T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETONARME YÜKSEK BİNALARIN PERFORMANSA DAYALI SİSMİK TASARIMI

Kamran SAMADI

Doç. Dr. Barış SAYIN

Dr. Barış GÜNEŞ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

İSTANBUL-2020

Bu çalışma, 13.11.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İnşaat Mühendisliği Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. Barış Sayın (Danışman)
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Doç. Dr. Turgay Çoşgun
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Mühendislik Fakültesi

Prof. Dr. Mücteba Uysal
Yıldız Teknik Üniversitesi
İnşaat Fakültesi

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa'nın abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin ..... numaralı projesi ile desteklenmiştir.
Bu tez, ... numaralı ..... projesi ile desteklenmiştir.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada literatürde geniş ve kapsamlı olarak araştırılmakta olan betonarme yüksek binaların araştırması için yeni bir adım atılması amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikle yapı analiz teknikleri, deprem mühendisliği, çeşitli deprem yönetmelikleri ve prosedürler incelenmiştir. Çalışmada ilk aşamada az katlı bina analizi araştırılırken ikinci aşamada yüksek bina analizi irdelenmiştir. Bu yüzden çalışma boyunca birkaç kez yöntem değiştirilmiştir. Buna karşın bunu başarmak için her bir araştırmacının yeterince özgürlüge ihtiyaci vardır. Tez danışmanlarım, saygıdeğer Doç. Dr. Barış Sayın ve saygıdeğer Dr. Barış Güneş'ten tez sürecinden vizyonuma inançlarından dolayı ve benim kendi bilimsel hatalarımı yaparak bu yolda ilerlememe yönelik sabır gösterdikleri için samimiyetle teşekkür ve sonsuz saygılarımı sunmak isterim. Sunulan çalışmanın yüksek binaların araştırılmasına yönelik İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda ilerleyen dönemlerde bu konu hakkında araştırma yapan arkadaşlar için faydalı ve vizyon katan bir metin olması umulmaktadır.

Kasım 2020 Kamran SAMADI

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ ..... **ivv**
İÇİNDEKİLER ..... **v**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **x**
TABLO LİSTESİ ..... **xv**
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ ..... **xxiii**
ÖZET ..... **xxx**
SUMMARY ..... **xxxixxxii**
1. GİRİŞ **1**
1.1. YÜKSEK BİNALARIN NEDENI 1
1.2. YÜKSEK BİNALARIN TANITIMI 2
1.2.1. Yüksek Binaların Sosyal Tanıtımı 2
1.2.1.1. Yüksek Binaların Geleceği 2
1.2.1.2. Yüksek Binaların Yeni Enerji ve Ekonomi Sisteminde Yeri 3
1.2.1.3. Yüksek Binalar Hümanizmi Nasıl Etkilecektir 3
1.2.2. Yüksek Binaların Mühendislik Tanıtımı 4
1.2.2.1. Yükseklik 4
1.2.2.2. Cephe Oranı (Aspect Ratio) 5
1.2.2.3. Yapısal Davraış 5
1.3. TEZİN ÇERÇEVESİ 6
2. GENEL KISIMLAR **8**
2.1. GENEL LİTERATÜR 8
2.1.1. TBDY-2018 Yönetmeliği Kapsamında Yayınlanan Çalışmalar 8
2.1.2. Diğer Prosedürler Kapsamında Yayınlanan Çalışmalar 10
2.2. BETONARME YÜKSEK BİNALAR 17
3. MALZEME VE YÖNTEM **22**

3.1. YAPI MODELİNİN GEOMETRİSİ 22
3.2. YAPI MODELİNİN YÜK TAŞIYICI SİSTEMİ 24
3.2.1. Düşey Yük Taşıyacı Sistemi 24
3.2.2. Yatay Yük Taşıyacı Sistemi 24
3.3. MALZEME TANIMLAMASI 25
3.3.1. Beton 25
3.3.2. Çelik 27
3.4. ZEMİN ÖZELLİKLERİ 28
3.5. BİNANIN MARUZ KALDIĞI YÜKLER 28
3.5.1. Düşey Statik Yükler 28
3.5.1.1. Sabit Yükler 28
3.5.1.2. Hareketli Yükler 30
3.5.1.3. Kar Yükü 31
3.5.1.4. İnşaat Yükleri (Construction Load) 32
3.5.1.5. Yağmur Yükü 33
3.5.1.6. Buz Yükü 33
3.5.2. Yatay Yükler 33
3.5.2.1. Deprem Yükü 33
3.5.2.1.1. Deprem Parametrelerinin Hesaplanması 34
3.5.2.1.2. I Aşama'da Deprem Yüklerinin Tanımlanması 48
3.5.2.1.3. Modelin Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Hesaplanması 51
3.5.2.2. Ruzgar Yükü 53
3.6. YAPISAL ELEMANLARIN ÖN BOYUTLANDIRILMASI 54
3.6.1. Kolon Ön Boyutlandırması 54
3.6.2. Döşemelerin Modelenmesi ve Ön Böyütlandırılması 59
3.6.3. Geçiş Katlarda Döşemelerin Modelenmesi 60
3.6.4. Kirişlerin Ön Böyütlandırılması 61

3.6.5. Çekirdek Perdelerin Ön Böyütlandırılması 62
3.6.6. Bağ Derecesi Katsayısı Hesaplanması 64
3.7. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER 65
3.7.1. Planda Düzensizlikler 65
3.7.1.1. Burulma Düzensizliği 65
3.7.1.2. Döşeme Süreksizlikleri Düzensizliği 70
3.7.1.3. Planda Çıkıntılar Bulunması Düzensizliği 71
3.7.2. Düşeyde Düzensizlikler 71
3.7.2.1. Zayıf Kat Düzensizliği 71
3.7.2.2. Yümüşak Kat Düzensizliği 71
3.8. MODELİN ANALİZLERİ 74
3.8.1. Mod Birleştirme Analizi 74
3.8.1.1. Mod Birleştirme Analizinde R Katsayısı 74
3.8.1.2. Mod Birleştirme Analizinin Sonuçları 78
3.8.1.3. Göreli Kat Öteleme Kontrolları 82
3.8.1.4. Mod Birleştirme Analizininde Düzensizlik Kontrolları 94
3.8.1.5. İkinci Mertebe Etkileri 98
3.9. ELEMANLARIN TASARIMI 105
3.9.1. Yük Kombinasyonları 105
3.9.2. Bodrum Perdelerine Etkiyen Yatay Zemin İtkisi 107
3.9.3. Kolon Tasarımı 108
3.9.3.1. Kolon Boyuna Donatı Kontrolu 113
3.9.3.2. Kolon Enine Donatı Kontrolu 113
3.9.4. Kiriş Tasarımı 116
3.9.4.1. Kiriş Boyuna Donatı Hesabı 116
3.9.4.2. Kiriş Enine Donatı Hesabı 121
3.9.4.3. Kiriş Kesitlerinin Tiplendirilmesi 126

3.9.5. Perde Tasarımı 142
3.9.5.1. Perde Gövde Enkesit Koşulu 142
3.9.5.2. Perde kolu Enkesit Koşulu 143
3.9.5.3. Kiritik Perde Yüksekliği Hesabı 144
3.9.5.4. Perde Üç Bölgeleri Hesabı 145
3.9.5.5. Perde Gövde Danatı Hesabı 146
3.9.5.6. Perde Üç Bölgeleri Danatı Hesabı 149
3.9.5.7. Perde Donatı Kontrolu 153
3.9.6. Bağ Kiriş Tasarımı 154
3.9.6.1. Bağ Kirişi Boyuna Donatı Hesabı 154
3.9.6.2. Bağ Kirişi Enine Donatı Hesabı 159
3.9.6.3. Bağ Kirişi Kesitlerinin Tiplendirilmesi 164
3.10. TASARIM AŞAMA II 175
3.10.1. Aşama II Taşıyıcı Sistem Modellemesi 175
3.10.2. Aşama II Deprem Hesabı 177
3.10.3. Aşama II Performans Değerlendirmesi 178
3.10.4. Aşama II Analiz Sonuçları 180
3.10.5. Aşama II Eleman Değerlendirmesi 181
3.10.5.1. Aşama II Kiriş E/K Değerlendirmesi 181
3.10.5.2. Aşama II Kolon E/K Değerlendirmesi 185
3.10.5.3. Aşama II Bağ Kiriş E/K Değerlendirmesi 191
3.11. TASARIM AŞAMA III 196
3.11.1. Aşama III Taşıyıcı Sistem Modellemesi 196
3.11.2. Aşama III Deprem Hesabı 198
3.11.3. Aşama III Performans Değerlendirmesi 198
3.11.3.1. Şekildeğiştirme Sınırları 198
3.11.3.2. İç Kuvvet Sınırları 199

3.11.3.3. Göreli Kat Ötelemesi Oranı Sınırları 200
3.11.4. Nonlinear Malzeme Modeli 201
3.11.4.1. Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi 201
3.11.4.2. Donatı Çeliğinin Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi 206
3.11.5. Elemanların Etkin Kesit Rijitlik Hesapları 209
3.11.6. Elemanların Malzeme Birim Şekildeğiştirme Sınırları 212
3.11.6.1. Betonun Birim Şekildeğiştirme Sınırlarının Hesapları 212
3.11.6.2. Donatı Çeliğinin Birim Şekildeğiştirme Sınırlarının Hesapları 215
3.11.7. Plastik Dönme Sınırlarının Hesabı 215
3.11.8. Zaman Tanım Alanında Deprem Yer Hareketlerinin Tanımlanması 218
3.11.8.1. Deprem Kaydı Seçimi 218
3.11.8.2. Deprem Kaydı Ölçeklendirilmesi 222
4. BULGULAR 278
5. TARTIŞMA VE SONUÇ 283
KAYNAKLAR 290
EKLER 293
EK 1. Kolon Eksenel Yükleri ve Kolon Eksenel Kapasiteleri 293
EK 2. Boşluklu Perdenin Bağ Kirişlerine Aktarılan Kesme Küvvetleri 310
EK 3. Yatay Elastik Tasarım Spektrum Değerleri 314
EK 4. Perde Donatı Kontrolu 347
ÖZGEÇMİŞ 367

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Bina Modelinin Bodrum Katları Planı 22
Şekil 3.2. Bina Modelinin Normal Katları Planı 23
Şekil 3.3. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-1 göre S_1 35
Şekil 3.4. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-1 göre S_s 35
Şekil 3.5. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-2 göre S_1 35
Şekil 3.6. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-2 göre S_s 36
Şekil 3.7. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-3 göre S_1 36
Şekil 3.8. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-3 göre S_s 36
Şekil 3.9. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-4 göre S_1 37
Şekil 3.10. AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-4 göre S_s 37
Şekil 3.11. Kısa periyot bölgesi için Yerel Zemin Etki Katsayıları 38
Şekil 3.12. 1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayıları 38
Şekil 3.13. DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu 40
Şekil 3.14. DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu 41
Şekil 3.15. DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu 41
Şekil 3.16. DD-4 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu 41
Şekil 3.17. DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu 43
Şekil 3.18. DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu 43
Şekil 3.19. DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu 44
Şekil 3.20. DD-4 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu 44

Şekil 3.21. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları 45
Şekil 3.22. Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) 46
Şekil 3.23: Bina Yükseklik Sınıfıları (BYS) 46
Şekil 3.24: Yapısal Elemanlarda Hasar Seviyelerine Göre Şekildeğiştirme 47
Şekil 3.25: Bina Taşıyıcı Sistemleri için R ve D Katsayıları 49
Şekil 3.26. Çekirdek Perde ve Çerçeve Perdelerinin Etkileşimi 61
Şekil 3.27. Düşey Elemanlarının Süreksizliği Düzensizliği 73
Şekil 3.28. Yazılımdan B33 Kirişin Sol Mesnedi için Elde Edilen Diagram 122
Şekil 3.29. Yazılımdan B33 Kirişin için Elde Edilen Diagram 124
Şekil 3.30. Yazılımdan B42 Bağ Kirişin Sol Mesnedi için Elde Edilen Diagram 160
Şekil 3.31. Yazılımdan B42 Bağ Kirişin için Elde Edilen Diagram 162
Şekil 3.32. Yazılımdan B33 Kirişin Sol Mesnedi için DD-4'de Elde Edilen Diagram 183
Şekil 3.33. Yazılımdan B33 Kirişin Sağ Mesnedi için DD-4'de Elde Edilen Diagram 184
Şekil 3.34. Kolonun Moment Doğruntusuna Göre Donatı Alanı Hesabı 186
Şekil 3.35. C10 Kolon İçin Yazılımdan Elde Edilen Eksenel Kuvvet 187
Şekil 3.36. C10 Kolon İçin Yazılımdan Elde Edilen M_3 Etki Momenti 188
Şekil 3.37. C10 Kolon İçin Yazılımdan Elde Edilen M_2 Etki Momenti 189
Şekil 3.38. Yazılımdan B42 Bağ Kiriş için DD-4'de Elde Edilen Diagram 194
Şekil 3.39. TBDY-2018'in EK 5A'da Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Grafi 201
Şekil 3.40. Manderin Makalesinde Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Grafi 201
Şekil 3.41. Yazılımda Sargısız Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Grafı 202
Şekil 3.42. Yazılımda Tanımlanan Sargısız Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi 205
Şekil 3.43. Yazılımda Donatı Çeliği için Tanımlanan Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi 208
Şekil 3.44. kat 1 ~ 3 Tip - A Kirişler İçin SD Section Kesit Modeli 209
Şekil 3.45. Yazılımda kat 1 ~ 3 Tip-A Kirişler İçin Moment-Eğrilik Eğrisi 210
Şekil 3.46. kat 1 ~ 3 Tip - A Kirişler İçin SD Section Kesit Modeli 212
Şekil 3.47. R_{jb} Parametresinin Fay Mekanizmasına Göre Tanıtımı 219
Şekil 3.48. D1 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kaydı Spektrumları 240

Şekil 3.49. D2 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kaydı Spektrumları 240
Şekil 3.50. D1 Doğruntusunda Kobe Deprem Kaydı Spektrumları 241
Şekil 3.51. D2 Doğruntusunda Kobe Deprem Kaydı Spektrumları 241
Şekil 3.52. D1 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kaydı Spektrumları 242
Şekil 3.53. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kaydı Spektrumları 242
Şekil 3.54. D1 Doğruntusunda Manjil Deprem Kaydı Spektrumları 243
Şekil 3.55. D2 Doğruntusunda Manjil Deprem Kaydı Spektrumları 243
Şekil 3.56. D1 Doğruntusunda Superstition Hill-02 Deprem Kaydı Spektrumları 244
Şekil 3.57. D2 Doğruntusunda Superstition Hill-02 Deprem Kaydı Spektrumları 244
Şekil 3.58. D1 Doğruntusunda 1485 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları 245
Şekil 3.59. D2 Doğruntusunda 1485 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları 245
Şekil 3.60. D1 Doğruntusunda 1529 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları 246
Şekil 3.61. D2 Doğruntusunda 1529 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları 246
Şekil 3.62. D1 Doğruntusunda Irpina Deprem Kaydı Spektrumları 247
Şekil 3.63. D2 Doğruntusunda Irpina Deprem Kaydı Spektrumları 247
Şekil 3.64. D1 Doğruntusunda Cap Mendocino Deprem Kaydı Spektrumları 248
Şekil 3.65. D2 Doğruntusunda Cap Mendocino Deprem Kaydı Spektrumları 248
Şekil 3.66. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kaydı Spektrumları 249
Şekil 3.67. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kaydı Spektrumları 249
Şekil 3.68. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kaydı Spektrumları 250
Şekil 3.69. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kaydı Spektrumları 250
Şekil 3.70. D1 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmemiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları 251
Şekil 3.71. D1 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları 251
Şekil 3.72. D2 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmemiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları 252
Şekil 3.71. D2 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları 252

Şekil 3.74. D1 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kayıdı 253
Şekil 3.75. D2 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kayıdı 253
Şekil 3.76. D1 Doğruntusunda Kobe Deprem Kayıdı 254
Şekil 3.77. D2 Doğruntusunda Kobe Deprem Kayıdı 254
Şekil 3.78. D1 Doğruntusunda Kocaelie Deprem Kayıdı 255
Şekil 3.79. D2 Doğruntusunda Kocaelie Deprem Kayıdı 255
Şekil 3.80. D1 Doğruntusunda Manjil Deprem Kayıdı 256
Şekil 3.81. D2 Doğruntusunda Manjil Deprem Kayıdı 256
Şekil 3.82. D1 Doğruntusunda Superstition Hills-02 Deprem Kayıdı 257
Şekil 3.83. D2 Doğruntusunda Superstition Hills-02 Deprem Kayıdı 257
Şekil 3.84. D1 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Deprem Kayıdı 258
Şekil 3.85. D2 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Deprem Kayıdı 258
Şekil 3.86. D1 Doğruntusunda 1529-Chi Chi Deprem Kayıdı 259
Şekil 3.87. D2 Doğruntusunda 1529-Chi Chi Deprem Kayıdı 259
Şekil 3.88. D1 Doğruntusunda Irpinia Deprem Kayıdı 260
Şekil 3.89. D2 Doğruntusunda Irpinia Deprem Kayıdı 260
Şekil 3.90. D1 Doğruntusunda Cape Mendocino Deprem Kayıdı 261
Şekil 3.91. D2 Doğruntusunda Cape Mendocino Deprem Kayıdı 261
Şekil 3.92. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kayıdı 262
Şekil 3.93. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kayıdı 262
Şekil 3.94. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdı 263
Şekil 3.95. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdı 263
Şekil 3.96. D1 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi 266
Şekil 3.97. D1 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi 266
Şekil 3.98. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi 267
Şekil 3.99. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi 267
Şekil 3.100. D1 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Signficant Duration Parametresi 268

Şekil 3.101. D1 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Effective Duration Parametresi 268
Şekil 3.102. D2 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Signficant Duration Parametresi 269
Şekil 3.103. D2 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Effective Duration Parametresi 269
Şekil 3.104. D1 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Signficant Duration Parametresi 270
Şekil 3.105. D1 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Effective Duration Parametresi 270
Şekil 3.106. D2 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Signficant Duration Parametresi 271
Şekil 3.107. D2 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Effective Duration Parametresi 271
Şekil 3.108. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Signficant Duration Parametresi 272
Şekil 3.109. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Effective Duration Parametresi 272
Şekil 3.110. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Signficant Duration Parametresi 273
Şekil 3.111. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Effective Duration Parametresi 273
Şekil 3.112. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi 274
Şekil 3.113. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi 274
Şekil 3.114. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi 275
Şekil 3.115. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi 275

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1.1. Cephe Oranı Sınıflandırılması 5

Tablo 1.2. Cephe Oranı Sınıflandırılması 5

Tablo 3.1. Beton Sınıfı 25

Tablo 3.2. B420C Çelik Sınıfının Mekanik Özellikleri 27

Tablo 3.3. Zemin Parametreleri 28

Tablo 3.4. Sabit Yükler 29

Tablo 3.5. Hareketli Yükler 30

Tablo 3.6. Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı 31

Tablo 3.7. Betonun Nihai Mükavemet Ulaşma Oranı 33

Tablo 3.8. Deprem Yer Hareketi Düzeyleri 34

Tablo 3.9. Deprem Yer Hareketi Düzeylerine Göre S_s ve S_1 37

Tablo 3.10. Deprem Yer Hareketi Düzeylerine Göre Yerel Zemin Etki Katsayıları 39

Tablo 3.11. Deprem Yer Hareketi Düzeylerine Göre S_{DS} ve S_{D1} 39

Tablo 3.12: Yatay Tasarım Spektrumunun Köşe Periyotları 40

Tablo 3.13: Düşey Elastik Tasarım İvme Sepektrumunun Köşe Periyotları 42

Tablo 3.14: Bina Performans Düzeyleri 47

Tablo 3.15: Yüksek Binaların Performans Düzeylerine Bağlı Tasarım Aşamaları 48

Tablo 3.16: Yüksek Binaların Normal Performans Düzeylerine Bağlı Tasarım Aşamaları ...48

Tablo 3.17: Modelin Tüm Tşıyacı Sistemine Gelen Moment 50

Tablo 3.18: Modelin Perdelerine Gelen Moment 50

Tablo 3.19: Modelin Tüm Katların katıldığı Durumda Periyotları 52

Tablo 3.20: Modelin Bodrum Katları Katılmazsızın Durumda Periyotları 52

Tablo 3.21: Kolon Tipleri ve Kolon Eksenel Kapasiteleri 55

Tablo 3.22: Kolon Eksenel Yükleri ve Kolon Eksenel Kapasiteleri 56

Tablo 3.23: Kirişlerin Ön Böyütlandırılması 62
Tablo 3.24: Perdelerin Net Kesit Alanları 63
Tablo 3.25: Perdelerin Net Kesit Alanları ve Ndm değerleri 63
Tablo 3.26: Burulma Düzensizliği Kontrolu 66
Tablo 3.27: Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolu 72
Tablo 3.28: Tasarım Aşamasına Göre Analiz Türleri 74
Tablo 3.29: Mod Birleştirme Analizinde R ve D Katsayıları 75
Tablo 3.30: X ve Y Eksenkeri Doğruntusunda Farklı R Katsayıları 77
Tablo 3.31: Modelin X ve Y Eksenkeri Doğruntusunda Farklı R Katsayıları 77
Tablo 3.32: Modelin Katlarına Ayıt Kütleler 78
Tablo 3.33: Modelin Üst Kısmına Ayıt Analiz Sonuçları 80
Tablo 3.34: Modelin Üst Kısmına Ayıt Mod Birleştirme Analizinin Sonuçları 81
Tablo 3.35: Modelin Alt Kısmına Ayıt Analiz Sonuçları 82
Tablo 3.36: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – X Ekseni – Üst Bölüm 83
Tablo 3.37: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – Y Ekseni – Üst Bölüm 86
Tablo 3.38: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – X Ekseni – Üst Bölüm 89
Tablo 3.39: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – Y Ekseni – Üst Bölüm 91
Tablo 3.40: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – X Ekseni – Alt Bölüm 92
Tablo 3.41: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – Y Ekseni – Alt Bölüm 92
Tablo 3.42: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – X Ekseni – Alt Bölüm 93

Tablo 3.43: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – Y Ekseni – Alt Bölüm 93
Tablo 3.44: Burulma Düzensizliği Mod Birleştirme Analizine göre – X ve Y Ekseni – Üst Bölüm 94
Tablo 3.45: Burulma Düzensizliği Mod Birleştirme Analizine göre – X ve Y Ekseni – Alt Bölüm 95
Tablo 3.46: Yumuşak Kat Düzensizliği Mod Birleştirme Analizine göre – X ve Y Ekseni – Alt Bölüm 96
Tablo 3.47: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri X Ekseni Yönünde – Eşdeğer Deprem Yükü Analizine Göre 99
Tablo 3.48: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri Y Ekseni Yönünde – Eşdeğer Deprem Yükü Analizine Göre 100
Tablo 3.49: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri X Ekseni Yönünde – Mod Birleştirme Analizine Göre 102
Tablo 3.50: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri X Ekseni Yönünde – Mod Birleştirme Analizine Göre 103
Tablo 3.51: Kolon Kesit Yeterliliği Kontrolunda Yük Kombinasyonları 109
Tablo 3.52: Modelin Kolon Kesit Yeterliliği Kontrolu 110
Tablo 3.53: Kolon Tiplerinin Boyuna Donatı Alanı Kontrolu 113
Tablo 3.54: Seçilen Enine Donatı Özellikleri 114
Tablo 3.55: Enine Donatı Alanı Kontrolu 115
Tablo 3.56: Etriyeler Arasında Yatay Mesafe Kontrolu 115
Tablo 3.57: B33 Kirişin Boyuna Donarı Alanı İhtiyacı 116
Tablo 3.58: B33 Kirişin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 117
Tablo 3.59: B33 Kirişin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 117
Tablo 3.60: Çekme Donatı Oranı Kontrolu 119

Tablo 3.61: Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 120
Tablo 3.62: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri Boyuna Donarı Alanı Seçimi 127
Tablo 3.63: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 127
Tablo 3.64: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 127
Tablo 3.65: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 128
Tablo 3.66: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 128
Tablo 3.67: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 128
Tablo 3.68: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 129
Tablo 3.69: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 129
Tablo 3.70: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 130
Tablo 3.71: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 130
Tablo 3.72: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 131
Tablo 3.73: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 131
Tablo 3.74: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 131
Tablo 3.75: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 132
Tablo 3.76: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 132
Tablo 3.77: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 133
Tablo 3.78: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 133
Tablo 3.79: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 133
Tablo 3.80: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 134
Tablo 3.81: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 134
Tablo 3.82: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 135

Tablo 3.83: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 135
Tablo 3.84: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 135
Tablo 3.85: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 136
Tablo 3.86: Kat 21 ~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 136
Tablo 3.87: Kat 21 ~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 136
Tablo 3.88: Kat 21 ~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 137
Tablo 3.89: Kat 21~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 137
Tablo 3.90: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 138
Tablo 3.91: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 138
Tablo 3.92: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 139
Tablo 3.93: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 139
Tablo 3.94: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 140
Tablo 3.95: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 140
Tablo 3.96: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 140
Tablo 3.97: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 141
Tablo 3.98: Modelin Tüm Çerçeve Kirişlerinin Boyuna Donatı Tiplendirilmesi 141
Tablo 3.99: Perde Gövdesi İçin Perde Kalınlığı Kontrolu 143
Tablo 3.100: Perde Kolu Kalınlığı Kontrolu 144
Tablo 3.101: Kiritik Perde Yüksekliği Boyunca Üç Bölge Uzunluğu 145
Tablo 3.102: Kiritik Perde Yüksekliği Dışında Üç Bölge Uzunluğu 146
Tablo 3.103: Perde Gövde Düşey Donatı Seçimi 147
Tablo 3.104: Perde Gövde Yatay Donatı Seçimi 149
Tablo 3.105: Perde Üç Bölgeleri Düşey Donatı Seçimi 152

Tablo 3.106: Perde Üç Bölgeleri Enine Donatı Seçimi 152
Tablo 3.107: B42 Bağ Kirişin Boyuna Donarı Alanı İhtiyacı 154
Tablo 3.108: B42 Bağ Kirişinin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 155
Tablo 3.109: B42 Bağ Kirişinin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 155
Tablo 3.110: Çekme Donatı Oranı Kontrolu 157
Tablo 3.111: Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 158
Tablo 3.112: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 164
Tablo 3.113: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 164
Tablo 3.114: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 165
Tablo 3.115: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 165
Tablo 3.116: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 166
Tablo 3.117: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 166
Tablo 3.118: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 167
Tablo 3.119: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 167
Tablo 3.120: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 167
Tablo 3.121: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 168
Tablo 3.122: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 168
Tablo 3.123: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 169
Tablo 3.124: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 169
Tablo 3.125: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 169
Tablo 3.126: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 170
Tablo 3.127: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 170
Tablo 3.128: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 171

Tablo 3.129: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 171
Tablo 3.130: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 172
Tablo 3.131: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 172
Tablo 3.132: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi 172
Tablo 3.133: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları 173
Tablo 3.134: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu 173
Tablo 3.135: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu 174
Tablo 3.136: Modelin Tüm Bağ Kirişlerinin Boyuna Donatı Tiplendirilmesi 174
Tablo 3.137: Aşama I'de Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları 175
Tablo 3.138: Aşama II'de Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları 176
Tablo 3.139: Beklenen Malzeme Dayanımı Değerleri 178
Tablo 3.140: Sünek Elemanlarda E/K Sınırları 178
Tablo 3.141: Sünek Olmayan Elemanlarda E/K Sınırları 179
Tablo 3.142: DD-4 Deprem Yer Hareketi Altında Analiz Sonuçları 180
Tablo 3.143: DD-4 Deprem Yer Hareketi Altında Analiz Sonuçlarının Revizesi 180
Tablo 3.144: Kiritik İç Kuvvetler 200
Tablo 3.145: Kiritik Olmayan İç Kuvvetler 200
Tablo 3.146: Aşama III-Çerçeve Kirişlerin Etkin Kesit Rijitlikleri 210
Tablo 3.147: Aşama III-Bağ Kirişlerin Etkin Kesit Rijitlikleri 211
Tablo 3.148: Aşama III-Kolonların Etkin Kesit Rijitlikleri 211
Tablo 3.149: Modelin Çerçeve Kirişleri Kesitlerinin Beton Birim Şekildeğiştirme Sınırları 214
Tablo 3.150: Modelin Bağ Kirişleri Kesitlerinin Beton Birim Şekildeğiştirme Sınırları 214
Tablo 3.151: Modelin Kolon Kesitlerinin Beton Birim Şekildeğiştirme Sınırları 215

Tablo 3.152: Modelin Çerçeve Kirişlerinin Plastik Dönme Sınırları 216
Tablo 3.153: Modelin Bağ Kirişlerinin Plastik Dönme Sınırları 217
Tablo 3.154: Modelin Kolonlarının Plastik Dönme Sınırları 217
Tablo 3.155: Aşama III için Seçilmiş Deprem Kayıtları 221
Tablo 3.156: SRSS değerlerinin DD-1 Spektrumu değerlerine oranları 223
Tablo 3.157: Deprem Kayıtlarının Zaman Aralığı Parametreleri 264
Tablo 3.158: Ölçeklendirilmemiş ve Ölçeklendirilmiş Kayıtlarda PGA Değerleri 276

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

A_c : Elemanın tüm kesit beton alanı

$\mathbf{A_{ck}}$: Sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton Alanı

$\mathbf{A_g}$: Kolon veya perdenin enkesit alanı

$\mathbf{A_{gt}}$: Maksimum yükte toplam uzama

$\mathbf{a_i}$: Yatayda bir etriye kolu veya çiroz tarafından mesnetlenen boyuna donatıların eksenleri arasındaki uzaklık [mm]

$\mathbf{A_{sg}}$: Kolon enkesiti için göz önüne alınan doğrultuda iç sıra boyuna donatıların alanlarının toplamı veya perde enkesiti için perde gövdesindeki boyuna donatı alanlarının toplamı

$\mathbf{A_{sh}}$: s enine donatı aralığına karşı gelen yükseklik boyunca, kolonda veya perde uç bölgesindeki tüm etriye kollarının ve çirozların enkesit alanı değerlerinin gözönüne alınan b_k 'ya dik doğrultudaki izdüşümlerinin toplamı

$\mathbf{A_{sl}}$: Kirişte gövde donatı alanı (mm^2)

$\mathbf{A_{su}}$: Kolon enkesiti için göz önüne alınan doğrultuda en dış sıra boyuna donatıların alanlarının toplamı veya perde enkesiti için uç bölgelerindeki boyuna donatı alanlarının toplamı

$\mathbf{A_{st}}$: Kolon enkesitinde toplam boyuna donatısı alanı

$\mathbf{A_{sw}}$: Kesme donatısı toplam kesit alanı

BKS : Bina Kullanım Sınıfı

$\mathbf{b_\circ}$: Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]

$\mathbf{b_k}$: Birbirine dik yatay doğrultuların her biri için, kolon veya perde uç bölgesi çekirdeğinin enkesit boyutu (en dıştaki enine donatı eksenleri arasındaki mesafe) [mm]

$\mathbf{b_w}$: Kiriş gövde genişliği (mm)

c : perde parçalarının enkesit ağırlık merkezleri arasındaki uzaklığı

$\mathbf{C_h}$: İkinci mertebe hesabında kullanılan ampirik katsayı

D : Dayanım Fazlalığı Katsayısı

d : Kiriş faydalı yüksekliği (mm)

d' : Kiriş pas payı (mm)

$\mathbf{d_b}$: Boyuna donatı çapı (çekmede ortalama) [m]

$\mathbf{d_{fi}^{(x)}}$: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşimperiyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yerdeğiştirme [m]

DTS : Deprem Tasarım Sınıfı

GÖ : Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi

E : Deprem etkisi

$\mathbf{E_d^{(X)}}$: (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$\mathbf{E_d^{(Y)}}$: (Y) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$\mathbf{E_d^{(Y)}}$: (Z) doğrultusundaki depremin etkisi altında tasarıma esas deprem etkisi

$\mathbf{E_{cj}}$: "j" günlük betonun elastisite modülü

$\mathbf{(EI)_e}$: Yığılı plastik davranışına göre modellenen kolon, kiriş, ba kirişi veya perdenin etkin kesit rijitliği

$\mathbf{E_s}$: Boyuna donatının elastisite modülü

$\mathbf{f_{cd}}$: Beton tasarım basınç dayanımı

$\mathbf{f_{ce}}$: Betonun ortalama (beklenen) basınç dayanımı [MPa]

$\mathbf{f_{ck}}$: Beton karakteristik basınç dayanımı

$\mathbf{f_{ctd}}$: Beton tasarım eksenel çekme dayanımı

$\mathbf{f_{ctk}}$: Beton karakteristik eksenel çekme dayanımı

$\mathbf{F_{fi}^{(X)}}$: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yük [kN]

$\mathbf{f_{su}}$: Boyuna donatı karakteristik kopma dayanımı

$\mathbf{f_{yd}}$: Boyuna donatı tasarım akma dayanımı

$\mathbf{f_{ye}}$: Çeliğin ortalama (beklenen) akma dayanımı [MPa]

$\mathbf{f_{yk}}$: Boyuna donatı karakteristik akma dayanımı

$\mathbf{f_{ywd}}$: Enine donatı tasarım akma dayanımı

$\mathbf{f_{ywk}}$: Enine donatının tasarım akma dayanımı

G : Tüm düşey sabit yükler

$\mathbf{G_{cj}}$: "j" günlük betonun kayma modülü

h : Minimum Döşeme Kalınlığı

h : Plastik mafsal boyu hesabında kesit yüksekliği [m]

H : Yatay zemin itkisi

$\mathbf{h_o}$: Göbek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu [mm]

$\mathbf{H_b}$: Bodrum perdesinin toplam yüksekliği [m]

$\mathbf{H_{cr}}$: Perde kritik yüksekliği

$\mathbf{h_k}$: Kiriş yüksekliği

$\mathbf{H_N}$: Bina Toplam Yüksekliği [m]

$\mathbf{H_w}$: Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği

KH : Kontrollü Hasar Performans Düzeyi

KK : Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi

$\mathbf{K_s}$: Düşey Yatak Katsayısı

$\mathbf{l_n}$: Kolonun kirişler arasında kalan serbest yüksekliği, kirişin kolon veya perde yüzleri arasında kalan serbest açıklığı

$\mathbf{L_p}$: Plastik mafsal boyu [m]

$\mathbf{l_w}$: Perdenin veya bağ kirişli perde parçasının plandaki uzunluğu

$\mathbf{L_s}$: Kesme açıklığı [m]

$\mathbf{l_{sn}}$: Döşemenin Kısa Doğrultudaki Serbest Açıklığı

$\mathbf{I}$: Bina Önem Katsayısı

$\boldsymbol{m}$: Döşeme Uzun Kenarının Kısa Kenarına Oranı

$M_1 ve\ M_2$: bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarında deprem etkisinden tabanda elde edilen eğilme momentlerini

$\mathbf{M_{br}}$: Kolon veya perde kesitleri için fcd ve fyd göz önüne alınarak hesaplanan dengeli duruma karşı gelen eğilme momenti

$\mathbf{m_i}$: i'inci katın toplam kütlesi [t]

$\boldsymbol{M_{DEV}}$: Betonarme perdenin veya çaprazlı çerçevenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti [kNm]

$\boldsymbol{M_\circ}$: Binanın tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti [kNm]

$\mathbf{M_{pi}}$: Kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin dayanım artışı gözönüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi

$\mathbf{M_{pj}}$: Kirişin sağ ucu j'deki kolon yüzünde f_{ck} , f_{yk} ve çeliğin dayanım artışı gözönüne alınarak hesaplanan negatif veya pozitif moment kapasitesi

$\mathbf{M_y}$: Etkin akma momenti [kNm]

$\mathbf{m_t}$: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölüm'ünün toplam kütlesi [t]

$\mathbf{n}$: Hareketli yük katılım katsayısı

$\mathbf{N_{0r}}$: Kolon veya perde kesitleri için fcd ve fyd göz önüne alınarak hesaplanan eksenel basınç dayanımı

$\mathbf{N_{br}}$: Kolon veya perde kesitleri için fcd ve fyd göz önüne alınarak hesaplanan dengeli duruma karşı gelen basınç kuvveti

$\boldsymbol{N_d}$: Tasarım eksenel kuvveti

$\mathbf{N_{dm}}$: Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü

$\mathbf{N_v}$: deprem etkisinde bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvvetlerinin tüm perde yüksekliği boyunca toplamı

N_{dm} : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü

$\mathbf{N_{tr}}$: Kolon veya perde kesitleri için fyd göz önüne alınarak hesaplanan eksenel çekme dayanımı

P : Statik zemin basıncı

PGA : Peak Ground Motion (En Büyük İvme Değeri)

q : Ek yük (sürşarj) [kN/m2]

Q : Tüm düşey hareketli yükler

$\mathbf{q_s}$: Emniyetli Taşıma Gücü

R : Taşıyacı sistem davranış katsayısı

$(\mathbf{R_a})_{\mathbf{alt}}$: Binanın alt bölümüne uygulanan Eşdeğer Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

$(\mathbf{R_a})_{\mathbf{üst}}$: Binanın üst bölümüne uygulanan Deprem Yükü Azaltma Katsayısı

$\mathbf{R_{e\ act}}$: Boyuna donatının deneysel akma dayanımı

$\mathbf{R_{e\ nom}}$: Boyuna donatının karakteristik akma dayanımı

$\mathbf{R_{üst}}$: Binanın üst bölümüne uygulanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı

s : Enine donatı aralığı

S : Kar Yükü

$\mathbf{S_{ae}(T)}$: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi [g]

$\mathbf{S_{aeD}(T)}$: Düşey elastik tasarım spektral ivmesi [g]

$\mathbf{S_1}$: 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

$\mathbf{S_{D1}}$: 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

$\mathbf{S_{DS}}$: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

SH : Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

$\mathbf{S_s}$: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

$\mathbf{T_A}$: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

$\mathbf{T_{AD}}$: Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

$\mathbf{T_B}$: Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

$\mathbf{T_{BD}}$: Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu [s]

$\mathbf{T_L}$: Yatay elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]

$\mathbf{T_{LD}}$: Düşey elastik tasarım spektrumunda sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu [s]

$\mathbf{T_p^{(X)}}$: (X) Deprem Doğrultusunda Binanın Hakim Doğal Titreşim Periyodu [s]

$\mathbf{T_p^{(Y)}}$: (X) Deprem Doğrultusunda Binanın Hakim Doğal Titreşim Periyodu [s]

$\mathbf{V_c}$: Kesme dayanımına beton katkısı

$\mathbf{V_{cr}}$: Kesitin kesmede çatlama dayanımı

$\mathbf{V_{dy}}$: Kirişin herhangi bir kesitinde yük katsayıları ile çarpılmamış düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti

$\mathbf{V_e}$: Kolon, kiriş, birleşim bölgesi ve perdede enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti

$\mathbf{V_i^{(X)}}$: (X) deprem doğrultusunda i'inci kattaki azaltılmış kat kesme kuvveti [kN]

$\mathbf{V_i^{(Y)}}$: (Y) deprem doğrultusunda i'inci kattaki azaltılmış kat kesme kuvveti [kN]

$\mathbf{V_r}$: Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme kuvveti dayanımı

$\boldsymbol{V_{t,min}}$: Eşdeğer Deprem Yükü analizinin Minimum Taban Kesme Kuvveti [kN]

$\mathbf{V_w}$: Kesme dayanımına kesme donatısı katkısı

$\mathbf{V_{tx}^{(X)}}$: Mod Birleştirme yöntemi ile X doğrultusu'nda elde edilen en büyük toplam deprem yükü [kN]

$\mathbf{V_{tx}^{(Y)}}$: Mod Birleştirme yöntemi ile Y doğrultusu'nda elde edilen en büyük toplam deprem yükü [kN]

$\mathbf{(V_s)_{30}}$: Üst 30 metredeki ortalama kayma dalgası hızı [m/s]

$\mathbf{V_{x,üst}^{(X)}}$: Binanın üst bölümü için (X) doğrultusundaki depremin etkisi altında hesaplanan taban kesme kuvveti [kN]

W : Rüzgar yükü

$\boldsymbol{w_k}$: k'ıncı kata etkiyen toplam ağırlık [kN]

$\mathbf{w_{G,j}^{(S)}}$: Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil sabit ağırlık [kN]

$\mathbf{w_{Q,j}^{(S)}}$: Tipik sonlu eleman düğüm noktası j'ye etkiyen tekil ek (hareketli) ağırlık [kN]

$\boldsymbol{\alpha_s}$: Döşeme Sürekli Kenar Uzunlukları Toplamının Kenar Uzunlukları Toplamına oranı

$\boldsymbol{\beta_{II}^{(X)}}$: X ekseni yönünde İkinci mertebe büyütme katsayısı

$\boldsymbol{\beta_{II}^{(Y)}}$: Y ekseni yönünde İkinci mertebe büyütme katsayısı

$\boldsymbol{\beta_{tE}^{(X)}}$: X ekseni yönünde Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı

$\beta_{tE}^{(X)}$: Y ekseni yönünde Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı

γ : Zeminin tabii birim hacim ağırlığı [kN/m3]

γ : Çatlama dayanımına eksenel kuvvet etkisini yansıtan katsayı
Zımbalamada eğilme etkisini yansıtan katsayı

γ_{mc} : Beton için malzeme katsayısı

γ_{ms} : Donatı için malzeme katsayısı

$\left(\Delta_i^{(X)}\right)_{max}$: Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış göreli kat ötelemesi [m]

$\left(\Delta_i^{(X)}\right)_{ort}$: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış göreli kat ötelemesi [m]

Δp : Deprem Etkisi Altında Ek Zemin Basınçları

$\varepsilon_c^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

$\varepsilon_s^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

ε_{su} : Donatı kopma uzaması

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı

η_{ci} : i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı

η_{ki} : i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

$\theta_{II,i}^{(X)}$: (X) deprem doğrultusunda her bir i'inci kat için tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$\theta_{II,i}^{(Y)}$: (Y) deprem doğrultusunda her bir i'inci kat için tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$\theta_{II,max}^{(X)}$: (X) deprem doğrultusunda tanımlanan maksimum ikinci mertebe gösterge değeri

$\theta_{II,max}^{(Y)}$: (Y) deprem doğrultusunda tanımlanan maksimum ikinci mertebe gösterge değeri

$\theta_p^{(GÖ)}$: Göçmenin Önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]

θ_y : Akma durumu için yerdeğiştirmiş eksen dönmesi [rad]

ρ : Kirişte çekme donatısı oranı

ρ' : Kirişte basınç donatısı oranı

ρ_b : Kirişte dengeli donatı oranı

$\boldsymbol{\rho_{min}}$: Minimum donatı oranı

$\boldsymbol{\rho_{sh}}$: Gözönüne alınan doğrultuda enine donatının hacimsel oranı

$\boldsymbol{(\rho_{sh})_{min}}$: İki yatay doğrultuda hacimsel enine donatı oranının küçük olanı

$\boldsymbol{\sum A_e}$: Herhangi bir katta, gözönüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı[m2]

$\boldsymbol{\vartheta^{(X)}}$: Binanın alt bölümü için uygulanan eşdeğer deprem yükü azaltma katsayısının hesabında kullanılan katsayı

$\boldsymbol{\emptyset_u}$: Göçme öncesi eğrilik [m^{-1}]

$\boldsymbol{\emptyset_y}$: Akma eğriliği [m^{-1}]

Ω : Bağ derecesi katsayısı

$\boldsymbol{\omega_{we}}$: Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı

Kısaltmalar	**Açıklama**
TBDY-2018	: Türkiye Bina Deprem Yönetmenliği-2018
TS-500	: TÜRK STANDARDI-500
TS 498	: TÜRK STANDARDI-498
TS 708	: TÜRK STANDARDI-708

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BETONARME YÜKSEK BİNALARIN PERFORMANSA DAYALI SİSMİK TASARIMI

Kamran SAMADI

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Barış SAYIN

II. Danışman : Dr. Barış GÜNEŞ

Bu çalışmada 30 katlı betonarme çekirdek perdeye sahip yüksek binanın sismik tasarımı incelenmiştir. Çalışmada TBDY-2018 deprem yönetmeliğinde yer alan performansa dayalı tasarım yöntemi ele alınmıştır. Lineer analizler için ETABS sonlu elemanlar yazılımında ve doğrusal olmayan davranışı incelemeye yönelik SAP2000 sonlu elemanlar yazılımında sayısal model oluşturulmuştur. Deprem yönetmeliğin yanısıra TS-500 ve TS-498 yönetmeliklerindeki şartlar modelin tasarımında esas alınmıştır. Analiz sonuçlarına bağlı deprem yönetmeliğinin yanısıra yüksek binalarla ilgili genel literatüre başvurulmuştur. Sonuç olarak TBDY-2018'in aşamalarını bir performansa dayalı tasarım yöntemi olarak incelendiğinde Aşama I ve Aşama II bazı sorunlar ve eksikliklere rağmen kısmı olarak bir tasarım prosedürü olarak kabul görülsede Aşama III bir çok hataya yol açan yorumun açık koşullarla ve diğer taraftan genel literatürden uzak kalmak nedeniyle revize edilmesi önerilmektedir. Bu bakış açısından yola çıkılarak TBDY-2018'in yüksek binalar konusunda, 70 m. ila 150 m. seviyesinde ve en yaygın yük taşıyıcı sisteme yani betonarme çerçeve ve çekirdeye sahip bir model için dahi ayrıca yüksek bina yönetmeliği sürecinin başlatılmasının inkar edilmeyecek bir ihtiyaç olduğunun altını çizmekte fayda vardır.

Kasım 2020, 367 sayfa.

Anahtar kelimeler: Yüksek Betonarme Binalar, linear analiz, doğrusal olmayan davranış, çekirdek perde, TBDY-2018

SUMMARY

M.Sc. THESIS

PERFORMANCE BASE SEISMIC DESIGN of HIGH RISE REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

Kamran SAMADI

Istanbul University-Cerrahpasa

Institute of Graduate Studies

Department of Civil Engineering

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Barış SAYIN

Co-Supervisor : Dr. Bariş GÜNEŞ

In this study, the seismic design of a 30-story reinforced concrete core wall high rise RC building was investigated. In the study, the performance-based design method of TBEC-2018 seismic code was discussed. Numerical models were prepared for linear analysis and nonlinear behavior using ETABS and SAP2000 finite element softwares, respectively. In addition to the earthquake code, the requirements of the regulations named TS-500 and TS-498 were applied in the design of the model. Due to the fact that the seismic code based on the analysis results was incomplete in some subjects, it was tried to eliminate the weaknesses of the regulation by referring to the general literature of high rise buildings. As a result, when we examine the steps of TBEC-2018 as a performance-based design method, Phase I and Phase II are regarded as a partial design procedure despite some problems and deficiencies, but the interpretation that caused many errors in Phase III should be revised for obvious circumstances and, on the other hand, to avoid the general literature. From this point of view TBEC-2018 on tall buildings, it is worth underlining that even for a model with the most common structural system, reinforced concrete frame and core wall, at a height of 70 m. to 150 m., it is now an undeniable need to write a high rise building seismic design code.

November 2020, 367 pages.

Keywords: High rise reinforced concrete buildings, linear analyse, nonlinear behavior, core wall, TBEC-2018

1. GİRİŞ

Günümüzde yüksek binalar merak konusudur. Bilhassa gelişmekte olan ulkelerde. Burdan yola çıkarak anlaşıyor ki yüksek binalada her hangi bir konu gibi insanoğlu tarafından rasyonel bir şekilde ele alınmalıdır. Eğer yüksek binalar konusunda sadece yapı mühendisliği ve ona bağlı kalan deprem mühensiliği alanlardan yürüyen kısıtlı bakış açısıyla yola cıkarsak mihendislik tasarımında büyük hatalara girmekle beraber yüksek binaları yakından ilgilendiren konuları göz ardı ederek veya yanlış değerlendirerek mantıksal bir yol haritası çizmek mumkun olmayacaktır. Bu uyarıyı yüksek binalar konusunda izlediğimiz tüm araştırmaların temel felsefesi olarak kabullenip ve sonuçların değerlendirmesinde çalışmalarımızın ruhuna katarak bir perspektiv sergileye biliriz.

1.1. YÜKSEK BİNALARIN NEDENI

İnsanoğlu hayata adım attıp kendini doğada farketmekle beraber her hangi bir varlığın mevcudiyetini araştırmıştır ve varoluşunun nedenini düşünerek onu anlamaya çalışmıştır. Yüksek binaları anlamayı ve araştırmayı bu vizyonla başlamak istediğimizde her şeyden önce bu hakikata vurgu yapmak gereklidir ki yüksek bina insanoğlunun post-modern çağda kendi ihtiyaçlarına karşı yarrattığı bir icatdır. Bu nedenen dolayı yüksek bina insanoğlu için yani ona hizmet vermeye yönelik tasarlanmıştır. Burda yüksek binaların tarihi perspektivine dönerek bir kaç önmeli örnek üzerinde durarak bazı hatalı bakış acılarından uzakta durmamız çok önemlidir. Birincisi MÖ-2560 yıllarında antik Mısır uygarlığına ayit piramitler ve en başında gelen 146.7 metre yüksekliğe sahip olan Büyük Giza Piramididir. Yüksek binaların tarihi perspektivi genel literatürde burdan başlamaktadır. Hal bu ki bu piramitlerin icad olmasının sebebi günümüzde ki yüksek binaların projelendirilmesi ile tamamen farklı olduğdan yana konunun dışında bırakılmalıdır. Zira çağdaş bir devranda düşünüp ve yaşadığımızın neticesinde insanoğlunun alakadar olduğu tüm konularda insanı ilk mertebeye alıyoruz. Yani günümüzde ki yüksek binalırın tasarlanması ile piramitlerde hayata geçirmeye çalışılan hedef arasında çok uzak bir bakış acısı mesafesi vardir ve artık yüksek binaların tarihi perspektivini Mısır piramitlerinden başlatmak bir hatadır. İkinci ayak izine baktığımızda 19'uncu yüzyılların sonuna yakın bir zamanda Chicago devrini görüyoruz. Bu örnek ise bir kentsel dönuşuma

zorlama neticesinden başladığı için pek çok ideal bir başlangıç sayılamaz. Tabi bu tarihi perspektivde yer alan örnekleri eliştirirken bu zarif noktayı hatırlatmakta fayda vardır ki insanoğlu bilim yolunda hatasız ilerlememiştir ve tüm diğer alanlar gibide yüksek binaların tarihinde olumsuz örneklere rastlamak mumkundur. Ama bunun asıl nedeni ise yüksek binalara verdiğimiz çağdaş tanıtımdır. Yani yüksek binaları ilk mertebede bir kavram olrak ve ardından mühendislik olarak doğru tanımlayıp ve yolun geriye kalanını bu tanıtımdan elde edilen parametrelerle izlemektir.

1.2. YÜKSEK BİNALARIN TANITIMI

Yüksek binaların çağdaş tanıtımında 20'inci yüzyıldan bugüne kadar tüm parametreleri kapsayan bir tanıtım oluşturmak için, iç içede olsa iki bölüm açmak zorundayız.

1.2.1. Yüksek Binaların Sosyal Tanıtımı

Yüksek binaları bir kavram olarak değerlendirmek istediğimizde bu noktanın altını çizmek lazım ki yüksek binaların sosyal tanıtımı tek böyütlü bir kavram değildir. Zira direkt bir çok bilim ana dalının faaliyet alanın ilgilendirmekle beraber uzaktanda olsa bazı diğer alanlarıda etkiliyectir.

1.2.1.1. Yüksek Binaların Geleceği

Dünya her zaman değişmektedir. Ama 20'inci yüzyıllarında IT konusunda büyük bir patlama yaşandığından sonra ve bunun neticesinde insanoğlunun bilinç seviyesinin artışı inanilmaz derecede ivmelenmekle beraber dünya öyle bir değişiyor ki sankı kendisi geçmişini yok etmekle birlikte yenilenip ve yeni bir vaziyet ortaya çıkıyormuş. Bu durumu seyr etmek ve geleceği ön görmek fütürizmin alnıdır. Eğer yüksek binaları fütürizmin gözümüzün önünde getirdiği vizyonu alarak tartışsak bu neticeye varacağız ki gelecekte yüksek binalar bilimin diğer alanlarında yaşanan patlamalarladan etkilenerek insanoğlunun hayat tarzının ve sosyal ilişkilerinin değişmesine sebep olup veya en azından bu sosyal değişikliklerde etkili bir rol

alacaktır. Bu geleceke yapay zeka sayesinde ve insanoğlunun bazı görevleri robotlar tarafından üstelenmekten dolayı yeni mega kentler ortaya çıkmasına sebep olacaktır ve yüksek binalar bu devasa ortamların kalpleri olmasa bile onların vaz geçilmeyen canlı organlarından olacaktır.

1.2.1.2. Yüksek Binaların Yeni Enerji ve Ekonomi Sisteminde Yeri

Enerji ve ekonomi politikaları çok üst bir seviyede birbirlerini etkilemekle beraber geleceğin nasıl bir yönde sürüklendiğinide tasarlayacaklardır. Yeni dünyanın ve belkide son yeni dünyanın akıllı mega kentlerinde yapay zekanın istilasında enerjinin yönetilmesine dağır daha verimli bir sisteme ihtiyaç duyulacaktır ve böyle bir devrimsel değişiklik ardından ekonomidede büyük bir formet gerekecektir. Bu sebeple geleceğin yüksek binaları çok farklı bir yapılara sahip olacaklardır ve günümüzdeki yüksek binalara varolan bakış açısı yeterli olmayacaktır. Yani ilk basamakta enerji endüstrisi ve ekonomi sisteminde köklü bir değişiklik gerçekleşerek ardından yüksek binaların projelendirmesi yeni hadefleri elde etme amacıylaya değişip ve bunun neticeside ekonomi ve enerji sektoruna yüksek binaların vesilesi ile büyük teserufler kazandırmak hayata geçirilecektir.

1.2.1.3. Yüksek Binalar Hümanizmi Nasıl Etkilecektir

Yüksek binalar antik düyada insanoğlunun bir hırsından doğmuş olsada artık hümenizmin kabul görülmüş bir post-modern çağda hizmet unsurudur. Ama eğer yüksek binaların insancilik yönunu düzgün bir şekilde ele alıp ve tasarlamasak bu süreç terse döne bilir ve bu dehşet yaratıcıdır. Vizyonu dahaha geniş tutmak için yol haritasına böyle adım atmak gerekiyor ki yüksek binalarda insanoğlu yaşıyacaktır. Bilimin tarihine baktığımızda ve hayatın hangi aşamalardan geçip ve günümüze geldiğini gözümüzün önünden geçirdiğimizde insanoğlunun hayatının ne kadar değerli ve koruması gerektiğini bir daha derinden anlıyoruz. Bilim tarihinin önmeli ama belki gözden kaçan pencerelerinde biri ise insanoğlunun bu süreçte ne kadar ilerlediği ve kismi olarak doğanı kendi staratejilerine uygun işe aldığını fark ediyoruz. Bu sürecin içinde en önemli parça insan yönetimi mekanizmasidir. Yani insanları kendi güçleri ile bir proje içinde yönetmek. İşte çokta uzakta olmayan gelecekteki mega kentlerde yer alan yüksek binalar sayesine tüm insan ilişkileri ve yönetim şekli değişebilir. Yapay zeka istilasının

yakından bu devrimi etkilediğinden belki insan hukukunu bile yeniden tanıtmaya gerek duyulacaktır. Bu vizyonun ışığı altında yürürsek şu soruyu soracağız ki yüksek binaları nasıl tasarlamalıyız ki insanoğlunun insanlığı koruma altına alınsın.

1.2.2. Yüksek Binaların Mühendislik Tanıtımı

Yüksek binaların tanıtımı için literatürde hiç bir geleneksel tarif bulunmamaktadır. [1] Bu nedenden dolayı yüksek binaları normal binalardan ayırt yapmak amacıyla üç farklı sınıflandırma düzeni önerilmiştir.

1.2.2.1. Yükseklik

Yüksek binaları irtifa parametresi üzerinden sınıflandırmak tamamen bir göreceli kavramdır. Son yıllarda ki yayınlanan yönetmeliklere baktığımızda bu tesbiti yapa biliriz. Mesela ASCE 7-10 (American Society of Civil Engineers 2010) yüksek binalar için yapı taşıyıcı sistemini göz önünde bulundurarak limit tanımışken şimdi yürürlükte olan TBDY-2018 (Türkiye Bina Deprem Yönetmenliği 2018) yüksek binaların yükseklik üzerinden sınıflandırılması için DTS (Deprem Tasarım Sınıfı) parametresine göre üç çeşit aralık tanımlamıştır. Hal bu ki DTS parametresi direkt BKS (Bina Kullanım Sınıfı) ve S_{DS} (DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı) parametrelerine bağlıdır. Bunun yanı sıra S_{DS} parametrsi ise doğrudan binanın zemin parametreleri tarafından etkilenmektedir.

Sonuç olarak bu noktanın altını çizebiliriz ki yüksek binaları irtifa parametresi üzerinden ayırt etmek için literatürde gelenksel bir yaklaşım yoktur. Zira bir binanın yüksek bina olarak tanımlanmasından hedef binanın tasarımında normal binalardan farklı bir yol izlemektir ve yapının sınıflandırmasında birden fazla parametrenin etkili olduğundan dolayı yüksek binaların tanıtımını sadece yüksekliğine bağlamamız mumkun olmayacaktır.

1.2.2.2. Cephe Oranı (Aspect Ratio)

Binaları yüksek bina olarak sınıflandırmak için başka bir tanımlanan parametre cephe oranıdır. Cephe oranı diye adlandırdığımız parametre binanın irtafasının plandaki en küçük böyütüna bölünmesinden hesaplanmaktadır. [1] Cephe oranıda göreceli bir parametre olduğundan çeşitli kaynaklarda farklı biçimde tanımlanmıştır. Mesela Tahouni (2017) **Tablo 1.1**'de sunulan sınıflandırmayı önermiştir.

Tablo 1.1: Cephe Oranı Sınıflandırılması

Cephe Oranı	Bina Yükseklik Sınıfı
$h / d < 3$	Nomal Bina
$3 < h / d \leq 6$	Yüksek Bina
$h / d > 6$	Simgesel Gökdelenler

Başka bir sınıflandırma ise Stafford Smith ve Coull (1991) tarafından **Tablo 1.2**' de özetlenmiş gibi önerilmiştir:

Tablo 1.2: Cephe Oranı Sınıflandırılması

Cephe Oranı	Bina Yükseklik Sınıfı
$h / d < \pi / 3$	Super-Tall Building
$\pi / 3 < h / d \leq \pi / 2$	High-rise Building
$\pi / 2 < h / d \leq \pi$	Mid-rise Building
$\pi < h / d \leq 1.5\ \pi$	Low-rise Building

1.2.2.3.Yapısal Davraış

Yükseklik ve cephe oranı parametreleri göreceli olduklarından dolayı literatürde yüksek binaların tanıtımı için yeterli bir sınır çizmede başarısız kalmışlardır. Bu nedenle yüksek binaları normal binalardan ayırt etmek için araştırmacılar binanın yapısal davanışına odaklanmayı öne sürmüşlerdir.

Yüksek binalar konusunda günümüzde dünyanın en önde giden ve Fazlur Khan madalyasına sahip olan Iranlı araştırmacı Naeim (2019) yüksek binaların tanıtımı için binanın modelinin analizi sonucunda yüksek modların yatay davranışına katılım oranını ve bununla beraber modelin doğal periyodunu bir olçum olarak tevsiye etmiştir.

Naeim 1.0 saniyeden daha büyük periyotlara sahip binalrı yüksek bina sınıfında kabul edilmesini bir öneri olarak sunmakla bu sınırın sadece bir tevsiye olduğunu hatırlatmakla beraber şu cumleyi kurmuştur: “ Nihayetinde, yüksek binaların hiç bir kabul görülmüş genel tanıtımı yoktur.” [1]

Naeim’in tartışmasından bu neticeni elde ediyoruz ki yüksek binaların tanıtımı için her zaman göreceli kaldığımzla beraber yükseklik ve cephe oranı gibi saysal parametreleri bir karar verme mekanizmasi olarak incelemek yerine binanın yatay yüklere karşı dinamik davranışını yorumlamayı tercih etmemiz bizi dahda doğru ve bilimsel sonuçlara götürecektir.

Bir diğer yüksek binalar konusunda çalışan araştırmacı Taranath (2010) yüksek binaların tanıtımına yönelik şöyle bir tesbitde bulunmuştur ki: “ Belki yapı tasarımında statik davranışı alanından dinamik yapısal davranışı alanına geçtiğimiz noktada bir bölücü sınır çizmemiz gereklidir. “ [2] Taranath (2010) yüksek binaların dinamik davranışını incelemek için göreceli kat ötelemesini bir parametre olarak önermiştir. Burdan yola çıkarak yüksek binalarda irtifa artışından dolayı yatay yükleri binanın davranışında hakım olduğuna işaret etmiştir.

Naeim ve Taranath’in görüşlerinden bu sonuca varabiliriz ki yatay yükler (deprem ve rüzgar) bir binanın yapısal davranışına hakim olduğu halde bu bina yüksek bina sınıfına girecektir ve bu yüzden analizinde farklı yöntemler gerekli olacaktır.

1.3. TEZİN ÇERÇEVESİ

21’inci yüzyılın başında pıyasada betonarme ve kompozit yüksek binalara talep artdığından dolayı bu tez çalışması betonarme yüksek binalar için sınırlı tutulmuştur. Bir başka husus ise yüksek binalarda yük taşıyıcı sistemi ve irtifa seviyesi arasında doğrudan bağlantı olduğundan dolayı yüksek binaların araştırmasına bir giriş yapmaya yönelik çalışmada bir 30 katlı süneklik

düzeyi yüksek betonarme çerçeve ve süneklik düzeyi yüksek betonarme çekirdeye (bağ kiriş + duvar) sahip saysal model tasarlanmıştır.

Tez metninde TBDY-2018'in performansa dayalı tasarım yöntemini baz alarak bir örnek yüksek betonarme binanın tasarım aşamaları hususunda analizler sonuçlarına bağlı inceleme yaparak adı geçen yönetmeliğin yöntemi değerlendirilmiştir.

2. GENEL KISIMLAR

Yüksek binaların genel literatürü inşaat mühendisliğinin yapı ana bilim dalının tüm bahislerini kapsadığı için ve tüm deprem mühendisliği literatürü ile yakından ilgilendiği nedeni ile çok geniş bir araştırma alanadır. Bu sebeble yüksek binalar konusunda her hangi bir tez için genel literatürün çalışma konusuyla yakın duran kısmını incelemek dahada faydalı olacaktır. Burdan yola çıkarak bu teze ayıt literatür çalışmasını belirli bir parametreler üzerinden iki bölümede sunulmuştur.

2.1. GENEL LİTERATÜR

Bu başlık altında yüksek binaların genel analiz yöntemleri konusunda yayınlanan çalışmalara iki bölümde sunulmuştur.

2.1.1. TBDY-2018 Yönetmeliği Kapsamında Yayınlanan Çalışmalar

Yururlukteki TBDY-2018 yönetmeliği genel bakış açısından normal binalar hakkında bir deprem yönetmeliği olması ile beraber yüksek binalar içinde bir bölüm açarak bu binaların deprem tasarımı hakkında bir prosedür sunmaya çalışmıştır. Bu başlık altında yüksek binalar hakkında TBDY-2018'i göze alarak yayınlar tartışılacaktır.

Celep ve Özuygur [3] tarafından yapılan çalışmada yüksek binaların tasarım ilkeleri TBDY-2018 yönetmelik açısından değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada yüksek binalar ve normal binaların arasında olan yapısal farklar yüksek binaların tasarımını tartışmak amacıyla aşağıdaki gibi ortaya koyulmuştur.

- Yüksek binaların depreme karşı can kaybi ve maddi kayıplar açısından daha riskli oldukları.
- Yüksek binaların özel deprem yönetmeliklere ihtiyaç duydukları.
- Yüksek binalarda narinlik parametresinin araştırılması.
- Yüksek binaların uzun periyotlu olmaları sebebi ile yüksek modların etkisini yapının dinamik davranışında göze almak.
- Yüksek binalarda yatay yük taşıyacı sistemin dayanıma yönelik değilde rijitliğin artırmasına yönelik tasarlanması.

- Yüksek binalarda rüzgar yükünün yapısal tasarımın etkilemesinin mumkun olduğu.
- Yüksek binalarda betonarme elemanlarda zamana bağlı şekildeğiştirmelerin tasarımda önemli derecede etkili oldukları.
- Yüksek binalarda temel tasarımın farklı olduğu.
- Yüksek binalarda projelendirme surecinin normal binalardan farklı olduğu.

Bu çalışmada yüksek binaların tipik yük taşıyacı sistemleri bir çekirdek perde ve bununla birlikte çalışan bir çerçeveden oluşması tartışılırken kirişli ve kirişsiz döşemelere bölünmüştür. Burdan yola çıkarak yüksek binaların yük taşıyacı sistemlerinde önem arz eden özellikler aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

- Taşıyacı sistemin tipik ve olabildiği kadar simetrik olması.
- Taşıyacı sistemin mimari ve tesisat açısından elverişli olması.
- Taşıyacı sistemin yapısal elemanları tasarımı depremsellik risk derecesine göre sınıflandırmalıdır.
- Taşıyacı sistemin ekonomik olması.
- Binanın projelendirmesinin kolay ve hızlı olması.

Bu çalışmada yüksek binalarda betonun zamana bağlı olarak büzülme ve sünme neticesinde yapısal elemanlarda ortaya çıkan farklı kısalmalardan dolayı gerilmeler yaşandığı tartışılmştır.

Bu çalışmada yüksek binaların deprem tasarımı için yururlukte olan yönetmenliklerin tartışmadığı hususlar özetleyerek konuya giriş yapmıştır.

- Yüksek binalarda yüksek modların önemli ve bazen mod şekillerini belirliyeci oldukları.
- Yüksek binaların kolon tasarımı hakkında büyük eksenel kuvvetlere mağruz kalmaları sebebi ile özel tasarıma ihtiyaç duydukları.
- Yururlukte olan yönetmelikler normal binaların elemanlarına yapılan deneysel çalışmalara bağlı olduklarından dolayı ve yüksek binaların deprem tasarımının bu deneylere bağlanması riskli olması sebebi ile yüksek binalara uygun olan deneysel çalışmalar yapılmasının artması.
- Yüksek binalarında sünüm oranının %5 den daha küçük (%2 ila %3) kabulu yapının dinamik performansının gerçeğinden daha düşük olmasının anlamını taşımaktadır.

Çalışmada yüksek binaların deprem tasarımı için TBDY-2018'in bölüm 13 kapsamında yüksek binaların tasarımına yönelik aşamalar irdelenmiştir. Bu amaçla TBDY-2018'de gelen deprem parametreleri tanımlanırken yüksek binalar için tasarım aşamalarına bağlı ilgili deperm yer hareketi düzeylerinde hedef performansları ve analiz türleri belirlenmiştir.

Bu çalışma yüksek binaların irtifada ruzgar hızının artması sebebi ile ruzgar yüküne mağruz kalmalarından dolayı yüksek binalar için ruzgar tüneli deneylerinin yapılmasını arz edilmiştir.

Çalışmada günümüzde yüksek binalarda ruzgar yüküne karşı ayarlı kütle sönümleyicisi ve çalkantılı sönümleyici cihazları kullanılmasına atıfta bulunurken deprem yüküne karşı yatay taşıyıcı sistemin rijitliğini artırmak amacıyla viskoz sönümleyiciler ve burkulması önlenmiş çaprazların yaygınlaşması öne surulmuştur.

2.1.2. Diğer Prosedürler Kapsamında Yayınlanan Çalışmalar

Zhipeng ve arkadaşları [4] performansa dayalı plastik tasarım prusudurunu geliştirmek amacıyla yüksek binalar için EDC-MF isimli bir yeni yapısal sistem sunmuşlardır. Söz konusu sistemde çelik sönümliyeci kolonlar (EDC) ve moment taşıyan çerçeve (MF) birarada çalışmaktadir.

Bu çalışmada performansa dayalı plastik tasarım (PBPD) yönteminin farklı tasarım performans hedeflerine ve yüksek binalarda yapının yüksek mod etkisini göze almammak gibi zafiyetlerine çözüm bulmak hedeflenmiştir ve bu amaçla 20 katlı bir EDC-MF yapı sistemine sahip model ele alınmıştır.

Modelin yanal yüke karşı davranışını gözetlemeye yönelik analiz sonuçları SLE deprem seviyeinde tüm yapısal elemanların elastik kalması , DBE deprem seviyeinde RSSD elemanlarin (çelik kolonları bağlayan rijit bağ kirişler) plastik davranış alanını girmesine rağmen MC elemanların (moment taşıyan çerçeve bağlantıları) elastik kalması ve MCE deprem seviyesinde RSSD ve MC elemanların birarada mafsallaşması tesbit edilmiştir.

Analiz sonuçlarına bağlı sünülan apısal modelin kat öteleme oranları yönetmelik sınırlarının altında kalması bu yapısal sistemin MCE deprem seviyesinde iyi bir performans sağladığının bir göstergesidir.

Zhipeng ve arkadaşlarının çalışmasından bu neticeye varıyoruz ki yüksek binalarda performansa dayalı tasarımı geriştirmek, eksizliklerini bertaraf etmek ve bilhassa MCE

deprem seviyesinde (TBDY-2018'de DD-1 deperm seviyesine denk gelen deprem şiddeti) yapının nonlinear kapasitesinin artırılmasına için yenilikçi yapı sistemlerine ihtiyaç vardır.

Xiao-Wei [5] ve arkadaşları yüksek binalarda eşzamanli deperm ve rüzgar tehlikesi riskini ve mühtemel hasar olasılığını araştırmıştırlar. Bu makalede tek ve ikili tehlikenin mükayisesi için Çin'in Dali bölgesinde kaydedilen 1971'den 2017'ye kadar deprem ve rüzgar verilerine dayanarak, tek deprem ve tek rüzgarın tehlike eğrileri ve eşzamanlı deprem ve rüzgar tehlikelerin yüzeyi grafini oluşturmuşlardır.
Söz konusu olan iki farklı durum için risk tehlikesi ve hasar olasılığını gözetlemek amacıyla 42 katlı çelik çerçeveli betonarme çekirdeye sahip bir bina modellenmiştir.
Analiz sonuçlarına bağlı eşzamanlı deprem ve rüzgar tehlikelerin hasar olasılığı tek deprem ve tek rüzgarın tehlikesinden büyük tesbit edilmesi nedeniyle yüksek binalarda böyle bir tehlikenin göze alınmasının zorunlu olduğu göze alınmıştır. Bu husus deprem ve rüzgar tehlikesinin aşırı yüksek olduğu bölgelerde önem arz etmektedir.
Xiao-Wei ve arkadaşlarının çalışması eşzamanli deprem ve rüzgar tehlikelerin olasılığı yüksek olan bölgeler için Performansa Dayalı Çoklu Tehlike Mühendisliği (PBME) olarak adlandırılan yeni bir alan açmıştır.
Yüksek binaların genel literatüründe çalışmaler deprem yükü veya rüzgar yüküne karşı analiz üzerinden sınıflandırılmıştır. Deprem karşı tasarıma gelince literatür Nonlinear Time-History analizine bağlı yüksek binaların plastik davranışını incelemeye yönelik adım atarak rüzgar yüküne karşı literatür rüzgar tüneli testi veya yönetmeliklerde gelen rüzgar hızına bağlı katsayıları ele alarak yapı güvenliği konusunda yol almıştır. Hal bu ki Xiao-Wei ve arkadaşları her iki yanal yükü birarada ele alarak risk analizi ve hasar olasılığını araştırmışlardır. Böyle bir çalışma ve yeni bir alan açmak yüksek binaların göçme nedeniyle çok büyük kayıplar ortaya koymak potansiyle sahip olma sebebinden dolayı çok önem arz etmektedir.
Sonuç olarak ilk adımda eşzamanlı deprem ve rüzgar tehlikelerin olasılığı yüksek olan bölgelerde deprem ve rüzgar yük kombinasyonlarının ele alınması şartdır.

Jiang [6] ve arkadaşları Pekin'in Chaoyang bölgesinde bulunan Beijing Wealth Center isimli bir kompozit yüksek binanın sismik performansını incelemişlerdir. Bunun için

1/30 ölçekde gerçek model vasıtasıyla sallanma masası testi ve PERFORM-3D yazılımı kullanılarak nonlinear analiz gerçekleştirilmiştir.

Söz konusu bina 61 katlı, 264 m yüksekliğine sahip bir ofis binasıdır. Binada üç paralel yapı sistemi, çelik takviyeli betonarme çekirdek perde (SRC), SRC çevresel çerçeve ve dikey ve yanal yüklere direnmek için çekirdek perde ile dış çerçeve arasında etkileşimler oluşturan dıştan destek (outrigger) sistemi kullanılmıştır.

Çalışmanın sonuçlarına göre sık depremler ve nadir depremler altında yapının maksimum kat ötelemeleri, Çin sismik tasarım kodunda belirtilen sınırların altındadır. X ve Y yönlerindeki çekirdek duvarların farklı yerleşimi ve yeni tip perde duvarlarının etkisinden dolayı Y ekseni doğruntusunda doğrusal olmayan tepkiler ve hasarların, X ekseni doğruntusundan çok büyük olduğu tesbit edilmiştir.

Nonlinear analiz sonuçları, binanın nadir depremler (TBDY-2018'in DD-1 deprem seviyesine denk gelmektedir.) altında, çerçeve çelik kirişlerinin ve bağ kirişlerinin plastik şekildeğiştirme vasıtasıyla deprem enerjisinin sönümlenmesini göstermektedir. Bunun yanısıra kompozit kolonlar ve perdeler kesintizis kullanım performansını göstermişlerdir.

Jiang ve arkadaşlarının çalışması mevcut kompozit bir yüksek binanın sismik performans değerlendirmesini yaparak literatüre yeni yapısal sistemlerin davranışı hakında önemli bilgiler sunmuştur. Dünya çapında yönetmelikler betonarme ve çelik binaları tartışırken bu çalışmada kompozit binaların incelenmesi için yeni bir yol çizilmiştir. Çalışmanın bir diğer önem arz eden kısmı performans değerlendirmesinin sallanma masası testi ve saysal modelin sonuçlarına bağlanmasıdır.

Bir diğer husus ise makale yeni tip perde duvarlarının (çelik profiller vasıtasıyla güçlendirilmiş perdeler) performanslarının araştırması hakkında literatürde eksiklik olduğunun altını çizmekle yüksek binalar için yeni bir araştırma alanı önermiştir.

Lu [7] ve arkadaşları Çin'in yüksek riskli sismik bölgesinde yer alan süper yüksek mega çaprazlı çerçeve – çekirdek perdeli tüp sisteme sahip 550 m yüksekliğinde bir binanın çökme davranışını incelemişlerdir.

Binanın modellenmesinde sonlu eleman (FE) modeli, fiber kiriş ve çok katmanlı kabuk modelleri kullanılmıştır.

Çökme simülasyonunu çökme sürecini ve çökme mekanizmalarını gözetlemek amacıyla gerçeklendirmek için El-Centro ve Kobe deprem kayıtları kullanılmıştır.

El-Centro yer hareketi çökme simülasyonunuda model gerçek yer hareketindan 9.6 kat daha büyük olan PGA=2940 cm/s^2 mağruz kaldığında çökmeye başlamıştır. Çökmenin ilerlemesi çekirdek tüpün alt kısmından başlamış, üst katların perde duvarları ve bağ kirişlerinde devam ederek, modelin bazı mega kolonlarına yayılmıştır. Kütle merkezinin önemli bir yer değiştirmeye uğramadığından dolayı modelde yanal devrilme yerine dikey pancake tipi bir çöküş ortaya çıkmıştır.

Kobe yer hareketi çökme simülasyonunuda model PGA=1764 cm/s^2 mağruz kaldığında çökmeye başlamıştır. Bu simülasyonda ise aynı çökme mekanizmasından dolayı modelde dikey pancake tipi bir çöküş yaşanmıştır.

Lu ve arkadaşlarının çalışması yüksek binların tasarımında çok önem arz eden bir alan açımıştır. Zira günümüzde yüksek binaların en yaygın tasarım proseduru performansa bağlı değerlendirmedir. Hal bu ki bu yöntemde (aynı TBDY-2018 bölüm 13'de yüksek binaların tasarımı için) en büyük deprem seviyesi için (TBDY-2018'de DD-1 deprem seviyesine denk gelmektedir.) Göçmenin Önlenmesi performansı talep edilmektedir. Ama yüksek binalar ekonomik ve stratejik açıdan önemli oldukları sebebiyle her hangi bie göçme yaşanması ihtimaline karşı incelenmeli ve göçme simelasyonundan elde edilen mekanizmaya göre tasarım eleman bazında güçlendirilmeli veya yeniden yapılmalıdır. Sonuç olarak bu çalışma yüksek binaların tasarımının bazı yönlerinin mevcut yönetmeliklerin üstüne çıkmasını göstermiştir.

Poon [8] ve arkadaşkarı 126 katlı, 632 metre yüksekliğindeki betonarme çekirdek - dış destekli - mega çerçeveye sahip Shanghai Tower'ın performansı, doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizi vasıtasıyla incelemişlerdir. Binanın saysal modeli ASCE41-06'ya uygun olarak Perform 3D yazılımında çalışılmıştır.

Nonlinear analiz sonuçlarına göre modelin 80'inci katın üstündeki katlarda duvar çatlama ve kiriş akma davranışları, alt katlara göre çok daha kapsamlı olarak tesbit edilmiştir. İlk başta, üst katlarda yerel olarak çekirdek duvar çatlaması bölgesel olarak sınırlanmasının ardından bağ kirişlerinin akması gözetlenmiştir. İleri adımlarda ise, duvar çatlaması ve kiriş akması, süper kolonlar çatlamaya başlamadan önce bina yüksekliğine yayılmıştır. Süper kolonlarda donatı akması yaşanmamıştır. Betonarme çekirdekde donatı akması dışdestekli bölgede sınırlı kalmıştır. Merkezi çekirdek sisteminde bağ kirişlerin plastik davranış göstermesine rağmen (mafsallaşmak), destek kirişleri (outrigger trusses) ve kemer kafesleri (belt-trusses) elastik kalmışlardır.

Bağ kirişlerin yaklaşık %30 ila % 60'ı nonlinear davranış aralığa girmişlerdir ve maksimum kiriş plastik döne değerleri ASCE41-06'de verilen sınırlarla karşılaştırıldığında, neredeyse tüm bağ kirişleri LS performansı (TBDY-2018'de Kontrollu Hasar Performansına denk gelmektedir.) göstermişlerdir ve hiçbiri CP (TBDY-2018'de Göçmenin önlenmesi Performansına denk gelmektedir.) limitine ulaşmamıştır.

Perde duvar ayakları, kule boyunca çatlaklar verir, ancak dikey donatı akması, yalnızca IO seviyesinden (TBDY-2018'de Sınırlı Hasar Performansına denk gelmektedir.) daha az olan plastik dönüşlerle dış destek (outrigger) bölgeleri ile sınırlı kalmıştır.

Mega kolonlarda çatlama 35'inci katın üstünde gözetlenmiştir ve donatı akması meydana gelmemiştir.

Destek kirişleri (outrigger trusses) ve kemer kafesleri (belt-trusses) çekirdek ve süper kolonların birleştirilmesi açısından önemli yapısal rol ustlenmiştir. Buna rağmen analiz sonuçlarına bağlı yapısal sistemin bu ana alemanı elastik davranış bölgesinde kalmıştır.

Binanın Doğrusal olmayan davranışı açısından sonuç olarak modelin enerji zaman eğrilerine bağlı, Şangay sentetik deprem kaydında toplam enerjinin yaklaşık % 40 ila %50'si nonlinear davranışla sönümlenmiştir.

Maksimum kat ötemeleri, daha yüksek mod etkileri nedeniyle 80'inci katın üstünde tesbit edilmiştir ve Çin Sismik Yasası tarafından belirlenen 0.01 kabul sınırı dahilinde yaklaşık 0.004 ila 0.008 aralığında sınırlanmıştır. En büyük kat yerdeğiştirmesi Şangay deprem kaydında 2.75 m olarak tesbit edilmiştir.

Poon ve arkadaşkarının çalışması betonarme çekirdek - dış destekli - mega çerçeveye sahip bir mega yüksek binanın (yükseklik 300 m'nin üzerinde) nonlinear davranışını incileyerek mega yüksek binalarda yaygın olarak kullanılan bir yapı sistemini ele almışlardır. Bununla beraber modelde enerjinin yaklaşık % 40 ila %50'sinin nonlinear davrınışı vasıtasıyla sönümlenmesinin altını çizerek yüksek binalrda doğrusal olmayan analizlerin ne kadar önem arz ettiklerini göstermişlerdir. Bir başka husus ise çalışmanın Çin kodlarının yanısıra bilhassa nonlinear analizinde ASCE41 (günümüzde ASCE41-16) yönetmeliğe atıfta bulunması söz konusu metnin yüksek binalar için elverişli bir prosedur olduğu anlaşılmaktadır.

Lu [9] ve arkadaşları Çin'in Şanghayında 58 katlı 260 m yüksekliğinde çelik betonarme çerçeve (SRC) – betonaeme çekirdek duvarına sahip bir kompozit yüksek binanın

nonlinear analiz vasıtasıyla sismik performansını incelemişlerdir. 46'inci katta çerçeve ile çekirdek duvar arasındaki zayıf bağlantı nedeniyle, bir kemer kafesi (belt truss) tasarlanmıştır. Söz konusu binada iki irtifa kodunda (90.7 m ve 141.9 m) planda geriçekilme (setback) nedeniyle bina düzensiz ve karmaşık yapı sınıfına girmiştir.

Nonlinear zaman tanım analizi gerçekleştirmek için iki gerçek deprem kaydı ve Şanghayın zemin sınıfına bağlı olarak üretilmiş bir sentetik deprem ivme kaydı kullanılmıştır.

Analiz sonuçlarına göre modelde sentetik deprem ivme kaydından tesbit edilen gerilmeler daha büyük çıkmıştır. X ekseni doğruntusunda, model ilk 2 saniyede elastik davranış göstererek, ileri adımlarda 4'uncu kattan itibaren 13'uncu kata kadar bağ kirişlerde plastik deformasyon oluşmaya başlamıştır ve bu katlarda çekirdek duvarda bir gerileme meydana gelmesi nedeniyle duvarlarda hafif bir hasar oluşmuştur. Zaman 6.5 saniyeye geldiğinde alt güçlendirme kısmının (kat 20) üstünde yer alan duvarlarda hafif hasar oluşmaya başlarken X ekseni doğruntusunda, bağ kirişler akmaya başlamışlardır. 7.5 saniyeye geldiğinde alt güçlendirme kısmının duvarlarında hasar tesbit edilmiştir. Ardından X ekseni doğruntusunda 31'ince katta (ikinci plan geriçekilmesinin yer aldığı kod) duvarlarda hasar gelişmiş ve kısa süre sonra hızla yayılmıştır.

Y ekseni doğruntusunda, model ilk 2 saniyede elastik davranış göstererek, 2 ila 4 saniye aralığında 13'uncu katda yer alan bağ kirişlerinde plastik deformasyon meydana gelmiştir. 4 ila 6'inci saniye aralığında 12 ve 14'uncu katlar arası duvarlarda hafif hasarlar ortaya çıkmıştır. 6.5 saniyeden sonra, alt güçlendirme kısmındaki duvarlarda hafif hasar oluşmaya başlamıştır. 9'uncu saniyeye kadar 31'inci katın altındaki tüm bağ kirişlerde plastik deformasyon başlamış ve yan duvarlara yayılmıştır. 10'uncu saniyeden sonra 31'inci katın üstünde yer alan Y ekseni yönünde bağ kirişleri de akma ortaya çıkmıştır.

Analiz sonuçlarına bağlı elemanların hasar tesbitinden yola çıkarak bağ kirişleri deprem enerjisini sönümlemeye yönelik ilk sismik savunma hattı olarak rol alımışlardır.

Yanal rijitliğin kademeli olarak değişmesini sağlamak ve azaltmak için çekirdek duvarın alt güçlendirme kısmının üstünde bir transfer katının yerleştirilmesi önerilmiştir.

Çerçevede 31'inci ve 56'inci kattaki kolonlar, kemer kafes elemanlar ve çapraz destekler analiz sürecinde elastik davranış göstermişlerdir. Çevresel çerçevede belirgin

bir hasar tesbit edilmemiştir. Maksimum gerilme 31'inci katın kolonlarında meydana gelmiştir. Sonuç olarak çerçevein performansı başarılı olmuştur ve binanın düzensizliği sebebinden dolayı çevresel kolonların tepkileri, yapının burulma etkisine bağlı olarak önemli ölçüde artacağından, çevresel kolonların sismik tasarımının ayrıntılarının iyileştirilmesi önerilmiştir.

Lu ve arkadaşları bu çalışmada bir kopmozit mega yüksek binanın yapısal sisteminin plan düzensizliği nedeniyle sismik davranışında yaşanan farklıkları ortaya koymuşalardır. Çalışmanın bir başka özeliği ise nonlinear zaman tanım analizinde bölgenin zemin şartlarına bağlı üretilmiş sentetik deprem ivme kaydının kullanılmasıdır. Bu çalışmada sonuç olarak yüksek binalrda çelik betonarme çerçeve (SRC) – betonaeme çekirdek yapısal sisteminde yapısal hasarların çekirdek bölgesinde (duvar ve bağ kiriş) ortaya çıkması tesbit edilmiştir ve bu sistemin sismik performansının doğrulanması yönünde bir yaklaşımdır. Bir diğer husus ise düzensizlik nedeniyle ortaya çıkan gerilmelerin alakalı katlarda transfer (geçiş) döşeme kullanarak yan etkilerinin azaltılmasıdır.

2.2. BETONARME YÜKSEK BİNALAR

Kolozvari [10] ve arkadaşları bu çalışmada Amerika Birleşik Devletlerinin batı kısmında deprem tehlikesinin şiddetli olduğu bölgede bağ kirişli perdeli yüksek betonarme binaların performansını ACI ve ASCE yönetmeliklerin yaklaşımlarının yönünde araştırmışlardır.

Bu çalışmada sismik performans değerlendirilmesi yapısal ve yapısal olmayan bina elemanlarında iki performans parametresini ölçerek tesbitedilmiştir: onarım maliyeti ve onarım süresi. Hasar değerlendirmesi ise bir onarım süresi modeli kullanılarak, FEMA P-58 metodolojisine uygun sık (tekrarlanma olasılığı 50 yılda %50), nadir (tekrarlanma olasılığı 50 yılda %10) ve çok nadir (tekrarlanma olasılığı 50 yılda %2) depremler için gerçekleştirilmiştir.

Dinamik analizi için Betonarme bağ kirişli perde sistemi, doğrusal olmayan eksenel-eğme-kesme (PMV) etkileşimini yansıtmasına yönelik modellenmiştir, ki böyle bir yenilikçi yöntem yüksek binaların sismik davranışının literatürüne yeni bir alan kazandırmıştır.

Analiz sonuçlarına göre bağ kirişlerin dönmesi ve buna karşılık gelen hasarı çok düşüktür. Bu sonuç ise bir bağ kirişli perde duvarı sistemindeki enerji sönümneme elemanından beklenen rol ile çelişkilidir. Perde duvarının sünekliği acısından analiz sırasında tahmin edilen önemli doğrusal olmayan kesme şekildeğiştirme nedeniyle, kesme kontrollü, hasar değerlendirmesinde birincil parametre olarak seçilmiştir.

Hasar analizi sonuçlarına bağlı sık ve nadir depremler için onarım maliyeti inşaat maliyetinin % 6'sının altında kalmasının yanısıra çok nadir depremlerde % 24'e ulaştığı tesbit edilmiştir. Onarım süresine geldiğinde sık depremlerde perde duvarları ve asansörlerin kullanım halinden çıkması nedeniyle ortalama 27 günlük onarım süresine ihtiyaç meydana gelmiştir. Bu sürec nadir depremlerde döşeme-kolon bağlantılarının ve duvar ayaklarının yapısal hasarlarından dolayı ortalama 78 gün gözetlenmiştir. Çök nadir depremlede ise yapısal ve yapısal olmayan elemanların hasar seviyesine bağlı ortalama 191 günlük bir önarın süreci tesbitedilmiştir.

Kolozvari ve arkadaşlarının çalışması yüksek binalarda performansa daylı tasarımın hasara bağlı değerlendirmesini iki önemli ve ölçulebilen parametre ile ilişkilendirerek diğer yandan betonarme yüksek binalarda çok yaygın bir yapı sisteminin sismik

performansını eliştirmiştir. Ustelik bu dünya çapında en önemli yönetmeliklerin yaklaşımı altında bulunan bir çalışmada ortaya koyulmuştur.
Netice olarak yüksek binaların performansa bağlı tasarımında iki ana bakış açısı ortaya çıkmıştır. Birincisi yüksek binalarda mevcüt yapı sistemlerinin yeni yöntemler vasıtasıyla yeniden değerlendirilmesi. İkincisi ise her zaman yüksek binalar için yeni yapı sistemleri arayışında bulunmak.

Zhou [11] ve arkadaşlarının çalışmasında yeraltı katında büyük bir podyuma sahip yüksek betonarme binaların sismik performansı araştırılmışdır. Söz konusu araştırmada tek kuleli ve çok kuleli modelerin davranışı sarsma masası ve saysal modele vasıtasıyla incelenmiştir.
Sarsılma masası testlerinde maksimum kat ivmesi, maksimum kat ötelemesi, kat kesme kuvveti ve momenti, maksimum kat kayması ve maksimum burulma açısı deneysel olarak incelenerek, dinamik özellikler sayısal analizlerde nonlinear zaman tanım (Nonlinear Time History) analizlerine bağlı elde edilmiştir.
Bu çalışmanın sonuçlarına dayanarak büyük podyuma sahip tek ve çok kuleli yüksek betonarme binalarda birinci ve ikinci geçiş (transfer) katlarında SRC elemanların kullanılmasının yapının davranışını pozetiv etkilediği katlar arasında ortaya çıkan yanal rijitlik farklılığına rağmen tesbit edilmiştir. Bu husus deprem seviyesine bağlı gözden geçirildiğinde sonuçlar küçük ve orta şiddetli depremlerde hasar seviyesinin sınırlı kaldığı ve büyük depremlerde yapının göçmenin önlenmesi performansını sergileyebileceğini göstermiştir.
Makalede çok kuleli model için SRC elemanlar vasıtasyla tasarlanan podyum kuleler arasındaki etkileşimin yapının sismik davranışının üzerinde negativ yansımasının önlemesini ifade etmiştir.
Ayrıca çalışmada tek (model B) ve çok kuleli (model A) modelin sismik davranışlarının farklı olduğu açıklanmıştır. Tek kuleli modelde burulma etkisi daha belirgindir. Bununla beraber, A modelinin kat ötelemesi B modelinden daha küçüktür, ancak A modeli daha büyük kat kesme ve devrilme momentlerine mağruzkalmaktadır.
Zhou ve arkadaşlarının çalışması betonarme yüksek binaların tek veya çok kule sahip olmalarının yaratığı davranış farklıkları geçek ve saysal model vasıtasıyla ortaya koymakla beraber, yüksek betonarme binalarda podyum konusunu bir araştırma alanı olarak literatüre kazandırmıştır. Zira tüm yüksek binalarda park alanı ve AVM kullanım

amacıyla artık podyumsuz yüksek bina tasarlanmamaktadır. Sonuç olarak söz konusu olan makale betonarme yüksek binaların tasarımını bir kaç önemli açıdan incelemiş ve yeni yollar çizmeye gayret göstermiştir.

Ji [12] ve arkadaşlarının çalışmasınada perdeli betonarme yüksek binalarda betonarme bağ kiriş (RCW) ve çelik bağ kirişlerine (HCW) sahip sistemlerin sismik performansları onarım maliyeti ve süresini göze alarak FEMA P-58 metodolojisine uygun değerlendirilmiştir.

Nonlinear analiz sonuçlarına bağlı maksimum kat ötelemesi HCW bağ kirişli sistemde RCW bağ kirişli sitemle kıyasta MCE (maximum considered earthquakes) depremlerde % 24.5 ve VRE (very rare earthquakes) depremlerde %32.7 daha küçük elde edilmiştir. Bununla birlikte, HCW bağ kirişlerin kullanımının maksimum kat ivmelenmeleri üzerinde sınırlı etkisi vardır. Önarım aliyetine gelince HCW bağ kirişli sistemde RCW bağ kirişli sitemle kıyasta MCE (maximum considered earthquakes) depremlerde % 50.8 ve VRE (very rare earthquakes) depremlerde %41.9 daha düşük tahmin edilmiştir. Önarım süresi açısından ise HCW bağ kirişlerin değiştirilmesi daha koloay ve elverişli olması nedeniyle MCE (maximum considered earthquakes) depremlerde % 60.5 ve VRE (very rare earthquakes) depremlerde %50.4 daha kısa bir süreç ön görülmüştür.

Ji ve arkadaşlarının makalesinde perdeli betonarme yüksek binalarda betonarme ve çelik bağ kirişlerin sismik performansı mukayise edilerek çelik bağ kirişlerin (HCW) en büyük deprem seviyesinde (TBDY-2018'in DD-1 deprem seviyesine denk gelmektedir.) ki binanın göçmenin önlenmesi performansını sergilediği deprem seviyesidir, büyük bir farkla daha iyi performans göstemesini tesbit etmiştir. Bu netice perdeli betonarme sistemler için çerçeve ve perde etkileşimi açısından çok önemli bir varsayımdır. Bu çalışma perdeli betonarme sistemlerin literatürüne ve yüksek binalarla tüm ilgili yönetmeliklere yeni bir yol haritası çizmektedir.

Emami [13] ve arkadaşı 42 katlı betonarme çerçeve – betonarme çekirdek sisteme sahip bir binanın artımlı dinamik analizi (IDA: incremental dynamic analysis) ve çok yönlü doğrusal olmayan statik itme analizi (pushover) vasıtasıyla çökme olasılığını incelemişlerdir.

Analizlerin sonucuna göre yakın fay ve uzak fay etkisine bağlı binanın çökme olasılığını sırasıyla % 9 ila % 10 ve % 5 ila % 6 aralığında tesbit edilmiştir.

Emami ve arkadaşının çalışması betonarme yüksek binalarda en yaygın olan yapı sistemini ele alarak yüksek binaların literatüründe *PEER* tarafından sunulan mevcut bir değerlendirme çalışması (case study) için yeni bir perspektif kurmayı hedeflemişlerdir. Bununla beraber çalışma binanın çökme olasılığını yakın fay ve uzak fay etkisine göre sunmasıyla ve uzak fayde çökme olasılığın yaklaşık iki kata çıkmasından dolayı yüksek binaların dinamik analizlerinde kullanılan deprem yer hareketlerin çeşitlendirilmesi ortaya çıkmıştır. Bir başka değişle bir yüksek binanın analiz sürecinde seçilen deprem ivme kayıtlarının uzak fay, yakın fay (pulse şeklinde olmayan) ve yakın fay (pulse şeklinde) olması bu çalışma sonucunda artık literatürde kabul görülmüştür.

