

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsmail Hakkı BÜTÜN

**YAPILARIN DEPREM HESABINDA A2 DÜZENSİZLİK
DURUMUNUN İNCELENMESİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPILARIN DEPREM HESABINDA
A2 DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

İsmail Hakkı BÜTÜN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez **24/12/2010** Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından **Oybirliği** ile Kabul Edilmiştir.

.....
Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ
DANIŞMAN

.....
Doç. Dr. H. Murat ARSLAN
ÜYE

.....
Doç. Dr. S. Seren GÜVEN
ÜYE

Bu Tez Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. İlhami YEĞİNGİL
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAPILARIN DEPREM HESABINDA
A2 DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Yıl: 2010, Sayfa: 160

Jüri : Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ
: Doç. Dr. H. Murat ARSLAN
: Doç. Dr. S. Seren GÜVEN

Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik, 06/03/2007 tarih ve 26454 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Yönetmelikte, yapı düzensizlikleri göz önüne alınarak yapıların deprem hesabının 3 boyutlu olarak yapılması istenmektedir.

Yapı düzensizlikleri planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlik olarak 2 ana gruba ayrılmıştır. (A1) burulma düzensizliği, (A2) döşeme süreksizliği, (A3) planda çıkıntıların bulunması, (B1) zayıf kat düzensizliği, (B2) yumuşak kat düzensizliği ve (B3) taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği durumlarıdır.

Bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği (TDY2007) irdelenmekte ve perdeli yapılar ile A2 düzensizliği (döşeme süreksizliği) durumu ve bu durumun düzeltilmesi için perde yerleşimin etkisi incelenmektedir. Türk Deprem Yönetmeliğinde (TDY2007) önerilen eşdeğer deprem yükü yöntemine bağlı kalarak rijit diyafram modeli ve kabuk modeli kullanılmıştır. Tüm örneklerin analizi için SAP2000 paket programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Türk deprem yönetmeliği, Deprem analizi, Eşdeğer deprem yükü yöntemi, A2 düzensizlik durumu, SAP2000

ABSTRACT

MSc THESIS

INVESTIGATION OF A2-IRREGULARITY CASE IN THE SOLUTION OF EARTHQUAKE ANALYSIS

İsmail Hakkı BÜTÜN

**ÇUKUROVA UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Year: 2010, Pages: 160

Jury : Assoc. Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
: Assoc. Prof. Dr. H. Murat ARSLAN
: Assoc. Prof. Dr. S. Seren GÜVEN

Earthquake regulation of Turkish (TDY2007) was published in 06/03/ 2007 in the official gazette was come into. In the regulation, considering structural is required to calculate three dimensional.

Structural irregularities are assembled in two main groups. Irregularities in the plan include are torsional irregularity (A1), the irregularity related to floor in which there are big hole or abrupt reductions in the stiffness (A2), the irregularity related to large projections in the plan (A3), vertical irregularities are weak storey (B1), soft storey (B2), and the irregularities caused by the discontinuity of vertical structural elements (B3).

In this study, Turkish Earthquake Code has been studied, and the effect of A2 irregularity and shear wall location in the earthquake analysis are examined. The equivalent earthquake load method offered by Turkish Earthquake Code is used to solve the structure by SAP2000 software.

Key Words: Turkish Earthquake Code, Earthquake analysis, Equivalent earthquake load method, A2 irregularity case, SAP2000

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans eğitiminde desteğini esirgemeyen niőanlım ve aileme, bölümdeki tüm hocalarıma ve arkadaşlarıml Lütfl ÇÖKTÜ, Ferhat KIRAN, Ersin GİDER ve Selçuk BİLDİK'e teşekkür ederim.

Ayrıca bu tezin hazırlanması sırasında çalışmalarımıda büyük sabır ve ilgi ile yardımcı olan, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ'ye çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
3. MATERYAL VE METOD.....	5
3.1. Materyal	5
3.2. Metod	5
4. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ.....	6
4.1. Düzensiz Binalar.....	6
4.1.1 Düzensiz Binaların Tanımı.....	6
4.1.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar	6
4.2. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması	13
4.2.1. Spektral İvme Katsayısı A(T)	13
4.2.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı	13
4.2.3. Bina Önem Katsayısı	14
4.2.4. Spektrum Katsayısı	15
4.2.5. Özel Tasarım İvme Spektrumları	16
4.2.6. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması.....	17
4.2.7. Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli ve Çerçevesiz Sistemlere İlişkin Koşullar.....	19
4.3. Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü	20
4.4. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü (θ_i).....	20
4.5. Analiz Yöntemleri	21
4.5.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi (Statik Analiz)	21

4.5.2. Mod Birleştirme Yöntemi (Spektrum Analizi).....	21
4.5.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi	21
4.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi	22
4.6.1 Hesap Yöntemleri	22
4.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları.....	22
5. EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ YÖNTEMİ	23
5.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yüğüünün Belirlenmesi.....	23
5.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğülerinin Belirlenmesi.....	24
5.3. Göz önüne Alınacak Yer değıştirme Bileşenleri ve Deprem Yüğülerinin Etkime Noktaları	26
5.4. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi.....	28
5.5. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Adımları.....	29
6. A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ.....	31
6.1. Örnek 6.1.....	32
6.1.1. X Yönünde Yükleme.....	35
6.1.2. Y Yönünde Yükleme	43
6.2. Örnek 6.2.....	49
6.2.1. X Yönünde Yükleme.....	51
6.2.2. Y Yönünde Yükleme.....	58
6.3. Örnek 6.3.....	67
6.3.1. X Yönünde Yükleme.....	70
6.3.2. Y Yönünde Yükleme.....	75
6.4. Örnek 6.4.....	82
6.4.1. X Yönünde Yükleme.....	84
6.4.2. Y Yönünde Yükleme.....	89
6.5. Örnek 6.5.....	98
6.5.1. X Yönünde Yükleme.....	100
6.5.2. Y Yönünde Yükleme.....	105
6.6. Örnek 6.6.....	112
6.6.1. X Yönünde Yükleme.....	114
6.6.2. Y Yönünde Yükleme.....	119

6.7. Örnek 6.7.....	127
6.8. Örnek 6.8.....	128
6.9. Örnek 6.9.....	129
6.10. Örnek 6.10.....	130
6.11. Örnek 6.11.....	131
6.12. Örnek 6.12.....	132
6.13. Örnek 6.13.....	133
6.14. Örnek 6.14.....	134
6.15. Örnek 6.15.....	135
6.16. Örnek 6.16.....	136
6.17. Örnek 6.17.....	137
6.18. Örnek 6.18.....	138
7. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	156
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	157
KAYNAKLAR.....	158
ÖZGEÇMİŞ.....	160

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 4.1. Düzensiz Binalar.....	8
Çizelge 4.2. Düzensiz Binalar.....	9
Çizelge 4.3. Etkin Yer İvme Katsayısı(A_0)	13
Çizelge 4.4. Bina Önem Katsayısı(I).....	14
Çizelge 4.5. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A, T_B).....	16
Çizelge 4.6. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı(R).....	18
Çizelge 4.7. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar.....	24
Çizelge 5.1. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı(n).....	24
Çizelge 6.1. Örnek 6.1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler.....	34
Çizelge 6.2. Örnek 6.1'e ait T_1 'in hesabı	35
Çizelge 6.3. Örnek 6.1'e ait Eşdeğer Deprem Yüğüleri (F_i).....	38
Çizelge 6.4. Örnek 6.1'e ait A1-Burulma düzensizliğı kontrolü(X Yönünde -%5)...38	
Çizelge 6.5. Örnek 6.1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde -%5).....	39
Çizelge 6.6. Örnek 6.1'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)....	40
Çizelge 6.7. Örnek 6.1'e ait Burulma düzensizliğı kontrolü(X Yönünde +%5).....	41
Çizelge 6.8. Örnek 6.1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde +%5).....	41
Çizelge 6.9. Örnek 6.1'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü +%5)....	42
Çizelge 6.10. Örnek 6.1'e ait T_1 'in hesabı	43
Çizelge 6.11. Örnek 6.1'e ait Eşdeğer Deprem Yüğüleri (F_i).....	46
Çizelge 6.12. Örnek 6.1'e ait A1 düzensizliğı kontrolü(Y Yönünde +%5).....	46
Çizelge 6.13. Örnek 6.1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)....	47
Çizelge 6.14. Örnek 6.1'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü +%5)....	48
Çizelge 6.15. Örnek 6.2'e ait T_1 'in hesabı	51
Çizelge 6.16. Örnek 6.2'e ait Eşdeğer Deprem Yüğüleri (F_i).....	53
Çizelge 6.17. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma düzensizliğı kontrolü(X Yönü +%5)...54	
Çizelge 6.18. Örnek 6.2'ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönü +%5).....	54
Çizelge 6.19. Örnek 6.2'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü +%5)...55	
Çizelge 6.20. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma düzensizliğı kontrolü(X Yönü -%5)....56	

Çizelge 6.21. Örnek 6.2'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(X Yönü -%5).....	56
Çizelge 6.22. Örnek 6.2'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)...	57
Çizelge 6.23. Örnek 6.2'e ait T_1 'in hesabı	58
Çizelge 6.24. Örnek 6.2'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	60
Çizelge 6.25. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü +%5)...	61
Çizelge 6.26. Örnek 6.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü +%5).....	62
Çizelge 6.27. Örnek 6.2'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü +%5)..	63
Çizelge 6.28. Örnek 6.2'ye ait Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü -%5).....	64
Çizelge 6.29. Örnek 6.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü -%5).....	65
Çizelge 6.30. Örnek 6.2'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5)...	66
Çizelge 6.31. Örnek 6.3'e ait katlara etkiyen fiktif yükler.....	69
Çizelge 6.32. Örnek 6.3'e ait T_1 'in hesabı	70
Çizelge 6.33. Örnek 6.3'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	72
Çizelge 6.34. Örnek 6.3'e ait A1-Burulma füzensizliği kontrolü(+ %5 X Yönü)....	72
Çizelge 6.35. Örnek 6.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(+ %5 X Yönü).....	73
Çizelge 6.36. Örnek 6.3'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(+ %5 X Yönü)...	74
Çizelge 6.37. Örnek 6.3'e ait T_1 'in hesabı	75
Çizelge 6.38. Örnek 6.3'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	77
Çizelge 6.39. Örnek 6.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü +%5).....	77
Çizelge 6.40. Örnek 6.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü +%5).....	78
Çizelge 6.41. Örnek 6.3'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü +%5)...	79
Çizelge 6.42. Örnek 6.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü -%5).....	80
Çizelge 6.43. Örnek 6.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü -%5).....	80
Çizelge 6.44. Örnek 6.3'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü (Y Yönü -%5)...	81
Çizelge 6.45. Örnek 6.4'e ait T_1 'in hesabı	84
Çizelge 6.46. Örnek 6.4'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	86
Çizelge 6.47. Örnek 6.4'ye ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönü -%5)....	86
Çizelge 6.48. Örnek 6.4'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(X Yönü -%5).....	87
Çizelge 6.49. Örnek 6.4'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)....	88
Çizelge 6.50. Örnek 6.4'e ait T_1 'in hesabı	89

Çizelge 6.51. Örnek 6.4'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	91
Çizelge 6.52. Örnek 6.4'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü +%5)...	92
Çizelge 6.53. Örnek 6.4'ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü +%5).....	93
Çizelge 6.54. Örnek 6.4'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü +%5)...	94
Çizelge 6.55. Örnek 6.4'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü -%5)...	95
Çizelge 6.56. Örnek 6.4'ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü -%5).....	96
Çizelge 6.57. Örnek 6.4'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5)...	97
Çizelge 6.58. Örnek 6.5'e ait T_1 'in hesabı	100
Çizelge 6.59. Örnek 6.5'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	102
Çizelge 6.60. Örnek 6.5'e ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(+ %5 X Yönü)...	103
Çizelge 6.61. Örnek 6.5'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(+ %5 X Yönü).....	103
Çizelge 6.62. Örnek 6.5'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(+ %5 X Yönü).104	
Çizelge 6.63. Örnek 6.5'e ait T_1 'in hesabı	105
Çizelge 6.64. Örnek 6.5'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	107
Çizelge 6.65. Örnek 6.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü +%5)...	108
Çizelge 6.66. Örnek 6.5'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü +%5).....	108
Çizelge 6.67. Örnek 6.5'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü +%5)..109	
Çizelge 6.68. Örnek 6.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü -%5)....	110
Çizelge 6.69. Örnek 6.5'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde -%5)....	110
Çizelge 6.70. Örnek 6.5'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5)...	111
Çizelge 6.71. Örnek 6.6'e ait T_1 'in hesabı	114
Çizelge 6.72. Örnek 6.6'ya ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	116
Çizelge 6.73. Örnek 6.6'ya ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönü -%5)...	116
Çizelge 6.74. Örnek 6.6'ya ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönü -%5).....	117
Çizelge 6.75. Örnek 6.6'ya ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5).118	
Çizelge 6.76. Örnek 6.6'ya ait T_1 'in hesabı	119
Çizelge 6.77. Örnek 6.6'ya ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi).....	121
Çizelge 6.78. Örnek 6.6'ya ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü +%5).122	
Çizelge 6.79. Örnek 6.6'ya ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü +%5).....	123
Çizelge 6.80. Örnek 6.6'ya ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kont.(Y Yönü +%5)....	123

Çizelge 6.81. Örnek 6.6'ya ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönü -%5)..	124
Çizelge 6.82. Örnek 6.6'ya ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönü -%5).....	124
Çizelge 6.83. Örnek 6.6'ya ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5).	125
Çizelge 6.84. Örnek 6.7 ve 6.8'e ait analiz sonuçları(X Yönü).....	139
Çizelge 6.85. Örnek 6.7 ve 6.8'e ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	140
Çizelge 6.86. Örnek 6.7 ve 6.8'e ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	141
Çizelge 6.87. Örnek 6.9 ve 6.10'e ait analiz sonuçları(X Yönü).....	142
Çizelge 6.88. Örnek 6.9 ve 6.10'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	143
Çizelge 6.89. Örnek 6.9 ve 6.10'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	144
Çizelge 6.90. Örnek 6.11 ve 6.12'a ait analiz sonuçları(X Yönü).....	145
Çizelge 6.91. Örnek 6.11 ve 6.12'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	146
Çizelge 6.92. Örnek 6.11 ve 6.12'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	147
Çizelge 6.93. Örnek 6.13 ve 6.14'a ait analiz sonuçları(X Yönü).....	148
Çizelge 6.94. Örnek 6.13 ve 6.14'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	149
Çizelge 6.95. Örnek 6.13 ve 6.14'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	150
Çizelge 6.96. Örnek 6.15 ve 6.16'a ait analiz sonuçları(X Yönü).....	151
Çizelge 6.97. Örnek 6.15 ve 6.16'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	152
Çizelge 6.98. Örnek 6.17 ve 6.18'a ait analiz sonuçları(X Yönü).....	153
Çizelge 6.99. Örnek 6.17 ve 6.18'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	154
Çizelge 6.100. Örnek 6.17 ve 6.18'a ait analiz sonuçları(Y Yönü).....	155

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 4.1. Görelî kat ötelemeleri.....	10
Şekil 4.2. A2 türü düzensizlik durumları.....	10
Şekil 4.3. A3 türü düzensizlik durumu.....	11
Şekil 4.4. B3 Türü Düzensizlik Durumu.....	12
Şekil 4.5. Tasarım İvme Spektrum Grafiği.....	17
Şekil 5.1 Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri.....	26
Şekil 5.2 Kaydırılmış kütle merkezi.....	27
Şekil 5.3 Dağılı tekil kütlelerin kaydırılmış kütle merkezi.....	28
Şekil 5.4 Fiktif yükler ve yer değiştirmeler.....	29
Şekil 6.1. Örnek 6.1'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü.....	32
Şekil 6.2. Örnek 6.1'in kat kalıp planı.....	33
Şekil 6.3. Örnek 6.2'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü.....	49
Şekil 6.4. Örnek 6.2'nin kat kalıp planı.....	50
Şekil 6.5. Örnek 6.3'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü.....	67
Şekil 6.6. Örnek 6.3'nin kat kalıp planı.....	68
Şekil 6.7. Örnek 6.4'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü.....	82
Şekil 6.8. Örnek 6.4'nin kat kalıp planı.....	83
Şekil 6.9. Örnek 6.5'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü.....	98
Şekil 6.10. Örnek 6.5'nin kat kalıp planı.....	99
Şekil 6.11. Örnek 6.6'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü.....	112
Şekil 6.12. Örnek 6.6'nin kat kalıp planı.....	113
Şekil 6.13. Örnek 6.7'nin kat kalıp planı.....	127
Şekil 6.14. Örnek 6.8'in kat kalıp planı.....	128
Şekil 6.15. Örnek 6.9'un kat kalıp planı.....	129
Şekil 6.16. Örnek 6.10'un kat kalıp planı.....	130
Şekil 6.17. Örnek 6.11'in kat kalıp planı.....	131
Şekil 6.18. Örnek 6.12'nin kat kalıp planı.....	132
Şekil 6.19. Örnek 6.13.'ün kat kalıp planı.....	133
Şekil 6.20. Örnek 6.14'ün kat kalıp planı.....	134

Şekil 6.21. Örnek 6.15'in kat kalıp planı.....	135
Şekil 6.22. Örnek 6.16'nın kat kalıp planı.....	136
Şekil 6.23. Örnek 6.17'nin kat kalıp planı.....	137
Şekil 6.24. Örnek 6.18'nin kat kalıp planı.....	138

SİMGELER VE KISALTMALAR

$A_{(T)}$: Spektral İvme Katsayısı
A_o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
D_i	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde burulma düzensizliğı olan binalar için i'inci katta \pm %5 ek dışmerkezliğıe uygulanan büyütme katsayısı
d_{fi}	: Binanın i'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğıştirme
d_i	: Binanın i'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğıştirme
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etkiyen fiktif yük
F_i	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde i'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yüğü
g_i	: Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliğı)
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliğı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliğı
I	: Bina Önem Katsayısı
ℓ_w	: Perdenin veya bağı kirişli perde parçasının plandaki uzunluğı
m_i	: Binanın i'inci katının kütle ($m_i = w_i / g$)
N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	: Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yüğü
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_{a(T)}$: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$S_{(T)}$: Spektrum Katsayısı

T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	: Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
V_i	: Göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın i 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
Δ_i	: Binanın i 'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i 'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
ΔFN	: Binanın N 'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
δ_i	: Binanın i 'inci katındaki etkin görelî kat ötelemesi
$(\delta_i)_{max}$: Binanın i 'inci katındaki maksimum etkin görelî kat ötelemesi
η_{b_i}	: i 'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{c_i}	: i 'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{k_i}	: i 'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
θ_i	: i 'inci katta tanımlanan İkinci Mertebe Gösterge Değeri

1. GİRİŞ

İnsanoğlunun inşa ettiği bütün yapılar en büyük sınavını doğa karşısında vermektedir. Özellikle ülkemizde meydana gelen depremler sonucunda oluşan hasar ve görülen can kayıpları bu sınavdaki başarımızı ortaya koymaktadır. Yapıların tasarlanması aşamasından inşasının bitimine kadar yetki ve sorumluluk içerisinde olan kişilerin ortak bir bilinçle hareket etmesi başta deprem olmak üzere yaşanan bütün doğal afetler karşısında başarılı olmamızı sağlayacaktır.

Ülkemizde yapıların depreme karşı dayanıklı tasarımını sağlamak için Bayındırlık ve İskan Bakanlığı tarafından “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” 06/03/2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır.

Türk Deprem Yönetmeliği (TDY2007) eski yönetmeliğe göre önemli yenilikler getirmiştir. Bu yeniliklerin bir kısmı TDY98'nin içerdiği bölümlerin yeniden düzenlenmesi olmakla birlikte en önemli yenilik “Mevcut Binaların Değerlendirilmesi ve Güçlendirilmesi” bölümünün eklenmesi olmuştur. TDY98 depremin yanı sıra diğer doğal afetleri de kısıtlı olarak ele almaktaydı ancak sel, çığ, kaya düşmesi gibi doğal afetlere yapı tasarımı ile önlem almak mümkün değildir. Bu tür doğal afetler hidrolojik ve jeolojik etütlerle belirlenebileceğinden 2007 Deprem Yönetmeliğinden çıkarılarak İmar Kanunu'nun ilgili yönetmeliklerine gönderilmiştir.

TDY98'in yenilenmesinin temel amacı 1998 yönetmeliği koşullarına uygun olarak yapılmamış mevcut binaların gelecekte maruz kalacakları deprem etkileri altında sergileyecekleri performans ve deprem dayanımı yeterli olmayan binaların güçlendirilmesi için gerekli olan kuralların tanımlanmasıdır.

Bu Çalışmada öncelikle “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” içerisinde önerilen analiz yöntemleri kullanılarak yapıların deprem analizi yapılmıştır. Türk Deprem Yönetmeliğine göre yapıların 3 boyutlu analizinin yapılması zorunluluğundan dolayı, yapı sistemini el ile çözmek mümkün değildir. Yapının 3 boyutlu analizinin çözümü için bu çalışmada SAP2000 programından yararlanılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yeni deprem yönetmeliğinin yürürlüğe girmesiyle birlikte yönetmeliğin daha iyi anlaşılması, amacına yönelik uygulanmasına yardımcı olmak ve yeni kavramları açıklamak, yol göstermek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Özdemir (1999), bu çalışmada Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY98) incelenmekte ve getirdiği yeni kavramlar irdelenmektedir. Ayrıca Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmada perdelerin uzaysal kabuk veya elemanter geniş kolon olarak modellenmesi sonuçları da karşılaştırılmaktadır. Kısa kolon durumlarının getirdiği olumsuzluklar özel bir örnek üzerinde gösterilmektedir. Tüm uygulamalar genel amaçlı ANSYS programı ile çözülmektedir.

Aydınev (2000), bu çalışmada Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY98) incelenmekte yeni kavramlar irdelenmektedir. Değişik yöntemler ile bulunan sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmada perdelerin Kabuk veya Elemanter geniş kolon olarak modellenmesi sonuçları da karşılaştırılmaktadır. Tüm uygulamalar genel amaçlı SAP90 programı ile çözülmektedir.

Duman (2000), bu çalışmada inşaat mühendisliği proje bürolarında kullanılan STA4-CAD bilgisayar programının yeni deprem yönetmeliği analiz hesapları bakımından irdelenmesi yapılmaktadır. Önce çeşitli bina taşıyıcı sistemleri ANSYS programı ile çözülmüş ve SAP90 programı ile sonuçları kontrol edilmiştir. Kesin olduğu garanti edilen bu sonuçlar ile STA4-CAD programı sonuçları karşılaştırılarak irdelene yapılmıştır. Böylece deprem yönetmeliğinin analiz hesaplarında belirtilen hususların STA4-CAD programı tarafından ne ölçüde yerine getirildiği araştırılmaktadır.

Macit (2000), yapılan çalışmada yönetmeliğin (TDY98) içeriği ve yapı analizi için yönetmelikte kullanılan yöntemler kısaca açıklanmıştır. Yönetmelik deprem hesabının birbirine dik iki eksen doğrultusunda ayrı ayrı yapılmasını öngörmekte olup asal eksenleri deprem doğrultularına paralel olmayan elemanlar için iki doğrultuda yapılan hesap sonuçlarının %30 kuralı ile birleştirilmesini önermektedir. %30 kuralının teorik (istatistiksel) temeli ve taşıyıcı sistem

elemanlarının asal eksen doğrultularının deprem doğrultuları ile yaptığı açı değiştirilerek yapılan çözümler sonucunda %30 kuralının geçerliliği irdelenmiştir. Yapıların analizi sırasında yönetmelikte önerilen eşdeğer deprem yükü yöntemi ve mod birleştirme yöntemi kullanılmış sonuçlar SAP90 ve Super-ETAPS bilgisayar programları ile karşılaştırılmıştır.

Dündar ve ark. (1998), Yeni Deprem Yönetmeliğine göre bina analiz ve tasarımı, isimli çalışmalarında rijit diyafram, mod birleştirme yöntemi ile hesap gibi kavramlar ele alınmıştır.

Aydınoğlu (1997), Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelikte yer alan hesap kurallarını ve hesapta izlenecek adımları çizelge yardımıyla anlatılmıştır.

Güzeldağ (2001), Yeni Deprem Yönetmeliğinde (TDY98) yer alan hesap kuralları SAP2000 ve ANSYS programları ile irdelenmiştir.

Mavruk (2006), Boşluklu perdeli yapılar Yeni Deprem Yönetmeliği'ne (TDY98) göre incelenmiştir. Güçlendirici kirişe sahip boşluklu deprem perdelerinde, kiriş konumunun uygun seçilmesi ile perdede oluşan yanal yer değiştirme ve taban momenti değerleri önemli ölçüde azaltılabilmekte ve en iyi yapısal davranış belirlenebilmektedir. Bu şekilde yeni deprem yönetmeliğine göre, boşluklu perdeli yapılarda güçlendirici kirisin yapı düzensizliklerine etkisi, güçlendirici kirisin konumu ve sayısı değiştirilerek bina için en iyi yapısal davranışa göre güçlendirici kiriş konumu belirlenebilmektedir. Bina analizinde ETABS V.8.5.0 paket programı ile çözüm yapılmıştır. Perdeler sonlu elemanlar yöntemi ile modellenmiştir. Binanın deprem analizinde Eşdeğer Deprem Yükü yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelge ve grafiklerle karşılaştırılmış, güçlendirici kiriş konumunun düzensizliklere etkisi gözlenmiştir.

Evcil (2005), Yeni Deprem Yönetmeliğinde (TDY98) yer alan, bina ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemlerin seçiminde önemli düzensizliklerden biri olan A1-Burulma düzensizliği detaylı olarak incelenmiştir. Bu çalışma çeşitli yapı tipleri üzerinde yapılmıştır. Bu yapı tipleri çözülerek burulma düzensizliği katsayılarının aks sayılarına ve kat sayılarına göre değişimleri incelenmiştir. Ayrıca yapıda burulma düzensizliği ($\eta_{bi}>1.20$) ve aşırı burulma

düzensizliği ($\eta_{bi} > 2.00$) oluşmaması için mevcut kolon boyutları arttırılarak, mevcut perde elemanlara simetrik perde elemanlar yerleştirilerek ve perdelerin yapı içerisindeki konumları değiştirilerek değişik çözümler yapılmıştır. Bu konularda göz önüne alınan örnekler SAP2000 programı kullanılarak çözülmüştür.

3. MATERYAL VE METOD

3. 1. Materyal

Çalışmanın ana materyali Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik(TDY 2007)'te yer alan düzensizliklerden A2 Döşemede süreksizlik düzensizliği olan yapıların deprem etkisinde nasıl davranış sergileyeceği ve bu davranışa göre oluşabilecek düzensizliklerin giderilmesi için Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin kullanılması oluşturmuştur.

3.2. Metod

Tez çalışması esnasında yapılanların tezde sunuluş şekli sırasıyla aşağıda gösterilmektedir.

Dördüncü bölümde, Türk Deprem Yönetmeliğinde düzensizlikler hakkında bilgiler ve bu düzensizliklerde kullanılacak yöntemler verilmiştir.

Beşinci bölümde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanma koşulları ve uygulanmasında kullanılacak olan formüllerle birlikte adım adım Eşdeğer Deprem Yüğü'nün anlatılması verilmektedir.

Altıncı bölümde, Ele alınan yapıda bulunan A2 döşeme süreksizliği hakkında örnekler ve bu örneklerin analizinde düzensizlik kontrol edilmiştir. Sınır değerleri aşan düzensizliklerin giderilmesi için perde ve perdeler uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar çizelgeler halinde verilmektedir.

4. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ

Bu Yönetmelik hükümleri, deprem bölgelerinde yeni yapılacak binalar ile daha önce yapılmış mevcut binalara uygulanır.

Deprem etkisi altında bulunan bölgelerde, yapıların depreme dayanıklı olarak projelendirilmesi ve yapım esaslarının belirlenmesi yönetmeliklerde yer almaktadır. Yönetmelikler, uygun tasarım ve yapım için minimum uyulması gereken şartları tanımlar.

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” adıyla 2007 yılında yürürlüğe giren yönetmelik, Eski yönetmeliğe göre yeni yapım teknolojisine uygun, önemli yenilikler getirmektedir. Bu bölümde yeni yönetmeliğin öngördüğü hesap esasları ve yapım kurallarına ilişkin kavram ve esaslar kısaca açıklanmaktadır.

4.1 Düzensiz Binalar

4.1.1 Düzensiz Binaların Tanımı

Depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeni ile tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken düzensiz binaların tanımlanması ile ilgili olarak, planda ve düşey doğrultuda düzensizlik meydana getiren durumlar Çizelge 4.1.’de bunlarla ilgili koşullar ise 4.1.2’de verilmiştir.

4.1.2 Düzensiz Binalara İlişkin Koşullar

Tablo 4.1’de tanımlanan düzensizlik durumlarına ilişkin koşullar aşağıda belirtilmiştir:

4.1.2.1 – A1 ve B2 türü düzensizlikler, 4,7’de belirtildiği üzere, deprem hesap yönteminin seçiminde etken olan düzensizliklerdir.

4.1.2.2 – A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem

kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanacaktır.

