	-.0701	-.0599	-.0450	-.0314	-.0207	-.0130	-.0075	-.0035	0
T	0,9253										-0,0028

Tablo 3.87: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.55E-4	.42E-4	.33E-4	.25E-4	.19E-4	.14E-4	.11E-4	.79E-5	.60E-5	.45E-5	.33E-5
M_x	-.0201	-.0361	-.0437	-.0392	-.0319	-.0249	-.0190	-.0142	-.0101	-.0060	-.26E-3
T	0,9174										-0,0564

Tablo 3.88: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.57E-4	.47E-4	.39E-4	.32E-4	.26E-4	.21E-4	.18E-4	.15E-4	.12E-4	.10E-4	.86E-5
M_x	0	-.0241	-.0301	-.0277	-.0236	-.0197	-.0162	-.0133	-.0105	-.0071	0
T	0,8483										-0,1294

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.1'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.1861, C=4490.1827 kN/m^3, C_T=3768.6725 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.3238, C=2205.2458 kN/m^3, C_T=7192.2862 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.2496, C=1484.1399 kN/m^3, C_T=11068.567 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.1759, C=1124.0845 kN/m^3, C_T=15124.776 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.89 H=10m için Tablo 3.90, H=15m için Tablo 3.91, H=20m için Tablo 3.92'de verilmiştir.

Tablo 3.89: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.24E-4	.25E-4	.19E-4	.13E-4	.72E-5	.35E-5	.14E-5	.31E-6	-.12E-6	-.24E-6	-.26E-6
M_x	0	.22675	.00904	-.0348	-.0433	-.0348	-.0229	-.0129	-.0061	-.0021	0
T	0,4870										0,0053

Tablo 3.90: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.33E-4	.34E-4	.29E-4	.22E-4	.16E-4	.11E-4	.74E-5	.49E-5	.32E-5	.20E-5	.11E-5
M_x	0	.22799	.01950	-.0200	-.0321	-.0302	-.0240	-.0173	-.0114	-.0060	0
T	0,6900										-0,0227

Tablo 3.91: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.39E-4	.40E-4	.35E-4	.29E-4	.23E-4	.18E-4	.14E-4	.11E-4	.83E-5	.63E-5	.50E-5
M_x	0	.21479	.01557	-.0144	-.0237	-.0231	-.0196	-.0156	-.0117	-.0074	0
T	0,7277										-0,094

Tablo 3.92: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.44E-4	.44E-4	.40E-4	.34E-4	.29E-4	.24E-4	.20E-4	.17E-4	.14E-4	.12E-4	.10E-4
M_x	0	.20041	.00956	-.0120	-.0185	-.0182	-.0160	-.0136	-.0110	-.0077	0
T	0,7072										-0,1698

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.2'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ= 0.9644, C=4630.7041 kN/m^3, C_T=4034.1316 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2049, C=2239.4260 kN/m^3, C_T=7490.7145 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.1775, C=1498.4705 kN/m^3, C_T=11337.948 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.0897, C=1137.5063 kN/m^3, C_T=15546.187 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.93 H=10m için Tablo 3.94, H=15m için Tablo 3.95, H=20m için Tablo 3.96'de verilmiştir.

Tablo 3.93: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
W	.12E-4	.19E-4	.22E-4	.19E-4	.13E-4	.74E-5	.37E-5	.16E-5	.45E-6	-.80E-7	-.36E-6
M_x	-.0087	.03418	.25738	.02518	-.0270	-.0398	-.0335	-.0223	-.0123	-.0495	.16E-3
T	0,2641										0,0078

Tablo 3.94: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
W	.29E-4	.32E-4	.28E-4	.22E-4	.16E-4	.11E-4	.75E-5	.50E-5	.32E-5	.18E-5	.13E-5
M_x	0	.03268	.24947	.02935	-.0152	-.0295	-.0287	-.0227	-.0158	-.0087	0
T	0,4842										-0,0389

Tablo 3.95: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
W	.30E-4	.35E-4	.37E-4	.34E-4	.28E-4	.22E-4	.17E-4	.14E-4	.11E-4	.83E-5	.64E-5
M_x	0	.02292	.22856	.02132	-.0115	-.0220	-.0219	-.0186	-.0144	-.0092	0
T	0,5684										-0,1224

Tablo 3.96: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.36E-4	.40E-4	.42E-4	.38E-4	.33E-4	.28E-4	.23E-4	.20E-4	.17E-4	.14E-4	.12E-4
M_x	0	.01358	.20816	.01251	-.0103	-.0172	-.0172	-.0152	-.0125	-.0089	0
T	0,5873										-0,2009

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.3'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=0.9366, C=4648.7264 kN/m^3, C_T=4065.6519 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2270, C=2232.8267 kN/m^3, C_T=7435.4809 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.2105, C=1491.8256 kN/m^3, C_T=11215.028 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.0861, C=1138.0709 kN/m^3, C_T=15563.363 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.97 H=10m için Tablo 3.98, H=15m için Tablo 3.99, H=20m için Tablo 3.100'de verilmiştir.

Tablo 3.97: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.56E-5	.12E-4	.19E-4	.22E-4	.19E-4	.13E-4	.74E-5	.37E-5	.16E-5	.34E-6	-.43E-6
M_x	0	-.0071	.03309	.25655	.02474	-.0270	-.0395	-.0327	-.0207	-.0093	0
T	0,1210										0,0094

Tablo 3.98: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.15E-4	.22E-4	.28E-4	.32E-4	.28E-4	.22E-4	.16E-4	.11E-4	.75E-5	.49E-5	.28E-5
M_x	0	-.0038	.03413	.25086	.03024	-.0147	-.0292	-.0280	-.0212	-.0122	0
T	0,3283										-0,0602

Tablo 3.99: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.23E-4	.29E-4	.34E-4	.37E-4	.33E-4	.28E-4	.22E-4	.17E-4	.14E-4	.11E-4	.82E-5
M_x	0	-.0050	.02410	.23029	.02252	-.0109	-.0216	-.0216	-.0177	-.0116	0
T	0,4396										-0,1561

Tablo 3.100: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.30E-4	.34E-4	.38E-4	.40E-4	.37E-4	.32E-4	.27E-4	.23E-4	.20E-4	.17E-4	.14E-4
M_x	0	-.0065	.01370	.20872	.01310	-.0098	-.0168	-.0168	-.0144	-.0104	0
T	0,4873										-0,2369

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.4'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.0698, C=4562.6478 kN/m^3, C_T=3910.4129 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.4433, C=2174.4512 kN/m^3, C_T=6889.5294 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.4534, C=1448.0340 kN/m^3, C_T=10296.121 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.2876, C=1107.6575 kN/m^3, C_T=14567.204 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.101 H=10m için Tablo 3.102, H=15m için Tablo 3.103, H=20m için Tablo 3.104'de verilmiştir.

Tablo 3.101: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.20E-5	.70E-5	.13E-4	.19E-4	.23E-4	.19E-4	.13E-4	.75E-5	.38E-5	.14E-5	-.37E-6
M_x	0	-.0216	-.0180	.02868	.25616	.02525	-.0266	-.0385	-.0302	-.0153	0
T	0,0417										0,0077

Tablo 3.102: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.10E-4	.16E-4	.23E-4	.29E-4	.33E-4	.29E-4	.23E-4	.16E-4	.11E-4	.74E-4	.43E-4
M_x	0	-.0178	-.0092	.03492	.25542	.03320	-.0139	-.0291	-.0269	-.0167	0
T	0,2115										-0,0874

Tablo 3.103: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.18E-4	.23E-4	.29E-4	.35E-4	.38E-4	.35E-4	.29E-4	.23E-4	.18E-4	.14E-4	.11E-4
M_x	0	-.0153	-.0079	.02695	.23698	.02637	-.0101	-.0220	-.0214	-.0148	0
T	0,3321										-0,1940

Tablo 3.104: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.25E-4	.29E-4	.34E-4	.39E-4	.41E-4	.38E-4	.33E-4	.28E-4	.24E-4	.20E-4	.17E-4
M_x	0	-.0134	-.0085	.01605	.21417	.01597	-.0093	-.0172	-.0169	-.0126	0
T	0,4013										-0,2768

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.5'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.4002, C=4370.2312 kN/m^3, C_T=3499.5034 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.8659, C=2103.2623 kN/m^3, C_T=5845.0799 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.9109, C=1399.7062 kN/m^3, C_T=8609.0560 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.6540, C=1065.4909 kN/m^3, C_T=12719.297 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.105 H=10m için Tablo 3.106, H=15m için Tablo 3.107, H=20m için Tablo 3.108'de verilmiştir.

Tablo 3.105: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.11E-6	.35E-5	.79E-5	.14E-4	.20E-4	.24E-4	.20E-4	.14E-4	.79E-5	.35E-5	.11E-6
M_x	0	-.0215	-.0343	-.0237	.02917	.26087	.02917	-.0237	-.0343	-.0215	0
T	0,0021										-0,0021

Tablo 3.106: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.64E-5	.11E-4	.17E-4	.24E-4	.31E-4	.35E-4	.31E-4	.24E-4	.17E-4	.11E-4	.64E-5
M_x	0	-.0207	-.0270	-.0114	.03988	.26587	.03988	-.0114	-.0270	-.0207	0
T	0,1199										-0,1199

Tablo 3.107: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.14E-4	.19E-4	.24E-4	.31E-4	.37E-4	.41E-4	.37E-4	.31E-4	.24E-4	.19E-4	.14E-4
M_x	0	-.0181	-.0217	-.0081	.03425	.25064	.03425	-.0081	-.0217	-.0181	0
T	0,2339										-0,2339

Tablo 3.108: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.21E-4	.25E-4	.30E-4	.35E-4	.41E-4	.44E-4	.41E-4	.35E-4	.30E-4	.25E-4	.21E-4
M_x	0	-.0150	-.0176	-.0083	.02165	.22507	.02165	-.0083	-.0176	-.0150	0
T	0,3218										-0,3218

3.2.3 Tekil Moment Durumu

1 kNm'lik tekil moment kirişin uçlarına ve simetri özelliği göz önünde tutularak x/L=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mesafelerine yüklenmiştir. Sistem çözülerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 (orta sertlikte kil) ve tekil momentin x/L=0.0'da olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=3.5001, C=3860.6354 kN/m^3, C_T=1261.9240 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=6.7806 , C=3268.0499 kN/m^3, C_T=1184.5431 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=10.0955, C=3106.7406 kN/m^3, C_T=1143.0900 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=13.4089, C=3025.8660 kN/m^3, C_T=1121.9488 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.109 H=10m için Tablo 3.110, H=15m için Tablo 3.111, H=20m için Tablo 3.112'de verilmiştir.

Tablo 3.109: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.28E-4	-.15E-5	.82E-5	.97E-5	.77E-5	.50E-5	.27E-5	.11E-5	.21E-6	-.28E-6	-.60E-6
M_x	1	.12345	.15020	.06480	.01126	-.0121	-.0176	-.0146	-.0090	-.0036	0
T	-0.2368										0.0056

Tablo 3.110: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.30E-4	-.22E-5	.85E-5	.11E-4	.88E-5	.60E-5	.35E-5	.16E-5	.46E-6	-.25E-6	-.75E-6
M_x	1	.12989	.16020	.07418	.01771	-.0089	-.0169	-.0153	-.0100	-.0042	0
T	-0.2335										0.0063

Tablo 3.111: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.31E-4	-.26E-5	.85E-5	.11E-4	.92E-5	.64E-5	.37E-5	.18E-5	.55E-6	-.23E-6	-.80E-6
M_x	1	.13257	.16398	.07758	.02002	-.0078	-.0166	-.0155	-.0103	-.0044	0
T	-0.2311										0.0065

Tablo 3.112: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.31E-4	-.27E-5	.86E-5	.11E-4	.94E-5	.65E-5	.39E-5	.19E-5	.61E-6	-.22E-6	-.83E-6
M_x	1	.13396	.16595	.07937	.02125	-.0072	-.0165	-.0155	-.0104	-.0045	0
T	-0.2299										0.0066

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.1'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=3.0044, C=3525.9032 kN/m^3, C_T=1489.3093 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=5.7835, C=2850.1969 kN/m^3, C_T=1419.0960 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=8.6320, C=2696.9779 kN/m^3, C_T=1357.3117 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=11.4801, C=2620.8150 kN/m^3, C_T=1325.7326 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.113 H=10m için Tablo 3.114, H=15m için Tablo 3.115, H=20m için Tablo 3.116'da verilmiştir.