Özuygur [14] tarafından yapılan çalışmada 50 katlı betonarme bir düzensiz kat planına sahip bina modelinin linear ve nonlinear analizi *İstanbul Yüksek Binalar Yönetmeliğine* göre gerçekleştirilmiştir. Söz konusu çalışmada en şiddetli depreme göre (MCE) nonlinear analiz sonucuna bağlı perde duvarlarının kesme küvvetine karşı donatı ihtiyacı linear analiz (R=2) soçlarından daha fazla çıkmıştır.
Bununla beraber modelde düzensizlik nedeniyle perde duvarlarında eksenel kuvetlerin değerleri nonlinear analiz sonucunda linear analizden daha büyük değerlere ulaşmıştır ve bu değerler modelin alt katlarında eksenel kuvetin sınır değerini ($0.3f_cA_{cw}$) bile geçmiştir.
Özuygur perde duvarların kat planında düzensiz dağılımını bu durumun nedeni olark vurguluyarak, eksenel kuvvet kapasitelerinin yeniden tasarlanmasını veya yeniden değerlendirilmesinin luzumlu olduğunu beyan etmiştir. Araştırmacı perde duvarlarının nonlinear analiz sonuçlarına bağlı takviyesi için ise bağ kirişlerin donatı oranını en yüksek kapasitiye kadar artırmasını önermiştir.

Moehle'un [15] çalışmasında yükesek binaların performansa dayalı tasarımına yönelik performans hedeflerinin tanımlanması, deprem kayıtlarının seçimi, uygun bir doğrusal olmayan analiz modelinin oluşturulması ve sonuçların mantıklı yorumlanması tartışılmıştır.
Moehle çalışmasında nonlinear analizin "*bir bilim olmaktan ziyade bir sanat olduğu*" ifadesini kullanarak yüksek binalar için performansa dayalı bir prosedür sunmuştur. Ancak nonlinear analizin hala gelişmekte olduğundan dolayı böyle bir prosedürün dağima iyileştirilmesinin altını çizmiştir. Bir başka vurguladığı husus ise mevcut bina

yönetmeliklerin yüksek binaların literatürü için yeterli olmamasıdır. Zira Moehle'un bakış açısına göre yüksek binaların analiz sonuçları bazen yönetmeliklerin çizdiği sınırların üstünde kalmıştır ve bu sebebden dolayı yüksek binaların analiz sonuçlarının yorumlanması tasarım güvenliği açısından önem arz etmektedir.

Harries [16] ve arkadaşının çalışmasında bir 30 katlı betonarme – çekirdek perdeli binanın çekirdek performansı değerlendirilmiştir. Çalışmada mukavemete dayalı tasarım (strength-based design) ve performansa dayalı tasarım (performance-based design) yaklaşımlarının mukayisesi neticesinde performansa dayalı tasarım vasıtasıyla yapının genel performansını tehlikeye atmadan daha düşük bağ kirişi ve duvar tasarım kuvvetleri elde edilerek, mukavemete dayalı tasarımın yetersiz kaldığının altı çizilmiştir.

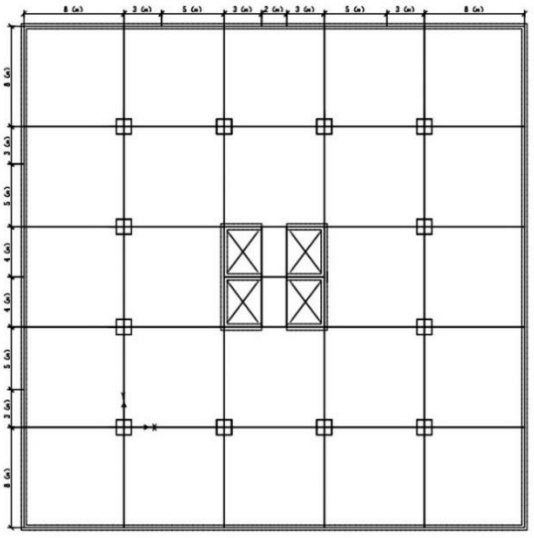
Harries ve arkadaşı bu makalede betonarme çekirdek için performansa dayalı tasarım yaklaşımı içinde bir prosedür çizmeye çalışmışlardır ve bu hedefe yönelik bağ kirişleri ve perde duvarlarının tasarımı hakkında adımlar belirlemişlerdir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

Yüksek binaların araştırma ve uygulama anlanını malzema ve yapı analizi yöntemleri konusunda normal binalarla kıyasladığımızda büyük farklar taşımaktadır. Bazen dünya çapında sunulmuş ve yürürlükte olan yönetmelikler bu hususları göze almaksızın yapı analizine genel bir bakışla yaklaşmışlardır. Bu yüzden bu çalışmada yapı modelinin geometrisi ve malzeme tanıtımı yüksek binalara uygun bir örnek model olması hadefi ile sunulmuştur.

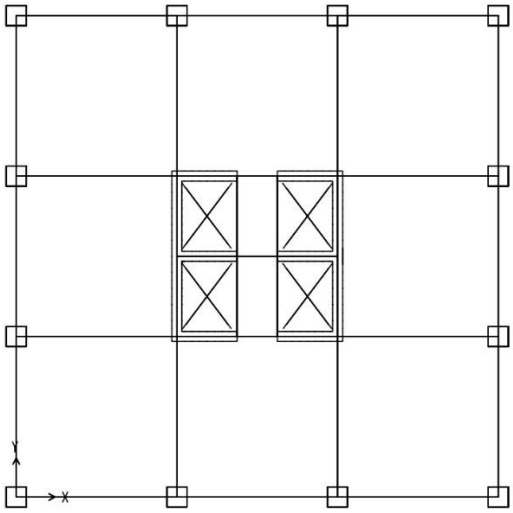
3.1. YAPI MODELİNİN GEOMETRİSİ

Bu tez çalışmasında bir yüksek binanın sismik performansına bağlı tasarımını araştırmak için 30 katlı bir model oluşturulmuştur. Bu modelde temelin üstünden üç bodrum katı baza olarak tasarlanmıştır. Yüksek binalarda baza kısmının olması zorunlu görülmesede, depremin yatay yükünden dolayı ortaya çıkan devrilme mömentine karşı binanın dirençini artırmakla büyük avantaj sağlayacaktır. Baza kısmında bulunan katlar her dört semtde bodrum perde düvarlarıyla sarılmışlardır ve kullanım amaçları ise otopark olarak düşünülmüştür. Yani bu katlarda sabit ve hareketli yükler otopark kullanım amacına göre tanımlanmıştır. Bodrum katların yüksekliği 3.2 m dir ve **Şekil 3.1**'de sunulduğu gibi planda X ve Y yönlerinde aks sistemi 8 metre olan 5 aksdan oluşturulmuştur. Bazanın X ve Y eksenleri doğruntusunda uzunluğu ise 40 m dir.



Şekil 3.1: Bina Modelinin Bodrum Katları Planı

Modelin kule kısmı ise 27 katdan oluşturulmuştur. Kulede yer alan katların yüksekliği ise 3.2 m dir. Kulenin planı kare şeklinde ve simetrikdir. Zira bu bir zorunluk olmasada yüksek binaların literatüründe simetrik planlar sismik davranışlarından dolayı daha uygun görulmuştur. Bunun yanısıra simetrik planların mimari avantajlarıda vardır. Mesela genelde kulede yer alan normal katların ebatı maksimum 25 × 25 m alınması tevsiye edilmiştir. Bu nedenle modelde X ve Y eksenleri doğruntusunda aks sistemi 8 metre olan 3 aksdan oluşturulmuştur. Kulenin X ve Y eksenleri doğruntusunda uzunluğu ise 24 m dir. Kulenin kat planları ise **Şekil 3.2**'de açıklanmıştır.



Şekil 3.2: Bina Modelinin Normal Katları Planı

Binanın toplam yüksekliği 96 m dir ve bu tez çalışmasında kullanılan zemin parametrelerine göre TBDY-2018'in yüksek binalar sınıfına girmektedir.

3.2. YAPI MODELİNİN YÜK TAŞIYICI SİSTEMİ

3.2.1. Düşey Yük Taşıyacı Sistemi

Modelin düşey yük taşıyacı sistemi kare mega betonarme kolonlardan, betonarme kirişlerden ve plak döşemelerden oluşmuştur. Bu elemanlar birlikte binanın çerçevesini tamamlamışlardır. Bu çerçevenin düşey yükleri aktarması yönü (Force Math) döşemelerden kirişlere, kirişlerden kolonlara ve nihayetinde mega betonarme kolonlardan binanın temelinedir.

3.2.2. Yatay Yük Taşıyacı Sistemi

Modelin yatay yük taşıyacı sistemi süneklik düzeyi yüksek betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek moment aktaran betonarme çerçevelerin bir arada çalıştığı bir yapısal sistem olarak tasarlanmıştır. Modelin merkezinde ise E şeklindeki iki betonarme perde duvarı yer almıştır. Bu perde duvarları bağ kirişleri ile bağlanarak depreme karşı birlikte çalışarak medelin çekirdek perde duvarlarını oluşturmuşlardır.

Yatay yük taşıma sistemi X doğruntusunda perde duvarlarının bağ kirişler ile bağlanması sebebinden yana buşluklu betonarme perde duvarları olarak tasarlanmıştır ve R katsayısı (taşıyacı sistem davranış katsayısı) bu doğruntuda 8 alınacaktır. Y doğruntusunda ise perde duvarları buşluksuz betonarme perde duvarları olmasından dolayı R katsayısı (taşıyacı sistem davranış katsayısı) 7 alınacaktır.

Yatay yüke karşı direnç sağlamak rolunu betonarme perde çekirdeği ve betonarme çerçeve sistemi arasında bölünmesi yüksek binaların literatüründe ve deprem yönetmenliklerinde belirli bina irtifa seviyeleri için kabul görülmüştür ve genelde deprem etkilerine karşı dirençin %75'i betonarme perde çekirdeği semtinden karşılanarak diğer %25'i ise betonarme çerçeve sistemi tarafından karşılanması öngörülmüştür. TBDY-2018 ise madde 4.3.4.5'de betonarme perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momentlerinin toplamı, yatay yük taşıyacı sistemin tümü için deprem yüklerinden tabanda meydana gelen toplam devrilme momentinin %40'ından az, %75'inden fazla olmaması şartı getirilmiştir.

3.3. MALZEME TANIMLAMASI

Yüksek binalarda bir çok nedenle malzeme seçimi önem arz etmektedir. Zira yüksek binalar bir araştırma alanı olmakla beraber aynı zamanda günümüzde insanoğlunun ekonomik hayatında ve ülkelerin gelişme projelerinde rol almaktadır. Bu yüzden bir yüksek bina tasarımı rasyonel ve ekonomik bir vizyona muhtaçtır. Buna sağlamak için güvenlik ve maliyet faktörlerini ele almak gerekmektedir.

Metinde söz konusu saysal modelin betonarme olmasından dolayı bu başlık altında beton ve çelik malzemelerin özellikleri sunulmuştur.

3.3.1. Beton

TBDY-2018'de TS EN 206'e uyarak kullanımına izin verilen beton sınıfları C25/30 ila C80/95 olmakla beraber literatürde yüksek binalar için C45/55 ila C80/95 beton sınıfı aralığı tevsiye edilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında ise beton için C50/60 sınıfı seçilmiştir ve özellikleri **Tablo 3.1**'de sunulmuştur:

Tablo 3.1: Beton Sınıfı

Beton Sınıfı	Eksenel Basınç (f_{ck}) N/mm^2	
	Silindir Φ = 15, h = 30 cm	Küp 15 × 15 × 15 cm
C50/60	50	60

Betonun eksenel basınç dayanımını f_{ck} = 50 MPa alarak, TS-500'de tevsiye edilen **Denk (3.1)** vasıtasıyla betonun elastisite modülünü hesaplanmıştır:

$$E_{cj} = 3250 \sqrt{f_{ck}} + 14000 \qquad (3.1)$$

$$E_{cj} = 3250 \sqrt{50} + 14000 = 36980.9703 \approx 36981 \text{ MPa}$$

Betonun çekme dayanımı basınç dayanımına göre küçük kaldığı doğruntusunda tüm yönetmelikler betonun bu mekanik özelliğini tasarımda küçük alınmasına yönelik farklı

fonksiyonlar ortaya koymuşlar. TS 500 bu hususta aşağıda gelen **Denk (3.2)**'ni kabul görmüştür:

$$f_{ctk} = 0{,}35\sqrt{f_{ck}} \qquad (3.2)$$

$$f_{ctk} = 0.35 \times \sqrt{50} = 2.4748 \approx 2.48 \text{ MPa}$$

Bu hesabın yanısıra TS 500 Çizelge 3.2'de f_{ctk} parametresi için yaklaşık olarak 2.5 MPa değerini sunmuştur.

TS 500 de tüm beton sınıfları için poisson oranı (μ_c) değeri 0.20 olarak kabul edilmiştir.

Beonun kayma modülü için ise TS-500 aşağıda gelen **Denk (3.3)**'u sunmuştur:

$$G_{cj} = 0.4 \times E_{cj} \qquad (3.3)$$

$$G_{cj} = 0.4 \times 36981 = 14792.4 \text{ MPa}$$

Modelde ve el hesaplarında beton için ısıl genleşme katsayısının değeri (α_t) 10^{-5} /C° alınmıştır.

Beton tasarım basınç dayanımı (f_{cd}) ve Beton tasarım eksenel çekme dayanımı (f_{ctd}) hesabı için TS 500'de sunulmuş **Denk (3.4)** ele alınmıştır:

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{mc} = 50 / 1.50 = 33.33 \text{ MPa} \qquad (3.4)$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_{mc} = 2.48 / 1.50 = 1.65 \text{ MPa}$$

Beton için malzeme katsayısı (γ_{mc}) TS 500'de yerinde dökülen betonun tevsiye edilen değeri alınmıştır.

Betonun birim hacim ağırlığı modelde ve el hesaplarında 2500 Kg/m^3 alınmıştır.

3.3.2. Çelik

TBDY-2018 made 13.1.7'de yüksek binaların betonarme taşıyıcı elemanlarında sadece B420C ve B500C çelik sınıflarının betonda kullanılmasına izin verilmiştir. Bu yüzden B420C çelik sınıfı beton çeliği olarak seçilmiştir ve mekanik özellikleri ise **Tablo 3.2**' de TS 708'e göre sunulmuştur.

Tablo 3.2: B420C Çelik Sınıfının Mekanik Özellikleri [17]

Çelik Sınıfı	B420C
$f_{yk} = R_e$	≥ 420
$f_{su} = R_m$	-
$f_{su} / f_{yk} = R_m / R_e$	≥ 1.15 ve < 1.35
$R_{e\,act} / R_{e\,nom}$	≤ 1.3
$\varepsilon_{su} = A_5$	$\geq \%12$
A_{gt}	$\geq \%7.5$

Tablo 3.2'den yola çıkarak boyuna donatının mekanik özelikleri aşağıdaki gibi ele alınmıştır:

$f_{yk} = 420$ MPa
$E_s = 2 \times 10^5$ Mpa

Modelde ve hesaplarında donatı çeliği için ısıl genleşme katsayısının değeri (α_t) 12^{-6}/C° alınmıştır. Betonun çelikle bir ayara gelip ve kampozit bir malzeme olarak davranmasını sağlamak amacıyla bu değer betonun ısıl genleşme katsayısının değerine yakın alınmıştır.

Boyuna donatının tasarım akma dayanımı (f_{yd}) hesabı için TS-500'de sunulmuş **Denk (3.5)** ele alınmıştır:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{ms} \qquad (3.5)$$

$f_{yd} = 420 / 1.15 = 365.22$ MPa

TS 500 tüm donatı sınıfları için malzeme katsayısının (γ_{ms}) 1.15 alınmasını tavsiye etmiştir.

Donatı çeliğinin birim hacim ağırlığı modelde ve el hesaplarında 7850 Kg/m^3 alınmıştır.

3.4. ZEMİN ÖZELLİKLERİ

Bu tez çalışmasında modelin gerçeki bir davranış incelenmesi hedefi ile zemin parametreleri çalışılmış ve önaylanmış bir zemin etüd raporundan alınmıştır. İstanbulun Üsküdar İlçesinde yer alan bu konumun zemin parametreleri **Tablo 3.3**'de özetlenmiştir:

Tablo 3.3: Zemin Parametreleri

Enlem	41.02749°
Boylam	29.05275°
Yerel Zemin Sınıfı	ZC
Emniyetli Taşıma Gücü (q_s)	3.38 Kg/cm^2
Düşey Yatak Katsayısı (K_s)	4051 ton/m^3

3.5. BİNANIN MARUZ KALDIĞI YÜKLER

3.5.1. Düşey Statik Yükler

Yüksek binalarda düşey statik yükler binanın kullanım amacı, yapı taşıyacı sistemi, döşeme sistemi ve binanın cebhelerinde tasarlanan sisteme göre ele alınmaktadır.

3.5.1.1. Sabit Yükler

Sabit yükler aslında binanın kendi elemanlarından gelen düşey yükleri kapsamaktadır. Yüksek binalarda kat sayısı ve yük fazlalığı nedeni ile elemanları iki çeşit olarak ayırt yapmak dahada rasyonel bir bakış açısı sağlatyacaktır. Birinci çeşit yapısal elemanlar olarak yük taşıma rolunu almışlardır ve bu elemanların zati ağırlıklarını aynı normal binalar gibi yapı hesabına katmak şartdır. İkinci çeşit ise yapısal olmayan elmanlardır.

Yapısal olmayan elemanlar binanın taşıyacı sisteminin bir parçası olmadığı nedeni ile zati yüklerini diğer yapısal olan elemanlara aktaracaklardır. Böylesine binanın toplam kütlesinde büyük bir artışa mağruz kalmamak hedefi ile bölme düvarları gibi yapısal olmayan elemanların tasarımında özel ve yeni sistemler işe alınmatadır. Bu yenicilik aslında yapısal olmayan elemanların en azından bir kısmının zati yüklerini göze alınmamaz derecede azaltmasını hedeflemişdir. Yapısal olmayan elemanlar arasında bir diğer önem arz eden grup cebhe sistemleridir. Yüksek binaların mimarı tasarımlarından dolayı her dort cebhenin açık olmasından bu elemanların özel bir tasarıma ihtiyaç duymasıyla beraber rüzgar yülerine karşı dayanımlı olmalarıda şartdır. Burada bu noktanın altını çızmekte fayda vardır ki rüzgar yükü aslında bir yatay yük olarak yüksek binaların tasarımında ele alınacaktır ve binanın yatay yük taşıyacı sistemi rüzgar yükünü binanın temeline aktaracaktır. Ama buna rağmen yüksek binaların cebhe sistemlerinin rüzgar etkilerine karşı tasarlanması zörünlüdür ve bu tasarımda yükseklik aşamalarının artamasını hesaba katmak şartdır. Bu husus rüzgar yüklerinin başlığı altında açıklanacaktır.

Bu tez çalışmasında yüksek binanın modelemesinde hesaba katılan sabit yükler **Tablo 3.3**'de özetlenmiştir:

Tablo 3.4: Sabit Yükler

Betonarme Elemanların Zatı Ağırlığı	25 KN/m^2
Kaplama Yükü (Konut)	2 KN/m^2
Kaplama Yükü (Otopark)	1 KN/m^2
Kaplama Yükü (Çatı)	5 KN/m^2
Bölme Duvarı (otuparkta alınmaz.)	1.5 KN/m^2

Bölme duvarlarının yükü modelde kaplama yükü ile beraber döşemelere aktarılmıştır. Yüksek binalarda bölme duvarları için daha yenilikçi sistemler kullandığından normal binalara göre daha hafif olmakla beraber bazı yönetmeliklerde bölme duvarlarının yükü sabit yük olarak değilde hareketli yük olarak görülmüşdür ve bu yüzden yapı analizinde etkileri azaltılmıştır. Bu tez çalışmasında güvenli tarafta kalmak amacı ile bölme duvarlarının yükü modelde kaplama yüküne ilave edilerek döşemelere aktarılmıştır.

Bunun için başka bir neden ise bölme duvarlarının yapının ömrü boyunca konumlarının değişmesidir. Sonuç olarak bu yükler döşemeye ve döşemeden kirişler vasıtası ile mega kolonlara aktarılmıştır.

Bir diğer husus ise çatı katında kaplama yükünün diğer normal katlara göre büyük alınmasıdır. Bunun sebebi ise yüksek binaların çatı katlarında ağır mekanik tesisatın bulunmasıdır. Yüksek binaların çatı katlarında bir diğer önemli konu günümüzde bu tür binalarda artık çatı katının aktif bir şekilde kullanılmasıdır. Hata bazı yüksek binalarda çatı katlarında şehri gözlemlemek için bir alan yaratılmış ve türistler için açık bırakılmıştır veya bazı yüksek binalarda çatı katından yeşil alan yaratmak için faydalanmıştır. Eğer bir yüksek binada böyle bir tasarım söz konusu olursa çatı katının sabit ve hareketli yükleri tamamen farklı bir şekilde değerlendirilmelidir ve rüzgar etkileri ziyaretçilerin güvenli olmasından yana gözönüne alınmalıdır. Burdan anlaşılıyor ki dünya çapında yürürlükte olan yönetmelikler yüksek binaların tüm ihtiyaçalarını tartışmakta başarısız kalmışlardır.

3.5.1.2. Hareketli Yükler

Hareketli yükler binada dağıma kalıcı olmayan yüklerin anlamanı taşımaktadır. Yani bu tür yükler binadan alınabilir ve hata mıktarı değişebilir. Bu tez çalışması için tasarlanmış modelde tanımlan hareketli yükler TS-498'den alınmış ve **Tablo 3.5**'de sunulmuştur.

Tablo 3.5: Hareketli Yükler

Normal Katlar (Konut)	2 KN/m^2
Bodrum Katlar (Otopark)	5 KN/m^2
Çatı Katı	1.5 KN/m^2

Hareketli yükler düşey yük kapsamında oldukları için yapının analizinde sabit yüklere ilave olarak hesaba alınacaklar. Ancak TBDY-2018 bir tipik sonlu elemanlar duğum noktası için aşağıda gelen **Denk (3.6)**'ni getirmiştir:

$$w_{G,j}^{(S)} + nw_{Q,j}^{(S)} \tag{3.6}$$

Bu bağlantıda gelen *n* katsayısı hareketli yükün yapı analizi hesabına katılan oranını belirmektedir. Burdan anlaşılmaktadır ki hareketli yükün genelde tamamı değilde sadece bir kısmı yapının iç küvetlerinin belirlenmesinede işe alınacaktır ve bu hareketli yüklerin belirsiz ve her zaman değişmeye mağruz kalmasından yanadır. Hareketli yük kütle katılım katsayısının (*n*) oranı ise binanın kullanım amacına göre belirlenmektedir ve **Tablo 3.6**'de aynı TBDY-2018'de belirlendiği gibi açıklanmıştır.

Tablo 3.6: Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, ibadethane, lokanta, mağaza, vb.	0.6
Konut, işyeri, otel, hastane, otopark, vb.	0.3

Bu tez çalışmasında tum katlarda hareketli yük kütle katılım katsayısının (*n*) oranı 0.3 alınmıştır. Yani %30'u modelin kütle hesabına katılacaktır.

3.5.1.3. Kar Yükü

Kar yükü aslında bir hareketli yük olarak tanımlanabilir. Zira yıl böyünca dağıma çatının üstünde yer almamkla beraber bölgesel olarak değişmesinden dolayıda sabit bir mıktarı yoktur. Kar yükü sadece çatı katı için geçerli olmasıyla beraber TBDY-2018'in tevsiyesi ile kütle hesabında (Mass Source) %30'u hesapa katılacaktır. Yani aynı hareketli yükler gibi azaltılacaktır.

Bu tez çalışmasında ise kar yükünün mıktarı TS-498'den alınmıştır. İlk adımda binanın konumu İstanbulda olduğundan TS-498'in EK-1'inde il ve ilçelere göre zati kar yükü bölgelerini belirliyen tablodan Üsküdar ilçesinin bölge numarasının II olduğundan yola çıkarak bu standardın çizelge 4'unden binanın toplam yüksekliği 96 m (yani ≤ 200 m) ve konumun bölge numarasının II olmasından dolayı zati kar yükü 0.75 KN/m^2 alınmıştır.

3.5.1.4. İnşaat Yükleri (Construction Load)

Yüksek binaların yükseklik ve kat sayısından dolayı projelendirme süreçleri normal binalardan farklı olacaktır. Zira proje esnasında kullanılan malzeme hacmi daha büyük olmasıyla beraber bazi özel inşaat vinçleri ve kalıpların ağırlığıda binanyı yapısal elemanlarında gözönüne alınması kadar büyük yüklere maruz koyabilir.

Bu husus TBDY-2018 ve TS-498'de görülmediği için ACSE7-16'den atifde bulunmamız konuyu açıklamak için faydalı olacaktır. [18]

" 3.1.1 Tanım. Sabit yükler, duvarlar, döşemeler, çatılar, tavanlar, merdivenler, yerleşik bölmeler, kaplamalar, cepheler ve benzer şekilde birleştirilen diğer mimari ve yapısal elemanlar ve sabit servis ekipmanları, vinçlerin ve malzeme taşıma sistemlerinin ağırlıkları dahil olmaktadirlar. "

Burdan anlaşılmaktadır ki inşaat sürecinde ortaya çıkabilen yükler yapı hesabında sabit yüklerin bir parçası olarak gözönüne alınabilir. Bu faktör bir hassa yüksek betonarme binalarda önem arz etmektedir. Zira betonarme kompozit malzeme olarak betonun ve donatı çeliğinin bir araya gelip ve birlikte çalışmasıyla yapı elemanlarında ortaya çıkan iç küvetlere karşı direnç sağlamaktadır.

Bununla birlikte beton bir malzeme olarak zamanla mükavemet almasından yana bazen öngörülmeyen davranışlar gösterebilir. Bu nedenle eğer betonun nihai mükavemetine ulaşması sürecinde (ilk 28 günde) elemanlar hesabda gelmeyen daha büyük yükler ve neticesinde daha fazka gerilmelere maruz kalsalar yapı güvenliği büyük ölçüde azalır ve hata inşaat esnasında göçmelere neden olabilir. Konuya somut bir şekilde yaklaşmak amacıyla normal şartlar altında betonunun mükavemete ulaşma sürecileri **Tablo 3.7**'de açıklanmıştır. **Tablo 3.7**'de açıklanan oranlar normal beton için geçerlidir. Yüksek binalarda ise yüksek mükavemetli beton kullandığından, bu oranlar bu tür betonlar için araştırılmalıdır. Buna rağmen yüksek binalarda kat sayısı fazlalığı ve sabit yük büyüklüğünden dolayı inşaat yüklerini göze almak yapı güvenliği acısından vazgeçilmezdir.

Tablo 3.7: Betonun Nihai Mükavemete Ulaşma Oranı

Gün	Betonun Nihayi Mükavemet Oranı
1	%16
3	%40
7	%65
14	%90
28	%99

Bu tez çalışmasında inşaat yüklerine TBDY-2018'de tartışılmadığı ve zorunlu tutulmadığı nedeniyle yer verilmemiştir.

3.5.1.5. Yağmur Yükü

Yağmur yükü tamamen bölgesel bir parametredir. Bu tez çalışmasında ele alınan model İstanbulda yer almasından dolayı önemli bir faktör olabilir. Ama Yağmur yükünün mıktarı TS-498 ve TBDY-2018'de bahs edilmediği nedeniyle saysal modelde göze alınması mumkun olmamıştır.

3.5.1.6. Buz Yükü

TS-498'de buz yükünün rüzgar yönü, yükseklik, nem, hava sıcaklığı, yapı malzemesi cinsi ve başka parametrelere bağlı kalmasından dolayı geçerli bir değer hesaplanması çok mumkun ve rasyönel görülmemiştir. Bunun yanısıra binanın konumunun İstanbulda olmasından yana bu çalışmada buz yükü hesabı yapılmamıştır.

3.5.2. Yatay Yükler

Her hangi bir yapının maruz kalacağı iki tür yatay yük vardir. Birincisi deprem yükü ki kendi içinde depremin yatay ve düşey etkisine bölünmektedir. İkincisi ise rüzgar yüküdür.

3.5.2.1. Deprem Yükü

Deprem yükü tüm binalarda analiz sırasında ve yapının darvanışı hakkında arştırma sürecinde en kritik ve belirliyeci yüktür. Zira günümüzde İstanbul gibi deprem olasılığı büyük olan mega kentlerin deprem sonrası senariyolarını düşündüğümüzde tüm

binaların aslında depreme karşı tasarlandığının altını çiziyoruz. Bu husus bil hassa yüksek binalar için nihai derecede önem arz etmektedir. Zira bir yüksek binanın maliyetini ve deprem anında göçmesi veya kullanım halından uzak kalması gibi ihtimalleri gözümüzün önünde canlandırdığımızda bu tür binaların depreme karşı tasarımının farklı bir yöntem ve değerlendirme prosedüre ihtiyaç duyduklarına ikna olacağız.

TBDY-2018'de bir deprem yönetmeliği olarak yüksek binaların tanıtımını ve tasarımını tamamen deprem yer hareketi düzeylerine bağlayarak tartışmıştır. Bu yüzden bu tez çalışmasında modelin deprem parametrelerini belirlemek için TBDY-2018'in madde 2.1.2'de açıklanan *https://tdth.afad.gov.tr/* adresli internet sitesinden *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları* interaktif web uygulamasından faydalanmıştır.

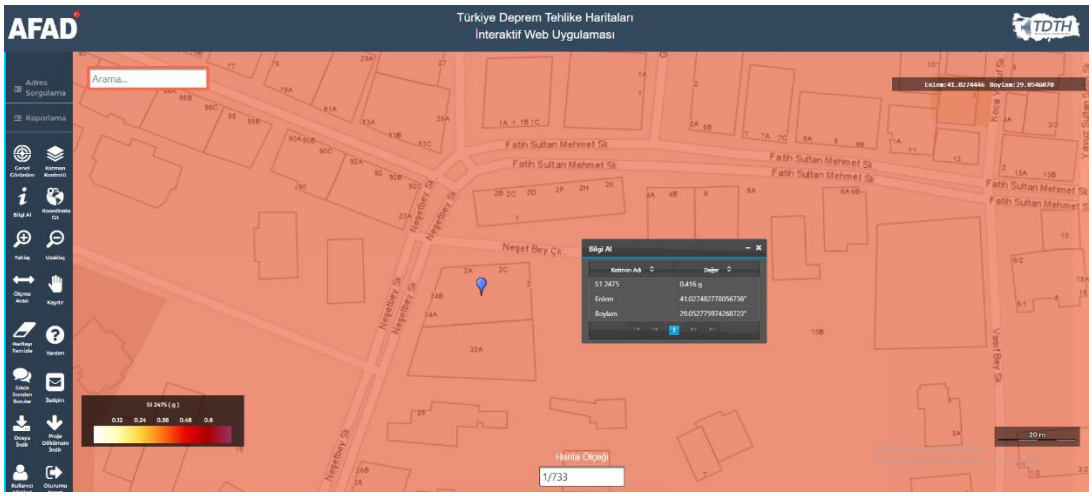
Burda TBDY-2018'de tanımlanan deprem yer hareketi düzeylerini açıklamak amacı ile **Tablo 3.8** sunulmuştur.

Tablo 3.8: Deprem Yer Hareketi Düzeyleri

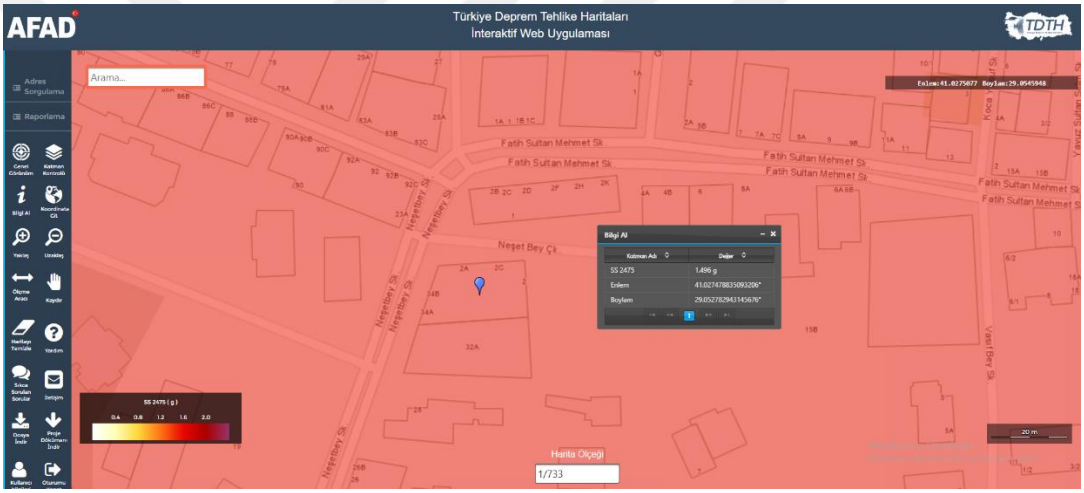
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	Tekrarlanma Periyodu	Literatürde Tanıtımı
DD-1	2475 yıl	en büyük deprem
DD-2	475 yıl	standart tasarım deprem
DD-3	72 yıl	sık deprem
DD-4	43 yıl	servis deprem

3.5.2.1.1. Deprem Parametrelerinin Hesaplanması

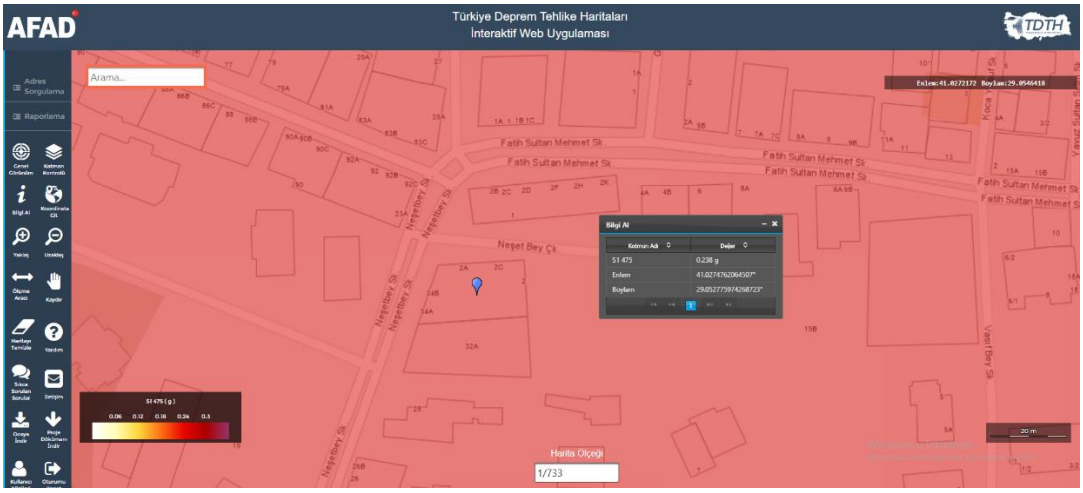
Bu tez çalışmasında İstanbulun Üsküdar ilçesinde bir konum seçilmiştir. Konumun zemin özellikleri **Tablo 3.3**'de belirlendiği gibi 41.02749° enleme ve 29.05275° boylama sahiptir. Bu kordinatları kullanarak *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları* interaktif web uygulamasından her dört deprem yer hareketi düzeleri için S_s ve S_1 parametrelerinin değerleri alınmıştır. Bu işlemin ekran görüntüleri **Şekil 3.3** ila **Şekil 3.10**'da sunulmuştur.



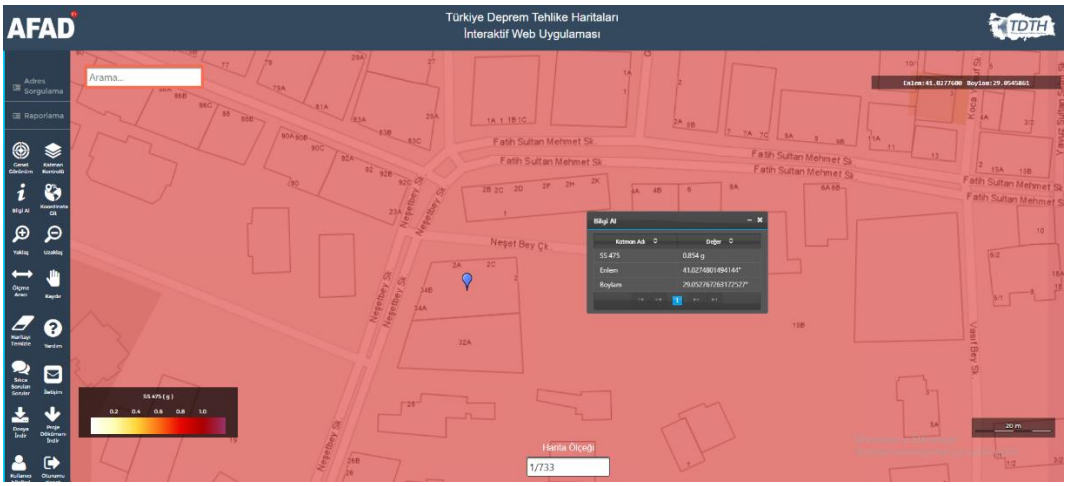
Şekil 3.3: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-1 göre S_1



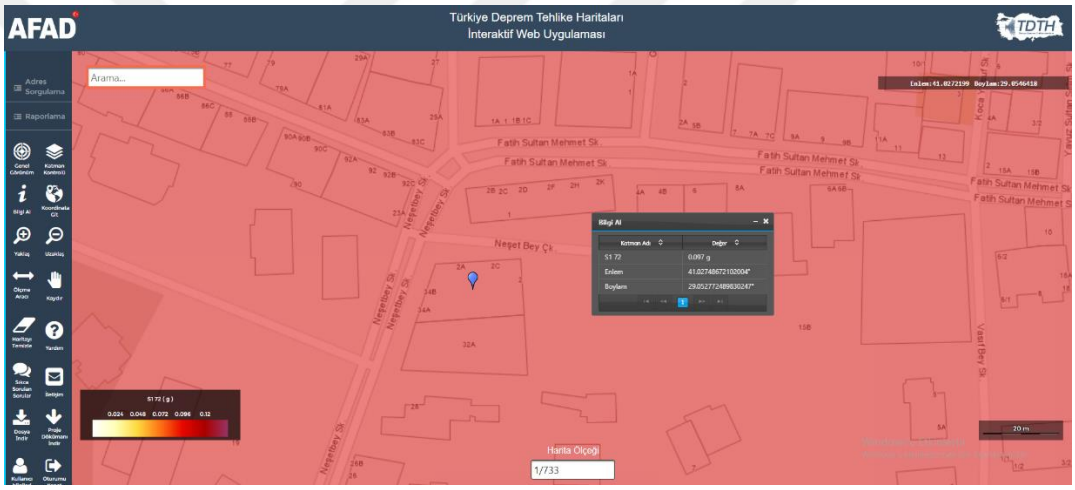
Şekil 3.4: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-1 göre S_s



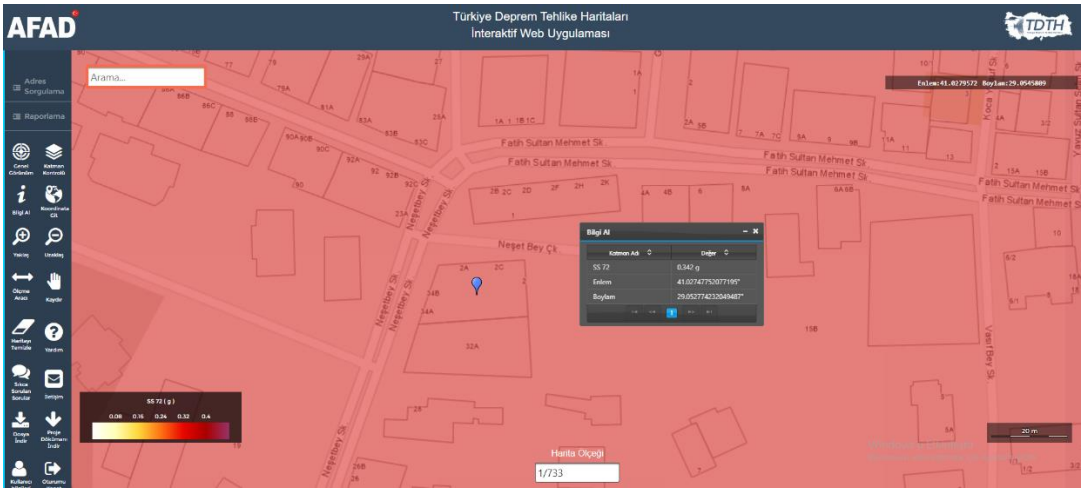
Şekil 3.5: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-2 göre S_1



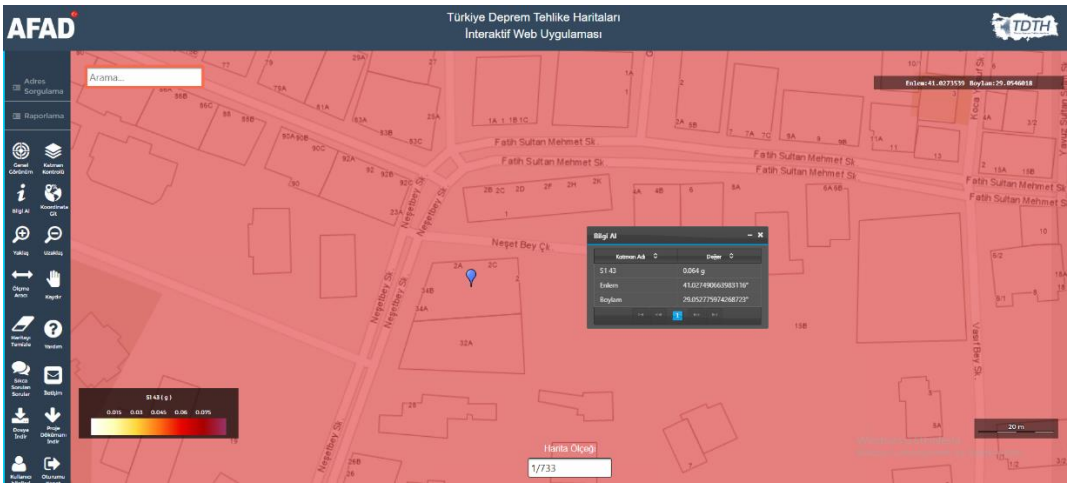
Şekil 3.6: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-2 göre S_s



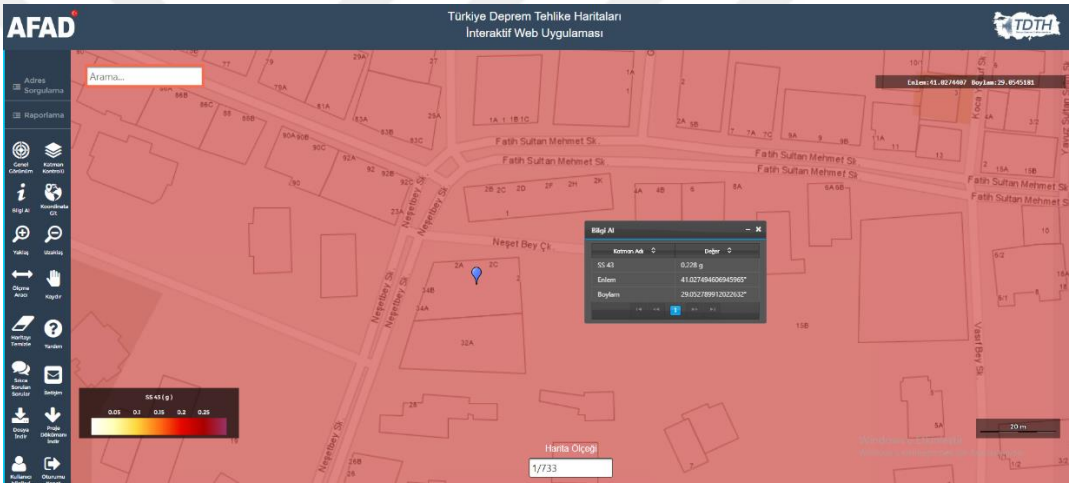
Şekil 3.7: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-3 göre S_1



Şekil 3.8: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-3 göre S_s



Şekil 3.9: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-4 göre S_1



Şekil 3.10: AFAD-Türkiye Deprem Tehlike Haritaları- DD-4 göre S_s

AFAD'in *Türkiye Deprem Tehlike Haritaları* interaktif web uygulamasından S_s ve S_1 için alınan değerler **Tablo 3.9**'da özetlenmiştir.

Tablo 3.9: Deprem Yer Hareketi Düzeylerine Göre S_s ve S_1

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	S_s	S_1
DD-1	1.496 g	0.416 g
DD-2	0.854 g	0.238 g
DD-3	0.342 g	0.097 g
DD-4	0.228 g	0.064 g

Modelin konumuna bağlı S_s ve S_1 parametrelerin değerleri tüm deprem yer hareketi düzeyileri için belirledikten sonra TBYD-2018'in madde 2.3.2.2'de geldiği **Denk (3.7)** ve **Denk (3.8)** kullanarak tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} hesasplanacaktır.

$$S_{DS} = S_s \times F_s \quad (3.7)$$

$$S_{D1} = S_1 \times F_1 \quad (3.8)$$

S_{DS} ve S_{D1} hesaplamak için ise ilk adımda yerel zemin etki katsayıları (F_s ve F_1) elde edilecektir. Bu katsayılar ise TBDY-2018'in madde 2.3.3'de açıklanan tablolara göre belirlenecektir. İsmi geçen tablolar ise **Şekil 3.11** ve **Şekil 3.12**'da sunulmuştur.

Yerel Zemin Sınıfı	Kısa periyot bölgesi için *Yerel Zemin Etki Katsayısı* F_S					
	$S_S \le 0.25$	$S_S = 0.50$	$S_S = 0.75$	$S_S = 1.00$	$S_S = 1.25$	$S_S \ge 1.50$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
ZC	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2
ZD	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
ZE	2.4	1.7	1.3	1.1	0.9	0.8
ZF	*Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır* (**Bkz.16.5**).					

Şekil 3.11: Kısa Periyot Bölgesi İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için *Yerel Zemin Etki Katsayısı* F_1					
	$S_1 \le 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \ge 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	*Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır* (**Bkz.16.5**).					

Şekil 3.12: 1.0 Saniye Periyot İçin Yerel Zemin Etki Katsayıları

Modelin F_s ve F_1 parametrelerinin değerleri konumun ZC yerel zemin sınıfında bulunmasına dayanarak her dört deprem yer hareketi düzeyleri için belirlenmiş ve **Tablo 3.10'** de özetlenmiştir:

Tablo 3.10: Deprem Yer Hareketi Düzeylerine Göre Yerel Zemin Etki Katsayıları

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	F_s	F_1
DD-1	1.2	1.5
DD-2	1.2	1.5
DD-3	1.3	1.5
DD-4	1.3	1.5

Tablo 3.9 ve **Tablo 3.10**'dan elde edilen veriler doğrutusunda tasarım spektral ivme katsayıları S_{DS} ve S_{D1} her dört deprem yer hareketi düzeyleri için hesasplanmış ve **Tablo 3.11**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.11: Deprem Yer Hareketi Düzeylerine Göre S_{DS} ve S_{D1}

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	S_{DS}	S_{D1}
DD-1	1.7952	0.624
DD-2	1.0248	0.357
DD-3	0.4446	0.1455
DD-4	0.2964	0.096

Modelin S_{DS} ve S_{D1} parametrelerinin hesaplanmasıyla TBDY-2018'de gelen **Denk (3.9)** ve **Denk (3.10)**'u ele alarak yatay tasarım spektrumunun köşe periyotları hesaplanacaktır.

$$T_A = 0.2\,\frac{S_{D1}}{S_{DS}} \tag{3.9}$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \tag{3.10}$$

T_A ve T_B parametrelerinin değerleri her dört deprem yer hareketi düzeyleri için hesasplanmış ve **Tablo 3.12**'de özetlenmiştir.

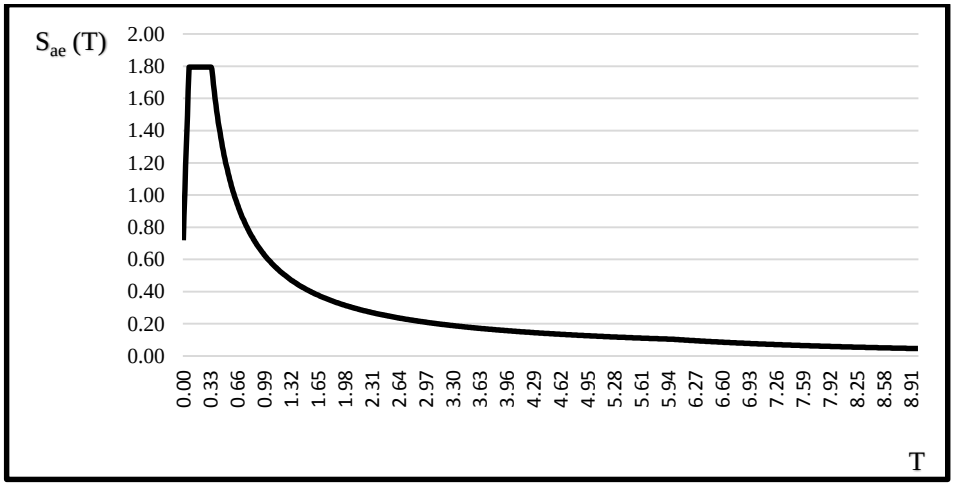
Tablo 3.12: Yatay Tasarım Spektrumunun Köşe Periyotları

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	T_A	T_B
DD-1	0.0695	0.3476
DD-2	0.0697	0.3484
DD-3	0.0655	0.3273
DD-4	0.0648	0.3239

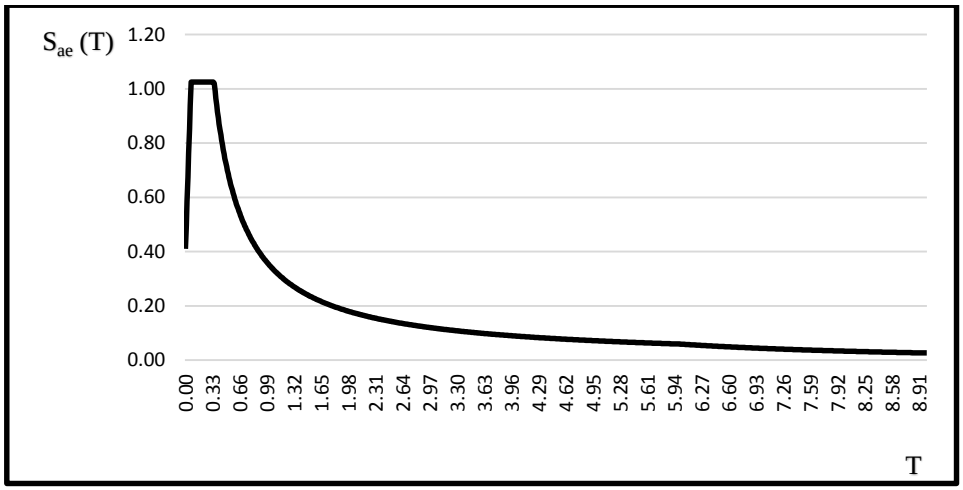
Yatay elastik tasarım spektrumunu her dört deprem yer hareketi düzeyleri için **Denk (3.11)** ile elde edilecektir.

$$
\begin{aligned}
S_{ae}(T) &= (0.4 + 0.6\,\frac{T}{T_A})\,S_{DS} && 0 \le T \le T_A \\
S_{ae}(T) &= S_{DS} && T_A \le T \le T_B \\
S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1}}{T} && T_B \le T \le T_L \\
S_{ae}(T) &= \frac{S_{D1} \times T_L}{T^2} && T_L \le T
\end{aligned}
\qquad (3.11)
$$

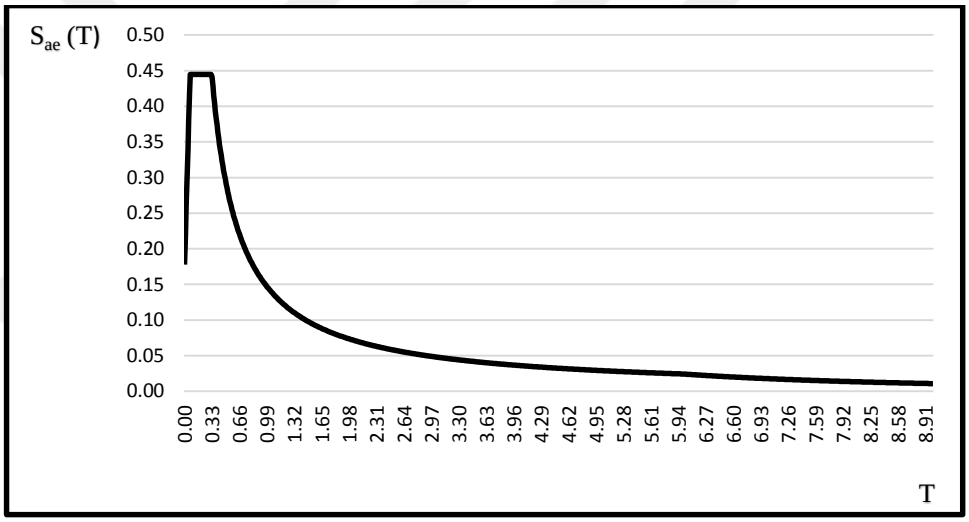
Denk (3.11)'da T parametresi modelin doğal titreşim periyodunu ifade etmektedir ve T_L parametresi ise sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu olarak TBDY-2018'in tavsiyesi ile 6 saniye alınacaktır. Modelin yatay elastik tasarım spektrumları **Şekil 3.13** ila **Şekil 3.16**'da verilmiştir.



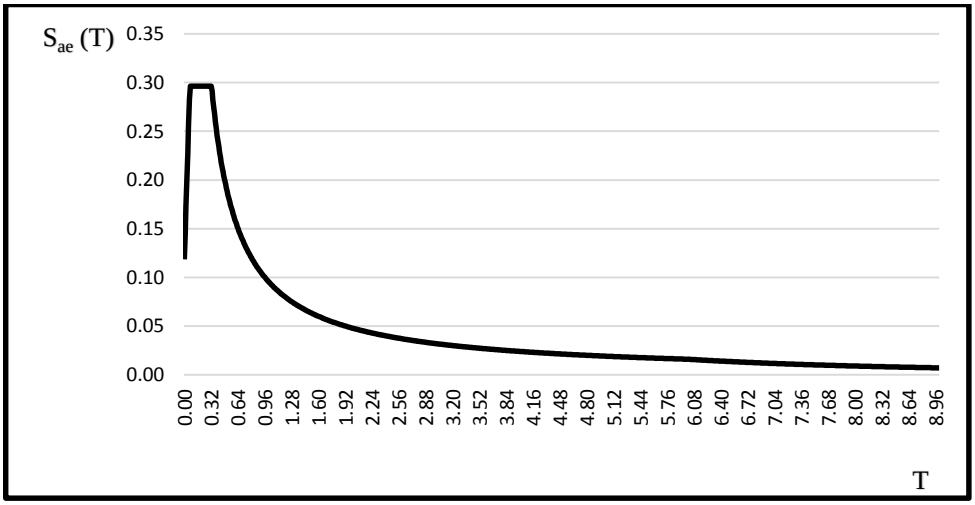
Şekil 3.13: DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3.14: DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3.15: DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3.16: DD-4 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Yatay Elastik Tasarım Spektrumu

Modelin düşey elastik tasarım ivme spektrumu için T_{AD} , T_{BD} ve T_{LD} parametrelerinin **Denk (3.12)** ila **Denk (3.14)** vasıtasıyla her dört deprem yer hareketi düzeyleri için hesaplanmış ve **Tablo 3.13**'de özetlenmiştir.

$$T_{AD} = \frac{T_A}{3} \tag{3.12}$$

$$T_{BD} = \frac{T_B}{3} \tag{3.13}$$

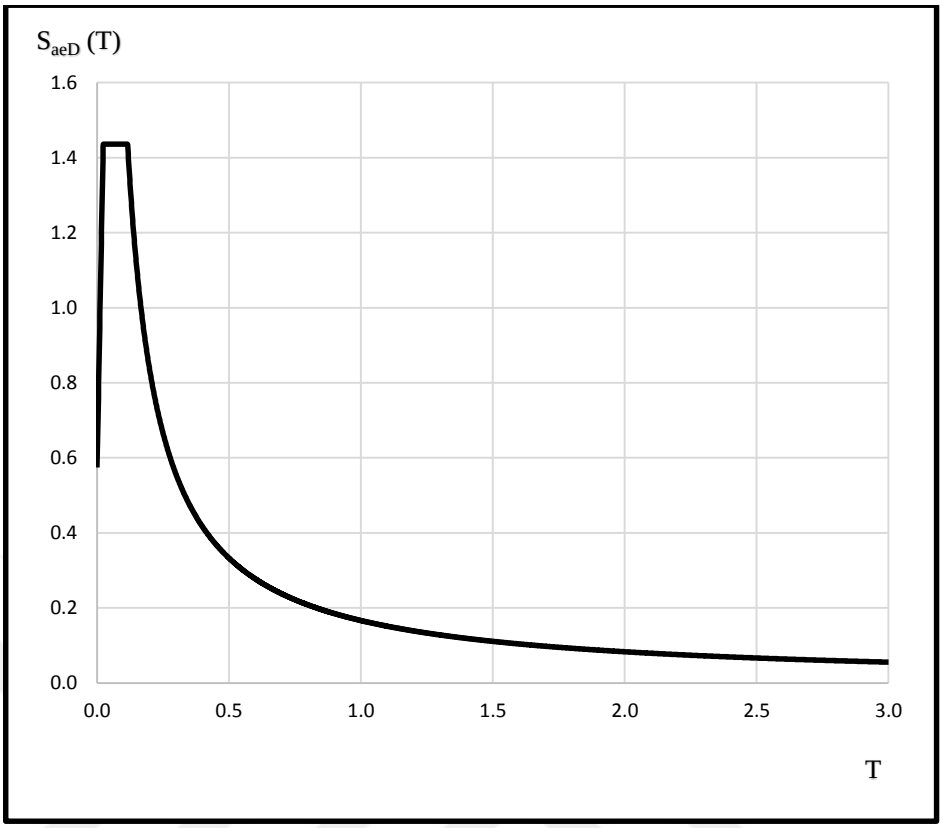
$$T_{LD} = \frac{T_L}{2} \tag{3.14}$$

Tablo 3.13: Düşey Elastik Tasarım İvme Sepektrumunun Köşe Periyotları

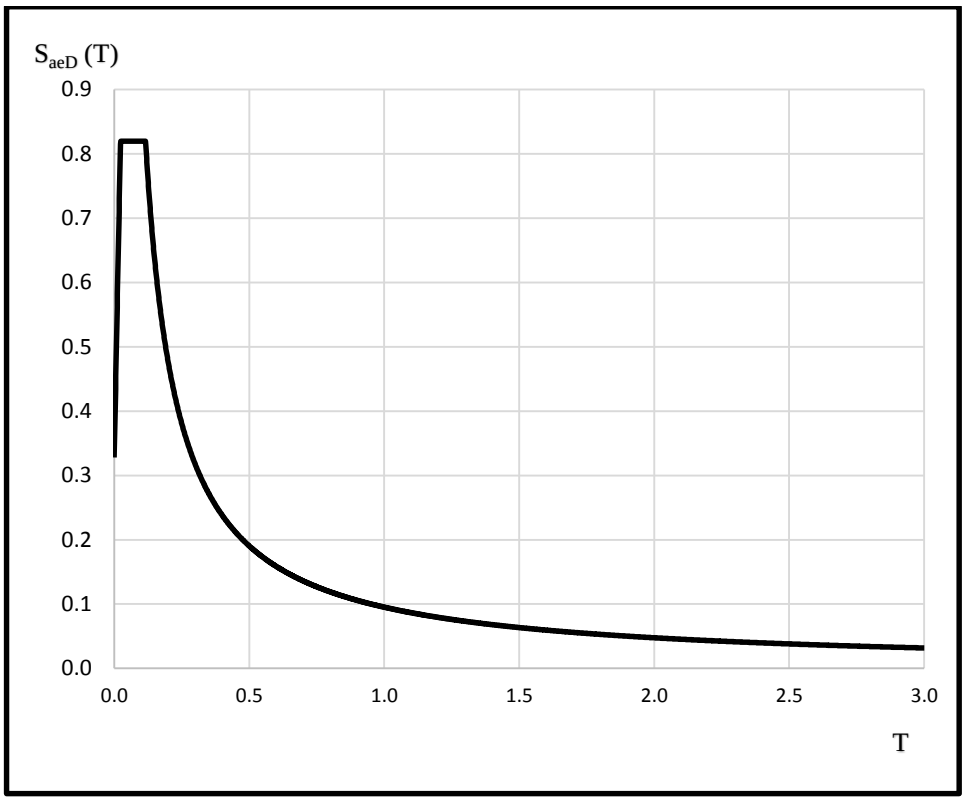
Deprem Yer Hareketi Düzeyleri	T_{AD}	T_{BD}
DD-1	0.0232	0.1159
DD-2	0.0232	0.1161
DD-3	0.0218	0.1091
DD-4	0.0216	0.1079

Düşey elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyotlarının hesaplanmasının ardından **Denk (3.15)**'i ele alarak her dört deprem yer hareketi düzeyleri için **Şekil 3.17** ila **Şekil 3.20**'de sunulmuştur.

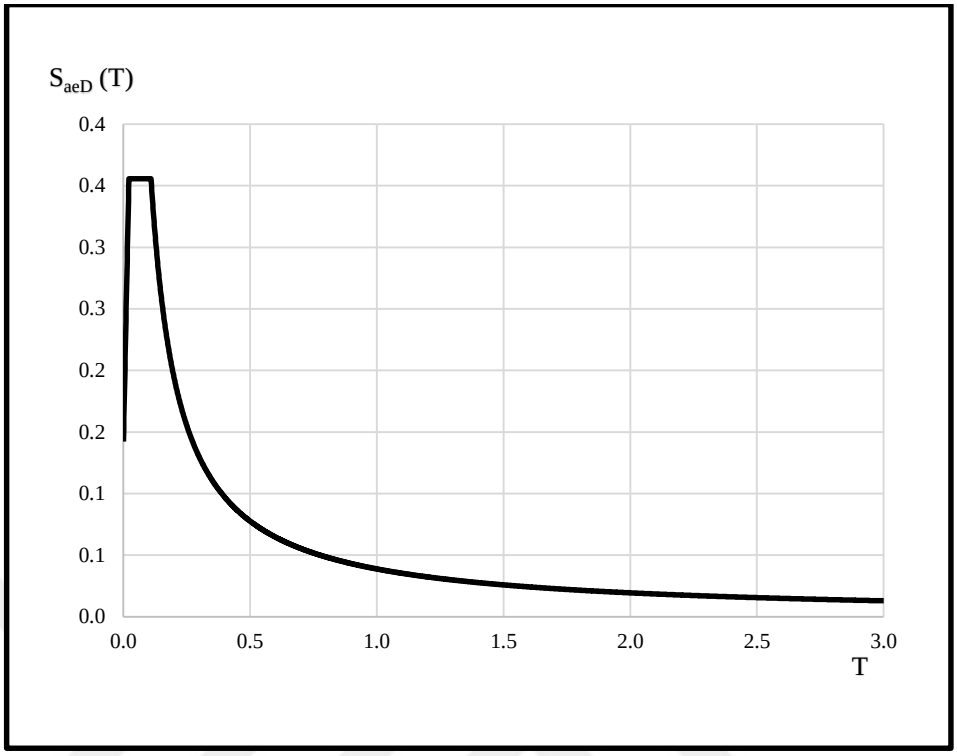
$$\begin{aligned} S_{aeD}(T) &= (0.32 + 0.48\,\frac{T}{T_{AD}})\,S_{DS} && 0 \le T \le T_{AD} \\ S_{aeD}(T) &= 0.8\,S_{DS} && T_{AD} \le T \le T_{BD} \\ S_{aeD}(T) &= 0.8\,S_{DS}\,\frac{T_{BD}}{T} && T_{BD} \le T \le T_{LD} \end{aligned} \tag{3.15}$$



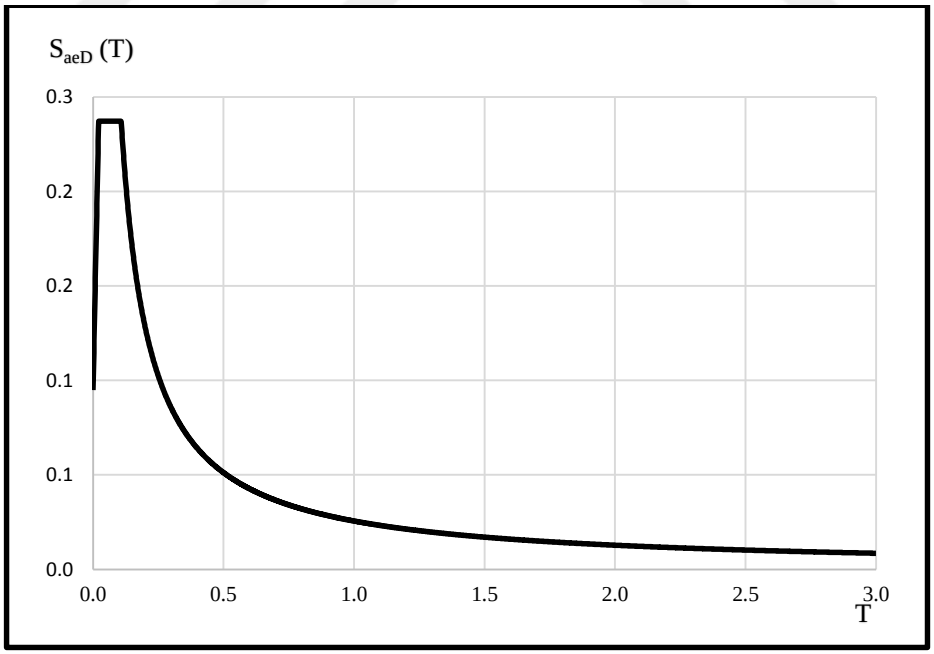
Şekil 3.17: DD-1 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3.18: DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3.19: DD-3 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 3.20: DD-4 Deprem Yer Hareketi Düzeyi İçin Düşey Elastik Tasarım Spektrumu

TBDY-2018'de diğer deprem yönetmelikleri gibi tasarım konusu olan binanın kullanım amacı ve binanın deprem yüküne karşı tasarımının arasında bağlantı kurmuştur ve bunun için BKS (Bina Kullanım Sınıfı) adlı parametresini tanımlamıştır. Bu parametre TBDY-2018'de açıklandığı gibi **Şekil 3.21**'de sunulmuştur.

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS = 1	**Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar** **a)** Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) **b)** Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb. **c)** Müzeler **d)** Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.5
BKS = 2	**İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar** Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
BKS = 3	**Diğer binalar** BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1.0

Şekil 3.21: Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayıları

Bu tez çalışmasında tanımlanan modelin kullanım amacı konut olduğundan BKS parametresi 3 ve bunun yanısıra Bina Önem Katsayısı (I) için 1.0 değeri alınmıştır.

Burdan anlaşılıyor ki TBDY-2018, BKS ve I parametrelerini sadece binanın kullanım amacı ile bağlantılı tutmuştur. Zira yüksek binaların literatüründe bazı kaynaklarda mesela *ACSE 7-16* adlı yönetmelikte binanın kullanım amacı konut olduğuna rağmen I paramerterisi yüksek binalar için daha büyük alınabilir. Bunun nedeni ise *ACSE 7-16* yönetmeliğinin yüksek binalara olan bakış açısıdır. Adı geçen yönetmelikte yüksek binaların deperm neticesinde göçmeye maruz kalmaları durumunda büyük kayıplara sebeb olduğundan dolayı normal binalara göre farklı bir risk katagorisinde sınıflandırırken I (veya *ACSE 7-16*'da geçen ismi ile I_e:*Seismic Importance Factor*) katsayısı için 1.25 değeri alınmıştır. [18]

Bu tez çalışmasında yüksek binaların araştırması TBDY-2018 şartları üzerinden yuruduğu için modelde Bina Önem Katsayısı (I) için 1.0 değeri alınmıştır.

Modelin deprem tasarımı amacıyla parametreleriniden bir diğeri ise DTS (Deprem Tasarım Sınıfı) olacaktır. DTS parametresi TBDY-2018'de açıklandığı gibi **Şekil 3.22**'de aynen sunulmuştur.

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS = 1	BKS = 2, 3
$S_{DS} < 0.33$	DTS = 4a	DTS = 4
$0.33 \le S_{DS} < 0.50$	DTS = 3a	DTS = 3
$0.50 \le S_{DS} < 0.75$	DTS = 2a	DTS = 2
$0.75 \le S_{DS}$	DTS = 1a	DTS = 1

Şekil 3.22: Deprem Tasarım Sınıfları (DTS)

Şekil 3.22'den anlışıldığı gibi DTS parametresi doğrudan BKS ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyinde S_{DS} ile bağlantılıdır. Bu tez çalışmasında **Tablo 3.11**'e göre S_{DS} = 1.0248 g ve modelin bina kullanım sınıfı BKS = 3 olduğundan modelde DTS = 1 alınacaktır.

Bu tez çalışmasında yüksek betonarme binaların depreme karşı tasarımı araştırmak için başdan bir yüksek bina modeli ele alınmıştır. Buna rağmen TBDY-2018'in şartlarını takip etmek hedefi ile DTS parametresi belirlenmesiyle modelin bina yükseklik sınıfı (BYS) kontrol edilmiştir. Bu adım için TBDY-2018'de yapılan sınıflandırma **Şekil 3.23**'de aynen sunulmuştur.

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları [m]		
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a	DTS = 4, 4a
BYS = 1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS = 2	$56 < H_N \le 70$	$70 < H_N \le 91$	$91 < H_N \le 105$
BYS = 3	$42 < H_N \le 56$	$56 < H_N \le 70$	$56 < H_N \le 91$
BYS = 4	$28 < H_N \le 42$	$42 < H_N \le 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \le 28$	$28 < H_N \le 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \le 17.5$	$17.5 < H_N \le 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \le 10.5$	$10.5 < H_N \le 17.5$	
BYS = 8	$H_N \le 7$	$H_N \le 10.5$	

Şekil 3.23: Bina Yükseklik Sınıfıları (BYS)

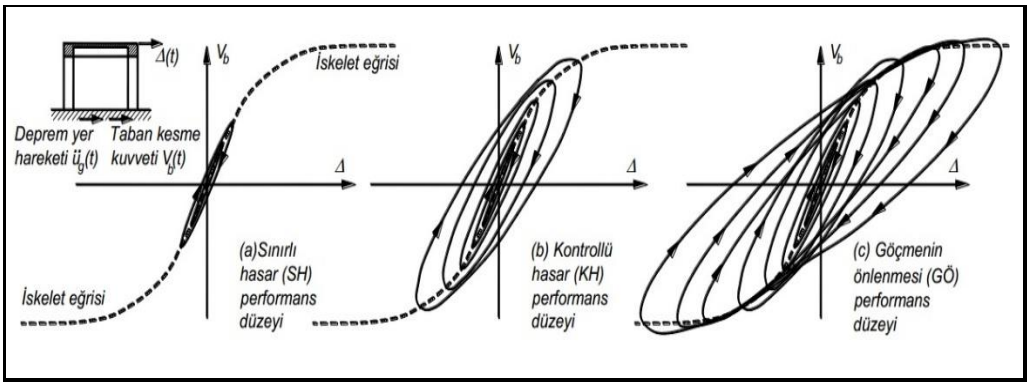
Modelin toplam yüksekliği 96 m ve DTS = 1 sınıfına girmesinden dolayı bina yükseklik sınıfı BYS = 1 olacaktır. Bu sınıflandırmanın anlamı modelin depreme karşı tasarımında TBDY-2018'in bölüm 13'de açıklanan şartlarının sağlanmasının zorunlu olmasıdır.

Yüksek binaların tasarım mantığı performansa dayalı olmasından dolayı TBDY-2018'in bina performans düzeyleri **Tablo 3.14**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.14: Bina Performans Düzeyleri

Bina Performans Düzeyleri	Yapısal Elemanlarda Hasar Seviyesi
Kesintisiz Kullanım (KK)	Hasarın olmadığı / ihmal edilebilir ölçüde kaldığı
Sınırlı Hasar (SH)	Doğrusal olmayan hasarın sınırlı kaldığı
Kontrollü Hasar (KH)	can güvenliğini sağlamak üzere çok ağır olmayan ve çoğunlukla onarılması mümkün olan hasar
Göçmenin Önlenmesi (GÖ)	İleri düzeyde ağır hasarın meydana geldiği ama binanın kısmen veya tamamen göçmesinin önlenmesi

Tablo 3.14'de anlatılan yapısal elemanlarda hasar seviyelerini açıklamak için **Şekil 3.24**'de hasarların kesme kuvvetine karşı şekildeğiştirme grafları sunulmuştur. [3]



Şekil 3.24: Yapısal Elemanlarda Hasar Seviyelerine Göre Şekildeğiştirme

Bina performans düzeylerinden yola çıkarak yüksek binaların performans düzeylerine bağlı tasarım aşamaları **Tablo 3.15**'de sunulmuştur.

Tablo 3.15: Yüksek Binaların Performans Düzeylerine Bağlı Tasarım Aşamaları

Tasarım Aşaması	I	II		III	
Tasarım Türü	Ön tasarım	Kontrol		Kontrol	
		DTS=1, 2, 3, 3a ve 4a	DTS=1a ve 2a	DTS=1, 2, 3, 3a ve 4a	DTS=1a ve 2a
Deprem Düzeyi	DD-2	DD-4	DD-3	DD-1	DD-1
Hedef Performans	KH	KK	SH	GÖ	KH

Bu tez çalışmasında modelin DTS = 1 olmasına yönelik ileri performans hedeflerine ihtiyaç kalmayacaktır ve **Tablo 3.16**'da gelen aşamalar izlenecektir.

Tablo 3.16: Yüksek Binaların Normal Performans Düzeylerine Bağlı Tasarım Aşamaları

Tasarım Aşaması	I	II	III
Tasarım Türü	Ön tasarım	Kontrol	Kontrol
		DTS=1	DTS=1
Deprem Düzeyi	DD-2	DD-4	DD-1
Hedef Performans	KH	KK	GÖ
Tasarım Yaklaşımı	DGT	DGT	ŞDGT

Tablo 3.16'da açıklandığı gibi TBDY-2018 Aşama I ve Aşama II için *Dayanıma Göre Tasarımı* getirmesi ile beraber Aşama III için *Şekildeğiştirmeye Göre Tasarımı* şartlandırmıştır.

3.5.2.1.2. I Aşama'da Deprem Yüklerinin Tanımlanması

Binanın modelinin **Şekil 3.1** ve **Şekil 3.2**'de gelen kat planlarına baktığımızda yük taşıyacı sistemin X ve Y eksenleri doğruntusunda farklı olduğunu bellidir. Depremin yatay yükünü X ekseni doğruntusunda taşıyacı sistemin kolonlar, kirişler (birlikte betonarme çerçeveni oluşturan yapısal elemanlar.) ve bağ kirişler vasıtasıyla bağlanmış boşluklu perde duvarlarına aktarılmışken Y ekseni doğruntusunda taşıyacı sistemin kolonlar, kirişler (birlikte betonarme çerçeveni oluşturan yapısal elemanlar.) ve boşluksuz perde duvarlarına aktarılmıştır.

Burdan anlaşılıyor ki modelin yatay yük taşıyacı sistemi betonarme çerçeve (kolonlar + kirişler) ve betonarme perde duvarlar ile birlikte çalışması gereklidir. TBDY-2018 bu sistemi tanımlamak için deprem yükünün elemanlar arasında paylaşım oranını madde 4.3.4.5' de sınırlandırmıştır.

$$0.40\ M_{\circ} < \sum M_{DEV} < 0.75\ M_{\circ} \qquad (3.15)$$

Denk (3.15)'de TBDY-2018 betonarme perdelerin maruz kaldığı devrilme momentlerini, tüm taşıyacı sistemin maruz kaldığı devrilme momentlerinin oranını minimum %40 ve maksimum %75 arasında sınırlandırımıştır. Yani modelin analiz aşamasında bu şartı kontrol edip ve yerine getirmekle beraber yük taşıyacı sistemin Davranış Katsayısı (R) ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D) seçilebilir. Bunun için ise TBDY-2018 gelen tablonun süneklik düzeyi yüksek olan betonarme binalara ayıt olan kısmı **Şekil 3.25'** de sunulmuştur.

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı *R*	Dayanım Fazlalığı Katsayısı *D*	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
A. YERİNDE DÖKME BETONARME BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
A1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
A11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS ≥ 3
A12. Deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdelerle karşılandığı binalar	7	2.5	BYS ≥ 2
A13. Deprem etkilerinin tamamının *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	6	2.5	BYS ≥ 2
A14. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* betonarme çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.4.5**)	8	2.5	BYS ≥ 2
A15. Deprem etkilerinin moment aktaran *süneklik düzeyi yüksek* betonarme çerçeveler ile *süneklik düzeyi yüksek* boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.**4.3.4.5**)	7	2.5	BYS ≥ 2
A16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen *süneklik düzeyi yüksek* betonarme kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	3	2	–
A2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			

Şekil 3.25: Bina Taşıyıcı Sistemleri için R ve D Katsayıları

Şekil 3.25'de açıklanan şartlara göre bu tez çalışmasında tasarlanan bina modeli için X ekseni doğruntusunda R = 8 ve Y ekseni yönünde R = 7 ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı ise her iki eksen doğruntusunda D = 2.5 alınmıştır.

Bu tez çalışmasında modelin *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi* ile analiz sonucunda oluşan momentler **Tablo 3.17**'de tüm taşıyacı sistem için ve **Tablo 3.18**'de sedece binanın perde kısmının tabanı için sunulmuştur.

Tablo 3.17: Modelin Tüm Tşıyacı Sistemine Gelen Moment

Yük	F_X	F_Y	F_Z	M_X	M_Y	M_Z
EQX	-11388.5861	0	0	0	**-802625.3679**	136663.0334
EQX	-11388.5861	0	0	-9.51E-06	**-802625.3679**	150564.1781
EQX	-11388.5861	0	0	1.01E-05	**-802625.3679**	122761.8886
EQY	0	-11388.5861	0	**802625.368**	0	-136663.0334
EQY	0	-11388.5861	0	**802625.368**	7.904E-07	-150564.1782
EQY	0	-11388.5861	0	**802625.368**	-1.377E-06	-122761.8886

Tablo 3.18: Modelin Perdelerine Gelen Moment

Yük	P	V_2	V_3	T	M_2	M_3
EQX	0	-11092.0815	0	0.0002	-2.821E-05	**425789.3175**
EQX	0	-11092.0815	0	-14226.2464	-3.346E-05	**425789.3175**
EQX	0	-11092.0815	0	14226.2467	-2.297E-05	**425789.3175**
EQY	0	0	-11072.5614	-0.0001	**435600.663**	-2.89E-05
EQY	0	0	-11072.5614	14226.2465	**435600.663**	-2.952E-05
EQY	0	0	-11072.5614	-14226.2467	**435600.663**	-2.829E-05

X ekseni doğruntusunda **Tablo 3.18**'de M_3 moment değerlerini **Tablo 3.17**'de M_y moment değerlerine oranlıyarak, bu doğruntuda **Denk (3.15)**'de gelen şartın modelde sağlandığı aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\frac{M_{DEV}}{M_\circ} = \frac{M_3}{M_Y} = \frac{\mathbf{425789.3175}}{\mathbf{802625.3679}} = 0.5305 = \%53$$

Y ekseni doğruntusunda ise **Tablo 3.18**'de M_2 moment değerlerini **Tablo 3.17**'de M_X moment değerlerine oranlıyarak, bu doğruntuda **Denk (3.15)**'de gelen şartın modelde sağlnadığı aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$\frac{M_{DEV}}{M_\circ} = \frac{M_2}{M_X} = \frac{\mathbf{435600.663}}{\mathbf{802625.368}} = 0.5427 = \%54$$

3.5.2.1.3. Modelin Hakim Doğal Titreşim Periyodunun Hesaplanması

Her hangi bir binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesaplanması belirli bir oranda binanın gerçek periyodundan farklı olarak hesaplanır. Yani binanın doğal titreşim periyodunu gerçek değerine yaklaşık olarak hesaplanması mumkundur. Bu husus el hesabı ve aynı anda analiz programlarında elde edilen periyot için geçerlidir.

TBDY-2018 ise *Eşdeyer Deprem Yükü Yönteminde* taban kesme kuvvetinin hesaplanmasına yönelik **Denk (3.16)**'ni sunmuştur.

$$T_p^{(X)} = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} m_i d_{fi}^{(X)^2}}{\sum_{i=1}^{N} F_{fi}^{(X)} d_{fi}^{(X)}} \right)^{1/2} < 1.4\, T_{pA} \qquad (3.16)$$

Denk (3.16)'de gelen T_{pA} parametresi ampirik hakim doğal titreşim periyodudur ve **Denk (3.17)** vasıtasıyla hesaplanır.

$$T_{pA} = C_t H_N^{3/4} \qquad (3.17)$$

Denk (3.16)'de C_t parametresinin değeri ise TBDY-2018'in 4.7.3.4 (a) maddesine göre deprem etkilerini betonarme çerçeve ve perdeler tarafından karşılandığı yük taşıyıcı sistemlerinde 0.07 alınmalıdır. Bu noktanın altını çızmek lazımdır ki C_t parametresi modelin deprem hesabında her ki X ve Y eksenleri doğruntusunda aynı alınacaktır.

Bir diğer husus TBDY-2018 madde 3.3.1.1'de bodrumlu binaların yüksekliklerini tanımlamak amacıyla binanın tabanının belirlenmesi için koşullar getirmesidir. Bu

koşulların sağlanması durumunda bina tabanı, bodrum perdelerinin üst kotundaki kat döşemesi seviyesinde taşınacaktır. **Denk (3.17)**'de gelen bina toplam yüksekliğin (H_N) ise bu bakımdan kontrol edilmesi şatdır.

Bu tez çalışmasında tasarlanan modelde binanın her dört semti bodrum perdelri ile sarıldığından madde 3.3.1.1(a) geçerlidir. Ama madde 3.3.1.1(b) için modelde iki farklı analiz yapılmıştır. Birinci analizde binanın tüm katlarını göze alarak hakim doğal titreşim periyodu elde edilmiştir. Sonuçlar **Tablo 3.19**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.19: Modelin Tüm Katların katıldığı Durumda Periyotları

Mod	Period (saniye)	Kütle Katılım Oranı	
		X	Y
1	3.364	%55	0
2	3.152	0	%52

İkinci analizde binanın zemin kat döşemesi dahil tüm bodrum kütleleri hesaba katılmaksızın hakim doğal titreşim periyodu elde edilmiştir. Sonuçlar **Tablo 3.20**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.20: Modelin Bodrum Katları Katılmazsızın Durumda Periyotları

Mod	Period (saniye)	Kütle Katılım Oranı	
		X	Y
1	3.364	%72	0
2	3.152	0	%69

Anlaşıldı gibi her iki analizin periyod sonuçları aynı çıkmıştır ve bu yüzden madde 3.3.1.1(b) gelen şart yanı $T_{p,tüm} \leq 1.1\, T_{p,üst}$ da sağlanmıştır. Bu sebebden dolayı TBDY-2018'in madde 3.3.1.3'e göre deprem hesabı bakımından binanın toplam yüksekliği H_N = 86.4 m alınacaktır.

Denk (3.16)'dan anlaşıldığı gibi binanın doğal titreşim periyodununa ayıt bir maksimum değer vardir. Bu değer bu tez çalışmasında tasarlanan model için **Denk (3.17)**'ni ele alarak hesaplanmıştır.

$$T_{pA} = 0.07 \times 86.4^{3/4} = 1.9837\ saniye$$

$$T_p^{(X)} = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^{N} m_i d_{fi}^{(X)^2}}{\sum_{i=1}^{N} F_{fi}^{(X)}\, d_{fi}^{(X)}} \right)^{1/2} < 1.4\, T_{pA} = 1.4 \times 1.9837 = 2.7772\ saniye$$

Yani modelin anliz aşamalarında doğal titreşim periyodunu her ki X ve Y eksenleri doğruntusunda yaklaşık 2.8 saniyeden büyük bir değer alamak mumkun değildir.

3.5.2.2. Rüzgar Yükü

Günümüzde yüksek binalar yeni yapı taşıyıcı sistemler, yüksek dayanımlı malzemeler ve yükseklik artışından dolayı ağırlık ve sönüm azalması ve aynı anda hafiflik ve süneklik artışına maruz kalmaktadır. Bu nedenle yeni yüksek binalarda rüzgar yükleri etkisini araştırmak yöntemlerini geliştirmek gereklidir. [19]

Genelde yüksek binalarda rüzgar yüklerinin yapıda etkisi üç yöntemle araştırılmaktadır.

- Rüzgar Tüneli Testleri: Bu yöntem genelde Mega Tall binalar için uygulanmaktadır.
- Nümerik Analizler: Bu yöntem akışkanlar dinamiği yöntemlerine bağlıdır ve özel çalışmalar gerektirir.
- Rüzgar Yükü Yönetmelikler.

Burdan yola çıkarak TBDY-2018'in madde 13.4.3.1'na bağlı olarak yüksek binalarda I Aşama Deprem Hesabında rüzgar hesabı zorunludur. Ancak bu tez çalışmasında söz konusu olan model için rüzgar hesabı TS-498'in bölüm 11'deki tanıtıma göre yapılmışdır.

3.6. YAPISAL ELEMANLARIN ÖN BOYUTLANDIRILMASI

3.6.1. Kolon Ön Boyutlandırması

Kolonların ön boyutlandırması eksenel yük altında yapılacaktır. Yani ön boyutlandırma hesapında deprem yükü gözönüne alınmayacaktır. Bu nedenle kolonların ön boyutlandırmasında TS-500'un madde 7.4.1'de gelen **Denk (3.18)** kullanılacaktır.

$$N_d \leq 0.9\, f_{cd}\, A_c \qquad (3.18)$$

Bu bağlantıda gelen N_d ise **Denk (3.19)** gelen artırılmış yüklerdir.

$$N_d = 1.4\, G + 1.6\, Q \qquad (3.19)$$

Beton tasarım basınç dayanımı (f_{cd}) hesabı için TS-500'de sunulmuş **Denk (3.4)** ele alınmıştır.

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{mc} \qquad (3.4)$$

$f_{cd} = 50 / 1.50 = 33.33$ MPa

Bina modelinde dört tip kolon böyütü olduğundan N_d (tasarım eksenel kuvveti) bu kesitler için hesaplanmıştır.

0.9 × 33.33 MPa × 1200 mm × 1200 mm = 43195680 N = 43195.68 KN
0.9 × 33.33 MPa × 1000 mm × 1000 mm = 29997000 N = 29997 KN
0.9 × 33.33 MPa × 900 mm × 900 mm = 24297570 N = 24297.57 KN
0.9 × 33.33 MPa × 800 mm × 800 mm = 19198080 N = 19198.08 KN

Tablo 3.21'da bu tez çalışmasına ayit modelin kolon tipleri ve bu kolınların **Denk (3.18)** göre hesaplanmış tasarım eksenel kuvvetleri özetlenmiştir.

Tablo 3.21: Kolon Tipleri ve Kolon Eksenel Kapasiteleri

Kat	Kolon Tipi (cm)	$0.9\ f_{cd}\ A_c$ (KN)
1	120 × 120	43195.68
2	120 × 120	43195.68
3	120 × 120	43195.68
4	100 × 100	29997
5	100 × 100	29997
6	100 × 100	29997
7	100 × 100	29997
8	100 × 100	29997
9	100 × 100	29997
10	100 × 100	29997
11	90 × 90	24297.57
12	90 × 90	24297.57
13	90 × 90	24297.57
14	90 × 90	24297.57
15	90 × 90	24297.57
16	90 × 90	24297.57
17	90 × 90	24297.57
18	90 × 90	24297.57
19	90 × 90	24297.57
20	90 × 90	24297.57
21	80 × 80	19198.08
22	80 × 80	19198.08
23	80 × 80	19198.08
24	80 × 80	19198.08
25	80 × 80	19198.08
26	80 × 80	19198.08

27	80 × 80	19198.08
28	80 × 80	19198.08
29	80 × 80	19198.08
30	80 × 80	19198.08

Modelin *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi* ile analiz sonuçlarına göre kolonlara gelen eksenel yükler ve hesaplanmış tasarım eksenel kuvvetleri kolon kesitlerinin küçüldüğü ilk katlarda ve tabanda **Tablo 3.22**'de özetlenmiştir. Tüm kolonların verileri **EK 1**'de sunulmuştur.

Tablo 3.22: Kolon Eksenel Yükleri ve Kolon Eksenel Kapasiteleri

Kat	Kolon Numarası	N_d	Gelen Eksenel Yük (KN)	$0.9\ f_{cd}\ A_c$ (KN)
Story21	C1	1.4G+1.6Q	-4331.3559	19198.08
Story21	C2	1.4G+1.6Q	-4331.3559	19198.08
Story21	C3	1.4G+1.6Q	-4331.3559	19198.08
Story21	C4	1.4G+1.6Q	-4331.3559	19198.08
Story21	C5	1.4G+1.6Q	-6318.7812	19198.08
Story21	C6	1.4G+1.6Q	-6318.7812	19198.08
Story21	C7	1.4G+1.6Q	-6325.2167	19198.08
Story21	C8	1.4G+1.6Q	-6325.2167	19198.08
Story21	C9	1.4G+1.6Q	-6318.7812	19198.08
Story21	C10	1.4G+1.6Q	-6318.7812	19198.08
Story21	C11	1.4G+1.6Q	-6325.2167	19198.08
Story21	C12	1.4G+1.6Q	-6325.2167	19198.08
Story11	C1	1.4G+1.6Q	-8963.105	24297.57

Story11	C2	1.4G+1.6Q	-8963.105	24297.57
Story11	C3	1.4G+1.6Q	-8963.105	24297.57
Story11	C4	1.4G+1.6Q	-8963.105	24297.57
Story11	C5	1.4G+1.6Q	-12940.8323	24297.57
Story11	C6	1.4G+1.6Q	-12940.8323	24297.57
Story11	C7	1.4G+1.6Q	-12956.8407	24297.57
Story11	C8	1.4G+1.6Q	-12956.8407	24297.57
Story11	C9	1.4G+1.6Q	-12940.8323	24297.57
Story11	C10	1.4G+1.6Q	-12940.8323	24297.57
Story11	C11	1.4G+1.6Q	-12956.8407	24297.57
Story11	C12	1.4G+1.6Q	-12956.8407	24297.57
Story4	C1	1.4G+1.6Q	-12311.0435	29997
Story4	C2	1.4G+1.6Q	-12311.0435	29997
Story4	C3	1.4G+1.6Q	-12311.0435	29997
Story4	C4	1.4G+1.6Q	-12311.0435	29997
Story4	C5	1.4G+1.6Q	-18050.7648	29997
Story4	C6	1.4G+1.6Q	-18050.7648	29997
Story4	C7	1.4G+1.6Q	-18075.5109	29997
Story4	C8	1.4G+1.6Q	-18075.5109	29997
Story4	C9	1.4G+1.6Q	-18050.7648	29997
Story4	C10	1.4G+1.6Q	-18050.7648	29997
Story4	C11	1.4G+1.6Q	-18075.5109	29997

Story4	C12	1.4G+1.6Q	-18075.5109	29997
Story1	C1	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C2	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C3	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C4	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C5	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C6	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C7	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68
Story1	C8	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68
Story1	C9	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C10	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C11	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68
Story1	C12	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68

Modelin *Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi* ile analiz sonuçlarını ve tasarım eksenel kuvvetlerini (N_d) mukayese ederek tüm kolonların kesitlerinin artırılmış eksenel yüklere karşı (1.4G + 1.6Q) kurtardığı neticesi ile kolonlarda kesit boyutlarının büyütülmesine ihtayaç kalmamıştır ve bu süreçte kolonların ön boyutlandırılması kontrolu tamamlanmıştır.

3.6.2. Döşemelerin Modelenmesi ve Ön Böyütlandırılması

Bu tez çalışmasında modellenen bina kirişli çerçeve olduğu için döşemeler kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak modellenmiştir. TBDY-2018'in madde 4.5.2.1'ne göre döşemeler rijit diyafram olarak tanımlandığında kolon – kiriş birleştiği duğum noktalarında serbestlik derecesini 6'dan 3'e indiriliyor. Bu nedenle modelin döşemeleri için X ve Y eksenleri doğruntusunda öteleme ve Z ekseni doğruntusunda burulma hareketi göze alınmıştır. Bu hususta TBDY-2018'in madde 4.5.9.3'e göre kat kütleleri rijit diyaframların merkezlerinde tanımlanmıştır. Kat kütlelerinin tanımlanması **Denk (3.6)** ve **Tablo 3.6**'da gelen şartlara göre yapılmıştır. Yönetmeliğin 4.5.10 başlığı kapsamında ise rijit döşemeler için her iki deprem doğruntusunda (X ve Y eksenleri) ek dışmerkezlik etkisi deprem hesabında göze alınmıştır.

TBDY-2018'in madde 7.11.2'de uygun döşeme kalınlıkları için TS-500 yönetmeliğinin şartları zorunlu tutulmuştur. TS-500 madde 11.4.2'de iki doğruntuda çalışan betonarme kirişli döşemelerin minimum kalınlıklarını **Denk (3.20)**'da sunmuştur.

$$h \geq \frac{l_{sn}}{15+\frac{20}{m}}\left(1-\frac{\alpha_s}{4}\right) \quad ve \quad h \geq 80\ mm \tag{3.20}$$

Bu tez çalışmasında modellenen döşemelerin minimum kalınlığı hesabı ise aşağıda özetlenmiştir.

$$h \geq \frac{8000}{15+\frac{20}{1}}\left(1-\frac{1}{4}\right) = 171\ mm \quad ve \quad h \geq 80\ mm$$

Döşemenin minimum kalınlığının 17.1 cm elde edildiğinden güvenli tarafta kalmak ve tam sayılarla çalışmak amacı ile döşeme kalınlığı 20 cm olarak seçilmiştir.

Döşemelerin modellenmesi hususunda bir diğer önem arz eden konu ise yüksek binaların döşemelerde bulunan büyük boşluklarıdır. Bu büyük ve kaçınılmaz boşlukların nedeni asansör ve kaçış merdivenleridir. TBDY-2018 madde 3A.6.3'de bu tip boşluklar için yüklerin doğru bir şekilde aktarılması yönünde boşluk kenarlarında yeterli rijitlik ve dayanıma sahip yatay elemanların tasarlanmasına dikkat çekilmiştir.

Bu tez çalışmasında tasarlanan modelde boşluklar sadece çekirdek betonarme perdelerin içinde yer almışlardır. **Şekil 3.1** ve **Şekil 3.2**'de gösterildiği gibi her dört boşluğun üç kenarı betonarme perde duvarları ile sarılmıştır ve iç kısımda kalan kenar ise bir 30×60 cm ebatında bulunan kiriş vasıtası ile döşemeye bağlanmıştır.

