YÜKSEK KATLI BİNALARDA KOLONLARIN BETONARME VEYA KOMPOZİT TASARLANMALARINA GÖRE EMLAK BİRİM MALİYETİ GÖZ ÖNÜNDE TUTULARAK SATIŞ FİYATI ÜZERİNDEN YAPI BİRİM ALANINDA KAR ZARAR ANALİZİ

Dilara Özşenol
181412101

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Yapı Deprem Mühendsiliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Yüksek Lisansı Programı
Danışman: Doç. Dr. Seyit Çeribaşı

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Nisan, 2021

YÜKSEK KATLI BİNALARDA KOLONLARIN BETONARME VEYA KOMPOZİT TASARLANMALARINA GÖRE EMLAK BİRİM MALİYETİ GÖZ ÖNÜNDE TUTULARAK SATIŞ FİYATI ÜZERİNDEN YAPI BİRİM ALANINDA KAR ZARAR ANALİZİ

Dilara Özşenol
181412101
Orcid: 0000-0001-7070-268X

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Yüksek Lisansı Programı
Danışman: Doç. Dr. Seyit Çeribaşı

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Nisan, 2021



JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*" ile bildirilen 6689 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "*Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge*" ile bildirilen 6689 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tezli yüksek lisans yapmak ve akabinde tez yazmak, beni mesleki ve akademik anlamda tahminimden çok daha fazla geliştirmiştir. Fakat gelişim bu denli olunca, sancısı da aynı derecede fazla oluyor. Zorlu, öğretici, eğitici ve tatmin edici bu süreci yaşarken yanımda olan aileme, arkadaşlarıma, hocalarıma, meslek büyüklerime ne kadar teşekkür etsem de yetmeyecektir. Tüm bu insanların varlığı, zorlu ve yıpratıcı tüm bu tecrübe süreçlerini yaşarken, en büyük desteğim olmakta. Yanımda, maddi, manevi ve fikri olarak bulunan herkese minnet duygumu bu tez vasıtası ile kısmen de olsa dile getirebilmek beni çok mutlu etmekte. Bu sebeple; sayın hocam, Doç. Dr. Seyit Çeribaşı'na, sayın hocam Dr. Öğr. Üyesi Hakan Öztürk'e, sayın hocam ve meslek büyüğüm Öğr. Gör. İnş. Yük. Müh. Bülent Koparan'a, sayın meslek büyüğüm ve Gebze İMO başkanı İnş Yük. Müh. Ahmet Kadı'ya, sayın meslek büyüğüm ve Gebze İMO başkan yardımcısı Riskli Yapı Tespit Uzmanı İnş. Müh. Çağdaş Kara'ya, sayın meslek büyüğüm İnş. Yük. Müh. Aykan Hasılcıo'ya, sayın meslektaşım İnş. Müh. Yavuz Özçelik'e, sevgili babam Uz. Öğr. Bülent Özşenol'a, sevgili annem Uz. Psk. Dan. Sülün Özşenol'a, sevgili kardeşim LLM Av. Yaren Didem Özşenol'a, sevgili teyzem Suzan Emel Cleary Işıkman'a ve sevgili arkadaşım Christopher Hutton'a teşekkür ederim.

Dilara Özşenol

Nisan 2021

ÖZ

YÜKSEK KATLI BİNALARDA KOLONLARIN BETONARME VEYA KOMPOZİT TASARLANMALARINA GÖRE EMLAK BİRİM MALİYETİ GÖZ ÖNÜNDE TUTULARAK SATIŞ FİYATI ÜZERİNDEN YAPI BİRİM ALANINDA KAR ZARAR ANALİZİ

Dilara Özşenol
Yüksek Lisans Tezi
Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Deprem Mühendisliği Yüksek Lisansı Programı
Danışman: Doç. Dr. Seyit Çeribaşı
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2021

Tez kapsamında, kompozit kolonlu yüksek yapı veya betonarme kolonlu yüksek yapı seçiminin, maliyet ve kâr endeksinde, yapı değeri ve yapı yüksekliğine göre optimumu araştırılmıştır.

Optimum seçimin hangi koşullarda, hangi sistem ile olacağına karar verebilmek için, 20 katlı ve 50 katlı, olmak üzere, toplam dört farklı yapı tasarlanmış, analiz ve dizayn edilmiştir. Bu yapılardan iki tanesi 20 katlı olmak üzere, biri kompozit kolonlu, biri ise betonarme kolonlu tasarlanmıştır. Diğer iki yapı da 50 katlı olmak üzere, bir tanesi kompozit kolonlu, diğeri ise betonarme kolonludur. Kat sayıları aynı, kolon sistemleri farklı olan yapıların, kolon sistemleri haricinde tüm tasarım özellikleri aynı tutulmuştur.

Yapılar SAP2000 ve ETABS programları ve XTRACT ve EXCEL yardımcı programları vasıtası ile Türk deprem ve tasarım yönetmeliklerine uygun olarak tasarlanmış, analiz ve dizayn edilmiştir. Elde edilen yapılar kat sayılarına göre gruplandırılarak, kolonlarının metrajları çıkartılmış ve Türkiye'de en çok tercih edilen maliyet analizi yöntemlerinden birine göre maliyetleri belirlenmiştir. Çıkan sonuçlar, 2021 yılı, İstanbul ve çevresi, konut yapıları m^2 değerleri üzerinden yorumlanmıştır.

Elde edilen veriler vasıtası ile, kompozit kolonlu sistemin, malzeme ve işçilik giderleri ışığında değerlendirilmesi ile, daha maliyetli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonucun, kat sayısı azaldıkça, arttığı, yani yüksekliği fazla olan yapılarda kompozit kolon, betonarme kolon arası maliyet farkının azaldığı, görülmüştür. Bununla birlikte, kompozit kolonlu sistemde, kolonların planda kapladığı alanların daha az çıkması sebebiyle, yapıdaki net oturum alanının arttığı görülmüştür.

Kompozit kolonlu sistemler ile betonarme kolonlu sistemlerin karşılaştırılması sonucu ortaya çıkan tüm bu bulguların, kompozit kolonlu sistemlerde maliyetin artması fakat aynı zamanda net oturum alanının da artması, yapı müteahhitini bir karar vermeye zorlamaktadır. Bu kararın, yapının yapılacağı bölgedeki yapı değerleri ve kat sayısına göre olduğu açıktır.

Tez kapsamında yapılan değerlendirme ile, yapı değeri yüksek ve ortalama değerde olan, yani yaklaşık 3500 tl/m² ve üzeri değerdeki yerlerde ve BYS 2 sınıfına giren yapılarda, kompozit kolon uygulamasının daha kârlı olduğu, BYS 1 sınıfındaki yapılar için ise İstanbul ve çevresi için, düşük, orta ve yüksek değer olarak bahsettiğimiz her yerde, kompozit kolon uygulamasının daha kârlı olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kompozit kolon, Yüksek yapı analizi, Performans Analizi, Yapı metraj hesabı, Yapı maliyet hesabı, Betonarme yüksek yapı, Hibrit yapılar, Kompozit elemanlar, Yüksek yapı sistemleri.

ABSTRACT

PROFIT AND LOSS ANALYSIS OF UNIT AREA OF BUILDINGS BY CONSIDERING THE UNIT COST OG THE BUILDING VALUE AND CONSIDERING THE COST INCREASE DUE TO DESIGN OF COMPOSITE COLUMNS

Dilara Ozsenol
Master Thesis
Department of Structures and Earthquake Engineering
Structures and Earthquake Engineering Programme
Thesis Advisor: Assoc. Prof. Seyit Çeribaşı
Maltepe University Graduate School, 2021

Within the scope of the thesis, the optimum of the choice of high structure with composite column or high structure with reinforced concrete column was investigated in terms of cost and profit index, building value and building height.

A total of four different buildings, 20 floors and 50 floors, have been designed and analyzed in order to decide under which conditions and with which system the optimum choice will be made. Two of these structures are designed with 20 floors, one with composite columns and one with reinforced concrete columns. The other two structures are 50 floors, one with composite columns and the other with reinforced concrete columns. The design features of the structures with the same number of floors and different column systems are kept the same except for the column systems.

The structures were designed and analyzed in accordance with Turkish earthquake and design regulations by means of SAP2000 and ETABS programs and XTRACT and EXCEL utilities. The resulting structures are grouped according to the number of stories, quantities of the column was discarded and the costs are determined according to one of the most preferred cost analysis method in Turkey. The results are interpreted on the basis of the year 2021, Istanbul and its environs, housing buildings m^2 values.

Based on the data obtained, it is concluded that the composite column system is more costly by evaluating it in the light of material and labor costs. It has been observed that this result increases as the number of floors decreases, that is, the cost difference between composite columns and reinforced concrete columns decreases in structures with higher height. However, in the composite column system, it was observed that the net sitting area in the building increased due to the less space occupied by the columns in the plan.

As a result of the comparison of composite column systems and reinforced concrete column systems, all these findings increase the cost in composite column systems but also increase the clear plan area, which forces the building contractor to make a decision. It is clear that this decision is based on the building values and the number of floors in the region where the building will be built.

With the evaluation made within the scope of the thesis, it has been determined that the high and average value of the composite column application is 3000 TL / m^2 and above and it is more profitable for places in the BYS 2 class. It is concluded that composite column application is more profitable for buildings in BYS 1 class, in Istanbul and its surroundings, wherever we mention low, medium and high values.

Keywords: Composite columns, High-rise buildings analysis, Performance analysis, Building feature calculation, Construction cost calculation, High reinforced concrete structure, Hybrid structures, Composite elements, Building systems.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii
ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii
TEŞEKKÜR iv
ÖZ v
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER ix
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
TABLOLAR LİSTESİ xvi
KISALTMALAR xxi
ÖZGEÇMİŞ xxvi
BÖLÜM 1. GİRİŞ 1
BÖLÜM 2. YAPI MALZEMELERİ VE TAŞIYICI SİSTEMLERİ 2
2.1 Yüksek Yapılarda Malzeme Seçimi 3
2.2. Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem Çeşitleri 6
2.2.1. Rijit Çerçeveli Sistemler 7
2.2.2. Kirişsiz Döşemeli Sistemler 9
2.2.3. Çekirdek Sistemler 9
2.2.4. Perde Duvarlı Sistemler 11
2.2.5. Kafes Perdeli Çerçeve ve Betonarme Perde Duvarlı Çerçeve Sistemler (Takviyeli Çerçeve Sistemler/ Yanal Deplasmanı Önlenmiş Çerçeve Sistemler) .. 13
2.2.6 Mega Kolon ve Mega Çekirdek Sistemler 16
2.2.7. Yatay Perdeli Sistem (Çekirdek ve Yanal Sarmalı Sistemler) 17
1.2.8. Tüp Sistemler 20
2.2.8.1. Çerçeve tüp sistemi 25
2.2.8.2. Kafes tüp sistemi 25
2.2.8.3. Demet Tüp Sistemi 26
2.2.9. Diagrid Sistemler 27
2.2.10. Hibrit Taşıyıcı Sistemler 31
2.2.10.1. Karma (komposit) döşemeler 34
2.2.10.2. Karma (komposit) kirişler 34
2.2.10.3. Karma (komposit) kolonlar 35
2.3. Taşıyıcı Sistem Seçimi ve Dikkat Edilecek Hususlar 38
3.1. İstanbul Saphire Tower İncelemesi ve Karşılaştırma 45
4.1. Bölüm 13 Yüksek Binaların Tasarımı Yaklaşımı 51
4.2. Statik Analizi Yapılan Yapıların Özellikleri 53
4.2.1. Taşıyıcı Sisteminin Tamamı Betonarme Malzemeden Yapılmış 20 Katlı Yüksek Yapı 54
4.2.2. Taşıyıcı Sisteminin Kolonlar Hariç Tamamı Betonarme, Kolonları Kompozit Malzemeden Yapılmış 20 Katlı Yüksek Yapı 140
4.2.3. Taşıyıcı Sisteminin Tamamı Betonarme Malzemeden Yapılmış 50 Katlı Yüksek Yapı 201
4.2.4. Taşıyıcı Sisteminin Kolonlar Hariç Tamamı Betonarme, Kolonları Kompozit Malzemeden Yapılmış 50 Katlı Yüksek Yapı 303
BÖLÜM 5. YAPI MALİYET ÖN TAHMİNİLERİ VE METRAJ HESABI SEÇİMİ 408
5.1. Maliyet Ön Tahmin Hesapları 409
5.1.1. Analogous Estimating (Top – Down), Benzer Tahmin Yöntemi 409

5.1.2. Bottom – Up (Analytical), Analitik Yöntemi 410
5.1.3. Parametic Estimating, Dağılıma Bağlı Yöntemi 410
5.1.4. Emprical Costing Methods, Deneysel, Ampirik Maliyet Yöntemi 410
5.1.5. Expert Judgment, Uzman Yargısı Yöntemi 410
5.1.6. Three – Point Estimating, Üç Nokta Tahmini Yöntemi 411
5.2. Metraj Hesabı 411
5.2.1. Yapı Metraj Cetveli 415
5.2.2 Demir Metrajı Cetveli 416
5.2.3 Metraj Özeti Cetveli 417
BÖLÜM 6. KOMPOZİT KOLONLU YÜKSEK YAPI VE BETONARME KOLONLU YÜKSEK YAPI METRAJ VE MALİYET HESABI 418
6.1. 50 Katlı Yapıların Maliyet Farkının Bulunması 418
6.2. 20 Katlı Yapıların Maliyet Farkının Bulunması 419
BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE BULGULAR 443
EKLER 446
EK 1: Betonarme Kolonlu, Betonarme, 50 ve 20 Katlı Yapı Kolonları: 446
EK 2: Kompozit Kolonlu, Betonarme, 50 Katlı Yapı Kolonları: 452
KAYNAKÇA 460

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Yüksek yapılarda kullanılan taşıyıcı malzeme oranları (CTBUH, 1969) 3
Şekil 2. Willis Tower, Chicago, ABD (CTBUH, 1969) 4
Şekil 3. Marina City, Chicago, ABD (CTBUH, 1969) 5
Şekil 4. Taipei 101, Taipei, Tayvan (CTBUH, 1969) 6
Şekil 5. Rijit çerçeve sistem 8
Şekil 6. Kirişsiz döşeme sistemi 9
Şekil 7. Çeşitli sistemlerle entegre çekirdek sistemler 11
Şekil 8. Betonarme perdeli – döşemeli sistem 12
Şekil 9. Yanal deplasmanı önlenmiş ve moment dayanımlı çerçeve sistemler (Sağlam, 2016, s. 63) 14
Şekil 10. Çelik perdeli, çelik çerçeveli sistem 14
Şekil 11. Betonarme çerçeve sistem, betonarme çerçeve sistem ve perde duvar karma sistem, perde duvar sistem karşılaştırılmaları (Topçu, 2019) 15
Şekil 12. Mega kolonlu yüksek yapı sistemi 17
Şekil 13. Yanal sarmalı (Outrigger truss), çekirdek (core-wall) sistemi (CTBUH, 1969) 19
Şekil 14. İç Taşıyıcı Sisteme göre sınıflandırma (Moon & Mir, 2018, s. 33) 21
Şekil 15. Dış Taşıyıcı Sisteme göre sınıflandırma (Moon & Mir, 2018, s. 34) 22
Şekil 16. Dış taşıyıcı sistemi çelik "Eco-skeleton" olan yüksek bina (Machado) 23
Şekil 17. Onterie Center (solda), John Hancock Center (sağda) (CTBUH, 1969) 26
Şekil 18. Bank of China bina modüllerinin inşa modeli (Not: 1X, 2X gibi gösterimler, o modüldeki çapraz sayısını belirtmektedir.) 27
Şekil 19 Willis Tower demet tüp sistemi görseli 27
Şekil 20. Betonarme diagrid sistem ile çözülmüş, 170 Amsterdam Av., NY (CTBUH, 1969) 28
Şekil 21. Çelik diagrid sistem ile çözülmüş, Hearst Tower (CTBUH, 1969) 29
Şekil 22. CCTV Binası İnşaası ve diagrid taşıyıcı sistemi (OMA) 30
Şekil 23. Overseas Union Bank binası, Singapore (CTBUH, 1969) 31
Şekil 24. HSBC Bank, Hong Kong binası (CTBUH, 1969) 32
Şekil 25. Çok katlı yapılarda sistemler ve karma kullanımları (Drosdov & Lishak, 1978) 33
Şekil 26. Kompozit döşeme çeşitleri (Arda & Yardımcı, 1991) 34
Şekil 27. Kompozit kiriş çeşitleri (Arda & Yardımcı, 1991) 35
Şekil 28. Kompozit kolon çeşitleri (Viest & Colaco, 1997) 36
Şekil 29. Taşıyıcı sistemi "hibrit sistem," taşıyıcı sistem elemanlarından, kolonları "kompozit taşıyıcı sistem elemanı" olan yapı 37
Şekil 30. En yüksek 100 yapının taşıyıcı sistemi (CTBUH, 1969) 38
Şekil 31. İstanbul'daki yüksek yapıların (>=100m) taşıyıcı sistem malzeme dağılımları (CTBUH, 1969) 42
Şekil 32. İstanbul Sapphire Tower, kat planları (Sağlam, 2016, s. 179 - 180) 46
Şekil 33. Chicago, 311 South Wacker Drive , ABD (CTBUH, 1969) 50
Şekil 34. Afad Deprem Haritası 55
Şekil 35. Afad Parametreler 56
Şekil 36. 20 Katlı Betonarme Yapı Perde Tasarımı 57
Şekil 37. 20 Katlı Betonarme Yapı Planı 58
Şekil 38. 20 Katlı, Betonarme Yapı 3D Görüntüsü 59

Şekil 39. Bağ Kirişli Perde 61
Şekil 40. Yüksek Katlı Yapı Sistemi ve Baza, (Donbass Ulusal İnşaat ve Mimarlık Akademisi, 2021) 64
Şekil 41. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için) 65
Şekil 42. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için) 65
Şekil 43. 20 Katlı Betonarme Yapı 1. Mod 66
Şekil 44. 20 Katlı Betonarme Yapı 2. Mod 67
Şekil 45. 20 Katlı Betonarme Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü 92
Şekil 46. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, 80x80 Kolon 118
Şekil 47. Kiriş, Etriye Aralığı 119
Şekil 48. Kiriş Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, Kolon 50x50 122
Şekil 49. Kolon, Etriye Aralığı, 50x50 Kolon 129
Şekil 50. Kolon Etriye Aralığı, 80x80 Kolon 130
Şekil 51. Kolon, Seçilebilecek, Min Boyuna Donatı, 50x50 Kolon 131
Şekil 52. Kolon, Seçilebilecek Min Donatı, 80x80 Kolon 131
Şekil 53. U Perde Donatı Hesabı 132
Şekil 54. U Perde Donatı Hesabı 133
Şekil 55. U Perde Donatı Hesabı 134
Şekil 56. U Perde Donatı Hesabı 135
Şekil 57. L Perde Donatı Hesabı 137
Şekil 58. L Perde Donatı Hesabı 138
Şekil 59. L Perde Donatı Hesabı 139
Şekil 60. 20 Katlı Kompozit Yapı Perdeler 142
Şekil 61. 20 Katlı Kompozit Yapı Plan 143
Şekil 62. 20 Katlı Kompozit Yapı 3D Görüntüsü 144
Şekil 63. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için) 148
Şekil 64. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için) 148
Şekil 65. 20 Katlı Kompozit Yapı 1. Mod 150
Şekil 66. 20 Katlı Kompozit Yapı 2. Mod 151
Şekil 67. 20 Katlı Kompozit Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü 160
Şekil 68. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, Kolon 50x50 180
Şekil 69. Kiriş Etriye ve Boyuna Donatı Düzenlemesi, Kolon 50x50 _HEB260 181
Şekil 70. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50_HEB260 182
Şekil 71. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50_HEB260 183
Şekil 72. Kiriş Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, Kolon 35x35 184
Şekil 73. Kiriş Etriye ve Boyuna Donatı Düzenlemesi, Kolon 35x35_HEB120 185
Şekil 74. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 35x35_HEB120 186
Şekil 75. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 35x35_HEB120 187
Şekil 76. Minimum Çekme Donatısı Hesabı 188
Şekil 77. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 50x50 197
Şekil 78. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 35x35 198
Şekil 79 Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 50x50 199
Şekil 80. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 35x35 199
Şekil 81. TS500 Sünme Hesabı 202
Şekil 82. Afad Deprem Haritası 203
Şekil 83. Deprem Parametreleri 204
Şekil 84. 50 Katlı Betonarme Yapı, Planı 206
Şekil 85. 50 Katlı Betonarme Yapı, 3D Görüntü 207

Şekil 86. Mdev Kontrolü 209
Şekil 87. Mdev Kontrolü 210
Şekil 88. Bazalı Yüksek Yapı Sistemi Örneği, (Donbass Ulusal İnşaat ve Mimarlık Akademisi, 2021) 211
Şekil 89. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için) 212
Şekil 90. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için) 212
Şekil 91. 50 Katlı Betonarme Yapı 1. Mod 213
Şekil 92. 50 Katlı Betonarme Yapı 2. Mod 214
Şekil 93. 50 Katlı Betonarme Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü 226
Şekil 94. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 150x150 250
Şekil 95. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 150x150 251
Şekil 96. Kiriş Etriye Hesabı, Kolon 150x150 252
Şekil 97. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 150x150 253
Şekil 98. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 130x130 254
Şekil 99. Kiriş Etriye Hesabı, Kolon 130x130 255
Şekil 100. Kiriş Etriye Hesabı, Kolon 130x130 256
Şekil 101. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 130x130 257
Şekil 102. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 100x100 258
Şekil 103. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100 259
Şekil 104. Şekil 105 Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100 260
Şekil 106. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 100x100 261
Şekil 107. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 80x80 262
Şekil 108. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80 263
Şekil 109. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80 264
Şekil 110. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 80x80 265
Şekil **111.** 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 150x150 Kolon 271
Şekil **112.** 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 130x130 Kolon 272
Şekil 113. 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 100x100 Kolon 273
Şekil 114. 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 80x80 Kolon 274
Şekil 115. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 150x150 Kolon 275
Şekil 116. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 130x130 Kolon 275
Şekil 117. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 100x100 Kolon 276
Şekil 118. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 80x 80 Kolon 276
Şekil 119. U Perde Donatı Hesabı 277
Şekil 120. U Perde Donatı Hesabı 278
Şekil 121. U Perde Donatı Hesabı 279
Şekil 122. U Perde Donatı Hesabı 280
Şekil 123. L Perde Donatı Hesabı 282
Şekil 124. L Perde Donatı Hesabı 283
Şekil 125. L Perde Donatı Hesabı 284
Şekil 126. Afad, Deprem Haritası 287
Şekil 127. Afad, Deprem Parametreleri 288
Şekil 128. 80x80 BA Kolon PMM Grafiği 290
Şekil 129. 100x100 BA Kolon PMM Grafiği 291
Şekil 130. 130x130 BA Kolon PMM Grafiği 291
Şekil 131. 150x150 BA Kolon PMM Grafiği 292
Şekil 132. 80x80 BA Kolon N-Curv. Grafiği 292
Şekil 133. 100x100 BA Kolon N-Curv. Grafiği 293

Şekil 134. 130x130 BA Kolon N-Curv. Grafiği 293
Şekil 135. 150x150 BA Kolon N-Curv. Grafiği 294
Şekil 136. 100x100 BA Kolon M-Curv. Grafiği 295
Şekil 137. Perde Yayılı Mafsal Modeli 296
Şekil 138. Peer Ground Motion ile Seçilen Düzce Deprem Spektrumu 298
Şekil 139. Düzce Depremi - Yatay Elastik Tasarım Spektrumu 299
Şekil 140. Deprem Artırım Oranı Kontrolü 300
Şekil 141. Yığılı-Yayılı Mafsal Değerlendirme Grafiği 301
Şekil 142. 50 Katlı Kompozit Yapı, Plan Görüntüsü 305
Şekil 143. 50 Katlı, Kompozit Yapı, 3D Görüntüsü 306
Şekil 144. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için) 310
Şekil 145. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için) 311
Şekil 146. 50 Katlı Kompozit Yapı, 1. Mod 312
Şekil 147. 50 Katlı Kompozit Yapı, 2. Mod 313
Şekil 148. 50 Katlı Kompozit Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü 326
Şekil 149. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 110x110 353
Şekil 150. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 110x110 356
Şekil 151. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 100x100 357
Şekil 152. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 100x100 360
Şekil 153. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 80x80 361
Şekil 154. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 80x80 364
Şekil 155. Kiriş Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 60x60 365
Şekil 156. Kiriş, Etriye Aralığı, Kolon 60x60 368
Şekil 157. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 50x50 369
Şekil 158. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 50x50 372
Şekil 159. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 110x110 387
Şekil 160. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 100x100 388
Şekil 161. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 80x80 389
Şekil 162. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 60x60 390
Şekil 163. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 50x50 391
Şekil 164. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 110x110 392
Şekil 165. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 100x100 392
Şekil 166. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 80x80 393
Şekil 167. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 60x60 393
Şekil 168. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 50x50 394
Şekil 169. P-Mx ve P-My Grafikleri, Yapıdaki Her Kompozit Kolon Çeşidi İçin 399
Şekil 170. Yığılı-Yayılı Mafsal Değerlendirme Grafiği 405
Şekil 171. 50 Katlı Betonarme ve Kompozit Yapı Kolonları Moment Karşılaştırması 407
Şekil 172. Kolon metrajı gruplandırma örneği 412
Şekil 173. Örnek kolon ölçüleri 413
Şekil 174. Yapı kesit görünüşleri 414
Şekil 175. Kadıköy ilçesi 2021 yılı emlak fiyatları raporu (Zingat.com, 2021) 445
Şekil 176. Kartal ilçesi 2021 yılı emlak fiyatları raporu (Zingat.com, 2021) 445
Şekil 177. Gebze ilçesi 2021 yılı emlak fiyatları raporu (Zingat.com, 2021) 445
Şekil 178. 80x80 Betonarme kolon kesiti 446
Şekil 179. 100x100 Betonarme Kolon Kesiti 447
Şekil 180. 130x130 Betonarme Kolon Kesiti 448
Şekil 181. 150x150 Betonarme Kolon Kesiti 449

Şekil 182. 20 Katlı Yapı 50x50 Betonarme Kolon Kesiti 450
Şekil 183. 20 Katlı Yapı 80x80 Betonarme Kolon Kesiti 451
Şekil 184. 50x50_HEB240 Kompozit Kolon Kesiti 452
Şekil 185. 60x60_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti 453
Şekil 186. 80x80_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti 454
Şekil 187. 100x100_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti 455
Şekil 188. 110x110_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti 456
Şekil 189. 20 Katlı Yapı 35x35_HEB120 Kompozit Kolon Kesiti..... 457
Şekil 190. 20 Katlı Yapı 50x50_HEB260 Kompozit Kolon Kesiti..... 458
Şekil 191. N-M-Curv. Grafiği Bağlantısı (HASILCIO, 2019)..... 459

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Günümüzde yapılarda kullanılan taşıyıcı sistem çeşitleri. (Ilgın & Günel, 2008) 7
Tablo 2. TDY 2108 uyarınca, bina yükseklik sınıfları 13
Tablo 3. Tüp sistem çeşitleri ve örnekler 24
Tablo 4. Yapılara etkiyen yükler (Topçu, 2019, s. 141) 39
Tablo 5. İstanbul'daki en yüksek ilk on gökdelen (CTBUH, 1969) 43
Tablo 6. Mdev Tahkiki 62
Tablo 7. Mdev Tahkiki 63
Tablo 8. Kütle Katılım 65
Tablo 9. Ek Kat Burulma Momentleri 70
Tablo 10. Ek Kat Burulma Momentleri 71
Tablo 11. Burulma Düzensizliği 73
Tablo 12. Burulma Düzensizliği 74
Tablo 13. Burulma Düzensizliği 75
Tablo 14. Burulma Düzensizliği 76
Tablo 15. Burulma Düzensizliği 77
Tablo 16. Burulma Düzensizliği 78
Tablo 17. Burulma Düzensizliği 79
Tablo 18. Burulma Düzensizliği Katsayıları 80
Tablo 19. Düzenlenmiş Ek Kat Burulma Momentleri 82
Tablo 20. Düzenlenmiş Ek Kat Burulma Momentleri 83
Tablo 21. Yumuşak Kat Düzensizliği 85
Tablo 22. Yumuşak Kat Düzensizliği 86
Tablo 23. Yumuşak Kat Düzensizliği 87
Tablo 24. Yumuşak Kat Düzensizliği 88
Tablo 25. Yumuşak Kat Düzensizliği 89
Tablo 26. Yumuşak Kat Düzensizliği 90
Tablo 27. Yumuşak Kat Düzensizliği 91
Tablo 28. Zayıf Kat Düzensizliği 93
Tablo 29. Düzensizlikler Özeti 94
Tablo 30. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 98
Tablo 31. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 99
Tablo 32. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 100
Tablo 33. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 101
Tablo 34. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 102
Tablo 35. İkinci Mertebe Etkileri 104
Tablo 36. İkinci Mertebe Etkileri 105
Tablo 37. İkinci Mertebe Etkileri 106
Tablo 38. İkinci Mertebe Etkileri 107
Tablo 39. İkinci Mertebe Etkileri 108
Tablo 40. İkinci Mertebe Etkileri 109
Tablo 41. İkinci Mertebe Etkileri 110
Tablo 42. Kiriş Donatılandırma Türü 112
Tablo 43. Kiriş Dengeli Kırılma Kontrolü 113
Tablo 44. Kiriş, Çekme ve Basınç Donatısı Alanı 114
Tablo 45. Kiriş, Donatı Oranları Kontrolleri 115

Tablo 46. Kiriş Kesme Güvenliği Kontrolü 116
Tablo 47. TBDY 2018 Kiriş Kontrolleri 117
Tablo 48. Kiriş, Etriye Hesabı, 80x80 Kolon 120
Tablo 49. Kiriş, Etriye Hesabı, 80x80 Kolon 121
Tablo 50. Kiriş, Etriye Hesabı, 50x50 Kolon 123
Tablo 51. Kiriş, Etriye Hesabı, 50x50 Kolon 124
Tablo 52. Kiriş, Çekme Donatısı Hesabı 125
Tablo 53. Kolon Gevrek Kırılma Tahkiki 127
Tablo 54. Kolon, Boyuna ve Enine Donatı Oranları 128
Tablo 55. U Perde Donatı Hesabı 136
Tablo 56. Mdev Hesabı 146
Tablo 57. Mdev Hesabı 147
Tablo 58. Kütle Katılımı 149
Tablo 59. Ek Kat Kütlesi 154
Tablo 60. Burulma Düzensizliği 155
Tablo 61. Burulma Düzensizliği 156
Tablo 62. Yumuşak Kat Düzensizliği 158
Tablo 63. Yumuşak Kat Düzensizliği 159
Tablo 64. Zayıf Kat Düzensizliği 161
Tablo 65. Düzensizlik Kontrolleri Özeti 162
Tablo 66. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 166
Tablo 67. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 167
Tablo 68. İkinci Mertebe Etkileri 169
Tablo 69. İkinci Mertebe Etkileri 170
Tablo 70. İkinci Mertebe Etkileri 171
Tablo 71. İkinci Mertebe Etkileri 172
Tablo 72. Kiriş Donatılandırma Türü 174
Tablo 73. Kiriş Dengeli Kırılma Kontrolü 175
Tablo 74. Çekme ve Basınç Donatısı Alanı 176
Tablo 75. Kiriş Donatı Oranları 177
Tablo 76. Kiriş Kesme Donatısı Alanı 178
Tablo 77. TS2018 Kiriş Kontrolleri 179
Tablo 78. Kompozit Kolon, Şekil Özellikleri Kontrolü 189
Tablo 79. Kompozit Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü 190
Tablo 80. Kompozit Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü 191
Tablo 81. Kompozit Kolon, Çekme Etkisi Kontrolü 192
Tablo 82. Kompozit Kolon, Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü 193
Tablo 83. Kompozit Kolon, Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü 194
Tablo 84. Kompozit Kolon, Kesme Kontrolü 195
Tablo 85. Kompozit Kolon, Kesme Kontrolü 196
Tablo 86 50 Katlı Betonarme Yapı Kütle Katılımı 212
Tablo 87. Burulma Düzensizliği 220
Tablo 88. Burulma Düzensizliği 221
Tablo 89. Yumuşak Kat Düzensizliği 223
Tablo 90. Yumuşak Kat Düzensizliği 224
Tablo 91. Zayıf Kat Düzensizliği 227
Tablo 92. Zayıf Kat Düzensizliği 228
Tablo 93. 50 Katlı Betonarme Yapı Düznesizlik Kontrolleri Özeti 229

Tablo 94. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 232
Tablo 95. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 233
Tablo 96. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 234
Tablo 97. İkinci Mertebe Kontrolleri 236
Tablo 98. İkinci Mertebe Kontrolleri 237
Tablo 99. İkinci Mertebe Kontrolleri 238
Tablo 100. Kiriş Boyutlandırma Türü 239
Tablo 101. Kirişte, Dengeli Kırılma Kontrolü 240
Tablo 102. Kiriş, Donatı Alanı 241
Tablo 103. Kirişte, Dengeli Kırılma Kontrolü 242
Tablo 104. Kiriş, Donatı Alanı 243
Tablo 105. Kiriş, Donatı Oran Kontrolleri 244
Tablo 106. Kiriş, Donatı Oran Kontrolleri 245
Tablo 107. Kiriş, Kesme Kontrolleri 246
Tablo 108. Kiriş, Kesme Kontrolleri 247
Tablo 109. TBDY 2018, SDY Kiriş Kontrolleri 248
Tablo 110. TBDY 2018, SDY Kiriş Kontrolleri 249
Tablo 111. Kolonlarda Gevrek Kırılma Tahkiki 267
Tablo 112. Kolonlarda Gevrek Kırılma Tahkiki 268
Tablo 113. Kolon, Boyuna ve Enine Donatı Oranları 269
Tablo 114. Kolon, Boyuna ve Enine Donatı Oranları 270
Tablo 115. U Perde Donatı Hesabı 281
Tablo 116. Beklenen Ortalama Malzeme Dayanımları 289
Tablo 117. Mdev Kontrolü 308
Tablo 118. Mdev Kontrolü 309
Tablo 119 50 Katlı Kompozit Yapı, Kütle Katılımı 311
Tablo 120. Burulma Düzensizliği 319
Tablo 121. Burulma Düzensizliği 320
Tablo 122. Yumuşak Kat Düzensizliği 322
Tablo 123. Yumuşak Kat Düzensizliği 323
Tablo 124. Yumuşak Kat Düzensizliği 324
Tablo 125. Yumuşak Kat Düzensizliği 325
Tablo 126. Zayıf Kat Düzensizliği 327
Tablo 127. Zayıf Kat Düzensizliği 328
Tablo 128. Zayıf Kat Düzensizliği 329
Tablo 129. Zayıf Kat Düzensizliği 330
Tablo 130. 50 Katlı Kompozit Yapı Düzensizlikler Özeti 331
Tablo 131. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 334
Tablo 132. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 335
Tablo 133. Etkin Göreli Kat Ötelemesi 336
Tablo 134. İkinci Mertebe Etkileri 338
Tablo 135. İkinci Mertebe Etkileri 339
Tablo 136. İkinci Mertebe Etkileri 340
Tablo 137. İkinci Mertebe Etkileri 341
Tablo 138. Kiriş, Boyutlandırma Türü 342
Tablo 139. Kiriş, Dengeli Kırılma Kontrolü 343
Tablo 140. Kiriş, Donatı Alanı 344
Tablo 141. Kiriş, Dengeli Kırılma Kontrolü 345

Tablo 142. Kiriş, Donatı Alanı 346
Tablo 143. Kiriş, Boyuna Donatı Oranı Kontrolleri 347
Tablo 144. Kiriş, Boyuna Donatı Oranı Kontrolleri 348
Tablo 145. Kiriş, Kesme Kontrolleri 349
Tablo 146. Kiriş, Kesme Kontrolleri 350
Tablo 147. TBDY 2018 SDY Kiriş Kontrolleri 351
Tablo 148. TBDY 2018 SDY Kiriş Kontrolleri 352
Tablo 149. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 110x110 354
Tablo 150. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 110x110 355
Tablo 151. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100 358
Tablo 152. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100 359
Tablo 153. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80 362
Tablo 154. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80 363
Tablo 155. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 60x60 366
Tablo 156. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 60x60 367
Tablo 157. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50 370
Tablo 158. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50 371
Tablo 159. Kompozit Kolon, Şekil Özellikleri 374
Tablo 160. Kompozit Kolon, Şekil Özellikleri 375
Tablo 161. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü 376
Tablo 162. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü 377
Tablo 163. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü 378
Tablo 164. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü 379
Tablo 165. Kompozit Kolon Çekme Kontrolü 380
Tablo 166. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü 381
Tablo 167. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü 382
Tablo 168. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü 383
Tablo 169. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü 384
Tablo 170. Kesme Kuvveti Kontrolü 385
Tablo 171. Kesme Kuvveti Kontrolü 386
Tablo 172. Kompozit Kolon Kuvvetli Eksen P-Mx Değerleri 400
Tablo 173. Kompozit Kolon Zayıf Eksen P-My Değerleri 401
Tablo 174. Kompozit Kolon Kuvvetli Eksen P-Mx Değerleri 402
Tablo 175. Kompozit Kolon Zayıf Eksen P-My Değerleri 403
Tablo 176. Yapı elemanlarının ortalama maliyet oranları 408
Tablo 177. Yapı elemanlarının metraja esas ölçü birimleri (Karaman, 2017) 412
Tablo 178. Metraj cetveli örneği 415
Tablo 179. Yapı metraj cetveli tablosu 416
Tablo 180. Demir metraj cetveli tablosu 416
Tablo 181. Metraj özeti cetveli tablosu 417
Tablo 182. 20 Katlı Betonarme Kolon Çelik Metraj Hesabı 422
Tablo 183. 20 Katlı Kompozit Kolon Çelik Metraj Hesabı 423
Tablo 184. 50 Katlı Betonarme Kolon Çelik Metraj Hesabı 424
Tablo 185. 50 Katlı Betonarme Kolon Çelik Metraj Hesabı 425
Tablo 186. 50 Katlı Kompozit Kolon Çelik Metraj Hesabı 426
Tablo 187. 50 Katlı Kompozit Kolon Çelik Metraj Hesabı 427
Tablo 188. 20 Katlı Betonarme ve Kompozit Kolon Çelik Maliyeti 428
Tablo 189. 50 Katlı Betonarme ve Kompozit Kolon Çelik Maliyeti 429

Tablo 190. 20 Katlı Betonarme Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı 430
Tablo 191. 20 Katlı Kompozit Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı 431
Tablo 192. 50 Katlı Betonarme Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı 432
Tablo 193. 50 Katlı Betonarme Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı 433
Tablo 194. 50 Katlı Kompozit Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı 434
Tablo 195. 50 Katlı Kompozit Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı 435
Tablo 196. 50 Katlı Betonarme Yapı Çiroz Maliyeti 436
Tablo 197. 50 Katlı Betonarme Yapı Çiroz Maliyeti 437
Tablo 198. 50 Katlı Kompozit Yapı Çiroz Maliyeti 438
Tablo 199. 50 Katlı Kompozit Yapı Çiroz Maliyeti 439
Tablo 200. 20 Katlı Betonarme Yapı Çiroz Maliyeti 440
Tablo 201. 20 Katlı Kompozit Yapı Çiroz Maliyeti 441

KISALTMALAR

AFAD : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
Ac : Kolonun veya perde uç bölgesininbürüt enkesit alanı, Beton enkesit alanı
Ack : sargı donatısının dışından dışına alınan ölçü içinde kalan çekirdek beton alanı
At : Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan eşdeğer alan (m2)
As : Basınç donatısı kesit alanı, Yapısal çelik çekirdek enkesit alanı
Ash : Enine donatı alanı (mm2)
Asr : Donatı çeliği toplam enkesit alanı
BYS : Bina Yükseklik Sınıfı
BKS : Bina Kullanım Sınıfı
bk : Kolon çekirdek boyutu (mm)
bw : Kiriş gövde genişliği, perde gövde kalınlığı
CTBUH : The Council on Tall Buildings and Urban Habitat
Ch : İkinci Mertebe hesabında kullanılan ampirik katsayı
Ct : Ampirik doğal titreşim periyodu hesabında kullanılan katsayı
D : Dayanım fazlalığı katsayısı
DD-1 : 50 Yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-2 : 50 Yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-3 : 50 Yılda aşılma olasılığı %50 olan deprem yer hareketi düzeyi
DD-4 : 50 Yılda aşılma olasılığı %68 olan deprem yer hareketi düzeyi
DGT : Dayanıma Göre Tasarım
DTS : Deprem Tasarım Sınıfı
d : Kiriş faydalı yükseklik
Ec : Beton elastisite modülü
EcIc : Kolon, beton kesitinin eğilme rijitliği
Ed(H) : Doğrultu birleştirmesi uygulanmış tasarıma esas yatay deprem etkisi
Ed(Z) : Düşey deprem etkisi
Es : Çelik elastisite modülü (200000 MPa)
EsIs : Yapısal çelik eğilme rijitliği
EsrIsr : Donatı çeliği eğilme rijitliği
(EI)e : Yığılı plastik davranışa göre modellenen kolon, kiriş veya perdenin etkin kesit rijitliği
e : %5'lik ek dışmerkezlik (m)
FiE : Seçilen deprem doğrultusunda i. Kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü (kN)
Fy : Yapısal çelik karakteristik akma gerilmesi
Fysr : Donatı çeliği karakteristik akma gerilmesi
fcc : Sargılı beton dayanımı
fco : Sargısız beton dayanımı
fce : Betonun beklenen ortalama basınç dayanımı (MPa)
fck : Betonun karakteristik basınç dayanımı (MPA)
fctd : Beton tasarım çekme dayanımı
fe : Taşıyıcı sistem için hesaplanan doğrusal elastik dayanım talebi
fsu : Donatı çeliğinin kopma dayanımı
fy : Taşıyıcı sistem akma dayanımı

fyd : Boyuna donatı tasarım akma dayanımı
fye : Çeliğin beklenen ortalama akma dayanımı (MPa)
fyk : Çeliğin karakteristik akma dayanımı (MPa)
fywd : Enine donatı tasarım akma dayanımı
fyw : Enine donatının akma dayanımı
fywe : Enine donatı beklenen ortalama akma dayanımı (MPa)
G : Sabit yük etkisi
g : Yer çekimi ivmesi (9.81 m/sn2)
GÖ : Göçmenin Önlenmesi Performans Düzeyi
H : Yatay zemin itkisi etkisi
Hcr : Perde kritik yüksekliği
Hn : Bina Toplam Yüksekliği
H : Kesit yüksekliği (m)
hi : Binanın i'inci katının kat yüksekliği (m)
I : Bina önem katsayısı
IL : llinois
KH : Kontrollü Hasar Performans Düzeyi
KK : Kesintisiz kullanım performans düzeyi
Kgf : Kilogram Force
k1 : Eşdeğer dikdörtgen basınç bloğu derinlik katsayısı
kPa : Kilogram Pascal
Lp : Plastik mafsal boyu (m)
Ls : Kesme açıklığı (m)
lb : TS500 çekme donatısı için verilen kenetlenme boyu
R : Taşıyıcı Sistem Davranış katsayısı
Ma : Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda, kolon kesme kuvvetinin hesabında esas alınan moment
MPa : Mega Pascal
Mpa : Kolonun serbest yüksekliğinin alt ucunda fck, fyk ve çeliğin dayanım artışı göz önüne alınarak hesaplanan moment kapasitesi
Mpi : Kirişin sol ucu i'deki kolon yüzünde fck, fyk ve çeliğin dayanım artışı göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi
Mpj : Kirişin sol ucu j'deki kolon yüzünde fck, fyk ve çeliğin dayanım artışı göz önüne alınarak hesaplanan pozitif veya negatif moment kapasitesi
MDEV : Betonarme perdenin veya çaprazlı çerçevenin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen devrilme momenti (kNm)
Mo : Bina için deprem yüklerinden kaynaklı tabanda meydana gelen toplam devrilme momenti (kNm)
My : Etkin akma momenti (kNm)
mi : i. Katın toplam kütlesi (t)
N : Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümdeki toplam kat sayısı
Nd : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan eksenel kuvvet
Ndm : Düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında, TS498 hareketli yük azaltma katsayılarını da dikkate alan, hesaplanan en büyük eksenel basınç kuvveti
Nv : Deprem etkisindeki bağ kirişli perdenin bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvvetlerinin tüm perde yüksekliği boyunca toplamı olarak perde

parçalarının tabanında oluşan birbirine eşit çekme ve basınç eksenel kuvvetleri (kN)

n : Hareketli yük katılım katsayısı, Elastisite modülleri oranı (Es/Ec)

PGA : En büyük yer ivmesi (g)

PGV : En büyük yer hızı (m/sn2)

Pe : Elastik burkulma yükü

Pno : Basınç kuvveti dayanımı

Ra(T) : Öngörülen süneklik kapasitesi ve periyoda bağlı deprem yükü azaltma katsayısı

S : Kar yükü etkisi

Sae(T) : Yatay elsatik tasarım spektral ivmesi (g)

SaeD(T) : Düşey elastik tasarım spektral ivmesi (g)

Sde(T) : Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi (m)

SDs : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

SD1 : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

SH : Sınırlı Hasar Performans Düzeyi

Ss : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

S1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı (boyutsuz)

s : Etriye aralığı (mm)

ŞGDT : Şekildeğiştirmeye Göre değerlendirme ve tasarım

T : Doğal titreşim periyodu (sn)

TA-TB : Yatay elastik tasarım ivme spektrumu köşe periyodu (sn)

TBDY/TDY 2018: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018

Tp : Binanın ilgili doğrultudaki hakim doğal titreşim periyodu (sn)

Vc : Betonun kesme kuvveti dayanımına katkısı

Vcr : Betonarme kesit kesmede çatlama dayanımı

Vd : Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti

Vdy : Kirişin herhangi bir kesitinde yük katsayıları ile çarpılmamış düşey yüklerden meydana gelen basit kiriş kesme kuvveti

Ve : Kolon, kiriş birleşim bölgesi ve perdede enine donatı hesabında esas alınan kesme kuvveti

Vi : İlgili deprem doğrultusunda i. Kattaki azaltılmış kat kesme kuvveti (kN)

Vr : Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme kuvveti dayanımı

VtE : İlgili deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (kN)

Vtx : Modal hesap yöntemlerinden biri ile (mod birleştirme veya mod toplama) ilgili doğrultuda elde edilen en büyük toplam deprem yükü (kN)

Vw : Kesme dyanımına etriye katkısı

YDKT : Yük ve dayanım katsayılarıyla tasarım

Q : Hareketli Yük etkisi

Wp : Plastik mukavemet momenti

αse : Etriye etkinlik katsayısı

αt : Beton ısıl genleşme katsayısı

β2 : İkinci mertebe büyütme katsayısı

εc(GÖ) : Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

εc(KH) : Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

εc(SH) : Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı

εcu : Sargılı betondaki maksimum birim şekil değiştirmesi

εs(GÖ) : Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

εs(KH) : Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

εs(SH) : Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı

εsu : Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması

εsy : Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi

∑Ae : Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı (m2)

∑Ag : Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının enkesit alanlarının toplamı (m2)

∑Aw : Herhangi bir katta, kolon enkesiti etkin gövde alanlarının toplamı (m2)

(Δi)ort : Binanın i. Katındaki ortalama azaltılmış göreli kat ötelemesi (m)

(Δi)max : Binanın i. Katındaki maksimum azaltılmış göreli kat ötelemesi (m)

ΔFNE : İlgili deprem doğrultusunda binanın N. Katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü (kN)

Δmiθ : Kat kütle eylemsizlik momenti artımı (tm2)

Δi : İlgili deprem doğrultusunda, herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden ortalama azaltılmış göreli kat ötelemesi (m)

Δiort : İlgili deprem doğrultusunda ardışık iki kat arasındaki yerdeğiştirme farkını ifade eden ortalama azaltılmış göreli kat ötelemesi (m)

δi : İlgili deprem doğrultusu için, binanın i. Katındaki kolon veya perdeler için etkin göreli kat ötelemesi (m)

δi : İlgili deprem doğrultusu için, binanın i. Katındaki etkin göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri (m)

ηbi : i. Katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı

ηci : i. Katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

ηki : i. Katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

ɣE : Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısının belirlenmesinde kullanılan ampirik katsayı

ɣmc : Beton malzeme katsayısı

ɣms : Çelik malzeme katsayısı

λ : Göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılmasında kullanılan ampirik katsayı, Dayanım azaltma katsayısı

κ : İzin verilen göreli kat ötelemelerinin tanımında betonarme ve çelik taşıyıcı sistemler için farklı olarak kullanılan katsayı

Φ : Donatı çapı, YDKT katsayıları

ϕce : Sünme katsayısı

ϕy : Akma eğriliği (1/m)

ϕu : Göçme öncesi eğrilik (1/m)

ɯc : Beton birim hacim ağırlığı (kg/m3)
ɯwe : Etkin sargı donatısının mekanik donatı oranı
ρ : Boyuna donatı hacimsel oranı
ρsh : İlgili doğrultuda enine doğrultunun hacimsel oranı
Ω : Bağ kirişli perdede bağ derecesi katsayısı
θy : Akma durumu için yerdeğiştirmiş eksen dönmesi (rad)
θp(KH) : Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı (rad)
θp(GÖ) : Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı (rad)
θp(SH) : Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı (rad)
θ2i : İkinci mertebe gösterge değeri
μ : Kesme sürtünmesi katsayısı
μk : Taşıyıcı sistem için öngörülen süneklik kapasitesi
ζb : eleman eğilme rijitliği

ÖZGEÇMİŞ

Dilara Özşenol

Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı

Eğitim

Derece	*Yıl*	*Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı*
Y.Ls.	2021	Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü Yapı Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı
Y.Ls.	2017	Esenyurt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü İş Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı
Ls.	2016	Sakarya Üniversitesi

İş/İstihdam

Yıl	*Görev*
2020-	Endüstriyel Depolama Sistemleri – Proje Müh.
2017- 19	Çelik İmalat ve Proje – İnşaat Müh. & B Sınıfı İGU
2016 –17	Tünel Proje – Proje Müh.

Mesleki Birlik/Dernek Üyelikleri

Yıl	*Kurum*
2016 -	Üye: İnşaat Mühendisleri Odası
2019 -	Moderatör, Yönetici: Sanal Şantiye

Bilinen Bilgisayar Programları

Yeterlilik	*Program Adı*
Çok iyi	Sap2000 / Etabs
Çok iyi	Tekla / AutoCAD
İyi	Plaxis 2D
İyi	ArchiCAD

Yayınlar ve Diğer Bilimsel/Sanatsal Faaliyetler

"Çelik İmalat Fabrikaları ve Montaj Şantiyelerinde İSG," **İSG Yüksek Lisans Proje Ödevi**. 2017.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İlk yüksek yapı örnekleri, 19. Yüzyılın sonlarına doğrudur. Bu örnekler; ABD, New York ve Chicago şehirlerindedir (Sağlam, 2016). Bu yapılardan biri olan ve ilk yüksek yapı olarak kabul edilen Chicago'daki "The Home Insurance" binası, 1885 yılında çelik olarak imal edilmiştir. Yapının imalatında kullanılan yapı çeliği ise ilk olarak 1868 yılında Robert Mushet Tungsten tarafından icat edilmiştir (Sağlam, 2016). Yapı çeliğinin bulunmasına eş yıllarda, Fransız Joseph Monier, Joseph Louis Lambot tarafından yapı dışı kullanım amacı ile bulunan betonarmenin, yapılarda kullanımına dair örnekler vererek, patentini almıştır (Topçu, 2016). 19. Yüzyılın sonlarında yapı sektörü, ahşap ve taş malzeme dışında, betonarme ve yapı çeliğini de böylece kullanıma sunmuştur. Buna ek olarak, asansör de icat edilmiş ve yapıların gittikçe daha da yükselmesine ön ayak olunmuştur (Sağlam, 2016).

Tüm bu gelişmeler ışığında yapı sektörü, 21. Yüzyıla geldiğimizde, 1000 metre yüksekliğe uzanan binaları inşa etmiş ve daha yüksek yapılar için proje oluşturmaya başlamıştır. Sektördeki tüm bu gelişmeler, mühendislikteki yeni yapı malzemeleri ve taşıyıcı sistem çeşitleri ile gerçekleştirilebilmiştir. Bununla birlikte, bu yapıların reele geçmesi için, yapı malikine kâr getirmesi önem kazanmıştır. Bu amaçla, hem statik, hem ekonomik anlamda en doğru taşıyıcı sistem ve taşıyıcı sistem malzeme çeşidi seçimi oldukça önemli bir hâl almıştır. Bu kapsamda, özellikle yüksek yapılarda son yıllarda kullanılmaya başlanan yapı taşıyıcı sistem malzeme çeşitlerinden, betonarme ve yapı çeliğinin birlikte kullanılması ile oluşturulan, kompozit malzeme; onlarca yıldır yapı sektöründe en ekonomik yapı taşıyıcı sistem malzeme çeşidi olarak kullanılan betonarme malzeme ile yapı yüksekliği ve yapı değeri çerçevesinde ekonomik anlamda mukayese edilmiş ve hangi koşullarda, hangi yükseklikte, hangi malzemenin yapı malikini kâra geçirdiğine dair bir çıkarımda bulunulmuştur.

BÖLÜM 2. YAPI MALZEMELERİ VE TAŞIYICI SİSTEMLERİ

İnsanlık yerleşik hayata geçtikten sonra, barınma sorununu gidermek için önce mağaralarda ardından da kendi eliyle inşa ettiği konutlarda yaşamaya başladı. İlerleyen yıllarda artan nüfus ile birlikte dip dibe inşa edilmiş konutlara, oradan da gittikçe yüksekliği artan apartmanlara geçtiler. Günümüzde ise yüksekliği 1000 m'ye ulaşan gökdelenler inşaa edilmektedir. Özellikle ticari ve ofis amaçlı kullanılan bu yüksek yapılar, şirketler için birer prestij anlamı taşımaktadır.

Günümüz şartlarında bir yapıyı yüksek yapı olarak tanımlayabilmemiz için yapının sağlaması gereken asgari koşullar belirlenmiştir. Bunları şöyle sıralayabiliriz;

Çevreye göre gözle görülür biçimde yüksek olmalıdır: 20 Katlı bir yapı bugün Chicago'da yüksek yapı sınıfına girmez iken, Kocaeli'nde girebilmektedir.

Yapı yüksekliğinin, alanına oranı: Yapı yüksekliği ile yapı tabanı arasındaki oran arttıkça, yani yapı narinleştikçe, çevreye göre yükseklik şartına da bağlı olarak, yüksek yapı olarak değerlendirilmektedir. (Sağlam, 2016)

Yüksek bina teknolojilerinin yapıda kullanılması: En az 14 kat veya 50 m yüksekliğinde olmak üzere, yüksek yapı teknolojilerine sahip (deprem izolatörü, yüksek hızlı asansörler…) yapılar yüksek yapı olarak değerlendirilebilir. (CTBUH, 1969)

Bir yapı tasarımına başlamadan önce yapılan araştırmalar doğrultusunda yapı ile ilgili bazı kararlar verilir ve ön tahminler yapılır. Bu kararlardan ilki malzeme seçimi ile ilgilidir. Malzeme seçimi, yapının bulunduğu çevresel koşullara direkt bağlıdır. Eğer yapının bulunduğu bölgede ziyadesiyle beton malzemeden yararlanılıyor ise yapı güvenliğinden taviz vermemek koşulu ile çelik taşıyıcı sistem yerine betonarme sistemi kullanmak ekonomik açıdan daha karlı olabilir.

2.1 Yüksek Yapılarda Malzeme Seçimi

Yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinin malzeme seçimlerinde de diğer yapılarda olduğu gibi, beton, çelik ve bu malzemelerin birlikte kullanılmasından oluşan kompozit malzemeler kullanılmaktadır.

Oransal olarak bakıldığında daha ziyade çelik kullanılmakla birlikte, kompozit malzemeye olan ilgi her geçen gün artmaktadır.

Yüksek yapılarda kullanılan malzemelerin oransal dağılımı şekil 1 deki gibidir.



Şekil 1 Yüksek yapılarda kullanılan taşıyıcı malzeme oranları (CTBUH, 1969)

Çeşitli taşıyıcı sistem malzemeleri ile inşa edilmiş yüksek yapılara örnek olarak:

Amerika Birleşik Devletleri, Chicago'da bulunan, Willis Tower. 1974 yılında 108 kat olarak inşa edilen bu yüksek yapının tüm taşıyıcı sistemi (Düşey, yatay taşıyıcı elemanlar ve döşemeler) çelik malzeme ile yapılmıştır.



Şekil 2. Willis Tower, Chicago, ABD (CTBUH, 1969)

Amerika Birleşik Devletleri, Chicago'da bulunan Marina City. 1968 yılında 65 kat olarak inşa edilen bu yüksek yapının tüm taşıyıcı sistemi (Düşey, yatay taşıyıcı elemanlar ve döşemeler) betonarme malzeme ile yapılmıştır.



Şekil 3. Marina City, Chicago, ABD (CTBUH, 1969)

Tayvan, Taipei'de bulunan Taipei 101. 2004 yılında 101 kat olarak inşa edilen bu yüksek yapının tüm taşıyıcı sistemi (Düşey, yatay taşıyıcı elemanlar ve döşemeler) kompozit malzeme ile yapılmıştır.



Şekil 4. Taipei 101, Taipei, Tayvan (CTBUH, 1969)

2.2. Yüksek Yapılarda Taşıyıcı Sistem Çeşitleri

Her yapı, projelendirilmeden evvel seçilen malzeme türüne ve yapı özelliklerine uygun bir taşıyıcı sistem seçilir. Bazen bu sistemler bir arada kullanılarak yapının gelen yükler karşısında, rijitliği ve sünekliğinin korunması sağlanmaya çalışılır.

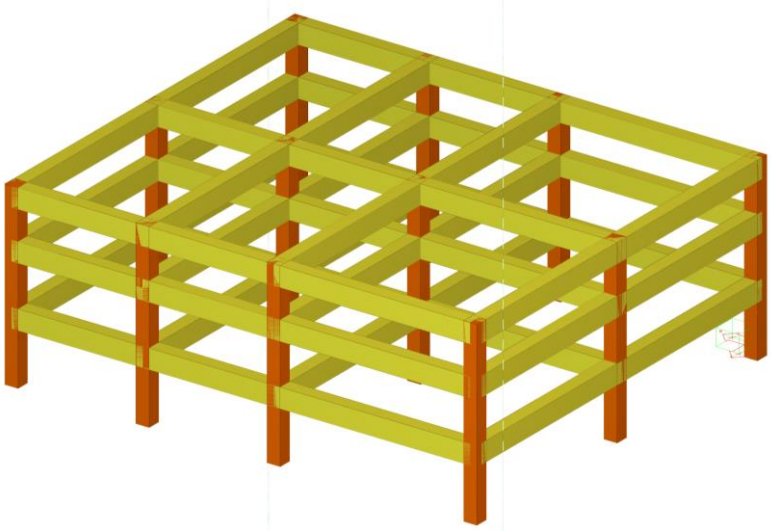
Çeşitli tiplerde taşıyıcı sistemler mevcuttur. Tablo 1'de farklı çeşitteki taşıyıcı sistemler görülmektedir.

Tablo 1. Günümüzde yapılarda kullanılan taşıyıcı sistem çeşitleri. (Ilgın & Günel, 2008)

Taşıyıcı Sistem Tipleri			
Rijit Çerçeve Sistemler			
Kirişsiz Döşemeli Sistemler			
Çekirdek Sistemler			
Perde Duvarlı Sistemler			
Kafes Perdeli Çerçeve ve Perde Duvarlı Çerçeve Sistemler	Kafes Perdeli Çerçeve Sistemler	Perde Duvarlı Çerçeve Sistemler	
Mega Kolon (Mega çerçeve, Uzay Kafes) ve Mega Çekirdek Sistemler			
Yatay Perdeli Sistemler			
Tüp Sistemler	Çerçeve Tüp Sistemler	Kafes Tüp Sistemler	Demet Tüp Sistemler
Diagrid Sistemler			

2.2.1. Rijit Çerçeveli Sistemler

İlk yapı taşıyıcı sistemlerinden biri olan rijit çerçeve sistemler günümüzde, az katlı binalarda sıklıkla kullanılmaktadır.

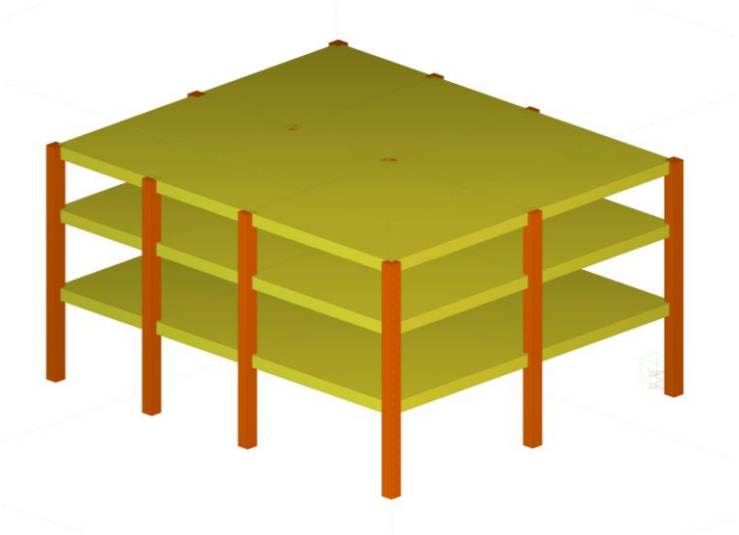


Şekil 5. Rijit çerçeve sistem

Şekil 5 deki gibi çerçeve şeklinde, çelik veya betonarme kullanılarak imal edilen taşıyıcı sistem tipidir. Az katlı yapılarda maliyetin uygun olması sebebiyle tercih edilir. Bu sistem, statik, dikey yükleri karşılamada başarılıdır fakat yanal yükler (deprem, rüzgar…) ile karşılaştığı zaman aynı başarıyı gösteremez. Teoride, yanal yüklerden biri olan deprem yükü ile karşılaşan bir rijit çerçeve sistem, yükü kolon-kiriş düğüm noktalarındaki eleman rijitlikleri ile karşılar. Fakat bu sistem, pratikte, teoride düşünüldüğünün aksine yalnızca kolon ve kiriş ile çalışmaz. Döşeme de kiriş ile birlikte çalışır. Dahası bölme duvarlar da (hesaplarda yatay yük taşıma kapasiteleri ihmal edilmesine karşın) yapının yatay ötelenmelerinin azaltılmasında rijit çerçeve sisteme destek olur. Kısacası yapıdaki tüm elemanlar, yatay yük karşısında birlikte çalışır. Bu, ilk bakışta iyi gibi görünse de, yapının tüm kütlesi işin içine girdiği için, yapı periyodu değişir ve yapıya etkiyen deprem yükünün de değişmesine sebep olur. (Doğangün, 2014, s. 120)

Bu sisteme ait yapılar, diğer sistemler ile çözülmüş yapılara kıyasla, deprem enerjilerini tüketmede daha başarısız olurlar. Yapı bilimcilerin, “çerçeve sistemlerin yanal yükler karşısında davranışları” konusundaki araştırmalarından görülüyor ki, deprem bölgelerinde ve rüzgar etkisindeki yüksek yapılarda çerçeve sistem tek başına kullanılmamalıdır. (Atımtay, 2000, s. 746) (Bayülke, 1998, s. 245)

2.2.2. Kirişsiz Döşemeli Sistemler

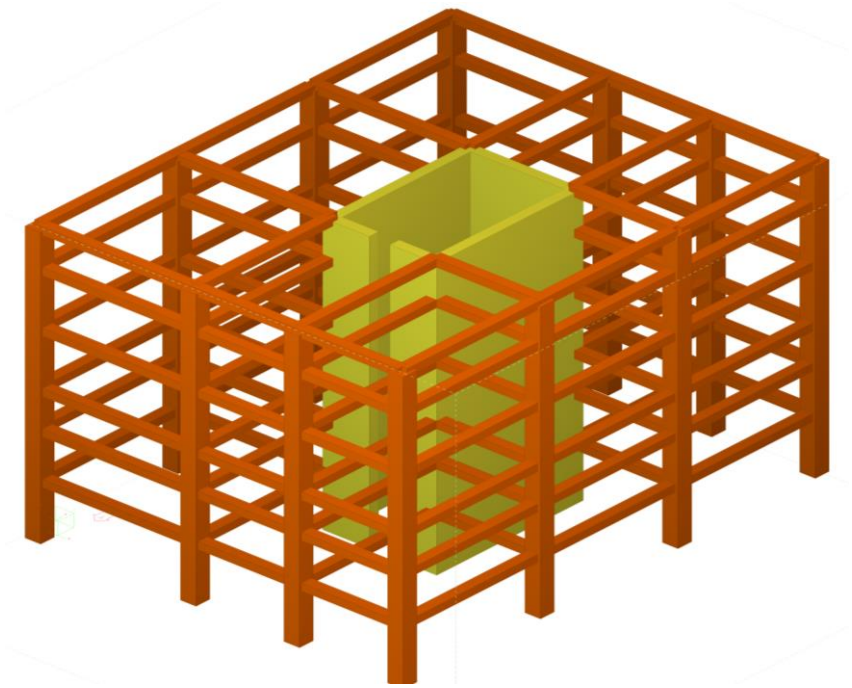


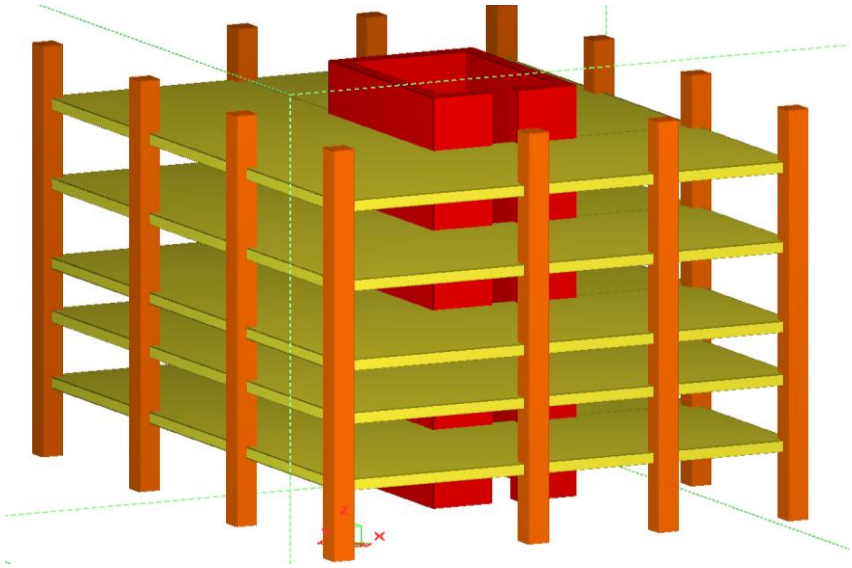
Şekil 6. Kirişsiz döşeme sistemi

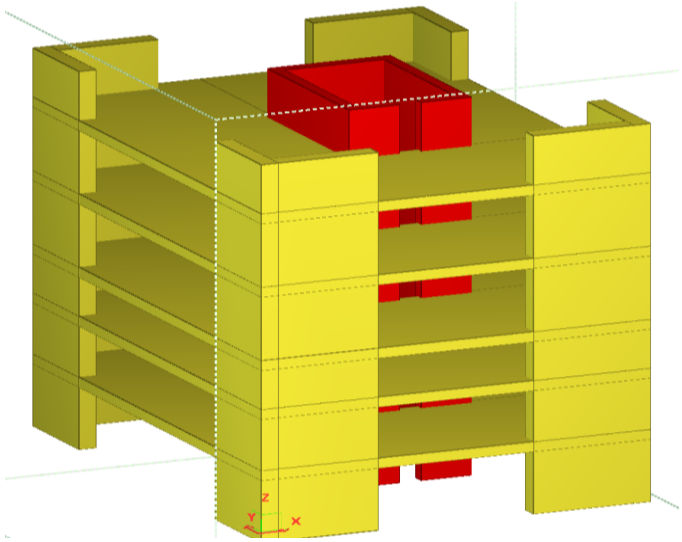
Şekil 6'daki gibi betonarme döşeme ve kolon / perdeden oluşan, kirişlerin görevini döşemenin yaptığı sistemdir. Yükleri kolona iletme görevi doğrudan döşemelerde olması sebebiyle kolon – döşeme bağlantısının çok dikkatli yapılması gerekir. Döşeme kalınlıkları 30 – 40 cm civarındadır ve 9 – 10 m açıklık geçilebilmektedir. Bu sistemler, depo gibi, bölme duvarların olmadığı büyük çalışma alanı gerektiren, deprem ve rüzgar gibi yanal yüklerin etkimediği az katlı yapılarda tercih edilir. Yatay rijitliği az bir sistem tipidir. Dikkat edilmesi gereken en önemli unsur, zımbalama riskinin olduğu kirişsiz döşemelerde, kolonların olduğu bölgede, döşeme kalınlığının arttırılması gereğidir. (AntiBilgi, https://www.antbilgi.com/doseme-cesitleri/ , Erişim Tarihi: 27.03.2020) (Topçu, 2019, s. 162)

2.2.3. Çekirdek Sistemler

Çekirdek yapısı betonarme veya çelik perde sistemlerinin, yapı ortasında kapalı bir kutu şeklinde konumlandırılması ile oluşturulur. Bu sistem tek başına kullanılmaz. Diğer sistemlere ek olarak yanal deplasmanı sönümlemesi amacıyla rijit çerçeve, perdeli sistem, kirişsiz sistem gibi sistemlere entegre edilir. Yanal deplasmanın fazla olduğu depremli bölgeler, yoğun rüzgar yükü alan bölgerede özellikle yüksek yapı tasarımında kullanılır.(YapıSanatları, http://www.yapisanatlari.com/Default.asp?P=0&L=2&K=0&K1=40, Erişim Tarihi: 29.03.2020)







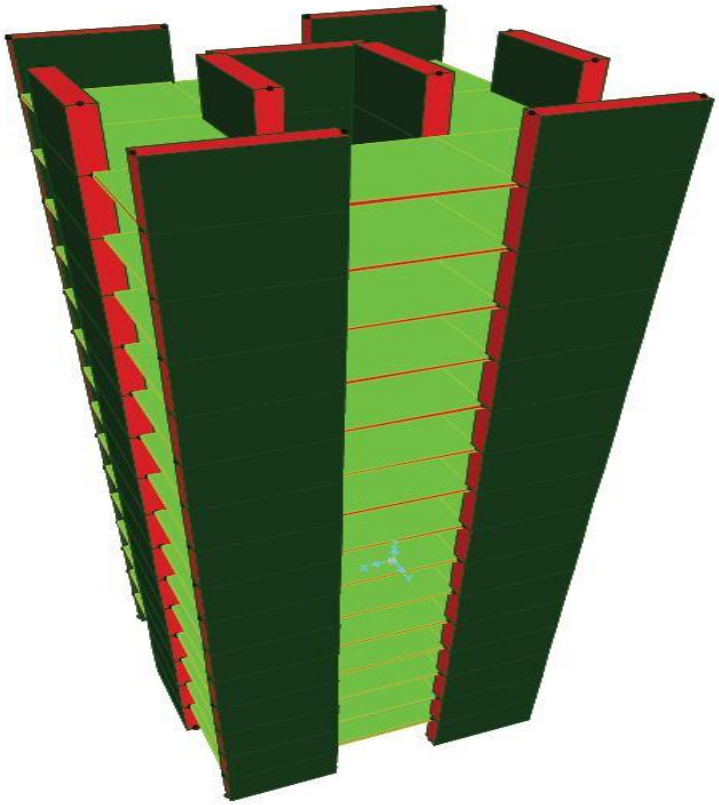
Şekil 7. Çeşitli sistemlerle entegre çekirdek sistemler

2.2.4. Perde Duvarlı Sistemler

Perde sistemi özellikle yatay yüklerin karşılanmasında çok başarılı sonuçlar ortaya çıkarttıkları için, yüksek yapılarda ve yoğun şeklide yatay yük (deprem, rüzgar, toprak itkisi, sel…) alan yapıların tasarımında sıklıkla tercih edilirler.

Yüksek yapılarda, yapının çekirdeği de perde duvarların kutu şeklinde kapalı konumlandırılması ile oluşturulur. Kutu perde sistemi de denilen bu sistem, temelden başlayıp bina üst noktasına dek uzanan konsol kiriş şeklinde tasarlanır. Tasarımda, rüzgar ve deprem gibi yanal yüklerden kaynaklı moment, kesme kuvvetleri gibi zorlanmalar ile düşey yüklerden kaynaklı zorlanmalar hesaba katılır. (Sağlam, 2016, s. 75)

Yapıda bulunan perde sistemler birden fazla ise, belirli katlarda bu perde sistemleri birbirine bağlayarak çerçeve sistem gibi davranmalarını da sağlamış oluruz. Böylelikle, yapının yanal rijitliğini arttırabiliriz. (Sağlam, 2016, s. 77)



Şekil 8. Betonarme perdeli – döşemeli sistem

Perde duvarlarda kullanılacak donatılar için dikkat edilmesi gereken bazı kurallar vardır:

Donatılara gelen gerilme büyüklüklerinin az olacağı öngörülen bölgelerde, en az büzülmeyi sağlamak için, konulabilecek en küçük oranda donatı konulmalıdır.

Rüzgar yüklerinden kaynaklı gerilmeler, düşey yüklerden kaynaklı gerilmeleri aşıyor ise çekme kuvvetlerinin etkidiği bölgelere çekme donatıları ilave edilir.

Basınç kuvvetlerinin yüksek olduğu bölgelerde imal edilen perde duvarlar, yüksek basınç kuvvetini taşıyabilmesi için kolon gibi dizayn edilir.

Yapı dış köşelerinde imal edilen perde duvarlar, kesme kuvvetini karşılayabilecek şekilde kesme kolonu gibi dizayn edilir. (Sağlam, 2016, s. 76)

2.2.5. Kafes Perdeli Çerçeve ve Betonarme Perde Duvarlı Çerçeve Sistemler (Takviyeli Çerçeve Sistemler/ Yanal Deplasmanı Önlenmiş Çerçeve Sistemler)

Yapı yüksekliği arttıkça, yanal deplasmanların yapı üzerindeki olumsuz etkileri de artar. Bu sebeple yanal deplasmanları etkin bir şekilde karşılayabilecek çelik ve/veya betonarme perdeler ile yapı deplasmanını belirli sınırlar içinde tutarız. Şekil 9 da yanal deplasmanı önlenmiş ve moment dayanımlı çerçeve sistem kesitleri gözükmektedir.

300 m ve üzerindeki, gökdelen olarak tarif ettiğimiz yapıların bir çoğunda, maximum yanal deplasman H/500 civarlarında tutulur. (Sağlam, 2016, s. 62)

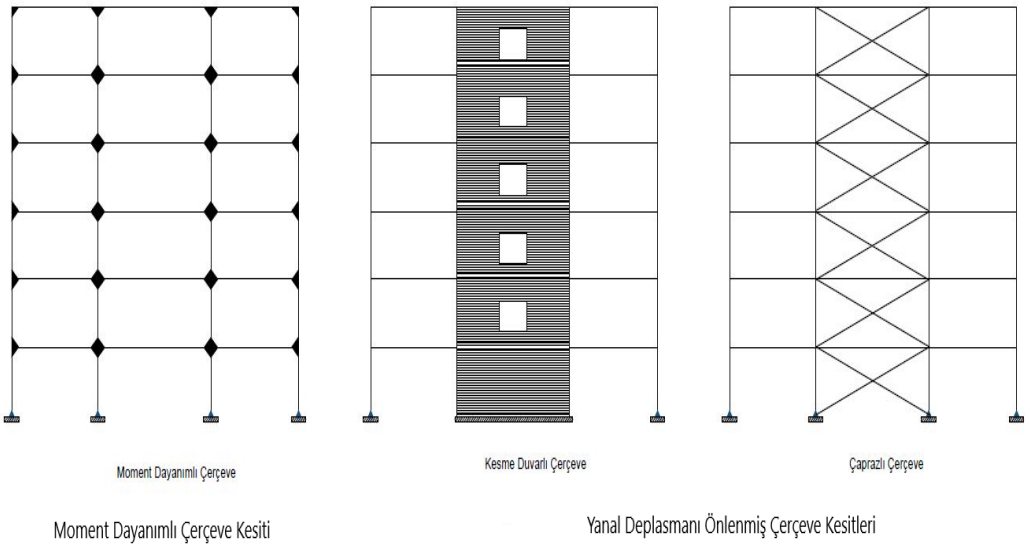
Peki yanal deplasmanların etkisinin hatrı sayılır biçimde arttığı, kirişsiz – kolonlu sistem ile rijit çerçeve sistemin yeterli kalmadığı yükseklik, kaç m'dir?

Türk deprem yönetmeliği 2018'e göre BYS 2 ve üzeri binalar, yüksek bina sınıfına girmektedir. Yani 56 m den yüksek olan yapılar, yüksek yapı olarak adlandırılmaktadır. (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2018, s. 17)

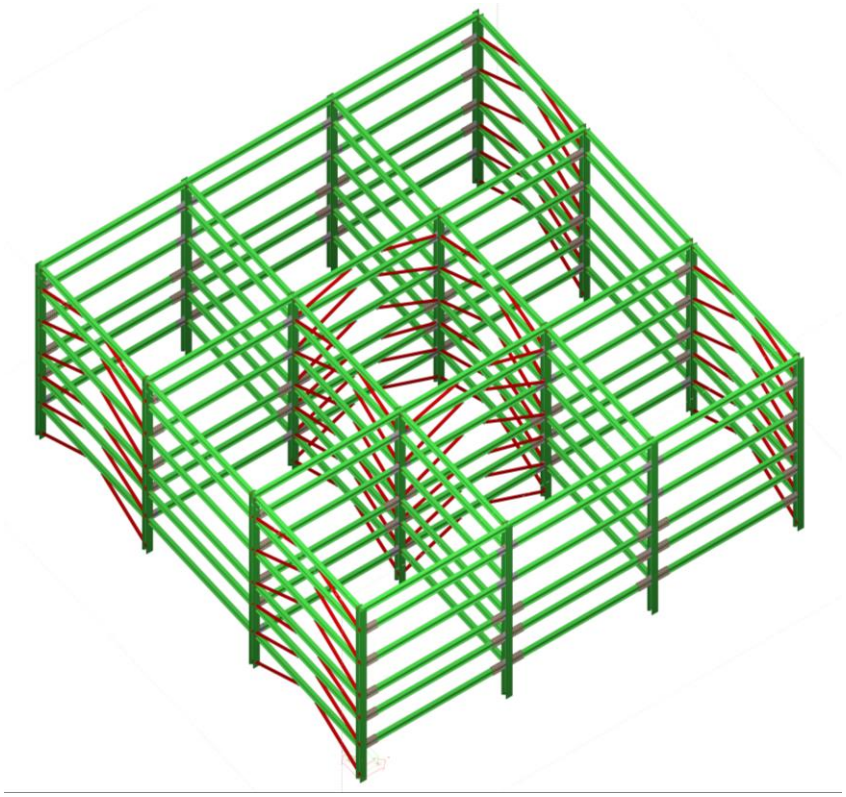
Tablo 2. TDY 2108 uyarınca, bina yükseklik sınıfları

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	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS = 3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS = 4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$	
BYS = 5	$17.5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$	
BYS = 6	$10.5 < H_N \leq 17.5$	$17.5 < H_N \leq 28$	
BYS = 7	$7 < H_N \leq 10.5$	$10.5 < H_N \leq 17.5$	
BYS = 8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10.5$	

Şekil 7a da betonarme perdelerle desteklenmiş betonarme çerçeveli sistem gözükmektedir. Şekil 10'da çelik perdelerle desteklenmiş çelik çerçeveli sistem gözükmektedir.



Şekil 9. Yanal deplasmanı önlenmiş ve moment dayanımlı çerçeve sistemler (Sağlam, 2016, s. 63)



Şekil 10. Çelik perdeli, çelik çerçeveli sistem

Bilindiği üzere yapı tasarımında dikkat edilecek husus; yapının işletme ömrü süresince, tasarım amaçlarına uygun işlevleri, güvenli dayanım, dayanıklılık, stabilite ve

rijitlik kapsamında yerine getirebilmesini sağlamaktır. (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2016) Buna uygun olarak seçilen herhangi bir tasarım yaklaşımı çerçevesinde, doğru taşıyıcı sistemi seçmenin önemini daha önce vurgulamıştık. Tasarım yaklaşımı değişmemekle birlikte yapı yüksekliği arttıkça, klasik taşıyıcı sistemler yapı stabilitesinde yeterli gelmemekte veya ekonomik olmamaktadır.

Bu kısma kadar öğrendiğimiz bilgiler ile 30 kata kadar bir yapıyı tasarlamamız mümkün. 30 kata kadar, yatay yüklerin yoğun olarak etkidiği bölgeler de dahil, bu taşıyıcı sistem çeşitlerini kullanabiliriz. 30 kattan sonra ise hem istenen ekonomik maliyette olmaz hem de yeterince güvenli olmaz.

Buraya kadar anlatılan sistemler arasında 20 – 30 katlı bir bina için hangi sistemin en güvenli sistem olduğu ise bir görsel ile gösterilmiştir:



Şekil 11. Betonarme çerçeve sistem, betonarme çerçeve sistem ve perde duvar karma sistem, perde duvar sistem karşılaştırılmaları (Topçu, 2019)

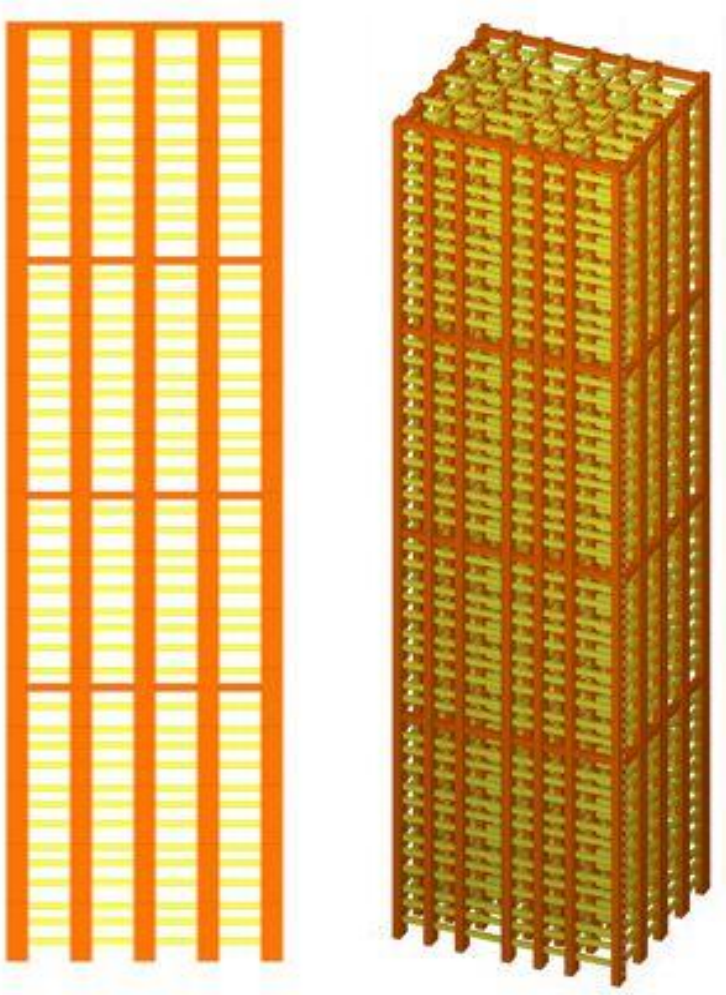
BYS 1, Hn > 70m olan yapılarda çerçeve sistem ve çekirdek sistem elemanları ya “mega, çok büyük” bir hal almakta ya da yanal sarmalı sistem, tüp sistem gibi yenilikçi sistemler veya bunların birlikte kullanılmasından oluşan karma, hibrit sistemler kullanılmaktadır.

2.2.6 Mega Kolon ve Mega Çekirdek Sistemler

Adından da anlaşılacağı üzere, mega kolonlu sistemler, klasik çerçeve sistemdeki (Şekil 5) taşıyıcı sistem eleman boyutlarından, elemanlarının, çok daha büyük boyutlu olduğu sistemlerdir. Mega çekirdek sistemler ise, klasik çekirdek sistemdeki (Şekil 7) eleman boyutlarından, elemanlarının, çok daha büyük boyutlu olduğu sistemlerdir. Kısacası mega kolonlu-çekirdekli sistemlerden kasıt, büyük boyutlu betonarme veya çelik çerçeve sistem ve/veya büyük boyutlu betonarme veya çelik çekirdek sistem ve/veya büyük boyutlu çelik borulardan oluşan uzay kafes sistemdir.

Bu boyutlandırma sırasında kullanılan betonların beton basınç dayanımı da genellikle klasik sistemlerde kullanılan beton basınç dayanımlarından daha yüksek olmaktadır. Günümüz gökdelenlerinde 130 MPa basınç dayanımlı beton kullanıldığı bilinmektedir (Two Union Square binası, 56 kat, 220 m, 1990 yılı) (Sağlam, 2016, s. 128)

Yine bu şekilde betonarme donatılarının akma dayanımları ve çapları, çelik profillerinin akma dayanımları ve boyutları, çeper kalınlıkları vs daha büyük olmaktadır.



Şekil 12. Mega kolonlu yüksek yapı sistemi

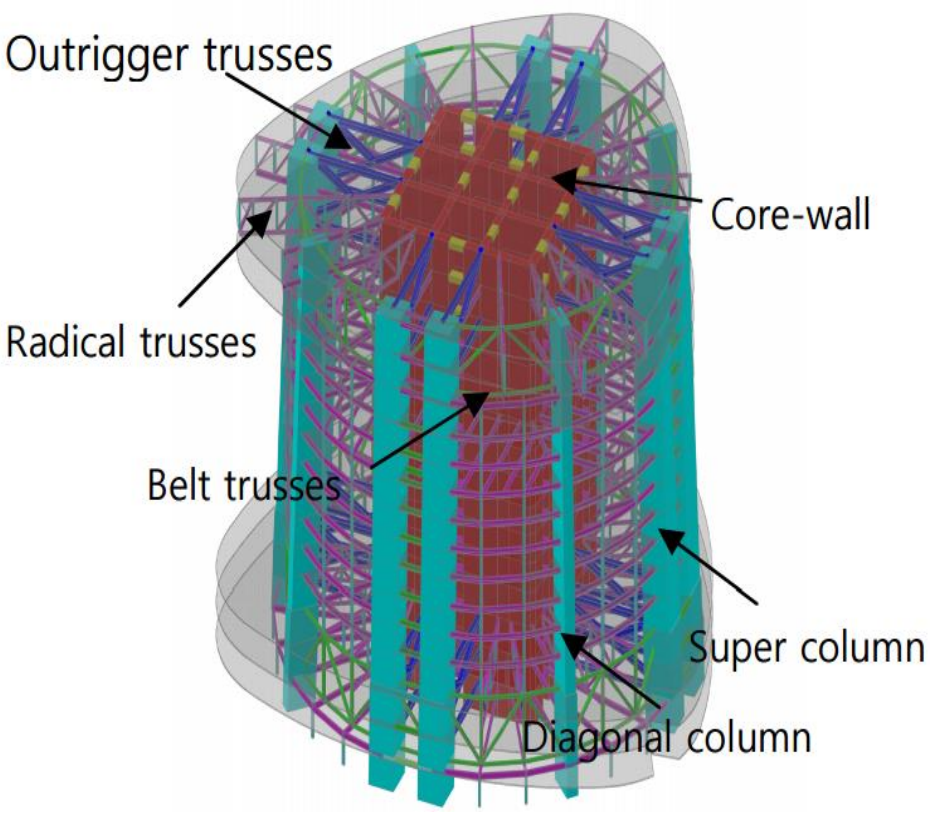
2.2.7. Yatay Perdeli Sistem (Çekirdek ve Yanal Sarmalı Sistemler)

Bu sistemler betonarme ve/veya çelik çekirdekli sistemlerdir. Yalnız sistemin en önemli özelliği çekirdeği yanal yüklere karşı tek başına çalıştırmaması, dolayısıyla devrilme momentini çekirdeğin tek başına karşılamasına izin vermemesidir. Bunu ise, çekirdek ile kolonlar arasındaki kolondan arındırılmış bölgeye (çoğu yüksek yapıda çekirdek ile bina çevresi arasında kolondan arındırılmış bir bölge olması önerilir) yatay perde ya da yanal sarmal dediğimiz elemanları rijit bağlayıp, yatay yükün bir kısmını kolonlara taşıtarak sağlar. (Sağlam, 2016, s. 81)

Sistemi daha iyi anlamak için şöyle bir örnek verilebilir:

Bir ayağınızı kaldırıp, dengede durmaya çalıştığınızda bunun oldukça zor olduğunu fakat hala ayakta durabildiğinizi görürsünüz. Bu zorlanmanın nedeni ise, kütle merkezi ile rijitlik merkeziniz arasında oluşan eksantrisitedir. Peki yine bir ayağınız havada iken, bir eliniz ile duvardan destek alsanız, hala aynı şekilde zorlanır mısınız? Elbette destek aldığınız bu halde çok daha rahat ve uzun bir süre ayakta durabilir ve çok daha büyük kuvvetlere karşı durabilirsiniz. Yanal sarmalı (veya yatay perdeli) çekirdek sisteminin çalışma prensibi tam olarak budur. (The Structural Madness, https://www.thestructuralmadness.com/2015/10/outriggers-in-tall-buildings.html?google_comment_id=z12sc1uoupfqixcqb04cctqhbmz5enpwvjg , Erişim Tarihi: 29.03.2020)

Bu sistem kullanılan gökdelenlerde çekirdek boyutu çok daha küçük çıkar, yani sistem daha ekonomik hale gelir. Ekonomik çıkmasının asıl nedeni ise, çekirdek yüksekliği arttıkça, çekirdeğin yanal deplasmanlara karşı direncinin, yüksekliğinin kübü oranında azalmasıdır. (Sağlam, 2016, s. 81)



Şekil 13. Yanal sarmalı (Outrigger truss), çekirdek (core-wall) sistemi (CTBUH, 1969)

Sistemin avantajlarından birinin, çekirdek boyutunun daha küçük çıkması sebebiyle daha ekonomik bir çözüm sunmasıdır. Diğer avantajlar ise:

Çok pahalı temel sistemleri yerine basit bir radye temel sistemi ile sistem temeli çözülebilir.

Devrilme momenti sebebi ile oluşan deformasyonlar azalır.

Çekirdekte oluşan çekme kuvvetleri azalır.

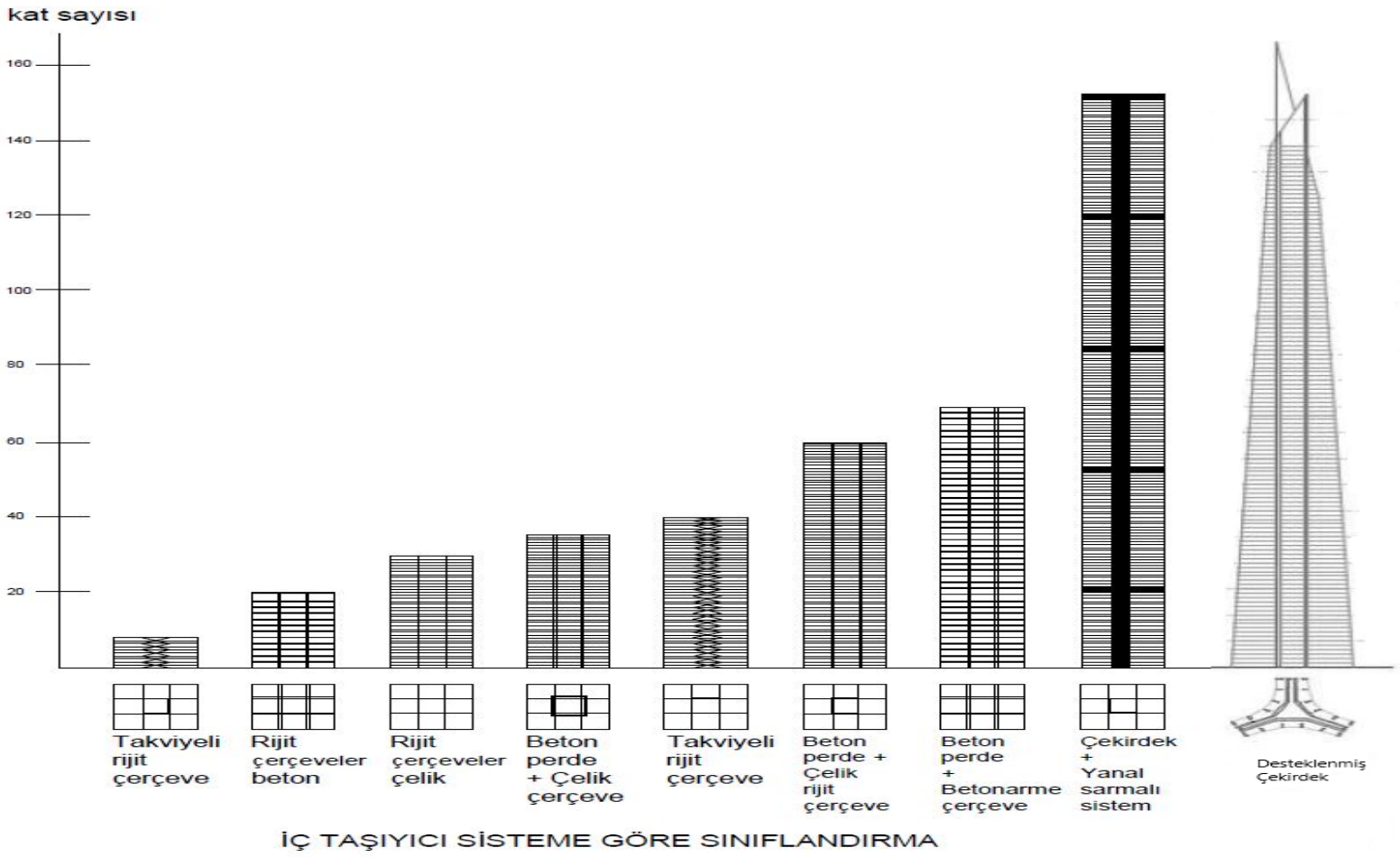
Tüm bu faydalarına karşın, yanal sarmalların olduğu katlarda, kat kullanım alanının azalması ve bu yanal sarmallar sebebi ile her katta aynı olmayan kat planlarının inşaayı zorlaştırması gibi bazı zararları da vardır. (Beedle & Rice, s. 143)

1.2.8. Tüp Sistemler

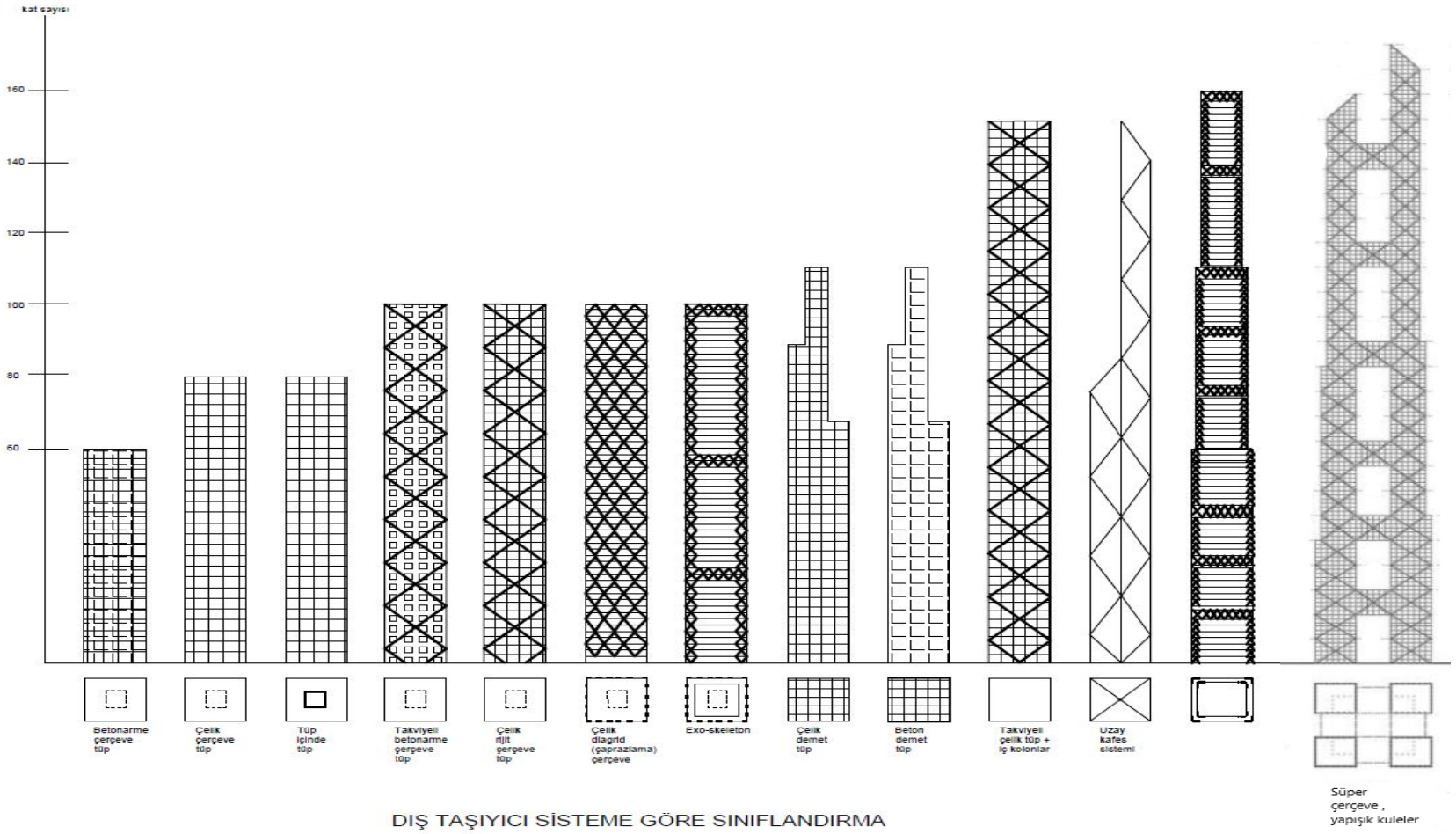
İlk temsilcisi DeWitt Chestnut Apartment olan bu sistemi, Dr Fazlur Khan 1963 yılında geliştirerek bugünkü anlamda bildiğimiz tüp sistemi oluşturmuştur. Sistemin Dr. Fazlur Khan tarafından geliştirilen ve en ünlü temsilcisi olan yapı ise Willis Tower (Sears Tower) (Şekil 2)'dır. (Ilgın & Günel, 2008)

Çerçeve sistemlerin tek başına yüksek yapılarda yetersiz olduğunu biliyoruz fakat 60 katın üzerinde çekirdek ile birlikte çalışan çerçeve sistemler de yanal kuvvetler karşısında etkinliğini koruyamaz. Bunun için de yapı çevresi güçlendirilerek, direnç arttırılmaya çalışılmıştır. İşte Willis Tower'da Dr. Fazlur Khan'ın uyguladığı sistem, bu mantık çerçevesinde oluşmuştur.

Bu durumda yeni bir kavram karşımıza çıkıyor: İç taşıyıcı sistemler ve dış taşıyıcı sistemler. Bunlarla ilgili gruplandırma yapan uzmanlar, şöyle iki grafiğe ulaşmışlardır: (Moon & Mir, 2018)



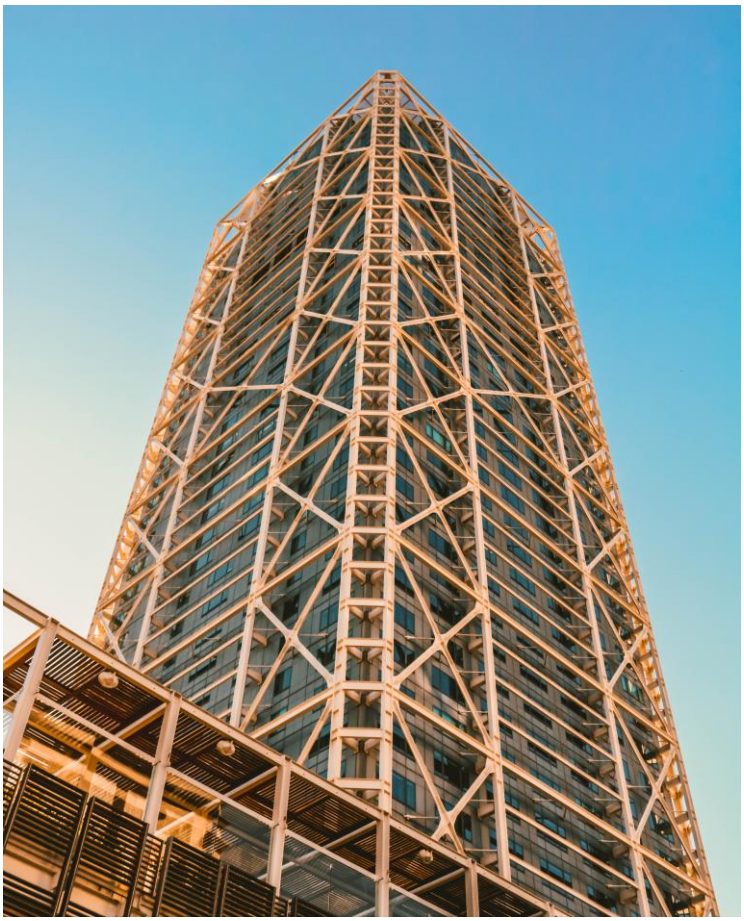
Şekil 14. İç Taşıyıcı Sisteme göre sınıflandırma (Moon & Mir, 2018, s. 33)



Şekil 15. Dış Taşıyıcı Sisteme göre sınıflandırma (Moon & Mir, 2018, s. 34)

İç taşıyıcı sistem grafiğinde görüldüğü üzere, şu ana dek anlattığımız tüm sistemleri içeren, her yapı türünde kullandığımız taşıyıcı sistem çeşitleridir. Fakat dış taşıyıcı sistem grafiği, klasik anlatıların dışında bir sistemler topluluğunu ifade etmektedir.

Görüldüğü üzere dış taşıyıcı sistemler 60 kat ve üzerindeki yapılar için geliştirilmiştir. Yani daha önce belirttiğimiz üzere, çerçeve sistem ve çekirdek birlikte çalışan sistemlerin dahi, yanal yüklere etkin olarak karşı koyamadığı, destek gerektiren yükseklikteki yapılar için geliştirilmiş taşıyıcı sistemlerdir.



Şekil 16. Dış taşıyıcı sistemi çelik "Eco-skeleton" olan yüksek bina (Machado)

Şekil 16 daki yüksek yapıda dış taşıyıcı sistem, net bir şekilde görülmektedir. Yapının, iç taşıyıcı sistemi, rijit çerçeveli çekirdekli sistemdir ve binanın dışına giydirilmiş eco-skeleton diye adlandırılan dış taşıyıcı sistem ile desteklenmiştir. Bu dış

taşıyıcı sistem, şekil 16 daki yüksek yapının yanal yükler karşısındaki etkinliğini korumasında iç taşıyıcı sisteme destek olmaktadır.

Bu durumda artık biliyoruz ki, 60 katın üzerindeki yüksek binalarda, (ya da özel adıyla gökdelenlerde), iç taşıyıcı sistem olarak tüp sistem kullanılırken, dış taşıyıcı sistemler, yüksekliğe göre değişmektedir.

Yani 60 katın altındaki yapılarda kullanılmayan dış taşıyıcı sistem, 60 katın üzerindeki yapılarda, yapı yüksekği arttıkça, (tıpkı iç taşıyıcı sistemlerde olduğu gibi) sağladığı yük taşıma kapasitesinin büyüklüğüne göre, seçilir.

Dış taşıyıcı sistemlerden olan ve şekil 15'e göre 60 ıncı kattan daha yüksek tüm yapılarda kullanılması şiddetle tavsiye edilen tüp sistemimize dönersek, bu sistemin de kendi arasında, "Çerçeve Tüp Sistem", "Kafes Tüp Sistem" ve "Demet Tüp Sistem" olmak üzere üçe ayrıldığını görürüz. (Ilgın & Günel, 2008) Tablo 3 de tüp sistemler ve örnekleri gösterilmiştir.

Tablo 3. Tüp sistem çeşitleri ve örnekler

Çerçeveli Tüp Sistem	Kafe Tüp Sistem	Demet Tüp Sistem
Kolon aralıkları azaltılmış (1.5 - 4.5m) ve bağ kiriş yükseklikleri arttırılmış sistemdir. Rijit çerçeve sisteme benzer. Ör: Aon Center, Chicago, USA (H=346m; 1974 yılı)	Dış cephede, köşe kolonlar ile kesişen, köşegen çapraz elemanlar bulunur. Sistem yükleri, kolonlardan eksenel kuvvet olarak temele iletilir. Ör: Bank of China, HongKong, China (H=315m; 1990 yılı)	Bir tüp yerine bir çok tübün birbirine bağlanması ile oluşturulan sistemdir. Yanal kuvvetleri bu bir çok tübün taşıması sağlanır. Bu tüpler planda farklı şekillerde olabilir. Ör: Willis Tower, Chicago, USA (H=442m; 1973 yılı)
		

2.2.8.1. Çerçeve tüp sistemi

Birbirine çok yakın kolon ve kirişlerden oluşan, sıklaştırılmış, rijit çerçeve mantığı çerçevesinde oluşturulmuş bir sistemdir. Kolon ve kiriş aralıkları öylesine yakındır ki (1.5-4.5m) sistem rüzgar yükünün tamamına yakınını taşır. Böylece, yapının iç kısmında, diagonal çaprazlara veya kesme duvarlara gerek kalmaz. (Tuna, 2000)

Bu sistemin rijitliği çok yüksektir. Yatay yükler karşısında, bir konsol kiriş gibi çalışır. 300 m yüksekliğe kadar efektif çalıştığı bilinmektedir.

2.2.8.2. Kafes tüp sistemi

Bu sistem, çerçeve tüp sistemdeki dez avantaj olan ve mimariyi çokça etkileyen çok sık kolon ve derin kiriş sorununa çözüm bulmak amacıyla geliştirilmiştir.

Bu sebeple sık kolon ve derin kirişlerden oluşan çerçeve tüp sistemi seyrelterek, yapının dışına, köşe kolonlar ile kesişen büyük çaprazlar konulmuştur.

Bilindiği üzere, çelik çaprazlar, betonarme perdeler gibi, yanal yükleri alıp, sönümlemeye destek olan elemanlardır. Yani eğer rijit olan bir sistemden sık kolon ve derin kirişleri seyreltmek istenirse, bunun yerine o kuvvetleri karşılayacak başka elemanlar kullanmak gerekir. İşte çelik çapraz elemanlar, burada yanal yükleri karşılamada tüp sisteme destek olan ama, sık ve derin olması gerekmediği için mimari açıdan avantaj sağlayan elemanlar olarak çözüm sunmuştur.

Sistemin betonarme ile yapılmış temsilcilerinden biri Chicago, IL deki Onterie Center, çelik ile yapılmış temsilcilerinden biri ise yine Chicago, IL deki John Hancock binasıdır.



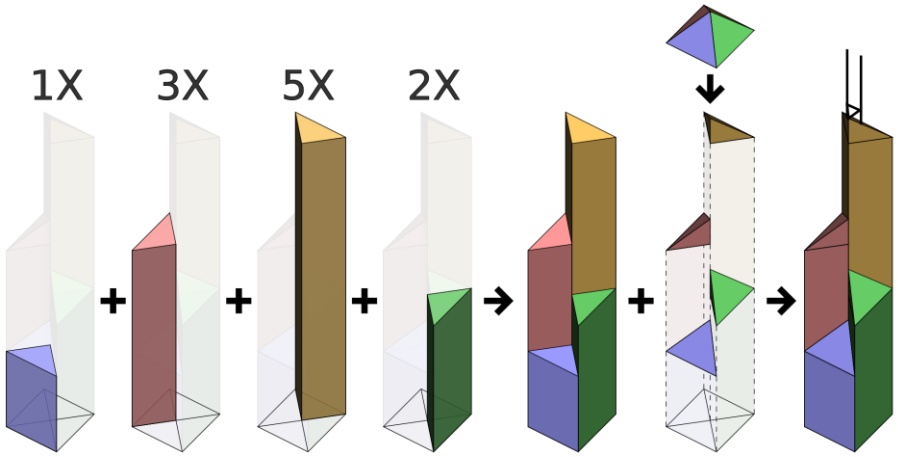
Şekil 17. Onterie Center (solda), John Hancock Center (sağda) (CTBUH, 1969)

2.2.8.3. Demet Tüp Sistemi

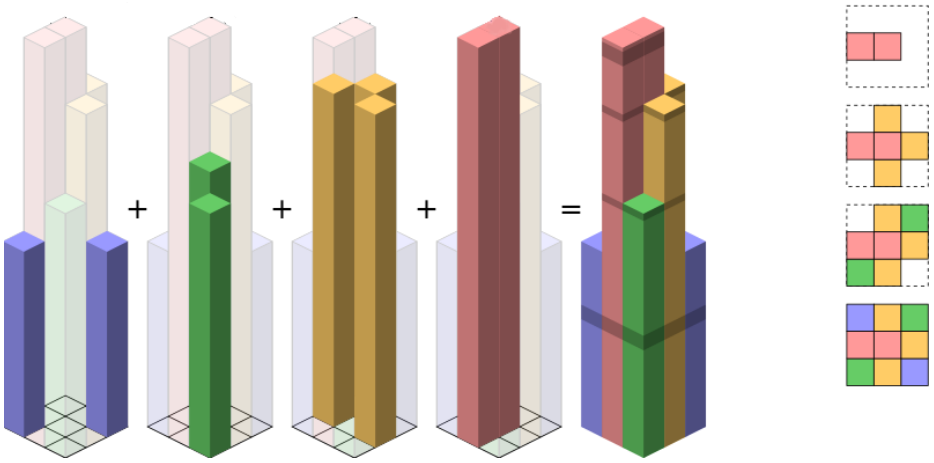
Yapı yüksekliği arttıkça, klasik tüp sistem olan ve tüp sistemlerin mantığını barındıran çerçeve tüp sistemde gerekli kolon sıklığı ve kiriş derinliği, artık inşaa edilemeyecek kadar artar. Kafes tüp sistem yöntemindeki çaprazlar da belli bir yükseklikten sonra yetersiz gelir. İşte tüm bu sebeplerden ötürü, çok daha yüksek yapıların taşıyıcı sistemlerinde kullanılmak üzere, demet tüp sistemi Dr. Fazlur Khan tarafından önerilmiştir.

Dr. Fazlur Khan bu sistemi Willis Tower projesindeki iş arkadaşlarına ilk olarak açıkladığında, elindeki sigara paketinden çıkarttığı sigaraları farklı yüksekliklerde sıralayarak, yapının, ayrı ve farklı yükseklikteki tüplerin birleştirilmesiyle inşa edilebileceğini anlatmıştır. (Mega Structures, Willis Tower)

Aslında, demet tüp sistemi, kafes tüp veya çerçeve tüp sisteminin herhangi biri veya her ikisi de kullanılarak, yapının birkaç demet halinde inşa edilmesidir. (Ilgın & Günel, 2008)



Şekil 18. Bank of China bina modüllerinin inşa modeli (Not: 1X, 2X gibi gösterimler, o modüldeki çapraz sayısını belirtmektedir.)

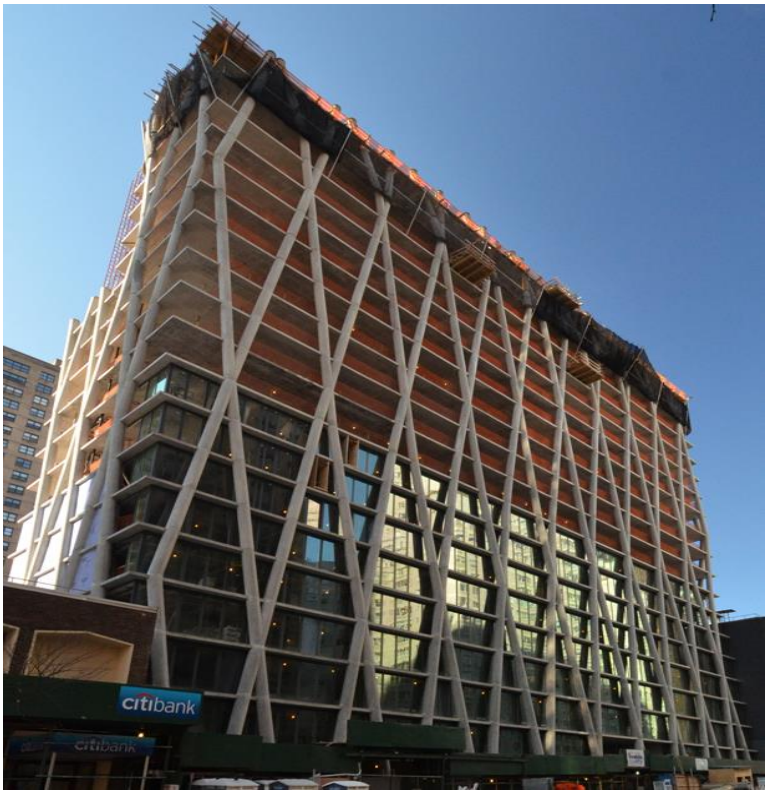


Şekil 19 Willis Tower demet tüp sistemi görseli

2.2.9. Diagrid Sistemler

Diagrid sistem son dönemde uygulanan ve oldukça yenilikçi bir sistemdir. Sistem basitçe, kolonların ve kirişlerin yerini diagrid denilen çaprazların aldığı, bu çaprazların bağ kirişleriyle çekirdeğe ya da taşıyıcı döşemelere bağlandığı, betonarme ve/veya çelik sistemlerdir. Bu sistemin kullanıldığı yapılar, devasa yüksekliklere ulaşan yapılar olmaktan ziyade, plan alanı büyük ve geometrik şekilleri oldukça sıradışı olan yapılardır. (The Constructor, https://theconstructor.org/structural-engg/diagrid-structural-system/13731/ Erişim Tarihi: 31.03.2020)

Diagrid sistemlerin en önemli taşıyıcı özelliği, şekilleri sebebiyle oluşturdukları üçgensel düzlemler sayesinde, yatay yükler dışında, yer çekimi yüklerini de taşıyabiliyor olmasıdır. (Moon, Connor, & Fernandez, 2007, s. 205-230)

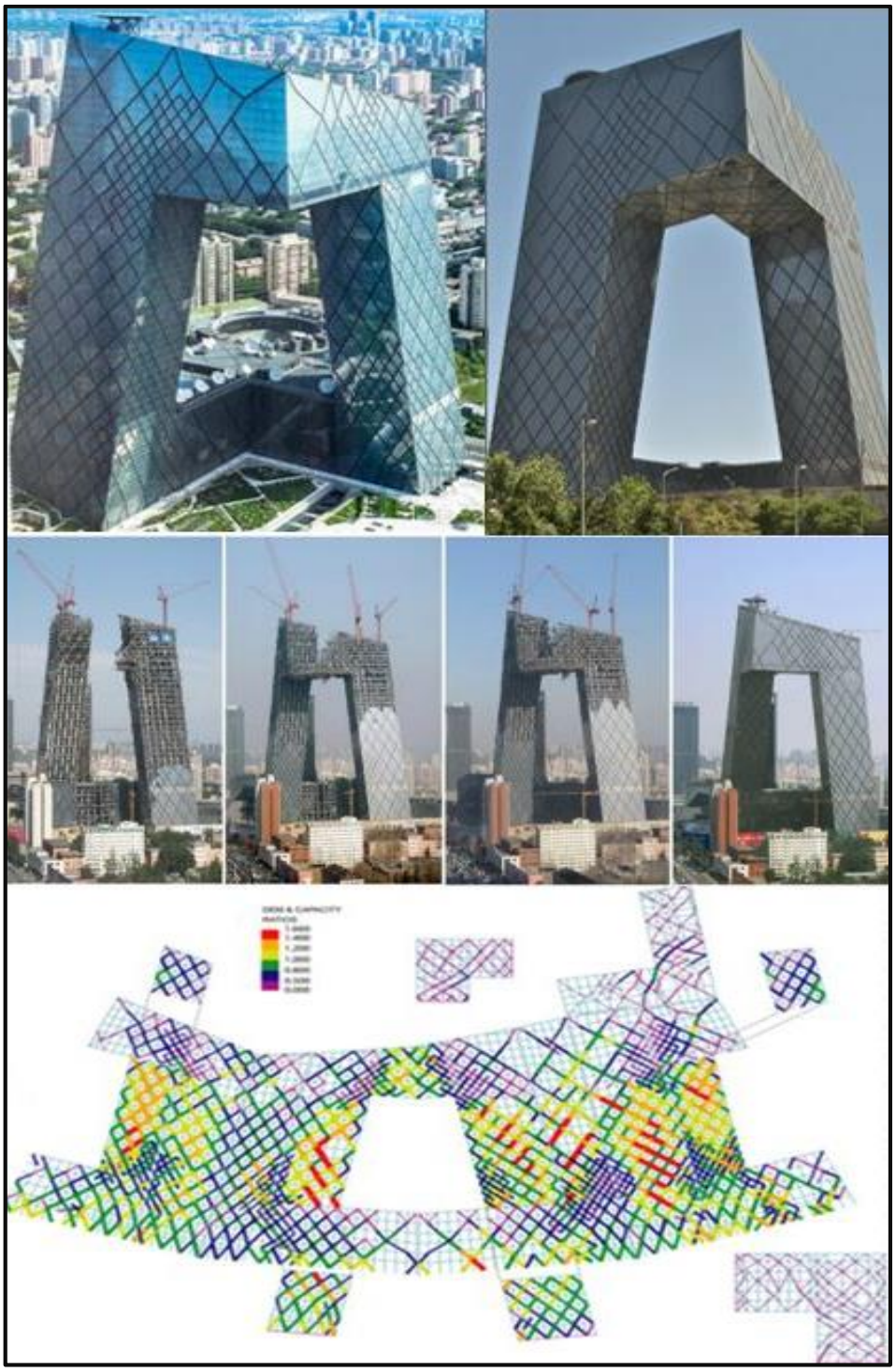


Şekil 20. Betonarme diagrid sistem ile çözülmüş, 170 Amsterdam Av., NY (CTBUH, 1969)



Şekil 21. Çelik diagrid sistem ile çözülmüş, Hearst Tower (CTBUH, 1969)

Diagrid sistemle yapılmış en ünlü yapı; CCTV merkez binasıdır. Beijing, Çin'de yapılan yapı, diagrid sistemin tüm sınırları nasıl delebildiğinin bir göstergesidir.



Şekil 22. CCTV Binası İnşaası ve diagrid taşıyıcı sistemi (OMA)

2.2.10. Hibrit Taşıyıcı Sistemler

Hibrit sistem, kelime anlamı olarak, karma sistem anlamına gelir. Yani taşıyıcı sistem tiplerinden bir kaçının bir arada kullanılmasını anlatır. Örneğin; şekil 23 de gösterilen Overseas binası... (Sağlam, 2016, s. 127)



Şekil 23. Overseas Union Bank binası, Singapore (CTBUH, 1969)

Overseas Union Bank, Singapore binası , 278 m yüksekliğinde, 63 katlı bir yapıdır. Taşıyıcı sistemi, çelik rijit çerçeve ve betonarme perdeden oluşan karma bir sistemdir. Döşemeleri de çelik dek üzerine beton kullanılarak yapılmıştır. (Sağlam, 2016, s. 129)

Başka bir örnek olarak, HSBC bank, Hong Kong binası, 180 m yüksekliğinde ve 45 katlıdır. Taşıyıcı sistemi, çelik direk ve konsol kafes kiriş sistemlerinden oluşan karma bir sistemdir. (Sağlam, 2016, s. 138)

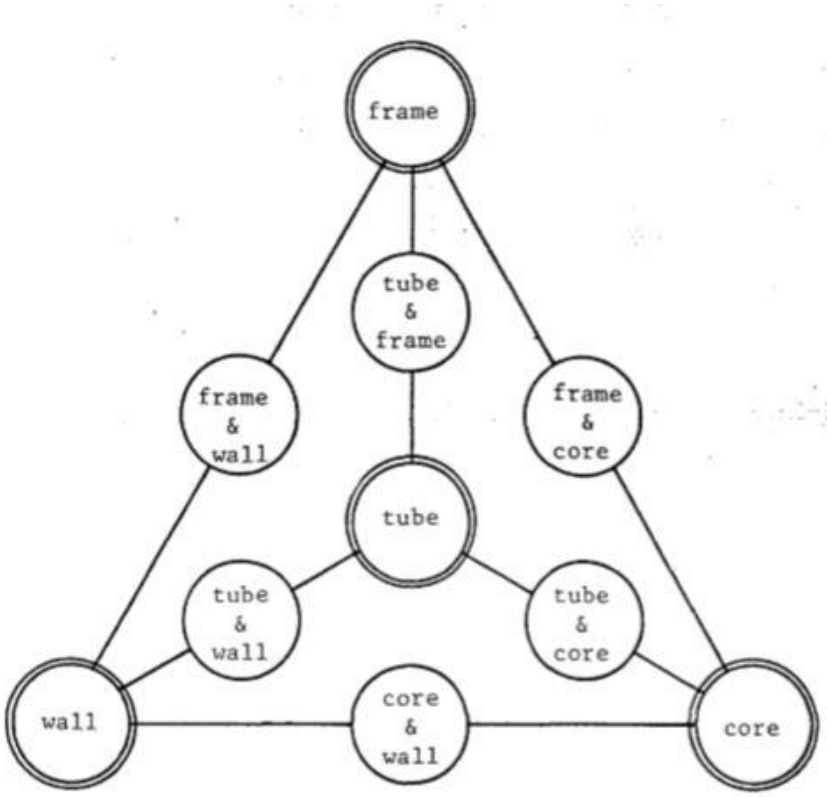


Şekil 24. HSBC Bank, Hong Kong binası (CTBUH, 1969)

Karma taşıyıcı sistemlerden bahsederken, "kompozit" özel adıyla adlandırdığımız, karma taşıyıcı sistem elemanlarından da bahsetmek gerekir.

Öncelikle, bu ikisinin birbirine karıştırılmaması gerekir. Bu sebeple, özellikle, karma taşıyıcı sistem elemanlarına, "kompozit taşıyıcı sistem elemanları," karma taşıyıcı sistemlere ise "hibrit taşıyıcı sistemler," diyebiliriz.

Hibrit taşıyıcı sistemler, elemanların kendi içindeki malzeme kompozisyonlarından bağımsız olarak, sistemin yapısına odaklanır. Örneğin; HSBC Bank, Hong Kong (şekil 24) da örnek verdiğimiz yapı, çelik direk ve çelik kafes sistem olmak üzere, iki farklı taşıyıcı sistem içeren, hibrit bir yapıdır. Burada taşıyıcı sistem elemanlarının her ikisinin de çelik oluşu, yapının hibrit olmasını değil, kompozit malzemeli olmamasını etkiler.



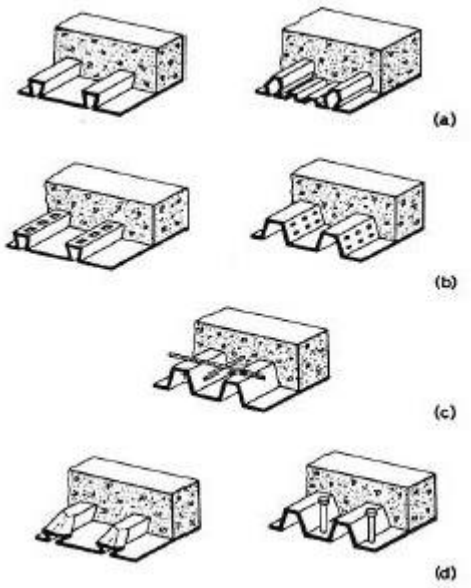
Şekil 25. Çok katlı yapılarda sistemler ve karma kullanımları (Drosdov & Lishak, 1978)

Şekil 25 de görüldüğü üzere, sistemler bir arada kullanılmakta ve hibrit taşıyıcı sistem oluşmaktadır. (frame: çerçeve sistem, wall: perde sistem, core: çekirdek sistem ve tube: tüb sistem)

Kompozit taşıyıcı sistem elemanları ise, normalde ayrı ayrı sistemler oluşturabilecek betonarme ve çelik malzemelerin, tek bir yapı elemanını oluştururken, (kolonlar, kirişler, perdeler, diagonaller veya döşemeler) bir arada kullanılmasıyla oluşan sistem elemanlarıdır.

2.2.10.1. Karma (komposit) döşemeler

Çelik dek üzerine, beton dökülmesi ile oluşturulan döşeme sistemidir. Sistemin avantajları, döşemelerin betonları için ayrıca bir kalıba gerek duyulmaması (çelik dek, kalıp görevi de görür) ve donatı ya hiç ya da çok daha az kullanıldığı için zamandan tasarruf sağlamasıdır. (Arda & Yardımcı, 1991)

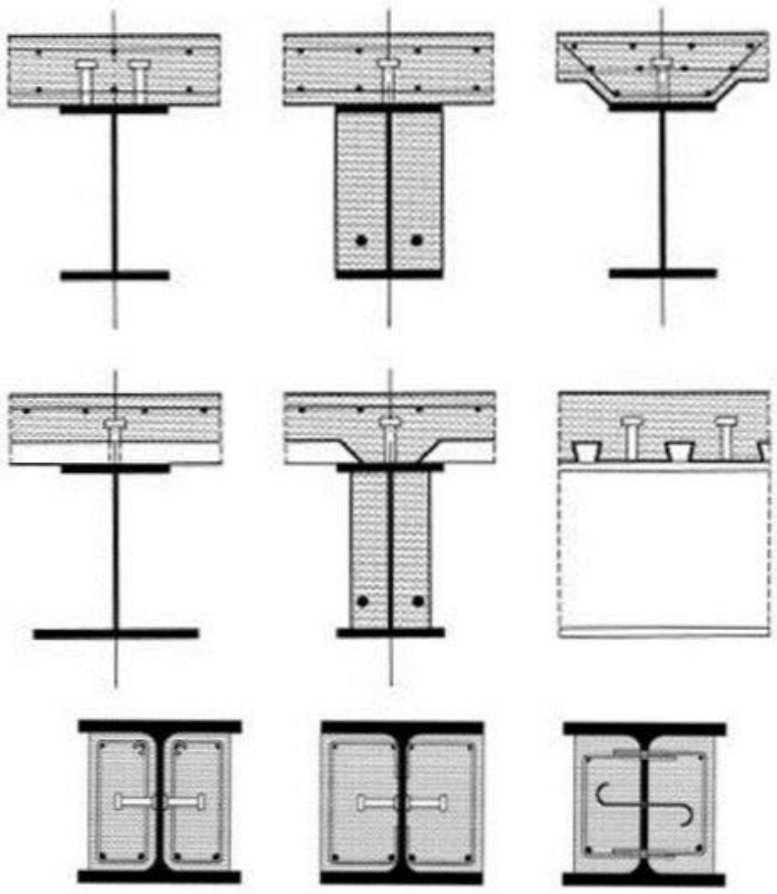


Şekil 26. Kompozit döşeme çeşitleri (Arda & Yardımcı, 1991)

2.2.10.2. Karma (komposit) kirişler

Çelik I profil ve donatılı beton kullanılarak oluşturulan kiriş sistemidir. Sistemin avantajı, çelik kirişlere kıyasla daha ekonomik olmasıdır. Çelik kiriş, tek başına çalıştığında hem çekme, hem basınç yükünü taşıyabilecek mukavemette olması gerekir. Bu da çelik haddenin, her ikisini taşıyacak güçte seçilmesini gerekli kılar. Kompozit kiriş seçildiğinde ise, çelik hadde, klasik betonarme kirişte olduğu gibi, büyük oranda çekmeye çalışırken, betonarme kısımdaki beton basınca çalışır. Bu da her iki yükü de karşılayabilecek mukavemette değil, çekmeyi ve basıncın küçük bir kısmını

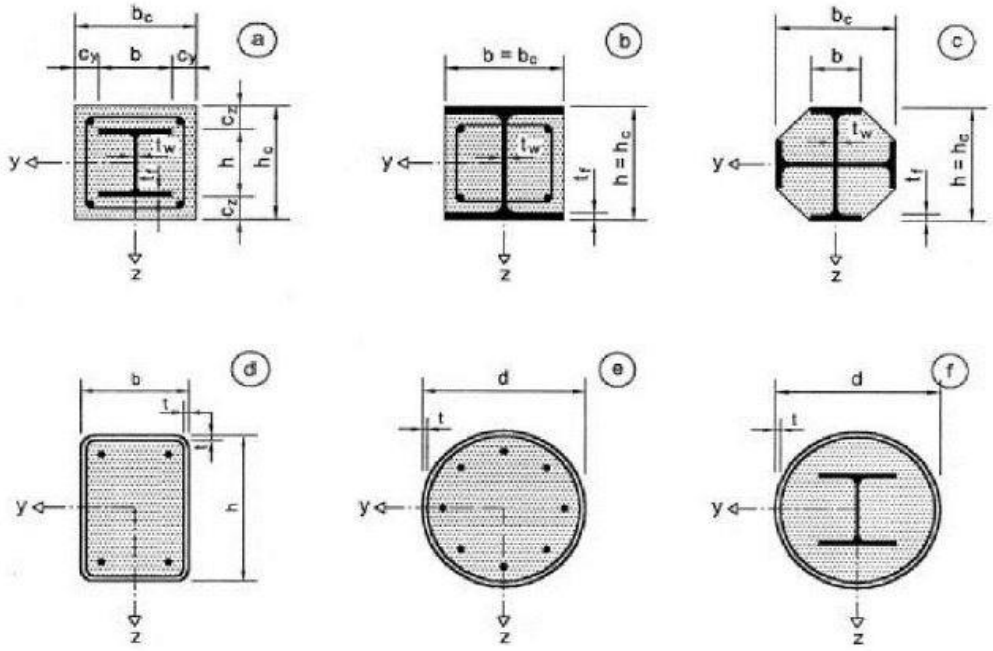
karşılayacak mukavemette çelik hadde seçmeyi yeterli kılacaktır. (Arda & Yardımcı, 1991)



Şekil 27. Kompozit kiriş çeşitleri (Arda & Yardımcı, 1991)

2.2.10.3. Karma (komposit) kolonlar

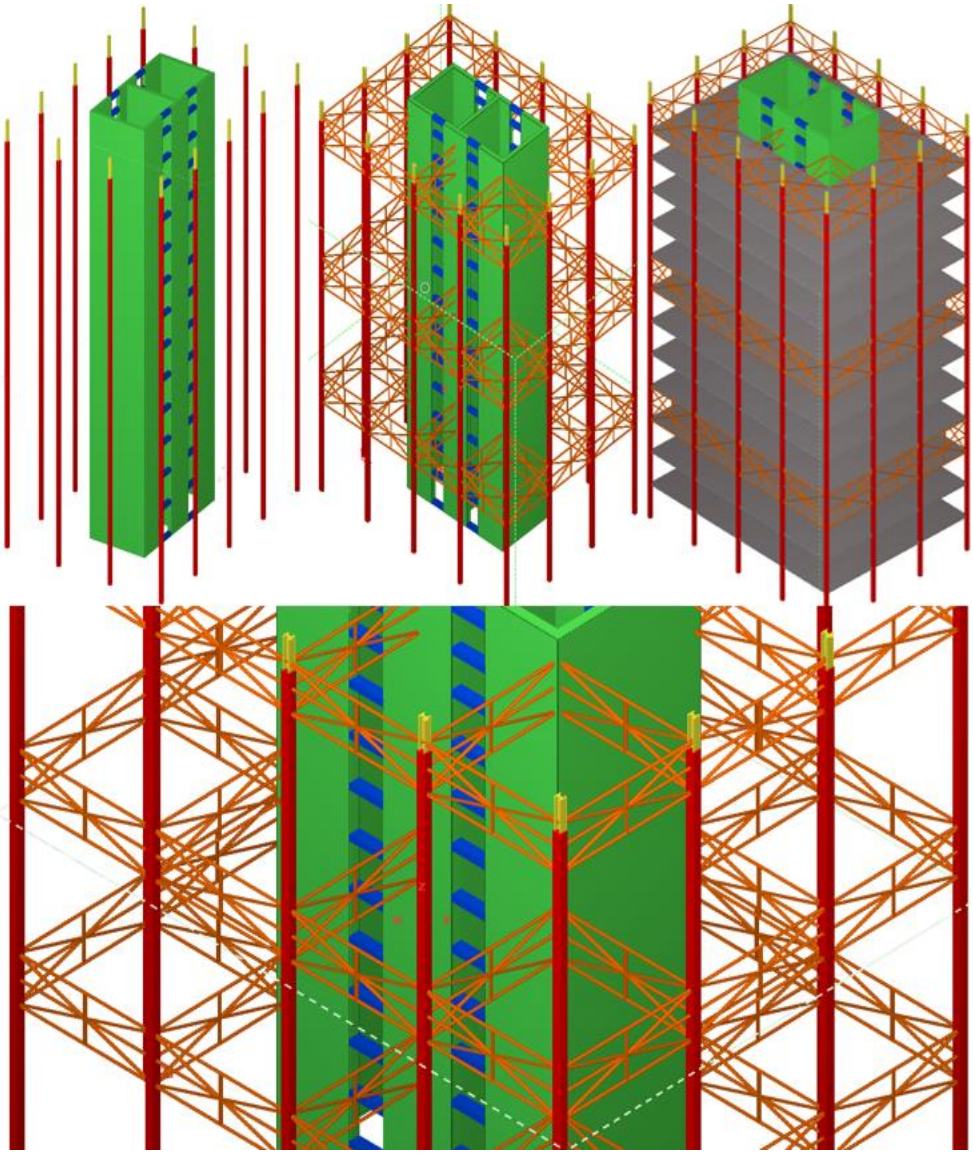
Günümüzde çelik yapılarda kolon olarak kullanılan, I, H, Kutu ve Boru profiller ve iki adet I profilin, birbirine dik açılarla yerleştirilmesiyle oluşan + profillerin içine veya etrafına, donatılı beton doldurulmasıyla oluşturulan kolon sistemidir. Sünek davranmaları sebebiyle yanal yüklere karşı dirençlidirler. Bu da büyük rüzgar ve deprem yüklerinin olduğu bölgelerde tercih edilmelerini sağlar. Sistemin avantajları, betonarme kolonlara göre, aynı mukavemeti daha küçük boyutlu kolonlarla sağladığı için, planda daha az yer kaplamaları ve çelik kolonlara göre, yangına ve korozyana karşı çok daha dayanıklı olmalarıdır. Ayrıca, eğilme rijitlikleri ve burkulma dayanımları yüksek, narinlikleri düşüktür.



Şekil 28. Kompozit kolon çeşitleri (Viest & Colaco, 1997)

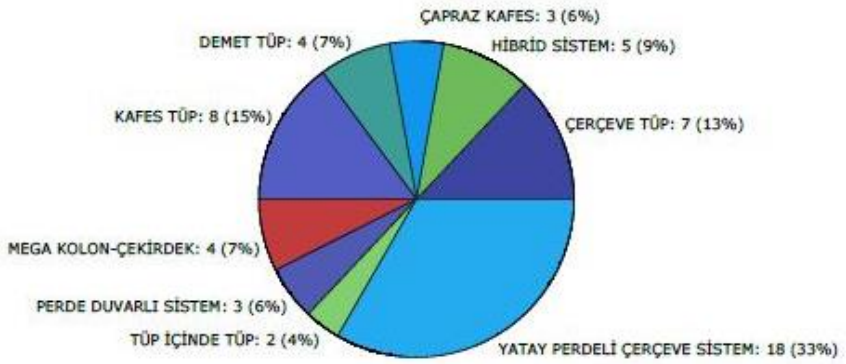
Hibrit taşıyıcı sistem ve kompozit taşıyıcı sistem elemanlarını ayırt ettikten sonra bunların tamamını içeren bir görsel analiz edilmiştir:

Şekil 29 daki sistem kolonları kompozit kolonlardır. Çünkü I profil, hadde malzeme, betonarmenin içine gömülmüş durumdadır. Yani şekil 28a nın aynısı. Kompozit olan başka bir taşıyıcı eleman yoktur. Yapı ayrıca hibrit sistemdedir. Çünkü; yapı kirişsiz döşeme sistemi (şekil 6), betonarme çekirdek sistemi (şekil 7b) ve yanal sarmalı sistemlerin (şekil 13) tamamını barındırmaktadır. Bu durumda yapımızın, kompozit kolonlu, hibrit taşıyıcı sistemli bir yapı olduğu söylenebilir.



Şekil 29. Taşıyıcı sistemi "hibrit sistem," taşıyıcı sistem elemanlarından, kolonları "kompozit taşıyıcı sistem elemanı" olan yapı

Tüm bu sistemler içinde, CTBUH (The Council on Tall Buildings and Urban Habitat) 2017 yılında yaptığı bir araştırmaya göre, en yüksek 100 bina içerisinde, en çok tercih edilen taşıyıcı sistem çeşiti, "Yatay perdeli çerçeve sistem" olmuştur. (şekil 30) (CTBUH, 1969)



Şekil 30. En yüksek 100 yapının taşıyıcı sistemi (CTBUH, 1969)

2.3. Taşıyıcı Sistem Seçimi ve Dikkat Edilecek Hususlar

Daha önce malzeme seçiminde bahsedildiği üzere, taşıyıcı sistem çeşidi ve malzemesinin seçiminde en önemli unsur, çevre şartlarıdır. Buna bir örnek olarak;

Malezya, Kuala Lumpur'daki Petronas Tower, betonarme çekirdek ve betonarme kolonlar kullanılarak inşaa edilmiştir. Bunun nedenini, tasarım şefi S. Ragupathy şöyle açıklamaktadır: "Bu kuleler, Amerika veya Japonya'da yapılsaydı, kesinlikle çelik malzemeli olurdu. Fakat burada, Malezya'da inşaatlarda betonarme sıklıkla kullanılıyor ve bir inşaat malzemesi olarak çelik malzeme bulmak oldukça zor ve inşaatlarda çelik malzeme ile ilgili bir deneyimimiz yok. Bu sebeple, hem maliyetinin proje değerini aşmaması, hem bize yabancı bir malzeme olmaması için, betonarmeyi tercih ettik." (Mega Structures, Petronas Tower)

Çevresel şartlar denilince, yapının inşa edileceği bölgenin depremselliği, rüzgar yükü, çöl şartlarında yapılıyorsa (Burj Khalifa vb) çöl tozu etkisi, hava şartlarına göre kar yükü etkisi (Kuzey Avrupa ülkelerinde çatı eğiminin %30 lardan çok daha fazla olması gibi), çok sel alan bir bölge ise, sel yükü etkisi… gibi şartları da düşünerek taşıyıcı sistem ve malzemeye bunlara göre karar verilmelidir. (Mega Structures, Petronas Tower)

Taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilecek çevresel şartlar, yani etkiyecek yükler, bina yüksekliğine göre değişir. Mesela, yüksek binalarda rüzgar yükü deprem yükünden

çok daha etkili olabilmektedir. Rüzgar yükü çelik yüksek yapılarda 150 m, betonarme yüksek yapılarda 250 m den sonra birinci derecede önemlidir. (Sağlam, 2016)

Tasarım yaparken dikkat edilmesi gereken yükler bir tablo ile gösterilmiştir:

Tablo 4. Yapılara etkiyen yükler (Topçu, 2019, s. 141)

Sabit Yükler	Çatı ağırlığı	Düşey Yükler
	Tesisat ağırlığı (aydınlatma, havalandırma, asma tavan…)	
	Döşeme ağırlığı (Döşeme betonu, tesviye betonu, kaplama, sıva)	
	Kiriş ağırlığı	
	Duvar ağırlığı (dolgu malzemesi, bağlama harcı, sıva)	
	Kolon ağırlığı	
Hareketli Yükler	Eşya yükleri	
	İnsan yükleri	
	Kar yükü	
Yatay Yükler	Deprem yükü	Yatay Yükler
	Rüzgar yükü	
	Toprak itkisi	
	Sıvı yükü (dalga yükü, sel yükü)	
Diğer Yükler	Sıcaklık farkından oluşan yükler	Diğer Yükler
	Büzülme ve sünmeden oluşan yükler	
	Bina oturma farklarından oluşan yükler	
	Buz yükü	
	Patlama Yükü	
	Çöl tozu yükü	
	Montaj yükü	

Bir taşıyıcı sistemi seçerken, tablo 4 deki yükler karşısında, taşıyıcı sistemin; yeterli dayanım, rijitlik, süneklilik ve kararlılıkta olması beklenir. Örnek olarak kirişsiz döşemeli sistemden bahsederken, bu sistemin deprem yükleri karşısında, tek başına yeterli olmadığından bahsedilmiştir. Eğer bu sistemi, deprem bölgesindeki (az katlı dahi olsa) bir yapıda kullanırsak, taşıyıcı sistemden beklediğimiz, kararlılık, süneklilik, dayanım ve rijitliği, sistem deprem yükleri karşısında gösteremeyeceği için, yapı ağır hasar alabilir veya yıkılabilir.

Türkiye'de, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2018'e göre ise, taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilecek en önemli husus, sistemin olabildiğince sade ve basit tutulmasıdır. Ayrıca taşıyıcı sistemin sünek davranış göstermesi ve sistemdeki elemanların deprem karşısında çalışamaz duruma gelmesi halinde, sistemdeki kararlı davranışı sürdürecek yedek taşıyıcı sistem elemanları da istenir. (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, 2018)

Yapı taşıyıcı sistem çeşitleri ve seçimi, malzeme çeşitleri ve seçimini belirlemede kullanılan parametrelerden sonra, tezin konusu olan, İstanbul şehri gökdelenleri ve özellikleri aşağıdaki gibi açıklanmıştır.

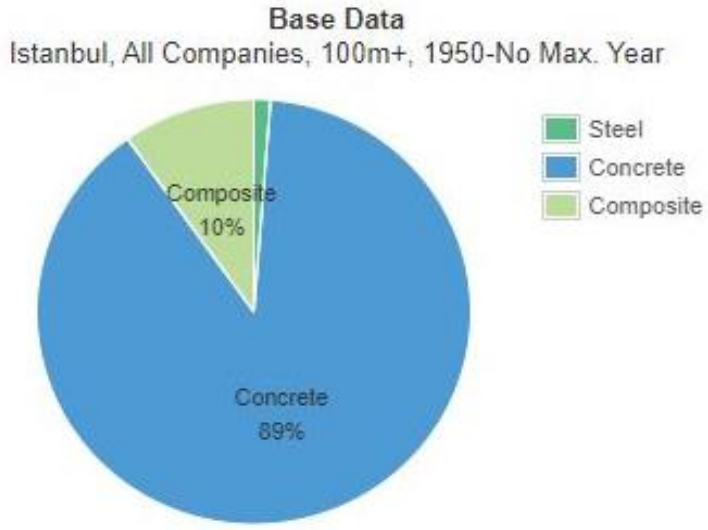
BÖLÜM 3. İSTANBUL GÖKDELENLERİ

Büyük metropollerden biri olan, dünya şehirlerinden İstanbul'da da bir çok yüksek yapı bulunmaktadır. Özellikle iş merkezleri çevresinde inşa edilmiş gökdelenler, artan nüfus ve ticari hacmin etkisiyle gerekli ofis ve konut ihtiyacını karşılamak üzere, iş merkezleri ve çevresine konumlandırılmıştır.

Büyük yanal etkilerden biri olan, deprem tehlikesini taşıyan İstanbul gökdelenleri, tasarlanırken, yüksek yapı olmasından kaynaklı rüzgar yükü etkisini ve büyüklüğü 7 Magnetütü geçebilecek riskteki deprem yükü etkisini hesaba katarak dikkatli bir şekilde tasarlanmaktadır.

Türkiye'de inşaat sektöründe en sık kullanılan malzeme betonarmedir. Çelik malzemeye de yabancı olmayan Türk inşaat sektörü, çelik malzemeyi, daha ziyade fabrika, spor salonu gibi çok katlı olmayan ve büyük açıklıkların talep edildiği yapılarda kullanmaktadır.

Şekil 31 de görüldüğü üzere, Türkiye'deki yüksek yapılarda (>=100m) %89 oranında betonarme kullanılırken, %10 oranda kompozit ve %1 oranında çelik kullanılmaktadır. (CTBUH, 1969)



Şekil 31. İstanbul'daki yüksek yapıların (>=100m) taşıyıcı sistem malzeme dağılımları (CTBUH, 1969)

2020 yılı itibari ile Türkiye, İstanbul'daki yüksek yapı sıralaması tablo 5 de görüldüğü gibidir.

Tablo 5 deki, İstanbul'un en yüksek on gökdeleninin yapı malzemesi aşağıdaki gibidir:

Skyland Office & Residential Towers: Betonarme

Metropol Tower İstanbul: Betonarme

Sapphire Tower: Betonarme

Emaar Square The Address Hotel & Residance: Komposit

Nurol Life: Betonarme

Istanbul Tower 205: Komposit

Maslak Spine Tower: Betonarme ve

Anthill Residance 1: Betonarme' dir.

Tablo 5. İstanbul'daki en yüksek ilk on gökdelen (CTBUH, 1969)

The Name of Skyscrapers	Year	Height	
Skyland Office Tower	2017	284m	
Skyland Residential Tower	2017	284m	
Metropol Tower Istanbul	2017	280m	
Sapphire Tower	2010	261m	

Emaar Square The Address Hotel & Residences	2020	229m	
Nurol Life	2018	220m	
Istanbul Tower 205	2019	220m	
Istanbul International Finance Center Ziraat & Hellip	2021	219m	

Maslak Spine Tower	2014	202m	
Anthill Residence 1	2010	195m	

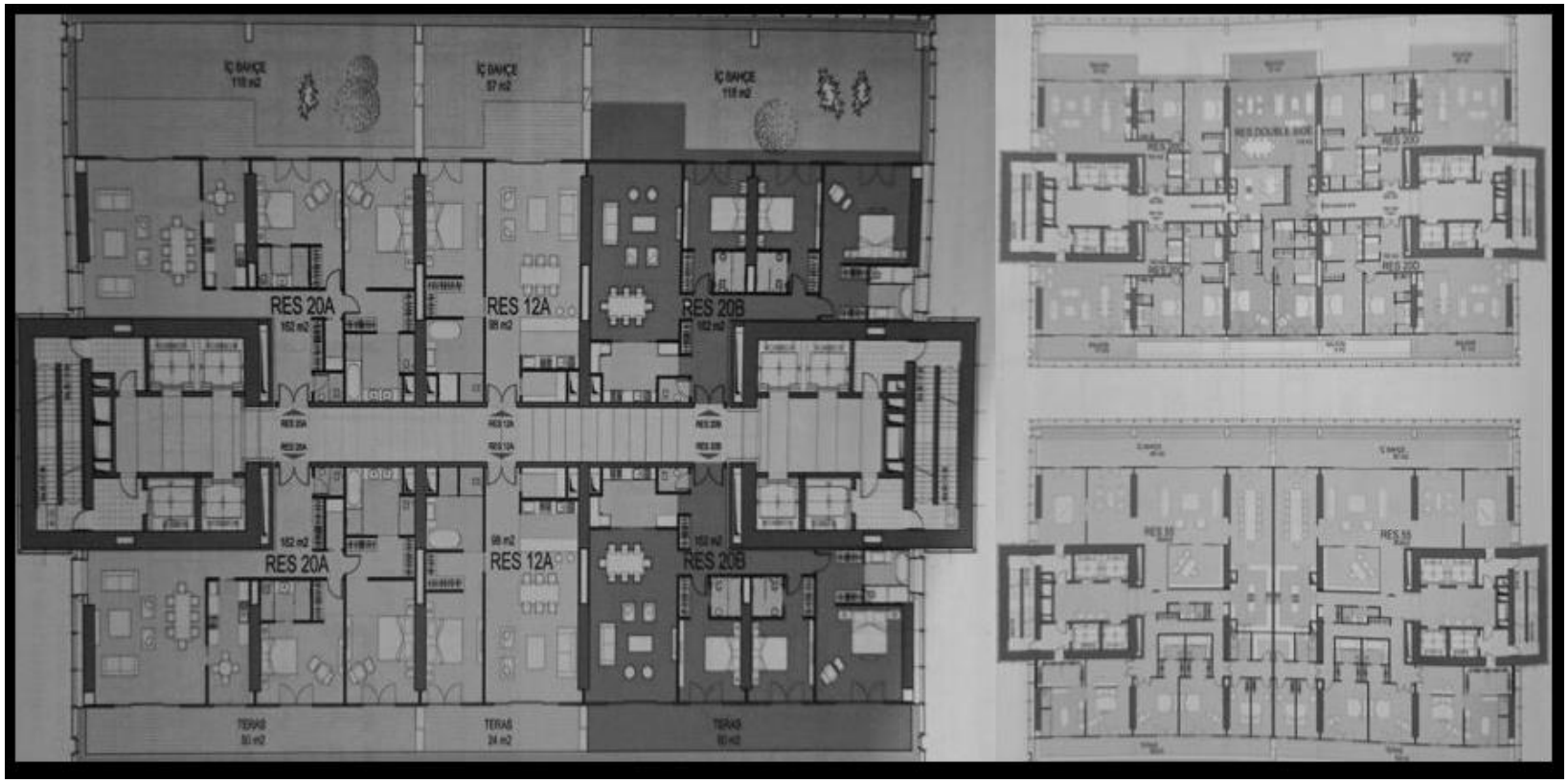
İstanbul gökdelenlerinin, şehrin coğrafik, fizyolojik, jeolojik etkilerinin, yapılar üzerindeki etkilerini görmek amacı ile, İstanbul gökdelenlerinden birini, dünyanın başka yerindeki gökdelenler ile karşılaştırılmıştır;

3.1. İstanbul Saphire Tower İncelemesi ve Karşılaştırma

İstanbul'un en yüksek gökdelenlerinden biri olan Saphire Tower analiz edilmiştir:

İstanbul, Levent'de 2010 senesinde inşa edilen 261 m yüksekliğindeki Sapphire Tower, konut ve avm amaçlı kullanılmaktadır. Yapı 54 katlı olup, 0 kotu altında da 10 kat bulunmaktadır.