Tablo 3.113: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.22E-4	-.50E-5	.68E-5	.96E-5	.83E-5	.58E-5	.34E-5	.16E-5	.52E-6	-.15E-6	-.61E-6
M_x	0	.09209	.09733	.07480	.02046	-.0072	-.0157	-.0146	-.0096	-.0042	0
T	-0.2185										0.0062

Tablo 3.114: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.24E-4	-.59E-5	.70E-5	.11E-4	.96E-5	.70E-5	.44E-5	.24E-5	.95E-6	.20E-8	-.72E-6
M_x	0	.09601	.10639	.08476	.02823	-.0027	-.0141	-.0147	-.0104	-.0048	0
T	-0.2190										0.0066

Tablo 3.115: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.25E-4	-.64E-5	.71E-5	.11E-4	.10E-4	.75E-5	.48E-5	.26E-5	.11E-5	.43E-7	-.77E-6
M_x	0	.09807	.11013	.08840	.03087	-.0012	-.0136	-.0148	-.0107	-.0050	0
T	-0.2168										0.0067

Tablo 3.116: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.25E-4	-.66E-5	.71E-5	.11E-4	.10E-4	.77E-5	.50E-5	.27E-5	.12E-5	.66E-7	-.79E-6
M_x	0	.09915	.11208	.09031	.03228	-.41E-3	-.0133	-.0148	-.0108	-.0051	0
T	-0.2108										0.0068

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.2'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=2.3937, C=3210.8180 kN/m^3, C_T=1860.2983kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.5145, C=2324.7631 kN/m^3, C_T=1887.6697 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.7410, C=2167.6246 kN/m^3, C_T=1788.5909 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.9750, C=2094.7534 kN/m^3, C_T=1733.6894 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.117 H=10m için Tablo 3.118, H=15m için Tablo 3.119, H=20m için Tablo 3.120'de verilmiştir.

Tablo 3.117: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.14E-4	-.94E-5	-.32E-6	.76E-5	.89E-5	.73E-5	.49E-5	.29E-5	.14E-5	.31E-6	-.50E-6
M_x	0	.00434	.02469	.04769	.04812	.01003	-.0085	-.0130	-.0104	-.0052	0
T	-0.1647										0.0057

Tablo 3.118: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.17E-4	-.11E-4	-.54E-6	.84E-5	.10E-4	.89E-5	.65E-5	.42E-5	.23E-5	.87E-6	-.33E-6
M_x	0	.00316	.02773	.05533	.05709	.01743	-.0039	-.0110	-.0101	-.0056	0
T	-0.1743										0.0034

Tablo 3.119: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.18E-4	-.11E-4	-.64E-6	.86E-5	.11E-4	.95E-5	.70E-5	.46E-5	.26E-5	.10E-5	-.32E-6
M_x	0	.00324	.02950	.05870	.06029	.01969	-.0026	-.0105	-.0101	-.0056	0
T	-0.1737										0.0031

Tablo 3.120: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.18E-4	-.12E-4	-.70E-6	.87E-5	.11E-4	.97E-5	.73E-5	.48E-5	.27E-5	.11E-5	-.32E-6
M_x	0	.00332	.03049	.06052	.06198	.02089	-.0020	-.0103	-.0100	-.0057	0
T	-0.1732										0.0030

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.3'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=2.3249, C=3184.7472 kN/m^3, C_T=1909.0609 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.2844, C=2231.8691 kN/m^3, C_T=2005.1350 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.3173, C=2049.1361 kN/m^3, C_T=1924.9561 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.3568, C=1964.9349 kN/m^3, C_T=1875.7454 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.121 H=10m için Tablo 3.122, H=15m için Tablo 3.123, H=20m için Tablo 3.124'de verilmiştir.

Tablo 3.121: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.86E-5	-.90E-5	-.73E-5	.42E-7	.72E-5	.84E-5	.68E-5	.46E-5	.26E-5	.11E-5	-.28E-6
M_x	0	-.0327	-.0276	.00384	.03610	.04317	.00921	-.0069	-.0098	-.0060	0
T	-0.1000										0.0032

Tablo 3.122: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.11E-4	-.11E-4	-.82E-5	.80E-7	.81E-5	.98E-5	.84E-5	.62E-5	.39E-5	.20E-5	.25E-6
M_x	0	-.0362	-.0303	.00530	.04207	.05105	.01611	-.0024	-.0077	-.0056	0
T	-0.1160										-0.0026

Tablo 3.123: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.12E-4	-.11E-4	-.85E-5	.90E-7	.84E-5	.10E-4	.90E-5	.67E-5	.43E-5	.22E-5	.38E-6
M_x	0	-.0372	-.0313	.00598	.04457	.05377	.01824	-.0011	-.0071	-.0054	0
T	-0.1178										-0.0038

Tablo 3.124: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.12E-4	-.12E-4	-.87E-5	.96E-7	.86E-5	.11E-4	.93E-5	.70E-5	.46E-5	.24E-5	.45E-6
M_x	.00416	-.0377	-.0319	.00638	.04595	.05524	.01937	-.36E-3	-.0068	-.0054	-.17E-3
T	-0.1184										-0.0043

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.4'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.8178, C=3067.3266 kN/m^3, C_T=2309.9931 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=3.1195, C=1799.3774 kN/m^3, C_T=2862.3430 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=4.4607, C=1535.2970 kN/m^3, C_T=2870.9546 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=5.8356, C=1435.9801 kN/m^3, C_T=2809.2754 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.125 H=10m için Tablo 3.126, H=15m için Tablo 3.127, H=20m için Tablo 3.128'da verilmiştir.

Tablo 3.125: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.44E-5	-.67E-5	-.82E-5	-.71E-5	-.42E-7	.70E-5	.81E-5	.67E-5	.45E-5	.24E-5	.57E-6
M_x	0	-.0117	-.0422	-.0321	-.61E-4	.03181	.04153	.01019	-.0039	-.0052	0
T	-0.0896										-0.0896

Tablo 3.126: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.69E-5	-.88E-5	-.97E-5	-.78E-5	.65E-8	.79E-5	.97E-5	.86E-5	.65E-5	.43E-5	.22E-5
M_x	0	-.0156	-.0470	-.0341	.00036	.03490	.04821	.01732	.00118	-.0031	0
T	-0.0833										-0.0833

Tablo 3.127: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.79E-5	-.96E-5	-.10E-4	-.82E-5	.18E-7	.82E-5	.10E-4	.93E-5	.73E-5	.50E-5	.28E-5
M_x	0	-.0170	-.0490	-.0355	.00055	.03679	.05083	.01972	.00283	-.0024	0
T	-0.0881										-0.0317

Tablo 3.128: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.83E-5	-.10E-4	-.11E-4	-.84E-5	.24E-7	.84E-5	.11E-4	.97E-5	.77E-5	.54E-5	.31E-5
M_x	0	-.0178	-.0503	-.0366	.00066	.03818	.05243	.02104	.00367	-.0020	0
T	-0.0896										-0.0333

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.5'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=0.9225, C=3180.5359 kN/m^3, C_T=3089.5015 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2666, C=1548.7782 kN/m^3, C_T=5596.4612 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.3547, C=1027.5502 kN/m^3, C_T=8159.2842 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.3883, C=769.46097 kN/m^3, C_T=10758.361 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.129 H=10m için Tablo 3.130, H=15m için Tablo 3.131, H=20m için Tablo 3.132'da verilmiştir.

Tablo 3.129: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.19E-5	-.40E-5	-.61E-5	-.75E-5	-.66E-5	0	.66E-5	.75E-5	.61E-5	.40E-5	.19E-5
M_x	0	.00165	-.0093	-.0370	-.0254	0	.02541	.03702	.00927	-.0017	0
T	-0.0300										-0.0300

Tablo 3.130: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.42E-5	-.58E-5	-.73E-5	-.81E-5	-.67E-5	0	.67E-5	.81E-5	.73E-5	.58E-5	.42E-5
M_x	0	-.64E-3	-.0111	-.0338	-.0153	0	.01531	.03382	.01111	.64E-3	0
T	-0.0651										-0.0651

Tablo 3.131: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.52E-5	-.63E-5	-.73E-5	-.77E-5	-.63E-5	0	.63E-5	.77E-5	.73E-5	.63E-5	.52E-5
M_x	0	-.64E-3	-.0086	-.0260	-.0024	0	.00239	.02604	.00862	.64E-3	0
T	-0.0689										-0.0689

Tablo 3.132: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.55E-5	-.62E-5	-.68E-5	-.71E-5	-.57E-5	0	.57E-5	.71E-5	.68E-5	.62E-5	.55E-5
M_x	0	-.37E-3	-.0062	-.0192	.00904	0	-.0090	.01923	.00621	.37E-3	0
T	-0.0612										-0.0612

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.0'da olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=3.6199, C=4819.9948 kN/m^3, C_T=1472.2826 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=6.9190, C=3746.2264 kN/m^3, C_T=1304.0672 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=10.2423, C=3427.8476 kN/m^3, C_T=1225.3403 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=13.5598, C=3267.5594 kN/m^3, C_T=1184.7460 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.133 H=10m için Tablo 3.134, H=15m için Tablo 3.135, H=20m için Tablo 3.136'de verilmiştir.

Tablo 3.133: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.25E-4	-.40E-6	.77E-5	.84E-5	.63E-5	.37E-5	.18E-5	.61E-6	-.83E-9	-.27E-6	-.40E-6
M_x	1	.11101	.13355	.05091	.00293	-.0152	-.0173	-.0129	-.0073	-.0027	0
T	-0.2473										0.0044

Tablo 3.134: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.28E-4	-.14E-5	.82E-5	.97E-5	.78E-5	.51E-5	.28E-5	.12E-5	.25E-6	-.27E-6	-.61E-6
M_x	1	.12247	.14997	.06521	.01185	-.0116	-.0173	-.0146	-.0091	-.0037	0
T	-0.2401										0.0057

Tablo 3.135: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.29E-4	-.19E-5	.84E-5	.10E-4	.85E-5	.57E-5	.32E-5	.15E-5	.38E-6	-.26E-6	-.70E-6
M_x	1	.12731	.15662	.07100	.01560	-.0100	-.0171	-.0151	-.0097	-.0041	0
T	-0.2358										0.0061

Tablo 3.136: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.30E-4	-.22E-5	.85E-5	.11E-4	.88E-5	.60E-5	.35E-5	.16E-5	.46E-6	-.24E-6	-.75E-6
M_x	1	.12988	.16020	.07418	.01772	-.0089	-.0169	-.0153	-.0100	-.0042	0
T	-0.2336										0.0063

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.1'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=3.0710, C=4476.0871 kN/m^3, C_T=1796.1245 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=5.8578, C=3301.7246 kN/m^3, C_T=1602.3234 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=8.7112, C=2999.1489 kN/m^3, C_T=14820.718 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=11.5641, C=2848.4526 kN/m^3, C_T=1420.0285 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.137 H=10m için Tablo 3.138, H=15m için Tablo 3.139, H=20m için Tablo 3.140'de verilmiştir.