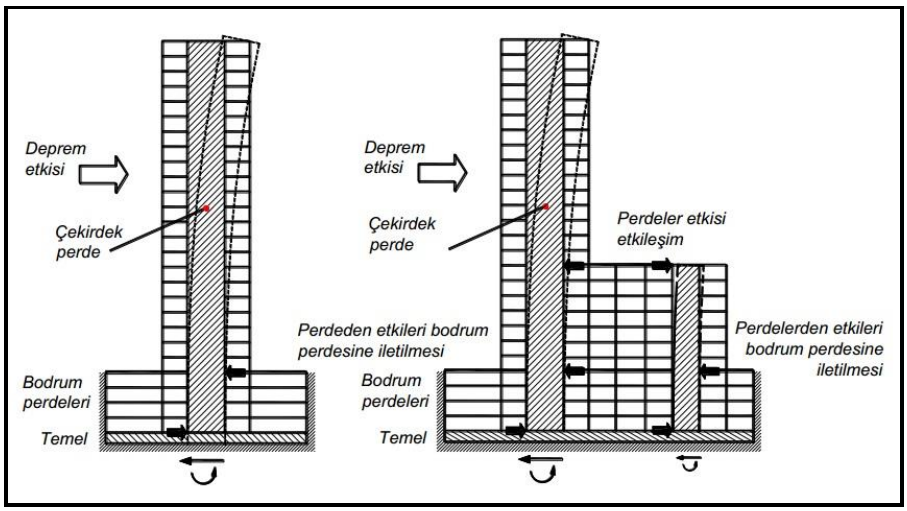
3.6.3. Geçiş Katlarda Döşemelerin Modelenmesi

TBDY-2018 madde 3A.6.4'de bodrumlu binalarda bodrum katların etrafında çerçeve perdeleri bulunduğu nedeni ile binanın bodrum karlarının üst normal katlara göre daha rijit olduğuna atifte bulunurken geçiş katlarda bulunun döşemeler için ki yapı mühendisliği literatüründe *transfer döşeme* olarak adlandırılmış, yeterli düzlem içi rijitlik ve dayanımın sağlanması şartı getirmiştir.

TBDY-2018 bunun yanı sıra madde 4.5.7.1'de aynı şartı getirmekle beraber bodrumlu binalarda bulunan çerçeve perdelerinin üst katlardan aktarılan eylemsizlik kuvvetlerine maruz kalma sebebinden dolayı çerçeve perdelerinin geçiş katları döşemeleri vasıtası ile deprem etkilerini karşılamakta rol aldığının altını çızmıştır ve madde 4.5.7.3'de geçiş katları döşemelerinde aktarma elemanları ve ek bağlantı donatılarından bahs etmiştir.

TBDY-2018 madde 4.5.5.1 ve 4.5.7.1'de bodrumlu binalarda çerveve perdelerin deprem anında üstteki bulunan katlarda oluşan eylemsizlik kuvvetlerinin tümünü veya büyük bir bölümünü geçiş katları döşemeleri vasıtası ile üzerine alıp temele aktaramasından bahs etmiştir. Ama yüksek binalarda çekirdek betonarme perde duvarları olduğundan dolayı bellidir ki çerçeve perdelerine sözu geçen eylemsizlik kuvvetlerinin bir kısmın aktarılacaktır.

TBDY-2018'in maddelerini yorumlamak amacı ile çerçeve perdelerin ve merkezi çekirdek perdelerin (perde+bağ kirişler) arasında bir ettkileşim olduğunu düşünmek lazımdır ki bu konuda Celeb ve Özuygur [3] *çekirdek perdelerinin etkilerinin bir bölümünün düzlemsel gerilmelerle çerçeve perdelerine iletilirmesine* dikkat çekmişlerdir. Şekil 3.26'da sözu geçen çekirdek perdeler ve çerçeve perdeleri arasında oluşan etkileşim gösterilmiştir. [3]



Şekil 3.26. Çekirdek Perde ve Çerçeve Perdelerinin Etkileşimi

3.6.4. Kirişlerin Ön Böyütlandırılması

TBDY-2018'in 7.4.1.1 maddesinde süneklik düzeyi yüksek betonarme kirişler için aşağıda gelen koşulların sağlanmasını şartlandırmıştır:

- Kirişin gövde genişliği minimum 25 cm olacaktır.
- Kirişin gövde genişliği, kiriş yüksekliği ile kirişin birleştiği kolonun veya perdenin kirişe dik genişliğinin toplamını geçmeyecektir.
- Kirişin yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 30 cm'den daha az olmayacaktır.
- Kirişin yüksekliği kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından fazla olmayacaktır.
- Bu koşullar bağ kirişleri hususunda zorunlu değildir.

Bu koşulları göze alarak bu tez çalışmasında kirişlerin ön böyütlandırması **Tablo 3.23**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.23: Kirişlerin Ön Böyütlandırılması

Kiriş Tipi	Kat	Kiriş Böyütları (cm)
Çerçeve Kirişleri	1 - 10	50x80
	11 - 20	40x80
	21 - 30	40x70
Asansor Kirişleri	1 - 30	30x60
Bağ Kirişleri	1 - 10	50x75
	11 - 20	45x75
	21 - 30	40x75

3.6.5. Çekirdek Perdelerin Ön Böyütlandırılması

TBDY-2018 madde 7.6.1.1'de süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerin ön böyütlandırması için **Denk (3.21)**'ni şartlandırmıştır.

$$A_c \geq N_{dm} / (0.35\, f_{ck}) \qquad (3.21)$$

Denk (3.21)'de N_{dm} parametresi yönetmeliğin tanıtımına göre **Denk (3.22)**'de sunulmuştur.

$$N_{dm} = G + Q + E \qquad (3.22)$$

Denk (3.22)'de gelen parametreler sırasıyla sabit yükler, azaltma katsayılarını dikkate alarak hareketli yükler ve deprem yükleridir. Yani **Denk (3.21)**'de gelen N_{dm} (eksenel basınç kuvvetlerinin en büyüğü) **Denk (3.22)**'deki yük kombinasiyonu üzerinden hesaplanacaktır.

Bu tez çalışmasında **Denk (3.22)**'de gelen deprem etkileri ise TBDY-2018'in madde 4.4.2.1'in göze alarak ve N_{dm} parametresinin maksimum değerini hesaplama amacıyla **Denk (3.23)**'de sunulan iki yük kombinasyonu ele alınmıştır.

$$E = E_d^{(X)} + 0.3\, E_d^{(Y)} \qquad (3.23)$$
$$E = E_d^{(Y)} + 0.3\, E_d^{(X)}$$

Deprem etkilerinin (E) hususunda bir diğer konu ise TBDY-2018'in madde 4.4.3.1'de gelen koşullarına göre düşey deprem etkisinin göze alınmamasıdır.

Bu tez çalışmasında modelenen E şeklinde boşluklu perdelerin net kesit alanları **Tablo 3.24**' de özetlenmiştir.

Tablo 3.24: Perdelerin Net Kesit Alanları

Kat	Perde Kalınlığı (cm)	Kesit Alanı (m^2)
1 – 10	50	8.125
11 – 20	45	7.35
21 - 30	40	6.56

Boşluklu perdelerin net kesit alan hesabında ise TBDY-2018'in madde 7.6.1.1'i esas alarak perde kesitinin tümü (perde parçalarının toplamı) gözönüne alınmıştır.

Modelin analiz sonuçunda N_{dm} değerleri ve **Denk (3.21)**'de gelen şartı sağlamak için hesaplar **Tablo 3.25**'de sunulmuştur.

Tablo 3.25: Perdelerin Net Kesit Alanları ve N_{dm} değerleri

Perde Kalınlığı (cm)	Kesit Alanı (m^2)	N_{dm} (KN)	$N_{dm} / (0.35\, f_{ck})$ (m^2)
1 – 10	8.125	111600	6.377
11 – 20	7.35	72781	4.1589
21 - 30	6.56	35787	2.045

Tablo 3.25'den anlaşıldığı gibi perdelerde **Denk (3.21)**'de gelen şartı sağlanmıştır.

3.6.6. Bağ Derecesi Katsayısı Hesaplanması

TBDY-2018 madde 4.5.4.4'da bağ kirişli (boşluklu) çekirdek perdelerin boyuna doğrultusunda bağ derecesi katsayısının miktarının minimum $^1/_3$ olamasını şartlandırmış ve **Denk (3.24)**'u sunmuştur.

$$\Omega = \frac{c\, N_v}{M_{DEV}} = \frac{c\, N_v}{M_1 + M_2 + c\, N_v} \tag{3.24}$$

Denk (3.24)'de gelen c parametresi perde parçalarının enkesit ağırlık merkezleri arasındaki uzaklığı göstermektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\frac{(4 \times 0) + \left(3 \times (1.5 \times 1.5)\right)}{4 + (3 \times 1.5)} = 0.7941 \approx 0.8\, m$$

$$c = 8 - (2 \times 0.8) = 6.4\, m$$

Bu tez çalışmasında tasarlanan modelde deprem etkisinde bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvvetlerinin tüm perde yüksekliği boyunca toplamı **EK 2**'de sunulan verilerin vasıtasıyla elde edilmiştir.

$$\Omega = \frac{6.4 \times 48949.2058}{224027.4629 + (6.4 \times 48949.2058)} = 0.583$$

Bağ derecesi katsayısının değeri $^1/_3$'den büyük olduğundan dolayı modelin X doğruntusunda boşluklu perde olarak davranması ispatlanmıştır. Bununla beraber bağ derecesi katsayısının değeri $^2/_3$'den küçük olmasıyla TBDY-2018'in madde 4.5.4.5'inde gelen perde parçalarında aşırı eksenel kuvvetlerin oluşmasını önlemek amacıyla getirilen şartda sağlanmıştır.

3.7. YAPISAL DÜZENSİZLİKLER

Yüksek binalardada aynı normal binalar gibi yapıda düzensizliğin var olması depreme karşı yapının davranışında etkilidir. Bu etki bazen sınırlı derecede kalıp ve sadece yapının kesitlerinin büyümesine ve bunun neticesinde maliyetin artmasına sebeb olacaktır. Bir diğer katagoride ise düzensizliklerin etkisini sınırlamak mumkun olmadığından ve deperme karşı yapının davranışını aşırı derecede negatif etkilediğinden tüm tasarımı gözden geçirmek zorunlu olalacaktır. Bu sebeble dünya çapında tüm deprem yönetmelikleri yapısal düzensizlikleri açıklamakla beraber bunların sınırlı tutlmasına yönelik koşullar sunmuşlardır. TBDY-2018 ise yapısal düzensizlikleri iki gurupta açıklamaıştır.

3.7.1. Planda Düzensizlikler

Bu tip düzensizlikler her hangi bir yapıda olmak ihtimalini göze almasıyla sınırlı tutulan düzensizlikler sınıfında üç tipte açıklanmışlardır.

3.7.1.1. Burulma Düzensizliği

TBDY-2018 bu tip düzensizlik için *Burulma Düzensizliği Katsayısını* tanımlamış ve bu katsayını **Denk (3.25)**'de sunulduğu gibi göreli kat ötelemelerinin hesabında, ± %5 ek dışmerkezlik etkileride gözönüne alınarak sınırlı tutulmasını zorunlu hale getirmiştir. Yani **Denk (3.25)** şartı sağlanmaması durumunda yapıda burulma düzensizliğinin var olduğu tesbit olmuş olacaktir.

$$\eta_{bi} = \frac{\left(\Delta_i^{(X)}\right)_{max}}{\left(\Delta_i^{(X)}\right)_{ort}} \leq 1.2 \qquad (3.25)$$

Bu tez çalışmasında X ve Y eksenleri doğruntusunda *Eşdeğer Deprem Yükü* analizinin sonuçlarına göre burulma düzensizliği kontrolu **Tablo 3.26**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.26: Burulma Düzensizliği Kontrolu

Kat	Step Numarası	X Ekseni Doğruntusu			Y Ekseni Doğruntusu		
		$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	η_{bi}	$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	η_{bi}
		mm	mm		mm	mm	
Story30	1	11.78	11.78	1	13.365	13.365	1
Story30	2	12.396	11.78	1.052	13.981	13.365	1.046
Story30	3	12.396	11.78	1.052	13.981	13.365	1.046
Story29	1	12.115	12.115	1	13.528	13.528	1
Story29	2	12.784	12.115	1.055	14.197	13.528	1.049
Story29	3	12.784	12.115	1.055	14.197	13.528	1.049
Story28	1	12.407	12.407	1	13.584	13.584	1
Story28	2	13.114	12.407	1.057	14.291	13.584	1.052
Story28	3	13.114	12.407	1.057	14.291	13.584	1.052
Story27	1	12.722	12.722	1	13.647	13.647	1
Story27	2	13.471	12.722	1.059	14.395	13.647	1.055
Story27	3	13.471	12.722	1.059	14.395	13.647	1.055
Story26	1	13.029	13.029	1	13.693	13.693	1
Story26	2	13.819	13.029	1.061	14.484	13.693	1.058
Story26	3	13.819	13.029	1.061	14.484	13.693	1.058
Story25	1	13.31	13.31	1	13.719	13.719	1
Story25	2	14.142	13.31	1.063	14.55	13.719	1.061
Story25	3	14.142	13.31	1.063	14.55	13.719	1.061

Story24	1	13.549	13.549	1	13.716	13.716	1
Story24	2	14.421	13.549	1.064	14.588	13.716	1.064
Story24	3	14.421	13.549	1.064	14.588	13.716	1.064
Story23	1	13.726	13.726	1	13.678	13.678	1
Story23	2	14.634	13.726	1.066	14.586	13.678	1.066
Story23	3	14.634	13.726	1.066	14.586	13.678	1.066
Story22	1	13.824	13.824	1	13.603	13.603	1
Story22	2	14.763	13.824	1.068	14.541	13.603	1.069
Story22	3	14.763	13.824	1.068	14.541	13.603	1.069
Story21	1	13.782	13.782	1	13.447	13.447	1
Story21	2	14.729	13.782	1.069	14.395	13.447	1.07
Story21	3	14.729	13.782	1.069	14.395	13.447	1.07
Story20	1	13.609	13.609	1	13.182	13.182	1
Story20	2	14.538	13.609	1.068	14.111	13.182	1.07
Story20	3	14.538	13.609	1.068	14.111	13.182	1.07
Story19	1	13.6	13.6	1	13.026	13.026	1
Story19	2	14.549	13.6	1.07	13.975	13.026	1.073
Story19	3	14.549	13.6	1.07	13.975	13.026	1.073
Story18	1	13.578	13.578	1	12.811	12.811	1
Story18	2	14.546	13.578	1.071	13.78	12.811	1.076
Story18	3	14.546	13.578	1.071	13.78	12.811	1.076
Story17	1	13.543	13.543	1	12.559	12.559	1

Story17	2	14.53	13.543	1.073	13.546	12.559	1.079
Story17	3	14.53	13.543	1.073	13.546	12.559	1.079
Story16	1	13.476	13.476	1	12.259	12.259	1
Story16	2	14.478	13.476	1.074	13.261	12.259	1.082
Story16	3	14.478	13.476	1.074	13.261	12.259	1.082
Story15	1	13.362	13.362	1	11.906	11.906	1
Story15	2	14.376	13.362	1.076	12.921	11.906	1.085
Story15	3	14.376	13.362	1.076	12.921	11.906	1.085
Story14	1	13.184	13.184	1	11.495	11.495	1
Story14	2	14.206	13.184	1.078	12.517	11.495	1.089
Story14	3	14.206	13.184	1.078	12.517	11.495	1.089
Story13	1	12.925	12.925	1	11.019	11.019	1
Story13	2	13.947	12.925	1.079	12.041	11.019	1.093
Story13	3	13.947	12.925	1.079	12.041	11.019	1.093
Story12	1	12.561	12.561	1	10.475	10.475	1
Story12	2	13.574	12.561	1.081	11.489	10.475	1.097
Story12	3	13.574	12.561	1.081	11.489	10.475	1.097
Story11	1	12.04	12.04	1	9.835	9.835	1
Story11	2	13.022	12.04	1.082	10.817	9.835	1.1
Story11	3	13.022	12.04	1.082	10.817	9.835	1.1
Story10	1	11.364	11.364	1	9.089	9.089	1
Story10	2	12.288	11.364	1.081	10.013	9.089	1.102

Story10	3	12.288	11.364	1.081	10.013	9.089	1.102
Story9	1	10.759	10.759	1	8.411	8.411	1
Story9	2	11.653	10.759	1.083	9.305	8.411	1.106
Story9	3	11.653	10.759	1.083	9.305	8.411	1.106
Story8	1	10.013	10.013	1	7.641	7.641	1
Story8	2	10.869	10.013	1.086	8.497	7.641	1.112
Story8	3	10.869	10.013	1.086	8.497	7.641	1.112
Story7	1	9.08	9.08	1	6.791	6.791	1
Story7	2	9.886	9.08	1.089	7.597	6.791	1.119
Story7	3	9.886	9.08	1.089	7.597	6.791	1.119
Story6	1	7.87	7.87	1	5.848	5.848	1
Story6	2	8.608	7.87	1.094	6.586	5.848	1.126
Story6	3	8.608	7.87	1.094	6.586	5.848	1.126
Story5	1	6.285	6.285	1	4.833	4.833	1
Story5	2	6.921	6.285	1.101	5.469	4.833	1.131
Story5	3	6.921	6.285	1.101	5.469	4.833	1.131
Story4	1	3.91	3.91	1	3.413	3.413	1
Story4	2	4.307	3.91	1.102	3.81	3.413	1.116
Story4	3	4.307	3.91	1.102	3.81	3.413	1.116
Story3	1	0.317	0.317	1	0.392	0.392	1
Story3	2	0.323	0.317	1.021	0.399	0.392	1.017
Story3	3	0.323	0.317	1.021	0.399	0.392	1.017

Story2	1	0.141	0.141	1	0.225	0.225	1
Story2	2	0.144	0.141	1.022	0.228	0.225	1.014
Story2	3	0.144	0.141	1.022	0.228	0.225	1.014
Story1	1	0.097	0.097	1	0.125	0.125	1
Story1	2	0.1	0.097	1.031	0.128	0.125	1.024
Story1	3	0.1	0.097	1.031	0.128	0.125	1.024

Tablo 3.26'de özetlenmiş verilere göre modelde tüm katlarda X ve Y eksenleri doğruntusunda *Burulma Düzensizliği Katsayısını* için **Denk (3.25)**'in şartı sağlanmıştır ve modelde burulma düzensizliği yoktur.

3.7.1.2. Döşeme Süreksizlikleri Düzensizliği

TBDY-2018 bu tip düzensizlikleri üç durumda sınıflandırmıştır:

Durum I: Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması.

Bu tezde çalışılan model *Durum I* açısından aşağıda gelen hesaplarla kontrol edilmiştir.

Bodrum Katlar Hesabı:

$$A_b / A = \frac{2 \times (3 \times 8)}{40 \times 40} = 0.03 = \%3 \ < {}^1/_3$$

Normal Katları Hesabı:

$$A_b / A = \frac{2 \times (3 \times 8)}{24 \times 24} = 0.083 = \%8 \ < {}^1/_3$$

Hesablara göre modelde *Durum I* açısından her hangi bir düzensizlik Bulunmamaktadır.

Durum II ve *Durum III*'e gelince modelde döşemelerde yerel döşeme boşlukları ve düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaları söz konusu olmadığından dolayı her hangi bir düzensizlik kontroluna ihtiyaç kalmamıştır.

3.7.1.3. Planda Çıkıntılar Bulunması Düzensizliği

TBDY-2018 binanın planında bulunan çıkıntıları X ve Y eksenleri doğruntusunda binanın aynı doğruntuda toplam plan boyutlarının %20 ile sınırlı tutmakla bu tip düzensizliklerin yapının depreme karşı davranışını negatif etkilemekten korumaya çalışmıştır.

Bu tez çalışmasına gelince planın simetrik olduğundan ve her hangi bir çıkıntıya sahip olmadığı sebebi ile çıkıntılar düzensizliği açısından kontrola gerek kalmamıştır.

3.7.2. Düşeyde Düzensizlikler

TBDY-2018 bu tip düzensizlikleri üç farklı tipde açıklamıştır.

3.7.2.1. Zayıf Kat Düzensizliği

Bu tip düzensizliği sınırlamak için yönetmelik betonarme binalarda *Dayanım Düzensizliği Katsayısını* tanımlamış ve **Denk 3.26**'da sunulduğu gibi %80 oranında sınırlı tutulmasını şartlandırmıştır.

$$\eta_{ci} = \frac{(\sum A_e)_i}{(\sum A_e)_{i+1}} < 0.80 \qquad (3.26)$$

Bu tez çalışmasında tasarlanan modelde betonarme kesitlerin üst katlara yönelik hareket ettiğimizde kesme alanlarının sabit kaldığı veya küçülmesi nedeniyle her hangi bir *Zayıf Kat Düzensizliği* kontrolune ihtiyaç kalmamıştır.

3.7.2.2. Yumuşak Kat Düzensizliği

Yönetmelik bu tip düsensizliği sınırlamak için **Denk (3.27)**'de gelen *Rijitlik Düzensizliği Katsayısını* tanımlamıştır. Bu parametre bodrum katları harıç göreli kat ötelemelerinin hesabında, ± %5 ek dışmerkezlik etkilerinde gözönüne alınarak

hesaplanıp ve **Denk (3.27)**'in sağlanmaması durumunda yapıda var olduğu tespit edilecektir.

$$\eta_{ki} = \frac{\left(\Delta_i^{(X)}/h_i\right)_{ort}}{\left(\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1}\right)_{ort}} \leq 2 \quad veya \quad \frac{\left(\Delta_i^{(X)}/h_i\right)_{ort}}{\left(\Delta_{i-1}^{(X)}/h_{i-1}\right)_{ort}} \leq 2 \qquad (3.27)$$

Tablo 3.27'de X ve Y eksenleri doğruntusunda *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı* bodrum katlar hariç tüm model için hesaplanmıştır.

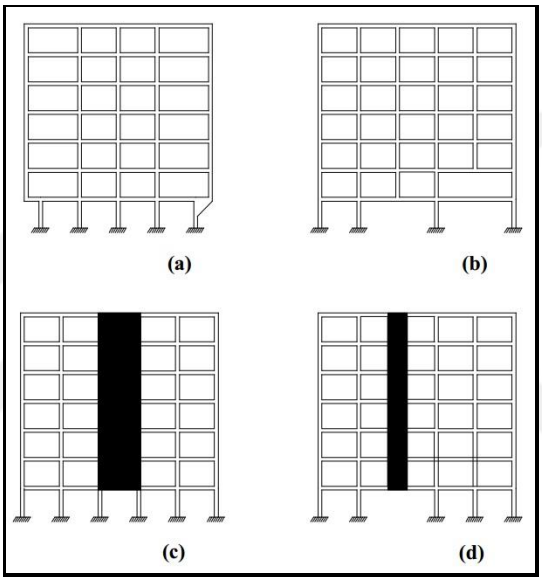
Tablo 3.27: Yumuşak Kat Düzensizliği Kontrolu

Kat	X			Y		
	$\left(\Delta_i^{(X)}/h_i\right)_{ort}$			$\left(\Delta_i^{(X)}/h_i\right)_{ort}$		
	mm	i / i-1	i / i+1	mm	i / i-1	i / i+1
Story30	11.78	0.972348		13.365	0.987951	
Story29	12.115	0.976465	1.028438	13.528	0.995878	1.012196
Story28	12.407	0.97524	1.024102	13.584	0.995384	1.00414
Story27	12.722	0.976437	1.025389	13.647	0.996641	1.004638
Story26	13.029	0.978888	1.024131	13.693	0.998105	1.003371
Story25	13.31	0.98236	1.021567	13.719	1.000219	1.001899
Story24	13.549	0.987105	1.017956	13.716	1.002778	0.999781
Story23	13.726	0.992911	1.013064	13.678	1.005513	0.99723
Story22	13.824	1.003047	1.00714	13.603	1.011601	0.994517
Story21	13.782	1.012712	0.996962	13.447	1.020103	0.988532
Story20	13.609	1.000662	0.987447	13.182	1.011976	0.980293
Story19	13.6	1.00162	0.999339	13.026	1.016782	0.988166
Story18	13.578	1.002584	0.998382	12.811	1.020065	0.983495
Story17	13.543	1.004972	0.997422	12.559	1.024472	0.980329
Story16	13.476	1.008532	0.995053	12.259	1.029649	0.976113
Story15	13.362	1.013501	0.991541	11.906	1.035755	0.971205
Story14	13.184	1.020039	0.986679	11.495	1.043198	0.96548
Story13	12.925	1.028979	0.980355	11.019	1.051933	0.958591
Story12	12.561	1.043272	0.971838	10.475	1.065074	0.950631
Story11	12.04	1.059486	0.958522	9.835	1.082077	0.938902
Story10	11.364	1.056232	0.943854	9.089	1.080609	0.924148
Story9	10.759	1.074503	0.946762	8.411	1.100772	0.925404
Story8	10.013	1.102753	0.930663	7.641	1.125166	0.908453
Story7	9.08	1.153748	0.906821	6.791	1.161252	0.888758
Story6	7.87	1.252188	0.86674	5.848	1.210014	0.86114
Story5	6.285	1.607417	0.798602	4.833	1.416056	0.826436
Story4	3.91		0.622116	3.413		0.706187

Tablo 3.27'de özetlendiği verilere göre **Denk (3.27)**'de gelen koşullar sağlandığından modelde yumuşak kat düzensizliği bulunmamaktadır.

3.7.2.3. Düşey Elemanlarının Süreksizliği Düzensizliği

Yönetmelik bu tip düzensizliği **Şekil 3.27** vasıtasıyla açıklayarak durum a,c ve d için hiç bir zaman izin vermeksizin durum b için düşey deprem hesabı yapılmasını şartlandırmıştır.



Şekil 3.27. Düşey Elemanlarının Süreksizliği Düzensizliği

Bu çalışmaya ayit modelde her hangi bir düşey eleman süreksizliği düzensizliği yoktur.

3.8. MODELİN ANALİZLERİ

TBDY-2018'de bölüm 13'e bağlı olarak yüksek binaların tasarım aşamalarına göre analiz türleri **Tablo 3.28**'da DTS=1 için özetlenmiştir.

Tablo 3.28: Tasarım Aşamasına Göre Analiz Türleri

Tasarım Aşaması	I	II	III
Tasarım Türü	Ön tasarım	Kontrol	Kontrol
		DTS=1	DTS=1
Deprem Düzeyi	DD-2	DD-4	DD-1
Hedef Performans	KH	KK	GÖ
Tasarım Yaklaşımı	DGT	DGT	ŞDGT
Analiz Türü	Mod Birlrştırme Analizi	Mod Birlrştırme Analizi	Time History Analizi

3.8.1. Mod Birleştirme Analizi

Modelin ön tasarım aşamasında dayanıma göre tasarım yaklaşımıyla DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için kontrollu hasar hedef performansına ulaşmak amacıyla Mod Birlrştirme Yöntemi kullanılmıştır.

3.8.1.1. Mod Birleştirme Analizinde R Katsayısı

TBDY-2018'in madde 13.4.3.2'de yüksek binaların yük taşıyacı sistemleri için R ve D katsayılarına kullanarak analiz yapılması şartlandırılmıştır. Anacak yönetmelik madde 4.3.2.4'da R katsayısını azaltmak için belirli koşullar tanımlamıştır:

- Bağ derecesi katsayısının şartını sağlayan çekirdek perdelerde X ve Y eksenleri doğruntusunda tek bir perde için **Denk (3.28)**'in sağlanmasını şartlandırmıştır.

$$\frac{M_{DEV}}{M_{\circ}} \leq \frac{1}{3} \tag{3.28}$$

- Kenar aksda bulunan perdeler için **Denk (3.29)**'in sağlanmasını şartlandırmıştır.

$$\frac{M_{DEV}}{M_{\circ}} \geq \frac{1}{6} \tag{3.29}$$

Bahsı geçen şartların birinin sağlanması durumunda R katsayısının yerine 4/5 R ile Mod Birleştirme analizinin gerçekleştirilmesine izin verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre birinci koşul aşağıda gösterdiği gibi sağlanmıştır.

$$\frac{M_{DEV}}{M_{\circ}} = \frac{224027.4629}{802625.3679} = 0.2791 \leq \frac{1}{3}$$

Modelin Mod Birleştirme analizinde kullanılan R ve D katsayıları **Tablo 3.29**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.29: Mod Birleştirme Analizinde R ve D Katsayıları

Eksen	4/5 R	D
X	4/5 × 8 = 6.4	2.5
Y	4/5 × 7 = 5.6	2.5

Bununla beraber TBDY-2018 madde 4.3.2.3'de bodrumlu binalarda bodrum katlarının üst katlarla kıyasta rijit olmasından dolayı binanın alt bölümü katları için (R/I) = 2.5 ve D = 1.5 alınması şartını getirmiştir. Ancak yönetmelik binanın farklı R katsayıları ile analizine yönelik madde 4.3.6'da bir hesap yöntemi önermiştir.

Bu tez çalışmasında analiz konusu olan model için DD-2 yer hareketi düzeyinde farklı R katsayılarının hesabı aşağıda özetlenmiştir.

$$(\mathrm{R_a})_{\text{üst}} = \frac{\mathrm{R_{üst}}}{\mathrm{I}} \;\; ; \;\; \mathrm{T_p} > \mathrm{T_B} \qquad (3.30)$$

$$(\mathrm{R_a})_{\text{üst}} = \mathrm{D_{üst}} + \left(\frac{\mathrm{R_{üst}}}{\mathrm{I}} - \mathrm{D_{üst}}\right)\frac{\mathrm{T_p}}{\mathrm{T_B}} \;\; ; \;\; \mathrm{T_p} \leq \mathrm{T_B}$$

Denk (3.30)'u ele alarak modelin üst kısmına ayit X ve Y eksenleri doğruntusunda hesap yapılmıştır.

$$\mathrm{T}_p^{(\mathrm{X})} = 3.64 > \mathrm{T_B} = 0.3484$$

$$\mathrm{T}_p^{(\mathrm{Y})} = 3.15 > \mathrm{T_B} = 0.3484$$

$$(\mathrm{R_a})^{(\mathrm{X})}_{\ddot{\mathrm{u}}\mathrm{st}} = \frac{8}{1} = 8$$

$$(\mathrm{R_a})^{(\mathrm{Y})}_{\ddot{\mathrm{u}}\mathrm{st}} = \frac{7}{1} = 7$$

Modelin alt kısmına X ekseni doğruntusunda **Denk (3.31)** ila **Denk (3.34)**'u ele alınacaktır.

$$(\mathrm{R_a})_{\mathrm{alt}} = \frac{(\mathrm{R_a})_{\ddot{\mathrm{u}}\mathrm{st}}}{\vartheta^{(X)}} \tag{3.31}$$

$$\vartheta^{(X)} = \vartheta^{(X)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st} + \vartheta^{(X)}{}_{alt} \tag{3.32}$$

$$\vartheta^{(X)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st} = \frac{V^{(X)}_{x,\ddot{\mathrm{u}}st}}{V^{(X)}_{x,t\ddot{\mathrm{u}}m}} \tag{3.33}$$

$$\vartheta^{(X)}{}_{alt} = \left(1 - \vartheta^{(X)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st}\right) \frac{(\mathrm{R_a})_{\ddot{\mathrm{u}}\mathrm{st}}}{(\mathrm{R_a})_{\mathrm{alt}}} \tag{3.34}$$

Denk (3.33) ve **Denk (3.34)** *Eşdeğer Deprem Yükü* analizin sonuçları göze alarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\vartheta^{(X)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st} = \frac{V^{(X)}_{x,\ddot{\mathrm{u}}st}}{V^{(X)}_{x,t\ddot{\mathrm{u}}m}} = \frac{8459.58}{11388.6} = 0.0743$$

$$\vartheta^{(X)}{}_{alt} = (1 - 0.0743)\ \frac{8}{2.5} = 2.96224$$

$$\vartheta^{(X)} = \vartheta^{(X)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st} + \vartheta^{(X)}{}_{alt} = 0.0743 + 2.96224 = 3.03654$$

$$(\mathrm{R_a})^{(X)}_{\mathrm{alt}} = \frac{(R_a)^{(X)}_{\ddot{\mathrm{u}}st}}{\vartheta^{(X)}} = \frac{8}{3.03654} = 2.635$$

Modelin alt kısmına Y ekseni doğruntusunda **Denk (3.35)** ila **Denk (3.38)**'u ele alınacaktır.

$$(\mathrm{R_a})_{\mathrm{alt}} = \frac{(\mathrm{R_a})_{\ddot{\mathrm{u}}\mathrm{st}}}{\vartheta^{(Y)}} \tag{3.35}$$

$$\vartheta^{(Y)} = \vartheta^{(Y)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st} + \vartheta^{(Y)}{}_{alt} \tag{3.36}$$

$$\vartheta^{(Y)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st} = \frac{V^{(Y)}_{y,\ddot{\mathrm{u}}st}}{V^{(Y)}_{y,t\ddot{\mathrm{u}}m}} \tag{3.37}$$

$$\vartheta^{(Y)}{}_{alt} = \left(1 - \vartheta^{(Y)}{}_{\ddot{\mathrm{u}}st}\right) \frac{(\mathrm{R_a})_{\ddot{\mathrm{u}}\mathrm{st}}}{(\mathrm{R_a})_{\mathrm{alt}}} \tag{3.38}$$

Denk (3.35) ve **Denk (3.38)** *Eşdeğer Deprem Yükü* analizin sonuçları göze alarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\vartheta^{(Y)}{}_{\text{üst}} = \frac{V_{y,\text{üst}}^{(Y)}}{V_{y,t\text{üm}}^{(Y)}} = \frac{8459.58}{11388.6} = 0.0743$$

$$\vartheta^{(Y)}{}_{alt} = (1 - \ 0.0743)\ \frac{7}{2.5} = 2.59196$$

$$\vartheta^{(Y)} = \ \vartheta^{(Y)}{}_{\text{üst}} + \ \vartheta^{(Y)}{}_{alt} = \ 0.0743 + \ 2.59196 = 2.66626$$

$$(\mathrm{R_a})_{\text{alt}}^{(Y)} = \frac{(R_a)_{\text{üst}}^{(Y)}}{\vartheta^{(Y)}} = \frac{7}{2.66626} = 2.625$$

Tablo 3.30'da modelin X ve Y eksenleri doğruntusunda hesaplanmış olan R katsayıları özetlenmiştir.

Tablo 3.30: X ve Y Eksenkeri Doğruntusunda Farklı R Katsayıları

	X	Y
$(\mathrm{R_a})_{\text{üst}}$	8	7
$(\mathrm{R_a})_{\text{alt}}$	2.635	2.625

Tablo 3.30'dan anlaşılan modelin alt kısmına hesaplanan R katsayıları TBDY-2018'in madde 4.3.2.3'de getirdiği değerler ila yaklaşık aynıdır.

Sonuç olarak *Mod Birlerştirme* analizi için TBDY-2018'in 13.4.3.2, 4.3.2.4 ve 4.3.2.3 maddelerini uygulamak amacıyla **Tablo 3.31**'de sunulan R katsayıları göze alınmıştır.

Tablo 3.31: Modelin X ve Y Eksenkeri Doğruntusunda Farklı R Katsayıları

	X	Y
$(\mathrm{R_a})_{\text{üst}}$	4/5 × 8 = 6.4	4/5 × 7 = 5.6
$(\mathrm{R_a})_{\text{alt}}$	4/5 × 2.635 = 2.108 ≈ 2	4/5 × 2.625 = 2.1 ≈ 2

TBDY-2018'de 4.3.6'da binanın farklı R katsayıları ile analizi için madde 4.7.5 ve 4.8.5'de alternatif olarak önerilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında ise bu yönteme baş vurulmamıştır.

3.8.1.2. Mod Birleştirme Analizinin Sonuçları

Yönetmeliğin 13.4.3.4 madedesine göre *Mod Birleştirme* analizini sonuçları **Denk (3.39)**'da tanımlanan *Eşdeğer Deprem Yükü* analizinin *Minimum Taban Kesme Kuvvetine* göre revize edilecektir.

$$V_{t,min} = 0.04\ \alpha_H\ m_t\ S_{DS}\ g \tag{3.39}$$

Denk (3.39)'da gelen α_H parametresinin belirlenmesi için ise **Denk (3.40)** ele alınacaktır.

$$\begin{aligned} &\alpha_H = 1.0 && H_N \leq 105\ m \\ &\alpha_H = 2.05 - 0.01 H_N && 105\ m < H_N \leq 155\ m \\ &\alpha_H = 0.5 && 155\ m < H_N \end{aligned} \tag{3.40}$$

Bu tez çalışmasında tasarlanan model için $H_N = 86.4\ m$ olduğundan dolayı α_H parametresinin değeri 1.0 alınmıştır.

Analizin depremde etkin kütlelerin hesaplanması amacıyla X ve Y eksenleri doğruntusunda modelin katlarına ayıt kütleler **Tablo 3.32**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.32: Modelin Katlarına Ayıt Kütleler

Kat	Diyafram	Kütle (Kg)	
		X	Y
Story30	D30	769407.8	769407.8
Story29	D29	769728.2	769728.2
Story28	D28	769728.2	769728.2
Story27	D27	769728.2	769728.2
Story26	D26	769728.2	769728.2
Story25	D25	769728.2	769728.2
Story24	D24	769728.2	769728.2

Story23	D23	769728.2	769728.2
Story22	D22	769728.2	769728.2
Story21	D21	769728.2	769728.2
Story20	D20	798690.7	798690.7
Story19	D19	813650.7	813650.7
Story18	D18	813650.7	813650.7
Story17	D17	813650.7	813650.7
Story16	D16	813650.7	813650.7
Story15	D15	813650.7	813650.7
Story14	D14	813650.7	813650.7
Story13	D13	813650.7	813650.7
Story12	D12	813650.7	813650.7
Story11	D11	813650.7	813650.7
Story10	D10	857653.2	857653.2
Story9	D9	873573.2	873573.2
Story8	D8	873573.2	873573.2
Story7	D7	873573.2	873573.2
Story6	D6	873573.2	873573.2
Story5	D5	873573.2	873573.2
Story4	D4	873573.2	873573.2
Story3	D3	1952795	1952795
Story2	D2	2229915	2229915
Story1	D1	2229915	2229915

Modelin üst bölümü (kule) ve alt bölümü (bodrum) için farklı R katsayıları seçildiğinden *Eşdeğer Deprem Yükü* analizinin *Minimum Taban Kesme Kuvvetinin* değeri her bir bölüm için hesaplanmıştır.

$$\left(V_{t,min}\right)_{üst} = 0.04 \times 1.0 \times 21380.77492 \times 1.0248 \times 9.80665$$

$$\left(V_{t,min}\right)_{üst} = 8594.947 \text{ KN}$$

Tablo 3.33'de modelin üst kısmına ayıt **Tablo 3.31**'de sunulan R katsayılarını göze alarak *Eşdeğer Deprem Yükü* ve *Mod Birleştirme* analizlerinin sonucu özetlenmiştir.

Tablo 3.33: Modelin Üst Kısmına Ayit Analiz Sonuçları

Analiz Türü	Eksen	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Eşdeğer Derem Yükü Analizi	EQX	-8459.58	0	0	0	-626182	101514.9
	EQX	-8459.58	0	0	-8.15E-06	-626182	111666.4
	EQX	-8459.58	0	0	8.61E-06	-626182	91363.43
	EQY	0	-8459.58	0	626182.2	0	-101515
	EQY	0	-8459.58	0	626182.2	7.35E-07	-111666
	EQY	0	-8459.58	0	626182.2	-1.19E-06	-91363.4
Mod Birleştirme Analizi	EX (üst)	3642.693	0.0011	0	0.0115	179881.9	48083.55
	EY (üst)	0.001	5271.546	0	223176.2	0.0119	69584.41

Tablo 3.33'den anlaşıldığı gibi X ve Y eksenleri doğruntusunda *Mod Birleştirme* analizinin sonucunda elde edilen *Taban Kesme Kuvvetleri Eşdeğer Deprem Yükü* analizine ayit sonuçlardan küçük kalmıştır ve TBDY-2018'in madde 13.4.3.4'ne göre bu değerler minimum *Taban Kesme Kuvvetine* göre büyütülmesi gerekir. Bu büyütme işlemi ise **Denk (3.41)**'e göre hesaplanacaktır.

$$\beta_{tE}^{(X)} = \frac{V_{t,min}^{(X)}}{V_{tx}^{(X)}} \geq 1.0 \qquad (3.41)$$

$$\beta_{tE}^{(Y)} = \frac{V_{t,min}^{(Y)}}{V_{ty}^{(Y)}} \geq 1.0$$

Tablo 3.33'den elede edilen *Mod Birleştirme* analizine ayit sonuçları ve hesaplanan minimum *Taban Kesme Kuvvetlerini* ele alarak büyütme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\beta_{tE}^{(X)} = \frac{8594.947}{3642.693} = 2.3595$$

$$\beta_{tE}^{(Y)} = \frac{8594.947}{5271.5463} = 1.6304$$

Hesaplanan katsayılar 1.0'den büyük oldukları için *Mod Birleştirme* analizine ayit sonuçlarının büyütmesi amacı ile ele alınmış ve *Mod Birleştirme* analizi tekrarlanmış ve sonuçları **Tablo 3.34**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.34: Modelin Üst Kısmına Ayit Mod Birleştirme Analizinin Sonuçları

Analiz Türü	Eksen	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Mod Birleştirme Analizi	EX (üst)	8594.9388	0.0011	0	0.0272	424431.5	113453.2
	EY (üst)	0.001	8594.9388	0	363875.4	0.0194	113453.2

Modelin alt bölümü (3 kat bodrum:baza) için ise *Minimum Taban Kesme Kuvveti* aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\left(V_{t,min}\right)_{alt} = 0.04 \times 1.0 \times 28330.22456 \times 1.0248 \times 9.80665$$

$$\left(V_{t,min}\right)_{alt} = 11388.586 \text{ KN}$$

Tablo 3.35'de modelin alt kısmına ayit **Tablo 3.31**'de sunulan R katsayılarını göze alarak *Eşdeğer Deprem Yükü* ve *Mod Birleştirme* analizlerinin sonucu özetlenmiştir.

Tablo 3.35: Modelin Alt Kısmına Ayit Analiz Sonuçları

Analiz Türü	Eksen	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
		kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
Eşdeğer Derem Yükü Analizi	EQX-Bodrum	-29403.1	0	0	0	-216892	352837.3
	EQX-Bodrum	-29403.1	0	0	0	-216892	411643.5
	EQX-Bodrum	-29403.1	0	0	0	-216892	294031.1
	EQY-Bodrum	0	-29403.1	0	216892.2	0	-352837
	EQY-Bodrum	0	-29403.1	0	216892.2	0	-411644
	EQY-Bodrum	0	-29403.1	0	216892.2	0	-294031
Mod Birleştirme Analizi	EX (alt)	19839.79	0.0711	0	0.3838	589691.3	267779.4
	EY (alt)	0.042	21735.71	0	640685.2	0.2845	291541.7

Tablo 3.35'den anlaşıldığı gibi X ve Y eksenleri doğruntusunda *Mod Birleştirme* analizinin sonucunda elde edilen *Taban Kesme Kuvvetleri, Eşdeğer Deprem Yükü* analizine ayit sonuçlardan küçük kalmıştır. Bir diğer husus ise TBDY-2018'in madde 13.4.3.4'ne göre bu değerlerin minimum *Taban Kesme Kuvvetine* göre büyütülmesi gerekir. Ancak *Mod Birleştirme* analizinin *Taban Kesme Kuvvetleri* minimum *Taban Kesme Kuvvetinden* büyük olduğu nedeni ile **Denk (3.41)**'den hesaplanan katsayılar X ve Y eksenleri doğruntusunda 1.0'den küçük kalmışlardır. Bu sebeble modelin alt kısmında *Mod Birleştirme* analizinin sonuçlarını revize etmeye ihtiyaç kalmamıştır.

3.8.1.3. Göreli Kat Öteleme Kontrolları

Yönetmeliğin 4.9.1.3(b) maddesine göre dolgu duvarlarının gevrek malzemeden yapılması, çerçeve elemanların arasında esnek derzler bulunması, cebhe elemenların bağlantısının dış çerçeveler ile esnek olması veya dolgu duvarlarının çerçeveden

bağımsız olduğunu varsayarak modelin göreli kat ötelemeleri **Denk (3.42)**'den hesaplanan değer ile sınırlandırılacaktır.

$$\lambda_X \frac{\delta_{i,max}^{(X)}}{h_i} \leq 0.016k \qquad (3.42)$$
$$\lambda_Y \frac{\delta_{i,max}^{(Y)}}{h_i} \leq 0.016k$$

Denk (3.42)'da gelen λ_X ve λ_Y parametreleri ise TBDY-2018'in madde 4.9.1.4'de açıklandığı gibi modelin gözönüne alınan deprem doğruntusundaki hakim titreşim periyodu için DD-3 deprem yer hareketinin elastik tasarım spektral ivmesi'ni, DD-2 deprem yer hareketinin elastik tasarım spektral ivmesi'ne oranlayarak hesaplanacaktır. Bu nedenle bu tez çalışmasına ayit sözü geçen elastik tasarım spektral değerleri **EK 3**'de sunulmuştur.

$$\lambda_X = \frac{0.04}{0.11} = 0.363636$$
$$\lambda_Y = \frac{0.05}{0.11} = 0.454545$$

Model için üst ve alt kısmda farklı R katsayıları seçildiğinden ve bu iki bölüm ayrı ayrı analiz olduğundan dolayı her bir X ve Y eksenleri doğruntusu için *Eşdeğer Deprem Yükü* ve *Mod Birleştirme* analiz sonucunda sonuçları üst ve alt blümler için **Tablo 3.36** ila **Tablo 3.43** özetlenmiştir.

Tablo 3.36: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – X Ekseni – Üst Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_x×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016k
Story30	0.002832	0.0181248	0.00659083	0.016
Story30	0.002976	0.0190464	0.006925957	0.016
Story30	0.002976	0.0190464	0.006925957	0.016
Story29	0.002918	0.0186752	0.006790975	0.016
Story29	0.003076	0.0196864	0.007158684	0.016

Story29	0.003076	0.0196864	0.007158684	0.016
Story28	0.002998	0.0191872	0.006977157	0.016
Story28	0.003166	0.0202624	0.007368138	0.016
Story28	0.003166	0.0202624	0.007368138	0.016
Story27	0.003085	0.019744	0.007179629	0.016
Story27	0.003265	0.020896	0.007598538	0.016
Story27	0.003265	0.020896	0.007598538	0.016
Story26	0.003172	0.0203008	0.007382102	0.016
Story26	0.003363	0.0215232	0.00782661	0.016
Story26	0.003363	0.0215232	0.00782661	0.016
Story25	0.003252	0.0208128	0.007568283	0.016
Story25	0.003454	0.0221056	0.008038392	0.016
Story25	0.003454	0.0221056	0.008038392	0.016
Story24	0.003321	0.0212544	0.007728865	0.016
Story24	0.003535	0.022624	0.008226901	0.016
Story24	0.003535	0.022624	0.008226901	0.016
Story23	0.003375	0.0216	0.007854538	0.016
Story23	0.003598	0.0230272	0.008373519	0.016
Story23	0.003598	0.0230272	0.008373519	0.016
Story22	0.003408	0.0218112	0.007931338	0.016
Story22	0.00364	0.023296	0.008471264	0.016
Story22	0.00364	0.023296	0.008471264	0.016
Story21	0.003405	0.021792	0.007924356	0.016
Story21	0.00364	0.023296	0.008471264	0.016
Story21	0.00364	0.023296	0.008471264	0.016
Story20	0.003367	0.0215488	0.007835919	0.016
Story20	0.003598	0.0230272	0.008373519	0.016
Story20	0.003598	0.0230272	0.008373519	0.016

Story19	0.003369	0.0215616	0.007840574	0.016
Story19	0.003606	0.0230784	0.008392137	0.016
Story19	0.003606	0.0230784	0.008392137	0.016
Story18	0.003367	0.0215488	0.007835919	0.016
Story18	0.003608	0.0230912	0.008396792	0.016
Story18	0.003608	0.0230912	0.008396792	0.016
Story17	0.00336	0.021504	0.007819629	0.016
Story17	0.003606	0.0230784	0.008392137	0.016
Story17	0.003606	0.0230784	0.008392137	0.016
Story16	0.003344	0.0214016	0.007782392	0.016
Story16	0.003594	0.0230016	0.00836421	0.016
Story16	0.003594	0.0230016	0.00836421	0.016
Story15	0.003315	0.021216	0.007714901	0.016
Story15	0.003568	0.0228352	0.008303701	0.016
Story15	0.003568	0.0228352	0.008303701	0.016
Story14	0.003269	0.0209216	0.007607847	0.016
Story14	0.003523	0.0225472	0.008198974	0.016
Story14	0.003523	0.0225472	0.008198974	0.016
Story13	0.003202	0.0204928	0.00745192	0.016
Story13	0.003456	0.0221184	0.008043047	0.016
Story13	0.003456	0.0221184	0.008043047	0.016
Story12	0.003108	0.0198912	0.007233156	0.016
Story12	0.003359	0.0214976	0.007817301	0.016
Story12	0.003359	0.0214976	0.007817301	0.016
Story11	0.002974	0.0190336	0.006921302	0.016
Story11	0.003217	0.0205888	0.007486829	0.016
Story11	0.003217	0.0205888	0.007486829	0.016
Story10	0.002801	0.0179264	0.006518684	0.016

Story10	0.003029	0.0193856	0.007049302	0.016
Story10	0.003029	0.0193856	0.007049302	0.016
Story9	0.002646	0.0169344	0.006157957	0.016
Story9	0.002866	0.0183424	0.006669957	0.016
Story9	0.002866	0.0183424	0.006669957	0.016
Story8	0.002457	0.0157248	0.005718103	0.016
Story8	0.002667	0.0170688	0.00620683	0.016
Story8	0.002667	0.0170688	0.00620683	0.016
Story7	0.002221	0.0142144	0.005168868	0.016
Story7	0.002418	0.0154752	0.00562734	0.016
Story7	0.002418	0.0154752	0.00562734	0.016
Story6	0.00192	0.012288	0.004468359	0.016
Story6	0.002099	0.0134336	0.004884941	0.016
Story6	0.002099	0.0134336	0.004884941	0.016
Story5	0.001528	0.0097792	0.003556069	0.016
Story5	0.001682	0.0107648	0.003914469	0.016
Story5	0.001682	0.0107648	0.003914469	0.016
Story4	0.000947	0.0060608	0.002203925	0.016
Story4	0.001043	0.0066752	0.002427343	0.016
Story4	0.001043	0.0066752	0.002427343	0.016

Tablo 3.37: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – Y Ekseni – Üst Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_y×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016ĸ
Story30	0.003253	0.0182168	0.008280355	0.016
Story30	0.003397	0.0190232	0.0086469	0.016
Story30	0.003397	0.0190232	0.0086469	0.016
Story29	0.003295	0.018452	0.008387264	0.016

Story29	0.003453	0.0193368	0.008789446	0.016
Story29	0.003453	0.0193368	0.008789446	0.016
Story28	0.003312	0.0185472	0.008430537	0.016
Story28	0.003481	0.0194936	0.008860718	0.016
Story28	0.003481	0.0194936	0.008860718	0.016
Story27	0.003332	0.0186592	0.008481446	0.016
Story27	0.003511	0.0196616	0.008937082	0.016
Story27	0.003511	0.0196616	0.008937082	0.016
Story26	0.003348	0.0187488	0.008522173	0.016
Story26	0.003539	0.0198184	0.009008355	0.016
Story26	0.003539	0.0198184	0.009008355	0.016
Story25	0.003359	0.0188104	0.008550173	0.016
Story25	0.003561	0.0199416	0.009064355	0.016
Story25	0.003561	0.0199416	0.009064355	0.016
Story24	0.003363	0.0188328	0.008560355	0.016
Story24	0.003576	0.0200256	0.009102536	0.016
Story24	0.003576	0.0200256	0.009102536	0.016
Story23	0.003358	0.0188048	0.008547628	0.016
Story23	0.003581	0.0200536	0.009115264	0.016
Story23	0.003581	0.0200536	0.009115264	0.016
Story22	0.003344	0.0187264	0.008511991	0.016
Story22	0.003576	0.0200256	0.009102536	0.016
Story22	0.003576	0.0200256	0.009102536	0.016
Story21	0.003309	0.0185304	0.008422901	0.016
Story21	0.003544	0.0198464	0.009021082	0.016
Story21	0.003544	0.0198464	0.009021082	0.016
Story20	0.003247	0.0181832	0.008265083	0.016
Story20	0.003478	0.0194768	0.008853082	0.016

Story20	0.003478	0.0194768	0.008853082	0.016
Story19	0.003211	0.0179816	0.008173446	0.016
Story19	0.003447	0.0193032	0.008774173	0.016
Story19	0.003447	0.0193032	0.008774173	0.016
Story18	0.00316	0.017696	0.008043628	0.016
Story18	0.003402	0.0190512	0.008659628	0.016
Story18	0.003402	0.0190512	0.008659628	0.016
Story17	0.003099	0.0173544	0.007888356	0.016
Story17	0.003345	0.018732	0.008514537	0.016
Story17	0.003345	0.018732	0.008514537	0.016
Story16	0.003026	0.0169456	0.007702538	0.016
Story16	0.003276	0.0183456	0.008338901	0.016
Story16	0.003276	0.0183456	0.008338901	0.016
Story15	0.002939	0.0164584	0.007481083	0.016
Story15	0.003192	0.0178752	0.008125083	0.016
Story15	0.003192	0.0178752	0.008125083	0.016
Story14	0.002838	0.0158928	0.007223993	0.016
Story14	0.003092	0.0173152	0.007870538	0.016
Story14	0.003092	0.0173152	0.007870538	0.016
Story13	0.00272	0.015232	0.006923629	0.016
Story13	0.002974	0.0166544	0.007570174	0.016
Story13	0.002974	0.0166544	0.007570174	0.016
Story12	0.002584	0.0144704	0.006577448	0.016
Story12	0.002836	0.0158816	0.007218902	0.016
Story12	0.002836	0.0158816	0.007218902	0.016
Story11	0.002425	0.01358	0.006172721	0.016
Story11	0.002668	0.0149408	0.006791266	0.016
Story11	0.002668	0.0149408	0.006791266	0.016

Story10	0.002239	0.0125384	0.005699267	0.016
Story10	0.002467	0.0138152	0.00627963	0.016
Story10	0.002467	0.0138152	0.00627963	0.016
Story9	0.00207	0.011592	0.005269086	0.016
Story9	0.00229	0.012824	0.005829085	0.016
Story9	0.00229	0.012824	0.005829085	0.016
Story8	0.001878	0.0105168	0.004780359	0.016
Story8	0.002088	0.0116928	0.005314904	0.016
Story8	0.002088	0.0116928	0.005314904	0.016
Story7	0.001667	0.0093352	0.004243268	0.016
Story7	0.001864	0.0104384	0.004744723	0.016
Story7	0.001864	0.0104384	0.004744723	0.016
Story6	0.001433	0.0080248	0.003647633	0.016
Story6	0.001613	0.0090328	0.004105814	0.016
Story6	0.001613	0.0090328	0.004105814	0.016
Story5	0.001182	0.0066192	0.003008724	0.016
Story5	0.001336	0.0074816	0.003400724	0.016
Story5	0.001336	0.0074816	0.003400724	0.016
Story4	0.000832	0.0046592	0.002117816	0.016
Story4	0.000928	0.0051968	0.002362179	0.016
Story4	0.000928	0.0051968	0.002362179	0.016

Tablo 3.38: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – X Ekseni – Üst Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_x×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016
Story30	0.001976	0.0126464	0.004598686	0.016
Story29	0.002081	0.0133184	0.00484305	0.016
Story28	0.002178	0.0139392	0.005068795	0.016
Story27	0.002271	0.0145344	0.005285231	0.016

Story26	0.00235	0.01504	0.005469085	0.016
Story25	0.002415	0.015456	0.005620358	0.016
Story24	0.002465	0.015776	0.005736722	0.016
Story23	0.002499	0.0159936	0.005815849	0.016
Story22	0.002518	0.0161152	0.005860067	0.016
Story21	0.002507	0.0160448	0.005834467	0.016
Story20	0.002469	0.0158016	0.005746031	0.016
Story19	0.00247	0.015808	0.005748358	0.016
Story18	0.00247	0.015808	0.005748358	0.016
Story17	0.00247	0.015808	0.005748358	0.016
Story16	0.002467	0.0157888	0.005741376	0.016
Story15	0.002458	0.0157312	0.005720431	0.016
Story14	0.00244	0.015616	0.00567854	0.016
Story13	0.002411	0.0154304	0.005611049	0.016
Story12	0.002366	0.0151424	0.005506322	0.016
Story11	0.002294	0.0146816	0.005338758	0.016
Story10	0.002195	0.014048	0.005108359	0.016
Story9	0.002118	0.0135552	0.004929159	0.016
Story8	0.002019	0.0129216	0.004698759	0.016
Story7	0.001882	0.0120448	0.004379923	0.016
Story6	0.001684	0.0107776	0.003919123	0.016
Story5	0.001391	0.0089024	0.003237233	0.016
Story4	0.000885	0.005664	0.002059634	0.016

Tablo 3.39: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – Y Ekseni – Üst Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_y×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016
Story30	0.001902	0.0106512	0.00484145	0.016
Story29	0.001953	0.0109368	0.004971268	0.016
Story28	0.001984	0.0111104	0.005050177	0.016
Story27	0.002008	0.0112448	0.005111268	0.016
Story26	0.002023	0.0113288	0.005149449	0.016
Story25	0.002029	0.0113624	0.005164722	0.016
Story24	0.002027	0.0113512	0.005159631	0.016
Story23	0.002017	0.0112952	0.005134177	0.016
Story22	0.002001	0.0112056	0.005093449	0.016
Story21	0.001972	0.0110432	0.005019631	0.016
Story20	0.001925	0.01078	0.004899995	0.016
Story19	0.001904	0.0106624	0.004846541	0.016
Story18	0.001878	0.0105168	0.004780359	0.016
Story17	0.001848	0.0103488	0.004703995	0.016
Story16	0.001815	0.010164	0.004619995	0.016
Story15	0.001776	0.0099456	0.004520723	0.016
Story14	0.001731	0.0096936	0.004406177	0.016
Story13	0.00168	0.009408	0.004276359	0.016
Story12	0.001621	0.0090776	0.004126178	0.016
Story11	0.001548	0.0086688	0.00394036	0.016
Story10	0.001455	0.008148	0.003703633	0.016
Story9	0.001379	0.0077224	0.003510178	0.016
Story8	0.001289	0.0072184	0.003281088	0.016
Story7	0.001183	0.0066248	0.00301127	0.016
Story6	0.001055	0.005908	0.002685452	0.016

Story5	0.000902	0.0050512	0.002295998	0.016
Story4	0.000641	0.0035896	0.001631635	0.016

Tablo 3.40: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – X Ekseni – Alt Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_x×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016ḵ
Story3	4.10E-05	0.000082	2.98182E-05	0.016
Story3	4.30E-05	0.000086	3.12727E-05	0.016
Story3	4.30E-05	0.000086	3.12727E-05	0.016
Story2	6.40E-05	0.000128	4.65454E-05	0.016
Story2	6.70E-05	0.000134	4.87272E-05	0.016
Story2	6.70E-05	0.000134	4.87272E-05	0.016
Story1	6.60E-05	0.000132	4.8E-05	0.016
Story1	7.00E-05	0.00014	5.0909E-05	0.016
Story1	7.00E-05	0.00014	5.0909E-05	0.016

Tablo 3.41: Göreli Kat Ötemeleri Eşdeğer Yükü Analizine göre – Y Ekseni – Alt Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_y×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016ḵ
Story3	3.80E-05	0.000076	3.45454E-05	0.016
Story3	4.00E-05	0.00008	3.63636E-05	0.016
Story3	4.00E-05	0.00008	3.63636E-05	0.016
Story2	6.00E-05	0.00012	5.45454E-05	0.016
Story2	6.30E-05	0.000126	5.72727E-05	0.016
Story2	6.30E-05	0.000126	5.72727E-05	0.016
Story1	6.40E-05	0.000128	5.81818E-05	0.016
Story1	6.80E-05	0.000136	6.18181E-05	0.016
Story1	6.80E-05	0.000136	6.18181E-05	0.016

Tablo 3.42: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – X Ekseni – Alt Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_x×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016ĥ
Story3	9.70E-05	0.000194	7.05454E-05	0.016
Story2	5.70E-05	0.000114	4.14545E-05	0.016
Story1	4.90E-05	0.000098	3.56363E-05	0.016

Tablo 3.43: Göreli Kat Ötemeleri Mod Birleştirme Analizine göre – Y Ekseni – Alt Bölüm

Kat	Kat Ötelemesi	(R/I)×Kat Ötelemesi	λ_y×(R/I)×Kat Ötelemesi	0.016ĥ
Story3	0.00012	0.00024	0.000109091	0.016
Story2	7.90E-05	0.000158	7.18181E-05	0.016
Story1	5.80E-05	0.000116	5.27272E-05	0.016

Tablo 3.36 ila **Tablo 3.43**'de sunulan değerlereden yola çıkarak X ve Y eksenleri doğruntusunda *Eşdeğer Deprem Yükü* ve *Mod Birleştirme Analizleri* sonuçlarına göre modelin göreli kat ötemelerinin yönetmeliğin sınır değerinin altında kaldığı anlaşılmaktadır.

3.8.1.4. Mod Birleştirme Analizininde Düzensizlik Kontrolları

Tez metninde 3.7.1.1 ve 3.7.2.2 başlaıkları altında sırayla modelin burulma düzensizliği ve yümüşak kat düzensizliği *Eşdeğer Deperm Yükü* analizi sonuçlarına göre kontrol edilmiştir. Bu başlık altında ise modelin sözü geçen düzensizlik kontrolları *Mod Birleştirme* analizi sonuçlarına göre **Tablo 3.44** ila **Tablo 3.46** üst ve alt kısımlara özetlenmiştir.

Tablo 3.44: Burulma Düzensizliği Mod Birleştirme Analizine göre – X ve Y Ekseni – Üst Bölüm

Kat	X Ekseni Doğruntusu			Y Ekseni Doğruntusu		
	$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	η_{bi}	$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	η_{bi}
	mm	mm		mm	mm	
Story30	6.323	6.117	1.034	6.086	5.904	1.031
Story29	6.658	6.424	1.036	6.251	6.043	1.034
Story28	6.971	6.717	1.038	6.349	6.123	1.037
Story27	7.267	6.997	1.039	6.427	6.187	1.039
Story26	7.52	7.237	1.039	6.474	6.224	1.04
Story25	7.728	7.433	1.04	6.493	6.236	1.041
Story24	7.887	7.583	1.04	6.485	6.224	1.042
Story23	7.998	7.686	1.041	6.454	6.189	1.043
Story22	8.056	7.738	1.041	6.404	6.136	1.044
Story21	8.022	7.704	1.041	6.311	6.046	1.044
Story20	7.901	7.592	1.041	6.161	5.904	1.043
Story19	7.903	7.59	1.041	6.093	5.833	1.045
Story18	7.904	7.586	1.042	6.009	5.745	1.046

Story17	7.904	7.582	1.042	5.915	5.647	1.047
Story16	7.894	7.568	1.043	5.807	5.535	1.049
Story15	7.865	7.536	1.044	5.682	5.408	1.051
Story14	7.808	7.477	1.044	5.539	5.263	1.052
Story13	7.714	7.381	1.045	5.374	5.097	1.054
Story12	7.57	7.239	1.046	5.186	4.908	1.057
Story11	7.342	7.019	1.046	4.953	4.679	1.058
Story10	7.023	6.716	1.046	4.657	4.394	1.06
Story9	6.777	6.476	1.047	4.413	4.152	1.063
Story8	6.46	6.166	1.048	4.124	3.866	1.067
Story7	6.024	5.741	1.049	3.784	3.533	1.071
Story6	5.388	5.123	1.052	3.375	3.138	1.076
Story5	4.451	4.218	1.055	2.885	2.675	1.078
Story4	2.832	2.684	1.055	2.052	1.919	1.069

Tablo 3.45: Burulma Düzensizliği Mod Birleştirme Analizine göre – X ve Y Ekseni – Alt Bölüm

Kat	X Ekseni Doğruntusu			Y Ekseni Doğruntusu		
	$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	η_{bi}	$(\Delta_i^{(X)})_{max}$	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$	η_{bi}
	mm	mm		mm	mm	
Story3	0.31	0.307	1.013	0.384	0.38	1.012
Story2	0.182	0.179	1.015	0.253	0.251	1.011
Story1	0.157	0.154	1.02	0.184	0.181	1.017

Tablo 3.44 ila **Tablo 3.45**'da η_{bi} parametresine ayit değerlerin 1.2 değerinin altında kalmasından dolayı modelde *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına göre her hangi bir burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

TBDY-2018'in tanıtımına göre bodrum katlar için yümüşak kat düzensizliğine gerek olmadan **Tablo 3.46**'da modelin üst bölümü için *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına göre yumuşak kat düzensizliği kontrolunun sonuçları özetlenmiştir.

Tablo 3.46: Yumuşak Kat Düzensizliği Mod Birleştirme Analizine göre – X ve Y Ekseni – Alt Bölüm

Kat	X			Y		
	$(\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort}$			$(\Delta_i^{(X)}/h_i)_{ort}$		
	mm	i / i-1	i / i+1	mm	i / i-1	i / i+1
Story30	6.117	0.95221		5.904	0.976998	
Story29	6.424	0.956379	1.050188	6.043	0.986935	1.023543
Story28	6.717	0.959983	1.04561	6.123	0.989656	1.013238
Story27	6.997	0.966837	1.041685	6.187	0.994055	1.010452
Story26	7.237	0.973631	1.0343	6.224	0.998076	1.00598
Story25	7.433	0.980219	1.027083	6.236	1.001928	1.001928
Story24	7.583	0.986599	1.02018	6.224	1.005655	0.998076
Story23	7.686	0.99328	1.013583	6.189	1.008638	0.994377
Story22	7.738	1.004413	1.006766	6.136	1.014886	0.991436
Story21	7.704	1.014752	0.995606	6.046	1.024051	0.985332
Story20	7.592	1.000264	0.985462	5.904	1.012172	0.976513
Story19	7.59	1.000527	0.999737	5.833	1.015318	0.987974
Story18	7.586	1.000528	0.999473	5.745	1.017354	0.984913
Story17	7.582	1.00185	0.999473	5.647	1.020235	0.982942
Story16	7.568	1.004246	0.998154	5.535	1.023484	0.980166
Story15	7.536	1.007891	0.995772	5.408	1.027551	0.977055
Story14	7.477	1.013006	0.992171	5.263	1.032568	0.973188

Story13	7.381	1.019616	0.987161	5.097	1.038509	0.968459
Story12	7.239	1.031343	0.980761	4.908	1.048942	0.962919
Story11	7.019	1.045116	0.969609	4.679	1.064861	0.953341
Story10	6.716	1.03706	0.956831	4.394	1.058285	0.93909
Story9	6.476	1.050276	0.964264	4.152	1.073978	0.944925
Story8	6.166	1.074029	0.952131	3.866	1.094254	0.931118
Story7	5.741	1.120632	0.931074	3.533	1.125876	0.913864
Story6	5.123	1.214557	0.892353	3.138	1.173084	0.888197
Story5	4.218	1.571535	0.823346	2.675	1.393955	0.852454
Story4	2.684		0.636321	1.919		0.717383

Tablo 3.46'da özetlenen değerlere göre tüm oranlar 2.0 değerinin altında kaldıklarından dolayı modelde X ve Y eksenleri doğruntusunda Mod Birleştirme Analizi sonuçlarına göre yumuşak kat düzensizliği bulunmamaktadır.

3.8.1.5. İkinci Mertebe Etkileri

Yürürlükte olan deprem yönetmeliğin madde 4.9.2.1'ne göre *İkinci Mertebe Gösterge Değerileri* **Denk (3.43)**'de gelen tanıtıma göre her bir kat için X ve Y eksenleri doğruntusunda hesaplanacaktır ve bu hesaplanmış değerler ise **Denk (3.44)**'de açıklanan koşulu sağlanması durumunda *İkinci Mertebe Etkilerinin* tasarıma esas iç kuvvetlerin hesabında gözönüne alınması gerekli olmayacaktır. Aksı durumunda ise TBDY-2018'in madde 4.9.2.3'de getirdiği *İkinci Mertebe Büyütme Katsayısı* **Denk (3.45)** üzerinden hesaplanıp ve iç kuvvetlere çarpılarak modelin deperm hesabı yenilenecektir.

$$\theta_{II,i}^{(X)} = \frac{\left(\Delta_i^{(X)}\right)_{ort} \sum_{k=i}^{N} w_k}{V_i^{(X)} h_i} \qquad (3.43)$$

$$\theta_{II,i}^{(Y)} = \frac{\left(\Delta_i^{(Y)}\right)_{ort} \sum_{k=i}^{N} w_k}{V_i^{(Y)} h_i}$$

$$\theta_{II,max}^{(X)} \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} \qquad (3.44)$$

$$\theta_{II,max}^{(Y)} \leq 0.12 \frac{D}{C_h R}$$

Denk (3.44)'da gelen C_h parametresi betonarme binalar için 0.5 alınacaktır.

$$\beta_{\mathrm{II}}^{(X)} = 0.88 + \frac{C_h R}{D} \theta_{II,max}^{(X)} \geq 1.0 \qquad (3.45)$$

$$\beta_{\mathrm{II}}^{(Y)} = 0.88 + \frac{C_h R}{D} \theta_{II,max}^{(Y)} \geq 1.0$$

Bu tez çalışmasında söz konusu olan model için X ve Y eksenleri doğruntusunda üst bölüm için farklı R karsayıları uyguluyarak *Eşdeğer Deprem Yükü Analizinin* sonuçlarına göre *İkinci Mertebe Gösterge Değerileri* hesaplanmış ve **Tablo 3.47** ve **Tablo 4.48**'de özetlenmiştir. Alt bölüme geldiğinde TBDY-2018'in madde 4.9.2.4'ne

göre bodrum katların rijit perdelerle çevrildiğinden dolayı *İkinci Mertebe Etkilerinin* göze alınması gerikli değildir.

Tablo 3.47: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri X Ekseni Yönünde – Eşdeğer Deprem Yükü Analizine Göre

Kat	h_i (mm)	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$ (mm)	$\sum_{k=i}^{N} w_k$	V_i (KN)	$\theta_{II,max}^{(X)}$ (mm)
Story30	3200	9.061	7694.078	2141.312	0.010174
Story29	3200	9.338	15391.36	2614.293	0.01718
Story28	3200	9.593	23088.64	3068.354	0.022558
Story27	3200	9.873	30785.92	3503.496	0.027111
Story26	3200	10.149	38483.2	3919.718	0.031138
Story25	3200	10.406	46180.49	4317.022	0.034786
Story24	3200	10.628	53877.77	4695.406	0.03811
Story23	3200	10.799	61575.05	5054.871	0.041108
Story22	3200	10.904	69272.33	5395.417	0.043749
Story21	3200	10.894	76969.61	5717.043	0.045834
Story20	3200	10.776	84956.52	6031.141	0.047436
Story19	3200	10.782	93093.03	6331.122	0.049543
Story18	3200	10.774	101229.5	6611.105	0.051554
Story17	3200	10.752	109366	6871.09	0.053481
Story16	3200	10.701	117502.5	7111.075	0.055257
Story15	3200	10.608	125639.1	7331.062	0.056812
Story14	3200	10.461	133775.6	7531.05	0.058069
Story13	3200	10.246	141912.1	7711.039	0.058927
Story12	3200	9.944	150048.6	7871.029	0.05924
Story11	3200	9.516	158185.1	8011.021	0.058719

Story10	3200	8.964	166761.6	8137.502	0.057406
Story9	3200	8.468	175497.3	8244.861	0.056327
Story8	3200	7.861	184233.1	8330.747	0.054326
Story7	3200	7.109	192968.8	8395.162	0.051064
Story6	3200	6.143	201704.5	8438.105	0.045888
Story5	3200	4.89	210440.3	8459.577	0.038014
Story4	3200	3.031	213807.7	8459.577	0.023939

Tablo 3.47'de hesaplanmış değerlerin **Denk (3.44)**'de geldiği koşulu sağladığından modelin X eksene doğruntusunda *İkinci Mertebe Etkilerinin* göze alınmasına lüzüm kalmamıştır.

$$\theta_{II,max}^{(X)} = 0.05924 \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} = 0.09375$$

Tablo 3.48: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri Y Ekseni Yönünde – Eşdeğer Deprem Yükü Analizine Göre

Kat	h_i (mm)	$(\Delta_i^{(Y)})_{ort}$ (mm)	$\sum_{k=i}^{N} w_k$	V_i (KN)	$\theta_{II,max}^{(Y)}$ (mm)
Story30	3200	10.409	7694.078	2141.312	0.011688
Story29	3200	10.544	15391.36	2614.293	0.019399
Story28	3200	10.599	23088.64	3068.354	0.024923
Story27	3200	10.662	30785.92	3503.496	0.029278
Story26	3200	10.713	38483.2	3919.718	0.032868
Story25	3200	10.748	46180.49	4317.022	0.03593
Story24	3200	10.761	53877.77	4695.406	0.038587
Story23	3200	10.745	61575.05	5054.871	0.040903
Story22	3200	10.7	69272.33	5395.417	0.042931

Story21	3200	10.589	76969.61	5717.043	0.044551
Story20	3200	10.39	84956.52	6031.141	0.045736
Story19	3200	10.275	93093.03	6331.122	0.047214
Story18	3200	10.112	101229.5	6611.105	0.048386
Story17	3200	9.918	109366	6871.09	0.049332
Story16	3200	9.684	117502.5	7111.075	0.050005
Story15	3200	9.406	125639.1	7331.062	0.050375
Story14	3200	9.081	133775.6	7531.05	0.050409
Story13	3200	8.703	141912.1	7711.039	0.050052
Story12	3200	8.27	150048.6	7871.029	0.049267
Story11	3200	7.76	158185.1	8011.021	0.047884
Story10	3200	7.165	166761.6	8137.502	0.045885
Story9	3200	6.624	175497.3	8244.861	0.044061
Story8	3200	6.011	184233.1	8330.747	0.041541
Story7	3200	5.335	192968.8	8395.162	0.038321
Story6	3200	4.586	201704.5	8438.105	0.034257
Story5	3200	3.782	210440.3	8459.577	0.0294
Story4	3200	2.664	213807.7	8459.577	0.021041

Tablo 3.48'de hesaplanmış değerlerin **Denk (3.44)**'de geldiği koşulu sağladığından modelin Y eksene doğruntusunda *İkinci Mertebe Etkilerinin* göze alınmasına lüzüm kalmamıştır.

$$\theta_{II,max}^{(Y)} = 0.05041 \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} = 0.107143$$

Kontrol amacıyla X ve Y eksenleri doğruntusunda üst bölüm için *Mod Birleştirme Analizinin* sonuçlarına göre *İkinci Mertebe Gösterge Değerileri* **Tablo 3.49** ve **Tablo 4.50**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.49: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri X Ekseni Yönünde – Mod Birleştirme Analizine Göre

Kat	h_i (mm)	$(\Delta_i^{(X)})_{ort}$ (mm)	$\sum_{k=i}^{N} w_k$	V_i (KN)	$\theta_{II,max}^{(X)}$ (mm)
Story30	3200	6.117	7694.078	1549.209	0.009494
Story29	3200	6.424	15391.36	2585.513	0.01195
Story28	3200	6.717	23088.64	3235.19	0.01498
Story27	3200	6.997	30785.92	3636.358	0.018512
Story26	3200	7.237	38483.2	3892.536	0.022359
Story25	3200	7.433	46180.49	4078.482	0.026301
Story24	3200	7.583	53877.77	4243.854	0.030084
Story23	3200	7.686	61575.05	4412.124	0.03352
Story22	3200	7.738	69272.33	4588.888	0.036503
Story21	3200	7.704	76969.61	4767.546	0.038868
Story20	3200	7.592	84956.52	4950.113	0.040718
Story19	3200	7.59	93093.03	5133.353	0.043014
Story18	3200	7.586	101229.5	5311.933	0.045177
Story17	3200	7.582	109366	5485.855	0.047236
Story16	3200	7.568	117502.5	5656.425	0.049129
Story15	3200	7.536	125639.1	5823.022	0.050812
Story14	3200	7.477	133775.6	5984.651	0.052229
Story13	3200	7.381	141912.1	6142.181	0.053292
Story12	3200	7.239	150048.6	6301.953	0.053862
Story11	3200	7.019	158185.1	6476.886	0.05357
Story10	3200	6.716	166761.6	6698.657	0.052248
Story9	3200	6.476	175497.3	6985.973	0.050839
Story8	3200	6.166	184233.1	7337.446	0.048381

Story7	3200	5.741	192968.8	7738.383	0.044738
Story6	3200	5.123	201704.5	8148.428	0.039629
Story5	3200	4.218	210440.3	8513.419	0.032582
Story4	3200	2.684	213807.7	8594.939	0.020865

Tablo 3.49'de hesaplanmış değerlerin **Denk (3.44)**'de geldiği koşulu sağladığından modelin X eksene doğruntusunda *İkinci Mertebe Etkilerinin* göze alınmasına lüzüm kalmamıştır.

$$\theta_{II,max}^{(X)} = 0.0539 \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} = 0.09375$$

Tablo 3.50: İkinci Mertebe Etkilerinin Gösterge Değerleri Y Ekseni Yönünde – Mod Birleştirme Analizine Göre

Kat	h_i (mm)	$(\Delta_i^{(Y)})_{ort}$ (mm)	$\sum_{k=i}^{N} w_k$	V_i (KN)	$\theta_{II,max}^{(Y)}$ (mm)
Story30	3200	5.904	7694.078	1484.154	0.009565
Story29	3200	6.043	15391.36	2563.301	0.011339
Story28	3200	6.123	23088.64	3269.672	0.013512
Story27	3200	6.187	30785.92	3683.4	0.01616
Story26	3200	6.224	38483.2	3892.141	0.019231
Story25	3200	6.236	46180.49	3977.001	0.022629
Story24	3200	6.224	53877.77	4007.843	0.026147
Story23	3200	6.189	61575.05	4040.254	0.029476
Story22	3200	6.136	69272.33	4109.455	0.032323
Story21	3200	6.046	76969.61	4223.455	0.034433
Story20	3200	5.904	84956.52	4380.712	0.035781
Story19	3200	5.833	93093.03	4568.81	0.037141

Story18	3200	5.745	101229.5	4759.494	0.038184
Story17	3200	5.647	109366	4934.343	0.039113
Story16	3200	5.535	117502.5	5085.517	0.039965
Story15	3200	5.408	125639.1	5216.25	0.040705
Story14	3200	5.263	133775.6	5342.045	0.041186
Story13	3200	5.097	141912.1	5483.972	0.041218
Story12	3200	4.908	150048.6	5665.507	0.040621
Story11	3200	4.679	158185.1	5907.994	0.03915
Story10	3200	4.394	166761.6	6242.308	0.036683
Story9	3200	4.152	175497.3	6665.325	0.034163
Story8	3200	3.866	184233.1	7145.441	0.031149
Story7	3200	3.533	192968.8	7641.507	0.027881
Story6	3200	3.138	201704.5	8111.792	0.024384
Story5	3200	2.675	210440.3	8505.058	0.020684
Story4	3200	1.919	213807.7	8594.939	0.014918

Tablo 3.50'de hesaplanmış değerlerin **Denk (3.44)**'de geldiği koşulu sağladığından modelin Y eksene doğruntusunda *İkinci Mertebe Etkilerinin* göze alınmasına lüzüm kalmamıştır.

$$\theta_{II,max}^{(Y)} = 0.04123 \leq 0.12 \frac{D}{C_h R} = 0.107143$$

3.9. ELEMANLARIN TASARIMI

Aşama I sürecinde modelin *Mod Birleştirme Analizi* iki farklı R katsayısı seçilerik, DD-2 deprem yer hareketine göre tamamlandığının ardından yapısal elemanların tasarımına geçilmiştir.

3.9.1. Yük Kombinasyonları

Bu tez çalışmasında tasarımda yürürlükte olan deperm yönetmeliğin madde 4.4.4.1'ne göre deprem etkilerini yatay ve düşey doğruntusunda diğer sabit yüklerin etkisi ile birleştirmek amacıyla aşağıda gelen iki kombinasyon uygulanmıştır.

$$G + Q + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)}$$

$$0.9G + H + E_d^{(H)} - 0.3E_d^{(Z)}$$

Söz konusu olan yük kombinasyonlarda H parametresi *Yatay Zemin İtkisini* ifade etmektedir ve modelin alt kısmına yani çerçeve perdelerine uygulanacaktır. $E_d^{(H)}$ parametresi ise depermin yatay etkisini simgelemektedir ve TBDY-2018'in madde 4.4.2.1'ne bağlı olarak **Denk (3.46)**'da açıklandığı gibi uygulanmıştır.

$$E_d^{(H)} = \mp E_d^{(X)} \mp 0.3\, E_d^{(Y)} \qquad (3.46)$$

$$E_d^{(H)} = \mp E_d^{(Y)} \mp 0.3\, E_d^{(X)}$$

Bir diğer husus deprem hesabında X ve Y eksenleri doğruntusunda ek dışmerkezlik etkilerini modelde göze almaktır. TBDY-2018'in 4.5.10.2(b) maddesine göre ek dışmerkezlik deprem hesabı yapılan doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +0.05'i ve -0.05'i kadar göze alınacaktır. Sonuç olarak her bir $E_d^{(X)}$ ve $E_d^{(Y)}$ parametresi için ek dışmerkezlik göze almadan, ek dışmekezlik +0.05 ve ek dışmekezlik -0.05 olarak

yük kombinasyonlarında uygulanmıştır. Bunun neticesinde sunulmuş iki yük kombinasyonu için modelin üst ve alt kısmında toplamda 144 yük kombinasyonu uygulanmıştır.

Tez çalışmasının söz konusu olan modelinde rüzgar yüklerinin etkisini diğer sabit yükler ile bir araya getirmek amacıyla TS-500 yönetmeliğin bölüm 6.2.6'sina bağkı olarak aşığıda gelen iki yük kombinasyonuda uygulanmıştır.

$$1.0G + 1.3Q + 1.3W$$

$$0.9G + 1.3W$$

Açıklanan yük kombinasyonlarında W parametresi rüzgar yükünü ifade etmektedir. Bu parametre modelde X ve Y eksenleri doğruntusunda pozetif (sağ yönuünden) ve negatif (sol yönünden) şeklinde tanımlanmıştır ve yük kombinasyönlarındada bu şekilde gelmiştir. Bu nedenle rüzgar yük kombinasyonları her birisi 4 kombinsayon olarak ve toplamda 8 kombinasyon olarak uygulanmıştır.

3.9.2. Bodrum Perdelerine Etkiyen Yatay Zemin İtkisi

İkinci deprem yük kombinasyonunda gelen yatay zemin itkisi TBDY-2018'in 16.11 başlığına bağlı olarak iki bileşenin hesaplanıp ve toplanmasından oluşacaktır.

- *Statik Zemin Basıncı*: Bu parametre deprem yönetmeliğin madde 16.11.1'ne göre zeminin kohezyonuna bağlı olarak hesaplanır ve bu tez çalışması kapsamında zeminin kohezyonsuz olduğu varsayımı ile **Denk (3.47)** vasıtasıyla hesaplanmıştır.

$$P = 0.2\ (\gamma \times H_b + q) \qquad (3.47)$$

$$P = 0.2\ (18 \times 9.6 + 0) = 34.56\ \mathrm{KN/m^3}$$

- *Deprem Etkisi Altında Ek Zemin Basınçları:* Bu parametre deprem yönetmeliğin madde 16.11.2'ne göre **Denk (3.48)**'den hesaplanamıştır.

$$\Delta p = 0.4\ S_{DS}\ \gamma\ H_b \qquad (3.48)$$

$$\Delta p = 0.4\ \times 1.0248\ \times 18\ \times 9.6 =\ 70.83\ KN/m^3$$

Bir başka husus ise statik-eşdeğer dinamik su basıncının su derinliği boyunca değişimidir. Bu tez çalışmasında yeraltı suyun sevyesi hakkında bilgi yetersizliğinden dolayı bu etki göze alınmamıştır.

Söz konusu olan modelde P parametresi statik yük ve Δp parametresi ise dinamik deprem yükü olarak tanımlanmış ve birarada H bileşenini oluşturarak ikinci deprem kombinasyonunda yer almıştır.

3.9.3. Kolon Tasarımı

Bu tez metini kapsamında 3.6.1 başlığı altında kolonarın ön böyütlandırması amacıyla TS-500' bağlı kalarak kesit yeterliliği kontrolu **Denk (3.18)**'de gelen şartı sağlamakla gösterilmiştir. Ancak *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına dayalı TBDY-2018'in madde 7.3.1.2'ne göre deprem etkisinide göze alarak kolonlar için kesit yeterliliği kontrolu **Denk (3.49)**'da sunulan şartın sağlanmasıyla tekrarlanmıştır.

$$N_{dm} \leq 0.4\, f_{ck}\, A_c \qquad (3.49)$$

Denk (3.49)'da N_{dm} parametresinin hesaplanmasında TBDY-2018 madde 7.3.1.2'ne bağlı olarak aşağıda gelen yük kombinasyonu ele alınmıştır.

G + Q + E

Bu yük kombinasyonunda ise deprem etkileri *Mod Birleştirme Analizinin* sonuçlarına göre modelin üst ve alt kısmı için ayrılmış şekilde **Denk (3.50)**'de geldiği gibi uygulanmıştır.

$$E_1 = EX + 0.3\, EY \qquad (3.50)$$

$$E_2 = EY + 0.3\, EX$$

Bir diğer husus ise deprem yönetmeliğin madde 7.3.1.2'de getirdiği gibi TS-498'in bölüm 13'ne göre modelin katlarında üste doğru hereketli yükde azaltma uygulanmıştır. Modelde kolon kesit yeterliliği kontrolu kesitlerin aşağıdan üste doğru ilk küçülduğu

katta gelen eksenel yükün maksimum olduğu nedeni ile kat 1, 4 , 11 ve 21'de **Denk (3.49)**'da gelen şartın sağlanması kontrol edilmiştir ve bu yüzden TS-498'de açıklanan çizelge 8'e uyumlu şekilde kat 1'de hareketli yükde azaltma yapılmadan, kat 4'de hareketli yükün %95 ve kat 11 ve 21'de ise %60 göze alınmıştır. **Tablo 3.51**'de modelde ele alınan yük kombinasyonları özetlenmiştir.

Tablo 3.51: Kolon Kesit Yeterliliği Kontrolunda Yük Kombinasyonları

Kat	Hareketli Yük Katılımı	Yük Kombinasyonu
1	%100	G + Q + E
4	%95	G + 0.95Q + E
11	%60	G + 0.6Q + E
21	%60	G + 0.6Q + E

Modelinde dört tip kolon böyütü olduğundan N_{dm} bu kesitler için aşağıda hesaplanmiştir.

0.4 × 50 MPa × 1200 mm × 1200 mm = 28800000 N = 28800 KN

0.4 × 50 MPa × 1000 mm × 1000 mm = 20000000 N = 20000 KN

0.4 × 50 MPa × 900 mm × 900 mm = 16200000 N = 16200 KN

0.4 × 50 MPa × 800 mm × 800 mm = 12800000 N = 12800 KN

Tablo 3.52'de kolon kesit yeterliliği kontroluna ayit veriler paylaşılmıştır.

Tablo 3.52: Modelin Kolon Kesit Yeterliliği Kontrolu

Kat	Kolon	Yük Kombinasyonu	N_{dm}	$0.4\ f_{ck}\ A_c$
Story21	C1	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	3540.9698	12800
Story21	C1	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	3499.212	12800
Story21	C2	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	3540.9698	12800
Story21	C2	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	3499.212	12800
Story21	C3	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	3540.9698	12800
Story21	C3	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	3499.212	12800
Story21	C4	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	3540.9698	12800
Story21	C4	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	3499.212	12800
Story21	C5	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4553.2328	12800
Story21	C5	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4829.8879	12800
Story21	C6	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4553.2328	12800
Story21	C6	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4829.8879	12800
Story21	C7	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4871.8161	12800
Story21	C7	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4563.2026	12800
Story21	C8	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4871.8161	12800
Story21	C8	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4563.2026	12800
Story21	C9	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4553.2328	12800
Story21	C9	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4829.8879	12800
Story21	C10	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4553.2328	12800
Story21	C10	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4829.8879	12800
Story21	C11	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4871.8161	12800
Story21	C11	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4563.2026	12800
Story21	C12	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	4871.8161	12800
Story21	C12	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	4563.2026	12800
Story11	C1	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	7571.0096	16200
Story11	C1	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	7397.3645	16200
Story11	C2	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	7571.0096	16200
Story11	C2	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	7397.3645	16200
Story11	C3	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	7571.0096	16200
Story11	C3	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	7397.3645	16200
Story11	C4	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	7571.0096	16200

Story11	C4	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	7397.3645	16200
Story11	C5	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	9421.7692	16200
Story11	C5	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	10034.1913	16200
Story11	C6	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	9421.7692	16200
Story11	C6	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	10034.1913	16200
Story11	C7	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	10236.1797	16200
Story11	C7	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	9463.3857	16200
Story11	C8	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	10236.1797	16200
Story11	C8	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	9463.3857	16200
Story11	C9	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	9421.7692	16200
Story11	C9	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	10034.1913	16200
Story11	C10	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	9421.7692	16200
Story11	C10	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	10034.1913	16200
Story11	C11	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	10236.1797	16200
Story11	C11	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	9463.3857	16200
Story11	C12	G+0.6Q+E1K(ust)-story11&21	10236.1797	16200
Story11	C12	G+0.6Q+E2K(ust)-story11&21	9463.3857	16200
Story4	C1	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	10736.7575	20000
Story4	C1	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	10442.4701	20000
Story4	C2	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	10736.7575	20000
Story4	C2	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	10442.4701	20000
Story4	C3	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	10736.7575	20000
Story4	C3	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	10442.4701	20000
Story4	C4	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	10736.7575	20000
Story4	C4	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	10442.4701	20000
Story4	C5	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	13657.8063	20000
Story4	C5	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	14444.5433	20000
Story4	C6	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	13657.8063	20000
Story4	C6	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	14444.5433	20000
Story4	C7	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	14795.4804	20000
Story4	C7	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	13734.323	20000
Story4	C8	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	14795.4804	20000
Story4	C8	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	13734.323	20000

Story4	C9	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	13657.8063	20000
Story4	C9	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	14444.5433	20000
Story4	C10	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	13657.8063	20000
Story4	C10	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	14444.5433	20000
Story4	C11	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	14795.4804	20000
Story4	C11	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	13734.323	20000
Story4	C12	G+0.95Q+E1K(ust)-story4	14795.4804	20000
Story4	C12	G+0.95Q+E2K(ust)-story4	13734.323	20000
Story1	C1	G+Q+E1K(alt)-story1	14640.392	28800
Story1	C1	G+Q+E2K(alt)-story1	14575.8842	28800
Story1	C2	G+Q+E1K(alt)-story1	14640.392	28800
Story1	C2	G+Q+E2K(alt)-story1	14575.8842	28800
Story1	C3	G+Q+E1K(alt)-story1	14640.392	28800
Story1	C3	G+Q+E2K(alt)-story1	14575.8842	28800
Story1	C4	G+Q+E1K(alt)-story1	14640.392	28800
Story1	C4	G+Q+E2K(alt)-story1	14575.8842	28800
Story1	C5	G+Q+E1K(alt)-story1	17234.0017	28800
Story1	C5	G+Q+E2K(alt)-story1	18736.277	28800
Story1	C6	G+Q+E1K(alt)-story1	17234.0017	28800
Story1	C6	G+Q+E2K(alt)-story1	18736.277	28800
Story1	C7	G+Q+E1K(alt)-story1	18646.8418	28800
Story1	C7	G+Q+E2K(alt)-story1	17338.0792	28800
Story1	C8	G+Q+E1K(alt)-story1	18646.8418	28800
Story1	C8	G+Q+E2K(alt)-story1	17338.0792	28800
Story1	C9	G+Q+E1K(alt)-story1	17234.0017	28800
Story1	C9	G+Q+E2K(alt)-story1	18736.277	28800
Story1	C10	G+Q+E1K(alt)-story1	17234.0017	28800
Story1	C10	G+Q+E2K(alt)-story1	18736.277	28800
Story1	C11	G+Q+E1K(alt)-story1	18646.8418	28800
Story1	C11	G+Q+E2K(alt)-story1	17338.0792	28800
Story1	C12	G+Q+E1K(alt)-story1	18646.8418	28800
Story1	C12	G+Q+E2K(alt)-story1	17338.0792	28800

Tablo 3.52'dan anlaşıldığı gibi **Denk (3.49)**'da gelen şart modelin kolon kesitleri için sağlanmıştır.

3.9.3.1. Kolon Boyuna Donatı Kontrolu

Yürürlükte olan deprem yönetmeliğin 7.3.2.1 maddesinin kolon boyuna donatısı hususunda sunduğu koşullarını sağlamak hedefi ile modelde uygulanan her dört kolon kesit tipi için donatı alanı kontrolu hesaplanmış ve **Tablo 3.53**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.53: Kolon Tiplerinin Boyuna Donatı Alanı Kontrolu

Kolon Tipi (cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı Oranı
120×120	32 Φ26	%1.18
100×100	24 Φ26	%1.27
90×90	24 Φ26	%1.57
80×80	20 Φ26	%1.99

Tablo 3.53'den anlaşıldığı gibi kolon kesitlerinin donatı alanı oranları deprem yönetmeliğin madde 7.3.2.1'de belirlediği minimum %1 ve maksimum %4 sınırlarını sağlamıştır.

3.9.3.2. Kolon Enine Donatı Kontrolu

TBDY-2018 madde 7.3.7.6 'na göre kolonların enine donatı koşulları kolonun sarılma bölgesi ve orta bölgesi için kontrol edilecektir.

Kolonların sarılma bölgeleri için **Denk (3.51)**'in sağlanması durumunda madde 7.3.4.1'de gelen koşullar **Denk (3.52)** üzerinden kontrol edilecektir ve aksi halde ise **Denk (3.52)**'de gelen değerin 2/3'ü minimum enine donatı olarak alınacaktır.

$$N_{dm} > 0.2\, f_{ck}\, A_c \tag{3.51}$$

$$A_{sh} \geq 0.3\, s\, b_k \left[\left(\frac{A_c}{A_{ck}}\right) - 1\right] \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}}\right) \tag{3.52}$$

$$A_{sh} \geq 0.075\, s\, b_k \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}}\right)$$

Tablo 3.52'de N_{dm} parametresi için sunulan verilerden yola çıkarak **Denk (3.51)**'in şartının kontrolu edilmiştir. Sonuç olarak *kat 1, kat 4 ve kat 11* için şart sağlanmıştır ve güvenli tarafta kalmak için ara katlardada buna uygun hesap yapılmıştır. Ancak *kat 21*'de ise **Denk (3.51)**'in şartı sağlanmamıştır ve bu nedenle *kat 21 ila kat 30* için **Denk (3.52)**'de gelen değerin 2/3'ü minimum enine donatı olarak alınamıştır.

Tablo 3.54'de modelde uygulanan enine donatı özellikleri özetlenmiştir.

Tablo 3.54: Seçilen Enine Donatı Özellikleri

Kolon Tipi (cm)	Etriye Kol Sayısı		Etriye çapı (mm)	Etriye Alanı (mm^2)	s (cm)
	X	Y			
120 × 120	7	7	14	1.54	10
100 × 100	6	6	14	1.54	10
90 × 90	5	5	14	1.54	10
80 × 80	4	4	12	1.13	10

Tablo 3.54'de gelen verilere göre enine donatı alanı kontrolu hesapları **Tablo 3.55**'de açıklanmıştır. Bir diğer husus ise tüm kolon kesitlerinde pas payı 40 mm alınmış olmasıdır.

