

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BETONARME YAPILARDA PERDE YERİ
SEÇİMİNİN YAPISAL DAVRANIŞ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Botan Engin GÜNEŞ

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Necati MERT

Eylül 2017

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME YAPILARDA PERDE YERİ
SEÇİMİNİN YAPISAL DAVRANIŞ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İRDELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Botan Engin GÜNEŞ

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez 21.09.2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.


**Yrd. Doç. Dr. Mehmet
Emin Arslan
Jüri Başkanı**


**Yrd. Doç. Dr. Yusuf
Sümer
Üye**


**Yrd. Doç. Dr. Necati
Mert
Üye**

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Botan Engin GÜNEŞ

29.09.2017

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, her konuda bilgi ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Necati MERT'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
TABLolar LİSTESİ	xvi
ÖZET	xxx

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1

BÖLÜM 2.

TAŞIYICI SİSTEMLER	4
2.1. Taşıyıcı Sistem Türleri	5
2.1.1. Çerçeve taşıyıcı sistemler	5
2.1.2. Perde çerçeve taşıyıcı sistemler	6
2.1.3. Perde taşıyıcı sistemler	7
2.1.4. Çekirdek taşıyıcı sistemler	8
2.1.5. Tüp taşıyıcı sistemler	9
2.2. Malzeme ve Taşıyıcı Sistem Seçimi	10
2.3. Taşıyıcı Sistemin Karşılması Gereken Yapı Mühendisliği	
Kriterleri	11
2.3.1. Yeterli dayanım	11
2.3.2. Yeterli rijitlik	11
2.3.3. Yeterli süneklik	11
2.3.4. Yeterli kararlılık	13
2.3.5. Yeterli sönüm	13

2.3.6. Yeterli uyum	13
2.4. Perdeli Sistem Davranışı	14
2.5. Taşıyıcı Sistemlerde Dikkat edilmesi Gereken Hususlar	16
2.5.1. Taşıyıcı sistem teşkilinde planda dikkat edilmesi gereken hususlar	16
2.5.2. Taşıyıcı sistem teşkilinde düşeyde dikkat edilmesi gereken hususlar	21

BÖLÜM 3.

DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILARA İLİŞKİN

BİLGİLER – DBYBHY 2007	24
3.1. Dinamik Analiz Yöntemleri	24
3.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi	24
3.1.2. Mod birleştirme yöntemi	25
3.1.3. Zaman tanım alanında hesap yöntemi	27
3.2. Modellemede Kullanılan Dinamik Hesap Yöntem ve Parametreler	28
3.2.1. Hareketli yük katılım katsayısı	28
3.2.2. Bina önem katsayısı	29
3.2.3. Etkin yer ivme katsayısı	30
3.2.4. Sprektrum katsayısı	30
3.2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	31
3.2.6. Hareketli yükler	32
3.3. Düzensizlikler	32
3.3.1. Planda düzensizlik durumları	33
3.3.1.1. Burulma düzensizliği A1	33
3.3.1.2. Döşeme süreksizlikleri A2	34
3.3.1.3. Planda çıkıntıların bulunması A3	35
3.3.2. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları	35
3.3.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği	36
3.3.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	36

3.3.2.3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği	37
3.4. Görelî Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri	38
3.4.1. Etkin görelî kat ötelemeleri	38
3.4.2. İkinci mertebe etkileri	38
3.5. Performansa Dayalı Yapı Tasarımı	39
3.5.1. Binalardan bilgi toplanması	39
3.5.1.1. Toplanacak bilginin kapsamı	39
3.5.1.2. Bilgi düzeyleri	39
3.5.1.3. Bilgi düzeyi katsayıları	40
3.5.2. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirmenin temel ilkeleri	40
3.5.3. Yapı elemanlarında kesit hasarları ve kesit hasar sınırları	41
3.5.3.1. Kesit hasar sınırları	41
3.5.3.2. Kesit hasar bölgeleri	41
3.5.3.3. Hemen kullanım seviyesi (HK)	42
3.5.3.4. Can güvenliği seviyesi (CG)	42
3.5.3.5. Göçme öncesi seviyesi (GÖ)	42
3.5.3.6. Göçme durumu	43
3.5.3.7. Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri	43
 BÖLÜM 4.	
SAYISAL ÇÖZÜMLEME	45
4.1. Sistemlerin Özellikleri	45
4.1.1. Betonarme hesapta kullanılan kombinasyonlar	45
4.1.2. Kullanılan statik materyal özellikleri	46
4.2. Sistemlerin perde yeri seçimleri	46
4.2.1. Sistem 1 için önerilen perde yerleşimi	46
4.2.2. Sistem 2 için önerilen perde yerleşimi	47
4.2.3. Sistem 3 için önerilen perde yerleşimi	48
4.2.4. Sistem 4 için önerilen perde yerleşimi	49
4.3. 4 Katlı Olan Sistemlerin Analiz Sonuçları	50

4.3.1. Sistem 1	50
4.3.2. Sistem 2	62
4.3.3. Sistem 3	74
4.3.4. Sistem 4	87
4.4. 8 Katlı Olan Sistemlerin Analiz Sonuçları	99
4.4.1. Sistem 1	99
4.4.2. Sistem 2	113
4.4.3. Sistem 3	128
4.4.4. Sistem 4	142
4.5. 12 Katlı Olan Sistemlerin Analiz Sonuçları	157
4.5.1. Sistem 1	157
4.5.2. Sistem 2	173
4.5.3. Sistem 3	190
4.5.4. Sistem 4	207

BÖLÜM 5.

HESAP SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	223
5.1. 4 Katlı Olan Sistemlerin Karşılaştırılması	223
5.1.1. Sistemlerin geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması	223
5.1.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması	224
5.1.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	224
5.1.3.1. Eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetleri	224
5.1.3.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri	226
5.1.4. α_s değerlerinin karşılaştırılması	227
5.1.5. Kat yerdeğiştirme ve görel kat ötelemelerinin karşılaştırılması	229
5.1.6. Sistemlerin ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması	232
5.1.7. Sistemlerin A1 burulma düzensizliği bakımından karşılaştırılması	233

5.1.8. Sistemlerin beton ve donatı metrajlarının karşılaştırılması	234
5.1.9. Sistemlerin yapı performans değerlendirilmesi sonuçları	239
5.2. 8 Katlı Olan Sistemlerin Karşılaştırılması	239
5.2.1. Sistemlerin geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması	239
5.2.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması	240
5.2.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	240
5.2.3.1. Eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetleri	240
5.2.3.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri	242
5.2.4. α_s değerlerinin karşılaştırılması	243
5.2.5. Kat yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması	245
5.2.6. Sistemlerin ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması	248
5.2.7. Sistemlerin A1 burulma düzensizliği bakımından karşılaştırılması	249
5.2.8. Sistemlerin beton ve donatı metrajlarının karşılaştırılması	251
5.2.9. Sistemlerin yapı performans değerlendirilmesi sonuçları	256
5.3. 12 Katlı Olan Sistemlerin Karşılaştırılması	256
5.3.1. Sistemlerin geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması	256
5.3.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması	256
5.3.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	257
5.3.3.1. Eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetleri	257
5.3.3.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri	258

5.3.4. α_s değerlerinin karşılaştırılması	260
5.3.5. Kat yerdeğiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması	262
5.3.6. Sistemlerin ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması	265
5.3.7. Sistemlerin A1 burulma düzensizliği bakımından karşılaştırılması	266
5.3.8. Sistemlerin beton ve donatı metrajlarının karşılaştırılması	267
5.3.9. Sistemlerin yapı performans değerlendirilmesi sonuçları	272
 BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR	273
 KAYNAKLAR	276
ÖZGEÇMİŞ	278

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$A(T)$	: Spektral ivme katsayısı
DBYBHY	: Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik 2007
E_s	: Donatı elastisite modülü
F_b	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi taban kesme kuvveti
F_{bk}	: Rijit bodrum katına etkiyen eşdeğer deprem yükü
F_i	: i 'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
H	: Temelden itibaren veya rijit bodrum varsa zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen bina yüksekliği
H_i	: Binanın i 'inci katının temel üstünden veya rijit bodrum varsa zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen yüksekliği
H	: Kat yüksekliği
m_i	: Binanın i 'inci katının kütlesi
N_d	: Hesap normal kuvveti
N	: Hareketli yük katılım katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$	: Spektrum katsayısı
T	: Bina doğal titreşim periyodu
TS 500	: Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları
TS 498	: Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri
V_i	: Binanın i 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti

V_t	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi taban kesme kuvveti
V_{tB}	: Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvveti
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan toplam ağırlığı
W_{bk}	: Rijit bodrum katın ağırlığı
W_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
α_s	: Süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanında elde edilen kesme kuvvetleri toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam kesme kuvvetine oranı
ΔF_N	: Binanın en üst katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış öteleme
ϵ_{cu}	: Beton ezilme birim kısalması
η_{bi}	: İ'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
η_{ci}	: İ'inci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı
η_{ki}	: İ'inci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı
θ_i	: İ'inci kat için ikinci mertebe gösterge değeri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Yüksek binaların taşıyıcı sisteminin sınıflandırılması	5
Şekil 2.2. Çerçeve sistem örneği (Özlü, 2015)	6
Şekil 2.3. Perde çerçeve sistem örneği (Özlü, 2015)	7
Şekil 2.4. Perde sistem örneği (Özlü, 2015)	8
Şekil 2.5. Çekirdek sistem örneği (Özlü, 2015)	8
Şekil 2.6. Tüp sistem örneği (Özlü, 2015)	10
Şekil 2.7. Dayanıma göre tasarımda lineer-nonlinear sistem	12
Şekil 2.8. Farklı dayanımdaki betonların gerilme-şekil değiştirme eğrileri	14
Şekil 2.9. Perde ve çerçevenin etkileşimi (Celep, 2015).	15
Şekil 2.10. Perdeli sistemlerin deprem etkisi davranışı bakımından plandaki durumu (Celep ve Kumbasar, 2004).	17
Şekil 2.11. Perdeli sistemlerde burulma etkisi bakımından çözümler	17
Şekil 2.12. Perdeli sistemlerde burulma etkisi bakımından çözümler	18
Şekil 2.13. Simetriden ayrılma ve ani rijitlik için hatalı ve doğru çözümler	18
Şekil 2.14. İki doğrultu arasındaki rijitlik farkları açısından hatalı ve doğru çözümler (Celep ve Kumbasar, 2004)	19
Şekil 2.15. Plandaki perde yerleşimine göre yüksek ve düşük burulma rijitliği örnekleri (Celep ve Kumbasar, 2004)	19
Şekil 2.16. Planda çeşitli perde kullanımı örnekleri (Gülay, 2010)	20
Şekil 2.17. Dış merkezli, dolaylı mesnetleme ve yetersiz çerçeve bakımından taşıyıcı sistemler (Celep ve Kumbasar, 2004)	20
Şekil 2.18. Çevre çerçeve kirişi teşkili bakımından uygun olan ve olmayan sistemler (Gülay, 2010)	21
Şekil 2.19. Narin kütle merkezi yüksek ve bodur ve kütle merkezi aşağıda kütle gösterimi (Celep ve Kumbasar, 2004)	21
Şekil 2.20. Düşeyde eleman süreksizliği (Celep ve Kumbasar, 2004)	22

Şekil 2.21. İki yapıyı birleştiren elemanlarda moment aktaran ve aktarmayan bileşimler (Celep ve Kumbasar, 2004)	22
Şekil 2.22. Düşeyde giriş süreksizliği içeren ve içermeyen tipik örnekler (Celep ve Kumbasar, 2004)	22
Şekil 2.23. Farklı seviyede temel kullanımı ve önerilen çözüm (Celep ve Kumbasar, 2004)	23
Şekil 2.24. Derzle ayrılmış yapı (Celep ve Kumbasar, 2004)	23
Şekil 3.1. Kütle merkezinin yeri ve kaydırılmış kütle merkezinin konumları (Özlü,2015)	26
Şekil 3.2. Periyot-Spektrum katsayısı grafiği (Özlü, 2015)	31
Şekil 3.3. A1 burulma düzensizliği	33
Şekil 3.5. (a) ve (b) A2 döşeme süreksizliği düzensizliği	35
Şekil 3.6. A3 planda çıkıntı düzensizliği	35
Şekil 3.7. Hiçbir zaman izin verilemez B3 süreksizlikleri (DBYBHY, 2007)	37
Şekil 3.8. B3 taşıyıcı düşey eleman süreksizliği	37
Şekil 3.9. Kesit Hasar Sınırları (Yıldız, 2015)	42
Şekil 4.1. Sistem 1 mimari kalıp planı	47
Şekil 4.2. Sistem 2 mimari kalıp planı	48
Şekil 4.3. Sistem 3 mimari kalıp planı	49
Şekil 4.4. Sistem 4 mimari kalıp planı	50
Şekil 4.5. Sistem 1 3B çubuk model	51
Şekil 4.6. Sistem 1'in 1. Mod hali	51
Şekil 4.7. Sistem 1'in 2. Mod hali	52
Şekil 4.8. Sistem 1'in 3. Mod hali	52
Şekil 4.9. Yapı davranış katsayısı belirlenmesi (ideCAD)	52
Şekil 4.10. Sistem 2 3B çubuk model	63
Şekil 4.11. Sistem 2'nin 1.Mod hali	63
Şekil 4.12. Sistem 2'nin 2.Mod hali	64
Şekil 4.13. Sistem 2'nin 3.Mod hali	64
Şekil 4.14. Sistem 3 3B çubuk model	75
Şekil 4.15. Sistem 3'ün 1.Mod hali	75
Şekil 4.16. Sistem 3'ün 2.Mod hali	75

Şekil 4.17. Sistem 3'ün 3.Mod hali	76
Şekil 4.18. Sistem 4 3B çubuk model	87
Şekil 4.19. Sistem 4'ün 1. Mod hali	88
Şekil 4.20. Sistem 4'ün 2. Mod hali	88
Şekil 4.21. Sistem 4'ün 3. Mod hali	88
Şekil 4.22. Sistem 1 3B çubuk model	99
Şekil 4.23. Sistem 1'in 1. Mod hali	100
Şekil 4.24. Sistem 1'in 2. Mod hali	100
Şekil 4.25. Sistem 1'in 3. Mod hali	100
Şekil 4.26. Sistem 2 3B çubuk model	113
Şekil 4.27. Sistem 2'nin 1. Mod hali	114
Şekil 4.28. Sistem 2'nin 2. Mod hali	114
Şekil 4.29. Sistem 2'nin 3. Mod hali	114
Şekil 4.30. Sistem 3 3B çubuk model	128
Şekil 4.31. Sistem 3'ün 1. Mod hali	129
Şekil 4.32. Sistem 3'ün 2. Mod hali	129
Şekil 4.33. Sistem 3'ün 3. Mod hali	129
Şekil 4.34. Sistem 4 3B çubuk model	143
Şekil 4.35. Sistem 4'ün 1. Mod hali	143
Şekil 4.36. Sistem 4'ün 2. Mod hali	143
Şekil 4.37. Sistem 4'ün 3. Mod hali	144
Şekil 4.38. Sistem 1 3B çubuk model	157
Şekil 4.39. Sistem 1'in 1. Mod hali	158
Şekil 4.40. Sistem 1'in 2. Mod hali	158
Şekil 4.41. Sistem 1'in 3. Mod hali	158
Şekil 4.42. Sistem 2 3B çubuk model	174
Şekil 4.43. Sistem 2'nin 1. Mod hali	174
Şekil 4.44. Sistem 2'nin 2. Mod hali	174
Şekil 4.45. Sistem 2'nin 3. Mod hali	175
Şekil 4.46. Sistem 3 3B çubuk model	191
Şekil 4.47. Sistem 3'ün 1. Mod hali	191
Şekil 4.48. Sistem 3'ün 2. Mod hali	191

Şekil 4.49. Sistem 3'ün 3. Mod hali	192
Şekil 4.50. Sistem 4 3B çubuk model	208
Şekil 4.51. Sistem 4'ün 1. Mod hali	208
Şekil 4.52. Sistem 4'ün 2. Mod hali	208
Şekil 4.53. Sistem 4'ün 3. Mod hali	209
Şekil 5.1. 4 katlı sistemlerin eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri	225
Şekil 5.2. 4 katlı sistemlerin eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları	225
Şekil 5.3. 4 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri değerleri	226
Şekil 5.4. 4 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları	227
Şekil 5.5. 4 katlı sistemlerin X yönündeki α_s değerleri	228
Şekil 5.6. 4 katlı sistemlerin Y yönündeki α_s değerleri	228
Şekil 5.7. 4 katlı sistemlerin X yönündeki yer değiştirmeleri	229
Şekil 5.8. 4 katlı sistemlerin Y yönündeki yer değiştirmeleri	230
Şekil 5.9. 4 katlı sistemlerin X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	230
Şekil 5.10. 4 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	231
Şekil 5.11. 4 katlı sistemlerin X doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri	232
Şekil 5.13. 4 katlı sistemlerin X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı	233
Şekil 5.14. 4 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı	234
Şekil 5.15. Sistemlerin toplam beton metrajlarının karşılaştırılması	234
Şekil 5.16. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının karşılaştırılması	235
Şekil 5.17. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının toplam beton metrajına oranlarının karşılaştırılması	235
Şekil 5.18. Sistemlerin kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması	236
Şekil 5.19. Sistemlerin perde donatı metrajlarının karşılaştırılması	237
Şekil 5.20. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (8-12mm çaplı)	237

Şekil 5.21. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (14 mm ve üzeri çaplı)	238
Şekil 5.22. Sistemlerin toplam donatı metrajlarının karşılaştırılması	238
Şekil 5.23. 8 katlı sistemlerin eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri	241
Şekil 5.24. 8 katlı sistemlerin eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları	242
Şekil 5.26. 8 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları	243
Şekil 5.27. 8 katlı sistemlerin X yönündeki α_s değerleri	244
Şekil 5.28. 8 katlı sistemlerin Y yönündeki α_s değerleri	244
Şekil 5.29. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki yer değiştirmeleri	245
Şekil 5.30. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki yer değiştirmeleri	246
Şekil 5.31. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	247
Şekil 5.32. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	248
Şekil 5.33. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri	248
Şekil 5.34. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri	249
Şekil 5.35. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı	250
Şekil 5.36. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı	251
Şekil 5.37. Sistemlerin toplam beton metrajlarının karşılaştırılması	251
Şekil 5.38. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının karşılaştırılması	252
Şekil 5.39. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının toplam beton metrajına oranlarının karşılaştırılması	252
Şekil 5.40. Sistemlerin kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması	253
Şekil 5.41. Sistemlerin perde donatı metrajlarının karşılaştırılması	254
Şekil 5.42. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (8-12mm çaplı)	254
Şekil 5.43. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (14mm ve üzeri çaplı)	255
Şekil 5.44. Sistemlerin toplam donatı metrajlarının karşılaştırılması	255

Şekil 5.45. 12 katlı sistemlerin eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri	257
Şekil 5.46. 12 katlı sistemlerin eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları	258
Şekil 5.47. 12 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri değerleri	259
Şekil 5.48. 12 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları	260
Şekil 5.49. 8 katlı sistemlerin X yönündeki α_s değerleri	261
Şekil 5.50. 8 katlı sistemlerin Y yönündeki α_s değerleri	261
Şekil 5.51. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki yer değiştirmeleri	262
Şekil 5.51. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki yer değiştirmeleri	263
Şekil 5.52. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	263
Şekil 5.53. 12 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri	264
Şekil 5.54. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri	265
Şekil 5.55. 12 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri	265
Şekil 5.56. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı	266
Şekil 5.57. 12 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı	267
Şekil 5.58. Sistemlerin toplam beton metrajlarının karşılaştırılması	267
Şekil 5.59. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının karşılaştırılması	268
Şekil 5.60. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının toplam beton metrajına oranlarının karşılaştırılması	268
Şekil 5.61. Sistemlerin kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması	269
Şekil 5.62. Sistemlerin perde donatı metrajlarının karşılaştırılması	270
Şekil 5.63. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (8-12mm çaplı)	270
Şekil 5.64. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (14mm ve üzeri çaplı)	271
Şekil 5.65. Sistemlerin toplam donatı metrajlarının karşılaştırılması	271

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar	25
Tablo 3.2. Hareketli yük katılım katsayısı	29
Tablo 3.3. Bina önem katsayısı	29
Tablo 3.4. Etkin yer ivmesi katsayısı	30
Tablo 3.5. Yerel zemin sınıfları	30
Tablo 3.6. Spektrum karakteristik periyotları	31
Tablo 3.7. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R)	32
Tablo 3.8. Hareketli yük (q)	32
Tablo 3.9. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları	40
Tablo 3.10. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	44
Tablo 4.1. Sistem 1 deprem parametreleri	51
Tablo 4.2. Sistem 1 X yönü katlara göre α_s oranları	53
Tablo 4.3. Sistem 1 Y yönü katlara göre α_s oranları	53
Tablo 4.4. Sistem 1 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkileyen kuvvetler	54
Tablo 4.5. Sistem 1 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri	54
Tablo 4.6. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	54
Tablo 4.7. Sistem 1 periyotları ve modların kütle katılımları	55
Tablo 4.8. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri	55
Tablo 4.9. Sistem 1 X doğrultusunda etkileyen kat kuvvetleri	55
Tablo 4.10. Sistem 1 Y doğrultusunda etkileyen kat kuvvetleri	56
Tablo 4.11. Sistem 1 X yönünde kat deplasmanları	56
Tablo 4.12. Sistem 1 Y yönünde kat deplasmanları	56
Tablo 4.13. Sistem 1 X yönünde $\pm 5\%$ göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması	57

Tablo 4.14. Sistem 1 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	57
Tablo 4.15. Sistem 1 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	57
Tablo 4.16. Sistem 1 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	57
Tablo 4.17. Sistem 1 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	58
Tablo 4.18. Sistem 1 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	58
Tablo 4.19. Sistem 1 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	58
Tablo 4.20. Sistem 1 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	59
Tablo 4.21. Sistem 1 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	59
Tablo 4.22. Sistem 1 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	59
Tablo 4.23. Sistem 1 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	60
Tablo 4.24. Sistem 1 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	60
Tablo 4.25. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	60
Tablo 4.26. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	61
Tablo 4.27. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	61
Tablo 4.28. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	61
Tablo 4.29. Sistem 1 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	62
Tablo 4.30. Sistem 1 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	62
Tablo 4.31. Sistem 2 deprem parametreleri	63
Tablo 4.32. Sistem 2 X yönü katlara göre α_s oranları	64
Tablo 4.33. Sistem 2 Y yönü katlara göre α_s oranları	65
Tablo 4.34. Sistem 2 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	65
Tablo 4.35. Sistem 2 $\pm$ %5 X ve Y yönlü bina α_s değerleri	66
Tablo 4.36. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	66
Tablo 4.37. Sistem 2 periyotları ve modların kütle katılımları	66
Tablo 4.38. Sistem 2 yapı kat maksimum yükleri	67
Tablo 4.39. Sistem 2 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	67
Tablo 4.40. Sistem 2 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	67
Tablo 4.41. Sistem 2 X yönünde kat deplasmanları	68

Tablo 4.42. Sistem 2 Y yönünde kat deplasmanları	68
Tablo 4.43. Sistem 2 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	68
Tablo 4.44. Sistem 2 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	69
Tablo 4.45. Sistem 2 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması.....	69
Tablo 4.46. Sistem 2 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	69
Tablo 4.47. Sistem 2 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	70
Tablo 4.48. Sistem 2 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	70
Tablo 4.49. Sistem 2 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	70
Tablo 4.50. Sistem 2 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	70
Tablo 4.51. Sistem 2 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	71
Tablo 4.52. Sistem 2 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	71
Tablo 4.54. Sistem 2 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	71
Tablo 4.55. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	72
Tablo 4.56. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	72
Tablo 4.57. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	72
Tablo 4.58. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	73
Tablo 4.59. Sistem 2 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	73
Tablo 4.60. Sistem 2 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	74
Tablo 4.61. Sistem 3 deprem parametreleri	74
Tablo 4.62. Sistem 3 X yönü katlara göre α_s oranları	76
Tablo 4.63. Sistem 3 Y yönü katlara göre α_s oranları	76
Tablo 4.64. Sistem 3 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	77
Tablo 4.65. Sistem 3 ± 0.5 X ve Y yönlü bina α_s değerleri	77
Tablo 4.66. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.	78
Tablo 4.67. Sistem 3 periyotları ve modların kütle katılımları	78
Tablo 4.68. Sistem 3 yapı kat maksimum yükleri	78
Tablo 4.69. Sistem 3 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	79

Tablo 4.70. Sistem 3 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	79
Tablo 4.71. Sistem 3 X yönünde kat deplasmanları	80
Tablo 4.72. Sistem 3 Y yönünde kat deplasmanları	80
Tablo 4.73. Sistem 3 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	80
Tablo 4.74. Sistem 3 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	81
Tablo 4.75. Sistem 3 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	81
Tablo 4.76. Sistem 3 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	81
Tablo 4.77. Sistem 3 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	82
Tablo 4.78. Sistem 3 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	82
Tablo 4.79. Sistem 3 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	82
Tablo 4.80. Sistem 3 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	82
Tablo 4.81. Sistem 3 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı	83
Tablo 4.82. Sistem 3 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı	83
Tablo 4.83. Sistem 3 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı	83
Tablo 4.84. Sistem 3 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı	84
Tablo 4.85. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	84
Tablo 4.86. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	84
Tablo 4.87. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	85
Tablo 4.88. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	85
Tablo 4.89. Sistem 3 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	86
Tablo 4.90. Sistem 3 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	86
Tablo 4.91. Sistem 4 deprem parametreleri	87
Tablo 4.92. Sistem 4 X yönü katlara göre α_s oranları	89
Tablo 4.93. Sistem 4 Y yönü katlara göre α_s oranları	89
Tablo 4.94. Sistem 4 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	90
Tablo 4.95. Sistem 4 $\pm$ %5 X ve Y yönlü bina α_s değerleri	90
Tablo 4.96. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	90

Tablo 4.97. Sistem 4 periyotları ve modların kütle katılımları	91
Tablo 4.98. Sistem 4 yapı kat maksimum yükleri	91
Tablo 4.99. Sistem 4 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	91
Tablo 4.100. Sistem 4 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	92
Tablo 4.101. Sistem 4 X yönünde kat deplasmanları	92
Tablo 4.102. Sistem 4 Y yönünde kat deplasmanları	92
Tablo 4.103. Sistem 4 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	93
Tablo 4.104. Sistem 4 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	93
Tablo 4.105. Sistem 4 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	93
Tablo 4.106. Sistem 4 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	93
Tablo 4.107. Sistem 4 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	94
Tablo 4.108. Sistem 4 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	94
Tablo 4.109. Sistem 4 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	94
Tablo 4.110. Sistem 4 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	95
Tablo 4.111. Sistem 4 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı	95
Tablo 4.107. Sistem 4 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı.....	95
Tablo 4.112. Sistem 4 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı	96
Tablo 4.113. Sistem 4 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı	96
Tablo 4.114. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	96
Tablo 4.115. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	97
Tablo 4.116. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	97
Tablo 4.117. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	97
Tablo 4.118. Sistem 4 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	98
Tablo 4.119. Sistem 4 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	98
Tablo 4.120. Sistem 1 deprem parametreleri	99
Tablo 4.121. Sistem 1 X yönü katlara göre α_s oranları	101
Tablo 4.122. Sistem 1 Y yönü katlara göre α_s oranları	101

Tablo 4.123. Sistem 1 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	102
Tablo 4.124. Sistem 1 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri	102
Tablo 4.125. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	102
Tablo 4.126. Sistem 1 periyotları ve modların kütle katılımları	103
Tablo 4.127. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri	103
Tablo 4.128. Sistem 1 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	104
Tablo 4.129. Sistem 1 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	104
Tablo 4.130. Sistem 1 X yönünde kat deplasmanları	105
Tablo 4.131. Sistem 1 Y yönünde kat deplasmanları	105
Tablo 4.132. Sistem 1 X yönünde $+5\%$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	106
Tablo 4.133. Sistem 1 X yönünde -5% görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	106
Tablo 4.134. Sistem 1 Y yönünde $+5\%$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	106
Tablo 4.135. Sistem 1 Y yönünde -5% görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	106
Tablo 4.136. Sistem 1 X yönünde $+5\%$ ikinci mertebe etkileri	107
Tablo 4.137. Sistem 1 X yönünde -5% ikinci mertebe etkileri	107
Tablo 4.138. Sistem 1 Y yönünde $+5\%$ ikinci mertebe etkileri	108
Tablo 4.139. Sistem 1 Y yönünde -5% ikinci mertebe etkileri	108
Tablo 4.140. Sistem 1 X yönünde $+5\%$ A1 burulma düzensizliğı	109
Tablo 4.141. Sistem 1 X yönünde -5% A1 burulma düzensizliğı	109
Tablo 4.142. Sistem 1 Y yönünde $+5\%$ A1 burulma düzensizliğı	109
Tablo 4.143. Sistem 1 Y yönünde -5% A1 burulma düzensizliğı	110
Tablo 4.144. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	110
Tablo 4.145. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	111
Tablo 4.146. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	111
Tablo 4.147. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	111
Tablo 4.148. Sistem 1 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	112
Tablo 4.149. Sistem 1 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	112

Tablo 4.150. Sistem 2 deprem parametreleri	113
Tablo 4.151. Sistem 2 X yönü katlara göre α_s oranları	115
Tablo 4.152. Sistem 2 Y yönü katlara göre α_s oranları	115
Tablo 4.153. Sistem 2 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	116
Tablo 4.154. Sistem 2 $\pm\%5$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri	116
Tablo 4.155. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	116
Tablo 4.156. Sistem 2 periyotları ve modların kütle katılımları	117
Tablo 4.157. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri	117
Tablo 4.158. Sistem 2 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	118
Tablo 4.159. Sistem 2 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	118
Tablo 4.160. Sistem 2 X yönünde kat deplasmanları	119
Tablo 4.161. Sistem 2 Y yönünde kat deplasmanları	119
Tablo 4.162. Sistem 2 X yönünde $+\%5$ görece kat ötelemelerinin sınırlandırılması	120
Tablo 4.163. Sistem 2 X yönünde $-\%5$ görece kat ötelemelerinin sınırlandırılması	120
Tablo 4.164. Sistem 2 Y yönünde $+\%5$ görece kat ötelemelerinin sınırlandırılması	120
Tablo 4.165. Sistem 2 Y yönünde $-\%5$ görece kat ötelemelerinin sınırlandırılması	121
Tablo 4.166. Sistem 2 X yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	121
Tablo 4.167. Sistem 2 X yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	122
Tablo 4.168. Sistem 2 Y yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	122
Tablo 4.169. Sistem 2 Y yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	122
Tablo 4.170. Sistem 2 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	123
Tablo 4.171. Sistem 2 X yönünde $-\%5$ A1 burulma düzensizliği	123
Tablo 4.172. Sistem 2 Y yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	124
Tablo 4.174. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	124
Tablo 4.175. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	125
Tablo 4.176. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	125
Tablo 4.177. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	125

Tablo 4.178. Sistem 2 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	126
Tablo 4.179. Sistem 2 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	127
Tablo 4.180. Sistem 3 deprem parametreleri	128
Tablo 4.181. Sistem 3 X yönü katlara göre α_s oranları	130
Tablo 4.182. Sistem 3 Y yönü katlara göre α_s oranları	130
Tablo 4.183. Sistem 3 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	131
Tablo 4.184. Sistem 3 $\pm\%5$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri	131
Tablo 4.185. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	131
Tablo 4.186. Sistem 3 periyotları ve modların kütle katılımları	132
Tablo 4.187. Sistem 3 yapı kat maksimum yükleri	132
Tablo 4.188. Sistem 3 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	133
Tablo 4.189. Sistem 3 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	133
Tablo 4.190. Sistem 3 X yönünde kat deplasmanları	134
Tablo 4.191. Sistem 3 Y yönünde kat deplasmanları	134
Tablo 4.192. Sistem 3 X yönünde $+\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	135
Tablo 4.194. Sistem 3 Y yönünde $+\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	135
Tablo 4.195. Sistem 3 Y yönünde $-\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	135
Tablo 4.196. Sistem 3 X yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	136
Tablo 4.197. Sistem 3 X yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	136
Tablo 4.198. Sistem 3 Y yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	137
Tablo 4.199. Sistem 3 Y yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	137
Tablo 4.200. Sistem 3 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	138
Tablo 4.201. Sistem 3 X yönünde $-\%5$ A1 burulma düzensizliği	138
Tablo 4.202. Sistem 3 Y yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	138
Tablo 4.203. Sistem 3 Y yönünde $-\%5$ A1 burulma düzensizliği	138
Tablo 4.204. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	139
Tablo 4.205. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	139
Tablo 4.206. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	140

Tablo 4.207. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	140
Tablo 4.208. Sistem 3 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	141
Tablo 4.209. Sistem 3 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	141
Tablo 4.210. Sistem 4 deprem parametreleri	142
Tablo 4.211. Sistem 4 X yönü katlara göre α_s oranları	144
Tablo 4.212. Sistem 4 Y yönü katlara göre α_s oranları	145
Tablo 4.213. Sistem 4 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	145
Tablo 4.214. Sistem 4 $\pm\%5$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri	146
Tablo 4.215. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	146
Tablo 4.216. Sistem 4 periyotları ve modların kütle katılımları	146
Tablo 4.217. Sistem 4 yapı kat maksimum yükleri	147
Tablo 4.218. Sistem 4 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	147
Tablo 4.219. Sistem 4 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	148
Tablo 4.220. Sistem 4 X yönünde kat deplasmanları	148
Tablo 4.221. Sistem 4 Y yönünde kat deplasmanları	149
Tablo 4.222. Sistem 4 X yönünde $+\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	149
Tablo 4.223. Sistem 4 X yönünde $-\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	150
Tablo 4.224. Sistem 4 Y yönünde $+\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	150
Tablo 4.225. Sistem 4 Y yönünde $-\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	150
Tablo 4.226. Sistem 4 X yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	151
Tablo 4.227. Sistem 4 X yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	151
Tablo 4.228. Sistem 4 Y yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	151
Tablo 4.229. Sistem 4 Y yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	152
Tablo 4.230. Sistem 4 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	152
Tablo 4.231. Sistem 4 X yönünde $-\%5$ A1 burulma düzensizliği	153
Tablo 4.232. Sistem 4 Y yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	153
Tablo 4.233. Sistem 4 Y yönünde $-\%5$ A1 burulma düzensizliği	153