Tablo 3.137: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.18E-4	-.37E-5	.65E-5	.84E-5	.68E-5	.44E-5	.23E-5	.98E-6	.21E-6	-.18E-6	-.42E-6
M_x	0	.08319	.08136	.06024	.01104	-.0113	-.0162	-.0132	-.0080	-.0032	0
T	-0.2271										0.0052

Tablo 3.138: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.21E-4	-.50E-5	.69E-5	.98E-5	.85E-5	.60E-5	.36E-5	.18E-5	.65E-6	-.76E-7	-.59E-6
M_x	0	.09037	.09630	.07520	.02157	-.0061	-.0151	-.0143	-.0097	-.0043	0
T	-0.2250										0.0062

Tablo 3.139: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.23E-4	-.56E-5	.70E-5	.10E-4	.92E-5	.67E-5	.41E-5	.22E-5	.84E-6	-.28E-7	-.67E-6
M_x	0	.09401	.10283	.08136	.02584	-.0039	-.0145	-.0146	-.0102	-.0046	0
T	-0.2212										0.0065

Tablo 3.140: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.24E-4	-.60E-5	.70E-5	.11E-4	.96E-5	.71E-5	.44E-5	.24E-5	.95E-6	.30E-8	-.72E-6
M_x	0	.09599	.10638	.08476	.02825	-.0026	-.0141	-.0147	-.0104	-.0048	0
T	-0.2191										0.0066

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.2'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=2.4289, C=4221.3907 kN/m^3, C_T=2318.7372 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.5511, C=2763.5388 kN/m^3, C_T=2204.9651 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.7777, C=2457.9775 kN/m^3, C_T=2006.1631 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=9.0121, C=2312.5439 kN/m^3, C_T=1898.2162 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.141 H=10m için Tablo 3.142, H=15m için Tablo 3.143, H=20m için Tablo 3.144'de verilmiştir.

Tablo 3.141: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, /L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.11E-4	-.78E-5	-.13E-6	.67E-5	.74E-5	.57E-5	.36E-5	.19E-5	.81E-6	.11E-6	-.37E-6
M_x	0	.00503	.01853	.03493	.03683	.00313	-.0112	-.0130	-.0094	-.0044	0
T	-0.1652										0.0055

Tablo 3.142: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.14E-4	-.95E-5	-.33E-6	.77E-5	.92E-5	.77E-5	.54E-5	.34E-5	.17E-5	.61E-6	-.31E-6
M_x	0	.00318	.02321	.04649	.04907	.01209	-.0065	-.0117	-.0099	-.0052	0
T	-0.1763										0.0038

Tablo 3.143: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.16E-4	-.10E-4	-.46E-6	.81E-5	.99E-5	.85E-5	.61E-5	.39E-5	.21E-5	.78E-6	-.31E-6
M_x	0	.00307	.02602	.05212	.05422	.01553	-.0048	-.0112	-.0055	.00035	0
T	-0.1754										0.0035

Tablo 3.144: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.17E-4	-.11E-4	-.54E-6	.84E-5	.10E-4	.89E-5	.65E-5	.42E-5	.23E-5	.89E-6	-.32E-6
M_x	0	.00312	.02767	.05528	.05712	.01750	-.0038	-.0109	-.0101	-.0056	0
T	-0.1747										0.0033

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.3'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=2.4591, C=4228.3851 kN/m^3, C_T=2290.1815 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.4570, C=2725.9138 kN/m^3, C_T=2264.4456 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.5030, C=2381.1596 kN/m^3, C_T=2110.9577 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.5495, C=2215.3991 kN/m^3, C_T=2020.5891 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.145 H=10m için Tablo 3.146, H=15m için Tablo 3.147, H=20m için Tablo 3.148'da verilmiştir.

Tablo 3.145: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.64E-5	-.74E-5	-.65E-5	-.40E-8	.63E-5	.70E-5	.54E-5	.34E-5	.18E-5	.60E-6	-.32E-6
M_x	0	-.0283	-.0223	.00214	.02701	.03399	.00303	-.0098	-.0105	-.0059	0
T	-0.0929										0.0046

Tablo 3.146: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.90E-5	-.94E-5	-.75E-5	.49E-7	.74E-5	.87E-5	.73E-5	.51E-5	.31E-5	.14E-5	.41E-7
M_x	0	-.0334	-.0272	.00378	.03568	.04438	.01121	-.0051	-.0088	-.0058	0
T	-0.1121										0.0005

Tablo 3.147: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.10E-4	-.10E-4	-.79E-5	.69E-7	.79E-5	.94E-5	.81E-5	.58E-5	.36E-5	.18E-5	.18E-5
M_x	0	-.0352	-.0292	.00471	.03972	.04865	.01437	-.0033	-.0081	-.0057	0
T	-0.1152										-0.0020

Tablo 3.148: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.11E-4	-.11E-4	-.82E-5	.79E-7	.81E-5	.98E-5	.85E-5	.62E-5	.40E-5	.20E-5	.27E-6
M_x	0	-.0362	-.0303	.00529	.04203	.05108	.01619	-.0023	-.0077	-.0559	0
T	-0.1165										0.0029

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.4'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.9639, C=4192.3653 kN/m^3, C_T=2808.2842 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=3.3363, C=2315.9569 kN/m^3, C_T=3254.6361 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=4.7226, C=1888.4728 kN/m^3, C_T=3155.2886 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=6.1209, C=1705.8602 kN/m^3, C_T=3033.8032 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.149 H=10m için Tablo 3.150, H=15m için Tablo 3.151, H=20m için Tablo 3.152'de verilmiştir.

Tablo 3.149: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.29E-5	-.51E-5	-.68E-5	-.62E-5	-.66E-7	.61E-5	.67E-5	.52E-5	.33E-5	.16E-5	.18E-6
M_x	0	-.0071	-.0336	-.0233	-.18E-3	.02260	.03188	.00355	-.0072	-.0062	0
T	-0.0486										-0.0030

Tablo 3.150: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.53E-5	-.73E-5	-.85E-5	-.72E-5	-.22E-7	.71E-5	.85E-5	.72E-5	.53E-5	.33E-5	.15E-5
M_x	0	-.0123	-.0411	-.0282	.68E-4	.0283	.04110	.01201	-.0019	-.0043	0
T	-0.0772										-0.0214

Tablo 3.151: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.64E-5	-.83E-5	-.93E-5	-.76E-5	-.57E-8	.76E-5	.92E-5	.82E-5	.62E-5	.41E-5	.21E-5
M_x	0	-.0144	-.0445	-.0311	.00025	.03172	.04525	.01542	.00024	-.0035	0
T	-0.0836										-0.0271

Tablo 3.152: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.71E-5	-.89E-5	-.98E-5	-.79E-5	.47E-8	.79E-5	.97E-5	.87E-5	.67E-5	.45E-5	.24E-5
M_x	0	-.0156	-.0466	-.0331	.00038	.03403	.04782	.01742	.00145	-.0030	0
T	-0.0860										-0.0295

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil momentin x/L=0.5'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=0.9887, C=4614.8762 kN/m^3, C_T=4006.0464 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.3563, C=2196.4851 kN/m^3, C_T=7110.0834 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.4325, C=1451.3805 kN/m^3, C_T=10375.421 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.4061, C=1091.8126 kN/m^3, C_T=13968.071 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.153 H=10m için Tablo 3.154, H=15m için Tablo 3.155, H=20m için Tablo 3.156'de verilmiştir.

Tablo 3.153: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=5.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.10E-5	-.27E-5	-.45E-5	-.60E-5	-.56E-5	0	.56E-5	.60E-5	.45E-5	.27E-5	.10E-5
M_x	0	.00449	-.0022	-.0255	-.0134	0	.01338	.02556	.00218	-.0045	0
T	-0.0223										-0.0223

Tablo 3.154: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=10.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.29E-5	-.43E-5	-.56E-5	-.66E-5	-.57E-5	0	.57E-5	.66E-5	.56E-5	.43E-5	.29E-5
M_x	0	.00165	-.0056	-.0242	-.0038	0	.00377	.02425	.00556	-.0016	0
T	-0.0608										-0.0608

Tablo 3.155: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=15.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.37E-5	-.47E-5	-.56E-5	-.62E-5	-.53E-5	0	.53E-5	.62E-5	.56E-5	.47E-5	.37E-5
M_x	0	.00102	-.0043	-.0176	.00944	0	-.0094	.01757	.00428	-.0010	0
T	-0.0683										-0.0683

Tablo 3.156: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 lineer artan, H=20.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.40E-5	-.46E-5	-.52E-5	-.56E-5	-.47E-5	0	.47E-5	.56E-5	.52E-5	.46E-5	.40E-5
M_x	0	.00084	-.0027	-.0113	.02183	0	-.0218	.01133	.02663	-.84E-3	0
T	-0.0624										-0.0624

3.3 Zemin Elastisite Modülünü Derinlikle Karesel Değişen

Bu örnekte zemin elastisite modülü derinlikle karesel artan olarak alınmış olup değeri z=0'da E_1=7000 kN/m^2 alınmıştır. z=H'de ise E_2=21000 kN/m^2 ve E_2=35000 kN/m^2 (orta sertlikte kil) olmak üzere iki farklı değer alınmıştır. H sıkışabilir zemin tabakası kalınlığının sırasıyla 5m, 10m, 15m ve 20m olması halinde yayılı yük ve tekil yük durumları için ayrı ayrı çözülmüştür.

3.3.1 Yayılı Yük Durumu

Kiriş üzerine 2.5 kN/m yayılı yük yüklenmiştir. E_1=7000 kN/m^2 ve E_2=21000 kN/m^2,

H=5m için hesaplanan γ=0.6626, C=2700.5587 kN/m^3, C_T=2626.1137 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.8541, C=1324.8408 kN/m^3, C_T=5045.0800 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.8055, C=887.58117 kN/m^3, C_T=7651.3942 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.6998, C=672.72512 kN/m^3, C_T=10429.751 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.157, H=10m için Tablo 3.158, H=15m için Tablo 3.159, H=20m için Tablo 3.160'de verilmiştir.

Tablo 3.157: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00256	.00329	.00387	.00426	.00448	.00455	.00448	.00426	.00387	.00329	.00256
M_x	0	3.7575	4.2771	3.7611	3.1561	2.9113	3.1561	3.7611	4.2771	3.7575	0
T	34.669										-34.669

Tablo 3.158: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00504	.00603	.00685	.00743	.00777	.00789	.00777	.00743	.00685	.00603	.00504
M_x	0	4.2035	5.2359	5.2322	4.9942	4.8811	4.9942	5.2322	5.2359	4.2035	0
T	67.915										-67.915

Tablo 3.159: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00757	.00851	.00930	.00987	.01021	.01032	.01021	.00987	.00930	.00851	.00757
M_x	0	3.8714	4.8715	5.0099	4.9255	4.8747	4.9255	5.0099	4.8715	3.8714	0
T	88.425										-88.475

Tablo 3.160: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.01007	.01090	.01159	.01209	.01239	.01249	.01239	.01209	.01159	.01090	.01007
M_x	0	3.4080	4.2356	4.3770	4.3431	4.3168	4.3431	4.3770	4.2356	3.4080	0
T	100.005										-100.005

E_1=7000 kN/m^2 ve E_2=35000 kN/m^2 (orta sertlikte kil),

H=5m için hesaplanan γ=0.6872, C=3700.7827 kN/m^3, C_T=3031.9882 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=0.9258, C=1778.8711 kN/m^3, C_T=5726.6915 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=0.9078, C=1189.6279 kN/m^3, C_T=8631.1865 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.8076, C=907.57574 kN/m^3, C_T=11803.208 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.161, H=10m için Tablo 3.162, H=15m için Tablo 3.163, H=20m için Tablo 3.164'de verilmiştir.

Tablo 3.161: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00186	.00244	.00288	.00316	.00332	.00336	.00332	.00316	.00288	.00244	.00186
M_x	0	3.3247	3.5443	2.8802	2.2251	1.9712	2.2251	2.8802	3.5443	3.3247	0
T	30.988										-30.988

Tablo 3.162: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00373	.00455	.00522	.00567	.00596	.00605	.00596	.00567	.00522	.00455	.00373
M_x	0	3.7585	4.4673	4.2757	3.9481	3.8093	3.9481	4.2757	4.4673	3.7585	0
T	62.99										-62.99

Tablo 3.163: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00561	.00642	.00708	.00756	.00784	.00793	.00784	.00756	.00708	.00642	.00561
M_x	0	3.4962	4.2388	4.2342	4.0824	4.0123	4.0824	4.2342	4.2388	3.4962	0
T	84.135										-84.135

Tablo 3.164: Yayılı Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.00743	.00814	.00874	.00916	.00941	.00950	.00941	.00916	.00874	.00814	.00743
M_x	.03253	3.0838	3.7092	3.7486	3.6701	3.6314	3.6701	3.7486	3.7092	3.0838	0
T	96.695										-96.695

3.3.2 Tekil Yük Durumu

1 kN'luk tekil yük kirişin uçlarına ve simetri özelliği göz önünde tutularak x/L=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mesafelerine yüklenmiştir. Sistem çözülerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 (orta sertlikte kil) ve tekil yükün x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.7471, C=2514.0847 kN/m^3, C_T=1924.2755 kN/m;

H=10m için hesaplanan γ=1.8651, C=1261.0723 kN/m^3, C_T=3691.7434 kN/m;

H=15m için hesaplanan γ=1.6604, C=837.58454 kN/m^3, C_T=5949.3945 kN/m;

H=20m için hesaplanan γ=1.5296, C=629.47563 kN/m^3, C_T=8293.0255 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.165 H=10m için Tablo 3.166, H=15m için Tablo 3.167, H=20m için Tablo 3.168'da verilmiştir.

