

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Uğur YEDİKARDEŞ

**DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE YAPILARDAKİ A2 DÜZENSİZLİK
DURUMUNUN İNCELENMESİ VE PERDE YERLEŞİMİNİN
DÜZENSİZLİĞE ETKİSİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2010

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE YAPILARDAKİ A2 DÜZENSİZLİK
DURUMUNUN İNCELENMESİ VE PERDE YERLEŞİMİNİN
DÜZENSİZLİĞE ETKİSİ**

Uğur YEDİKARDEŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez/...../..... Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu 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

DEPREM YÖNETMELİĞİNE GÖRE YAPILARDAKİ A2 DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ VE PERDE YERLEŞİMİNİN DÜZENSİZLİĞE ETKİSİ

Uğur YEDİKARDEŞ

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Yıl: 2010, **Sayfa:** 132

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, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, Deprem analizi, Perdeli yapılar.

ABSTRACT

MSc THESIS

INVESTIGATION OF A2-IRREGULARITY CASE IN THE SOLUTION OF EARTHQUAKE ANALYSIS AND SHEAR WALL LOCATION EFFECT

Uğur YEDİKARDEŞ

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Year: 2010, **Pages:** 132

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, Equivalent Earthquake Load Method, Earthquake analysis, Shear wall structures.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca maddi ve manevi desteğini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Ayrıca bu tezin hazırlanması sırasında çalışmalarına büyük ilgi ve sabır ile yardımcı olan, değerli bilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen danışman hocam sayın Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ'ye en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	2
3. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ (TDY 2007).....	5
3.1. Yapı Düzensizlikleri.....	5
3.1.1. Planda Düzensizlik Durumları.....	5
3.1.1.1. (A1) Burulma Düzensizliği.....	5
3.1.1.2. (A2) Döşeme Süreksizlikleri.....	7
3.1.1.3. (A3) Planda Çıkıntılar Bulunması.....	8
3.1.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları.....	9
3.1.2.1. (B1) Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği.....	9
3.1.2.2. (B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği	9
3.1.2.3. (B3) Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği.....	10
3.2. Görelî Kat Ötelemelerin Kontrolü.....	11
3.3. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü.....	12
3.4. Rijit Diyafram Modeli.....	13
3.5. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar	14
3.6. Analiz Yöntemleri.....	14
3.6.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik analiz).....	14
3.6.2. Mod Birleştirme Yöntemi (Spektrum analiz).....	14
3.6.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi.....	14
3.7. Hesap Yönteminin Seçilmesi.....	15
3.8. Statik ve Dinamik Analizlerde Göz Önüne Alınan Taban Kesme Kuvveti...16	
3.8.1. Toplam Yapı Ağırlığı (W).....	16
3.8.2. Spektral İvme Katsayısı (A(T i)).....	17

3.8.3. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R_a).....	20
4. EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ YÖNTEMİ.....	22
5. PERDELİ SİSTEMLER.....	26
5.1. Perdelerin modellenmesi.....	26
5.2. Sayısal uygulamalar.....	27
5.2.1. Örnek 5.1.....	29
5.1.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	35
5.1.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	36
5.2.2. Örnek 5.2.....	37
5.2.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	43
5.2.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	44
5.2.3. Örnek 5.3.....	46
5.3.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	52
5.3.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	53
6. A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ	85
6.1. Örnek 6.1. Rijit Diyafram Modeli İle Çözüm.....	86
6.1.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	92
6.1.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	93
6.2. Örnek 8.2. Kabuk Modeli İle Çözüm.....	94
6.2.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	100
6.2.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	101
6.3. Örnek 6.3. Rijit Diyafram Modeli İle Çözüm.....	103
6.3.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	109
6.3.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	110
6.4. Örnek 6.4. Kabuk Modeli İle Çözüm.....	111
6.4.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	117
6.4.2. Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme.....	118
7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR.....	128
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	129
KAYNAKLAR.....	130
ÖZGEÇMİŞ.....	132

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n).....	16
Çizelge 3.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0).....	17
Çizelge 3.3. Bina Önem katsayısı (I).....	18
Çizelge 3.4. Yerel Zemin Sınıfları.....	19
Çizelge 3.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).....	21
Çizelge 5.1. Örnek 5.1'e ait fiktif yüklerin hesabı.....	31
Çizelge 5.2. Örnek 5.1'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	31
Çizelge 5.3. Örnek 5.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	32
Çizelge 5.4. Örnek 5.1'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	33
Çizelge 5.5. Örnek 5.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	34
Çizelge 5.6. Örnek 5.1'e ait burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	35
Çizelge 5.7. Örnek 5.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	35
Çizelge 5.8. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	35
Çizelge 5.9. Örnek 5.1'e ait Burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	36
Çizelge 5.10. Örnek 5.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	36
Çizelge 5.11. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	36
Çizelge 5.12. Örnek 5.2'ye ait fiktif yüklerin hesabı.....	39
Çizelge 5.13. Örnek 5.2'ye ait fiktif deplasmanların hesabı.....	39
Çizelge 5.14. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	40
Çizelge 5.15. Örnek 5.2'ye ait fiktif deplasmanların hesabı.....	42
Çizelge 5.16. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	42
Çizelge 5.17. Örnek 5.2'ye ait burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	43
Çizelge 5.18. Örnek 5.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	43
Çizelge 5.19. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	43
Çizelge 5.20. Örnek 5.2'ye ait kesme kuvveti kontrolü.....	44
Çizelge 5.21. Örnek 5.2'ye ait burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	44
Çizelge 5.22. Örnek 5.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	45
Çizelge 5.23. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	45

Çizelge 5.24. Örnek 5.2'ye ait kesme kuvveti kontrolü.....	45
Çizelge 5.25. Örnek 5.3'e ait fiktif yüklerin hesabı.....	48
Çizelge 5.26. Örnek 5.3'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	48
Çizelge 5.27. Örnek 5.3'e ait Eşdeğer Kat Deprem Yükleri (F_i).....	49
Çizelge 5.28. Örnek 5.3'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	50
Çizelge 5.29. Örnek 5.3'e ait eşdeğer kat deprem Yükleri (F_i).....	51
Çizelge 5.30. Örnek 5.3'e ait Burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	52
Çizelge 5.31. Örnek 5.3'e ait Göreli kat ötelemeleri kontrolü.....	52
Çizelge 5.32. Örnek 5.3'e ait İkinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	52
Çizelge 5.33. Örnek 5.3'e ait kesme kuvveti kontrolü.....	53
Çizelge 5.34. Örnek 5.3'e ait Burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	53
Çizelge 5.35. Örnek 5.3'e ait Göreli kat ötelemeleri kontrolü.....	53
Çizelge 5.36. Örnek 5.3'e ait İkinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	54
Çizelge 5.37. Örnek 5.3'e ait kesme kuvveti kontrolü.....	54
Çizelge 5.38. Örnek 5.1 ve Örnek 5.2'ye ait analizler.....	74
Çizelge 5.39. Örnek 5.3 ve Örnek 5.4'e ait analizler.....	75
Çizelge 5.40. Örnek 5.5 ve Örnek 5.6'ya ait analizler.....	76
Çizelge 5.41. Örnek 5.7 ve Örnek 5.8'e ait analizler.....	77
Çizelge 5.42. Örnek 5.9 ve Örnek 5.10'a ait analizler.....	78
Çizelge 5.43. Örnek 5.11 ve Örnek 5.12'ye ait analizler.....	79
Çizelge 5.44. Örnek 5.13 ve Örnek 5.14'e ait analizler.....	80
Çizelge 5.45. Örnek 5.15 ve Örnek 5.16'ya ait analizler.....	81
Çizelge 5.46. Örnek 5.17 ve Örnek 5.18'e ait analizler.....	82
Çizelge 5.47. Örnek 5.19 ve Örnek 5.20'ye ait analizler.....	83
Çizelge 5.48. Örnek 5.21 ve Örnek 5.22'ye ait analizler.....	84
Çizelge 6.1. Örnek 6.1'e ait fiktif yüklerin hesabı.....	88
Çizelge 6.2. Örnek 6.1'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	88
Çizelge 6.3. Örnek 6.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	89
Çizelge 6.4. Örnek 6.1'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	90
Çizelge 6.5. Örnek 6.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	91
Çizelge 6.6. Örnek 6.1'e ait burulma düzensizliği kontrolü ($A1$).....	92

Çizelge 6.7. Örnek 6.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	92
Çizelge 6.8. Örnek 6.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	92
Çizelge 6.9. Örnek 6.1'e ait Burulma düzensizliğı kontrolü (A1).....	93
Çizelge 6.10. Örnek 6.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	93
Çizelge 6.11. Örnek 6.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	93
Çizelge 6.12. Örnek 6.2'ye ait fiktif yüklerin hesabı.....	96
Çizelge 6.13. Örnek 6.2'ye ait fiktif deplasmanların hesabı.....	96
Çizelge 6.14. Örnek 6.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	97
Çizelge 6.15. Örnek 6.2'ye ait fiktif deplasmanların hesabı.....	98
Çizelge 6.16. Örnek 6.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	99
Çizelge 6.17. Örnek 6.2'ye ait Burulma düzensizliğı kontrolü (A1).....	100
Çizelge 6.18. Örnek 6.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	100
Çizelge 6.19. Örnek 6.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	100
Çizelge 6.20. Örnek 6.2'ye ait burulma düzensizliğı kontrolü (A1).....	101
Çizelge 6.21. Örnek 6.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	101
Çizelge 6.22. Örnek 6.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	102
Çizelge 6.23. Örnek 6.3'e ait fiktif yüklerin hesabı.....	105
Çizelge 6.24. Örnek 6.3'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	105
Çizelge 6.25. Örnek 6.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	106
Çizelge 6.26. Örnek 6.3'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	107
Çizelge 6.27. Örnek 6.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	108
Çizelge 6.28. Örnek 6.3'e ait burulma düzensizliğı kontrolü (A1).....	109
Çizelge 6.29. Örnek 6.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	109
Çizelge 6.30. Örnek 6.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	109
Çizelge 6.31. Örnek 6.3'e ait burulma düzensizliğı kontrolü (A1).....	110
Çizelge 6.32. Örnek 6.3'e ait Görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	110
Çizelge 6.33. Örnek 6.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	110
Çizelge 6.34. Örnek 6.4'e ait fiktif yüklerin hesabı.....	113
Çizelge 6.35. Örnek 6.4'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	113
Çizelge 6.36. Örnek 6.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	114

Çizelge 6.37. Örnek 6.4'e ait fiktif deplasmanların hesabı.....	115
Çizelge 6.38. Örnek 6.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	116
Çizelge 6.39. Örnek 6.4'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A_1).....	117
Çizelge 6.40. Örnek 6.4'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	117
Çizelge 6.41. Örnek 6.4'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	117
Çizelge 6.42. Örnek 6.4'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A_1).....	118
Çizelge 6.43. Örnek 6.4'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	118
Çizelge 6.44. Örnek 6.4'e ait İkinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i).....	119
Çizelge 6.45. Örnek 6.1 ve Örnek 6.2'ye ait analizler.....	124
Çizelge 6.46. Örnek 6.3 ve Örnek 6.4'e ait analizler.....	125
Çizelge 6.47. Örnek 6.5 ve Örnek 6.6'ya ait analizler.....	126
Çizelge 6.48. Örnek 6.7 ve Örnek 6.8'e ait analizler.....	127

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. (A1) Burulma düzensizliği.....	5
Şekil 3.2. Kaydırılmış kütle merkezi.....	6
Şekil 3.3. A2 türü düzensizlik durumu.....	7
Şekil 3.4. A3 türü düzensizlik durumu.....	8
Şekil 3.5. B3 türü düzensizlik durumu.....	11
Şekil 3.6. Rijit diyafram modeli.....	13
Şekil 3.7.a. Hesap yönteminin seçilmesi.....	15
Şekil 3.7.b. Hesap yönteminin seçilmesi.....	16
Şekil 3.8. Tasarım ivme spektrum grafiği.....	20
Şekil 4.1. Fiktif yükler ve yer değiştirmeler.....	22
Şekil 4.2. Kat hizalarına etkiyen fiktif yükler.....	24
Şekil 5.1. Örnek 5.1'e ait bina görünüşü.....	29
Şekil 5.2. Örnek 5.1'in kalıp planı.....	30
Şekil 5.3. Örnek 5.2'ye ait bina görünüşü.....	37
Şekil 5.4. Örnek 5.2'nin kat kalıp planı.....	38
Şekil 5.5. Örnek 5.3'e ait bina görünüşü.....	46
Şekil 5.6. Örnek 5.3'ün kat kalıp planı.....	47
Şekil 5.7. Örnek 5.4 'ün kat kalıp planı.....	55
Şekil 5.8. Örnek 5.5'in kat kalıp planı.....	56
Şekil 5.9. Örnek 5.6'nın kat kalıp planı.....	57
Şekil 5.10. Örnek 5.7'nin kat kalıp planı.....	58
Şekil 5.11. Örnek 5.8'in kat kalıp planı.....	59
Şekil 5.12. Örnek 5.9'un kat kalıp planı.....	60
Şekil 5.13. Örnek 5.10'nun kat kalıp planı.....	61
Şekil 5.14. Örnek 5.11'in kat kalıp planı.....	62
Şekil 5.15. Örnek 5.12'nin kat kalıp planı.....	63
Şekil 5.16. Örnek 5.13'ün kat kalıp planı.....	64
Şekil 5.17. Örnek 5.14'ün kat kalıp planı.....	65
Şekil 5.18. Örnek 5.15'in kat kalıp planı.....	66

Şekil 5.19. Örnek 5.16'nın kat kalıp planı.....	67
Şekil 5.20. Örnek 5.17'nin kat kalıp planı.....	68
Şekil 5.21. Örnek 5.18'in kat kalıp planı.....	69
Şekil 5.22. Örnek 5.19'un kat kalıp planı.....	70
Şekil 5.23. Örnek 5.20'nin kat kalıp planı.....	71
Şekil 5.24. Örnek 5.21'in kat kalıp planı.....	72
Şekil 5.25. Örnek 5.22'nin kat kalıp planı.....	73
Şekil 6.1. Örnek 6.1'e ait bina görünüşü.....	86
Şekil 6.2. Örnek 6.1'in kat kalıp planı.....	87
Şekil 6.3. Örnek 6.2'ye ait bina görünüşü.....	94
Şekil 6.4. Örnek 6.2'nin kat kalıp planı.....	95
Şekil 6.5. Örnek 6.3'e ait bina görünüşü.....	103
Şekil 6.6. Örnek 6.3'ün kat kalıp planı.....	104
Şekil 6.7. Örnek 6.4'e ait bina görünüşü.....	111
Şekil 6.8. Örnek 6.4'ün ait bina görünüşü.....	112
Şekil 6.9. Örnek 6.5'in kat kalıp planı.....	120
Şekil 6.10. Örnek 6.6'nın kat kalıp planı.....	121
Şekil 6.11. Örnek 6.7'nin kat kalıp planı.....	122
Şekil 6.12. Örnek 6.8'in kat kalıp planı.....	123

1.GİRİŞ

Ülkemizde doğal afetler sonucu meydana gelen bina ve altyapı hasarlarının çoğunluğu depremler nedeniyle oluşmaktadır. Dolayısıyla, yapıların depreme karşı dayanıklı tasarlanması zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, depremlerin inşaat mühendislerinin meslek hayatında önemli bir yeri bulunmaktadır.

Yapıların depreme karşı güvenli tasarlanması için Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, 6 Mart 2007 tarihinde 26454 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Yönetmelikte yer alan konuları şu şekilde sıralayabiliriz;

- Rijit diyafram kabulü
- Planda ve düşeyde düzensizlikler
- Göreli kat ötelemesi
- İkinci mertebe etkileri
- Hesap yöntemleri (eşdeğer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi, zaman tanım alanında hesap yöntemi)
- Üç boyutlu analiz

Yeni deprem yönetmeliği (TDY2007), eski yönetmeliğe göre (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik-1975) olumlu değişiklikler içermektedir. Bunların içinde analize yönelik olanlardan bazıları, planda ve düşeydeki düzensizlik durumlarının göz önüne alınması, yapıda oluşabilecek göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerine bir sınırlama getirilmesi olarak sıralanabilmektedir. Bunların yanında, yeni deprem yönetmeliğinde eşdeğer deprem yükü, mod birleştirme (spektrum analizi) ile zaman tanımlama alanında hesap yöntemlerine yer verilmekte ve bu yöntemlerin hepsinde üç boyutlu analiz zorunluluğu getirilmektedir.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

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.

Aydımalev (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 irdeleme 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 çözümlemeler 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.

Aydinoğlu (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 Yüğü 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 artırılarak, mevcut perde elemanlara simetrik perde elemanlar yerleştirilerek ve perdelerin yapı

içerisindeki konumları değiştirilerek değişik çözümlemeler yapılmıştır. Bu konularda göz önüne alınan örnekler SAP2000 programı kullanılarak çözülmüştür.

3. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ (TDY 2007)

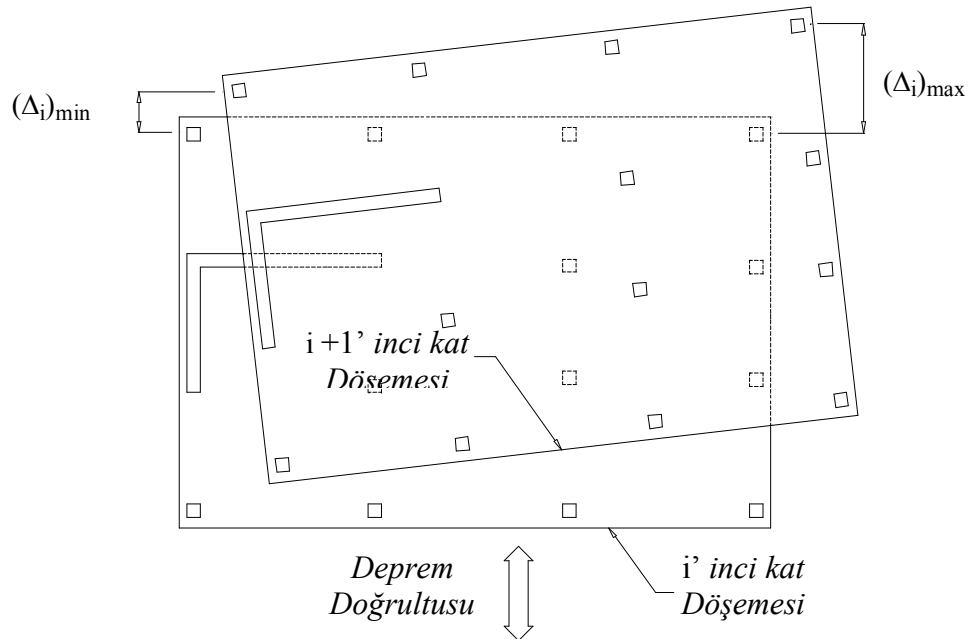
Deprem etkisi altında bulunan bölgelerde, yapıların depreme dayanıklı olarak projelendirilmesi ve yapım esaslarının belirlenmesi yönetmeliklerde yer almaktadır. Yönetmelikler, uygun tasarım ve yapım için minimum uyulması gereken şartları tanımlar.

“Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” adıyla 2007 yılında yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikte yapım teknolojisine uygun hesap analizleri bulunmaktadır. Bu bölümde yeni yönetmeliğin öngördüğü hesap esasları ve yapım kurallarına ilişkin kavram ve esaslar kısaca açıklanmaktadır.

3.1. Yapı Düzensizlikleri

3.1.1. Planda Düzensizlik Durumları

3.1.1.1. (A1) Burulma Düzensizliği



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda

$$(\Delta_i)_{ort} = 1/2 [(\Delta_i)_{max} + (\Delta_i)_{min}] \quad (3.1)$$

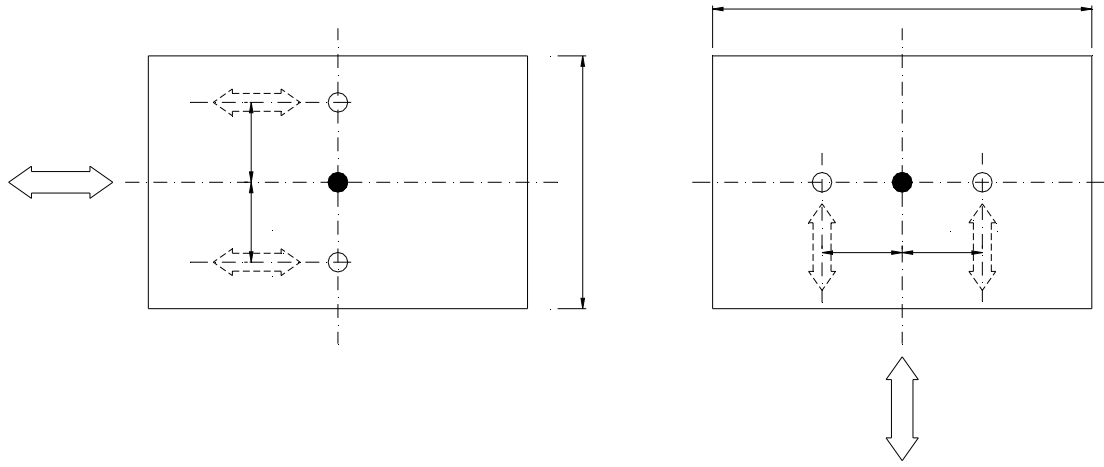
$$\text{Burulma düzensizliği katsayısı : } \eta_{bi} = (\Delta_i)_{max} / (\Delta_i)_{ort} \quad (3.1a)$$

$$\text{Burulma düzensizliği durumu : } \eta_{bi} > 1.2 \quad (3.1b)$$

Şekil 3.1. (A1) Burulma Düzensizliği

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 katsayıya burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} denilmektedir.

Kat deplasmanları ve buna bağı olan görelî kat ötelemeleri, deprem yüklerinin $\pm$ % 5 eksantrik olarak yapıya etkilemesiyle belirlenmelidir.



Şekil 3.2. Kaydırılmış Kütle Merkezi

$1.2 \leq \eta_{bi} \leq 2$ ise eksantrisite değerleri, her iki doğrultu için D büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz yeniden yapılmalıdır. D_i büyütme katsayısı:

$$D_i = (\eta_{bi}/1.2)^2 \quad (3.2)$$

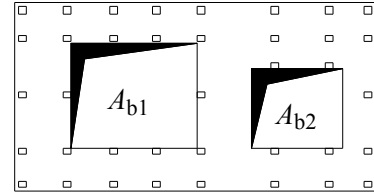
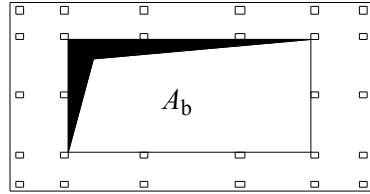
$\eta_{bi} \geq 2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

3.1.1.2. (A2) Döşeme Süreksizlikleri

Herhangi bir i ' inci kattaki döşemede;

- I.** Merdiven ve asansör boşlukları dahil olmak üzere, boşluk alanları toplamının (A_b) brüt kat alanının (A) $1/3$ ünden fazla olması
- II.** Yatay kuvvetlerin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması
- III.** Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumlarıdır.

Bu durumlar şekil üzerinde gösterilecek olursa;



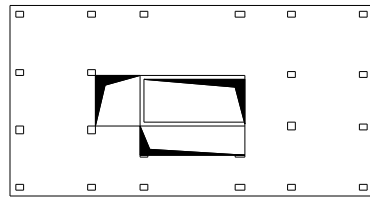
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

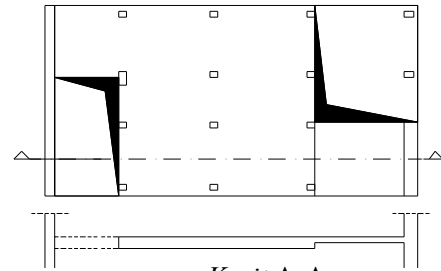
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II

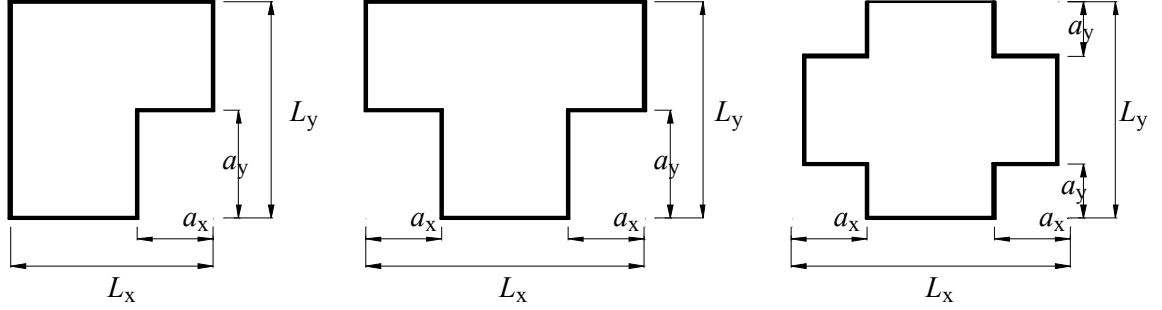


Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Şekil 3.3. A2 Türü Düzensizlik Durumu

3.1.1.3. (A3) Planda Çıkıntılar Bulunması



A3 türü düzensizlik durumu:
 $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

Şekil 3.4. A3 Türü Düzensizlik Durumu

Yapı kat planlarındaki girinti veya çıkıntıların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinde de (a_x, a_y) , yapının o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının (L_x, L_y) %20'nden büyük olması durumudur.

3.1.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

3.1.2.1. (B1) Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki *etkili kesme alanı*'nın, bir üst kattaki *etkili kesme alanı*'na oranı olarak tanımlanan *Dayanım Düzensizliği Katsayısı* η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu.

$$[\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80] \quad (3.3)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (3.4)$$

$\sum A_w$: Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanları hariç, herhangi bir kattaki kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamı,

$\sum A_g$: Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanları toplamı,

$\sum A_k$: Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkarıldıktan sonra, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kâgir dolu duvar alanlarının toplamını göstermektedir.

3.1.2.2. (B2) Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

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;

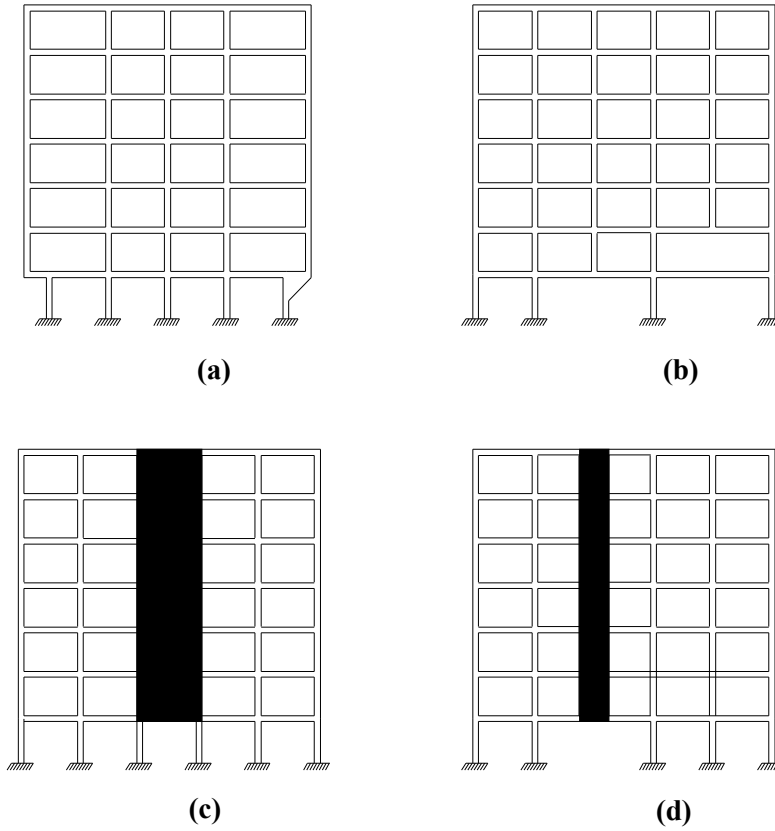
Rijitlik Düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0' dan fazla olması durumu.

$$[\eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1}/h_{i+1})_{\text{ort}} > 2,0 \text{ veya } \eta_{ki} = (\Delta_i/h_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i-1}/h_{i-1})_{\text{ort}} > 2,0] \quad (3.5)$$

3.1.2.3. (B3) Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği

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 durumudur.

Yeni deprem yönetmeliği B3 türü düzensizliğin oluşturacağı olumsuzluklara meydan vermemek için aşağıdaki koşulları önermektedir.



Şekil 3.5. B3 Türü Düzensizlik Durumu

(a) Kolonlar hiçbir durumda, binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmamalıdır.

(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 her iki ucunun alttaki kolonlara oturtulmaması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm kesit etkileri %50 artırılmalıdır. Ayrıca sarılma bölgelerinde, yönetmelikte belirtilen minimum koşullara uyulmalıdır.

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

3.2. Göreli Kat Ötelemelerin Kontrolü

Herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkını ifade eden *azaltılmış göreli kat ötelemesi* (Δ_i) ile ifade edilmektedir.

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.6)$$

d_i ve d_{i-1} , her bir deprem doğrultusu için binanın i ' inci ve $(i-1)$ ' inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yatay yer değiştirmeleri göstermektedir.

Her bir deprem doğrultusu için, binanın i ' inci katındaki kolon veya perdeler için *etkin göreli kat ötelemesi* δ_i ile ifade edilmektedir.

$$\delta_i = R \Delta_i \quad (3.7)$$

Her bir deprem doğrultusu için, binanın herhangi bir i ' inci katındaki kolon veya perdelerde, hesaplanan δ_i etkin göreli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri $(\delta_i)_{\max}$ verilen koşulu sağlayacaktır.

$$\frac{(\delta_i)_{\max}}{h_i} \leq 0.02 \quad (3.7a)$$

Koşulun binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ancak verilen koşul sağlansa bile, yapısal olmayan gevrek elemanların (cephe elemanları vb) etkin göreceli kat ötelemeleri altında kullanılabilirliği hesapla doğrulanacaktır.

3.3. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü

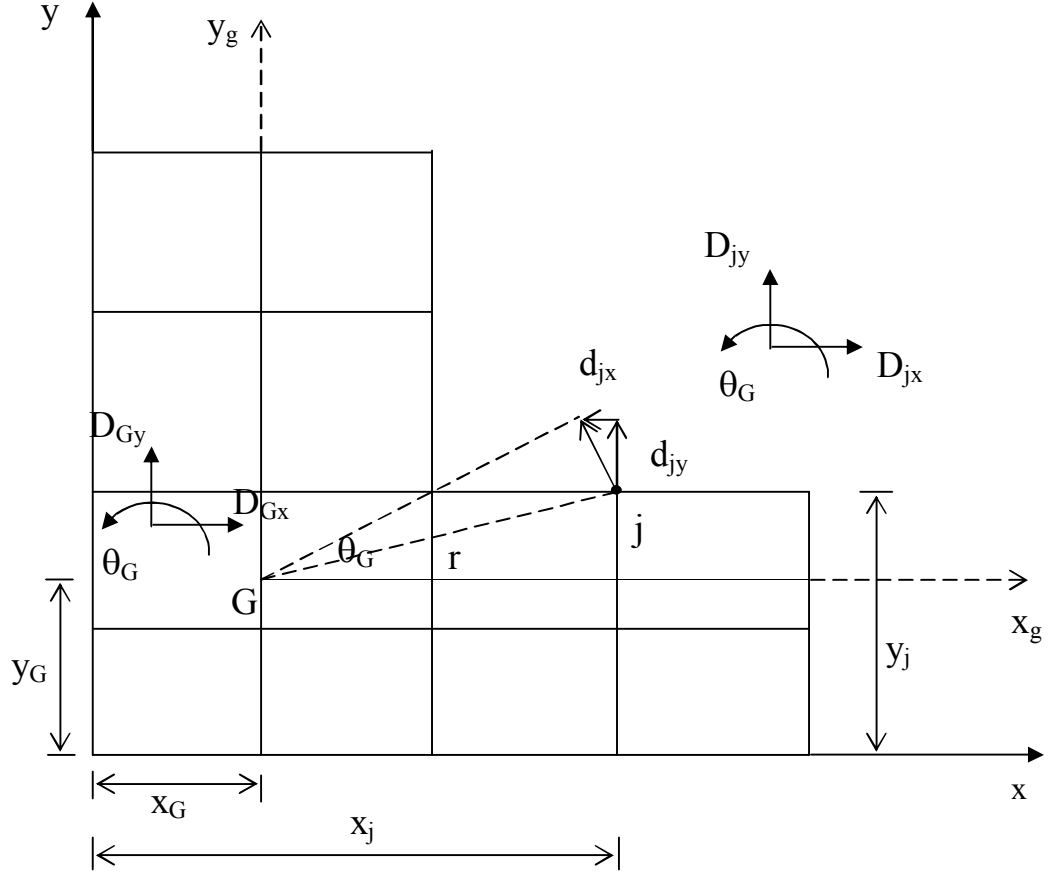
Taşıyıcı sistem elemanlarının doğrusal elastik olmayan davranışını esas alan daha kesin bir hesap yapılmadıkça, ikinci mertebe etkileri yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde göz önüne alınabilir:

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir katta, *İkinci Mertebe Gösterge Değeri*, θ_i 'nin verilen koşulu sağlaması durumunda, ikinci mertebe etkileri yürürlükteki betonarme ve çelik yapı yönetmeliklerine göre değerlendirilecektir.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=i}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (3.8)$$

Koşulun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği yeterli ölçüde arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

3.4. Rijit Diyafram Modeli



$$\theta_j = \theta_G \quad (3.9)$$

Şekil 3.6. Rijit Diyafram Modeli

Rijit kabulünün hesaplarda getirdiği kolaylıklar aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

1. Döşeme diyaframları dış yükler altında bir ‘rijit cisim’ hareketi yapacağından, kat kütleleri bu diyaframın kütle merkezinde tanımlanabilmektedir.
2. Bilinmeyen sayısı büyük ölçüde azalacağından, çözüm kolaylaşmaktadır.
3. Döşemelerin varlığının hesaba katılması sağlanmaktadır. Aksi takdirde döşemelerin üç boyutlu kabuk elemanı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemi ile sisteme dahil edilmesi gerekmektedir.

3.5. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar

Yapıda döşeme süreksizliklerinin bulunması ve planda çıkıntıların bulunması (A2,A3 düzensizlikleri) halinde rijit diyafram modeli yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bu durumda döşemenin düzlem içi davranışının göz önüne alınması gerekmektedir.

