

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa Yoldaş ÖZDEMİR

**YAPILARIN DEPREM HESABINDA A2
DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2005

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YAPILARIN DEPREM HESABINDA
A2 DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

Mustafa Yoldaş ÖZDEMİR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez **23/09/2005** Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından **Oybirliği** ile Kabul Edilmiştir.

Doç.Dr. Hüseyin R. YERLİ
DANIŞMAN

Yrd.Doç.Dr. H. Murat ARSLAN
ÜYE

Yrd.Doç.Dr. S. Seren (AKAVCI) GÜVEN
ÜYE

Bu tez Enstitümüzün İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.
Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

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

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YAPILARIN DEPREM HESABINDA
A2 DÜZENSİZLİK DURUMUNUN İNCELENMESİ**

Mustafa Yoldaş ÖZDEMİR

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman: Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ

Yıl: 2005, **Sayfa:** 106

Jüri: Doç. Dr. Hüseyin R. YERLİ

Yrd. Doç. Dr. H. Murat ARSLAN

Yrd. Doç. Dr. S. Seren AKAVCI GÜVEN

Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, Eylül 1997 tarihinde 23098 sayılı resmi gazetede yayınlanmış ve 1 Ocak 1998 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir. Yönetmelikte yapılan yapı düzensizlikleri göz önüne alınarak yapıların deprem hesabının üç 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, (A4) taşıyıcı eleman eksenlerinin deprem yönüne paralel olmasından doğan düzensizlik, (B1) zayıf kat düzensizliği, (B2) yumuşak kat düzensizliği ve (B3) taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının düzensizliği durumlarıdır.

Bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği (TDY98) irdelenmekte A2 (Döşeme Süreksizliği) düzensizliği durumu ve bu durumun düzeltilmesi için perde yerleşiminin etkisi incelenmektedir. Türk Deprem Yönetmeliğinde (TDY98) önerilen eşdeğer deprem yükü yöntemine bağlı kalarak rijit diyafram modeli veya kabuk modeli kullanılmıştır. Tüm örneklerin analizi için SAP2000 paket programı kullanılmıştır.

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

ABSTRACT

MSc THESIS

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

Mustafa Yoldaş ÖZDEMİR

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

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin R. YERLİ
Year: 2005 **Pages:** 106

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

Turkish Earthquake Code (TDY98) was published in September 1997 in the official gazette and it was come into force dating from 1 January 1998. In the regulation, considering structural irregularities, earthquake analysis of 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 holes or abrupt reductions in the stiffness (A2), the irregularity related to large projections in the plan (A3) and the irregularity caused by structural element axes being nonparallel with the earthquake directions (A4), vertical irregularities are weak storey (B1), soft storey (B2), and the irregularities caused by the discontinuity of vertical structural elements (B3).

In this study the Turkish Earthquake Code has been studied, and the effect of A2 irregularity case and effect of shear walls are examined. The equivalent earthquake load method offered by Turkish Earthquake Code is used with the rigid diaphragm model and the shell model to solve the structure by SAP2000 computer software.

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

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim desteğini esirgemeyen aileme, nişanlım Zeynep Sallabaş'a ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

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

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	X
1. GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	2
3. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ.....	4
3.1. Yapı Düzensizlikleri	4
3.1.1. Planda Düzensizlik Durumları	4
3.1.1.1. Burulma Düzensizliği (A1)	5
3.1.1.2. Döşeme Süreksizliği (A2)	7
3.1.1.3. Planda Çıkıntıların Bulunması (A3)	9
3.1.1.4. Taşıyıcı Eleman Eksenlerin Paralel Olmaması (A4)	9
3.1.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	11
3.1.2.1. Komşu Katlar Arasında Dayanım Düzensizliği (B1)	11
3.1.2.2. Komşu Katlar Arasında Rijitlik Düzensizliği (B2)	12
3.1.2.3. Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği (B3)	12
3.2. Göreli kat ötelemelerinin Kontrolü	14
3.3. İkinci Mertebe Etkilerinin kontrolü	15
3.4. Rijit Diyafram Modeli	15
3.5. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar	17
3.6. Analiz Yöntemleri	17
3.6.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik Analiz)	18
3.6.2. Mod Birleştirme Yöntemi	18
3.6.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi	18
3.7. Hesap Yöntemin Seçimi	19

3.8. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması	20
3.8.1. Spektral İvme Katsayısı $A(T)$	20
3.8.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	20
3.8.3. Bina Önem Katsayısı (I)	21
3.8.4. Spektrum Katsayısı $S(T)$	22
3.8.5. Elastik Deprem Yüklerin Azaltılması	24
4. EŞDER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ	26
4.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi	26
4.2. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Adımları	28
5. A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ	32
5.1. Örnek 5.1:	33
5.1.1. X Yönünde Yükleme	35
5.1.2. Y Yönünde Yükleme	38
5.2. Örnek 5.2:	42
5.2.1. X Yönünde Yükleme	44
5.2.2. Y Yönünde Yükleme	47
5.3. Örnek 5.3:	50
5.3.1. X Yönünde Yükleme	52
5.3.2. Y Yönünde Yükleme	55
5.4. Örnek 5.4:	58
5.4.1. X Yönünde Yükleme	60
5.4.2. Y Yönünde Yükleme	63
5.5. Örnek 5.5:	66
5.5.1. X Yönünde Yükleme	68
5.5.2. Y Yönünde Yükleme	71
5.6. Örnek 5.6:	74
5.6.1. X Yönünde Yükleme	76
5.6.2. Y Yönünde Yükleme	79
6. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	101
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	102
KAYNAKLAR	104

ÖZGEÇMİŞ	106
----------------	-----

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)	21
Çizelge 3.2. Bina Önem Katsayısı (I)	21
Çizelge 3.3. Spektrum Karakteristik Periyotları (T_A, T_B)	23
Çizelge 3.4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	25
Çizelge 4.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar	27
Çizelge 4.2. Hareketli Yüğü Katılım Katsayısı (n)	28
Çizelge 5.1. Örnek 5.1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler	36
Çizelge 5.2. Örnek 5.1'e ait T_1 'in hesabı	36
Çizelge 5.3. Örnek 5.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	37
Çizelge 5.4. Örnek 5.1'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)	38
Çizelge 5.5. Örnek 5.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)	38
Çizelge 5.6. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)	39
Çizelge 5.7. Örnek 5.1'e ait T_1 'in hesabı	39
Çizelge 5.8. Örnek 5.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	40
Çizelge 5.9. Örnek 5.1'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)	41
Çizelge 5.10. Örnek 5.1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	41
Çizelge 5.11. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)	42
Çizelge 5.12. Örnek 5.2'ye ait T_1 'in hesabı	45
Çizelge 5.13. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	46
Çizelge 5.14. Örnek 5.2'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)	46
Çizelge 5.15. Örnek 5.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)	47
Çizelge 5.16. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)	47
Çizelge 5.17. Örnek 5.2'ye ait T_1 'in hesabı	48
Çizelge 5.18. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	49
Çizelge 5.19. Örnek 5.2'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)	49
Çizelge 5.20. Örnek 5.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	50
Çizelge 5.21. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (Y yönü)	50
Çizelge 5.22. Örnek 5.3'e ait T_1 'in hesabı	53
Çizelge 5.23. Örnek 5.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	54

Çizelge 5.24. Örnek 5.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)	54
Çizelge 5.25. Örnek 5.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)	55
Çizelge 5.26. Örnek 5.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (X yönü)	55
Çizelge 5.27. Örnek 5.3'e ait T_1 'in hesabı	56
Çizelge 5.28. Örnek 5.3'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	57
Çizelge 5.29. Örnek 5.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)	57
Çizelge 5.30. Örnek 5.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	58
Çizelge 5.31. Örnek 5.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (Y yönü)	58
Çizelge 5.32. Örnek 5.4'e ait T_1 'in hesabı	61
Çizelge 5.33. Örnek 5.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	62
Çizelge 5.34. Örnek 5.4'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)	62
Çizelge 5.35. Örnek 5.4'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)	63
Çizelge 5.36. Örnek 5.4'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (X yönü)	63
Çizelge 5.37. Örnek 5.4'e ait T_1 'in hesabı	64
Çizelge 5.38. Örnek 5.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	65
Çizelge 5.39. Örnek 5.4'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)	65
Çizelge 5.40. Örnek 5.4'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	66
Çizelge 5.41. Örnek 5.4'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (Y yönü)	66
Çizelge 5.42. Örnek 5.5'e ait T_1 'in hesabı	68
Çizelge 5.43. Örnek 5.5'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	69
Çizelge 5.44. Örnek 5.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)	69
Çizelge 5.45. Örnek 5.5'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)	70
Çizelge 5.46. Örnek 5.5'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (X yönü)	70
Çizelge 5.47. Örnek 5.5'e ait T_1 'in hesabı	71
Çizelge 5.48. Örnek 5.5'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	72
Çizelge 5.49. Örnek 5.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)	72
Çizelge 5.50. Örnek 5.5'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	73
Çizelge 5.51. Örnek 5.5'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (Y yönü)	73
Çizelge 5.52. Örnek 5.6'e ait T_1 'in hesabı	75
Çizelge 5.53. Örnek 5.6'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	76
Çizelge 5.54. Örnek 5.6'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)	76

Çizelge 5.55. Örnek 5.6'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)	77
Çizelge 5.56. Örnek 5.6'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (X yönü)	77
Çizelge 5.57. Örnek 5.6'e ait T_1 'in hesabı	78
Çizelge 5.58. Örnek 5.6'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)	79
Çizelge 5.59. Örnek 5.6'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)	79
Çizelge 5.60. Örnek 5.6'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	80
Çizelge 5.61. Örnek 5.6'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)	80
Çizelge 5.62. Örnek 5.1'e ve Örnek 5.2'ye ait analiz sonuçları	92
Çizelge 5.63. Örnek 5.3'e ve Örnek 5.4'e ait analiz sonuçları	93
Çizelge 5.64. Örnek 5.5'e ve Örnek 5.6'e ait analiz sonuçları	94
Çizelge 5.65. Örnek 5.7'ye ve Örnek 5.8'e ait analiz sonuçları	95
Çizelge 5.66. Örnek 5.9'a ve Örnek 5.10'a ait analiz sonuçları	96
Çizelge 5.67. Örnek 5.11'e ve Örnek 5.12'ye ait analiz sonuçları	97
Çizelge 5.68. Örnek 5.13'e ve Örnek 5.14'e ait analiz sonuçları	98
Çizelge 5.69. Örnek 5.15'e ve Örnek 5.16'ya ait analiz sonuçları	99

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Görelî kat ötelemeleri	6
Şekil 3.2. Kaydırılmış kütle merkezi	7
Şekil 3.3. A2 türü düzensizlik durumu-I	8
Şekil 3.4. A2 türü düzensizlik durumu-II	8
Şekil 3.5. A2 türü düzensizlik durumu-II ve III	8
Şekil 3.6. A3 türü düzensizlik durumu	9
Şekil 3.7. A4 türü düzensizlik	10
Şekil 3.8. B1 türü düzensizlik	11
Şekil 3.9.a. Kolonların konsol ve guselere oturması durumu	12
Şekil 3.9.b. Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu	13
Şekil 3.9.c. Perdenin kolonlara oturması durumu	13
Şekil 3.9.d. Perdenin kirişlere oturması durumu	14
Şekil 3.10. Rijit diyafram modeli	16
Şekil 3.11.a. 1. ve 2. Derece deprem bölgelerinde hesap yönteminin seçimi için akış şeması	19
Şekil 3.11.b. 3.ve 4. derece deprem bölgelerinde hesap yönteminin seçimi için akış şeması	20
Şekil 3.12. Tasarım ivme spektrum grafiği	22
Şekil 3.13. Deprem yükü azaltma katsayısı	24
Şekil 4.1. Fiktif yükler ve yer değiştirmeler	28
Şekil 4.2. Kat hizalarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri	31
Şekil 5.1. Örnek 5.1'e ait bina görünüşü	34
Şekil 5.2. Örnek 5.1'in kat kalıp planı	35
Şekil 5.3. Örnek 5.2'e ait bina görünüşü	43
Şekil 5.4. Örnek 5.2'nin kat kalıp planı	44
Şekil 5.5. Örnek 5.3'e ait bina görünüşü	51
Şekil 5.6. Örnek 5.3'ün kat kalıp planı	52
Şekil 5.7. Örnek 5.4'e ait bina görünüşü.....	59
Şekil 5.8. Örnek 5.4'ün kat kalıp planı	60

Şekil 5.9. Örnek 5.5'e ait bina görünüşü	67
Şekil 5.10. Örnek 5.5'in kat kalıp planı	68
Şekil 5.11. Örnek 5.6'ya ait bina görünüşü	75
Şekil 5.12. Örnek 5.6'nın kat kalıp planı	76
Şekil 5.13. Örnek 5.7'nin kat kalıp planı	84
Şekil 5.14. Örnek 5.8'in kat kalıp planı	85
Şekil 5.15. Örnek 5.9'un kat kalıp planı	86
Şekil 5.16. Örnek 5.10'un kat kalıp planı	87
Şekil 5.17. Örnek 5.11'in kat kalıp planı	88
Şekil 5.18. Örnek 5.12'nin kat kalıp planı	89
Şekil 5.19. Örnek 5.13'ün kat kalıp planı	90
Şekil 5.20. Örnek 5.14'ün kat kalıp planı	91
Şekil 5.21. Örnek 5.15'in kat kalıp planı	92
Şekil 5.22. Örnek 5.16'nın kat kalıp planı	93

1.GİRİŞ

İnsanoğlu tarafından inşa edilen bütün yapılar en büyük sınavlarını doğa karşısında vermektedirler. Özellikle ülkemizde meydana gelen depremler sonucunda oluşan hasarlar ve görülen can kayıpları bu sınavlardaki başarımızı ortaya koymaktadır. Yapıların tasarlanması aşamasından inşasının tamamlanıp kullanıma açılmasına kadar olan süreçte yetki ve sorumluluk kullanan kişilerin ortak bir bilinçle hareket etmesi başta depremler olmak üzere yaşanan bütün doğal afetler karşısındaki sınavlarımızda başarılı olmamızı sağlayacaktır.

Ülkemizde yapıların depreme karşı dayanıklı tasarımı sağlamak için “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” 13 Mayıs 1996 gün 22635 mükerrer sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır. Bu yönetmelik; yayın tarihinde yürürlüğe girmemiş ilgili kişi, kuruluş ve meslek odaları bünyesinde tartışmaya açılarak gereken değişikliklerin yapılabilmesine imkan tanımış ve 1 Ocak 1998 günü yürürlüğe girmiştir.

Türk Deprem Yönetmeliği (TDY98), eski yönetmeliğe göre olumlu değişiklikler içermektedir. Bunların içinde analize yönelik olanlardan bazıları, planda ve düşeydeki düzensizlik durumlarının göz önüne alınması, yapıda oluşabilecek göreceli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerine bir sınırlama getirilmesi olarak sıralanabilir. Bunların yanında eski deprem yönetmeliğinde tek analiz yöntemi olarak verilen “Eşdeğer Deprem Yüğü” yöntemine ilave olarak “Mod Birleştirme (Spektrum analizi)” ile “Zaman Tanım Alanında Hesap” yöntemlerine de yer verilmekte ve bu yöntemlerin hepsinde üç boyutlu analiz yapılması zorunluluğu getirilmiştir.

Bu çalışmada öncelikle “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” içerisinde önerilen analiz yöntemleri kullanılarak yapıların deprem analizi yapılmıştır. Türk deprem yönetmeliğine göre yapıların analizinin 3 boyutlu yapılması zorunluluğundan dolayı, yapı sistemlerini el ile çözmek neredeyse imkansız veya oldukça zaman alıcı hale gelmiştir. Yapıların 3 boyutlu analizinin yapılması için bu çalışmada SAP2000 programından yararlanılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

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

Özdemir (1999), bu çalışmada Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY 98) 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 sonuçlarında karşılaştırılmaktadır. Kısa kolon durumlarının getirdiği olumsuzluklar özel bir örnek üzerinde gösterilmektedir. Tüm uygulamalar genel amaçlı ANSYS programı ile çözülmektedir.

Aydınelev (2000), bu çalışmada Yeni Deprem Yönetmeliği (TDY 98) incelenmekte yeni kavramlar irdelenmektedir. Değişik yöntemler ile bulunan sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Bu çalışmada perdelerin Kabuk veya Elemanter geniş kolon olarak modellenmesi sonuçlarında 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 sonuçları ile kontrol edilmiştir. Kesin olduğu garanti edilen bu sonuçlar ile STA4-CAD programı sonuçları ile karşılaştırılarak irdeleme yapılmıştır. Böylece deprem yönetmeliğinin analiz hesaplarında belirtilen hususların STA4-CAD programı tarafından ne ölçüde yerine getirildiği araştırılmaktadır.

Dündar ve Ark (1998) Yeni Deprem Yönetmeliğine göre bine 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.

Güllü (2004), Bu çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği irdelenmekte ve Perdeli yapılar ile A2 (Döşeme Süreksizliği) düzensizliği durumu ve bu durumun düzeltilmesi için perde yerleşiminin etkisi incelenmektedir.

Yulu (2003), Türk Deprem Yönetmeliğinin irdelendiği bu çalışmada, planda düzensizlik durumlarından A2 (Döşeme Süreksizliği) düzensizliği ile A3 (Planda çıkıntılar bulunması) düzensizliği durumlarının etkileri incelenmektedir.

Körlü (2003), Depremlerin yapıda oluşturdukları hasarlar, hasar derecesinin tespiti ve güçlendirme yöntemleri ile genel bilgiler verildikten sonra betonarme yapıların güçlendirilmesi ile ilgili çözümler sunulmuştur.

3. TÜRK DEPREM YÖNETMELİĞİ

Türk deprem yönetmeliğinde (TDY98), bina ve bina türü yapıların depreme dayanıklı projelendirilmesi ve yapım esasları için minimum koşullar tanımlanmaktadır.

TDY98 bina türü yapılar için geçerlidir. Örneğin, köprüler bu yönetmelik kullanılarak projelendirilemez. Yönetmelik hükümleri, betonarme binalar (yerinde dökülmüş ve ön gerilmeli veya ön gerilmesiz prefabrik), çelik binalar ve bina türü yapılar ile ahşap, yığma, kargir ve kerpiç binalar için geçerlidir.

“Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” adıyla 1998 yılında yürürlüğe giren yönetmelik, 1975’deki eski yönetmeliğe göre yeni yapım teknolojisine uygun, önemli yenikler getirmektedir. Bu bölümde Türk Deprem Yönetmeliğinin öngördüğü hesap esasları ve yapım kurallarına ilişkin kavram ve esaslar kısaca açıklanmaktadır.

3.1. Yapı Düzensizlikleri

Düzensiz binalar, depreme maruz kaldıklarında davranışlarında olumsuzluklar gösterirler. Bu olumsuzluklar ağır hasara ve hatta göçmelere yol açabilir. Yapıdaki düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere iki ayrı grupta incelenmektedir.

3.1.1. Planda Düzensizlik Durumları

3.1.1.1. Burulma Düzensizliği (A1)

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} , denmektedir. η_{bi} ’nin herhangi bir katta 1.2’den büyük olması halinde burulma düzensizliği oluşur (Şekil 3.1).

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max}/(\Delta_i)_{\text{ort}} > 1.2 \quad (3.1)$$

$$(\Delta_i)_{\max} = (d_i)_{\max} - (d_{i-1})_{\max}$$

$$(\Delta_i)_{\min} = (d_i)_{\min} - (d_{i-1})_{\min}$$

$$(\Delta_i)_{\text{ort}} = ((\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min})/2$$

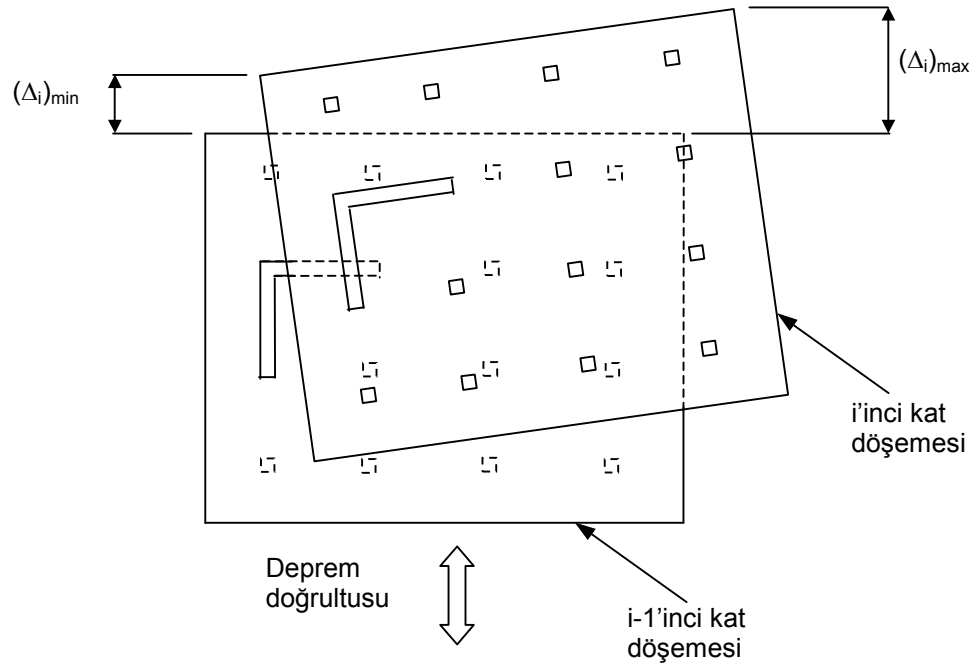
Burada;

d_i = Binanın i 'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme,

$(\Delta_i)_{\max}$ = Binanın i 'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi,

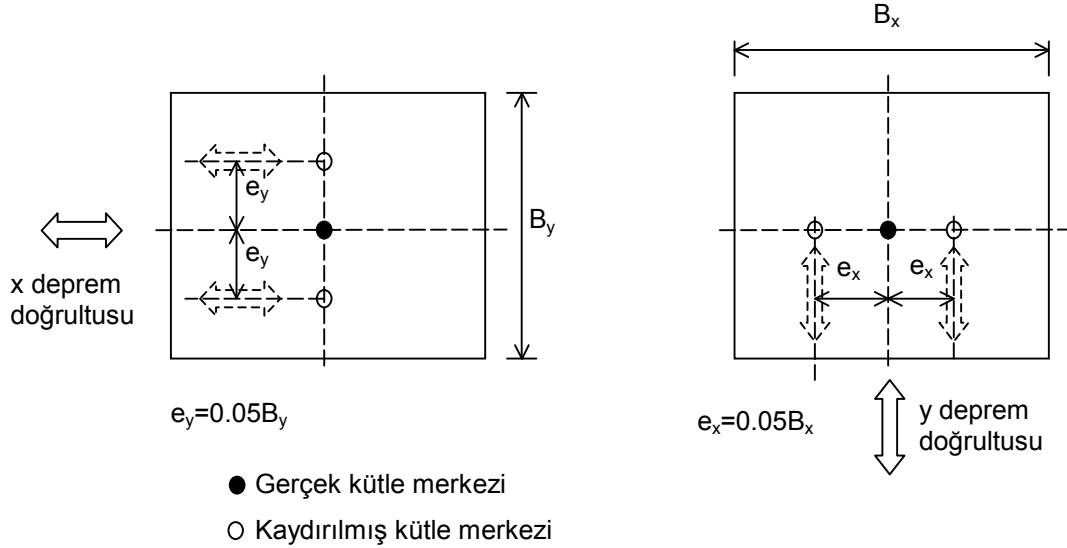
$(\Delta_i)_{\min}$ = Binanın i 'inci katındaki minimum görel kat ötelemesi,

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$ = Binanın i 'inci katındaki ortalama görel kat ötelemesidir.