Tablo 4.234. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	154
Tablo 4.235. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	154
Tablo 4.236. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	154
Tablo 4.237. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	155
Tablo 4.238. Sistem 4 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	156
Tablo 4.239. Sistem 4 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	156
Tablo 4.240. Sistem 1 deprem parametreleri	157
Tablo 4.241. Sistem 1 X yönü katlara göre α_s oranları	159
Tablo 4.242. Sistem 1 Y yönü katlara göre α_s oranları	159
Tablo 4.243. Sistem 1 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	160
Tablo 4.244. Sistem 1 $\pm\%5$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri	160
Tablo 4.245. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	161
Tablo 4.246. Sistem 1 periyotları ve modların kütle katılımları	161
Tablo 4.247. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri	162
Tablo 4.248. Sistem 1 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	162
Tablo 4.249. Sistem 1 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	163
Tablo 4.250. Sistem 1 X yönünde kat deplasmanları	163
Tablo 4.251. Sistem 1 Y yönünde kat deplasmanları.....	164
Tablo 4.252. Sistem 1 X yönünde $+\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	164
Tablo 4.253. Sistem 1 X yönünde $-\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	165
Tablo 4.254. Sistem 1 Y yönünde $+\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	165
Tablo 4.255. Sistem 1 Y yönünde $-\%5$ görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	165
Tablo 4.256. Sistem 1 X yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	166
Tablo 4.257. Sistem 1 X yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	166
Tablo 4.258. Sistem 1 Y yönünde $+\%5$ ikinci mertebe etkileri	167
Tablo 4.259. Sistem 1 Y yönünde $-\%5$ ikinci mertebe etkileri	167
Tablo 4.260. Sistem 1 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği	168

Tablo 4.261. Sistem 1 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	168
Tablo 4.262. Sistem 1 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	169
Tablo 4.263. Sistem 1 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	169
Tablo 4.264. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	170
Tablo 4.265. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	170
Tablo 4.266. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	170
Tablo 4.267. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	171
Tablo 4.268. Sistem 1 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	172
Tablo 4.269. Sistem 1 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	172
Tablo 4.270. Sistem 2 deprem parametreleri	173
Tablo 4.271. Sistem 2 X yönü katlara göre α_s oranları	175
Tablo 4.272. Sistem 2 Y yönü katlara göre α_s oranları	176
Tablo 4.273. Sistem 2 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	176
Tablo 4.274. Sistem 2 $\pm$ %5 X ve Y yönlü bina α_s değerleri	177
Tablo 4.275. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	177
Tablo 4.276. Sistem 2 periyotları ve modların kütle katılımları	177
Tablo 4.277. Sistem 2 yapı kat maksimum yükleri	178
Tablo 4.278. Sistem 2 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	178
Tablo 4.279. Sistem 2 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	179
Tablo 4.280. Sistem 2 X yönünde kat deplasmanları	180
Tablo 4.281. Sistem 2 Y yönünde kat deplasmanları.....	180
Tablo 4.282. Sistem 2 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	181
Tablo 4.283. Sistem 2 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	181
Tablo 4.284. Sistem 2 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	182
Tablo 4.285. Sistem 2 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	182
Tablo 4.286. Sistem 2 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	183
Tablo 4.287. Sistem 2 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	183

Tablo 4.288. Sistem 2 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	183
Tablo 4.289. Sistem 2 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	184
Tablo 4.290. Sistem 2 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	185
Tablo 4.291. Sistem 2 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	185
Tablo 4.292. Sistem 2 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	185
Tablo 4.293. Sistem 2 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	186
Tablo 4.294. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	187
Tablo 4.295. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	187
Tablo 4.296. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	187
Tablo 4.297. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	188
Tablo 4.298. Sistem 2 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	189
Tablo 4.299. Sistem 2 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	189
Tablo 4.300. Sistem 3 deprem parametreleri	190
Tablo 4.301. Sistem 3 X yönü katlara göre α_s oranları	192
Tablo 4.302. Sistem 3 Y yönü katlara göre α_s oranları	193
Tablo 4.303. Sistem 3 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	193
Tablo 4.304. Sistem 3 $\pm$ %5 X ve Y yönlü bina α_s değerleri	194
Tablo 4.305. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	194
Tablo 4.306. Sistem 3 periyotları ve modların kütle katılımları	194
Tablo 4.307. Sistem 3 yapı kat maksimum yükleri	195
Tablo 4.308. Sistem 3 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	195
Tablo 4.309. Sistem 3 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	196
Tablo 4.310. Sistem 3 X yönünde kat deplasmanları	197
Tablo 4.311. Sistem 3 Y yönünde kat deplasmanları	197
Tablo 4.312. Sistem 3 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	198
Tablo 4.313. Sistem 3 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	198
Tablo 4.314. Sistem 3 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	198

Tablo 4.315. Sistem 3 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	199
Tablo 4.316. Sistem 3 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	199
Tablo 4.317. Sistem 3 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	200
Tablo 4.318. Sistem 3 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	200
Tablo 4.319. Sistem 3 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	201
Tablo 4.320. Sistem 3 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı	201
Tablo 4.321. Sistem 3 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı	202
Tablo 4.322. Sistem 3 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliğı	202
Tablo 4.323. Sistem 3 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliğı	203
Tablo 4.324. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	203
Tablo 4.325. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	204
Tablo 4.326. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	204
Tablo 4.327. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğı	205
Tablo 4.328. Sistem 3 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	206
Tablo 4.329. Sistem 3 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğı	206
Tablo 4.330. Sistem 4 deprem parametreleri	207
Tablo 4.331. Sistem 4 X yönü katlara göre α_s oranları	209
Tablo 4.332. Sistem 4 Y yönü katlara göre α_s oranları	210
Tablo 4.333. Sistem 4 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler	210
Tablo 4.334. Sistem 4 $\pm$ %5 X ve Y yönlü bina α_s değerleri	211
Tablo 4.335. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi	211
Tablo 4.336. Sistem 4 periyotları ve modların kütle katılımları	211
Tablo 4.337. Sistem 4 yapı kat maksimum yükleri	212
Tablo 4.338. Sistem 4 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	212
Tablo 4.339. Sistem 4 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri	213
Tablo 4.340. Sistem 4 X yönünde kat deplasmanları	213
Tablo 4.341. Sistem 4 Y yönünde kat deplasmanları	214
Tablo 4.342. Sistem 4 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	214

Tablo 4.343. Sistem 4 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	215
Tablo 4.344. Sistem 4 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	215
Tablo 4.345. Sistem 4 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	215
Tablo 4.346. Sistem 4 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	216
Tablo 4.347. Sistem 4 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	216
Tablo 4.348. Sistem 4 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri	217
Tablo 4.349. Sistem 4 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri	217
Tablo 4.350. Sistem 4 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	218
Tablo 4.351. Sistem 4 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	218
Tablo 4.352. Sistem 4 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	219
Tablo 4.353. Sistem 4 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	219
Tablo 4.354. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	220
Tablo 4.355. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	220
Tablo 4.356. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	221
Tablo 4.357. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği	221
Tablo 5.1. Sistemlerin geometrik olarak karşılaştırılması	223
Tablo 5.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması	224
Tablo 5.3. α s değerleri	227
Tablo 5.4. Sistemlerin performans değerlendirme sonuçları	239
Tablo 5.5. Sistemlerin geometrik olarak karşılaştırılması	239
Tablo 5.6. Sistem periyotlarının karşılaştırılması	240
Tablo 5.7. α s değerleri	244
Tablo 5.8. Sistemlerin performans değerlendirme sonuçları	256
Tablo 5.9. Sistemlerin geometrik olarak karşılaştırılması	256
Tablo 5.10. Sistem periyotlarının karşılaştırılması	257
Tablo 5.12. Sistemlerin performans değerlendirme sonuçları	272

ÖZET

Anahtar kelimeler: Perde-çerçeve taşıyıcı sistemler, yapı davranışı, taşıyıcı sistem geometrisi.

Yapılmış planlı bir yapının sürekli ve süreksiz yükler altında yeterli ve belli olan bir performans düzeyinde davranış gösterebilmesi önemli bir durum teşkil eder. Taşıyıcı sistemin özellikleri yapı davranışında etkisi olan en büyük etkenlerden bazısıdır. Günümüzde mühendislere yol gösteren, ülkemizde ve dünyada birçok yönetmelik bulunmaktadır. Bu yönetmelikleri esas alarak tasarım ve analiz yapma konusunda mühendislere büyük görevler düşmektedir.

Günümüzde perdeler, çeşitli deprem bölgelerinde bulunan çok katlı betonarme yapılarda rüzgar ve deprem gibi yapıya etkiyen yatay yüklerin karşılanabilmesi, görelî kat ötelemelerine ve yapının burulmasına optimum düzeyde sınır koyabilmek için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Genelde mimari tasarım sonucu kat planındaki yerleri ortaya çıkan perdelerin yerleşimi ve alanları deprem etkisinde oluşan davranışlarında oldukça etkilidir.

Yapılan bu tez çalışmasında, 4 farklı kat planında ve her kat planının 4, 8 ve 12 katlı tasarımlarında simetrik yerleştirilmiş dikdörtgen geometrili perdelerin, binanın muhtelif yerlerine farklı yerleşim geometrisi ve adedi ile yerleştirilmesinin, dinamik ve performans analizleri yapıp can güvenliği sınırı sağlanarak betonarme perdeli-çerçeve yapıların davranışına etkileri araştırılmıştır.

Çalışmaya konu olan yapılar 4, 8 ve 12 katlı olup kat yükseklikleri 2,80 metre, kat oturum alanları 400 m², bulundukları deprem bölgesi 1. derece deprem bölgesi, zemin sınıfı Z3, yapı kullanım amacı ise konuttur. Yapılar için malzeme seçiminde C20 sınıfı beton ve S420 inşaat çeliği belirlenmiştir. Tasarım için TS 498-1997 “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri”, TS500 - 2000 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” ve DBYBHY-2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik” yönetmelikleri göz önüne alınmıştır. Yapının analiz ve tasarımı için İdeCAD Statik 7 programı kullanılmıştır. Elde edilen periyotlar, etkin görelî kat ötelemeleri, taban ve kat kesme kuvvetleri, beton ve çelik metraжі vb. sonuçlar irdelenmiştir.

SCRUTINISING OF SHEARWALL LOCATION SELECTION EFFECT ON THE BEHAVIOR OF STRUCTURAL IN REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTION

SUMMARY

Keywords: shear-frame conveyor systems, building behaviour, conveyor system geometry.

It is important that a planned structure can behave at a performance level that is sufficient and constant under continuous and discontinuous loads. The characteristics of the structural system are some of the most important factors that are effective in the building behavior. Today, there are many regulations in our country and in the world that guide the engineers. Engineers have great responsibilities in designing and analyzing based on these regulations.

Today, shear-walls are used extensively in order to be able to compensate effective horizontal loads such as wind and earthquakes in multi-storey reinforced concrete structures located in various earthquake regions and to limit the optimum level to the relative floor displacements and torsion of the structure. The location and placement of shear-walls, which generally appear in the architectural design floor plan, are quite influential in their behavior during earthquake effects.

In this thesis study, dynamic and performance analysis of 4 different floor plans and 4, 8 and 12 storey designs of each floor plan with rectangular geometric shear-walls which placed at different places of the building with different layout geometries and pieces were carried out and the effects on the behavior of reinforced concrete shear-frame conveyor structures was investigated by providing limit of life safety.

The structures have 4, 8 and 12 storeys with a floor height of 2.80 meters, a floor space of 400 m², 1. degree earthquake zone, ground class Z3, and intended purpose is residential. C20 class concrete and S420 construction steel are selected for the material selection of the construction. For design, TS 498-1997 "Design Loads For Buildings", TS500-2000 "Design and Construction Rules of Reinforced Concrete Structures" and DBYBHY-2007 "Turkish Earthquake Code" regulations are taken into consideration. IdeCAD Static 7 program was used for analysis and design of the construction. Obtained periods, effective relative floor displacements, base shear and storey shear forces, concrete and steel, etc. are discussed.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Son yıllardaki ülkemizdeki ve dünyadaki nüfusun artışından dolayı mevcut bulunan yerleşim alanlarının daha ekonomik ve ergonomik olarak değerlendirilip kullanılma ihtiyacı yüksek yapılara olan gereksinim ortaya çıkmaktadır. Bu durum inşaat mühendisliğindeki gelişmeler ile beraber tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de çok katlı betonarme yapılar yaygın bir şekilde uygulamaya geçmeye başlamıştır. İleri zamanlarda da çok katlı yapıların tasarım ve yapımının ciddi bir uygulama alanına sahip olacağı görülmektedir. Yapı yüksekliğinin artışı sebebiyle, yatay yüklerin düşey olan yüklere oranla tasarıma daha etkili bir biçimde etkisi başlamış ve böylece yapıların yatay yükler altındaki davranış ve analizi önem kazanmıştır (Uçar ve ark., 2009).

Taşıyıcı sistemlerin yükseklikleri arttıkça yatay yüklerin karşılanmasında perdeler önemli bir eleman olarak ortaya çıkmakta ve sismik açıdan aktif ülkelerdeki çok katlı yapı sistemlerinde betonarme perdeler yaygın olarak kullanılmaktadır (Celep ve Kumbasar, 2005; Uçar ve ark., 2009). Düşey yüklerin kolonlar tarafından karşılanmasında genellikle sorunla karşılaşılmaz ve düşey taşıyıcıları sadece kolonlardan oluşan çerçeve sistemler, düşey yükler için genelde yeterli olmaktadır (Bayülke, 2001). Yatay yük etkilerinin önemli ölçüde etki ettiği yapıların alt katlarında kesme kuvvetinin artmaya başlaması ile beraber kolon momentleri büyür ve böylece kolon kesitlerini aşırı büyütme zorunlu bir hal alır. Bu durum hem ekonomik bakımdan hem de estetik bakımdan olumsuzdur. Bu duruma bir çözüm olarak çok katlı yapılarda düşey perdeler kullanılır (Atımtay, 2000).

Betonarme perdeler büyük eğilme rijitlikleri ve kesme alanları nedenleriyle yapıya etkiyen yatay yükün bir bölümünü karşılarlar (Ghobarah ve Youssef, 1999; Bayülke, 2001; Kwak ve Kim, 2001; Atımtay, 2001; Celep ve Kumbasar, 2004; Celep ve

Kumbasar, 2005; Tekel, 2006). Ayrıca yatay yükler altında kat yer değiştirmelerinin ve ikinci mertebe momentlerin sınırlandırılması bakımından bazı durumlarda perdelerin kullanılması zorunlu olur. Perdeler, bir taşıyıcı sistemde çerçeve sistemi ile beraber kullanılabildiği gibi, düşey taşıyıcıları sadece perdelerden oluşan sistemler de vardır (Celep ve Kumbasar, 2005; Tekel, 2006). Çerçevenin süneklik oranının fazla, perdelerin ise rijitliğinin yüksek olması bu iki taşıyıcının bir arada kullanılabilmesini mümkün hale getirmektedir (Aka ve ark., 2001).

Perdeler doğru kullanıldıklarında göçmeye karşı yapının sigortası durumundadırlar (Atımtay, 2000). Ülkemizde ve dünyada son yıllarda meydana gelen şiddetli depremler, perdelerin yapı güvenliği açısından çok önemli olduğunu göstermiştir (Mazars ve ark., 2002). Ayrıca bu depremlerin ardından yapılarda yapılan incelemeler doğrultusunda, perdeli yapıların daha az hasar gördüğü tespit edilmiştir (Öztürk, 2005). Özenli bir şekilde düzenlenen perdeler, taşıyıcı sistemin toptan göçmesini önledikleri gibi, yapısal olmayan hasarların sınırlandırılmasında da etkili olurlar (Celep ve Kumbasar, 2004).

Perdelerin plandaki yerleri ve geometrileri genellikle mimari fonksiyonların bir sonucu olarak ortaya çıkar (Celep ve Kumbasar, 2004). Perde alanı, perdenin biçimi ve plandaki yerleşimi, perdelerin deprem etkisindeki davranışında çok önemli bir etkindir (Aka ve ark., 2001; Bayülke, 2001).

Ön boyutlandırılması yapılan taşıyıcı sistemin geometrik ve kesitsel özelliklerinin yapı dayanımını ve davranışını nasıl ve ne seviyede etkilediğinin araştırılması konusu bu tezin ana fikrini teşkil etmektedir.

Bu tez çalışmasında 4, 8 ve 12 kattan olmak üzere 4 farklı kat planına sahip konut amaçlı yapılar için çeşitli sayıda ve yerleşimde perdeler içeren taşıyıcı sistemler tasarlanmıştır. 4 farklı taşıyıcı sistem için dinamik ve performans analizleri yapılmış olup sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılıp irdelenerek taşıyıcı sistemlerin farklılıklarının yapı davranışına etkisi araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında çözümleme ve kesit hesapları, DBHBHY-2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, TS 500 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” standartlarına göre yapılmış olup yapılar için kullanılan yükler, TS 498 “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” standardına göre seçilmiştir.

BÖLÜM 2. TAŞIYICI SİSTEMLER

Taşıyıcı sistemler, yapının sabit, hareketli, rüzgâr ve deprem yüklerini taşımaktadırlar. Bu kuvvetleri karşılayabilmek için günümüz dünyasında en çok betonarme, çelik ve ahşap taşıyıcı sistemler kullanılmaktadır. Bu üç sistemin birbirine oranla pek çok avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır (Özlü, 2015).

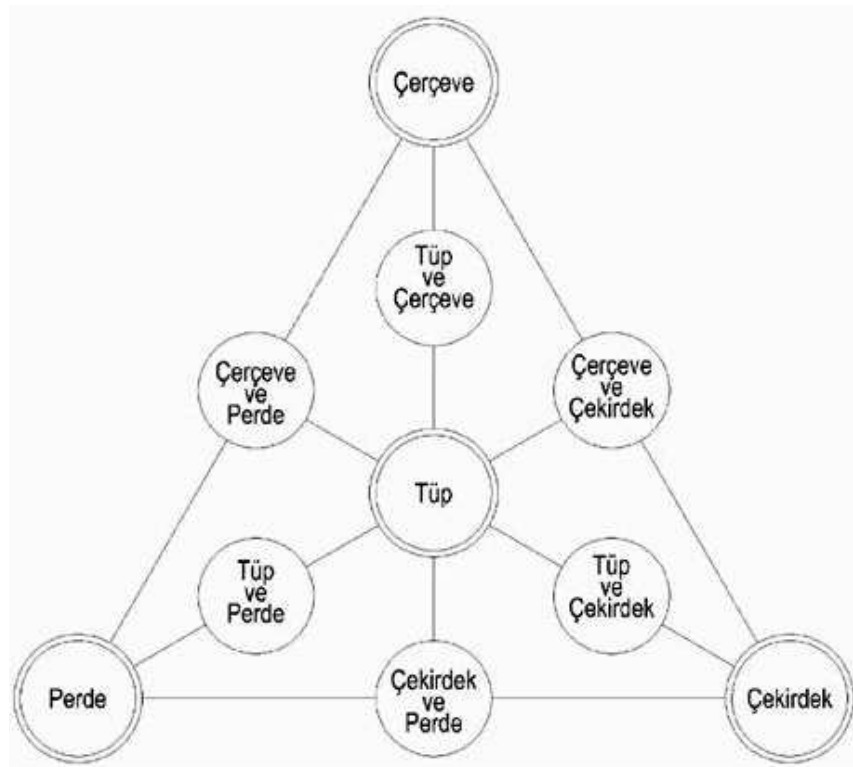
Yapının ağırlığının artmasıyla deprem yüklerinde, yüksekliğin artmasıyla rüzgâr yüklerinde belirgin artışlar olmaktadır. Böylece taşıyıcı sistemlerde önemli yatay yer değiştirmeler meydana gelmektedir. Bunun için özellikle yüksek yapılarda yatay gelen yüklere karşı gerekli rijitlik sağlanıp yatay yer değiştirmeler sınırlandırılmalıdır (Özlü, 2015).

Yüksek yapılarda taşıyıcı sistem tasarlanırken, boyutlandırmada yatay yüklerin payının düşeyinkinden fazla olmaması istenir. Bu nedenle yatay yüklerin karşılanmasında eleman boyutlarının arttırılmasından ziyade, taşıyıcı sistemin etkinliğinin arttırılmasıyla karşılanması istenir. Taşıyıcı sistemin etkinliğinin arttırılması için ise yapının süneklik, sınırlı yer değiştirmelere, rijitlik ve yeterli dayanım özelliklerine sahip olması gerekmektedir (Özden ve Kumbasar, 1991).

Taşıyıcı sistem türünün ideal olarak belirlenebilmesinde yapının yüksekliği, bulunduğu deprem bölgesi, ağırlığı, geometrisi vb. parametreler belirleyicidirler. Örneğin yüksek olmayan yapılarda süneklik sağlanabilmesi için çerçeveli sistemler belirlenirken yüksek yapılarda bu durum, yatay yüklerin etkisiyle oluşan yer değiştirmelerin karşılanabilmesi için büyük atalet momentleri ile sisteme rijitlik sağlayan perdelerin yer aldığı sistemler belirlenir (Priestly ve Paulay, 1992).

Çok katlı olan yapılarda kolon ve perdelerin bir arada kullanılmasıyla sünekliğin ve rijitliğin dengeli bir biçimde sağlanabilmesi hedeflenmektedir. Böylece yapı, deprem kuvvetlerini absorbe etme noktasında daha ideal bir davranış göstermektedir (Nilson ve ark., 2010).

Betonarme taşıyıcı sistemler, şimdiye kadar farklı biçimlerde sınıflandırılmıştır. Bu biçimlendirmelerin arasında en çok kabul görenlerden biri de 1978 yılında Drosdov-Lishak tarafından yapılan çerçeve, perde, çekirdek, tüp ve bunların kombinasyonları olan sınıflandırmadır (Drosdov ve ark., 1978).



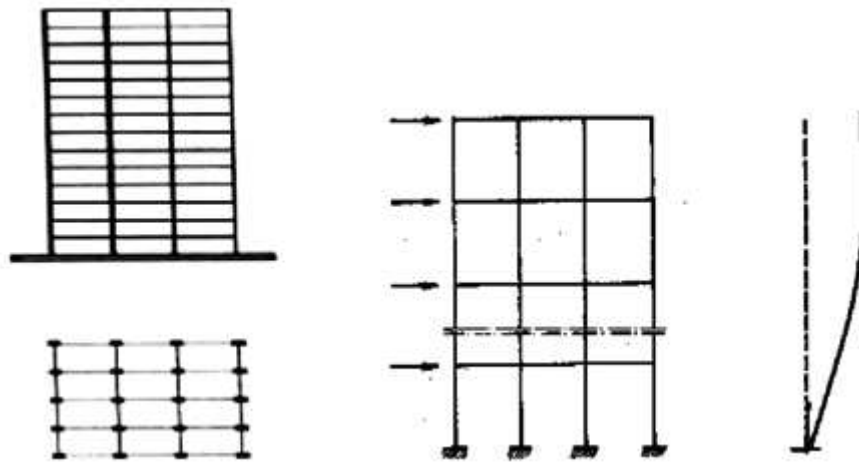
Şekil 2.1. Yüksek binaların taşıyıcı sisteminin sınıflandırılması (Drosdov-Lishak).

2.1. Taşıyıcı Sistem Türleri

2.1.1. Çerçeve taşıyıcı sistemler

Kiriş ve kolonların birleştirilmesi ile oluşturulan bir taşıyıcı sistem türüdür. Bu en basit çok serbestlik dereceli taşıyıcı sistem, genellikle düşey yüklerin etkili olduğu

durumlarda tercih edilir. Yüksek süneklikleri ve yanal rijitliklerinin yeterli olmaması sebebi ile yatay yükler etkisinde büyük yatay yer değiştirmeler yapıp yüksek enerji yutma kapasitesine sahip olur. Düğüm noktalarındaki rijitlik sağlanmalıdır. Kolonlarda, güçlü kolon zayıf kiriş prensibinin gerektirdiği plastik mafsallar kolonlarda oluşmamalıdır. Atölye, fabrika gibi büyük açıklıklı ya da az katlı ofis, konut türü yapılar için daha uygundur (Özlü, 2015).



Şekil 2.2. Çerçevesi sistem örneği (Özlü, 2015).

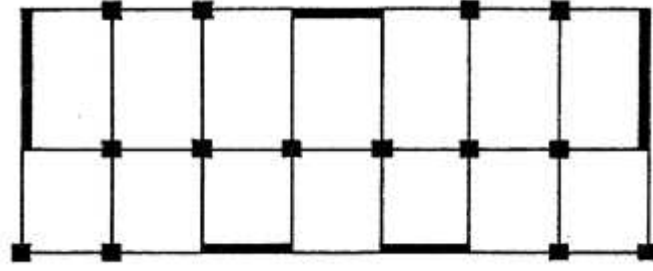
Çerçevesi taşıyıcı sistem bir yapıda süneklik düzeyi yüksek ise taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değeri 8, süneklik düzeyi normal ise 4 alınmaktadır (DBYBHY, 2007).

2.1.2. Perde çerçevesi taşıyıcı sistemler

İdeal boyutlarda elemanlar kullanıldığında kat adedi yaklaşık 15'ten fazla olan çerçevesi sistem yapılarda yatay kuvvetler kabul edilemez ötelemelere yol açar. Yataydaki rijitliğin sağlanabilmesi amacıyla perde ve çerçevelerin yapı boyunca birlikte çalışmasıyla ayrı ayrı rijitliklerinin toplanmasından daha büyük rijitliğe sahip olmuş olurlar. Bu sebeble perde çerçevesi sistemli çok katlı yapıların ekonomik ve güvenli yapılması sağlanır (Smith ve Coull, 1991).

Uzunluğu kalınlığının en az yedi katı olan taşıyıcı elemanlar olan perdeler, düşey yüklerin altında ince ve uzun bir kolon davranışı gösterirler. Bulunduğu doğrultuda, atalet momenti hesabındaki ilgili doğrultunun üçüncü derece kuvveti alınmasından ötürü büyük rijitlik sağlar. Perdelerin düşey yüklerin etkin olduğu sistemlerde bulunup bulunmaması büyük önem taşımamaktadır. Fakat yatay yüklere karşı kayma kapasitesini artırır (Atımtay, 2001).

Sistemde sadece perdelerin kullanılması, çekirdekte gerekli rijitliğin sağlanabilmesi için büyük kesit boyutlarının kullanılmasını gerektirdiği ve mimari unsurlar açısından birçok kısıt yaratması sebebiyle bazı problemlere yol açmaktadır. Bu durumda davranış bakımından çerçeve ve perdelerin bir arada kullanılmasının getirdiği avantajlar göz önünde bulundurulursa perde çerçeveli taşıyıcı sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır (Wilson, 1997).



Şekil 2.3. Perde çerçeveli sistem örneği (Özlü, 2015).

Süneklik düzeyi yüksek olan perde çerçeveli taşıyıcı sistemli bir yapıda taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değeri 7, süneklik düzeyi normal ise 4 alınmaktadır. α_s değerine bağlı olarak da taşıyıcı sistem davranış katsayısı R , 6 ile 7 arasında bir değer alabilmektedir (DBYBHY, 2007).

2.1.3. Perde taşıyıcı sistemler

Düşey yüklere karşı genellikle çerçeveli sistemler yeterlidirler ancak çerçeveli sistemlerde yatay kuvvetleri karşılayabilmeleri için çok büyük boyutlu kesitler kullanmak gerektirebilir. Bu tip durumlarda maliyetin artmaması için perdelerin kullanılması uygundur. Yüksek yapılarda deprem ve rüzgâr yükleri sebebiyle

boyutlandırmada belirleyici olan genelde yatay ötelemelerdir. Büyük ataletleri sayesinde perdeler yapının rijitliğini arttırarak ötelemeleri sınırlandırır (Doğangün, 2007).

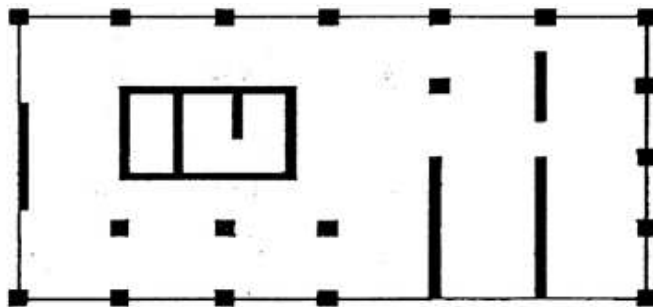


Şekil 2.4. Perde sistem örneği (Özlü, 2015).

Perde taşıyıcı sistemli bir yapıda süneklik düzeyi yüksek ise taşıyıcı sistem davranış katsayısı R değeri 6, süneklik düzeyi normal ise R değeri 4 alınmaktadır (DBYBHY, 2007).

2.1.4. Çekirdek taşıyıcı sistemler

Yanal kuvvetlerin etkisi yüksek yapılarda daha büyüktür. Bu etkiyi karşılayabilmek, yanal stabiliteyi arttırmak için asansör, merdiven, tuvalet, şaft gibi etrafın boşluklu veya boşluksuz perelerle sarılmasıyla oluşturulan sistemlerdir. Bu kapalı poligonlar temelden konsol kiriş davranışı gösterirler. Bu stabilite kulelerinin planda yapıya simetrik dağılmasıyla daha etkili davranmaktadır. Merkeze yapılamadığı durumlarda burulmaya yol açabilir. Bu sistemde kolon rijitlikleri kirişlerinkinden çok daha büyüktür (Özlü,2015).

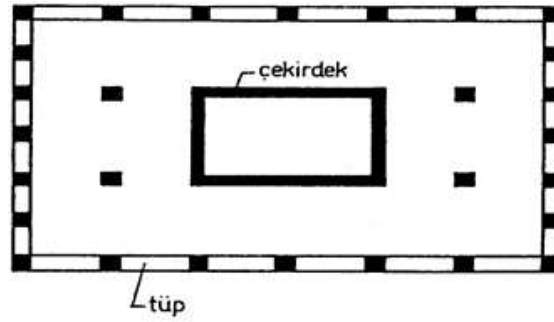


Şekil 2.5. Çekirdek sistem örneği (Özlü, 2015).

Çok katlı yapılarda imalatı kolaylaştırması adına tırmanan kayar kalıp kullanılarak çekirdeğin imalatı kolaylaştırır. Bu sistem aynı zamanda çelik yapılarda da kullanılır. Devrilme momentlerini karşılaması, kesme kuvvetini alması ve kullanılan çelik miktarını azaltarak ekonomi sağlaması sebebiyle tercih edilir (Özlü,2015).

2.1.5. Tüp taşıyıcı sistemler

Yapının kenarlarına 1m-3m aralıkla yerleştirilen kolonların büyük rijitlikli kirişlerle bağlanmasıyla tüp sistem oluşturulmaktadır. Yapıya etkiyen yatay yüklerden oluşan eğilme momentlerini, ilgili deprem doğrultusunda dış tüpün paralel çerçevelerinin eksenel kuvvetleri tarafından karşılanması sebebiyle yüksek yapılarda kullanılması uygundur. Tüp taşıyıcı sistemde, kenar kolonlarda oluşan normal kuvvet şekil değiştirmeleri sebebiyle, hem deprem doğrultusunda, hem de ona dik olan doğrultuda çerçevelerin yüklerini azaltır, ancak köşe kolonlarda kuvvet artışına yol açar. Bu durum da deprem doğrultusundaki çerçevelere kayma gecikmesi(shear lag) adı verilen ilave zorlanmalara neden olur. Kayma gecikmesi nedeniyle, yanal kuvvetlerden oluşan gerilmeler orta kolonlarda azalır, kenar kolonlarda artar. Çevre çerçevelerin kolon aralıklarının azaltılmasıyla kapalı kutu davranışına yaklaşır. Çekirdek sistemde olduğu gibi temelden çıkan konsol kiriş gibi davranmaz, davranışı daha karmaşıktır. Bu sistem tasarımındaki ana hedef; yapının çevresine boşluklu perdeler oluşturarak daha sünek davranmasını sağlamaktır. Tüplerde kullanılan kirişlerin genişlikleri genellikle 25cm-100cm, yükseklikleri ise 60cm-120cm arasında değişmektedir. Bu sebepten dolayı boşluklu perde duvara benzemektedir. Bazı durumlarda kolon aralıklarının 5m'ye kadar çıkmasına izin verilebilir. Ayrıca istenilmesi durumunda yapıda iç tüpler de yer alabilir. Tüp taşıyıcı sistemler, çerçeve tüp olarak ta bilinmektedir (Güler, Altan ve Gülsoy, 2003).



Şekil 2.6. Tüp sistem örneği (Özlü, 2015).

2.2. Malzeme ve Taşıyıcı Sistem Seçimi

Bir mühendis oluşturacağı mekanizmada çeşitli ihtiyaçlara cevap vermek zorundadır. İnşaat mühendisi için de durum farklı değildir. Yapıyı oluştururken dikkate alması gereken etken sayısı oldukça fazladır. İnşaat mühendisi yapısını oluşturacağı zaman

- a. Ekonomi yönünden
 - İşletme ve bakım masrafları
 - İlk maliyet
- b. Mimari uyum ve estetik
- c. Yapım süresi
- d. Kullanım süresi
- e. Kullanımda esneklik
- f. Mevcut malzeme işgücü deneyimi tipolojisi
- g. Yapıya etkiyecek mekanik ve kimyasal etkiler
- h. Zemin şartları
- i. Deprem durumu

gibi bir çok soruya optimum cevabı verecek çözümü üretmek zorundadır (Doğangün, 2009). Bu çözümü oluştururken en önemli konulardan biri doğru yapı-malzemesi seçimi ve doğru taşıyıcı sistem teşkilidir.

2.3. Taşıyıcı Sistemin Karşılması Gereken Yapı Mühendisliği Kriterleri

Oluşturulacak taşıyıcı sistem;

- a. Dayanım
- b. Rijitlik
- c. Süneklik
- d. Kararlılık
- e. Sönüm
- f. Uyum

parametrelerinin hepsini yeterlilikle karşılayabilmektedir (Doğangün, 2009).

2.3.1. Yeterli dayanım

Yeterli dayanım kavramı taşıyıcı sistem elemanlarının kendi hisselerine düşen eksenel kuvvet, moment, kesme kuvveti kesit zorlarını güvenle taşıyabilen taşıma gücü dayanımına sahip olması gerekliliğidir (Doğangün, 2009).

2.3.2. Yeterli rijitlik

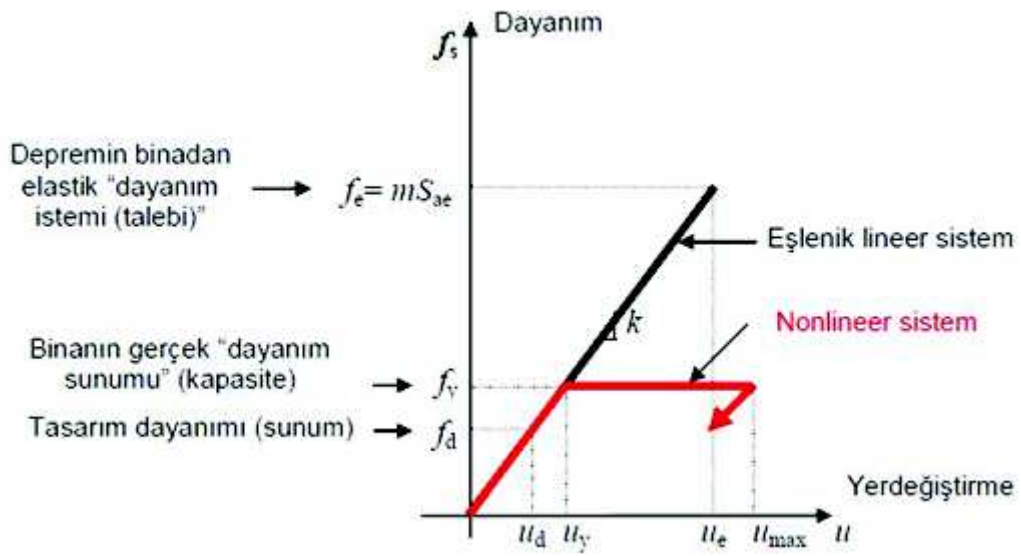
İkinci mertebe etkilerin sınırlandırılması ve kullanılabilir sınır durum şartı için kalıcı hasar oluşmasını engelleyip azaltmak açısından yapının yeterli yatay ötelenme rijitliğine sahip olması hayati önem taşır. Ayrıca teşkil edilecek taşıyıcı sistemin rijitlik matrisi kütle matrisi ile beraber yapı davranışının şekillenmesindeki en büyük parametredir (Doğangün, 2009).