İzlenecek yol, döşemenin yeterli sayıda üç boyutlu kabuk elemanlara bölünerek oluşturulacak sonlu elemanlar modelinin statik veya dinamik analizinin yapılmasıdır. Modelde kat kütlelerinin döşeme düğüm noktalarına uygun bir tarzda dağıtılması gerekmektedir.

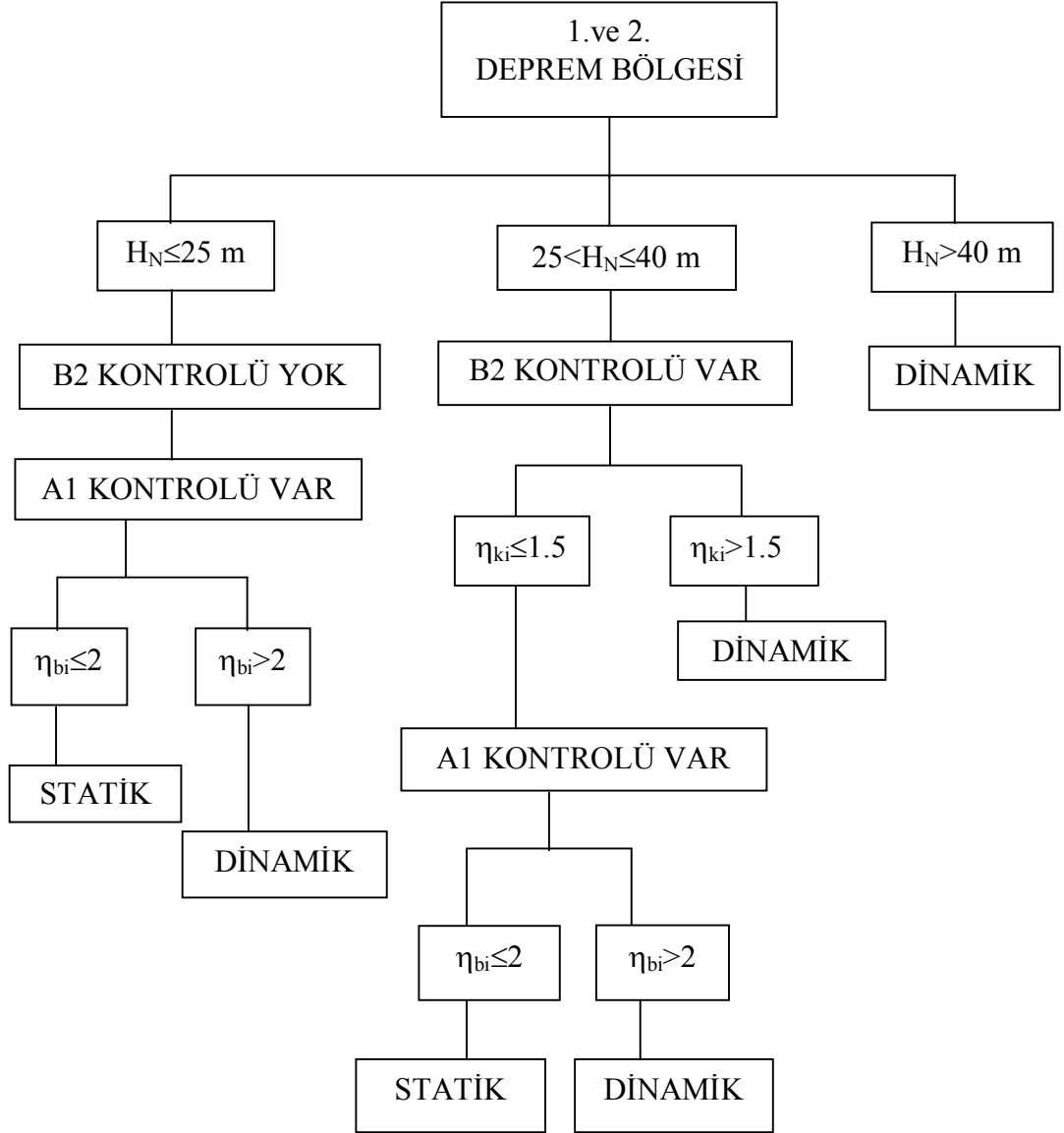
3.6. Analiz Yöntemleri

3.6.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik analiz)

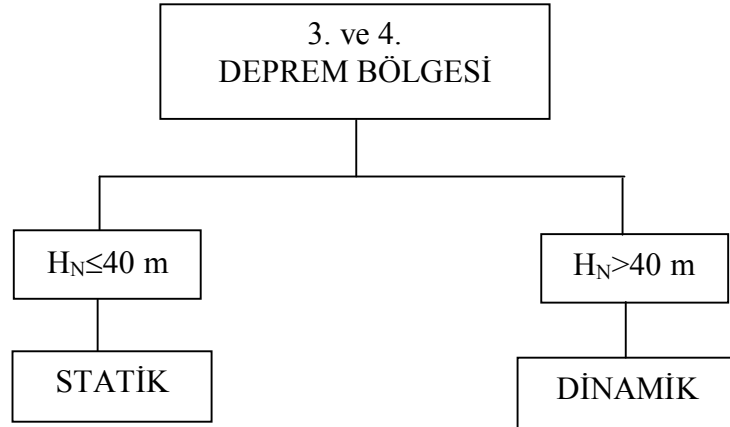
3.6.2. Mod Birleştirme Yöntemi (Spektrum analiz)

3.6.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

3.7. Hesap Yönteminin Seçilmesi



Şekil 3.7.a. Hesap Yönteminin Seçilmesi



Şekil 3.7.b. Hesap Yönteminin Seçilmesi

3.8. Statik ve Dinamik Analizlerde Göz önüne Alınan Taban Kesme Kuvveti

Yapıların depreme dayanıklı olarak boyutlanmasında kullanılan toplam taban kesme kuvveti:

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \quad \text{bağıntısı ile hesaplanmaktadır.} \quad (3.10)$$

3.8.1. Toplam Yapı Ağırlığı (W)

W: Yapının toplam ağırlığını göstermekte ve;

$$W = \sum_{i=1}^N W_i \quad (3.11)$$

Şeklinde hesaplanmaktadır. Burada w_i ; i. Kat ağırlığını göstermektedir.

$$w_i = G_i + n * Q_i \quad (3.12)$$

Çizelge 3.1. Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)

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

3.8.2. Spektral İvme Katsayısı ($A(T_i)$)

$$A(T_i) = A_o I S(T_i) \quad (3.13)$$

A_o : Etkin Yer İvmesi Katsayısı

I : Bina Önem Katsayısı

$S(T_i)$: Spektrum Katsayısı

A_o ; Bu katsayı deprem bölgesine bağlı olarak tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o)

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_o
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Çizelge 3.3. Bina Önem Katsayısı (I)

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

Spektrum katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve binanın doğal periyodu T ye bağlı olarak aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.14a)$$

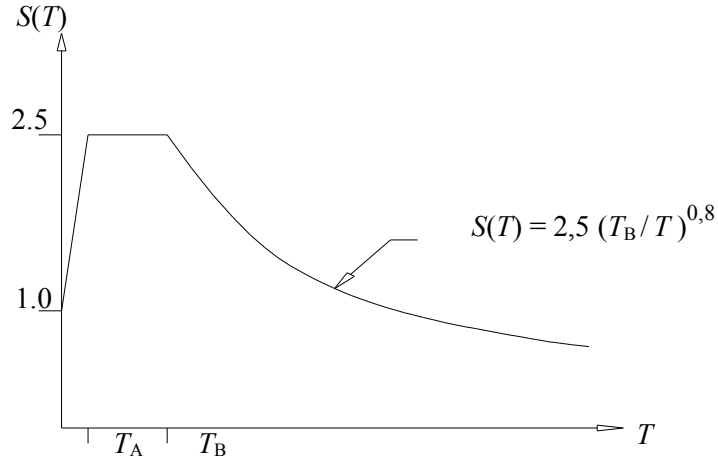
$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (3.14b)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T}{T_B} \right)^{0.8} \quad (T > T_B) \quad (3.14c)$$

Yukarıdaki denklemde görülen T_A ve T_B ifadeleri spektrum karakteristik periyotlarıdır. Bu periyotlar deprem yönetmeliğinde tanımlanan yerel zemin sınıflarına bağlı olarak aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Yerel Zemin sınıfları

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 düzlemli çok ayrışmış kayalar; orta sıkı çakıl ve kum; katı kil ve siltli kil		
D	Yeraltı 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 tabak 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

Tasarım İvme Spektrum Grafiği;**Şekil 3.8.** Tasarım İvme Spektrum Grafiği**3.8.3. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R_a)**

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, verilen spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, aşağıda tanımlanan *Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı*'na bölünecektir. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için aşağıdaki tabloda tanımlanan *Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı*, R ' ye ve doğal titreşim periyodu, T ' ye bağlı olarak belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.15a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T < T_A) \quad (3.15b)$$

Çizelge 3.5. 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	7
(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	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrikte veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrikte binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrikte çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
<u>(3) ÇELİK BİNALAR</u>		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

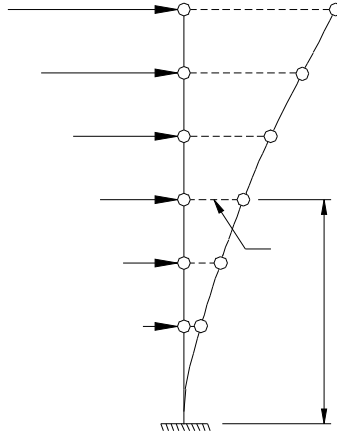
4. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ

Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin adımları aşağıdaki gibidir:

Adım 1: Döşemler rijit olarak kabul edilmiş ise mastır noktası kütle merkezinde seçilir.

Adım 2: Katlara etkiyen fiktif yükler hesaplanır (F_{fi}):

$$F_{fi} = \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (4.1)$$



Şekil 4.1. Fiktif yükler ve Yer Değiştirmeler

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 (T_1) hesaplanır. Rayleigh oranı ile T_1 in hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \quad (4.2)$$

Rayleigh oranı ile bulunan birinci doğal titreşim periyodu T_1 in kontrolü için modal analiz yapılarak, buradan bulunan T_1 değeri ile karşılaştırma yapılmasında yarar vardır.

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

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0,1 A_o IW \quad (4.3)$$

Adım 6: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

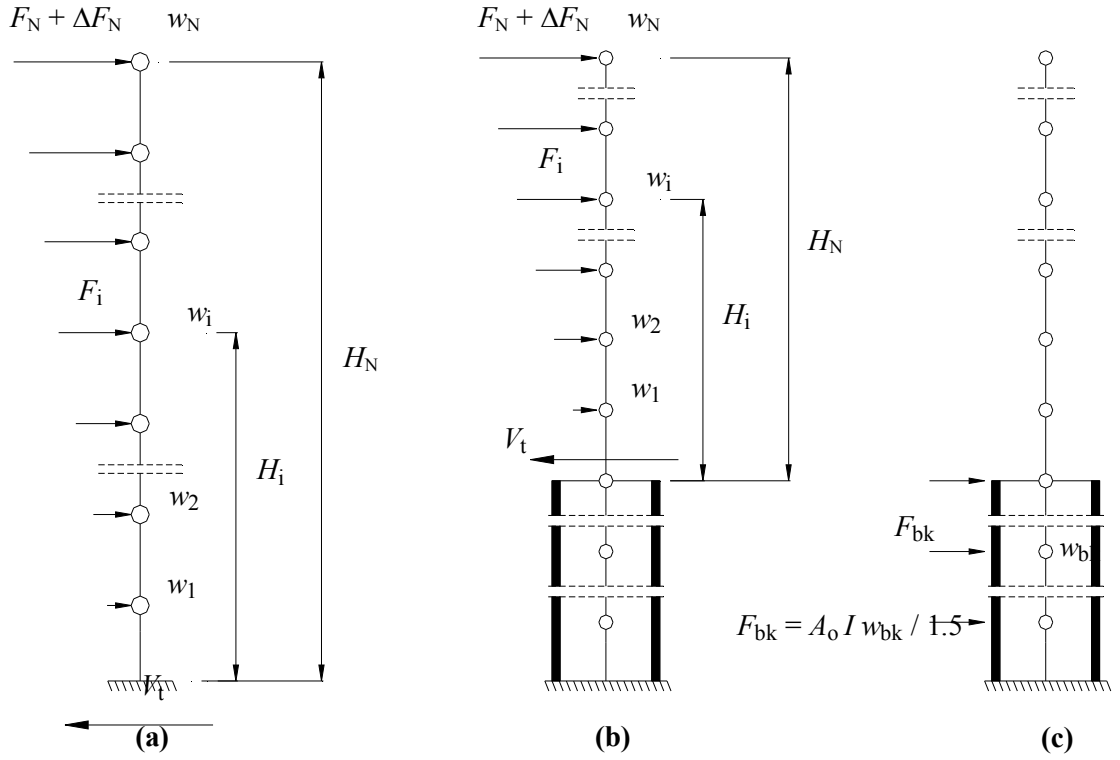
$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (4.4)$$

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 belirlenmesinde, bodrumdaki rijit çevre perdeleri göz önüne alınmaksızın tablodan 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. Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında da, fiktif yüklerin belirlenmesi için sadece üstteki katların ağırlıkları kullanılacaktır

(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, bulunan spektral ivme değeri ile bu katın ağırlığı doğrudan çarpılacak ve elde edilen elastik yükler, $R_a(T) = 1,5$ katsayısına bölünerek azaltılacaktır

(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 4.2. Kat Hizalarına Etkiyen Fiktif Yükler

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i, \quad \Delta F_N = 0.0075 N V_t \quad (4.5)$$

Yukarıdaki bağıntıda görülen ΔF_N yapının N. katına (en üst) ek olarak uygulanacak yatay yüküdür.

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;

a) 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde $\eta_{ki} \geq 1,5$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

b) $\eta_{bi} \geq 2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

c) $1.2 \leq \eta_{bi} \leq 2$ 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.

5. PERDELİ SİSTEMLER

Türk Deprem Yönetmeliği yüklerin $\pm \%5$ eksantrik olarak yapıya uygulamasından sonra, deprem doğrultusunda çalışan perdeler için aşağıdaki α_s katsayısının hesaplanarak yapının süneklik düzeyine göre bir takım kontrollerin yapılmasını öngörmektedir.

$$\alpha_s = \frac{\text{PerdeTabanındaEldeEdilenKesmeKuvvetleriToplamı}}{\text{TümBinaİçinTabandaMeydanaGelenKesmeKuvvetiToplamı}} \quad (5.1)$$

- Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde $R = 7$ katsayısının kullanılabilmesi için $\alpha_s \leq 0,75$ olmalıdır. α_s Değeri 0,75 ile 1,0 Aralığında ise R katsayısı $R = 10 - 4\alpha_s$ bağıntısı ile düzeltilerek analiz yeniden yapılmalıdır.
- Süneklik düzeyi normal sistemlerde $\alpha_s \geq 0,75$ sağlanmalıdır. Bunun sağlanmaması halinde perde kesit alanları artırılarak hesapların yeniden tekrarlanması gerekir.
- Süneklik düzeyi karma sistemlerde her bir deprem doğrultusunda mutlaka $\alpha_s \geq 0,40$ olmalıdır.

$\alpha_s \geq 2/3$ olması durumunda, deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı, taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

$0,4 \geq \alpha_s \geq 2/3$ Aralığında, her iki deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin tümü için $R = R_{NÇ} + 1.5\alpha_s (R_{YP} - R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanacaktır.

5.1. Perdelerin modellenmesi

Yapı sistemlerinde bulunan perdeler iki farklı şekilde modellenebilmektedir. Bunların birincisi, uzaysal kabuk elemanlarının kullanılmasıdır. İkincisi, daha elemanter olan Geniş Kolon Modelinin kullanılmasıdır. İkinci modele göre perde, kolon ve kiriş elemanlarına indirgenmektedir. Perdenin kat seviyesindeki kısımları, atalet momentleri çok büyük rijit kiriş gibi kabul edilmektedir. Eksen üzerinde alınan

kolonun atalet momenti ise, perdenin atalet momentine eşittir. Ayrıca kayma deformasyonlarının etkileri de göz önüne alınmalıdır. Bu modelde düğüm sayısı uzaysal kabuk modeline kıyasla oldukça azalmaktadır.

5.2. Sayısal uygulamalar

Bu tezde alınan uygulamaların tamamı, SAP2000 paket programı ile çözülmüştür. Tezde ele alınan ilk bölümdeki perde yerleşiminin düzensizliğe etkisi uygulamalarında Rijit Diyafram Modeli kullanılmıştır. İkinci bölümdeki A2 Döşeme süreksizlikleri durumu için Kabuk Eleman Modeli ile Rijit Diyafram Modeli ayrı ayrı uygulanmıştır.

Tezin hazırlanmasının temel amacı, Türk Deprem Yönetmeliği'nin analiz bakımından uygulamaları göstermek olduğundan; ele alınan tüm örnekler tek bir deprem yönü ve iki eksenin sadece pozitif eksantrisiteleri için açıklanmaktadır.

Deprem yönetmeliği 2007 de belirtilen A1 türü burulma düzensizliği durumuna uygun örnekler ele alınmıştır. Birinci bölümdeki örneklerde rijit diyafram modeli uygulanmış, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile çözüm yapılmıştır. Ayrıca yapıların değişik yerlerine perdeler yerleştirilerek yapıların perdeli durumları incelenmiştir. Perdeler kabuk modeli ile tanımlanmıştır. Bütün çözümler SAP2000 yapı analiz programı ile yapılmıştır. Aşağıdaki yapı özellikleri birinci bölümdeki tüm örnekler için geçerlidir.

Yapı Elemanı Boyutları:

Tüm Kolonlar	: 60 cm x 60 cm
Tüm Kirişler	: 50 cm x 25 cm
Kat Yüksekliği	: 3.5 m
Perde Kalınlığı	: 20 cm

Bina Bilgileri:

Kat sayısı: 5

Bodrum kat sayısı: -

Bina önem katsayısı: $I=1$ (Çizelge 4.3)

Taşıyıcı sistem türü: Yerinde dökme betonarme çerçeveli sistem.

Possion Oranı: 0.15

Elastisite modülü: 2850000 ton/m²

Deprem Bilgileri:

Deprem Bölgesi: 1. Bölge

Etkin Yer İvmesi Katsayısı: $A_0=0.4$ (Çizelge 4.2)

Yerel Zemin Sınıfı: Z3.....(Çizelge 4.4)

Spektrum Karakteristik Periyotları: $T_A=0.15$ sn, $T_B=0.60$ sn(Çizelge 4.4)

Hareketli Yük Katılım Katsayısı: $n=0.3$(Çizelge 4.1)

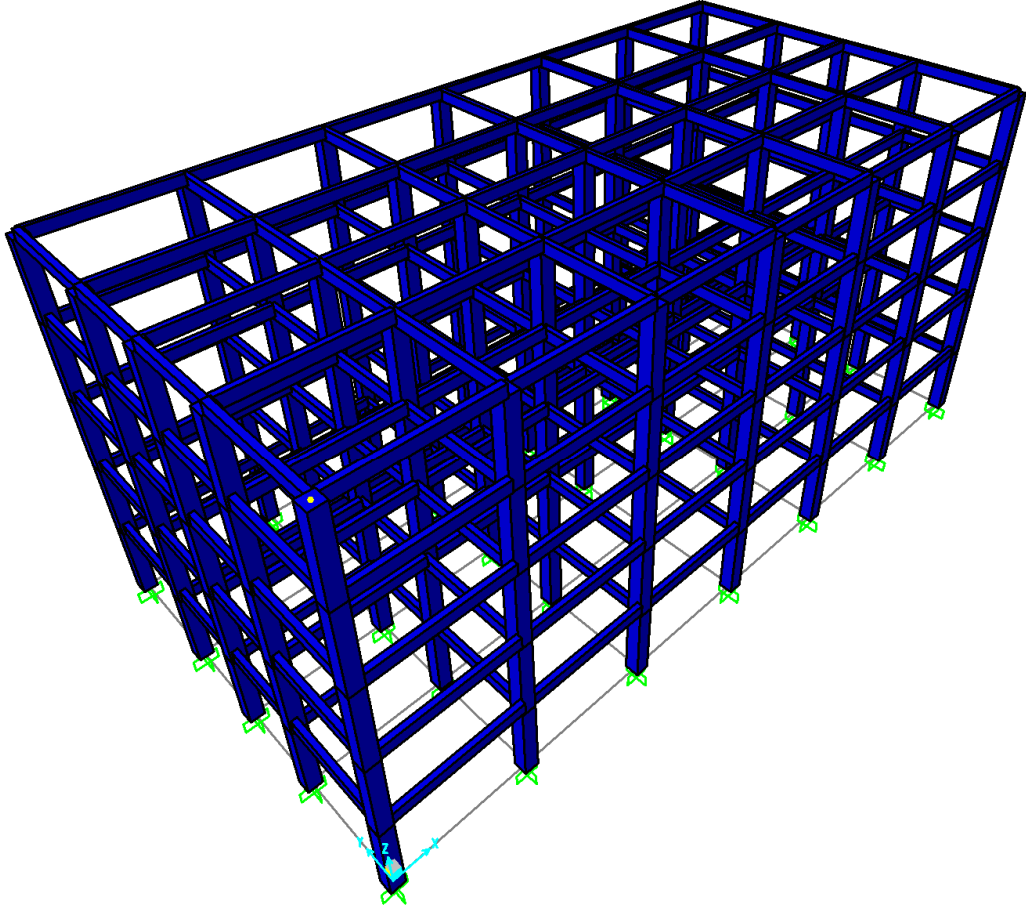
Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı: $R=8$(Çizelge 4.5)

Perdeli Sistemler İçin Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı: $R=7$(Çizelge 4.5)

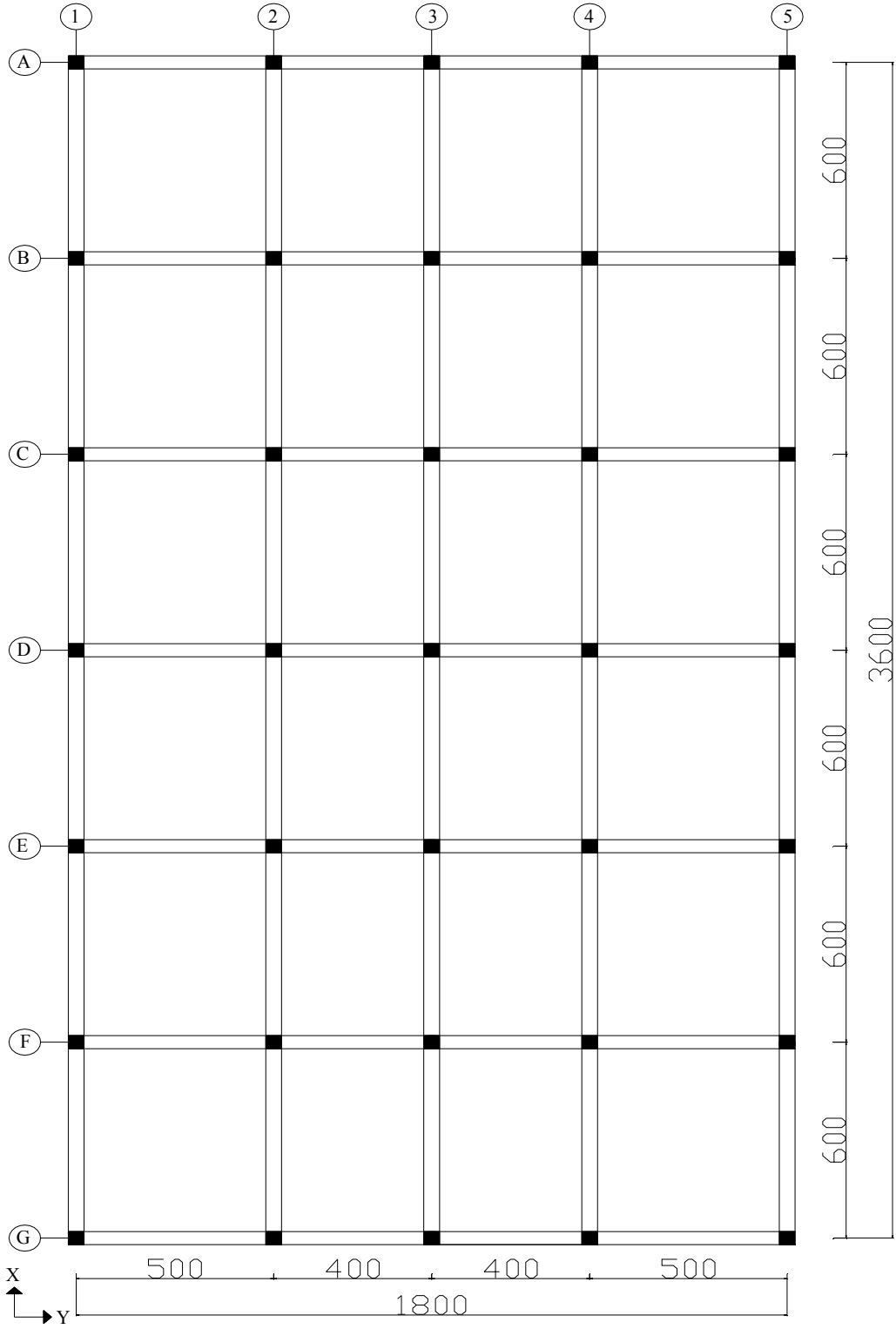
Kullanılan Program: SAP2000

Seçilen Yöntem: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

5.2.1. Örnek 5.1



Şekil 5.1. Örnek 5.1'e ait bina görünüşü



Şekil 5.2. Örnek 5.1'in kalıp planı

Çizelge 5.1. Örnek 5.1 ‘e ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w _i	H _i	w _i xh _i	F _{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769.32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.2. Örnek 5.1 ‘e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	m _i (w _i /g)	F _{fi}	d _{fi}	m _i x d _{fi} ²	F _{fi} x d _{fi}
5	47.06	0.3135	7.42E-05	2.59E-07	2.33E-05
4	51.53	0.2745	6.46E-05	2.15E-07	1.77E-05
3	51.53	0.2059	4.96E-05	1.27E-07	1.02E-05
2	51.53	0.1375	3.06E-05	4.83E-08	4.21E-06
1	51.53	0.0686	1.11E-05	6.35E-09	7.61E-07
Toplam				6.56E-07	5.62E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{6.56 \times 10^{-7}}{5.62 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.67875 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R 'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.67875$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_y > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_y) = 2.26513$$

bulunur.

$T_y > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_y) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.26513 = 0.90605$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{ty} = 2483.3 \times 0.90605 / 8 = 281.24940 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 5.3. Örnek 5.1 'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	$F_i(\text{ton})$
5	88.17169
4	77.20296
3	57.90925
2	38.67179
1	19.29371

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.4. Örnek 5.1 ‘e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
5	47.06	0.3135	8.56E-05	3.45E-07	2.68E-05
4	51.53	0.2745	7.40E-05	2.82E-07	2.03E-05
3	51.53	0.2059	5.64E-05	1.64E-07	1.16E-05
2	51.53	0.1375	3.44E-05	6.11E-08	4.74E-06
1	51.53	0.0686	1.22E-05	7.72E-09	8.40E-07
Toplam				8.59E-07	6.43E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{8.59 \times 10^{-7}}{6.43 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.72624 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5’e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R’nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_x = 0.72624$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_x > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_x) = 2.14583$$

bulunur.

$$T_x > T_A \text{ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı } R_a(T_x) = R = 8 \text{ alınacaktır.}$$

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.14583 = 0.85833$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{ty} = 2483.3 \times 0.85833 / 8 = 266.43733 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 5.5. Örnek 5.1 'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	$F_i(\text{ton})$
5	83.52810
4	73.13705
3	54.85945
2	36.63513
1	18.27760

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması: Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

5.1.1. X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 5.6. Örnek 5.1 ‘e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat No	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}
5	0.02366	0.02193	0.00320	0.00298	0.00309	1.03560
4	0.02046	0.01895	0.00484	0.00449	0.00467	1.03751
3	0.01562	0.01446	0.00608	0.00564	0.00586	1.03754
2	0.00954	0.00882	0.00615	0.00569	0.00592	1.03885
1	0.00339	0.00313	0.00339	0.00313	0.00326	1.03988
						η _{bi} < 1.2

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 5.7. Örnek 5.1 ‘e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{ort}	h _i	(Δ _i) _{max} / h _i
5	0.02366	0.02193	0.0032	0.00309	3.5	0.00091
4	0.02046	0.01895	0.00484	0.00467	3.5	0.00138
3	0.01562	0.01446	0.00608	0.00586	3.5	0.00174
2	0.00954	0.00882	0.00615	0.00592	3.5	0.00176
1	0.00339	0.00313	0.00339	0.00326	3.5	0.00097

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 5.8. Örnek 5.1 ‘e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w _i	Σ w _i	(Δ _i) _{ort}	V _i	h _i	θ _i
5	461.75	461.75	0.00309	83.52810	3.5	0.00488
4	505.52	967.27	0.00467	156.66515	3.5	0.00823
3	505.52	1472.79	0.00586	211.52459	3.5	0.01166
2	505.52	1978.31	0.00592	248.15973	3.5	0.01348
1	505.52	2483.83	0.00326	266.43733	3.5	0.00868
						θ _i < 0.12

θ_i < 0.12 olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.1.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 5.9. Örnek 5.1 ‘e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02454	0.01720	0.00319	0.00224	0.00272	1.17495
4	0.02135	0.01496	0.00493	0.00346	0.00420	1.17521
3	0.01642	0.01150	0.00629	0.00440	0.00535	1.17680
2	0.01013	0.00710	0.00646	0.00453	0.00550	1.17561
1	0.00367	0.00257	0.00367	0.00257	0.00312	1.17628
						$\eta_{bi} < 1.2$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 5.10. Örnek 5.1 ‘e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02454	0.0172	0.00319	0.00272	3.5	0.00091
4	0.02135	0.01496	0.00493	0.00420	3.5	0.00141
3	0.01642	0.0115	0.00629	0.00535	3.5	0.00180
2	0.01013	0.0071	0.00646	0.00550	3.5	0.00185
1	0.00367	0.00257	0.00367	0.00312	3.5	0.00105

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

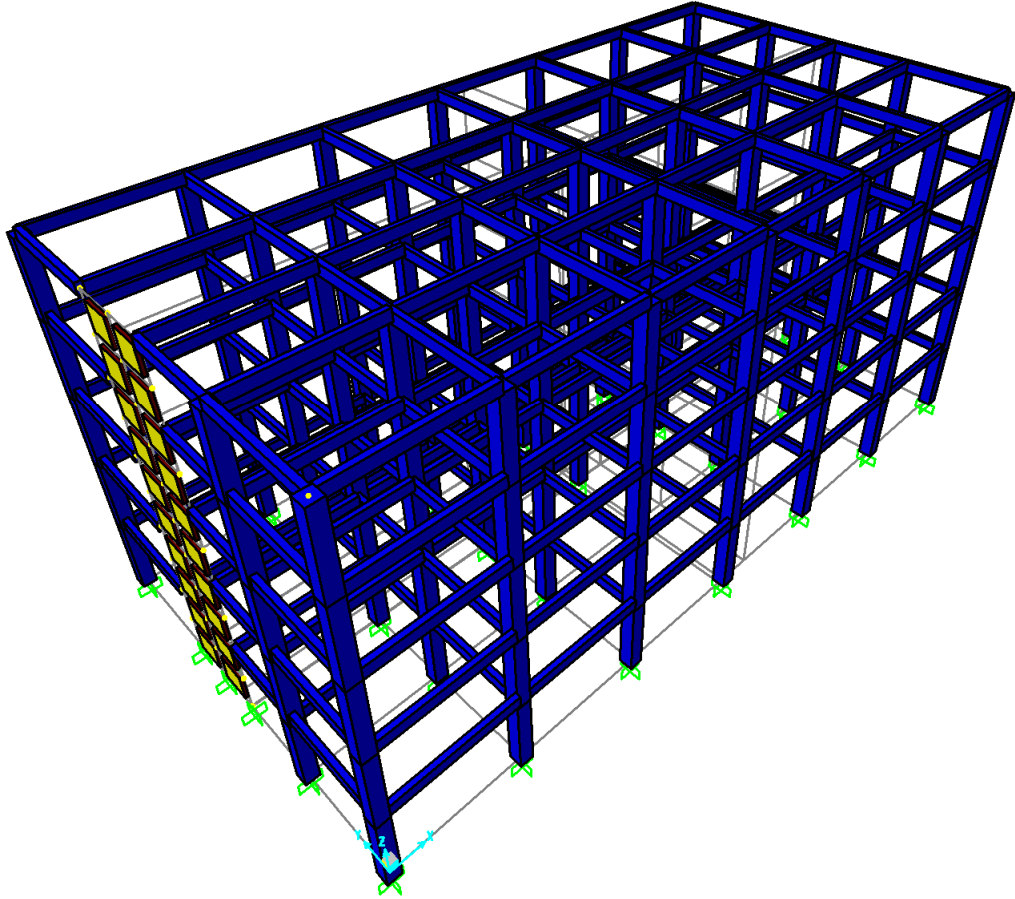
Çizelge 5.11. Örnek 5.1 ‘e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00272	88.17169	3.5	0.00406
4	505.52	967.27	0.00420	165.37465	3.5	0.00701
3	505.52	1472.79	0.00535	223.28390	3.5	0.01007
2	505.52	1978.31	0.00550	261.95569	3.5	0.01186
1	505.52	2483.83	0.00312	281.24940	3.5	0.00787
						$\theta_i < 0.12$

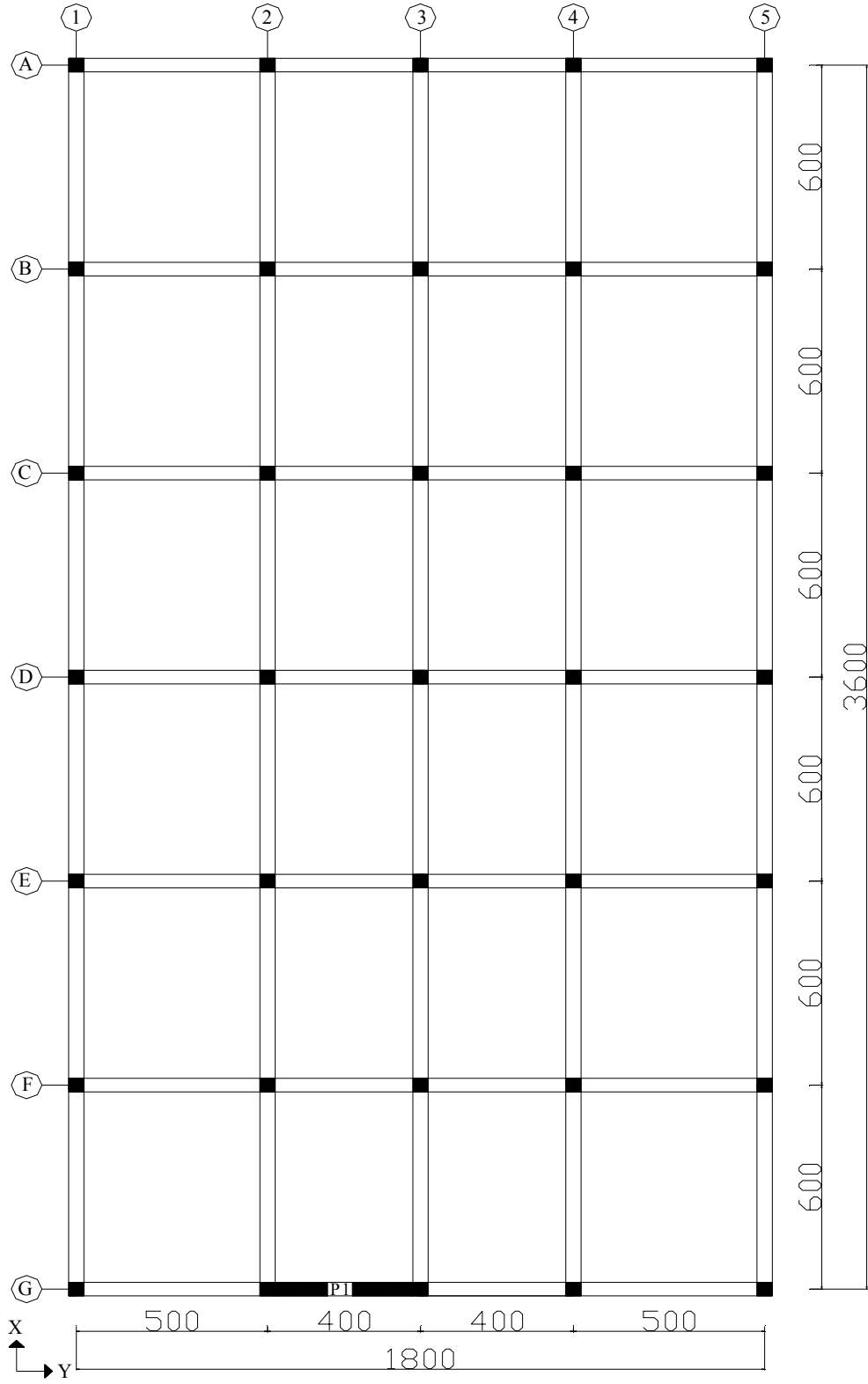
$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.2.2. Örnek 5.2

Örnek 5.1’de ele alınan yapıya bir adet simetrik olmayan perde yerleştirilmiştir. Perde kalınlıkları 20 cm alınmıştır. Perdeler sistemin rijitliğini artırdığı için burada taşıyıcı sistem davranış katsayısı başlangıçta $R=7$ alınmaktadır.