Şekil 3.1. Görel kat ötelemeleri

Kat deplasmanları (d_i) ve buna bağlı olan görelî kat ötelemeleri (Δ_i), deprem yüklerinin $\pm\%5$ eksantrik olarak yapıya etkitilmesi ile belirlenmelidir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Kaydırılmış kütle merkezi

Herhangi bir i 'inci katta burulma düzensizliği bulunması durumunda, $1.2 < \eta_{bi} \leq 2$ ise eksantrisite değerleri, her iki doğrultu için D_i büyütme katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz yeniden yapılmalıdır. D_i büyütme katsayısı:

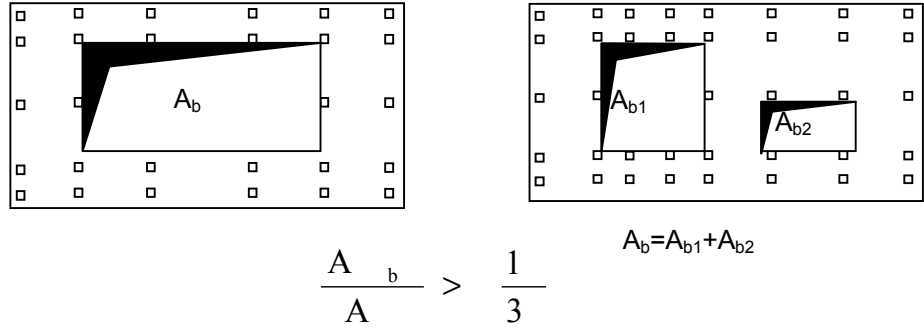
$$D_i = (\eta_{bi}/1.2)^2 \quad (3.2)$$

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

3.1.1.2. Döşeme Süreksizlikleri (A2)

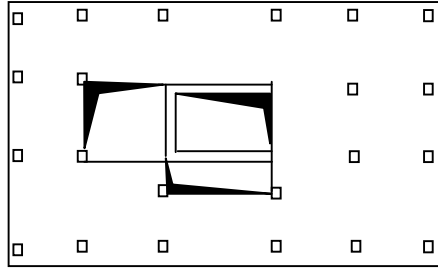
Herhangi bir i 'inci kattaki döşemede;

I. Merdiven ve asansör boşlukları dahil olmak üzere, boşluk alanları toplamının (A_b) brüt kat alanının (A) $1/3$ 'ünden fazla olması (Şekil 3.3).



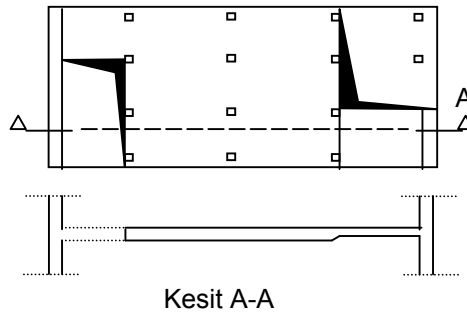
Şekil 3.3. A2 türü düzensizlik durumu-I

II. Yatay kuvvetlerin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. A2 türü düzensizlik durumu-II

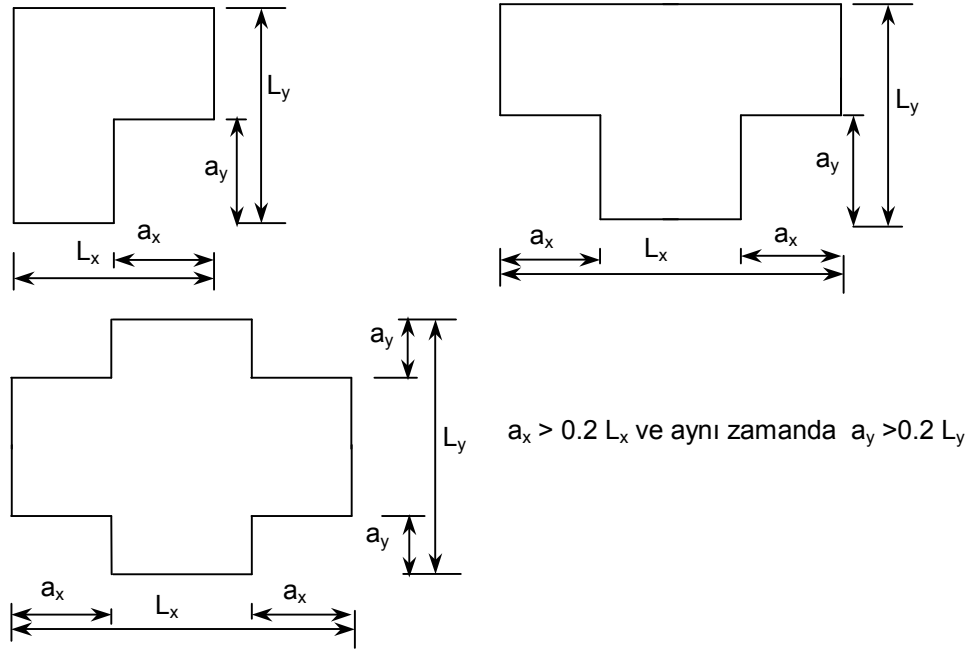
III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumlarıdır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. A2 türü düzensizlik durumu II ve III

3.1.1.3. Planda Çıkıntılar Bulunması (A3)

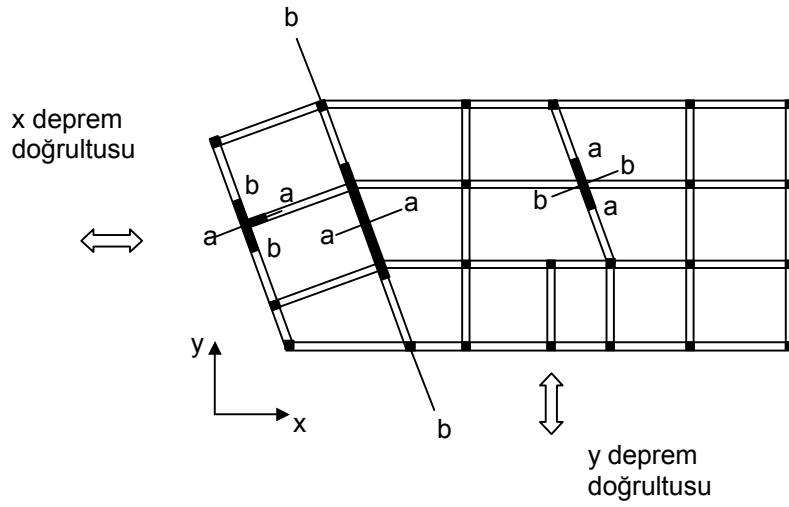
Yapı kat planlarındaki girinti veya çıkıntıların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de (a_x , a_y), yapının o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının (L_x , L_y) %20'sinden daha büyük olması durumudur (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. A3 türü düzensizlik durumu

3.1.1.4. Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (A4)

Yatay yükleri taşıyan elemanların, yapıya depremin etkidiğinin kabul edildiği asal eksenlerine paralel olmaması durumudur (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. A4 türü düzensizlik

Yapıda A4 türü düzensizliğin bulunması durumunda, düzensizlik bulunan elemanların asal eksen doğrultularındaki iç kuvvetler:

$$B_a = \pm B_{ax} \pm 0.3B_{ay} \quad (3.3a)$$

$$B_a = \pm 0.3B_{ax} \pm B_{ay} \quad (3.3b)$$

olarak düzeltilir. Aynı işlemler, (b) eksenini için de yapılarak en elverişsiz kesit tesiri olan büyük değere göre tasarım yapılmalıdır. Yukarıdaki formüllerde,

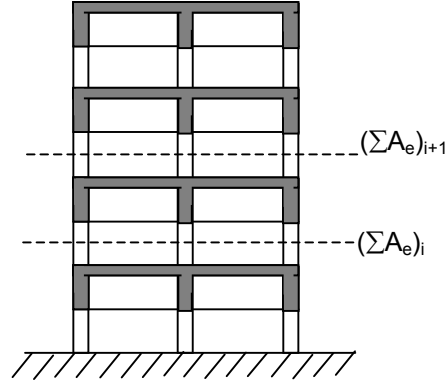
B_a : Taşıyıcı sistem elemanının (a) asal eksenini doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğünü,

B_{ax} : Taşıyıcı sistem elemanının (a) asal eksenini doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü,

B_{ay} : Taşıyıcı sistem elemanının (a) asal eksenini doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğünü göstermektedir.

3.1.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

3.1.2.1. Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (B1)



Şekil 3.8. B1 türü düzensizlik

$$\eta_{ci} = (\Sigma A_e)_i / (\Sigma A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (3.4a)$$

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın (kolon+perde+0.15×kargir duvar alanı) bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olan η_{ci} Dayanım Düzensizliği katsayısının 0.80'den küçük olması durumudur (Şekil 3.8).

Herhangi bir kattaki etkili kesme alanının ifadesi:

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

olarak hesaplanacaktır. Bu bağıntılarda,

ΣA_w : Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanları hariç, herhangi bir kattaki kolon en kesiti etkin gövde alanları toplamını,

ΣA_g : Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamını,

ΣA_k : Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkartıldıktan sonra, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kargir dolgu duvar alanlarının toplamını göstermektedir.

3.1.2.2. Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (B2)

%5'lik yatay kuvvet dışmerkezliği altında oluşan, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olan η_{ki} Rijitlik Düzensizliği Katsayısı'nın 1.5'dan fazla olması durumudur.

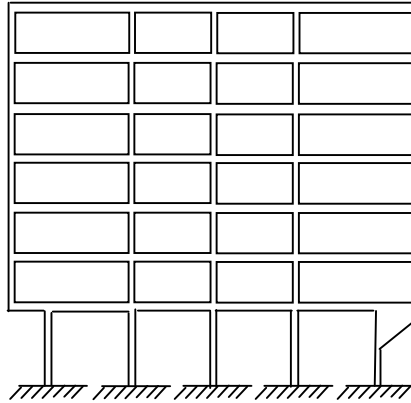
$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{ort} / (\Delta_{i+1})_{ort} > 1.5 \quad (3.5)$$

3.1.2.3. Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği (B3)

Düşey taşıyıcı elemanlar olan kolon veya perdelerin bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, yada üst kattaki perdelerin aşağıda kolonlara veya kirişlere oturtulması durumudur.

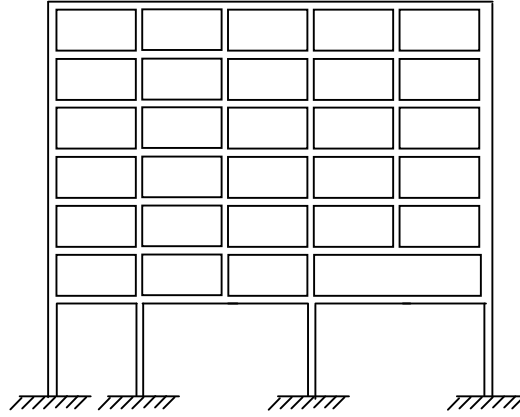
Türk Deprem Yönetmeliği B3 türü düzensizliğin oluşturacağı olumsuzluklara meydan vermemek için aşağıdaki koşulları önermektedir.

a) Kolonlar hiçbir durumda, binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmamalıdır (Şekil 3.9.a).



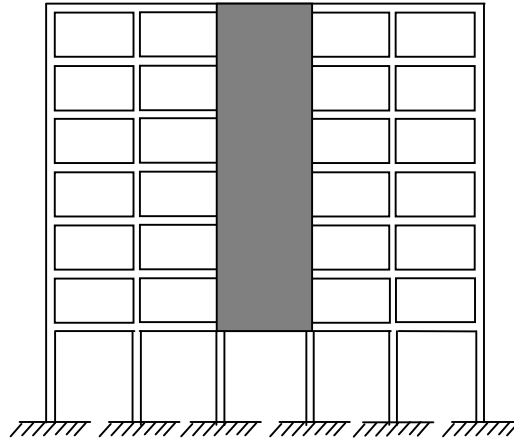
Şekil 3.9.a. Kolonların konsol ve guselere oturması durumu

b) Kolon, iki ucundan mesnetli bir kirişe oturmuşsa, bu kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılmalıdır (Şekil 3.9.b).



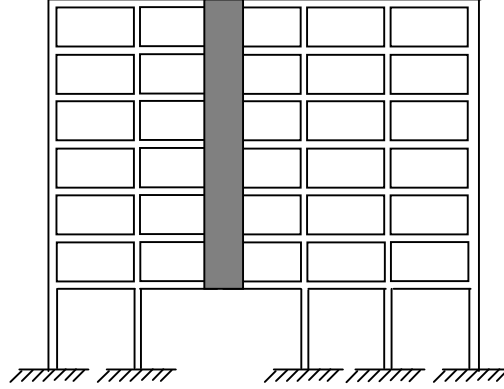
Şekil 3.9.b. Kolonun iki ucundan mesnetli kirişe oturması durumu

c) Üst kattaki perdenin her iki ucunun alttaki kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm kesit etkileri %50 arttırılmalıdır. Ayrıca sarılma bölgelerinde, yönetmelikte belirtilen minimum koşullara uyulmalıdır (Şekil 3.9.c).



Şekil 3.9.c. Perdenin kolonlara oturması durumu

d) Binanın herhangi bir katında, perdelerin kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmamalıdır (Şekil 3.9.d).



Şekil 3.9.d. Perdenin kirişlere oturması durumu

3.2. Görelî Kat Ötelemelerin Kontrolü

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

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

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

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

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035 \quad (3.7a)$$

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.02/R \quad (3.7b)$$

Verilen koşulun, binanın herhangi bir katında sağlanamaması durumunda, yapı taşıyıcı sistemin rijitliği arttırılmalı ve deprem hesabı yeniden yapılmalıdır.

3.3. İkinci Mertebe Etkilerinin Kontrolü (θ_i)

İkinci mertebe gösterge değeri, θ_i ,

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad (3.8)$$

koşulunu sağlamalıdır. $\theta_i > 0.12$ olması durumunda, sistemin rijitliği yeterli ölçüde artırılarak deprem hesabı tekrarlanmalıdır.

Burada $(\Delta_i)_{\text{ort}}$, i'inci kattaki kolon ve perdelerde hesaplanan göreceli kat ötelemelerinin kat içindeki değeri olarak $\Delta_i = d_i - d_{i-1}$ denkleminde bulunacaktır.

$\theta_i < 0.12$ koşulunun herhangi bir katta sağlanamaması durumunda, taşıyıcı sistemin rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

3.4. Rijit Diyafram Modeli

Rijit diyafram kabulünde yapı döşemelerinin kendi düzlemleri içinde sonsuz rijit oldukları kabul edilmiştir. Yani döşeme üzerindeki bir noktanın yatay deplasmanları ve düşey eksen etrafındaki dönmesi master noktası deplasmanları cinsinden hesaplanabilmektedir. Bu model bilinmeyen deplasman sayısını büyük ölçüde azaltmaktadır.

Burulmaya çalışan bir yapıda bir katta bulunan bütün düğüm noktalarının deplasmanları birbirine eşit olmaz. Dolayısıyla ayrı ayrı hesaplanması gerekir. Bu da bilinmeyen sayısını artırır. Ancak rijit diyafram modeli ile bütün deplasmanları ayrı ayrı bulmaya gerek yoktur. Herhangi bir yapısal çözümleme programı kullanılarak oluşturulan yapının söz konusu yükler altında master noktası deplasmanları ve dönmeleri bulunarak diğer düğümlerin deplasmanları bu referansa göre tayin edilir.

Kolon, kiriş ve rijit diyafram döşemelerinden oluşan yapılarda her katta, $3 \times (\text{kattaki düğüm sayısı}) + 3$ adet bilinmeyen deplasman bulunmaktadır. Bu durumda N katlı bir yapıda, bilinmeyen sayısı $= N \times (3 \times \text{kattaki düğüm sayısı} + 3)$ olacaktır.

Şekil 3.10'da görüleceği gibi döşemeye ait herhangi bir j noktasındaki deplasmanlar, master noktası deplasmanları cinsinden,

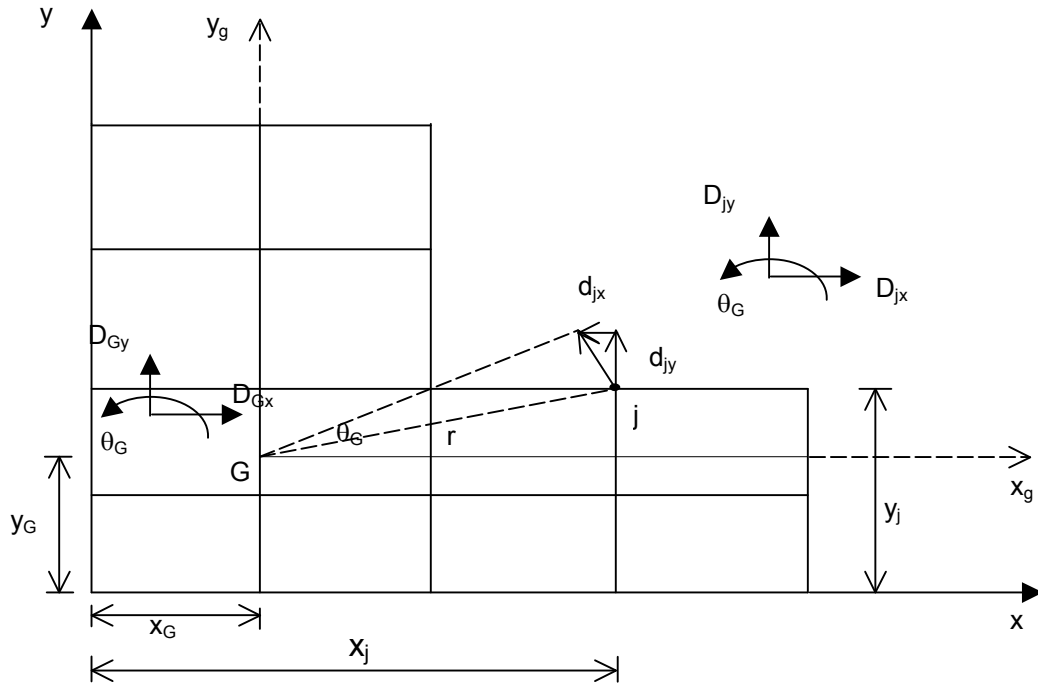
$$\theta_j = \theta_G \quad (3.9)$$

$$D_{jx} = D_{Gx} - \theta_G \times (y_j - y_G) \quad (3.10)$$

$$D_{jy} = D_{Gy} + \theta_G \times (x_j - x_G) \quad (3.11)$$

bağıntıları ile hesaplanabilir. Düğüm noktalarına ait diğer deplasmanlar (3×kattaki düğüm sayısı), düğümlerin iki yatay eksen etrafındaki dönme ve düşey eksen doğrultusundaki öteleme deplasmanlarıdır. Bu deplasmanlar master deplasmanlarına bağlı değildir.

Ayrıca, kirişler rijit diyafram içinde kaldığından, bu elemanlarda eksenel deformasyon meydana gelmemektedir.



Şekil 3.10. Rijit diyafram modeli

Rijit diyafram kabulünün hesaplarda getirdiği kolaylıklar aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- 1) Döşeme diyaframları dış yükler altında rijit cisim hareketi yapacağından, kat kütleleri, döşeme diyagramının kütle merkezinde tanımlanabilmektedir.
- 2) Bilinmeyen sayısı büyük ölçüde azalacağından çözüm kolaylaşmaktadır.
- 3) Döşemelerin varlığının hesaba katılması sağlanmaktadır. Aksi taktirde döşemelerin üç boyutlu kabuk elemanı kullanılarak sonlu elemanlar yöntemiyle sisteme dahil edilmesi gerekmektedir.

3.5. Döşemeleri Rijit Diyafram Olarak Çalışmayan Yapılar

Kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktaramadığı durumlarda rijit diyafram modelinin kullanılması sakıncalı olup yanlış sonuçlar vermektedir. 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 yapılması şeklinde özetlenebilir. Modelde kat kütlelerinin döşeme düğüm noktalarına uygun bir tarzda dağıtılması gerekmektedir. Dolayısıyla böyle bir analizin gerekli olup olmadığının çok iyi bir şekilde belirlenmesi önem kazanmaktadır.

Özellikle plandaki yapı düzensizliklerinin çok olumsuz olması durumunda rijit diyafram modeli ile yapılan analiz hatalı sonuçlar verebilir.

3.6. Analiz Yöntemleri

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

3.6.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (Statik Analiz)

Elastik davranışı yansıtan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi kuvvetler dengesinin sağlanması şartıyla kullanılır. Taşıyıcı sistem kolon, kiriş ve perdelerden oluşmuş yapılara etkiyen deprem yükleri, yapının kat hizaları seviyesinde etkiyen yatay yükler olarak kabul edilir. Bu yatay yüklerin, binanın birbirine dik olan iki asal doğrultuda ayrı ayrı etkidiğini düşünülerek, taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlarda kesit tesirleri bulunmaktadır.

3.6.2. Mod Birleştirme Yöntemi

Bu elastik çözümleme yöntemi, sistemin davranışının, her bir serbest titreşim modunun deprem hareketine olan etkisinin ayrı ayrı elde edilmesinden sonra birleştirilmesiyle bulunabileceği kabulüne dayanır.

Binalarda kütlenin katlarda toplandığı kabul edilerek her kat için iki öteleme bir dönme hareketi esas alınır. Dönme hareketi nedeniyle katlarda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin üst üste düşmesinin etkisi de hesaba katılmış olur.

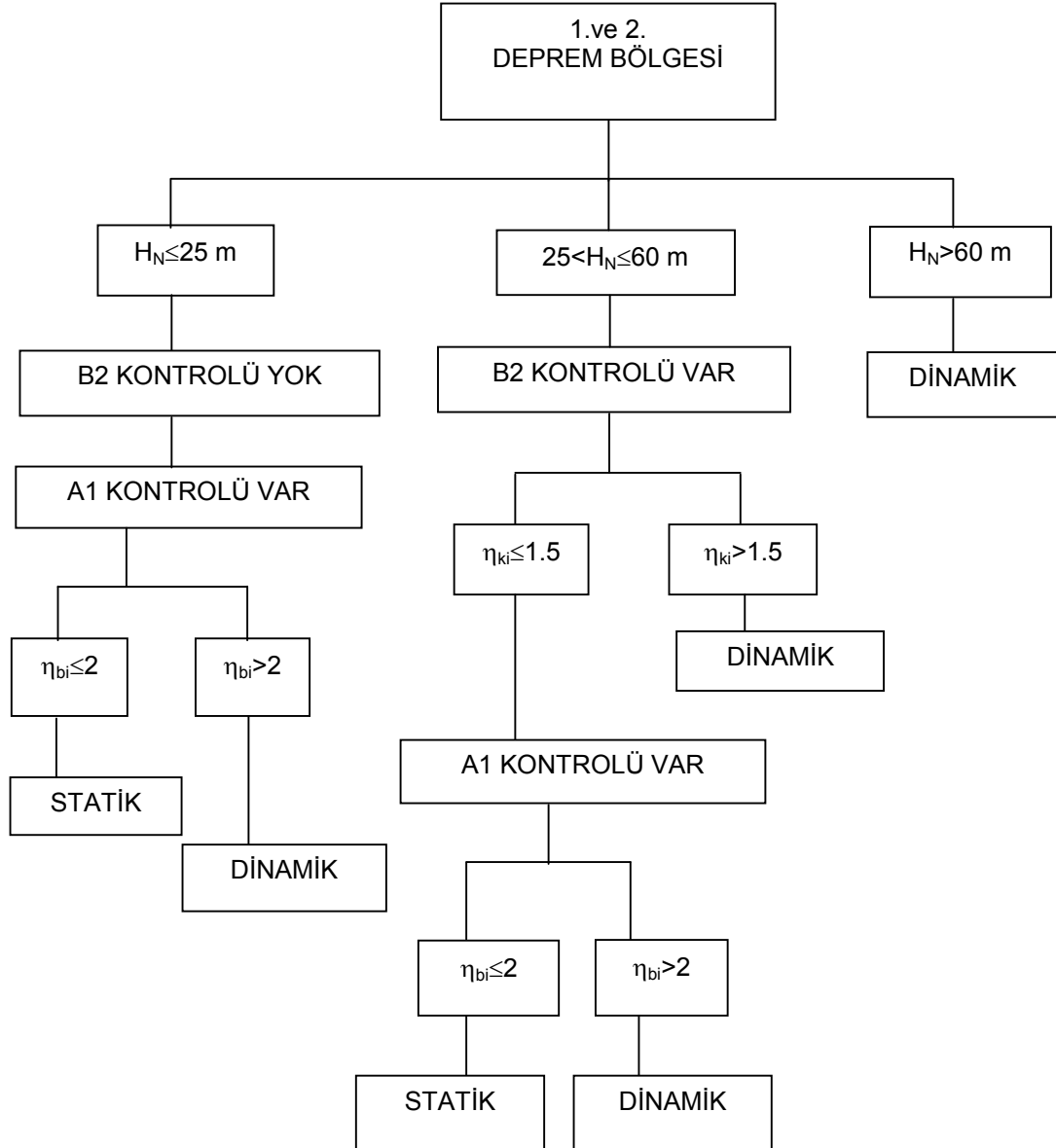
Matematiksel olarak sağlam bir temele dayanmasına rağmen, kesin güveni zedeleyen bazı hususlara da sahiptir. Yöntemin hesap tekniği tamamen elastik davranışa dayanır. Ekonomik boyutlandırma genel olarak taşıyıcı sistemin sünek davranışının sağlanması ile ilgilidir. Sünek davranış esas alındığı oranda mod birleştirme tekniğinin uygulanabilirliği azalır.