2.3.3. Yeterli süneklik

Süneklik kavramı toplam yer değiştirmenin elastik yer değiştirmelere oranı olarak açıklanabilir. Böylece lineer bölge sonrasında oluşan plastik şekil değiştirmenin artması kesitin sünekliğinin artması anlamına gelir. Süneklik kavramı elastik deprem yüklerinden non-lineer sistem arasındaki bağlantıyı kurmamamızı sağlayan en önemli parametrelerden biridir. Özellikle betonarme sistemlerde sünek davranış,

kirişlerde basit eğilme etkisi altında, kolon ve perdelerde ise eğilme+eksenel kuvvet etkisi altında gerçekleşir (Doğangün, 2009).

Eksenel basınç ile özellikle kesme kuvveti ve burulma etkileri altında betonarme kesitlerin plastik şekil değiştirme kapasiteleri neredeyse hiç yoktur. Betonarme eğilme ve eğilme+eksenel kuvvet durumları haricinde depreme karşı davranış sünek değildir. Diğer bir deyişle bu etkiler altında betonarme kesitler gevrek davranış gösterirler.



Şekil 2.7. Dayanıma göre tasarımda lineer-nonlinear sistem (Aydınöğlu, 2008).

Elastik dayanım istemine cevap verilmeyip sisteme yeterli elastik ötesi şekil değiştirmenin sağlanabilmesi için yapının yeterli süneklikte olması sağlanmalıdır (Aydınöğlu, 2008). Şekil 2.7.'de bu durum görülmektedir.

Yeterli süneklik, özellikle ekonomi temin ederek projelendirme açısından son derece önemlidir. Bunun bir anlamı daha büyük kesit etkilerine göre daha küçük kesitlerle tasarlama demektir (Doğangün, 2009).

2.3.4. Yeterli kararlılık

Yapı emniyeti için, sadece dayanımın dikkate alınması yeterli olmayıp yapının denge konumunun da yeterince kararlı olması gerekip stabilite kırılmaları oluşmamalıdır. Bunun için ikinci mertebe etkilerinin birinci mertebe etkilere oranı sınırlandırılmalı ve gerektiği durumlarda ikinci mertebe etkiler hesaba katılmalıdır.

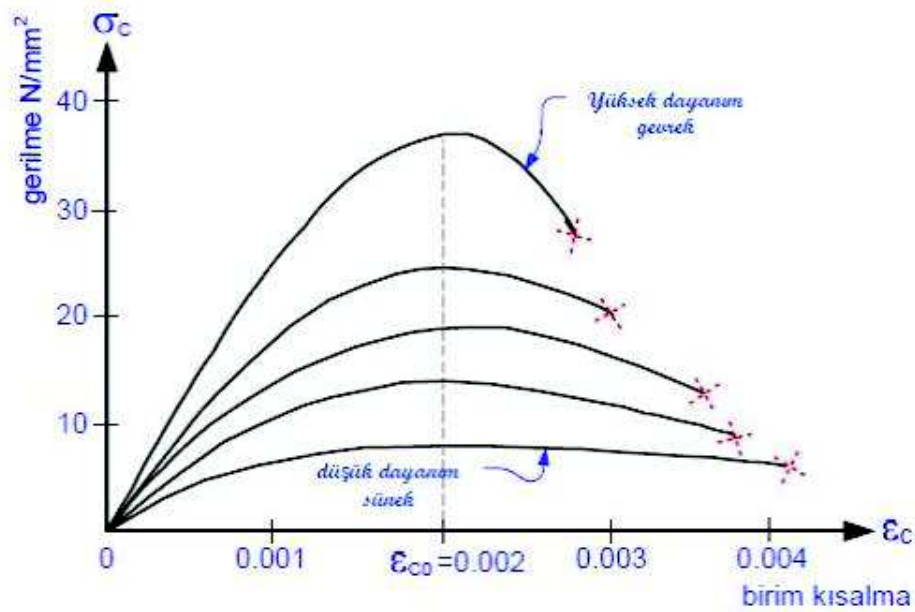
2.3.5. Yeterli sönüm

Titreşim hareketi yapma durumunda olan yapılarda, enerjinin yutulması genellikle eşdeğer viskoz sönüm ile ifade edilmekte ve sönümün tam olarak hesaplanması mümkün değildir. Bu durumda, yukarıda belirtilen tüm hususları yaklaşık olarak dikkate alacak şekilde, bir modal sönüm oranı (ξ) tanımlanmaktadır. Modal sönüm oranı, daha önce meydana gelen depremlerde elastik davranış gösteren yapılar için mevcut verilerden yararlanmak suretiyle yaklaşık olarak belirlenmektedir (Doğangün, 2009).

Yapıda meydana gelebilecek plastik şekil değiştirmelerin büyük olması, taşıyıcı olan ve olmayan elemanlarda çatlakların artması sönümü artırmaktadır. Diğer taraftan, bazen yapının sönümünü artırmak için taşıyıcı sisteme sönümleyici yerleştirilmektedir (Doğangün, 2009).

2.3.6. Yeterli uyum

Betonarmeyi diğer malzemelerden ayıran özelliklerden biri fazla zorlanan bir lifin, kesitin ya da elemanın zorlamaları komşu lif, kesit ya da elemana aktarabilme özelliğidir (Doğangün, 2009).



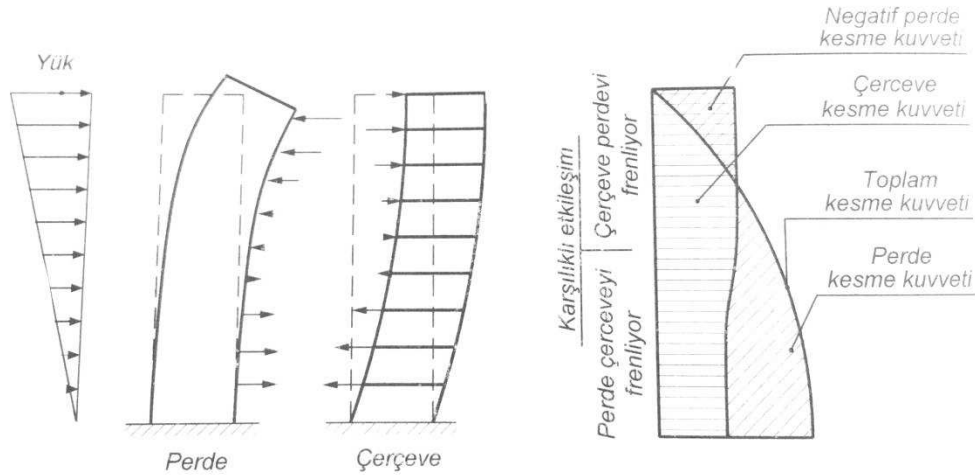
Şekil 2.8. Farklı dayanımdaki betonların gerilme-şekil değiştirme eğrileri (Türk, 2011).

Betonun gerilme-şekil değiştirme eğrisinde görüldüğü üzere beton taşıma sınırına maksimum gerilmesinde ulaşmaz, sınır şekil değiştirme değerine ulaşan beton, taşıma gücüne ulaşır (Şekil 2.8.). Gerilme değerinin pik yaptıktan sonra düşmeye başladığı görülür, betonun bu karakteristik davranışının nedeni yine gerilen liflerin yardımlaşmasıdır. Betonun ideal taşıyıcı malzemelerden biri olmasını sağlayan parametrelerden biri de budur. Bir kesitte lifler arasındaki uyum böyle iken, kesitler arasında ise buna benzer bir yardımlaşma olup kesit taşıma limitine ulaşan kesit plastik mafsala dönüşüp serbest dönme yaparken, taşıma gücüne ulaşmamış diğer kesitlere moment aktarır, buna momentlerin yeniden dağılım ilkesi denir (Özlü, 2015).

2.4. Perdeli Sistem Davranışı

Deprem etkisi altında çerçeveleri oluşturan kolonların iki ucunda genellikle farklı işarette moment ve kolon orta bölümünde moment sıfır noktası oluşur. Buna karşılık eğilme rijitliği kolonlara göre çok büyük olan perdeler konsol gibi davranır ve genellikle en büyük moment mesnette oluşur. Perdeler yatay yüklerin karşılanmasında çerçevelerle beraber veya yalnız başlarına etkili şekilde kullanılırlar. Tek başına konsol bir kolon davranışı gösteren perdede narin olması sebebiyle yanal

stabilite problemi ortaya çıkarabileceği düşünülürse de, sistem içinde bulunan perdenin yanal stabilitesi kat döşemelerinin rijitleştirici etkisi ile sağlanır (Celep, 2015).



Şekil 2.9. Perde ve çerçevenin etkileşimi (Celep, 2015).

Perdeler, yatay yüklerden oluşan eğilme momenti, kesme kuvveti yanında düşey yüklerden meydana gelen normal kuvvetlerin etkisi altındadırlar. Şekil 2.9.'da çerçeve ile perdenin beraber yapıda bulunması halinde karşılıklı etkileşimleri görülmektedir. Eğilme momenti ile doğrudan ilgili olan kat kesme kuvvetleri çerçevenin yatay yer değiştirmesinde etkili olur. Üst katlarda, çerçeve kat kesme kuvveti küçük, yatay öteleme rijitliği de küçülür. Alt katlarda ise, tersine bir durum oluşmaktadır. Kat kesme kuvveti büyürken yatay öteleme rijitliği aynı oranda artmaz. Alt katlarda, kat kesme kuvvetinin öteleme rijitliğine oranı üst katlardakine oranla daha büyük olduğu için, alt katlarda katlar arası göreceli yatay yer değiştirme (veya yer değiştirme eğrisinin eğimi) üst katlara göre daha büyük olur. Buna karşılık konsol kolon davranışı gösteren perdede yatay yer değiştirme eğimi sıfırdan başlayarak üst katlara ilerledikçe artar. Bu tür iki farklı davranış sergileyen perde ve çerçeve sisteminin beraber yük taşımaları durumunda, yapı yüksekliğinin yeteri kadar büyük olması durumunda, alt katlarda perde, çerçevenin yanal ötelemesini sınırlarken, üst katlarda perdenin yatay ötelenmesi çerçeve tarafından sınırlandırılır. Bunun sonucu olarak Şekil 2.9.'da da görüldüğü gibi, üst katlarda perdede negatif kesme kuvveti oluşabilir. Özellikle çok katlı yapılarda söz konusu olan bu durum, perde ve

çerçevenin öteleme rijitliklerine bağlıdır. Kat sayısı az olan yapılarda, perde çok rijit ise, çerçevenin yatay yer değiştirmesi perde tarafından sınırlandırılır ve yatay yükün büyük bir kısmı perde tarafından taşınır. Buna karşılık perdenin normal kuvvetine, rijitliğinden daha çok, kat planı üzerindeki etkili alınının büyüklüğü belirleyici olur. Bu sebepten kolonlara göre perdelerde normal kuvvet etkisi düşük olup eğilme momenti çok daha fazla etkilidir (Celep, 2015).

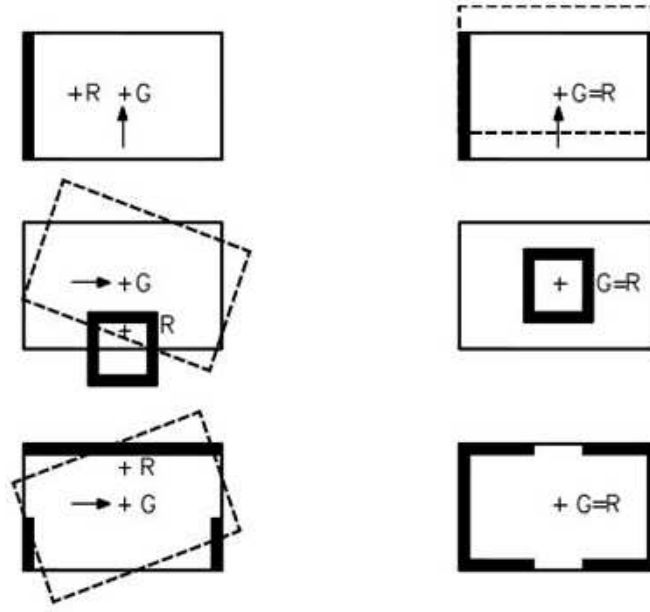
2.5. Taşıyıcı Sistemlerde Dikkat edilmesi Gereken Hususlar

Yapı sisteminin davranışa etkisi, özellikle deprem gibi yapıyı elastik sınırlar ötesinde zorlayan yükler altında çok önemlidir. Yanlış sistem seçimi ülkemizde gözlenen deprem hasarlarının birçoğunda büyük rol oynamıştır (Ersoy ve Özcebe, 2001).

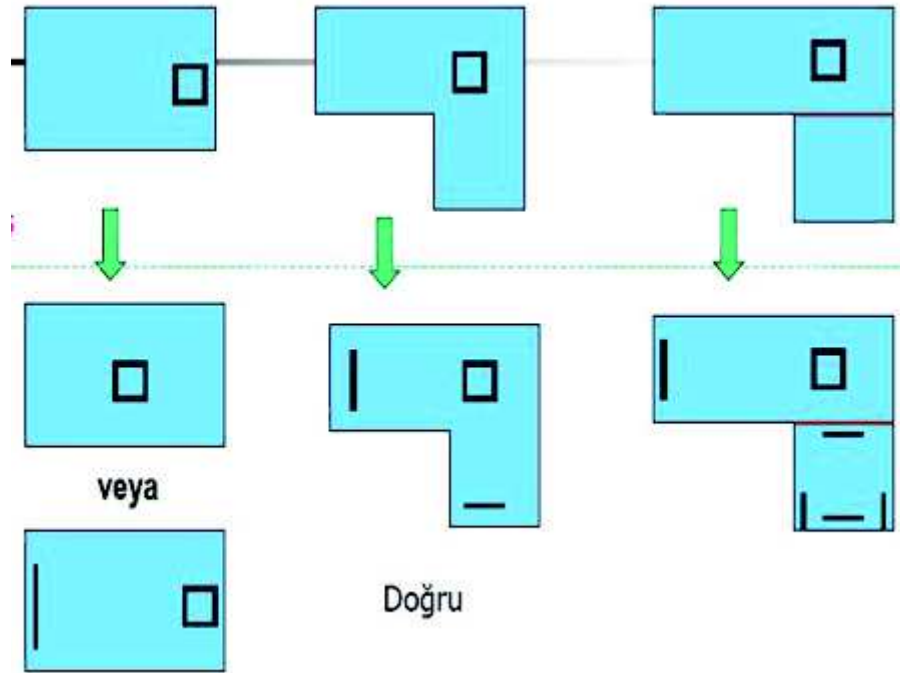
Yapının düşey işletme yüklerini ve yatay deprem, rüzgar gibi etkileri başarıyla ve ekonomik olarak teşkil edilen taşıyıcı sistemin taşınması beklenir. Taşıyıcı sistemin bunu başarabilmesi için yapı mühendisliği ilkelerine göre dizayn edilmiş olması gerekir.

2.5.1. Taşıyıcı sistem teşkilinde planda dikkat edilmesi gereken hususlar

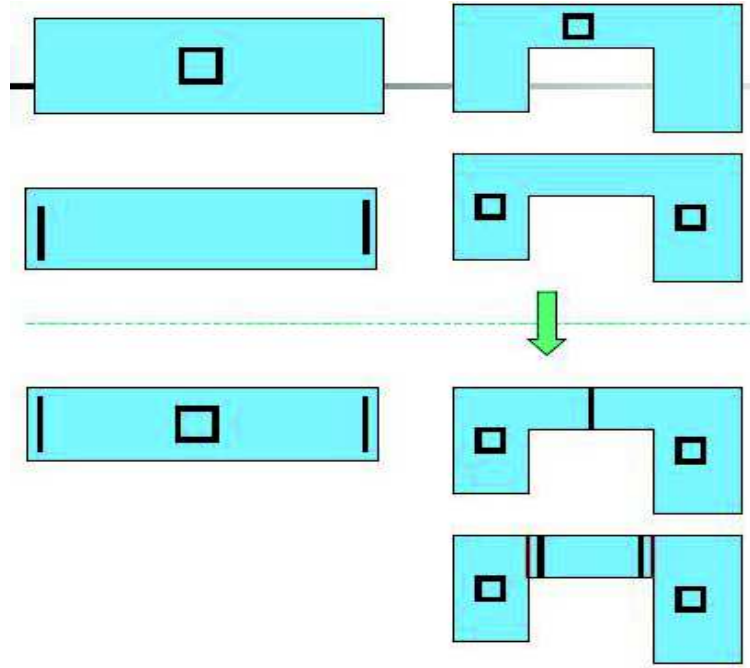
Perde kullanımının simetrik olmadığı durumlardan uzak durularak dış merkezliğin neden olduğu burulma etkileri engellenmelidir (Celep ve Kumbasar, 2004).



Şekil 2.10. Perdeli sistemlerin deprem etkisi davranışı bakımından plandaki durumu (Celep ve Kumbasar, 2004).

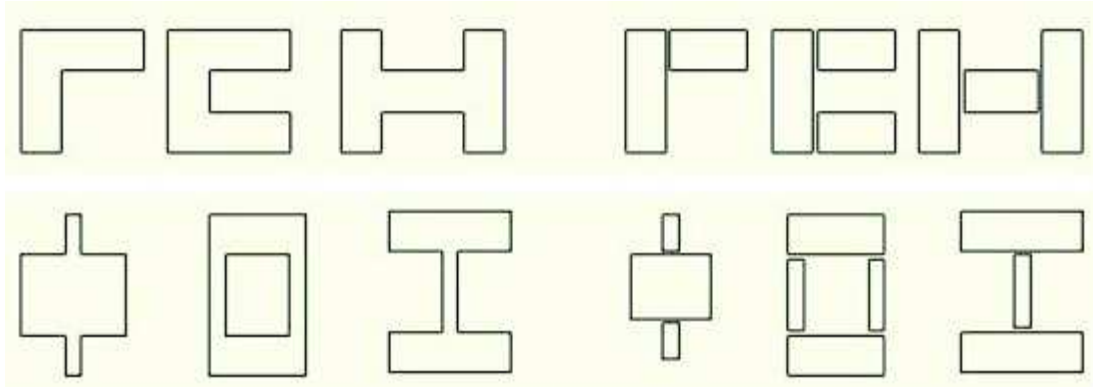


Şekil 2.11. Perdeli sistemlerde burulma etkisi bakımından çözümler (Gülay, 2010).



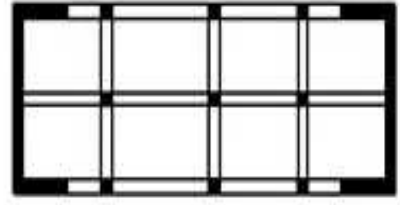
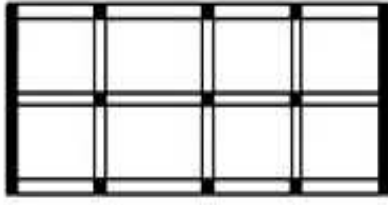
Şekil 2.12. Perdeli sistemlerde burulma etkisi bakımından çözümler (Gülay, 2010).

Planda döşeme şekli simetriden uzak L, T, H, U gibi şekillerden kaçınılmalıdır, bu sistemler basit dikdörtgenlere ayrılarak çözümlenmelidir (Celep ve Kumbasar, 2004) (Şekil 2.13.).



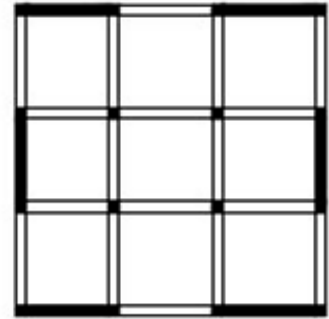
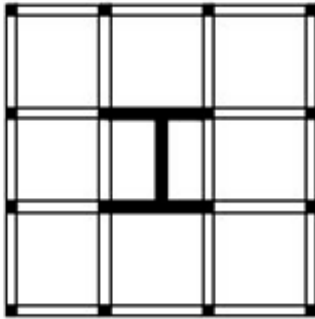
Şekil 2.13. Simetriden ayrılma ve ani rijitlik için hatalı ve doğru çözümler (Celep ve Kumbasar, 2004).

Planda perde yerleşimine bir diğer dikkat edilecek husus ise iki doğrultu arasında büyük rijitlik farkları oluşturacak perde teşkilllerinden kaçınılmasıdır (Şekil 2.14.).

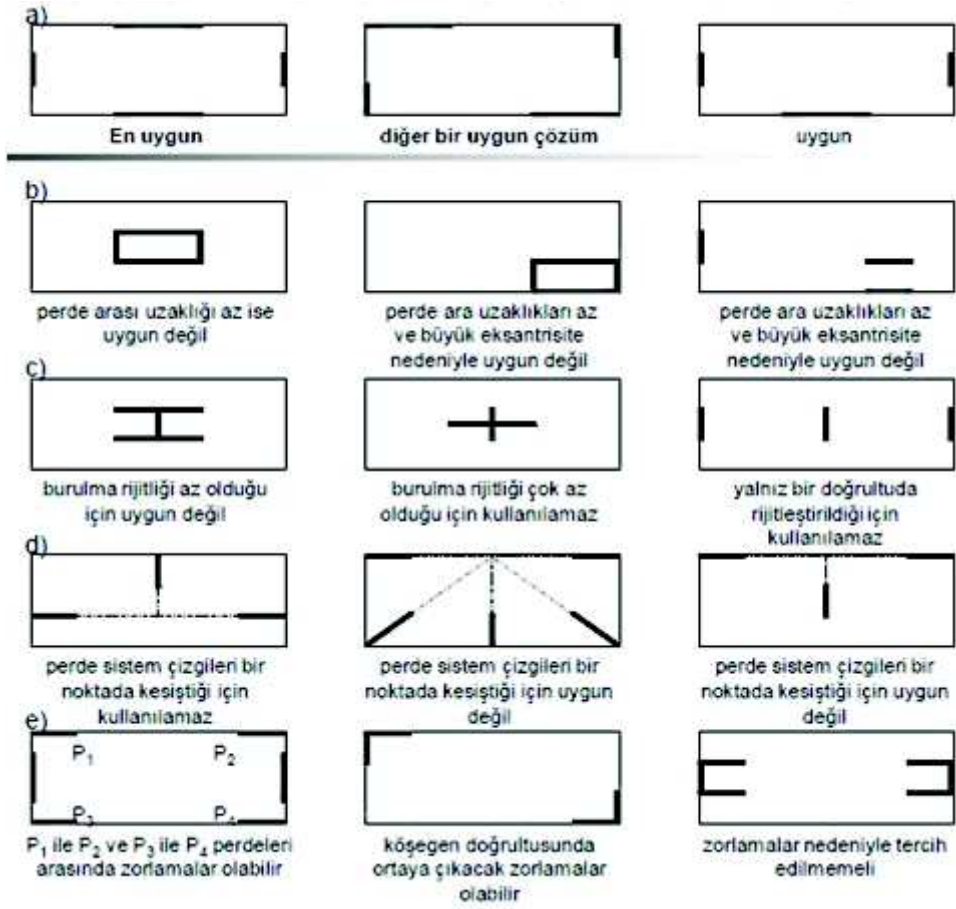


Şekil 2.14. iki doğrultu arasındaki rijitlik farkları açısından hatalı ve doğru çözümler (Celep ve Kumbasar, 2004).

Rijit perdelerin binanın dış yüzlerinde teşkil edilmesi binanın burulma rijitliğini artırır (Celep ve Kumbasar, 2004).



Şekil 2.15. Plandaki perde yerleşimine göre yüksek ve düşük burulma rijitliği örnekleri (Celep ve Kumbasar, 2004).



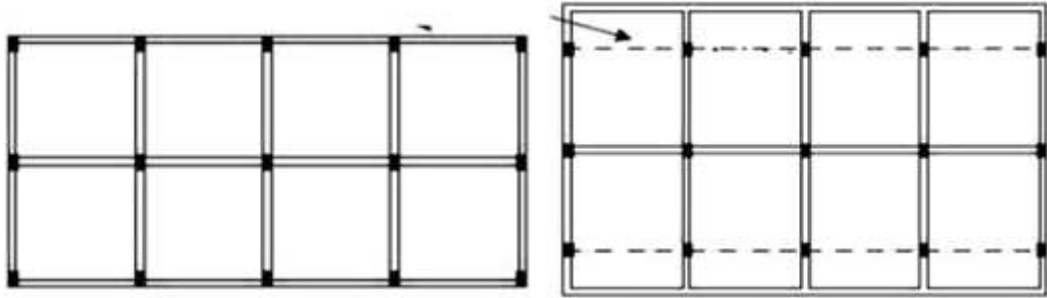
Şekil 2.16. Planda çeşitli perde kullanımı örnekleri (Gülay, 2010).

Çerçeve teşkilinde dolaylı mesnetleme, dış merkezli mesnetleme gibi olumsuz düğüm noktası etkilerine neden olarak birleşimlerden kaçınılmalı ve her iki doğrultu için de yeterli sayıda çerçeve teşkil edilmelidir.



Şekil 2.17. Dış merkezli, dolaylı mesnetleme ve yetersiz çerçeve bakımından taşıyıcı sistemler (Celep ve Kumbasar, 2004).

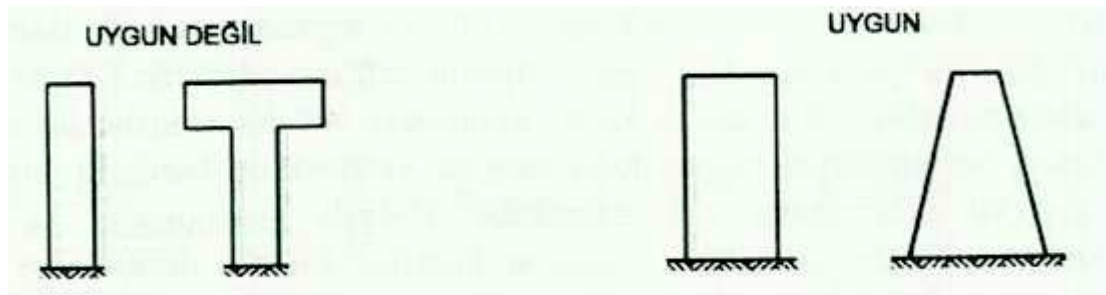
Çevre çerçeve kirişlerinin teşkil edilmemesi yapılarda %5-50 arasında dayanım kaybına neden olur (Bal ve Özdemir, 2006). Bu durumdan uzak durulmalıdır (Şekil 2.18.).



Şekil 2.18. Çevre çerçeve kirişi teşkili bakımından uygun olan ve olmayan sistemler (Gülay, 2010).

2.5.2. Taşıyıcı sistem teşkilinde düşeyde dikkat edilmesi gereken hususlar

Kütle merkezinin düşey kesitte alt tarafta bulunması taşıyıcı sistemdeki deprem etkilerini azaltır (Celep ve Kumbasar, 2004). Özellikle yüksek ve narin yapılarda devirici moment alt katlarda zorlanmalara neden olur (Şekil 2.19.).



Şekil 2.19. Narin kütle merkezi yüksek ve bodur ve kütle merkezi aşağıda kütle gösterimi (Celep ve Kumbasar, 2004).

Taşıyıcı sistemde düşeyde eleman süreksizliklerinin kaçınılmalıdır (Şekil 2.20.).



Şekil 2.20. Düşeyde eleman süreksizliği (Celep ve Kumbasar, 2004).

İki yapı arasında bulunup birleştirecek köprü tipi yapılarda yatay kuvvet iletimini engelleyecek tipte bağlantı seçimi ek zorlamaların meydana gelmesini önleyebilir (Şekil 2.21.).



Şekil 2.21. İki yapıyı birleştiren elemanlarda moment aktaran ve aktarmayan bileşimler (Celep ve Kumbasar, 2004).

Kat kirişlerinde düşeyde düzensizlik olmasından kısa kolon davranışına sebep verme riski ve çevre düğüm noktalarında ekstra zorlamalara neden olması sebebiyle uzak durulmalıdır (Şekil 2.22.).



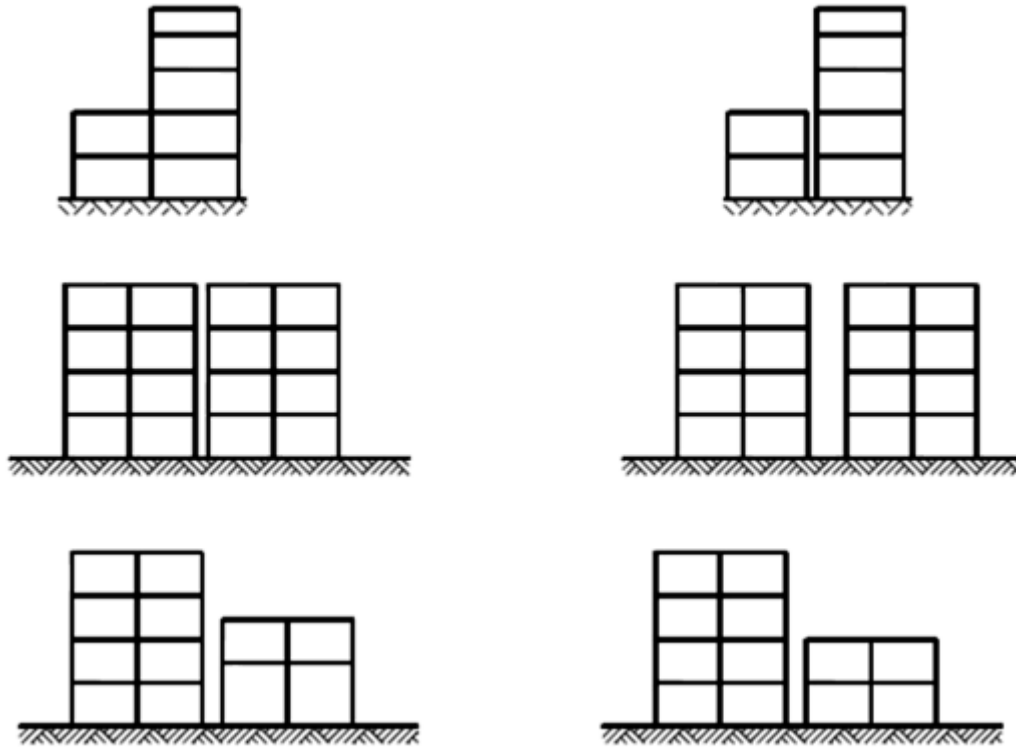
Şekil 2.22. Düşeyde kiriş süreksizliği içeren ve içermeyen tipik örnekler (Celep ve Kumbasar, 2004).

Farklı kotlarda temel kullanımı düzenli çerçeve davranışını olumsuz yönden etkileyeceğinden bu durumdan uzak durulmalıdır (Şekil 2.23.).



Şekil 2.23. Farklı seviyede temel kullanımı ve önerilen çözüm (Celep ve Kumbasar, 2004).

Yapıda düşeyde ani süreksizlikler varsa yapıyı bölmek daha doğru bir seçimdir. Bırakılan dilatasyon derzinin yapıların çarpışmasını engelleyecek büyüklükte olması gerektiğine dikkat edilmesi lazımdır. Eğer çeşitli sebeplerle yeterli derz aralığı bırakılamıyorsa yapı kat kotlarının birbirine yakın olmasına özen gösterilmelidir.



Şekil 2.24. Derzle ayrılmış yapı (Celep ve Kumbasar, 2004).

Dikkat edilmesi gereken bu hususlar dışında DBHBHY-2007’de yapı çözümlenmesinde hesaba katılması gereken düzensizlik tanımları yapılmıştır.

BÖLÜM 3. DEPREM BÖLGELERİNDE YAPILACAK YAPILARA İLİŞKİN BİLGİLER – DBYBHY 2007

Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasıyla belirlenmiş tehlikeli bölgelerde yapılacak bina türü yapıların dayanaklı olarak inşa edilebilmesi için gereken hesap esasları ile yapım kurallarını, binaların önem derecesi ve yerel zemin koşullarını da dikkate alarak belirleyen bir yönetmeliktir. Mevzuatında “Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik” olarak yer alır. Deprem Yönetmeliği, 1940 yılından bu yana teknolojik gelişmeler ve güvenlik yaklaşımlarına bağlı olarak sekiz kez değiştirilmiş ve yönetmeliğin son hali, 6 Mart 2007 tarih ve 26454 sayılı Resmi Gazetede yayınlanmıştır (DBYBHY, 2007).

3.1. Dinamik Analiz Yöntemleri

DBYBHY’de yapılara gelen deprem yüklerini hesaplamak için 3 farklı hesap yöntemi bulunmaktadır (DBYBHY, 2007).

- a) Eşdeğer deprem yükü yöntemi
- b) Mod birleştirme yöntemi
- c) Zaman tanım alanında hesap yöntemi

3.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

DBYBHY-2007’ye göre eşdeğer deprem yükü yöntemiyle deprem hesabı tüm yapılarda uygulanamamakta ve bununla ilgili kısıt Tablo 3.1.’de verilmektedir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir kata burulma düzensizlik katsayısının $hbi \leq 2,0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25m$
1, 2	Her bir kata burulma düzensizliği katsayısı $hbi \leq 2,0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğin olmadığı binalar	$H_N \leq 40m$
3, 4	Tüm binalar	$H_N \leq 40m$

H_N : Bodrum binalarda rijit perde olan binalarda zemin kat döşemesi üstünden, diğer binalarda ise temel üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik

3.1.2. Mod birleştirme yöntemi

DBYBHY 2007'ye göre, x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, mod etkin kütleleri toplamının en az %90'ından fazlasının sağlandığı modların her birinden hesaplanan katkıların CQC veya SRRS yöntemleriyle birleştirilmesiyle maksimum iç kuvvetler ve yer değiştirmeler elde edilir (DBYBHY, 2007).

$$S_{ae}(T_n) = A(T) \cdot g \quad (3.1)$$

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (3.2)$$

$A(T)$: Spektral ivme katsayısı

g : Yerçekimi ivmesi ($9,81m/s^2$)

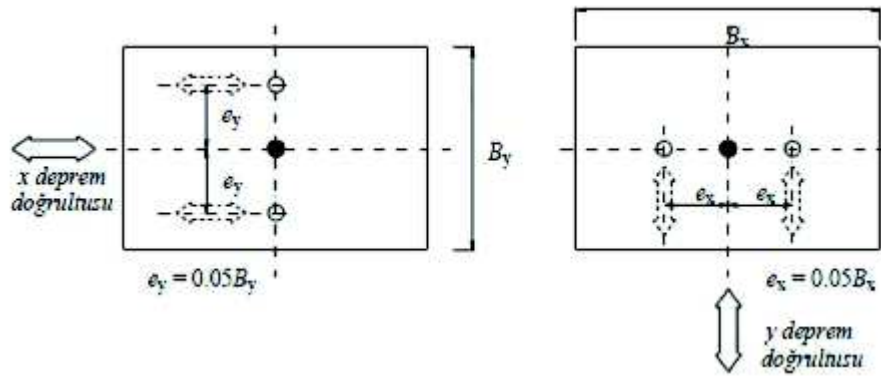
$S_{aR}(T_n)$: n'inci doğal titreşim modu için azaltılmış spektral ivme [m/s^2]

$S_{ae}(T_n)$: Elastik spektral ivme [m/s^2]

$R_a(T_n)$: Deprem yükü azaltma katsayısıdır.