4.1.2.3 – B1 türü düzensizliğinin bulunduğu binalarda, göz önüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır. $0.60 \leq (\eta_{ci})_{\min} < 0.80$ aralığında Tablo 2.5'te verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1.25 (\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0.60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

4.1.2.4 – B3 türü düzensizliğin bulunduğu binalara ilişkin koşullar, bütün deprem bölgelerinde uygulanmak üzere, aşağıda belirtilmiştir:

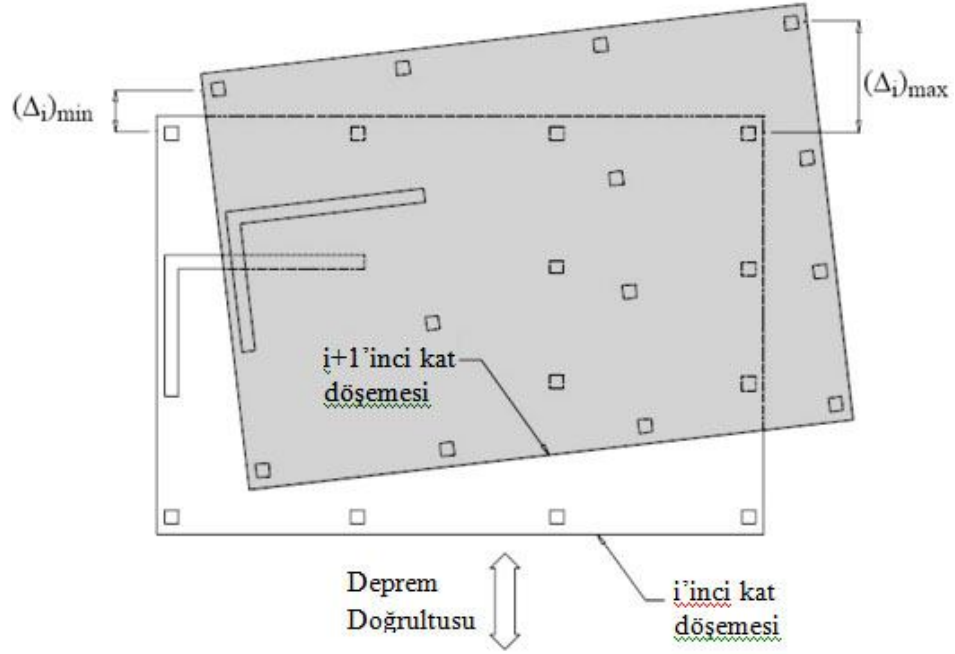
(a) Kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

Çizelge 4.1. Düzensiz Binalar

A-PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<p>A1 – Burulma Düzensizliği :</p> <p>Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden Burulma Düzensizliği Katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumu (Şekil 4.1). [$\eta_{bi} = (\Delta i)_{max} / (\Delta i)_{ort} > 1.2$]</p> <p>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, \pm %5 ek dışmerkezlilik etkileri de göz önüne alınarak, 4.3'e göre yapılacaktır.</p>	4.1.2.1
<p>A2 – Döşeme Süreksizlikleri :</p> <p>Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 4.2);</p> <p>I – Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,</p> <p>II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,</p> <p>III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu</p>	4.1.2.2
<p>A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması :</p> <p>Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu (Şekil 4.3).</p>	4.1.2.2

Çizelge 4.2. Düzensiz Binalar

B – DÜŞEY DOĞRULTUDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI	İlgili Maddeler
<p>B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat) :</p> <p>Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci}'nin 0.80'den küçük olması durumu.</p> <p>[$\eta_{ci} = (\Sigma Ae)_i / (\Sigma Ae)_{i+1} < 0.80$]</p> <p>Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:</p> <p>$\Sigma Ae = \Sigma Aw + \Sigma Ag + 0.15 \Sigma Ak$</p>	4.1.2.3
<p>B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat) :</p> <p>Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu.</p> <p>$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0$ veya</p> <p>$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort} > 2.0$</p> <p>Görelî kat ötelemelerinin hesabı, \pm %5 ek dışmerkezlik etkileri de göz önüne alınarak 4.3'ye göre yapılacaktır.</p>	4.1.2.1
<p>B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği:</p> <p>Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu (Şekil 4.4).</p>	4.1.2.4



Şekil 4.1. Göreli kat ötelemeleri

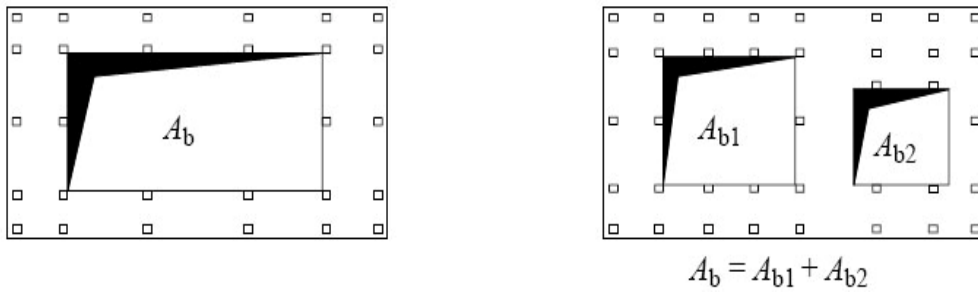
Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda:

$$(\Delta i)_{ort} = 1/2 [(\Delta i)_{max} + (\Delta i)_{min}] \quad (4.1)$$

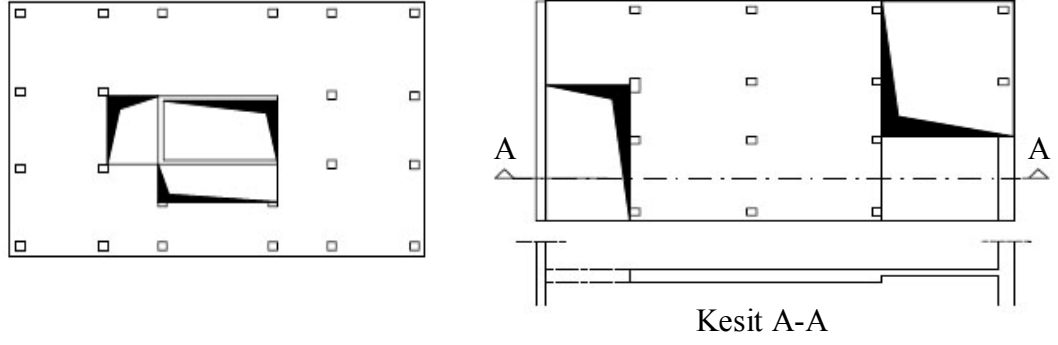
Burulma düzensizliği katsayısı :

$$\eta_{bi} = (\Delta i)_{max} / (\Delta i)_{ort} \quad (4.2)$$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$



A2 türü düzensizlik durumu – I



A2 türü düzensizlik durumu – II

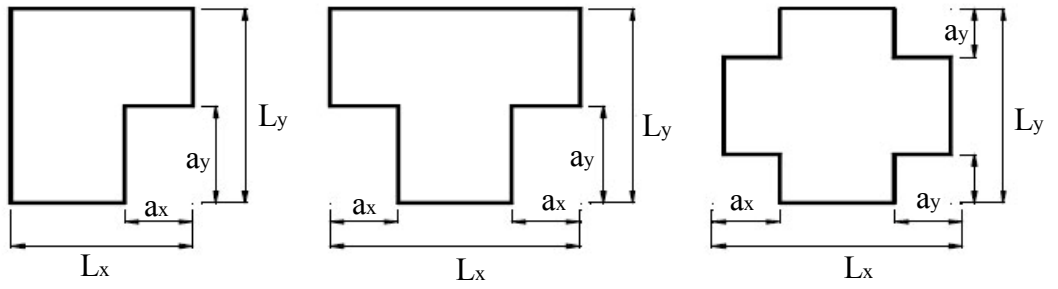
A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Şekil 4.2. A2 türü düzensizlik durumları

$$A_b / A > 1/3 \quad (4.3)$$

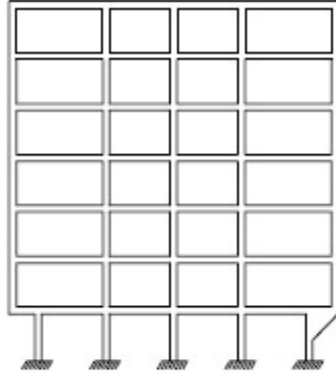
A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı

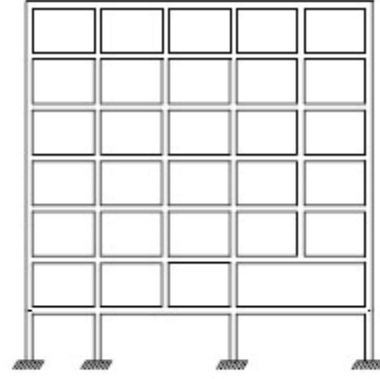


$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y \quad (4.4)$$

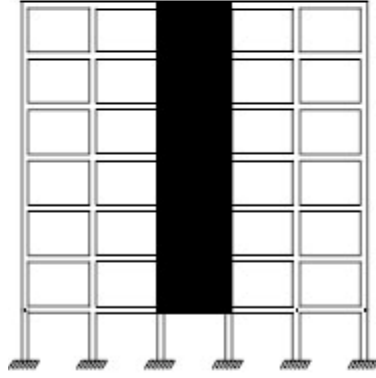
Şekil 4.3. A3 türü düzensizlik durumu



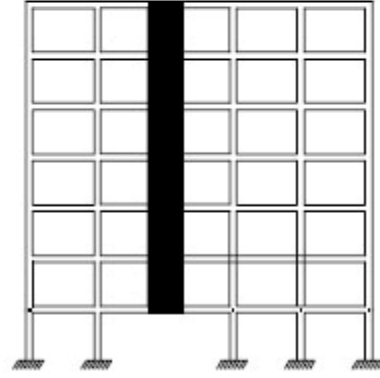
Bkz. 4.1.2.4. (a)



Bkz. 4.1.2.4. (b)



Bkz. 4.1.2.4. (c)



Bkz. 4.1.2.4. (d)

Şekil 4.4. B3 Türü Düzensizlik Durumu

(b) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.

(c) Üst katlardaki perdenin altta kolonlara oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

(d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

4.2. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması:

4.2.1. Spektral İvme Katsayısı A(T)

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Spektral İvme Katsayısı, A(T), Denklem (4.5) ile verilmiştir. %5 sönüm oranı için tanımlanan Elastik İvme Spektrumu'nun ordinatı olan Elastik Spektral İvme, S_e(T), Spektral İvme Katsayısı ile yerçekimi ivmesi g'nin çarpımına karşı gelmektedir.

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i) \quad (4.5)$$

A₀ : Etkin Yer İvmesi Katsayısı

I : Bina Önem Katsayısı

S(T_i) : Spektrum Katsayısı

4.2.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı

Denklem (4.5.)'de yer alan Etkin Yer İvmesi Katsayısı, A₀, Çizelge 4.3.'de tanımlanmıştır.

Çizelge 4.3. Etkin Yer İvme Katsayısı(A₀)

Deprem Bölgesi	A ₀
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

4.2.3. Bina Önem Katsayısı

Denklem (4.5)'de yer alan Bina Önem Katsayısı, I, Çizelge 4.4'te tanımlanmıştır.

Çizelge 4.4. Bina Önem Katsayısı(I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
<p><u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u></p> <p>a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p>b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1.5
<p><u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u></p> <p>a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>b) Müzeler</p>	1.4
<p><u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u></p> <p>Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.</p>	1.2
<p><u>4. Diğer binalar</u></p> <p>Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)</p>	1.0

4.2.4. Spektrum Katsayısı

Denklem (4.5)'de yer alan Spektrum Katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak Denklem (4.6) ile hesaplanacaktır (Şekil 4.5).

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.6a)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (4.6b)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (4.6c)$$

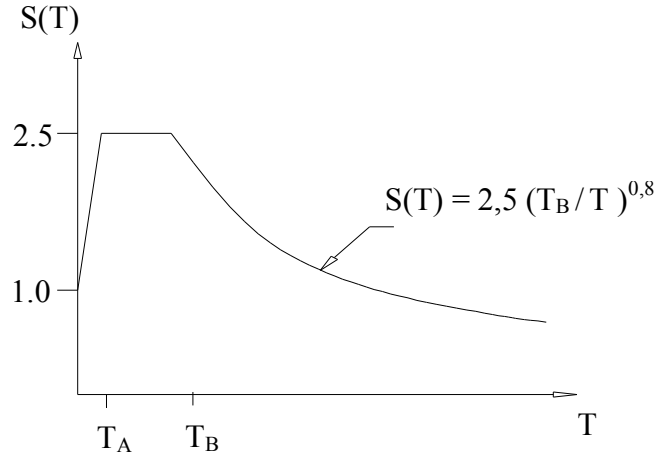
Denklem(4.6.)'deki Spektrum Karakteristik Periyotları T_A ve T_B , deprem yönetmeliğinde tanımlanan yerel zemin özellikleri ile yapının titreşim özellikleri arasındaki etkileşimi içermektedir. Deprem yapı altında yer hareketlerine yol açmaktadır. Yapıyı tasarlamak için bu yer hareketlerinin sayısal olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu sayısal tanımlama Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A , T_B)

Zemin Grubu	Tanımlama		
A	Ayrışmamış sağlam kayalar ;çok sıkı çakıl ve kum;sert kil ve siltli kil		
B	Ayrışmış ve çatlaklı kayalar ; sıkı çakıl ve kum ; çok katı kil ve siltli kil		
C	Yumuşak, süreksiz düzlemlili çok ayrışmış kayalar; orta sıkı çakıl ve kum; katı kil ve siltli kil		
D	Yer altı su seviyesi yüksek olan yumuşak alüvyon tabakaları ; gevşek kum ; yumuşak kil ve siltli kil		
Zemin Sınıfı	Tanımlama	T_A (sn)	T_B (sn)
Z1	A grubu zeminler ; en üst tabaka kalınlığı 15 m den az B grubu zeminler	0,10	0,30
Z2	En üst tabaka kalınlığı 15 m den fazla B grubu zeminler; en üst tabaka kalınlığı 15 m den az C grubu zeminler	0,15	0,40
Z3	En üst tabaka kalınlığı 15m-50m arasındaki C grubu zeminler; en üst tabaka kalınlığı 10 m den az D grubu zeminler	0,15	0,60
Z4	En üst tabaka kalınlığı 50 m den fazla C grubu zeminler ; en üst tabaka kalınlığı 10 m den fazla D grubu zeminler	0,20	0,90

4.2.5. Özel Tasarım İvme Spektrumları

Gerekli durumlarda elastik tasarım ivme spektrumu, yerel deprem ve zemin koşulları göz önüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, Çizelge 4.5'teki ilgili karakteristik periyotlar göz önüne alınarak Denklem (4.5)'den bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır.



Şekil 4.5. Tasarım İvme Spektrum Grafiği

4.2.6. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması:

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı'na bölünecektir.

Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için Çizelge 4.6'da tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R'ye ve doğal titreşim periyodu, T'ye bağlı olarak Denklem (4.7) ile belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \left(\frac{T}{T_A} \right) \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (4.7a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (4.7b)$$

Çizelge 4.6. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı(R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) Perdelerle taşındığı binalar	4	4
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	7
<u>2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar ...	3	3
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar.....	—	6
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6

Çizelge 4.6’da görüldüğü gibi binalar; Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler ve Süneklik Düzeyi Normal Sistemler şeklinde ikiye ayrılmıştır. Süneklik düzeyi yüksek olan yapılarda elastik ötesi davranış önemlidir. Bu tür yapılarda deprem yükü azaltma katsayısının büyük olduğu görülmektedir.

Betonarme taşıyıcı sistem, kuvvetli tasarım depremi altında doğrusal elastik kalmaz. Şiddeti artan deprem yükü altında, betonarme taşıyıcı elemanlarda önce beton çatlaklar, daha sonra donatı akar. Elastik sistem doğrusal elastik olmaktan ayrılır ve yer yer elasto-plastik olarak davranmaya başlar.

4.2.7 Süneklik Düzeyi Yüksek Betonarme Boşluksuz Perdeli-Çerçevesel Sistemlere İlişkin Koşullar

Deprem yüklerinin süneklik düzeyi yüksek boşluksuz (bağ kirişsiz) betonarme perdeler ile süneklik düzeyi yüksek betonarme veya çelik çerçeveler tarafından birlikte taşındığı binalara ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

(a) – Bu tür sistemlerde, Çizelge 4.6’da yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için verilen $R = 7$ ’nin veya prefabrike betonarme çerçeve durumu için verilen $R = 6$ ’nın kullanılabilmesi için, boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetlerinin toplamı, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetinin %75’inden daha fazla olmayacaktır ($\alpha_S \leq 0.75$).

(b) – (a)’deki koşulun sağlanamaması durumunda, $0.75 < \alpha_S \leq 1.0$ aralığında kullanılacak R katsayısı, yerinde dökme betonarme ve çelik çerçeve durumu için $R=10-4\alpha_S$ bağıntısı ile, prefabrike betonarme çerçeve durumu için ise $R=9-4\alpha_S$ bağıntısı ile belirlenecektir.

(c) – $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerde, yukarıda tanımlanan R katsayılarına göre hesaplanan iç kuvvetler, $[3 / (1 + H_w / \ell_w)]$ katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir. Ancak bu katsayı, 2’den büyük alınmayacaktır.

4.3. Görelî Kat Ötelemelerinin Kontrolü

Taşıyıcı sistem elemanlarından herhangi bir kolon veya perde için, komşu iki kat arasındaki yer değiştirme farkı, görelî kat ötelemesini (Δ_i) ifade etmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (4.8)$$

şeklinde belirtilmiştir. Burada d_i ve d_{i-1} , binanın i 'inci ve $(i - 1)$ 'inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında hesaplanan yer değiştirmelerdir.

Göz önüne alınan her bir deprem doğrultusu için. Binanın herhangi bir i 'inci katındaki kolon veya perdelerde hesaplanan görelî kat ötelemelerin, kat içindeki en büyük değeri $(\Delta_i)_{\max}$ aşağıda verilen koşulu sağlamalıdır.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0.02/R \quad (4.9)$$

Denklem (4.9)'de verilen koşulun, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılmalı ve deprem hesabı yeniden yapılmalıdır.

4.4. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü (θ_i)

Yatay yükler etkisindeki sistemlerde, kolonlardaki normal kuvvetlerin de büyük olması halinde ikinci mertebe etkileri önem kazanmaktadır. İkinci mertebe etkisi daha çok narin sistemlerde meydana gelmektedir.

İkinci Mertebe Gösterge Değeri, θ_i ;

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N W_j}{V_i h_i} \quad (4.10)$$

V_i = i'inci kattaki kesme kuvvetini.

h_i = i'inci kattaki kat yüksekliğini.

$(\Delta_i)_{ort}$ = i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesini göstermektedir.

Verilen bu büyüklüğün herhangi bir katta $\theta_i > 0.12$ olması durumunda, θ_i değerinin 0.12'nin altına düşürülebilmesi için, sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

4.5. Analiz Yöntemleri

Deprem etkisi altında bulunan bina veya bina türü yapıların, taşıyıcı sisteminde boyutlandırmaya esas olacak kesit tesirlerinin bulunmasında farklı üç çözüm yöntemi vardır.

4.5.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik Analiz)

Bu yöntemde taşıyıcı sistemi kolon, kiriş ve perdelerden oluşan yapılara etkileyen deprem yükleri, yapının kat hizaları seviyesinde etkileyen yatay yükler olarak kabul edilir. Bu yatay yüklerin, binanın birbirine dik iki doğrultuda ayrı ayrı etkidiğı varsayılarak, taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlarda kesit tesirleri bulunmaktadır.

4.5.2. Mod Birleştirme Yöntemi (Spektrum Analizi)

Yapının davranışının, her bir serbest titreşim modunun deprem hareketine olan etkisinin ayrı ayrı bulunmasından sonra, uygun bir şekilde birleştirilmesi ile elde edilen bir çözüm yöntemidir. Yöntemin hesap tekniğı tamamen elastik davranışa dayanmaktadır.

4.5.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Çözümü zaman alıcı olan bu yöntemde, gerçek deprem kayıtları veya onu

temsil edebilecek kayıtlar kullanılarak, yapının dinamik analizi yapılmaktadır. Yeni deprem yönetmeliği bu yöntemi, nükleer santraller gibi çok önemli yapıların tasarımında kullanılmasını önermektedir.

4.6. Hesap Yönteminin Seçilmesi:

4.6.1 Hesap Yöntemleri

Binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılacak yöntemler; 4.5.1 'de verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, 4.5.2'de verilen Mod Birleştirme Yöntemi ve 4.5.3'de verilen Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri'dir. 4.5.2 ve 4.5.3'de verilen yöntemler, tüm binaların ve bina türü yapıların deprem hesabında kullanılabilir.

4.6.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulama Sınırları

4.5.1'de verilen Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanabileceği binalar Çizelge 4.7'de özetlenmiştir. Çizelge 4.7'nin kapsamına girmeyen binaların deprem hesabında, 4.5.2 veya 4.5.3'da verilen yöntemler kullanılacaktır.

Çizelge 4.7. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Uygulanabileceği Binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$HN \leq 25$ m
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$HN \leq 40$ m
3, 4	Tüm binalar	$HN \leq 40$ m

5. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ

5.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

5.1.1 – Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (taban kesme kuvveti), V_t , Denklem (5.1). ile belirlenecektir

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 A_0 I W \quad (5.1)$$

Binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 , 5.8'e göre hesaplanacaktır.

5.1.2 – Denklem (4.1)'de yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı, W , Denklem (4.2) ile belirlenecektir.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (5.2)$$

Denklem (4.2)'deki w_i kat ağırlıkları ise Denklem (4.3) ile hesaplanacaktır

$$w_i = g_i + n q_i \quad (5.3)$$

Denklem (5.3)'de yer alan Hareketli Yük Katılım Katsayısı, n , Çizelge 5.1'de verilmiştir. Endüstri binalarında sabit ekipman ağırlıkları için $n = 1$ alınacak, ancak vinç kaldırma yükleri kat ağırlıklarının hesabında göz önüne alınmayacaktır. Deprem yüklerinin belirlenmesinde kullanılacak çatı katı ağırlığının hesabında kar yüklerinin %30'u göz önüne alınacaktır.

Çizelge 5.1. Hareketli Yük Katılım Katsayısı(n)

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, baraj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

5.2. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüklerinin Belirlenmesi

5.2.1 – Denklem (5.1) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denklem (5.4) ile ifade edilir. (Şekil 4.1a):

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (5.4)$$

5.2.2 – Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N değeri Denklem (5.5) ile belirlenecektir.

$$\Delta F_N = 0.0075 NVt \quad (5.5)$$

5.2.3 – Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denklem (5.6) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (5.6)$$

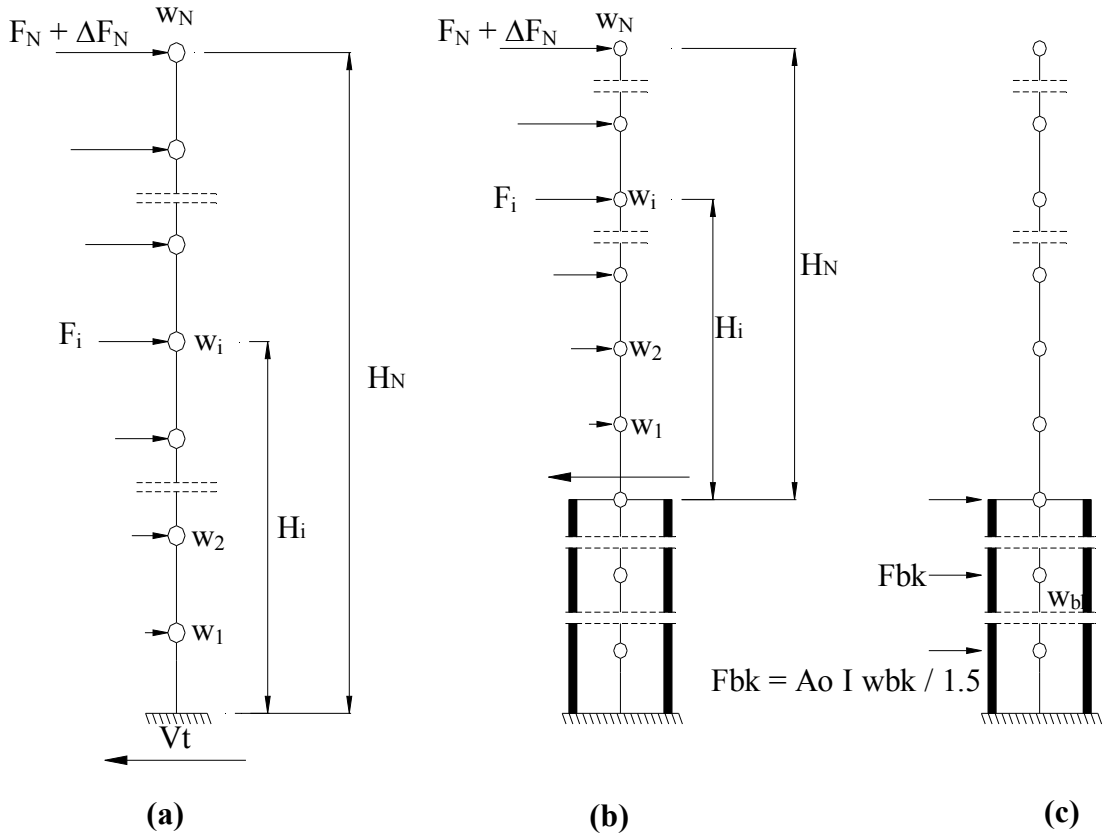
5.2.4 – Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, bodrum katlarına ve üstteki katlara

etkiyen eşdeğer deprem yükleri, aşağıda belirtildiği üzere, ayrı ayrı hesaplanacaktır. Bu yükler, üst ve alt katların birleşiminden oluşan taşıyıcı sisteme birlikte uygulanacaktır.

(a) Üstteki katlara etkiyen toplam eşdeğer deprem yükünün ve eşdeğer kat deprem yüklerinin 5.1.1, 5.2.2 ve 5.2.3'e göre belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın Çizelge 5.6'dan seçilen R katsayısı kullanılacak ve sadece üstteki katların ağırlıkları hesaba katılacaktır. Bu durumda ilgili bütün tanım ve bağıntılarda temel üst kotu yerine zemin katın kotu göz önüne alınacaktır. 5.4.1'e göre birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır (Şekil 4.1b).

(b) Rijit bodrum katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin hesabında, sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınacak ve Spektrum Katsayısı olarak $S(T) = 1$ alınacaktır. Her bir bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükünün hesabında, Denklem(5.5)'den bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1.5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır (Şekil 5.1c).

(c) Üstteki katlardan bodrum katlarına geçişte yer alan ve çok rijit bodrum perdeleri ile çevrelenen zemin kat döşeme sisteminin kendi düzlemi içindeki dayanımı, bu hesapta elde edilen iç kuvvetlere göre kontrol edilecektir.



Şekil 5.1. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri

5.3. Göz önüne Alınacak Yer değiştirme Bileşenleri ve Deprem Yüklerinin Etkime Noktaları

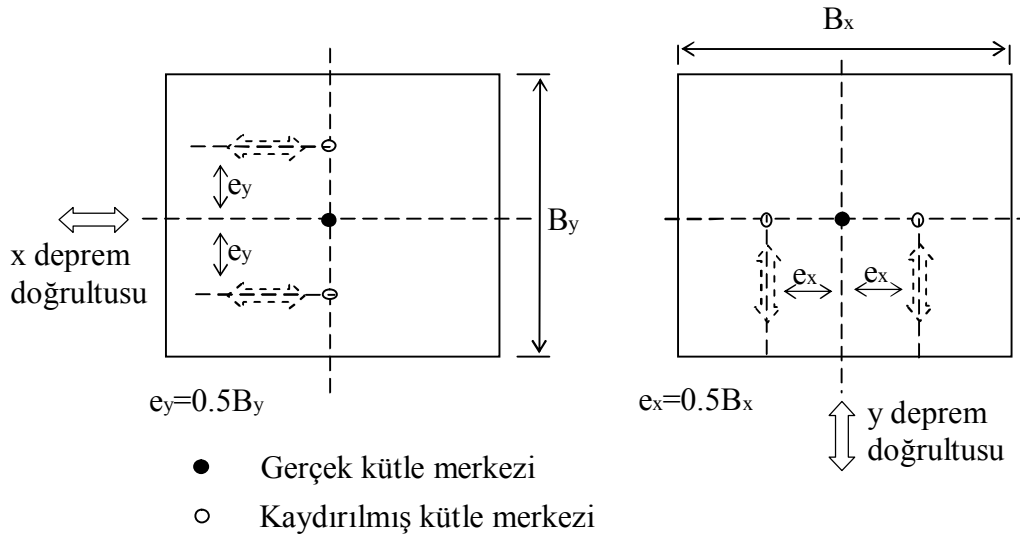
5.3.1 – Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme bileşeni ile düşey eksen etrafındaki dönme, bağımsız yer değiştirme bileşenleri olarak göz önüne alınacaktır. Her katta 5.2'ye göre belirlenen eşdeğer deprem yükleri, ek dışmerkezlilik etkisi'nin hesaba katılabilmesi amacı ile göz önüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ayrıca kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 4.2).

5.3.2 – Çizelge 5.1'de tanımlanan A2 türü düzensizliğin bulunduğu ve döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı binalarda, döşemelerin yatay düzlemdeki şekil değiştirmelerinin göz önüne alınmasını sağlayacak yeterlikte

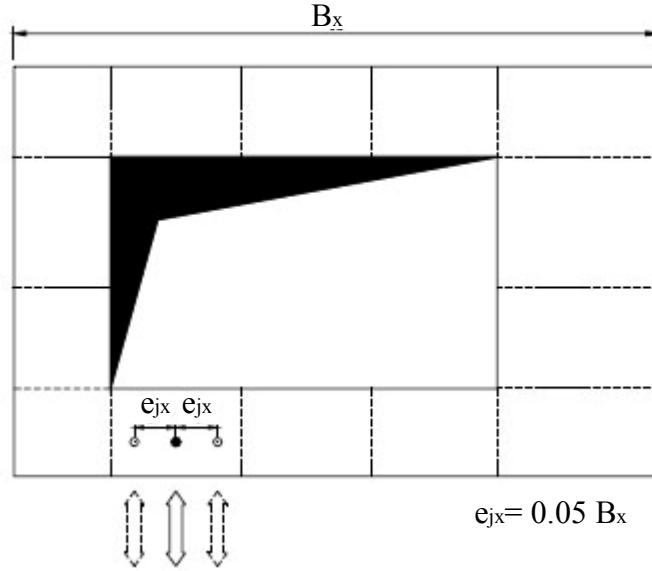
bağımsız statik yer değiştirme bileşeni hesapta göz önüne alınacaktır. Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5'i ve -%5'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 5.3).

5.3.3 – Binanın herhangi bir i'inci katında Çizelge 5.1'de tanımlanan A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2.0$ olmak koşulu ile 5.3.1 ve/veya 5.3.2'ye göre bu katta uygulanan $\pm\%5$ ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusu için Denklem (5.7)'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülecektir.

$$D_i = \left(\frac{n_{bi}}{1.2} \right)^2 \quad (5.7)$$



Şekil 5.2. Kaydırılmış kütle merkezi



Şekil 5.3. Dağılı tekil kütlelerin kaydırılmış kütle merkezi

5.4. Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodunun Belirlenmesi

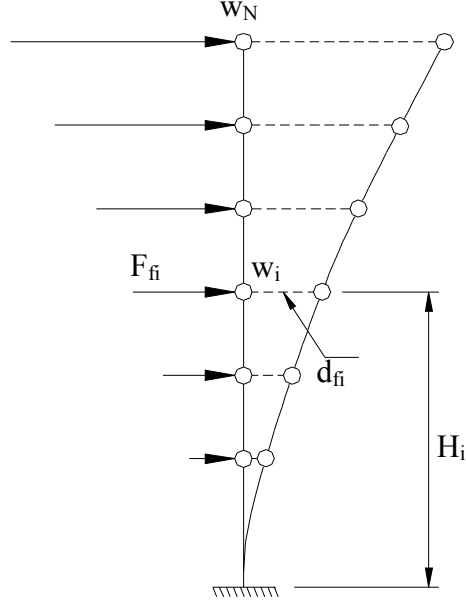
5.4.1 – Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulanması durumunda, binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal periyodu, Denklem (5.8) ile hesaplanan değerden daha büyük alınmayacaktır.

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (5.8)$$

i 'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren F_{fi} , Denklem (5.6)'da $(V_t - \Delta F_N)$ yerine herhangi bir değer (örneğin birim değer) konularak elde edilecektir.

(Şekil 5.4).

5.4.2 –Denklem (5.8) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak, bodrum kat(lar) hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyod, $0.1N$ 'den daha büyük alınmayacaktır.



Şekil 5.4. Fiktif yükler ve yer değiştirmeler

$$F_{fi} = \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (5.9)$$

5.5. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Adımları

Adım 1: Döşemeler rijit diyafram olarak kabul edilmiş ise master noktası kütle merkezinde seçilir.

Adım 2: Katlara etkiyen fiktif yükler hesaplanır. Denklem(5.9)

Adım 3: Bulunan fiktif yükler, seçilen deprem doğrultusunda, yapının kat kütle merkezlerine yerleştirilerek statik analiz yapılır ve kuvvet doğrultusundaki deplasmanlar d_{fi} bulunur.

Adım 4: Binanın birinci doğal titreşim periyodu hesaplanır. Denklem (5.8)

Adım 5: Toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) hesaplanır. Denklem (5.1)

Adım 6: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri hesaplanır. Denklem (5.6), Denklem (5.5) ve Denklem (5.6)

Adım 7: Eşdeğer deprem yükleri, yapıya her iki deprem doğrultusunda \pm %5 eksantrisite ile uygulanarak statik analiz yapılır ve kat deplasmanları ile iç kuvvetler bulunur.

Adım 8: A1 burulma düzensizliği ve B2 yumuşak kat kontrolleri yapılır.

Yapılan kontrollerde 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde $\eta_{ki} \geq 1,5$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur. $\eta_{bi} \geq 2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur. $1.2 \leq \eta_{bi} \leq 2$ ise eksantrisite değerleri her iki doğrultu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve 7. adımdan itibaren işlemler tekrarlanmalıdır.

Adım 9: Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolleri yapılır. Denklem (4.8) , Denklem (4.9) ve Denklem (4.10)

6. A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ

Bu bölümde A2 türü döşeme süreksizliği durumu için uygun örnekler ele alınmıştır. Örnekler rijit diyafram modeli ve kabuk modeli kullanılarak modellenmiş ve eşdeğer deprem yükü yöntemi ile çözülmüştür. Ayrıca düzensizliğin giderilmesi için yapıların farklı yerlerine perdeler yerleştirilmiş ve yapıların perdeli durumları incelenmiştir. Bütün örnekler SAP2000 paket programı kullanılarak çözülmüştür. Aşağıdaki özellikler bu bölümdeki tüm örnekler için geçerlidir.