Tablo 3.165: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.69E-4	.44E-4	.25E-4	.12E-4	.45E-5	.40E-6	-.13E-5	-.17E-5	-.15E-5	-.11E-5	-.57E-6
M_x	0	-.1183	-.1377	-.1148	-.0808	-.0499	-.0270	-.0123	-.0042	-.0006	0
T	0,7384										0,0062

Tablo 3.166: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.81E-4	.60E-4	.42E-4	.28E-4	.19E-4	.12E-4	.71E-5	.41E-5	.23E-5	.10E-5	.75E-7
M_x	0	-.0713	-.0897	-.0824	-.0664	-.0495	-.0347	-.0229	-.0137	-.0064	0
T	0,9207										-0,0009

Tablo 3.167: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.87E-4	.70E-4	.55E-4	.42E-4	.32E-4	.25E-4	.19E-4	.14E-4	.11E-4	.82E-5	.60E-5
M_x	0	-.0456	-.0570	-.0561	-.0479	-.0388	-.0304	-.0230	-.0162	-.0093	0
T	0,9061										-0,0626

Tablo 3.168: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.94E-4	.79E-4	.65E-4	.54E-4	.45E-4	.37E-4	.31E-4	.26E-4	.22E-4	.18E-4	.15E-4
M_x	0	-.0320	-.0422	-.0409	-.0362	-.0309	-.0258	-.0212	-.0164	-.0105	0
T	0,8361										-0,1399

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.1'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=1.1457, C=2576.5281 kN/m^3, C_T=2337.9464 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2242, C=1280.0269 kN/m^3, C_T=4569.5759 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.1342, C=859.70067 kN/m^3, C_T=7037.0126 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.0629, C=648.93888 kN/m^3, C_T=9571.1163 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.169 H=10m için Tablo 3.170, H=15m için Tablo 3.171, H=20m için Tablo 3.172'de verilmiştir.

Tablo 3.169: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.41E-4	.40E-4	.32E-4	.22E-4	.14E-4	.73E-5	.33E-5	.11E-5	-.72E-7	-.59E-6	-.86E-6
M_x	-.0431	.24306	.01969	-.0372	-.0552	-.0504	-.0374	-.0240	-.0130	-.0051	.20E-3
T	0,5094										0,0106

Tablo 3.170: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.55E-4	.55E-4	.48E-4	38E-4	.28E-4	.20E-4	.14E-4	.94E-5	.62E-5	.38E-5	.19E-5
M_x	0	.25126	.03628	-.0173	-.0392	-.0418	-.0361	-.0277	-.0188	-.0099	0
T	0,7035										-0,0245

Tablo 3.171: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.65E-4	.65E-4	.58E-4	.49E-4	.40E-4	.31E-4	.25E-4	.20E-4	.15E-4	.12E-4	.92E-5
M_x	0	.24205	.03402	-.0108	-.0293	-.0326	-.0297	-.0246	-.0185	-.0113	0
T	0,7297										-0,1033

Tablo 3.172: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.74E-4	.74E-4	.67E-4	.59E-4	.50E-4	.42E-4	.36E-4	.30E-4	.26E-4	.22E-4	.19E-4
M_x	0	.22982	.0277	-.0090	-.0235	-.0263	-.0246	-.0214	-.0173	-.0115	0
T	0,7029										-0,1821

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.2'de olması durumunda,

H=5m için hesaplanan γ=0.8617, C=2647.6550 kN/m^3, C_T=2518.1095 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.0465, C=1299.8729 kN/m^3, C_T=4806.8689 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.0043, C=870.09690 kN/m^3, C_T=7291.8577 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.9282, C=657.49370 kN/m^3, C_T=9912.7890 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.173 H=10m için Tablo 3.174, H=15m için Tablo 3.175, H=20m için Tablo 3.176'de verilmiştir.

Tablo 3.173: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.23E-4	.31E-4	.35E-4	.30E-4	.22E-4	.14E-4	.80E-5	.40E-5	.15E-5	.87E-8	-.11E-5
M_x	0	.05719	.29521	.05209	-.0188	-.0456	-.0457	-.0349	-.0217	-.0096	0
T	0,3004										0,0132

Tablo 3.174: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.39E-4	.47E-4	.51E-4	.46E-4	.37E-4	.28E-4	.20E-4	.14E-4	.97E-5	.63E-5	.34E-5
M_x	0	.05703	.29037	.05742	-.0057	-.0326	-.0377	-.0329	-.0241	-.0134	0
T	0,5102										-0,0450

Tablo 3.175: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.51E-4	.57E-4	.60E-4	.55E-4	.47E-4	.38E-4	.31E-4	.24E-4	.19E-4	.15E-4	.12E-4
M_x	0	.04625	.26955	.04723	-.0039	-.0252	-.0297	-.0273	-.0216	-.0135	0
T	0,5803										-0,1352

Tablo 3.176: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.61E-4	.66E-4	.68E-4	.64E-4	.56E-4	.48E-4	.41E-4	.35E-4	.30E-4	.26E-4	.22E-4
M_x	0	.03522	.24846	.03569	-.0049	-.0209	-.0243	-.0228	-.0191	-.0130	0
T	0,5905										-0,2148

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.3'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.8333, C=2655.2768 kN/m^3, C_T=2534.6320 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.0784, C=1296.0189 kN/m^3, C_T=4765.3000 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.0428, C=866.88945 kN/m^3, C_T=7217.6019 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=0.9297, C=657.39050 kN/m^3, C_T=9908.9442 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.177 H=10m için Tablo 3.178, H=15m için Tablo 3.179, H=20m için Tablo 3.180'de verilmiştir.

Tablo 3.177: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.12E-4	.21E-4	.30E-4	.35E-4	.31E-4	.22E-4	.14E-4	.82E-5	.40E-5	.11E-5	-.10E-5
M_x	0	.0073	.06600	.30033	.05483	-.0172	-.0441	-.0434	-.0309	-.0151	0
T	0,1527										0,0134

Tablo 3.178: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.27E-4	.37E-4	.46E-4	.50E-4	.46E-4	.37E-4	.28E-4	.20E-4	.14E-4	.94E-5	.54E-5
M_x	0	.00974	.06614	.29607	.06077	-.0037	-.0311	-.0358	-.0294	-.0174	0
T	0,3566										-0,0700

Tablo 3.179: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.40E-4	.48E-4	.56E-4	.59E-4	.55E-4	.47E-4	.38E-4	.31E-4	.25E-4	.19E-4	.15E-4
M_x	0	.00578	.05257	.27384	.04990	-.0023	-.0241	-.0285	-.0248	-.0162	0
T	0,4565										-0,1709

Tablo 3.180: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.51E-4	.58E-4	.64E-4	.66E-4	.62E-4	.55E-4	.47E-4	.40E-4	.35E-4	.30E-4	.26E-4
M_x	0	.00158	.03857	.25058	.03710	-.0039	-.0201	-.0234	-.0210	-.0147	0
T	0,4955										-0,2509

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.4'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.9754, C=2617.6702 kN/m^3, C_T=2448.8975 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2949, C=1273.4880 kN/m^3, C_T=4472.5789 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.2748, C=850.17192 kN/m^3, C_T=6750.4226 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.1216, C=645.48839 kN/m^3, C_T=9416.3049 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.181 H=10m için Tablo 3.182, H=15m için Tablo 3.183, H=20m için Tablo 3.184'de verilmiştir.

Tablo 3.181: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.48E-5	.13E-4	.22E-4	.31E-4	.36.E-4	.31E-4	.23E-4	.15E-4	.82E-5	.33E-5	-.57E-6
M_x	0	-.0169	-.0019	.06151	.29926	.05528	-.0158	-.0410	-.0374	-.0207	0
T	0,0618										0,0074

Tablo 3.182: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.19E-4	.28E-4	.38E-4	.47E-4	.51E-4	.47E-4	.38E-4	.29E-4	.21E-4	.14E-4	.82E-5
M_x	0	-.0134	.00611	.06733	.30022	.06417	-.0017	-.0291	-.0319	-.0211	0
T	0,2377										-0,1023

Tablo 3.183: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.32E-4	.40E-4	.48E-4	.56E-4	.60E-4	.56E-4	.48E-4	.39E-4	.32E-4	.25E-4	.19E-4
M_x	00	-.0128	.00375	.05556	.27983	.05415	-.0004	-.0230	-.0264	-.0189	0
T	0,3521										-0,2119

Tablo 3.184: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.44E-4	.50E-4	.57E-4	.64E-4	.67E-4	.63E-4	.56E-4	.48E-4	.42E-4	.26E-4	.31E-4
M_x	0	-.0127	-.0004	.04093	.25546	.04034	-.0026	-.0196	-.0222	-.0167	0
T	0,4134										-0,2915

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.5'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.2540, C=2554.3344 kN/m^3, C_T=2264.4385 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.6623, C=1256.3706 kN/m^3, C_T=3963.5967 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.6628, C=837.57942 kN/m^3, C_T=5944.2987 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.4367, C=631.63503 kN/m^3, C_T=8551.4066 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.185 H=10m için Tablo 3.186, H=15m için Tablo 3.187, H=20m için Tablo 3.188'de verilmiştir.

Tablo 3.185: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.94E-6	.74E-5	.15E-4	.23E-4	.32E-4	.37E-4	.32E-4	.23E-4	.15E-4	.74E-5	.94E-6
M_x	0	-.0232	-.0320	-.0100	.05950	.30179	.05950	-.0100	-.0320	-.0232	0
T	0,0114										-0,0114

Tablo 3.186: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.12E-4	.20E-4	.29E-4	.39E-4	.48E-4	.53E-4	.48E-4	.39E-4	.29E-4	.20E-4	.12E-4
M_x	0	-.0214	-.0234	.00319	.07083	.30818	.07083	.00319	-.0234	-.0214	0
T	0,1437										-0,1437

Tablo 3.187: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.25E-4	.32E-4	.41E-4	.50E-4	.58E-4	.63E-4	.58E-4	.50E-4	.41E-4	.32E-4	.25E-4
M_x	0	-.0193	-.0197	.00357	.06178	.29057	.06178	.00357	-.0197	-.0193	0
T	0,2587										-0,2587

Tablo 3.188: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.37E-4	.43E-4	.50E-4	.58E-4	.65E-4	.69E-4	.65E-4	.58E-4	.50E-4	.43E-4	.37E-4
M_x	0	-.0173	-.0178	-.0002	.04604	.26425	.04604	-.0002	-.0178	-.0173	0
T	0,3388										-0,3388

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.8585, C=3107.7419 kN/m^3, C_T=2080.7556 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=2.0410, C=1538.7569 kN/m^3, C_T=3875.3626 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.8351, C=1037.7573 kN/m^3, C_T=6299.2018 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.6865, C=789.21847 kN/m^3, C_T=8890.5035 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.189 H=10m için Tablo 3.190, H=15m için Tablo 3.191, H=20m için Tablo 3.192'de verilmiştir.