Sapphire Tower'ın taşıyıcı sistem elemanlarının tümü betonarme olup, çekirdek, perde ve çerçeve taşıyıcı sistemleri bir arada kullanılmıştır.



Şekil 32. İstanbul Sapphire Tower, kat planları (Sağlam, 2016, s. 179 - 180)

Tipik döşeme hareketli yükü: 350 kgf/m2 = 3.43 kPa

Tasarım rüzgar hızı: 80km/sa = 22 m/sn

Doğal periyodu: 6.20 – 6.50

Tasarım sönüm oranı: % 5

Deprem katsayısı: 0.40

Yapı temel tipi: Radye temel

Temel kalınlığı: 150 – 300 cm

Döşeme tipi: Kaset döşeme

Kat yüksekliği: 4m

Kiriş açıklığı: 9m

Kiriş yüksekliği: 80 – 90 ve 105cm

Kiriş aralığı: 8 – 9m

Döşeme kalınlığı: 40cm

Zemin katta tipik kolon boyutları: 80x80cm ve 80x380cm

Kolon açıklıkları: 8 – 9m

Çekirdek perde kalınlığı: 80cm

Taşıyıcı sistemi betonarme olan yapı, bodrum katlardaki toprak perdeleri ile deprem gibi kuvvetli yanal yükleri taşır. Fakat 0 kotu üzerindeki yanal yükleri ve burkulma yüklerini betonarme çekirdeği taşımaktadır. Düşey yükler ise betonarme çerçeve tarafından karşılanır. (Sağlam, 2016, s. 173-185)

Sapphire Tower, 2010 yılında inşa edilmiş bir yapı olması sebebiyle, TDY2007 ve TS500 2000 standartlarına uygun olarak tasarlanmıştır. Bu standartlar altında tasarım parametreleri:

Deprem bölgesi: 1

Deprem bölge katsayısı: 0.40 (Ao)

Bina önem katsayısı: 1(I)

Hareketli yük katılım katsayısı: 0.30 (n)

Yerel zemin sınıfı: Z2(Zn)

T(A) Spektrum karakteristik periyodu: 0.15

T(B) Spektrum Karakteristik periyodu: 0.40

Sistem davranış katsayısı: 5.0 (R)

Yapı mod sayısı: 72

Doğal periyodu: 6.20 – 6.50

Tasarım ivmesi: 0.04

Tasarım sönüm oranı: %5 gibidir. (Sağlam, 2016, s. 173-185)

Şekil 32'de görüldüğü üzere betonarme çekirdek ve çerçeve taşıyıcı sistem ve kaset döşeme sistemi ile yapılmış İstanbul Sapphire Tower'ın yukarıda verilen özelliklerinden bazılarını, dünyanın diğer yerlerinde bulunan ve aynı taşıyıcı sistem ile tasarlanmış yüksek yapılarıyla karşılaştırılmıştır:

Dünya genelinde en çok kullanılan yüksek yapı malzemesi çelik, fakat İstanbul'daki yüksek yapılarda ve Sapphire Tower'da betonarmedir.

Taşıyıcı sistem tercihi olarak dünya genelindeki yüksek yapılarda genellikle "yatay perdeli çerçeve sistem" tercih edilirken, İstanbul genelinde ve Sapphire Tower'da, betonarme çekirdekli çerçeve sistem tercih edilmektedir.

Yönetmelik farklılıklarından dolayı, her parametre karşılaştırılamayacak olsa da, kullanılan deprem katsayısı, rüzgar hızı ve döşeme hareketli yüklerini karşılaştırabiliriz. Örnek bir karşılaştırma olması amacıyla, Chicago 311 South Wacker Drive gökdeleni ile karşılaştırılmıştır;

İstanbul Saphire Tower ve Chicago 311 South Wacker Drive, yapı malzemesi ve yapısal sistem seçimi, yükseklik, yapı alanı gibi bir çok özellik bakımından benzer olmasına karşın, birinin "yüksek rüzgar yükü" ve "düşük deprem yükü", diğerinin ise "düşük rüzgar yükü" ve " yüksek deprem yükü" barındıran bölgelerde yapılmış olması, her ikisi de dinamik yük olan ve yönetmeliklerde, eşdeğer statik yanal yükler olarak kullanılmasına izin verilen bu iki yükün karşılaştırılmasını mümkün kılmaktadır. Coğrafik konum kaynaklı bu iki dinamik yükün, malzeme, taşıyıcı sistem gibi mühendislerin öngörüsüne kalmış seçimlerin aynı olduğu durumlarda dahi, yapıyı nasıl etkilediği, aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

Pratikte, her ikisi de, dinamik özellikli olan, deprem yükü ve rüzgar yükü yapısal olarak ve oluşma şekli olarak birbirinden farklıdır. Rüzgar yükleri dışarıdan etkiyerek, etkidiği yüzey alanı ile orantılı bir yük verirken, deprem yükleri, zemin hareketi sebebi ile yapıda oluşan atalet kuvvetlerini anlatır ve yapı kütlesi ile orantılıdır. (Darılmaz, 2019)

Deprem yüklerinin görece az, rüzgar yüklerinin ise görece fazla olduğu Chicago, 311 South Wacker Drive ile İstanbul, Sapphire karşılaştırıldığında, İstanbul Sapphire, yüksekliği 261 m iken Chicago, 311 South Wacker Drive'ın yüksekliği 284 m ve her ikisi de betonarme perde ve betonarme rijit çerçeve sistemi ile yapılmış olduğu görülür.



Şekil 33. Chicago, 311 South Wacker Drive , ABD (CTBUH, 1969)

Bu iki yapıdan Sapphire'de deprem katsayısı, 0.40 alınırken, 311 South Wacker Drive'da deprem kat sayısı yoktur. Tasarım rüzgar hızı ise Chicago şartnamesine göre, 34 m/sn civarlarında çıkarken, Sapphire'de 22 m/sn. Döşeme hareketli yükü 2.5 kPa civarlarında iken, Sapphire 3.4 kPa dır.

BÖLÜM 4. TÜRK YÖNETMELİKLERİNE GÖRE BİNA TÜRÜ YAPILARIN STATİK ANALİZLERİ

Türkiye'de yapılacak bina türü yapılarda statik analiz, TS 500, TS 498, TS EN 1991-1-4, TS EN 1991-1-3, TBDY 2018 ve TÇYY 2016 standartları dikkate alınarak yapılır.

TS 498, TS EN 1991-1-3 ve TS EN 1991-1-4 standartları, etkitilecek yükleri belirlemeye yardımcı olurken, TS 500, TÇYY 2016 ve TBDY 2018 standartları da analiz ve dizayn adımlarını belirlemeye yardımcı olur.

Bu tez kapsamında, biri BYS 2, bir diğeri BYS 1 sınıfına giren iki adet yapı seçilmiştir. BYS 2 sınıfına giren yapı TBDY 2018, Bölüm 4'e göre hesap edilecek olup, normal performans hedefi doğrultusunda, "Kontrollü Hasar" performans düzeyinde tasarlanmıştır.

BYS 1 sınıfına giren yapı ise, TBDY 2018, Bölüm 13 de bulunan "Deprem Etkisi Altında Yüksek Bina Taşıyıcı Sistemlerinin Tasarımı için Özel Kurallar" bölümündeki tasarım kurallarına göre tasarlanmış olup, yine normal performans hedefi doğrultusunda ve Bölüm 13 gereği üç farklı performans düzeyine göre tasarımı yapılamıştır.

4.1. Bölüm 13 Yüksek Binaların Tasarımı Yaklaşımı

Yüksek binaların TBDY 2018 Bölüm 13 de belirtilen üç aşamalı tasarımına geçmeden önce, binanın yapım aşamalarını dikkate alınarak hesaplanan, düşey yük hesabı ve rüzgar yükü hesabı ile betonarme yüksek binalar için sünme hesabı yaparak, yüksek binayı tasarlamaya başlamak gerekir. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Sünme hesabı ve rüzgar yükü hesabını yaptıktan sonra, taşıyıcı sistem tasarımı, TBDY 2018 Bölüm 13 uyarınca üç aşamada yapılır.

Yüksek bina taşıyıcı sistemlerinin, süneklik düzeyi yüksek olarak düzenlenmesi zorunludur ve taşıyıcı sistemlerinin tasarımı üç aşamada yapılmalıdır. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

1) İlk tasarım aşamasında, DD-2 deprem, yer hareketi etkisinde, “kontrollü hasar” performans hedefini sağlayacak tasarım, “Dayanıma Göre Tasarım” yaklaşımı ile “ön tasarım” olarak taşıyıcı sistem boyutlandırılması yapılır. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)
2) İkinci tasarım aşamasında, iki farklı tasarım yolu belirtilmiştir. Tasarımcı, bu yollardan herhangi birini seçerek, performans değerlendirmesi yapar:

a) Normal performans hedefi doğrultusunda performans değerlendirmesi yapacak tasarımcı için; DD-4 deprem, yer hareketi etkisinde, “kesintisiz kullanım” performans hedefini sağlayacak tasarım, “Dayanıma göre tasarım” yaklaşımı ile tasarlanarak, performans değerlendirmesi yapılır.
b) İleri performans hedefi doğrultusunda performans değerlendirmesi yapacak tasarımcı için; DD-3 deprem, yer hareketi etkisinde, “sınırlı hasar” performans hedefini sağlayacak tasarım, “Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım” yaklaşımı ile tasarlanarak, performans değerlendirmesi yapılır. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

İkinci tasarım aşamasındaki sonuçlara göre, tasarımcı gerekli görürse, ön tasarımı iyileştirerek, tekrar performans değerlendirmesi yapar. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

3) Üçüncü yani son tasarım aşamasında, DD-1 deprem, yer hareketi etkisinde, normal performansı hedefleyen tasarımcı için, “göçmenin önlenmesi”, ileri performansı hedefleyen tasarımcı için, “kontrollü hasar” performans hedefini sağlayacak tasarım, “Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım” yaklaşımı ile tasarlanarak yapının performansını değerlendirir. Çıkan sonuçlara göre, tasarımcının gerekli görmesi durumunda, tüm tasarım aşamaları, gerekli değişiklikler yapılarak, tekrarlanır. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

4.2. Statik Analizi Yapılan Yapıların Özellikleri

Bu araştırma için analiz edilen yapılar; iki adet 50 katlı ve iki adet 20 katlı yüksek yapılardır. Bu yapıların bir çok özelliği aynı tutularak, araştırmaya katkı sağlayacak tek özelliğin karşılaştırılması sağlanabilmiştir. Bu tezde, kolonların kompozit veya betonarme olmasına göre, sağladığı yer artışının, yapı malzemesi seçiminden kaynaklı fiyat farkına kıyasla, İstanbul ilinde, hangi yapı birim değerinde, hangi malzeme ile optimum sonuca ulaşacağımız araştırıldığı için, yalnızca kolon malzeme seçimlerini farklılaştırarak, analizler yapılmıştır.

50 katlı iki yapı yalnızca kolon malzeme seçimlerini değiştirerek kendi içinde, 20 katlı iki yapı da yine yalnızca kolon malzeme seçimlerini değiştirerek kendi içinde kıyaslanır.

Burada 50 ve 20 katlı olarak iki grup halinde binalar seçilmesinin nedeni, 50 katlı bir yapının, "gökdelen" yüksek yapı katagorisinde yer almasına karşın, 20 katlı yapının "yüksek yapı" olarak katagorize edilmesidir. Bu araştırmaya konu olan, kolon malzeme farkının kâra etkisi, araştırılırken, şüpheye yer bırakmayacak şekilde, yapılara ait her değer sabit tutulmuş ve yüksek yapıların iki farklı kategorisini de değerlendirme gereği hissedilmiştir. Bu süreçte ayrıca, kullanılan statik hesap programlarının analiz sonucu farklılıklarından kaynaklı şüpheleri azaltabilmek amacıyla da, ETABS ve SAP2000 programları birlikte kullanılarak analizler yapılmış ve sonuçlar aşağıdaki gibi verilmiştir.

Seçilen 50 ve 20 katlı yapının, bölüm 2 de anlatılan İstanbul'da inşaa edilmiş gökdelenlerin yapısal özelliklerine benzer olması amacıyla, bölüm 1 de anlatılan, taşıyıcı sistem çeşitlerinden, çekirdekli, perdeli, rijit çerçeve sistem, yani hibrit sistem seçilmiştir. Bu yapıların malzemesi, yine bölüm 1 de anlatılan malzemelerden, taşıyıcı sisteminin tamamı betonarme olan bir yapı ve taşıyıcı sisteminin kolonları kompozit, geri kalanı yine betonarme olan başka bir yapı olarak da iki adet 50 katlı yapı seçilmiştir. Bu malzeme seçiminin nedeni de, yine bölüm 2 de anlatılan, İstanbul gökdelenlerinde en çok kullanılan malzeme olan betonarme ve alternatif olarak kullanılan kompozit malzeme olmasıdır.

Statik analizi yapılan ve sonuçları doğrultusunda boyutlandırılan 20 ve 50 katlı, betonarme ve kompozit kolonlu iki tip, dört adet yapı tek tek incelenmiştir:

4.2.1. Taşıyıcı Sisteminin Tamamı Betonarme Malzemeden Yapılmış 20 Katlı Yüksek Yapı

Şekil 43 de görülen betonarme taşıyıcı sistemli, çekirdek ve perde duvarlı, rijit çerçeve taşıyıcı sistemli yüksek yapının taban alanı, 30x30 m² ve yüksekliği, 70 m dir. Yapı, İstanbul ilinde bulunduğu için, parametreler, İstanbul ilinin ortalama şartlarına göre oluşturulmuştur. Buna göre;

Rüzgar yükü; 20 m/sn

Zemin sınıfı; ZB alınmıştır.

Yapının, her kat için kiriş açıklıkları, x ve y yönünde 5 m olarak belirlenmiştir.

Yapı, konut ve iş yeri olarak tasarlandığı için, bina önem katsayısı, I, 1 alınmıştır.

Yapının her katı eşit yükseklikte ve kat yüksekliği 3.5 m dir.

Beton sınıfı: C 50/60

Donatı çeliği: B500C

Beton Elastisite Modülü (Ec): 34000 MPa

Donatı çeliği elastisite modülü (Es): 200000 MPa

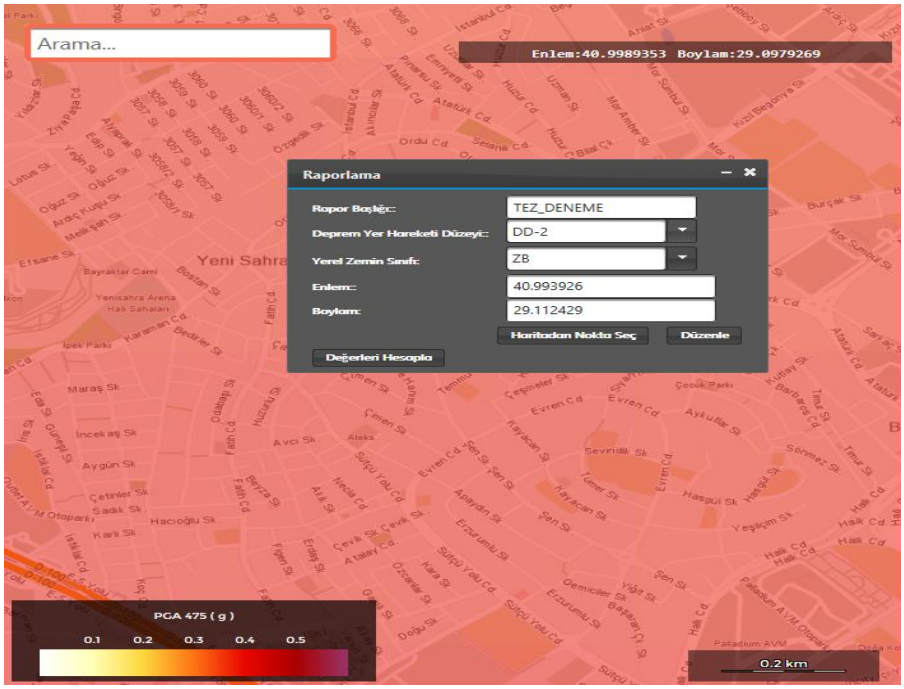
Beton karakteristik basınç dayanımı (fck): 50 MPa

Donatı çeliği karakteristik akma gerilmesi (fyk): 500 MPa

Beton malzeme güvenlik katsayısı (γmc): 1.5

Donatı çeliği malzeme güvenlik katsayısı (γms): 1.15

Yapının AFAD haritasından seçilmiş koordinatları ve gerekli parametreler, şekildeki gibidir:



Şekil 34. Afad Deprem Haritası

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar
Enlem:	40.993926°	
Boylam	29.112429°	

Çıktılar

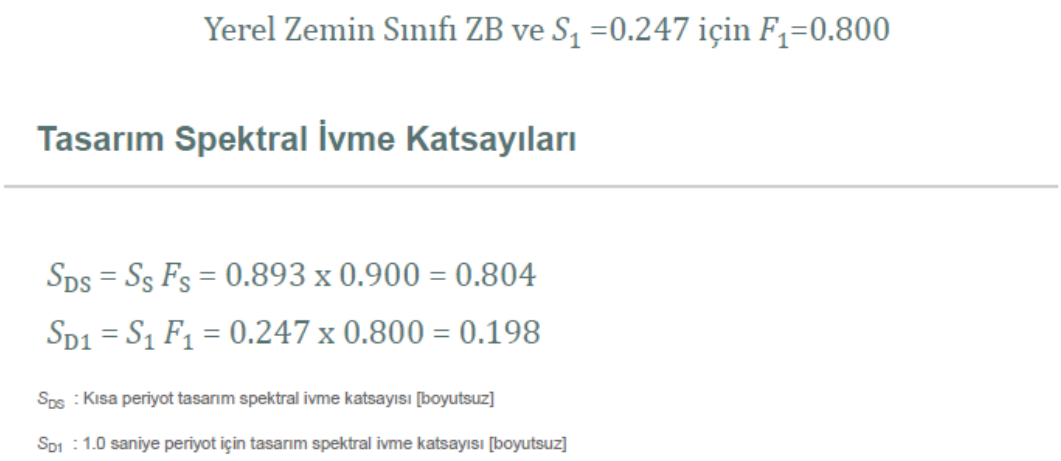
S_S = 0.893 S_1 = 0.247 PGA=0.369 PGV=22.778

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]



Şekil 35. Afad Parametreler

Tüm bu sonuçlar çerçevesinde, TBDY 2018 3.2'e göre, DD-2 deprem yer hareketi için, DTS=1 olarak bulunmuştur.

Deprem tasarım sınıfı ve yüksekliği bilinen yapının, tasarım metodunu belirleyebilmek için gerekli olan, BYS (bina yükseklik sınıfı), TBDY 2018 3.3.2 ye göre, BYS=2 olarak bulunmuştur.

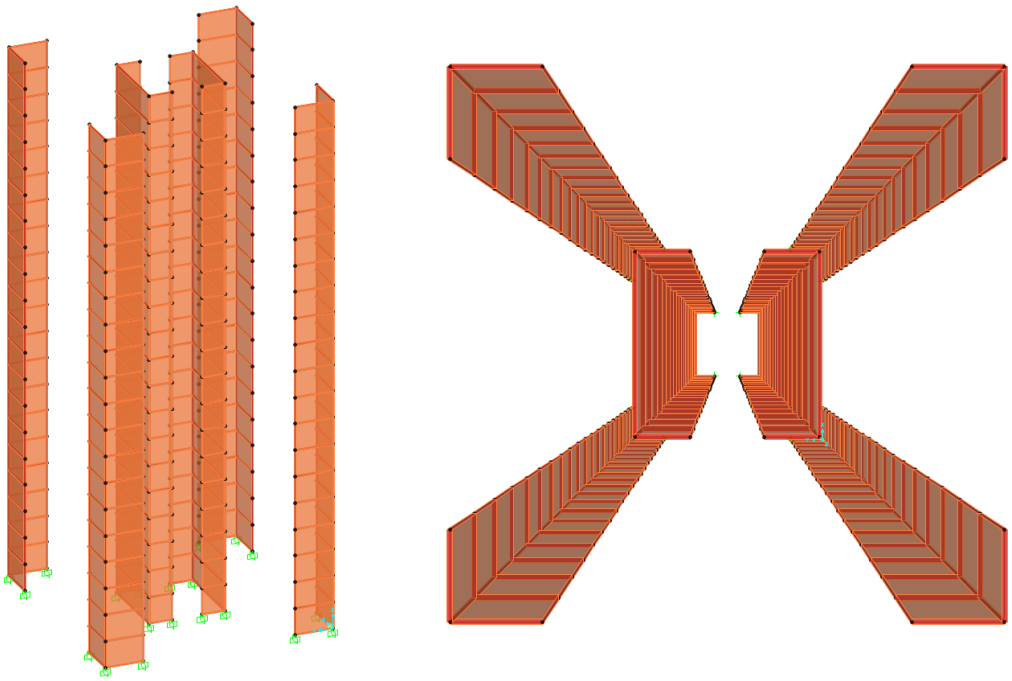
Taşıyıcı sistem ile ilgili olarak;

Döşemeler, kirişli plak döşeme olarak adlandırılan ve rijit diyafram düşünülmesi sebebiyle, yükleri direkt olarak kirişlere aktaran elmanlardır. Döşemelerin hesabına, bu tez kapsamında değinilmemiştir. Döşemeler iki tiptir ve boyutları, 5x5 m ve 16 cm ve 10x5 m ve 16 cm kalınlığındadır.

Kirişler, eğilme momenti taşıyan, dikdörtgen kiriş olarak tasarlanmış elemanlardır ve 60x45 cm olarak boyutlandırılmıştır.

Kolonlar, eğilme ve eksenel kuvvet taşıyan, kare boyutlu olarak tasarlanmış elemanlardır. Alt katlarda ve üst katlarda farklı olmak üzere, 2 tip kolon vardır: 80x80 cm ve 50x50 cm.

Perdeler: Yatay deplasmanları sınırlandırmak için, kolonlar gibi, düşey taşıyıcı eleman olarak tasarlanmış ve dikdörtgen boyutlu düşey elemanlardır. Yapımızda, dört adet, bir tip L köşe perde ve iki adet U tip çekirdek perde olmak üzere, 6 adet, 2 tip perdemiz bulunmaktadır.



Şekil 36. 20 Katlı Betonarme Yapı Perde Tasarımı

Yapıya etkittiğimiz yüklemelerimiz;

Ölü yükler;

Betonarme döşeme ağırlığı: 25x0.2 = 5 kN/m2

Mermer kaplama ağırlığı: 27x0.03 = 0.81 kN/m2

Şap ve tesviye harcı ağırlığı: 21x0.05 = 1.05 kN/m2

Sıva ağırlığı: 20x0.02 = 0.40 kN/m2

Kar yükü: 0.75 kN/m2

Kirişlere gelen duvar yükleri:

Dış çevre kirişlerinde: 4.2x2.9 = 12.18 kN/m

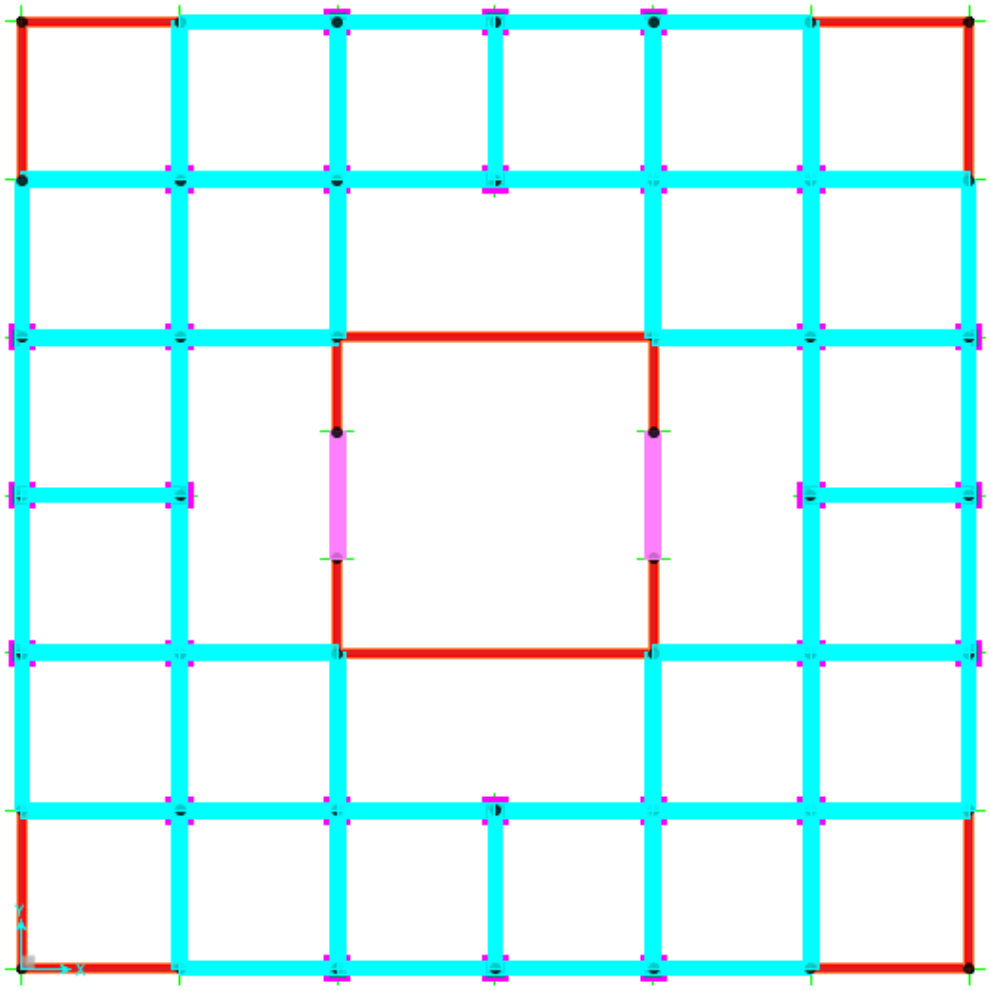
İç kirişlerde: 2.5x2.9 = 7.25 kN/m

Hareketli yükler:

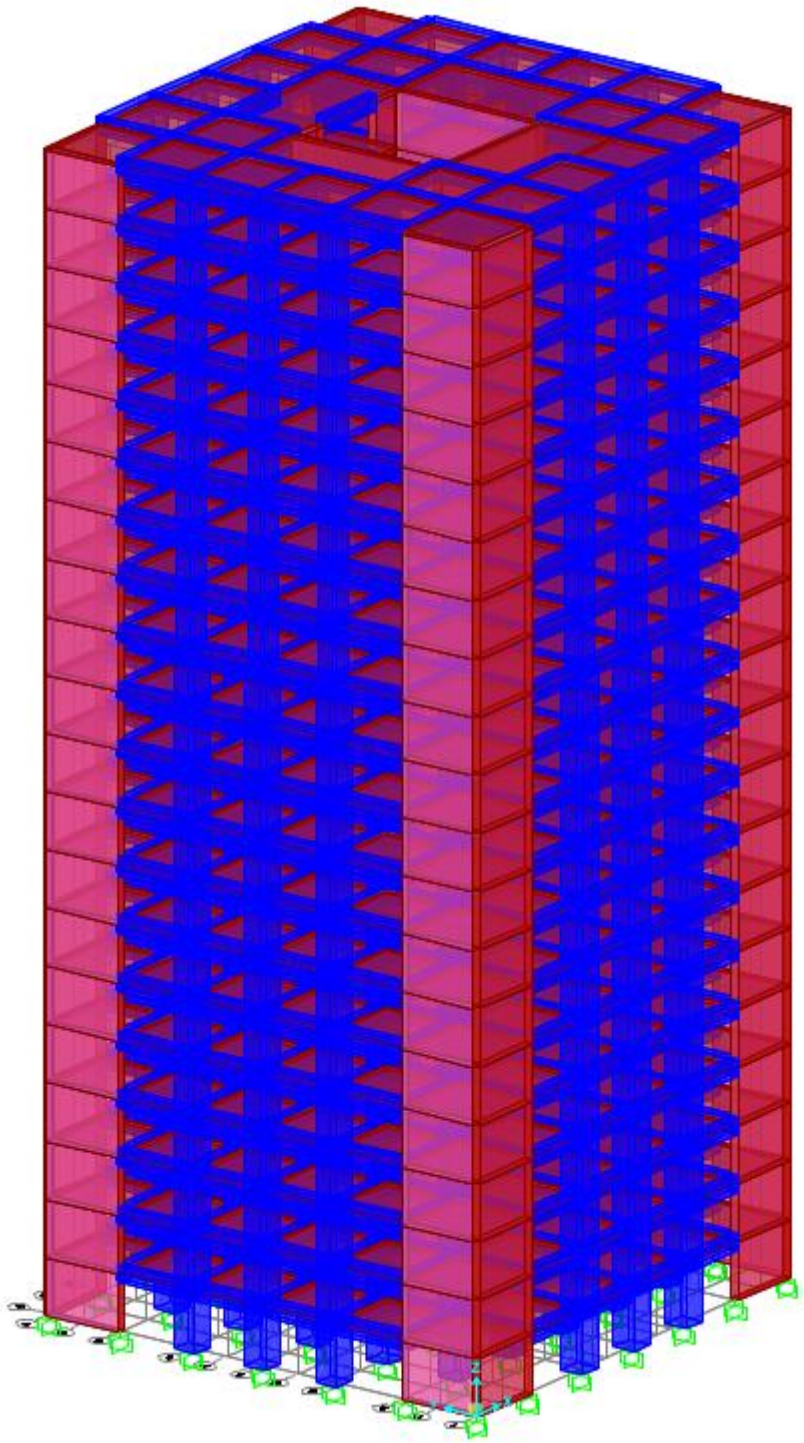
Döşeme hareketli yükü: 2+1.5 = 3.5 kN/m2

Isı yükü: 30 ℃

TBDY 2018 Bölüm 4'e göre BYS ≥ 2 için DD-2 modal hesap yapılması zorunludur. Bu tez kapsamında, 70 m yüksekliğindeki 20 katlı betonarme yapı için, mod birleştirme metodu ile doğrusal hesap yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 37. 20 Katlı Betonarme Yapı Planı



Şekil 38. 20 Katlı, Betonarme Yapı 3D Görüntüsü

DD-2 deprem düzeyi, şekil 38 deki tasarıma sahip ve şekildeki konumda bulunan yapı için, Dayanıma Göre Tasarım (DGT) kapsamında çözümler aşağıdaki gibidir:

Yapı için TBDY 2018, bölüm 4 kapsamında, seçilen yük kombinasyonları,

G+Q+0.2S+Ed(H)+0.3Ed(Z) Denklem 1

0.9G+H+Ed(H)-0.3Ed(Z) Denklem 2

şeklindedir.

Modal analiz ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvveti, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvvetine göre, TBDY 2018 4.8.4 uyarınca, gerekli görülmesi halinde, yakınsanacaktır.

İşlemlerimize, ilk olarak R, taşıyıcı sistem, davranış katsayısının ve D , dayanım fazlalığı katsayısının belirlenmesi ile başlıyoruz. Bunun için TBDY 2018, Tablo 4.1 uyarınca seçimlerimizi yapabiliriz:

Yapımızın X doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 7 ve D= 2.5 bulunur.

Yapımızın Y doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluklu (bağ kirişli) betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 8 ve D= 2.5 bulunur.

Bu bulduğumuz katsayılar, ön seçimlerdir ve asıl katsayıları bulmak için bir dizi işlem daha yapmamız gerekmektedir.

Taşıyıcı sistem, davranış katsayısı kontrolü;

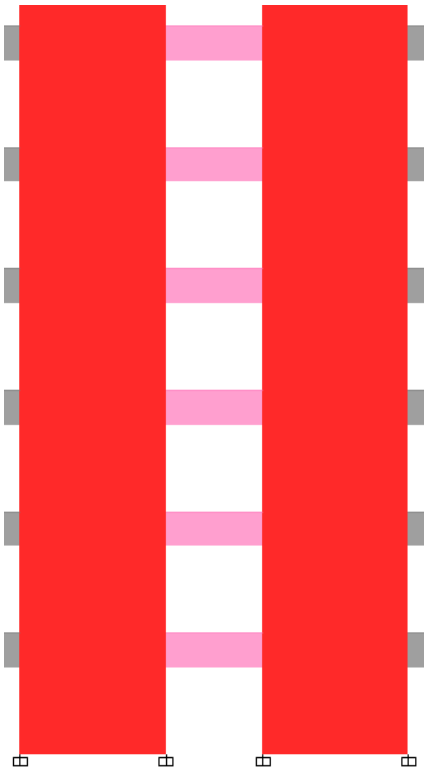
TBDY 2018 4.3.2.4 uyarınca;

$$1/6*Mo < M_{DEV} \text{ ve } M_{DEV} \leq 1/3*Mo \text{ Denklem 3}$$

olmalıdır. Buradaki ilk Mo, çevre akslardaki perdelerin, ikincisi ise, tüm perdelerin Mo larını ifade eder. Eğer X veya Y yönlerinden herhangi birinde, M_{DEV}, yukarıda verilen aralıkta bulunamıyor ise, bu durumda, bahsi geçen yöndeki R katsayısı, 4/5R olarak değiştirilecektir. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Bunun için öncelikle, yapının çekirdeğindeki U şekilli bağ kirişli perdenin taban devrilme momentini, TBDY 2018 Bölüm 4.5.4.3 ile verilen formülle hesaplayalım;

$$M_{DEV} = M1+M2+cNv \text{ Denklem 4}$$



Şekil 39. Bağ Kirişli Perde

Tablo 6. Mdev Tahkiki

	Y							
	MDEV	M1	M2	cNv	M0	SONUÇ	KOŞUL	
a)								
İç perde	11810.00	5477	6281	52	565937.61	0.020868025	1/3	OK
Perde sayısı	2							
Dış perde	17641	x	x	x	565937.61	0.03117128	1/3	OK
Perde sayısı	2							
Dış perde	17196	x	x	x	565937.61	0.030384975	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	X							
	MDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
a)								
Dış perde	9661	x	x	x	565937.61	0.017070786	1/3	OK
Perde sayısı	2							
Dış perde	8374	x	x	x	565937.61	0.014796684	1/3	OK
Perde sayısı	2							
İç perde	35885	x	x	x	565937.61	0.06340805	1/3	OK
Perde sayısı	2							
b)								
Y	36070	x	x	x	565937.61	0.06373494	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR
X	69674	x	x	x	565937.61	0.123112511	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, yapımız TBDY 2018 4.3.2.4 koşullarının b koşulunu sağlamamıştır. Bu durumda, R katsayısının 4/5R olarak değiştirilmesi gerekmektedir.

Ayrıca, TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca;

Süneklik düzeyi yüksek, betonarme veya çelik perdeler ile süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan sistemlerde, aşağıdaki koşul sağlanmalıdır. Aksi taktirde, TBDY 2018 4.3.4.5 de verildiği şekilde, BYS veya R katsayılarında değişiklik yapılması gerekebilir:

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \quad \text{Denklem 5}$$

Şöyle ki, eğer $M_{DEV,}$ 0.4Mo dan daha düşük çıkmış ise, binanın izin verilen yükseklik sınıfı 1 arttırılarak, yüksekliği daha az yapı yapılabilmesine izin verilir. Eğer, Mdev, 0.75Mo dan daha büyük çıkarsa, bu binanın davranışının, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını düşünür ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R ve dayanım fazlalığı katsayısı, D değerlerini, TBDY 2018 Tablo 4.1'den, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek

betonarme perdelerle karşılandığı yapılar, bölümüne göre okunur ve tasarımın başında yaptığımız katsayı kabulleri değiştirilir.

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \quad \text{Denklem 6}$$

aralığını sağlayıp, sağlamadığına bakalım;

Tablo 7. Mdev Tahkiki

c)	ΣMDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
Y	93294.00				565937.61	0.16	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT
X	107840				565937.61	0.19055104	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT

Görüldüğü üzere, her iki yönde de taban devrilme momentleri, istenen değeri sağlamamaktadır. Bu durumda TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca, Y yönü için BYS yükseltilerek, kat sayısı azaltılmalı ve R ve D değiştirilmelidir.

Devrilme momentleri sağlanmamış olsa dahi, tez kapsamında tasarımını yaptığımız yapının, bazası olarak adlandırılan ve perde ile çevrelenmiş, kuleden daha geniş alt katları modellenmemiştir. Bu sebeple, devrilme momentlerinin sağlanması beklenmeyen bir durumdur ve BYS ve R, D katsayılarında değişikliğe gidilmemesine karar verilmiştir.

Bahsi geçen yüksek yapı taban modellemesine örnek olması için, şekildeki resim eklenmiştir:



Şekil 40. Yüksek Katlı Yapı Sistemi ve Baza, (Donbass Ulusal İnşaat ve Mimarlık Akademisi, 2021)

Bağ kirişli perdenin, TBDY 2018 4.5.4.4 uyarınca bağ derecesi katsayısı hesaplanarak, 4.5.4.5 uyarınca, bağ kirişli perde olarak mı, yoksa, boşluksuz perde gibi mi değerlendirileceğini belirlemek için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır:

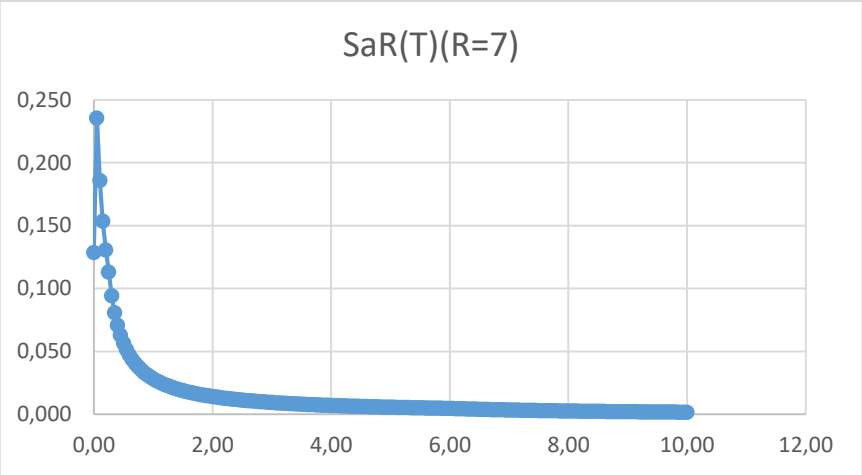
$$\Omega = cN_V / M_{DEV} = 4x52\ kNm / 11810\ kNm = 0.0176 \quad \text{Denklem 7}$$

bulunmuştur.

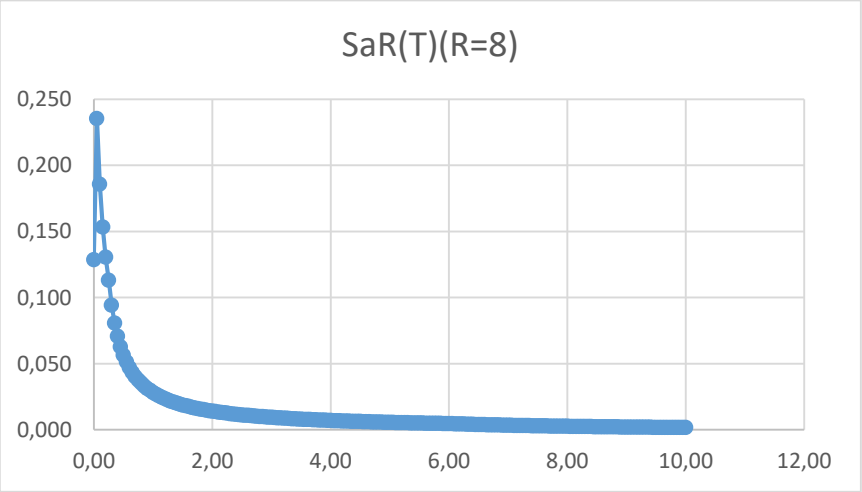
$\Omega \geq 1/3$ ise boşluklu perde olarak dizayn edilmesi koşulu vardır. Fakat burada, bağ derecesi, bu koşulu sağlayamadığı için, her bir perde parçası, kendi içinde boşluksuz perde olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

Her iki kontrole ilişkin hesaplamalar ve karar verilen son, taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R, başta kabul edilen Rx = 7 ve Ry = 8 olarak devam edilmesine karar verilmiştir.

Aşağıdaki grafiklerde, TBDY 2018 Tablo 4.1'e göre, X doğrultusu için, R = 7 ve D = 2.5 ve Y doğrultusu için, R = 8 ve D = 2.5 olarak hesaplanan değerlere uygun olarak, azaltılmış tasarım ivme spektrum grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 41. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için)



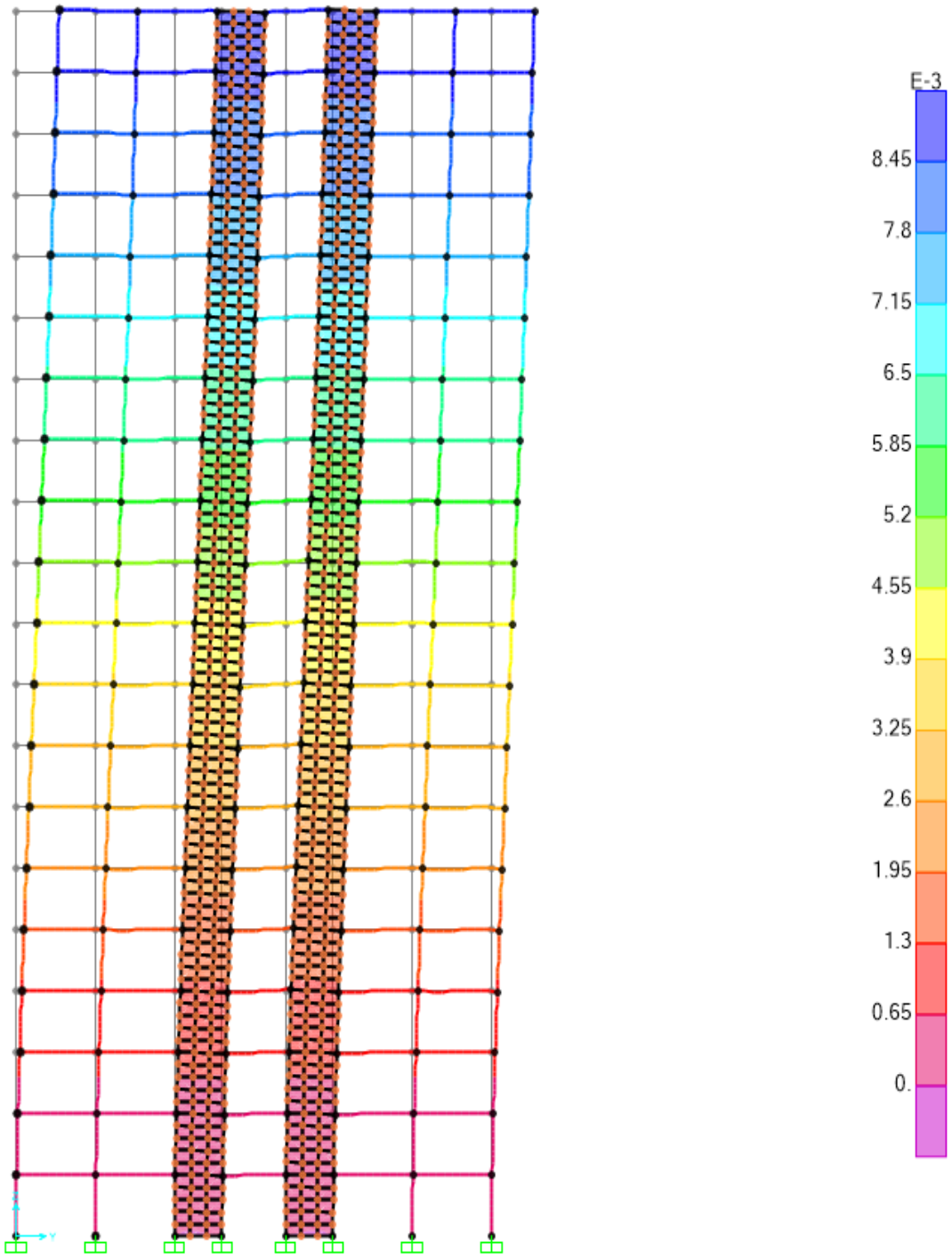
Şekil 42. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için)

Yapının analizine katılan kütle oranı, kütle katılım oranları, şekildeki gibidir:

Tablo 8. Kütle Katılım

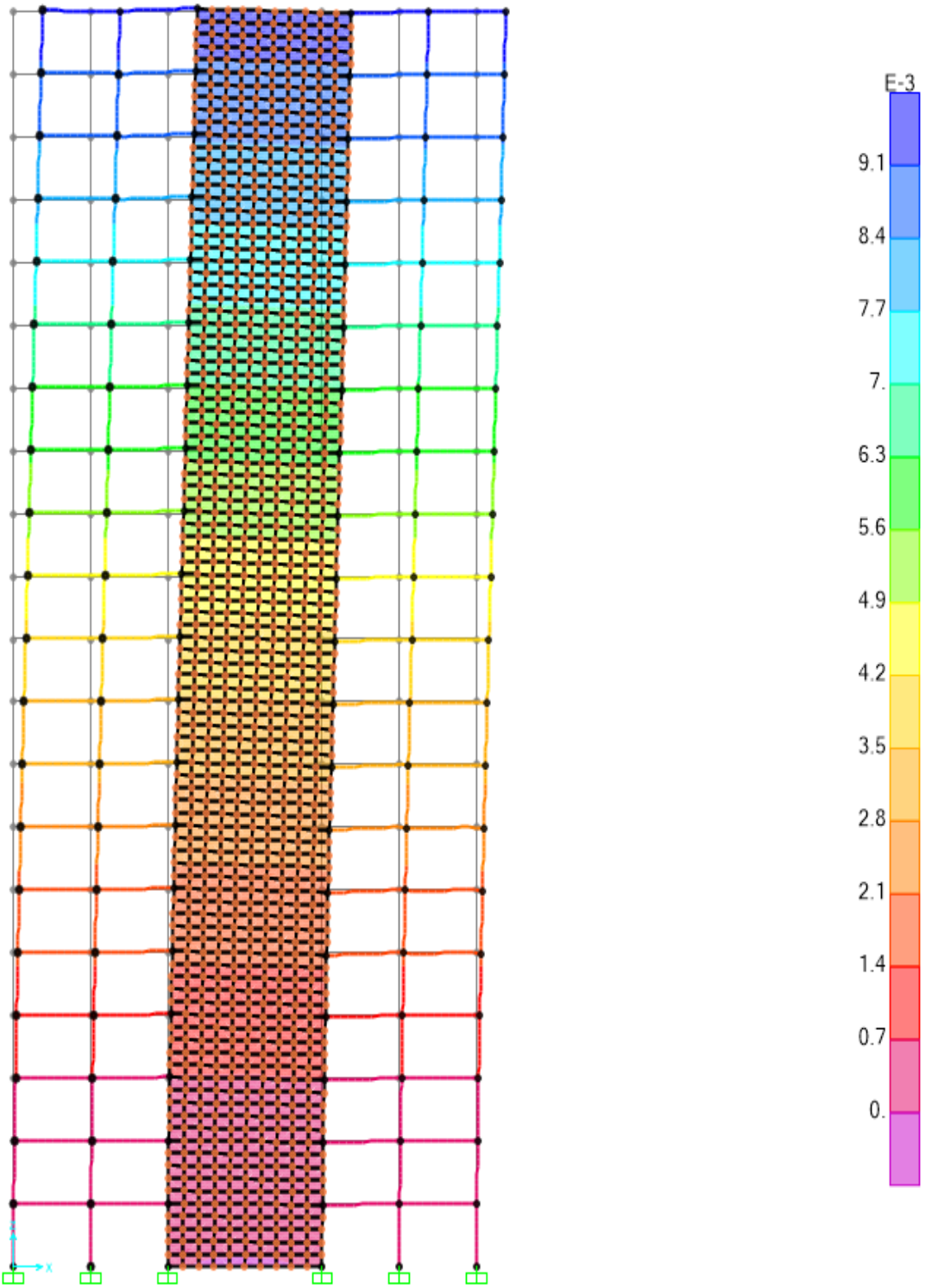
TABLE: Modal Load Participation Ratios

OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	99.9898	95.2535
MODAL	Acceleration	UY	99.996	95.886
MODAL	Acceleration	UZ	97.206	80.1039



Şekil 43. 20 Katlı Betonarme Yapı 1. Mod

1. Mode, T = 3.40973



Şekil 44. 20 Katlı Betonarme Yapı 2. Mod

2. Mode, T = 2.549888

Yapının, ampirik, hakim, doğal titreşim periyodu;

$$Tpa = Ct\ Hn^{3/4} \rightarrow Tpa = 0.07*70^{3/4} = 1.694 \quad \text{Denklem 8}$$

olarak hesap edilmiştir.

Yapı periyodu, Tx ve Ty aşağıdaki gibidir;

Tx= 2.5499

Ty= 3.4097 olarak, hesap edilmiş, ve,

$$Tx \text{ ve } Ty \leq 1.4*Tpa = 2.372 \quad \text{Denklem 9}$$

(TBDY 2018 4.7.3.2) koşulu sağlanamamaktadır. Bu durumda, yapı periyodu değeri, her iki yön için de ampirik hakim periyodu değerleri alınarak devam edilecektir. Aksi halde, programın hesap ettiği değer kullanarak, hesabımıza devam etmemiz gerekirdi.

X ve Y doğrultuları için, yatay elastik tasarım spektral ivmesi;

$$Sae(T)(X) = S_{D1}/Tx \rightarrow 0.198/1.694 = 0.1169 \quad \text{Denklem 10}$$

olarak hesaplanır.

$$Sae(T)(Y) = S_{D1}/Ty \rightarrow 0.198/1.694 = 0.1169 \quad \text{Denklem 11}$$

olarak hesaplanır.

X ve Y doğrultuları için, deprem yükü azaltma katsayısı;

$$T>Tb \text{ ise } Ra(T) = R/I \quad \text{Denklem 12}$$

$$T<Tb \text{ ise } Ra(T) = D+(R/I-D)*T/Tb \quad \text{Denklem 13 ve}$$

$$Tb = S_{D1}/S_{DS} = 0.189/0.804= 0.235 \quad \text{Denklem 14}$$

olduğu için, Ra(T) = R/I formülü uygulanır.

$$Ra(T)(X) = R/I \rightarrow 7/1 = 7 \quad \text{Denklem 15 ve}$$

$$Ra(T)(Y) = R/I \rightarrow 8/1 = 8 \quad \text{Denklem 16}$$

olarak hesaplanır.

X ve Y doğrultuları için, azaltılmış tasarım spektral ivmesi;

$$SaR\ (Tx) = Sae(Tx)/\ Ra(Tx) = 0.1169/7 = 0.0167 \text{ Denklem 17 ve}$$

$$SaR\ (Ty) = Sae(Ty)/\ Ra(Ty) = 0.1169/8 = 0.0146 \text{ Denklem 18}$$

olarak bulunur.

Yukarıdaki gibi, eşdeğer deprem yükü metoduna göre hesaplanan, taban kesme kuvvetini, X ve Y yönleri için, minimum taban kesme kuvveti ile karşılaştıralım;

$$Vtx = mt*0.0167*9.81 \leq 0.04*mt*1*0.804*9.81 \text{ Denklem 19}$$

$$Vtx = mt*0.0167 \leq mt*0.0322 \text{ Denklem 20}$$

$$Vty = mt*0.0146*9.81 \leq 0.04*mt*1*0.804*9.81 \text{ Denklem 21}$$

$$Vty = mt*0.0146 \leq mt*0.0322 \text{ Denklem 22}$$

Sonuç olarak, minimum eşdeğer deprem kuvveti şartı sağlanamamıştır. X ve Y yönü için, taban kesme kuvvetleri, minimum deprem kuvvetleri alınarak hesaplanacaktır:

Yapımızın, programdan okunan ağırlığı, 351270.658 kN'dur. Program tarafından hesaplanan bu ağırlığı, 9.81 m/s2 ye bölerek, yapının kütlesini, 35807.41 ton buluruz. Buradan, Vt;

$$Vt = mt*0.0322 = 11310.92 \text{ kN Denklem 23}$$

olarak hesaplanmıştır.

Hesap sonucunda çıkan 11310.92 kN taban kesme kuvveti, "e", %5 ek dış merkezlilik etkitilerek, katlara dağıtılacak ve TBDY 2018 4.5.10.2 uyarınca kontrol edilecektir.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesap edilen taban kesme kuvveti, kat kütle merkezinde (ana düğüm noktası) tanımlanan eşdeğer deprem yükü F_{iE} ile birlikte, ek kat burulma momenti Mib göz önüne alınmalıdır.. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Tablo: Ek kat burulma momentleri:

Tablo 9. Ek Kat Burulma Momentleri

Kat	Kat Kütlesi (mi) (t)	Kat Ağırlığı (Wi) (kN)	Hi (m)	WiHi	oran	VtE(X) (kN)	VtE(Y) (kN)	ΔFNE(X)	ΔFNE(Y)	FiE(X)	FiE(Y)	Lx (m)	Ly (m)	e	Mib(X)	Mib(Y)	YÜK TİPİ	Fx/Fy	Mz
1	14251	139802.31	3.5	489308.09	0.00516056	11310.92	11310.92	1696.64	1696.64	1746.25	1746.25	30.00	30.00	0.05	2619.38	2619.38	EXP	1746.25	2619.38
																	EXN	1746.25	-2619.38
																	EYP	1746.25	2619.38
																	EYN	1746.25	-2619.38
2	14229	139586.49	7	977105.43	0.01030519					99.08	99.08				148.62	148.62	EXP	99.08	148.62
																	EXN	99.08	-148.62
																	EYP	99.08	148.62
																	EYN	99.08	-148.62
3	14186	139164.66	10.5	1461228.93	0.01541108					148.17	148.17				222.25	222.25	EXP	148.17	222.25
																	EXN	148.17	-222.25
																	EYP	148.17	222.25
																	EYN	148.17	-222.25
4	14149	138801.69	14	1943223.66	0.02049451					197.04	197.04				295.56	295.56	EXP	197.04	295.56
																	EXN	197.04	-295.56
																	EYP	197.04	295.56
																	EYN	197.04	-295.56
5	14114	138458.34	17.5	2423020.95	0.02555477					245.69	245.69				368.54	368.54	EXP	245.69	368.54
																	EXN	245.69	-368.54
																	EYP	245.69	368.54
																	EYN	245.69	-368.54
6	14083	138154.23	21	2901238.83	0.03059837					294.18	294.18				441.27	441.27	EXP	294.18	441.27
																	EXN	294.18	-441.27
																	EYP	294.18	441.27
																	EYN	294.18	-441.27
7	14055	137879.55	24.5	3378048.98	0.03562712					342.53	342.53				513.79	513.79	EXP	342.53	513.79
																	EXN	342.53	-513.79
																	EYP	342.53	513.79
																	EYN	342.53	-513.79
8	14030	137634.30	28	3853760.40	0.04064428					390.77	390.77				586.15	586.15	EXP	390.77	586.15
																	EXN	390.77	-586.15
																	EYP	390.77	586.15
																	EYN	390.77	-586.15
9	14008	137418.48	31.5	4328682.12	0.04565312					438.92	438.92				658.38	658.38	EXP	438.92	658.38
																	EXN	438.92	-658.38
																	EYP	438.92	658.38
																	EYN	438.92	-658.38
10	13989	137232.09	35	4803123.15	0.05065688					487.03	487.03				730.54	730.54	EXP	487.03	730.54
																	EXN	487.03	-730.54
																	EYP	487.03	730.54
																	EYN	487.03	-730.54

Tablo 10. Ek Kat Burulma Momentleri

11	13975	137094.75	38.5	5278147.88	0.05566681	11310.92	11310.92	1696.64	1696.64	535.20	535.20	30.00	30.00	0.05	802.79	802.79	EXP	535.20	802.79
																	EXN	535.20	-802.79
																	EYP	535.20	802.79
																	EYN	535.20	-802.79
12	13957	136918.17	42	5750563.14	0.06064921					583.10	583.10				874.65	874.65	EXP	583.10	874.65
																	EXN	583.10	-874.65
																	EYP	583.10	874.65
																	EYN	583.10	-874.65
13	12879	126342.99	45.5	5748606.05	0.06062857					582.90	582.90				874.35	874.35	EXP	582.90	874.35
																	EXN	582.90	-874.35
																	EYP	582.90	874.35
																	EYN	582.90	-874.35
14	12775	125322.75	49	6140814.75	0.06476506					622.67	622.67				934.00	934.00	EXP	622.67	934.00
																	EXN	622.67	-934.00
																	EYP	622.67	934.00
																	EYN	622.67	-934.00
15	12687	124459.47	52.5	6534122.18	0.06891313					662.55	662.55				993.83	993.83	EXP	662.55	993.83
																	EXN	662.55	-993.83
																	EYP	662.55	993.83
																	EYN	662.55	-993.83
16	12614	123743.34	56	6929627.04	0.07308439					702.65	702.65				1053.98	1053.98	EXP	702.65	1053.98
																	EXN	702.65	-1053.98
																	EYP	702.65	1053.98
																	EYN	702.65	-1053.98
17	12556	123174.36	59.5	7328874.42	0.07729511					743.14	743.14				1114.71	1114.71	EXP	743.14	1114.71
																	EXN	743.14	-1114.71
																	EYP	743.14	1114.71
																	EYN	743.14	-1114.71
18	12514	122762.34	63	7734027.42	0.08156812					784.22	784.22				1176.33	1176.33	EXP	784.22	1176.33
																	EXN	784.22	-1176.33
																	EYP	784.22	1176.33
																	EYN	784.22	-1176.33
19	12477	122399.37	66.5	8139558.11	0.08584511					825.34	825.34				1238.01	1238.01	EXP	825.34	1238.01
																	EXN	825.34	-1238.01
																	EYP	825.34	1238.01
																	EYN	825.34	-1238.01
20	12631	123910.11	70	8673707.70	0.09147861					879.50	879.50				1319.25	1319.25	EXP	879.50	1319.25
																	EXN	879.50	-1319.25
																	EYP	879.50	1319.25
																	EYN	879.50	-1319.25

Yapısal düzensizlik kontrolü:

Yapısal düzensizlikler, TBDY 2018 Tablo 3.6 uyarınca, excel yardımıyla kontrol edilmiştir.

A1 türü düzensizlik, burulma düzensizliği;

Tablo 11. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K1	EXP	0.00152		X1	K1	EXN	0.00161			YA	K1	EYP	0.00286		YA	K1	EYN	0.00295				
X2	K1	EXP	0.00153		X2	K1	EXN	0.00159			YB	K1	EYP	0.00288		YB	K1	EYN	0.00294				
X3	K1	EXP	0.00152		X3	K1	EXN	0.00161			YC	K1	EYP	0.00286		YC	K1	EYN	0.00295				
X4	K1	EXP	0.00152		X4	K1	EXN	0.00161			YD	K1	EYP	0.00286		YD	K1	EYN	0.00295				
X5	K1	EXP	0.00152		X5	K1	EXN	0.00161			YE	K1	EYP	0.00286		YE	K1	EYN	0.00295				
X6	K1	EXP	0.00153		X6	K1	EXN	0.00159			YF	K1	EYP	0.00288		YF	K1	EYN	0.00294				
X7	K1	EXP	0.00152		X7	K1	EXN	0.00161			YG	K1	EYP	0.00286		YG	K1	EYN	0.00295				
		Δmax	0.00153				Δmax	0.00161					Δmax	0.00288				Δmax	0.00295				
		Δmin	0.00152				Δmin	0.00159					Δmin	0.00286				Δmin	0.00294				
		Δort	0.00152				Δort	0.0016					Δort	0.00287				Δort	0.00295			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00525	düzenli			ηbi	1.005	düzenli				ηbi	1.00279	düzenli			ηbi	1.00272	düzenli		KAT 1	0.70176
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K2	EXP	0.00285		X1	K2	EXN	0.00303			YA	K2	EYP	0.0058		YA	K2	EYN	0.00597				
X2	K2	EXP	0.00288		X2	K2	EXN	0.003			YB	K2	EYP	0.00583		YB	K2	EYN	0.00594				
X3	K2	EXP	0.00285		X3	K2	EXN	0.00303			YC	K2	EYP	0.00583		YC	K2	EYN	0.00594				
X4	K2	EXP	0.00285		X4	K2	EXN	0.00303			YD	K2	EYP	0.0058		YD	K2	EYN	0.00597				
X5	K2	EXP	0.00285		X5	K2	EXN	0.00303			YE	K2	EYP	0.0058		YE	K2	EYN	0.00597				
X6	K2	EXP	0.00288		X6	K2	EXN	0.003			YF	K2	EYP	0.00583		YF	K2	EYN	0.00594				
X7	K2	EXP	0.00285		X7	K2	EXN	0.00303			YG	K2	EYP	0.0058		YG	K2	EYN	0.00597				
		Δmax	0.00288				Δmax	0.00303					Δmax	0.00583				Δmax	0.00597				
		Δmin	0.00285				Δmin	0.003					Δmin	0.0058				Δmin	0.00594				
		Δort	0.00287				Δort	0.00302					Δort	0.00581				Δort	0.00596			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00523	düzenli			ηbi	1.00497	düzenli				ηbi	1.0025	düzenli			ηbi	1.00252	düzenli		KAT 2	0.69794
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K3	EXP	0.00359		X1	K3	EXN	0.00382			YA	K3	EYP	0.00745		YA	K3	EYN	0.00768				
X2	K3	EXP	0.00363		X2	K3	EXN	0.00378			YB	K3	EYP	0.00749		YB	K3	EYN	0.00764				
X3	K3	EXP	0.00359		X3	K3	EXN	0.00382			YC	K3	EYP	0.00745		YC	K3	EYN	0.00768				
X4	K3	EXP	0.00359		X4	K3	EXN	0.00382			YD	K3	EYP	0.00745		YD	K3	EYN	0.00768				
X5	K3	EXP	0.00359		X5	K3	EXN	0.00382			YE	K3	EYP	0.00745		YE	K3	EYN	0.00768				
X6	K3	EXP	0.00363		X6	K3	EXN	0.00378			YF	K3	EYP	0.00749		YF	K3	EYN	0.00764				
X7	K3	EXP	0.00359		X7	K3	EXN	0.00382			YG	K3	EYP	0.00745		YG	K3	EYN	0.00768				
		Δmax	0.00363				Δmax	0.00382					Δmax	0.00749				Δmax	0.00768				
		Δmin	0.00359				Δmin	0.00378					Δmin	0.00745				Δmin	0.00764				
		Δort	0.00361				Δort	0.0038					Δort	0.00747				Δort	0.00766			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00526	düzenli			ηbi	1.005	düzenli				ηbi	1.00254	düzenli			ηbi	1.00248	düzenli		KAT 3	0.70177

Tablo 12. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K4	EXP	0.00427		X1	K4	EXN	0.0044			YA	K4	EYP	0.00867		YA	K4	EYN	0.00895				
X2	K4	EXP	0.00427		X2	K4	EXN	0.00446			YB	K4	EYP	0.00872		YB	K4	EYN	0.0089				
X3	K4	EXP	0.00423		X3	K4	EXN	0.0045			YC	K4	EYP	0.00867		YC	K4	EYN	0.00895				
X4	K4	EXP	0.00423		X4	K4	EXN	0.0045			YD	K4	EYP	0.00867		YD	K4	EYN	0.00895				
X5	K4	EXP	0.00423		X5	K4	EXN	0.0045			YE	K4	EYP	0.00867		YE	K4	EYN	0.00895				
X6	K4	EXP	0.00427		X6	K4	EXN	0.00446			YF	K4	EYP	0.00872		YF	K4	EYN	0.0089				
X7	K4	EXP	0.00423		X7	K4	EXN	0.0045			YG	K4	EYP	0.00867		YG	K4	EYN	0.00895				
		Δmax	0.00427				Δmax	0.0045					Δmax	0.00872				Δmax	0.00895				
		Δmin	0.00423				Δmin	0.0044					Δmin	0.00867				Δmin	0.0089				
		Δort	0.00425				Δort	0.00445					Δort	0.0087				Δort	0.00892			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00541	düzenli			ηbi	1.01124	düzenli				ηbi	1.00259	düzenli			ηbi	1.00258	düzenli		KAT 4	0.70198
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K5	EXP	0.00477		X1	K5	EXN	0.00508			YA	K5	EYP	0.0096		YA	K5	EYN	0.00991				
X2	K5	EXP	0.00482		X2	K5	EXN	0.00503			YB	K5	EYP	0.00965		YB	K5	EYN	0.00986				
X3	K5	EXP	0.00477		X3	K5	EXN	0.00508			YC	K5	EYP	0.0096		YC	K5	EYN	0.00991				
X4	K5	EXP	0.00477		X4	K5	EXN	0.00508			YD	K5	EYP	0.0096		YD	K5	EYN	0.00991				
X5	K5	EXP	0.00477		X5	K5	EXN	0.00508			YE	K5	EYP	0.0096		YE	K5	EYN	0.00991				
X6	K5	EXP	0.00482		X6	K5	EXN	0.00503			YF	K5	EYP	0.00965		YF	K5	EYN	0.00986				
X7	K5	EXP	0.00477		X7	K5	EXN	0.00508			YG	K5	EYP	0.0096		YG	K5	EYN	0.00991				
		Δmax	0.00482				Δmax	0.00508					Δmax	0.00965				Δmax	0.00991				
		Δmin	0.00477				Δmin	0.00503					Δmin	0.0096				Δmin	0.00986				
		Δort	0.0048				Δort	0.00506					Δort	0.00962				Δort	0.00988			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00532	düzenli			ηbi	1.00504	düzenli				ηbi	1.0027	düzenli			ηbi	1.00263	düzenli		KAT 5	0.70185
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K6	EXP	0.00523		X1	K6	EXN	0.00557			YA	K6	EYP	0.01027		YA	K6	EYN	0.01062				
X2	K6	EXP	0.00529		X2	K6	EXN	0.00552			YB	K6	EYP	0.01033		YB	K6	EYN	0.01056				
X3	K6	EXP	0.00523		X3	K6	EXN	0.00557			YC	K6	EYP	0.01027		YC	K6	EYN	0.01062				
X4	K6	EXP	0.00523		X4	K6	EXN	0.00557			YD	K6	EYP	0.01027		YD	K6	EYN	0.01062				
X5	K6	EXP	0.00523		X5	K6	EXN	0.00557			YE	K6	EYP	0.01027		YE	K6	EYN	0.01062				
X6	K6	EXP	0.00529		X6	K6	EXN	0.00552			YF	K6	EYP	0.01033		YF	K6	EYN	0.01056				
X7	K6	EXP	0.00523		X7	K6	EXN	0.00557			YG	K6	EYP	0.01027		YG	K6	EYN	0.01062				
		Δmax	0.00529				Δmax	0.00557					Δmax	0.01033				Δmax	0.01062				
		Δmin	0.00523				Δmin	0.00552					Δmin	0.01027				Δmin	0.01056				
		Δort	0.00526				Δort	0.00554					Δort	0.0103				Δort	0.01059			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00552	düzenli			ηbi	1.00514	düzenli				ηbi	1.00277	düzenli			ηbi	1.00274	düzenli		KAT 6	0.70213

Tablo 13. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K7	EXP	0.00561		X1	K7	EXN	0.00598			YA	K7	EYP	0.01075		YA	K7	EYN	0.01112				
X2	K7	EXP	0.00567		X2	K7	EXN	0.00592			YB	K7	EYP	0.01081		YB	K7	EYN	0.01106				
X3	K7	EXP	0.00561		X3	K7	EXN	0.00598			YC	K7	EYP	0.01075		YC	K7	EYN	0.01112				
X4	K7	EXP	0.00561		X4	K7	EXN	0.00598			YD	K7	EYP	0.01075		YD	K7	EYN	0.01112				
X5	K7	EXP	0.00561		X5	K7	EXN	0.00598			YE	K7	EYP	0.01075		YE	K7	EYN	0.01112				
X6	K7	EXP	0.00567		X6	K7	EXN	0.00592			YF	K7	EYP	0.01081		YF	K7	EYN	0.01106				
X7	K7	EXP	0.00561		X7	K7	EXN	0.00598			YG	K7	EYP	0.01075		YG	K7	EYN	0.01112				
		Δmax	0.00567				Δmax	0.00598					Δmax	0.01081				Δmax	0.01112				
		Δmin	0.00561				Δmin	0.00592					Δmin	0.01075				Δmin	0.01106				
		Δort	0.00564				Δort	0.00595					Δort	0.01078				Δort	0.01109			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.0055	düzenli			ηbi	1.00521	düzenli				ηbi	1.00288	düzenli			ηbi	1.00279	düzenli		KAT 7	0.7021
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K8	EXP	0.00591		X1	K8	EXN	0.00631			YA	K8	EYP	0.01105		YA	K8	EYN	0.01146				
X2	K8	EXP	0.00598		X2	K8	EXN	0.00624			YB	K8	EYP	0.01112		YB	K8	EYN	0.01139				
X3	K8	EXP	0.00591		X3	K8	EXN	0.00631			YC	K8	EYP	0.01105		YC	K8	EYN	0.01146				
X4	K8	EXP	0.00591		X4	K8	EXN	0.00631			YD	K8	EYP	0.01105		YD	K8	EYN	0.01146				
X5	K8	EXP	0.00591		X5	K8	EXN	0.00631			YE	K8	EYP	0.01105		YE	K8	EYN	0.01146				
X6	K8	EXP	0.00598		X6	K8	EXN	0.00624			YF	K8	EYP	0.01112		YF	K8	EYN	0.01139				
X7	K8	EXP	0.00591		X7	K8	EXN	0.00631			YG	K8	EYP	0.01105		YG	K8	EYN	0.01146				
		Δmax	0.00598				Δmax	0.00631					Δmax	0.01112				Δmax	0.01146				
		Δmin	0.00591				Δmin	0.00624					Δmin	0.01105				Δmin	0.01139				
		Δort	0.00594				Δort	0.00628					Δort	0.01109				Δort	0.01142			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00564	düzenli			ηbi	1.00534	düzenli				ηbi	1.00307	düzenli			ηbi	1.00293	düzenli		KAT 8	0.7023
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K9	EXP	0.00614		X1	K9	EXN	0.00657			YA	K9	EYP	0.01122		YA	K9	EYN	0.01165				
X2	K9	EXP	0.00622		X2	K9	EXN	0.0065			YB	K9	EYP	0.01129		YB	K9	EYN	0.01157				
X3	K9	EXP	0.00614		X3	K9	EXN	0.00657			YC	K9	EYP	0.01122		YC	K9	EYN	0.01165				
X4	K9	EXP	0.00614		X4	K9	EXN	0.00657			YD	K9	EYP	0.01122		YD	K9	EYN	0.01165				
X5	K9	EXP	0.00614		X5	K9	EXN	0.00657			YE	K9	EYP	0.01122		YE	K9	EYN	0.01165				
X6	K9	EXP	0.00622		X6	K9	EXN	0.0065			YF	K9	EYP	0.01129		YF	K9	EYN	0.01157				
X7	K9	EXP	0.00614		X7	K9	EXN	0.00657			YG	K9	EYP	0.01122		YG	K9	EYN	0.01165				
		Δmax	0.00622				Δmax	0.00657					Δmax	0.01129				Δmax	0.01165				
		Δmin	0.00614				Δmin	0.0065					Δmin	0.01122				Δmin	0.01157				
		Δort	0.00618				Δort	0.00653					Δort	0.01125				Δort	0.01161			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00574	düzenli			ηbi	1.00543	düzenli				ηbi	1.00315	düzenli			ηbi	1.00306	düzenli		KAT 9	0.70245

Tablo 14. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K10	EXP	0.00632		X1	K10	EXN	0.00677		YA	K10	EYP	0.01127		YA	K10	EYN	0.01172				
X2	K10	EXP	0.00639		X2	K10	EXN	0.00669		YB	K10	EYP	0.01134		YB	K10	EYN	0.01164				
X3	K10	EXP	0.00632		X3	K10	EXN	0.00677		YC	K10	EYP	0.01127		YC	K10	EYN	0.01172				
X4	K10	EXP	0.00632		X4	K10	EXN	0.00677		YD	K10	EYP	0.01127		YD	K10	EYN	0.01172				
X5	K10	EXP	0.00632		X5	K10	EXN	0.00677		YE	K10	EYP	0.01127		YE	K10	EYN	0.01172				
X6	K10	EXP	0.00639		X6	K10	EXN	0.00669		YF	K10	EYP	0.01134		YF	K10	EYN	0.01164				
X7	K10	EXP	0.00632		X7	K10	EXN	0.00677		YG	K10	EYP	0.01127		YG	K10	EYN	0.01172				
		Δmax	0.00639				Δmax	0.00677				Δmax	0.01134				Δmax	0.01172				
		Δmin	0.00632				Δmin	0.00669				Δmin	0.01127				Δmin	0.01164				
		Δort	0.00636				Δort	0.00673				Δort	0.0113				Δort	0.01168			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00582	düzenli			ηbi	1.00557	düzenli			ηbi	1.00332	düzenli			ηbi	1.00321	düzenli		KAT 10	0.70255
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K11	EXP	0.00646		X1	K11	EXN	0.00693		YA	K11	EYP	0.01125		YA	K11	EYN	0.01171				
X2	K11	EXP	0.00654		X2	K11	EXN	0.00685		YB	K11	EYP	0.01132		YB	K11	EYN	0.01164				
X3	K11	EXP	0.00646		X3	K11	EXN	0.00693		YC	K11	EYP	0.01125		YC	K11	EYN	0.01171				
X4	K11	EXP	0.00646		X4	K11	EXN	0.00693		YD	K11	EYP	0.01125		YD	K11	EYN	0.01171				
X5	K11	EXP	0.00646		X5	K11	EXN	0.00693		YE	K11	EYP	0.01125		YE	K11	EYN	0.01171				
X6	K11	EXP	0.00654		X6	K11	EXN	0.00685		YF	K11	EYP	0.01132		YF	K11	EYN	0.01164				
X7	K11	EXP	0.00646		X7	K11	EXN	0.00693		YG	K11	EYP	0.01125		YG	K11	EYN	0.01171				
		Δmax	0.00654				Δmax	0.00693				Δmax	0.01132				Δmax	0.01171				
		Δmin	0.00646				Δmin	0.00685				Δmin	0.01125				Δmin	0.01164				
		Δort	0.0065				Δort	0.00689				Δort	0.01129				Δort	0.01168			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.006	düzenli			ηbi	1.00574	düzenli			ηbi	1.00346	düzenli			ηbi	1.00334	düzenli		KAT 11	0.70281
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K12	EXP	0.00645		X1	K12	EXN	0.00693		YA	K12	EYP	0.01102		YA	K12	EYN	0.0115				
X2	K12	EXP	0.00653		X2	K12	EXN	0.00685		YB	K12	EYP	0.0111		YB	K12	EYN	0.01142				
X3	K12	EXP	0.00645		X3	K12	EXN	0.00693		YC	K12	EYP	0.01102		YC	K12	EYN	0.0115				
X4	K12	EXP	0.00645		X4	K12	EXN	0.00693		YD	K12	EYP	0.01102		YD	K12	EYN	0.0115				
X5	K12	EXP	0.00645		X5	K12	EXN	0.00693		YE	K12	EYP	0.01102		YE	K12	EYN	0.0115				
X6	K12	EXP	0.00653		X6	K12	EXN	0.00685		YF	K12	EYP	0.0111		YF	K12	EYN	0.01142				
X7	K12	EXP	0.00645		X7	K12	EXN	0.00693		YG	K12	EYP	0.01102		YG	K12	EYN	0.0115				
		Δmax	0.00653				Δmax	0.00693				Δmax	0.0111				Δmax	0.0115				
		Δmin	0.00645				Δmin	0.00685				Δmin	0.01102				Δmin	0.01142				
		Δort	0.00649				Δort	0.00689				Δort	0.01106				Δort	0.01146			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00617	düzenli			ηbi	1.00581	düzenli			ηbi	1.00362	düzenli			ηbi	1.00349	düzenli		KAT 12	0.70303

Tablo 15. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K13	EXP	0.00669		X1	K13	EXN	0.00719			YA	K13	EYP	0.0112		YA	K13	EYN	0.01171				
X2	K13	EXP	0.00677		X2	K13	EXN	0.00711			YB	K13	EYP	0.01128		YB	K13	EYN	0.01162				
X3	K13	EXP	0.00669		X3	K13	EXN	0.00719			YC	K13	EYP	0.0112		YC	K13	EYN	0.01171				
X4	K13	EXP	0.00669		X4	K13	EXN	0.00719			YD	K13	EYP	0.0112		YD	K13	EYN	0.01171				
X5	K13	EXP	0.00669		X5	K13	EXN	0.00719			YE	K13	EYP	0.0112		YE	K13	EYN	0.01171				
X6	K13	EXP	0.00677		X6	K13	EXN	0.00711			YF	K13	EYP	0.01128		YF	K13	EYN	0.01162				
X7	K13	EXP	0.00669		X7	K13	EXN	0.00719			YG	K13	EYP	0.0112		YG	K13	EYN	0.01171				
		Δmax	0.00677				Δmax	0.00719					Δmax	0.01128				Δmax	0.01171				
		Δmin	0.00669				Δmin	0.00711					Δmin	0.0112				Δmin	0.01162				
		Δort	0.00673				Δort	0.00715					Δort	0.01124				Δort	0.01166			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00632	düzenli			ηbi	1.00587	düzenli				ηbi	1.00378	düzenli			ηbi	1.0036	düzenli		KAT 13	0.70324
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K14	EXP	0.00662		X1	K14	EXN	0.00713			YA	K14	EYP	0.01086		YA	K14	EYN	0.01138				
X2	K14	EXP	0.0067		X2	K14	EXN	0.00705			YB	K14	EYP	0.01094		YB	K14	EYN	0.01129				
X3	K14	EXP	0.00662		X3	K14	EXN	0.00713			YC	K14	EYP	0.01086		YC	K14	EYN	0.01138				
X4	K14	EXP	0.00662		X4	K14	EXN	0.00713			YD	K14	EYP	0.01086		YD	K14	EYN	0.01138				
X5	K14	EXP	0.00662		X5	K14	EXN	0.00713			YE	K14	EYP	0.01086		YE	K14	EYN	0.01138				
X6	K14	EXP	0.0067		X6	K14	EXN	0.00705			YF	K14	EYP	0.01094		YF	K14	EYN	0.01129				
X7	K14	EXP	0.00662		X7	K14	EXN	0.00713			YG	K14	EYP	0.01086		YG	K14	EYN	0.01138				
		Δmax	0.0067				Δmax	0.00713					Δmax	0.01094				Δmax	0.01138				
		Δmin	0.00662				Δmin	0.00705					Δmin	0.01086				Δmin	0.01129				
		Δort	0.00666				Δort	0.00709					Δort	0.0109				Δort	0.01133			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00653	düzenli			ηbi	1.00606	düzenli				ηbi	1.00394	düzenli			ηbi	1.00379	düzenli		KAT 14	0.70355
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K15	EXP	0.0066		X1	K15	EXN	0.00713			YA	K15	EYP	0.01057		YA	K15	EYN	0.0111				
X2	K15	EXP	0.00669		X2	K15	EXN	0.00704			YB	K15	EYP	0.01066		YB	K15	EYN	0.01101				
X3	K15	EXP	0.0066		X3	K15	EXN	0.00713			YC	K15	EYP	0.01057		YC	K15	EYN	0.0111				
X4	K15	EXP	0.0066		X4	K15	EXN	0.00713			YD	K15	EYP	0.01057		YD	K15	EYN	0.0111				
X5	K15	EXP	0.0066		X5	K15	EXN	0.00713			YE	K15	EYP	0.01057		YE	K15	EYN	0.0111				
X6	K15	EXP	0.00669		X6	K15	EXN	0.00704			YF	K15	EYP	0.01066		YF	K15	EYN	0.01101				
X7	K15	EXP	0.0066		X7	K15	EXN	0.00713			YG	K15	EYP	0.01057		YG	K15	EYN	0.0111				
		Δmax	0.00669				Δmax	0.00713					Δmax	0.01066				Δmax	0.0111				
		Δmin	0.0066				Δmin	0.00704					Δmin	0.01057				Δmin	0.01101				
		Δort	0.00664				Δort	0.00708					Δort	0.01062				Δort	0.01106			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.0067	düzenli			ηbi	1.00628	düzenli				ηbi	1.00414	düzenli			ηbi	1.00398	düzenli		KAT 15	0.70378

Tablo 16. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K16	EXP	0.00654		X1	K16	EXN	0.00707			YA	K16	EYP	0.01022		YA	K16	EYN	0.01075				
X2	K16	EXP	0.00663		X2	K16	EXN	0.00699			YB	K16	EYP	0.01031		YB	K16	EYN	0.01066				
X3	K16	EXP	0.00654		X3	K16	EXN	0.00707			YC	K16	EYP	0.01022		YC	K16	EYN	0.01075				
X4	K16	EXP	0.00654		X4	K16	EXN	0.00707			YD	K16	EYP	0.01022		YD	K16	EYN	0.01075				
X5	K16	EXP	0.00654		X5	K16	EXN	0.00707			YE	K16	EYP	0.01022		YE	K16	EYN	0.01075				
X6	K16	EXP	0.00663		X6	K16	EXN	0.00699			YF	K16	EYP	0.01031		YF	K16	EYN	0.01066				
X7	K16	EXP	0.00654		X7	K16	EXN	0.00707			YG	K16	EYP	0.01022		YG	K16	EYN	0.01075				
		Δmax	0.00663				Δmax	0.00707					Δmax	0.01031				Δmax	0.01075				
		Δmin	0.00654				Δmin	0.00699					Δmin	0.01022				Δmin	0.01066				
		Δort	0.00658				Δort	0.00703					Δort	0.01026				Δort	0.01071			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00684	düzenli			ηbi	1.00633	düzenli				ηbi	1.00439	düzenli			ηbi	1.0042	düzenli		KAT 16	0.70397
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K17	EXP	0.00646		X1	K17	EXN	0.007			YA	K17	EYP	0.00984		YA	K17	EYN	0.01039				
X2	K17	EXP	0.00655		X2	K17	EXN	0.00691			YB	K17	EYP	0.00994		YB	K17	EYN	0.0103				
X3	K17	EXP	0.00646		X3	K17	EXN	0.007			YC	K17	EYP	0.00984		YC	K17	EYN	0.01039				
X4	K17	EXP	0.00646		X4	K17	EXN	0.007			YD	K17	EYP	0.00984		YD	K17	EYN	0.01039				
X5	K17	EXP	0.00646		X5	K17	EXN	0.007			YE	K17	EYP	0.00984		YE	K17	EYN	0.01039				
X6	K17	EXP	0.00655		X6	K17	EXN	0.00691			YF	K17	EYP	0.00994		YF	K17	EYN	0.0103				
X7	K17	EXP	0.00646		X7	K17	EXN	0.007			YG	K17	EYP	0.00984		YG	K17	EYN	0.01039				
		Δmax	0.00655				Δmax	0.007					Δmax	0.00994				Δmax	0.01039				
		Δmin	0.00646				Δmin	0.00691					Δmin	0.00984				Δmin	0.0103				
		Δort	0.0065				Δort	0.00696					Δort	0.00989				Δort	0.01034			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00692	düzenli			ηbi	1.00654	düzenli				ηbi	1.0046	düzenli			ηbi	1.0044	düzenli		KAT 17	0.70409
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K18	EXP	0.00637		X1	K18	EXN	0.00691			YA	K18	EYP	0.00948		YA	K18	EYN	0.01003				
X2	K18	EXP	0.00646		X2	K18	EXN	0.00682			YB	K18	EYP	0.00957		YB	K18	EYN	0.00994				
X3	K18	EXP	0.00637		X3	K18	EXN	0.00691			YC	K18	EYP	0.00948		YC	K18	EYN	0.01003				
X4	K18	EXP	0.00637		X4	K18	EXN	0.00691			YD	K18	EYP	0.00948		YD	K18	EYN	0.01003				
X5	K18	EXP	0.00637		X5	K18	EXN	0.00691			YE	K18	EYP	0.00948		YE	K18	EYN	0.01003				
X6	K18	EXP	0.00646		X6	K18	EXN	0.00682			YF	K18	EYP	0.00957		YF	K18	EYN	0.00994				
X7	K18	EXP	0.00637		X7	K18	EXN	0.00691			YG	K18	EYP	0.00948		YG	K18	EYN	0.01003				
		Δmax	0.00646				Δmax	0.00691					Δmax	0.00957				Δmax	0.01003				
		Δmin	0.00637				Δmin	0.00682					Δmin	0.00948				Δmin	0.00994				
		Δort	0.00641				Δort	0.00687					Δort	0.00952				Δort	0.00998			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00717	düzenli			ηbi	1.00662	düzenli				ηbi	1.00478	düzenli			ηbi	1.00461	düzenli		KAT 18	0.70444

Tablo 17. Burulma Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K19	EXP	0.00628		X1	K19	EXN	0.00683			YA	K19	EYP	0.00917		YA	K19	EYN	0.00972				
X2	K19	EXP	0.00637		X2	K19	EXN	0.00674			YB	K19	EYP	0.00926		YB	K19	EYN	0.00963				
X3	K19	EXP	0.00628		X3	K19	EXN	0.00683			YC	K19	EYP	0.00917		YC	K19	EYN	0.00972				
X4	K19	EXP	0.00628		X4	K19	EXN	0.00683			YD	K19	EYP	0.00917		YD	K19	EYN	0.00972				
X5	K19	EXP	0.00628		X5	K19	EXN	0.00683			YE	K19	EYP	0.00917		YE	K19	EYN	0.00972				
X6	K19	EXP	0.00637		X6	K19	EXN	0.00674			YF	K19	EYP	0.00926		YF	K19	EYN	0.00963				
X7	K19	EXP	0.00628		X7	K19	EXN	0.00683			YG	K19	EYP	0.00917		YG	K19	EYN	0.00972				
		Δmax	0.00637				Δmax	0.00683					Δmax	0.00926				Δmax	0.00972				
		Δmin	0.00628				Δmin	0.00674					Δmin	0.00917				Δmin	0.00963				
		Δort	0.00633				Δort	0.00679					Δort	0.00921				Δort	0.00967			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00719	düzenli			ηbi	1.00678	düzenli				ηbi	1.00499	düzenli			ηbi	1.00476	düzenli		KAT 19	0.70447
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi				
X1	K20	EXP	0.00602		X1	K20	EXN	0.00657			YA	K20	EYP	0.00873		YA	K20	EYN	0.00928				
X2	K20	EXP	0.00612		X2	K20	EXN	0.00648			YB	K20	EYP	0.00882		YB	K20	EYN	0.00918				
X3	K20	EXP	0.00602		X3	K20	EXN	0.00657			YC	K20	EYP	0.00873		YC	K20	EYN	0.00928				
X4	K20	EXP	0.00602		X4	K20	EXN	0.00657			YD	K20	EYP	0.00873		YD	K20	EYN	0.00928				
X5	K20	EXP	0.00602		X5	K20	EXN	0.00657			YE	K20	EYP	0.00873		YE	K20	EYN	0.00928				
X6	K20	EXP	0.00612		X6	K20	EXN	0.00648			YF	K20	EYP	0.00882		YF	K20	EYN	0.00918				
X7	K20	EXP	0.00602		X7	K20	EXN	0.00657			YG	K20	EYP	0.00873		YG	K20	EYN	0.00928				
		Δmax	0.00612				Δmax	0.00657					Δmax	0.00882				Δmax	0.00928				
		Δmin	0.00602				Δmin	0.00648					Δmin	0.00873				Δmin	0.00918				
		Δort	0.00607				Δort	0.00653					Δort	0.00877				Δort	0.00923			Dbi = (ηbi/1.2)²	
		ηbi	1.00758	düzenli			ηbi	1.00697	düzenli				ηbi	1.00524	düzenli			ηbi	1.00498	düzenli		KAT 20	0.70501

X ve Y yönü için, hesap edilmiş ve burulma düzensizliği olmadığı tespit edilmiştir. Fakat, burada ek olarak, burulma düzensizliği olsaydı konusunu işleyecek olursak;

TBDY 2018 4.7.4 uyarınca, burulma düzensizliği olan yapıda, %5 ek dış merkezlik, her iki deprem doğrultusu için, burulmanın olduğu katlarda

$$Dbi = (\eta bi/1.2)^2 \quad \text{Denklem 24}$$

ile çarpılarak, büyütülür.

Aşağıdaki tablolardan da görüleceği üzere, örnek olması için, tüm katlara 1.1 değerinde burulma düzensizliği verilmesine karar verilmiştir.

Tablo 18. Burulma Düzensizliği Katsayıları

$Dbi = (\eta bi/1.2)^2$	
Kat 1	1.1
kat 2	1.1
kat 3	1.1
kat 4	1.1
kat 5	1.1
kat 6	1.1
kat 7	1.1
kat 8	1.1
kat 9	1.1
kat 10	1.1
kat 11	1.1
kat 12	1.1
kat 13	1.1
kat 14	1.1
kat 15	1.1
kat 16	1.1
kat 17	1.1
kat 18	1.1
kat 19	1.1

Sap2000 programında, bu etki, %5 ek dış merkezlilik ile etki eden EXP, EXN, EYP, EYN deprem kuvvetlerinin, eksantirisitesini, tanımlanmış her kat diyaframları için, o kat için hesap edilmiş Dbi katsayısı ile çarpılarak, arttırılması şeklinde işlenebilir. Bu tez kapsamında, bu hesap, gösterim amaçlı yapılmış ve programa işlenmemiştir.

Burada hesap edilen katsayının ek dış merkezliğe etki edilmesi ile, bulunan yeni ek kat burulma momentleri, aşağıdaki gibi çıkar idi:

Tablo 19. Düzenlenmiş Ek Kat Burulma Momentleri

Kat	Kat Kütlesi (mi) (t)	Kat Ağırlığı (Wi) (kN)	Hi (m)	WiHi	oran	VtE(X) (kN)	VtE(Y) (kN)	ΔFNE(X)	ΔFNE(Y)	FiE(X)	FiE(Y)	Lx (m)	Ly (m)	e	Mib(X)	Mib(Y)	YÜK TİPİ	Fx/Fy	Mz	Mz düzenlenmiş
1	14251	139802.31	3.5	489308.09	0.00516056	11310.92	11310.92	1696.64	1696.64	1746.25	1746.25	30.00	30.00	0.05	2619.38	2619.38	EXP	1746.25	2619.38	2620.48
																	EXN	1746.25	-2619.38	-2618.28
																	EYP	1746.25	2619.38	2620.48
																	EYN	1746.25	-2619.38	-2618.28
2	14229	139586.49	7	977105.43	0.01030519					99.08	99.08				148.62	148.62	EXP	99.08	148.62	163.48
																	EXN	99.08	-148.62	-163.48
																	EYP	99.08	148.62	163.48
																	EYN	99.08	-148.62	-163.48
3	14186	139164.66	10.5	1461228.93	0.01541108					148.17	148.17				222.25	222.25	EXP	148.17	222.25	244.47
																	EXN	148.17	-222.25	-244.47
																	EYP	148.17	222.25	244.47
																	EYN	148.17	-222.25	-244.47
4	14149	138801.69	14	1943223.66	0.02049451					197.04	197.04				295.56	295.56	EXP	197.04	295.56	325.12
																	EXN	197.04	-295.56	-325.12
																	EYP	197.04	295.56	325.12
																	EYN	197.04	-295.56	-325.12
5	14114	138458.34	17.5	2423020.95	0.02555477					245.69	245.69				368.54	368.54	EXP	245.69	368.54	405.39
																	EXN	245.69	-368.54	-405.39
																	EYP	245.69	368.54	405.39
																	EYN	245.69	-368.54	-405.39
6	14083	138154.23	21	2901238.83	0.03059837					294.18	294.18				441.27	441.27	EXP	294.18	441.27	485.40
																	EXN	294.18	-441.27	-485.40
																	EYP	294.18	441.27	485.40
																	EYN	294.18	-441.27	-485.40
7	14055	137879.55	24.5	3378048.98	0.03562712					342.53	342.53				513.79	513.79	EXP	342.53	513.79	565.17
																	EXN	342.53	-513.79	-565.17
																	EYP	342.53	513.79	565.17
																	EYN	342.53	-513.79	-565.17
8	14030	137634.30	28	3853760.40	0.04064428					390.77	390.77				586.15	586.15	EXP	390.77	586.15	644.76
																	EXN	390.77	-586.15	-644.76
																	EYP	390.77	586.15	644.76
																	EYN	390.77	-586.15	-644.76
9	14008	137418.48	31.5	4328682.12	0.04565312					438.92	438.92				658.38	658.38	EXP	438.92	658.38	724.22
																	EXN	438.92	-658.38	-724.22
																	EYP	438.92	658.38	724.22
																	EYN	438.92	-658.38	-724.22
10	13989	137232.09	35	4803123.15	0.05065688					487.03	487.03				730.54	730.54	EXP	487.03	730.54	803.60
																	EXN	487.03	-730.54	-803.60
																	EYP	487.03	730.54	803.60
																	EYN	487.03	-730.54	-803.60

Tablo 20. Düzenlenmiş Ek Kat Burulma Momentleri

11	13975	137094.75	38.5	5278147.88	0.05566681	11310.92	11310.92	1696.64	1696.64	535.20	535.20	30.00	30.00	0.05	802.79	802.79	EXP	535.20	802.79	883.07
																	EXN	535.20	-802.79	-883.07
																	EYP	535.20	802.79	883.07
																	EYN	535.20	-802.79	-883.07
12	13957	136918.17	42	5750563.14	0.06064921					583.10	583.10				874.65	874.65	EXP	583.10	874.65	962.11
																	EXN	583.10	-874.65	-962.11
																	EYP	583.10	874.65	962.11
																	EYN	583.10	-874.65	-962.11
13	12879	126342.99	45.5	5748606.05	0.06062857					582.90	582.90				874.35	874.35	EXP	582.90	874.35	961.79
																	EXN	582.90	-874.35	-961.79
																	EYP	582.90	874.35	961.79
																	EYN	582.90	-874.35	-961.79
14	12775	125322.75	49	6140814.75	0.06476506					622.67	622.67				934.00	934.00	EXP	622.67	934.00	1027.40
																	EXN	622.67	-934.00	-1027.40
																	EYP	622.67	934.00	1027.40
																	EYN	622.67	-934.00	-1027.40
15	12687	124459.47	52.5	6534122.18	0.06891313					662.55	662.55				993.83	993.83	EXP	662.55	993.83	1093.21
																	EXN	662.55	-993.83	-1093.21
																	EYP	662.55	993.83	1093.21
																	EYN	662.55	-993.83	-1093.21
16	12614	123743.34	56	6929627.04	0.07308439					702.65	702.65				1053.98	1053.98	EXP	702.65	1053.98	1159.38
																	EXN	702.65	-1053.98	-1159.38
																	EYP	702.65	1053.98	1159.38
																	EYN	702.65	-1053.98	-1159.38
17	12556	123174.36	59.5	7328874.42	0.07729511					743.14	743.14				1114.71	1114.71	EXP	743.14	1114.71	1226.18
																	EXN	743.14	-1114.71	-1226.18
																	EYP	743.14	1114.71	1226.18
																	EYN	743.14	-1114.71	-1226.18
18	12514	122762.34	63	7734027.42	0.08156812					784.22	784.22				1176.33	1176.33	EXP	784.22	1176.33	1293.96
																	EXN	784.22	-1176.33	-1293.96
																	EYP	784.22	1176.33	1293.96
																	EYN	784.22	-1176.33	-1293.96
19	12477	122399.37	66.5	8139558.11	0.08584511					825.34	825.34				1238.01	1238.01	EXP	825.34	1238.01	1361.81
																	EXN	825.34	-1238.01	-1361.81
																	EYP	825.34	1238.01	1361.81
																	EYN	825.34	-1238.01	-1361.81
20	12631	123910.11	70	8673707.70	0.09147861					879.50	879.50				1319.25	1319.25	EXP	879.50	1319.25	1320.35
																	EXN	879.50	-1319.25	-1318.15
																	EYP	879.50	1319.25	1320.35
																	EYN	879.50	-1319.25	-1318.15

A1 türü düzensizlik, gerçekte yapımızda olmadığı için, hesaplamalar sırasında modele işlenmemiş, gösterim amacıyla teze eklenmiştir.

B2 türü düzensizliği için, A1 türü düzensizlik hesabımız sırasında bulduğumuz, "azaltılmış göreli kat ötelemesi", Δi'lerin, üst kat ve alt kattaki, kat yüksekliğine bölünmüş değerlerini oranlayarak, 2 rakamından büyük olması durumuna göre kontrol edebiliriz.

TBDY 2018 Tablo 3.6 B2 düzensizliği, hesabı ve hesap adımları, aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablolardan da görüleceği üzere, B2 yani yumuşak kat düzensizliği, 2. Kat için mevcuttur.

Tablo 21. Yumuşak Kat Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K1	EXP	0.001515		X1	K1	EXN	0.001609		YA	K1	EYP	0.002859		YA	K1	EYN	0.002953
X2	K1	EXP	0.001531		X2	K1	EXN	0.001593		YB	K1	EYP	0.002875		YB	K1	EYN	0.002937
X3	K1	EXP	0.001515		X3	K1	EXN	0.001609		YC	K1	EYP	0.002859		YC	K1	EYN	0.002953
X4	K1	EXP	0.001515		X4	K1	EXN	0.001609		YD	K1	EYP	0.002859		YD	K1	EYN	0.002953
X5	K1	EXP	0.001515		X5	K1	EXN	0.001609		YE	K1	EYP	0.002859		YE	K1	EYN	0.002953
X6	K1	EXP	0.001531		X6	K1	EXN	0.001593		YF	K1	EYP	0.002875		YF	K1	EYN	0.002937
X7	K1	EXP	0.001515		X7	K1	EXN	0.001609		YG	K1	EYP	0.002859		YG	K1	EYN	0.002953
		Δmax	0.001531				Δmax	0.001609				Δmax	0.002875				Δmax	0.002953
		Δmin	0.001515				Δmin	0.001593				Δmin	0.002859				Δmin	0.002937
		Δort	0.001523				Δort	0.001601				Δort	0.002867				Δort	0.002945
		ηbi	1.005253				ηbi	1.004997				ηbi	1.00279				ηbi	1.002716
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.000435				Δort/hi	0.000457				Δort/hi	0.000819				Δort/hi	0.000841
		ηki=t	x				ηki=t	x				ηki=t	x				ηki=t	x
		ηkiort	0.531217				ηkiort	0.530836				ηkiort	0.493417				ηkiort	0.49421
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K2	EXP	0.002852		X1	K2	EXN	0.003031		YA	K2	EYP	0.005796		YA	K2	EYN	0.005974
X2	K2	EXP	0.002882		X2	K2	EXN	0.003001		YB	K2	EYP	0.005825		YB	K2	EYN	0.005944
X3	K2	EXP	0.002852		X3	K2	EXN	0.003031		YC	K2	EYP	0.005825		YC	K2	EYN	0.005944
X4	K2	EXP	0.002852		X4	K2	EXN	0.003031		YD	K2	EYP	0.005796		YD	K2	EYN	0.005974
X5	K2	EXP	0.002852		X5	K2	EXN	0.003031		YE	K2	EYP	0.005796		YE	K2	EYN	0.005974
X6	K2	EXP	0.002882		X6	K2	EXN	0.003001		YF	K2	EYP	0.005825		YF	K2	EYN	0.005944
X7	K2	EXP	0.002852		X7	K2	EXN	0.003031		YG	K2	EYP	0.005796		YG	K2	EYN	0.005974
		Δmax	0.002882				Δmax	0.003031				Δmax	0.005825				Δmax	0.005974
		Δmin	0.002852				Δmin	0.003001				Δmin	0.005796				Δmin	0.005944
		Δort	0.002867				Δort	0.003016				Δort	0.005811				Δort	0.005959
		ηbi	1.005232				ηbi	1.004973				ηbi	1.002495				ηbi	1.002517
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.000819				Δort/hi	0.000862				Δort/hi	0.00166				Δort/hi	0.001703
		ηki=t	1.882469				ηki=t	1.883823				ηki=t	2.026683				ηki=t	2.02343
		ηkiort	0.793743				ηkiort	0.793267				ηkiort	0.778261				ηkiort	0.778344
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K3	EXP	0.003593		X1	K3	EXN	0.003821		YA	K3	EYP	0.007447		YA	K3	EYN	0.007675
X2	K3	EXP	0.003631		X2	K3	EXN	0.003783		YB	K3	EYP	0.007485		YB	K3	EYN	0.007637
X3	K3	EXP	0.003593		X3	K3	EXN	0.003821		YC	K3	EYP	0.007447		YC	K3	EYN	0.007675
X4	K3	EXP	0.003593		X4	K3	EXN	0.003821		YD	K3	EYP	0.007447		YD	K3	EYN	0.007675
X5	K3	EXP	0.003593		X5	K3	EXN	0.003821		YE	K3	EYP	0.007447		YE	K3	EYN	0.007675
X6	K3	EXP	0.003631		X6	K3	EXN	0.003783		YF	K3	EYP	0.007485		YF	K3	EYN	0.007637
X7	K3	EXP	0.003593		X7	K3	EXN	0.003821		YG	K3	EYP	0.007447		YG	K3	EYN	0.007675
		Δmax	0.003631				Δmax	0.003821				Δmax	0.007485				Δmax	0.007675
		Δmin	0.003593				Δmin	0.003783				Δmin	0.007447				Δmin	0.007637
		Δort	0.003612				Δort	0.003802				Δort	0.007466				Δort	0.007656
		ηbi	1.00526				ηbi	1.004997				ηbi	1.002545				ηbi	1.002482
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001032				Δort/hi	0.001086				Δort/hi	0.002133				Δort/hi	0.002187
		ηki=t	1.259854				ηki=t	1.26061				ηki=t	1.284915				ηki=t	1.284779
		ηkiort	0.849682				ηkiort	0.854382				ηkiort	0.858506				ηkiort	0.858007

Tablo 22. Yumuşak Kat Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K4	EXP	0.00427		X1	K4	EXN	0.0044		YA	K4	EYP	0.008674		YA	K4	EYN	0.008946
X2	K4	EXP	0.004274		X2	K4	EXN	0.004455		YB	K4	EYP	0.008719		YB	K4	EYN	0.0089
X3	K4	EXP	0.004228		X3	K4	EXN	0.0045		YC	K4	EYP	0.008674		YC	K4	EYN	0.008946
X4	K4	EXP	0.004228		X4	K4	EXN	0.0045		YD	K4	EYP	0.008674		YD	K4	EYN	0.008946
X5	K4	EXP	0.004228		X5	K4	EXN	0.0045		YE	K4	EYP	0.008674		YE	K4	EYN	0.008946
X6	K4	EXP	0.004274		X6	K4	EXN	0.004455		YF	K4	EYP	0.008719		YF	K4	EYN	0.0089
X7	K4	EXP	0.004228		X7	K4	EXN	0.0045		YG	K4	EYP	0.008674		YG	K4	EYN	0.008946
		Δmax	0.004274				Δmax	0.0045				Δmax	0.008719				Δmax	0.008946
		Δmin	0.004228				Δmin	0.0044				Δmin	0.008674				Δmin	0.0089
		Δort	0.004251				Δort	0.00445				Δort	0.008697				Δort	0.008923
		ηbi	1.00541				ηbi	1.011236				ηbi	1.002587				ηbi	1.002578
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001215				Δort/hi	0.001271				Δort/hi	0.002485				Δort/hi	0.002549
		ηkiort	1.17691				ηkiort	1.170437				ηkiort	1.164814				ηkiort	1.165491
		ηkiort	0.886087				ηkiort	0.880055				ηkiort	0.903814				ηkiort	0.903046
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K5	EXP	0.004772		X1	K5	EXN	0.005082		YA	K5	EYP	0.009596		YA	K5	EYN	0.009907
X2	K5	EXP	0.004823		X2	K5	EXN	0.005031		YB	K5	EYP	0.009648		YB	K5	EYN	0.009855
X3	K5	EXP	0.004772		X3	K5	EXN	0.005082		YC	K5	EYP	0.009596		YC	K5	EYN	0.009907
X4	K5	EXP	0.004772		X4	K5	EXN	0.005082		YD	K5	EYP	0.009596		YD	K5	EYN	0.009907
X5	K5	EXP	0.004772		X5	K5	EXN	0.005082		YE	K5	EYP	0.009596		YE	K5	EYN	0.009907
X6	K5	EXP	0.004823		X6	K5	EXN	0.005031		YF	K5	EYP	0.009648		YF	K5	EYN	0.009855
X7	K5	EXP	0.004772		X7	K5	EXN	0.005082		YG	K5	EYP	0.009596		YG	K5	EYN	0.009907
		Δmax	0.004823				Δmax	0.005082				Δmax	0.009648				Δmax	0.009907
		Δmin	0.004772				Δmin	0.005031				Δmin	0.009596				Δmin	0.009855
		Δort	0.004798				Δort	0.005057				Δort	0.009622				Δort	0.009881
		ηbi	1.005315				ηbi	1.005043				ηbi	1.002702				ηbi	1.002631
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001371				Δort/hi	0.001445				Δort/hi	0.002749				Δort/hi	0.002823
		ηkiort	1.128558				ηkiort	1.136292				ηkiort	1.106422				ηkiort	1.107363
		ηkiort	0.912593				ηkiort	0.911985				ηkiort	0.933948				ηkiort	0.93305
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K6	EXP	0.005228		X1	K6	EXN	0.005573		YA	K6	EYP	0.010274		YA	K6	EYN	0.010619
X2	K6	EXP	0.005286		X2	K6	EXN	0.005516		YB	K6	EYP	0.010331		YB	K6	EYN	0.010561
X3	K6	EXP	0.005228		X3	K6	EXN	0.005573		YC	K6	EYP	0.010274		YC	K6	EYN	0.010619
X4	K6	EXP	0.005228		X4	K6	EXN	0.005573		YD	K6	EYP	0.010274		YD	K6	EYN	0.010619
X5	K6	EXP	0.005228		X5	K6	EXN	0.005573		YE	K6	EYP	0.010274		YE	K6	EYN	0.010619
X6	K6	EXP	0.005286		X6	K6	EXN	0.005516		YF	K6	EYP	0.010331		YF	K6	EYN	0.010561
X7	K6	EXP	0.005228		X7	K6	EXN	0.005573		YG	K6	EYP	0.010274		YG	K6	EYN	0.010619
		Δmax	0.005286				Δmax	0.005573				Δmax	0.010331				Δmax	0.010619
		Δmin	0.005228				Δmin	0.005516				Δmin	0.010274				Δmin	0.010561
		Δort	0.005257				Δort	0.005545				Δort	0.010303				Δort	0.01059
		ηbi	1.005516				ηbi	1.00514				ηbi	1.002766				ηbi	1.002738
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001502				Δort/hi	0.001584				Δort/hi	0.002944				Δort/hi	0.003026
		ηkiort	1.095779				ηkiort	1.096509				ηkiort	1.070723				ηkiort	1.071754
		ηkiort	0.932754				ηkiort	0.932005				ηkiort	0.955705				ηkiort	0.954656

Tablo 23. Yumuşak Kat Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K7	EXP	0.005605		X1	K7	EXN	0.00598		YA	K7	EYP	0.010749		YA	K7	EYN	0.011124
X2	K7	EXP	0.005667		X2	K7	EXN	0.005918		YB	K7	EYP	0.010811		YB	K7	EYN	0.011062
X3	K7	EXP	0.005605		X3	K7	EXN	0.00598		YC	K7	EYP	0.010749		YC	K7	EYN	0.011124
X4	K7	EXP	0.005605		X4	K7	EXN	0.00598		YD	K7	EYP	0.010749		YD	K7	EYN	0.011124
X5	K7	EXP	0.005605		X5	K7	EXN	0.00598		YE	K7	EYP	0.010749		YE	K7	EYN	0.011124
X6	K7	EXP	0.005667		X6	K7	EXN	0.005918		YF	K7	EYP	0.010811		YF	K7	EYN	0.011062
X7	K7	EXP	0.005605		X7	K7	EXN	0.00598		YG	K7	EYP	0.010749		YG	K7	EYN	0.011124
		Δmax	0.005667				Δmax	0.00598				Δmax	0.010811				Δmax	0.011124
		Δmin	0.005605				Δmin	0.005918				Δmin	0.010749				Δmin	0.011062
		Δort	0.005636				Δort	0.005949				Δort	0.01078				Δort	0.011093
		ηbi	1.0055				ηbi	1.005211				ηbi	1.002876				ηbi	1.002795
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.00161				Δort/hi	0.0017				Δort/hi	0.00308				Δort/hi	0.003169
		ηki,ort	1.072094				ηki,ort	1.072955				ηki,ort	1.046348				ηki,ort	1.047498
		ηki,ort	0.948582				ηki,ort	0.947821				ηki,ort	0.972222				ηki,ort	0.971068
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K8	EXP	0.005908		X1	K8	EXN	0.00631		YA	K8	EYP	0.011054		YA	K8	EYN	0.011457
X2	K8	EXP	0.005975		X2	K8	EXN	0.006243		YB	K8	EYP	0.011122		YB	K8	EYN	0.01139
X3	K8	EXP	0.005908		X3	K8	EXN	0.00631		YC	K8	EYP	0.011054		YC	K8	EYN	0.011457
X4	K8	EXP	0.005908		X4	K8	EXN	0.00631		YD	K8	EYP	0.011054		YD	K8	EYN	0.011457
X5	K8	EXP	0.005908		X5	K8	EXN	0.00631		YE	K8	EYP	0.011054		YE	K8	EYN	0.011457
X6	K8	EXP	0.005975		X6	K8	EXN	0.006243		YF	K8	EYP	0.011122		YF	K8	EYN	0.01139
X7	K8	EXP	0.005908		X7	K8	EXN	0.00631		YG	K8	EYP	0.011054		YG	K8	EYN	0.011457
		Δmax	0.005975				Δmax	0.00631				Δmax	0.011122				Δmax	0.011457
		Δmin	0.005908				Δmin	0.006243				Δmin	0.011054				Δmin	0.01139
		Δort	0.005942				Δort	0.006277				Δort	0.011088				Δort	0.011424
		ηbi	1.005638				ηbi	1.005337				ηbi	1.003066				ηbi	1.002933
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001698				Δort/hi	0.001793				Δort/hi	0.003168				Δort/hi	0.003264
		ηki,ort	1.054205				ηki,ort	1.055051				ηki,ort	1.028571				ηki,ort	1.029794
		ηki,ort	0.961486				ηki,ort	0.960517				ηki,ort	0.985206				ηki,ort	0.983979
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K9	EXP	0.006144		X1	K9	EXN	0.00657		YA	K9	EYP	0.011219		YA	K9	EYN	0.011645
X2	K9	EXP	0.006215		X2	K9	EXN	0.006499		YB	K9	EYP	0.01129		YB	K9	EYN	0.011574
X3	K9	EXP	0.006144		X3	K9	EXN	0.00657		YC	K9	EYP	0.011219		YC	K9	EYN	0.011645
X4	K9	EXP	0.006144		X4	K9	EXN	0.00657		YD	K9	EYP	0.011219		YD	K9	EYN	0.011645
X5	K9	EXP	0.006144		X5	K9	EXN	0.00657		YE	K9	EYP	0.011219		YE	K9	EYN	0.011645
X6	K9	EXP	0.006215		X6	K9	EXN	0.006499		YF	K9	EYP	0.01129		YF	K9	EYN	0.011574
X7	K9	EXP	0.006144		X7	K9	EXN	0.00657		YG	K9	EYP	0.011219		YG	K9	EYN	0.011645
		Δmax	0.006215				Δmax	0.00657				Δmax	0.01129				Δmax	0.011645
		Δmin	0.006144				Δmin	0.006499				Δmin	0.011219				Δmin	0.011574
		Δort	0.00618				Δort	0.006535				Δort	0.011255				Δort	0.01161
		ηbi	1.005745				ηbi	1.005433				ηbi	1.003154				ηbi	1.003058
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001766				Δort/hi	0.001867				Δort/hi	0.003216				Δort/hi	0.003317
		ηki,ort	1.040057				ηki,ort	1.041106				ηki,ort	1.015016				ηki,ort	1.016282
		ηki,ort	0.972078				ηki,ort	0.970879				ηki,ort	0.995577				ηki,ort	0.994177

Tablo 24. Yumuşak Kat Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K10	EXP	0.00632		X1	K10	EXN	0.006768		YA	K10	EYP	0.011267		YA	K10	EYN	0.011715
X2	K10	EXP	0.006394		X2	K10	EXN	0.006693		YB	K10	EYP	0.011342		YB	K10	EYN	0.01164
X3	K10	EXP	0.00632		X3	K10	EXN	0.006768		YC	K10	EYP	0.011267		YC	K10	EYN	0.011715
X4	K10	EXP	0.00632		X4	K10	EXN	0.006768		YD	K10	EYP	0.011267		YD	K10	EYN	0.011715
X5	K10	EXP	0.00632		X5	K10	EXN	0.006768		YE	K10	EYP	0.011267		YE	K10	EYN	0.011715
X6	K10	EXP	0.006394		X6	K10	EXN	0.006693		YF	K10	EYP	0.011342		YF	K10	EYN	0.01164
X7	K10	EXP	0.00632		X7	K10	EXN	0.006768		YG	K10	EYP	0.011267		YG	K10	EYN	0.011715
		Δmax	0.006394				Δmax	0.006768				Δmax	0.011342				Δmax	0.011715
		Δmin	0.00632				Δmin	0.006693				Δmin	0.011267				Δmin	0.01164
		Δort	0.006357				Δort	0.006731				Δort	0.011305				Δort	0.011678
		ηbi	1.00582				ηbi	1.005572				ηbi	1.003317				ηbi	1.003211
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001816				Δort/hi	0.001923				Δort/hi	0.00323				Δort/hi	0.003336
		ηki,alt	1.028724				ηki,alt	1.029995				ηki,alt	1.004443				ηki,alt	1.005857
		ηki,üst	0.978452				ηki,üst	0.977205				ηki,üst	1.001728				ηki,üst	1.000214

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K11	EXP	0.006458		X1	K11	EXN	0.006927		YA	K11	EYP	0.011246		YA	K11	EYN	0.011714
X2	K11	EXP	0.006536		X2	K11	EXN	0.006848		YB	K11	EYP	0.011324		YB	K11	EYN	0.011636
X3	K11	EXP	0.006458		X3	K11	EXN	0.006927		YC	K11	EYP	0.011246		YC	K11	EYN	0.011714
X4	K11	EXP	0.006458		X4	K11	EXN	0.006927		YD	K11	EYP	0.011246		YD	K11	EYN	0.011714
X5	K11	EXP	0.006458		X5	K11	EXN	0.006927		YE	K11	EYP	0.011246		YE	K11	EYN	0.011714
X6	K11	EXP	0.006536		X6	K11	EXN	0.006848		YF	K11	EYP	0.011324		YF	K11	EYN	0.011636
X7	K11	EXP	0.006458		X7	K11	EXN	0.006927		YG	K11	EYP	0.011246		YG	K11	EYN	0.011714
		Δmax	0.006536				Δmax	0.006927				Δmax	0.011324				Δmax	0.011714
		Δmin	0.006458				Δmin	0.006848				Δmin	0.011246				Δmin	0.011636
		Δort	0.006497				Δort	0.006888				Δort	0.011285				Δort	0.011675
		ηbi	1.006003				ηbi	1.005735				ηbi	1.003456				ηbi	1.00334
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001856				Δort/hi	0.001968				Δort/hi	0.003224				Δort/hi	0.003336
		ηki,alt	1.022023				ηki,alt	1.023327				ηki,alt	0.998275				ηki,alt	0.999786
		ηki,üst	1.001542				ηki,üst	1.000073				ηki,üst	1.02062				ηki,üst	1.019028

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K12	EXP	0.006447		X1	K12	EXN	0.006927		YA	K12	EYP	0.011017		YA	K12	EYN	0.011497
X2	K12	EXP	0.006527		X2	K12	EXN	0.006847		YB	K12	EYP	0.011097		YB	K12	EYN	0.011417
X3	K12	EXP	0.006447		X3	K12	EXN	0.006927		YC	K12	EYP	0.011017		YC	K12	EYN	0.011497
X4	K12	EXP	0.006447		X4	K12	EXN	0.006927		YD	K12	EYP	0.011017		YD	K12	EYN	0.011497
X5	K12	EXP	0.006447		X5	K12	EXN	0.006927		YE	K12	EYP	0.011017		YE	K12	EYN	0.011497
X6	K12	EXP	0.006527		X6	K12	EXN	0.006847		YF	K12	EYP	0.011097		YF	K12	EYN	0.011417
X7	K12	EXP	0.006447		X7	K12	EXN	0.006927		YG	K12	EYP	0.011017		YG	K12	EYN	0.011497
		Δmax	0.006527				Δmax	0.006927				Δmax	0.011097				Δmax	0.011497
		Δmin	0.006447				Δmin	0.006847				Δmin	0.011017				Δmin	0.011417
		Δort	0.006487				Δort	0.006887				Δort	0.011057				Δort	0.011457
		ηbi	1.006166				ηbi	1.005808				ηbi	1.003618				ηbi	1.003491
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001853				Δort/hi	0.001968				Δort/hi	0.003159				Δort/hi	0.003273
		ηki,alt	0.998461				ηki,alt	0.999927				ηki,alt	0.979796				ηki,alt	0.981328
		ηki,üst	0.964108				ηki,üst	0.962947				ηki,üst	0.983675				ηki,üst	0.982253

Tablo 25. Yumuşak Kat Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K13	EXP	0.006686		X1	K13	EXN	0.007194		YA	K13	EYP	0.011198		YA	K13	EYN	0.011706
X2	K13	EXP	0.006771		X2	K13	EXN	0.00711		YB	K13	EYP	0.011283		YB	K13	EYN	0.011622
X3	K13	EXP	0.006686		X3	K13	EXN	0.007194		YC	K13	EYP	0.011198		YC	K13	EYN	0.011706
X4	K13	EXP	0.006686		X4	K13	EXN	0.007194		YD	K13	EYP	0.011198		YD	K13	EYN	0.011706
X5	K13	EXP	0.006686		X5	K13	EXN	0.007194		YE	K13	EYP	0.011198		YE	K13	EYN	0.011706
X6	K13	EXP	0.006771		X6	K13	EXN	0.00711		YF	K13	EYP	0.011283		YF	K13	EYN	0.011622
X7	K13	EXP	0.006686		X7	K13	EXN	0.007194		YG	K13	EYP	0.011198		YG	K13	EYN	0.011706
		Δmax	0.006771				Δmax	0.007194				Δmax	0.011283				Δmax	0.011706
		Δmin	0.006686				Δmin	0.00711				Δmin	0.011198				Δmin	0.011622
		Δort	0.006729				Δort	0.007152				Δort	0.011241				Δort	0.011664
		ηbi	1.006316				ηbi	1.005872				ηbi	1.003781				ηbi	1.003601
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001922				Δort/hi	0.002043				Δort/hi	0.003212				Δort/hi	0.003333
		ηki$_{alt}$	1.037228				ηki$_{alt}$	1.038478				ηki$_{alt}$	1.016596				ηki$_{alt}$	1.018068
		ηki$_{üst}$	1.010513				ηki$_{üst}$	1.008745				ηki$_{üst}$	1.031144				ηki$_{üst}$	1.029298
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K14	EXP	0.006615		X1	K14	EXN	0.007133		YA	K14	EYP	0.010858		YA	K14	EYN	0.011375
X2	K14	EXP	0.006702		X2	K14	EXN	0.007047		YB	K14	EYP	0.010944		YB	K14	EYN	0.011289
X3	K14	EXP	0.006615		X3	K14	EXN	0.007133		YC	K14	EYP	0.010858		YC	K14	EYN	0.011375
X4	K14	EXP	0.006615		X4	K14	EXN	0.007133		YD	K14	EYP	0.010858		YD	K14	EYN	0.011375
X5	K14	EXP	0.006615		X5	K14	EXN	0.007133		YE	K14	EYP	0.010858		YE	K14	EYN	0.011375
X6	K14	EXP	0.006702		X6	K14	EXN	0.007047		YF	K14	EYP	0.010944		YF	K14	EYN	0.011289
X7	K14	EXP	0.006615		X7	K14	EXN	0.007133		YG	K14	EYP	0.010858		YG	K14	EYN	0.011375
		Δmax	0.006702				Δmax	0.007133				Δmax	0.010944				Δmax	0.011375
		Δmin	0.006615				Δmin	0.007047				Δmin	0.010858				Δmin	0.011289
		Δort	0.006659				Δort	0.00709				Δort	0.010901				Δort	0.011332
		ηbi	1.006533				ηbi	1.006065				ηbi	1.003945				ηbi	1.003795
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001902				Δort/hi	0.002026				Δort/hi	0.003115				Δort/hi	0.003238
		ηki$_{alt}$	0.989596				ηki$_{alt}$	0.991331				ηki$_{alt}$	0.969797				ηki$_{alt}$	0.971536
		ηki$_{üst}$	1.00256				ηki$_{üst}$	1.001059				ηki$_{üst}$	1.026846				ηki$_{üst}$	1.024871
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K15	EXP	0.006597		X1	K15	EXN	0.007127		YA	K15	EYP	0.010572		YA	K15	EYN	0.011101
X2	K15	EXP	0.006686		X2	K15	EXN	0.007038		YB	K15	EYP	0.01066		YB	K15	EYN	0.011013
X3	K15	EXP	0.006597		X3	K15	EXN	0.007127		YC	K15	EYP	0.010572		YC	K15	EYN	0.011101
X4	K15	EXP	0.006597		X4	K15	EXN	0.007127		YD	K15	EYP	0.010572		YD	K15	EYN	0.011101
X5	K15	EXP	0.006597		X5	K15	EXN	0.007127		YE	K15	EYP	0.010572		YE	K15	EYN	0.011101
X6	K15	EXP	0.006686		X6	K15	EXN	0.007038		YF	K15	EYP	0.01066		YF	K15	EYN	0.011013
X7	K15	EXP	0.006597		X7	K15	EXN	0.007127		YG	K15	EYP	0.010572		YG	K15	EYN	0.011101
		Δmax	0.006686				Δmax	0.007127				Δmax	0.01066				Δmax	0.011101
		Δmin	0.006597				Δmin	0.007038				Δmin	0.010572				Δmin	0.011013
		Δort	0.006642				Δort	0.007083				Δort	0.010616				Δort	0.011057
		ηbi	1.0067				ηbi	1.006283				ηbi	1.004145				ηbi	1.003979
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001898				Δort/hi	0.002024				Δort/hi	0.003033				Δort/hi	0.003159
		ηki$_{alt}$	0.997447				ηki$_{alt}$	0.998942				ηki$_{alt}$	0.973856				ηki$_{alt}$	0.975732
		ηki$_{üst}$	1.00904				ηki$_{üst}$	1.00754				ηki$_{üst}$	1.034597				ηki$_{üst}$	1.032496

Tablo 26. Yumuşak Kat Düzensizliği

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K16	EXP	0.006537		X1	K16	EXN	0.007074		YA	K16	EYP	0.010216		YA	K16	EYN	0.010754
X2	K16	EXP	0.006627		X2	K16	EXN	0.006985		YB	K16	EYP	0.010306		YB	K16	EYN	0.010664
X3	K16	EXP	0.006537		X3	K16	EXN	0.007074		YC	K16	EYP	0.010216		YC	K16	EYN	0.010754
X4	K16	EXP	0.006537		X4	K16	EXN	0.007074		YD	K16	EYP	0.010216		YD	K16	EYN	0.010754
X5	K16	EXP	0.006537		X5	K16	EXN	0.007074		YE	K16	EYP	0.010216		YE	K16	EYN	0.010754
X6	K16	EXP	0.006627		X6	K16	EXN	0.006985		YF	K16	EYP	0.010306		YF	K16	EYN	0.010664
X7	K16	EXP	0.006537		X7	K16	EXN	0.007074		YG	K16	EYP	0.010216		YG	K16	EYN	0.010754
		Δmax	0.006627				Δmax	0.007074				Δmax	0.010306				Δmax	0.010754
		Δmin	0.006537				Δmin	0.006985				Δmin	0.010216				Δmin	0.010664
		Δort	0.006582				Δort	0.00703				Δort	0.010261				Δort	0.010709
		ηbi	1.006837				ηbi	1.00633				ηbi	1.004386				ηbi	1.004202
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001881				Δort/hi	0.002008				Δort/hi	0.002932				Δort/hi	0.00306
		ηkialt	0.991041				ηkialt	0.992517				ηkialt	0.96656				ηkialt	0.968527
		ηkiüst	1.011993				ηkiüst	1.010349				ηkiüst	1.037565				ηkiüst	1.035436
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K17	EXP	0.006459		X1	K17	EXN	0.007003		YA	K17	EYP	0.009844		YA	K17	EYN	0.010388
X2	K17	EXP	0.006549		X2	K17	EXN	0.006912		YB	K17	EYP	0.009935		YB	K17	EYN	0.010297
X3	K17	EXP	0.006459		X3	K17	EXN	0.007003		YC	K17	EYP	0.009844		YC	K17	EYN	0.010388
X4	K17	EXP	0.006459		X4	K17	EXN	0.007003		YD	K17	EYP	0.009844		YD	K17	EYN	0.010388
X5	K17	EXP	0.006459		X5	K17	EXN	0.007003		YE	K17	EYP	0.009844		YE	K17	EYN	0.010388
X6	K17	EXP	0.006549		X6	K17	EXN	0.006912		YF	K17	EYP	0.009935		YF	K17	EYN	0.010297
X7	K17	EXP	0.006459		X7	K17	EXN	0.007003		YG	K17	EYP	0.009844		YG	K17	EYN	0.010388
		Δmax	0.006549				Δmax	0.007003				Δmax	0.009935				Δmax	0.010388
		Δmin	0.006459				Δmin	0.006912				Δmin	0.009844				Δmin	0.010297
		Δort	0.006504				Δort	0.006958				Δort	0.00989				Δort	0.010343
		ηbi	1.006919				ηbi	1.00654				ηbi	1.004601				ηbi	1.004399
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001858				Δort/hi	0.001988				Δort/hi	0.002826				Δort/hi	0.002955
		ηkialt	0.988149				ηkialt	0.989757				ηkialt	0.963795				ηkialt	0.965776
		ηkiüst	1.014348				ηkiüst	1.012958				ηkiüst	1.038322				ηkiüst	1.036219
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K18	EXP	0.006366		X1	K18	EXN	0.006914		YA	K18	EYP	0.009479		YA	K18	EYN	0.010027
X2	K18	EXP	0.006458		X2	K18	EXN	0.006823		YB	K18	EYP	0.00957		YB	K18	EYN	0.009935
X3	K18	EXP	0.006366		X3	K18	EXN	0.006914		YC	K18	EYP	0.009479		YC	K18	EYN	0.010027
X4	K18	EXP	0.006366		X4	K18	EXN	0.006914		YD	K18	EYP	0.009479		YD	K18	EYN	0.010027
X5	K18	EXP	0.006366		X5	K18	EXN	0.006914		YE	K18	EYP	0.009479		YE	K18	EYN	0.010027
X6	K18	EXP	0.006458		X6	K18	EXN	0.006823		YF	K18	EYP	0.00957		YF	K18	EYN	0.009935
X7	K18	EXP	0.006366		X7	K18	EXN	0.006914		YG	K18	EYP	0.009479		YG	K18	EYN	0.010027
		Δmax	0.006458				Δmax	0.006914				Δmax	0.00957				Δmax	0.010027
		Δmin	0.006366				Δmin	0.006823				Δmin	0.009479				Δmin	0.009935
		Δort	0.006412				Δort	0.006869				Δort	0.009525				Δort	0.009981
		ηbi	1.007174				ηbi	1.006624				ηbi	1.004777				ηbi	1.004609
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001832				Δort/hi	0.001962				Δort/hi	0.002721				Δort/hi	0.002852
		ηkialt	0.985855				ηkialt	0.987208				ηkialt	0.963092				ηkialt	0.965047
		ηkiüst	1.013515				ηkiüst	1.012307				ηkiüst	1.033699				ηkiüst	1.031841

Tablo 27. Yumuşak Kat Düzensizliği

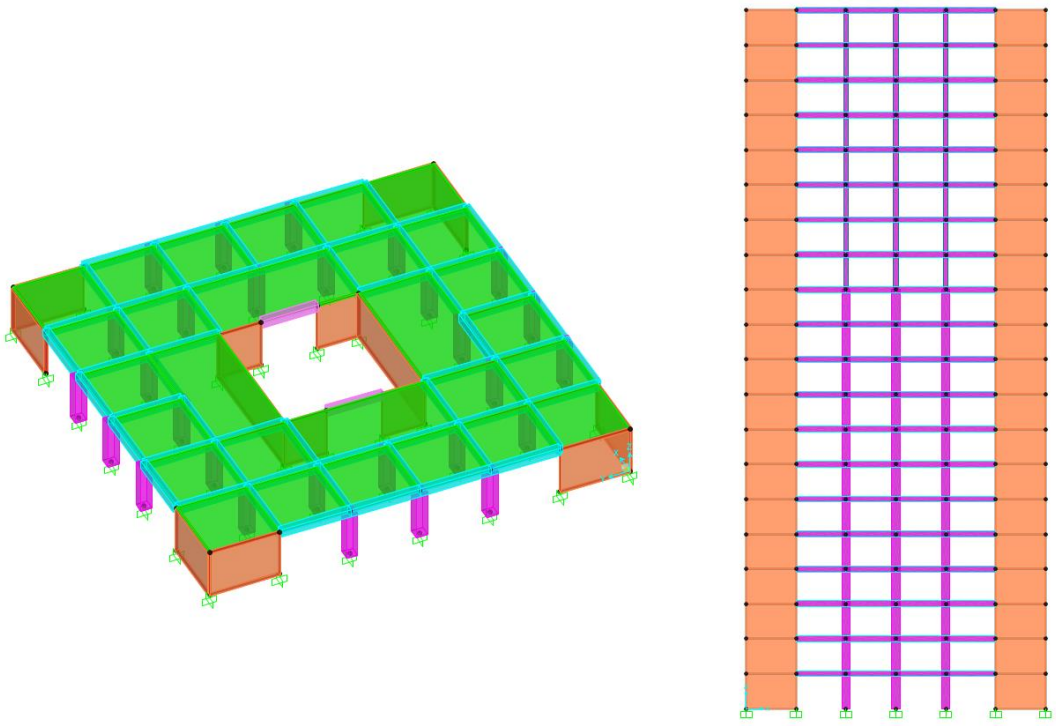
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K19	EXP	0.006281		X1	K19	EXN	0.006831		YA	K19	EYP	0.009168		YA	K19	EYN	0.009719
X2	K19	EXP	0.006372		X2	K19	EXN	0.006739		YB	K19	EYP	0.00926		YB	K19	EYN	0.009627
X3	K19	EXP	0.006281		X3	K19	EXN	0.006831		YC	K19	EYP	0.009168		YC	K19	EYN	0.009719
X4	K19	EXP	0.006281		X4	K19	EXN	0.006831		YD	K19	EYP	0.009168		YD	K19	EYN	0.009719
X5	K19	EXP	0.006281		X5	K19	EXN	0.006831		YE	K19	EYP	0.009168		YE	K19	EYN	0.009719
X6	K19	EXP	0.006372		X6	K19	EXN	0.006739		YF	K19	EYP	0.00926		YF	K19	EYN	0.009627
X7	K19	EXP	0.006281		X7	K19	EXN	0.006831		YG	K19	EYP	0.009168		YG	K19	EYN	0.009719
		Δmax	0.006372				Δmax	0.006831				Δmax	0.00926				Δmax	0.009719
		Δmin	0.006281				Δmin	0.006739				Δmin	0.009168				Δmin	0.009627
		Δort	0.006327				Δort	0.006785				Δort	0.009214				Δort	0.009673
		ηbi	1.007192				ηbi	1.00678				ηbi	1.004992				ηbi	1.004756
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001808				Δort/hi	0.001939				Δort/hi	0.002633				Δort/hi	0.002764
		ηki_{alt}	0.986666				ηki_{alt}	0.987843				ηki_{alt}	0.9674				ηki_{alt}	0.969141
		$\eta ki_{üst}$	1.042429				$\eta ki_{üst}$	1.039448				$\eta ki_{üst}$	1.050388				$\eta ki_{üst}$	1.047996
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K20	EXP	0.006023		X1	K20	EXN	0.006573		YA	K20	EYP	0.008726		YA	K20	EYN	0.009276
X2	K20	EXP	0.006115		X2	K20	EXN	0.006482		YB	K20	EYP	0.008818		YB	K20	EYN	0.009184
X3	K20	EXP	0.006023		X3	K20	EXN	0.006573		YC	K20	EYP	0.008726		YC	K20	EYN	0.009276
X4	K20	EXP	0.006023		X4	K20	EXN	0.006573		YD	K20	EYP	0.008726		YD	K20	EYN	0.009276
X5	K20	EXP	0.006023		X5	K20	EXN	0.006573		YE	K20	EYP	0.008726		YE	K20	EYN	0.009276
X6	K20	EXP	0.006115		X6	K20	EXN	0.006482		YF	K20	EYP	0.008818		YF	K20	EYN	0.009184
X7	K20	EXP	0.006023		X7	K20	EXN	0.006573		YG	K20	EYP	0.008726		YG	K20	EYN	0.009276
		Δmax	0.006115				Δmax	0.006573				Δmax	0.008818				Δmax	0.009276
		Δmin	0.006023				Δmin	0.006482				Δmin	0.008726				Δmin	0.009184
		Δort	0.006069				Δort	0.006528				Δort	0.008772				Δort	0.00923
		ηbi	1.00758				ηbi	1.006971				ηbi	1.005244				ηbi	1.004984
		hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5				hi	3.5
		Δort/hi	0.001734				Δort/hi	0.001865				Δort/hi	0.002506				Δort/hi	0.002637
		ηki_{alt}	0.959298				ηki_{alt}	0.962049				ηki_{alt}	0.95203				ηki_{alt}	0.954202
		$\eta ki_{üst}$	x				$\eta ki_{üst}$	x				$\eta ki_{üst}$	x				$\eta ki_{üst}$	x

TBDY 2018 uyarınca kontrol edilmesi gereken düzensizliklerden B1 düzensizliği, kesme alanlarının katlar arası oranlarını incelemektedir. Bu kapsamda, kolon, perde ve kagir dolgu duvarların kesme alanları hesaplanmış ve işleme konmuştur.

Bu tez kapsamında, kagir dolgu duvarların mimarisi çizilmemiş, sistemin statik analizinde, kirişlere yük olarak etkitilmiştir. Fakat, yapının tasarımından bu yana, olabildiğince benzer katlı ve simetrik olmasına önem verildiği için, dolgu duvarların ve duvarlardaki boşlukların, her katta aynı olduğu varsayılmıştır.

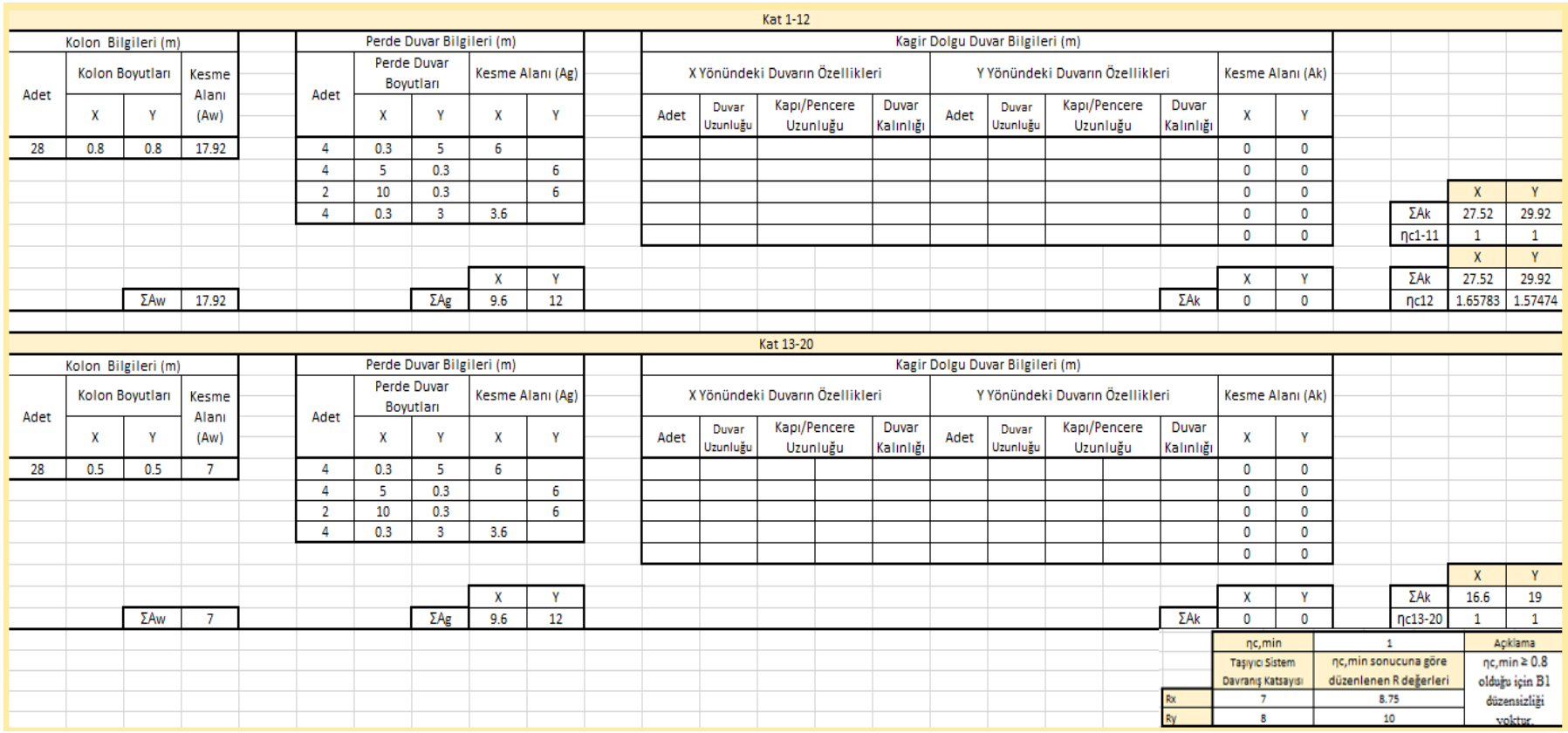
B1 düzensizliğine dair excel tablosu, yukarıdaki varsayıma dayanarak, dolgu duvarlar hesaba katılmadan, yalnızca kolon ve perdelerin kesme alanlarına göre, hesaplanmış ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Burada, ilk 12 kat birbirinin aynı ve 13-20 kat arası da birbirinin aynı olduğu için, 12. Katın ηc katsayısı ayrıca hesaplanmış. 1-11 ve 13-20 katlarının ηc katsayıları birlikte hesaplanmıştır.



Şekil 45. 20 Katlı Betonarme Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü

Tablo 28. Zayıf Kat Düzensizliği



Kat 1-12

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.8	0.8	17.92
		ΣAw	17.92

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.3	5	6	
4	5	0.3		6
2	10	0.3		6
4	0.3	3	3.6	
		ΣAg	9.6	12

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)		
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y	
								0	0	
								0	0	
								0	0	
								0	0	ΣAk
								0	0	ηc1-11
							ΣAk	0	0	ηc12

	X	Y
ΣAk	27.52	29.92
ηc1-11	1	1
	X	Y
ΣAk	27.52	29.92
ηc12	1.65783	1.57474

Kat 13-20

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.5	0.5	7
		ΣAw	7

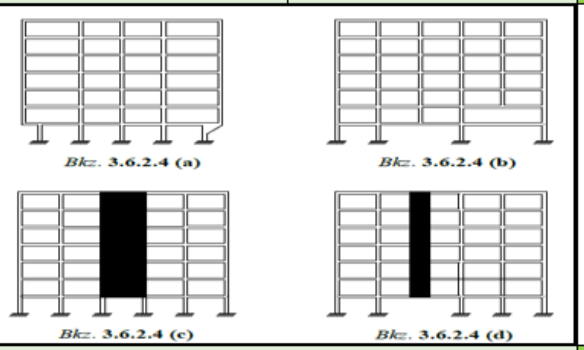
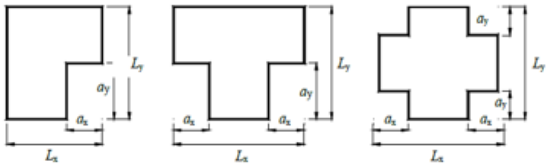
Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.3	5	6	
4	5	0.3		6
2	10	0.3		6
4	0.3	3	3.6	
		ΣAg	9.6	12

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)		
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y	
								0	0	
								0	0	
								0	0	
								0	0	ΣAk
								0	0	ηc13-20

	X	Y
ΣAk	16.6	19
ηc13-20	1	1

	ηc,min	1	Açıklama
	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	ηc,min sonucuna göre düzenlenen R değerleri	ηc,min ≥ 0.8 olduğu için B1 düzensizliği yoktur.
Rx	7	8.75	
Ry	8	10	

Tablo 29. Düzensizlikler Özeti

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü	Δ_{imax}	Δ_{iort}		B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	Herhangi Bir Kattaki Etkili Kesme Alanının, Bir Üst Kattaki Etkili Kesme	Etkili Kesme Alanı= O Katın, Klon ve Perdelerinin ΣYüzey	
	0.00655	0.0065	OK		i. Kat Etkili Kesme Alanı	i+1. Kat Etkili Kesme Alanı	
	Kat Brüt Alanı	Σboşluk Alanları			27.52	16.6	OK
	900	100	OK	B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	Herhangi Bir i. Kattaki Ortalama Göreli Kat		
A2 Döşeme Süreksizlikleri	Deprem Yüklerinin, Düşey Taşıyıcı Elemanlarına Güvenle Aktarılabilmesini Güçlendiren Yerel Döşeme Boşlukları				(Δi(X)/hi)ort	(Δi±1(X)/hi±1)ort	
	YOK		OK		0.001703	0.002187	NOT OK
	Döşemenin Düzlem İçi Rijitlik Dayanımında Ani Azalmalar			B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği			
	YOK		OK				
A3 Planda Çıkıntılar Bulunması					Herhangi Biri= YOK		OK
	ax>0.2Lx = HAYIR	ay>0.2Ly=HAYIR	OK				

Düzensizlikler de kontrol edildiğine göre, sırada, mod birleştirme hesap yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvvetinin, eşdeğer deprem yükü hesap yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvvetine yakınsaklaştırılması yapılacaktır. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Bu işlem, TBDY 2018 4.8.4 de anlatıldığı üzere;

$V_{tx}(X) < \gamma_E V_{TE}(X)$ ise, modal hesap yöntemi ile hesaplanarak, azaltılmış, tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirmeler, $\beta_{tE}(X)$ kat sayısı ile çarpılarak, büyütülecektir:

$$\beta_{tE}(X) = \gamma_E V_{TE}(X)/ V_{tx}(X) \geq 1 \text{ Denklem 25}$$

$$\beta_{tE}(Y) = \gamma_E V_{TE}(Y)/ V_{ty}(Y) \geq 1 \text{ Denklem 26}$$

$$V_{tE}(X) = V_{tE}(Y) = 11310.92 \text{ kN Denklem 27}$$

$$V_{tx}(X) = 17892 \text{ kN Denklem 28}$$

$$V_{ty}(Y) = 9999 \text{ kN Denklem 29}$$

olarak elde edilmiştir.

γ_E, TBDY 2018 4.8.4 uyarınca, 0.90 seçilmiştir.

$$\beta_{tE}(X) = 0.90*11311/17892 = 0.569 \text{ Denklem 30}$$

$$\beta_{tE}(Y) = 0.9*11311/9999 = 1.018 \text{ Denklem 31}$$

Hesap sonucu bulunan β_{tE} değerleri, Sap2000 programına, mod birleştirme hesap yöntemi, Y deprem kuvveti, ölçeklendirme bölümüne, ilk başta hesaplanan, I*g/R değerine çarpan olarak, girilmiştir.

Etkin göreli kat ötelemesi:

TBDY 2018 4.9.1 uyarınca; etkin göreli kat ötelemeleri, kat bazında;

$$\Delta i = Ui - Ui\text{-}1 \text{ Denklem 32}$$

olarak hesaplanırken, i. Kata ait kolon veya perdeler bazında;

$$\sigma i = (R/I)*\Delta i \quad \text{Denklem 33}$$

olarak hesaplanır. Hesaplanan bu "göreli kat ötelemeleri", ötelemeyi sınırlandırmak amacıyla, belirli sınırlar dahilinde tutulur. Aşağıda verilen, sınırlandırma değerinin, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanır:

$$\lambda*\sigma i,max/hi \leq 0.016\kappa \quad \text{Denklem 34}$$

Formülde yer alan,

$$\lambda = \text{Sae(T) DD-3 / Sae(T) DD-2} \quad \text{Denklem 35}$$

κ betonarme yapılar için; 1, çelik yapılar için; 0.5 olur. Tüm bu formülleri toparlarsak,

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016\kappa *hi*(I/R)*(\ \text{Sae(T)x DD-2 / Sae(T)x DD-3}) \quad \text{Denklem 36}$$

bulunur.

$$\text{Sae(T)x DD-2} = S_{D1}/Tx = 0.198/2.5498 = 0.078 \quad \text{Denklem 37}$$

$$\text{Sae(T)y DD-2} = S_{D1}/Ty = 0.198/3.4097 = 0.058 \quad \text{Denklem 38}$$

$$\text{Sae(T)x DD-3} = S_{D1}/Tx = 0.081/2.5498 = 0.032 \quad \text{Denklem 39}$$

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016*3.5*(1/7)*(\ 0.078/\ 0.032) = 0.0195 \quad \text{Denklem 40}$$

$$\Delta i,max\ (Y) \leq 0.016*3.5*(1/8)*(\ 0.058/\ 0.024) = 0.0169 \quad \text{Denklem 41}$$

Etkin göreli kat ötelemelerine dair hesaplar ve sınırlandırmalar aşağıdaki gibi bulunmuştur.

Aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere, etkin göreli kat ötelemesi sınır şartını sağlanmıştır. Sağlanmamış olsaydı, TBDY 2018 4.9.1.6 uyarınca, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesaplarının tekrar edilmesi gerekmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken konu;

$$\Delta i,max \leq 0.016*hi*(I/R)*(Sae(T)\ DD\text{-}2\ /\ Sae(T)\ DD\text{-}3) \quad \text{Denklem 42}$$

Denklemindeki 0.016 katsayısı, arada derz bulunan duvarlar içindir. Bilindiği üzere, kolonlar arasında duvar derzsiz dolgu duvar olarak yapıldığında, o kesitteki, ötelemeyi bir kısım engeller. Bu da ötelemenin daha düşük çıkmasına neden olur. Derzli bir duvar bulunması ise, ötelemenin engellenmediği anlamına gelir. Bu durumda daha yüksek bir öteleme çıkar. Bu sebeple TBDY 2018 kapsamında bu iki durum ayrı ayrı değerlendirilmek suretiyle, derzsiz duvarlar için katsayı 0.008; derzli duvarlar için ise, 0.016 olarak alınmıştır. Bu tez kapsamında yapıdaki duvarlar derzli kabul edilmiş ve katsayı 0.016 alınmıştır.

Tablo 30. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K1	EXP	0.001515		X1	K1	EXN	0.001609		YA	K1	EYP	0.002859		YA	K1	EYN	0.002953
X2	K1	EXP	0.001531		X2	K1	EXN	0.001593		YB	K1	EYP	0.002875		YB	K1	EYN	0.002937
X3	K1	EXP	0.001515		X3	K1	EXN	0.001609		YC	K1	EYP	0.002859		YC	K1	EYN	0.002953
X4	K1	EXP	0.001515		X4	K1	EXN	0.001609		YD	K1	EYP	0.002859		YD	K1	EYN	0.002953
X5	K1	EXP	0.001515		X5	K1	EXN	0.001609		YE	K1	EYP	0.002859		YE	K1	EYN	0.002953
X6	K1	EXP	0.001531		X6	K1	EXN	0.001593		YF	K1	EYP	0.002875		YF	K1	EYN	0.002937
X7	K1	EXP	0.001515		X7	K1	EXN	0.001609		YG	K1	EYP	0.002859		YG	K1	EYN	0.002953
		Δmax	0.001531				Δmax	0.001609				Δmax	0.002875				Δmax	0.002953
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K2	EXP	0.002852		X1	K2	EXN	0.003031		YA	K2	EYP	0.005796		YA	K2	EYN	0.005974
X2	K2	EXP	0.002882		X2	K2	EXN	0.003001		YB	K2	EYP	0.005825		YB	K2	EYN	0.005944
X3	K2	EXP	0.002852		X3	K2	EXN	0.003031		YC	K2	EYP	0.005825		YC	K2	EYN	0.005944
X4	K2	EXP	0.002852		X4	K2	EXN	0.003031		YD	K2	EYP	0.005796		YD	K2	EYN	0.005974
X5	K2	EXP	0.002852		X5	K2	EXN	0.003031		YE	K2	EYP	0.005796		YE	K2	EYN	0.005974
X6	K2	EXP	0.002882		X6	K2	EXN	0.003001		YF	K2	EYP	0.005825		YF	K2	EYN	0.005944
X7	K2	EXP	0.002852		X7	K2	EXN	0.003031		YG	K2	EYP	0.005796		YG	K2	EYN	0.005974
		Δmax	0.002882				Δmax	0.003031				Δmax	0.005825				Δmax	0.005974
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K3	EXP	0.003593		X1	K3	EXN	0.003821		YA	K3	EYP	0.007447		YA	K3	EYN	0.007675
X2	K3	EXP	0.003631		X2	K3	EXN	0.003783		YB	K3	EYP	0.007485		YB	K3	EYN	0.007637
X3	K3	EXP	0.003593		X3	K3	EXN	0.003821		YC	K3	EYP	0.007447		YC	K3	EYN	0.007675
X4	K3	EXP	0.003593		X4	K3	EXN	0.003821		YD	K3	EYP	0.007447		YD	K3	EYN	0.007675
X5	K3	EXP	0.003593		X5	K3	EXN	0.003821		YE	K3	EYP	0.007447		YE	K3	EYN	0.007675
X6	K3	EXP	0.003631		X6	K3	EXN	0.003783		YF	K3	EYP	0.007485		YF	K3	EYN	0.007637
X7	K3	EXP	0.003593		X7	K3	EXN	0.003821		YG	K3	EYP	0.007447		YG	K3	EYN	0.007675
		Δmax	0.003631				Δmax	0.003821				Δmax	0.007485				Δmax	0.007675
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K4	EXP	0.00427		X1	K4	EXN	0.0044		YA	K4	EYP	0.008674		YA	K4	EYN	0.008946
X2	K4	EXP	0.004274		X2	K4	EXN	0.004455		YB	K4	EYP	0.008719		YB	K4	EYN	0.0089
X3	K4	EXP	0.004228		X3	K4	EXN	0.0045		YC	K4	EYP	0.008674		YC	K4	EYN	0.008946
X4	K4	EXP	0.004228		X4	K4	EXN	0.0045		YD	K4	EYP	0.008674		YD	K4	EYN	0.008946
X5	K4	EXP	0.004228		X5	K4	EXN	0.0045		YE	K4	EYP	0.008674		YE	K4	EYN	0.008946
X6	K4	EXP	0.004274		X6	K4	EXN	0.004455		YF	K4	EYP	0.008719		YF	K4	EYN	0.0089
X7	K4	EXP	0.004228		X7	K4	EXN	0.0045		YG	K4	EYP	0.008674		YG	K4	EYN	0.008946
		Δmax	0.004274				Δmax	0.0045				Δmax	0.008719				Δmax	0.008946

Etkin Göreli Kat Ötelemesi Sınır Değerleri					
Δi(X) = 0.008khiI/Rx*(Sae(DD3-3)/Sae(DD2-2))					0.0195
Δi(Y) = 0.008khiI/Ry*(Sae(DD3-3)/Sae(DD2-2))					0.0169
1. Kat					
Etkin Göreli Kat Ötelemesi					
	X	Y			
Δsınır	0.0195	0.0169			
Δmax	0.001609	0.002953	OK	OK	
2. Kat					
Etkin Göreli Kat Ötelemesi					
	X	Y			
Δsınır	0.0195	0.0169			
Δmax	0.003031	0.005974	OK	OK	
3. Kat					
Etkin Göreli Kat Ötelemesi					
	X	Y			
Δsınır	0.0195	0.0169			
Δmax	0.003821	0.007675	OK	OK	
4. Kat					
Etkin Göreli Kat Ötelemesi					
	X	Y			
Δsınır	0.0195	0.0169			
Δmax	0.0045	0.008946	OK	OK	

Tablo 31. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

	KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi
X1	K5	EXP	0.004772	X1	K5	EXN	0.005082	YA	K5	EYP	0.009596	YA	K5	EYN	0.009907
X2	K5	EXP	0.004823	X2	K5	EXN	0.005031	YB	K5	EYP	0.009648	YB	K5	EYN	0.009855
X3	K5	EXP	0.004772	X3	K5	EXN	0.005082	YC	K5	EYP	0.009596	YC	K5	EYN	0.009907
X4	K5	EXP	0.004772	X4	K5	EXN	0.005082	YD	K5	EYP	0.009596	YD	K5	EYN	0.009907
X5	K5	EXP	0.004772	X5	K5	EXN	0.005082	YE	K5	EYP	0.009596	YE	K5	EYN	0.009907
X6	K5	EXP	0.004823	X6	K5	EXN	0.005031	YF	K5	EYP	0.009648	YF	K5	EYN	0.009855
X7	K5	EXP	0.004772	X7	K5	EXN	0.005082	YG	K5	EYP	0.009596	YG	K5	EYN	0.009907
		Δmax	0.004823			Δmax	0.005082			Δmax	0.009648			Δmax	0.009907

5. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.005082	0.009907	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi
X1	K6	EXP	0.005228	X1	K6	EXN	0.005573	YA	K6	EYP	0.010274	YA	K6	EYN	0.010619
X2	K6	EXP	0.005286	X2	K6	EXN	0.005516	YB	K6	EYP	0.010331	YB	K6	EYN	0.010561
X3	K6	EXP	0.005228	X3	K6	EXN	0.005573	YC	K6	EYP	0.010274	YC	K6	EYN	0.010619
X4	K6	EXP	0.005228	X4	K6	EXN	0.005573	YD	K6	EYP	0.010274	YD	K6	EYN	0.010619
X5	K6	EXP	0.005228	X5	K6	EXN	0.005573	YE	K6	EYP	0.010274	YE	K6	EYN	0.010619
X6	K6	EXP	0.005286	X6	K6	EXN	0.005516	YF	K6	EYP	0.010331	YF	K6	EYN	0.010561
X7	K6	EXP	0.005228	X7	K6	EXN	0.005573	YG	K6	EYP	0.010274	YG	K6	EYN	0.010619
		Δmax	0.005286			Δmax	0.005573			Δmax	0.010331			Δmax	0.010619

6. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.005573	0.010619	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi
X1	K7	EXP	0.005605	X1	K7	EXN	0.00598	YA	K7	EYP	0.010749	YA	K7	EYN	0.011124
X2	K7	EXP	0.005667	X2	K7	EXN	0.005918	YB	K7	EYP	0.010811	YB	K7	EYN	0.011062
X3	K7	EXP	0.005605	X3	K7	EXN	0.00598	YC	K7	EYP	0.010749	YC	K7	EYN	0.011124
X4	K7	EXP	0.005605	X4	K7	EXN	0.00598	YD	K7	EYP	0.010749	YD	K7	EYN	0.011124
X5	K7	EXP	0.005605	X5	K7	EXN	0.00598	YE	K7	EYP	0.010749	YE	K7	EYN	0.011124
X6	K7	EXP	0.005667	X6	K7	EXN	0.005918	YF	K7	EYP	0.010811	YF	K7	EYN	0.011062
X7	K7	EXP	0.005605	X7	K7	EXN	0.00598	YG	K7	EYP	0.010749	YG	K7	EYN	0.011124
		Δmax	0.005667			Δmax	0.00598			Δmax	0.010811			Δmax	0.011124

7. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.00598	0.011124	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi		KAT	DEPREM	Δi
X1	K8	EXP	0.005908	X1	K8	EXN	0.00631	YA	K8	EYP	0.011054	YA	K8	EYN	0.011457
X2	K8	EXP	0.005975	X2	K8	EXN	0.006243	YB	K8	EYP	0.011122	YB	K8	EYN	0.01139
X3	K8	EXP	0.005908	X3	K8	EXN	0.00631	YC	K8	EYP	0.011054	YC	K8	EYN	0.011457
X4	K8	EXP	0.005908	X4	K8	EXN	0.00631	YD	K8	EYP	0.011054	YD	K8	EYN	0.011457
X5	K8	EXP	0.005908	X5	K8	EXN	0.00631	YE	K8	EYP	0.011054	YE	K8	EYN	0.011457
X6	K8	EXP	0.005975	X6	K8	EXN	0.006243	YF	K8	EYP	0.011122	YF	K8	EYN	0.01139
X7	K8	EXP	0.005908	X7	K8	EXN	0.00631	YG	K8	EYP	0.011054	YG	K8	EYN	0.011457
		Δmax	0.005975			Δmax	0.00631			Δmax	0.011122			Δmax	0.011457

8. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.00631	0.011457	OK	OK

Tablo 32. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K9	EXP	0.006144		X1	K9	EXN	0.00657		YA	K9	EYP	0.011219		YA	K9	EYN	0.011645
X2	K9	EXP	0.006215		X2	K9	EXN	0.006499		YB	K9	EYP	0.01129		YB	K9	EYN	0.011574
X3	K9	EXP	0.006144		X3	K9	EXN	0.00657		YC	K9	EYP	0.011219		YC	K9	EYN	0.011645
X4	K9	EXP	0.006144		X4	K9	EXN	0.00657		YD	K9	EYP	0.011219		YD	K9	EYN	0.011645
X5	K9	EXP	0.006144		X5	K9	EXN	0.00657		YE	K9	EYP	0.011219		YE	K9	EYN	0.011645
X6	K9	EXP	0.006215		X6	K9	EXN	0.006499		YF	K9	EYP	0.01129		YF	K9	EYN	0.011574
X7	K9	EXP	0.006144		X7	K9	EXN	0.00657		YG	K9	EYP	0.011219		YG	K9	EYN	0.011645
		Δmax	0.006215				Δmax	0.00657				Δmax	0.01129				Δmax	0.011645

9. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.00657	0.011645	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K10	EXP	0.00632		X1	K10	EXN	0.006768		YA	K10	EYP	0.011267		YA	K10	EYN	0.011715
X2	K10	EXP	0.006394		X2	K10	EXN	0.006693		YB	K10	EYP	0.011342		YB	K10	EYN	0.01164
X3	K10	EXP	0.00632		X3	K10	EXN	0.006768		YC	K10	EYP	0.011267		YC	K10	EYN	0.011715
X4	K10	EXP	0.00632		X4	K10	EXN	0.006768		YD	K10	EYP	0.011267		YD	K10	EYN	0.011715
X5	K10	EXP	0.00632		X5	K10	EXN	0.006768		YE	K10	EYP	0.011267		YE	K10	EYN	0.011715
X6	K10	EXP	0.006394		X6	K10	EXN	0.006693		YF	K10	EYP	0.011342		YF	K10	EYN	0.01164
X7	K10	EXP	0.00632		X7	K10	EXN	0.006768		YG	K10	EYP	0.011267		YG	K10	EYN	0.011715
		Δmax	0.006394				Δmax	0.006768				Δmax	0.011342				Δmax	0.011715

10. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.006768	0.011715	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K11	EXP	0.006458		X1	K11	EXN	0.006927		YA	K11	EYP	0.011246		YA	K11	EYN	0.011714
X2	K11	EXP	0.006536		X2	K11	EXN	0.006848		YB	K11	EYP	0.011324		YB	K11	EYN	0.011636
X3	K11	EXP	0.006458		X3	K11	EXN	0.006927		YC	K11	EYP	0.011246		YC	K11	EYN	0.011714
X4	K11	EXP	0.006458		X4	K11	EXN	0.006927		YD	K11	EYP	0.011246		YD	K11	EYN	0.011714
X5	K11	EXP	0.006458		X5	K11	EXN	0.006927		YE	K11	EYP	0.011246		YE	K11	EYN	0.011714
X6	K11	EXP	0.006536		X6	K11	EXN	0.006848		YF	K11	EYP	0.011324		YF	K11	EYN	0.011636
X7	K11	EXP	0.006458		X7	K11	EXN	0.006927		YG	K11	EYP	0.011246		YG	K11	EYN	0.011714
		Δmax	0.006536				Δmax	0.006927				Δmax	0.011324				Δmax	0.011714

11. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.006927	0.011714	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K12	EXP	0.006447		X1	K12	EXN	0.006927		YA	K12	EYP	0.011017		YA	K12	EYN	0.011497
X2	K12	EXP	0.006527		X2	K12	EXN	0.006847		YB	K12	EYP	0.011097		YB	K12	EYN	0.011417
X3	K12	EXP	0.006447		X3	K12	EXN	0.006927		YC	K12	EYP	0.011017		YC	K12	EYN	0.011497
X4	K12	EXP	0.006447		X4	K12	EXN	0.006927		YD	K12	EYP	0.011017		YD	K12	EYN	0.011497
X5	K12	EXP	0.006447		X5	K12	EXN	0.006927		YE	K12	EYP	0.011017		YE	K12	EYN	0.011497
X6	K12	EXP	0.006527		X6	K12	EXN	0.006847		YF	K12	EYP	0.011097		YF	K12	EYN	0.011417
X7	K12	EXP	0.006447		X7	K12	EXN	0.006927		YG	K12	EYP	0.011017		YG	K12	EYN	0.011497
		Δmax	0.006527				Δmax	0.006927				Δmax	0.011097				Δmax	0.011497

12. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.006927	0.011497	OK	OK

Tablo 33. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K13	EXP	0.006686		X1	K13	EXN	0.007194		YA	K13	EYP	0.011198		YA	K13	EYN	0.011706
X2	K13	EXP	0.006771		X2	K13	EXN	0.00711		YB	K13	EYP	0.011283		YB	K13	EYN	0.011622
X3	K13	EXP	0.006686		X3	K13	EXN	0.007194		YC	K13	EYP	0.011198		YC	K13	EYN	0.011706
X4	K13	EXP	0.006686		X4	K13	EXN	0.007194		YD	K13	EYP	0.011198		YD	K13	EYN	0.011706
X5	K13	EXP	0.006686		X5	K13	EXN	0.007194		YE	K13	EYP	0.011198		YE	K13	EYN	0.011706
X6	K13	EXP	0.006771		X6	K13	EXN	0.00711		YF	K13	EYP	0.011283		YF	K13	EYN	0.011622
X7	K13	EXP	0.006686		X7	K13	EXN	0.007194		YG	K13	EYP	0.011198		YG	K13	EYN	0.011706
		Δmax	0.006771				Δmax	0.007194				Δmax	0.011283				Δmax	0.011706

13. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.007194	0.011706	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K14	EXP	0.006615		X1	K14	EXN	0.007133		YA	K14	EYP	0.010858		YA	K14	EYN	0.011375
X2	K14	EXP	0.006702		X2	K14	EXN	0.007047		YB	K14	EYP	0.010944		YB	K14	EYN	0.011289
X3	K14	EXP	0.006615		X3	K14	EXN	0.007133		YC	K14	EYP	0.010858		YC	K14	EYN	0.011375
X4	K14	EXP	0.006615		X4	K14	EXN	0.007133		YD	K14	EYP	0.010858		YD	K14	EYN	0.011375
X5	K14	EXP	0.006615		X5	K14	EXN	0.007133		YE	K14	EYP	0.010858		YE	K14	EYN	0.011375
X6	K14	EXP	0.006702		X6	K14	EXN	0.007047		YF	K14	EYP	0.010944		YF	K14	EYN	0.011289
X7	K14	EXP	0.006615		X7	K14	EXN	0.007133		YG	K14	EYP	0.010858		YG	K14	EYN	0.011375
		Δmax	0.006702				Δmax	0.007133				Δmax	0.010944				Δmax	0.011375

14. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.007133	0.011375	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K15	EXP	0.006597		X1	K15	EXN	0.007127		YA	K15	EYP	0.010572		YA	K15	EYN	0.011101
X2	K15	EXP	0.006686		X2	K15	EXN	0.007038		YB	K15	EYP	0.01066		YB	K15	EYN	0.011013
X3	K15	EXP	0.006597		X3	K15	EXN	0.007127		YC	K15	EYP	0.010572		YC	K15	EYN	0.011101
X4	K15	EXP	0.006597		X4	K15	EXN	0.007127		YD	K15	EYP	0.010572		YD	K15	EYN	0.011101
X5	K15	EXP	0.006597		X5	K15	EXN	0.007127		YE	K15	EYP	0.010572		YE	K15	EYN	0.011101
X6	K15	EXP	0.006686		X6	K15	EXN	0.007038		YF	K15	EYP	0.01066		YF	K15	EYN	0.011013
X7	K15	EXP	0.006597		X7	K15	EXN	0.007127		YG	K15	EYP	0.010572		YG	K15	EYN	0.011101
		Δmax	0.006686				Δmax	0.007127				Δmax	0.01066				Δmax	0.011101

15. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.007127	0.011101	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K16	EXP	0.006537		X1	K16	EXN	0.007074		YA	K16	EYP	0.010216		YA	K16	EYN	0.010754
X2	K16	EXP	0.006627		X2	K16	EXN	0.006985		YB	K16	EYP	0.010306		YB	K16	EYN	0.010664
X3	K16	EXP	0.006537		X3	K16	EXN	0.007074		YC	K16	EYP	0.010216		YC	K16	EYN	0.010754
X4	K16	EXP	0.006537		X4	K16	EXN	0.007074		YD	K16	EYP	0.010216		YD	K16	EYN	0.010754
X5	K16	EXP	0.006537		X5	K16	EXN	0.007074		YE	K16	EYP	0.010216		YE	K16	EYN	0.010754
X6	K16	EXP	0.006627		X6	K16	EXN	0.006985		YF	K16	EYP	0.010306		YF	K16	EYN	0.010664
X7	K16	EXP	0.006537		X7	K16	EXN	0.007074		YG	K16	EYP	0.010216		YG	K16	EYN	0.010754
		Δmax	0.006627				Δmax	0.007074				Δmax	0.010306				Δmax	0.010754

16. Kat				
Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.007074	0.010754	OK	OK

Tablo 34. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K17	EXP	0.006459		X1	K17	EXN	0.007003		YA	K17	EYP	0.009844		YA	K17	EYN	0.010388
X2	K17	EXP	0.006549		X2	K17	EXN	0.006912		YB	K17	EYP	0.009935		YB	K17	EYN	0.010297
X3	K17	EXP	0.006459		X3	K17	EXN	0.007003		YC	K17	EYP	0.009844		YC	K17	EYN	0.010388
X4	K17	EXP	0.006459		X4	K17	EXN	0.007003		YD	K17	EYP	0.009844		YD	K17	EYN	0.010388
X5	K17	EXP	0.006459		X5	K17	EXN	0.007003		YE	K17	EYP	0.009844		YE	K17	EYN	0.010388
X6	K17	EXP	0.006549		X6	K17	EXN	0.006912		YF	K17	EYP	0.009935		YF	K17	EYN	0.010297
X7	K17	EXP	0.006459		X7	K17	EXN	0.007003		YG	K17	EYP	0.009844		YG	K17	EYN	0.010388
		Δmax	0.006549				Δmax	0.007003				Δmax	0.009935				Δmax	0.010388

17. Kat

Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.007003	0.010388	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K18	EXP	0.006366		X1	K18	EXN	0.006914		YA	K18	EYP	0.009479		YA	K18	EYN	0.010027
X2	K18	EXP	0.006458		X2	K18	EXN	0.006823		YB	K18	EYP	0.00957		YB	K18	EYN	0.009935
X3	K18	EXP	0.006366		X3	K18	EXN	0.006914		YC	K18	EYP	0.009479		YC	K18	EYN	0.010027
X4	K18	EXP	0.006366		X4	K18	EXN	0.006914		YD	K18	EYP	0.009479		YD	K18	EYN	0.010027
X5	K18	EXP	0.006366		X5	K18	EXN	0.006914		YE	K18	EYP	0.009479		YE	K18	EYN	0.010027
X6	K18	EXP	0.006458		X6	K18	EXN	0.006823		YF	K18	EYP	0.00957		YF	K18	EYN	0.009935
X7	K18	EXP	0.006366		X7	K18	EXN	0.006914		YG	K18	EYP	0.009479		YG	K18	EYN	0.010027
		Δmax	0.006458				Δmax	0.006914				Δmax	0.00957				Δmax	0.010027

18. Kat

Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.006914	0.010027	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K19	EXP	0.006281		X1	K19	EXN	0.006831		YA	K19	EYP	0.009168		YA	K19	EYN	0.009719
X2	K19	EXP	0.006372		X2	K19	EXN	0.006739		YB	K19	EYP	0.00926		YB	K19	EYN	0.009627
X3	K19	EXP	0.006281		X3	K19	EXN	0.006831		YC	K19	EYP	0.009168		YC	K19	EYN	0.009719
X4	K19	EXP	0.006281		X4	K19	EXN	0.006831		YD	K19	EYP	0.009168		YD	K19	EYN	0.009719
X5	K19	EXP	0.006281		X5	K19	EXN	0.006831		YE	K19	EYP	0.009168		YE	K19	EYN	0.009719
X6	K19	EXP	0.006372		X6	K19	EXN	0.006739		YF	K19	EYP	0.00926		YF	K19	EYN	0.009627
X7	K19	EXP	0.006281		X7	K19	EXN	0.006831		YG	K19	EYP	0.009168		YG	K19	EYN	0.009719
		Δmax	0.006372				Δmax	0.006831				Δmax	0.00926				Δmax	0.009719

19. Kat

Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.006831	0.009719	OK	OK

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi
X1	K20	EXP	0.006023		X1	K20	EXN	0.006573		YA	K20	EYP	0.008726		YA	K20	EYN	0.009276
X2	K20	EXP	0.006115		X2	K20	EXN	0.006482		YB	K20	EYP	0.008818		YB	K20	EYN	0.009184
X3	K20	EXP	0.006023		X3	K20	EXN	0.006573		YC	K20	EYP	0.008726		YC	K20	EYN	0.009276
X4	K20	EXP	0.006023		X4	K20	EXN	0.006573		YD	K20	EYP	0.008726		YD	K20	EYN	0.009276
X5	K20	EXP	0.006023		X5	K20	EXN	0.006573		YE	K20	EYP	0.008726		YE	K20	EYN	0.009276
X6	K20	EXP	0.006115		X6	K20	EXN	0.006482		YF	K20	EYP	0.008818		YF	K20	EYN	0.009184
X7	K20	EXP	0.006023		X7	K20	EXN	0.006573		YG	K20	EYP	0.008726		YG	K20	EYN	0.009276
		Δmax	0.006115				Δmax	0.006573				Δmax	0.008818				Δmax	0.009276

20.Kat

Etkin Göreli Kat Ötelemesi				
	X	Y		
Δsınır	0.0195	0.0169		
Δmax	0.006573	0.009276	OK	OK

İkinci mertebe etkilerinin kontrolü:

"İkinci mertebe etkisi, eksenel kuvvetlerin, şekildeğiştirmiş sistem üzerinde oluşturduğu, ikincil etkileri gözönüne alan ve taşıyıcı sistemde, geometrik olarak, doğrusal olmayan davranışa neden olan etkilerdir." (Darılmaz, 2019, s. 185)

TBDY 2018 4.9.2 uyarınca, ikinci mertebe gösterge değeri,

$$\theta_2,i = \Delta i,ort * \Sigma w_k / Vi * hi \quad \text{Denklem 43}$$

olarak hesaplanır. Yapıdaki tüm katlar için bulunan "ikinci mertebe gösterge değeri" maksimumu, TBDY 2018 4.9.2.2 uyarınca, şu değeri sağlamak zorundadır:

$$\theta_2,max \leq 0.12*D/Ch*R \quad \text{Denklem 44}$$

→ Ch = kompozit kolonlu ve çelik yapılar için, 1; betonarme yapılar için, 0.5 alınacaktır.

Eğer bu koşul sağlanamaz ise, gözönüne alınan doğrultudaki (X veya Y) tüm iç kuvvetler, β_2 katsayısı ile çarpılarak, arttırılacaktır:

$$\beta_2 = 0.88+ (Ch*R/D)* \theta_2,max \geq 1 \quad \text{Denklem 45}$$

veya taşıyıcı sistem rijitlik ve/veya dayanımı arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanabilir.

Yapıya ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri, aşağıda verilmiştir:

Tablo 35. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K1	EXP	0.00152		X1	K1	EXN	0.00161		YA	K1	EYP	0.00286		YA	K1	EYN	0.00295	
X2	K1	EXP	0.00153		X2	K1	EXN	0.00159		YB	K1	EYP	0.00288		YB	K1	EYN	0.00294	
X3	K1	EXP	0.00152		X3	K1	EXN	0.00161		YC	K1	EYP	0.00286		YC	K1	EYN	0.00295	
X4	K1	EXP	0.00152		X4	K1	EXN	0.00161		YD	K1	EYP	0.00286		YD	K1	EYN	0.00295	
X5	K1	EXP	0.00152		X5	K1	EXN	0.00161		YE	K1	EYP	0.00286		YE	K1	EYN	0.00295	
X6	K1	EXP	0.00153		X6	K1	EXN	0.00159		YF	K1	EYP	0.00288		YF	K1	EYN	0.00294	
X7	K1	EXP	0.00152		X7	K1	EXN	0.00161		YG	K1	EYP	0.00286		YG	K1	EYN	0.00295	
		Δort	0.00152				Δort	0.0016				Δort	0.00286				Δort	0.00295	
		Σωk (kN)	194589				Σωk (kN)	194589				Σωk (kN)	194589				Σωk (kN)	194589	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{2,i}$	7.5E-06				$\theta_{2,i}$	7.9E-06				$\theta_{2,i}$	1.4E-05				$\theta_{2,i}$	1.5E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K2	EXP	0.00285		X1	K2	EXN	0.00303		YA	K2	EYP	0.0058		YA	K2	EYN	0.00597	
X2	K2	EXP	0.00288		X2	K2	EXN	0.003		YB	K2	EYP	0.00583		YB	K2	EYN	0.00594	
X3	K2	EXP	0.00285		X3	K2	EXN	0.00303		YC	K2	EYP	0.00583		YC	K2	EYN	0.00594	
X4	K2	EXP	0.00285		X4	K2	EXN	0.00303		YD	K2	EYP	0.0058		YD	K2	EYN	0.00597	
X5	K2	EXP	0.00285		X5	K2	EXN	0.00303		YE	K2	EYP	0.0058		YE	K2	EYN	0.00597	
X6	K2	EXP	0.00288		X6	K2	EXN	0.003		YF	K2	EYP	0.00583		YF	K2	EYN	0.00594	
X7	K2	EXP	0.00285		X7	K2	EXN	0.00303		YG	K2	EYP	0.0058		YG	K2	EYN	0.00597	
		Δort	0.00286				Δort	0.00302				Δort	0.00581				Δort	0.00596	
		Σωk (kN)	184116				Σωk (kN)	184116				Σωk (kN)	184116				Σωk (kN)	184116	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{2,i}$	1.3E-05				$\theta_{2,i}$	1.4E-05				$\theta_{2,i}$	2.7E-05				$\theta_{2,i}$	2.8E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K3	EXP	0.00359		X1	K3	EXN	0.00382		YA	K3	EYP	0.00745		YA	K3	EYN	0.00768	
X2	K3	EXP	0.00363		X2	K3	EXN	0.00378		YB	K3	EYP	0.00749		YB	K3	EYN	0.00764	
X3	K3	EXP	0.00359		X3	K3	EXN	0.00382		YC	K3	EYP	0.00745		YC	K3	EYN	0.00768	
X4	K3	EXP	0.00359		X4	K3	EXN	0.00382		YD	K3	EYP	0.00745		YD	K3	EYN	0.00768	
X5	K3	EXP	0.00359		X5	K3	EXN	0.00382		YE	K3	EYP	0.00745		YE	K3	EYN	0.00768	
X6	K3	EXP	0.00363		X6	K3	EXN	0.00378		YF	K3	EYP	0.00749		YF	K3	EYN	0.00764	
X7	K3	EXP	0.00359		X7	K3	EXN	0.00382		YG	K3	EYP	0.00745		YG	K3	EYN	0.00768	
		Δort	0.0036				Δort	0.00381				Δort	0.00746				Δort	0.00766	
		Σωk (kN)	173666				Σωk (kN)	173666				Σωk (kN)	173666				Σωk (kN)	173666	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{2,i}$	1.6E-05				$\theta_{2,i}$	1.7E-05				$\theta_{2,i}$	3.3E-05				$\theta_{2,i}$	3.4E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

$\beta_2(X) = 0.88 + (Ch.R/D).\theta_{2,max}(X) \geq 1$

$\beta_2(Y) = 0.88 + (Ch.R/D).\theta_{2,max}(Y) \geq 1$

Eğer, $\theta_2(X)$ veya $\theta_2(Y)$'lerin tüm katlar için hesaplanmış değerlerin, maksimumu, sınır değeri geçer ise, o doğrultudaki, "Tüm iç kuvvetler", o doğrultuya ait β_2 katsayısı ile çarpılarak, arttırılacaktır!

	X	Y
Ch	0.5	0.5
D	2.5	2.5
R	7	8

Tablo 36. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K4	EXP	0.00427		X1	K4	EXN	0.0044		YA	K4	EYP	0.00867		YA	K4	EYN	0.00895	
X2	K4	EXP	0.00427		X2	K4	EXN	0.00446		YB	K4	EYP	0.00872		YB	K4	EYN	0.0089	
X3	K4	EXP	0.00423		X3	K4	EXN	0.0045		YC	K4	EYP	0.00867		YC	K4	EYN	0.00895	
X4	K4	EXP	0.00423		X4	K4	EXN	0.0045		YD	K4	EYP	0.00867		YD	K4	EYN	0.00895	
X5	K4	EXP	0.00423		X5	K4	EXN	0.0045		YE	K4	EYP	0.00867		YE	K4	EYN	0.00895	
X6	K4	EXP	0.00427		X6	K4	EXN	0.00446		YF	K4	EYP	0.00872		YF	K4	EYN	0.0089	
X7	K4	EXP	0.00423		X7	K4	EXN	0.0045		YG	K4	EYP	0.00867		YG	K4	EYN	0.00895	
		Δort	0.00425				Δort	0.00447				Δort	0.00869				Δort	0.00893	
		Σωk (kN)	163253				Σωk (kN)	163253				Σωk (kN)	163253				Σωk (kN)	163253	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.8E-05				$\theta_{z,i}$	1.9E-05				$\theta_{z,i}$	3.6E-05				$\theta_{z,i}$	3.7E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K5	EXP	0.00477		X1	K5	EXN	0.00508		YA	K5	EYP	0.0096		YA	K5	EYN	0.00991	
X2	K5	EXP	0.00482		X2	K5	EXN	0.00503		YB	K5	EYP	0.00965		YB	K5	EYN	0.00986	
X3	K5	EXP	0.00477		X3	K5	EXN	0.00508		YC	K5	EYP	0.0096		YC	K5	EYN	0.00991	
X4	K5	EXP	0.00477		X4	K5	EXN	0.00508		YD	K5	EYP	0.0096		YD	K5	EYN	0.00991	
X5	K5	EXP	0.00477		X5	K5	EXN	0.00508		YE	K5	EYP	0.0096		YE	K5	EYN	0.00991	
X6	K5	EXP	0.00482		X6	K5	EXN	0.00503		YF	K5	EYP	0.00965		YF	K5	EYN	0.00986	
X7	K5	EXP	0.00477		X7	K5	EXN	0.00508		YG	K5	EYP	0.0096		YG	K5	EYN	0.00991	
		Δort	0.00479				Δort	0.00507				Δort	0.00961				Δort	0.00989	
		Σωk (kN)	152888				Σωk (kN)	152888				Σωk (kN)	152888				Σωk (kN)	152888	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.9E-05				$\theta_{z,i}$	2E-05				$\theta_{z,i}$	3.7E-05				$\theta_{z,i}$	3.8E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K6	EXP	0.00523		X1	K6	EXN	0.00557		YA	K6	EYP	0.01027		YA	K6	EYN	0.01062	
X2	K6	EXP	0.00529		X2	K6	EXN	0.00552		YB	K6	EYP	0.01033		YB	K6	EYN	0.01056	
X3	K6	EXP	0.00523		X3	K6	EXN	0.00557		YC	K6	EYP	0.01027		YC	K6	EYN	0.01062	
X4	K6	EXP	0.00523		X4	K6	EXN	0.00557		YD	K6	EYP	0.01027		YD	K6	EYN	0.01062	
X5	K6	EXP	0.00523		X5	K6	EXN	0.00557		YE	K6	EYP	0.01027		YE	K6	EYN	0.01062	
X6	K6	EXP	0.00529		X6	K6	EXN	0.00552		YF	K6	EYP	0.01033		YF	K6	EYN	0.01056	
X7	K6	EXP	0.00523		X7	K6	EXN	0.00557		YG	K6	EYP	0.01027		YG	K6	EYN	0.01062	
		Δort	0.00524				Δort	0.00556				Δort	0.01029				Δort	0.0106	
		Σωk (kN)	142553				Σωk (kN)	142553				Σωk (kN)	142553				Σωk (kN)	142553	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.9E-05				$\theta_{z,i}$	2E-05				$\theta_{z,i}$	3.7E-05				$\theta_{z,i}$	3.8E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

Tablo 37. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K7	EXP	0.00561		X1	K7	EXN	0.00598		YA	K7	EYP	0.01075		YA	K7	EYN	0.01112	
X2	K7	EXP	0.00567		X2	K7	EXN	0.00592		YB	K7	EYP	0.01081		YB	K7	EYN	0.01106	
X3	K7	EXP	0.00561		X3	K7	EXN	0.00598		YC	K7	EYP	0.01075		YC	K7	EYN	0.01112	
X4	K7	EXP	0.00561		X4	K7	EXN	0.00598		YD	K7	EYP	0.01075		YD	K7	EYN	0.01112	
X5	K7	EXP	0.00561		X5	K7	EXN	0.00598		YE	K7	EYP	0.01075		YE	K7	EYN	0.01112	
X6	K7	EXP	0.00567		X6	K7	EXN	0.00592		YF	K7	EYP	0.01081		YF	K7	EYN	0.01106	
X7	K7	EXP	0.00561		X7	K7	EXN	0.00598		YG	K7	EYP	0.01075		YG	K7	EYN	0.01112	
		Δort	0.00562				Δort	0.00596				Δort	0.01077				Δort	0.01111	
		Σωk (kN)	132249				Σωk (kN)	132249				Σωk (kN)	132249				Σωk (kN)	132249	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.9E-05				$\theta_{z,i}$	2E-05				$\theta_{z,i}$	3.6E-05				$\theta_{z,i}$	3.7E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K8	EXP	0.00591		X1	K8	EXN	0.00631		YA	K8	EYP	0.01105		YA	K8	EYN	0.01146	
X2	K8	EXP	0.00598		X2	K8	EXN	0.00624		YB	K8	EYP	0.01112		YB	K8	EYN	0.01139	
X3	K8	EXP	0.00591		X3	K8	EXN	0.00631		YC	K8	EYP	0.01105		YC	K8	EYN	0.01146	
X4	K8	EXP	0.00591		X4	K8	EXN	0.00631		YD	K8	EYP	0.01105		YD	K8	EYN	0.01146	
X5	K8	EXP	0.00591		X5	K8	EXN	0.00631		YE	K8	EYP	0.01105		YE	K8	EYN	0.01146	
X6	K8	EXP	0.00598		X6	K8	EXN	0.00624		YF	K8	EYP	0.01112		YF	K8	EYN	0.01139	
X7	K8	EXP	0.00591		X7	K8	EXN	0.00631		YG	K8	EYP	0.01105		YG	K8	EYN	0.01146	
		Δort	0.00593				Δort	0.00629				Δort	0.01107				Δort	0.01144	
		Σωk (kN)	121972				Σωk (kN)	121972				Σωk (kN)	121972				Σωk (kN)	121972	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.8E-05				$\theta_{z,i}$	1.9E-05				$\theta_{z,i}$	3.4E-05				$\theta_{z,i}$	3.5E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K9	EXP	0.00614		X1	K9	EXN	0.00657		YA	K9	EYP	0.01122		YA	K9	EYN	0.01165	
X2	K9	EXP	0.00622		X2	K9	EXN	0.0065		YB	K9	EYP	0.01129		YB	K9	EYN	0.01157	
X3	K9	EXP	0.00614		X3	K9	EXN	0.00657		YC	K9	EYP	0.01122		YC	K9	EYN	0.01165	
X4	K9	EXP	0.00614		X4	K9	EXN	0.00657		YD	K9	EYP	0.01122		YD	K9	EYN	0.01165	
X5	K9	EXP	0.00614		X5	K9	EXN	0.00657		YE	K9	EYP	0.01122		YE	K9	EYN	0.01165	
X6	K9	EXP	0.00622		X6	K9	EXN	0.0065		YF	K9	EYP	0.01129		YF	K9	EYN	0.01157	
X7	K9	EXP	0.00614		X7	K9	EXN	0.00657		YG	K9	EYP	0.01122		YG	K9	EYN	0.01165	
		Δort	0.00616				Δort	0.00655				Δort	0.01124				Δort	0.01162	
		Σωk (kN)	111721				Σωk (kN)	111721				Σωk (kN)	111721				Σωk (kN)	111721	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.7E-05				$\theta_{z,i}$	1.9E-05				$\theta_{z,i}$	3.2E-05				$\theta_{z,i}$	3.3E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

Tablo 38. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K10	EXP	0.00632		X1	K10	EXN	0.00677		YA	K10	EYP	0.01127		YA	K10	EYN	0.01172	
X2	K10	EXP	0.00639		X2	K10	EXN	0.00669		YB	K10	EYP	0.01134		YB	K10	EYN	0.01164	
X3	K10	EXP	0.00632		X3	K10	EXN	0.00677		YC	K10	EYP	0.01127		YC	K10	EYN	0.01172	
X4	K10	EXP	0.00632		X4	K10	EXN	0.00677		YD	K10	EYP	0.01127		YD	K10	EYN	0.01172	
X5	K10	EXP	0.00632		X5	K10	EXN	0.00677		YE	K10	EYP	0.01127		YE	K10	EYN	0.01172	
X6	K10	EXP	0.00639		X6	K10	EXN	0.00669		YF	K10	EYP	0.01134		YF	K10	EYN	0.01164	
X7	K10	EXP	0.00632		X7	K10	EXN	0.00677		YG	K10	EYP	0.01127		YG	K10	EYN	0.01172	
		Δort	0.00634				Δort	0.00675				Δort	0.01129				Δort	0.01169	
		Σωk (kN)	101491				Σωk (kN)	101491				Σωk (kN)	101491				Σωk (kN)	101491	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.6E-05				$\theta_{z,i}$	1.7E-05				$\theta_{z,i}$	2.9E-05				$\theta_{z,i}$	3E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K11	EXP	0.00646		X1	K11	EXN	0.00693		YA	K11	EYP	0.01125		YA	K11	EYN	0.01171	
X2	K11	EXP	0.00654		X2	K11	EXN	0.00685		YB	K11	EYP	0.01132		YB	K11	EYN	0.01164	
X3	K11	EXP	0.00646		X3	K11	EXN	0.00693		YC	K11	EYP	0.01125		YC	K11	EYN	0.01171	
X4	K11	EXP	0.00646		X4	K11	EXN	0.00693		YD	K11	EYP	0.01125		YD	K11	EYN	0.01171	
X5	K11	EXP	0.00646		X5	K11	EXN	0.00693		YE	K11	EYP	0.01125		YE	K11	EYN	0.01171	
X6	K11	EXP	0.00654		X6	K11	EXN	0.00685		YF	K11	EYP	0.01132		YF	K11	EYN	0.01164	
X7	K11	EXP	0.00646		X7	K11	EXN	0.00693		YG	K11	EYP	0.01125		YG	K11	EYN	0.01171	
		Δort	0.00648				Δort	0.0069				Δort	0.01127				Δort	0.01169	
		Σωk (kN)	91280				Σωk (kN)	91280				Σωk (kN)	91280				Σωk (kN)	91280	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.5E-05				$\theta_{z,i}$	1.6E-05				$\theta_{z,i}$	2.6E-05				$\theta_{z,i}$	2.7E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K12	EXP	0.00645		X1	K12	EXN	0.00693		YA	K12	EYP	0.01102		YA	K12	EYN	0.0115	
X2	K12	EXP	0.00653		X2	K12	EXN	0.00685		YB	K12	EYP	0.0111		YB	K12	EYN	0.01142	
X3	K12	EXP	0.00645		X3	K12	EXN	0.00693		YC	K12	EYP	0.01102		YC	K12	EYN	0.0115	
X4	K12	EXP	0.00645		X4	K12	EXN	0.00693		YD	K12	EYP	0.01102		YD	K12	EYN	0.0115	
X5	K12	EXP	0.00645		X5	K12	EXN	0.00693		YE	K12	EYP	0.01102		YE	K12	EYN	0.0115	
X6	K12	EXP	0.00653		X6	K12	EXN	0.00685		YF	K12	EYP	0.0111		YF	K12	EYN	0.01142	
X7	K12	EXP	0.00645		X7	K12	EXN	0.00693		YG	K12	EYP	0.01102		YG	K12	EYN	0.0115	
		Δort	0.00647				Δort	0.0069				Δort	0.01104				Δort	0.01147	
		Σωk (kN)	81084				Σωk (kN)	81084				Σωk (kN)	81084				Σωk (kN)	81084	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.3E-05				$\theta_{z,i}$	1.4E-05				$\theta_{z,i}$	2.3E-05				$\theta_{z,i}$	2.4E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

Tablo 39. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K13	EXP	0.00669		X1	K13	EXN	0.00719		YA	K13	EYP	0.0112		YA	K13	EYN	0.01171	
X2	K13	EXP	0.00677		X2	K13	EXN	0.00711		YB	K13	EYP	0.01128		YB	K13	EYN	0.01162	
X3	K13	EXP	0.00669		X3	K13	EXN	0.00719		YC	K13	EYP	0.0112		YC	K13	EYN	0.01171	
X4	K13	EXP	0.00669		X4	K13	EXN	0.00719		YD	K13	EYP	0.0112		YD	K13	EYN	0.01171	
X5	K13	EXP	0.00669		X5	K13	EXN	0.00719		YE	K13	EYP	0.0112		YE	K13	EYN	0.01171	
X6	K13	EXP	0.00677		X6	K13	EXN	0.00711		YF	K13	EYP	0.01128		YF	K13	EYN	0.01162	
X7	K13	EXP	0.00669		X7	K13	EXN	0.00719		YG	K13	EYP	0.0112		YG	K13	EYN	0.01171	
		Δort	0.00671				Δort	0.00717				Δort	0.01122				Δort	0.01168	
		Σωk (kN)	70906				Σωk (kN)	70906				Σωk (kN)	70906				Σωk (kN)	70906	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.2E-05				$\theta_{z,i}$	1.3E-05				$\theta_{z,i}$	2E-05				$\theta_{z,i}$	2.1E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K14	EXP	0.00662		X1	K14	EXN	0.00713		YA	K14	EYP	0.01086		YA	K14	EYN	0.01138	
X2	K14	EXP	0.0067		X2	K14	EXN	0.00705		YB	K14	EYP	0.01094		YB	K14	EYN	0.01129	
X3	K14	EXP	0.00662		X3	K14	EXN	0.00713		YC	K14	EYP	0.01086		YC	K14	EYN	0.01138	
X4	K14	EXP	0.00662		X4	K14	EXN	0.00713		YD	K14	EYP	0.01086		YD	K14	EYN	0.01138	
X5	K14	EXP	0.00662		X5	K14	EXN	0.00713		YE	K14	EYP	0.01086		YE	K14	EYN	0.01138	
X6	K14	EXP	0.0067		X6	K14	EXN	0.00705		YF	K14	EYP	0.01094		YF	K14	EYN	0.01129	
X7	K14	EXP	0.00662		X7	K14	EXN	0.00713		YG	K14	EYP	0.01086		YG	K14	EYN	0.01138	
		Δort	0.00664				Δort	0.00711				Δort	0.01088				Δort	0.01135	
		Σωk (kN)	61805				Σωk (kN)	61805				Σωk (kN)	61805				Σωk (kN)	61805	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1E-05				$\theta_{z,i}$	1.1E-05				$\theta_{z,i}$	1.7E-05				$\theta_{z,i}$	1.8E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K15	EXP	0.0066		X1	K15	EXN	0.00713		YA	K15	EYP	0.01057		YA	K15	EYN	0.0111	
X2	K15	EXP	0.00669		X2	K15	EXN	0.00704		YB	K15	EYP	0.01066		YB	K15	EYN	0.01101	
X3	K15	EXP	0.0066		X3	K15	EXN	0.00713		YC	K15	EYP	0.01057		YC	K15	EYN	0.0111	
X4	K15	EXP	0.0066		X4	K15	EXN	0.00713		YD	K15	EYP	0.01057		YD	K15	EYN	0.0111	
X5	K15	EXP	0.0066		X5	K15	EXN	0.00713		YE	K15	EYP	0.01057		YE	K15	EYN	0.0111	
X6	K15	EXP	0.00669		X6	K15	EXN	0.00704		YF	K15	EYP	0.01066		YF	K15	EYN	0.01101	
X7	K15	EXP	0.0066		X7	K15	EXN	0.00713		YG	K15	EYP	0.01057		YG	K15	EYN	0.0111	
		Δort	0.00662				Δort	0.0071				Δort	0.0106				Δort	0.01108	
		Σωk (kN)	52808				Σωk (kN)	52808				Σωk (kN)	52808				Σωk (kN)	52808	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	8.9E-06				$\theta_{z,i}$	9.5E-06				$\theta_{z,i}$	1.4E-05				$\theta_{z,i}$	1.5E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

Tablo 40. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K16	EXP	0.00654		X1	K16	EXN	0.00707		YA	K16	EYP	0.01022		YA	K16	EYN	0.01075	
X2	K16	EXP	0.00663		X2	K16	EXN	0.00699		YB	K16	EYP	0.01031		YB	K16	EYN	0.01066	
X3	K16	EXP	0.00654		X3	K16	EXN	0.00707		YC	K16	EYP	0.01022		YC	K16	EYN	0.01075	
X4	K16	EXP	0.00654		X4	K16	EXN	0.00707		YD	K16	EYP	0.01022		YD	K16	EYN	0.01075	
X5	K16	EXP	0.00654		X5	K16	EXN	0.00707		YE	K16	EYP	0.01022		YE	K16	EYN	0.01075	
X6	K16	EXP	0.00663		X6	K16	EXN	0.00699		YF	K16	EYP	0.01031		YF	K16	EYN	0.01066	
X7	K16	EXP	0.00654		X7	K16	EXN	0.00707		YG	K16	EYP	0.01022		YG	K16	EYN	0.01075	
		Δort	0.00656				Δort	0.00705				Δort	0.01024				Δort	0.01073	
		Σωk (kN)	43899				Σωk (kN)	43899				Σωk (kN)	43899				Σωk (kN)	43899	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	7.3E-06				$\theta_{z,i}$	7.8E-06				$\theta_{z,i}$	1.1E-05				$\theta_{z,i}$	1.2E-05	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K17	EXP	0.00646		X1	K17	EXN	0.007		YA	K17	EYP	0.00984		YA	K17	EYN	0.01039	
X2	K17	EXP	0.00655		X2	K17	EXN	0.00691		YB	K17	EYP	0.00994		YB	K17	EYN	0.0103	
X3	K17	EXP	0.00646		X3	K17	EXN	0.007		YC	K17	EYP	0.00984		YC	K17	EYN	0.01039	
X4	K17	EXP	0.00646		X4	K17	EXN	0.007		YD	K17	EYP	0.00984		YD	K17	EYN	0.01039	
X5	K17	EXP	0.00646		X5	K17	EXN	0.007		YE	K17	EYP	0.00984		YE	K17	EYN	0.01039	
X6	K17	EXP	0.00655		X6	K17	EXN	0.00691		YF	K17	EYP	0.00994		YF	K17	EYN	0.0103	
X7	K17	EXP	0.00646		X7	K17	EXN	0.007		YG	K17	EYP	0.00984		YG	K17	EYN	0.01039	
		Δort	0.00648				Δort	0.00698				Δort	0.00987				Δort	0.01036	
		Σωk (kN)	35064				Σωk (kN)	35064				Σωk (kN)	35064				Σωk (kN)	35064	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	5.8E-06				$\theta_{z,i}$	6.2E-06				$\theta_{z,i}$	8.8E-06				$\theta_{z,i}$	9.2E-06	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K18	EXP	0.00637		X1	K18	EXN	0.00691		YA	K18	EYP	0.00948		YA	K18	EYN	0.01003	
X2	K18	EXP	0.00646		X2	K18	EXN	0.00682		YB	K18	EYP	0.00957		YB	K18	EYN	0.00994	
X3	K18	EXP	0.00637		X3	K18	EXN	0.00691		YC	K18	EYP	0.00948		YC	K18	EYN	0.01003	
X4	K18	EXP	0.00637		X4	K18	EXN	0.00691		YD	K18	EYP	0.00948		YD	K18	EYN	0.01003	
X5	K18	EXP	0.00637		X5	K18	EXN	0.00691		YE	K18	EYP	0.00948		YE	K18	EYN	0.01003	
X6	K18	EXP	0.00646		X6	K18	EXN	0.00682		YF	K18	EYP	0.00957		YF	K18	EYN	0.00994	
X7	K18	EXP	0.00637		X7	K18	EXN	0.00691		YG	K18	EYP	0.00948		YG	K18	EYN	0.01003	
		Δort	0.00639				Δort	0.00689				Δort	0.00951				Δort	0.01	
		Σωk (kN)	26286				Σωk (kN)	26286				Σωk (kN)	26286				Σωk (kN)	26286	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	4.3E-06				$\theta_{z,i}$	4.6E-06				$\theta_{z,i}$	6.3E-06				$\theta_{z,i}$	6.7E-06	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

Tablo 41. İkinci Mertebe Etkileri

	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K19	EXP	0.00628		X1	K19	EXN	0.00683		YA	K19	EYP	0.00917		YA	K19	EYN	0.00972	
X2	K19	EXP	0.00637		X2	K19	EXN	0.00674		YB	K19	EYP	0.00926		YB	K19	EYN	0.00963	
X3	K19	EXP	0.00628		X3	K19	EXN	0.00683		YC	K19	EYP	0.00917		YC	K19	EYN	0.00972	
X4	K19	EXP	0.00628		X4	K19	EXN	0.00683		YD	K19	EYP	0.00917		YD	K19	EYN	0.00972	
X5	K19	EXP	0.00628		X5	K19	EXN	0.00683		YE	K19	EYP	0.00917		YE	K19	EYN	0.00972	
X6	K19	EXP	0.00637		X6	K19	EXN	0.00674		YF	K19	EYP	0.00926		YF	K19	EYN	0.00963	
X7	K19	EXP	0.00628		X7	K19	EXN	0.00683		YG	K19	EYP	0.00917		YG	K19	EYN	0.00972	
		Δort	0.00631				Δort	0.0068				Δort	0.00919				Δort	0.00969	
		Σωk (kN)	17551				Σωk (kN)	17551				Σωk (kN)	17551				Σωk (kN)	17551	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	2.8E-06				$\theta_{z,i}$	3E-06				$\theta_{z,i}$	4.1E-06				$\theta_{z,i}$	4.3E-06	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK
	KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi			KAT	DEPREM	Δi	
X1	K20	EXP	0.00602		X1	K20	EXN	0.00657		YA	K20	EYP	0.00873		YA	K20	EYN	0.00928	
X2	K20	EXP	0.00612		X2	K20	EXN	0.00648		YB	K20	EYP	0.00882		YB	K20	EYN	0.00918	
X3	K20	EXP	0.00602		X3	K20	EXN	0.00657		YC	K20	EYP	0.00873		YC	K20	EYN	0.00928	
X4	K20	EXP	0.00602		X4	K20	EXN	0.00657		YD	K20	EYP	0.00873		YD	K20	EYN	0.00928	
X5	K20	EXP	0.00602		X5	K20	EXN	0.00657		YE	K20	EYP	0.00873		YE	K20	EYN	0.00928	
X6	K20	EXP	0.00612		X6	K20	EXN	0.00648		YF	K20	EYP	0.00882		YF	K20	EYN	0.00918	
X7	K20	EXP	0.00602		X7	K20	EXN	0.00657		YG	K20	EYP	0.00873		YG	K20	EYN	0.00928	
		Δort	0.00605				Δort	0.00655				Δort	0.00875				Δort	0.00925	
		Σωk (kN)	8853				Σωk (kN)	8853				Σωk (kN)	8853				Σωk (kN)	8853	
		hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500				hi (mm)	3500	
		Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9				Vi (kN)	11270.9	
		$\theta_{z,i}$	1.4E-06				$\theta_{z,i}$	1.5E-06				$\theta_{z,i}$	2E-06				$\theta_{z,i}$	2.1E-06	
		0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.08571	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK			0.12*D/Ch/R	0.075	OK

Görüldüğü üzere, 20 Katlı betonarme yapının TBDY 2018 çerçevesinde, dayanıma göre tasarım kuralları uyarınca deprem kontrolleri yapılmış ve iç kuvvetler belirlenerek, taşıyıcı sistem donatı seçimi ve boyutlandırılmasına gelinmiştir.

Kirişlerin boyutlandırılması;

Kirişlerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan exceller aşağıda, verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kiriş olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 42. Kiriş Donatılandırma Türü

Elemanın Boyutlandırılma Türü					Dikdörtgen Kesitli Kirişlerde Dengeli Donatı Oranı						k_1	k3	Es	fcd= fck/γmc	fyd= fyk/1.15
					Çelik	Beton		1.4	1.5	1.7					
Kirişler	Nd	Ac	fck	Tür				γmc=1.4	γmc=1.5	γmc=1.7					
K1	34	600000	50	KİRİŞ	420	25	C25/30	0.02196	0.02049563	0.018084379	0.85	0.85	200000	33.33333	434.78
K2	34	600000	50	KİRİŞ	420	30	C30/37	0.025421	0.02372671	0.020935328	0.82	0.85	200000	33.33333	434.78
K3	34	600000	50	KİRİŞ	420	35	C35/45	0.028573	0.02666843	0.023530968	0.79	0.85	200000	33.33333	434.78
K4	34	600000	50	KİRİŞ	420	40	C40/50	0.031415	0.02932081	0.0258713	0.76	0.85	200000	33.33333	434.78
K5	34	600000	50	KİRİŞ	420	45	C45/55	0.033947	0.03168383	0.027956322	0.73	0.85	200000	33.33333	434.78
K6	34	600000	50	KİRİŞ	420	50	C50/60	0.036169	0.03375751	0.029786036	0.70	0.85	200000	33.33333	434.78
K7	34	600000	50	KİRİŞ	420	55	C55/67	0.051768	0.04831692	0.042632578	0.79	0.98	200000	33.33333	434.78
K8	34	600000	50	KİRİŞ	420	60	C60/75	0.055759	0.05204216	0.045919555	0.78	0.98	200000	33.33333	434.78
K9	34	600000	50	KİRİŞ	420	70	C70/85	0.062551	0.05838063	0.051512321	0.75	0.98	200000	33.33333	434.78
K10	34	600000	50	KİRİŞ	420	80	C80/95	0.06958	0.0649415	0.057301325	0.73	0.98	200000	33.33333	434.78
K11	34	600000	50	KİRİŞ	500	25	C25/30	0.017206	0.01605893	0.014169643	0.85	0.85	200000	33.33333	434.78
K12	34	600000	50	KİRİŞ	500	30	C30/37	0.019918	0.01859057	0.016403445	0.82	0.85	200000	33.33333	434.78
K13	34	600000	50	KİRİŞ	500	35	C35/45	0.022388	0.0208955	0.018437206	0.79	0.85	200000	33.33333	434.78
K14	34	600000	50	KİRİŞ	500	40	C40/50	0.024615	0.02297371	0.020270924	0.76	0.85	200000	33.33333	434.78
K15	34	600000	50	KİRİŞ	500	45	C45/55	0.026598	0.02482521	0.021904601	0.73	0.85	200000	33.33333	434.78
K16	34	600000	50	KİRİŞ	500	50	C50/60	0.028339	0.02645	0.023338235	0.70	0.85	200000	33.33333	434.78
K17	34	600000	50	KİRİŞ	500	55	C55/67	0.035181	0.03283579	0.028972752	0.79	0.85	200000	33.33333	434.78
K18	34	600000	50	KİRİŞ	500	60	C60/75	0.037894	0.03536743	0.031206555	0.78	0.85	200000	33.33333	434.78
K19	34	600000	50	KİRİŞ	500	70	C70/85	0.042509	0.039675	0.035007353	0.75	0.85	200000	33.33333	434.78
K20	34	600000	50	KİRİŞ	500	80	C80/95	0.047286	0.04413371	0.038941513	0.73	0.85	200000	33.33333	434.78

Tablo 43. Kiriş Dengeli Kırılma Kontrolü

Tasarım Momenti: Md (Nmm)	Tasarım Kesme Kuvveti: Vd (N)	Kiriş Genişliği: bw	Kiriş Yüksekliği: h	Beton Örtüsü: d'	Faydalı Yükseklik: h-d'=d	fck	fyk (Mpa)	Etriye Aralığı: s (mm)	K	Basınç Bloğu Derinliği		Dengeli Kırılma Anında Tarafsız Eksenin Derinliği: cb	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğu Derinliği: ab	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğun Sınır Derinliği: amax	cmax	NOT
										a	c					
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK
23743150	118760	450	600	40	560	50	500	100	0.011876	3.335304	3.923886	324.7058824	276	154.8235294	182.1453	OK

Tablo 44. Kiriş, Çekme ve Basınç Donatısı Alanı

Denge Durumunda Beton Bloğundaki Kuvvet: Fc	Denge Durumunda Beton Bloğunun Taşıyabileceği Moment: Mdc	Tasarım Momentinden Kalan Moment: Mds	Basınç Donatısındaki Gerilme: Ɵs'	Tasarım Momentinden Kalan Moment Mds için Gerekli Donatı Alanı (Basınç Bölgesi): As'	Denge Durumu Momenti için Gereken Çekme Donatı Alanı: As1	Tasarım Momenti ile Oluşan Farktan Çekme Bölgesine İlave Edilecek Donatı Alanı: As2	Çekme Bölgesindeki Toplam Donatı Alanı: As (mm2)
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521
1974000	952629176.5	-928886026.5	-5516.384885	323.8206396	4540.2	-4108.534348	431.6656521

Tablo 45. Kiriş, Donatı Oranları Kontrolleri

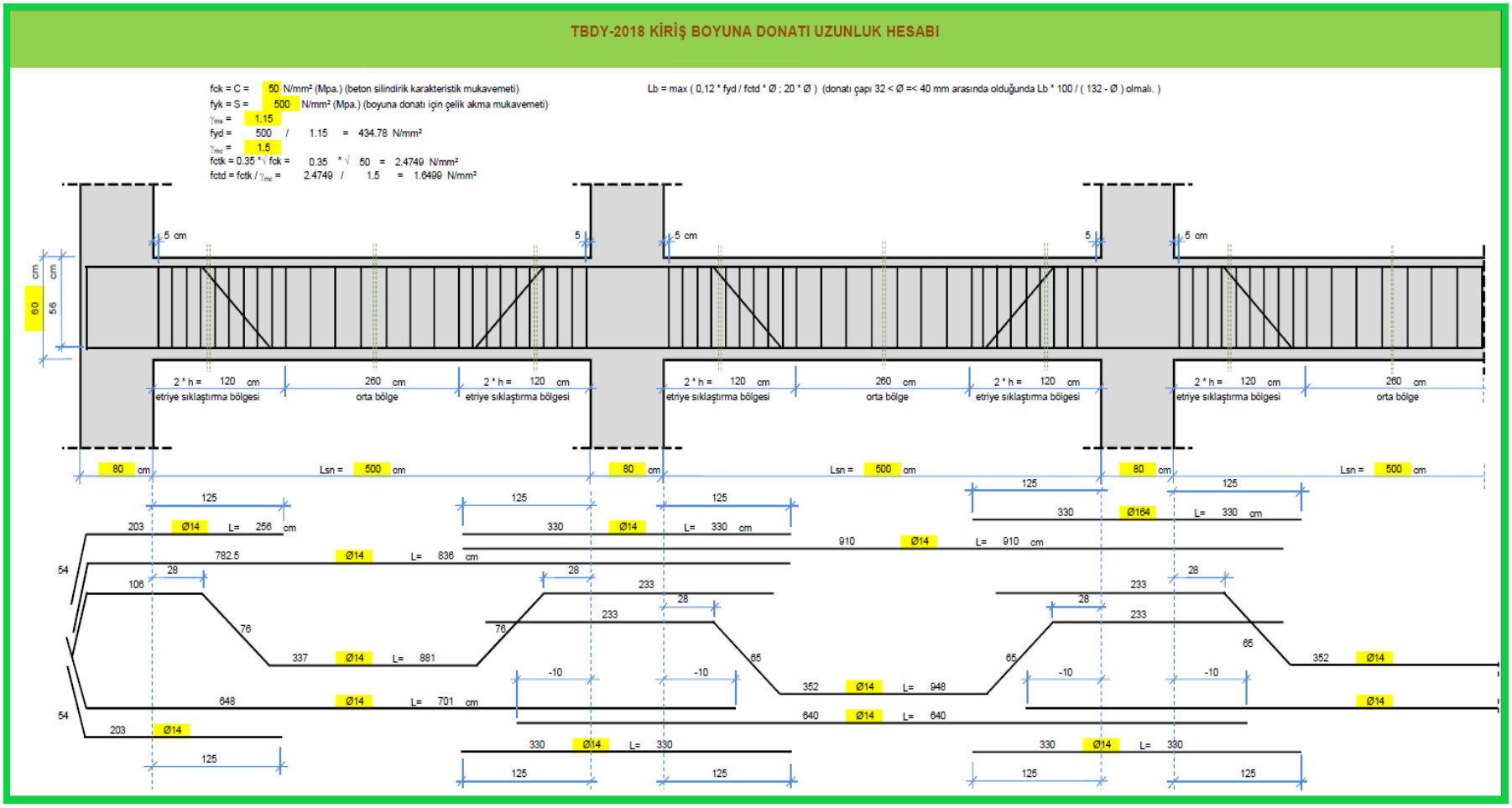
Alt Sınır Donatı Kontrolleri: ρ=As/bdw								Üst Sınır Donatı Oranı: ρmax								Donatı Sınır Oran: ρ-ρ'<=ρmax			Dengeli donatı oranı: ρb				
								Çekme donatısı oranı: ρ				Basınç donatısı oranı: ρ'												
ρ	As	bw	d	ρmin	fctd	fyd		As	bw	d	ρ	A's	bw	d	ρ'	ρ-ρ'	ρmax		k1	k3	fcd	fyd	ρb
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353
0.001713	431.6657	450	560	0.003036	1.649916	434.7826	OK	431.6657	450	560	0.001713	323.8206	450	560	0.001285	0.000428	0.001456	OK	0.7	0.7	33.33333	434.7826	0.021782353

Tablo 46. Kiriş Kesme Güvenliği Kontrolü

Tasarım Kesme Kuvveti Sınır Kontrolleri (TS500)					Kesme Donatısı Hesabı									
Max Tasarım Kesme Kuvveti			Tasarım Kesme Kuvveti Vd (N)		Donatısız Betonun Kesme Dayanımı (Nd=0 olarak çözülmüştür)					Vcr<Vd: Kesme Donatısı Hesabı				
Max Vd (N)	fcd	Ac			d çekme ve basınçta p	fctd	Ac	Nd	:0.07, Ekse	Asw	Vd	s	fywd	d
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560
1848000	33.33333	600000	118760	OK	643469.7233	1.6499158	600000	34	0.07	48.77642857	118760	100	434.78	560

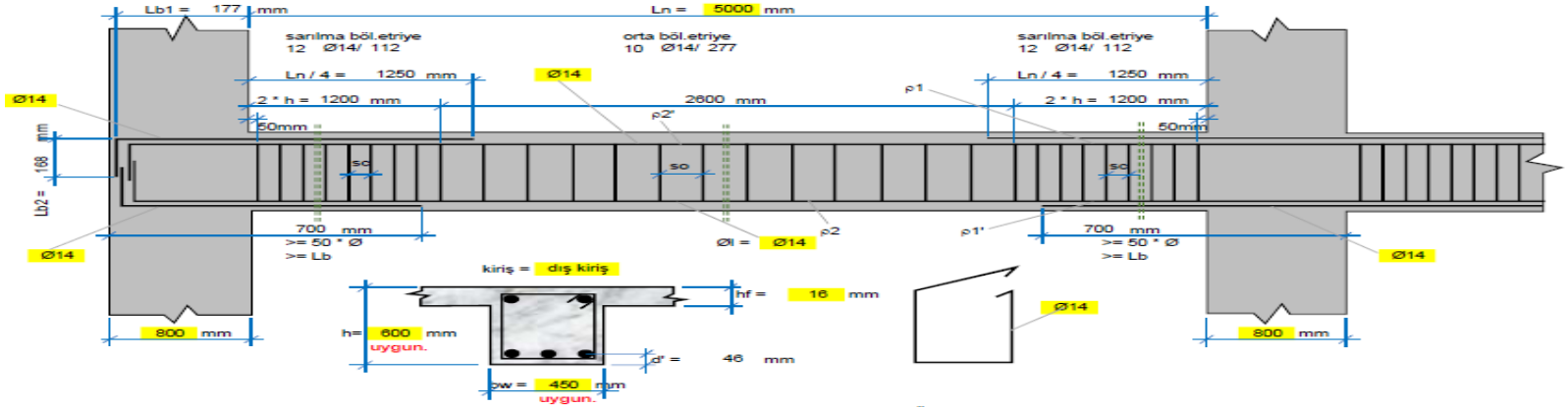
Tablo 47. TBDY 2018 Kiriş Kontrolleri

TBDY 2018 Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerin Kontrolleri																								
Enkesit Koşulları						Boyuna Donatı Koşulları						Enine Donatı Koşulları				Kirişlerin Kesme Güvenliği								
bw(mm)		$h_{kiriş}$	$t_{döşeme}$			$\rho_{çekme/mesnet}$	fctd	fyd		ϕ_{boyuna}		ϕ_{etriye}		s		Ve	Vr	Vdy	Mpi=1.4Mri	Mpj=1.4Mrj	Ln	bw	d	fck	
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0.00171296	1.649916	434.7826	OK	14	OK	14	OK	100	OK	109262.7	514824.6	118760	23743150	23743150	5000	450	560	50	OK



Şekil 46. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, 80x80 Kolon

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	$b_{kolon} + h_{kiriş}$	$b_{kolon} + h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0.02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	



Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mo} = 1.5
fcd = 50 / 1.5 = 33.3 N/mm²
γ_{ms} = 1.15
fyd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0.35 * √ 50 = 2.47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mo} = 2.47 / 1.5 = 1.65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 554 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 4 = 554 / 4 = 139 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0.3 * 1.65 * 450)= 601 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 2 = 554 / 2 = 277 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0.3 * 1.65 * 450)= 601 mm
seçilecek sc = 277 mm

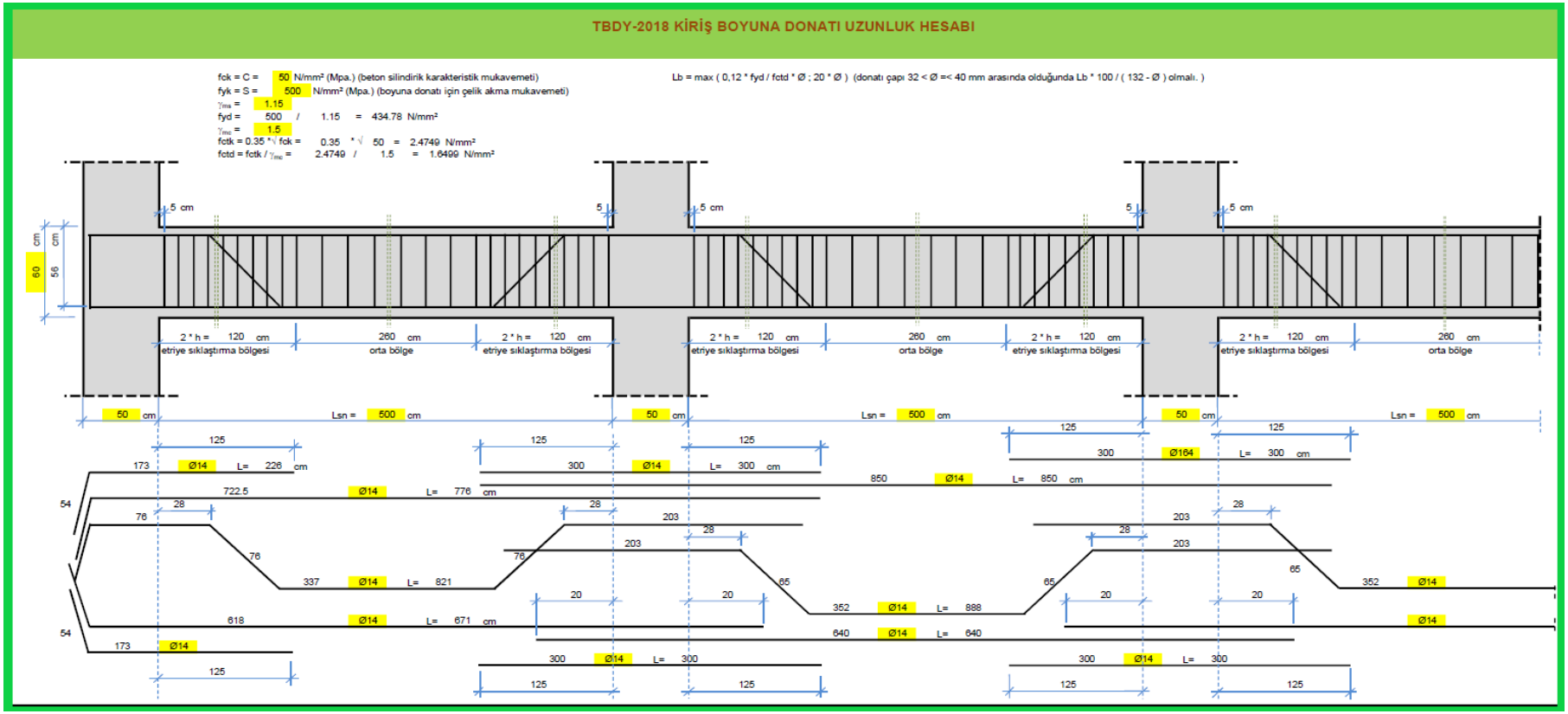
Şekil 47. Kiriş, Etriye Aralığı

Tablo 48. Kiriş, Etriye Hesabı, 80x80 Kolon

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	5	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,45	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,56	m.
h (kiriş yüksekliği)=	0,6	m.
a (kolon genişliği)=	0,8	m.
Pd(g+q)=	55	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	79	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	1800	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	500	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	2,39	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	299,1631799	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1724,16	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	1724,16	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1673,6	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	1848	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	270,2562118	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	etriye hesabı gerekli	

Tablo 49. Kiriş, Etriye Hesabı, 80x80 Kolon

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	324	mm².
Asia=	432	mm².
Asjü=	324	mm².
Asja=	432	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	102,5530435	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	136,7373913	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	102,5530435	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	136,7373913	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	137,5	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	185,358087	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	185,358087	KN.
Ve=	185,358087	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	2023,32318	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	185,358087	KN
Ve=	185,358087	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	47,85808696	KN.
Vd E=	1724,16	KN.
0,5*Vd E=	862,08	KN.
Vc=0,8*Vcr=	216,2049694	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	154,558087	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-61,64688246	KN.
Vd vd=	1724,16	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	1507,955031	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	4,971045622	cm.
sk=d/4	14	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	60,09696728	cm.
sarılma bölgesi sk=	4	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	119,358087	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-96,84688246	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	1673,6	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	1457,395031	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	5,143501313	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)		cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)	14	cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	60,09696728	cm.
orta bölge so=	5	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /4 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /5 cm.**	



Şekil 48. Kiriş Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, Kolon 50x50

Tablo 50. Kiriş, Etriye Hesabı, 50x50 Kolon

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
l_n (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	5	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,45	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,56	m.
h (kiriş yüksekliği)=	0,6	m.
a (kolon genişliği)=	0,5	m.
Pd(g+q)=	55	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	79	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	1850	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	1000	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	2,39	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	661,0878661	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1786,01	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	1786,01	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1735,45	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	1848	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	270,2562118	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	etriye hesabı gerekli	

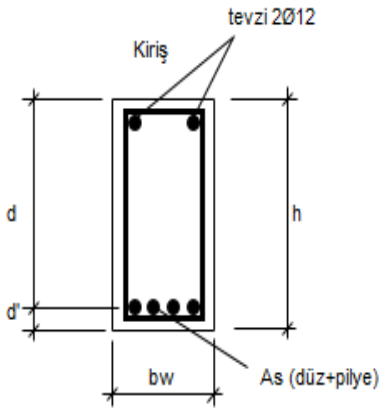
Tablo 51. Kiriş, Etriye Hesabı, 50x50 Kolon

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	324	mm².
Asia=	432	mm².
Asjü=	324	mm².
Asja=	432	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	102,5530435	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	136,7373913	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	102,5530435	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	136,7373913	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	137,5	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	185,358087	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	185,358087	KN.
Ve=	185,358087	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	2447,097866	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	185,358087	KN
Ve=	185,358087	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	47,85808696	KN.
Vd E=	1786,01	KN.
0,5*Vd E=	893,005	KN.
Vc=0,8*Vcr=	216,2049694	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	154,558087	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-61,64688246	KN.
Vd vd=	1786,01	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	1569,805031	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	4,775187432	cm.
sk=d/4	14	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	60,09696728	cm.
sarılma bölgesi sk=	4	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	119,358087	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-96,84688246	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	1735,45	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	1519,245031	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	4,934104178	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)		cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)	14	cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	60,09696728	cm.
orta bölge so=	4	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /4 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /4 cm.**	

Tablo 52. Kiriş, Çekme Donatısı Hesabı

KİRİŞ İÇİN MİNİMUM ÇEKME DONATISI HESABI (1.deprem bölgesinde)				
C = fck (N/mm².;Mpa.) (beton sınıfı)			50	
S = fyk (N/mm².Mpa.) (donatı sınıfı)			500	
γmc (beton malzeme katsayısı)			1.5	
γms (donatı malzeme katsayısı)			1.15	
bw (cm.) (kiriş genişliği)			45	
h (cm.) (kiriş yüksekliği)			60	
(pas payı + Øetriye + tevzi Ø/2) = d' (cm.)			4	
d = h - d' (cm)			56	
fyd = S / γms (N/mm²)			434.782609	
fcd = C / γmc (N/mm²)			33.3333333	
fctk = 0.35 * √ (fck) (N/mm²)			2.474874	
fctd = fctk / γmc (N/mm²)			1.649916	
1.deprem bölgesinde ρmin = 0.8 * fctd / fyd			0.003036	
minimum donatı alanı As = ρmin * bw * d (cm².)			7.6503	
As Ø (düz) tek çeşit donatı			5	Ø 14
veya				
As Ø (pilye+düz) veya iki çeşit donatı	3	Ø 14 +	2	Ø 14

As gövde = 0,001 * bw * d (cm²)		
As Ø (düz) gövde tek çeşit donatı		Ø 14



Not:

1-) Deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda C20'den daha düşük dayanımlı beton kullanılamaz.(deprem yönetmeliği madde 3.2.5.1)

2-) Kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. (deprem yönetmeliği madde 3.4.1.1.a)

3-) Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den daha az, kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmamaz.(deprem yönetmeliği madde 3.4.1.1.b)

4-) Minimum donatı oranı 0,8*fctd/fyd olmalı. (deprem yönetmeliği madde 3.4.2.1)

5-) Boyuna donatıların çapı 12 mm'den az olmayacaktır.(deprem yönetmeliği madde 3.4.2.2)

6-) Yüksekliği 600mm yi geçen kirişlerde gövde donatısı miktarı (Asgövde=0,001*bw*d) olmalı.Aralığı ise 300mm yi geçmemeli ve çapı en az Ø10 olmalı.(TS500 madde 7.3)

Kolonların boyutlandırılması;

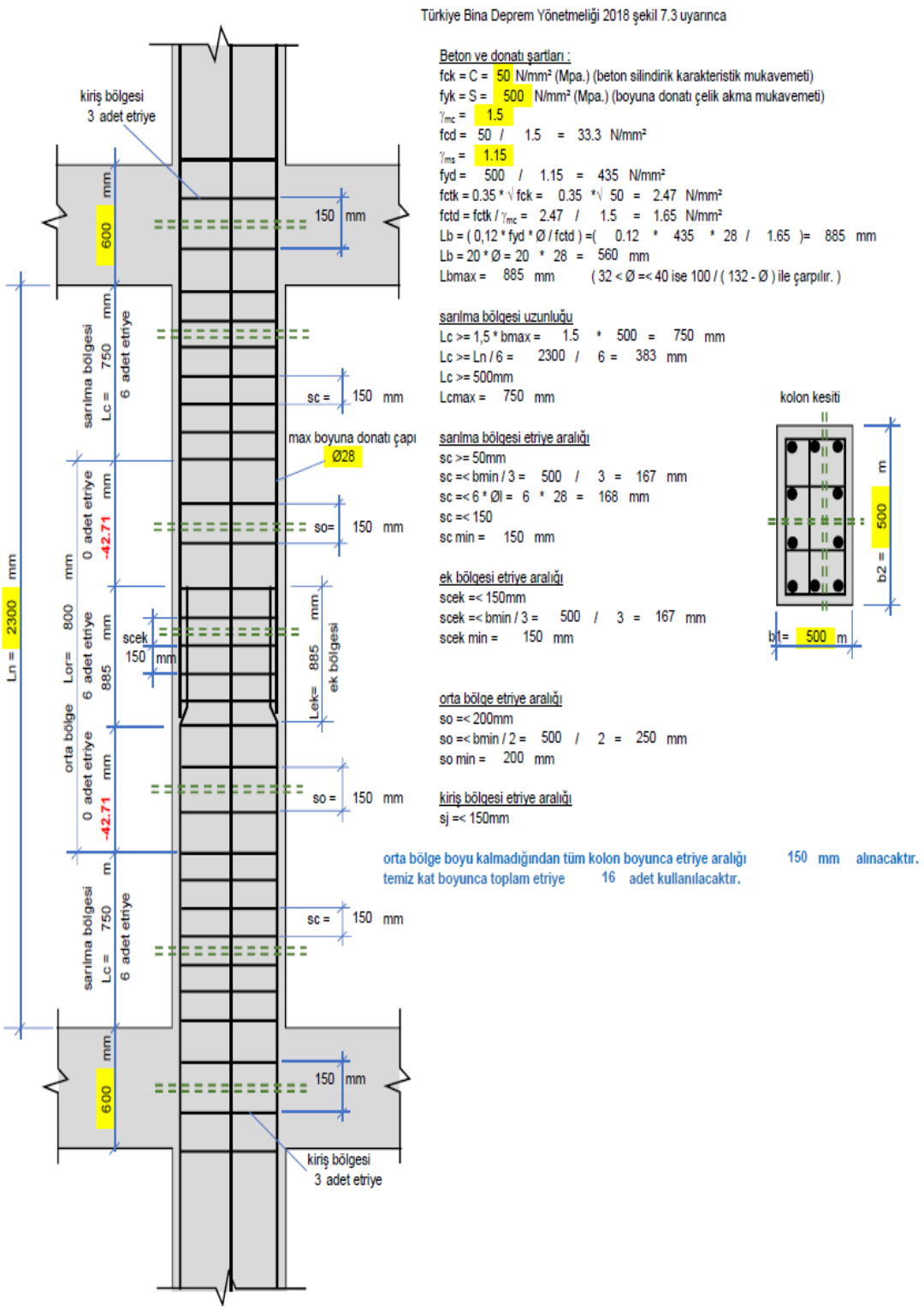
Kolonların boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan exceller aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kolon olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 53. Kolon Gevrek Kırılma Tahkiki

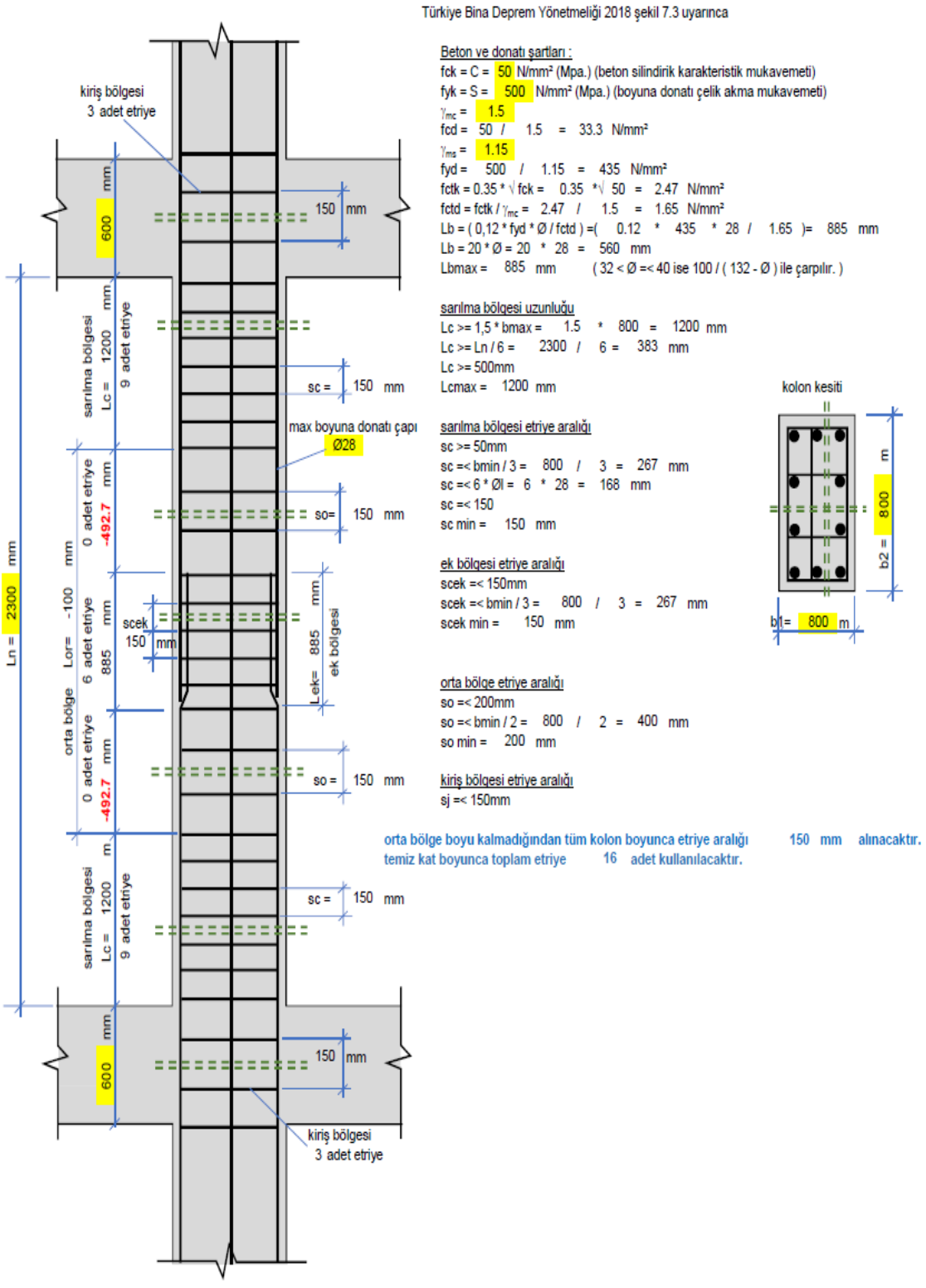
Kolon	Ndm(N)	Nd	Nr	Kolonlarda Gevrek Kırılmayı Önlemek					
				fck (Mpa=N/mm2)	Ac	TBDY 218	fcd	Ac	TS500
K1	7858282	11233770	-5999620.29	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K2	7467423	10676636	-6484084.64	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K3	7071624	10112021	-6975054.2	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K4	6673010	9543195	-7469685.51	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K5	6271427	8970001	-7968115.07	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K6	5867134	8392861	-8469975.94	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K7	5460316	7812079	-8975003.77	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K8	5051158	7227947	-9482944.64	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K9	4639839	6640741	-9993558.55	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K10	4226499	6050677	-10506657.7	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K11	3811394	5458117	-11021927.2	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K12	3394160	4862637	-11539735.9	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K13	2977446	4267457	-2448588.12	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K14	2603044	3730482	-2915522.9	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K15	2228733	3193904	-3382112.46	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K16	1855535	2658975	-3847268.12	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K17	1483133	2125253	-4311374.2	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K18	1111342	1592466	-4774667.25	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K19	740222	1060691	-5237080.29	50	250000	OK	33.33333	250000	OK
K20	367839	527271	-5700923.77	50	250000	OK	33.33333	250000	OK

Tablo 54. Kolon, Boyuna ve Enine Donatı Oranları

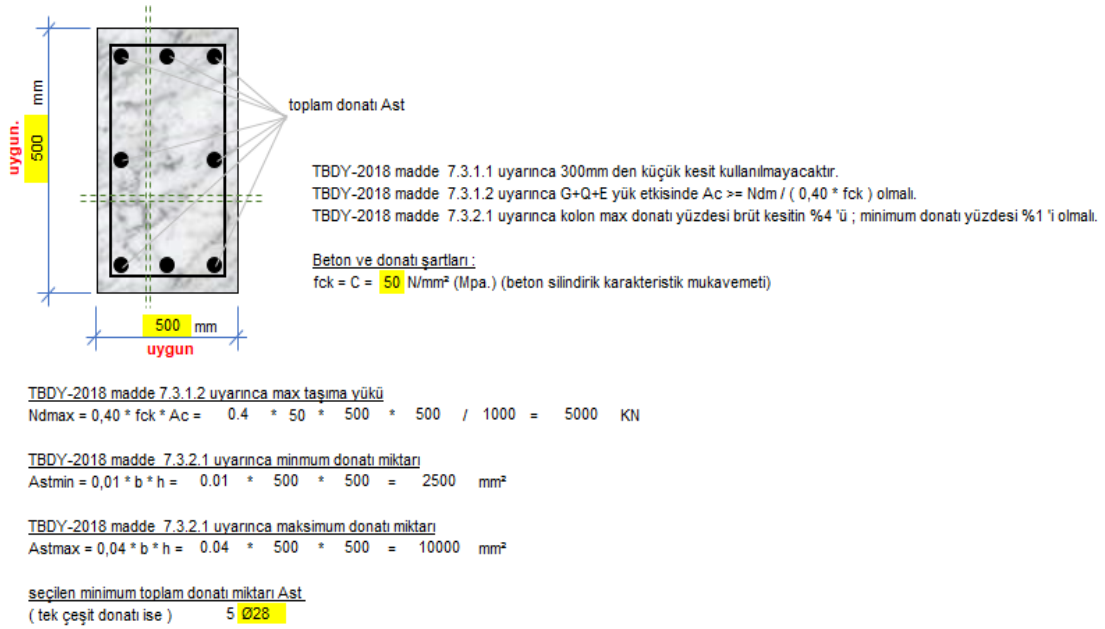
Kolon	Boyuna ve Enine Donatı Hesabı																		
	fyk (Mpa)	fyd	fctk	fctd	fywk	s	bw	d	bk	Ack	Ast(Boyuna)	Ash(Enine)	ρt	ρtmax	ρtmax (bindirme)	ρtmin	ρ_{Smin} (TS500)	ρ_{Smax}	ϕ_{boyuna}
K1	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	13799.13	2463.158	0.021561	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K2	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	14913.39	2463.158	0.023302	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K3	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	16042.62	2463.158	0.025067	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K4	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	17180.28	2463.158	0.026844	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K5	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	18326.66	2463.158	0.028635	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K6	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	19480.94	2463.158	0.030439	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K7	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	20642.51	2463.158	0.032254	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K8	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	21810.77	2463.158	0.034079	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K9	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	22985.18	2463.158	0.035914	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K10	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	24165.31	1642.105	0.037758	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K11	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	25350.43	1642.105	0.03961	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K12	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	800	800	760	577600	26541.39	1642.105	0.041471	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
K13	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	5631.753	2504.348	0.022527	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K14	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	6705.703	2504.348	0.026823	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K15	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	7778.859	2504.348	0.031115	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K16	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	8848.717	2504.348	0.035395	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K17	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	9916.161	1669.565	0.039665	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K18	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	10981.73	1669.565	0.043927	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K19	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	12045.28	1669.565	0.048181	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28
K20	500	434.7826	2.474874	1.649916	500	1000	500	500	460	211600	13112.12	1669.565	0.052448	0.04	0.06	0.01	0.008166	0.02	28



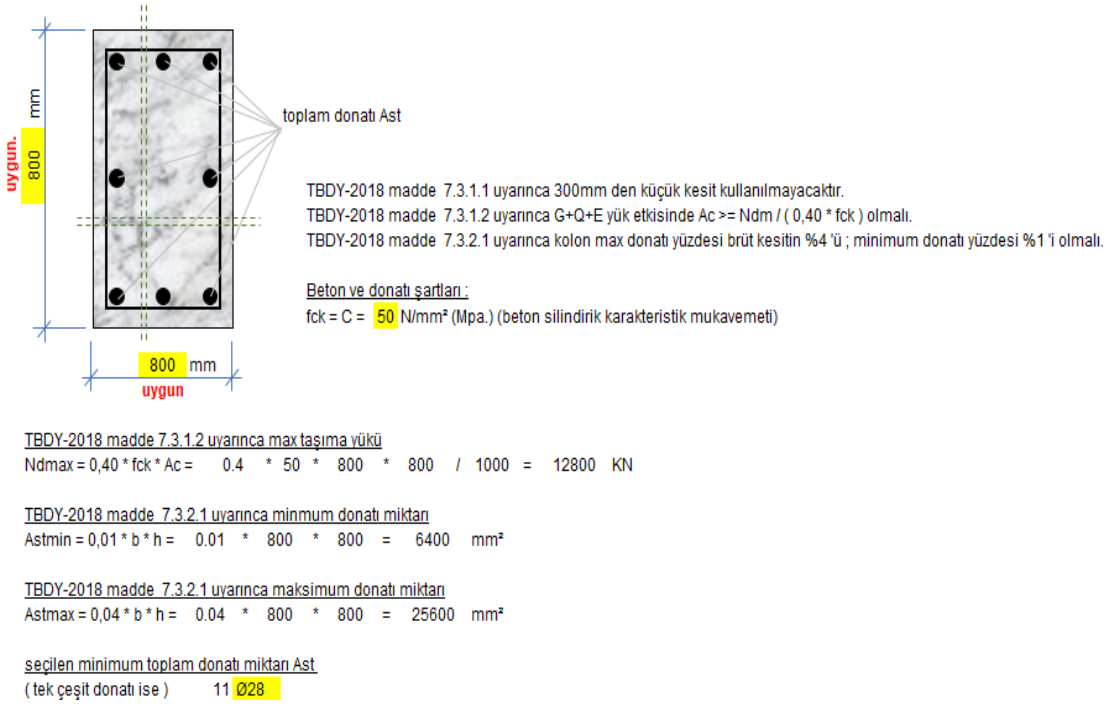
Şekil 49. Kolon, Etriye Aralığı, 50x50 Kolon



Şekil 50. Kolon Etriye Aralığı, 80x80 Kolon



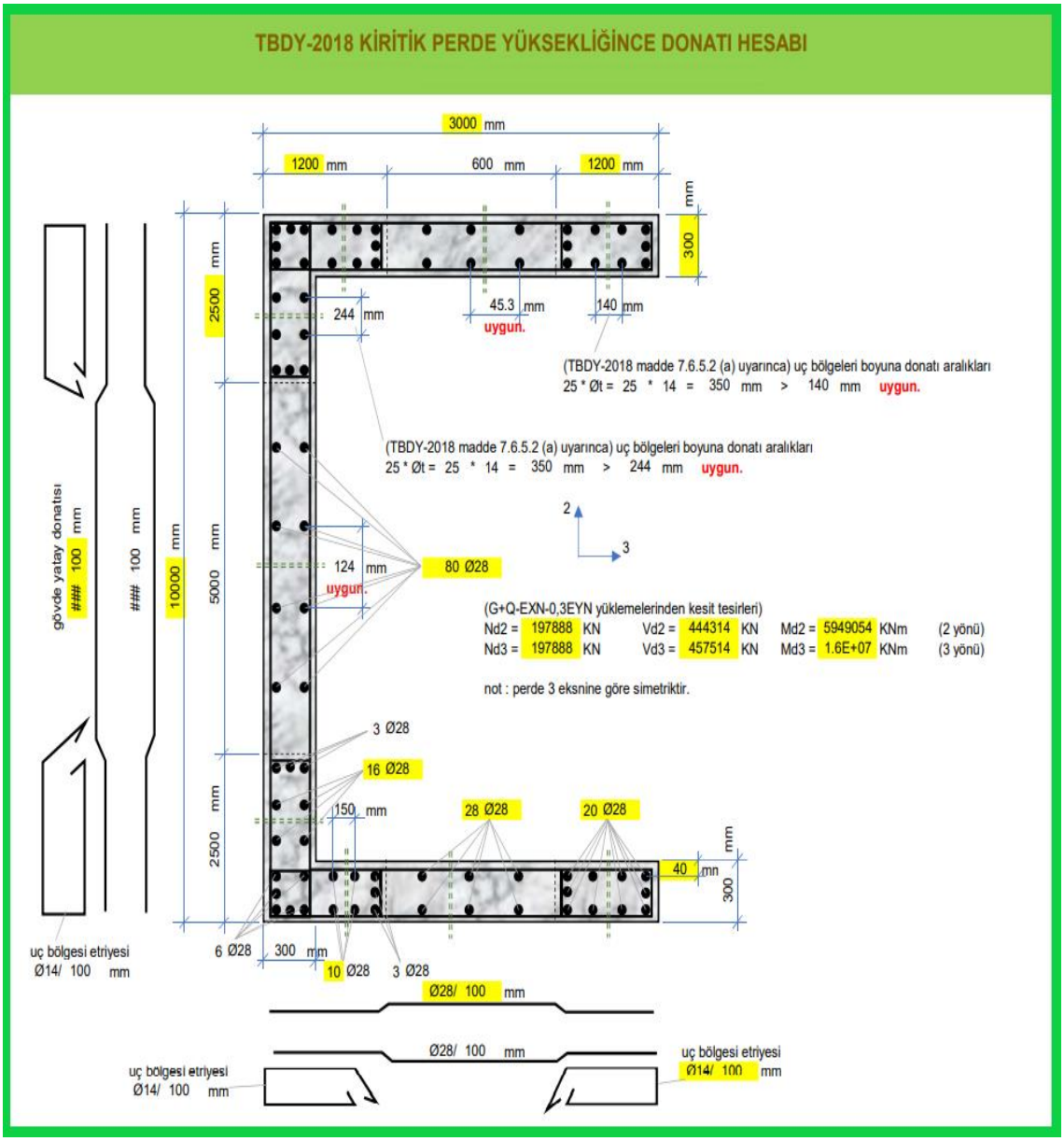
Şekil 51. Kolon, Seçilebilecek, Min Boyuna Donatı, 50x50 Kolon



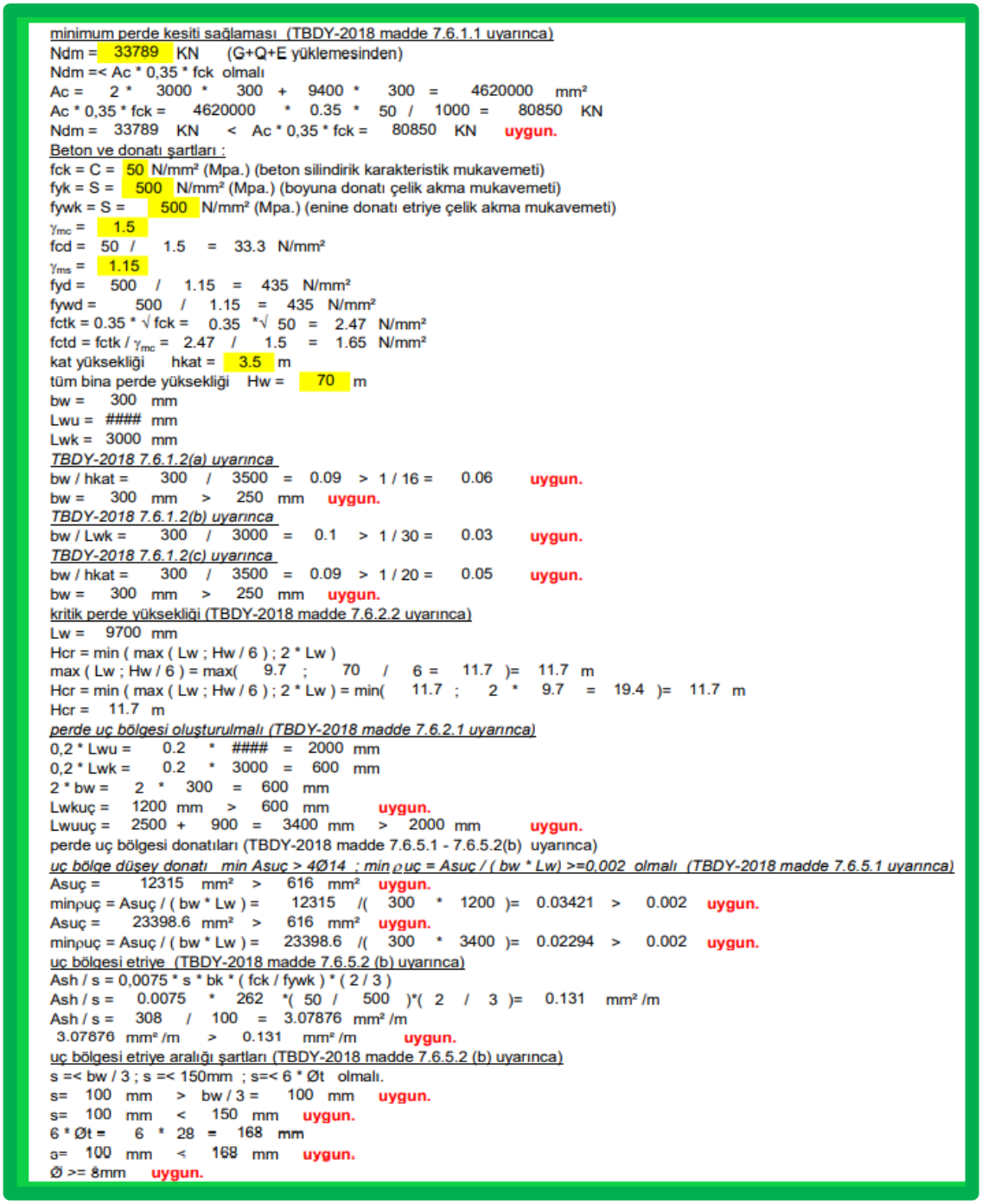
Şekil 52. Kolon, Seçilebilecek Min Donatı, 80x80 Kolon

Perdelerin boyutlandırılması;

Perdelerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan excellerin görüntüleri, aşağıda verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek perde olacak şekilde yapılmıştır.

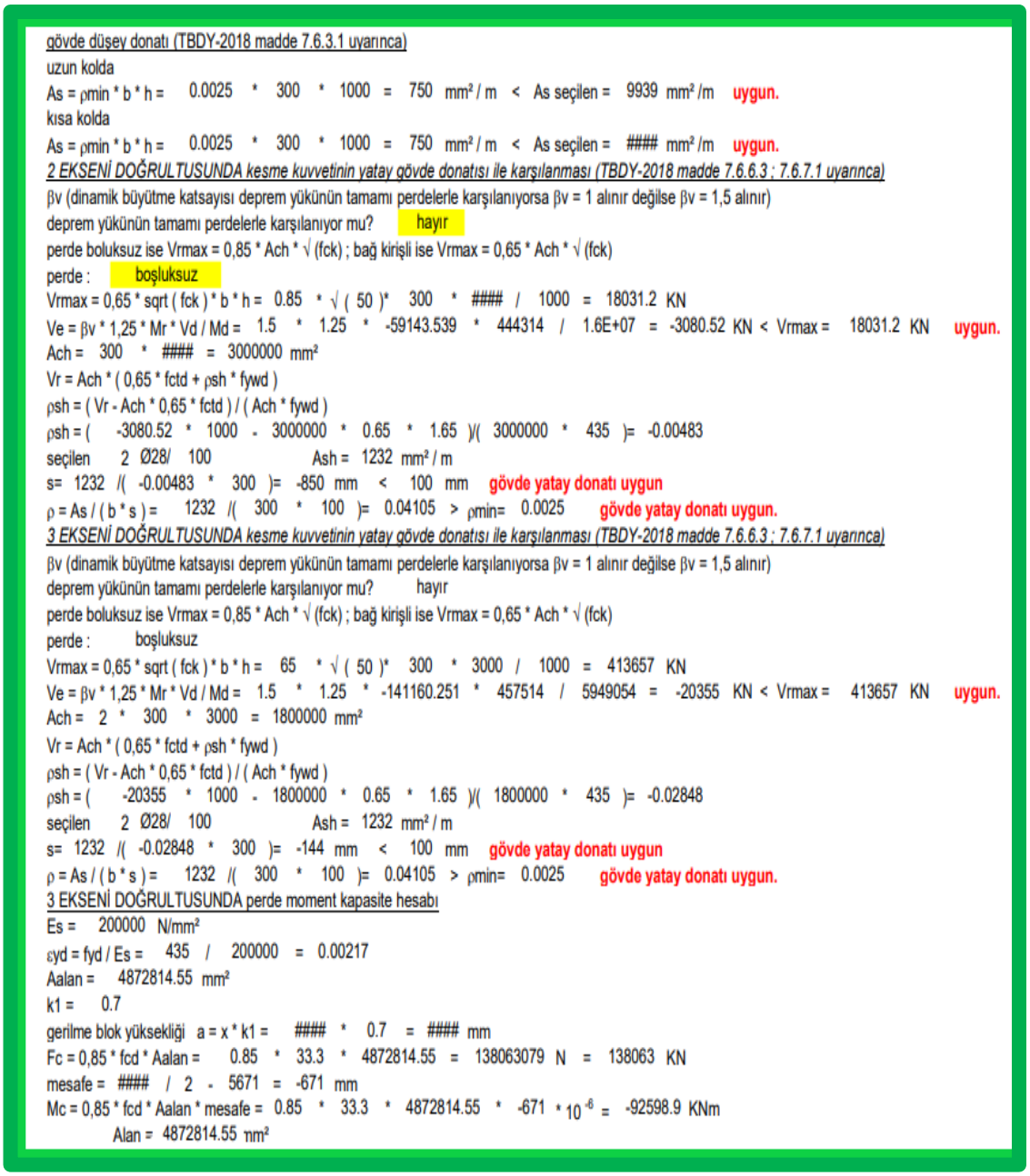


Şekil 53. U Perde Donatı Hesabı

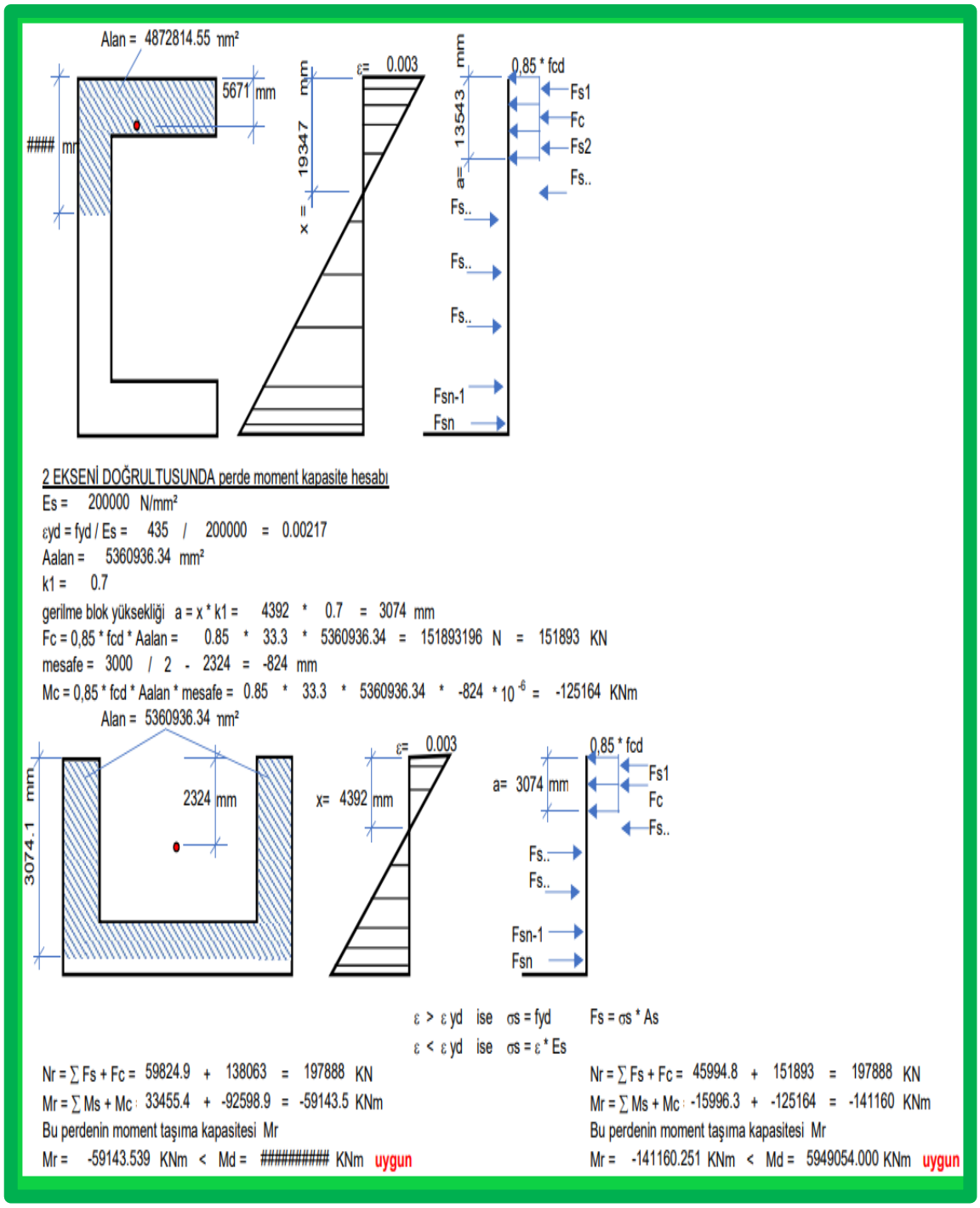


minimum perde kesiti sağlaması (TBDY-2018 madde 7.6.1.1 uyarınca)
Ndm = 33789 KN (G+Q+E yüklemesinden)
Ndm =< Ac * 0,35 * fck olmalı
Ac = 2 * 3000 * 300 + 9400 * 300 = 4620000 mm²
Ac * 0,35 * fck = 4620000 * 0.35 * 50 / 1000 = 80850 KN
Ndm = 33789 KN < Ac * 0,35 * fck = 80850 KN uygun.
Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine donatı etriye çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1.5
fcd = 50 / 1.5 = 33.3 N/mm²
γ_{ms} = 1.15
fyd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0.35 *√ 50 = 2.47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2.47 / 1.5 = 1.65 N/mm²
kat yüksekliği hkat = 3.5 m
tüm bina perde yüksekliği Hw = 70 m
bw = 300 mm
Lwu = #### mm
Lwk = 3000 mm
TBDY-2018 7.6.1.2(a) uyarınca
bw / hkat = 300 / 3500 = 0.09 > 1 / 16 = 0.06 uygun.
bw = 300 mm > 250 mm uygun.
TBDY-2018 7.6.1.2(b) uyarınca
bw / Lwk = 300 / 3000 = 0.1 > 1 / 30 = 0.03 uygun.
TBDY-2018 7.6.1.2(c) uyarınca
bw / hkat = 300 / 3500 = 0.09 > 1 / 20 = 0.05 uygun.
bw = 300 mm > 250 mm uygun.
kritik perde yüksekliği (TBDY-2018 madde 7.6.2.2 uyarınca)
Lw = 9700 mm
Hcr = min (max (Lw ; Hw / 6) ; 2 * Lw)
max (Lw ; Hw / 6) = max(9.7 ; 70 / 6 = 11.7)= 11.7 m
Hcr = min (max (Lw ; Hw / 6) ; 2 * Lw) = min(11.7 ; 2 * 9.7 = 19.4)= 11.7 m
Hcr = 11.7 m
perde uç bölgesi oluşturulmalı (TBDY-2018 madde 7.6.2.1 uyarınca)
0,2 * Lwu = 0.2 * #### = 2000 mm
0,2 * Lwk = 0.2 * 3000 = 600 mm
2 * bw = 2 * 300 = 600 mm
Lwkuç = 1200 mm > 600 mm uygun.
Lwuuç = 2500 + 900 = 3400 mm > 2000 mm uygun.
perde uç bölgesi donatıları (TBDY-2018 madde 7.6.5.1 - 7.6.5.2(b) uyarınca)
*uç bölge düşey donatı min Asuç > 4Ø14 ; min ρuç = Asuç / (bw * Lw) >=0,002 olmalı (TBDY-2018 madde 7.6.5.1 uyarınca)*
Asuç = 12315 mm² > 616 mm² uygun.
minρuç = Asuç / (bw * Lw) = 12315 /(300 * 1200)= 0.03421 > 0.002 uygun.
Asuç = 23398.6 mm² > 616 mm² uygun.
minρuç = Asuç / (bw * Lw) = 23398.6 /(300 * 3400)= 0.02294 > 0.002 uygun.
uç bölgesi etriye (TBDY-2018 madde 7.6.5.2 (b) uyarınca)
Ash / s = 0,0075 * s * bk * (fck / fywk) * (2 / 3)
Ash / s = 0.0075 * 262 *(50 / 500)*(2 / 3)= 0.131 mm² /m
Ash / s = 308 / 100 = 3.07876 mm² /m
3.07876 mm² /m > 0.131 mm² /m uygun.
uç bölgesi etriye aralığı şartları (TBDY-2018 madde 7.6.5.2 (b) uyarınca)
s =< bw / 3 ; s =< 150mm ; s=< 6 * Øt olmalı.
s= 100 mm > bw / 3 = 100 mm uygun.
s= 100 mm < 150 mm uygun.
6 * Øt = 6 * 28 = 168 mm
s= 100 mm < 168 mm uygun.
Ø >= 8mm uygun.

Şekil 54. U Perde Donatı Hesabı



Şekil 55. U Perde Donatı Hesabı

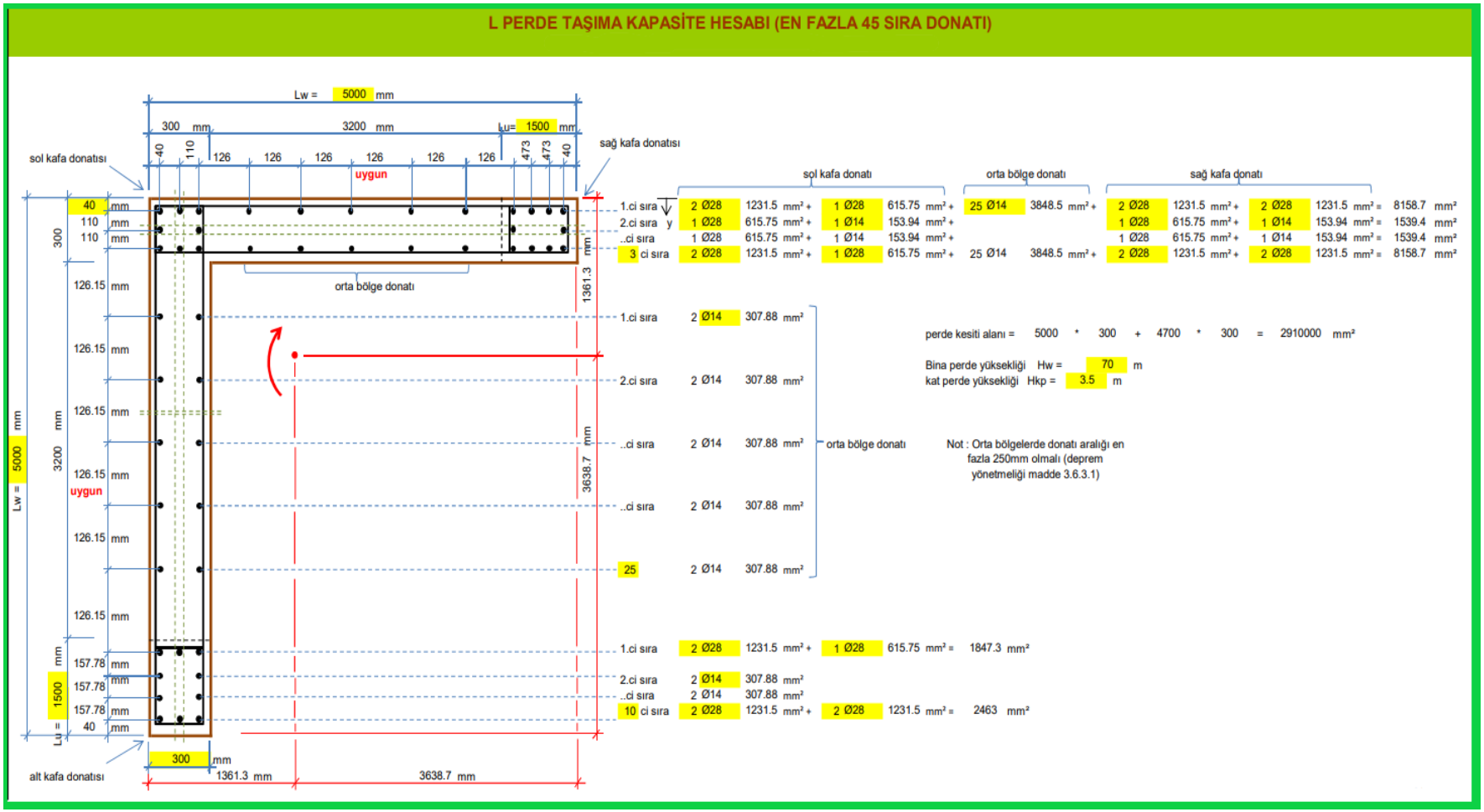


Şekil 56. U Perde Donatı Hesabı

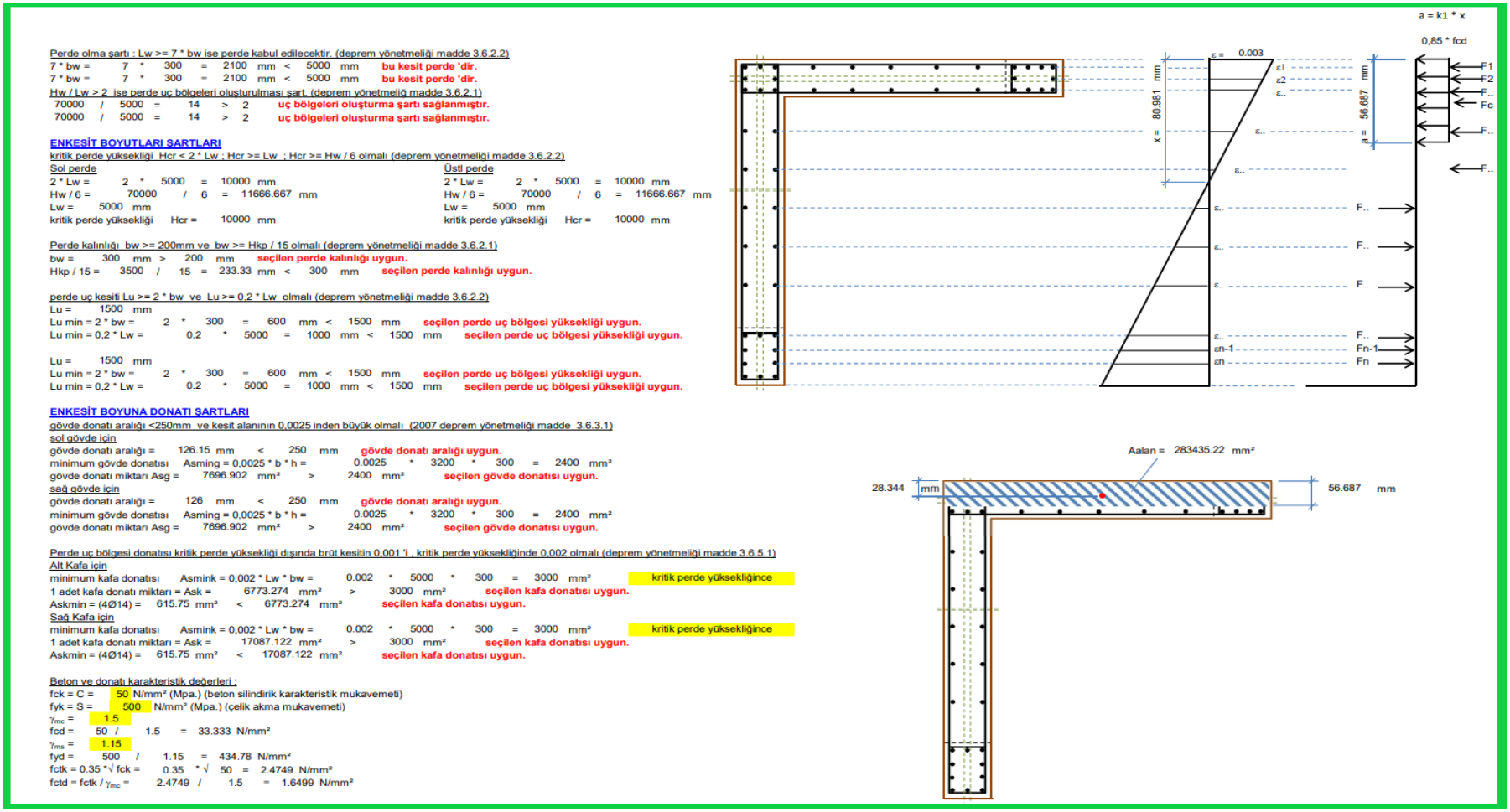
Tablo 55. U Perde Donatı Hesabı

3 EKSENİ DOĞRULTUSUNDA						
sıra	y	As	ε	σs	Fs	Ms
	(mm)	(mm²)		(N/mm²)	(KN)	(KNm)
1	40	19704	0.00299	434.783	8566.987	42492.253
2	150	2463	0.00298	434.783	1070.873	5193.736
3	260	19088	0.00296	434.783	8299.268	39338.531
4	504	1232	0.00292	434.783	535.437	2407.085
5	749	1232	0.00288	434.783	535.437	2276.201
6	993	1232	0.00285	434.783	535.437	2145.316
7	1238	1232	0.00281	434.783	535.437	2014.432
8	1482	1232	0.00277	434.783	535.437	1883.547
9	1727	1232	0.00273	434.783	535.437	1752.663
10	1971	1232	0.00269	434.783	535.437	1621.778
11	2216	1232	0.00266	434.783	535.437	1490.894
12	2460	1847	0.00262	434.783	803.155	2040.014
13	2584	1232	0.00260	434.783	535.437	1293.667
14	2708	1232	0.00258	434.783	535.437	1227.325
15	2832	1232	0.00256	434.783	535.437	1160.983
16	2956	1232	0.00254	434.783	535.437	1094.641
17	3080	1232	0.00252	434.783	535.437	1028.300
18	3203	1232	0.00250	434.783	535.437	961.958
19	3327	1232	0.00248	434.783	535.437	895.616
20	3451	1232	0.00246	434.783	535.437	829.274
21	3575	1232	0.00245	434.783	535.437	762.932
22	3699	1232	0.00243	434.783	535.437	696.590
23	3823	1232	0.00241	434.783	535.437	630.248
24	3947	1232	0.00239	434.783	535.437	563.906
25	4071	1232	0.00237	434.783	535.437	497.564
26	4195	1232	0.00235	434.783	535.437	431.222
27	4319	1232	0.00233	434.783	535.437	364.880
28	4442	1232	0.00231	434.783	535.437	298.539
29	4566	1232	0.00229	434.783	535.437	232.197
30	4690	1232	0.00227	434.783	535.437	165.855
31	4814	1232	0.00225	434.783	535.437	99.513
32	4938	1232	0.00223	434.783	535.437	33.171
33	5062	1232	0.00222	434.783	535.437	-33.171
34	5186	1232	0.00220	434.783	535.437	-99.513
35	5310	1232	0.00218	434.783	535.437	-165.855
36	5434	1232	0.00216	431.486	531.377	-230.436
37	5558	1232	0.00214	427.643	526.645	-293.637
38	5681	1232	0.00212	423.801	521.913	-355.664
39	5805	1232	0.00210	419.958	517.180	-416.519
40	5929	1232	0.00208	416.116	512.448	-476.202
41	6053	1232	0.00206	412.273	507.716	-534.712
42	6177	1232	0.00204	408.431	502.984	-592.049
43	6301	1232	0.00202	404.588	498.252	-648.213
44	6425	1232	0.00200	400.745	493.520	-703.205
45	6549	1232	0.00198	396.903	488.787	-757.025
46	6673	1232	0.00197	393.060	484.055	-809.671
47	6797	1232	0.00195	389.218	479.323	-861.145
48	6920	1232	0.00193	385.375	474.591	-911.446
49	7044	1232	0.00191	381.532	469.859	-960.575
50	7168	1232	0.00189	377.690	465.127	-1008.531
51	7292	1232	0.00187	373.847	460.395	-1055.314
52	7416	1232	0.00185	370.005	455.662	-1100.925
53	7540	1847	0.00183	366.162	676.395	-1718.044
54	7784	1232	0.00179	358.581	441.594	-1229.595
55	8029	1232	0.00176	351.000	432.258	-1309.262
56	8273	1232	0.00172	343.419	422.922	-1384.366
57	8518	1232	0.00168	335.838	413.586	-1454.905
58	8762	1232	0.00164	328.257	404.250	-1520.880
59	9007	1232	0.00160	320.676	394.914	-1582.290
60	9251	1232	0.00157	313.095	385.578	-1639.137
61	9496	1232	0.00153	305.514	376.242	-1691.419
62	9740	19088	0.00149	297.934	5687.050	-26956.616
63	9850	2463	0.00147	294.522	725.411	-3518.241
64	9960	19704	0.00146	291.111	5736.065	-28450.883

2 EKSENİ DOĞRULTUSUNDA						
sıra	y	As	ε	σs	Fs	Ms
	(mm)	(mm²)		(N/mm²)	(KN)	(KNm)
1	40	3695	0.00297	434.783	1606.310	2345.213
2	180	2463	0.00288	434.783	1070.873	1413.553
3	320	2463	0.00278	434.783	1070.873	1263.631
4	460	2463	0.00269	434.783	1070.873	1113.708
5	600	2463	0.00259	434.783	1070.873	963.786
6	740	2463	0.00249	434.783	1070.873	813.864
7	880	2463	0.00240	434.783	1070.873	663.941
8	1020	2463	0.00230	434.783	1070.873	514.019
9	1160	3695	0.00221	434.783	1606.310	546.145
10	1205	2463	0.00218	434.783	1070.873	315.551
11	1251	2463	0.00215	429.127	1056.943	263.531
12	1296	2463	0.00211	422.933	1041.688	212.504
13	1341	2463	0.00208	416.739	1026.433	162.861
14	1387	2463	0.00205	410.546	1011.178	114.600
15	1432	2463	0.00202	404.352	995.923	67.723
16	1477	2463	0.00199	398.158	980.668	22.228
17	1523	2463	0.00196	391.965	965.412	-21.883
18	1568	2463	0.00193	385.771	950.157	-64.611
19	1613	2463	0.00190	379.577	934.902	-105.956
20	1659	2463	0.00187	373.384	919.647	-145.917
21	1704	2463	0.00184	367.190	904.392	-184.496
22	1749	2463	0.00180	360.996	889.137	-221.691
23	1795	2463	0.00177	354.803	873.882	-257.504
24	1840	3695	0.00174	348.609	1287.940	-437.900
25	1990	2463	0.00164	328.115	808.150	-395.994
26	2140	2463	0.00154	307.621	757.674	-484.911
27	2290	2463	0.00144	287.127	707.197	-558.686
28	2440	2463	0.00133	266.633	656.720	-617.317
29	2590	2463	0.00123	246.140	606.244	-660.806
30	2740	38177	0.00113	225.646	8614.395	-10681.850
31	2850	2463	0.00105	210.617	518.751	-700.314
32	2960	39408	0.00098	195.588	7707.763	-11253.335



Şekil 57. L Perde Donatı Hesabı



Şekil 58. L Perde Donatı Hesabı

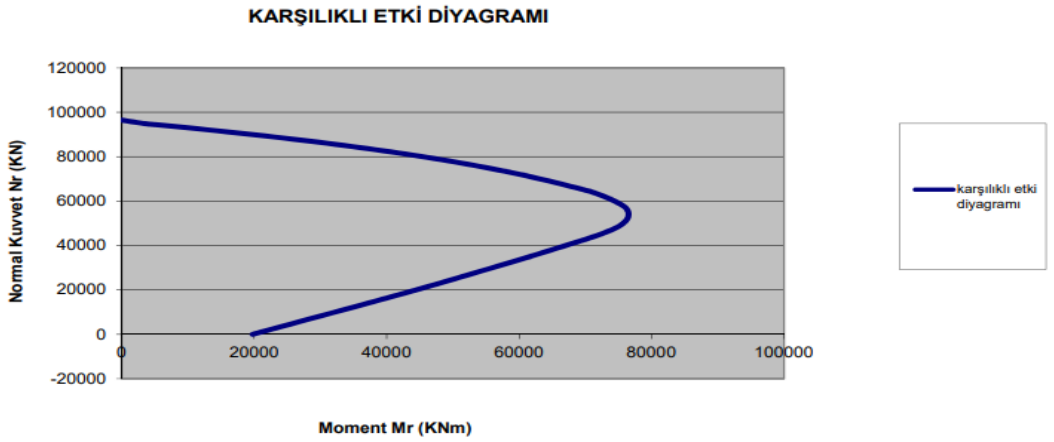
Nor = 0,85 * fcd * b * h + Ast * fyd = (0.85 * 33.333 * 2910000 + 32327 * 434.78) / 1000 = 96505 KN
dengeli durum için tarafsız eksen yeri
x = 0,003 * (h - d') / (0,003 + εyd) = 0.003 * (5000 - 40)/(0.003 + 0.0021739) = 2876 mm
a = k1 * x = 0.7 * 2876 = 2013.2 mm
aralık = 50 mm (diyagram için sıklık)

Es = 200000 N/mm²
εyd = fyd / Es = 434.78 / 200000 = 0.0021739
Aalan = 283435.22 mm²
k1= 0.7
gerilme blok yüksekliği a = x * k1 = 80.981 * 0.7 = 56.687 mm
Fc = 0,85 * fcd * Aalan = 0.85 * 33.333 * 283435.22 = 8030664.6 N = 8030.7 KN
mesafe = 1361.3 - 28.344 = 1333 mm
Mc = 0,85 * fcd * Aalan * mesafe = 0,85 * 33.333 * 283435.22 * 1333 * 10^{-6} = 10705 KNm

sıra	y (mm)	As (mm²)	ε	σS (N/mm²)	Fs (KN)	Ms (KNm)
1	40	8158.7	0.00152	303.636	2477.280	3273.3294
2	150	1539.4	0.00256	434.783	-669.296	-810.74494
3	260	8158.7	0.00663	434.783	-3547.268	-3906.7487
4	386.15	307.88	0.01131	434.783	-133.859	-130.53763
5	512.31	307.88	0.01598	434.783	-133.859	-113.65078
6	638.46	307.88	0.02065	434.783	-133.859	-96.763935
7	764.62	307.88	0.02533	434.783	-133.859	-79.877086
8	890.77	307.88	0.03000	434.783	-133.859	-62.990238
9	1016.9	307.88	0.03467	434.783	-133.859	-46.103389
10	1143.1	307.88	0.03935	434.783	-133.859	-29.216541
11	1269.2	307.88	0.04402	434.783	-133.859	-12.329692
12	1395.4	307.88	0.04869	434.783	-133.859	4.5571562
13	1521.5	307.88	0.05337	434.783	-133.859	21.444005
14	1647.7	307.88	0.05804	434.783	-133.859	38.330853
15	1773.8	307.88	0.06271	434.783	-133.859	55.217702
16	1900	307.88	0.06739	434.783	-133.859	72.10455
17	2026.2	307.88	0.07206	434.783	-133.859	88.991399
18	2152.3	307.88	0.07673	434.783	-133.859	105.87825
19	2278.5	307.88	0.08141	434.783	-133.859	122.7651
20	2404.6	307.88	0.08608	434.783	-133.859	139.65194
21	2530.8	307.88	0.09075	434.783	-133.859	156.53879
22	2656.9	307.88	0.09543	434.783	-133.859	173.42564
23	2783.1	307.88	0.10010	434.783	-133.859	190.31249
24	2909.2	307.88	0.10477	434.783	-133.859	207.19934
25	3035.4	307.88	0.10945	434.783	-133.859	224.08619
26	3161.5	307.88	0.11412	434.783	-133.859	240.97304
27	3287.7	307.88	0.11879	434.783	-133.859	257.85988
28	3413.8	307.88	0.12347	434.783	-133.859	274.74673
29	3540	1847.3	0.12814	434.783	-803.155	1749.8015
30	3697.8	307.88	0.13399	434.783	-133.859	312.75358
31	3855.6	307.88	0.13983	434.783	-133.859	333.87358
32	4013.3	307.88	0.14568	434.783	-133.859	354.99359
33	4171.1	307.88	0.15152	434.783	-133.859	376.11359
34	4328.9	307.88	0.15737	434.783	-133.859	397.23359
35	4486.7	307.88	0.16321	434.783	-133.859	418.35359
36	4644.4	307.88	0.16906	434.783	-133.859	439.47359
37	4802.2	307.88	0.17490	434.783	-133.859	460.59359
38	4960	2463	0.18075	434.783	-1070.873	3853.7088
		32327		toplam	-8030.6646	9055.3485

ε > εyd ise σs = fyd Fs = σs * As
ε < εyd ise σs = ε * Es

Nr = ∑ Fs + Fc = -8031 + 8030.7 = -4E-06 KN
Mr = ∑ Ms + Mc = 9055.3 + 10705 = 19760 KNm



Şekil 59. L Perde Donatı Hesabı

Yukarıda açıklanan, DGT tasarım yöntemine göre, modal analiz ile yapılmış hesaplardan ve TS 500 ve TBDY 2018 Bölüm 7 deki kurallar gereğince yapılan seçimlere göre kolon, kiriş ve perdelerin, betonarme taşıyıcı sistemli 20 katlı, 70 m yüksekliğindeki bu yapı için, boyut ve donatıları, gruplanarak, aşağıdaki gibi verilmiştir:

Bu sonuçlar uyarınca, yapımızın kolon boyutları 80x80 ve 50x50 cm, perde duvar kalınlığı 30 cm ve kiriş boyutları 45x60 cm olarak belirlenmiştir.

Gerekli boyuna donatı çapı ve bir kesitteki sayısı,

- kolonlar için;
  - 50x50 için, 20ø28
  - 80x80 için, 28ø28
- kirişler için; ø14
- perdeler için; ø28 dir.

Gerekli enine donatı çapı ve aralığı:

- kolonlar için; ø14/15 cm aralıklı
- kirişler için; ø14/4 cm aralıklı
- perdeler için; ø14/10 cm aralıklıdır.

4.2.2. Taşıyıcı Sisteminin Kolonlar Hariç Tamamı Betonarme, Kolonları Kompozit Malzemeden Yapılmış 20 Katlı Yüksek Yapı

Şekil 43 de görülen betonarme ve kompozit taşıyıcı sistemli, çekirdek ve perde duvarlı, rijit çerçeve taşıyıcı sistemli yüksek yapının taban alanı, 30x30 m² ve yüksekliği, 70 m dir. Yapı, İstanbul ilinde bulunduğu için, parametrelerimiz, İstanbul ilinin ortalama şartlarına göre oluşturulmuştur. Buna göre;

Rüzgar yükü; 20 m/sn

Zemin sınıfı; ZB alınmıştır.

Yapının, her kat için kiriş açıklıkları, x ve y yönünde 5 m olarak belirlenmiştir.

Yapı, konut ve iş yeri olarak tasarlandığı için, bina önem katsayısı, I, 1 alınmıştır.

Yapının her katı eşit yükseklikte ve kat yüksekliği 3.5 m dir.

Beton sınıfı: C 50/60

Donatı çeliği: B500C

Yapı çeliği: S275

Beton Elastisite Modülü (Ec): 34000 MPa

Donatı ve yapı çeliği elastisite modülü (Es): 200000 MPa

Beton karakteristik basınç dayanımı (fck): 50 MPa

Donatı çeliği karakteristik akma gerilmesi (fyk): 500 MPa

Yapı çeliği karakteristik akma gerilmesi (fyk): 275 MPa

Beton malzeme güvenlik katsayısı (γmc): 1.5

Donatı ve yapı çeliği malzeme güvenlik katsayısı (γms): 1.15

Yapının Afad haritası ve çıktıları Bölüm 3.2.1'de verildiği gibidir.

Tüm bu sonuçlar çerçevesinde, TBDY 2018 3.2'e göre, DD-2 deprem yer hareketi için, DTS=1 olarak bulunmuştur.

Deprem tasarım sınıfı ve yüksekliği bilinen yapının, tasarım metodunu belirleyebilmek için gerekli olan, BYS (bina yükseklik sınıfı), TBDY 2018 3.3.2 ye göre, BYS=2 olarak bulunmuştur.

Taşıyıcı sistem ile ilgili olarak;

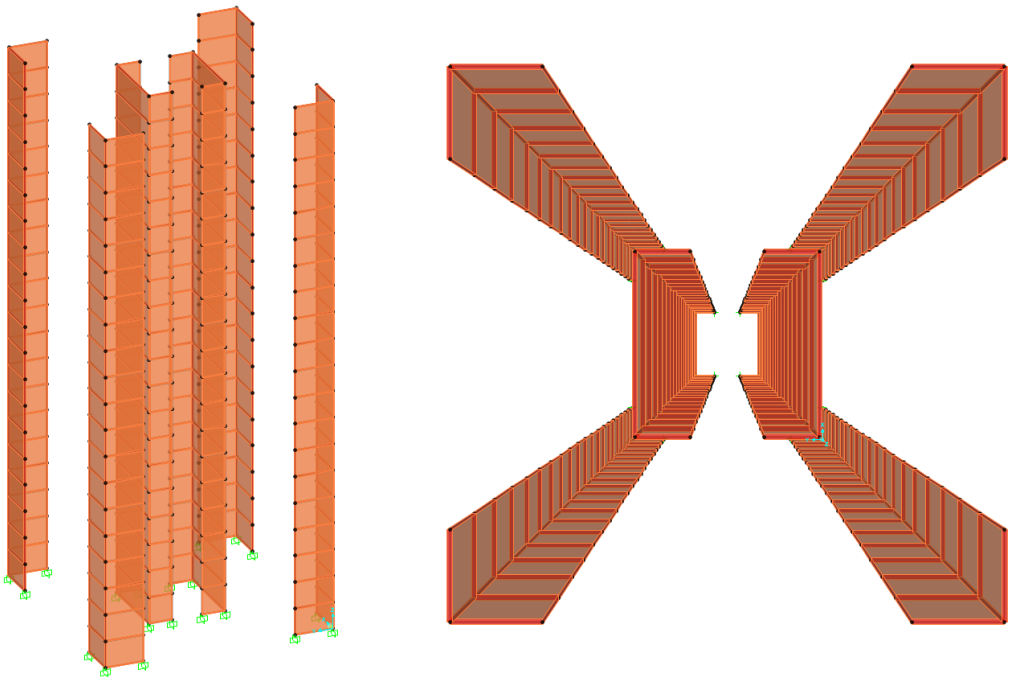
Döşemeler, kirişli plak döşeme olarak adlandırılan ve rijit diyafram düşünülmesi sebebiyle, yükleri direkt olarak kirişlere aktaran elmanlardır. Döşemelerin hesabına, bu

tez kapsamında değinilmemiştir. Döşemeler iki tiptir ve boyutları, 5x5 m ve 16 cm ve 10x5 m ve 16 cm kalınlığındadır.

Kirişler, eğilme momenti taşıyan, dikdörtgen kiriş olarak tasarlanmış elemanlardır ve 60x45 cm olarak boyutlandırılmıştır.

Kolonlar, eğilme ve eksenel kuvvet taşıyan, kare boyutlu olarak tasarlanmış elemanlardır. Alt katlarda ve üst katlarda farklı olmak üzere, 2 tip kolonumuz vardır: 50x50_HEB260 cm ve 35x35_HEB120 cm kompozit kolonlardır.

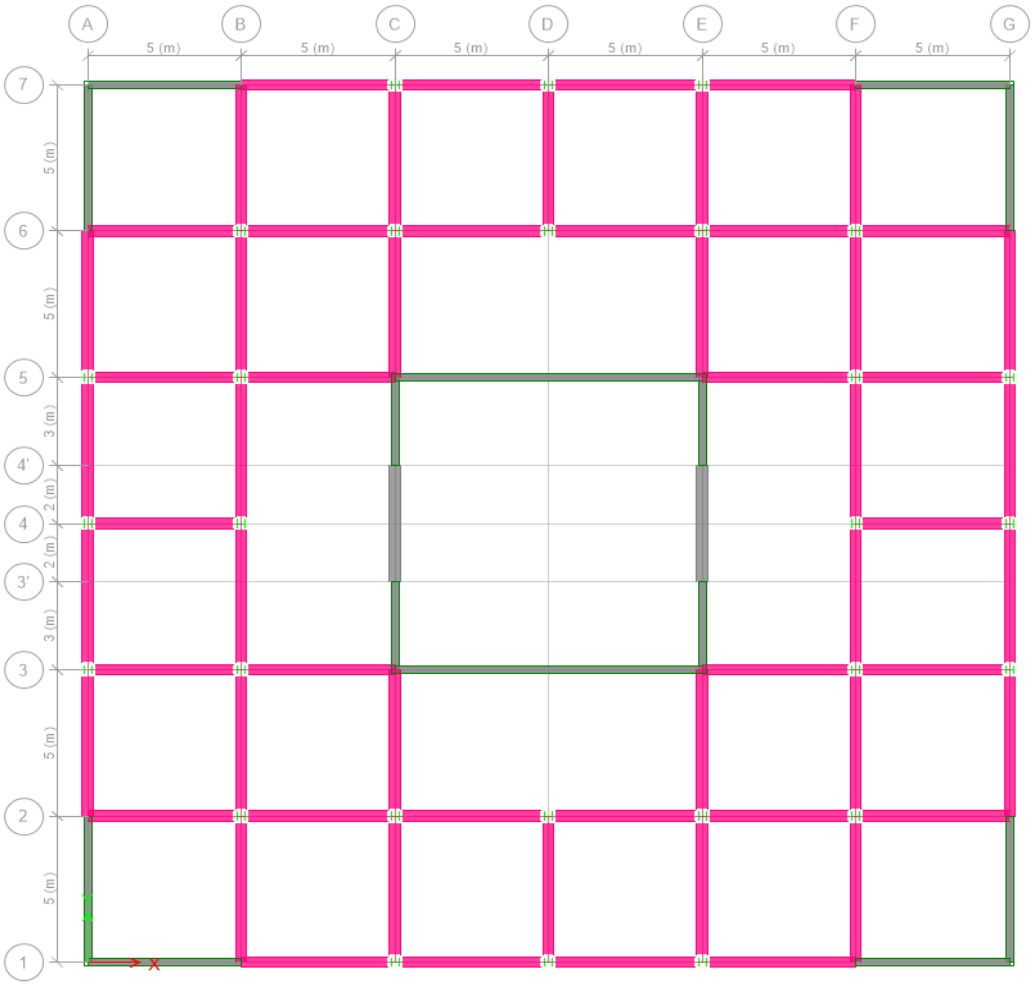
Perdeler: Bölüm 4.2.1'deki ile aynıdır.



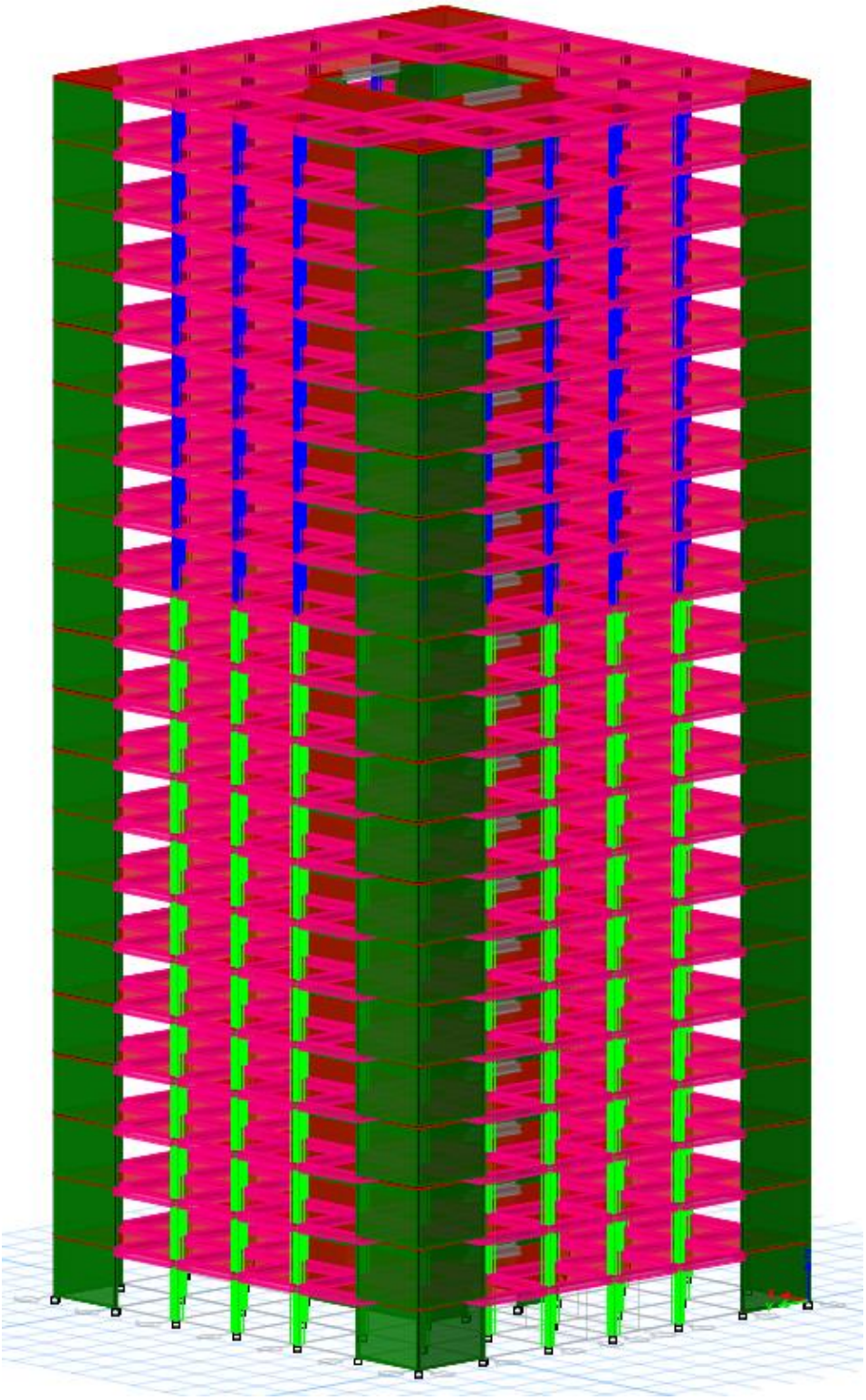
Şekil 60. 20 Katlı Kompozit Yapı Perdeler

Yapıya etkittiğimiz yüklemelerimiz, Bölüm 3.2.1'deki ile aynıdır.

TBDY 2018 Bölüm 4'e göre BYS ≥ 2 için DD-2 modal hesap yapılması zorunludur. Bu tez kapsamında, 70 m yüksekliğindeki 20 katlı betonarme-kompozit yapı için, mod birleştirme metodu ile doğrusal hesap yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 61. 20 Katlı Kompozit Yapı Plan



Şekil 62. 20 Katlı Kompozit Yapı 3D Görüntüsü

DD-2 deprem düzeyi, şekil 62 deki tasarıma sahip ve şekil 34 daki konumda bulunan yapı için, Dayanıma Göre Tasarım (DGT) kapsamında çözümler aşağıdaki gibidir:

Yapı için TBDY 2018, bölüm 4 kapsamında, seçilen yük kombinasyonları,

$$1.2G+Q+0.2S+Ed(H)+0.3Ed(Z) \quad \text{Denklem 46}$$

şeklindedir.

İşlemlerimize, ilk olarak R, taşıyıcı sistem, davranış katsayısının ve D , dayanım fazlalığı katsayısının belirlenmesi ile başlıyoruz. Bunun için TBDY 2018, Tablo 4.1 uyarınca seçimlerimizi yapabiliriz:

Yapımızın X doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 6 ve D= 2.5 bulunur.

Yapımızın Y doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluklu (bağ kirişli) betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 8 ve D= 3 bulunur.

Bu bulduğumuz katsayılar, ön seçimlerdir ve asıl katsayıları bulmak için bir dizi işlem daha yapmamız gerekmektedir.