3.6.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

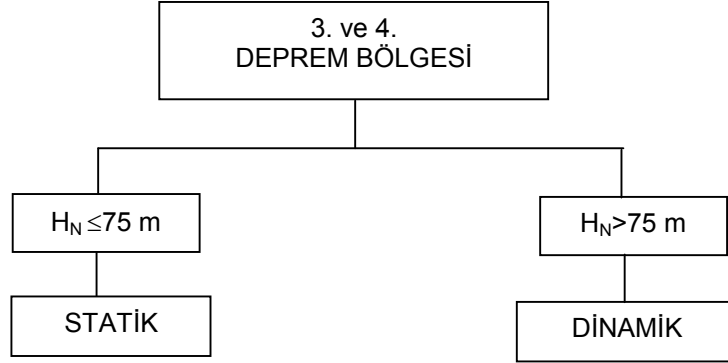
Çeşitli araştırmalarda kullanılan bu yöntemde yapının elastik olmayan etkileri de olabildiğince düşünülerek genel davranışın incelenmesi amaçlamaktadır. Gerçek deprem kayıtları veya onu temsil edebilecek kayıtlar kullanılarak, yapının dinamik analizi yapılmaktadır. Çok duyarlı hesapları gerektiren ve çözümü zaman alan bu yöntemi, Türk Deprem Yönetmeliği çok önemli yapıların tasarımında kullanmayı önermektedir.

3.7. Hesap Yönteminin Seçimi

Aşağıda verilen akış şemasına göre deprem bölgesi ve yapı yüksekliğine bağlı olarak analizde kullanılacak hesap yöntemi belirlenmektedir.



Şekil 3.11.a. 1. ve 2. derece deprem bölgelerinde hesap yönteminin seçimi için akış şeması



Şekil 3.11.b. 3.ve 4. derece deprem bölgelerinde hesap yönteminin seçimi için akış şeması

3.8. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması

3.8.1. Spektral İvme Katsayısı $A(T)$

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan ve tanım olarak %5 sönüm oranı için elastik Tasarım İvme Spektrumu'nun yerçekimi ivmesi g 'ye bölünmesine karşı gelen Spektral İvme Katsayısı, $A(T)$, Denklem (3.12) ile verilmiştir.

$$A(T) = A_0 I S(T) \quad (3.12)$$

A_0 : Etkin Yer İvmesi Katsayısı

I : Bina Önem Katsayısı

$S(T)$: Spektrum Katsayısı

3.8.2. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

Denklem (3.12)'de yer alan Etkin Yer İvmesi Katsayısı, A_0 , Maksimum deprem ivmesinin yerçekimi ivmesi olan g 'ye oranı olarak verilir. Bu katsayı deprem tehlikesinin bölgedeki durumunu göstermekte olup deprem bölgesine bağlı olarak Çizelge 3.1'de tanımlanmıştır.

Çizelge 3.1. Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0)

Deprem Bölgesi	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

3.8.3. Bina Önem Katsayısı (I)

Denklem (3.12)'de yer alan Bina Önem Katsayısı, I, Çizelge 3.2'de tanımlanmıştır. Bina önem katsayısının neden kullanıldığı açıktır. Dikkat edilirse, $I=1.0-1.5$ arasında değişmektedir. Deprem sonrasında kullanımı gerektiren binalar ve tehlikeli madde içeren binalar, konutlara göre 1.5 kat daha büyük deprem kuvvetine göre hesaplanmaktadır.

Çizelge 3.2. Bina Önem Katsayısı (I)

Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (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

3.8.4. Spektrum Katsayısı $S(T)$

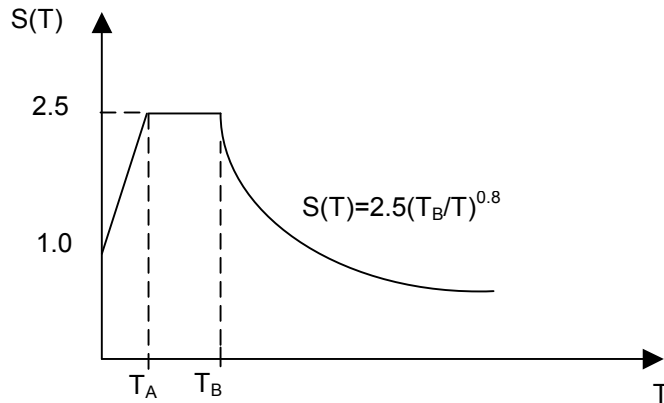
Denklem (3.12)'de yer alan spektrum katsayısı, $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve binanın doğal periyodu T_i 'ye bağlı olarak aşağıdaki denklem ile hesaplanır (Şekil 3.12).

$$S(T_i)=1+1.5T_i/T_A \quad (0 \leq T_i \leq T_A) \quad (3.13a)$$

$$S(T_i)=2.5 \quad (T_A < T_i \leq T_B) \quad (3.13b)$$

$$S(T_i)=2.5(T_B/T_i)^{0.8} \quad (T_i > T_B) \quad (3.13c)$$

Yukarıdaki denklemde görülen T_A ve T_B ifadeleri Spektrum Karakteristik Periyotlarıdır. Bu periyotlar deprem yönetmeliğinde tanımlanan yerel zemin özellikleri ile yapının titreşim özellikleri arasındaki etkileşimi içermektedir. Deprem yapı altında yer hareketlerine yol açmaktadır. Yapıyı tasarlamak için bu yer hareketlerinin sayısal olarak tanımlanması gerekmektedir. Bu sayısal tanımlama Çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.12. Tasarım ivme spektrum grafiği

Çizelge 3.3. Spektrum karakteristik periyotları (T_A , T_B)

Zemin Grubu	Tanımlama		
A	Ayrılmamış sağlam kayalar; çok sıkı çakıl ve kum; sert kil ve siltli kil		
B	Ayrılmış ve çatlaklı kayalar ; sıkı çakıl ve kum; çok katı kil ve siltli kil		
C	Yumuşak, süreksiz düzlemlili çok ayrılmış 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 (saniye)	T_B (saniye)
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 'den fazla B grubu zeminler ; en üst tabaka kalınlığı 15 m'den az C grubu zeminler	0.15	0.40
Z3	En üst tabaka kalınlığı 15m~50m arasındaki C grubu zeminler; en üst tabaka kalınlığı 10m'den az D grubu zeminler	0.15	0.60
Z4	En üst tabaka kalınlığı 50m'den fazla C grubu zeminler; en üst tabaka kalınlığı 10m'den fazla D grubu zeminler	0.20	0.90

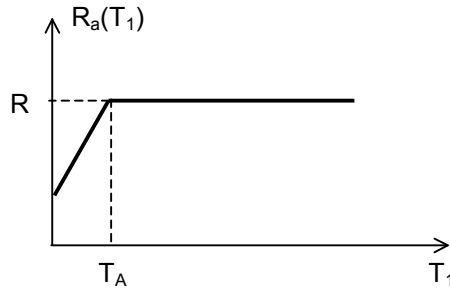
3.8.5. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması

Yapı ağırlığının spektral ivme katsayısı ile çarpımından elde edilen toplam deprem yükü $W_A(T_i)$, yapının elastik davranmasıyla oluşmaktadır. Gerçekte ise yapı elasto-plastik davranış göstermektedir. Bunun yanında elasto-plastik davranış altında, yapı elastik davranışa göre daha büyük taşıma kapasitesine sahiptir. Bu nedenle yeni deprem yönetmeliği, R_a katsayısı ile deprem yükünü azaltarak $(W_A(T_i)/R_a)$ doğrusal elastik davranışı göz önüne almaya çalışmıştır. Süneklik için gerekli koşullar sağlanmışsa, elasto-plastik kapasite, elastik olanının 4~8 katına çıkabilir ve yutulan enerji, yapının daha büyük deprem ivmelerine karşı koymasını sağlayabilir.

Deprem Yükü Azaltma Katsayısı, $R_a(T)$, çeşitli taşıyıcı sistemler için aşağıdaki Çizelge 3.4.'de tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak Denklem (3.14) ile belirlenecektir.

$$R_a(T) = 1.5 + (R - 1.5) T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.14a)$$

$$R_a(T) = R \quad (T > T_A) \quad (3.14b)$$



Şekil 3.13. Deprem yükü azaltma katsayısı

Çizelge 3.4. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)

BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal	Süneklik Düzeyi Yüksek
(1) Yerinde Dökme Betonarme Binalar :		
(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 perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	4	7
(2) Prefabrike Betonarme Binalar :		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar.....	3	6
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar.....	-	5
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike boşluksuz perdeler ile taşındığı binalar.....	-	4
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	5
(3) Çelik Binalar :		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının, çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, kolonları temelde ankastre, üstte mafsallı tek katlı çerçevelerle taşındığı binalar.....	4	6
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	3	-
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	-	7
(c) Betonarme perde 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.....	4	-
(b) Çaprazların dışmerkez olması.....	-	8
(c) Betonarme perde durumu.....	4	7

Çizelge 3.4.'de görüldüğü gibi binalar; Süneklik Düzeyi Yüksek ve Süneklik Düzeyi Normal şekilde ikiye ayrılmıştır. Süneklik düzeyi yüksek olan yapılarda elastik ötesi davranış önemlidir. Bu tür yapılarda deprem yükü azaltma katsayısının büyük olduğu görülmektedir.

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

4. EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ

Deprem hesabı yapılacak binalarda Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulanabilmesi için Çizelge 4.1'de verilen koşullar sağlanmalıdır.

Çizelge 4.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$H_N \leq 25$ m
1, 2	A1 türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve ayrıca B2 türü düzensizliği olmayan binalar	$H_N \leq 60$ m
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 75$ m

H_N =Temel üst seviyesinden itibaren ölçülen toplam bina yüksekliği

4.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Belirlenmesi

Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yükü (taban kesme kuvveti), V_t , Denklem (4.1) ile belirlenecektir.

$$V_t = W A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W \quad (4.1)$$

Burada, W toplam yapı ağırlığı olup aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (4.2)$$

$$w_i = g_i + n q_i \quad (4.3)$$

Çizelge 4.2. Hareketli yük katılım katsayısı (n)

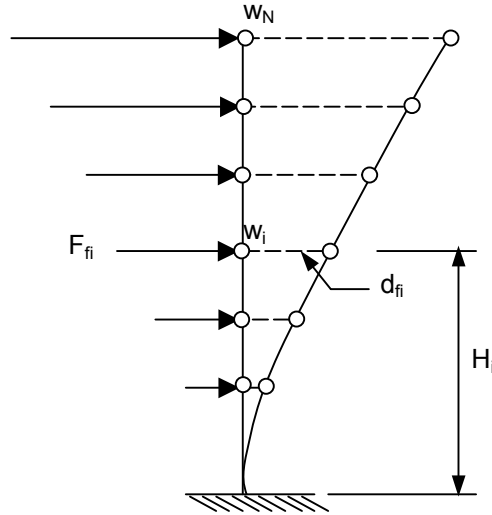
Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

4.2. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Adımları

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

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

$$F_{fi} = \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} \quad (4.4)$$

**Şekil 4.1.** Fiktif yükler ve yer değiştirmeler

Adım 3: Bulunan fiktif yükler (F_{fi}), 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.

Yönetmelikte, T_1 'in hesabı için iki yol önerilmektedir.

a) Ampirik yöntemle T_1 'in hesabı:

Birinci ve ikinci deprem bölgelerinde temel üstünden ölçülen toplam bina yüksekliğinin $H_N \leq 25$ m olması durumunda, aynı zamanda üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binalarda, Birinci Doğal Titreşim Periyodu,

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t H_N^{3/4} \quad (4.5)$$

bağıntısı ile hesap edilebilir. Bu bağıntıda görülen C_t değeri, bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak TDY98'de aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

i. Deprem yüklerinin tamamının betonarme perdelerle taşındığı binalarda;

$$C_t = 0.075 / A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad (4.5.a)$$

formülü ile hesaplanacaktır. Bu ifade de görülen A_t değeri,

$$A_t = \sum A_{wj} [0.2 + (I_{wj}/H_N)^2] \quad (4.5.b)$$

ile verilmektedir. Burada;

A_{wj} : Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin brüt en kesit alanı (m^2),

I_{wj} : Binanın temel üstündeki ilk katında j'inci perdenin deprem doğrultusunda çalışan uzunluğudur.

Ayrıca, $I_{wj}/H_N \leq 0.9$ koşulu sağlanmalıdır.

ii. Taşıyıcı sistemi sadece betonarme çerçevelerden veya dışmerkez çaprazlı çelik perdelerden oluşan binalarda $C_t = 0.07$, taşıyıcı sistemi sadece çelik çerçevelerden oluşan binalarda $C_t = 0.08$, diğer tüm binalarda $C_t = 0.05$ alınacaktır.

b) Rayleigh Oranı ile T_1 'in hesabı:

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} d_{fi})} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (4.6)$$

Bu denklemde,

m_i : Binanın i 'inci katının kütlesi ($m_i = w_i/g$),

d_{fi} : Binanın i 'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirmeyi,

N : Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı göstermektedir.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodu Rayleigh oranı ile hesaplanabilir. Bunun yanında birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, temel üstünden ölçülen toplam bina yüksekliğinin $H_N > 25$ m, olması durumunda, T_1 'in Rayleigh oranı ile hesaplanması zorunludur.

Yönetmelik, ampirik yöntemle hesaplanan periyodun $T_{1A} > 1.0$ sn olması durumunda, Rayleigh oranı ile elde edilen periyodun en büyük değeri T_{1A} 'nın 1.30 katından daha fazla olmamasını isteyerek, Rayleigh oranı için sınırlandırma getirmektedir.

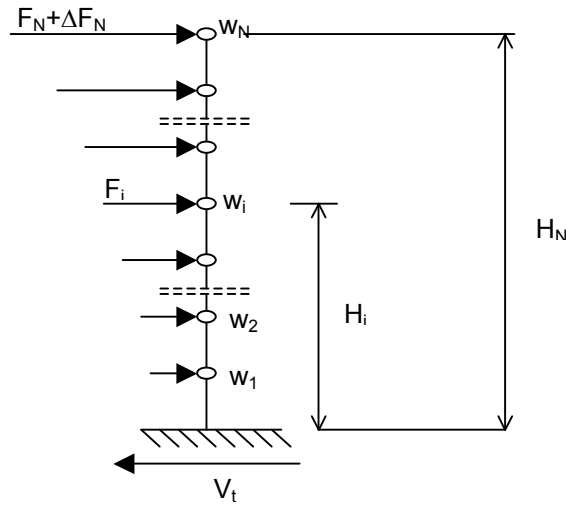
Rayleigh oranı ile bulunan birinci doğal titreşim periyodu T_1 'in kontrolü için Modal Analiz yapılarak, buradan bulunan T_1 değeri ile karşılaştırma yapılmasında yarar vardır.

Adım 5: Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti) hesaplanır:

$$V_t = W A(T_1)/R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W \quad (4.7)$$

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

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j H_j)} = (V_t - \Delta F_N) F_{fi} \quad (4.8)$$



Şekil 4.2. Kat hizalarına etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Burada ΔF_N yapının en üst katına ek olarak uygulanacak yatay yüküdür (Şekil 4.2) ve T_1 'e bağlı olarak hesaplanır.

$$\Delta F_N = 0.07 T_1 V_t \leq 0.2 V_t \quad (4.9)$$

Böylece adım 5'te hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına yatay kuvvetlerinin toplamı olarak,

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (4.10)$$

denklemleri ile ifade edilebilir.

Temel üstünde ölçülen toplam bina yüksekliğinin $H_N \leq 25\text{m}$ olması durumunda $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

Adım 7: Eşdeğer deprem yükleri (F_i), 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, burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} > 2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur. $1.2 < \eta_{bi} \leq 2$ ise eksantrisite değerleri her iki doğrultu için Denklem (3.2)'de verilen D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz 7'inci adımdan itibaren tekrarlanmalıdır.

1. ve 2. Derece deprem bölgelerinde $\eta_{ki} > 1.5$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

Adım 9: Göreli kat ötelemeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapılır.

5. A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ

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

Yapı Elemanları Boyutları:

Tüm Kolonlar	: 450 mm × 450 mm
Tüm Kirişler	: 250 mm × 500 mm
Kat Yüksekliği	: 3.5 m
Döşeme	: 20 cm
Perde Kalınlığı	: 20 cm

Bina Bilgileri :

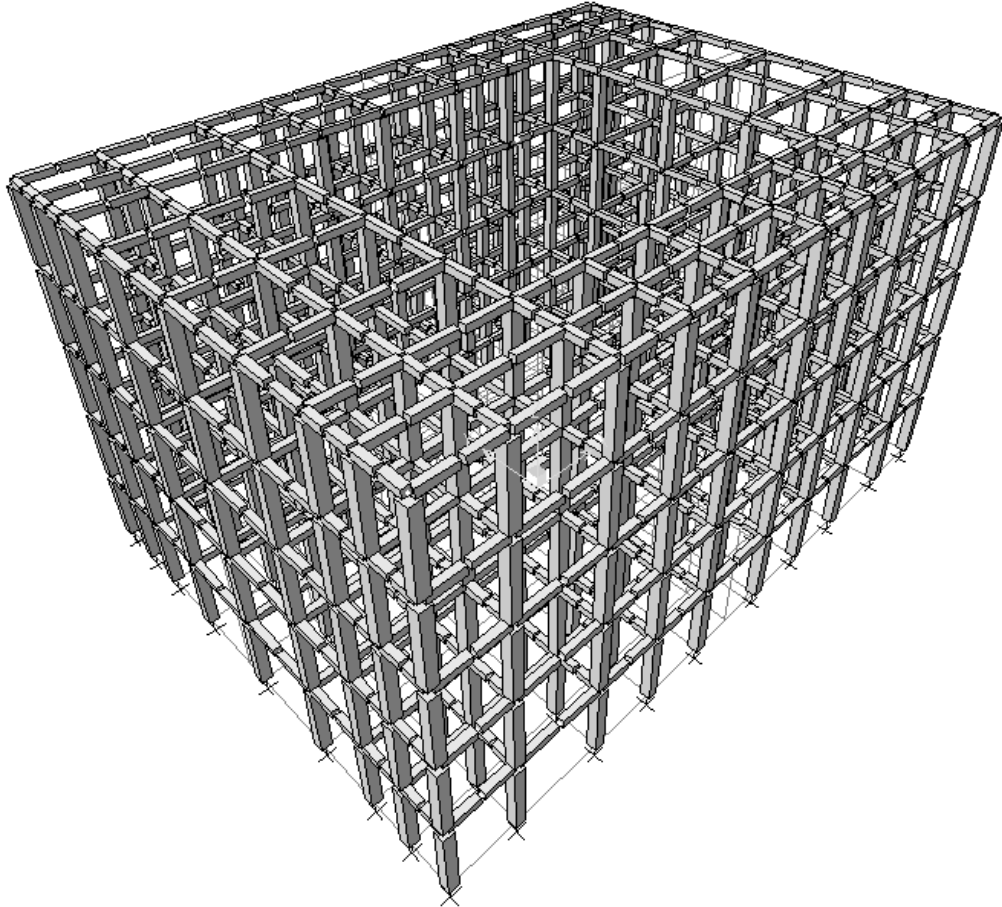
Kat sayısı:	5
Bodrum kat sayısı:	—
Bina önem katsayısı:	I=1
Taşıyıcı sistem türü:	Yerinde dökme betonarme çerçevesi sistem.
Possion Oranı	: 0.15
Elastisite Modülü	: 2850000 ton/m ²

Deprem Bilgileri :

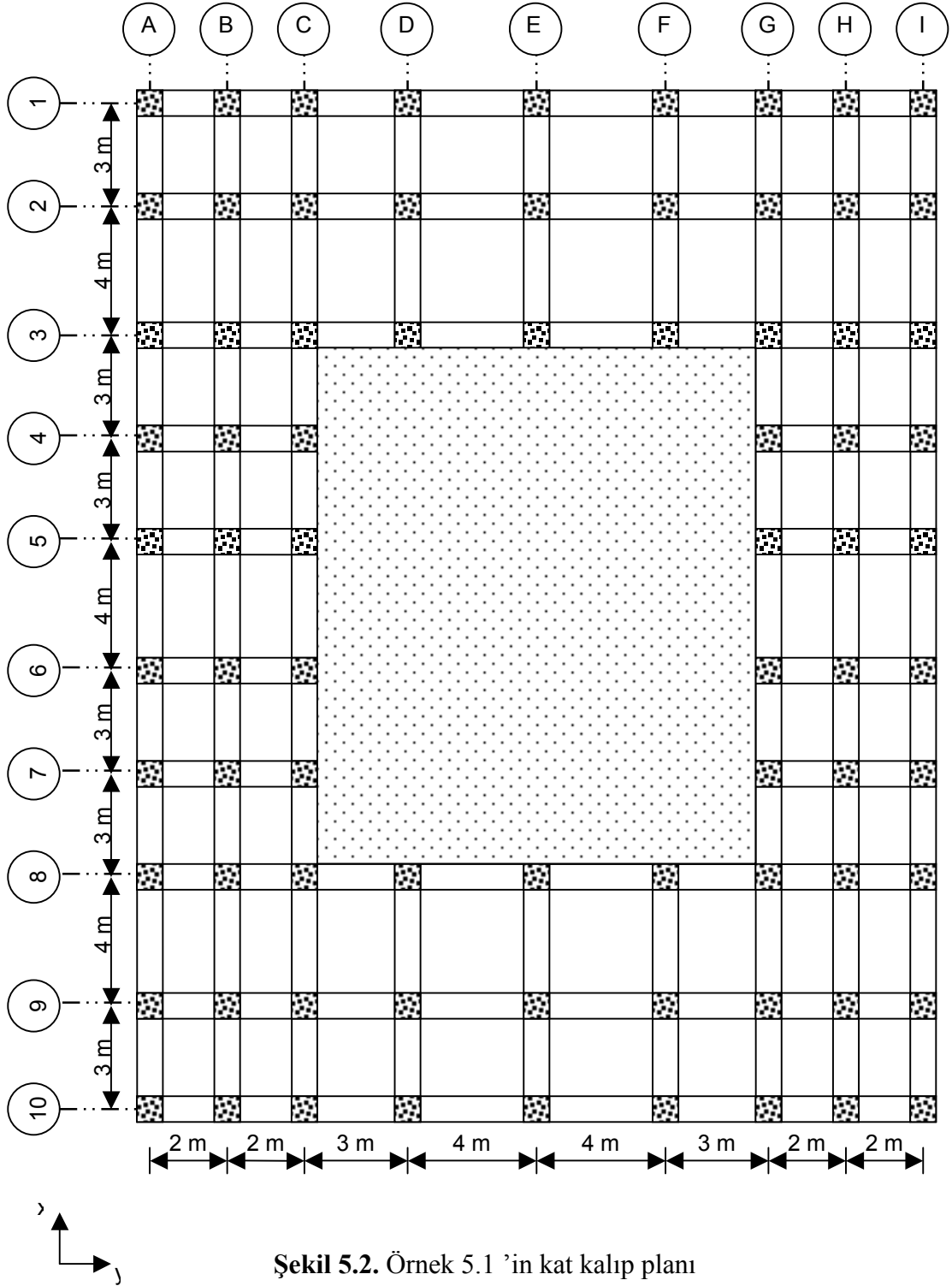
Deprem bölgesi:	1'inci bölge
Etkin Yer İvmesi Katsayısı:	$A_0=0.4$
Yerel Zemin Sınıfı:	Z3
Spektrum Karakteristik Periyotları:	$T_A=0.15s$. $T_B=0.60s$
Hareketli yük katılım katsayısı:	$n=0.3$
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı:	$R=8$

5.1. Örnek 5.1:

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



Şekil 5.1. Örnek 5.1'e ait bina görünüşü



Şekil 5.2. Örnek 5.1 'in kat kalıp planı

5. A2-DÖŞEMEDE SÜREKSİZLİK DÜZENSİZLİĞİ Mustafa Yoldaş ÖZDEMİR

Brüt kat alanı $A=30 \times 22=660\text{m}^2$ ve kattaki boşluk alanı $A_b=16 \times 14=224\text{m}^2$ 'dir.

Boşluk oranı $\frac{A_b}{A} = 0.339$ 'dür. Yönetmelikte verilen sınır değeri $\frac{A_b}{A} = 0.333$ olduğundan. A2 türü döşemede düzensizlik durumu mevcuttur.