Yapı Elemanları Boyutları:

Katlardaki Kolon Boyutları(mm)				
Katlar	1. ve 2.	3. ve 4.	5. ve 6.	7. , 8. ve 9.
Boyutlar	700 x 700	600 x 600	500 x 500	400 x 400

Tüm kirişler : 250 mm x 500 mm

Kat Yüksekliği : 3 m

Döşeme : 20 cm

Perde Kalınlığı : 20 cm

Bina Bilgileri:

Kat Sayısı : 9

Bina önem kat sayısı : I=1

Taşıyıcı sistem türü : Yerinde dökme betonarme çerçevesel sistem

Poisson Oranı : 0.2

Elastisite Modülü : 2850000 ton/m²

Deprem Bilgileri:

Deprem Bölgesi : 1. bölge

Etkin Yer İvme Katsayısı : $A_0= 0.4$

Yerel Zemin Sınıfı : Z3

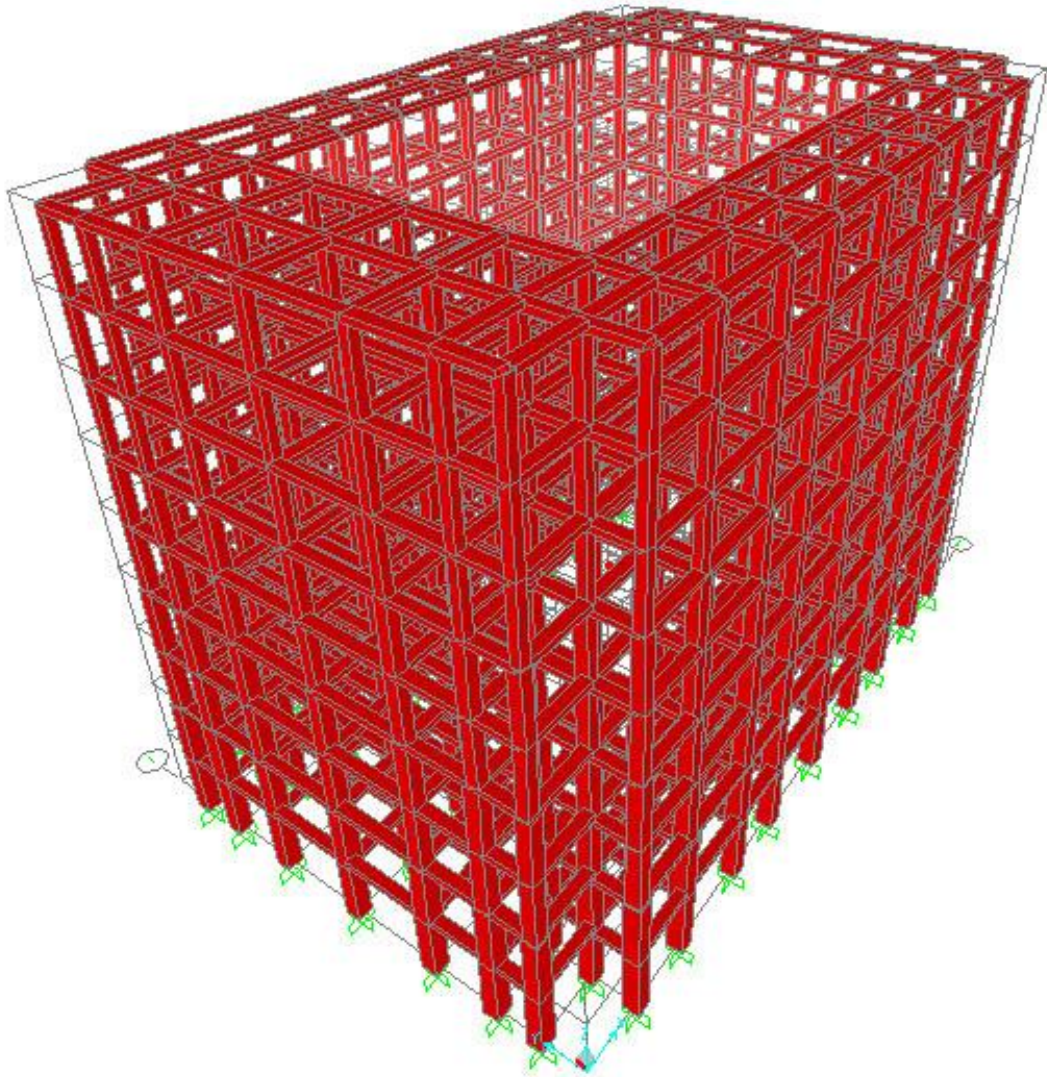
Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A= 0.15$ sn , $T_B=0,60$ sn

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı : $R = 8$

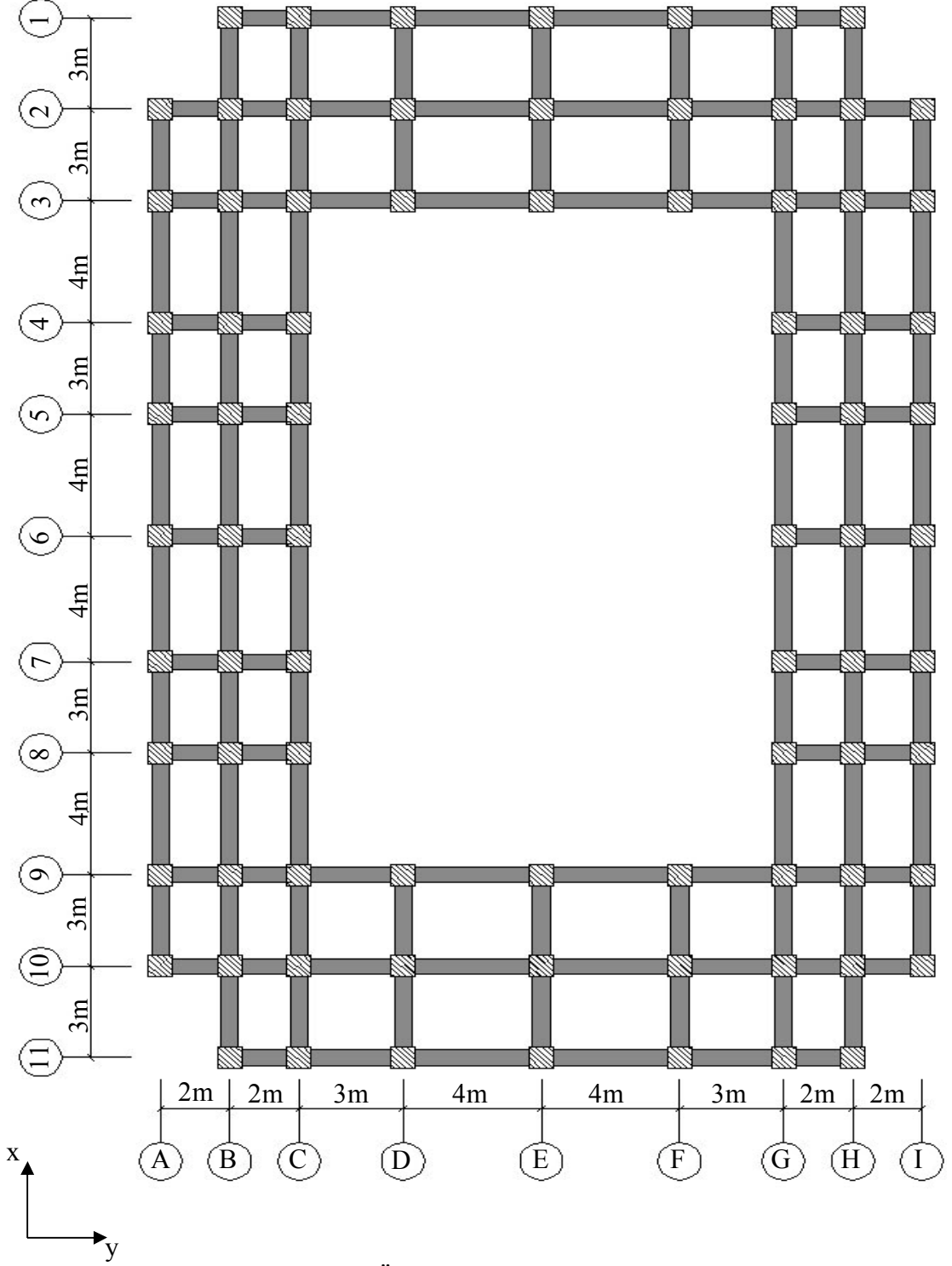
Hareketli yük katılım katsayısı : $n = 0.3$

6.1. Örnek 6.1

Bu örnekte ele alınan bina, öncelikle rijit diyafram modeli ile döşemeye ve kirişlere gelen yükün düzlem içinde deformasyon yapmadan güvenli bir şekilde kolonlara aktarıldığı kabul edilerek çözülecektir.



Şekil 6.1. Örnek 6.1'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü



Şekil 6.2. Örnek 6.1'in kat kalıp planı

Brüt kat alanı, $A = 34 \times 22 - 2 \times 3 \times 4 = 724 \text{m}^2$

Kattaki boşluk alanı, $A_b = 14 \times 22 = 308 \text{m}^2$ dir.

TDY2007 Yönetmeliğine göre A2 düzensizlik durumuna göre oran;

$$\frac{A_b}{A} = \frac{308}{724} = 0.425 > 0.333$$

olduğu için yapıda A2 düzenlik durumu mevcuttur.

Çizelge 6.1. Örnek 6.1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w_i (ton)	H_i (m)	$w_i \times H_i$ (ton. m)	F_{fi} (ton)
9	502,52	27	13568,04	0,1858
8	550,54	24	13212,96	0,1809
7	550,54	21	11561,34	0,1583
6	550,54	18	9909,72	0,1357
5	550,54	15	8258,1	0,1131
4	550,54	12	6606,48	0,0905
3	550,54	9	4954,86	0,0679
2	550,54	6	3303,24	0,0452
1	550,54	3	1651,62	0,0226
Σ	4906,84		73026,36	1,0000

6.1.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.2. Örnek 6.1'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000102	$5,3295 \times 10^{-7}$	$1,8951 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000096	$5,1720 \times 10^{-7}$	$1,7369 \times 10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000087	$4,2477 \times 10^{-7}$	$1,3773 \times 10^{-5}$
6	56,12	0,1357	0,000073	$2,9906 \times 10^{-7}$	$9,9061 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,000059	$1,9535 \times 10^{-7}$	$6,6719 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,000043	$1,0376 \times 10^{-7}$	$3,8901 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,000028	$4,3998 \times 10^{-8}$	$1,8998 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000014	$1,1 \times 10^{-8}$	$6,3327 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000004241	$1,0094 \times 10^{-9}$	$9,5917 \times 10^{-8}$
Σ				$2,12912 \times 10^{-6}$	$7,3192 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

denklemler ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{2,1291 * 10^{-6}}{7,3192 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,07164 \text{ sn}$$

Yapı, sadece çerçevelerden oluştuğu ve 1. derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Yapı Davranış Katsayısı $R = 8$ alınır.

Yerel zemin sınıfı Z3 olduğundan, spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ sn ve $T_B = 0,60$ sn olarak elde edilir.

$T_A < T_1$ olduğu için deprem yükü azaltma katsayısı $R = 8$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{1,07164} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,5719$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,40$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı;

$A(T_1) = A_0 I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,5719 \Rightarrow A(T_1) = 0,6287$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yükü):

$V_t = W.A(T_1)/R_a(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = 4906,84 \times 0,6287 / 8 = 385,6503 \text{ ton}$$

Ayrıca; $V_t = 0,1 * A_o * I * W$ denkleminde

$$V_t^1 = 0,1 * 0,4 * 1 * 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$$V_t > V_t^1 \text{ olduğu için } V_t = 385,6503 \text{ ton alınır.}$$

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük;

$$\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t \text{ denklemi ile hesaplanmaktadır.}$$

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 385,6503 = 26,0314 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 385,6503 - 26,0314 = 359,6189 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \text{ denklemi ile hesaplanır.}$$

Çizelge 6.3. Örnek 6.1'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	92,847
8	65,591
7	57,850
6	49,978
5	41,975
4	33,842
3	25,578
2	17,183
1	8,657

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda - %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılır.

Çizelge 6.4. Örnek 6.1'e ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta i)_{max}$	$(\Delta i)_{min}$	$(\Delta i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,04356	0,03917	0,00272	0,00243	0,00257	1,05631
8	0,04084	0,03674	0,00428	0,00384	0,00406	1,05418
7	0,03656	0,0329	0,00580	0,00522	0,00551	1,05263
6	0,03076	0,02768	0,00616	0,00555	0,00585	1,05209
5	0,0246	0,02213	0,00668	0,00600	0,00634	1,05304
4	0,01792	0,016123	0,00637	0,00574	0,00605	1,05176
3	0,01155	0,01038	0,00567	0,00510	0,00538	1,05302
2	0,00588	0,005281	0,00412	0,00370	0,00390	1,05336
1	0,001764	0,001582	0,00176	0,00158	0,00167	1,05439

Çizelge 6.4'te katların tümünde burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.5. Örnek 6.1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
9	0,04356	0,00272	3	0,000907
8	0,04084	0,00428	3	0,001427
7	0,03656	0,0058	3	0,001933
6	0,03076	0,00616	3	0,002053
5	0,0246	0,00668	3	0,002227
4	0,01792	0,00637	3	0,002123
3	0,01155	0,00567	3	0,001890
2	0,00588	0,004116	3	0,001372
1	0,001764	0,001764	3	0,000588

$$(\Delta_i)_{max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.5'te görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görel kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.6. Örnek 6.1'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00258	92,847	3	0,004645
8	550,54	1053,06	0,00406	158,438	3	0,008995
7	550,54	1603,6	0,00551	216,288	3	0,013617
6	550,54	2154,14	0,00586	266,266	3	0,015789
5	550,54	2704,68	0,00634	308,241	3	0,018554
4	550,54	3255,22	0,00606	342,083	3	0,019211
3	550,54	3805,76	0,00538	367,661	3	0,018578
2	550,54	4356,3	0,00391	384,843	3	0,014743
1	550,54	4906,84	0,00167	393,500	3	0,006954

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani ikinci mertebe etkisi düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.7. Örnek 6.1'e ait Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
9	0,04356	0,03918	0,00272	0,00244	0,00258	1,05426
8	0,04084	0,03674	0,00461	0,0038400	0,00422	1,09112
7	0,03656	0,03290	0,00547	0,00522	0,00534	1,02338
6	0,03076	0,02768	0,00616	0,00555	0,00585	1,05209
5	0,0246	0,02213	0,00668	0,00600	0,00634	1,05304
4	0,01792	0,01612	0,00637	0,00574	0,00606	1,05176
3	0,01155	0,01038	0,00567	0,00510	0,00538	1,05302
2	0,00588	0,00528	0,00411	0,00370	0,00390	1,05336
1	0,00176	0,00158	0,00176	0,00158	0,00167	1,05439

Çizelge 6.7'te katların tümünde burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.8. Örnek 6.1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,04356	0,00272	3	0,000907
8	0,04084	0,00461	3	0,001537
7	0,03623	0,00547	3	0,001823
6	0,03076	0,00616	3	0,002053
5	0,0246	0,00668	3	0,002227
4	0,01792	0,00637	3	0,002123
3	0,01155	0,00567	3	0,001890
2	0,00588	0,004116	3	0,001372
1	0,001764	0,001764	3	0,000588

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.8'te görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.9. Örnek 6.1'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00258	92,847	3	0,004654601
8	550,54	1053,06	0,00423	158,438	3	0,009360505
7	550,54	1603,6	0,00535	216,288	3	0,01320963
6	550,54	2154,14	0,00586	266,266	3	0,015789354
5	550,54	2704,68	0,00634	308,241	3	0,018553807
4	550,54	3255,22	0,00606	342,083	3	0,019210966
3	550,54	3805,76	0,00538	367,661	3	0,018578821
2	550,54	4356,3	0,00391	384,843	3	0,014743866
1	550,54	4906,84	0,00167	393,500	3	0,00695395

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani ikinci mertebe etkisi düzensizliği yoktur.

Yukarıda görüldüğü gibi x doğrultusunda simetrik olan yapının +%5 ile -%5 eksantrisiteyi alınarak çözülmüş, fark olmadığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden ileriki örneklerde simetrik kısımlarda tek eksantrisite alınarak çözüm yapılacaktır.

6.1.2. Y Yönü Yükleme

Çizelge 6.10. Örnek 6.1'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000091	$4,24197x10^{-7}$	$1,69075x10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000085	$4,05469x10^{-7}$	$1,53794x10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000076	$3,24151x10^{-7}$	$1,20321x10^{-5}$
6	56,12	0,1357	0,000064	$2,29869x10^{-7}$	$8,68484x10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,000052	$1,51749x10^{-7}$	$5,88036x10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,000038	$8,10377x10^{-8}$	$3,43775x10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,000025	$3,50752x10^{-8}$	$1,69626x10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000013	$9,48433x10^{-9}$	$5,88036x10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000003834	$8,24943x10^{-10}$	$8,67127x10^{-8}$
Σ				$1,66186x10^{-6}$	$6,46929x10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

denklemini ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{1,66186 * 10^{-6}}{6,46929 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,00704 \text{ sn}$$

Yapı, sadece çerçevelerden oluştuğu ve 1. derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Yapı Davranış Katsayısı $R = 8$ alınır.

Yerel zemin sınıfı Z3 olduğundan, spektrum karakteristik periyotları,

$T_A = 0,15$ sn ve $T_B = 0,60$ sn olarak elde edilir.

$T_A < T_1$ olduğu için deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 8$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı;

$$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{1,00704} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,6520$$

Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T_1) = A_a I S(T_1)$$

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,6520 \Rightarrow A(T_1) = 0,6608$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü):

$V_t = W.A(T_1)/R_a(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = 4906,84 \times 0,6608 / 8 = 405,3166 \text{ ton}$$

Ayrıca; $V_t = 0,1 \cdot A_o \cdot I \cdot W$ denkleminde

$$V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 405,3166$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük;

$\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 405,3166 = 27,3588 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 405,3166 - 27,3588 = 377,9577 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad \text{denklemi ile hesaplanır.}$$

Yapının en üst katına ilave olarak ΔF_N yükü de eklenir.

Çizelge 6.11. Örnek 6.1'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	97,582
8	68,935
7	60,800
6	52,527
5	44,116
4	35,568
3	26,882
2	18,059
1	9,098

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.12. Örnek 6.1'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	ηb_i
9	0,04337	0,03431	0,00297	0,00240	0,00268	1,10615
8	0,04040	0,03191	0,00447	0,00356	0,00401	1,11332
7	0,03593	0,02835	0,00583	0,00462	0,00522	1,11579
6	0,03010	0,02373	0,00602	0,00475	0,00538	1,11792
5	0,02408	0,01898	0,00649	0,00511	0,00580	1,11896
4	0,01759	0,01387	0,00618	0,00487	0,00553	1,11855
3	0,01141	0,00900	0,00555	0,00438	0,00497	1,11782
2	0,00586	0,00462	0,00409	0,00322	0,00365	1,11917
1	0,00177	0,00140	0,00177	0,00140	0,00158	1,11637

Çizelge 6.12.'da katların tümünde burulma düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.13. Örnek 6.1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,04337	0,00297	3	0,000990
8	0,0404	0,00447	3	0,001490
7	0,03593	0,00583	3	0,001943
6	0,0301	0,00602	3	0,002007
5	0,02408	0,00649	3	0,002163
4	0,01759	0,00618	3	0,002060
3	0,01141	0,00555	3	0,001850
2	0,00586	0,00409	3	0,001363
1	0,00177	0,00177	3	0,000590

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.13.'de görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görel kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.14. Örnek 6.1'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü $-\theta_i$ (Y Yönü +%5)

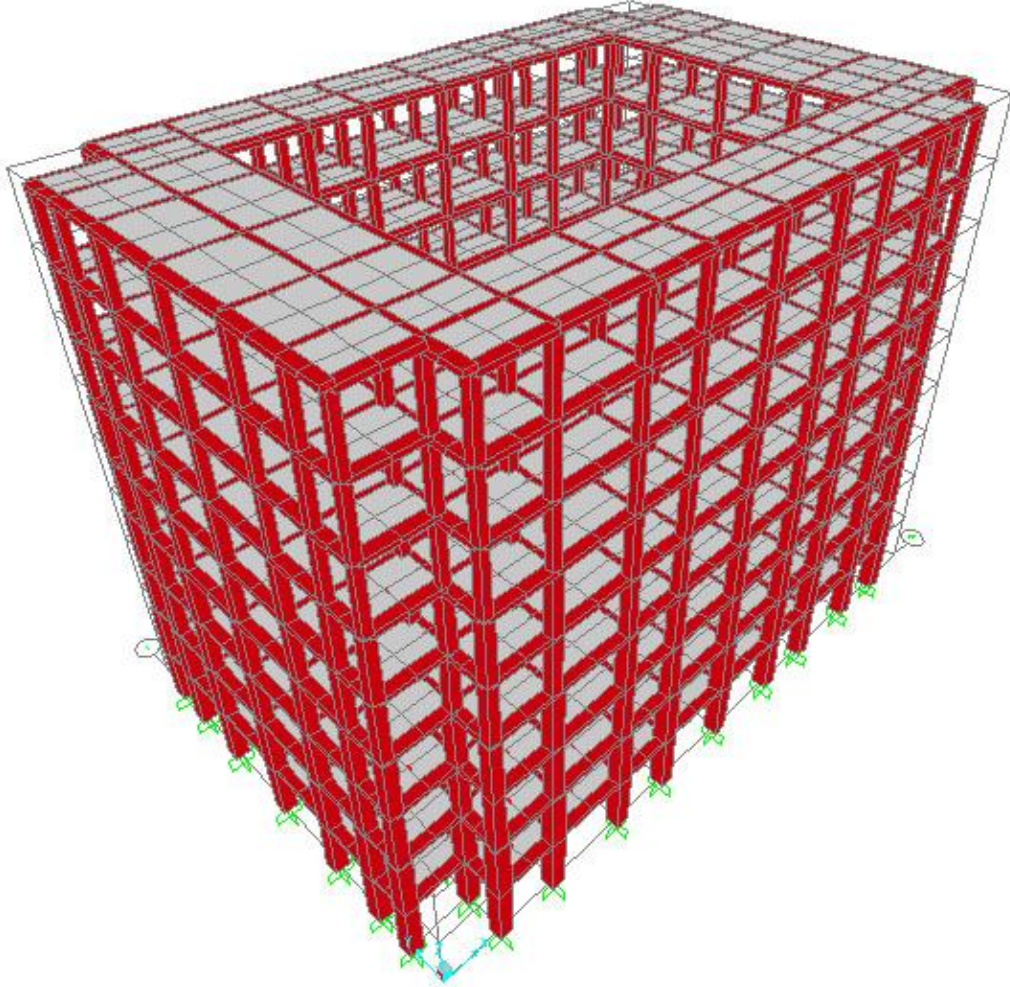
Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00269	97,582	3	0,004608
8	550,54	1053,06	0,00402	166,518	3	0,008463
7	550,54	1603,6	0,00523	227,317	3	0,012286
6	550,54	2154,14	0,00539	279,844	3	0,013817
5	550,54	2704,68	0,00580	323,960	3	0,016141
4	550,54	3255,22	0,00553	359,528	3	0,016674
3	550,54	3805,76	0,00497	386,410	3	0,016300
2	550,54	4356,3	0,00365	404,469	3	0,013120
1	550,54	4906,84	0,00159	413,567	3	0,006270

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

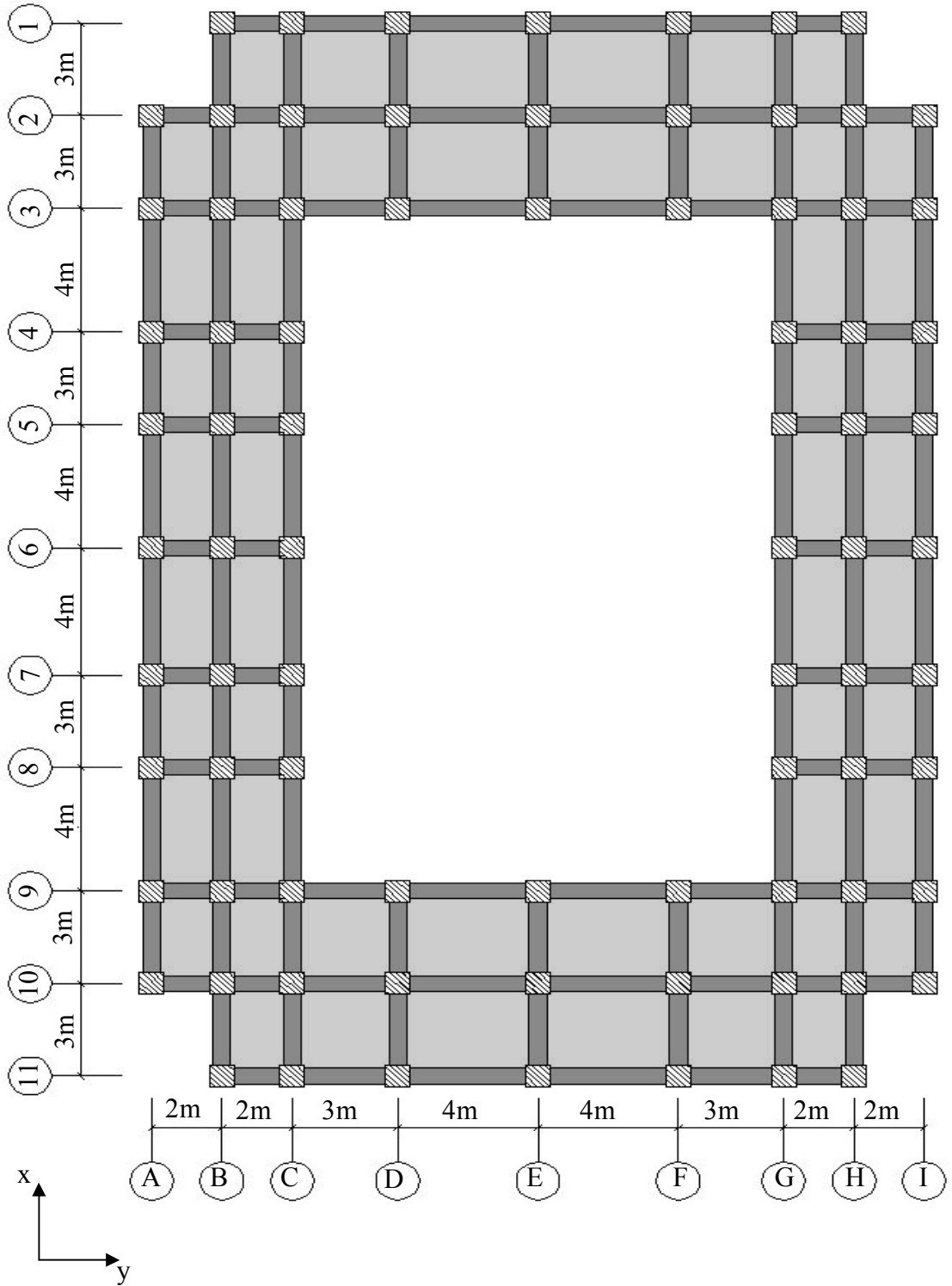
Yapı Y yönünde simetrik olduğundan Y yönü -%5 eksantirisite uygulanmamaktadır.

6.2. Örnek 6.2

Bir önceki örnek, kabuk modeli kullanılarak tekrar ele alınmaktadır.



Şekil 6.3. Örnek 6.2'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü



Şekil 6.4. Örnek 6.2'nin kat kalıp planı

6.2.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.15. Örnek 6.2'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,00006484	$2,15363x10^{-7}$	$1,2047x10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,00006136	$2,11296x10^{-7}$	$1,11021x10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,00005514	$1,70629x10^{-7}$	$8,72962x10^{-6}$
6	56,12	0,1357	0,00004657	$1,21712x10^{-7}$	$6,31958x10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,00003808	$8,13793x10^{-8}$	$4,30623x10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,00002852	$4,56477x10^{-8}$	$2,58012x10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,0000193	$2,09042x10^{-8}$	$1,30951x10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,0000104	$6,06997x10^{-9}$	$4,70429x10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000003382	$6,419x10^{-10}$	$7,64899x10^{-8}$
Σ				$8,73642x10^{-7}$	$4,69411x10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

denklemlerle yapıların 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{8,73642 * 10^{-7}}{4,69411 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,8572 \text{sn}$$

Yapı, sadece çerçevelerden oluştuğu ve 1. derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Yapı Davranış Katsayısı $R = 8$ alınır.

Yerel zemin sınıfı Z3 olduğundan, spektrum karakteristik periyotları $T_A = 0,15$ sn ve $T_B = 0,60$ sn olarak elde edilir.

$T_A < T_1$ olduğu için deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 8$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,8572} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,8793$$

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, $A_0 = 0,40$ ve Bina Önem Katsayısı $I = 1$ değerleri kullanılarak Spektral İvme Katsayısı $A(T_1) = A_0 I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,8793 \Rightarrow A(T_1) = 0,751736$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yükü) $V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = 4906,84 \times 0,751736 / 8 = 461,0808 \text{ ton}$$

$$V_t = 0,1 \cdot A_0 \cdot I \cdot W \text{ denkleminde } V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 461,0808$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$ denklemleri ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 461,0808 = 31,12295 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 376,7582 - 31,12295 = 429,9578 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad \text{denklemleri ile hesaplanır.}$$

Çizelge 6.16. Örnek 6.2'ye ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi)

Kat No	F _i (ton)
9	111,008
8	78,420
7	69,165
6	59,753
5	50,185
4	40,461
3	30,581
2	20,543
1	10,350

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda +%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.17. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,03192	0,02496	0,00217	0,00145	0,00181	1,19889
8	0,02975	0,02351	0,00328	0,00247	0,00287	1,14086
7	0,02647	0,02104	0,00426	0,00358	0,00392	1,08673
6	0,02221	0,01746	0,00414	0,00314	0,00364	1,13736
5	0,01807	0,01432	0,00459	0,00370	0,00414	1,10736
4	0,01348	0,01062	0,00443	0,00355	0,00399	1,11027
3	0,00905	0,00707	0,00422	0,00334	0,00378	1,11640
2	0,00483	0,00373	0,00330	0,00256	0,00293	1,12628
1	0,00153	0,00117	0,00153	0,00117	0,00135	1,13333

Çizelge 6.17.'te katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.18. Örnek 6.2'ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
9	0,03192	0,00217	3	0,000723
8	0,02975	0,00328	3	0,001093
7	0,02647	0,00426	3	0,001420
6	0,02221	0,00414	3	0,001380
5	0,01807	0,00459	3	0,001530
4	0,01348	0,00443	3	0,001477
3	0,00905	0,00422	3	0,001407
2	0,00483	0,0033	3	0,001100
1	0,00153	0,00153	3	0,000510

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.18.'te görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.19. Örnek 6.2'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00181	111,008	3	0,002731
8	550,54	1053,06	0,00288	189,427	3	0,005327
7	550,54	1603,6	0,00392	258,592	3	0,008103
6	550,54	2154,14	0,00364	318,345	3	0,008210
5	550,54	2704,68	0,00415	368,531	3	0,010140
4	550,54	3255,22	0,00399	408,992	3	0,010585
3	550,54	3805,76	0,00378	439,573	3	0,010909
2	550,54	4356,3	0,00293	460,116	3	0,00925
1	550,54	4906,84	0,00135	470,466	3	0,004693

Yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.16.'teki Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i) yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda bu sefer -%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.20. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,03192	0,02496	0,00217	0,00145	0,00181	1,19889
8	0,02975	0,02351	0,00328	0,00247	0,00287	1,14086
7	0,02647	0,02104	0,00426	0,00358	0,00392	1,08673
6	0,02221	0,01746	0,00414	0,00314	0,00364	1,13736
5	0,01807	0,01432	0,00459	0,00370	0,00414	1,10736
4	0,01348	0,01062	0,00443	0,00355	0,00399	1,11027
3	0,00905	0,00707	0,00422	0,00334	0,00378	1,11640
2	0,00483	0,00373	0,00330	0,00256	0,00293	1,12628
1	0,00153	0,00117	0,00153	0,00117	0,00135	1,13333

Çizelge 6.20'de katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.21. Örnek 6.2'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
9	0,03192	0,00217	3	0,000723
8	0,02975	0,00328	3	0,001093
7	0,02647	0,00426	3	0,001420
6	0,02221	0,00414	3	0,001380
5	0,01807	0,00459	3	0,001530
4	0,01348	0,00443	3	0,001477
3	0,00905	0,00422	3	0,001407
2	0,00483	0,0033	3	0,001100
1	0,00153	0,00153	3	0,000510

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.21.'de görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.22. Örnek 6.2'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00181	111,008	3	0,002731
8	550,54	1053,06	0,00288	189,427	3	0,005328
7	550,54	1603,6	0,00392	258,592	3	0,008103
6	550,54	2154,14	0,00364	318,345	3	0,008210
5	550,54	2704,68	0,00415	368,531	3	0,010140
4	550,54	3255,22	0,00399	408,992	3	0,010586
3	550,54	3805,76	0,00378	439,573	3	0,010909
2	550,54	4356,3	0,00293	460,116	3	0,009247
1	550,54	4906,84	0,00135	470,466	3	0,004693

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

6.2.2. Y Yönü Yükleme

Çizelge 6.23. Örnek 6.2'ye ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}$	$F_{fi} \times d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,00005775	$1,7084 \times 10^{-7}$	$1,07297 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,00005365	$1,61532 \times 10^{-7}$	$9,70712 \times 10^{-6}$
7	56,12	0,1583	0,00004751	$1,26675 \times 10^{-7}$	$7,52166 \times 10^{-6}$
6	56,12	0,1357	0,00003956	$8,78279 \times 10^{-8}$	$5,36832 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,00003204	$5,76109 \times 10^{-8}$	$3,62321 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,00002382	$3,18422 \times 10^{-8}$	$2,15493 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,00001613	$1,46012 \times 10^{-8}$	$1,09443 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	$\frac{0,00000871}{7}$	$4,26436 \times 10^{-9}$	$3,94301 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	$\frac{0,00000285}{7}$	$4,58079 \times 10^{-10}$	$6,46161 \times 10^{-8}$
Σ				$6,55651 \times 10^{-7}$	$4,06583 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemi ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{6,55651 * 10^{-7}}{4,06583 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,7979 \text{ sn}$$

$$T_A = 0,15 \text{ sn ve } T_B = 0,60 \text{ sn}$$

$T_A < T_1$ olduğu için deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1) = R = 8$ alınacaktır.