Tablo 3.55: Enine Donatı Alanı Kontrolu

Kolon Tipi (cm)	A_{sh}	$0.3\ s\ b_k \left[\left(\frac{A_c}{A_{ck}}\right) - 1\right] \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}}\right)$	$0.075\ s\ b_k \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}}\right)$
120 × 120	10.78	5.84	9.88
100 × 100	9.24	5.87	8.09
90 × 90	7.7	5.89	7.19
80 × 80	4.52	3.95	4.21

Tablo 3.55'den anlaşıldığı gibi seçilen enine donatı alanları **Denk (3.52)**'de gelen şartı sağlamışlardır. **Tablo 3.55**'de yapılan hesaplar kolon kesitlerinin kare olması sebebi ile X ve Y eksenleri doğruntusunda aynı sonuçlara varmıştır.

Enine donatı alanı husunda bir diğer koşul ise TBDY-2018'in madde 7.3.4.1(a)'ye göre etriye kollarının veya çirozların arasındaki yatay mesafenin (a) etriye çapının 25 katından daha büyük olmamasıdır. **Tablo 3.56**'da bu koşulun uygulanmasına yonelik hesaplamalar özetlenmiştir.

Tablo 3.56: Etriyeler Arasında Yatay Mesafe Kontrolu

Kolon Tipi (cm)	Etriye Kol Sayısı	a (cm)	$25 \times \Phi$ (cm)
120 × 120	7	22	$25 \times 1.4 = 35$
100 × 100	6	23	$25 \times 1.4 = 35$
90 × 90	5	27	$25 \times 1.4 = 35$
80 × 80	**4**	**36**	$\mathbf{25 \times 1.2 = 30}$

Tablo 3.56'dan anlaşıldığı gibi 80×80 cm ebatında olan kolon kesitlerde *a* mesafesinin minimum şartını sağlamak üzere etriye kol sayısı 5'e çıkarılacaktır.

Kolonların orta bölgeleri için ise deprem yönetmeliğin 7.3.4.2 maddesine göre enine donatının çapı ve kol sayısı sarılma bölegsine uyarak ve $s = 15\ cm$ aralıkla alınmıştır.

3.9.4. Kiriş Tasarımı

Bu tez metninde 3.6.4 başlığı altında modelin kirişleri için TBDY-2018 ve TS-500 koşullarına göre ön böyütlandırma yapılmıştır. Bu başlak altında ise bir örnek kiriş için boyuna ve enine donatı hesabı uygulanacaktır.

3.9.4.1. Kiriş Boyuna Donatı Hesabı

Modelin üst ve alt bölümünde *Mod Birleştirme Analizi* farklı R ve D katsayıları ile yapıldığı nedeninden dolayı kiriş tasarımı bodrum ve kule kısımlarda farklı yük kombinasyonları uygulanarak yapılmıştır. Bu başlık altında hesapı ve tasarımı sunulan B33 ismli kiriş modelin 4'uncu katına ayıt olduğu için tüm hesaplar kule kısmında ele alınan katsayılar ve yük kombinasyonlarına göre yapılmıştır.

Modelin analiz ve tasarım sonuçlarına göre B33 isimli kirişe ayit boyuna donatı alanı ihtiyacı **Tablo 3.57**'de sunulmuştur.

Tablo 3.57: B33 Kirişin Boyuna Donarı Alanı İhtiyacı

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1861	1373	1793
Alt	1373	1373	1373

Tablo 3.57'nin verilerini ele alarak B33 isimli kiriş için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.58**'de sunulmuştur.

Tablo 3.58: B33 Kirişin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	$6\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$6\Phi18 + 2\Phi14$
Alt	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$

Güvenli tarafta kalmak amacıyla seçilen boyuna donatı alanlarının toplamı **Tablo 3.57**'de gelen boyuna donatı alanı ihtiyacından büyük çıkmıştır. **Tablo 3.59**'da seçilin boyuna donatı alanları özetlenmiştir. Zira hesaplarda **Tablo 3.59**'da gelen veriler ele alınmıştır.

Tablo 3.59: B33 Kirişin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1928	1420	1834
Alt	1420	1420	1420

B33 isimli kirişin ebatı 50×80 cm olduğundan, yani yüksekliği 60 cm'den büyük kalması nedeni ile TS-500'un koşullarına bağlı kalarak kiriş için gövde donatı uygulanması luzumludur. Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001\, b_w\, d \qquad (3.53)$$

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (800 - 40) = 380\ mm^2$$

TS-500 **Denk (3.53)** ile beraber gövde donatısı için aşağıda gelen koşullarıda sunmuştur:

- Gövde donatı alanı kesitin iki yüzündede aynı alınacaktır.
- Gövde donatısı çapı en az 10 mm alınacaktır.
- Gövde donatısı aralığı 300 mm yi geçmeyecek biçimde düzenlenecektir.

Bu koşullara sağlamak amacıyla $4\Phi12 = 452$ mm^2 gövde donatısı, kesitin her tarafında 2 donatı 25 cm mesafe ile yerleştirecek şekilde seçilmiştir.($2\times2\Phi12$ @25cm)

Gövde donatısı için $\Phi12$ donatı çapı seçilmesinin bir başka nedeni ise TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması koşuludur.

TBDY-2018 ve TS-500'de kirişlerde boyuna donatı alanı oranları **Denk (3.54)** ila **Denk (3.56)**'ya göre kontrol edilecektier.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} \geq \rho_{min} = 0.8\,\frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \qquad (3.54)$$

$$\rho \leq 0.02 \qquad (3.55)$$

$$\rho - \rho' \leq \rho_{max} = 0.85\,\rho_b \qquad (3.56)$$

B33 ismili kiriş için aşağıda minimum boyuna donatı oranı hesaplanmıştır.

$$\rho_{min} = 0.8\,\frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8\,\frac{1.65}{365.22} = 0.00361$$

Kirişin ρ_{max} hesabı için ise ρ_b (dengeli donatı oranı) hesabı **Denk (3.57)** vasıtasıyla yapılmıştır.

$$\rho_b = 0.85\, k_1\, \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left(\frac{600}{600+f_{yd}}\right) \qquad (3.57)$$

Denk (3.57)'de gelen k_1 parametre TS-500'un Çizelge 7.1'den C50 beton sınıfı için 0.70 alınmıştır.

$$\rho_b = 0.85 \times 0.7 \times \frac{33.33}{365.22} \left(\frac{600}{600+365.22}\right) = 0.029$$

Tablo 3.60'da B33 isimli kiriş için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.60: Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0051	0.02
Açıklık	0.00361	0.0037	0.02
Sağ	0.00361	0.0048	0.02

Tablo 3.60'dan anlaşıldığı gibi B33 isimli kirişde çekme donatı oranları üst ve alt sınır şartlarını sağlamıştır.

Bir diğer husus ise modelin tüm kirişlerinde pas payının aynen kolonlar gibi 40 mm alınmasıdır. TS-500 kirişlerde normal çevre koşullarında dış elemanlar için en az 25 mm ve iç elemanlar için ise minimum 20 mm pas payı belirlenmiştir ve bununla beraber yangın güvenliği acısından pas payının daha büyük değerlere artırılmasına izin

vermiştir. Yüksek binalarda ise yangın güvenliği önem arz ettiğinden dolayı bu tez çalışmasında söz konusu olan modelde kirişlerde 40 mm pas payı alınmıştır.

Tablo 3.61'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul B33 isimli kiriş için özetlenmiştir.

Tablo 3.61: Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\,\rho_b$
Sol	0.0051	0.0037	0.0014	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0048	0.0037	0.0011	0.025

Tablo 3.61'dan anlaşıldığı gibi B33 isimli kirişde çekme ve basınc donatı oranları farkı şartı sağlamıştır.

Yürürlükte olan deperm yönetmeliğin madde 7.4.2.3'ne göre DTS=1, 1a ve DTS=2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı alanı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaması şartı getirilmiştir. **Tablo 3.59**'un verilerine göre bahsı geçen maddenin şartı B33 isimli kiriş için sağlanmıştır.

Bir diğer husus ise TS-500'un kirişlerde donatı çubuklarının arasında kalan net aralığın minimum mesafesidir. Bu sınırlar aşağıda özetlenmıştır:

- 20 mm
- Donatı çapı
- En büyük agrega boyutunun 4/3

Tablo 3.58'in verilerinden yola çıkarak ilave donatıları hesaba katmaksızın (kiriş kesitinde üst donatıların aşağısında yer almaları nedeni ile) kirişin sağ ve sol mesnetlerinin üst bölgesinde $6\Phi 18$ donatısı yerleştirilmiştir ve donatı arasında net aralık hesabı aşağıda yapılmıştır.

$$\frac{500 - (2 \times 40)}{5} = 84\ mm\ > 20\ mm\ , 18\ mm$$

Hesaptan anlaşıldığı gibi B33 isimli kiriş için donatı alanın en büyük olduğu bölgede TS-500'un minimum net donatı aralığı şartı sağlanmıştır.

3.9.4.2. Kiriş Enine Donatı Hesabı

TBDY-2018'in 7.4.4 maddesinin tanıtımına göre madde 7.4.5.3'e göre daha elverişsiz bir değer elde edilmedikçe, etriye aralıkları aşağıda gelen değerleri aşmayacaktır.

- Kiriş kesitinin etkili yüksekliğinin (d) 1/4'ünü
- Kiriş kesitinde yerleştirilen en küçük boyuna donatı çapının sekiz katını
- 150 mm

Burdan yola çıkarak B33 isimli örnek kiriş için yönetmeliğin metninde geçen madde 7.4.5.3'un şartı tahkik edilmiştir.

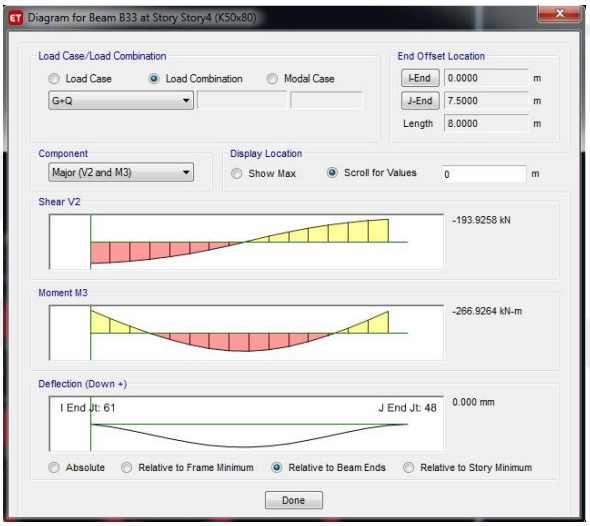
Bununla beraber TBDY-2018'in madde 7.4.5.1'de tanımlanan kesme kuvveti **Denk (3.58)**'den hesaplanmış ve madde 7.4.5.2'de gelen şartlar **Denk (3.59)** ve **Denk (3.60)** vasıtasıyla sağlanması tahkik edilmiştir.

$$V_e = V_{dy} \mp \left(M_{pi} + M_{pj}\right)/l_n \qquad (3.58)$$

$$V_e \leq V_r \qquad (3.59)$$

$$V_e \leq 0.85 b_w d \sqrt{f_{ck}} \quad (3.60)$$

Analiz ve tasarım sonuçlarına bağlı V_{dy} parametresinin değeri B33 isimli kirişin sol mesnedinde G+Q yük kombinasyonuna göre 193.9258 kN çıkmıştır. Bu değer hesaplarda yaklaşık olarak 194 kN alınmıştır ve ETABS sonlu elemanlar yazılımdan elde edilen diyagram **Şekil 3.28**'de sunulmuştur. [20]



Şekil 3.28. Yazılımdan B33 Kirişin Sol Mesnedi için Elde Edilen Diagram

B33 isimli kiriş için moment taşıma gücü sol ve sağ mesnetler için **Denk (3.61)**'dan elde edilmiştir.

$$M_r = A_s f_{yd} \times (h - 2d') \quad (3.61)$$

$$(M_r)_{Sol} = 19.28 \times 365.22 \times (80 - 2 \times 4) = 506983.7952 \text{ N} \cong 507 \text{kN}$$

$$(M_r)_{Sağ} = 18.34 \times 365.22 \times (80 - 2 \times 4) = 482265.7056 \text{ N} \cong 482 \text{kN}$$

B33 isimli kiriş için moment kapasitesi sol ve sağ mesnetler için **Denk (3.62)**'dan elde edilmiştir.

$$M_p = 1.4\, M_r \tag{3.62}$$

$$(M_p)_{Sol} = 1.4\, (M_r)_{Sol} = 1.4 \times 507 = 709.8 \cong 710\text{kN}$$

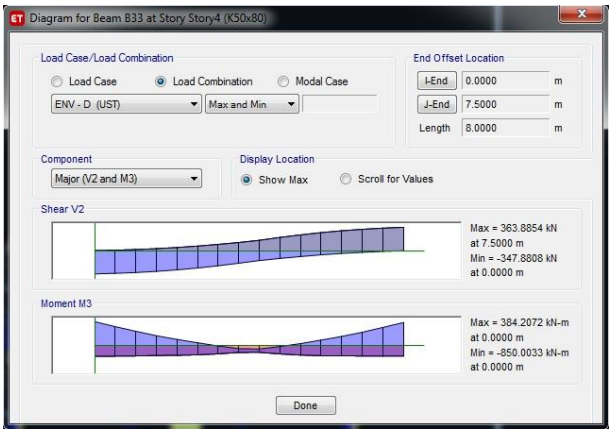
$$(M_p)_{Sağ} = 1.4\, (M_r)_{Sağ} = 1.4 \times 482 = 674.8 \cong 675\ \text{kN}$$

Enine donatı hesabı için kesme kuvveti B33 isimli kiriş için **Denk (3.58)**'i ele alarak aşağıda hesaplanmış ve **Denk (3.60)**'da gelen şart sağlanmıştır.

$$V_e = 194 + \frac{(710 + 675)}{8} = 367.125 \cong 367\text{kN}$$

$$V_e = 367\text{kN} \leq 0.85 \times 500 \times (800 - 40) \times \sqrt{50} = 228354.903N \cong 2284kN$$

TBDY-2018 madde 7.4.5.1'ne göre ise düşey yükler ile birlikte depremden hesaplanan D (Dayanım Fazlalığı Katsayısı) ile artırılmış kesme kuvvetinin toplamının, **Denk (3.58)** ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kirişin enine donatı hesabında ele alınacaktır. *Mod Birleştirme Analizi* ve tasarım sonuçlarına bağlı B33 isimli kirişin sol mesnedinde D katsayısı ile artırılmış yük kombinasyonlarına göre söz konusu olan artırılmış kesme kuvvetinin maksimum değeri 363.884 kN çıkmıştır ve yazılımdan elde edilen diyagram **Şekil 3.29**'de sunulmuştur. [20]



Şekil 3.29. Yazılımdan B33 Kirişin için Elde Edilen Diagram

Sonuç olarak V_e değerinin artırılmış kesme kuvveti değerinden küçük kalmasından dolayı hespada artırılmış kesme kuvveti değeri göze alınacaktır.

Denk (3.59)'da gelen şartı uygulamak için V_r hesaplamnıştır. Bu parametrenin hesap yöntemi için ise deprem yönetmeliğin 7.4.5.3 maddesinde sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ kN alınaması şartı getirilmiştir. Bu kontrol aşağıda uygulanmıştır ve sonuç olarak V_r hesabında V_c göze alınacaktır.

$$V = \frac{(710 + 675)}{8} \cong 173\text{kN} < \frac{V_e}{2} = \frac{367}{2} = 183.5\text{kN}$$

TS-500'un 8.4.1 başlığına göre kirişin kesme dayanımı **Denk (3.63)** ila **Denk (3.66)**'ni ele alarak hesaplanmıştır.

$$V_r = V_c + V_w \qquad (3.63)$$

$$V_c = 0.8\, V_{cr} \tag{3.64}$$

$$V_{cr} = 0.65\, f_{ctd}\, b_w\, d \left(1 + \gamma \frac{N_d}{A_s}\right) \tag{3.65}$$

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd}\, d \tag{3.66}$$

B33 isimli örnek kiriş için $\Phi 8$ donatısı, s = 10 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile kesme dayanımı hesapları aşağıda sunulmuştur.

$$V_{cr} = 0.65 \times 1.65 \times 500 \times (800 - 40) \times \left(1 + \gamma \frac{0}{A_s}\right) = 407550\text{N} \cong 408\ \text{kN}$$

$$V_c = 0.8 \times 408 \cong 326\ \text{kN}$$

$$V_w = \frac{210}{100} \times 365.22 \times (800 - 40) = 582891.12\ \text{N} \cong 583\ \text{kN}$$

$$V_r = 326 + 583 = 909\ \text{kN}$$

$$V_e = 367\ \text{kN} < 363.884\ \text{kN} \leq V_r = 909\ \text{kN}$$

Sonuç olarak **Denk (3.59)** gelen şart V_e parametresinden büyük olması nedeni ile göze alınan artırılmış kesme kuvveti için sağlanmıştır ve B33 kiriş için $\Phi 8$ donatısı, s = 10 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile TBDY-2018 ve TS-500'un şartlarını sarılma bölgesi için sağlamıştır.

$$s = 100\ mm < \frac{d}{4} = \frac{800 - 40}{4} = 190\ mm$$

$$s = 100\ mm < 8 \times \Phi 14\ çapı = 8 \times 14\ mm = 112\ mm$$

$$s = 100\ mm < 150\ mm$$

Kirişin açıklık bölgesine ayit etriye mesafesi hakkında TBDY-2018'in 7.4.4 maddesine sözü geçen mesafenin 350 mm ile sınırlı tutulması şartı getirilmişken TS-500'un 8.1.6 maddesinde bu mesafenin d/2'den küçük kalması şartı sunulmuştur. Ancak güvenli tarafta kalmak amacıyla B33 isimli kirişin açıklık bölgesi için Φ8 donatısı, s = 20 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile seçilmiştir.

Bu başık altında yapılan tüm hesaplar B33 isimli kirişin sağ mesnedi içinde aynı sonuçları doğrulamıştır.

3.9.4.3. Kiriş Kesitlerinin Tiplendirilmesi

Kiriş tasarımı sonucunda kesitlerde meydana gelen iç küvvetler farkından dolayı donatı alanı ihtiyaci hususunda farklılık ortaya çıkmıştır. Tasarım konusu yüksek binalar olunca mumkun olduğu kadarıyla tüm yapı elemanlarında kesitlerin tip olması lazımdır. Bu başlık altında kısmı bir optimazasyon göz önüne alarak ve TBDY-2018'in kiriş tasarımı ilkelerine bağlı kalarak modelin kiriş kesitleri tipleştirilmiştir.

Kiriş donatı alanı tiplendirme amacıyla modelin planında yer alan kiriş elemanları üç tip olarak sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma kiriş kesitlerinin tiplendirilmesinde optimazasyonu mumkun olduğu kadar uygulamak amacıyla ele alınmıştır.

- Planın 3 ve 5 aksında yerlan çerçeve kirişleri (Tip A)
- Planın diğer tüm çerçeve kirişleri (Tip B)
- Planın D ve E akslarında yer alan asansör kirişleri (Tip C)

Modelin alt (bodrum) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 1 ila kat 3'de yer alan Tip B kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.62** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.63**'da sunulmuştur.

Tablo 3.62: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$
Alt	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$

Tablo 3.63: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1420	1420	1420
Alt	1420	1420	1420

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (800 - 40) = 380\ mm^2$$

kat 1 ila 3 - Tip B kirişleri için $2\times2\Phi12$ @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.64'de kat 1 ila kat 3'de yer alan Tip B kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.64: Kat 1 ~ 3 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0037	0.02
Açıklık	0.00361	0.0037	0.02

Sağ	0.00361	0.0037	0.02

Tablo 3.65'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 1 ila kat 3'de yer alan Tip B kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.65: Kat 1 ~ 3- Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0037	0.0037	0	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0037	0.0037	0.0	0.025

Modelin alt (bodrum) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 1 ila kat 3'de yer alan Tip A kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.66** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.67**'da sunulmuştur.

Tablo 3.66: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	$6\Phi18 + 2\Phi14$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi14$
Alt	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$

Tablo 3.67: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1834	1420	1834
Alt	1420	1420	1420

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (800 - 40) = 380\ mm^2$$

kat 1 ila 3 - Tip A kirişleri için 2×2Φ12 @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.68'de kat 1 ila kat 3'de yer alan Tip A kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.68: Kat 1 ~ 3 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.005	0.02
Açıklık	0.00361	0.00374	0.02
Sağ	0.00361	0.005	0.02

Tablo 3.69'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 1 ila kat 3'de yer alan Tip A kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.69: Kat 1 ~ 3- Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.005	0.00374	0.0013	0.025
Açıklık	0.00374	0.00374	0	0.025
Sağ	0.005	0.00374	0.0013	0.025

Modelin üst kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 4 ila kat 10'da yer alan Tip B kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.70** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.71**'de sunulmuştur.

Tablo 3.70: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	$6\Phi18 + 3\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$6\Phi18 + 3\Phi16$
Alt	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$

Tablo 3.71: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2129	1420	2129
Alt	1420	1420	1420

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (800 - 40) = 380\ mm^2$$

kat 4 ila 10 - Tip B kirişleri için $2\times2\Phi12$ @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.72'de kat 4 ila kat 10'da yer alan Tip B kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.72: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0056	0.02
Açıklık	0.00361	0.0037	0.02
Sağ	0.00361	0.0056	0.02

Tablo 3.73'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 4 ila kat 10'de yer alan Tip B kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.73: Kat 4 ~ 10 - Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0056	0.0037	0.0019	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0056	0.0037	0.0019	0.025

Modelin üst kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 4 ila kat 10'da yer alan Tip A kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.74** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.75**'de sunulmuştur.

Tablo 3.74: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	$6\Phi22 + 3\Phi14$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$6\Phi22 + 3\Phi14$
Alt	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$	$4\Phi18 + 2\Phi16$

Tablo 3.75: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2743	1420	2743
Alt	1420	1420	1420

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (800 - 40) = 380\ mm^2$$

kat 4 ila 10 - Tip A kirişleri için 2×2Φ12 @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.76'de kat 4 ila kat 10'da yer alan Tip A kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.76: Kat 4 ~ 10 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0072	0.02
Açıklık	0.00361	0.0037	0.02
Sağ	0.00361	0.0072	0.02

Tablo 3.77'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 4 ila kat 10'de yer alan Tip A kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.77: Kat 4 ~ 10 -Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0072	0.0037	0.0035	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0072	0.0037	0.0035	0.025

Modelin üst kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 11 ila kat 20'de yer alan Tip B kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.78** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.79**'de sunulmuştur.

Tablo 3.78: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	6Φ22	4Φ16 + 2Φ14	6Φ22
Alt	4Φ16 + 2Φ14	4Φ16 + 2Φ14	4Φ16 + 2Φ14

Tablo 3.79: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2281	1112	2281
Alt	1112	1112	1112

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 400 \times (800 - 40) = 304\ mm^2$$

kat 11 ila 20 - Tip B kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.80'de kat 11 ila kat 20'de yer alan Tip B kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.80: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0075	0.02
Açıklık	0.00361	0.003658	0.02
Sağ	0.00361	0.0075	0.02

Tablo 3.81'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 11 ila kat 20'de yer alan Tip B kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.81: Kat 11 ~ 20 - Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\,\rho_b$
Sol	0.0075	0.0037	0.0038	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0075	0.0037	0.0038	0.025

Modelin üst kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 11 ila kat 20'de yer alan Tip A kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.82** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.83**'de sunulmuştur.

Tablo 3.82: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	6Φ22 + 3 Φ14	4Φ16 + 2Φ14	6Φ22 + 3 Φ14
Alt	5Φ16 + 2Φ14	4Φ16 + 2Φ14	5Φ16 + 2Φ14

Tablo 3.83: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2743	1112	2743
Alt	1313	1112	1313

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 400 \times (800 - 40) = 304\ mm^2$$

kat 11 ila 20 - Tip B kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.84'de kat 11 ila kat 20'de yer alan Tip A kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.84: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.009	0.02

Açıklık	0.00361	0.0037	0.02
Sağ	0.00361	0.009	0.02

Tablo 3.85'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 11 ila kat 20'de yer alan Tip A kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.85: Kat 11 ~ 20 - Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.009	0.004	0.005	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.009	0.004	0.005	0.025

Modelin üst kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 21 ila kat 30'da yer alan Tip B kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.86** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.87**'de sunulmuştur.

Tablo 3.86: Kat 21 ~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	6Φ22	5Φ16	6Φ22
Alt	4Φ16 + 2Φ14	5Φ16	4Φ16 + 2Φ14

Tablo 3.87: Kat 21 ~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2281	1005	2281
Alt	1112	1005	1112

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 400 \times (700 - 40) = 264\ mm^2$$

kat 21 ila 30 - Tip B kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.88'de kat 21 ila kat 30'da yer alan Tip B kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.88: Kat 21 ~ 30 - Tip B Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0086	0.02
Açıklık	0.00361	0.00381	0.02
Sağ	0.00361	0.0086	0.02

Tablo 3.89'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 21 ila kat 30'da yer alan Tip B kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.89: Kat 21~30- Tip B Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0086	0.0037	0.0049	0.025

Açıklık	0.00381	0.00381	0	0.025
Sağ	0.0086	0.0037	0.0049	0.025

Modelin üst kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 21 ila kat 30'da yer alan Tip A kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.90** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.91**'de sunulmuştur.

Tablo 3.90: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	6Φ22 + 3Φ12	4Φ16 + 2Φ14	6Φ22 + 3Φ12
Alt	5Φ16 + 2Φ14	4Φ16 + 2Φ14	5Φ16 + 2Φ14

Tablo 3.91: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2620	1112	2620
Alt	1313	1112	1313

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 400 \times (700 - 40) = 264\ mm^2$$

kat 21 ila 30 - Tip B kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.92'de kat 21 ila kat 30'da yer alan Tip A kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.92: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.01	0.02
Açıklık	0.00361	0.004	0.02
Sağ	0.00361	0.01	0.02

Tablo 3.93'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 21 ila kat 30'da yer alan Tip A kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.93: Kat 21 ~ 30 - Tip A Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.01	0.005	0.005	0.025
Açıklık	0.004	0.004	0	0.025
Sağ	0.01	0.005	0.005	0.025

Modelin alt (bodrum) ve üst (kule) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 1 ila kat 30'da yer alan Tip C kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.94** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.95**'de sunulmuştur.

Tablo 3.94: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	4Φ14	4Φ14	4Φ14
Alt	4Φ14	4Φ14	4Φ14

Tablo 3.95: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	616	616	616
Alt	616	616	616

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 300 \times (600 - 40) = 168\, mm^2$$

kat 1 ila 30 - Tip C kirişleri için 2Φ12 @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.96'da kat 1 ila kat 30'da yer alan Tip C kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.96: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0037	0.02
Açıklık	0.00361	0.0037	0.02

Sağ	0.00361	0.0037	0.02

Tablo 3.97'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 1 ila kat 30'da yer alan Tip C kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.97: Kat 1 ~ 30 - Tip C Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0037	0.0037	0	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0037	0.0037	0	0.025

Tablo 3.98'de ise ***3.9.4.3*** başlığı altında yapılan hesaplar sonuclarına dayanarak modelin tüm çerçeve kirişlerinin boyuna donatı seçimleri özetlenmiştir.

Tablo 3.98: Modelin Tüm Çerçeve Kirişlerinin Boyuna Donatı Tiplendirilmesi

Kat	Tip	Üst Boyuna Donatısı Alt Boyuna Donatısı	Gövde Donatısı
1 ~ 3 (bodrum)	A	6Φ18 + 2Φ14 4Φ18 + 2Φ16	2×2Φ12 @ 25cm
1 ~ 3 (bodrum)	B	4Φ18 + 2Φ16 4Φ18 + 2Φ16	2×2Φ12 @ 25cm
4 ~ 10	A	6Φ22 + 3Φ14 4Φ18 + 2Φ16	2×2Φ12 @ 25cm
4 ~ 10	B	6Φ18 + 3Φ16 4Φ18 + 2Φ16	2×2Φ12 @ 25cm

11 ~ 20	A	6Φ22 + 3 Φ14 5Φ16 + 2Φ14	2×2Φ10 @ 25cm
11 ~ 20	B	6Φ22 4Φ16 + 2Φ14	2×2Φ12 @ 25cm
21 ~ 30	A	6Φ22 + 3Φ12 5Φ16 + 2Φ14	2×2Φ12 @ 25cm
21 ~ 30	B	6Φ22 4Φ16 + 2Φ14	2×2Φ12 @ 25cm
1 ~ 30	C	4Φ14 4Φ14	2Φ12 @ 25cm

Modelin tüm çerçeve kiriş kesitlerinde etriye sarılma bölgesi için 4×Φ8@10cm ve açıklık bölgesi için 4×Φ8@20cm seçilmiştir.

3.9.5. Perde Tasarımı

Bu tez metninde 3.6.5 başlığı altında TBDY-2018'in madde 7.6.1.1'de gelen enkesit koşulu **Denk (3.21)**'e göre tahkik edilmiş ve **Tablo 3.25**'de sağlanması gösterilmiştir. Ancak bu başlık altında süneklik düzeyi yüksek perdeler için diğer enkesit koşulları ve tasarım parametreleri sırasıyla uygulanmıştır.

3.9.5.1. Perde Gövde Enkesit Koşulu

TBDY-2018'in madde 7.6.1.2(a)'na göre perdelerin gövde bölgesi için **Denk (3.67)**'de gelen şartın sağlanması gereklidir.

$$\text{Perde Kalınlığı} \geq \text{Kat Yüksekliği} \times \frac{1}{16} \text{ ve } 250 \text{ mm} \qquad (3.67)$$

Söz konusu olan şart modelin çekirdek perdeleri için hesaplanmış ve sonuçlar **Tablo 3.99**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.99: Perde Gövdesi İçin Perde Kalınlığı Kontrolu

Kat	Perde Kalınlığı (mm)	Sınır Değerler (mm)
1 – 10	500	$^{3200}/_{16} = 200$ ve 250
11 – 20	450	$^{3200}/_{16} = 200$ ve 250
21 - 30	400	$^{3200}/_{16} = 200$ ve 250

Tablo 3.99'den anlaşıldığı gibi modelin tüm katlarında perde kalınlıkları yönetmeliğin şartını sağlamıştır. Ancak deprem yönetmeliğin 13.1.6 maddesine göre yüksek binalarda perde kallınlığı minimum 300 mm olacaktır. Yani sınır değeri 300 mm'dir ve bu tez çalışmasında söz konusu olan model bu sınır değerinide sağlamıştır.

3.9.5.2. Perde kolu Enkesit Koşulu

Deprem yönetmeliğin madde 7.6.1.2(b)'na göre perde kolu için **Denk (3.68)**'de gelen şartın sağlanması gereklidir.

$$\text{Perde Kolu Kalınlığı} \geq \text{Perde Kolunun Boyu} \times \frac{1}{30} \qquad (3.68)$$

Bahsı geçen şart modelin çekirdek perdeleri için hesaplanmış ve sonuçlar **Tablo 3.100**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.100: Perde Kolu Kalınlığı Kontrolu

Kat	Perde Kolu Kalınlığı (mm)	Sınır Değerler (mm)
1 – 10	500	$^{3000}/_{30} = 100$
11 – 20	450	$^{3000}/_{30} = 100$
21 - 30	400	$^{3000}/_{30} = 100$

3.9.5.3. Kiritik Perde Yüksekliği Hesabı

Yürürlükte olan deprem yönetmeliğin madde 7.6.2.2'ne göre kiritik perde yüksekliği **Denk (3.69)**'dan hesaplanacaktır.

$$2l_w \geq H_{cr} \geq \max\left[l_w; {}^{H_w}/_{6}\right] \qquad (3.69)$$

$$2 \times 8 \geq H_{cr} \geq \max\left[8; {}^{96}/_{6}\right]$$

$$16 \geq H_{cr} \geq \max\left[8; 16\right] = 16$$

Ancak yönetmelik bodrumlu binalar hakkında *"H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru gözönüne alınacaktır. Bu tür binalarda kritik perde bölgesi, en az zemin katın altındaki ilk bodrum katın yüksekliği boyunca aşağıya doğru ayrıca uzatılacaktır."* ifadesini getirmiştir.

Aslında yönetmelik bodrumlu binalarda kiritik perde yüksekliğinin uygulanacağı kot için iki farklı vurgu yapmıştır:

- zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru
- İlk bodrum katın alt kotu

Yönetmelikte bulunan bu yoruma açık maddesinden yola çıkarak, bu tez çalışmasında söz konusu olan model için $H_{cr} = 16 + (3.2 \times 2) = 22.4\ m$ olarak alınabilir. Yani ilk

bodrum katın alt kotundan 7'inci katın alt kotuna kadar. Sonuç olarak bina bodrumlu olduğu için kiritik perde yüksekliği iki kat yüksekliği kadar uzatılmıştır. Bu **Denk (3.69)**'un şartına haykırıdır. Ancak yönetmelik bodrumlu binalar için bu ayrıntıyı getirmiştir. Bir başka paradoks ise perdenin üç bölgelerinin uygulamasıdır. Zira birinci bodrum katta ve onun üstünde üç bölge ikinci ve üçüncü bodrum katlarından daha büyük uygulanmaz. Bu nedenlerle kiritik perde yüksekliği için iki öneri sunulmuştur:

- Temelin üst kotundan 16 m
- Temelin üst kotundan 22.4 m

3.9.5.4. Perde Üç Bölgeleri Hesabı

TBDY-2018'in madde 7.6.2.1'ne göre **Denk (3.70)**'de gelen şartı sağlayan perdelerde üç bölgesi perdenin her iki ucundada uygulanacaktır.

$$\frac{H_w}{l_w} > 2 \qquad (3.70)$$

$$\frac{96}{8} = 12 > 2$$

TBDY-2018'in madde 7.6.2.3'ne göre perde üç bölgelerinin uzunluğu kiritik perde yüksekliği boyunca ve kiritik perde yüksekliğin üstünde kalan perde kesimi için **Tablo 3.101** ve **Tablo 3.102**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.101: Kiritik Perde Yüksekliği Boyunca Üç Bölge Uzunluğu

Perde Kalınlığı (mm)	Uzun kol Sınır Değerleri	Kısa kol Sınır Değerleri
500	$\mathbf{0.2 \times 8m = 1.6\ m}$ $2 \times 0.5m = 1\ m$	$0.2 \times 3m = 0.6\ m$ $\mathbf{2 \times 0.5m = 1\ m}$

Tablo 3.101'den anlaşıldığı gibi kiritik perde yüksekliği boyunca üç bölge uzun kol için 160 cm ve kısa kol için 100 cm uygulanacaktır.

Tablo 3.102: Kiritik Perde Yüksekliği Dışında Üç Bölge Uzunluğu

Perde Kalınlığı (mm)	Uzun kol Sınır Değerleri	Kısa kol Sınır Değerleri
500	$0.1 \times 8m = 0.8\ m$ $\mathbf{2\ \times 0.5m = 1\ m}$	$0.1 \times 3m = 0.3\ m$ $\mathbf{2\ \times 0.5m = 1\ m}$
450	$0.1 \times 8m = 0.8\ m$ $\mathbf{2\ \times 0.45m = 0.9\ m}$	$0.1 \times 3m = 0.3\ m$ $\mathbf{2\ \times 0.45m = 0.9m}$
400	$\mathbf{0.1 \times 8m = 0.8\ m}$ $2\ \times 0.4m = 0.8\ m$	$0.1 \times 3m = 0.3\ m$ $\mathbf{2\ \times 0.4m = 0.8\ m}$

Tablo 3.102'den anlaşıldığı gibi kiritik perde yüksekliği dışında üç bölge uzun ve kısa kol için aşağıdan yukarı doğru perdelerin kalınlığının azalmasına bağlı 100 cm, 90 cm ve 80 cm alınacaktır.

3.9.5.5. Perde Gövde Danatı Hesabı

TBDY-2018'in 7.6.3.1 maddesine göre perde gövdesinin düşey ve yatay donatıları için **Denk (3.71)**'de gelen şart sağlanmalıdır. Bununla beraber yönetmelik düşey ve yatay donatı aralığı mesafesini 250 mm ile sınırlı tutmuştur.

$$\left[(A_s)_{gövde}\right]_{min} \geq 0.0025 \times b_w \times (l_w - 2l_u) \qquad (3.71)$$

Denk (3.71)'de l_u parametresi perdenin üç bölgesinin uzunluğunu ifade eder. Bu tez çalışmasında bahıs konusu olan model için tüm katlarda perde kalınlığına bağlı olarak gövde donatı hesapları **Tablo 3.103**'da özetlenmiştir.

Tablo 3.103: Perde Gövde Düşey Donatı Seçimi

Kat	Perde Kalınlığı (mm)	Kiritik Perde Yüksekliği İçinde		Kiritik Perde Yüksekliği Dışında	
		Kısa Kol	Uzun Kol	Kısa Kol	Uzun Kol
1-10	500	7Φ12	32Φ12	7Φ12	40Φ12
11-20	450	-	-	6Φ12	42Φ12
21-30	400	-	-	6Φ12	44Φ12

Aşağıda örnek olarak **Tablo 3.103**'un birinci satırına ayit hesaplar unulmuştur:

$$\left[(A_s)_{gövde}\right]_{min} \geq 0.0025 \times 50\ \text{cm} \times 100\ cm = 12.5\ {}^{cm^2}/_{m}$$

Hesaplanan minimum değer 1 m uzunluk için geçerlidir. 15 cm aralık için ve Φ12 numaralı donatı seçimi üzere donatı sayısı hesabı kısa kol için aşağıda yapılmıştır.

$$\text{Kısa Kol: } \frac{3\text{m} - (2 \times 1\text{m})}{0.15\text{m}} = 6.67$$

$$2 \times 6.67 \times 1.13\ cm^2 = 15.0742\ {}^{cm^2}/_{m} \geq 12.5\ {}^{cm^2}/_{m}$$

Sonuç olarak perdenin kısa kolunun her semtinde 7Φ12/15cm düşey donatı yerleştirilmiştir ve **Tablo 3.101** ve **Tablo 3.102**'in verilerinden yola çıkarak kısa kolda

kiritik perde yüksekliği içinde ve dışında perde üç bölgelerinin uzunluğu 1 m olduğundan dolayı bu donatı seçimi her iki durum için aynıdır.

15 cm aralık için ve Φ12 numaralı donatı seçimi üzere donatı sayısı hesabı uzun kol için perde bölgesine bağlı olarak aşağıda sunulmuştur:

$$\text{Kiritik Perde Yüksekliği İçinde: } \frac{8\text{m} - (2 \times 1.6\text{m})}{0.15\text{m}} = 32$$

$$\text{Kiritik Perde Yüksekliği Dışında: } \frac{8\text{m} - (2 \times 1\text{m})}{0.15\text{m}} = 40$$

Perde yatay donatısı için **Denk (3.71)**'in şartını sağlamak üzere ve yönetmeliğin yatay donatı mesafesi aralığının 250 mm ile sınırlı tutmasına yönelik yatay donatı hesapları Φ14 numaralı donatı seçimi üzere aşağıda sunulmuş ve sonuçlar **Tablo 3.104**'de özetlenmiştir.

$$\left[(\mathrm{A_s})_{\text{gövde}}\right]_{\min} \geq 0.0025 \times 50\ \text{cm} \times 100\ cm = 12.5\ {cm^2}/{m}$$

$$2 \times \frac{1}{0.15} \times 1.54\ cm^2 = 20.53\ {cm^2}/{m} \geq 12.5\ {cm^2}/{m}$$

$$\left[(\mathrm{A_s})_{\text{gövde}}\right]_{\min} \geq 0.0025 \times 45\ \text{cm} \times 100\ cm = 11.25\ {cm^2}/{m}$$

$$2 \times \frac{1}{0.2} \times 1.54\ cm^2 = 15.4\ {cm^2}/{m} \geq 11.25\ {cm^2}/{m}$$

$$\left[(\mathrm{A_s})_{\text{gövde}}\right]_{\min} \geq 0.0025 \times 40\ \text{cm} \times 100\ cm = 10\ {cm^2}/{m}$$

$$2 \times \frac{1}{0.25} \times 1.54\ cm^2 = 12.32\ {cm^2}/{m} \geq 10\ {cm^2}/{m}$$

Tablo 3.104: Perde Gövde Yatay Donatı Seçimi

Kat	Perde Kalınlığı (mm)	Yatay Donatı
1-10	500	Φ14 / 15 cm
11-20	450	Φ14 / 20 cm
21-30	400	Φ14 / 25 cm

3.9.5.6. Perde Üç Bölgeleri Danatı Hesabı

Deprem yönetmeliğin madde 7.6.5 ve Şekil 7.11'ne bağlı olarak perde üç bölgesi donatı seçimi için koşullar aşağıda özetlenmiştir.

- Kiritik perde yüksekliği boyunca düşey donatının **Denk (3.72)**'de ve kiritik perde yüksekliği dışında **Denk (3.73)**'de gelen şartını sağlamalıdır.
- Minimum düşey donatı miktarı 4Φ14 ile sınırlı tutulacaktır.
- Maksimum düşey donatı oranı miktarı 0.03 ile sınırlı tutulacaktır. Bu değer bindirme bölgeleri için 0.06'ya çıkabilir.
- Etriye donatı çapı 8 mm'den küçük olmayacaktır.
- Etriye ve çirozların arasında yatay mesafe (a) etriye ve çiroz çapının 25 katından daha fazla olmayacaktır.
- Kiritik perde yüksekliği boyunca minimum etriye miktarı **Denk (3.52)**'de gelen kolon minimum etriye değerinin $^2/_3$ ile sınırlı tutulacaktır.
- Kiritik perde yüksekliği boyunca etriye ve çiroz mesafe aralığı 150 mm ve 50 mm arasında tutulacaktır.
- Kiritik perde yüksekliği dışında etriye ve çiroz mesafe aralığı perde kalınlığından ve 200 mm'den daha büyük alınmayacaktır.

$$(A_s)_{başlık} \geq 0.002 b_w l_w \quad (3.72)$$

$$(A_s)_{başlık} \geq 0.001 b_w l_w \quad (3.73)$$

Aşağıda kiritik perde yüksekliği içinde üç bölgesi (başlık) düşey donatı hesabı 500 mm'e kalınlığında olan perde için sunulmuştur.

$$(\rho_{min})_{başlık} = \frac{(A_{başlık})_{min}}{b_w \times 0.2 l_w} = \frac{0.002 b_w l_w}{b_w \times 0.2 l_w} = 0.01 \leq 0.03 \text{ (üst değer)}$$

$$Kısa\ Kol: (A_s)_{başlık} = (\rho_{min})_{başlık} \times (l_w)_{kısa} \times b_w$$

$$Kısa\ Kol: (A_s)_{başlık} = 0.01 \times 100\ cm \times 50\ \text{cm} = 50\ cm^2$$

$$\frac{50\ cm^2}{3.14\ cm^2} = 15.92 \cong 16\ \Phi 20$$

$$Uzun\ Kol: (A_s)_{başlık} = (\rho_{min})_{başlık} \times (l_w)_{uzun} \times b_w$$

$$Uzun\ Kol: (A_s)_{başlık} = 0.01 \times 160\ cm \times 50\ \text{cm} = 80\ cm^2$$

$$\frac{80\ cm^2}{3.14\ cm^2} = 25.48 \cong 26\ \Phi 20$$

Kiritik perde yüksekliği dışında ise üç bölgesi (başlık) düşey donatı hesabı aşağıda gelmiştir.

$$(\rho_{min})_{başlık} = \frac{(A_{başlık})_{min}}{b_w \times 0.2 l_w} = \frac{0.001 b_w l_w}{b_w \times 0.1 l_w} = 0.01 \leq 0.03 \text{ (üst değer)}$$

$$Kısa\ Kol: (A_s)_{başlık} = 0.01 \times 100\ cm \times 50\ \text{cm} = 50\ cm^2$$

$$\frac{50\ cm^2}{3.14\ cm^2} = 15.92 \cong 16\ \Phi 20$$

$$Uzun\ Kol: (A_s)_{başlık} = 0.01 \times 100\ cm \times 50\ \text{cm} = 50\ cm^2$$

$$\frac{50\ cm^2}{3.14\ cm^2} = 15.92 \cong 16\ \Phi 20$$

Etriye Φ12/10 cm olarak alınmıştır. Ancak bu seçim yönetmeliğin genel üç bölgesine ayit koşullar ve özel kiritik perde yüksekliği dışında olan koşullarına uymakla beraber kiritik perde yüksekliği bölgesi için **Denk (3.74)**'den gelen değer üzerinden kontrol edilmiştir.

$$(A_s)_{başlık} \geq {}^{2}/_{3}\left[0.3\ s\ b_k\ \left[\left(\frac{A_c}{A_{ck}}\right)-1\right]\left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}}\right)\right] \qquad (3.74)$$

$$(A_s)_{başlık} \geq {}^{2}/_{3}\left[0.075\ s\ b_k\ \left(\frac{f_{ck}}{f_{ywk}}\right)\right]$$

Kıasa Kol: $b_k = 100\ cm - (2 \times 4\ cm) - 1.4cm = 90.6\ cm$

$Kısa\ Kol$: $A_c = 100\ cm\ \times 50\ cm = 5000\ cm^2$

Kısa Kola: $A_{ck} = [100\ cm - (2 \times 4\ cm)] \times [50\ cm - (2 \times 4\ cm)]$
$= 3864\ cm^2$

$$(A_s)_{başlık} \geq {}^{2}/_{3}\left[0.3 \times 10 \times 90.6\ \left[\left(\frac{5000}{3864}\right)-1\right]\left(\frac{50}{420}\right)\right] = 6.3419\ cm^2$$

$$(A_s)_{başlık} \geq {}^{2}/_{3}\left[0.075 \times 10 \times 90.6\ \times \left(\frac{50}{420}\right)\right] = 5.3929\ cm^2$$

Daha elverişsiz değere göre:

Kısa Kol: Etriya 5 kol Φ14 = 5×1.54=7.70 cm^2

Uzun Kol: $b_k = 160\ cm - (2 \times 4\ cm) - 1.4cm = 150.6\ cm$

Uzun Kol: $A_c = 160\ \text{cm}\ \times 50\ \text{cm} = 8000\ \text{cm}^2$

Uzun Kola: $A_{ck} = [160\ cm - (2 \times 4\ cm)] \times [50\ cm - (2 \times 4\ cm)]$
$= 6384\ cm^2$

$$(A_s)_{başlık} \geq {}^{2}/_{3}\left[0.3 \times 10 \times 150.6\ \left[\left(\frac{8000}{6384}\right)-1\right]\left(\frac{50}{420}\right)\right] = 9.0766\ cm^2$$

$$(A_s)_{başlık} \geq {}^{2}/_{3}\left[0.075 \times 10 \times 150.6 \times \left(\frac{50}{420}\right)\right] = 8.9643\ cm^2$$

Daha elverişsiz değere göre:

Uzun Kol: Etriya 6 kol Φ14 = 6×1.54 = 9.24 cm^2

Tablo 3.105 ve **Tablo 3.106**'da modelin tüm katları için perde kalınlığına bağlı kalarak üç bölge donatı seçimi özetlenmiştir.

Tablo 3.105: Perde Üç Bölgeleri Düşey Donatı Seçimi

Kat	Perde Kalınlığı (mm)	Kiritik Perde Yüksekliği İçinde		Kiritik Perde Yüksekliği Dışında	
		Kısa Kol	Uzun Kol	Kısa Kol	Uzun Kol
1-10	500	16Φ20	26Φ20	16Φ20	16Φ20
11-20	450	-	-	14Φ20	14Φ20
21-30	400	-	-	12Φ20	12Φ20

Tablo 3.106: Perde Üç Bölgeleri Enine Donatı Seçimi

Kat	Perde Kalınlığı (mm)	Kiritik Perde Yüksekliği İçinde		Kiritik Perde Yüksekliği Dışında	
		Kısa Kol	Uzun Kol	Kısa Kol	Uzun Kol
1-10	500	5 kol Φ14	6 kol Φ14	2 kol Φ12	2 kol Φ12
11-20	450	-	-	2 kol Φ12	2 kol Φ12
21-30	400	-	-	2 kol Φ12	2 kol Φ12

3.9.5.7. Perde Donatı Kontrolu

Modelde güvenli tarfta kalmak amacıyla kat 1 ila 8 kiritik bölge yüksekliği olarak ele alınmıştır. Bir başka husus ise modelin alt (bodrum) ve üst (kule) kısımlarının farkle R, D katsayılarına sahip olma nedeniyle farklı yük kombinasyonlarla tasarlanmasıdır.

Ancak **Tablo 3.103** ila **Tablo 3.106**'da hesaplanmış olan düşey ve yatay donatılar ise TBDY-2018'in şartlarına bağlı olarak perdelerin başlık ve gövde bölgelerine ayit minimum donatı oranlarını belirlemektedir. Bu sebebden dolayı hesaplanmış donatıları ETABS sonlu elemanlar yazılımında *SD Section* vasıtasıyla perdelerin kesitlerine girmiş ve modelin analiz sonuçlarına bağlı tasarım yaparak donatı oranlarının yeterli olup olmadığı araştırılmıştır.

Sonuç olarak **Tablo 3.103** ila **Tablo 3.106**'da gelen donatı oranları kat 4 ila 30'da *D/C Ratio* değerinin 1.00'in altında kalmasıyla yeterli olmuştur. Ancak kat 1 ila 3'de (bodrum karları) Deprem Yönetmeliğin minimum donatı oranlarını yeterli olmaması sebebiyle perdenin kısa kollarına ayit başlıklarda düşey donatı oranı 16Φ20'den 20Φ20'ye çıkarılmıştır.

EK 4'de ise modelin tüm katlarına ayit tasarım sonuçları sunulmuştur.

3.9.6. Bağ Kiriş Tasarımı

TBDY-2018'in madde 7.6.8.2(a)'na göre bağ kirişlerde **Denk (3.75)** ve **Denk (3.76)**'da gelen şartların her hangi birisinin sağlanması durumunda bağ kiriş kesme donatı hesapı yönetmeliğin madde 7.4.5'ne göre yani normal çerçeve kirişi gibi uygulanacaktır.

$$l_n > 2h_k \tag{3.75}$$

$$V_d \leq 1.5\, b_w\, d\, f_{ctd} \tag{3.76}$$

Bu tez çalışması konusu olan modelde tüm bağ kirişlerin yüksekliği 75 cm ve boyu 200 cm olduğundan dolayı **Denk (3.75)**'de gelen şart sağlanmıştır ve bağ kirişlerin kesme donatı hesapı normal çerçeve kirişi gibi yapılacaktır.

3.9.6.1. Bağ Kiriş Boyuna Donatı Hesabı

Modelin analiz ve tasarım sonuçlarına göre B42 isimli bağ kirişe ayit boyuna donatı alanı ihtiyacı **Tablo 3.107**'de sunulmuştur. Bu örnek bağ kirişi modelin 4'uncu katına ayit olduğu için tüm hesaplar kule kısmında ele alınan katsayılar ve yük kombinasyonlarına göre yapılmıştır.

Tablo 3.107: B42 Bağ Kirişin Boyuna Donarı Alanı İhtiyacı

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1545	1283	1545
Alt	1512	1283	1512

Tablo 3.107'nin verilerini ele alarak B42 isimli bağ kirişi için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.108**'de sunulmuştur.

Tablo 3.108: B42 Bağ Kirişinin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	$4\Phi20 + 2\Phi14$	$4\Phi18 + 2\Phi14$	$4\Phi20 + 2\Phi14$
Alt	$4\Phi20 + 2\Phi14$	$4\Phi18 + 2\Phi14$	$4\Phi20 + 2\Phi14$

Güvenli tarafta kalmak amacıyla seçilen boyuna donatı alanlarının toplamı **Tablo 3.107**'de gelen boyuna donatı alanı ihtiyacından büyük çıkmıştır. **Tablo 3.109**'da seçilin boyuna donatı alanları özetlenmiştir. Zira hesaplarda **Tablo 3.109**'da gelen veriler ele alınmıştır.

Tablo 3.109: B42 Bağ Kirişinin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1565	1326	1565
Alt	1565	1326	1565

B42 isimli bağ kirişinin ebatı 50×75 cm olduğundan, yani yüksekliği 60 cm'den büyük kalması nedeni ile TS-500'un koşullarına bağlı kalarak kiriş için gövde donatı uygulanması luzumludur. Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001\, b_w\, d \qquad (3.53)$$

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (750 - 40) = 355\ mm^2$$

TS-500 **Denk (3.53)** ile beraber gövde donatısı için aşağıda gelen koşullarıda sunmuştur.

- Gövde donatı alanı kesitin iki yüzündede aynı alınacaktır.
- Gövde donatısı çapı en az 10 mm alınacaktır.
- Gövde donatısı aralığı 300 mm'yi geçmeyecek biçimde düzenlenecektir.

Bu koşullara sağlamak amacıyla $4\Phi12 = 452$ mm^2 gövde donatısı, kesitin her tarafında 2 donatı 25 cm mesafe ile yerleştirecek şekilde seçilmiştir.($2\times2\Phi12$ @25cm)

Gövde donatısı için $\Phi12$ donatı çapı seçilmesinin bir başka nedeni ise TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması koşuludur.

TBDY-2018 ve TS-500'de kirişlerde boyuna donatı alanı oranları **Denk (3.54)** ila **Denk (3.56)**'ya göre kontrol edilecektier.

$$\rho = \frac{A_s}{b_w d} \geq \rho_{min} = 0.8\,\frac{f_{ctd}}{f_{yd}} \tag{3.54}$$

$$\rho \leq 0.02 \tag{3.55}$$

$$\rho - \rho' \leq \rho_{max} = 0.85\,\rho_b \tag{3.56}$$

B42 ismili bağ kirişi için aşağıda minimum boyuna donatı oranı hesaplanmıştır.

$$\rho_{min} = 0.8\,\frac{f_{ctd}}{f_{yd}} = 0.8\,\frac{1.65}{365.22} = 0.00361$$

Kirişin ρ_{max} hesabı için ise ρ_b (dengeli donatı oranı) hesabı **Denk (3.57)** vasıtasıyla yapılmıştır.

$$\rho_b = 0.85\, k_1\, \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \left(\frac{600}{600+f_{yd}}\right) \quad (3.57)$$

Denk (3.57)'de gelen k_1 parametre TS-500'un Çizelge 7.1'den C50 beton sınıfı için 0.70 alınmıştır.

$$\rho_b = 0.85 \times 0.7 \times \frac{33.33}{365.22} \left(\frac{600}{600+365.22}\right) = 0.029$$

Tablo 3.110'da B42 isimli bağ kirişi için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.110: Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	$\rho_{max} = 0.85\, \rho_b$
Sol	0.00361	0.0044	0.02
Açıklık	0.00361	0.0037	0.02
Sağ	0.00361	0.0044	0.02

Tablo 3.110'dan anlaşıldığı gibi B42 isimli bağ kirişde çekme donatı oranları üst ve alt sınır şartlarını sağlamıştır.

Bir diğer husus ise modelin tüm kirişlerinde pas payının aynen kolonlar gibi 40 mm alınmasıdır. TS-500 kirişlerde normal çevre koşullarında dış elemanlar için en az 25 mm ve iç elemanlar için ise minimum 20 mm pas payı belirlenmiştir ve bununla beraber yangın güvenliği acısından pas payının daha büyük değerlere artırılmasına izin

vermiştir. Yüksek binalarda ise yangın güvenliği önem arz ettiğinden dolayı bu tez çalışmasında söz konusu olan modelde bağ kirişler için 40 mm pas payı alınmıştır.

Tablo 3.111'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul B33 isimli kiriş için özetlenmiştir.

Tablo 3.111: Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0044	0.0044	0	0.025
Açıklık	0.0037	0.0037	0	0.025
Sağ	0.0044	0.0044	0	0.025

Tablo 3.111'dan anlaşıldığı gibi B42 isimli bağ kirişde çekme ve basınc donatı oranları farkı şartı sağlamıştır.

Yürürlükte olan deperm yönetmeliğin madde 7.4.2.3'ne göre DTS=1, 1a ve DTS=2, 2a olan taşıyıcı sistemlerde, kiriş mesnedindeki alt donatı alanı, aynı mesnetteki üst donatının %50'sinden daha az olamaması şartı getirilmiştir. **Tablo 3.109**'un verilerine göre bahsı geçen maddenin şartı B42 isimli bağ kiriş için sağlanmıştır.

Bir diğer husus ise TS-500'un kirişlerde donatı çubuklarının arasında kalan net aralığın minimum mesafesidir. Bu sınırlar aşağıda özetlenmıştır:

- 20 mm
- Donatı çapı
- En büyük agrega boyutunun 4/3

Tablo 3.108'in verilerinden yola çıkarak ilave donatıları hesaba katmaksızın (kiriş kesitinde üst donatıların aşağısında yer almaları nedeni ile) kirişin sağ ve sol

mesnetlerinin üst bölgesinde 4Φ20 donatısı yerleştirilmiştir ve donatı arasında net aralık hesabı aşağıda yapılmıştır.

$$\frac{500 - (2 \times 40)}{3} = 140\ mm\ > 20\ mm\ , 20\ mm\ (donatı\ çapı)$$

Hesaptan anlaşıldığı gibi B42 isimli bağ kiriş için donatı alanın en büyük olduğu bölgede TS-500'un minimum net donatı aralığı şartı sağlanmıştır.

3.9.6.2. Bağ Kirişi Enine Donatı Hesabı

TBDY-2018'in 7.4.4 maddesinin tanıtımına göre madde 7.4.5.3'e bağlı daha elverişsiz bir değer elde edilmedikçe, etriye aralıkları aşağıda gelen değerleri aşmayacaktır:

- Kiriş kesitinin etkili yüksekliğinin (d) 1/4'ünü
- Kiriş kesitinde yerleştirilen en küçük boyuna donatı çapının sekiz katını
- 150 mm

Burdan yola çıkarak B42 isimli örnek bağ kiriş için yönetmeliğin metninde geçen madde 7.4.5.3'un şartı tahkik edilmiştir.

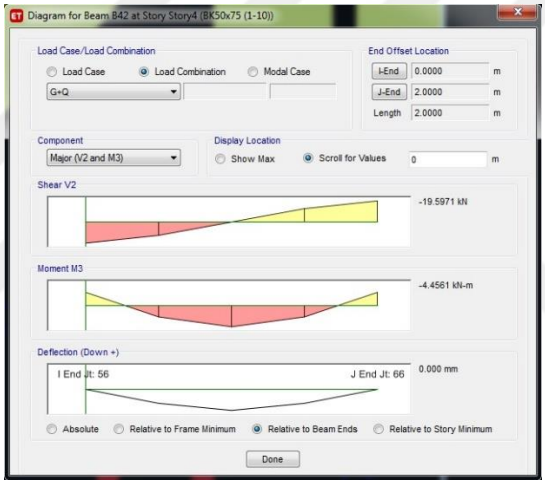
Bununla beraber TBDY-2018'in madde 7.4.5.1'de tanımlanan kesme kuvveti **Denk (3.58)**'den hesaplanmış ve madde 7.4.5.2'de gelen şartlar **Denk (3.59)** ve **Denk (3.60)** vasıtasıyla sağlanması tahkik edilmiştir.

$$V_e = V_{dy} \mp \left(M_{pi} + M_{pj}\right)/l_n \qquad (3.58)$$

$$V_e \leq V_r \tag{3.59}$$

$$V_e \leq 0.85 b_w d \sqrt{f_{ck}} \tag{3.60}$$

Analiz ve tasarım sonuçlarına bağlı V_{dy} parametresinin değeri B42 isimli bağ kirişin sol mesnedinde G+Q yük kombinasyonuna göre 19.5971 kN çıkmıştır ve ETABS yazılımdan elde edilen diyagram **Şekil 3.30**'de sunulmuştur. [20]



Şekil 3.30. Yazılımdan B42 Bağ Kirişin Sol Mesnedi için Elde Edilen Diagram

B42 isimli bağ kiriş için moment taşıma gücü sol ve sağ mesnetler için **Denk (3.61)**'dan elede edilmiştir.

$$M_r = A_s f_{yd} \times (h - 2d') \tag{3.61}$$

$$(M_r)_{Sol} = 15.65 \times 365.22 \times (75 - 2 \times 4) = 382951.431 \text{ N.m} \cong 383 \text{kN.m}$$

$$(M_r)_{Sağ} = 15.65 \times 365.22 \times (75 - 2 \times 4) = 382951.431 \text{ N.m} \cong 383 \text{kN.m}$$

B42 isimli bağ kiriş için moment kapasitesi sol ve sağ mesnetler için **Denk (3.62)**'dan elede edilmiştir.

$$M_p = 1.4\, M_r \tag{3.62}$$

$$(M_p)_{Sol} = 1.4\,(M_r)_{Sol} = 1.4 \times 383 = 536.2 \cong 536\text{kN.m}$$

$$(M_p)_{Sağ} = 1.4\,(M_r)_{Sağ} = 1.4 \times 383 = 536.2 \cong 536\text{kN.m}$$

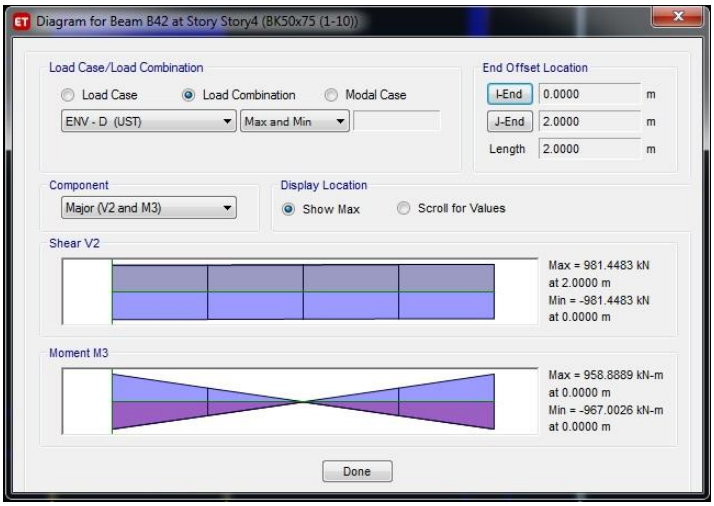
Enine donatı hesabı için kesme kuvveti B42 isimli bağ kiriş için **Denk (3.58)**'i ele alarak aşağıda hesaplanmış ve **Denk (3.60)**'da gelen şart sağlanmıştır.

$$V_e = 19.5971 + \frac{(536 + 536)}{2} = 555.5971 \cong 556\text{kN}$$

$$V_e = 556\text{kN} \leq 0.85 \times 500 \times (750 - 40) \times \sqrt{50} = 2133694.712 \cong 2134kN$$

TBDY-2018 madde 7.4.5.1'ne göre ise düşey yükler ile birlikte depremden hesaplanan D (Dayanım Fazlalığı Katsayısı) ile artırılmış kesme kuvvetinin toplamının, **Denk.(3.58)** ile hesaplanan V_e 'den küçük olması durumunda, V_e yerine bu kesme kuvveti kirişin enine donatı hesabında ele alınacaktır.

Mod Birleştirme Analizi ve tasarım sonuçlarına bağlı B42 isimli bağ kirişin sol mesnedinde D katsayısı ile artırılmış yük kombinasyonlarına göre söz konusu olan artırılmış kesme kuvvetinin maksimum değeri 981.448 kN çıkmıştır ve ETABS sonlu elemanlar yazılımdan elde edilen diyagram **Şekil 3.31**'de sunulmuştur. [20]



Şekil 3.31. Yazılımdan B42 Bağ Kirişin için Elde Edilen Diagram

Sonuç olarak V_e değerinin artırılmış kesme kuvveti değerinden büyük kalmasından dolayı hespalda V_e değeri göze alınacaktır.

Denk (3.59)'da gelen şartı uygulamak için V_r hesaplanmıştır. Bu parametrenin hesap yöntemi için ise deprem yönetmeliğin 7.4.5.3 maddesinde sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ kN alınaması şartı getirilmiştir. Bu kontrol aşağıda uygulanmıştır ve sonuç olarak V_r hesabında V_c göze alınmayacaktır.

$$V = \frac{(536 + 536)}{2} \cong 536\text{N} > \frac{V_e}{2} = \frac{556}{2} = 278\text{kN}$$

TS-500'un 8.4.1 başlığına göre bağ kirişin kesme dayanımı **Denk (3.63)** ila **Denk (3.66)**'ni ele alarak hesaplanmıştır.

$$V_r = V_c + V_w \quad (3.63)$$

$$V_c = 0.8\, V_{cr} \quad (3.64)$$

$$V_{cr} = 0.65\, f_{ctd}\, b_w\, d \left(1 + \gamma \frac{N_d}{A_s}\right) \quad (3.65)$$

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd}\, d \quad (3.66)$$

B42 isimli örnek bağ kiriş için Φ10 donatısı, s = 10 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile kesme dayanımı hesapları aşağıda sunulmuştur.

$$V_c = 0 \text{ kN}$$

$$V_w = \frac{314}{100} \times 365.22 \times (750 - 40) = 814221.468 \text{ N} \cong 814 \text{ kN}$$

$$V_r = 0 + 814 = 814 \text{ kN}$$

$$V_e = 556 \text{ kN} \leq V_r = 814 \text{ kN}$$

Sonuç olarak **Denk (3.59)** gelen şart V_e parametresi için sağlanmıştır ve B42 bağ kiriş için Φ10 donatısı, s = 10 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile TBDY-2018 ve TS-500'un şartlarını sarılma bölgesi için sağlamıştır.

$$s = 100\, mm < \frac{d}{4} = \frac{750 - 40}{4} = 177.5\, mm$$

$$s = 100\, mm < 8 \times \Phi 14\ çapı = 8 \times 14\, mm = 112\, mm$$

$$s = 100\, mm < 150\, mm$$

Bağ kirişin açıklık bölgesine ayit etriye mesafesi hakkında TBDY-2018'in 7.4.4 maddesine sözü geçen mesafenin 350 mm ile sınırlı tutulması şartı getirilmişken TS-500'un 8.1.6 maddesinde bu mesafenin d/2'den küçük kalması şartı sunulmuştur. Ancak güvenli tarafta kalmak amacıyla B42 isimli bağ kirişin açıklık bölgesi için Φ10 donatısı, s = 20 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile seçilmiştir.

Bu başık altında yapılan tüm hesaplar B42 isimli bağ kirişin sağ mesnedi içinde aynı sonuçları doğrulamıştır.

3.9.6.3. Bağ Kirişi Kesitlerinin Tiplendirilmesi

Modelin alt (bodrum) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 1 ila kat 3'de yer alan bağ kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.112** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.113**'da sunulmuştur.

Tablo 3.112: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	4Φ18 + 2Φ14	4Φ18 + 2Φ14	4Φ18 + 2Φ14
Alt	4Φ18 + 2Φ14	4Φ18 + 2Φ14	4Φ18 + 2Φ14

Tablo 3.113: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1326	1326	1326
Alt	1326	1326	1326

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (750 - 40) = 355\ mm^2$$

kat 1 ila 3 - bağ kirişleri için 2×2Φ12 @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.114'de kat 1 ila kat 3'de yer alan bağ kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.114: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.003735	0.02
Açıklık	0.00361	0.003735	0.02
Sağ	0.00361	0.003735	0.02

Tablo 3.115'de ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 1 ila kat 3'de yer alan bağ kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.115: Kat 1 ~ 3 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.003735	0.003735	0	0.025
Açıklık	0.003735	0.003735	0	0.025
Sağ	0.003735	0.003735	0.0	0.025

Modelin üst (kule) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 4 ila kat 10'da yer alan bağ kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.116** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.117**'da sunulmuştur.

Tablo 3.116: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	6Φ22 + 3Φ14	4Φ18 + 2Φ14	6Φ22 + 3Φ14
Alt	6Φ22 + 3Φ14	4Φ18 + 2Φ14	6Φ22 + 3Φ14

Tablo 3.117: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2743	1326	2743
Alt	1326	1326	1326

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 500 \times (750 - 40) = 355\ mm^2$$

kat 4 ila 10 - bağ kirişleri için 2×2Φ12 @25cm gövde donatısı olarak alınmıştır.

Tablo 3.118'de kat 4 ila kat 10'da yer alan bağ kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.118: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0077	0.02
Açıklık	0.00361	0.003735	0.02
Sağ	0.00361	0.0077	0.02

Tablo 3.119'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 4 ila kat 10'da yer alan bağ kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.119: Kat 4 ~ 10 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0077	0.003735	0.003965	0.025
Açıklık	0.003735	0.003735	0	0.025
Sağ	0.0077	0.003735	0.003965	0.025

Modelin üst (kule) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 11 ila kat 15'da yer alan bağ kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.120** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.121**'da sunulmuştur.

Tablo 3.120: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	5Φ22 + 3Φ16	4Φ18 + 2Φ12	5Φ22 + 3Φ16
Alt	5Φ22 + 3Φ16	4Φ18 + 2Φ12	5Φ22 + 3Φ16

Tablo 3.121: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2504	1244	2504
Alt	2504	1244	2504

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 450 \times (750 - 40) = 319.5\ mm^2$$

Kat 11 ila 15 - bağ kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.122'de kat 11 ila kat 15'de yer alan bağ kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.122: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0078	0.02
Açıklık	0.00361	0.00389	0.02
Sağ	0.00361	0.0078	0.02

Tablo 3.123'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 11 ila kat 15'de yer alan bağ kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.123: Kat 11 ~ 15 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0078	0.0078	0	0.025
Açıklık	0.0039	0.0039	0	0.025
Sağ	0.0078	0.0078	0	0.025

Modelin üst (kule) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 16 ila kat 20'de yer alan bağ kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.124** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.125**'da sunulmuştur.

Tablo 3.124: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	5Φ22 + 2Φ14	5Φ16 + 2Φ12	5Φ22 + 2Φ14
Alt	5Φ22 + 2Φ14	5Φ16 + 2Φ12	5Φ22 + 2Φ14

Tablo 3.125: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	2209	1231	2209
Alt	2209	1231	2209

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 450 \times (750 - 40) = 319.5\ mm^2$$

Kat 16 ila 20 - bağ kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.126'de kat 16 ila kat 20'de yer alan bağ kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.126: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0069	0.02
Açıklık	0.00361	0.003852	0.02
Sağ	0.00361	0.0069	0.02

Tablo 3.127'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 16 ila kat 20'de yer alan bağ kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.127: Kat 16 ~ 20 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0069	0.0069	0	0.025
Açıklık	0.003852	0.003852	0	0.025
Sağ	0.0069	0.0069	0	0.025

Modelin üst (kule) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 21 ila kat 25'de yer alan bağ kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.128** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.129**'da sunulmuştur.

Tablo 3.128: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	4Φ22 + 2Φ12	4Φ16 + 2Φ12	4Φ22 + 2Φ12
Alt	4Φ22 + 2Φ12	4Φ16 + 2Φ12	4Φ22 + 2Φ12

Tablo 3.129: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1753	1030	1753
Alt	1753	1030	1753

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 400 \times (750 - 40) = 284\ mm^2$$

Kat 21 ila 25 - bağ kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.130'de kat 21 ila kat 25'de yer alan bağ kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.130: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0062	0.02
Açıklık	0.00361	0.003627	0.02
Sağ	0.00361	0.0062	0.02

Tablo 3.131'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 21 ila kat 25'de yer alan bağ kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.131: Kat 21 ~ 25 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0062	0.0062	0	0.025
Açıklık	0.003627	0.003627	0	0.025
Sağ	0.0062	0.0062	0	0.025

Modelin üst (kule) kısmının analiz ve tasarım sonuçlarına göre kat 26 ila kat 30'da yer alan bağ kirişleri için boyuna donatı seçimi **Tablo 3.132** ve seçilin boyuna donatı alanları **Tablo 3.133**'da sunulmuştur.

Tablo 3.132: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Boyuna Donarı Alanı Seçimi

	Sağ Mesnet	Açıklık	Sol Mesnet
Üst	4Φ18 + 3Φ14	4Φ16 + 2Φ12	4Φ18 + 3Φ14
Alt	4Φ18 + 3Φ14	4Φ16 + 2Φ12	4Φ18 + 3Φ14

Tablo 3.133: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Seçilen Boyuna Donarı Alanları

	Sağ Mesnet (mm^2)	Açıklık (mm^2)	Sol Mesnet (mm^2)
Üst	1480	1030	1480
Alt	1480	1030	1480

Gövde donatı alanı ise **Denk (3.53)**'den hesaplanmıştır.

$$A_{sl} = 0.001 \times 400 \times (750 - 40) = 284\ mm^2$$

Kat 26 ila 30 - bağ kirişleri için 2×2Φ10 @25cm gövde donatısı için yeterli olmasına rağmen TBDY-2018'in madde 7.4.2.2'de kirişlerde boyuna donatı çapının en az 12 mm olması nedeniyle 2×2Φ12 @25cm gövde donası olarak seçilmiştir.

Tablo 3.134'de kat 26 ila kat 30'da yer alan bağ kirişleri için çekme donatı oranı kontrolleri **Denk (3.54)** ve **Denk (3.55)**'e göre özetlenmiştir.

Tablo 3.134: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Çekme Donatı Oranı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ_{min}	ρ	ρ_{max}
Sol	0.00361	0.0052	0.02
Açıklık	0.00361	0.003627	0.02
Sağ	0.00361	0.0052	0.02

Tablo 3.135'da ise **Denk (3.56)**'da gelen koşul kat 26 ila kat 30'da yer alan bağ kirişleri için özetlenmiştir.

Tablo 3.135: Kat 26 ~ 30 - Bağ Kirişleri İçin Çekme ve Basınc Donatı Oranı Farkı Kontrolu

Kiriş Bölgesi	ρ	ρ'	$\rho - \rho'$	$\rho_{max} = 0.85\ \rho_b$
Sol	0.0052	0.0052	0	0.025
Açıklık	0.003627	0.003627	0	0.025
Sağ	0.0052	0.0052	0	0.025

Tablo 3.136'da ise ***3.9.6.3*** başlığı altında yapılan hesaplar sonuclarına dayanarak modelin tüm bağ kirişlerinin boyuna donatı seçimleri özetlenmiştir.

Tablo 3.136: Modelin Tüm Bağ Kirişlerinin Boyuna Donatı Tiplendirilmesi

Kat	Üst Boyuna Donatısı Alt Boyuna Donatısı	Gövde Donatısı
1 ~ 3 (bodrum)	4Φ18 + 2Φ14 4Φ18 + 2Φ14	2×2Φ12 @ 25cm
4 ~ 10	6Φ22 + 3Φ14 6Φ22 + 3Φ14	2×2Φ12 @ 25cm
11 ~ 15	5Φ22 + 3Φ16 5Φ22 + 3Φ16	2×2Φ12 @ 25cm
16 ~ 20	5Φ22 + 2Φ14 5Φ22 + 2Φ14	2×2Φ12 @ 25cm
21 ~ 25	4Φ22 + 2Φ12 4Φ22 + 2Φ12	2×2Φ10 @ 25cm
26 ~ 30	4Φ18 + 3Φ14 4Φ18 + 3Φ14	2×2Φ12 @ 25cm

Modelin tüm bağ kiriş kesitlerinde etriye sarılma bölgesi için 4×Φ10@10cm ve açıklık bölgesi için 4×Φ10@20cm seçilmiştir.

3.10. TASARIM AŞAMA II

Bu tez çalışmasında modelin DTS = 1 olması nedeni ile **Tablo 3.16**'da gelen normal performans hedeflerini izlemek amacıyla TBDY-2018'in madde 13.5.1.1'ne göre Aşama II'de DD-4 deprem yer hareketi altında Kesintisiz Kullanım (KK) performans hedefi TBDY-2018'in madde 13.5.1.2'ne göre doğrusal hesaba dayalı DGT yaklaşımı ile uygulanacaktır.

3.10.1. Aşama II Taşıyıcı Sistem Modellemesi

Deprem yönetmeliğin 13.5.2.1 maddesine göre Aşama II'de taşıyıcı sistemin modellenmesi Aşama I gibi uygulanacaktır. Ancak yönetmeliğin madde 13.5.2.3 ila 13.5.2.5'de modelleme aşamasında uygulanacak farklar aşağıda açıklanmıştır:

- Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları: Bu katsayılar Aşama II'de Aşama I'e göre farklı uygulanacaktır. **Tablo 3.137** ve **Tablo 3.138**'de bahıs konusu çarpanlar mukayese amacıyla sunulmuştur.

Tablo 3.137: Aşama I'de Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları

Taşıyıcı Eleman	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları	
Perde – Döşeme (Düzlem İçi)	***Eksenel***	***Kayma***
Perde	0.50	0.50
Bodrum Perdesi	0.80	0.50
Döşeme	0.25	0.25
Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)	***Eğilme***	***Kesme***
Perde	0.25	1.00
Bodrum Perdesi	0.50	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk eleman	***Eğilme***	***Kesme***

Bağ kirişi	0.15	1.00
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

Tablo 3.138: Aşama II'de Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları

Taşıyıcı Eleman	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları	
Perde – Döşeme (Düzlem İçi)	***Eksenel***	***Kayma***
Perde	0.75	1.00
Bodrum Perdesi	1.00	1.00
Döşeme	0.50	0.8
Perde – Döşeme (Düzlem Dışı)	***Eğilme***	***Kesme***
Perde	1.00	1.00
Bodrum Perdesi	1.00	1.00
Döşeme	0.50	1.00
Çubuk eleman	***Eğilme***	***Kesme***
Bağ kirişi	0.30	1.00
Çerçeve kirişi	0.70	1.00
Çerçeve kolonu	0.90	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.80	1.00

- Ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmayacaktır.
- Sönüm oranı % 2.5 alınacaktır.

3.10.2. Aşama II Deprem Hesabı

Bu tez çalışmasının kapsamında söz konusu modelin deprem hesabı DTS = 1'de ele alınması sebebi ile TBDY-2018'in madde 13.5.3.2'na göre Aşama II için DD-4 deprem yer hareketi altında Kesintisiz Kullanım (KK) performans hedefini uygulamak amacıyla *Mod Birleştirme Analizi yapılacaktır.* Ancak yönetmeliğin madde 13.5.3.3'de deprem hesabında uygulanacak farklar aşağıda açıklanmıştır:

- İç kuvvetlerin hesabında R / I =1 ve D =1 alınacaktır.
- *Mod Birleştirme Analizinin* revize edilmesinde **Denk (3.39)** göze alınmıyacaktır. Yani *Mod Birleştirme Analizi* sonucu *Minimum Taban Kesme Kuvvetine* göre revize edilmiyecektir. Başka bir değişle *Mod Birleştirme Analizi* sonucu direct *Eşdeğer Taban Kesme Kuvvetine* göre revize edilecektir.
- *Mod Birleştirme Analizinde* sönüm oranının %2.5 alınması amacıyla **Denk (3.11)**'den elde edilen *Yatay Elastik Tasarım Spektral* ivmesi değerleri **Denk (3.77)**'de sunulduğu gibi $S_{ae}(T)$'nin 1.25 katsayısı ile çarpılarak büyültülecektir.

$$
\begin{aligned}
S_{ae}(T) &= 1.25 \times \left(0.4 + 0.6\,\frac{T}{T_A}\right) S_{DS} && 0 \le T \le T_A \\
S_{ae}(T) &= 1.25 \times S_{DS} && T_A \le T \le T_B \\
S_{ae}(T) &= 1.25 \times \frac{S_{D1}}{T} && T_B \le T \le T_L \\
S_{ae}(T) &= 1.25 \times \frac{S_{D1} \times T_L}{T^2} && T_L \le T
\end{aligned}
\qquad (3.77)
$$

3.10.3. Aşama II Performans Değerlendirmesi

Yönetmeliğin madde 13.5.5.1'ne göre Aşama II için DD-4 deprem yer hareketi altında Kesintisiz Kullanım (KK) performans hedefini uygulamaya yönelik iç kuvvet kapasitelerinin hesabında karakteristik malzeme dayanımları yerine **Tablo 3.139**'de sunulan ortalama (beklenen) malzeme dayanımı değerleri kullanılacaktır.

Tablo 3.139: Beklenen Malzeme Dayanımı Değerleri

Malzeme	Dayanımı Değerleri
Beton	$f_{ce} = 1.3f_{ck}$
Donatı Çeliği	$f_{ye} = 1.2f_{yk}$

Tablo 3.139'den yola çıkarak Aşama II'de iç kuvvet kapasitelerinin hesabında beklenen malzeme değerleri aşağıda hesaplanmıştır.

$$f_{ce} = 1.3f_{ck} = 1.3 \times 50 = 65 \text{ Mpa}$$

$$f_{ye} = 1.2f_{yk} = 1.2 \times 420 = 504 \text{ MPa}$$

TBDY-2018'in madde 13.5.5.2'ne göre Aşama II'de normal performans hedefi değerlendirmesi için *Mod Birleştirme Analizi* uygulandığında elemanların süneklik durumuna bağlı etki(talep)/kapasite oranı sınırları belirlenmiştir.

Yönetmeliğin madde 13.1.1'de doğrusal olmayan sünek davranışın tanımlanabileceği eleman türleri ve davranış modlarına bağlı **Tablo 3.140**'de etki(talep)/kapasite oranı sınırları özetlenmiştir.

Tablo 3.140: Sünek Elemanlarda E/K Sınırları

Eleman Türü	Davranış Modu	E/K Sınırı
Bağ-Kirişli Perde	Bağ Kirişde Eğilme/Kesme Etkisinde Akma	E/K < 1.5
Kolon	Eğilme/Eksenel kuvvet (P-M-M) etkisinde akma	E/K < 1.5

Kiriş	Eğilme Etkisinde Akma	E/K < 1.5

Deprem yönetmeliğin madde 13.3.2.2'de doğrusal davranışa sahip elemanlar için kritik iç kuvvetlere bağlı **Tablo 3.141**'de etki(talep)/kapasite oranı sınırları özetlenmiştir.

Tablo 3.141: Sünek Olmayan Elemanlarda E/K Sınırları

Eleman Türü	Kiritik İç Kuvvetler	E/K Sınırı
Kat Plak Döşemesi	perdeler ve kolonlara aktarılan iç kuvvetler	E/K < 0.7
Transfer Plak Döşemesi	perdeler ve kolonlara aktarılan iç kuvvetler	E/K < 0.7
Bodrum Perdeleri Perdeler Kolonlar Kirişler Normal Donatılı Bağ Kiriler	kesme kuvvetleri	E/K < 0.7

3.10.4. Aşama II Analiz Sonuçları

Modelde ek dışmerkezlik etkisi gözönüne alınmaksızın *Eşdeğer Deprem Yükü Analizi* ve sönüm oranı % 2.5 alarak *Mod Birleştirme Analizi* gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar **Tablo 3.142**'da özetlenmiştir.

Tablo 3.142: DD-4 Deprem Yer Hareketi Altında Analiz Sonuçları

Analiz Türü	FX (kN)	FY (kN)
Eşdeğer Deprem Yükü	-15529.2501	-15529.2501
Mod Birleştirme	13775.9891	15491.4283

Mod Birleştirme Analizi sonuçlarının büyütme katsayıları **Denk (3.78)**'e göre hesaplanmış ve analizin tekrarlanması ardından sonuçlar **Tablo 3.143**'de özetlenmiştir.

$$\beta_{tE}^{(X)} = \frac{V_t^{(X)}}{V_{tx}^{(X)}} \geq 1.0 \qquad (3.78)$$

$$\beta_{tE}^{(Y)} = \frac{V_t^{(Y)}}{V_{ty}^{(Y)}} \geq 1.0$$

$$\beta_{tE}^{(X)} = \frac{15529.2501}{13775.9891} = 1.127269337 \geq 1.0$$

$$\beta_{tE}^{(Y)} = \frac{15529.2501}{15491.4283} = 1.002441466 \geq 1.0$$

Tablo 3.143: DD-4 Deprem Yer Hareketi Altında Analiz Sonuçlarının Revizesi

Analiz Türü	FX (kN)	FY (kN)
Eşdeğer Deprem Yükü	-15529.2501	-15529.2501
Mod Birleştirme	15529.2559	15529.246

3.10.5. Aşama II Eleman Değerlendirmesi

Bu tez metninde **Tablo 3.140** ve **Tablo 3.141**'de açıklandığı gibi modelin elemanlarında sünek davranış ve sünek olmayan davranışa karşı belirlenmiş iç kuvvetlere göre E/K değerlendirilme eleman bazında yapılmıştır.

3.10.5.1. Aşama II Kiriş E/K Değerlendirmesi

Söz konusu model için B33 örnek kirişin üç bölgelerinde sünek davranışa karşı eğilme etkisinde ve sünek olmayan davranışa karşı kesme etkisinde E/K değerlendirilmesi aşağıda sunulmuştur.

TBDY-2018 madde 13.5.5.1'ne göre iç kuvvet kapasitelerinin hesabında karakteristik malzeme dayanımları yerine **Tablo 3.139**'de sunulan ortalama (beklenen) malzeme dayanımı değerleri kullanılacaktır. Bu nedenle hesaplarda kullanılacak malzeme verileri revize edilmiştir.

Aşama I:

$$f_{ctk} = 0.35 \sqrt{f_{ck}} \quad (3.2)$$

$$f_{ctk} = 0.35 \times \sqrt{50} = 2.4748 \approx 2.48 \text{ MPa}$$

Aşama II:

$$f_{ctk} = 0.35 \sqrt{f_{ck}} \quad (3.2)$$

$$f_{ctk} = 0.35 \times \sqrt{1.3 \times 50} = 2.822$$

Aşama I:

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{mc} = 50 / 1.50 = 33.33 \text{ MPa} \quad (3.4)$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_{mc} = 2.48 / 1.50 = 1.65 \text{ MPa}$$

Aşama II:

$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_{mc} = (1.3 \times 50) / 1.50 = 43.33$ MPa (3.4)

$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_{mc} = 2.822 / 1.50 = 1.88$ MPa

Aşama I:

$f_{yk} = 420$ Mpa

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{ms}$ (3.5)

$f_{yd} = 420 / 1.15 = 365.22$ MPa

Aşama II:

$f_{yk} = 1.2 \times 420 = 504$ Mpa

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_{ms}$ (3.5)

$f_{yd} = 504 / 1.15 = 438.261$ MPa

Beklenen malzeme dayanımı değerlerini ele alarak B33 isimli örnek kiriş için moment kapasitesi sol ve sağ mesnetler için hesaplanmıştır.

$$M_r = A_s f_{yd} \times (h - 2d') \quad (3.61)$$

$$(M_r)_{Sol} = 19.28 \times 438.261 \times (80 - 2 \times 4) = 608376.4 \text{ N.m} \cong 608.4 \text{kN.m}$$

$$(M_r)_{Sağ} = 18.34 \times 438.261 \times (80 - 2 \times 4) = 578714.9 \text{ N.m} \cong 578.7 \text{kN.m}$$

Beklenen malzeme dayanımı değerlerini ele alarak B33 isimli örnek kirişde kesme kapasitesi sol ve sağ mesnetler için hesaplanmıştır:

$$V_{cr} = 0.65 f_{ctd} b_w d \left(1 + \gamma \frac{N_d}{A_s}\right) \quad (3.65)$$

$$V_{cr} = 0.65 \times 1.88 \times 500 \times (800 - 40) \times \left(1 + \gamma \frac{0}{A_c}\right) = 464360\text{N} \cong 464.4\ \text{kN}$$

$$V_c = 0.8\, V_{cr} \qquad (3.64)$$

$$V_c = 0.8 \times 464.4 \cong 371.5\ \text{kN}$$

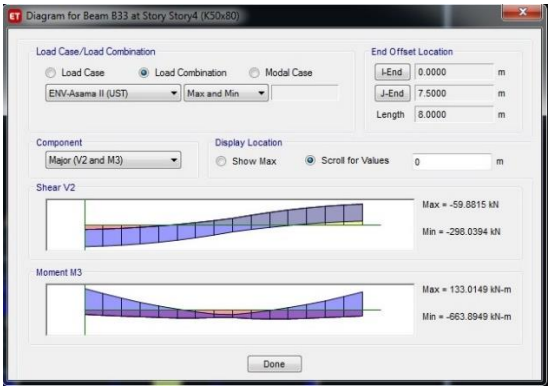
$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd}\, d \qquad (3.66)$$

$$V_w = \frac{210}{100} \times 438.261 \times (800 - 40) = 699464.6\ \text{N} \cong 699.5\ \text{kN}$$

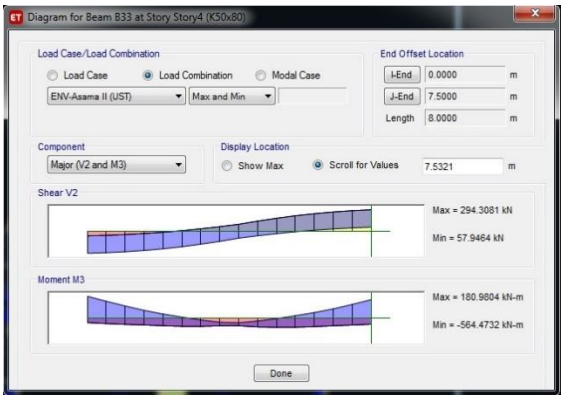
$$V_r = V_c + V_w \qquad (3.63)$$

$$V_r = 371.5 + 669.5 = 1071\ \text{kN}$$

Aşama II için DD-4 deprem yer hareketi altında Kesintisiz Kullanım (KK) performans hedefini sağlamak için gerçekleştirilen *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına bağlı B33 isimli örnek kirişin maksimum kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri **Şekil 3.32** ve **Şekil 3.33**'de sunulmuştur. [20]



Şekil 3.32. Yazılımdan B33 Kirişin Sol Mesnedi için DD-4'de Elde Edilen Diagram



Şekil 3.33. Yazılımdan B33 Kirişin Sağ Mesnedi için DD-4'de Elde Edilen Diagram

Bu başlık altında B33 isimli kiriş için beklenen malzeme dayanımlarına göre hesaplanan moment ve kesme kapasiteleri ve ETABS sonlu elemanlar yazılımdan elde edilen etki moment ve kesme kuvvetlerini ele alarak E/K değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur. [20]

Sünek Davranış : Moment Değerlendirmesi

Sol Mesnet :

$$\frac{E}{K} = \frac{M_{max}}{M_r} = \frac{663.8949\ kN}{608.4\ kN} = 1.091\ < 1.5$$

Sağ Mesnet :

$$\frac{E}{K} = \frac{M_{max}}{M_r} = \frac{564.4732\ kN}{578.7\ kN} = 0.975\ < 1.5$$

Sünek Olmayan Davranış : kesme Değerlendirmesi

Sol Mesnet :

$$\frac{E}{K} = \frac{V_{max}}{V_r} = \frac{298.0394\ kN}{1071\ kN} = 0.278\ < 0.7$$

Sağ Mesnet :

$$\frac{E}{K} = \frac{V_{max}}{V_r} = \frac{294.3081\ kN}{1071\ kN} = 0.275 < 0.7$$

Hesap sonuçlarından anlaşıldığı gibi B33 isimli kiriş sünek olan ve sünek olmayan davranış kapsamında E/K değerlendirmesinde sırayla moment ve kesmeye karşı TBDY-2018'in şartlarını sağlamıştır.

3.10.5.2. Aşama II Kolon E/K Değerlendirmesi

Bu tez çalışmasında bahıs konusu model için bazanın hemen üst kotunda yer alan C10 örnek kolonda sünek davranışa karşı eğilme etkisinde ve sünek olmayan davranışa karşı kesme etkisinde E/K değerlendirilmesi aşağıda sunulmuştur.

C10 isimli örnek kolon için bu tez metninde 3.10.5.1 başlık altında hesaplanmış malzeme dayanımı değerlerini kullanarak moment ve kesme kapasite hesapları ağaıda sunulmuştur.

$$N_{0r} = 0.85\ f_{cd}\ (A_g - A_{st}) + A_{st}\ f_{yd} \qquad (3.79)$$

$$A_g = 1000\ mm \times 1000\ mm = 10^6\ mm^2$$

$$A_{st} = 24\Phi 26 = 24 \times 531\ mm^2 = 12744\ mm^2$$

$$N_{0r} = 0.85 \times 43.33\ (10^6 - 12744) + (12744 \times 438.261)$$

$$N_{0r} = 41946330.29\ N$$

$$N_{tr} = A_{st}\ f_{yd} \qquad (3.80)$$

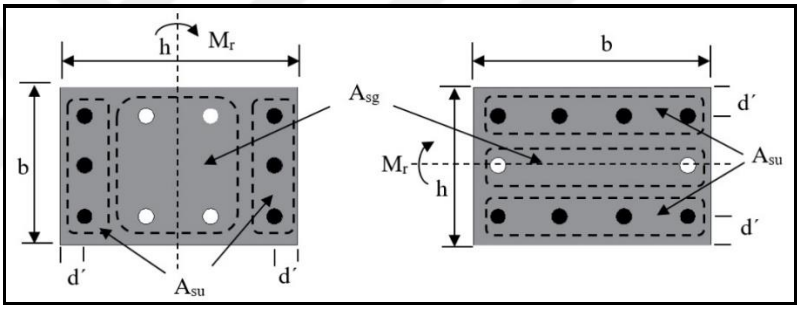
$$N_{tr} = 12744 \times 438.261 = 5585198.184\ N$$

$$N_{br} = 0.42\ f_{cd}\ bh \tag{3.81}$$

$$N_{br} = 0.42\ \times 43.33\ \times 1000\ \times 1000 = 18198600\ N$$

$$M_{br} = N_{br}\ 0.32h + \left[0.6A_{su} + 0.15A_{sg}\right]\ f_{yd}\ [0.5h - d'] \tag{3.82}$$

Denk (3.82)'da A_{su} ve A_{sg} parametreleri kolonun moment doğruntusuna göre **Şekil 3.34**'de açıklandığı gibi hesaplanmıştır.



Şekil 3.34. Kolonun Moment Doğruntusuna Göre Donatı Alanı Hesabı

C10 kolon için **Şekil 3.34**'da sol kısımda gösterilen kesit yazılımda kolonun M_3 ve sağ kısımda gösterilen kesit yazılımda kolonun M_2 etki momentlerine denk gelmektedir. Aşağıda 'da A_{su} ve A_{sg} parametreleri her iki durum için hesaplanmıştır.