Tablo 3.189: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.59E-4	.37E-4	.20E-4	.91E-5	.27E-5	-.30E-6	-.14E-5	-.15E-5	.12E-5	-.73E-6	-.29E-6
M_x	0	-.1167	-.1313	-.1052	-.0705	-.0409	-.0202	-.0079	-.0018	.00026	.00012
T	0,7188										0,0036

Tablo 3.190: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.71E-4	.51E-4	.35E-4	.23E-4	.14E-4	.86E-5	.50E-5	.26E-5	.13E-5	.45E-6	-.14E-6
M_x	0	-.0718	-.0881	-.0788	-.0617	-.0445	-.0302	-.0192	-.0110	-.0049	0
T	0,9150										-0,0019

Tablo 3.191: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.75E-4	.59E-4	.45E-4	.34E-4	.25E-4	.19E-4	.14E-4	.10E-4	.77E-5	.56E-5	.39E-5
M_x	0	-.0457	-.0578	-.0537	-.0448	-.0355	-.0271	-.0201	-.0139	-.0078	0
T	0,9187										-0,0486

Tablo 3.192: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.79E-4	.65E-4	.53E-4	.44E-4	.35E-4	.29E-4	.23E-4	.19E-4	.16E-4	.13E-4	.11E-4
M_x	0	-.0317	-.0409	-.0389	-.0337	-.0282	-.0232	-.0187	-.0143	-.0091	0
T	0,8574										-0,1192

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.1'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.2107, C=3383.5666 kN/m^3, C_T=2630.9712 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.3464, C=1653.8191 kN/m^3, C_T=5029.0950 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.2687, C=1116.7727 kN/m^3, C_T=7744.5376 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.1944, C=848.29621 kN/m^3, C_T=10579.593 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.193 H=10m için Tablo 3.194, H=15m için Tablo 3.195, H=20m için Tablo 3.196'de verilmiştir.

Tablo 3.193: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.33E-4	.32E-4	.25E-4	.17E-4	.99E-5	.49E-5	.20E-5	.40E-6	-.27E-6	-.49E-6	-.54E-6
M_x	0	.23590	.01395	-.0379	-.0513	-.0441	-.0308	-.0184	-.0093	-.0033	0
T	0,4789										0,0080

Tablo 3.194: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.45E-4	.45E-4	.39E-4	.30E-4	.22E-4	.15E-4	.10E-4	.65E-5	.41E-5	.24E-5	.11E-5
M_x	0	.24402	.02997	-.0198	-.0383	-.0387	-.0321	-.0237	-.0156	-.0080	0
T	0,68701										-0,0164

Tablo 3.195: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.53E-4	.53E-4	.47E-4	.39E-4	.31E-4	.24E-4	.18E-4	.14E-4	.11E-4	.82E-5	.61E-5
M_x	0	.23473	.02810	-.0131	-.0287	-.0303	-.0267	-.0215	-.0159	-.0095	0
T	0,7299										-0,0847

Tablo 3.196: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.59E-4	.59E-4	.54E-4	.46E-4	.39E-4	.32E-4	.26E-4	.22E-4	.19E-4	.16E-4	.13E-4
M_x	0	.22226	.02219	-.0108	-.0228	-.0243	-.0221	-.0188	-.0150	-.0099	0
T	0,7128										-0,1589

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.2'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.9292, C=3555.6432 kN/m^3, C_T=2860.7489 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.1705, C=1703.6425 kN/m^3, C_T=5330.0677 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.1537, C=1139.1053 kN/m^3, C_T=8037.4941 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.0785, C=865.74889 kN/m^3, C_T=10966.690 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.197 H=10m için Tablo 3.198, H=15m için Tablo 3.199, H=20m için Tablo 3.200'de verilmiştir.

Tablo 3.197: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.17E-4	.24E-4	.28E-4	.24E-4	.17E-4	.10E-4	.53E-5	.23E-5	.64E-6	-.21E-6	-.72E-6
M_x	0	.04710	.27910	.03934	-.0242	-.0445	-.0409	-.0291	-.0169	-.0070	0
T	0,2649										0,0114

Tablo 3.198: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.30E-4	.38E-4	.41E-4	.37E-4	.29E-4	.21E-4	.15E-4	.10E-4	.66E-5	.41E-5	.21E-5
M_x	0	.04860	.27686	.04685	-.0108	-.0332	-.0355	-.0296	-.0209	-.0113	0
T	0,4830										-0,0325

Tablo 3.199: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.40E-4	.46E-4	.49E-4	.45E-4	.37E-4	.30E-4	.23E-4	.18E-4	.14E-4	.11E-4	.80E-5
M_x	0	.03912	.25781	.03871	-.0076	-.0254	-.0280	-.0247	-.0191	-.0118	0
T	0,5682										-0,1136

Tablo 3.200: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.48E-4	.53E-4	.55E-4	.51E-4	.44E-4	.37E-4	.31E-4	.26E-4	.22E-4	.18E-4	.15E-4
M_x	0	.02882	.23748	.02845	-.0075	-.0207	-.0226	-.0205	-.0169	-.0114	0
T	0,5890										-0,1907

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.3'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.9017, C=3572.6698 kN/m^3, C_T=2881.6982 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.1964, C=1695.9789 kN/m^3, C_T=5286.2609 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.1973, C=1130.4925 kN/m^3, C_T=7927.3133 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.3044, C=832.59468 kN/m^3, C_T=10203.051 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.201 H=10m için Tablo 3.202, H=15m için Tablo 3.203, H=20m için Tablo 3.204'de verilmiştir.

Tablo 3.201: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.77E-5	.16E-4	.24E-4	.28E-4	.24E-4	.17E-4	.10E-4	.53E-5	.23E-5	.41E-6	-.87E-6
M_x	0	.00032	.05090	.28099	.04018	-.0237	-.0438	-.0394	-.0263	-.0121	0
T	0,1226										0,0139

Tablo 3.202: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.21E-4	.29E-4	.37E-4	.41E-4	.37E-4	.29E-4	.21E-4	.15E-4	.10E-4	.64E-5	.34E-5
M_x	0	.00422	.05445	.28061	.04902	-.0096	-.0323	-.0342	-.0269	-.0154	0
T	0,3260										-0,0534

Tablo 3.203: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.31E-4	.38E-4	.45E-4	.49E-4	.44E-4	.37E-4	.30E-4	.23E-4	.18E-4	.14E-4	.10E-4
M_x	0	.00176	.04359	.26133	.04095	-.0064	-.0247	-.0272	-.0229	-.0147	0
T	0,4365										-0,1475

Tablo 3.204: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.34E-4	.39E-4	.46E-4	.52E-4	.55E-4	.51E-4	.45E-4	.38E-4	.32E-4	.27E-4	.23E-4
M_x	0	-.0135	-.0034	.03413	.24557	.03365	-.0054	-.0199	-.0213	-.0157	0
T	0,4852										-0,2271

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.4'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.0427, C=3485.0931 kN/m^3, C_T=2770.9331 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.4134, C=1636.4975 kN/m^3, C_T=4913.2469 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.4425, C=1086.1990 kN/m^3, C_T=7294.2019 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.3044, C=832.59468 kN/m^3, C_T=10203.051 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.205 H=10m için Tablo 3.206, H=15m için Tablo 3.207, H=20m için Tablo 3.208'da verilmiştir.

Tablo 3.205: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.27E-5	.96E-5	.17E-4	.25E-4	.29E-4	.25E-4	.17E-4	.10E-4	.54E-5	.19E-5	-.78E-6
M_x	-.0014	-.0197	-.0104	.04610	.28024	.04079	-.0226	-.0416	-.0350	-.0184	.79E-4
T	0,0417										0,0120

Tablo 3.206: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.14E-4	.22E-4	.30E-4	.38E-4	.43E-4	.38E-4	.30E-4	.22E-4	.16E-4	.10E-4	.55E-5
M_x	-.0021	-.0158	-.0005	.05557	.28529	.05265	-.0078	-.0309	-.0313	-.0199	-.68E-3
T	0,2096										-0,0824

Tablo 3.207: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.25E-4	.32E-4	.39E-4	.47E-4	.50E-4	.46E-4	.39E-4	.31E-4	.24E-4	.19E-4	.14E-4
M_x	-.0021	-.0143	-.0007	.04707	.26848	.04578	-.0045	-.0241	-.0258	-.0180	-.0010
T	0,3284										-0,1876

Tablo 3.208: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.34E-4	.39E-4	.46E-4	.52E-4	.55E-4	.51E-4	.45E-4	.38E-4	.32E-4	.27E-4	.23E-4
M_x	-.0020	-.0135	-.0034	.03413	.24557	.03365	-.0054	-.0199	-.0213	-.0157	-.0011
T	0,3969										-0,2689

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.5'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.3446, C=3308.5983 kN/m^3, C_T=2516.1032 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.7982, C=1561.3708 kN/m^3, C_T=4259.7775 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.8618, C=1035.6689 kN/m^3, C_T=6234.4244 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.6622, C=791.35298 kN/m^3, C_T=8972.6949 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.209 H=10m için Tablo 3.210, H=15m için Tablo 3.211, H=20m için Tablo 3.212'da verilmiştir.

Tablo 3.209: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.73E-7	.50E-5	.11E-4	.18E-4	.26E-4	.30E-4	.26E-4	.18E-4	.11E-4	.50E-5	.73E-7
M_x	0	-.0229	-.0343	-.0174	.04576	.28457	.04576	-.0174	-.0343	-.0229	0
T	0,0010										-0,0010

Tablo 3.210: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.88E-5	.16E-4	.24E-4	.32E-4	.41E-4	.46E-4	.41E-4	.32E-4	.24E-4	.16E-4	.88E-5
M_x	0	-.0218	-.0258	-.0029	.06038	.29517	.06038	-.0029	-.0258	-.0218	0
T	0,1215										-0,1215

Tablo 3.211: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.19E-4	.26E-4	.33E-4	.42E-4	.50E-4	.54E-4	.50E-4	.42E-4	.33E-4	.26E-4	.19E-4
M_x	0	-.0196	-.0213	-.0005	.05473	.28161	.05473	-.0005	-.0213	-.0196	0
T	0,2340										-0,2340

Tablo 3.212: Tekil Yük Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, yük x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	.29E-4	.34E-4	.41E-4	.48E-4	.55E-4	.59E-4	.55E-4	.48E-4	.41E-4	.34E-4	.29E-4
M_x	0	-.0173	-.0187	-.0028	.04077	.25702	.04077	-.0028	-.0187	-.0173	0
T	0,3176										-0,3176

3.3.3 Tekil Moment Durumu

1 kNm'lik tekil moment kirişin uçlarına ve simetri özelliği göz önünde tutularak x/L=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 mesafelerine yüklenmiştir. Sistem çözülerek sonuçlar aşağıda verilmiştir. E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 (orta sertlikte kil) ve tekil yükün x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=3.4069 , C=3183.0645 kN/m^3, C_T=1091.2678 kN/m;

H=10m için hesaplanan γ=6.6491, C=2856.0259 kN/m^3, C_T=1076.5016 kN/m;

H=15m için hesaplanan γ=9.9523, C=2814.8031 kN/m^3, C_T=1065.6744 kN/m;

H=20m için hesaplanan γ=13.2601, C=2800.4533 kN/m^3, C_T=1061.8054 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.213 H=10m için Tablo 3.214, H=15m için Tablo 3.215, H=20m için Tablo 3.216'da verilmiştir.

Tablo 3.213: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.31E-4	-.26E-5	.85E-5	.11E-4	.91E-5	.63E-5	.37E-5	.17E-5	.51E-6	-.26E-6	-.81E-6
M_x	1	.13430	.16513	.07789	.01982	-.0082	-.0169	-.0156	-.0103	-.0044	0
T	-0.2268										0.0065

Tablo 3.214: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.32E-4	-.31E-5	.86E-5	.11E-4	.99E-5	.70E-5	.42E-5	.21E-5	.73E-6	-.19E-6	-.90E-6
M_x	1	.13700	.17028	.08334	.02402	-.0057	-.0160	-.0157	-.0107	-.0047	0
T	-0.2271										0.0068

Tablo 3.215: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.32E-5	.87E-5	.11E-4	.10E-4	.71E-5	.43E-5	.22E-5	.76E-6	-.18E-6	-.91E-6
M_x	1	.13775	.17135	.08434	.2473	-.0053	-.0159	-.0157	-.0108	-.0048	0
T	-0.2264										0.0069

Tablo 3.216: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.33E-5	.87E-5	.11E-4	.10E-4	.71E-5	.44E-5	.22E-5	.78E-6	-.18E-6	-.92E-6
M_x	1	.13801	.17173	.08470	.02498	-.0052	-.0158	-.0157	-.0108	-.0048	0
T	-0.2262										0.0069

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.1'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.9596, C=2908.2813 kN/m^3, C_T=1257.3309 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=5.7123, C=2473.7441 kN/m^3, C_T=1262.4782 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=8.5523, C=2427.3797 kN/m^3, C_T=1244.5281 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=11.3971, C=2411.8088 kN/m^3, C_T=1237.8437 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.217 H=10m için Tablo 3.218, H=15m için Tablo 3.219, H=20m için Tablo 3.220'de verilmiştir.