Çizelge 5.1. Örnek 5.1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

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	14.0	7077.280	0.2745
3	505.52	10.5	5307.960	0.2059
2	505.52	7.0	3538.640	0.1375
1	505.52	3.5	1769.320	0.0686
Σ	2483.83		25773.825	1.0000

5.1.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.2. Örnek 5.1'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i (w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	9.046×10^{-5}	3.8520×10^{-7}	2.4070×10^{-5}
4	51.53	0.2745	7.909×10^{-5}	3.2234×10^{-7}	1.8436×10^{-5}
3	51.53	0.2059	6.113×10^{-5}	1.9257×10^{-7}	1.0710×10^{-5}
2	51.53	0.1375	3.802×10^{-5}	7.4489×10^{-8}	4.4827×10^{-6}
1	51.53	0.0686	1.395×10^{-5}	1.0028×10^{-8}	8.4300×10^{-7}
Σ				9.8459×10^{-7}	6.8846×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{9.8459 \times 10^{-7}}{6.8846 \times 10^{-5}}} = 0.751017 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.751017 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_1 > T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5 \times (T_B / T_1)^{0.8} = 2.089014$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı:

$$A(T_i) = A_o \cdot I \cdot S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.089014 = 0.8356056$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yükü:

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 \cdot A_o \cdot I \cdot W$$

$$V_t = 2483.83 \times 0.8356056 / 8 = 259.437779 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

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

Kat No	F_i (ton)
5	81.339087
4	71.239477
3	53.429607
2	35.619736
1	17.809869

$H_N < 25 \text{ m}$ olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile x deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.4. Örnek 5.1'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02654	0.02355	0.00333	0.00297	0.00315	1.0571
4	0.02321	0.02058	0.00527	0.00468	0.00498	1.0593
3	0.01794	0.01590	0.00677	0.00602	0.00640	1.0586
2	0.01117	0.00988	0.00707	0.00626	0.00667	1.0608
1	0.00410	0.00362	0.00410	0.00362	0.00386	1.0622
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.5. Örnek 5.1'e ait göreceli kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02654	0.00333	3.5	0.000951
4	0.02321	0.00527	3.5	0.001506
3	0.01794	0.00677	3.5	0.001934
2	0.01117	0.00707	3.5	0.002020
1	0.00410	0.00410	3.5	0.001171

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

Çizelge 5.6. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00315	81.3391	3.5	0.005109
4	505.52	967.27	0.00498	152.5786	3.5	0.009011
3	505.52	1472.79	0.00640	206.0082	3.5	0.013063
2	505.52	1978.31	0.00667	241.6279	3.5	0.015591
1	505.52	2483.83	0.00386	259.4378	3.5	0.010559
						$\theta_i < 0.12$

Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.1.2. Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.7. Örnek 5.1'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	7.680×10^{-5}	2.7760×10^{-7}	2.4078×10^{-5}
4	51.53	0.2745	6.714×10^{-5}	2.3229×10^{-7}	1.8436×10^{-5}
3	51.53	0.2059	5.201×10^{-5}	1.3939×10^{-7}	1.0711×10^{-5}
2	51.53	0.1375	3.265×10^{-5}	5.4933×10^{-8}	4.4827×10^{-6}
1	51.53	0.0686	1.228×10^{-5}	7.7708×10^{-9}	8.4300×10^{-7}
Σ				7.1201×10^{-7}	5.8551×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{7.1201 \times 10^{-7}}{5.8551 \times 10^{-5}}} = 0.692526 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.692526 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_1 > T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5 \times (T_B / T_1)^{0.8} = 2.229011$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı:

$$A(T_i) = A_o \cdot I \cdot S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.229011 = 0.891604$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü:

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 \cdot A_o \cdot I \cdot W$$

$$V_t = 2483.83 \times 0.891604 / 8 = 276.824326 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.8. Örnek 5.1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	86.790128
4	76.013679
3	57.010260
2	38.006840
1	19.003420

$H_N < 25 \text{ m}$ olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile y deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.9. Örnek 5.1'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02404	0.01848	0.00301	0.00234	0.00268	1.1252
4	0.02103	0.01614	0.00473	0.00364	0.00419	1.1302
3	0.01630	0.01250	0.00606	0.00466	0.00536	1.1306
2	0.01024	0.00784	0.00639	0.00489	0.00564	1.1330
1	0.00385	0.00295	0.00385	0.00295	0.00340	1.1324
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.10. Örnek 5.1'e ait göreceli kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02404	0.00301	3.5	0.00086
4	0.02103	0.00473	3.5	0.00135
3	0.01630	0.00606	3.5	0.00173
2	0.01024	0.00639	3.5	0.00183
1	0.00385	0.00385	3.5	0.00110

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

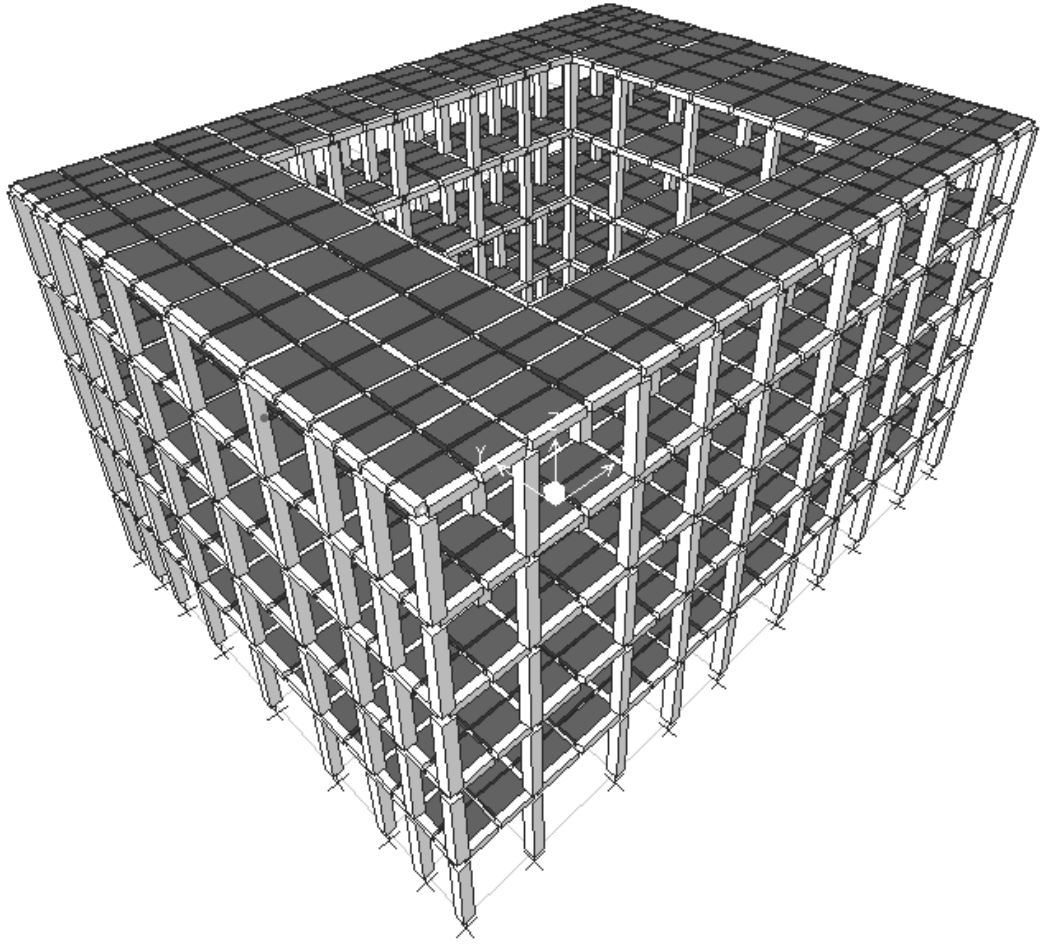
Çizelge 5.11. Örnek 5.1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{ort}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00268	86.7901	3.5	0.004066
4	505.52	967.27	0.00419	162.8038	3.5	0.007104
3	505.52	1472.79	0.00536	219.8141	3.5	0.010261
2	505.52	1978.31	0.00564	257.8209	3.5	0.012365
1	505.52	2483.83	0.00340	276.8243	3.5	0.008716
						$\theta_i < 0.12$

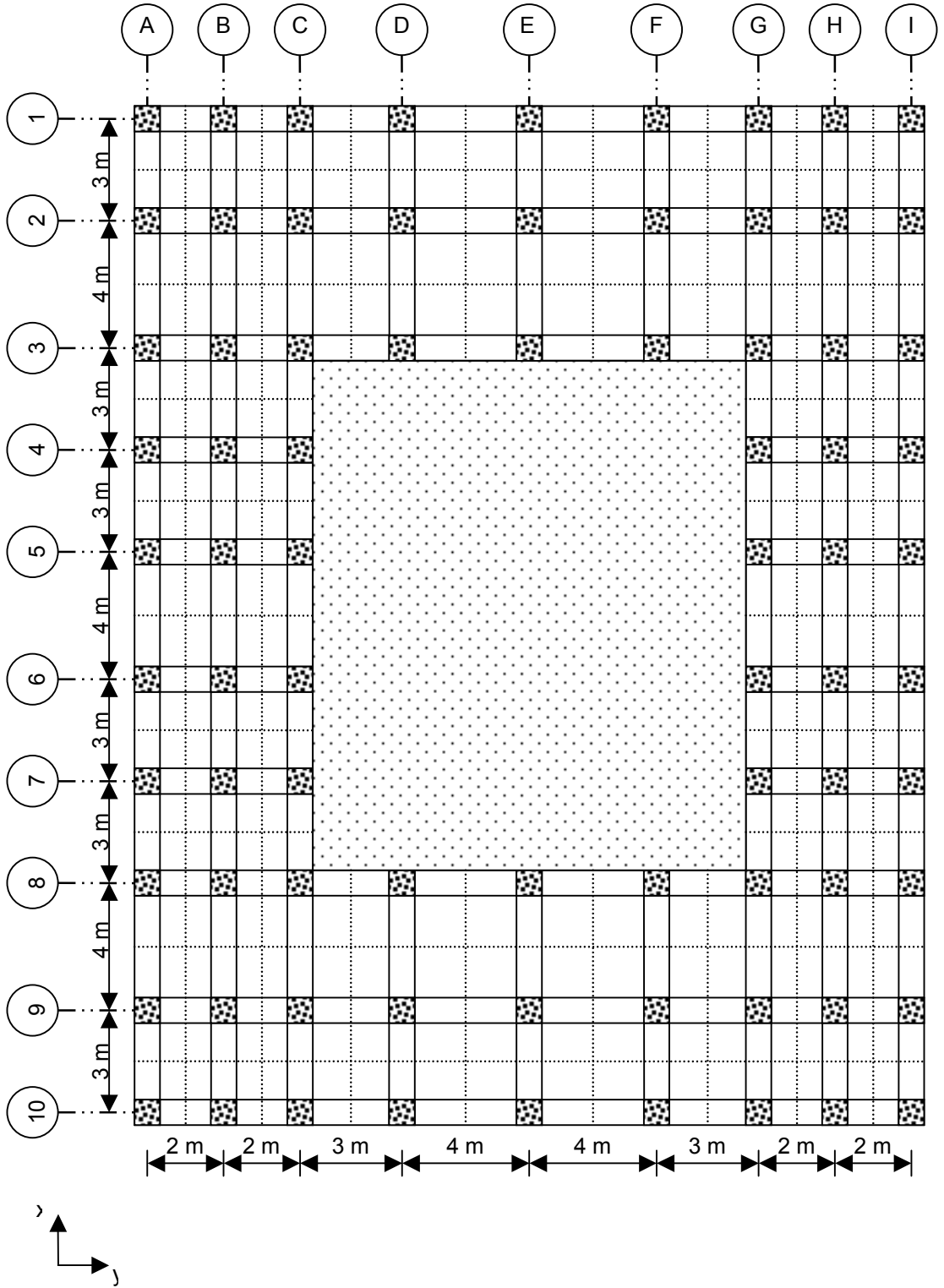
Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.2. Örnek 5.2:

Bir önceki örnek, burada kabuk modeli kullanılarak tekrar ele alınmaktadır



Şekil 5.3. Örnek 5.2'ye ait bina görünüşü



Şekil 5.4. Örnek 5.2'nin kat kalıp planı

5.2.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.12. Örnek 5.2'ye ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	5.195×10^{-5}	1.2700×10^{-7}	1.6287×10^{-5}
4	51.53	0.2745	4.616×10^{-5}	1.0980×10^{-7}	1.2675×10^{-5}
3	51.53	0.2059	3.638×10^{-5}	6.8202×10^{-8}	7.4922×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.339×10^{-5}	2.8192×10^{-8}	3.2114×10^{-6}
1	51.53	0.0686	9.199×10^{-6}	4.3606×10^{-9}	6.3149×10^{-7}
Σ				3.3758×10^{-7}	4.0298×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{3.3758 \times 10^{-7}}{4.0298 \times 10^{-5}}} = 0.574793 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.574793 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_A < T_1 < T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı:

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.5 = 1.00$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü:

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 1.00 / 8 = 310.47875 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.13. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	97.341483
4	85.254907
3	63.941180
2	42.627453
1	21.313727

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile x deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.14. Örnek 6.2'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02018	0.01512	0.00227	0.00171	0.00199	1.1407
4	0.01791	0.01341	0.00380	0.00287	0.00334	1.1394
3	0.01411	0.01054	0.00501	0.00378	0.00440	1.1399
2	0.00910	0.00676	0.00554	0.00410	0.00482	1.1494
1	0.00356	0.00266	0.00356	0.00266	0.00311	1.1447
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.15. Örnek 5.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02018	0.00227	3.5	0.00065
4	0.01791	0.00380	3.5	0.00109
3	0.01411	0.00501	3.5	0.00143
2	0.00910	0.00554	3.5	0.00158
1	0.00356	0.00356	3.5	0.00102

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

Çizelge 5.16. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00199	97.3415	3.5	0.002697
4	505.52	967.27	0.00334	182.5964	3.5	0.005048
3	505.52	1472.79	0.00440	246.5376	3.5	0.007502
2	505.52	1978.31	0.00482	289.1650	3.5	0.009422
1	505.52	2483.83	0.00311	310.4788	3.5	0.007109
						$\theta_i < 0.12$

Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.2.2. Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.17. Örnek 5.2'ye ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	4.608×10^{-5}	9.9995×10^{-8}	1.4447×10^{-5}
4	51.53	0.2745	4.062×10^{-5}	8.5025×10^{-8}	1.1154×10^{-5}
3	51.53	0.2059	3.186×10^{-5}	5.2307×10^{-8}	6.5614×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.057×10^{-5}	2.1804×10^{-8}	2.8242×10^{-6}
1	51.53	0.0686	8.292×10^{-6}	3.5431×10^{-9}	5.6923×10^{-7}
Σ				2.6363×10^{-7}	3.5556×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2.6363 \times 10^{-7}}{3.5556 \times 10^{-5}}} = 0.539726 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.539726 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_A < T_1 < T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı:

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.5 = 1.00$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü:

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 1.00 / 8 = 310.47875 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.18. Örnek 5.2'ye ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	97.341483
4	85.254907
3	63.941180
2	42.627453
1	21.313727

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile y deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.19. Örnek 5.2'ye ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.01779	0.01263	0.00212	0.00152	0.00182	1.1648
4	0.01567	0.01111	0.00341	0.00242	0.00292	1.1698
3	0.01226	0.00869	0.00438	0.00311	0.00375	1.1696
2	0.00788	0.00558	0.00473	0.00336	0.00405	1.1693
1	0.00315	0.00222	0.00315	0.00222	0.00269	1.1732
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.20. Örnek 5.2'ye ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.01779	0.00212	3.5	0.00061
4	0.01567	0.00341	3.5	0.00097
3	0.01226	0.00438	3.5	0.00125
2	0.00788	0.00473	3.5	0.00135
1	0.00315	0.00315	3.5	0.00090

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

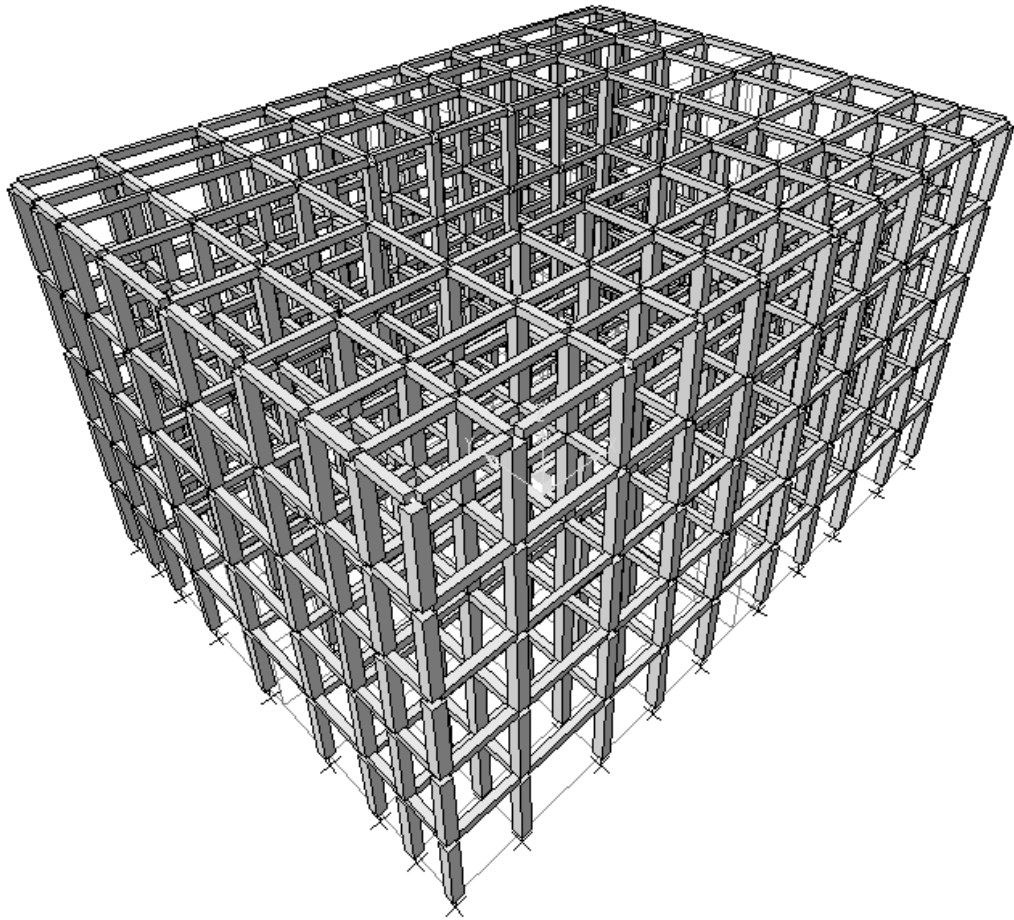
Çizelge 5.21. Örnek 5.2'ye ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00182	97.3415	3.5	0.00247
4	505.52	967.27	0.00292	182.5964	3.5	0.00441
3	505.52	1472.79	0.00375	246.5376	3.5	0.00639
2	505.52	1978.31	0.00405	289.1650	3.5	0.00791
1	505.52	2483.83	0.00269	310.4788	3.5	0.00614
						$\theta_i < 0.12$

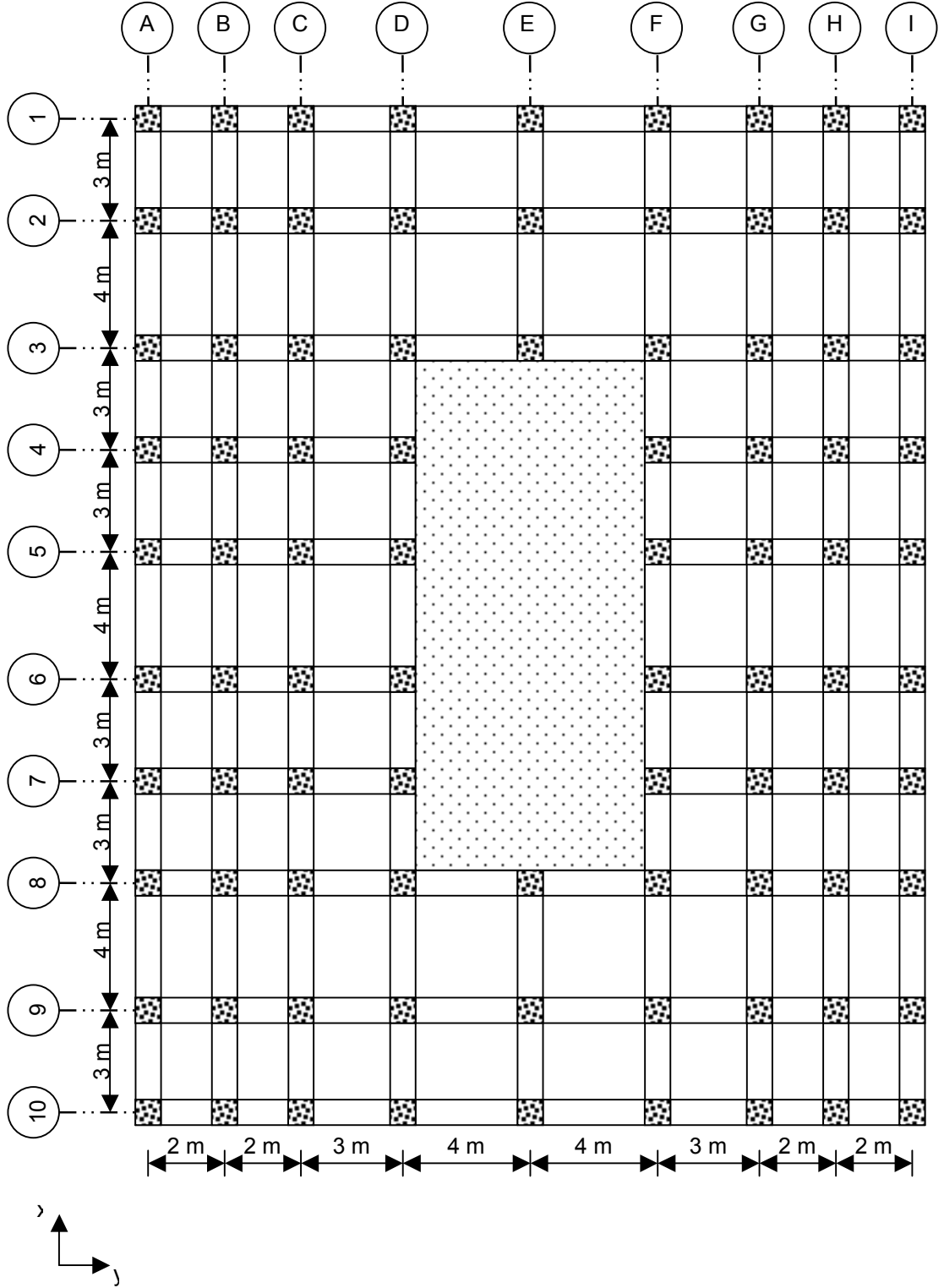
Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.3. Örnek 5.3:

Burada ele alınan bina, öncelikle rijit diyafram modeli ile çözülecektir



Şekil 5.5. Örnek 5.3'ye ait bina görünüşü



Şekil 5.6. Örnek 5.3'ün kat kalıp planı

Brüt kat alanı $A=30 \times 22=660\text{m}^2$ ve kattaki boşluk alanı $A_b=16 \times 8=128\text{m}^2$ 'dir.

Boşluk oranı $\frac{A_b}{A} = 0.194$ 'dür. Yönetmelikte verilen sınır değeri $\frac{A_b}{A} = 0.333$ olduğundan, A2 türü döşemede düzensizlik durumu mevcut değildir.