M_3 Etki Momenti Doğruntusunda:

$$A_{su} = 12\Phi 26 = 6372\ mm^2$$

$$A_{sg} = 12\Phi 26 = 6372\ mm^2$$

$$\mathrm{M_{br}} = 18198600 \times 0.32 \times 1000 + [0.6 \times 6372 + 0.15 \times 6372] \times 438.261 \times [(0.5 \times 1000) - 53] = 6.759 \times 10^9\ \mathrm{N.mm}$$

M_2 Etki Momenti Doğruntusunda:

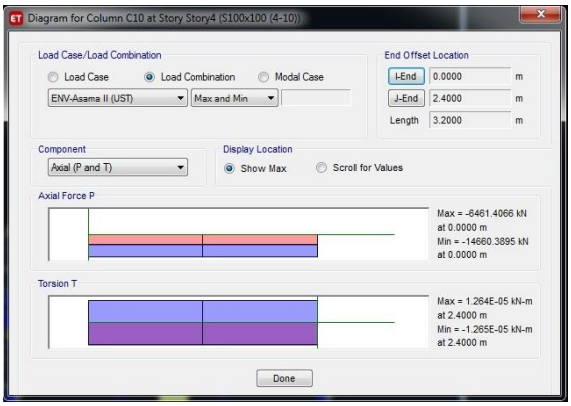
$$A_{su} = 16\Phi 26 = 8496\ mm^2$$

$$A_{sg} = 8\Phi 26 = 4248\ mm^2$$

$$\mathrm{M_{br}} = 18198600 \times 0.32 \times 1000 + [0.6 \times 8496 + 0.15 \times 4248] \times 438.261 \times [(0.5 \times 1000) - 53] = 6.947 \times 10^9\ \mathrm{N.mm}$$

C10 isimli örnek kolon için $N_d < N_{br}$ şartının sağlanması nedeni ile moment kapasitesi **Denk (3.83)** vasıtasıyla hesaplanmıştır. ETABS sonlu elemanlar yazılımından elde edilen N_d değeri **Şekil 3.35**'de sunulmuştur. [20]

$$\mathrm{N_d} = 14660389.5\ \mathrm{N} < \mathrm{N_{br}} = 18198600\ \mathrm{N}$$



Şekil 3.35. C10 Kolon İçin Yazılımdan Elde Edilen Eksenel Kuvvet

$$M_r = \frac{N_d + N_{tr}}{N_{br} + N_{tr}} M_{br} \quad (3.83)$$

M_3 Etki Momenti Doğruntusunda:

$$M_r = \frac{14660389.5 + 5585198.184}{18198600 + 5585198.184} \times 6.759 \times 10^9$$

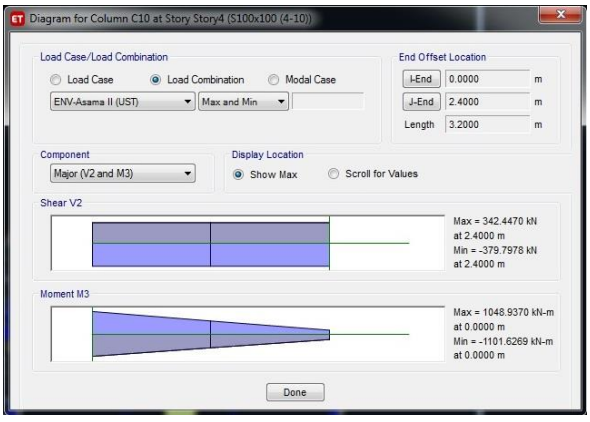
$$M_r = 5.753 \times 10^9 N.mm = 5753\ kN.m$$

M_2 Etki Momenti Doğruntusunda:

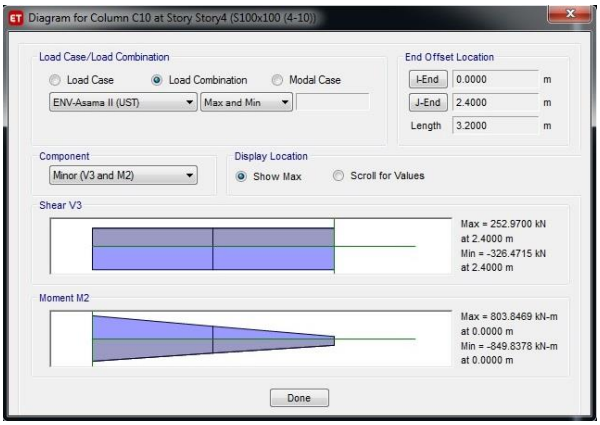
$$M_r = \frac{14660389.5 + 5585198.184}{18198600 + 5585198.184} \times 6.947 \times 10^9$$

$$M_r = 5.914 \times 10^9 N.mm = 5914\ kN.m$$

C10 isimli örnek kolon için **Şekil 3.36** ve **Şekil 3.37**'da ETABS sonlu elemanlar yazılımından elde edilen etki momentleri sunulmuştur. [20]



Şekil 3.36. C10 Kolon İçin Yazılımdan Elde Edilen M_3 Etki Momenti



Şekil 3.37. C10 Kolon İçin Yazılımdan Elde Edilen M_2 Etki Momenti

Bu başlık altında C10 isimli kolon için beklenen malzeme dayanımlarına göre hesaplanan moment kapasiteleri ve yazılımdan elde edilen etki momentlerini ele alarak E/K değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

M_3 Etki Momenti Doğruntusunda:

$$\frac{E}{K} = \frac{M_{max}}{M_r} = \frac{1101.6269\ kN}{5753\ kN} = 0.19\ < 1.5$$

M_2 Etki Momenti Doğruntusunda:

$$\frac{E}{K} = \frac{M_{max}}{M_r} = \frac{849.8378\ kN}{5914\ kN} = 0.14\ < 1.5$$

Hesap sonuçlarından anlaşıldığı gibi C10 isimli kolon sünek olmayan davranış kapsamında momente karşı her iki doğruntuda E/K değerlendirmesinde TBDY-2018'in şartları sağlamıştır.

Beklenen malzeme dayanımı değerlerini ele alarak C10 isimli örnek kolon için kesme kapasitesi hesaplanmıştır.

$$V_{cr} = 0.65\, f_{ctd}\, b_w\, d \left(1 + \gamma \frac{N_d}{A_s}\right) \quad (3.65)$$

$$V_{cr} = 0.65 \times 1.88 \times 1000 \times (1000 - 40) \times \left(1 + 0.07 \times \frac{14660389.5}{1000 \times 1000}\right)$$

$$V_{cr} = 2377007.73\ \text{N}$$

$$V_c = 0.8\, V_{cr} \quad (3.64)$$

$$V_c = 0.8 \times 2377007.73 = 1901606.2\ \text{N}$$

$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd}\, d \quad (3.66)$$

C10 isimli kolonda 6 kol Φ14 etriye olmasında:

$$V_w = \frac{6 \times 154}{100} \times 438.261 \times (1000 - 40) = 3887550.4\ \text{N}$$

$$V_r = V_c + V_w \quad (3.63)$$

$$V_r = 5789156.6\ \text{N} \cong 5789\ \text{kN}$$

C10 isimli kolon için beklenen malzeme dayanımlarına göre hesaplanan kesme kapasitelerinden ve açıklanan etki kesmelerini (**Şekil 3.36** ve **Şekil 3.37**) ele alarak E/K değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

V_2 Etki Momenti Doğruntusunda:

$$\frac{E}{K} = \frac{V_{max}}{V_r} = \frac{379.7978\ \text{kN}}{5789\ \text{kN}} = 0.07 < 0.7$$

V_3 Etki Momenti Doğruntusunda:

$$\frac{E}{K} = \frac{V_{max}}{V_r} = \frac{326.4715\ kN}{5789\ kN} = 0.06\ < 0.7$$

Hesap sonuçlarından anlaşıldığı gibi C10 isimli kolon sünek olmayan davranış kapsamında kesmeye karşı E/K değerlendirmesinde TBDY-2018'in şartlarını sağlamıştır.

3.10.5.3. Aşama II Bağ Kiriş E/K Değerlendirmesi

TBDY-2018 madde 13.3.1(a)'de süneklik düzeyi yüksek betonarme perdeler hakkında şu ifadeni getirmiştir: *" Bağ kirişli perde durumunda betonarme veya çelik bağ kirişlerinde eğilme ve/veya kesme etkisinde akma. "* Burdan yola çıkarak perdeler için E/K değerlendirilmesi bağ kirişler üzerinden uygulanacaktır.

Söz konusu model için B42 örnek bağ kirişin üç bölgelerinde sünek davranışa karşı eğilme ve kesme etkisinde E/K değerlendirilmesi uygulanmıştır.

İlk adımda B42 isimli örnek bağ kiriş için bu tez metninde 3.10.5.1 başlık altında hesaplanmış malzeme dayanımı değerlerini kullanarak moment ve kesme kapasite hesapları aşağıda sunulmuştur.

$$M_r = A_s\, f_{yd} \times (h - 2d') \qquad (3.61)$$

$$(M_r)_{Sol} = 15.65 \times 438.261 \times (75 - 2 \times 4)$$

$$(M_r)_{Sol} = 459538.572\ N.m \cong 459.54\ kN.m$$

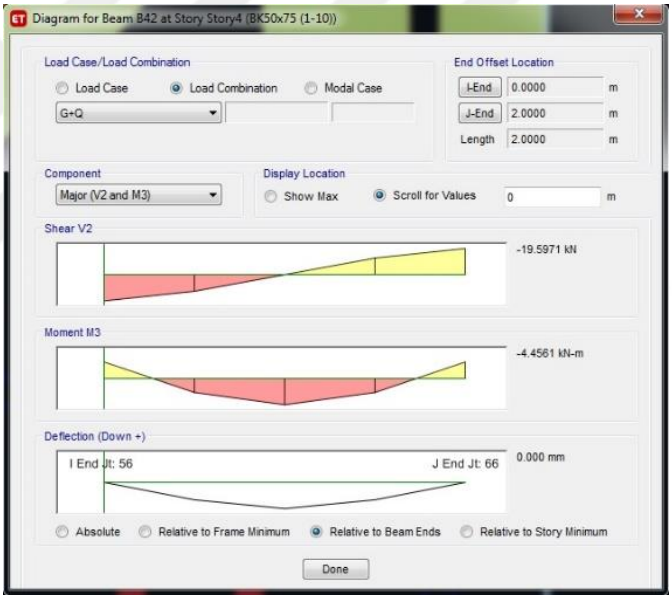
$$(M_r)_{Sağ} = 15.65 \times\ 438.261 \times (75 - 2 \times 4)$$

$$(M_r)_{Sağ} = 459538.572\ \text{N.m} \cong 459.54\ \text{kN.m}$$

$$M_p = 1.4\ M_r \qquad (3.62)$$

$$(M_p)_{Sol} = 1.4\ (M_r)_{Sol} = \ 1.4 \times 459.54 = 643.4\ \text{kN.m}$$

$$(M_p)_{Sağ} = 1.4\ (M_r)_{Sağ} = 1.4 \times 459.54 = 643.4\ \text{kN.m}$$



Şekil 3.30. Yazılımdan B42 Bağ Kirişin Sol Mesnedi için Elde Edilen Diagram

$$V_e = 19.5971 + \frac{(643.4 + 643.4\ )}{2} = 662.9531 \cong 663\text{kN}$$

$$V_e = 663\ \text{kN} \leq 0.85 \times 500 \times (750 - 40) \times \sqrt{1.3 \times 50}\ \cong 2433kN$$

$$V = \frac{(643.4\ + 643.4\ )}{2} \cong 643.4\ \text{N} > \frac{V_e}{2} = \frac{663}{2} = 331.5\ \text{kN}$$

Denk (3.59)'da gelen şartı uygulamak için V_r hesaplamnıştır. Bu parametrenin hesap yöntemi için ise deprem yönetmeliğin 7.4.5.3 maddesinde sadece deprem yüklerinden oluşan kesme kuvvetinin depremli durumdaki toplam kesme kuvvetinin yarısından daha büyük olması halinde, betonun kesme dayanımına katkısı $V_c = 0$ kN alınaması şartı getirilmiştir. Bu kontrol aşağıda uygulanmıştır ve sonuç olarak V_r hesabında V_c göze alınmayacaktır.

$$V_c = 0 \text{ kN}$$

B42 isimli örnek bağ kiriş için Φ10 donatısı, s = 10 cm aralıkla ve 4 etriye kolu adedi ile kesme dayanımı hesapları aşağıda sunulmuştur.

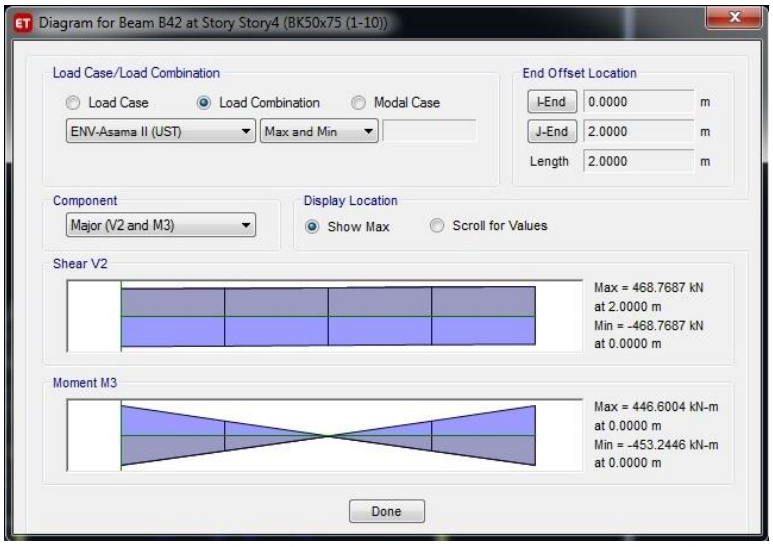
$$V_w = \frac{A_{sw}}{s} f_{ywd}\, d \qquad (3.66)$$

$$V_w = \frac{210}{100} \times 438.261 \times (750 - 40) = 977059 \text{ N} \cong 977.06 \text{ kN}$$

$$V_r = V_c + V_w \qquad (3.63)$$

$$V_r = 977.06 \text{ kN}$$

Aşama II için DD-4 deprem yer hareketi altında Kesintisiz Kullanım (KK) performans hedefini sağlamak için gerçekleştirilen *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına bağlı B42 isimli örnek bağ kirişin maksimum kesme kuvveti ve eğilme momenti **Şekil 3.38**'de sunulmuştur. [20]



Şekil 3.38. Yazılımdan B42 Bağ Kiriş için DD-4'de Elde Edilen Diagram

Bu başlık altında B42 isimli bağ kiriş için beklenen malzeme dayanımlarına göre hesaplanan moment ve kesme kapasiteleri ve ETABS sonlu elemanlar yazılımdan elde edilen etki moment ve kesme kuvvetlerini ele alarak E/K değerlendirmeleri aşağıda sunulmuştur.

Sünek Davranış : Moment Değerlendirmesi

Sol Mesnet :

$$\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{K}} = \frac{\mathrm{M_{max}}}{\mathrm{M_r}} = \frac{453.2446\ \mathrm{kN}}{459.54\ \mathrm{kN}} = 0.986\ < 1.5$$

Sağ Mesnet :

$$\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{K}} = \frac{\mathrm{M_{max}}}{\mathrm{M_r}} = \frac{453.2446\ \mathrm{kN}}{459.54\ \mathrm{kN}} = 0.986\ < 1.5$$

Sünek Olmayan Davranış : kesme Değerlendirmesi

Sol Mesnet :

$$\frac{E}{K} = \frac{V_{max}}{V_r} = \frac{468.7687\ kN}{977.06\ kN} = 0.48\ < 1.5$$

Sağ Mesnet :

$$\frac{E}{K} = \frac{V_{max}}{V_r} = \frac{468.7687\ kN}{977.06\ kN} = 0.48\ < 1.5$$

Hesap sonuçlarından anlaşıldığı gibi B42 isimli bağ kiriş sünek olan davranış kapsamında E/K değerlendirmesinde moment ve kesmeye karşı TBDY-2018'in şartlarını sağlamıştır.

3.11. TASARIM AŞAMA III

Bu tez çalışmasında modelin DTS = 1 olması nedeni ile **Tablo 3.16**'da gelen normal performans hedeflerini izlemek amacıyla TBDY-2018'in madde 13.6.1.1'ne göre Aşama III'de DD-1 deprem yer hareketi altında *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefi TBDY-2018'in madde 13.6.1.2'ne göre doğrusal olmayan hesaba dayalı ŞDGT yaklaşımı ile uygulanacaktır.

3.11.1. Aşama III Taşıyıcı Sistem Modellemesi

Deprem yönetmeliğin madde 13.6.2.1'ne göre Aşama III'de taşıyıcı sistem modellemesi ŞDGT yaklaşımına göre uygulandığından Aşama I ile kıyasta bazı farkılıklar içermektedir. Bu başlık altında ise bu farkılıklar açıklanmıştır.

- Eksenel kuvvetlerin ikinci mertebe etkileri gözönüne alınacaktır.
- Performans değerlendirilmesinde **Tablo 3.139**'da sunulan ortalama (beklenen) malzeme dayanımı değerleri ele alınacaktır.
- Kiriş ve kolonlarda plastik şekildeğiştirme bölgesinde *plastik mafsal* tanımlanacaktır. Yönetmeliğin madde 5.3.1.2'ne göre plastik şekildeğiştirme bölgesi'nin uzunluğu **Denk (3.84)**'den hesaplanacaktır.

$$L_p \cong 0.5\,h \tag{3.84}$$

- Betonarme plastik mafsal kesitlerinin etkin akma momentleri'nin hsabında TBDY-2018'in madde 5.3.1.5(b)'ne göre betonun basınç birim şekildeğiştirmesi 0.0035, donatı çeliğinin birim şekildeğiştirmesi ise 0.01 alınacaktır.
- Plastik mafsallar kiriş ve kolonların net açıklıklarının uçlarına yerleştirilecektir.
- Plastik mafsalların arasında kalan kesit boyunca eleman doğrusal olarak modellenecektir ve etkin kesit rijitlikleri yönetmeliğin madde 5.4.5.2'ne göre **Denk (3.85)**'den hesaplanacaktır.

$$(EI)_e = \frac{M_y}{\theta_y}\frac{L_s}{3} \tag{3.85}$$

- Bağ kirişli perdede plastik mafsal için *kesit hücresi (lif) modeli* tanımlanacaktır ve TBDY-2018'in madde 5.3.2.5'ne göre **Tablo 3.139**'da sunulan ortalama (beklenen) malzeme dayanımı değerleri kullanılacaktır.
- Bağ kirişlerin doğrusal olmayan modeli aynen çerçeve kirişleri gibi modellenecektir ve etkin kesit rijitlikleri yönetmeliğin madde 5.4.5.2'ne göre **Denk (3.85)**'den hesaplanacaktır.
- Bodrum perdeleri ve döşemeler aynen Aşama I gibi doğrusal olarak modellenecektir ve **Tablo 3.137**'de sunulan etkin kesit rijitliği çarpanları kullanılacaktır.
- Kütle modellemesi aynen Aşama I gibi yapılacaktır.
- Ek dışmerkezlik etkisi yönetmeliğin madde 13.6.3.3'ne göre modelin Aşama I hesabında her hangi bir A1 türü düzensizliğin (Burulma Düzensizliği) bulunmaması ve burulma düzensizliği katsayısının: $\eta_{bi} < 1.5$ olması durumunda gözeönüne alınmayacaktır.
- Sönüm oranı % 2.5 alınacaktır.
- Aşama III'de yük kombinasyonları TBDY-2018'in madde 5.2.2'ne göre aşağıda geldiği gibi tanımlanacaktır. *Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı* (n) **Tablo 3.6**'e göre uygulanacaktır.

$$G + nQ + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)}$$

Bu tez çalışmasında konu olan modelde ise *Binanın Kullanım Amacına* bağlı olarak *Hareketli Yük Kütle Katılım Katsayısı* (n) **Tablo 3.6**'e göre 0.3 alınmıştır.

$$G + 0.3Q + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3E_d^{(Z)}$$

Aşama III'de yük kombinasyonlarının hakkında bir diğer husus ise modelin alt (bodrum) ve üst (kule) kısmı için farklı R ve D katsayıları uygulanması sebebinden dolayı her bir bölge için farklı yük kombinasyonları tanımlanmasıdır.

3.11.2. Aşama III Deprem Hesabı

Aşama III'de DD-1 deprem yer hareketi altında *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefi TBDY-2018'in madde 13.6.3.1'ne göre zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesaba dayalı ŞDGT yaklaşımı ile sağlanacaktır.

TBDY-2018'in madde 5.2.2.1 ve 4.4.3.2'ye bağlı olarak *Düşey Deprem Etkisi* aynen Aşama I gibi tanımlanırken madde 5.2.2.3(b)'ye göre zaman tanım alanında yapılan analizlerde *Yatay Deprem Hesabı* için X ve Y eksenleri doğruntusunda madde 2.5'de gelen koşulları ele alarak deprem kaydı seçimi ve ölçeklendirmesi yapılacaktır.

3.11.3. Aşama III Performans Değerlendirmesi

Aşama III'de DD-1 deprem yer hareketi altında *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefini sağlamak için üç parametre üzerinden kontrol yapılacaktır:

3.11.3.1. Şekildeğiştirme Sınırları

Sünek davranışa sahip elemanlarda TBDY-2018'in madde 5.8.1.1'ne göre *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefi, madde 5.8.1.3'ne bağlı *Kontrollü Hasar* (KH) performans hedefi ve madde 5.8.1.4'u üzere *Sınırlı Hasar* (SH) performans hedefi için şekildeğiştirme sınırları **Denk (3.86)** ve **Denk (3.87)** vasıtasıyla kontrol edilecektir.

$$\varepsilon_c^{(\text{GÖ})} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018 \tag{3.86a}$$

$$\varepsilon_c^{(\text{KH})} = 0.75\,\varepsilon_c^{(\text{GÖ})} \tag{3.86b}$$

$$\varepsilon_c^{(\text{SH})} = 0.0025 \tag{3.86c}$$

$$\varepsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\,\varepsilon_{su} \quad (3.87a)$$

$$\varepsilon_s^{(KH)} = 0.75\,\varepsilon_s^{(GÖ)} \quad (3.87b)$$

$$\varepsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \quad (3.87c)$$

Kolon, kiriş ve bağ kirişlerde tanımlanan *Plastik Mafsal*'de ise şekildeğiştirme sınırlarının kontrolu **Denk (3.88)** vasıtasıyla yapılacaktır.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[(\emptyset_u - \emptyset_y)L_p\left(1 - 0.5\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\emptyset_u d_b\right] \quad (3.88a)$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\,\theta_p^{(GÖ)} \quad (3.88b)$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \quad (3.88c)$$

3.11.3.2. İç Kuvvet Sınırları

Sünek davranışa sahıp olmayan elemanlarda TBDY-2018'in madde 13.6.4.2 ve 13.6.4.3'ne göre *Göçmenin Önlenmesi* performans hedefi için iç kuvvetler sınırları iç kuvvetlrin kiritik olup/olmadığına bağlı belirlenmiştir.

Kiritik iç kuvvetlerde zaman tanım alanında gerçekleştirilen analizin sonuçlarından her bir kayıta ayit iç kuvvetin en büyük mutlak değerleri ortalamasına bir standart sapma eklenmesi ile hesaplanacak, ancak ortalamanın 1.5 katından fazla ve 1.2 katından az alınmayacaktır. Deprem yönetmeliğin 13.3.2.2 maddesinde açıklanan kiritik iç kuvvetler **Tablo 3.144**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.144: Kiritik iç kuvvetler

Eleman	İç Küvvet
Bodrum Perdeleri Perdeler Kolonlar Kirişler Normal Donatılı Bağ Kiriler	kesme kuvvet
Sadece eksenel kuvvete maruz kolonlar	eksenel kuvvet
Kat Plak Döşemesi Transfer Plak Döşemesi	perdeler ve kolonlara aktarılan iç kuvvetler

Kiritik olmayan iç kuvvetlerde zaman tanım alanında gerçekleştirilen analizin sonuçlarından her bir kayıta ayit iç kuvvetin en büyük mutlak değerleri ortalaması alınacaktır. Yürürlükte olan yönetmeliğin 13.3.2.3 maddesinde açıklanan kiritik olmayan iç kuvvetler **Tablo 3.145**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.145: Kiritik Olmayan İç Kuvvetler

Eleman	İç Küvvet
Bodrum Perdeleri	eğilme momentleri
Döşemeler	eğilme momentleri

3.11.3.3. Göreli Kat Ötelemesi Oranı Sınırları

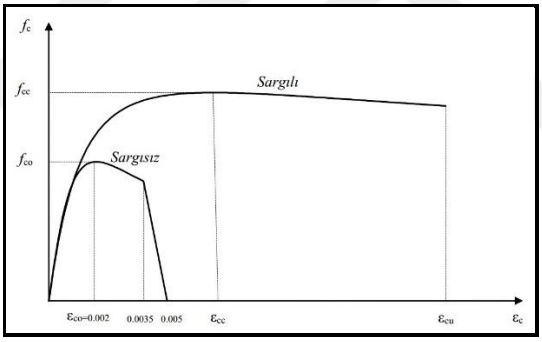
Aşama III'de DD-1 deprem yer hareketi altında *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefini sağlamak için zaman tanım alanında gerçekleştirilen analizin sonuçlarına bağlı her bir katta gözönüne alınan 22 deprem kaydından elde edilen ortalama göreli kat ötelemesi oranı 0.03'ü, tek bir deprem kaydından elde edilen en büyük göreli kat ötelemesi oranı ise 0.045'i geçmeyecektir.

3.11.4. Nonlinear Malzeme Modeli

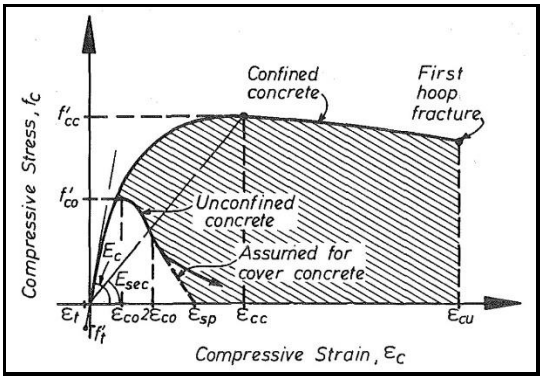
TBDY-2018'in EK 5A bölümünde doğrusal olmayan hesap ve analizlerde uygulanan beton ve donatı çeliği için nonlinear modelleri tanımlanmıştır. Bu başlık altında literatür ile uyumlu şekilde beton ve çelik için nonlinear malzeme modeli hesapları sunulmuştur.

3.11.4.1. Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi

Deprem yönetmeliğin EK 5A bölümünde açıklanan nonlinear beton modeli literatürde *Mander Modeli* olarak adlandırılmıştır. [21] **Şekil 3.39**'da yönetmelikte gelen ve **Şekil 3.40**'da ise Manderin makalesinde gelen gerilme-şekildeğiştirme grafları sunulmuştur.

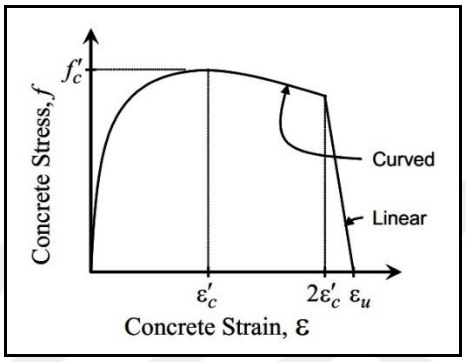


Şekil 3.39. TBDY-2018'in EK 5A'da Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Grafi



Şekil 3.40. Manderin Makalesinde Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Grafi

Her iki grafdan anlaşıldığı gibi sargısız betonun gerilme-şekildeğiştirme eğrisini tanımlamak için belirlenmiş kontrol noktalarını hesaplamak gereklidir. Ancak sözü geçen hesaplar bu tez çalışmasında kullanılan yazılımın (ETABS) teknil formulasyonlarına göre ve TBDY-2018'in EK 5A da açıklanan şekildeğiştirmelere bağlı uygulanmıştır. [20]



Şekil 3.41. Yazılımda Sargısız Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Grafı

Şekil 3.39 ve **Şekil 3.41**'in mukayese ederek eğrinin kontrol noktaları için şekildeğiştirmeler aşağıda sunulmuştur:

Birinci Kontrol Noktası: $\varepsilon = 0\ ^{mm}/_{mm}$

İkinci Kontrol Noktası: $\varepsilon = \varepsilon'_c = 0.002\ ^{mm}/_{mm}$

Üçüncü Kontrol Noktası: $\varepsilon = \varepsilon_3 = 0.0035\ ^{mm}/_{mm}$

Dorduncu Kontrol Noktası: $\varepsilon = \varepsilon_u = 0.005\ ^{mm}/_{mm}$

Anacak TBDY-2018'in EK 5A üçüncü kontrol noktası $2\varepsilon'_c$ olmayacaktır. Yani deprem yöntmeliğin açıkladığı modelde üçüncü kontrol noktası *Mander* modelinden farklı uygulanmıştır.

$$(\varepsilon \le \varepsilon_2) \; : \; f_c = \frac{f'_c \, x \, r}{r-1+x^r} \tag{3.89}$$

$$(\varepsilon_2 \le \varepsilon \le \varepsilon_u) \; : \; f_c = \left(\frac{2 \, f'_c \, r}{r-1+2^r}\right)\left(\frac{\varepsilon_u-\varepsilon}{\varepsilon_u-2\varepsilon'_c}\right)$$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'_c} \tag{3.90}$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - \frac{f'_c}{\varepsilon'_c}} \tag{3.91}$$

Birinci Kontrol Noktası: $\varepsilon'_c = 0.002 \; {}^{mm}/_{mm}$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'_c} = \frac{0}{0.002} = 0$$

$$f_c = \frac{f'_c \, x \, r}{r-1+x^r} = 0$$

Birinci Kontrol Noktası: (ε, f_c) = (0,0)

İkinci Kontrol Noktası: $\varepsilon = \varepsilon'_c = 0.002 \; {}^{mm}/_{mm}$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon'_c} = \frac{0.002}{0.002} = 1$$

$$r = \frac{E_c}{E_c - \frac{f'_c}{\varepsilon'_c}} = \frac{37000}{37000 - \frac{50}{0.002}} = 3.0833$$

$$f_c = \frac{f'_c \, x \, r}{r-1+x^r} = \frac{50 \times 1 \times 3.0833}{3.0833-1+1^{3.0833}} = 50 \text{ MPa}$$

İkinci Kontrol Noktası: (ε, f_c) = (0.002,50)

Bir diğer husus ise TBDY-2018'in EK 5A bölümünde *Mander* modeline uyarak betonun elastisite modülü hesabı için **Denk (3.92)**'de gelen formulasyon sunulmuştur. Diğer taraftan bu tez çalışma kapsamında betonun elastisite mödülü hesabı TS-500'e göre

Denk (3.1) vasıtasıyla hesaplanmış ve sonuçta TS-500'un Çizelge 3.2'ne bağlı 37000 MPa alınmıştır.

$$E_c = 5000\sqrt{f_c'} \tag{3.92}$$

$$E_c = 5000\sqrt{f_c'} = 5000 \times \sqrt{50} = 35355.34 \text{ MPa}$$

$$E_{cj} = 3250\sqrt{f_{ck}}+14000 \tag{3.1}$$

$$E_{cj} = 3250\sqrt{50}+14000 = 36980.9703 \approx 36981 \text{ MPa}$$

Bu paradoks TBDY-2018'in *Mander* modelini tevsiye edildiğinden yaşanılmıştır. Zira *Mander* modelinde gelen hesaplar serbest literatürde gelen hesaplar ve deneylere bağlıdır. Bu tez çalışmasına gelince hesaplarda paradoks yaşanmaması amacıyla **Denk (3.92)**'den hesaplanan betonun elastisite modülü değilde TS-500'göre alınana yani $E_c = 37000$ Mpa ele alınmıştır.

Sonuç olarak bu noktanın altını çizmekte fayda vardır ki betonun özellikleri ve davranışına bağlı tüm hesaplar ve formulasyonlar deneylere bağlıdır ve hepsi yaklaşık değerleri ifade etmektedir. Zira betonun tam gerçek davranışını (linear ve nonlinear) formüle etmek imkansızdır.

Üçüncü Kontrol Noktası: $\varepsilon_3 = 0.0035\ {}^{mm}/_{mm}$

$$x = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_c'} = \frac{0.0035}{0.002} = 1.75$$

$$f_c = \frac{f_c' \text{ x r}}{r-1+ x^r} = \frac{50\times1.75\times3.0833}{3.0833-1+ 1.75^{3.0833}} = 35.044681 \text{ MPa}$$

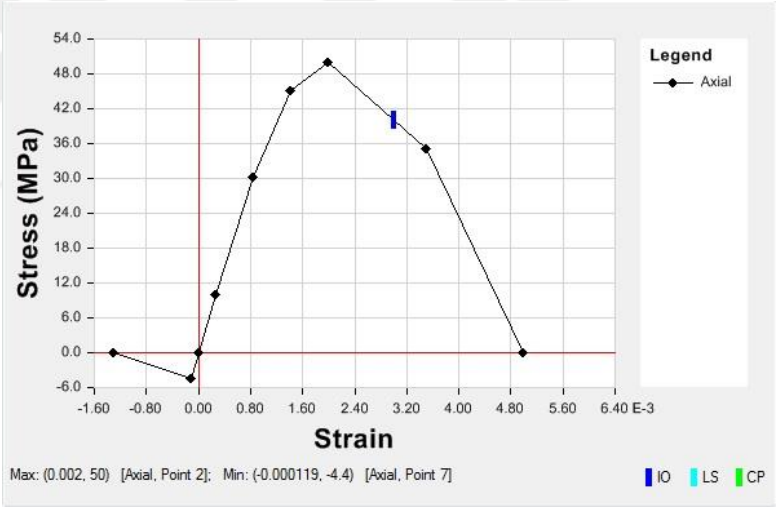
Üçüncü Kontrol Noktası: $(\varepsilon, f_c) = (0.0035, 35.044681)$

Dördüncü Kontrol Noktası: $\varepsilon = \varepsilon_u = 0.005\ {}^{mm}/_{mm}$

$$f_c = \left(\frac{2 \times 50 \times 3.0833}{3.0833 - 1 + 2^{3.0833}}\right)\left(\frac{0.005 - 0.005}{0.005 - (2 \times 0.002)}\right) = 0 \text{ Mpa}$$

Dördüncü Kontrol Noktası: $(\varepsilon, f_c) = (0.005,0)$

Denk (3.89) ila **Denk (3.91)** vasıtasıyla hesaplanan kontrol noktalarını ele alarak yazılımda tanımlanan gerilme-şekildeğiştirme eğrisi **Şekil 3.42**'de sunulmuştur. Bu eğri tüm nonlinear davranışa sahip kesitlerde nokta bazında gerilme ve şekildeğiştirme bağlamını *Mander Modelini* göze alarak sağlayacaktır. [20]



Şekil 3.42. Yazılımda Tanımlanan Sargısız Betonun Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi

3.11.4.2. Donatı Çeliğinin Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi

Deprem yönetmeliğin EK 5A bölümünde açıklanan donatı çeliği için nonlinear davranışında gerilme-şekildeğiştirme eğrisi **Denk (3.93)**'dan hesaplanan dört kontrol noktası vasıtasıyla elde edilecektir.

$$\left(\varepsilon_s \le \varepsilon_{sy}\right) : f_s = E_s\,\varepsilon_s \qquad (3.93)$$

$$\left(\varepsilon_{sy} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{sh}\right) : f_s = f_{sy}$$

$$\left(\varepsilon_{sh} \le \varepsilon_s \le \varepsilon_{su}\right) : f_s = f_{su} - \left(f_{su} - f_{sy}\right)\frac{(\varepsilon_{su}-\varepsilon_s)^2}{(\varepsilon_{su}-\varepsilon_{sh})^2}$$

TBDY-2018'in EK 5A bölümünde B420C donatı çeliği için aşağıda gelen bilgiler sunulmuştur.

$$f_{sy} = 420\ MPa$$

$$\varepsilon_{sy} = 0.0021$$

$$\varepsilon_{sh} = 0.008$$

$$\varepsilon_{su} = 0.08$$

$$f_{su}/f_{sy} = 1.15 - 1.35$$

Bu tez çalışmasında söz konusu modelde gerilme-şekildeğiştirme eğrisi için kontrol noktalarının hesabı aşağıda özetlenmiştir.

Birinci Kontrol Noktası: $\varepsilon_s = 0\ {}^{mm}/_{mm}$

$$f_s = E_s\,\varepsilon_s = 2 \times 10^5 \times 0 = 0\ \text{MPa}$$

Birinci Kontrol Noktası: $(\varepsilon_s, f_s) = (0,0)$

İkinci Kontrol Noktası: $\varepsilon = \varepsilon_{sy} = 0.0021\ {}^{mm}/_{mm}$

$$f_s = E_s\,\varepsilon_s = 2 \times 10^5 \times 0.0021 = 420\ \text{MPa}$$

İkinci Kontrol Noktası: $(\varepsilon_{sy}, f_s) = (0.0021,420)$

Üçüncü Kontrol Noktası: $\varepsilon_{sh} = 0.008\ {}^{mm}/_{mm}$

$$f_s = f_{sy} = 420\ \text{MPa}$$

Üçüncü Kontrol Noktası: $(\varepsilon, f_s) = (0.008, 420)$

Dördüncü Kontrol Noktası: $\varepsilon_{su} = 0.08\ {}^{mm}/_{mm}$

$$f_s = 500 - (500 - 420)\frac{(0.08 - 0.08)^2}{(0.08 - 0.008)^2} = 500\ \text{MPa}$$

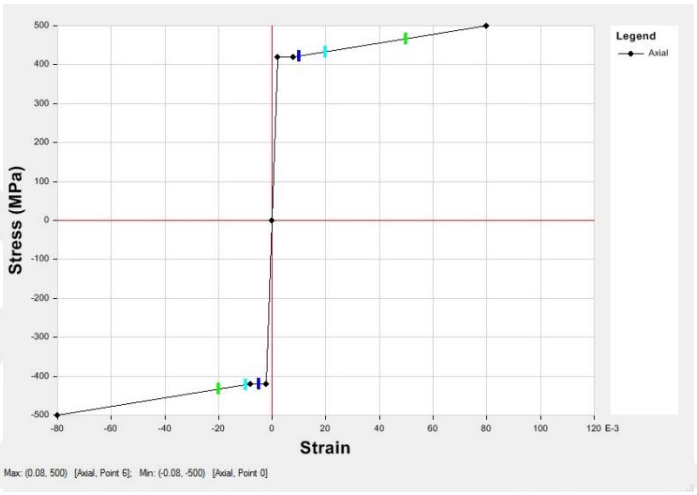
Dördüncü Kontrol Noktası: $(\varepsilon, f_s) = (0.08, 500)$

Bu tez çalışması kapsamında söz konusu modelde $f_{su} = 500\ MPa$ alınmıştır ve TBDY-2018'in EK 5A bölümünde gelen şartın sağlandığı aşağıda gösterilmiştir.

$$f_{su}/f_{sy} = \frac{500}{420} = 1.1905$$

$$1.15 \leq {f_{su}}/{f_{sy}} \leq 1.35$$

Şekil 3.43'de B420C donatı çeliği için hesaplanmış kontrol noktalarına göre yazılımda elde edilen gerilme-şekildeğiştirme eğrisi sunulmuştur. [20]



Şekil 3.43. Yazılımda Donatı Çeliği için Tanımlanan Gerilme-Şekildeğiştirme Eğrisi

3.11.5. Elemanların Etkin Kesit Rijitlik Hesapları

Plastik mafsalların arasında kalan kesit boyunca eleman doğrusal olarak modellenecektir ve etkin kesit rijitlikleri yönetmeliğin madde 5.4.5.2'ne göre **Denk (3.85)** ve **Denk (3.94)**'u ele alarak hesaplanacaktır.

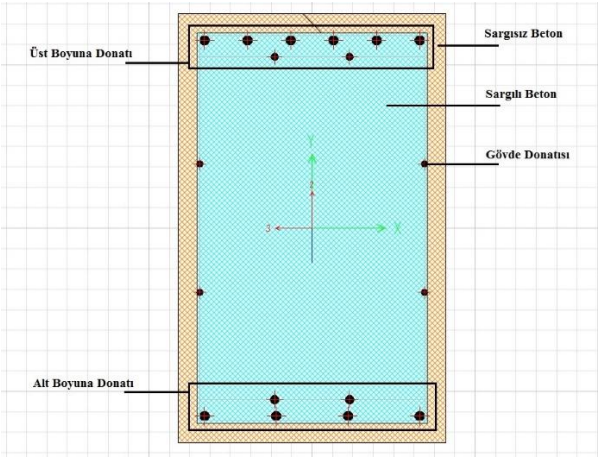
$$(EI)_e = \frac{M_y}{\theta_y}\frac{L_s}{3} \tag{3.85}$$

$$\theta_y = \frac{\emptyset_y \times L_s}{3} + \left[0.0015\eta\left(1 + 1.5\frac{h}{L_s}\right)\right] + \frac{\emptyset_y \times d_b \times f_{ye}}{8\sqrt{f_{ce}}} \tag{3.94}$$

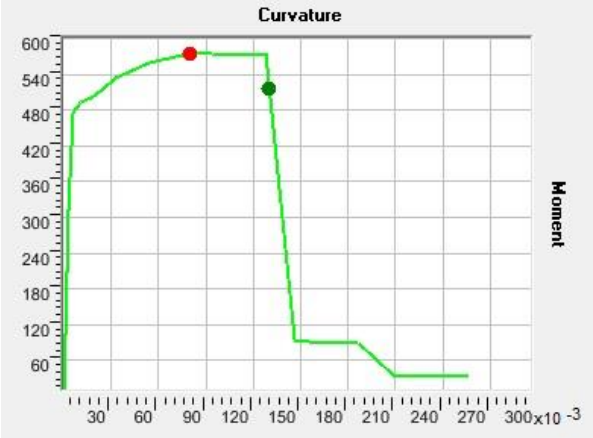
Denk (3.94) gelen f_{ce} ve f_{ye} parametreleri ise **3.10.3** başlağı altında hesaplanmıştır.

Bu tez çalışmasında konu olan model için kat 1 ila 3'de yer alan Tip-A kirişler için etkin kesit rijitliği aşağıda hesaplanmıştır.

Etkin kesit rijitliği hesabı için kesit SAP2000 sonlu elemanlar yazılımda *SD Section* formunda modellenerek $\emptyset_y$ (etkin akma eğriliği) ve M_y (etkin akma momenti) moment-eğrilik eğrisinden alınmıştır. Söz konusu olan kesit için kesit modeli ve moment-eğrilik eğrisi **Şekil 3.44** ve **Şekil 3.45**'de sunulmuştur. [22]



Şekil 3.44. kat 1 ~ 3 Tip - A Kirişler İçin SD Section Kesit Modeli



Şekil 3.45. Yazılımda kat 1 ~ 3 Tip-A Kirişler İçin Moment-Eğrilik Eğrisi

$$\theta_y = \frac{0.003338\times4}{3} + \left[(0.0015\times1)\times\left(1+1.5\frac{0.8}{4}\right)\right] + \frac{0.003338\times0.018\times504}{8\sqrt{65}}$$

$$\theta_y = 0.006870174\ rad$$

$$(EI)_e = \frac{356.9511}{0.006870174}\times\frac{4}{3} = 69275.50531\ kN.m$$

Tablo 3.146'da modelin tüm çerçeve kirişleri için etkin kesit rijitlik hesapları özetlenmiştir. Bu hesaplarda d_b parametresi için kirişlerin en büyük üst donatı çapı göze alınmıştır.

Tablo 3.146: Aşama III-Çerçeve Kirişlerin Etkin Kesit Rijitlikleri

Kat	Tip	d_b	M_y	$\emptyset_y$	θ_y	$(EI)_e$
1 ~ 3	A	0.018	356.9511	0.003338	0.006870	69275.51
1 ~ 3	B	0.018	356.2368	0.003347	0.006883	69003.64
4 ~ 10	A	0.022	357.7599	0.003323	0.006988	68261.21
4 ~ 10	B	0.018	357.0197	0.003334	0.006864	69348.33
11 ~ 20	A	0.022	332.0253	0.003351	0.006994	63296.47

11 ~ 20	B	0.022	287.9114	0.003318	0.006944	55279.31
21 ~ 30	A	0.022	285.7647	0.003916	0.007788	48922.11
21 ~ 30	B	0.022	247.9287	0.003872	0.007722	42808.73
1 ~ 30	C	0.014	118.1141	0.004566	0.005719	13769.79

Tablo 3.147'da modelin tüm bağ kirişleri için etkin kesit rijitlik hesapları özetlenmiştir. Bu hesaplarda d_b parametresi için bağ kirişlerin en büyük üst donatı çapı göze alınmıştır.

Tablo 3.147: Aşama III-Bağ Kirişlerin Etkin Kesit Rijitlikleri

Kat	d_b	M_y	$\emptyset_y$	θ_y	$(EI)_e$
1 ~ 3	0.018	311.2988	0.003594	0.004891	21215.69
4 ~ 10	0.022	590.9148	0.003813	0.005114	38516.14
11 ~ 15	0.022	536.6789	0.003824	0.005119	34943.04
16 ~ 20	0.022	485.7378	0.003781	0.005098	31761.06
21 ~ 25	0.022	392.8534	0.003750	0.005082	25766.77
26 ~ 30	0.018	333.6701	0.003692	0.004994	22526.41

Tablo 3.148'da modelin tüm kolonların için etkin kesit rijitlik hesapları özetlenmiştir.

Tablo 3.148: Aşama III-Kolonların Etkin Kesit Rijitlikleri

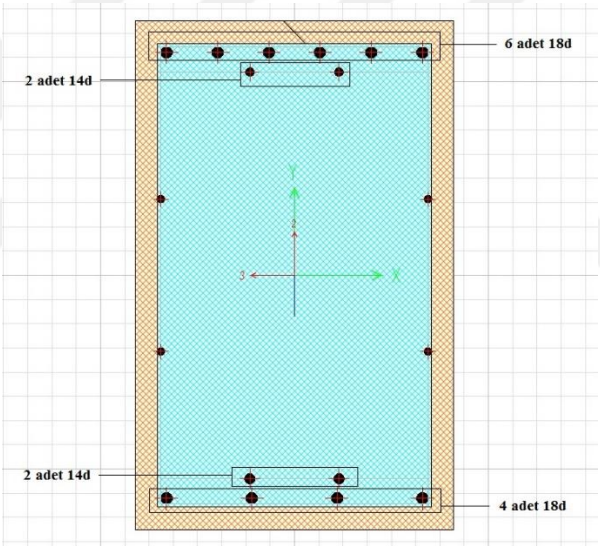
Kat	d_b	M_y	$\emptyset_y$	θ_y	$(EI)_e$
1 ~ 3	0.026	2567.4657	0.002262	0.004009	341499.09
4 ~ 10	0.026	1552.8221	0.002769	0.004243	195208.45
11 ~ 20	0.026	1372.7181	0.003165	0.004464	164010.36
21 ~ 30	0.026	1009.2814	0.003614	0.004724	113941.25

3.11.6. Elemanların Malzeme Birim Şekildeğiştirme Sınırları

Bu tez metninin 3.11.3.1 başlığında açıklandığı üzere modelin eleman kesitleri bazında malzeme birim şekildeğiştirme sınırları beton ve donatı çeliği için hesaplanmıştır.

3.11.6.1. Betonun Birim Şekildeğiştirme Sınırlarının Hesapları

Betonun birim şekildeğiştirme sınırlarının hesabı kat 1 ila 3'de yer alan Tip A çerçeve kiriş kesiti için aşağıda sunulmuştur.



Şekil 3.46. kat 1 ~ 3 Tip - A Kirişler İçin SD Section Kesit Modeli

Şekil 3.46'den yola çıkarak a_i parametresi kesitin üst ve alt donatıları için hesaplanmıştır. [22]

$$(a_i)_{üst} = \frac{500-80}{5} = 84\ mm$$

$$(a_i)_{alt} = \frac{500-80}{3} = 140\ mm$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{\sum a_i^2}{6b_\circ h_\circ}\right)\left(1 - \frac{s}{2b_\circ}\right)\left(1 - \frac{s}{2h_\circ}\right) \quad (3.95)$$

$$\alpha_{se} = \left(1 - \frac{84^2+140^2}{6\times420\times720}\right)\left(1 - \frac{100}{2\times420}\right)\left(1 - \frac{100}{2\times720}\right) = 0.807731522$$

Bu tez çalışması kapsamında Aşama-III için SAP2000 sonlu elemanlar yazılımında tasarlanan modelde tüm çerçeve kiriş kesitlerinde etriye sarılma bölgesi için 4×Φ8@10cm ve açıklık bölgesi için 4×Φ8@20cm alındığından dolayı her iki eksen doğruntusunda enine donatının hacimsel oranı beraber olacaktır.

$$\rho_{sh} = (\rho_{sh})_X = (\rho_{sh})_Y = (\rho_{sh})_{min} = \frac{A_{sh}}{b_k \times s} \quad (3.96)$$

$$\rho_{sh} = (\rho_{sh})_X = (\rho_{sh})_Y = (\rho_{sh})_{min} = \frac{4\times50}{720\times100} = 0.002777778$$

$$f_{ywe} = 420 \times 1.2 = 504\ MPa$$

$$f_{ce} = 50 \times 1.3 = 65\ MPa$$

$$\omega_{we} = \alpha_{se} \times \rho_{sh,min} \times \frac{f_{ywe}}{f_{ce}} \quad (3.97)$$

$$\omega_{we} = 0.807731522 \times 0.002777778 \times \frac{504}{65} = 0.017397294$$

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018 \quad (3.86a)$$

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.04\sqrt{0.017397294} = 0.008775952 \leq 0.018$$

$$\varepsilon_c^{(KH)} = 0.75\ \varepsilon_c^{(GÖ)} \quad (3.86b)$$

$$\varepsilon_c^{(KH)} = 0.75 \times 0.008775952 = 0.006581964$$

$$\varepsilon_c^{(SH)} = 0.0025 \quad (3.86c)$$

Modelin tüm çerçeve kirişleri, bağ kirişleri ve kolonlarının beton birim şekildeğiştirme sınırları sırasıyla **Tablo 3.149, Tablo 3.150** ve **Tablo 3.151**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.149: Modelin Çerçeve Kirişleri Kesitlerinin Beton Birim Şekildeğiştirme Sınırları

Kat	Tip	$\varepsilon_c^{(GÖ)}$	$\varepsilon_c^{(KH)}$	$\varepsilon_c^{(SH)}$
1 ~ 3 (bodrum)	A	0.0088	0.0066	0.0025
1 ~ 3 (bodrum)	B	0.0088	0.0066	0.0025
4 ~ 10	A	0.0088	0.0066	0.0025
4 ~ 10	B	0.0088	0.0066	0.0025
11 ~ 20	A	0.0087	0.0065	0.0025
11 ~ 20	B	0.0087	0.0065	0.0025
21 ~ 30	A	0.0091	0.0068	0.0025
21 ~ 30	B	0.009	0.0068	0.0025
1 ~ 30	C	0.0092	0.0069	0.0025

Tablo 3.150: Modelin Bağ Kirişleri Kesitlerinin Betonun Birim Şekildeğiştirme Sınırları

Kat	$\varepsilon_c^{(GÖ)}$	$\varepsilon_c^{(KH)}$	$\varepsilon_c^{(SH)}$
1 ~ 3 (bodrum)	0.0103	0.0077	0.0025
4 ~ 10	0.0104	0.0078	0.0025
11 ~ 15	0.0103	0.0077	0.0025
16 ~ 20	0.0103	0.0077	0.0025
21 ~ 25	0.0102	0.0077	0.0025
26 ~ 30	0.0102	0.0077	0.0025

Tablo 3.151: Modelin Kolonlar Kesitlerinin Betonun Birim Şekildeğiştirme Sınırları

Kesit	$\varepsilon_c^{(GÖ)}$	$\varepsilon_c^{(KH)}$	$\varepsilon_c^{(SH)}$
120x120	0.014	0.0104	0.0025
100x100	0.014	0.0105	0.0025
90x90	0.014	0.0102	0.0025
80x80	0.014	0.0106	0.0025

3.11.6.2. Donatı Çeliğinin Birim Şekildeğiştirme Sınırlarının Hesapları

Bu tez metninin 3.11.4.2 başlığına göre modelde tanımlanan donatı çeliğinin nonlinear özelliklerine bağlı kalarak donatı çeliğinin birim şekildeğiştirme sınırlarının hesabı aşağıda sunulmuştur.

$$\varepsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\ \varepsilon_{su} \qquad (3.87a)$$

$$\varepsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\ \varepsilon_{su} = 0.4\ \times 0.08 = 0.032$$

$$\varepsilon_s^{(KH)} = 0.75\ \varepsilon_s^{(GÖ)} \qquad (3.87b)$$

$$\varepsilon_s^{(KH)} = 0.75\ \times 0.032 = 0.024$$

$$\varepsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \qquad (3.87c)$$

3.11.7. Plastik Dönme Sınırlarının Hesabı

Bu başlık altında kat 1 ila 3'de yer alan Tip - A çerçeve kiriş kesiti için plastik dönme sınırları tezin 3.11.3.1 başlığında açıklandığı gibi sunulmuş ve **Tablo 3.152**'de modelin tüm çerçeve kirişleri için plastik dönme sınırları performans hedefine bağlı özetlenmiştir.

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[(\emptyset_u - \emptyset_y)L_p\left(1 - 0.5\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\emptyset_u d_b\right] \quad (3.88a)$$

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[(0.2564 - 0.003338) \times 0.4\left(1 - 0.5\frac{0.4}{4}\right) + 4.5 \times 0.2564 \times 0.018\right] = 0.07795$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\ \theta_p^{(GÖ)} \quad (3.88b)$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75\ \times 0.07795 = 0.05847$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \quad (3.88c)$$

Tablo 3.152: Modelin Çerçeve Kirişlerinin Plastik Dönme Sınırları

Kat	Tip	$\emptyset_y$	$\emptyset_u$	$\theta_c^{(GÖ)}$	$\theta_c^{(KH)}$	$\theta_c^{(SH)}$
1 ~ 3 (bodrum)	A	0.003338	0.2564	0.07795	0.05847	0.00
1 ~ 3 (bodrum)	B	0.003347	0.2564	0.0795	0.05846	0.00
4 ~ 10	A	0.003323	0.2564	0.08103	0.06078	0.00
4 ~ 10	B	0.003334	0.2564	0.07796	0.05847	0.00
11 ~ 20	A	0.003351	0.2557	0.08081	0.06060	0.00
11 ~ 20	B	0.003318	0.2557	0.08081	0.06061	0.00
21 ~ 30	A	0.003916	0.298	0.08529	0.06396	0.00
21 ~ 30	B	0.003872	0.298	0.08530	0.06397	0.00
1 ~ 30	C	0.004566	0.3557	0.07989	0.05992	0.00

Modelin bağ kirişleri ve kolonları için plastik dönme sınırları performans düzeyine bağlı **Tablo 3.153** ve **Tablo 3.154**'de özetlenmiştir.

Tablo 3.153: Modelin Bağ Kirişlerinin Plastik Dönme Sınırları

Kat	$\emptyset_y$	$\emptyset_u$	$\theta_c^{(GÖ)}$	$\theta_c^{(KH)}$	$\theta_c^{(SH)}$
1 ~ 3 (bodrum)	0.003594	0.2761	0.0703	0.0527	0.00
4 ~ 10	0.003813	0.2778	0.0739	0.0555	0.00
11 ~ 15	0.003824	0.2778	0.0739	0.0555	0.00
16 ~ 20	0.003781	0.2778	0.0739	0.0555	0.00
21 ~ 25	0.0037	0.2778	0.074	0.0555	0.00
16 ~ 30	0.003692	0.2761	0.0707	0.053	0.00

Tablo 3.154: Modelin Kolonlarının Plastik Dönme Sınırları

Kesit	$\emptyset_y$	$\emptyset_u$	$\theta_c^{(GÖ)}$	$\theta_c^{(KH)}$	$\theta_c^{(SH)}$
120x120	0.002262	0.1645	0.06556	0.04917	0.00
100x100	0.002769	0.2013	0.07154	0.05365	0.00
90x90	0.003165	0.2267	0.07531	0.05649	0.00
80x80	0.003614	0.2594	0.07992	0.05994	0.00

3.11.8. Zaman Tanım Alanında Deprem Yer Hareketlerinin Tanımlanması

Deprem Yönetmaliğin madde 2.5'ne göre doğrusal olmayan yatay deprem hesabında yapının kesit ve eleman bazında nonlinear davranışını tesbit etmek amacıyla analizlerin gerçek deprem kaydı kullanarak yapılması yöntemi ele alınmıştır. Bu sebebden dolayı tez çalışmasında söz konusu olan modele uygun deprem kaydı seçimi ve ölçeklendirmesi yapılmıştır.

3.11.8.1. Deprem Kaydı Seçimi

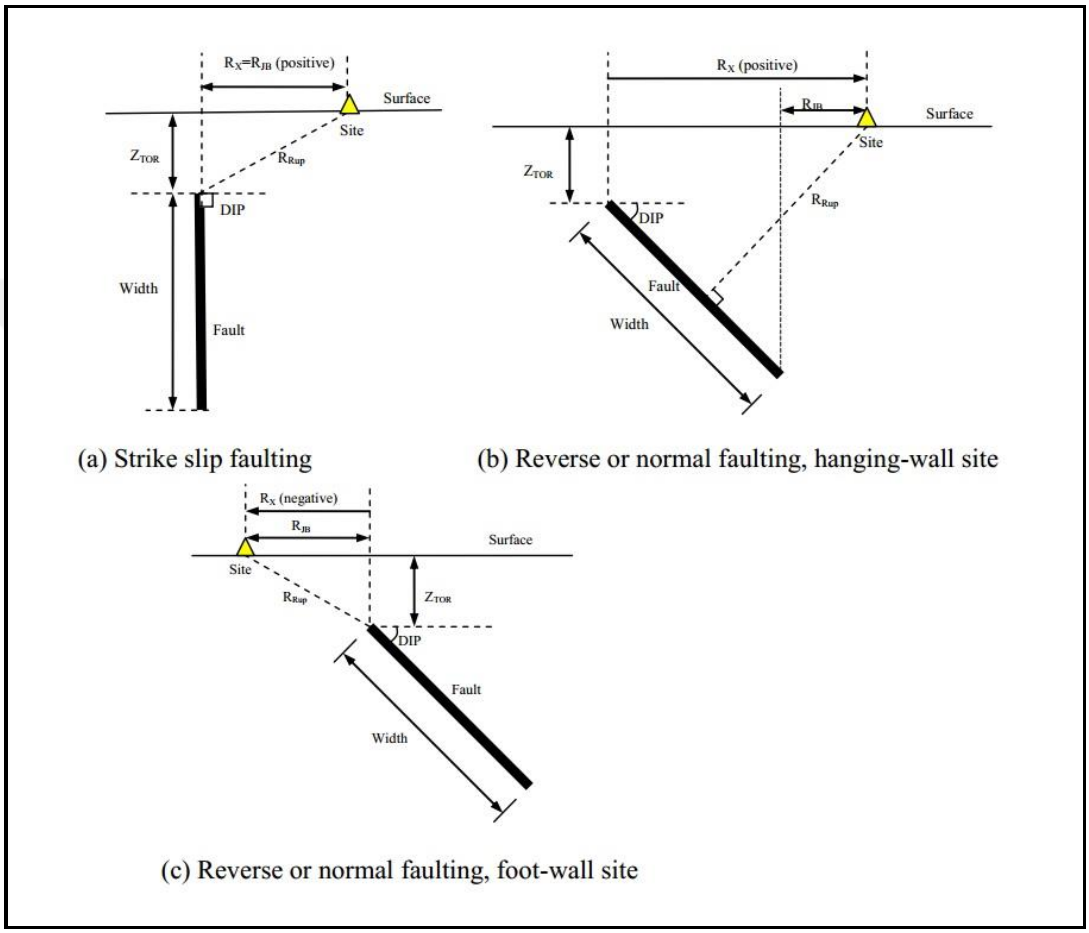
TBDY-2018'in madde 13.6.4 ve 13.6.5.2'ye göre doğrusal olmayan performans değerlendirmelerde kullanmak amacıyla en az 11 deprem yer hareketi takımı (2×11 kayıt) seçilecektir.

TBDY-2018'in madde 2.5.1.1'ne bağlı bu deprem kayıtları deprem büyüklükleri, fay uzaklıkları, kaynak mekanizmaları ve yerel zemin koşulları dikkate alınarak seçilmesi şartlandırılmıştır. Aşağıda bu tez çalışmasında seçilen tüm deprem kayıtlarının parametreleri hakkında açıklama yapılmıştır.

- *Deprem Büyüklükleri:* Tüm deprem kayıtlarının büyüklükleri 6.5 ve 8 aralığında tutulmuştur. Bunun nedeni ise Aşama III'de DD-1 deprem yer hareketi altında *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefini sağlamak olmuştur. Bir başka değişle Aşama III'de ele alınan deprem kayıtlarının *Birince Derece Deprem* büyüklüklerine sahip olmaları şartıdır.

- *Fay Uzaklıkları*: Bu konuda TBDY-2018'in zorunlu tutmamasına rağmen deprem mühendisliği literatürüne bağlı kalarak ve tez çalışmasının dahada bilimsel ve gerçekci sonuçlara ulaşma hedefiyle *Uzak Fay* ve *Yakın Fay* etkilerini elde etmek için her iki tür deprem kaydı seçilmiştir.
  Ancak mesafe aralığına gelince iki önemli parametrenin açıklanması gereklidir:

1. Tüm deprem kayıtları PEER [23] data bankasında alındığı nedenile Fay Uzaklıkları adı geçen data bankasının R_{jb} parametresini göze alarak değerlendirilmiştir. Ancak bu parametrenin tanımı fay mekanizmasına göre değişmektedir. **Şekil 3.47**'de bu konu açıklanmiştir.



Şekil 3.47. R_{jb} Parametresinin Fay Mekanizmasına Göre Tanıtımı

2. Tüm seçilen deprem kayıtlarda $R_{jb} < 10$ km şartını taşıyan deprem kayıtları *Yakın Fay* etkisini ifade ederken $R_{jb} > 10$ km olduğu kayıtlar *Uzak Fay* özelliğini taşımışlardır.

- *Kaynak Mekanizmaları:* Bu parametre hakkında iki farklı yaklaşım ele alınabilir: TBDY-2018'in madde 2.5.1.1'de bu bakış açısı sunulmuştur: "*Binanın bulunduğu bölgede tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu geçmiş*

deprem kayıtlarının mevcut olması durumunda öncelikle bu kayıtlar kullanılacaktır." Bu yaklaşım üzerinden deprem kaydı seçmek için yapının konumuna bağlı en yakın fayın mekanizma türü göz önünde bulundurulacaktır. Örnek olarak bu tez çalışmasında binanın İstanbulda yer almasından dolayı ve buna bağlı *Küzey Anadolu* fayına yakın durmasına ilişkin tüm deprem kayıtları *Yanal Atılımlı Fay* mekanizma türünden seçilmesi tevsiye edilebilir. Ancak TBDY-2018 bu hususda net ve açık bir yaklaşım ortaya koymamıştır.

Bir diğer yaklışım ise deprem kayıtlarının çeşitli fay mekanizma türlerinden seçilmesidir. Örnek olarak FEMA ATC-63 isimli yönetmelikte deprem kayıtlarının Yanal Atılımlı ve Ters Fay mekanizma türünden seçilmesi önerilmiştir. [24]

Bu tez çalışmasında ise ikinci yaklaşım ele alınarak çeşitli fay mekanizmalarına ayit kayıtlar seçilmiştir.

- *Yerel Zemin Koşulları*: Deperm mühendisliği literatürüne bağlı olarak zemin cinsi parametresinin deprem dalgalarının ilerleme şeklinde etkili olması vurgusuyla TBDY-2018'in Tablo 16.1'ni ele alarak yerel zemin sınıfları ve $(V_s)_{30}$ parametresi arasında bağlantı kurarak kayıt seçimlerini doğrudan bölge zemin koşulları ile uyumlu hale getirmek mumkundur. Örnek olarak bu tez çalışmasında binanın ZC yerel zemin sınıfında yer alması nedeniyle tüm seçilmiş deperm kayıtlarında $(V_s)_{30}$ parametresi TBDY-2018'in Tablo 16.1'ne bağlı kalarak 360 ila 760 m/s aralığında sınırlandırılmıştır.

- *PGA*: TBDY-2018 deperm kaydı seçme işleminde bu parametre hakkında doğrudan bir yaklaşım sergilememesine rağmen *Türkiye Deprem Tehlike Haritasında* binanın konumunu göz önünde bulundurarak seçilmiş deprem kayıtlarında PGA parametresinin değeri 0.2g üstünde tutulmuştur.

- *Pulse/No Pulse*: PEER data bankasında deprem kayıtları pals şeklinde olan/olmayan özelliklerini belirliyerk seçilebilir. TBDY-2018'in bu hususda doğrudan vurgulamamasına rağmen deprem kayıtları her iki türden seçilmiştir. Pals şeklinde olan kayıtlar bir hassa Yakın Fay kayıtlarda önem arzetmektedir.

Tablo 3.155'de bahsı geçen parametreleri göz önünde bulundularak seçilen deprem kayıtları sunulmuştur.

Tablo 3.155: Aşama III için Seçilmiş Deprem Kayıtları

Deprem	RNS	Fay Mekanizması	M	R_{jb}	$(V_s)_{30}$	T_p (s)	PGA (g)	PGV (cm/s)
Hector Mine	1787	strike slip	7.13	10.35	726	-	0.26547	26.01475
							0.32819	44.77682
Kobe, Japan	1111	strike slip	6.9	7.08	609	-	0.48323	46.82464
							0.46432	38.26291
Kocaeli, Turkey	1148	strike slip	7.51	10.56	523	7.791	0.21008	13.95359
							0.13420	40.06691
Manjil, Iran	1633	strike slip	7.37	12.55	723.95	-	0.51456	42.45780
							0.49687	50.59065
Superstition Hills-02	727	strike slip	6.54	5.61	362.38	-	0.58229	23.94995
							0.83743	43.50451
Chi-Chi, Taiwan	1485	Reverse Oblique	7.62	26	704.64	9.338	0.47308	50.08359
							0.50682	46.37651
Chi-Chi, Taiwan	1529	Reverse Oblique	7.62	1.49	714.27	9.632	0.30393	91.72089
							0.17172	66.42757
Irpinia, Italy-01	292	Normal	6.9	6.78	382	3.27264	0.22666	36.98175
							0.32052	71.95585
Cape Mendocino	828	Reverse	7.01	8.18	442.17	2.996	0.59079	49.32701
							0.66156	88.51190

Mammoth Lakes-01	231	Normal Oblique	6.06	12.56	537.16	-	0.43029	23.73570
							0.27134	13.89325
Tabas, Iran	139	Reverse	7.35	0.0	471.53	-	0.32389	22.30034
							0.40937	27.11675

Tablo 3.155 için başka bir husus Chi-Chi, Taiwan isimli depremin iki kaydının bulunmasıdır. Buna gelince deprem mühendisliği literatüründe bir depreme ayit iki farklı kayıt seçilebilir ve bunun yanısıra söz konusu olan iki deprem kaydının birisi *Yakın Fay* özelliği taşırken diğeri *Uzak Fay* niteliğindedir.

3.11.8.2. Deprem Kaydı Ölçeklendirilmesi

TBDY-2018'in madde 2.5.2.1(b)'ne göre **Tablo 3.155**'de seçilmiş deprem kayıtları basit ölçeklendirme yöntemi ile $0.2T_p$ ve $1.5T_p$ periyotları aralığında ölçeklendirilecektir.

Deprem yönetmeliğin el hesabını uygulamak amacıyla **Tablo 3.155**'de seçilen her bir deprem kaydının ivme değerli için D1 ve D2 doğruntu spektrumlara ayit bileşenlerin kareleri toplamının karekökü (SRSS) alınarak bileşke yatay spektrumu oluşturulmuştur. Bu tez çalışmasında bahıs konusu olan bina modelinin birinci modda hakım doğal periodu 3.364 saniye olduğundan dolayı ölçeklendirme işlemi matimatiksel olarak 0.67 ila 5.05 saniye aralığında yapılması gerekmekedir. Bu nedenle tüm bileşke yatay spektrumlar *SeismoSignal* yazılım programı vasıtasıyla 0 ila 6 saniye aralığında elde edilmiş ve ortalamaları hesaplanmıştır. [25]

Tablo 3.156'de ise TBDY-2018'in madde 2.5.2.1(b)'de gelen şartının uygulanması amacıyla 0.67 ila 5.05 saniye periodları aralığında ortalama *SRSS* değerlerinin *DD-1 Yatay Elastik Tasarım Spektrumu* değerlerine oranlarının 1.3'ten daha küçük olmaması şartına göre en minimum oran değeri elde edilerek ölçeklendirme katsayısı hesaplanmıştır.

Tablo 3.156: SRSS değerlerinin DD-1 Spektrumu değerlerine oranları

Period	SRSS Ortalamaları	DD-1	Oran
0.67	1.062210991	0.93	1.140515007
0.68	1.166806848	0.92	1.271520283
0.69	1.199860733	0.90	1.32676908
0.70	1.128784944	0.89	1.266265162
0.71	1.014992819	0.88	1.15487965
0.72	0.918616107	0.87	1.059941662
0.73	0.864372165	0.85	1.011204616
0.74	0.839175409	0.84	0.995175965
0.75	0.822026791	0.83	0.98801297
0.76	0.800603178	0.82	0.975093614
0.77	0.777177704	0.81	0.959017359
0.78	0.755480464	0.80	0.94435058
0.79	0.735112527	0.79	0.930671309
0.80	0.718752778	0.78	0.92147792
0.81	0.705530566	0.77	0.915832946
0.82	0.691621864	0.76	0.908862065
0.83	0.675915125	0.75	0.899053772
0.84	0.659993738	0.74	0.888453108
0.85	0.642741497	0.73	0.875529283
0.86	0.625146175	0.73	0.861579664
0.87	0.614223551	0.72	0.856369374
0.88	0.605394199	0.71	0.85376105
0.89	0.595952918	0.70	0.84999695
0.90	0.58672387	0.69	0.84623635
0.91	0.579281228	0.69	0.844785123

0.92	0.57360413	0.68	0.845698396
0.93	0.567879923	0.67	0.846359501
0.94	0.56354173	0.66	0.848925042
0.95	0.558834817	0.66	0.850790186
0.96	0.55522633	0.65	0.854194354
0.97	0.551400936	0.64	0.857145686
0.98	0.547096972	0.64	0.859222808
0.99	0.543303109	0.63	0.861971279
1.00	0.539357369	0.62	0.864354757
1.01	0.534641603	0.62	0.865365416
1.02	0.529196135	0.61	0.865032144
1.03	0.522813885	0.61	0.862978048
1.04	0.517101056	0.60	0.861835093
1.05	0.51227474	0.59	0.862000765
1.06	0.50775394	0.59	0.862530732
1.07	0.503527315	0.58	0.863420235
1.08	0.500914924	0.58	0.866968138
1.09	0.498184943	0.57	0.870226904
1.10	0.495461998	0.57	0.873410573
1.11	0.492885476	0.56	0.876767433
1.12	0.489696825	0.56	0.878943019
1.13	0.486632966	0.55	0.88124239
1.14	0.483466777	0.55	0.883256611
1.15	0.479388272	0.54	0.883488001
1.16	0.474507674	0.54	0.882097598
1.17	0.469721742	0.53	0.880728266
1.18	0.464376953	0.53	0.878148725
1.19	0.458267478	0.52	0.873939581

1.20	0.451867761	0.52	0.868976464
1.21	0.445145545	0.52	0.863182868
1.22	0.437988873	0.51	0.856324399
1.23	0.430968511	0.51	0.849505238
1.24	0.424291514	0.50	0.843143394
1.25	0.418843672	0.50	0.839029792
1.26	0.41416189	0.50	0.836288432
1.27	0.410341755	0.49	0.835150688
1.28	0.407551725	0.49	0.836003539
1.29	0.405478298	0.48	0.838248405
1.30	0.40461277	0.48	0.842943271
1.31	0.403486452	0.48	0.847062903
1.32	0.401612425	0.47	0.849564746
1.33	0.399061712	0.47	0.850564226
1.34	0.395639235	0.47	0.849609897
1.35	0.391409001	0.46	0.84679832
1.36	0.38621642	0.46	0.841753736
1.37	0.380267895	0.46	0.834883038
1.38	0.37600949	0.45	0.831559448
1.39	0.373164346	0.45	0.831247502
1.40	0.370479075	0.45	0.831203053
1.41	0.368168426	0.44	0.831919039
1.42	0.366488601	0.44	0.833996496
1.43	0.364502245	0.44	0.835317646
1.44	0.362205288	0.43	0.835858358
1.45	0.359609626	0.43	0.835631343
1.46	0.356768999	0.43	0.834747979
1.47	0.35364149	0.42	0.833097742

1.48	0.350388791	0.42	0.831050338
1.49	0.347023048	0.42	0.828628753
1.50	0.3435183	0.42	0.825765145
1.51	0.339858268	0.41	0.822413437
1.52	0.336357745	0.41	0.819332968
1.53	0.333061016	0.41	0.816639992
1.54	0.329665137	0.41	0.813596652
1.55	0.326573815	0.40	0.811200982
1.56	0.323599382	0.40	0.808998455
1.57	0.320421914	0.40	0.806189751
1.58	0.317242201	0.39	0.803273522
1.59	0.314397072	0.39	0.801107924
1.60	0.311746195	0.39	0.799349219
1.61	0.309104118	0.39	0.797528254
1.62	0.306953651	0.39	0.796898902
1.63	0.305173213	0.38	0.797167208
1.64	0.303959484	0.38	0.798867875
1.65	0.302782417	0.38	0.800626583
1.66	0.301494995	0.38	0.802053993
1.67	0.299999744	0.37	0.80288393
1.68	0.298299135	0.37	0.803113057
1.69	0.296475029	0.37	0.802953204
1.70	0.294620014	0.37	0.80265068
1.71	0.292554539	0.36	0.801711959
1.72	0.290390244	0.36	0.800434646
1.73	0.28808113	0.36	0.798686467
1.74	0.285704511	0.36	0.796676041
1.75	0.283472863	0.36	0.794996009

1.76	0.281462468	0.35	0.7938685
1.77	0.280100205	0.35	0.794515005
1.78	0.278558346	0.35	0.794605538
1.79	0.277086946	0.35	0.794848771
1.80	0.275639305	0.35	0.795113379
1.81	0.273988592	0.34	0.794742549
1.82	0.272080374	0.34	0.793567758
1.83	0.270103672	0.34	0.792130961
1.84	0.268102907	0.34	0.790559853
1.85	0.26619985	0.34	0.7892143
1.86	0.26430656	0.34	0.787836862
1.87	0.262457917	0.33	0.786532539
1.88	0.261209675	0.33	0.786977867
1.89	0.260291424	0.33	0.788382679
1.90	0.260012397	0.33	0.791704413
1.91	0.259748987	0.33	0.795065007
1.92	0.259467286	0.33	0.798360881
1.93	0.259235326	0.32	0.801801569
1.94	0.259050962	0.32	0.805382797
1.95	0.258829526	0.32	0.808842268
1.96	0.25869588	0.32	0.812570394
1.97	0.258696708	0.32	0.816718772
1.98	0.258621416	0.32	0.820625648
1.99	0.258583249	0.31	0.824648502
2.00	0.258539844	0.31	0.828653346
2.01	0.258636144	0.31	0.833106809
2.02	0.258774813	0.31	0.837700517
2.03	0.25890463	0.31	0.84226987

2.04	0.259205342	0.31	0.84740208
2.05	0.259587507	0.30	0.852811521
2.06	0.260095087	0.30	0.858647241
2.07	0.260500101	0.30	0.86415899
2.08	0.260778793	0.30	0.869262644
2.09	0.260934069	0.30	0.873961865
2.10	0.260929938	0.30	0.878129597
2.11	0.260809855	0.30	0.881905117
2.12	0.260585633	0.29	0.885322983
2.13	0.260231012	0.29	0.888288551
2.14	0.25970747	0.29	0.890663438
2.15	0.259145358	0.29	0.892888654
2.16	0.258429713	0.29	0.894564393
2.17	0.25757964	0.29	0.895749709
2.18	0.256605914	0.29	0.89647579
2.19	0.255632372	0.28	0.897171306
2.20	0.254841965	0.28	0.898481287
2.21	0.25405455	0.28	0.899776532
2.22	0.253283979	0.28	0.901106463
2.23	0.252449002	0.28	0.902181529
2.24	0.251784025	0.28	0.90384009
2.25	0.251101356	0.28	0.905413543
2.26	0.250677848	0.28	0.907903746
2.27	0.250393104	0.27	0.91088517
2.28	0.24998807	0.27	0.913417947
2.29	0.249448911	0.27	0.915445522
2.30	0.24883178	0.27	0.917168421
2.31	0.248117879	0.27	0.9185133

2.32	0.24730868	0.27	0.91948099
2.33	0.246442613	0.27	0.920210399
2.34	0.245468015	0.27	0.920505058
2.35	0.244339172	0.27	0.920187587
2.36	0.243106275	0.26	0.919440397
2.37	0.241818424	0.26	0.918444976
2.38	0.240519332	0.26	0.917365402
2.39	0.239356031	0.26	0.916764287
2.40	0.238433117	0.26	0.917050448
2.41	0.237467124	0.26	0.917140657
2.42	0.236581425	0.26	0.917511296
2.43	0.235766486	0.26	0.918129105
2.44	0.234880758	0.26	0.918443991
2.45	0.234161637	0.25	0.919384632
2.46	0.233358594	0.25	0.919971381
2.47	0.232474125	0.25	0.92021008
2.48	0.231595363	0.25	0.920443111
2.49	0.230990641	0.25	0.921741501
2.50	0.230268248	0.25	0.922549069
2.51	0.229437714	0.25	0.922898495
2.52	0.228589895	0.25	0.9231515
2.53	0.227755756	0.25	0.923432795
2.54	0.226806162	0.25	0.923217389
2.55	0.225764508	0.24	0.922595345
2.56	0.224620024	0.24	0.921518045
2.57	0.223385439	0.24	0.920032978
2.58	0.222122391	0.24	0.918390657
2.59	0.220816674	0.24	0.916530745

2.60	0.219542966	0.24	0.91476236
2.61	0.21835082	0.24	0.913294295
2.62	0.217112946	0.24	0.911596024
2.63	0.21586395	0.24	0.909811199
2.64	0.214651115	0.24	0.908139332
2.65	0.213451834	0.24	0.906486155
2.66	0.212361518	0.23	0.905259037
2.67	0.211219684	0.23	0.903776535
2.68	0.210074238	0.23	0.90224192
2.69	0.20887996	0.23	0.900460084
2.70	0.207622005	0.23	0.898364446
2.71	0.206328934	0.23	0.89607598
2.72	0.204988552	0.23	0.893539843
2.73	0.203626833	0.23	0.890867393
2.74	0.202283368	0.23	0.888231456
2.75	0.201029228	0.23	0.885946117
2.76	0.199767406	0.23	0.883586605
2.77	0.198494756	0.23	0.881138581
2.78	0.197211761	0.22	0.878603679
2.79	0.195933196	0.22	0.876047463
2.80	0.194704988	0.22	0.873676227
2.81	0.193478305	0.22	0.871272496
2.82	0.192245041	0.22	0.868799703
2.83	0.190979253	0.22	0.866139882
2.84	0.189699311	0.22	0.863375067
2.85	0.188510302	0.22	0.860984551
2.86	0.187340563	0.22	0.858644246
2.87	0.18616868	0.22	0.856256589

2.88	0.185059915	0.22	0.854122684
2.89	0.183968885	0.22	0.85203538
2.90	0.182856209	0.22	0.849812512
2.91	0.181731954	0.21	0.847499977
2.92	0.18059491	0.21	0.845091567
2.93	0.179432017	0.21	0.842525339
2.94	0.178237282	0.21	0.839771809
2.95	0.177104261	0.21	0.837271747
2.96	0.175967825	0.21	0.834719172
2.97	0.174826817	0.21	0.832108408
2.98	0.173679636	0.21	0.829431593
2.99	0.17253044	0.21	0.826708357
3.00	0.171370648	0.21	0.823897345
3.01	0.170206123	0.21	0.82102633
3.02	0.169091442	0.21	0.81835922
3.03	0.167958861	0.21	0.815569471
3.04	0.166824922	0.21	0.8127368
3.05	0.165675341	0.20	0.809791331
3.06	0.164518363	0.20	0.806772742
3.07	0.163348731	0.20	0.803654814
3.08	0.162192745	0.20	0.800566756
3.09	0.161020134	0.20	0.797359319
3.10	0.159833532	0.20	0.79404479
3.11	0.158633811	0.20	0.790626844
3.12	0.157421914	0.20	0.787109569
3.13	0.156190091	0.20	0.783453501
3.14	0.1549724	0.20	0.779829063
3.15	0.153773464	0.20	0.776260276

3.16	0.152635749	0.20	0.77296309
3.17	0.151601189	0.20	0.770153474
3.18	0.150593663	0.20	0.767448477
3.19	0.149580782	0.20	0.764683807
3.20	0.148564271	0.20	0.761868057
3.21	0.147544975	0.19	0.759005398
3.22	0.146521528	0.19	0.756088652
3.23	0.14549091	0.19	0.753101984
3.24	0.144466147	0.19	0.750112686
3.25	0.143446262	0.19	0.747115949
3.26	0.14242738	0.19	0.744091763
3.27	0.141406186	0.19	0.7410228
3.28	0.140382899	0.19	0.73791011
3.29	0.139421641	0.19	0.735091663
3.30	0.138483339	0.19	0.732363811
3.31	0.137584394	0.19	0.729814654
3.32	0.136688854	0.19	0.727254801
3.33	0.135790609	0.19	0.724651808
3.34	0.134892348	0.19	0.722019942
3.35	0.13399175	0.19	0.719346737
3.36	0.133096983	0.19	0.716676064
3.37	0.132220806	0.19	0.714077107
3.38	0.13134745	0.18	0.711465355
3.39	0.130474746	0.18	0.708829147
3.40	0.129606695	0.18	0.706190323
3.41	0.128740505	0.18	0.703533852
3.42	0.127877321	0.18	0.700866088
3.43	0.12702516	0.18	0.698231247

3.44	0.126184975	0.18	0.695635118
3.45	0.125349133	0.18	0.69303607
3.46	0.124516547	0.18	0.690428289
3.47	0.123694919	0.18	0.68785476
3.48	0.122901288	0.18	0.685411027
3.49	0.122124428	0.18	0.683035664
3.50	0.121402406	0.18	0.680942985
3.51	0.120736727	0.18	0.679144089
3.52	0.120084583	0.18	0.677400209
3.53	0.11944365	0.18	0.675698851
3.54	0.118817297	0.18	0.674059665
3.55	0.11819926	0.18	0.672447712
3.56	0.117595609	0.18	0.670898027
3.57	0.116993795	0.17	0.669339502
3.58	0.116387927	0.17	0.667738425
3.59	0.115781106	0.17	0.666112451
3.60	0.115178219	0.17	0.664489726
3.61	0.1145869	0.17	0.662914599
3.62	0.113996176	0.17	0.66132397
3.63	0.11340635	0.17	0.659719634
3.64	0.11281538	0.17	0.658089719
3.65	0.11223422	0.17	0.656498244
3.66	0.111667634	0.17	0.654973624
3.67	0.11109808	0.17	0.653413384
3.68	0.110528571	0.17	0.651835162
3.69	0.109957538	0.17	0.650229672
3.70	0.109394414	0.17	0.648652774
3.71	0.108835292	0.17	0.647081625

3.72	0.108279796	0.17	0.645514168
3.73	0.107722542	0.17	0.643918403
3.74	0.107164284	0.17	0.642298754
3.75	0.106612018	0.17	0.640697222
3.76	0.106060868	0.17	0.639084716
3.77	0.105572764	0.17	0.637835447
3.78	0.105082109	0.17	0.636555084
3.79	0.104597119	0.16	0.635293399
3.80	0.104127948	0.16	0.634112505
3.81	0.103765254	0.16	0.633566694
3.82	0.103399864	0.16	0.632992758
3.83	0.103037975	0.16	0.632428595
3.84	0.10266865	0.16	0.63180708
3.85	0.102297456	0.16	0.63116219
3.86	0.101923903	0.16	0.630490811
3.87	0.101544801	0.16	0.629773043
3.88	0.101165628	0.16	0.629042686
3.89	0.100781412	0.16	0.628268736
3.90	0.100395388	0.16	0.627471176
3.91	0.100009414	0.16	0.62666155
3.92	0.099636541	0.16	0.625921862
3.93	0.09927753	0.16	0.625257519
3.94	0.098914631	0.16	0.624557123
3.95	0.098550398	0.16	0.623836656
3.96	0.098190618	0.16	0.623132767
3.97	0.097837093	0.16	0.622457146
3.98	0.097486195	0.16	0.621786948
3.99	0.097131262	0.16	0.621079705

4.00	0.096776087	0.16	0.62035953
4.01	0.096413128	0.16	0.619577951
4.02	0.096050131	0.16	0.618784498
4.03	0.095681727	0.15	0.617944486
4.04	0.095341022	0.15	0.617272003
4.05	0.095004534	0.15	0.616615967
4.06	0.094673656	0.15	0.615985649
4.07	0.094341338	0.15	0.615335327
4.08	0.094007453	0.15	0.614664117
4.09	0.093670434	0.15	0.613961659
4.10	0.093331461	0.15	0.61323556
4.11	0.092989057	0.15	0.612476
4.12	0.09264492	0.15	0.611694023
4.13	0.092300627	0.15	0.610899983
4.14	0.091962825	0.15	0.610137972
4.15	0.091644083	0.15	0.609491896
4.16	0.091364225	0.15	0.609094834
4.17	0.091098557	0.15	0.608783624
4.18	0.090852562	0.15	0.608595688
4.19	0.090602924	0.15	0.608375406
4.20	0.09034733	0.15	0.608107028
4.21	0.090090168	0.15	0.607819882
4.22	0.089831027	0.15	0.607511111
4.23	0.089567899	0.15	0.607167008
4.24	0.089303229	0.15	0.60680399
4.25	0.089040246	0.15	0.60644398
4.26	0.088772877	0.15	0.606045606
4.27	0.088499285	0.15	0.605596067

4.28	0.088227955	0.15	0.605153279
4.29	0.087951622	0.15	0.604667402
4.30	0.087670496	0.15	0.604139636
4.31	0.087389635	0.14	0.603604688
4.32	0.087103991	0.14	0.603027629
4.33	0.086816828	0.14	0.602430874
4.34	0.086526484	0.14	0.601802787
4.35	0.086239272	0.14	0.601187236
4.36	0.085968971	0.14	0.600680628
4.37	0.085696145	0.14	0.600147682
4.38	0.085422271	0.14	0.599598636
4.39	0.085152735	0.14	0.599071327
4.40	0.084878894	0.14	0.598505019
4.41	0.084607838	0.14	0.597949621
4.42	0.084340256	0.14	0.597410149
4.43	0.084068719	0.14	0.596834012
4.44	0.083793995	0.14	0.596226503
4.45	0.083509426	0.14	0.595539975
4.46	0.083229507	0.14	0.594877563
4.47	0.082944203	0.14	0.594167605
4.48	0.082662808	0.14	0.593476568
4.49	0.082378312	0.14	0.592754198
4.50	0.082093983	0.14	0.592023914
4.51	0.081804577	0.14	0.591247824
4.52	0.081511204	0.14	0.590433721
4.53	0.081211873	0.14	0.589566963
4.54	0.080927393	0.14	0.588798662
4.55	0.0806528	0.14	0.588093336

4.56	0.080375493	0.14	0.587359373
4.57	0.080098969	0.14	0.586622258
4.58	0.079822085	0.14	0.58587364
4.59	0.079545019	0.14	0.585114804
4.60	0.079265415	0.14	0.584328382
4.61	0.07898744	0.14	0.583545033
4.62	0.078709288	0.14	0.582751458
4.63	0.078450369	0.13	0.582091677
4.64	0.07819613	0.13	0.581458401
4.65	0.077936551	0.13	0.580777184
4.66	0.077680318	0.13	0.580112634
4.67	0.077419689	0.13	0.579406967
4.68	0.077157275	0.13	0.578679566
4.69	0.076929659	0.13	0.578205287
4.70	0.076736933	0.13	0.577986517
4.71	0.076538371	0.13	0.577717509
4.72	0.076345371	0.13	0.577484219
4.73	0.076149538	0.13	0.57722326
4.74	0.075951793	0.13	0.576941501
4.75	0.07575328	0.13	0.576647564
4.76	0.075552911	0.13	0.576333107
4.77	0.075350365	0.13	0.575995581
4.78	0.075170462	0.13	0.575825012
4.79	0.075027056	0.13	0.575928843
4.80	0.074914217	0.13	0.576263206
4.81	0.074824425	0.13	0.576771609
4.82	0.07472803	0.13	0.577226132
4.83	0.074627768	0.13	0.577647627

4.84	0.074524124	0.13	0.57803968
4.85	0.074411807	0.13	0.578361001
4.86	0.074297802	0.13	0.578665573
4.87	0.074175832	0.13	0.578904331
4.88	0.074054352	0.13	0.579143009
4.89	0.073938606	0.13	0.579422732
4.90	0.073820491	0.13	0.579680139
4.91	0.073705481	0.13	0.579958193
4.92	0.073587915	0.13	0.58021241
4.93	0.07346639	0.13	0.580431571
4.94	0.073340073	0.13	0.580608915
4.95	0.073213276	0.13	0.580778392
4.96	0.073091677	0.13	0.580985122
4.97	0.07296957	0.13	0.581183913
4.98	0.072841357	0.13	0.581330059
4.99	0.072710326	0.13	0.581449561
5.00	0.07257457	0.12	0.581527
5.01	0.07243608	0.12	0.581578141
5.02	0.072304406	0.12	0.581679677
5.03	0.072167195	0.12	0.581732359
5.04	0.072029223	0.12	0.581774491
5.05	0.071888239	0.12	0.581787833

Tablo 3.156'de hesaplanan oran değerlerinden yola çıkarak 4.78 saniye periyoduna denk gelen en minimum oran değeri elde edilmiş ve ölçeklendirme katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

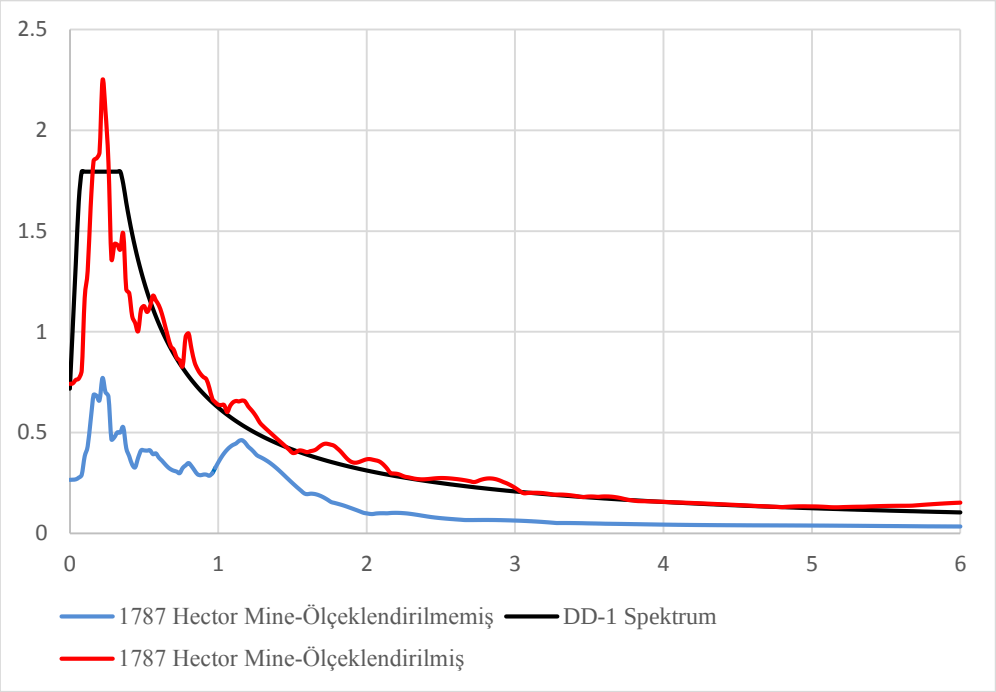
$$\frac{1.3}{0.575825012} = 2.257630308$$

Bu başlık altında seçilen deperm kayıtlarına (2×11) ayit uygulanan SRSS değerlerinin hesap tabloları tez metninin özetlenmesi amacıyla sunulmamıştır.

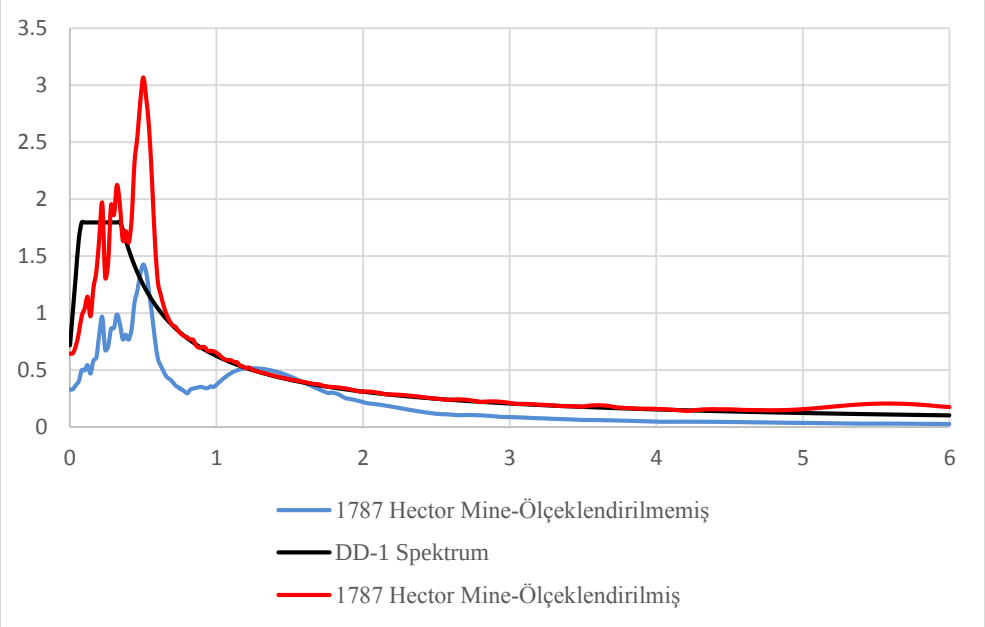
Anlaşıldığı gibi TBDY-2018'in ölçeklendirme yöntemine göre tüm deprem kayıtlarının ivme değerlerini aynı ölçeklendirme katsayısına çarparak büyütmek gerekmektedir ve deprem kayıtlarının *PGA* değerleri farklı olduğundan dolayı daha optimum bir ölçeklendirme yöntemi arayışına yönelik *SeismoMatch* yazılım programı vasıtasıyla **Tablo 3.155**'de seçilen deprem kayıtlarının ölçeklendirmesine başvurulmuştur. [26]

Bahis konusu ikinci yöntem ise Turkiye çapında yüksek binaların nonlinear analiz literatüründe kabul görmüştür. [27]

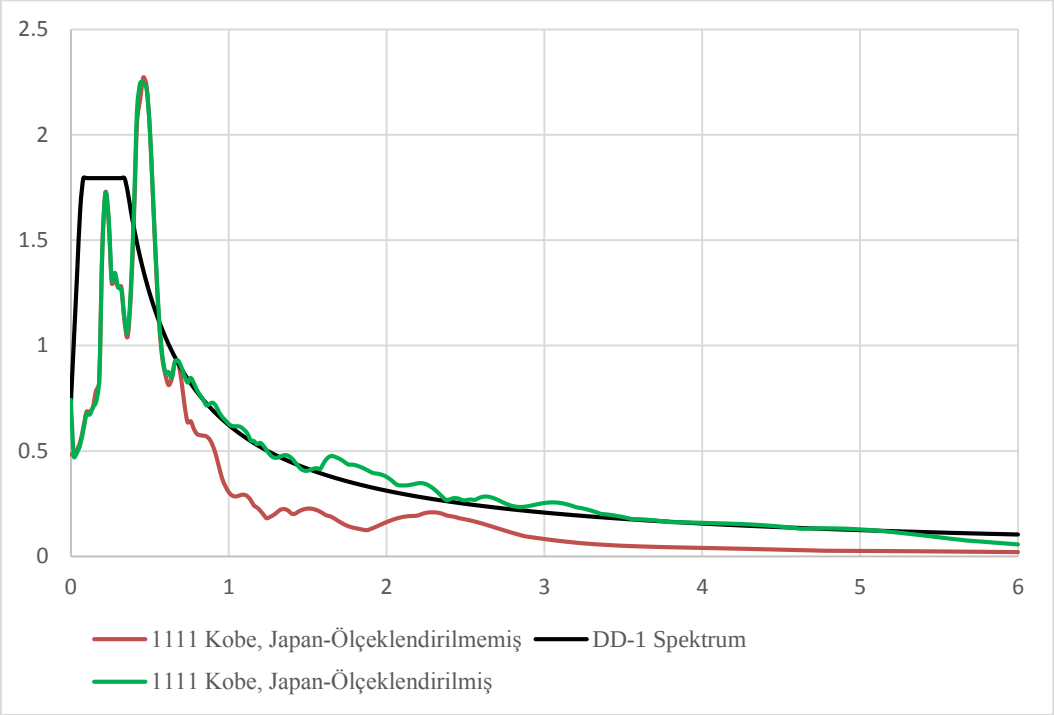
SeismoMatch yazılım programında bina modelinin birinci modda hakım doğal periodu 3.364 saniye olduğundan dolayı 0.67 ila 5.05 saniye aralığında 0.02 saniye period aralığı tanımlayarak ölçeklendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir. **Şekil 3.48** ila **Şekil 3.69**'de DD-1 spektumumu ile karşılaştırmak amacıyla deprem kayıtlarına ayit ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş yatay spektrumlar D1 ve D2 doğruntusunda sunulmuştur.