Tablo 3.217: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.25E-4	-.63E-5	.70E-5	.11E-4	.98E-5	.71E-5	.44E-5	.23E-5	.89E-6	-.67E-7	-.80E-6
M_x	0	.09977	.11100	.08776	.02948	-.0026	-.0145	-.0152	-.0107	-.0049	0
T	-0.2102										0.0068

Tablo 3.218: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.26E-4	-.70E-5	.71E-5	.11E-4	.11E-4	.82E-5	.53E-5	.30E-5	.13E-5	.12E-6	-.84E-6
M_x	0	.10138	.11610	.09427	.03522	.00128	-.0126	-.0147	-.0110	-.0052	0
T	-0.2132										0.0069

Tablo 3.219: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.26E-4	-.72E-5	.71E-5	.12E-4	.11E-4	.83E-5	.55E-5	.31E-5	.14E-5	.14E-6	-.86E-6
M_x	0	.10205	.11733	.09552	.03617	.00185	-.0124	-.0147	-.0110	-.0053	0
T	-0.2125										0.0069

Tablo 3.220: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.27E-4	-.72E-5	.71E-5	.12E-4	.11E-4	.84E-5	.55E-5	.31E-5	.14E-5	.14E-6	-.86E-6
M_x	0	.10229	.11778	.09596	.03650	.00205	-.0123	-.0147	-.0111	-.0053	0
T	-0.2123										0.0069

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.2'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.3840 , C=2641.3252 kN/m^3, C_T=1533.0648 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.4865, C=1985.3969 kN/m^3, C_T=1632.0534 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.7076, C=1920.0106 kN/m^3, C_T=1600.0715 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.9397, C=1900.8279 kN/m^3, C_T=1585.6438 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.221 H=10m için Tablo 3.222, H=15m için Tablo 3.223, H=20m için Tablo 3.224'de verilmiştir.

Tablo 3.221: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.17E-4	-.11E-4	-.57E-6	.84E-5	.10E-4	.86E-5	.61E-5	.38E-5	.19E-5	.53E-6	-.60E-6
M_x	0	.00472	.03034	.05817	.05757	.01621	-.0056	-.0123	-.0108	-.0056	0
T	-0.1619										0.0057

Tablo 3.222: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.19E-4	-.12E-4	-.80E-6	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.77E-5	.51E-5	.29E-5	.12E-5	-.32E-6
M_x	0	.00358	.03231	.06376	.06496	.02296	-.85E-3	-.0098	-.0100	-.0057	0
T	-0.1720										0.0029

Tablo 3.223: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.12E-4	-.86E-6	.91E-5	.12E-4	.10E-4	.80E-5	.53E-5	.31E-5	.13E-5	-.30E-6
M_x	0	.00363	.03309	.06522	.06642	.02408	-.17E-3	-.0095	-.0099	-.0057	0
T	-0.1719										0.0026

Tablo 3.224: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.12E-4	-.88E-6	.91E-5	.12E-4	.11E-4	.80E-5	.54E-5	.31E-5	.13E-5	-.30E-6
M_x	0	.00367	.03339	.06576	.06694	.02445	.53E-4	-.0094	-.0057	.00024	0
T	-0.1717										0.0026

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.3'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.2457, C=2596.8275 kN/m^3, C_T=1610.6610 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.1383, C=1852.2873 kN/m^3, C_T=1778.9084 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.1464, C=1766.8978 kN/m^3, C_T=1753.2088 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.1742, C=1742.2892 kN/m^3, C_T=1738.3217 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.225 H=10m için Tablo 3.226, H=15m için Tablo 3.227, H=20m için Tablo 3.228'de verilmiştir.

Tablo 3.225: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.11E-4	-.10E-4	-.81E-5	.81E-7	.80E-5	.95E-5	.81E-5	.57E-5	.34E-5	.15E-5	-.21E-6
M_x	0	-.0356	-.0310	.00572	.04350	.05071	.01455	-.0040	-.0088	-.0059	0
T	-0.1031										0.0078

Tablo 3.226: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.13E-4	-.12E-4	-.90E-5	.10E-6	.88E-5	.11E-4	.97E-5	.74E-5	.49E-5	.26E-5	.53E-6
M_x	0	-.0385	-.0327	.00708	.04826	.05762	.02116	.00071	-.0063	-.0052	0
T	-0.1189										-0.0049

Tablo 3.227: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.13E-4	-.12E-4	-.91E-5	.11E-6	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.77E-5	.51E-5	.28E-5	.64E-6
M_x	0	-.0389	-.0331	.00747	.04949	.05903	.02234	.00150	-.0059	-.0051	0
T	-0.1200										-0.0058

Tablo 3.228: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.14E-4	-.13E-4	-.92E-5	.11E-6	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.78E-5	.52E-5	.28E-5	.67E-6
M_x	0	-.0391	-.0333	.00761	.04995	.05953	.02274	.00175	-.0057	-.0050	0
T	-0.1202										-0.0060

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.4'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.7354, C=25136.786 kN/m^3, C_T=1932.1819 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=2.9495, C=1451.3300 kN/m^3, C_T=2523.0470 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=4.2205, C=1255.5702 kN/m^3, C_T=2613.0077 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=5.5583, C=1205.6988 kN/m^3, C_T=2598.9257 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.229 H=10m için Tablo 3.230, H=15m için Tablo 3.231, H=20m için Tablo 3.232'de verilmiştir.

Tablo 3.229: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.57E-5	-.79E-5	-.92E-5	-.77E-5	-.85E-8	.77E-5	.92E-5	.78E-5	.55E-5	.31E-5	.91E-6
M_x	0	-.0149	-.0483	-.0381	.00021	.03858	.04872	.01536	-.0011	-.0042	0
T	-0.0617										-0.0099

Tablo 3.230: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.86E-5	-.10E-4	-.11E-4	-.86E-5	.40E-7	.86E-5	.11E-4	.10E-4	.78E-5	.54E-5	.30E-5
M_x	0	-.0186	-.0522	-.0391	.00078	.04090	.05475	.02236	.00422	-.0018	0
T	-0.0876										-0.0310

Tablo 3.231: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.95E-5	-.11E-4	-.11E-4	-.88E-5	.42E-7	.88E-5	.11E-4	.11E-4	.85E-5	.61E-5	.37E-5
M_x	0	-.0195	-.0533	-.0395	.00096	.04173	.05636	.02413	.00560	-.0012	0
T	-0.0919										-0.0370

Tablo 3.232: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.98E-5	-.11E-4	-.12E-4	-.89E-5	.44E-7	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.88E-5	.63E-5	.39E-5
M_x	0	-.0199	-.0538	.00104	.04235	.05714	.02482	.00608	-.93E-3	-.0040	0
T	-0.0927										-0.0372

E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.5'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.9001, C=2637.3963 kN/m^3, C_T=2495.2398 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.2498, C=1277.5657 kN/m^3, C_T=4534.6933 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.3629, C=845.38096 kN/m^3, C_T=6567.5434 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.4378, C=631.60414 kN/m^3, C_T=8548.3863 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.233 H=10m için Tablo 3.234, H=15m için Tablo 3.235, H=20m için Tablo 3.236'da verilmiştir.

Tablo 3.233: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.25E-5	-.49E-5	-.72E-5	-.86E-5	-.73E-5	0	.73E-5	.86E-5	.72E-5	.49E-5	.25E-5
M_x	0	-.38E-3	-.0140	-.0444	-.0331	0	.03305	.04444	.01402	.00038	0
T	-0.0324										-0.0324

Tablo 3.234: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.53E-5	-.71E-5	-.87E-5	-.94E-5	-.75E-5	0	.75E-5	.94E-5	.87E-5	.71E-5	.52E-5
M_x	0	-.0026	-.0158	-.0416	-.0242	0	.02426	.04158	.01576	.00260	0
T	-0.0665										-0.0665

Tablo 3.235: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.64E-5	-.77E-5	-.87E-5	-.90E-5	-.71E-5	0	.71E-5	.90E-5	.87E-5	.77E-5	.64E-5
M_x	0	-.0023	-.0128	-.0337	-.0124	0	.01239	.03374	.01282	.00229	0
T	-0.0697										-0.0697

Tablo 3.236: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=21000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.68E-5	-.77E-5	-.84E-5	-.84E-5	-.66E-5	0	.66E-5	.84E-5	.84E-5	.77E-5	.68E-5
M_x	0	-.0017	-.0010	-.0268	-.0019	0	.00192	.02681	.00996	.00173	0
T	-0.0622										-0.0622

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.0'da olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=3.4574, C=3483.4333 kN/m^3, C_T=1149.2089 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=6.6725, C=2928.6192 kN/m^3, C_T=1096.1069 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=9.9693, C=2847.5753 kN/m^3, C_T=1074.4285 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=13.2731, C=2819.0018 kN/m^3, C_T=1066.7358 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.237 H=10m için Tablo 3.238, H=15m için Tablo 3.239, H=20m için Tablo 3.240'de verilmiştir.

Tablo 3.237: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.30E-4	-.21E-5	.84E-5	.10E-4	.85E-5	.57E-5	.32E-5	.14E-5	.35E-6	-.28E-6	-.72E-6
M_x	1	.13006	.15890	.07217	.01589	-.0101	-.0174	-.0152	-.0098	-.0041	0
T	-0.2128										0.0065

Tablo 3.238: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.32E-4	-.30E-5	.86E-5	.11E-4	.97E-5	.68E-5	.41E-5	.20E-5	.68E-6	-.21E-6	-.87E-6
M_x	1	.13568	.16839	.08161	.02281	-.0064	-.0162	-.0156	-.0106	-.0046	0
T	-0.2283										0.0067

Tablo 3.239: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.32E-4	-.32E-5	.86E-5	.11E-4	.99E-5	.70E-5	.43E-5	.22E-5	.74E-6	-.19E-6	-.90E-6
M_x	1	.13715	.17049	.08354	.02416	-.0057	-.0160	-.0157	-.0107	-.0047	0
T	-0.2203										0.0068

Tablo 3.240: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.0'da)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.33E-4	-.32E-5	.87E-5	.11E-4	.10E-4	.71E-5	.43E-5	.22E-5	.77E-6	-.19E-6	-.91E-6
M_x	1	.13767	.17125	.08424	.02466	-.0054	-.0159	-.0157	-.0108	-.0048	0
T	-0.2265										0.0069

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.1'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=3.0000, C=3254.3276 kN/m^3, C_T=1343.8988 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=5.7282, C=2553.8957 kN/m^3, C_T=1295.8095 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=8.5635, C=2463.1803 kN/m^3, C_T=1259.5709 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=11.4051, C=2431.9031 kN/m^3, C_T=1246.3914 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.241 H=10m için Tablo 3.242, H=15m için Tablo 3.243, H=20m için Tablo 3.244'de verilmiştir.