Taşıyıcı sistem, davranış katsayısı kontrolü;

TBDY 2018 4.3.2.4 uyarınca;

$$1/6*Mo < M_{DEV} \text{ ve } M_{DEV} \leq 1/3*Mo \quad \text{Denklem 47}$$

olmalıdır. Buradaki ilk Mo, çevre akslardaki perdelerin, ikincisi ise, tüm perdelerin Mo larını ifade eder. Eğer X veya Y yönlerinden herhangi birinde, M_{DEV}, yukarıda verilen aralıkta bulunamıyor ise, bu durumda, bahsi geçen yöndeki R katsayısı, 4/5R olarak değiştirilecektir. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Bunun için öncelikle, yapının çekirdeğindeki U şekilli bağ kirişli perdenin taban devrilme momentini, TBDY 2018 4.5.4.3 ile verilen formülle hesaplayalım;

$$M_{DEV} = M1+M2+cNv \quad \text{Denklem 48}$$

Tablo 56. Mdev Hesabı

	Y							
	MDEV	M1	M2	cNv	M0	SONUÇ	KOŞUL	
a)								
İç perde	17131	7262	9845	24	443151.555	0.038657204	1/3	OK
Perde sayısı	2							
Dış perde	20568	x	x	x	443151.555	0.046413016	1/3	OK
Perde sayısı	2							
Dış perde	32150	x	x	x	443151.555	0.072548544	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	X							
	MDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
a)								
Dış perde	4815	x	x	x	443151.569	0.010865357	1/3	OK
Perde sayısı	2							
Dış perde	22871	x	x	x	443151.569	0.051609882	1/3	OK
Perde sayısı	2							
İç perde	41888	x	x	x	443151.569	0.094522965	1/3	OK
Perde sayısı	2							
b)								
Y	55372	x	x	x	443151.555	0.124950481	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR
X	105436	x	x	x	443151.569	0.237923111	1/6	OK

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, yapımız TBDY 2018 4.3.2.4 koşulları sağlanamamıştır. Bu durumda, R katsayısının 4/5R olarak değiştirilmesi gerekir.

Ayrıca, TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca;

Süneklik düzeyi yüksek, betonarme veya çelik perdeler ile süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan sistemlerde, aşağıdaki koşul sağlanmalıdır. Aksi taktirde, TBDY 2018 4.3.4.5 de verildiği şekilde, BYS veya R katsayılarında değişiklik yapılması gerekebilir:

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \quad \text{Denklem 49}$$

Şöyle ki, eğer $M_{DEV,}$ 0.4Mo dan daha düşük çıkmış ise, binanın izin verilen yükseklik sınıfı 1 arttırılarak, yüksekliği daha az yapı yapılabilmesine izin verilir. Eğer, Mdev, 0.75Mo dan daha büyük çıkarsa, bu binanın davranışının, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını düşünür ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R ve dayanım fazlalığı katsayısı, D değerlerini,

TBDY 2018 Tablo 4.1'den, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını yapılar, bölümüne göre okuruz ve tasarımın başında yaptığımız katsayı kabullerini değiştiririz.

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \quad \text{Denklem 50}$$

aralığını sağlayıp, sağlamadığına bakalım;

Tablo 57. Mdev Hesabı

c)	ΣMDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
Y	139698				443151.555	0.32	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT
X	139148				443151.569	0.313996406	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT

Görüldüğü üzere, her iki yönde de taban devrilme momentleri, istenen değeri sağlamamaktadır. Bu durumda TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca, Y yönü için BYS yükseltilerek, kat sayısı azaltılmalı ve R ve D değiştirilmelidir.

Devrilme momentleri sağlanmamış olsa dahi, tez kapsamında tasarımını yaptığımız yapının, bazası olarak adlandırılan ve perde ile çevrelenmiş, kuleden daha geniş alt katları modellenmemiştir. Bu sebeple, devrilme momentlerinin sağlanması beklenmeyen bir durumdur ve BYS ve R, D katsayılarında değişikliğe gidilmemesine karar verilmiştir.

Bağ kirişli perdenin, TBDY 2018 4.5.4.4 uyarınca bağ derecesi katsayısı hesaplanarak, 4.5.4.5 uyarınca, bağ kirişli perde olarak mı, yoksa, boşluksuz perde gibi mi değerlendirileceğini belirlemek için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır:

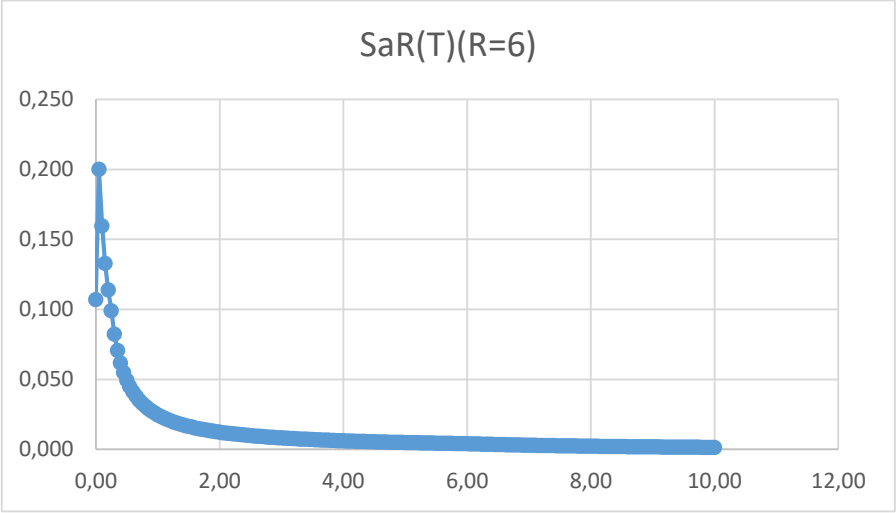
$$\Omega = cNv/ M_{DEV} = 7x24 \text{ kNm} / 17131 \text{ kNm} = 0.0098 \quad \text{Denklem 51}$$

bulunmuştur.

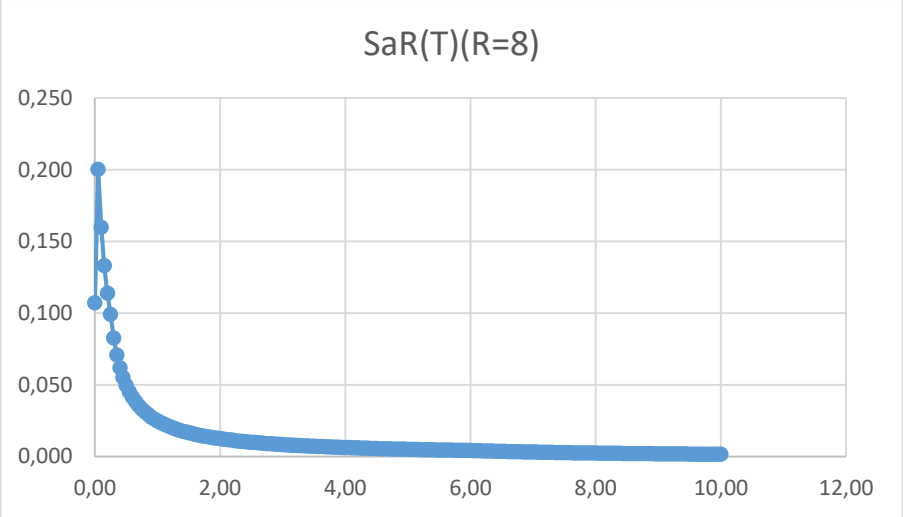
$\Omega \geq 1/3$ ise boşluklu perde olarak dizayn edilmesi koşulu vardır. Fakat burada, bağ derecesi, bu koşulu sağlayamadığı için, her bir perde parçası, kendi içinde boşluksuz perde olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

Her iki kontrole ilişkin hesaplamalar ve karar verilen son, taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R, başta kabul edilen Rx = 6 ve Ry = 8 olarak devam edilmesine karar verilmiştir.

Aşağıdaki grafiklerde, TBDY 2018 Tablo 4.1'e göre, X doğrultusu için, R = 6 ve D = 2.5 ve Y doğrultusu için, R = 8 ve D = 3 olarak hesaplanan değerlere uygun olarak, azaltılmış tasarım ivme spektrum grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 63. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için)



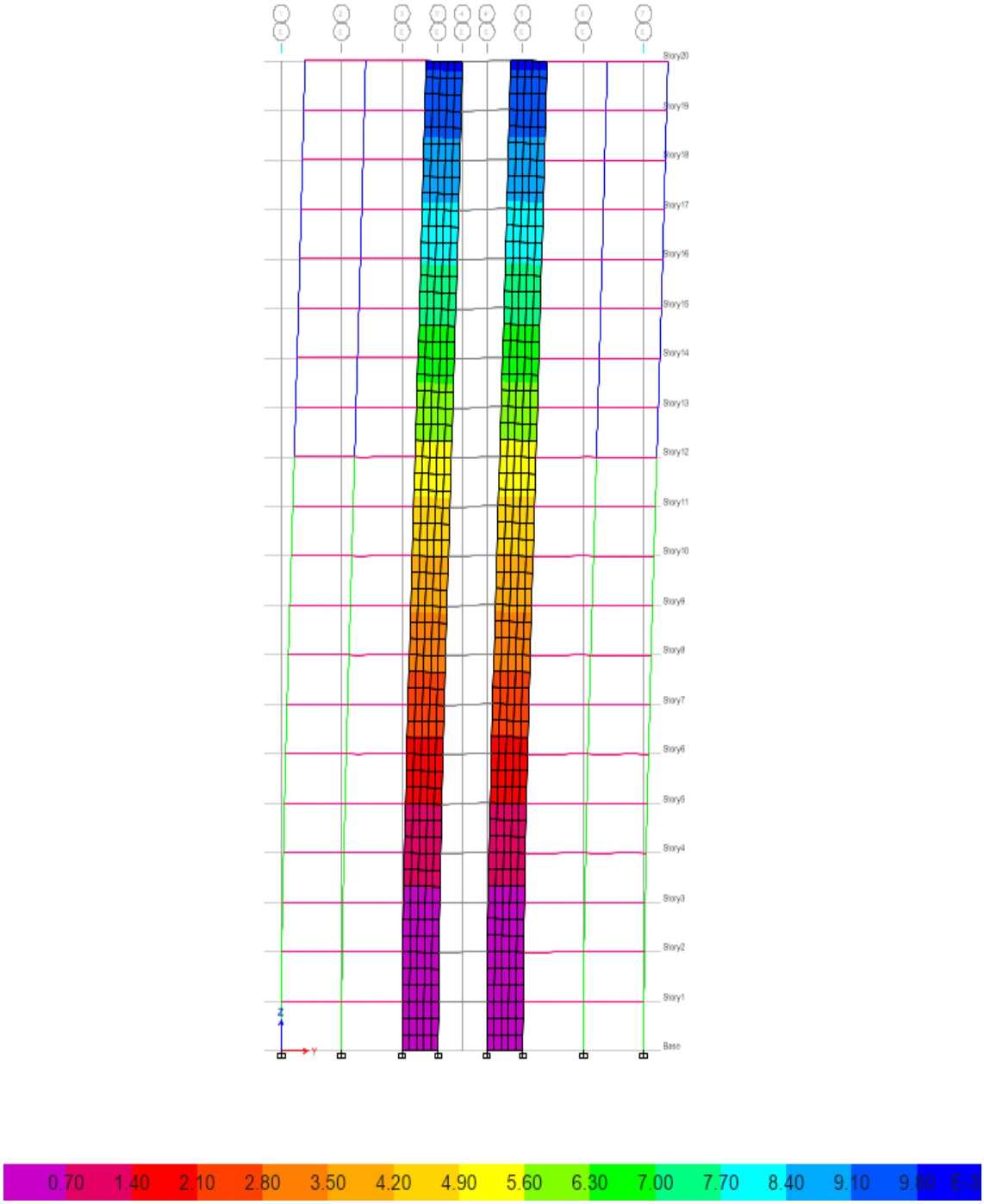
Şekil 64. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için)

Yapının analizine katılan kütle oranı, kütle katılım oranları, şekildeki gibidir:

Tablo 58. Kütle Katılımı

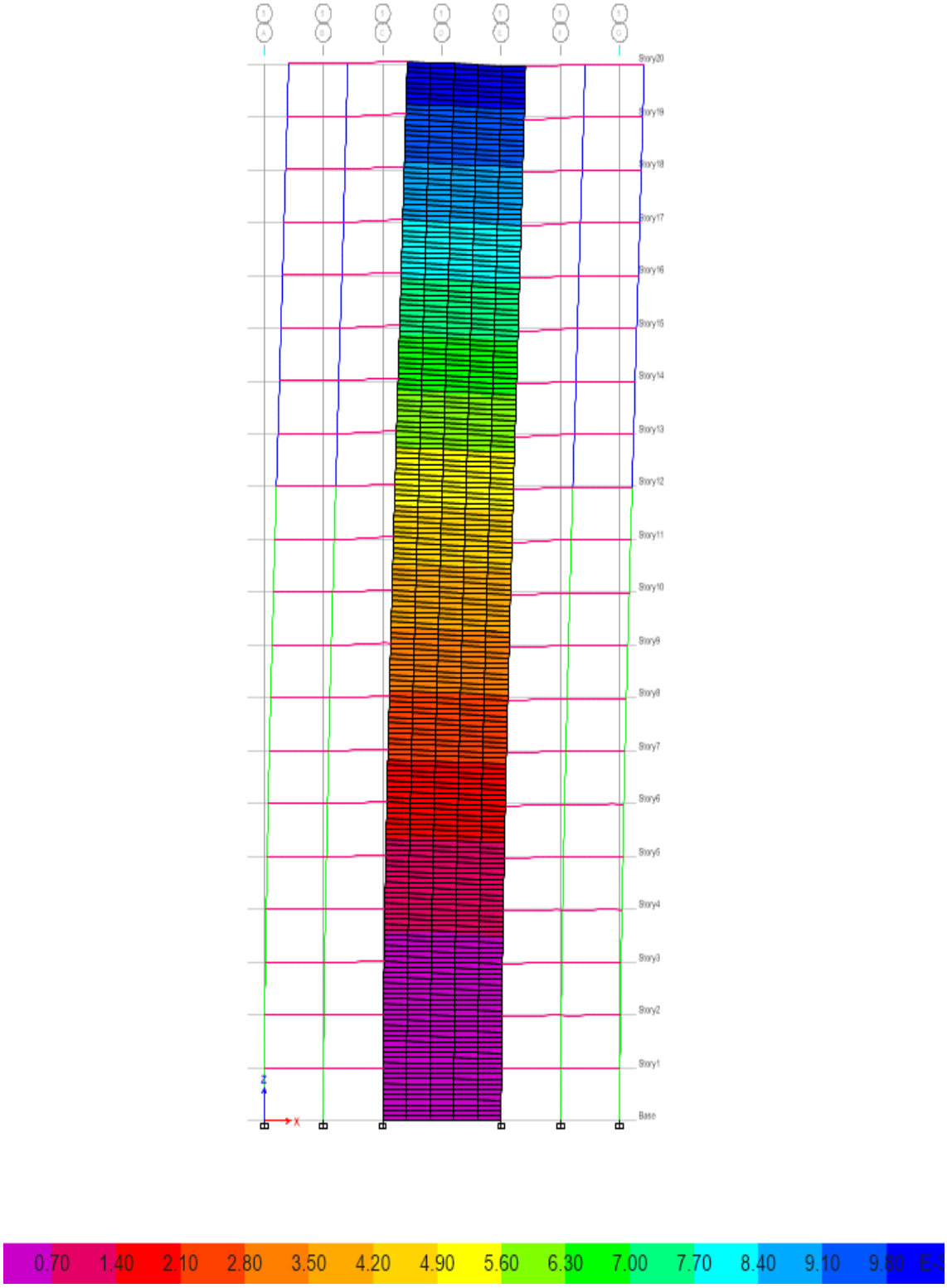
TABLE: Modal Load Participation Ratios

OutputCase	ItemType	Item	Static	Dynamic
Text	Text	Text	Percent	Percent
MODAL	Acceleration	UX	100	98.96
MODAL	Acceleration	UY	100	99.22
MODAL	Acceleration	UZ	90	87



Şekil 65. 20 Katlı Kompozit Yapı 1. Mod

1. Mode, T = 3.670



Şekil 66. 20 Katlı Kompozit Yapı 2. Mod

2. Mode, T = 2.919

Yapının, ampirik, hakim, doğal titreşim periyodu;

$$Tpa = Ct\ Hn^{3/4} \rightarrow Tpa = 0.07*70^{3/4} = 1.694 \text{ Denklem 52}$$

olarak hesap edilmiştir.

Yapı periyodu, Tx ve Ty aşağıdaki gibi;

Tx= 2.919

Ty= 3.670 olarak, hesap edilmiş, ve,

$$Tx \text{ ve } Ty \leq 1.4*Tpa = 2.372 \text{ Denklem 53}$$

(TBDY 2018 4.7.3.2) koşulu sağlanamamaktadır. Bu durumda, yapı periyodu değeri, her iki yön için de ampirik hakim periyodu değerleri alınarak devam edilecektir. Aksi halde, programın hesap ettiği değeri kullanarak, hesabımıza devam etmemiz gerekirdi.

X ve Y doğrultuları için, yatay elastik tasarım spektral ivmesi;

$$Sae(T)(X) = S_{D1}/Tx \rightarrow 0.198/1.694 = 0.1169 \text{ Denklem 54}$$

olarak hesaplanır.

$$Sae(T)(Y) = S_{D1}/Ty \rightarrow 0.198/1.694 = 0.1169 \text{ Denklem 55}$$

olarak hesaplanır.

X ve Y doğrultuları için, deprem yükü azaltma katsayısı;

$$T>Tb \text{ ise } Ra(T) = R/I \text{ Denklem 56}$$

$$T<Tb \text{ ise } Ra(T) = D+(R/I-D)*T/Tb \text{ Denklem 57 ve}$$

$$Tb = S_{D1}/S_{DS} = 0.198/0.804= 0.246 \text{ Denklem 58}$$

olduğu için, Ra(T) = R/I formülü uygulanır.

$$Ra(T)(X) = R/I \rightarrow 6/1 = 6 \text{ Denklem 59 ve}$$

$$Ra(T)(Y) = R/I \rightarrow 8/1 = 8 \text{ Denklem 60}$$

olarak hesaplanır.

X ve Y doğrultuları için, azaltılmış tasarım spektral ivmesi;

$$SaR\ (Tx) = Sae(Tx)/\ Ra(Tx) = 0.1169/6 = 0.0195 \text{ Denklem 61 ve}$$

$$SaR\ (Ty) = Sae(Ty)/\ Ra(Ty) = 0.1169/8 = 0.0146 \text{ Denklem 62}$$

olarak bulunur.

Yukarıdaki gibi, eşdeğer deprem yükü metoduna göre hesaplanan, taban kesme kuvvetini, X ve Y yönleri için, minimum taban kesme kuvveti ile karşılaştıralım;

$$Vtx = mt*0.0194*9.81 \leq 0.04*mt*1*0.804*9.81 \text{ Denklem 63}$$

$$Vtx = mt*0.0194 \leq mt*0.0322 \text{ Denklem 64}$$

$$Vty = mt*0.0146*9.81 \leq 0.04*mt*1*0.804*9.81 \text{ Denklem 65}$$

$$Vty = mt*0.0146 \leq mt*0.0322 \text{ Denklem 66}$$

Sonuç olarak, minimum eşdeğer deprem kuvveti şartı sağlanamamıştır. X ve Y yönü için, taban kesme kuvvetleri, minimum deprem kuvvetleri alınarak hesaplanmıştır:

Yapımızın, programdan okunan ağırlığı, 316396.792 kN'dur. Program tarafından hesaplanan bu ağırlığı, 9.81 m/s2 ye bölerek, yapının kütlesini, 32252.48 ton buluruz. Buradan, Vt;

$$Vt = mt*0.0322 = 10187.98 \text{ kN Denklem 67}$$

olarak hesaplanmıştır.

Hesap sonucunda çıkan 10187.98 kN taban kesme kuvveti, "e", %5 ek dış merkezlilik etkitilerek, katlara dağıtılacak ve TBDY 2018 4.5.10.2 uyarınca kontrol edilmiştir.

Tablo 59. Ek Kat Kütlesi

Kat	Ek Kat Kütle	Kat Kütlesi (mi) (t)	Dış Merkezli
20	39.15	15660	0.05
19	39.06	15624	0.05
18	39.06	15624	0.05
17	39.06	15624	0.05
16	39.06	15624	0.05
15	39.06	15624	0.05
14	39.06	15624	0.05
13	39.06	15624	0.05
12	39.87	15948	0.05
11	39.87	15948	0.05
10	39.87	15948	0.05
9	39.87	15948	0.05
8	39.87	15948	0.05
7	39.87	15948	0.05
6	39.87	15948	0.05
5	39.87	15948	0.05
4	39.87	15948	0.05
3	39.87	15948	0.05
2	39.87	15948	0.05
1	39.87	15948	0.05

Yapısal düzensizlik kontrolü:

Yapısal düzensizlikler, TBDY 2018 Tablo 3.6 uyarınca, excel yardımıyla kontrol edilmiştir.

A1 türü düzensizlik, burulma düzensizliği;

Tablo 60. Burulma Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2	
Story20	EXP	X	9.232	8.378	1.102	1.2	YOK	Story20	EYP	Y	15.312	14.458	1.059	1.2	YOK
Story19	EXP	X	9.357	8.492	1.102	1.2	YOK	Story19	EYP	Y	15.676	14.812	1.058	1.2	YOK
Story18	EXP	X	9.459	8.584	1.102	1.2	YOK	Story18	EYP	Y	16.084	15.21	1.058	1.2	YOK
Story17	EXP	X	9.544	8.66	1.102	1.2	YOK	Story17	EYP	Y	16.52	15.636	1.057	1.2	YOK
Story16	EXP	X	9.598	8.707	1.102	1.2	YOK	Story16	EYP	Y	16.93	16.039	1.056	1.2	YOK
Story15	EXP	X	9.607	8.713	1.103	1.2	YOK	Story15	EYP	Y	17.271	16.377	1.055	1.2	YOK
Story14	EXP	X	9.558	8.666	1.103	1.2	YOK	Story14	EYP	Y	17.5	16.608	1.054	1.2	YOK
Story13	EXP	X	9.456	8.572	1.103	1.2	YOK	Story13	EYP	Y	17.602	16.717	1.053	1.2	YOK
Story12	EXP	X	9.198	8.334	1.104	1.2	YOK	Story12	EYP	Y	17.359	16.496	1.052	1.2	YOK
Story11	EXP	X	8.97	8.127	1.104	1.2	YOK	Story11	EYP	Y	17.21	16.367	1.052	1.2	YOK
Story10	EXP	X	8.641	7.826	1.104	1.2	YOK	Story10	EYP	Y	16.869	16.054	1.051	1.2	YOK
Story9	EXP	X	8.234	7.455	1.104	1.2	YOK	Story9	EYP	Y	16.364	15.585	1.05	1.2	YOK
Story8	EXP	X	7.738	7.005	1.105	1.2	YOK	Story8	EYP	Y	15.659	14.925	1.049	1.2	YOK
Story7	EXP	X	7.148	6.469	1.105	1.2	YOK	Story7	EYP	Y	14.729	14.05	1.048	1.2	YOK
Story6	EXP	X	6.456	5.843	1.105	1.2	YOK	Story6	EYP	Y	13.544	12.93	1.047	1.2	YOK
Story5	EXP	X	5.658	5.12	1.105	1.2	YOK	Story5	EYP	Y	12.073	11.535	1.047	1.2	YOK
Story4	EXP	X	4.747	4.296	1.105	1.2	YOK	Story4	EYP	Y	10.28	9.829	1.046	1.2	YOK
Story3	EXP	X	3.711	3.362	1.104	1.2	YOK	Story3	EYP	Y	8.116	7.767	1.045	1.2	YOK
Story2	EXP	X	2.54	2.305	1.102	1.2	YOK	Story2	EYP	Y	5.522	5.286	1.045	1.2	YOK
Story1	EXP	X	1.177	1.073	1.097	1.2	YOK	Story1	EYP	Y	2.341	2.237	1.046	1.2	YOK

Tablo 61. Burulma Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2	
Story20	EXN	X	9.232	8.378	1.102	1.2	YOK	Story20	EYN	Y	15.312	14.458	1.059	1.2	YOK
Story19	EXN	X	9.357	8.492	1.102	1.2	YOK	Story19	EYN	Y	15.676	14.812	1.058	1.2	YOK
Story18	EXN	X	9.459	8.584	1.102	1.2	YOK	Story18	EYN	Y	16.084	15.21	1.058	1.2	YOK
Story17	EXN	X	9.544	8.66	1.102	1.2	YOK	Story17	EYN	Y	16.52	15.636	1.057	1.2	YOK
Story16	EXN	X	9.598	8.707	1.102	1.2	YOK	Story16	EYN	Y	16.93	16.039	1.056	1.2	YOK
Story15	EXN	X	9.607	8.713	1.103	1.2	YOK	Story15	EYN	Y	17.271	16.377	1.055	1.2	YOK
Story14	EXN	X	9.558	8.666	1.103	1.2	YOK	Story14	EYN	Y	17.5	16.608	1.054	1.2	YOK
Story13	EXN	X	9.456	8.572	1.103	1.2	YOK	Story13	EYN	Y	17.602	16.717	1.053	1.2	YOK
Story12	EXN	X	9.198	8.334	1.104	1.2	YOK	Story12	EYN	Y	17.359	16.496	1.052	1.2	YOK
Story11	EXN	X	8.97	8.127	1.104	1.2	YOK	Story11	EYN	Y	17.21	16.367	1.052	1.2	YOK
Story10	EXN	X	8.641	7.826	1.104	1.2	YOK	Story10	EYN	Y	16.869	16.054	1.051	1.2	YOK
Story9	EXN	X	8.234	7.455	1.104	1.2	YOK	Story9	EYN	Y	16.364	15.585	1.05	1.2	YOK
Story8	EXN	X	7.738	7.005	1.105	1.2	YOK	Story8	EYN	Y	15.659	14.925	1.049	1.2	YOK
Story7	EXN	X	7.148	6.469	1.105	1.2	YOK	Story7	EYN	Y	14.729	14.05	1.048	1.2	YOK
Story6	EXN	X	6.456	5.843	1.105	1.2	YOK	Story6	EYN	Y	13.544	12.93	1.047	1.2	YOK
Story5	EXN	X	5.658	5.12	1.105	1.2	YOK	Story5	EYN	Y	12.073	11.535	1.047	1.2	YOK
Story4	EXN	X	4.747	4.296	1.105	1.2	YOK	Story4	EYN	Y	10.28	9.829	1.046	1.2	YOK
Story3	EXN	X	3.711	3.362	1.104	1.2	YOK	Story3	EYN	Y	8.116	7.767	1.045	1.2	YOK
Story2	EXN	X	2.54	2.305	1.102	1.2	YOK	Story2	EYN	Y	5.522	5.286	1.045	1.2	YOK
Story1	EXN	X	1.177	1.073	1.097	1.2	YOK	Story1	EYN	Y	2.341	2.237	1.046	1.2	YOK

X ve Y yönü için, hesap edilmiş ve burulma düzensizliği olmadığı tespit edilmiştir.

Sap2000 programında, bu etki, %5 ek dış merkezlilik ile etki eden EXP, EXN, EYP, EYN deprem kuvvetlerinin, eksantirisitesini, tanımlanmış her kat diyaframları için, o kat adına hesap edilmiş Dbi katsayısı ile çarpılarak, arttırılması şeklinde işlenebilir.

B2 türü düzensizliği için, A1 türü düzensizlik hesabımız sırasında bulduğumuz, "azaltılmış göreli kat ötelemesi", Δi, lerin, üst kat ve alt kattaki, kat yüksekliğine bölünmüş değerlerini oranlayarak, 2 rakamından büyük olması durumuna göre kontrol edebiliriz.

TBDY 2018 Tablo 3.6 B2 düzensizliği, hesabı ve hesap adımları, aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablolardan da görüleceği üzere, B2 yani yumuşak kat düzensizliği, 2. Kat için mevcuttur.

Tablo 62. Yumuşak Kat Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story20	EXP	X	9.232	x	0.98664	YOK	Story20	EYP	Y	15.312	x	0.97678	YOK
Story19	EXP	X	9.357	1.01354	0.98922	YOK	Story19	EYP	Y	15.676	1.02377	0.97463	YOK
Story18	EXP	X	9.459	1.0109	0.99109	YOK	Story18	EYP	Y	16.084	1.02603	0.97361	YOK
Story17	EXP	X	9.544	1.00899	0.99437	YOK	Story17	EYP	Y	16.52	1.02711	0.97578	YOK
Story16	EXP	X	9.598	1.00566	0.99906	YOK	Story16	EYP	Y	16.93	1.02482	0.98026	YOK
Story15	EXP	X	9.607	1.00094	1.00513	YOK	Story15	EYP	Y	17.271	1.02014	0.98691	YOK
Story14	EXP	X	9.558	0.9949	1.01079	YOK	Story14	EYP	Y	17.5	1.01326	0.99421	YOK
Story13	EXP	X	9.456	0.98933	1.02805	YOK	Story13	EYP	Y	17.602	1.00583	1.014	YOK
Story12	EXP	X	9.198	0.97272	1.02542	YOK	Story12	EYP	Y	17.359	0.98619	1.00866	YOK
Story11	EXP	X	8.97	0.97521	1.03807	YOK	Story11	EYP	Y	17.21	0.99142	1.02021	YOK
Story10	EXP	X	8.641	0.96332	1.04943	YOK	Story10	EYP	Y	16.869	0.98019	1.03086	YOK
Story9	EXP	X	8.234	0.9529	1.0641	YOK	Story9	EYP	Y	16.364	0.97006	1.04502	YOK
Story8	EXP	X	7.738	0.93976	1.08254	YOK	Story8	EYP	Y	15.659	0.95692	1.06314	YOK
Story7	EXP	X	7.148	0.92375	1.10719	YOK	Story7	EYP	Y	14.729	0.94061	1.08749	YOK
Story6	EXP	X	6.456	0.90319	1.14104	YOK	Story6	EYP	Y	13.544	0.91955	1.12184	YOK
Story5	EXP	X	5.658	0.87639	1.19191	YOK	Story5	EYP	Y	12.073	0.89139	1.17442	YOK
Story4	EXP	X	4.747	0.83899	1.27917	YOK	Story4	EYP	Y	10.28	0.85149	1.26663	YOK
Story3	EXP	X	3.711	0.78176	1.46102	YOK	Story3	EYP	Y	8.116	0.78949	1.46976	YOK
Story2	EXP	X	2.54	0.68445	2.15803	VAR	Story2	EYP	Y	5.522	0.68038	2.35882	VAR
Story1	EXP	X	1.177	0.46339	x	YOK	Story1	EYP	Y	2.341	0.42394	x	YOK

Tablo 63. Yumuşak Kat Düzensizliği

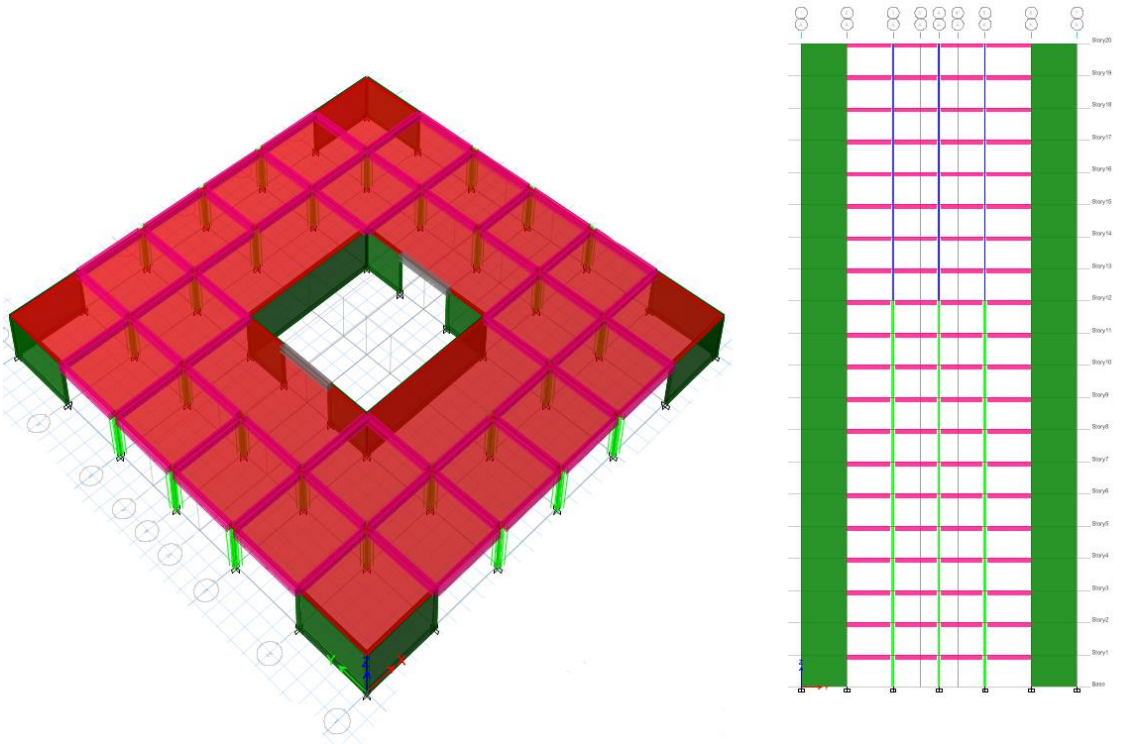
Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story20	EXN	X	9.232	x	0.98664	YOK	Story20	EYN	Y	15.312	x	0.97678	YOK
Story19	EXN	X	9.357	1.01354	0.98922	YOK	Story19	EYN	Y	15.676	1.02377	0.97463	YOK
Story18	EXN	X	9.459	1.0109	0.99109	YOK	Story18	EYN	Y	16.084	1.02603	0.97361	YOK
Story17	EXN	X	9.544	1.00899	0.99437	YOK	Story17	EYN	Y	16.52	1.02711	0.97578	YOK
Story16	EXN	X	9.598	1.00566	0.99906	YOK	Story16	EYN	Y	16.93	1.02482	0.98026	YOK
Story15	EXN	X	9.607	1.00094	1.00513	YOK	Story15	EYN	Y	17.271	1.02014	0.98691	YOK
Story14	EXN	X	9.558	0.9949	1.01079	YOK	Story14	EYN	Y	17.5	1.01326	0.99421	YOK
Story13	EXN	X	9.456	0.98933	1.02805	YOK	Story13	EYN	Y	17.602	1.00583	1.014	YOK
Story12	EXN	X	9.198	0.97272	1.02542	YOK	Story12	EYN	Y	17.359	0.98619	1.00866	YOK
Story11	EXN	X	8.97	0.97521	1.03807	YOK	Story11	EYN	Y	17.21	0.99142	1.02021	YOK
Story10	EXN	X	8.641	0.96332	1.04943	YOK	Story10	EYN	Y	16.869	0.98019	1.03086	YOK
Story9	EXN	X	8.234	0.9529	1.0641	YOK	Story9	EYN	Y	16.364	0.97006	1.04502	YOK
Story8	EXN	X	7.738	0.93976	1.08254	YOK	Story8	EYN	Y	15.659	0.95692	1.06314	YOK
Story7	EXN	X	7.148	0.92375	1.10719	YOK	Story7	EYN	Y	14.729	0.94061	1.08749	YOK
Story6	EXN	X	6.456	0.90319	1.14104	YOK	Story6	EYN	Y	13.544	0.91955	1.12184	YOK
Story5	EXN	X	5.658	0.87639	1.19191	YOK	Story5	EYN	Y	12.073	0.89139	1.17442	YOK
Story4	EXN	X	4.747	0.83899	1.27917	YOK	Story4	EYN	Y	10.28	0.85149	1.26663	YOK
Story3	EXN	X	3.711	0.78176	1.46102	YOK	Story3	EYN	Y	8.116	0.78949	1.46976	YOK
Story2	EXN	X	2.54	0.68445	2.15803	VAR	Story2	EYN	Y	5.522	0.68038	2.35882	VAR
Story1	EXN	X	1.177	0.46339	x	YOK	Story1	EYN	Y	2.341	0.42394	x	YOK

TBDY 2018 uyarınca kontrol edilmesi gereken düzensizliklerden B1 düzensizliği, kesme alanlarının katlar arası oranlarını incelemektedir. Bu kapsamda, kolon, perde ve kagir dolgu duvarların kesme alanları hesaplanmış ve işleme konmuştur.

Bu tez kapsamında, kagir dolgu duvarların mimarisi çizilmemiş, sistemin statik analizinde, kirişlere yük olarak etkitilmiştir. Fakat, yapının tasarımından bu yana, olabildiğince benzer katlı ve simetrik olmasına önem verildiği için, dolgu duvarların ve duvarlardaki boşlukların, her katta aynı olduğu varsayılmıştır.

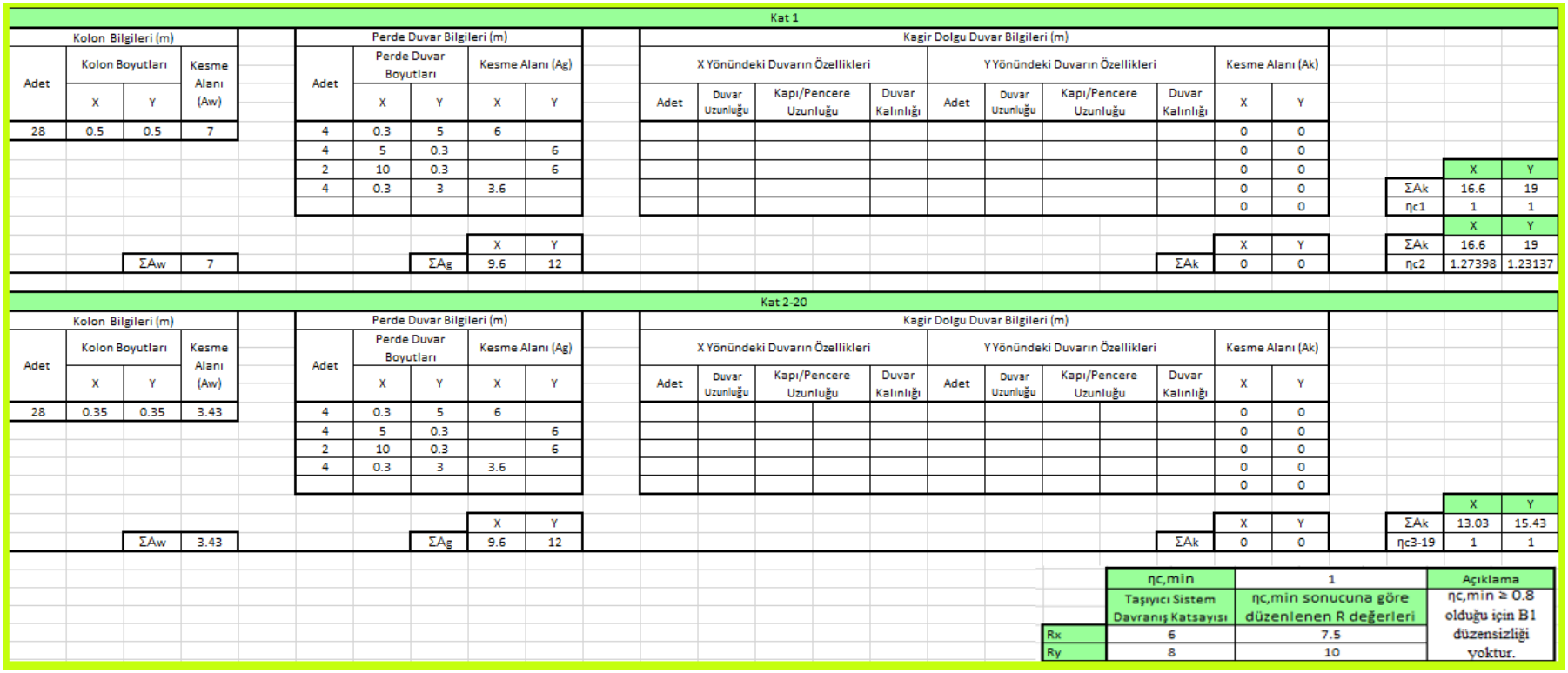
B1 düzensizliğine dair excel tablosu, yukarıdaki varsayıma dayanarak, dolgu duvarlar hesaba katılmadan, yalnızca kolon ve perdelerin kesme alanlarına göre, hesaplanmış ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Burada, ilk 12 kat birbirinin aynı ve 13-20 kat arası da birbirinin aynı olduğu için, 12. Katın ηc katsayısı ayrıca hesaplanmış. 1-11 ve 13-20 katlarının ηc katsayıları birlikte hesaplanmıştır.



Şekil 67. 20 Katlı Kompozit Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü

Tablo 64. Zayıf Kat Düzensizliği



Kat 1

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.5	0.5	7
		ΣAw	7

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.3	5	6	
4	5	0.3		6
2	10	0.3		6
4	0.3	3	3.6	
			X	Y
		ΣAg	9.6	12

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
							ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	16.6	19
ηc1	1	1
	X	Y
ΣAk	16.6	19
ηc2	1.27398	1.23137

Kat 2-20

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.35	0.35	3.43
		ΣAw	3.43

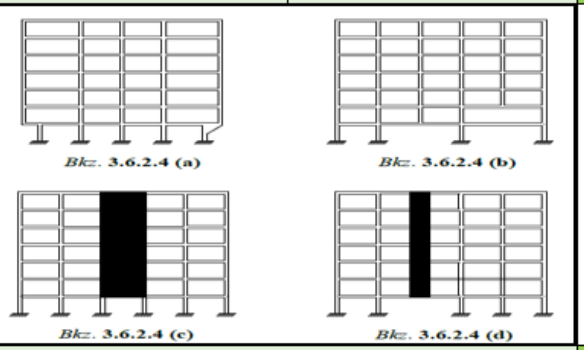
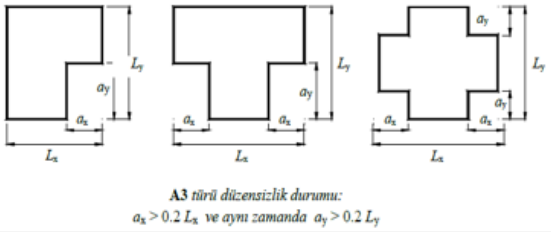
Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.3	5	6	
4	5	0.3		6
2	10	0.3		6
4	0.3	3	3.6	
			X	Y
		ΣAg	9.6	12

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
							ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	13.03	15.43
ηc3-19	1	1

ηc,min		1	Açıklama
	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	ηc,min sonucuna göre düzenlenen R değerleri	ηc,min ≥ 0.8 olduğu için B1 düzensizliği yoktur.
Rx	6	7.5	
Ry	8	10	

Tablo 65. Düzensizlik Kontrolleri Özeti

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü	Δ_{imax}	Δ_{iort}		B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	Herhangi Bir Kattaki Etkili Kesme Alanının, Bir Üst Kattaki Etkili Kesme	Etkili Kesme Alanı= O Katın, Klon ve Perdelerinin ΣYüzey	
	0.00655	0.0065	OK		i. Kat Etkili Kesme Alanı	i+1. Kat Etkili Kesme Alanı	
	Kat Brüt Alanı	Σboşluk Alanları			27.52	16.6	OK
	900	100	OK	B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	Herhangi Bir i. Kattaki Ortalama Göreli Kat		
A2 Döşeme Süreksizlikleri	Deprem Yüklerinin, Düşey Taşıyıcı Elemanlarına Güvenle Aktarılabilmesini Güçlendiren Yerel Döşeme Boşlukları				(Δi(X)/hi)ort	(Δi±1(X)/hi±1)ort	
	YOK		OK		0.001703	0.002187	NOT OK
	Döşemenin Düzlem İçi Rijitlik Dayanımında Ani Azalmalar			B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği			
	YOK		OK				
A3 Planda Çıkıntılar Bulunması					Herhangi Biri= YOK		OK
	ax>0.2Lx = HAYIR	ay>0.2Ly=HAYIR	OK				

Düzensizlikler de kontrol edildiğine göre, sırada, mod birleştirme hesap yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvvetinin, eşdeğer deprem yükü hesap yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvvetine yakınsaklaştırılması vardır. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Yani, modal analiz ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvveti, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvvetine göre, TBDY 2018 4.8.4 uyarınca, gerekli görülmesi halinde, yakınsanacaktır.

Bu işlem, TBDY 2018 4.8.4 de anlatıldığı üzere;

$$V_{tx}(X) < \gamma_E \, V_{TE}(X) \quad \text{Denklem 68}$$

ise, modal hesap yöntemi ile hesaplanarak, azaltılmış, tüm iç kuvvet ve yerdeğiştirmeler, $\beta_{tE}(X)$ kat sayısı ile çarpılarak, büyütülecektir:

$$\beta_{tE}(X) = \gamma_E \, V_{TE}(X) / V_{tx}(X) \geq 1 \quad \text{Denklem 69}$$

$$\beta_{tE}(Y) = \gamma_E \, V_{TE}(Y) / V_{ty}(Y) \geq 1 \quad \text{Denklem 70}$$

$$V_{tE}(X) = V_{tE}(Y) = 10187.98 \text{ kN} \quad \text{Denklem 71}$$

$$V_{tx}(X) = 20690 \text{ kN} \quad \text{Denklem 72}$$

$$V_{ty}(Y) = 8354 \text{ kN} \quad \text{Denklem 73}$$

olarak elde edilmiştir.

γ_E, TBDY 2018 4.8.4 uyarınca, 0.90 Denklem 74

seçilmiştir.

$$\beta_{tE}(X) = 0.90*10188/20690 = 0.443 \quad \text{Denklem 75}$$

$$\beta_{tE}(Y) = 0.9*10188/8354 = 1.098 \quad \text{Denklem 76}$$

Hesap sonucu bulunan β_{tE} değerleri, Sap2000 programına, mod birleştirme hesap yöntemi, Y deprem kuvveti, ölçeklendirme bölümüne, ilk başta hesaplanan, I*g/R değerine çarpan olarak, girilmiştir.

Etkin göreli kat ötelemesi:

TBDY 2018 4.9.1 uyarınca; etkin göreli kat ötelemeleri, kat bazında;

$$\Delta i = Ui - Ui\text{-}1 \quad \text{Denklem 77}$$

olarak hesaplanırken, i. Kata ait kolon veya perdeler bazında;

$$\sigma i = (R/I)*\Delta i \quad \text{Denklem 78}$$

olarak hesaplanır.

Hesaplanan bu "göreli kat ötelemeleri", ötelemeyi sınırlandırmak amacıyla, belirli sınırlar dahilinde tutulur. Aşağıda verilen, sınırlandırma değerinin, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanır:

$$\lambda*\sigma i,max/hi \leq 0.016\kappa \quad \text{Denklem 79}$$

Formülde yer alan,

$$\lambda = Sae(T)\ DD\text{-}3 / Sae(T)\ DD\text{-}2 \quad \text{Denklem 80}$$

κ betonarme yapılar için; 1, çelik yapılar için; 0.5 olur.

Tüm bu formülleri toparlarsak,

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016\kappa *hi*(I/R)*(\ Sae(T)x\ DD\text{-}2 / Sae(T)x\ DD\text{-}3) \quad \text{Denklem 81}$$

bulunur.

$$Sae(T)x\ DD\text{-}2 = S_{D1}/Tx = 0.198/2.919 = 0.068 \quad \text{Denklem 82}$$

$$Sae(T)y\ DD\text{-}2 = S_{D1}/Ty = 0.198/4.189 = 0.047 \quad \text{Denklem 83}$$

$$Sae(T)x\ DD\text{-}3 = S_{D1}/Tx = 0.081/2.919 = 0.028 \quad \text{Denklem 84}$$

$$Sae(T)y\ DD\text{-}3 = S_{D1}/Ty = 0.081/4.189 = 0.019 \quad \text{Denklem 85}$$

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016*3.5*(1/6)*(\ 0.068/\ 0.028) = 0.023 \quad \text{Denklem 86}$$

$$\Delta i,max\ (Y) \leq 0.016*3.5*(1/8)*(\ 0.047/\ 0.019) = 0.017 \quad \text{Denklem 87}$$

Etkin göreli kat ötelemelerine dair hesaplar ve sınırlandırmalar aşağıdaki gibi bulunmuştur:

Aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere, etkin göreli kat ötelemesi sınır şartını sağlanmıştır. Sağlanamasaydı, TBDY 2018 4.9.1.6 uyarınca, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesaplarının tekrar edilmesi gerekmektedir.

Fakat burada dikkat edilmesi gereken konu;

$$\Delta i,max \leq 0.016*hi*(I/R)*(Sae(T)\ DD\text{-}2\ /\ Sae(T)\ DD\text{-}3) \quad \text{Denklem 88}$$

Denklemindeki 0.016 katsayısı, arada derz bulunan duvarlar içindir. Bilindiği üzere, kolonlar arasında duvar derzsiz dolgu duvar olarak yapıldığında, o kesitteki, ötelemeyi bir kısım engeller. Bu da ötelemenin daha düşük çıkmasına neden olur. Derzli bir duvar bulunması ise, ötelemenin engellenmediği anlamına gelir. Bu durumda daha yüksek bir öteleme çıkar. Bu sebeple TBDY 2018 kapsamında bu iki durum ayrı ayrı değerlendirilmek suretiyle, derzsiz duvarlar için katsayı 0.008; derzli duvarlar için ise, 0.016 olarak alınmıştır. Bu tez kapsamında yapıdaki duvarlar derzli kabul edilmiş ve katsayı 0.016 alınmıştır.

Tablo 66. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story20	EXP	X	0.002638	0.00264	0.023	OK	Story20	EYP	Y	0.004375	0.00438	0.017	OK
Story20	EXN	X	0.002638				Story20	EYN	Y	0.004375			
Story19	EXP	X	0.002673	0.00267	0.023	OK	Story19	EYP	Y	0.004479	0.00448	0.017	OK
Story19	EXN	X	0.002673				Story19	EYN	Y	0.004479			
Story18	EXP	X	0.002702	0.0027	0.023	OK	Story18	EYP	Y	0.004596	0.0046	0.017	OK
Story18	EXN	X	0.002702				Story18	EYN	Y	0.004596			
Story17	EXP	X	0.002727	0.00273	0.023	OK	Story17	EYP	Y	0.00472	0.00472	0.017	OK
Story17	EXN	X	0.002727				Story17	EYN	Y	0.00472			
Story16	EXP	X	0.002742	0.00274	0.023	OK	Story16	EYP	Y	0.004837	0.00484	0.017	OK
Story16	EXN	X	0.002742				Story16	EYN	Y	0.004837			
Story15	EXP	X	0.002745	0.00275	0.023	OK	Story15	EYP	Y	0.004934	0.00493	0.017	OK
Story15	EXN	X	0.002745				Story15	EYN	Y	0.004934			
Story14	EXP	X	0.002731	0.00273	0.023	OK	Story14	EYP	Y	0.005	0.005	0.017	OK
Story14	EXN	X	0.002731				Story14	EYN	Y	0.005			
Story13	EXP	X	0.002702	0.0027	0.023	OK	Story13	EYP	Y	0.005029	0.00503	0.017	OK
Story13	EXN	X	0.002702				Story13	EYN	Y	0.005029			
Story12	EXP	X	0.002628	0.00263	0.023	OK	Story12	EYP	Y	0.00496	0.00496	0.017	OK
Story12	EXN	X	0.002628				Story12	EYN	Y	0.00496			
Story11	EXP	X	0.002563	0.00256	0.023	OK	Story11	EYP	Y	0.004917	0.00492	0.017	OK
Story11	EXN	X	0.002563				Story11	EYN	Y	0.004917			
Story10	EXP	X	0.002469	0.00247	0.023	OK	Story10	EYP	Y	0.00482	0.00482	0.017	OK
Story10	EXN	X	0.002469				Story10	EYN	Y	0.00482			

Tablo 67. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story9	EXP	X	0.002353	0.00235	0.023	OK	Story9	EYP	Y	0.004675	0.00468	0.017	OK
Story9	EXN	X	0.002353				Story9	EYN	Y	0.004675			
Story8	EXP	X	0.002211	0.00221	0.023	OK	Story8	EYP	Y	0.004474	0.00447	0.017	OK
Story8	EXN	X	0.002211				Story8	EYN	Y	0.004474			
Story7	EXP	X	0.002042	0.00204	0.023	OK	Story7	EYP	Y	0.004208	0.00421	0.017	OK
Story7	EXN	X	0.002042				Story7	EYN	Y	0.004208			
Story6	EXP	X	0.001845	0.00185	0.023	OK	Story6	EYP	Y	0.00387	0.00387	0.017	OK
Story6	EXN	X	0.001845				Story6	EYN	Y	0.00387			
Story5	EXP	X	0.001617	0.00162	0.023	OK	Story5	EYP	Y	0.00345	0.00345	0.017	OK
Story5	EXN	X	0.001617				Story5	EYN	Y	0.00345			
Story4	EXP	X	0.001356	0.00136	0.023	OK	Story4	EYP	Y	0.002937	0.00294	0.017	OK
Story4	EXN	X	0.001356				Story4	EYN	Y	0.002937			
Story3	EXP	X	0.00106	0.00106	0.023	OK	Story3	EYP	Y	0.002319	0.00232	0.017	OK
Story3	EXN	X	0.00106				Story3	EYN	Y	0.002319			
Story2	EXP	X	0.000726	0.00073	0.023	OK	Story2	EYP	Y	0.001578	0.00158	0.017	OK
Story2	EXN	X	0.000726				Story2	EYN	Y	0.001578			
Story1	EXP	X	0.000336	0.00034	0.023	OK	Story1	EYP	Y	0.000669	0.00067	0.017	OK
Story1	EXN	X	0.000336				Story1	EYN	Y	0.000669			

İkinci mertebe etkilerinin kontrolü:

TBDY 2018 4.9.2 uyarınca, ikinci mertebe gösterge değeri,

$$\theta_2,i = \Delta i,ort * \Sigma wk / Vi * hi \text{ Denklem 89}$$

olarak hesaplanır. Yapıdaki tüm katlar için bulunan "ikinci mertebe gösterge değeri" maksimumu, TBDY 2018 4.9.2.2 uyarınca, şu değeri sağlamak zorundadır:

$$\theta_2,max \leq 0.12*D/Ch*R \text{ Denklem 90}$$

→ Ch = kompozit kolonlu ve çelik yapılar için, 1; betonarme yapılar için, 0.5 alınacaktır.

Eğer bu koşul sağlanamaz ise, gözönüne alınan doğrultudaki (X veya Y) tüm iç kuvvetler, β_2 katsayısı ile çarpılarak, arttırılacaktır:

$$\beta_2 = 0.88+ (Ch*R/D)* \theta_2,max \geq 1 \text{ Denklem 91}$$

veya taşıyıcı sistem rijitlik ve/veya dayanımı arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanabilir.

Yapıya ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri, aşağıda verilmiştir:

Tablo 68. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story20	EXP	X	0.002638	0.00264	15659.6775	3500	-8278.858	-1.4257E-06	0.05	OK
Story20	EXN	X	0.002638							
Story19	EXP	X	0.002673	0.00267	31283.3551	3500	-8277.858	-2.8862E-06	0.05	OK
Story19	EXN	X	0.002673							
Story18	EXP	X	0.002702	0.0027	46907.0326	3500	-8276.858	-4.3751E-06	0.05	OK
Story18	EXN	X	0.002702							
Story17	EXP	X	0.002727	0.00273	62530.7101	3500	-8275.858	-5.887E-06	0.05	OK
Story17	EXN	X	0.002727							
Story16	EXP	X	0.002742	0.00274	78154.3876	3500	-8274.858	-7.3993E-06	0.05	OK
Story16	EXN	X	0.002742							
Story15	EXP	X	0.002745	0.00275	93778.0652	3500	-8273.858	-8.8893E-06	0.05	OK
Story15	EXN	X	0.002745							
Story14	EXP	X	0.002731	0.00273	109401.743	3500	-8272.858	-1.0319E-05	0.05	OK
Story14	EXN	X	0.002731							
Story13	EXP	X	0.002702	0.0027	125025.42	3500	-8271.858	-1.1668E-05	0.05	OK
Story13	EXN	X	0.002702							
Story12	EXP	X	0.002628	0.00263	140973.035	3500	-8270.858	-1.2798E-05	0.05	OK
Story12	EXN	X	0.002628							
Story11	EXP	X	0.002563	0.00256	156920.649	3500	-8269.858	-1.3895E-05	0.05	OK
Story11	EXN	X	0.002563							
Story10	EXP	X	0.002469	0.00247	172868.263	3500	-8268.858	-1.4748E-05	0.05	OK
Story10	EXN	X	0.002469							

Tablo 69. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story9	EXP	X	0.002353	0.00235	188815.877	3500	-8267.858	-1.5353E-05	0.05	OK
Story9	EXN	X	0.002353							
Story8	EXP	X	0.002211	0.00221	204763.492	3500	-8266.858	-1.5647E-05	0.05	OK
Story8	EXN	X	0.002211							
Story7	EXP	X	0.002042	0.00204	220711.106	3500	-8265.858	-1.5578E-05	0.05	OK
Story7	EXN	X	0.002042							
Story6	EXP	X	0.001845	0.00185	236658.72	3500	-8264.858	-1.5094E-05	0.05	OK
Story6	EXN	X	0.001845							
Story5	EXP	X	0.001617	0.00162	252606.334	3500	-8263.858	-1.4122E-05	0.05	OK
Story5	EXN	X	0.001617							
Story4	EXP	X	0.001356	0.00136	268553.949	3500	-8262.858	-1.2592E-05	0.05	OK
Story4	EXN	X	0.001356							
Story3	EXP	X	0.00106	0.00106	284501.563	3500	-8261.858	-1.0429E-05	0.05	OK
Story3	EXN	X	0.00106							
Story2	EXP	X	0.000726	0.00073	300449.177	3500	-8260.858	-7.5442E-06	0.05	OK
Story2	EXN	X	0.000726							
Story1	EXP	X	0.000336	0.00034	316396.792	3500	-8259.858	-3.6773E-06	0.05	OK
Story1	EXN	X	0.000336							

Tablo 70. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R		
Story20	EYP	Y	0.004375	0.00438	15659.6775	3500	-8278.858	-2.3644E-06	0.045	OK	
Story20	EYN	Y	0.004375								
Story19	EYP	Y	0.004479	0.00448	31283.3551	3500	-8277.858	-4.8362E-06	0.045	OK	
Story19	EYN	Y	0.004479								
Story18	EYP	Y	0.004596	0.0046	46907.0326	3500	-8276.858	-7.4419E-06	0.045	OK	
Story18	EYN	Y	0.004596								
Story17	EYP	Y	0.00472	0.00472	62530.7101	3500	-8275.858	-1.019E-05	0.045	OK	
Story17	EYN	Y	0.00472								
Story16	EYP	Y	0.004837	0.00484	78154.3876	3500	-8274.858	-1.3053E-05	0.045	OK	
Story16	EYN	Y	0.004837								
Story15	EYP	Y	0.004934	0.00493	93778.0652	3500	-8273.858	-1.5978E-05	0.045	OK	
Story15	EYN	Y	0.004934								
Story14	EYP	Y	0.005	0.005	109401.743	3500	-8272.858	-1.8892E-05	0.045	OK	
Story14	EYN	Y	0.005								
Story13	EYP	Y	0.005029	0.00503	125025.42	3500	-8271.858	-2.1717E-05	0.045	OK	
Story13	EYN	Y	0.005029								
Story12	EYP	Y	0.00496	0.00496	140973.035	3500	-8270.858	-2.4155E-05	0.045	OK	
Story12	EYN	Y	0.00496								
Story11	EYP	Y	0.004917	0.00492	156920.649	3500	-8269.858	-2.6657E-05	0.045	OK	
Story11	EYN	Y	0.004917								
Story10	EYP	Y	0.00482	0.00482	172868.263	3500	-8268.858	-2.879E-05	0.045	OK	
Story10	EYN	Y	0.00482								

$\beta_2(X) = 0.88 + (Ch.R/D).\theta_{2,max(X)} \geq 1$

$\beta_2(Y) = 0.88 + (Ch.R/D).\theta_{2,max(Y)} \geq 1$

Eğer, $\theta_2(X)$ veya $\theta_2(Y)$'lerin tüm katlar için hesaplanmış değerlerin, maksimumu, sınır değeri geçer ise, o doğrultudaki, "Tüm iç kuvvetler", o doğrultuya ait β_2 katsayısı ile çarpılarak, arttırılacaktır!

Tablo 71. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story9	EYP	Y	0.004675	0.00468	188815.877	3500	-8267.858	-3.0504E-05	0.045	OK
Story9	EYN	Y	0.004675							
Story8	EYP	Y	0.004474	0.00447	204763.492	3500	-8266.858	-3.1662E-05	0.045	OK
Story8	EYN	Y	0.004474							
Story7	EYP	Y	0.004208	0.00421	220711.106	3500	-8265.858	-3.2103E-05	0.045	OK
Story7	EYN	Y	0.004208							
Story6	EYP	Y	0.00387	0.00387	236658.72	3500	-8264.858	-3.1661E-05	0.045	OK
Story6	EYN	Y	0.00387							
Story5	EYP	Y	0.00345	0.00345	252606.334	3500	-8263.858	-3.0131E-05	0.045	OK
Story5	EYN	Y	0.00345							
Story4	EYP	Y	0.002937	0.00294	268553.949	3500	-8262.858	-2.7273E-05	0.045	OK
Story4	EYN	Y	0.002937							
Story3	EYP	Y	0.002319	0.00232	284501.563	3500	-8261.858	-2.2816E-05	0.045	OK
Story3	EYN	Y	0.002319							
Story2	EYP	Y	0.001578	0.00158	300449.177	3500	-8260.858	-1.6398E-05	0.045	OK
Story2	EYN	Y	0.001578							
Story1	EYP	Y	0.000669	0.00067	316396.792	3500	-8259.858	-7.3218E-06	0.045	OK
Story1	EYN	Y	0.000669							

Görüldüğü üzere, 20 Katlı kompozit yapının TBDY 2018 çerçevesinde, dayanıma göre tasarım kuralları uyarınca deprem kontrolleri yapılmış ve iç kuvvetler belirlenerek, taşıyıcı sistem donatı seçimi ve boyutlandırılmasına gelinmiştir.

Kirişlerin boyutlandırılması;

Kirişlerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan excellerin görüntüleri, aşağıda verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kiriş olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 72. Kiriş Donatılandırma Türü

Elemanın Boyutlandırılma Türü					Dikdörtgen Kesitli Kirişlerde Dengeli Donatı Oranı						k_1	k3	Es	fcd= fck/γmc	fyd= fyk/1.15
					Çelik	Beton		1,4	1,5	1,7					
Kirişler	Nd	Ac	fck	Tür				γmc=1.4	γmc=1.5	γmc=1.7					
K1	30	270000	50	KİRİŞ	420	25	C25/30	0,02196	0,02049563	0,018084379	0,85	0,85	200000	33,33	434,78
K2	30	270000	50	KİRİŞ	420	30	C30/37	0,025421	0,023726705	0,020935328	0,82	0,85	200000	33,33	434,78
K3	30	270000	50	KİRİŞ	420	35	C35/45	0,028573	0,026668431	0,023530968	0,79	0,85	200000	33,33	434,78
K4	30	270000	50	KİRİŞ	420	40	C40/50	0,031415	0,029320807	0,0258713	0,76	0,85	200000	33,33	434,78
K5	30	270000	50	KİRİŞ	420	45	C45/55	0,033947	0,031683832	0,027956322	0,73	0,85	200000	33,33	434,78
K6	30	270000	50	KİRİŞ	420	50	C50/60	0,036169	0,033757508	0,029786036	0,70	0,85	200000	33,33	434,78
K7	30	270000	50	KİRİŞ	420	55	C55/67	0,051768	0,048316922	0,042632578	0,79	0,98	200000	33,33	434,78
K8	30	270000	50	KİRİŞ	420	60	C60/75	0,055759	0,052042162	0,045919555	0,78	0,98	200000	33,33	434,78
K9	30	270000	50	KİRİŞ	420	70	C70/85	0,062551	0,058380631	0,051512321	0,75	0,98	200000	33,33	434,78
K10	30	270000	50	KİRİŞ	420	80	C80/95	0,06958	0,064941502	0,057301325	0,73	0,98	200000	33,33	434,78
K11	30	270000	50	KİRİŞ	500	25	C25/30	0,017206	0,016058929	0,014169643	0,85	0,85	200000	33,33	434,78
K12	30	270000	50	KİRİŞ	500	30	C30/37	0,019918	0,018590571	0,016403445	0,82	0,85	200000	33,33	434,78
K13	30	270000	50	KİRİŞ	500	35	C35/45	0,022388	0,0208955	0,018437206	0,79	0,85	200000	33,33	434,78
K14	30	270000	50	KİRİŞ	500	40	C40/50	0,024615	0,022973714	0,020270924	0,76	0,85	200000	33,33	434,78
K15	30	270000	50	KİRİŞ	500	45	C45/55	0,026598	0,024825214	0,021904601	0,73	0,85	200000	33,33	434,78
K16	30	270000	50	KİRİŞ	500	50	C50/60	0,028339	0,02645	0,023338235	0,70	0,85	200000	33,33	434,78
K17	30	270000	50	KİRİŞ	500	55	C55/67	0,035181	0,032835786	0,028972752	0,79	0,85	200000	33,33	434,78
K18	30	270000	50	KİRİŞ	500	60	C60/75	0,037894	0,035367429	0,031206555	0,78	0,85	200000	33,33	434,78
K19	30	270000	50	KİRİŞ	500	70	C70/85	0,042509	0,039675	0,035007353	0,75	0,85	200000	33,33	434,78
K20	30	270000	50	KİRİŞ	500	80	C80/95	0,047286	0,044133714	0,038941513	0,73	0,85	200000	33,33	434,78

Tablo 73. Kiriş Dengeli Kırılma Kontrolü

Tasarım Momenti: Md (Nmm)	Tasarım Kesme Kuvveti: Vd (N)	Kiriş Genişliği: bw	Kiriş Yüksekliği: h	Beton Örtüsü: d'	Faydalı Yükseklik: h-d'=d	fck	fyk (Mpa)	Etriye Aralığı: s (mm)	K	Basınç Bloğu Derinliği		Dengeli Kırılma Anında Tarafsız Eksenin Derinliği: cb	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğu Derinliği: ab	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğun Sınır Derinliği: amax	Cmax	NOT
										a	c					
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK
4375900	67877,2	450	600	40	560	50	500	100	0,002189	0,613207	0,72142	324,7058824	276	154,8235294	182,1453	OK

Tablo 74. Çekme ve Basınç Donatısı Alanı

Denge Durumunda Beton Bloğundaki Kuvvet: Fc	Denge Durumunda Beton Bloğunun Taşıyabileceği Moment: Mdc	Tasarım Momentinden Kalan Moment: Mds	Basınç Donatısındaki Gerilme: σs'	Tasarım Momentinden Kalan Moment Mds için Gerekli Donatı Alanı (Basınç Bölgesi): As'	Denge Durumu Momenti için Gereken Çekme Donatı Alanı: As1	Tasarım Momenti ile Oluşan Farktan Çekme Bölgesine İlave Edilecek Donatı Alanı: As2	Çekme Bölgesindeki Toplam Donatı Alanı: As
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156
1974000	952629176,5	-948253276,5	-32667,72834	55,82157333	4540,2	-4194,197184	346,0028156

Tablo 75. Kiriş Donatı Oranları

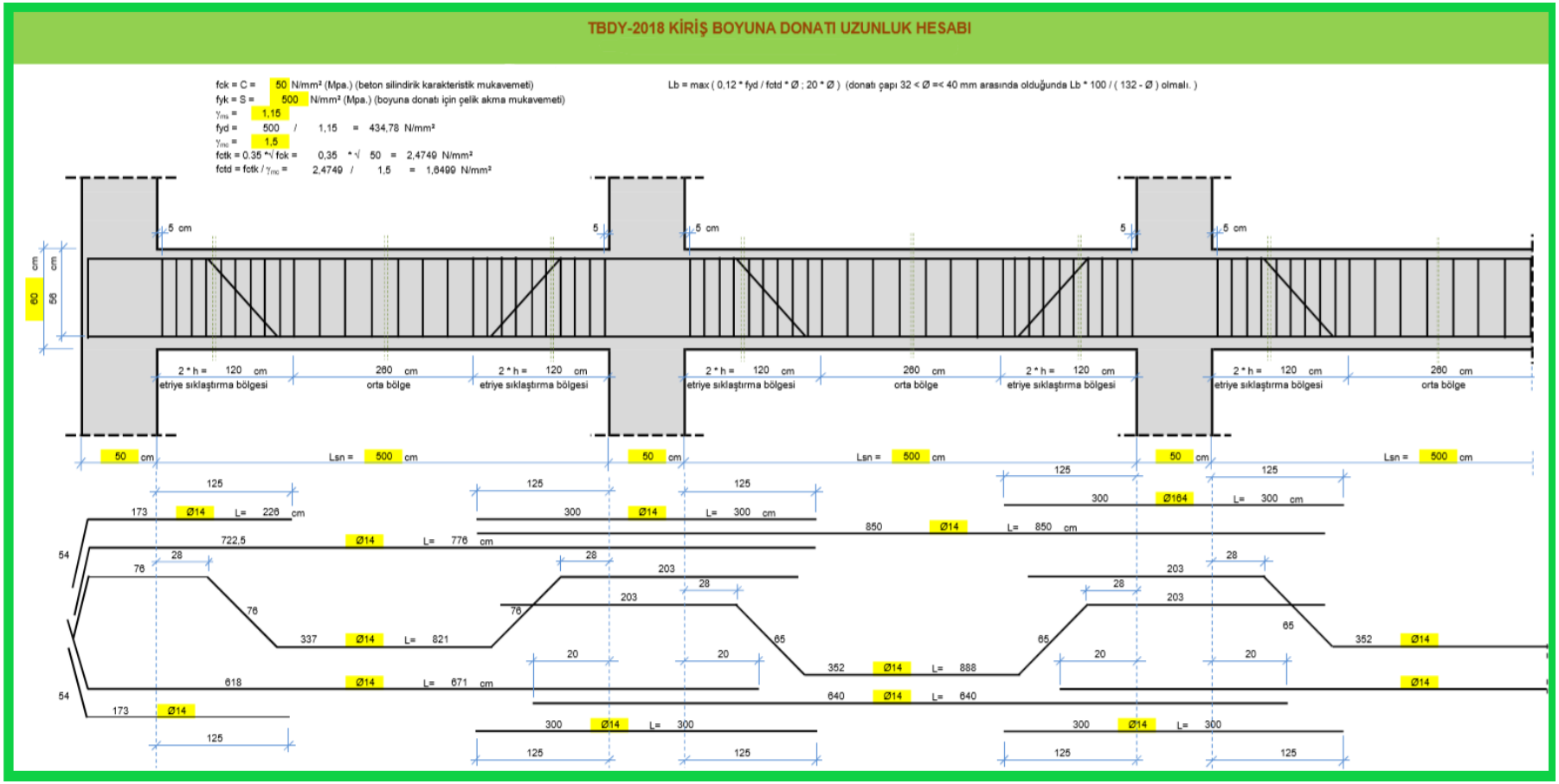
Alt Sınır Donatı Kontrolleri: ρ=As/bdw								Üst Sınır Donatı Oranı: ρmax								Donatı Sınır Oran: ρ-ρ'<=ρmax			Dengeli donatı oranı: ρb				
								Çekme donatısı oranı: ρ				Basınç donatısı oranı: ρ'												
ρ	As	bw	d	ρmin	fctd	fyd		As	bw	d	ρ	A's	bw	d	ρ'	ρ-ρ'	ρmax		k1	k3	fcd	fyd	ρb
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
0,001373	346,0028	450	560	0,003036	1,649916	434,7826	OK	346,0028	450	560	0,001373	55,82157	450	560	0,000222	0,001152	0,001167	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645

Tablo 76. Kiriş Kesme Donatısı Alanı

Tasarım Kesme Kuvveti Sınır Kontrolleri (TS500)					Kesme Donatısı Hesabı									
Max Tasarım Kesme Kuvveti			Tasarım Kesme Kuvveti Vd (kN)		Donatısız Betonun Kesme Dayanımı (Nd=0 olarak çözülmüştür)					Vcr<Vd: Kesme Donatısı Hesabı				
Max Vd (kN)	fcd	Ac			d çekme ve basınçta pc	fctd	Ac	Nd	ç:0.07, Ekse	Asw	Vd	s	fywd	d
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560
1848000	33,33333	270000	67877,2	OK	289562,479	1,64991582	270000	30	0,07	27,87813571	67877,2	100	434,7826	560

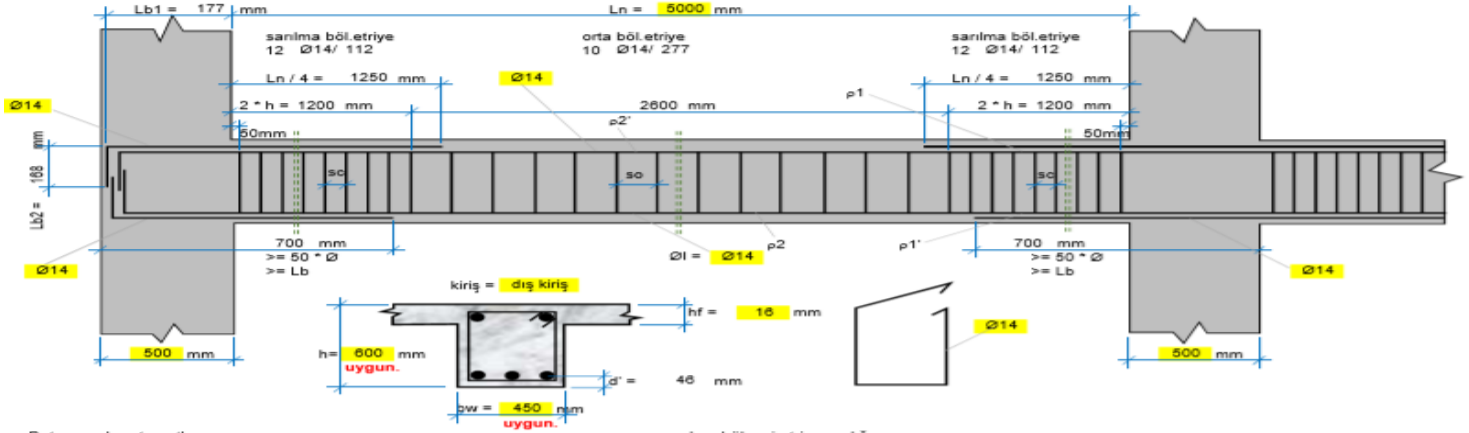
Tablo 77. TS2018 Kiriş Kontrolleri

TBDY 2018 Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerin Kontrolleri																							
Enkesit Koşulları						Boyuna Donatı Koşulları						Enine Donatı Koşulları				Kirişlerin Kesme Güvenliği									
bw(cm)		$h_{kiriş}$	$t_{döşeme}$			$\rho_{çekme/mesnet}$	fctd	fyd		ϕ_{boyuna}		ϕ_{etriye}		s		Ve	Vr	Vdy	Mpi=1.4Mri	Mpj=1.4Mrj	Ln	bw	d	fck	
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK
450	OK	600	160	OK	OK	0,001373027	1,649916	434,7826	OK	20	OK	14	OK	100	OK	99510,84	231677,9	101261,2	4375900	4375900	5000	450	560	50	OK



Şekil 68. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, Kolon 50x50

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw		$b_{kolon} + h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	



Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 554 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 4 = 554 / 4 = 139 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 450)= 601 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 2 = 554 / 2 = 277 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 450)= 601 mm
seçilecek sc = 277 mm

Şekil 69. Kiriş Etriye ve Boyuna Donatı Düzenlemesi, Kolon 50x50 _HEB260

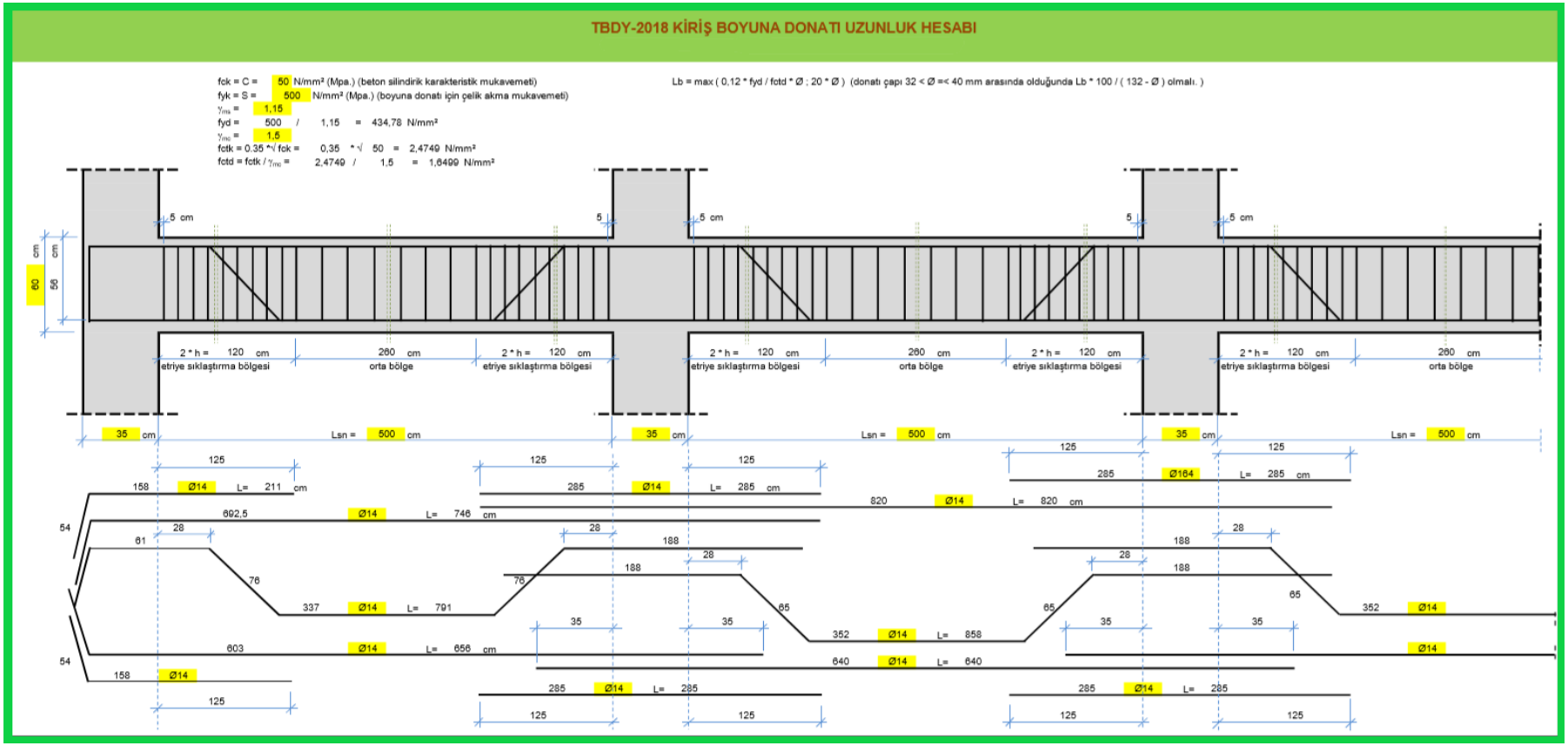
SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI

fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	5	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,45	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,56	m.
h (kiriş yüksekliği)=	0,6	m.
a (kolon genişliği)=	0,5	m.
Pd(g+q)=	55	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	79	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	1713	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	120	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	3,13	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	88,9456869	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1649,01	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	1649,01	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1598,45	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	1848	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	270,2562118	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	etriye hesabı gerekli	

Şekil 70. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50_HEB260

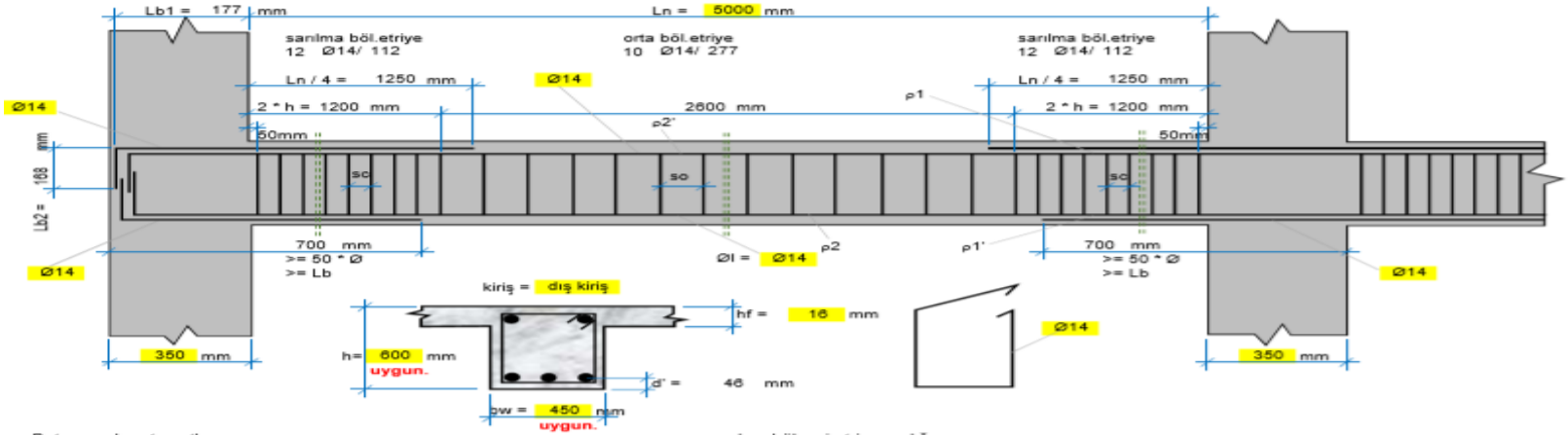
Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	56	mm².
Asia=	346	mm².
Asjü=	56	mm².
Asja=	346	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	17,72521739	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	109,5165217	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	17,72521739	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	109,5165217	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	137,5	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	162,9483478	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	162,9483478	KN.
Ve=	162,9483478	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	1737,955687	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	162,9483478	KN
Ve=	162,9483478	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	25,44834783	KN.
Vd E=	1649,01	KN.
0,5*Vd E=	824,505	KN.
Vc=0,8*Vcr=	216,2049694	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	132,1483478	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-84,05662159	KN.
Vd vd=	1649,01	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	1432,805031	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	5,231774801	cm.
sk=d/4	14	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	60,09696728	cm.
sarılma bölgesi sk=	5	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	96,94834783	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-119,2566216	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	1598,45	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	1382,245031	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	5,423143573	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)		cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)	14	cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	60,09696728	cm.
orta bölge so=	5	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /5 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /5 cm.**	

Şekil 71. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50_HEB260



Şekil 72. Kiriş Boyuna Donatı Uzunluk Hesabı, Kolon 35x35

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	



Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 554 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 4 = 554 / 4 = 139 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 450)= 601 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 2 = 554 / 2 = 277 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 450)= 601 mm
seçilecek sc = 277 mm

Şekil 73. Kiriş Etriye ve Boyuna Donatı Düzenlemesi, Kolon 35x35_HEB120

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI

fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
l_n (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	5	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,45	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,56	m.
h (kiriş yüksekliği)=	0,6	m.
a (kolon genişliği)=	0,35	m.
Pd(g+q)=	55	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	79	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	1900	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	2400	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	3,13	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1836,421725	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1841,935	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	1841,935	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	1791,375	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	1848	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	270,2562118	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	etriye hesabı gerekli	

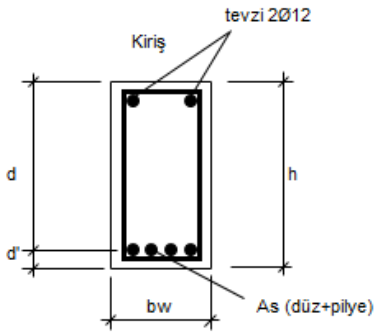
Şekil 74. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 35x35_HEB120

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	56	mm².
Asia=	346	mm².
Asjü=	56	mm².
Asja=	346	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	17,72521739	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	109,5165217	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	17,72521739	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	109,5165217	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	137,5	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	162,9483478	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	162,9483478	KN.
Ve=	162,9483478	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	3678,356725	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	162,9483478	KN
Ve=	162,9483478	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	25,44834783	KN.
Vd E=	1841,935	KN.
0,5*Vd E=	920,9675	KN.
Vc=0,8*Vcr=	216,2049694	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	132,1483478	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-84,05662159	KN.
Vd vd=	1841,935	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	1625,730031	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	4,610921317	cm.
sk=d/4	14	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	60,09696728	cm.
sarılma bölgesi sk=	4	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	96,94834783	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-119,2566216	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	1791,375	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	1575,170031	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	4,758923232	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)		cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)	14	cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	60,09696728	cm.
orta bölge so=	4	cm.
SARILMA BÖLGESİ	Ø14 /4 cm.	
ORTA BÖLGE	Ø14 /4 cm.	

Şekil 75. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 35x35_HEB120

KİRİŞ İÇİN MİNİMUM ÇEKME DONATISI HESABI (1.deprem bölgesinde)				
C = fck (N/mm².;Mpa.) (beton sınıfı)			50	
S = fyk (N/mm².Mpa.) (donatı sınıfı)			500	
γmc (beton malzeme katsayısı)			1,5	
γms (donatı malzeme katsayısı)			1,15	
bw (cm.) (kiriş genişliği)			35	
h (cm.) (kiriş yüksekliği)			50	
(pas payı + Øetriye + tevzi Ø/2) = **d'** (cm.)			4	
d = h - d' (cm)			46	
fyd = S / γms (N/mm²)			434,782609	
fcd = C / γmc (N/mm²)			33,3333333	
fctk = 0.35 * √ (fck) (N/mm²)			2,474874	
fctd = fctk / γmc (N/mm²)			1,649916	
1.deprem bölgesinde **ρmin = 0.8 * fctd / fyd**			0,003036	
minimum donatı alanı **As = ρmin * bw * d** (cm².)			4,8877	
As Ø (düz) tek çeşit donatı			4	Ø 14
veya				
As Ø (pilye+düz) veya iki çeşit donatı	2	Ø 14	+ 2	Ø 14

As gövde = 0,001 * bw * d (cm²)	
As Ø (düz) gövde tek çeşit donatı	Ø 14



Not:

1-) Deprem bölgelerinde yapılacak tüm betonarme binalarda C20'den daha düşük dayanımlı beton kullanılamaz.(deprem yönetmeliği madde 3.2.5.1)

2-) Kiriş gövde genişliği en az 250 mm olacaktır. (deprem yönetmeliği madde 3.4.1.1.a)

3-) Kiriş yüksekliği, döşeme kalınlığının 3 katından ve 300 mm'den daha az, kiriş gövde genişliğinin 3.5 katından daha fazla olmamaz.(deprem yönetmeliği madde 3.4.1.1.b)

4-) Minimum donatı oranı 0,8*fctd/fyd olmalı. (deprem yönetmeliği madde 3.4.2.1)

5-) Boyuna donatıların çapı 12 mm'den az olmayacaktır.(deprem yönetmeliği madde 3.4.2.2)

6-) Yüksekliği 600mm yi geçen kirişlerde gövde donatısı miktarı (Asgövde=0,001*bw*d) olmalı.Aralığı ise 300mm yi geçmemeli ve çapı en az Ø10 olmalı.(TS500 madde 7.3)

Şekil 76. Minimum Çekme Donatısı Hesabı

Kolonların boyutlandırılması;

Kolonların boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500, TÇYY 2016 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan excellerin görüntüleri, aşağıda verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kolon olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 78. Kompozit Kolon, Şekil Özellikleri Kontrolü

Kompozit Elemanların Şekil Özelliklerinin Kontrolü								
Kolon	Yapısal Çelik Enkesit Alanı	Toplam Enkesit Alan:Ag		Boyuna Donatı Enkesit Alanı: Asr	Boyuna Donatı Oranı: ρsr	Enine Donatı		Not: Kolon ortasında, s<=300 mm
						Çapı ϕ	Aralığı s	
K1	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K2	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K3	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K4	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K5	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K6	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K7	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K8	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K9	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K10	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K11	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K12	11800	250000	OK	9847.04	OK	14	80	OK
K13	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K14	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K15	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K16	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K17	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K18	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K19	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK
K20	3400	122500	OK	3768	OK	14	80	OK

Tablo 79. Kompozit Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü

Basınç Etkisindeki Kompozit Elemanın Kontrolü															
KOMPOZİT KOLON	Pmax(basınç)	$\phi_c P_n$	Basınç Kontrol	Pn	Pno	Pe	(EI)ef: EsIs + EsrIsr + C1EcIc	C1	Es(Mpa)	Esr(Mpa)	Ec	wc(kg/m³): Beton Birim Hacim Ağırlığı	Is(zayıf eksen)	Ic(zayıf eksen)	Isr(zayıf eksen)
K1	10618546	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K2	10025191	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K3	9442257	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K4	8868073	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K5	8302173	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K6	7743873	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K7	7192578	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K8	6647713	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K9	6108716	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038
K10	5575122	13405059.92	OK	17873413.22	17873520.8	1.24293E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.853	2549	51350000	20833333333	76930038

As: Yapısal Çelik Enkesit Alanı	Asr:Boyuna Donatı Alanı	Ac	Ag: Kayıpsız Enkesit Alanı	0.01Ag<Asr<0.04Ag	Fy	Fysr	fck	Lc	K: Eleman Burkulma Boyu	L: Desteklenen Noktalar Arası Eleman
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500

Tablo 80. Kompozit Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü

Basınç Etkisindeki Kompozit Elemanın Kontrolü

KOMPOZİT KOLON	Pmax(basınç)	$\phi_c P_n$	Basınç Kontrol	Pn	Pno	Pe	(EI)ef: Esls + Esrlsr + C1Eclc	C1	Es(Mpa)	Esr(Mpa)	Ec	wc(kg/m³): Beton Birim Hacim Ağırlığı	Is(zayıf eksen)	Ic(zayıf eksen)	Isr(zayıf eksen)
K11	5046149	13405059.9	OK	17873413.2	17873520.8	1.2429E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.85	2549	5.1E+07	2.0833E+10	7.7E+07
K12	4522654	13405059.9	OK	17873413.2	17873520.8	1.2429E+12	4.41219E+14	0.50976448	200000	200000	39129.85	2549	5.1E+07	2.0833E+10	7.7E+07
K13	3997986	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K14	3482475	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K15	2977242	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K16	2478662	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K17	1985905	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K18	1497876	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K19	1012794	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07
K20	533881	5790381.83	OK	7720509.1	7720610	2.4726E+11	8.77743E+13	0.425542857	200000	200000	39129.85	2549	3180000	5002083333	1.9E+07

As: Yapısal Çelik Enkesit Alanı	Asr:Boyuna Donatı Alanı	Ac	Ag: Kayıpsız Enkesit Alanı	0.01Ag<Asr<0.04Ag	Fy	Fysr	fck	Lc	K: Eleman Burkulma Boyu	L: Desteklenen Noktalar Arası Eleman
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
11800	9847.04	228352.96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500
3400	3768	115332	122500	OK	275	500	50	3500	1	3500

Tablo 81. Kompozit Kolon, Çekme Etkisi Kontrolü

Çekme Etkisindeki Kompozit Eleman Kontrolü						
$\phi_t P_n$	Çekme Kontrolü	Pn	Fy	Fysr	As	Asr
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
7351668	OK	8168520	275	500	11800	9847.04
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768
2537100	OK	2819000	275	500	3400	3768

Tablo 82. Kompozit Kolon, Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü

Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisindeki Kompozit Elemanın Kontrolü																			
M2max	M3max	Pmax(basınç)	ϕcPn	ϕcMn2	ϕcMn3	Mn2	Mn3	Eğilme Kontrol	MBx	Wpx	Wr	Wc	MD	Wsn	Wcn	hn	MBy	Wpy	Wr
35900	4169800	10618546	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
725700	5501600	10025191	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
777000	7842100	9442257	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
1569300	1.1E+07	8868073	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
2368000	1.3E+07	8302173	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
3014100	1.6E+07	7743873	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
3561300	1.8E+07	7192578	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
4012100	2E+07	6647713	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
4371200	2.1E+07	6108716	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
4690000	2.3E+07	5575122	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878

Wc	MD	Wsn	Wcn	hn	h1	h2	tw	tf	bf	d	c	As	Asr	Asrs	Ac	Fy	Fysr	fck
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50

Tablo 83. Kompozit Kolon, Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü

Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisindeki Kompozit Elemanın Kontrolü																			
M2max	M3max	Pmax(basınç)	ϕcPn	ϕcMn2	ϕcMn3	Mn2	Mn3	Eğilme Kontrol	M_{Bx}	Wpx	Wr	Wc	M_D	Wsn	Wcn	hn	M_{By}	Wpy	Wr
4766700	2.3E+07	5046149	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
5601700	2.8E+07	4522654	13405060	1.4E+09	-1.5E+25	1.5E+09	-1.7E+25	OK	1.5E+09	1053000	1809394	2.8E+07	1.8E+09	556430	5609050	111.045	-1.7E+25	498400	2067878
2667100	1.6E+07	3997986	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
4110300	3E+07	3482475	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
4134500	3E+07	2977242	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
4236700	3.3E+07	2478662	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
4306600	3.5E+07	1985905	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
4358400	3.7E+07	1497876	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
4281700	3.7E+07	1012794	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680
5558200	4.3E+07	533881	5790381.8	3.6E+08	-3.7E+24	4E+08	-4.2E+24	OK	4E+08	165200	423900	1E+07	4.7E+08	165200	1323188	65.2115	-4.2E+24	80970	508680

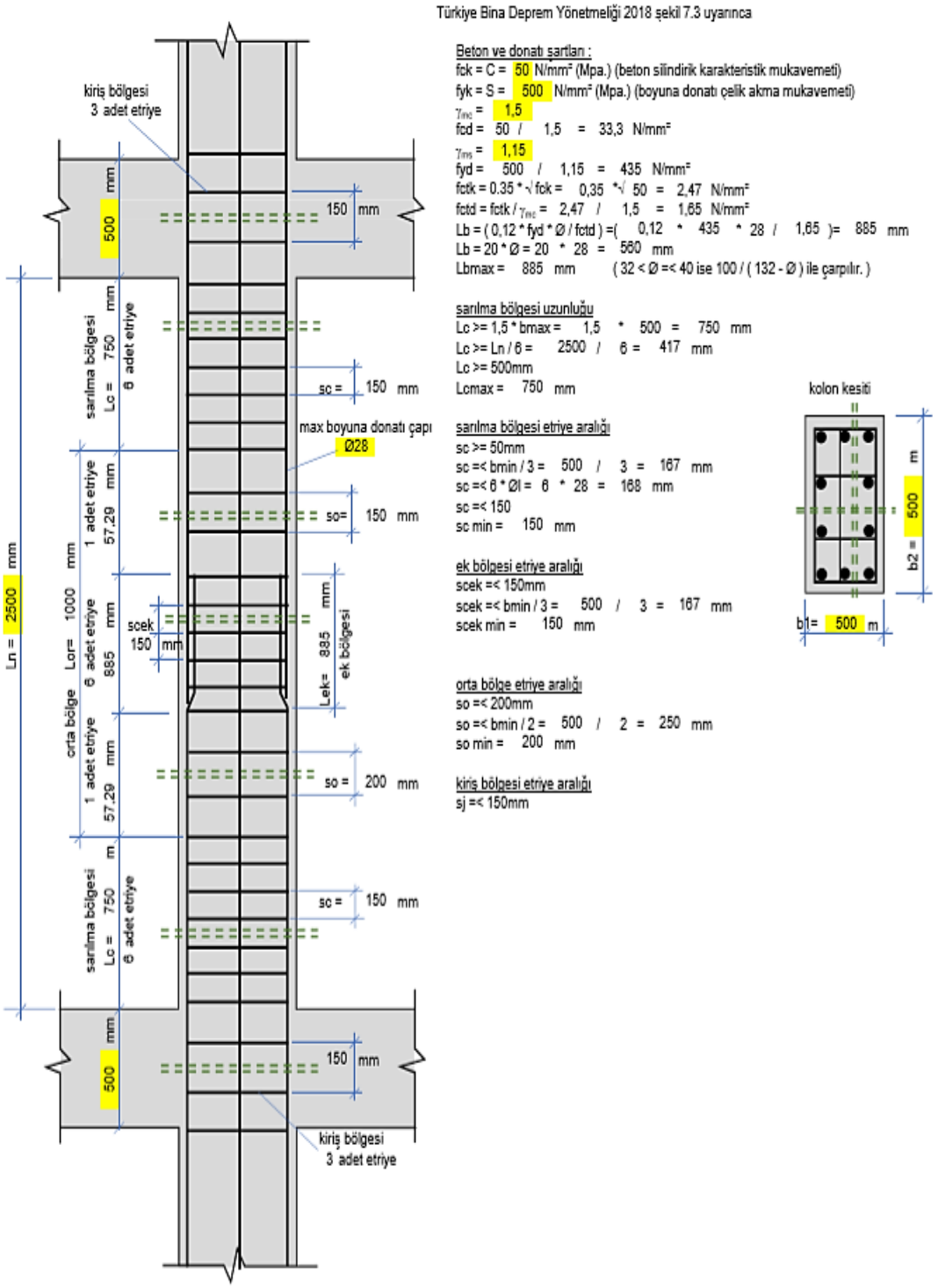
Wc	M_D	Wsn	Wcn	hn	h1	h2	tw	tf	bf	d	c	As	Asr	Asrs	Ac	Fy	Fysr	fck
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
2.9E+07	1.8E+09	498400	7.8E+23	3.9E+10	500	500	10	17	240	240	40	11800	9847.04	1230.88	228353	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50
1E+07	4.9E+08	80970	2E+23	2.4E+10	350	350	6.5	11	120	120	40	3400	3768	628	115332	275	500	50

Tablo 84. Kompozit Kolon, Kesme Kontrolü

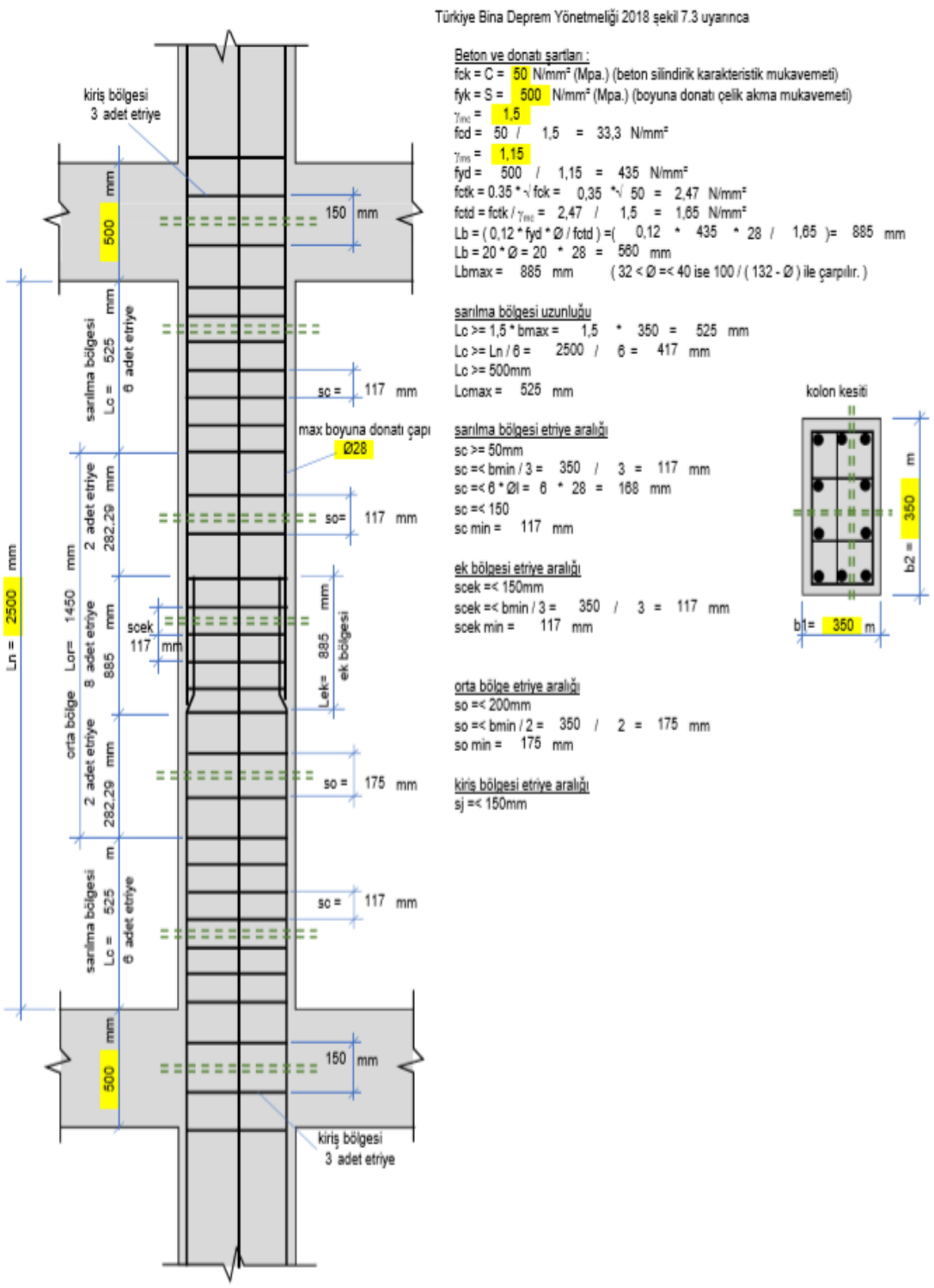
KOMPOZİT KOLON	Vmax	$V_{u\,max}$ Kontrolü	Kesme Kontrolü$_{profil}$	Kesme Kontrolü$_{donatı}$	Çelik Profil Kesme Kontrolü										
					$\phi_v V_{n\,profil}$	$V_{n\,profil}$	Aw	Cv1	E	Fy	kv	d	h	tw	a
K1	2046,3	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K2	2983,1	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K3	4548,1	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K4	6260,4	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K5	7658,8	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K6	8980,1	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K7	10154,2	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K8	11234	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K9	12122,6	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K10	13227,2	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K11	12911,3	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K12	17851,5	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	240	10	60
K13	11203,5	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K14	16901,7	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K15	17725,8	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K16	19220,8	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K17	20224,2	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K18	21340,4	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K19	20519,9	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60
K20	27503,5	OK	OK	OK	128700	128700	780	1	200000	275	5,34	120	120	6,5	60

Tablo 85. Kompozit Kolon, Kesme Kontrolü

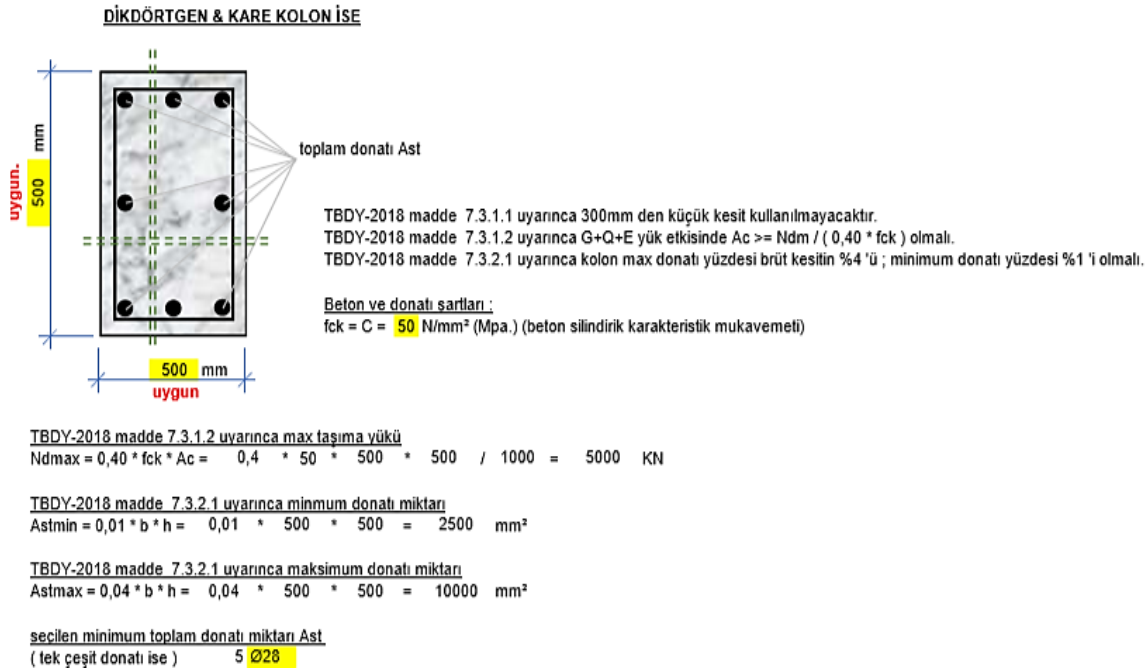
KOMPOZİT KOLON	Betonarme Kesme Kontrolü														s Kontrol	Sarılma Bölgesi Min.etriye alanı
	$\phi_v V_{ndonatı}$	$V_{ndonatı}$	Vc	Vw	Vcr	Asw	fctk	fywk	bw=h1	d	h2	c	s	Sgerekli		
K1	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	27	OK	117,8562981
K2	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	27	OK	117,8562981
K3	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	27	OK	117,8562981
K4	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K5	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K6	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K7	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K8	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K9	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K10	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K11	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	28	OK	117,8562981
K12	299250	399000	299000	100000	373750	34,78261	2,5	500	500	460	500	40	80	29	OK	117,8562981
K13	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	30	OK	63,28048172
K14	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	32	OK	63,28048172
K15	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	32	OK	63,28048172
K16	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	33	OK	63,28048172
K17	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	33	OK	63,28048172
K18	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	34	OK	42,18698782
K19	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	33	OK	42,18698782
K20	141167,9	188223,9	141050	47173,91	176312,5	24,34783	2,5	500	350	310	350	40	80	36	OK	42,18698782



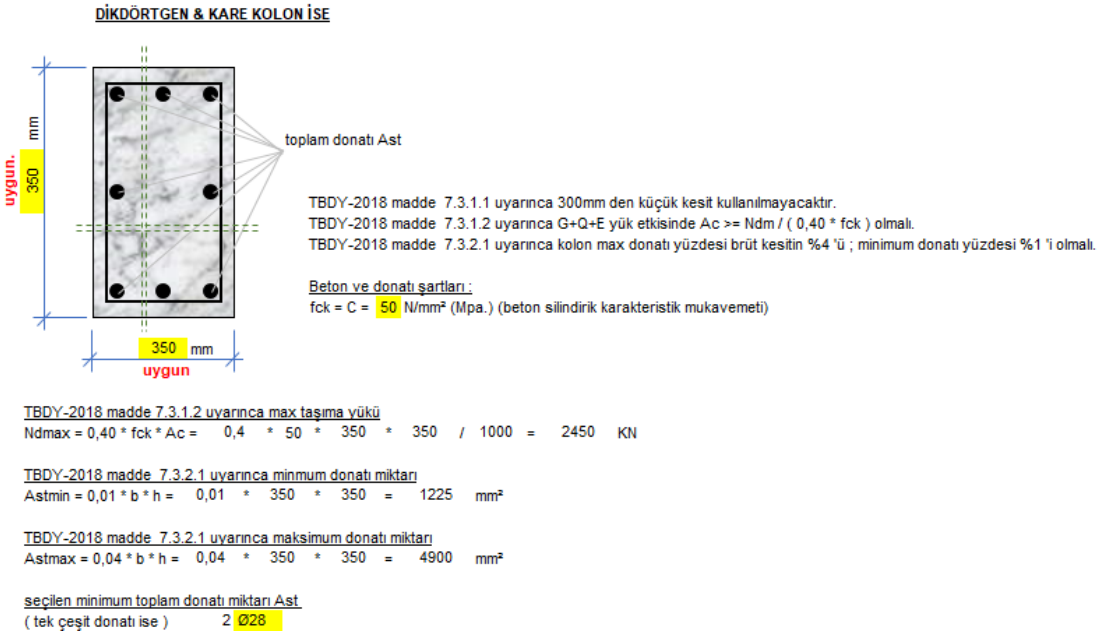
Şekil 77. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 50x50



Şekil 78. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 35x35



Şekil 79 Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 50x50



Şekil 80. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 35x35

Perdelerin boyutlandırılması;

Perdelerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan exceller, perdelerin betonarme kolonlu 20 katlı yapı ile aynı olması sebebiyle, tekrar burada gösterilmemiştir.

Yukarıda açıklanan, DGT tasarım yöntemine göre, modal analiz ile yapılmış hesaplardan ve TS 500, TÇYY 2016 ve TBDY 2018 Bölüm 7 deki kurallar gereğince yapılan seçimlere göre kolon, kiriş ve perdelerin, betonarme-kompozit taşıyıcı sistemli 20 katlı, 70 m yüksekliğindeki bu yapı için, boyut, profil ve donatıları, gruplanarak, aşağıdaki gibi verilmiştir:

Bu sonuçlar uyarınca, yapımızın kolon boyutları 50x50 ve 35x35 cm, perde duvar kalınlığı 30 cm ve kiriş boyutları 45x60 cm olarak belirlenmiştir.

Gerekli boyuna donatı çapı ve bir kesitteki sayısı,

- kolonlar için;
  - 35x35_HEB120 için, 10ø28
  - 50x50_HEB260 için, 14ø28
- kirişler için; ø14
- perdeler için; ø28 dir.

Gerekli enine donatı çapı ve aralığı:

- kolonlar için; ø14/15 cm aralıklı
- kirişler için; ø14/4 cm aralıklı
- perdeler için; ø14/10 cm aralıklıdır.

4.2.3. Taşıyıcı Sisteminin Tamamı Betonarme Malzemeden Yapılmış 50 Katlı Yüksek Yapı

Deprem düzeyi, TBDY 2018 Bölüm 13 e göre yüksek yapılar için DD-2, DD-4 ve DD-1 için kontrol edilmesi zorunlu olduğundan, deprem düzeyleri bu şekilde belirlenmiştir. Son aşama hesabı, zaman tanım alnında hesap için DD-1 düzeyine karşı gelen deprem olarak da 7.4 magnitüd büyüklüğündeki 1999 Düzce depremi tercih edilmiştir.

Zemin sınıfı; ZB alınmıştır.

Yapının, her kat için kiriş açıklıkları, x ve y yönünde 6 m olarak belirlenmiştir.

Yapı, konut ve iş yeri olarak tasarlandığı için, bina önem katsayısı, I, 1 dir.

Yapının her katı eşit yükseklikte ve kat yüksekliği 3.5 m dir.

TBDY 2018 Bölüm 13'e göre hesaba başlamadan önce, yapım aşamalarını göz önüne alacak düşey yük hesabı ve buna uygun olarak, TS 500 Çizelge 3.3 uyarınca, betonarme yapıların sünme hesabı ve rüzgar hesabı yapılmalıdır.

Rüzgar hesabı, TS EN 1991-1-4 uyarınca, sünme hesabı TS 500 uyarınca yapılmalıdır.

9.1.3.1 TS 500'e göre Sünme Katsayısının Belirlenmesi

TS 500'de hesaplanan sünme katsayısı ortamın bağıl nemine, yük uygulandığı andaki betonun yaşına ve yapı elemanının boyutlarına bağlıdır. TS 500'de sünme katsayısı değerleri Tablo 9.1'de gösterilmiştir.

Tablo 9.1 Sünme Katsayısı Φ_{ce} (uzun süre sonunda)

Yükleme Anında Betonun Yaşı	Kuru Ortam (Bağıl Nem %50)			Nemli Ortam (Bağıl Nem %80)		
	Eşdeğer Kalınlık (mm)					
	50	150	600	50	150	600
1 gün	5,4	4,4	3,6	3,5	3,0	2,6
7 gün	3,9	3,2	2,5	2,5	2,1	1,9
28 gün	3,2	2,5	2,0	1,9	1,7	1,5
90 gün	2,6	2,1	1,6	1,6	1,4	1,2
365 gün	2,0	1,6	1,2	1,2	1,0	1,0

TS 500'e göre sünme birim deformasyonu aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$\varepsilon_{ce} = \frac{\sigma_{co}}{E_c}\phi_{ce}$$

Burada;

E_c =Betonun elastisite modülü (kN/m^2)

σ_{co} =Betona uygulanan gerilme (kN/m^2)

Eşdeğer kalınlık, aşağıdaki denklemle hesaplanır.

$$l_e = \frac{2A_c}{u} \qquad (9.3)$$

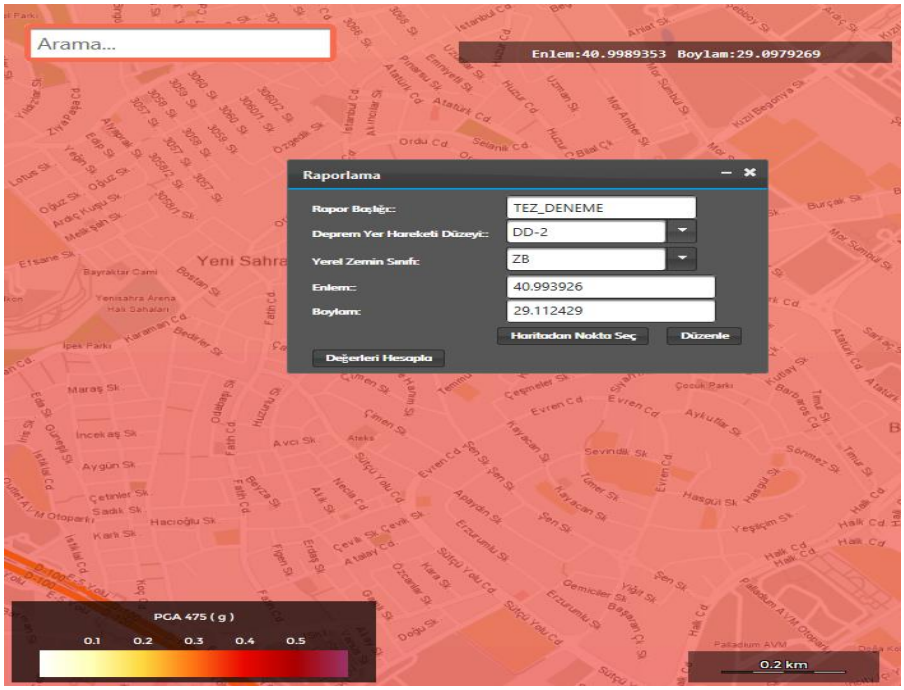
A_c = elemanın kesit alanı

u = betonun ortama açık yüzeyinin çevre uzunluğu

Elde edilen sünme katsayısı değerleri 2-3 yıl gibi uzun bir süre sonunda elde edilecek değerlerdir.

Şekil 81. TS500 Sünme Hesabı

Fakat bu tez kapsamında bu değerlendirmeler yapılmayacaktır.



Şekil 82. Afad Deprem Haritası

Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar
Enlem:	40.993926°	
Boylam	29.112429°	

Çıktılar

$S_S = 0.893$ $S_1 = 0.247$ $PGA = 0.369$ $PGV = 22.778$

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]



Şekil 83. Deprem Parametreleri

Deprem tasarım sınıfı ve yüksekliği bilinen yapının, tasarım metodunu belirleyebilmek için gerekli olan, BYS (bina yükseklik sınıfı), TBDY 2018 3.3.2 ye göre, BYS=1 olarak bulunmuştur.

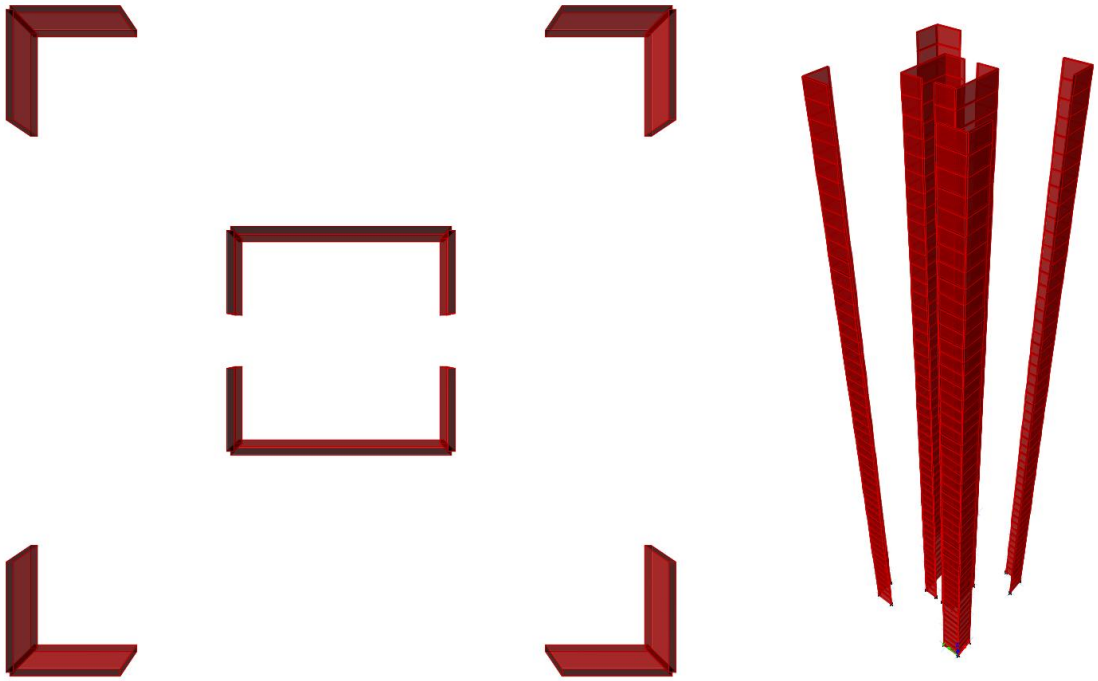
Taşıyıcı sistem ile ilgili olarak;

Döşemeler, kirişli plak döşeme olarak adlandırılan ve rijit diyafram düşünülmesi sebebiyle, yükleri direkt olarak kirişlere aktaran elmanlardır. Döşemelerin hesabına, bu tez kapsamında değinilmemiştir. Döşemeler iki tiptir ve boyutları, 6x6 m ve 16 cm ve 12x6 m ve 16 cm kalınlığındadır.

Kirişler, eğilme momenti taşıyan, dikdörtgen kiriş olarak tasarlanmış elemanlardır ve 100x60 cm olarak boyutlandırılmıştır.

Kolonlar, eğilme ve eksenel kuvvet taşıyan, kare boyutlu olarak tasarlanmış elemanlardır. Alt katlarda ve üst katlarda farklı olmak üzere, 4 tip kolonumuz vardır: 150x150 cm, 130x130 cm, 100x100 cm ve 80x80 cm.

Perdeler: Yatay deplasmanları sınırlandırmk için, kolonlar gibi, düşey taşıyıcı eleman olarak tasarlanmış ve genellikle dikdörtgen boyutlu, düşey elemanlardır. Yapımızda, dört adet, bir tip L köşe perde ve iki adet U tip çekirdek perde olmak üzere, 6 adet, 2 tip perdemiz bulunmaktadır.



Yapıya etkittiğimiz yüklemelerimiz;

Ölü yükler;

Betonarme döşeme ağırlığı: 25x0.2 = 5 kN/m2

Mermer kaplama ağırlığı: 27x0.03 = 0.81 kN/m2

Şap ve tesviye harcı ağırlığı: 21x0.05 = 1.05 kN/m2

Sıva ağırlığı: 20x0.02 = 0.40 kN/m2

Kar yükü: 0.75 kN/m2

Kirişlere gelen duvar yükleri:

Dış çevre kirişlerinde: 4.2x2.9 = 12.18 kN/m

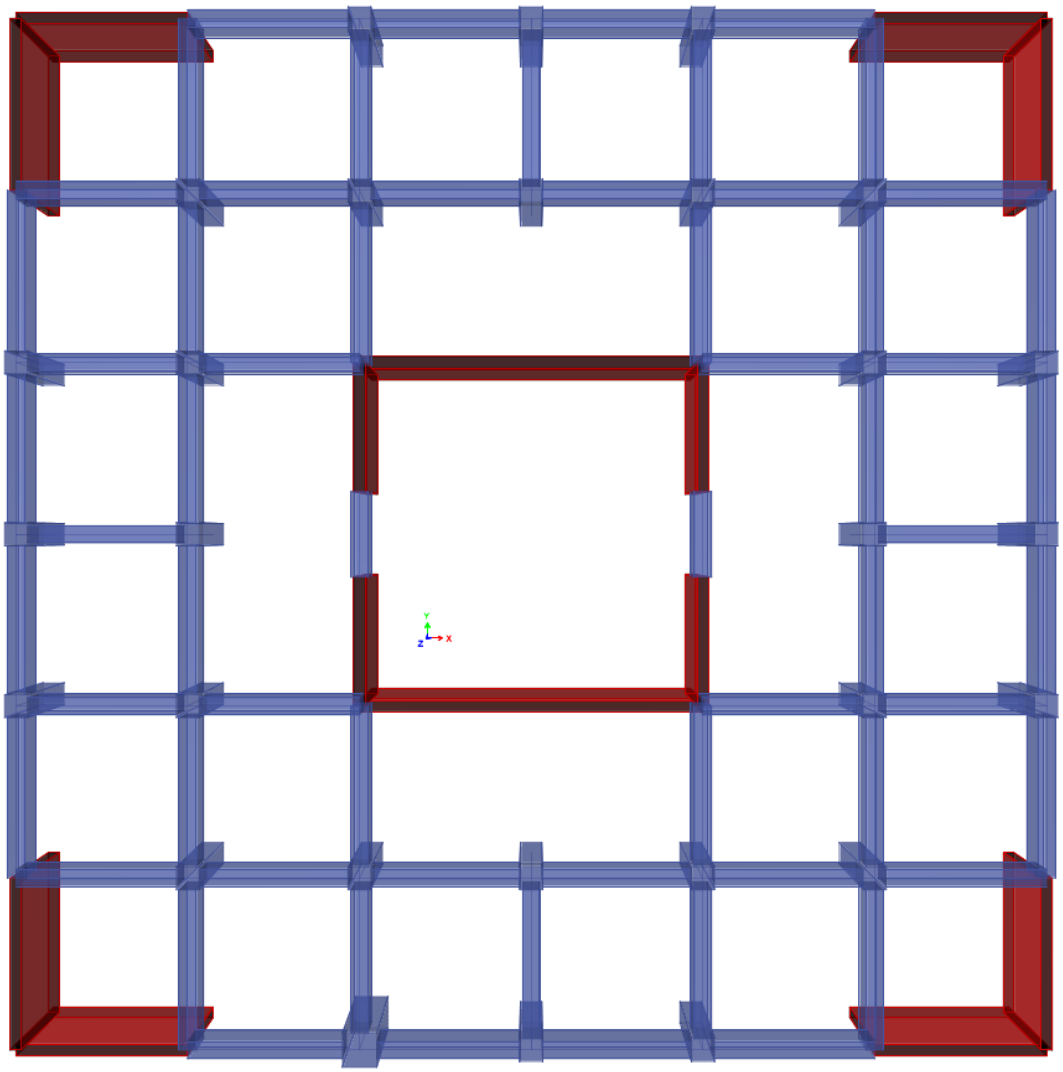
İç kirişlerde: 2.5x2.9 = 7.25 kN/m

Hareketli yükler:

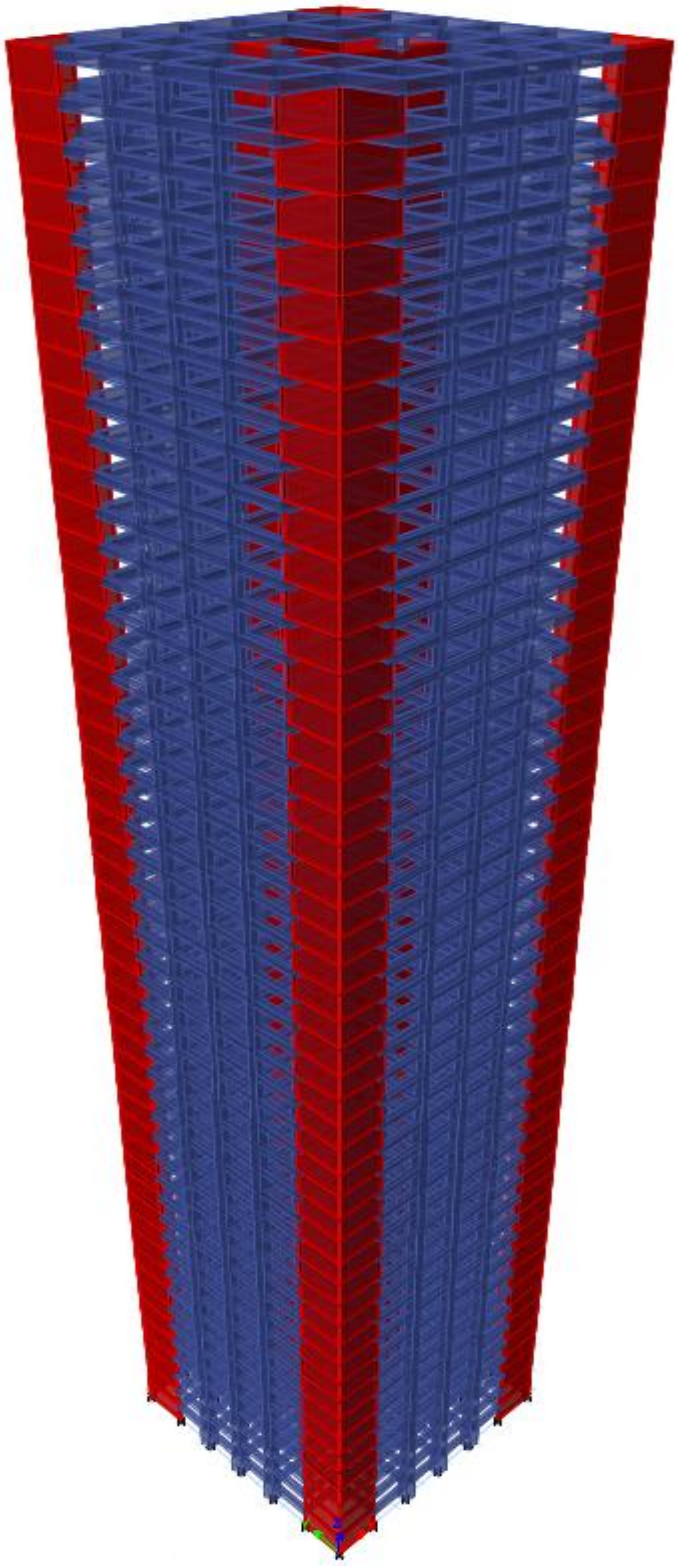
Döşeme hareketli yükü: 2+1.5 = 3.5 kN/m2

Isı yükü: 30 ℃

TBDY 2018 Bölüm 13'e göre BYS = 1, ilk aşama için, DD-2 düzeyindeki depreme ile modal hesap yapılması zorunludur. Bu tez kapsamında, 175 m yüksekliğindeki 50 katlı betonarme yapı için, ilk aşama hesabında mod birleştirme metodu ile doğrusal hesap yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 84. 50 Katlı Betonarme Yapı, Planı



Şekil 85. 50 Katlı Betonarme Yapı, 3D Görüntü

DD-2 deprem düzeyi, şekil 85 deki tasarıma sahip ve şekil 82 deki konumda bulunan yapı için, Dayanıma Göre Tasarım (DGT) kapsamında çözümler aşağıdaki gibidir:

Yapı için TBDY 2018 4 kapsamında, seçilen yük kombinasyonları,

$$G+Q+0.2S+Ed(H)+0.3Ed(Z) \quad \text{Denklem 92}$$

$$0.9G+H+Ed(H)-0.3Ed(Z) \quad \text{Denklem 93}$$

şeklindedir.

Modal analiz ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvveti, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvvetine göre, TBDY 2018 4.8.4 uyarınca, gerekli görülmesi halinde, yakınsanacaktır.

İşlemlerimize, ilk olarak R, taşıyıcı sistem, davranış katsayısının ve D , dayanım fazlalığı katsayısının belirlenmesi ile başlıyoruz. Bunun için TBDY 2018, Tablo 4.1 uyarınca seçimlerimizi yapabiliriz:

Yapımızın X doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 7 ve D= 2.5 bulunur.

Yapımızın Y doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluklu (bağ kirişli) betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 8 ve D= 2.5 bulunur.

Bu bulduğumuz katsayılar, ön seçimlerdir ve asıl katsayıları bulmak için bir dizi işlem daha yapmamız gerekmektedir.

Taşıyıcı sistem, davranış katsayısı kontrolü;

TBDY 2018 4.3.2.4 uyarınca;

$$1/6*Mo < M_{DEV} \text{ ve } M_{DEV} \leq 1/3*Mo \text{ Denklem 94}$$

olmalıdır. Buradaki ilk Mo, çevre akslardaki perdelerin, ikincisi ise, tüm perdelerin Mo larını ifade eder. Eğer X veya Y yönlerinden herhangi birinde, M_{DEV}, yukarıda verilen aralıkta bulunamıyor ise, bu durumda, bahsi geçen yöndeki R katsayısı, 4/5R olarak değiştirilecektir. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Bunun için öncelikle, yapının çekirdeğindeki U şekilli bağ kirişli perdenin taban devrilme momentini, TBDY 2018 4.5.4.3 ile verilen formülle hesaplayalım;

$$M_{DEV} = M1+M2+cNv \text{ Denklem 95}$$

	Y							
	MDEV	M1	M2	cNv	M0	SONUÇ	KOŞUL	
a)								
	53861.68	26918.841	26918.841	24	9675988.7	0.00556653	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	60983.7945	x	x	x	9675988.7	0.00630259	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	54663.9529	x	x	x	9675988.7	0.005649444	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	X							
	MDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
a)								
	42726.1867	x	x	x	9675989	0.004415692	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	227774.7434	x	x	x	9675989	0.023540203	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	36425.3174	x	x	x	9675989	0.003764506	1/3	OK
	2							
b)								
Y	541001.8602	x	x	x	9675988.7	0.055911791	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR
X	231295.4948	x	x	x	9675989	0.023904068	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR

Şekil 86. Mdev Kontrolü

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, yapımız TBDY 2018 4.3.2.4 koşullarından b koşulunu sağlamamıştır. Bu durumda, R katsayısı 4/5R olarak değiştirilmelidir.

Ayrıca, TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca;

Süneklik düzeyi yüksek, betonarme veya çelik perdeler ile süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan sistemlerde, aşağıdaki koşul sağlanmalıdır. Aksi taktirde, TBDY 2018 4.3.4.5 de verildiği şekilde, BYS veya R katsayılarında değişiklik yapılması gerekebilir:

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \text{ Denklem 96}$$

Şöyle ki, eğer $M_{DEV,}$ 0.4Mo dan daha düşük çıkmış ise, binanın izin verilen yükseklik sınıfı 1 arttırılarak, yüksekliği daha az yapı yapılabilmesine izin verilir. Eğer, Mdev, 0.75Mo dan daha büyük çıkarsa, bu binanın davranışının, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını düşünür ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R ve dayanım fazlalığı katsayısı, D değerlerini, TBDY 2018 Tablo 4.1'den, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını yapılar, bölümüne göre okuruz ve tasarımın başında yaptığımız katsayı kabullerini değiştiririz.

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \text{ Denklem 97}$$

aralığını sağlayıp, sağlamadığına bakalım;

c)	ΣMDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
Y	339018.86				9675988.7	0.04	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT
X	613852.495				9675989	0.063440801	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT

Şekil 87. Mdev Kontrolü

Görüldüğü üzere, her iki yönde de taban devrilme momentleri, istenen değerin altında kalmaktadır. Bu durumda TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca, BYS arttırılmalı yani yapının yüksekliği düşürülmelidir.

Ancak tez kapsamında tasarımını yaptığımız yapının, bazası olarak adlandırılan ve perde ile çevrelenmiş, kuleden daha geniş alt katları modellenmediği için taban devrilme momentinin sağlamaması beklenen bir sonuçtur. Bu sebeple, yukarıda anlatılan R katsayısının 4/5R olarak değiştirilmemesi ve bina yüksekliğinin düşürülmemesine karar verilmiştir.

Bahsi geçen yüksek yapı taban modellemesine örnek olması için, şekildeki resim eklenmiştir:



Şekil 88. Bazalı Yüksek Yapı Sistemi Örneği, (Donbass Ulusal İnşaat ve Mimarlık Akademisi, 2021)

Bağ kirişli perdenin, TBDY 2018 4.5.4.4 uyarınca bağ derecesi katsayısı hesaplanarak, 4.5.4.5 uyarınca, bağ kirişli perde olarak mı, yoksa, boşluksuz perde gibi mi değerlendirileceğini belirlemek için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır:

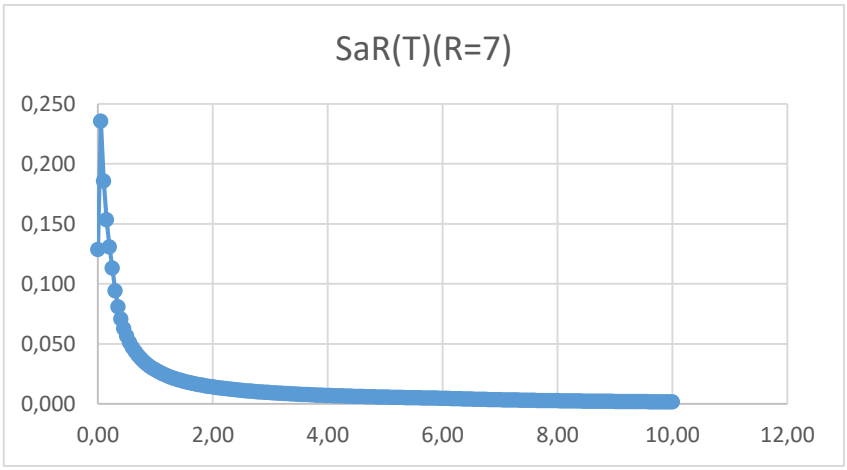
$$\Omega = cNv/ M_{DEV} = 24 \text{ kNm} / 6289 \text{ kNm} = 0.0038 \quad \text{Denklem 98}$$

bulunmuştur.

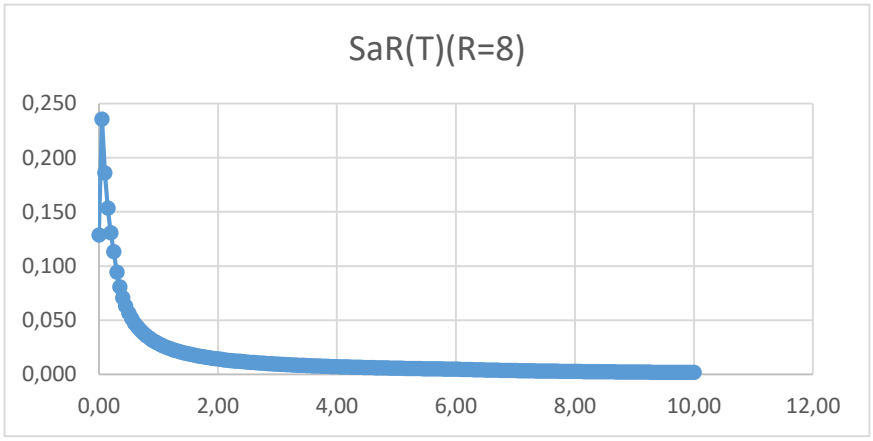
$\Omega \geq 1/3$ ise boşluklu perde olarak dizayn edilmesi koşulu vardır. Fakat burada, bağ derecesi, bu koşulu sağlayamadığı için, her bir perde parçası, kendi içinde boşluksuz perde olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

Her iki kontrole ilişkin hesaplamalar ve karar verilen son, taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R, başta kabul edilen Rx = 7 ve Ry = 8 olarak devam edilmesine karar verilmiştir.

Aşağıdaki grafiklerde, TBDY 2018 Tablo 4.1'e göre, X doğrultusu için, R = 7 ve D = 2.5 ve Y doğrultusu için, R = 8 ve D = 2.5 olarak hesaplanan değerlere uygun olarak, azaltılmış tasarım ivme spektrum grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 89. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için)

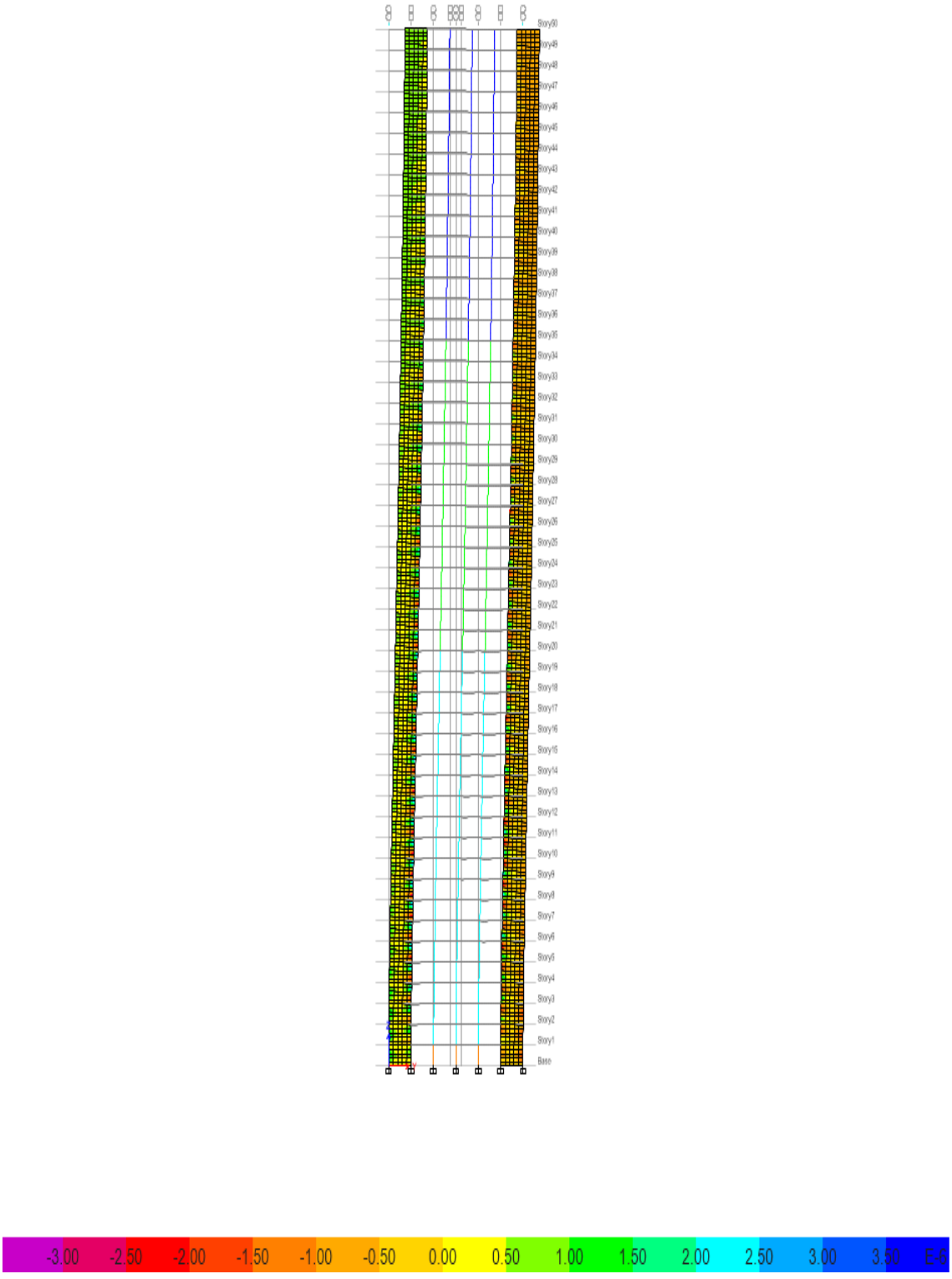


Şekil 90. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için)

Yapının analizine katılan kütle oranı, kütle katılım oranları, şekildeki gibidir:

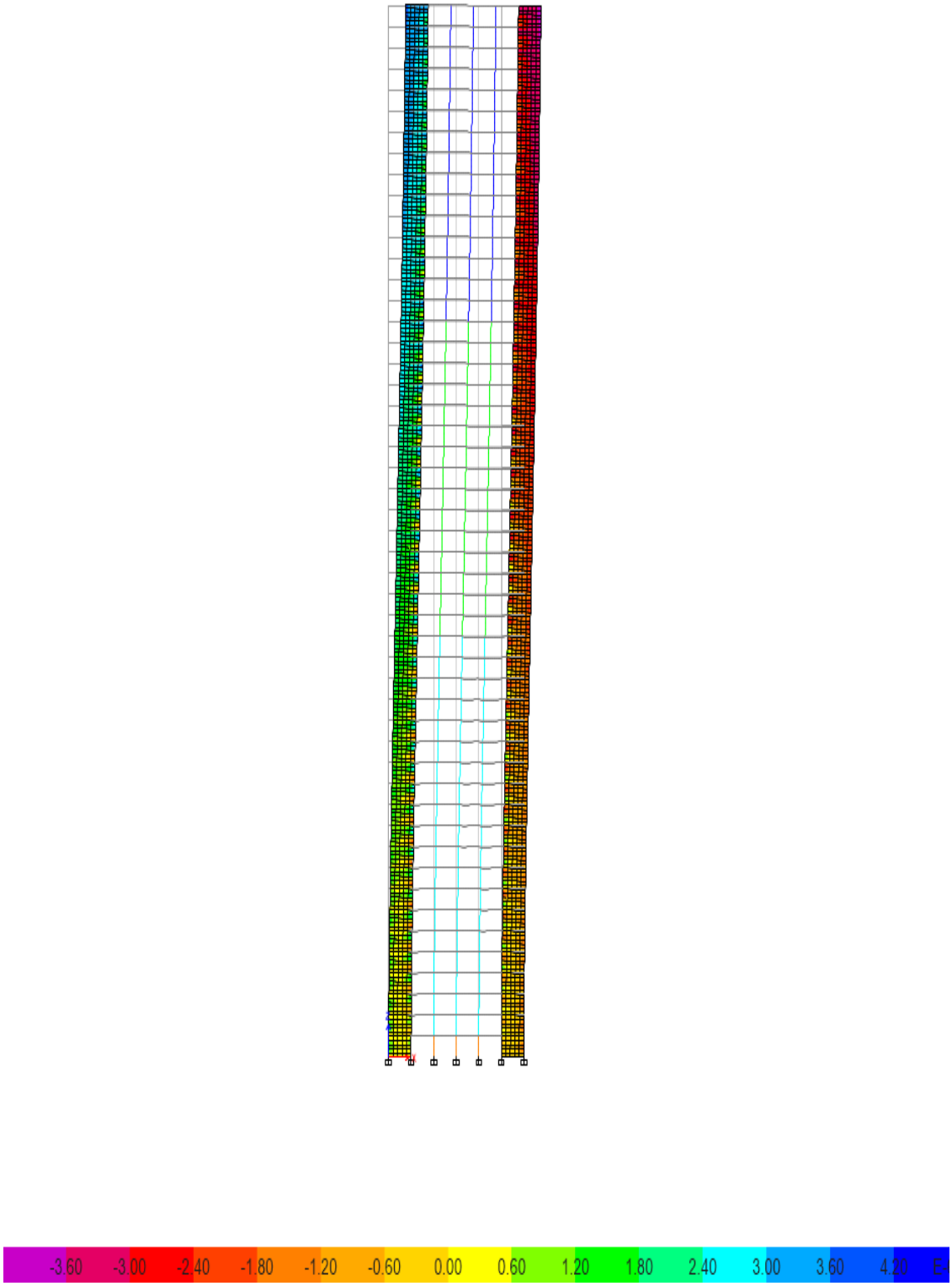
Tablo 86 50 Katlı Betonarme Yapı Kütle Katılımı

Case	Item	Static	Dynamic
Modal	UX	100	96.67
Modal	UY	100	97.15
Modal	UZ	99.51	87.51



Şekil 91. 50 Katlı Betonarme Yapı 1. Mod

1. Mode, T= 5.927



Şekil 92. 50 Katlı Betonarme Yapı 2. Mod

2. Mode, T = 5.333

R ve D katsayılarına karar verdiğimize göre, deprem hesabı kontrollerimize geçebiliriz:

Yapının, ampirik, hakim, doğal titreşim periyodu;

$$Tpa = Ct\ Hn^{3/4} \rightarrow Tpa = 0.07*175^{3/4} = 3.368 \quad \text{Denklem 99}$$

olarak hesap edilmiştir.

1.4Tpa = 4.715

Yapı periyodu, Tx ve Ty aşağıdaki gibi;

Tx= 5.333

Ty=5.927 olarak, hesap edilmiş, ve,

$$Tx \text{ ve } Ty \leq 1.4*Tpa \quad \text{Denklem 100}$$

(TBDY 2018 4.7.3.2) koşulu sağlanmamaktadır. Bu durumda, yapı periyodu değeri, her iki yön için de, 1.4Tpa ile hesap ettğimiz değerler ile devam edilebilir. Bu durumda, programın hesap ettiği değerleri değiştirerek, hesabımıza devam etmemiz gerekir.

Sıradaki kontrol ise, mod birleştirme yöntemi ile doğrusal hesap olarak bulunan taban kesme kuvveti ile, eşdeğer analiz yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetinin yakınsaklaştırılması işlemidir;

X ve Y doğrultuları için, yatay elastik tasarım spektral ivmesi;

$$Sae(T)(X) = S_{D1}/Tx \rightarrow 0.189/4.715 = 0.04 \quad \text{Denklem 101}$$

olarak hesaplanır.

$$Sae(T)(Y) = S_{D1}/Ty \rightarrow 0.189/4.715 = 0.04 \quad \text{Denklem 102}$$

olarak hesaplanır.

X ve Y doğrultuları için, deprem yükü azaltma katsayısı;

$$T>Tb \text{ ise } Ra(T) = R/I \text{ Denklem 103}$$

$$T<Tb \text{ ise } Ra(T) = D+(R/I-D)*T/Tb \text{ Denklem 104 ve}$$

$$Tb = S_{D1}/S_{DS} = 0.189/0.804= 0.235 \text{ Denklem 105}$$

olduğu için, Ra(T) = R/I formülü uygulanır.

$$Ra(T)(X) = R/I \rightarrow 7/1 = 7 \text{ Denklem 106 ve}$$

$$Ra(T)(Y) = R/I \rightarrow 8/1 = 8 \text{ Denklem 107}$$

olarak hesaplanır.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile herhangi bir doğrultuya göre hesaplanan, toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), TBDY 2018 4.7.1.1 ile hesaplanır. Fakat BYS 1 sınıfına giren yüksek yapılarda, eşdeğer analiz, taban kesme kuvveti formülü biraz daha farklıdır. Öncelikle 4.7.1.1 ile hesaplanan yönteme bakalım:

$$Vt(X) = mt\ S_aR\ (Tp) \geq 0.04\ mt\ I\ S_{DS}\ g \text{ Denklem 108}$$

$$Vt(Y) = mt\ S_aR\ (Tp) \geq 0.04\ mt\ I\ S_{DS}\ g \text{ Denklem 109}$$

- S_aR (Tp) = Binanın, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre belirlenen, hakim doğal titreşim periyodunun, deprem yükü azaltma katsayısı Ra(T) ye bölünmesinden elde edilen, azaltılmış, tasarım spektral ivmesidir. {S_aR (Tp) = Sae(T)/ Ra(T)}

- S_{DS} = Kısa periyot değeri için, TBDY 2018 2.3.2.2 ye göre hesaplanan; (Ss.Fs) tasarım spektral ivme katsayısıdır.
- Bu denklemde, "0.04 mt I S_{DS} g" kısmı, minimum eşdeğer deprem yüküne karşı gelmektedir.

Bu şekilde elde edilen taban kesme kuvveti, yapının tüm katlarına etki eden eşdeğer deprem yüklerinin toplamına eşittir.