Şekil 5.3. Örnek 5.2’ye ait bina görünüşü



Şekil 5.4. Örnek 5.2'nin kat kalıp planı

Çizelge 5.12. Örnek 5.2 ‘ye ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w _i	H _i	w _i xh _i	F _{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769.32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.13. Örnek 5.2 ‘ye ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	m _i (w _i /g)	F _{fi}	d _{fi}	m _i x d _{fi} ²	F _{fi} x d _{fi}
5	47.06	0.3135	6.36E-05	1.91E-07	1.99E-05
4	51.53	0.2745	5.37E-05	1.49E-07	1.47E-05
3	51.53	0.2059	4.02E-05	8.32E-08	8.27E-06
2	51.53	0.1375	2.42E-05	3.01E-08	3.32E-06
1	51.53	0.0686	8.56E-06	3.78E-09	5.87E-07
Toplam				4.56E-07	4.69E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{4.56 \times 10^{-7}}{4.69 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.61989 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı:

Analizi yapılan bina, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R'nin 7 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.61989$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_y > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_y) = 2.43562$$

bulunur.

$T_y > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_y) = R = 7$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.43562 = 0.97425$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{ty} = 2483.3 \times 0.97425 / 7 = 345.62136 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 5.14. Örnek 5.2 'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	108.35230
4	94.87306
3	71.16344
2	47.52294
1	23.70963

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.15. Örnek 5.2 ‘ye ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	8.77E-05	3.62E-07	2.75E-05
4	51.53	0.2745	7.59E-05	2.97E-07	2.08E-05
3	51.53	0.2059	5.80E-05	1.73E-07	1.19E-05
2	51.53	0.1375	3.55E-05	6.48E-08	4.88E-06
1	51.53	0.0686	1.27E-05	8.25E-09	8.68E-07
Toplam				9.05E-07	6.60E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{9.05 \times 10^{-7}}{6.60 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.73567 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı:

Analizi yapılan bina, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5’e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R’nin 7 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_x = 0.73567$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_x > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_x) = 2.12380$$

bulunur.

$$T_x > T_A \text{ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı } R_a(T_x) = R = 7 \text{ alınacaktır.}$$

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.1380 = 0.84952$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$V_{tx} = 2483.3 \times 0.84952 / 7 = 301.37346$ ton $> 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332$ ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.16. Örnek 5.2 'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	94.48058
4	82.72701
3	62.05279
2	41.43885
1	20.67422

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması: Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

5.2.1.X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 5.17. Örnek 5.2 ‘ye ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02724	0.02561	0.00370	0.00341	0.00356	1.04079
4	0.02354	0.0222	0.00557	0.00521	0.00539	1.03340
3	0.01797	0.01699	0.00699	0.00659	0.00679	1.02946
2	0.01098	0.0104	0.00707	0.00669	0.00688	1.02762
1	0.00391	0.00371	0.00391	0.00371	0.00381	1.02625
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 5.18. Örnek 5.2 ‘ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02724	0.02561	0.0037	0.00356	3.5	0.00106
4	0.02354	0.0222	0.00557	0.00539	3.5	0.00159
3	0.01797	0.01699	0.00699	0.00679	3.5	0.00200
2	0.01098	0.0104	0.00707	0.00688	3.5	0.00202
1	0.00391	0.00371	0.00391	0.00381	3.5	0.00112

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0029$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 5.19. Örnek 5.2 ‘ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00356	94.48058	3.5	0.00496
4	505.52	967.27	0.00539	177.20759	3.5	0.00841
3	505.52	1472.79	0.00679	239.26039	3.5	0.01194
2	505.52	1978.31	0.00688	280.69924	3.5	0.01385
1	505.52	2483.83	0.00381	301.37346	3.5	0.00897
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

Çizelge 5.20. Örnek 5.2 ‘ye ait kesme kuvveti kontrolü

F_{12}	0.923
F_{12}	3.964
F_{12}	1.684
Toplam F_{12}	6.571
V_T	301.37346

$$\alpha_s = \frac{\sum F_{12}}{V_t} < 0.75 \text{ olmalıdır.}$$

$$\alpha_s = \frac{6.571}{301.37346} = 0.021803513 < 0.75 \text{ olduğundan başlangıçta seçilen } R=7 \text{ değeri kullanılabilir. } F_{12}'\text{ler SAP2000'e hesaplatılmıştır.}$$

5.2.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 5.21. Örnek 5.2 ‘ye ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.03185	0.01352	0.00378	0.00303	0.00341	1.11013
4	0.02807	0.01049	0.00625	0.00329	0.00477	1.31027
3	0.02182	0.00720	0.00822	0.00324	0.00573	1.43455
2	0.01360	0.00396	0.00863	0.00268	0.00566	1.52608
1	0.00497	0.00128	0.00497	0.00128	0.00313	1.59040
						$\eta_{bi} > 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} > 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmaktadır. Binanın herhangi bir i'inci katında A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olmak koşulu ile bu katta uygulanan +%5 dış merkezlik, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz baştan yapılmalıdır.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2$$

Çizelge 5.22. Örnek 5.2 ‘ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{ort}	h _i	(Δ _i) _{max} /h _i
5	0.03185	0.01352	0.00378	0.00341	3.5	0.00108
4	0.02807	0.01049	0.00625	0.00477	3.5	0.00179
3	0.02182	0.0072	0.00822	0.00573	3.5	0.00235
2	0.0136	0.00396	0.00863	0.00566	3.5	0.00247
1	0.00497	0.00128	0.00497	0.00313	3.5	0.00142

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0029$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 5.23. Örnek 5.2 ‘ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w _i	$\sum w_i$	(Δ _i) _{ort}	V _i	h _i	θ _i
5	461.75	461.75	0.00341	108.35230	3.5	0.00415
4	505.52	967.27	0.00477	203.22536	3.5	0.00649
3	505.52	1472.79	0.00573	274.38880	3.5	0.00879
2	505.52	1978.31	0.00566	321.91173	3.5	0.00993
1	505.52	2483.83	0.00313	345.62136	3.5	0.00642
						θ _i < 0.12

θ_i < 0.12 olduğundan, hem görelî kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

Çizelge 5.24. Örnek 5.2 ‘ye ait kesme kuvveti kontrolü

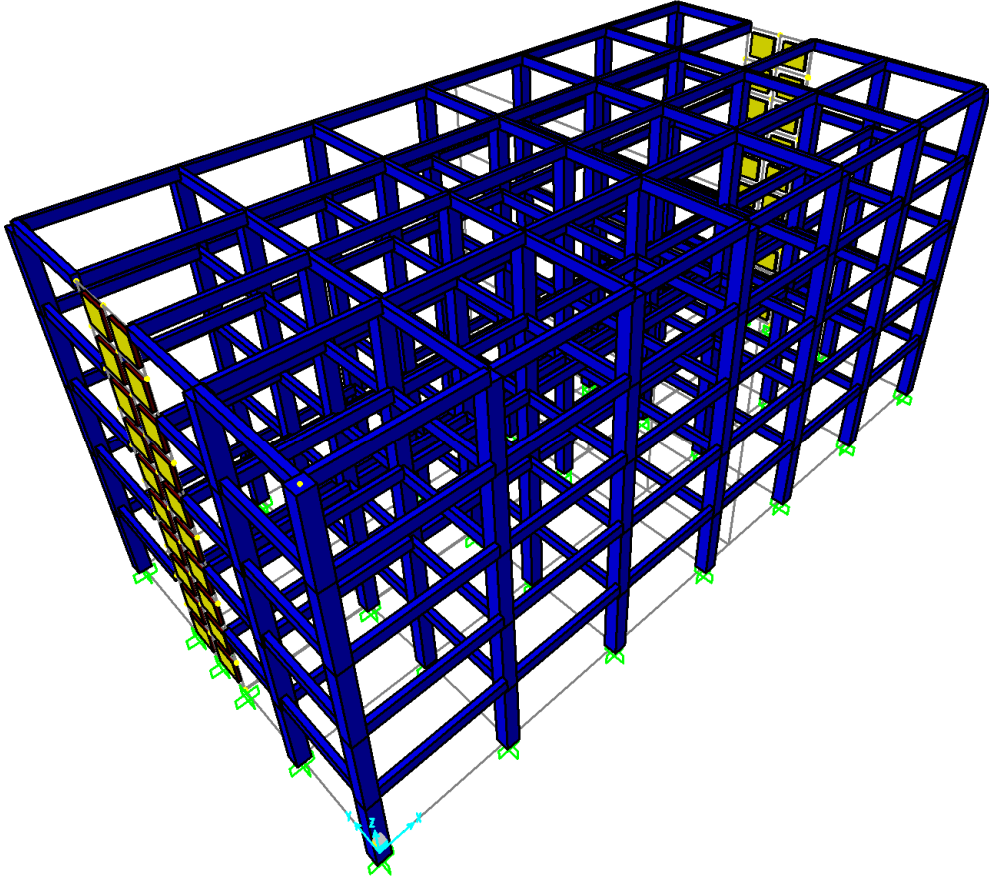
F ₁₂	13.724
F ₁₂	39.357
F ₁₂	13.128
Toplam F₁₂	66.209
V_T	345.62136

$$\alpha_s = \frac{\sum F_{12}}{V_t} < 0.75 \text{ olmalıdır.}$$

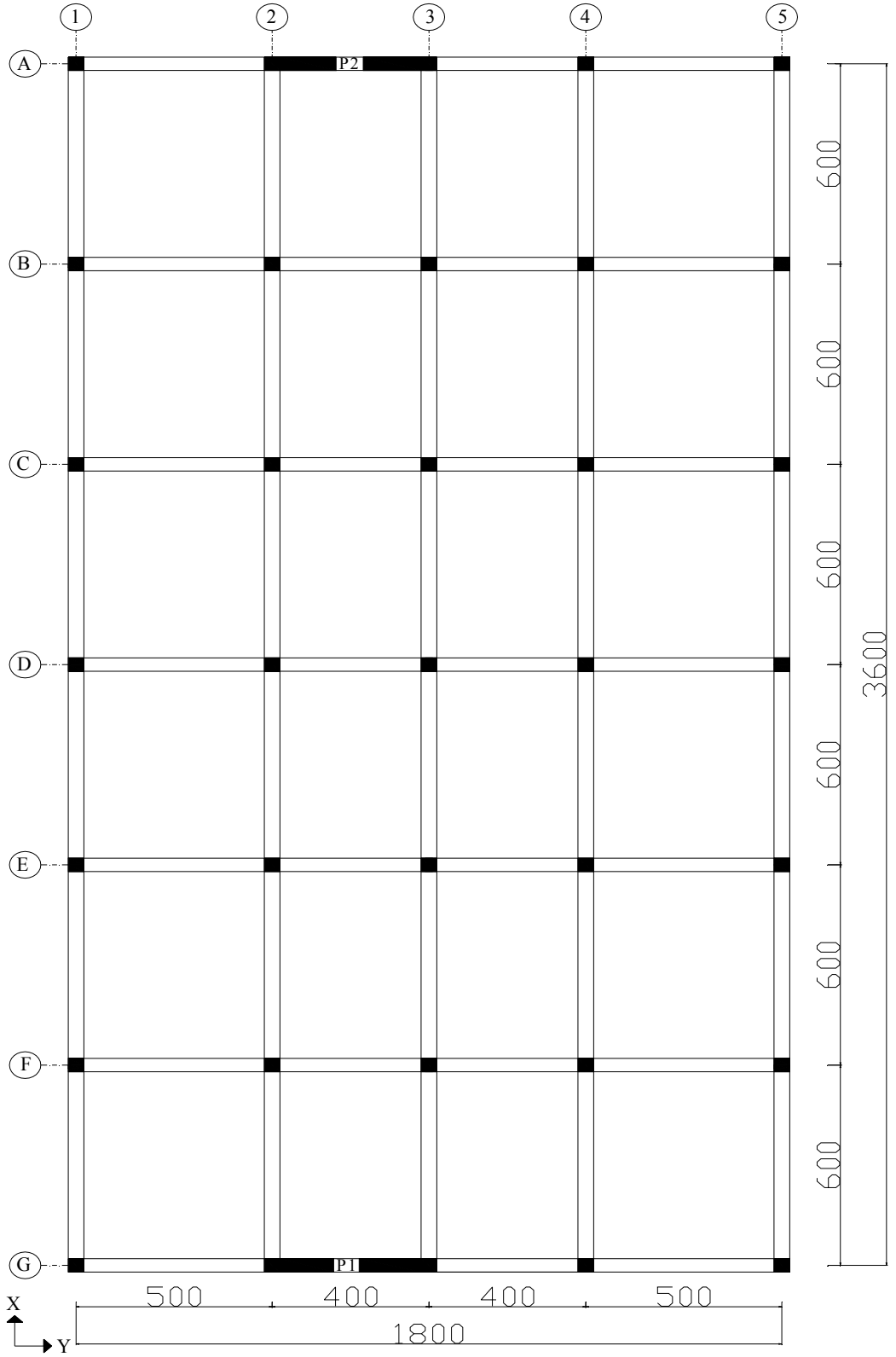
$\alpha_s = \frac{66.209}{345.62136} = 0.191565129 < 0.75$ olduğundan başlangıçta seçilen R=7 değeri kullanılabilir. F₁₂’ler SAP2000’e hesaplatılmıştır.

5.2.3. Örnek 5.3

Örnek 5.1’de ele alınan yapıya bir adet simetrik olan perde yerleştirilmiştir. Perde kalınlıkları 20 cm alınmıştır. Perdeler sistemin rijitliğini artırdığı için burada taşıyıcı sistem davranış katsayısı başlangıçta $R=7$ alınmaktadır.



Şekil 5.5. Örnek 5.3’e ait bina görünüşü



Şekil 5.6. Örnek 5.3'ün kat kalıp planı

Çizelge 5.25. Örnek 5.3 ‘e ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w _i	H _i	w _i xh _i	F _{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769,32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.26. Örnek 5.3 ‘e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	m _i (w _i /g)	F _{fi}	d _{fi}	m _i x d _{fi} ²	F _{fi} x d _{fi}
5	47.06	0.3135	5.08E-05	1.21E-07	1.59E-05
4	51.53	0.2745	4.00E-05	8.23E-08	1.10E-05
3	51.53	0.2059	2.79E-05	4.00E-08	5.74E-06
2	51.53	0.1375	1.56E-05	1.25E-08	2.14E-06
1	51.53	0.0686	5.13E-06	1.35E-09	3.52E-07
Toplam				2.57E-07	3.51E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{2.57 \times 10^{-7}}{3.51 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.53794 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R 'nin 7 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.53794$ sn değerleri kullanılarak;

$T_y > T_B$ Olduğundan $\rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8}$ formülünden $S(T_y) = 2.72817$ bulunur.

$T_y > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_y) = R = 7$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.72817 = 1.09127$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$V_{ty} = 2483.3 \times 1.09127 / 7 = 387.13573$ ton $> 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332$ ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.27. Örnek 5.3 'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	121.36705
4	106.26876
3	79.71125
2	53.23116
1	26.55751

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.28. Örnek 5.3 'e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	8.99E-05	3.80E-07	2.82E-05
4	51.53	0.2745	7.79E-05	3.13E-07	2.14E-05
3	51.53	0.2059	5.97E-05	1.83E-07	1.23E-05
2	51.53	0.1375	3.66E-05	6.89E-08	5.03E-06
1	51.53	0.0686	1.31E-05	8.83E-09	8.98E-07
Toplam				9.54E-07	6.78E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{9.54 \times 10^{-7}}{6.78 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.74550 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R 'nin 7 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_x = 0.74550$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_x > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_x) = 2.10138$$

bulunur.

$$T_x > T_A \text{ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı } R_a(T_x) = R = 7 \text{ alınacaktır.}$$

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.10138 = 0.84055$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{tx} = 2483.3 \times 0.84055 / 7 = 298.19190 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 5.29. Örnek 5.3 'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	93.48316
4	81.85368
3	61.39771
2	41.00139
1	20.45596

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması: Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

5.3.1.X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 5.30. Örnek 5.3 'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02746	0.02616	0.00372	0.00342	0.00357	1.04202
4	0.02374	0.02274	0.00561	0.00529	0.00545	1.02936
3	0.01813	0.01745	0.00704	0.00673	0.00689	1.02251
2	0.01109	0.01072	0.00713	0.00688	0.00701	1.01784
1	0.00396	0.00384	0.00396	0.00384	0.00390	1.01538
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 5.31. Örnek 5.3 'e ait göreceli kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02746	0.02616	0.00372	0.00357	3.5	0.00106
4	0.02374	0.02274	0.00561	0.00545	3.5	0.00160
3	0.01813	0.01745	0.00704	0.00689	3.5	0.00201
2	0.01109	0.01072	0.00713	0.00701	3.5	0.00204
1	0.00396	0.00384	0.00396	0.00390	3.5	0.00113

$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0029 \text{ koşulları sağlanmaktadır.}$$

Çizelge 5.32. Örnek 5.3 'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00357	93.48316	3.5	0.00504
4	505.52	967.27	0.00545	175.33684	3.5	0.00859
3	505.52	1472.79	0.00689	236.73455	3.5	0.01224
2	505.52	1978.31	0.00701	277.73594	3.5	0.01426
1	505.52	2483.83	0.00390	298.19190	3.5	0.00928
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem göreceli kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

Çizelge 5.33. Örnek 5.3 ‘e ait kesme kuvveti kontrolü

F_{12}	4.692
F_{12}	2.629
F_{12}	5.465
Toplam F_{12}	12.786
V_T	298.19190

$$\alpha_s = \frac{\sum F_{12}}{V_t} < 0.75 \text{ olmalıdır.}$$

$\alpha_s = \frac{12.786}{298.19190} = 0.042878428 < 0.75$ olduğundan başlangıçta seçilen $R=7$ değeri kullanılabilir. F_{12} 'ler SAP2000'e hesaplatılmıştır.

5.3.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 5.34. Örnek 5.3 ‘e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02253	0.01676	0.00484	0.00351	0.00418	1.15928
4	0.01769	0.01325	0.00540	0.00397	0.00469	1.15261
3	0.01229	0.00928	0.00545	0.00408	0.00477	1.14376
2	0.00684	0.00520	0.00459	0.00348	0.00404	1.13755
1	0.00225	0.00172	0.00225	0.00172	0.00199	1.13350
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 5.35. Örnek 5.3 ‘e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02253	0.01676	0.00484	0.00418	3.5	0.00138
4	0.01769	0.01325	0.0054	0.00469	3.5	0.00154
3	0.01229	0.00928	0.00545	0.00477	3.5	0.00156
2	0.00684	0.0052	0.00459	0.00404	3.5	0.00131
1	0.00225	0.00172	0.00225	0.00199	3.5	0.00064

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 5.36. Örnek 5.3 ‘e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00418	121.36705	3.5	0.00454
4	505.52	967.27	0.00469	227.63581	3.5	0.00569
3	505.52	1472.79	0.00477	307.34705	3.5	0.00652
2	505.52	1978.31	0.00404	360.57821	3.5	0.00633
1	505.52	2483.83	0.00199	387.13573	3.5	0.00364
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

Çizelge 5.37. Örnek 5.3 ‘e ait kesme kuvveti kontrolü

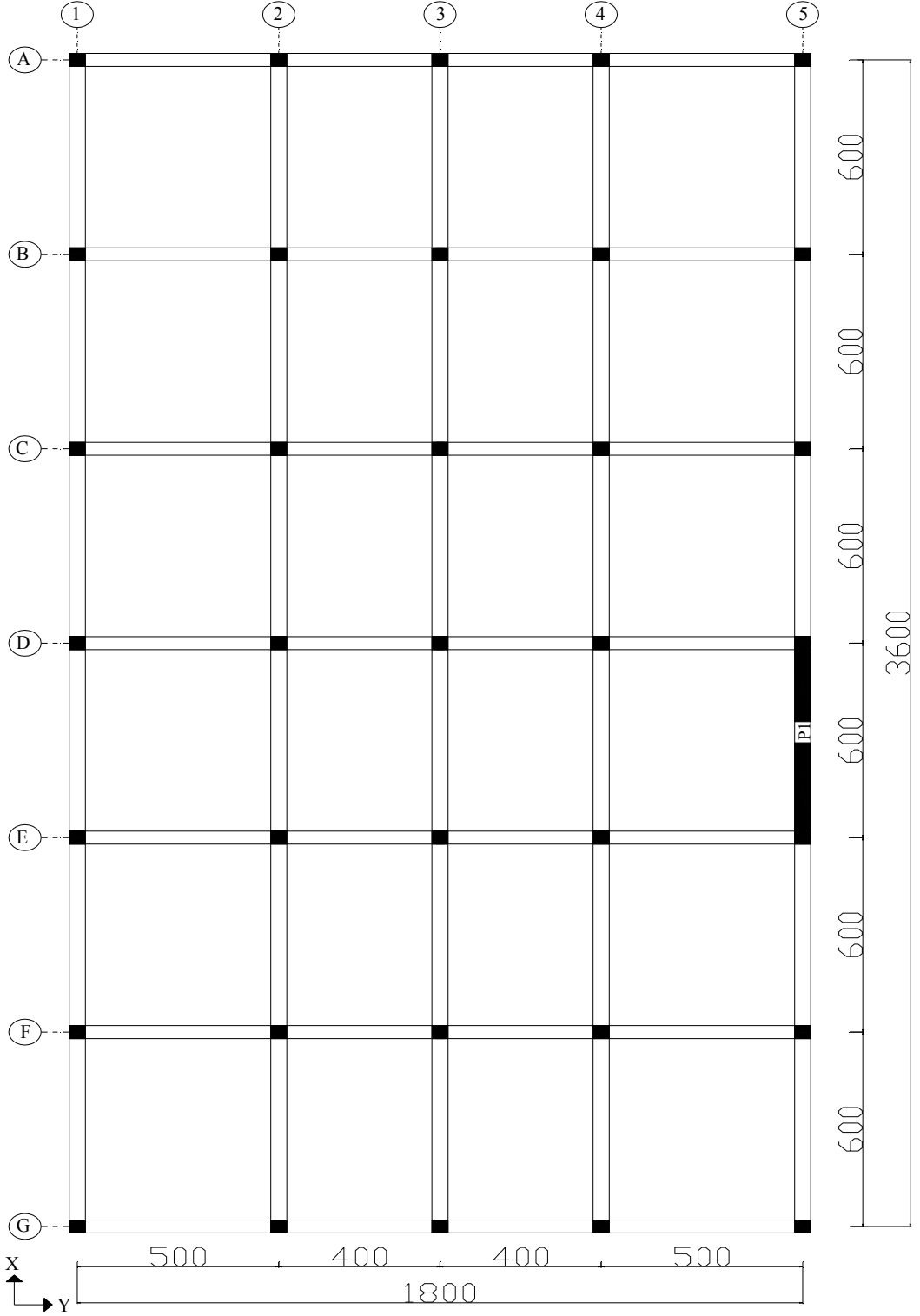
F_{12}	67.374
F_{12}	35.987
F_{12}	89.37
Toplam F_{12}	192.731
V_T	387.13573

$$\alpha_s = \frac{\sum F_{12}}{V_t} < 0.75 \text{ olmalıdır.}$$

$$\alpha_s = \frac{192.731}{387.13531} = 0.497838323 < 0.75 \text{ olduğundan başlangıçta seçilen } R=7 \text{ değeri kullanılabilir. } F_{12}\text{'ler SAP2000'e hesaplatılmıştır.}$$

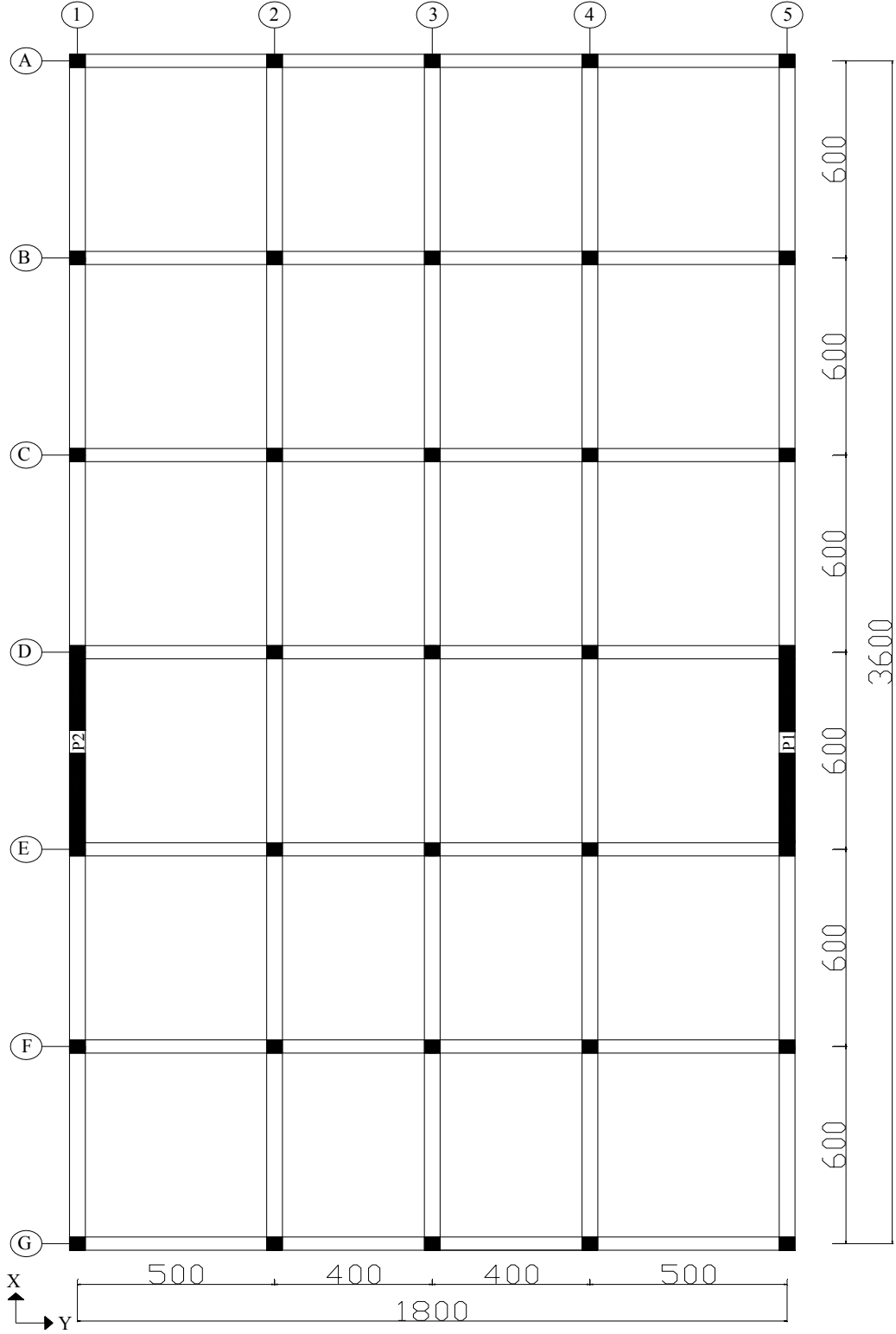
Bu bölümde, perde yerleşimi ve sayısının deprem analizine etkilerini inceleyebilmek amacıyla toplam 22 adet örnek ele alınmıştır. Yukarıda incelenen örneklerin çözümleri, diğer örnekler için yol göstermektedir. Aşağıdaki diğer örneklerin kat planlarını ve analizlerin sonuçlarını bir arada gösteren şekiller ve çizelgeler bulunmaktadır. Yukarıda anlatılan 3 örnekte görüldüğü gibi diğer örneklerde de +%5 eksantrisite ile her iki eksen doğrultusunda deprem yükleriyle analiz yapılmıştır. Yapıya rastgele konumlarda perdeler yerleştirilerek incelemeler yapılmıştır.