5.3.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.22. Örnek 5.3.'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	5.745×10^{-5}	1.5532×10^{-7}	1.8011×10^{-5}
4	51.53	0.2745	5.085×10^{-5}	1.3324×10^{-7}	1.3958×10^{-5}
3	51.53	0.2059	4.010×10^{-5}	8.2861×10^{-8}	8.2566×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.622×10^{-5}	3.5426×10^{-8}	3.6053×10^{-6}
1	51.53	0.0686	1.094×10^{-5}	6.1673×10^{-9}	7.5048×10^{-7}
Σ				4.1302×10^{-7}	4.4581×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{4.1302 \times 10^{-7}}{4.4581 \times 10^{-5}}} = 0.604461 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan, T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.604461 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_1 > T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5 \times (T_B / T_1)^{0.8} = 2.48522887$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı :

$$A(T_i) = A_o \cdot I \cdot S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.26 = 0.99409155$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_o I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 0.90 / 8 = 308.644301 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.23. Örnek 5.3.'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	96.7663455
4	84.7511822
3	63.5633866
2	42.3755911
1	21.1877955

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisine ile x deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.24. Örnek 5.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02665	0.02327	0.00331	0.00289	0.003100	1.0677
4	0.02334	0.02038	0.00526	0.00460	0.004930	1.0669
3	0.01808	0.01578	0.00679	0.00594	0.006365	1.0667
2	0.01129	0.00984	0.00711	0.00621	0.006660	1.0675
1	0.00418	0.00363	0.00418	0.00363	0.003905	1.0704
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.25. Örnek 5.3'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02665	0.00331	3.5	0.00095
4	0.02334	0.00526	3.5	0.00150
3	0.01808	0.00679	3.5	0.00194
2	0.01129	0.00711	3.5	0.00203
1	0.00418	0.00418	3.5	0.00119

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

Çizelge 5.26. Örnek 5.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00310	96.76635	3.5	0.004226
4	505.52	967.27	0.004930	181.5175	3.5	0.007506
3	505.52	1472.79	0.006365	245.0809	3.5	0.010929
2	505.52	1978.31	0.006660	287.4565	3.5	0.013096
1	505.52	2483.83	0.003905	308.6443	3.5	0.008979
						$\theta_i < 0.12$

Hem görel kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.2.2. Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.27. Örnek 5.3.'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	5.745×10^{-5}	1.5532×10^{-7}	1.8011×10^{-5}
4	51.53	0.2745	5.085×10^{-5}	1.3324×10^{-7}	1.3958×10^{-5}
3	51.53	0.2059	4.010×10^{-5}	8.2861×10^{-8}	8.2566×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.622×10^{-5}	3.5426×10^{-8}	3.6053×10^{-6}
1	51.53	0.0686	1.094×10^{-5}	6.1673×10^{-9}	7.5048×10^{-7}
Σ				4.1302×10^{-7}	4.4581×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{4.1302 \times 10^{-7}}{4.4581 \times 10^{-5}}} = 0.604461 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.604461 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_1 > T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5 \times (T_B / T_1)^{0.8} = 2.48522887$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı :

$$A(T_i) = A_o I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.26 = 0.99409155$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_o I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 0.90 / 8 = 308.644301 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.28. Örnek 5.3.'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	96.7663455
4	84.7511822
3	63.5633866
2	42.3755911
1	21.1877955

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile y deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.29. Örnek 5.3'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02533	0.01906	0.00314	0.00238	0.00276	1.1376
4	0.02219	0.01668	0.00497	0.00374	0.00435	1.1412
3	0.01722	0.01294	0.00639	0.00481	0.00560	1.1410
2	0.01083	0.00813	0.00675	0.00507	0.00591	1.1421
1	0.00408	0.00306	0.00408	0.00306	0.00357	1.1428
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.30. Örnek 5.3'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02533	0.00314	3.5	0.00090
4	0.02219	0.00497	3.5	0.00142
3	0.01722	0.00639	3.5	0.00183
2	0.01083	0.00675	3.5	0.00193
1	0.00408	0.00408	3.5	0.00117

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

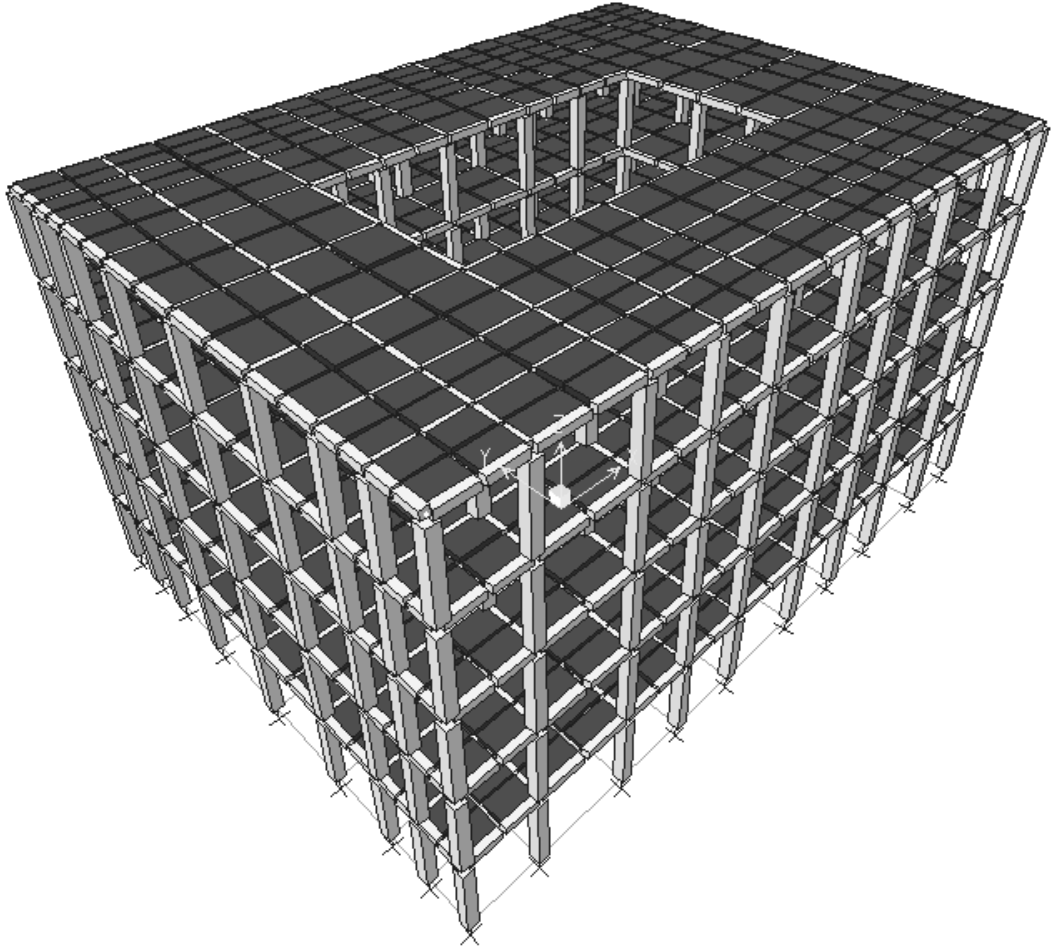
Çizelge 5.31. Örnek 5.3'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.002760	96.76635	3.5	0.003763
4	505.52	967.27	0.004355	181.5175	3.5	0.006631
3	505.52	1472.79	0.005600	245.0809	3.5	0.009615
2	505.52	1978.31	0.005910	287.4565	3.5	0.011621
1	505.52	2483.83	0.003570	308.6443	3.5	0.008208
						$\theta_i < 0.12$

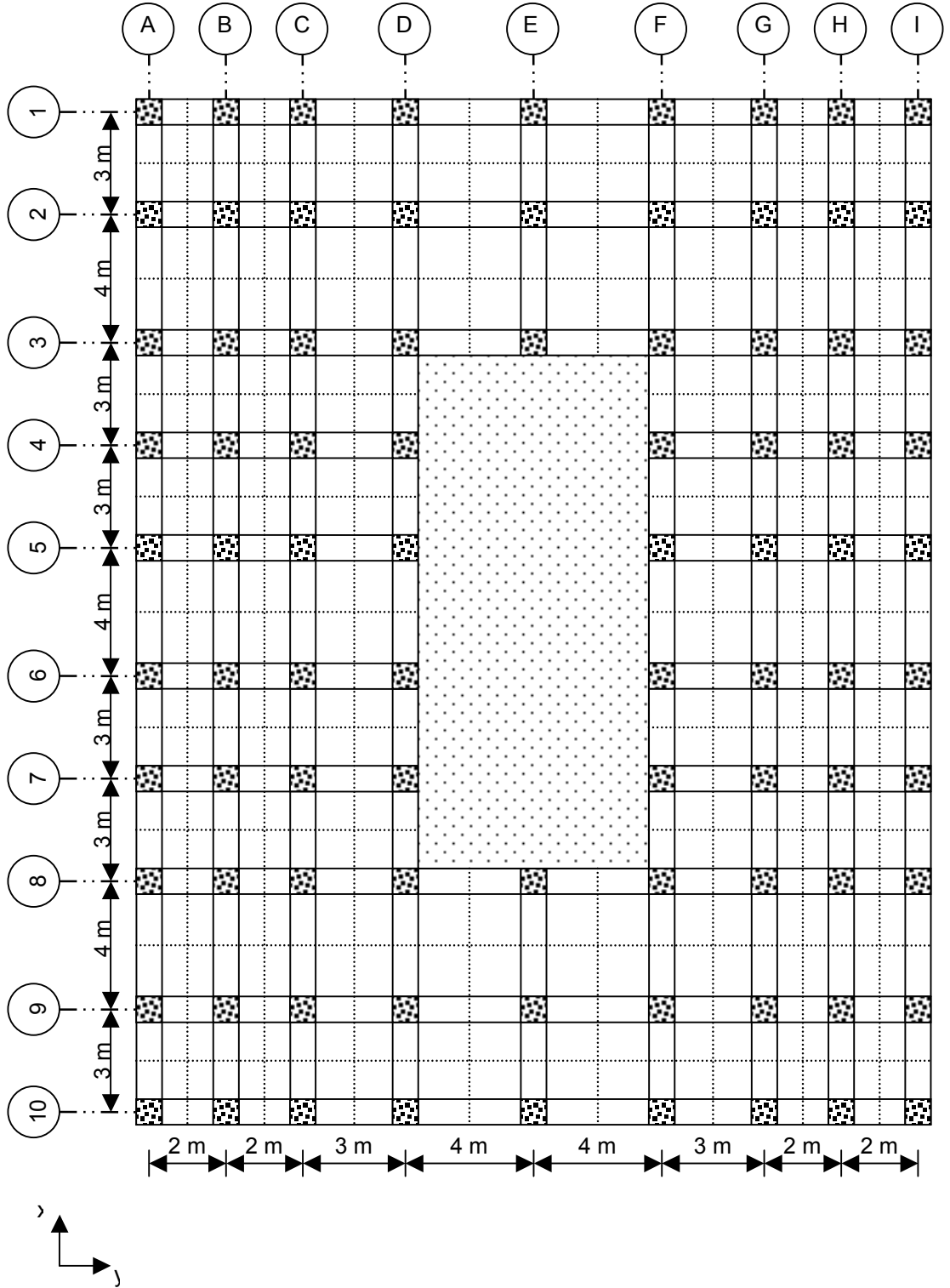
Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.4. Örnek 5.4:

Bir önceki örnek burada kabuk modeli kullanılarak tekrar ele alınacaktır.



Şekil 5.7. Örnek 5.4'e ait bina görünüşü



Şekil 5.8. Örnek 5.4'ün kat kalıp planı

5.4.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.32. Örnek 5.4'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	4.772×10^{-5}	1.0720×10^{-7}	1.4961×10^{-5}
4	51.53	0.2745	4.264×10^{-5}	9.3692×10^{-8}	1.1709×10^{-5}
3	51.53	0.2059	3.352×10^{-5}	5.7900×10^{-8}	6.9032×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.161×10^{-5}	2.4176×10^{-8}	2.9738×10^{-6}
1	51.53	0.0686	8.615×10^{-6}	3.8245×10^{-9}	5.9140×10^{-7}
Σ				2.8678×10^{-7}	3.7138×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2.8678 \times 10^{-7}}{3.7138 \times 10^{-5}}} = 0.551852 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ s} < 1.0 \text{ sn}$$

$$T_A = 0.15 \text{ sn} \quad T_B = 0.60 \text{ sn} \quad T_1 = 0.551852 \text{ sn} \text{ değerleri kullanılarak}$$

$$T_A < T_1 < T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı:

$$A(T_i) = A_o \cdot I \cdot S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.50 = 1.00$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü:

$$V_t = W \cdot A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 \cdot A_o \cdot I \cdot W$$

$$V_t = 2483.83 \times 1.00 / 8 = 310.47875 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.33. Örnek 5.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	97.341483
4	85.254907
3	63.941180
2	42.627453
1	21.313727

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile x deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.34. Örnek 5.4'e ait A1 Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.01655	0.01382	0.00184	0.00153	0.00169	1.0920
4	0.01471	0.01229	0.00311	0.00258	0.00285	1.0931
3	0.01160	0.00971	0.00410	0.00344	0.00377	1.0875
2	0.00750	0.00627	0.00451	0.00378	0.00415	1.0881
1	0.00299	0.00249	0.00299	0.00249	0.00274	1.0912
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.35. Örnek 5.4’e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.01655	0.00184	3.5	0.000526
4	0.01471	0.00311	3.5	0.000889
3	0.01160	0.00410	3.5	0.001171
2	0.00750	0.00451	3.5	0.001289
1	0.00299	0.00299	3.5	0.000854

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

Çizelge 5.36. Örnek 5.4’e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00169	97.341483	3.5	0.002284
4	505.52	967.27	0.00285	182.596390	3.5	0.004306
3	505.52	1472.79	0.00377	246.537570	3.5	0.006435
2	505.52	1978.31	0.00415	289.165023	3.5	0.008102
1	505.52	2483.83	0.00274	310.478750	3.5	0.006263
						$\theta_i < 0.12$

Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.4.2. Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.37. Örnek 5.4'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	m_i (w _i /g)	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	4.231×10^{-5}	8.4260×10^{-8}	1.3265×10^{-5}
4	51.53	0.2745	3.747×10^{-5}	7.2350×10^{-8}	1.0289×10^{-5}
3	51.53	0.2059	2.952×10^{-5}	4.4906×10^{-8}	6.0795×10^{-6}
2	51.53	0.1375	1.916×10^{-5}	1.8917×10^{-8}	2.6306×10^{-6}
1	51.53	0.0686	7.785×10^{-6}	3.1231×10^{-9}	5.3442×10^{-7}
Σ				2.2356×10^{-7}	3.2798×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2.2356 \times 10^{-7}}{3.2798 \times 10^{-5}}} = 0.518473 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ s} < 1.0 \text{ sn}$$

$$T_A = 0.15 \text{ sn} \quad T_B = 0.60 \text{ sn} \quad T_1 = 0.518473 \text{ sn} \text{ değerleri kullanılarak}$$

$$T_A < T_1 < T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı:

$$A(T_i) = A_0 \text{ I } S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.50 = 1.00$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü:

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 \text{ I } W$$

$$V_t = 2483.83 \times 1.00 / 8 = 310.47875 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.38. Örnek 5.4'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	97.341483
4	85.254907
3	63.941180
2	42.627453
1	21.313727

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile y deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.39. Örnek 5.4'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.01585	0.01128	0.00182	0.0013	0.00156	1.1667
4	0.01403	0.00998	0.00299	0.00212	0.00256	1.1703
3	0.01104	0.00786	0.00387	0.00276	0.00332	1.1674
2	0.00717	0.00510	0.00425	0.00303	0.00364	1.1676
1	0.00292	0.00207	0.00292	0.00207	0.00250	1.1703
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.40. Örnek 5.4'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.01585	0.00182	3.5	0.000520
4	0.01403	0.00299	3.5	0.000854
3	0.01104	0.00387	3.5	0.001106
2	0.00717	0.00425	3.5	0.001214
1	0.00292	0.00292	3.5	0.000834

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

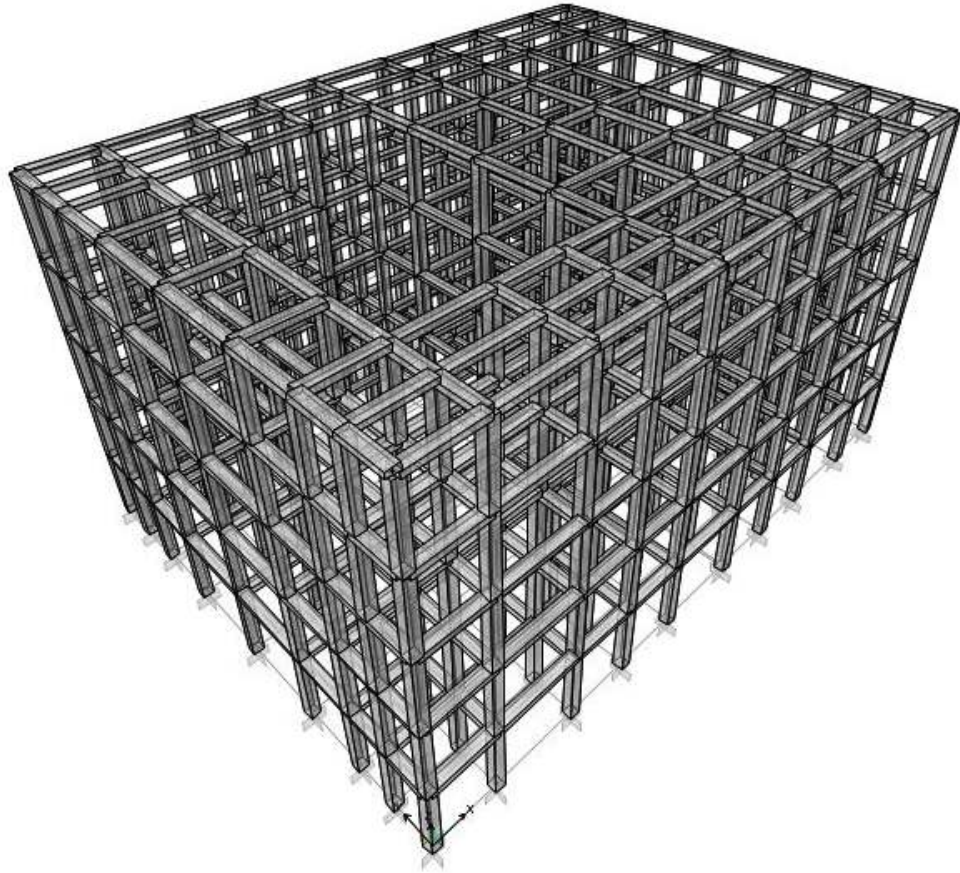
Çizelge 5.41. Örnek 5.4'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00156	97.34148	3.5	0.002114
4	505.52	967.27	0.00256	182.59639	3.5	0.003867
3	505.52	1472.79	0.00332	246.53757	3.5	0.005658
2	505.52	1978.31	0.00364	289.16502	3.5	0.007115
1	505.52	2483.83	0.00250	310.47875	3.5	0.005703
						$\theta_i < 0.12$

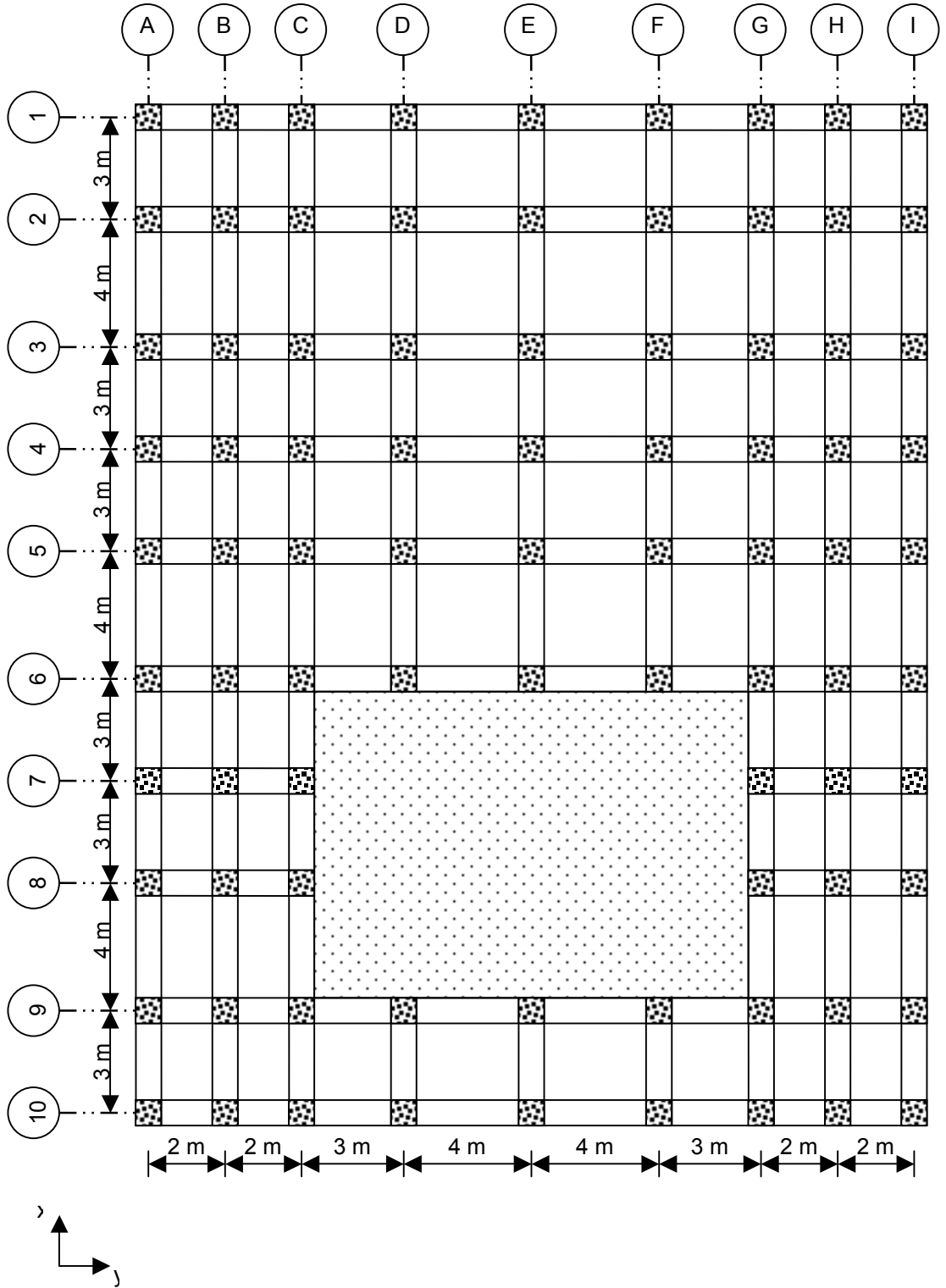
Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.5. Örnek 5.5

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



Şekil 5.9. Örnek 5.5'e ait bina görünüşü



Şekil 5.10. Örnek 5.5'in kat kalıp planı

Brüt kat alanı $A=30 \times 22=660\text{m}^2$ ve kattaki boşluk alanı $A_b=10 \times 14=140\text{m}^2$ 'dir.

Boşluk oranı $\frac{A_b}{A} = 0.212$ 'dir. Yönetmelikte verilen sınır değeri $\frac{A_b}{A} = 0,333$ olduğundan A2 türü döşemede düzensizlik durumu mevcut değildir.