Döşemelerin rijit diyafram gibi davrandığı yapılarda deprem kuvveti, Şekil 3.1.'de görüldüğü üzere x ve y doğrultularının her birinde kat boyunun $\pm\%5$ i kadar

kaydırılarak etkiti ettirilir. Deprem yükleri, tam olarak x ve y doğrultulardan etki etmeyebilir. Ayrıca eksantrisite verilerek burulma bakımından daha elverişsiz yükleme yapılmış olup ağırlık merkezinde oluşacak olası değişiklikle rijitlik merkeziyle arasındaki kuvvet kolunun değişime karşı güvenli tarafta kalınır. Böylece tamamen simetrik yapılarda bile burulma incelenebilmekte ve modal analizde de bu eksantrisite göz önünde bulundurulmaktadır (DBYBHY, 2007).



Şekil 3.1. Kütte merkezinin yeri ve kaydırılmış kütte merkezinin konumları (Özlü,2015).

Hesap için titreşim modu her mod için:

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.3)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (3.4)$$

M_{xn} : Göz önüne alınan x deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_{yn} : Göz önüne alınan y deprem doğrultusunda binanın n'inci doğal titreşim modundaki etkin kütle

M_n : n'inci doğal titreşim moduna ait modal kütle

M_i : Binanın i'inci katının kütlesi olarak tanımlanmıştır (DBYBHY, 2007).

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N M_i \phi_{xin} \quad (3.5)$$

$$L_{yn} = \sum_{i=1}^N M_i \phi_{yin} \quad (3.6)$$

$$M = \sum_{i=1}^N (M_i \phi_{xin}^2 + M_i \phi_{yin}^2 + M_{\theta i} \phi_{\theta in}^2) \quad (3.7)$$

- ϕ_{xin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta x eksenini doğrultusundaki yatay bileşeni
- ϕ_{yin} : Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta y eksenini doğrultusundaki yatay bileşeni
- $\phi_{\theta in}$: Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, n'inci mod şeklinin i'inci katta düşey eksen etrafındaki dönme bileşeni

olarak tanımlanmıştır (DBYBHY, 2007).

Gerekli tüm titreşim modları için hesaplanan deprem yükü, iç kuvvetler, yer değiştirmeler gibi büyüklüklerin maksimum katkılarının istatistiksel olarak birleştirilirken aşağıdaki kurallar uygulanmaktadır:

$T_m < T_n$ olmak üzere, $T_m/T_n < 0,8$ koşulunu sağladığında, maksimum mod katkılarının birleştirilmesinde CQC “Tam Karesel Birleştirme Kuralı” kullanılmaktadır. Bu kural uygulanırken bütün titreşim modlarında sönüm oranı %5 olarak alınmaktadır (Celep, 2011).

3.1.3. Zaman tanım alanında hesap yöntemi

Bu yöntemde, yapıların deprem hesabında, yapay yolla elde edilmiş, önceden kaydedilmiş ya da benzetilmiş deprem yer hareketleri kullanılmaktadır.

Yapay olarak elde edilen veya kaydedilmiş deprem yer hareketlerinin kullanılabilmesi bazı koşullara bağlanmıştır. Bunlar özetle; kuvvetli yer hareketi süresinin yapının birinci titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden kısa olmaması, sıfır periyoda karşılık gelen spektral ivme değerleri ortalamasının A_{0g} 'den küçük olmaması ve %5 sönüm oranı için deprem doğrultusundaki birinci periyodun(T_1), $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için $S_{ae}(T)$ eğrinin %90'ından az olmaması olarak sıralanabilir (DBYBHY, 2007).

Hesaplarda en az üç deprem yer hareketi üretilmelidir ve üç yer hareketi kullanılması durumunda sonuçların en büyüğü, yedi ve fazla yer hareketi kullanıldığında ise sonuçların ortalaması tasarımda kullanılmalıdır.

3.2. Modellemede Kullanılan Dinamik Hesap Yöntem ve Parametreler

Modellemede Tablo 3.1. baz alınarak uygulanacak olan hesap yöntemi olarak “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve “Mod Birleştirme Yöntemi” ile hesaplama yapılmıştır.

Yapının davranışına etki eden birçok parametre bulunmakta ve DBYBHY’de söz konusu parametrelerin tercihinde belirli kurallar belirtilmektedir. Yapılan modellerde yapının konut olduğu kabulü yapılmış ve yönetmelikte belirtilen kurallara uygun tercihler yapılmıştır (DBYBHY, 2007).

3.2.1. Hareketli yük katılım katsayısı

DBYBHY 2007’de deprem sırasında yapıya etkiyen yükün bulunabilmesi için farklı kullanım amacına sahip yapılarda hareketli yük katılım katsayısı tablosu Tablo 3.2.’de verilmiştir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.2. Hareketli yük katılım katsayısı

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, antrepo vb.	0,8
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0,6
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0,3

3.2.2. Bina önem katsayısı

DBYBHY’ye göre spektral ivme katsayısı $A(T)$ ’nin bulunabilmesi için yapı kullanım amacına göre değişen “Bina Önem Katsayısı” Tablo 3.3.’te verilmiştir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.3. Bina önem katsayısı

Bina Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	
a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gereken binalar(Hastaneler, itfaiye, haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları, enerji tesisleri, yöntem binaları, il yardım ve afet planlama istasyonları)	1,5
b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın bulunduğu binalar	
a) Eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, vb.	1,4
b) Müzeler	
3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar (spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.)	1,2
4. Diğer binalar	
Yukarıdaki tanımlara girmeyen binalar (Konut, işyeri, oteller, bina türü endüstri yapıları)	1

3.2.3. Etkin yer ivme katsayısı

DBYBHY'e göre spektral ivme katsayısı $A(T)$ 'nin bulunabilmesi için deprem bölgesine göre değişen "Etkin Yer İvmesi Katsayısı" Tablo 3.4.'te verilmiştir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.4. Etkin yer ivmesi katsayısı

Deprem Bölgesi	1	2	3	4
A_0	0.4	0.3	0.2	0.1

3.2.4. Sprektrum katsayısı

Sprektrum katsayısı $S(T)$, DBYBHY'te yapının doğal periyoduna ve yerel zemin sınıfına bağlı olarak Denklem 3.8, 3.9, 3.10'a göre hesaplanmaktadır (DBYBHY, 2007).

$$S(T) = 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.8)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3.9)$$

$$S(T) = 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right) \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (3.10)$$

Yerel zemin sınıfının belirlenmesine ilişkin tablo Tablo 3.5.'te verilmiştir.

Tablo 3.5. Yerel zemin sınıfları

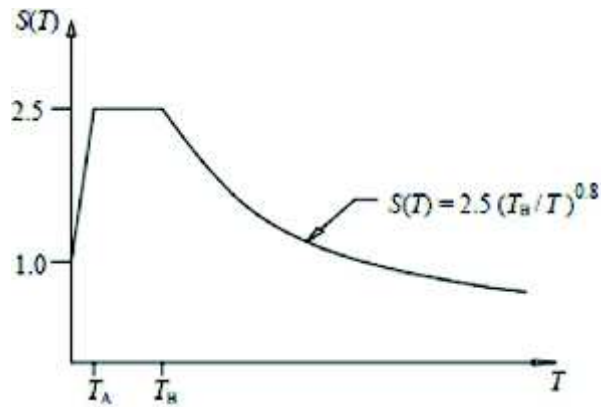
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	A Grubu zeminler $H_1 \leq 15\text{m}$ olan (B) grubu zeminler
Z2	$H_1 > 15\text{m}$ olan (B) grubu zeminler $H_1 \leq 15\text{m}$ olan (C) grubu zeminler
Z3	$15\text{m} < H_1 < 50\text{m}$ olan (C) grubu zeminler $H_1 \leq 10\text{m}$ olan (D) grubu zeminler
Z4	$H_1 > 50\text{m}$ olan (C) grubu zeminler $H_1 > 10\text{m}$ olan (D) grubu zeminler

Yerel zemin sınıfa bağlı olarak “Sprektrum Karakteristik Periyotları” T_A ve T_B , Tablo 3.6.’da verilmiştir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.6. Spektrum karakteristik periyotları

Yerel Zemin Sınıfı	Z1	Z2	Z3	Z4
TA (sn)	0,10	0,15	0,15	0,20
TB (sn)	0,30	0,40	0,60	0,90

Normalize edilmiş tasarım spektrum grafiği Şekil 3.2.’de verilmiştir.



Şekil 3.2. Periyot-Spektrum katsayısı grafiği (Özlü, 2015).

Spektral İvme Katsayısı $A(T)$ 'ye Denklem 3.11 ile ulaşılır.

$$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T) \quad (3.11)$$

3.2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı

Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R , DBYBHY’de yapının taşıyıcı sistemine, süneklik düzeyine ve boşluksuz perdelerin tabanında deprem yüklerinden meydana gelen kesme kuvvetleri toplamının binanın tümü için tabanda meydana gelen kesme kuvveti oranına (α_s) göre Tablo 3.7. ve Denklem 3.12’ye göre hesaplanmaktadır. Taşıyıcı sistem davranış katsayısının artmasıyla yapı daha sünek davranacağından, yapıya etkiyen deprem yüklerini daha iyi soğurabilmektedir. Yapılan modellerin çok katlı olması, büyük deprem yüklerine maruz kalmaları gibi nedenlerden ötürü DBYBHY’de belirtilen gerekli şartlar sağlanarak yapıların yüksek süneklikte tasarlanması sağlanmıştır (Özlü, 2015).

Tablo 3.7. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R).

Bina Taşıyıcı Sistemi	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler
Yerinde Dökme Betonarme Binalar		
1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar	4	7
3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar	4	6
4) Deprem yüklerinin tamamının çerçeveler ile boşluksuzve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar	4	7

Süneklik düzeyi yüksek boşluksuz perde çerçeveli yerinde dökme betonarme binalarda $0.75 < \alpha_s < 1.00$ olması durumunda R değeri Denklem 3.12'den yararlanılarak hesaplanır (DBYBHY, 2007).

$$R = 10 - 4\alpha_s \quad (3.12)$$

3.2.6. Hareketli yükler

Yapıya etkiyen yükler için ilgili yönetmelik olan TS 498'den yararlanılmıştır. Yapıya etkilmesi gereken hareketli yükler Tablo 3.8.'deki gibidir.

Tablo 3.8. Hareketli yük (q).

Kullanım Şekli	Konut, büro, hastane odaları	Sınıf, yemekhane	Cami, tiyatro, mağaza, lokanta, kütüphane
Hesap Değeri (KN/m ²)	2	3,5	5

3.3. Düzensizlikler

DBYBHY, depremlili durumda yapının davranışında yarattığı olumsuzluklar nedeniyle, planda ve düşey doğrultuda düzensizlikler için bazı kısıtlar ve cezalar getirerek düzenli yapılar tasarlamayı teşvik etmektedir. Bu sayede yapının dayanımı

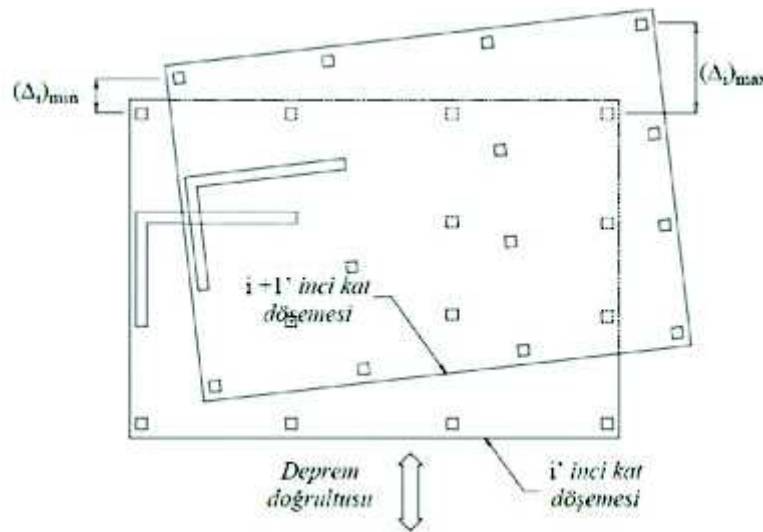
arttırılarak düzensizlikler nedeniyle yapının davranışındaki olumsuzluklar tolere edilmek istenmiştir.

3.3.1. Planda düzensizlik durumları

DBYBHY’de planda düzensizlikler, burulma düzensizliği (A1), döşeme süreksizlikleri (A2) ve planda çıkıntıların bulunması (A3) olmak üzere üçe ayrılmıştır (DBYBHY, 2007).

3.3.1.1. Burulma düzensizliği A1

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birindeki herhangi bir katta, maksimum rölatif yatay ötelemenin, ortalama rölatif yatay ötelemeye oranının 1.2’den büyük olması durumudur. Bu orana “Burulma Düzensizlik Katsayısı” η_{bi} denir. Bu durum Şekil 3.3.’teki gibidir.



Şekil 3.3. A1 burulma düzensizliği

Döşemenin rijit diyafram davranışı gösterdiği yapılarda η_{bi} Denklem 3.13 ve 3.14 ile hesaplanır.

$$(\Delta_i)_{ort} = [(\Delta_i)_{maks} + (\Delta_i)_{min}]/2 \quad (3.13)$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{maks}/(\Delta_i)_{ort} > 1.2 \quad (3.14)$$

Bu düzensizlik, kat kütle merkezi ile rijitlik arasındaki mesafenin büyük olduğu durumda belirginleşir. DBYBHY'ye göre, kütle merkezinde değişiklik olabileceği düşünülerek, deprem kuvvetinin kütle merkezi yerine deprem kuvvetinin etkidiği doğrultuya dik bina boyunun $\pm\%5$ 'i kadar dış merkezlik verilerek etkilmesi gerekmektedir. Bu sayede yapı simetrik olsa dahi olsa $\eta_{bi} > 1$ olacaktır (DBYBHY, 2007).

Düzensizlik varsa, $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$, Denklem 3.15 ile hesaplanan D_i katsayısı $\pm\%5$ olan dış merkezlikle çarpılarak büyütülür (DBYBHY, 2007).

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2}\right)^2 \quad (3.15)$$

Birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde $\eta_{bi} > 2$ olması durumunda, DBYBHY'ye göre "Mod Birleştirme Yöntemi" ile analiz yapılması gerekmektedir (DBYBHY, 2007).

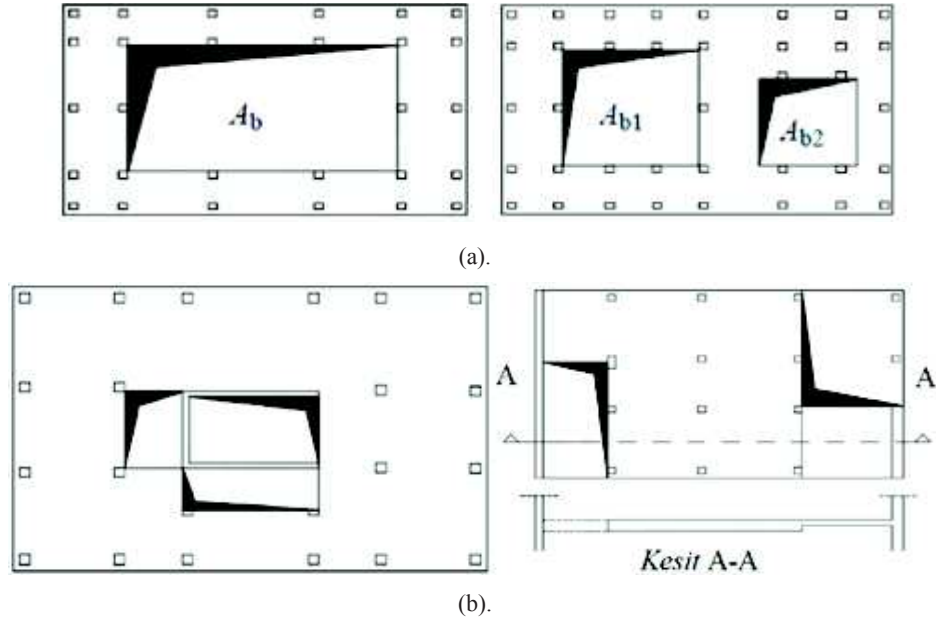
3.3.1.2. Döşeme süreksizlikleri A2

Hesaplarda rijit diyafram çalıştığı kabul edilen döşemenin, boşluklar nedeniyle bu durumu sağlamadığı süreksizliklerdir. Bir kattaki döşemedeki boşluğun, toplam döşeme alanının $1/3$ 'ünden fazla olması durumudur. Süreksizliğe neden olan boşluk sayısı bir ya da daha fazla olabilir. Daha fazla olması durumunda boşluk alanlarının toplamı dikkate alınmalıdır. Deprem yüklerinin aktarımında sıkıntıya yol açan veya rijitlikte ani azalma yaratan durumlarda da süreksizlik meydana gelir. Bu düzensizlik durumları Şekil 3.4. ve Şekil 3.5.'teki gibi meydana gelebilir (DBYBHY, 2007).

$$\frac{A_b}{A} > 1/3 \quad (3.16)$$

A_b : Kattaki toplam boşluk alanı

A : Brüt kat alanı

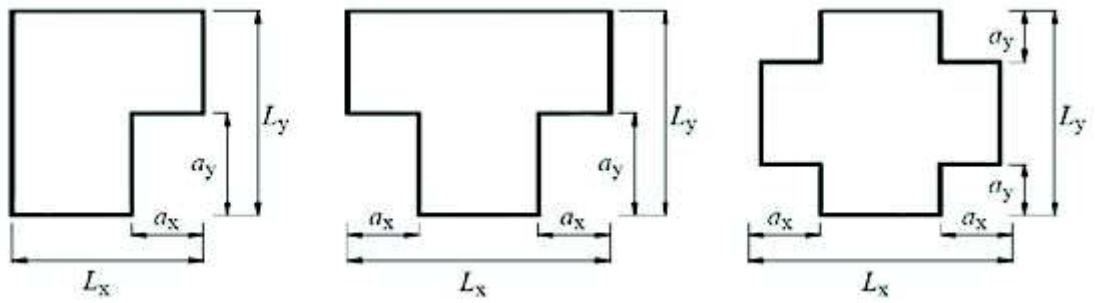


Şekil 3.5. (a) ve (b) A2 döşeme süreksizliği düzensizliği

3.3.1.3. Planda çıkıntılarının bulunması A3

Bina planındaki çıkıntının her iki doğrultuda da %20'den büyük olması durumudur. Bu düzensizlik durumu Şekil 3.6.'daki gibi farklı geometrideki yapılarda meydana gelebilir (DBYBHY, 2007).

$$a_x > 0.2L_x \text{ ve } a_y > 0.2L_y \quad (3.17)$$



Şekil 3.6. A3 planda çıkıntı düzensizliği

3.3.2. Düşey doğrultuda düzensizlik durumları

DBYBHY'de planda olduğu gibi düşey doğrultuda da düzensizliklerin önüne geçmek için bir takım kısıtlar konulmuştur. Bu kısıtlar; komşu katlar arası dayanım

süreksizliği (zayıf kat-B1), komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat-B2) ve taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği (B3) olmak üzere üçe ayrılmıştır (DBYBHY, 2007).

3.3.2.1. Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat) B1

Bu düzensizlik, birbirine dik iki deprem doğrultusunda, herhangi bir kattaki etkili kesme alanının, üst katındaki etkili kesme alanına oranının 0,80'den küçük olmasıdır. Bu orana “Dayanım Düzensizliği Katsayısı” η_{ci} denir.

$$\eta_{ci} = \sum (A_e)_i / \sum (A_e)_{i+1} < 0.8 \quad (3.18)$$

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k$$

$\sum A_c$: İlgili kattaki deprem doğrultusundaki etkili kesme alanı

$\sum A_w$: İlgili kattaki kolon etkin gövde alanları toplamı

$\sum A_g$: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel perde en kesit alanları toplamı

$\sum A_k$: İlgili kattaki deprem doğrultusuna paralel dolgu duvar en kesit alanları toplamı

3.3.2.2. Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2

Bu düzensizlik, birbirine dik iki deprem doğrultusunda, herhangi bir kattaki ortalama görelî ötelemesinin, üst veya alt katındakine oranının 2.0'dan büyük olması durumudur. Bu orana “Rijitlik Düzensizliği Katsayısı” (η_{ki}) denir. Hesaplarda %5 dış merkezlik etkililerek yapılır (DBYBHY, 2007).

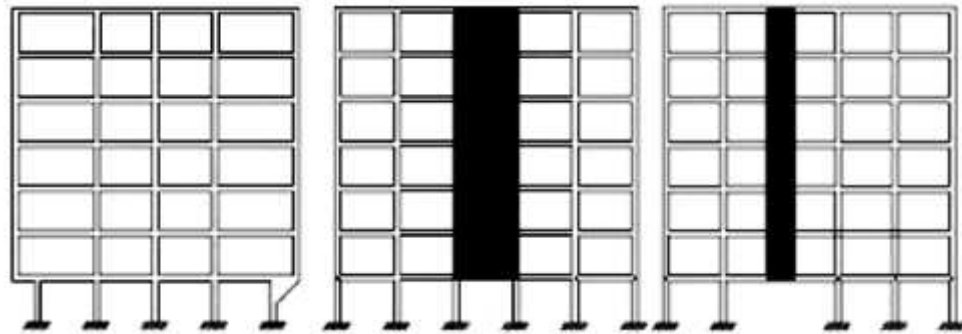
$$[\eta_{ki} = (\frac{\Delta_i}{h_i})_{ort} / (\frac{\Delta_{i+1}}{h_{i+1}})_{ort}] > 2.0$$

veya (3.19)

$$[\eta_{ki} = (\frac{\Delta_i}{h_i})_{ort} / (\frac{\Delta_{i-1}}{h_{i-1}})_{ort}] > 2.0$$

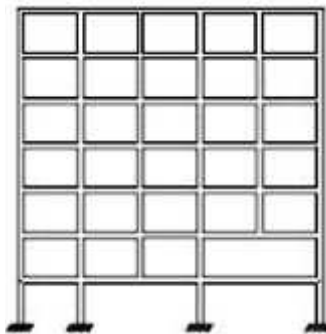
3.3.2.3. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği B3

Bu düzensizlik, kolon veya perdelerin guseli kolon veya kirişlere oturması durumudur. Bu durumlar Şekil 3.7. ve Şekil 3.8.'deki gibidir. Şekil 3.7.'deki gibi üst katlardaki perdenin altta kolona oturtulması ve perdelerin binanın herhangi bir katında kendi düzlemindeki kirişin açıklık ortasına oturtulmasına DBYBHY'ye göre hiçbir zaman izin verilmemektedir.



Şekil 3.7. Hiçbir zaman izin verilemez B3 süreksizlikleri (DBYBHY, 2007).

Şekil 3.8.'deki gibi iki ucundan mesnetli bir kirişe kolon oturuyorsa, kirişin tüm kesitlerinde ve göz önünde bulundurulmuş deprem doğrultusunda kirişin bağlandığı düğüm noktalarındaki diğer kolon ve kirişlerin tüm kesitlerinde, deprem ve düşey yüklerden oluşan bütün iç kuvvetler %50 oranında arttırılmalıdır (DBYBHY, 2007).



Şekil 3.8. B3 taşıyıcı düşey eleman süreksizliği

3.4. Göreli Kat Ötelemeleri ve İkinci Mertebe Etkileri

3.4.1. Etkin göreli kat ötelemeleri

Etkin göreli kat ötelemeleri şiddetli depremlerde çok katlı yapılarda önemli hasarlara neden olabilmektedir. Bu parametre, süneklik düzeyi yüksek sistemlerde, süneklik düzeyi normal sistemlere göre daha kritiktir. Bu durum, DBYBHY’de yer alan Denklem 3.21’den de anlaşılmaktadır. Azaltılmış deprem yüklerine göre perde ve kolonların uçlarının yer değiştirmelerinin ardışık katlar arasındaki farkı “azaltılmış göreli kat ötelemesi” Δ_i ’yi vermektedir (DBYBHY, 2007).

$$\Delta_i = d_i - d_{i-1} \quad (3.20)$$

Her bir deprem doğrultusu ve kat için elde edilen azaltılmış göreli kat ötelemesinin yapı davranış katsayılarıyla çarpılmasıyla “etkin göreli kat ötelemesi” elde edilir. Bu değerlerin en büyüğü Denklem 3.22’yi sağlamalıdır (Özlü, 2015).

$$\delta_i = R \cdot \Delta_i \quad (3.21)$$

$$(\delta_i)_{maks}/h_i \leq 0,02 \quad (3.22)$$

3.4.2. İkinci mertebe etkileri

Yatay yer değiştirmelerin ve normal kuvvetin büyük olduğu durumlarda, sistemde ek tesirler meydana gelmektedir. Bu tesirler için DBYBHY’de kısıt getirilmiştir. İlgili deprem doğrultusundaki tüm katlarda “ikinci mertebe gösterge değeri” θ_i hesaplanarak Denklem 3.23’ü sağlamalıdır.

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{ort} \sum_{j=i}^N W_j}{V_i h_i} \leq 0,12 \quad (3.23)$$

3.5. Performansa Dayalı Yapı Tasarımı

3.5.1. Binalardan bilgi toplanması

3.5.1.1. Toplanacak bilginin kapsamı

Tasarımı yapılan bir yapının deprem güvenliğinin değerlendirilmesinde veya mevcut binaların taşıyıcı elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılacak detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme ve numune örneklerine uygulanacak deneylerle belirlenecektir. Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapı sisteminin belirlenmesi, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi ve donatı oranının belirlenmesi, varsa mevcut hasarın belirlenmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada çalışarak elde edilen tüm bu bilgilerin varsa binanın projesine uygunluğunun kontrolüdür (DBYBHY, 2007).

3.5.1.2. Bilgi düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak belirtilen bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak ayrılacaktır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır (DBYBHY, 2007).

Sınırlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir (DBYBHY, 2007).

Orta bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer taşıyıcı sistem projeleri mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

Kapsamlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

3.5.1.3. Bilgi düzeyi katsayıları

İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak bilgi düzeyi katsayıları Tablo 3.9.'da verilmektedir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.9. Binalar için bilgi düzeyi katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0,75
Orta	0,90
Kapsamlı	1,00

3.5.2. Performansa dayalı tasarım ve değerlendirmenin temel ilkeleri

Yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirmesi genel olarak iki kritere göre yapılabilmektedir. Bunlar dayanım-kuvveti esas alan değerlendirme ve yer değiştirme-şekil değiştirmeyi esas alan değerlendirmedir. Dayanım (kuvvet) bazlı değerlendirme adı verilen birinci tür değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan ve lineer teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta ve yapı elemanının sürekliliğini göz önüne alan, eleman bazındaki bir tür deprem yükü azaltma katsayısı kullanılarak, binadan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir (Yıldız, 2015).

Yer değiştirme ve şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimleri akımından lineer olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde ise, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında, yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir (Yıldız, 2015).

3.5.3. Yapı elemanlarında kesit hasarları ve kesit hasar sınırları

3.5.3.1. Kesit hasar sınırları

Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde, yapı elemanları “sünek” ve “gevrek” olarak iki sınıfa ayrılacaktır. Sünek ve gevrek eleman tanımları, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türüne ulaştığı ile ilgilidir. Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar “Minimum Hasar Sınırı” (MN), “Güvenlik Sınırı” (GV) ve “Göçme Sınırı” (GÇ)’dir. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir (DBYBHY, 2007).

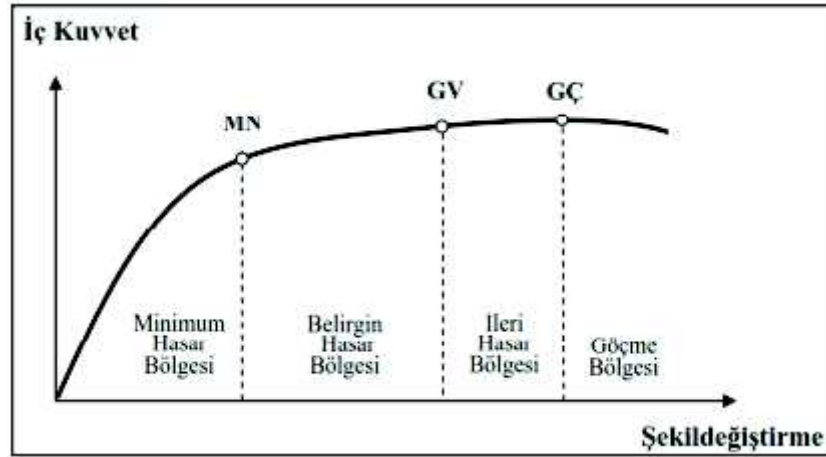
MN : Herhangi bir kesitteki elastik ötesi davranışın başlangıcını tanımlamaktadır.

GV : Herhangi bir kesitteki dayanımın güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını tanımlamaktadır.

GÇ : Çalışma yapılan kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır.

3.5.3.2. Kesit hasar bölgeleri

DBYBHY’ye göre kritik kesitlerin hasarı MN’ye ulaşmayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesi’nde (MHB), MN ile GV arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi’nde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi’nde (İHB), GÇ’yi aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi’nde (GB) yer alır. Buna göre bina hakkında genel bilgi edinmek için DBYBHY’de aşağıdaki tanımlama yapılmaktadır (Yıldız, 2015).



Şekil 3.9. Kesit Hasar Sınırları (Yıldız, 2015).

3.5.3.3. Hemen kullanım seviyesi (HK)

Her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki, kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesindedir. Taşıyıcı elemanlarda oluşan hasar minimum düzeydedir. Elemanlar rijitlik ve dayanım özelliklerini korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamıştır. Taşıyıcı olmayan elemanlarda çatlamlar görülebilir, bunlar onarılabilir kılcal düzeyde hasarlardır. Gevrek eleman yoksa bina hemen kullanım durumunda kabul edilir (DBYBHY, 2007).

3.5.3.4. Can güvenliği seviyesi (CG)

Her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. İleri hasar bölgesine geçen kolonların ele alınan kattaki kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin en fazla %20'sini taşıyabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tamamı minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir (DBYBHY, 2007).

3.5.3.5. Göçme öncesi seviyesi (GÖ)

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı göçme bölgesine geçebilir. İleri hasar bölgesine geçen

kolonların, ele alınan kattaki kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin en fazla %20'sini taşıyabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Bu durumda bina “Göçmenin Önlenmesi Durumunda” kabul edilir (DBYBHY, 2007).

3.5.3.6. Göçme durumu

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapı göçme durumuna ulaşır. Düşey elemanların büyük bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir, fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapı göçmenin eşiğinde ya da tamamen göçmüş durumdadır. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Bina, göçmenin önlenmesi durumunu sağlamıyorsa göçme durumundadır. Binanın mevcut durumda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır (DBYBHY, 2007).

3.5.3.7. Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri

Deprem yönetmeliğimizde tanımlanan ivme spektrumu, 50 yılda asılma olasılığı %10 olan deprem etkisini esas almaktadır. 50 yılda asılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumu, yönetmelikte tanımlanan spektrumun yaklaşık olarak yarısı (0.5 katı), 50 yılda asılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumu ise yönetmelikte tanımlanan spektrumun yaklaşık 1.5 katı olarak kabul edilmiştir.

Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde esas alınacak deprem etkileri ve hedeflenecek performans düzeyleri Tablo 2.2’de verilmektedir (DBYBHY, 2007).

Tablo 3.10. Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	–	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.	–	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	–
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksin, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	–	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	–	CG	–

BÖLÜM 4. SAYISAL ÇÖZÜMLEME

Yapılan bu çalışmada 4 farklı sistem, 4,8 ve 12 katlı olmak üzere ayrı ayrı tasarlanıp analiz edilmiştir. Bu sistemlerin kat alanları değişmeyip yalnızca perde yerleşim yerleri ve perde alanları değiştirilmiş ve bu değişimlere bağlı olarak gerekli olan yerlerde kolon boyutları da değiştirilmiştir. Bütün sistemler performans analizi sonucu can güvenliği hedefini sağlamış bulunmaktadır.

4.1. Sistemlerin Özellikleri

4.1.1. Betonarme hesapta kullanılan kombinasyonlar

Yapılar, DBYBHY 2007 “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik”, TS 500 “Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları” ve TS 498 “Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri” standartlarına göre yüklemeler, çözümleme ve kesit hesapları yapılmıştır. Kombinasyonlar ile TS 500 ve DBYBHY’de belirtilen kombinasyonlar dikkate alınarak aşağıdaki gibi kullanılmıştır.

a. $1.4G+1.6Q$	j. $0.9G+EX1$
b. $G+Q+EX1$	k. $0.9G+EX2$
c. $G+Q+EX2$	l. $0.9G+EY1$
d. $G+Q+EY1$	m. $0.9G+EY2$
e. $G+Q+EY2$	n. $0.9G-EX1$
f. $G+Q+EX1$	o. $0.9G-EX2$
g. $G+Q+EX2$	p. $0.9G-EY1$
h. $G+Q+EY1$	q. $0.9G-EY2$
i. $G+Q+EY2$	

Bu kombinasyonlarda;

G : Ölü yükler

Q : Hareketli yükler

EX : X yönü deprem yükleri

EY : Y yönü deprem yükleri olarak tanımlanmaktadır.

4.1.2. Kullanılan statik materyal özellikleri

Sistemlerin hepsinde C20 sınıfı beton ve S420 sınıfı inşaat çeliği kullanılmıştır. Kullanılan C20/S420 materyali için özellikler aşağıda verilmiştir.