Örnek 5.4



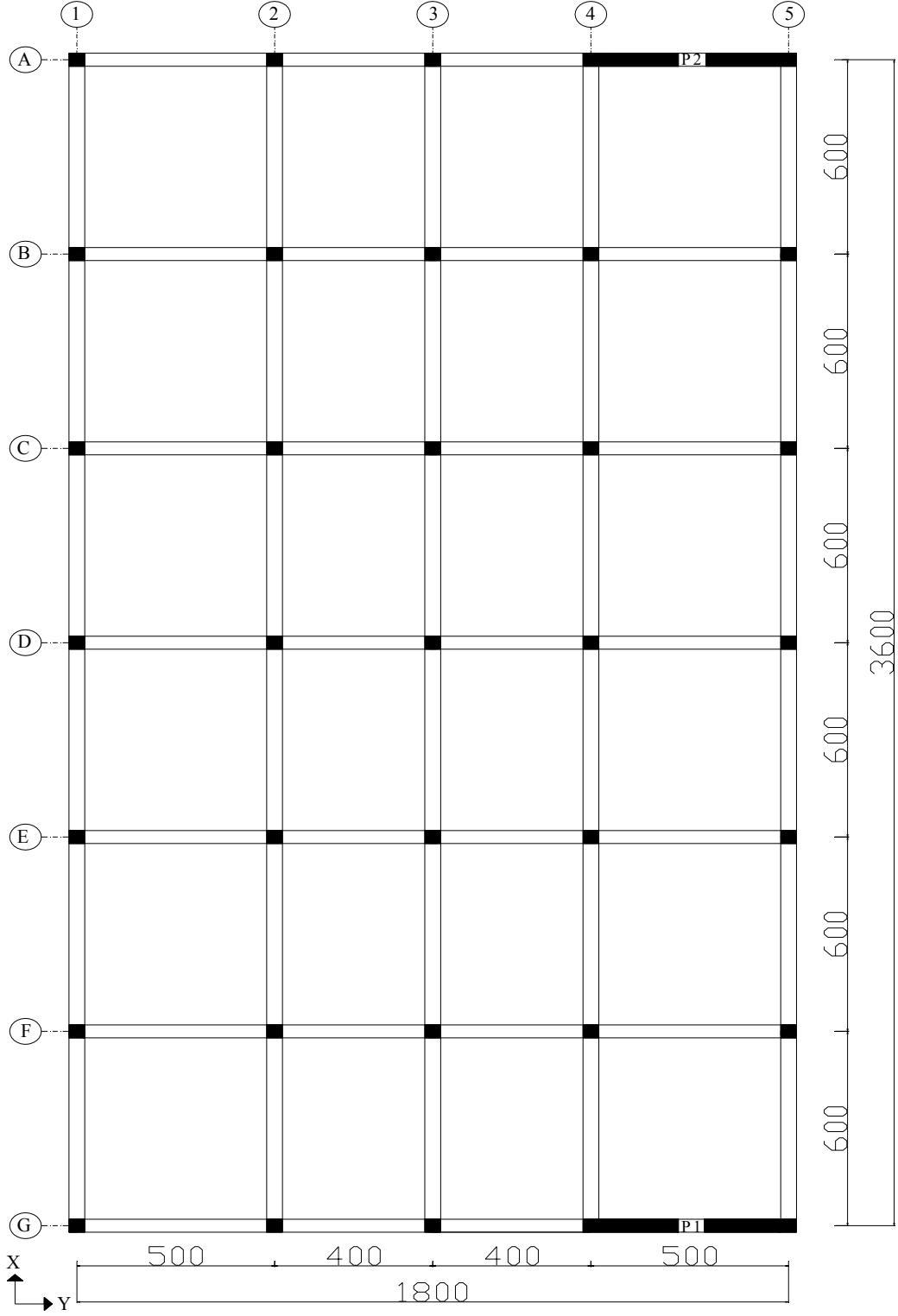
Şekil 5.7. Örnek 5.4 'ün kat kalıp planı

Örnek 5.5



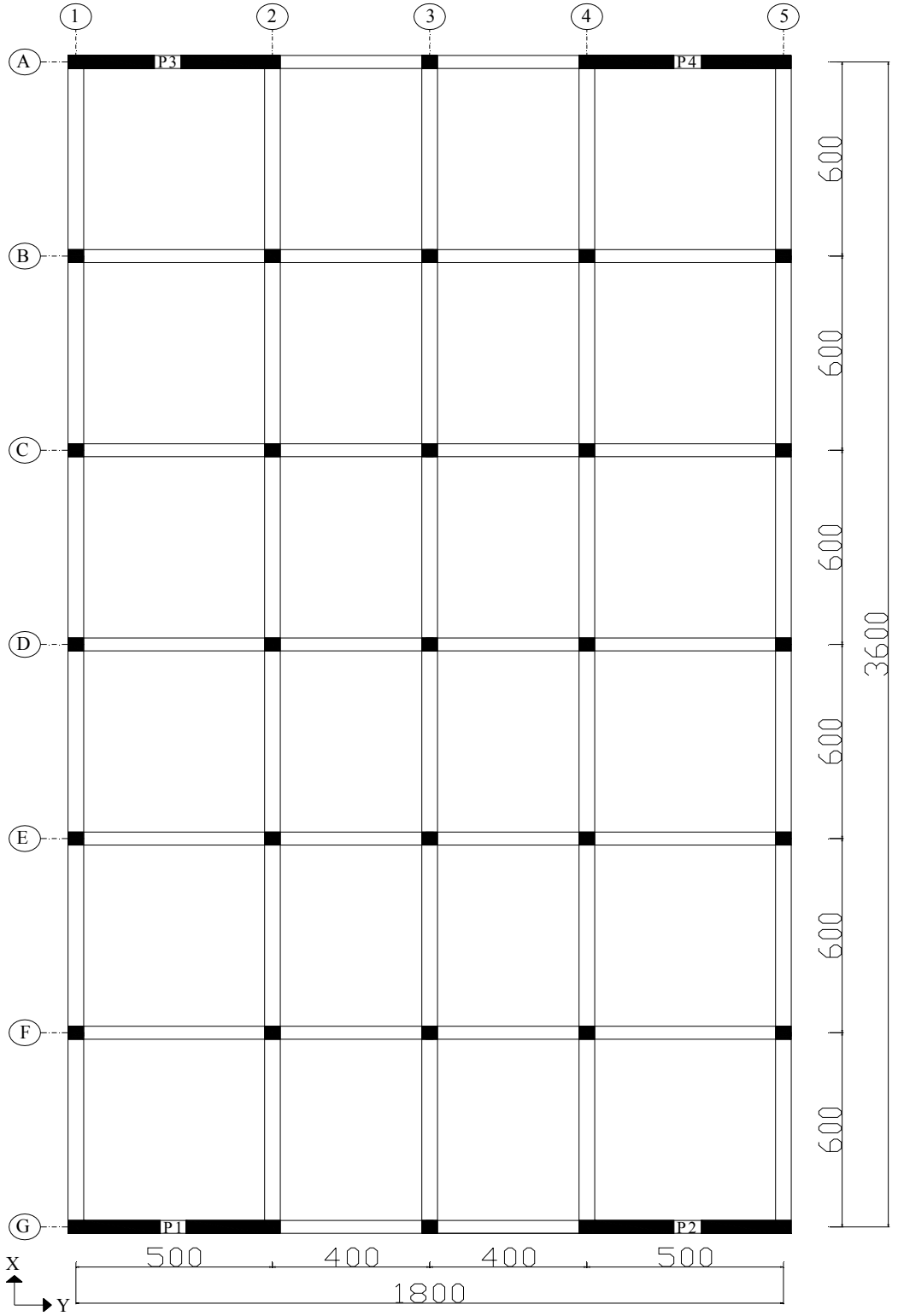
Şekil 5.8. Örnek 5.5'in kat kalıp planı

Örnek 5.6



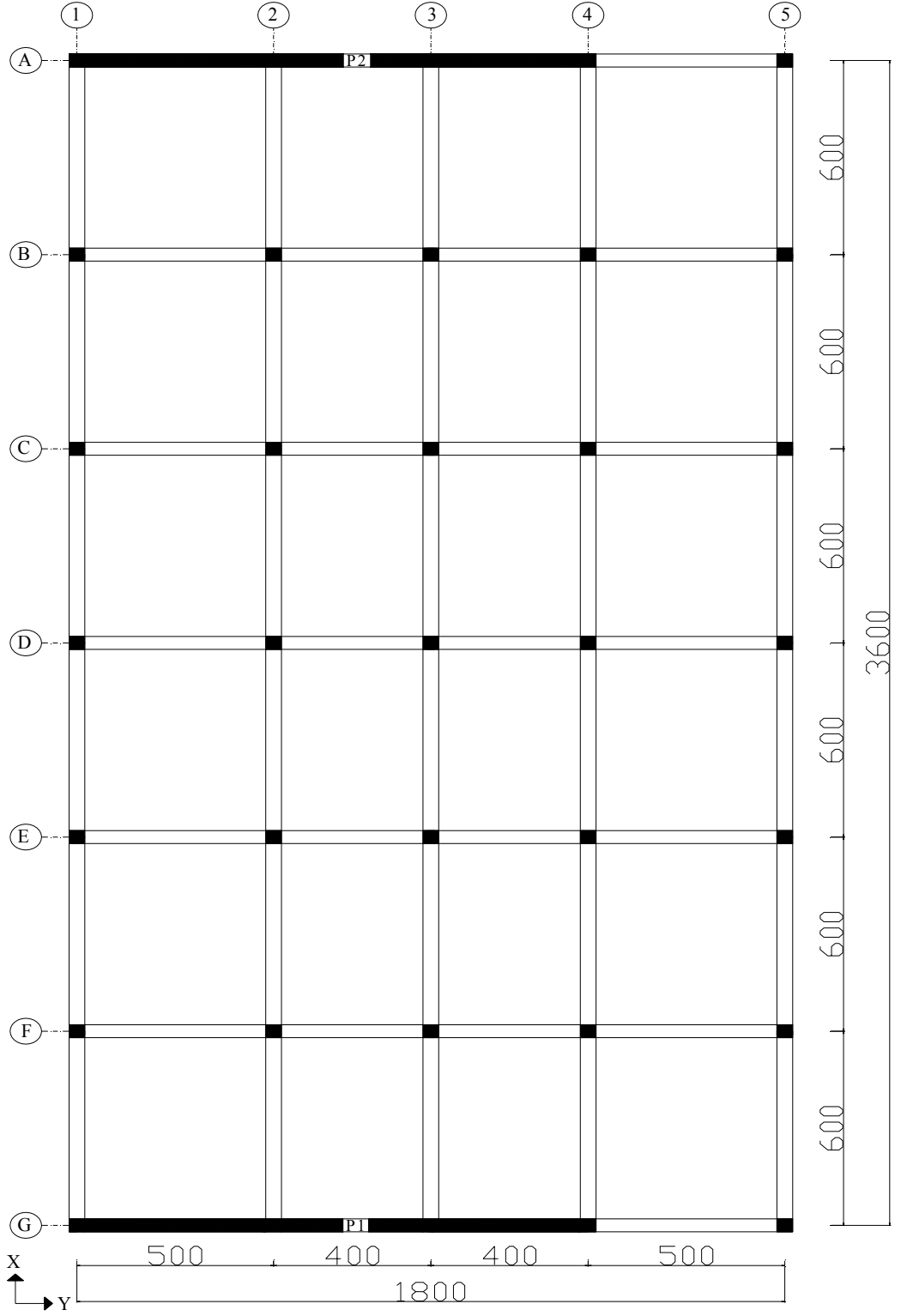
Şekil 5.9. Örnek 5.6'nın kat kalıp planı

Örnek 5.7



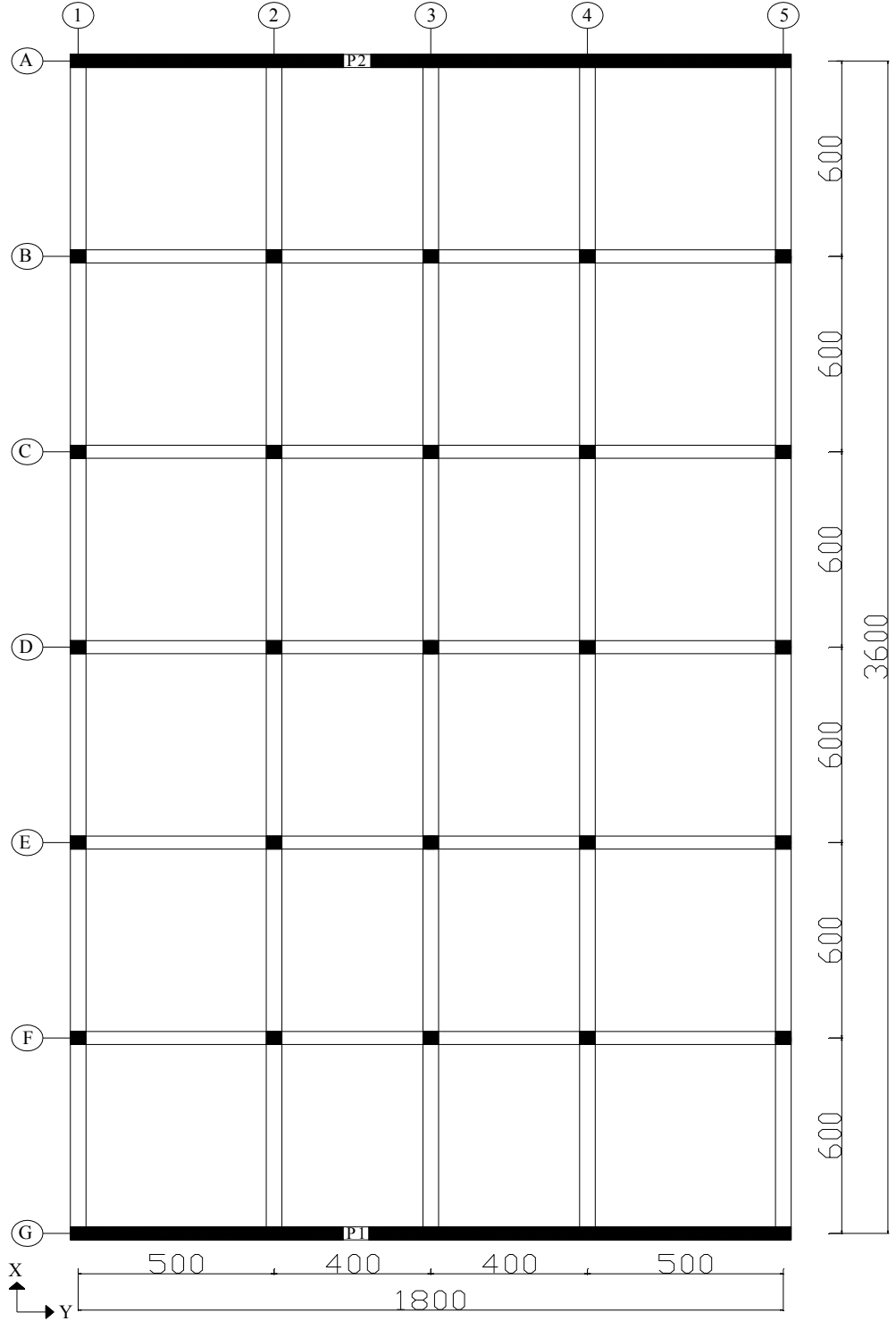
Şekil 5.10. Örnek 5.7'nin kat kalıp planı

Örnek 5.8



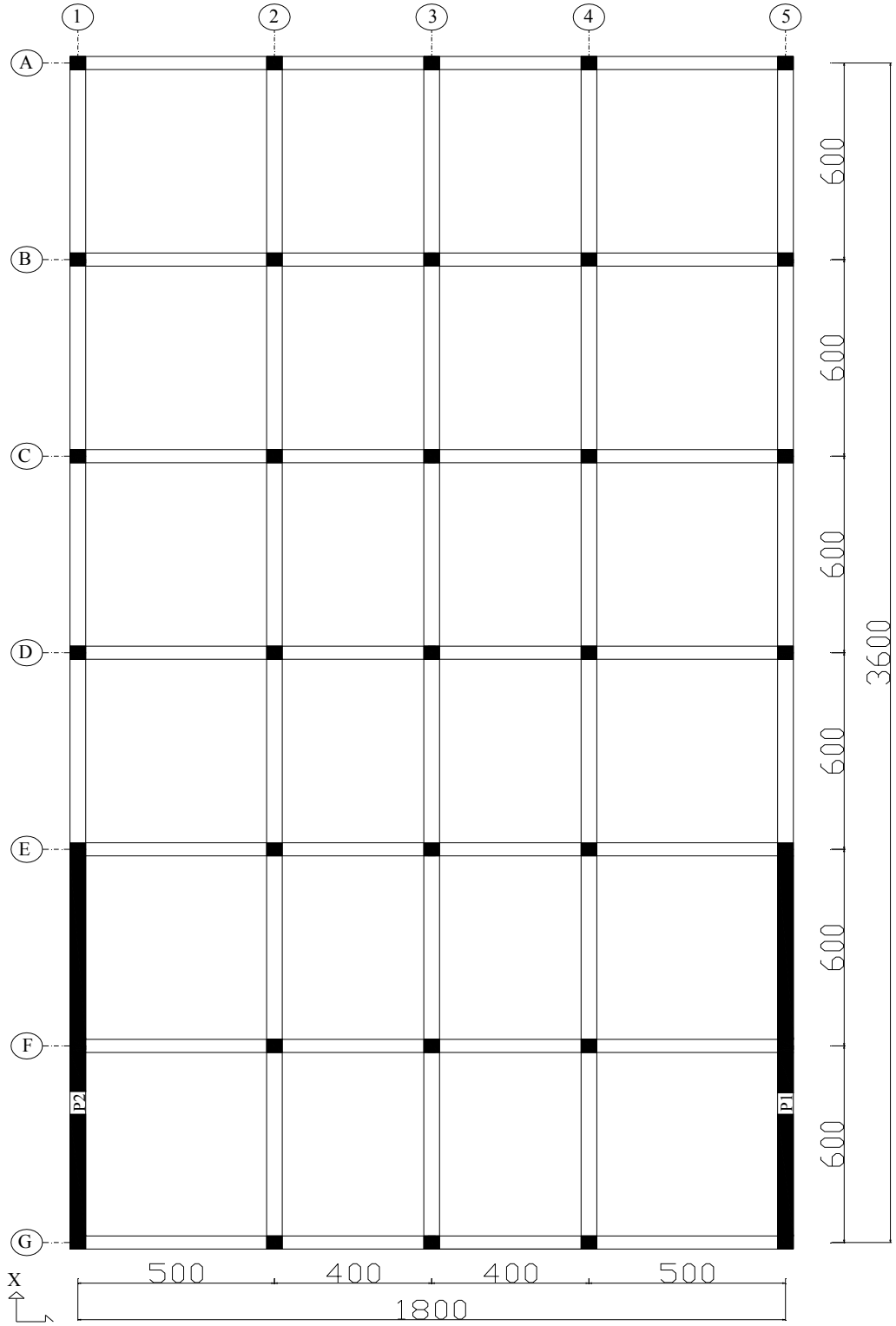
Şekil 5.11. Örnek 5.8'in kat kalıp planı

Örnek 5.9



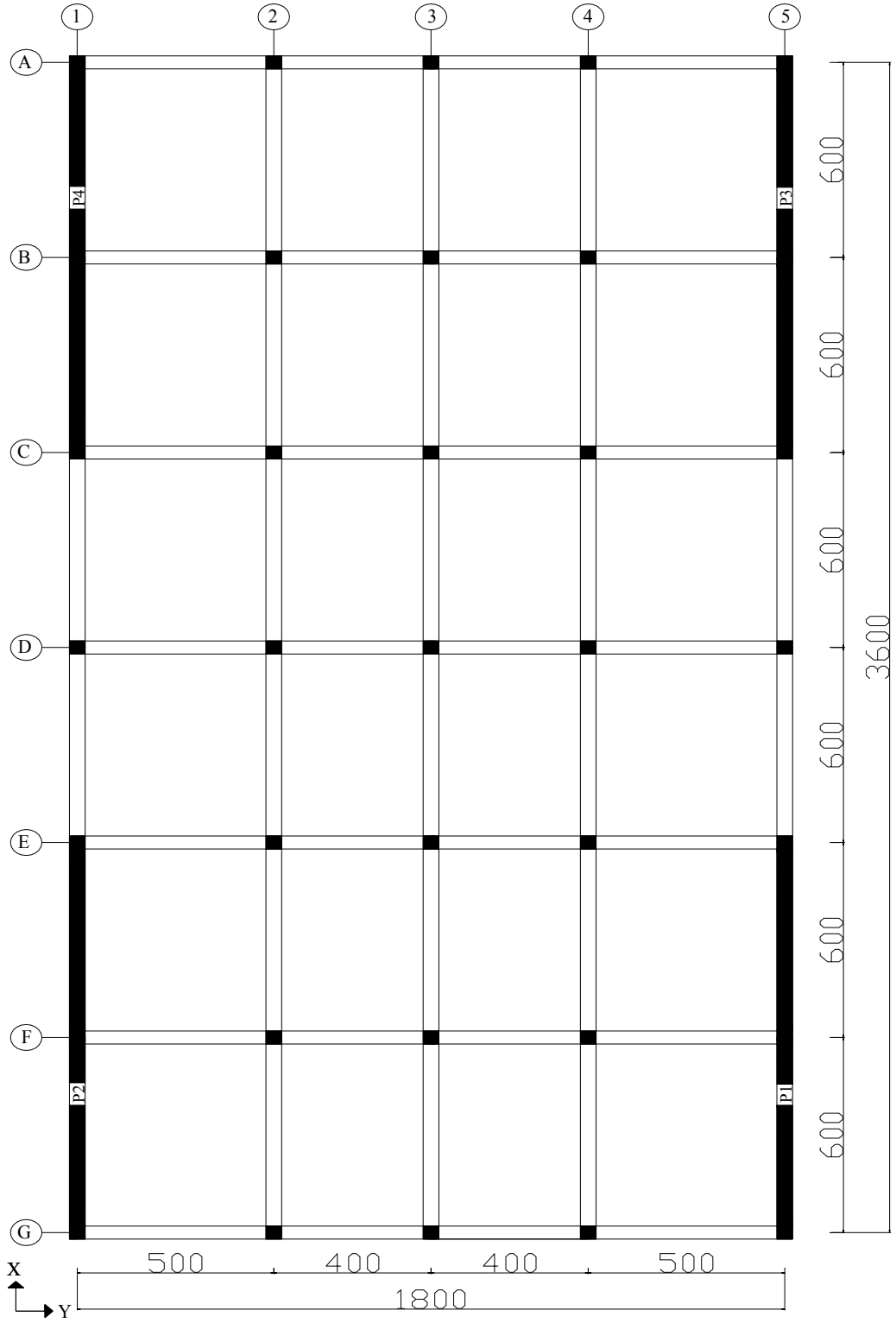
Şekil 5.12. Örnek 5.9'un kat kalıp planı

Örnek 5.10



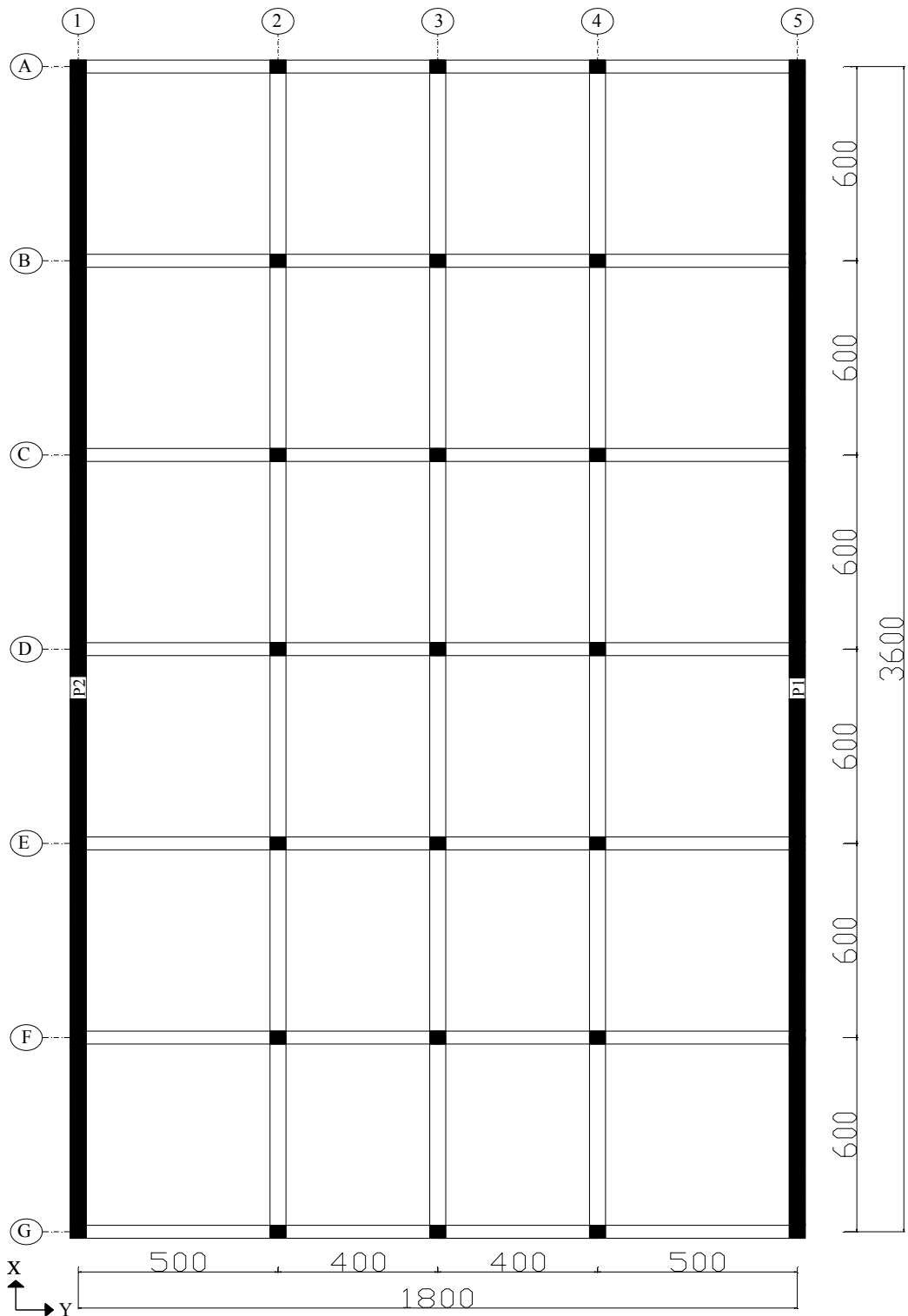
Şekil 5.13. Örnek 5.10'nun kat kalıp planı

Örnek 5.11



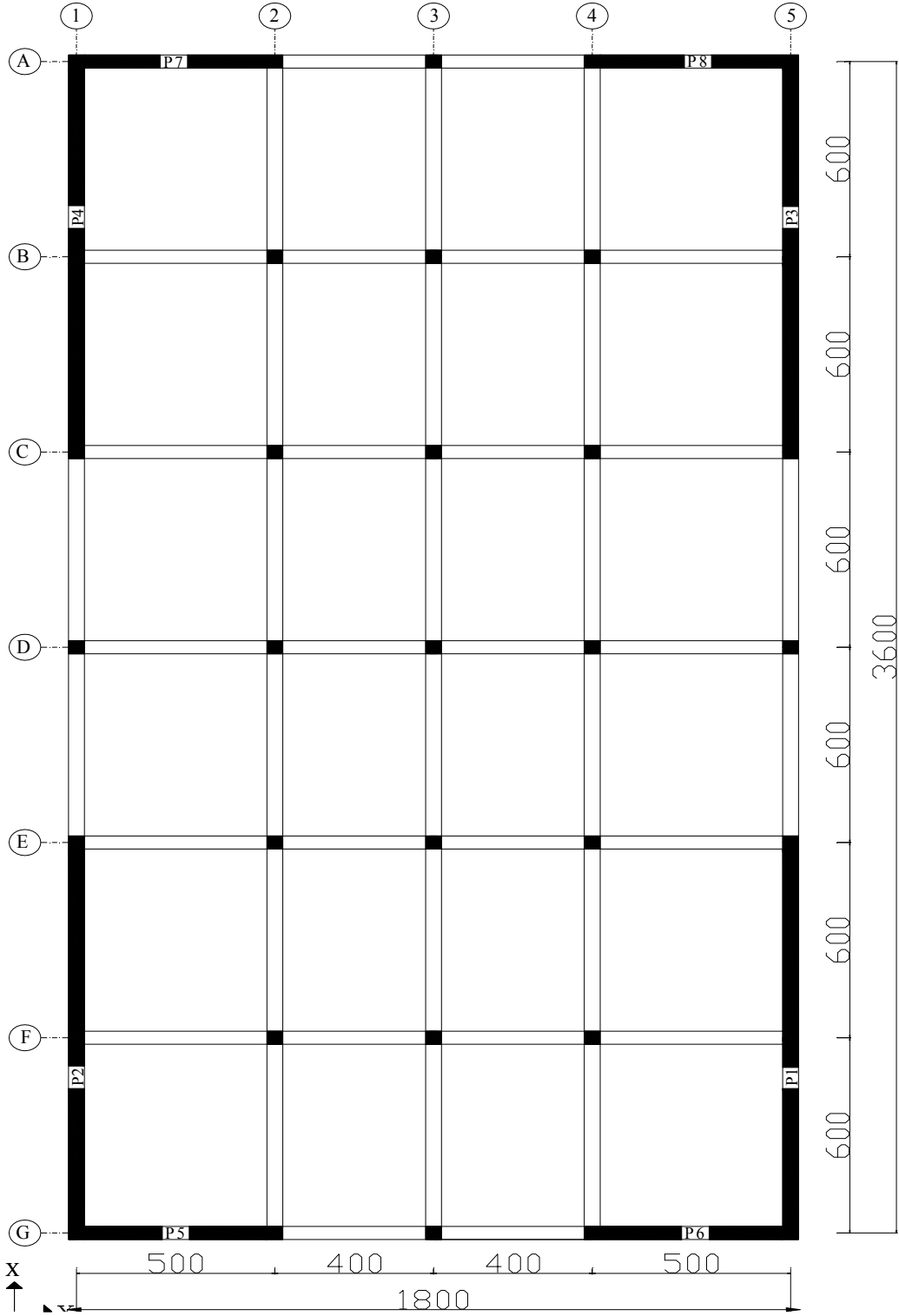
Şekil 5.14. Örnek 5.11'in kat kalıp planı

Örnek 5.12



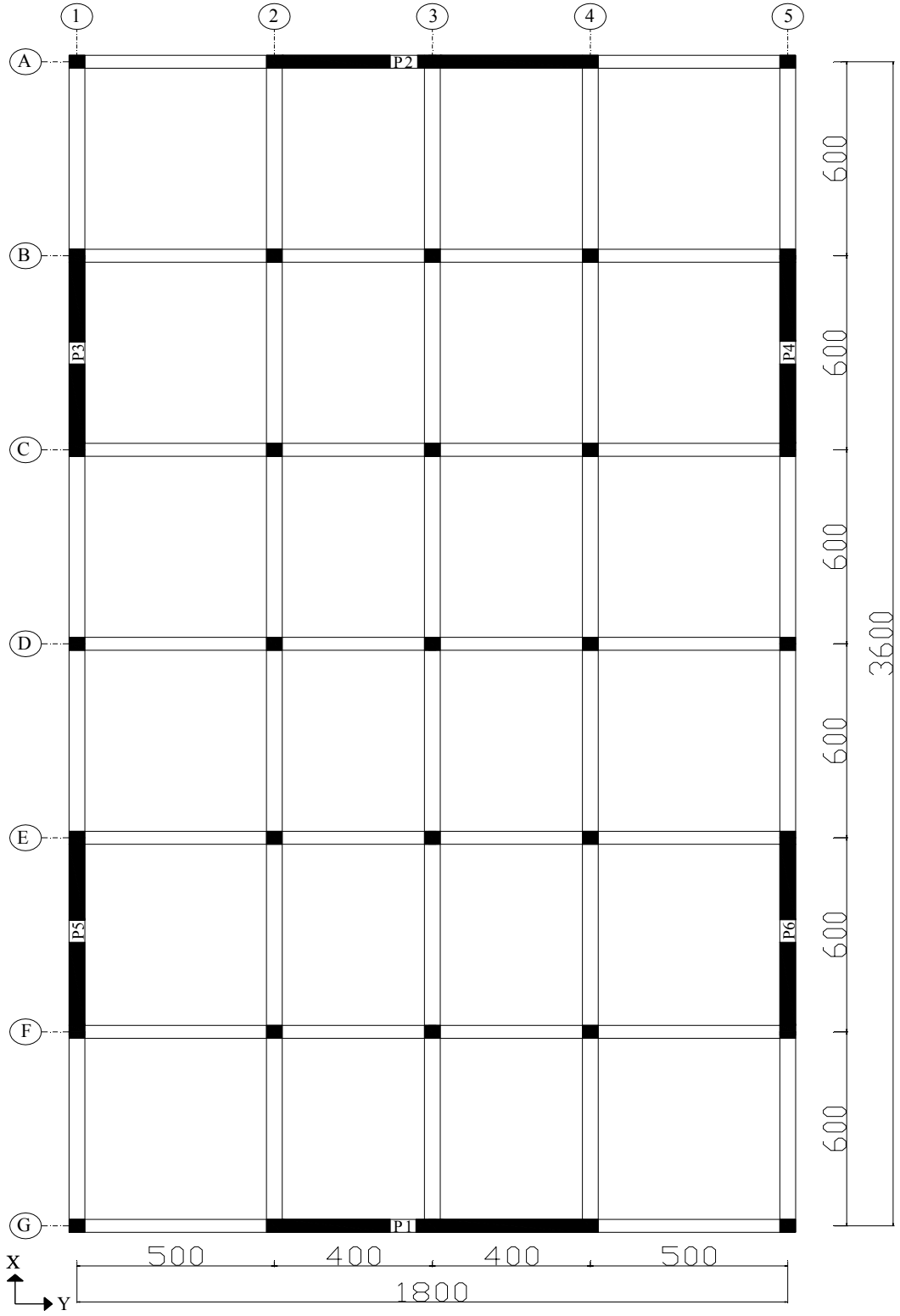
Şekil 5.15. Örnek 5.12'nin kat kalıp planı

Örnek 5.13



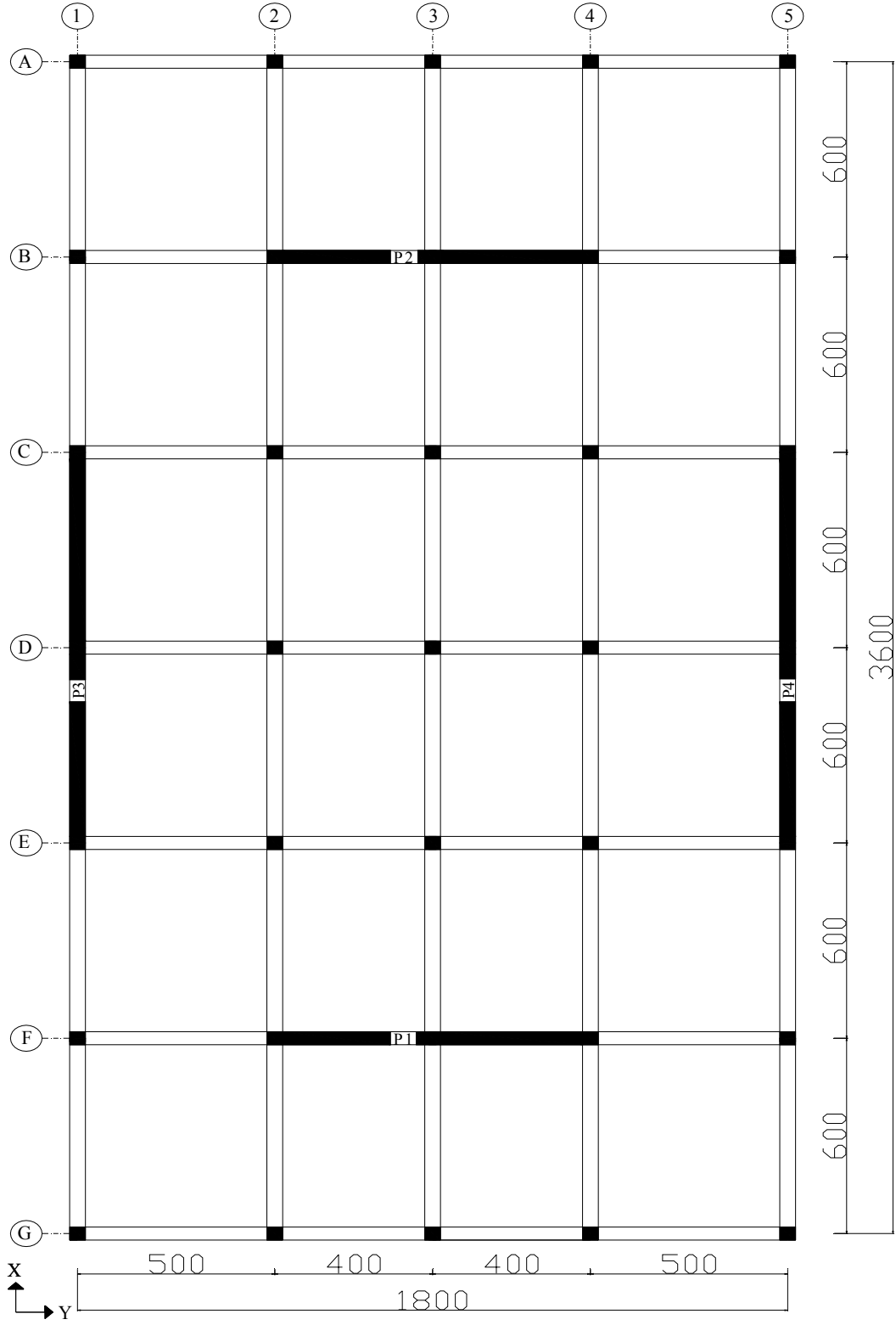
Şekil 5.16. Örnek 5.13'ün kat kalıp planı