$T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı;

$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,7979} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,9903$$

Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T_1) = A_a I S(T_1)$$

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,9903 \Rightarrow A(T_1) = 0,7961$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yükü);

$V_t = W.A(T_1)/R_a(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = 4906,84 \times 0,7961 / 8 = 488,292 \text{ ton}$$

$$V_t = 0,1 * A_o * I * W \text{ denkleminde } V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 488,292$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 396,5064 = 32,96 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 488,292 - 32,96 = 455,3323 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad \text{denklemleri ile hesaplanır.}$$

Yapının en üst katına ilave olarak ΔF_N yükü de eklenir.

Çizelge 6.24. Örnek 6.2'ye ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	117,559
8	83,048
7	73,247
6	63,280
5	53,147
4	42,849
3	32,385
2	21,756
1	10,961

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.25. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(di)_{max}$	$(di)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,03241	0,02270	0,0025100	0,0017000	0,0021050	1,19240
8	0,02990	0,02100	0,0036100	0,0025500	0,0030800	1,17208
7	0,02629	0,01845	0,0045400	0,0032300	0,0038850	1,16860
6	0,02175	0,01522	0,0041900	0,0029800	0,0035850	1,16876
5	0,01756	0,01224	0,0045600	0,0032200	0,0038900	1,17224
4	0,01300	0,00902	0,0042500	0,0029900	0,0036200	1,17403
3	0,00875	0,00603	0,0040600	0,0028200	0,0034400	1,18023
2	0,00469	0,00321	0,0031900	0,0021900	0,0026900	1,18587
1	0,00150	0,00102	0,0015000	0,0010200	0,0012600	1,19048

Çizelge 6.25.'de katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.26. Örnek 6.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,03241	0,00251	3	0,000837
8	0,0299	0,00361	3	0,001203
7	0,02629	0,00454	3	0,001513
6	0,02175	0,00419	3	0,001397
5	0,01756	0,00456	3	0,001520
4	0,013	0,00425	3	0,001417
3	0,00875	0,00406	3	0,001353
2	0,00469	0,00319	3	0,001063
1	0,0015	0,0015	3	0,000500

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.26.'te görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.27. Örnek 6.2'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00211	117,559	3	0,002999362
8	550,54	1053,06	0,00308	200,607	3	0,005389362
7	550,54	1603,6	0,00389	273,853	3	0,007583122
6	550,54	2154,14	0,00359	337,133	3	0,007635556
5	550,54	2704,68	0,00389	390,280	3	0,008986028
4	550,54	3255,22	0,00362	433,129	3	0,009068806
3	550,54	3805,76	0,00344	465,515	3	0,009374439
2	550,54	4356,3	0,00269	487,270	3	0,008016388
1	550,54	4906,84	0,00126	498,231	3	0,004136378

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.24.'deki Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i) yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda -%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.28. Örnek 6.2'ye ait Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,03241	0,02270	0,0025100	0,0017000	0,0021050	1,192399
8	0,02990	0,02100	0,0036100	0,0025500	0,0030800	1,1720779
7	0,02629	0,01845	0,0045400	0,0032300	0,0038850	1,1685971
6	0,02175	0,01522	0,0041900	0,0029800	0,0035850	1,1687587
5	0,01756	0,01224	0,0045600	0,0032200	0,0038900	1,1722365
4	0,01300	0,00902	0,0042500	0,0029900	0,0036200	1,1740331
3	0,00875	0,00603	0,0040600	0,0028200	0,0034400	1,1802325
2	0,00469	0,00321	0,0031900	0,0021900	0,0026900	1,1858736
1	0,00150	0,00102	0,0015000	0,0010200	0,0012600	1,190476

Çizelge 6.28'te katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.29. Örnek 6.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(di)_{max}$	$(\Delta i)_{max}$	h_i	$(\Delta i)_{max}/h_i$
9	0,03241	0,00251	3	0,000837
8	0,0299	0,00361	3	0,001203
7	0,02629	0,00454	3	0,001513
6	0,02175	0,00419	3	0,001397
5	0,01756	0,00456	3	0,001520
4	0,013	0,00425	3	0,001417
3	0,00875	0,00406	3	0,001353
2	0,00469	0,00319	3	0,001063
1	0,0015	0,0015	3	0,000500

$$(\Delta_i)_{max} / h_i < 0,02 / R = 0.0025$$

Çizelge 5.29'da görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

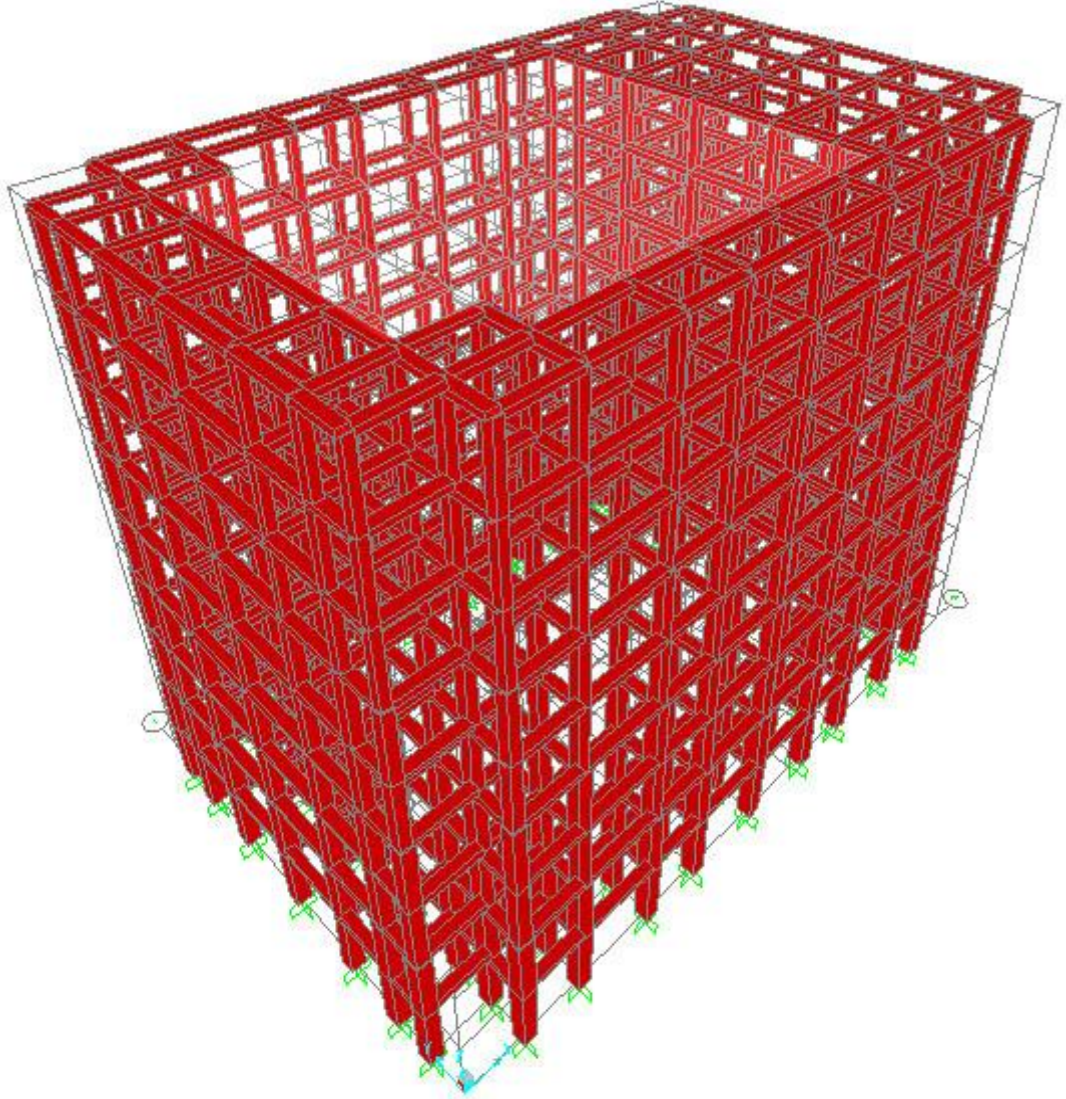
Çizelge 6.30. Örnek 6.2'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00211	117,559	3	0,002999362
8	550,54	1053,06	0,00308	200,607	3	0,005389362
7	550,54	1603,6	0,00389	273,853	3	0,007583122
6	550,54	2154,14	0,00359	337,133	3	0,007635556
5	550,54	2704,68	0,00389	390,280	3	0,008986028
4	550,54	3255,22	0,00362	433,129	3	0,009068806
3	550,54	3805,76	0,00344	465,515	3	0,009374439
2	550,54	4356,3	0,00269	487,270	3	0,008016388
1	550,54	4906,84	0,00126	498,231	3	0,004136378

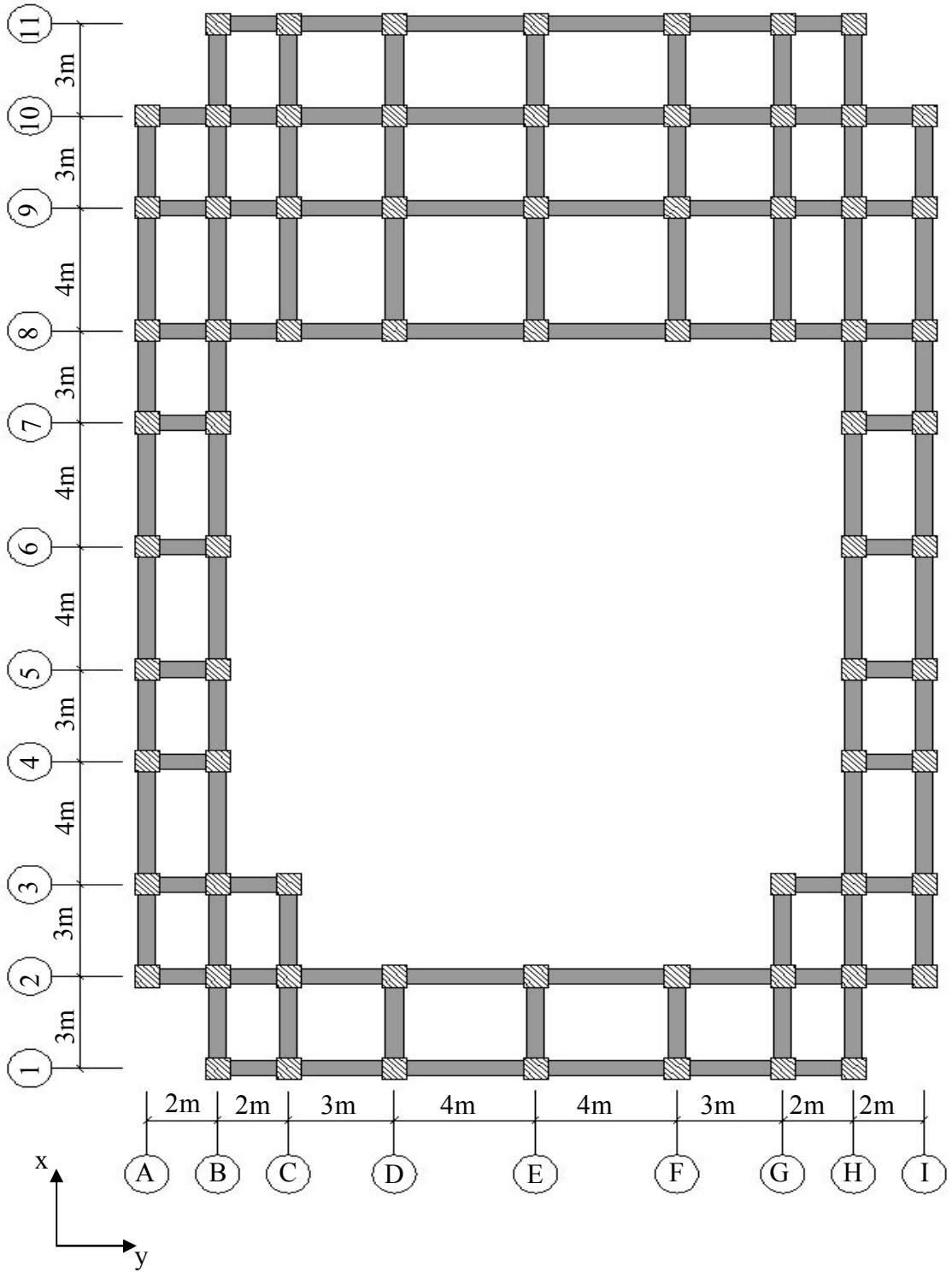
Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

6.3. Örnek 6.3

Burada ele alınan bina, öncelikle rijit diyafram modeli ile çözülecektir.



Şekil 6.5. Örnek 6.3'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü



Şekil 6.6. Örnek 6.3'nin kat kalıp planı

Brüt kat alanı $A = 34 \times 22 - 2 \times 3 \times 4 = 724 \text{m}^2$

Kattaki boşluk alanı $A_b = 18 \times 18 + 3 \times 14 = 366 \text{m}^2$ 'dir.

TDY2007 Yönetmeliğine göre A2 düzensizlik durumuna göre oran;

$$\frac{A_b}{A} = \frac{366}{724} = 0.505 > 0,333$$

olduğu için yapıda A2 düzenlik durumu mevcuttur.

Çizelge 6.31. Örnek 6.3'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w_i (ton)	H_i (m)	$w_i \times H_i$ (ton. m)	F_{fi} (ton)
9	502,52	27	13568,04	0,1858
8	550,54	24	13212,96	0,1809
7	550,54	21	11561,34	0,1583
6	550,54	18	9909,72	0,1357
5	550,54	15	8258,1	0,1131
4	550,54	12	6606,48	0,0905
3	550,54	9	4954,86	0,0679
2	550,54	6	3303,24	0,0452
1	550,54	3	1651,62	0,0226
Σ	4906,84		73026,36	1,0000

6.3.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.32. Örnek 6.3'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000066	$7,0122 \times 10^{-7}$	$2,1738 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000061	$6,9145 \times 10^{-7}$	$2,0083 \times 10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000055	$5,6120 \times 10^{-7}$	$1,5831 \times 10^{-5}$
6	56,12	0,1357	0,000055	$3,9598 \times 10^{-7}$	$1,1398 \times 10^{-5}$
5	56,12	0,1131	0,000055	$2,5192 \times 10^{-7}$	$7,5766 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,000044	$1,3474 \times 10^{-7}$	$4,4328 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,00003	$5,7467 \times 10^{-8}$	$2,1712 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000015	$1,4366 \times 10^{-8}$	$7,2373 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000004646	$1,2978 \times 10^{-9}$	$1,0876 \times 10^{-7}$
Σ				$2,8096 \times 10^{-6}$	$8,4065 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemi ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{2,8096 * 10^{-6}}{8,4065 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,1486 \text{ sn}$$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{1,1486} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,4870$$

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,4870 \Rightarrow A(T_1) = 0,5947$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü)
 $V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = 4906,84 \times 0,5947 / 8 = 364,8165 \text{ ton}$$

Ayrıca; $V_t = 0,1 \times A_o \times I \times W$

$$V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 364,8165$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 \cdot N \cdot V_t$ ile hesaplanır.

$$\Delta F_N = 0,0075 \times 9 \times 364,8165 = 24,6251 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 364,8165 - 24,6251 = 340,1913 \text{ ton}$$

Çizelge 6.33. Örnek 6.3'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	87,831
8	62,047
7	54,725
6	47,278
5	39,708
4	32,014
3	24,196
2	16,254
1	8,189

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılır.

Çizelge 6.34. Örnek 6.3'e ait A1-Burulma füzensizliği kontrolü(+ %5 X Yönünde)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	ηb_i
9	0,04722	0,04284	0,00299	0,00271	0,00285	1,0491
8	0,04423	0,04013	0,00468	0,00424	0,00446	1,0493
7	0,03955	0,03589	0,00631	0,00572	0,00601	1,0490
6	0,03324	0,03017	0,00671	0,00609	0,00640	1,0484
5	0,02653	0,02408	0,00714	0,00658	0,00686	1,0408
4	0,01939	0,0175	0,00699	0,00626	0,00662	1,0550
3	0,0124	0,01124	0,00610	0,00554	0,00582	1,0481
2	0,0063	0,0057	0,00441	0,00400	0,00420	1,0487
1	0,00189	0,0017	0,00189	0,00170	0,00179	1,0529

Çizelge 6.34'te katların tümünde burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.35. Örnek 6.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(+ %5 X Yönünde)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,04722	0,00299	3	0,000997
8	0,04423	0,00468	3	0,001560
7	0,03955	0,00631	3	0,002103
6	0,03324	0,00671	3	0,002237
5	0,02653	0,00714	3	0,002380
4	0,01939	0,00699	3	0,002330
3	0,0124	0,0061	3	0,002033
2	0,0063	0,00441	3	0,001470
1	0,00189	0,00189	3	0,000630

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.35'te görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görel kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.36. Örnek 6.3'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(+ %5 X Yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00285	87,831	3	0,00543
8	550,54	1053,06	0,00446	149,879	3	0,01044
7	550,54	1603,6	0,00602	204,603	3	0,01571
6	550,54	2154,14	0,00640	251,881	3	0,01824
5	550,54	2704,68	0,00686	291,589	3	0,02121
4	550,54	3255,22	0,00663	323,603	3	0,02221
3	550,54	3805,76	0,00582	347,799	3	0,02122
2	550,54	4356,3	0,00421	364,053	3	0,01677
1	550,54	4906,84	0,00180	372,242	3	0,00788

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani ikinci mertebe etkisi düzensizliği yoktur.

Yapı X yönünde simetrik olduğu için -%5 eksantrisite uygulandığında düzensizlik olmayacaktır. Fakat Y yönünde yapı simetrik olmadığından her iki durum için düzensizlik kontrolü yapılacaktır.

6.3.2. Y Yönü Yükleme

Çizelge 6.37. Örnek 6.3'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000106	$5,7556x10^{-7}$	$1,9694x10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000099	$5,5003x10^{-7}$	$1,7912x10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000089	$4,4452x10^{-7}$	$1,4090x10^{-5}$
6	56,12	0,1357	0,000074	$3,0731x10^{-7}$	$1,0041x10^{-5}$
5	56,12	0,1131	0,00006	$2,0203x10^{-7}$	$6,7850x10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,000044	$1,0865x10^{-7}$	$3,9805x10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,000028	$4,3998x10^{-8}$	$1,8998x10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000015	$1,2627x10^{-8}$	$6,7850x10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000004411	$1,0919x10^{-9}$	$9,9762x10^{-8}$
Σ				$2,2458x10^{-6}$	$7,5182x10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemi ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{2,2458 * 10^{-6}}{7,5182 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,08595 \text{ sn}$$

$$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{1,08595} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,5553$$

Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T_1) = A_a I S(T_1)$$

$$A(T_1) = 0,4 \times 0,1 \times 1,5553 \Rightarrow A(T_1) = 0,6221$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü)
 $V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$V_t = 4906,84 \times 0,6221 / 8 = 381,5787 \text{ ton}$$

$$V_t = 0,1 \cdot A_o \cdot I \cdot W \text{ denkleminde } V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$$V_t > V_t^1 \text{ olduğu için } V_t = 381,5787 \text{ ton alınır.}$$

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 \cdot N \cdot V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 \cdot 9 \cdot 405,3166 = 25,7565 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 381,5787 - 25,7565 = 355,8222 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri; $F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)}$ denklemi

ile hesaplanır.

Çizelge 6.38. Örnek 6.3'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	91,867
8	64,898
7	57,239
6	49,450
5	41,532
4	33,485
3	25,308
2	17,001
1	8,565

Çizelge 6.38'de bulunan deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.39. Örnek 6.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	ηb_i
9	0,05249	0,02931	0,00356	0,00226	0,00291	1,2233
8	0,04893	0,02705	0,00537	0,00315	0,00426	1,2605
7	0,04356	0,02390	0,00706	0,00400	0,00552	1,2778
6	0,03650	0,01991	0,00728	0,00408	0,00568	1,2816
5	0,02922	0,01583	0,00786	0,00433	0,00610	1,2895
4	0,02136	0,01150	0,00749	0,00408	0,00578	1,2947
3	0,01387	0,00742	0,00674	0,00363	0,00518	1,3000
2	0,00713	0,00379	0,00497	0,00237	0,00367	1,3531
1	0,00216	0,00141	0,00216	0,00141	0,00178	1,2087

Çizelge 6.39.'da katların tümünde burulma düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} > 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği bulunmaktadır.

Çizelge 6.40. Örnek 6.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,05249	0,00356	3	0,001187
8	0,04893	0,00537	3	0,001790
7	0,04356	0,00716	3	0,002387
6	0,0364	0,00738	3	0,002460
5	0,02902	0,00742	3	0,002473
4	0,0216	0,007	3	0,002333
3	0,0146	0,0074	3	0,002467
2	0,0072	0,00504	3	0,001680
1	0,00216	0,00216	3	0,000720

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.40.'de görüldüğü gibi görel kat öteleme düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.41. Örnek 6.3'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü $-\theta_i$ (Y Yönü +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00291	91,867	3	0,005305
8	550,54	1053,06	0,00426	156,765	3	0,009538
7	550,54	1603,6	0,00553	214,004	3	0,013800
6	550,54	2154,14	0,00568	263,455	3	0,015480
5	550,54	2704,68	0,00610	304,987	3	0,0180172
4	550,54	3255,22	0,00579	338,471	3	0,018545
3	550,54	3805,76	0,00519	363,779	3	0,018081
2	550,54	4356,3	0,00367	380,780	3	0,014007
1	550,54	4906,84	0,00179	389,346	3	0,007507

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

Örnek 6.3'de deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda +%5 eksantrisite uygulandığında düzensizlikler görülmüştür. Bu düzensizlikleri gidermek için yapıya perde veya perdeler eklenerek düzensizlikler daha sonraki örneklerde giderilecektir. Aşağıdaki kontroller ise yapının y yönünde -%5 eksantrisite uygulanarak yapılmıştır.

Çizelge 6.42. Örnek 6.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
9	0,04242	0,04114	0,00293	0,00304	0,00298	0,98157
8	0,03949	0,03810	0,00437	0,00436	0,00436	1,00114
7	0,03512	0,03374	0,00570	0,00558	0,00564	1,01063
6	0,02942	0,02816	0,00588	0,00573	0,00580	1,01292
5	0,02354	0,02243	0,00634	0,00612	0,00623	1,01765
4	0,01720	0,01631	0,00604	0,00578	0,00591	1,02200
3	0,01116	0,01053	0,00543	0,00514	0,00528	1,02743
2	0,00573	0,00539	0,00399	0,00376	0,00387	1,02967
1	0,00174	0,00163	0,00174	0,00163	0,00168	1,03264

Çizelge 6.42'te katların tümünde burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.43. Örnek 6.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,04242	0,00293	3	0,000977
8	0,03949	0,00437	3	0,001457
7	0,03512	0,0057	3	0,001900
6	0,02942	0,00588	3	0,001960
5	0,02354	0,00634	3	0,002113
4	0,0172	0,00604	3	0,002013
3	0,01116	0,00543	3	0,001810
2	0,00573	0,00399	3	0,001330
1	0,00174	0,00174	3	0,000580

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.43’da görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

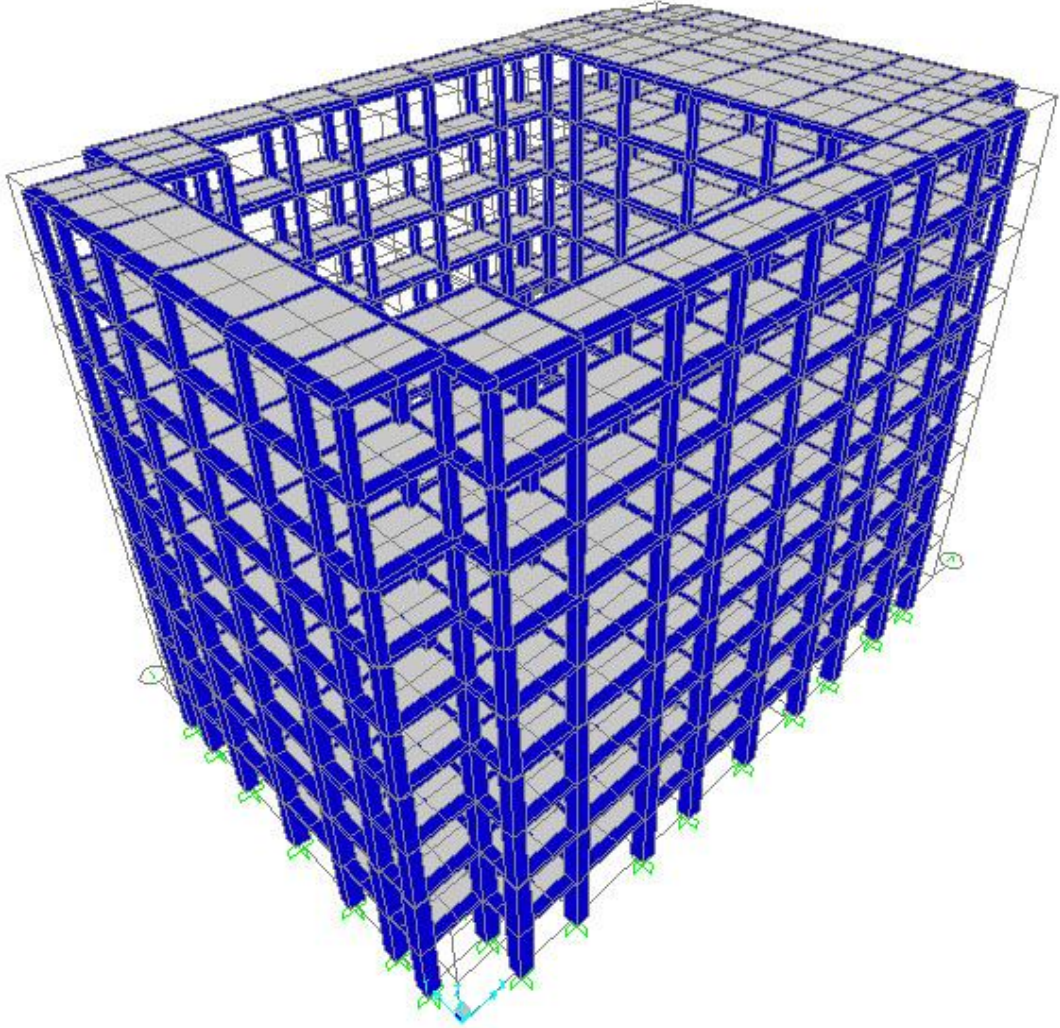
Çizelge 6.44. Örnek 6.3’e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü $-\theta_i$ (Y Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00299	91,867	3	0,005442
8	550,54	1053,06	0,00437	156,765	3	0,009773
7	550,54	1603,6	0,00564	214,004	3	0,014087
6	550,54	2154,14	0,00581	263,455	3	0,015821
5	550,54	2704,68	0,00623	304,987	3	0,018416
4	550,54	3255,22	0,00591	338,471	3	0,018946
3	550,54	3805,76	0,00529	363,779	3	0,018430
2	550,54	4356,3	0,00388	380,780	3	0,014777
1	550,54	4906,84	0,00169	389,346	3	0,007078

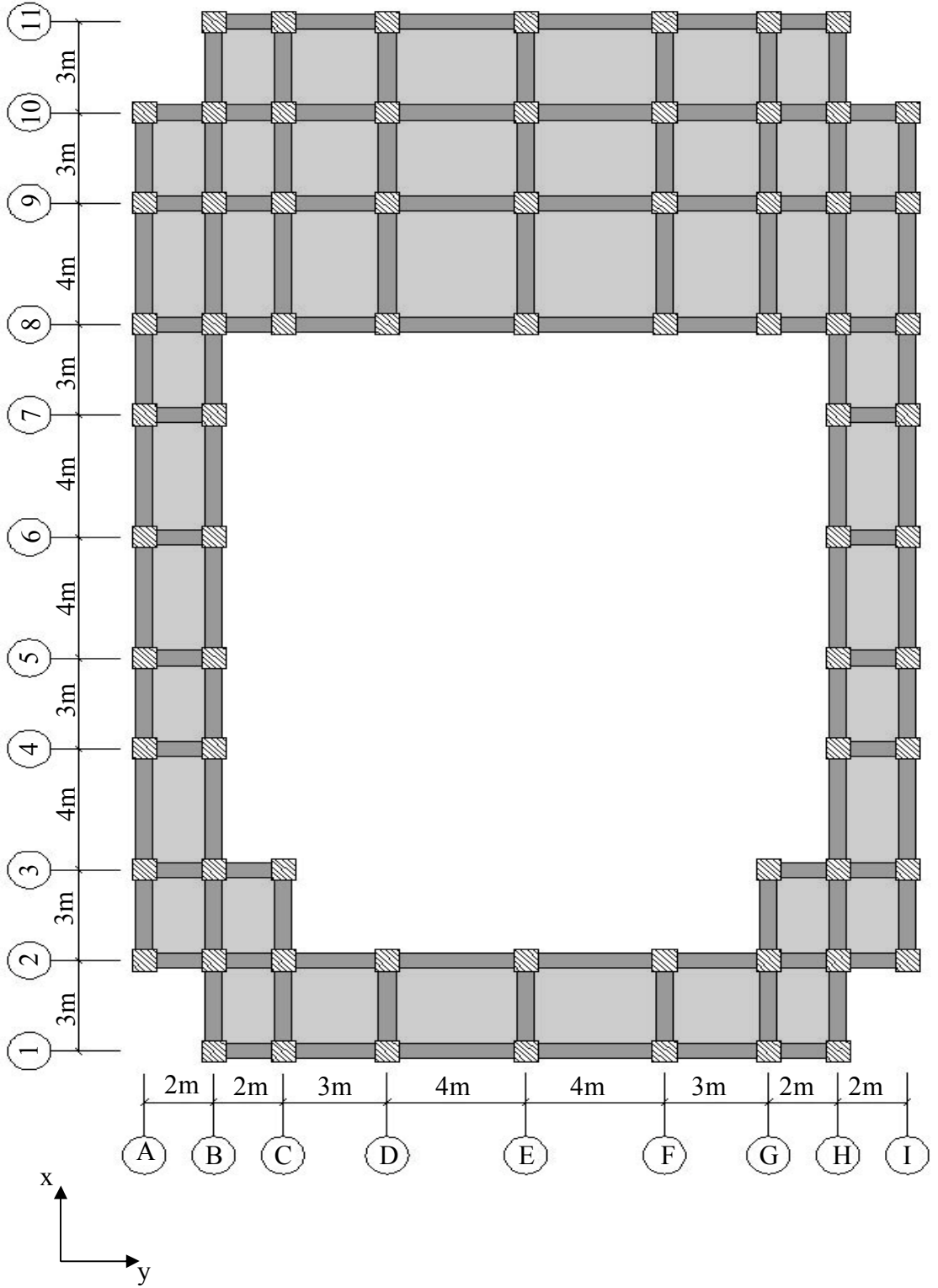
Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

6.4. Örnek 6.4

Bir önceki örnek, kabuk modeli kullanılarak tekrar çözülmüştür.