E : 2909703.30 tf/m²

G : 1212376.37 tf/m²

f_{ck} : 2039.43 tf/m²

f_{yk} : 42828.08 tf/m²

E : Elastite modülü

G : Kayma Modülü

f_{ck} : Beton basınç dayanımı

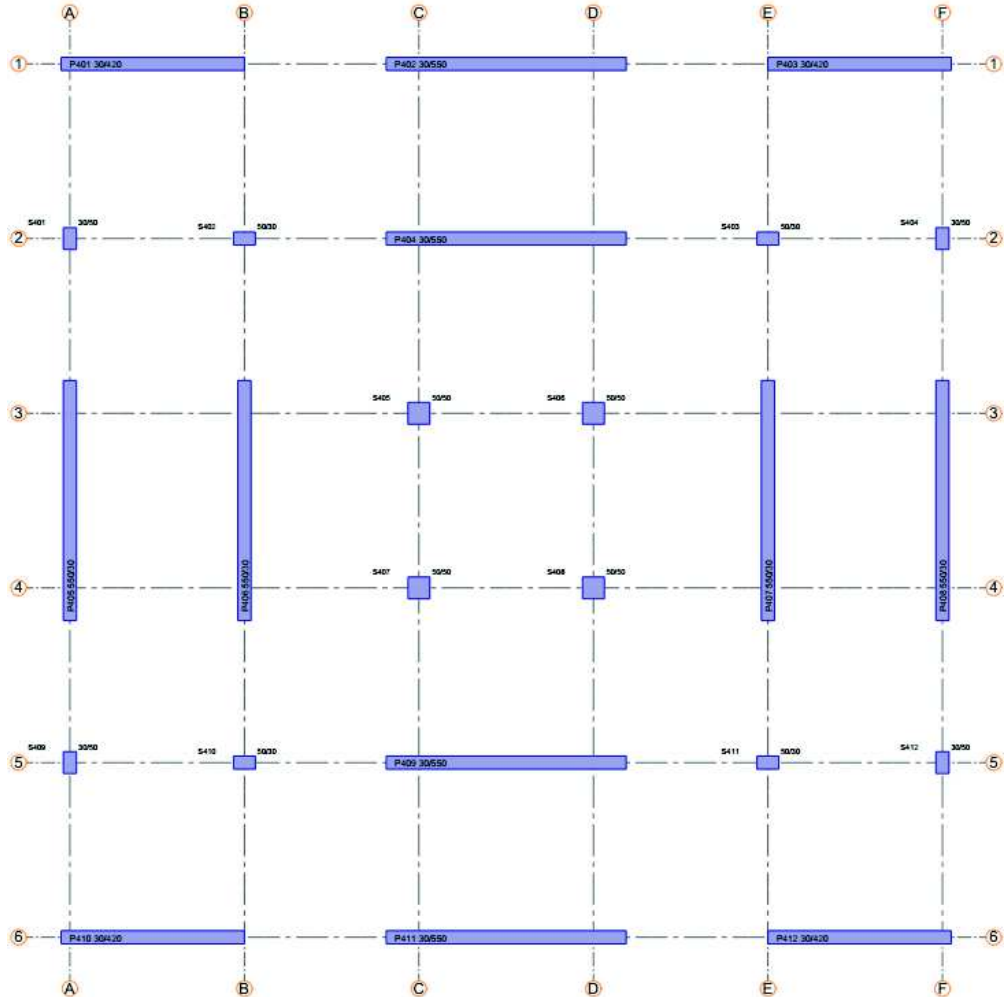
f_{yk} : Eğilme donatısı akma dayanımı olarak tanımlanmaktadır.

4.2. Sistemlerin perde yeri seçimleri

4.2.1. Sistem 1 için önerilen perde yerleşimi

Sistem 1 için önce yapı etrafına her bir kenarda birer adet perde olmak üzere tasarım yapılmıştır. Daha sonra performans analizinde perdelerin gevrek davranması sonucu bu perdelerle paralel bir iç taraftaki akslara birer perde daha konulmuştur. Aynı durumun devam etmesi üzerine köşelere birer perde daha konularak sorun çözülmüştür. Yapılan tasarımda kolon boyutları diğer sistemlerle bulunan kolon boyutları ile genel olarak sabit tutulmaya çalışılmış fakat değişen kat sayısı, yapı

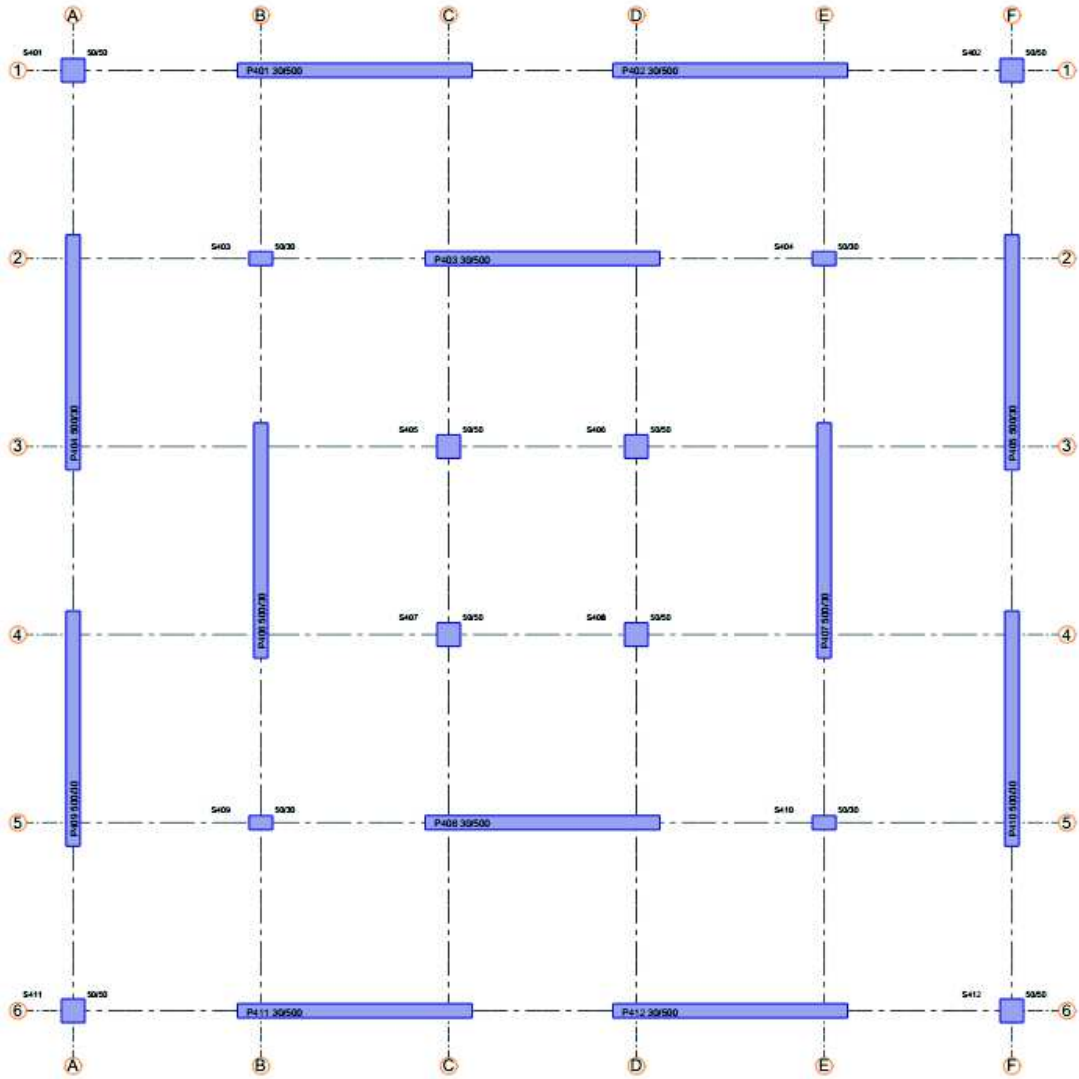
ağırlığı, deprem yükü vb. nedenlerden dolayı tam olarak sabit olarak aynı boyutta tutulamamıştır.



Şekil 4.1. Sistem 1 mimari kalıp planı.

4.2.2. Sistem 2 için önerilen perde yerleşimi

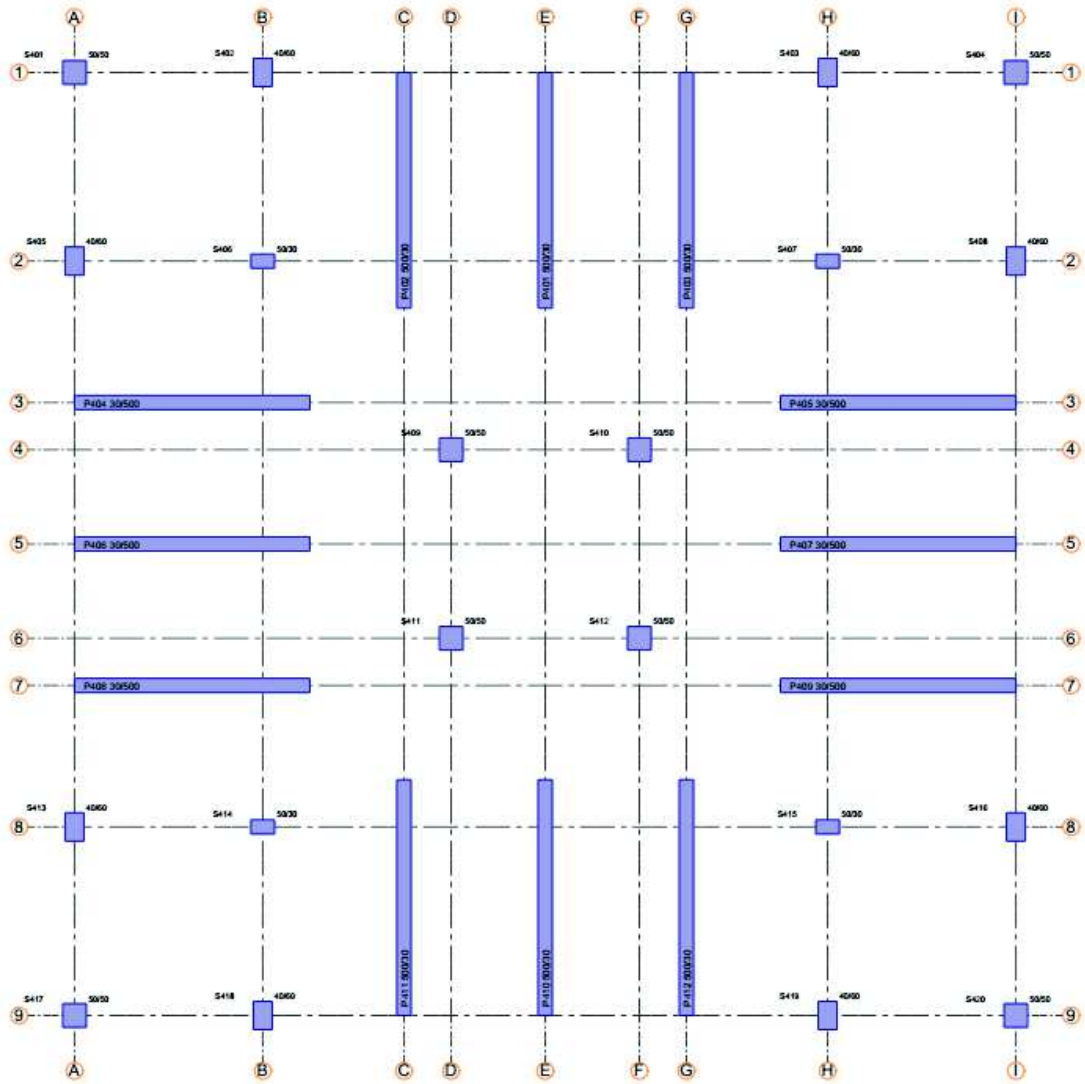
Sistem 2 için master plan olan Sistem 1'e nazaran kenarlardaki perde duvar sayısı birer fazla olacak şekilde arttırılmıştır ve buna bağlı olarak yapı kenarlarındaki bazı kolonlar yerine perde duvarlar yer almıştır. Sistem 2, 3 farklı kat sayılarına sahip olduğundan ötürü yer yer bazı kolonların farklı kat sayılarına sahip diğer binaların bazı katlarında boyutları, değişen yapı ağırlığı, deprem yükü vb. nedenlerden dolayı değişse de genel itibari ile kolon boyutları sabit tutulmuştur.



Şekil 4.2. Sistem 2 mimari kalıp planı.

4.2.3. Sistem 3 için önerilen perde yerleşimi

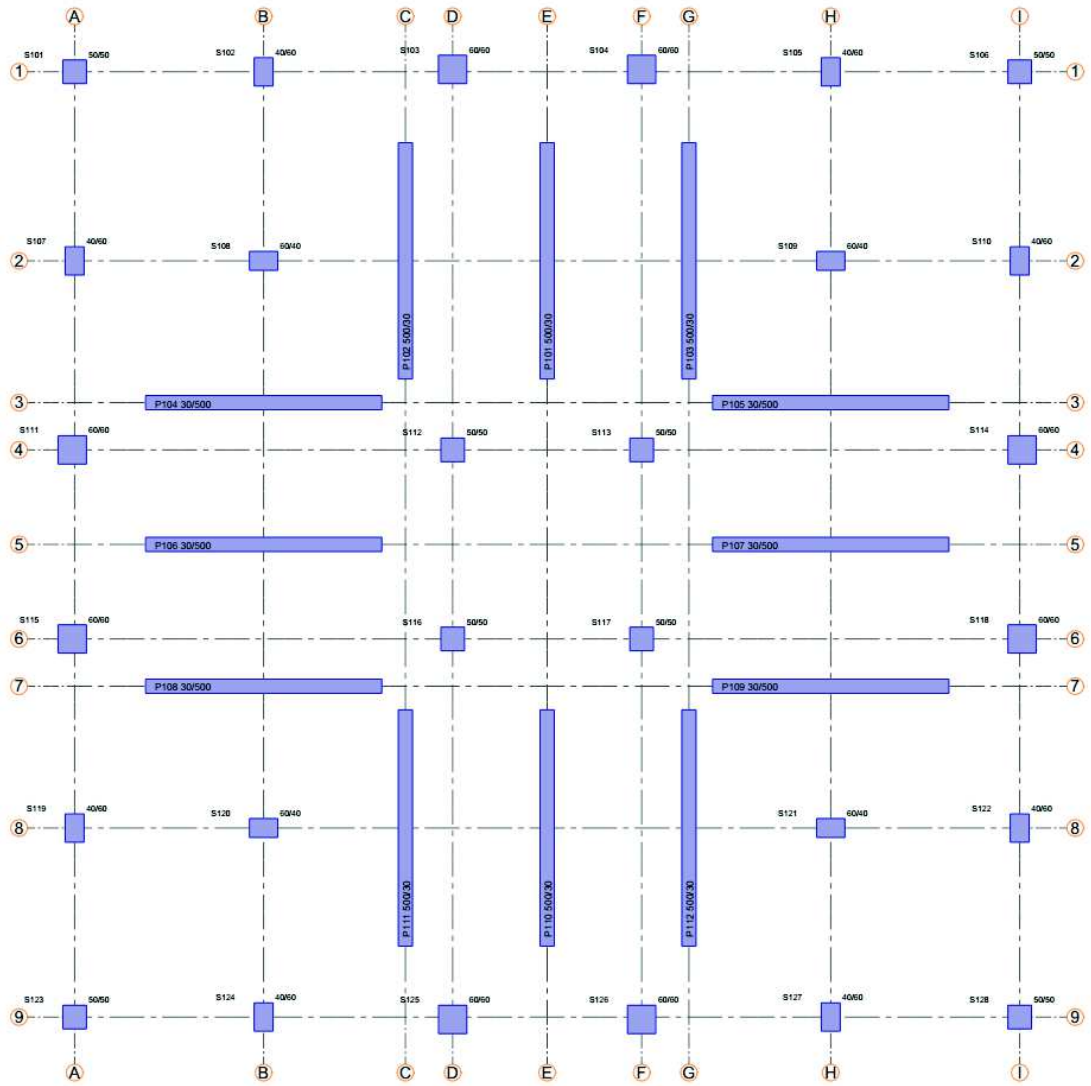
Sistem 3 için yapı çevresinden merkezine doğru olacak şekilde perde duvarlar yerleştirilmiştir. İç kısımdaki bazı kolonların yerini perdeler almıştır. Sistem 3, 3 farklı kat sayılarına sahip olduğundan ötürü yer yer bazı kolonların farklı kat sayılarına sahip diğer binaların bazı katlarında boyutları, değişen yapı ağırlığı, deprem yükü vb. nedenlerden dolayı değişse de genel itibari ile kolon boyutları sabit tutulmuştur.



Şekil 4.3. Sistem 3 mimari kalıp planı.

4.2.4. Sistem 4 için önerilen perde yerleşimi

Sistem 4'te perde duvarlar, Sistem 3'ki gibi yapı çevresinden yapı merkezine doğrudur. Sistem 4'te perde duvarlar bina merkezine daha yakın, iç taraftadırlar. Sistem 4, 3 farklı kat sayılarına sahip olduğundan ötürü yer yer bazı kolonların farklı kat sayılarına sahip diğer binaların bazı katlarında boyutları, değişen yapı ağırlığı, deprem yükü vb. nedenlerden dolayı değişse de genel itibari ile kolon boyutları sabit tutulmuştur.



Şekil 4.4. Sistem 4 mimari kalıp planı.

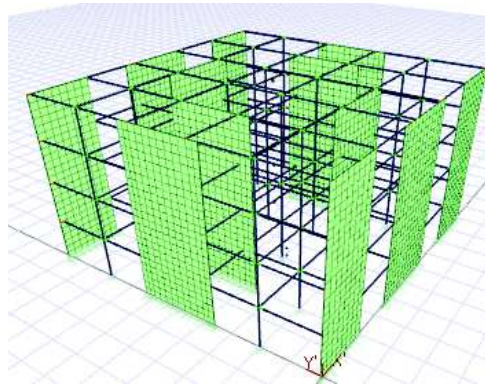
4.3. 4 Katlı Olan Sistemlerin Analiz Sonuçları

4.3.1. Sistem 1

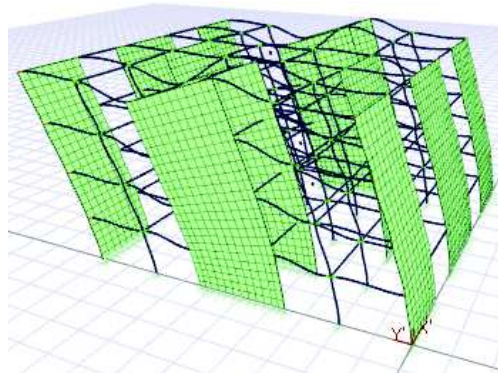
Birinci sistem bu tez çalışmasının master planı olup diğer sistemler bu sisteme göre değerlendirilmiştir. Sistem 1 için deprem parametreleri aşağıda verilmiştir

Tablo 4.1. Sistem 1 deprem parametreleri

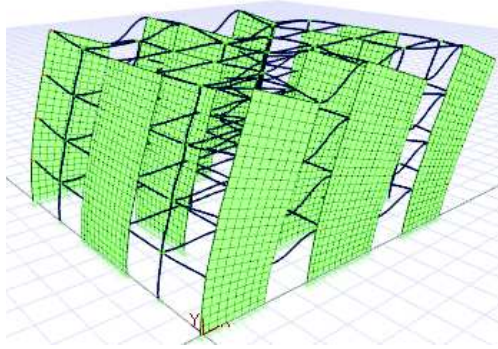
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1625,89 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	11,20 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(dF_n-X)	8,21 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(dF_n-Y)	7,89 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	273,57 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	262,95 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	216,60 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	209,60 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,79
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,80
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x) / V_{tB}(x)$	1,01
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y) / V_{tB}(y)$	1,00



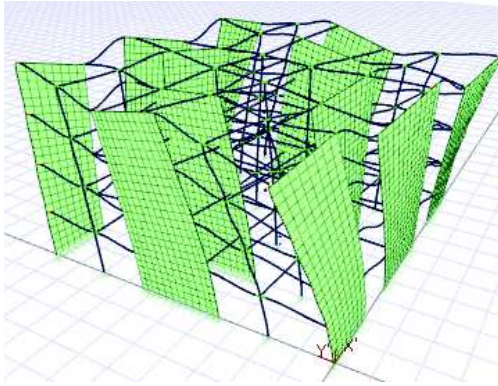
Şekil 4.5. Sistem 1 3B çubuk model



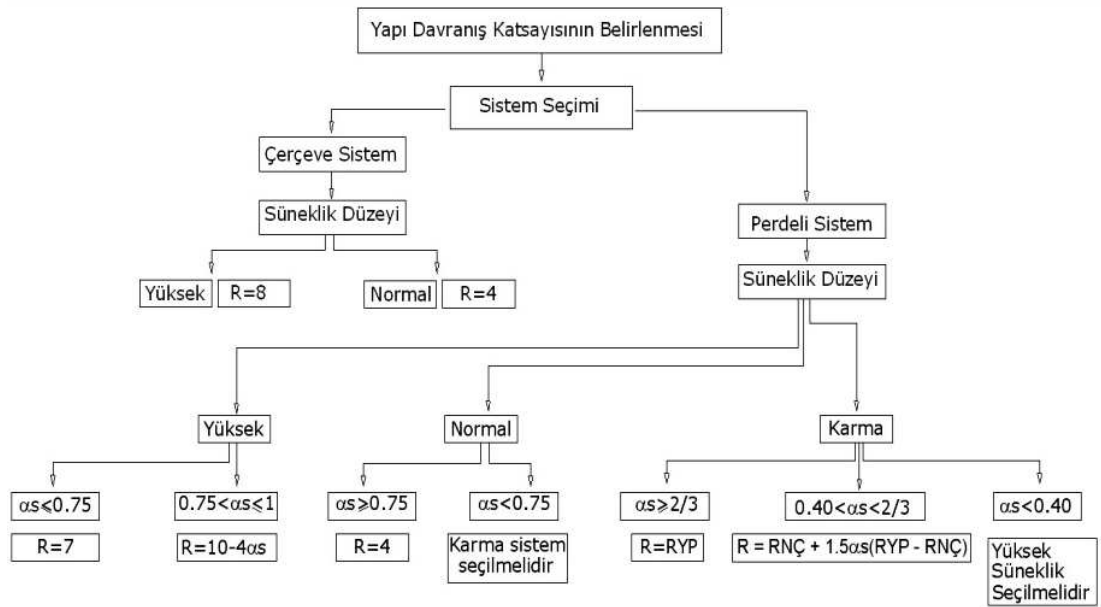
Şekil 4.6. Sistem 1'in 1. Mod hali.



Şekil 4.7. Sistem 1'in 2. Mod hali.



Şekil 4.8. Sistem 1'in 3. Mod hali.



Şekil 4.9. Yapı davranış katsayısı belirlenmesi (ideCAD).

Sistem 1'in süneklik düzeyi yüksek olması ve αs değerinin 0.75-1.00 aralığında çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki

α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'te de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.2. Sistem 1 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		X Yönü +5%			X Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	90,27	100,51	0,90	90,27	100,51	0,90
2. KAT	2,80	148,34	156,64	0,95	148,34	156,64	0,95
1. KAT	2,80	183,83	194,29	0,95	183,83	194,29	0,95
Z.KAT	2,80	210,30	216,60	0,97	210,30	216,60	0,97

Tablo 4.3. Sistem 1 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	81,36	96,36	0,84	81,36	96,36	0,84
2. KAT	2,80	139,07	151,21	0,92	139,07	151,21	0,92
1. KAT	2,80	172,00	187,86	0,92	172,00	187,86	0,92
Z.KAT	2,80	199,94	209,60	0,95	199,94	209,60	0,95

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.2. ve Tablo 4.3.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin hemen hemen tamamına yakınıni perdeler karşılamaktadır. Yapılarda deprem kesme kuvvetlerini karşılamada perde kullanımının ne kadar etkili olduğunu bu durum açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 4.4. Sistem 1 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

Z. KAT - X			Z. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ105	0,80	0,80	PZ105	50,32	45,07
PZ102	34,32	28,97	PZ102	1,19	1,19
PZ104	33,86	30,60	PZ104	1,48	1,48
PZ111	28,97	34,32	PZ111	1,19	1,19
PZ109	30,60	33,86	PZ109	1,48	1,48
PZ106	1,00	1,00	PZ106	49,39	46,24
PZ108	0,80	0,80	PZ108	45,07	50,32
PZ107	1,00	1,00	PZ107	46,24	49,39
PZ101	21,41	18,07	PZ101	0,93	0,85
PZ103	21,41	18,07	PZ103	0,85	0,93
PZ110	18,07	21,41	PZ110	0,93	0,85
PZ112	18,07	21,41	PZ112	0,85	0,93

Perdeler Tablo 4.4.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta, bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.5. Sistem 1 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	210,30	216,60	0,97	Y +5%	199,94	209,60	0,95
X -5%	210,30	216,60	0,97	Y -5%	199,94	209,60	0,95

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.6. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max	0,9709	Max	0,9539
10- $4\alpha_s$	6,12	10- $4\alpha_s$	6,18
Girilen	6,12	Girilen	6,18
Seçilen R Katsayısı	6,12	Seçilen R Katsayısı	6,18

Yukarıdaki Tablo 4.6.'dan da anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 1'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.12, Y yönünde 6.18 seçilmiştir.

Tablo 4.7. Sistem 1 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,14454	0,00000	0,75135	0,00000
2	0,12253	0,74295	0,75135	0,00000
3	0,09264	0,74295	0,75135	0,74275
4	0,03645	0,74295	0,95165	0,74275
5	0,02940	0,94866	0,95165	0,74275
6	0,02224	0,94866	0,95165	0,94942
7	0,01859	0,94866	0,99220	0,94942
8	0,01470	0,99198	0,99220	0,94942
9	0,01382	0,99198	1,00000	0,94942
10	0,01116	0,99198	1,00000	0,99218
11	0,01082	1,00000	1,00000	0,99218
12	0,00824	1,00000	1,00000	1,00000

Tablo 4.7.'de elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplamak için o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.8. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	8,21	-	-	7,89	-	-
3.Kat	114,02	100,51	100,51	109,60	96,36	96,36
2. Kat	79,36	56,13	56,13	76,28	54,85	54,85
1. Kat	53,46	37,66	37,66	51,38	36,65	36,65
Zemin Kat	26,73	22,30	22,30	25,69	21,73	21,73

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.9. Sistem 1 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+0,05						-0,05				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
3. KAT	2,80	0	101,50	100,5068	0	102,0144	0	101,50	100,5068	0	102,0144
2. KAT	2,80	0	101,50	56,1285	0	56,9704	0	101,50	56,1285	0	56,9704
1. KAT	2,80	0	101,50	37,6580	0	38,2229	0	101,50	37,6580	0	38,2229
Z. KAT	2,80	0	101,50	22,3047	0	22,6393	0	101,50	22,3047	0	22,6393

Tablo 4.10. Sistem 1 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar		+0,05						-0,05					
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]		[cm]	[cm]	[tf]	[tf]		[cm]
3. KAT	2,80	102,00	0	0	96,3598	98,2870	102,00	0	0	96,3598	98,2870	102,00	0
2. KAT	2,80	102,00	0	0	54,8499	55,9469	102,00	0	0	54,8499	55,9469	102,00	0
1. KAT	2,80	102,00	0	0	36,6545	37,3876	102,00	0	0	36,6545	37,3876	102,00	0
Z. KAT	2,80	102,00	0	0	21,7342	22,1689	102,00	0	0	21,7342	22,1689	102,00	0

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm\%5$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.11. Sistem 1 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+0,05				-0,05			
Kat	h	δx	δy	θ	δx	δy	θ	δx	δy
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)		(mm)	(mm)		(rd)
3. KAT	2,80	0,88	0	0,00	0,88	0	0,00	0,88	0
2. Kat	2,80	0,61	0	0,00	0,61	0	0,00	0,61	0
1. KAT	2,80	0,34	0	0,00	0,34	0	0,00	0,34	0
Z. KAT	2,80	0,12	0	0,00	0,12	0	0,00	0,12	0

Tablo 4.12. Sistem 1 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+0,05				-0,05			
Kat	h	δx	δy	θ	δx	δy	θ	δx	δy
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)		(mm)	(mm)		(rd)
3. KAT	2,80	0	1,17	0,00	0	1,17	0,00	0	1,17
2. Kat	2,80	0	0,82	0,00	0	0,82	0,00	0	0,82
1. KAT	2,80	0	0,47	0,00	0	0,47	0,00	0	0,47
Z. KAT	2,80	0	0,17	0,00	0	0,17	0,00	0	0,17

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.13. Sistem 1 X yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	P3403	0,96	0,66	0,30	1,82	0,001	✓
2. KAT	2,80	P2303	0,66	0,37	0,29	1,79	0,001	✓
1. KAT	2,80	P1203	0,37	0,13	0,24	1,48	0,001	✓
Z.KAT	2,80	PZ101	0,13	0	0,13	0,80	0,000	✓

Tablo 4.14. Sistem 1 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	P3412	0,96	0,30	1,82	2,57	0,001	✓
2. KAT	2,80	P2312	0,66	0,29	1,79	2,58	0,001	✓
1. KAT	2,80	P1212	0,37	0,24	1,48	2,21	0,001	✓
Z.KAT	2,80	PZ110	0,13	0,13	0,80	1,48	0,000	✓

Tablo 4.15. Sistem 1 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	P3410	1,25	0,87	0,38	2,33	0,001	✓
2. KAT	2,80	P2310	0,87	0,50	0,38	2,33	0,001	✓
1. KAT	2,80	P1210	0,50	0,18	0,32	1,95	0,001	✓
Z.KAT	2,80	PZ101	0,18	0	0,18	1,11	0,000	✓

Tablo 4.16. Sistem 1 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	P3412	1,25	0,87	0,38	2,33	0,001	✓
2. KAT	2,80	P2312	0,87	0,50	0,38	2,33	0,001	✓
1. KAT	2,80	P1212	0,50	0,18	0,32	1,95	0,001	✓
Z.KAT	2,80	PZ103	0,18	0	0,18	1,11	0,000	✓

d_i : Binanın i 'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i 'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.17. Sistem 1 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,27	404,37	100,51	281,42	0,0004	✓
2. KAT	2,80	0,27	808,73	156,64	438,58	0,0005	✓
1. KAT	2,80	0,22	1217,31	194,29	544,02	0,0005	✓
Z.KAT	2,80	0,12	1625,89	216,60	606,47	0,0003	✓

Tablo 4.18. Sistem 1 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,27	404,37	100,51	281,42	0,0004	✓
2. KAT	2,80	0,27	808,73	156,64	438,58	0,0005	✓
1. KAT	2,80	0,22	1217,31	194,29	544,02	0,0005	✓
Z.KAT	2,80	0,12	1625,89	216,60	606,47	0,0003	✓

Tablo 4.19. Sistem 1 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,35	404,37	96,36	269,81	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,35	808,73	151,21	423,39	0,0007	✓
1. KAT	2,80	0,30	1217,31	187,86	526,02	0,0007	✓
Z.KAT	2,80	0,17	1625,89	209,60	586,88	0,0005	✓

Tablo 4.20. Sistem 1 Y yönünde -%5 ikinci merteye etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_i$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,35	404,37	96,36	269,81	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,35	808,73	151,21	423,39	0,0007	✓
1. KAT	2,80	0,30	1217,31	187,86	526,02	0,0007	✓
Z.KAT	2,80	0,17	1625,89	209,60	586,88	0,0005	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci merteye gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci merteye etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Son katın X ve Y doğrultusundaki ikinci merteye etki oranlarının ortalama kat ötelemelerinin diğer katlara göre fazla olması sebebiyle diğer katlardan yüksek olması beklenirken 1. ve 2. katlardan düşük çıkmıştır.

Tablo 4.21. Sistem 1 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+%5				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,30 / P3403	0,25 / P3412	0,27	1,08	Yok
2. KAT	2,80	0,29 / P2303	0,25 / P2312	0,27	1,08	Yok
1. KAT	2,80	0,24 / P1203	0,20 / P1211	0,22	1,08	Yok
Z. KAT	2,80	0,13 / PZ101	0,11 / PZ110	0,12	1,08	Yok

Tablo 4.22. Sistem 1 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-%5				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,30 / P3412	0,25 / P3403	0,27	1,08	Yok
2. KAT	2,80	0,29 / P2312	0,25 / P2303	0,27	1,08	Yok
1. KAT	2,80	0,24 / P1212	0,20 / P1203	0,22	1,08	Yok
Z. KAT	2,80	0,13 / PZ110	0,11 / PZ101	0,12	1,08	Yok

Tablo 4.23. Sistem 1 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,38 / P3410	0,33 / S3412	0,35	1,06	Yok
2. KAT	2,80	0,38 / P2310	0,33 / S2312	0,35	1,06	Yok
1. KAT	2,80	0,32 / P1210	0,28 / S1212	0,30	1,06	Yok
Z.KAT	2,80	0,18 / PZ101	0,16 / SZ104	0,17	1,06	Yok

Tablo 4.24. Sistem 1 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,38 / P3412	0,33 / S3409	0,35	1,06	Yok
2. KAT	2,80	0,38 / P2312	0,33 / S2309	0,35	1,06	Yok
1. KAT	2,80	0,32 / P1212	0,28 / S1209	0,30	1,06	Yok
Z.KAT	2,80	0,18 / PZ103	0,16 / SZ101	0,17	1,06	Yok

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'nci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Y doğrultusundaki minimum görelî kat ötelemelerinin yüksek olması sonucu ortalama görelî kat ötelemeleride yüksek çıkmış ve böylece Y doğrultusundaki burulma düzensizliği oranları X doğrultusuna oranla daha düşük çıkmıştır.

Tablo 4.25. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	2,20	18,24	4,77	21,16
1. KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88
Z. KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88

Tablo 4.26. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,20	18,24	4,77	21,16	1,03	Yok
Z. KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88	1,00	Yok

Tablo 4.27. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	2,20	18,24	5,68	21,29
1. KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01
Z. KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01

Tablo 4.28. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,20	18,24	5,68	21,29	1,03	Yok
Z. KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin

bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşim geometrisinden dolayı Y doğrultusundaki etkili kesme alanları ve oranları X doğrultusuna göre daha fazladır.

Tablo 4.29. Sistem 1 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,27	9,81E-5	-	-1,02	0,27	9,81E-5	-	-1,02	Yok
2. KAT	2,80	0,27	9,64E-5	9,81E-5	0,98/1,21	0,27	9,64E-5	9,81E-5	0,98/1,21	Yok
1. KAT	2,80	0,22	7,95E-5	9,64E-5	0,82/1,84	0,22	7,95E-5	9,64E-5	0,82/1,84	Yok
Z. KAT	2,80	0,12	4,31E-5	7,95E-5	0,54/-	0,12	4,31E-5	7,95E-5	0,54/-	Yok

Tablo 4.30. Sistem 1 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,35	0,000127	-	-1,00	0,35	0,000127	-	-1,00	Yok
2. KAT	2,80	0,35	0,000127	0,000127	1,00/1,19	0,35	0,000127	0,000127	1,00/1,19	Yok
1. KAT	2,80	0,30	0,000106	0,000127	0,84/1,75	0,30	0,000106	0,000127	0,84/1,75	Yok
Z. KAT	2,80	0,17	6,07E-5	0,000106	0,57/-	0,17	6,07E-5	0,000106	0,57/-	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

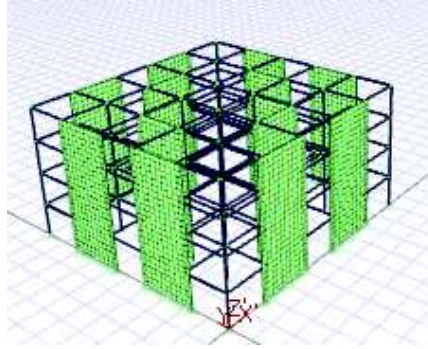
Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunmadığı tespit edilmiştir.