Örnek 5.14



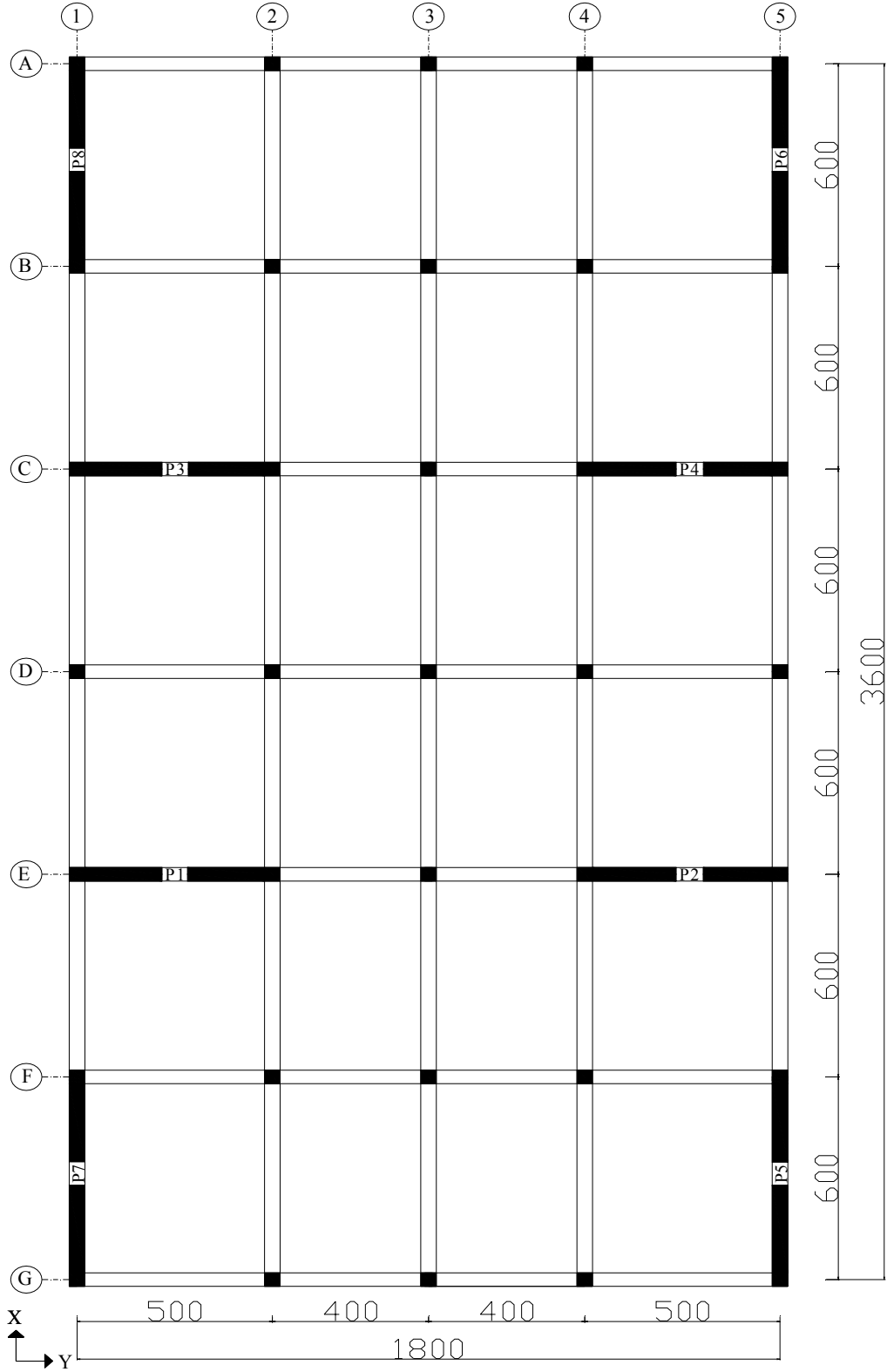
Şekil 5.17. Örnek 5.14'ün kat kalıp planı

Örnek 5.15



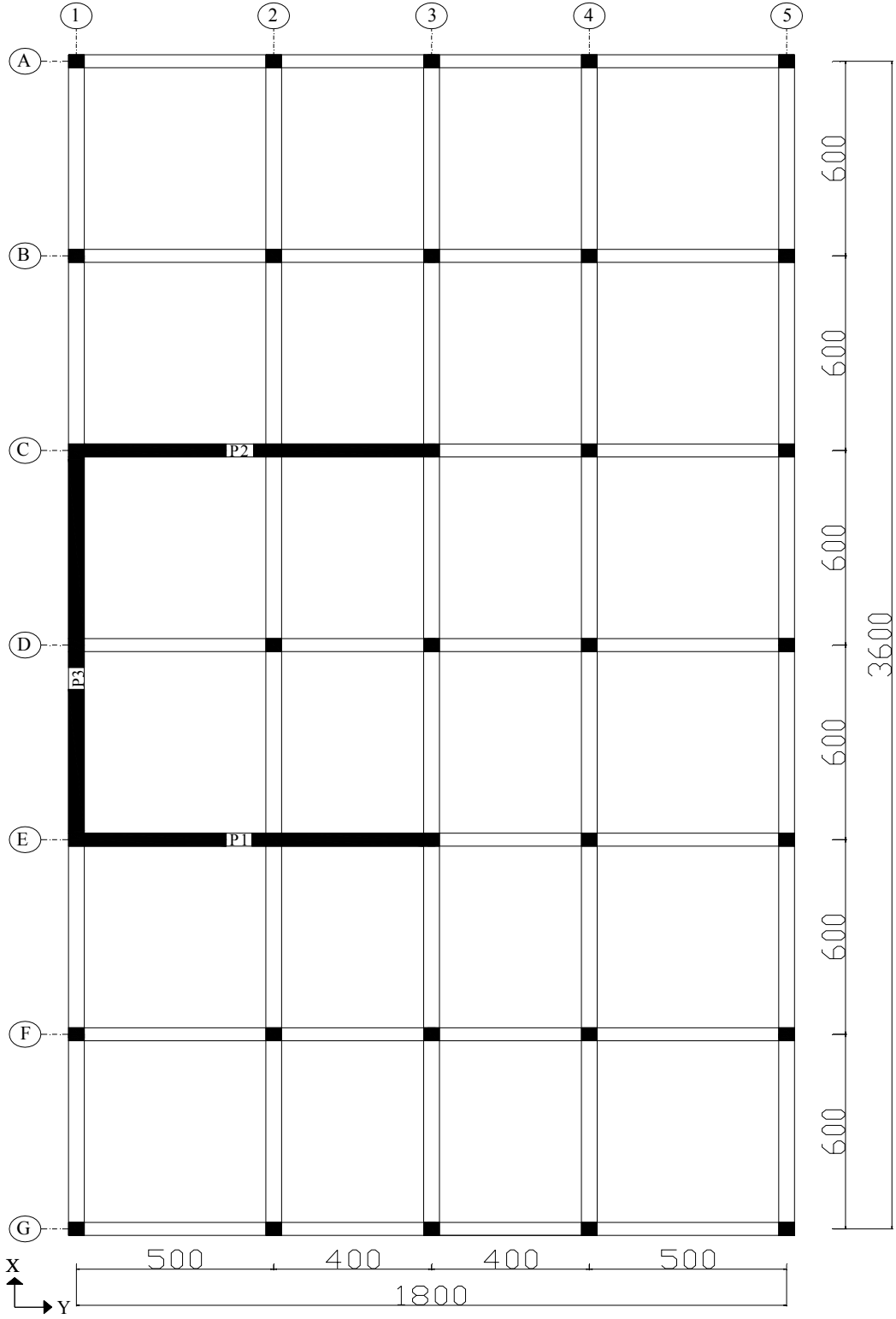
Şekil 5.18. Örnek 5.15'in kat kalıp planı

Örnek 5.16



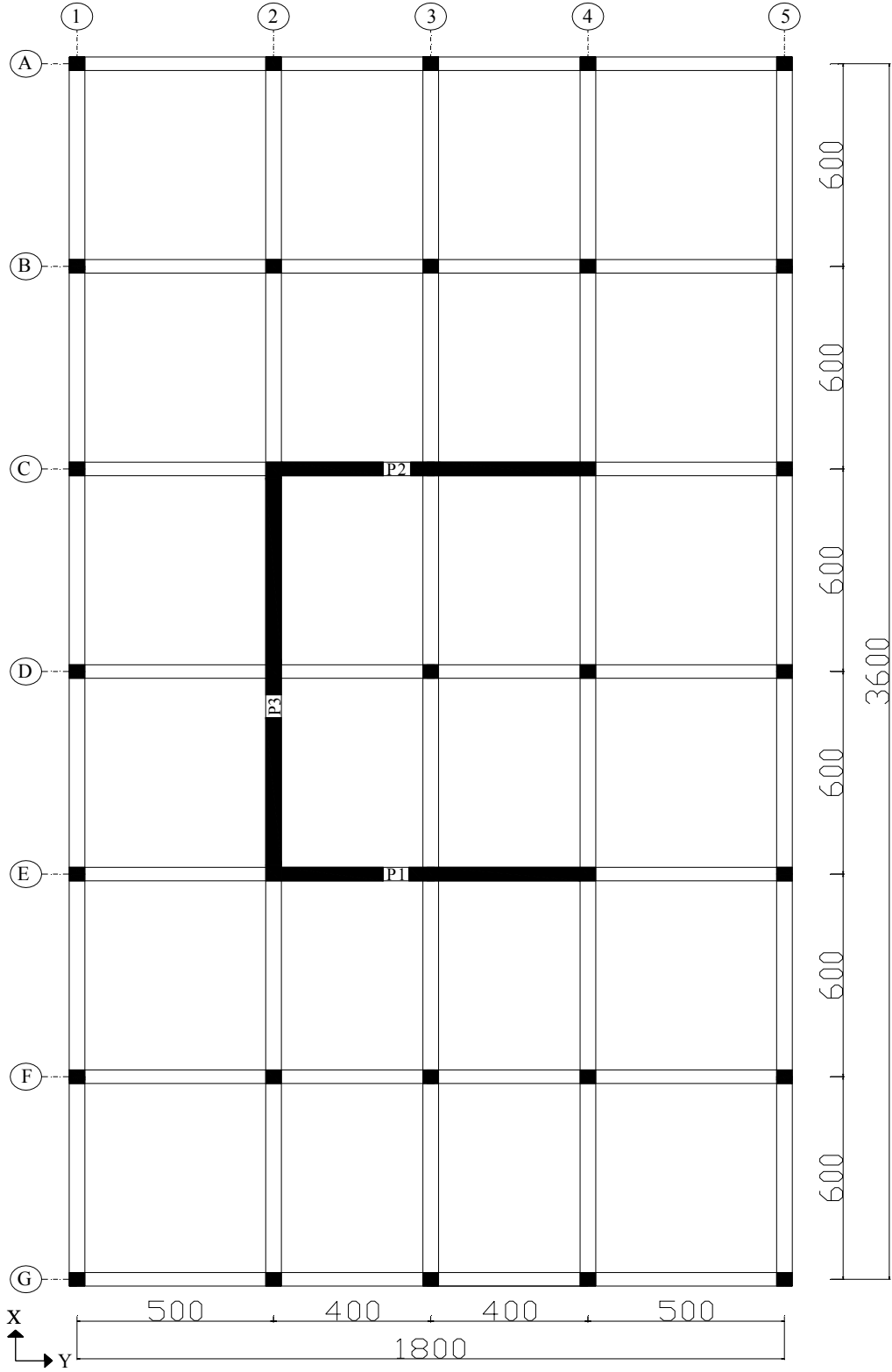
Şekil 5.19. Örnek 5.16'nın kat kalıp planı

Örnek 5.18

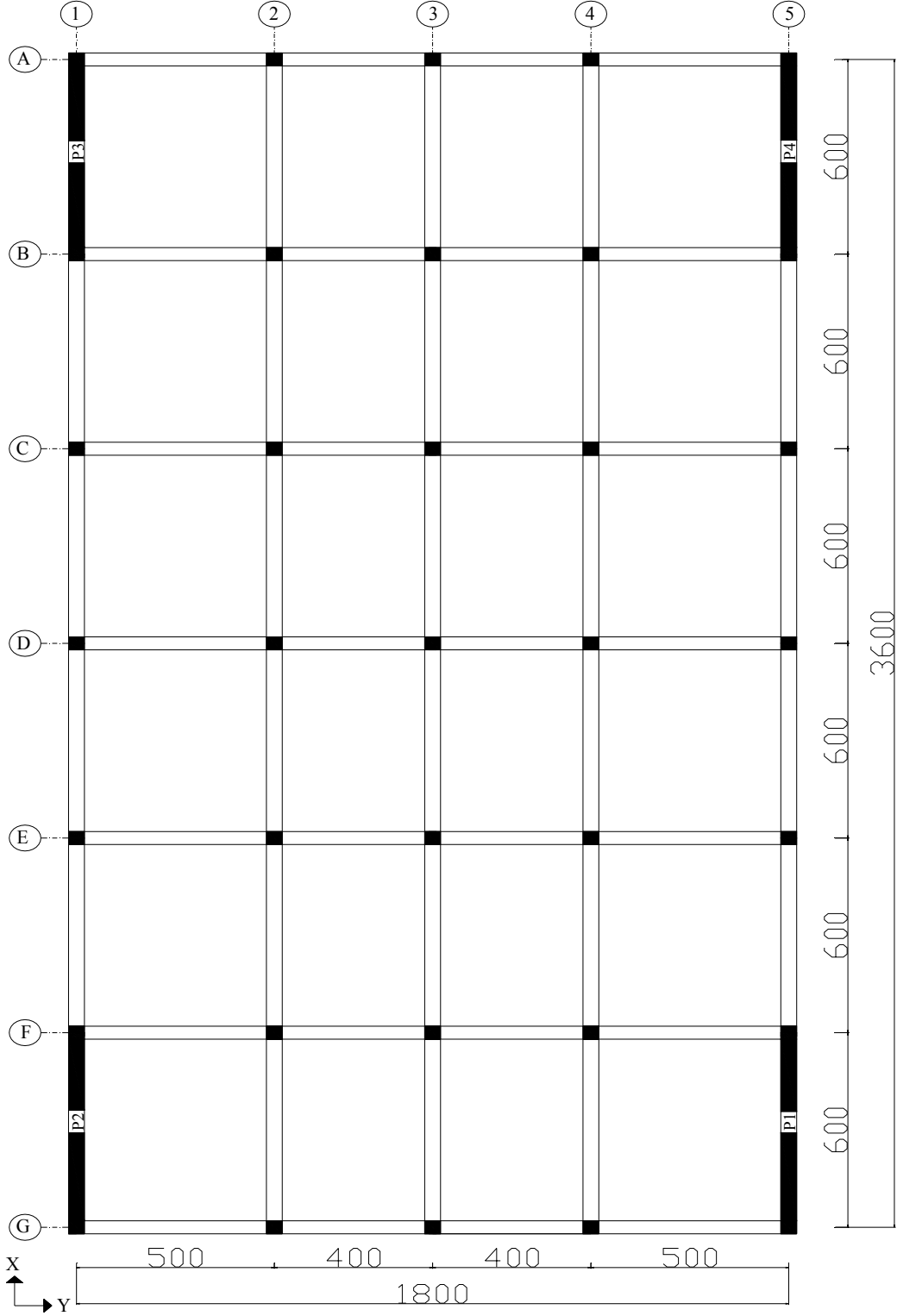


Şekil 5.21. Örnek 5.18'in kat kalıp planı

Örnek 5.19

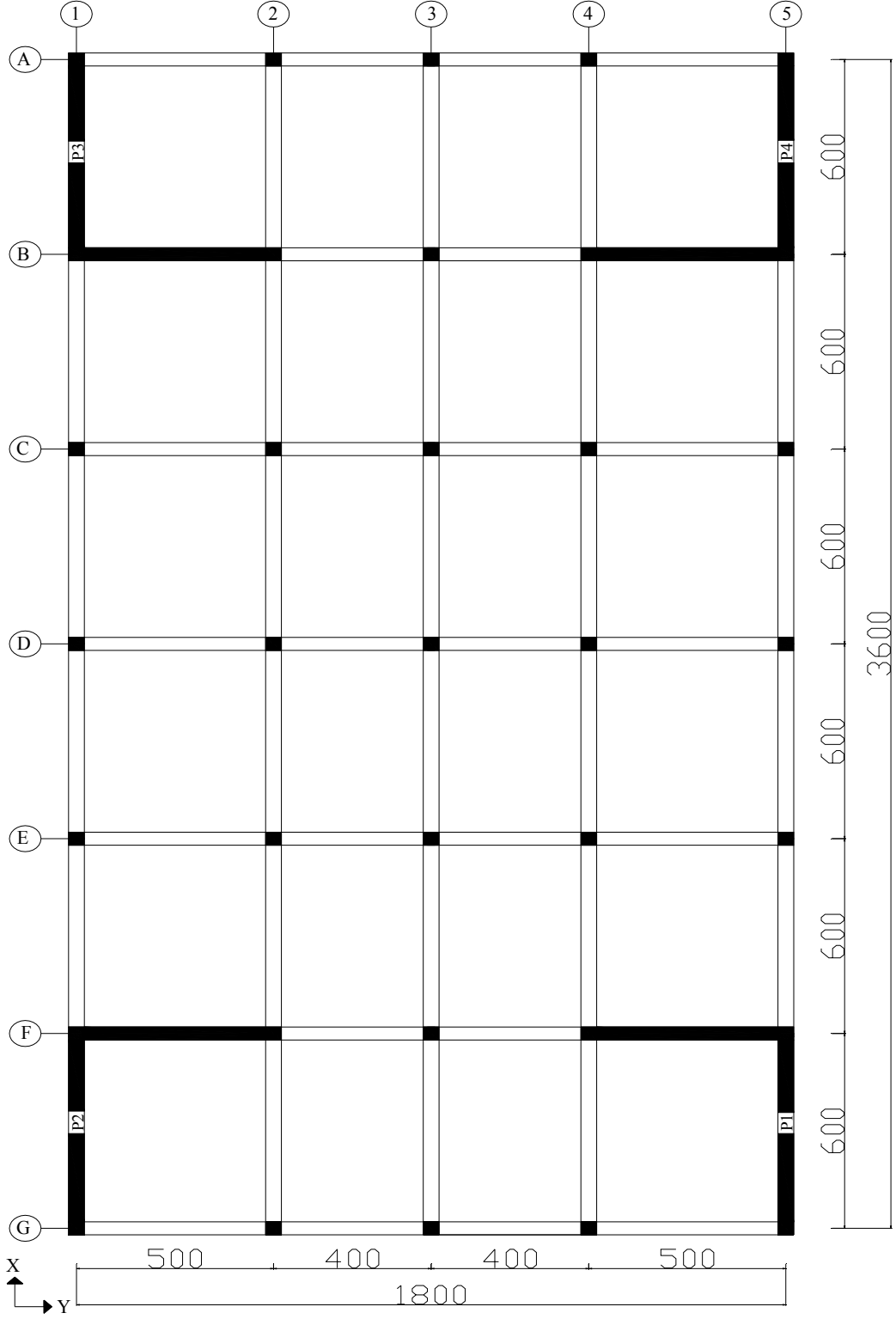


Şekil 5.22. Örnek 5.19'un kat kalıp planı

Örnek 5.20

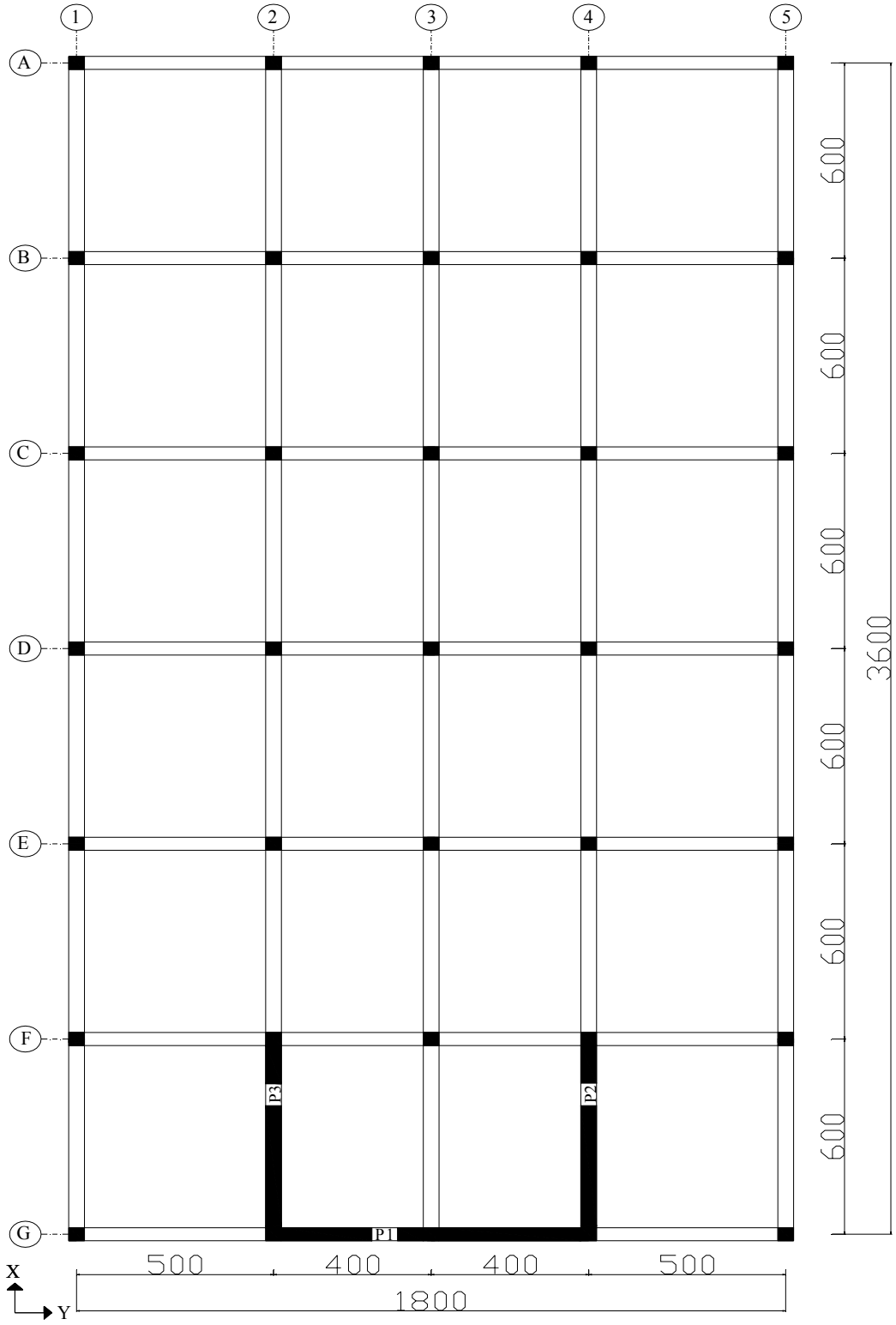
Şekil 5.23. Örnek 5.20'nin kat kalıp planı

Örnek 5.21



Şekil 5.24. Örnek 5.21'in kat kalıp planı

Örnek 5.22



Şekil 5.25. Örnek 5.22'nin kat kalıp planı

Çizelge 5.38. Örnek 5.1 ve Örnek 5.2'ye ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 5.1						Örnek 5.2					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5	0.02366	0.02193	0.00320	0.00298	0.00309	1.03559	3.5	0.00091	461.75	83.5281	0.00488		
4	0.02046	0.01895	0.00484	0.00449	0.00467	1.03751	3.5	0.00138	967.27	156.6651	0.00823		
3	0.01562	0.01446	0.00608	0.00564	0.00586	1.03754	3.5	0.00173	1472.79	211.5246	0.01166		
2	0.00954	0.00882	0.00615	0.00569	0.00592	1.03885	3.5	0.00175	1978.31	248.1597	0.01348		
1	0.00339	0.00313	0.00339	0.00313	0.00326	1.03987	3.5	0.00097	2483.83	266.4373	0.00868		
5	0.02454	0.01720	0.00319	0.00224	0.00272	1.17495	3.5	0.00091	461.75	88.1717	0.00406		
4	0.02135	0.01496	0.00493	0.00346	0.00420	1.17520	3.5	0.00141	967.27	165.3746	0.00701		
3	0.01642	0.01150	0.00629	0.00440	0.00535	1.17680	3.5	0.00180	1472.79	223.2839	0.01007		
2	0.01013	0.00710	0.00646	0.00453	0.00550	1.17561	3.5	0.00185	1978.31	261.9557	0.01186		
1	0.00367	0.00257	0.00367	0.00257	0.00312	1.17628	3.5	0.00105	2483.83	281.2494	0.00787		
5	0.02724	0.02561	0.00370	0.00341	0.00356	1.04078	3.5	0.00106	461.75	94.48058	0.00496		
4	0.02354	0.02220	0.00557	0.00521	0.00539	1.03339	3.5	0.00159	967.27	177.2076	0.00841		
3	0.01797	0.01699	0.00699	0.00659	0.00679	1.02945	3.5	0.00200	1472.79	239.2604	0.01194		
2	0.01098	0.01040	0.00707	0.00669	0.00688	1.02761	3.5	0.00202	1978.31	280.6992	0.01385		
1	0.00391	0.00371	0.00391	0.00371	0.00381	1.02624	3.5	0.00112	2483.83	301.3735	0.00897		
5	0.03185	0.01352	0.00378	0.00303	0.00341	1.11013	3.5	0.00108	461.75	108.3523	0.00415		
4	0.02807	0.01049	0.00625	0.00329	0.00477	1.31027	3.5	0.00179	967.27	203.2254	0.00649		
3	0.02182	0.00720	0.00822	0.00324	0.00573	1.43455	3.5	0.00235	1472.79	274.3888	0.00879		
2	0.01360	0.00396	0.00863	0.00268	0.00566	1.52608	3.5	0.00247	1978.31	321.9117	0.00993		
1	0.00497	0.00128	0.00497	0.00128	0.00313	1.59040	3.5	0.00142	2483.83	345.6214	0.00642		

Çizelge 5.39. Örnek 5.3 ve Örnek 5.4'e ait analizler

Kat No	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}	h _i	(Δ _i) _{max} /h _i	N Σ w _j j=i	V _i	θ _i	Durum No											
												Örnek 5.3						Örnek 5.4					
												X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
5	0.02746	0.02616	0.00372	0.00342	0.00357	1.04202	3.5	0.00106	461.75	93.4832	0.00504												
4	0.02374	0.02274	0.00561	0.00529	0.00545	1.02936	3.5	0.00160	967.27	175.3368	0.00859												
3	0.01813	0.01745	0.00704	0.00673	0.00689	1.02251	3.5	0.00201	1472.79	236.7346	0.01224												
2	0.01109	0.01072	0.00713	0.00688	0.00701	1.01784	3.5	0.00204	1978.31	277.7359	0.01426												
1	0.00396	0.00384	0.00396	0.00384	0.00390	1.01538	3.5	0.00113	2483.83	298.1919	0.00928												
5	0.02253	0.01676	0.00484	0.00351	0.00418	1.15928	3.5	0.00138	461.75	121.3670	0.00454												
4	0.01769	0.01325	0.00540	0.00397	0.00469	1.15261	3.5	0.00154	967.27	227.6358	0.00569												
3	0.01229	0.00928	0.00545	0.00408	0.00477	1.14376	3.5	0.00156	1472.79	307.3471	0.00652												
2	0.00684	0.00520	0.00459	0.00348	0.00404	1.13755	3.5	0.00131	1978.31	360.5782	0.00633												
1	0.00225	0.00172	0.00225	0.00172	0.00199	1.13350	3.5	0.00064	2483.83	387.1357	0.00364												
5	0.02604	0.01466	0.00409	0.00338	0.00374	1.09504	3.5	0.00117	461.75	118.8648	0.00415												
4	0.02195	0.01128	0.00556	0.00360	0.00458	1.21397	3.5	0.00159	967.27	222.9427	0.00568												
3	0.01639	0.00768	0.00655	0.00346	0.00501	1.30869	3.5	0.00187	1472.79	301.0105	0.00700												
2	0.00984	0.00422	0.00636	0.00282	0.00459	1.38562	3.5	0.00182	1978.31	353.1442	0.00735												
1	0.00348	0.00140	0.00348	0.00140	0.00242	1.42623	3.5	0.00099	2483.83	379.1542	0.00457												
5	0.02744	0.02087	0.00360	0.00263	0.00312	1.15569	3.5	0.00103	461.75	99.8056	0.00412												
4	0.02384	0.01824	0.00553	0.00416	0.00485	1.14138	3.5	0.00158	967.27	187.1951	0.00715												
3	0.01831	0.01408	0.00701	0.00535	0.00618	1.13430	3.5	0.00200	1472.79	252.7453	0.01029												
2	0.01130	0.00873	0.00720	0.00555	0.00638	1.12941	3.5	0.00206	1978.31	296.5196	0.01215												
1	0.00410	0.00318	0.00410	0.00318	0.00364	1.12637	3.5	0.00117	2483.83	318.3591	0.00811												

Çizelge 5.40. Örnek 5.5 ve Örnek 5.6'ya ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 5.5						Örnek 5.6					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5		0.01613	0.01433	0.00382	0.00344	0.00363	1.05234	3.5	0.00109	461.75	146.0412	0.00328	
4		0.01231	0.01089	0.00399	0.00357	0.00378	1.0556	3.5	0.00114	967.27	273.9147	0.00381	
3		0.00832	0.00732	0.00378	0.00335	0.00357	1.06031	3.5	0.00108	1472.79	369.8314	0.00406	
2		0.00454	0.00397	0.00304	0.00266	0.00285	1.06667	3.5	0.00087	1978.31	433.8845	0.00371	
1		0.00150	0.00131	0.00150	0.00131	0.00141	1.06762	3.5	0.00043	2483.83	465.8412	0.00214	
5		0.02657	0.02238	0.00358	0.00269	0.00314	1.14195	3.5	0.00102	461.75	98.8278	0.00418	
4		0.02299	0.01969	0.00539	0.00438	0.00489	1.10338	3.5	0.00154	967.27	185.3612	0.00730	
3		0.01760	0.01531	0.00676	0.00576	0.00626	1.07987	3.5	0.00193	1472.79	250.2691	0.01052	
2		0.01084	0.00955	0.00690	0.00605	0.00648	1.06564	3.5	0.00197	1978.31	293.6146	0.01246	
1		0.00394	0.00350	0.00394	0.00350	0.00372	1.05915	3.5	0.00113	2483.83	315.2401	0.00837	
5		0.02690	0.02662	0.00360	0.00353	0.00357	1.00982	3.5	0.00103	461.75	93.5514	0.00503	
4		0.02330	0.02309	0.00548	0.00540	0.00544	1.00735	3.5	0.00157	967.27	175.4648	0.00857	
3		0.01782	0.01769	0.00691	0.00684	0.00688	1.00509	3.5	0.00197	1472.79	236.9073	0.01221	
2		0.01091	0.01085	0.00701	0.00697	0.00699	1.00286	3.5	0.00200	1978.31	277.9386	0.01422	
1		0.00390	0.00388	0.00390	0.00388	0.00389	1.00257	3.5	0.00111	2483.83	298.4095	0.00925	
5		0.01921	0.01467	0.00438	0.00328	0.00383	1.14360	3.5	0.00125	461.75	135.0888	0.00374	
4		0.01483	0.01139	0.00469	0.00357	0.00413	1.13559	3.5	0.00134	967.27	253.3723	0.00450	
3		0.01014	0.00782	0.00457	0.00350	0.00404	1.13259	3.5	0.00131	1472.79	342.0957	0.00496	
2		0.00557	0.00432	0.00374	0.00289	0.00332	1.12821	3.5	0.00107	1978.31	401.3452	0.00467	
1		0.00183	0.00143	0.00183	0.00143	0.00163	1.12270	3.5	0.00052	2483.83	430.9053	0.00268	

Çizelge 5.41. Örnek 5.7 ve Örnek 5.8'e ait analizler

Durum No	Örnek 5.7							Örnek 5.8						
	X Yönünde				Y Yönünde			X Yönünde				Y Yönünde		
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i			
5	0.02779	0.02729	0.00366	0.00353	0.00360	1.01808	3.5	0.00105	461.75	91.6120	0.00518			
4	0.02413	0.02376	0.00562	0.00549	0.00556	1.01170	3.5	0.00161	967.27	171.8273	0.00893			
3	0.01851	0.01827	0.00712	0.00701	0.00707	1.00778	3.5	0.00203	1472.79	231.9961	0.01281			
2	0.01139	0.01126	0.00728	0.00719	0.00724	1.00622	3.5	0.00208	1978.31	272.1768	0.01502			
1	0.00411	0.00407	0.00411	0.00407	0.00409	1.00489	3.5	0.00117	2483.83	292.2233	0.00993			
5	0.01557	0.01217	0.00381	0.00295	0.00338	1.12722	3.5	0.00109	461.75	155.9425	0.00286			
4	0.01176	0.00922	0.00391	0.00304	0.00348	1.12518	3.5	0.00112	967.27	292.4855	0.00328			
3	0.00785	0.00618	0.00364	0.00286	0.00325	1.12000	3.5	0.00104	1472.79	394.9052	0.00346			
2	0.00421	0.00332	0.00286	0.00225	0.00256	1.11937	3.5	0.00082	1978.31	463.3011	0.00312			
1	0.00135	0.00107	0.00135	0.00107	0.00121	1.11570	3.5	0.00039	2483.83	497.4244	0.00173			
5	0.02737	0.02721	0.00359	0.00356	0.00356	1.00420	3.5	0.00103	461.75	92.1961	0.00512			
4	0.02378	0.02365	0.00553	0.00548	0.00551	1.00454	3.5	0.00158	967.27	172.9228	0.00880			
3	0.01825	0.01817	0.00701	0.00698	0.00700	1.00214	3.5	0.00200	1472.79	233.4752	0.01261			
2	0.01124	0.01119	0.00718	0.00715	0.00717	1.00209	3.5	0.00205	1978.31	273.9120	0.01479			
1	0.00406	0.00404	0.00406	0.00404	0.00405	1.00247	3.5	0.00116	2483.83	294.0864	0.00977			
5	0.00648	0.00526	0.00141	0.00114	0.00128	1.10588	3.5	0.00040	461.75	270.8011	0.00062			
4	0.00507	0.00412	0.00151	0.00123	0.00137	1.10219	3.5	0.00043	967.27	507.9141	0.00075			
3	0.00356	0.00289	0.00148	0.00120	0.00134	1.10448	3.5	0.00042	1472.79	685.7704	0.00082			
2	0.00208	0.00169	0.00128	0.00104	0.00116	1.10229	3.5	0.00036	1978.31	804.5428	0.00081			
1	0.00080	0.00065	0.00080	0.00065	0.00073	1.10530	3.5	0.00023	2483.83	863.7994	0.00060			