Binanın en üst katına, bizim binamız için 50. Kata, etki eden ek eşdeğer deprem yükü, ΔFn, şu bağıntı ile hesaplanır:

$$\Delta FnE(X) = 0.0075xNxVt(X) \text{ Denklem 110}$$

$$\Delta FnE(Y) = 0.0075xNxVt(Y) \text{ Denklem 111}$$

Toplam eşdeğer yükün, ΔFn dışındaki kısmın en üst kat dahil, tüm katlara dağıtımı, şu bağıntı ile hesaplanır:

$$FiE(X) = (Vt - \Delta FnE(X))*(mi*Hi)/(\Sigma mj*Hj) \text{ Denklem 112}$$

$$FiE(Y) = (Vt - \Delta FnE(Y))*(mi*Hi)/(\Sigma mj*Hj) \text{ Denklem 113}$$

Tüm bu bulduklarımız ile eşdeğer yönteme göre, taban kesme kuvveti;

$$VtE(X) = \Delta FnE(X) + \Sigma FiE(X) \text{ Denklem 114}$$

$$VtE(Y) = \Delta FnE(Y) + \Sigma FiE(Y) \text{ Denklem 115}$$

olarak bulunur.

Burada dikkat edilmesi gereken esas konu, ±0.05 dış merkezliğin unutulmamasıdır. Bu etki, bu tez kapsamında, deprem kombinasyonlarında, pozitif ve negatif deprem yükleri kullanılarak, yapılmıştır.

Bu tez kapsamında, yukarıda anlatılan eşdeğer yöntem ile hesabın yalnızca, modal analiz sonucu çıkan, azaltılmış deplasmanların ve kesit zorlarının, eşdeğer deprem yüküne göre büyütülmesi için kullanılacağını ve asıl hesabın, modal analiz ile yapılacağını unutmayalım. Ek olarak, eşdeğer yöntem ile taban kesme hesabı, yukarıda anlatıldığından biraz daha farklı olacaktır.

Şöyle ki;

Yukarıda anlatılan VtE(X) yerine, bölüm 13.4.3.4 ile verilen Vt,min kullanılacaktır.

$$V_{t,min} = 0.04 * \alpha_H * mt * S_{DS} * g \quad \text{Denklem 116}$$

$$\alpha_H = 1.0,\ H_N \leq 105\ m \quad \text{Denklem 117}$$

$$\alpha_H = 2.05 - 0.01\ H_N,\ 105\ m < H_N \leq 155\ m \quad \text{Denklem 118}$$

$$\alpha_H = 0.5,\ 155\ m < H_N \quad \text{Denklem 119}$$

Bizim yapımız, 175 m yüksekliğindedir. $\alpha_H = 0.5,\ 155\ m < H_N$ olmakta ve

$$V_{t,min} = 0.04 * 0.5 * mt * 0.804 * 9.81 \quad \text{Denklem 120}$$

Yapımızın, programdan okunan ağırlığı, 1388429.18 kN'dur. Program tarafından hesaplanan bu ağırlığı, 9.81 m/s²'ye bölerek, yapının kütlesini, 141532.0265 ton bulunmuştur. Buradan, Vt,min;

Vt,min = 27768.584 kN olarak hesaplanmıştır.

Hesap sonucu bulduğumuz, minimum taban kesme kuvvetini, modal analizden bulduğumuz ile karşılaştıralım;

$$V_{tx}(X) = 134451.476 \quad \text{Denklem 121 ve}$$

$$V_{ty}(Y) = 104945.094 \quad \text{Denklem 122}$$

Eğer,

$$V_{tx}(X) < \gamma_E\ V_{t,min}(X) \quad \text{Denklem 123}$$

ise, modal analiz için hesaplanan değerin, eşdeğer analize

$$\beta = \gamma_E\ V_{t,min}(X) / V_{tx}(X) > 1 \quad \text{Denklem 124}$$

katsayısı ile çarpılarak, yakınsaklaştırılması gerekiyor idi ve $\gamma_E = 1$ olmalı. Fakat bizim binamız için hesap edilen mod birleştirme yöntemi ile doğrusal analiz sonucu elde edilen toplam deprem yükümüz,

$$V_{tx}(X) < \gamma_E\ V_{t,min}(X) \quad \text{Denklem 125}$$

eşitsizliğini aşmaktadır. Yani büyütmemiz gerekmemektedir.

Sırada deprme kontrolleri kapsamında, düzensizlik kontrolleri var.

Yapısal düzensizlik kontrolü:

Yapısal düzensizlikler, TBDY 2018 Tablo 3.6 uyarınca, excel yardımıyla kontrol edilmiştir.

A1 türü düzensizlik, burulma düzensizliği

Tablo 87. Burulma Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Dri mm	Avg Dri mm	Ratio	Kontrol η>1.2		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2	
Story50	EXP	X	15.112	14.554	1.038	1.2	YOK	Story50	EYP	Y	14.101	13.549	1.041	1.2	YOK
Story49	EXP	X	15.524	14.935	1.039	1.2	YOK	Story49	EYP	Y	14.618	14.035	1.041	1.2	YOK
Story48	EXP	X	15.847	15.23	1.041	1.2	YOK	Story48	EYP	Y	15.192	14.581	1.042	1.2	YOK
Story47	EXP	X	16.237	15.583	1.042	1.2	YOK	Story47	EYP	Y	15.88	15.232	1.043	1.2	YOK
Story46	EXP	X	16.666	15.97	1.044	1.2	YOK	Story46	EYP	Y	16.636	15.946	1.043	1.2	YOK
Story45	EXP	X	17.122	16.382	1.045	1.2	YOK	Story45	EYP	Y	17.433	16.698	1.044	1.2	YOK
Story44	EXP	X	17.596	16.808	1.047	1.2	YOK	Story44	EYP	Y	18.248	17.467	1.045	1.2	YOK
Story43	EXP	X	18.078	17.242	1.048	1.2	YOK	Story43	EYP	Y	19.064	18.234	1.046	1.2	YOK
Story42	EXP	X	18.559	17.674	1.05	1.2	YOK	Story42	EYP	Y	19.865	18.986	1.046	1.2	YOK
Story41	EXP	X	19.032	18.099	1.052	1.2	YOK	Story41	EYP	Y	20.64	19.713	1.047	1.2	YOK
Story40	EXP	X	19.491	18.511	1.053	1.2	YOK	Story40	EYP	Y	21.378	20.403	1.048	1.2	YOK
Story39	EXP	X	19.929	18.903	1.054	1.2	YOK	Story39	EYP	Y	22.068	21.048	1.048	1.2	YOK
Story38	EXP	X	20.342	19.272	1.055	1.2	YOK	Story38	EYP	Y	22.702	21.639	1.049	1.2	YOK
Story37	EXP	X	20.709	19.6	1.057	1.2	YOK	Story37	EYP	Y	23.257	22.153	1.05	1.2	YOK
Story36	EXP	X	21.136	19.983	1.058	1.2	YOK	Story36	EYP	Y	23.829	22.682	1.051	1.2	YOK
Story35	EXP	X	21.122	19.958	1.058	1.2	YOK	Story35	EYP	Y	23.844	22.685	1.051	1.2	YOK
Story34	EXP	X	21.501	20.297	1.059	1.2	YOK	Story34	EYP	Y	24.334	23.136	1.052	1.2	YOK
Story33	EXP	X	21.756	20.52	1.06	1.2	YOK	Story33	EYP	Y	24.709	23.478	1.052	1.2	YOK
Story32	EXP	X	22.002	20.734	1.061	1.2	YOK	Story32	EYP	Y	25.076	23.814	1.053	1.2	YOK
Story31	EXP	X	22.22	20.923	1.062	1.2	YOK	Story31	EYP	Y	25.415	24.123	1.054	1.2	YOK
Story30	EXP	X	22.41	21.085	1.063	1.2	YOK	Story30	EYP	Y	25.724	24.404	1.054	1.2	YOK
Story29	EXP	X	22.568	21.217	1.064	1.2	YOK	Story29	EYP	Y	25.998	24.651	1.055	1.2	YOK
Story28	EXP	X	22.694	21.318	1.065	1.2	YOK	Story28	EYP	Y	26.234	24.863	1.055	1.2	YOK
Story27	EXP	X	22.783	21.386	1.065	1.2	YOK	Story27	EYP	Y	26.429	25.037	1.056	1.2	YOK
Story26	EXP	X	22.835	21.419	1.066	1.2	YOK	Story26	EYP	Y	26.581	25.169	1.056	1.2	YOK
Story25	EXP	X	22.848	21.415	1.067	1.2	YOK	Story25	EYP	Y	26.687	25.259	1.057	1.2	YOK

Tablo 88. Burulma Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Dri mm	Avg Dri mm	Ratio	Kontrol η>1.2		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2	
Story24	EXP	X	22.818	21.372	1.068	1.2	YOK	Story24	EYP	Y	26.744	25.303	1.057	1.2	YOK
Story23	EXP	X	22.746	21.29	1.068	1.2	YOK	Story23	EYP	Y	26.75	25.298	1.057	1.2	YOK
Story22	EXP	X	22.611	21.149	1.069	1.2	YOK	Story22	EYP	Y	26.681	25.224	1.058	1.2	YOK
Story21	EXP	X	22.566	21.093	1.07	1.2	YOK	Story21	EYP	Y	26.699	25.23	1.058	1.2	YOK
Story20	EXP	X	21.973	20.529	1.07	1.2	YOK	Story20	EYP	Y	26.041	24.603	1.058	1.2	YOK
Story19	EXP	X	21.861	20.411	1.071	1.2	YOK	Story19	EYP	Y	26.006	24.56	1.059	1.2	YOK
Story18	EXP	X	21.577	20.132	1.072	1.2	YOK	Story18	EYP	Y	25.816	24.376	1.059	1.2	YOK
Story17	EXP	X	21.256	19.817	1.073	1.2	YOK	Story17	EYP	Y	25.608	24.174	1.059	1.2	YOK
Story16	EXP	X	20.889	19.459	1.073	1.2	YOK	Story16	EYP	Y	25.367	23.942	1.06	1.2	YOK
Story15	EXP	X	20.47	19.053	1.074	1.2	YOK	Story15	EYP	Y	25.087	23.674	1.06	1.2	YOK
Story14	EXP	X	19.994	18.592	1.075	1.2	YOK	Story14	EYP	Y	24.758	23.361	1.06	1.2	YOK
Story13	EXP	X	19.453	18.072	1.076	1.2	YOK	Story13	EYP	Y	24.372	22.995	1.06	1.2	YOK
Story12	EXP	X	18.841	17.487	1.077	1.2	YOK	Story12	EYP	Y	23.916	22.565	1.06	1.2	YOK
Story11	EXP	X	18.15	16.827	1.079	1.2	YOK	Story11	EYP	Y	23.376	22.057	1.06	1.2	YOK
Story10	EXP	X	17.369	16.086	1.08	1.2	YOK	Story10	EYP	Y	22.733	21.454	1.06	1.2	YOK
Story9	EXP	X	16.488	15.254	1.081	1.2	YOK	Story9	EYP	Y	21.965	20.734	1.059	1.2	YOK
Story8	EXP	X	15.494	14.318	1.082	1.2	YOK	Story8	EYP	Y	21.041	19.869	1.059	1.2	YOK
Story7	EXP	X	14.372	13.267	1.083	1.2	YOK	Story7	EYP	Y	19.921	18.819	1.059	1.2	YOK
Story6	EXP	X	13.102	12.082	1.084	1.2	YOK	Story6	EYP	Y	18.554	17.537	1.058	1.2	YOK
Story5	EXP	X	11.662	10.744	1.085	1.2	YOK	Story5	EYP	Y	16.871	15.956	1.057	1.2	YOK
Story4	EXP	X	10.02	9.225	1.086	1.2	YOK	Story4	EYP	Y	14.774	13.981	1.057	1.2	YOK
Story3	EXP	X	8.138	7.49	1.087	1.2	YOK	Story3	EYP	Y	12.132	11.485	1.056	1.2	YOK
Story2	EXP	X	5.844	5.377	1.087	1.2	YOK	Story2	EYP	Y	8.58	8.114	1.057	1.2	YOK
Story1	EXP	X	2.597	2.385	1.089	1.2	YOK	Story1	EYP	Y	3.565	3.354	1.063	1.2	YOK

X ve Y yönü için, hesap edilmiş ve burulma düzensizliği olmadığı tespit edilmiştir.

B2 türü düzensizliği için, A1 türü düzensizlik hesabımız sırasında bulduğumuz, "azaltılmış göreli kat ötelemesi", Δi, lerin, üst kat ve alt kattaki, kat yüksekliğine bölünmüş değerlerini oranlayarak, 2 rakamından büyük olması durumuna göre kontrol edebiliriz.

TBDY 2018 Tablo 3.6 B2 düzensizliği, hesabı ve hesap adımları, aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablolardan da görüleceği üzere, B2 yani yumuşak kat düzensizliği, 2. Kat için mevcuttur.

Tablo 89. Yumuşak Kat Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story50	EXP	X	15.112	x	0.97346	YOK	Story50	EYP	Y	14.101	x	0.964633	YOK
Story49	EXP	X	15.524	1.027263	0.979618	YOK	Story49	EYP	Y	14.618	1.036664	0.962217	YOK
Story48	EXP	X	15.847	1.020806	0.975981	YOK	Story48	EYP	Y	15.192	1.039267	0.956675	YOK
Story47	EXP	X	16.237	1.02461	0.974259	YOK	Story47	EYP	Y	15.88	1.045287	0.954556	YOK
Story46	EXP	X	16.666	1.026421	0.973368	YOK	Story46	EYP	Y	16.636	1.047607	0.954282	YOK
Story45	EXP	X	17.122	1.027361	0.973062	YOK	Story45	EYP	Y	17.433	1.047908	0.955338	YOK
Story44	EXP	X	17.596	1.027684	0.973338	YOK	Story44	EYP	Y	18.248	1.04675	0.957197	YOK
Story43	EXP	X	18.078	1.027393	0.974083	YOK	Story43	EYP	Y	19.064	1.044717	0.959678	YOK
Story42	EXP	X	18.559	1.026607	0.975147	YOK	Story42	EYP	Y	19.865	1.042016	0.962452	YOK
Story41	EXP	X	19.032	1.025486	0.976451	YOK	Story41	EYP	Y	20.64	1.039013	0.965479	YOK
Story40	EXP	X	19.491	1.024117	0.978022	YOK	Story40	EYP	Y	21.378	1.035756	0.968733	YOK
Story39	EXP	X	19.929	1.022472	0.979697	YOK	Story39	EYP	Y	22.068	1.032276	0.972073	YOK
Story38	EXP	X	20.342	1.020724	0.982278	YOK	Story38	EYP	Y	22.702	1.028729	0.976136	YOK
Story37	EXP	X	20.709	1.018041	0.979798	YOK	Story37	EYP	Y	23.257	1.024447	0.975996	YOK
Story36	EXP	X	21.136	1.020619	1.000663	YOK	Story36	EYP	Y	23.829	1.024595	0.999371	YOK
Story35	EXP	X	21.122	0.999338	0.982373	YOK	Story35	EYP	Y	23.844	1.000629	0.979864	YOK
Story34	EXP	X	21.501	1.017943	0.988279	YOK	Story34	EYP	Y	24.334	1.02055	0.984823	YOK
Story33	EXP	X	21.756	1.01186	0.988819	YOK	Story33	EYP	Y	24.709	1.015411	0.985364	YOK
Story32	EXP	X	22.002	1.011307	0.990189	YOK	Story32	EYP	Y	25.076	1.014853	0.986661	YOK
Story31	EXP	X	22.22	1.009908	0.991522	YOK	Story31	EYP	Y	25.415	1.013519	0.987988	YOK
Story30	EXP	X	22.41	1.008551	0.992999	YOK	Story30	EYP	Y	25.724	1.012158	0.989461	YOK
Story29	EXP	X	22.568	1.00705	0.994448	YOK	Story29	EYP	Y	25.998	1.010652	0.991004	YOK
Story28	EXP	X	22.694	1.005583	0.996094	YOK	Story28	EYP	Y	26.234	1.009078	0.992622	YOK
Story27	EXP	X	22.783	1.003922	0.997723	YOK	Story27	EYP	Y	26.429	1.007433	0.994282	YOK
Story26	EXP	X	22.835	1.002282	0.999431	YOK	Story26	EYP	Y	26.581	1.005751	0.996028	YOK
Story25	EXP	X	22.848	1.000569	1.001315	YOK	Story25	EYP	Y	26.687	1.003988	0.997869	YOK

Tablo 90. Yumuşak Kat Düzensizliği

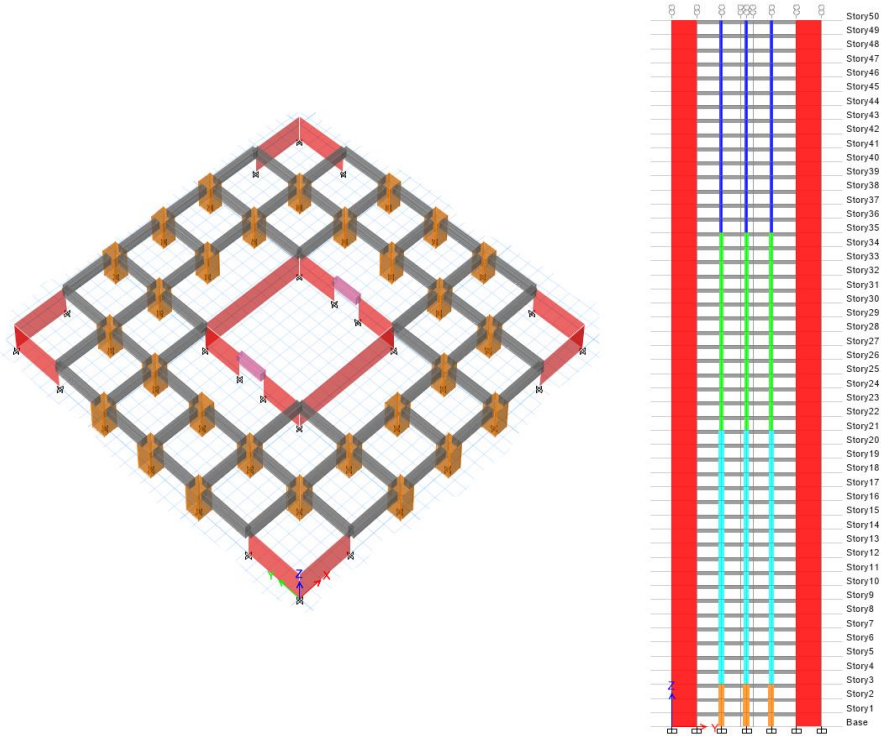
Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story24	EXP	X	22.818	0.998687	1.003165	YOK	Story24	EYP	Y	26.744	1.002136	0.999776	YOK
Story23	EXP	X	22.746	0.996845	1.005971	YOK	Story23	EYP	Y	26.75	1.000224	1.002586	YOK
Story22	EXP	X	22.611	0.994065	1.001994	YOK	Story22	EYP	Y	26.681	0.997421	0.999326	YOK
Story21	EXP	X	22.566	0.99801	1.026988	YOK	Story21	EYP	Y	26.699	1.000675	1.025268	YOK
Story20	EXP	X	21.973	0.973722	1.005123	YOK	Story20	EYP	Y	26.041	0.975355	1.001346	YOK
Story19	EXP	X	21.861	0.994903	1.013162	YOK	Story19	EYP	Y	26.006	0.998656	1.00736	YOK
Story18	EXP	X	21.577	0.987009	1.015102	YOK	Story18	EYP	Y	25.816	0.992694	1.008122	YOK
Story17	EXP	X	21.256	0.985123	1.017569	YOK	Story17	EYP	Y	25.608	0.991943	1.009501	YOK
Story16	EXP	X	20.889	0.982734	1.020469	YOK	Story16	EYP	Y	25.367	0.990589	1.011161	YOK
Story15	EXP	X	20.47	0.979942	1.023807	YOK	Story15	EYP	Y	25.087	0.988962	1.013289	YOK
Story14	EXP	X	19.994	0.976746	1.027811	YOK	Story14	EYP	Y	24.758	0.986886	1.015838	YOK
Story13	EXP	X	19.453	0.972942	1.032482	YOK	Story13	EYP	Y	24.372	0.984409	1.019067	YOK
Story12	EXP	X	18.841	0.96854	1.038072	YOK	Story12	EYP	Y	23.916	0.98129	1.023101	YOK
Story11	EXP	X	18.15	0.963325	1.044965	YOK	Story11	EYP	Y	23.376	0.977421	1.028285	YOK
Story10	EXP	X	17.369	0.95697	1.053433	YOK	Story10	EYP	Y	22.733	0.972493	1.034965	YOK
Story9	EXP	X	16.488	0.949277	1.064154	YOK	Story9	EYP	Y	21.965	0.966217	1.043914	YOK
Story8	EXP	X	15.494	0.939714	1.078068	YOK	Story8	EYP	Y	21.041	0.957933	1.056222	YOK
Story7	EXP	X	14.372	0.927585	1.096932	YOK	Story7	EYP	Y	19.921	0.946771	1.073677	YOK
Story6	EXP	X	13.102	0.911634	1.123478	YOK	Story6	EYP	Y	18.554	0.931379	1.099757	YOK
Story5	EXP	X	11.662	0.890093	1.163872	YOK	Story5	EYP	Y	16.871	0.909292	1.141939	YOK
Story4	EXP	X	10.02	0.859201	1.231261	YOK	Story4	EYP	Y	14.774	0.875704	1.217771	YOK
Story3	EXP	X	8.138	0.812176	1.392539	YOK	Story3	EYP	Y	12.132	0.821172	1.413986	YOK
Story2	EXP	X	5.844	0.718113	2.250289	VAR	Story2	EYP	Y	8.58	0.707221	2.406732	VAR
Story1	EXP	X	2.597	0.444387	x	YOK	Story1	EYP	Y	3.565	0.415501	x	YOK

TBDY 2018 uyarınca kontrol edilmesi gereken düzensizliklerden B1 düzensizliği, kesme alanlarının katlar arası oranlarını incelemektedir. Bu kapsamda, kolon, perde ve kagir dolgu duvarların kesme alanları hesaplanmış ve işleme konmuştur.

Bu tez kapsamında, kagir dolgu duvarların mimarisi çizilmemiş, sistemin statik analizinde, kirişlere yük olarak etkitilmiştir. Fakat, yapının tasarımından bu yana, olabildiğince benzer katlı ve simetrik olmasına önem verildiği için, dolgu duvarların ve duvarlardaki boşlukların, her katta aynı olduğu varsayılmıştır.

B1 düzensizliğine dair excel tablosu, yukarıdaki varsayıma dayanarak, dolgu duvarlar hesaba katılmadan, yalnızca kolon ve perdelerin kesme alanlarına göre, hesaplanmış ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Burada, ilk kat kolonları diğer katlardan farklı, ikinci kat ve yirminci kat arası bir biri ile aynı, yirmi bir ila otuzbeşinci kat birbirinin aynı ve son olarak, otuzbeş ila elli kat birbirlerinin aynısıdır. Bu sebeple, ηc1-2, ηc3, ηc4-20, ηc21, ηc22-34, ηc35, ηc36-50 hesaplanmıştır.



Şekil 93. 50 Katlı Betonarme Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü

Tablo 91. Zayıf Kat Düzensizliği

Kat 1-3

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	1.5	1.5	63
		ΣAw	63

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
							ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	79.8	82.2
ηc1-2	1	1
	X	Y
ΣAk	79.8	82.2
ηc3	1.24454	1.23572

Kat 4-21

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	1.3	1.3	47.32
		ΣAw	47.32

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
							ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	64.12	66.52
ηc4-20	1	1
	X	Y
ΣAk	64.12	66.52
ηc21	1.43125	1.40932

Tablo 92. Zayıf Kat Düzensizliği

Kat 22-35

Kolon Bilgileri (m)				Perde Duvar Bilgileri (m)					Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)	Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)		X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)		
	X	Y			X	Y	X	Y	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y	
28	1	1	28	4	0.4	6	9.6										0	0	
				4	6	0.4		9.6									0	0	
				2	0.4	12		9.6									0	0	
				4	0.4	4.5	7.2										0	0	
																	0	0	
							X	Y									X	Y	
		ΣAw	28				ΣAg	16.8	19.2							ΣAk	0	0	

	X	Y
ΣAk	44.8	47.2
ηc22-34	1	1

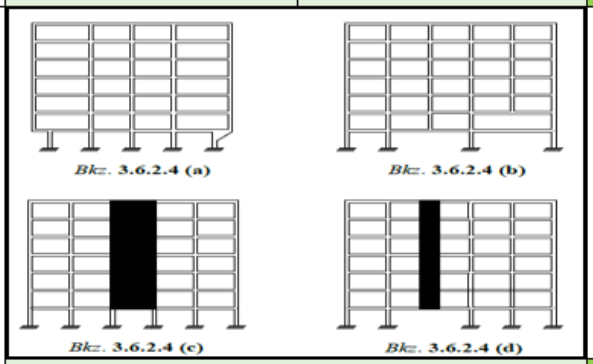
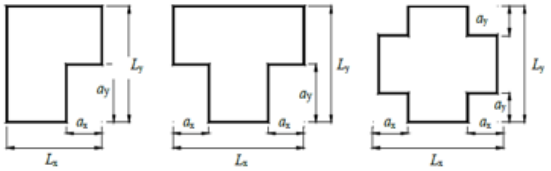
	X	Y
ΣAk	44.8	47.2
ηc35	1.29032	1.27155

Kat 36-50

Kolon Bilgileri (m)				Perde Duvar Bilgileri (m)					Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)	Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)		X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)		
	X	Y			X	Y	X	Y	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y	
28	0.8	0.8	17.92	4	0.4	6	9.6										0	0	
				4	6	0.4		9.6									0	0	
				2	0.4	12		9.6									0	0	
				4	0.4	4.5	7.2										0	0	
																	0	0	
							X	Y									X	Y	
		ΣAw	17.92				ΣAg	16.8	19.2							ΣAk	0	0	

	X	Y
ΣAk	34.72	37.12
ηc36-50	1	1

Tablo 93. 50 Katlı Betonarme Yapı Düznesizlik Kontrolleri Özeti

A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü	Δ_{imax}	Δ_{iort}		B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	Herhangi Bir Kattaki Etkili Kesme Alanının, Bir Üst Kattaki Etkili Kesme	Etkili Kesme Alanı= O Katın, Klon ve Perdelerinin ΣYüzey	
	15.112	14.554	OK		i. Kat Etkili Kesme Alanı	i+1. Kat Etkili Kesme Alanı	
A2 Döşeme Süreksizlikleri	Kat Brüt Alanı	Σboşluk Alanları			84	61.32	OK
	900	100	OK	B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	Herhangi Bir i. Kattaki Ortalama Göreli Kat		
	Deprem Yüklerinin, Düşey Taşıyıcı Elemanlarına Güvenle Aktarılabilmesini Güçlendiren Yerel Döşeme Boşlukları				(Δi(X)/hi)ort	(Δi±1(X)/hi±1)ort	
	YOK		OK		0.07181	2.2502	NOT OK
	Döşemenin Düzlem İçi Rijitlik Dayanımında Ani Azalmalar			B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği			
	YOK		OK				
A3 Planda Çıkıntılar Bulunması							
	ax>0.2Lx = HAYIR	ay>0.2Ly=HAYIR	OK		Herhangi Biri= YOK		OK

Etkin göreli kat ötelemesi:

TBDY 2018 4.9.1 uyarınca; etkin göreli kat ötelemeleri, kat bazında;

$$\Delta i = Ui - Ui\text{-}1 \quad \text{Denklem 126}$$

olarak hesaplanırken, i. Kata ait kolon veya perdeler bazında;

$$\sigma i = (R/I)*\Delta i \quad \text{Denklem 127}$$

olarak hesaplanır. Hesaplanan bu "göreli kat ötelemeleri", ötelemeyi sınırlandırmak amacıyla, belirli sınırlar dahilinde tutulur. Aşağıda verilen, sınırlandırma değerinin, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanır:

$$\lambda*\sigma i,max/hi \leq 0.016\kappa \quad \text{Denklem 128}$$

Formülde yer alan,

$$\lambda = Sae(T)\ DD\text{-}3 / Sae(T)\ DD\text{-}2 \quad \text{Denklem 129}$$

κ betonarme yapılar için; 1, çelik yapılar için; 0.5 olur.

Tüm bu formülleri toparlarsak,

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016\kappa *hi*(I/R)*(\ Sae(T)x\ DD\text{-}2 / Sae(T)x\ DD\text{-}3) \quad \text{Denklem 130}$$

bulunur.

$$Sae(T)x\ DD\text{-}2 = S_{D1}/Tx = 0.198/5.333 = 0.037 \quad \text{Denklem 131}$$

$$Sae(T)y\ DD\text{-}2 = S_{D1}/Ty = 0.198/5.927 = 0.034 \quad \text{Denklem 132}$$

$$Sae(T)x\ DD\text{-}3 = S_{D1}/Tx = 0.081/5.333 = 0.015 \quad \text{Denklem 133}$$

$$Sae(T)y\ DD\text{-}3 = S_{D1}/Ty = 0.081/5.927 = 0.014 \quad \text{Denklem 134}$$

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016*3.5*(1/7)*(\ 0.037/\ 0.015) = 0.0197 \quad \text{Denklem 135}$$

$$\Delta i,max\ (Y) \leq 0.016*3.5*(1/8)*(\ 0.034/\ 0.014) = 0.017 \quad \text{Denklem 136}$$

Etkin göreli kat ötelemelerine dair hesaplar ve sınırlandırmalar aşağıdaki gibi bulunmuştur:

Aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere, etkin göreli kat ötelemesi sınır şartını sağlanmıştır. Sağlanamasaydı, TBDY 2018 4.9.1.6 uyarınca, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesaplarının tekrar edilmesi gerekmektedir.

Fakat burada dikkat edilmesi gereken konu;

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016\kappa *hi*(I/R)*(\ Sae(T)x\ DD\text{-}2\ /\ Sae(T)x\ DD\text{-}3) \quad \text{Denklem 137}$$

Denklemindeki 0.016 katsayısı, arada derz bulunan duvarlar içindir. Bilindiği üzere, kolonlar arasında duvar derzsiz dolgu duvar olarak yapıldığında, o kesitteki, ötelemeyi bir kısım engeller. Bu da ötelemenin daha düşük çıkmasına neden olur. Derzli bir duvar bulunması ise, ötelemenin engellenmediği anlamına gelir. Bu durumda daha yüksek bir öteleme çıkar. Bu sebeple TBDY 2018 kapsamında bu iki durum ayrı ayrı değerlendirilmek suretiyle, derzsiz duvarlar için katsayı 0.008; derzli duvarlar için ise, 0.016 olarak alınmıştır. Bu tez kapsamında yapıdaki duvarlar derzli kabul edilmiş ve katsayı 0.016 alınmıştır.

Tablo 94. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story50	EXP	X	0.004318	0.004318	0.0197	OK	Story50	EYP	Y	0.004029	0.004029	0.017	OK
Story50	EXN	X	0.004313				Story50	EYN	Y	0.004027			
Story49	EXP	X	0.004435	0.004435	0.0197	OK	Story49	EYP	Y	0.004177	0.004177	0.017	OK
Story49	EXN	X	0.00443				Story49	EYN	Y	0.004175			
Story48	EXP	X	0.004528	0.004528	0.0197	OK	Story48	EYP	Y	0.004341	0.004341	0.017	OK
Story48	EXN	X	0.004523				Story48	EYN	Y	0.004339			
Story47	EXP	X	0.004639	0.004639	0.0197	OK	Story47	EYP	Y	0.004537	0.004537	0.017	OK
Story47	EXN	X	0.004634				Story47	EYN	Y	0.004536			
Story46	EXP	X	0.004762	0.004762	0.0197	OK	Story46	EYP	Y	0.004753	0.004753	0.017	OK
Story46	EXN	X	0.004757				Story46	EYN	Y	0.004752			
Story45	EXP	X	0.004892	0.004892	0.0197	OK	Story45	EYP	Y	0.004981	0.004981	0.017	OK
Story45	EXN	X	0.004887				Story45	EYN	Y	0.004979			
Story44	EXP	X	0.005027	0.005027	0.0197	OK	Story44	EYP	Y	0.005214	0.005214	0.017	OK
Story44	EXN	X	0.005022				Story44	EYN	Y	0.005212			
Story43	EXP	X	0.005165	0.005165	0.0197	OK	Story43	EYP	Y	0.005447	0.005447	0.017	OK
Story43	EXN	X	0.00516				Story43	EYN	Y	0.005445			
Story42	EXP	X	0.005302	0.005302	0.0197	OK	Story42	EYP	Y	0.005676	0.005676	0.017	OK
Story42	EXN	X	0.005298				Story42	EYN	Y	0.005674			
Story41	EXP	X	0.005438	0.005438	0.0197	OK	Story41	EYP	Y	0.005897	0.005897	0.017	OK
Story41	EXN	X	0.005433				Story41	EYN	Y	0.005895			
Story40	EXP	X	0.005569	0.005569	0.0197	OK	Story40	EYP	Y	0.006108	0.006108	0.017	OK
Story40	EXN	X	0.005564				Story40	EYN	Y	0.006106			
Story39	EXP	X	0.005694	0.005694	0.0197	OK	Story39	EYP	Y	0.006305	0.006305	0.017	OK
Story39	EXN	X	0.005689				Story39	EYN	Y	0.006303			
Story38	EXP	X	0.005812	0.005812	0.0197	OK	Story38	EYP	Y	0.006486	0.006486	0.017	OK
Story38	EXN	X	0.005807				Story38	EYN	Y	0.006485			
Story37	EXP	X	0.005917	0.005917	0.0197	OK	Story37	EYP	Y	0.006645	0.006645	0.017	OK
Story37	EXN	X	0.005912				Story37	EYN	Y	0.006643			
Story36	EXP	X	0.006039	0.006039	0.0197	OK	Story36	EYP	Y	0.006808	0.006808	0.017	OK
Story36	EXN	X	0.006034				Story36	EYN	Y	0.006807			

Tablo 95. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story35	EXP	X	0.006035	0.006035	0.0197	OK	Story35	EYP	Y	0.006812	0.006812	0.017	OK
Story35	EXN	X	0.00603				Story35	EYN	Y	0.006811			
Story34	EXP	X	0.006143	0.006143	0.0197	OK	Story34	EYP	Y	0.006953	0.006953	0.017	OK
Story34	EXN	X	0.006138				Story34	EYN	Y	0.006951			
Story33	EXP	X	0.006216	0.006216	0.0197	OK	Story33	EYP	Y	0.00706	0.00706	0.017	OK
Story33	EXN	X	0.006211				Story33	EYN	Y	0.007058			
Story32	EXP	X	0.006286	0.006286	0.0197	OK	Story32	EYP	Y	0.007164	0.007164	0.017	OK
Story32	EXN	X	0.006282				Story32	EYN	Y	0.007163			
Story31	EXP	X	0.006349	0.006349	0.0197	OK	Story31	EYP	Y	0.007261	0.007261	0.017	OK
Story31	EXN	X	0.006344				Story31	EYN	Y	0.00726			
Story30	EXP	X	0.006403	0.006403	0.0197	OK	Story30	EYP	Y	0.00735	0.00735	0.017	OK
Story30	EXN	X	0.006398				Story30	EYN	Y	0.007348			
Story29	EXP	X	0.006448	0.006448	0.0197	OK	Story29	EYP	Y	0.007428	0.007428	0.017	OK
Story29	EXN	X	0.006444				Story29	EYN	Y	0.007426			
Story28	EXP	X	0.006484	0.006484	0.0197	OK	Story28	EYP	Y	0.007495	0.007495	0.017	OK
Story28	EXN	X	0.006479				Story28	EYN	Y	0.007494			
Story27	EXP	X	0.006509	0.006509	0.0197	OK	Story27	EYP	Y	0.007551	0.007551	0.017	OK
Story27	EXN	X	0.006505				Story27	EYN	Y	0.00755			
Story26	EXP	X	0.006524	0.006524	0.0197	OK	Story26	EYP	Y	0.007595	0.007595	0.017	OK
Story26	EXN	X	0.00652				Story26	EYN	Y	0.007593			
Story25	EXP	X	0.006528	0.006528	0.0197	OK	Story25	EYP	Y	0.007625	0.007625	0.017	OK
Story25	EXN	X	0.006524				Story25	EYN	Y	0.007623			
Story24	EXP	X	0.00652	0.00652	0.0197	OK	Story24	EYP	Y	0.007641	0.007641	0.017	OK
Story24	EXN	X	0.006515				Story24	EYN	Y	0.00764			
Story23	EXP	X	0.006499	0.006499	0.0197	OK	Story23	EYP	Y	0.007643	0.007643	0.017	OK
Story23	EXN	X	0.006495				Story23	EYN	Y	0.007641			
Story22	EXP	X	0.00646	0.00646	0.0197	OK	Story22	EYP	Y	0.007623	0.007623	0.017	OK
Story22	EXN	X	0.006456				Story22	EYN	Y	0.007622			
Story21	EXP	X	0.006448	0.006448	0.0197	OK	Story21	EYP	Y	0.007628	0.007628	0.017	OK
Story21	EXN	X	0.006443				Story21	EYN	Y	0.007627			
Story20	EXP	X	0.006278	0.006278	0.0197	OK	Story20	EYP	Y	0.00744	0.00744	0.017	OK
Story20	EXN	X	0.006274				Story20	EYN	Y	0.007439			
Story19	EXP	X	0.006246	0.006246	0.0197	OK	Story19	EYP	Y	0.00743	0.00743	0.017	OK
Story19	EXN	X	0.006242				Story19	EYN	Y	0.007429			

Tablo 96. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story18	EXP	X	0.006165	0.00617	0.0197	OK	Story18	EYP	Y	0.007376	0.00738	0.017	OK
Story18	EXN	X	0.006161				Story18	EYN	Y	0.007375			
Story17	EXP	X	0.006073	0.00607	0.0197	OK	Story17	EYP	Y	0.007317	0.00732	0.017	OK
Story17	EXN	X	0.006069				Story17	EYN	Y	0.007315			
Story16	EXP	X	0.005968	0.00597	0.0197	OK	Story16	EYP	Y	0.007248	0.00725	0.017	OK
Story16	EXN	X	0.005964				Story16	EYN	Y	0.007246			
Story15	EXP	X	0.005849	0.00585	0.0197	OK	Story15	EYP	Y	0.007168	0.00717	0.017	OK
Story15	EXN	X	0.005845				Story15	EYN	Y	0.007166			
Story14	EXP	X	0.005713	0.00571	0.0197	OK	Story14	EYP	Y	0.007074	0.00707	0.017	OK
Story14	EXN	X	0.005709				Story14	EYN	Y	0.007073			
Story13	EXP	X	0.005558	0.00556	0.0197	OK	Story13	EYP	Y	0.006963	0.00696	0.017	OK
Story13	EXN	X	0.005554				Story13	EYN	Y	0.006962			
Story12	EXP	X	0.005383	0.00538	0.0197	OK	Story12	EYP	Y	0.006833	0.00683	0.017	OK
Story12	EXN	X	0.00538				Story12	EYN	Y	0.006832			
Story11	EXP	X	0.005186	0.00519	0.0197	OK	Story11	EYP	Y	0.006679	0.00668	0.017	OK
Story11	EXN	X	0.005182				Story11	EYN	Y	0.006678			
Story10	EXP	X	0.004963	0.00496	0.0197	OK	Story10	EYP	Y	0.006495	0.0065	0.017	OK
Story10	EXN	X	0.004959				Story10	EYN	Y	0.006494			
Story9	EXP	X	0.004711	0.00471	0.0197	OK	Story9	EYP	Y	0.006276	0.00628	0.017	OK
Story9	EXN	X	0.004708				Story9	EYN	Y	0.006275			
Story8	EXP	X	0.004427	0.00443	0.0197	OK	Story8	EYP	Y	0.006012	0.00601	0.017	OK
Story8	EXN	X	0.004424				Story8	EYN	Y	0.006011			
Story7	EXP	X	0.004106	0.00411	0.0197	OK	Story7	EYP	Y	0.005692	0.00569	0.017	OK
Story7	EXN	X	0.004103				Story7	EYN	Y	0.005691			
Story6	EXP	X	0.003743	0.00374	0.0197	OK	Story6	EYP	Y	0.005301	0.0053	0.017	OK
Story6	EXN	X	0.003741				Story6	EYN	Y	0.0053			
Story5	EXP	X	0.003332	0.00333	0.0197	OK	Story5	EYP	Y	0.00482	0.00482	0.017	OK
Story5	EXN	X	0.00333				Story5	EYN	Y	0.004819			
Story4	EXP	X	0.002863	0.00286	0.0197	OK	Story4	EYP	Y	0.004221	0.00422	0.017	OK
Story4	EXN	X	0.002861				Story4	EYN	Y	0.004221			
Story3	EXP	X	0.002325	0.00233	0.0197	OK	Story3	EYP	Y	0.003466	0.00347	0.017	OK
Story3	EXN	X	0.002324				Story3	EYN	Y	0.003466			
Story2	EXP	X	0.00167	0.00167	0.0197	OK	Story2	EYP	Y	0.002451	0.00245	0.017	OK
Story2	EXN	X	0.001668				Story2	EYN	Y	0.002451			
Story1	EXP	X	0.000742	0.00074	0.0197	OK	Story1	EYP	Y	0.001018	0.00102	0.017	OK
Story1	EXN	X	0.000741				Story1	EYN	Y	0.001018			

İkinci mertebe etkilerinin kontrolü:

"İkinci mertebe etkisi, eksenel kuvvetlerin, şekildeğiştirmiş sistem üzerinde oluşturduğu, ikincil etkileri gözönüne alan ve taşıyıcı sistemde, geometrik olarak, doğrusal olmayan davranışa neden olan etkilerdir." (Darılmaz, 2019)

TBDY 2018 4.9.2 uyarınca, ikinci mertebe gösterge değeri,

$$\theta_2,i = \Delta i,ort * \Sigma w_k / Vi * hi \quad \text{Denklem 138}$$

olarak hesaplanır. Yapıdaki tüm katlar için bulunan "ikinci mertebe gösterge değeri" maksimumu, TBDY 2018 4.9.2.2 uyarınca, şu değeri sağlamak zorundadır:

$$\theta_2,max \leq 0.12*D/Ch*R \quad \text{Denklem 139}$$

→ Ch = kompozit kolonlu ve çelik yapılar için, 1; betonarme yapılar için, 0.5 alınacaktır.

Eğer bu koşul sağlanamaz ise, gözönüne alınan doğrultudaki (X veya Y) tüm iç kuvvetler, β_2 katsayısı ile çarpılarak, arttırılır:

$$\beta_2 = 0.88+ (Ch*R/D)* \theta_2,max \geq 1 \quad \text{Denklem 140}$$

veya taşıyıcı sistem rijitlik ve/veya dayanımı arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanabilir.

Yapıya ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri, aşağıda verilmiştir:

Tablo 97. İkinci Mertebe Kontrolleri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story50	EXP	X	0.004318	0.004318	26502.56	3500	-73498.4	-4.44861E-07	0.085714286	OK	Story50	EYP	Y	0.004029	0.004029	26502.56	3500	-73498.4	-4.15087E-07	0.075	OK
Story50	EXN	X	0.004313								Story50	EYN	Y	0.004027							
Story49	EXP	X	0.004435	0.004435	53142.94	3500	-73498.4	-9.16206E-07	0.085714286	OK	Story49	EYP	Y	0.004177	0.004177	53142.94	3500	-73498.4	-8.62907E-07	0.075	OK
Story49	EXN	X	0.00443								Story49	EYN	Y	0.004175							
Story48	EXP	X	0.004528	0.004528	79783.32	3500	-73498.4	-1.40434E-06	0.085714286	OK	Story48	EYP	Y	0.004341	0.004341	79783.32	3500	-73498.4	-1.34634E-06	0.075	OK
Story48	EXN	X	0.004523								Story48	EYN	Y	0.004339							
Story47	EXP	X	0.004639	0.004639	106423.7	3500	-73498.4	-1.91918E-06	0.085714286	OK	Story47	EYP	Y	0.004537	0.004537	106423.7	3500	-73498.4	-1.87699E-06	0.075	OK
Story47	EXN	X	0.004634								Story47	EYN	Y	0.004536							
Story46	EXP	X	0.004762	0.004762	133064.08	3500	-73498.4	-2.46323E-06	0.085714286	OK	Story46	EYP	Y	0.004753	0.004753	133064.08	3500	-73498.4	-2.45857E-06	0.075	OK
Story46	EXN	X	0.004757								Story46	EYN	Y	0.004752							
Story45	EXP	X	0.004892	0.004892	159704.46	3500	-73498.4	-3.03709E-06	0.085714286	OK	Story45	EYP	Y	0.004981	0.004981	159704.46	3500	-73498.4	-3.09234E-06	0.075	OK
Story45	EXN	X	0.004887								Story45	EYN	Y	0.004979							
Story44	EXP	X	0.005027	0.005027	186344.84	3500	-73498.4	-3.6415E-06	0.085714286	OK	Story44	EYP	Y	0.005214	0.005214	186344.84	3500	-73498.4	-3.77696E-06	0.075	OK
Story44	EXN	X	0.005022								Story44	EYN	Y	0.005212							
Story43	EXP	X	0.005165	0.005165	212985.22	3500	-73498.4	-4.27635E-06	0.085714286	OK	Story43	EYP	Y	0.005447	0.005447	212985.22	3500	-73498.4	-4.50984E-06	0.075	OK
Story43	EXN	X	0.00516								Story43	EYN	Y	0.005445							
Story42	EXP	X	0.005302	0.005302	239625.6	3500	-73498.4	-4.93886E-06	0.085714286	OK	Story42	EYP	Y	0.005676	0.005676	239625.6	3500	-73498.4	-5.28725E-06	0.075	OK
Story42	EXN	X	0.005298								Story42	EYN	Y	0.005674							
Story41	EXP	X	0.005438	0.005438	266265.98	3500	-73498.4	-5.62871E-06	0.085714286	OK	Story41	EYP	Y	0.005897	0.005897	266265.98	3500	-73498.4	-6.10381E-06	0.075	OK
Story41	EXN	X	0.005433								Story41	EYN	Y	0.005895							
Story40	EXP	X	0.005569	0.005569	292906.36	3500	-73498.4	-6.34103E-06	0.085714286	OK	Story40	EYP	Y	0.006108	0.006108	292906.36	3500	-73498.4	-6.95475E-06	0.075	OK
Story40	EXN	X	0.005564								Story40	EYN	Y	0.006106							
Story39	EXP	X	0.005694	0.005694	319546.74	3500	-73498.4	-7.07303E-06	0.085714286	OK	Story39	EYP	Y	0.006305	0.006305	319546.74	3500	-73498.4	-7.83201E-06	0.075	OK
Story39	EXN	X	0.005689								Story39	EYN	Y	0.006303							
Story38	EXP	X	0.005812	0.005812	346187.12	3500	-73498.4	-7.82151E-06	0.085714286	OK	Story38	EYP	Y	0.006486	0.006486	346187.12	3500	-73498.4	-8.72854E-06	0.075	OK
Story38	EXN	X	0.005807								Story38	EYN	Y	0.006485							
Story37	EXP	X	0.005917	0.005917	372827.5	3500	-73498.4	-8.57558E-06	0.085714286	OK	Story37	EYP	Y	0.006645	0.006645	372827.5	3500	-73498.4	-9.63068E-06	0.075	OK
Story37	EXN	X	0.005912								Story37	EYN	Y	0.006643							
Story36	EXP	X	0.006039	0.006039	399467.88	3500	-73498.4	-9.3778E-06	0.085714286	OK	Story36	EYP	Y	0.006808	0.006808	399467.88	3500	-73498.4	-1.0572E-05	0.075	OK
Story36	EXN	X	0.006034								Story36	EYN	Y	0.006807							
Story35	EXP	X	0.006035	0.006035	426846.26	3500	-73498.4	-1.00139E-05	0.085714286	OK	Story35	EYP	Y	0.006812	0.006812	426846.26	3500	-73498.4	-1.13032E-05	0.075	OK
Story35	EXN	X	0.00603								Story35	EYN	Y	0.006811							

Tablo 98. İkinci Mertebe Kontrolleri

Story34	EXP	X	0.006143	0.006143	454224.64	3500	-73498.4	-1.08469E-05	0.085714286	OK	Story34	EYP	Y	0.006953	0.006953	454224.64	3500	-73498.4	-1.22771E-05	0.075	OK
Story34	EXN	X	0.006138								Story34	EYN	Y	0.006951							
Story33	EXP	X	0.006216	0.006216	481603.02	3500	-73498.4	-1.16374E-05	0.085714286	OK	Story33	EYP	Y	0.00706	0.00706	481603.02	3500	-73498.4	-1.32175E-05	0.075	OK
Story33	EXN	X	0.006211								Story33	EYN	Y	0.007058							
Story32	EXP	X	0.006286	0.006286	508981.4	3500	-73498.4	-1.24374E-05	0.085714286	OK	Story32	EYP	Y	0.007164	0.007164	508981.4	3500	-73498.4	-1.41746E-05	0.075	OK
Story32	EXN	X	0.006282								Story32	EYN	Y	0.007163							
Story31	EXP	X	0.006349	0.006349	536359.78	3500	-73498.4	-1.32378E-05	0.085714286	OK	Story31	EYP	Y	0.007261	0.007261	536359.78	3500	-73498.4	-1.51393E-05	0.075	OK
Story31	EXN	X	0.006344								Story31	EYN	Y	0.00726							
Story30	EXP	X	0.006403	0.006403	563738.16	3500	-73498.4	-1.40318E-05	0.085714286	OK	Story30	EYP	Y	0.00735	0.00735	563738.16	3500	-73498.4	-1.61071E-05	0.075	OK
Story30	EXN	X	0.006398								Story30	EYN	Y	0.007348							
Story29	EXP	X	0.006448	0.006448	591116.54	3500	-73498.4	-1.48167E-05	0.085714286	OK	Story29	EYP	Y	0.007428	0.007428	591116.54	3500	-73498.4	-1.70686E-05	0.075	OK
Story29	EXN	X	0.006444								Story29	EYN	Y	0.007426							
Story28	EXP	X	0.006484	0.006484	618494.92	3500	-73498.4	-1.55895E-05	0.085714286	OK	Story28	EYP	Y	0.007495	0.007495	618494.92	3500	-73498.4	-1.80203E-05	0.075	OK
Story28	EXN	X	0.006479								Story28	EYN	Y	0.007494							
Story27	EXP	X	0.006509	0.006509	645873.3	3500	-73498.4	-1.63424E-05	0.085714286	OK	Story27	EYP	Y	0.007551	0.007551	645873.3	3500	-73498.4	-1.89586E-05	0.075	OK
Story27	EXN	X	0.006505								Story27	EYN	Y	0.00755							
Story26	EXP	X	0.006524	0.006524	673251.68	3500	-73498.4	-1.70744E-05	0.085714286	OK	Story26	EYP	Y	0.007595	0.007595	673251.68	3500	-73498.4	-1.98774E-05	0.075	OK
Story26	EXN	X	0.00652								Story26	EYN	Y	0.007593							
Story25	EXP	X	0.006528	0.006528	700630.06	3500	-73498.4	-1.77796E-05	0.085714286	OK	Story25	EYP	Y	0.007625	0.007625	700630.06	3500	-73498.4	-2.07674E-05	0.075	OK
Story25	EXN	X	0.006524								Story25	EYN	Y	0.007623							
Story24	EXP	X	0.00652	0.00652	728008.44	3500	-73498.4	-1.84518E-05	0.085714286	OK	Story24	EYP	Y	0.007641	0.007641	728008.44	3500	-73498.4	-2.16242E-05	0.075	OK
Story24	EXN	X	0.006515								Story24	EYN	Y	0.00764							
Story23	EXP	X	0.006499	0.006499	755386.82	3500	-73498.4	-1.9084E-05	0.085714286	OK	Story23	EYP	Y	0.007643	0.007643	755386.82	3500	-73498.4	-2.24433E-05	0.075	OK
Story23	EXN	X	0.006495								Story23	EYN	Y	0.007641							
Story22	EXP	X	0.00646	0.00646	782765.2	3500	-73498.4	-1.9657E-05	0.085714286	OK	Story22	EYP	Y	0.007623	0.007623	782765.2	3500	-73498.4	-2.31959E-05	0.075	OK
Story22	EXN	X	0.006456								Story22	EYN	Y	0.007622							
Story21	EXP	X	0.006448	0.006448	810143.58	3500	-73498.4	-2.03068E-05	0.085714286	OK	Story21	EYP	Y	0.007628	0.007628	810143.58	3500	-73498.4	-2.4023E-05	0.075	OK
Story21	EXN	X	0.006443								Story21	EYN	Y	0.007627							
Story20	EXP	X	0.006278	0.006278	838996.46	3500	-73498.4	-2.04755E-05	0.085714286	OK	Story20	EYP	Y	0.00744	0.00744	838996.46	3500	-73498.4	-2.42654E-05	0.075	OK
Story20	EXN	X	0.006274								Story20	EYN	Y	0.007439							
Story19	EXP	X	0.006246	0.006246	867849.34	3500	-73498.4	-2.10717E-05	0.085714286	OK	Story19	EYP	Y	0.00743	0.00743	867849.34	3500	-73498.4	-2.50661E-05	0.075	OK
Story19	EXN	X	0.006242								Story19	EYN	Y	0.007429							
Story18	EXP	X	0.006165	0.006165	896702.22	3500	-73498.4	-2.14899E-05	0.085714286	OK	Story18	EYP	Y	0.007376	0.007376	896702.22	3500	-73498.4	-2.57112E-05	0.075	OK
Story18	EXN	X	0.006161								Story18	EYN	Y	0.007375							
Story17	EXP	X	0.006073	0.006073	925555.1	3500	-73498.4	-2.18504E-05	0.085714286	OK	Story17	EYP	Y	0.007317	0.007317	925555.1	3500	-73498.4	-2.63263E-05	0.075	OK
Story17	EXN	X	0.006069								Story17	EYN	Y	0.007315							

Tablo 99. İkinci Mertebe Kontrolleri

Story16	EXP	X	0.005968	0.005968	954407.98	3500	-73498.4	-2.2142E-05	0.085714286	OK	Story16	EYP	Y	0.007248	0.007248	954407.98	3500	-73498.4	-2.6891E-05	0.075	OK
Story16	EXN	X	0.005964								Story16	EYN	Y	0.007246							
Story15	EXP	X	0.005849	0.005849	983260.86	3500	-73498.4	-2.23565E-05	0.085714286	OK	Story15	EYP	Y	0.007168	0.007168	983260.86	3500	-73498.4	-2.73981E-05	0.075	OK
Story15	EXN	X	0.005845								Story15	EYN	Y	0.007166							
Story14	EXP	X	0.005713	0.005713	1012113.7	3500	-73498.4	-2.24775E-05	0.085714286	OK	Story14	EYP	Y	0.007074	0.007074	1012113.7	3500	-73498.4	-2.78322E-05	0.075	OK
Story14	EXN	X	0.005709								Story14	EYN	Y	0.007073							
Story13	EXP	X	0.005558	0.005558	1040966.6	3500	-73498.4	-2.2491E-05	0.085714286	OK	Story13	EYP	Y	0.006963	0.006963	1040966.6	3500	-73498.4	-2.81765E-05	0.075	OK
Story13	EXN	X	0.005554								Story13	EYN	Y	0.006962							
Story12	EXP	X	0.005383	0.005383	1069819.5	3500	-73498.4	-2.23866E-05	0.085714286	OK	Story12	EYP	Y	0.006833	0.006833	1069819.5	3500	-73498.4	-2.84168E-05	0.075	OK
Story12	EXN	X	0.00538								Story12	EYN	Y	0.006832							
Story11	EXP	X	0.005186	0.005186	1098672.4	3500	-73498.4	-2.2149E-05	0.085714286	OK	Story11	EYP	Y	0.006679	0.006679	1098672.4	3500	-73498.4	-2.85255E-05	0.075	OK
Story11	EXN	X	0.005182								Story11	EYN	Y	0.006678							
Story10	EXP	X	0.004963	0.004963	1127525.3	3500	-73498.4	-2.17533E-05	0.085714286	OK	Story10	EYP	Y	0.006495	0.006495	1127525.3	3500	-73498.4	-2.84682E-05	0.075	OK
Story10	EXN	X	0.004959								Story10	EYN	Y	0.006494							
Story9	EXP	X	0.004711	0.004711	1156378.1	3500	-73498.4	-2.11771E-05	0.085714286	OK	Story9	EYP	Y	0.006276	0.006276	1156378.1	3500	-73498.4	-2.82122E-05	0.075	OK
Story9	EXN	X	0.004708								Story9	EYN	Y	0.006275							
Story8	EXP	X	0.004427	0.004427	1185231	3500	-73498.4	-2.0397E-05	0.085714286	OK	Story8	EYP	Y	0.006012	0.006012	1185231	3500	-73498.4	-2.76998E-05	0.075	OK
Story8	EXN	X	0.004424								Story8	EYN	Y	0.006011							
Story7	EXP	X	0.004106	0.004106	1214083.9	3500	-73498.4	-1.93786E-05	0.085714286	OK	Story7	EYP	Y	0.005692	0.005692	1214083.9	3500	-73498.4	-2.68638E-05	0.075	OK
Story7	EXN	X	0.004103								Story7	EYN	Y	0.005691							
Story6	EXP	X	0.003743	0.003743	1242936.8	3500	-73498.4	-1.80852E-05	0.085714286	OK	Story6	EYP	Y	0.005301	0.005301	1242936.8	3500	-73498.4	-2.5613E-05	0.075	OK
Story6	EXN	X	0.003741								Story6	EYN	Y	0.0053							
Story5	EXP	X	0.003332	0.003332	1271789.7	3500	-73498.4	-1.64731E-05	0.085714286	OK	Story5	EYP	Y	0.00482	0.00482	1271789.7	3500	-73498.4	-2.38296E-05	0.075	OK
Story5	EXN	X	0.00333								Story5	EYN	Y	0.004819							
Story4	EXP	X	0.002863	0.002863	1300642.5	3500	-73498.4	-1.44755E-05	0.085714286	OK	Story4	EYP	Y	0.004221	0.004221	1300642.5	3500	-73498.4	-2.13416E-05	0.075	OK
Story4	EXN	X	0.002861								Story4	EYN	Y	0.004221							
Story3	EXP	X	0.002325	0.002325	1329495.4	3500	-73498.4	-1.20161E-05	0.085714286	OK	Story3	EYP	Y	0.003466	0.003466	1329495.4	3500	-73498.4	-1.7913E-05	0.075	OK
Story3	EXN	X	0.002324								Story3	EYN	Y	0.003466							
Story2	EXP	X	0.00167	0.00167	1358348.3	3500	-73498.4	-8.81823E-06	0.085714286	OK	Story2	EYP	Y	0.002451	0.002451	1358348.3	3500	-73498.4	-1.29422E-05	0.075	OK
Story2	EXN	X	0.001668								Story2	EYN	Y	0.002451							
Story1	EXP	X	0.000742	0.000742	1388429.2	3500	-73498.4	-4.00481E-06	0.085714286	OK	Story1	EYP	Y	0.001018	0.001018	1388429.2	3500	-73498.4	-5.49447E-06	0.075	OK
Story1	EXN	X	0.000741								Story1	EYN	Y	0.001018							

Kirişlerin boyutlandırılması;

Kirişlerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan exceller, aşağıda verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kiriş olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 100. Kiriş Boyutlandırma Türü

Elemanın Boyutlandırılma Türü				
Kirişler	Nd	Ac	fck	Tür
K1	35	600000	50	KİRİŞ
K2	35	600000	50	KİRİŞ
K3	35	600000	50	KİRİŞ
K4	35	600000	50	KİRİŞ
K5	35	600000	50	KİRİŞ
K6	35	600000	50	KİRİŞ
K7	35	600000	50	KİRİŞ
K8	35	600000	50	KİRİŞ
K9	35	600000	50	KİRİŞ
K10	35	600000	50	KİRİŞ
K11	35	600000	50	KİRİŞ
K12	35	600000	50	KİRİŞ
K13	35	600000	50	KİRİŞ
K14	35	600000	50	KİRİŞ
K15	35	600000	50	KİRİŞ
K16	35	600000	50	KİRİŞ
K17	35	600000	50	KİRİŞ
K18	35	600000	50	KİRİŞ
K19	35	600000	50	KİRİŞ
K20	35	600000	50	KİRİŞ
K21	35	600000	50	KİRİŞ
K22	35	600000	50	KİRİŞ
K23	35	600000	50	KİRİŞ
K24	35	600000	50	KİRİŞ
K25	35	600000	50	KİRİŞ
K26	35	600000	50	KİRİŞ
K27	35	600000	50	KİRİŞ
K28	35	600000	50	KİRİŞ
K29	35	600000	50	KİRİŞ
K30	35	600000	50	KİRİŞ
K31	35	600000	50	KİRİŞ
K32	35	600000	50	KİRİŞ
K33	35	600000	50	KİRİŞ
K34	35	600000	50	KİRİŞ
K35	35	600000	50	KİRİŞ
K36	35	600000	50	KİRİŞ
K37	35	600000	50	KİRİŞ
K38	35	600000	50	KİRİŞ
K39	35	600000	50	KİRİŞ
K40	35	600000	50	KİRİŞ
K41	35	600000	50	KİRİŞ
K42	35	600000	50	KİRİŞ
K43	35	600000	50	KİRİŞ
K44	35	600000	50	KİRİŞ
K45	35	600000	50	KİRİŞ
K46	35	600000	50	KİRİŞ
K47	35	600000	50	KİRİŞ
K48	35	600000	50	KİRİŞ
K49	35	600000	50	KİRİŞ
K50	35	600000	50	KİRİŞ

Tablo 101. Kirişte, Dengeli Kırılma Kontrolü

Kirişler	Tasarım Momenti: Md (Nmm)	Tasarım Kesme Kuvveti: Vd (N)	Kiriş Genişliği: bw	Kiriş Yüksekliği: h	Beton Örtüsü: d'	Faydalı Yükseklik: h-d'=d	fck	fyk (Mpa)	Etriye Aralığı: s (mm)	K	Basınç Bloğu Derinliği		Dengeli Kırılma Anında Tarafsız Eksenin Derinliği: cb	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğu Derinliği: ab	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğun Sınır Derinliği: amax	Cmax	NOT
											a	c					
K1	13534830	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K2	13534831	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K3	13534832	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K4	13534833	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K5	13534834	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K6	13534835	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K7	13534836	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K8	13534837	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K9	13534838	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K10	13534839	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K11	13534840	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K12	13534841	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K13	13534842	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K14	13534843	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K15	13534844	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K16	13534845	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K17	13534846	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K18	13534847	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K19	13534848	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K20	13534849	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K21	13534850	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K22	13534851	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K23	13534852	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K24	13534853	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K25	13534854	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK

Tablo 102. Kiriş, Donatı Alanı

Kirişler	Denge Durumunda Beton Bloğundaki Kuvvet: Fc	Denge Durumunda Beton Bloğunun Taşıyabileceği Moment: Mdc	Tasarım Momentinden Kalan Moment: Mds	Basınç Donatısındaki Gerilme: Ös'	Tasarım Momentinden Kalan Moment Mds için Gerekli Donatı Alanı (Basınç Bölgesi): As'	Denge Durumu Momenti için Gereken Çekme Donatı Alanı: As1	Tasarım Momenti ile Oluşan Farktan Çekme Bölgesine İlave Edilecek Donatı Alanı: As2	Çekme Bölgesindeki Toplam Donatı Alanı: As
K1	4465000	3655390441	-3641855611	-29813,62678	135,7267354	10269,5	-9306,96434	962,5356603
K2	4465000	3655390441	-3641855610	-29813,62453	135,7267456	10269,5	-9306,964337	962,5356629
K3	4465000	3655390441	-3641855609	-29813,62228	135,7267558	10269,5	-9306,964335	962,5356654
K4	4465000	3655390441	-3641855608	-29813,62003	135,726766	10269,5	-9306,964332	962,535668
K5	4465000	3655390441	-3641855607	-29813,61779	135,7267762	10269,5	-9306,964329	962,5356705
K6	4465000	3655390441	-3641855606	-29813,61554	135,7267864	10269,5	-9306,964327	962,5356731
K7	4465000	3655390441	-3641855605	-29813,61329	135,7267966	10269,5	-9306,964324	962,5356757
K8	4465000	3655390441	-3641855604	-29813,61104	135,7268068	10269,5	-9306,964322	962,5356782
K9	4465000	3655390441	-3641855603	-29813,60879	135,726817	10269,5	-9306,964319	962,5356808
K10	4465000	3655390441	-3641855602	-29813,60655	135,7268272	10269,5	-9306,964317	962,5356833
K11	4465000	3655390441	-3641855601	-29813,6043	135,7268374	10269,5	-9306,964314	962,5356859
K12	4465000	3655390441	-3641855600	-29813,60205	135,7268476	10269,5	-9306,964312	962,5356884
K13	4465000	3655390441	-3641855599	-29813,5998	135,7268578	10269,5	-9306,964309	962,535691
K14	4465000	3655390441	-3641855598	-29813,59755	135,726868	10269,5	-9306,964306	962,5356935
K15	4465000	3655390441	-3641855597	-29813,59531	135,7268782	10269,5	-9306,964304	962,5356961
K16	4465000	3655390441	-3641855596	-29813,59306	135,7268884	10269,5	-9306,964301	962,5356987
K17	4465000	3655390441	-3641855595	-29813,59081	135,7268986	10269,5	-9306,964299	962,5357012
K18	4465000	3655390441	-3641855594	-29813,58856	135,7269088	10269,5	-9306,964296	962,5357038
K19	4465000	3655390441	-3641855593	-29813,58631	135,726919	10269,5	-9306,964294	962,5357063
K20	4465000	3655390441	-3641855592	-29813,58407	135,7269292	10269,5	-9306,964291	962,5357089
K21	4465000	3655390441	-3641855591	-29813,58182	135,7269394	10269,5	-9306,964289	962,5357114
K22	4465000	3655390441	-3641855590	-29813,57957	135,7269496	10269,5	-9306,964286	962,535714
K23	4465000	3655390441	-3641855589	-29813,57732	135,7269598	10269,5	-9306,964283	962,5357165
K24	4465000	3655390441	-3641855588	-29813,57507	135,72697	10269,5	-9306,964281	962,5357191
K25	4465000	3655390441	-3641855587	-29813,57283	135,7269802	10269,5	-9306,964278	962,5357217

Tablo 103. Kirişte, Dengeli Kırılma Kontrolü

Kirişler	Tasarım Momenti: Md (Nmm)	Tasarım Kesme Kuvveti: Vd (N)	Kiriş Genişliği: bw	Kiriş Yüksekliği: h	Beton Örtüsü: d'	Faydalı Yükseklik: h-d'=d	fck	fyk (Mpa)	Etriye Aralığı: s (mm)	K	Basınç Bloğu Derinliği		Dengeli Kırılma Anında Tarafsız Eksenin Derinliği: cb	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğu Derinliği: ab	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğun Sınır Derinliği: amax	cmax	NOT
											a	c					
K26	13534855	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K27	13534856	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K28	13534857	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K29	13534858	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K30	13534859	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K31	13534860	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K32	13534861	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K33	13534862	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K34	13534863	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K35	13534864	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K36	13534865	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K37	13534866	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K38	13534867	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K39	13534868	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K40	13534869	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K41	13534870	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K42	13534871	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K43	13534872	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K44	13534873	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K45	13534874	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K46	13534875	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K47	13534876	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K48	13534877	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K49	13534878	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K50	13534879	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986404	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK

Tablo 104. Kiriş, Donatı Alanı

Kirişler	Denge Durumunda Beton Bloğundaki Kuvvet: Fc	Denge Durumunda Beton Bloğunun Taşıyabileceği Moment: Mdc	Tasarım Momentinden Kalan Moment: Mds	Basınç Donatısındaki Gerilme: Ös'	Tasarım Momentinden Kalan Moment Mds için Gerekli Donatı Alanı (Basınç Bölgesi): As'	Denge Durumu Momenti için Gereken Çekme Donatı Alanı: As1	Tasarım Momenti ile Oluşan Farktan Çekme Bölgesine İlave Edilecek Donatı Alanı: As2	Çekme Bölgesindeki Toplam Donatı Alanı: As
K26	4465000	3655390441	-3641855586	-29813,57058	135,7269904	10269,5	-9306,964276	962,5357242
K27	4465000	3655390441	-3641855585	-29813,56833	135,7270006	10269,5	-9306,964273	962,5357268
K28	4465000	3655390441	-3641855584	-29813,56608	135,7270108	10269,5	-9306,964271	962,5357293
K29	4465000	3655390441	-3641855583	-29813,56383	135,727021	10269,5	-9306,964268	962,5357319
K30	4465000	3655390441	-3641855582	-29813,56159	135,7270312	10269,5	-9306,964266	962,5357344
K31	4465000	3655390441	-3641855581	-29813,55934	135,7270414	10269,5	-9306,964263	962,535737
K32	4465000	3655390441	-3641855580	-29813,55709	135,7270516	10269,5	-9306,96426	962,5357395
K33	4465000	3655390441	-3641855579	-29813,55484	135,7270618	10269,5	-9306,964258	962,5357421
K34	4465000	3655390441	-3641855578	-29813,55259	135,727072	10269,5	-9306,964255	962,5357447
K35	4465000	3655390441	-3641855577	-29813,55035	135,7270821	10269,5	-9306,964253	962,5357472
K36	4465000	3655390441	-3641855576	-29813,5481	135,7270923	10269,5	-9306,96425	962,5357498
K37	4465000	3655390441	-3641855575	-29813,54585	135,7271025	10269,5	-9306,964248	962,5357523
K38	4465000	3655390441	-3641855574	-29813,5436	135,7271127	10269,5	-9306,964245	962,5357549
K39	4465000	3655390441	-3641855573	-29813,54135	135,7271229	10269,5	-9306,964243	962,5357574
K40	4465000	3655390441	-3641855572	-29813,53911	135,7271331	10269,5	-9306,96424	962,53576
K41	4465000	3655390441	-3641855571	-29813,53686	135,7271433	10269,5	-9306,964237	962,5357625
K42	4465000	3655390441	-3641855570	-29813,53461	135,7271535	10269,5	-9306,964235	962,5357651
K43	4465000	3655390441	-3641855569	-29813,53236	135,7271637	10269,5	-9306,964232	962,5357677
K44	4465000	3655390441	-3641855568	-29813,53011	135,7271739	10269,5	-9306,96423	962,5357702
K45	4465000	3655390441	-3641855567	-29813,52786	135,7271841	10269,5	-9306,964227	962,5357728
K46	4465000	3655390441	-3641855566	-29813,52562	135,7271943	10269,5	-9306,964225	962,5357753
K47	4465000	3655390441	-3641855565	-29813,52337	135,7272045	10269,5	-9306,964222	962,5357779
K48	4465000	3655390441	-3641855564	-29813,52112	135,7272147	10269,5	-9306,96422	962,5357804
K49	4465000	3655390441	-3641855563	-29813,51887	135,7272249	10269,5	-9306,964217	962,535783
K50	4465000	3655390441	-3641855562	-29813,51662	135,7272351	10269,5	-9306,964214	962,5357855

Tablo 105. Kiriş, Donatı Oran Kontrolleri

Kirişler	Alt Sınır Donatı Kontrolleri: ρ=As/bdw								Üst Sınır Donatı Oranı: ρmax								Donatı Sınır Oran: ρ-ρ'<=ρmax			Dengeli donatı oranı: ρb				
									Çekme donatısı oranı: ρ				Basınç donatısı oranı: ρ'										
	ρ	As	bw	d	ρmin	fctd	fyd		As	bw	d	ρ	A's	bw	d	ρ'	ρ-ρ'	ρmax		k1	k3	fcd	fyd	ρb
K1	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7267	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K2	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7267	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K3	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K4	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K5	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K6	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K7	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K8	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K9	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K10	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K11	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K12	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K13	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K14	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K15	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K16	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K17	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K18	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K19	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K20	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K21	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K22	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K23	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K24	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K25	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645

Tablo 106. Kiriş, Donatı Oran Kontrolleri

Kirişler	Alt Sınır Donatı Kontrolleri: ρ=As/bdw								Üst Sınır Donatı Oranı: ρmax								Donatı Sınır Oran: ρ-ρ'<=ρmax			Dengeli donatı oranı: ρb				
									Çekme donatısı oranı: ρ				Basınç donatısı oranı: ρ'										
	ρ	As	bw	d	ρmin	fctd	fyd		As	bw	d	ρ	A's	bw	d	ρ'	ρ-ρ'	ρmax		k1	k3	fcd	fyd	ρb
K26	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K27	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K28	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K29	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K30	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K31	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K32	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K33	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K34	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K35	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K36	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K37	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K38	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K39	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K40	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K41	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7271	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K42	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K43	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K44	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K45	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K46	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K47	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K48	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K49	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K50	0,001689	962,5358	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5358	600	950	0,001689	135,7272	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645

Tablo 107. Kiriş, Kesme Kontrolleri

Kirişler	Tasarım Kesme Kuvveti Sınır Kontrolleri (TS500)					Kesme Donatısı Hesabı									
	Max Tasarım Kesme Kuvveti			Tasarım Kesme Kuvveti Vd (kN)		Donatısız Betonun Kesme Dayanımı (Nd=0 olarak çözülmüştür)					Vcr<Vd: Kesme Donatısı Hesabı				
	Max Vd (kN)	fcd	Ac			d çekme ve basınçta p	fctd	Ac	Nd	ç:0.07, Ekse	Asw	Vd	s	fywd	d
K1	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K2	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K3	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K4	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K5	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K6	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K7	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K8	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K9	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K10	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K11	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K12	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K13	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K14	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K15	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K16	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K17	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K18	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K19	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K20	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K21	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K22	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K23	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K24	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K25	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950

Tablo 108. Kiriş, Kesme Kontrolleri

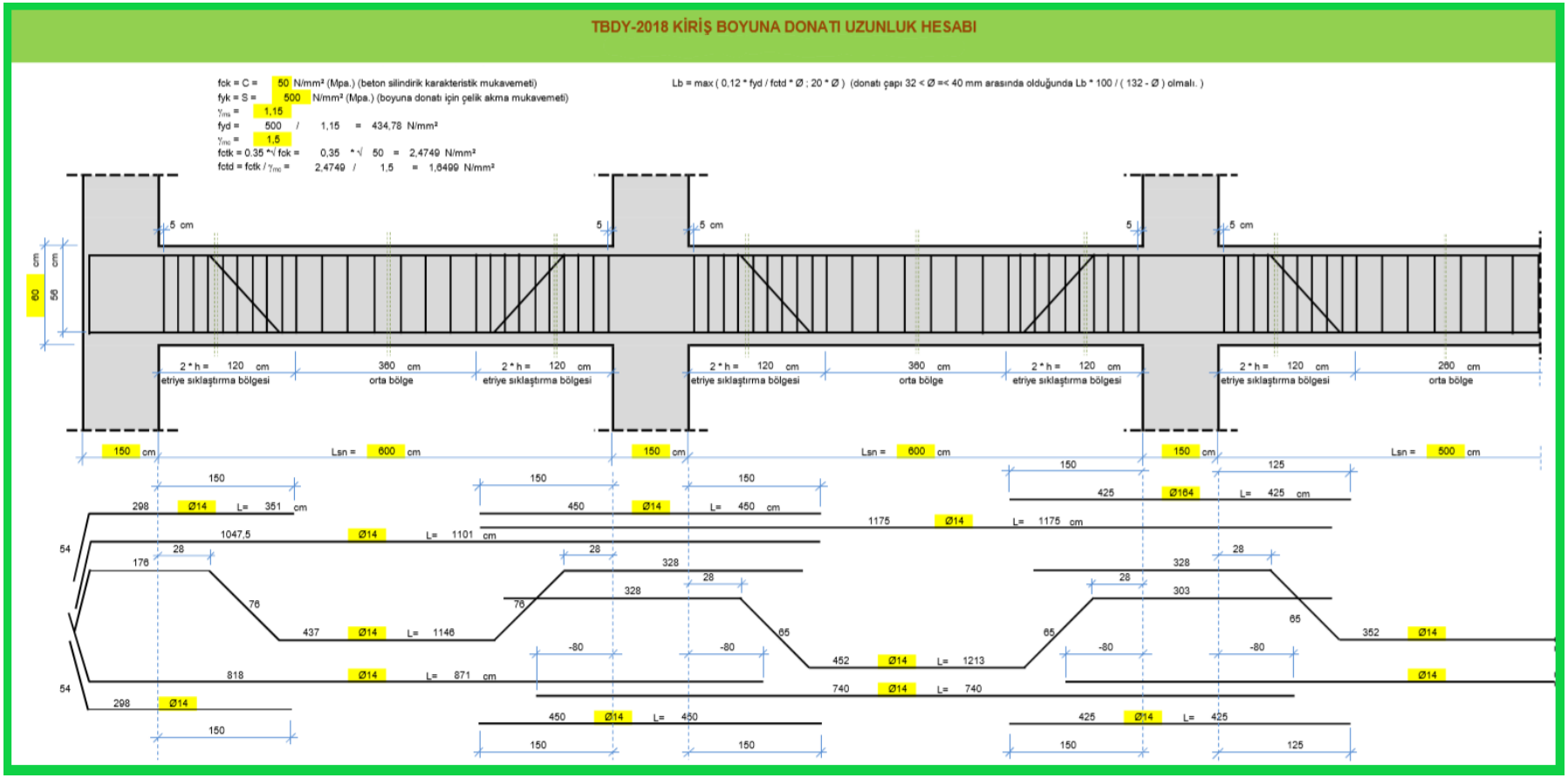
Kirişler	Tasarım Kesme Kuvveti Sınır Kontrolleri (TS500)					Kesme Donatısı Hesabı									
	Max Tasarım Kesme Kuvveti			Tasarım Kesme Kuvveti Vd (kN)		Donatısız Betonun Kesme Dayanımı (Nd=0 olarak çözülmüştür)					Vcr<Vd: Kesme Donatısı Hesabı				
	Max Vd (kN)	fcd	Ac			d çekme ve basınçta p	fctd	Ac	Nd	ç:0.07, Ekse	Asw	Vd	s	fywd	d
K26	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K27	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K28	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K29	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K30	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K31	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K32	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K33	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K34	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K35	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K36	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K37	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K38	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K39	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K40	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K41	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K42	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K43	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K44	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K45	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K46	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K47	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K48	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K49	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950
K50	4180000	33,33333	600000	109275,6	OK	643469,7984	1,64991582	600000	35	0,07	26,45619789	109275,6	100	434,7826	950

Tablo 109. TBDY 2018, SDY Kiriş Kontrolleri

Kirişler	TBDY 2018 Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerin Kontrolleri																									
	Enkesit Koşulları						Boyuna Donatı Koşulları						Enine Donatı Koşulları				Kirişlerin Kesme Güvenliği									
	bw(cm)		hkiriş	tdöşeme			ρçekme/mesnet	fctd	fyd		ϕboyuna		ϕetriye		s		Ve	Vr	Vdy	Mpi=1.4Mri	Mpj=1.4Mrj	Ln	bw	d	fck	
K1	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K2	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K3	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K4	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K5	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K6	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K7	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K8	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K9	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K10	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K11	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K12	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K13	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K14	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K15	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K16	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K17	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K18	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K19	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K20	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K21	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K22	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K23	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K24	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K25	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK

Tablo 110. TBDY 2018, SDY Kiriş Kontrolleri

Kirişler	TBDY 2018 Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerin Kontrolleri																									
	Enkesit Koşulları						Boyuna Donatı Koşulları						Enine Donatı Koşulları				Kirişlerin Kesme Güvenliği									
	bw(cm)		hkiriş	tdöşeme			ρçekme/mesnet	fctd	fyd		ϕboyuna		ϕetriye		s		Ve	Vr	Vdy	Mpi=1.4Mri	Mpj=1.4Mrj	Ln	bw	d	fck	
K26	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K27	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K28	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K29	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K30	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K31	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K32	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K33	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K34	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K35	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K36	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K37	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K38	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K39	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K40	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K41	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K42	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K43	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K44	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K45	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K46	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K47	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K48	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K49	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK
K50	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001688659	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	96632,29	514802,3	101143,9	13534830	13534830	6000	600	950	50	OK



Şekil 94. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 150x150

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI

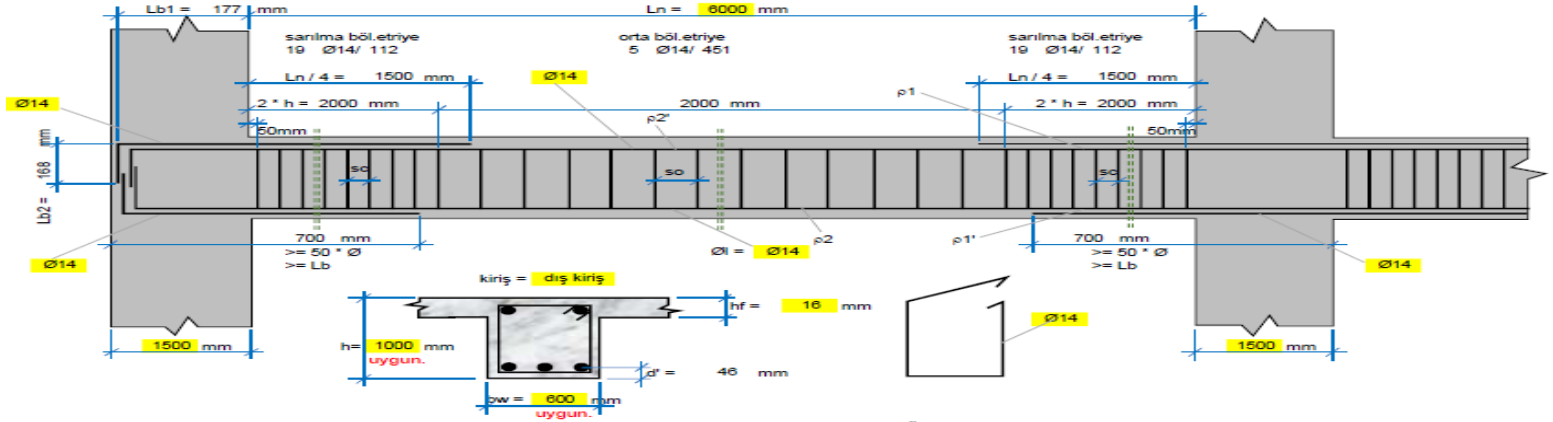
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	1,5	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	392	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	279	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	2,2	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	62,14090909	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	323,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	323,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	282	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Şekil 95. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 150x150

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	136	mm².
Asia=	963	mm².
Asjü=	136	mm².
Asja=	963	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=	204,5733333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	385,7409091	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	204,5733333	KN
Ve=	204,5733333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	102,5733333	KN.
Vd E=	323,6	KN.
0,5*Vd E=	161,8	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	171,9333333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-322,2494539	KN.
Vd vd=	323,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-170,5827872	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	136,5733333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-357,6094539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	282	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-212,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /11 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /45 cm.**	

Şekil 96. Kiriş Etriye Hesabı, Kolon 150x150

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0.02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	

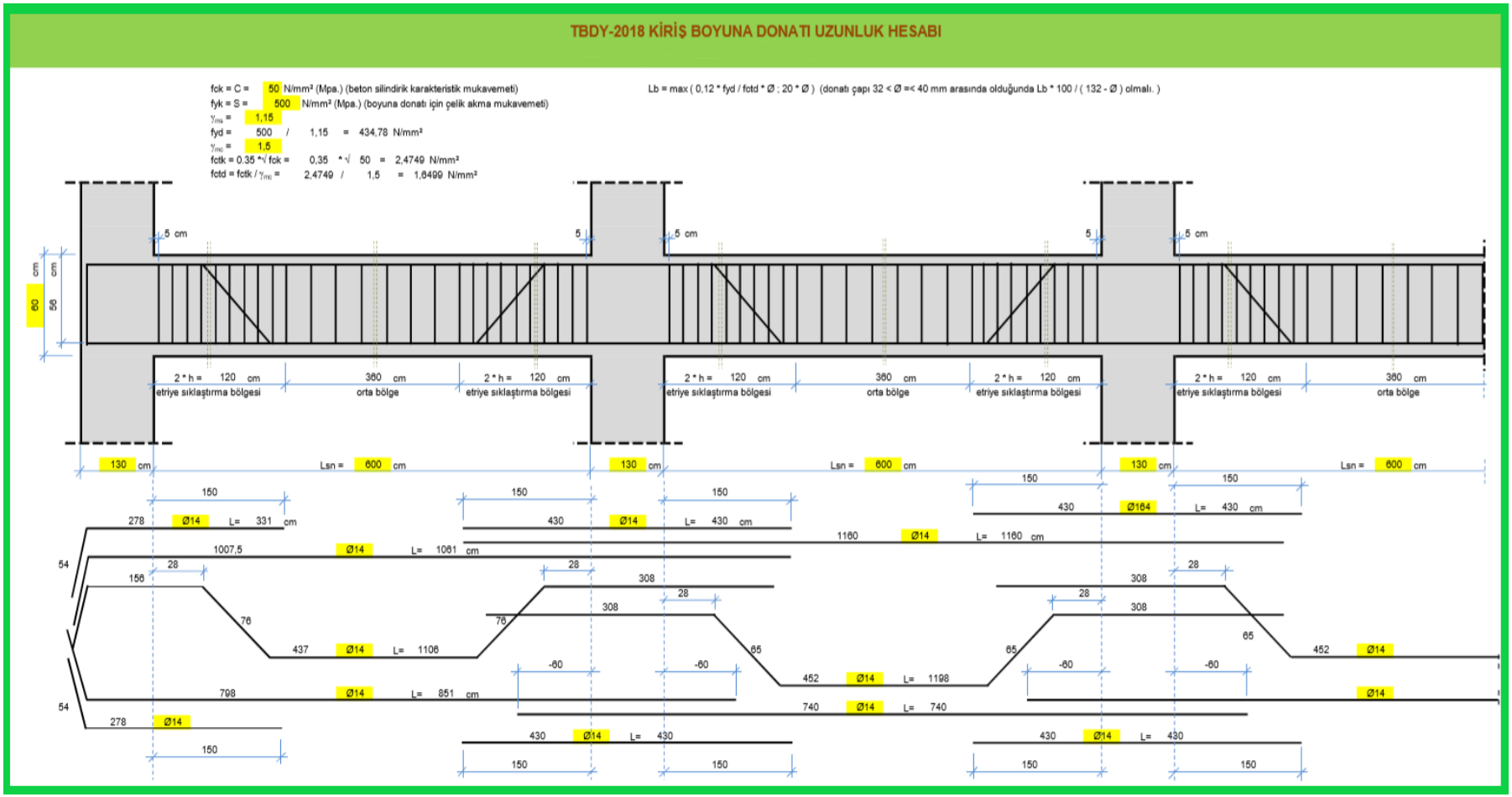


Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1.5
fcd = 50 / 1.5 = 33.3 N/mm²
γ_{ms} = 1.15
fyd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0.35 * √ 50 = 2.47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2.47 / 1.5 = 1.65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0.3 * 1.65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0.3 * 1.65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 97. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 150x150



Şekil 98. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 130x130

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI

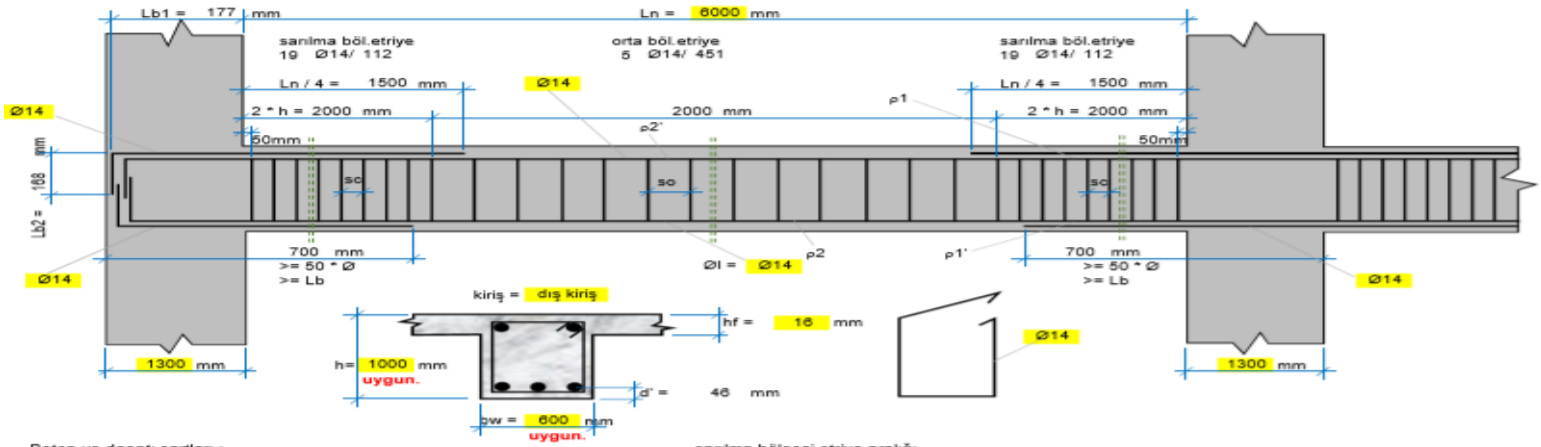
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	1,3	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	462	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	315	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	4	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	188,2125	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	397,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	397,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	356	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Şekil 99. Kiriş Etriye Hesabı, Kolon 130x130

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	136	mm².
Asia=	963	mm².
Asjü=	136	mm².
Asja=	963	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*l_n/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=	204,5733333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	585,8125	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	204,5733333	KN
Ve=	204,5733333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	102,5733333	KN.
Vd E=	397,6	KN.
0,5*Vd E=	198,8	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	171,9333333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-322,2494539	KN.
Vd vd=	397,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-96,58278724	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	136,5733333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-357,6094539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	356	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-138,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /11 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /45 cm.**	

Şekil 100. Kiriş Etriye Hesabı, Kolon 130x130

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	

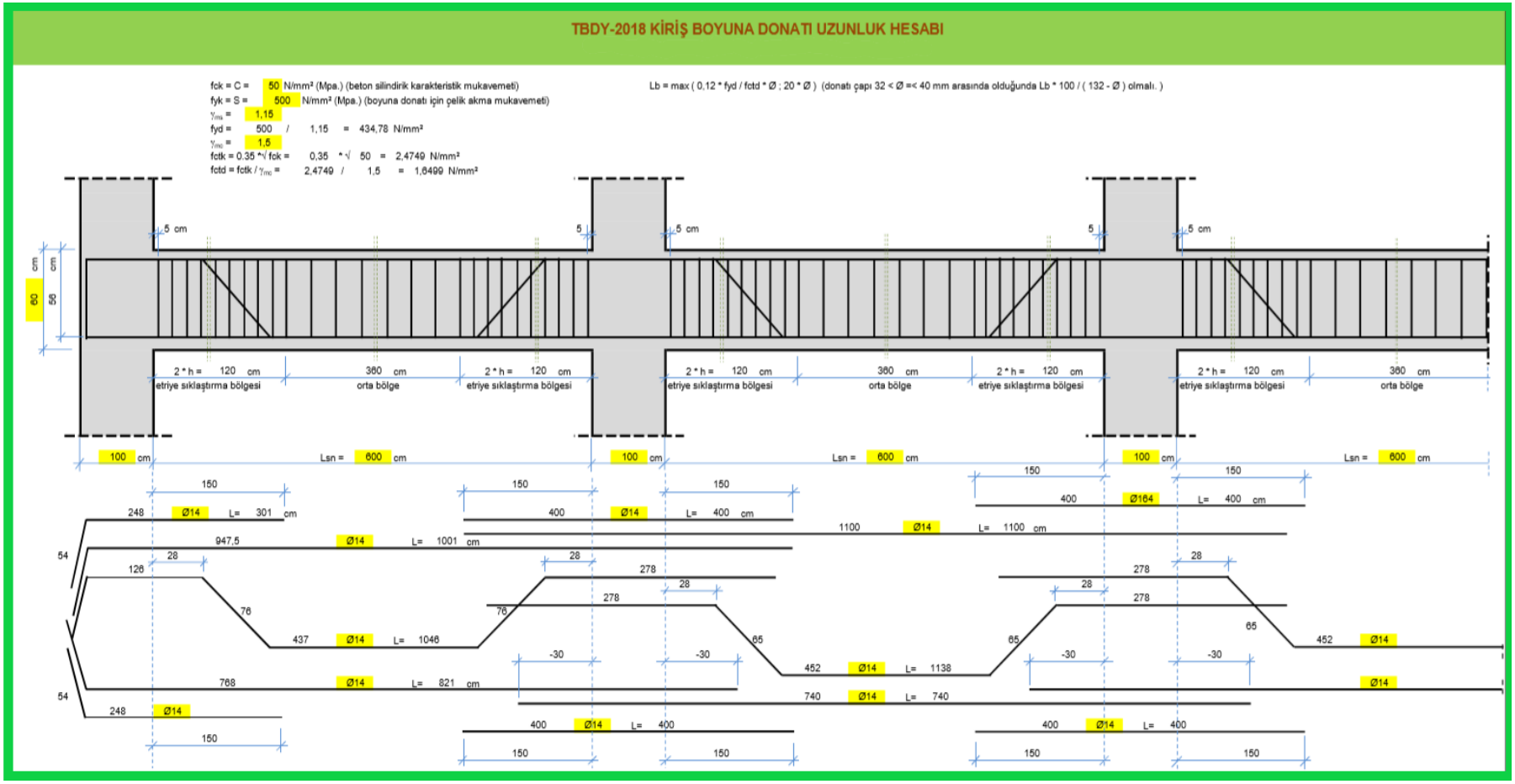


Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 * √ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 101. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 130x130



Şekil 102. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 100x100

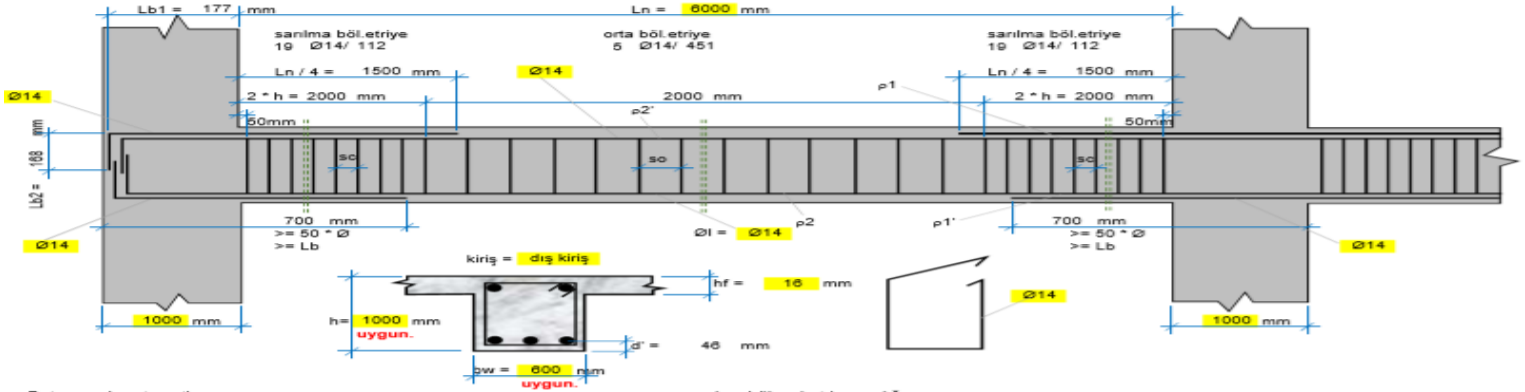
SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	1	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	325	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	220	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	3	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	112,9333333	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	266,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	266,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	225	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Şekil 103. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	136	mm².
Asia=	963	mm².
Asjü=	136	mm².
Asja=	963	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=	204,5733333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	379,5333333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	204,5733333	KN
Ve=	204,5733333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	102,5733333	KN.
Vd E=	266,6	KN.
0,5*Vd E=	133,3	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	171,9333333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-322,2494539	KN.
Vd vd=	266,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-227,5827872	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	136,5733333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-357,6094539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	225	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-269,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ		**Ø14 /11 cm.**
ORTA BÖLGE		**Ø14 /45 cm.**

Şekil 104. Şekil 105 Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + h	b_{kolon} + h
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	

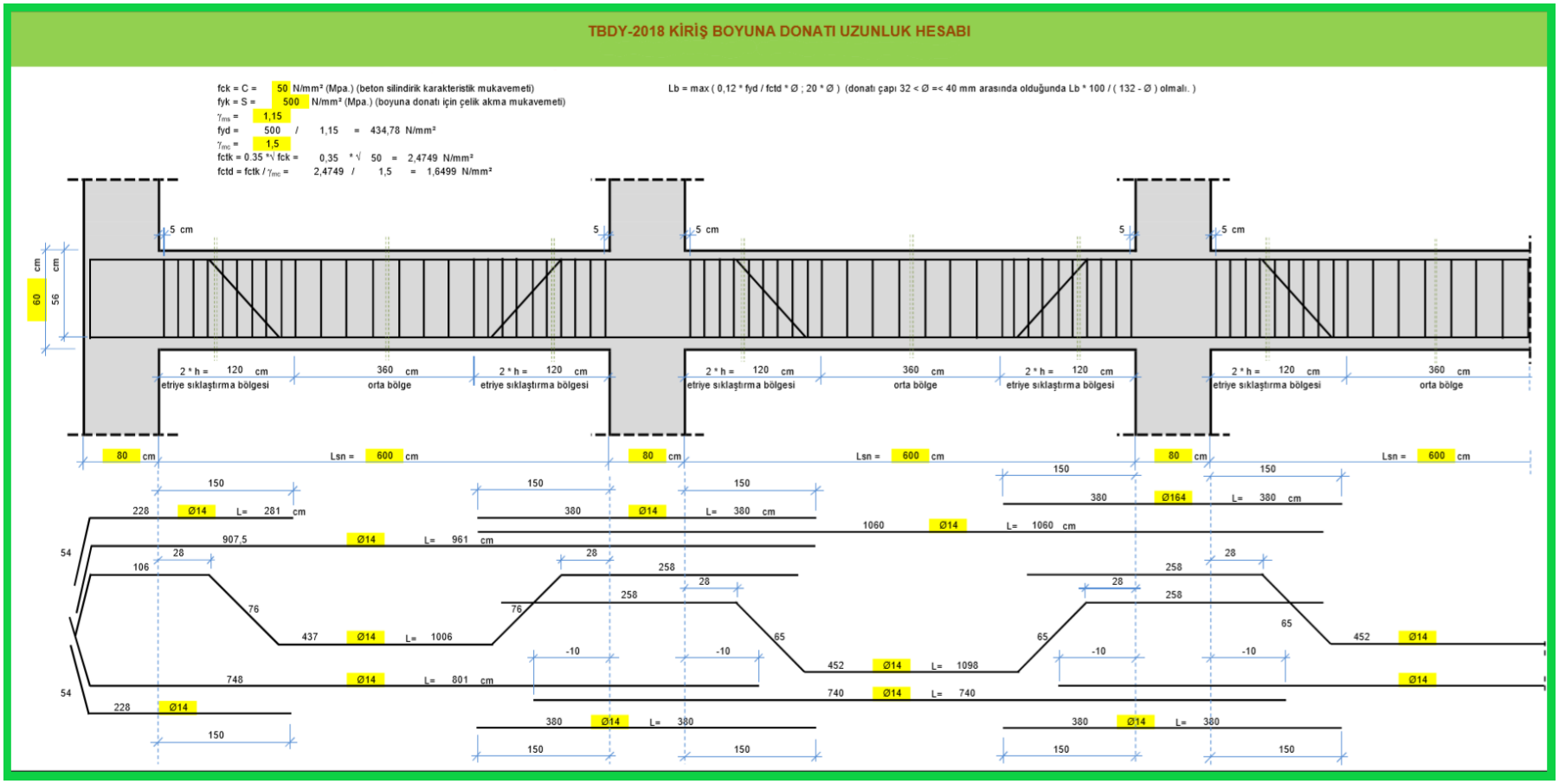


Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0,35 * √ fck = 0,35 * √ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 106. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 100x100



Şekil 107. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 80x80

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI

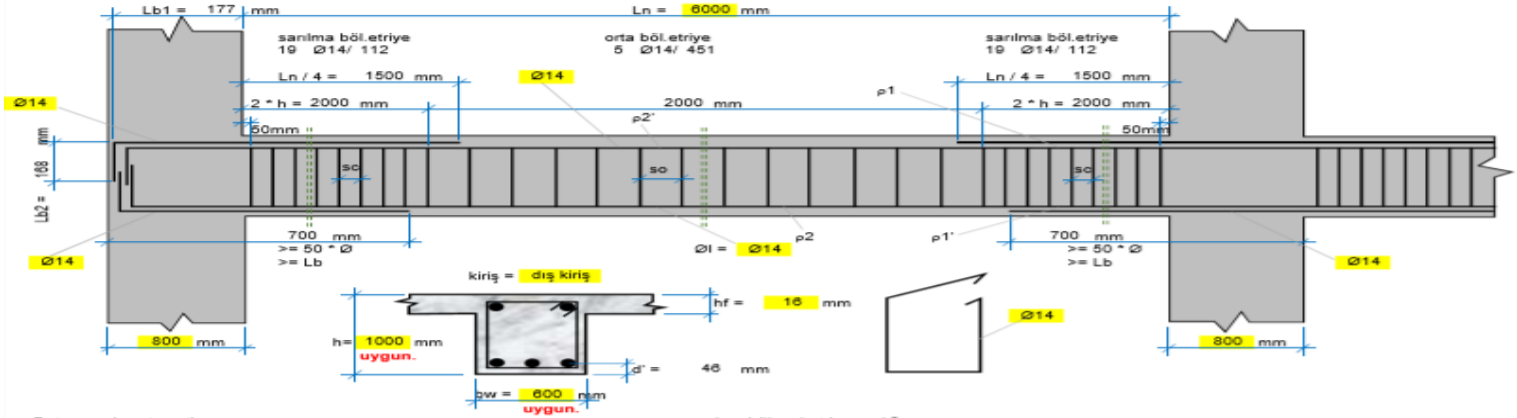
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	0,8	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	387	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	275	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	2	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	88	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	332,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	332,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	291	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Şekil 108. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	136	mm².
Asia=	963	mm².
Asjü=	136	mm².
Asja=	963	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=	204,5733333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	420,6	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	204,5733333	KN
Ve=	204,5733333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	102,5733333	KN.
Vd E=	332,6	KN.
0,5*Vd E=	166,3	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	171,9333333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-322,2494539	KN.
Vd vd=	332,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-161,5827872	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	136,5733333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-357,6094539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	291	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-203,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ		**Ø14 /11 cm.**
ORTA BÖLGE		**Ø14 /45 cm.**

Şekil 109. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + h_{kolon}	b_{kolon} + h_{kolon}
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	



Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 110. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 80x80

Kolonların boyutlandırılması;

Kolonların boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan exceller aşağıda, verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kolon olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 111. Kolonlarda Gevrek Kırılma Tahkiki

Kolon	Ndm(N)	Nd	Nr	Kolonlarda Gevrek Kırılmayı Önlemek					
				fck (Mpa=N/mm2)	Ac	TBDY 218	fcd	Ac	TS500
K1	35343588	50936361	-11142294.8	50	2250000	OK	33.33333	2250000	OK
K2	34648863	49945230	-12004147.8	50	2250000	OK	33.33333	2250000	OK
K3	33988487	48998986	-12826968.7	50	2250000	OK	33.33333	2250000	OK
K4	33317433	48035569	132378.8406	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K5	32636121	47055932	-719479.42	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K6	31944841	46060791	-1584819.42	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K7	31243883	45050800	-2463072.46	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K8	30533513	44026540	-3353733.33	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K9	29813970	42988519	-4256360.29	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K10	29085466	41937182	-5170566.38	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K11	28348187	40872908	-6096022.03	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K12	27602291	39796016	-7032449.86	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K13	26847904	38706761	-7979628.12	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K14	26085122	37605341	-8937384.64	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K15	25314007	36491892	-9905601.16	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K16	24534584	35366490	-10884211.6	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K17	23746852	34229161	-11873193.3	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K18	22950735	33079818	-12872622	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K19	22146306	31918579	-13882395.1	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K20	21332632	30744099	-14903682	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K21	20513485	29562354	-15931286.4	50	1690000	OK	33.33333	1690000	OK
K22	19761518	28476222	124251.0145	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K23	19013470	27395890	-815168.116	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K24	18270475	26323071	-1748054.2	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K25	17531668	25256507	-2675501.16	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK

Tablo 112. Kolonlarda Gevrek Kırılma Tahkiki

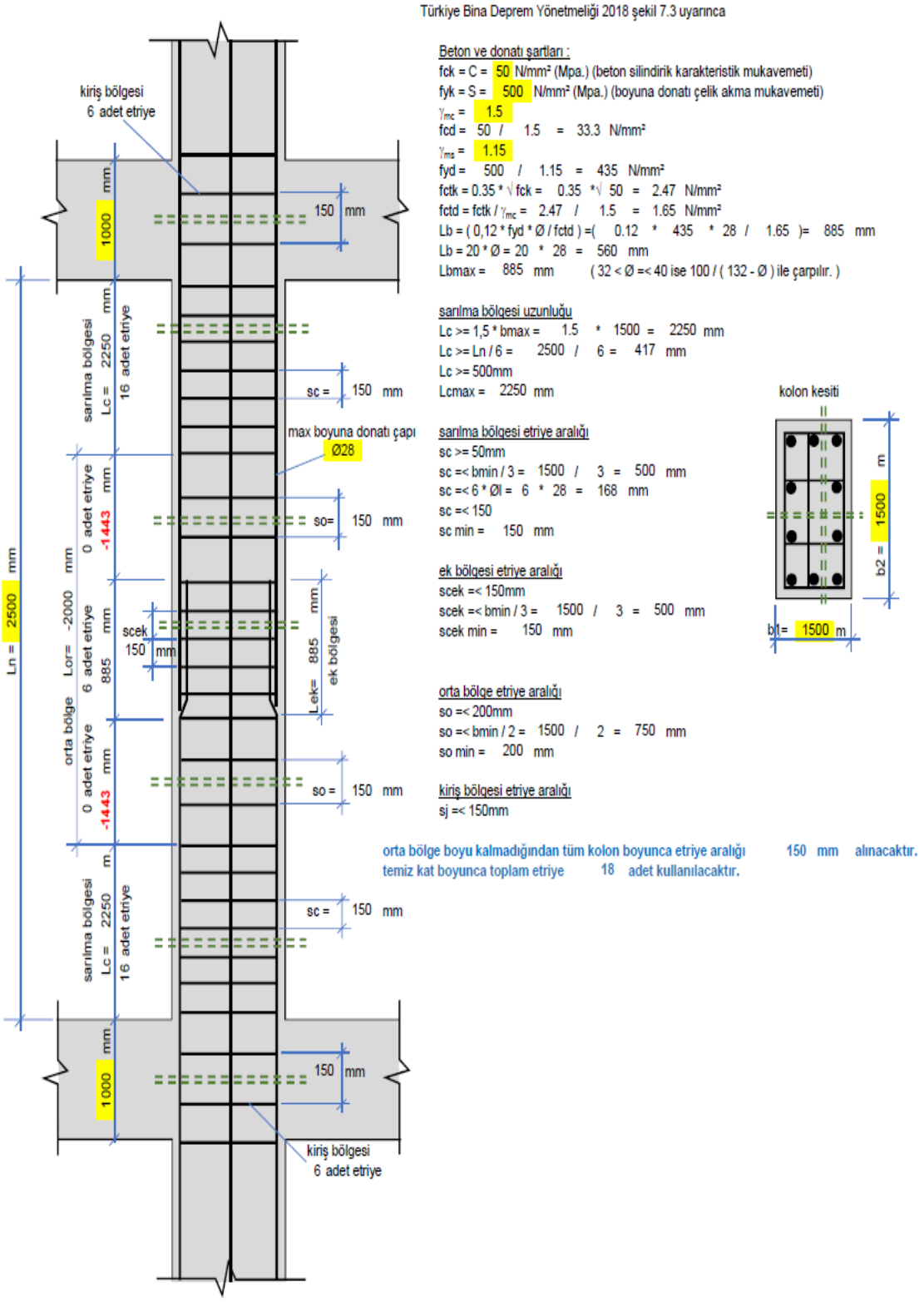
Kolon	Ndm(N)	Nd	Nr	Kolonlarda Gevrek Kırılmayı Önlemek					
				fck (Mpa=N/mm2)	Ac	TBDY 218	fcd	Ac	TS500
K26	16796609	24195557	3598066.377	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K27	16064814	23139512	4516366.377	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K28	15335842	22087722	5430966.377	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K29	14609268	21039562	6342409.855	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K30	13884686	19994429	7251221.159	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K31	13161701	18951738	8157908.986	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K32	12439942	17910934	9062955.942	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K33	11718974	16871372	9966922.899	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K34	10998705	15832909	10869934.2	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K35	10277298	14792790	11774385.51	50	1000000	OK	33.33333	1000000	OK
K36	9561811	13762047	3801118.551	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K37	8893014	12798701	4638810.725	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K38	8229704	11843172	5469705.507	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K39	7573350	10897742	6291818.551	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K40	6922856	9960826	7106528.116	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K41	6277630	9031576	7914571.594	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K42	5637043	8109094	8716729.855	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K43	5000523	7192553	9513722.029	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K44	4367522	6281169	10306229.86	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K45	3737516	5374199	11094899.42	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K46	3109981	4470919	11880360.29	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K47	2484438	3570695	12663163.77	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K48	1860154	2672543	13444165.51	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K49	1237768	1777489	14222473.33	50	640000	OK	33.33333	640000	OK
K50	610126	875048	15007204.64	50	640000	OK	33.33333	640000	OK

Tablo 113. Kolon, Boyuna ve Enine Donatı Oranları

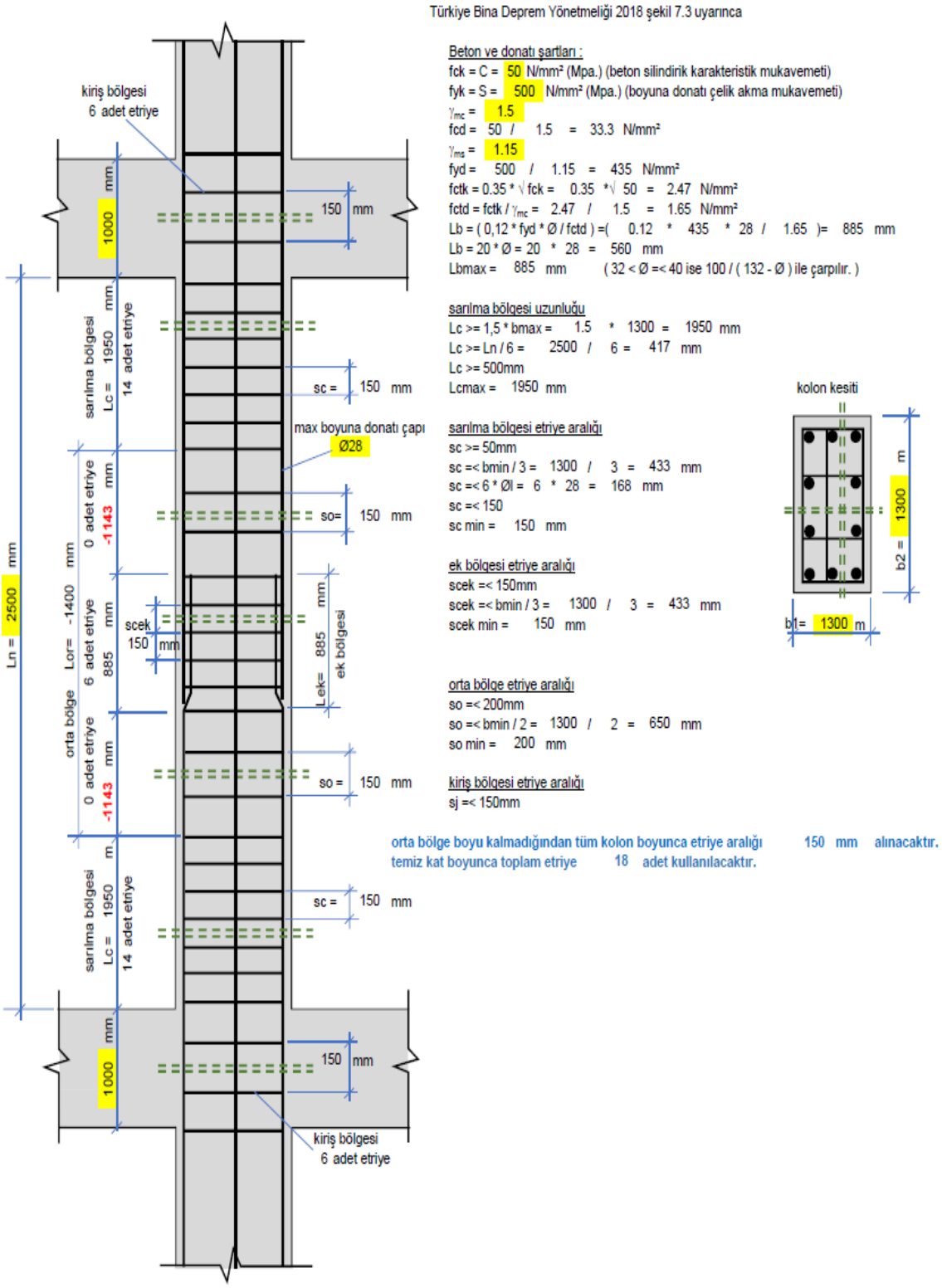
Boyuna ve Enine Donatı Hesabı																		
fyk (Mpa)	fyd	fctk	fctd	fywk	s	bw	d	bk	Ack	Ast(Boyuna)	Ash(Enine)	ρt	ρtmax	ρtmax (bindirme)	ρtmin	ρ_{Smin} (TS500)	ρ_{Smax}	ϕ_{boyuna}
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1500	1500	1460	2131600	25627.28	243.2877	0.01139	0.04	0.06	0.01	0.0025	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	27609.54	945	0.012271	0.04	0.06	0.01	0.018776	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	29502.03	945	0.013112	0.04	0.06	0.01	0.018776	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	304.4713	243.8095	0.00018	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	1654.803	243.8095	0.000979	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	3645.085	243.8095	0.002157	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	5665.067	243.8095	0.003352	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	7713.587	243.8095	0.004564	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	9789.629	243.8095	0.005793	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	11892.3	243.8095	0.007037	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	14020.85	243.8095	0.008296	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	16174.63	243.8095	0.009571	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	18353.14	243.8095	0.01086	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	20555.98	243.8095	0.012163	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	22782.88	243.8095	0.013481	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	25033.69	243.8095	0.014813	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	27308.34	243.8095	0.016159	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	29607.03	243.8095	0.017519	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	31929.51	243.8095	0.018893	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1300	1300	1260	1587600	34278.47	243.8095	0.020283	0.04	0.06	0.01	0.002902	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	36641.96	720	0.021682	0.04	0.06	0.01	0.03752	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	285.7773	245	0.000286	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	1874.887	245	0.001875	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	4020.525	245	0.004021	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	6153.653	245	0.006154	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28

Tablo 114. Kolon, Boyuna ve Enine Donatı Oranları

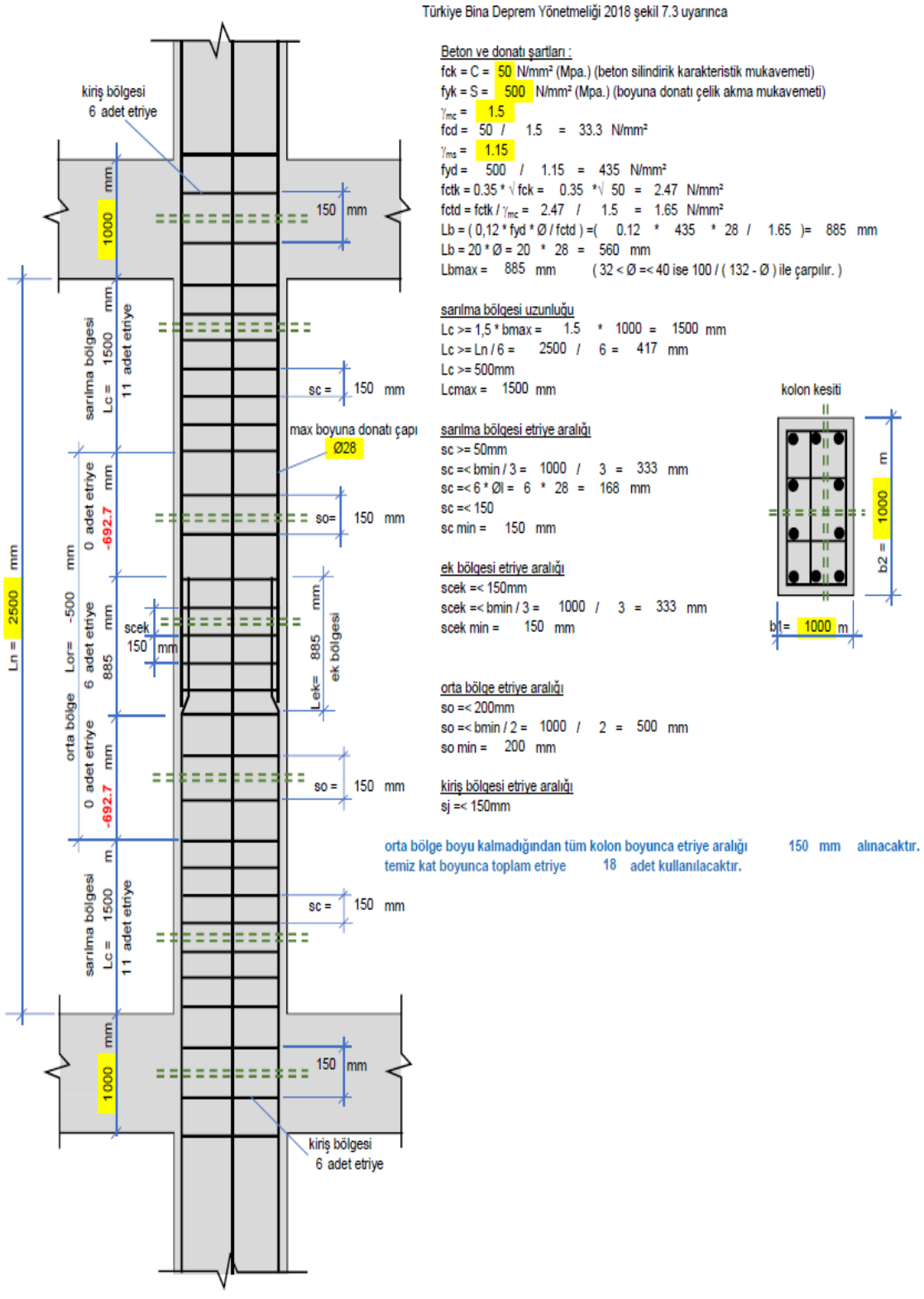
Boyuna ve Enine Donatı Hesabı																		
fyk (Mpa)	fyd	fctk	fctd	fywk	s	bw	d	bk	Ack	Ast(Boyuna)	Ash(Enine)	ρt	ρtmax	ρtmax (bindirme)	ρtmin	ρ_{Smin} (TS500)	ρ_{Smax}	ϕ_{boyuna}
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	8275.553	245	0.008276	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	10387.64	245	0.010388	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	12491.22	245	0.012491	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	14587.54	245	0.014588	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	16677.81	245	0.016678	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	18763.19	245	0.018763	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	20844.8	245	0.020845	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	22923.92	245	0.022924	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	25000.85	245	0.025001	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	1000	1000	960	921600	27081.09	245	0.027081	0.04	0.06	0.01	0.003828	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	8742.573	246.3158	0.01366	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	10669.26	246.3158	0.016671	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	12580.32	246.3158	0.019657	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	14471.18	246.3158	0.022611	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	16345.01	246.3158	0.025539	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	18203.51	246.3158	0.028443	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	20048.48	246.3158	0.031326	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	21881.56	246.3158	0.03419	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	23704.33	164.2105	0.037038	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	25518.27	164.2105	0.039872	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	27324.83	164.2105	0.042695	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	29125.28	164.2105	0.045508	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	30921.58	164.2105	0.048315	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	32711.69	164.2105	0.051112	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28
500	434.7826	875	583.3333	500	100	800	800	760	577600	34516.57	164.2105	0.053932	0.04	0.06	0.01	0.004861	0.02	28



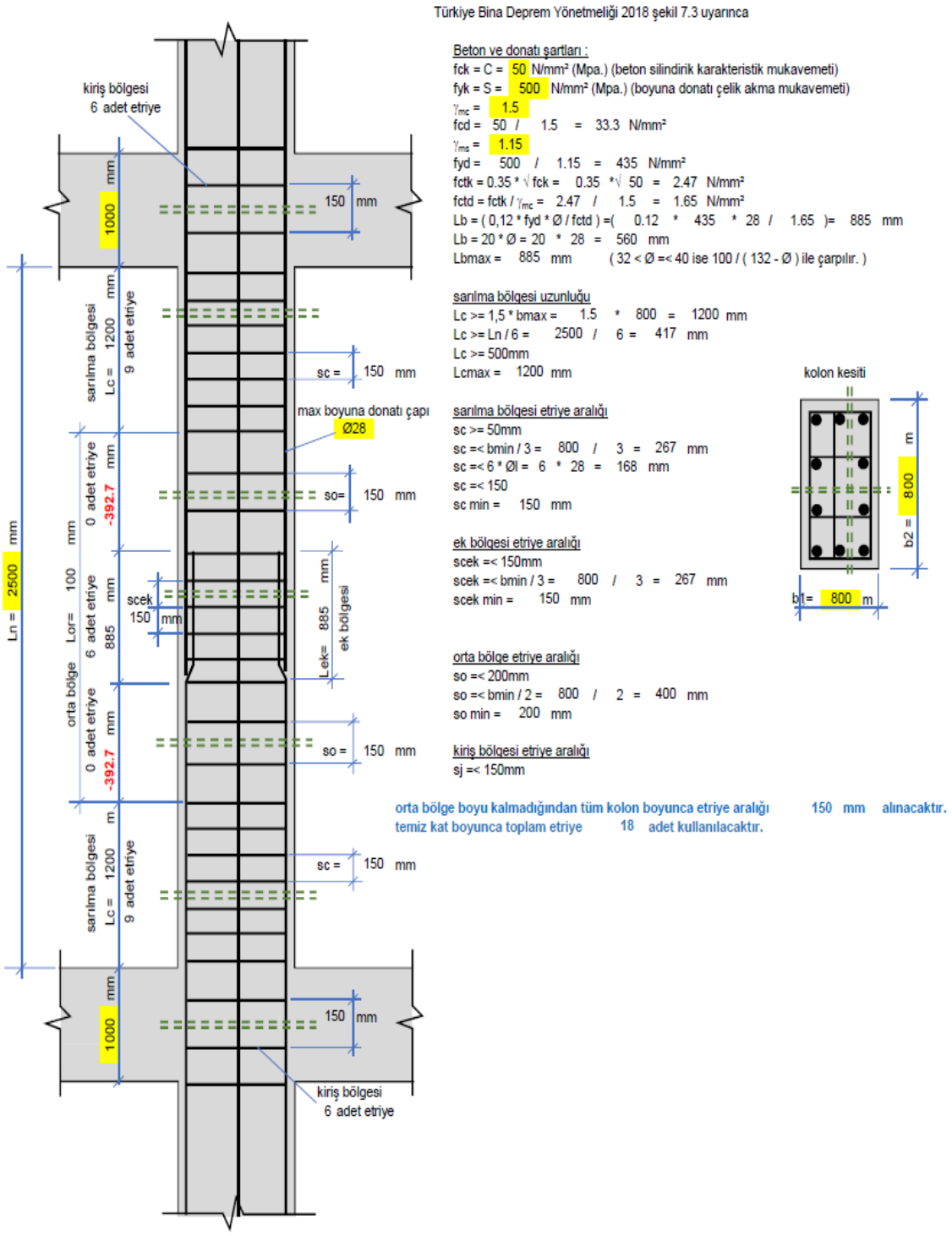
Şekil **111.** 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 150x150 Kolon



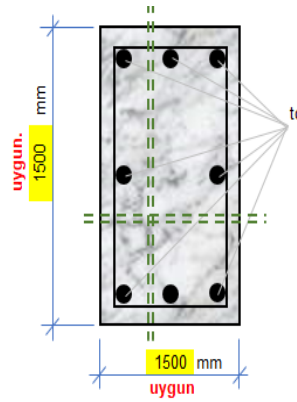
Şekil **112.** 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 130x130 Kolon



Şekil 113. 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 100x100 Kolon



Şekil 114. 50 Katlı Betonarme Yapı Etriye Aralığı Hesabı, 80x80 Kolon



toplam donatı Ast

TBDY-2018 madde 7.3.1.1 uyarınca 300mm den küçük kesit kullanılmayacaktır.
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca G+Q+E yük etkisinde Ac >= Ndm / (0,40 * fck) olmalı.
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca kolon max donatı yüzdesi brüt kesitin %4 'ü ; minimum donatı yüzdesi %1 'i olmalı.

Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)

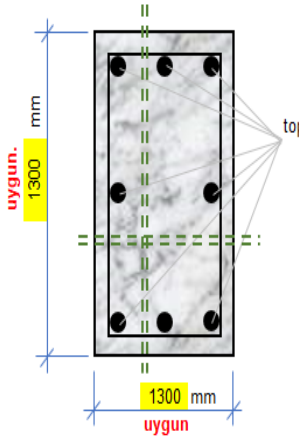
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca max taşıma yükü
Ndmax = 0,40 * fck * Ac = 0.4 * 50 * 1500 * 1500 / 1000 = 45000 KN

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca minmum donatı miktarı
Astmin = 0,01 * b * h = 0.01 * 1500 * 1500 = 22500 mm²

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca maksimum donatı miktarı
Astmax = 0,04 * b * h = 0.04 * 1500 * 1500 = 90000 mm²

seçilen minimum toplam donatı miktarı Ast
(tek çeşit donatı ise) 37 Ø28

Şekil 115. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 150x150 Kolon



toplam donatı Ast

TBDY-2018 madde 7.3.1.1 uyarınca 300mm den küçük kesit kullanılmayacaktır.
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca G+Q+E yük etkisinde Ac >= Ndm / (0,40 * fck) olmalı.
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca kolon max donatı yüzdesi brüt kesitin %4 'ü ; minimum donatı yüzdesi %1 'i olmalı.

Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)

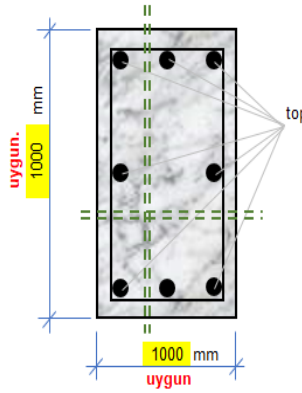
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca max taşıma yükü
Ndmax = 0,40 * fck * Ac = 0.4 * 50 * 1300 * 1300 / 1000 = 33800 KN

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca minmum donatı miktarı
Astmin = 0,01 * b * h = 0.01 * 1300 * 1300 = 16900 mm²

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca maksimum donatı miktarı
Astmax = 0,04 * b * h = 0.04 * 1300 * 1300 = 67600 mm²

seçilen minimum toplam donatı miktarı Ast
(tek çeşit donatı ise) 28 Ø28

Şekil 116. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 130x130 Kolon



toplam donatı Ast

TBDY-2018 madde 7.3.1.1 uyarınca 300mm den küçük kesit kullanılmayacaktır.
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca G+Q+E yük etkisinde Ac >= Ndm / (0,40 * fck) olmalı.
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca kolon max donatı yüzdesi brüt kesitin %4 'ü ; minimum donatı yüzdesi %1 'i olmalı.

Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)

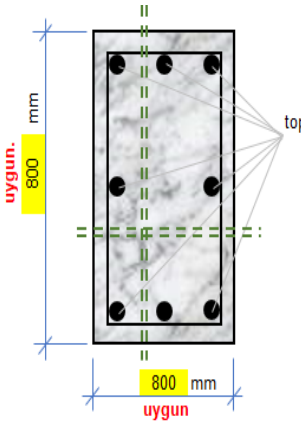
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca max taşıma yükü
Ndmax = 0,40 * fck * Ac = 0.4 * 50 * 1000 * 1000 / 1000 = 20000 KN

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca minmum donatı miktarı
Astmin = 0,01 * b * h = 0.01 * 1000 * 1000 = 10000 mm²

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca maksimum donatı miktarı
Astmax = 0,04 * b * h = 0.04 * 1000 * 1000 = 40000 mm²

seçilen minimum toplam donatı miktarı Ast
(tek çeşit donatı ise) 17 Ø28

Şekil 117. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 100x100 Kolon



toplam donatı Ast

TBDY-2018 madde 7.3.1.1 uyarınca 300mm den küçük kesit kullanılmayacaktır.
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca G+Q+E yük etkisinde Ac >= Ndm / (0,40 * fck) olmalı.
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca kolon max donatı yüzdesi brüt kesitin %4 'ü ; minimum donatı yüzdesi %1 'i olmalı.

Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)

TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca max taşıma yükü
Ndmax = 0,40 * fck * Ac = 0.4 * 50 * 800 * 800 / 1000 = 12800 KN

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca minmum donatı miktarı
Astmin = 0,01 * b * h = 0.01 * 800 * 800 = 6400 mm²

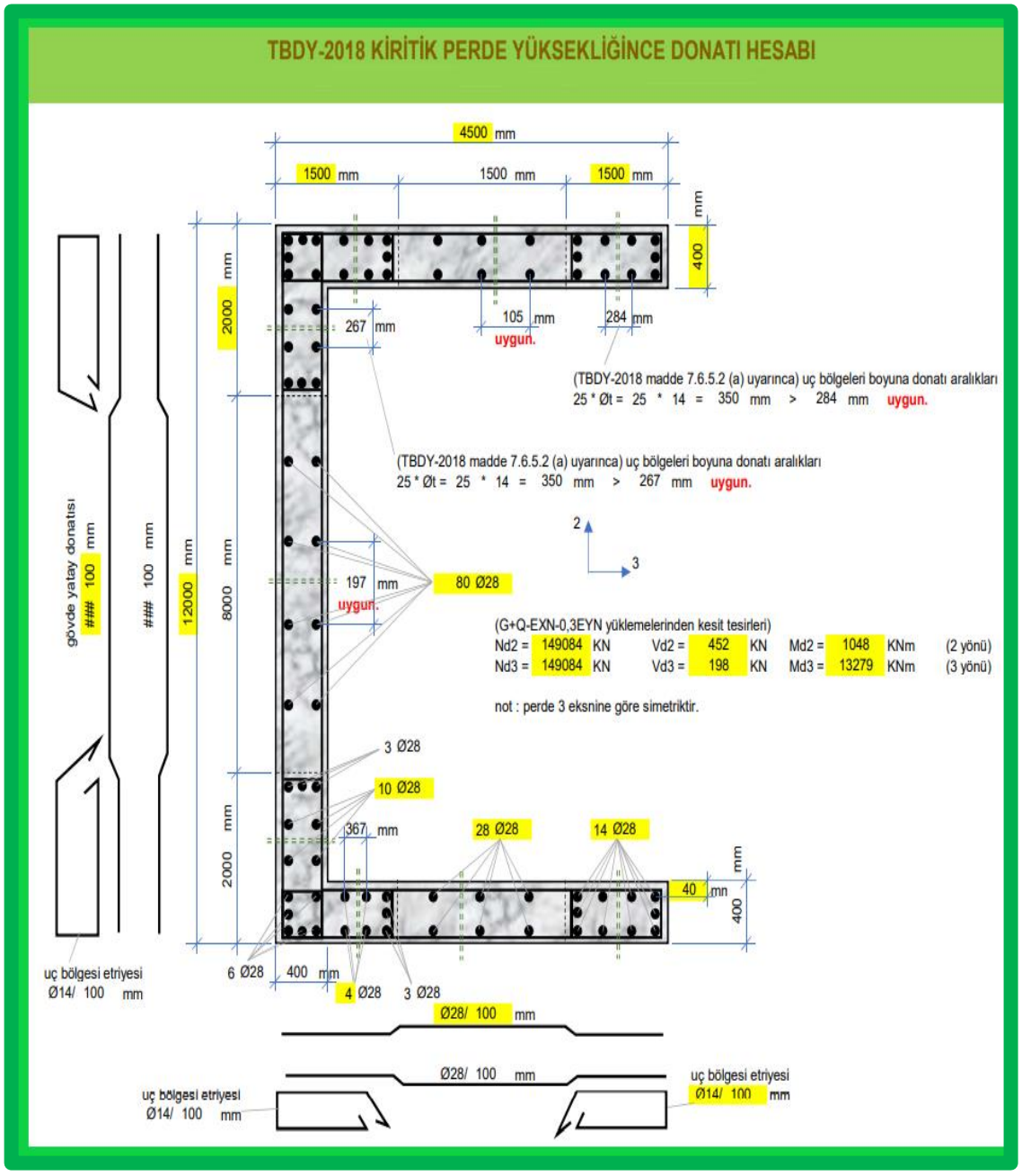
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca maksimum donatı miktarı
Astmax = 0,04 * b * h = 0.04 * 800 * 800 = 25600 mm²

seçilen minimum toplam donatı miktarı Ast
(tek çeşit donatı ise) 11 Ø28

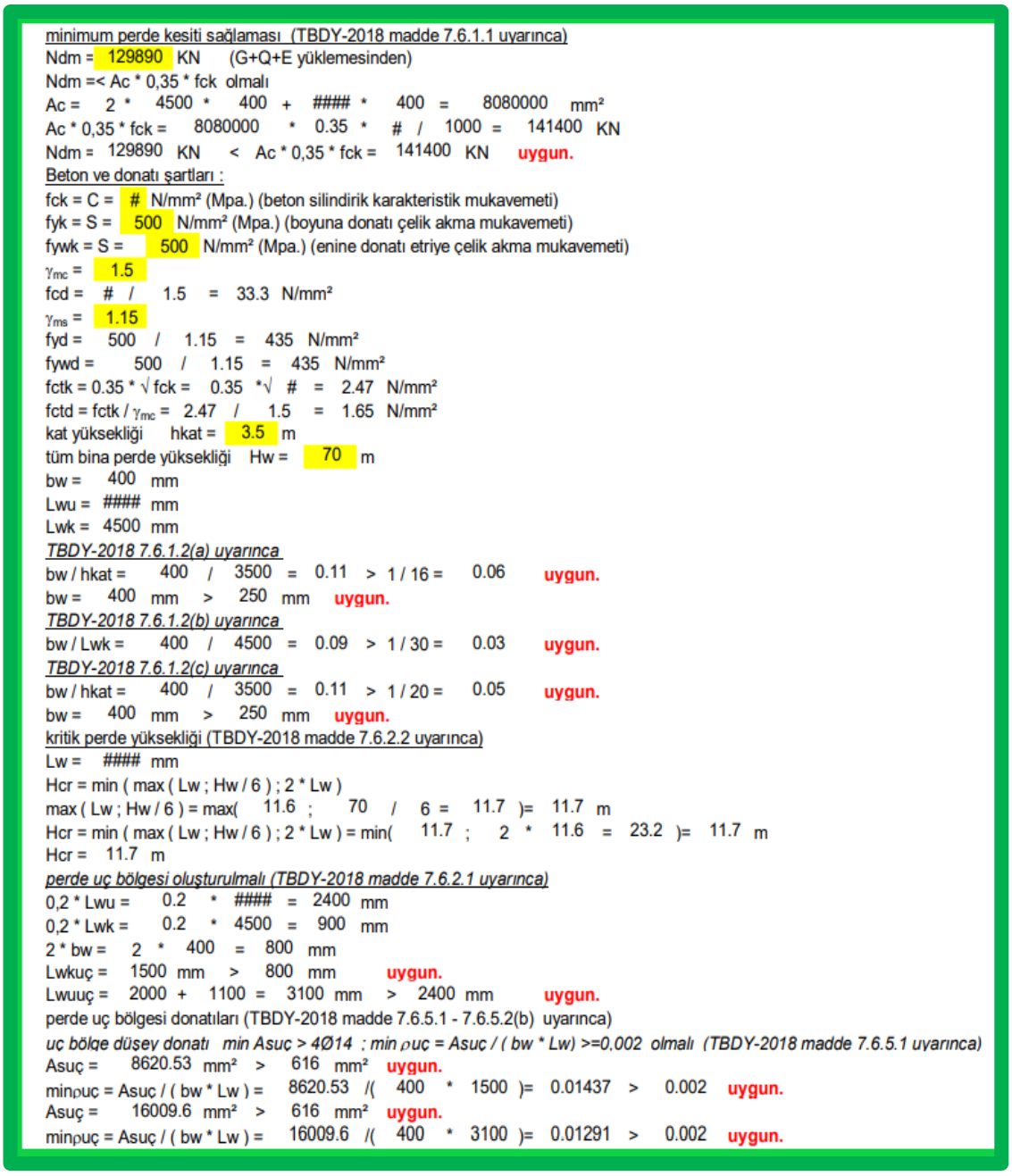
Şekil 118. 50 Katlı Betonarme Yapı Boyuna Donatı Hesabı, 80x 80 Kolon

Perdelerin boyutlandırılması;

Perdelerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan excellerin görüntüleri, aşağıda verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek perde olacak şekilde yapılmıştır.

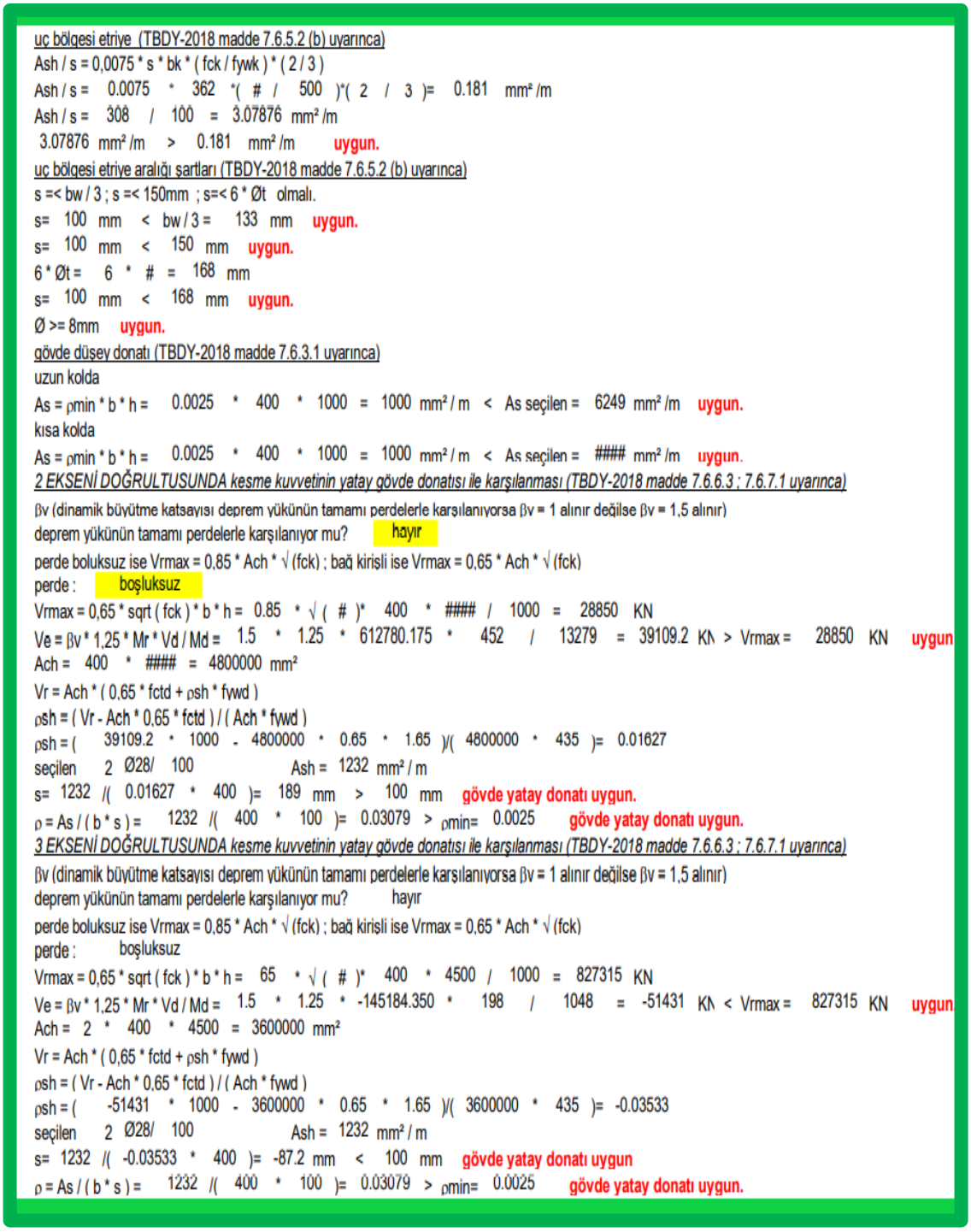


Şekil 119. U Perde Donatı Hesabı

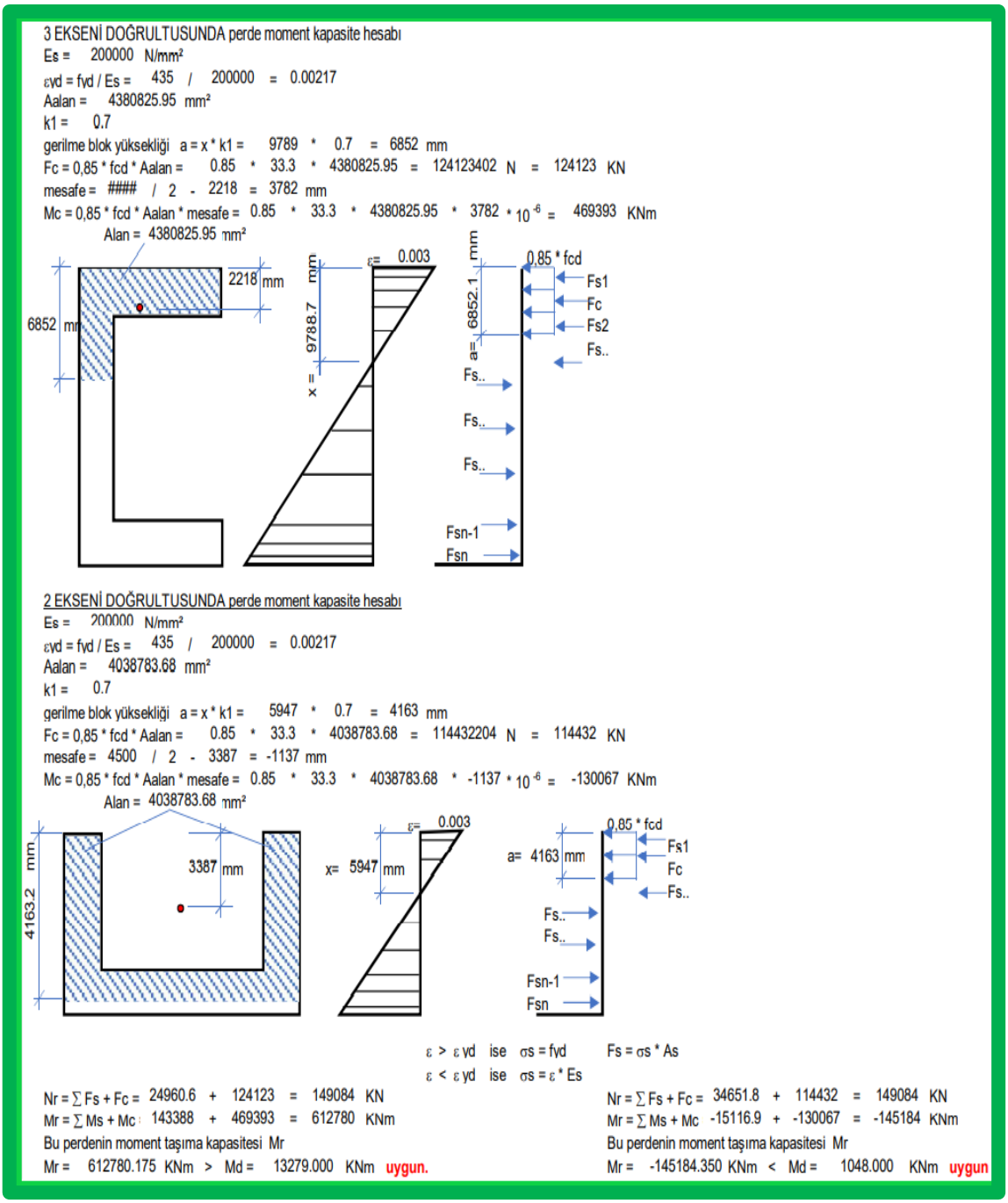


minimum perde kesiti sağlaması (TBDY-2018 madde 7.6.1.1 uyarınca)
Ndm = 129890 KN (G+Q+E yüklemesinden)
Ndm =< Ac * 0,35 * fck olmalı
Ac = 2 * 4500 * 400 + #### * 400 = 8080000 mm²
Ac * 0,35 * fck = 8080000 * 0.35 * # / 1000 = 141400 KN
Ndm = 129890 KN < Ac * 0,35 * fck = 141400 KN uygun.
Beton ve donatı şartları :
fck = C = # N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine donatı etriye çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1.5
fcd = # / 1.5 = 33.3 N/mm²
γ_{ms} = 1.15
fyd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1.15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0.35 *√ # = 2.47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2.47 / 1.5 = 1.65 N/mm²
kat yüksekliği hkat = 3.5 m
tüm bina perde yüksekliği Hw = 70 m
bw = 400 mm
Lwu = #### mm
Lwk = 4500 mm
TBDY-2018 7.6.1.2(a) uyarınca
bw / hkat = 400 / 3500 = 0.11 > 1 / 16 = 0.06 uygun.
bw = 400 mm > 250 mm uygun.
TBDY-2018 7.6.1.2(b) uyarınca
bw / Lwk = 400 / 4500 = 0.09 > 1 / 30 = 0.03 uygun.
TBDY-2018 7.6.1.2(c) uyarınca
bw / hkat = 400 / 3500 = 0.11 > 1 / 20 = 0.05 uygun.
bw = 400 mm > 250 mm uygun.
kritik perde yüksekliği (TBDY-2018 madde 7.6.2.2 uyarınca)
Lw = #### mm
Hcr = min (max (Lw ; Hw / 6) ; 2 * Lw)
max (Lw ; Hw / 6) = max(11.6 ; 70 / 6 = 11.7)= 11.7 m
Hcr = min (max (Lw ; Hw / 6) ; 2 * Lw) = min(11.7 ; 2 * 11.6 = 23.2)= 11.7 m
Hcr = 11.7 m
perde uç bölgesi oluşturulmalı (TBDY-2018 madde 7.6.2.1 uyarınca)
0,2 * Lwu = 0.2 * #### = 2400 mm
0,2 * Lwk = 0.2 * 4500 = 900 mm
2 * bw = 2 * 400 = 800 mm
Lwkuç = 1500 mm > 800 mm uygun.
Lwuuç = 2000 + 1100 = 3100 mm > 2400 mm uygun.
perde uç bölgesi donatıları (TBDY-2018 madde 7.6.5.1 - 7.6.5.2(b) uyarınca)
*uç bölge düşey donatı min Asuç > 4Ø14 ; min ρuç = Asuç / (bw * Lw) >=0,002 olmalı (TBDY-2018 madde 7.6.5.1 uyarınca)*
Asuç = 8620.53 mm² > 616 mm² uygun.
minρuç = Asuç / (bw * Lw) = 8620.53 /(400 * 1500)= 0.01437 > 0.002 uygun.
Asuç = 16009.6 mm² > 616 mm² uygun.
minρuç = Asuç / (bw * Lw) = 16009.6 /(400 * 3100)= 0.01291 > 0.002 uygun.