5.5.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.42. Örnek 5.5.'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	8.478×10^{-5}	3.3830×10^{-7}	2.6580×10^{-5}
4	51.53	0.2745	7.410×10^{-5}	2.8295×10^{-7}	2.0347×10^{-5}
3	51.53	0.2059	5.725×10^{-5}	1.6890×10^{-7}	1.1170×10^{-5}
2	51.53	0.1375	3.558×10^{-5}	6.5235×10^{-8}	4.8850×10^{-6}
1	51.53	0.0686	1.304×10^{-5}	8.7624×10^{-9}	8.9517×10^{-7}
Σ				8.6416×10^{-7}	6.4498×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{8.6416 \times 10^{-7}}{6.4498 \times 10^{-5}}} = 0.726915 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.726915 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_1 > T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5 \times (T_B / T_1)^{0.8} = 2.1442442$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı :

$$A(T_i) = A_o I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.1442442 = 0.8576977$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_o I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 0.8576977 / 8 = 266.2968988 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.43. Örnek 5.5.'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	83.489563
4	73.122934
3	54.842201
2	36.561467
1	18.280734

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile x deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.44. Örnek 5.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02433	0.02081	0.00306	0.00262	0.00284	1.0775
4	0.02127	0.01819	0.00483	0.00415	0.00449	1.0757
3	0.01644	0.01404	0.00621	0.00532	0.00577	1.0772
2	0.01023	0.00872	0.00648	0.00553	0.00601	1.0791
1	0.00375	0.00319	0.00375	0.00319	0.00347	1.0807
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.45. Örnek 5.5'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02433	0.00306	3.5	0.000874
4	0.02127	0.00483	3.5	0.001380
3	0.01644	0.00621	3.5	0.001774
2	0.01023	0.00648	3.5	0.001851
1	0.00375	0.00375	3.5	0.001071

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

Çizelge 5.46. Örnek 5.5'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00284	83.489563	3.5	0.004488
4	505.52	967.27	0.00449	156.612497	3.5	0.007923
3	505.52	1472.79	0.00577	211.454698	3.5	0.011472
2	505.52	1978.31	0.00601	248.016165	3.5	0.013685
1	505.52	2483.83	0.00347	266.296899	3.5	0.009247
						$\theta_i < 0.12$

Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.5.2. Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.47. Örnek 5.5.'e ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	7.210×10^{-5}	2.4470×10^{-7}	2.2605×10^{-5}
4	51.53	0.2745	6.315×10^{-5}	2.0550×10^{-7}	1.7340×10^{-5}
3	51.53	0.2059	4.898×10^{-5}	1.2363×10^{-7}	1.0087×10^{-5}
2	51.53	0.1375	3.076×10^{-5}	4.8758×10^{-8}	4.2232×10^{-6}
1	51.53	0.0686	1.156×10^{-5}	6.8863×10^{-9}	7.9357×10^{-7}
Σ				6.2460×10^{-7}	5.5049×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{6.2460 \times 10^{-7}}{5.5049 \times 10^{-5}}} = 0.671532 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.671532 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_1 > T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5 \times (T_B / T_1)^{0.8} = 2.2845857$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı :

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.1442442 = 0.9138343$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 0.8576977 / 8 = 283.7261247 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.48. Örnek 5.5.'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	88.953984
4	77.908856
3	58.431642
2	38.954428
1	19.477214

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile y deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.49. Örnek 5.5'e ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.02482	0.01554	0.00305	0.00196	0.00251	1.2176
4	0.02177	0.01358	0.00486	0.00307	0.00397	1.2257
3	0.01691	0.01051	0.00628	0.00392	0.00510	1.2314
2	0.01063	0.00659	0.00663	0.00412	0.00538	1.2335
1	0.00400	0.00247	0.00400	0.00247	0.00324	1.2365
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.50. Örnek 5.5’e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.02482	0.00305	3.5	0.000871
4	0.02177	0.00486	3.5	0.001389
3	0.01691	0.00628	3.5	0.001794
2	0.01063	0.00663	3.5	0.001894
1	0.00400	0.00400	3.5	0.001143

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

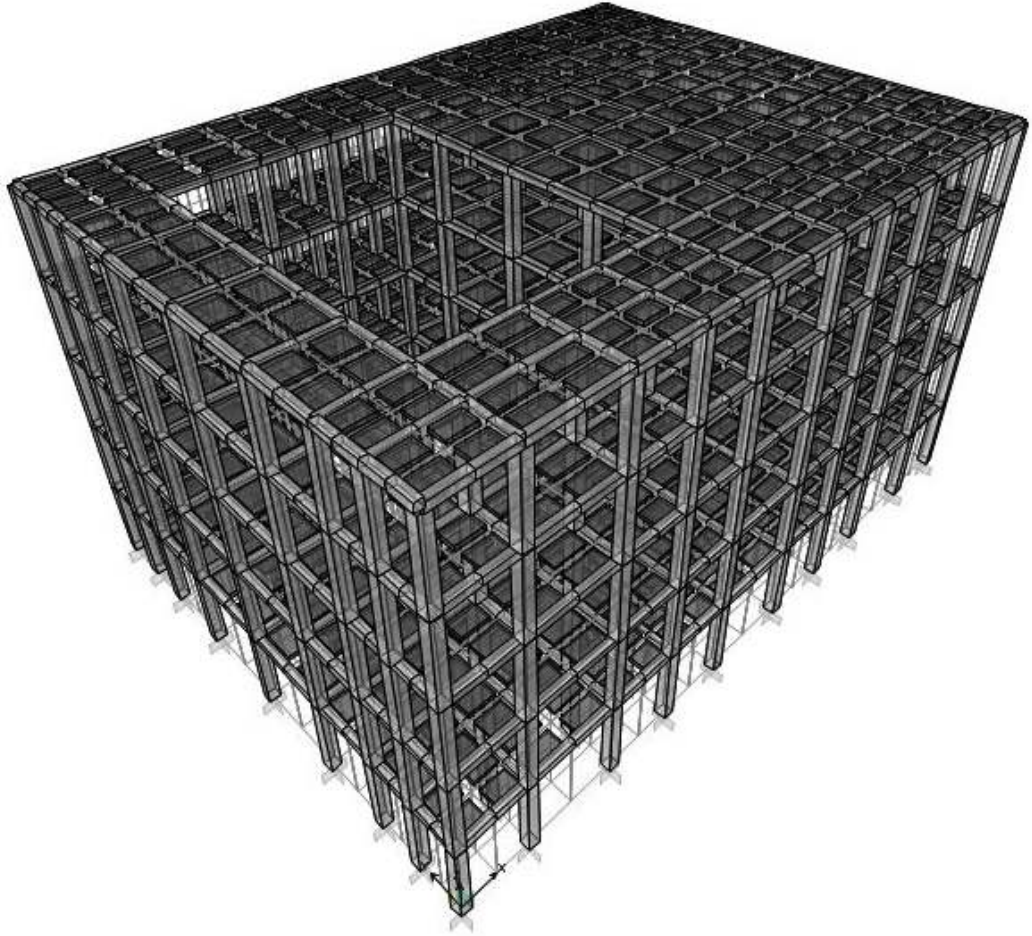
Çizelge 5.51. Örnek 5.5’e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00251	88.953984	3.5	0.003715
4	505.52	967.27	0.00397	166.862840	3.5	0.006567
3	505.52	1472.79	0.00510	225.294483	3.5	0.009526
2	505.52	1978.31	0.00538	264.248911	3.5	0.011497
1	505.52	2483.83	0.00324	283.726125	3.5	0.008091
						$\theta_i < 0.12$

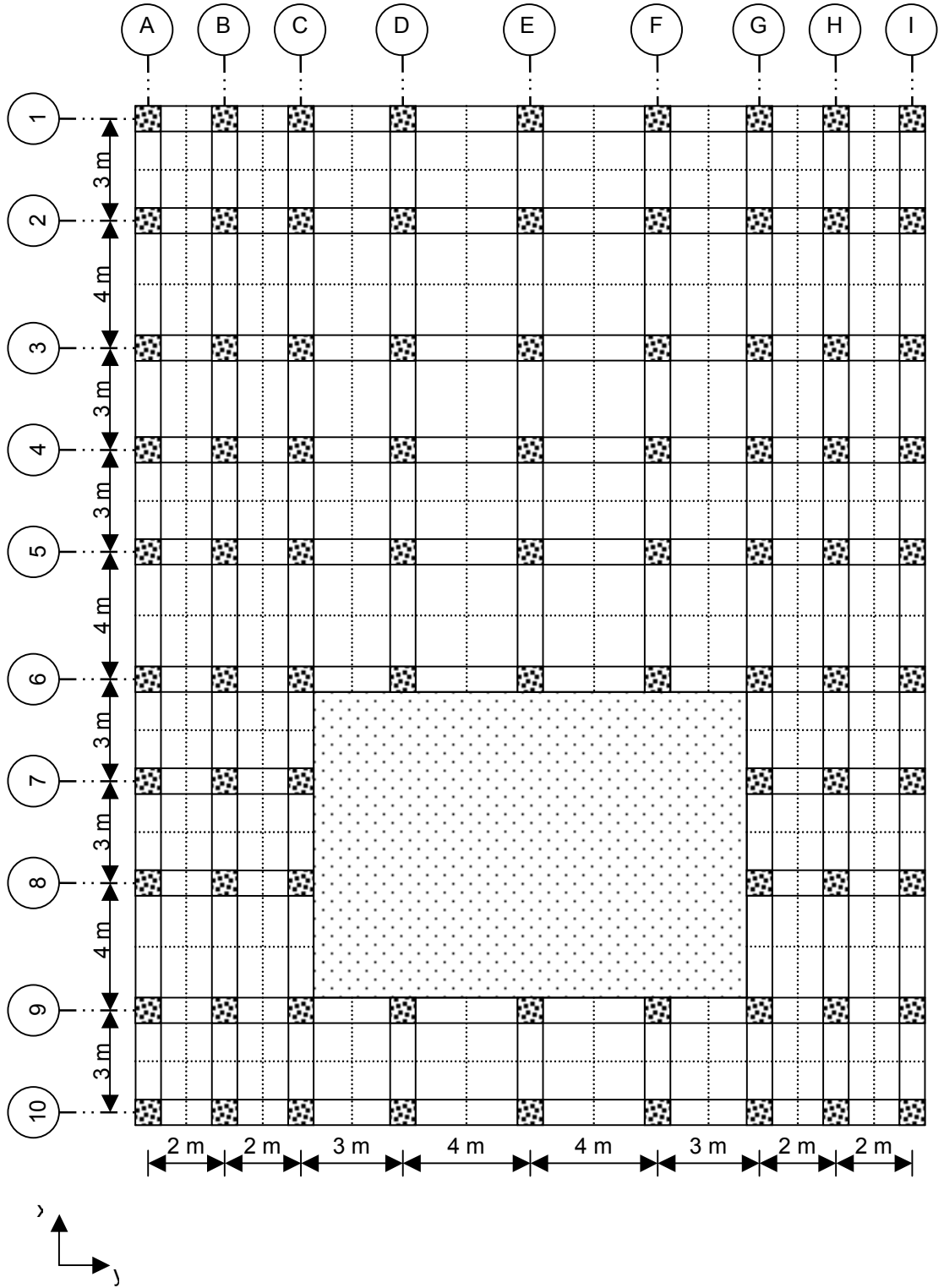
Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.6. Örnek 5.6

Bir önceki örnek, burada kabuk modeli kullanılarak tekrar ele alınmaktadır.



Şekil 5.11. Örnek 5.6'ya ait bina görünüşü



Şekil 5.12. Örnek 5.6'nın kat kalıp planı

5.6.1. X Yönünde Yükleme

Çizelge 5.52. Örnek 5.6.'ya ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	5.049×10^{-5}	1.2000×10^{-7}	1.5830×10^{-5}
4	51.53	0.2745	4.486×10^{-5}	1.0371×10^{-7}	1.2318×10^{-5}
3	51.53	0.2059	3.534×10^{-5}	6.4358×10^{-8}	7.2781×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.287×10^{-5}	2.6953×10^{-8}	3.1400×10^{-6}
1	51.53	0.0686	9.205×10^{-6}	4.3663×10^{-9}	6.3190×10^{-7}
Σ				3.1937×10^{-7}	3.9198×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{3.1937 \times 10^{-7}}{3.9198 \times 10^{-5}}} = 0.566860 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.566860 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_A < T_1 < T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı :

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.5 = 1.00$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 1.00 / 8 = 310.47875 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.53. Örnek 5.6.'ya ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	97.341483
4	85.254907
3	63.941180
2	42.627453
1	21.313727

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile x deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.54. Örnek 5.6'ya ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.01671	0.013950	0.001870	0.00152	0.00170	1.1032
4	0.01484	0.012430	0.003140	0.00263	0.00289	1.0884
3	0.01170	0.009800	0.004130	0.00346	0.00380	1.0883
2	0.00757	0.006340	0.004540	0.00381	0.00418	1.0874
1	0.00303	0.002530	0.003030	0.00253	0.00278	1.0899
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.55. Örnek 5.6'ya ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (X yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.01671	0.00187	3.5	0.000534
4	0.01484	0.00314	3.5	0.000897
3	0.01170	0.00413	3.5	0.001180
2	0.00757	0.00454	3.5	0.001297
1	0.00303	0.00303	3.5	0.000866

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

Çizelge 5.56. Örnek 5.6'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (X yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00170	97.34148	3.5	0.002297
4	505.52	967.27	0.00289	182.59639	3.5	0.004366
3	505.52	1472.79	0.00380	246.53757	3.5	0.006477
2	505.52	1978.31	0.00418	289.16502	3.5	0.008161
1	505.52	2483.83	0.00278	310.47875	3.5	0.006354
						$\theta_i < 0.12$

Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

5.6.2. Y Yönünde Yükleme

Çizelge 5.57. Örnek 5.6.'ya ait T_1 'in hesabı

Kat No	$m_i(w_i/g)$	F_{fi}	d_{fi}	$m_i \times d_{fi}^2$	$F_{fi} \times d_{fi}$
5	47.06	0.3135	4.438×10^{-5}	9.2710×10^{-8}	1.3914×10^{-5}
4	51.53	0.2745	3.922×10^{-5}	7.9266×10^{-8}	1.0769×10^{-5}
3	51.53	0.2059	3.063×10^{-5}	4.8980×10^{-8}	6.3492×10^{-6}
2	51.53	0.1375	2.004×10^{-5}	2.0695×10^{-8}	2.7514×10^{-6}
1	51.53	0.0686	8.241×10^{-6}	3.4997×10^{-9}	5.6573×10^{-7}
Σ				2.4515×10^{-7}	3.4350×10^{-5}

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{2.4515 \times 10^{-7}}{3.4350 \times 10^{-5}}} = 0.530530 \text{ sn}$$

Ayrıca $H_N < 25\text{m}$ olduğundan. T_1 Ampirik Yöntemle de hesaplanabilir:

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} = 0.07 \times (9.8)^{3/4} \cong 0.4 \text{ sn} < 1.0 \text{ sn}$$

$T_A = 0.15\text{sn}$. $T_B = 0.60\text{sn}$. $T_1 = 0.530530 \text{ sn}$ değerleri kullanılarak

$$T_A < T_1 < T_B \Rightarrow S(T_1) = 2.5$$

$$T_1 > T_A \Rightarrow R_a(T_1) = R = 8 \text{ olmaktadır.}$$

Spektral İvme Katsayısı :

$$A(T_i) = A_0 I S(T_i)$$

$$A(T_1) = 0.4 \times 1 \times 2.50 = 1.00$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü :

$$V_t = W A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.1 A_0 I W$$

$$V_t = 2483.83 \times 1.00 / 8 = 310.47875 \text{ ton}$$

$$V_t > 0.1 \times 0.4 \times 2483.83 = 99.3532 \text{ olduğu görülür.}$$

Çizelge 5.58. Örnek 5.6.'ya ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i)

Kat No	F_i (ton)
5	97.341483
4	85.254907
3	63.941180
2	42.627453
1	21.313727

$H_N < 25$ m olduğundan $\Delta F_N = 0$ 'dır. Bulunan bu deprem yükleri yapıya +%5 eksantrisite ile y deprem doğrultusunda uygulanarak aşağıdaki kontroller yapılmıştır.

Çizelge 5.59. Örnek 5.6'ya ait A1-Burulma Düzensizliği kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
5	0.01633	0.010220	0.001840	0.00122	0.00153	1.2026
4	0.01449	0.009000	0.003050	0.00195	0.00250	1.2200
3	0.01144	0.007050	0.003990	0.00249	0.00324	1.2315
2	0.00745	0.004560	0.004400	0.00272	0.00356	1.2360
1	0.00305	0.001840	0.003050	0.00184	0.00245	1.2474
						$\eta_{bi} < 1.20$

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

Çizelge 5.60. Örnek 5.6'ya ait görelî kat ötelemeleri kontrolü (Y yönü)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
5	0.01633	0.00184	3.5	0.000526
4	0.01449	0.00305	3.5	0.000871
3	0.01144	0.00399	3.5	0.001140
2	0.00745	0.00440	3.5	0.001257
1	0.00305	0.00305	3.5	0.000871

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035$$

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

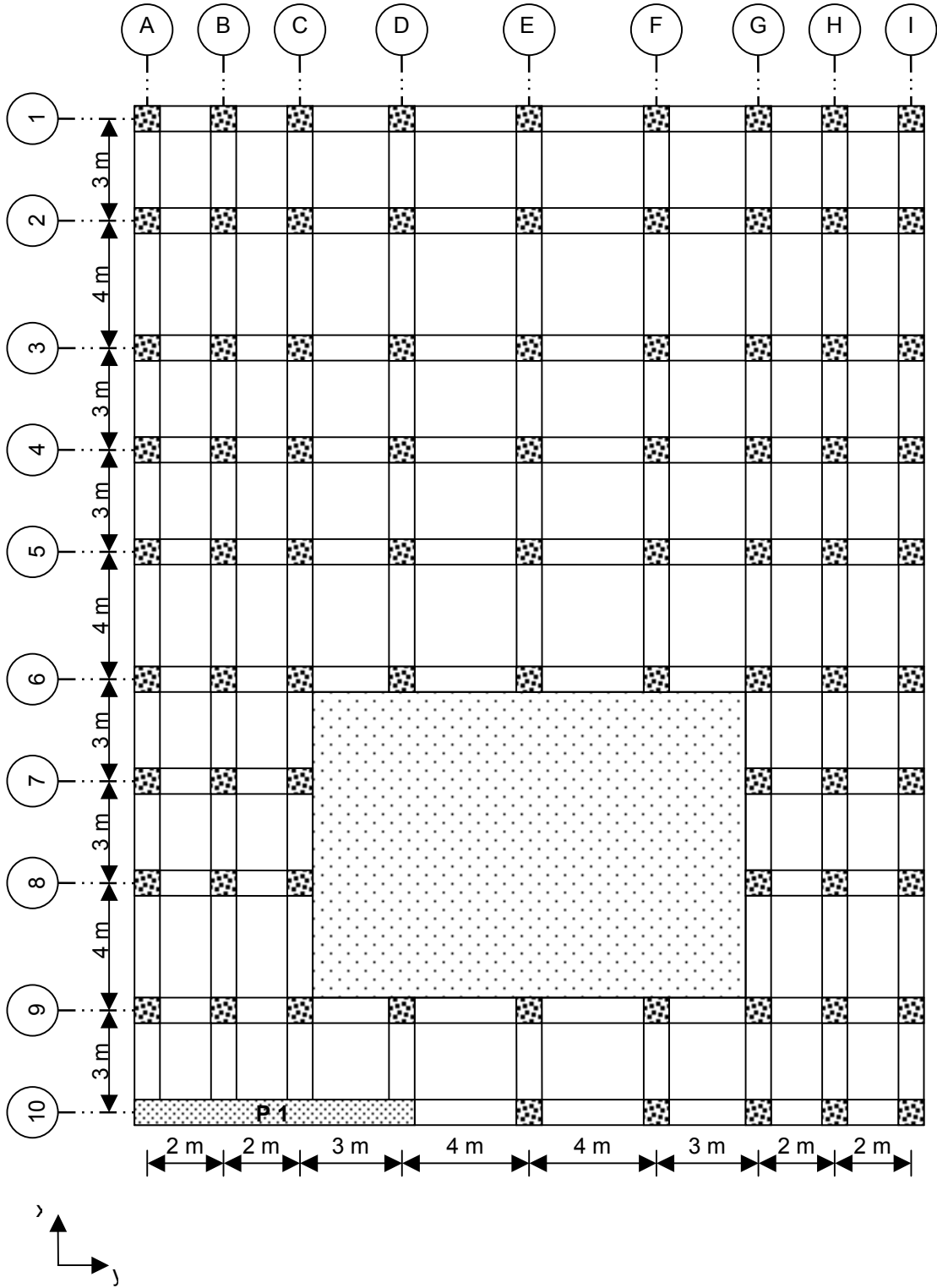
Çizelge 5.61. Örnek 5.6'ya ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü $-\theta_i$ (Y yönü)

Kat No	w_i	$\sum_{j=1}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
5	461.75	461.75	0.00153	97.34148	3.5	0.002074
4	505.52	967.27	0.00250	182.59639	3.5	0.003784
3	505.52	1472.79	0.00324	246.53757	3.5	0.00553
2	505.52	1978.31	0.00356	289.16502	3.5	0.006959
1	505.52	2483.83	0.00245	310.47875	3.5	0.005589
						$\theta_i < 0.12$

Hem görelî kat ötelemesi hem de ikinci mertebe etkileri bakımından yönetmeliğin öngördüğü sınırlar aşılmamaktadır.

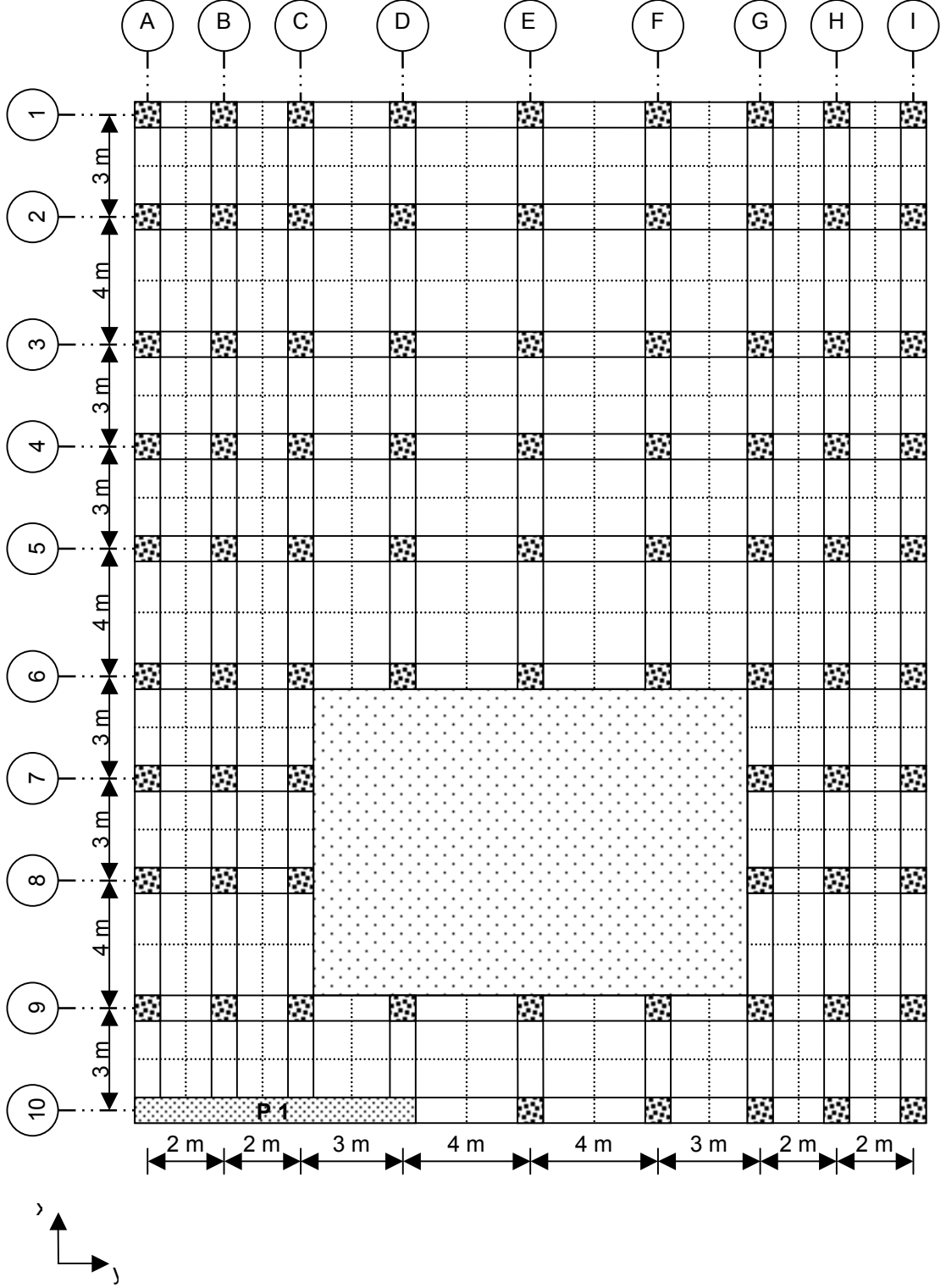
Bu bölümde A2 Döşemede Süreksizlik Düzensizliğini incelemek için 6 adet örnek ele alınmıştır. Örnek 5.5 ve 5.6'da A2 Döşemede Süreksizlik Düzensizliği bulunmamasına rağmen A1 Burulma Düzensizliği olduğu görülmüştür. A1 Burulma Düzensizliğinin giderilebilmesi için bu iki örnekte kullanılan model üzerine farklı bölgelere perde veya perdeler yerleştirilmiştir. Önceki örneklerdeki gibi her iki deprem yönü doğrultusunda +%5 eksantrisite ile yüklemeler yapılmıştır.