4.3.2. Sistem 2

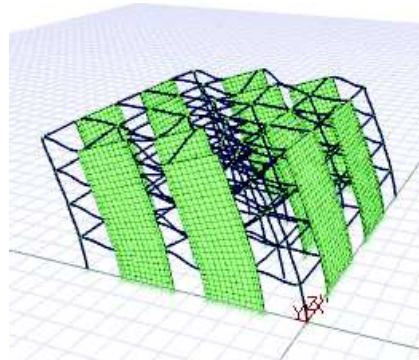
Sistem 2 için master plan olan Sistem 1'e nazaran kenarlardaki perde duvar sayısı birer fazla olacak şekilde arttırılmıştır ve buna bağlı olarak yapı kenarlarındaki bazı kolonlar yerine perde duvarlar yer almıştır.

Tablo 4.31. Sistem 2 deprem parametreleri

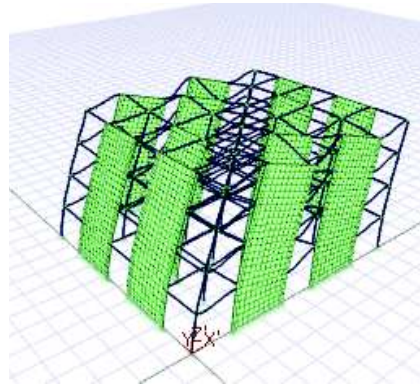
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1627,81 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	11,20 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ρF_n -X)	8,07 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ρF_n -Y)	8,09 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	268,87 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	269,68 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	213,90 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	214,34 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	$VtB(x) / Vt(x)$	0,80
Y yönü VtB/Vt oranı	$VtB(y) / Vt(y)$	0,79
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(x) / VtB(x)$	1,01
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(y) / VtB(y)$	1,01



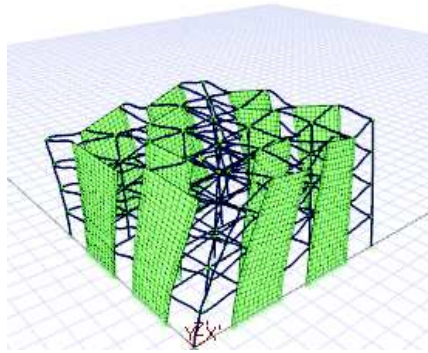
Şekil 4.10. Sistem 2 3B çubuk model.



Şekil 4.11. Sistem 2'nin 1.Mod hali.



Şekil 4.12. Sistem 2'nin 2.Mod hali.



Şekil 4.13. Sistem 2'nin 3.Mod hali.

Sistem 2'nin süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.32. ve Tablo 4.33.'te de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.32. Sistem 2 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	84,07	98,73	0,85	84,07	98,73	0,85
2. KAT	2,80	143,26	154,73	0,93	143,26	154,73	0,93
1. KAT	2,80	179,59	192,03	0,94	179,59	192,03	0,94
Z.KAT	2,80	205,80	213,90	0,96	205,80	213,90	0,96

Tablo 4.33. Sistem 2 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	86,60	99,06	0,87	86,60	99,06	0,87
2. KAT	145,21	155,09	0,94	145,21	155,09	0,94
1. KAT	181,54	192,42	0,94	181,54	192,42	0,94
Z.KAT	207,41	214,34	0,97	207,41	214,34	0,97

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.32. ve Tablo 4.33.'te görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin hemen hemen tamamına yakını perdelere karşılamaktadır. Yapılarda deprem kesme kuvvetlerini karşılamada perde kullanımının ne kadar etkili olduğunu bu durum açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 4.34. Sistem 2 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ101	35,48	30,97	PZ101	0,91	0,86
PZ102	35,48	30,97	PZ102	0,86	0,91
PZ105	0,92	0,88	PZ105	31,30	35,82
PZ110	0,88	0,92	PZ110	31,30	35,82
PZ112	30,97	35,48	PZ112	0,86	0,91
PZ111	30,97	35,48	PZ111	0,91	0,86
PZ109	0,88	0,92	PZ109	35,82	31,30
PZ104	0,92	0,88	PZ104	35,82	31,30
PZ103	34,94	32,21	PZ103	1,09	1,09
PZ106	1,08	1,08	PZ106	35,08	32,36
PZ107	1,08	1,08	PZ107	32,36	35,08
PZ108	32,21	34,94	PZ108	1,09	1,09

Perdeler Tablo 4.34.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.35. Sistem 2 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	205,80	213,90	0,96	Y +5%	207,41	214,34	0,97
X -5%	205,80	213,90	0,96	Y -5%	207,41	214,34	0,97

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.36. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9621	Max α_s	0,9676
10- 4α_s	6,15	10-4α_s	6,13
Girilen R Katsayısı	6,15	Girilen R Katsayısı	6,13
Seçilen R Katsayısı	6,15	Seçilen R Katsayısı	6,13

Yukarıdaki Tablo 4.36.'dan da anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.15, Y yönünde 6.13 seçilmiştir.

Tablo 4.37. Sistem 2 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,13337	0,00000	0,74844	0,00000
2	0,13201	0,74972	0,74844	0,00000
3	0,09083	0,74972	0,74844	0,74727
4	0,03272	0,74972	0,94955	0,74727
5	0,03258	0,94957	0,94955	0,74727
6	0,02212	0,94957	0,94955	0,94995
7	0,01650	0,94957	0,99209	0,94995
8	0,01645	0,99204	0,99209	0,94995
9	0,01216	0,99204	1	0,94995
10	0,01214	1	1	0,94995
11	0,01116	1	1	0,99235
12	0,00825	1	1	1

Tablo 4.37.'de elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.38. Sistem 2 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	8,07	-	-	8,09	-	-
3.Kat	112,23	98,73	98,73	112,57	99,06	99,06
2. Kat	78,12	56,00	56,00	78,36	56,04	56,04
1. Kat	52,34	37,30	37,30	52,50	37,32	37,32
Zemin Kat	26,14	21,88	21,88	26,25	21,92	21,92

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.39. Sistem 2 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
Kat	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
3. KAT	2,80	0	102,50	98,7349	0	101,2032	0	102,50	98,7349	0	101,2032
2. KAT	2,80	0	102,50	55,9973	0	57,3973	0	102,50	55,9973	0	57,3973
1. KAT	2,80	0	102,50	37,2958	0	38,2282	0	102,50	37,2958	0	38,2282
Z. KAT	2,80	0	102,50	21,8758	0	22,4227	0	102,50	21,8758	0	22,4227

Tablo 4.40. Sistem 2 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
Kat	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
3. KAT	2,80	102,50	0	0	99,0587	101,5352	102,50	0	0	99,0587	101,5352
2. KAT	2,80	102,50	0	0	56,0359	57,4368	102,50	0	0	56,0359	57,4368
1. KAT	2,80	102,50	0	0	37,3211	38,2541	102,50	0	0	37,3211	38,2541
Z. KAT	2,80	102,50	0	0	21,9247	22,4728	102,50	0	0	21,9247	22,4728

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur.

Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.41. Sistem 2 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3. KAT	2,80	1,00	0	0,00	1,00	0	0,00
2. Kat	2,80	0,70	0	0,00	0,70	0	0,00
1. KAT	2,80	0,39	0	0,00	0,39	0	0,00
Z. KAT	2,80	0,14	0	0,00	0,14	0	0,00

Tablo 4.42. Sistem 2 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3. KAT	2,80	0	1,02	0,00	0	1,02	0,00
2. Kat	2,80	0	0,71	0,00	0	0,71	0,00
1. KAT	2,80	0	0,40	0,00	0	0,40	0,00
Z. KAT	2,80	0	0,14	0,00	0	0,14	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.43. Sistem 2 X yönünde $\pm 5\%$ görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d_i [mm]	$d(i-1)$ [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3402	1,07	0,75	0,32	2,00	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2302	0,75	0,42	0,32	1,99	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1202	0,42	0,15	0,27	1,67	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,15	0	0,15	0,93	0,000	✓

Tablo 4.44. Sistem 2 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/h	δi(max)/h ≤0,02
3. KAT	2,80	S3412	1,07	0,75	0,32	2,00	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2312	0,75	0,42	0,32	1,99	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1212	0,42	0,15	0,27	1,67	0,001	✓
Z.KAT	2,80	PZ111	0,15	0	0,15	0,93	0,000	✓

Tablo 4.45. Sistem 2 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/h	δi(max)/h ≤0,02
3. KAT	2,80	S3411	1,10	0,76	0,33	2,05	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2311	0,76	0,43	0,33	2,04	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1211	0,43	0,15	0,28	1,70	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,15	0	0,15	0,94	0,000	✓

Tablo 4.46. Sistem 2 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/h	δi(max)/h ≤0,02
3. KAT	2,80	S3412	1,10	0,76	0,33	2,05	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2312	0,76	0,43	0,33	2,04	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1212	0,43	0,15	0,28	1,70	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ102	0,15	0	0,15	0,94	0,000	✓

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görel kat ötelemesine oranı hesaplanarak “görel kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.47. Sistem 2 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ihi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,30	405,93	98,73	276,46	0,0004	✓
2. KAT	2,80	0,30	811,87	154,73	433,25	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,25	1219,84	192,03	537,68	0,0006	✓
Z.KAT	2,80	0,14	1627,81	213,90	598,93	0,0004	✓

Tablo 4.48. Sistem 2 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ihi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,30	405,93	98,73	276,46	0,0004	✓
2. KAT	2,80	0,30	811,87	154,73	433,25	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,25	1219,84	192,03	537,68	0,0006	✓
Z.KAT	2,80	0,14	1627,81	213,90	598,93	0,0004	✓

Tablo 4.49. Sistem 2 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_i$ [tf]	V_i [tf]	V_{ihi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,31	405,93	99,06	277,36	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,31	811,87	155,09	434,26	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,26	1219,84	192,42	538,76	0,0006	✓
Z.KAT	2,80	0,14	1627,81	214,34	600,15	0,0004	✓

Tablo 4.50. Sistem 2 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ihi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,31	405,93	99,06	277,36	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,31	811,87	155,09	434,26	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,26	1219,84	192,42	538,76	0,0006	✓
Z.KAT	2,80	0,14	1627,81	214,34	600,15	0,0004	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Son katın X ve Y doğrultusundaki ikinci mertebe etki oranlarının ortalama kat ötelemelerinin diğer katlara göre fazla olması sebebiyle diğer katlardan yüksek olması beklenirken 1. ve 2. katlardan düşük çıkmıştır.

Tablo 4.51. Sistem 2 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,32 / S3402	0,28 / S3412	0,30	1,07	Yok
2. KAT	2,80	0,32 / S2302	0,28 / S2312	0,30	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,27 / S1202	0,24 / S1212	0,25	1,07	Yok
Z. KAT	2,80	0,15 / SZ101	0,13 / SZ111	0,14	1,07	Yok

Tablo 4.52. Sistem 2 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,32 / S3412	0,28 / S3402	0,30	1,07	Yok
2. KAT	2,80	0,32 / S2312	0,28 / S2302	0,30	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,27 / S1212	0,24 / S1202	0,25	1,07	Yok
Z. KAT	2,80	0,15 / PZ111	0,13 / SZ101	0,14	1,07	Yok

Tablo 4.53. Sistem 2 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,33 / S3411	0,29 / S3412	0,31	1,07	Yok
2. KAT	2,80	0,33 / S2311	0,29 / S2312	0,31	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,28 / S1211	0,24 / S1212	0,26	1,07	Yok
Z:KAT	2,80	0,15 / SZ101	0,13 / SZ102	0,14	1,07	Yok

Tablo 4.54. Sistem 2 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,33 / S3412	0,29 / S3411	0,31	1,07	Yok
2. KAT	2,80	0,33 / S2312	0,29 / S2311	0,31	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,28 / S1212	0,24 / S1211	0,26	1,07	Yok
Z:KAT	2,80	0,15 / SZ102	0,13 / SZ101	0,14	1,07	Yok

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. X ve Y doğrultusundaki burulma düzensizliği oranları arasında bir fark bulunmamakta değerler aynı çıkmaktadır. Bu durumun oluşmasındaki sebep her iki doğrultudaki oluşan görelî kat ötelemelerinin hemen hemen aynı değerde çıkmasıdır.

Tablo 4.55. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,24	21,39
1. KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75

Tablo 4.56. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	$h_c(i)$	$\eta_{c(i)} > 0,80$
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,60	18,00	5,24	21,39	1,02	Yok
Z. KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75	1,00	Yok

Tablo 4.57. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,30	21,39
1. KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75
Z. KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75

Tablo 4.58. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,60	18,00	5,30	21,39	1,02	Yok
Z. KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.59. Sistem 2 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,30	0,000108	-	$\frac{1}{1,00}$	0,30	0,000108	-	$\frac{1}{1,00}$	Yok
2. KAT	2,80	0,30	0,000108	0,000108	$\frac{1}{1,19}$	0,30	0,000108	0,000108	$\frac{1}{1,19}$	Yok
1. KAT	2,80	0,25	9,09E-5	0,000108	$\frac{0,84}{1,80}$	0,25	9,09E-5	0,000108	$\frac{0,84}{1,80}$	Yok
Z. KAT	2,80	0,14	5,06E-5	9,09E-5	$\frac{0,56}{-}$	0,14	5,06E-5	9,09E-5	$\frac{0,56}{-}$	Yok

Tablo 4.60. Sistem 2 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,31	0,000112	-	$\frac{1,00}{1,20}$	0,31	0,000112	-	$\frac{1,00}{1,20}$	Yok
2. KAT	2,80	0,31	0,000111	0,000112	$\frac{1,20}{0,84}$	0,31	0,000111	0,000112	$\frac{1,20}{0,84}$	Yok
1. KAT	2,80	0,26	9,3E-5	0,000111	$\frac{1,80}{0,55}$	0,26	9,3E-5	0,000111	$\frac{1,80}{0,55}$	Yok
Z. KAT	2,80	0,14	5,15E-5	9,3E-5	-	0,14	5,15E-5	9,3E-5	-	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

$(\Delta i)_{\text{ort}}$:Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

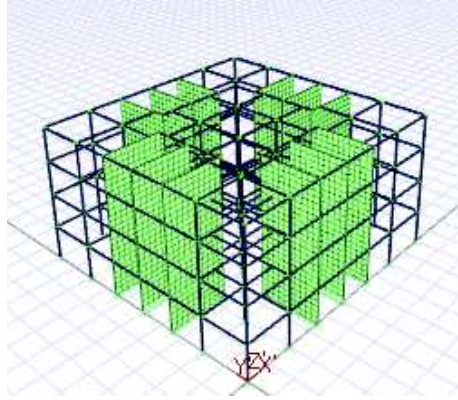
Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunmadığı tespit edilmiştir.

4.3.3. Sistem 3

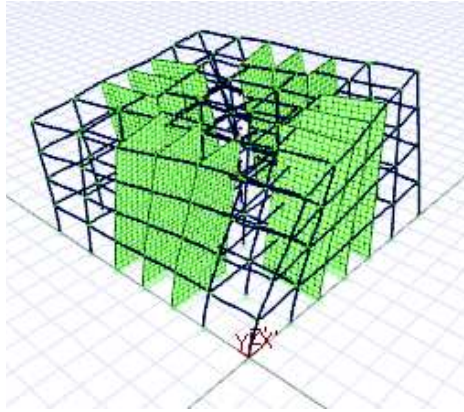
Sistem 3 için yapı çevresinden merkezine doğru olacak şekilde pere duvarlar yerleştirilmiştir. İç kısımdaki bazı kolonların yerini perdeler almıştır.

Tablo 4.61. Sistem 3 deprem parametreleri

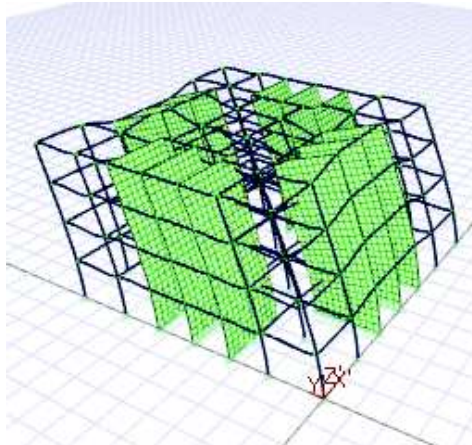
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1686,98 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	11,20 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(D_{Fn-X})	8,19 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(D_{Fn-Y})	8,10 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_{t-X})	273,15 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_{t-Y})	269,92 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V_{tB-X})	216,40 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(V_{tB-Y})	215,72 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,79
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,80
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_{tB}(x) / V_{tB}(x)$	1,14
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_{tB}(y) / V_{tB}(y)$	1,13



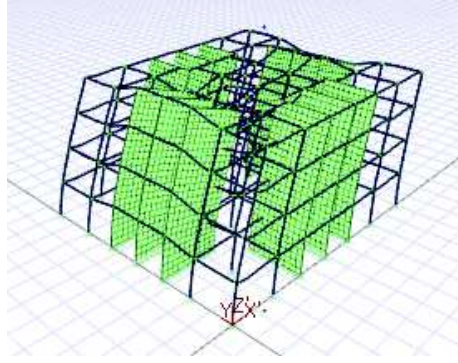
Şekil 4.14. Sistem 3 3B çubuk model.



Şekil 4.15. Sistem 3'ün 1.Mod hali.



Şekil 4.16. Sistem 3'ün 2.Mod hali.



Şekil 4.17. Sistem 3'ün 3.Mod hali.

Sistem 3'ün süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.62. ve Tablo 4.63.'te de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.62. Sistem 3 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	h [m]	X Yönü +5%			X Yönü -5%		
		$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	79,41	100,93	0,79	79,41	100,93	0,79
2. KAT	2,80	139,11	156,83	0,89	139,11	156,83	0,89
1. KAT	2,80	179,11	194,13	0,92	179,11	194,13	0,92
Z.KAT	2,80	206,27	216,40	0,95	206,27	216,40	0,95

Tablo 4.63. Sistem 3 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	h [m]	Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
		$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	100,64	78,61	0,78	100,64	78,61	0,78
2. KAT	2,80	156,33	138,56	0,89	156,33	138,56	0,89
1. KAT	2,80	193,51	178,37	0,92	193,51	178,37	0,92
Z.KAT	2,80	215,72	204,63	0,95	215,72	204,63	0,95

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.62. ve Tablo 4.63.'te görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin büyük kısmını perdeler karşılamaktadır. Bu sistemde perdelerin karşıladığı kesme kuvvetleri ilk iki sisteme oranla perde oranlarının aynı olduğu halde daha düşük çıkmaktadır.

Tablo 4.64. Sistem 3 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ102	1,46	0,68	PZ102	38,63	27,86
PZ101	1,26	0,56	PZ101	32,84	32,84
PZ103	1,46	0,68	PZ103	27,86	38,63
PZ104	38,90	28,12	PZ104	1,43	0,66
PZ106	33,07	33,07	PZ106	1,24	0,55
PZ108	28,12	38,90	PZ108	1,43	0,66
PZ105	38,90	28,12	PZ105	0,66	1,43
PZ107	33,07	33,07	PZ107	0,55	1,24
PZ109	28,12	38,90	PZ109	0,66	1,43
PZ111	0,68	1,46	PZ111	38,63	27,86
PZ110	0,56	1,26	PZ110	32,84	32,84
PZ112	0,68	1,46	PZ112	27,86	38,63

Perdeler Tablo 4.64.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.65. Sistem 3 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s		$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
X +5%	206,27	216,40	0,95	Y +5%	204,63	215,72	0,95
X -5%	206,27	216,40	0,95	Y -5%	204,63	215,72	0,95

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.66. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi.

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9532	Max α_s	0,9486
10- α_s	6,19	10-4α_s	6,21
Girilen R Katsayısı	6,19	Girilen R Katsayısı	6,21
Seçilen R Katsayısı	6,19	Seçilen R Katsayısı	6,21

Yukarıdaki Tablo 4.66.'dan da anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 1'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.19, Y yönünde 6.21 seçilmiştir.

Tablo 4.67. Sistem 3 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için	Uy için	Rz için
		toplam kütle katılımı oranı	toplam kütle katılımı oranı	toplam kütle katılımı oranı
1	0,23212	0,00000	0,00000	0,77911
2	0,14209	0,00000	0,74178	0,77911
3	0,14209	0,74199	0,74178	0,77911
4	0,06400	0,74199	0,74178	0,94666
5	0,03351	0,94860	0,74178	0,94666
6	0,03346	0,94860	0,94838	0,94666
7	0,03286	0,94860	0,94838	0,98992
8	0,02358	0,94860	0,94838	1,00000
9	0,01672	0,99193	0,94838	1,00000
10	0,01668	0,99193	0,99185	1,00000
11	0,01228	1,00000	0,99185	1,00000
12	0,01223	1,00000	1,00000	1,00000

Tablo 4.67.'de elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.68. Sistem 3 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	8,19	-	-	8,10	-	-
3. Kat	114,18	100,93	100,93	112,83	100,64	100,64
2. Kat	79,49	55,91	55,91	75,55	55,69	55,69
1. Kat	52,99	37,30	37,30	52,36	37,18	37,18
Zemin Kat	26,50	22,27	22,27	26,18	22,21	22,21

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.69. Sistem 3 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
3. KAT	2,80	0	103,00	100,9267	0	103,9545	0	103,00	100,9267	0	103,9545
2. KAT	2,80	0	103,00	55,9061	0	57,5833	0	103,00	55,9061	0	57,5833
1. KAT	2,80	0	103,00	37,2998	0	38,4188	0	103,00	37,2998	0	38,4188
Z. KAT	2,80	0	103,00	22,2718	0	22,9400	0	103,00	22,2718	0	22,9400

Tablo 4.70. Sistem 3 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
3. KAT	2,80	102,50	0	0	100,6383	103,1543	102,50	0	0	100,6383	103,1543
2. KAT	2,80	102,50	0	0	55,6935	57,0858	102,50	0	0	55,6935	57,0858
1. KAT	2,80	102,50	0	0	37,1772	38,1066	102,50	0	0	37,1772	38,1066
Z. KAT	2,80	102,50	0	0	22,2067	22,7618	102,50	0	0	22,2067	22,7618

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.71. Sistem 3 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3. KAT	2,80	1,14	0	0,00	1,14	0	0,00
2. Kat	2,80	0,78	0	0,00	0,78	0	0,00
1. KAT	2,80	0,44	0	0,00	0,44	0	0,00
Z. KAT	2,80	0,15	0	0,00	0,15	0	0,00

Tablo 4.72. Sistem 3 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3. KAT	2,80	0	1,13	0,00	0	1,13	0,00
2. Kat	2,80	0	0,78	0,00	0	0,78	0,00
1. KAT	2,80	0	0,44	0,00	0	0,44	0,00
Z. KAT	2,80	0	0,15	0,00	0	0,15	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.73. Sistem 3 X yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3403	1,78	1,25	0,53	3,29	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2303	1,25	0,71	0,54	3,32	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1203	0,71	0,25	0,46	2,82	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,25	0	0,25	1,57	0,001	✓

Tablo 4.74. Sistem 3 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ_i [mm]	$\delta_i(\max)$ [mm]	$\delta_i(\max)/h$	$\delta_i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3419	1,78	1,25	0,53	3,29	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2319	1,25	0,71	0,54	3,32	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1219	0,71	0,25	0,46	2,82	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ118	0,25	0	0,25	1,57	0,001	✓

Tablo 4.75. Sistem 3 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ_i [mm]	$\delta_i(\max)$ [mm]	$\delta_i(\max)/h$	$\delta_i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3413	1,75	1,23	0,53	3,26	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2313	1,23	0,70	0,53	3,29	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1213	0,70	0,25	0,45	2,79	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,25	0	0,25	1,55	0,001	✓

Tablo 4.76. Sistem 3 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ_i [mm]	$\delta_i(\max)$ [mm]	$\delta_i(\max)/h$	$\delta_i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3416	1,75	1,23	0,53	3,26	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2316	1,23	0,70	0,53	3,29	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1216	0,70	0,25	0,45	2,79	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ104	0,25	0	0,25	1,55	0,001	✓

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görel kat ötelemesine oranı hesaplanarak “görel kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.77. Sistem 3 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
3. KAT	2,80	0,40	421,74	100,93	282,59	0,0006	✓
2. KAT	2,80	0,39	843,49	156,83	439,13	0,0008	✓
1. KAT	2,80	0,32	1265,23	194,13	543,57	0,0008	✓
Z.KAT	2,80	0,17	1686,98	216,40	605,93	0,0005	✓

Tablo 4.78. Sistem 3 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
3. KAT	2,80	0,40	421,74	100,93	282,59	0,0006	✓
2. KAT	2,80	0,39	843,49	156,83	439,13	0,0008	✓
1. KAT	2,80	0,32	1265,23	194,13	543,57	0,0008	✓
Z.KAT	2,80	0,17	1686,98	216,40	605,93	0,0005	✓

Tablo 4.79. Sistem 3 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
3. KAT	2,80	0,40	421,74	100,64	281,79	0,0006	✓
2. KAT	2,80	0,39	843,49	156,33	437,73	0,0007	✓
1. KAT	2,80	0,32	1265,23	193,51	541,83	0,0007	✓
Z.KAT	2,80	0,17	1686,98	215,72	604,00	0,0005	✓

Tablo 4.80. Sistem 3 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
3. KAT	2,80	0,40	421,74	100,64	281,79	0,0006	✓
2. KAT	2,80	0,39	843,49	156,33	437,73	0,0007	✓
1. KAT	2,80	0,32	1265,23	193,51	541,83	0,0007	✓
Z.KAT	2,80	0,17	1686,98	215,72	604,00	0,0005	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci merteye etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Son katın X ve Y doğrultusundaki ikinci merteye etki oranlarının ortalama kat ötelemelerinin diğer katlara göre fazla olması sebebiyle diğer katlardan yüksek olması beklenirken 1. ve 2. katlardan düşük çıkmıştır.

Tablo 4.81. Sistem 3 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,53 / S3403	0,27 / S3419	0,40	1,32	Var
2. KAT	2,80	0,54 / S2303	0,25 / S2319	0,39	1,36	Var
1. KAT	2,80	0,46 / S1203	0,19 / S1219	0,32	1,41	Var
Z. KAT	2,80	0,25 / SZ101	0,09 / SZ118	0,17	1,46	Var

Tablo 4.82. Sistem 3 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,53 / S3419	0,27 / S3403	0,40	1,32	Var
2. KAT	2,80	0,54 / S2319	0,25 / S2303	0,39	1,36	Var
1. KAT	2,80	0,46 / S1219	0,19 / S1203	0,32	1,41	Var
Z. KAT	2,80	0,25 / SZ118	0,09 / SZ101	0,17	1,46	Var

Tablo 4.83. Sistem 3 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,53 / S3413	0,27 / S3416	0,40	1,32	Var
2. KAT	2,80	0,53 / S2313	0,25 / S2316	0,39	1,36	Var
1. KAT	2,80	0,45 / S1213	0,19 / S1216	0,32	1,41	Var
Z:KAT	2,80	0,25 / SZ101	0,09 / SZ104	0,17	1,46	Var

Tablo 4.84. Sistem 3 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,53 / S3416	0,27 / S3413	0,40	1,32	Var
2. KAT	2,80	0,53 / S2316	0,25 / S2313	0,39	1,36	Var
1. KAT	2,80	0,45 / S1216	0,19 / S1213	0,32	1,41	Var
Z:KAT	2,80	0,25 / SZ104	0,09 / SZ101	0,17	1,46	Var

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin her iki doğrultuda ve her katta bulunmaktadır. Burulma düzensizliği en fazla zemin katta bulunup üst katlara çıktıkça azalmaktadır.

Tablo 4.85. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
Z. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37

Tablo 4.86. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	$h_c(i)$	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok
Z. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok

Tablo 4.87. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
Z. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36

Tablo 4.88. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok
Z. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.89. Sistem 3 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,40	0,000144	-	$\frac{-}{1,03}$	0,40	0,000144	-	$\frac{-}{1,03}$	Yok
2. KAT	2,80	0,39	0,00014	0,000144	$\frac{0,98}{1,22}$	0,39	0,00014	0,000144	$\frac{0,98}{1,22}$	Yok
1. KAT	2,80	0,32	0,000115	0,00014	$\frac{0,82}{1,87}$	0,32	0,000115	0,00014	$\frac{0,82}{1,87}$	Yok
Z. KAT	2,80	0,17	6,18E-5	0,000115	$\frac{0,54}{-}$	0,17	6,18E-5	0,000115	$\frac{0,54}{-}$	Yok

Tablo 4.90. Sistem 3 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,40	0,000142	-	$\frac{-}{1,02}$	0,40	0,000142	-	$\frac{-}{1,02}$	Yok
2. KAT	2,80	0,39	0,000139	0,000142	$\frac{0,98}{1,22}$	0,39	0,000139	0,000142	$\frac{0,98}{1,22}$	Yok
1. KAT	2,80	0,32	0,000114	0,000139	$\frac{0,82}{1,87}$	0,32	0,000114	0,000139	$\frac{0,82}{1,87}$	Yok
Z. KAT	2,80	0,17	6,1E-5	0,000114	$\frac{0,53}{-}$	0,17	6,1E-5	0,000114	$\frac{0,53}{-}$	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

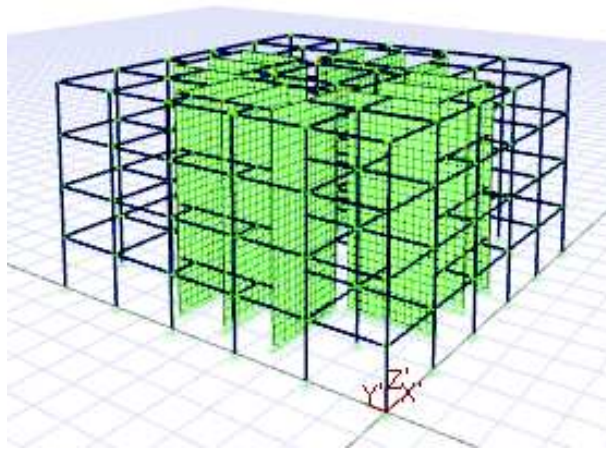
Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunmadığı tespit edilmiştir.

4.3.4. Sistem 4

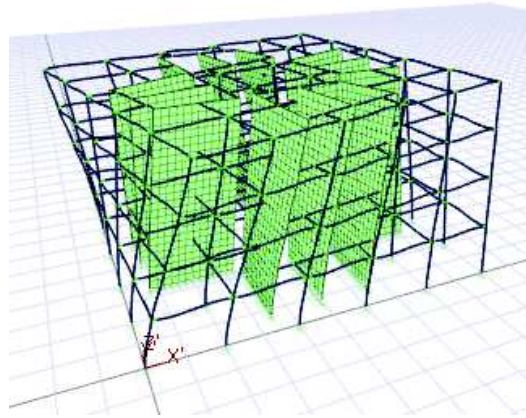
Sistem 4'te perde duvarlar, Sistem 3'ki gibi yapı çevresinden yapı merkezine doğrudur. Sistem 4'te perde duvarlar bina merkezine daha yakın, iç taraftadırlar.

Tablo 4.91. Sistem 4 deprem parametreleri

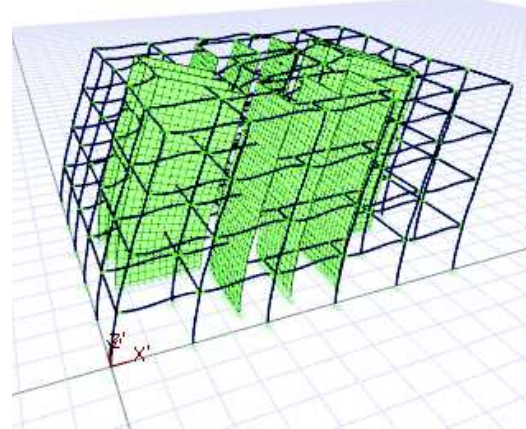
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	1811,83 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	11,20 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(δF_n -X)	8,62 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(δF_n -Y)	8,43 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	287,29 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	280,90 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	229,59 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	229,31 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	$VtB(x) / Vt(x)$	0,80
Y yönü VtB/Vt oranı	$VtB(y) / Vt(y)$	0,82
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(x) / VtB(x)$	1,13
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(y) / VtB(y)$	1,10



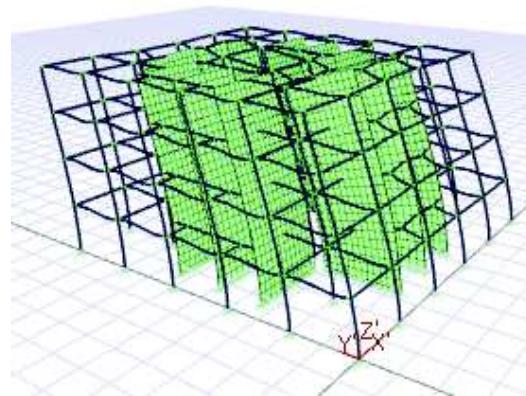
Şekil 4.18. Sistem 4 3B çubuk model.



Şekil 4.19. Sistem 4'ün 1. Mod hali.



Şekil 4.20. Sistem 4'ün 2. Mod hali.



Şekil 4.21. Sistem 4'ün 3. Mod hali.

Sistem 4'ün süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1,00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.92. ve Tablo 4.93.'te de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilir bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.92. Sistem 4 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		X Yönü +5%			X Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	68,84	105,27	0,65	68,84	105,27	0,65
2. KAT	2,80	132,43	165,75	0,80	132,43	165,75	0,80
1. KAT	2,80	177,39	206,02	0,86	177,39	206,02	0,86
Z.KAT	2,80	207,36	229,60	0,90	207,36	229,60	0,90

Tablo 4.93. Sistem 4 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
3. KAT	2,80	67,90	105,13	0,65	67,93	105,13	0,65
2. KAT	2,80	132,25	165,53	0,80	132,29	165,53	0,80
1. KAT	2,80	176,98	205,76	0,86	177,02	205,76	0,86
Z.KAT	2,80	206,63	229,31	0,90	206,65	229,31	0,90

$\sum Pt$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.92. ve Tablo 4.93.'te görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin büyük kısmını perdeler karşılamaktadır. Bu sistemde perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, katlara göre diğer üç sistemden daha az değer aldıkları görülmektedir.

Tablo 4.94. Sistem 4 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ102	1,32	0,76	PZ102	38,12	28,60
PZ101	1,15	0,67	PZ101	33,65	33,65
PZ103	1,32	0,76	PZ103	28,61	38,13
PZ104	38,23	28,70	PZ104	1,29	0,74
PZ106	33,76	33,76	PZ106	1,15	0,66
PZ108	28,70	38,23	PZ108	1,29	0,74
PZ111	0,76	1,32	PZ111	38,12	28,60
PZ110	0,67	1,15	PZ110	33,65	33,65
PZ112	0,76	1,32	PZ112	28,61	38,13
PZ105	38,23	28,70	PZ105	0,74	1,30
PZ107	33,76	33,76	PZ107	0,67	1,15
PZ109	28,70	38,23	PZ109	0,74	1,30

Perdeler Tablo 4.94.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.95. Sistem 4 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	207,36	229,60	0,90	Y +5%	206,63	229,31	0,90
X -5%	207,36	229,60	0,90	Y -5%	206,65	229,31	0,90

ΣPt : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.96. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9032	Max α_s	0,9012
10- α_s	6,39	10-4α_s	6,40
Girilen R Katsayısı	6,39	Girilen R Katsayısı	6,40
Seçilen R Katsayısı	6,39	Seçilen R Katsayısı	6,40

Yukarıdaki Tablo 4.96.'dan da anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.39, Y yönünde 6.40 seçilmiştir.