Şekil 120. U Perde Donatı Hesabı



Şekil 121. U Perde Donatı Hesabı

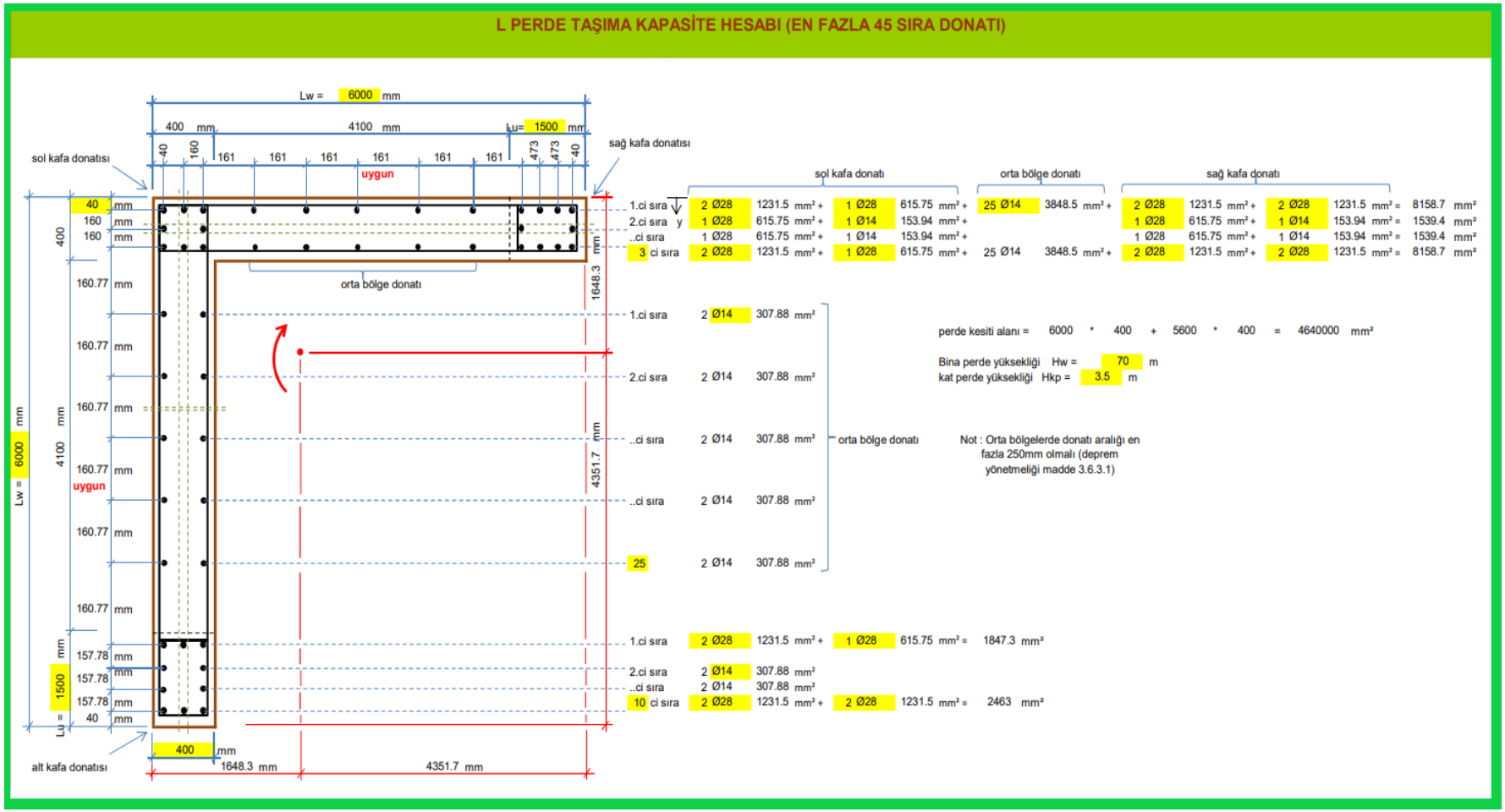


Şekil 122. U Perde Donatı Hesabı

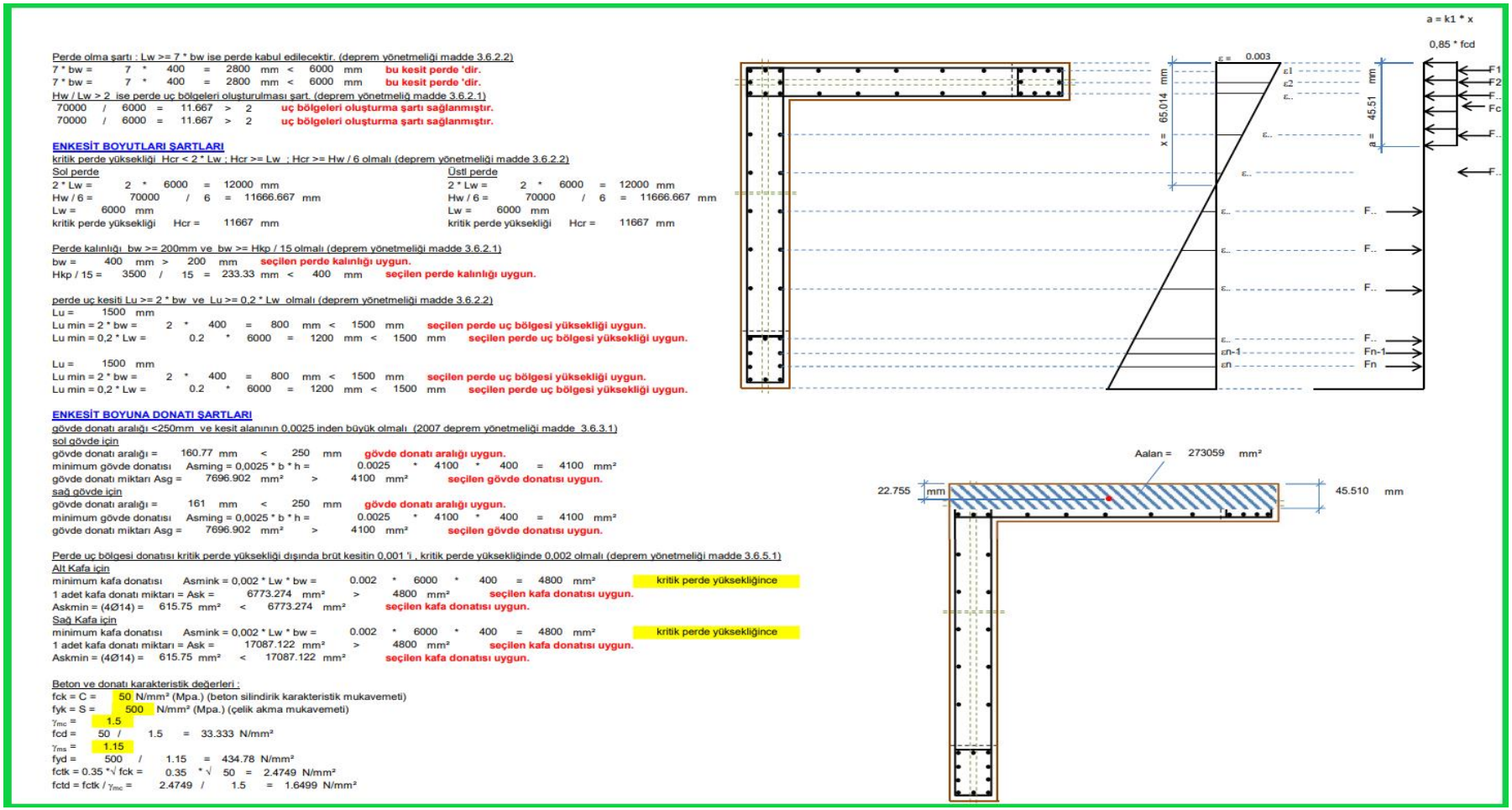
Tablo 115. U Perde Donatı Hesabı

3 EKSENİ DOĞRULTUSUNDA						
sıra	y	As	ε	σs	Fs	Ms
	(mm)	(mm²)		(N/mm²)	(KN)	(KNm)
1	40	16010	0.00299	434.783	6960.677	41485.632
2	200	2463	0.00294	434.783	1070.873	6211.065
3	360	15394	0.00289	434.783	6692.958	37748.285
4	627	1232	0.00281	434.783	535.437	2877.080
5	893	1232	0.00273	434.783	535.437	2734.297
6	1160	1232	0.00264	434.783	535.437	2591.513
7	1427	1232	0.00256	434.783	535.437	2448.730
8	1693	1232	0.00248	434.783	535.437	2305.947
9	1960	1847	0.00240	434.783	803.155	3244.746
10	2157	1232	0.00234	434.783	535.437	2057.644
11	2354	1232	0.00228	434.783	535.437	1952.124
12	2551	1232	0.00222	434.783	535.437	1846.604
13	2748	1232	0.00216	431.542	531.446	1728.108
14	2945	1232	0.00210	419.463	516.570	1577.933
15	3142	1232	0.00204	407.383	501.694	1433.621
16	3340	1232	0.00198	395.303	486.818	1295.173
17	3537	1232	0.00192	383.224	471.942	1162.588
18	3734	1232	0.00186	371.144	457.065	1035.866
19	3931	1232	0.00180	359.064	442.189	915.008
20	4128	1232	0.00173	346.985	427.313	800.013
21	4325	1232	0.00167	334.905	412.437	690.882
22	4522	1232	0.00161	322.825	397.561	587.614
23	4719	1232	0.00155	310.746	382.684	490.209
24	4916	1232	0.00149	298.666	367.808	398.668
25	5113	1232	0.00143	286.586	352.932	312.991
26	5310	1232	0.00137	274.507	338.056	233.176
27	5507	1232	0.00131	262.427	323.180	159.225
28	5704	1232	0.00125	250.347	308.304	91.138
29	5901	1232	0.00119	238.267	293.427	28.913
30	6099	1232	0.00113	226.188	278.551	-27.447
31	6296	1232	0.00107	214.108	263.675	-77.945
32	6493	1232	0.00101	202.028	248.799	-122.579
33	6690	1232	0.00095	189.949	233.923	-161.350
34	6887	1232	0.00089	177.869	219.047	-194.257
35	7084	1232	0.00083	165.789	204.170	-221.301
36	7281	1232	0.00077	153.710	189.294	-242.481
37	7478	1232	0.00071	141.630	174.418	-257.798
38	7675	1232	0.00065	129.550	159.542	-267.252
39	7872	1232	0.00059	117.471	144.666	-270.842
40	8069	1232	0.00053	105.391	129.790	-268.569
41	8266	1232	0.00047	93.311	114.913	-260.433
42	8463	1232	0.00041	81.232	100.037	-246.433
43	8660	1232	0.00035	69.152	85.161	-226.570
44	8858	1232	0.00029	57.072	70.285	-200.843
45	9055	1232	0.00022	44.993	55.409	-169.253
46	9252	1232	0.00016	32.913	40.532	-131.800
47	9449	1232	0.00010	20.833	25.656	-88.483
48	9646	1232	0.00004	8.754	10.780	-39.303
49	9843	1232	0.00002	3.326	-4.096	15.741
50	10040	1847	0.00008	15.406	-28.458	114.972
51	10307	1232	0.00016	31.751	-39.102	168.398
52	10573	1232	0.00024	48.097	-59.231	270.884
53	10840	1232	0.00032	64.442	-79.361	384.106
54	11107	1232	0.00040	80.787	-99.490	508.063
55	11373	1232	0.00049	97.133	-119.620	642.756
56	11640	15394	0.00057	113.478	-1746.864	9852.311
57	11800	2463	0.00062	123.286	-303.654	1761.191
58	11960	16010	0.00067	133.093	-2130.758	12699.318

2 EKSENİ DOĞRULTUSUNDA						
sıra	y	As	ε	σs	Fs	Ms
	(mm)	(mm²)		(N/mm²)	(KN)	(KNm)
1	40	3695	0.00298	434.783	1606.310	3549.945
2	324	2463	0.00284	434.783	1070.873	2062.502
3	608	2463	0.00269	434.783	1070.873	1758.374
4	892	2463	0.00255	434.783	1070.873	1454.246
5	1176	2463	0.00241	434.783	1070.873	1150.118
6	1460	3695	0.00226	434.783	1606.310	1268.985
7	1565	2463	0.00221	434.783	1070.873	733.191
8	1671	2463	0.00216	431.458	1062.684	615.649
9	1776	2463	0.00210	420.832	1036.512	491.307
10	1881	2463	0.00205	410.205	1010.339	372.478
11	1987	2463	0.00200	399.579	984.166	259.164
12	2092	2463	0.00194	388.952	957.993	151.363
13	2197	2463	0.00189	378.326	931.820	49.076
14	2303	2463	0.00184	367.700	905.648	-47.697
15	2408	2463	0.00179	357.073	879.475	-138.957
16	2513	2463	0.00173	346.447	853.302	-224.703
17	2619	2463	0.00168	335.821	827.129	-304.935
18	2724	2463	0.00163	325.194	800.956	-379.653
19	2829	2463	0.00157	314.568	774.783	-448.858
20	2935	2463	0.00152	303.942	748.611	-512.549
21	3040	3695	0.00147	293.315	1083.657	-856.089
22	3407	2463	0.00128	256.325	631.330	-730.238
23	3773	2463	0.00110	219.334	540.222	-822.938
24	4140	34482	0.00091	182.344	6287.598	-11883.560
25	4300	2463	0.00083	166.202	409.358	-839.184
26	4460	35714	0.00075	150.061	5359.226	-11843.890



Şekil 123. L Perde Donatı Hesabı



Şekil 124. L Perde Donatı Hesabı

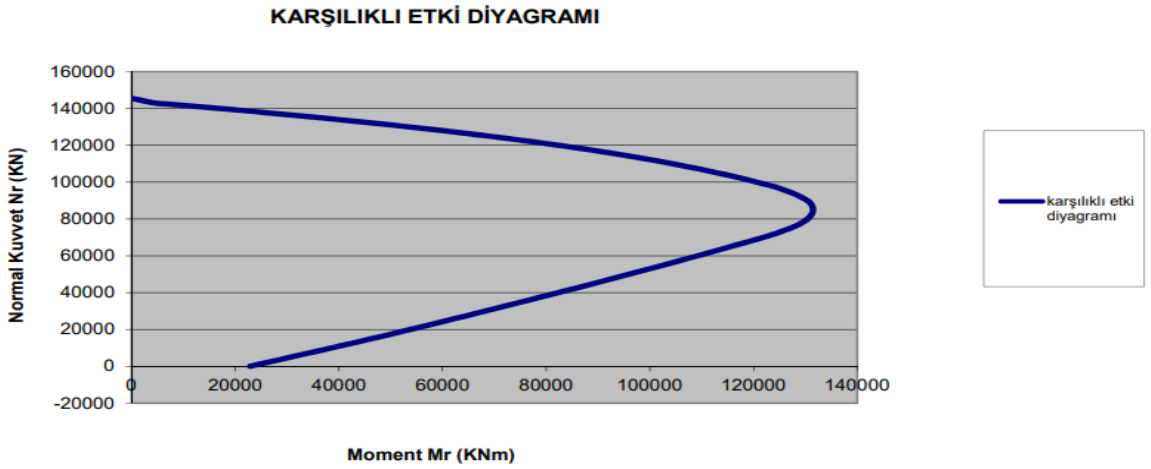
Nor = 0,85 * fcd * b * h + Ast * fyd = (0.85 * 33.333 * 4640000 + 32327 * 434.78) / 1000 = 145522 KN
dengeli durum için tarafsız eksen yeri
x = 0,003 * (h - d') / (0,003 + εyd) = 0.003 * (6000 - 40)/(0.003 + 0.0021739) = 3455.8 mm
a = k1 * x = 0.7 * 3455.8 = 2419.1 mm
aralık = 50 mm (diyagram için sıklık)

Es = 200000 N/mm²
εyd = fyd / Es = 434.78 / 200000 = 0.0021739
Aalan = 273059 mm²
k1= 0.7
gerilme blok yüksekliği a = x * k1 = 65.014 * 0.7 = 45.51 mm
Fc = 0,85 * fcd * Aalan = 0.85 * 33.333 * 273059 = 7736671.6 N = 7736.7 KN
mesafe = 1648.3 - 22.755 = 1625.5 mm
Mc = 0,85 * fcd * Aalan * mesafe = 0,85 * 33.333 * 273059 * 1625.5 * 10^{-6} = 12576 KNm

sıra	y (mm)	As (mm²)	ε	σS (N/mm²)	Fs (KN)	Ms (KNm)
1	40	8158.7	0.00115	230.849	1883.432	3029.0774
2	200	1539.4	0.00623	434.783	-669.296	-969.32499
3	360	8158.7	0.01361	434.783	-3547.268	-4569.8596
4	520.77	307.88	0.02103	434.783	-133.859	-150.9271
5	681.54	307.88	0.02845	434.783	-133.859	-129.40666
6	842.31	307.88	0.03587	434.783	-133.859	-107.88623
7	1003.1	307.88	0.04329	434.783	-133.859	-86.365791
8	1163.8	307.88	0.05070	434.783	-133.859	-64.845356
9	1324.6	307.88	0.05812	434.783	-133.859	-43.324921
10	1485.4	307.88	0.06554	434.783	-133.859	-21.804486
11	1646.2	307.88	0.07296	434.783	-133.859	-0.2840513
12	1806.9	307.88	0.08038	434.783	-133.859	21.236384
13	1967.7	307.88	0.08780	434.783	-133.859	42.756819
14	2128.5	307.88	0.09522	434.783	-133.859	64.277254
15	2289.2	307.88	0.10263	434.783	-133.859	85.797689
16	2450	307.88	0.11005	434.783	-133.859	107.31812
17	2610.8	307.88	0.11747	434.783	-133.859	128.83856
18	2771.5	307.88	0.12489	434.783	-133.859	150.35899
19	2932.3	307.88	0.13231	434.783	-133.859	171.87943
20	3093.1	307.88	0.13973	434.783	-133.859	193.39986
21	3253.8	307.88	0.14715	434.783	-133.859	214.9203
22	3414.6	307.88	0.15456	434.783	-133.859	236.44073
23	3575.4	307.88	0.16198	434.783	-133.859	257.96117
24	3736.2	307.88	0.16940	434.783	-133.859	279.4816
25	3896.9	307.88	0.17682	434.783	-133.859	301.00204
26	4057.7	307.88	0.18424	434.783	-133.859	322.52247
27	4218.5	307.88	0.19166	434.783	-133.859	344.04291
28	4379.2	307.88	0.19907	434.783	-133.859	365.56334
29	4540	1847.3	0.20649	434.783	-803.155	2322.5027
30	4697.8	307.88	0.21377	434.783	-133.859	408.20378
31	4855.6	307.88	0.22105	434.783	-133.859	429.32378
32	5013.3	307.88	0.22833	434.783	-133.859	450.44378
33	5171.1	307.88	0.23562	434.783	-133.859	471.56379
34	5328.9	307.88	0.24290	434.783	-133.859	492.68379
35	5486.7	307.88	0.25018	434.783	-133.859	513.80379
36	5644.4	307.88	0.25746	434.783	-133.859	534.92379
37	5802.2	307.88	0.26474	434.783	-133.859	556.04379
38	5960	2463	0.27202	434.783	-1070.873	4617.3104
		32327		toplam	-8624.513	10969.649

εyd ise σs = fyd Fs = σs * As
ε < εyd ise σs = ε * Es

Nr = ∑ Fs + Fc = -8625 + 7736.7 = -887.8 KN
Mr = ∑ Ms + Mc = 10970 + 12576 = 23546 KNm



Şekil 125. L Perde Donatı Hesabı

Yukarıda açıklanan, DGT tasarım yöntemine göre, modal analiz ile yapılmış hesaplardan ve TS 500 ve TBDY 2018 Bölüm 7 deki kurallar gereğince yapılan seçimlere göre kolon, kiriş ve perdelerin, betonarme taşıyıcı sistemli 50 katlı, 175 m yüksekliğindeki bu yapı için, boyut ve donatıları, gruplanarak, aşağıdaki gibi verilmiştir:

Bu sonuçlar uyarınca, yapımızın kolon boyutları 150x150, 130x130, 100x100 ve 80x80 cm, perde duvar kalınlığı 40 cm ve kiriş boyutları 60x100 cm olarak belirlenmiştir.

Gerekli boyuna donatı çapı ve bir kesitteki sayısı,

- kolonlar için;
  - 150x150 için, 56ø28
  - 130x130 için, 48ø28
  - 100x100 için, 36ø28
  - 80x80 için, 28ø28
- kirişler için; ø14
- perdeler için; ø28 dir.

Gerekli enine donatı çapı ve aralığı:

- kolonlar için; ø14/10 cm aralıklı
- kirişler için; ø14/10 ve ø14/45 cm aralıklı
- perdeler için; ø14/10 cm aralıklıdır.

İkinci aşama hesabında, ilk aşamada seçilen kesitlerle, normal performans hedefini sağlamak için, DD-4 deprem yer hareketi altında, Kesintisiz Kullanım performans hedefini sağlayacak, DGT tasarım yaklaşımı ile performans değerlendirmesi yapılmalıdır.

İkinci aşamada da ilk aşamada kullanılan yük birleşimleri kullanılır. Fakat betonarme elemanlar için ilk aşamada Tablo 4.2'den alınan etkin kesit rijitlikleri yerine, Tablo 13.1'deki etkin kesit rijitlikleri kullanılır.

Birinci aşamadan farklı olarak, sönüm oranı, % 5 den % 2.5'e değişmiştir. Bu durumda, yatay elastik tasarım spektral ivmesi değerleri, Sae(T)'nin elde edilmesi için, 1. Aşamada da kullanılan spektral ivme değerleri, 1.25 katsayısı ile çarpılır. Buna ek olarak, mod birleştirme ile yapılan ve Tam Karesel Birleştirme (CQC) kullanılan durumlarda, çapraz korelasyon katsayılarının hesabı için, tüm modların sönüm oranı %2.5 alınmalıdır.

Ek dış merkezlilik hesaba katılmamalı ve ilk aşamada, eşdeğer deprem yüklerinin hesabında kullanılan taban kesme kuvveti Vtmin burada uygulanmamalıdır.

Birinci aşamadan önce, hesapta kullanılan, yapım aşamalarını göz önüne alan, düşey yük hesabı sonuçları, bu aşamada da kullanılır.

İç kuvvetlerin hesabında, R/I değeri ve D değerleri 1 olarak alınır. Deprem hesabında kullanılan, deprem azaltma katsayısı, Ra, burada 1 alınır.

Performans değerlendirmesi yaparken ise, TBDY 2018 Tablo 5.1 deki, "Beklenen Malzeme Dayanımları" tablosundaki beton ve çelik karakteristik kopma ve kırılma değerleri alınır.

Eleman iç kuvvetleri ve kapasitelerin hesabında, o yöndeki hakim modda elde edilen iç kuvvetlerin yönleri kullanılır.

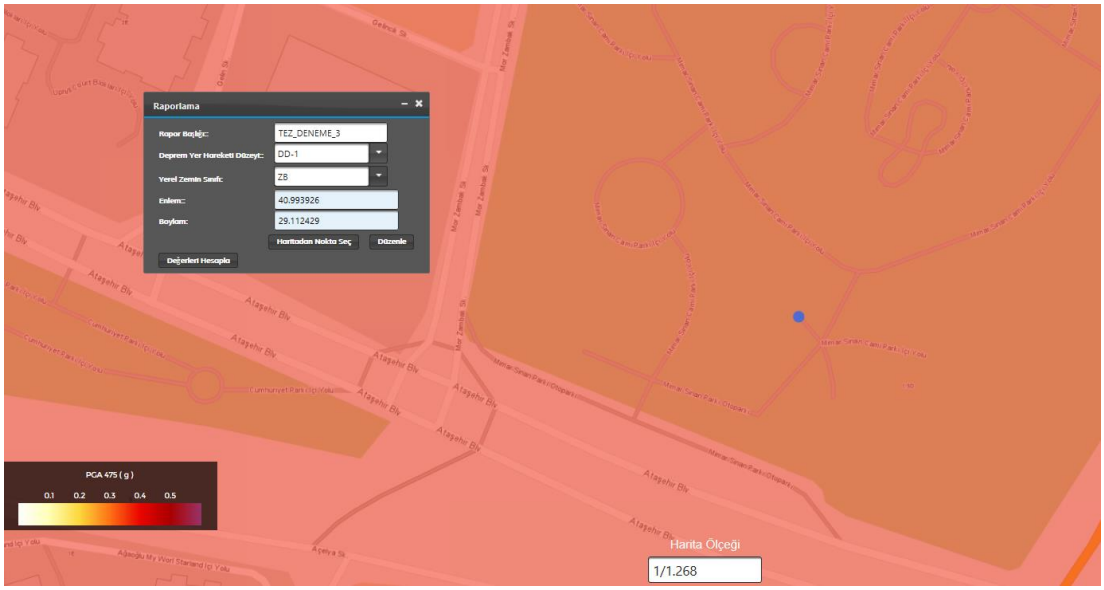
Talep (Etki)/Kapasite oranı, 1.5 değerini aşmamalı, aksi halde, deprem hesapları, aşama 1 den itibaren tekrarlanmalıdır.

Bu tez kapsamında, ikinci aşama hesabı yapılmamış, direkt olarak 3. Aşama hesabına geçilmiştir.

İkinci aşama hesabı sonrası üçüncü aşama hesabına geçilir. Bu aşama en büyük deprem olan DD-1 depremi ile, yapının performansının ölçüleceği aşamadır.

Üçüncü aşama hesabı;

Yapının AFAD haritasından seçilmiş koordinatları ve çıktılar, şekildeki gibidir:



Şekil 126. Afad, Deprem Haritası

Rapor Başlığı:	TEZ_DENEME_3	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-1	50 yılda aşılma olasılığı %2 (tekrarlanma periyodu 2475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZB	Az ayrışmış, orta sağlam kayalar
Enlem:	40.993926°	
Boylam	29.112429°	

Çıktılar

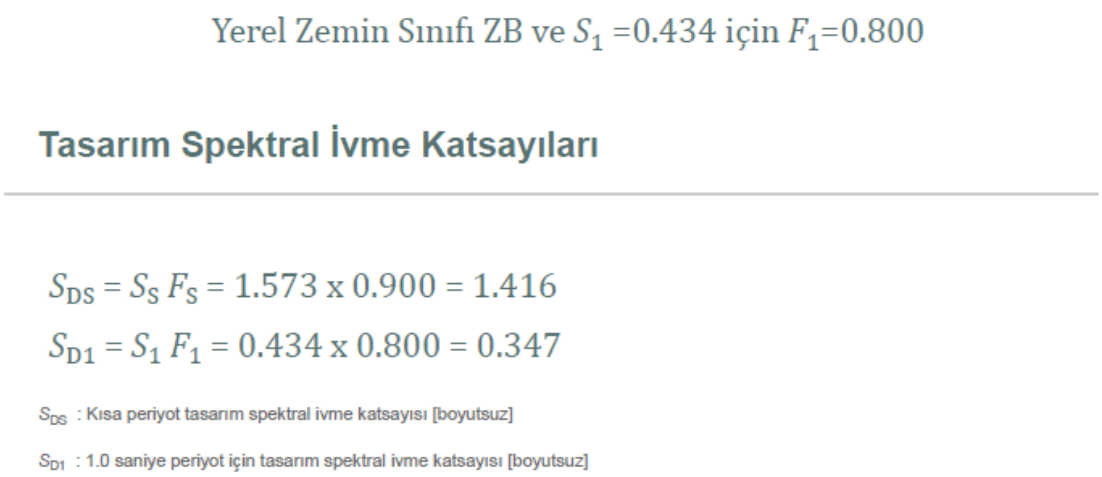
$S_S = 1.573$ $S_1 = 0.434$ $PGA = 0.640$ $PGV = 39.760$

S_S : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]



Şekil 127. Afad, Deprem Parametreleri

Üçüncü aşama hesabı için, 1. Aşama hesabında ön tasarımı ve boyutlandırılması yapılmış yapının, DD-1 depremi altında Göçmenin Önlenmesi performans düzeyini sağladığı, Zaman tanım alanında, doğrusal olmayan hesap kullanılarak, gösterilmiştir.

Doğrusal olmayan, Zaman tanım alanında hesap için TBDY 2018 Bölüm 5'deki modelleme kuralları ve Bölüm 13.6.2'deki ek kurallara uyulmuştur. Bu kurallar dahilinde yapılan hesapların sonucu, Bölüm 13.6.4'de belirtilen kurallar kapsamında, hesap sonucu elde edilen, değerlendirmeye esas şekildeğiştirme, iç kuvvet ve göreli kat ötelemesi talepleri alınarak, Bölüm 13.6.5 ile değerlendirilmiştir.

Bu aşamada, TBDY 2018 Bölüm 5 deki kurallara ek olarak, sönüm oranı %2.5 alınmıştır.

Birinci aşama hesabında, burulma düzensizliği tespit edilmiş ve burulma düzensizliği katsayısı, ηbi > 1.5 ise, birinci aşamada uygulanan ek dış merkezlilik etkisi, bu aşamada da uygulanmalıdır. Bizim yapımızda burulma düzensizliğine rastlanmamıştır.

Yük birleşimleri, Bölüm 5 de verilenler olarak alınmıştır:

G+0.3Q+0.2S+Ed(H)+0.3Ed(Z) Denklem 141

Rayleigh orantılı sönüm matrisi veya Modal sönüm matrisinin oluşturulmasında kullanılacak modların sönüm oranları, %2.5 alınmıştır.

TBDY 2018 Bölüm 13.6.4 kapsamında değerlendirmeye esas şekildeğiştirme ve iç kuvvet taleplerinin hesabı için kullanılması zorunlu olan 11x2 = 22 adet deprem hesabı bu tez kapsamında, 1x2 = 2 adet deprem hesabı olacak şekilde değiştirilmiştir.

Deprem yönetmeliği kapsamında, Bölüm 13.6.4 kapsamında hesaplanan iç kuvvet taleplerinin, betonarme elemanlar için TBDY 2018, Bölüm 7 ve çelik elemanlar için, Bölüm 9 kapsamında tanımlanan iç kuvvet kapasaitelerinden daha küçük olduğu gösterilmelidir, ibaresi mevcuttur. Bu kapsamda, bu iç kuvvet kapasitelerinin hesabı için, 1. Aşamada kullanılan karakteristik malzeme dayanımları değil, TBDY 2018 Bölüm 5, Tablo 5.1'de verilen "beklenen malzeme dayanımları" kullanılmıştırr:

Tablo 116. Beklenen Ortalama Malzeme Dayanımları

Beton	$f_{ce} = 1.3\, f_{ck}$
Donatı çeliği	$f_{ye} = 1.2\, f_{yk}$
Yapı çeliği (S235)	$f_{ye} = 1.5\, f_{yk}$
Yapı çeliği (S275)	$f_{ye} = 1.3\, f_{yk}$
Yapı çeliği (S355)	$f_{ye} = 1.1\, f_{yk}$
Yapı çeliği (S460)	$f_{ye} = 1.1\, f_{yk}$

Betonarme elemanlar için, 3. Aşama kuralları kapsamında hesap edilen şekildeğiştirme talepleri, TBDY 2018, Bölüm 5.8.1'deki sınırları aşmamalıdır:

$$\varepsilon_c^{(G\ddot{O})} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \le 0.018 \quad , \quad \varepsilon_s^{(G\ddot{O})} = 0.4\varepsilon_{su}$$ Denklem 142

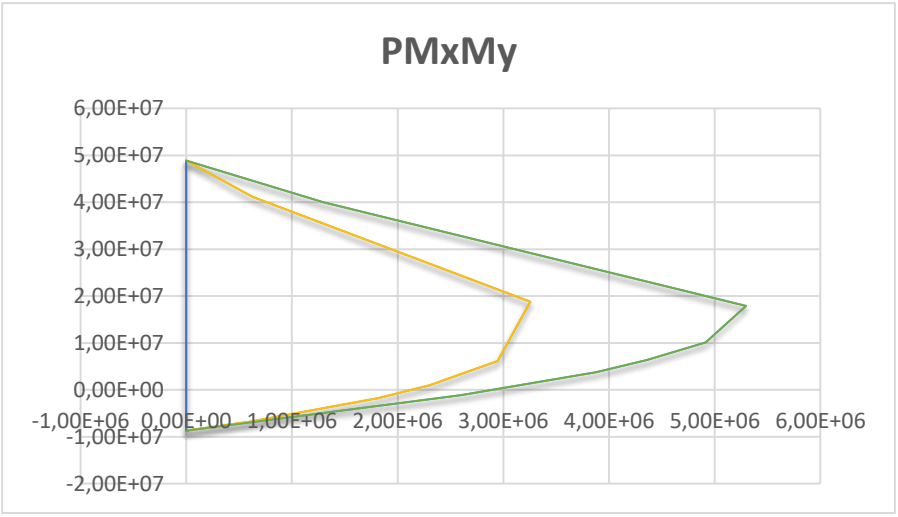
$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[(\phi_u - \phi_y) L_p \left(1 - 0.5\,\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\,\phi_u\, d_b\right]$$ Denklem 143

Hesaplar sonucunda depremden elde edilen göreli kat ötelemesi oranı, 0.045 değerini aşmamalıdır.

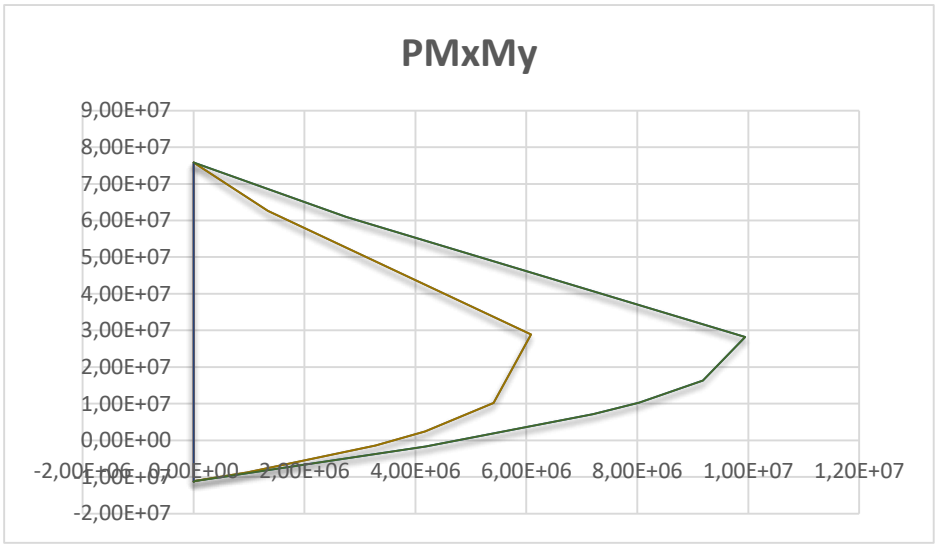
Üçüncü aşama kapsamında şekildeğiştirmeye göre tasarım yaparken, ilk olarak, kolon ve kirişler için yığılı, perdeler için yayılı mafsal modellerimizi oluşturmamız gerekmektedir.

Kolonlar için yığılı mafsal modeli oluşturmak amacıyla, XTRACT yazılımı kullanılarak, 1. Aşama hesabı sonucunda belirlediğimiz her kolon kesiti için, yığılı mafsal verileri oluşturulmuştur. Bu amaçla, programda, beton sınıfı ve çelik sınıfı aynı olan her kolon için aynı sargısız beton modeli ve çelik modeli oluşturulmuş ve boyutları farklı her bir kolon kesiti için farklı sargılı beton modeli oluşturulmuştur. Sargılı beton modelinin, kesite özgü olmasının sebebi, TBDY 2018 tarafından önerilen beton davranış modeli, Mander modelinin, sargılı betonlarda, her kesit için değişen λ katsayısıdır. (HASILCIO, 2019)

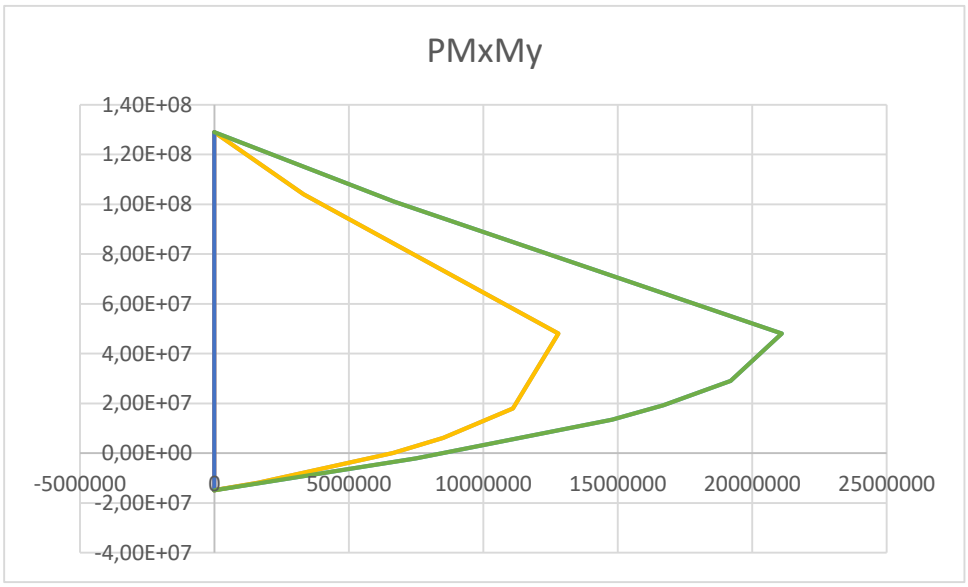
XTRACT yazılımından elde edilen PMxMy, grafiklerinin excel kullanılarak her farklı kesitli kolon için optimize edilmiş grafikleri aşağıdaki gibidir:



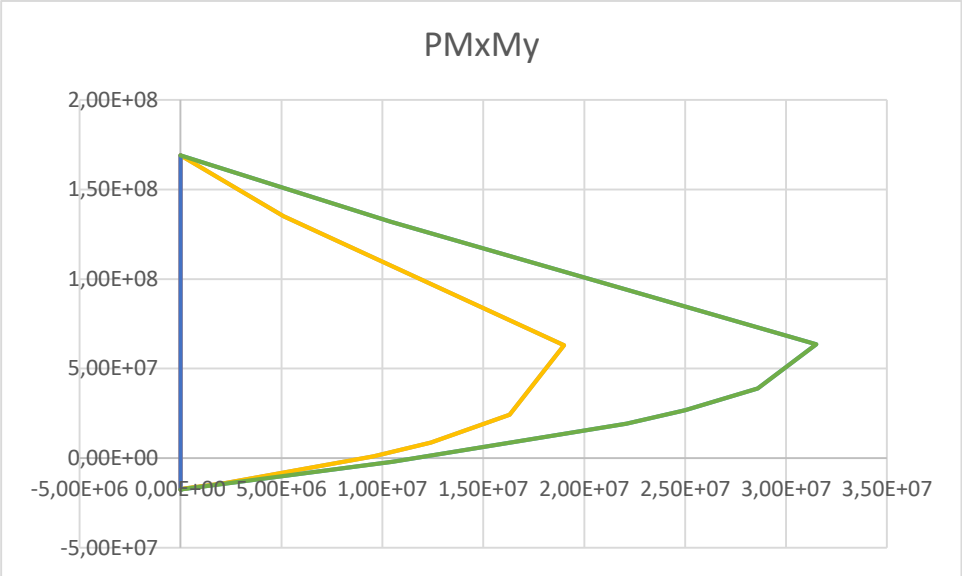
Şekil 128. 80x80 BA Kolon PMM Grafiği



Şekil 129. 100x100 BA Kolon PMM Grafiği

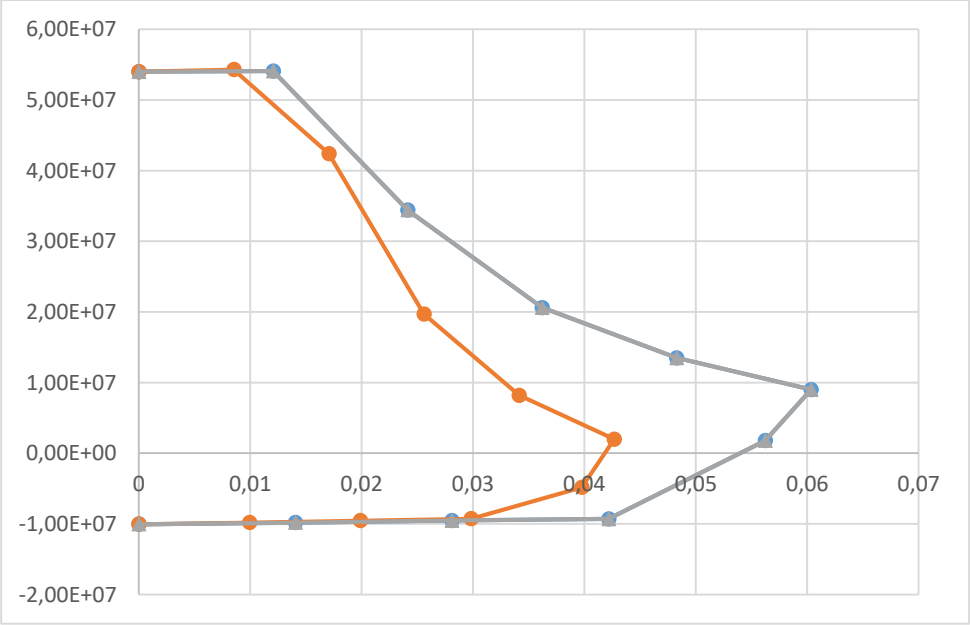


Şekil 130. 130x130 BA Kolon PMM Grafiği

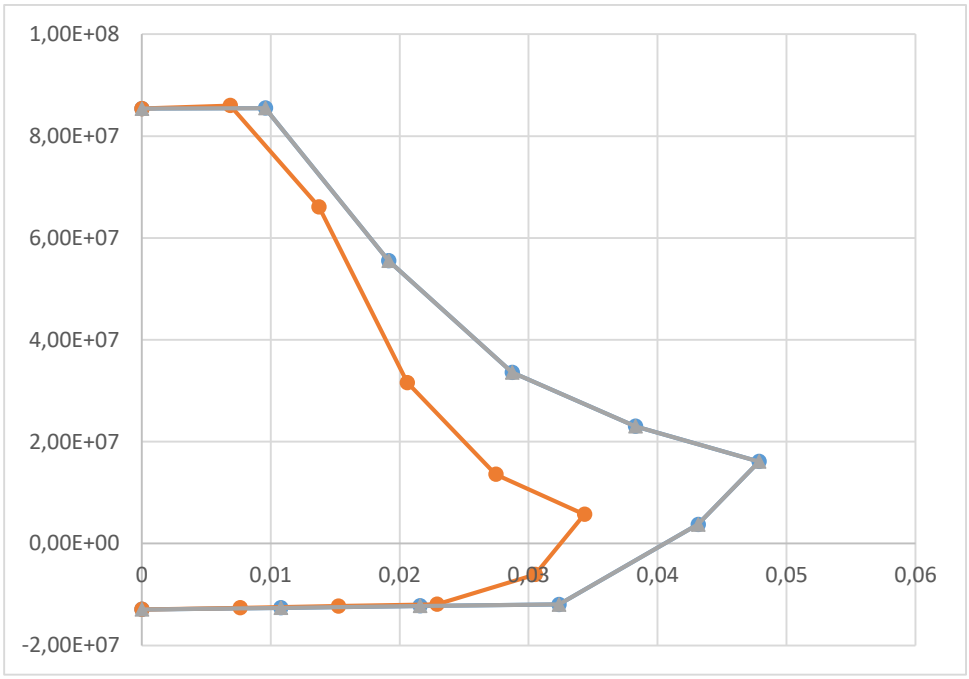


Şekil 131. 150x150 BA Kolon PMM Grafiği

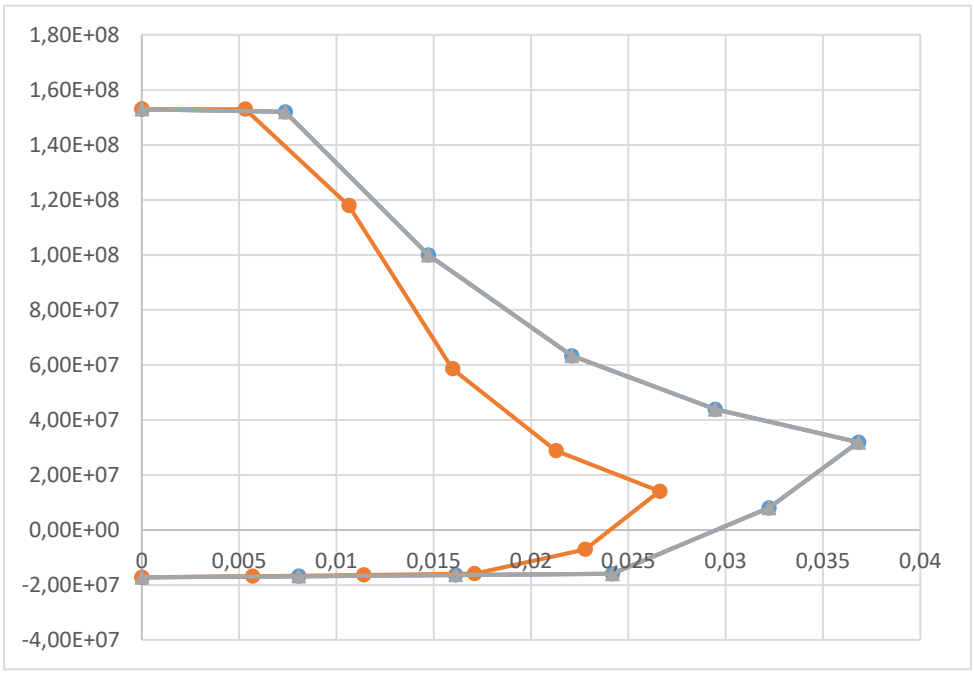
XTRACT yazılımından, göçme öncesi performansına göre elde edilen, N-Curvature (normal kuvvet-eğrilik) grafiklerinin excel kullanılarak her bir farklı kesitli kolon için optimize edilmiş grafikleri aşağıdaki gibidir:



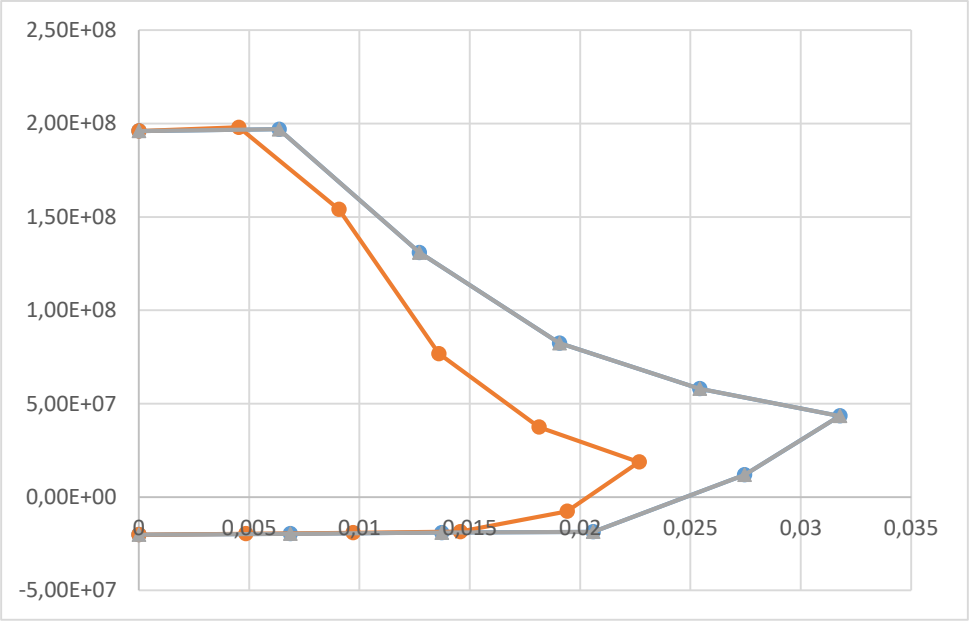
Şekil 132. 80x80 BA Kolon N-Curv. Grafiği



Şekil 133. 100x100 BA Kolon N-Curv. Grafiği



Şekil 134. 130x130 BA Kolon N-Curv. Grafiği



Şekil 135. 150x150 BA Kolon N-Curv. Grafiği

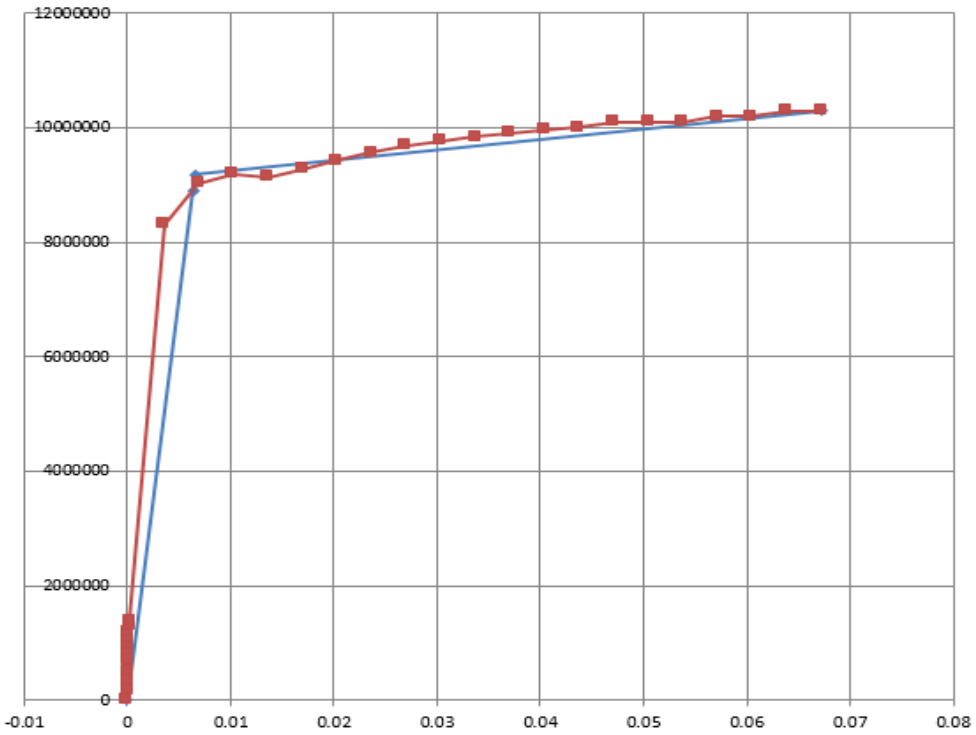
Tüm bu verilerden elde edilen sonuçlar ETABS yazılımının yığılı mafsal tasarımında belirttiği yerlere işlenmiştir. Buradaki veriler oluşturulurken, 0, 45 ve 90 derece açılar kullanılmış, kesit bu açılarda çevrilerek yüklenmiştir.

Bu veriler ışığında, N-Curv. Grafiğinden grafik alanını kapsayacak şekilde seçtiğimiz, N (normal kuvvet) değerleri, tekrar XTRACT yazılımına girilerek, M-Curv. (Moment-Eğrilik) değerleri, her bir farklı kolon kesitinin, belirlediğimiz her bir N, normal kuvvet değeri ve her üç açı (0, 45, 90) altında elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler excel yardımı ile ETABS programında yığılı mafsal modeli oluşturacak biçimde, Mu/My ve Rotation değerlerine çevrilmiştir. Böylelikle, programda, her bir farklı kolon kesitinin, farklı N, normal kuvvet değeri için, üç farklı açıda (0, 45, 90) yığılı mafsal modeli oluşturulmuştur.

Bilinear model olarak girilen yığılı mafsal modelinde, şekildeğiştirme sınır değerlerini belirlemek için, yine her farklı kolon kesitinin, seçilen her bir normal kuvvet değeri ve açısında excel yardımı ile sınır değerler belirlenmiş ve programa girilmiştir. Böylelikle, seçilen 5 farklı normal kuvvet ve 3 farklı açı ile, her bir farklı kolon kesiti

için, 15 farklı yığılı mafsal modeli oluşturulmuştur. Yığılı mafsal modeli olarak, pekleşmeli model tercih edilmiştir.

Aşağıda, örenk olması amacıyla, 100x100 betonarme kolonun, 16100000 N kuvvet ve 0 derece altındaki yüklemesine ait M-Curv. (Moment-Eğrilik) grafiği ve pekleşmeli bilinear modeline dönüştürülmüş hali görülmektedir:



Şekil 136. 100x100 BA Kolon M-Curv. Grafiği

Üçüncü aşama hesabı olan Şekildeğiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım aşamasında, ilk aşamadan farklı olarak, etkin kesit rijitlikleri, her farklı kolon kesiti için ayrı olarak

$$(EI)e = My/\theta y * (Ls/3) \quad \text{Denklem 144}$$

ile hesap edilmiş ve programa girilmiştir.

Etkin kesit rijitliklerinin hesabında doğrusal enterpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Doğrusal enterpolasyon yapmak amacıyla, programa, düşey yükler altında, doğrusal olmayan, statik, G+0.3Q+0.2S olarak tanımladığımız yük girilmiş ve bu kuvvet altındaki analiz sonuçlarının kolonlarda oluşturduğu normal kuvvet değerleri,

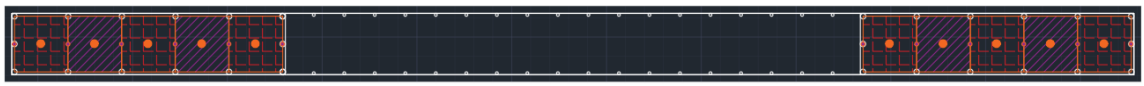
elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler, daha önce belirlediğimiz, normal kuvvet-rijitlik aralıklarına uygun olarak doğrusal enterpole edilmiş ve bulunan etkin kesit rijitlikleri, programa işlenmiştir.

Yüksek binaların üçüncü aşama hesabının şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımı uyarınca, perde elemanların doğrusal olmayan davranış modelleri için, yayılı plastik davranış modelinin kullanılması TBDY 2018 uyarınca önerilmiştir. Bu kapsamda, L ve U perdeler için;

Öncelikle, doğrusal olmayan, sargılı ve sargısız beton modelini ve çelik modelini, yığılı mafsal modelinden farklı olarak, XTRACT yazılımına değil, ETABS yazılımına tanıtıyoruz. Doğrusal analiz ve yığılı mafsal modeli kullanılarak yapılan analizlerde ETABS/SAP vb. programlar beton, çelik malzemelerin non-lineer özelliklerini dikkate almazlar. Bu özellikler yayılı mafsal modeli kullanılarak yapılan analizler için geçerlidir. Bunun sebebi, lineer hesapta, malzemelerin akma noktasına ulaşmaları engellenirken, yığılı mafsal modelinde, tanımladığımız yığılı mafsalların, kullanıcı tarafından programa direkt girilmesi ve malzeme özelliklerinin yığılı mafsal parametreleri içine işlenmiş olarak programa verilmesidir.

Perdelerin mafsallaşması genellikle Hcr uzunluğunda gerçekleştiği için, bu tez kapsamında, her iki perde türü için de 28 m yani ilk 8 kat perdesi, Hcr olarak kabul edilmiştir. Yani, plastik mafsal kontrolü, perde eleman için, bu bölgede yapılmıştır.

İkinci olarak, perdelerin başlık kısımlarına, beton ve donatılarına uygun bir mafsal modeli tayin edilmiştir.



Şekil 137. Perde Yayılı Mafsal Modeli

Perdelerin gövde kısımlarına, program tarafından otomatik yayılı mafsal, belirlenmiş donatı konfigürasyonuna uygun olarak, atanmıştır.

Bu sebeple izlenen yol: Perdelerin, uygun şekilde meshlenmiş gövde bölgelerine, ilk aşamada belirlenen yatay ve düşey perde donatılarının alanları hesap

edilmek ve toplanmak kaydı ile programa girilmesi ve P-M3 otomatik yayılı mafsalının atanması olmuştur.

Programa tanıtılan gövde bölgesi donatı alanları, şu şekilde hesap edilmiştir;

Düşeyde,

$$\Phi 14/10 \text{ her iki yüzde} = 2*(\pi d^2/4)/(bw*s) = 2*153.9/(400*100) = 0.0077 \quad \text{Denklem 145}$$

Yatayda,

$$\Phi 14/15 \text{ her iki yüzde} = 2*(\pi d^2/4)/(bw*s) = 2*153.9/(400*150) = 0.0051 \quad \text{Denklem 146}$$

Perdeler için Hcr boyunca yayılı mafsal atandığı için bu yükseklik, 28 metre, boyunca lineer rijitlik katsayıları "1" olarak alınmıştır. Bu yükseklikten sonra linner hesaptaki gibi TBDY 2018 Tablo 4.1'deki rijitlik katsayıları alınmıştır.

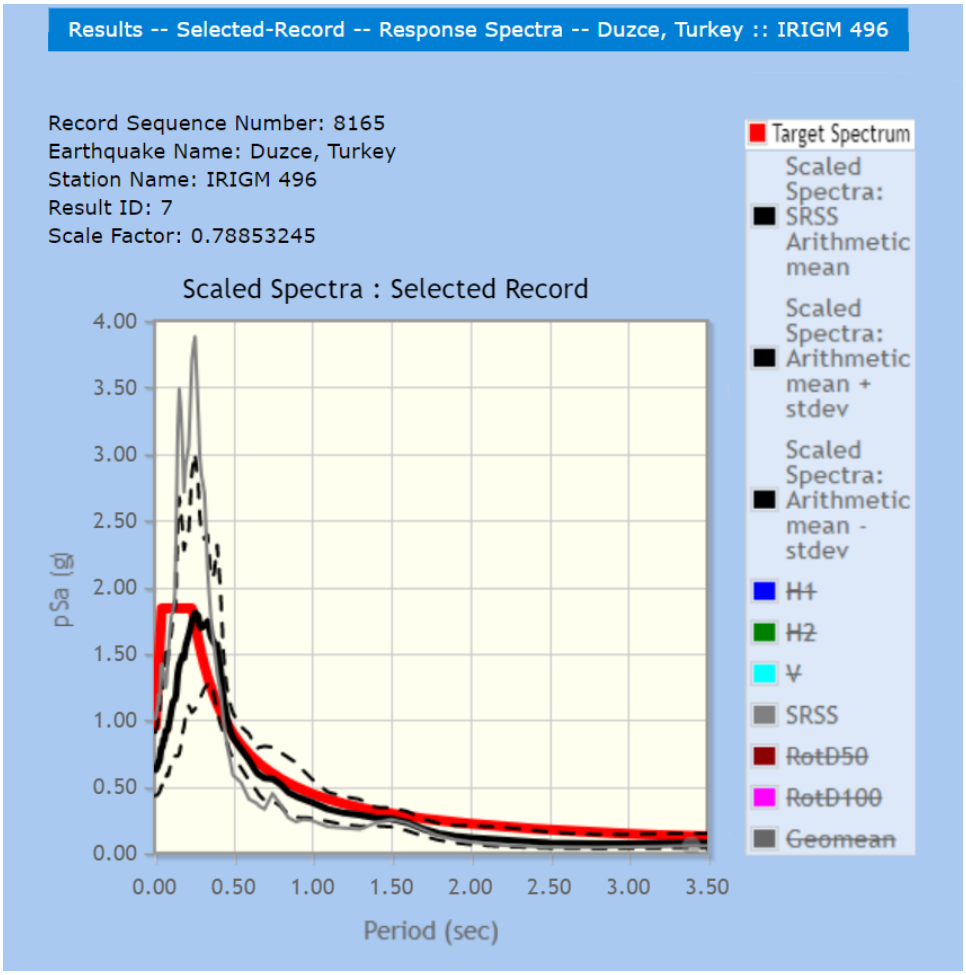
Zaman-Tanım Alanında Deprem Hesabı kullanılarak DD1 deprem düzeyine göre performansı değerlendirilen yapı için, yukarıda anlatılan, mafsal modellemelerinin ardından, deprem parametreleri oluşturulmuş ve analiz edilmiştir.

Yapıya etkitilecek depremin yapının konumu, zemin yapısı, periyodu gibi özelliklerine en uygun biçimde seçilmesi amacıyla Peer Ground Motion Database kullanılmıştır.

Tez kapsamında, üç farklı lokasyonun seçilme gerekliliği, sebebiyle, her üç lokasyonun da faya uzaklıklarının, zemin ve deprem parametrelerinin birbirine yakın olmasına dikkat edilmiştir.

Ayrıca tez kapsamında 11 adet deprem takımı yerine 1 deprem takımı tercih edilmesi, işlemlerimizi kolaylaştırmış ve belirli bir istasyon verilerini almamıza olanak sağlamıştır.

ZB zemin tipindeki DD1 deprem düzeyi için belirlenen lokasyondaki Sds ve Sd1 ivme değerlerine uygun seçilen deprem olan, Düzce depremi, aşağıdaki gibidir:

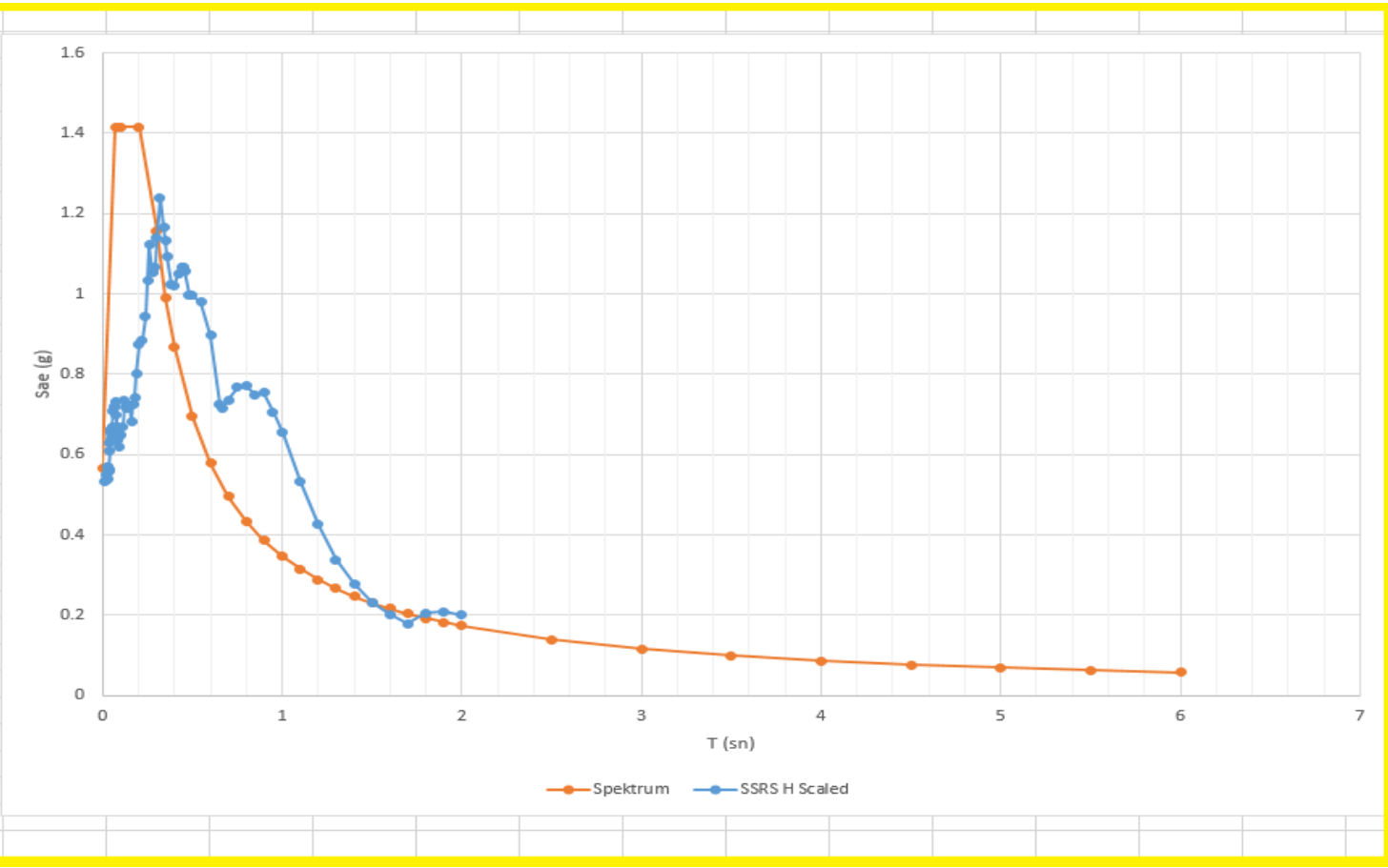


Şekil 138. Peer Ground Motion ile Seçilen Düzce Deprem Spektrumu

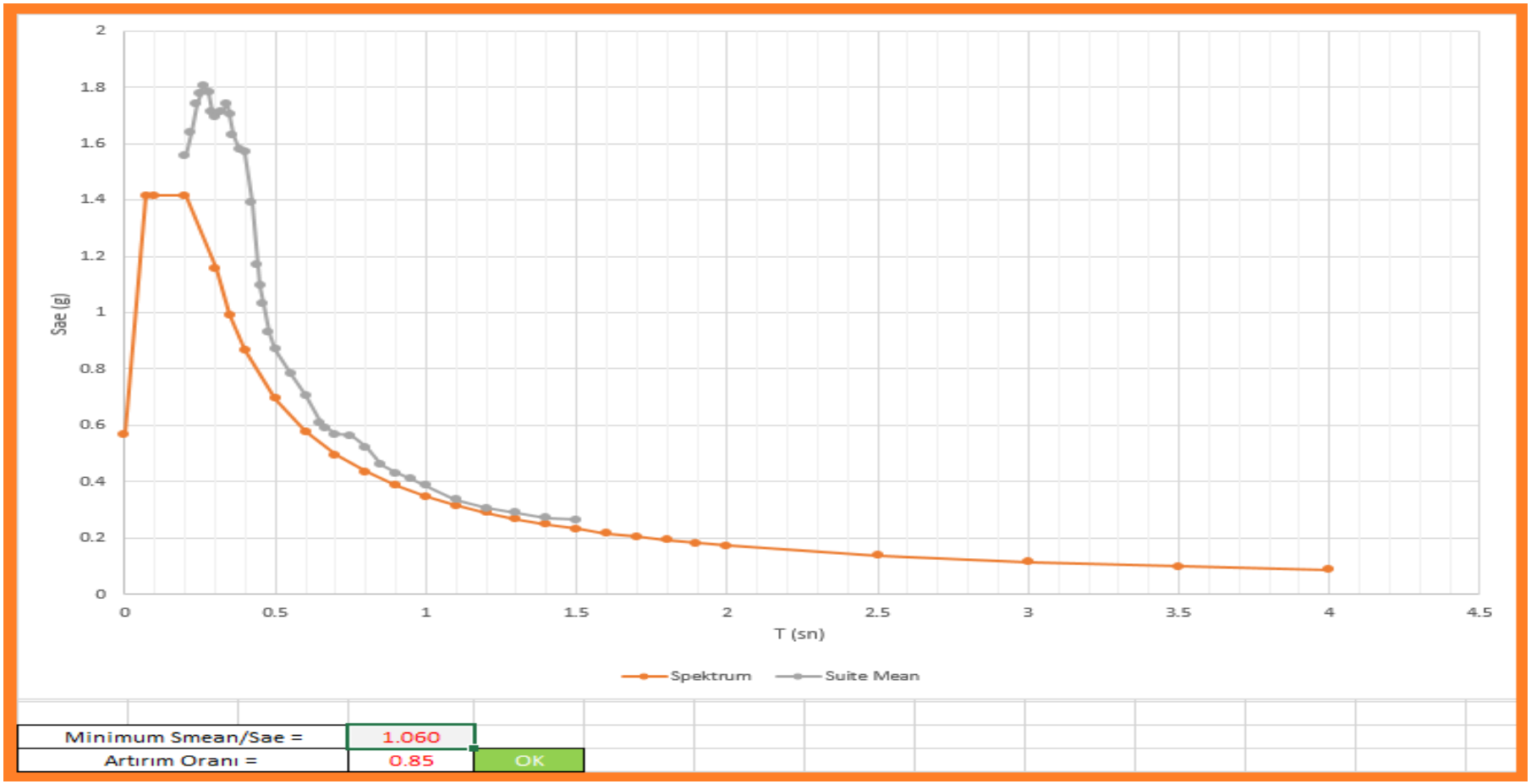
Peer Database'den aldığımız bu sonuçları, TBDY 2018 yönetmeliğine uygun hale excel ile aşağıdaki gibi düzeltme yapılarak getirilen veriler, ETABS programına deprem verisi olarak işlenmiştir.

Programa girilen deprem verisi içinde ayrıca Rayleight sönüm oranı, üçüncü aşama hesabı için TBDY 2018 Bölüm 13'de belirtildiği üzere, %2.5 alınmıştır. Bunun için, ilk aşama analizi sonucunda elde ettiğimiz, her iki yöndeki hakim periyodun en büyüğünün %25 fazlası ve yapı modlarının %5 'in üzerinde katkı sağlayanlarının, en küçüğü seçilmiştir.

T	Sae
0	0.5664
0.07	1.416
0.1	1.416
0.2	1.416
0.3	1.156667
0.35	0.991429
0.4	0.8675
0.5	0.694
0.6	0.57833
0.7	0.495714
0.8	0.43375
0.9	0.385556
1	0.347
1.1	0.315455
1.2	0.289167
1.3	0.266923
1.4	0.247857
1.5	0.231333
1.6	0.216875
1.7	0.204118
1.8	0.192778
1.9	0.182632
2	0.1735
2.5	0.1388
3	0.115667
3.5	0.099143
4	0.08675
4.5	0.077111
5	0.0694
5.5	0.063091
6	0.057833



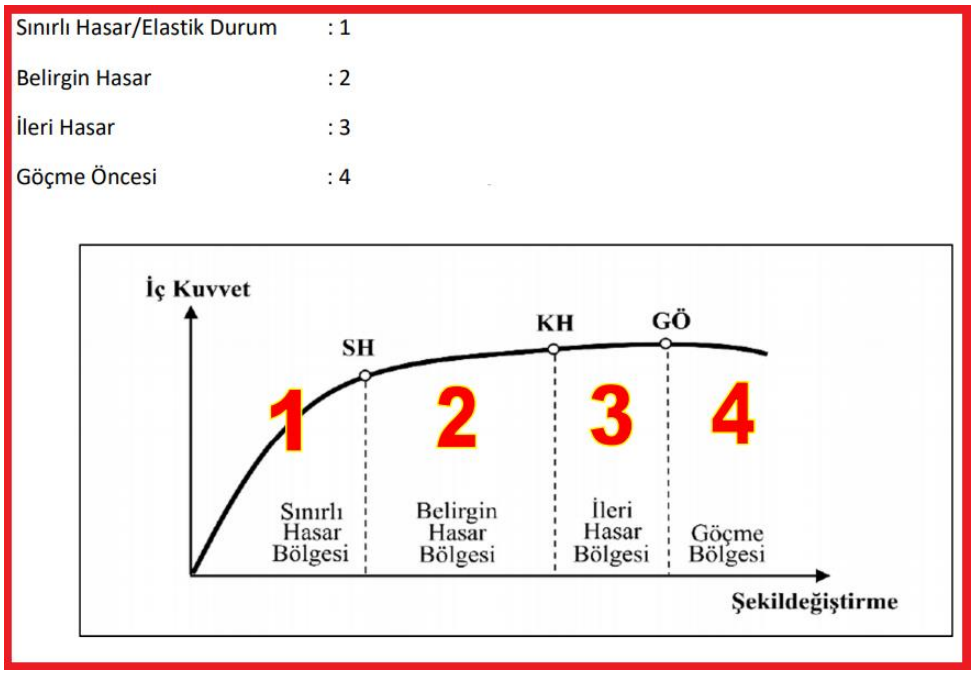
Şekil 139. Düzce Depremi - Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 140. Deprem Artırım Oranı Kontrolü

Yukarıda anlatılan parametre ve veriler, programa girilip, analiz edildikten sonra, kolonlar için yığılı ve perdeler için yayılı mafsal sonuçları aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Yığılı mafsallarda, uzama limitlerinin değil, plastik dönmelerin çıktısının program tarafından verilmesi sebebiyle, "bölgesel değer ortalaması" olarak adlandırılan bir değerlendirme yapılmıştır. (HASILCIO, 2019)



Şekil 141. Yığılı-Yayılı Mafsal Değerlendirme Grafiği

Yüksek yapıların üçüncü aşama kontrolü sonucunda, normal performans beklenen yapıların TBDY 2018 uyarınca, DD1 depremi etkisinde, kontrollü hasar, sınırında kalması yani yukarıdaki grafiğe göre 2 numaralı bölge olan, belirgin hasar bölgesi içerisinde bulunması gerekmektedir. Söz konusu 50 katlı betonarme kolonlu yapı, her iki yönde etkittirilen, verileri yukarıdaki gibi olan Düzce depremi sonucunda istenen performans değerini sağlamıştır.

Perdeler için yukarıda belirtildiği gibi programda oluşturulan yayılı mafsal sonuçları Hcr, yani 28 metre, ilk sekiz kat boyunca elde edilmiştir.

Burada, etkittiğimiz depremin her iki yöndeki hesabı sonucunda, elde edilen en büyük beton uzama ve çelik uzama sonuçları elde edilmiş ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Bulunan değerler, yukarıdaki mafsal grafiği bazında, kontrollü hasar sınırında, yani 2 numaralı bölge olan, belirgin hasar bölgesinde kalması gerekmektedir. Hcr boyunca uzama değerleri, istenilen performans düzeyini sağlamıştır.

Bu sonuçlar ile üçüncü aşama kontrollerinin, BYS, 1 olan yüksek yapıda, normal performans düzeyini sağladığı gösterilmiştir.

Elli katlı, betonarme kolonlu, betonarme yapı için, özetleyecek olursak, yapı, TBDY 2018 Bölüm 13 kuralları çerçevesinde, 1. Aşama için DD-2 deprem düzeyinde, Bölüm 4 dahilindeki kurallar ile, Dayanıma Göre Tasarlanarak, Bölüm 7 ve TS 500 dahilindeki kurallar çerçevesinde dizayn edilmiştir. Akabinde, Bölüm 13 çerçevesinde ve yukarıda anlatıldığı gibi, DD-4 deprem düzeyinde, ikinci aşama, ara kontrol tez kapsamına dahil edilmemiş ve asıl yapının performansını ölçecek olan, DD-1 düzeyindeki deprem ile doğrusal olmayan, zaman tanım alanında hesap, Bölüm 13 deki kurallar ve Bölüm 5 çerçevesinde kontrol edilmiştir.

4.2.4. Taşıyıcı Sisteminin Kolonlar Hariç Tamamı Betonarme, Kolonları Kompozit Malzemeden Yapılmış 50 Katlı Yüksek Yapı

Deprem düzeyi, TBDY 2018 Bölüm 13 e göre yüksek yapılar için DD-2, DD-4 ve DD-1 için kontrol edilmesi zorunlu olduğundan, deprem düzeyleri bu şekilde belirlenmiştir. Son aşama hesabı, zaman tanım alnında hesap için DD-1 düzeyine karşı gelen deprem olarak da 7.4 magnitüd büyüklüğündeki 1999 Düzce depremi tercih edilmiştir.

Zemin sınıfı; ZB alınmıştır.

Yapının, her kat için kiriş açıklıkları, x ve y yönünde 6m olarak belirlenmiştir.

Yapı, konut ve iş yeri olarak tasarlandığı için, bina önem katsayısı, I, 1 dir.

Yapının her katı eşit yükseklikte ve kat yüksekliği 3.5 m dir.

TBDY 2018 Bölüm 13'e göre hesaba başlamadan önce, yapım aşamalarını göz önüne alacak düşey yük hesabı ve buna uygun olarak, TS 500 Çizelge 3.3 uyarınca, betonarme yapıların sünme hesabı ve rüzgar hesabı yapılmalıdır.

Rüzgar hesabı, TS EN 1991-1-4 uyarınca, sünme hesabı TS 500 uyarınca yapılmalıdır.

Fakat bu tez kapsamında bu değerlendirmeler yapılmayacaktır.

Deprem tasarım sınıfı ve yüksekliği bilinen yapının, tasarım metodunu belirleyebilmek için gerekli olan, BYS (bina yükseklik sınıfı), TBDY 2018 3.3.2 ye göre, BYS=1 olarak bulunmuştur.

Taşıyıcı sistem ile ilgili olarak;

Döşemeler, kirişli plak döşeme olarak adlandırılan ve rijit diyafram düşünülmesi sebebiyle, yükleri direkt olarak kirişlere aktaran elmanlardır. Döşemelerin hesabına, bu tez kapsamında değinilmemiştir. Döşemeler iki tiptir ve boyutları, 6x6 m ve 16 cm ve 12x6 m ve 16 cm kalınlığındadır.

Kirişler, eğilme momenti taşıyan, dikdörtgen kiriş olarak tasarlanmış elemanlardır ve 100x60 cm olarak boyutlandırılmıştır.

Kolonlar, eğilme ve eksenel kuvvet taşıyan, kare boyutlu olarak tasarlanmış elemanlardır. Alt katlarda ve üst katlarda farklı olmak üzere, 5 tip kolonumuz vardır: 110x110_HEB500 cm, 100x100_HEB300 cm, 80x80_HEB300 cm, 60x60_HEB300 cm ve 50x50_HEB240 cm.

Perdeler: Yatay deplasmanları sınırlandırmk için, kolonlar gibi, düşey taşıyıcı eleman olarak tasarlanmış ve genellikle dikdörtgen boyutlu, düşey elemanlardır. Yapımızda, dört adet, bir tip L köşe perde ve iki adet U tip çekirdek perde olmak üzere, 6 adet, 2 tip perdemiz bulunmaktadır.

Yapıya etkittiğimiz yüklemelerimiz;

Ölü yükler;

Betonarme döşeme ağırlığı: 25x0.2 = 5 kN/m2

Mermer kaplama ağırlığı: 27x0.03 = 0.81 kN/m2

Şap ve tesviye harcı ağırlığı: 21x0.05 = 1.05 kN/m2

Sıva ağırlığı: 20x0.02 = 0.40 kN/m2

Kar yükü: 0.75 kN/m2

Kirişlere gelen duvar yükleri:

Dış çevre kirişlerinde: 4.2x2.9 = 12.18 kN/m

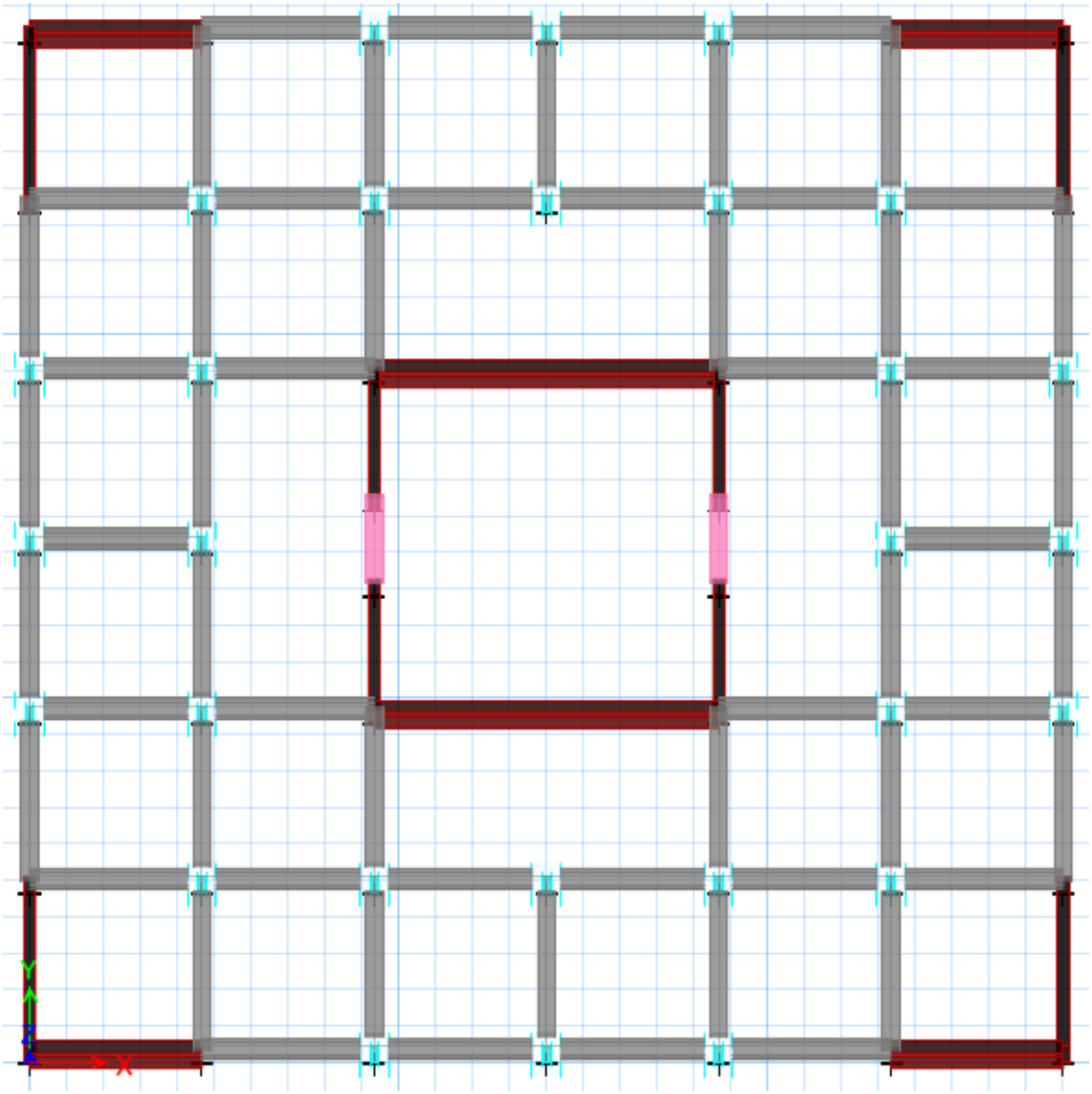
İç kirişlerde: 2.5x2.9 = 7.25 kN/m

Hareketli yükler:

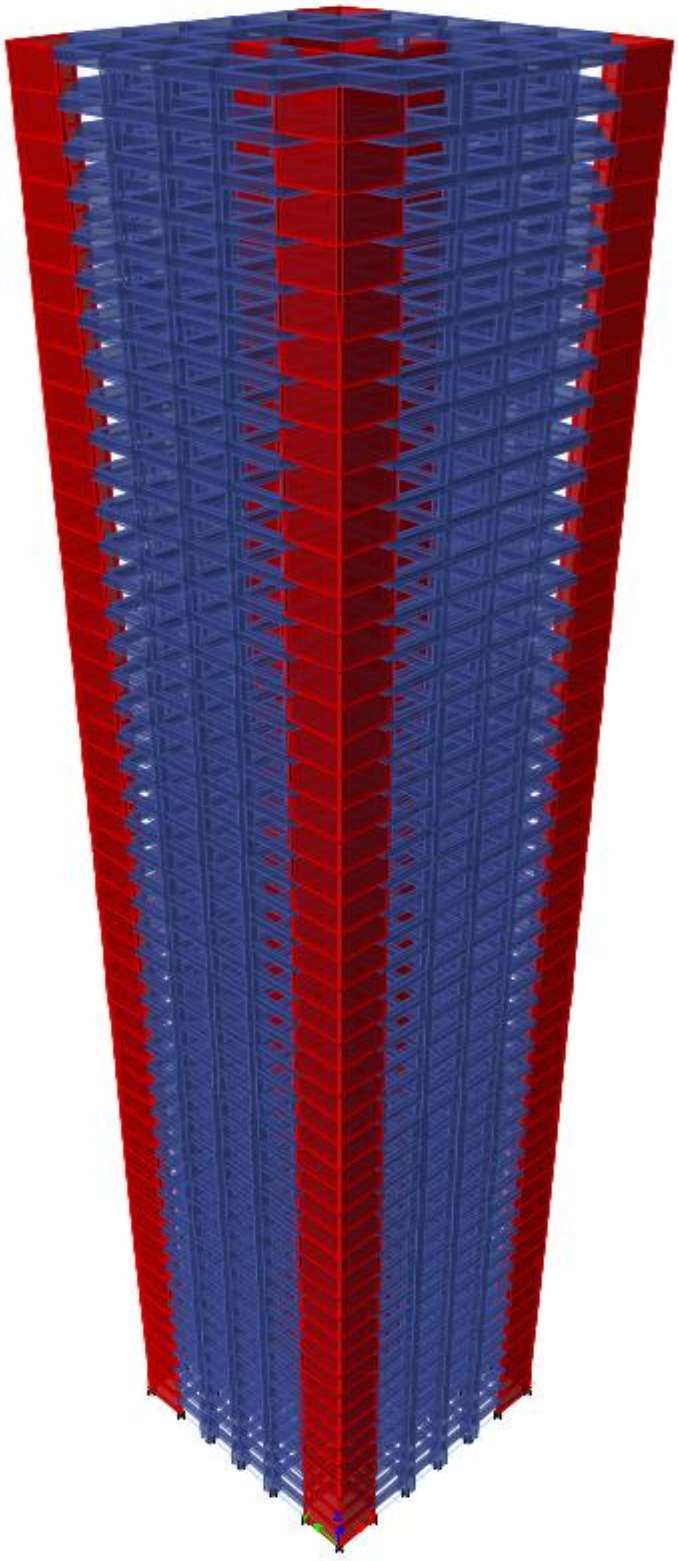
Döşeme hareketli yükü: 2+1.5 = 3.5 kN/m2

Isı yükü: 30 ℃

TBDY 2018 Bölüm 13'e göre BYS = 1, ilk aşama için, DD-2 düzeyindeki depreme ile modal hesap yapılması zorunludur. Bu tez kapsamında, 175 m yüksekliğindeki 50 katlı kompozit yapı için, ilk aşama hesabında mod birleştirme metodu ile doğrusal hesap yapılmasına karar verilmiştir.



Şekil 142. 50 Katlı Kompozit Yapı, Plan Görüntüsü



Şekil 143. 50 Katlı, Kompozit Yapı, 3D Görüntüsü

DD-2 deprem düzeyi, şekil 59 deki tasarıma sahip ve şekildeki konumda bulunan yapı için, Dayanıma Göre Tasarım (DGT) kapsamında çözümler aşağıdaki gibidir:

Yapı için TBDY 2018 4 kapsamında, seçilen yük kombinasyonları,

$$1.2G+Q+0.2S+Ed(H)+0.3Ed(Z) \quad \text{Denklem 147}$$

şeklindedir.

Modal analiz ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvveti, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan çözümden elde edilen taban kesme kuvvetine göre, TBDY 2018 4.8.4 uyarınca, gerekli görülmesi halinde, yakınsanacaktır.

İşlemlerimize, ilk olarak R, taşıyıcı sistem, davranış katsayısının ve D , dayanım fazlalığı katsayısının belirlenmesi ile başlıyoruz. Bunun için TBDY 2018, Tablo 4.1 uyarınca seçimler, yapılmıştır:

Yapımızın X doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 6 ve D= 2.5 bulunur.

Yapımızın Y doğrultusunda, süneklik düzeyi yüksek boşluklu (bağ kirişli) betonarme perdeler ve süneklik düzeyi yüksek, moment aktaran betonarme çerçevelerden oluştuğunu biliyoruz. Bu durumda tablo 4.1 uyarınca, R= 8 ve D= 3 bulunur.

Bu bulduğumuz katsayılar, ön seçimlerdir ve asıl katsayıları bulmak için bir dizi işlem daha yapmamız gerekmektedir.

Taşıyıcı sistem, davranış katsayısı kontrolü;

TBDY 2018 4.3.2.4 uyarınca;

$$1/6*Mo < M_{DEV} \text{ ve } M_{DEV} \leq 1/3*Mo \quad \text{Denklem 148}$$

olmalıdır. Buradaki ilk Mo, çevre akslardaki perdelerin, ikincisi ise, tüm perdelerin Mo larını ifade eder. Eğer X veya Y yönlerinden herhangi birinde, M_{DEV}, yukarıda verilen

aralıkta bulunamıyor ise, bu durumda, bahsi geçen yöndeki R katsayısı, 4/5R olarak değiştirilecektir. (Afet ve Acil Durum Başkanlığı, 2018)

Bunun için öncelikle, yapının çekirdeğindeki U şekilli bağ kirişli perdenin taban devrilme momentini, TBDY 2018 4.5.4.3 ile verilen formülle hesaplayalım;

$$M_{DEV} = M1+M2+cNv \quad \text{Denklem 149}$$

Tablo 117. Mdev Kontrolü

	Y							
	MDEV	**M1**	**M2**	**cNv**	**M0**	**SONUÇ**	**KOŞUL**	
a)								
	64267.3722	32121.686	32121.686	24	6185423.81	0.010390132	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	70839.2301	x	x	x	6185423.81	0.011452607	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	63935.5089	x	x	x	6185423.81	0.01033648	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	X							
	MDEV				**M0**	**SONUÇ**	**KOŞUL**	
a)								
	48779.5515	x	x	x	6185424	0.00788621	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	251048.6121	x	x	x	6185424	0.040587131	1/3	OK
Perde sayısı	2							
	41897.6533	x	x	x	6185424	0.006773611	1/3	OK
	2							
b)								
Y	599656.3272	x	x	x	6185423.81	0.096946684	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR
X	269549.478	x	x	x	6185424	0.043578173	1/6	R Yİ DEĞİŞTİR

Yukarıdaki tablodan görüleceği üzere, yapımız TBDY 2018 4.3.2.4 koşullarını sağlamamıştır. Bu durumda, R katsayısı 4/5R olarak değiştirilmesine gerekir.

Ayrıca, TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca;

Süneklik düzeyi yüksek, betonarme veya çelik perdeler ile süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan sistemlerde, aşağıdaki koşul sağlanmalıdır. Aksi taktirde, TBDY 2018 4.3.4.5 de verildiği şekilde, BYS veya R katsayılarında değişiklik yapılması gerekebilir:

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \quad \text{Denklem 150}$$

Şöyle ki, eğer $M_{DEV.}$ 0.4Mo dan daha düşük çıkmış ise, binanın izin verilen yükseklik sınıfı 1 arttırılarak, yüksekliği daha az yapı yapılabilmesine izin verilir. Eğer, Mdev, 0.75Mo dan daha büyük çıkarsa, bu binanın davranışının, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını düşünür ve taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R ve dayanım fazlalığı katsayısı, D değerlerini, TBDY 2018 Tablo 4.1'den, deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek betonarme perdelerle karşılandığını yapılar, bölümüne göre okuruz ve tasarımın başında yaptığımız katsayı kabullerini değiştiririz.

$$0.40*Mo < M_{DEV} < 0.75*Mo \quad \text{Denklem 151}$$

aralığını sağlayıp, sağlamadığına bakalım;

Tablo 118. Mdev Kontrolü

c)	ΣMDEV				M0	SONUÇ	KOŞUL	
Y	398084 2/9				6185423.81	0.06	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT
X	683451.6338				6185424	0.110493902	0.4Mo < ΣMDEV < 0.75Mo	BYS YÜKSELT

Görüldüğü üzere, her iki yönde de taban devrilme momentleri, istenen değerini sağlamamaktadır. Bu durumda TBDY 2018 4.3.4.5 uyarınca, BYS arttırılmasına yani yapının yüksekliği düşürülmesine gerekir.

Ancak bu tez kapsamında tasarımını yaptığımız yapının, bazası olarak adlandırılan ve perde ile çevrelenmiş, kuleden daha geniş alt katları modellenmediği için taban devrilme momentinin sağlamaması beklenen bir sonuçtur. Bu sebeple, yukarıda anlatılan Mdev dikkate alınmamıştır.

Bağ kirişli perdenin, TBDY 2018 4.5.4.4 uyarınca bağ derecesi katsayısı hesaplanarak, 4.5.4.5 uyarınca, bağ kirişli perde olarak mı, yoksa, boşluksuz perde gibi mi değerlendirileceğini belirlemek için aşağıdaki hesaplamalar yapılmıştır:

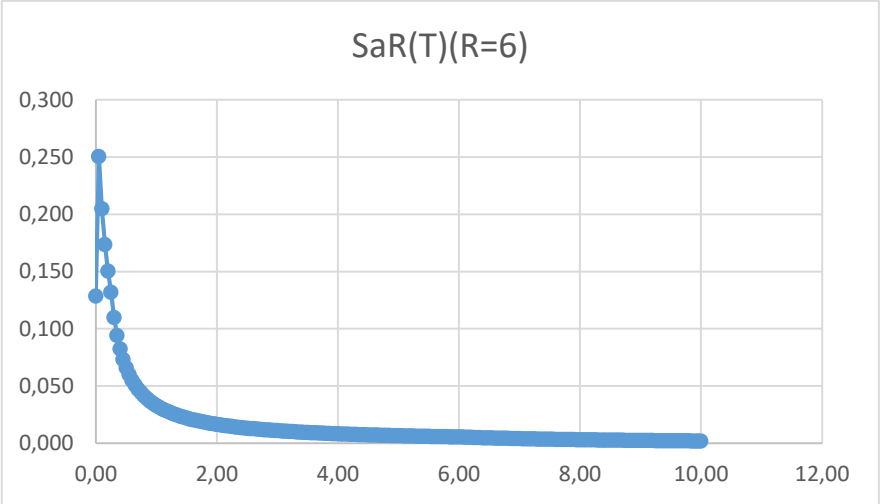
$$\Omega = cNv/ M_{DEV} = 24x3 \text{ kNm} / 64267 \text{ kNm} = 0.0012 \quad \text{Denklem 152}$$

bulunmuştur.

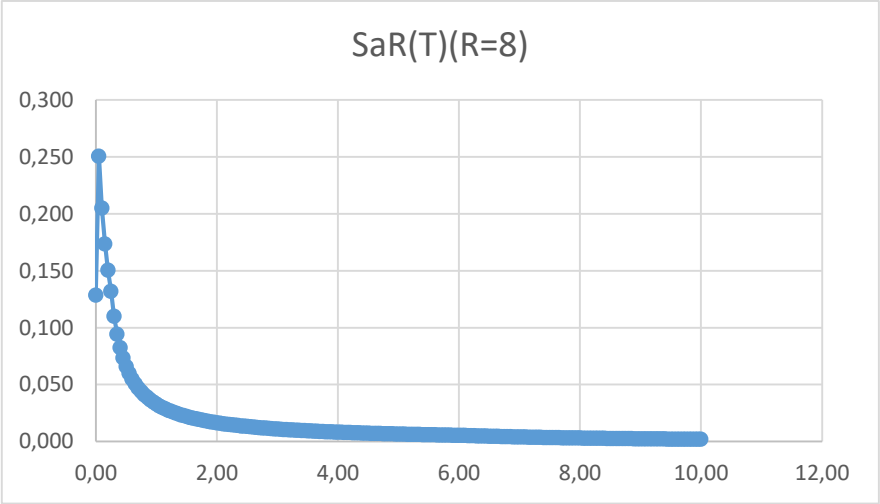
$\Omega \geq 1/3$ ise boşluklu perde olarak dizayn edilmesi koşulu vardır. Fakat burada, bağ derecesi, bu koşulu sağlayamadığı için, her bir perde parçası, kendi içinde boşluksuz perde olarak değerlendirilmesi uygun bulunmuştur.

Her iki kontrole ilişkin hesaplamalar ve karar verilen son, taşıyıcı sistem davranış katsayısı, R, başta kabul edilen Rx = 6 ve Ry = 8 olarak devam edilmesine karar verilmiştir.

Aşağıdaki grafiklerde, TBDY 2018 Tablo 4.1'e göre, X doğrultusu için, R = 6 ve D = 2.5 ve Y doğrultusu için, R = 8 ve D = 3 olarak hesaplanan değerlere uygun olarak, azaltılmış tasarım ivme spektrum grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 144. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (X yönü için)

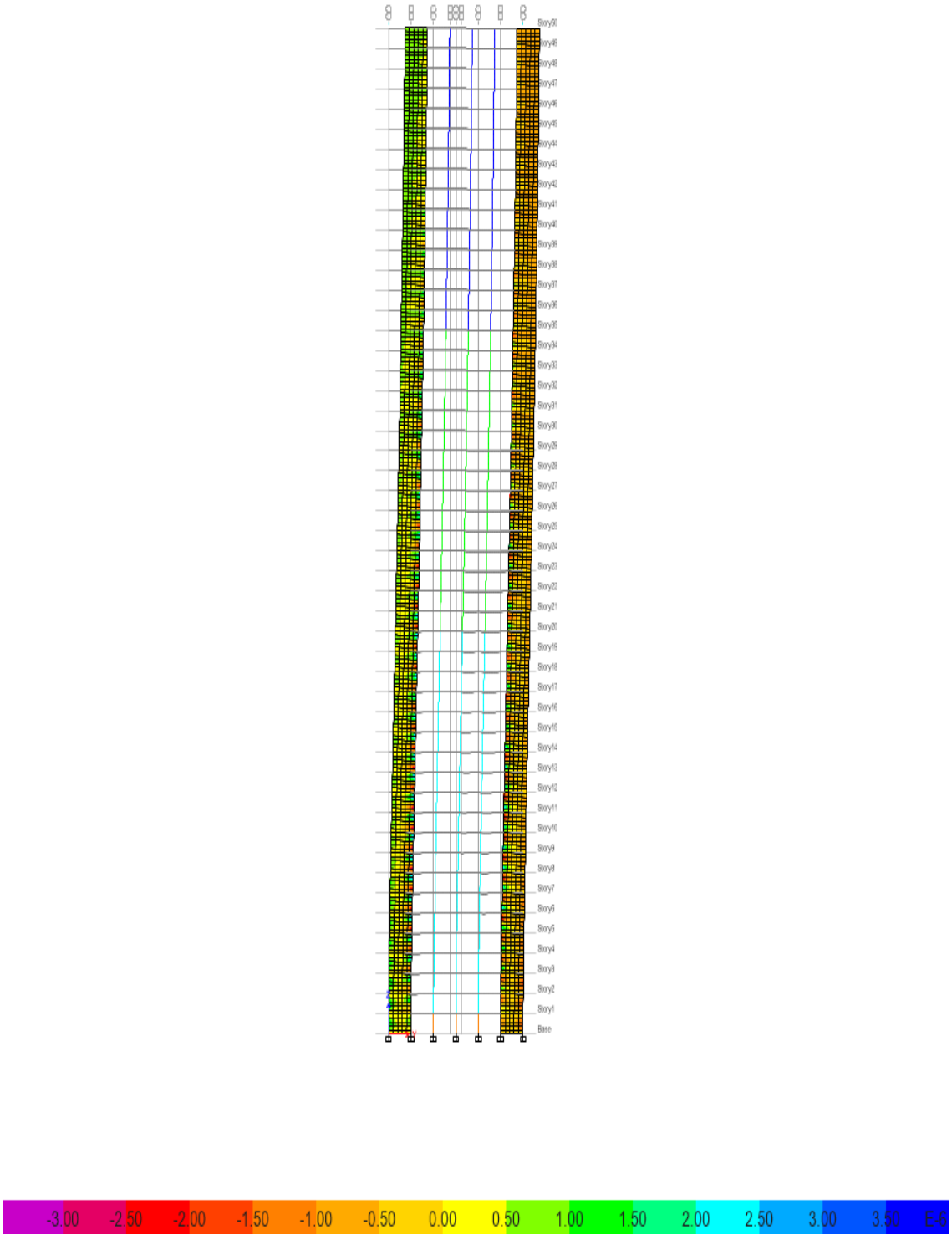


Şekil 145. Azaltılmış tasarım ivme spektrum grafiği (Y yönü için)

Yapının analizine katılan kütle oranı, kütle katılım oranları, şekildeki gibidir:

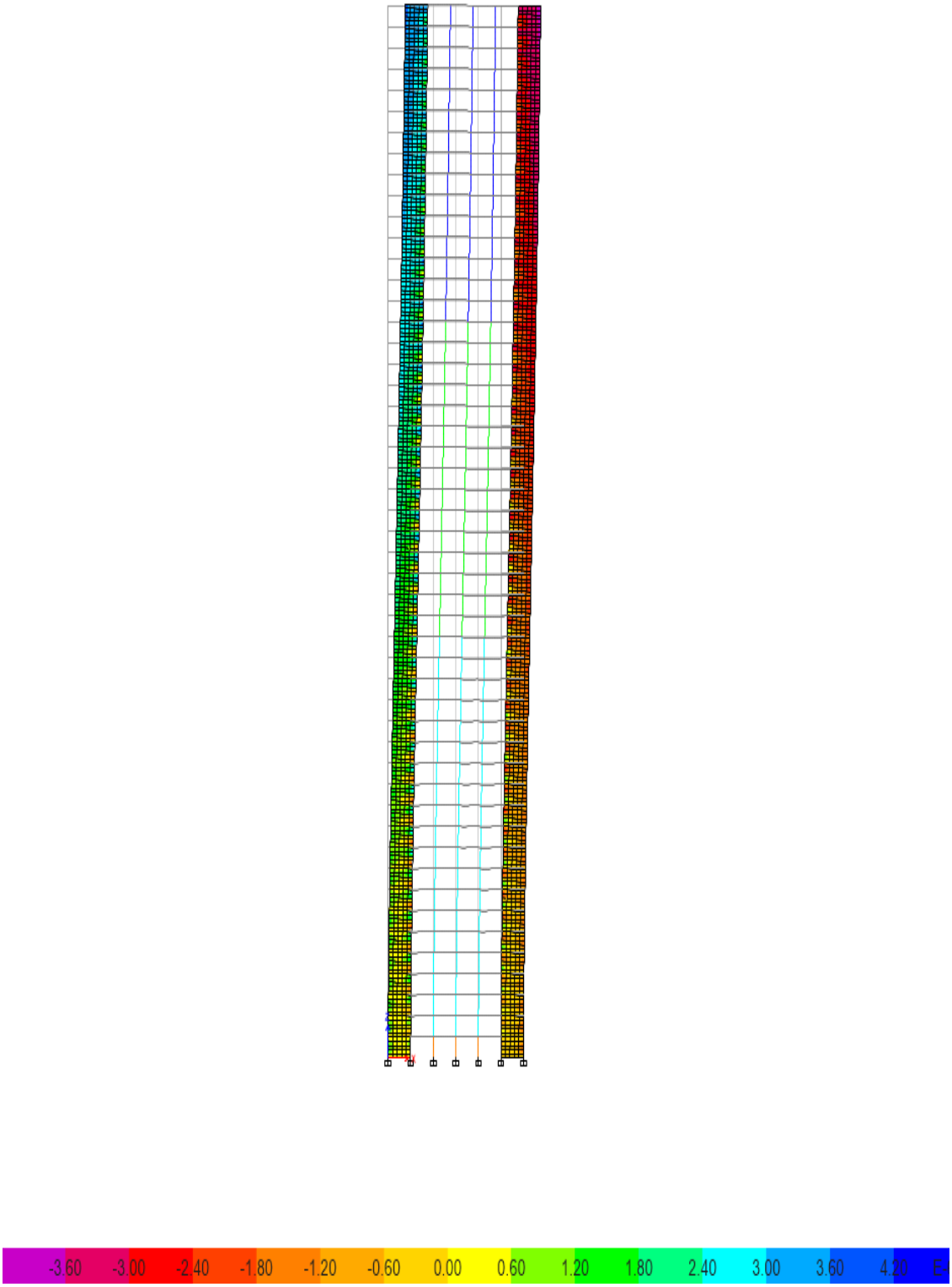
Tablo 119 50 Katlı Kompozit Yapı, Kütle Katılımı

Case	Item	Static	Dynamic
Modal	UX	100	96.67
Modal	UY	100	97.15
Modal	UZ	99.51	87.51



Şekil 146. 50 Katlı Kompozit Yapı, 1. Mod

1. Mode, T= 6.338



Şekil 147. 50 Katlı Kompozit Yapı, 2. Mod

2. Mode, T = 5.737

R ve D katsayılarına karar verdiğimize göre, deprem hesabı kontrollerimize geçebiliriz:

Yapının, ampirik, hakim, doğal titreşim periyodu;

$$T_{pa} = C_t H_n^{3/4} \rightarrow T_{pa} = 0.07 * 175^{3/4} = 3.368 \text{ Denklem 153}$$

olarak hesap edilmiştir.

$1.4T_{pa} = 4.715$

Yapı periyodu, Tx ve Ty aşağıdaki gibi;

Tx= 5.737

Ty= 6.338 olarak, hesap edilmiş, ve,

Tx ve Ty ≤ 1.4*Tpa (TBDY 2018 4.7.3.2) koşulu sağlanmamaktadır. Bu durumda, yapı periyodu değeri, her iki yön için de, 1.4Tpa ile hesap ettğimiz değerler ile devam edilebilir. Bu durumda, programın hesap ettiği değerleri değiştirerek, hesabımıza devam etmemiz gerekir.

Sıradaki kontrol ise, mod birleştirme yöntemi ile doğrusal hesap olarak bulunan taban kesme kuvveti ile, eşdeğer analiz yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetinin yakınsaklaştırılması işlemidir;

X ve Y doğrultuları için, yatay elastik tasarım spektral ivmesi;

$$S_{ae}(T)(X) = S_{D1}/T_x \rightarrow 0.189/4.715 = 0.04 \text{ Denklem 154}$$

olarak hesaplanır.

$$S_{ae}(T)(Y) = S_{D1}/T_y \rightarrow 0.189/4.715 = 0.04 \text{ Denklem 155}$$

olarak hesaplanır.

X ve Y doğrultuları için, deprem yükü azaltma katsayısı;

$$T>Tb \text{ ise } Ra(T) = R/I \text{ Denklem 156}$$

$$T<Tb \text{ ise } Ra(T) = D+(R/I-D)*T/Tb \text{ Denklem 157 ve}$$

$$Tb = S_{D1}/S_{DS} = 0.189/0.804= 0.235 \text{ Denklem 158}$$

olduğu için,

$$Ra(T) = R/I \text{ Denklem 159}$$

formülü uygulanır.

$$Ra(T)(X) = R/I \rightarrow 6/1 = 6 \text{ Denklem 160 ve}$$

$$Ra(T)(Y) = R/I \rightarrow 8/1 = 8 \text{ Denklem 161}$$

olarak hesaplanır.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile herhangi bir doğrultuya göre hesaplanan, toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), TBDY 2018 4.7.1.1 ile hesaplanır. Fakat BYS 1 sınıfına giren yüksek yapılarda, eşdeğer analiz, taban kesme kuvveti formülü biraz daha farklıdır. Öncelikle 4.7.1.1 ile hesaplanan yönteme bir göz atalım:

$$Vt(X) = mt\ S_{aR}\ (Tp) \geq 0.04\ mt\ I\ S_{DS}\ g \text{ Denklem 162}$$

$$Vt(Y) = mt\ S_{aR}\ (Tp) \geq 0.04\ mt\ I\ S_{DS}\ g \text{ Denklem 163}$$

- S_{aR} (Tp) = Binanın, eşdeğer deprem yükü yöntemine göre belirlenen, hakim doğal titreşim periyodunun, deprem yükü azaltma katsayısı Ra(T) ye bölünmesinden elde edilen, azaltılmış, tasarım spektral ivmesidir. {S_{aR} (Tp) = Sae(T)/ Ra(T)}
- S_{DS} = Kısa periyot değeri için, TBDY 2018 2.3.2.2 ye göre hesaplanan; (Ss.Fs) tasarım spektral ivme katsayısıdır.
- Bu denklemde, "0.04 mt I S_{DS} g" kısmı, minimum eşdeğer deprem yüküne karşı gelmektedir.

Bu şekilde elde edilen taban kesme kuvveti, yapının tüm katlarına etki eden eşdeğer deprem yüklerinin toplamına eşittir.

Binanın en üst katına, bizim binamız için 50. Kata, etki eden ek eşdeğer deprem yükü, ΔFn, şu bağıntı ile hesaplanır:

$$\Delta F_{nE}(X) = 0.0075xNxVt(X) \text{ Denklem 164}$$

$$\Delta F_{nE}(Y) = 0.0075xNxVt(Y) \text{ Denklem 165}$$

Toplam eşdeğer yükün, ΔFn dışındaki kısmın en üst kat dahil, tüm katlara dağıtımı, şu bağıntı ile hesaplanır:

$$F_{iE}(X) = (Vt - \Delta F_{nE}(X))*(mi*Hi)/(\Sigma mj*Hj) \text{ Denklem 166}$$

$$F_{iE}(Y) = (Vt - \Delta F_{nE}(Y))*(mi*Hi)/(\Sigma mj*Hj) \text{ Denklem 167}$$

Tüm bu bulduklarımız ile eşdeğer yönteme göre, taban kesme kuvveti;

$$VtE(X) = \Delta F_{nE}(X) + \Sigma F_{iE}(X) \text{ Denklem 168}$$

$$VtE(Y) = \Delta F_{nE}(Y) + \Sigma F_{iE}(Y) \text{ Denklem 169}$$

olarak bulunur.

Burada dikkat edilmesi gereken esas konu, ±0.05 dış merkezliğin unutulmamasıdır. Bu etki, bu tez kapsamında, deprem kombinasyonlarında, pozitif ve negatif deprem yükleri kullanılarak, yapılmıştır.

Bu tez kapsamında, yukarıda anlatılan eşdeğer yöntem ile hesabın yalnızca, modal analiz sonucu çıkan, azaltılmış deplasmanların ve kesit zorlarının, eşdeğer deprem yüküne göre büyütülmesi için kullanılacağını ve asıl hesabın, modal analiz ile yapılacağını unutmayalım. Ek olarak, eşdeğer yöntem ile taban kesme hesabı, yukarıda anlatıldığından biraz daha farklı olacaktır.

Şöyle ki;

Yukarıda anlatılan VtE(X) yerine, bölüm 13.4.3.4 ile verilen Vt,min kullanılacaktır.

$$V_{t,min} = 0.04 * \alpha_H * m_t * S_{DS} * g \quad \text{Denklem 170}$$

$$\alpha_H = 1.0,\ H_N \leq 105\ m \quad \text{Denklem 171}$$

$$\alpha_H = 2.05 - 0.01\ H_N,\ 105\ m < H_N \leq 155\ m \quad \text{Denklem 172}$$

$$\alpha_H = 0.5,\ 155\ m < H_N \quad \text{Denklem 173}$$

Bizim yapımız, 175 m yüksekliğindedir. $\alpha_H = 0.5$, 155 m < H_N olmakta ve

$$V_{t,min} = 0.04 * 0.5 * m_t * 0.804 * 9.81 \quad \text{Denklem 174}$$

Yapımızın, programdan okunan ağırlığı, 1326225.357 kN'dur. Program tarafından hesaplanan bu ağırlığı, 9.81 m/s² ye bölerek, yapının kütlesini, 135191.1679 ton buluruz. Buradan, Vt,min;

Vt,min = 21326 kN olarak hesaplanmıştır.

Hesap sonucu bulduğumuz, minimum taban kesme kuvvetini, modal analizden bulduğumuz ile karşılaştıralım;

Vtx(X) = 131173.7333 ve Vty(Y) = 85368.3728 kN

Eğer,

$$V_{tx}(X) < \gamma_E\ V_{t,min}(X) \quad \text{Denklem 175}$$

ise, modal analiz için hesaplanan değerin, eşdeğer analize

$$\beta = \gamma_E\ V_{t,min}(X) / V_{tx}(X) > 1 \quad \text{Denklem 176}$$

katsayısı ile çarpılarak, yakınsaklaştırılması gerekiyor idi ve $\gamma E = 1$ olmalı. Fakat bizim binamız için hesap edilen mod birleştirme yöntemi ile doğrusal analiz sonucu elde edilen toplam deprem yükümüz,

$$V_{tx}(X) < \gamma_E\ V_{t,min}(X) \quad \text{Denklem 177}$$

eşitsizliğini aşmaktadır. Yani büyütmemiz gerekmemektedir.

Sırada deprme kontrolleri kapsamında, düzensizlik kontrolleri var.

Yapısal düzensizlik kontrolü:

Yapısal düzensizlikler, TBDY 2018 Tablo 3.6 uyarınca, excel yardımıyla kontrol edilmiştir.

A1 türü düzensizlik, burulma düzensizliği

Tablo 120. Burulma Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2	
Story50	EXP	X	797.045	748.994	1.064	1.2	YOK	Story50	EYP	Y	924.029	876.193	1.055	1.2	YOK
Story49	EXP	X	781.221	733.876	1.065	1.2	YOK	Story49	EYP	Y	909.143	862.007	1.055	1.2	YOK
Story48	EXP	X	765.17	718.548	1.065	1.2	YOK	Story48	EYP	Y	893.917	847.497	1.055	1.2	YOK
Story47	EXP	X	748.892	703.014	1.065	1.2	YOK	Story47	EYP	Y	878.245	832.562	1.055	1.2	YOK
Story46	EXP	X	732.347	687.239	1.066	1.2	YOK	Story46	EYP	Y	862.028	817.11	1.055	1.2	YOK
Story45	EXP	X	715.506	671.198	1.066	1.2	YOK	Story45	EYP	Y	845.2	801.075	1.055	1.2	YOK
Story44	EXP	X	698.349	654.873	1.066	1.2	YOK	Story44	EYP	Y	827.72	784.421	1.055	1.2	YOK
Story43	EXP	X	680.865	638.256	1.067	1.2	YOK	Story43	EYP	Y	809.567	767.13	1.055	1.2	YOK
Story42	EXP	X	663.054	621.346	1.067	1.2	YOK	Story42	EYP	Y	790.741	749.199	1.055	1.2	YOK
Story41	EXP	X	644.919	604.148	1.067	1.2	YOK	Story41	EYP	Y	771.256	730.645	1.056	1.2	YOK
Story40	EXP	X	626.473	586.673	1.068	1.2	YOK	Story40	EYP	Y	751.141	711.495	1.056	1.2	YOK
Story39	EXP	X	607.736	568.94	1.068	1.2	YOK	Story39	EYP	Y	730.437	691.789	1.056	1.2	YOK
Story38	EXP	X	588.732	550.971	1.069	1.2	YOK	Story38	EYP	Y	709.201	671.582	1.056	1.2	YOK
Story37	EXP	X	569.493	532.795	1.069	1.2	YOK	Story37	EYP	Y	687.501	650.939	1.056	1.2	YOK
Story36	EXP	X	550.058	514.449	1.069	1.2	YOK	Story36	EYP	Y	665.422	629.944	1.056	1.2	YOK
Story35	EXP	X	530.453	495.956	1.07	1.2	YOK	Story35	EYP	Y	643.056	608.684	1.056	1.2	YOK
Story34	EXP	X	510.963	477.58	1.07	1.2	YOK	Story34	EYP	Y	620.778	587.516	1.057	1.2	YOK
Story33	EXP	X	491.35	459.102	1.07	1.2	YOK	Story33	EYP	Y	598.3	566.166	1.057	1.2	YOK
Story32	EXP	X	471.665	440.566	1.071	1.2	YOK	Story32	EYP	Y	575.652	544.662	1.057	1.2	YOK
Story31	EXP	X	451.926	421.991	1.071	1.2	YOK	Story31	EYP	Y	552.853	523.022	1.057	1.2	YOK
Story30	EXP	X	432.16	403.401	1.071	1.2	YOK	Story30	EYP	Y	529.935	501.275	1.057	1.2	YOK
Story29	EXP	X	412.398	384.826	1.072	1.2	YOK	Story29	EYP	Y	506.944	479.466	1.057	1.2	YOK
Story28	EXP	X	392.677	366.298	1.072	1.2	YOK	Story28	EYP	Y	483.938	457.648	1.057	1.2	YOK
Story27	EXP	X	373.036	347.855	1.072	1.2	YOK	Story27	EYP	Y	460.988	435.891	1.058	1.2	YOK
Story26	EXP	X	353.529	329.545	1.073	1.2	YOK	Story26	EYP	Y	438.188	414.284	1.058	1.2	YOK
Story25	EXP	X	334.141	311.354	1.073	1.2	YOK	Story25	EYP	Y	415.587	392.876	1.058	1.2	YOK

Tablo 121. Burulma Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Avg Drift mm	Ratio	Kontrol η>1.2	
Story24	EXN	X	315.172	293.764	1.073	1.2	YOK	Story24	EYN	Y	393.792	372.313	1.058	1.2	YOK
Story23	EXN	X	296.553	276.293	1.073	1.2	YOK	Story23	EYN	Y	372.247	351.92	1.058	1.2	YOK
Story22	EXN	X	278.171	259.053	1.074	1.2	YOK	Story22	EYN	Y	350.948	331.766	1.058	1.2	YOK
Story21	EXN	X	260.022	242.04	1.074	1.2	YOK	Story21	EYN	Y	329.853	311.812	1.058	1.2	YOK
Story20	EXN	X	242.121	225.271	1.075	1.2	YOK	Story20	EYN	Y	308.954	292.049	1.058	1.2	YOK
Story19	EXN	X	224.489	208.764	1.075	1.2	YOK	Story19	EYN	Y	288.251	272.476	1.058	1.2	YOK
Story18	EXN	X	207.149	192.542	1.076	1.2	YOK	Story18	EYN	Y	267.756	253.103	1.058	1.2	YOK
Story17	EXN	X	190.13	176.632	1.076	1.2	YOK	Story17	EYN	Y	247.486	233.946	1.058	1.2	YOK
Story16	EXN	X	173.462	161.064	1.077	1.2	YOK	Story16	EYN	Y	227.468	215.03	1.058	1.2	YOK
Story15	EXN	X	157.183	145.871	1.078	1.2	YOK	Story15	EYN	Y	207.733	196.385	1.058	1.2	YOK
Story14	EXN	X	141.332	131.089	1.078	1.2	YOK	Story14	EYN	Y	188.323	178.048	1.058	1.2	YOK
Story13	EXN	X	125.954	116.762	1.079	1.2	YOK	Story13	EYN	Y	169.287	160.067	1.058	1.2	YOK
Story12	EXN	X	111.098	102.934	1.079	1.2	YOK	Story12	EYN	Y	150.684	142.495	1.057	1.2	YOK
Story11	EXN	X	96.829	89.664	1.08	1.2	YOK	Story11	EYN	Y	132.599	125.412	1.057	1.2	YOK
Story10	EXN	X	83.141	76.947	1.081	1.2	YOK	Story10	EYN	Y	115.039	108.825	1.057	1.2	YOK
Story9	EXN	X	70.413	65.131	1.081	1.2	YOK	Story9	EYN	Y	98.531	93.232	1.057	1.2	YOK
Story8	EXN	X	58.346	53.938	1.082	1.2	YOK	Story8	EYN	Y	82.638	78.217	1.057	1.2	YOK
Story7	EXN	X	47.103	43.521	1.082	1.2	YOK	Story7	EYN	Y	67.546	63.953	1.056	1.2	YOK
Story6	EXN	X	36.748	33.937	1.083	1.2	YOK	Story6	EYN	Y	53.347	50.527	1.056	1.2	YOK
Story5	EXN	X	27.372	25.267	1.083	1.2	YOK	Story5	EYN	Y	40.188	38.078	1.055	1.2	YOK
Story4	EXN	X	19.081	17.609	1.084	1.2	YOK	Story4	EYN	Y	28.267	26.79	1.055	1.2	YOK
Story3	EXN	X	12.003	11.075	1.084	1.2	YOK	Story3	EYN	Y	17.843	16.913	1.055	1.2	YOK
Story2	EXN	X	6.294	5.808	1.084	1.2	YOK	Story2	EYN	Y	9.269	8.782	1.055	1.2	YOK
Story1	EXN	X	2.136	1.972	1.083	1.2	YOK	Story1	EYN	Y	3.016	2.851	1.058	1.2	YOK

X ve Y yönü için, hesap edilmiş ve burulma düzensizliği olmadığı tespit edilmiştir.

B2 türü düzensizliği için, A1 türü düzensizlik hesabımız sırasında bulduğumuz, "azaltılmış göreli kat ötelemesi", Δi, lerin, üst kat ve alt kattaki, kat yüksekliğine bölünmüş değerlerini oranlayarak, 2 rakamından büyük olması durumuna göre kontrol edebiliriz.

TBDY 2018 Tablo 3.6 B2 düzensizliği, hesabı ve hesap adımları, aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablolardan da görüleceği üzere, B2 yani yumuşak kat düzensizliği, 2. Kat için mevcuttur.

Tablo 122. Yumuşak Kat Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story50	EXP	X	797.045	x	1.02026	YOK	Story50	EYP	Y	924.029	x	1.01637	YOK
Story49	EXP	X	781.221	0.98015	1.02098	YOK	Story49	EYP	Y	909.143	0.98389	1.01703	YOK
Story48	EXP	X	765.17	0.97945	1.02174	YOK	Story48	EYP	Y	893.917	0.98325	1.01784	YOK
Story47	EXP	X	748.892	0.97873	1.02259	YOK	Story47	EYP	Y	878.245	0.98247	1.01881	YOK
Story46	EXP	X	732.347	0.97791	1.02354	YOK	Story46	EYP	Y	862.028	0.98153	1.01991	YOK
Story45	EXP	X	715.506	0.977	1.02457	YOK	Story45	EYP	Y	845.2	0.98048	1.02112	YOK
Story44	EXP	X	698.349	0.97602	1.02568	YOK	Story44	EYP	Y	827.72	0.97932	1.02242	YOK
Story43	EXP	X	680.865	0.97496	1.02686	YOK	Story43	EYP	Y	809.567	0.97807	1.02381	YOK
Story42	EXP	X	663.054	0.97384	1.02812	YOK	Story42	EYP	Y	790.741	0.97675	1.02526	YOK
Story41	EXP	X	644.919	0.97265	1.02944	YOK	Story41	EYP	Y	771.256	0.97536	1.02678	YOK
Story40	EXP	X	626.473	0.9714	1.03083	YOK	Story40	EYP	Y	751.141	0.97392	1.02834	YOK
Story39	EXP	X	607.736	0.97009	1.03228	YOK	Story39	EYP	Y	730.437	0.97244	1.02994	YOK
Story38	EXP	X	588.732	0.96873	1.03378	YOK	Story38	EYP	Y	709.201	0.97093	1.03156	YOK
Story37	EXP	X	569.493	0.96732	1.03533	YOK	Story37	EYP	Y	687.501	0.9694	1.03318	YOK
Story36	EXP	X	550.058	0.96587	1.03696	YOK	Story36	EYP	Y	665.422	0.96789	1.03478	YOK
Story35	EXP	X	530.453	0.96436	1.03814	YOK	Story35	EYP	Y	643.056	0.96639	1.03589	YOK
Story34	EXP	X	510.963	0.96326	1.03992	YOK	Story34	EYP	Y	620.778	0.96536	1.03757	YOK
Story33	EXP	X	491.35	0.96162	1.04174	YOK	Story33	EYP	Y	598.3	0.96379	1.03934	YOK
Story32	EXP	X	471.665	0.95994	1.04368	YOK	Story32	EYP	Y	575.652	0.96215	1.04124	YOK
Story31	EXP	X	451.926	0.95815	1.04574	YOK	Story31	EYP	Y	552.853	0.96039	1.04325	YOK
Story30	EXP	X	432.16	0.95626	1.04792	YOK	Story30	EYP	Y	529.935	0.95855	1.04535	YOK
Story29	EXP	X	412.398	0.95427	1.05022	YOK	Story29	EYP	Y	506.944	0.95662	1.04754	YOK
Story28	EXP	X	392.677	0.95218	1.05265	YOK	Story28	EYP	Y	483.938	0.95462	1.04978	YOK
Story27	EXP	X	373.036	0.94998	1.05518	YOK	Story27	EYP	Y	460.988	0.95258	1.05203	YOK
Story26	EXP	X	353.529	0.94771	1.05802	YOK	Story26	EYP	Y	438.188	0.95054	1.05438	YOK
Story25	EXP	X	334.141	0.94516	1.05946	YOK	Story25	EYP	Y	415.587	0.94842	1.05514	YOK

Tablo 123. Yumuşak Kat Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story24	EXP	X	315.389	0.94388	1.06279	YOK	Story24	EYP	Y	393.868	0.94774	1.05788	YOK
Story23	EXP	X	296.757	0.94092	1.06608	YOK	Story23	EYP	Y	372.318	0.94529	1.06069	YOK
Story22	EXP	X	278.363	0.93802	1.0698	YOK	Story22	EYP	Y	351.014	0.94278	1.06395	YOK
Story21	EXP	X	260.201	0.93475	1.07393	YOK	Story21	EYP	Y	329.915	0.93989	1.06764	YOK
Story20	EXP	X	242.288	0.93116	1.07854	YOK	Story20	EYP	Y	309.012	0.93664	1.07182	YOK
Story19	EXP	X	224.644	0.92718	1.0837	YOK	Story19	EYP	Y	288.305	0.93299	1.07654	YOK
Story18	EXP	X	207.293	0.92276	1.08951	YOK	Story18	EYP	Y	267.806	0.9289	1.0819	YOK
Story17	EXP	X	190.262	0.91784	1.09609	YOK	Story17	EYP	Y	247.532	0.9243	1.088	YOK
Story16	EXP	X	173.583	0.91234	1.10356	YOK	Story16	EYP	Y	227.51	0.91911	1.095	YOK
Story15	EXP	X	157.293	0.90615	1.11215	YOK	Story15	EYP	Y	207.771	0.91324	1.10307	YOK
Story14	EXP	X	141.431	0.89916	1.12209	YOK	Story14	EYP	Y	188.357	0.90656	1.11245	YOK
Story13	EXP	X	126.043	0.8912	1.13372	YOK	Story13	EYP	Y	169.318	0.89892	1.12345	YOK
Story12	EXP	X	111.176	0.88205	1.14735	YOK	Story12	EYP	Y	150.712	0.89011	1.13639	YOK
Story11	EXP	X	96.898	0.87157	1.16464	YOK	Story11	EYP	Y	132.623	0.87998	1.15265	YOK
Story10	EXP	X	83.2	0.85863	1.18076	YOK	Story10	EYP	Y	115.059	0.86756	1.16753	YOK
Story9	EXP	X	70.463	0.84691	1.20681	YOK	Story9	EYP	Y	98.549	0.85651	1.19232	YOK
Story8	EXP	X	58.388	0.82863	1.23869	YOK	Story8	EYP	Y	82.653	0.8387	1.22344	YOK
Story7	EXP	X	47.137	0.80731	1.2818	YOK	Story7	EYP	Y	67.558	0.81737	1.26617	YOK
Story6	EXP	X	36.774	0.78015	1.34251	YOK	Story6	EYP	Y	53.356	0.78978	1.32743	YOK
Story5	EXP	X	27.392	0.74487	1.43451	YOK	Story5	EYP	Y	40.195	0.75334	1.42172	YOK
Story4	EXP	X	19.095	0.6971	1.58979	YOK	Story4	EYP	Y	28.272	0.70337	1.58422	YOK
Story3	EXP	X	12.011	0.62901	1.90711	YOK	Story3	EYP	Y	17.846	0.63123	1.92513	YOK
Story2	EXP	X	6.298	0.52435	2.94574	VAR	Story2	EYP	Y	9.27	0.51944	3.07361	VAR
Story1	EXP	X	2.138	0.33947	x	YOK	Story1	EYP	Y	3.016	0.32535	x	YOK

Tablo 124. Yumuşak Kat Düzensizliği

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story50	EXN	X	796.388	x	1.02025	YOK	Story50	EYN	Y	923.801	x	1.01637	YOK
Story49	EXN	X	780.583	0.98015	1.02097	YOK	Story49	EYN	Y	908.922	0.98389	1.01703	YOK
Story48	EXN	X	764.55	0.97946	1.02173	YOK	Story48	EYN	Y	893.702	0.98325	1.01784	YOK
Story47	EXN	X	748.292	0.97874	1.02258	YOK	Story47	EYN	Y	878.036	0.98247	1.01881	YOK
Story46	EXN	X	731.766	0.97792	1.02353	YOK	Story46	EYN	Y	861.826	0.98154	1.01991	YOK
Story45	EXN	X	714.943	0.97701	1.02456	YOK	Story45	EYN	Y	845.005	0.98048	1.02112	YOK
Story44	EXN	X	697.805	0.97603	1.02567	YOK	Story44	EYN	Y	827.531	0.97932	1.02242	YOK
Story43	EXN	X	680.34	0.97497	1.02686	YOK	Story43	EYN	Y	809.385	0.97807	1.02381	YOK
Story42	EXN	X	662.546	0.97385	1.02811	YOK	Story42	EYN	Y	790.565	0.97675	1.02526	YOK
Story41	EXN	X	644.43	0.97266	1.02944	YOK	Story41	EYN	Y	771.087	0.97536	1.02678	YOK
Story40	EXN	X	626.003	0.97141	1.03083	YOK	Story40	EYN	Y	750.978	0.97392	1.02834	YOK
Story39	EXN	X	607.283	0.9701	1.03227	YOK	Story39	EYN	Y	730.28	0.97244	1.02994	YOK
Story38	EXN	X	588.297	0.96874	1.03378	YOK	Story38	EYN	Y	709.05	0.97093	1.03156	YOK
Story37	EXN	X	569.075	0.96733	1.03533	YOK	Story37	EYN	Y	687.356	0.9694	1.03318	YOK
Story36	EXN	X	549.658	0.96588	1.03695	YOK	Story36	EYN	Y	665.284	0.96789	1.03478	YOK
Story35	EXN	X	530.07	0.96436	1.03814	YOK	Story35	EYN	Y	642.923	0.96639	1.03588	YOK
Story34	EXN	X	510.596	0.96326	1.03991	YOK	Story34	EYN	Y	620.651	0.96536	1.03757	YOK
Story33	EXN	X	491	0.96162	1.04173	YOK	Story33	EYN	Y	598.178	0.96379	1.03934	YOK
Story32	EXN	X	471.331	0.95994	1.04367	YOK	Story32	EYN	Y	575.537	0.96215	1.04124	YOK
Story31	EXN	X	451.608	0.95815	1.04574	YOK	Story31	EYN	Y	552.743	0.9604	1.04325	YOK
Story30	EXN	X	431.857	0.95627	1.04792	YOK	Story30	EYN	Y	529.83	0.95855	1.04535	YOK
Story29	EXN	X	412.11	0.95427	1.05022	YOK	Story29	EYN	Y	506.845	0.95662	1.04754	YOK
Story28	EXN	X	392.404	0.95218	1.05265	YOK	Story28	EYN	Y	483.843	0.95462	1.04978	YOK
Story27	EXN	X	372.778	0.94999	1.05518	YOK	Story27	EYN	Y	460.898	0.95258	1.05203	YOK
Story26	EXN	X	353.285	0.94771	1.05802	YOK	Story26	EYN	Y	438.103	0.95054	1.05438	YOK
Story25	EXN	X	333.911	0.94516	1.05946	YOK	Story25	EYN	Y	415.508	0.94843	1.05515	YOK

Tablo 125. Yumuşak Kat Düzensizliği

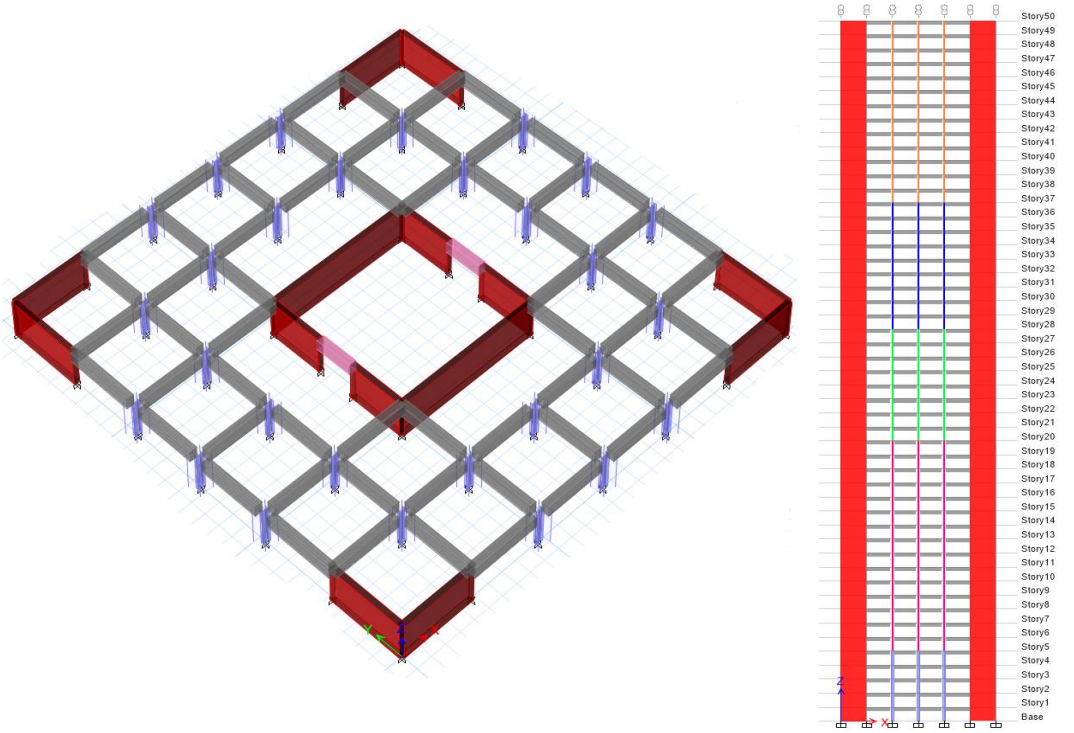
Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	ηkialt	ηkiüst	
Story24	EXN	X	315.172	0.94388	1.06278	YOK	Story24	EYN	Y	393.792	0.94774	1.05788	YOK
Story23	EXN	X	296.553	0.94092	1.06608	YOK	Story23	EYN	Y	372.247	0.94529	1.06069	YOK
Story22	EXN	X	278.171	0.93801	1.0698	YOK	Story22	EYN	Y	350.948	0.94278	1.06395	YOK
Story21	EXN	X	260.022	0.93476	1.07393	YOK	Story21	EYN	Y	329.853	0.93989	1.06764	YOK
Story20	EXN	X	242.121	0.93116	1.07854	YOK	Story20	EYN	Y	308.954	0.93664	1.07182	YOK
Story19	EXN	X	224.489	0.92718	1.08371	YOK	Story19	EYN	Y	288.251	0.93299	1.07654	YOK
Story18	EXN	X	207.149	0.92276	1.08951	YOK	Story18	EYN	Y	267.756	0.9289	1.0819	YOK
Story17	EXN	X	190.13	0.91784	1.09609	YOK	Story17	EYN	Y	247.486	0.9243	1.088	YOK
Story16	EXN	X	173.462	0.91233	1.10357	YOK	Story16	EYN	Y	227.468	0.91911	1.095	YOK
Story15	EXN	X	157.183	0.90615	1.11215	YOK	Story15	EYN	Y	207.733	0.91324	1.10307	YOK
Story14	EXN	X	141.332	0.89916	1.12209	YOK	Story14	EYN	Y	188.323	0.90656	1.11245	YOK
Story13	EXN	X	125.954	0.89119	1.13372	YOK	Story13	EYN	Y	169.287	0.89892	1.12346	YOK
Story12	EXN	X	111.098	0.88205	1.14736	YOK	Story12	EYN	Y	150.684	0.89011	1.13639	YOK
Story11	EXN	X	96.829	0.87156	1.16464	YOK	Story11	EYN	Y	132.599	0.87998	1.15264	YOK
Story10	EXN	X	83.141	0.85864	1.18076	YOK	Story10	EYN	Y	115.039	0.86757	1.16754	YOK
Story9	EXN	X	70.413	0.84691	1.20682	YOK	Story9	EYN	Y	98.531	0.8565	1.19232	YOK
Story8	EXN	X	58.346	0.82863	1.23869	YOK	Story8	EYN	Y	82.638	0.8387	1.22343	YOK
Story7	EXN	X	47.103	0.8073	1.28178	YOK	Story7	EYN	Y	67.546	0.81737	1.26616	YOK
Story6	EXN	X	36.748	0.78016	1.34254	YOK	Story6	EYN	Y	53.347	0.78979	1.32744	YOK
Story5	EXN	X	27.372	0.74486	1.43452	YOK	Story5	EYN	Y	40.188	0.75333	1.42173	YOK
Story4	EXN	X	19.081	0.6971	1.58969	YOK	Story4	EYN	Y	28.267	0.70337	1.58421	YOK
Story3	EXN	X	12.003	0.62906	1.90705	YOK	Story3	EYN	Y	17.843	0.63123	1.92502	YOK
Story2	EXN	X	6.294	0.52437	2.94663	VAR	Story2	EYN	Y	9.269	0.51948	3.07328	VAR
Story1	EXN	X	2.136	0.33937	x	YOK	Story1	EYN	Y	3.016	0.32539	x	YOK

TBDY 2018 uyarınca kontrol edilmesi gereken düzensizliklerden B1 düzensizliği, kesme alanlarının katlar arası oranlarını incelemektedir. Bu kapsamda, kolon, perde ve kagir dolgu duvarların kesme alanları hesaplanacak ve işleme konacaktır.

Bu tez kapsamında, kagir dolgu duvarların mimarisi çizilmemiş, sistemin statik analizinde, kirişlere yük olarak etkitilmiştir. Fakat, yapının tasarımından bu yana, olabildiğince benzer katlı ve simetrik olmasına önem verildiği için, dolgu duvarların ve duvarlardaki boşlukların, her katta aynı olduğu varsayılmıştır.

B1 düzensizliğine dair excel tablosu, yukarıdaki varsayıma dayanarak, dolgu duvarlar hesaba katılmadan, yalnızca kolon ve perdelerin kesme alanlarına göre, hesaplanmış ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

Burada, ilk kat kolonları diğer katlardan farklı, ikinci kat ve yirminci kat arası bir biri ile aynı, yirmi bir ila otuzbeşinci kat birbirinin aynı ve son olarak, otuzbeş ila 50 kat birbirlerinin aynısıdır. Bu sebeple, ηc1-4, ηc5, ηc6-19, ηc20, ηc21-27, ηc28, ηc29-36, ηc37, ηc38-50 hesaplanmıştır.



Şekil 148. 50 Katlı Kompozit Yapı Kesit ve Kat Görüntüsü

Tablo 126. Zayıf Kat Düzensizliği

Kat 1- 4

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	1.1	1.1	33.88
		ΣAw	33.88

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
			X	Y
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								X	Y
							ΣAk	0	0

ΣAk	50.68	53.08
ηc1-4	1	1

Kat 5

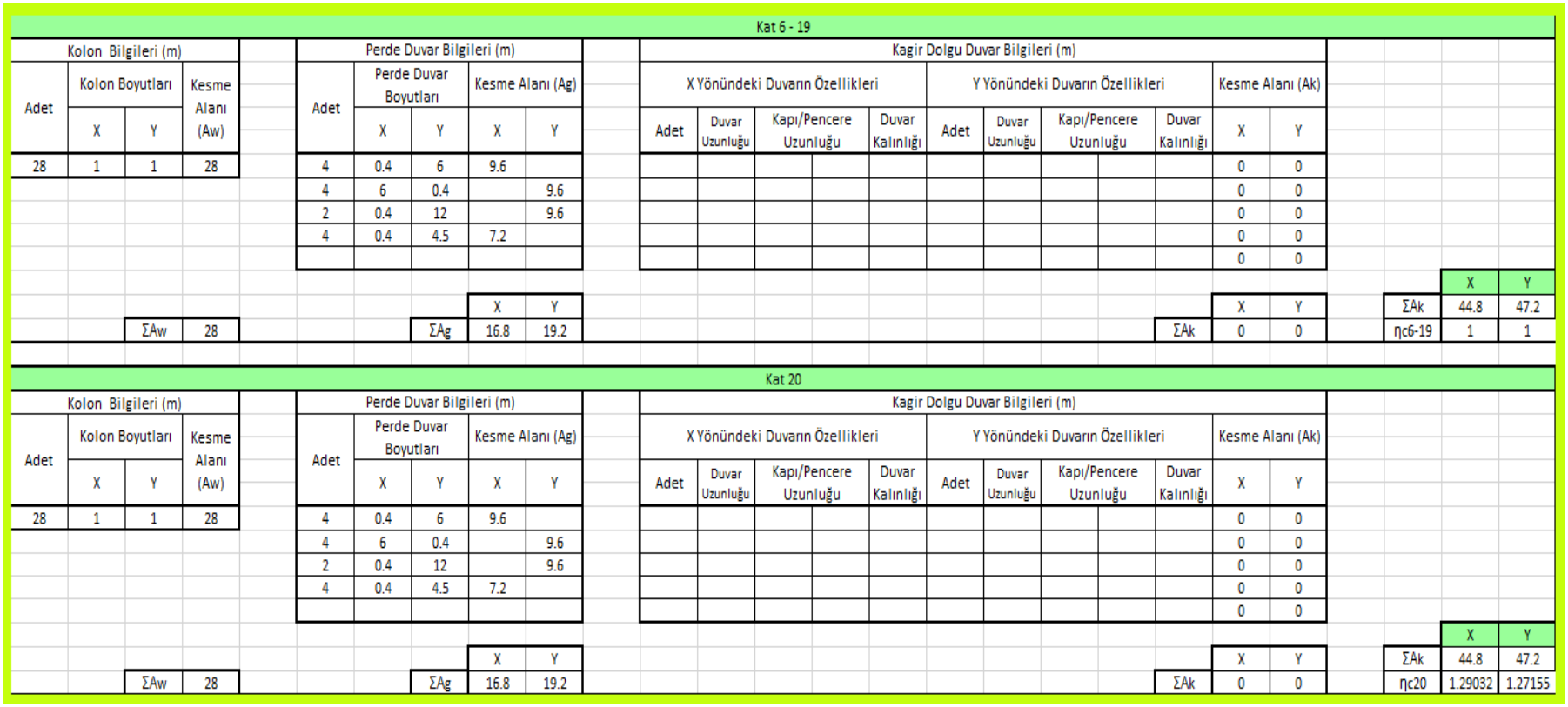
Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	1.1	1.1	33.88
		ΣAw	33.88

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
			X	Y
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)										
X Yönündeki Duvarın Özellikleri				Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu	Duvar Kalınlığı	X	Y
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								0	0
								X	Y
							ΣAk	0	0

ΣAk	50.68	53.08
ηc5	1.13125	1.12458

Tablo 127. Zayıf Kat Düzensizliği



Kat 6 - 19

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	1	1	28
		ΣAw	28

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	44.8	47.2
ηc6-19	1	1

Kat 20

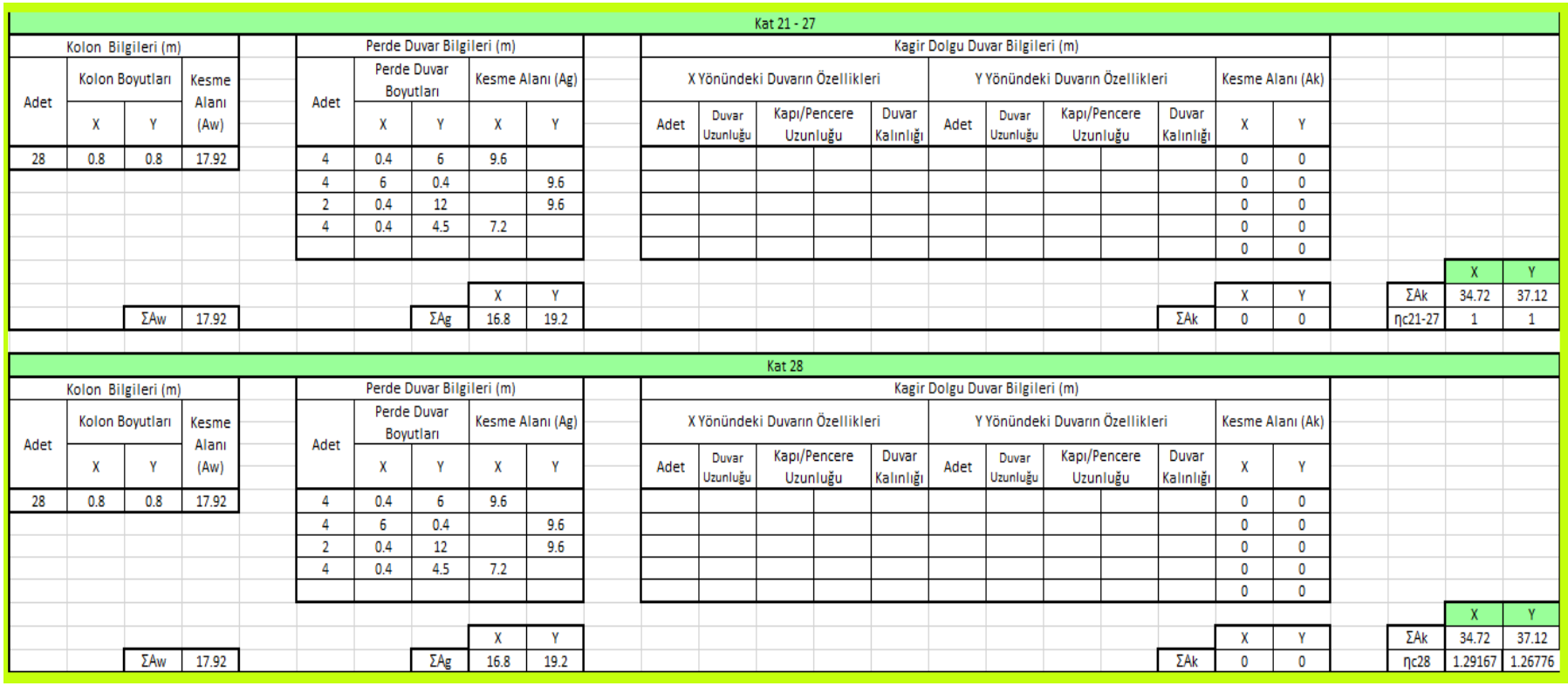
Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	1	1	28
		ΣAw	28

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri				Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	44.8	47.2
ηc20	1.29032	1.27155

Tablo 128. Zayıf Kat Düzensizliği



Kat 21 - 27

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.8	0.8	17.92
		ΣAw	17.92

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri					Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	34.72	37.12
ηc21-27	1	1

Kat 28

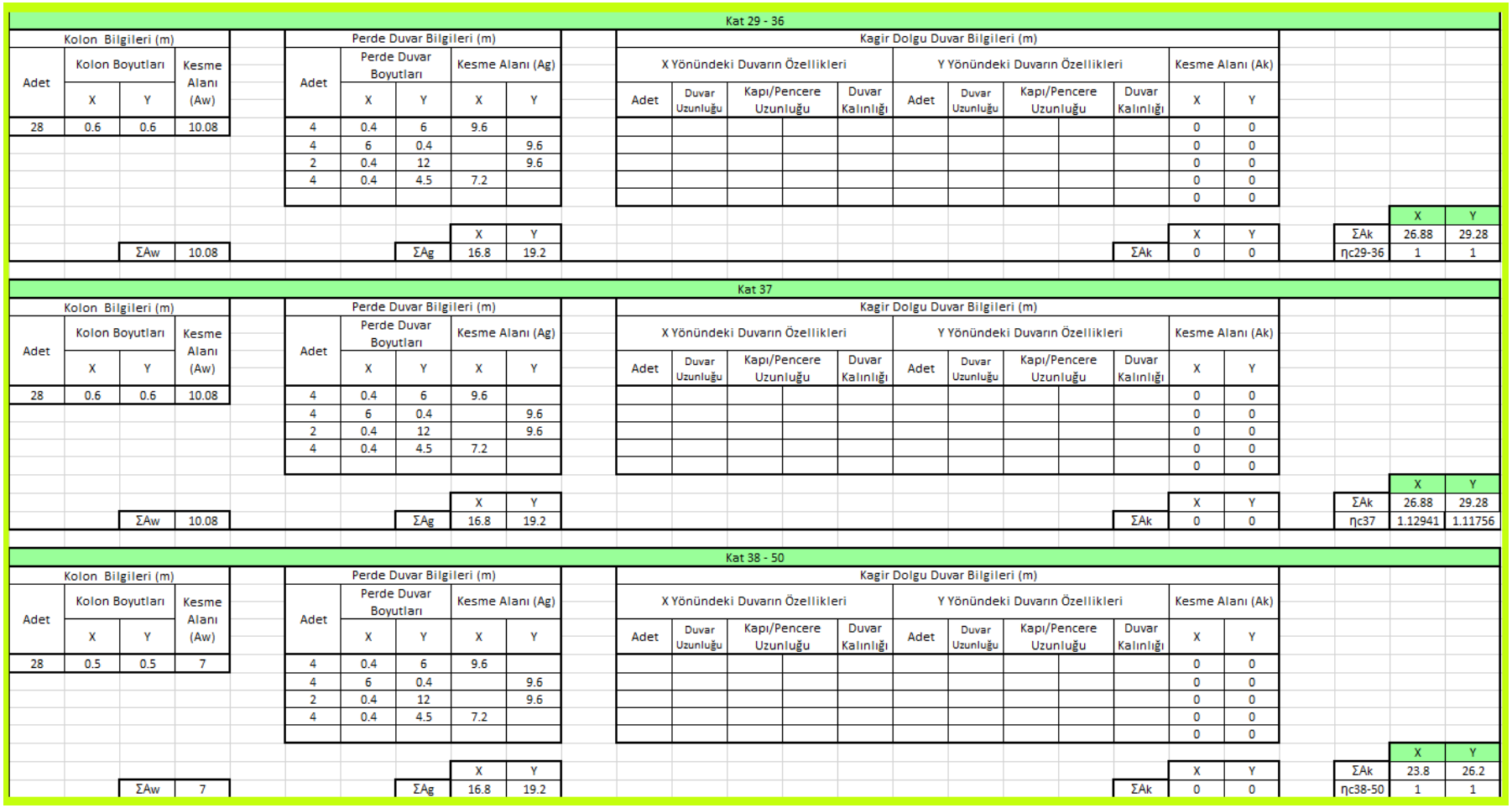
Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.8	0.8	17.92
		ΣAw	17.92

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri					Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	34.72	37.12
ηc28	1.29167	1.26776

Tablo 129. Zayıf Kat Düzensizliği



Kat 29 - 36

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.6	0.6	10.08
		ΣAw	10.08

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri					Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	26.88	29.28
ηc29-36	1	1

Kat 37

Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.6	0.6	10.08
		ΣAw	10.08

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri					Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	26.88	29.28
ηc37	1.12941	1.11756

Kat 38 - 50

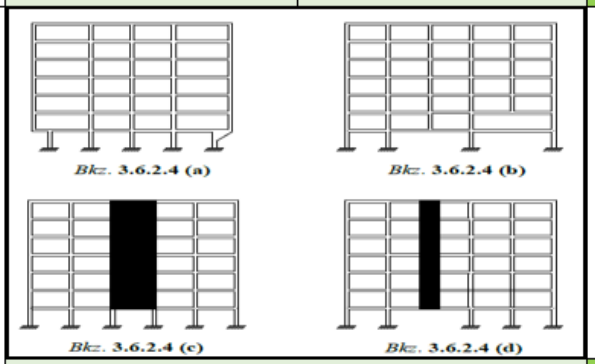
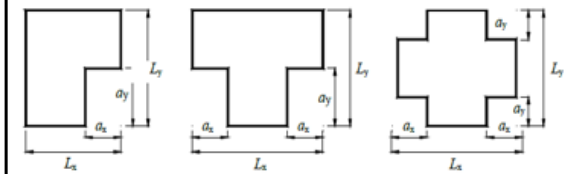
Kolon Bilgileri (m)			
Adet	Kolon Boyutları		Kesme Alanı (Aw)
	X	Y	
28	0.5	0.5	7
		ΣAw	7

Perde Duvar Bilgileri (m)				
Adet	Perde Duvar Boyutları		Kesme Alanı (Ag)	
	X	Y	X	Y
4	0.4	6	9.6	
4	6	0.4		9.6
2	0.4	12		9.6
4	0.4	4.5	7.2	
		ΣAg	16.8	19.2

Kagir Dolgu Duvar Bilgileri (m)												
X Yönündeki Duvarın Özellikleri					Y Yönündeki Duvarın Özellikleri					Kesme Alanı (Ak)	
Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	Adet	Duvar Uzunluğu	Kapı/Pencere Uzunluğu		Duvar Kalınlığı	X	Y
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
										0	0
									ΣAk	0	0

	X	Y
ΣAk	23.8	26.2
ηc38-50	1	1

Tablo 130. 50 Katlı Kompozit Yapı Düzensizlikler Özeti

<table>
<tr><td rowspan="2">A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü</td><td>Δ_{imax}</td><td>Δ_{iort}</td><td></td><td rowspan="2">B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)</td><td>Herhangi Bir Kattaki Etkili Kesme Alanının, Bir Üst Kattaki Etkili Kesme</td><td>Etkili Kesme Alanı= O Katın, Klon ve Perdelerinin ΣYüzey</td><td></td></tr>
<tr><td>15.112</td><td>14.554</td><td>OK</td><td>i. Kat Etkili Kesme Alanı</td><td>i+1. Kat Etkili Kesme Alanı</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="5">A2 Döşeme Süreksizlikleri</td><td>Kat Brüt Alanı</td><td>Σboşluk Alanları</td><td></td><td>84</td><td>61.32</td><td>OK</td></tr>
<tr><td>900</td><td>100</td><td>OK</td><td rowspan="3">B2 Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)</td><td colspan="2">Herhangi Bir i. Kattaki Ortalama Göreli Kat</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Deprem Yüklerinin, Düşey Taşıyıcı Elemanlarına Güvenle Aktarılabilmesini Güçlendiren Yerel Döşeme Boşlukları</td><td></td><td>(Δi(X)/hi)ort</td><td>(Δi±1(X)/hi±1)ort</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">YOK</td><td>OK</td><td>0.07181</td><td>2.2502</td><td>NOT OK</td></tr>
<tr><td rowspan="4">A3 Planda Çıkıntılar Bulunması</td><td colspan="2">Döşemenin Düzlem İçi Rijitlik Dayanımında Ani Azalmalar</td><td></td><td rowspan="4">B3 Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği</td><td colspan="2" rowspan="3">
Bkz. 3.6.2.4 (a)
Bkz. 3.6.2.4 (b)
Bkz. 3.6.2.4 (c)
Bkz. 3.6.2.4 (d)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">YOK</td><td>OK</td></tr>
<tr><td colspan="2" rowspan="2">
A3 türü düzensizlik durumu:
$a_x > 0.2\,L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2\,L_y$</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>ax>0.2Lx = HAYIR</td><td>ay>0.2Ly=HAYIR</td><td>OK</td><td colspan="2">Herhangi Biri= YOK</td><td>OK</td></tr>
</table>

Etkin göreli kat ötelemesi:

TBDY 2018 4.9.1 uyarınca; etkin göreli kat ötelemeleri, kat bazında;

$$\Delta_i = U_i - U_{i-1} \quad \text{Denklem 178}$$

olarak hesaplanırken, i. Kata ait kolon veya perdeler bazında;

$$\sigma_i = (R/I)*\Delta_i \quad \text{Denklem 179}$$

olarak hesaplanır. Hesaplanan bu "göreli kat ötelemeleri", ötelemeyi sınırlandırmak amacıyla, belirli sınırlar dahilinde tutulur. Aşağıda verilen, sınırlandırma değerinin, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanır:

$$\lambda*\sigma_{i,max}/h_i \leq 0.008\kappa \quad \text{Denklem 180}$$

Formülde yer alan,

$$\lambda = \text{Sae(T) DD-3 / Sae(T) DD-2} \quad \text{Denklem 181}$$

κ betonarme yapılar için; 1, çelik yapılar için; 0.5 olur.