Örnek 5.7



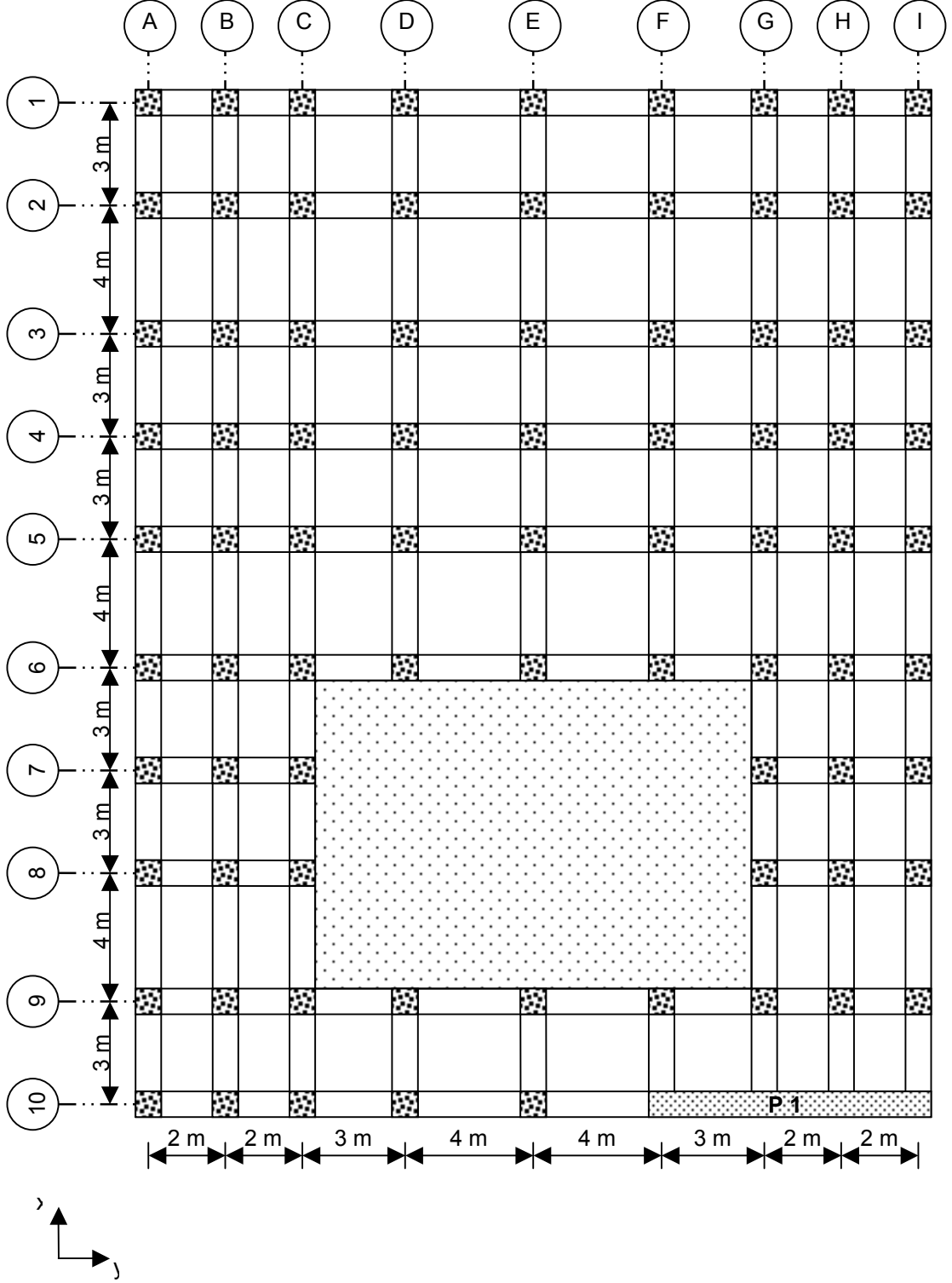
Şekil 5.13. Örnek 5.7'nin kat kalıp planı

Örnek 5.8



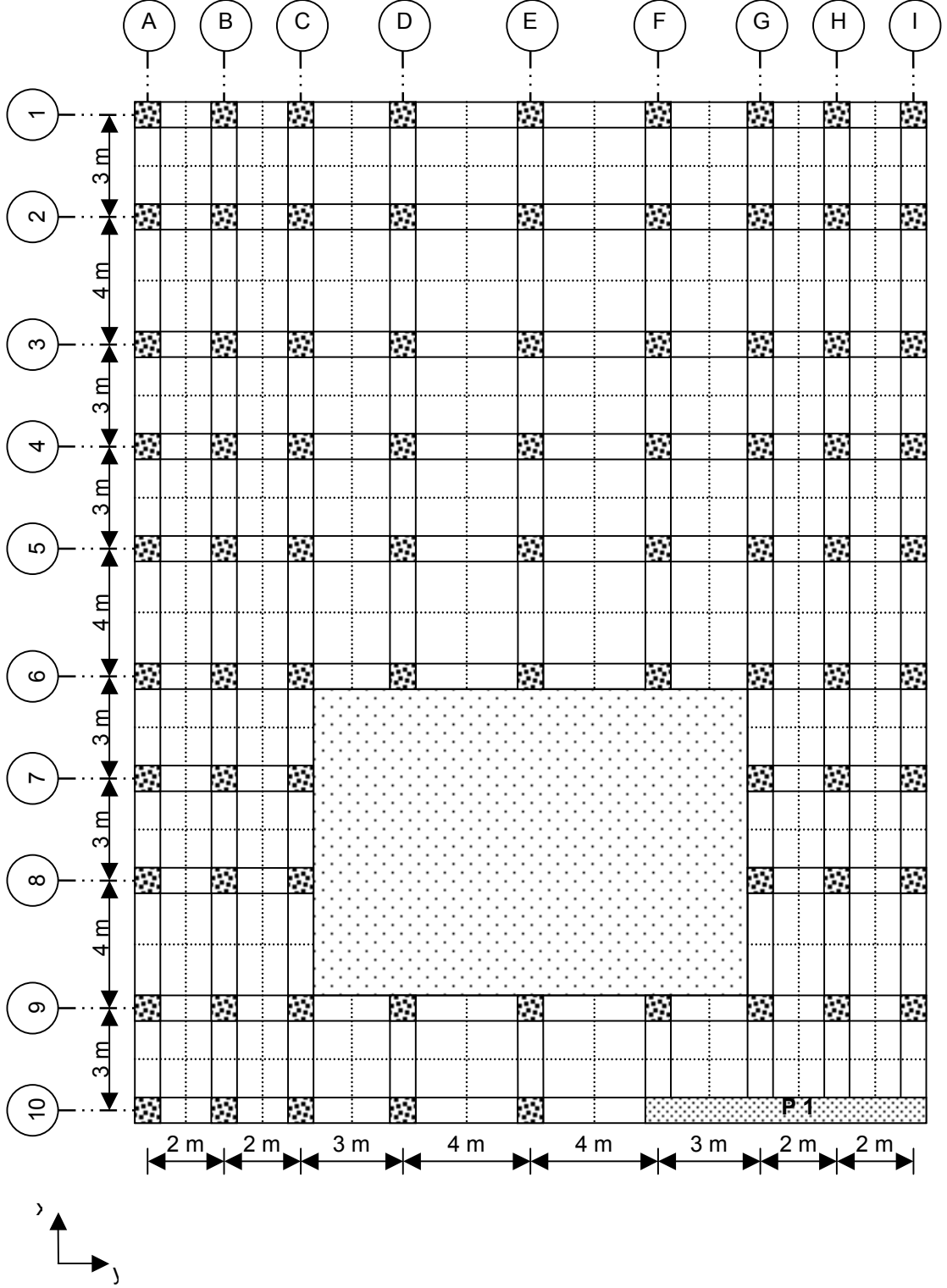
Şekil 5.14. Örnek 5.8'in kat kalıp planı

Örnek 5.9



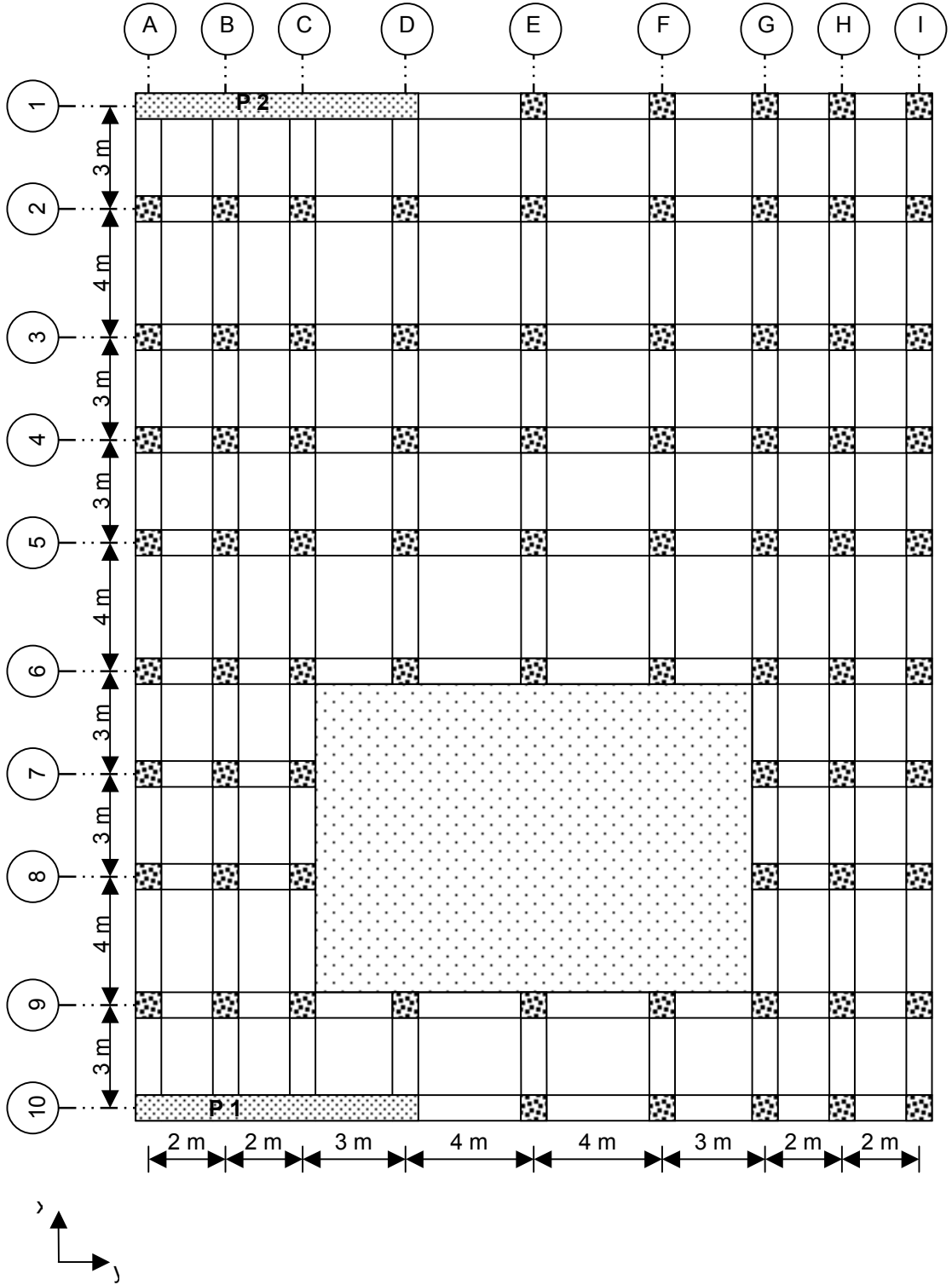
Şekil 5.15. Örnek 5.9'nin kat kalıp planı

Örnek 5.10



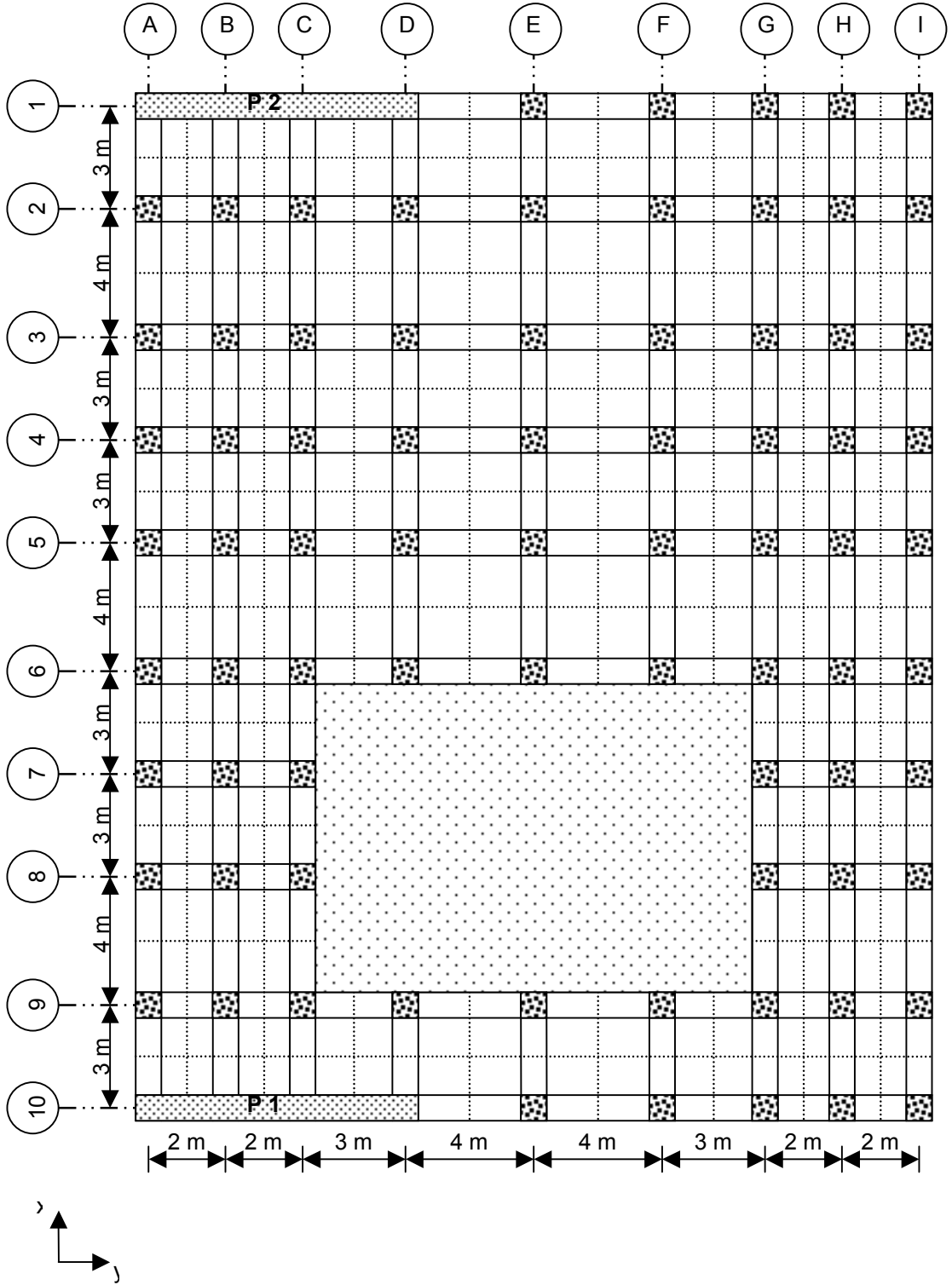
Şekil 5.16. Örnek 5.10'in kat kalıp planı

Örnek 5.11



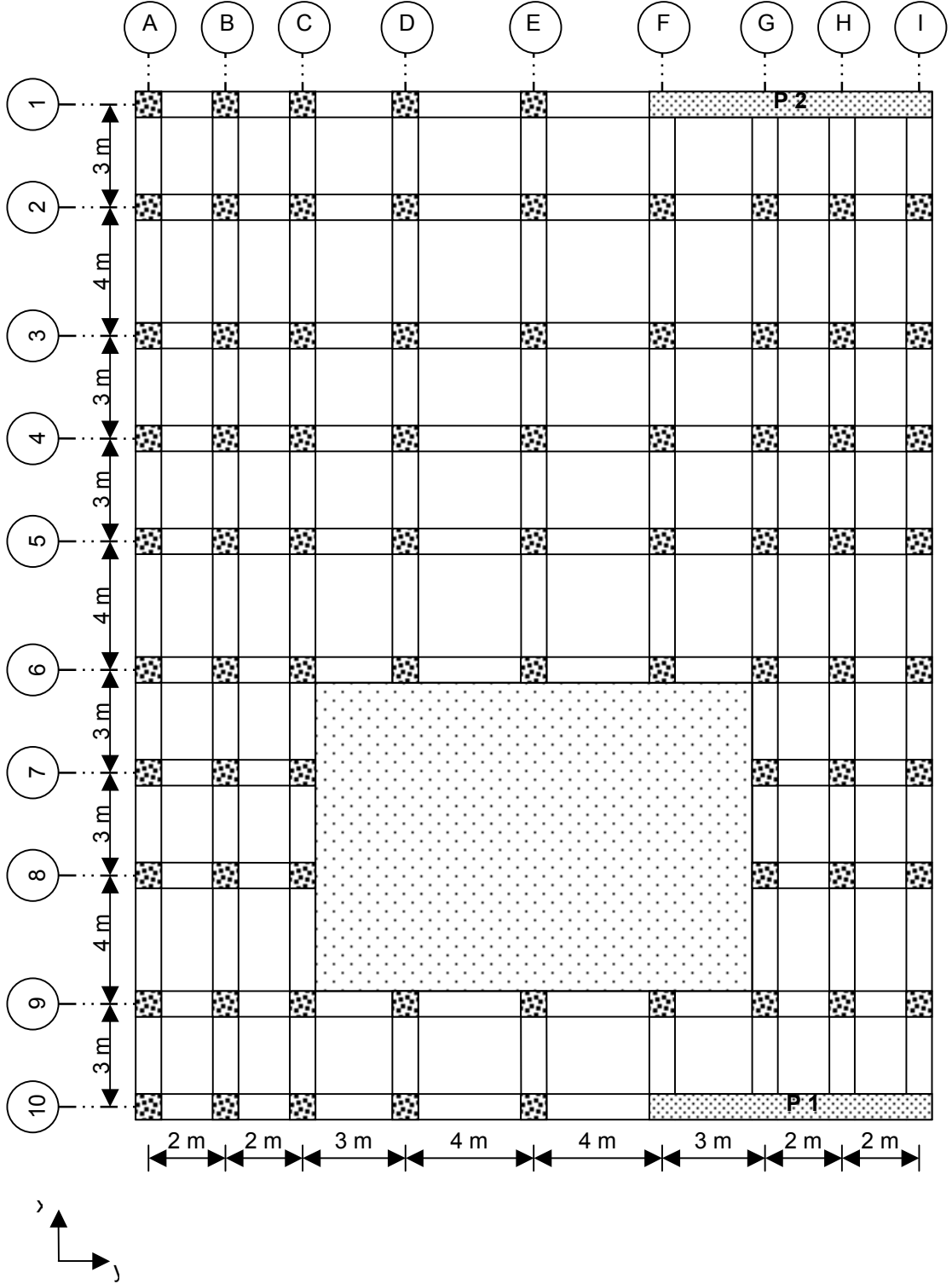
Şekil 5.17. Örnek 5.11'nin kat kalıp planı

Örnek 5.12



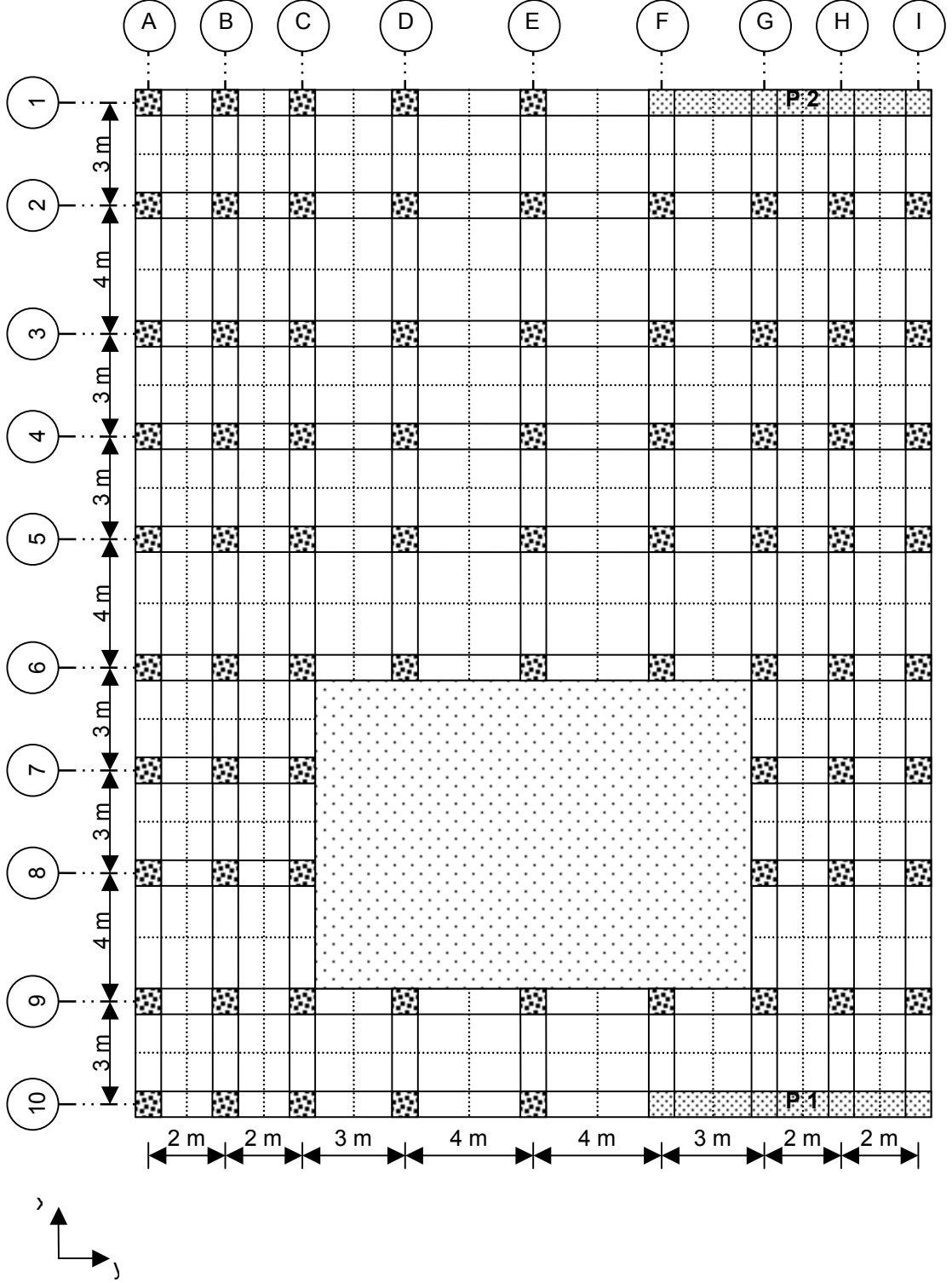
Şekil 5.18. Örnek 5.12'in kat kalıp planı