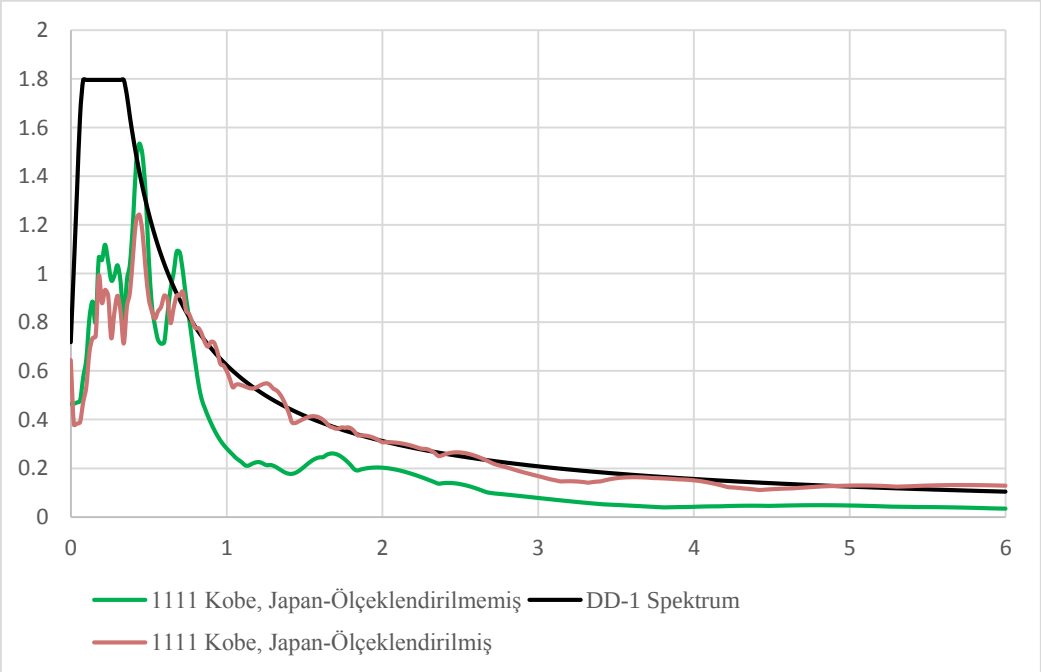
Şekil 3.48. D1 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kaydı Spektrumları



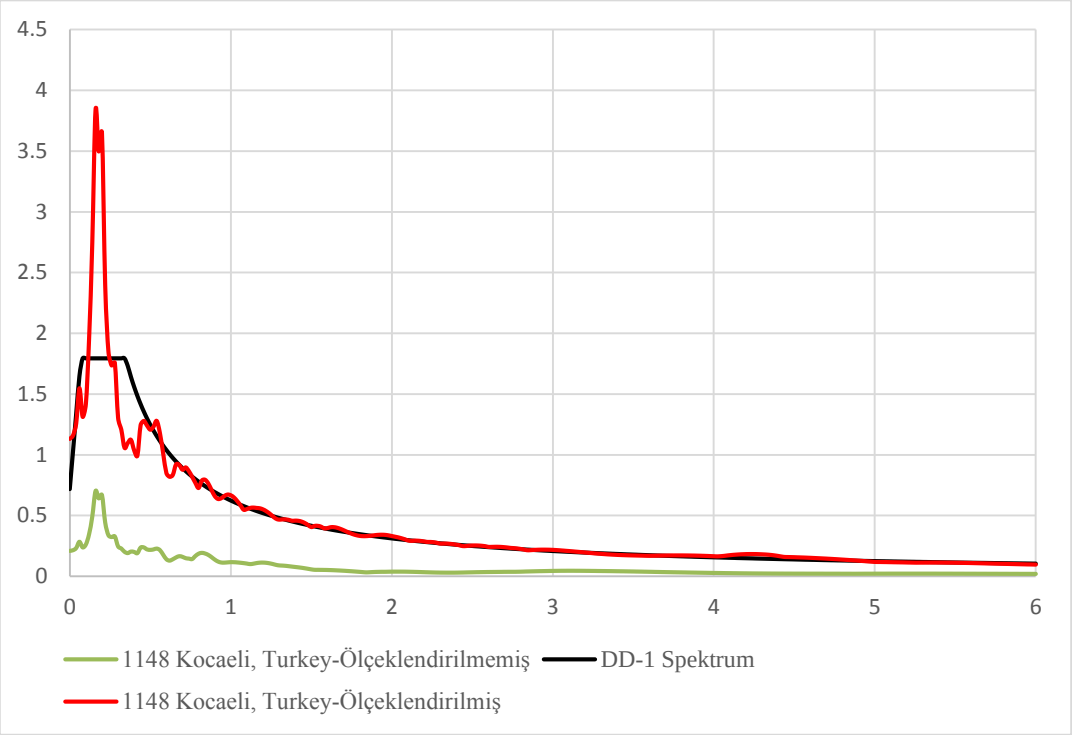
Şekil 3.49. D2 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kaydı Spektrumları



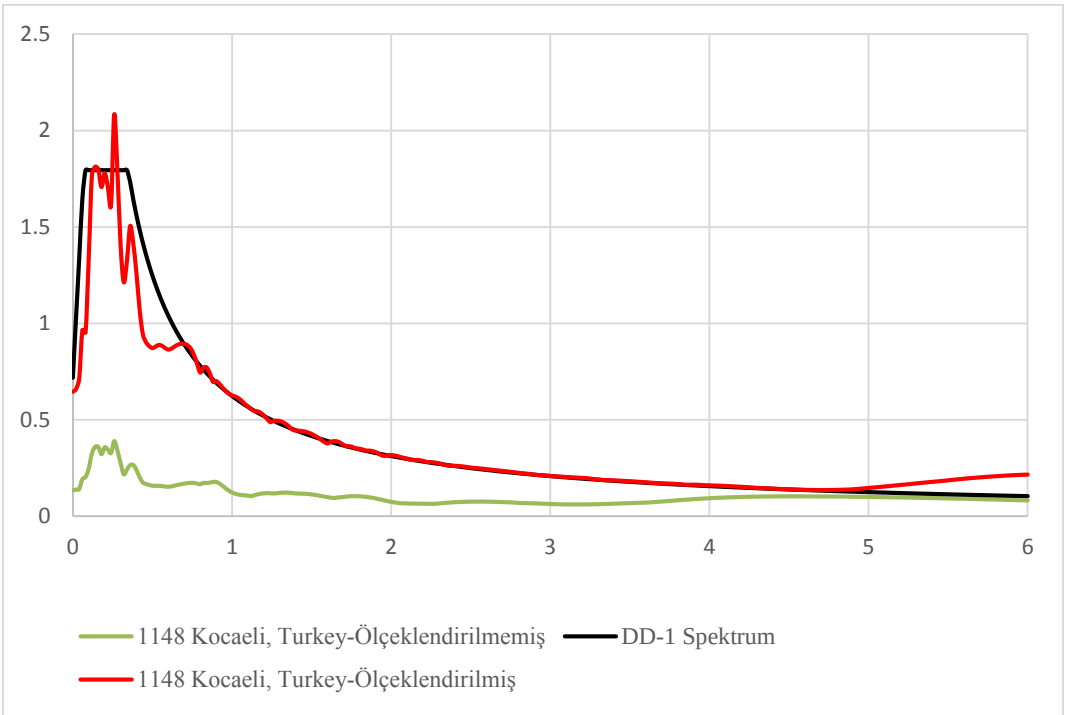
Şekil 3.50. D1 Doğruntusunda Kobe Deprem Kaydı Spektrumları



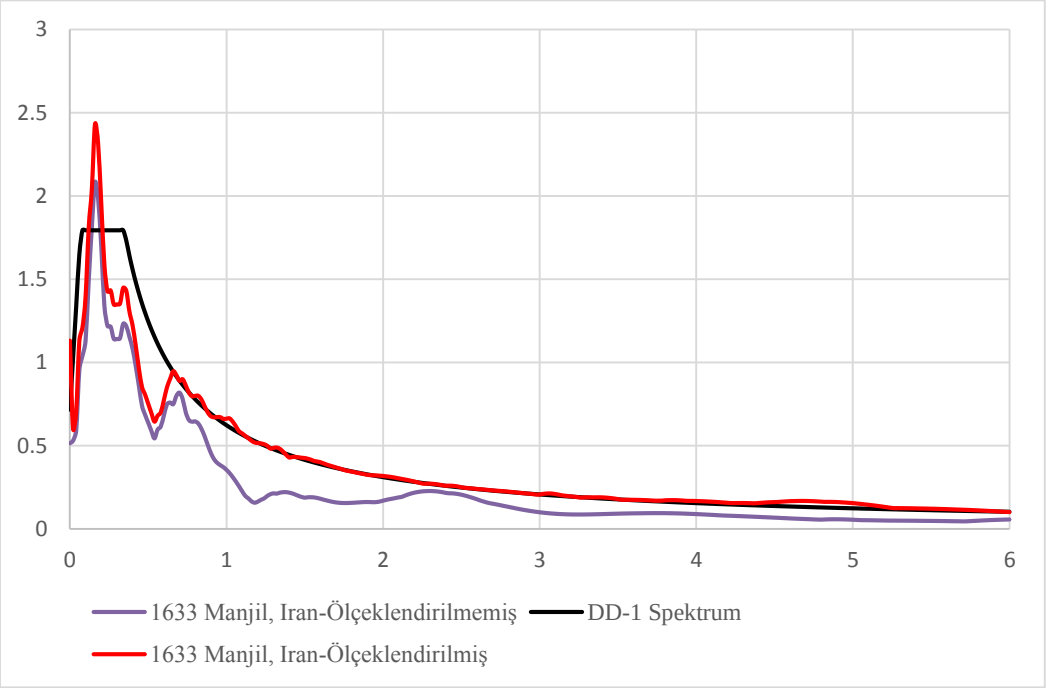
Şekil 3.51. D2 Doğruntusunda Kobe Deprem Kaydı Spektrumları



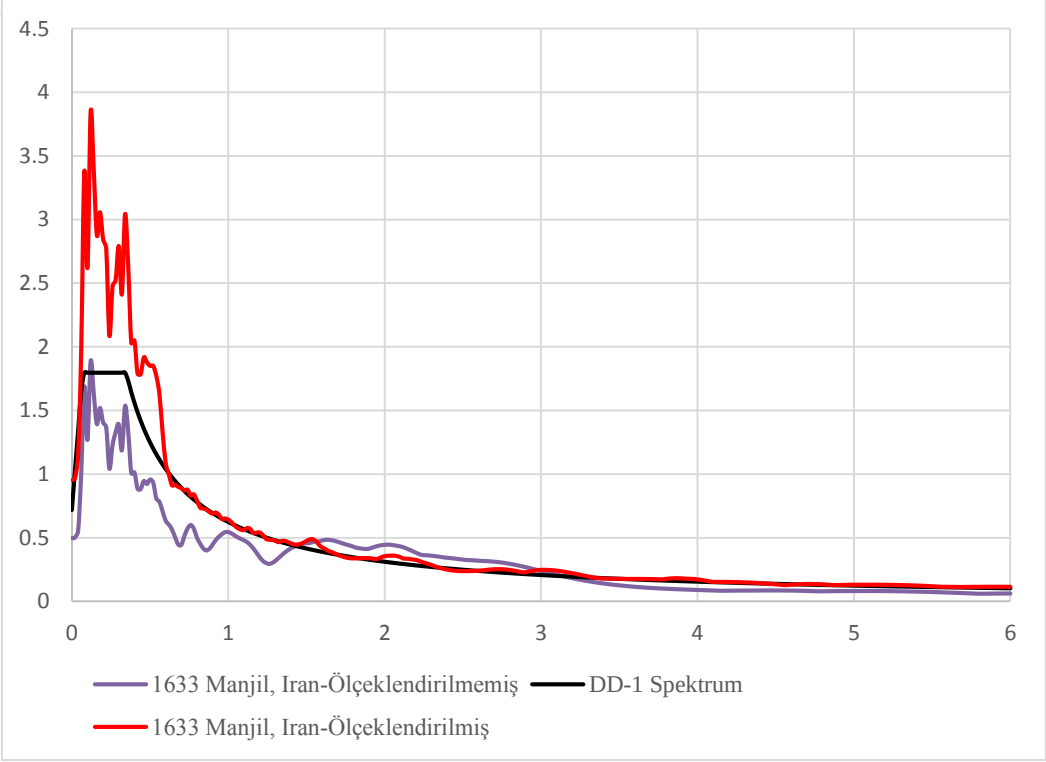
Şekil 3.52. D1 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kaydı Spektrumları



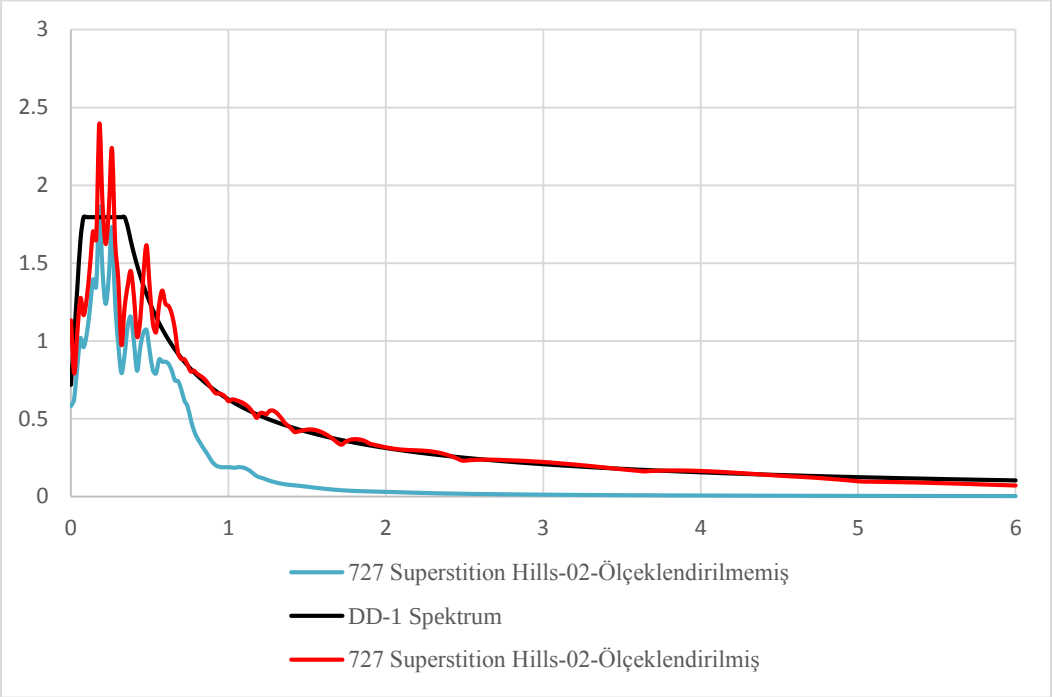
Şekil 3.53. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kaydı Spektrumları



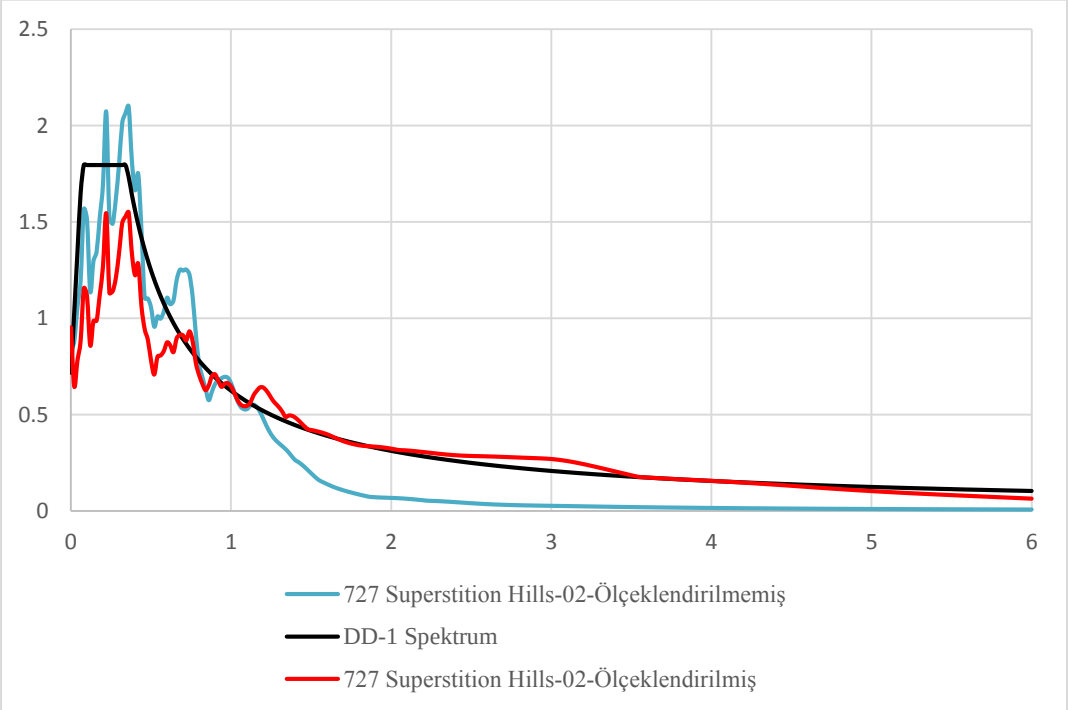
Şekil 3.54. D1 Doğruntusunda Manjil Deprem Kaydı Spektrumları



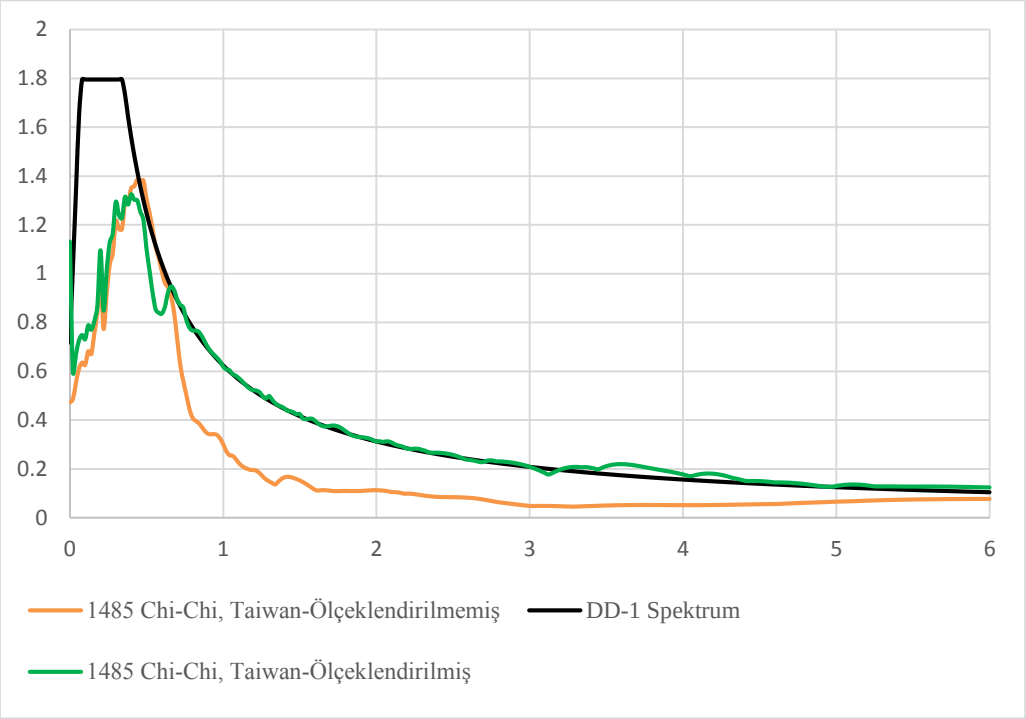
Şekil 3.55. D2 Doğruntusunda Manjil Deprem Kaydı Spektrumları



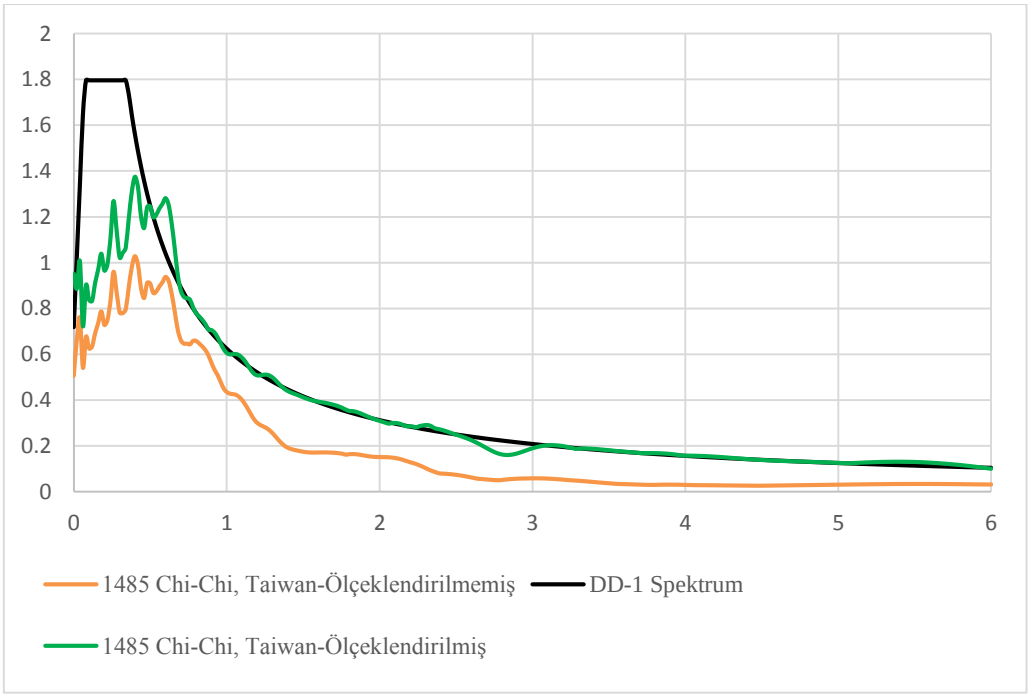
Şekil 3.56. D1 Doğruntusunda Superstition Hill-02 Deprem Kaydı Spektrumları



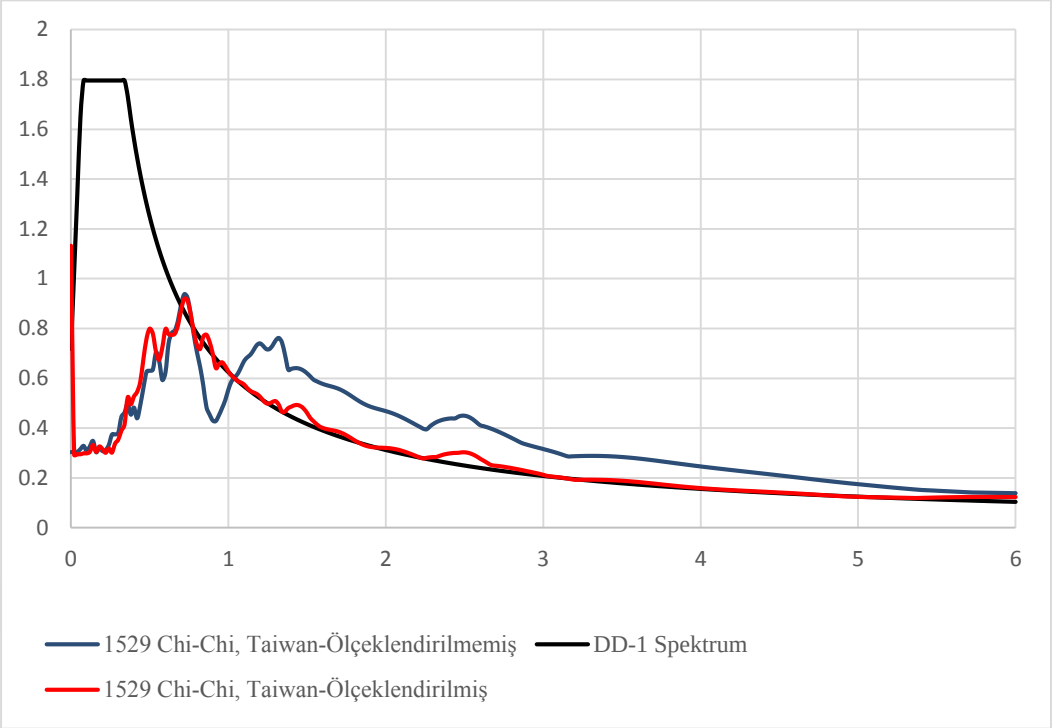
Şekil 3.57. D2 Doğruntusunda Superstition Hill-02 Deprem Kaydı Spektrumları



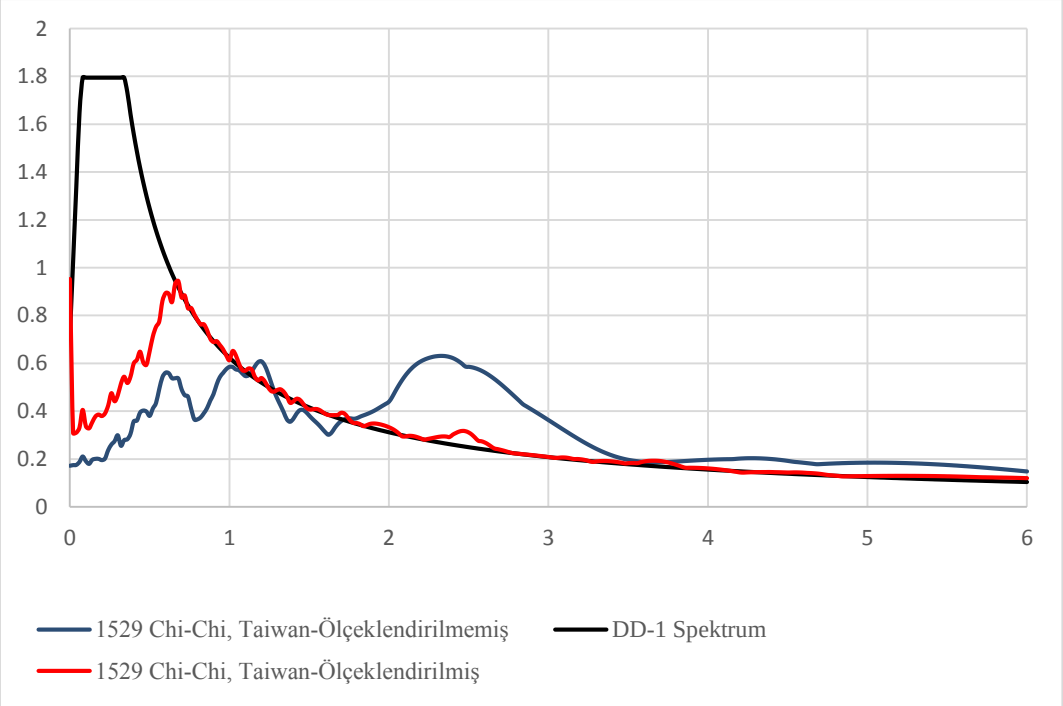
Şekil 3.58. D1 Doğruntusunda 1485 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları



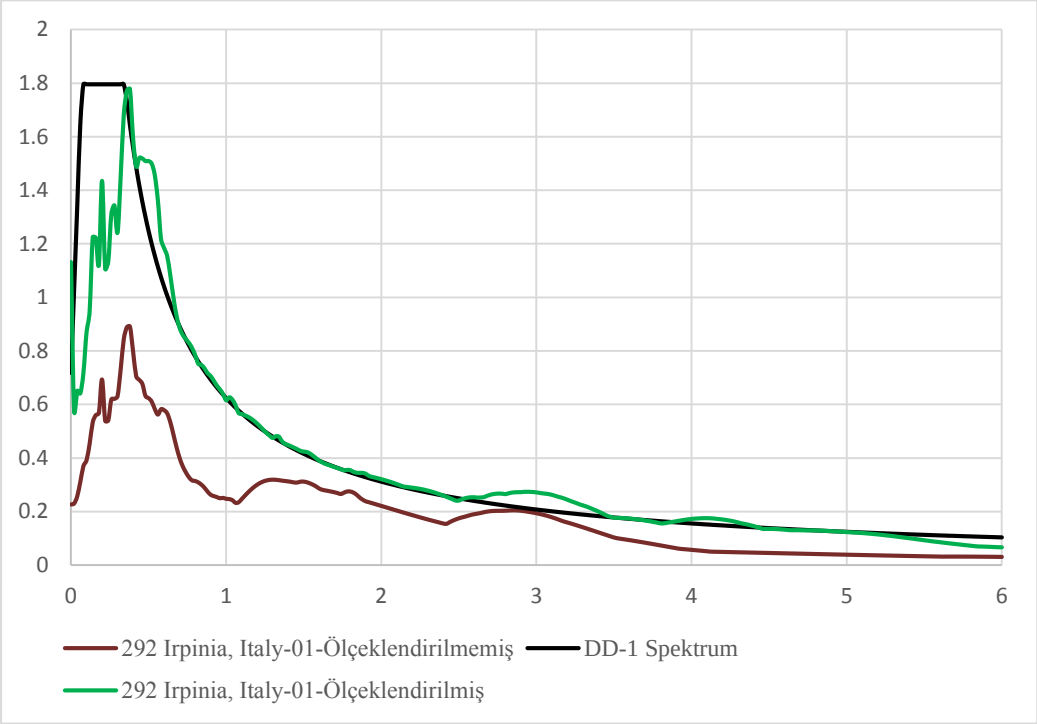
Şekil 3.59. D2 Doğruntusunda 1485 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları



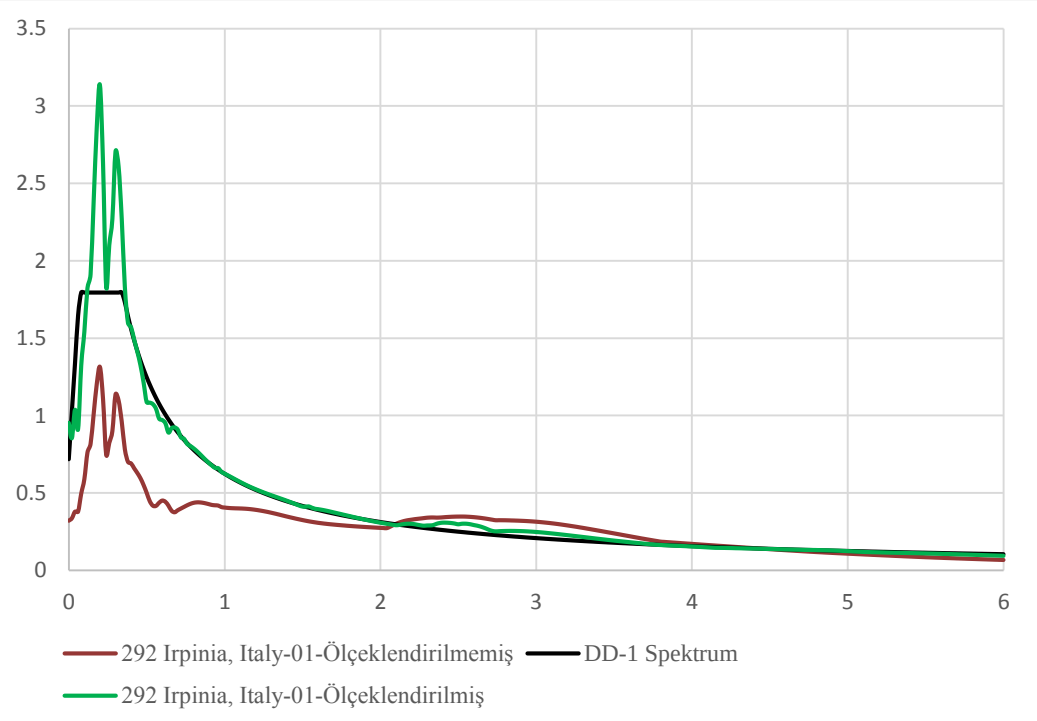
Şekil 3.60. D1 Doğruntusunda 1529 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları



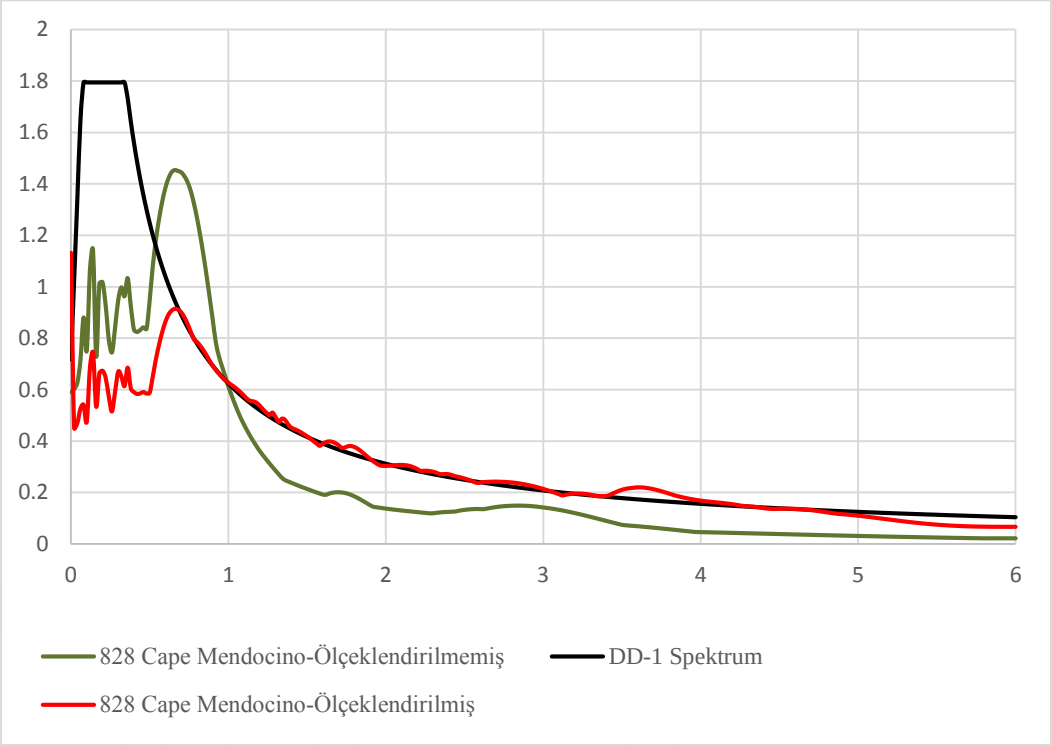
Şekil 3.61. D2 Doğruntusunda 1529 Chi Chi Deprem Kaydı Spektrumları



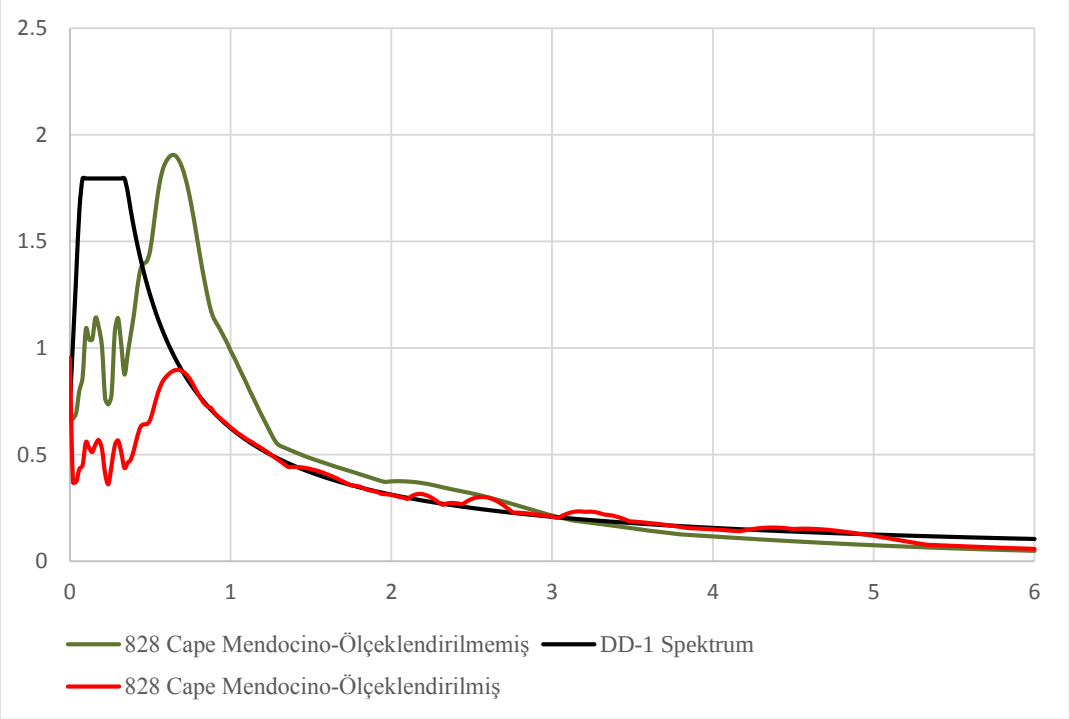
Şekil 3.62. D1 Doğruntusunda Irpina Deprem Kaydı Spektrumları



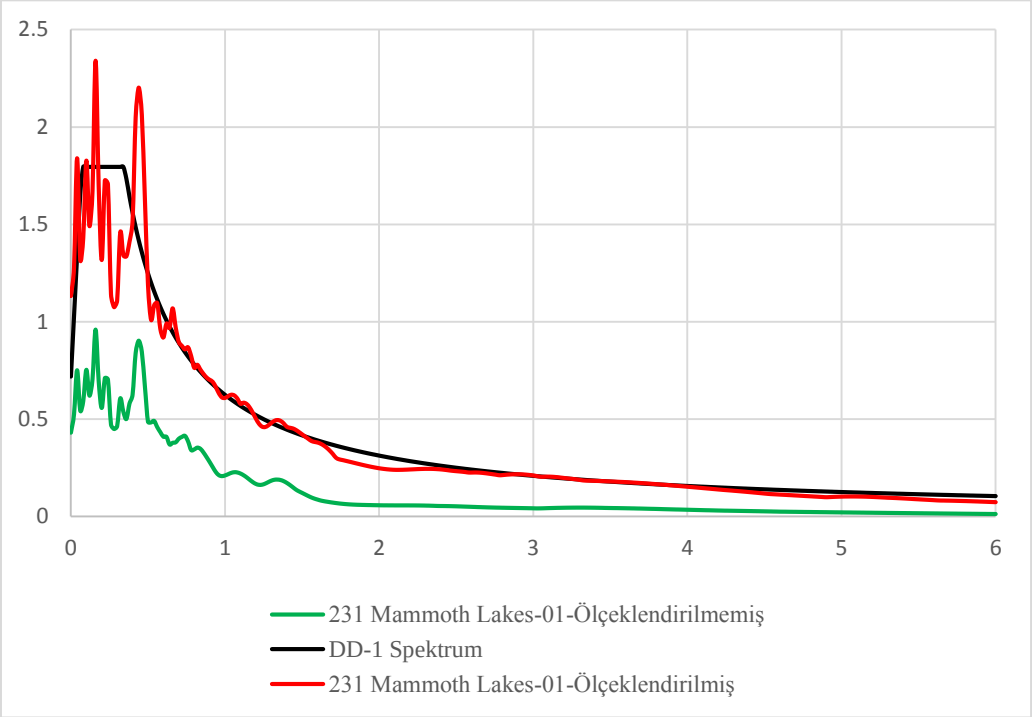
Şekil 3.63. D2 Doğruntusunda Irpina Deprem Kaydı Spektrumları



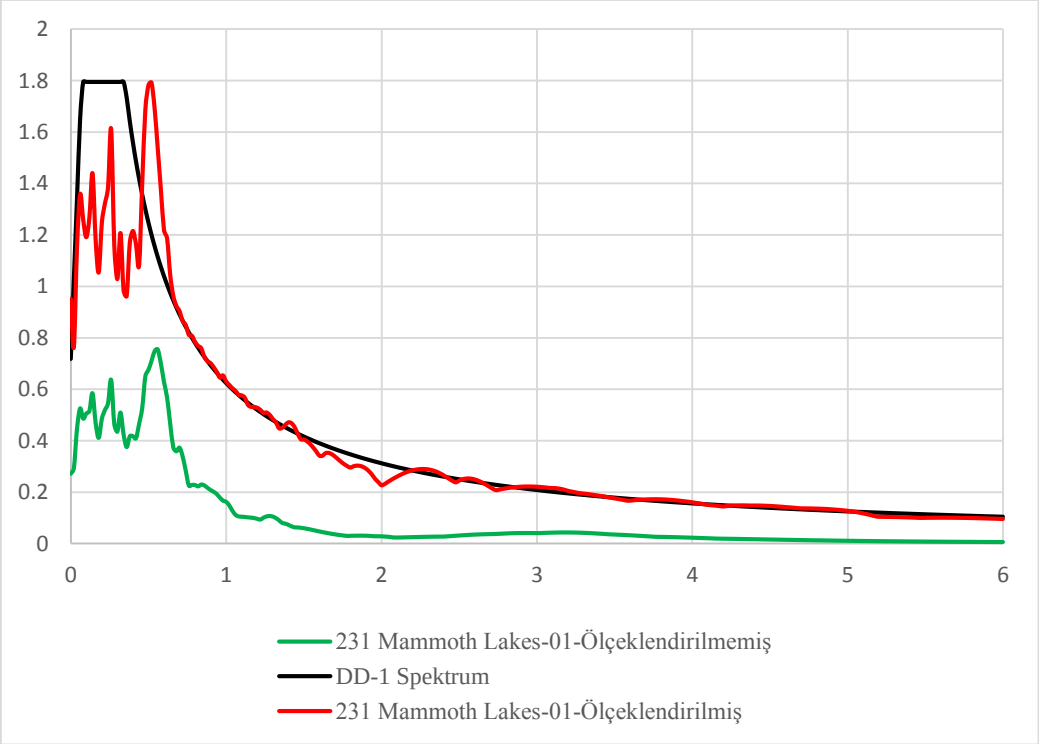
Şekil 3.64. D1 Doğruntusunda Cap Mendocino Deprem Kaydı Spektrumları



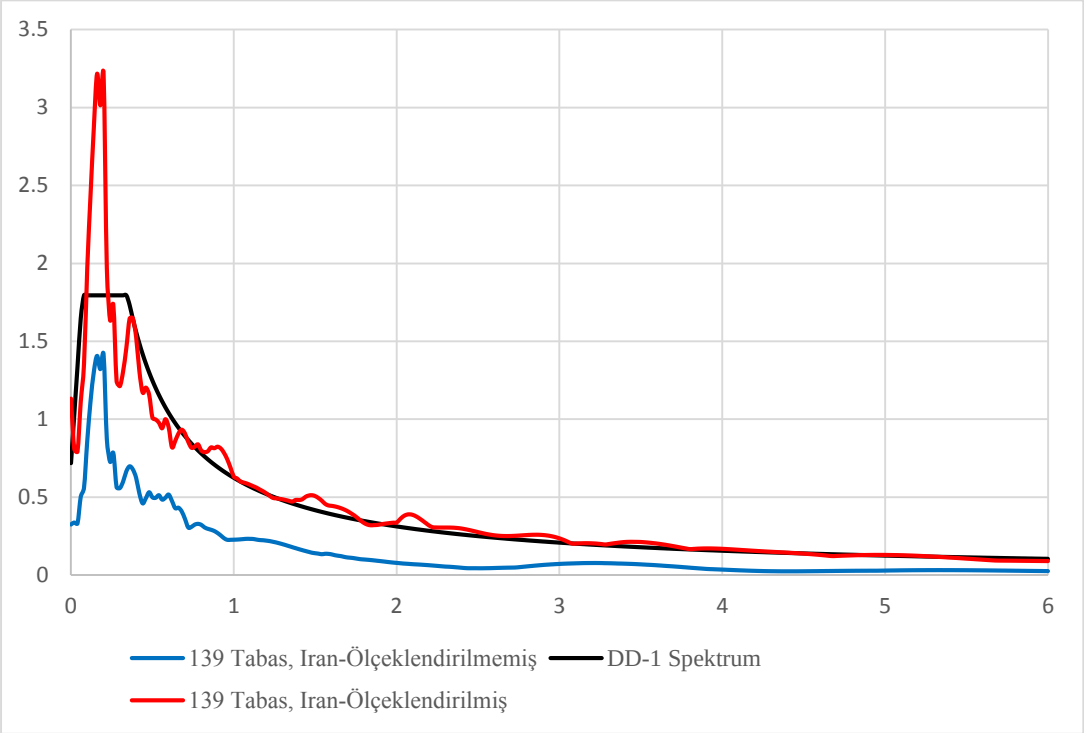
Şekil 3.65. D2 Doğruntusunda Cap Mendocino Deprem Kaydı Spektrumları



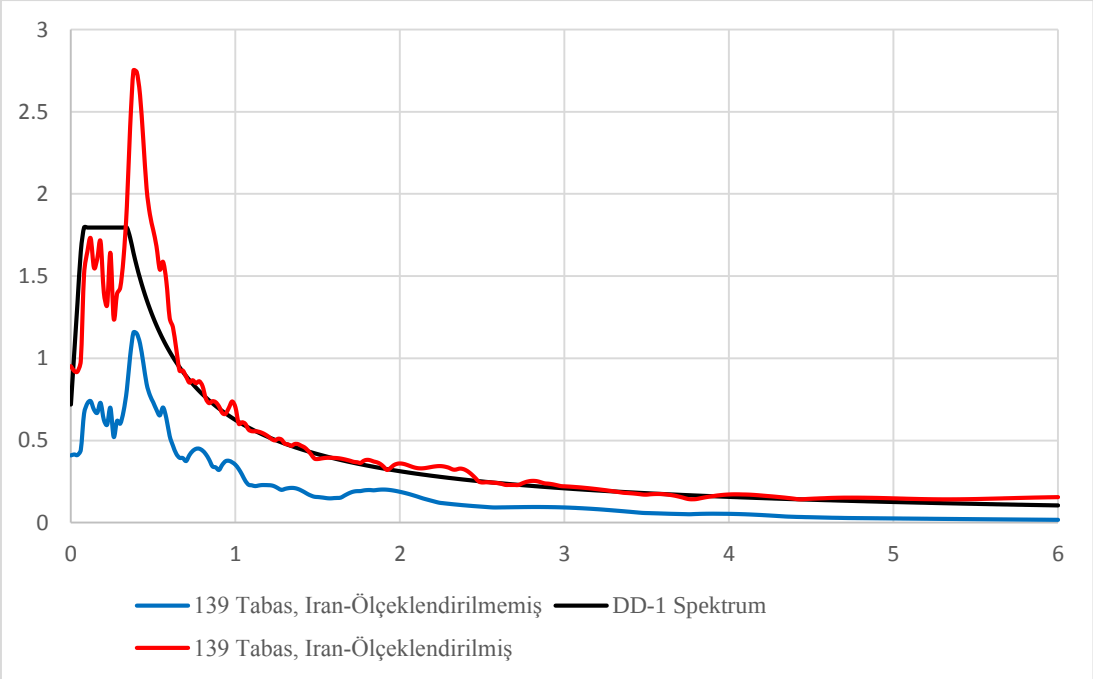
Şekil 3.66. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kaydı Spektrumları



Şekil 3.67. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kaydı Spektrumları

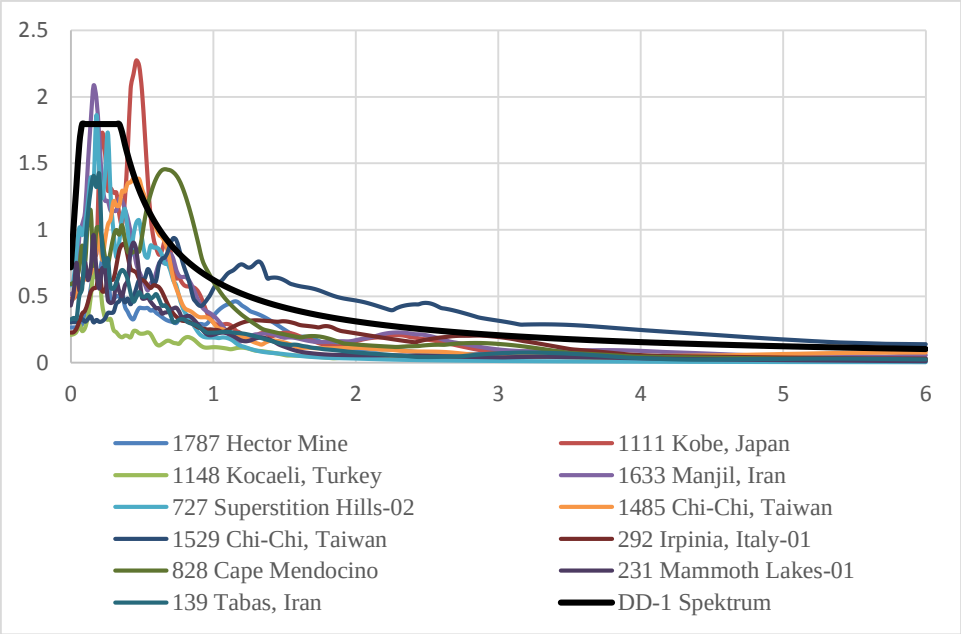


Şekil 3.68. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kaydı Spektrumları

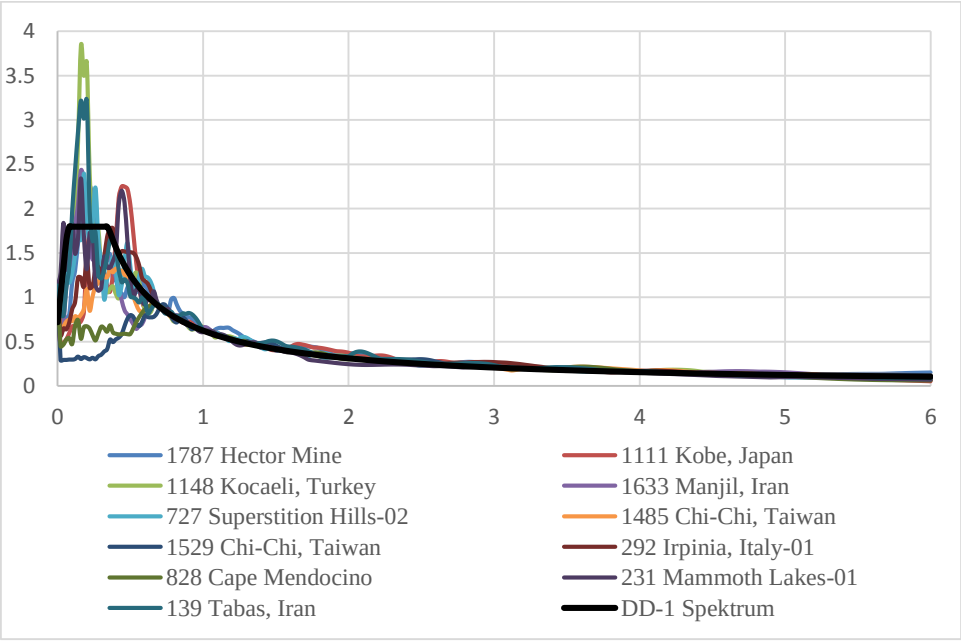


Şekil 3.69. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kaydı Spektrumları

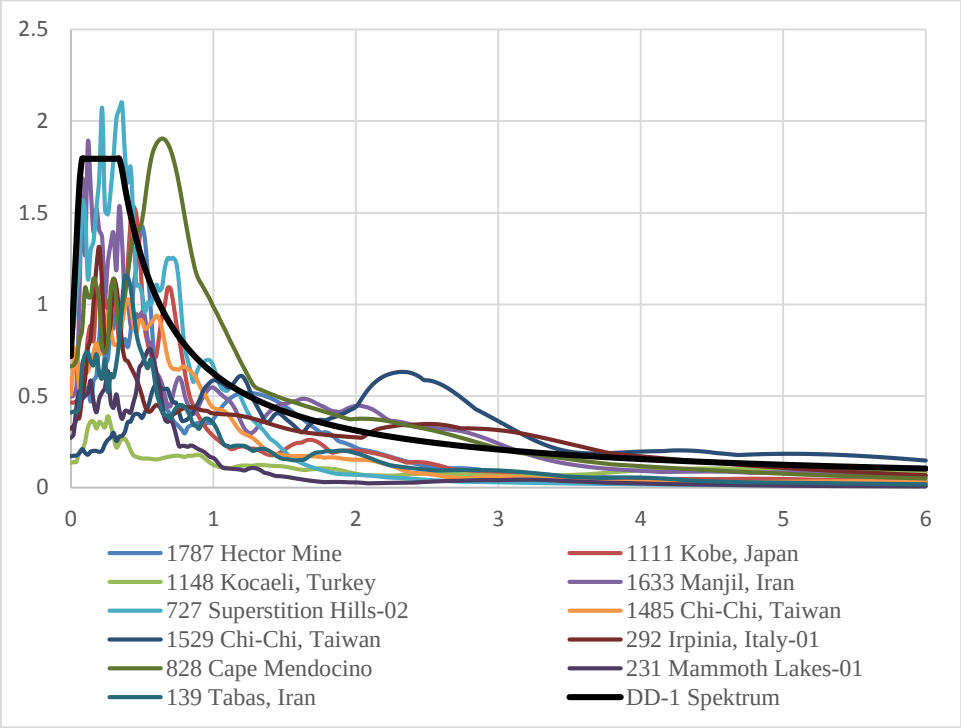
Şekil 3.70 ila **Şekil 3.73**'de ise tüm seçilmiş deprem kayıtlarının ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş yatay spektrumları, DD-1 spektumumu ile karşılaştırılmıştır.



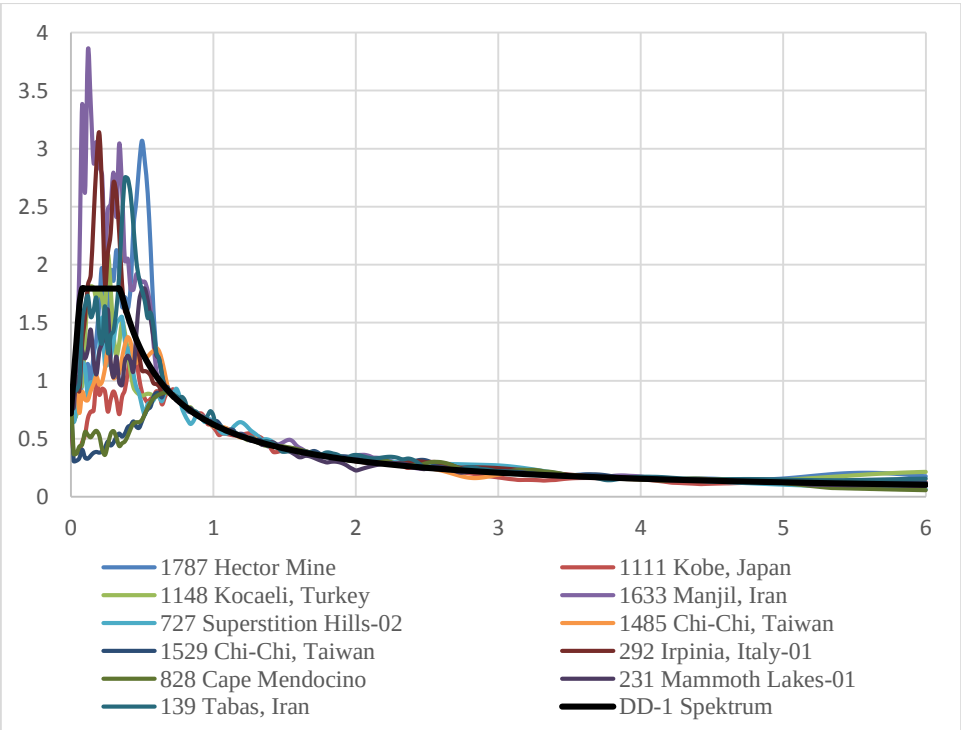
Şekil 3.70. D1 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmemiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları



Şekil 3.71. D1 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları

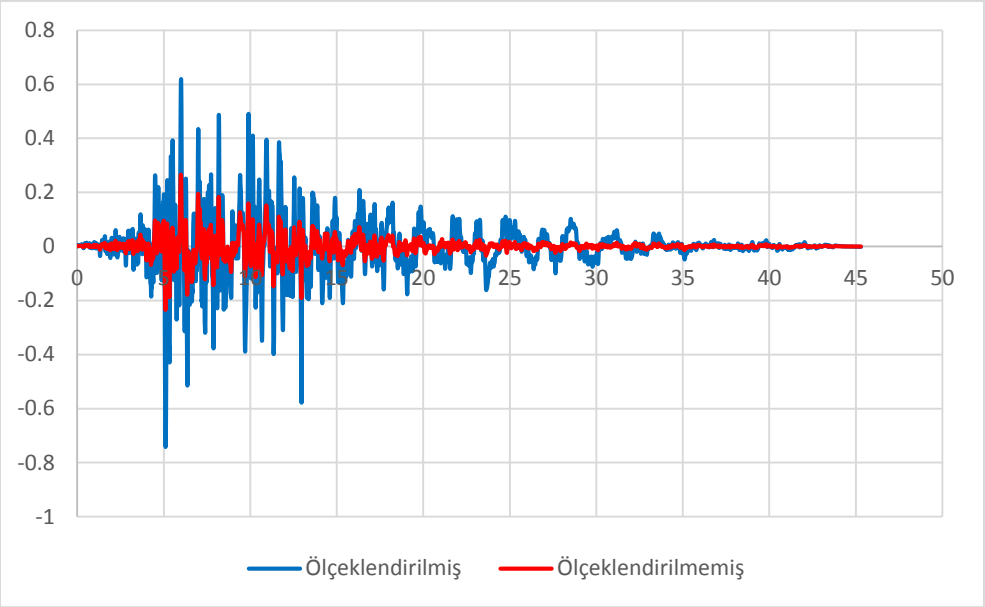


Şekil 3.72. D2 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmemiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları

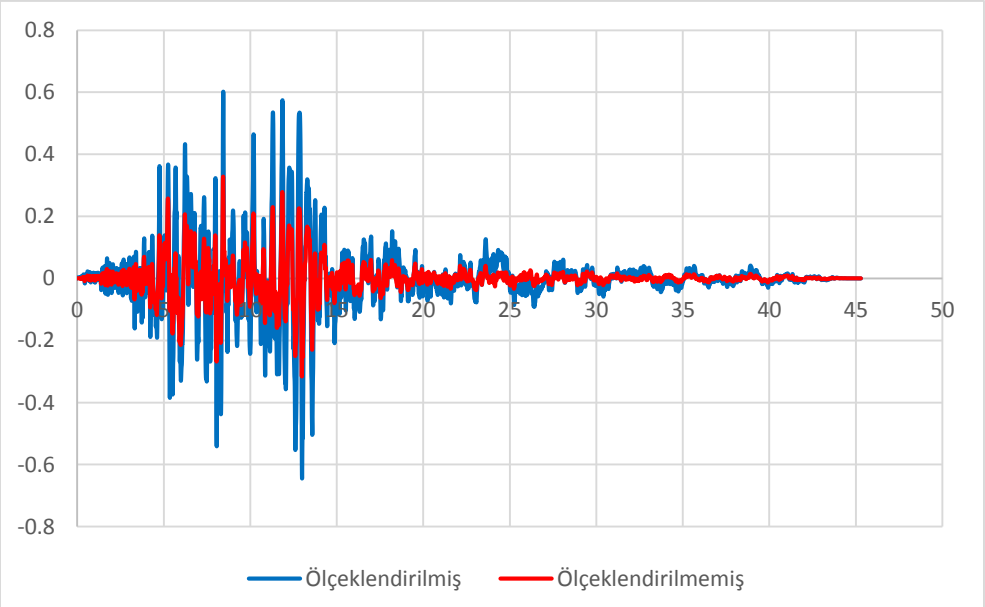


Şekil 3.73. D2 Doğruntusunda Tüm Ölçeklendirilmiş Deprem Kayıtlarının Spektrumları

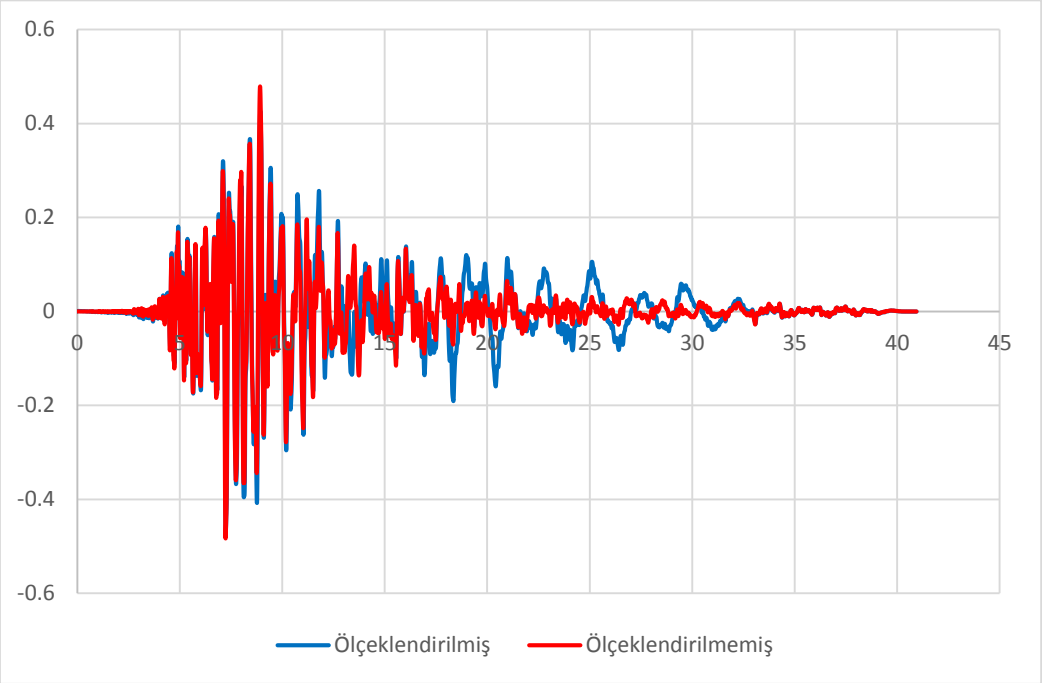
Şekil 3.74 ila **Şekil 3.95**'de ise D1 ve D2 doğruntusuna ayıt ölçeklendirilmiş ve ölçeklendirilmemiş deprem ivme kayıtları sunulmuştur.



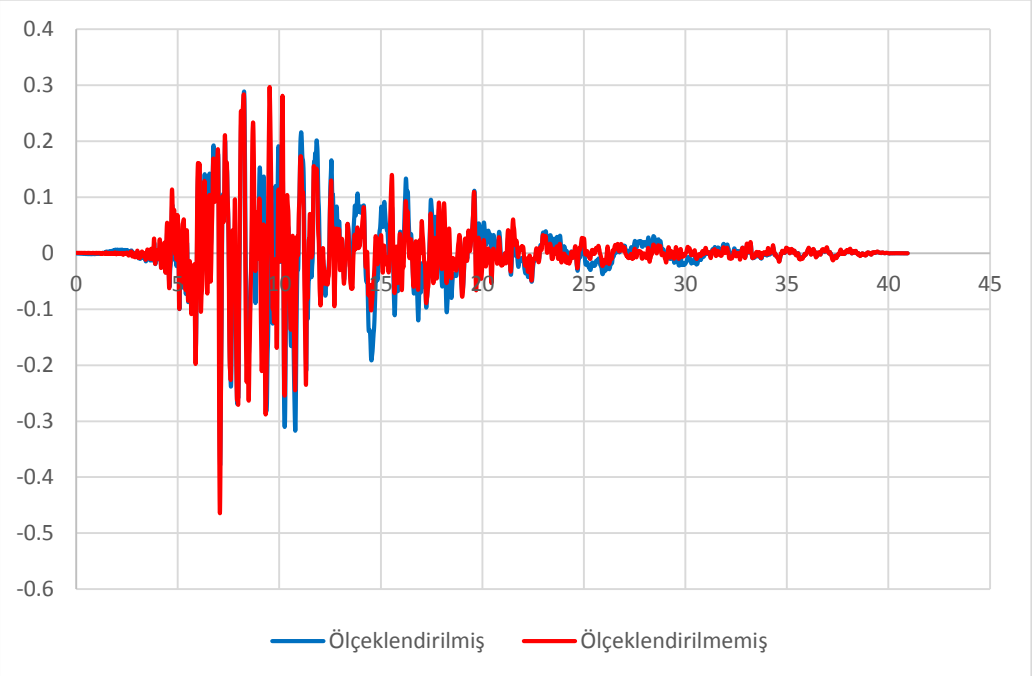
Şekil 3.74. D1 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kayıdı



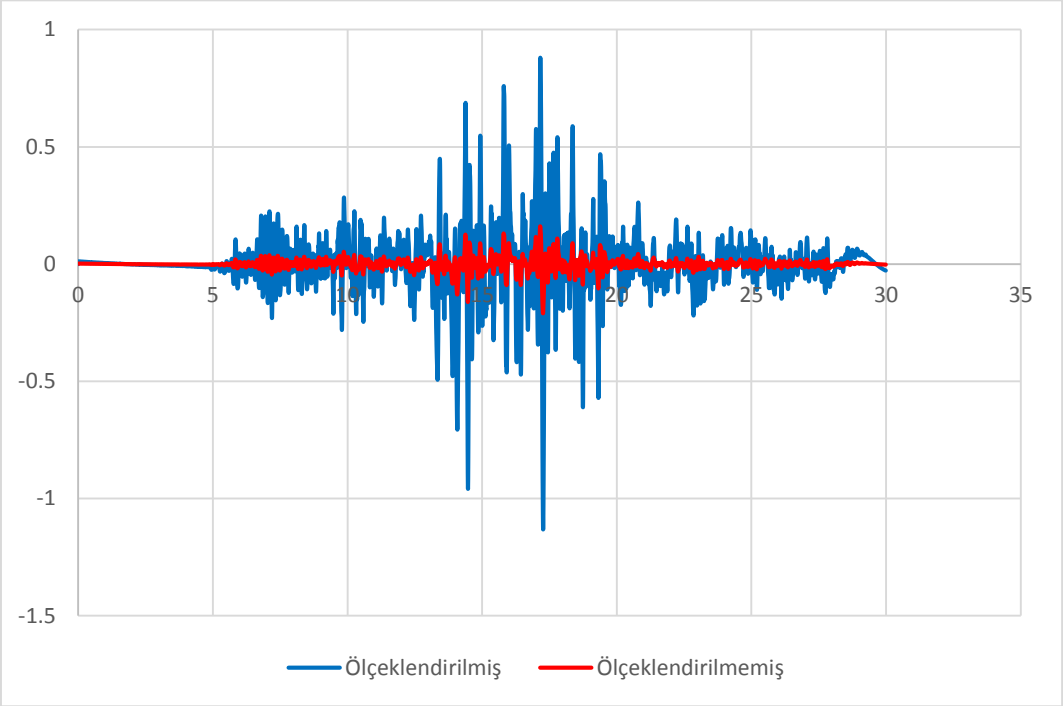
Şekil 3.75. D2 Doğruntusunda Hector Mine Deprem Kayıdı



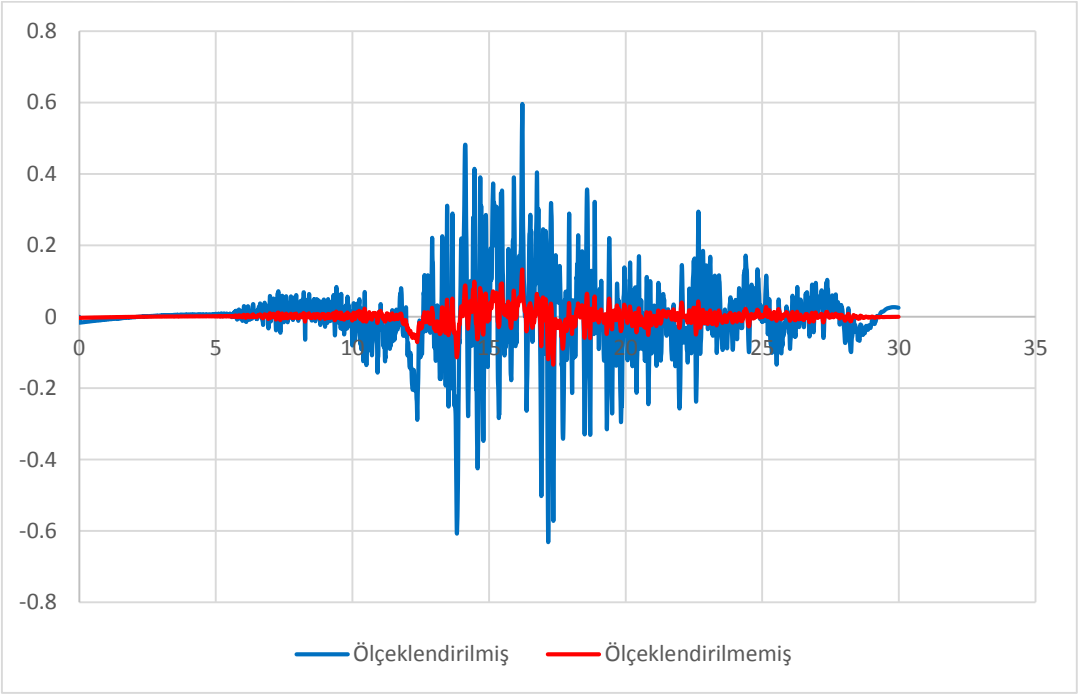
Şekil 3.76. D1 Doğruntusunda Kobe Deprem Kayıdı



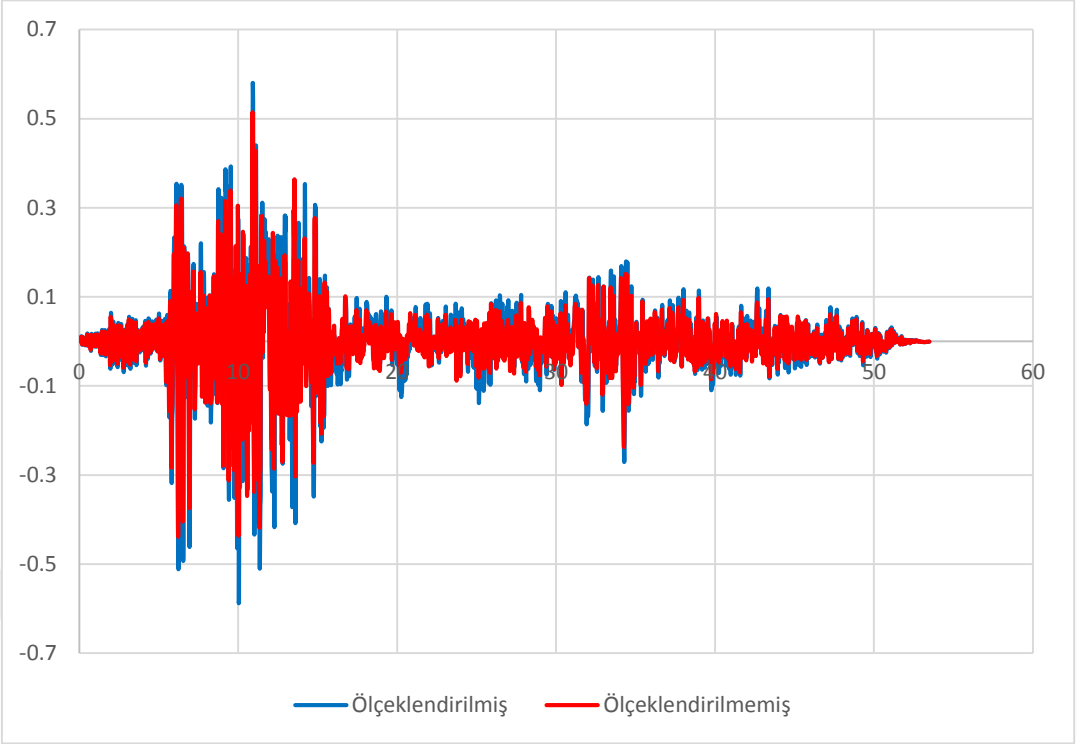
Şekil 3.77. D2 Doğruntusunda Kobe Deprem Kayıdı



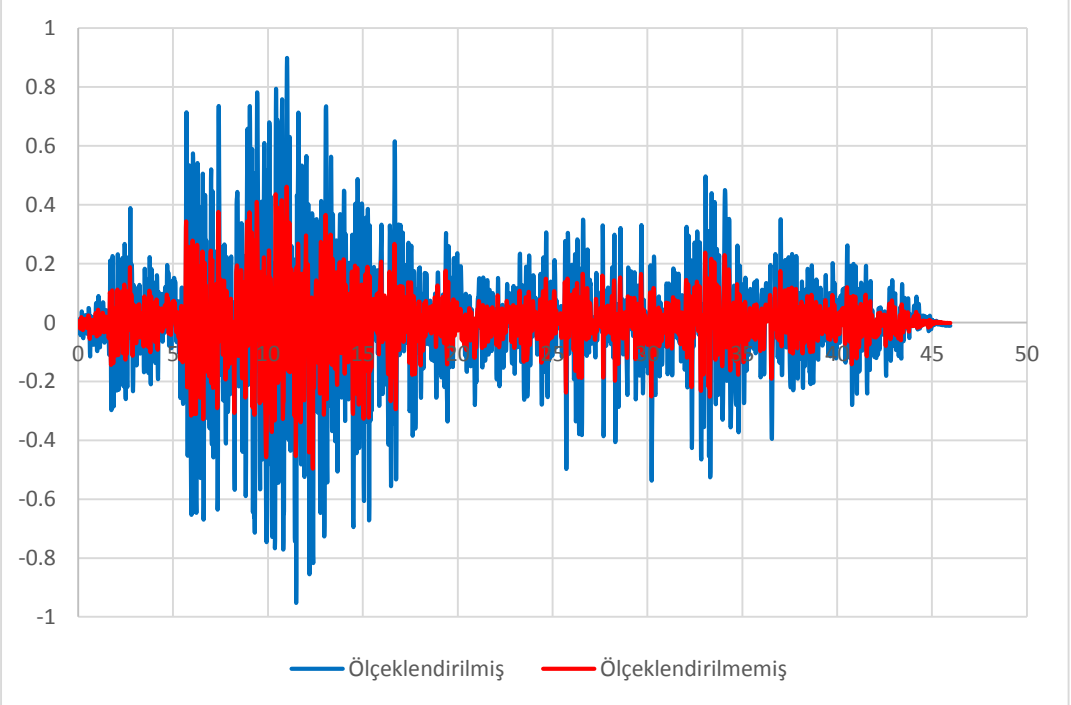
Şekil 3.78. D1 Doğruntusunda Kocaelie Deprem Kayıdı



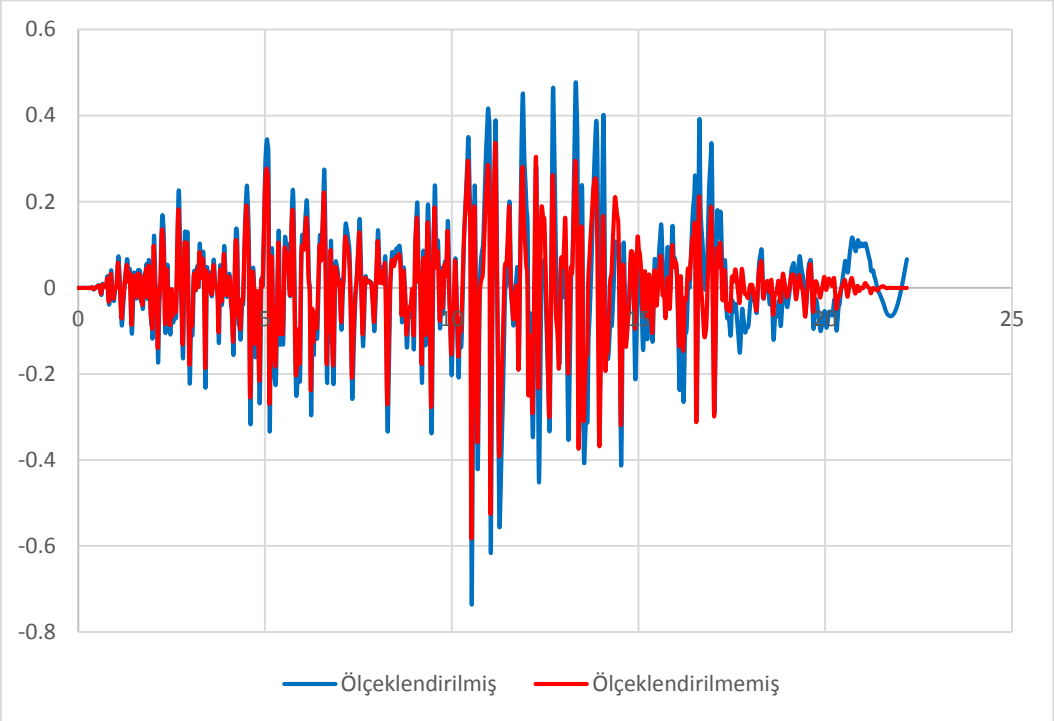
Şekil 3.79. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdı



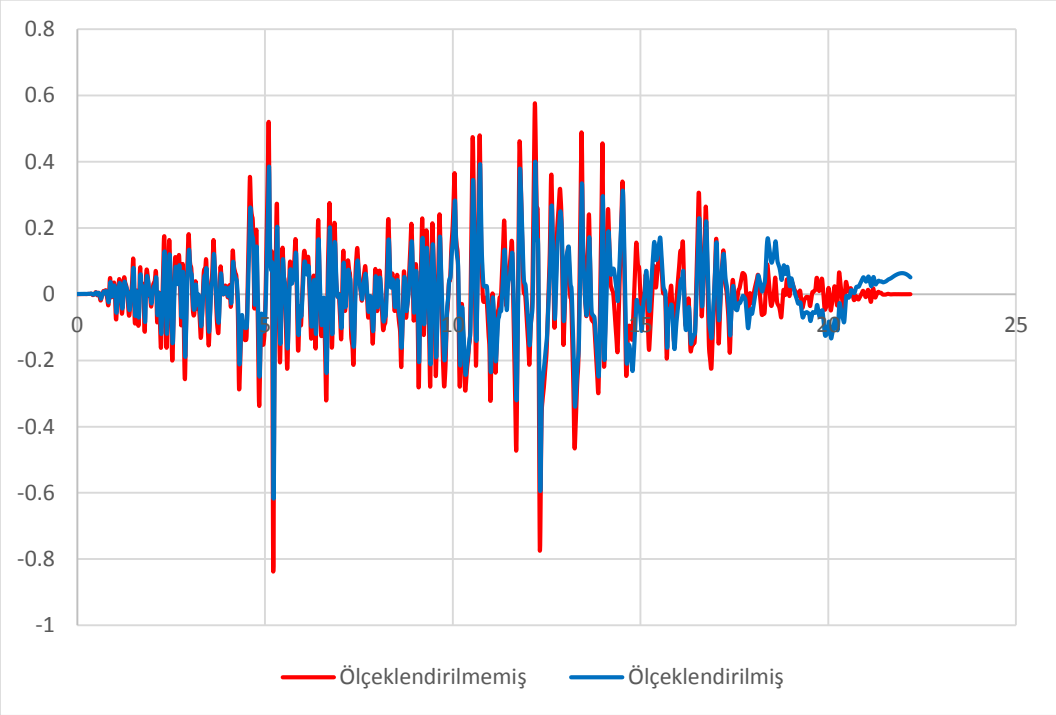
Şekil 3.80. D1 Doğruntusunda Manjil Deprem Kayıdı



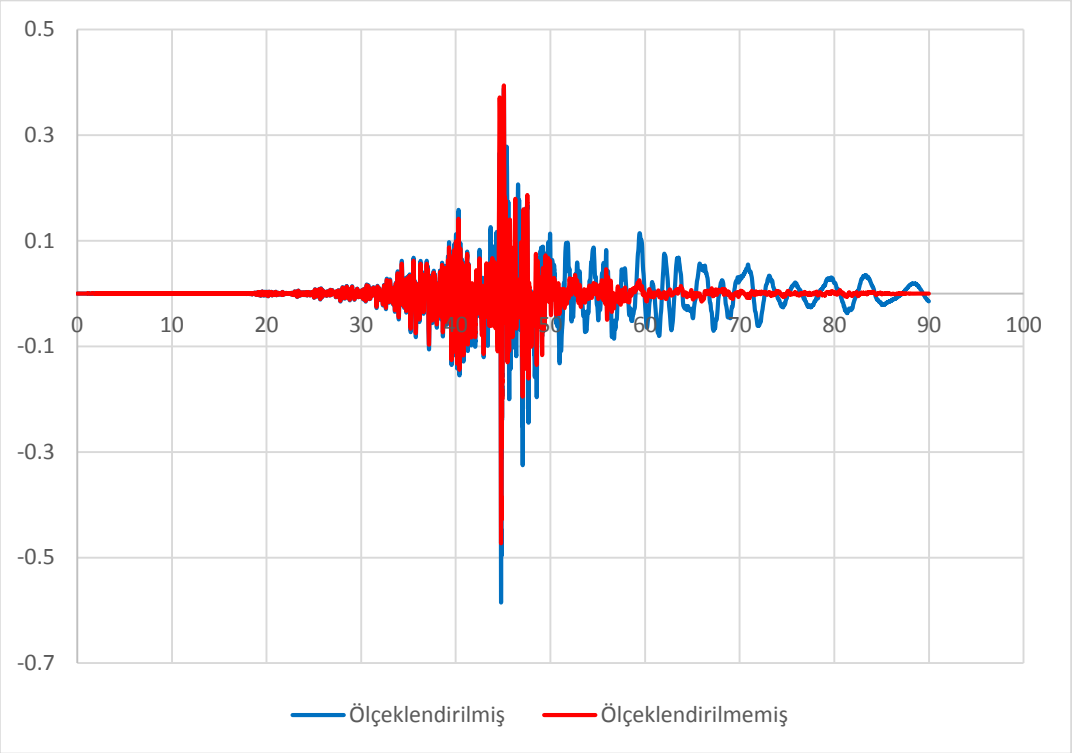
Şekil 3.81. D2 Doğruntusunda Manjil Deprem Kayıdı



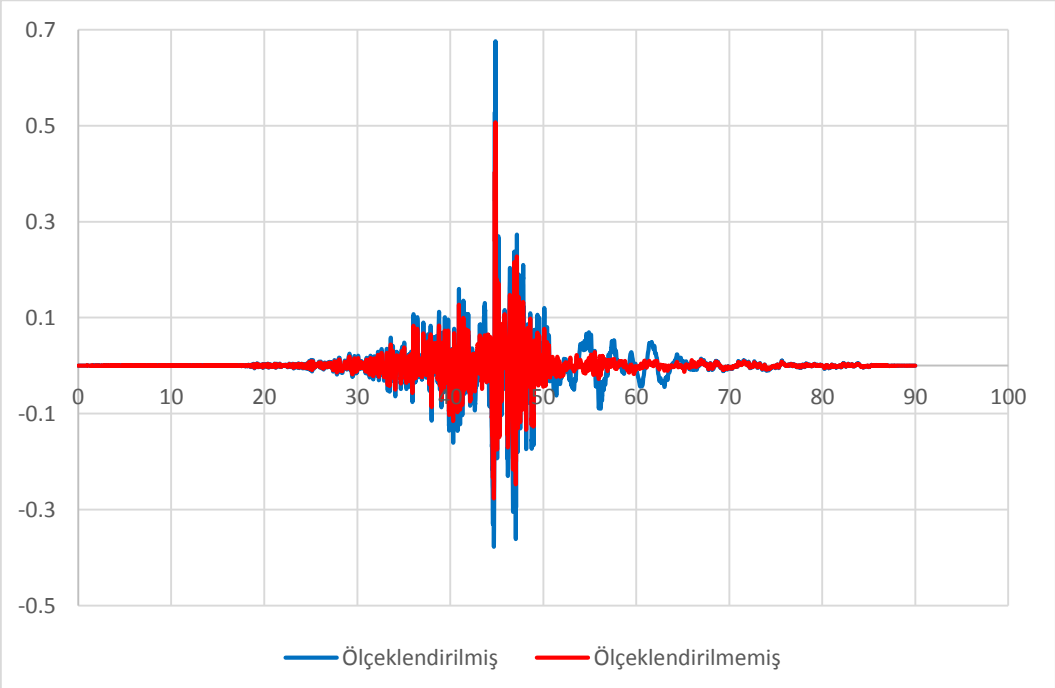
Şekil 3.82. D1 Doğruntusunda Superstition Hills-02 Deprem Kayıdı



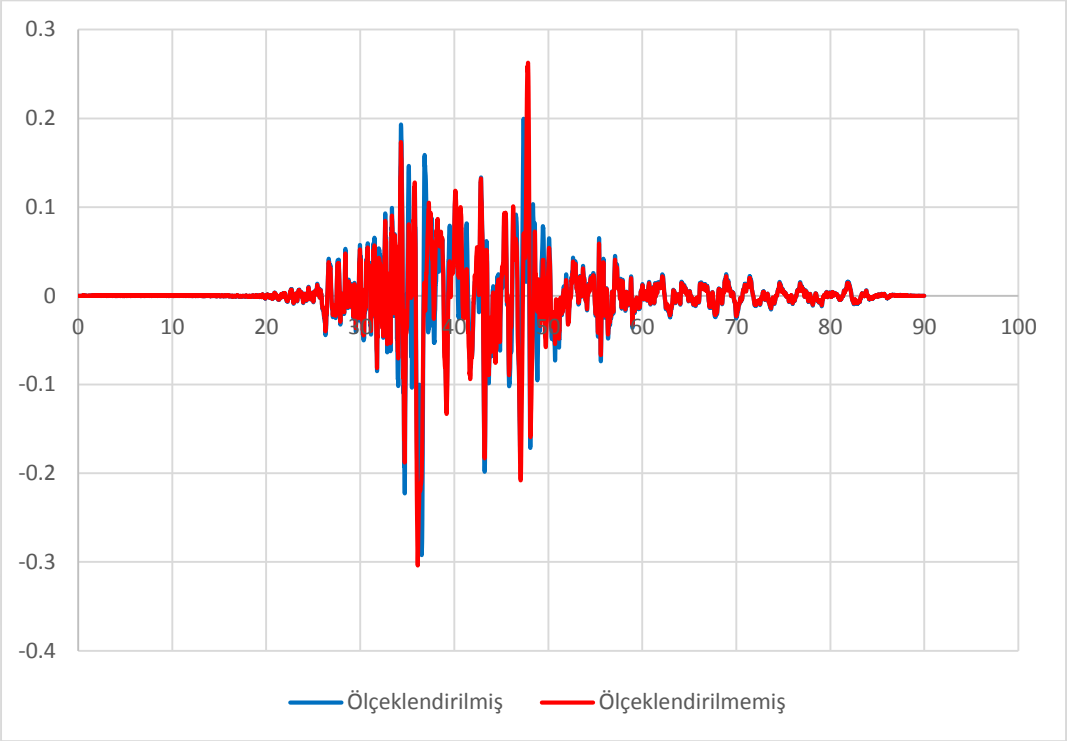
Şekil 3.83. D2 Doğruntusunda Superstition Hills-02 Deprem Kayıdı



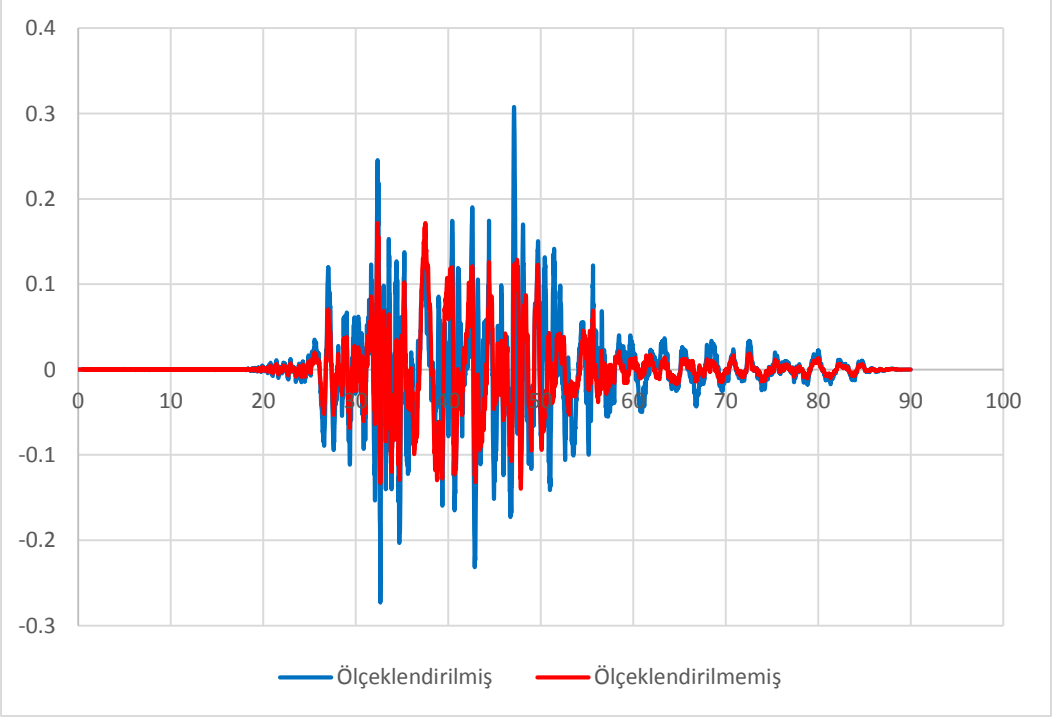
Şekil 3.84. D1 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Deprem Kayıdı



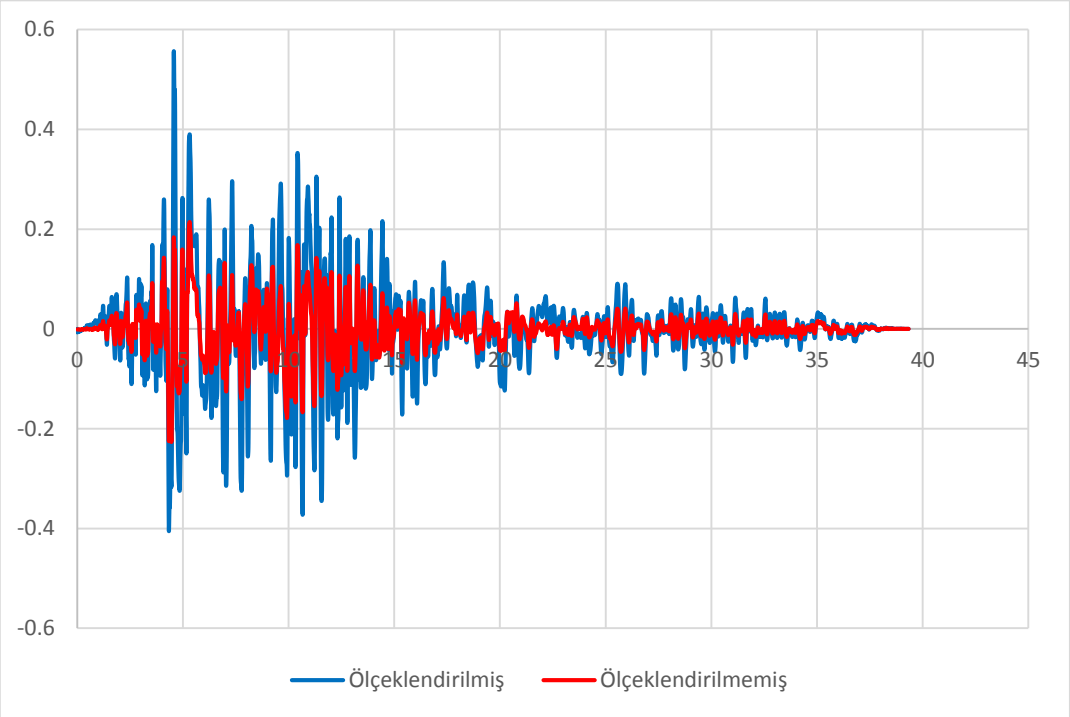
Şekil 3.85. D2 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Deprem Kayıdı



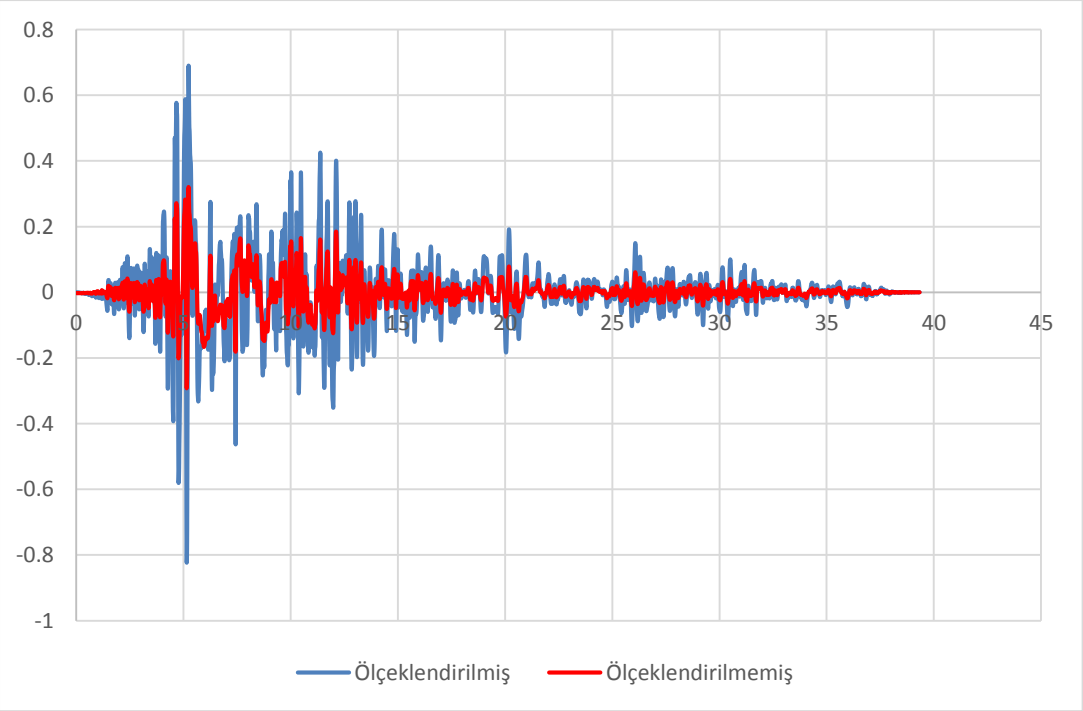
Şekil 3.86. D1 Doğruntusunda 1529-Chi Chi Deprem Kayıdı