Tüm bu formülleri toparlarsak,

$$\Delta_{i,max}(X) \leq 0.016\kappa * h_i*(I/R)*(\text{Sae(T)x DD-2} / \text{Sae(T)x DD-3}) \quad \text{Denklem 182}$$

bulunur.

$$\text{Sae(T)x DD-2} = S_{D1}/T_x = 0.198/5.737 = 0.033 \quad \text{Denklem 183}$$

$$\text{Sae(T)y DD-2} = S_{D1}/T_y = 0.198/6.338 = 0.030 \quad \text{Denklem 184}$$

$$Sae(T)x\ DD\text{-}3 = S_{D1}/Tx = 0.081/5.737 = 0.014 \quad \text{Denklem 185}$$

$$Sae(T)y\ DD\text{-}3 = S_{D1}/Ty = 0.081/6.338 = 0.012 \quad \text{Denklem 186}$$

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016*3.5*(1/6)*(\ 0.033/\ 0.014) = 0.022 \quad \text{Denklem 187}$$

$$\Delta i,max\ (Y) \leq 0.016*3.5*(1/8)*(\ 0.030/\ 0.012) = 0.0175 \quad \text{Denklem 188}$$

Etkin göreli kat ötelemelerine dair hesaplar ve sınırlandırmalar aşağıdaki gibi bulunmuştur:

Aşağıdaki tablolarda görüldüğü üzere, etkin göreli kat ötelemesi sınır şartını sağlanmıştır. Sağlanmasaydı, TBDY 2018 4.9.1.6 uyarınca, taşıyıcı sistem rijitliği arttırılarak, deprem hesaplarının tekrar edilmesi gerekmektedir.

Fakat burada dikkat edilmesi gereken konu;

$$\Delta i,max\ (X) \leq 0.016\kappa *hi*(I/R)*(\ Sae(T)x\ DD\text{-}2\ /\ Sae(T)x\ DD\text{-}3) \quad \text{Denklem 189}$$

Denklemindeki 0.016 katsayısı, arada derz bulunan duvarlar içindir. Bilindiği üzere, kolonlar arasında duvar derzsiz dolgu duvar olarak yapıldığında, o kesitteki, ötelemeyi bir kısım engeller. Bu da ötelemenin daha düşük çıkmasına neden olur. Derzli bir duvar bulunması ise, ötelemenin engellenmediği anlamına gelir. Bu durumda daha yüksek bir öteleme çıkar. Bu sebeple TBDY 2018 kapsamında bu iki durum ayrı ayrı değerlendirilmek suretiyle, derzsiz duvarlar için katsayı 0.008; derzli duvarlar için ise, 0.016 olarak alınmıştır. Bu tez kapsamında yapıdaki duvarlar derzli kabul edilmiş ve katsayı 0.016 alınmıştır.

Tablo 131. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story50	EXP	X	0.004521	0.004521	0.022	OK	Story50	EYP	Y	0.004253	0.004253	0.0175	OK
Story50	EXN	X	0.004516				Story50	EYN	Y	0.004251			
Story49	EXP	X	0.004586	0.004586	0.022	OK	Story49	EYP	Y	0.00435	0.00435	0.0175	OK
Story49	EXN	X	0.004581				Story49	EYN	Y	0.004348			
Story48	EXP	X	0.004651	0.004651	0.022	OK	Story48	EYP	Y	0.004478	0.004478	0.0175	OK
Story48	EXN	X	0.004645				Story48	EYN	Y	0.004476			
Story47	EXP	X	0.004727	0.004727	0.022	OK	Story47	EYP	Y	0.004633	0.004633	0.0175	OK
Story47	EXN	X	0.004722				Story47	EYN	Y	0.004632			
Story46	EXP	X	0.004812	0.004812	0.022	OK	Story46	EYP	Y	0.004808	0.004808	0.0175	OK
Story46	EXN	X	0.004806				Story46	EYN	Y	0.004806			
Story45	EXP	X	0.004902	0.004902	0.022	OK	Story45	EYP	Y	0.004994	0.004994	0.0175	OK
Story45	EXN	X	0.004897				Story45	EYN	Y	0.004993			
Story44	EXP	X	0.004995	0.004995	0.022	OK	Story44	EYP	Y	0.005186	0.005186	0.0175	OK
Story44	EXN	X	0.00499				Story44	EYN	Y	0.005185			
Story43	EXP	X	0.005089	0.005089	0.022	OK	Story43	EYP	Y	0.005379	0.005379	0.0175	OK
Story43	EXN	X	0.005084				Story43	EYN	Y	0.005377			
Story42	EXP	X	0.005181	0.005181	0.022	OK	Story42	EYP	Y	0.005567	0.005567	0.0175	OK
Story42	EXN	X	0.005176				Story42	EYN	Y	0.005565			
Story41	EXP	X	0.00527	0.00527	0.022	OK	Story41	EYP	Y	0.005747	0.005747	0.0175	OK
Story41	EXN	X	0.005265				Story41	EYN	Y	0.005745			
Story40	EXP	X	0.005354	0.005354	0.022	OK	Story40	EYP	Y	0.005915	0.005915	0.0175	OK
Story40	EXN	X	0.005348				Story40	EYN	Y	0.005914			
Story39	EXP	X	0.00543	0.00543	0.022	OK	Story39	EYP	Y	0.006068	0.006068	0.0175	OK
Story39	EXN	X	0.005425				Story39	EYN	Y	0.006066			
Story38	EXP	X	0.005497	0.005497	0.022	OK	Story38	EYP	Y	0.0062	0.0062	0.0175	OK
Story38	EXN	X	0.005492				Story38	EYN	Y	0.006198			
Story37	EXP	X	0.005553	0.005553	0.022	OK	Story37	EYP	Y	0.006308	0.006308	0.0175	OK
Story37	EXN	X	0.005548				Story37	EYN	Y	0.006306			
Story36	EXP	X	0.005601	0.005601	0.022	OK	Story36	EYP	Y	0.006391	0.006391	0.0175	OK
Story36	EXN	X	0.005596				Story36	EYN	Y	0.006389			

Tablo 132. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story35	EXP	X	0.005569	0.00557	0.022	OK	Story35	EYP	Y	0.006365	0.00637	0.0175	OK
Story35	EXN	X	0.005564				Story35	EYN	Y	0.006363			
Story34	EXP	X	0.005604	0.0056	0.022	OK	Story34	EYP	Y	0.006422	0.00642	0.0175	OK
Story34	EXN	X	0.005599				Story34	EYN	Y	0.006421			
Story33	EXP	X	0.005624	0.00562	0.022	OK	Story33	EYP	Y	0.006471	0.00647	0.0175	OK
Story33	EXN	X	0.00562				Story33	EYN	Y	0.006469			
Story32	EXP	X	0.00564	0.00564	0.022	OK	Story32	EYP	Y	0.006514	0.00651	0.0175	OK
Story32	EXN	X	0.005635				Story32	EYN	Y	0.006513			
Story31	EXP	X	0.005647	0.00565	0.022	OK	Story31	EYP	Y	0.006548	0.00655	0.0175	OK
Story31	EXN	X	0.005643				Story31	EYN	Y	0.006546			
Story30	EXP	X	0.005646	0.00565	0.022	OK	Story30	EYP	Y	0.006569	0.00657	0.0175	OK
Story30	EXN	X	0.005642				Story30	EYN	Y	0.006567			
Story29	EXP	X	0.005635	0.00564	0.022	OK	Story29	EYP	Y	0.006573	0.00657	0.0175	OK
Story29	EXN	X	0.00563				Story29	EYN	Y	0.006572			
Story28	EXP	X	0.005612	0.00561	0.022	OK	Story28	EYP	Y	0.006557	0.00656	0.0175	OK
Story28	EXN	X	0.005607				Story28	EYN	Y	0.006556			
Story27	EXP	X	0.005574	0.00557	0.022	OK	Story27	EYP	Y	0.006514	0.00651	0.0175	OK
Story27	EXN	X	0.005569				Story27	EYN	Y	0.006513			
Story26	EXP	X	0.005539	0.00554	0.022	OK	Story26	EYP	Y	0.006457	0.00646	0.0175	OK
Story26	EXN	X	0.005536				Story26	EYN	Y	0.006456			
Story25	EXP	X	0.005358	0.00536	0.022	OK	Story25	EYP	Y	0.006206	0.00621	0.0175	OK
Story25	EXN	X	0.005354				Story25	EYN	Y	0.006204			
Story24	EXP	X	0.005323	0.00532	0.022	OK	Story24	EYP	Y	0.006157	0.00616	0.0175	OK
Story24	EXN	X	0.00532				Story24	EYN	Y	0.006156			
Story23	EXP	X	0.005255	0.00526	0.022	OK	Story23	EYP	Y	0.006087	0.00609	0.0175	OK
Story23	EXN	X	0.005252				Story23	EYN	Y	0.006085			
Story22	EXP	X	0.005189	0.00519	0.022	OK	Story22	EYP	Y	0.006028	0.00603	0.0175	OK
Story22	EXN	X	0.005186				Story22	EYN	Y	0.006027			
Story21	EXP	X	0.005118	0.00512	0.022	OK	Story21	EYP	Y	0.005972	0.00597	0.0175	OK
Story21	EXN	X	0.005115				Story21	EYN	Y	0.005971			
Story20	EXP	X	0.005041	0.00504	0.022	OK	Story20	EYP	Y	0.005916	0.00592	0.0175	OK
Story20	EXN	X	0.005038				Story20	EYN	Y	0.005915			
Story19	EXP	X	0.004958	0.00496	0.022	OK	Story19	EYP	Y	0.005857	0.00586	0.0175	OK
Story19	EXN	X	0.004954				Story19	EYN	Y	0.005856			

Tablo 133. Etkin Göreli Kat Ötelemesi

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	Δsınır	
Story18	EXP	X	0.004866	0.00487	0.022	OK	Story18	EYP	Y	0.005792	0.00579	0.0175	OK
Story18	EXN	X	0.004863				Story18	EYN	Y	0.005791			
Story17	EXP	X	0.004765	0.00477	0.022	OK	Story17	EYP	Y	0.005721	0.00572	0.0175	OK
Story17	EXN	X	0.004762				Story17	EYN	Y	0.00572			
Story16	EXP	X	0.004654	0.00465	0.022	OK	Story16	EYP	Y	0.00564	0.00564	0.0175	OK
Story16	EXN	X	0.004651				Story16	EYN	Y	0.005638			
Story15	EXP	X	0.004532	0.00453	0.022	OK	Story15	EYP	Y	0.005547	0.00555	0.0175	OK
Story15	EXN	X	0.004529				Story15	EYN	Y	0.005546			
Story14	EXP	X	0.004397	0.0044	0.022	OK	Story14	EYP	Y	0.00544	0.00544	0.0175	OK
Story14	EXN	X	0.004394				Story14	EYN	Y	0.005439			
Story13	EXP	X	0.004247	0.00425	0.022	OK	Story13	EYP	Y	0.005316	0.00532	0.0175	OK
Story13	EXN	X	0.004245				Story13	EYN	Y	0.005315			
Story12	EXP	X	0.00408	0.00408	0.022	OK	Story12	EYP	Y	0.005168	0.00517	0.0175	OK
Story12	EXN	X	0.004077				Story12	EYN	Y	0.005167			
Story11	EXP	X	0.003914	0.00391	0.022	OK	Story11	EYP	Y	0.005018	0.00502	0.0175	OK
Story11	EXN	X	0.003911				Story11	EYN	Y	0.005017			
Story10	EXP	X	0.003639	0.00364	0.022	OK	Story10	EYP	Y	0.004717	0.00472	0.0175	OK
Story10	EXN	X	0.003637				Story10	EYN	Y	0.004716			
Story9	EXP	X	0.00345	0.00345	0.022	OK	Story9	EYP	Y	0.004542	0.00454	0.0175	OK
Story9	EXN	X	0.003448				Story9	EYN	Y	0.004541			
Story8	EXP	X	0.003215	0.00322	0.022	OK	Story8	EYP	Y	0.004313	0.00431	0.0175	OK
Story8	EXN	X	0.003212				Story8	EYN	Y	0.004312			
Story7	EXP	X	0.002961	0.00296	0.022	OK	Story7	EYP	Y	0.004058	0.00406	0.0175	OK
Story7	EXN	X	0.002959				Story7	EYN	Y	0.004057			
Story6	EXP	X	0.002681	0.00268	0.022	OK	Story6	EYP	Y	0.00376	0.00376	0.0175	OK
Story6	EXN	X	0.002679				Story6	EYN	Y	0.00376			
Story5	EXP	X	0.00237	0.00237	0.022	OK	Story5	EYP	Y	0.003407	0.00341	0.0175	OK
Story5	EXN	X	0.002369				Story5	EYN	Y	0.003406			
Story4	EXP	X	0.002024	0.00202	0.022	OK	Story4	EYP	Y	0.002979	0.00298	0.0175	OK
Story4	EXN	X	0.002022				Story4	EYN	Y	0.002978			
Story3	EXP	X	0.001632	0.00163	0.022	OK	Story3	EYP	Y	0.00245	0.00245	0.0175	OK
Story3	EXN	X	0.001631				Story3	EYN	Y	0.00245			
Story2	EXP	X	0.001189	0.00119	0.022	OK	Story2	EYP	Y	0.001787	0.00179	0.0175	OK
Story2	EXN	X	0.001188				Story2	EYN	Y	0.001787			
Story1	EXP	X	0.000611	0.00061	0.022	OK	Story1	EYP	Y	0.000862	0.00086	0.0175	OK
Story1	EXN	X	0.00061				Story1	EYN	Y	0.000862			

İkinci mertebe etkilerinin kontrolü:

TBDY 2018 4.9.2 uyarınca, ikinci mertebe gösterge değeri,

$$\theta_{2,i} = \Delta_{i,ort} * \Sigma w_k / V_i * h_i \quad \text{Denklem 190}$$

olarak hesaplanır. Yapıdaki tüm katlar için bulunan "ikinci mertebe gösterge değeri" maksimumu, TBDY 2018 4.9.2.2 uyarınca, şu değeri sağlamak zorundadır:

$$\theta_{2,max} \leq 0.12*D/C_h*R \quad \text{Denklem 191}$$

→ C_h = kompozit kolonlu ve çelik yapılar için, 1; betonarme yapılar için, 0.5 alınmıştır.

Eğer bu koşul sağlanamaz ise, gözönüne alınan doğrultudaki (X veya Y) tüm iç kuvvetler, β_2 katsayısı ile çarpılarak, arttırılmıştır:

$$\beta_2 = 0.88+ (C_h*R/D)* \theta_{2,max} \geq 1 \quad \text{Denklem 192}$$

veya taşıyıcı sistem rijitlik ve/veya dayanımı arttırılarak, deprem hesabı tekrarlanabilir.

Yapıya ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri, aşağıda verilmiştir:

Tablo 134. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story50	EXP	X	0.004318	0.004318	25817.22	3500	-46852.1	-6.79822E-07	0.05	OK	Story50	EYP	Y	0.004029	0.004029	25817.22	3500	-46852.1	-6.34322E-07	0.045	OK
Story50	EXN	X	0.004313								Story50	EYN	Y	0.004027							
Story49	EXP	X	0.004435	0.004435	25955.04	3500	-46852.1	-7.0197E-07	0.05	OK	Story49	EYP	Y	0.004177	0.004177	25955.04	3500	-46852.1	-6.61134E-07	0.045	OK
Story49	EXN	X	0.00443								Story49	EYN	Y	0.004175							
Story48	EXP	X	0.004528	0.004528	25955.04	3500	-46852.1	-7.1669E-07	0.05	OK	Story48	EYP	Y	0.004341	0.004341	25955.04	3500	-46852.1	-6.87092E-07	0.045	OK
Story48	EXN	X	0.004523								Story48	EYN	Y	0.004339							
Story47	EXP	X	0.004639	0.004639	25955.04	3500	-46852.1	-7.34259E-07	0.05	OK	Story47	EYP	Y	0.004537	0.004537	25955.04	3500	-46852.1	-7.18115E-07	0.045	OK
Story47	EXN	X	0.004634								Story47	EYN	Y	0.004536							
Story46	EXP	X	0.004762	0.004762	25955.04	3500	-46852.1	-7.53728E-07	0.05	OK	Story46	EYP	Y	0.004753	0.004753	25955.04	3500	-46852.1	-7.52303E-07	0.045	OK
Story46	EXN	X	0.004757								Story46	EYN	Y	0.004752							
Story45	EXP	X	0.004892	0.004892	25955.04	3500	-46852.1	-7.74304E-07	0.05	OK	Story45	EYP	Y	0.004981	0.004981	25955.04	3500	-46852.1	-7.88391E-07	0.045	OK
Story45	EXN	X	0.004887								Story45	EYN	Y	0.004979							
Story44	EXP	X	0.005027	0.005027	25955.04	3500	-46852.1	-7.95672E-07	0.05	OK	Story44	EYP	Y	0.005214	0.005214	25955.04	3500	-46852.1	-8.2527E-07	0.045	OK
Story44	EXN	X	0.005022								Story44	EYN	Y	0.005212							
Story43	EXP	X	0.005165	0.005165	25955.04	3500	-46852.1	-8.17514E-07	0.05	OK	Story43	EYP	Y	0.005447	0.005447	25955.04	3500	-46852.1	-8.62149E-07	0.045	OK
Story43	EXN	X	0.00516								Story43	EYN	Y	0.005445							
Story42	EXP	X	0.005302	0.005302	25955.04	3500	-46852.1	-8.39199E-07	0.05	OK	Story42	EYP	Y	0.005676	0.005676	25955.04	3500	-46852.1	-8.98395E-07	0.045	OK
Story42	EXN	X	0.005298								Story42	EYN	Y	0.005674							
Story41	EXP	X	0.005438	0.005438	25955.04	3500	-46852.1	-8.60725E-07	0.05	OK	Story41	EYP	Y	0.005897	0.005897	25955.04	3500	-46852.1	-9.33375E-07	0.045	OK
Story41	EXN	X	0.005433								Story41	EYN	Y	0.005895							
Story40	EXP	X	0.005569	0.005569	25955.04	3500	-46852.1	-8.81459E-07	0.05	OK	Story40	EYP	Y	0.006108	0.006108	25955.04	3500	-46852.1	-9.66772E-07	0.045	OK
Story40	EXN	X	0.005564								Story40	EYN	Y	0.006106							
Story39	EXP	X	0.005694	0.005694	25955.04	3500	-46852.1	-9.01244E-07	0.05	OK	Story39	EYP	Y	0.006305	0.006305	25955.04	3500	-46852.1	-9.97953E-07	0.045	OK
Story39	EXN	X	0.005689								Story39	EYN	Y	0.006303							
Story38	EXP	X	0.005812	0.005812	25955.04	3500	-46852.1	-9.19921E-07	0.05	OK	Story38	EYP	Y	0.006486	0.006486	25955.04	3500	-46852.1	-1.0266E-06	0.045	OK
Story38	EXN	X	0.005807								Story38	EYN	Y	0.006485							
Story37	EXP	X	0.005917	0.005917	25955.04	3500	-46852.1	-9.36541E-07	0.05	OK	Story37	EYP	Y	0.006645	0.006645	25955.04	3500	-46852.1	-1.05177E-06	0.045	OK
Story37	EXN	X	0.005912								Story37	EYN	Y	0.006643							

Tablo 135. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story36	EXP	X	0.006039	0.006039	25955.04	3500	-46852.1	-9.55851E-07	0.05	OK	Story36	EYP	Y	0.006808	0.006808	25955.04	3500	-46852.1	-1.07757E-06	0.045	OK
Story36	EXN	X	0.006034								Story36	EYN	Y	0.006807							
Story35	EXP	X	0.006035	0.006035	26174.5	3500	-46852.1	-9.63294E-07	0.05	OK	Story35	EYP	Y	0.006812	0.006812	26174.5	3500	-46852.1	-1.08732E-06	0.045	OK
Story35	EXN	X	0.00603								Story35	EYN	Y	0.006811							
Story34	EXP	X	0.006143	0.006143	26174.5	3500	-46852.1	-9.80533E-07	0.05	OK	Story34	EYP	Y	0.006953	0.006953	26174.5	3500	-46852.1	-1.10982E-06	0.045	OK
Story34	EXN	X	0.006138								Story34	EYN	Y	0.006951							
Story33	EXP	X	0.006216	0.006216	26174.5	3500	-46852.1	-9.92185E-07	0.05	OK	Story33	EYP	Y	0.00706	0.00706	26174.5	3500	-46852.1	-1.1269E-06	0.045	OK
Story33	EXN	X	0.006211								Story33	EYN	Y	0.007058							
Story32	EXP	X	0.006286	0.006286	26174.5	3500	-46852.1	-1.00336E-06	0.05	OK	Story32	EYP	Y	0.007164	0.007164	26174.5	3500	-46852.1	-1.1435E-06	0.045	OK
Story32	EXN	X	0.006282								Story32	EYN	Y	0.007163							
Story31	EXP	X	0.006349	0.006349	26174.5	3500	-46852.1	-1.01341E-06	0.05	OK	Story31	EYP	Y	0.007261	0.007261	26174.5	3500	-46852.1	-1.15899E-06	0.045	OK
Story31	EXN	X	0.006344								Story31	EYN	Y	0.00726							
Story30	EXP	X	0.006403	0.006403	26174.5	3500	-46852.1	-1.02203E-06	0.05	OK	Story30	EYP	Y	0.00735	0.00735	26174.5	3500	-46852.1	-1.17319E-06	0.045	OK
Story30	EXN	X	0.006398								Story30	EYN	Y	0.007348							
Story29	EXP	X	0.006448	0.006448	26174.5	3500	-46852.1	-1.02922E-06	0.05	OK	Story29	EYP	Y	0.007428	0.007428	26174.5	3500	-46852.1	-1.18564E-06	0.045	OK
Story29	EXN	X	0.006444								Story29	EYN	Y	0.007426							
Story28	EXP	X	0.006484	0.006484	26174.5	3500	-46852.1	-1.03496E-06	0.05	OK	Story28	EYP	Y	0.007495	0.007495	26174.5	3500	-46852.1	-1.19634E-06	0.045	OK
Story28	EXN	X	0.006479								Story28	EYN	Y	0.007494							
Story27	EXP	X	0.006509	0.006509	26174.5	3500	-46852.1	-1.03895E-06	0.05	OK	Story27	EYP	Y	0.007551	0.007551	26174.5	3500	-46852.1	-1.20528E-06	0.045	OK
Story27	EXN	X	0.006505								Story27	EYN	Y	0.00755							
Story26	EXP	X	0.006524	0.006524	26174.5	3500	-46852.1	-1.04135E-06	0.05	OK	Story26	EYP	Y	0.007595	0.007595	26174.5	3500	-46852.1	-1.2123E-06	0.045	OK
Story26	EXN	X	0.00652								Story26	EYN	Y	0.007593							
Story25	EXP	X	0.006528	0.006528	26174.5	3500	-46852.1	-1.04199E-06	0.05	OK	Story25	EYP	Y	0.007625	0.007625	26174.5	3500	-46852.1	-1.21709E-06	0.045	OK
Story25	EXN	X	0.006524								Story25	EYN	Y	0.007623							
Story24	EXP	X	0.00652	0.00652	26174.5	3500	-46852.1	-1.04071E-06	0.05	OK	Story24	EYP	Y	0.007641	0.007641	26174.5	3500	-46852.1	-1.21964E-06	0.045	OK
Story24	EXN	X	0.006515								Story24	EYN	Y	0.00764							
Story23	EXP	X	0.006499	0.006499	26174.5	3500	-46852.1	-1.03736E-06	0.05	OK	Story23	EYP	Y	0.007643	0.007643	26174.5	3500	-46852.1	-1.21996E-06	0.045	OK
Story23	EXN	X	0.006495								Story23	EYN	Y	0.007641							
Story22	EXP	X	0.00646	0.00646	26174.5	3500	-46852.1	-1.03113E-06	0.05	OK	Story22	EYP	Y	0.007623	0.007623	26174.5	3500	-46852.1	-1.21677E-06	0.045	OK
Story22	EXN	X	0.006456								Story22	EYN	Y	0.007622							

Tablo 136. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story21	EXP	X	0.006448	0.006448	26174.5	3500	-46852.1	-1.02922E-06	0.05	OK
Story21	EXN	X	0.006443							
Story20	EXP	X	0.006278	0.006278	26174.5	3500	-46852.1	-1.00208E-06	0.05	OK
Story20	EXN	X	0.006274							
Story19	EXP	X	0.006246	0.006246	26174.5	3500	-46852.1	-9.96974E-07	0.05	OK
Story19	EXN	X	0.006242							
Story18	EXP	X	0.006165	0.006165	26174.5	3500	-46852.1	-9.84045E-07	0.05	OK
Story18	EXN	X	0.006161							
Story17	EXP	X	0.006073	0.006073	26174.5	3500	-46852.1	-9.6936E-07	0.05	OK
Story17	EXN	X	0.006069							
Story16	EXP	X	0.005968	0.005968	26174.5	3500	-46852.1	-9.526E-07	0.05	OK
Story16	EXN	X	0.005964							
Story15	EXP	X	0.005849	0.005849	26174.5	3500	-46852.1	-9.33605E-07	0.05	OK
Story15	EXN	X	0.005845							
Story14	EXP	X	0.005713	0.005713	26174.5	3500	-46852.1	-9.11897E-07	0.05	OK
Story14	EXN	X	0.005709							
Story13	EXP	X	0.005558	0.005558	26174.5	3500	-46852.1	-8.87157E-07	0.05	OK
Story13	EXN	X	0.005554							
Story12	EXP	X	0.005383	0.005383	26174.5	3500	-46852.1	-8.59223E-07	0.05	OK
Story12	EXN	X	0.00538							
Story11	EXP	X	0.005186	0.005186	26174.5	3500	-46852.1	-8.27779E-07	0.05	OK
Story11	EXN	X	0.005182							
Story10	EXP	X	0.004963	0.004963	27454.5	3500	-46852.1	-8.30924E-07	0.05	OK
Story10	EXN	X	0.004959							
Story9	EXP	X	0.004711	0.004711	27454.5	3500	-46852.1	-7.88733E-07	0.05	OK
Story9	EXN	X	0.004708							

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story21	EYP	Y	0.007628	0.007628	26174.5	3500	-46852.1	-1.21757E-06	0.045	OK
Story21	EYN	Y	0.007627							
Story20	EYP	Y	0.00744	0.00744	26174.5	3500	-46852.1	-1.18756E-06	0.045	OK
Story20	EYN	Y	0.007439							
Story19	EYP	Y	0.00743	0.00743	26174.5	3500	-46852.1	-1.18596E-06	0.045	OK
Story19	EYN	Y	0.007429							
Story18	EYP	Y	0.007376	0.007376	26174.5	3500	-46852.1	-1.17734E-06	0.045	OK
Story18	EYN	Y	0.007375							
Story17	EYP	Y	0.007317	0.007317	26174.5	3500	-46852.1	-1.16792E-06	0.045	OK
Story17	EYN	Y	0.007315							
Story16	EYP	Y	0.007248	0.007248	26174.5	3500	-46852.1	-1.15691E-06	0.045	OK
Story16	EYN	Y	0.007246							
Story15	EYP	Y	0.007168	0.007168	26174.5	3500	-46852.1	-1.14414E-06	0.045	OK
Story15	EYN	Y	0.007166							
Story14	EYP	Y	0.007074	0.007074	26174.5	3500	-46852.1	-1.12914E-06	0.045	OK
Story14	EYN	Y	0.007073							
Story13	EYP	Y	0.006963	0.006963	26174.5	3500	-46852.1	-1.11142E-06	0.045	OK
Story13	EYN	Y	0.006962							
Story12	EYP	Y	0.006833	0.006833	26174.5	3500	-46852.1	-1.09067E-06	0.045	OK
Story12	EYN	Y	0.006832							
Story11	EYP	Y	0.006679	0.006679	26174.5	3500	-46852.1	-1.06609E-06	0.045	OK
Story11	EYN	Y	0.006678							
Story10	EYP	Y	0.006495	0.006495	27454.5	3500	-46852.1	-1.08742E-06	0.045	OK
Story10	EYN	Y	0.006494							
Story9	EYP	Y	0.006276	0.006276	27454.5	3500	-46852.1	-1.05075E-06	0.045	OK
Story9	EYN	Y	0.006275							

Tablo 137. İkinci Mertebe Etkileri

Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R		Story	Load Case/Combo	Direction	Max Drift mm	Δmax	P kN	hi mm	Vi kN	$\theta_{2,i}$	0.12*D/Ch/R	
Story8	EXP	X	0.004427	0.004427	27454.5	3500	-46852.1	-7.41185E-07	0.05	OK	Story8	EYP	Y	0.006012	0.006012	27454.5	3500	-46852.1	-1.00655E-06	0.045	OK
Story8	EXN	X	0.004424								Story8	EYN	Y	0.006011							
Story7	EXP	X	0.004106	0.004106	27454.5	3500	-46852.1	-6.87442E-07	0.05	OK	Story7	EYP	Y	0.005692	0.005692	27454.5	3500	-46852.1	-9.52976E-07	0.045	OK
Story7	EXN	X	0.004103								Story7	EYN	Y	0.005691							
Story6	EXP	X	0.003743	0.003743	27454.5	3500	-46852.1	-6.26667E-07	0.05	OK	Story6	EYP	Y	0.005301	0.005301	27454.5	3500	-46852.1	-8.87513E-07	0.045	OK
Story6	EXN	X	0.003741								Story6	EYN	Y	0.0053							
Story5	EXP	X	0.003332	0.003332	27454.5	3500	-46852.1	-5.57856E-07	0.05	OK	Story5	EYP	Y	0.00482	0.00482	27454.5	3500	-46852.1	-8.06982E-07	0.045	OK
Story5	EXN	X	0.00333								Story5	EYN	Y	0.004819							
Story4	EXP	X	0.002863	0.002863	27454.5	3500	-46852.1	-4.79334E-07	0.05	OK	Story4	EYP	Y	0.004221	0.004221	27454.5	3500	-46852.1	-7.06695E-07	0.045	OK
Story4	EXN	X	0.002861								Story4	EYN	Y	0.004221							
Story3	EXP	X	0.002325	0.002325	27454.5	3500	-46852.1	-3.8926E-07	0.05	OK	Story3	EYP	Y	0.003466	0.003466	27454.5	3500	-46852.1	-5.8029E-07	0.045	OK
Story3	EXN	X	0.002324								Story3	EYN	Y	0.003466							
Story2	EXP	X	0.00167	0.00167	27454.5	3500	-46852.1	-2.79598E-07	0.05	OK	Story2	EYP	Y	0.002451	0.002451	27454.5	3500	-46852.1	-4.10355E-07	0.045	OK
Story2	EXN	X	0.001668								Story2	EYN	Y	0.002451							
Story1	EXP	X	0.000742	0.000742	27454.5	3500	-46852.1	-1.24228E-07	0.05	OK	Story1	EYP	Y	0.001018	0.001018	27454.5	3500	-46852.1	-1.70437E-07	0.045	OK
Story1	EXN	X	0.000741								Story1	EYN	Y	0.001018							

Kirişlerin boyutlandırılması;

Kirişlerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan excellerin görüntüleri aşağıda verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kiriş olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 138. Kiriş, Boyutlandırma Türü

Elemanın Boyutlandırılma Türü				
Kirişler	Nd	Ac	fck	Tür
K1	35	600000	50	KİRİŞ
K2	35	600000	50	KİRİŞ
K3	35	600000	50	KİRİŞ
K4	35	600000	50	KİRİŞ
K5	35	600000	50	KİRİŞ
K6	35	600000	50	KİRİŞ
K7	35	600000	50	KİRİŞ
K8	35	600000	50	KİRİŞ
K9	35	600000	50	KİRİŞ
K10	35	600000	50	KİRİŞ
K11	35	600000	50	KİRİŞ
K12	35	600000	50	KİRİŞ
K13	35	600000	50	KİRİŞ
K14	35	600000	50	KİRİŞ
K15	35	600000	50	KİRİŞ
K16	35	600000	50	KİRİŞ
K17	35	600000	50	KİRİŞ
K18	35	600000	50	KİRİŞ
K19	35	600000	50	KİRİŞ
K20	35	600000	50	KİRİŞ
K21	35	600000	50	KİRİŞ
K22	35	600000	50	KİRİŞ
K23	35	600000	50	KİRİŞ
K24	35	600000	50	KİRİŞ
K25	35	600000	50	KİRİŞ
K26	35	600000	50	KİRİŞ
K27	35	600000	50	KİRİŞ
K28	35	600000	50	KİRİŞ
K29	35	600000	50	KİRİŞ
K30	35	600000	50	KİRİŞ
K31	35	600000	50	KİRİŞ
K32	35	600000	50	KİRİŞ
K33	35	600000	50	KİRİŞ
K34	35	600000	50	KİRİŞ
K35	35	600000	50	KİRİŞ
K36	35	600000	50	KİRİŞ
K37	35	600000	50	KİRİŞ
K38	35	600000	50	KİRİŞ
K39	35	600000	50	KİRİŞ
K40	35	600000	50	KİRİŞ
K41	35	600000	50	KİRİŞ
K42	35	600000	50	KİRİŞ
K43	35	600000	50	KİRİŞ
K44	35	600000	50	KİRİŞ
K45	35	600000	50	KİRİŞ
K46	35	600000	50	KİRİŞ
K47	35	600000	50	KİRİŞ
K48	35	600000	50	KİRİŞ
K49	35	600000	50	KİRİŞ
K50	35	600000	50	KİRİŞ

Tablo 139. Kiriş, Dengeli Kırılma Kontrolü

Kirişler	Tasarım Momenti: Md (Nmm)	Tasarım Kesme Kuvveti: Vd (N)	Kiriş Genişliği: bw	Kiriş Yüksekliği: h	Beton Örtüsü: d'	Faydalı Yükseklik: h-d'=d	fck	fyk (Mpa)	Etriye Aralığı: s (mm)	K	Basınç Bloğu Derinliği		Dengeli Kırılma Anında Tarafsız Eksenin Derinliği: cb	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğu Derinliği: ab	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğun Sınır Derinliği: amax	cmax	NOT
											a	c					
K1	13534830	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K2	13534831	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K3	13534832	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K4	13534833	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K5	13534834	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K6	13534835	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K7	13534836	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K8	13534837	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,9864	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K9	13534838	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,83844	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K10	13534839	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K11	13534840	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K12	13534841	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K13	13534842	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K14	13534843	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K15	13534844	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K16	13534845	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K17	13534846	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K18	13534847	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K19	13534848	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K20	13534849	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K21	13534850	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K22	13534851	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986401	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K23	13534852	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K24	13534853	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K25	13534854	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838441	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK

Tablo 140. Kiriş, Donatı Alanı

Kirişler	Denge Durumunda Beton Bloğundaki Kuvvet: Fc	Denge Durumunda Beton Bloğunun Taşıyabileceği Moment: Mdc	Tasarım Momentinden Kalan Moment: Mds	Basınç Donatısındaki Gerilme: Ös'	Tasarım Momentinden Kalan Moment Mds için Gerekli Donatı Alanı (Basınç Bölgesi): As'	Denge Durumu Momenti için Gereken Çekme Donatı Alanı: As1	Tasarım Momenti ile Oluşan Farktan Çekme Bölgesine İlave Edilecek Donatı Alanı: As2	Çekme Bölgesindeki Toplam Donatı Alanı: As
K1	4465000	3655390441	-3641855611	-29813,62678	135,7267354	10269,5	-9306,96434	962,5356603
K2	4465000	3655390441	-3641855610	-29813,62453	135,7267456	10269,5	-9306,964337	962,5356629
K3	4465000	3655390441	-3641855609	-29813,62228	135,7267558	10269,5	-9306,964335	962,5356654
K4	4465000	3655390441	-3641855608	-29813,62003	135,726766	10269,5	-9306,964332	962,535668
K5	4465000	3655390441	-3641855607	-29813,61779	135,7267762	10269,5	-9306,964329	962,5356705
K6	4465000	3655390441	-3641855606	-29813,61554	135,7267864	10269,5	-9306,964327	962,5356731
K7	4465000	3655390441	-3641855605	-29813,61329	135,7267966	10269,5	-9306,964324	962,5356757
K8	4465000	3655390441	-3641855604	-29813,61104	135,7268068	10269,5	-9306,964322	962,5356782
K9	4465000	3655390441	-3641855603	-29813,60879	135,726817	10269,5	-9306,964319	962,5356808
K10	4465000	3655390441	-3641855602	-29813,60655	135,7268272	10269,5	-9306,964317	962,5356833
K11	4465000	3655390441	-3641855601	-29813,6043	135,7268374	10269,5	-9306,964314	962,5356859
K12	4465000	3655390441	-3641855600	-29813,60205	135,7268476	10269,5	-9306,964312	962,5356884
K13	4465000	3655390441	-3641855599	-29813,5998	135,7268578	10269,5	-9306,964309	962,535691
K14	4465000	3655390441	-3641855598	-29813,59755	135,726868	10269,5	-9306,964306	962,5356935
K15	4465000	3655390441	-3641855597	-29813,59531	135,7268782	10269,5	-9306,964304	962,5356961
K16	4465000	3655390441	-3641855596	-29813,59306	135,7268884	10269,5	-9306,964301	962,5356987
K17	4465000	3655390441	-3641855595	-29813,59081	135,7268986	10269,5	-9306,964299	962,5357012
K18	4465000	3655390441	-3641855594	-29813,58856	135,7269088	10269,5	-9306,964296	962,5357038
K19	4465000	3655390441	-3641855593	-29813,58631	135,726919	10269,5	-9306,964294	962,5357063
K20	4465000	3655390441	-3641855592	-29813,58407	135,7269292	10269,5	-9306,964291	962,5357089
K21	4465000	3655390441	-3641855591	-29813,58182	135,7269394	10269,5	-9306,964289	962,5357114
K22	4465000	3655390441	-3641855590	-29813,57957	135,7269496	10269,5	-9306,964286	962,535714
K23	4465000	3655390441	-3641855589	-29813,57732	135,7269598	10269,5	-9306,964283	962,5357165
K24	4465000	3655390441	-3641855588	-29813,57507	135,72697	10269,5	-9306,964281	962,5357191
K25	4465000	3655390441	-3641855587	-29813,57283	135,7269802	10269,5	-9306,964278	962,5357217

Tablo 141. Kiriş, Dengeli Kırılma Kontrolü

Kirişler	Tasarım Momenti: Md (Nmm)	Tasarım Kesme Kuvveti: Vd (N)	Kiriş Genişliği: bw	Kiriş Yüksekliği: h	Beton Örtüsü: d'	Faydalı Yükseklik: h-d'=d	fck	fyk (Mpa)	Etriye Aralığı: s (mm)	K	Basınç Bloğu Derinliği		Dengeli Kırılma Anında Tarafsız Eksenin Derinliği: cb	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğu Derinliği: ab	Dengeli Kırılma Anında Basınç Bloğun Sınır Derinliği: amax	cmax	NOT
											a	c					
K26	13534855	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K27	13534856	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K28	13534857	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K29	13534858	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K30	13534859	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K31	13534860	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K32	13534861	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K33	13534862	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K34	13534863	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K35	13534864	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986402	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K36	13534865	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K37	13534866	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K38	13534867	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K39	13534868	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K40	13534869	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K41	13534870	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838442	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K42	13534871	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K43	13534872	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K44	13534873	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K45	13534874	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K46	13534875	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K47	13534876	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K48	13534877	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K49	13534878	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986403	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK
K50	13534879	109275,6	600	1000	50	950	50	500	100	0,001764	0,838443	0,986404	550,8403361	468,2142857	262,6470588	308,9965	OK

Tablo 142. Kiriş, Donatı Alanı

Kirişler	Denge Durumunda Beton Bloğundaki Kuvvet: Fc	Denge Durumunda Beton Bloğunun Taşıyabileceği Moment: Mdc	Tasarım Momentinden Kalan Moment: Mds	Basınç Donatısındaki Gerilme: Ös'	Tasarım Momentinden Kalan Moment Mds için Gerekli Donatı Alanı (Basınç Bölgesi): As'	Denge Durumu Momenti için Gereken Çekme Donatı Alanı: As1	Tasarım Momenti ile Oluşan Farktan Çekme Bölgesine İlave Edilecek Donatı Alanı: As2	Çekme Bölgesindeki Toplam Donatı Alanı: As
K26	4465000	3655390441	-3641855586	-29813,57058	135,7269904	10269,5	-9306,964276	962,5357242
K27	4465000	3655390441	-3641855585	-29813,56833	135,7270006	10269,5	-9306,964273	962,5357268
K28	4465000	3655390441	-3641855584	-29813,56608	135,7270108	10269,5	-9306,964271	962,5357293
K29	4465000	3655390441	-3641855583	-29813,56383	135,727021	10269,5	-9306,964268	962,5357319
K30	4465000	3655390441	-3641855582	-29813,56159	135,7270312	10269,5	-9306,964266	962,5357344
K31	4465000	3655390441	-3641855581	-29813,55934	135,7270414	10269,5	-9306,964263	962,535737
K32	4465000	3655390441	-3641855580	-29813,55709	135,7270516	10269,5	-9306,96426	962,5357395
K33	4465000	3655390441	-3641855579	-29813,55484	135,7270618	10269,5	-9306,964258	962,5357421
K34	4465000	3655390441	-3641855578	-29813,55259	135,727072	10269,5	-9306,964255	962,5357447
K35	4465000	3655390441	-3641855577	-29813,55035	135,7270821	10269,5	-9306,964253	962,5357472
K36	4465000	3655390441	-3641855576	-29813,5481	135,7270923	10269,5	-9306,96425	962,5357498
K37	4465000	3655390441	-3641855575	-29813,54585	135,7271025	10269,5	-9306,964248	962,5357523
K38	4465000	3655390441	-3641855574	-29813,5436	135,7271127	10269,5	-9306,964245	962,5357549
K39	4465000	3655390441	-3641855573	-29813,54135	135,7271229	10269,5	-9306,964243	962,5357574
K40	4465000	3655390441	-3641855572	-29813,53911	135,7271331	10269,5	-9306,96424	962,53576
K41	4465000	3655390441	-3641855571	-29813,53686	135,7271433	10269,5	-9306,964237	962,5357625
K42	4465000	3655390441	-3641855570	-29813,53461	135,7271535	10269,5	-9306,964235	962,5357651
K43	4465000	3655390441	-3641855569	-29813,53236	135,7271637	10269,5	-9306,964232	962,5357677
K44	4465000	3655390441	-3641855568	-29813,53011	135,7271739	10269,5	-9306,96423	962,5357702
K45	4465000	3655390441	-3641855567	-29813,52786	135,7271841	10269,5	-9306,964227	962,5357728
K46	4465000	3655390441	-3641855566	-29813,52562	135,7271943	10269,5	-9306,964225	962,5357753
K47	4465000	3655390441	-3641855565	-29813,52337	135,7272045	10269,5	-9306,964222	962,5357779
K48	4465000	3655390441	-3641855564	-29813,52112	135,7272147	10269,5	-9306,96422	962,5357804
K49	4465000	3655390441	-3641855563	-29813,51887	135,7272249	10269,5	-9306,964217	962,535783
K50	4465000	3655390441	-3641855562	-29813,51662	135,7272351	10269,5	-9306,964214	962,5357855

Tablo 143. Kiriş, Boyuna Donatı Oranı Kontrolleri

Kirişler	Alt Sınır Donatı Kontrolleri: ρ=As/bdw								Üst Sınır Donatı Oranı: ρmax								Donatı Sınır Oran: ρ-ρ'<=ρmax			Dengeli donatı oranı: ρb				
									Çekme donatısı oranı: ρ				Basınç donatısı oranı: ρ'										
	ρ	As	bw	d	ρmin	fctd	fyd		As	bw	d	ρ	A's	bw	d	ρ'	ρ-ρ'	ρmax		k1	k3	fcd	fyd	ρb
K1	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7267	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K2	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7267	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K3	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K4	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K5	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K6	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K7	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K8	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K9	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K10	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K11	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K12	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7268	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K13	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K14	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K15	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K16	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K17	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K18	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K19	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K20	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K21	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K22	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,7269	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K23	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K24	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645
K25	0,001689	962,5357	600	950	0,003036	1,649916	434,7826	OK	962,5357	600	950	0,001689	135,727	600	950	0,000238	0,001451	0,001435	OK	0,7	0,85	33,33333	434,7826	0,02645

Tablo 144. Kiriş, Boyuna Donatı Oranı Kontrolleri

Kirişler	Alt Sınır Donatı Kontrolleri: ρ=As/bdw								Üst Sınır Donatı Oranı: ρmax								Donatı Sınır Oran: ρ-ρ'<=ρmax			Dengeli donatı oranı: ρb				
									Çekme donatısı oranı: ρ				Basınç donatısı oranı: ρ'										
	ρ	As	bw	d	ρmin	fctd	fyd		As	bw	d	ρ	A's	bw	d	ρ'	ρ-ρ'	ρmax		k1	k3	fcd	fyd	ρb
K26	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K27	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K28	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K29	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K30	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K31	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K32	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K33	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K34	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K35	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K36	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K37	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K38	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K39	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K40	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K41	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K42	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K43	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K44	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K45	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K46	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K47	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K48	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K49	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645
K50	0,00182	1034,72	600	950	0,00304	1,64992	434,783	OK	1034,72	600	950	0,00182	434,372	600	950	0,00076	0,00105	0,00154	OK	0,7	0,85	33,3333	434,783	0,02645

Tablo 145. Kiriş, Kesme Kontrolleri

Kirişler	Tasarım Kesme Kuvveti Sınır Kontrolleri (TS500)					Kesme Donatısı Hesabı									
	Max Tasarım Kesme Kuvveti			Tasarım Kesme Kuvveti Vd (kN)		Donatısız Betonun Kesme Dayanımı (Nd=0 olarak çözülmüştür)					Vcr<Vd: Kesme Donatısı Hesabı				
	Max Vd (kN)	fcd	Ac			çekme ve basınçta	fctd	Ac	Nd	ç:0.07, Ekse	Asw	Vd	s	fywd	d
K1	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K2	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K3	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K4	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K5	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K6	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K7	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K8	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K9	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K10	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K11	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K12	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K13	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K14	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K15	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K16	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K17	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K18	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K19	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K20	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K21	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K22	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K23	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K24	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K25	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950

Tablo 146. Kiriş, Kesme Kontrolleri

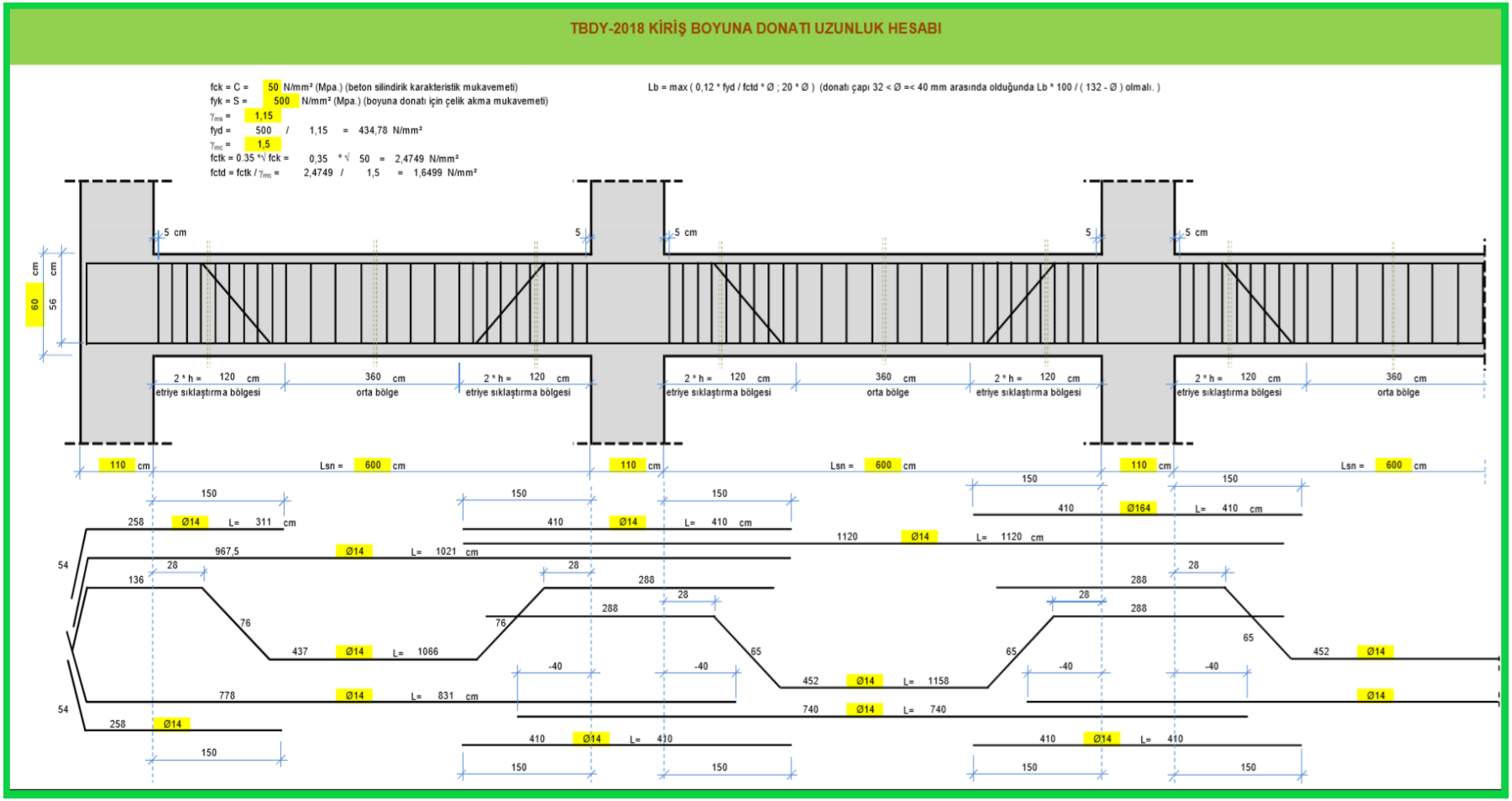
Kirişler	Tasarım Kesme Kuvveti Sınır Kontrolleri (TS500)					Kesme Donatısı Hesabı									
	Max Tasarım Kesme Kuvveti			Tasarım Kesme Kuvveti Vd (kN)		Donatısız Betonun Kesme Dayanımı (Nd=0 olarak çözülmüştür)					Vcr<Vd: Kesme Donatısı Hesabı				
	Max Vd (kN)	fcd	Ac			çekme ve basınçta ş	fctd	Ac	Nd	ç:0.07, Ekse	Asw	Vd	s	fywd	d
K26	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K27	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K28	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K29	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K30	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K31	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K32	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K33	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K34	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K35	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K36	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K37	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K38	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K39	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K40	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K41	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K42	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K43	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K44	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K45	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K46	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K47	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K48	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K49	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950
K50	4180000	33,3333	600000	493059,6	OK	643469,7984	1,6499158	600000	35	0,07	119,3723242	493060	100	434,783	950

Tablo 147. TBDY 2018 SDY Kiriş Kontrolleri

Kirişler	TBDY 2018 Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerin Kontrolleri																									
	Enkesit Koşulları						Boyuna Donatı Koşulları						Enine Donatı Koşulları				Kirişlerin Kesme Güvenliği									
	bw(cm)		hkiriş	tdöşeme			ρçekme/mesnet	fctd	fyd		ϕboyuna		ϕetriye		s		Ve	Vr	Vdy	Mpi=1.4Mri	Mpj=1.4Mrj	Ln	bw	d	fck	
K1	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K2	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K3	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K4	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K5	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K6	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K7	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K8	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K9	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K10	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K11	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K12	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K13	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K14	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K15	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K16	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K17	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K18	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K19	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K20	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K21	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K22	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K23	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K24	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K25	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK

Tablo 148. TBDY 2018 SDY Kiriş Kontrolleri

Kirişler	TBDY 2018 Süneklik Düzeyi Yüksek Kirişlerin Kontrolleri																									
	Enkesit Koşulları						Boyuna Donatı Koşulları						Enine Donatı Koşulları				Kirişlerin Kesme Güvenliği									
	bw(cm)		hkiriş	tdöşeme			ρçekme/mesnet	fctd	fyd		ϕboyuna		ϕetriye		s		Ve	Vr	Vdy	Mpi=1.4Mri	Mpj=1.4Mrj	Ln	bw	d	fck	
K26	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K27	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K28	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K29	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K30	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K31	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K32	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K33	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K34	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K35	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K36	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K37	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K38	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K39	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K40	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K41	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K42	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K43	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K44	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K45	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K46	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K47	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K48	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K49	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK
K50	600	OK	1000	160	OK	OK	0,001815295	1,649916	434,7826	OK	28	OK	14	OK	100	OK	202741	514895,2	216667,7	41780140	41780140	6000	600	950	50	OK



Şekil 149. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 110x110

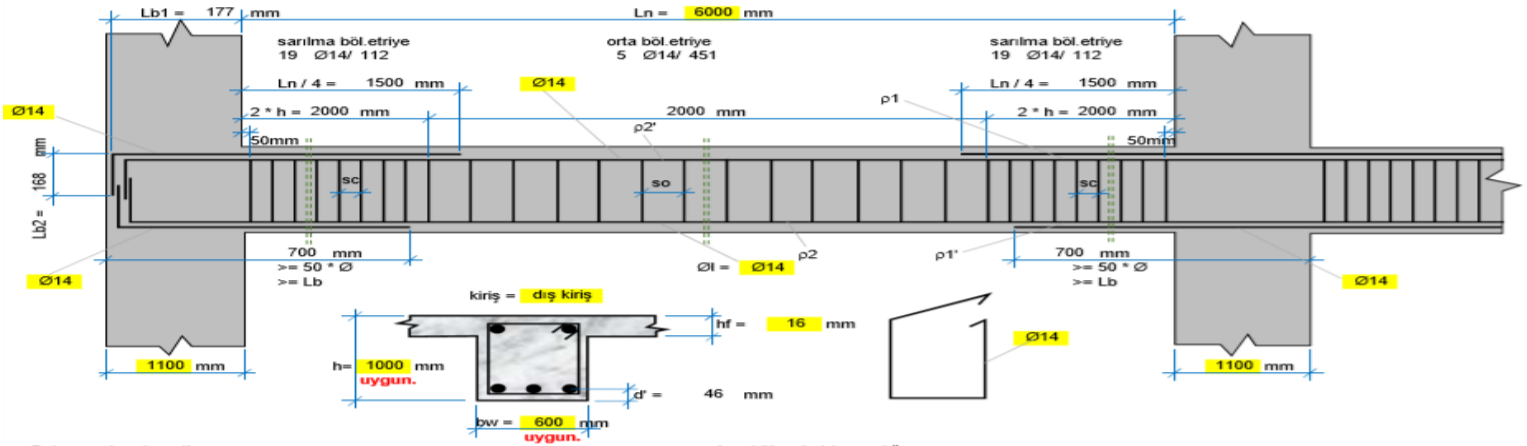
Tablo 149. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 110x110

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	1,1	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	288	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	213	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	1,8	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	34,31666667	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	227,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	227,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	186	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Tablo 150. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 110x110

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	434	mm².
Asia=	1034	mm².
Asjü=	434	mm².
Asja=	1034	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=	239,0133333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	261,9166667	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	239,0133333	KN
Ve=	239,0133333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	137,0133333	KN.
Vd E=	227,6	KN.
0,5*Vd E=	113,8	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	206,3733333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	206,3733333	KN.
Vd vd=	227,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	227,6	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	171,0133333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-323,1694539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	186	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-308,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ		**Ø14 /11 cm.**
ORTA BÖLGE		**Ø14 /45 cm.**

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	

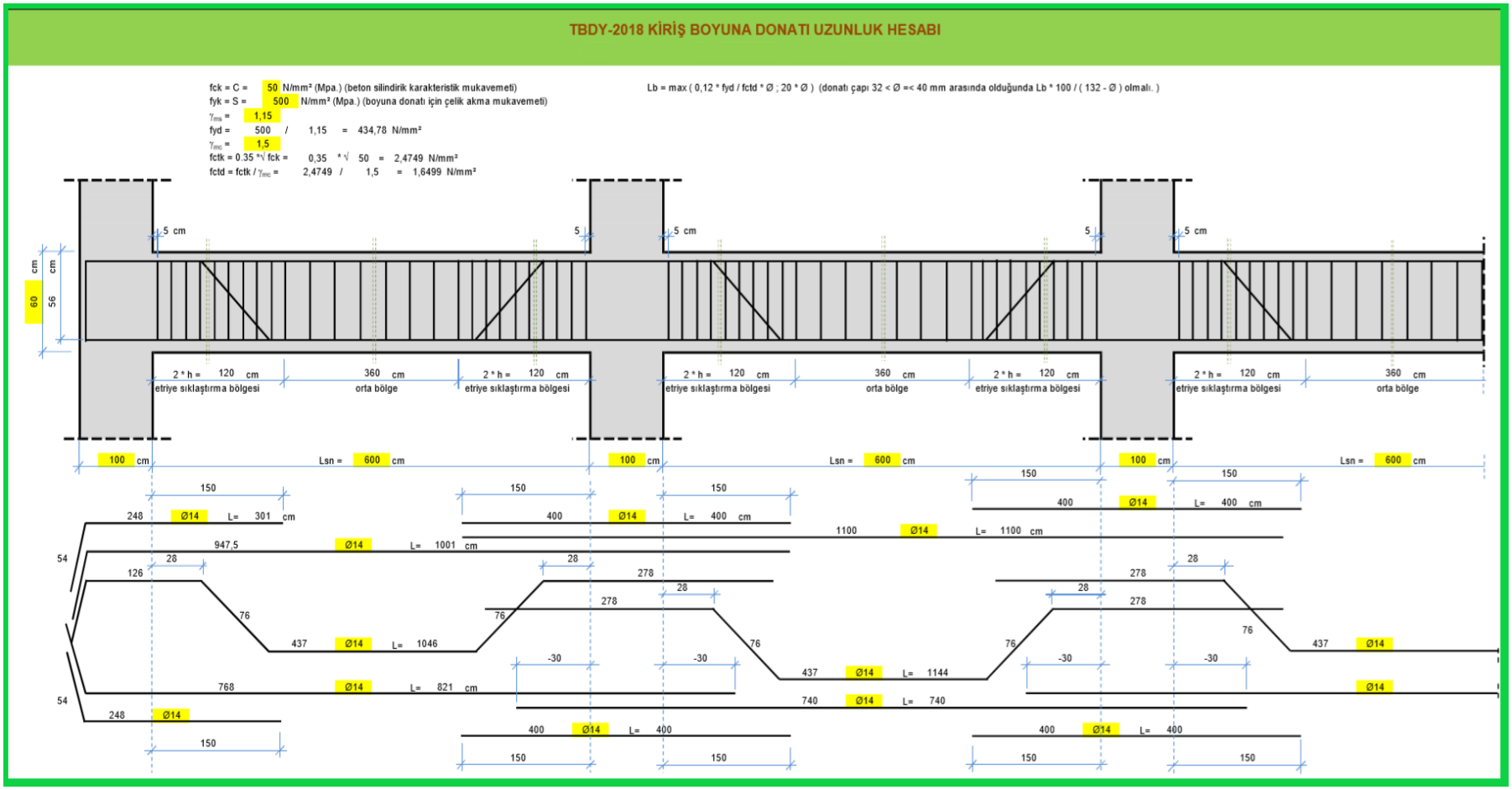


Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 =< Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 150. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 110x110



Şekil 151. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 100x100

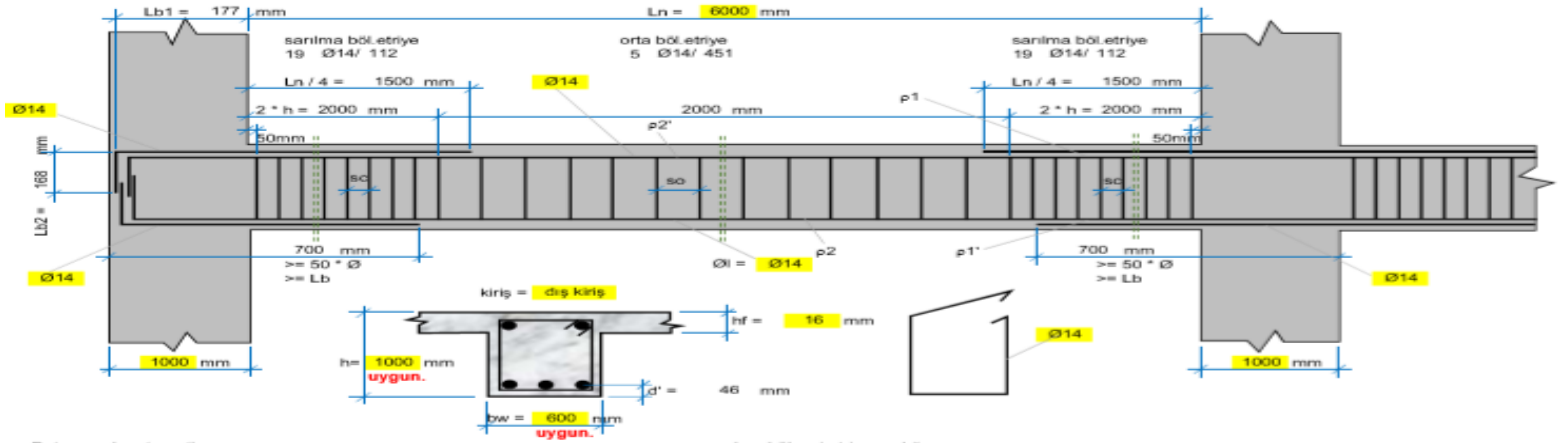
Tablo 151. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	1	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	342	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	243	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	1,05	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	-94,88571429	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	283,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	283,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	242	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Tablo 152. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 100x100

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	434	mm².
Asia=	1034	mm².
Asjü=	434	mm².
Asja=	1034	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=	239,0133333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	188,7142857	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	188,7142857	KN
Ve=	188,7142857	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	86,71428571	KN.
Vd E=	283,6	KN.
0,5*Vd E=	141,8	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	156,0742857	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-338,1085015	KN.
Vd vd=	283,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-210,5827872	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	120,7142857	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-373,4685015	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	242	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-252,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /11 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /45 cm.**	

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	



Beton ve donatı şartları :

fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0,35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

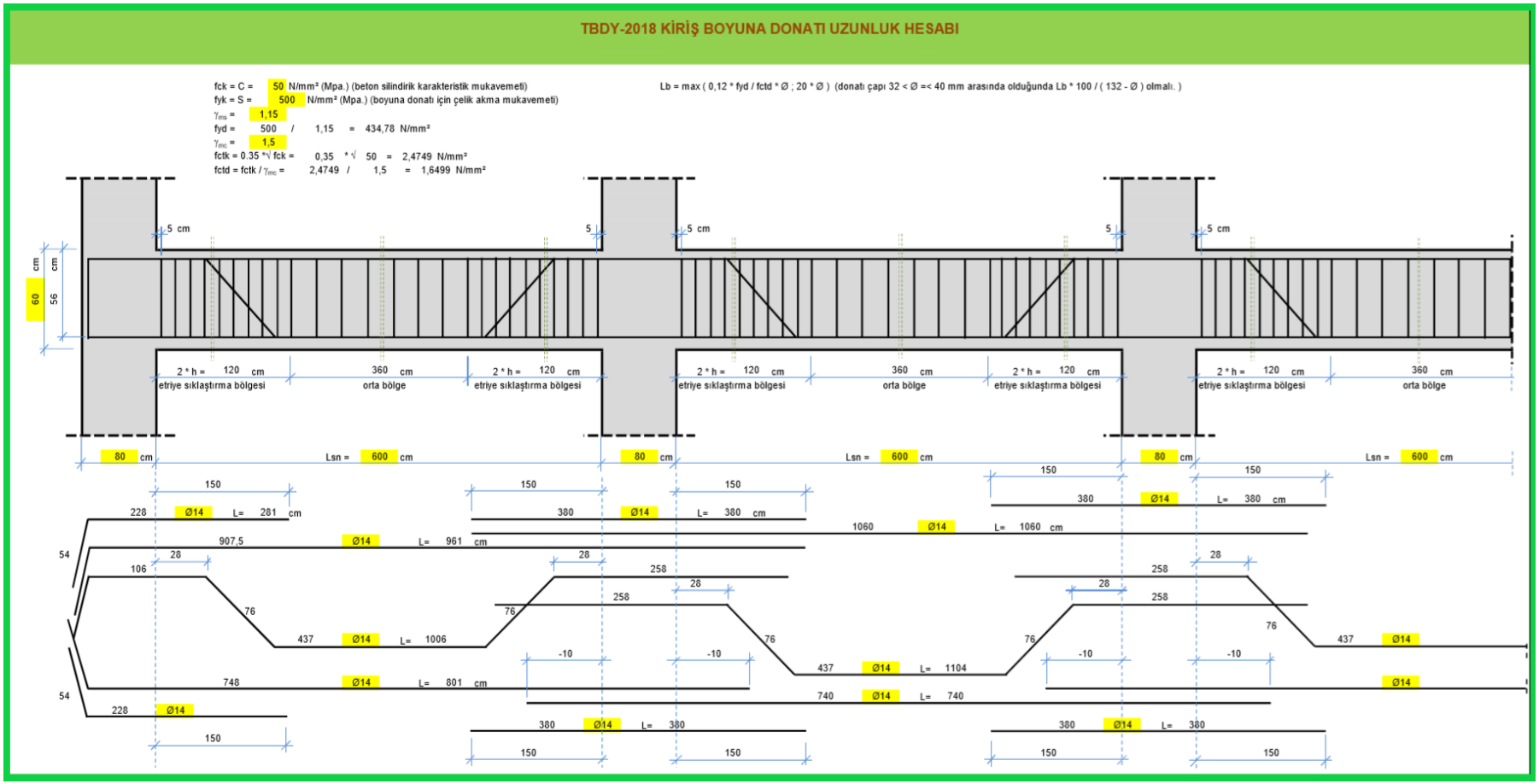
sarılma bölgesi etriye aralığı:

sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:

sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 152. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 100x100



Şekil 153. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 80x80

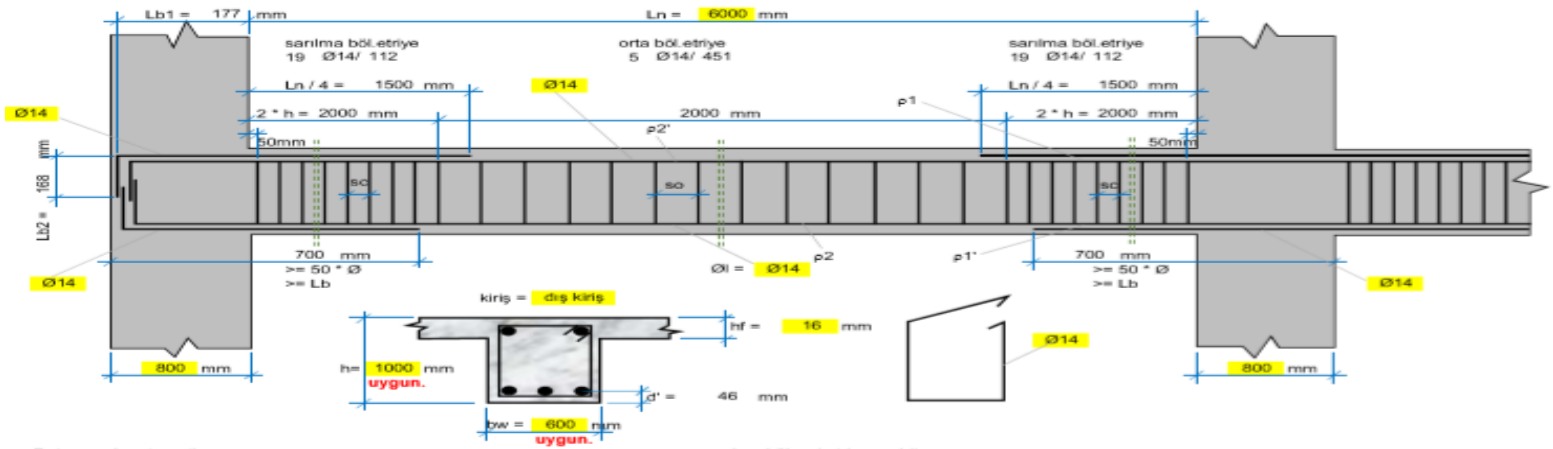
Tablo 153. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	0,8	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	286	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	214	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	1,83	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	54,96174863	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	231,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	231,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	190	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Tablo 154. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 80x80

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	434	mm².
Asia=	1034	mm².
Asjü=	434	mm².
Asja=	1034	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=	239,0133333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	312,3368421	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	239,0133333	KN
Ve=	239,0133333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	137,0133333	KN.
Vd E=	205,6	KN.
0,5*Vd E=	102,8	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	206,3733333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	206,3733333	KN.
Vd vd=	205,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	205,6	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	171,0133333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-323,1694539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	164	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-330,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /11 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /45 cm.**	

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	

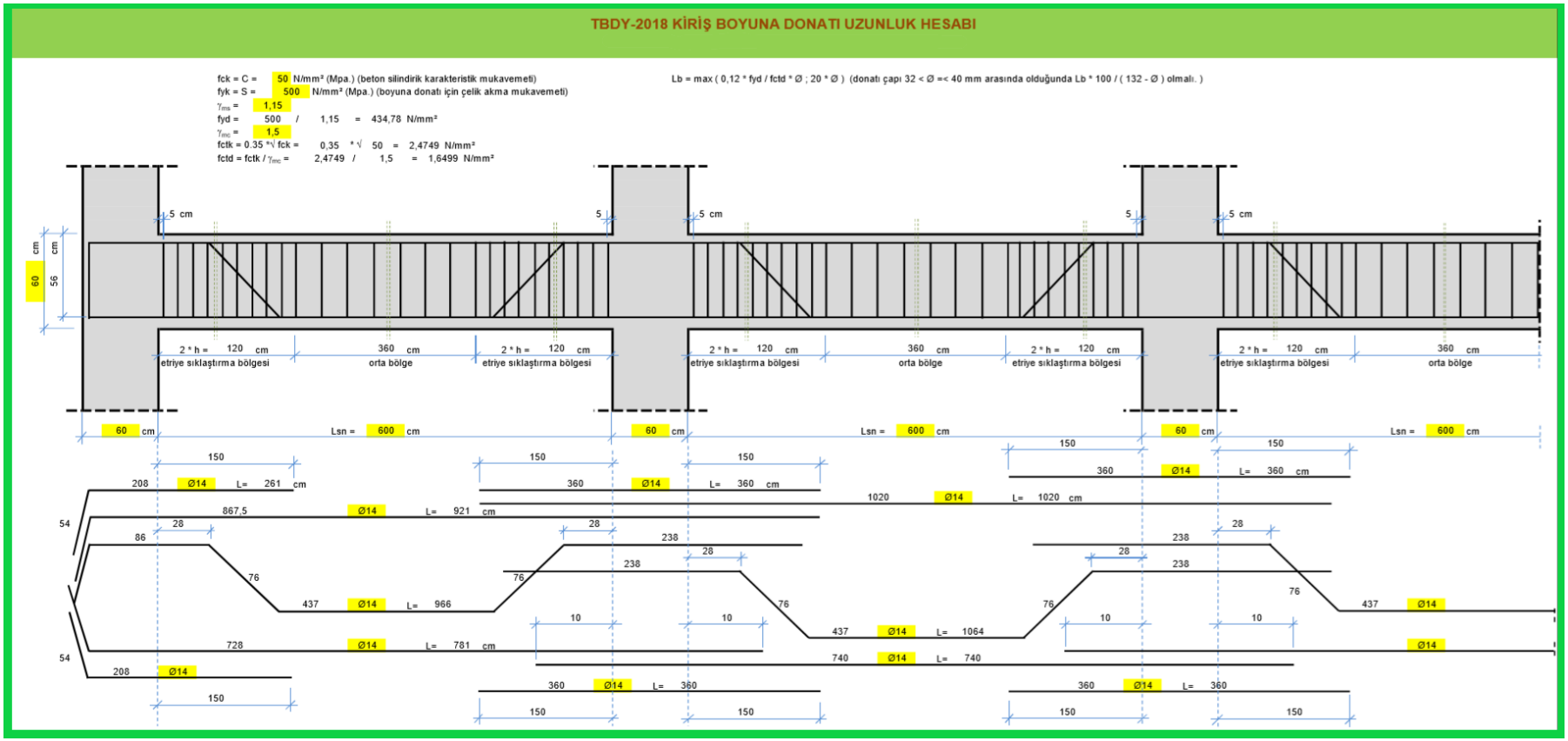


Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı:
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 154. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 80x80



Şekil 155. Kiriş Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 60x60

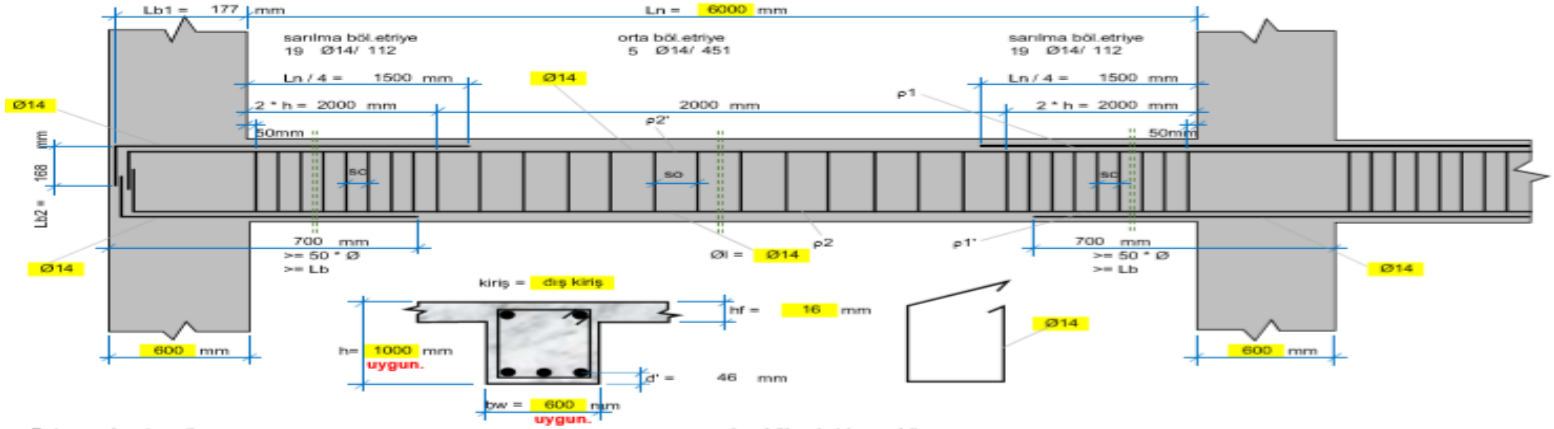
Tablo 155. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 60x60

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
l_n (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,6	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	1	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	325	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	220	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	3	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	112,9333333	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	266,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	266,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	225	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	4224	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	617,728484	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Tablo 156. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 60x60

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	136	mm².
Asia=	963	mm².
Asjü=	136	mm².
Asja=	963	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	76,16	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	539,28	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	204,5733333	KN.
Ve=	204,5733333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	379,5333333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	204,5733333	KN
Ve=	204,5733333	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	102,5733333	KN.
Vd E=	266,6	KN.
0,5*Vd E=	133,3	KN.
Vc=0,8*Vcr=	494,1827872	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	171,9333333	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-322,2494539	KN.
Vd vd=	266,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-227,5827872	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	45,07272546	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	136,5733333	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-357,6094539	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	225	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-269,1827872	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	45,07272546	cm.
orta bölge so=	45	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /11 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /45 cm.**	

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	

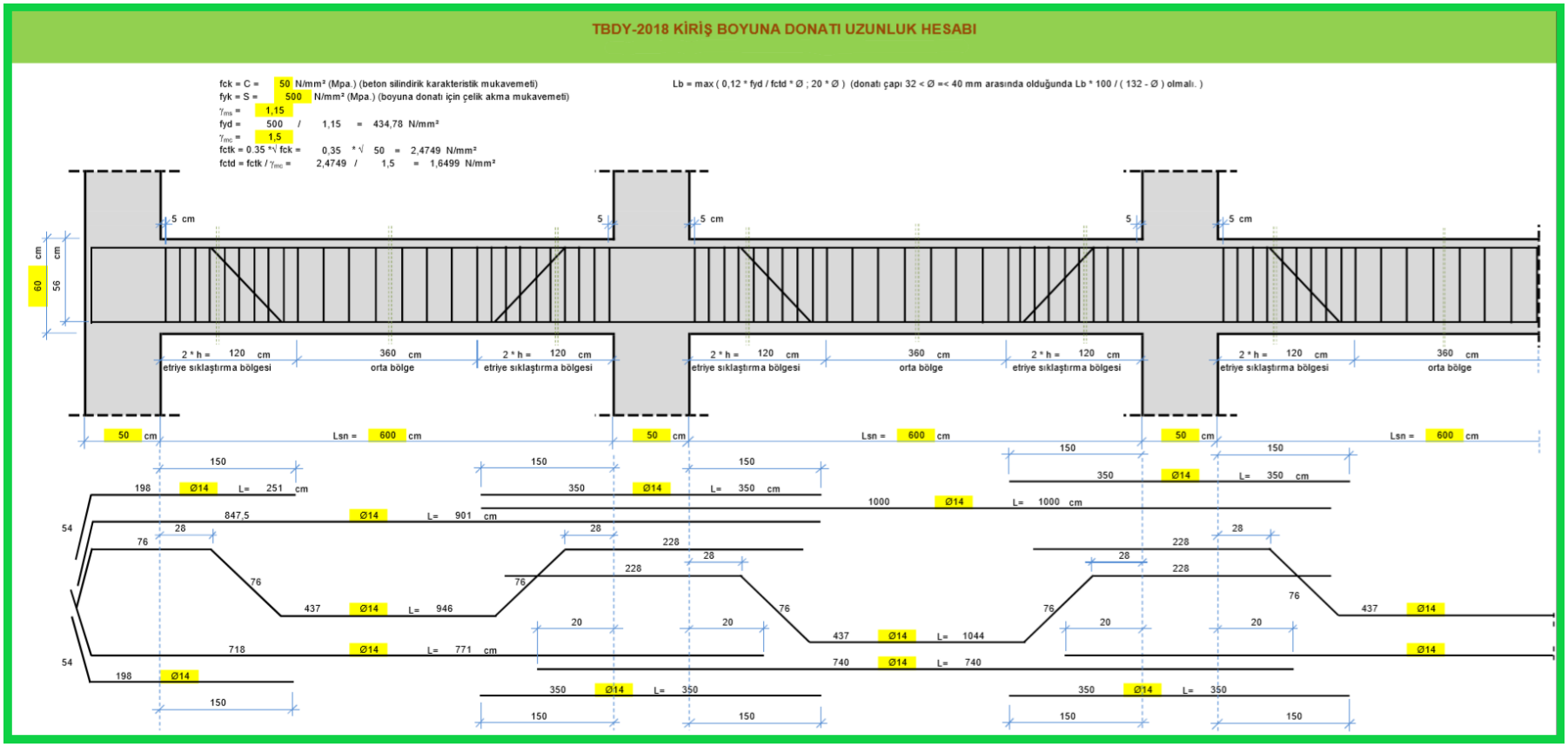


Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0,35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 156. Kiriş, Etriye Aralığı, Kolon 60x60



Şekil 157. Kiriş, Boyuna Donatı Uzunlukları, Kolon 50x50

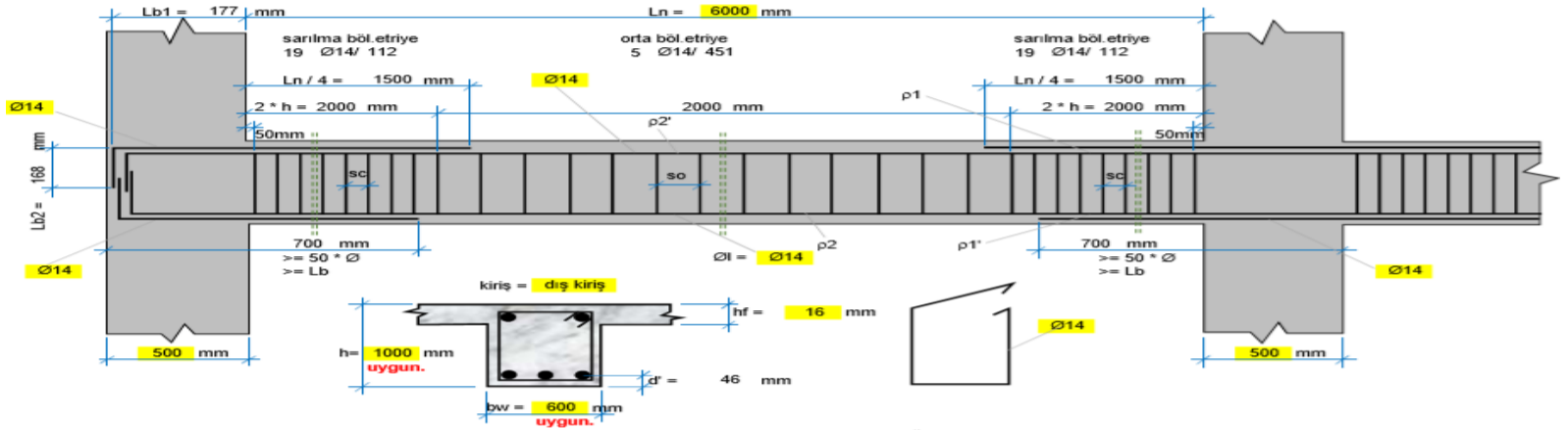
Tablo 157. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50

SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK KİRİŞLERDE ETRİYE HESABI		
fck=C=	50	Mpa.
fyk=S (boyuna donatı için)=	500	Mpa.
fywk=S (etriye donatısı için)=	500	Mpa.
γ_{mc}=	1,5	
γ_{ms}=	1,15	
fcd=C/γ_{mc}	33,33333333	Mpa.
fyd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fywd=S/γ_{ms}	434,7826087	Mpa.
fctk=0.35*√(C)	2,474873734	Mpa.
fctd=fctk/γmc	1,649915823	Mpa.
ln (kolon yüzünden yüzüne kiriş boyu)=	6	m.
Øt (en küçük boyuna donatı çapı)=	14	mm.
Øt (etriye çapı)=	14	mm.
n etriye kol sayısı=	2	adet.
bw (kiriş genişliği)=	0,5	m.
d' (pas payı)=	0,04	m.
d (kiriş faydalı yükseklik)=	0,96	m.
h (kiriş yüksekliği)=	1	m.
a (kolon genişliği)=	0,6	m.
Pd(g+q)=	34	KN/m²
Pd(1,4g+1,6q)=	40	KN/m²
Vd(1,4g+1,6q) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	423	KN
Vd(g+q+e) (mesnet aksındaki kesme kuvveti) =	290	KN
Vd(g+q+e) için moment sıfır mesafesi =	0,1	m
Vd=Vd(g+q+e)*(mesafe-a/2-d)/mesafe (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	-3364	KN
Vd=Vd(1,4g+1,6q)-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+d) (kolon yüzünden d uzaklıktaki kesme kuvveti)=	372,6	KN
max Vd (kolon yüzünden d uzaklıkta)=	372,6	
Vd(2h)=Vd(1,4g+1,6q)-Pd*(a/2+2*h) (kolon yüzünden 2h uzaklıktaki kesme kuvveti)=	331	KN
Vr=0,22*fcd*bw*d=	3520	KN
Vcr=0,65*fctd*bw*d=	514,7737367	KN
Vd<0,22fcd*bw*d ise kesit uygun ; Vd>0,22fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Vd>Vcr ise etriye hesabı gerekli ; Vd<Vcr ise minimum etriye yeterli	minimum etriye yeterli	

Tablo 158. Kiriş, Etriye Hesabı, Kolon 50x50

Asw=n*π*Øt²/4=	307,8760801	mm².
Asiü=	434	mm².
Asia=	1034	mm².
Asjü=	434	mm².
Asja=	1034	mm².
Mpiü=1,4*Asiü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpia=1,4*Asia*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Mpjü=1,4*Asjü*fyd*(d-d')=	243,04	KNm.
Mpja=1,4*Asja*fyd*(d-d')=	579,04	KNm.
Vdy=Pd(g+q)*ln/2=	102	KN.
Ve=Vdy+(Mpiü+Mpja)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=Vdy+(Mpia+Mpjü)/ln=	239,0133333	KN.
Ve=	239,0133333	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq =	-2991,4	KN.
$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq < Ve ise yeni Ve=$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq ;$Ve^{Ra=2}$ + Vg+Vq > Ve ise yeni Ve=Ve	-2991,4	KN
Ve=	-2991,4	KN.
Ve<0,22*fcd*bw*d ise kesit uygun ; Ve>0,22*fcd*bw*d ise kesit artır	kesit uygun	
Ve-Vdy=	-3093,4	KN.
Vd E=	372,6	KN.
0,5*Vd E=	186,3	KN.
Vc=0,8*Vcr=	411,8189894	KN.
Ved=Ve-Pd(g+q)*d=	-3024,04	KN.
Vw E=Ved-Vc=	-3435,858989	KN.
Vd vd=	372,6	KN.
Vw v=Vd vd -Vc=	-39,21898936	KN.
sk=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
sk=d/4	24	cm.
sk=8*Øt(boy.don.)	11,2	cm.
sk=15cm.	15	cm.
sk=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)=	54,08727055	cm.
sarılma bölgesi sk=	11	cm.
Ve 2h=Ve-Pd(g+q)*2*h=	-3059,4	KN.
VwE=Ve 2h-Vc=	-3471,218989	KN.
Vdv2h=V-Pd(1,4g+1,6q)*(a/2+2*h)=	331	KN.
Vw v=Vd v2h -Vc=	-80,81898936	KN.
so=Asw*fywd*d/max(VwE;Vwv)=	MİN.ETRİYE	cm.
so=d/2 (Vd<=3*Vcr)	48	cm.
so=d/4 (Vd>3*Vcr)		cm.
so=Asw*fywd/(0,3*fctd*bw)	54,08727055	cm.
orta bölge so=	48	cm.
SARILMA BÖLGESİ	**Ø14 /11 cm.**	
ORTA BÖLGE	**Ø14 /48 cm.**	

Tanım	TS 500	TBDY-2018
min bw	200 mm	250mm
max bw	b_{kolon} + $h_{kiriş}$	b_{kolon} + $h_{kiriş}$
min h	300mm ; 3 * hf	300mm ; 3 * hf
min h (sehim hesabı gerektirmeyen)	L / 10 (basit) ; L / 12 (kenar) ; L / 15 (iç) ; L / 5 (konsol)	
max h		3,5 * bw
min Lc		2 * h
min L2		Ln / 4
min (Lb1 + Lb2)		(0,40 * Lb + 12 * Ø) ; (Lb ; 50 * Ø (Lb2 = 0 ise))
max so		d / 2
max sc	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm	d / 4 ; 8 * Øl ; 150 mm
min ρ1		0,8 * fctd / fyd
min ρ2	0,8 * fctd / fyd	
max ρ1 ; max ρ2	0,85 * ρb ; 0,02	0,02
min ρ1'	ρ / 3	0,3 * ρ1 ; (0,5 * ρ1 (DTS = 1 , 1a , 2 ve 2a))
min ρ2'		ρ1 / 4
min Øl	12 mm	12 mm
min Øh		8 mm
beton örtüsü	20 mm (iç) ; 25 mm (dış)	



Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)
fyk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (boyuna donatı çelik akma mukavemeti)
fywk = S = 500 N/mm² (Mpa.) (enine (etriye) donatı çelik akma mukavemeti)
γ_{mc} = 1,5
fcd = 50 / 1,5 = 33,3 N/mm²
γ_{ms} = 1,15
fyd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fywd = 500 / 1,15 = 435 N/mm²
fctk = 0.35 * √ fck = 0,35 *√ 50 = 2,47 N/mm²
fctd = fctk / γ_{mc} = 2,47 / 1,5 = 1,65 N/mm²
Lb = (0,12 * fyd * Ø / fctd)
Lb = 20 * Ø
Lbmax (32 < Ø =< 40 ise 100 / (132 - Ø) ile çarpılır.)
d = h - d' = 954 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 4 = 954 / 4 = 239 mm
sc = 8 * Øl = 8 * 14 = 112 mm
sc = 150 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 112 mm

sarılma bölgesi etriye aralığı
sc = d / 2 = 954 / 2 = 477 mm
sc = Asw * fywd / (0,3 * fctd * bw) = 308 * 435 /(0,3 * 1,65 * 600)= 451 mm
seçilecek sc = 451 mm

Şekil 158. Kiriş, Etriye Aralıkları, Kolon 50x50

Kolonların boyutlandırılması;

Kolonların boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500, TÇYY 2016 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan excellerin görüntüleri, verilmiştir. Boyutlandırma, donatı ve kontroller, sünek kolon olacak şekilde yapılmıştır.

Tablo 159. Kompozit Kolon, Şekil Özellikleri

Kompozit Elemanların Şekil Özelliklerinin Kontrolü								
Kolon	Yapısal Çelik Enkesit Alanı	Toplam Enkesit Alan:Ag		Boyuna Donatı Enkesit Alanı: Asr	Boyuna Donatı Oranı: ρsr	Enine Donatı		Not: Kolon ortasında, s<=300 mm
						Çapı ϕ	Aralığı s	
K1	23900	1210000	OK	24617.6	OK	14	100	OK
K2	23900	1210000	OK	24617.6	OK	14	100	OK
K3	23900	1210000	OK	24617.6	OK	14	100	OK
K4	23900	1210000	OK	24617.6	OK	14	100	OK
K5	23900	1210000	OK	24617.6	OK	14	100	OK
K6	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K7	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K8	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K9	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K10	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K11	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K12	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K13	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K14	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K15	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K16	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K17	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K18	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K19	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K20	14900	1000000	OK	22155.84	OK	14	100	OK
K21	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K22	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K23	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K24	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K25	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK

Tablo 160. Kompozit Kolon, Şekil Özellikleri

K26	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K27	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K28	14900	640000	OK	17232.32	OK	14	100	OK
K29	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K30	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K31	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K32	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K33	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K34	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K35	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K36	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K37	14900	360000	OK	12308.8	OK	14	100	OK
K38	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K39	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K40	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K41	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K42	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K43	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K44	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K45	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K46	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K47	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K48	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K49	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK
K50	10600	250000	OK	9847.04	OK	14	100	OK

Tablo 161. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü

KOMPOZİT KOLON	Pmax(basınç)	$\phi_c P_n$	Basınç Kontrol	Pn	Pno	Pe	(EI)ef: Esls + Esrlsr + C1Eclc	C1	Es(Mpa)	Esr(Mpa)	Ec	wc(kg/m³): Beton Birim Hacim Ağırlığı	Is(zayıf eksen)	Ic(zayıf eksen)	Isr(zayıf eksen)
K1	35739826	51183154,17	OK	68244205,56	68244302	2,02128E+13	7,17521E+15	0,37029157	200000	200000	39152,881	2550	126200000	4,88033E+11	372341238,5
K2	35021775,9	51183154,17	OK	68244205,56	68244302	2,02128E+13	7,17521E+15	0,37029157	200000	200000	39152,881	2550	126200000	4,88033E+11	372341238,5
K3	34285960,4	51183154,17	OK	68244205,56	68244302	2,02128E+13	7,17521E+15	0,37029157	200000	200000	39152,881	2550	126200000	4,88033E+11	372341238,5
K4	33533948,9	51183154,17	OK	68244205,56	68244302	2,02128E+13	7,17521E+15	0,37029157	200000	200000	39152,881	2550	126200000	4,88033E+11	372341238,5
K5	32765514,3	51183154,17	OK	68244205,56	68244302	2,02128E+13	7,17521E+15	0,37029157	200000	200000	39152,881	2550	126200000	4,88033E+11	372341238,5
K6	31982435,5	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K7	31216632,6	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K8	30444639	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K9	29666856,7	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K10	28883132,8	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K11	28093379,1	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K12	27297450,6	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K13	26495166,1	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K14	25686299,8	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K15	24870579,4	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K16	24047679,9	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K17	23217237,6	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K18	22378765,4	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K19	21532076,1	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K20	20675052,2	42075336,92	OK	56100449,22	56100546,8	1,34999E+13	4,79225E+15	0,36116752	200000	200000	39152,881	2550	85630000	3,33333E+11	307720038,5
K21	19814804,2	28910951,97	OK	38547935,96	38548036,4	6,19211E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,881	2550	85630000	1,36533E+11	196940838,5
K22	19004836,3	28910951,97	OK	38547935,96	38548036,4	6,19211E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,881	2550	85630000	1,36533E+11	196940838,5
K23	18197754,4	28910951,97	OK	38547935,96	38548036,4	6,19211E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,881	2550	85630000	1,36533E+11	196940838,5
K24	17394686,4	28910951,97	OK	38547935,96	38548036,4	6,19211E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,881	2550	85630000	1,36533E+11	196940838,5
K25	16594082,8	28910951,97	OK	38547935,96	38548036,4	6,19211E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,881	2550	85630000	1,36533E+11	196940838,5

Tablo 162. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü

As: Yapısal Çelik Enkesit Alanı	Asr:Boyuna Donatı Alanı	Ac	Ag: Kayıpsız Enkesit Alanı	0.01Ag<Asr<0.04Ag	Fy	Fysr	fck	Lc	K: Eleman Burkulma Boyu	L: Desteklenen Noktalar Arası Eleman
23900	24617,6	1161482,4	1210000	OK	275	500	50	3500	1	3500
23900	24617,6	1161482,4	1210000	OK	275	500	50	3500	1	3500
23900	24617,6	1161482,4	1210000	OK	275	500	50	3500	1	3500
23900	24617,6	1161482,4	1210000	OK	275	500	50	3500	1	3500
23900	24617,6	1161482,4	1210000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	22155,84	962944,16	1000000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500

Tablo 163. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü

KOMPOZİT KOLON	Pmax(basınç)	ϕcPn	Basınç Kontrol	Pn	Pno	Pe	(EI)ef: Esls + Esrlsr + C1Eclc	C1	Es(Mpa)	Esr(Mpa)	Ec	wc(kg/m³): Beton Birim Hacim Ağırlığı	Is(zayıf eksen)	Ic(zayıf eksen)	Isr(zayıf eksen)
K26	15794766,6	28910952	OK	38547936	38548036,4	6,1921E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,88	2550	85630000	1,3653E+11	196940838
K27	14996039,7	28910952	OK	38547936	38548036,4	6,1921E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,88	2550	85630000	1,3653E+11	196940838
K28	14193934,9	28910952	OK	38547936	38548036,4	6,1921E+12	2,1981E+15	0,40062025	200000	200000	39152,88	2550	85630000	1,3653E+11	196940838
K29	13403444,6	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K30	12677171,3	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K31	11962206,4	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K32	11260158,6	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K33	10569094	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K34	9887663,7	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K35	9214484,3	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K36	8548548,9	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K37	7886520,1	18296566,1	OK	24395421,4	24395526	2,3822E+12	8,45642E+14	0,47674	200000	200000	39152,88	2550	85630000	4,32E+10	110779238
K38	7242020,1	13195811,6	OK	17594415,4	17594520,8	1,2298E+12	4,36573E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	85630000	2,0833E+10	76930038,5
K39	6638421,1	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K40	6045244,4	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K41	5463154,1	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K42	4890825,3	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K43	4327200,1	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K44	3771236	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K45	3221911,4	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K46	2678207,8	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K47	2139104	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K48	1603490,7	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K49	1070774,3	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5
K50	534821,8	13195809,9	OK	17594413,2	17594520,8	1,2037E+12	4,27293E+14	0,49536448	200000	200000	39152,88	2550	39230000	2,0833E+10	76930038,5

Tablo 164. Kolon, Basınç Etkisi Kontrolü

As: Yapısal Çelik Enkesit Alanı	Asr:Boyuna Donatı Alanı	Ac	Ag: Kayıpsız Enkesit Alanı	0.01Ag<Asr<0.04Ag	Fy	Fysr	fck	Lc	K: Eleman Burkulma Boyu	L: Desteklenen Noktalar Arası Eleman
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	17232,32	607867,68	640000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
14900	12308,8	332791,2	360000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500
10600	9847,04	229552,96	250000	OK	275	500	50	3500	1	3500

Tablo 165. Kompozit Kolon Çekme Kontrolü

Çekme Etkisindeki Kompozit Eleman Kontrolü						
$\Phi_t Pn$	Çekme Kontrolü	Pn	Fy	Fysr	As	Asr
16993170	OK	18881300	275	500	23900	24617.6
16993170	OK	18881300	275	500	23900	24617.6
16993170	OK	18881300	275	500	23900	24617.6
16993170	OK	18881300	275	500	23900	24617.6
16993170	OK	18881300	275	500	23900	24617.6
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
13657878	OK	15175420	275	500	14900	22155.84
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
11442294	OK	12713660	275	500	14900	17232.32
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
9226710	OK	10251900	275	500	14900	12308.8
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04
7054668	OK	7838520	275	500	10600	9847.04

Tablo 166. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü

KOMPOZİT KOLON	M2max	M3max	Pmax(basınç)	ϕcPn	ϕcMn2	ϕcMn3	Mn2	Mn3	Eğilme Kontrol	MBx	Wpx	Wr	Wc	MD	Wsn	Wcn	hn
K1	3154300	7228000	35739826	51183154,2	6106350886	-1,59357E+28	6784834318	-1,77063E+28	OK	6784834318	4815000	0	327935000	8292743750	905401,603	59243481,92	233,8393
K2	49133500	162622300	35021775,9	51183154,2	6106350886	-1,59357E+28	6784834318	-1,77063E+28	OK	6784834318	4815000	0	327935000	8292743750	905401,603	59243481,92	233,8393
K3	65852600	149131800	34285960,4	51183154,2	6106350886	-1,59357E+28	6784834318	-1,77063E+28	OK	6784834318	4815000	0	327935000	8292743750	905401,603	59243481,92	233,8393
K4	86784100	163667900	33533948,9	51183154,2	6106350886	-1,59357E+28	6784834318	-1,77063E+28	OK	6784834318	4815000	0	327935000	8292743750	905401,603	59243481,92	233,8393
K5	112491500	178087100	32765514,3	51183154,2	6106350886	-1,59357E+28	6784834318	-1,77063E+28	OK	6784834318	4815000	0	327935000	8292743750	905401,603	59243481,92	233,8393
K6	109511900	158849700	31982435,5	42075336,9	4578329359	-9,61301E+27	5087032621	-1,06811E+28	OK	5087032621	4815000	0	245185000	6534306250	1092948,96	53962948,96	234,6399
K7	124912000	199711300	31216632,6	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K8	125903400	207322800	30444639	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K9	130283400	220497800	29666856,7	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K10	134631400	231329500	28883132,8	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K11	139483600	241459500	28093379,1	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K12	144807300	250578900	27297450,6	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K13	150676300	258822500	26495166,1	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K14	156984500	266204600	25686299,8	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K15	163844200	272761800	24870579,4	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K16	171323800	278612200	24047679,9	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K17	179169600	283500100	23217237,6	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K18	188271700	288681400	22378765,4	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K19	194149700	287985400	21532076,1	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K20	220729600	311979100	20675052,2	42075336,9	4391285658	-9,61301E+27	4879206287	-1,06811E+28	OK	4879206287	1869000	0	248131000	5786758750	1730880,5	20308721,17	148,4574
K21	143255000	210493400	19814804,2	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K22	168762500	290325500	19004836,3	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K23	146533900	287029400	18197754,4	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K24	133620400	297932800	17394686,4	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K25	120544500	304805200	16594082,8	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763

Tablo 167. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü

M_{By}	Wpy	Wr	Wc	M_D	Wsn	Wcn	hn	h1	h2	tw	tf	bf	d	c	As	Asr	Asrs	Ac	Fy	Fysr	fck
-1,77063E+28	1292000	12554976	318903024	13409477260	905401,6	8,33239E+26	8,70339E+11	1100	1100	14,5	28	500	500	40	23900	24617,6	24617,6	1161482	275	500	50
-1,77063E+28	1292000	12554976	318903024	13409477260	905401,6	8,33239E+26	8,70339E+11	1100	1100	14,5	28	500	500	40	23900	24617,6	24617,6	1161482	275	500	50
-1,77063E+28	1292000	12554976	318903024	13409477260	905401,6	8,33239E+26	8,70339E+11	1100	1100	14,5	28	500	500	40	23900	24617,6	24617,6	1161482	275	500	50
-1,77063E+28	1292000	12554976	318903024	13409477260	905401,6	8,33239E+26	8,70339E+11	1100	1100	14,5	28	500	500	40	23900	24617,6	24617,6	1161482	275	500	50
-1,77063E+28	1292000	12554976	318903024	13409477260	905401,6	8,33239E+26	8,70339E+11	1100	1100	14,5	28	500	500	40	23900	24617,6	24617,6	1161482	275	500	50
-1,06811E+28	1292000	10191686	238516314	10519614864	1092949	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	14,5	28	500	500	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,06811E+28	870000	10191686	238938314	10412532364	1730880,5	5,02641E+26	7,08972E+11	1000	1000	11	19	300	300	40	14900	22155,8	22155,8	962944	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50

Tablo 168. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü

KOMPOZİT KOLON	M2max	M3max	Pmax(basınç)	ϕcPn	ϕcMn2	ϕcMn3	Mn2	Mn3	Eğilme Kontrol	MBx	Wpx	Wr	Wc	MD	Wsn	Wcn	hn
K26	109164000	312476400	15794766,6	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K27	97239100	312993300	14996039,7	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K28	96432500	346278900	14193934,9	28910952	2626274560	-1,47636E+27	2918082844	-1,6404E+27	OK	2918082844	1869000	0	126131000	3194258750	1401,13954	12978380,82	127,3763
K29	36619900	195518900	13403444,6	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K30	19723700	273849700	12677171,3	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K31	9430200	275789300	11962206,4	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K32	35547200	286947300	11260158,6	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K33	60290500	295417600	10569094	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K34	83496600	303006600	9887663,7	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K35	105283100	310081300	9214484,3	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K36	124916800	313376600	8548548,9	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K37	150408700	336677700	7886520,1	18296566,1	1310578164	-8,08114E+25	1456197960	-8,97904E+25	OK	1456197960	1869000	0	52131000	1621758750	1252,27342	7774890,104	113,843
K38	100391900	212448200	7242020,1	13195811,6	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K39	132080700	254596700	6638421,1	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K40	151105200	256913100	6045244,4	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K41	169098900	262406800	5463154,1	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K42	185362400	266682000	4890825,3	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K43	199946400	270357200	4327200,1	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K44	212856900	273481700	3771236	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K45	224116500	276157200	3221911,4	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K46	233707900	278475500	2678207,8	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K47	241607900	280458300	2139104	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K48	247847300	282688900	1603490,7	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K49	251754100	280557700	1070774,3	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576
K50	151105200	256913100	534821,8	13195809,9	769637994	-2,06768E+25	855153326,6	-2,29742E+25	OK	855153326,6	1053000	0	30197000	931261250	845,157637	3570612,001	84,51576

Tablo 169. Eğilme Momenti, Eksenel Kuvvet Etkisi Kontrolü

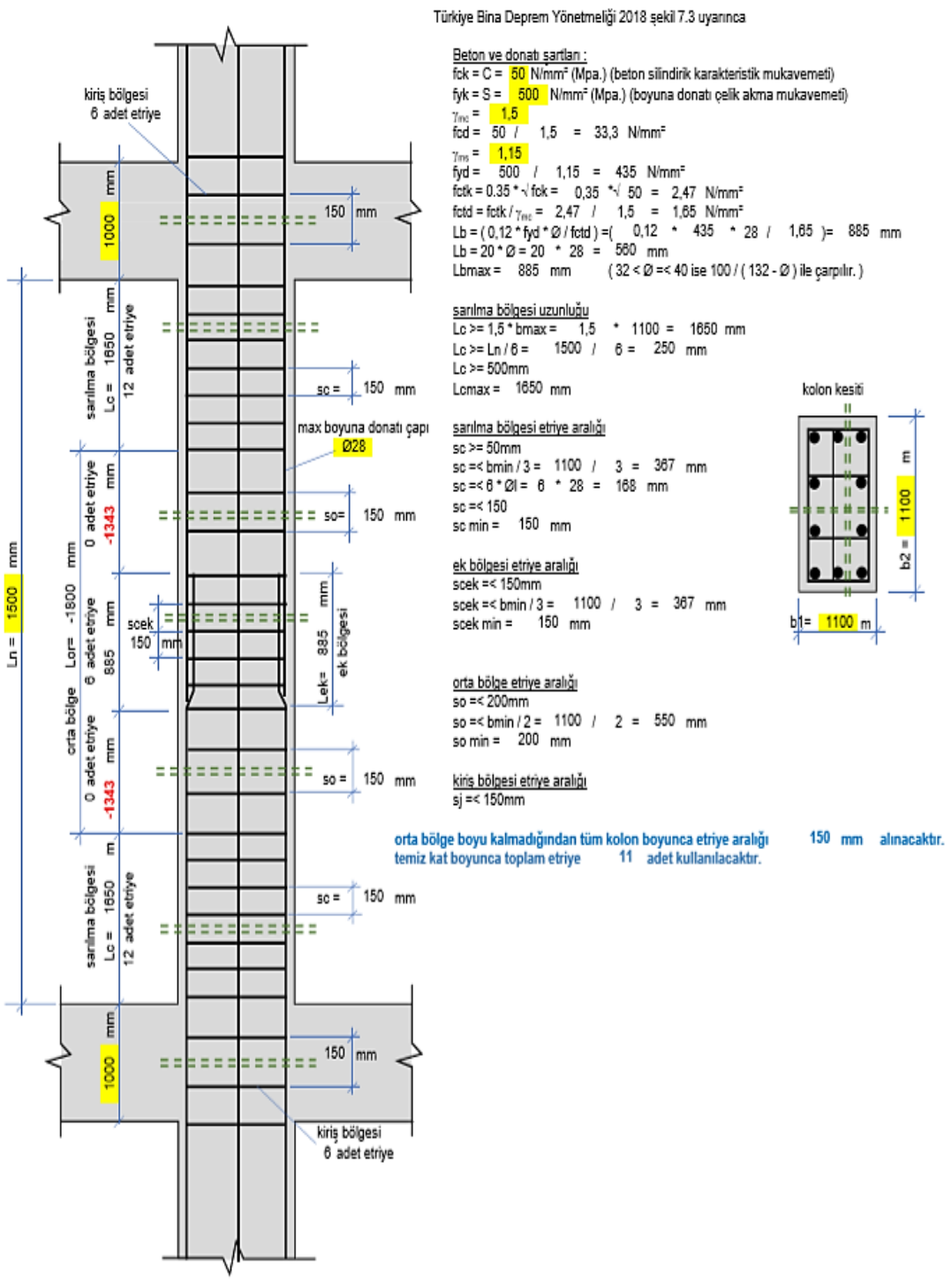
M_{By}	Wpy	Wr	Wc	M_D	Wsn	Wcn	hn	h1	h2	tw	tf	bf	d	c	As	Asr	Asrs	Ac	Fy	Fysr	fck
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-1,6404E+27	870000	6203635	120926365	5910752852	1401,1395	7,71951E+25	3,10635E+11	800	800	11	19	300	300	40	14900	17232,3	17232,3	607868	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-8,97904E+25	870000	3200288	49929712	2900400380	1252,2734	4,22543E+24	83918919000	600	600	11	19	300	300	40	14900	12308,8	12308,8	332791	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50
-2,29742E+25	498400	2067878	28683722	1780528284	845,15764	1,08114E+24	46500321000	500	500	10	17	240	240	40	10600	9847,04	9847,04	229553	275	500	50

Tablo 170. Kesme Kuvveti Kontrolü

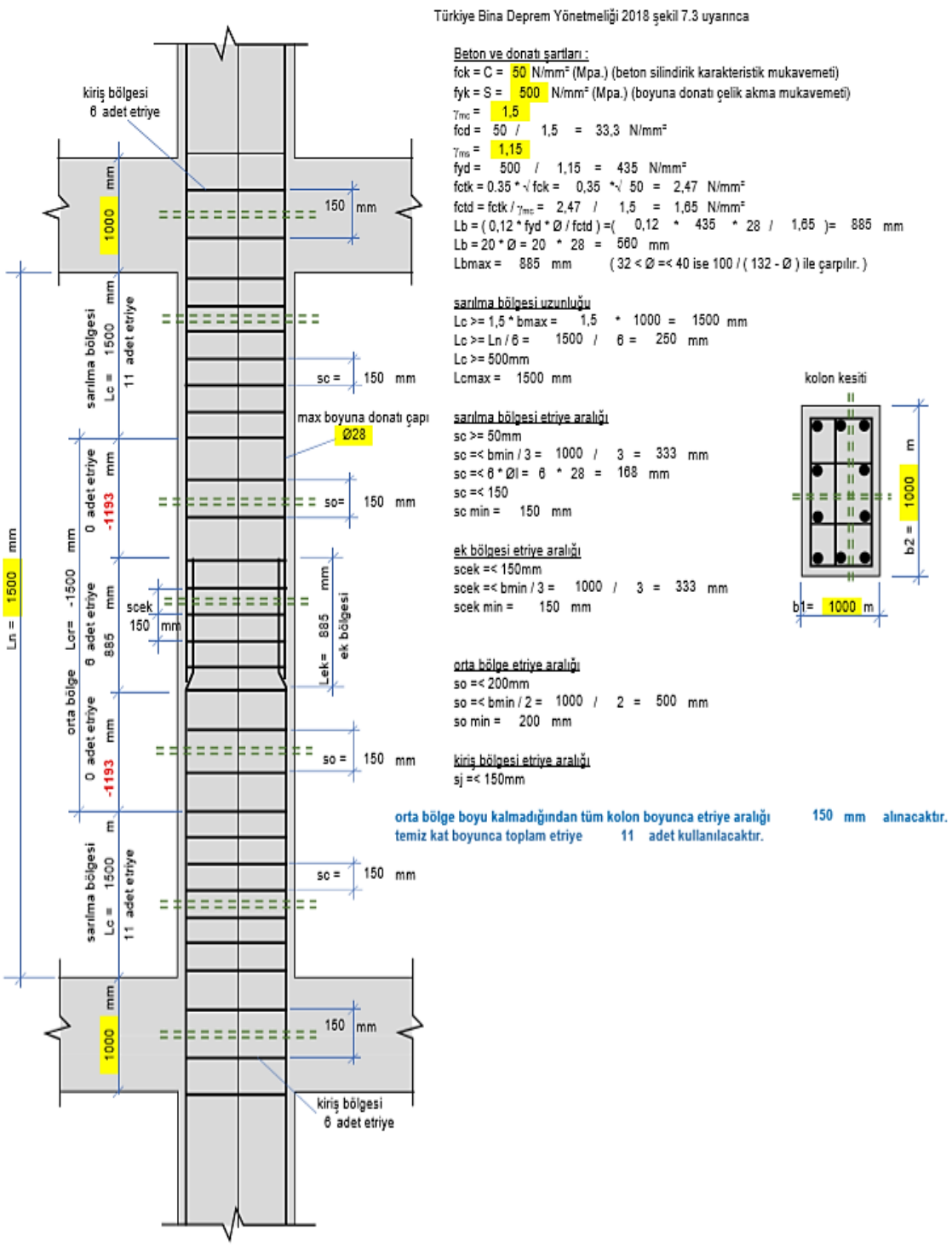
KOMPOZİT KOLON	Vmax	$V_{u_{max}}$ Kontrolü	Kesme Kontrolü	Kesme Kontrolü	Çelik Profil Kesme Kontrolü											Betonarme Kesme Kontrolü														s Kontrol	Sarılma Bölgesi Min.etriye alanı
					$\phi V n_{profil}$	Vn_{profil}	Aw	Cv1	E	Fy	kv	d	h	tw	a	$\phi V n_{donatı}$	$Vn_{donatı}$	Vc	Vw	Vcr	Asw	fctk	fywk	bw=h1	d	h2	c	s	$s_{gerekli}$		
K1	40136,6	OK	OK	OK	1196250	1196250	7250	1	200000	275	5,34	500	500	14,5	40	1517067	2022757	1515800	506957	1894750	95,6522	2,5	500	1100	1060	1100	40	100	-34,669	OK	338,8843474
K2	95136,6	OK	OK	OK	1196250	1196250	7250	1	200000	275	5,34	500	501	14,5	40	1517067	2022757	1515800	506957	1894750	95,6522	2,5	500	1100	1060	1100	40	100	-36,499	OK	338,8843474
K3	92014,4	OK	OK	OK	1196250	1196250	7250	1	200000	275	5,34	500	502	14,5	40	1517067	2022757	1515800	506957	1894750	95,6522	2,5	500	1100	1060	1100	40	100	-36,39	OK	338,8843474
K4	97254,7	OK	OK	OK	1196250	1196250	7250	1	200000	275	5,34	500	503	14,5	40	1517067	2022757	1515800	506957	1894750	95,6522	2,5	500	1100	1060	1100	40	100	-36,574	OK	338,8843474
K5	109928	OK	OK	OK	1196250	1196250	7250	1	200000	275	5,34	500	504	14,5	40	1517067	2022757	1515800	506957	1894750	95,6522	2,5	500	1100	1060	1100	40	100	-37,025	OK	338,8843474
K6	98859,6	OK	OK	OK	1196250	1196250	7250	1	200000	275	5,34	500	505	14,5	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-37,394	OK	347,6105611
K7	116216	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	506	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-38,186	OK	208,5663366
K8	121386	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	507	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-38,428	OK	208,5663366
K9	128350	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	508	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-38,76	OK	208,5663366
K10	134292	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	509	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-39,047	OK	208,5663366
K11	139822	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	510	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-39,318	OK	208,5663366
K12	144828	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	511	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-39,567	OK	208,5663366
K13	149363	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	512	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-39,795	OK	208,5663366
K14	153434	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	513	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-40,002	OK	208,5663366
K15	157036	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	514	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-40,187	OK	208,5663366
K16	160278	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	515	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-40,355	OK	208,5663366
K17	162820	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	516	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-40,488	OK	208,5663366
K18	166380	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	517	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-40,675	OK	208,5663366
K19	162550	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	518	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-40,474	OK	208,5663366
K20	192413	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	519	11	40	1249043	1665391	1248000	417391	1560000	86,9565	2,5	500	1000	960	1000	40	100	-42,099	OK	208,5663366
K21	133175	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	520	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-43,135	OK	201,0834121
K22	164936	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	521	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-46,337	OK	201,0834121
K23	165479	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	522	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-46,396	OK	201,0834121
K24	171151	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	523	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-47,02	OK	201,0834121
K25	174955	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	524	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-47,448	OK	201,0834121

Tablo 171. Kesme Kuvveti Kontrolü

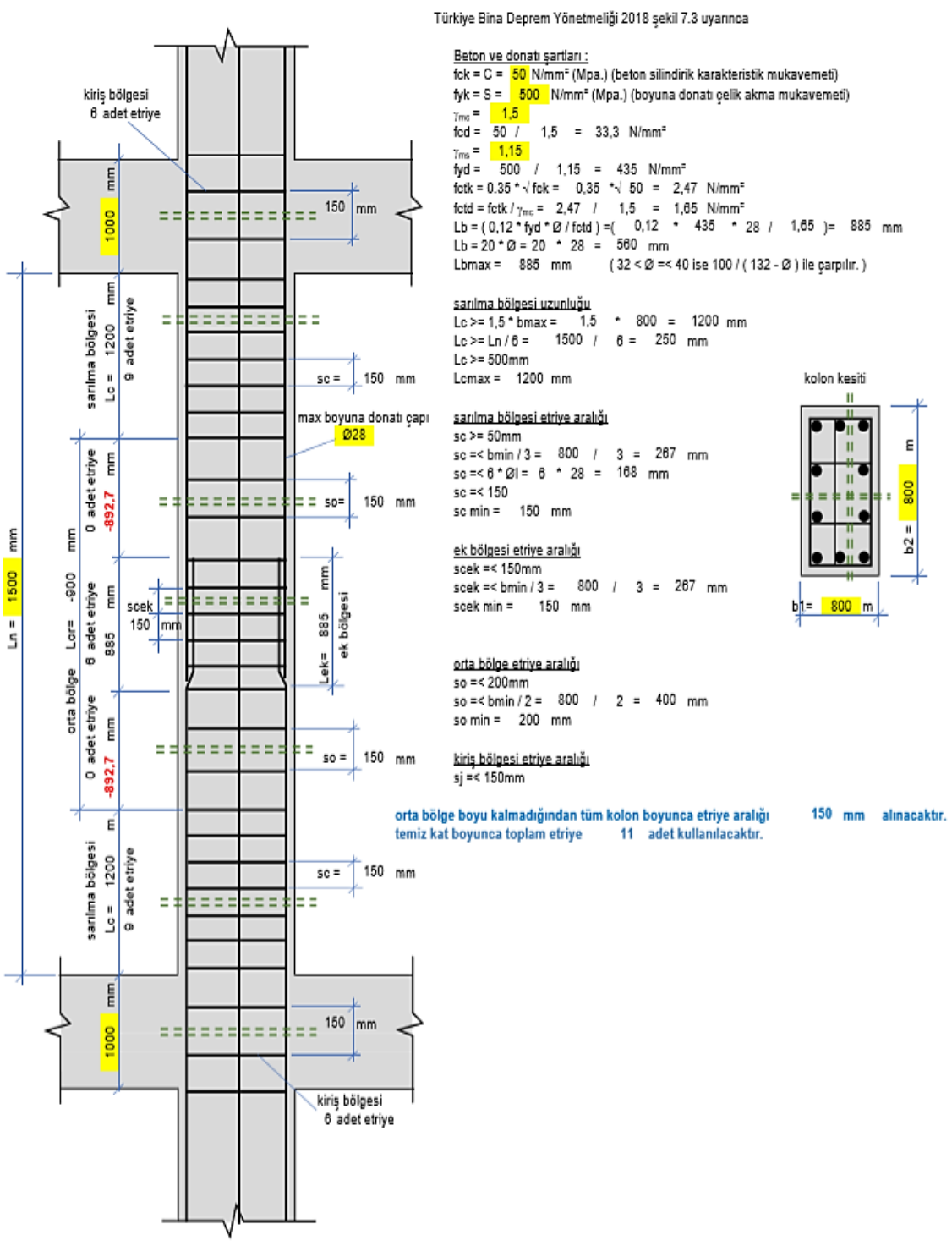
KOMPOZİT KOLON	Vmax	Vu$_{max}$ Kontrolü	Kesme Kontrolü profil	Kesme Kontrolü donatı	Çelik Profil Kesme Kontrolü												Betonarme Kesme Kontrolü														s Kontrol	Sarılma Bölgesi Min.etriye alanı
					$\phi V n_{profil}$	Vn_{profil}	Aw	Cv1	E	Fy	kv	d	h	tw	a	$\phi V n_{donatı}$	$Vn_{donatı}$	Vc	Vw	Vcr	Asw	fctk	fywk	bw=h1	d	h2	c	s	$s_{gerekli}$		
K26	179900	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	525	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-48,017	OK	201,0834121
K27	176660	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	526	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-47,643	OK	201,0834121
K28	214092	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	527	11	40	791061	1054748	790400	264348	988000	69,5652	2,5	500	800	760	800	40	100	-52,352	OK	201,0834121
K29	123630	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	528	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-53,716	OK	187,2087468
K30	156234	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	529	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-63,936	OK	187,2087468
K31	158888	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	530	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-64,942	OK	187,2087468
K32	164889	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	531	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-67,337	OK	187,2087468
K33	169657	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	532	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-69,37	OK	187,2087468
K34	173858	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	533	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-71,265	OK	187,2087468
K35	178018	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	534	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-73,247	OK	187,2087468
K36	178464	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	535	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-73,467	OK	187,2087468
K37	201051	OK	OK	OK	544500	544500	3300	1	200000	275	5,34	300	536	11	40	437165	582887	436800	146087	546000	52,1739	2,5	500	600	560	600	40	100	-86,579	OK	187,2087468
K38	127600	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	537	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-77,6	OK	150,1782159
K39	145544	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	538	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-95,291	OK	150,1782159
K40	147404	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	539	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-97,598	OK	150,1782159
K41	150388	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	540	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-101,54	OK	150,1782159
K42	152766	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	541	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-104,92	OK	150,1782159
K43	154804	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	542	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-108	OK	150,1782159
K44	156539	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	543	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-110,76	OK	150,1782159
K45	158025	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	544	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-113,25	OK	100,1188106
K46	159316	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	545	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-115,5	OK	100,1188106
K47	160397	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	546	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-117,46	OK	100,1188106
K48	161833	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	547	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-120,16	OK	100,1188106
K49	158930	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	548	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-114,82	OK	100,1188106
K50	147404	OK	OK	OK	396000	396000	2400	1	200000	275	5,34	240	549	10	40	299250	399000	299000	100000	373750	43,4783	2,5	500	500	460	500	40	100	-97,598	OK	100,1188106



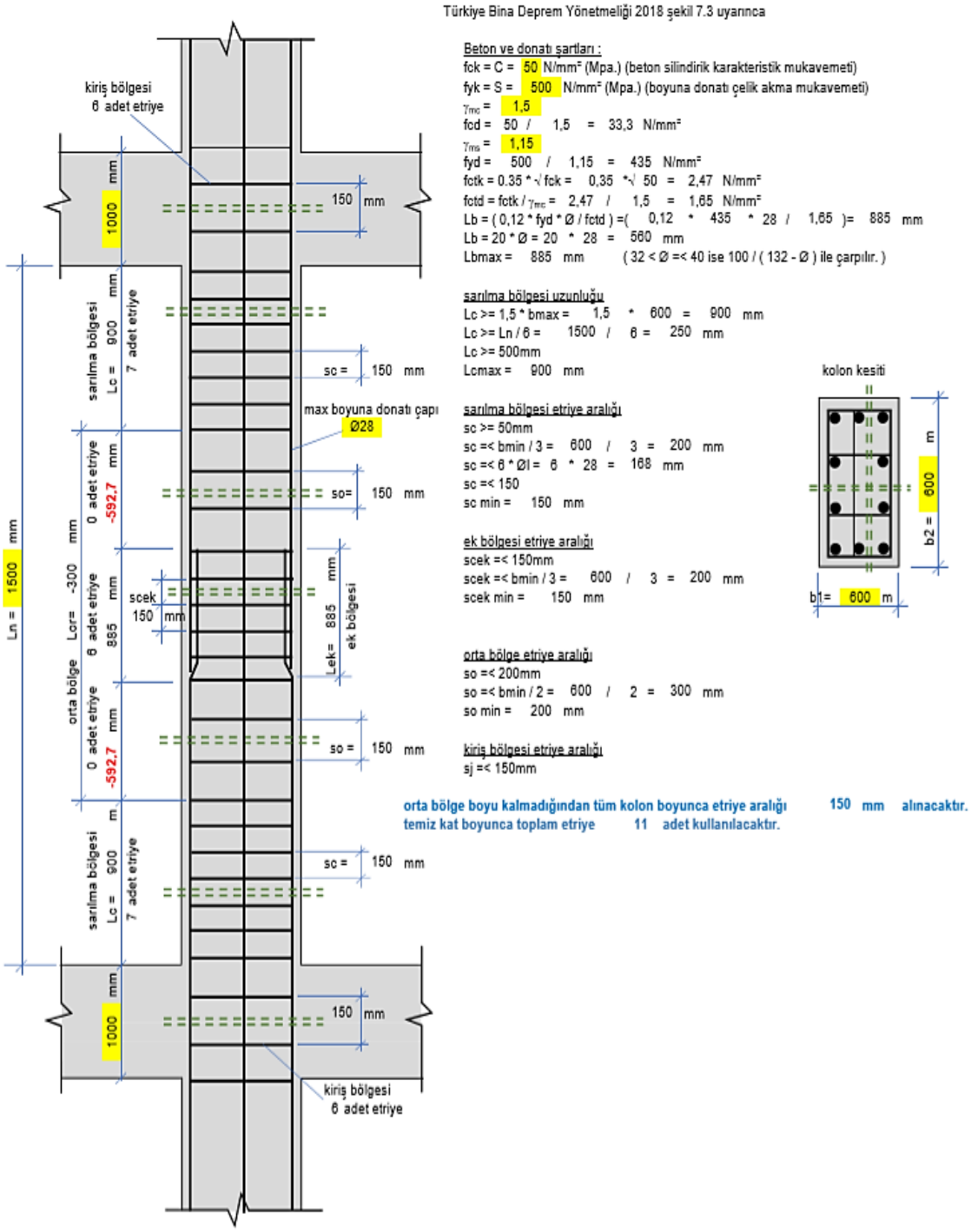
Şekil 159. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 110x110



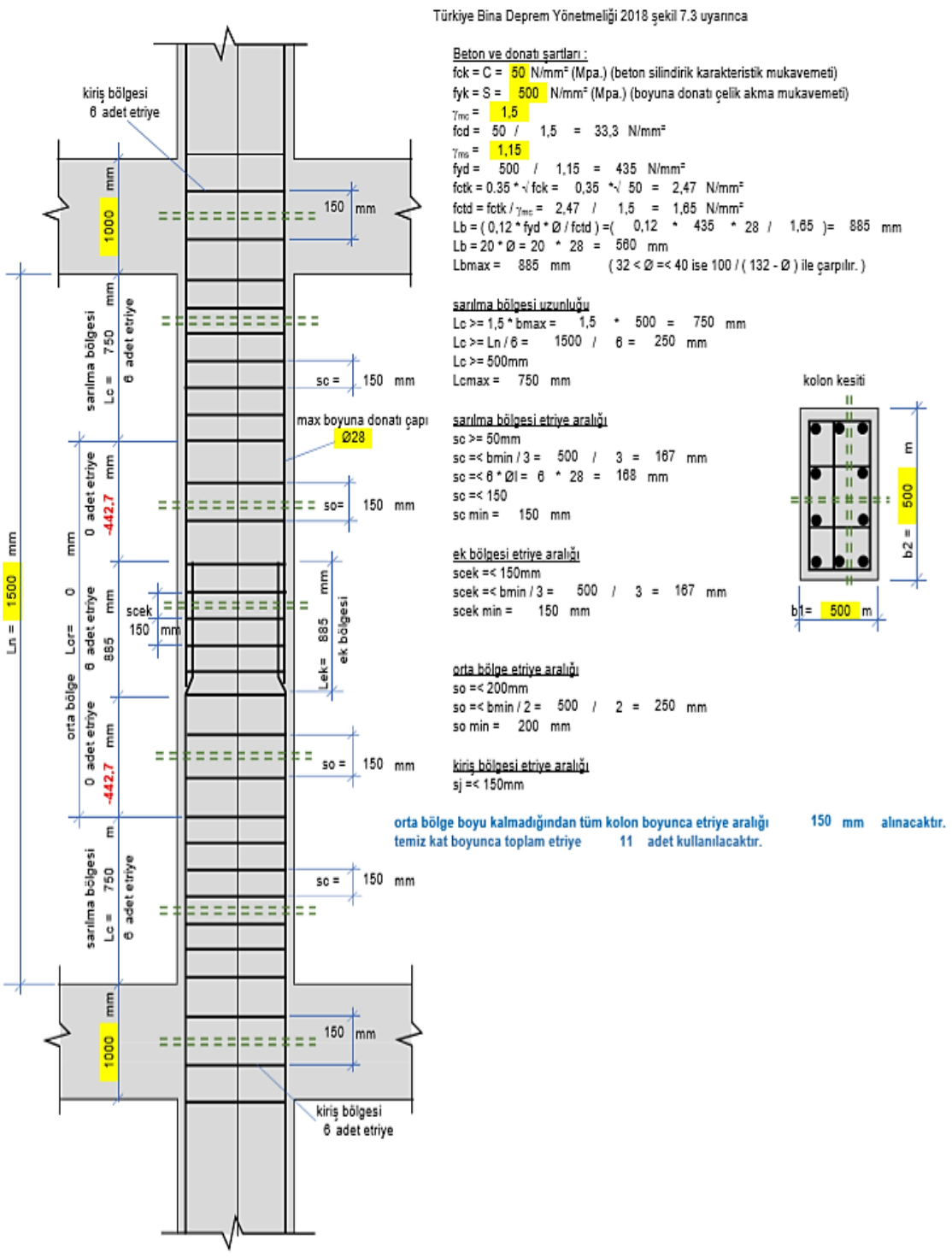
Şekil 160. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 100x100



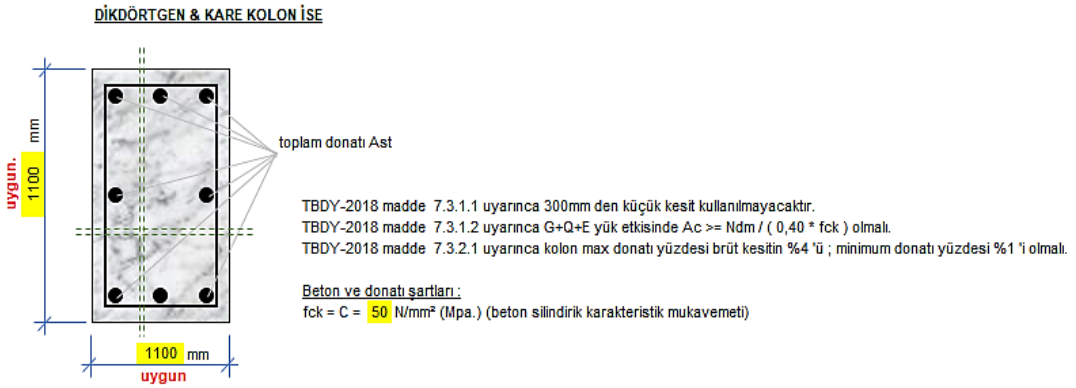
Şekil 161. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 80x80



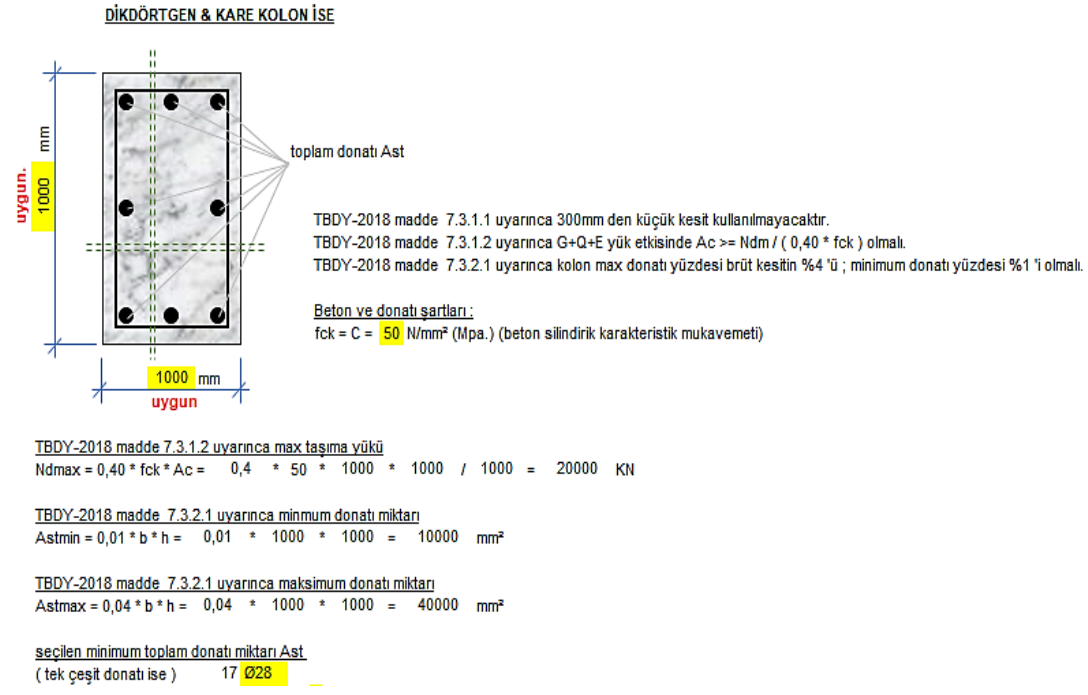
Şekil 162. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 60x60



Şekil 163. Kompozit Kolon, Etriye, Kolon 50x50

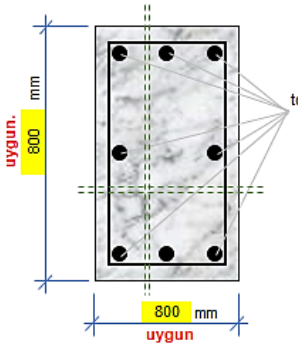


Şekil 164. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 110x110



Şekil 165. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 100x100

DİKDÖRTGEN & KARE KOLON İSE



TBDY-2018 madde 7.3.1.1 uyarınca 300mm den küçük kesit kullanılmayacaktır.
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca G+Q+E yük etkisinde Ac >= Ndm / (0,40 * fck) olmalı.
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca kolon max donatı yüzdesi brüt kesitin %4 'ü ; minimum donatı yüzdesi %1 'i olmalı.

Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)

TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca max taşıma yükü
Ndmax = 0,40 * fck * Ac = 0,4 * 50 * 800 * 800 / 1000 = 12800 KN

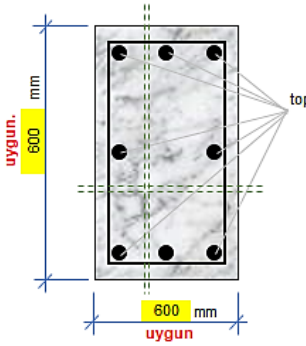
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca minmum donatı miktarı
Astmin = 0,01 * b * h = 0,01 * 800 * 800 = 6400 mm²

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca maksimum donatı miktarı
Astmax = 0,04 * b * h = 0,04 * 800 * 800 = 25600 mm²

seçilen minimum toplam donatı miktarı Ast
(tek çeşit donatı ise) 11 Ø28

Şekil 166. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 80x80

DİKDÖRTGEN & KARE KOLON İSE



TBDY-2018 madde 7.3.1.1 uyarınca 300mm den küçük kesit kullanılmayacaktır.
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca G+Q+E yük etkisinde Ac >= Ndm / (0,40 * fck) olmalı.
TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca kolon max donatı yüzdesi brüt kesitin %4 'ü ; minimum donatı yüzdesi %1 'i olmalı.

Beton ve donatı şartları :
fck = C = 50 N/mm² (Mpa.) (beton silindirik karakteristik mukavemeti)

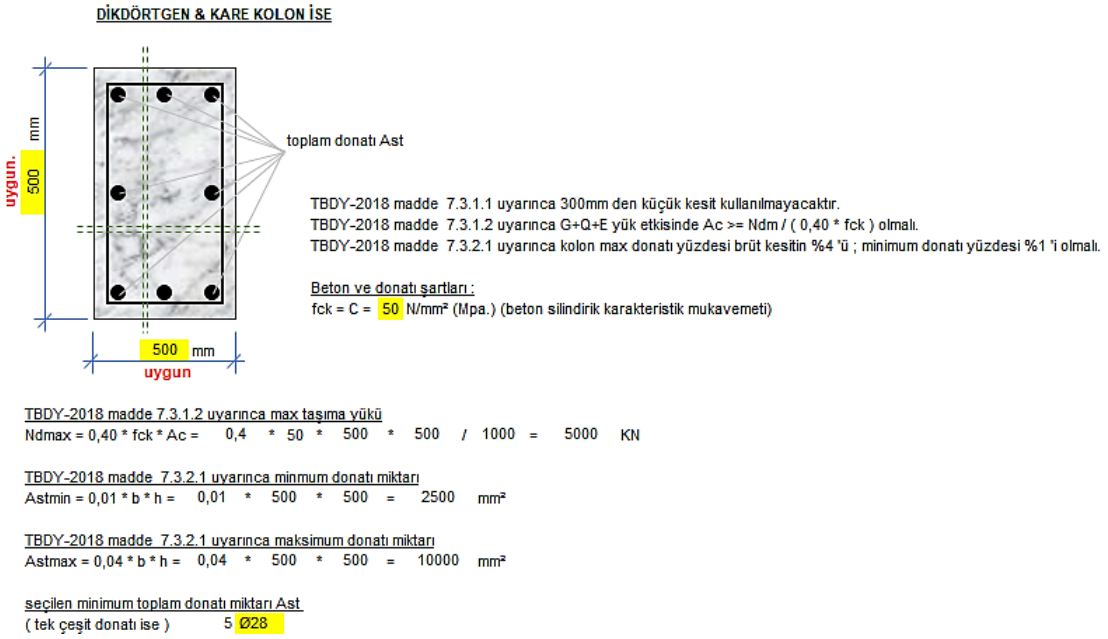
TBDY-2018 madde 7.3.1.2 uyarınca max taşıma yükü
Ndmax = 0,40 * fck * Ac = 0,4 * 50 * 600 * 600 / 1000 = 7200 KN

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca minmum donatı miktarı
Astmin = 0,01 * b * h = 0,01 * 600 * 600 = 3600 mm²

TBDY-2018 madde 7.3.2.1 uyarınca maksimum donatı miktarı
Astmax = 0,04 * b * h = 0,04 * 600 * 600 = 14400 mm²

seçilen minimum toplam donatı miktarı Ast
(tek çeşit donatı ise) 6 Ø28

Şekil 167. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 60x60



Şekil 168. Kompozit Kolon, Boyuna Donatı, Kolon 50x50

Perdelerin boyutlandırılması;

Perdelerin boyut ve donatılarının net tayini ve TS 500 ve TBDY 2018 uyarınca sağlaması gereken koşullara ilişkin oluşturulan exceller, perdelerin betonarme kolonlu 50 katlı yapı ile aynı olması sebebiyle, tekrar burada gösterilmemiştir.

Yukarıda açıklanan, DGT tasarım yöntemine göre, modal analiz ile yapılmış hesaplardan ve TS 500 ve TBDY 2018 Bölüm 7 deki kurallar gereğince yapılan seçimlere göre kolon, kiriş ve perdelerin, betonarme taşıyıcı sistemli 50 katlı, 175 m yüksekliğindeki bu yapı için, boyut ve donatıları, gruplanarak, aşağıdaki gibi verilmiştir:

Bu sonuçlar uyarınca, yapımızın kolon boyutları 110x110_HEB500, 100x100_HEB300, 80x80_HEB300, 60x60_HEB300 ve 50x50_HEB240 cm, perde duvar kalınlığı 40 cm ve kiriş boyutları 60x100 cm olarak belirlenmiştir.

Gerekli boyuna donatı çapı ve bir kesitteki sayısı,

- kolonlar için;
  - 110x110_HEB500 için, 40ø28
  - 100x100_HEB300 için, 36ø28

- 80x80_HEB300 için, 28ø28
- 60x60_HEB300 için, 20ø28
- 50x50_HEB240 için, 16ø28

- kirişler için; ø14
- perdeler için; ø28 dir.

Gerekli enine donatı çapı ve aralığı:

- kolonlar için; ø14/10 cm aralıklı
- kirişler için; ø14/10 ve ø14/40 cm aralıklı
- perdeler için; ø14/10 cm aralıklıdır.

İkinci aşama hesabında, ilk aşamada seçilen kesitlerle, normal performans hedefini sağlamak için, DD-4 deprem yer hareketi altında, Kesintisiz Kullanım performans hedefini sağlayacak, DGT tasarım yaklaşımı ile performans değerlendirmesi yapılmalıdır.

Birinci aşamadan farklı olarak, sönüm oranı, % 5 den % 2.5'e değişmiştir. Bu durumda, yatay elastik tasarım spektral ivmesi değerleri, Sae(T)'nin elde edilmesi için, 1. Aşamada da kullanılan spektral ivme değerleri, 1.25 katsayısı ile çarpılır. Buna ek olarak, mod birleştirme ile yapılan ve Tam Karesel Birleştirme (CQC) kullanılan durumlarda, çapraz korelasyon katsayılarının hesabı için, tüm modların sönüm oranı %2.5 alınmalıdır.

Ek dış merkezlilik hesaba katılmamalı ve ilk aşamada, eşdeğer deprem yüklerinin hesabında kullanılan taban kesme kuvveti Vtmin burada uygulanmamalıdır.

Birinci aşamadan önce, hesapta kullanılan, yapım aşamalarını göz önüne alan, düşey yük hesabı sonuçları, bu aşamada da kullanılır.

İç kuvvetlerin hesabında, R/I değeri ve D değerleri 1 olarak alınır. Deprem hesabında kullanılan, deprem azaltma katsayısı, Ra, burada 1 alınır.

Performans değerlendirmesi yaparken ise, TBDY 2018 Tablo 5.1 deki, "Beklenen Malzeme Dayanımları" tablosundaki beton ve çelik karakteristik kopma ve kırılma değerleri alınır.

Eleman iç kuvvetleri ve kapasitelerin hesabında, o yöndeki hakim modda elde edilen iç kuvvetlerin yönleri kullanılır.

Talep (Etki)/Kapasite oranı, 1.5 değerini aşmamalı, aksi halde, deprem hesapları, aşama 1 den itibaren tekrarlanmalıdır.

Bu tez kapsamında, ikinci aşama hesabı yapılmamış, direkt olarak 3. Aşama hesabına geçilmiştir.

İkinci aşama hesabı sonrası üçüncü aşama hesabına geçilir. Bu aşama en büyük deprem olan DD-1 depremi ile, yapının performansının ölçüleceği aşamadır.