Örnek 5.13



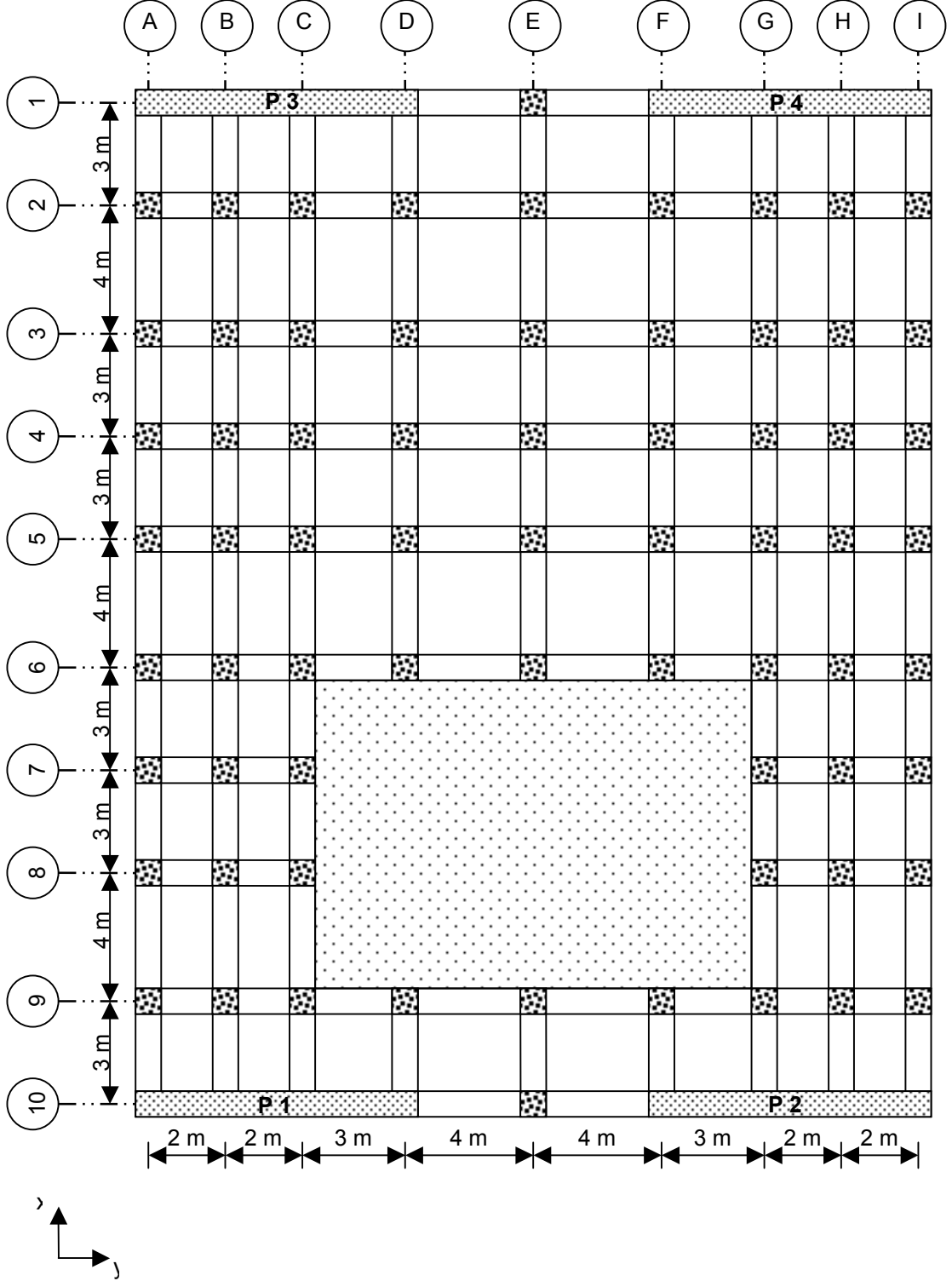
Şekil 5.19. Örnek 5.13'nin kat kalıp planı

Örnek 5.14



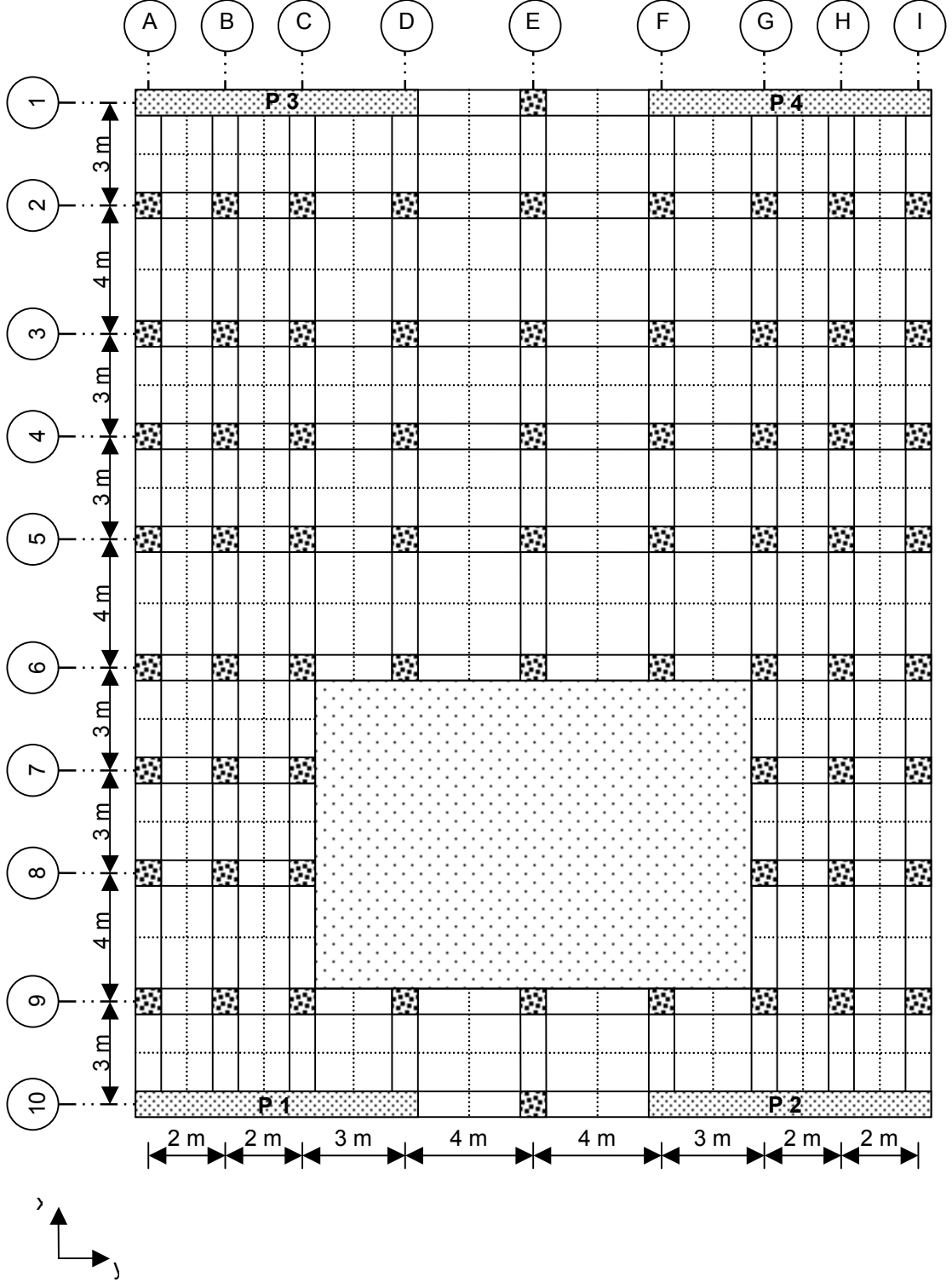
Şekil 5.20. Örnek 5.14'in kat kalıp planı

Örnek 5.15



Şekil 5.21. Örnek 5.15'nin kat kalıp planı

Örnek 5.16



Şekil 5.22. Örnek 5.16'in kat kalıp planı

Çizelge 5.62 Örnek 5.1 ve Örnek 5.2'ye ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	θ_i	
ÖRNEK 5.1(RIJİT DİYAFRAM)		X Yönünde	5	0.02487	0.02207	0.002950	1.05763	0.000891	0.00478
			4	0.02175	0.01929	0.004660	1.05794	0.001409	0.00844
			3	0.01682	0.0149	0.005995	1.05922	0.001814	0.01225
			2	0.01047	0.00926	0.006245	1.06005	0.001891	0.01461
			1	0.00385	0.00339	0.003620	1.06354	0.001100	0.00990
		Y yönünde	5	0.02404	0.01848	0.002675	1.12523	0.000860	0.00407
			4	0.02103	0.01614	0.004185	1.13023	0.001351	0.00710
			3	0.01630	0.01250	0.005360	1.13060	0.001731	0.01026
			2	0.01024	0.00784	0.005640	1.13298	0.001826	0.01237
			1	0.00385	0.00295	0.003400	1.13235	0.001100	0.00872
ÖRNEK 5.2 (KABUK)		X Yönünde	5	0.02018	0.01512	0.001990	1.14070	0.000649	0.00270
			4	0.01791	0.01341	0.003335	1.13943	0.001086	0.00505
			3	0.01411	0.01054	0.004395	1.13993	0.001431	0.00750
			2	0.00910	0.00676	0.004820	1.14938	0.001583	0.00942
			1	0.00356	0.00266	0.003110	1.14469	0.001017	0.00711
		Y yönünde	5	0.01779	0.01263	0.00182	1.16484	0.000606	0.00247
			4	0.01567	0.01111	0.00292	1.16981	0.000974	0.00441
			3	0.01226	0.00869	0.00375	1.16956	0.001251	0.00639
			2	0.00788	0.00558	0.00405	1.16934	0.001351	0.00791
			1	0.00315	0.00222	0.00269	1.17318	0.000900	0.00614

Çizelge 5.63 Örnek 5.3 ve Örnek 5.4'e ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	$(\Delta_i)_{\max} / h_i$	θ_i	
ÖRNEK 5.3(RIJİT DİYAFRAM)		X Yönünde	5	0.01382	0.01208	0.00089	1.06215	0.000269	0.00136
			4	0.01288	0.01125	0.00182	1.06593	0.000554	0.00312
			3	0.01094	0.00955	0.00311	1.06602	0.000946	0.00601
			2	0.00763	0.00665	0.00419	1.06810	0.001277	0.00927
			1	0.00316	0.00275	0.00296	1.06937	0.000903	0.00766
		Y yönünde	5	0.02277	0.01710	0.00247	1.13765	0.000803	0.00360
			4	0.01996	0.01497	0.00391	1.14322	0.001277	0.00637
			3	0.01549	0.01162	0.00504	1.14201	0.001643	0.00925
			2	0.00974	0.00730	0.00531	1.14313	0.001734	0.01117
			1	0.00367	0.00275	0.00321	1.14330	0.001049	0.00789
ÖRNEK 5.4 (KABUK)		X Yönünde	5	0.01655	0.01382	0.00169	1.09199	0.000526	0.00228
			4	0.01471	0.01229	0.00285	1.09315	0.000889	0.00431
			3	0.01160	0.00971	0.00377	1.08753	0.001171	0.00643
			2	0.00750	0.00627	0.00415	1.08806	0.001289	0.00810
			1	0.00299	0.00249	0.00274	1.09124	0.000854	0.00626
		Y yönünde	5	0.01585	0.01128	0.00156	1.16667	0.000520	0.00211
			4	0.01403	0.00998	0.00256	1.17025	0.000854	0.00387
			3	0.01104	0.00786	0.00332	1.16742	0.001106	0.00566
			2	0.00717	0.00510	0.00364	1.16758	0.001214	0.00712
			1	0.00292	0.00207	0.00250	1.17034	0.000834	0.00570

Çizelge 5.64 Örnek 5.5 ve Örnek 5.6’ e ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	$\Delta_i)_{\max} / h_i$	θ_i	
ÖRNEK 5.5(RIJİT DİVAFRAM)		X Yönünde	5	0.02433	0.02081	0.00284	1.07746	0.000874	0.00449
			4	0.02127	0.01819	0.00449	1.07572	0.001380	0.00792
			3	0.01644	0.01404	0.00577	1.07719	0.001774	0.01147
			2	0.01023	0.00872	0.00601	1.07910	0.001851	0.01275
			1	0.00375	0.00319	0.00347	1.08069	0.001071	0.00865
		Y yönünde	5	0.02482	0.01554	0.00251	1.21756	0.000871	0.00372
			4	0.02177	0.01358	0.00397	1.22573	0.001389	0.00657
			3	0.01691	0.01051	0.00510	1.23137	0.001794	0.00953
			2	0.01063	0.00659	0.00538	1.23349	0.001894	0.01150
			1	0.00400	0.00247	0.00324	1.23648	0.001143	0.00809
ÖRNEK 5.6 (KABUK)		X Yönünde	5	0.01671	0.01395	0.00170	1.10324	0.000534	0.00230
			4	0.01484	0.01243	0.00289	1.08839	0.000897	0.00437
			3	0.01170	0.00980	0.00380	1.08827	0.001180	0.00648
			2	0.00757	0.00634	0.00418	1.08743	0.001297	0.00816
			1	0.00303	0.00253	0.00278	1.08993	0.000866	0.00635
		Y yönünde	5	0.01633	0.01022	0.00153	1.20261	0.000526	0.00207
			4	0.01449	0.00900	0.00250	1.22000	0.000871	0.00378
			3	0.01144	0.00705	0.00324	1.23148	0.001140	0.00553
			2	0.00745	0.00456	0.00356	1.23596	0.001257	0.00696
			1	0.00305	0.00184	0.00245	1.24744	0.000871	0.00559

Çizelge 5.65 Örnek 5.7 ve Örnek 5.8'e ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}	Δ _i) _{max} / h _i	θ _i	
ÖRNEK 5.7(RIJİT DİYAFRAM)		X Yönünde	5	0.02548	0.02333	0.00314	1.0558	0.000946	0.00497
			4	0.02217	0.02037	0.00488	1.0471	0.001460	0.00868
			3	0.01706	0.01572	0.00625	1.0424	0.001860	0.01252
			2	0.01055	0.00974	0.00646	1.0411	0.001920	0.01481
			1	0.00383	0.00355	0.00369	1.0379	0.001094	0.00990
		Y yönünde	5	0.02804	0.00489	0.00226	1.4735	0.000951	0.00306
			4	0.02471	0.00370	0.00332	1.6355	0.001551	0.00503
			3	0.01928	0.00249	0.00412	1.7233	0.002029	0.00703
			2	0.01218	0.00135	0.00424	1.7875	0.002163	0.00828
			1	0.00461	0.00045	0.00253	1.8222	0.001317	0.00578
ÖRNEK 5.8 (KABUK)		X Yönünde	5	0.01638	0.01458	0.00171	1.0702	0.000523	0.00232
			4	0.01455	0.01299	0.00290	1.0604	0.000877	0.00438
			3	0.01148	0.01027	0.00383	1.0574	0.001157	0.00654
			2	0.00743	0.00666	0.00422	1.0545	0.001271	0.00825
			1	0.00298	0.00267	0.00283	1.0549	0.000851	0.00646
		Y yönünde	5	0.01721	0.00387	0.00138	1.3673	0.000537	0.00186
			4	0.01533	0.00300	0.00207	1.5400	0.000909	0.00313
			3	0.01215	0.00205	0.00256	1.6445	0.001203	0.00437
			2	0.00794	0.00114	0.00271	1.7278	0.001340	0.00531
			1	0.00325	0.00040	0.00183	1.7802	0.000929	0.00417

Çizelge 5.66 Örnek 5.9 ve Örnek 5.10'a ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}	Δ _i) _{max} / h _i	θ _i
ÖRNEK 5.9(RIJİT DİYAFRAM)	X Yönünde	5	0.02322	0.02144	0.00277	1.05054	0.000831	0.00435
		4	0.02031	0.01881	0.00441	1.04082	0.001311	0.00774
		3	0.01572	0.01458	0.00570	1.03860	0.001691	0.01128
		2	0.00980	0.00910	0.00597	1.03604	0.001766	0.01352
		1	0.00362	0.00335	0.00349	1.03874	0.001034	0.00923
	Y yönünde	5	0.02870	0.00494	0.00231	1.48052	0.000977	0.00313
		4	0.02528	0.00374	0.00341	1.63877	0.001594	0.00515
		3	0.01970	0.00251	0.00422	1.72716	0.002080	0.00719
		2	0.01242	0.00136	0.00432	1.79001	0.002211	0.00845
		1	0.00468	0.00045	0.00257	1.82385	0.001337	0.00587
ÖRNEK 5.10 (KABUK)	X Yönünde	5	0.01618	0.01476	0.00171	1.05848	0.000517	0.00232
		4	0.01437	0.01315	0.00289	1.05190	0.000869	0.00437
		3	0.01133	0.01041	0.00384	1.04563	0.001146	0.00655
		2	0.00732	0.00675	0.00421	1.04276	0.001254	0.00823
		1	0.00293	0.00272	0.00283	1.03717	0.000837	0.00646
	Y yönünde	5	0.01721	0.00396	0.00139	1.35740	0.000537	0.00188
		4	0.01533	0.00307	0.00207	1.53623	0.000909	0.00313
		3	0.01215	0.00211	0.00257	1.64133	0.001203	0.00438
		2	0.00794	0.00119	0.00273	1.71874	0.001340	0.00533
		1	0.00325	0.00042	0.00184	1.76991	0.000929	0.00420

Çizelge 5.67 Örnek 5.11 ve Örnek 5.12'ye ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	(d _i) _{max}	(d _i) _{min}	(Δ _i) _{ort}	η _{bi}	Δ _i) _{max} / h _i	θ _i	
ÖRNEK 5.11(RİJİT DİYAFRAM)		X Yönünde	5	0.01272	0.01214	0.00076	1.07895	0.000234	0.00120
			4	0.01190	0.01144	0.00208	1.03133	0.000611	0.00366
			3	0.00976	0.00943	0.00336	1.02083	0.000980	0.00667
			2	0.00633	0.00614	0.00387	1.01550	0.001123	0.00880
			1	0.00240	0.00233	0.00237	1.01480	0.000686	0.00629
		Y yönünde	5	0,00854	0,00569	0,00169	1,2012	0,000580	0,00229
			4	0,00651	0,00434	0,00176	1,2023	0,000603	0,00266
			3	0,00440	0,00294	0,00166	1,1988	0,000569	0,00283
			2	0,00241	0,00161	0,00133	1,1992	0,000457	0,00261
			1	0,00081	0,00054	0,00068	1,1986	0,000232	0,00155
ÖRNEK 5.12 (KABUK)		X Yönünde	5	0.01624	0.01496	0.00171	1.07331	0.000523	0.00231
			4	0.01441	0.01338	0.00291	1.05155	0.000874	0.00440
			3	0.01135	0.01062	0.00386	1.03761	0.001143	0.00658
			2	0.00735	0.00691	0.00426	1.03052	0.001254	0.00833
			1	0.00296	0.00278	0.00287	1.03136	0.000846	0.00656
		Y yönünde	5	0.00684	0.00453	0.00128	1.23137	0.000449	0.00173
			4	0.00527	0.00355	0.00141	1.16726	0.000469	0.00213
			3	0.00363	0.00238	0.00132	1.20152	0.000451	0.00224
			2	0.00205	0.00133	0.00109	1.21159	0.000378	0.00213
			1	0.00073	0.00047	0.00060	1.21563	0.000208	0.00137

Çizelge 5.68 Örnek 5.13 ve Örnek 5.14'ye ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	$\Delta_i)_{\max} / h_i$	θ_i	
ÖRNEK 5.13(RİJİT DİYAFRAM)		X Yönünde	5	0.02268	0.02199	0.00275	1.02909	0.000809	0.00434
			4	0.01985	0.01932	0.00440	1.01934	0.001280	0.00774
			3	0.01537	0.01501	0.00569	1.01406	0.001649	0.01130
			2	0.00960	0.00940	0.00599	1.01086	0.001729	0.01362
			1	0.00355	0.00348	0.00352	1.00996	0.001014	0.00935
		Y yönünde	5	0.00854	0.00569	0.00169	1.20118	0.000580	0.00229
			4	0.00651	0.00434	0.00176	1.20228	0.000603	0.00266
			3	0.00440	0.00294	0.00166	1.19880	0.000569	0.00283
			2	0.00241	0.00161	0.00133	1.19923	0.000457	0.00261
			1	0.00081	0.00054	0.00068	1.19855	0.000232	0.00155
ÖRNEK 5.14 (KABUK)		X Yönünde	5	0.01605	0.01519	0.00171	1.04399	0.000509	0.00231
			4	0.01427	0.01356	0.00292	1.03425	0.000863	0.00442
			3	0.01125	0.01074	0.00386	1.02591	0.001131	0.00659
			2	0.00729	0.00698	0.00426	1.01998	0.001240	0.00832
			1	0.00295	0.00281	0.00288	1.02431	0.000843	0.00658
		Y yönünde	5	0.00483	0.00299	0.00081	1.09317	0.000251	0.00109
			4	0.00395	0.00226	0.00094	1.20856	0.000323	0.00142
			3	0.00282	0.00152	0.00091	1.24863	0.000326	0.00156
			2	0.00168	0.00083	0.00078	1.30104	0.000290	0.00153
			1	0.00066	0.00029	0.00048	1.39481	0.000190	0.00109

Çizelge 5.69 Örnek 5.15 ve Örnek 5.16'ya ait analiz sonuçları

Örnek No		Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	$\Delta_i)_{\max} / h_i$	θ_i	
ÖRNEK 5.15(RİJİT DİYAFRAM)		X Yönünde	5	0.02290	0.02239	0.0027	1.02377	0.000800	0.00435
			4	0.02010	0.01972	0.0044	1.01354	0.001283	0.00787
			3	0.01561	0.01535	0.0058	1.01127	0.001666	0.01155
			2	0.00978	0.00965	0.0061	1.00657	0.001751	0.01397
			1	0.00365	0.00360	0.0036	1.00690	0.001043	0.00972
		Y yönünde	5	0.00522	0.00354	0.0011	1.18894	0.000369	0.00173
			4	0.00393	0.00266	0.0011	1.19635	0.000374	0.00194
			3	0.00262	0.00178	0.0010	1.19059	0.000346	0.00204
			2	0.00141	0.00096	0.0008	1.19092	0.000270	0.00182
			1	0.00047	0.00032	0.0004	1.19170	0.000133	0.00105
ÖRNEK 5.16 (KABUK)		X Yönünde	5	0.01664	0.01595	0.0017	1.03152	0.000514	0.00237
			4	0.01484	0.01426	0.0030	1.02479	0.000886	0.00458
			3	0.01174	0.01131	0.0040	1.01990	0.001171	0.00686
			2	0.00764	0.00737	0.0045	1.01684	0.001294	0.00871
			1	0.00311	0.00299	0.0031	1.01967	0.000889	0.00697
		Y yönünde	5	0.00453	0.00299	0.0008	1.05806	0.000234	0.00105
			4	0.00371	0.00226	0.0009	1.17778	0.000303	0.00136
			3	0.00265	0.00152	0.0009	1.21868	0.000306	0.00150
			2	0.00158	0.00083	0.0008	1.27804	0.000276	0.00148
			1	0.00061	0.00029	0.0005	1.36108	0.000175	0.00103

6. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

A2-Döşeme süreksizliğinin incelendiği 5. bölümde kat planlarında değişik miktarlarda boşluk bulunan 8 adet örnek ele alınmıştır. Ele alınan örnekler, hem rijit diyafram hem de kabuk modeli kullanılarak çözülmüştür. Her iki deprem yönünde de sadece +%5 eksantrisite ile yüklemeler yapılarak deprem analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz yöntemi olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Ele alınan örnekler için boşlukların oranı ve yerleri değiştirilmiştir. Örneklerdeki boşluk miktarı arttıkça kabuk modeli ile yapılan çözümlerden elde edilen sonuçların daha güvenilir olduğu görülmüştür.

Yapıda A2 düzensizliğinin bulunduğu durumlarda, eğer var ise simetri eksenini yönünde yapılan deprem analizi sonucunda, yapının A1 burulma düzensizliği, göreceli kat ötelenmeleri ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü bakımından güvenli sonuçlar verdiği görülmüştür.

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

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

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

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

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

III. Yapıda, boşluğun kenarda kaldığı ve A2 düzensizliğinin olmadığı durumlarda, perdeleri simetrik yerleştirilmiş binaların, perdesiz veya simetrik olarak perde yerleştirilmemiş binalara kıyasla daha güvenilir sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

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

V. A2 Döşeme Süreksizliğinin olduğu durumlarda, eğer var ise simetri eksenini doğrultusunda yapılan deprem analizi sonucunda, yapının A1-burulma düzensizliği,

görelî kat ötelenmelerinin kontrolü ve ikinci mertebeye etkileri bakımından emniyetli kaldığı gözlenmiştir.

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

KAYNAKLAR

- ATIMTAY, E., 2000. Açıklamalar Ve Örneklerle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik (Betonarme Yapılar). Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1004s.
- 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.
- 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.
- GÜLLÜ, E., 2004, Yapıların Deprem Yönetmeliğine Göre Hesabında Perde Yerleşiminin Etkisi Ve A2 Düzensizlik Durumunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- KARAKUŞ, M., 2002, Yeni Deprem Yönetmeliğinin Analiz Kısımının İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- 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.
- KÖRLÜ, S., 2003, Depremde Hasar Gören Yapıların Güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana
- ÖZDEMİR, E., 1999, Yeni TDY98'in ANSYS İle İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- ÖZMEN, G., ORAKDÖĞEN, E. ve DARILMAZ, K., 2002, Örneklerle SAP2000, Birsan Yayınevi, İstanbul.

- TMMOB İNŞAAT MÜHENDİSLERİ ODASI, 1998, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, İzmir Şubesi Yayını, 102 s.
- YULU, T., 2003, Yeni Deprem Yönetmeliğinde (TDY98) A2 Ve A3 Düzensizliğinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana

ÖZGEÇMİŞ

1978 yılı Düziçi-Osmaniye doğumluyum. İlkokul, orta ve lise tahsilimi Adana’da tamamladım. 1997 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne Kayıt Yaptırdım. 2002 yılında lisans eğitimimi tamamlayarak aynı yıl Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde Yüksek Lisans eğitimime başladım.