Tablo 3.241: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
W	-.23E-4	-.57E-5	.69E-5	.10E-4	.90E-5	.64E-5	.38E-5	.19E-5	.67E-6	-.13E-6	-.71E-6
M_x	0	.09633	.10436	.08107	.02454	-.0053	-.0154	-.0150	-.0102	-.0045	0
T	-0.2128										0.0065

Tablo 3.242: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.26E-4	-.68E-5	.71E-5	.11E-4	.11E-4	.79E-5	.51E-5	.29E-5	.12E-5	.88E-7	-.82E-6
M_x	0	.10018	.11392	.09211	.03360	.00034	-.0130	-.0148	-.0109	-.0052	0
T	-0.2145										0.0068

Tablo 3.243: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.26E-4	-.71E-5	.71E-5	.11E-4	.11E-4	.82E-5	.54E-5	.30E-5	.13E-5	.12E-6	-.84E-6
M_x	0	.10150	.11633	.09452	.03541	.00140	-.0126	-.0147	-.0110	-.0053	0
T	-0.2131										0.0069

Tablo 3.244: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.1'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.27E-4	-.72E-5	.71E-5	.12E-4	.11E-4	.83E-5	.55E-5	.31E-5	.14E-5	.14E-6	-.86E-6
M_x	0	.10198	.11721	.09539	.03607	.00179	-.0124	-.0147	-.0110	-.0053	0
T	-0.2126										0.0069

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.2'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.4142, C=3084.5592 kN/m^3, C_T=1674.0321 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.4970, C=2085.4754 kN/m^3, C_T=1702.5018 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.7139, C=1963.4770 kN/m^3, C_T=1633.1671 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.9441, C=1925.2217 kN/m^3, C_T=1604.4093 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.245 H=10m için Tablo 3.246, H=15m için Tablo 3.247, H=20m için Tablo 3.248'de verilmiştir.

Tablo 3.245: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.17E-4	-.11E-4	-.57E-6	.83E-5	.10E-4	.86E-5	.61E-5	.38E-5	.19E-5	.53E-6	-.60E-6
M_x	0	.00468	.02693	.05156	.05116	.01167	-.0080	-.0131	-.0107	-.0054	0
T	-0.1610										0.0060

Tablo 3.246: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.19E-4	-.12E-4	-.72E-6	.88E-5	.11E-4	.98E-5	.73E-5	.48E-5	.27E-5	.11E-5	-.33E-6
M_x	0	.00342	.03091	.06120	.06253	.02121	-.0019	-.0102	-.0101	-.0057	0
T	-0.1726										0.0031

Tablo 3.247: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.19E-4	-.12E-4	-.81E-6	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.78E-5	.52E-5	.30E-5	.12E-5	-.31E-6
M_x	0	.00354	.03241	.06401	.06527	.02324	-.65E-3	-.0097	-.0099	-.0057	0
T	-0.1722										0.0027

Tablo 3.248: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.2'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.20E-4	-.12E-4	-.86E-6	.91E-5	.12E-4	.10E-4	.80E-5	.53E-5	.31E-5	.13E-5	-.30E-6
M_x	0	.00362	.03330	.06506	.06628	.02398	.23E-3	-.0095	-.0099	-.0057	0
T	-0.1719										0.0012

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.3'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=2.3174, C=3074.2224 kN/m^3, C_T=1738.3950 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=4.1886, C=1975.7204 kN/m^3, C_T=1846.7899 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=6.1807, C=1821.6461 kN/m^3, C_T=1787.3504 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=8.2005, C=1773.3283 kN/m^3, C_T=1757.9803 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.249 H=10m için Tablo 3.250, H=15m için Tablo 3.251, H=20m için Tablo 3.252'de verilmiştir.

Tablo 3.249: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.91E-5	-.94E-5	-.76E-5	.53E-7	.74E-5	.86E-5	.71E-5	.48E-5	.28E-5	.11E-5	-.32E-6
M_x	0	-.0335	-.0288	.00442	.03854	.04530	.01044	-.0064	-.0097	-.0060	0
T	-0.0984										0.0035

Tablo 3.250: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.12E-4	-.12E-4	-.87E-5	.97E-7	.86E-5	.11E-4	.93E-5	.70E-5	.45E-5	.24E-5	.42E-6
M_x	0	-.0377	-.0320	.00645	.04619	0.5539	.01941	-.39E-3	-.0068	-.0054	0
T	-0.1179										-0.0019

Tablo 3.251: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.13E-4	-.12E-4	-.90E-5	.10E-6	.89E-5	.11E-4	.98E-5	.75E-5	.50E-5	.27E-5	.58E-6
M_x	0	-.0385	-.0328	.00714	.04847	.05793	.02148	.00095	-.0061	-.0052	0
T	-0.1196										-0.0053

Tablo 3.252: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.3'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.13E-4	-.12E-4	-.91E-5	.11E-6	.90E-5	.11E-4	.10E-4	.77E-5	.51E-5	.28E-5	.64E-6
M_x	0	-.0389	-.0331	.00742	.04936	.05889	.02224	.00143	-.0059	-.0051	0
T	-0.1200										-0.0057

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.4'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=1.8287, C=3114.8528 kN/m^3, C_T=2104.9580 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=3.0482, C=1637.6003 kN/m^3, C_T=2641.9622 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=4.3013, C=1343.5080 kN/m^3, C_T=2687.1973 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=5.6223, C=1256.2032 kN/m^3, C_T=2645.9567 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.253 H=10m için Tablo 3.254, H=15m için Tablo 3.255, H=20m için Tablo 3.256'da verilmiştir.

Tablo 3.253: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.44E-5	-.67E-5	-.83E-5	-.71E-5	-.42E-7	.71E-5	.82E-5	.67E-5	.45E-5	.24E-5	.47E-6
M_x	0	-.0121	-.0432	-.0335	-.55E-4	.03329	.04253	.01055	-.0039	-.0053	0
T	-0.0546										-0.0058

Tablo 3.254: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.77E-5	-.95E-5	-.10E-4	-.82E-5	.23E-7	.82E-5	.10E-4	.92E-5	.71E-5	.48E-5	.25E-5
M_x	0	-.0172	-.0498	-.0369	.00054	.03818	.05161	.01981	.00261	-.0025	0
T	-0.0848										-0.0281

Tablo 3.255: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.89E-5	-.11E-4	-.11E-4	-.86E-5	.35E-7	.86E-5	.11E-4	.10E-4	.81E-5	.57E-5	.34E-5
M_x	0	-.0187	-.0519	-.0383	.00081	.04018	.05458	.02268	.00467	-.0016	0
T	-0.0906										-0.0345

Tablo 3.256: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.4'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.94E-5	-.11E-4	-.11E-4	-.88E-5	.40E-7	.88E-5	.11E-4	.10E-4	.85E-5	.61E-5	.37E-5
M_x	0	-.0194	-.0530	-.0392	.00094	.04138	.05604	.02393	.00550	-.0012	0
T	-0.0920										-0.0363

E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 ve tekil yükün x/L=0.5'de olması halinde,

H=5m için hesaplanan γ=0.9619, C=3535.3077 kN/m^3, C_T=2835.3782 kN/m;
H=10m için hesaplanan γ=1.3446, C=1654.3120 kN/m^3, C_T=5032.2895 kN/m;
H=15m için hesaplanan γ=1.4647, C=1082.6504 kN/m^3, C_T=7236.7467 kN/m;
H=20m için hesaplanan γ=1.5055, C=807.25708 kN/m^3, C_T=9508.0647 kN/m'dir.

Yapılan hesap sonucunda elde edilen değerler w (m) çökme, M_x (kNm) moment, T (kN) kirişin sol ve sağ uçlarındaki sınır kesme kuvvetleri olmak üzere; H=5m için Tablo 3.257 H=10m için Tablo 3.258, H=15m için Tablo 3.259, H=20m için Tablo 3.260'da verilmiştir.

Tablo 3.257: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=5.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.16E-5	-.37E-5	-.58E-5	-.73E-5	-.65E-5	0	.65E-5	.73E-5	.58E-5	.37E-5	.16E-5
M_x	0	.00218	-.0083	-.0364	-.0257	0	.02568	.03635	.00833	-.0022	0
T	-0.0243										-0.0243

Tablo 3.258: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=10.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.41E-5	-.58E-5	-.74E-5	-.83E-5	-.69E-5	0	.69E-5	.83E-5	.74E-5	.58E-5	.41E-5
M_x	0	-.76E-3	-.0119	-.0360	-.0186	0	.01861	.03600	.01193	.75E-3	0
T	-0.0622										-0.0622

Tablo 3.259: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=15.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.52E-5	-.64E-5	-.76E-5	-.81E-5	-.65E-5	0	.65E-5	.81E-5	.76E-5	.64E-5	.52E-5
M_x	0	-.97E-3	-.0100	-.0293	-.0073	0	.00726	.02928	.01000	.97E-3	0
T	-0.0697										-0.0697

Tablo 3.260: Tekil Moment Durumu (E_1=7000 kN/m^2, E_2=35000 kN/m^2 karesel artan, H=20.0m, x/L=0.5'de)

x/L	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
w	-.57E-5	-.65E-5	-.73E-5	-.75E-5	-.61E-5	0	.61E-5	.75E-5	.73E-5	.65E-5	.57E-5
M_x	0	-.69E-3	-.0076	-.0226	.00355	0	-.0036	.02263	.00760	.69E-3	0
T	-0.0644										-0.0644

4. SONUÇLAR

Sayısal örneklerde kiriş üzerine yayılı yük, tekil yük ve tekil moment ayrı ayrı yüklenmiştir. Elastisite modülünün derinlik boyunca sabit, derinlikle lineer değişen ve derinlikle karesel değişen olması durumları için farklı sıkışabilir zemin tabakası kalınlıkları (H) dikkate alınarak yapılmıştır.

Kiriş üzerine yayılı yük etkimesi halinde, sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça zemin elastik yataklanma katsayısının (C) azaldığı ve zemin kayma parametresinin (C_T) arttığı gözlenmiştir. Zemin yüzey parametresinin (γ) ise sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça, önce arttığı sonra azaldığı gözlenmiştir.

Kiriş üzerine tekil yük etkimesi halinde de sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça zemin elastik yataklanma katsayısının (C) azaldığı ve zemin kayma parametresinin (C_T) arttığı gözlenmiştir. Zemin yüzey parametresinin (γ) ise sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça, önce arttığı sonra azaldığı gözlenmiştir.

Kiriş üzerine tekil moment etkimesi ve zemin elastisite modülünün derinlik boyunca sabit olması halinde, sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça zemin elastik yataklanma katsayısının (C) azaldığı zemin kayma parametresinin (C_T) arttığı gözlenmiştir. Zemin elastisite modülünün derinlik boyunca lineer veya karesel değişmesi halinde ise sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça zemin elastik yataklanma katsayısının (C) azaldığı gözlenmiştir. Fakat zemin kayma parametresinin (C_T), sıkışabilir tabaka kalınlığına (H) göre değişimi tekil momentin kiriş üzerine etkidiği noktaya bağlı olarak farklılık göstermektedir. Tekil momentin kiriş uçlarına yakın mesafelere yüklendiği durumlarda, sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça zemin kayma parametresinin (C_T) azaldığı; tekil momentin kiriş ortasına yakın mesafelere yüklendiği durumlarda sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça zemin kayma parametresinin de (C_T) arttığı gözlenmiştir.

Kiriş üzerine yayılı yük etkimesi halinde, sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça kiriş uçlarındaki sınır kesme kuvvetlerinin ($T_{sol}/T_{sağ}$) arttığı gözlenmiştir. Bu durum hesap sonuçlarının özeti olarak Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Sınır Kesme Kuvvetleri (Yayılı Yük Durumu)

H (m)	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\ z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
5	41.183	-41.183	34.964	-34.964	32.230	-32.230	34.669	-34.669	30.988	-30.988
10	76.580	-76.580	68.375	-68.375	64.825	-64.825	67.915	-67.915	62.990	-62.990
15	95.425	-95.425	88.925	-88.925	85.94	-85.94	88.425	-88.425	84.135	-84.135
20	105.13	-105.13	100.455	-100.455	98.23	-98.23	100.005	-100.005	96.695	-96.695

Kiriş üzerine tekil yük veya tekil moment etkimesi halinde kiriş uçlarındaki sınır kesme kuvvetlerinin ($T_{sol}/T_{sağ}$) sıkışabilir tabaka kalınlığına (H) göre değişimi tekil yükün/momentin kiriş üzerine etkidiği noktaya bağlı olarak farklılık göstermektedir. Tekil yükün/momentin kiriş uçlarına yakın mesafelere yüklendiği durumlarda; sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça, kiriş üzerine etkiyen tekil yüke/momente yakın olan sınır kesme kuvvetinin (T_{sol}) önce arttığı sonra azaldığı gözlenmiştir. Tekil yükün/momentin kiriş ortasına yakın mesafelere yüklendiği durumlarda sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça, kiriş üzerine etkiyen tekil yüke/momente yakın olan sınır kesme kuvvetinin (T_{sol}) arttığı gözlenmiştir. Fakat kiriş üzerine etkiyen tekil yüke/momente uzak olan sınır kesme kuvvetinin ($T_{sağ}$), yükün/momentin etkidiği noktadan bağımsız olarak, sıkışabilir tabaka kalınlığı (H) arttıkça arttığı gözlenmiştir.