Şekil 6.7. Örnek 6.4'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü



Şekil 6.8. Örnek 6.4'nin kat kalıp planı

6.4.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.45. Örnek 6.4'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000069	$2,51004 \times 10^{-7}$	$1,30058 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000065	$2,37108 \times 10^{-7}$	$1,17607 \times 10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000058	$1,88789 \times 10^{-7}$	$9,18241 \times 10^{-6}$
6	56,12	0,1357	0,000049	$1,34745 \times 10^{-7}$	$6,64933 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,00004	$8,97925 \times 10^{-8}$	$4,52335 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,00003	$5,05083 \times 10^{-8}$	$2,71401 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,00002	$2,24481 \times 10^{-8}$	$1,35701 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000011	$6,79055 \times 10^{-9}$	$4,97569 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	$0,00000344$ 8	$6,67197 \times 10^{-10}$	$7,79826 \times 10^{-8}$
Σ				$9,81852 \times 10^{-7}$	$4,97681 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemlerle yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{9,81852 * 10^{-7}}{4,97681 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,88253 \text{ sn}$$

$T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,88253} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,8360$$

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,8360 \Rightarrow A(T_1) = 0,734411$$

$V_t = W.A(T_1)/R_a(T_1)$ denkleminde;

$$V_t = 4906.84 \times 0.734411 / 8 = 450.4547 \text{ ton}$$

$$V_t^1 = 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 4906.84 = 196.2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 450.4547$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0.0075 * N * V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0.0075 * 9 * 450.4547 = 30.40569 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 450.4547 - 30.40569 = 420.049 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad \text{denklemi ile hesaplanır.}$$

Çizelge 6.46. Örnek 6.4'ye ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	108,449
8	76,612
7	67,571
6	58,376
5	49,029
4	39,529
3	29,876
2	20,070
1	10,111

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda -%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.47. Örnek 6.4'ye ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta i)_{max}$	$(\Delta i)_{min}$	$(\Delta i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,03471	0,03054	0,00222	0,00177	0,00199	1,11278
8	0,03249	0,02877	0,00352	0,00310	0,00331	1,06344
7	0,02897	0,02567	0,00468	0,00424	0,00446	1,04932
6	0,02429	0,02143	0,00458	0,00406	0,00432	1,06018
5	0,01971	0,01737	0,00509	0,00448	0,00478	1,06374
4	0,01462	0,01289	0,00487	0,00432	0,00459	1,05984
3	0,00975	0,00857	0,00459	0,00405	0,00432	1,06250
2	0,00516	0,00452	0,00354	0,00311	0,00332	1,06466
1	0,00162	0,00141	0,00162	0,00141	0,00151	1,06930

Çizelge 6.47.'te katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.48. Örnek 6.4'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,03471	0,00222	3	0,000740
8	0,03249	0,00352	3	0,001173
7	0,02897	0,00468	3	0,001560
6	0,02429	0,00458	3	0,001527
5	0,01971	0,00509	3	0,001697
4	0,01462	0,00487	3	0,001623
3	0,00975	0,00459	3	0,001530
2	0,00516	0,00354	3	0,001180
1	0,00162	0,00162	3	0,000540

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.48.'te görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.49. Örnek 6.4'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00200	108,602	3	0,003077
8	550,54	1053,06	0,00331	185,323	3	0,006269
7	550,54	1603,6	0,00446	252,989	3	0,009423
6	550,54	2154,14	0,00432	311,448	3	0,009959
5	550,54	2704,68	0,00479	360,546	3	0,01196
4	550,54	3255,22	0,00460	400,131	3	0,012460
3	550,54	3805,76	0,00432	430,049	3	0,012743
2	550,54	4356,3	0,00333	450,147	3	0,010725
1	550,54	4906,84	0,00152	460,273	3	0,005383

Yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

Çizelge 6.49.'teki Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i) yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda +%5 eksantrisite uygulanarak yukarıdaki kontroller yapılmış ve olumsuzlukla karşılaşılmamıştır. Yapı x doğrultusunda simetrik yapıya sahip olduğundan -%5 eksantrisite uygulandığında da sonuç değişmeyecektir.

Yapı y yönünde simetrik olmadığından her iki durum da aşağıda incelenmektedir.

6.4.2. Y Yönü Yükleme

Çizelge 6.50. Örnek 6.4'ye ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000071	$2,58227 \times 10^{-7}$	$1,31915 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000066	$2,4446 \times 10^{-7}$	$1,19417 \times 10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000058	$1,88789 \times 10^{-7}$	$9,18241 \times 10^{-6}$
6	56,12	0,1357	0,000049	$1,34745 \times 10^{-7}$	$6,64933 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,00004	$8,97925 \times 10^{-8}$	$4,52335 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,00003	$5,05083 \times 10^{-8}$	$2,71401 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,00002	$2,24481 \times 10^{-8}$	$1,35701 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000011	$6,79055 \times 10^{-9}$	$4,97569 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,0000034	$6,4875 \times 10^{-10}$	$7,6897 \times 10^{-8}$
Σ				$9,96408 \times 10^{-7}$	$5,01338 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemi ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{9,96408 * 10^{-7}}{5,0133 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,8858 \text{ sn}$$

$$T_A = 0,15 \text{ sn ve } T_B = 0,60 \text{ sn}$$

$T_A < T_1$ ve $T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı; $S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,8858} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,8306$$

Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T_1) = A_a I S(T_1)$$

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,8306 \Rightarrow A(T_1) = 0,7322$$

Taban Kesme Kuvveti :

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$$

$$V_t = 4906,84 \times 0,7322 / 8 = 449,124 \text{ ton}$$

$$V_t = 0,1 \cdot A_o \cdot I \cdot W \text{ denkleminde } V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$$V_t > V_t^1 \text{ olduğu için } V_t = 449,124 \text{ ton alınır.}$$

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 \cdot N \cdot V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 \cdot 9 \cdot 449,124 = 30,3158 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 449,124 - 30,3158 = 418,8082 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri $F_i = (V_i - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)}$ denklemi

ile hesaplanır.

Çizelge 6.51. Örnek 6.4'ye ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F _i (ton)
9	108,129
8	76,386
7	67,371
6	58,204
5	48,884
4	39,412
3	29,788
2	20,011
1	10,082

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.52. Örnek 6.4'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{b_i}
9	0,03674	0,0199	0,00264	0,00158	0,002110	1,25118
8	0,0341	0,01832	0,00399	0,00230	0,003145	1,26868
7	0,03011	0,01602	0,00514	0,00286	0,004000	1,285
6	0,02497	0,01316	0,00479	0,00267	0,003730	1,28418
5	0,02018	0,01049	0,00524	0,00284	0,004040	1,29703
4	0,01494	0,00765	0,00491	0,00260	0,003755	1,30758
3	0,01003	0,00505	0,00467	0,00240	0,003535	1,32107
2	0,00536	0,00265	0,00365	0,00182	0,002735	1,33455
1	0,00171	0,00083	0,00171	0,00083	0,001270	1,34646

Çizelge 6.52.'de katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{b_i} > 1,2$ olduğu görülmektedir. Her katta sınır değerden ($\eta_{b_i} < 1,2$) büyük olduğu için burulma düzensizliği vardır.

Çizelge 6.53. Örnek 6.4'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,03674	0,00264	3	0,000880
8	0,0341	0,00399	3	0,001330
7	0,03011	0,00514	3	0,001713
6	0,02497	0,00479	3	0,001597
5	0,02018	0,00524	3	0,001747
4	0,01494	0,00491	3	0,001637
3	0,01003	0,00467	3	0,001557
2	0,00536	0,00365	3	0,001217
1	0,00171	0,00171	3	0,000570

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.53.'te görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.54. Örnek 6.4'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00211	108,129	3	0,003268
8	550,54	1053,06	0,00315	184,515	3	0,005983
7	550,54	1603,6	0,00400	251,886	3	0,008488
6	550,54	2154,14	0,00373	310,090	3	0,008637
5	550,54	2704,68	0,00404	358,974	3	0,01014
4	550,54	3255,22	0,00376	398,386	3	0,01022
3	550,54	3805,76	0,00354	428,174	3	0,010473
2	550,54	4356,3	0,00274	448,184	3	0,008861
1	550,54	4906,84	0,00127	458,266	3	0,004532

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.51.'deki Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi) yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda -%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.55. Örnek 6.4'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,03032	0,02677	0,00230	0,00200	0,002150	1,06977
8	0,02802	0,02477	0,00337	0,00298	0,003175	1,06142
7	0,02465	0,02179	0,00426	0,00382	0,004040	1,05446
6	0,02039	0,01797	0,00392	0,00359	0,003755	1,04394
5	0,01647	0,01438	0,00429	0,00387	0,004080	1,05147
4	0,01218	0,01051	0,00399	0,00356	0,003775	1,05695
3	0,00819	0,00695	0,00381	0,00330	0,003555	1,07173
2	0,00438	0,00365	0,00297	0,00250	0,002735	1,08592
1	0,00141	0,00115	0,00141	0,00115	0,001280	1,10156

Çizelge 6.55'te $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu için burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.56. Örnek 6.4'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,03032	0,0023	3	0,000767
8	0,02802	0,00337	3	0,001123
7	0,02465	0,00426	3	0,001420
6	0,02039	0,00392	3	0,001307
5	0,01647	0,00429	3	0,001430
4	0,01218	0,00399	3	0,001330
3	0,00819	0,00381	3	0,001270
2	0,00438	0,00297	3	0,000990
1	0,00141	0,00141	3	0,000470

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.56'da görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

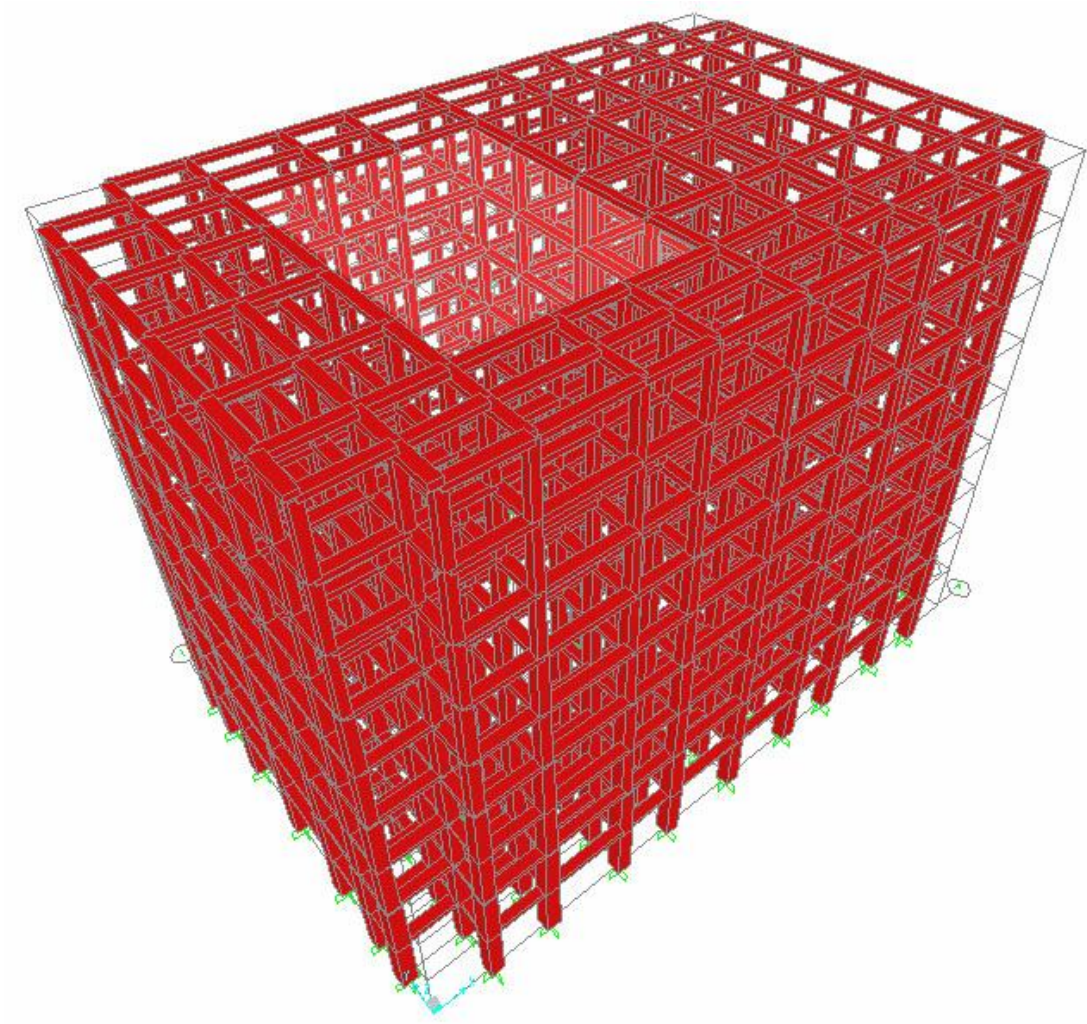
Çizelge 6.57. Örnek 6.4'ye ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00215	106,454	3	0,003383
8	550,54	1053,06	0,00318	181,656	3	0,006135
7	550,54	1603,6	0,00404	247,984	3	0,008708
6	550,54	2154,14	0,00376	305,286	3	0,008832
5	550,54	2704,68	0,00408	353,413	3	0,010408
4	550,54	3255,22	0,00378	392,214	3	0,010444
3	550,54	3805,76	0,00356	421,540	3	0,010698
2	550,54	4356,3	0,00274	441,241	3	0,009000
1	550,54	4906,84	0,00128	451,166	3	0,004640

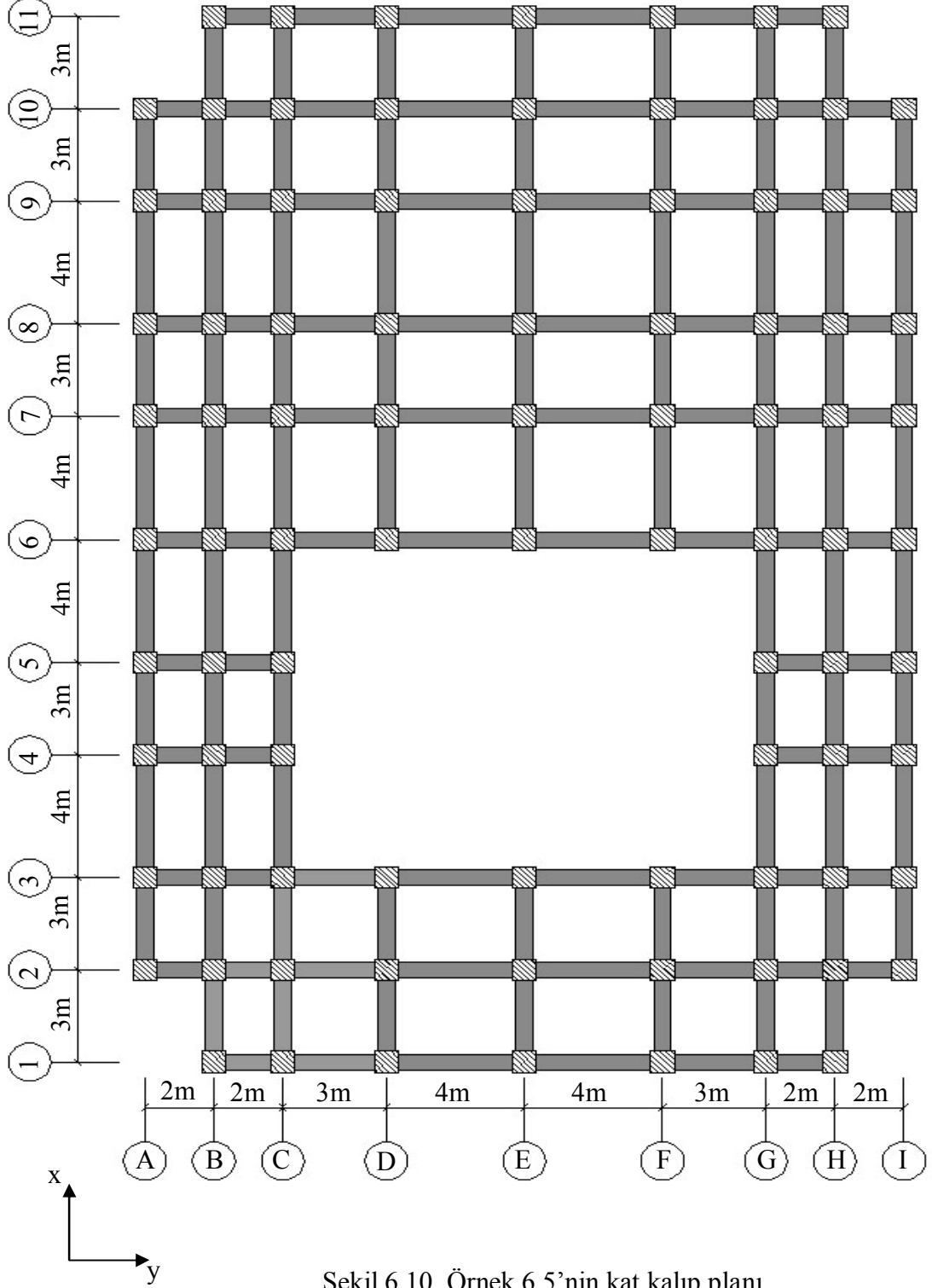
Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

6.5. Örnek 6.5

Burada ele alınan bina, öncelikle rijit diyafram modeli ile çözülecektir.



Şekil 6.9. Örnek 6.5'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü



Şekil 6.10. Örnek 6.5'nin kat kalıp planı

Brüt kat alanı $A = 724\text{m}^2$

Kattaki boşluk alanı $A_b = 14 \times 11 = 154\text{m}^2$ 'dir.

TDY2007 Yönetmeliğine göre A2 düzensizlik durumuna göre oran;

$$\frac{A_b}{A} = \frac{154}{724} = 0.213 < 0.333 \text{ olduğu için yapıda A2 türü döşemede düzensizlik}$$

durumu mevcut değildir.

6.5.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.58. Örnek 6.5'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,0000896	$4,1124 \times 10^{-7}$	$1,6647 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,0000847	$4,0261 \times 10^{-7}$	$1,5325 \times 10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,0000764	$3,2757 \times 10^{-7}$	$1,2095 \times 10^{-5}$
6	56,12	0,1357	0,0000647	$2,3493 \times 10^{-7}$	$8,7798 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,000052	$1,5175 \times 10^{-7}$	$5,8804 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,000038	$8,1037 \times 10^{-8}$	$3,4378 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,0000245	$3,3686 \times 10^{-8}$	$1,6623 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,0000125	$8,7688 \times 10^{-9}$	$5,6542 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,00000376	$7,9341 \times 10^{-10}$	$8,504 \times 10^{-8}$
Σ				$1,6524 \times 10^{-6}$	$6,4478 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d f_i^2)}{\sum_{i=1}^N (F f_i * d f_i)} \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{1,6524 \times 10^{-6}}{6,4478 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 1,0058 \text{ sn}$$

$$T_A = 0,15 \text{ sn ve } T_B = 0,60 \text{ sn}$$

$T_A < T_1$ ve $T_B < T_1$ için Spektrum Katsayısı; $S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$ denklemi ile hesaplanacaktır.

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{1,0058} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,6536$$

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,6536 \Rightarrow A(T_1) = 0,6615$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü):

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$$

$$V_t = 4906,84 \times 0,6615 / 8 = 405,7052 \text{ ton}$$

Ayrıca; $V_t = 0,1 \times A_o \times I \times W$

$$V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 405,7052$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük;

$$\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$$

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 405,7052 = 27,3851 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 405,7052 - 27,3851 = 378,3201 \text{ ton}$$

Çizelge 6.59. Örnek 6.5'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi)

Kat No	F _i (ton)
9	97,676
8	69,002
7	60,858
6	52,577
5	44,158
4	35,602
3	26,908
2	18,076
1	9,107

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılır.

Çizelge 6.60. Örnek 6.5'e ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(+ %5 X Yönünde)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,04047	0,0361	0,00250	0,00222	0,00236	1,05966
8	0,038	0,0338	0,00397	0,00347	0,00372	1,06720
7	0,03403	0,03033	0,00539	0,00479	0,00509	1,05894
6	0,02864	0,02554	0,00571	0,0051000	0,00540	1,05642
5	0,02293	0,02044	0,00620	0,00553	0,00586	1,05711
4	0,01673	0,01491	0,00594	0,00530	0,00562	1,05693
3	0,01079	0,00961	0,00528	0,00471	0,00499	1,05705
2	0,00551	0,0049	0,00386	0,00343	0,00364	1,05898
1	0,00165	0,00147	0,00165	0,00147	0,00156	1,05769

Çizelge 6.60'te katların tümünde burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.61. Örnek 6.5'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(+ %5 X Yönünde)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,04051	0,00251	3	0,000837
8	0,038	0,00397	3	0,001323
7	0,03403	0,00539	3	0,001797
6	0,02864	0,00571	3	0,001903
5	0,02293	0,0062	3	0,002067
4	0,01673	0,00594	3	0,001980
3	0,01079	0,00528	3	0,001760
2	0,00551	0,00386	3	0,001287
1	0,00165	0,00165	3	0,000550

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.61'te görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görel kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.62. Örnek 6.5'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(+ %5 X Yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00241	97,676	3	0,00412
8	550,54	1053,06	0,00372	166,677	3	0,00783
7	550,54	1603,6	0,00509	227,535	3	0,01195
6	550,54	2154,14	0,00541	280,112	3	0,01385
5	550,54	2704,68	0,00587	324,270	3	0,01630
4	550,54	3255,22	0,00562	359,872	3	0,01694
3	550,54	3805,76	0,00500	386,780	3	0,01638
2	550,54	4356,3	0,00365	404,856	3	0,01307
1	550,54	4906,84	0,00156	413,963	3	0,00616

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani ikinci mertebe etkisi düzensizliği yoktur.

Yapı X yönünde simetrik olduğu için -%5 eksantrisite uygulandığında düzensizlik olmayacaktır. Fakat Y yönünde yapı simetrik olmadığından her iki durum için düzensizlik kontrolü yapılacaktır.

6.5.2. Y Yönü Yükleme

Çizelge 6.63. Örnek 6.5'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,000078	$3,11655 \times 10^{-7}$	$1,44921 \times 10^{-5}$
8	56,12	0,1809	0,000073	$2,99065 \times 10^{-7}$	$1,32082 \times 10^{-5}$
7	56,12	0,1583	0,000066	$2,4446 \times 10^{-7}$	$1,04489 \times 10^{-5}$
6	56,12	0,1357	0,000055	$1,69764 \times 10^{-7}$	$7,46353 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,000045	$1,13644 \times 10^{-7}$	$5,08877 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,000033	$6,1115 \times 10^{-8}$	$2,98541 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,000021	$2,4749 \times 10^{-8}$	$1,42486 \times 10^{-6}$
2	56,12	0,0452	0,000011	$6,79055 \times 10^{-9}$	$4,97569 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000003361	$6,33953 \times 10^{-10}$	$7,60149 \times 10^{-8}$
Σ				$1,23188 \times 10^{-6}$	$5,56854 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemleri ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{1,41318 * 10^{-6}}{5,96543 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,96707 \text{ sn}$$

Spektrum katsayısı;

$$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,93453} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 1,7538$$

Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T_1) = A_a I S(T_1)$$

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 1,7538 \Rightarrow A(T_1) = 0,701531$$

Taban Kesme Kuvveti (Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü):

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \text{ denklemi ile hesaplanır.}$$

$$V_t = 4906,84 \times 0,701531 / 8 = 430,2876 \text{ ton}$$

$$V_t = 0,1 * A_o * I * W \text{ denkleminde } V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$$V_t > V_t^1 \text{ olduğu için } V_t = 430,2876 \text{ ton alınır.}$$

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$

denklemleri ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 430,2876 = 29,04442 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 430,2876 - 29,04442 = 401,2432 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \text{ denklemleri ile hesaplanır.}$$

Çizelge 6.64. Örnek 6.5'e ait Eşdeğer Deprem Yükleri (Fi)

Kat No	F _i (ton)
9	103,594
8	73,182
7	64,546
6	55,763
5	46,834
4	37,759
3	28,538
2	19,171
1	9,659

Çizelge 6.64'de bulunan deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.65. Örnek 6.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	ηb_i
9	0,0436	0,02580	0,00284	0,00177	0,00231	1,23217
8	0,0407	0,02403	0,00439	0,00265	0,00352	1,24780
7	0,0363	0,02139	0,00584	0,00346	0,00465	1,25573
6	0,0305	0,01793	0,00602	0,00355	0,00478	1,25837
5	0,0245	0,01438	0,00655	0,00384	0,00520	1,26020
4	0,0179	0,01054	0,00626	0,00367	0,00497	1,26062
3	0,0117	0,00687	0,00567	0,00333	0,00450	1,26072
2	0,0060	0,00354	0,00420	0,00246	0,00333	1,26103
1	0,0018	0,00108	0,00184	0,00108	0,00146	1,26164

Çizelge 6.65.'da katların tümünde burulma düzensizliği bulunmaktadır.

Çizelge 6.66. Örnek 6.5'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
9	0,043608	0,002842	3	0,000947
8	0,040766	0,004391	3	0,001464
7	0,036375	0,005836	3	0,001945
6	0,030539	0,006015	3	0,002005
5	0,024524	0,006548	3	0,002183
4	0,017976	0,006259	3	0,002086
3	0,011717	0,005672	3	0,001891
2	0,006045	0,004203	3	0,001401
1	0,001842	0,001842	3	0,000614

Çizelge 6.66.'de görüldüğü gibi yönetmeliğin öngördüğü değerler aşılmamaktadır. Yani görelî kat ötelemeleri bulunmamaktadır.

Çizelge 6.67. Örnek 6.5'e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü $-\theta_i$ (Y Yönü +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00231	103,594	3	0,003729503
8	550,54	1053,06	0,00352	176,776	3	0,006987578
7	550,54	1603,6	0,00465	241,322	3	0,010294307
6	550,54	2154,14	0,00478	297,085	3	0,011553143
5	550,54	2704,68	0,00520	343,919	3	0,013620969
4	550,54	3255,22	0,00497	381,678	3	0,014115021
3	550,54	3805,76	0,00450	410,216	3	0,013913089
2	550,54	4356,3	0,00333	429,387	3	0,01127152
1	550,54	4906,84	0,00146	439,046	3	0,005439053

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

Örnek 6.5'de deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda +%5 eksantrisite uygulandığında düzensizlikler görülmüştür. Bu düzensizlikleri gidermek için yapıya perde veya perdeler eklenerek düzensizlikler daha sonraki örneklerde giderilecektir. Aşağıdaki kontroller ise yapının y yönünde -%5 eksantrisite uygulanarak yapılmıştır.

Çizelge 6.68. Örnek 6.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{b_i}
9	0,03733	0,03272	0,00251	0,00215	0,00233	1,07765
8	0,03481	0,03057	0,00381	0,00330	0,00356	1,07074
7	0,03101	0,02727	0,00501	0,00437	0,00469	1,06777
6	0,02600	0,02289	0,00515	0,00450	0,00483	1,06715
5	0,02085	0,01839	0,00558	0,00491	0,00525	1,06404
4	0,01527	0,01348	0,00533	0,00468	0,00500	1,06455
3	0,00994	0,00880	0,00482	0,00426	0,00454	1,06171
2	0,00512	0,00454	0,00356	0,00316	0,00336	1,06028
1	0,00156	0,00139	0,00156	0,00139	0,00147	1,05910

Çizelge 6.68'te katların tümünde burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{b_i} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.69. Örnek 6.5'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,037326	0,002512	3	0,000837
8	0,034814	0,003807	3	0,001269
7	0,031007	0,00501	3	0,001670
6	0,025997	0,005149	3	0,001716
5	0,020848	0,005583	3	0,001861
4	0,015265	0,005327	3	0,001776
3	0,009938	0,004817	3	0,001606
2	0,005121	0,003562	3	0,001187
1	0,001559	0,001559	3	0,000520

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.69’da görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

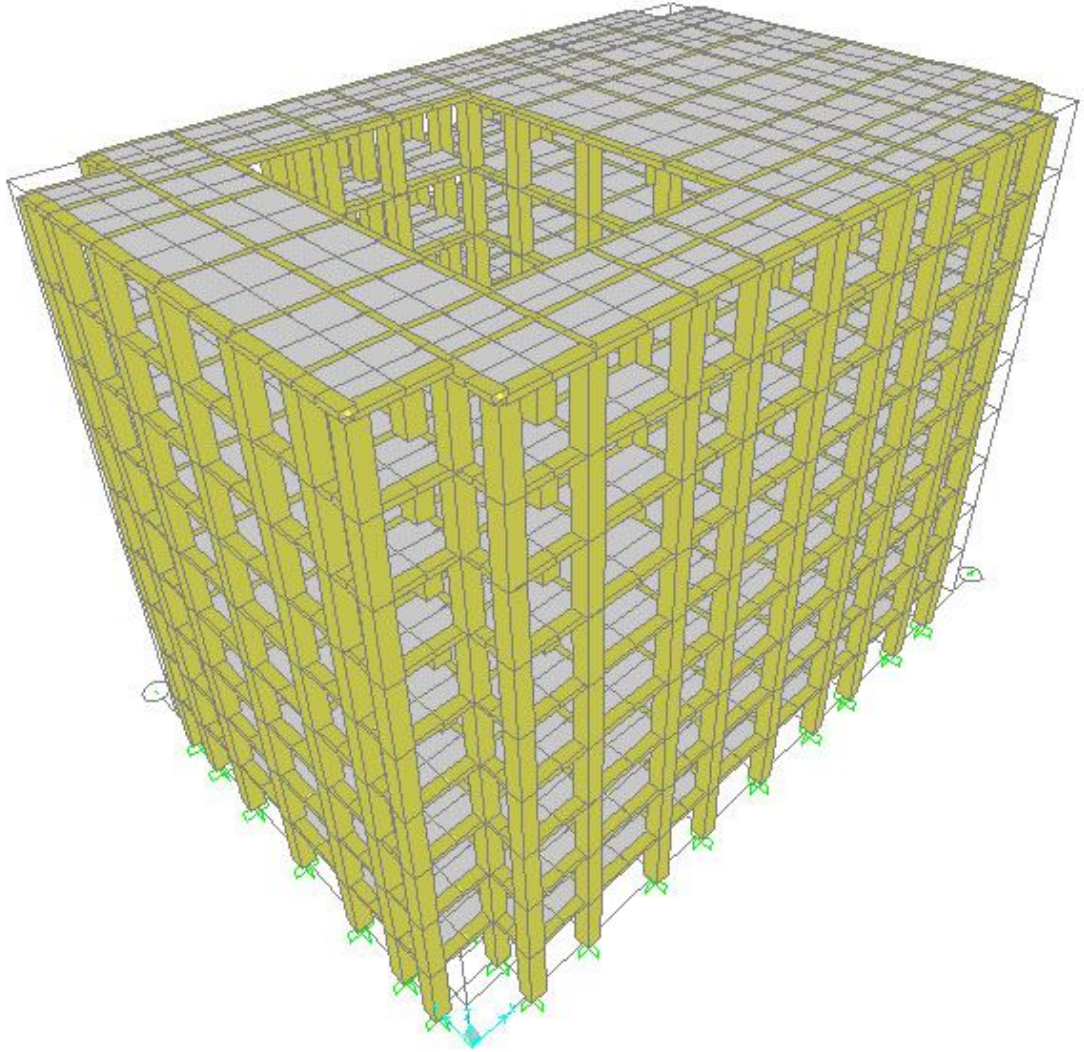
Çizelge 6.70. Örnek 6.5’e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü $-\theta_i$ (Y Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00233	103,594	3	0,003769119
8	550,54	1053,06	0,00356	176,776	3	0,007060055
7	550,54	1603,6	0,00469	241,322	3	0,010392876
6	550,54	2154,14	0,00483	297,085	3	0,011661906
5	550,54	2704,68	0,00525	343,919	3	0,013754662
4	550,54	3255,22	0,00500	381,678	3	0,014225894
3	550,54	3805,76	0,00454	410,216	3	0,014030603
2	550,54	4356,3	0,00336	429,387	3	0,011361137
1	550,54	4906,84	0,00147	439,046	3	0,005483758

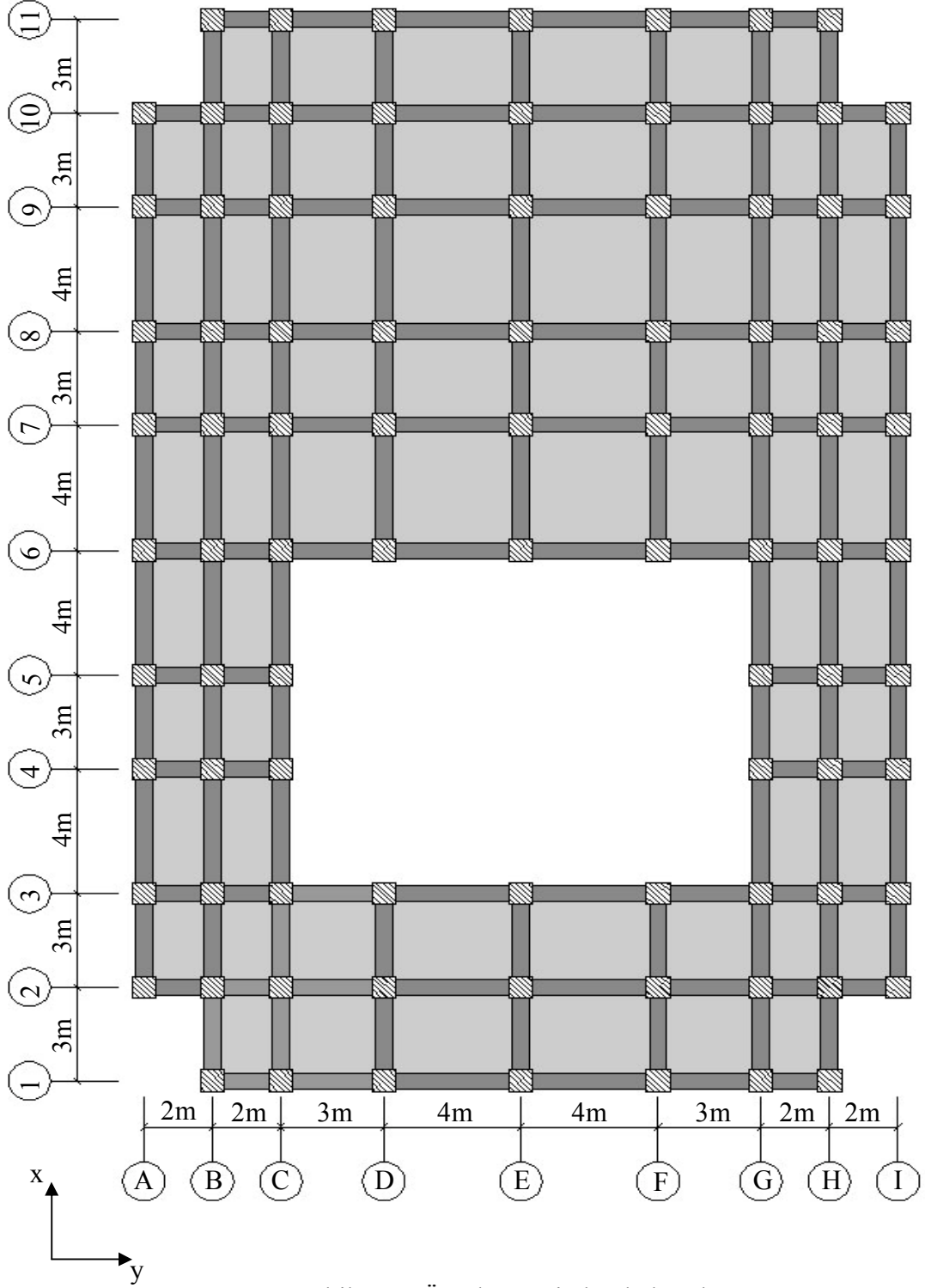
Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

6.6. Örnek 6.6

Bir önceki örnek, kabuk modeli kullanılarak tekrar çözülmüştür.