Çizelge 5.42. Örnek 5.9 ve Örnek 5.10'a ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 5.9						Örnek 5.10					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5	0.02755	0.02749	0.00358	0.00356	0.00357	1.00280	3.5	0.00102	461.75	91.5942	0.00514		
4	0.02397	0.02393	0.00554	0.00553	0.00554	1.00090	3.5	0.00158	967.27	171.7938	0.00890		
3	0.01843	0.01840	0.00706	0.00704	0.00705	1.00142	3.5	0.00201	1472.79	231.9509	0.01279		
2	0.01137	0.01136	0.00724	0.00724	0.00724	1.0000	3.5	0.00207	1978.31	272.1238	0.01504		
1	0.00413	0.00412	0.00413	0.00412	0.00413	1.00121	3.5	0.00118	2483.83	292.1664	0.01002		
5	0.00428	0.00349	0.00083	0.00068	0.00076	1.09934	3.5	0.00024	461.75	350.8034	0.00028		
4	0.00345	0.00281	0.00095	0.00077	0.00086	1.10465	3.5	0.00027	967.27	657.9662	0.00036		
3	0.00250	0.00204	0.00097	0.00079	0.00088	1.10227	3.5	0.00028	1472.79	888.3662	0.00042		
2	0.00153	0.00125	0.00089	0.00073	0.00081	1.09957	3.5	0.00025	1978.31	1042.227	0.00044		
1	0.00064	0.00052	0.00064	0.00052	0.00058	1.10232	3.5	0.00018	2483.83	1118.990	0.00037		
5	0.00710	0.00597	0.00158	0.00133	0.00146	1.08591	3.5	0.00045	461.75	253.0779	0.00076		
4	0.00552	0.00464	0.00168	0.00142	0.00155	1.08387	3.5	0.00048	967.27	474.6724	0.00090		
3	0.00384	0.00322	0.00163	0.00137	0.00150	1.08667	3.5	0.00047	1472.79	640.8884	0.00098		
2	0.00221	0.00185	0.00137	0.00115	0.00126	1.08827	3.5	0.00039	1978.31	751.8875	0.00095		
1	0.00084	0.00070	0.00084	0.00070	0.00077	1.08932	3.5	0.00024	2483.83	807.2659	0.00067		
5	0.02475	0.02458	0.00317	0.00310	0.00314	1.01116	3.5	0.00091	461.75	98.1163	0.00422		
4	0.02158	0.02148	0.00494	0.00489	0.00492	1.00509	3.5	0.00141	967.27	184.0268	0.00738		
3	0.01664	0.01659	0.00632	0.00628	0.00630	1.00317	3.5	0.00181	1472.79	248.4675	0.01067		
2	0.01032	0.01031	0.00653	0.00654	0.00654	0.99923	3.5	0.00187	1978.31	291.5010	0.01267		
1	0.00379	0.00377	0.00379	0.00377	0.00378	1.00265	3.5	0.00108	2483.83	312.9708	0.00857		

Çizelge 5.43. Örnek 5.11 ve Örnek 5.12'ye ait analizler

Kat No	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}	h _i	(Δ _i) _{max} /h _i	N Σ w _j j=i	V _i	θ _i	Örnek 5.11						Örnek 5.12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
												X Yönünde				Y Yönünde				X Yönünde				Y Yönünde																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
5	0.00486	0.00405	0.00109	0.00092	0.00101	1.08458	3.5	0.00031	461.75	327.3060	0.00041																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										</

Çizelge 5.44. Örnek 5.13 ve Örnek 5.14'e ait analizler

Durum No	Örnek 5.13							Örnek 5.14							
	X Yönünde			Y Yönünde				X Yönünde			Y Yönünde				
θ_i	V_i	$N \sum_{j=i} w_j$	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	h_i	η_{bi}	$(\Delta_i)_{ort}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(d_i)_{\max}$	Kat No
0.00024	378.8936	461.75	0.00021	3.5	1.04348	0.00069	0.00066	0.00072	0.00331	0.00359	0.00331	0.00072	0.00066	0.00359	5
	710.6521	967.27	0.00023	3.5	1.03896	0.00077	0.00074	0.00080	0.00265	0.00287	0.00265	0.00080	0.00074	0.00287	4
0.00030	959.5012	1472.79	0.00023	3.5	1.04459	0.00079	0.00075	0.00082	0.00191	0.00207	0.00191	0.00082	0.00075	0.00207	3
0.00034	1125.683	1978.31	0.00021	3.5	1.03611	0.00071	0.00068	0.00074	0.00116	0.00125	0.00116	0.00074	0.00068	0.00125	2
0.00036	1208.592	2483.83	0.00015	3.5	1.03911	0.00050	0.00048	0.00052	0.00048	0.00052	0.00048	0.00052	0.00048	0.00052	1
0.00029	213.7576	461.75	0.00057	3.5	1.07239	0.00187	0.00173	0.00200	0.00791	0.00886	0.00791	0.00200	0.00173	0.00886	5
0.00115	400.9233	967.27	0.00061	3.5	1.06500	0.00200	0.00187	0.00213	0.00618	0.00686	0.00618	0.00213	0.00187	0.00686	4
0.00138	541.3147	1472.79	0.00059	3.5	1.05913	0.00195	0.00183	0.00206	0.00431	0.00473	0.00431	0.00206	0.00183	0.00473	3
0.00151	635.0680	1978.31	0.00049	3.5	1.04883	0.00164	0.00156	0.00172	0.00248	0.00267	0.00248	0.00172	0.00156	0.00267	2
0.00146	681.8424	2483.83	0.00027	3.5	1.01591	0.00093	0.00092	0.00095	0.00092	0.00095	0.00092	0.00095	0.00092	0.00095	1
0.00097	174.5939	461.75	0.00086	3.5	1.02200	0.00296	0.00289	0.00302	0.01153	0.01203	0.01153	0.00302	0.00289	0.01203	5
0.00223	327.4679	967.27	0.00087	3.5	1.01849	0.00298	0.00292	0.00303	0.00864	0.00901	0.00864	0.00303	0.00292	0.00901	4
0.00251	442.1374	1472.79	0.00080	3.5	1.02198	0.00273	0.00267	0.00279	0.00572	0.00598	0.00572	0.00279	0.00267	0.00598	3
0.00260	518.7136	1978.31	0.00062	3.5	1.02309	0.00211	0.00206	0.00216	0.00305	0.00319	0.00305	0.00216	0.00206	0.00319	2
0.00230	556.9182	2483.83	0.00029	3.5	1.02107	0.00101	0.00099	0.00103	0.00099	0.00103	0.00099	0.00103	0.00099	0.00103	1
0.00129	180.4527	461.75	0.00082	3.5	1.09714	0.00263	0.00237	0.00288	0.01003	0.01210	0.01003	0.00288	0.00237	0.01210	5
0.00192	338.4567	967.27	0.00085	3.5	1.09559	0.00272	0.00246	0.00298	0.00766	0.00922	0.00766	0.00298	0.00246	0.00922	4
0.00222	456.9741	1472.79	0.00080	3.5	1.09198	0.00256	0.00232	0.00279	0.00520	0.00624	0.00520	0.00279	0.00232	0.00624	3
0.00235	536.1200	1978.31	0.00064	3.5	1.08959	0.00207	0.00188	0.00225	0.00288	0.00345	0.00288	0.00225	0.00188	0.00345	2
0.00218	575.6066	2483.83	0.00034	3.5	1.09091	0.00110	0.00100	0.00120	0.00100	0.00120	0.00100	0.00120	0.00100	0.00120	1
0.00136															

Çizelge 5.45. Örnek 5.15 ve Örnek 5.16'ya ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 5.15						Örnek 5.16					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5	0.00694	0.00619	0.00156	0.00138	0.00147	1.06122	3.5	0.00045	461.75	252.3572	0.00077		
4	0.00538	0.00481	0.00164	0.00147	0.00156	1.05466	3.5	0.00047	967.27	473.3206	0.00091		
3	0.00374	0.00334	0.00159	0.00141	0.00150	1.06000	3.5	0.00045	1472.79	639.0633	0.00099		
2	0.00215	0.00193	0.00134	0.00120	0.00127	1.05488	3.5	0.00038	1978.31	749.7463	0.00096		
1	0.00081	0.00073	0.00081	0.00073	0.00077	1.05235	3.5	0.00023	2483.83	804.9670	0.00068		
5	0.01196	0.00982	0.00280	0.00232	0.00256	1.09375	3.5	0.00080	461.75	182.1475	0.00185		
4	0.00916	0.00750	0.00293	0.00241	0.00267	1.09738	3.5	0.00084	967.27	341.6355	0.00216		
3	0.00623	0.00509	0.00277	0.00227	0.00252	1.09921	3.5	0.00084	1472.79	341.6355	0.00216		
2	0.00346	0.00282	0.00225	0.00184	0.00205	1.09925	3.5	0.00064	1978.31	541.1553	0.00214		
1	0.00121	0.00098	0.00121	0.00098	0.00109	1.10689	3.5	0.00035	2483.83	581.0128	0.00134		
5	0.01295	0.01147	0.00328	0.00292	0.00310	1.05806	3.5	0.00094	461.75	170.7146	0.00240		
4	0.00967	0.00855	0.00328	0.00291	0.00310	1.05977	3.5	0.00094	967.27	320.1920	0.00267		
3	0.00639	0.00564	0.00299	0.00265	0.00282	1.06028	3.5	0.00085	1472.79	432.3137	0.00274		
2	0.00340	0.00299	0.00231	0.00203	0.00217	1.06415	3.5	0.00066	1978.31	507.1886	0.00242		
1	0.00109	0.00096	0.00109	0.00096	0.00102	1.06419	3.5	0.00031	2483.83	544.5443	0.00133		
5	0.01670	0.01132	0.00408	0.00277	0.00343	1.19124	3.5	0.00117	461.75	154.9829	0.00292		
4	0.01262	0.00855	0.00417	0.00284	0.00351	1.18973	3.5	0.00119	967.27	290.6857	0.00333		
3	0.00845	0.00571	0.00391	0.00265	0.00328	1.19207	3.5	0.00112	1472.79	392.4751	0.00352		
2	0.00454	0.00306	0.00308	0.00208	0.00258	1.19278	3.5	0.00088	1978.31	460.4500	0.00317		
1	0.00146	0.00098	0.00146	0.00098	0.00122	1.19888	3.5	0.00042	2483.83	494.3634	0.00175		

Çizelge 5.46. Örnek 5.17 ve Örnek 5.18'e ait analizler

Durum No	Örnek 5.17								Örnek 5.18							
	X Yönünde				Y Yönünde				X Yönünde				Y Yönünde			
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i					
5	0.00599	0.00451	0.00116	0.00095	0.00106	1.09953	3.5	0.00033	461.75	288.4523	0.00048					
4	0.00483	0.00356	0.00134	0.00103	0.00119	1.13080	3.5	0.00038	967.27	541.0207	0.00061					
3	0.00349	0.00253	0.00138	0.00102	0.00120	1.15000	3.5	0.00039	1472.79	730.4699	0.00069					
2	0.00211	0.00151	0.00126	0.00089	0.00107	1.17149	3.5	0.00036	1978.31	856.9841	0.00071					
1	0.00085	0.00062	0.00085	0.00062	0.00074	1.15736	3.5	0.00024	2483.83	920.1032	0.00057					
5	0.03220	0.00517	0.00529	0.00101	0.00315	1.67937	3.5	0.00151	461.75	128.3678	0.00324					
4	0.02791	0.00416	0.00712	0.00117	0.00415	1.71773	3.5	0.00203	967.27	240.7664	0.00476					
3	0.02079	0.00299	0.00820	0.00123	0.00472	1.73913	3.5	0.00234	1472.79	325.0755	0.00610					
2	0.01259	0.00176	0.00800	0.00112	0.00456	1.75491	3.5	0.00229	1978.31	381.3772	0.00676					
1	0.00459	0.00064	0.00459	0.00064	0.00262	1.75435	3.5	0.00131	2483.83	409.4666	0.00453					
5	0.01823	0.00514	0.00355	0.00097	0.00226	1.57080	3.5	0.00101	461.75	166.4010	0.00179					
4	0.01468	0.00417	0.00418	0.00113	0.00266	1.57439	3.5	0.00119	967.27	312.1013	0.00235					
3	0.01050	0.00304	0.00435	0.00120	0.00278	1.56757	3.5	0.00124	1472.79	421.3899	0.00277					
2	0.00615	0.00184	0.00392	0.00111	0.00251	1.55902	3.5	0.00112	1978.31	494.3727	0.00287					
1	0.00223	0.00073	0.00223	0.00073	0.00148	1.50615	3.5	0.00064	2483.83	530.7846	0.00198					
5	0.01064	0.00342	0.00213	0.00082	0.00148	1.44407	3.5	0.00061	461.75	239.5976	0.00081					
4	0.00851	0.00260	0.00243	0.00082	0.00163	1.49538	3.5	0.00069	967.27	449.3889	0.00100					
3	0.00608	0.00178	0.00248	0.00075	0.00162	1.53560	3.5	0.00071	1472.79	606.7514	0.00112					
2	0.0036	0.00103	0.00222	0.00062	0.00142	1.56542	3.5	0.00063	1978.31	711.8381	0.00113					
1	0.00138	0.00041	0.00138	0.00041	0.00090	1.53872	3.5	0.00039	2483.83	764.2668	0.00083					

Çizelge 5.47. Örnek 5.19 ve Örnek 5.20'ye ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 5.19						Örnek 5.20					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5		0.01412	0.00271	0.00283	0.00040	0.00162	1.75232	3.5	0.00081	461.75	200.2251	0.00106	
4		0.01129	0.00231	0.00326	0.00052	0.00189	1.72487	3.5	0.00093	967.27	375.5417	0.00139	
3		0.00803	0.00179	0.00334	0.00059	0.00197	1.69975	3.5	0.00095	1472.79	507.0452	0.00163	
2		0.00469	0.00120	0.00297	0.00063	0.00180	1.65041	3.5	0.00085	1978.31	594.8632	0.00171	
1		0.00172	0.00057	0.00172	0.00057	0.00115	1.50159	3.5	0.00049	2483.83	638.6764	0.00127	
5		0.01251	0.00369	0.00258	0.00091	0.00174	1.48063	3.5	0.00074	461.75	218.9278	0.00105	
4		0.00993	0.00278	0.00289	0.00090	0.00190	1.52507	3.5	0.00083	967.27	410.6205	0.00128	
3		0.00704	0.00188	0.00292	0.00081	0.00187	1.56568	3.5	0.00083	1472.79	554.4076	0.00142	
2		0.00412	0.00107	0.00258	0.00065	0.00162	1.59614	3.5	0.00074	1978.31	650.4285	0.00141	
1		0.00154	0.00042	0.00154	0.00042	0.00098	1.57368	3.5	0.00044	2483.83	698.3343	0.00099	
5		0.01255	0.01086	0.00313	0.00273	0.00293	1.06826	3.5	0.00089	461.75	175.2541	0.00221	
4		0.00942	0.00813	0.00316	0.00275	0.00296	1.06937	3.5	0.00090	967.27	328.7062	0.00248	
3		0.00626	0.00538	0.00291	0.00251	0.00271	1.07380	3.5	0.00083	1472.79	443.8093	0.00257	
2		0.00335	0.00287	0.00226	0.00195	0.00210	1.07463	3.5	0.00065	1978.31	520.6751	0.00228	
1		0.00109	0.00092	0.00109	0.00092	0.00101	1.08248	3.5	0.00031	2483.83	559.0242	0.00128	
5		0.02706	0.02333	0.00361	0.00274	0.00318	1.13701	3.5	0.00103	461.75	96.8080	0.00433	
4		0.02345	0.02059	0.00545	0.00453	0.00499	1.09218	3.5	0.00156	967.27	181.5729	0.00760	
3		0.01800	0.01606	0.00687	0.00599	0.00643	1.06843	3.5	0.00196	1472.79	245.1544	0.01104	
2		0.01113	0.01007	0.00705	0.00635	0.00670	1.05224	3.5	0.00201	1978.31	287.6140	0.01317	
1		0.00408	0.00372	0.00408	0.00372	0.00390	1.04615	3.5	0.00117	2483.83	308.7975	0.00896	

Çizelge 5.48. Örnek 5.21 ve Örnek 5.22'ye ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 5.21						Örnek 5.22					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5	0.00907	0.00780	0.00780	0.00215	0.00184	0.00200	1.07769	3.5	0.00061	461.75	216.1409	0.00122	
4	0.00692	0.00596	0.00596	0.00222	0.00190	0.00206	1.07767	3.5	0.00063	967.27	405.3934	0.00140	
3	0.00470	0.00406	0.00406	0.00210	0.00180	0.00195	1.07692	3.5	0.00060	1472.79	547.3501	0.00150	
2	0.00260	0.00226	0.00226	0.00169	0.00146	0.00157	1.07323	3.5	0.00048	1978.31	642.1487	0.00139	
1	0.00091	0.00080	0.00080	0.00091	0.00080	0.00086	1.06395	3.5	0.00026	2483.83	689.4446	0.00088	
5	0.01209	0.00750	0.00750	0.00284	0.00170	0.00227	1.25110	3.5	0.00081	461.75	195.1000	0.00153	
4	0.00925	0.00580	0.00580	0.00296	0.00181	0.00239	1.24109	3.5	0.00085	967.27	365.9291	0.00180	
3	0.00629	0.00399	0.00399	0.00281	0.00174	0.00228	1.23516	3.5	0.00080	1472.79	494.0666	0.00194	
2	0.00348	0.00225	0.00225	0.00229	0.00145	0.00187	1.22381	3.5	0.00065	1978.31	579.6367	0.00182	
1	0.00119	0.00080	0.00080	0.00119	0.00080	0.00099	1.19742	3.5	0.00034	2483.83	622.3285	0.00113	
5	0.01218	0.01098	0.01098	0.00272	0.00254	0.00263	1.03422	3.5	0.00078	461.75	173.9750	0.00199	
4	0.00946	0.00844	0.00844	0.00292	0.00268	0.00280	1.04286	3.5	0.00083	967.27	326.3072	0.00237	
3	0.00654	0.00576	0.00576	0.00284	0.00254	0.00269	1.05576	3.5	0.00081	1472.79	440.5703	0.00257	
2	0.00370	0.00322	0.00322	0.00239	0.00209	0.00224	1.06696	3.5	0.00068	1978.31	516.8751	0.00245	
1	0.00131	0.00113	0.00113	0.00131	0.00113	0.00122	1.07377	3.5	0.00037	2483.83	554.9443	0.00156	
5	0.03667	0.00394	0.00394	0.00528	0.00071	0.00300	1.76294	3.5	0.00151	461.75	123.6239	0.00320	
4	0.03139	0.00323	0.00323	0.00764	0.00087	0.00426	1.79553	3.5	0.00218	967.27	231.8668	0.00507	
3	0.02375	0.00236	0.00236	0.00929	0.00095	0.00512	1.81445	3.5	0.00265	1472.79	313.0623	0.00688	
2	0.01446	0.00141	0.00141	0.00926	0.00089	0.00507	1.82530	3.5	0.00265	1978.31	367.2833	0.00781	
1	0.00520	0.00052	0.00052	0.00520	0.00052	0.00286	1.81701	3.5	0.00149	2483.83	394.3347	0.00515	

6.A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ

TDY2007’de belirtilen A2 türü döşeme süreksizliği durumuna uygun örnekler ele alınmıştır. Örneklerde rijit diyafram modeli ve kabuk modeli uygulanmış, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile çözüm yapılmıştır. Ayrıca düzensizliğin giderilmesi için yapıların değişik yerlerine perdeler yerleştirilerek yapıların perdeli durumları incelenmiştir. Perdeler kabuk modeli ile tanımlanmıştır. Bütün çözümler SAP2000 yapı analiz ve tasarım programı ile yapılmıştır. Aşağıdaki yapı özellikleri bu bölümdeki tüm örnekler için geçerlidir.

Yapı Elemanı Boyutları:

Tüm Kolonlar	: 45 cm x 45 cm
Tüm Kirişler	: 30 cm x 30cm
Kat Yüksekliği	: 3.5 m
Perde Kalınlığı	: 20 cm

Bina Bilgileri:

Kat sayısı: 5

Bodrum kat sayısı: -

Bina önem katsayısı: $I=1$ (Çizelge 4.3)

Taşıyıcı sistem türü: Yerinde dökme betonarme çerçeve sistem.

Possion Oranı: 0.15

Elastisite modülü: 2850000 ton/m²

Deprem Bilgileri:

Deprem Bölgesi: 1. Bölge

Etkin Yer İvmesi Katsayısı: $A_0=0.4$ (Çizelge 4.2)

Yerel Zemin Sınıfı: Z3.....(Çizelge 4.4)

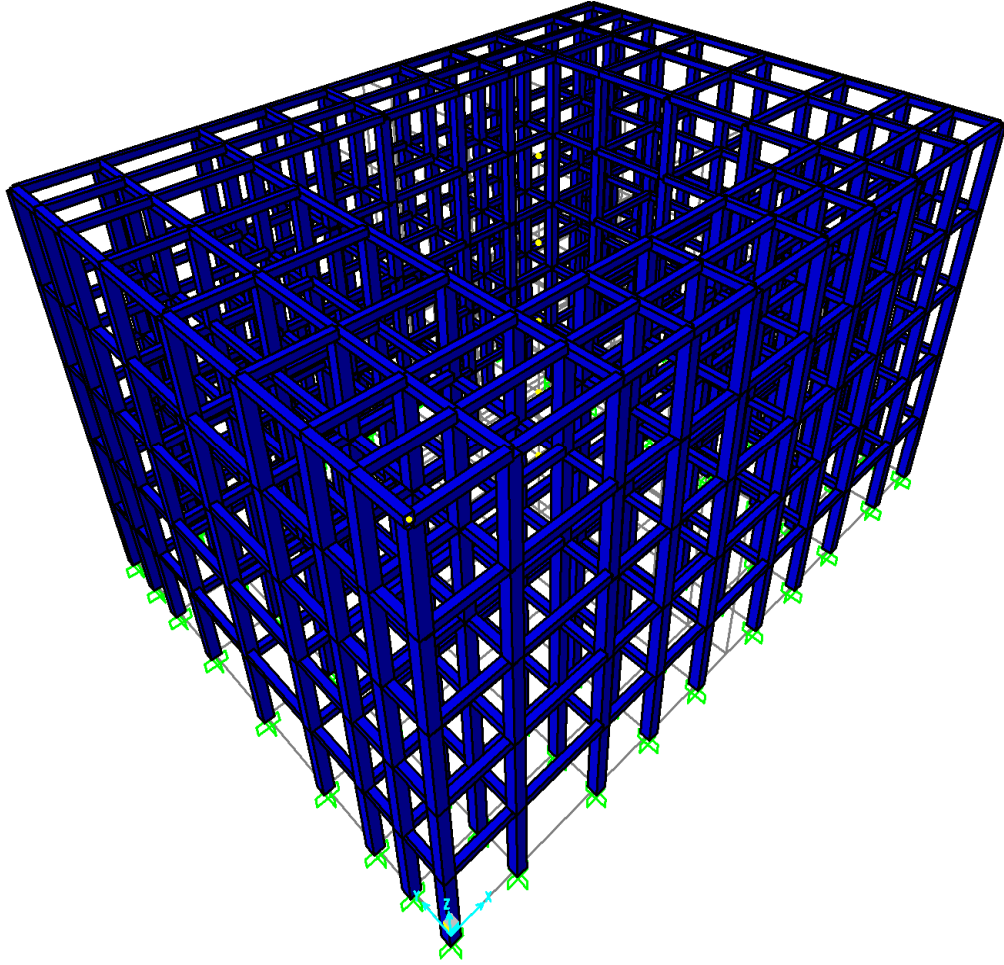
Spektrum Karakteristik Periyotları: $T_A=0.15$ sn, $T_B=0.60$ sn(Çizelge 4.4)

Hareketli Yük Katılım Katsayısı: $n=0.3$(Çizelge 4.1)

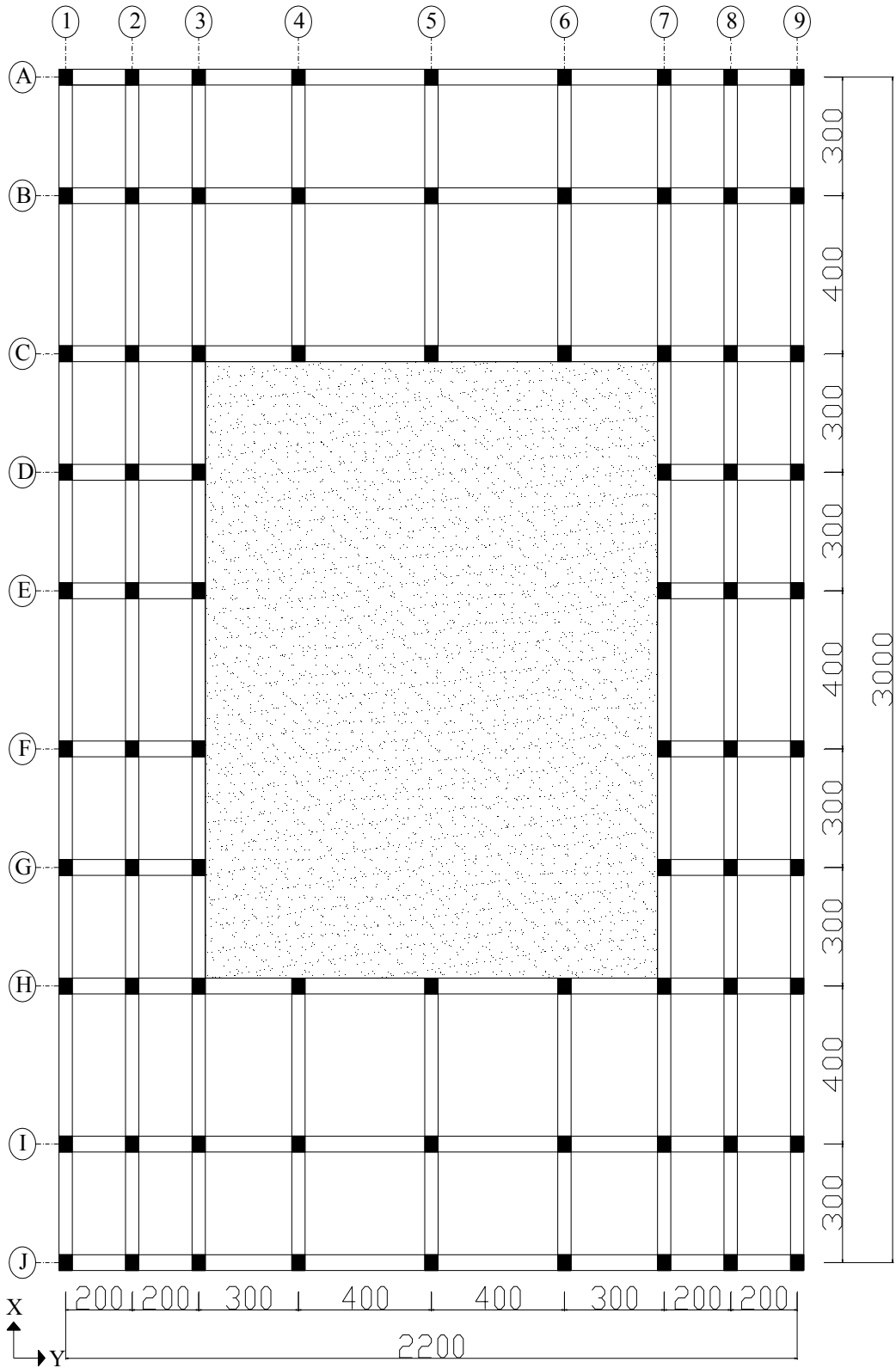
Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı: $R=8$(Çizelge 4.5)

Perdeli Sistemler İçin Taşıyıcı Sistem Davranışı Katsayısı: $R=7$(Çizelge 4.5)

Kullanılan Program: SAP2000

6.1.Örnek 6.1. Rijit Diyafram Modeli İle Çözüm

Şekil 6.1. Örnek 6.1'e ait bina görünüşü



Şekil 6.2. Örnek 6.1'in kat kalıp planı

Brüt kat alanı $A=30 \times 22=660 \text{ m}^2$ ve o kattaki boşluk alanı $A_b=16 \times 14= 224 \text{ m}^2$ dir. Bu örnekte boşluk oranı $A_b/A=0.34$ ’tür. Yönetmelikte verilen sınır değeri $A_b/A=1/3$ olduğundan A2 türü döşemede düzensizlik durumu mevcuttur. Bu örnekte rijit diyafram ve kabuk modeli ayrı ayrı incelenmiştir.

Çizelge 6.1. Örnek 6.1 ‘e ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w_i	H_i	$w_i \times h_i$	F_{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769.32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 6.2. Örnek 6.1 ‘e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	8.00E-05	3.01E-07	2.51E-05
4	51.53	0.2745	6.99E-05	2.52E-07	1.92E-05
3	51.53	0.2059	5.42E-05	1.51E-07	1.12E-05
2	51.53	0.1375	3.40E-05	5.95E-08	4.67E-06
1	51.53	0.0686	1.28E-05	8.42E-09	8.77E-07
Toplam				7.72E-07	6.10E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{7.72 \times 10^{-7}}{6.10 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.70714 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı:

Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.70714$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_y > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_y) = 2.19207$$

bulunur.

$T_y > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_y) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.19207 = 0.87683$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$V_{ty} = 2483.3 \times 0.87683 / 8 = 272.17885$ ton $> 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332$ ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.3. Örnek 6.1 'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	85.32807
4	74.71310
3	56.04163
2	37.42459
1	18.67147

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.4. Örnek 6.1 'e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
5	47.06	0.3135	9.28E-05	4.05E-07	2.91E-05
4	51.53	0.2745	8.11E-05	3.39E-07	2.23E-05
3	51.53	0.2059	6.27E-05	2.02E-07	1.29E-05
2	51.53	0.1375	3.90E-05	7.83E-08	5.36E-06
1	51.53	0.0686	1.43E-05	1.06E-08	9.83E-07
Toplam				1.04E-06	7.06E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{1.04 \times 10^{-6}}{7.06 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.76084 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı:

Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_x = 0.760684$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_x > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_x) = 2.06741$$

bulunur.