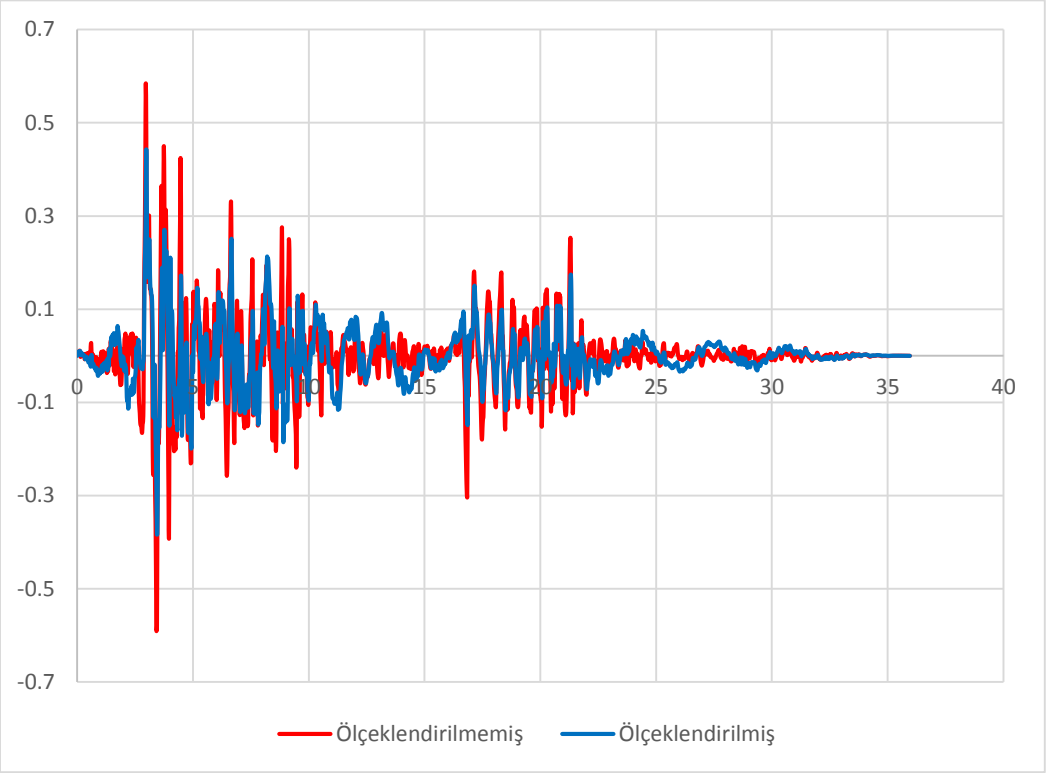
Şekil 3.87. D2 Doğruntusunda 1529-Chi Chi Deprem Kayıdı



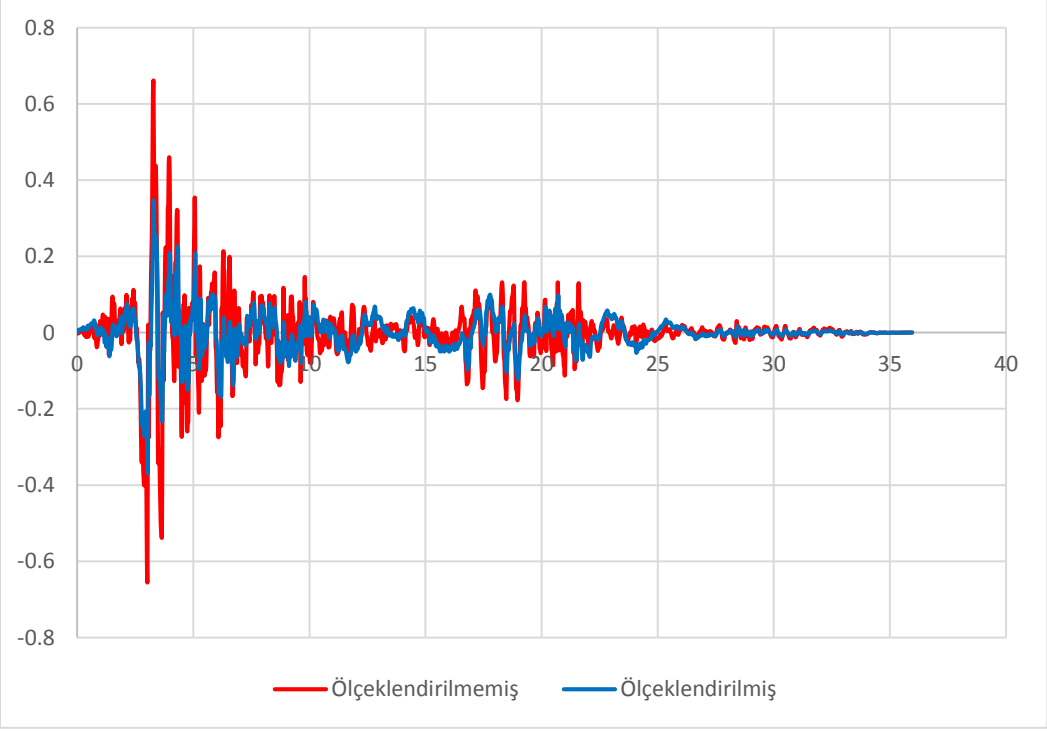
Şekil 3.88. D1 Doğruntusunda Irpinia Deprem Kayıdı



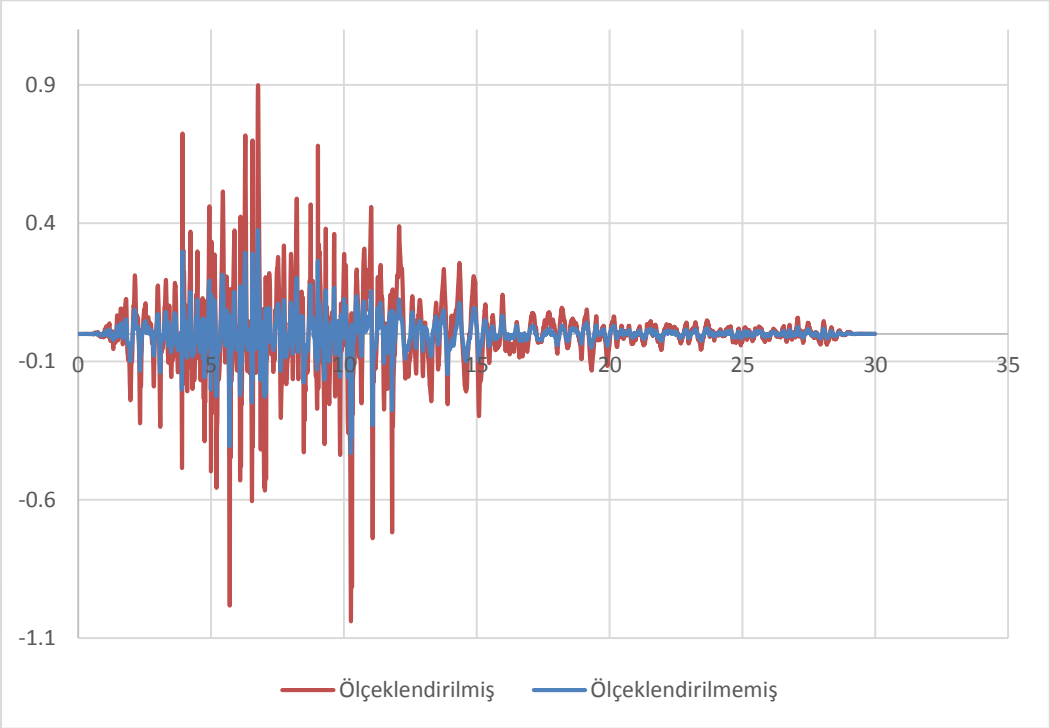
Şekil 3.89. D2 Doğruntusunda Irpinia Deprem Kayıdı



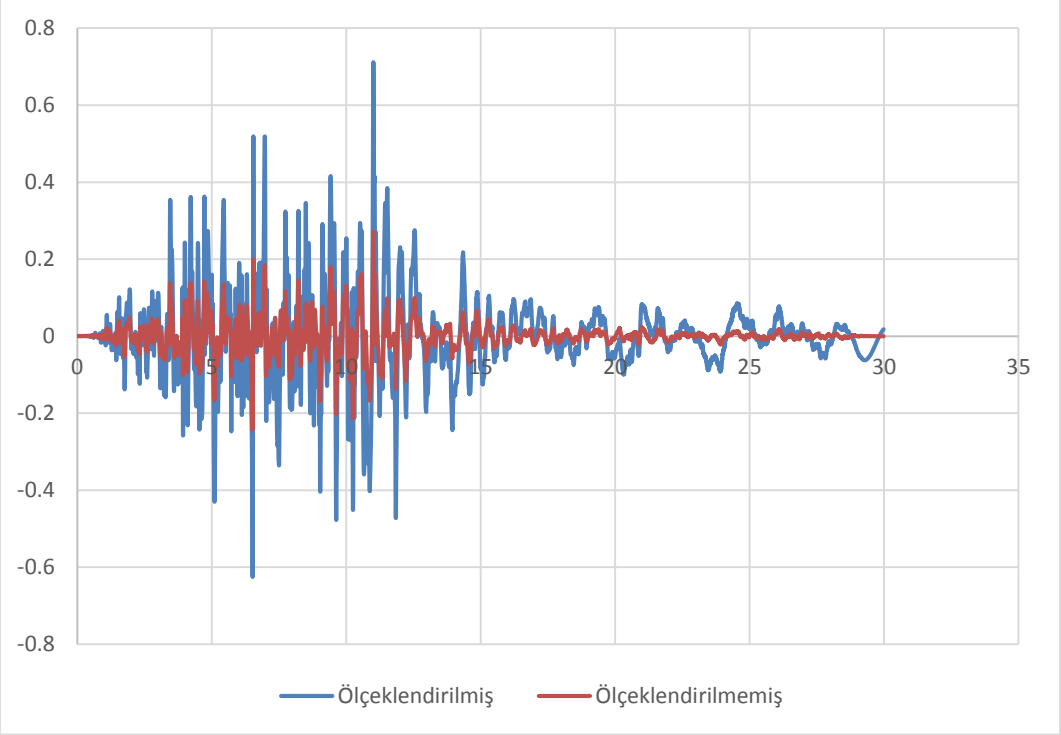
Şekil 3.90. D1 Doğruntusunda Cape Mendocino Deprem Kayıdı



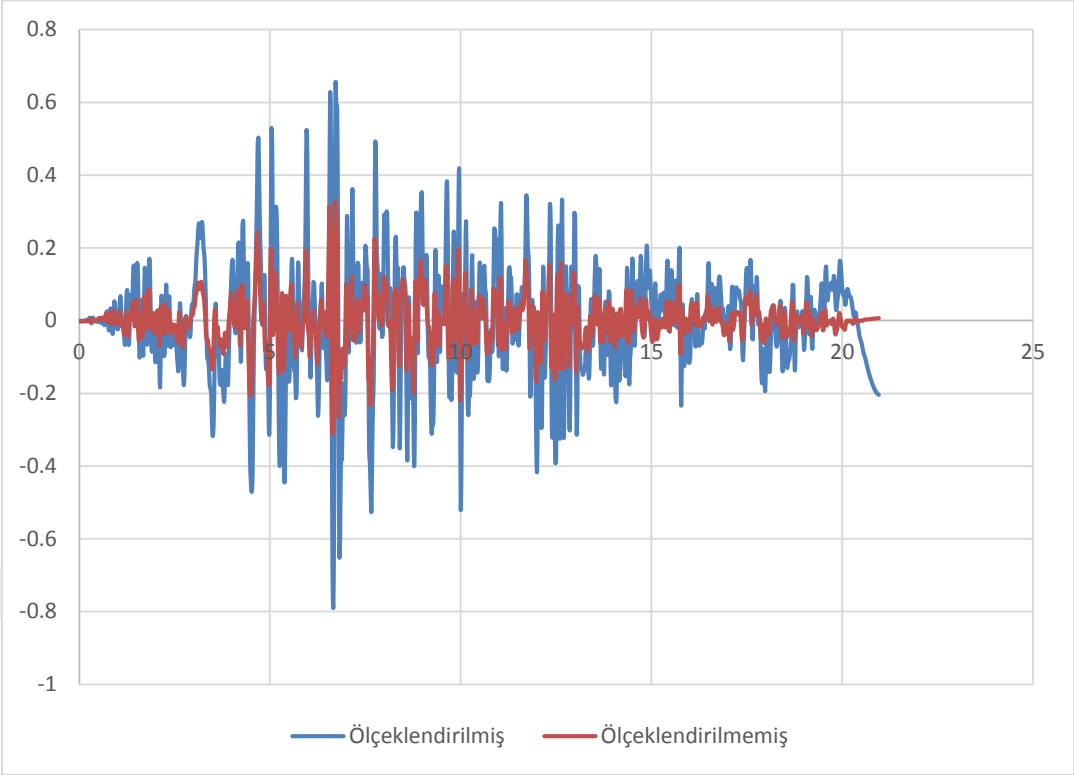
Şekil 3.91. D2 Doğruntusunda Cape Mendocino Deprem Kayıdı



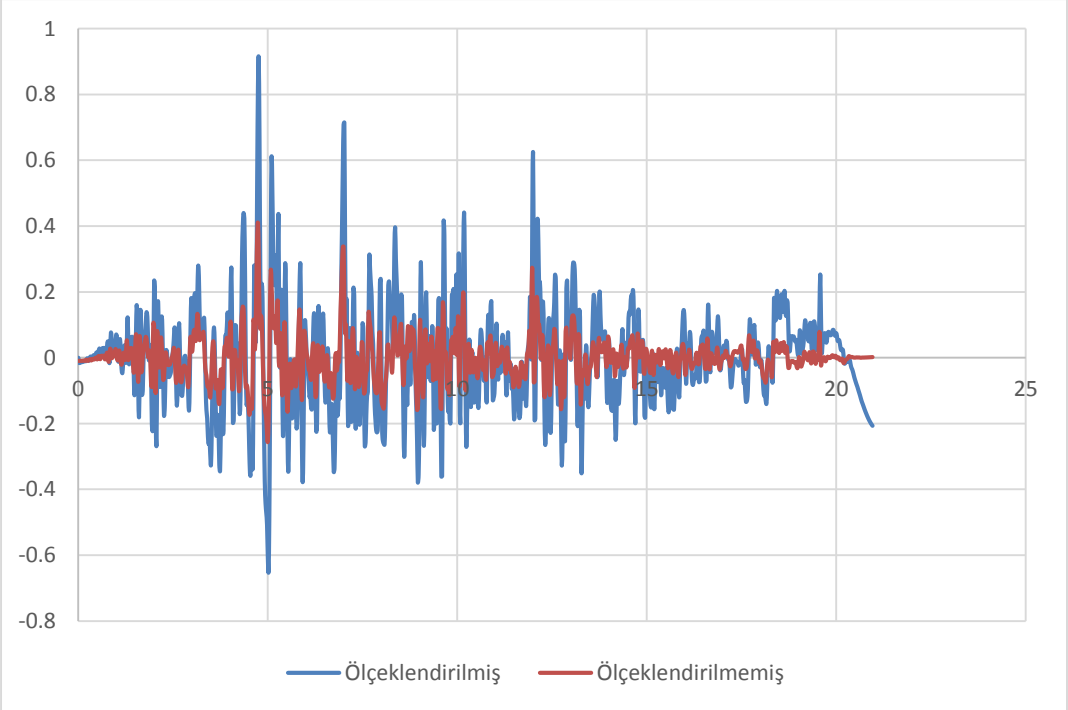
Şekil 3.92. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kayıdı



Şekil 3.93. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes-01 Deprem Kayıdı



Şekil 3.94. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdı



Şekil 3.95. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdı

Şekil 3.74 ila **Şekil 3.95**'de sunulan ölçeklendirilmiş deprem kayıtlarının içinde bazı kayıtlarda ivme değerleri kaydının sonuna doğru sıfır değerine varmamıştır. Bu sorunun nedeni yazılımın bazen interpolasyon yapma gücünün kısıtlı kalmasıdır ve bunun tek çözüm yöntemi ise ölçeklendirme için bir kod geliştirilmesidir ki bu tez kapsamının dışında kalmaktadır.

Ancak söz konusu olan hatanın analiz sonuçlarını etkilemesini önlemek amacıyla ölçeklendirilmiş deprem ivme kayıtlarının sonuna doğru sıfır değerinin geçtiği kısmı kesilecektir. Zira deprem kayıtlarına ayit tüm deprem aralığı değilde belki deprem kaydına ayit iki parametre analiz sonuçlarında önem arzetmektedir. Bu parametreler ise *Signficant Duration* ve *Effective Duration* olarak *PEER* data bankasından seçilen kayıtlarda için *SeismoSignal* yazılım programı vasıtasıyla D1 ve D2 doğruntusunda elde edilmiş ve **Tablo 3.157**'de özetlenmiştir.

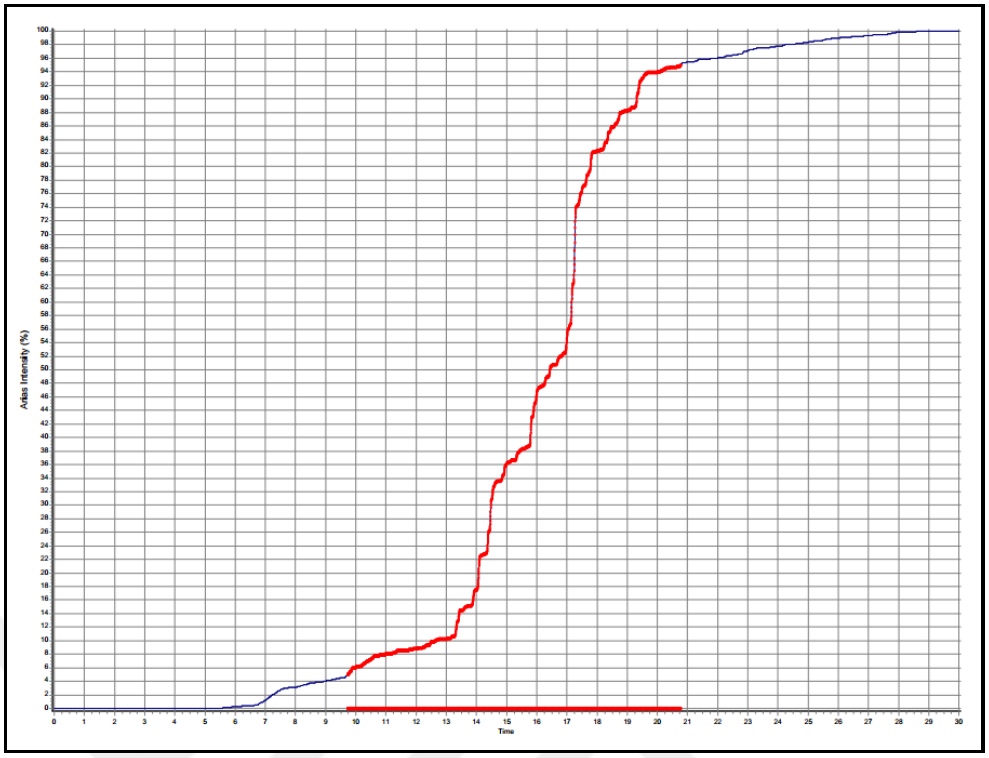
Tablo 3.157: Deprem Kayıtlarının Zaman Aralığı Parametreleri

Deprem	Toplam Kayıt Zamanı	Signficant Duration (PEER)	Signficant Duration (SeismoSignal)	Effective Duration (SeismoSignal)
Hector Mine	45.29	11.7	11.67	11.72
			9.65	9.33
Kobe	40.94	11.2	9.6	9.48
			11.25	11.30
Kocaeli	29.99	11.1	11.05	11.27
			10.235	10.885
Manjil	53.48	29.1	28.66	28.64
			29.08	29.14
Superstition Hills-02	22.19	12.3	12.32	12.32
			12.25	12.24

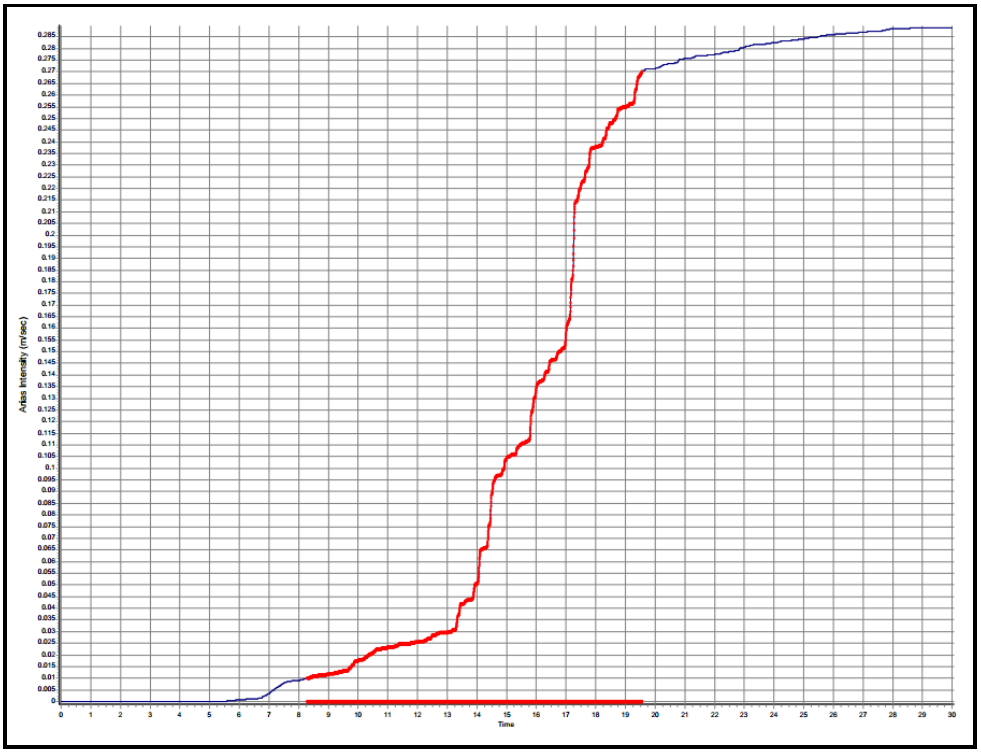
Chi-Chi, Taiwan	89.99	11.3	11.34	11.345
			10.82	10.89
Chi-Chi, Taiwan	89.99	19.6	14.915	14.88
			19.605	19.675
Irpinia, Italy-01	39.336	15.2	15.024	14.6184
			15.2016	14.8512
Cape Mendocino	35.96	17.7	17.74	17.68
			16.08	16.08
Mammoth Lakes-01	29.985	10.9	10.91	10.725
			10.845	10.775
Tabas, Iran	20.96	11.3	11.34	11.56
			11.02	10.72

Signficant Duration parametresi hakkında TBDY-2018'de hiç bir ayrıntı, açıklama veya tevsiye yapılmamasına rağmen deperm mühendisliği literatürüne bağlı kalarak bu parametrenin modelin birinci moduna ayit periyodunun üç katı olarak tutulmaya çalışılmıştır. Bu yaklışım PEER data bankasının sunduğu değere göre (5-95% Duration) tüm kayıtlarda doğrulanmıştır. Ancak *SeismoSignal* yazılım programından elde edilen değerler (Signficant Duration) D1 ve D2 doğruntusuna bağlı kaldığından dolayı bazı kayıtlarda modelin birinci moduna ayit periyodunun üç katından daha küçük kalmıştır.

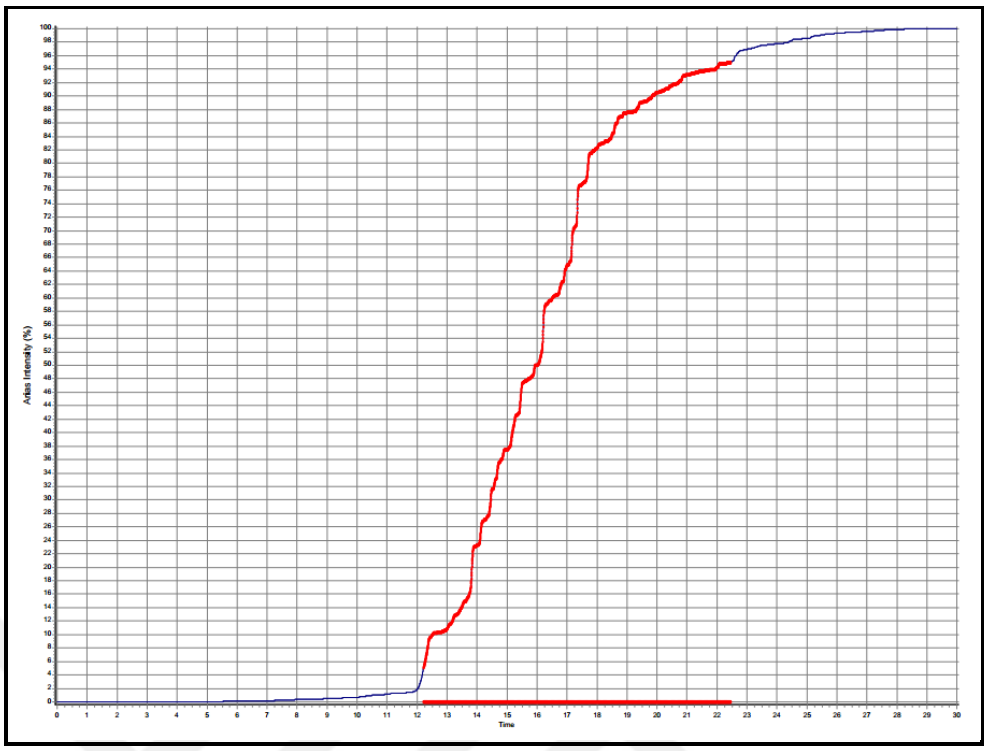
Şekil 3.96 ila **Şekil 3.115**'de söz konusu olana hataya sahip olan beş deprem ivme kaydının *SeismoSignal* yazılım programı vasıtasıyla *Signficant Duration* ve *Effective Duration* zaman aralıkları gösterilerek, bu kayıtların sonuna doğru sıfır ivme değerinin üstünde kalan bölgesinin kesilmesinin analiz sonuçlarında etki yaratmadığına dağir bir kanıt sunulmuştur.



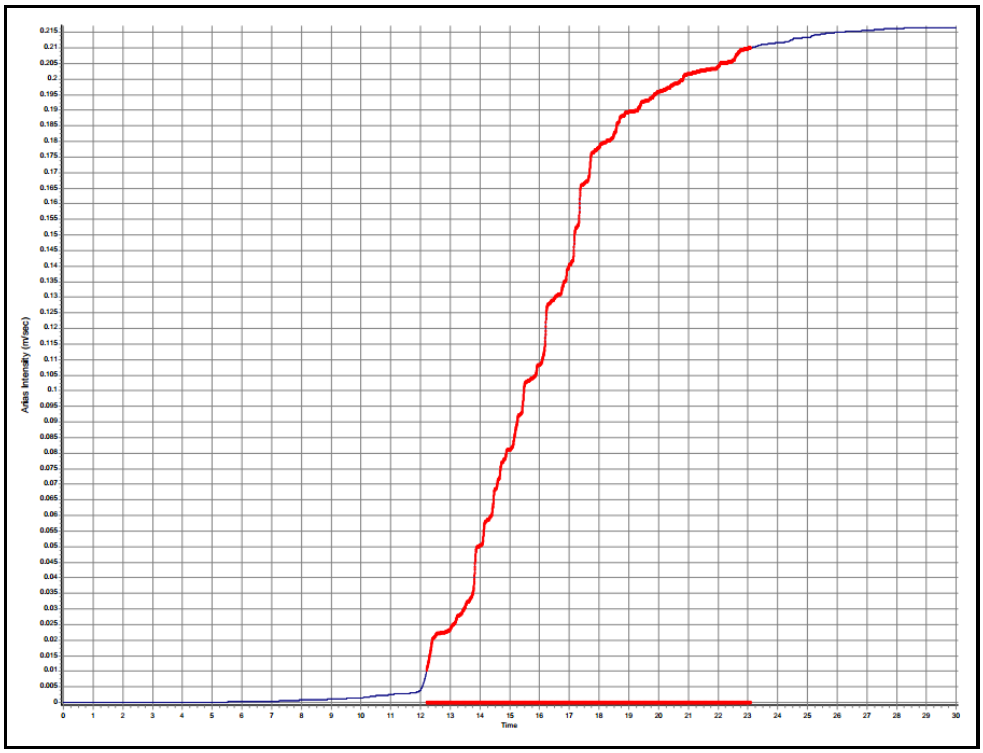
Şekil 3.96. D1 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi



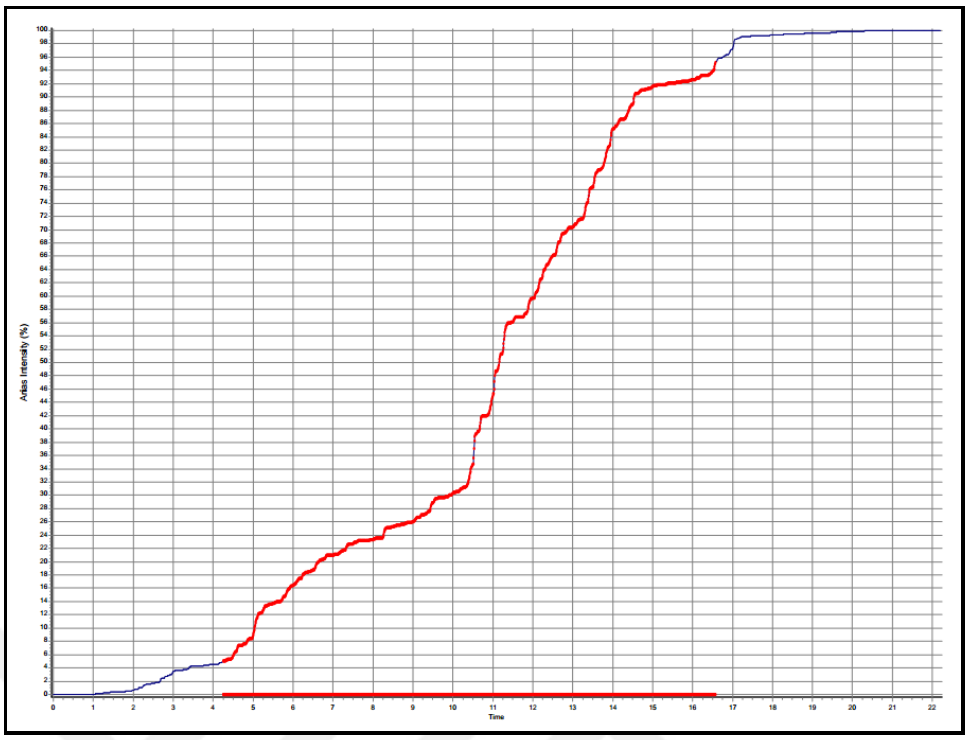
Şekil 3.97. D1 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi



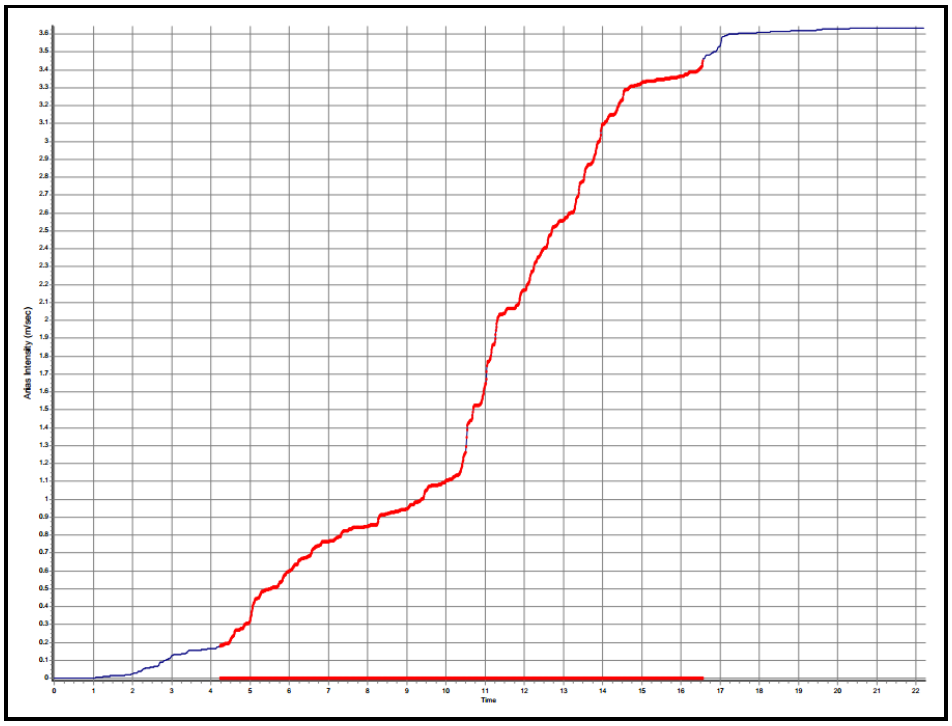
Şekil 3.98. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi



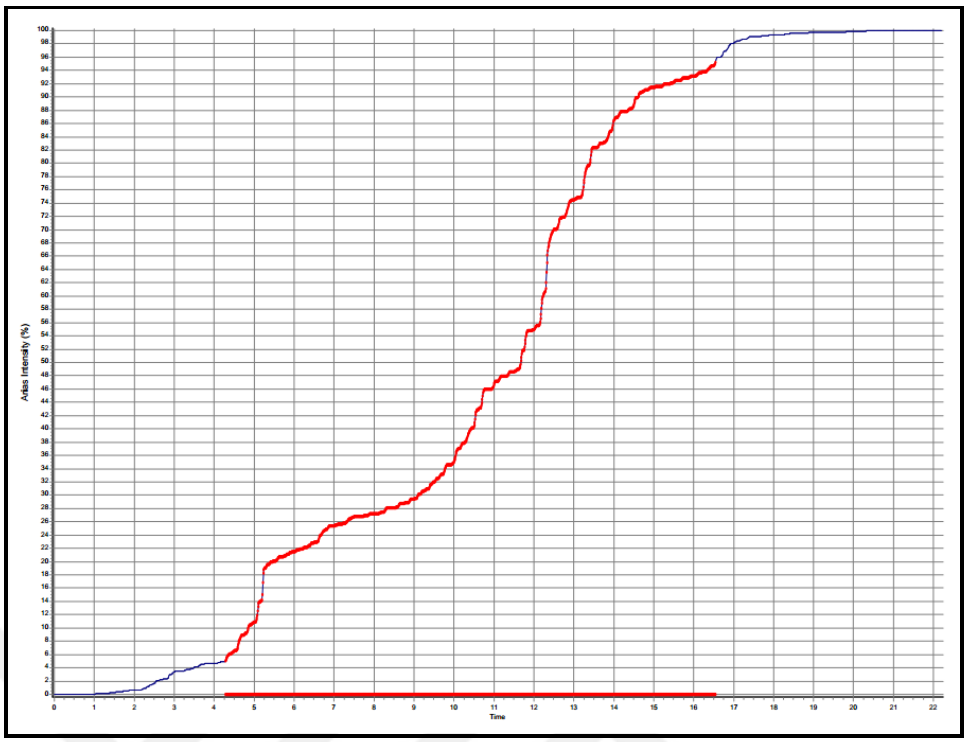
Şekil 3.99. D2 Doğruntusunda Kocaeli Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi



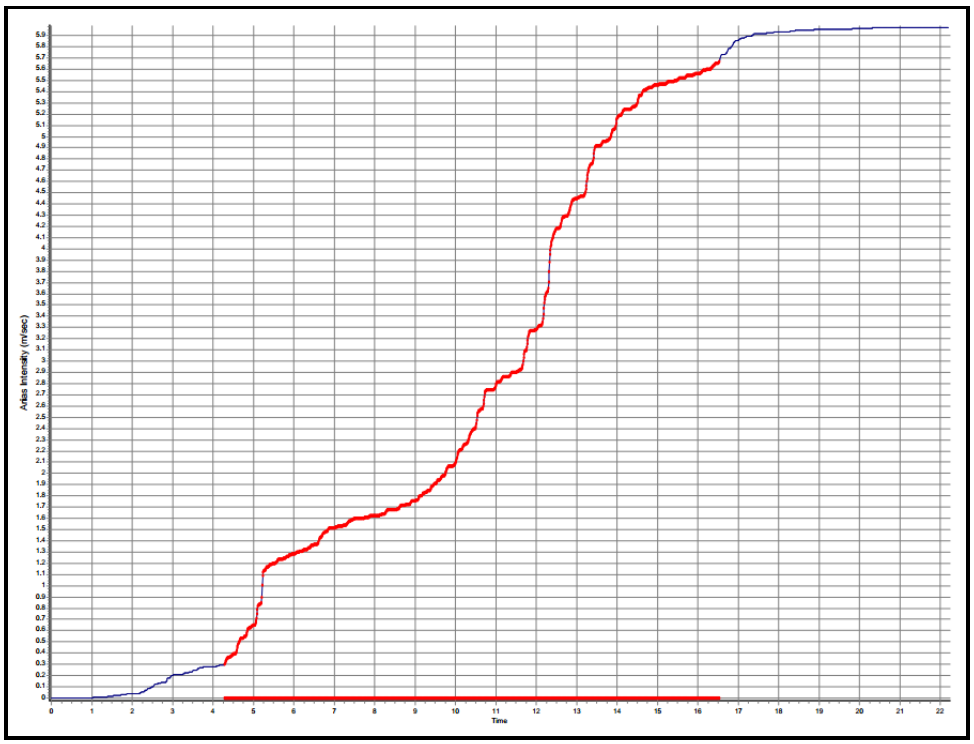
Şekil 3.100. D1 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Signficant Duration Parametresi



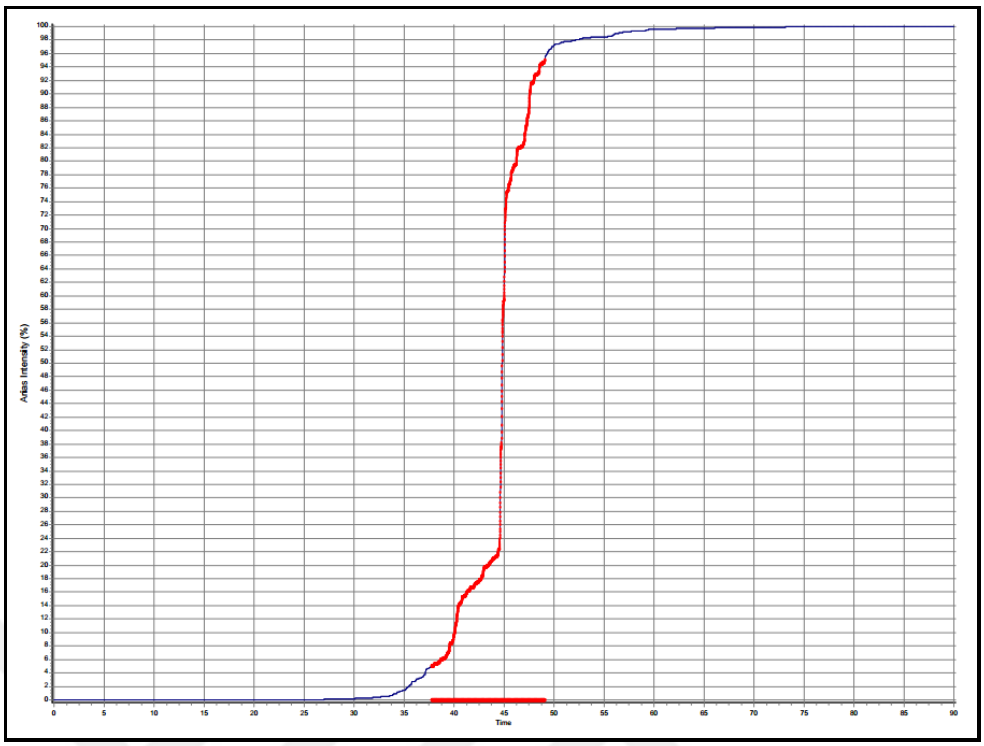
Şekil 3.101. D1 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Effective Duration Parametresi



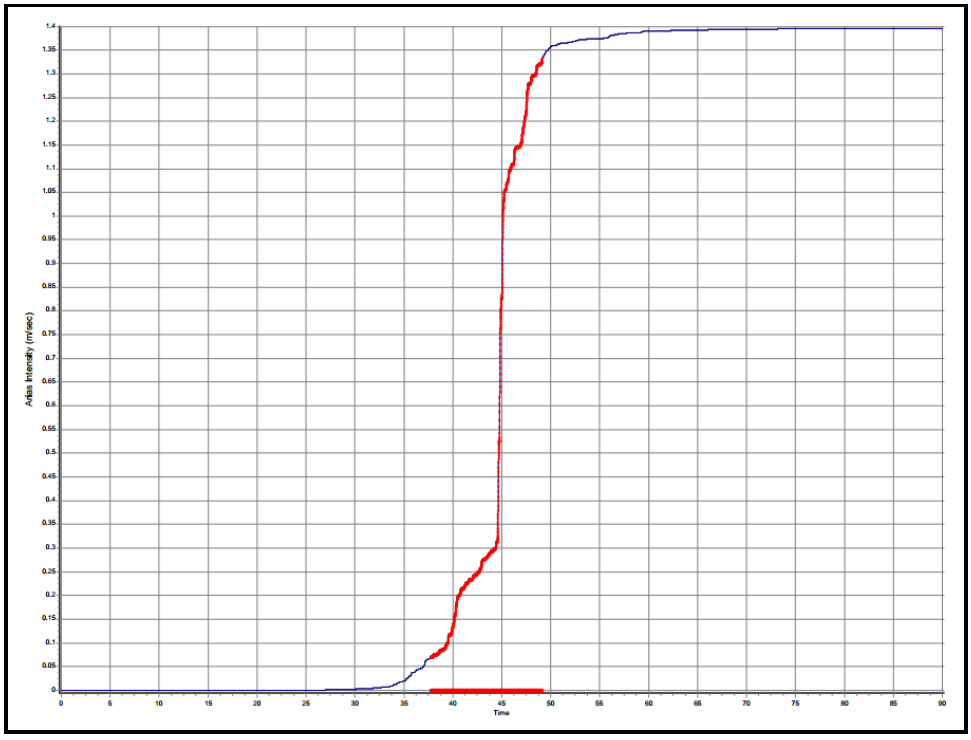
Şekil 3.102. D2 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Signficant Duration Parametresi



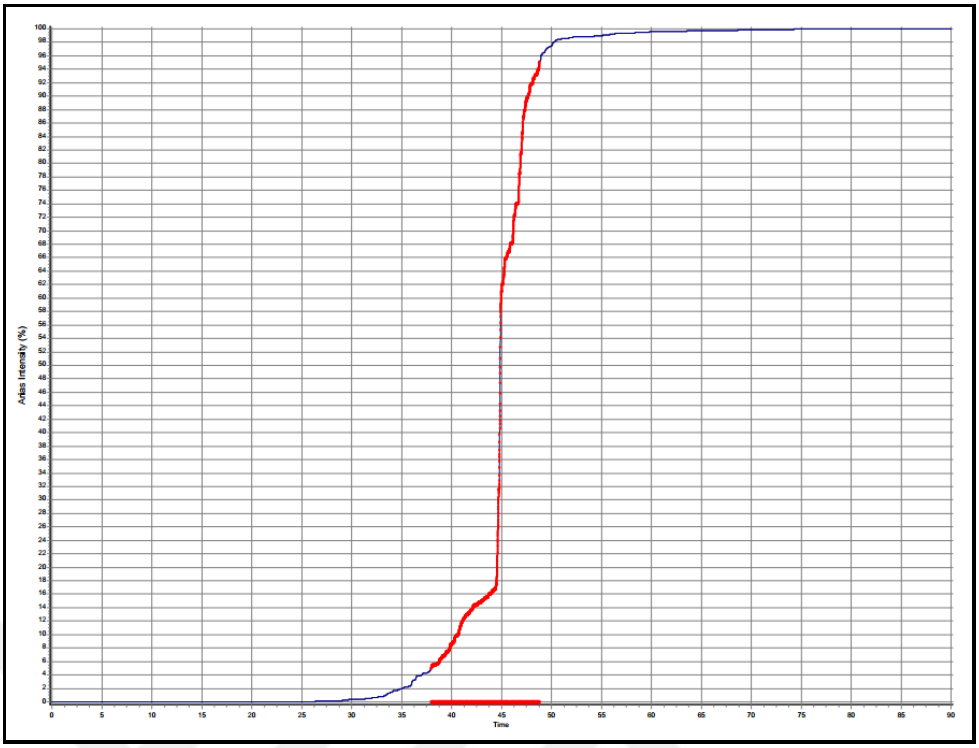
Şekil 3.103. D2 Doğruntusunda Superstition Hills Kayıdında Effective Duration Parametresi



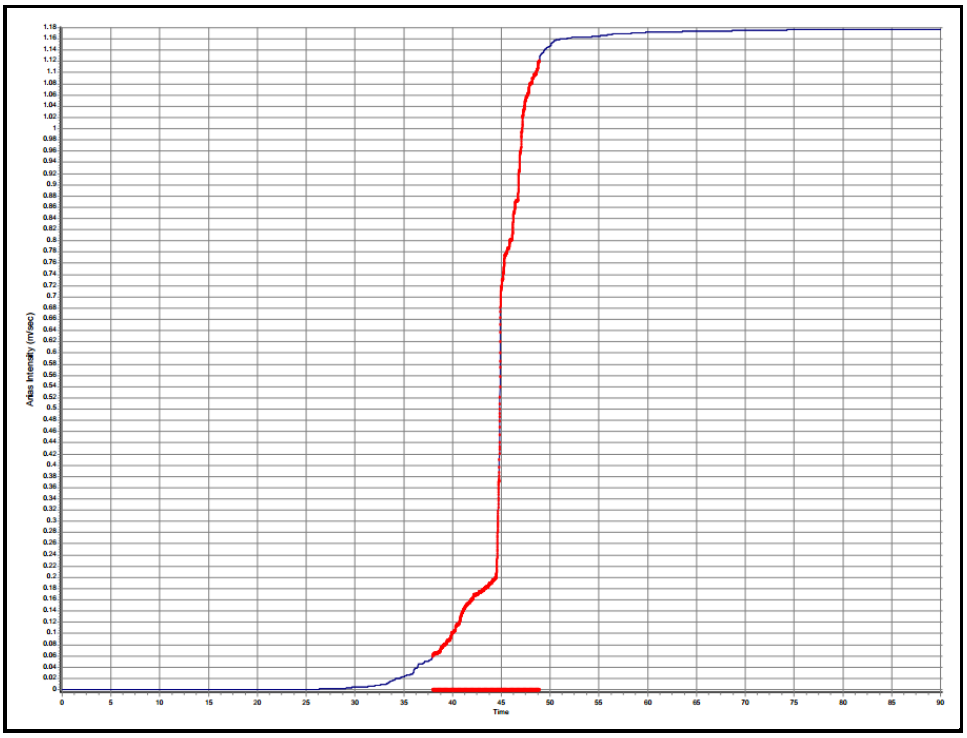
Şekil 3.104. D1 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Signficant Duration Parametresi



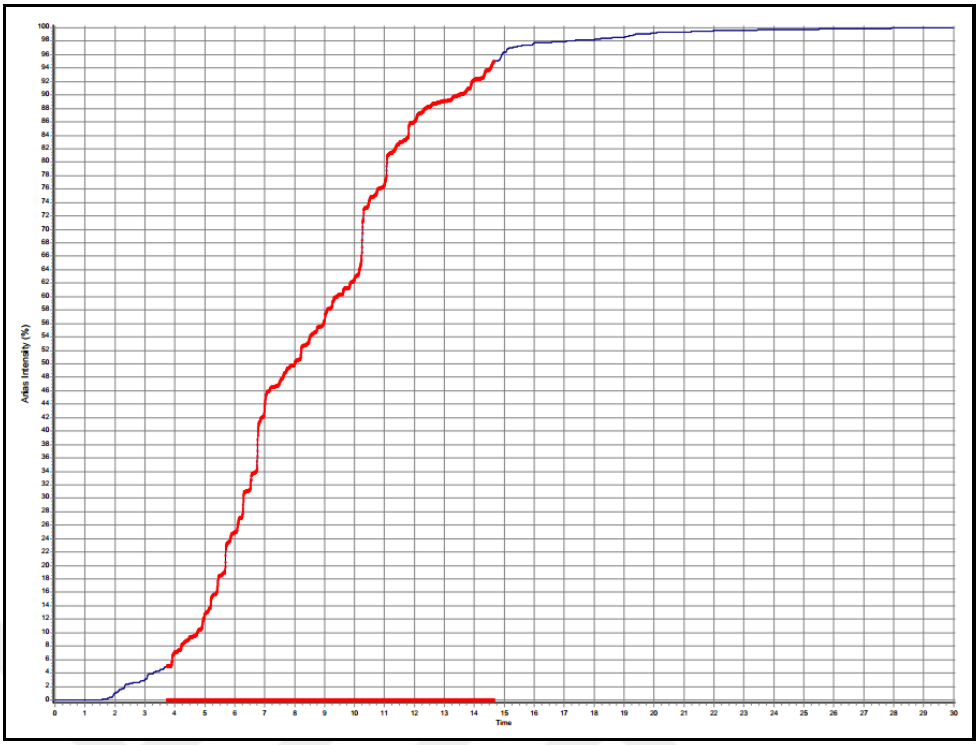
Şekil 3.105. D1 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Effective Duration Parametresi



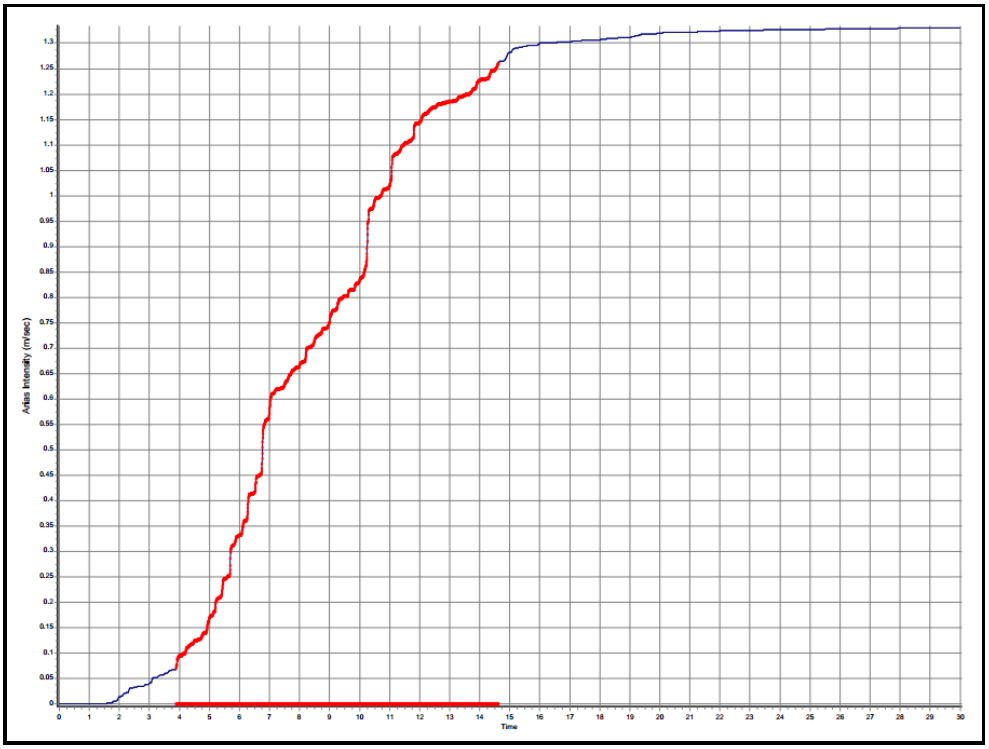
Şekil 3.106. D2 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Signficant Duration Parametresi



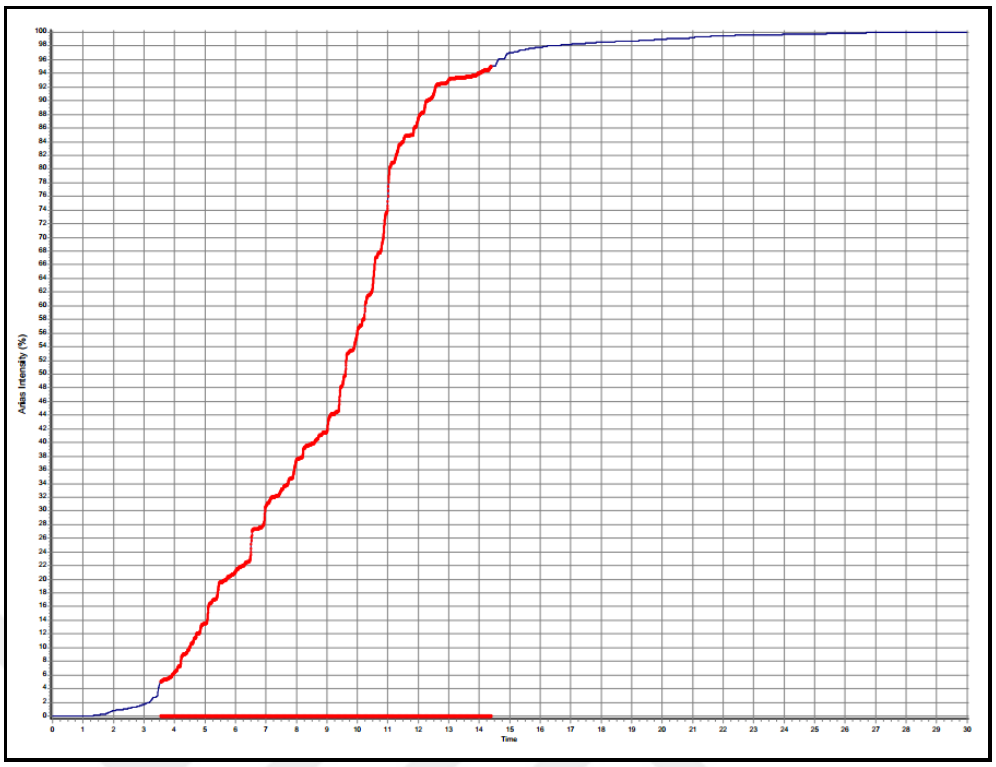
Şekil 3.107. D2 Doğruntusunda 1485-Chi Chi Kayıdında Effective Duration Parametresi



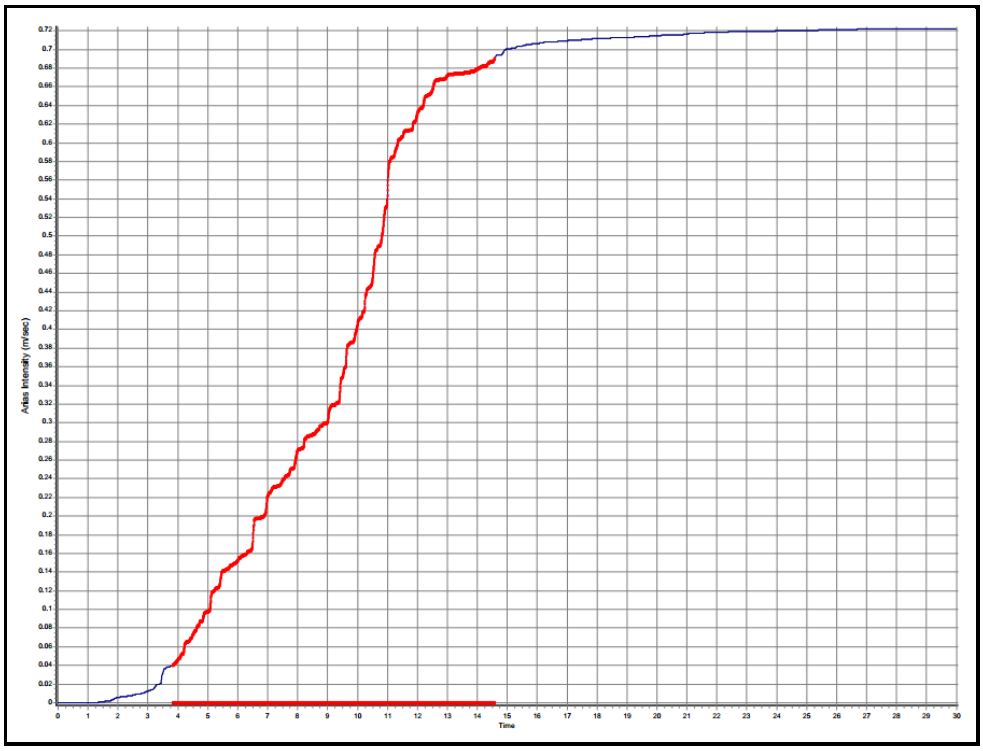
Şekil 3.108. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Signficant Duration Parametresi



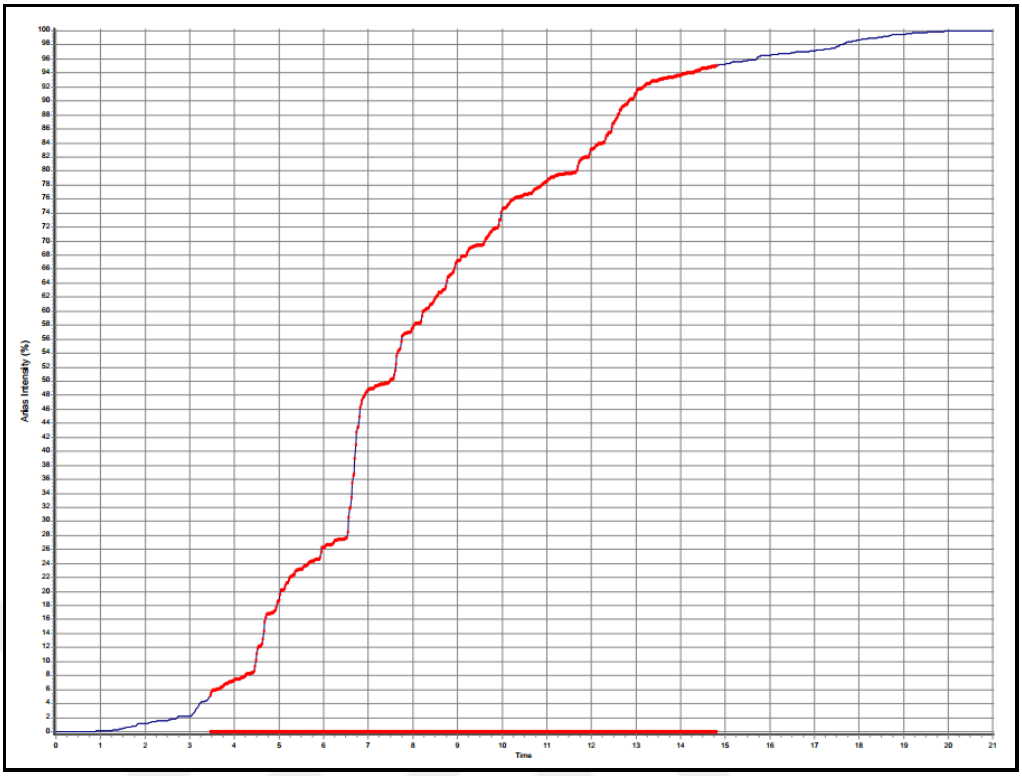
Şekil 3.109. D1 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Effective Duration Parametresi



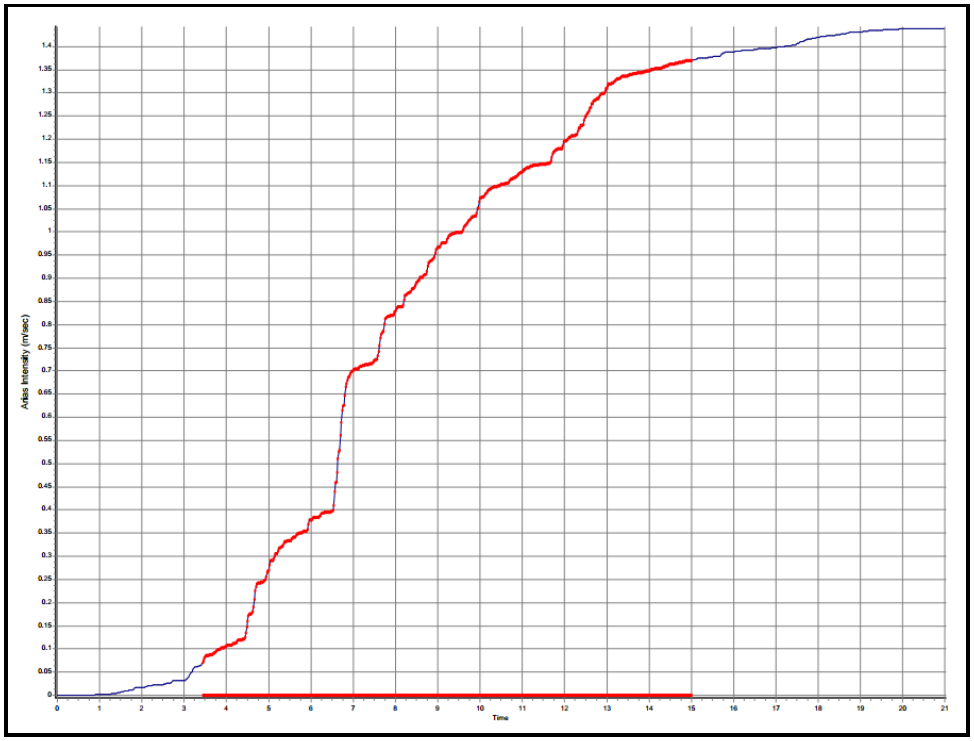
Şekil 3.110. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Signficant Duration Parametresi



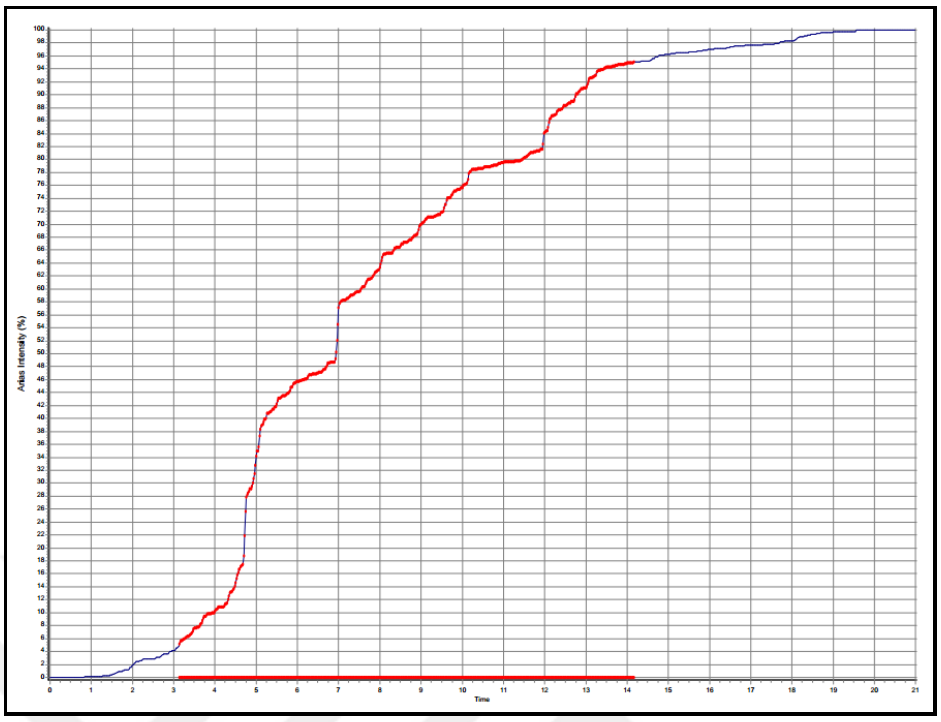
Şekil 3.111. D2 Doğruntusunda Mammoth Lakes Kayıdında Effective Duration Parametresi



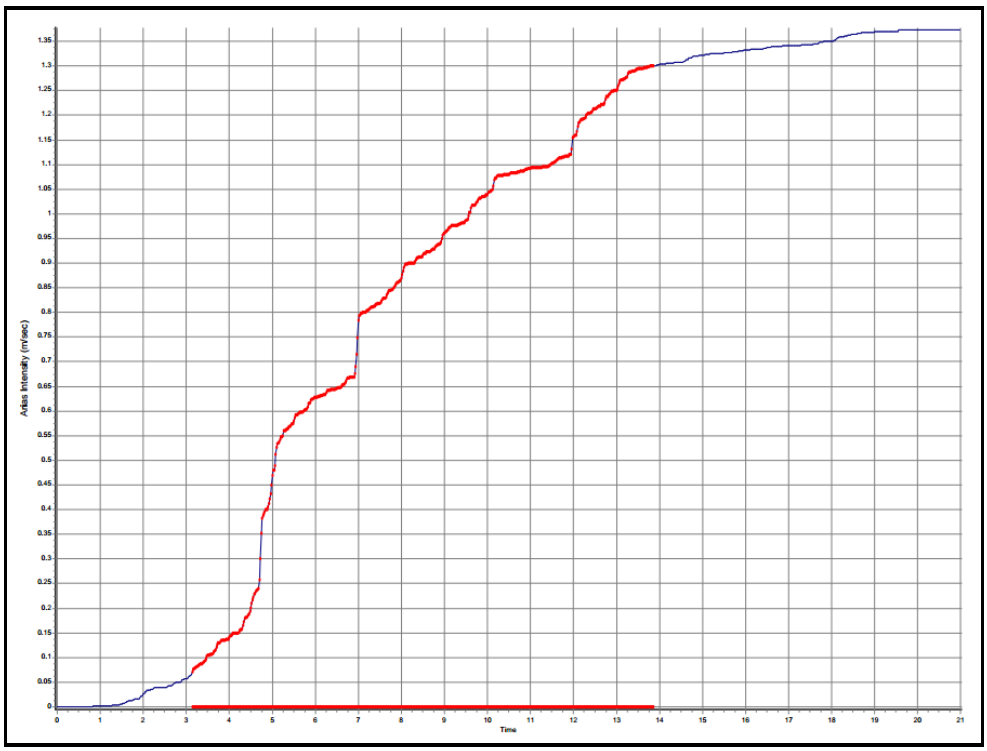
Şekil 3.112. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi



Şekil 3.113. D1 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi



Şekil 3.114. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Signficant Duration Parametresi



Şekil 3.115. D2 Doğruntusunda Tabas Deprem Kayıdında Effective Duration Parametresi

SeismoMatch yazılım programı deprem ivme kayıtlarını ölçeklendirme için matematiksel olarak iki tür algoritmadan yararlanmaktadır. Bu tez çalışmasında ise *Al Atik & Abrahamson* isimli algoritma kullanılmıştır. Bunun nedeni söz konusu algoritma için *Base Line Correction* işlemine ihtiyaç duyulmamasıdır. [28]

Ölçeklendirilmiş deprem ivme kayıtlarının PGA değerlerinin değişmesi husunda ise **Tablo 3.158**'da D1 ve D2 doğruntusunda değerler sunulmakla beraber bazı kayıtlarda PGA değerlerinin artması yanında diğerlerinde PGA değerlerinin azalması tesbit edilmiştir. Bunun nedeni ise algoritmanın 2×11 kayıdın aynı DD-1 spektrumu sınırına göre ölçeklendirilmesidir.

Tablo 3.158: Ölçeklendirilmemiş ve Ölçeklendirilmiş Kayıtlarda PGA Değerleri

Deprem	RNS	Ölçeklendirilmemiş PGA (g)	Ölçeklendirilmiş PGA (g)
Hector Mine	1787	0.26547	0.74209
		0.32819	0.64475
Kobe	1111	0.48323	0.46961
		0.46432	0.37897
Kocaeli	1148	0.21008	1.13184
		0.1342	0.63117
Manjil	1633	0.51456	0.58809
		0.49687	0.95255
Superstition Hills-02	727	0.58229	0.73649
		0.83743	0.61713
Chi-Chi, Taiwan	1485	0.47308	0.58522
		0.50682	0.67573
	1529	0.30393	0.29224

Chi-Chi, Taiwan		0.17172	0.30774
Irpinia, Italy-01	292	0.22666	0.55676
		0.32052	0.82338
Cape Mendocino	828	0.59079	0.44318
		0.66156	0.36869
Mammoth Lakes-01	231	0.43029	1.03912
		0.27134	0.71159
Tabas, Iran	139	0.32389	0.79035
		0.40937	0.91167

4. BULGULAR

Bu tez çalışmasında yüksek binaları araştırmak için TBDY-2018 bir prosedür olarak baz alınmıştır. Yük taşıyıcı sistemi seçimine gelince süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeve ve çekirdek perde duvarı ele alınmıştır. Bu seçimin nedeni ise yüksek binaların literatüründe modelin ayıt olduğu yükseklik seviyesinde (96 m) en yaygın ve uygun yapı sistemi olmasıdır.

Burdan yola çıkarak modelin *Eşdeğer Deprem Yükü* analiz sonuçlarına bağlı TBDY-2018'in madde 4.3.4.5'de gelen şartının doğrulanması neticesinde modelin yapısal sistem olarak yanal yüke karşı (deprem yükü) doğru çalıştığı tesbit edilmiştir. Sonuçlar X ve Y eksenleri doğruntusunda aşağıda paylaşılmıştır.

Tablo 3.17: Modelin Tüm Tşıyacı Sistemine Gelen Moment

Yük	F_X	F_Y	F_Z	M_X	M_Y	M_Z
EQX	-11388.5861	0	0	0	**-802625.3679**	136663.0334
EQX	-11388.5861	0	0	-9.51E-06	**-802625.3679**	150564.1781
EQX	-11388.5861	0	0	1.01E-05	**-802625.3679**	122761.8886
EQY	0	-11388.5861	0	**802625.368**	0	-136663.0334
EQY	0	-11388.5861	0	**802625.368**	7.904E-07	-150564.1782
EQY	0	-11388.5861	0	**802625.368**	-1.377E-06	-122761.8886

Tablo 3.18: Modelin Perdelerine Gelen Moment

Yük	P	V_2	V_3	T	M_2	M_3
EQX	0	-11092.0815	0	0.0002	-2.821E-05	**425789.3175**
EQX	0	-11092.0815	0	-14226.2464	-3.346E-05	**425789.3175**
EQX	0	-11092.0815	0	14226.2467	-2.297E-05	**425789.3175**
EQY	0	0	-11072.5614	-0.0001	**435600.663**	-2.89E-05
EQY	0	0	-11072.5614	14226.2465	**435600.663**	-2.952E-05
EQY	0	0	-11072.5614	-14226.2467	**435600.663**	-2.829E-05

$$\frac{M_{DEV}}{M_\circ} = \frac{M_3}{M_Y} = \frac{\mathbf{425789.3175}}{\mathbf{802625.3679}} = 0.5305 = \%53$$

$$\frac{M_{DEV}}{M_\circ} = \frac{M_2}{M_X} = \frac{\mathbf{435600.663}}{\mathbf{802625.368}} = 0.5427 = \%54$$

Tablo 3.17 ve **Tablo 3.18**'e bağlı sunulan moment oranları modelin yanal yüke karşı betonarme çerçeve ve betonarme çekirdek perde duvarının birlikte çalıştırdığının bir göstergisidir.

Modelin yük taşıyıcı sistiemi konusunda bir diğer kontrol parametresi ise bağ derecesi katsayısıdır ki tez metninin 3.6.6 başlığının altında gelen hesaba göre değeri 1⁄3'den büyük olduğundan dolayı modelin X doğruntusunda boşluklu perde olarak davranması ispatlanmıştır. Bununla beraber bağ derecesi katsayısının değeri 2⁄3'den küçük olmasıyla TBDY-2018'in madde 4.5.4.5'inde gelen perde parçalarında aşırı eksenel kuvvetlerin oluşmasını önlemek amacıyla getirilen şartda sağlanmıştır.

Yüksek binaların tasarımında her türlü düzensizliğin yapının sismik davranışını etkilediği nedeni ile modelde TBDY-2018'in şartlarına uygun bir şekilde düzensizlik kontrolları gerçekleştirilmiştir.

Metinde 3.7 başlığın kapsamında sunulan sonuçlara dayanarak modelin planda ve düşeyde düzensizliği bulunmadığı tespit edilmiştir.

Yüksek binalarda üst mod şekillerinin etkisini göze almak hedefine yönelik *Mod Birlrştirme Analizi* geçekleştirmek zorunludur. Bu nedenden dolayı ön tasarım aşamasında dayanıma göre tasarım yaklaşımıyla DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için

kontrollu hasar hedef performansına ulaşmak amacıyla *Mod Birlrştirme Yöntemi* ele alınmıştır. Anacak TBDY-2018'in şartlarına göre model bodrumlu olduğundan baza ve kule kısımarı için farklı R ve D katsayıları kullanılmıştır.

Modelde üst (kule) ve alt (bodrum) kısma farklı R ve D katsayıları seçilmesiden dolayı *Mod Birleştirme Analizi* her bir kısm için bağımsız bir şekilde gerçekleştirilmiştir ve 3.8.1.2. başlık altında sunulan el hesaplarına dayalı *Taban Kesme Kuvvetleri* kule kısmı için revize edilirken bodrum kısmı için revize edilmemiştir.

Eşdeğer Deprem Yükü ve *Mod Birleştirme Analizleri* sonuçlarına bağlı modelin göreli kat ötemelerinin yönetmeliğin sınır değerinin altında kaldığı tespit edilmiştir.

Mod Birleştirme Analizi sonuçlarına göre modelin bodrum ve kule kısmında her hangi bir burulma düzensizliği bulunmamaktadır. TBDY-2018'in tanıtımına göre bodrum katlar için yumuşak kat düzensizliği kontrolu gerekli olmamıştır ve kule kısmı için *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına göre yumuşak kat düzensizliği tespit edilmemiştir.

TBDY-2018'in madde 4.9.2.4'ne göre bodrum katların rijit perdelerle çevrildiğinden dolayı İkinci Mertebe Etkilerinin göze kontrol edilmesi gerikli olamamıştır. Kule katlarına gelince 3.8.1.5. başlığı altında sunulan veriler ve el hesaplarına göre *Eşdeğer Deprem Yükü* ve *Mod Birleştirme Analizi* sonuçlarına bağlı İkinci Mertebe Etkilerinin göze alınmasına lüzüm kalmamıştır.

Modelin üst ve alt bölümünde *Mod Birleştirme Analizi* farklı R ve D katsayıları ile yapıldığı nedeninden dolayı eleman tasarımı bodrum ve kule kısımlarda farklı yük kombinasyonları uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Yüksek binalarda işçiliğin elverişli olması nedeni ile tüm elemanların tiplendirilmesi bir rasyönel yöntem olarak literatürde kabul görmüştür. Bu sebebden dolayı tüm eleman ebatları yönetmeliğin şartlarına uyumlu şekilde kat aralıklarına bağlı tiplendirilmiştir.

Aşama II için DD-4 deprem yer hareketi altında *Kesintisiz Kullanım* (KK) performans hedefini uygulamak amacıyla *Mod Birleştirme Analizi* gerçekleştirilmiş ve eleman bazında performans değerlendirmesi kolon, kiriş ve bağ kirişler için tahkik edilip ve modelde hedef performansın sağlandığı tespit edilmiştir.

Aşama III'de DD-1 deprem yer hareketi altında *Göçmenin Önlenmesi* (GÖ) performans hedefine yönelik değerlendirme amacıyla TBDY-2018' tanımladığı nonlinear malzeme modeli ve Mander modelinin farkı tartışılarak beton ve donatı çeliğine ayit gerilme – şekildeğiştirme eğrilerinin kontrol noktalarının el hesapı geçekleştirilmiştir.

Aşama I ve II'de çalışılan modelin geometrisine ve ön tasarımına dayalı doğrusal olmayan davranışı incelemeye yönelik SAP2000 sonlu eleman yazılımında bir model oluşturulup ve elemanları SD Section vasıtasıyla modelleyerek etkin kesit rijitlikleri, malzeme birim şekildeğiştirme sınırları ve plastik dönme sınırları hesaplanmıştır.

Aşama III'de doğrusal olmayan zaman tanım analizi için TBDY-2018'in şartlarına dayalı ve belirlenmiş parametreleri göze alarak PEER data bankasından 11 takım (2×11 adet) geçek deprem kaydı seçilmiş ve ölçeklendirilmiştir.

Doğrusal olmayan zaman tanım analizini gerçekleştirmek için nonlinear davranış hususunda teorik alt yapını güçlendirmekle beraber güçlü bilgisayarlara ihtiyaç duyulacaktır. Zira deprem kayıtlarının 0.01 veya 0.02 saniye aralıkları ile kullanmak için bilgisayarın güçlü CPU ve yüksek RAM'e ihtiyacı vardır. Bir diğer taraftan ise

analiz dosyasının hacmi artığı nedeniyle daha büyük kapasiteli yeni teknolojiye sahip Hard Disk (SSD: daha hızlı çalaşan hard disk) lazımdır. Bu yüzden zaman tanım analizlerine gelecek bilimsel çalışmalarda daha çok yer verilecektir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yüksek binaların araştırması yapı ana bilim dalında yapı analizi ile alakalıdır. Bu alan çok kapsamlı ve geniş olduğundan dolayı bir çalışmada hedef belirlemek için irtifa seviyesi ve yük taşıyıcı sistemi üzerinden sınıflandırmaya gidilmesi gerekmektedir. Bu tez çalışmasında ise 30 katlı süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeve ve süneklik düzeyi yüksek betonarme çekirdek perdeye (bağ kiriş + duvar) ve simetrik plana sahip model ele alınmıştır.

Yüksek binaların araştırmasında bir başka önemli faktor ise tasarım prosedürüdür. Bu tez çalışmasında yürürlükte olan TBDY-2018 adlı deprem yönetmeliğine uyarak yapı analizi ve tasarımı gerçekleştirilmiştir. Söz konusu olan yöntmeliğin yüksek binalar için sunduğu yöntemi ise performansa dayalı sismik tasarımdır. Bu yöntem dünya çapında yüksek binaların literatüründe kabul görmüş yaygın bir yol haritasıdır. Anacak TBDY-2018 bir yüksek bina tasarım yöntmeliği olmaması yanında sadece metinde gelen Bölüm 13 vasıtasıyla bir yüksek binanın sismik tasarımının normal binalardan faklıklarını açıklamıştır. Tez çalışmasındada çeşitli konularda genel literatüre baş vurmak zorunda kaldığından dolayı bu netice doğrulanmıştır.

Tez çalışmasında bir simetrik plan ele alarak Aşama I ve Aşama II'de linear analizlerin gerçeklendirilmesi amacıyla ETABS sonlu elemanlar yazılımında bir sayısal model tasarlanmıştır.

TBDY-2018 Aşama I'de ön tasarımı (ön boyutlandırma) hedeflemiştir. Bu hedefe yönelik ilk adımda betonarme çerçever ile betonarme çekirdeğin arasında olan etkileşimi moment oranlarının ve bağ kiriş derecesi karsayısının kontrolü ile şartlandırmıştır. Halbuki çerçeve ve çekirdek arasındaki etkileşim bu tür yapı sistemlerinin temel felsefesidir. Bu sebepden dolayı belki bu bahıs konusu etkileşimi daha da güvenli ve yapının performansına bağlı kalan faktörlerle alakadar kılmak ve bu hedefe ulaşmak için çerçeve ve çekirdeğin bir arada çalıştıran bu tür yapı sistemleri hakkında daha çok araştırma yapmak artık bir zorunluluktur. Aşama I'in

ikinci adımına gelince TBDY-2018 Mod Birleştirme Analizin sonuçlarına bağlı eleman tasarımına yönelik şartlar getirmiştir. Bu şartlar ise bir yandan normal binaların tasarımı ile yakın kaldığından, diğer taraftan TS-500 ve TS-498 gibi hem normal binalar için hazırlanmış bir yönetmelikler ve bunun yanısıra uzun zamandan beri güncellenmemiş metinlere bağlı kalmıştır. Örnek olarak yüksek binalarda eksenel yüklerin irtifa nedeninden dolayı büyük olmasının yanında yanal yükten dolayı da yapının temelinde büyük momentler aktarmasının sebebi ile yüksek mukavemetli beton kullanmak bir temel ihtiyaçtır. Zira yapısal güvenliği ve ekonomik optimizasyonu bir araya etirmenin tek çözümü yüksek kaliteli malzeme kullanmaktır. Bu yüzden günümüzde yüksek binalarda 80 MPa basınç dayanımına sahip beton kullanmak artık bir norm haline gelmiştir. Ancak TS-500 adlı beton yönetmelik 50 MPa ile sınırlı kalmışken yüksek binaların tasarımı için yetersiz kalmıştır. TS-498'e gelince inşaat yükleri, yağmur yükü gibi yüklerden hiç bahsetmediğinin yanısıra kar yükü ve rüzgar yükü konusunda yüksek binaların tasarım ihtiyaçlarını gidermekte yetersiz kalmıştır. Eleman tasarımı konusunda bir başka husus ise yüksek binalarda süneklik düzeyi yüksek tasarıma ihtiyaç oldundan dolayı donatı ihtiyacı bu duruma yönelik giderilmelidir ve TBDY-2018'in donatı hesapları TS-500 ile uyumludur.

Aşama I'in tasarım sürecinde yoruma açık bir diğer konu ise bodrumlu binaların analizidir. Yüksek binaların genel literatürüne bağlı kalarak bu yapılarda bodrum katlarının birinci derecede yapısal nedenden dolayı yani bazanın devrilme momentlerine karşı sergilediği dirençten yana ve ikinci derecede mimari ihtiyaçlardan dolayı, olmaması mümkün değildir. Burdan yola çıkarak anlaşılmaktadır ki yüksek binalar bodrum ve kule kısımları için iki farklı R ve D katsayıları ile tasarlanışlardır (Madde 4.3.2.3). Bunun yanısıra TBDY-2018 Bölüm 13'de özellikle yüksek binalarda R katsayısının 4/5R'ye azaltmasına izinverilmiştir. (Madde 13.4.3.2 ve 4.3.2.4) Ancak böyle bir karışık yol izleyimi bir yüksek binalar tasarım prosedürüne uygun bir disiplin değildir. Bir öneri olarak yüksek binalarda tasarımın tüm ilkeleri ve onun peşinden gelen adımlar (şartlar) baştan beri binanın bodrumlu olduğuna yönelik açıklanacaktır ve yüksek binalarda alt (bodrum) ve üst (kule) kısmının ilk başta bağımsız analiz edilip ve ilerde tasarım için sonuçlarının bir arada yorumlanacağı göz önünde bulundurup ve metnin ruhuna yansıtılacaktır.

Aşama I sürecinde *Mod Birleştirme Analizinin* zorunlu tutulmasından dolayı kat ötelemesi ve düzensizlik kontrollarıda *Mod Birleştirme Analizin* sonuçlarına dayalı gerçekleştirilmesi yorumlanmaktadır. Bu tez çalışmasanda ise ön boyutlandırmanın her açıdan güvenli olmasından yana söz konusu kontroller *Eşdeğer Deprem Yükü* ve *Mod Birleştirme Analiz* sonuçlarına bağlı gerçeklendirilmiştir. Sonuç olarak TBDY-2018 metninde bu konuya net ve barız bir şekilde atifte bulunarak yönetmeliğin disiplinini korumalıdır.

TBDY-2018 Aşama II'de Aşama I'in ön tasarımını DD-4 deprem yer hareketi altında Mod birleştirme analizi sonuçlarına dayalı değerlendirmek vasıtasıyla tahkik etmeyi hedeflemiştir. Bu Aşamada linear modelin için bazı farklıklar göze alınmıştır. Aşama II'de Kesintisiz Kullanım (KK) performans hedefini tamin etmeye yönelik rasyonel bir performansa dayalı tasarım yönteminin ikinci aşamasını gerçekleştirmekten yana bir adım getirmiştir ve bu yüksek binaların genel literatürü ile uyumludur. Ancak eleman bazında performans değerlendirmesinde çekirdek perdeye gelince bu ifade metinde yer almıştır. "*Bağ kirişli perde durumunda betonarme veya çelik bağ kirişlerinde eğilme ve/veya kesme etkisinde akma"* Buradan yola çıkarak bu çalışmada perdeler için E/K değerlendirilmesi bağ kirişler üzerinden uygulanmıştır. Bu konu tartışmaya açık olmasına rağmen yapısal davranış açısından çekirdek perdede bağ kirişlerin bir sigorta olarak rol oynadığını göze alırsak, doğru bir yaklaşım olabilir. Ama diğer taraftanda duvarın değerlendirmesini tahkik etmek yapı analizinin önemli ve vazgeçilmez bir adımıdır.

Aşama III'de ise DD-1 deperm yer hareketinde doğrusal olmayan zaman tanım analizi gerçekleştirerek Göçmenin Önlenmesi (GÖ) performans hedefini değerlendirmek amaçlanmıştır. Ancak TBDY-2018'in şartlarına uygun bir şekilde bu adımı gerçekleştirmek için bir sürü problemi tartışıp ve gidermek lazımdır ki aşağıda sırasıyla tartışılmıştır.

1. Nonlineer Malzeme Tanıtımı: Bu konu tez metninin 3.11.4 başlığı altında TBDY-2018'in EK 5A, Mander modeli [21] ve ETABS sonlu elemanlar yazılımının [20] teknik formulasyonlarını ele alarak ve gerilme-şekildeğiştirme eğrisinin kontrol noktalarının el hesabına gerçekleştirerek tartışılmıştır. Sonuç olarak yönetmeliğin önerdiği model Mandel modelinden farklıdır. Bu netice yönetmeliğin arasıra genel literatürün ruhundan

ayrışma çabalarında bulunmasından neticelenmiştir. Zira betonun davranışı bölgesel bir kavram olmamakla beraber ve tüm çalışmaların sonuçları deneylere dayalı olmasından yana Mander modelin bire bir kabul görülmesinde hiç bir sakınca yoktur. Bir diğer taraftan ise eğer TBDY-2018 farklı bir yol izlemek için başka bir deneylerin sonucuna dayanmışsa bu deneyleri açıklamak literatür için faydalı olacaktır.

2. Deprem Kaydı Seçimi: TBDY-2018 doğrusal olmayan zaman tanım analizi için gerçek deprem kaydı kullanmayı zorunlu hale getirmiştir. Bu genel literatürde nonlineer analiz için kabul görülmüştür. Ancak TBDY-2018'in deprem kaydı seçimi için getirdiği parametreler yetersiz ve aşırı derecede yoruma açıktır. Bu konu tez metninin 3.11.8.1 başlığı altında tartışılmıştır ve söz konusu parametreler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.
   2.1. *Fay Uzaklıkları:* Yönetmelik uzun fay ve yakın fay etkisi konusunda hiç bir vurgu yapmamıştır. Halbuki deprem mühendisliğinin genel literatürüne bağlı zaman tanım analizinde kayıt seçimini bu parametre göze alarak çeşitlendirmek zorunludur. Örnek olarak FEMA P695 adlı yönetmeliğin ruhuda bu bakış açısıyla uyumludur. [29]
   2.2. *Fay Uzaklığının Tanıtımı:* Tüm deprem kayıtları PEER [23] data bankasından alınmıştır. Ancak bu data bankasında faydan uzaklığı ölçmek için iki parametre tanımlanmıştır: R_{jb} ve R_{rup}. Ancak TBDY-2018 dünya literatürüyle uyumlu bir şekilde çalışmaya yönelik bu parametreleri ruhuna yansıtmak zorundadır.
   2.3. *Fay Uzaklık Kiriteri:* Herhangi bir deprem yönetmeliğin yakın/uzak fay etkisini faydan mesafe ölçülen mesafe aracılığıyla ayırtetmek için bir sınır getimesi lazımdır. Bu tez çalışmasında yönetmelin bu eksikliğinden dolayı *10 km* mesafenin dışında kalan fayların etkisi uzun fay etkisi olarak ele alınmıştır.
   2.4. *Kaynak Mekanizmaları:* TBDY-2018'in Madde 2.5.1.1'de bu bakış açısı sunulmuştur: *"Binanın bulunduğu bölgede tasarıma esas deprem yer hareketi düzeyi ile uyumlu geçmiş deprem kayıtlarının mevcut olması durumunda öncelikle bu kayıtlar kullanılacaktır"* Bu yaklaşım üzerinden deprem kaydı seçmek için yapının konumuna bağlı en yakın fayın mekanizma türü göz önünde bulundurulacaktır. Örnek olarak bu tez çalışmasında binanın İstanbul'da konumlanmasından dolayı ve buna bağlı Küzey Anadolu fayına yakın durmasına ilişkin tüm deprem kayıtları *Yanal Atılımlı Fay* mekanizma türünden seçilmesi tavsiye edilebilir. Ancak TBDY-2018 bu hususta net ve açık bir yaklaşım ortaya koymamıştır. Bir diğer yaklışım ise deprem kayıtlarının çeşitli fay mekanizma

türlerinden seçilmesidir. Örnek olarak *FEMA ATC-63* isimli yönetmelikte deprem kayıtlarının *Yanal Atılımlı* ve *Ters Fay* mekanizma türünden seçilmesi önerilmiştir. [24] Bu tez çalışmasında ise ikinci yaklaşım ele alınarak çeşitli fay mekanizmalarına ayit kayıtlar seçilmiştir. Sonuç olarak TBDY-2018 kaynak mekanizması konusunda yoruma açık ve genel deprem mühendisliği ruhu ile uyuşmayan bir tutum ortaya koymuştur.

2.5. *PGA:* TBDY-2018 deprem kaydı seçiminde *PGA* üzerinden hiç bir vurgu yapmamıştır. Halbuki yıllar öncesinden yayınlanan *Türkiye Deprem Tehlike Haritasında* deprem tehlikesi bu parametre üzerinden sınıflandırılmıştır. Konunun asıl önem arz eden kısmı budur ki eğer *PGA* konusunda hiç bir sınır tanımadan her hangi bir deprem kaydı seçilirse, ölçeklendirme sürecinin ortalama vasıtasıyla yürüdüğünden kayıtların *PGA* değerlerinin arasında varyans farkından dolayı ölçeklendirme katsayısı büyük çıkacaktır. Bunun neticesinde ise tasarım optimum niteliğini kaybedebilir.

2.6. *Pulse/No Pulse:* PEER [23] data bankasında deprem kayıtları pals şeklinde olan/olmayan özelliklerini belirliyerk seçilebilir. TBDY-2018'in bu hususu doğrudan vurgulamamıştır. Ancak genel deprem mühendisliği literatürüne dayalı *Pals* şeklinde olan kayıtlar bir hassa *Yakın Fay* kayıtlarda önem arzetmektedir.

3. Deprem Kayıtlarının Ölçeklendirilmesi: TBDY-2018'in sunduğu ölçeklendirme yönteminde 11 takım deprem kaydı için aynı ölçeklendirme katsayısı hesaplanmaktadır. Bunun nedeni ise tüm kayıtların ivme değerleri için D1 ve D2 doğruntu spektrumlara ayit bileşenlerin kareleri toplamının kareköklerinin (SRSS) ortalama değerlerinin, *DD-1 Yatay Elastik Tasarım Spektrumu* değerlerine oranlarının 1.3'ten daha küçük olmaması şartına göre minimum oran değeri elde edilerek ölçeklendirme katsayısının hesaplanmasıdır. Burdan yola çıkarak 11 takım deprem kaydı aynı katsayısı ile ölçeklendirildiğinde kayıtların *PGA* değerlerinin arasında olan varyansından (her bir değerin tüm değerlerin ortalamasından farkı) dolayı ölçeklendirme katsayısı büyük değere sahip olmasına yol açacaktır. Yani doğrusal olmayan zaman tanım analizinde yapı *DD-1 Yatay Elastik Tasarım Spektrumunun* taşıdığı ivme değerlerinden çok daha büyük ivmelere maruz bırakılacaktır. Bu konu yapı güvenli açısından avantaj sağlasa da ekonomik açıdan tasarımın optimum niteliğini kaybettirecek kapasiteye sahiptir.

Bu tez çalışmasında TBDY-2018'in el hesabı yönteminin yanısıra Türkiye ve dünya literatüründe kabul gören *SeismoMatch* yazılımı kullanarak kayıt ölçeklendirmesi gerçeklendirilmiştir. Ancak bu yazılım söz konusu işlem için iki farklı algoritma kullanmaktadır. Bu tez çalışmasında ise *Al Atik & Abrahamson* isimli algoritma kullanılmıştır. Bunun nedeni söz konusu algoritma için Base Line Correction işlemine ihtiyaç duyulmamasıdır. [28,26]

4. TBDY-2018 Aşama III sürecinde bina modelinde çubuk elemanların plastik mafsalların arasında kalan kesit boyunca doğrusal olarak modellenmesini ve etkin kesit rijitliklerinin denklemler vasıtasıyla hesaplanmasını zorunlu tutmuştur. Bu tez aşamasında ise 3.11.5 başlığı altında *SAP2000* sonlu elemanlar yazılımının [22] SD Section aracılığıyla moment-eğrilik eğrisini elde ederek kolon, kiriş ve bağ kirişler için etkin kesit rijitlikleri hesaplanmıştır. Ancak *SAP2000* sonlu elemanlar yazılımında [22] doğrusal olmayan analiz için tasarlanan modelde elemanların etkin kesit rijitliklerine değilde *Etkin Kesit Rijitliği Çarpanlarına* ihtiyaç olacaktır. Söz konusu çarpanlar ise Aşama I ve II için bağımsız tablolar olarak TBDY-2018'de sunularak Aşama III için hiç bir vurgu yapılmamıştır. Bazı araştırmalarda ise Aşama III için Aşama I'de gelen *Etkin Kesit Rijitliği Çarpanları* ele alınmıştır.
5. Plastik Mafsal Tanımlaması: TBDY-2018 Aşama III sürecinde modelin eleman kesitleri bazında malzeme birim şekildeğiştirme sınırlarının hesaplanmasına yönelik beton ve donatı çeliği için denklemler sunmuştur. Bu tez çalışmasında ise 3.11.6 başlığı altında söz konusu sınırlar kolon, kiriş ve bağ kirişler için hesaplanmıştır. Ancak doğrusal olmayan zaman tanım analizi için *SAP2000* sonlu elemanlar yazılımı [22] kullanıldığından ve bu yazılımda mafsal tanımlama menüsü *ASCE41-17* yönetmelikle uyumlu olduğundan dolayı hesaplanmış sınırlar ile mafsal tanımlamak için bir yorum yapmak lazımdır. [30] Zira TBDY-2018 ve *SAP2000* sonlu elemanlar yazılımın [22] arasında doğrudan iletişim kurmak mumkun görülmüyor. Buradan yola çıkarak bu noktanın altını çizmekte fayda vardır ki bir yol haritası çizildiğinde söz konusu olan metnin şartlarının hangi programlar vasıtasıyla uygulanacağını göz önünden geçirmek hayatı bir önem arz etmektedir.