Şekil 6.11. Örnek 6.6'e ait binanın 3 boyutlu görünüşü



Şekil 6.12. Örnek 6.6'nin kat kalıp planı

6.6.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.71. Örnek 6.6'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,00004206	$9,06198 \times 10^{-8}$	$7,8146 \times 10^{-6}$
8	56,12	0,1809	0,00003961	$8,805 \times 10^{-8}$	$7,1668 \times 10^{-6}$
7	56,12	0,1583	0,00003626	$7,37863 \times 10^{-8}$	$5,7405 \times 10^{-6}$
6	56,12	0,1357	0,0000319	$5,71086 \times 10^{-8}$	$4,3288 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,00002662	$3,97682 \times 10^{-8}$	$3,0102 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,0000206	$2,38152 \times 10^{-8}$	$1,8636 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,00001417	$1,12683 \times 10^{-8}$	$9,6143 \times 10^{-7}$
2	56,12	0,0452	0,000007828	$3,43892 \times 10^{-9}$	$3,5408 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,000002485	$3,46555 \times 10^{-10}$	$5,6202 \times 10^{-8}$
Σ				$3,88202 \times 10^{-7}$	$3,1296 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ denklemleri ile yapının 1. doğal titreşim periyodu}$$

bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{9,81852 * 10^{-7}}{4,97681 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,67 \text{ sn}$$

$T_B < T_1$ olduğu için spektrum katsayısı $S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,67} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 2,2105$$

$A(T_1) = A_a I S(T_1)$ denklemi ile hesaplanır.

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 2,2105 \Rightarrow A(T_1) = 0,8842$$

$V_t = W.A(T_1)/R_a(T_1)$ denkleminde;

$$V_t = 4906,84 \times 0,8842 / 8 = 542,3307 \text{ ton}$$

$$V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 196,2736 \text{ ton}$$

$V_t > V_t^1$ olduğu için $V_t = 542,3307$ ton alınır.

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 542,3307 = 36,60732 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 542,3307 - 36,60732 = 505,7234 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)}$ denklemi

ile hesaplanır.

Çizelge 6.72. Örnek 6.6'ye ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	130,569
8	92,239
7	81,353
6	70,283
5	59,029
4	47,591
3	35,969
2	24,164
1	12,174

Çizelge 6.73. Örnek 6.6'ye ait A1-Burulma düzensizliği kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,02537	0,02234	0,00161	0,00141	0,00151	1,06622
8	0,02376	0,02093	0,00212	0,00186	0,00199	1,06532
7	0,02164	0,01907	0,00268	0,00236	0,00252	1,06349
6	0,01896	0,01671	0,00319	0,00282	0,00300	1,06156
5	0,01577	0,01389	0,00359	0,00317	0,00338	1,06213
4	0,01218	0,01072	0,00381	0,00336	0,00358	1,06276
3	0,00837	0,00736	0,00375	0,00331	0,00353	1,06232
2	0,00462	0,00405	0,00316	0,00277	0,00296	1,06576
1	0,00146	0,00128	0,00146	0,00128	0,00137	1,06569

Çizelge 6.73.'te katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.74. Örnek 6.6'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü(X Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
9	0,02537	0,00161	3	0,000537
8	0,02376	0,00212	3	0,000707
7	0,02164	0,00268	3	0,000893
6	0,01896	0,00319	3	0,001063
5	0,01577	0,00359	3	0,001197
4	0,01218	0,00381	3	0,001270
3	0,00837	0,00375	3	0,001250
2	0,00462	0,00316	3	0,001053
1	0,00146	0,00146	3	0,000487

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

Çizelge 6.74.'te görüldüğü gibi, her katta görelî kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.75. Örnek 6.6' e ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(X Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00151	130,569	3	0,00194
8	550,54	1053,06	0,00199	222,807	3	0,00314
7	550,54	1603,6	0,00252	304,160	3	0,00443
6	550,54	2154,14	0,00301	374,443	3	0,00576
5	550,54	2704,68	0,00338	433,472	3	0,00703
4	550,54	3255,22	0,00359	481,063	3	0,00808
3	550,54	3805,76	0,00353	517,033	3	0,00866
2	550,54	4356,3	0,00297	541,196	3	0,00796
1	550,54	4906,84	0,00137	553,370	3	0,00405

Yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.72.'deki Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i) yapının kat kütle merkezlerine x doğrultusunda -%5 eksantrisite uygulanarak yukarıdaki kontroller yapılmış ve olumsuzlukla karşılaşılmamıştır. Yapı x doğrultusunda simetrik yapıya sahip olduğundan +%5 eksantrisite uygulandığında da sonuç değişmeyecektir.

Yapı y yönünde simetrik olmadığından her iki durum da aşağıda incelenmektedir.

6.6.2. Y Yönü Yükleme

Çizelge 6.76. Örnek 6.6'ye ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
9	51,23	0,1858	0,00003853	$7,6047 \times 10^{-8}$	$7,15874 \times 10^{-6}$
8	56,12	0,1809	0,00003621	$7,35829 \times 10^{-8}$	$6,55162 \times 10^{-6}$
7	56,12	0,1583	0,00003309	$6,14488 \times 10^{-8}$	$5,23872 \times 10^{-6}$
6	56,12	0,1357	0,00002909	$4,74906 \times 10^{-8}$	$3,94753 \times 10^{-6}$
5	56,12	0,1131	0,00002428	$3,30839 \times 10^{-8}$	$2,74568 \times 10^{-6}$
4	56,12	0,0905	0,00001885	$1,99408 \times 10^{-8}$	$1,7053 \times 10^{-6}$
3	56,12	0,0679	0,00001304	$9,54278 \times 10^{-9}$	$8,84768 \times 10^{-7}$
2	56,12	0,0452	0,00000727	$2,96857 \times 10^{-9}$	$3,28983 \times 10^{-7}$
1	56,12	0,0226	0,00000234	$3,08344 \times 10^{-10}$	$5,30137 \times 10^{-8}$
Σ				$3,24414 \times 10^{-7}$	$2,86144 \times 10^{-5}$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i * d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} * d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Denklemleri ile yapının 1. doğal titreşim periyodu bulunur.

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{3,24414 * 10^{-7}}{2,86144 * 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_1 = 0,66902 \text{ sn}$$

$$T_A = 0,15 \text{ sn ve } T_B = 0,60 \text{ sn}$$

$T_A < T_1$ ve $T_B < T_1$ olduğu için Spektrum katsayısı;

$$S(T_1) = 2,5 (T_B/T_1)^{0,8}$$

$$S(T_1) = 2,5 \left(\frac{0,6}{0,66902} \right)^{0,8} \Rightarrow S(T_1) \cong 2,2915$$

Spektral İvme Katsayısı;

$$A(T_1) = A_a I S(T_1)$$

$$A(T_1) = 0,4 \times 1 \times 2,2915 \Rightarrow A(T_1) = 0,916581$$

Taban Kesme Kuvveti :

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1)$$

$$V_t = 4906,84 \times 0,916581 / 8 = 562,1897 \text{ ton}$$

$$V_t = 0,1 * A_o * I * W \text{ denkleminde } V_t^1 = 0,1 \times 0,4 \times 1 \times 4906,84 = 96,2736 \text{ ton}$$

$$V_t > V_t^1 \text{ olduğu için } V_t = 562,1897 \text{ ton alınır.}$$

Yapının en üst katına ek olarak etkiyen yatay yük $\Delta F_N = 0,0075 * N * V_t$ denklemi ile hesaplanmaktadır.

$$\Delta F_N = 0,0075 * 9 * 562,1897 = 37,9478 \text{ ton}$$

$$V_t - \Delta F_N = 562,1897 - 37,9478 = 524,2419 \text{ ton}$$

Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad \text{denklemleri ile hesaplanır.}$$

Yapının en üst katına ilave olarak ΔF_N yükü de eklenir.

Çizelge 6.77. Örnek 6.6'ye ait Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
9	135,350
8	95,616
7	84,332
6	72,856
5	61,191
4	49,334
3	37,286
2	25,048
1	12,620

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda + %5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.78. Örnek 6.6'ya ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,0261	0,01581	0,00166	0,00110	0,00138	1,20289
8	0,02444	0,01471	0,00219	0,00140	0,00179	1,22005
7	0,02225	0,01331	0,00277	0,00173	0,00225	1,23111
6	0,01948	0,01158	0,00327	0,00200	0,00263	1,24098
5	0,01621	0,00958	0,00366	0,00221	0,00293	1,24701
4	0,01255	0,00737	0,00388	0,00232	0,00310	1,25161
3	0,00867	0,00505	0,00384	0,00226	0,00305	1,25902
2	0,00483	0,00279	0,00328	0,00190	0,00258	1,26665
1	0,00155	0,00089	0,00155	0,00089	0,00122	1,26997

Çizelge 6.78.'de Her katta sınır değerden($\eta_{bi} < 1,2$) büyük olduğu için burulma düzensizliği vardır.

Çizelge 6.79. Örnek 6.6'ya ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde +%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
9	0,0261	0,00166	3	0,000553
8	0,02444	0,00219	3	0,000730
7	0,02225	0,00277	3	0,000923
6	0,01948	0,00327	3	0,001090
5	0,01621	0,00366	3	0,001220
4	0,01255	0,00388	3	0,001293
3	0,00867	0,00384	3	0,001280
2	0,00483	0,00328	3	0,001093
1	0,00155	0,00155	3	0,000517

Çizelge 6.79.'te görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani Görel kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.80. Örnek 6.6'ya ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü +%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00138	135,350	3	0,001707861
8	550,54	1053,06	0,00180	230,966	3	0,002728021
7	550,54	1603,6	0,00225	315,298	3	0,003814488
6	550,54	2154,14	0,00264	388,154	3	0,004874486
5	550,54	2704,68	0,00294	449,345	3	0,005888748
4	550,54	3255,22	0,00310	498,679	3	0,006745279
3	550,54	3805,76	0,00305	535,965	3	0,007219105
2	550,54	4356,3	0,00259	561,014	3	0,006702534
1	550,54	4906,84	0,00122	573,633	3	0,00348004

Burada da yönetmeliğin öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır. Yani İkinci Mertebe Etkisi düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.77.'deki Eşdeğer Deprem Yükleri (F_i) yapının kat kütle merkezlerine y doğrultusunda +%5 eksantrisite uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 6.81. Örnek 6.6'ya ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
9	0,02318	0,01922	0,00156	0,00124	0,00140	1,11428
8	0,02162	0,01798	0,00202	0,00162	0,00182	1,10989
7	0,0196	0,01636	0,00251	0,00205	0,00228	1,10088
6	0,01709	0,01431	0,00293	0,00241	0,00267	1,09738
5	0,01416	0,0119	0,00325	0,00269	0,00297	1,09428
4	0,01091	0,00921	0,00342	0,00285	0,00313	1,09091
3	0,00749	0,00636	0,00335	0,00281	0,00308	1,08766
2	0,00414	0,00355	0,00282	0,00241	0,00261	1,07839
1	0,00132	0,00114	0,00132	0,00114	0,00123	1,07317

Çizelge 6.81'de katların tümünde Burulma Düzensizliği katsayısının, $\eta_{bi} < 1,2$ olduğu görülmektedir. Yani Burulma düzensizliği yoktur.

Çizelge 6.82. Örnek 6.6'ya ait görel kat ötelemeleri kontrolü(Y Yönünde -%5)

Kat No	$(d_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{max}$	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$
9	0,02318	0,00156	3	0,000520
8	0,02162	0,00202	3	0,000673
7	0,0196	0,00251	3	0,000837
6	0,01709	0,00293	3	0,000977
5	0,01416	0,00325	3	0,001083
4	0,01091	0,00342	3	0,001140
3	0,00749	0,00335	3	0,001117
2	0,00414	0,00282	3	0,000940
1	0,00132	0,00132	3	0,000440

Çizelge 6.82’de görüldüğü gibi görelî kat ötelemeleri düzensizliği yoktur.

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i < 0,02 / R = 0,0025$$

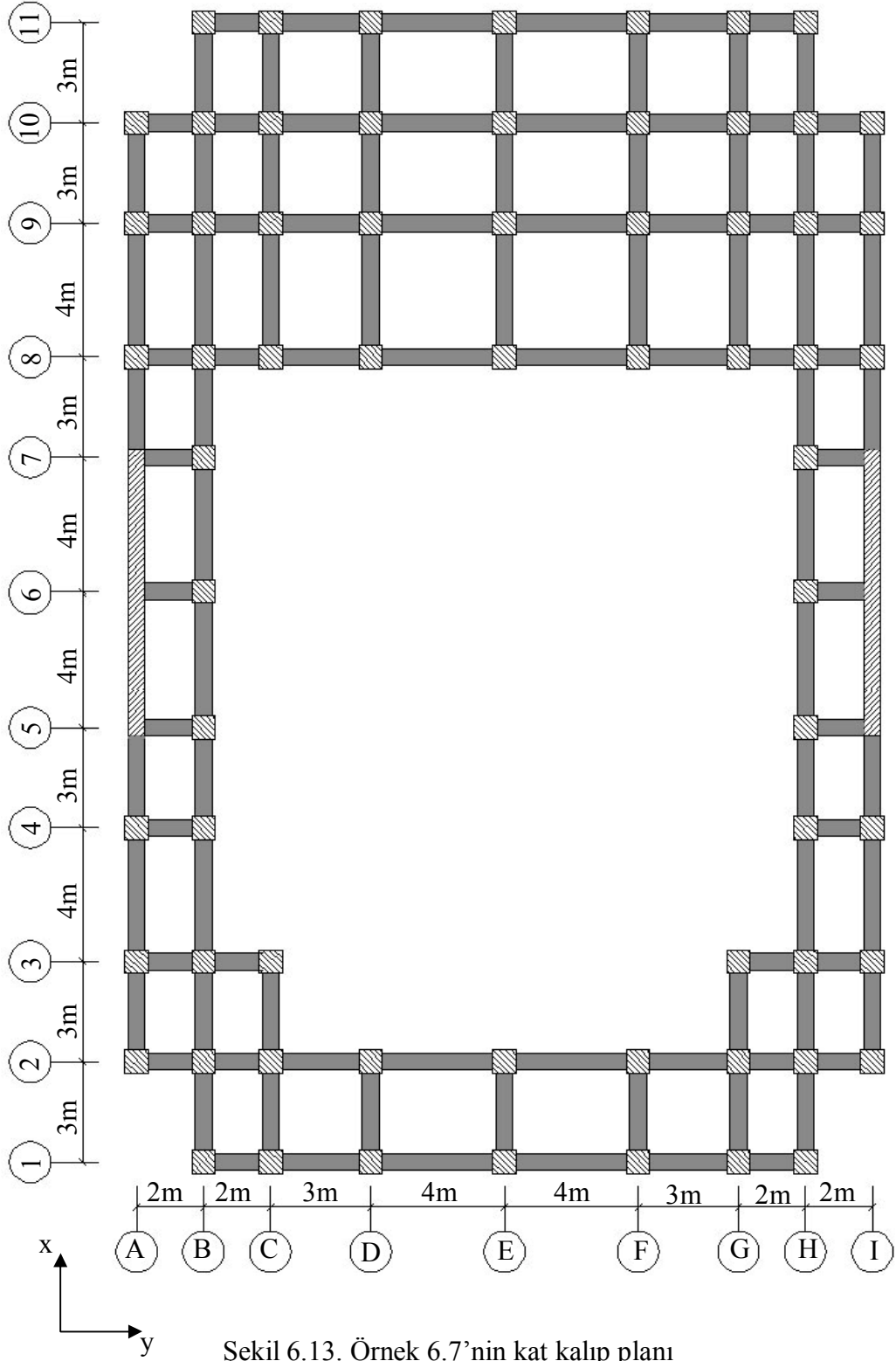
Çizelge 6.83. Örnek 6.6’ya ait İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü(Y Yönü -%5)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
9	502,52	502,52	0,00140	135,350	3	0,001732613
8	550,54	1053,06	0,00182	230,966	3	0,002766016
7	550,54	1603,6	0,00228	315,298	3	0,003865347
6	550,54	2154,14	0,00267	388,154	3	0,004939232
5	550,54	2704,68	0,00297	449,345	3	0,005958971
4	550,54	3255,22	0,00314	498,679	3	0,006821435
3	550,54	3805,76	0,00308	535,965	3	0,007290113
2	550,54	4356,3	0,00262	561,014	3	0,006768537
1	550,54	4906,84	0,00123	573,633	3	0,003507127

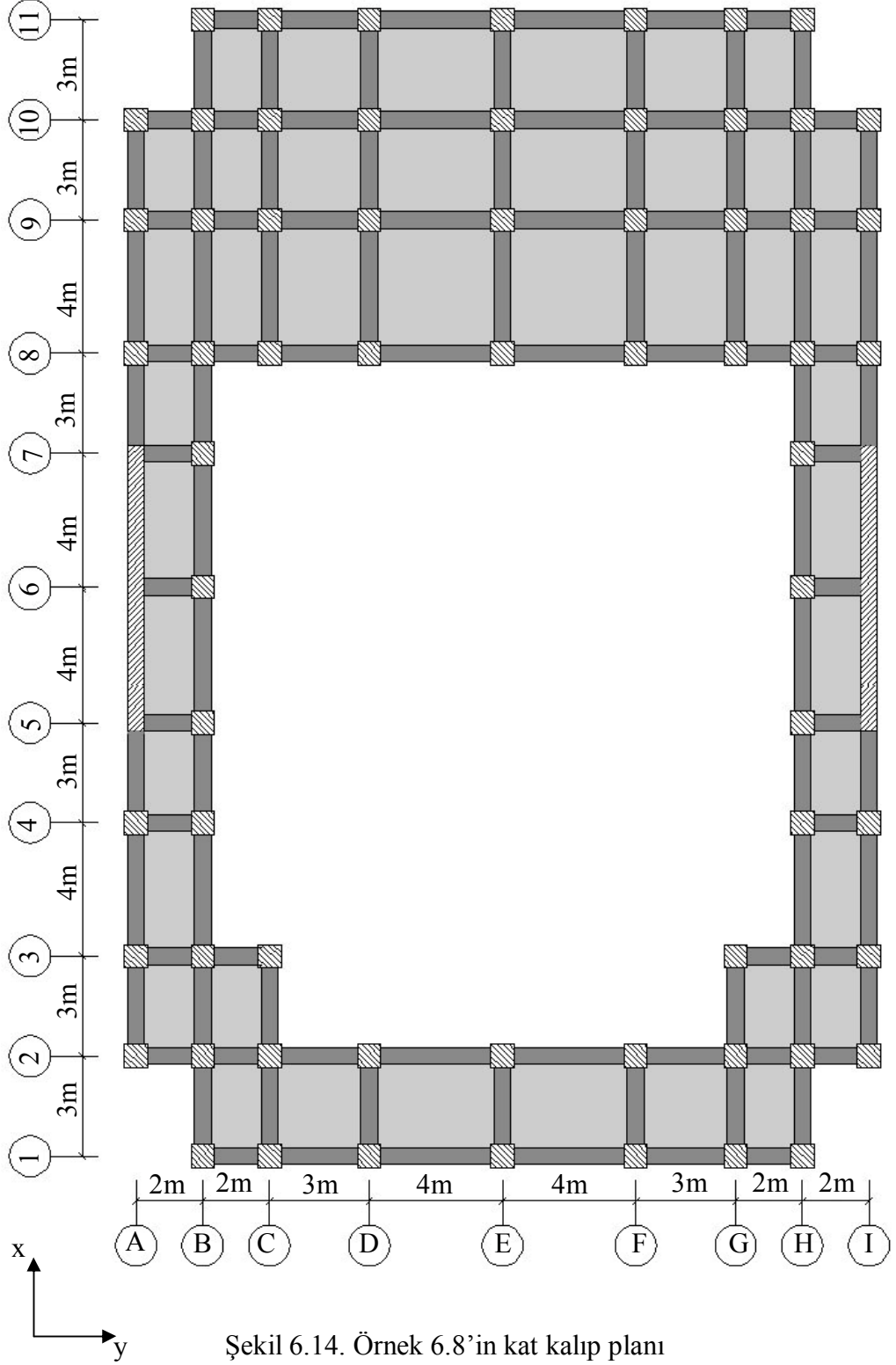
Yönetmeliği öngördüğü, $\theta_i < 0,12$ şartı her katta sağlanmaktadır.

Bu bölümde A2 Döşemede Süreksizlik Düzensizliği incelenmek için 6 adet örnek ele alınmıştır. Örnek 5.3 ve 5.4’de A2 Döşemede Süreksizlik Düzensizliği ve A1 Burulma Düzensizliği oluştuğu görülmüştür. Örnek 6.5 ve 6.6’da ise A2 Burulma Düzensizliği bulunmamasına rağmen A1 Burulma Düzensizliği oluştuğu görülmüştür. A1 Burulma Düzensizliğinin giderilebilmesi için bu dört örnekte kullanılan model üzerine farklı bölgelere perde veya perdeler yerleştirilerek önceki örneklerdeki gibi her iki deprem yönü doğrultusunda $\pm\%5$ eksantrisite ile yüklemeler yapılmıştır.