$T_x > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_x) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.06741 = 0.82696$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{tx} = 2483.3 \times 0.82696 / 8 = 256.69956 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 6.5. Örnek 6.1 'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	80.47531
4	70.46403
3	52.85444
2	35.29619
1	17.60959

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması

Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

6.1.1.X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.6. Örnek 6.1 ‘e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02577	0.02186	0.00324	0.00276	0.00300	1.08000
4	0.02253	0.0191	0.00511	0.00435	0.00473	1.08034
3	0.01742	0.01475	0.00657	0.00559	0.00608	1.08059
2	0.01085	0.00916	0.00686	0.0058	0.00633	1.08373
1	0.00399	0.00336	0.00399	0.00336	0.00368	1.08571
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.7. Örnek 6.1 ‘e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02577	0.02186	0.00324	0.00300	3.5	0.00093
4	0.02253	0.0191	0.00511	0.00473	3.5	0.00146
3	0.01742	0.01475	0.00657	0.00608	3.5	0.00188
2	0.01085	0.00916	0.00686	0.00633	3.5	0.00196
1	0.00399	0.00336	0.00399	0.00368	3.5	0.00114

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 6.8. Örnek 6.1 ‘e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00300	80.47531	3.5	0.00492
4	505.52	967.27	0.00473	150.93934	3.5	0.00866
3	505.52	1472.79	0.00608	203.79378	3.5	0.01255
2	505.52	1978.31	0.00633	239.08997	3.5	0.01496
1	505.52	2483.83	0.00368	256.69956	3.5	0.01016
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.1.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.9. Örnek 6.1 ‘e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02385	0.01970	0.00299	0.00249	0.00274	1.09124
4	0.02086	0.01721	0.00470	0.00389	0.00430	1.09430
3	0.01616	0.01332	0.00602	0.00496	0.00549	1.09654
2	0.01014	0.00836	0.00633	0.00522	0.00578	1.09610
1	0.00381	0.00314	0.00381	0.00314	0.00348	1.09640
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.10. Örnek 6.1 ‘e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

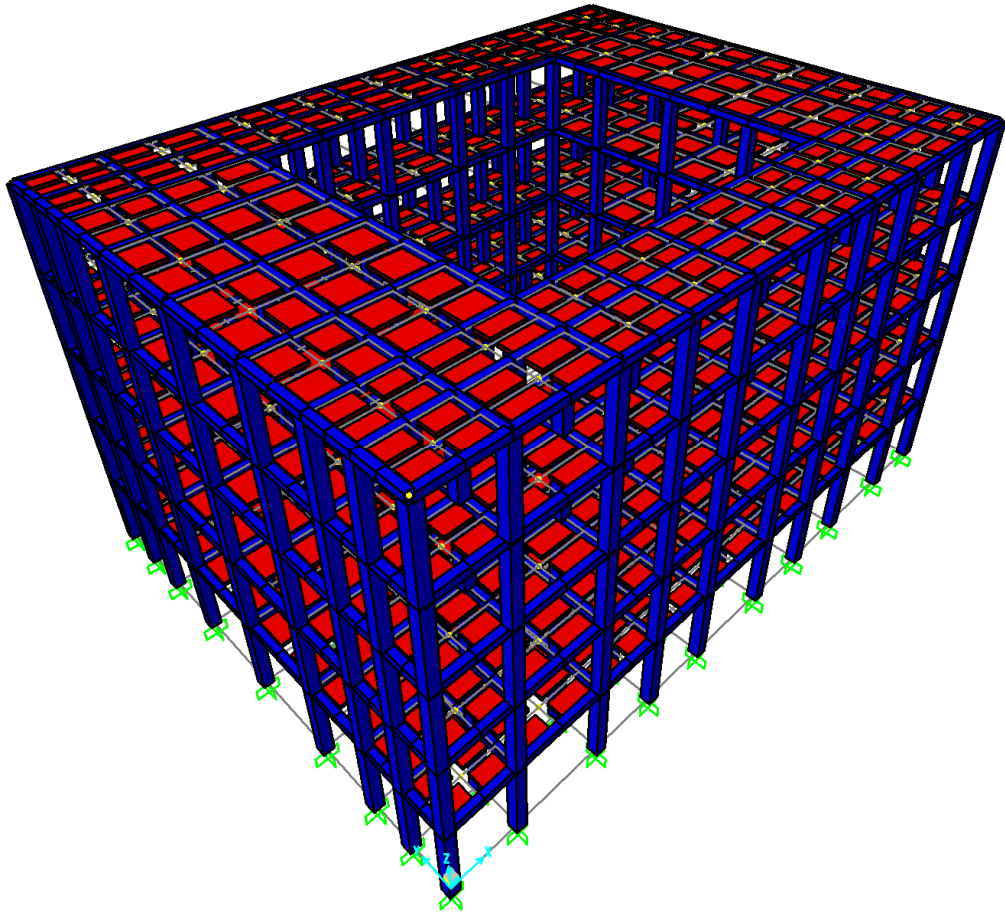
Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02385	0.01970	0.00299	0.00274	3.5	0.00085
4	0.02086	0.01721	0.00470	0.00430	3.5	0.00134
3	0.01616	0.01332	0.00602	0.00549	3.5	0.00172
2	0.01014	0.00836	0.00633	0.00578	3.5	0.00181
1	0.00381	0.00314	0.00381	0.00348	3.5	0.00109

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

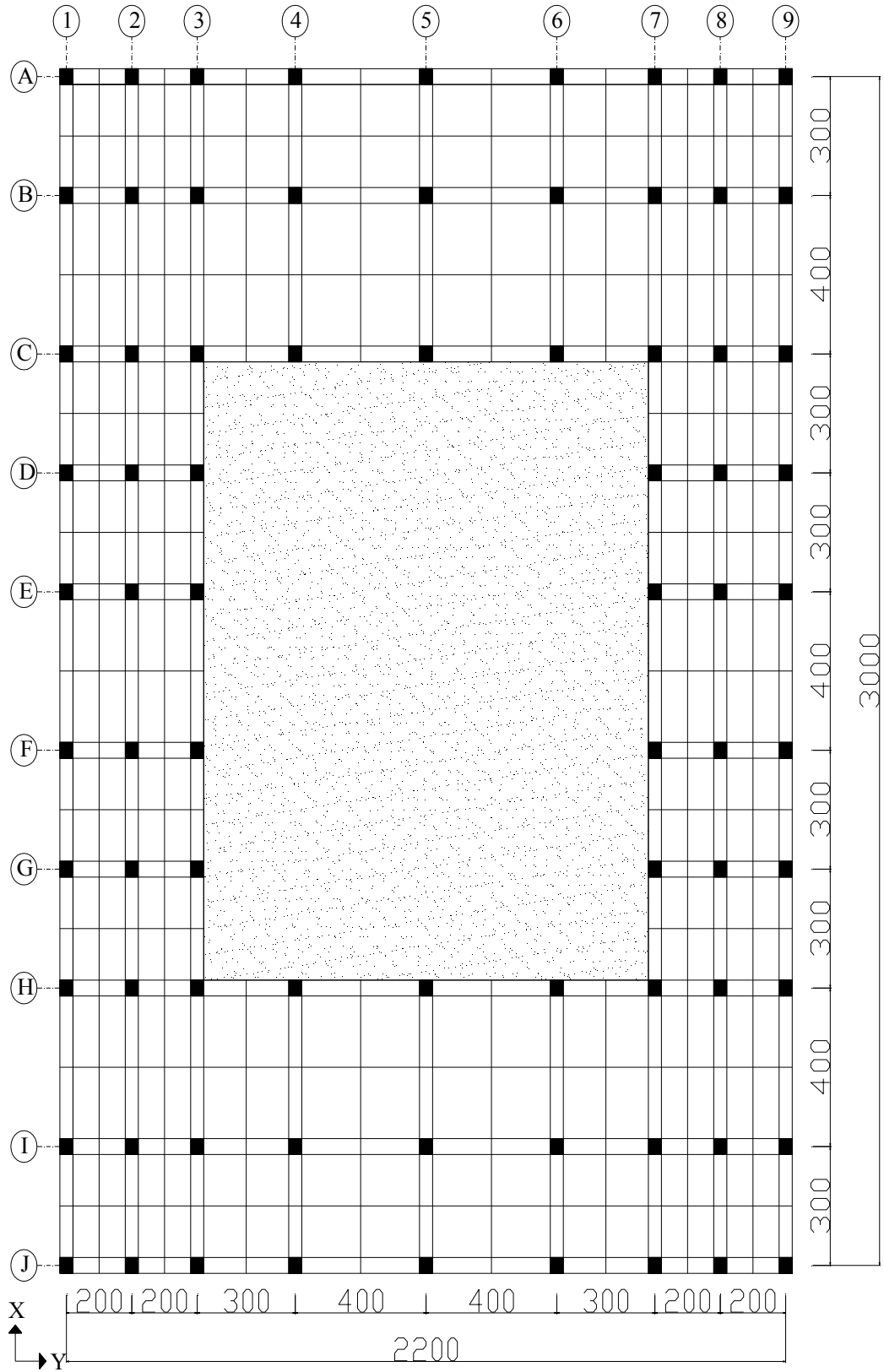
Çizelge 6.11. Örnek 6.1 ‘e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00274	85.32807	3.5	0.00424
4	505.52	967.27	0.00430	160.04117	3.5	0.00742
3	505.52	1472.79	0.00549	216.08279	3.5	0.01069
2	505.52	1978.31	0.00578	253.50738	3.5	0.01288
1	505.52	2483.83	0.00348	272.17885	3.5	0.00906
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.2.Örnek 6.2. Kabuk Modeli İle Çözüm

Şekil 6.3. Örnek 6.2'ye ait bina görünüşü



Şekil 6.4. Örnek 6.2'nin kat kalıp planı

Çizelge 6.12. Örnek 6.2 ‘ye ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w _i	H _i	w _i xh _i	F _{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769.32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 6.13. Örnek 6.2 ‘ye ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	m _i (w _i /g)	F _{fi}	d _{fi}	m _i xd _{fi} ²	F _{fi} xd _{fi}
5	47.06	0.3135	5.30E-05	1.32E-07	1.66E-05
4	51.53	0.2745	4.66E-05	1.12E-07	1.28E-05
3	51.53	0.2059	3.65E-05	6.86E-08	7.51E-06
2	51.53	0.1375	2.36E-05	2.87E-08	3.25E-06
1	51.53	0.0686	9.64E-06	4.79E-09	6.62E-07
Toplam				3.46E-07	4.08E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{3.46 \times 10^{-7}}{4.08 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.57852 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R 'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.57852$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_y > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_y) = 2.57399$$

bulunur.

$T_y > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_y) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.57399 = 1.02960$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{ty} = 2483.3 \times 1.02960 / 8 = 319.59917 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 6.14. Örnek 6.2 'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	100.19434
4	87.72997
3	65.80547
2	43.94489
1	21.92450

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.15. Örnek 6.2 ‘ye ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
5	47.06	0.3135	6.03E-05	1.71E-07	1.89E-05
4	51.53	0.2745	5.35E-05	1.48E-07	1.47E-05
3	51.53	0.2059	4.21E-05	9.11E-08	8.66E-06
2	51.53	0.1375	2.71E-05	3.79E-08	3.73E-06
1	51.53	0.0686	1.09E-05	6.10E-09	7.46E-07
Toplam				4.54E-07	4.67E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{4.54 \times 10^{-7}}{4.67 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.61921 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5’e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R’nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_x = 0.61921$ sn değerleri kullanılarak;

$T_x > T_B$ Olduğundan $\rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8}$ formülünden $S(T_x) = 2.43776$ bulunur.

$T_x > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_x) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.43776 = 0.97510$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$V_{tx} = 2483.3 \times 0.97510 / 8 = 302.68432$ ton $> 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332$ ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.16. Örnek 6.2 'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	94.89154
4	83.08685
3	62.32270
2	41.61909
1	20.76414

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması: Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

6.2.1.X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.17. Örnek 6.2 ‘ye ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02068	0.01449	0.00234	0.00163	0.00199	1.17884
4	0.01834	0.01286	0.00391	0.00272	0.00332	1.17949
3	0.01443	0.01014	0.00512	0.00362	0.00437	1.17162
2	0.00931	0.00652	0.00560	0.00395	0.00478	1.17277
1	0.00371	0.00257	0.00371	0.00257	0.00314	1.18153
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.18. Örnek 6.2 ‘ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02068	0.01449	0.00234	0.00199	3.5	0.00067
4	0.01834	0.01286	0.00391	0.00332	3.5	0.00112
3	0.01443	0.01014	0.00512	0.00437	3.5	0.00146
2	0.00931	0.00652	0.00560	0.00478	3.5	0.00160
1	0.00371	0.00257	0.00371	0.00314	3.5	0.00106

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 6.19. Örnek 6.2 ‘ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00199	94.89154	3.5	0.00276
4	505.52	967.27	0.00332	177.97838	3.5	0.00515
3	505.52	1472.79	0.00437	240.30108	3.5	0.00765
2	505.52	1978.31	0.00478	281.92018	3.5	0.00957
1	505.52	2483.83	0.00314	302.68432	3.5	0.00736
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.2.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.20. Örnek 6.2 ‘ye ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02475	0.00776	0.00289	0.00096	0.00193	1.50130
4	0.02186	0.00680	0.00469	0.00150	0.00310	1.51535
3	0.01717	0.00530	0.00606	0.00188	0.00397	1.52645
2	0.01111	0.00342	0.00661	0.00203	0.00432	1.53009
1	0.00450	0.00139	0.00450	0.00139	0.00295	1.52801
						$\eta_{bi} > 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} > 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmaktadır. Binanın herhangi bir i’inci katında A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olmak koşulu ile bu katta uygulanan +%5 dış merkezlik, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz baştan yapılmalıdır.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2$$

Çizelge 6.21. Örnek 6.2 ‘ye ait görel kat ötelemeleri kontrolü

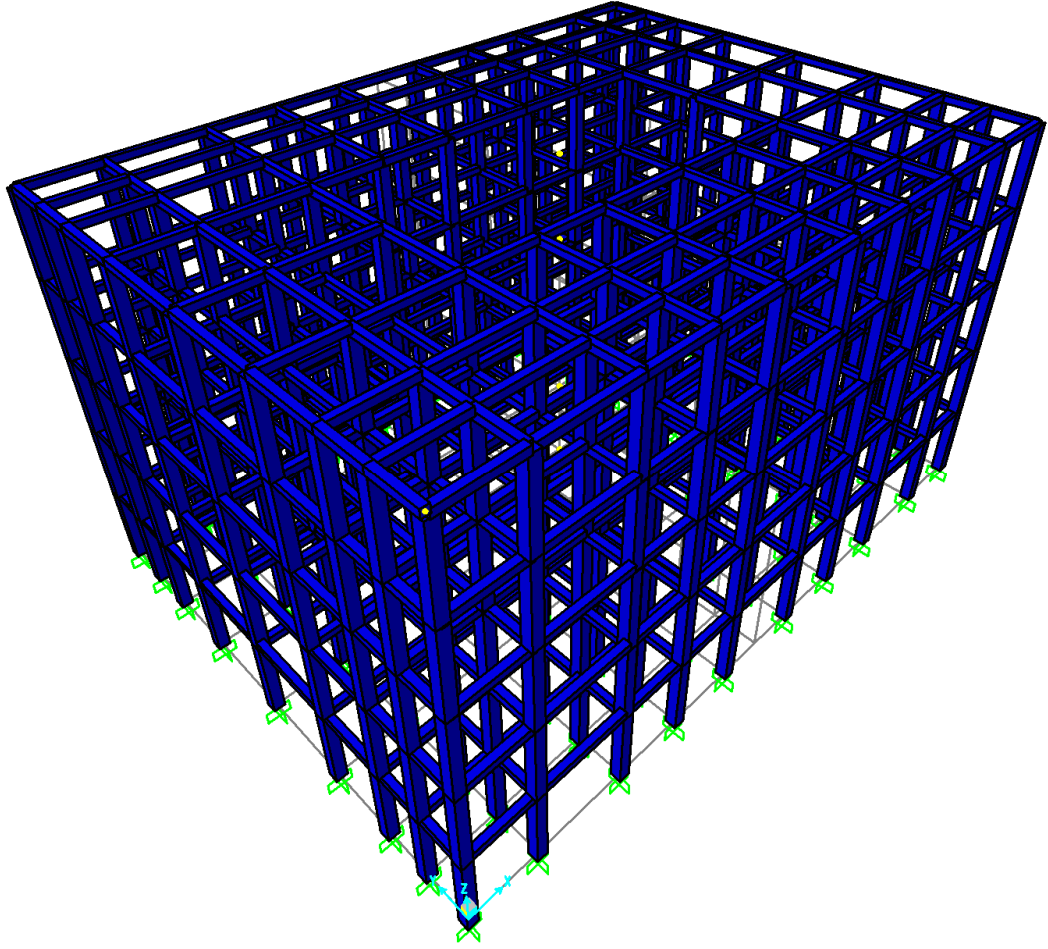
Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02475	0.00776	0.00289	0.00193	3.5	0.00083
4	0.02186	0.00680	0.00469	0.00310	3.5	0.00134
3	0.01717	0.00530	0.00606	0.00397	3.5	0.00173
2	0.01111	0.00342	0.00661	0.00432	3.5	0.00189
1	0.00450	0.00139	0.00450	0.00295	3.5	0.00129

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

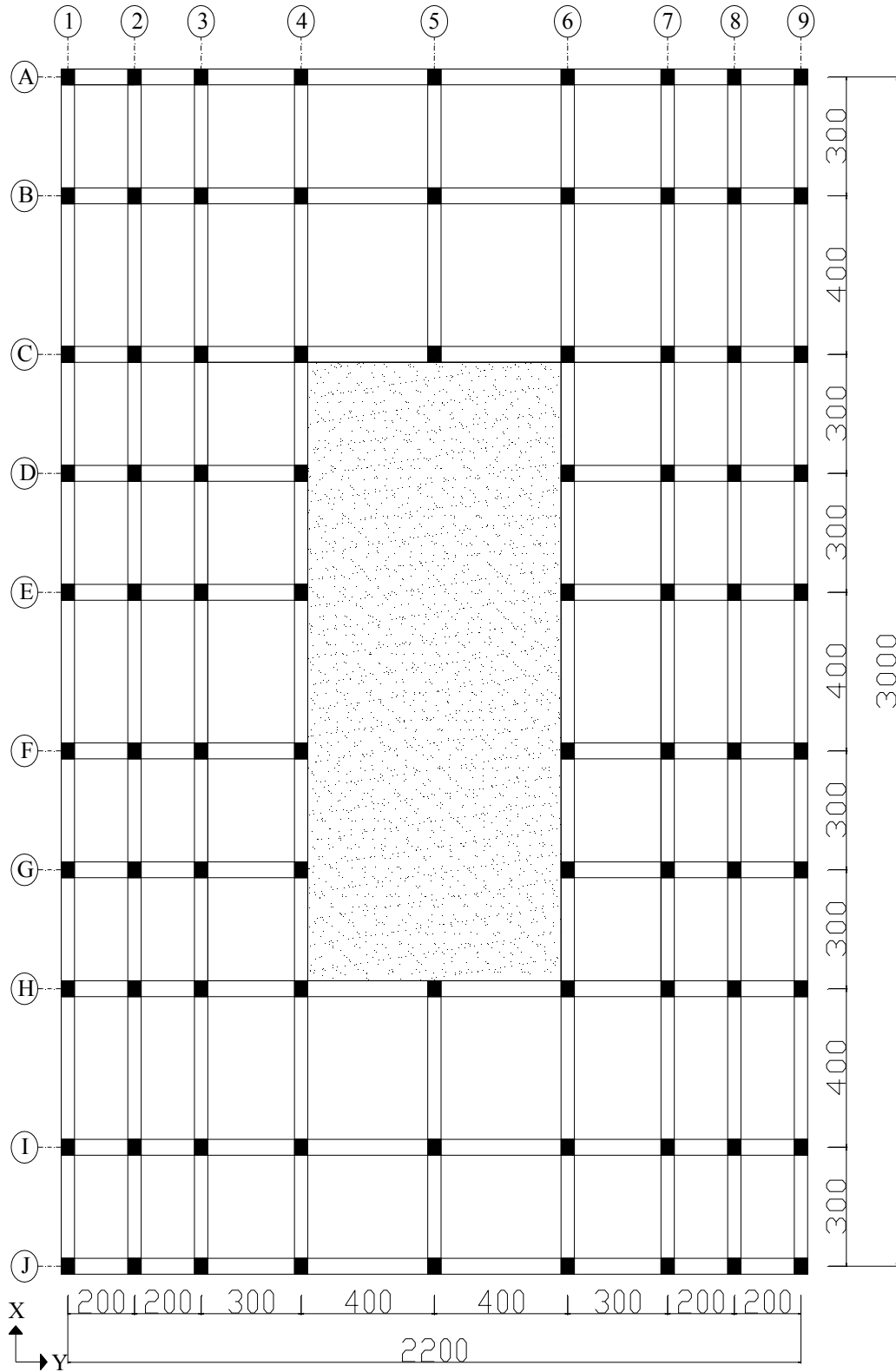
Çizelge 6.22. Örnek 6.2 ‘ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00193	100.19434	3.5	0.00253
4	505.52	967.27	0.00310	187.92431	3.5	0.00455
3	505.52	1472.79	0.00397	253.72978	3.5	0.00658
2	505.52	1978.31	0.00432	297.67467	3.5	0.00820
1	505.52	2483.83	0.00295	319.59917	3.5	0.00654
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.3.Örnek 6.3. Rijit Diyafram Modeli İle Çözüm

Şekil 6.5. Örnek 6.3'e ait bina görünüşü



Şekil 6.6. Örnek 6.3'ün kat kalıp planı

Brüt kat alanı $A=30 \times 22=660 \text{ m}^2$ ve o kattaki boşluk alanı $A_b=16 \times 14= 224 \text{ m}^2$ dir. Bu örnekte boşluk oranı $A_b/A=0.19$ 'dur. Yönetmelikte verilen sınır değeri $A_b/A=1/3$ olduğundan A2 türü döşemede düzensizlik durumu mevcut değildir. Bu örnekte rijit diyafram ve kabuk modeli ayrı ayrı incelenmiştir.

Çizelge 6.23. Örnek 6.3'e ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w_i	H_i	$w_i \times h_i$	F_{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769.32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 6.24. Örnek 6.3'e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	7.19E-05	2.43E-07	2.25E-05
4	51.53	0.2745	6.30E-05	2.04E-07	1.73E-05
3	51.53	0.2059	4.89E-05	1.23E-07	1.01E-05
2	51.53	0.1375	3.07E-05	4.86E-08	4.22E-06
1	51.53	0.0686	1.16E-05	6.90E-09	7.94E-07
Toplam				6.26E-07	5.49E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{6.26 \times 10^{-7}}{5.49 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.67098 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.67098$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_y > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_y) = 2.28609$$

bulunur.

$$T_y > T_A \text{ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı } R_a(T_y) = R = 8 \text{ alınacaktır.}$$

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.28609 = 0.91444$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{ty} = 2483.3 \times 0.91444 / 8 = 283.85280 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 6.25. Örnek 6.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	88.98785
4	77.91759
3	58.44529
2	39.02976
1	19.47230

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.26. Örnek 6.3'e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
5	47.06	0.3135	8.09E-05	3.08E-07	2.53E-05
4	51.53	0.2745	7.08E-05	2.59E-07	1.94E-05
3	51.53	0.2059	5.49E-05	1.55E-07	1.13E-05
2	51.53	0.1375	3.42E-05	6.04E-08	4.71E-06
1	51.53	0.0686	1.27E-05	8.26E-09	8.68E-07
Toplam				7.90E-07	6.17E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{7.90 \times 10^{-7}}{6.17 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.71114 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_x = 0.71114$ sn değerleri kullanılarak;

$T_x > T_B$ Olduğundan $\rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8}$ formülünden $S(T_x) = 2.18221$ bulunur.

$T_x > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_x) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.18221 = 0.87289$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{tx} = 2483.3 \times 0.87289 / 8 = 270.95460 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 6.27. Örnek 6.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	84.94427
4	74.37704
3	55.78955
2	37.25626
1	18.58749

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması: Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

6.3.1.X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.28. Örnek 6.3'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0,02339	0.02043	0.00290	0.00254	0.00272	1.06618
4	0.02049	0.01789	0.00462	0.00404	0.00433	1.06697
3	0.01587	0.01385	0.00596	0.00521	0.00559	1.06714
2	0.00991	0.00864	0.00624	0.00545	0.00585	1.06758
1	0.00367	0.00319	0.00367	0.00319	0.00343	1.06997
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.29. Örnek 6.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02339	0.02043	0.00290	0.00272	3.5	0.00083
4	0.02049	0.01789	0.00462	0.00433	3.5	0.00132
3	0.01587	0.01385	0.00596	0.00559	3.5	0.00170
2	0.00991	0.00864	0.00624	0.00585	3.5	0.00178
1	0.00367	0.00319	0.00367	0.00343	3.5	0.00105

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 6.30. Örnek 6.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00272	84.94427	3.5	0.00422
4	505.52	967.27	0.00433	159.32130	3.5	0.00751
3	505.52	1472.79	0.00559	215.11086	3.5	0.01093
2	505.52	1978.31	0.00585	252.36711	3.5	0.01309
1	505.52	2483.83	0.00343	270.95460	3.5	0.00898
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.3.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.31. Örnek 6.3'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.02329	0.01752	0.00288	0.00218	0.00253	1.13834
4	0.02041	0.01534	0.00457	0.00344	0.00401	1.14107
3	0.01584	0.01190	0.00588	0.00442	0.00515	1.14175
2	0.00996	0.00748	0.00621	0.00466	0.00544	1.14259
1	0.00375	0.00282	0.00375	0.00282	0.00329	1.14155
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.32. Örnek 6.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

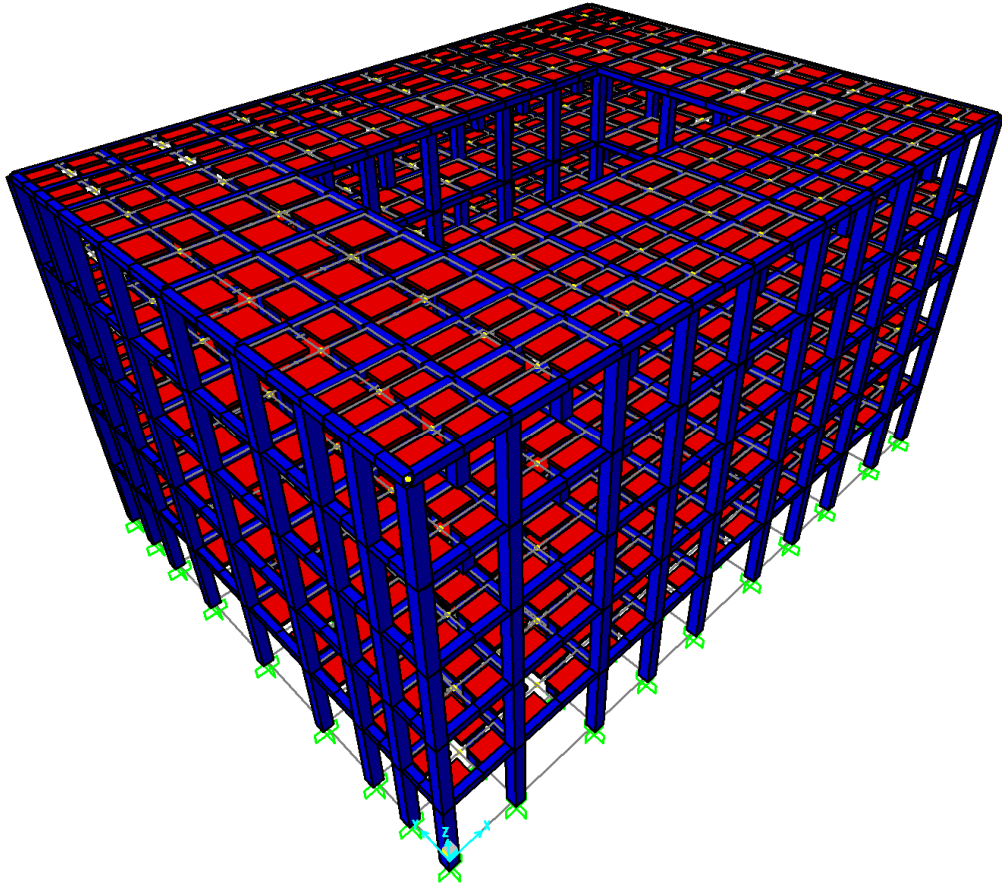
Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.02329	0.01752	0.00288	0.00253	3.5	0.00082
4	0.02041	0.01534	0.00457	0.00401	3.5	0.00131
3	0.01584	0.01190	0.00588	0.00515	3.5	0.00168
2	0.00996	0.00748	0.00621	0.00544	3.5	0.00177
1	0.00375	0.00282	0.00375	0.00329	3.5	0.00107

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

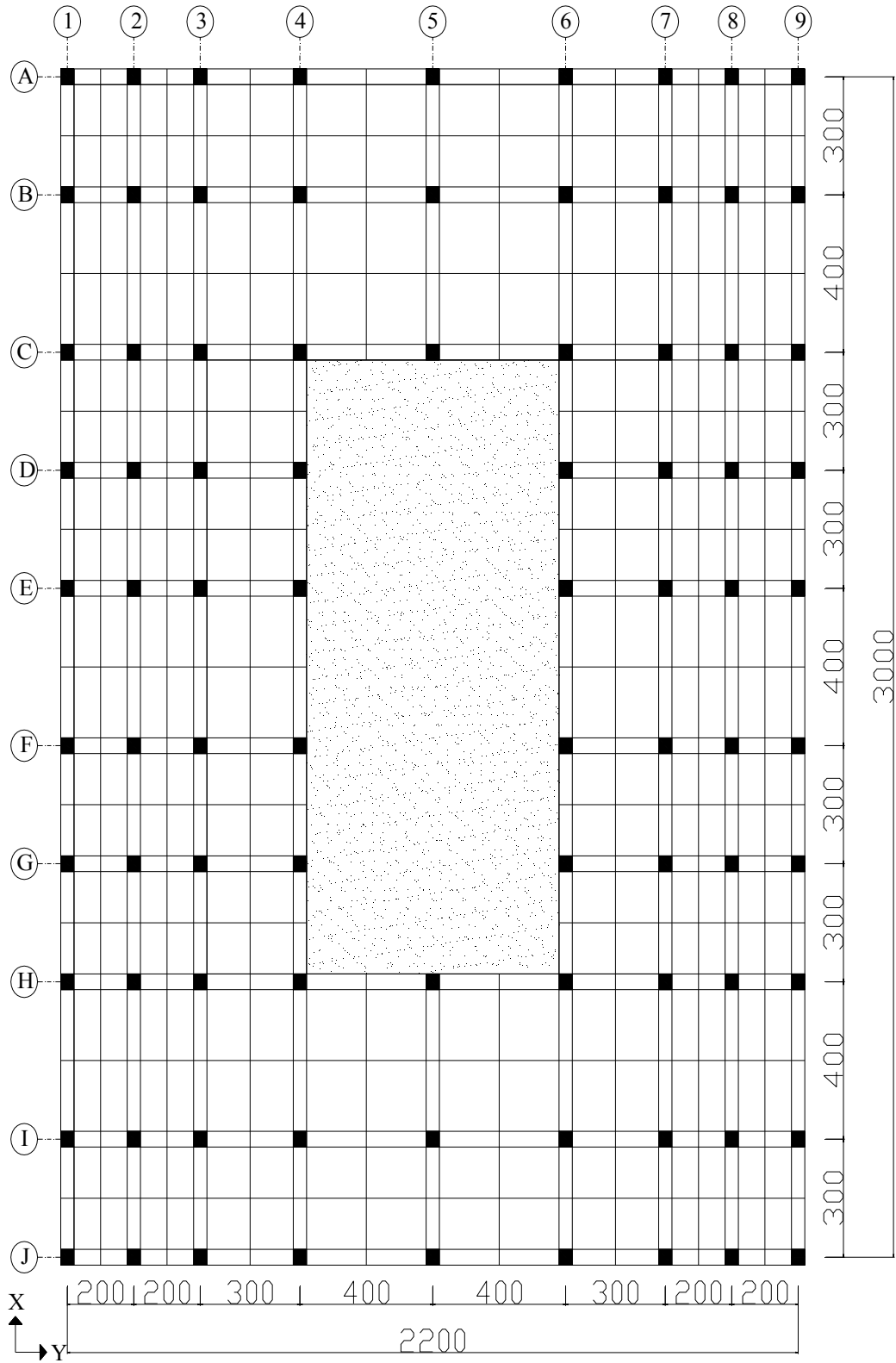
Çizelge 6.33. Örnek 6.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00253	88.98785	3.5	0.00375
4	505.52	967.27	0.00401	166.90545	3.5	0.00663
3	505.52	1472.79	0.00515	225.35074	3.5	0.00962
2	505.52	1978.31	0.00544	264.38050	3.5	0.01162
1	505.52	2483.83	0.00329	283.,85280	3.5	0.00821
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.4.Örnek 6.4. Kabuk Modeli İle Çözüm

Şekil 6.7. Örnek 6.4'e ait bina görünüşü



Şekil 6.8. Örnek 6.4'ün kat kalıp planı

Çizelge 6.34. Örnek 6.4'e ait fiktif yüklerin hesabı

Kat no	w _i	H _i	w _i xh _i	F _{fi}
5	461.75	17.5	8080.625	0.3135
4	505.52	14	7077.28	0.2746
3	505.52	10.5	5307.96	0.2059
2	505.52	7	3538.64	0.1373
1	505.52	3.5	1769.32	0.0686
Toplam	2483.83		25773.825	1.0000

Y Yönünde Yükleme

Çizelge 6.35. Örnek 6.4'e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	m _i (w _i /g)	F _{fi}	d _{fi}	m _i x d _{fi} ²	F _{fi} x d _{fi}
5	47.06	0.3135	4.57E-05	9.84E-08	1.43E-05
4	51.53	0.2745	4.05E-05	8.44E-08	1.11E-05
3	51.53	0.2059	3.18E-05	5.23E-08	6.56E-06
2	51.53	0.1375	2.07E-05	2.21E-08	2.85E-06
1	51.53	0.0686	8.50E-06	3.72E-09	5.83E-07
Toplam				2.61E-07	3.54E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_y = 2\pi \left[\frac{2.61 \times 10^{-7}}{3.54 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.53913 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R 'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15$ s ve $T_B = 0,60$ sn ve $T_y = 0.53913$ sn değerleri kullanılarak;

$$T_y > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_y) = 2.72337$$

bulunur.

$T_y > T_A$ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_y) = R = 8$ alınacaktır.

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_y) = 0.4 \times 1 \times 2.72337 = 1.08935$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{ty} = 2483.3 \times 1.08935 / 8 = 338.14736 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332$$

ton olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.36. Örnek 6.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	106.00920
4	92.82145
3	69.62454
2	46.49526
1	23.19691

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

X Yönünde Yükleme

Çizelge 6.37. Örnek 6.4'e ait fiktif deplasmanların hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i x d_{fi}^2$	$F_{fi} x d_{fi}$
5	47.06	0.3135	5.12E-05	1.23E-07	1.60E-05
4	51.53	0.2745	4.55E-05	1.07E-07	1.25E-05
3	51.53	0.2059	3.59E-05	6.63E-08	7.38E-06
2	51.53	0.1375	2.32E-05	2.78E-08	3.19E-06
1	51.53	0.0686	9.35E-06	4.50E-09	6.41E-07
Toplam				3.28E-07	3.97E-05

Rayleigh oranı ile periyot hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right]^{\frac{1}{2}} \text{ idi.}$$

$$T_x = 2\pi \left[\frac{3.28 \times 10^{-7}}{3.97 \times 10^{-5}} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.57111 \text{ sn olarak bulunur.}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı: Analizi yapılan bina, sadece çerçevelerden oluştuğu ve birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilecektir. Buna göre Çizelge 3.5'e bakıldığında, yapı davranış katsayısı, R'nin 8 alınacağı görülmektedir.

$$S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ idi.}$$

$T_A = 0,15 \text{ s}$ ve $T_B = 0,60 \text{ sn}$ ve $T_x = 0.57111 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak;

$$T_x > T_B \text{ Olduğundan } \rightarrow S(T_i) = 2.5(T_B / T_i)^{0.8} \text{ formülünden } S(T_x) = 2.60067$$

bulunur.

$$T_x > T_A \text{ Olduğundan deprem yükü azaltma katsayısı } R_a(T_x) = R = 8 \text{ alınacaktır.}$$

Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ ve Bina önem katsayısı $I=1$, değerleri kullanılarak $A(T_i) = A_0 \times I \times S(T_i)$ formülünde yerine yazılırsa;

$$A(T_x) = 0.4 \times 1 \times 2.43776 = 0.97510$$

Taban kesme kuvveti de $V_t = W \times A(T_i) / R_a(T_i) \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W$ 'den yararlanılarak elde edilmektedir.

$$V_{tx} = 2483.3 \times 0.97510 / 8 = 302.68432 \text{ ton} > 0.1 \times 0.4 \times 1 \times 2483.3 = 99.332 \text{ ton olduğu görülmektedir.}$$

Çizelge 6.38. Örnek 6.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat no	F_i
5	101.23293
4	88.63936
3	66.48759
2	44.40041
1	22.15177

Eşdeğer kat deprem yükleri $F_i = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi}$ ile bulunmuştur. $H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ alınmıştır.

Deprem yüklerinin +%5 eksantrik olarak yapıya uygulanması: Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine +%5 eksantrisite ile uygulanarak elde edilen deplasmanlar SAP2000 analiz programı ile bulunmuş ve aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

6.4.1.X yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.39. Örnek 6.4'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0.017	0.01533	0.00187	0.0017	0.00179	1.04762
4	0.01513	0.01363	0.00318	0.00288	0.00303	1.04950
3	0.01195	0.01075	0.00422	0.00379	0.00401	1.05368
2	0.00773	0.00696	0.00465	0.00417	0.00441	1.05442
1	0.00308	0.00279	0.00308	0.00279	0.00294	1.04940
						$\eta_{bi} < 1.20$

Bütün katlarda $\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmamaktadır.