Tablo 4.97. Sistem 4 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,20412	0,00000	0,00000	0,79518
2	0,13269	0,75365	0,00054	0,79518
3	0,13258	0,75419	0,75426	0,79518
4	0,05951	0,75419	0,75426	0,94696
5	0,03337	0,94921	0,75426	0,94696
6	0,03333	0,94921	0,94916	0,94696
7	0,03133	0,94921	0,94916	0,98949
8	0,02244	0,94921	0,94916	1,00000
9	0,01691	0,99177	0,94916	1,00000
10	0,01689	0,99177	0,99175	1,00000
11	0,01242	1,00000	0,99175	1,00000
12	0,01240	1,00000	1,00000	1,00000

Tablo 4.97.'de elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.98. Sistem 4 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	8,62	-	-	8,43	-	-
3.Kat	119,44	105,27	105,27	116,78	105,13	105,13
2. Kat	83,93	60,47	60,47	82,06	60,40	60,40
1. Kat	55,95	40,27	40,27	54,71	40,23	40,23
Zemin Kat	27,98	23,58	23,58	27,35	23,55	23,55

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.99. Sistem 4 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
3. KAT	2,80	0	103,50	105,2733	0	108,9579	0	103,50	105,2733	0	108,9579
2. KAT	2,80	0	103,50	60,4717	0	62,5882	0	103,50	60,4717	0	62,5882
1. KAT	2,80	0	103,50	40,2742	0	41,6838	0	103,50	40,2742	0	41,6838
Z. KAT	2,80	0	103,50	23,5757	0	24,4009	0	103,50	23,5757	0	24,4009

Tablo 4.100. Sistem 4 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
3. KAT	2,80	103,50	0	0	105,1320	108,8117	103,50	0	0	105,1320	108,8117
2. KAT	2,80	103,50	0	0	60,4012	62,5153	103,50	0	0	60,4012	62,5153
1. KAT	2,80	103,50	0	0	40,2258	41,6337	103,50	0	0	40,2258	41,6337
Z. KAT	2,80	103,50	0	0	23,5462	24,3703	103,50	0	0	23,5462	24,3703

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.101. Sistem 4 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3. KAT	2,80	0,97	0	0,00	0,97	0	0,00
2. Kat	2,80	0,68	0	0,00	0,68	0	0,00
1. KAT	2,80	0,39	0	0,00	0,39	0	0,00
Z. KAT	2,80	0,14	0	0,00	0,14	0	0,00

Tablo 4.102. Sistem 4 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
3. KAT	2,80	0	0,96	0,00	0	0,96	0,00
2. Kat	2,80	0	0,68	0,00	0	0,68	0,00
1. KAT	2,80	0	0,39	0,00	0	0,39	0,00
Z. KAT	2,80	0	0,14	0,00	0	0,14	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.103. Sistem 4 X yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3104	1,45	1,04	0,41	2,64	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2104	1,04	0,60	0,43	2,75	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1104	0,60	0,22	0,38	2,44	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ103	0,22	0	0,22	1,43	0,001	✓

Tablo 4.104. Sistem 4 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3126	1,45	1,04	0,41	2,64	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2126	1,04	0,60	0,43	2,75	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1126	0,60	0,22	0,38	2,44	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ125	0,22	0	0,22	1,43	0,001	✓

Tablo 4.105. Sistem 4 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3115	1,41	1,01	0,40	2,58	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2115	1,01	0,59	0,42	2,69	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1115	0,59	0,22	0,37	2,38	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ111	0,22	0	0,22	1,39	0,000	✓

Tablo 4.106. Sistem 4 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
3. KAT	2,80	S3118	1,42	1,01	0,40	2,58	0,001	✓
2. KAT	2,80	S2118	1,01	0,59	0,42	2,70	0,001	✓
1. KAT	2,80	S1118	0,59	0,22	0,37	2,39	0,001	✓
Z.KAT	2,80	SZ114	0,22	0	0,22	1,40	0,000	✓

d_i : Binanın i 'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i 'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.107. Sistem 4 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,32	449,66	105,27	294,77	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,33	903,72	165,75	464,09	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,28	1357,78	206,02	576,85	0,0007	✓
Z.KAT	2,80	0,16	1811,83	229,59	642,87	0,0004	✓

Tablo 4.108. Sistem 4 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,32	449,66	105,27	294,77	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,33	903,72	165,75	464,09	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,28	1357,78	206,02	576,85	0,0007	✓
Z.KAT	2,80	0,16	1811,83	229,59	642,87	0,0004	✓

Tablo 4.109. Sistem 4 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,32	449,66	105,13	294,37	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,32	903,72	165,53	463,49	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,27	1357,78	205,76	576,13	0,0006	✓
Z.KAT	2,80	0,15	1811,83	229,31	642,05	0,0004	✓

Tablo 4.110. Sistem 4 Y yönünde -%5 ikinci merteye etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
3. KAT	2,80	0,32	449,66	105,13	294,37	0,0005	✓
2. KAT	2,80	0,32	903,72	165,53	463,49	0,0006	✓
1. KAT	2,80	0,27	1357,78	205,76	576,13	0,0006	✓
Z.KAT	2,80	0,15	1811,83	229,31	642,05	0,0004	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci merteye gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci merteye etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Son katın X ve Y doğrultusundaki ikinci merteye etki oranlarının ortalama kat ötelemelerinin diğer katlara göre fazla olması sebebiyle diğer katlardan yüksek olması beklenirken 1. ve 2. katlardan düşük çıkmıştır.

Tablo 4.111. Sistem 4 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+%5				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,41 / S3104	0,24 / S3126	0,32	1,28	Var
2. KAT	2,80	0,43 / S2104	0,22 / S2126	0,33	1,32	Var
1. KAT	2,80	0,38 / S1104	0,18 / S1126	0,28	1,36	Var
Z. KAT	2,80	0,22 / SZ103	0,09 / SZ125	0,16	1,41	Var

Tablo 4.107. Sistem 4 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-%5				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,41 / S3126	0,24 / S3104	0,32	1,27	Var
2. KAT	2,80	0,43 / S2126	0,22 / S2104	0,33	1,32	Var
1. KAT	2,80	0,38 / S1126	0,18 / S1104	0,28	1,36	Var
Z. KAT	2,80	0,22 / SZ125	0,09 / SZ103	0,16	1,41	Var

Tablo 4.112. Sistem 4 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,40 / S3115	0,23 / S3118	0,32	1,27	Var
2. KAT	2,80	0,42 / S2115	0,22 / S2118	0,32	1,32	Var
1. KAT	2,80	0,37 / S1115	0,17 / S1118	0,27	1,36	Var
Z:KAT	2,80	0,22 / SZ111	0,09 / SZ114	0,15	1,41	Var

Tablo 4.113. Sistem 4 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
3. KAT	2,80	0,40 / S3118	0,23 / S3115	0,32	1,28	Var
2. KAT	2,80	0,42 / S2118	0,22 / S2115	0,32	1,32	Var
1. KAT	2,80	0,37 / S1118	0,17 / S1115	0,27	1,37	Var
Z:KAT	2,80	0,22 / SZ114	0,09 / SZ111	0,15	1,41	Var

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görel kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin her iki doğrultuda ve her katta bulunmaktadır. Burulma düzensizliği en fazla zemin katta bulunup üst katlara çıktıkça azalmaktadır.

Tablo 4.114. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40
Z. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40

Tablo 4.115. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	7,76	18,00	6,14	26,68	1,03	Yok
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40	1,00	Yok
Z. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40	1,00	Yok

Tablo 4.116. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
2. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40
Z. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40

Tablo 4.117. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
2. KAT	2,80	7,76	18,00	6,12	26,68	1,03	Yok
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40	1,00	Yok
Z. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da

gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.118. Sistem 4 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,32	0,000116	-	$\frac{-}{0,99}$	0,32	0,000116	-	$\frac{-}{0,99}$	Yok
2. KAT	2,80	0,33	0,000117	0,000116	$\frac{1,01}{1,17}$	0,33	0,000117	0,000116	$\frac{1,01}{1,17}$	Yok
1. KAT	2,80	0,28	9,99E-5	0,000117	$\frac{0,85}{1,77}$	0,28	9,99E-5	0,000117	$\frac{0,85}{1,77}$	Yok
Z. KAT	2,80	0,16	5,64E-5	9,99E-5	$\frac{0,56}{-}$	0,16	5,64E-5	9,99E-5	$\frac{0,56}{-}$	Yok

Tablo 4.119. Sistem 4 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
3. KAT	2,80	0,32	0,000113	-	$\frac{-}{0,99}$	0,32	0,000113	-	$\frac{-}{0,99}$	Yok
2. KAT	2,80	0,32	0,000114	0,000113	$\frac{1,01}{1,17}$	0,32	0,000114	0,000113	$\frac{1,01}{1,17}$	Yok
1. KAT	2,80	0,27	9,76E-5	0,000114	$\frac{0,85}{1,77}$	0,27	9,76E-5	0,000114	$\frac{0,85}{1,77}$	Yok
Z. KAT	2,80	0,15	5,51E-5	9,76E-5	$\frac{0,56}{-}$	0,15	5,51E-5	9,76E-5	$\frac{0,56}{-}$	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

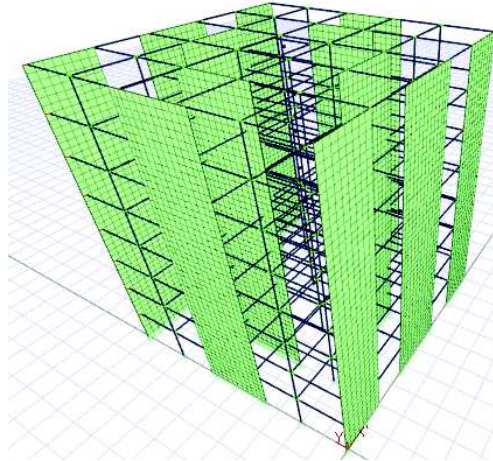
Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunmadığı tespit edilmiştir.

4.4. 8 Katlı Olan Sistemlerin Analiz Sonuçları

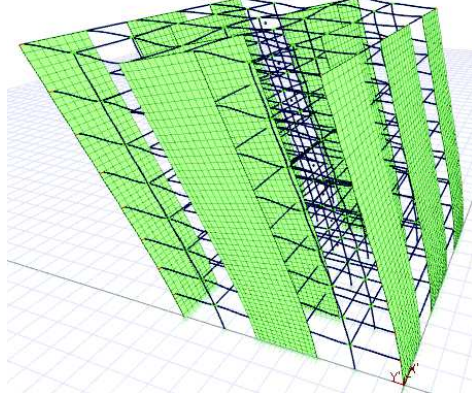
4.4.1. Sistem 1

Tablo 4.120. Sistem 1 deprem parametreleri

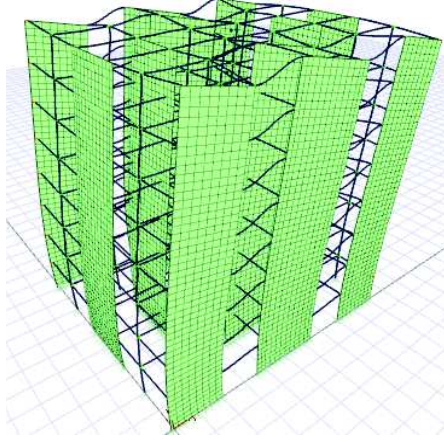
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3243,36 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	22,40 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	31,64 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	31,24 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	527,38 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	520,60 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	386,81 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	383,52 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	$VtB(x) / Vt(x)$	0,73
Y yönü VtB/Vt oranı	$VtB(y) / Vt(y)$	0,74
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta t(x) / VtB(x)$	1,09
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(y) / VtB(y)$	1,09



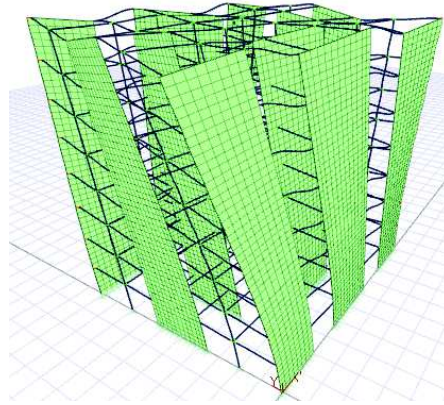
Şekil 4.22. Sistem 1 3B çubuk model.



Şekil 4.23. Sistem 1'in 1. Mod hali.



Şekil 4.24. Sistem 1'in 2. Mod hali.



Şekil 4.25. Sistem 1'in 3. Mod hali.

Sistem 1'in süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki

α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.121. ve Tablo 4.122.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.121. Sistem 1 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
Kat	h [m]	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s
7. KAT	2,80	72,57	107,67	0,67	72,57	107,67	0,67
6. KAT	2,80	153,37	184,65	0,83	153,37	184,65	0,83
5. KAT	2,80	212,04	244,43	0,87	212,04	244,43	0,87
4. KAT	2,80	260,22	292,09	0,89	260,22	292,09	0,89
3. KAT	2,80	299,69	329,58	0,91	299,69	329,58	0,91
2. KAT	2,80	332,92	357,69	0,93	332,92	357,69	0,93
1. KAT	2,80	349,48	376,92	0,93	349,48	376,92	0,93
Z.KAT	2,80	373,28	386,81	0,97	373,28	386,81	0,97

Tablo 4.122. Sistem 1 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
7. KAT	2,80	55,01	105,03	0,52	55,01	105,03	0,52
6. KAT	2,80	136,65	181,61	0,75	136,65	181,61	0,75
5. KAT	2,80	194,63	241,53	0,81	194,63	241,53	0,81
4. KAT	2,80	242,90	289,39	0,84	242,90	289,39	0,84
3. KAT	2,80	282,92	326,91	0,87	282,92	326,91	0,87
2. KAT	2,80	318,54	354,87	0,90	318,54	354,87	0,90
1. KAT	2,80	332,22	373,83	0,89	332,22	373,83	0,89
Z.KAT	2,80	362,71	383,52	0,95	362,71	383,52	0,95

$\sum Pt$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.121. ve Tablo 4.122.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin hemen hemen tamamına yakınıni perdeler karşılamakta ve zemin kattan en üst kata doğru α_s değerleri azalmaktadır. Yapılarda deprem kesme kuvvetlerini karşılamada perde kullanımının ne kadar etkili olduğunu bu durum açık bir şekilde göstermektedir. Zemin kattan üst katlara doğru α_s değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Tablo 4.123. Sistem 1 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ105	1,58	1,58	PZ105	90,75	81,17
PZ102	60,78	51,28	PZ102	2,37	2,37
PZ104	60,45	54,62	PZ104	3,06	3,06
PZ111	51,28	60,78	PZ111	2,37	2,37
PZ109	54,62	60,45	PZ109	3,06	3,06
PZ106	2,09	2,09	PZ106	89,24	83,47
PZ108	1,58	1,58	PZ108	81,17	90,75
PZ107	2,09	2,09	PZ107	83,47	89,24
PZ101	37,65	31,77	PZ101	1,89	1,72
PZ103	37,65	31,77	PZ103	1,72	1,89
PZ110	31,77	37,65	PZ110	1,89	1,72
PZ112	31,77	37,65	PZ112	1,72	1,89

Perdeler Tablo 4.123.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.124. Sistem 1 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	373,28	386,81	0,97	Y +5%	362,71	383,52	0,95
X -5%	373,28	386,81	0,97	Y -5%	362,71	383,52	0,95

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.125. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9650	Max α_s	0,9457
10- $4\alpha_s$	6,14	10-$4\alpha_s$	6,22
Girilen R Katsayısı	6,14	Girilen R Katsayısı	6,22
Seçilen R Katsayısı	6,14	Seçilen R Katsayısı	6,22

Yukarıdaki Tablo 4.125'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.14, Y yönünde 6.22 seçilmiştir.

Tablo 4.126. Sistem 1 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,38318	0,00000	0,70106	0,00000
2	0,33411	0,69431	0,70106	0,00000
3	0,25426	0,69431	0,70106	0,69282
4	0,09247	0,69431	0,88677	0,69282
5	0,07724	0,88245	0,88677	0,69282
6	0,05832	0,88245	0,88677	0,88277
7	0,04198	0,88245	0,95169	0,88277
8	0,03415	0,94899	0,95169	0,88277
9	0,02635	0,94899	0,97916	0,88277
10	0,02577	0,94899	0,97916	0,94953
11	0,02107	0,97794	0,97916	0,94953
12	0,01944	0,97794	0,99154	0,94953
13	0,01593	0,97794	0,99154	0,97832
14	0,01588	0,97794	0,99723	0,97832
15	0,01538	0,99118	0,99723	0,97832
16	0,01393	0,99118	0,99948	0,97832
17	0,01292	0,99118	1,00000	0,97832
18	0,01248	0,99719	1,00000	0,97832

Tablo 4.126.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.127. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	31,64	-	-	31,24	-	-
7.Kat	141,71	107,67	107,67	139,89	105,03	105,03
6.Kat	96,31	76,98	76,98	95,07	76,58	76,58
5.Kat	82,55	59,78	59,78	81,49	59,92	59,92
4.Kat	68,79	47,67	47,67	67,91	47,85	47,85
3.Kat	55,03	37,49	37,49	54,33	37,52	37,52
2.Kat	41,28	28,11	28,11	40,75	27,96	27,96
1.Kat	27,80	19,23	19,23	27,45	18,97	18,97
Zemin Kat	13,90	9,89	9,89	13,72	9,69	9,69

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.128. Sistem 1 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
7.KAT	2,80	0	101,50	107,6710	0	109,2861	0	101,50	107,6710	0	109,2861
6.KAT	2,80	0	101,50	76,9751	0	78,1297	0	101,50	76,9751	0	78,1297
5.KAT	2,80	0	101,50	59,7809	0	60,6776	0	101,50	59,7809	0	60,6776
4.KAT	2,80	0	101,50	47,6657	0	48,3807	0	101,50	47,6657	0	48,3807
3. KAT	2,80	0	101,50	37,4870	0	38,0493	0	101,50	37,4870	0	38,0493
2. KAT	2,80	0	101,50	28,1087	0	28,5304	0	101,50	28,1087	0	28,5304
1. KAT	2,80	0	101,50	19,2328	0	19,5213	0	101,50	19,2328	0	19,5213
Z. KAT	2,80	0	101,50	9,8852	0	10,0335	0	101,50	9,8852	0	10,0335

Tablo 4.129. Sistem 1 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
7.KAT	2,80	102,00	0	0	105,0288	107,1294	102,00	0	0	105,0288	107,1294
6.KAT	2,80	102,00	0	0	76,5817	78,1133	102,00	0	0	76,5817	78,1133
5.KAT	2,80	102,00	0	0	59,9228	61,1212	102,00	0	0	59,9228	61,1212
4.KAT	2,80	102,00	0	0	47,8549	48,8120	102,00	0	0	47,8549	48,8120
3. KAT	2,80	102,00	0	0	37,5166	38,2669	102,00	0	0	37,5166	38,2669
2. KAT	2,80	102,00	0	0	27,9610	28,5203	102,00	0	0	27,9610	28,5203
1. KAT	2,80	102,00	0	0	18,9676	19,3469	102,00	0	0	18,9676	19,3469
Z. KAT	2,80	102,00	0	0	9,6911	9,8850	102,00	0	0	9,6911	9,8850

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.130. Sistem 1 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	6,63	0	0,00	6,63	0	0,00
6. KAT	2,80	5,65	0	0,00	5,65	0	0,00
5. KAT	2,80	4,64	0	0,00	4,64	0	0,00
4. KAT	2,80	3,61	0	0,00	3,61	0	0,00
3. KAT	2,80	2,60	0	0,00	2,60	0	0,00
2. KAT	2,80	1,66	0	0,00	1,66	0	0,00
1. KAT	2,80	0,86	0	0,00	0,86	0	0,00
Z:KAT	2,80	0,27	0	0,00	0,27	0	0,00

Tablo 4.131. Sistem 1 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	0	8,57	0,00	0	8,57	0,00
6. KAT	2,80	0	7,34	0,00	0	7,34	0,00
5. KAT	2,80	0	6,05	0,00	0	6,05	0,00
4. KAT	2,80	0	4,74	0,00	0	4,74	0,00
3. KAT	2,80	0	3,43	0,00	0	3,43	0,00
2. KAT	2,80	0	2,22	0,00	0	2,22	0,00
1. KAT	2,80	0	1,16	0,00	0	1,16	0,00
Z:KAT	2,80	0	0,38	0,00	0	0,38	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Katlar arasındaki en az deplasman farkı hem X hem de Y doğrultusunda zemin kat ile birinci kat arasındadır.

Tablo 4.132. Sistem 1 X yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	P7803	8,83	7,53	1,31	8,02	0,003	✓
6. KAT	2,80	P6703	7,53	6,17	1,35	8,32	0,003	✓
5. KAT	2,80	P5603	6,17	4,80	1,37	8,43	0,003	✓
4. KAT	2,80	P4503	4,80	3,46	1,34	8,25	0,003	✓
3. KAT	2,80	P3403	3,46	2,21	1,25	7,67	0,003	✓
2. KAT	2,80	P2303	2,21	1,14	1,07	6,55	0,002	✓
1. KAT	2,80	P1203	1,02	0,32	0,69	4,24	0,002	✓
Z.KAT	2,80	PZ101	0,32	0	0,32	1,99	0,001	✓

Tablo 4.133. Sistem 1 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	8,83	7,53	8,40	1,31	8,02	0,003	✓
6. KAT	2,80	7,53	6,17	6,97	1,35	8,32	0,003	✓
5. KAT	2,80	6,17	4,80	5,49	1,37	8,43	0,003	✓
4. KAT	2,80	4,80	3,46	4,02	1,34	8,25	0,003	✓
3. KAT	2,80	3,46	2,21	2,62	1,25	7,67	0,003	✓
2. KAT	2,80	2,21	1,14	1,41	1,07	6,55	0,002	✓
1. KAT	2,80	1,02	0,32	0,49	0,69	4,24	0,002	✓
Z.KAT	2,80	0,32	0	0	0,32	1,99	0,001	✓

Tablo 4.134. Sistem 1 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	P7810	11,17	9,56	1,60	9,98	0,004	✓
6. KAT	2,80	P6710	9,56	7,88	1,68	10,45	0,004	✓
5. KAT	2,80	P5610	7,88	6,17	1,72	10,68	0,004	✓
4. KAT	2,80	P4510	6,17	4,47	1,70	10,55	0,004	✓
3. KAT	2,80	P3410	4,47	2,88	1,59	9,88	0,004	✓
2. KAT	2,80	P2310	2,88	1,51	1,37	8,53	0,003	✓
1. KAT	2,80	P1210	1,34	0,44	0,90	5,59	0,002	✓
Z.KAT	2,80	PZ101	0,44	0	0,44	2,75	0,001	✓

Tablo 4.135. Sistem 1 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	P7812	11,17	9,56	1,60	9,98	0,004	✓
6. KAT	2,80	P6712	9,56	7,88	1,68	10,45	0,004	✓
5. KAT	2,80	P5612	7,88	6,17	1,72	10,68	0,004	✓
4. KAT	2,80	P4512	6,17	4,47	1,70	10,55	0,004	✓
3. KAT	2,80	P3412	4,47	2,88	1,59	9,88	0,004	✓
2. KAT	2,80	P2312	2,88	1,51	1,37	8,53	0,003	✓
1. KAT	2,80	P1212	1,34	0,44	0,90	5,59	0,002	✓
Z.KAT	2,80	PZ103	0,44	0	0,44	2,75	0,001	✓

d_i : Binanın i 'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i 'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.136. Sistem 1 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,20	404,37	107,67	301,48	0,0016	✓
6. KAT	2,80	1,25	808,73	184,65	517,01	0,0020	✓
5. KAT	2,80	1,26	1213,10	244,43	684,40	0,0022	✓
4. KAT	2,80	1,24	1617,47	292,09	817,86	0,0024	✓
3. KAT	2,80	1,15	2021,83	329,58	922,82	0,0025	✓
2. KAT	2,80	0,98	2426,20	357,69	1001,53	0,0024	✓
1. KAT	2,80	0,64	2834,78	376,92	1055,38	0,0017	✓
Z.KAT	2,80	0,30	3243,36	386,81	1083,06	0,0009	✓

Tablo 4.137. Sistem 1 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,20	404,37	107,67	301,48	0,0016	✓
6. KAT	2,80	1,25	808,73	184,65	517,01	0,0020	✓
5. KAT	2,80	1,26	1213,10	244,43	684,40	0,0022	✓
4. KAT	2,80	1,24	1617,47	292,09	817,86	0,0024	✓
3. KAT	2,80	1,15	2021,83	329,58	922,82	0,0025	✓
2. KAT	2,80	0,98	2426,20	357,69	1001,53	0,0024	✓
1. KAT	2,80	0,64	2834,78	376,92	1055,38	0,0017	✓
Z.KAT	2,80	0,30	3243,36	386,81	1083,06	0,0009	✓

Tablo 4.138. Sistem 1 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,50	404,37	105,03	294,08	0,0021	✓
6. KAT	2,80	1,57	808,73	181,61	508,51	0,0025	✓
5. KAT	2,80	1,61	1213,10	241,53	676,29	0,0029	✓
4. KAT	2,80	1,59	1617,47	289,39	810,29	0,0032	✓
3. KAT	2,80	1,49	2021,83	326,90	915,33	0,0033	✓
2. KAT	2,80	1,29	2426,20	354,87	993,62	0,0031	✓
1. KAT	2,80	0,85	2834,78	373,83	1046,73	0,0023	✓
Z.KAT	2,80	0,42	3243,36	383,52	1073,87	0,0013	✓

Tablo 4.139. Sistem 1 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,50	404,37	105,03	294,08	0,0021	✓
6. KAT	2,80	1,57	808,73	181,61	508,51	0,0025	✓
5. KAT	2,80	1,61	1213,10	241,53	676,29	0,0029	✓
4. KAT	2,80	1,59	1617,47	289,39	810,29	0,0032	✓
3. KAT	2,80	1,49	2021,83	326,90	915,33	0,0033	✓
2. KAT	2,80	1,29	2426,20	354,87	993,62	0,0031	✓
1. KAT	2,80	0,85	2834,78	373,83	1046,73	0,0023	✓
Z.KAT	2,80	0,42	3243,36	383,52	1073,87	0,0013	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4.138’de görüldüğü üzere ikinci mertebe gösterge değeri X doğrultusunda zemin kattan 3. kata kadar, Y doğrultusunda 4. kata kadar artarak maksimuma ulaşmış sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.140. Sistem 1 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,31 / P7803	1,10/ P7812	1,20	1,09	Yok
6. KAT	2,80	1,35 / P6703	1,14/ P6712	1,25	1,09	Yok
5. KAT	2,80	1,37 / P5603	1,16/ P5612	1,26	1,09	Yok
4. KAT	2,80	1,34 / P4503	1,13/ P4512	1,24	1,09	Yok
3. KAT	2,80	1,25 / P3403	1,05/ P3412	1,15	1,09	Yok
2. KAT	2,80	1,07 / P2303	0,90/ P2312	0,98	1,08	Yok
1. KAT	2,80	0,69 / P1203	0,58/ P1212	0,64	1,08	Yok
Z.KAT	2,80	0,32 / PZ101	0,27/ PZ110	0,30	1,08	Yok

Tablo 4.141. Sistem 1 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,31 / P7812	1,10/ P7812	1,20	1,09	Yok
6. KAT	2,80	1,35 / P6712	1,14/ P6712	1,25	1,09	Yok
5. KAT	2,80	1,37 / P5612	1,16/ P5612	1,26	1,09	Yok
4. KAT	2,80	1,34 / P4512	1,13/ P4512	1,24	1,09	Yok
3. KAT	2,80	1,25 / P3412	1,05/ P3412	1,15	1,09	Yok
2. KAT	2,80	1,07 / P2312	0,90/ P2312	0,98	1,08	Yok
1. KAT	2,80	0,69 / P1212	0,58/ P1212	0,64	1,08	Yok
Z.KAT	2,80	0,32 / PZ110	0,27/ PZ110	0,30	1,08	Yok

Tablo 4.142. Sistem 1 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,60 / P7810	1,40/ S7812	1,50	1,07	Yok
6. KAT	2,80	1,68 / P6710	1,47/ S6712	1,57	1,07	Yok
5. KAT	2,80	1,72 / P5610	1,50/ S5612	1,61	1,07	Yok
4. KAT	2,80	1,70 / P4510	1,48/ S4512	1,59	1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,59 / P3410	1,39/ S3412	1,49	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,37 / P2310	1,20/ S2312	1,29	1,06	Yok
1. KAT	2,80	0,90 / P1210	0,79/ S1212	0,85	1,06	Yok
Z.KAT	2,80	0,44 / PZ101	0,39 / SZ104	0,42	1,06	Yok

Tablo 4.143. Sistem 1 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,34 / S7816	1,40/ S7812	1,23	1,07	Yok
6. KAT	2,80	1,41 / S6716	1,47/ S6712	1,30	1,07	Yok
5. KAT	2,80	1,46 / S5616	1,50/ S5612	1,35	1,07	Yok
4. KAT	2,80	1,46 / S4516	1,48/ S4512	1,35	1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,38 / S3416	1,39/ S3412	1,28	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,21 / S2316	1,20/ S2312	1,12	1,06	Yok
1. KAT	2,80	0,91 / S1220	0,79/ S1212	0,84	1,06	Yok
Z.KAT	2,80	0,49 / SZ108	0,39 / SZ104	0,45	1,06	Yok

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Y doğrultusundaki minimum görelî kat ötelemelerinin yüksek olması sonucu ortalama görelî kat ötelemelerinde yüksek çıkmış ve böylece Y doğrultusundaki burulma düzensizliği oranları X doğrultusuna oranla daha düşük çıkmıştır.

Tablo 4.144. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
5. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
4. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
3. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
2. KAT	2,80	2,20	18,24	4,77	21,16
1. KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88

Tablo 4.145. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,20	18,24	4,77	21,16	1,03	Yok
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88	1,00	Yok

Tablo 4.146. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
5. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
4. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
3. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
2. KAT	2,80	2,20	18,24	5,68	21,29
1. KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01

Tablo 4.147. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,20	18,24	5,68	21,29	1,03	Yok
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

ΣAe : Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşim geometrisinden dolayı Y doğrultusundaki etkili kesme alanları ve oranları X doğrultusuna göre daha fazladır.

Tablo 4.148. Sistem 1 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i_{(ort)}$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\Delta i_{(ort)}$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,20	0,00043	-	-/0,96	1,20	0,00043	-	-/0,96	Yok
6. KAT	2,80	1,25	0,000445	0,00043	1,04/0,99	1,25	0,000445	0,00043	1,04/0,99	Yok
5. KAT	2,80	1,26	0,000452	0,000445	1,01/1,02	1,26	0,000452	0,000445	1,01/1,02	Yok
4. KAT	2,80	1,24	0,000442	0,000452	0,98/1,08	1,24	0,000442	0,000452	0,98/1,08	Yok
3. KAT	2,80	1,15	0,000411	0,000442	0,93/1,17	1,15	0,000411	0,000442	0,93/1,17	Yok
2. KAT	2,80	0,98	0,000351	0,000411	0,85/1,54	0,98	0,000351	0,000411	0,85/1,54	Yok
1. KAT	2,80	0,64	0,000227	0,000351	0,65/2,13	0,64	0,000227	0,000351	0,65/2,13	Var
Z. KAT	2,80	0,30	0,000107	0,000227	0,47/-	0,30	0,000107	0,000227	0,47/-	Yok

Tablo 4.149. Sistem 1 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i_{(ort)}$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\Delta i_{(ort)}$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,50	0,000536	-	- /0,95	1,50	0,000536	-	- /0,95	Yok
6. KAT	2,80	1,57	0,000562	0,000536	1,05/0,98	1,57	0,000562	0,000536	1,05/0,98	Yok
5. KAT	2,80	1,61	0,000575	0,000562	1,02/1,01	1,61	0,000575	0,000562	1,02/1,01	Yok
4. KAT	2,80	1,59	0,000568	0,000575	0,99/1,07	1,59	0,000568	0,000575	0,99/1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,49	0,000533	0,000568	0,94/1,16	1,49	0,000533	0,000568	0,94/1,16	Yok
2. KAT	2,80	1,29	0,00046	0,000533	0,86/1,52	1,29	0,00046	0,000533	0,86/1,52	Yok
1. KAT	2,80	0,85	0,000302	0,00046	0,66/2,03	0,85	0,000302	0,00046	0,66/2,03	Var
Z.KAT	2,80	0,42	0,000149	0,000302	0,49/-	0,42	0,000149	0,000302	0,49/-	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

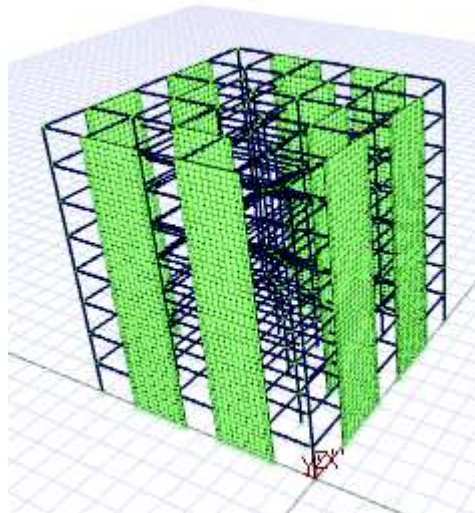
$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki Tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapıp yapıda X ve Y doğrultularında birinci katta B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği bulunduğu diğer katlarda ise bulunmadığı tespit edilmiştir.

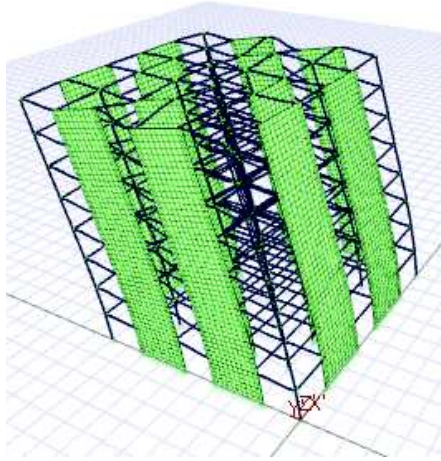
4.4.2. Sistem 2

Tablo 4.150. Sistem 2 deprem parametreleri

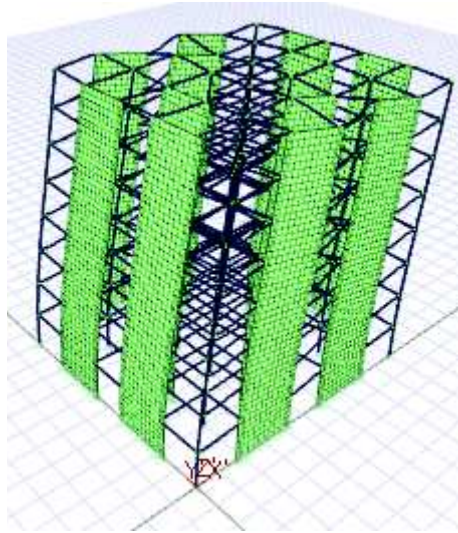
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3251,54 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	22,40 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	31,52 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	31,67 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	525,29 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	527,85 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	388,84 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	389,81 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,74
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,74
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x) / V_{tB}(x)$	1,08
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y) / V_{tB}(y)$	1,08



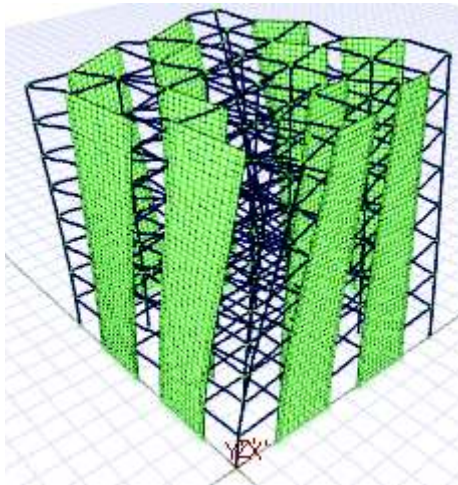
Şekil 4.26. Sistem 2 3B çubuk model.