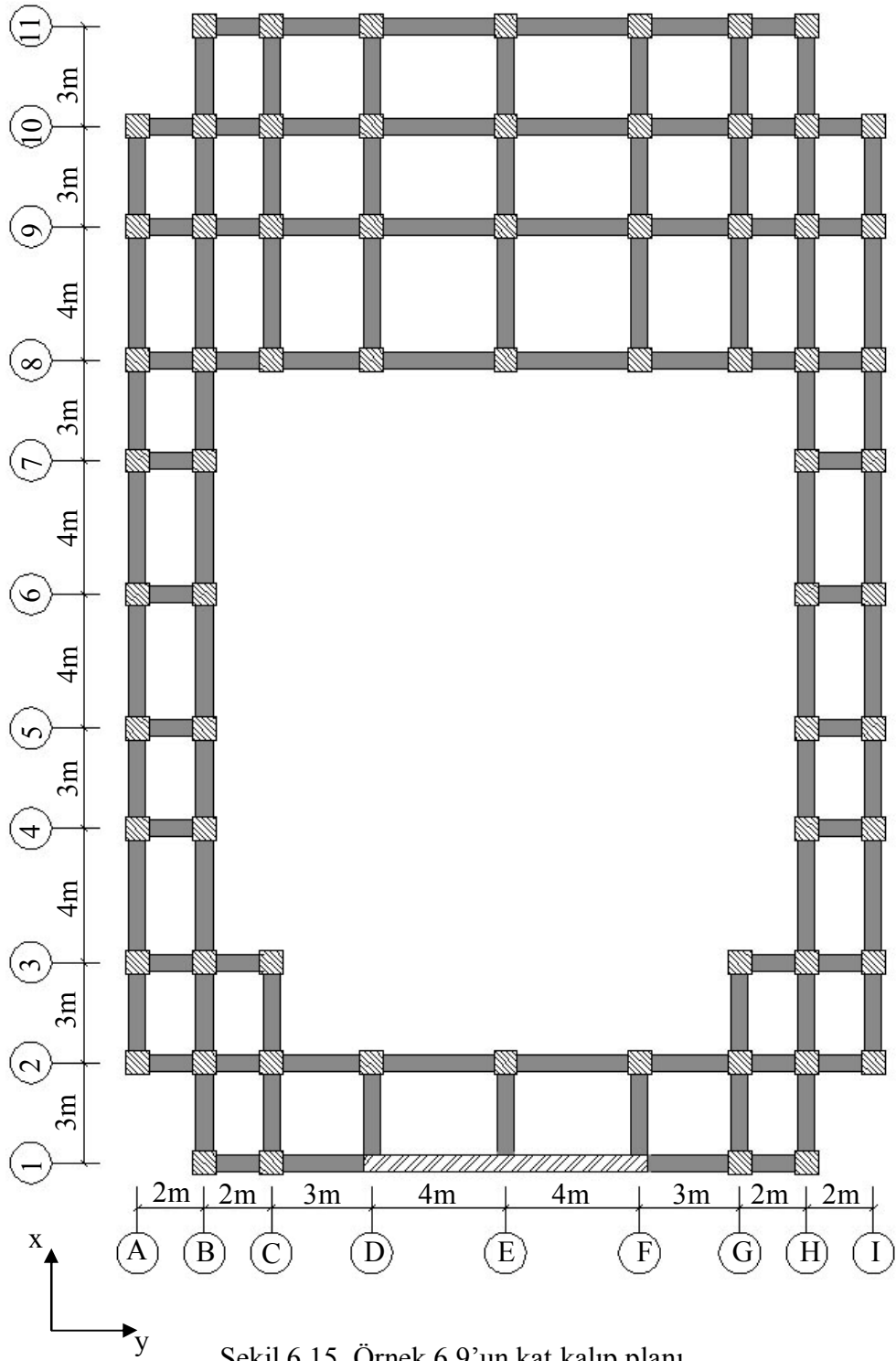
Örnek 6.7



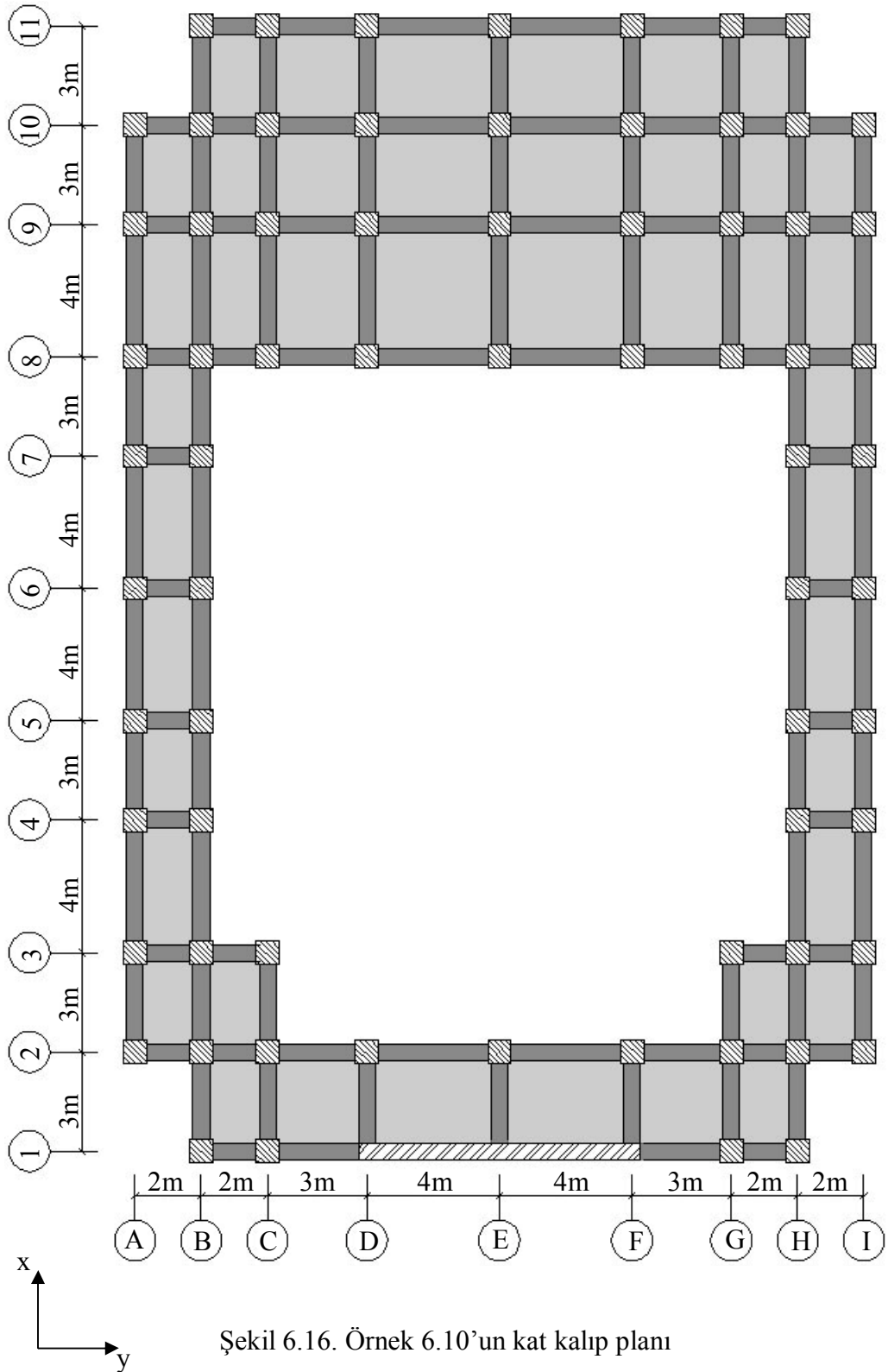
Örnek 6.8



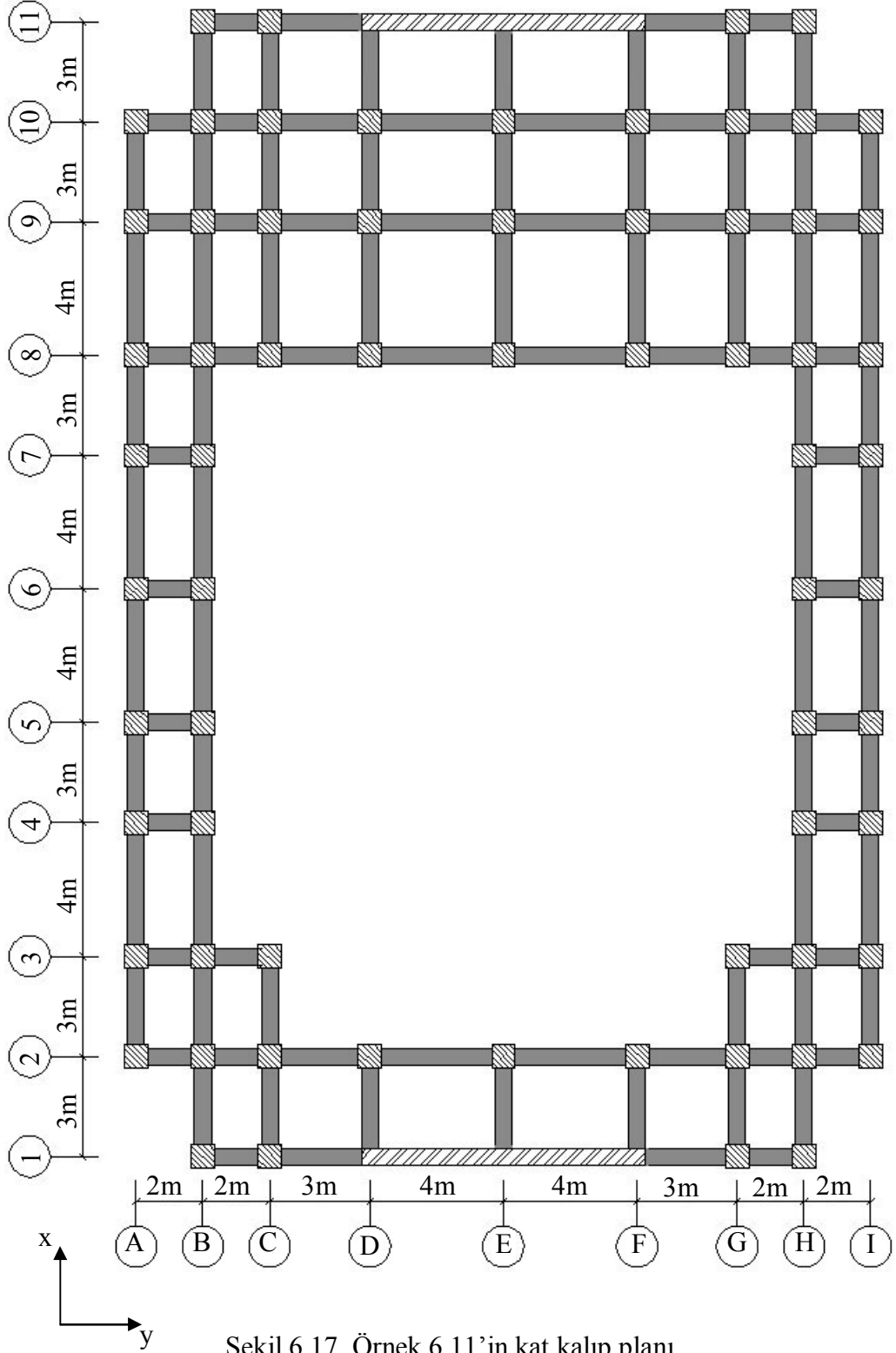
Örnek 6.9



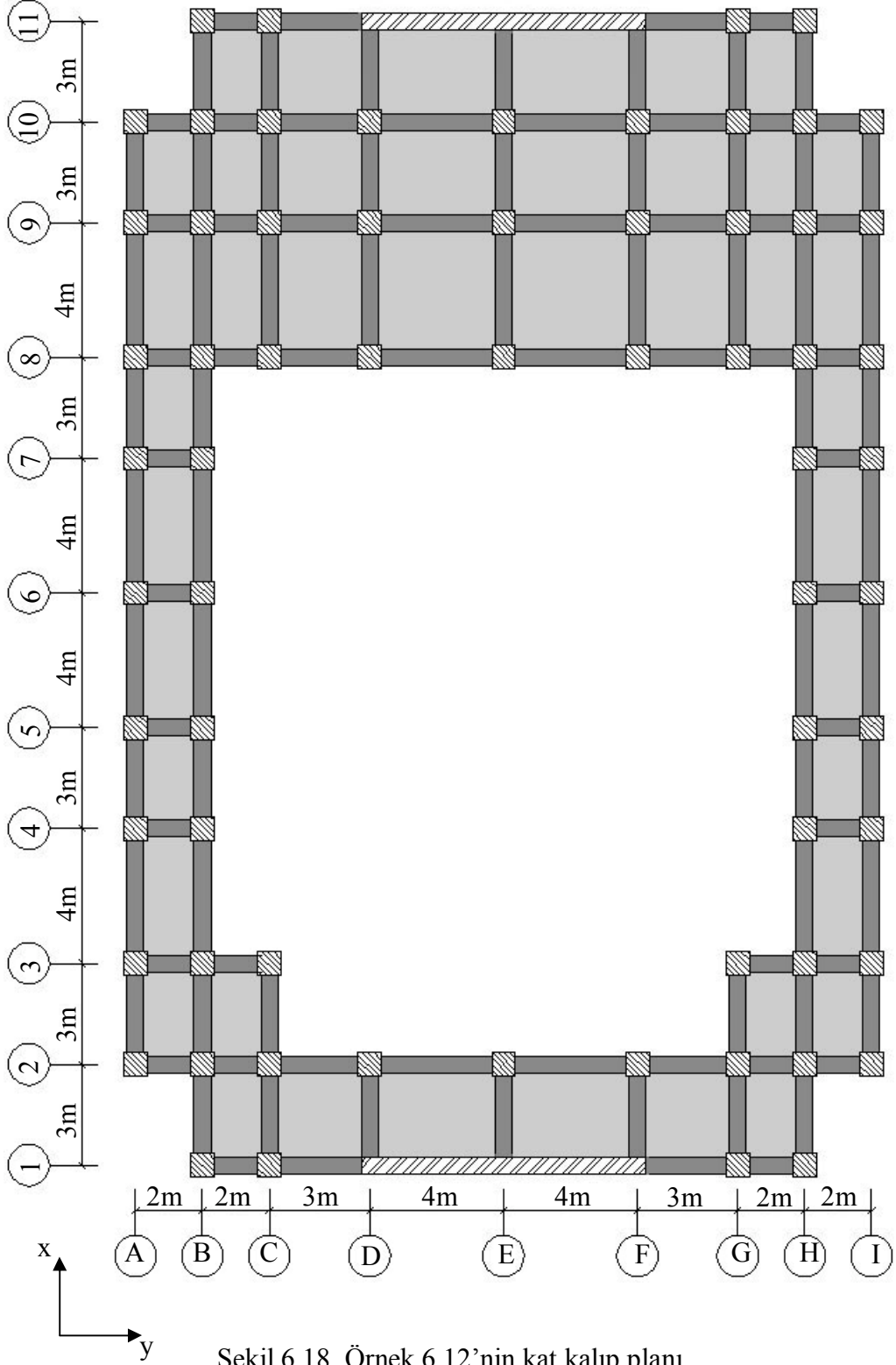
Örnek 6.10



Örnek 6.11

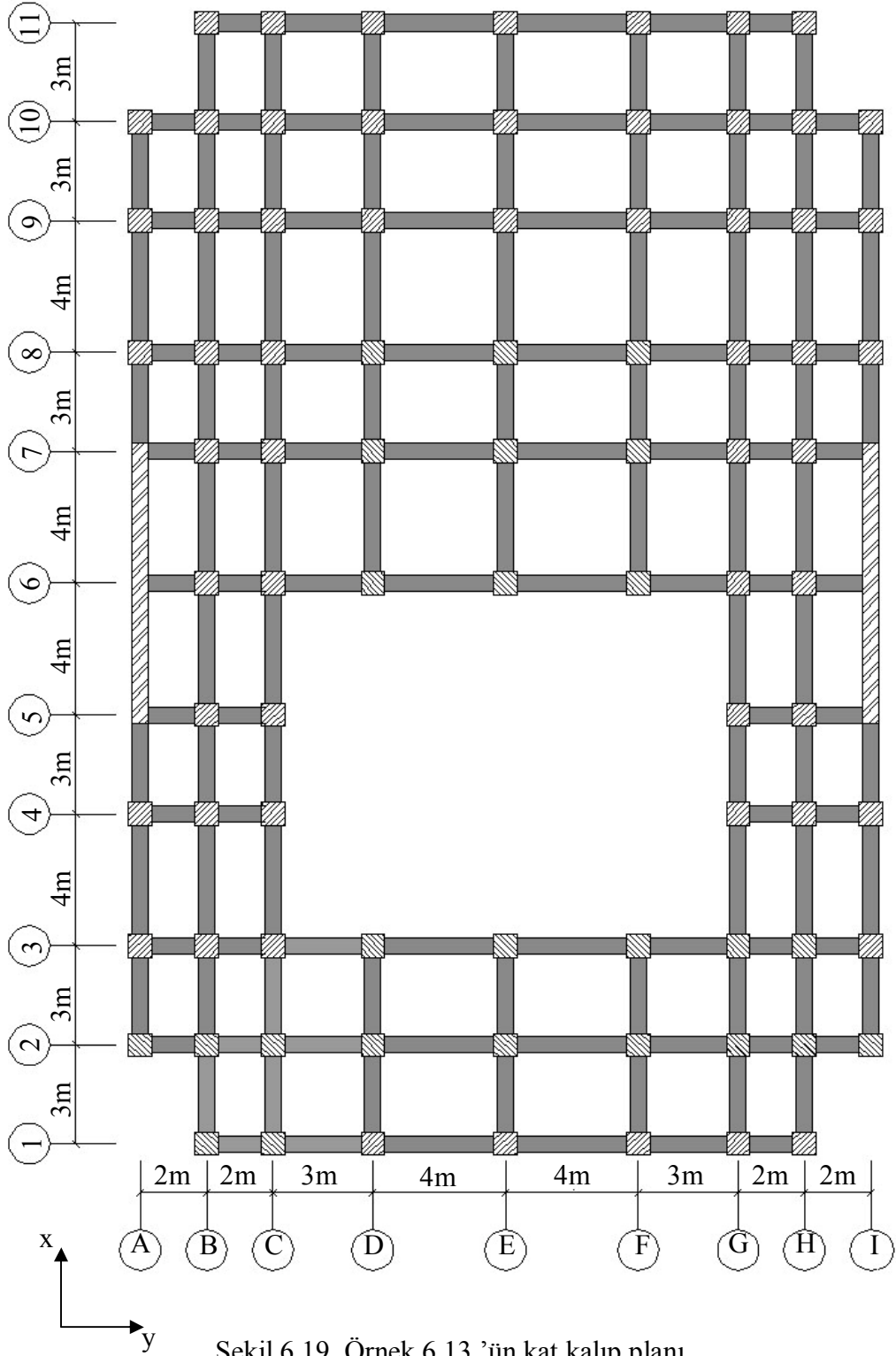


Örnek 6.12



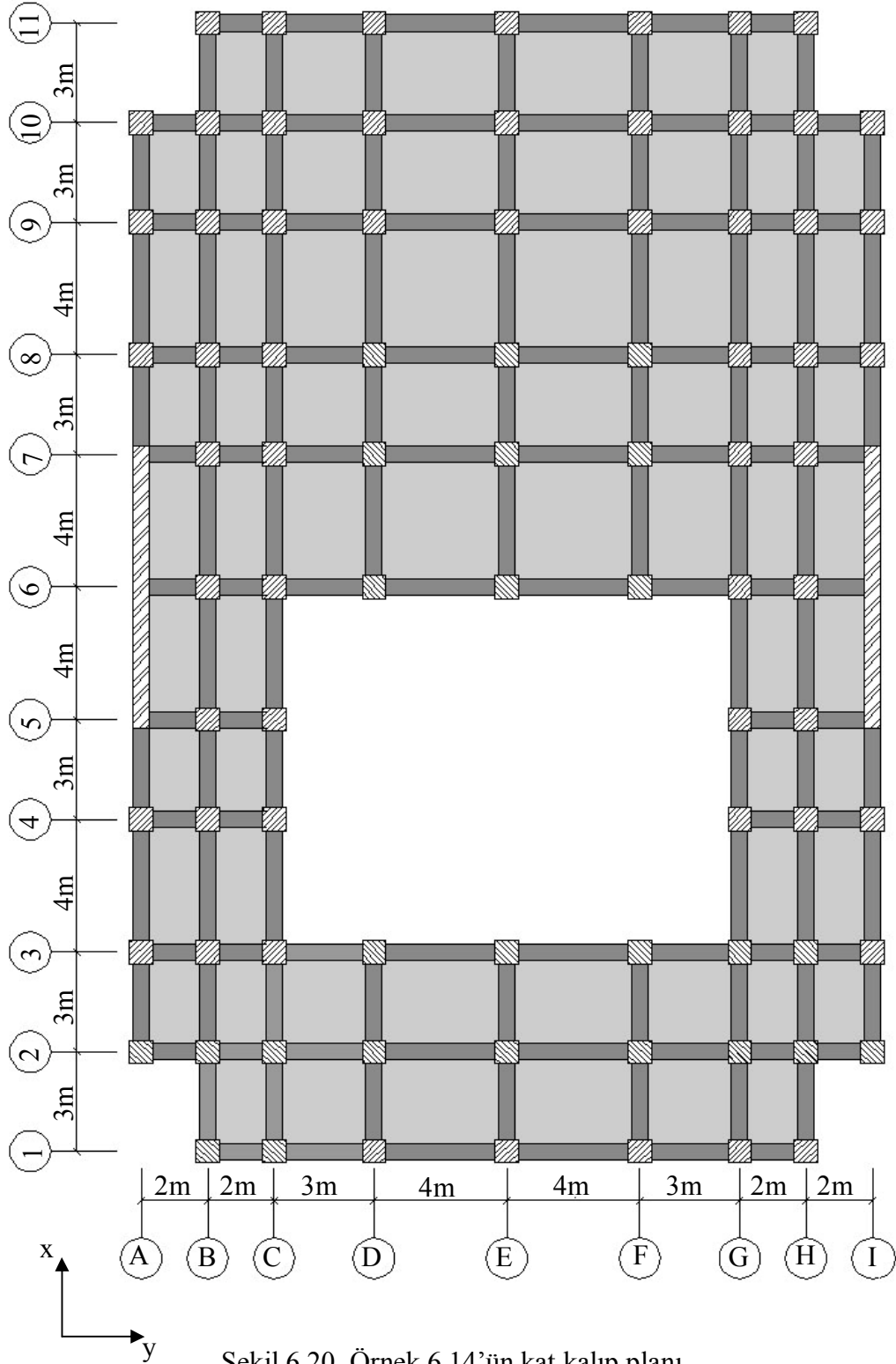
Şekil 6.18. Örnek 6.12'nin kat kalıp planı

Örnek 6.13

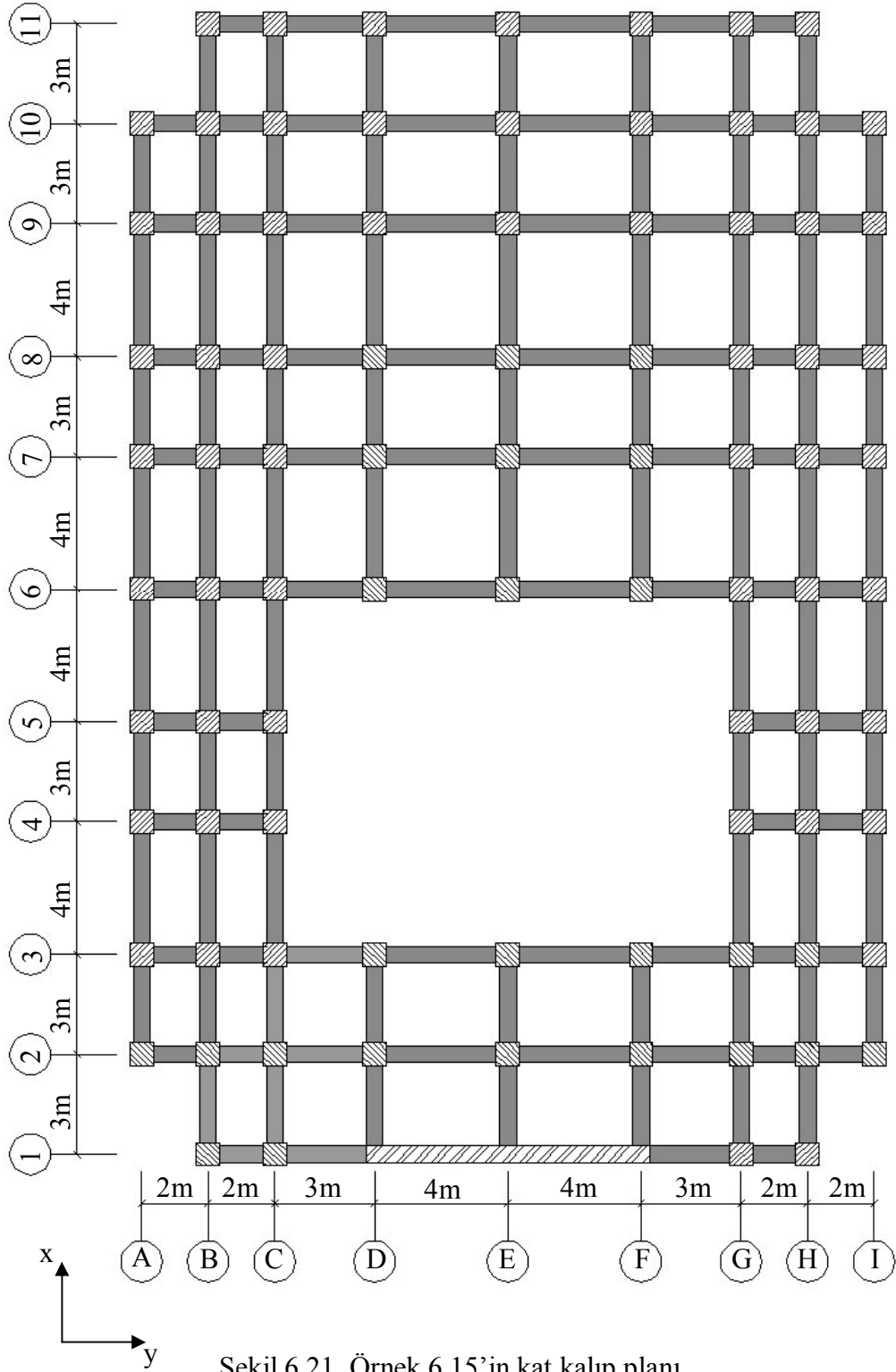


Şekil 6.19. Örnek 6.13.'ün kat kalıp planı

Örnek 6.14

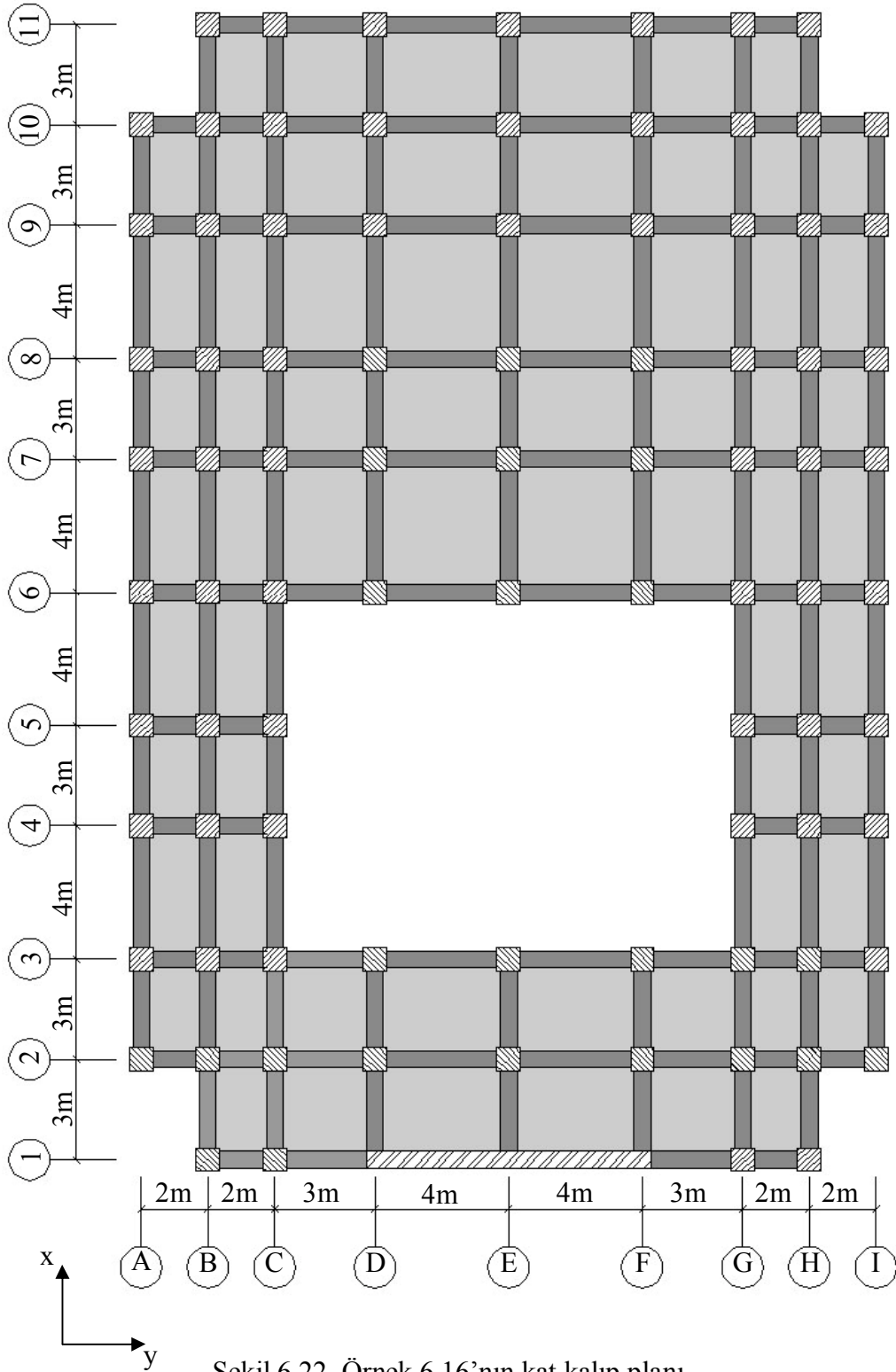


Örnek 6.15



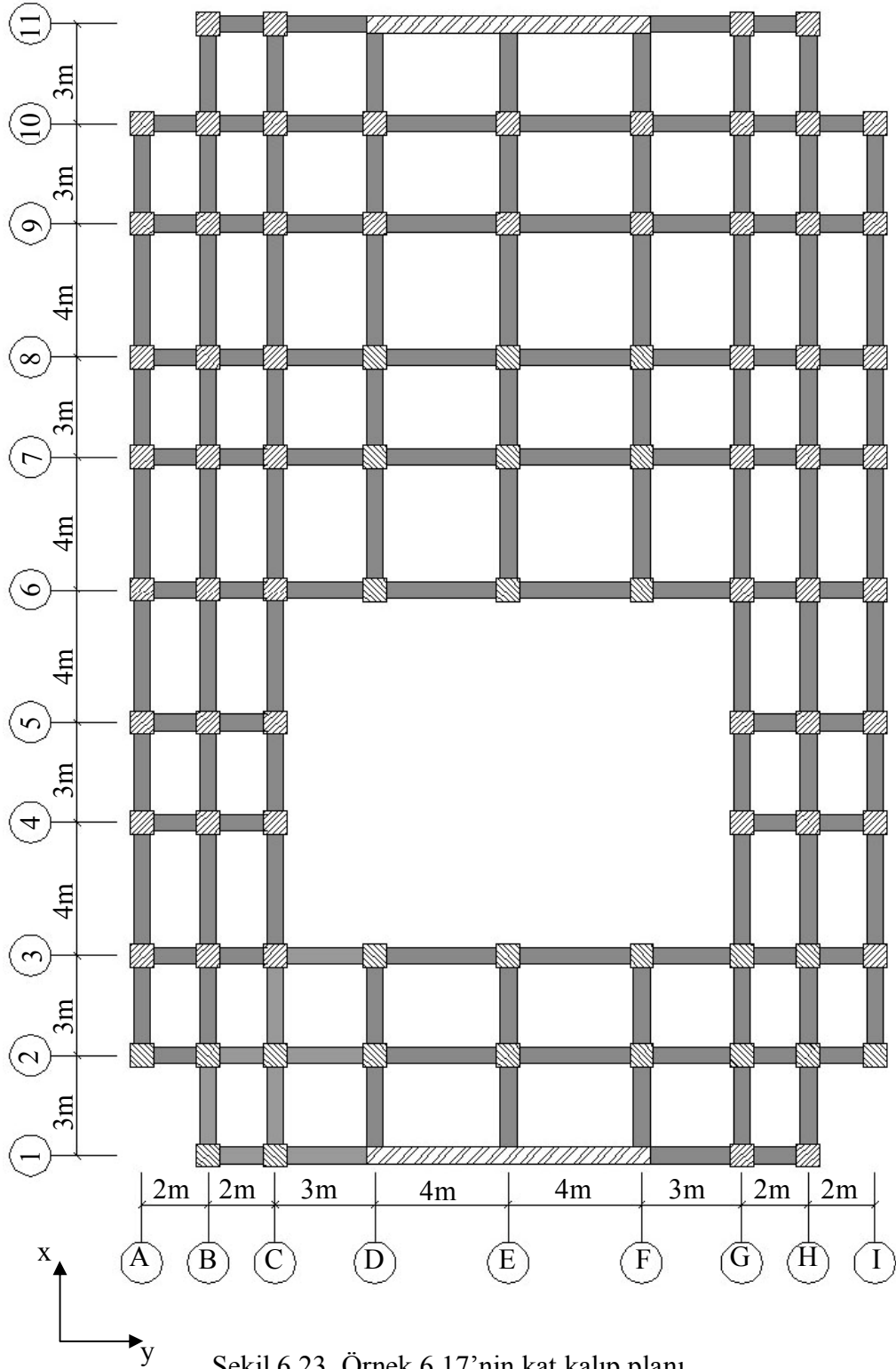
Şekil 6.21. Örnek 6.15'in kat kalıp planı

Örnek 6.16



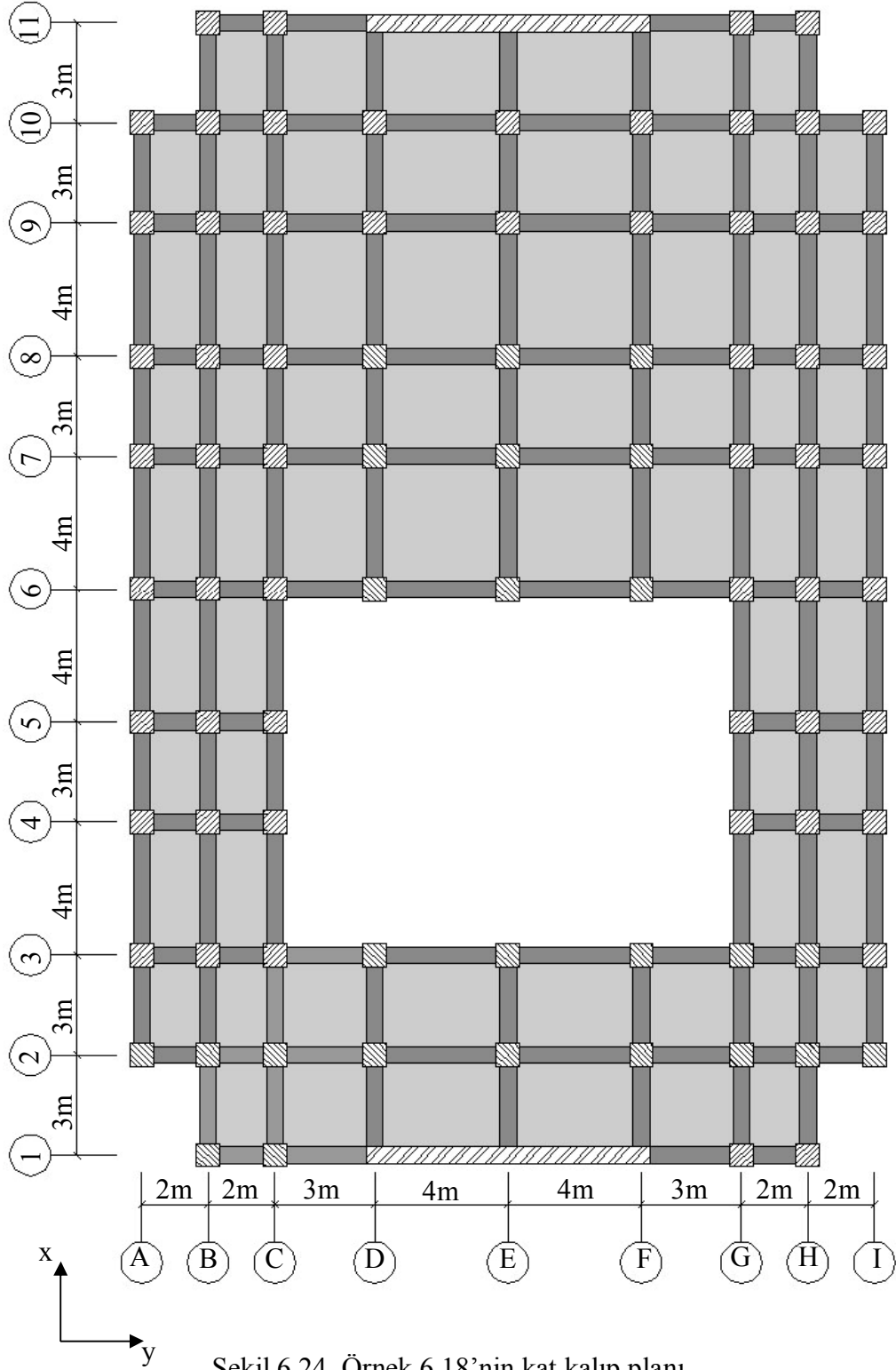
Şekil 6.22. Örnek 6.16'nın kat kalıp planı

Örnek 6.17



Şekil 6.23. Örnek 6.17'nin kat kalıp planı

Örnek 6.18



Şekil 6.24. Örnek 6.18'nin kat kalıp planı

Çizelge 6.84. Örnek 6.7 ve 6.8'e ait analiz sonuçları(X Yönü)

X YÖNÜ PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM-X YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,030357	0,02632	0,0036445	1,06653862	0,001296	0,00383
8	0,02647	0,02292	0,0038185	1,06848239	0,001360	0,00492
7	0,02239	0,01936	0,0039165	1,07008809	0,001397	0,00563
6	0,018199	0,01572	0,0038600	1,07072539	0,001378	0,00606
5	0,014066	0,01214	0,0037415	1,07229721	0,001337	0,00637
4	0,010054	0,00866	0,0033935	1,07293355	0,001214	0,00627
3	0,006413	0,00552	0,0028840	1,07454924	0,001033	0,00579
2	0,003314	0,00285	0,0021070	1,07546274	0,000755	0,00463
1	0,001048	0,0009	0,0009745	1,07542329	0,000349	0,00236
X YÖNÜ PERDELİ-KABUKLU-X YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,02405	0,020285	0,0025840	1,084365325	0,000934	0,00256
8	0,021248	0,017919	0,0028845	1,085456752	0,001044	0,00352
7	0,018117	0,015281	0,0030450	1,086699507	0,001103	0,00414
6	0,014808	0,0125	0,0029245	1,079842708	0,001053	0,00434
5	0,01165	0,009809	0,0029610	1,084093212	0,001070	0,00476
4	0,00844	0,007097	0,0026835	1,082168809	0,000968	0,00468
3	0,005536	0,004634	0,0023880	1,086264657	0,000865	0,00453
2	0,002942	0,002452	0,0018245	1,090161688	0,000663	0,00379
1	0,000953	0,000792	0,0008725	1,09226361	0,000318	0,00200