Çizelge 6.40. Örnek 6.4'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{ort}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$
5	0.017	0.01533	0.00187	0.00179	3.5	0.00053
4	0.1513	0.01363	0.00318	0.00303	3.5	0.00091
3	0.01195	0.01075	0.00422	0.00401	3.5	0.00121
2	0.00773	0.00696	0.00465	0.00441	3.5	0.00133
1	0.00308	0.00279	0.00308	0.00294	3.5	0.00088

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

Çizelge 6.41. Örnek 6.4'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00179	101.23293	3.5	0.00233
4	505.52	967.27	0.00303	189.87229	3.5	0.00441
3	505.52	1472.79	0.00401	256.35988	3.5	0.00657
2	505.52	1978.31	0.00441	300.76029	3.5	0.00829
1	505.52	2483.83	0.00294	322.91205	3.5	0.00645
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

6.4.2.Y yönünde +%5 eksantrisite ile yükleme:

Çizelge 6.42. Örnek 6.4'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat no	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}
5	0.02358	0.00659	0.00268	0.00078	0.00173	1.54913
4	0.02090	0.00581	0.00443	0.00124	0.00284	1.56261
3	0.01647	0.00457	0.00577	0.00159	0.00368	1.56793
2	0.01070	0.00298	0.00635	0.00176	0.00406	1.56597
1	0.00435	0.00122	0.00435	0.00122	0.00279	1.56194
						η _{bi} > 1.20

Bütün katlarda $\eta_{bi} > 1.2$ olduğundan binada burulma düzensizliği bulunmaktadır. Binanın herhangi bir i'inci katında A1 türü düzensizliğin bulunması durumunda $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$ olmak koşulu ile bu katta uygulanan +%5 dış merkezlik, her iki deprem doğrultusu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz baştan yapılmalıdır.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2} \right)^2$$

Çizelge 6.43. Örnek 6.4'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat no	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{max}	(Δ _i) _{ort}	h _i	(Δ _i) _{max} /h _i
5	0.02358	0.00659	0.00268	0.00173	3.5	0.00077
4	0.02090	0.00581	0.00443	0.00284	3.5	0.00127
3	0.01647	0.00457	0.00577	0.00368	3.5	0.00165
2	0.01070	0.00298	0.00635	0.00406	3.5	0.00181
1	0.00435	0.00122	0.00435	0.00279	3.5	0.00124

$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.02 / R = 0.0025$ koşulları sağlanmaktadır.

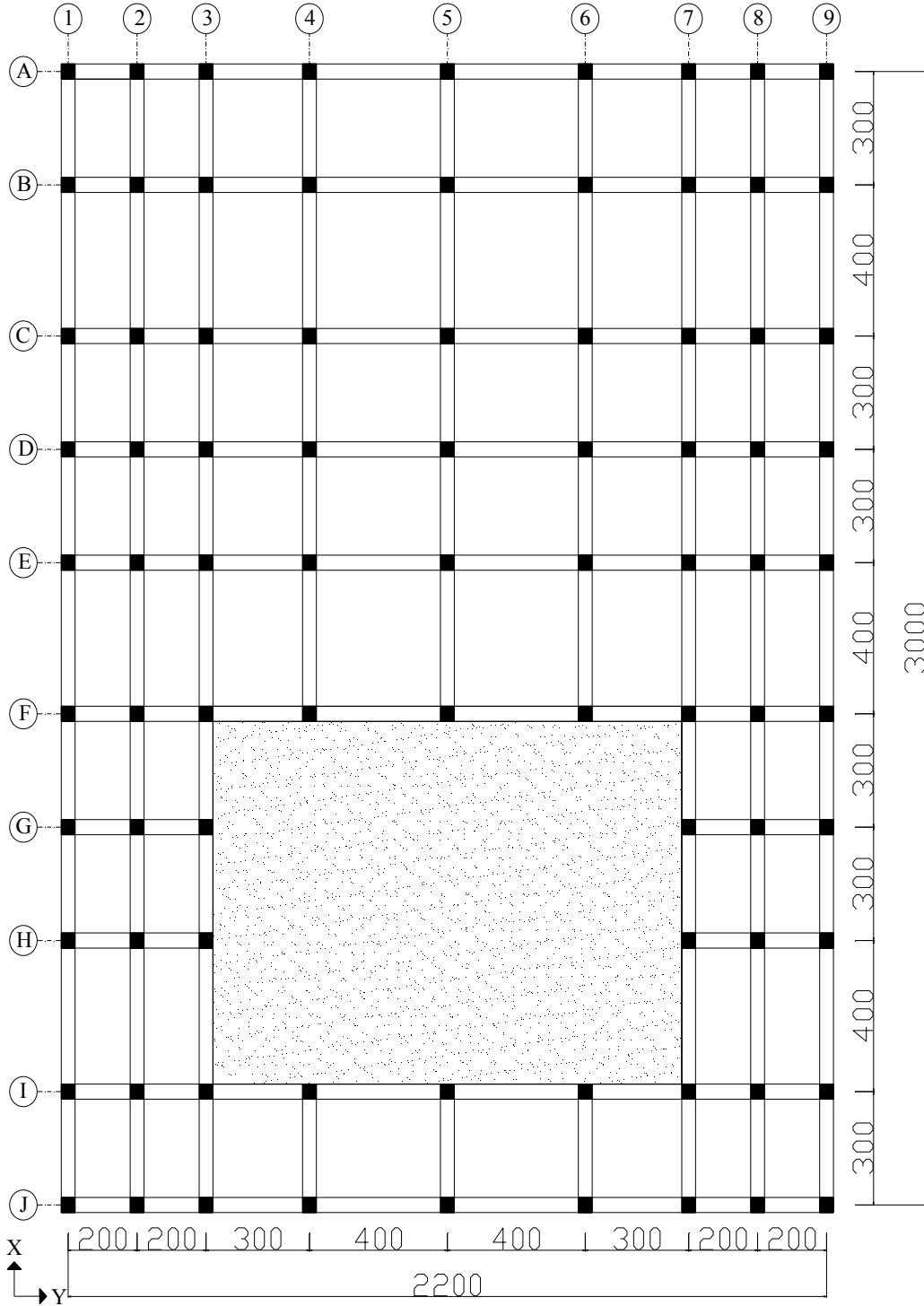
Çizelge 6.44. Örnek 6.4'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat no	w_i	$\sum w_i$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00173	106.00920	3.5	0.00215
4	505.52	967.27	0.00284	198.83065	3.5	0.00394
3	505.52	1472.79	0.00368	268.45519	3.5	0.00577
2	505.52	1978.31	0.00406	314.95045	3.5	0.00728
1	505.52	2483.83	0.00279	338.14736	3.5	0.00584
						$\theta_i < 0.12$

$\theta_i < 0.12$ olduğundan, hem görel kat ötelenmesi bakımından hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

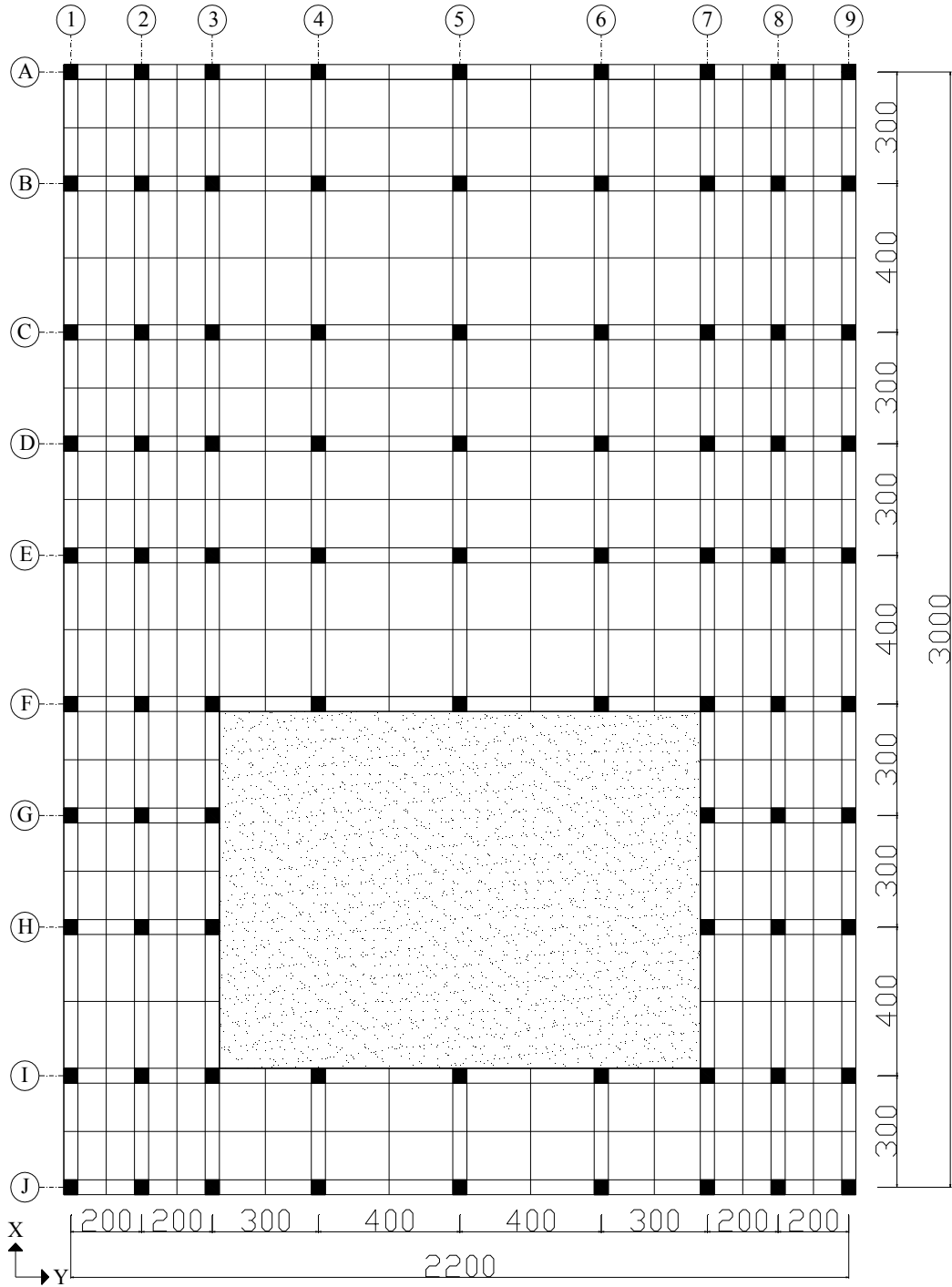
Bu bölümde, A2 Döşemede Süreksizlik Düzensizliği durumunun deprem analizine etkilerini inceleyebilmek amacıyla, toplam 8 adet örnek ele alınmıştır. Yukarıda incelenen örneklerin çözümleri, diğer örnekler için yol göstermektedir. Aşağıdaki diğer örneklerin kat planlarını ve analizlerin sonuçlarını bir arada gösteren şekiller ve çizelgeler bulunmaktadır. Yukarıda anlatılan 4 örnekte görüldüğü gibi diğer örneklerde de +%5 eksantrisite ile her iki eksen doğrultusunda deprem yükleriyle analiz yapılmıştır. Yapıda rastgele konumlarda boşluklar bırakılarak incelemeler yapılmıştır.

Örnek 6.5



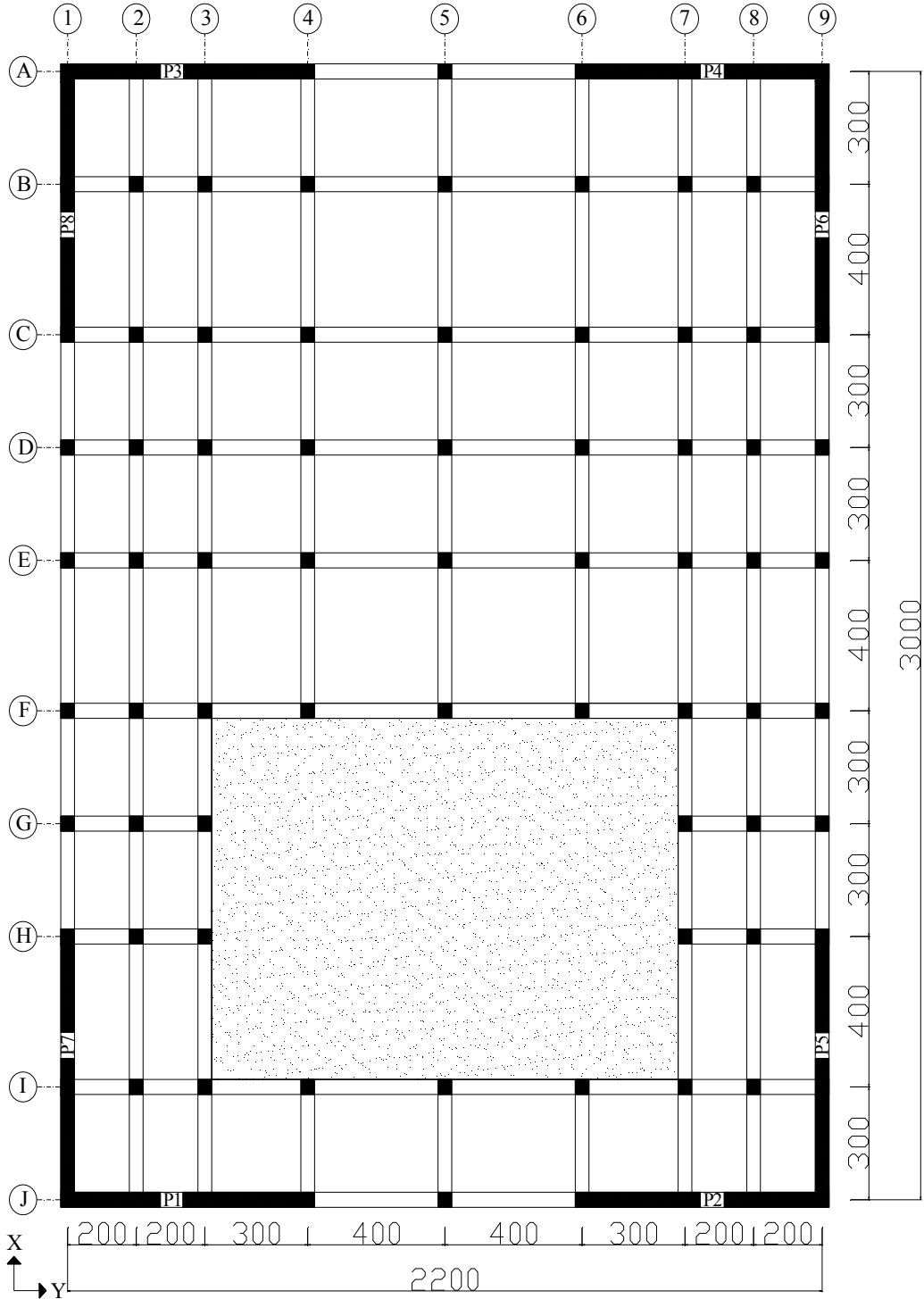
Şekil 6.9. Örnek 6.5'in kat kalıp planı

Örnek 6.6



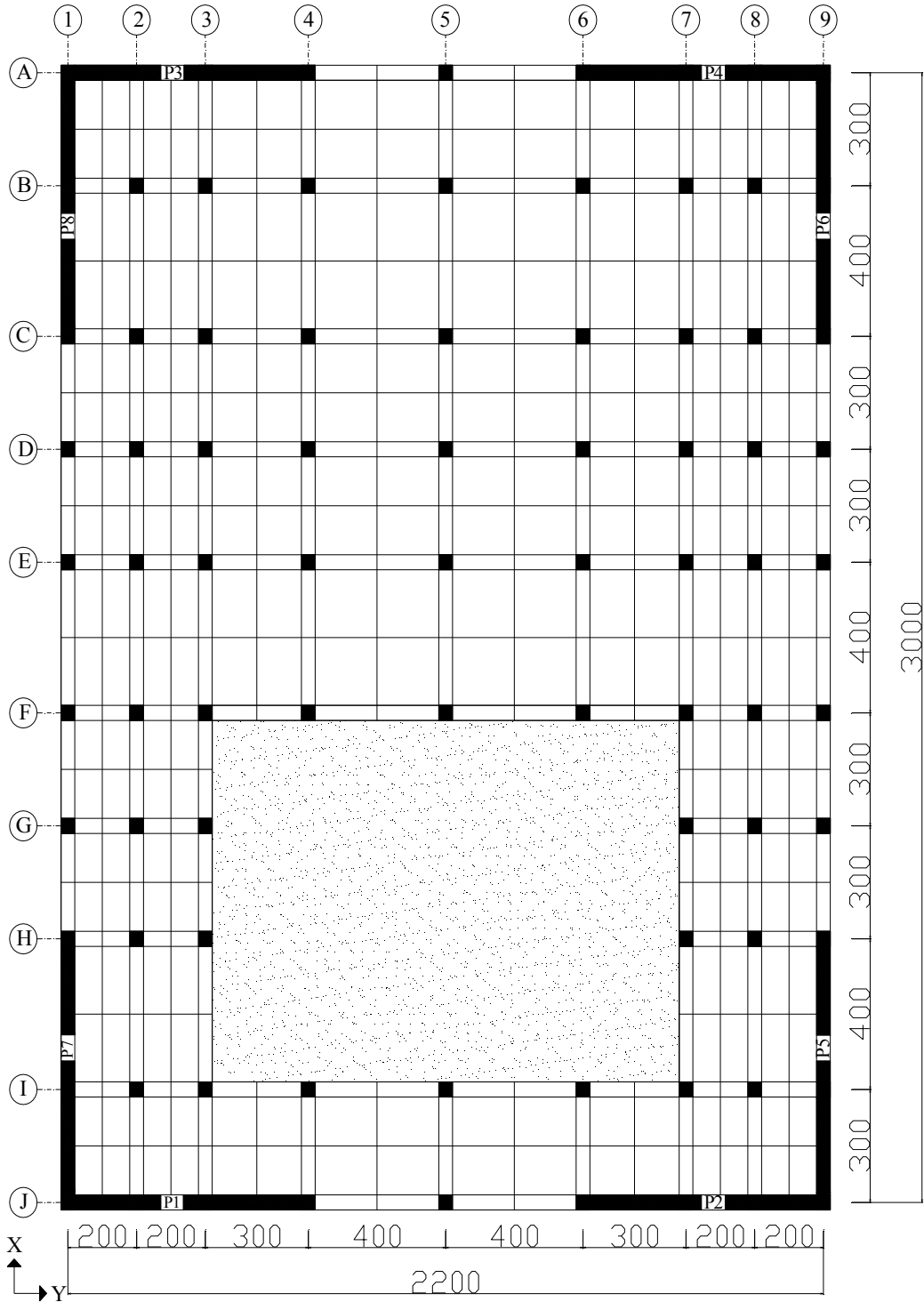
Şekil 6.10. Örnek 6.6'nın kat kalıp planı

Örnek 6.7



Şekil 6.11. Örnek 6.7'nin kat kalıp planı

Örnek 6.8



Şekil 6.12. Örnek 6.8'in kat kalıp planı

Çizelge 6.45. Örnek 6.1 ve Örnek 6.2'ye ait analizler

Kat No	Durum No	Örnek 6.1 (Rijit Diyafram)						Örnek 6.2 (Kabuk)					
		X Yönünde			Y Yönünde			X Yönünde			Y Yönünde		
		$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i	
5	0.02577	0.02186	0.01910	0.00324	0.00276	0.00300	1.08000	3.5	0.00093	461.75	80.4753	0.00492	
4	0.02253	0.01910	0.01475	0.00511	0.00435	0.00473	1.08034	3.5	0.00146	967.27	150.9393	0.00866	
3	0.01742	0.01475	0.00916	0.00657	0.00559	0.00608	1.08059	3.5	0.00188	1472.79	203.7938	0.01255	
2	0.01085	0.00916	0.00336	0.0686	0.00580	0.00633	1.08373	3.5	0.00196	1978.31	239.0900	0.01496	
1	0.00399	0.00336	0.01970	0.00399	0.00336	0.00368	1.08571	3.5	0.00114	2483.83	256.6996	0.01016	
5	0.02385	0.01721	0.00314	0.00299	0.00249	0.00274	1.09124	3.5	0.00085	461.75	85.3281	0.00424	
4	0.02086	0.01332	0.00836	0.00470	0.00389	0.00430	1.09430	3.5	0.00134	967.27	160.0412	0.00742	
3	0.01616	0.01014	0.00314	0.00602	0.00496	0.00549	1.09654	3.5	0.00172	1472.79	216.0828	0.01069	
2	0.01014	0.00314	0.00314	0.00633	0.00522	0.00578	1.09610	3.5	0.00181	1978.31	253.5074	0.01288	
1	0.00381	0.00314	0.00314	0.00381	0.00314	0.00348	1.09640	3.5	0.00109	2483.83	272.1789	0.00906	
5	0.02068	0.01449	0.00652	0.00234	0.00163	0.00199	1.17884	3.5	0.00067	461.75	94.8915	0.00276	
4	0.01834	0.01286	0.00652	0.00391	0.00272	0.00332	1.17949	3.5	0.00112	967.27	177.9784	0.00515	
3	0.01443	0.01014	0.00652	0.00512	0.00362	0.00437	1.17162	3.5	0.00146	1472.79	240.3011	0.00765	
2	0.00931	0.00652	0.00314	0.00560	0.00395	0.00478	1.17277	3.5	0.00160	1978.31	281.9202	0.00957	
1	0.00371	0.00257	0.00314	0.00371	0.00257	0.00314	1.18153	3.5	0.00106	2483.83	302.6843	0.00736	
5	0.02475	0.00776	0.00680	0.00289	0.00096	0.00193	1.50130	3.5	0.00083	461.75	100.1943	0.00253	
4	0.02186	0.00680	0.00530	0.00469	0.00150	0.00310	1.51535	3.5	0.00134	967.27	187.9243	0.00455	
3	0.01717	0.00530	0.00342	0.00606	0.00188	0.00397	1.52645	3.5	0.00173	1472.79	253.7298	0.00658	
2	0.01111	0.00342	0.00342	0.00661	0.00203	0.00432	1.53009	3.5	0.00189	1978.31	297.6747	0.00820	
1	0.00450	0.00139	0.00139	0.00450	0.00139	0.00295	1.52801	3.5	0.00129	2483.83	319.5992	0.00654	

Çizelge 6.46. Örnek 6.3 ve Örnek 6.4'e ait analizler

Durum No	Örnek 6.3 (Rijit Diyafram)							Örnek 6.4 (Kabuk)						
	X Yönünde				Y Yönünde			X Yönünde				Y Yönünde		
θ_i	V_i	$N \sum w_j$ $j=i$	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	h_i	η_{bi}	$(\Delta_i)_{ort}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(d_i)_{max}$	Kat No			
0.00422	84.9443	461.75	0.00083	3.5	1.06618	0.00272	0.00254	0.00290	0.02043	0.02339	5			
0.00751	159.3213	967.27	0.00132	3.5	1.06697	0.00433	0.00404	0.00462	0.01749	0.02049	4			
0.01093	215.1109	1472.79	0.00170	3.5	1.06714	0.00559	0.00521	0.00596	0.01385	0.01587	3			
0.01309	252.3671	1978.31	0.00178	3.5	1.06758	0.00585	0.00545	0.00624	0.00864	0.00991	2			
0.00898	270.9546	2483.83	0.00105	3.5	1.06997	0.00343	0.00319	0.0067	0.00319	0.00367	1			
0.00375	88.9879	461.75	0.00082	3.5	1.13834	0.00253	0.00218	0.00288	0.01752	0.02329	5			
0.00663	166.9054	967.27	0.00131	3.5	1.14107	0.00401	0.00344	0.00457	0.01534	0.02041	4			
0.00962	225.3507	1472.79	0.00168	3.5	1.14175	0.00515	0.00442	0.00588	0.01190	0.01584	3			
0.01162	264.3805	1978.31	0.00177	3.5	1.14259	0.00544	0.00466	0.00621	0.00748	0.00996	2			
0.00821	283.8528	2483.83	0.00107	3.5	1.14155	0.00329	0.00282	0.00375	0.00282	0.00375	1			
0.00233	101.2329	461.75	0.00053	3.5	1.04762	0.00179	0.00170	0.00187	0.01533	0.01700	5			
0.00441	189.8723	967.27	0.00091	3.5	1.04950	0.0033	0.00288	0.00318	0.01363	0.01513	4			
0.00657	256.3599	1472.79	0.00121	3.5	1.05368	0.00401	0.00379	0.00422	0.01075	0.01195	3			
0.00829	300.7603	1978.31	0.00133	3.5	1.05442	0.00441	0.00417	0.00465	0.00696	0.00773	2			
0.00645	322.9121	2483.83	0.00088	3.5	1.04940	0.00294	0.00279	0.00308	0.00279	0.00308	1			
0.00215	106.0920	461.75	0.00077	3.5	1.54913	0.00173	0.00078	0.00268	0.00659	0.02358	5			
0.00394	198.8306	967.27	0.00127	3.5	1.56261	0.00284	0.00124	0.00443	0.00581	0.02090	4			
0.00577	268.4552	1472.79	0.00165	3.5	1.56793	0.00368	0.00159	0.00577	0.00457	0.01647	3			
0.00728	314.9504	1978.31	0.00181	3.5	1.56597	0.00406	0.00176	0.00635	0.00298	0.01070	2			
0.00584	338.1474	2483.83	0.00124	3.5	1.56194	0.00279	0.00122	0.00435	0.00122	0.00435	1			

Çizelge 6.47. Örnek 6.5 ve Örnek 6.6'ya ait analizler

Durum No	Örnek 6.5 (Rijit Diyafram)							Örnek 6.6 (Kabuk)						
	X Yönünde				Y Yönünde			X Yönünde				Y Yönünde		
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum_{j=i} w_j$	V_i	θ_i			
5	0.02405	0.02106	0.00301	0.00264	0.00283	1.06549	3.5	0.00086	461.75	83.4049	0.00447			
4	0.02104	0.01842	0.00477	0.00418	0.00448	1.06592	3.5	0.00136	967.27	156.4340	0.00791			
3	0.01627	0.01424	0.00613	0.00538	0.00576	1.06516	3.5	0.00175	1472.79	211.2125	0.01147			
2	0.01014	0.00886	0.00640	0.00560	0.00600	1.06667	3.5	0.00183	1978.31	247.7936	0.01369			
1	0.00374	0.00326	0.00374	0.00326	0.00350	1.06857	3.5	0.00107	2483.83	266.0442	0.00934			
5	0.02562	0.01497	0.00314	0.00189	0.00252	1.24851	3.5	0.00090	461.75	88.1349	0.00376			
4	0.02248	0.01308	0.00501	0.00295	0.00398	1.25879	3.5	0.00143	967.27	165.3056	0.00665			
3	0.01747	0.01013	0.00647	0.00377	0.00512	1.26367	3.5	0.00185	1472.79	223.1906	0.00965			
2	0.01100	0.00636	0.00685	0.00396	0.00541	1.26735	3.5	0.00196	1978.31	261.8463	0.01167			
1	0.00415	0.00240	0.00415	0.00240	0.00328	1.26718	3.5	0.00119	2483.83	281.1319	0.00827			
5	0.01779	0.01534	0.00199	0.00172	0.00186	1.07278	3.5	0.00057	461.75	100.1839	0.00244			
4	0.01580	0.01362	0.00334	0.00288	0.00311	1.07395	3.5	0.00095	967.27	187.9047	0.00457			
3	0.01246	0.01074	0.00441	0.00380	0.00411	1.07430	3.5	0.00126	1472.79	253.7032	0.00681			
2	0.00805	0.00694	0.00484	0.00418	0.00451	1.07317	3.5	0.00138	1978.31	297.6435	0.00856			
1	0.00321	0.00276	0.00321	0.00276	0.00299	1.07538	3.5	0.00092	2483.83	319.5657	0.00663			
5	0.01918	0.01057	0.00216	0.00127	0.00172	1.25948	3.5	0.00062	461.75	104.1774	0.00217			
4	0.01702	0.00930	0.00358	0.00201	0.00280	1.28086	3.5	0.00102	967.27	195.3949	0.00395			
3	0.01344	0.00729	0.00469	0.00258	0.00364	1.29023	3.5	0.00134	1472.79	263.8164	0.00580			
2	0.00875	0.00471	0.00518	0.00282	0.00400	1.29500	3.5	0.00148	1978.31	309.5082	0.00730			
1	0.00357	0.00189	0.00357	0.00189	0.00273	1.30769	3.5	0.00102	2483.83	332.3043	0.00583			

Çizelge 6.48. Örnek 6.7 ve Örnek 6.8'e ait analizler

Durum No	Örnek 6.7 (Rijit Diyafram)							Örnek 6.8 (Kabuk)						
	X Yönünde				Y Yönünde			X Yönünde				Y Yönünde		
Kat No	$(d_i)_{max}$	$(d_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{max}$	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}	h_i	$(\Delta_i)_{max}/h_i$	$N \sum w_j$ $j=i$	V_i	θ_i			
5	0.00670	0.00636	0.00149	0.00142	0.00146	1.02405	3.5	0.00043	461.75	253.2200	0.00076			
4	0.00521	0.00494	0.00159	0.00151	0.00155	1.02581	3.5	0.00045	967.27	474.9389	0.00090			
3	0.00362	0.00343	0.00154	0.00146	0.00150	1.02667	3.5	0.00044	1472.79	641.2484	0.00098			
2	0.00208	0.00197	0.00131	0.00124	0.00127	1.02571	3.5	0.00037	1978.31	752.3098	0.00096			
1	0.00077	0.00073	0.00077	0.00073	0.00075	1.02963	3.5	0.00022	2483.83	807.7193	0.00066			
5	0.00730	0.00594	0.00163	0.00134	0.00149	1.09764	3.5	0.00047	461.75	250.0729	0.00078			
4	0.00567	0.00460	0.00174	0.00142	0.00158	1.10127	3.5	0.00050	967.27	469.0363	0.00093			
3	0.00393	0.00318	0.00167	0.00137	0.00152	1.09868	3.5	0.00048	1472.79	633.2788	0.00101			
2	0.00226	0.00181	0.00142	0.00115	0.00128	1.10640	3.5	0.00041	1978.31	742.9599	0.00098			
1	0.00084	0.00066	0.00084	0.00066	0.00075	1.11767	3.5	0.00024	2483.83	797.6808	0.00067			
5	0.00597	0.00545	0.00128	0.00117	0.00123	1.04490	3.5	0.00037	461.75	247.0429	0.00065			
4	0.00469	0.00428	0.00139	0.00129	0.00134	1.03731	3.5	0.00040	967.27	463.3532	0.00080			
3	0.00330	0.00299	0.00138	0.00126	0.00132	1.04545	3.5	0.00039	1472.79	625.6056	0.00089			
2	0.00192	0.00173	0.00118	0.00107	0.00113	1.04880	3.5	0.00034	1978.31	733.9577	0.00087			
1	0.00074	0.00066	0.00074	0.00066	0.00070	1.05734	3.5	0.00021	2483.83	788.0156	0.00063			
5	0.00656	0.00420	0.00142	0.00093	0.00118	1.20851	3.5	0.00041	461.75	220.1100	0.00070			
4	0.00514	0.00327	0.00154	0.00101	0.00128	1.20784	3.5	0.00044	967.27	412.8378	0.00085			
3	0.00360	0.00226	0.00152	0.00098	0.00125	1.21600	3.5	0.00043	1472.79	557.4013	0.00094			
2	0.00208	0.00128	0.00129	0.00080	0.00105	1.23209	3.5	0.00037	1978.31	653.9407	0.00091			
1	0.00079	0.00048	0.00079	0.00048	0.00063	1.24804	3.5	0.00023	2483.83	702.1051	0.00064			

7. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Perde yerleşiminin deprem hareketine etkisinin incelendiği 5. bölümde 22 farklı örnek ele alınmış olup, Türk deprem yönetmeliğinin irdelenmesi için eşdeğer deprem yükü yöntemi ve rijit diyafram modeli uygulanarak SAP2000 paket programı ile analiz yapılmıştır. Bütün örnekler her iki eksen doğrultusunda +%5 eksantrisite için incelenmiştir. Ele alınan örnekler için perdelerin yerleri değiştirilmiş ve/veya sayıları artırılmıştır. Yapılardaki perdeler simetrik yerleştirilmediği zaman, yapının emniyetsiz kaldığı ve perdelerin kütle merkezine yaklaştıkça yapının emniyetinde azalmalar gözlemlenmiştir.

A2-Döşeme süreksizliğinin incelendiği 6. bölümde ise 4 farklı örnek ele alınmıştır. Bütün örneklerin, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile kabuk ve rijit diyafram modelleri kullanılarak ayrı ayrı analizleri yapılmıştır. Örnekler her iki eksen doğrultusunda +%5 eksantrisite değeri için incelenmiştir. Yapıdaki boşluk oranının artırılmasıyla kabuk modelinden elde edilen sonuçların, rijit diyafram modelinden elde edilen sonuçlardan daha elverişli olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca yapıdaki boşluk oranı yönetmeliğin öngördüğü sınır değerini aşmadığı ve yapıdaki boşluğun kenarda olduğu durumlarda ise yapının emniyetsiz kaldığı gözlemlenmiştir.

8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Rijit Diyafram modelinin uygulandığı 5. bölümdeki perdeli ve perdesiz yapılar, SAP2000 paket programı kullanılarak ve perdeler kabuk elemanı ile modellenerek incelemeler yapılmıştır. İncelemeler sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

1. Perdeler yapının kütle merkezinden uzaklaştıkça, yapı emniyeti de artmış ve daha iyi sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir.
2. Perdeleri simetrik olarak yerleştirilmiş yapıların, perdesiz veya perdeleri simetrik olarak yerleştirilmemiş olan yapılardan daha emniyetli olduğu ve depreme karşı daha dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir.
3. Perdeleri simetrik yerleştirilmiş yapılar arasında, deprem yönüne paralel olarak yerleştirilmiş perdeleri olan yapıların diğerlerine göre depreme daha dayanıklı olduğu ve daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

Bu nedenle yapılarda perdelerin, yapının kütle merkezinden uzakta, simetrik ve depremin hangi yönden geleceği belli olmadığından her iki eksen doğrultusunda yerleştirilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada, A2 Döşeme Süreksizliği ayrı bir bölümde incelenmiştir. A2-Döşeme Süreksizliği Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi içerisinde, kabuk modeli ve rijit diyafram modeli ile ayrı ayrı incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda maddeler halinde görülmektedir:

- 1.Yapıdaki döşeme boşluğu oranı artmasıyla kabuk modelinin, rijit diyafram modeline göre daha güvenilir sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.
- 2.Yapıda, yönetmeliğin belirttiği A2 düzensizliği olmadığı ve döşeme boşluğunun kenarda olduğu koşullarda yapının emniyetsiz olduğu gözlemlenmiştir.

Bu nedenle A2 düzensizliği durumlarında, yapı kabuk modeli uygulanarak çözümlenmelidir. 2. maddedeki durumda yapıya simetrik ve kütle merkezinden uzağa perdeler yerleştirilmesi 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, Birsan 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

1985 Yılında Kahramanmaraş'ta doğdu. İlkokul tahsilini Kahramanmaraş'ta Atatürk İlkokulu'nda, orta ve lise tahsilini Çukurova Elektrik Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 2003 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne kayıt yaptırdı. 2007 yılında lisans eğitimini tamamlayarak aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans eğitimine başladı.