Üçüncü aşama hesabı;

Üçüncü aşama hesabı için, 1. Aşama hesabında ön tasarımı ve boyutlandırılması yapılmış yapının, DD-1 depremi altında Göçmenin Önlenmesi performans düzeyini sağladığı, Zaman tanım alanında, doğrusal olmayan hesap kullanılarak, gösterilmiştir.

Doğrusal olmayan, Zaman tanım alanında hesap için TBDY 2018 Bölüm 5'deki modelleme kuralları ve Bölüm 13.6.2'deki ek kurallara, kompozit yapı olması sebebiyle de Çelik Yapılar Yönetmeliği 2016 Bölüm 12 kurallarına uyulmuştur. Bu kurallar dahilinde yapılan hesapların sonucu, Bölüm 13.6.4'de belirtilen kurallar kapsamında, hesap sonucu elde edilen, değerlendirmeye esas şekildeğiştirme, iç kuvvet ve göreli kat ötelemesi talepleri alınarak, Bölüm 13.6.5 ile değerlendirilmiştir.

Bu aşamada, TBDY 2018 Bölüm 5 deki kurallara ek olarak, sönüm oranı %2.5 alınmıştır.

Birinci aşama hesabında, burulma düzensizliği tespit edilmiş ve burulma düzensizliği katsayısı, $\eta bi > 1.5$ ise, birinci aşamada uygulanan ek dış merkezlilik etkisi, bu aşamada da uygulanmalıdır. Bizim yapımızda burulma düzensizliğine rastlanmamıştır.

Yük birleşimleri, Bölüm 9 da verilenler olarak alınmıştır:

1.2G+0.3Q+0.2S+Ed(H)+0.3Ed(Z) Denklem 193

Rayleigh orantılı sönüm matrisi veya Modal sönüm matrisinin oluşturulmasında kullanılacak modların sönüm oranları, %2.5 alınmıştır.

TBDY 2018 Bölüm 13.6.4 kapsamında değerlendirmeye esas şekildeğiştirme ve iç kuvvet taleplerinin hesabı için kullanılması zorunlu olan 11x2 = 22 adet deprem hesabı bu tez kapsamında, 1x2 = 2 adet deprem hesabı olacak şekilde değiştirilmiştir.

Betonarme elemanlar için, 3. Aşama kuralları kapsamında hesap edilen şekildeğiştirme talepleri, TBDY 2018, Bölüm 5.8.1'deki sınırları aşmamalıdır:

$$\varepsilon_c^{(GÖ)} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \le 0.018 \quad , \quad \varepsilon_s^{(GÖ)} = 0.4\varepsilon_{su}$$ Denklem 194

$$\theta_p^{(GÖ)} = \frac{2}{3}\left[(\phi_u - \phi_y)\, L_p \left(1 - 0.5\,\frac{L_p}{L_s}\right) + 4.5\,\phi_u\, d_b\right]$$ Denklem 195

Hesaplar sonucunda depremden elde edilen göreli kat ötelemesi oranı, 0.045 değerini aşmamalıdır.

Üçüncü aşama kapsamında şekildeğiştirmeye göre tasarım yaparken, ilk olarak, kolon ve kirişler için yığılı, perdeler için yayılı mafsal modellerimizi oluşturmamız gerekmektedir. Kompozit kolonlarda yığılı mafsal modeli oluşturmak üzere, tasarım ve analiz parametreleri Çelik Yapılar Yönetmeliği 2016, Bölüm 12 kullanılmıştır.

Plastik gerilme dağılımı yöntemi uyarınca, kompozit kolonlarda karakteristik dayanım belirlenmesinde, dikdörtgen gerilme yayılışı esas alınarak, basınç ve çekmeyi karşılayan yapı çeliği ve donatı çeliği Fy, donatı çeliği için 500 MPa, yapı çeliği için, 275 MPa karakteristik akma dayanımına, basıncı karşıladığı ve çekmeye çalışmadığı kabul edilen beton ise fck, 50 MPa karakteristik dayanımının, 0.85 katı, yani 42.5 MPa dayanıma ulaştığı varsayılmıştır. Beton, sargılı bölgesi için, bu değer 0.95fck, 47.5 MPa dayanıma çıkartılmıştır.

Kompozit elemanların etkin eğilme rijitliği hesabında;

$$(EI)_{ef} = E_s I_s + E_{sr} I_{sr} + C_1 E_c I_c \quad \text{Denklem 196}$$

denkleminden yararlanılmıştır. Burada C_1 değeri beton elemanın eğilme rijitliğini düzenleyen, azaltan bir katsayı olup,

$$C_1 = 0.25+(3(A_s+A_{sr})/A_g) \quad \text{Denklem 197}$$

şeklindedir ve 0.7 değerinden küçük veya eşit olmak zorundadır.

Beton elastisite modülü Ec değeri de, betonarme elemanlar için hesap edilen beton elastisite modülünden farklı olarak,

$$Ec = 0.043(w_c\text{^}(1.5))(f_{ck})\text{^}(0.5) \quad \text{Denklem 198}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Kesitin basınç dayanımı,

$$P_{no} = F_y A_s + F_{ysr} A_{sr} + 0.85 f_{ck} A_c \quad \text{Denklem 199}$$

denklemi ile, çekme dayanımı ise;

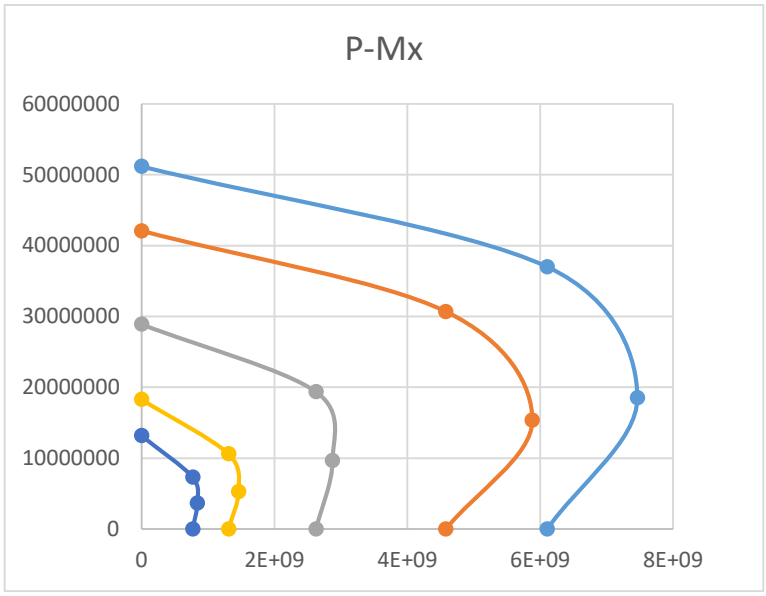
$$P_n = F_y A_s + F_{ysr} A_{sr} \quad \text{Denklem 200}$$

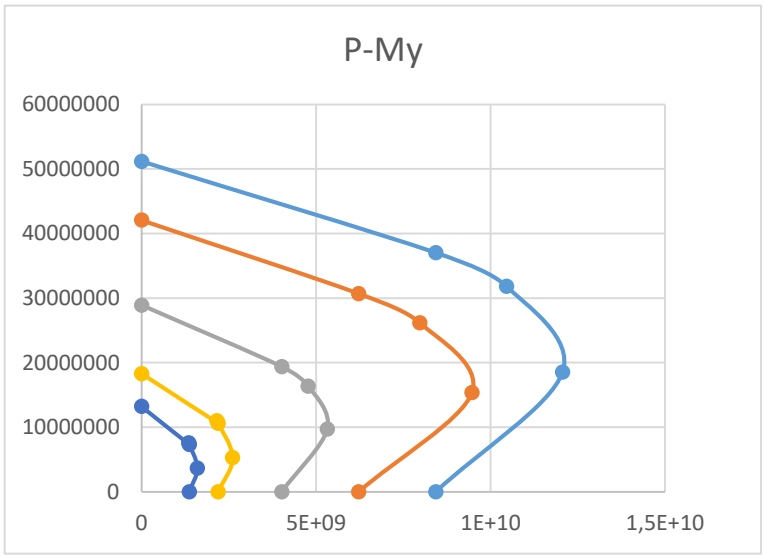
denklemi ile hesaplanmıştır.

Kompozit kesitin karakteristik eğilme momenti dayanımı Mn'in, akma sınır durumu için, kompozit kesitteki plastik gerilme yayılışı esas alınarak, kompozit kesitin plastik eğilme momenti hesabı kullanılmıştır.

Kompozit kolonların eksenel kuvvet ve eğilme momenti bileşik etkisinin çözümü için, plastik gerilme dağılımı yönteminden, PMM ve N-Curv. Grafikleri kullanılarak çözüme gidilmiştir.

Betonarme kolonlu tasarımdan farklı olarak, kompozit kolonlu tasarımın PMM grafikleri Çelik Yapılar Yönetmeliği 2016, Tablo 12.2 ve12.3 kullanılarak Excel yardımı ile çizilmiştir.





Şekil 169. P-Mx ve P-My Grafikleri, Yapıdaki Her Kompozit Kolon Çeşidi İçin

Tablo 172. Kompozit Kolon Kuvvetli Eksen P-Mx Değerleri

KOMPOZİT KOLON	Kuvvetli Eksen P-Mx Diyagrası															
	λΦcPA	PA	λΦcPC	PC	λΦcPD	PD	λΦcPB	PB	λΦbMA	MA	λΦbMC	MC	λΦbMD	MD	λΦbMB	MB
K1	51183154.17	68244302	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	6.11E+09	6.78E+09	7.46E+09	8.29E+09	6.11E+09	6.78E+09
K2	51183154.17	68244302	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	6.11E+09	6.78E+09	7.46E+09	8.29E+09	6.11E+09	6.78E+09
K3	51183154.17	68244302	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	6.11E+09	6.78E+09	7.46E+09	8.29E+09	6.11E+09	6.78E+09
K4	51183154.17	68244302	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	6.11E+09	6.78E+09	7.46E+09	8.29E+09	6.11E+09	6.78E+09
K5	51183154.17	68244302	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	6.11E+09	6.78E+09	7.46E+09	8.29E+09	6.11E+09	6.78E+09
K6	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.58E+09	5.09E+09	5.88E+09	6.53E+09	4.58E+09	5.09E+09
K7	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K8	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K9	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K10	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K11	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K12	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K13	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K14	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K15	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K16	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K17	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K18	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K19	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K20	42075336.92	56100547	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	4.39E+09	4.88E+09	5.21E+09	5.79E+09	4.39E+09	4.88E+09
K21	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K22	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K23	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K24	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K25	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09

Tablo 173. Kompozit Kolon Zayıf Eksen P-My Değerleri

KOMPOZİT KOLON	Zayıf Eksen P-My Diyagramı																			Azaltma Katsayısı
	λΦcPA	PA	λΦcPE	PE	λΦcPC	PC	λΦcPD	PD	λΦcPB	PB	λΦbMA	MA	λΦbME	ME	λΦbMC	MC	λΦbMD	MD	λΦbMB	MB	
K1	51183154	68244302	31825175	42433626	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	1.05E+10	1.16E+10	8.44E+09	9.37E+09	1.21E+10	1.34E+10	8.44E+09	9.37E+09	0.999999
K2	51183154	68244302	31825175	42433626	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	1.05E+10	1.16E+10	8.44E+09	9.37E+09	1.21E+10	1.34E+10	8.44E+09	9.37E+09	0.999999
K3	51183154	68244302	31825175	42433626	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	1.05E+10	1.16E+10	8.44E+09	9.37E+09	1.21E+10	1.34E+10	8.44E+09	9.37E+09	0.999999
K4	51183154	68244302	31825175	42433626	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	1.05E+10	1.16E+10	8.44E+09	9.37E+09	1.21E+10	1.34E+10	8.44E+09	9.37E+09	0.999999
K5	51183154	68244302	31825175	42433626	37022199	49363002	18511100	24681501	0	0	0	0	1.05E+10	1.16E+10	8.44E+09	9.37E+09	1.21E+10	1.34E+10	8.44E+09	9.37E+09	0.999999
K6	42075337	56100547	26151283	34868438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	7.98E+09	8.86E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.47E+09	1.05E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K7	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K8	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K9	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K10	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K11	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K12	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K13	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K14	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K15	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K16	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K17	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K18	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K19	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K20	42075337	56100547	22963789	30618438	30693792	40925127	15346896	20462563	0	0	0	0	8.74E+09	9.71E+09	6.23E+09	6.92E+09	9.37E+09	1.04E+10	6.23E+09	6.92E+09	0.999998
K21	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K22	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K23	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K24	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K25	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997

Tablo 174. Kompozit Kolon Kuvvetli Eksen P-Mx Değerleri

KOMPOZİT KOLON	Kuvvetli Eksen P-Mx Diyagrai															
	$\lambda\phi_{cPA}$	P_A	$\lambda\phi_{cPC}$	P_C	$\lambda\phi_{cPD}$	P_D	$\lambda\phi_{cPB}$	P_B	$\lambda\phi b M_A$	M_A	$\lambda\phi b M_C$	M_C	$\lambda\phi b M_D$	M_D	$\lambda\phi b M_B$	M_B
K26	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K27	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K28	28910951.97	38548036	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	2.63E+09	2.92E+09	2.87E+09	3.19E+09	2.63E+09	2.92E+09
K29	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K30	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K31	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K32	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K33	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K34	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K35	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K36	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K37	18296566.08	24395526	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	1.31E+09	1.46E+09	1.46E+09	1.62E+09	1.31E+09	1.46E+09
K38	13195811.58	17594521	7316957	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K39	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K40	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K41	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K42	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K43	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K44	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K45	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K46	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K47	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K48	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K49	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08
K50	13195809.87	17594521	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	7.7E+08	8.55E+08	8.38E+08	9.31E+08	7.7E+08	8.55E+08

Tablo 175. Kompozit Kolon Zayıf Eksen P-My Değerleri

KOMPOZİT KOLON	Zayıf Eksen P-My Diyagramı																			Azaltma Katsayısı
	λΦcPA	PA	λΦcPE	PE	λΦcPC	PC	λΦcPD	PD	λΦcPB	PB	λΦbMA	MA	λΦbME	ME	λΦbMC	MC	λΦbMD	MD	λΦbMB	MB	
K26	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K27	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K28	28910952	38548036	16348505	21798063	19375732	25834376	9687866	12917188	0	0	0	0	4.78E+09	5.31E+09	4.02E+09	4.46E+09	5.32E+09	5.91E+09	4.02E+09	4.46E+09	0.999997
K29	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K30	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K31	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K32	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K33	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K34	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K35	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K36	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K37	18296566	24395526	11008219	14677688	10607674	14143626	5303837	7071813	0	0	0	0	2.15E+09	2.39E+09	2.19E+09	2.44E+09	2.61E+09	2.9E+09	2.19E+09	2.44E+09	0.999996
K38	13195812	17594521	7588267	10117750	7316957	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K39	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K40	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K41	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K42	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K43	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K44	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K45	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K46	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K47	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K48	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K49	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994
K50	13195810	17594521	7588266	10117750	7316956	9756001	3658478	4878000	0	0	0	0	1.35E+09	1.5E+09	1.37E+09	1.52E+09	1.6E+09	1.78E+09	1.37E+09	1.52E+09	0.999994

Kompozit elemanın yük aktarımı, beton ve çelik profile birlikte etkiyecek şekilde düşünülmüştür. Bu bağlamda kompozit elemanlar arası iletilen kuvvet;

$$V_r' = (P_{rs} - P_r (F_y A_s / P_{no})) \text{ Denklem 201}$$

ile hesaplanmıştır. Burada Prs, yükün direkt çelik profile aktarılan kısmı olup,

$$P_{rs} = (E_s A_s / (E_s A_s + E_c A_c)) P_r \text{ Denklem 202}$$

ile hesaplanır. P_r dış kuvveti, çekme ise,

$E_c A_c = 0$ olarak değerlendirilmiş ve kompozit elemanın hesabı boyunca, beton kısmın çekmeye hiçbir şekilde çalışmadığı varsayılmıştır.

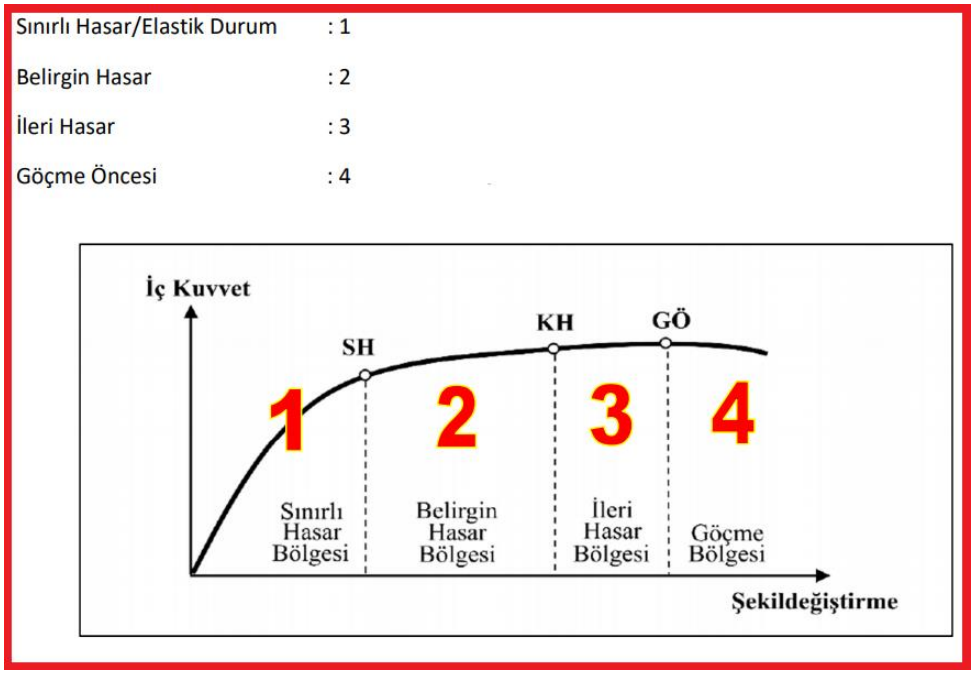
Tüm hesaplamalar YDKT, Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım yöntemi ile yapılmıştır.

Kompozit elemanda yük geçiş mekanizması olarak, çelik ankrajlar ile yük geçişi, seçilmiştir. Bunun ile ilgili hesap adımları Çelik Yapılar Yönetmeliği 2016, Bölüm 12.8'de mevcuttur. Bu tez kapsamında ankraj hesabı gösterilmemiştir.

Kompozit kolonlu yapının, yukarıda anlatılanlar dışında, programa yığılı mafsal atama adımlarının betonarme kolonlu, elli katlı yapıdaki ile aynı olması sebebiyle burada tekrar anlatılmamıştır. Bununla birlikte, Peer yöntemi ile deprem seçimi ve perdelerin de birebir aynı olması sebebiyle yalnızca sonuçlara yer verilmiştir.

Bölüm 3.2.3'de anlatılan parametre ve veriler, programa girilip, analiz edildikten sonra, kolonlar için yığılı ve perdeler için yayılı mafsal sonuçları aşağıdaki gibi elde edilmiştir:

Yığılı mafsallarda, uzama limitlerinin değil, plastik dönmelerin çıktısının program tarafından verilmesi sebebiyle, "bölgesel değer ortalaması" olarak adlandırılan bir değerlendirme yapılmıştır. (HASILCIO, 2019)



Şekil 170. Yığılı-Yayılı Mafsal Değerlendirme Grafiği

Yüksek yapıların üçüncü aşama kontrolü sonucunda, normal performans beklenen yapıların TBDY 2018 uyarınca, DD1 depremi etkisinde, kontrollü hasar, sınırında kalması yani yukarıdaki grafiğe göre 2 numaralı bölge olan, belirgin hasar bölgesi içerisinde bulunması gerekmektedir. Söz konusu 50 katlı kompozit kolonlu yapı, her iki yönde etkittirilen, verileri yukarıdaki gibi olan Düzce depremi sonucunda istenen performans değerini sağlamıştır.

Perdeler için yukarıda belirtildiği gibi programda oluşturulan yayılı mafsal sonuçları Hcr, yani 28 metre, ilk sekiz kat boyunca elde edilmiştir.

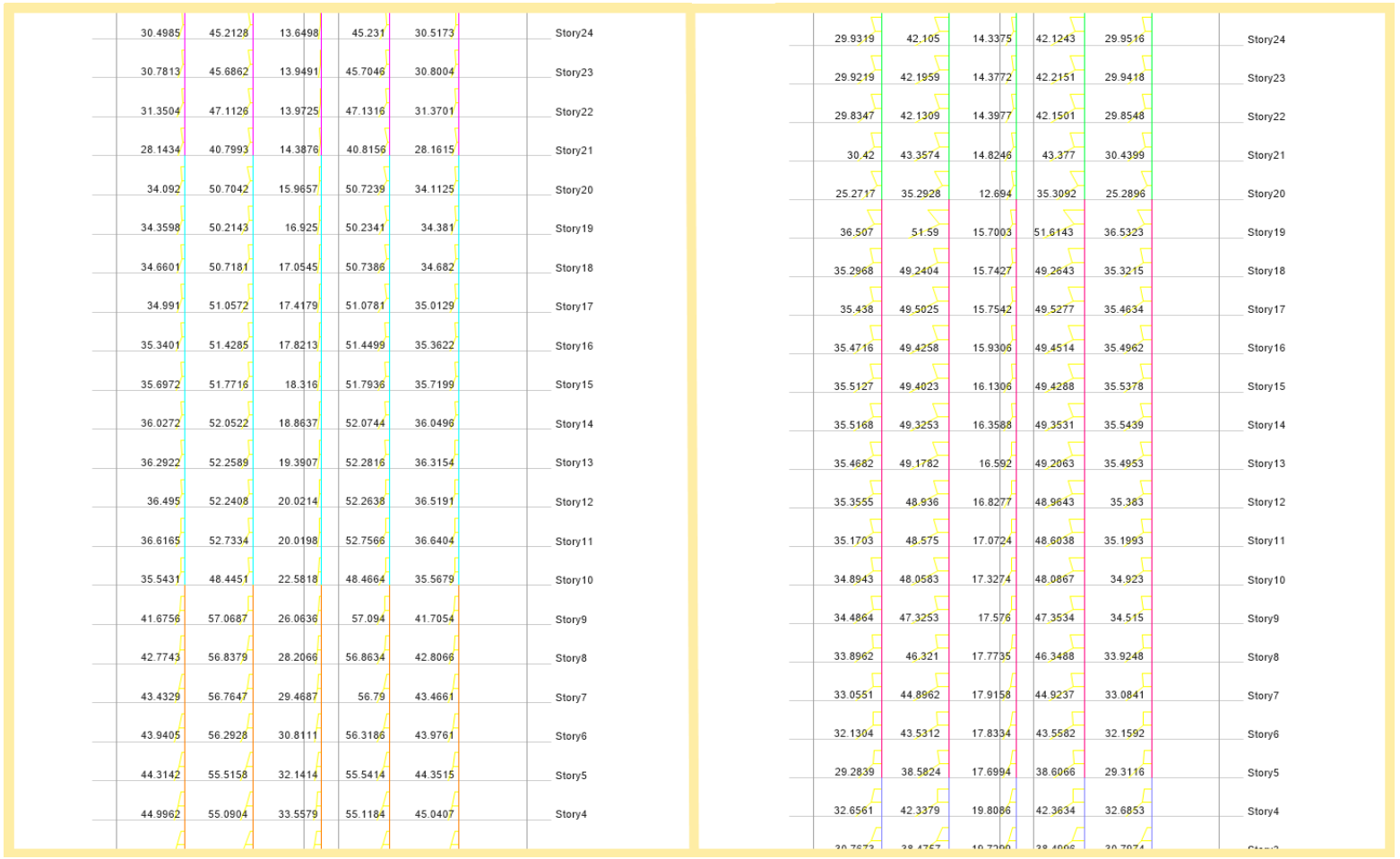
Burada, etkittiğimiz depremin her iki yöndeki hesabı sonucunda, elde edilen en büyük beton uzama ve çelik uzama sonuçları elde edilmiş ve sınır değerler ile karşılaştırılmıştır. Bulunan değerler, yukarıdaki mafsal grafiği bazında, kontrollü hasar sınırında, yani 2 numaralı bölge olan, belirgin hasar bölgesinde kalma şartını, sağlamıştır.

Bu sonuçlar ile üçüncü aşama kontrollerinin, BYS, 1 olan yüksek yapıda, normal performans düzeyini sağladığı gösterilmiştir.

Elli katlı, kompozit kolonlu, betonarme yapı için, özetleyecek olursak, yapı, TBDY 2018 Bölüm 13 kuralları çerçevesinde, 1. Aşama için DD-2 deprem düzeyinde, Bölüm 4 dahilindeki kurallar ile, Dayanıma Göre Tasarlanarak, Bölüm 7, TÇYY 2016, Bölüm 12 ve TS 500 dahilindeki kurallar çerçevesinde dizayn edilmiştir. Akabinde, Bölüm 13 çerçevesinde ve yukarıda anlatıldığı gibi, DD-4 deprem düzeyinde, ikinci aşama, ara kontrol tez kapsamına dahil edilmemiş ve asıl yapının performansını ölçecek olan, DD-1 düzeyindeki deprem ile doğrusal olmayan, zaman tanım alanında hesap, Bölüm 13 deki kurallar, Bölüm 5 ve TÇYY Bölüm 12 çerçevesinde kontrol edilmiştir.

Örnek olması amacı ile şekil 171'de betonarme ve kompozit 50 katlı yapıların, kolonlarının bir bölümünün momentleri karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Dört farklı yapı için bulunan bu tasarım sonuçları için, metraj ve maliyet hesabı yapılarak, tezin araştırma konusuna devam edilebilir.



Şekil 171. 50 Katlı Betonarme ve Kompozit Yapı Kolonları Moment Karşılaştırması

BÖLÜM 5. YAPI MALİYET ÖN TAHMİNİLERİ VE METRAJ HESABI SEÇİMİ

Dünya üzerinde, herhangi bir yapı inşa edilmeden önce, mutlaka maliyet ön tahmin hesapları yapılır ve ortalama bir maliyet çıkartılır. Bu tahmini yapabilmek için de elbette yapının boyutları bilinmesi gerekir. Bu da metraj olarak adlandırılır.

Yapının maliyeti, yüklenicinin mali durumuna göre, projenin başlayıp, başlamayacağından, projenin tasarım tekniğine, malzemesine kadar her şeyi etkileyebilir.

Genel olarak, proje elemanlarının bütçeden kullandığı tutar, yüzde olarak, tablo 176 deki gibidir.

Tablo 176. Yapı elemanlarının ortalama maliyet oranları

Yapı Elemanları Maliyet Oranları	
Temeller	%5 - %10
Taşıyıcı İskelet Sistemi	%10 - %20
Döşeme Sistemi	%5 - %10
Kaplama - Finishes	%15 - %40
Tesisat	%15 - %40

Çeşitli şekillerde maliyet ön tahmin hesapları vardır ve hepsinin tek nedeni, yapı sahibinin cebinden çıkacak miktarı bilme gereksiniminden kaynaklanmaktadır. Farklı çeşitlerde maliyet ön tahmin hesaplarının olma sebebi ise gerçeğe en uygun hesabı yapma ve yükleniciyi doğru yönlendirme gerekliliğidir.

5.1. Maliyet Ön Tahmin Hesapları

Her proje çeşidine, farklı teknolojik imkanlara ve ekiplere uygun, çeşitli, maliyet ön tahmin metodları geliştirilmiştir. Bu metodların doğru sonucu verme olasılığı, projenin şartlarına, kullanılan verilerin doğruluk ve geçerlilik payına ve maliyet hesabı yapan kişinin uzmanlık seviyesine ve deneyimine göre, farklılıklar göstermektedir.

Türkiye'de maliyet ön tahmin hesap yöntemlerinden, en sık kullanılanlara ilişkin yapılan anket çalışmasında çıkan sonuca göre:

En çok bilinen yöntem %79 oran ile; benzer projeler ile karşılaştırmaya dayalı yöntem olan, Analogous Estimating diğer bir adıyla Top – Down yöntemi olmuştur. Bunu %71 oran ile birim sayısının, birim maliyet ile çarpılması ile maliyet hesaplama yöntemi olan, Parametic Estimating yöntemi izler.

Yapay zeka kullanılarak maliyet ön tahmin hesap tekniklerinin bilinirliği, (anket sonuçlarına göre), günümüz Türkiye'sinde ancak %5 civarlarındadır.

Bilinme oranlarının dışında, ankette kullanım sıklıklarına dair oranlar da araştırılmıştır. Buna göre en sık kullanılan, ortalama birim alan maliyetine dayalı ön tahmin metodu olan Parametic Estimating yöntemidir. En çok bilindiği saptanan, Analogous Estimating (Top – Down) yöntemi ise dördüncü sırada kullanılmaktadır. (Çelik, 2006)

Dünya genelinde, inşaat sektöründe kullanılan bir çok farklı maliyet ön tahmin yöntemleri mevcuttur. Bunlardan en çok tercih edilen altı yöntem özellikle göze çarpmaktadır. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

5.1.1. Analogous Estimating (Top – Down), Benzer Tahmin Yöntemi

Geçmiş projeleri baz alarak, yeni proje için verilerin geliştirildiği yöntemdir. Bu teknik geçmişte yapılmış olan ve arşivlerde yer alan projelere göre maliyet ön tahmin hesabı yapar. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

5.1.2. Bottom – Up (Analytical), Analitik Yöntemi

Yöntem, proje çıktılarını, bir dizi görevleri içeren çalışma paketlerine ayırır. Teknik, temelde, her görevin maliyetlerini tek tek hesaplayıp, tamamladıktan sonra, toplam maliyetler bölümüne ekleyip, tekrar tüm çalışma paket maliyetlerini toplayarak sonuca ulaşır. Bu yöntem, en uzun zaman almasına karşın, en doğru sonucu veren yöntemdir. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

5.1.3. Parametic Estimating, Dağılıma Bağlı Yöntemi

Dağılıma bağlı tahminlerde, ekipler, projeyi, iş birimlerine böler ve her birinin maliyetini belirler. Bu bölünmüş birim sayıları, birim maliyetler ile çarpılarak, projenin toplam maliyeti tahmin edilmeye çalışılır. Birim başına düşen maliyet doğru hesaplanmış ve birimler doğru bölünmüş ise doğru tahminler verir. Bu teknik, tekrarlayan görevleri içeren projeler için, en doğru yöntemdir. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

5.1.4. Emprical Costing Methods, Deneysel, Ampirik Maliyet Yöntemi

Elinizde daha önce yapılmış, benzer bir proje varsa, oldukça kullanışlı ve pratik bir yöntemdir. Maliyet tahmini için, önceki projelerin verilerini alır ve otomatik olarak, yeni projeye uygular. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

5.1.5. Expert Judgment, Uzman Yargısı Yöntemi

Yöntemin en dikkat çeken özelliği, maliyet ön tahmini yapacak kişinin, geçmişte ya çok benzer bir projede deneyimli olması ya da konusunda uzman kişi olma gereksinimidir. Yöntem, geniş bir bilgi birikimi ve deneyime ihtiyaç duyar. Uzman, maliyet tahmini yapmak ve yeni projeye uygulamak için iki projeyi karşılaştırır. Fakat teknik kesin bir maliyet vermez, daha ziyade, projenin uygulanabilir olup, olmadığı

üzerinde durur. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

5.1.6. Three – Point Estimating, Üç Nokta Tahmini Yöntemi

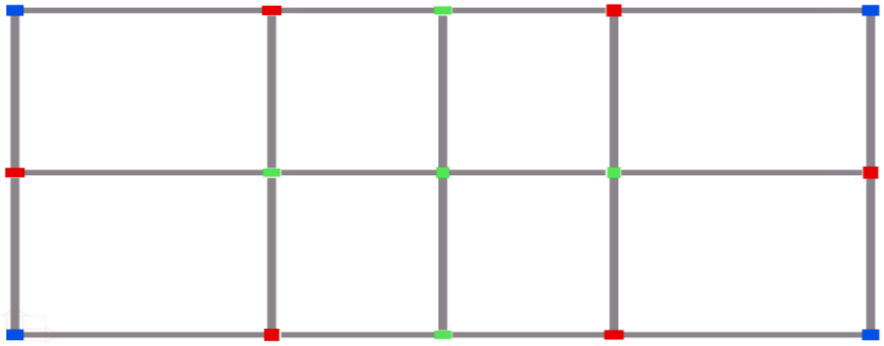
Teknik, program analizi ve veri gözden geçirme üzerine kurulmuştur. Bu yöntem, yapılan etkinlikleri, proje maliyetlerini ve proje sürelerini, "iyi," "kötü," ve "büyük olasılıkla" diye gruplara ayırır. Bu istatistiksel yöntem, beklenen maliyetleri hesaplamak için, çeşitli formüller kullanır. Bu yöntemle yapılan tahminler, veriler doğru girilirse, gerçek sonuçları verir. (eSUB, https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ Erişim Tarihi: 06.04.2020)

Bu yöntemler içerisinde, Türkiye'de tercih edilen, metraj ile çıkan sonuçları, birim fiyatlar ile çarparak, maliyet ön tahmini hesabı, Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca da kullanılmaktadır.

5.2. Metraj Hesabı

Metraj, tanım olarak; metre ile ölçme anlamına gelir. (Türk Dil Kurumu Sözlüğü, https://sozluk.gov.tr/ Erişme Tarihi: 02.04.2020) İnşaat mühendisliğinde kullanılan anlamı ile: Bir yapıyı oluşturan, her bir yapı elemanının, ayrıntılı bir biçimde ölçülerek, miktarının, yapı elemanına göre, metreküp, metrekare, metre veya ton olarak; hacim, alan, uzunluk veya ağırlığının belirlenip, kendi ölçü birimleri altında, gruplaştırılarak, tablolaştırılmasıdır. (Karaman, 2017)

Metraja başlamadan önce, birbirinin aynı olan elemanlar, aynı renk ile işaretlenerek, proje üzerinde gruplandırılmalıdır. Örenğin; 30x40 lık kolonlardan 5 tane, 35x45 lik kolonlardan 6 tane ve 40x40 lık kolonlardan 4 tane olan bir betonarme yapımız olsun. Bu yapının metrajına başlamadan önce, proje üzerinde, 30x40 lık, 5 kolonu, yeşil renk ile, 35x45 lik, 6 kolonu kırmızı renk ile ve 40x40 lık, 4 kolonu mavi renk ile boyayıp ilk gruplandırmamızı yapabiliriz. (Karaman, 2017)

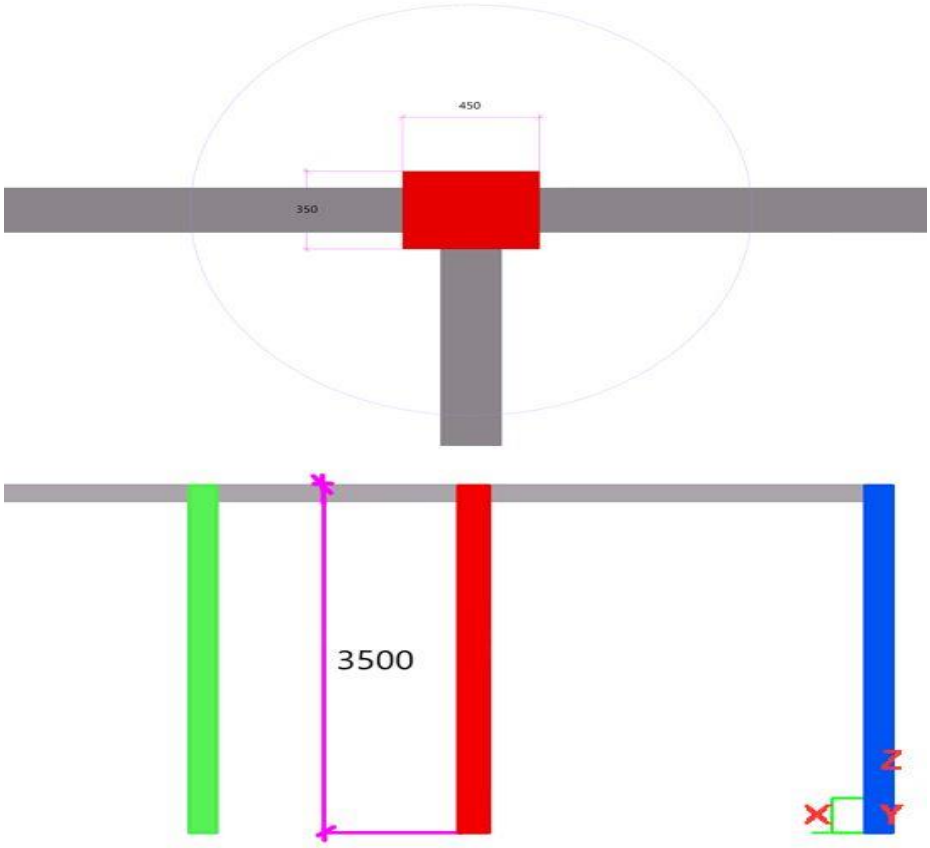


Şekil 172. Kolon metrajı gruplandırma örneği

Metraj sırasında birimler, metrajın dikkat edilmesi gereken bir diğer önemli noktasıdır. Birimlerin doğru yazılmış olması, proje sonunda yaşanabilecek eksik veya fazla malzeme alımlarını doğrudan etkiler. (Karaman, 2017)

Tablo 177. Yapı elemanlarının metraja esas ölçü birimleri (Karaman, 2017)

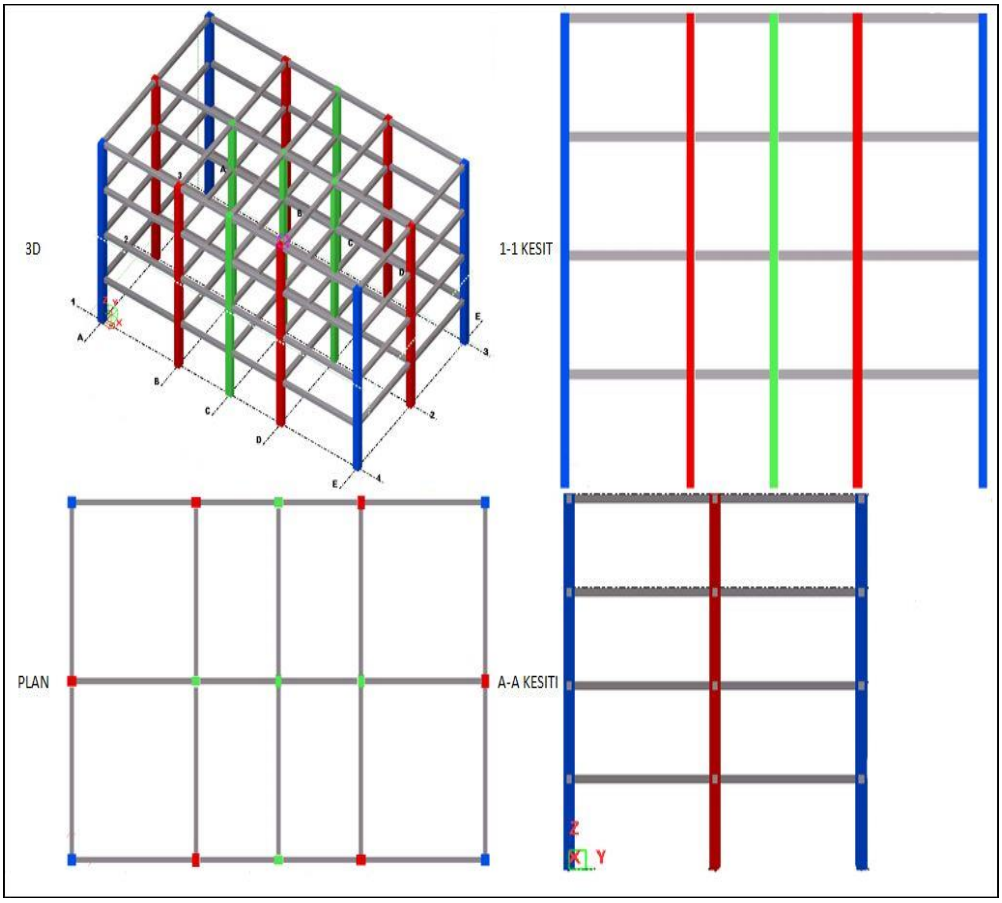
Yapılan İşler	Birimi
Kazı işleri	m^3
Toprak taşıma	m^3
Blokaj	m^3
Kalın tuğla duvar	m^3
Beton işleri	m^3
Moloz taş duvar	m^3
Kesme taş duvar	m^3
Kalıplar	m^2
İskeleler	m^2
İksalar	m^2
Cam	m^2
Çatı örtüleri	m^2
Kaplamalar	m^2
Yarım tuğla duvar	m^2
Sıva, boya işleri	m^2
Badana	m^2
Mozaik	m^2
Yalıtım işleri	m^2
Ahşap doğrama	m^2
Denizlikler	m
Bordürler	m
Büz döşeme	m
Betonarme demirleri	ton
Demir işleri	ton



Şekil 173. Örnek kolon ölçüleri

Şekil 172 de gösterilen kolon 450*350 alan ve 3500 yükseklik olarak gösterilmektedir. Yalnız burada dikkat edilmesi gereken en önemli konu, birimlerdir. Şekil 172 de birimler mm cinsindendir. Yani kolon alanı: 45*35 cm^2 ve kolon yüksekliği: 3.5 m dir. Eğer bu birimler doğru bir biçimde yazılmaz ise, 450*350 cm^2 ve 3500 m olarak, ilk akla gelen birimler ile hesaplanırsa, gerekli beton m^3 hacmi olması gerekenden, çok yüksek çıkabilir.

Eleman boyutları belirlenirken; uzunluk ve genişlikler (en ve boy), plan üzerinden, (Şekil 172) yükseklikler, kesitlerden okunmalıdır (Şekil 173). (Karaman, 2017)



Şekil 174. Yapı kesit görünüşleri

Metraj cetvelleri kullanmak, mevcut hata riskini, (belirlenmiş bir sırayı takibi gerekli kıldığı için), azaltır. Metraj cetvelini kullanırken, ondalık sayıların gösteriminde virgül (,) kullanmaya dikkat edilmelidir. Hesaplanan yapı elemanı, metraj cetveline, hangi eleman olduğu anlaşılır biçimde yazılmalıdır. Gerekirse ayrı bir açıklama metni de eklenerek, herhangi bir karışıklık veya elemanı yeniden yazmanın önüne geçilmelidir. Tablo 178 örneğinde olduğu gibi, uygun olan her türlü ayrıntı metraj cetveline işlenmelidir. (Karaman, 2017)

Tablo 178. Metraj cetveli örneği

İNŞAAT İŞLERİ						
METRAJ CETVELİ						
MAHAL	AÇIKLAMA	ADET	EN	BOY	YÜK	TOPLAM
İST.1.BOL.	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan C30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkre, normal hazır beton dökülmesi ve beton nakli					M³
	Programdan					0.00
	DEPO					0.00
	ZEMİN KAT					0.00
	Döşemeler	1	1.00	17.629	1.00	17.63
	Kirişler	1	1.00	6.660	1.00	6.66
	Perdeler	1	1.00	81.468	1.00	81.47
	Kolonlar	1	1.00	32.336	1.00	32.34
	Merdiven basamak altı+Sahanlık döşeme L=6,43+1,00	1	1.20	7.430	0.16	1.43
	Merdiven basamakları	20	0.28	1.200	0.09	0.59
	1.KAT					0.00
	Kirişler	1	1.00	17.514	1.00	17.51
	Kolonlar	1	1.00	20.893	1.00	20.89
	MİNHA					0.00
	Kolon 40/60	-2	0.40	0.600	7.90	-3.79
	Perdeler 25/300	-2	0.25	4.600	3.00	-6.90
	K116/K124 30/50 L=4,60	-2	0.30	4.600	0.50	-1.38
	HİZMET					0.00
	ZEMİN KAT					0.00
	Döşemeler	1	1.00	11.614	1.00	11.61
	Kirişler	1	1.00	10.760	1.00	10.76
	Kolonlar	1	1.00	6.720	1.00	6.72
	Merdiven basamak altı L=6,50	1	1.35	6.500	0.15	1.32
	Merdiven basamakları	15	0.28	1.40	0.09	0.51
		5	1.00	1.30	0.09	0.57
	1.KAT					0.00
	Döşemeler	1	1.00	15.840	1.00	15.84
	Kirişler	1	1.00	9.828	1.00	9.83
	Kolonlar	1	1.00	5.760	1.00	5.76
						229.36

Metraj hesabında kullanılan toplam 3 farklı metraj cetveli bulunmaktadır. Bunlar: Yapı metraj cetveli, demir metraj cetveli, metraj özeti cetvelidir.

5.2.1. Yapı Metraj Cetveli

Yapıdaki tüm imalatların adlarının, adetlerinin, boyutlarının, birimlerinin yazıldığı cetveldir. Farklı hazırlanmış yapı metraj cetvelleri olmasına karşın, aşağı yukarı tablo 179 deki gibidir. (Karaman, 2017)

Tablo 179. Yapı metraj cetveli tablosu

YAPI METRAJ CETVELİ									
İşin Adı :.....						Sayfa Nu :.....			
Sıra Nu.	Yapılan işler	Benzeri	Boyutlar			Miktar			Birimi
			Boy	En	Yük.	Azı	Minha	Çoğu	
Sayfa Toplamı									
YÜKLENİCİ						KONTROL			

5.2.2 Demir Metrajı Cetveli

Betonarme yapılarda, betonun içindeki donatı demiri miktarının, ton birimi kullanılarak, her çap için ayrı ayrı hesaplanıp, cetvele işlenmesi ile oluşturulur.

Tablo 180. Demir metraj cetveli tablosu

..... İnşaat Şti.															SAYFA 1
İNŞAATIN İSMİ															
İNŞAATIN KISMI															
	DEMİR METRAJI														
KULLANILDIĞI YER	NO	ÇAP	BOYU	BENZER	ADET	Ø 6 mt. 0,222	Ø 8 mt. 0,395	Ø 10 mt. 0,617	Ø 12 mt. 0,888	Ø14 mt. 1,208	Ø 16mt. 1,578	Ø 18 mt. 1,998	Ø20 mt. 2,470	Ø 22 mt. 2,984	Ø 24 mt. 3,551
TOPLAM(MT)															
TOPLAM (KG)															

Tablo 180 da görüldüğü üzere, ø çaplı her donatı için ayrı bölümlerin bulunduğu cetvel ile hesabın sonunda ø10 demirinden, 5 ton, ø 22 demirinden, 10 ton… gibi toplam sonuçlara varabilmemiz beklenir.

5.2.3 Metraj Özeti Cetveli

Yapı metraj cetveli ve demir metraj cetvellerinin, bir çok ayrıntıdan oluşması, sonuçların, tek bir yapı için bile, onlarca sayfadan oluşmasına sebep olur. Bu durum, pratikte, cetvelleri inceleyecek ve sonuçları kullanacak kişiler için pratik değildir. Zaman kaybını engellemek ve sonuçları incelemeyi basitleştirmek için, tüm metraj cetvellerinin (yapı ve demir metraj cetvelleri) içerdiği her yapı elemanının toplam miktarlarının olduğu bölümler kullanılarak, özet bir metraj cetveli oluşturulur. Buna da "metraj özeti cetveli" denir. (Karaman, 2017)

Tablo 181. Metraj özeti cetveli tablosu

METRAJ ÖZETİ CETVELİ				
İşin Adı :.....		Sayfa Nu:.....		
Sıra Nu.	Birim Fiyat Nu.(Poz Nu)	Yapılan İmalatlar	Miktarı	Birimi
Yüklenici		Kontrol		

BÖLÜM 6. KOMPOZİT KOLONLU YÜKSEK YAPI VE BETONARME KOLONLU YÜKSEK YAPI METRAJ VE MALİYET HESABI

Bölüm 4 de anlatılan maliyet ön tahmin ve metraj hesaplarını kullanarak, 50 ve 20 katlı yapı gruplarının kolon malzemesi değişiminden kaynaklı net oturum alanı kazancının, malzeme değişiminden kaynaklı fiyat farkına göre kâr, zarar hesabı aşağıdaki gibi yapılmıştır.

6.1. 50 Katlı Yapıların Maliyet Farkının Bulunması

Tüm taşıyıcı sistemi betonarme olan 50 katlı yapımızın yapı oturum alanı, kolon sistemi kompozit, geri kalan taşıyıcı sistemi betonarme olan 50 katlı yapımızın, yapı oturum alanı gibi 36x36 m² yani 1296 m² dir. Buradaki tek fark kolon boyutlarının malzeme seçimi sebebiyle değişmesi ve sonucunda da net oturum alanındaki farktır.

Bu durumda yalnızca, iki binanın kolon maliyetleri farkını ve net oturum alanı farkını hesaplamak, kâr-zarar hesabını yapmakta yeterli olacaktır.

Öncelikle betonarme kolonlu, 50 katlı yapımızın, net oturum alanının bir kat için hesabını yapalım;

1) 36x36 = 1296 m² bina taban alanı (baza dahil edilmemiştir)

2) 150x150 cm² kolon boyutları, 40 cm perde duvar kalınlığı, 20 cm dış duvar kalınlığı (iç duvar kalınlıkları hesapta kullanılmayacaktır, her iki yapıda da aynıdır), 144 m² merdiven kovası ve asansör boşluğu toplamı
3) Bina taban alanının, ikinci şıkta belirtilen alanlardan çıkartılması ile, bir kat için net oturum alanı 1089 m² olarak belirlenmiştir.

İkinci olarak kompozit kolonlu, 50 katlı yapımızın, net oturum alanının bir kat için hesabını yapalım;

1) 1296 m² bina taban alanı

2) 100x100 cm² kolon boyutları, 40 cm perde duvar kalınlığı, 20 cm dış duvar kalınlığı (iç duvar kalınlıkları hesapta kullanılmayacaktır, her iki yapıda da aynıdır), 144 m² merdiven kovası ve asansör boşluğu toplamı
3) Bina taban alanının, ikinci şıkta belirtilen alanlardan çıkartılması ile, bir kat için net oturum alanı 1118 m² olarak belirlenmiştir.

Bu hesaplardan görüldüğü üzere, kompozit kolonlu, 50 katlı yapımızın net oturum alanı, 1089 m² ve betonarme kolonlu, 50 katlı yapımızın net oturum alanı, 1118 m² bulunmuştur.

Bu durumda, kompozit kolonlu, 50 katlı yapımız, betonarme kolonlu, 50 katlı yapımızdan, 29 m² daha fazla net oturum alanına sahiptir. Bu sonuç ilk katları baz alarak bulunmuştur. Toplam net oturum farkı için hesap adımlarını bu tez kapsamında gösterilmemiş yalnızca sonucuna yer verilmiştir. Bu durumda hesap sonucu olarak; tüm yapıda, kompozit kolonlu yapının net oturum alanı; 56701 m², betonarme kolonlu yapının net oturum alanı; 55899 m² bulunmuştur. Bu durumda toplam 802 m² net oturum alanı, kompozit kolonlu yapıda fazladan elde edilmiştir.

Maliyet farkı hesabı için Tablo 182 – 201'ya bakınız.

6.2. 20 Katlı Yapıların Maliyet Farkının Bulunması

Tüm taşıyıcı sistemi betonarme olan 20 katlı yapımızın yapı oturum alanı, kolon sistemi kompozit, geri kalan taşıyıcı sistemi betonarme olan 20 katlı yapımızın, yapı oturum alanı gibi 36x36 m² yani 1296 m² dir. Buradaki tek fark kolon boyutlarının malzeme seçimi sebebiyle değişmesi ve sonucunda da net oturum alanındaki farktır.

Bu durumda yalnızca, iki binanın kolon maliyetleri farkını ve net oturum alanı farkını hesaplamak, kâr-zarar hesabını yapmakta yeterli olacaktır.

Öncelikle betonarme kolonlu, 20 katlı yapımızın, net oturum alanının bir kat için hesabını yapalım;

I. 30x30 =900 m² bina taban alanı

II. 80x80 cm² kolon boyutları, 30 cm perde duvar kalınlığı, 20 cm dış duvar kalınlığı (iç duvar kalınlıkları hesapta kullanılmayacaktır, her iki yapıda da aynıdır), 100 m² merdiven kovası ve asansör boşluğu toplamı

III. Bina taban alanının, ikinci şıkta belirtilen alanlardan çıkartılması ile, bir kat için net oturum alanı 782 m² olarak belirlenmiştir.

İkinci olarak kompozit kolonlu, 20 katlı yapımızın, net oturum alanının bir kat için hesabını yapalım;

I. 900 m² bina taban alanı

II. 50x50 cm² kolon boyutları, 30 cm perde duvar kalınlığı, 20 cm dış duvar kalınlığı (iç duvar kalınlıkları hesapta kullanılmayacaktır, her iki yapıda da aynıdır), 100 m² merdiven kovası ve asansör boşluğu toplamı

III. Bina taban alanının, ikinci şıkta belirtilen alanlardan çıkartılması ile, bir kat için net oturum alanı 793 m² olarak belirlenmiştir.

Bu hesaplardan görüldüğü üzere, kompozit kolonlu, 20 katlı yapımızın net oturum alanı, 782 m² ve betonarme kolonlu, 20 katlı yapımızın net oturum alanı, 793 m² bulunmuştur.

Bu durumda, kompozit kolonlu, 20 katlı yapımız, betonarme kolonlu, 20 katlı yapımızdan, 11 m² daha fazla net oturum alanına sahiptir. Bu sonuç ilk katları baz alarak bulunmuştur. Toplam net oturum farkı için hesap adımlarını bu tez kapsamında gösterilmemiş yalnızca sonucuna yer verilmiştir. Bu durumda hesap sonucu olarak; tüm yapıda, kompozit kolonlu yapının net oturum alanı; 15889 m², betonarme kolonlu yapının net oturum alanı; 15729 m² bulunmuştur. Bu durumda toplam 160 m² net oturum alanı, kompozit kolonlu yapıda fazladan elde edilmiştir.

Bu yaptığımız işlemler, bölüm 4 de anlatılan metraj, yani metre ile ölçerek, hesap yapma, kısmına girmektedir. Burada yapılan işlemler, yalnızca kolon boyutlarını kıyaslamaya yönelik olduğu için, klasik olarak kullanılan, metraj cetvellerine gerek duyulmamıştır.

Sıradaki işlemimiz ise, metraj çıkartmaya göre daha komplike olan ve yine bölüm 4 de anlatılan maliyet ön tahmin hesabı ve metraj hesabının birlikte kullanımıdır. Burada da, metraj hesabında olduğu gibi, iki aynı bina arasındaki kolon malzeme farkından kaynaklı maliyet farkını tahmin edeceğimiz için, yalnızca kolon maliyetleri üzerinden ilerlenilmiştir.

Yine bu hesapları yaparken, bölüm 4 de anlatılan ve Türkiye'de maliyet ön tahmininde çok sık kullanılan metodlardan biri olan dağılıma bağlı yöntem (parametic estimating) metodu kullanılmıştır.

Bu metod uyarınca kompozit kolon ve betonarme kolon için maliyet hesap adımları kalem, kalem aşağıdaki tablolarda gösterilmiştir.

Tablo 182. 20 Katlı Betonarme Kolon Çelik Metraj Hesabı

20 KAT BETONARME KOLON DEMİR METRAJI																				
KAT	KOLON	BOYUNA DONATI	ADET	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	BİNDİRME BOYU(m)	KAT YÜKSEKLİĞİ(m)	∑Boy Demir(kg)	∑Boy Demir(kg)			ENİNE DONATI	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BETON ÖRTÜ KALINLIĞI(m)	ETRİYE UZUNLUK(m)	ETRİYE KESİT ADET	ETRİYE KAT ADET	∑Etriye Demir(kg)	∑Etriye Demir(kg)
1	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
2	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
3	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
4	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
5	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
6	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
7	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
8	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
9	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
10	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
11	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
12	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
13	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	27	100.4917	
14	K 50x50	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812				14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	
15	K 50x50	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812				14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	
16	K 50x50	28	20	4.833654457	1.5	3.5	483.365446				14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	
17	K 50x50	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812				14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	
18	K 50x50	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812				14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	
19	K 50x50	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812				14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	
20	K 50x50	28	20	4.833654457	1.5	3.5	483.365446	9425.62619			14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	27	61.33908	1735.765

Tablo 183. 20 Katlı Kompozit Kolon Çelik Metraj Hesabı

20 KAT KOMPOZİT KOLON DEMİR METRAJI																			
KAT	KOLON	BOYUNA DONATI	ADET	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	BİNDİRME BOYU(m)	KAT YÜKSEKLİĞİ(m)	∑Boy Demir(kg)	∑Boy Demir(kg)	PROFİL	∑Profil(m)	ENİNE DONATI	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BETON ÖRTÜ KALINLIĞI(m)	ETRİYE UZUNLUK(m)	ETRİYE KESİT ADET	ETRİYE KAT ADET	∑Etriye Demir(kg)	∑Etriye Demir(kg)
1	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
2	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
3	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
4	K 50x50	28	14	4.833654457	1.5	3.5	338.355812		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
5	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
6	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
7	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
8	K 50x50	28	14	4.833654457	1.5	3.5	338.355812		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
9	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
10	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
11	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
12	K 50x50	28	14	4.833654457	1.5	3.5	338.355812		HEB260		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
13	K 50x50	28	14	4.833654457	0	3.5	236.849068		HEB260	45.5	14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	23	52.2518	
14	K 35x35	28	10	4.833654457	0	3.5	169.177906		HEB120		14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	
15	K 35x35	28	10	4.833654457	0	3.5	169.177906		HEB120		14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	
16	K 35x35	28	10	4.833654457	1.5	3.5	241.682723		HEB120		14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	
17	K 35x35	28	10	4.833654457	0	3.5	169.177906		HEB120		14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	
18	K 35x35	28	10	4.833654457	0	3.5	169.177906		HEB120		14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	
19	K 35x35	28	10	4.833654457	0	3.5	169.177906		HEB120		14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	
20	K 35x35	28	10	4.833654457	1.5	3.5	241.682723	4712.8131	HEB120	24.5	14	1.208413614	0.35	0.35	0.04	0.64	2	27	41.76277	971.6129

Tablo 184. 50 Katlı Betonarme Kolon Çelik Metraj Hesabı

50 KAT BETONARME KOLON DEMİR METRAJI																				
KAT	KOLON	BOYUNA DONATI	ADET	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	BİNDİRME BOYU(m)	KAT YÜKSEKLİĞİ(m)	∑Boy Demir(kg)	∑Boy Demir(kg)			ENİNE DONATI	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BETON ÖRTÜ KALINLIĞI(m)	ETRİYE UZUNLUK(m)	ETRİYE KESİT ADET	ETRİYE KAT ADET	∑Etriye Demir(kg)	∑Etriye Demir(kg)
1	K 150x150	28	56	4.833654457	0	3.5	947.396274				14	1.208413614	1.5	1.5	0.04	2.94	2	44	312.6408	
2	K 150x150	28	56	4.833654457	0	3.5	947.396274				14	1.208413614	1.5	1.5	0.04	2.94	2	44	312.6408	
3	K 150x150	28	56	4.833654457	0	3.5	947.396274				14	1.208413614	1.5	1.5	0.04	2.94	2	44	312.6408	
4	K 130x130	28	48	4.833654457	1.5	3.5	1160.07707				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
5	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
6	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
7	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
8	K 130x130	28	48	4.833654457	1.5	3.5	1160.07707				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
9	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
10	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
11	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
12	K 130x130	28	48	4.833654457	1.5	3.5	1160.07707				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
13	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
14	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
15	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
16	K 130x130	28	48	4.833654457	1.5	3.5	1160.07707				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
17	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
18	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
19	K 130x130	28	48	4.833654457	0	3.5	812.053949				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
20	K 130x130	28	48	4.833654457	1.5	3.5	1160.07707				14	1.208413614	1.3	1.3	0.04	2.54	2	40	245.5496	
21	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
22	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
23	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
24	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
25	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	

Tablo 185. 50 Katlı Betonarme Kolon Çelik Metraj Hesabı

50 KAT BETONARME KOLON DEMİR METRAJI																				
KAT	KOLON	BOYUNA DONATI	ADET	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	BİNDİRME BOYU(m)	KAT YÜKSEKLİĞİ(m)	∑Boy Demir(kg)	∑Boy Demir(kg)			ENİNE DONATI	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BETON ÖRTÜ KALINLIĞI(m)	ETRİYE UZUNLUK(m)	ETRİYE KESİT ADET	ETRİYE KAT ADET	∑Etriye Demir(kg)	∑Etriye Demir(kg)
26	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
27	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
28	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
29	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
30	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
31	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
32	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
33	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
34	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
35	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462				14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
36	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
37	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
38	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
39	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
40	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
41	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
42	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
43	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
44	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
45	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
46	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
47	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
48	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
49	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137				14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
50	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137	36223.4065			14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	9178.336

Tablo 186. 50 Katlı Kompozit Kolon Çelik Metraj Hesabı

50 KAT KOMPOZİT KOLON DEMİR METRAJI																			
KAT	KOLON	BOYUNA DONATI	ADET	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	BİNDİRME BOYU(m)	KAT YÜKSEKLİĞİ(m)	∑Boy Demir(kg)	∑Boy Demir(kg)	PROFİL	∑Profil(m)	ENİNE DONATI	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BETON ÖRTÜ KALINLIĞI(m)	ETRİYE UZUNLUK(m)	ETRİYE KESİT ADET	ETRİYE KAT ADET	∑Etriye Demir(kg)	∑Etriye Demir(kg)
1	K 110x110	28	40	4.833654457	0	3.5	676.711624		HEB500		14	1.208413614	1.1	1.1	0.04	2.14	2	36	186.1924	
2	K 110x110	28	40	4.833654457	0	3.5	676.711624		HEB500		14	1.208413614	1.1	1.1	0.04	2.14	2	36	186.1924	
3	K 110x110	28	40	4.833654457	0	3.5	676.711624		HEB500		14	1.208413614	1.1	1.1	0.04	2.14	2	36	186.1924	
4	K 110x110	28	40	4.833654457	1.5	3.5	966.730891		HEB500		14	1.208413614	1.1	1.1	0.04	2.14	2	36	186.1924	
5	K 110x110	28	40	4.833654457	0	3.5	676.711624		HEB500	17.5	14	1.208413614	1.1	1.1	0.04	2.14	2	36	186.1924	
6	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
7	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
8	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
9	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
10	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
11	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
12	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
13	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
14	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
15	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
16	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
17	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
18	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
19	K 100x100	28	36	4.833654457	0	3.5	609.040462		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
20	K 100x100	28	36	4.833654457	1.5	3.5	870.057802		HEB300		14	1.208413614	1	1	0.04	1.94	2	34	159.4139	
21	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
22	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
23	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
24	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
25	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	

Tablo 187. 50 Katlı Kompozit Kolon Çelik Metraj Hesabı

50 KAT KOMPOZİT KOLON DEMİR METRAJI																			
KAT	KOLON	BOYUNA DONATI	ADET	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	BİNDİRME BOYU(m)	KAT YÜKSEKLİĞİ(m)	∑Boy Demir(kg)	∑Boy Demir(kg)	PROFİL	∑Profil(m)	ENİNE DONATI	BİRİM AĞIRLIK(kg/m)	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BETON ÖRTÜ KALINLIĞI(m)	ETRİYE UZUNLUK(m)	ETRİYE KESİT ADET	ETRİYE KAT ADET	∑Etriye Demir(kg)	∑Etriye Demir(kg)
26	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
27	K 80x80	28	28	4.833654457	0	3.5	473.698137		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
28	K 80x80	28	28	4.833654457	1.5	3.5	676.711624		HEB300		14	1.208413614	0.8	0.8	0.04	1.54	2	30	111.6574	
29	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
30	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
31	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
32	K 60x60	28	20	4.833654457	1.5	3.5	483.365446		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
33	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
34	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
35	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
36	K 60x60	28	20	4.833654457	1.5	3.5	483.365446		HEB300		14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
37	K 60x60	28	20	4.833654457	0	3.5	338.355812		HEB300	112	14	1.208413614	0.6	0.6	0.04	1.14	2	26	71.63476	
38	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
39	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
40	K 50x50	28	16	4.833654457	1.5	3.5	386.692357		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
41	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
42	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
43	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
44	K 50x50	28	16	4.833654457	1.5	3.5	386.692357		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
45	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
46	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
47	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
48	K 50x50	28	16	4.833654457	1.5	3.5	386.692357		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
49	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465		HEB240		14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	
50	K 50x50	28	16	4.833654457	0	3.5	270.68465	25251.0109	HEB240	45.5	14	1.208413614	0.5	0.5	0.04	0.94	2	24	54.52362	5568.95

Tablo 188. 20 Katlı Betonarme ve Kompozit Kolon Çelik Maliyeti

20 KAT BETONARME KOLON DEMİR METRAJI		
	14.02.2021 DEMİR FİYATI	
	TL /TON	
Çiroz	5150	
11412,59169	57481,16626	

20 KAT KOMPOZİT KOLON DEMİR METRAJI		
	14.02.2021 DEMİR FİYATI	14.02.2021 PROFİL FİYATI
		TL/TON
		6.450
		4,2406
		27351,87
		TL/TON
	TL /TON	6.230
Çiroz	5150	0,65415
0	29274,79379	4075,3545

Tablo 189. 50 Katlı Betonarme ve Kompozit Kolon Çelik Maliyeti

50 KAT BETONARME KOLON DEMİR METRAJI		
	14.02.2021 DEMİR FİYATI	
	TL /TON	
Çiroz	5150	
113743,5555	233818,9761	

50 KAT KOMPOZİT KOLON DEMİR METRAJI		
	14.02.2021 DEMİR FİYATI	14.02.2021 PROFİL FİYATI
		TL/TON
		6.850
		3,2725
		22416,625
		TL/TON
		6.670
		13,104
		87403,68
		TL/TON
	TL /TON	6.450
Çiroz	5150	3,7856
22837,13218	158722,7984	24417,12

Tablo 190. 20 Katlı Betonarme Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı

20 KAT BETONARME KOLON BETON METRAJI														
KAT	KOLON	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m	BOYUNA DONATI	ADET	BOYUNA DONATI ALAN			KOLON BETON	KOLON BETON ALANI(m²)	YAPI ∑YÜKSEKLİĞİ(m)	KOLON BETON HACMİ(m³)		14.02.2021 BETON FİYATI (C50)
1	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
2	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
3	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
4	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
5	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
6	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
7	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
8	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
9	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
10	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
11	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
12	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
13	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
14	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912					
15	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912					
16	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912					
17	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912					
18	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912					TL/M^3
19	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912					370
20	K 50x50	0.5	0.5	28	20	0.0123088			0.2376912	9.75981824	70	683.1872768		252779.2924

Tablo 191. 20 Katlı Kompozit Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı

20 KAT KOMPOZİT KOLON BETON METRAJI														
KAT	KOLON	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BOYUNA DONATI	ADET	BOYUNA DONATI ALAN	PROFİL	PROFİL ALANI (m^2)	KOLON BETON ALANI(m^2)	KOLON BETON ALANI(m^2)	YAPI ∑YÜKSEKLİĞİ(m)	KOLON BETON HACMİ(m^3)		14.02.2021 BETON FİYATI (C50)
1	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
2	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
3	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
4	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
5	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
6	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
7	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
8	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
9	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
10	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
11	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
12	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
13	K 50x50	0,5	0,5	28	14	0,00861616	HEB260	0,0001184	0,24126544					
14	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159					
15	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159					
16	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159					
17	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159					
18	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159					TL/M^3
19	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159					370
20	K 35x35	0,35	0,35	28	10	0,0061544	HEB120	3,401E-05	0,11631159	3,95063185	70	276,5442295		102321,3649

Tablo 192. 50 Katlı Betonarme Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı

50 KAT BETONARME KOLON BETON METRAJI														
KAT	KOLON	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m	BOYUNA DONATI	ADET	BOYUNA DONATI ALAN			KOLON BETON	KOLON BETON ALANI(m²)	YAPI ∑YÜKSEKLİĞİ(m)	KOLON BETON HACMİ(m³)		14.02.2021 BETON FİYATI (C50)
1	K 150x150	1.5	1.5	28	56	0.03446464			2.21553536					
2	K 150x150	1.5	1.5	28	56	0.03446464			2.21553536					
3	K 150x150	1.5	1.5	28	56	0.03446464			2.21553536					
4	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
5	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
6	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
7	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
8	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
9	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
10	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
11	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
12	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
13	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
14	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
15	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
16	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
17	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
18	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
19	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
20	K 130x130	1.3	1.3	28	48	0.02954112			1.66045888					
21	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
22	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
23	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
24	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
25	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					

Tablo 193. 50 Katlı Betonarme Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı

50 KAT BETONARME KOLON BETON METRAJI														
KAT	KOLON	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m	BOYUNA DONATI	ADET	BOYUNA DONATI ALAN			KOLON BETON	KOLON BETON ALANI(m²)	YAPI ∑YÜKSEKLİĞİ(m)	KOLON BETON HACMİ(m³)		14.02.2021 BETON FİYATI (C50)
26	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
27	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
28	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
29	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
30	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
31	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
32	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
33	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
34	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
35	K 100x100	1	1	28	36	0.02215584			0.97784416					
36	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
37	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
38	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
39	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
40	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
41	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
42	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
43	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
44	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
45	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
46	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
47	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					
48	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					TL/M^3
49	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768					370
50	K 80x80	0.8	0.8	28	28	0.01723232			0.62276768	58.88358464	175	10304.62731		3812712.105

Tablo 194. 50 Katlı Kompozit Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı

50 KAT KOMPOZİT KOLON BETON METRAJI														
KAT	KOLON	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BOYUNA DONATI	ADET	BOYUNA DONATI ALAN	PROFİL	PROFİL ALANI (m²)	KOLON BETON ALANI(m²)	KOLON BETON ALANI(m²)	YAPI ∑YÜKSEKLİĞİ(m)	KOLON BETON HACMİ(m³)		14.02.2021 BETON FİYATI (C50)
1	K 110x110	1,1	1,1	28	40	0,0246176	HEB500	0,0002386	1,1851438					
2	K 110x110	1,1	1,1	28	40	0,0246176	HEB500	0,0002386	1,1851438					
3	K 110x110	1,1	1,1	28	40	0,0246176	HEB500	0,0002386	1,1851438					
4	K 110x110	1,1	1,1	28	40	0,0246176	HEB500	0,0002386	1,1851438					
5	K 110x110	1,1	1,1	28	40	0,0246176	HEB500	0,0002386	1,1851438					
6	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
7	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
8	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
9	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
10	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
11	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
12	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
13	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
14	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
15	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
16	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
17	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
18	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
19	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
20	K 100x100	1	1	28	36	0,02215584	HEB300	0,0001491	0,97769506					
21	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
22	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
23	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
24	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
25	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					

Tablo 195. 50 Katlı Kompozit Kolon Metraj ve Maliyet Hesabı

50 KAT KOMPOZİT KOLON BETON METRAJI														
KAT	KOLON	KOLON UZUNLUK(m)	KOLON GENİŞLİK(m)	BOYUNA DONATI	ADET	BOYUNA DONATI ALAN	PROFİL	PROFİL ALANI (m²)	KOLON BETON ALANI(m²)	KOLON BETON ALANI(m²)	YAPI ∑YÜKSEKLİĞİ(m)	KOLON BETON HACMİ(m³)		14.02.2021 BETON FİYATI (C50)
26	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
27	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
28	K 80x80	0,8	0,8	28	28	0,01723232	HEB300	0,0001491	0,62261858					
29	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
30	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
31	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
32	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
33	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
34	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
35	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
36	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
37	K 60x60	0,6	0,6	28	20	0,0123088	HEB300	0,0001491	0,3475421					
38	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
39	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
40	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
41	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
42	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
43	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
44	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
45	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
46	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
47	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					
48	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					TL/M^3
49	K 50x50	0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696					370
		0,5	0,5	28	16	0,00984704	HEB240	0,000106	0,24004696	31,82058292	175	5568,602011		2060382,744

Tablo 196. 50 Katlı Betonarme Yapı Çiroz Maliyeti

50 KAT BETONARME						
KAT	Çiroz Uzunluk	Çiroz Kesit Adeti	Çiroz Kat Adeti	∑Çiroz Demir(kg)	∑Çiroz Demir(kg)	
1	1,42	14	44	1057,024		
2	1,42	14	44	1057,024		
3	1,42	14	44	1057,024		
4	1,22	12	40	707,647		
5	1,22	12	40	707,647		
6	1,22	12	40	707,647		
7	1,22	12	40	707,647		
8	1,22	12	40	707,647		
9	1,22	12	40	707,647		
10	1,22	12	40	707,647		
11	1,22	12	40	707,647		
12	1,22	12	40	707,647		
13	1,22	12	40	707,647		
14	1,22	12	40	707,647		
15	1,22	12	40	707,647		
16	1,22	12	40	707,647		
17	1,22	12	40	707,647		
18	1,22	12	40	707,647		
19	1,22	12	40	707,647		
20	1,22	12	40	707,647		
21	0,92	8	34	302,3934		
22	0,92	8	34	302,3934		
23	0,92	8	34	302,3934		
24	0,92	8	34	302,3934		
25	0,92	8	34	302,3934		

Tablo 197. 50 Katlı Betonarme Yapı Çiroz Maliyeti

50 KAT BETONARME						
KAT	Çiroz Uzunluk	Çiroz Kesit Adeti	Çiroz Kat Adeti	∑Çiroz Demir(kg)	∑Çiroz Demir(kg)	
26	0,92	8	34	302,3934		
27	0,92	8	34	302,3934		
28	0,92	8	34	302,3934		
29	0,92	8	34	302,3934		
30	0,92	8	34	302,3934		
31	0,92	8	34	302,3934		
32	0,92	8	34	302,3934		
33	0,92	8	34	302,3934		
34	0,92	8	34	302,3934		
35	0,92	8	34	302,3934		
36	0,72	6	30	156,6104		
37	0,72	6	30	156,6104		
38	0,72	6	30	156,6104		
39	0,72	6	30	156,6104		
40	0,72	6	30	156,6104		
41	0,72	6	30	156,6104		
42	0,72	6	30	156,6104		
43	0,72	6	30	156,6104		
44	0,72	6	30	156,6104		
45	0,72	6	30	156,6104		
46	0,72	6	30	156,6104		
47	0,72	6	30	156,6104		
48	0,72	6	30	156,6104		
49	0,72	6	30	156,6104		Çiroz
50	0,72	6	30	156,6104	22086,13	113743,5555

Tablo 198. 50 Katlı Kompozit Yapı Çiroz Maliyeti

50 KAT KOMPOZİT						
KAT	Çiroz Uzunluk	Çiroz Kesit Adeti	Çiroz Kat Adeti	∑Çiroz Demir(kg)	∑Çiroz Demir(kg)	
1	1,02	6	36	266,2377		
2	1,02	6	36	266,2377		
3	1,02	6	36	266,2377		
4	1,02	6	36	266,2377		
5	1,02	6	36	266,2377		
6	0,92	4	34	151,1967		
7	0,92	4	34	151,1967		
8	0,92	4	34	151,1967		
9	0,92	4	34	151,1967		
10	0,92	4	34	151,1967		
11	0,92	4	34	151,1967		
12	0,92	4	34	151,1967		
13	0,92	4	34	151,1967		
14	0,92	4	34	151,1967		
15	0,92	4	34	151,1967		
16	0,92	4	34	151,1967		
17	0,92	4	34	151,1967		
18	0,92	4	34	151,1967		
19	0,92	4	34	151,1967		
20	0,92	4	34	151,1967		
21	0,72	4	30	104,4069		
22	0,72	4	30	104,4069		
23	0,72	4	30	104,4069		
24	0,72	4	30	104,4069		
25	0,72	4	30	104,4069		

Tablo 199. 50 Katlı Kompozit Yapı Çiroz Maliyeti

50 KAT KOMPOZİT						
KAT	Çiroz Uzunluk	Çiroz Kesit Adeti	Çiroz Kat Adeti	∑Çiroz Demir(kg)	∑Çiroz Demir(kg)	
26	0,72	4	30	104,4069		
27	0,72	4	30	104,4069		
28	0,72	4	30	104,4069		
29	0,52	0	26	0		
30	0,52	0	26	0		
31	0,52	0	26	0		
32	0,52	0	26	0		
33	0,52	0	26	0		
34	0,52	0	26	0		
35	0,52	0	26	0		
36	0,52	0	26	0		
37	0,52	0	26	0		
38	0,42	0	24	0		
39	0,42	0	24	0		
40	0,42	0	24	0		
41	0,42	0	24	0		
42	0,42	0	24	0		
43	0,42	0	24	0		
44	0,42	0	24	0		
45	0,42	0	24	0		
46	0,42	0	24	0		
47	0,42	0	24	0		
48	0,42	0	24	0		
49	0,42	0	24	0		Çiroz
50	0,42	0	24	0	4434,395	22837,13218

Tablo 200. 20 Katlı Betonarme Yapı Çiroz Maliyeti

20 KAT BETONARME						
KAT	Çiroz Uzunluk	Çiroz Kesit Adeti	Çiroz Kat Adeti	∑Çiroz Demir(kg)	∑Çiroz Demir(kg)	
1	0,72	6	27	140,9494		
2	0,72	6	27	140,9494		
3	0,72	6	27	140,9494		
4	0,72	6	27	140,9494		
5	0,72	6	27	140,9494		
6	0,72	6	27	140,9494		
7	0,72	6	27	140,9494		
8	0,72	6	27	140,9494		
9	0,72	6	27	140,9494		
10	0,72	6	27	140,9494		
11	0,72	6	27	140,9494		
12	0,72	6	27	140,9494		
13	0,72	6	27	140,9494		
14	0,42	4	27	54,81364		
15	0,42	4	27	54,81364		
16	0,42	4	27	54,81364		
17	0,42	4	27	54,81364		
18	0,42	4	27	54,81364		
19	0,42	4	27	54,81364		Çiroz
20	0,42	4	27	54,81364	2216,037	11412,59169

Tablo 201. 20 Katlı Kompozit Yapı Çiroz Maliyeti

20 KAT KOMPOZİT						
KAT	Çiroz Uzunluk	Çiroz Kesit Adeti	Çiroz Kat Adeti	∑Çiroz Demir(kg)	∑Çiroz Demir(kg)	
1	0,42	0	23	0		
2	0,42	0	23	0		
3	0,42	0	23	0		
4	0,42	0	23	0		
5	0,42	0	23	0		
6	0,42	0	23	0		
7	0,42	0	23	0		
8	0,42	0	23	0		
9	0,42	0	23	0		
10	0,42	0	23	0		
11	0,42	0	23	0		
12	0,42	0	23	0		
13	0,42	0	23	0		
14	0,27	0	27	0		
15	0,27	0	27	0		
16	0,27	0	27	0		
17	0,27	0	27	0		
18	0,27	0	27	0		
19	0,27	0	27	0		Çiroz
20	0,27	0	27	0	0	0

Tüm bu hesaplardan görülüyor ki;

50 katlı kompozit ve betonarme kolonlu bu iki yapı için, kompozit kolonlu yapı, 803 m² kadar daha fazla net oturum alanı sağlamıştır.

Maliyet anlamında ise; Yapı çeliği ile beton arası aderansı sağlamak amacıyla, başlıklı çelik ankraj kullanılması gerekmektedir. Bunun için, 1 adet 19*125 stud çivisinin Mart 2021 tarihi itibari ile fiyatı 12.87 tl'dir. Başlıklı çelik ankraj için 175 m'lik yapıda, genişlikte 3 sıra, uzunlukta da 50 cm lik ortalama bir aralık için (hesap edilmemiş, ortalama değerler alınmıştır) 4200 adet tek bir kolon için olmak üzere, 28 adet kolon için, toplam 117600 adet başlıklı çelik ankraja ihtiyacımız vardır. Yani 1513512 tl başlıklı çelik ankraj için gerekli bütçe ayrılmalıdır.

Ek olarak, betonarme yapı için, kalıp, beton, demir ve tuğla işçileri çalışırken, kompozit yapı için kalıp, beton, demir ve tuğla işçilerine ek olarak, kaynak ve çelik yapı imalat işçilerinin de çalışması gerekmektedir. Mart 2021 itibari ile beton, kalıp, çelik ve tuğla ustası günlük yevmiyeleri 180 tl olarak hesap edilmiştir. Bu gider, kompozit ve betonarme her iki yapı için de aynı düşünülmüştür. Kompozit yapı için Mart 2021 itibari ile çelik yapı imalat+montaj fiyatı 15000 tl/ton olarak belirlenmiş ve kompozit kolonlu yapıdaki 20 ton ankrajlı yapısal çelik için, 300000 tl ekstra maliyet hesap edilmiştir.

Tüm toplam giderlere bakmak gerekirse; 50 katlı kompozit kolonlu yapı için, toplam, 4189692.099 tl kolon maliyeti, 50 katlı betonarme kolonlu yapı için ise, toplam, 4160274.636 tl kolon maliyeti bulunmuştur.

20 katlı kompozit ve betonarme kolonlu iki yapı için, kompozit kolonlu yapı, 160 m² kadar daha fazla net oturum alanı sağlamıştır.

Maliyet anlamında ise; Yapı çeliği ile beton arası aderansı sağlamak amacıyla, başlıklı çelik ankraj kullanılması gerekmektedir. Bunun için, 1 adet 19*125 stud çivisinin Mart 2021 tarihi itibari ile fiyatı 12.87 tl'dir. Başlıklı çelik ankraj için, 70 m yüksekliğindeki yapıya toplamda 47040 adet ankraj gitmekte ve 605405 tl maliyeti bulunmaktadır.

20 katlı yapı, işçilik maliyetleri için ise, kompozit kolonlu yapı ek maliyeti olan yapısal çelik imalat+montaj maliyeti, 15000 ton/tl fiyat üzerinden, 78568 tl olarak hesap edilmiştir.

Tüm toplam giderlere bakmak gerekirse; 20 katlı kompozit kolonlu yapı için, toplam, 846996.378 tl kolon maliyeti, 50 katlı betonarme kolonlu yapı için ise, toplam, 321673.049 tl kolon maliyeti bulunmuştur.

BÖLÜM 7. SONUÇLAR VE BULGULAR

Bölüm 5'de görüldüğü üzere, kompozit kolon ile imal edilmiş 20 ve 50 katlı yapıların net oturum alanı, betonarme kolon ile imal edilmiş 20 ve 50 katlı yapıların net oturum alanlarından daha fazladır. Fakat, 20 ve 50 katlı, kompozit kolonlu yapılar, 20 ve 50 katlı, betonarme kolonlu yapılardan daha yüksek maliyet çıkartmıştır.

Bu durumda, optimum seçim için;

$$\frac{(Kompozit\ Kolon\ Maliyeti) - (Betonarme\ Kolon\ Maliyeti)}{(Kompozit\ Kolonlu\ Yapı\ Net\ Oturum\ Alanı) - (Betonarme\ Kolonlu\ Yapı\ Net\ Oturum\ Alanı)}$$

formülü kullanılabilir.

Bu formül ile, kompozit kolon kullanımının, betonarme kolon kullanımına tercih edilmesinin yarattığı ekstra alan için, m^2 başına ekstra maliyet bulunmuştur.

Bölüm 5'de hesaplanan 50 ve 20 katlı betonarme ve kompozit kolonlu yapılar arasındaki maliyetin, farkını, net oturum alanları arasındaki farka bölerek ilgili sonuca ulaşılmıştır:

50 Katlı:

(4189692.099 tl - 4160274.636 tl) / 803 m² = 36.635 tl/m²

20 Katlı:

(846996.378 tl - 321673.049 tl) / 160 m² = 3283.27 tl/m²

Bu sonuçları değerlendirmek ve örneklemek amacıyla, şekil 174 – 175 ve 176'da gösterilen, İstanbul ve çevresi için, 2021 yılı konut türü yapı m^2 değerlerini, düşük, orta ve yüksek yapı değerindeki ilçeler için değerlendirme yapılabilir.

Buradan görüleceği üzere BYS 1 sınıfındaki bir yapı, mutlak suretle kompozit yapılmalıdır. Çünkü, BYS 1 sınıfına giren yapılarda, kompozit kolon maliyeti ve

betonarme kolon maliyeti yaklaşık eşit olmaktadır. Buna karşın, kompozit kolonlu yapının net oturum alanı, betonarme kolonlu yapıdan daha fazla çıkmaktadır.

BYS 2 sınıfındaki yapı için ise, yaklaşık 3500 tl/m² gibi, bir yapı değerini aşan her bölge için, kompozit kolonlu, aksi halde betonarme kolonlu yapılmalıdır.

BYS 1 sınıfındaki yapılar için kompozit kolonlu sistemin, betonarme kolonlu sisteme nazaran daha kârlı olduğuna dair bulunan bu sonucu destekler nitelikte, "Betonarme Kolon Çelik Kiriş Birleşimleri" isimli makalede kompozit yapıların, yüksek yapılardan daha kârlı sonuçlar ortaya çıkardığına değinilmektedir. (Tosun & Çuhadaroğlu Pınarbaşı, 2020) Yalnız, bu durum, söz konusu makalede bir ispattan ziyade, bir bilgi olarak sunulmuştur.

Fakat 2002 yılında yayımlanan bir yüksek lisans tezi olan "Çok Katlı Yüksek Yapılarda Betonarme Çelik ve Kompozit Taşıyıcı Sistemli Yapıların Ekonomik Yönden Karşılaştırılması" tezinde, betonarme yapının, kompozit taşıyıcı sistemli yapıya nazaran %44 daha ekonomik çıktığı sonucuna varılmıştır. (Yağan, 2002) Buradaki önemli konu şudur ki; bu tezde yapı sistemleri tüm olarak değişmiş ve sadece kolonlar gibi belirli bir taşıyıcı sistem elemanı karşılaştırılmasına gidilmemiştir. Ayrıca bu tez için kullanılan yapı toplam yüksekliği 31 m'dir. Yani TBDY 2018'e göre BYS 4 sınıfındadır. Söz konusu bu tez ile, bizim sonuçlarımızdan BYS 2 sınıfındaki yapının sonucu uyumludur. Buradan hareketle, şu sonuca da rahatça varılabilir ki;

Yapı yüksekliği arttıkça kompozit kolon kârlı hale gelirken, yapı yüksekliği azaldıkça ve yapı değerinin çok yüksek olmadığı bölgelerde betonarme kolon ekonomik açıdan tercih sebebi olmalıdır.



KADIKÖY, İSTANBUL EMLAK FİYATLARI RAPORU

Kadıköy satılık konut piyasasında son bir ayda satılık konut fiyatları **%2.36** artış gösterdi. Kadıköy ilçesinde ortalama konut metrekare fiyatları **10.840 TL** olurken, geri dönüş süresi **30 yıl** olarak hesaplanmaktadır.
Buna göre, 2021 yılı emlak endeksi ve bölge raporunda Kadıköy ilçesinde satın alınan 100 metrekarelik bir konutun ortalama fiyatı **813.015 TL** ile **1.355.000 TL** arasında oldu.

Şekil 175. Kadıköy ilçesi 2021 yılı emlak fiyatları raporu (Zingat.com, 2021)



KARTAL, İSTANBUL EMLAK FİYATLARI RAPORU

Kartal satılık konut piyasasında son bir ayda satılık konut fiyatları **%2.28** artış gösterdi. Kartal ilçesinde ortalama konut metrekare fiyatları **4.584 TL** olurken, geri dönüş süresi **25 yıl** olarak hesaplanmaktadır.
Buna göre, 2021 yılı emlak endeksi ve bölge raporunda Kartal ilçesinde satın alınan 100 metrekarelik bir konutun ortalama fiyatı **343.778 TL** ile **573.000 TL** arasında oldu.

Şekil 176. Kartal ilçesi 2021 yılı emlak fiyatları raporu (Zingat.com, 2021)



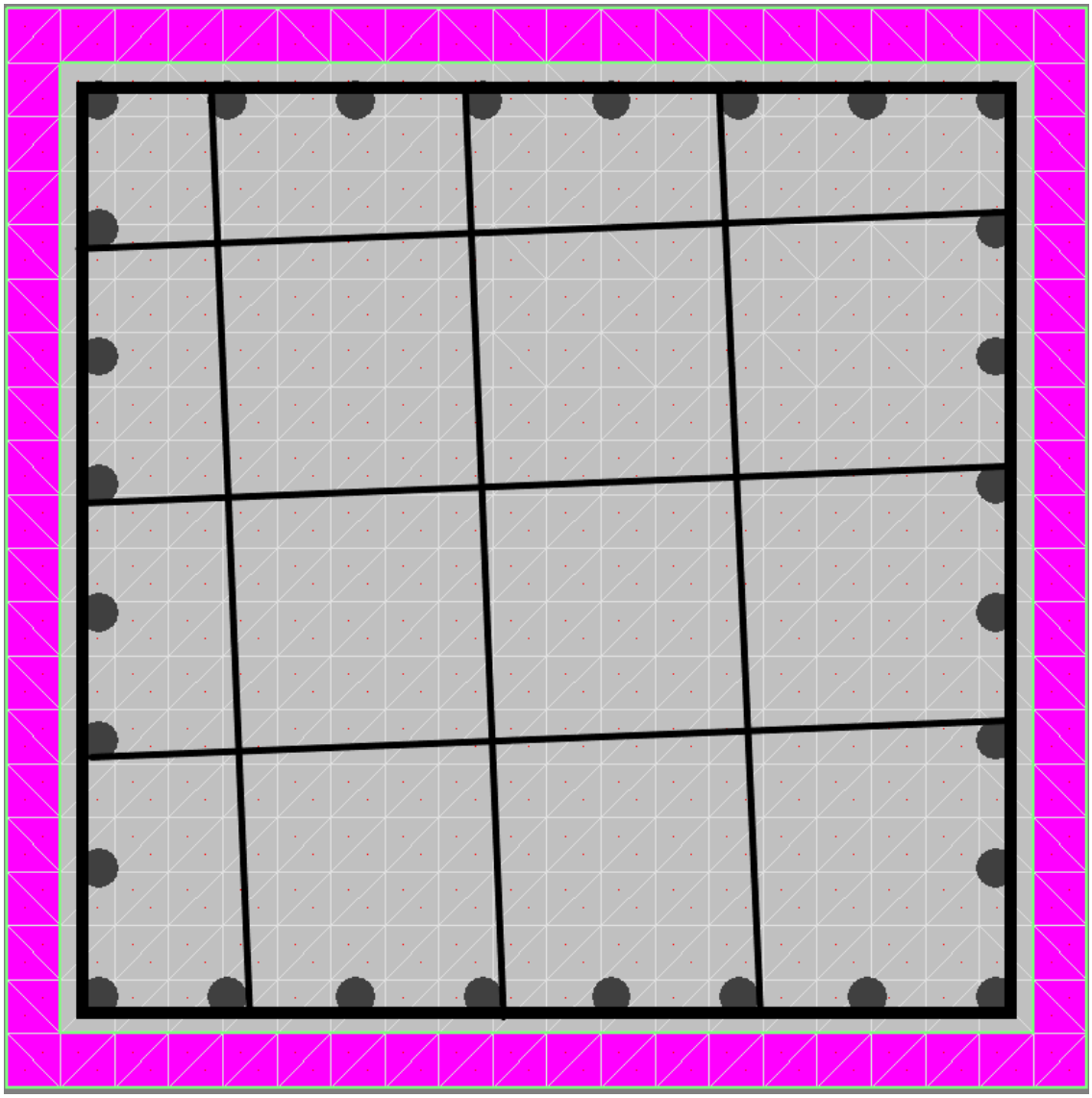
GEBZE, KOCAELİ EMLAK FİYATLARI RAPORU

Gebze satılık konut piyasasında son bir ayda satılık konut fiyatları **%1.89** artış gösterdi. Gebze ilçesinde ortalama konut metrekare fiyatları **2.680 TL** olurken, geri dönüş süresi **22 yıl** olarak hesaplanmaktadır.
Buna göre, 2021 yılı emlak endeksi ve bölge raporunda Gebze ilçesinde satın alınan 100 metrekarelik bir konutun ortalama fiyatı **201.027 TL** ile **335.000 TL** arasında oldu.

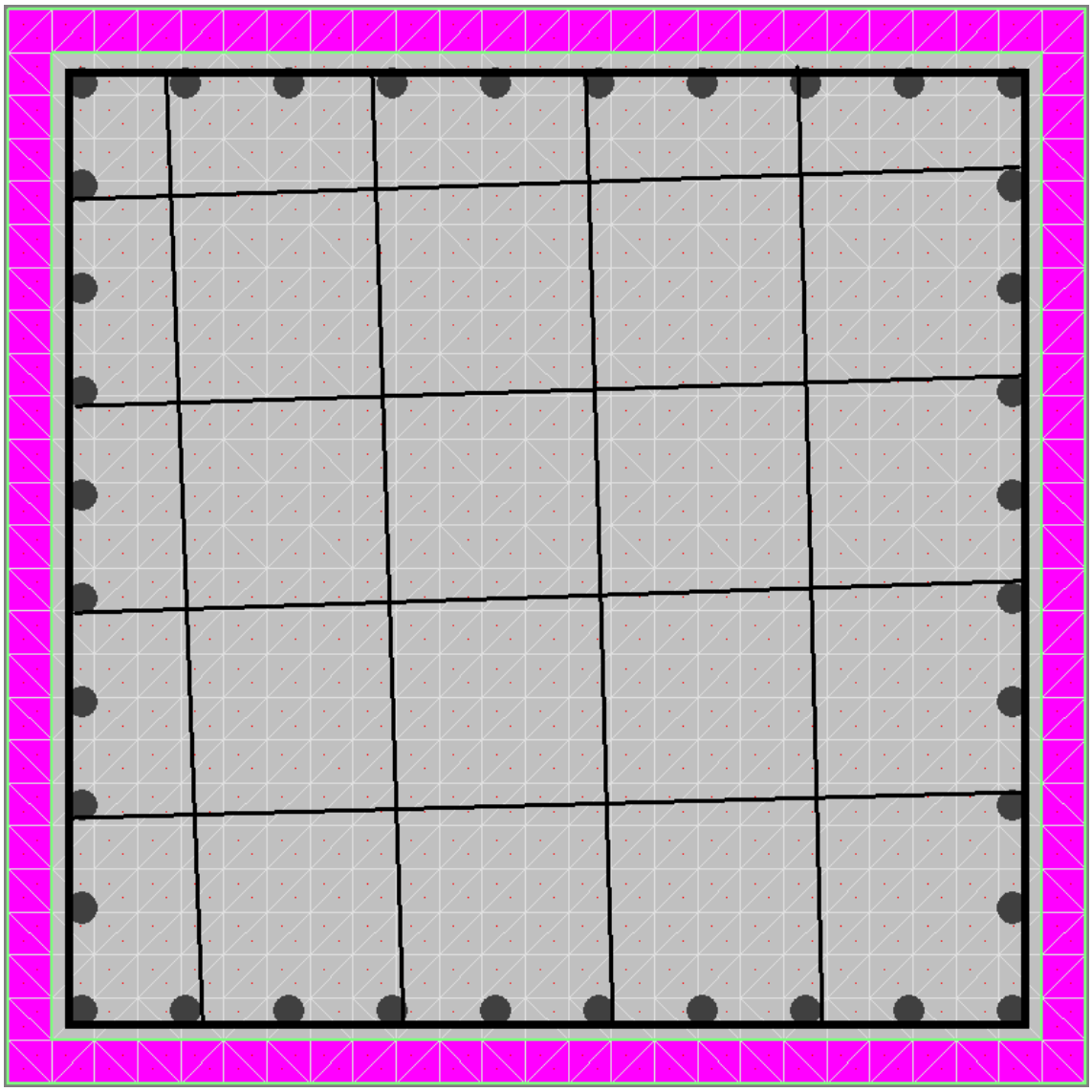
Şekil 177. Gebze ilçesi 2021 yılı emlak fiyatları raporu (Zingat.com, 2021)

EKLER

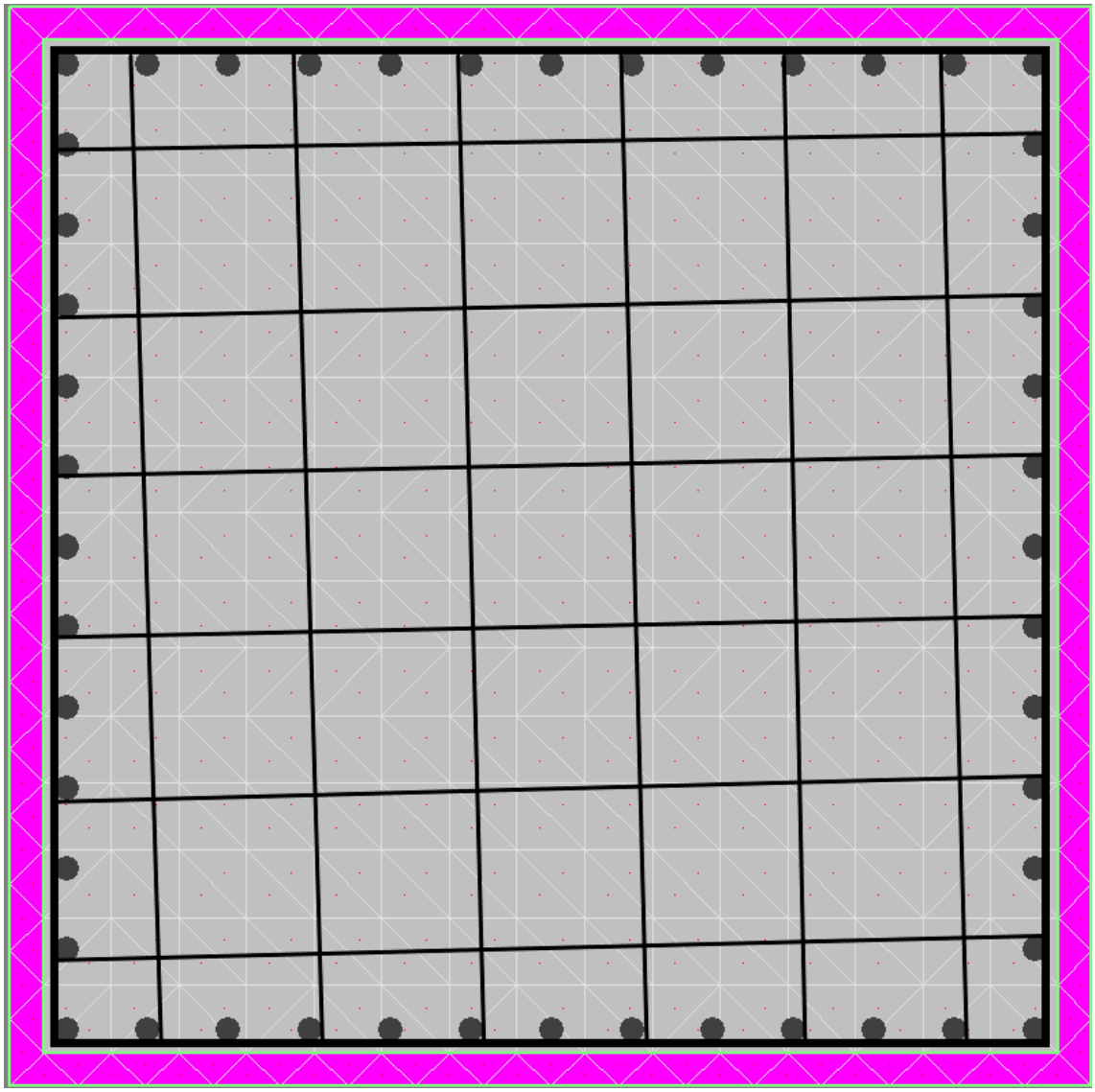
EK 1: Betonarme Kolonlu, Betonarme, 50 ve 20 Katlı Yapı Kolonları:



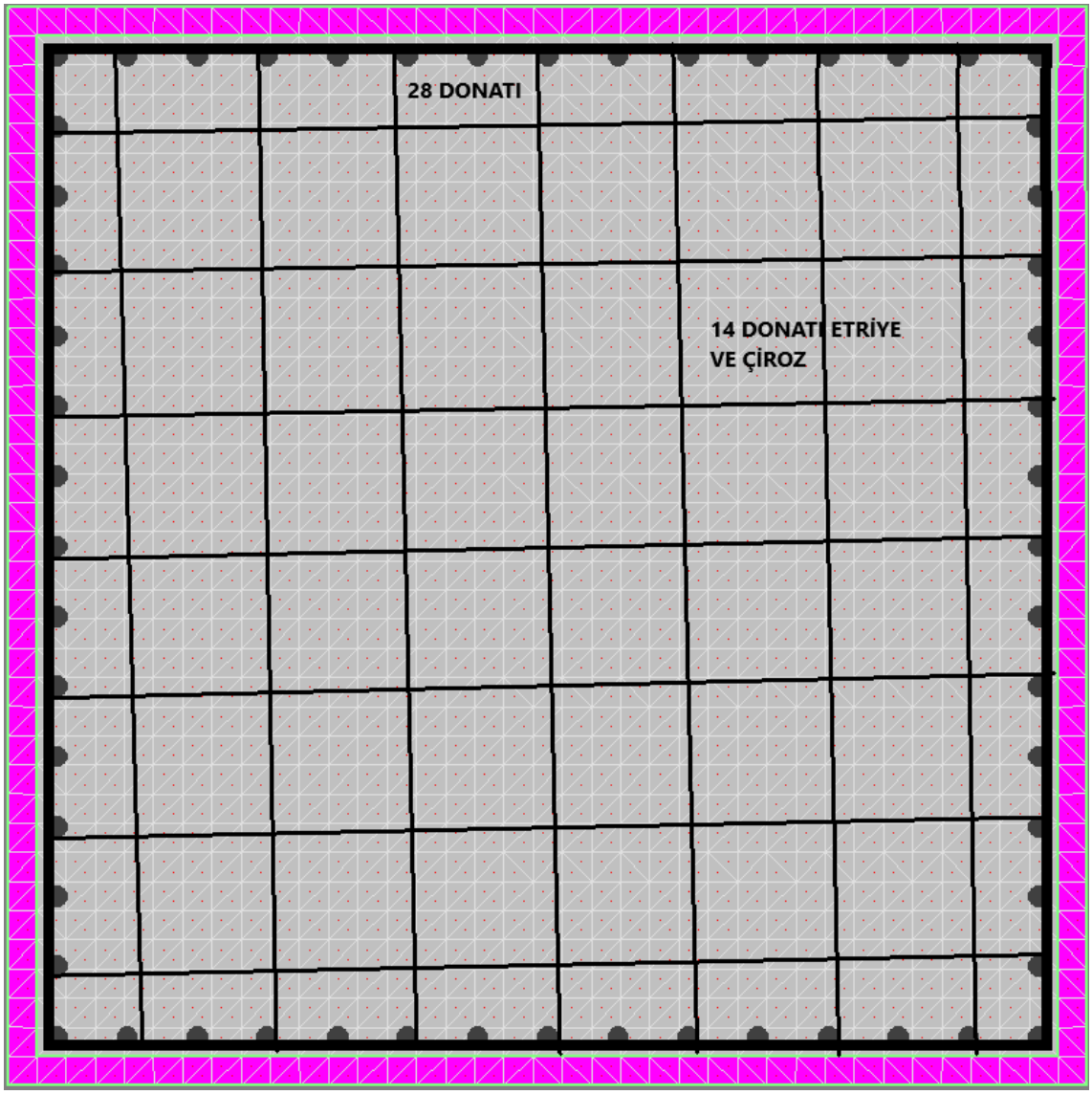
Şekil 178. 80x80 Betonarme kolon kesiti



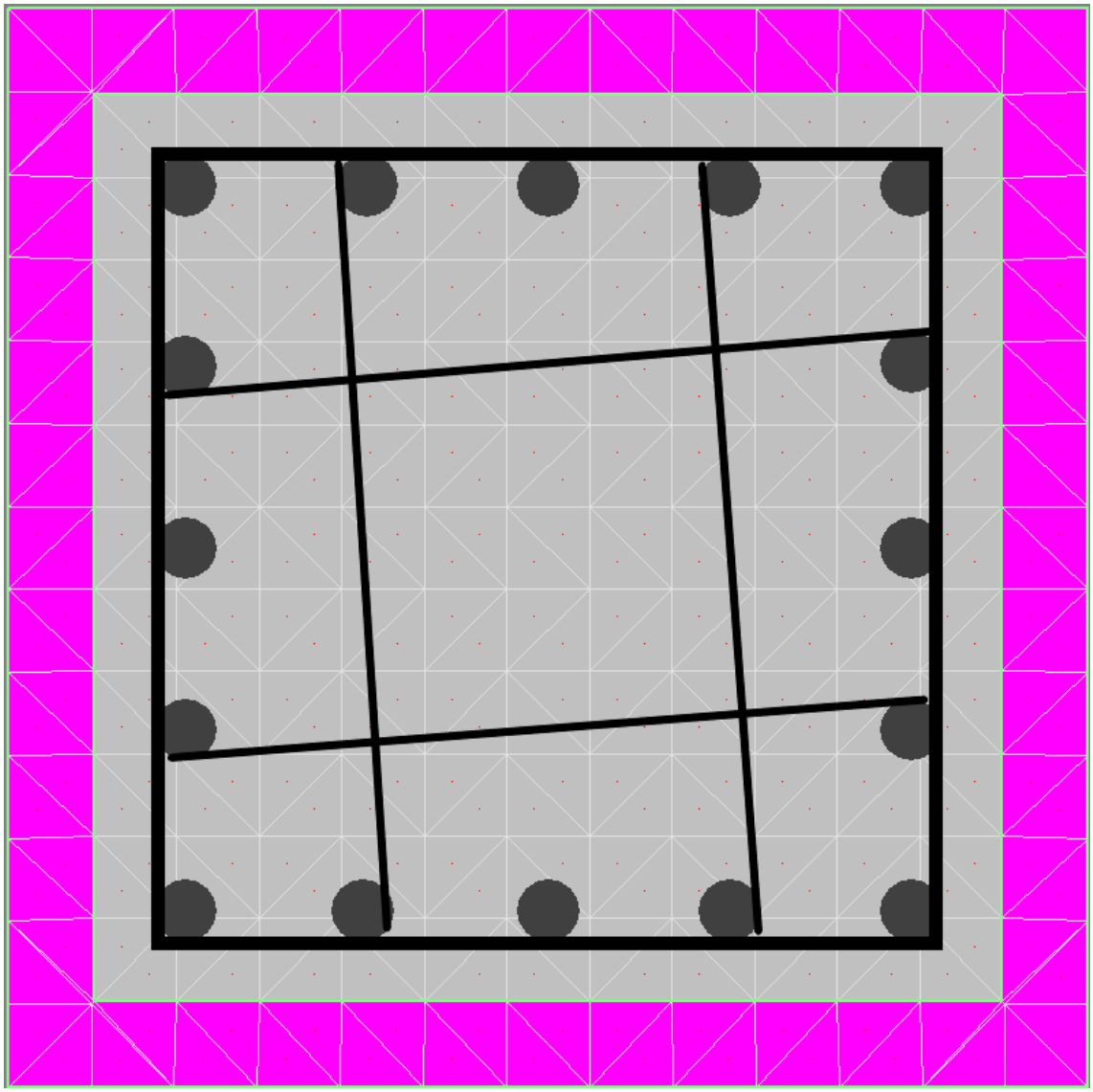
Şekil 179. 100x100 Betonarme Kolon Kesiti



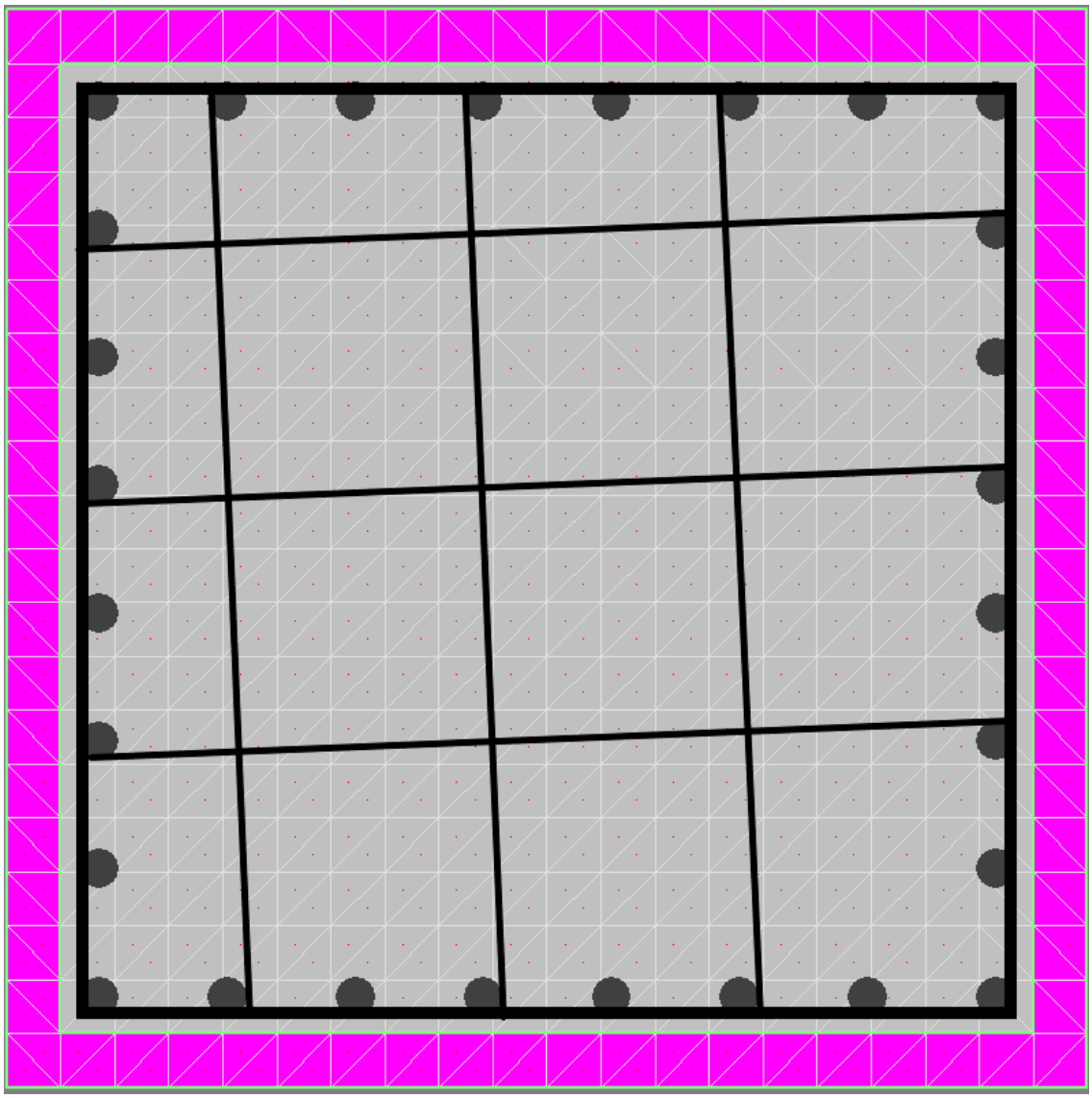
Şekil 180. 130x130 Betonarme Kolon Kesiti



Şekil 181. 150x150 Betonarme Kolon Kesiti

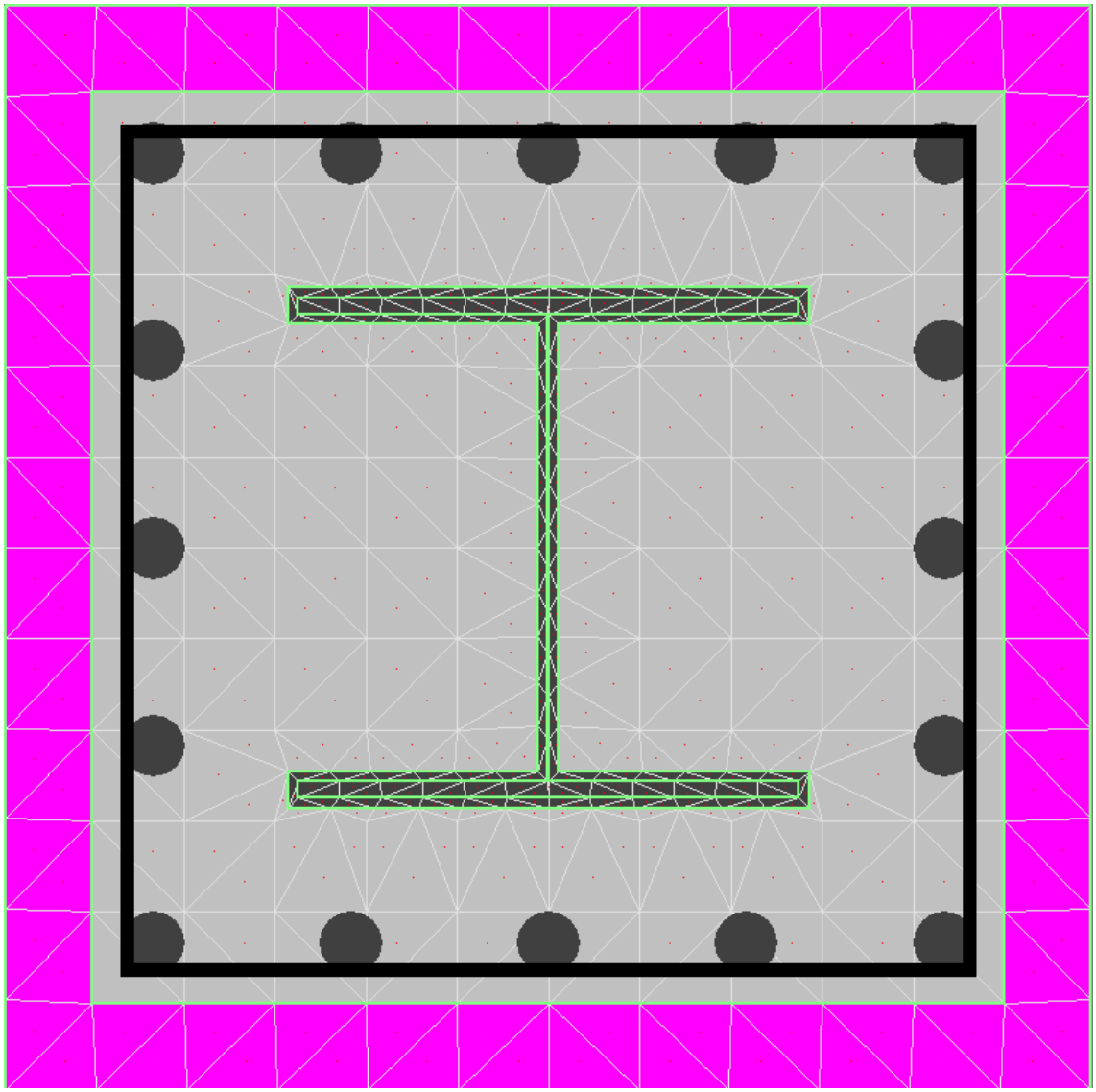


Şekil 182. 20 Katlı Yapı 50x50 Betonarme Kolon Kesiti

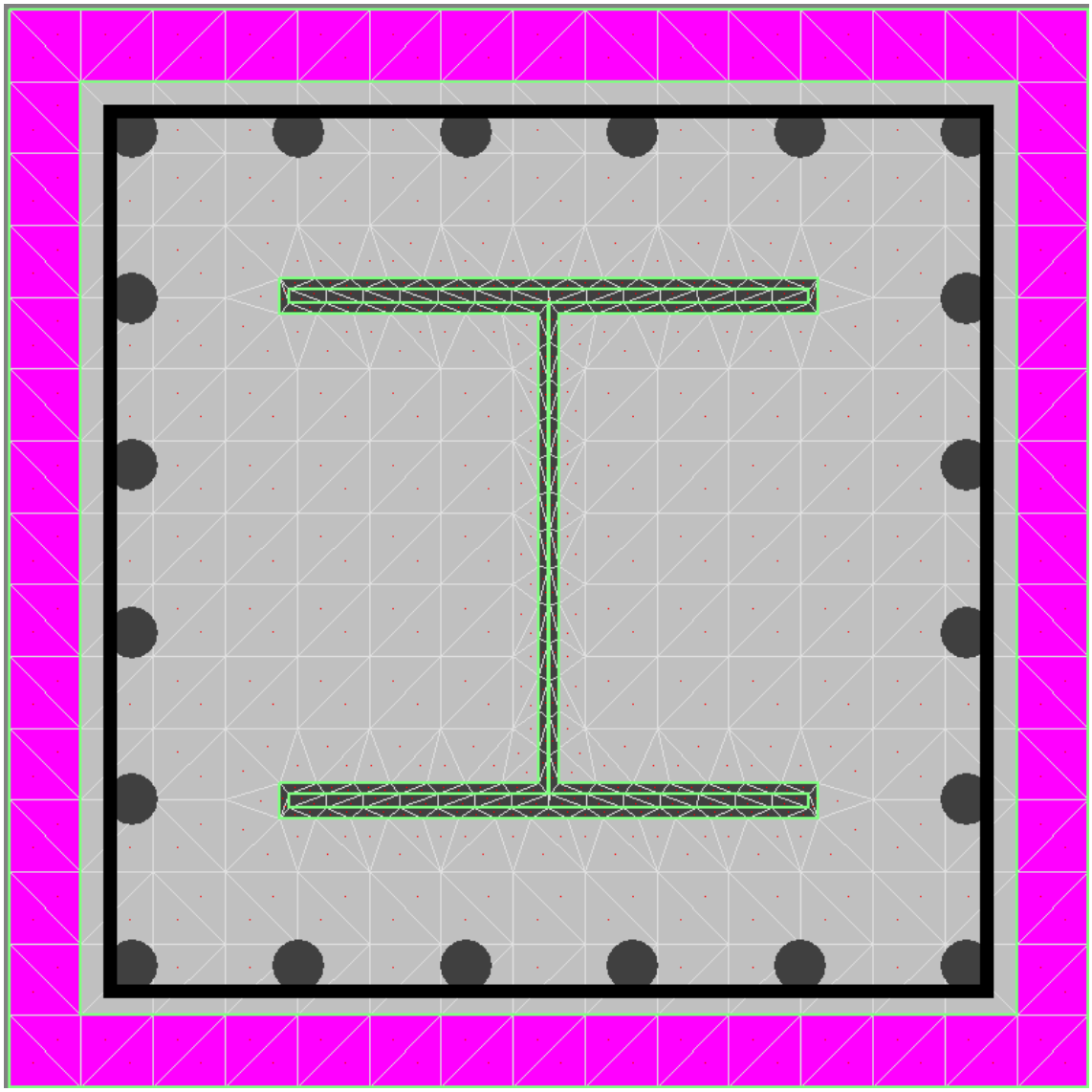


Şekil 183. 20 Katlı Yapı 80x80 Betonarme Kolon Kesiti

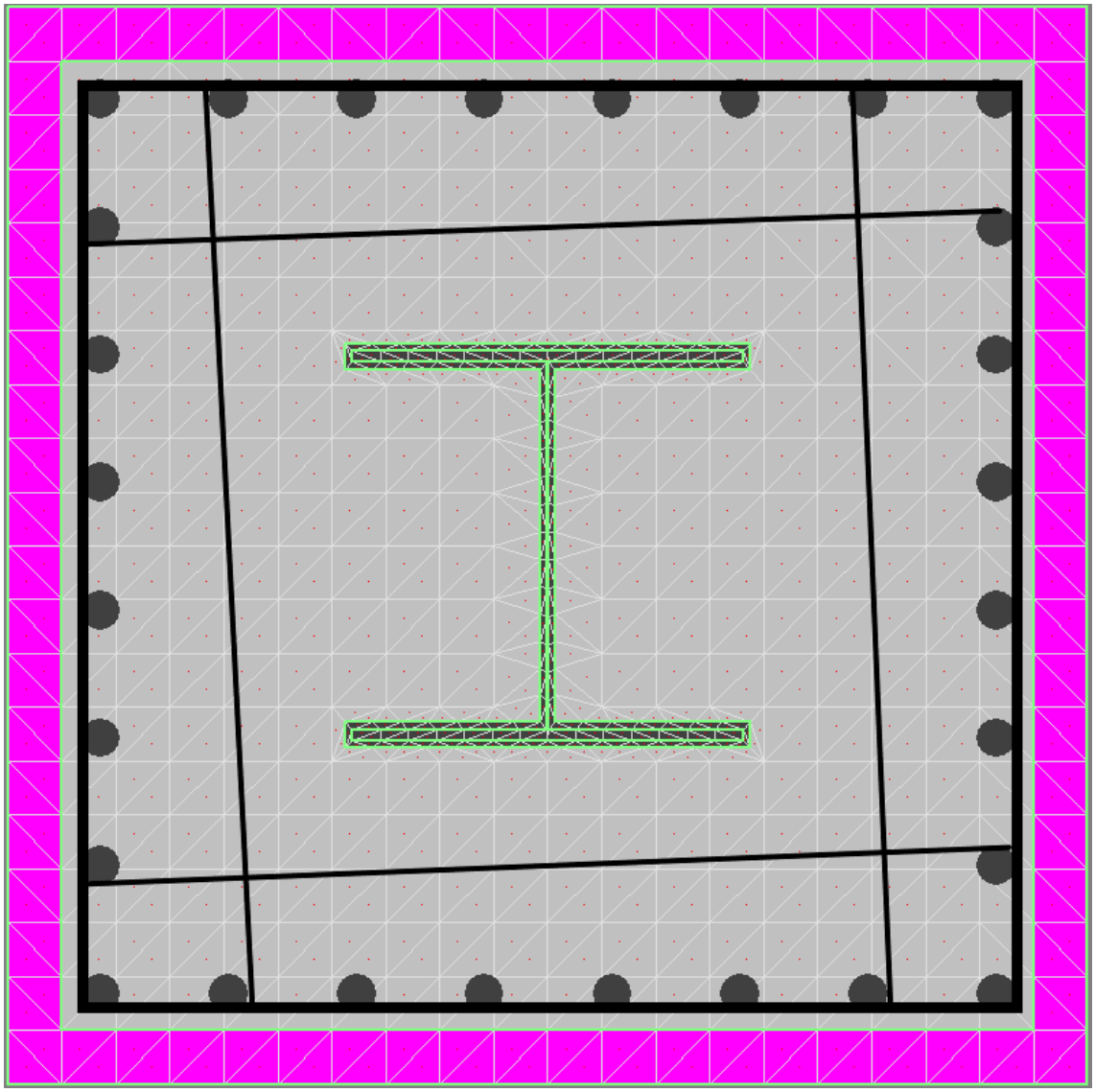
EK 2: Kompozit Kolonlu, Betonarme, 50 Katlı Yapı Kolonları:



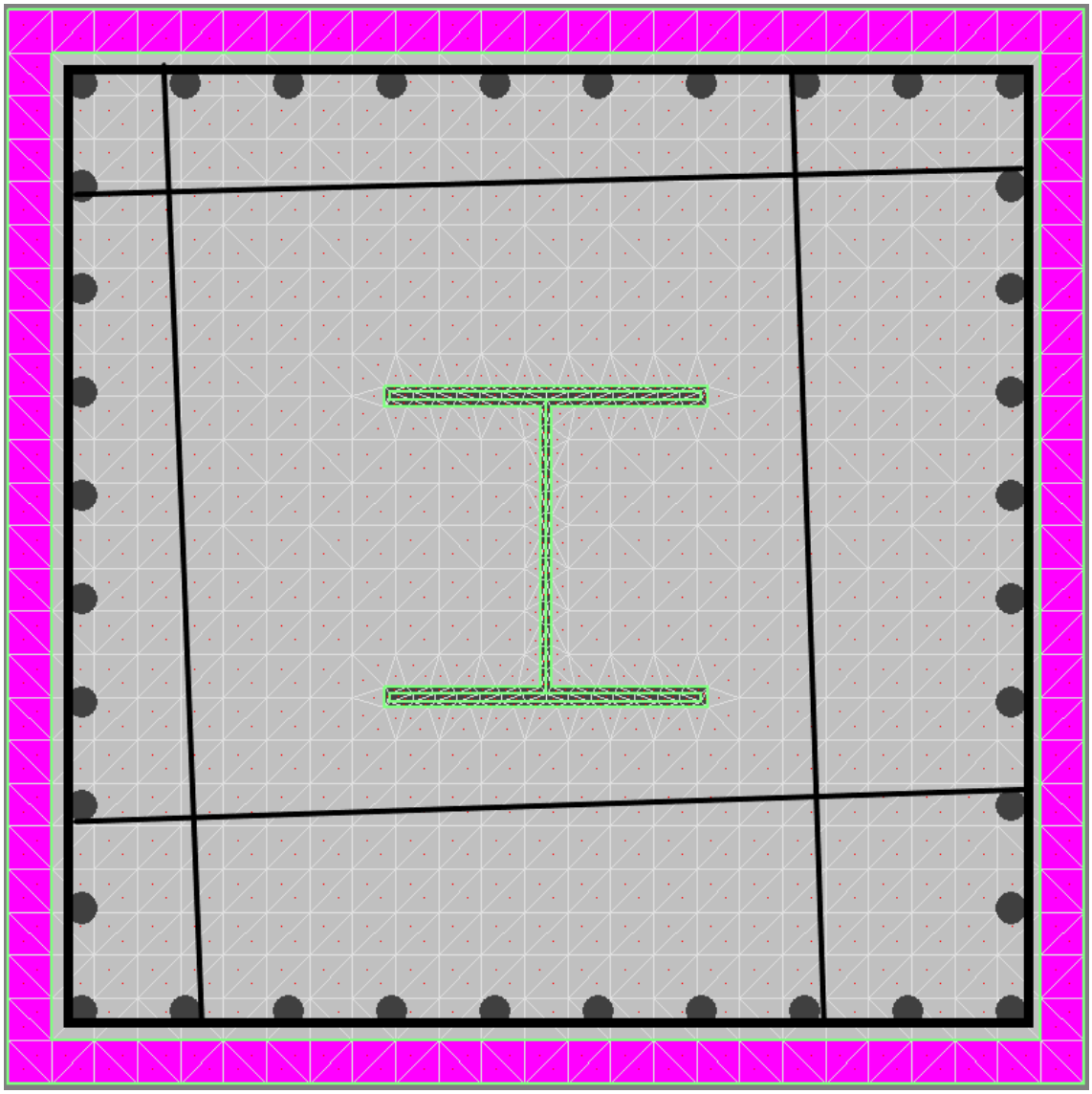
Şekil 184. 50x50_HEB240 Kompozit Kolon Kesiti



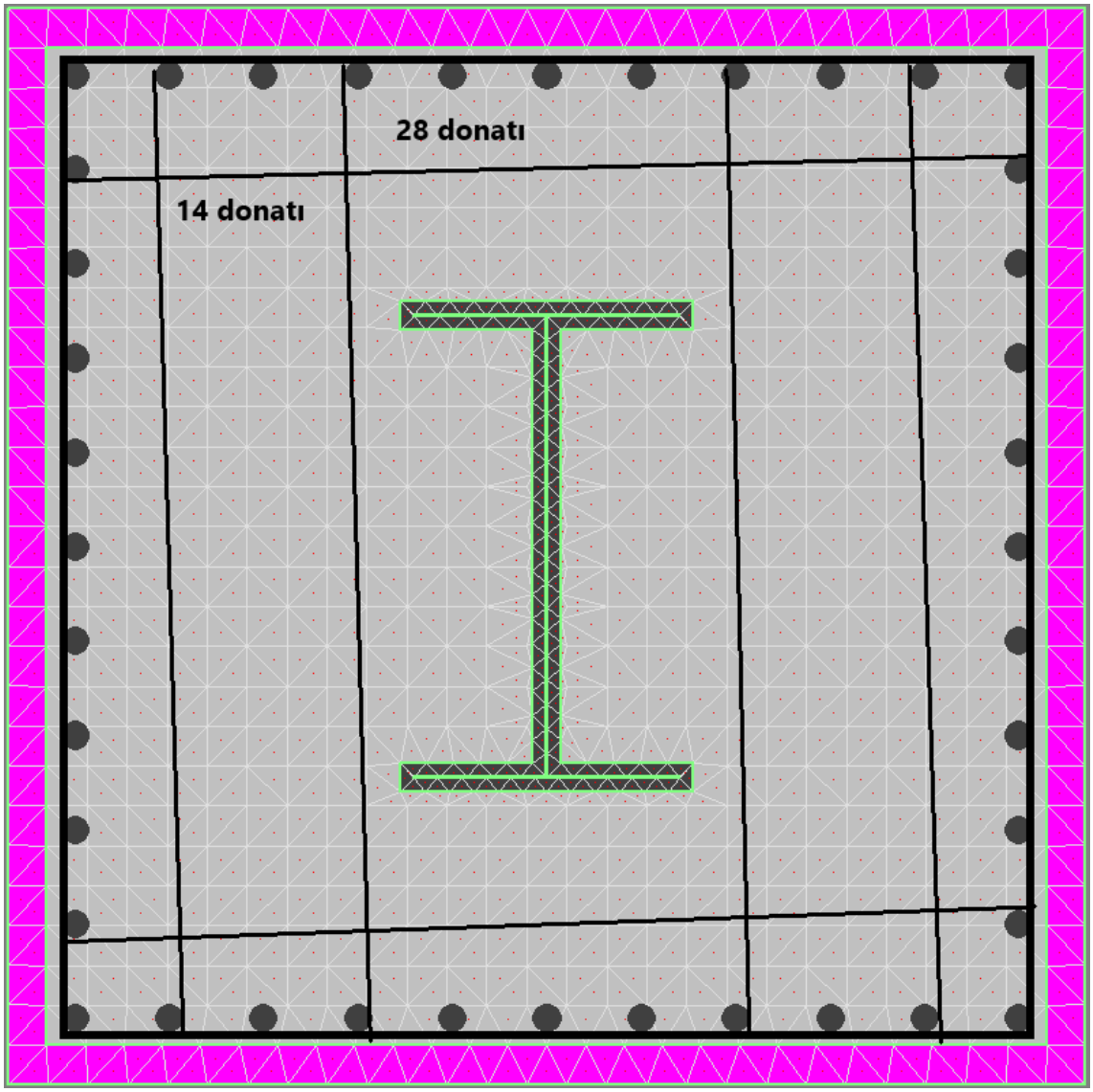
Şekil 185. 60x60_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti



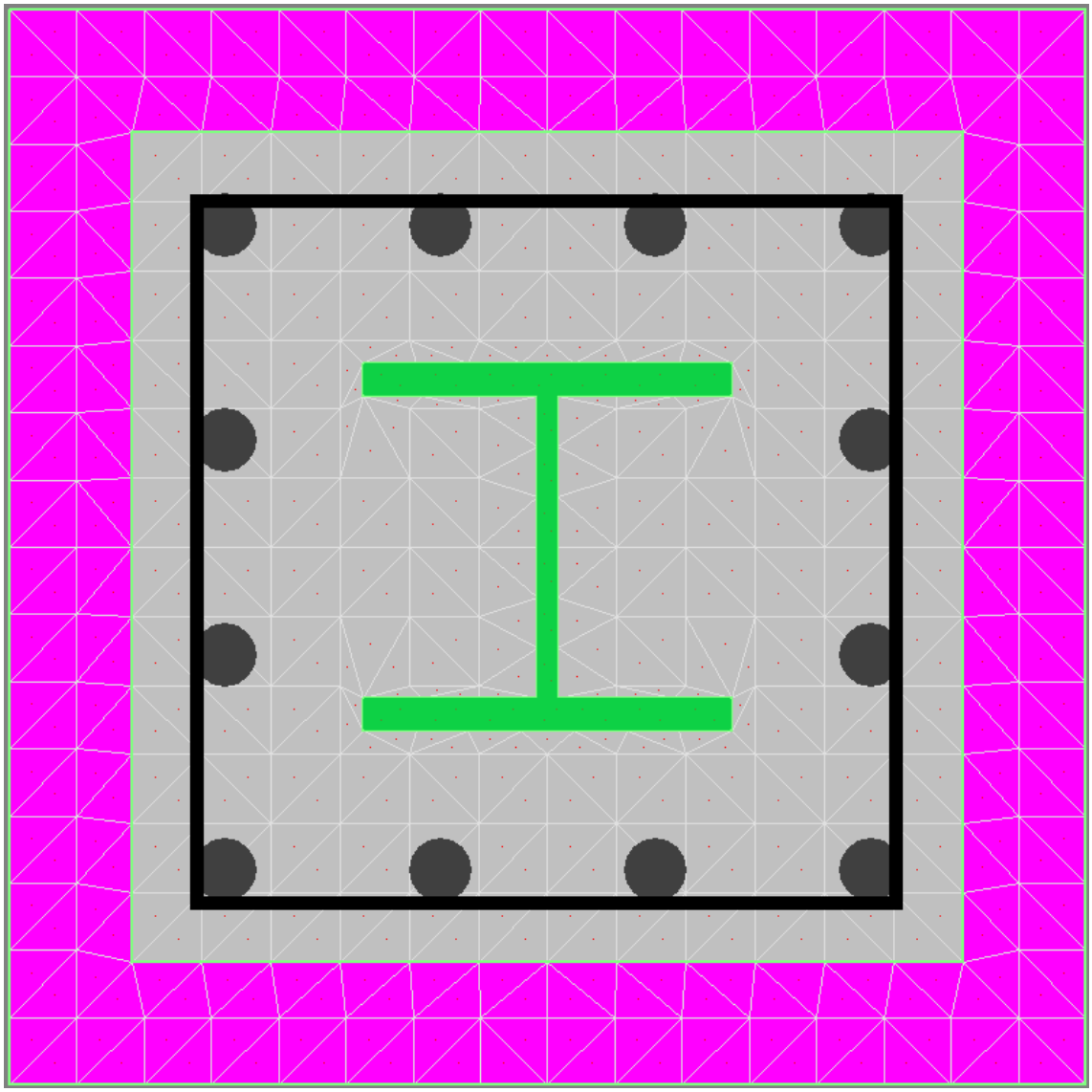
Şekil 186. 80x80_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti



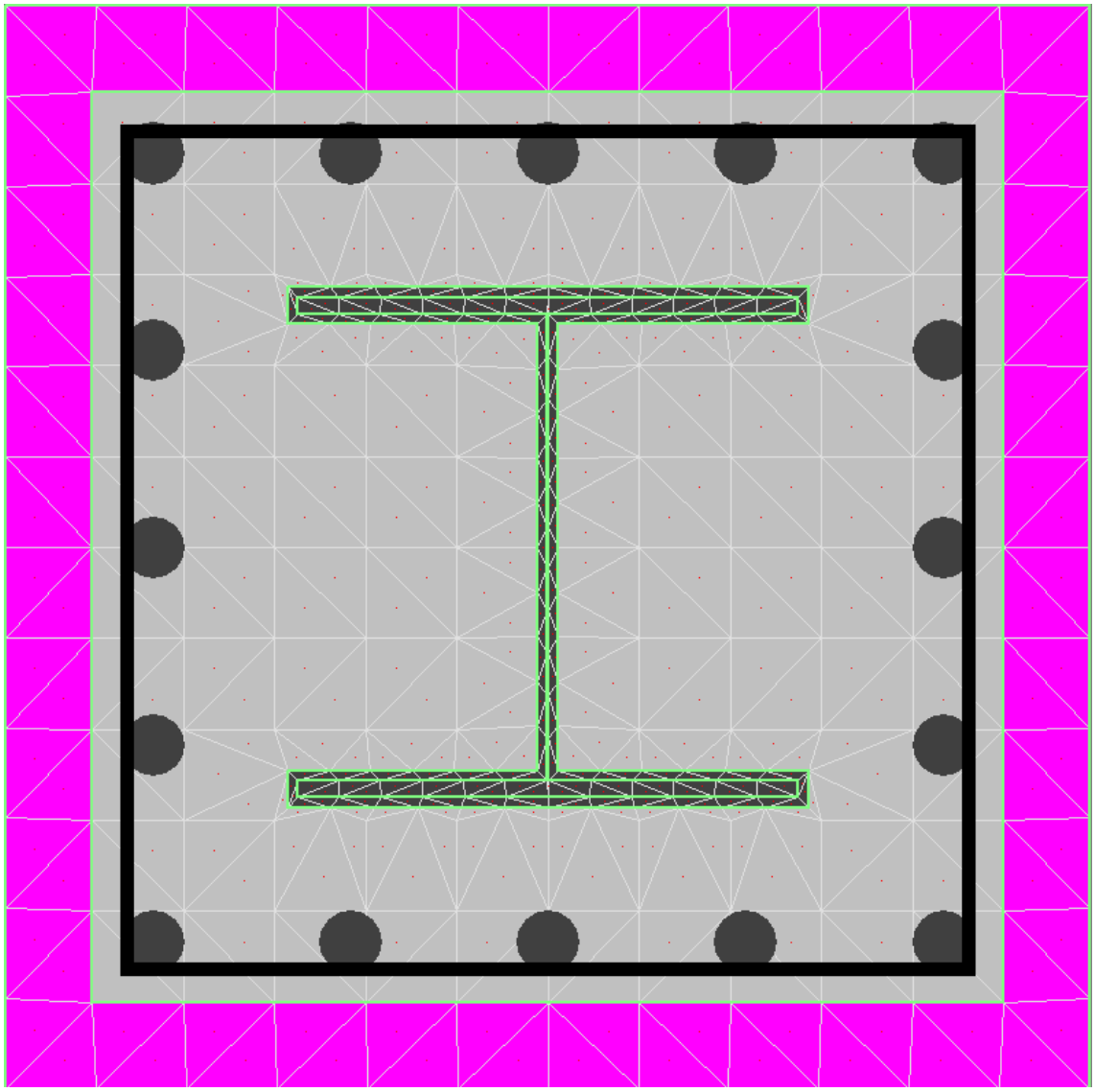
Şekil 187. 100x100_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti



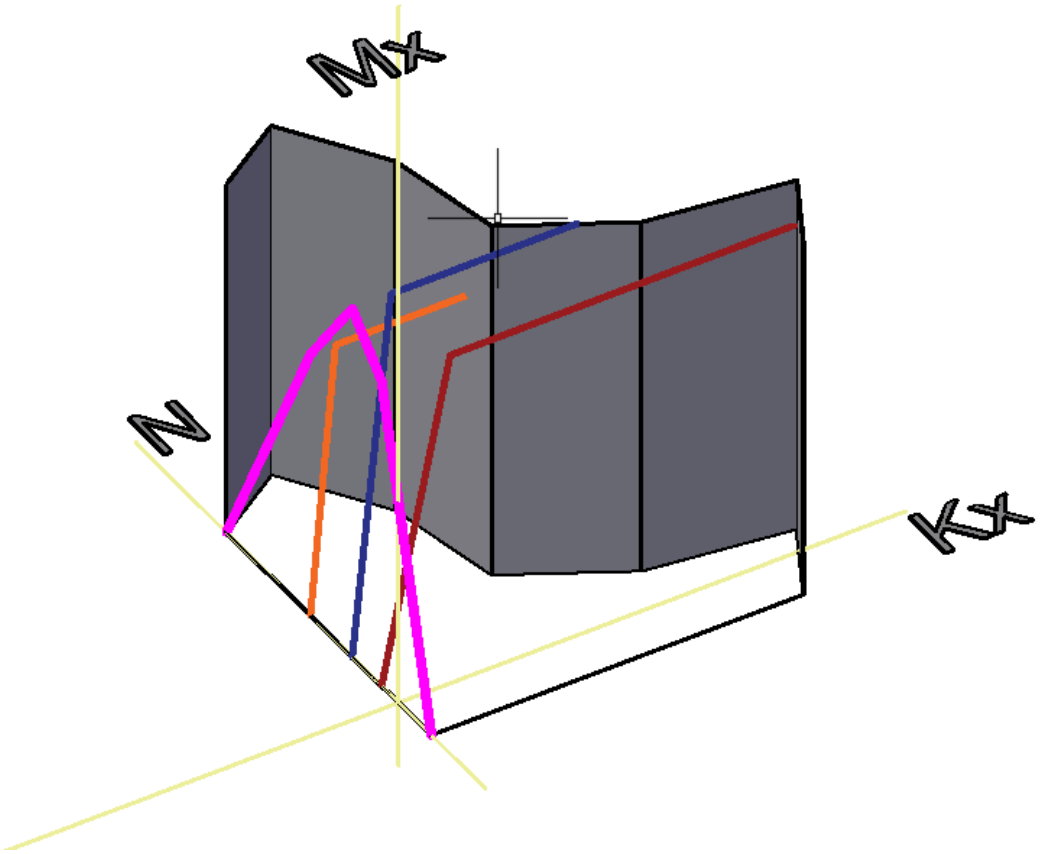
Şekil 188. 110x110_HEB300 Kompozit Kolon Kesiti



Şekil 189. 20 Katlı Yapı 35x35_HEB120 Kompozit Kolon Kesiti



Şekil 190. 20 Katlı Yapı 50x50_HEB260 Kompozit Kolon Kesiti



Şekil 191. N-M-Curv. Grafiği Bağlantısı (HASILCIO, 2019)

KAYNAKÇA

Afet ve Acil Durum Başkanlığı. (2018, 3 18). *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*. Türkiye: Resmi Gazete.

AntiBilgi. (2019, 3 27). *Anti Bilgi*. 3 27, 2020 tarihinde Döşeme Çeşitleri: https://www.antbilgi.com/doseme-cesitleri/ adresinden alındı

Arda, T. S., & Yardımcı, N. (1991). *Çelik Yapıda Karma Elemanların Plastik Hesabı*. İstanbul: Kurtiş Matbaası.

Atımtay, E. (2000). *Çerçeveli ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı - Temel Kavramlar ve Hesap Yöntemleri (Cilt 1 - 2)*. Ankara: METU Press.

Bayülke, N. (1998). *Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı. TMMOB, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi(27***).**

Beedle, L. S., & Rice, D. B. *Structural Systems for Tall Buildings***.** NewYork: McGraw Hill.

CTBUH. (1969). *Council on Tall Buildings and Urban Habitat. The Skyscraper Center*. Chicago, Amerika Birleşik Devletleri. 3 31, 2020 tarihinde Council on Tall Buildings and Urban Habitat: https://www.ctbuh.org/about adresinden alındı

Çelik, İ. M. (2006, 2 1). *Türkiye'de İnşaat Sektöründe Kullanılan Ön Maliyet Tahmini Yöntemleri***.** (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi. İstanbul, Türkiye. 4 5, 2020 tarihinde alındı

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2016, 2 4). *Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları(29614)***.** Türkiye: Resmi Gazete. 3 30, 2020 tarihinde alındı

Darılmaz, K. (2019). *Depreme Dayanıklı Binaların Tasarımına Giriş*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Doğangün, A. (2014). *Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı***.** İstanbul: Birsen Yayınevi.

Donbass Ulusal İnşaat ve Mimarlık Akademisi. (2021). 01 06, 2021 tarihinde http://donnasa.org/?page_id=10284&lang=ru adresinden alındı

Doshi, P. J. (2015, 10 17). *Outriggers in Tall Buildings*. Amerika Birleşik Devletleri. 3 29, 2020 tarihinde https://www.thestructuralmadness.com/2015/10/outriggers-in-tall-buildings.html?google_comment_id=z12sc1uoupfqixcqb04cctqhbmz5enpwvjg adresinden alındı

Drosdov, P. F., & Lishak, V. I. (1978). *Prefabricated Multi - Storey Buildings. Spatial Rigidity & Stability of Tall Buildings of Different Structural Schemes* **(s. 27-35)**. Moscow: Central Research and Design Institute for Dwellings.

GarantiBBVA. "Konut Satış Değerini Belirleyen Unsurlar Nelerdir." 4 7, 2020 tarihinde GarantiBBVA Mortgage: https://www.garantibbvamortgage.com/konut-satis-degerini-belirleyen-unsurlar-nelerdir.aspx adresinden alındı

HASILCIO, İ. M. T*DY 2018 Uyarınca Betonarme Binaların Performansa Göre Tasarımı* . İstanbul, Türkiye. 09 26, 2019 tarihinde alındı

Hürriyet Emlak. (2020, 07 23). *Hürriyetemlak.com*. 07 23, 2020 tarihinde Hürriyetemlak.com"İlan:https://www.hurriyetemlak.com/istanbul?subCategories=dukkan-magaza,ofis&buildingAges=11-15,16-20&p25=500&p26=500" adresinden alındı

Ilgın, H. E., & Günel, H. M. (2008, 9). *Yüksek Binalarda Yanal Kuvvetlere Karşı Strüktürel Yaklaşımlar.* Ankara, Türkiye. 3 28, 2020 tarihinde http://www.izmimod.org.tr/egemim/67/syf20-25.pdf adresinden alındı

Karaman, D. A. (2017, 6 12). *Şantiye Tekniği*. Balıkesir, Türkiye. 4 3, 2020 tarihinde alındı

Machado, M. Unsplash Photos for Everyone, Barcelona. 4 2, 2020 tarihinde "Photo by Miguel Machado on Unsplash" adresinden alındı

Mega Structures, Petronas Tower. [Sinema Filmi]. 3 27, 2020 tarihinde alındı

Mega Structures, Willis Tower. [Sinema Filmi]. 3 27, 2020 tarihinde https://www.youtube.com/watch?v=_rm1GiS6Rjc adresinden alındı

Moon, K. S., & Mir, A. M. (2018, 8 10). *Advanced in Structural Systems for Tall Buildings: Emergigng Developments for Contemporary Urban Giants***.** Amerika. 3 28, 2020 tarihinde alındı

Moon, S. K., Connor, J. J., & Fernandez, J. E. (2007). *The Structural Design of Tall and Special Buildings***.**

OMA, P. CCTV Headquarters. "CCTV Headquarters. OMA Office Work Search, Beijing."

Rahman, F. U. (3 29, 2020 tarihinde https://oma.eu/projects/cctv-headquarters adresinden alındı tarih yok). "Diagrid Structural System – Types, Materials and Advantages." 3 31, 2020 tarihinde The Constructure: https://theconstructor.org/structural-engg/diagrid-structural-system/13731/ adresinden alındı

Riddell, T. (2017, 10 23). *Cost Estimation Techniques in Construction Projects***.** 4 6, 2020 tarihinde eSUB construction software: https://esub.com/cost-estimation-techniques-construction-projects/ adresinden alındı

Sağlam, P. D. (2016). *Yüksek Yapılar İstanbul'dan Örnekler***.** Ankara: NOBEL.

Topçu, A. (2019, 1 8). *Betonarme 1-2***.** 3 29, 2020 tarihinde Prof. Dr. Ahmet Topçu Kişisel Web Sayfası: http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/ adresinden alındı

Tosun, E., & Çuhadaroğlu Pınarbaşı, S. (2020, Mart). *Betonarme Kolon Çelik Kiriş Birleşimleri. IV. ULUSLARARASI BATTALGAZİ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR KONGRESİ*, 50. Nisan 2021 tarihinde alındı

Tuna, M. E. (2000). *Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı İlkeleri***.** Ajans Türk.

Türk Dil Kurumu. (2019). *Türkçe Sözlük***.** Türkiye. 4 2, 2020 tarihinde https://sozluk.gov.tr/ adresinden alındı

Viest, I. M., & Colaco, J. P. (1997). *Composite Construction Design for Buildings.* New York: Mc Graw Hill.

Waffleon.cc. "Bir Arsanın Kadastro Değeri Nasıl Belirlenir: Formül ve Hesaplama Prosedürü." 4 7, 2020 tarihinde waffleon.cc: https://waffleon.cc/post/tr/159283/Bir+arsanın+kadastro+değeri+nasıl+belirlenir%3A+formül+ve+hesaplama+prosedürü/ adresinden alındı

Yağan, F. (2002). *Çok Katlı Yüksek Yapılarda Betonarme, Çelik ve Kompozit Taşıyıcı Sistemli Yapıların Ekonomik Yönden Karşılaştırılması*. İstanbul, Türkiye: Yüksek Öğretim Kurumu. Nisan 2021 tarihinde alındı

Yapı Sanatları."Taşıyıcı Sistem Elemanları. "3 29, 2020 tarihinde Yapı Sanatları: http://www.yapisanatlari.com/Default.asp?P=0&L=2&K=0&K1=40 adresinden alındı

Zingat.com. (2021). *Zingat*. Nisan 15, 2021 tarihinde https://www.zingat.com/yatirim-rehberi adresinden alındı