Sonuç olarak TBDY-2018'in Aşamalarını bir performansa dayalı tasarım yöntemi olarak incelediğimizde Aşama I ve Aşama II bazı sorunlar ve eksikliklere rağmen kısmı olarak bir tasarım prosedürü olarak kabul görülse de Aşama III bir suru hataya yol açan yoruma açık koşullarla ve diğer taraftan genel literatürüden uzak kalması nedeniyle revize edilmelidir.

KAYNAKLAR

[1]. Naeim, F., 2019, *Seismic Isolation Structural Health Monitoring and Performance Based Seismic Design in Earthquake Engineering*, Springer International Publishing AG part of Springer Nature, Switzerland, ISBN 978-3-319-93157-9 (eBook)

[2]. Taranath, B.S., 2010, *Reinforced concrete design of tall buildings*, Taylor & Francis Group, United States of America, ISBN 978-1-4398-0480-3 (alk. paper)

[3] Celep, Z., Özuygur, A.R., 2017, Yüksek Binaların Yapısal Tasarımı, *İMO Bursa*, 1 (1), 8-12.

[4] Zhipeng, Z., Wei, G., Yaozhuang, L., Zhiwu, Y., Hongpeng, C., Dan B., 2019, An improved performance-based plastic design method for seismic resilient fused high-rise buildings, *Engineering Structures*, 199.

[5] Xiao-Wei, Z., Hong-Nan, L., Yeong-Bin, Y., Gang, L., Lin-Sheng, H., Yang, L. , 2019, Damage risk assessment of a high-rise building against multihazard of earthquake and strong wind with recorded data, *Engineering Structures*, 200.

[6] Jiang, H., Fu, B., Liu, L., Yin, X., 2012, Study on seismic performance of a super-tall steel–concrete hybrid structure, *Structural Design Of Tall Special Buildings*.

[7] Lu, X., Lu, X., Guan, H., Zhang, Lieping Ye, L., 2012, Earthquake-induced collapse simulation of a super-tall mega-braced frame-core tube building, *Journal of Constructional Steel Research*, 82, 59-71.

[8] Poon, D., Hsiao, L., Zhu, Y., Joseph, L., Zuo, S., Fu, G., Ihtiyar, O., 2011, Non-Linear Time History Analysis for the Performance Based Design of Shanghai Tower, *Structures Congress 2011*.

[9] Lu, X., Su, N., Zhou Y., 2011, Nonlinear time history analysis of a super-tall building with setbacks in elevation, *The Structural Design Of Tall And Special Buildings.*

[10] Kolozvaria, K., Terzicb, V., Millera,R., Saldanab,D., 2018, Assessment of dynamic behavior and seismic performance of a high-rise rc coupled wall building, *Engineering Structures*, 176.

[11] Zhou, Y., Chen, P., Wang, C., Zhang, L., Lu, L., 2018, Seismic performance evaluation of tall, multitower reinforced concrete buildings with large bottom podiums, *Structural Concrete*, 1-17.

[12] Ji, X., Liua, D., Molina Hutt, C., 2018, Seismic performance evaluation of a high-rise building with novel hybrid coupled walls, *Engineering Structures*, 169, 216-225.

[13] Emami, A.R., Halabian, A.M., 2017, Incremental dynamic collapse analysis of RC core-wall tall buildings considering spatial seismic response distributions, *The Structural Design Of Tall And Special Buildings*.

[14] Özuygur, A.R, 2014, Performance-based seismic design of an irregular tall building in Istanbul, *The Structural Design Of Tall And Special Buildings*, 24, 703–723.

[15] Moehle, J.P., 2006, Seismic analysis, design, and review for tall buildings, *The Structural Design Of Tall And Special Buildings*, 15, 495-513.

[16] Harreis, K.A., Mcneice, D.S., 2006, Performance-based design of high-rise coupled wall systems, *The Structural Design Of Tall And Special Buildings*, 15, 289-306.

[17] Ahmet Topçu – Betonarme Dersi Notları

[18] ACSE 7-16

[19] Tahouni, Sh., 2016, *Tall Buildings*, Elm-o-Adab, İran

[20] ETABS, (2018). "Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc.", Berkeley, California.

[21] Mander, J.B., M.J.N. Priestley, and R. Park, 1984, Theoretical StressStrain Model for Confined Concrete, Journal of Structural Engineering. ASCE. 114(3), 1804-1826.

[22] SAP2000 (v.21). "Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc.", Berkeley, California.

[23] PEER Ground Motion Database: https://ngawest2.berkeley.edu

[24] FEMA ATC-63 Quantification of Building System Performance and Response Parameters

[25] Seismosoft [2018] "SeismoSignal 2018 – A computer program for signal processing of strong-motion data," available from http://www.seismosoft.com.

[26] Seismosoft [2018] "SeismoMatch 2018 – A computer program for spectrum matching of earthquake records," available from http://www.seismosoft.com.

[27] Kuzu, C., 2018, Uygulamada Performansa Göre Tasarım, 23-24.

[28] Al-Atik L., Abrahamson N.A. [2010] "An improved method for nonstationary spectral matching," Earthquake Spectra, Vol. 26, No. 6, pp. 601-617.

[29] FEMA P-695 / Jun 2009, Quantifcation of Building Seismic Performance Factors.

[30] ASCE41-17

EKLER

EK 1. Kolon Eksenel Yükleri ve Kolon Eksenel Kapasiteleri

Kat	Kolon Numarası	N_d	Gelen Yük (KN)	$0.9\ f_{cd}\ A_c$ (KN)
Story30	C1	1.4G+1.6Q	-448.4836	19198.08
Story30	C2	1.4G+1.6Q	-448.4836	19198.08
Story30	C3	1.4G+1.6Q	-448.4836	19198.08
Story30	C4	1.4G+1.6Q	-448.4836	19198.08
Story30	C5	1.4G+1.6Q	-675.7568	19198.08
Story30	C6	1.4G+1.6Q	-675.7568	19198.08
Story30	C7	1.4G+1.6Q	-676.6498	19198.08
Story30	C8	1.4G+1.6Q	-676.6498	19198.08
Story30	C9	1.4G+1.6Q	-675.7568	19198.08
Story30	C10	1.4G+1.6Q	-675.7568	19198.08
Story30	C11	1.4G+1.6Q	-676.6498	19198.08
Story30	C12	1.4G+1.6Q	-676.6498	19198.08
Story29	C1	1.4G+1.6Q	-884.4483	19198.08
Story29	C2	1.4G+1.6Q	-884.4483	19198.08
Story29	C3	1.4G+1.6Q	-884.4483	19198.08
Story29	C4	1.4G+1.6Q	-884.4483	19198.08
Story29	C5	1.4G+1.6Q	-1299.8324	19198.08
Story29	C6	1.4G+1.6Q	-1299.8324	19198.08
Story29	C7	1.4G+1.6Q	-1301.5766	19198.08

Story29	C8	1.4G+1.6Q	-1301.5766	19198.08
Story29	C9	1.4G+1.6Q	-1299.8324	19198.08
Story29	C10	1.4G+1.6Q	-1299.8324	19198.08
Story29	C11	1.4G+1.6Q	-1301.5766	19198.08
Story29	C12	1.4G+1.6Q	-1301.5766	19198.08
Story28	C1	1.4G+1.6Q	-1318.1252	19198.08
Story28	C2	1.4G+1.6Q	-1318.1252	19198.08
Story28	C3	1.4G+1.6Q	-1318.1252	19198.08
Story28	C4	1.4G+1.6Q	-1318.1252	19198.08
Story28	C5	1.4G+1.6Q	-1924.4706	19198.08
Story28	C6	1.4G+1.6Q	-1924.4706	19198.08
Story28	C7	1.4G+1.6Q	-1926.7131	19198.08
Story28	C8	1.4G+1.6Q	-1926.7131	19198.08
Story28	C9	1.4G+1.6Q	-1924.4706	19198.08
Story28	C10	1.4G+1.6Q	-1924.4706	19198.08
Story28	C11	1.4G+1.6Q	-1926.7131	19198.08
Story28	C12	1.4G+1.6Q	-1926.7131	19198.08
Story27	C1	1.4G+1.6Q	-1751.6886	19198.08
Story27	C2	1.4G+1.6Q	-1751.6886	19198.08
Story27	C3	1.4G+1.6Q	-1751.6886	19198.08
Story27	C4	1.4G+1.6Q	-1751.6886	19198.08
Story27	C5	1.4G+1.6Q	-2549.5454	19198.08

Story27	C6	1.4G+1.6Q	-2549.5454	19198.08
Story27	C7	1.4G+1.6Q	-2552.3848	19198.08
Story27	C8	1.4G+1.6Q	-2552.3848	19198.08
Story27	C9	1.4G+1.6Q	-2549.5454	19198.08
Story27	C10	1.4G+1.6Q	-2549.5454	19198.08
Story27	C11	1.4G+1.6Q	-2552.3848	19198.08
Story27	C12	1.4G+1.6Q	-2552.3848	19198.08
Story26	C1	1.4G+1.6Q	-2184.4365	19198.08
Story26	C2	1.4G+1.6Q	-2184.4365	19198.08
Story26	C3	1.4G+1.6Q	-2184.4365	19198.08
Story26	C4	1.4G+1.6Q	-2184.4365	19198.08
Story26	C5	1.4G+1.6Q	-3175.2665	19198.08
Story26	C6	1.4G+1.6Q	-3175.2665	19198.08
Story26	C7	1.4G+1.6Q	-3178.6918	19198.08
Story26	C8	1.4G+1.6Q	-3178.6918	19198.08
Story26	C9	1.4G+1.6Q	-3175.2665	19198.08
Story26	C10	1.4G+1.6Q	-3175.2665	19198.08
Story26	C11	1.4G+1.6Q	-3178.6918	19198.08
Story26	C12	1.4G+1.6Q	-3178.6918	19198.08
Story25	C1	1.4G+1.6Q	-2616.3151	19198.08
Story25	C2	1.4G+1.6Q	-2616.3151	19198.08
Story25	C3	1.4G+1.6Q	-2616.3151	19198.08

Story25	C4	1.4G+1.6Q	-2616.3151	19198.08
Story25	C5	1.4G+1.6Q	-3801.7773	19198.08
Story25	C6	1.4G+1.6Q	-3801.7773	19198.08
Story25	C7	1.4G+1.6Q	-3805.7988	19198.08
Story25	C8	1.4G+1.6Q	-3805.7988	19198.08
Story25	C9	1.4G+1.6Q	-3801.7773	19198.08
Story25	C10	1.4G+1.6Q	-3801.7773	19198.08
Story25	C11	1.4G+1.6Q	-3805.7988	19198.08
Story25	C12	1.4G+1.6Q	-3805.7988	19198.08
Story24	C1	1.4G+1.6Q	-3047.1226	19198.08
Story24	C2	1.4G+1.6Q	-3047.1226	19198.08
Story24	C3	1.4G+1.6Q	-3047.1226	19198.08
Story24	C4	1.4G+1.6Q	-3047.1226	19198.08
Story24	C5	1.4G+1.6Q	-4429.2344	19198.08
Story24	C6	1.4G+1.6Q	-4429.2344	19198.08
Story24	C7	1.4G+1.6Q	-4433.8575	19198.08
Story24	C8	1.4G+1.6Q	-4433.8575	19198.08
Story24	C9	1.4G+1.6Q	-4429.2344	19198.08
Story24	C10	1.4G+1.6Q	-4429.2344	19198.08
Story24	C11	1.4G+1.6Q	-4433.8575	19198.08
Story24	C12	1.4G+1.6Q	-4433.8575	19198.08
Story23	C1	1.4G+1.6Q	-3476.6866	19198.08

Story23	C2	1.4G+1.6Q	-3476.6866	19198.08
Story23	C3	1.4G+1.6Q	-3476.6866	19198.08
Story23	C4	1.4G+1.6Q	-3476.6866	19198.08
Story23	C5	1.4G+1.6Q	-5057.7878	19198.08
Story23	C6	1.4G+1.6Q	-5057.7878	19198.08
Story23	C7	1.4G+1.6Q	-5063.0161	19198.08
Story23	C8	1.4G+1.6Q	-5063.0161	19198.08
Story23	C9	1.4G+1.6Q	-5057.7878	19198.08
Story23	C10	1.4G+1.6Q	-5057.7878	19198.08
Story23	C11	1.4G+1.6Q	-5063.0161	19198.08
Story23	C12	1.4G+1.6Q	-5063.0161	19198.08
Story22	C1	1.4G+1.6Q	-3904.8332	19198.08
Story22	C2	1.4G+1.6Q	-3904.8332	19198.08
Story22	C3	1.4G+1.6Q	-3904.8332	19198.08
Story22	C4	1.4G+1.6Q	-3904.8332	19198.08
Story22	C5	1.4G+1.6Q	-5687.6114	19198.08
Story22	C6	1.4G+1.6Q	-5687.6114	19198.08
Story22	C7	1.4G+1.6Q	-5693.4631	19198.08
Story22	C8	1.4G+1.6Q	-5693.4631	19198.08
Story22	C9	1.4G+1.6Q	-5687.6114	19198.08
Story22	C10	1.4G+1.6Q	-5687.6114	19198.08
Story22	C11	1.4G+1.6Q	-5693.4631	19198.08

Story22	C12	1.4G+1.6Q	-5693.4631	19198.08
Story21	**C1**	**1.4G+1.6Q**	-4331.3559	**19198.08**
Story21	**C2**	**1.4G+1.6Q**	-4331.3559	**19198.08**
Story21	**C3**	**1.4G+1.6Q**	-4331.3559	**19198.08**
Story21	**C4**	**1.4G+1.6Q**	-4331.3559	**19198.08**
Story21	**C5**	**1.4G+1.6Q**	-6318.7812	**19198.08**
Story21	**C6**	**1.4G+1.6Q**	-6318.7812	**19198.08**
Story21	**C7**	**1.4G+1.6Q**	-6325.2167	**19198.08**
Story21	**C8**	**1.4G+1.6Q**	-6325.2167	**19198.08**
Story21	**C9**	**1.4G+1.6Q**	-6318.7812	**19198.08**
Story21	**C10**	**1.4G+1.6Q**	-6318.7812	**19198.08**
Story21	**C11**	**1.4G+1.6Q**	-6325.2167	**19198.08**
Story21	**C12**	**1.4G+1.6Q**	-6325.2167	**19198.08**
Story20	C1	1.4G+1.6Q	-4806.0774	24297.57
Story20	C2	1.4G+1.6Q	-4806.0774	24297.57
Story20	C3	1.4G+1.6Q	-4806.0774	24297.57
Story20	C4	1.4G+1.6Q	-4806.0774	24297.57
Story20	C5	1.4G+1.6Q	-6972.5838	24297.57
Story20	C6	1.4G+1.6Q	-6972.5838	24297.57
Story20	C7	1.4G+1.6Q	-6979.9219	24297.57
Story20	C8	1.4G+1.6Q	-6979.9219	24297.57
Story20	C9	1.4G+1.6Q	-6972.5838	24297.57

Story20	C10	1.4G+1.6Q	-6972.5838	24297.57
Story20	C11	1.4G+1.6Q	-6979.9219	24297.57
Story20	C12	1.4G+1.6Q	-6979.9219	24297.57
Story19	C1	1.4G+1.6Q	-5280.0899	24297.57
Story19	C2	1.4G+1.6Q	-5280.0899	24297.57
Story19	C3	1.4G+1.6Q	-5280.0899	24297.57
Story19	C4	1.4G+1.6Q	-5280.0899	24297.57
Story19	C5	1.4G+1.6Q	-7626.7989	24297.57
Story19	C6	1.4G+1.6Q	-7626.7989	24297.57
Story19	C7	1.4G+1.6Q	-7635.0781	24297.57
Story19	C8	1.4G+1.6Q	-7635.0781	24297.57
Story19	C9	1.4G+1.6Q	-7626.7989	24297.57
Story19	C10	1.4G+1.6Q	-7626.7989	24297.57
Story19	C11	1.4G+1.6Q	-7635.0781	24297.57
Story19	C12	1.4G+1.6Q	-7635.0781	24297.57
Story18	C1	1.4G+1.6Q	-5751.2679	24297.57
Story18	C2	1.4G+1.6Q	-5751.2679	24297.57
Story18	C3	1.4G+1.6Q	-5751.2679	24297.57
Story18	C4	1.4G+1.6Q	-5751.2679	24297.57
Story18	C5	1.4G+1.6Q	-8282.9565	24297.57
Story18	C6	1.4G+1.6Q	-8282.9565	24297.57
Story18	C7	1.4G+1.6Q	-8292.1491	24297.57

Story18	C8	1.4G+1.6Q	-8292.1491	24297.57
Story18	C9	1.4G+1.6Q	-8282.9565	24297.57
Story18	C10	1.4G+1.6Q	-8282.9565	24297.57
Story18	C11	1.4G+1.6Q	-8292.1491	24297.57
Story18	C12	1.4G+1.6Q	-8292.1491	24297.57
Story17	C1	1.4G+1.6Q	-6219.8384	24297.57
Story17	C2	1.4G+1.6Q	-6219.8384	24297.57
Story17	C3	1.4G+1.6Q	-6219.8384	24297.57
Story17	C4	1.4G+1.6Q	-6219.8384	24297.57
Story17	C5	1.4G+1.6Q	-8941.095	24297.57
Story17	C6	1.4G+1.6Q	-8941.095	24297.57
Story17	C7	1.4G+1.6Q	-8951.2228	24297.57
Story17	C8	1.4G+1.6Q	-8951.2228	24297.57
Story17	C9	1.4G+1.6Q	-8941.095	24297.57
Story17	C10	1.4G+1.6Q	-8941.095	24297.57
Story17	C11	1.4G+1.6Q	-8951.2228	24297.57
Story17	C12	1.4G+1.6Q	-8951.2228	24297.57
Story16	C1	1.4G+1.6Q	-6685.5077	24297.57
Story16	C2	1.4G+1.6Q	-6685.5077	24297.57
Story16	C3	1.4G+1.6Q	-6685.5077	24297.57
Story16	C4	1.4G+1.6Q	-6685.5077	24297.57
Story16	C5	1.4G+1.6Q	-9601.3919	24297.57

Story16	C6	1.4G+1.6Q	-9601.3919	24297.57
Story16	C7	1.4G+1.6Q	-9612.4657	24297.57
Story16	C8	1.4G+1.6Q	-9612.4657	24297.57
Story16	C9	1.4G+1.6Q	-9601.3919	24297.57
Story16	C10	1.4G+1.6Q	-9601.3919	24297.57
Story16	C11	1.4G+1.6Q	-9612.4657	24297.57
Story16	C12	1.4G+1.6Q	-9612.4657	24297.57
Story15	C1	1.4G+1.6Q	-7148.0895	24297.57
Story15	C2	1.4G+1.6Q	-7148.0895	24297.57
Story15	C3	1.4G+1.6Q	-7148.0895	24297.57
Story15	C4	1.4G+1.6Q	-7148.0895	24297.57
Story15	C5	1.4G+1.6Q	-10263.9993	24297.57
Story15	C6	1.4G+1.6Q	-10263.9993	24297.57
Story15	C7	1.4G+1.6Q	-10276.0332	24297.57
Story15	C8	1.4G+1.6Q	-10276.0332	24297.57
Story15	C9	1.4G+1.6Q	-10263.9993	24297.57
Story15	C10	1.4G+1.6Q	-10263.9993	24297.57
Story15	C11	1.4G+1.6Q	-10276.0332	24297.57
Story15	C12	1.4G+1.6Q	-10276.0332	24297.57
Story14	C1	1.4G+1.6Q	-7607.3684	24297.57
Story14	C2	1.4G+1.6Q	-7607.3684	24297.57
Story14	C3	1.4G+1.6Q	-7607.3684	24297.57

Story14	C4	1.4G+1.6Q	-7607.3684	24297.57
Story14	C5	1.4G+1.6Q	-10929.0797	24297.57
Story14	C6	1.4G+1.6Q	-10929.0797	24297.57
Story14	C7	1.4G+1.6Q	-10942.0885	24297.57
Story14	C8	1.4G+1.6Q	-10942.0885	24297.57
Story14	C9	1.4G+1.6Q	-10929.0797	24297.57
Story14	C10	1.4G+1.6Q	-10929.0797	24297.57
Story14	C11	1.4G+1.6Q	-10942.0885	24297.57
Story14	C12	1.4G+1.6Q	-10942.0885	24297.57
Story13	C1	1.4G+1.6Q	-8063.1215	24297.57
Story13	C2	1.4G+1.6Q	-8063.1215	24297.57
Story13	C3	1.4G+1.6Q	-8063.1215	24297.57
Story13	C4	1.4G+1.6Q	-8063.1215	24297.57
Story13	C5	1.4G+1.6Q	-11596.7977	24297.57
Story13	C6	1.4G+1.6Q	-11596.7977	24297.57
Story13	C7	1.4G+1.6Q	-11610.7956	24297.57
Story13	C8	1.4G+1.6Q	-11610.7956	24297.57
Story13	C9	1.4G+1.6Q	-11596.7977	24297.57
Story13	C10	1.4G+1.6Q	-11596.7977	24297.57
Story13	C11	1.4G+1.6Q	-11610.7956	24297.57
Story13	C12	1.4G+1.6Q	-11610.7956	24297.57
Story12	C1	1.4G+1.6Q	-8515.1491	24297.57

Story12	C2	1.4G+1.6Q	-8515.1491	24297.57
Story12	C3	1.4G+1.6Q	-8515.1491	24297.57
Story12	C4	1.4G+1.6Q	-8515.1491	24297.57
Story12	C5	1.4G+1.6Q	-12267.3254	24297.57
Story12	C6	1.4G+1.6Q	-12267.3254	24297.57
Story12	C7	1.4G+1.6Q	-12282.3388	24297.57
Story12	C8	1.4G+1.6Q	-12282.3388	24297.57
Story12	C9	1.4G+1.6Q	-12267.3254	24297.57
Story12	C10	1.4G+1.6Q	-12267.3254	24297.57
Story12	C11	1.4G+1.6Q	-12282.3388	24297.57
Story12	C12	1.4G+1.6Q	-12282.3388	24297.57
Story11	**C1**	**1.4G+1.6Q**	-8963.105	**24297.57**
Story11	**C2**	**1.4G+1.6Q**	-8963.105	**24297.57**
Story11	**C3**	**1.4G+1.6Q**	-8963.105	**24297.57**
Story11	**C4**	**1.4G+1.6Q**	-8963.105	**24297.57**
Story11	**C5**	**1.4G+1.6Q**	-12940.8323	**24297.57**
Story11	**C6**	**1.4G+1.6Q**	-12940.8323	**24297.57**
Story11	**C7**	**1.4G+1.6Q**	-12956.8407	**24297.57**
Story11	**C8**	**1.4G+1.6Q**	-12956.8407	**24297.57**
Story11	**C9**	**1.4G+1.6Q**	-12940.8323	**24297.57**
Story11	**C10**	**1.4G+1.6Q**	-12940.8323	**24297.57**
Story11	**C11**	**1.4G+1.6Q**	-12956.8407	**24297.57**

Story11	**C12**	**1.4G+1.6Q**	-12956.8407	**24297.57**
Story10	C1	1.4G+1.6Q	-9455.7056	29997
Story10	C2	1.4G+1.6Q	-9455.7056	29997
Story10	C3	1.4G+1.6Q	-9455.7056	29997
Story10	C4	1.4G+1.6Q	-9455.7056	29997
Story10	C5	1.4G+1.6Q	-13662.2468	29997
Story10	C6	1.4G+1.6Q	-13662.2468	29997
Story10	C7	1.4G+1.6Q	-13679.4705	29997
Story10	C8	1.4G+1.6Q	-13679.4705	29997
Story10	C9	1.4G+1.6Q	-13662.2468	29997
Story10	C10	1.4G+1.6Q	-13662.2468	29997
Story10	C11	1.4G+1.6Q	-13679.4705	29997
Story10	C12	1.4G+1.6Q	-13679.4705	29997
Story9	C1	1.4G+1.6Q	-9944.701	29997
Story9	C2	1.4G+1.6Q	-9944.701	29997
Story9	C3	1.4G+1.6Q	-9944.701	29997
Story9	C4	1.4G+1.6Q	-9944.701	29997
Story9	C5	1.4G+1.6Q	-14385.599	29997
Story9	C6	1.4G+1.6Q	-14385.599	29997
Story9	C7	1.4G+1.6Q	-14404.0399	29997
Story9	C8	1.4G+1.6Q	-14404.0399	29997
Story9	C9	1.4G+1.6Q	-14385.599	29997

Story9	C10	1.4G+1.6Q	-14385.599	29997
Story9	C11	1.4G+1.6Q	-14404.0399	29997
Story9	C12	1.4G+1.6Q	-14404.0399	29997
Story8	C1	1.4G+1.6Q	-10428.7027	29997
Story8	C2	1.4G+1.6Q	-10428.7027	29997
Story8	C3	1.4G+1.6Q	-10428.7027	29997
Story8	C4	1.4G+1.6Q	-10428.7027	29997
Story8	C5	1.4G+1.6Q	-15111.9633	29997
Story8	C6	1.4G+1.6Q	-15111.9633	29997
Story8	C7	1.4G+1.6Q	-15131.6151	29997
Story8	C8	1.4G+1.6Q	-15131.6151	29997
Story8	C9	1.4G+1.6Q	-15111.9633	29997
Story8	C10	1.4G+1.6Q	-15111.9633	29997
Story8	C11	1.4G+1.6Q	-15131.6151	29997
Story8	C12	1.4G+1.6Q	-15131.6151	29997
Story7	C1	1.4G+1.6Q	-10907.7021	29997
Story7	C2	1.4G+1.6Q	-10907.7021	29997
Story7	C3	1.4G+1.6Q	-10907.7021	29997
Story7	C4	1.4G+1.6Q	-10907.7021	29997
Story7	C5	1.4G+1.6Q	-15841.4842	29997
Story7	C6	1.4G+1.6Q	-15841.4842	29997
Story7	C7	1.4G+1.6Q	-15862.3775	29997

Story7	C8	1.4G+1.6Q	-15862.3775	29997
Story7	C9	1.4G+1.6Q	-15841.4842	29997
Story7	C10	1.4G+1.6Q	-15841.4842	29997
Story7	C11	1.4G+1.6Q	-15862.3775	29997
Story7	C12	1.4G+1.6Q	-15862.3775	29997
Story6	C1	1.4G+1.6Q	-11381.3314	29997
Story6	C2	1.4G+1.6Q	-11381.3314	29997
Story6	C3	1.4G+1.6Q	-11381.3314	29997
Story6	C4	1.4G+1.6Q	-11381.3314	29997
Story6	C5	1.4G+1.6Q	-16574.3421	29997
Story6	C6	1.4G+1.6Q	-16574.3421	29997
Story6	C7	1.4G+1.6Q	-16596.4988	29997
Story6	C8	1.4G+1.6Q	-16596.4988	29997
Story6	C9	1.4G+1.6Q	-16574.3421	29997
Story6	C10	1.4G+1.6Q	-16574.3421	29997
Story6	C11	1.4G+1.6Q	-16596.4988	29997
Story6	C12	1.4G+1.6Q	-16596.4988	29997
Story5	C1	1.4G+1.6Q	-11849.5304	29997
Story5	C2	1.4G+1.6Q	-11849.5304	29997
Story5	C3	1.4G+1.6Q	-11849.5304	29997
Story5	C4	1.4G+1.6Q	-11849.5304	29997
Story5	C5	1.4G+1.6Q	-17310.7599	29997

Story5	C6	1.4G+1.6Q	-17310.7599	29997
Story5	C7	1.4G+1.6Q	-17334.2159	29997
Story5	C8	1.4G+1.6Q	-17334.2159	29997
Story5	C9	1.4G+1.6Q	-17310.7599	29997
Story5	C10	1.4G+1.6Q	-17310.7599	29997
Story5	C11	1.4G+1.6Q	-17334.2159	29997
Story5	C12	1.4G+1.6Q	-17334.2159	29997
Story4	**C1**	**1.4G+1.6Q**	-12311.0435	**29997**
Story4	**C2**	**1.4G+1.6Q**	-12311.0435	**29997**
Story4	**C3**	**1.4G+1.6Q**	-12311.0435	**29997**
Story4	**C4**	**1.4G+1.6Q**	-12311.0435	**29997**
Story4	**C5**	**1.4G+1.6Q**	-18050.7648	**29997**
Story4	**C6**	**1.4G+1.6Q**	-18050.7648	**29997**
Story4	**C7**	**1.4G+1.6Q**	-18075.5109	**29997**
Story4	**C8**	**1.4G+1.6Q**	-18075.5109	**29997**
Story4	**C9**	**1.4G+1.6Q**	-18050.7648	**29997**
Story4	**C10**	**1.4G+1.6Q**	-18050.7648	**29997**
Story4	**C11**	**1.4G+1.6Q**	-18075.5109	**29997**
Story4	**C12**	**1.4G+1.6Q**	-18075.5109	**29997**
Story3	C1	1.4G+1.6Q	-13776.8569	43195.68
Story3	C2	1.4G+1.6Q	-13776.8569	43195.68
Story3	C3	1.4G+1.6Q	-13776.8569	43195.68

Story3	C4	1.4G+1.6Q	-13776.8569	43195.68
Story3	C5	1.4G+1.6Q	-19478.5151	43195.68
Story3	C6	1.4G+1.6Q	-19478.5151	43195.68
Story3	C7	1.4G+1.6Q	-19504.6744	43195.68
Story3	C8	1.4G+1.6Q	-19504.6744	43195.68
Story3	C9	1.4G+1.6Q	-19478.5151	43195.68
Story3	C10	1.4G+1.6Q	-19478.5151	43195.68
Story3	C11	1.4G+1.6Q	-19504.6744	43195.68
Story3	C12	1.4G+1.6Q	-19504.6744	43195.68
Story2	C1	1.4G+1.6Q	-15206.841	43195.68
Story2	C2	1.4G+1.6Q	-15206.841	43195.68
Story2	C3	1.4G+1.6Q	-15206.841	43195.68
Story2	C4	1.4G+1.6Q	-15206.841	43195.68
Story2	C5	1.4G+1.6Q	-20892.0361	43195.68
Story2	C6	1.4G+1.6Q	-20892.0361	43195.68
Story2	C7	1.4G+1.6Q	-20919.8326	43195.68
Story2	C8	1.4G+1.6Q	-20919.8326	43195.68
Story2	C9	1.4G+1.6Q	-20892.0361	43195.68
Story2	C10	1.4G+1.6Q	-20892.0361	43195.68
Story2	C11	1.4G+1.6Q	-20919.8326	43195.68
Story2	C12	1.4G+1.6Q	-20919.8326	43195.68
Story1	C1	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68

Story1	C2	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C3	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C4	1.4G+1.6Q	-16645.8784	43195.68
Story1	C5	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C6	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C7	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68
Story1	C8	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68
Story1	C9	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C10	1.4G+1.6Q	-22314.4783	43195.68
Story1	C11	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68
Story1	C12	1.4G+1.6Q	-22344.0083	43195.68

EK 2. Boşluklu Perdenin Bağ Kirişlerine Aktarılan Kesme Küvvetleri

Bağ kirişlerin kesme kuvvatlerini deprem etkisi altında belirlemek için analiz sonuçları *EQX +0.3 EQY* kombinasyonu en kritik kombinasyon olarak kullanarak elde edilmiştir.

Kat	Kiriş		Kesme Kuvveti (KN)
	Tip	İsim	
Story30	B42	1287	165.9306
Story30	B43	1307	165.9306
Story30	B30	259	123.0543
Story29	B42	1288	257.9208
Story29	B43	1308	257.9208
Story29	B30	260	196.605
Story28	B42	1289	298.0185
Story28	B43	1309	298.0185
Story28	B30	261	233.7499
Story27	B42	1290	340.3493
Story27	B43	1310	340.3493
Story27	B30	262	272.2037
Story26	B42	1291	385.6007
Story26	B43	1311	385.6007
Story26	B30	263	313.0399
Story25	B42	1292	430.9678
Story25	B43	1312	430.9678
Story25	B30	264	353.8172
Story24	B42	1293	474.5139
Story24	B43	1313	474.5139
Story24	B30	272	392.8557
Story23	B42	1294	514.1603

Story23	B43	1314	514.1603
Story23	B30	273	428.2901
Story22	B42	1295	547.7526
Story22	B43	1315	547.7526
Story22	B30	274	458.1205
Story21	B42	1296	571.2137
Story21	B43	1316	571.2137
Story21	B30	258	478.4972
Story20	B42	607	637.7036
Story20	B43	627	637.7036
Story20	B30	275	534.1868
Story19	B42	608	669.3902
Story19	B43	628	669.3902
Story19	B30	276	561.9303
Story18	B42	609	697.2815
Story18	B43	629	697.2815
Story18	B30	277	587.2408
Story17	B42	610	727.8598
Story17	B43	630	727.8598
Story17	B30	278	615.1828
Story16	B42	611	759.6932
Story16	B43	631	759.6932
Story16	B30	286	644.5232
Story15	B42	612	790.5101
Story15	B43	632	790.5101
Story15	B30	287	673.1914
Story14	B42	613	818.2415
Story14	B43	633	818.2415

Story14	B30	288	699.3283
Story13	B42	614	840.5031
Story13	B43	634	840.5031
Story13	B30	289	720.7819
Story12	B42	615	854.412
Story12	B43	635	854.412
Story12	B30	290	734.9143
Story11	B42	616	855.143
Story11	B43	636	855.143
Story11	B30	291	737.2679
Story10	B42	419	909.8662
Story10	B43	433	909.8662
Story10	B30	292	785.3651
Story9	B42	420	906.5794
Story9	B43	434	906.5794
Story9	B30	300	785.1379
Story8	B42	421	878.0224
Story8	B43	435	878.0224
Story8	B30	301	762.7302
Story7	B42	422	828.4719
Story7	B43	436	828.4719
Story7	B30	302	721.4619
Story6	B42	423	746.2196
Story6	B43	437	746.2196
Story6	B30	303	650.3027
Story5	B42	424	615.5064
Story5	B43	438	615.5064
Story5	B30	304	533.9878

Story4	B42	425	401.3502
Story4	B43	439	401.3502
Story4	B30	305	340.3678
Story3	B42	181	56.9644
Story3	B43	187	56.9644
Story3	B30	306	27.6368
Story2	B42	182	131.7895
Story2	B43	188	131.7895
Story2	B30	314	140.0028
Story1	B42	183	71.6892
Story1	B43	189	71.6892
Story1	B30	315	76.1808
Toplam Kesme Kuvveti (KN)			48949.2058

Ek 3. Yatay Elastik Tasarım Spektrum Değerleri

DD-2 Yatay Elastik Tasarım Spektral Değerleri		DD-3 Yatay Elastik Tasarım Spektral Değerleri	
T	$S_{ae}(T)$	T	$S_{ae}(T)$
0.00	0.41	0.00	0.18
0.01	0.50	0.01	0.22
0.02	0.59	0.02	0.26
0.03	0.67	0.03	0.30
0.04	0.76	0.04	0.34
0.05	0.85	0.05	0.38
0.06	0.94	0.06	0.42
0.07	1.02	0.07	0.44
0.08	1.02	0.08	0.44
0.09	1.02	0.09	0.44
0.10	1.02	0.10	0.44
0.11	1.02	0.11	0.44
0.12	1.02	0.12	0.44
0.13	1.02	0.13	0.44
0.14	1.02	0.14	0.44
0.15	1.02	0.15	0.44
0.16	1.02	0.16	0.44
0.17	1.02	0.17	0.44
0.18	1.02	0.18	0.44
0.19	1.02	0.19	0.44
0.20	1.02	0.20	0.44
0.21	1.02	0.21	0.44
0.22	1.02	0.22	0.44
0.23	1.02	0.23	0.44

0.24	1.02	0.24	0.44
0.25	1.02	0.25	0.44
0.26	1.02	0.26	0.44
0.27	1.02	0.27	0.44
0.28	1.02	0.28	0.44
0.29	1.02	0.29	0.44
0.30	1.02	0.30	0.44
0.31	1.02	0.31	0.44
0.32	1.02	0.32	0.44
0.33	1.02	0.33	0.44
0.34	1.02	0.34	0.43
0.35	1.02	0.35	0.42
0.36	0.99	0.36	0.40
0.37	0.96	0.37	0.39
0.38	0.94	0.38	0.38
0.39	0.92	0.39	0.37
0.40	0.89	0.40	0.36
0.41	0.87	0.41	0.35
0.42	0.85	0.42	0.35
0.43	0.83	0.43	0.34
0.44	0.81	0.44	0.33
0.45	0.79	0.45	0.32
0.46	0.78	0.46	0.32
0.47	0.76	0.47	0.31
0.48	0.74	0.48	0.30
0.49	0.73	0.49	0.30
0.50	0.71	0.50	0.29
0.51	0.70	0.51	0.29

0.52	0.69	0.52	0.28
0.53	0.67	0.53	0.27
0.54	0.66	0.54	0.27
0.55	0.65	0.55	0.26
0.56	0.64	0.56	0.26
0.57	0.63	0.57	0.26
0.58	0.62	0.58	0.25
0.59	0.61	0.59	0.25
0.60	0.60	0.60	0.24
0.61	0.59	0.61	0.24
0.62	0.58	0.62	0.23
0.63	0.57	0.63	0.23
0.64	0.56	0.64	0.23
0.65	0.55	0.65	0.22
0.66	0.54	0.66	0.22
0.67	0.53	0.67	0.22
0.68	0.53	0.68	0.21
0.69	0.52	0.69	0.21
0.70	0.51	0.70	0.21
0.71	0.50	0.71	0.20
0.72	0.50	0.72	0.20
0.73	0.49	0.73	0.20
0.74	0.48	0.74	0.20
0.75	0.48	0.75	0.19
0.76	0.47	0.76	0.19
0.77	0.46	0.77	0.19
0.78	0.46	0.78	0.19
0.79	0.45	0.79	0.18

0.80	0.45	0.80	0.18
0.81	0.44	0.81	0.18
0.82	0.44	0.82	0.18
0.83	0.43	0.83	0.18
0.84	0.43	0.84	0.17
0.85	0.42	0.85	0.17
0.86	0.42	0.86	0.17
0.87	0.41	0.87	0.17
0.88	0.41	0.88	0.17
0.89	0.40	0.89	0.16
0.90	0.40	0.90	0.16
0.91	0.39	0.91	0.16
0.92	0.39	0.92	0.16
0.93	0.38	0.93	0.16
0.94	0.38	0.94	0.15
0.95	0.38	0.95	0.15
0.96	0.37	0.96	0.15
0.97	0.37	0.97	0.15
0.98	0.36	0.98	0.15
0.99	0.36	0.99	0.15
1.00	0.36	1.00	0.15
1.01	0.35	1.01	0.14
1.02	0.35	1.02	0.14
1.03	0.35	1.03	0.14
1.04	0.34	1.04	0.14
1.05	0.34	1.05	0.14
1.06	0.34	1.06	0.14
1.07	0.33	1.07	0.14

1.08	0.33	1.08	0.13
1.09	0.33	1.09	0.13
1.10	0.32	1.10	0.13
1.11	0.32	1.11	0.13
1.12	0.32	1.12	0.13
1.13	0.32	1.13	0.13
1.14	0.31	1.14	0.13
1.15	0.31	1.15	0.13
1.16	0.31	1.16	0.13
1.17	0.31	1.17	0.12
1.18	0.30	1.18	0.12
1.19	0.30	1.19	0.12
1.20	0.30	1.20	0.12
1.21	0.30	1.21	0.12
1.22	0.29	1.22	0.12
1.23	0.29	1.23	0.12
1.24	0.29	1.24	0.12
1.25	0.29	1.25	0.12
1.26	0.28	1.26	0.12
1.27	0.28	1.27	0.11
1.28	0.28	1.28	0.11
1.29	0.28	1.29	0.11
1.30	0.27	1.30	0.11
1.31	0.27	1.31	0.11
1.32	0.27	1.32	0.11
1.33	0.27	1.33	0.11
1.34	0.27	1.34	0.11
1.35	0.26	1.35	0.11

1.36	0.26	1.36	0.11
1.37	0.26	1.37	0.11
1.38	0.26	1.38	0.11
1.39	0.26	1.39	0.10
1.40	0.26	1.40	0.10
1.41	0.25	1.41	0.10
1.42	0.25	1.42	0.10
1.43	0.25	1.43	0.10
1.44	0.25	1.44	0.10
1.45	0.25	1.45	0.10
1.46	0.24	1.46	0.10
1.47	0.24	1.47	0.10
1.48	0.24	1.48	0.10
1.49	0.24	1.49	0.10
1.50	0.24	1.50	0.10
1.51	0.24	1.51	0.10
1.52	0.23	1.52	0.10
1.53	0.23	1.53	0.10
1.54	0.23	1.54	0.09
1.55	0.23	1.55	0.09
1.56	0.23	1.56	0.09
1.57	0.23	1.57	0.09
1.58	0.23	1.58	0.09
1.59	0.22	1.59	0.09
1.60	0.22	1.60	0.09
1.61	0.22	1.61	0.09
1.62	0.22	1.62	0.09
1.63	0.22	1.63	0.09

1.64	0.22	1.64	0.09
1.65	0.22	1.65	0.09
1.66	0.22	1.66	0.09
1.67	0.21	1.67	0.09
1.68	0.21	1.68	0.09
1.69	0.21	1.69	0.09
1.70	0.21	1.70	0.09
1.71	0.21	1.71	0.09
1.72	0.21	1.72	0.08
1.73	0.21	1.73	0.08
1.74	0.21	1.74	0.08
1.75	0.20	1.75	0.08
1.76	0.20	1.76	0.08
1.77	0.20	1.77	0.08
1.78	0.20	1.78	0.08
1.79	0.20	1.79	0.08
1.80	0.20	1.80	0.08
1.81	0.20	1.81	0.08
1.82	0.20	1.82	0.08
1.83	0.20	1.83	0.08
1.84	0.19	1.84	0.08
1.85	0.19	1.85	0.08
1.86	0.19	1.86	0.08
1.87	0.19	1.87	0.08
1.88	0.19	1.88	0.08
1.89	0.19	1.89	0.08
1.90	0.19	1.90	0.08
1.91	0.19	1.91	0.08

1.92	0.19	1.92	0.08
1.93	0.18	1.93	0.08
1.94	0.18	1.94	0.08
1.95	0.18	1.95	0.07
1.96	0.18	1.96	0.07
1.97	0.18	1.97	0.07
1.98	0.18	1.98	0.07
1.99	0.18	1.99	0.07
2.00	0.18	2.00	0.07
2.01	0.18	2.01	0.07
2.02	0.18	2.02	0.07
2.03	0.18	2.03	0.07
2.04	0.18	2.04	0.07
2.05	0.17	2.05	0.07
2.06	0.17	2.06	0.07
2.07	0.17	2.07	0.07
2.08	0.17	2.08	0.07
2.09	0.17	2.09	0.07
2.10	0.17	2.10	0.07
2.11	0.17	2.11	0.07
2.12	0.17	2.12	0.07
2.13	0.17	2.13	0.07
2.14	0.17	2.14	0.07
2.15	0.17	2.15	0.07
2.16	0.17	2.16	0.07
2.17	0.16	2.17	0.07
2.18	0.16	2.18	0.07
2.19	0.16	2.19	0.07

2.20	0.16	2.20	0.07
2.21	0.16	2.21	0.07
2.22	0.16	2.22	0.07
2.23	0.16	2.23	0.07
2.24	0.16	2.24	0.06
2.25	0.16	2.25	0.06
2.26	0.16	2.26	0.06
2.27	0.16	2.27	0.06
2.28	0.16	2.28	0.06
2.29	0.16	2.29	0.06
2.30	0.16	2.30	0.06
2.31	0.15	2.31	0.06
2.32	0.15	2.32	0.06
2.33	0.15	2.33	0.06
2.34	0.15	2.34	0.06
2.35	0.15	2.35	0.06
2.36	0.15	2.36	0.06
2.37	0.15	2.37	0.06
2.38	0.15	2.38	0.06
2.39	0.15	2.39	0.06
2.40	0.15	2.40	0.06
2.41	0.15	2.41	0.06
2.42	0.15	2.42	0.06
2.43	0.15	2.43	0.06
2.44	0.15	2.44	0.06
2.45	0.15	2.45	0.06
2.46	0.15	2.46	0.06
2.47	0.14	2.47	0.06

2.48	0.14	2.48	0.06
2.49	0.14	2.49	0.06
2.50	0.14	2.50	0.06
2.51	0.14	2.51	0.06
2.52	0.14	2.52	0.06
2.53	0.14	2.53	0.06
2.54	0.14	2.54	0.06
2.55	0.14	2.55	0.06
2.56	0.14	2.56	0.06
2.57	0.14	2.57	0.06
2.58	0.14	2.58	0.06
2.59	0.14	2.59	0.06
2.60	0.14	2.60	0.06
2.61	0.14	2.61	0.06
2.62	0.14	2.62	0.06
2.63	0.14	2.63	0.06
2.64	0.14	2.64	0.06
2.65	0.13	2.65	0.05
2.66	0.13	2.66	0.05
2.67	0.13	2.67	0.05
2.68	0.13	2.68	0.05
2.69	0.13	2.69	0.05
2.70	0.13	2.70	0.05
2.71	0.13	2.71	0.05
2.72	0.13	2.72	0.05
2.73	0.13	2.73	0.05
2.74	0.13	2.74	0.05
2.75	0.13	2.75	0.05

2.76	0.13	2.76	0.05
2.77	0.13	2.77	0.05
2.78	0.13	2.78	0.05
2.79	0.13	2.79	0.05
2.80	0.13	2.80	0.05
2.81	0.13	2.81	0.05
2.82	0.13	2.82	0.05
2.83	0.13	2.83	0.05
2.84	0.13	2.84	0.05
2.85	0.13	2.85	0.05
2.86	0.12	2.86	0.05
2.87	0.12	2.87	0.05
2.88	0.12	2.88	0.05
2.89	0.12	2.89	0.05
2.90	0.12	2.90	0.05
2.91	0.12	2.91	0.05
2.92	0.12	2.92	0.05
2.93	0.12	2.93	0.05
2.94	0.12	2.94	0.05
2.95	0.12	2.95	0.05
2.96	0.12	2.96	0.05
2.97	0.12	2.97	0.05
2.98	0.12	2.98	0.05
2.99	0.12	2.99	0.05
3.00	0.12	3.00	0.05
3.01	0.12	3.01	0.05
3.02	0.12	3.02	0.05
3.03	0.12	3.03	0.05

3.04	0.12	3.04	0.05
3.05	0.12	3.05	0.05
3.06	0.12	3.06	0.05
3.07	0.12	3.07	0.05
3.08	0.12	3.08	0.05
3.09	0.12	3.09	0.05
3.10	0.12	3.10	0.05
3.11	0.11	3.11	0.05
3.12	0.11	3.12	0.05
3.13	0.11	3.13	0.05
3.14	0.11	3.14	0.05
3.15	**0.11**	**3.15**	**0.05**
3.16	0.11	3.16	0.05
3.17	0.11	3.17	0.05
3.18	0.11	3.18	0.05
3.19	0.11	3.19	0.05
3.20	0.11	3.20	0.05
3.21	0.11	3.21	0.05
3.22	0.11	3.22	0.05
3.23	0.11	3.23	0.05
3.24	0.11	3.24	0.04
3.25	0.11	3.25	0.04
3.26	0.11	3.26	0.04
3.27	0.11	3.27	0.04
3.28	0.11	3.28	0.04
3.29	0.11	3.29	0.04
3.30	0.11	3.30	0.04
3.31	0.11	3.31	0.04

3.32	0.11	3.32	0.04
3.33	0.11	3.33	0.04
3.34	0.11	3.34	0.04
3.35	0.11	3.35	0.04
3.36	0.11	3.36	0.04
3.37	0.11	3.37	0.04
3.38	0.11	3.38	0.04
3.39	0.11	3.39	0.04
3.40	0.11	3.40	0.04
3.41	0.10	3.41	0.04
3.42	0.10	3.42	0.04
3.43	0.10	3.43	0.04
3.44	0.10	3.44	0.04
3.45	0.10	3.45	0.04
3.46	0.10	3.46	0.04
3.47	0.10	3.47	0.04
3.48	0.10	3.48	0.04
3.49	0.10	3.49	0.04
3.50	0.10	3.50	0.04
3.51	0.10	3.51	0.04
3.52	0.10	3.52	0.04
3.53	0.10	3.53	0.04
3.54	0.10	3.54	0.04
3.55	0.10	3.55	0.04
3.56	0.10	3.56	0.04
3.57	0.10	3.57	0.04
3.58	0.10	3.58	0.04
3.59	0.10	3.59	0.04

3.60	0.10	3.60	0.04
3.61	0.10	3.61	0.04
3.62	0.10	3.62	0.04
3.63	0.10	3.63	0.04
3.64	**0.10**	**3.64**	**0.04**
3.65	0.10	3.65	0.04
3.66	0.10	3.66	0.04
3.67	0.10	3.67	0.04
3.68	0.10	3.68	0.04
3.69	0.10	3.69	0.04
3.70	0.10	3.70	0.04
3.71	0.10	3.71	0.04
3.72	0.10	3.72	0.04
3.73	0.10	3.73	0.04
3.74	0.10	3.74	0.04
3.75	0.10	3.75	0.04
3.76	0.09	3.76	0.04
3.77	0.09	3.77	0.04
3.78	0.09	3.78	0.04
3.79	0.09	3.79	0.04
3.80	0.09	3.80	0.04
3.81	0.09	3.81	0.04
3.82	0.09	3.82	0.04
3.83	0.09	3.83	0.04
3.84	0.09	3.84	0.04
3.85	0.09	3.85	0.04
3.86	0.09	3.86	0.04
3.87	0.09	3.87	0.04

3.88	0.09	3.88	0.04
3.89	0.09	3.89	0.04
3.90	0.09	3.90	0.04
3.91	0.09	3.91	0.04
3.92	0.09	3.92	0.04
3.93	0.09	3.93	0.04
3.94	0.09	3.94	0.04
3.95	0.09	3.95	0.04
3.96	0.09	3.96	0.04
3.97	0.09	3.97	0.04
3.98	0.09	3.98	0.04
3.99	0.09	3.99	0.04
4.00	0.09	4.00	0.04
4.01	0.09	4.01	0.04
4.02	0.09	4.02	0.04
4.03	0.09	4.03	0.04
4.04	0.09	4.04	0.04
4.05	0.09	4.05	0.04
4.06	0.09	4.06	0.04
4.07	0.09	4.07	0.04
4.08	0.09	4.08	0.04
4.09	0.09	4.09	0.04
4.10	0.09	4.10	0.04
4.11	0.09	4.11	0.04
4.12	0.09	4.12	0.04
4.13	0.09	4.13	0.04
4.14	0.09	4.14	0.04
4.15	0.09	4.15	0.04

4.16	0.09	4.16	0.03
4.17	0.09	4.17	0.03
4.18	0.09	4.18	0.03
4.19	0.09	4.19	0.03
4.20	0.09	4.20	0.03
4.21	0.08	4.21	0.03
4.22	0.08	4.22	0.03
4.23	0.08	4.23	0.03
4.24	0.08	4.24	0.03
4.25	0.08	4.25	0.03
4.26	0.08	4.26	0.03
4.27	0.08	4.27	0.03
4.28	0.08	4.28	0.03
4.29	0.08	4.29	0.03
4.30	0.08	4.30	0.03
4.31	0.08	4.31	0.03
4.32	0.08	4.32	0.03
4.33	0.08	4.33	0.03
4.34	0.08	4.34	0.03
4.35	0.08	4.35	0.03
4.36	0.08	4.36	0.03
4.37	0.08	4.37	0.03
4.38	0.08	4.38	0.03
4.39	0.08	4.39	0.03
4.40	0.08	4.40	0.03
4.41	0.08	4.41	0.03
4.42	0.08	4.42	0.03
4.43	0.08	4.43	0.03

4.44	0.08	4.44	0.03
4.45	0.08	4.45	0.03
4.46	0.08	4.46	0.03
4.47	0.08	4.47	0.03
4.48	0.08	4.48	0.03
4.49	0.08	4.49	0.03
4.50	0.08	4.50	0.03
4.51	0.08	4.51	0.03
4.52	0.08	4.52	0.03
4.53	0.08	4.53	0.03
4.54	0.08	4.54	0.03
4.55	0.08	4.55	0.03
4.56	0.08	4.56	0.03
4.57	0.08	4.57	0.03
4.58	0.08	4.58	0.03
4.59	0.08	4.59	0.03
4.60	0.08	4.60	0.03
4.61	0.08	4.61	0.03
4.62	0.08	4.62	0.03
4.63	0.08	4.63	0.03
4.64	0.08	4.64	0.03
4.65	0.08	4.65	0.03
4.66	0.08	4.66	0.03
4.67	0.08	4.67	0.03
4.68	0.08	4.68	0.03
4.69	0.08	4.69	0.03
4.70	0.08	4.70	0.03
4.71	0.08	4.71	0.03

4.72	0.08	4.72	0.03
4.73	0.08	4.73	0.03
4.74	0.08	4.74	0.03
4.75	0.08	4.75	0.03
4.76	0.08	4.76	0.03
4.77	0.07	4.77	0.03
4.78	0.07	4.78	0.03
4.79	0.07	4.79	0.03
4.80	0.07	4.80	0.03
4.81	0.07	4.81	0.03
4.82	0.07	4.82	0.03
4.83	0.07	4.83	0.03
4.84	0.07	4.84	0.03
4.85	0.07	4.85	0.03
4.86	0.07	4.86	0.03
4.87	0.07	4.87	0.03
4.88	0.07	4.88	0.03
4.89	0.07	4.89	0.03
4.90	0.07	4.90	0.03
4.91	0.07	4.91	0.03
4.92	0.07	4.92	0.03
4.93	0.07	4.93	0.03
4.94	0.07	4.94	0.03
4.95	0.07	4.95	0.03
4.96	0.07	4.96	0.03
4.97	0.07	4.97	0.03
4.98	0.07	4.98	0.03
4.99	0.07	4.99	0.03

5.00	0.07	5.00	0.03
5.01	0.07	5.01	0.03
5.02	0.07	5.02	0.03
5.03	0.07	5.03	0.03
5.04	0.07	5.04	0.03
5.05	0.07	5.05	0.03
5.06	0.07	5.06	0.03
5.07	0.07	5.07	0.03
5.08	0.07	5.08	0.03
5.09	0.07	5.09	0.03
5.10	0.07	5.10	0.03
5.11	0.07	5.11	0.03
5.12	0.07	5.12	0.03
5.13	0.07	5.13	0.03
5.14	0.07	5.14	0.03
5.15	0.07	5.15	0.03
5.16	0.07	5.16	0.03
5.17	0.07	5.17	0.03
5.18	0.07	5.18	0.03
5.19	0.07	5.19	0.03
5.20	0.07	5.20	0.03
5.21	0.07	5.21	0.03
5.22	0.07	5.22	0.03
5.23	0.07	5.23	0.03
5.24	0.07	5.24	0.03
5.25	0.07	5.25	0.03
5.26	0.07	5.26	0.03
5.27	0.07	5.27	0.03

5.28	0.07	5.28	0.03
5.29	0.07	5.29	0.03
5.30	0.07	5.30	0.03
5.31	0.07	5.31	0.03
5.32	0.07	5.32	0.03
5.33	0.07	5.33	0.03
5.34	0.07	5.34	0.03
5.35	0.07	5.35	0.03
5.36	0.07	5.36	0.03
5.37	0.07	5.37	0.03
5.38	0.07	5.38	0.03
5.39	0.07	5.39	0.03
5.40	0.07	5.40	0.03
5.41	0.07	5.41	0.03
5.42	0.07	5.42	0.03
5.43	0.07	5.43	0.03
5.44	0.07	5.44	0.03
5.45	0.07	5.45	0.03
5.46	0.07	5.46	0.03
5.47	0.07	5.47	0.03
5.48	0.07	5.48	0.03
5.49	0.07	5.49	0.03
5.50	0.06	5.50	0.03
5.51	0.06	5.51	0.03
5.52	0.06	5.52	0.03
5.53	0.06	5.53	0.03
5.54	0.06	5.54	0.03
5.55	0.06	5.55	0.03

5.56	0.06	5.56	0.03
5.57	0.06	5.57	0.03
5.58	0.06	5.58	0.03
5.59	0.06	5.59	0.03
5.60	0.06	5.60	0.03
5.61	0.06	5.61	0.03
5.62	0.06	5.62	0.03
5.63	0.06	5.63	0.03
5.64	0.06	5.64	0.03
5.65	0.06	5.65	0.03
5.66	0.06	5.66	0.03
5.67	0.06	5.67	0.03
5.68	0.06	5.68	0.03
5.69	0.06	5.69	0.03
5.70	0.06	5.70	0.03
5.71	0.06	5.71	0.03
5.72	0.06	5.72	0.03
5.73	0.06	5.73	0.03
5.74	0.06	5.74	0.03
5.75	0.06	5.75	0.03
5.76	0.06	5.76	0.03
5.77	0.06	5.77	0.03
5.78	0.06	5.78	0.03
5.79	0.06	5.79	0.03
5.80	0.06	5.80	0.03
5.81	0.06	5.81	0.03
5.82	0.06	5.82	0.03
5.83	0.06	5.83	0.02

5.84	0.06	5.84	0.02
5.85	0.06	5.85	0.02
5.86	0.06	5.86	0.02
5.87	0.06	5.87	0.02
5.88	0.06	5.88	0.02
5.89	0.06	5.89	0.02
5.90	0.06	5.90	0.02
5.91	0.06	5.91	0.02
5.92	0.06	5.92	0.02
5.93	0.06	5.93	0.02
5.94	0.06	5.94	0.02
5.95	0.06	5.95	0.02
5.96	0.06	5.96	0.02
5.97	0.06	5.97	0.02
5.98	0.06	5.98	0.02
5.99	0.06	5.99	0.02
6.00	0.06	6.00	0.02
6.01	0.06	6.01	0.02
6.02	0.06	6.02	0.02
6.03	0.06	6.03	0.02
6.04	0.06	6.04	0.02
6.05	0.06	6.05	0.02
6.06	0.06	6.06	0.02
6.07	0.06	6.07	0.02
6.08	0.06	6.08	0.02
6.09	0.06	6.09	0.02
6.10	0.06	6.10	0.02
6.11	0.06	6.11	0.02

6.12	0.06	6.12	0.02
6.13	0.06	6.13	0.02
6.14	0.06	6.14	0.02
6.15	0.06	6.15	0.02
6.16	0.06	6.16	0.02
6.17	0.06	6.17	0.02
6.18	0.06	6.18	0.02
6.19	0.06	6.19	0.02
6.20	0.06	6.20	0.02
6.21	0.06	6.21	0.02
6.22	0.06	6.22	0.02
6.23	0.06	6.23	0.02
6.24	0.06	6.24	0.02
6.25	0.05	6.25	0.02
6.26	0.05	6.26	0.02
6.27	0.05	6.27	0.02
6.28	0.05	6.28	0.02
6.29	0.05	6.29	0.02
6.30	0.05	6.30	0.02
6.31	0.05	6.31	0.02
6.32	0.05	6.32	0.02
6.33	0.05	6.33	0.02
6.34	0.05	6.34	0.02
6.35	0.05	6.35	0.02
6.36	0.05	6.36	0.02
6.37	0.05	6.37	0.02
6.38	0.05	6.38	0.02
6.39	0.05	6.39	0.02

6.40	0.05	6.40	0.02
6.41	0.05	6.41	0.02
6.42	0.05	6.42	0.02
6.43	0.05	6.43	0.02
6.44	0.05	6.44	0.02
6.45	0.05	6.45	0.02
6.46	0.05	6.46	0.02
6.47	0.05	6.47	0.02
6.48	0.05	6.48	0.02
6.49	0.05	6.49	0.02
6.50	0.05	6.50	0.02
6.51	0.05	6.51	0.02
6.52	0.05	6.52	0.02
6.53	0.05	6.53	0.02
6.54	0.05	6.54	0.02
6.55	0.05	6.55	0.02
6.56	0.05	6.56	0.02
6.57	0.05	6.57	0.02
6.58	0.05	6.58	0.02
6.59	0.05	6.59	0.02
6.60	0.05	6.60	0.02
6.61	0.05	6.61	0.02
6.62	0.05	6.62	0.02
6.63	0.05	6.63	0.02
6.64	0.05	6.64	0.02
6.65	0.05	6.65	0.02
6.66	0.05	6.66	0.02
6.67	0.05	6.67	0.02

6.68	0.05	6.68	0.02
6.69	0.05	6.69	0.02
6.70	0.05	6.70	0.02
6.71	0.05	6.71	0.02
6.72	0.05	6.72	0.02
6.73	0.05	6.73	0.02
6.74	0.05	6.74	0.02
6.75	0.05	6.75	0.02
6.76	0.05	6.76	0.02
6.77	0.05	6.77	0.02
6.78	0.05	6.78	0.02
6.79	0.05	6.79	0.02
6.80	0.05	6.80	0.02
6.81	0.05	6.81	0.02
6.82	0.05	6.82	0.02
6.83	0.05	6.83	0.02
6.84	0.05	6.84	0.02
6.85	0.05	6.85	0.02
6.86	0.05	6.86	0.02
6.87	0.05	6.87	0.02
6.88	0.05	6.88	0.02
6.89	0.05	6.89	0.02
6.90	0.04	6.90	0.02
6.91	0.04	6.91	0.02
6.92	0.04	6.92	0.02
6.93	0.04	6.93	0.02
6.94	0.04	6.94	0.02
6.95	0.04	6.95	0.02

6.96	0.04	6.96	0.02
6.97	0.04	6.97	0.02
6.98	0.04	6.98	0.02
6.99	0.04	6.99	0.02
7.00	0.04	7.00	0.02
7.01	0.04	7.01	0.02
7.02	0.04	7.02	0.02
7.03	0.04	7.03	0.02
7.04	0.04	7.04	0.02
7.05	0.04	7.05	0.02
7.06	0.04	7.06	0.02
7.07	0.04	7.07	0.02
7.08	0.04	7.08	0.02
7.09	0.04	7.09	0.02
7.10	0.04	7.10	0.02
7.11	0.04	7.11	0.02
7.12	0.04	7.12	0.02
7.13	0.04	7.13	0.02
7.14	0.04	7.14	0.02
7.15	0.04	7.15	0.02
7.16	0.04	7.16	0.02
7.17	0.04	7.17	0.02
7.18	0.04	7.18	0.02
7.19	0.04	7.19	0.02
7.20	0.04	7.20	0.02
7.21	0.04	7.21	0.02
7.22	0.04	7.22	0.02
7.23	0.04	7.23	0.02

7.24	0.04	7.24	0.02
7.25	0.04	7.25	0.02
7.26	0.04	7.26	0.02
7.27	0.04	7.27	0.02
7.28	0.04	7.28	0.02
7.29	0.04	7.29	0.02
7.30	0.04	7.30	0.02
7.31	0.04	7.31	0.02
7.32	0.04	7.32	0.02
7.33	0.04	7.33	0.02
7.34	0.04	7.34	0.02
7.35	0.04	7.35	0.02
7.36	0.04	7.36	0.02
7.37	0.04	7.37	0.02
7.38	0.04	7.38	0.02
7.39	0.04	7.39	0.02
7.40	0.04	7.40	0.02
7.41	0.04	7.41	0.02
7.42	0.04	7.42	0.02
7.43	0.04	7.43	0.02
7.44	0.04	7.44	0.02
7.45	0.04	7.45	0.02
7.46	0.04	7.46	0.02
7.47	0.04	7.47	0.02
7.48	0.04	7.48	0.02
7.49	0.04	7.49	0.02
7.50	0.04	7.50	0.02
7.51	0.04	7.51	0.02

7.52	0.04	7.52	0.02
7.53	0.04	7.53	0.02
7.54	0.04	7.54	0.02
7.55	0.04	7.55	0.02
7.56	0.04	7.56	0.02
7.57	0.04	7.57	0.02
7.58	0.04	7.58	0.02
7.59	0.04	7.59	0.02
7.60	0.04	7.60	0.02
7.61	0.04	7.61	0.02
7.62	0.04	7.62	0.02
7.63	0.04	7.63	0.01
7.64	0.04	7.64	0.01
7.65	0.04	7.65	0.01
7.66	0.04	7.66	0.01
7.67	0.04	7.67	0.01
7.68	0.04	7.68	0.01
7.69	0.04	7.69	0.01
7.70	0.04	7.70	0.01
7.71	0.04	7.71	0.01
7.72	0.04	7.72	0.01
7.73	0.04	7.73	0.01
7.74	0.04	7.74	0.01
7.75	0.04	7.75	0.01
7.76	0.04	7.76	0.01
7.77	0.04	7.77	0.01
7.78	0.04	7.78	0.01
7.79	0.04	7.79	0.01

7.80	0.04	7.80	0.01
7.81	0.04	7.81	0.01
7.82	0.04	7.82	0.01
7.83	0.03	7.83	0.01
7.84	0.03	7.84	0.01
7.85	0.03	7.85	0.01
7.86	0.03	7.86	0.01
7.87	0.03	7.87	0.01
7.88	0.03	7.88	0.01
7.89	0.03	7.89	0.01
7.90	0.03	7.90	0.01
7.91	0.03	7.91	0.01
7.92	0.03	7.92	0.01
7.93	0.03	7.93	0.01
7.94	0.03	7.94	0.01
7.95	0.03	7.95	0.01
7.96	0.03	7.96	0.01
7.97	0.03	7.97	0.01
7.98	0.03	7.98	0.01
7.99	0.03	7.99	0.01
8.00	0.03	8.00	0.01
8.01	0.03	8.01	0.01
8.02	0.03	8.02	0.01
8.03	0.03	8.03	0.01
8.04	0.03	8.04	0.01
8.05	0.03	8.05	0.01
8.06	0.03	8.06	0.01
8.07	0.03	8.07	0.01

8.08	0.03	8.08	0.01
8.09	0.03	8.09	0.01
8.10	0.03	8.10	0.01
8.11	0.03	8.11	0.01
8.12	0.03	8.12	0.01
8.13	0.03	8.13	0.01
8.14	0.03	8.14	0.01
8.15	0.03	8.15	0.01
8.16	0.03	8.16	0.01
8.17	0.03	8.17	0.01
8.18	0.03	8.18	0.01
8.19	0.03	8.19	0.01
8.20	0.03	8.20	0.01
8.21	0.03	8.21	0.01
8.22	0.03	8.22	0.01
8.23	0.03	8.23	0.01
8.24	0.03	8.24	0.01
8.25	0.03	8.25	0.01
8.26	0.03	8.26	0.01
8.27	0.03	8.27	0.01
8.28	0.03	8.28	0.01
8.29	0.03	8.29	0.01
8.30	0.03	8.30	0.01
8.31	0.03	8.31	0.01
8.32	0.03	8.32	0.01
8.33	0.03	8.33	0.01
8.34	0.03	8.34	0.01
8.35	0.03	8.35	0.01

8.36	0.03	8.36	0.01
8.37	0.03	8.37	0.01
8.38	0.03	8.38	0.01
8.39	0.03	8.39	0.01
8.40	0.03	8.40	0.01
8.41	0.03	8.41	0.01
8.42	0.03	8.42	0.01
8.43	0.03	8.43	0.01
8.44	0.03	8.44	0.01
8.45	0.03	8.45	0.01
8.46	0.03	8.46	0.01
8.47	0.03	8.47	0.01
8.48	0.03	8.48	0.01
8.49	0.03	8.49	0.01
8.50	0.03	8.50	0.01
8.51	0.03	8.51	0.01
8.52	0.03	8.52	0.01
8.53	0.03	8.53	0.01
8.54	0.03	8.54	0.01
8.55	0.03	8.55	0.01
8.56	0.03	8.56	0.01
8.57	0.03	8.57	0.01
8.58	0.03	8.58	0.01
8.59	0.03	8.59	0.01
8.60	0.03	8.60	0.01
8.61	0.03	8.61	0.01
8.62	0.03	8.62	0.01
8.63	0.03	8.63	0.01

8.64	0.03	8.64	0.01
8.65	0.03	8.65	0.01
8.66	0.03	8.66	0.01
8.67	0.03	8.67	0.01
8.68	0.03	8.68	0.01
8.69	0.03	8.69	0.01
8.70	0.03	8.70	0.01
8.71	0.03	8.71	0.01
8.72	0.03	8.72	0.01
8.73	0.03	8.73	0.01
8.74	0.03	8.74	0.01
8.75	0.03	8.75	0.01
8.76	0.03	8.76	0.01
8.77	0.03	8.77	0.01
8.78	0.03	8.78	0.01
8.79	0.03	8.79	0.01
8.80	0.03	8.80	0.01
8.81	0.03	8.81	0.01
8.82	0.03	8.82	0.01
8.83	0.03	8.83	0.01
8.84	0.03	8.84	0.01
8.85	0.03	8.85	0.01
8.86	0.03	8.86	0.01
8.87	0.03	8.87	0.01
8.88	0.03	8.88	0.01
8.89	0.03	8.89	0.01
8.90	0.03	8.90	0.01
8.91	0.03	8.91	0.01

8.92	0.03	8.92	0.01
8.93	0.03	8.93	0.01
8.94	0.03	8.94	0.01
8.95	0.03	8.95	0.01
8.96	0.03	8.96	0.01
8.97	0.03	8.97	0.01
8.98	0.03	8.98	0.01
8.99	0.03	8.99	0.01
9.00	0.03	9.00	0.01

EK 4. Perde Donatı Kontrolu

EK 4. Tablo 1'da kat 1 ila 3'de perdenin kısa kollarının başlıklarında düşey donatı oranı 16Φ20'den 20Φ20'na artırılmasının ardından tasarım sonuçları sunulmuştur.

EK 4. Tablo 1: Kat 1 ila 3 (Bodrum) Perde Donatı Kontrolu Sonuçları

Story	Station	Pier Leg	D/C Ratio
Story3	Top	Top Leg 1	0.923
Story3	Top	Top Leg 2	0.923
Story3	Top	Top Leg 3	0.923
Story3	Top	Top Leg 4	0.923
Story3	Bottom	Bottom Leg 1	0.347
Story3	Bottom	Bottom Leg 2	0.347
Story3	Bottom	Bottom Leg 3	0.347
Story3	Bottom	Bottom Leg 4	0.347
Story2	Top	Top Leg 1	0.35
Story2	Top	Top Leg 2	0.35
Story2	Top	Top Leg 3	0.35
Story2	Top	Top Leg 4	0.35
Story2	Bottom	Bottom Leg 1	0.333
Story2	Bottom	Bottom Leg 2	0.333
Story2	Bottom	Bottom Leg 3	0.333
Story2	Bottom	Bottom Leg 4	0.333
Story1	Top	Top Leg 1	0.337
Story1	Top	Top Leg 2	0.337
Story1	Top	Top Leg 3	0.337
Story1	Top	Top Leg 4	0.337
Story1	Bottom	Bottom Leg 1	0.338
Story1	Bottom	Bottom Leg 2	0.338

Story1	Bottom	Bottom Leg 3	0.338
Story1	Bottom	Bottom Leg 4	0.338
Story3	Top	Top Leg 1	0.902
Story3	Top	Top Leg 2	0.902
Story3	Top	Top Leg 3	0.902
Story3	Top	Top Leg 4	0.902
Story3	Bottom	Bottom Leg 1	0.347
Story3	Bottom	Bottom Leg 2	0.347
Story3	Bottom	Bottom Leg 3	0.347
Story3	Bottom	Bottom Leg 4	0.347
Story2	Top	Top Leg 1	0.352
Story2	Top	Top Leg 2	0.352
Story2	Top	Top Leg 3	0.352
Story2	Top	Top Leg 4	0.352
Story2	Bottom	Bottom Leg 1	0.333
Story2	Bottom	Bottom Leg 2	0.333
Story2	Bottom	Bottom Leg 3	0.333
Story2	Bottom	Bottom Leg 4	0.333
Story1	Top	Top Leg 1	0.338
Story1	Top	Top Leg 2	0.338
Story1	Top	Top Leg 3	0.338
Story1	Top	Top Leg 4	0.338
Story1	Bottom	Bottom Leg 1	0.338
Story1	Bottom	Bottom Leg 2	0.338
Story1	Bottom	Bottom Leg 3	0.338
Story1	Bottom	Bottom Leg 4	0.338

EK 4. Tablo 2: Kat 4 ila 8 Perde Donatı Kontrolu Sonuçları

Story	Station	Pier Leg	D/C Ratio
Story8	Top	Top Leg 1	0.256
Story8	Top	Top Leg 2	0.256
Story8	Top	Top Leg 3	0.256
Story8	Top	Top Leg 4	0.256
Story8	Bottom	Bottom Leg 1	0.276
Story8	Bottom	Bottom Leg 2	0.276
Story8	Bottom	Bottom Leg 3	0.276
Story8	Bottom	Bottom Leg 4	0.276
Story7	Top	Top Leg 1	0.267
Story7	Top	Top Leg 2	0.267
Story7	Top	Top Leg 3	0.267
Story7	Top	Top Leg 4	0.267
Story7	Bottom	Bottom Leg 1	0.297
Story7	Bottom	Bottom Leg 2	0.297
Story7	Bottom	Bottom Leg 3	0.297
Story7	Bottom	Bottom Leg 4	0.297
Story6	Top	Top Leg 1	0.282
Story6	Top	Top Leg 2	0.282
Story6	Top	Top Leg 3	0.282
Story6	Top	Top Leg 4	0.282
Story6	Bottom	Bottom Leg 1	0.324
Story6	Bottom	Bottom Leg 2	0.324
Story6	Bottom	Bottom Leg 3	0.324
Story6	Bottom	Bottom Leg 4	0.324
Story5	Top	Top Leg 1	0.308

Story5	Top	Top Leg 2	0.308
Story5	Top	Top Leg 3	0.308
Story5	Top	Top Leg 4	0.308
Story5	Bottom	Bottom Leg 1	0.365
Story5	Bottom	Bottom Leg 2	0.365
Story5	Bottom	Bottom Leg 3	0.365
Story5	Bottom	Bottom Leg 4	0.365
Story4	Top	Top Leg 1	0.352
Story4	Top	Top Leg 2	0.352
Story4	Top	Top Leg 3	0.352
Story4	Top	Top Leg 4	0.352
Story4	Bottom	Bottom Leg 1	0.498
Story4	Bottom	Bottom Leg 2	0.498
Story4	Bottom	Bottom Leg 3	0.498
Story4	Bottom	Bottom Leg 4	0.498
Story8	Top	Top Leg 1	0.26
Story8	Top	Top Leg 2	0.26
Story8	Top	Top Leg 3	0.26
Story8	Top	Top Leg 4	0.26
Story8	Bottom	Bottom Leg 1	0.276
Story8	Bottom	Bottom Leg 2	0.276
Story8	Bottom	Bottom Leg 3	0.276
Story8	Bottom	Bottom Leg 4	0.276
Story7	Top	Top Leg 1	0.271
Story7	Top	Top Leg 2	0.271
Story7	Top	Top Leg 3	0.271
Story7	Top	Top Leg 4	0.271
Story7	Bottom	Bottom Leg 1	0.297

Story7	Bottom	Bottom Leg 2	0.297
Story7	Bottom	Bottom Leg 3	0.297
Story7	Bottom	Bottom Leg 4	0.297
Story6	Top	Top Leg 1	0.286
Story6	Top	Top Leg 2	0.286
Story6	Top	Top Leg 3	0.286
Story6	Top	Top Leg 4	0.286
Story6	Bottom	Bottom Leg 1	0.325
Story6	Bottom	Bottom Leg 2	0.325
Story6	Bottom	Bottom Leg 3	0.325
Story6	Bottom	Bottom Leg 4	0.325
Story5	Top	Top Leg 1	0.313
Story5	Top	Top Leg 2	0.313
Story5	Top	Top Leg 3	0.313
Story5	Top	Top Leg 4	0.313
Story5	Bottom	Bottom Leg 1	0.366
Story5	Bottom	Bottom Leg 2	0.366
Story5	Bottom	Bottom Leg 3	0.366
Story5	Bottom	Bottom Leg 4	0.366
Story4	Top	Top Leg 1	0.357
Story4	Top	Top Leg 2	0.357
Story4	Top	Top Leg 3	0.357
Story4	Top	Top Leg 4	0.357
Story4	Bottom	Bottom Leg 1	0.49
Story4	Bottom	Bottom Leg 2	0.49
Story4	Bottom	Bottom Leg 3	0.49
Story4	Bottom	Bottom Leg 4	0.49

EK 4. Tablo 3: Kat 9 ila 10 Perde Donatı Kontrolu Sonuçları

Story	Station	Pier Leg	D/C Ratio
Story10	Top	Top Leg 1	0.235
Story10	Top	Top Leg 2	0.235
Story10	Top	Top Leg 3	0.235
Story10	Top	Top Leg 4	0.235
Story10	Bottom	Bottom Leg 1	0.248
Story10	Bottom	Bottom Leg 2	0.248
Story10	Bottom	Bottom Leg 3	0.248
Story10	Bottom	Bottom Leg 4	0.248
Story9	Top	Top Leg 1	0.245
Story9	Top	Top Leg 2	0.245
Story9	Top	Top Leg 3	0.245
Story9	Top	Top Leg 4	0.245
Story9	Bottom	Bottom Leg 1	0.261
Story9	Bottom	Bottom Leg 2	0.261
Story9	Bottom	Bottom Leg 3	0.261
Story9	Bottom	Bottom Leg 4	0.261
Story10	Top	Top Leg 1	0.238
Story10	Top	Top Leg 2	0.238
Story10	Top	Top Leg 3	0.238
Story10	Top	Top Leg 4	0.238
Story10	Bottom	Bottom Leg 1	0.247
Story10	Bottom	Bottom Leg 2	0.247
Story10	Bottom	Bottom Leg 3	0.247
Story10	Bottom	Bottom Leg 4	0.247
Story9	Top	Top Leg 1	0.249

Story9	Top	Top Leg 2	0.249
Story9	Top	Top Leg 3	0.249
Story9	Top	Top Leg 4	0.249
Story9	Bottom	Bottom Leg 1	0.261
Story9	Bottom	Bottom Leg 2	0.261
Story9	Bottom	Bottom Leg 3	0.261
Story9	Bottom	Bottom Leg 4	0.261

EK 4. Tablo 4: Kat 11 ila 20 Perde Donatı Kontrolu Sonuçları

Story	Station	Pier Leg	D/C Ratio
Story20	Top	Top Leg 1	0.152
Story20	Top	Top Leg 2	0.152
Story20	Top	Top Leg 3	0.152
Story20	Top	Top Leg 4	0.152
Story20	Bottom	Bottom Leg 1	0.159
Story20	Bottom	Bottom Leg 2	0.159
Story20	Bottom	Bottom Leg 3	0.159
Story20	Bottom	Bottom Leg 4	0.159
Story19	Top	Top Leg 1	0.163
Story19	Top	Top Leg 2	0.163
Story19	Top	Top Leg 3	0.163
Story19	Top	Top Leg 4	0.163
Story19	Bottom	Bottom Leg 1	0.169
Story19	Bottom	Bottom Leg 2	0.169
Story19	Bottom	Bottom Leg 3	0.169
Story19	Bottom	Bottom Leg 4	0.169
Story18	Top	Top Leg 1	0.174

Story18	Top	Top Leg 2	0.174
Story18	Top	Top Leg 3	0.174
Story18	Top	Top Leg 4	0.174
Story18	Bottom	Bottom Leg 1	0.179
Story18	Bottom	Bottom Leg 2	0.179
Story18	Bottom	Bottom Leg 3	0.179
Story18	Bottom	Bottom Leg 4	0.179
Story17	Top	Top Leg 1	0.184
Story17	Top	Top Leg 2	0.184
Story17	Top	Top Leg 3	0.184
Story17	Top	Top Leg 4	0.184
Story17	Bottom	Bottom Leg 1	0.189
Story17	Bottom	Bottom Leg 2	0.189
Story17	Bottom	Bottom Leg 3	0.189
Story17	Bottom	Bottom Leg 4	0.189
Story16	Top	Top Leg 1	0.194
Story16	Top	Top Leg 2	0.194
Story16	Top	Top Leg 3	0.194
Story16	Top	Top Leg 4	0.194
Story16	Bottom	Bottom Leg 1	0.199
Story16	Bottom	Bottom Leg 2	0.199
Story16	Bottom	Bottom Leg 3	0.199
Story16	Bottom	Bottom Leg 4	0.199
Story15	Top	Top Leg 1	0.204
Story15	Top	Top Leg 2	0.204
Story15	Top	Top Leg 3	0.204
Story15	Top	Top Leg 4	0.204
Story15	Bottom	Bottom Leg 1	0.21

Story15	Bottom	Bottom Leg 2	0.21
Story15	Bottom	Bottom Leg 3	0.21
Story15	Bottom	Bottom Leg 4	0.21
Story14	Top	Top Leg 1	0.215
Story14	Top	Top Leg 2	0.215
Story14	Top	Top Leg 3	0.215
Story14	Top	Top Leg 4	0.215
Story14	Bottom	Bottom Leg 1	0.222
Story14	Bottom	Bottom Leg 2	0.222
Story14	Bottom	Bottom Leg 3	0.222
Story14	Bottom	Bottom Leg 4	0.222
Story13	Top	Top Leg 1	0.226
Story13	Top	Top Leg 2	0.226
Story13	Top	Top Leg 3	0.226
Story13	Top	Top Leg 4	0.226
Story13	Bottom	Bottom Leg 1	0.235
Story13	Bottom	Bottom Leg 2	0.235
Story13	Bottom	Bottom Leg 3	0.235
Story13	Bottom	Bottom Leg 4	0.235
Story12	Top	Top Leg 1	0.237
Story12	Top	Top Leg 2	0.237
Story12	Top	Top Leg 3	0.237
Story12	Top	Top Leg 4	0.237
Story12	Bottom	Bottom Leg 1	0.249
Story12	Bottom	Bottom Leg 2	0.249
Story12	Bottom	Bottom Leg 3	0.249
Story12	Bottom	Bottom Leg 4	0.249
Story11	Top	Top Leg 1	0.25

Story11	Top	Top Leg 2	0.25
Story11	Top	Top Leg 3	0.25
Story11	Top	Top Leg 4	0.25
Story11	Bottom	Bottom Leg 1	0.264
Story11	Bottom	Bottom Leg 2	0.264
Story11	Bottom	Bottom Leg 3	0.264
Story11	Bottom	Bottom Leg 4	0.264
Story20	Top	Top Leg 1	0.156
Story20	Top	Top Leg 2	0.156
Story20	Top	Top Leg 3	0.156
Story20	Top	Top Leg 4	0.156
Story20	Bottom	Bottom Leg 1	0.157
Story20	Bottom	Bottom Leg 2	0.157
Story20	Bottom	Bottom Leg 3	0.157
Story20	Bottom	Bottom Leg 4	0.157
Story19	Top	Top Leg 1	0.167
Story19	Top	Top Leg 2	0.167
Story19	Top	Top Leg 3	0.167
Story19	Top	Top Leg 4	0.167
Story19	Bottom	Bottom Leg 1	0.168
Story19	Bottom	Bottom Leg 2	0.168
Story19	Bottom	Bottom Leg 3	0.168
Story19	Bottom	Bottom Leg 4	0.168
Story18	Top	Top Leg 1	0.178
Story18	Top	Top Leg 2	0.178
Story18	Top	Top Leg 3	0.178
Story18	Top	Top Leg 4	0.178
Story18	Bottom	Bottom Leg 1	0.178

Story18	Bottom	Bottom Leg 2	0.178
Story18	Bottom	Bottom Leg 3	0.178
Story18	Bottom	Bottom Leg 4	0.178
Story17	Top	Top Leg 1	0.188
Story17	Top	Top Leg 2	0.188
Story17	Top	Top Leg 3	0.188
Story17	Top	Top Leg 4	0.188
Story17	Bottom	Bottom Leg 1	0.188
Story17	Bottom	Bottom Leg 2	0.188
Story17	Bottom	Bottom Leg 3	0.188
Story17	Bottom	Bottom Leg 4	0.188
Story16	Top	Top Leg 1	0.198
Story16	Top	Top Leg 2	0.198
Story16	Top	Top Leg 3	0.198
Story16	Top	Top Leg 4	0.198
Story16	Bottom	Bottom Leg 1	0.198
Story16	Bottom	Bottom Leg 2	0.198
Story16	Bottom	Bottom Leg 3	0.198
Story16	Bottom	Bottom Leg 4	0.198
Story15	Top	Top Leg 1	0.208
Story15	Top	Top Leg 2	0.208
Story15	Top	Top Leg 3	0.208
Story15	Top	Top Leg 4	0.208
Story15	Bottom	Bottom Leg 1	0.209
Story15	Bottom	Bottom Leg 2	0.209
Story15	Bottom	Bottom Leg 3	0.209
Story15	Bottom	Bottom Leg 4	0.209
Story14	Top	Top Leg 1	0.219

Story14	Top	Top Leg 2	0.219
Story14	Top	Top Leg 3	0.219
Story14	Top	Top Leg 4	0.219
Story14	Bottom	Bottom Leg 1	0.221
Story14	Bottom	Bottom Leg 2	0.221
Story14	Bottom	Bottom Leg 3	0.221
Story14	Bottom	Bottom Leg 4	0.221
Story13	Top	Top Leg 1	0.23
Story13	Top	Top Leg 2	0.23
Story13	Top	Top Leg 3	0.23
Story13	Top	Top Leg 4	0.23
Story13	Bottom	Bottom Leg 1	0.235
Story13	Bottom	Bottom Leg 2	0.235
Story13	Bottom	Bottom Leg 3	0.235
Story13	Bottom	Bottom Leg 4	0.235
Story12	Top	Top Leg 1	0.241
Story12	Top	Top Leg 2	0.241
Story12	Top	Top Leg 3	0.241
Story12	Top	Top Leg 4	0.241
Story12	Bottom	Bottom Leg 1	0.249
Story12	Bottom	Bottom Leg 2	0.249
Story12	Bottom	Bottom Leg 3	0.249
Story12	Bottom	Bottom Leg 4	0.249
Story11	Top	Top Leg 1	0.254
Story11	Top	Top Leg 2	0.254
Story11	Top	Top Leg 3	0.254
Story11	Top	Top Leg 4	0.254
Story11	Bottom	Bottom Leg 1	0.264

Story11	Bottom	Bottom Leg 2	0.264
Story11	Bottom	Bottom Leg 3	0.264
Story11	Bottom	Bottom Leg 4	0.264

EK 4. Tablo 5: Kat 21 ila 30 Perde Donatı Kontrolu Sonuçları

Story	Station	Pier Leg	D/C Ratio
Story30	Top	Top Leg 1	0.104
Story30	Top	Top Leg 2	0.104
Story30	Top	Top Leg 3	0.104
Story30	Top	Top Leg 4	0.104
Story30	Bottom	Bottom Leg 1	0.077
Story30	Bottom	Bottom Leg 2	0.077
Story30	Bottom	Bottom Leg 3	0.077
Story30	Bottom	Bottom Leg 4	0.077
Story29	Top	Top Leg 1	0.193
Story29	Top	Top Leg 2	0.193
Story29	Top	Top Leg 3	0.193
Story29	Top	Top Leg 4	0.193
Story29	Bottom	Bottom Leg 1	0.121
Story29	Bottom	Bottom Leg 2	0.121
Story29	Bottom	Bottom Leg 3	0.121
Story29	Bottom	Bottom Leg 4	0.121
Story28	Top	Top Leg 1	0.215

Story28	Top	Top Leg 2	0.215
Story28	Top	Top Leg 3	0.215
Story28	Top	Top Leg 4	0.215
Story28	Bottom	Bottom Leg 1	0.141
Story28	Bottom	Bottom Leg 2	0.141
Story28	Bottom	Bottom Leg 3	0.141
Story28	Bottom	Bottom Leg 4	0.141
Story27	Top	Top Leg 1	0.214
Story27	Top	Top Leg 2	0.214
Story27	Top	Top Leg 3	0.214
Story27	Top	Top Leg 4	0.214
Story27	Bottom	Bottom Leg 1	0.16
Story27	Bottom	Bottom Leg 2	0.16
Story27	Bottom	Bottom Leg 3	0.16
Story27	Bottom	Bottom Leg 4	0.16
Story26	Top	Top Leg 1	0.21
Story26	Top	Top Leg 2	0.21
Story26	Top	Top Leg 3	0.21
Story26	Top	Top Leg 4	0.21
Story26	Bottom	Bottom Leg 1	0.169
Story26	Bottom	Bottom Leg 2	0.169
Story26	Bottom	Bottom Leg 3	0.169

Story26	Bottom	Bottom Leg 4	0.169
Story25	Top	Top Leg 1	0.202
Story25	Top	Top Leg 2	0.202
Story25	Top	Top Leg 3	0.202
Story25	Top	Top Leg 4	0.202
Story25	Bottom	Bottom Leg 1	0.171
Story25	Bottom	Bottom Leg 2	0.171
Story25	Bottom	Bottom Leg 3	0.171
Story25	Bottom	Bottom Leg 4	0.171
Story24	Top	Top Leg 1	0.19
Story24	Top	Top Leg 2	0.19
Story24	Top	Top Leg 3	0.19
Story24	Top	Top Leg 4	0.19
Story24	Bottom	Bottom Leg 1	0.167
Story24	Bottom	Bottom Leg 2	0.167
Story24	Bottom	Bottom Leg 3	0.167
Story24	Bottom	Bottom Leg 4	0.167
Story23	Top	Top Leg 1	0.178
Story23	Top	Top Leg 2	0.178
Story23	Top	Top Leg 3	0.178
Story23	Top	Top Leg 4	0.178
Story23	Bottom	Bottom Leg 1	0.155

Story23	Bottom	Bottom Leg 2	0.155
Story23	Bottom	Bottom Leg 3	0.155
Story23	Bottom	Bottom Leg 4	0.155
Story22	Top	Top Leg 1	0.157
Story22	Top	Top Leg 2	0.157
Story22	Top	Top Leg 3	0.157
Story22	Top	Top Leg 4	0.157
Story22	Bottom	Bottom Leg 1	0.155
Story22	Bottom	Bottom Leg 2	0.155
Story22	Bottom	Bottom Leg 3	0.155
Story22	Bottom	Bottom Leg 4	0.155
Story21	Top	Top Leg 1	0.158
Story21	Top	Top Leg 2	0.158
Story21	Top	Top Leg 3	0.158
Story21	Top	Top Leg 4	0.158
Story21	Bottom	Bottom Leg 1	0.169
Story21	Bottom	Bottom Leg 2	0.169
Story21	Bottom	Bottom Leg 3	0.169
Story21	Bottom	Bottom Leg 4	0.169
Story30	Top	Top Leg 1	0.055
Story30	Top	Top Leg 2	0.055
Story30	Top	Top Leg 3	0.055

Story30	Top	Top Leg 4	0.055
Story30	Bottom	Bottom Leg 1	0.106
Story30	Bottom	Bottom Leg 2	0.106
Story30	Bottom	Bottom Leg 3	0.106
Story30	Bottom	Bottom Leg 4	0.106
Story29	Top	Top Leg 1	0.172
Story29	Top	Top Leg 2	0.172
Story29	Top	Top Leg 3	0.172
Story29	Top	Top Leg 4	0.172
Story29	Bottom	Bottom Leg 1	0.146
Story29	Bottom	Bottom Leg 2	0.146
Story29	Bottom	Bottom Leg 3	0.146
Story29	Bottom	Bottom Leg 4	0.146
Story28	Top	Top Leg 1	0.189
Story28	Top	Top Leg 2	0.189
Story28	Top	Top Leg 3	0.189
Story28	Top	Top Leg 4	0.189
Story28	Bottom	Bottom Leg 1	0.163
Story28	Bottom	Bottom Leg 2	0.163
Story28	Bottom	Bottom Leg 3	0.163
Story28	Bottom	Bottom Leg 4	0.163
Story27	Top	Top Leg 1	0.185

Story27	Top	Top Leg 2	0.185
Story27	Top	Top Leg 3	0.185
Story27	Top	Top Leg 4	0.185
Story27	Bottom	Bottom Leg 1	0.181
Story27	Bottom	Bottom Leg 2	0.181
Story27	Bottom	Bottom Leg 3	0.181
Story27	Bottom	Bottom Leg 4	0.181
Story26	Top	Top Leg 1	0.18
Story26	Top	Top Leg 2	0.18
Story26	Top	Top Leg 3	0.18
Story26	Top	Top Leg 4	0.18
Story26	Bottom	Bottom Leg 1	0.188
Story26	Bottom	Bottom Leg 2	0.188
Story26	Bottom	Bottom Leg 3	0.188
Story26	Bottom	Bottom Leg 4	0.188
Story25	Top	Top Leg 1	0.174
Story25	Top	Top Leg 2	0.174
Story25	Top	Top Leg 3	0.174
Story25	Top	Top Leg 4	0.174
Story25	Bottom	Bottom Leg 1	0.184
Story25	Bottom	Bottom Leg 2	0.184
Story25	Bottom	Bottom Leg 3	0.184

Story25	Bottom	Bottom Leg 4	0.184
Story24	Top	Top Leg 1	0.167
Story24	Top	Top Leg 2	0.167
Story24	Top	Top Leg 3	0.167
Story24	Top	Top Leg 4	0.167
Story24	Bottom	Bottom Leg 1	0.179
Story24	Bottom	Bottom Leg 2	0.179
Story24	Bottom	Bottom Leg 3	0.179
Story24	Bottom	Bottom Leg 4	0.179
Story23	Top	Top Leg 1	0.154
Story23	Top	Top Leg 2	0.154
Story23	Top	Top Leg 3	0.154
Story23	Top	Top Leg 4	0.154
Story23	Bottom	Bottom Leg 1	0.167
Story23	Bottom	Bottom Leg 2	0.167
Story23	Bottom	Bottom Leg 3	0.167
Story23	Bottom	Bottom Leg 4	0.167
Story22	Top	Top Leg 1	0.151
Story22	Top	Top Leg 2	0.151
Story22	Top	Top Leg 3	0.151
Story22	Top	Top Leg 4	0.151
Story22	Bottom	Bottom Leg 1	0.156

Story22	Bottom	Bottom Leg 2	0.156
Story22	Bottom	Bottom Leg 3	0.156
Story22	Bottom	Bottom Leg 4	0.156
Story21	Top	Top Leg 1	0.163
Story21	Top	Top Leg 2	0.163
Story21	Top	Top Leg 3	0.163
Story21	Top	Top Leg 4	0.163
Story21	Bottom	Bottom Leg 1	0.167
Story21	Bottom	Bottom Leg 2	0.167
Story21	Bottom	Bottom Leg 3	0.167
Story21	Bottom	Bottom Leg 4	0.167

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Kamran SAMADI
Doğum Yeri	IRAN, Tabriz
Doğum Tarihi	16.04.1983
Uyruğu	❒ T.C. ☑ Diğer: IRAN
Telefon	05315206249
E-Posta Adresi	kamran.samadi@gmail.com
Web Adresi	



Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	İslami Azad Üniversitesi Bonab Birimi
Fakülte	İnşaat Mühendisliği
Bölümü	İnşaat Mühendislik Bölümü
Mezuniyet Yılı	2011

Yüksek Lisans	
Üniversite	İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Enstitü Adı	Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Anabilim Dalı	İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Programı	Tezli Yüksek Lisans

Makale ve Bildiriler