Çizelge 6.85. Örnek 6.7 ve 6.8'e ait analiz sonuçları(Y Yönü)

X YÖNÜ PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,05477	0,04169	0,003302	1,22997729	0,001354	0,00532
8	0,05071	0,03915	0,004916	1,16892098	0,001916	0,00973
7	0,04496	0,03506	0,006428	1,13712374	0,002437	0,01419
6	0,03765	0,02951	0,006670	1,13148425	0,002516	0,01606
5	0,03011	0,02372	0,007214	1,12218449	0,002699	0,01884
4	0,02201	0,01739	0,006893	1,11771959	0,002568	0,01953
3	0,01431	0,01131	0,006216	1,11486486	0,002310	0,01915
2	0,00738	0,00580	0,0045885	1,11648686	0,001708	0,01546
1	0,00225	0,00175	0,0020005	1,12571857	0,000751	0,00743
X YÖNÜ PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,04036	0,02533	0,002366	1,24513947	0,000982	0,00326
8	0,03742	0,02354	0,003563	1,23407241	0,001466	0,00604
7	0,03302	0,02081	0,004567	1,22246551	0,001861	0,00863
6	0,02744	0,01726	0,004299	1,21107105	0,001736	0,00887
5	0,02223	0,01387	0,004703	1,21603232	0,001906	0,01052
4	0,01651	0,01018	0,004412	1,22084985	0,001796	0,01070
3	0,01113	0,00674	0,004180	1,23501973	0,001721	0,01103
2	0,00596	0,00355	0,003240	1,24949853	0,001350	0,00935
1	0,00191	0,00111	0,001513	1,26437541	0,000638	0,00481

Çizelge 6.86. Örnek 6.7 ve 6.8'e ait analiz sonuçları(Y Yönü)

X YÖNÜ PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,04902	0,04851	0,003373	1,00133392	0,001126	0,00544
8	0,04564	0,04514	0,004991	1,00300541	0,001669	0,00987
7	0,04064	0,04016	0,006503	1,00392096	0,002176	0,01435
6	0,03411	0,03369	0,006744	1,00400355	0,002257	0,01624
5	0,02734	0,02697	0,007284	1,00528519	0,002441	0,01903
4	0,02001	0,01972	0,006956	1,00575043	0,002332	0,01970
3	0,01302	0,01281	0,006268	1,00693945	0,002104	0,01931
2	0,00670	0,00658	0,004626	1,00843061	0,001555	0,01559
1	0,00204	0,00199	0,002016	1,01115794	0,000680	0,00748
X YÖNÜ PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,03705	0,02945	0,002403	1,12151477	0,000898	0,00332
8	0,03436	0,02734	0,003602	1,11339347	0,001337	0,00610
7	0,03034	0,02414	0,004627	1,10481953	0,001704	0,00874
6	0,02523	0,02000	0,004350	1,09205838	0,001584	0,00897
5	0,02048	0,01605	0,004765	1,10124855	0,001749	0,01066
4	0,01523	0,01177	0,004460	1,10874439	0,001648	0,01082
3	0,01029	0,00779	0,004232	1,12665406	0,001589	0,01117
2	0,00552	0,00410	0,003273	1,14329361	0,001247	0,00944
1	0,00178	0,00129	0,001535	1,15792901	0,000593	0,00488

Çizelge 6.87. Örnek 6.9 ve 6.10'e ait analiz sonuçları(X Yönü)

Y YÖNÜ TEK PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,053416	0,05086	0,003471	0,97839239	0,001132	0,00583
8	0,05002	0,047314	0,005108	1,03269381	0,001758	0,01053
7	0,044745	0,042373	0,006895	1,02915155	0,002365	0,01586
6	0,037649	0,035679	0,007362	1,02777589	0,002522	0,01848
5	0,030082	0,028521	0,007958	1,02682666	0,002724	0,02166
4	0,02191	0,020776	0,007608	1,02635210	0,002603	0,02246
3	0,014101	0,013368	0,006747	1,0263820	0,002308	0,02167
2	0,007176	0,006799	0,004895	1,02665713	0,001675	0,01719
1	0,00215	0,002034	0,002092	1,02772466	0,000717	0,00809
Y YÖNÜ TEK PERDELİ-KABUKLU- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,03906	0,035684	0,002488	0,99658428	0,000827	0,00553
8	0,03658	0,033187	0,003590	1,09455507	0,001310	0,011
7	0,03265	0,029936	0,004995	1,04674206	0,001743	0,01305
6	0,027421	0,025174	0,004939	1,04180585	0,001715	0,01271
5	0,022275	0,020441	0,005486	1,04283631	0,001907	0,01218
4	0,016554	0,01519	0,005285	1,04087038	0,001834	0,01009
3	0,011053	0,010121	0,004988	1,04239751	0,001733	0,00937
2	0,005853	0,005344	0,003844	1,04408895	0,001338	0,00629
1	0,001839	0,001669	0,001754	1,04846066	0,00072	0,0032

Çizelge 6.88. Örnek 6.9 ve 6.10'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ TEK PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,06020	0,01249	0,004613	1,63455077	0,002514	0,00678
8	0,05266	0,01080	0,004665	1,62790697	0,002532	0,00842
7	0,04506	0,00907	0,005103	1,65647658	0,002818	0,01027
6	0,03661	0,00731	0,005082	1,66394490	0,002819	0,01116
5	0,02815	0,00561	0,004441	1,63319072	0,002418	0,01058
4	0,02090	0,00398	0,004619	1,68348127	0,002592	0,01193
3	0,01313	0,00251	0,003517	1,65174129	0,001937	0,00988
2	0,00732	0,00129	0,002187	1,59579332	0,001163	0,00672
1	0,00383	0,00041	0,002115	1,80851063	0,001275	0,00716
Y YÖNÜ TEK PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,04391	0,00900	0,002095	1,46109785	0,001020	0,00283
8	0,04085	0,00787	0,002968	1,58760107	0,001571	0,00493
7	0,03614	0,00665	0,003695	1,65818673	0,002042	0,00685
6	0,03001	0,00538	0,003474	1,64881980	0,001909	0,00702
5	0,02428	0,00416	0,003742	1,68122912	0,002097	0,00821
4	0,01799	0,00297	0,003485	1,69555236	0,001970	0,00829
3	0,01208	0,00191	0,003269	1,72254512	0,001877	0,00846
2	0,00645	0,00100	0,002529	1,73428232	0,001462	0,00716
1	0,00206	0,00033	0,001197	1,72347535	0,000688	0,00373

Çizelge 6.89. Örnek 6.9 ve 6.10'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ TEK PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,05685	0,01739	0,003013	1,22814003	0,001234	0,00443
8	0,05315	0,01507	0,004070	1,40958231	0,001912	0,00734
7	0,04741	0,01267	0,005036	1,51667990	0,002546	0,01013
6	0,03977	0,01023	0,005134	1,53720296	0,002631	0,01127
5	0,03188	0,00786	0,005419	1,58021957	0,002855	0,01291
4	0,02332	0,00558	0,005106	1,59988249	0,002723	0,01319
3	0,01515	0,00354	0,004542	1,62153236	0,002455	0,01276
2	0,00778	0,00182	0,003333	1,62681865	0,001808	0,01024
1	0,00236	0,00057	0,001466	1,60845839	0,000786	0,00496
Y YÖNÜ TEK PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,03629	0,01274	0,0020555	1,233763075	0,000845	0,00278
8	0,03375	0,01116	0,0028100	1,389679715	0,001302	0,00467
7	0,02985	0,00945	0,0034265	1,481686852	0,001692	0,00635
6	0,02477	0,00767	0,0032265	1,467224547	0,001578	0,00652
5	0,02004	0,00595	0,0034455	1,508344217	0,001732	0,00756
4	0,01484	0,00426	0,0031920	1,526942356	0,001625	0,00759
3	0,00997	0,00275	0,0029720	1,562920592	0,001548	0,00769
2	0,00532	0,00145	0,0022935	1,57793765	0,001206	0,00649
1	0,00170	0,00048	0,0010915	1,559322034	0,000567	0,00340

Çizelge 6.90. Örnek 6.11 ve 6.12'a ait analiz sonuçları(X Yönü)

Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,053234	0,051622	0,003279	1,03232692	0,001128	0,00554
8	0,049849	0,048449	0,005124	1,02146760	0,001745	0,01064
7	0,044615	0,043435	0,006919	1,01618731	0,002344	0,01602
6	0,037584	0,036628	0,007410	1,01484480	0,002507	0,01872
5	0,030064	0,029328	0,008030	1,01313741	0,002712	0,02201
4	0,021928	0,021403	0,007698	1,01240501	0,002598	0,02288
3	0,014134	0,0138	0,006847	1,01175611	0,002309	0,02214
2	0,007206	0,007033	0,004984	1,01173638	0,001681	0,01762
1	0,002163	0,002107	0,002135	1,01311475	0,000721	0,00832
Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ-KABUKLU- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,03911	0,03684	0,002538	1,01043923	0,000855	0,00349
8	0,036545	0,034328	0,003741	1,04156087	0,001299	0,00632
7	0,032648	0,030742	0,005004	1,03497202	0,001726	0,00943
6	0,027469	0,025913	0,004986	1,02857715	0,001710	0,01026
5	0,02234	0,021069	0,005549	1,02973508	0,001905	0,01238
4	0,016626	0,015685	0,005363	1,02675491	0,001836	0,01298
3	0,011119	0,010465	0,005076	1,02836879	0,001740	0,01336
2	0,005899	0,005533	0,003923	1,03033392	0,001347	0,01129
1	0,001857	0,001729	0,001793	1,03569436	0,000619	0,00569

Çizelge 6.91. Örnek 6.11 ve 6.12'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,03586	0,01998	0,003630	1,279890	0,001549	0,003860
8	0,03121	0,01736	0,003793	1,281213	0,001620	0,004953
7	0,02635	0,01464	0,003879	1,282712	0,001658	0,005650
6	0,02138	0,01186	0,003801	1,283610	0,001626	0,006042
5	0,01650	0,00913	0,003677	1,285015	0,001575	0,006340
4	0,01177	0,00650	0,003318	1,286317	0,001423	0,006204
3	0,00751	0,00414	0,002818	1,287793	0,001210	0,005732
2	0,00388	0,00213	0,002053	1,289647	0,000882	0,004565
1	0,00123	0,00067	0,000950	1,294365	0,000410	0,002326
Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,02784	0,01607	0,002707	1,255771	0,001133	0,00269
8	0,02444	0,01406	0,002877	1,259774	0,001208	0,00351
7	0,02082	0,01193	0,002998	1,263509	0,001263	0,00408
6	0,01703	0,00972	0,002943	1,265375	0,001241	0,00437
5	0,01331	0,00756	0,002906	1,269786	0,001230	0,00468
4	0,00962	0,00544	0,002642	1,272520	0,001121	0,00461
3	0,00625	0,00351	0,002309	1,276899	0,000983	0,00438
2	0,00330	0,00184	0,001728	1,280879	0,000738	0,00359
1	0,00109	0,00060	0,000845	1,289178	0,000363	0,00193

Çizelge 6.92. Örnek 6.11 ve 6.12'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,02994	0,02630	0,003662	1,057892	0,001291	0,00389
8	0,02607	0,02285	0,003824	1,060547	0,001352	0,00499
7	0,02201	0,01926	0,003909	1,062812	0,001385	0,00569
6	0,01786	0,01559	0,003830	1,063846	0,001358	0,00609
5	0,01378	0,01201	0,003702	1,066180	0,001316	0,00638
4	0,00984	0,00855	0,003340	1,067665	0,001189	0,00625
3	0,00627	0,00544	0,002836	1,070005	0,001011	0,00577
2	0,00324	0,00280	0,002064	1,071705	0,000737	0,00459
1	0,00103	0,00089	0,000955	1,073298	0,000342	0,00234
Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,02317	0,02130	0,002749	1,029829	0,000944	0,00273
8	0,02034	0,01863	0,002918	1,034270	0,001006	0,00356
7	0,01732	0,01581	0,003037	1,038525	0,001051	0,00413
6	0,01416	0,01289	0,002981	1,039249	0,001033	0,00442
5	0,01107	0,01003	0,002941	1,044040	0,001023	0,00473
4	0,00800	0,00722	0,002674	1,045820	0,000932	0,00467
3	0,00520	0,00466	0,002334	1,051211	0,000818	0,00443
2	0,00275	0,00245	0,001745	1,055014	0,000614	0,00362
1	0,00091	0,00080	0,000853	1,060961	0,000302	0,00195

Çizelge 6.93. Örnek 6.13 ve 6.14'a ait analiz sonuçları(X Yönü)

X YÖNÜ PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM-X YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,028573	0,024592	0,003344	1,070734	0,001193	0,00337
8	0,024993	0,021485	0,003537	1,072378	0,001264	0,00438
7	0,0212	0,018204	0,003654	1,073892	0,001308	0,00505
6	0,017276	0,01482	0,003613	1,074453	0,001294	0,00545
5	0,013394	0,011476	0,003530	1,075790	0,001266	0,00577
4	0,009597	0,008214	0,003213	1,076564	0,001153	0,00570
3	0,006138	0,005247	0,002749	1,077679	0,000987	0,00530
2	0,003176	0,002712	0,002016	1,078641	0,000725	0,00425
1	0,001002	0,000855	0,000929	1,079160	0,000334	0,00216
X YÖNÜ PERDELİ-KABUKLU-X YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,017527	0,015044	0,001626	1,074131	0,000582	0,00161
8	0,015781	0,013539	0,001887	1,073946	0,000675	0,00230
7	0,013755	0,011792	0,002061	1,073041	0,000737	0,00280
6	0,011544	0,009882	0,002166	1,074331	0,000776	0,00321
5	0,009217	0,007877	0,002197	1,075347	0,000787	0,00353
4	0,006855	0,005846	0,002124	1,076996	0,000762	0,00371
3	0,004568	0,003886	0,001927	1,078121	0,000692	0,00366
2	0,002491	0,00211	0,001558	1,081515	0,000562	0,00323
1	0,000806	0,000679	0,000743	1,085522	0,000269	0,00170

Çizelge 6.94. Örnek 6.13 ve 6.14'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

X YÖNÜ PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,042114	0,039286	0,002669	1,066517	0,000949	0,00381
8	0,039268	0,036795	0,003926	1,009679	0,001321	0,00689
7	0,035304	0,032907	0,005547	1,062292	0,001964	0,01085
6	0,029412	0,027706	0,005586	1,034551	0,001926	0,01193
5	0,023633	0,022313	0,006096	1,030924	0,002095	0,01411
4	0,017349	0,016406	0,005850	1,029319	0,002007	0,01469
3	0,011328	0,010728	0,005324	1,027423	0,001823	0,01454
2	0,005858	0,00555	0,003962	1,026754	0,001356	0,01183
1	0,00179	0,001694	0,001742	1,027555	0,000597	0,00573
X YÖNÜ PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,02629	0,023803	0,001614	1,077447	0,000580	0,00175
8	0,024551	0,022314	0,002128	1,069549	0,000759	0,00283
7	0,022275	0,020334	0,002673	1,063225	0,000947	0,00396
6	0,019433	0,01783	0,003147	1,057683	0,001109	0,00509
5	0,016105	0,014865	0,003511	1,052557	0,001232	0,00616
4	0,01241	0,011539	0,003718	1,045724	0,001296	0,00707
3	0,008522	0,007991	0,003668	1,038309	0,001269	0,00759
2	0,004714	0,004464	0,003116	1,029525	0,001069	0,00705
1	0,001506	0,00144	0,001473	1,022403	0,000502	0,00367

Çizelge 6.95. Örnek 6.13 ve 6.14'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

X YÖNÜ PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,045799	0,035201	0,002691	1,248467	0,001120	0,00384
8	0,04244	0,033179	0,004001	1,156605	0,001542	0,00702
7	0,037813	0,029805	0,005368	1,133489	0,002028	0,01050
6	0,031729	0,025154	0,005559	1,128260	0,002091	0,01187
5	0,025457	0,020308	0,006069	1,117739	0,002261	0,01405
4	0,018674	0,014954	0,005827	1,112846	0,002161	0,01463
3	0,01219	0,009785	0,005304	1,108409	0,001960	0,01449
2	0,006311	0,005056	0,003948	1,108409	0,001459	0,01179
1	0,001935	0,001536	0,001736	1,114952	0,000645	0,00571
X YÖNÜ PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,02311	0,02079	0,001420	1,084507	0,000513	0,00154
8	0,02157	0,01949	0,001865	1,077748	0,000670	0,00248
7	0,01956	0,01777	0,002345	1,066098	0,000833	0,00348
6	0,01706	0,01558	0,002755	1,059891	0,000973	0,00446
5	0,01414	0,01299	0,003045	1,047619	0,001063	0,00534
4	0,01095	0,01009	0,003230	1,040248	0,001120	0,00615
3	0,00759	0,00699	0,003205	1,035881	0,001107	0,00663
2	0,00427	0,0039	0,002750	1,040000	0,000953	0,00622
1	0,00141	0,00126	0,001335	1,056180	0,000470	0,00333

Çizelge 6.96. Örnek 6.15 ve 6.16'a ait analiz sonuçları(X Yönü)

Y YÖNÜ TEK PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,045118	0,042534	0,002760	1,068116	0,000983	0,00416
8	0,04217	0,039962	0,003995	0,968961	0,001290	0,00740
7	0,038299	0,035843	0,005830	1,035938	0,002013	0,01205
6	0,03226	0,030223	0,006208	1,034149	0,002140	0,01400
5	0,02584	0,024227	0,006751	1,032664	0,002324	0,01651
4	0,018869	0,017697	0,006474	1,031974	0,002227	0,01717
3	0,012188	0,01143	0,005779	1,031756	0,001987	0,01667
2	0,006226	0,005835	0,004218	1,032006	0,001451	0,01331
1	0,001873	0,001752	0,001813	1,033379	0,000624	0,00630
Y YÖNÜ TEK PERDELİ-KABUKLU- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,028526	0,026168	0,001712	1,056075	0,000603	0,00195
8	0,026718	0,024552	0,002271	1,051959	0,000796	0,00317
7	0,024329	0,022399	0,002886	1,047124	0,001007	0,00449
6	0,021307	0,019649	0,003439	1,043617	0,001196	0,00584
5	0,017718	0,01636	0,003874	1,041301	0,001345	0,00714
4	0,013684	0,012646	0,004121	1,039680	0,001428	0,00823
3	0,0094	0,008689	0,004056	1,038590	0,001404	0,00881
2	0,005188	0,00479	0,003409	1,039014	0,001181	0,00810
1	0,001646	0,001514	0,001580	1,041772	0,000549	0,00414

Çizelge 6.97. Örnek 6.15 ve 6.16'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ TEK PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,04722	0,018263	0,002601	1,085560	0,000941	0,00337
8	0,044397	0,015885	0,003550	1,301310	0,001540	0,00566
7	0,039778	0,013405	0,004420	1,426406	0,002101	0,00786
6	0,033474	0,01087	0,004505	1,449057	0,002176	0,00874
5	0,026946	0,008388	0,004783	1,498014	0,002388	0,01006
4	0,019781	0,005987	0,004522	1,520513	0,002292	0,01032
3	0,012906	0,003819	0,004048	1,544466	0,002084	0,01005
2	0,006654	0,001975	0,002990	1,549498	0,001544	0,00812
1	0,002021	0,000628	0,001325	1,525859	0,000674	0,00396
Y YÖNÜ TEK PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	ηb_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,026728	0,013988	0,00156	1,03118	0,000535	0,00160
8	0,025124	0,012481	0,00193	1,11618	0,000717	0,00243
7	0,022972	0,010777	0,00229	1,20734	0,000921	0,00322
6	0,020209	0,008963	0,00260	1,27766	0,001107	0,00398
5	0,016889	0,007086	0,00282	1,33570	0,001255	0,00469
4	0,013123	0,005213	0,00291	1,38821	0,001346	0,00525
3	0,009084	0,003433	0,00280	1,43777	0,001340	0,00548
2	0,005064	0,001861	0,00234	1,46846	0,001145	0,00502
1	0,00163	0,000618	0,00112	1,45018	0,000543	0,00266

Çizelge 6.98. Örnek 6.17 ve 6.18'a ait analiz sonuçları(X Yönü)

Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,045237	0,04399	0,002961	0,955244	0,000943	0,00449
8	0,042409	0,040897	0,004302	1,027549	0,001473	0,00802
7	0,037989	0,036714	0,005840	1,020719	0,001987	0,01214
6	0,032028	0,030995	0,006234	1,018928	0,002117	0,01414
5	0,025676	0,024879	0,006792	1,016784	0,002302	0,01671
4	0,01877	0,018201	0,006528	1,015778	0,002210	0,01742
3	0,012139	0,011776	0,005842	1,015063	0,001977	0,01695
2	0,006209	0,006022	0,004275	1,014856	0,001446	0,01356
1	0,001871	0,001811	0,001841	1,016295	0,000624	0,00644
Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ-KABUKLU- X YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,028415	0,026788	0,001718	1,049199	0,000601	0,00196
8	0,026613	0,025155	0,002284	1,043136	0,000794	0,00321
7	0,024231	0,02297	0,002906	1,035966	0,001003	0,00455
6	0,021221	0,020169	0,003467	1,030723	0,001191	0,00593
5	0,017648	0,016809	0,003908	1,027380	0,001338	0,00725
4	0,013633	0,013008	0,004162	1,024631	0,001421	0,00837
3	0,009369	0,008949	0,004101	1,022434	0,001398	0,00897
2	0,005176	0,00494	0,003454	1,022582	0,001177	0,00826
1	0,001644	0,001564	0,001604	1,024937	0,000548	0,00423

Çizelge 6.99. Örnek 6.17 ve 6.18'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,00082	0,00078	0,0008	1,02793	0,00027	0,00211
8	0,0026	0,00246	0,00173	1,02755	0,00059	0,00414
7	0,00503	0,00475	0,00236	1,02966	0,00081	0,00517
6	0,00786	0,00742	0,00275	1,02909	0,00094	0,00553
5	0,01099	0,01037	0,00304	1,02961	0,00104	0,00564
4	0,0142	0,01338	0,00311	1,03215	0,00107	0,00532
3	0,01747	0,01644	0,00317	1,03318	0,00109	0,00496
2	0,02064	0,0194	0,00307	1,03426	0,00106	0,00431
1	0,02365	0,02219	0,0029	1,03793	0,001	0,00332
Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (-%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,016148	0,014741	0,001586	1,058008	0,000559	0,00157
8	0,01447	0,013247	0,001811	1,055218	0,000637	0,00221
7	0,012559	0,011536	0,001956	1,051636	0,000686	0,00266
6	0,010502	0,009681	0,002054	1,048454	0,000718	0,00305
5	0,008349	0,007727	0,002081	1,044941	0,000725	0,00335
4	0,006175	0,00574	0,002005	1,041157	0,000696	0,00350
3	0,004088	0,003818	0,001795	1,037058	0,000620	0,00341
2	0,002227	0,00209	0,001437	1,032707	0,000495	0,00298
1	0,000743	0,0007	0,000722	1,029799	0,000248	0,00165

Çizelge 6.100. Örnek 6.17 ve 6.18'a ait analiz sonuçları(Y Yönü)

Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ- RİJİT DİYAFRAM- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5 EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,031568	0,020652	0,003305	1,212103	0,001335	0,00331
8	0,027562	0,018048	0,003491	1,210715	0,001409	0,00429
7	0,023336	0,015293	0,003603	1,209270	0,001452	0,00494
6	0,018979	0,012444	0,003543	1,209315	0,001428	0,00530
5	0,014695	0,009643	0,003460	1,208092	0,001393	0,00562
4	0,010515	0,006903	0,003138	1,207776	0,001263	0,00553
3	0,006725	0,004417	0,002688	1,206845	0,001081	0,00515
2	0,003481	0,002285	0,001971	1,206494	0,000793	0,00413
1	0,001103	0,000721	0,000912	1,209430	0,000368	0,00210
Y YÖNÜ ÇİFT PERDELİ-KABUKLU- Y YÖNÜ ANALİZİ (+%5EKSANTRİSİTE)						
Kat No	(d_i)max	(d_i)min	(Δ_i)ort	η_b_i	(Δ_i)max/h_i	θ_i
9	0,018684	0,012098	0,001577	1,210910	0,000636	0,00156
8	0,016775	0,010854	0,001802	1,212323	0,000728	0,00220
7	0,014591	0,009435	0,001948	1,213864	0,000788	0,00265
6	0,012227	0,007904	0,002046	1,213395	0,000827	0,00303
5	0,009745	0,006295	0,002073	1,213218	0,000838	0,00334
4	0,00723	0,004664	0,001999	1,213910	0,000809	0,00349
3	0,004804	0,003093	0,001792	1,215183	0,000726	0,00340
2	0,002627	0,001687	0,001436	1,217270	0,000583	0,00298
1	0,000879	0,000563	0,000721	1,219140	0,000293	0,00165

7. BULGULAR VE TARTIŞMA

A2-Döşeme süreksizliğinin incelendiği 6. Bölümde kat planlarında değişik miktarlarda boşluk bulunan 3 adet örnek ele alınmıştır. Ele alınan örnekler, hem rijit diyafram hem de kabuk modeli kullanılarak çözülmüştür. Her iki deprem yönünde de $\pm\%5$ eksantrisite ile yüklemeler yapılarak deprem analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz yöntemi olarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kullanılmıştır. Ele alınan örnekler için boşlukların oranı ve yerleri değiştirilmiştir. Örneklerdeki boşluk miktarı arttıkça kabuk modeli ile yapılan çözümlerden elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğu görülmüştür.

Yapıda A2 düzensizliğinin bulunduğu ilk örnekte X ve Y yönünde yapılan deprem analizi sonucunda, yapının A1 burulma düzensizliği, görelî kat ötemeleri, yumuşak kat düzensizliği ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü bakımından güvenli sonuçlar verdiği görülmüştür.

Yapıdaki boşluk oranı, yönetmeliğin ön gördüğü sınır değerini aştığı (A2 döşemede süreksizlik düzensizliği bulunduğu) ve aşmadığı (A2 döşemede süreksizlik düzensizliği bulunmadığı) durumlarda, ayrıca yapıdaki boşluğun ortada olmadığı (yani bir kenara daha yakın) durumlarda, yapıda A1 burulma düzensizliğinin oluştuğu gözlemlenmiştir. Kat planında farklı bölgelere perde veya perdeler yerleştirilerek modellerin deprem analizi yeniden yapılarak düzensizliği giderilmesine çalışılmıştır. Perdeleri simetrik, deprem yönüne paralel ve kütle merkezinden uzağa yerleştirilmiş olan örneklerin, perdesiz veya simetrik olarak perde yerleştirilmemiş örneklere göre daha güvenli sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

Yapıda A2 döşemede süreksizlik düzensizliği bulunduğu durumlarda yapıya tek perde yerleştirildiğinde yapıdaki burulma düzensizliğinin arttığı gözlemlenmiştir. Bu durumda yapıya simetrik olarak perde yerleştirildiğinde burulma düzensizliğinin azaldığı veya bulunmadığı gözlemlenmiştir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında A2-Döşeme Süreksizliği bulunan binalar ele alınmıştır. Analiz yapılan örneklerde boşlukların oranı ve yerleri değiştirilmiştir. Hesaplarda analiz yöntemi olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi seçilmiştir. İncelenen örneklerin modellenmesi için kabuk modeli ve rijit diyafram modeli ayrı ayrı kullanılmıştır. Yüklemeler her iki deprem doğrultusunda $\pm\%5$ eksantirisite ile yapılmıştır. Kat planında farklı bölgelere perde veya perdeler yerleştirilerek modellerin deprem analizi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde görülmektedir.

I. Yapıdaki boşluk oranı arttıkça kabuk modelinin, rijit diyafram modeline göre farklı sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Boşluk miktarı arttıkça döşeme rijit bir cisim gibi çalışmayacağı için, kabuk modeli ile elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

II. Yapıda, yönetmeliğin belirttiği A2 düzensizliğinin bulunduğu ve döşeme boşluğunun ortada olmadığı (yani bir kenara daha yakın olduğu) durumlarda yapının A1 burulma düzensizliği bakımından emniyetsiz olduğu gözlenmiştir.

III. Deprem doğrultusunda simetrik olarak perde yerleştirilerek analizi yapılan örneklerden elde edilen sonuçların, perdesiz veya simetrik olarak perde yerleştirilmemiş örneklerden elde edilen sonuçlara göre daha güvenli olduğu gözlenmiştir.

IV. A2 Döşeme Süreksizliğinin olduğu durumlarda, simetri eksenini doğrultusunda yapılan deprem analizi sonucunda, yapının A1-burulma düzensizliği, görelî kat ötelemeleri kontrolü, yumuşak kat düzensizliği ve ikinci mertebe etkileri bakımından emniyetli kaldığı gözlenmiştir.

Yukarıda sıralanan nedenlerle, A2 düzensizliği bulunan yapılar kabuk modeli uygulanarak çözümlenmelidir. Ancak, boşluğun kenarda kaldığı (ortada, simetrik olmadığı) ve A2 düzensizliğinin olduğu durumlarda, yapıya simetrik, deprem yönüne paralel ve kütle merkezinden mümkün olduğunca uzağa perdeler yerleştirilerek yapıdaki düzensizliklerin giderilmesi önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- AYDINALEV, F., 2000. Çok Katlı Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY'98)'ne Göre Analizi ve Yapı Düzensizliklerinin İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- AYDINOĞLU, M. N., 1997, "Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik" İle İlgili Eğitim Programı, İnşaat Mühendisleri Odası, Ankara.
- BİLİR, H., 2004. Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Betonarme Yapıların Tasarımı. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DUMAN, M., 2000. STA4-CAD Hazır Programının Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY'98) Bakımından İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DÜNDAR, C., KIRAL, E., TANRIKULU, K. ve TOKGÖZ, S., 1998. Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Bina Analiz Ve Tasarımı, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Adana Şubesi, Adana 102s.
- EVCİL, E., 2005. Yeni Deprem Yönetmeliğine (TDY98) Göre Düzensizliklerin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÜLLÜ, E., 2004, Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre Hesabında Perde Yerleşiminin Etkisi ve A2 Düzensizlik Durumunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- GÜZELDAĞ, S., 2001. Yeni Deprem Yönetmeliğinin (TDY98) SAP2000 ve ANSYS Programları ile İrdelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- KIRAL, E., YERLİ, H.R., TEMEL, B. ve ÖZDEMİR, E., 2000, Yeni Deprem Yönetmeliğinin Analiz Bakımından Uygulamaları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Adana Şubesi, Adana 114 s.
- MACİT, F.K., 2000. Asal Eksenleri Deprem Doğrultularına Paralel Olmayan Taşıyıcı Sistem Elemanlarına İlişkin Büyüklüklerin Düzeltilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

- MAVRUK, M., 2006. Boşluklu Perdeli Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliği'ne (TDY98) Göre İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZDEMİR, E., 1999, Yeni TDY98'in ANSYS İle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ÖZMEN, G., ORAKDÖĞEN, E. ve DARILMAZ, K.,2002, Örneklerle SAP2000, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- SAP2000, 2002. Integrated Software for Structural Analysis and Design, Version 8.0, Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.
- TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir, 85 s.
- TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul, 166s.
- YULU, T., 2003, Yeni Deprem Yönetmeliğinde (TDY98) A2 ve A3 Düzensizliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

1984 yılında Konya–Seydişehir’de doğdu. İlkokul, orta ve lise tahsilini Seydişehir’de tamamladı. 2002 yılında Seydişehir Mahmut Esat Anadolu Lisesi’nden mezun olduktan sonra 2003 Eylül ayında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümünde lisans eğitimine başladı. 2007 Haziran ayında mezun olup 2007 Eylül ayında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Eğitimi sırasında 2007 yılında Konya 3. Ana Jet Üs Komutanlığı HİK Uçakları Hangar Binası ve Altyapı İnşaatında saha mühendisliği yaptıktan sonra 2009 yılında Adana’da yapı denetim firmasına bağlı olarak Rönesans Alışveriş Merkezi İnşaatında kontrol mühendisi olarak çalıştı. Yapı denetim firmasında 1 yıl çalıştıktan sonra 2010 Eylülünde Kahramanmaraş Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü’ne İnşaat Mühendisi olarak atandı.