Kiriş üzerine tekil yük etkimesi halinde sınır kesme kuvvetlerinin zemin elastisite modülünün derinlik boyunca sabit, derinlikle lineer artan ve derinlikle karesel artan olması durumlarındaki değişimi, sıkışabilir zemin tabakası kalınlığı H=5.0m için Tablo 4.2, H=10.0m için Tablo 4.3, H=15.0m için Tablo 4.4 ve H=15.0m için Tablo 4.5'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=5m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\ z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	0.7732	0.0112	0.7486	0.0042	0.7404	0.0019	0.7384	0.0062	0.7188	0.0036
0.1	0.5602	0.0140	0.5112	0.0083	0.4870	0.0053	0.5094	0.0106	0.4790	0.0080
0.2	0.3608	0.0126	0.2961	0.0106	0.2641	0.0078	0.3004	0.0132	0.2649	0.0114
0.3	0.2076	0.00657	0.1478	0.0109	0.1210	0.0094	0.1527	0.0134	0.1226	0.0139
0.4	0.1020	-0.0076	0.0586	0.0059	0.0417	0.0077	0.0618	0.0074	0.0417	0.0119
0.5	0.0351	-0.0351	0.0099	-0.0099	0.0021	-0.0021	0.0114	-0.0114	0.0010	-0.0010

Tablo 4.3: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=10m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\,z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	0.9246	-0.0107	0.9259	-0.0037	0.9253	-0.0028	0.9207	-0.0009	0.9150	-0.0019
0.1	0.7242	-0.0450	0.7033	-0.0277	0.6900	-0.0227	0.7035	-0.0245	0.6870	-0.0164
0.2	0.5500	-0.0739	0.5076	-0.0476	0.4842	-0.0389	0.5102	-0.0450	0.4830	-0.0325
0.3	0.4059	-0.1053	0.3541	-0.0720	0.3283	-0.0602	0.3566	-0.0700	0.3260	-0.0534
0.4	0.2865	-0.1419	0.2350	-0.1025	0.2115	-0.0874	0.2377	-0.1023	0.2096	-0.0824
0.5	0.1848	-0.1848	0.1396	-0.1396	0.1199	-0.1199	0.1437	-0.1437	0.1215	-0.1215

Tablo 4.4: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=15m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\,z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	0.8774	-0.0932	0.9067	-0.0658	0.9174	-0.0564	0.9061	-0.0626	0.9187	-0.0486
0.1	0.7208	-0.1415	0.7281	-0.1070	0.7277	-0.0940	0.7297	-0.1033	0.7299	-0.0847
0.2	0.5925	-0.1775	0.5787	-0.1381	0.5684	-0.1224	0.5803	-0.1352	0.5682	-0.1136
0.3	0.4843	-0.2149	0.4556	-0.1733	0.4396	-0.1561	0.4565	-0.1709	0.4365	-0.1475
0.4	0.3897	-0.2556	0.3513	-0.2127	0.3321	-0.1940	0.3521	-0.2119	0.3284	-0.1876
0.5	0.3018	-0.3018	0.2559	-0.2559	0.2339	-0.2339	0.2587	-0.2587	0.2340	-0.2340

Tablo 4.5: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Yük Durumu, H=20m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\,z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	0.7948	-0.1799	0.8333	-0.1435	0.8483	-0.1294	0.8361	-0.1399	0.8574	-0.1192
0.1	0.6800	-0.2252	0.7005	-0.1860	0.7072	-0.1698	0.7029	-0.1821	0.7128	-0.1589
0.2	0.5865	-0.1802	0.5889	-0.2182	0.5873	-0.2009	0.5905	-0.2148	0.5890	-0.1907
0.3	0.5073	-0.2926	0.4951	-0.2539	0.4873	-0.2369	0.4955	-0.2509	0.4852	-0.2271
0.4	0.4374	-0.3296	0.4139	-0.2935	0.4013	-0.2768	0.4134	-0.2915	0.3969	-0.2688
0.5	0.3728	-0.3728	0.3389	-0.3389	0.3218	-0.3218	0.3388	-0.3388	0.3176	-0.3176

Kiriş üzerine tekil moment etkimesi halinde sınır kesme kuvvetlerinin zemin elastisite modülünün derinlik boyunca sabit, derinlikle lineer artan ve derinlikle karesel artan olması durumlarındaki değişimi, sıkışabilir zemin tabakası kalınlığı H=5.0m için Tablo 4.6, H=10.0m için Tablo 4.7, H=15.0m için Tablo 4.8 ve H=15.0m için Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.6: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=5m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\,z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	-0.2234	0.0068	-0.2369	0.0056	-0.2473	0.0044	-0.2268	0.0065	-0.2128	0.0065
0.1	-0.2072	0.0070	-0.2185	0.0062	-0.2271	0.0052	-0.2102	0.0068	-0.2128	0.0065
0.2	-0.1630	0.0019	-0.1647	0.0057	-0.1652	0.0055	-0.1619	0.0057	-0.1610	0.0060
0.3	-0.1092	-0.0007	-0.1000	0.0032	-0.0929	0.0046	-0.1031	0.0078	-0.0984	0.0035
0.4	-0.0719	-0.0171	-0.0896	-0.0896	-0.0486	-0.0030	-0.0617	-0.0099	-0.0546	-0.0058
0.5	-0.0456	-0.0456	-0.0300	-0.0300	-0.0223	-0.0223	-0.0324	-0.0324	-0.0243	-0.0243

Tablo 4.7: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=10m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\,z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	-0.2259	0.0069	-0.2335	0.0063	-0.2401	0.0057	-0.2271	0.0068	-0.2283	0.0067
0.1	-0.2119	0.0069	-0.2190	0.0066	-0.2250	0.0062	-0.2132	0.0069	-0.2145	0.0068
0.2	-0.1713	0.0026	-0.1743	0.0034	-0.1763	0.0038	-0.1720	0.0029	-0.1726	0.0031
0.3	-0.1201	-0.0060	-0.1160	-0.0026	-0.1121	0.0005	-0.1189	0.0049	-0.1179	-0.0019
0.4	-0.0910	-0.0198	-0.0833	-0.0833	-0.0772	-0.0214	-0.0876	-0.0310	-0.0848	-0.0281
0.5	-0.0713	-0.0713	-0.0650	-0.0650	-0.0608	-0.0608	-0.0665	-0.0665	-0.0622	-0.0622

Tablo 4.8: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=15m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\,z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	-0.2259	0.0069	-0.2311	0.0065	-0.2358	0.0061	-0.2264	0.0069	-0.2203	0.0068
0.1	-0.2119	0.0069	-0.2168	0.0067	-0.2212	0.0065	-0.2125	0.0069	-0.2131	0.0069
0.2	-0.1715	0.0025	-0.1737	0.0031	-0.1754	0.0035	-0.1719	0.0026	-0.1722	0.0027
0.3	-0.1205	-0.0062	-0.1178	-0.0038	-0.1152	-0.0020	-0.1200	-0.0058	-0.1196	-0.0053
0.4	-0.0932	-0.0379	-0.0881	-0.0317	-0.0836	-0.0271	-0.0919	-0.0361	-0.0906	-0.0345
0.5	-0.0678	-0.0678	-0.0688	-0.0688	-0.0683	-0.0683	-0.0697	-0.0697	-0.0697	-0.0697

Tablo 4.9: Sınır Kesme Kuvvetleri (Tekil Moment Durumu, H=20m)

x/L	$E_s(z)=E_1=E_2$		$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)z/H$				$E_s(z)=E_1+(E_2-E_1)\ z^2/H^2$			
			$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$		$E_2/E_1=3$		$E_2/E_1=5$	
	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$	T_{sol}	$T_{sağ}$
0.0	-0.2259	0.0069	-0.2299	0.0066	-0.2336	0.0063	-0.2262	0.0069	-0.2265	0.0069
0.1	-0.2119	0.0069	-0.2108	0.0068	-0.2191	0.0663	-0.2123	0.0069	-0.2126	0.0069
0.2	-0.1715	0.0025	-0.1733	0.0030	-0.1747	0.0033	-0.1717	0.0026	-0.1719	0.0012
0.3	-0.1205	-0.0062	-0.1185	-0.0043	-0.1165	0.0029	-0.1202	-0.0060	-0.1200	-0.0057
0.4	-0.0932	-0.0379	-0.0896	-0.0333	-0.0860	-0.0295	-0.0927	-0.0372	-0.0902	-0.0363
0.5	-0.0578	-0.0578	-0.0612	-0.0612	-0.0624	-0.0624	-0.0622	-0.0622	-0.0644	-0.0644

KAYNAKLAR

[1] Kimençe B., 1989. İki Parametreli Elastik Zemine Oturan Dairesel Plak ve Basık Küresel Kabuk Tabanlı Silindirik Tank, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul

[2] Gören, K.K., 2002. İki parametreli elastik zemine oturan plaklar, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[3] Fettahoğlu, A., 2003. Zeminle etkileşim içindeki ayrık plaklarda Vlasov parametrelerinin sonlu elemanlarla belirlenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[4] Seyrek, T., 2004. Eğik tabanlı Vlasov zemini üzerine oturan kirişlerin karışık sonlu elemanlar ile incelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[5] Balcı, M., 2005. İki parametreli kademeli Vlasov tipi zemin modelinin incelemesi, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[6] Saygun, A., Trupia, A., Eren, İ., 1993. Elastik Zemine Oturan Kirişli ve Kirişsiz Radye Temellerin Hesabı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul

[7] Çelik, M., 1995. Plak Sonlu Elemanlarda Kayma Şekil Değiştirmelerinin Göz Önüne Alınarak İki Parametreli Zemine Oturan Plakların Hesabı, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul

[8] Vallabhan, C.V.G., Straughan, W.T., Das.Y.C., 1991. Refined Model for Analysis of Plates on Elastic Foundations, *Journal of Engineering Mechanics*, Vol.117, No 12, pp.2830-2844

[9] Daloğlu, A., 1992. A Consistent Vlasov Model for Analysis of Plates on Elastic Foundations Using Finite Element Method. *Doctor Philosophy*, Texas Technical University

[10] Dindar, A.A., 2002. İki Parametreli Vlasov Zemine Oturan Homojen İzotrop Plakların Karışık Sonlu Elemanlar Metodu İle Analizi, *Y.Lisans Tezi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul

[11] Saygun, A., 1974. Yüzeysel Taşıyıcı Sistemlerin Hesabı İçin Eğrisel Sonlu Elemanlar, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi, İstanbul

[12] Çelik, M. and Saygun, A., 1999. A method for the analysis of plates on a two parameter foundation, *Solids and Structures. J. Int.,* **36,** 2891-2915.

[13] Nogami, T., Lam, Y.C., 1987. Two-parameter layer model for analysis of slabs on elastic foundations. *Journal of Engineering Mechanics*, **113 (9),** 1279-1291

[14] Nogami, T., O'Neil, M.W., 1985. Beam on generalized two-parameter foundation. . *Journal of Engineering Mechanics*, **111 (5),** 664-679

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Erzurum'da doğan Mustafa Onur GÜRASLAN, ilk ve orta ve lise öğrenimini Tokat'ın Turhal ilçesinde tamamlamıştır. 2002 yılında Turhal Anadolu Lisesi'nden mezun olduktan sonra aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne girmiştir. Dört yıllık inşaat mühendisliği eğitimini başarıyla tamamlayıp 2006 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı Yapı Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır.

Mezun olduktan sonra yüksek lisans eğitiminin yanında çalışma hayatına da başlayan Mustafa Onur GÜRASLAN halen EVKO MÜHENDİSLİK İnş. San. Tic. Ltd. şirketinde inşaat mühendisi olarak çalışmaktadır.