Şekil 4.27. Sistem 2'nin 1. Mod hali.



Şekil 4.28. Sistem 2'nin 2. Mod hali.



Şekil 4.29. Sistem 2'nin 3. Mod hali.

Sistem 2'nin süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.151. ve Tablo 4.152.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilir bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.151. Sistem 2 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
Kat	h [m]	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s
7. KAT	2,80	62,49	106,15	0,59	62,49	106,15	0,59
6. KAT	2,80	146,20	183,47	0,80	146,20	183,47	0,80
5. KAT	2,80	204,25	244,33	0,84	204,25	244,33	0,84
4. KAT	2,80	252,89	293,11	0,86	252,89	293,11	0,86
3. KAT	2,80	292,86	331,41	0,88	292,86	331,41	0,88
2. KAT	2,80	326,98	359,94	0,91	326,98	359,94	0,91
1. KAT	2,80	347,98	379,13	0,92	347,98	379,13	0,92
Z.KAT	2,80	371,82	388,84	0,96	371,82	388,84	0,96

Tablo 4.152. Sistem 2 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	Y Yönü +5%				Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s
7. KAT	2,80	68,92	106,79	0,65	68,92	106,79	0,65
6. KAT	2,80	151,98	184,40	0,82	151,98	184,40	0,82
5. KAT	2,80	210,56	245,34	0,86	210,56	245,34	0,86
4. KAT	2,80	259,33	294,12	0,88	259,33	294,12	0,88
3. KAT	2,80	299,20	332,39	0,90	299,20	332,39	0,90
2. KAT	2,80	332,30	360,90	0,92	332,30	360,90	0,92
1. KAT	2,80	352,63	380,09	0,93	352,63	380,09	0,93
Z.KAT	2,80	375,03	389,80	0,96	375,03	389,80	0,96

ΣPt : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.151. ve Tablo 4.152.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin hemen hemen tamamına yakını perdeler karşılamaktadır. Yapılarda

deprem kesme kuvvetlerini karşılamada perde kullanımının ne kadar etkili olduğunu bu durum açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 4.153. Sistem 2 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ101	63,81	55,68	PZ101	1,81	1,73
PZ102	63,81	55,68	PZ102	1,73	1,81
PZ105	1,84	1,75	PZ105	56,35	64,51
PZ110	1,75	1,84	PZ110	56,35	64,51
PZ112	55,68	63,81	PZ112	1,73	1,81
PZ111	55,68	63,81	PZ111	1,81	1,73
PZ109	1,75	1,84	PZ109	64,52	56,35
PZ104	1,84	1,75	PZ104	64,52	56,35
PZ103	63,12	58,15	PZ103	2,26	2,26
PZ106	2,20	2,20	PZ106	63,33	58,39
PZ107	2,20	2,20	PZ107	58,39	63,33
PZ108	58,15	63,12	PZ108	2,26	2,26

Perdeler Tablo 4.153.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.154. Sistem 2 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣPt [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	371,82	388,84	0,96	Y +5%	375,03	389,80	0,96
X -5%	371,82	388,84	0,96	Y -5%	375,03	389,80	0,96

ΣPt : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.155. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9562	Max α_s	0,9621
10- 4α_s	6,18	10-4α_s	6,15
Girilen R Katsayısı	6,18	Girilen R Katsayısı	6,15
Seçilen R Katsayısı	6,18	Seçilen R Katsayısı	6,15

Yukarıdaki Tablo 4.155.'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.18, Y yönünde 6.15 seçilmiştir.

Tablo 4.156. Sistem 2 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,35133	0,00000	0,70322	0,00000
2	0,34445	0,70553	0,70322	0,00000
3	0,23905	0,70553	0,70322	0,70283
4	0,08469	0,70553	0,88454	0,70283
5	0,08396	0,88497	0,88454	0,70283
6	0,05734	0,88497	0,88454	0,88427
7	0,03802	0,88497	0,94979	0,88427
8	0,03786	0,94987	0,94979	0,88427
9	0,02567	0,94987	0,94979	0,94998
10	0,02358	0,94987	0,97831	0,94998
11	0,02351	0,97829	0,97831	0,94998
12	0,01726	0,97829	0,99133	0,94998
13	0,01722	0,99129	0,99133	0,94998
14	0,01591	0,99129	0,99133	0,97858
15	0,01403	0,99129	0,99720	0,97858
16	0,01400	0,99717	0,99720	0,97858
17	0,01227	0,99717	0,99948	0,97858
18	0,01224	0,99947	0,99948	0,97858

Tablo 4.156.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.157. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	31,52	-	-	31,67	-	-
7.Kat	141,20	106,15	106,15	141,89	106,79	106,79
6.Kat	95,97	77,32	77,32	96,44	77,61	77,61
5.Kat	82,26	60,86	60,86	82,66	60,94	60,94
4.Kat	68,55	48,78	48,78	68,88	48,78	48,78
3.Kat	54,84	38,30	38,30	55,11	38,27	38,27
2.Kat	41,13	28,53	28,53	41,33	28,51	28,51
1.Kat	27,56	19,19	19,19	27,69	19,19	19,19
Zemin Kat	13,78	9,71	9,71	13,85	9,72	9,72

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.158. Sistem 2 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
7.KAT	2,80	0	102,50	106,1543	0	108,8082	0	102,50	106,1543	0	108,8082
6.KAT	2,80	0	102,50	77,3212	0	79,2543	0	102,50	77,3212	0	79,2543
5.KAT	2,80	0	102,50	60,8569	0	62,3783	0	102,50	60,8569	0	62,3783
4.KAT	2,80	0	102,50	48,7817	0	50,0012	0	102,50	48,7817	0	50,0012
3. KAT	2,80	0	102,50	38,2965	0	39,2539	0	102,50	38,2965	0	39,2539
2. KAT	2,80	0	102,50	28,5271	0	29,2403	0	102,50	28,5271	0	29,2403
1. KAT	2,80	0	102,50	19,1891	0	19,6689	0	102,50	19,1891	0	19,6689
Z. KAT	2,80	0	102,50	9,7130	0	9,9558	0	102,50	9,7130	0	9,9558

Tablo 4.159. Sistem 2 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
7.KAT	2,80	102,50	0	0	106,7933	109,4632	102,50	0	0	106,7933	109,4632
6.KAT	2,80	102,50	0	0	77,6077	79,5479	102,50	0	0	77,6077	79,5479
5.KAT	2,80	102,50	0	0	60,9433	62,4669	102,50	0	0	60,9433	62,4669
4.KAT	2,80	102,50	0	0	48,7770	49,9965	102,50	0	0	48,7770	49,9965
3. KAT	2,80	102,50	0	0	38,2687	39,2254	102,50	0	0	38,2687	39,2254
2. KAT	2,80	102,50	0	0	28,5088	29,2215	102,50	0	0	28,5088	29,2215
1. KAT	2,80	102,50	0	0	19,1888	19,6686	102,50	0	0	19,1888	19,6686
Z. KAT	2,80	102,50	0	0	9,7181	9,9610	102,50	0	0	9,7181	9,9610

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm\%5$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.160. Sistem 2 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	6,94	0	0,00	6,94	0	0,00
6. KAT	2,80	5,97	0	0,00	5,97	0	0,00
5. KAT	2,80	4,95	0	0,00	4,95	0	0,00
4. KAT	2,80	3,89	0	0,00	3,89	0	0,00
3. KAT	2,80	2,83	0	0,00	2,83	0	0,00
2. KAT	2,80	1,83	0	0,00	1,83	0	0,00
1. KAT	2,80	0,96	0	0,00	0,96	0	0,00
Z:KAT	2,80	0,32	0	0,00	0,32	0	0,00

Tablo 4.161. Sistem 2 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	0	7,27	0,00	0	7,27	0,00
6. KAT	2,80	0	6,24	0,00	0	6,24	0,00
5. KAT	2,80	0	5,16	0,00	0	5,16	0,00
4. KAT	2,80	0	4,05	0,00	0	4,05	0,00
3. KAT	2,80	0	2,94	0,00	0	2,94	0,00
2. KAT	2,80	0	1,90	0,00	0	1,90	0,00
1. KAT	2,80	0	0,99	0,00	0	0,99	0,00
Z:KAT	2,80	0	0,32	0,00	0	0,32	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Katlar arasındaki en az deplasman farkı hem X hem de Y doğrultusunda zemin kat ile birinci kat arasındadır.

Tablo 4.162. Sistem 2 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/ h	δi(max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7802	8,03	6,91	1,12	6,94	0,002	√
6. KAT	2,80	S6702	6,91	5,72	1,19	7,33	0,003	√
5. KAT	2,80	S5602	5,72	4,50	1,23	7,57	0,003	√
4. KAT	2,80	S4502	4,50	3,28	1,22	7,55	0,003	√
3. KAT	2,80	S3402	3,28	2,12	1,16	7,14	0,003	√
2. KAT	2,80	S2302	2,12	1,11	1,01	6,22	0,002	√
1. KAT	2,80	S1202	1,11	0,36	0,75	4,63	0,002	√
Z.KAT	2,80	SZ101	0,36	0	0,36	2,25	0,001	√

Tablo 4.163. Sistem 2 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/ h	δi(max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7812	8,03	6,91	1,12	6,94	0,002	√
6. KAT	2,80	S6712	6,91	5,72	1,19	7,33	0,003	√
5. KAT	2,80	S5612	5,72	4,50	1,23	7,57	0,003	√
4. KAT	2,80	S4512	4,50	3,28	1,22	7,55	0,003	√
3. KAT	2,80	S3412	3,28	2,12	1,16	7,14	0,003	√
2. KAT	2,80	S2312	2,12	1,11	1,01	6,22	0,002	√
1. KAT	2,80	S1212	1,11	0,36	0,75	4,63	0,002	√
Z.KAT	2,80	SZ111	0,36	0	0,36	2,25	0,001	√

Tablo 4.164. Sistem 2 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/ h	δi(max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7811	8,41	7,22	1,19	7,32	0,003	√
6. KAT	2,80	S6711	7,22	5,97	1,25	7,70	0,003	√
5. KAT	2,80	S5611	5,97	4,68	1,29	7,92	0,003	√
4. KAT	2,80	S4511	4,68	3,40	1,28	7,87	0,003	√
3. KAT	2,80	S3411	3,40	2,19	1,21	7,41	0,003	√
2. KAT	2,80	S2311	2,19	1,15	1,04	6,43	0,002	√
1. KAT	2,80	S1211	1,15	0,37	0,78	4,77	0,002	√
Z.KAT	2,80	SZ101	0,37	0	0,37	2,30	0,001	√

Tablo 4.165. Sistem 2 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/h	δ _i (max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7812	8,41	7,22	1,19	7,32	0,003	√
6. KAT	2,80	S6712	7,22	5,97	1,25	7,70	0,003	√
5. KAT	2,80	S5612	5,97	4,68	1,29	7,92	0,003	√
4. KAT	2,80	S4512	4,68	3,40	1,28	7,87	0,003	√
3. KAT	2,80	S3412	3,40	2,19	1,21	7,41	0,003	√
2. KAT	2,80	S2312	2,19	1,15	1,04	6,43	0,002	√
1. KAT	2,80	P1210	1,15	0,37	0,78	4,77	0,002	√
Z.KAT	2,80	SZ102	0,37	0	0,37	2,30	0,001	√

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görel kat ötelemesine oranı hesaplanarak “görel kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.166. Sistem 2 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	Δ _i (ort) [mm]	Σw _j [tf]	V _i [tf]	V _i h _i [tfm]	θ _i	θ _i ≤0,12
7. KAT	2,80	1,05	405,93	106,15	297,23	0,0014	√
6. KAT	2,80	1,11	811,87	183,48	513,73	0,0018	√
5. KAT	2,80	1,14	1217,80	244,33	684,13	0,0020	√
4. KAT	2,80	1,14	1623,73	293,11	820,72	0,0023	√
3. KAT	2,80	1,08	2029,67	331,41	927,95	0,0024	√
2. KAT	2,80	0,94	2435,60	359,94	1007,83	0,0023	√
1. KAT	2,80	0,70	2843,57	379,13	1061,56	0,0019	√
Z.KAT	2,80	0,34	3251,54	388,84	1088,75	0,0010	√

Tablo 4.167. Sistem 2 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
7. KAT	2,80	1,05	405,93	106,15	297,23	0,0014	✓
6. KAT	2,80	1,11	811,87	183,48	513,73	0,0018	✓
5. KAT	2,80	1,14	1217,80	244,33	684,13	0,0020	✓
4. KAT	2,80	1,14	1623,73	293,11	820,72	0,0023	✓
3. KAT	2,80	1,08	2029,67	331,41	927,95	0,0024	✓
2. KAT	2,80	0,94	2435,60	359,94	1007,83	0,0023	✓
1. KAT	2,80	0,70	2843,57	379,13	1061,56	0,0019	✓
Z.KAT	2,80	0,34	3251,54	388,84	1088,75	0,0010	✓

Tablo 4.168. Sistem 2 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
7. KAT	2,80	1,11	405,93	106,79	299,02	0,0015	✓
6. KAT	2,80	1,17	811,87	184,40	516,32	0,0018	✓
5. KAT	2,80	1,21	1217,80	245,34	686,96	0,0021	✓
4. KAT	2,80	1,20	1623,73	294,12	823,54	0,0024	✓
3. KAT	2,80	1,13	2029,67	332,39	930,69	0,0025	✓
2. KAT	2,80	0,98	2435,60	360,90	1010,52	0,0024	✓
1. KAT	2,80	0,73	2843,57	380,09	1064,25	0,0019	✓
Z.KAT	2,80	0,35	3251,54	389,81	1091,46	0,0010	✓

Tablo 4.169. Sistem 2 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(ort)$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
7. KAT	2,80	1,11	405,93	106,79	299,02	0,0015	✓
6. KAT	2,80	1,17	811,87	184,40	516,32	0,0018	✓
5. KAT	2,80	1,21	1217,80	245,34	686,96	0,0021	✓
4. KAT	2,80	1,20	1623,73	294,12	823,54	0,0024	✓
3. KAT	2,80	1,13	2029,67	332,39	930,69	0,0025	✓
2. KAT	2,80	0,98	2435,60	360,90	1010,52	0,0024	✓
1. KAT	2,80	0,73	2843,57	380,09	1064,25	0,0019	✓
Z.KAT	2,80	0,35	3251,54	389,81	1091,46	0,0010	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin

yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ikinci merteye tablolarında görüldüğü üzere ikinci merteye gösterge değeri hem X doğrultusunda hem de Y doğrultusunda zemin kattan 3. kata kadar artarak maksimuma ulaşip sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.170. Sistem 2 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,12 / S7802	0,97 / S7812	1,05	1,07	Yok
6. KAT	2,80	1,19 / S6702	1,03 / S6712	1,11	1,07	Yok
5. KAT	2,80	1,23 / S5602	1,06 / S5612	1,14	1,07	Yok
4. KAT	2,80	1,22 / S4502	1,06 / S4512	1,14	1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,16 / S3402	1,00 / S3412	1,08	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,01 / S2302	0,87 / S2312	0,94	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,75 / S1202	0,65 / S1212	0,70	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,36 / SZ101	0,32 / SZ111	0,34	1,07	Yok

Tablo 4.171. Sistem 2 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,12/ S7812	0,97 / S7802	1,05	1,07	Yok
6. KAT	2,80	1,19/ S6712	1,03 / S6702	1,11	1,07	Yok
5. KAT	2,80	1,23/ S5612	1,06 / S5602	1,14	1,07	Yok
4. KAT	2,80	1,22/ S4512	1,06 / S4502	1,14	1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,16/ S3412	1,00 / S3402	1,08	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,01/ S2312	0,87 / S2302	0,94	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,75/ S1212	0,65 / S1202	0,70	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,36 / SZ111	0,32 / SZ101	0,34	1,07	Yok

Tablo 4.172. Sistem 2 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,19 / S7811	1,04 / S7812	1,11	1,07	Yok
6. KAT	2,80	1,25 / S6711	1,09 / S6712	1,17	1,07	Yok
5. KAT	2,80	1,29 / S5611	1,12 / S5612	1,21	1,07	Yok
4. KAT	2,80	1,28 / S4511	1,12 / S4512	1,20	1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,21 / S3411	1,05 / S3412	1,13	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,04 / S2311	0,91 / S2312	0,98	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,78 / S1211	0,68 / S1212	0,73	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,37 / SZ101	0,33 / SZ102	0,35	1,07	Yok

Tablo 4.173. Sistem 2 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,19/ S7812	1,04 / S7811	1,11	1,07	Yok
6. KAT	2,80	1,25/ S6712	1,09 / S6711	1,17	1,07	Yok
5. KAT	2,80	1,29/ S5612	1,12 / S5611	1,21	1,07	Yok
4. KAT	2,80	1,28/ S4512	1,12 / S4511	1,20	1,07	Yok
3. KAT	2,80	1,21/ S3412	1,05 / S3411	1,13	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,04/ S2312	0,91 / S2311	0,98	1,07	Yok
1. KAT	2,80	0,78/ P1210	0,68 / S1211	0,73	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,37 / SZ102	0,33 / SZ101	0,35	1,07	Yok

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'nci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. X ve Y doğrultusundaki burulma düzensizliği oranları arasında bir fark bulunmamakta değerler aynı çıkmaktadır. Bu durumun oluşmasındaki sebep her iki doğrultudaki oluşan görelî kat ötelemelerinin hemen hemen aynı değerde çıkmasıdır.

Tablo 4.174. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,24	21,39
1. KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75

Tablo 4.175. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,60	18,00	5,24	21,39	1,02	Yok
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75	1,00	Yok

Tablo 4.176. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,30	21,39
1. KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75

Tablo 4.177. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,60	18,00	5,30	21,39	1,02	Yok
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

ΣA_k : Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

ΣA_e : Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.178. Sistem 2 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,05	0,000374		$\frac{0,95}{1,06}$	1,05	0,000374		$\frac{0,95}{1,06}$	Yok
6. KAT	2,80	1,11	0,000396	0,000374	$\frac{0,97}{1,03}$	1,11	0,000396	0,000374	$\frac{0,97}{1,03}$	Yok
5. KAT	2,80	1,14	0,000409	0,000396	$\frac{1,00}{1,00}$	1,14	0,000409	0,000396	$\frac{1,00}{1,00}$	Yok
4. KAT	2,80	1,14	0,000408	0,000409	$\frac{1,06}{0,95}$	1,14	0,000408	0,000409	$\frac{1,06}{0,95}$	Yok
3. KAT	2,80	1,08	0,000386	0,000408	$\frac{1,15}{0,87}$	1,08	0,000386	0,000408	$\frac{1,15}{0,87}$	Yok
2. KAT	2,80	0,94	0,000336	0,000386	$\frac{1,34}{0,75}$	0,94	0,000336	0,000386	$\frac{1,34}{0,75}$	Yok
1. KAT	2,80	0,70	0,00025	0,000336	$\frac{2,05}{0,49}$	0,70	0,00025	0,000336	$\frac{2,05}{0,49}$	Yok
Z.KAT	2,80	0,34	0,000122	0,00025	—	0,34	0,000122	0,00025	—	Yok

Tablo 4.179. Sistem 2 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\Delta i/h_i$	$\Delta(i+1)/h(i+1)$	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,11	0,000398		$\frac{0,95}{1,05}$	1,11	0,000398		$\frac{0,95}{1,05}$	Yok
6. KAT	2,80	1,17	0,000419	0,000398	$\frac{0,97}{1,03}$	1,17	0,000419	0,000398	$\frac{0,97}{1,03}$	Yok
5. KAT	2,80	1,21	0,000431	0,000419	$\frac{1,01}{0,99}$	1,21	0,000431	0,000419	$\frac{1,01}{0,99}$	Yok
4. KAT	2,80	1,20	0,000428	0,000431	$\frac{1,06}{0,94}$	1,20	0,000428	0,000431	$\frac{1,06}{0,94}$	Yok
3. KAT	2,80	1,13	0,000403	0,000428	$\frac{1,15}{0,87}$	1,13	0,000403	0,000428	$\frac{1,15}{0,87}$	Yok
2. KAT	2,80	0,98	0,00035	0,000403	$\frac{1,35}{0,74}$	0,98	0,00035	0,000403	$\frac{1,35}{0,74}$	Yok
1. KAT	2,80	0,73	0,000259	0,00035	$\frac{2,07}{0,48}$	0,73	0,000259	0,00035	$\frac{2,07}{0,48}$	Yok
Z.KAT	2,80	0,35	0,000125	0,000259	—	0,35	0,000125	0,000259	—	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

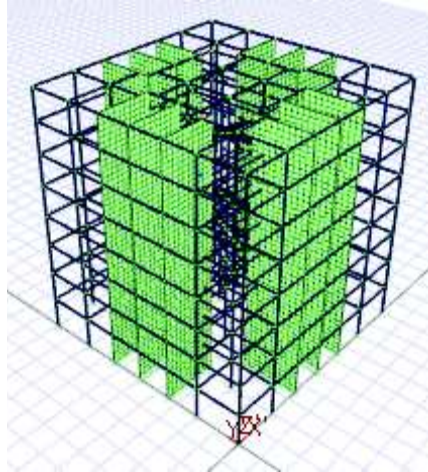
$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunmadığı tespit edilmiştir.

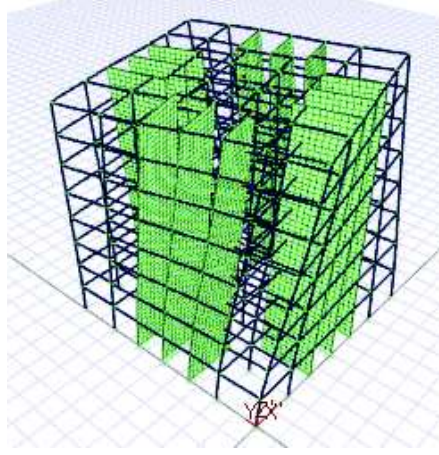
4.4.3. Sistem 3

Tablo 4.180. Sistem 3 deprem parametreleri

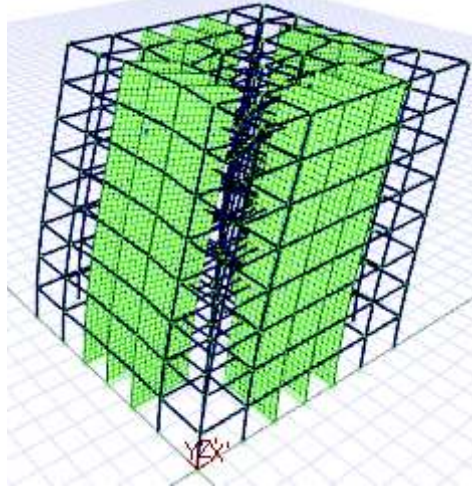
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3358,72 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	22,40 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	32,35 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	32,24 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	539,12 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	537,39 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	392,39 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	391,22 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,73
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,73
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(x) / VtB(x)	1,24
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(y) / VtB(y)	1,24



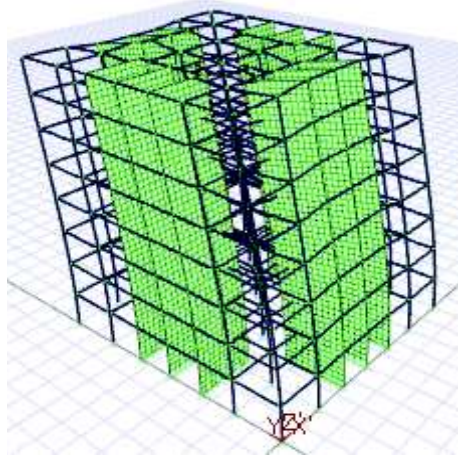
Şekil 4.30. Sistem 3 3B çubuk model.



Şekil 4.31. Sistem 3'ün 1. Mod hali.



Şekil 4.32. Sistem 3'ün 2. Mod hali.



Şekil 4.33. Sistem 3'ün 3. Mod hali.

Sistem 3'ün süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1,00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.172. ve Tablo 4.173.'te de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilir bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.181. Sistem 3 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
7. KAT	2,80	54,93	121,89	0,45	54,93	121,89	0,45
6. KAT	2,80	130,09	188,03	0,69	130,09	188,03	0,69
5. KAT	2,80	189,18	248,67	0,76	189,18	248,67	0,76
4. KAT	2,80	235,00	296,94	0,79	235,00	296,94	0,79
3. KAT	2,80	270,06	334,93	0,81	270,06	334,93	0,81
2. KAT	2,80	308,93	363,43	0,85	308,93	363,43	0,85
1. KAT	2,80	342,58	382,58	0,90	342,58	382,58	0,90
Z.KAT	2,80	370,02	392,39	0,94	370,02	392,39	0,94

Tablo 4.182. Sistem 3 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
7. KAT	2,80	52,55	121,62	0,43	52,55	121,62	0,43
6. KAT	2,80	128,12	187,44	0,68	128,12	187,44	0,68
5. KAT	2,80	187,36	247,90	0,76	187,36	247,90	0,76
4. KAT	2,80	228,14	296,04	0,77	228,14	296,04	0,77
3. KAT	2,80	269,74	333,94	0,81	269,74	333,94	0,81
2. KAT	2,80	307,92	362,36	0,85	307,92	362,36	0,85
1. KAT	2,80	341,45	381,45	0,90	341,45	381,45	0,90
Z.KAT	2,80	367,25	391,22	0,94	367,25	391,22	0,94

$\sum Pt$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.181. ve Tablo 4.182.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin büyük kısmını perdeler karşılamaktadır. Bu sistemde perdelerin karşıladığı kesme kuvvetleri ilk iki sisteme oranla perde oranlarının aynı olduğu halde daha düşük çıkmaktadır.

Tablo 4.183. Sistem 3 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ102	3,01	1,54	PZ102	68,91	50,01
PZ101	2,52	1,22	PZ101	58,41	58,41
PZ103	3,01	1,54	PZ103	50,01	68,91
PZ104	69,31	50,48	PZ104	2,95	1,50
PZ106	58,79	58,79	PZ106	2,49	1,20
PZ108	50,48	69,31	PZ108	2,95	1,50
PZ105	69,31	50,48	PZ105	1,50	2,95
PZ107	58,79	58,79	PZ107	1,20	2,49
PZ109	50,48	69,31	PZ109	1,50	2,95
PZ111	1,54	3,01	PZ111	68,91	50,01
PZ110	1,22	2,52	PZ110	58,41	58,41
PZ112	1,54	3,01	PZ112	50,01	68,91

Perdeler Tablo 4.183.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.184. Sistem 3 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s		$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
X +5%	370,02	392,39	0,94	Y +5%	367,25	391,22	0,94
X -5%	370,02	392,39	0,94	Y -5%	367,25	391,22	0,94

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.185. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9430	Max α_s	0,9387
10- $4\alpha_s$	6,23	10- $4\alpha_s$	6,25
Girilen R Katsayısı	6,23	Girilen R Katsayısı	6,25
Seçilen R Katsayısı	6,23	Seçilen R Katsayısı	6,25

Yukarıdaki Tablo 4.185'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.23, Y yönünde 6.25 seçilmiştir.

Tablo 4.186. Sistem 3 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,52823	0,00000	0,00000	0,74638
2	0,39703	0,68845	0,00000	0,74638
3	0,39653	0,68845	0,68869	0,74638
4	0,15491	0,68845	0,68869	0,89204
5	0,08939	0,88199	0,68869	0,89204
6	0,08931	0,88199	0,88186	0,89204
7	0,07602	0,88199	0,88186	0,94862
8	0,04822	0,88199	0,88186	0,97539
9	0,03897	0,94874	0,88186	0,97539
10	0,03892	0,94874	0,94861	0,97539
11	0,03520	0,94874	0,94861	0,98886
12	0,02820	0,94874	0,94861	0,99581
13	0,02427	0,94874	0,94861	0,99886
14	0,02398	0,97787	0,94861	0,99886
15	0,02394	0,97787	0,97772	0,99886
16	0,02207	0,97787	0,97772	1,00000
17	0,01750	0,99116	0,97772	1,00000
18	0,01746	0,99116	0,99106	1,00000

Tablo 4.186.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.187. Sistem 3 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	32,35	-	-	32,24	-	-
7.Kat	144,56	109,75	109,75	144,09	109,41	109,41
6.Kat	98,18	78,28	78,28	97,87	78,03	78,03
5.Kat	84,16	60,64	60,64	83,89	60,46	60,46
4.Kat	70,50	48,27	48,27	70,27	48,14	48,14
3.Kat	56,69	37,99	37,99	56,51	37,90	37,90
2.Kat	42,52	28,50	28,50	42,38	28,42	28,42
1.Kat	28,35	19,15	19,15	28,25	19,09	19,09
Zemin Kat	14,17	9,81	9,81	14,13	9,78	9,78

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.188. Sistem 3 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
7.KAT	2,80	0	102,50	109,7549	0	112,4987	0	102,50	109,7549	0	112,4987
6.KAT	2,80	0	102,50	78,2780	0	80,2350	0	102,50	78,2780	0	80,2350
5.KAT	2,80	0	102,50	60,6375	0	62,1534	0	102,50	60,6375	0	62,1534
4.KAT	2,80	0	102,50	48,2707	0	49,4775	0	102,50	48,2707	0	49,4775
3. KAT	2,80	0	103,00	37,9911	0	39,1309	0	103,00	37,9911	0	39,1309
2. KAT	2,80	0	103,00	28,4988	0	29,3537	0	103,00	28,4988	0	29,3537
1. KAT	2,80	0	103,00	19,1465	0	19,7209	0	103,00	19,1465	0	19,7209
Z. KAT	2,80	0	103,00	9,8117	0	10,1060	0	103,00	9,8117	0	10,1060

Tablo 4.189. Sistem 3 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
7.KAT	2,80	102,50	0	0	109,4135	112,1488	102,50	0	0	109,4135	112,1488
6.KAT	2,80	102,50	0	0	78,0254	79,9760	102,50	0	0	78,0254	79,9760
5.KAT	2,80	102,50	0	0	60,4595	61,9710	102,50	0	0	60,4595	61,9710
4.KAT	2,80	102,50	0	0	48,1365	49,3400	102,50	0	0	48,1365	49,3400
3. KAT	2,80	102,50	0	0	37,9024	38,8500	102,50	0	0	37,9024	38,8500
2. KAT	2,80	102,50	0	0	28,4215	29,1321	102,50	0	0	28,4215	29,1321
1. KAT	2,80	102,50	0	0	19,0896	19,5668	102,50	0	0	19,0896	19,5668
Z. KAT	2,80	102,50	0	0	9,7760	10,0204	102,50	0	0	9,7760	10,0204

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm\%5$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.190. Sistem 3 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	9,29	0	0,00	9,29	0	0,00
6. KAT	2,80	7,87	0	0,00	7,87	0	0,00
5. KAT	2,80	6,42	0	0,00	6,42	0	0,00
4. KAT	2,80	4,96	0	0,00	4,96	0	0,00
3. KAT	2,80	3,55	0	0,00	3,55	0	0,00
2. KAT	2,80	2,25	0	0,00	2,25	0	0,00
1. KAT	2,80	1,16	0	0,00	1,16	0	0,00
Z:KAT	2,80	0,37	0	0,00	0,37	0	0,00

Tablo 4.191. Sistem 3 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	0	9,24	0,00	0	9,24	0,00
6. KAT	2,80	0	7,83	0,00	0	7,83	0,00
5. KAT	2,80	0	6,38	0,00	0	6,38	0,00
4. KAT	2,80	0	4,93	0,00	0	4,93	0,00
3. KAT	2,80	0	3,53	0,00	0	3,53	0,00
2. KAT	2,80	0	2,24	0,00	0	2,24	0,00
1. KAT	2,80	0	1,15	0,00	0	1,15	0,00
Z:KAT	2,80	0	0,36	0,00	0	0,36	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.192. Sistem 3 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	S7803	14,25	12,19	2,06	12,84	0,005	✓
6. KAT	2,80	S6703	12,19	10,03	2,15	13,42	0,005	✓
5. KAT	2,80	S5603	10,03	7,84	2,20	13,69	0,005	✓
4. KAT	2,80	S4503	7,84	5,68	2,16	13,44	0,005	✓
3. KAT	2,80	S3403	5,68	3,67	2,01	12,53	0,004	✓
2. KAT	2,80	S2303	3,67	1,93	1,74	10,84	0,004	✓
1. KAT	2,80	S1203	1,93	0,63	1,30	8,10	0,003	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,63	0	0,63	3,90	0,001	✓

Tablo 4.193. Sistem 3 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	S7819	14,25	12,19	2,06	12,84	0,005	✓
6. KAT	2,80	S6719	12,19	10,03	2,15	13,42	0,005	✓
5. KAT	2,80	S5619	10,03	7,84	2,20	13,69	0,005	✓
4. KAT	2,80	S4519	7,84	5,68	2,16	13,44	0,005	✓
3. KAT	2,80	S3419	5,68	3,67	2,01	12,53	0,004	✓
2. KAT	2,80	S2319	3,67	1,93	1,74	10,84	0,004	✓
1. KAT	2,80	S1219	1,93	0,63	1,30	8,10	0,003	✓
Z.KAT	2,80	SZ118	0,63	0	0,63	3,90	0,001	✓

Tablo 4.194. Sistem 3 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	S7813	14,17	12,12	2,05	12,80	0,005	✓
6. KAT	2,80	S6713	12,12	9,98	2,14	13,38	0,005	✓
5. KAT	2,80	S5613	9,98	7,79	2,18	13,65	0,005	✓
4. KAT	2,80	S4513	7,79	5,65	2,14	13,39	0,005	✓
3. KAT	2,80	S3413	5,65	3,65	2,00	12,51	0,004	✓
2. KAT	2,80	S2313	3,65	1,92	1,73	10,83	0,004	✓
1. KAT	2,80	S1213	1,92	0,62	1,30	8,09	0,003	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,62	0	0,62	3,90	0,001	✓

Tablo 4.195. Sistem 3 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	S7816	14,17	12,12	2,05	12,80	0,005	✓
6. KAT	2,80	S6716	12,12	9,98	2,14	13,38	0,005	✓
5. KAT	2,80	S5616	9,98	7,79	2,18	13,65	0,005	✓
4. KAT	2,80	S4516	7,79	5,65	2,14	13,39	0,005	✓
3. KAT	2,80	S3416	5,65	3,65	2,00	12,51	0,004	✓
2. KAT	2,80	S2316	3,65	1,92	1,73	10,83	0,004	✓
1. KAT	2,80	S1216	1,92	0,62	1,30	8,09	0,003	✓
Z.KAT	2,80	SZ104	0,62	0	0,62	3,90	0,001	✓

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.196. Sistem 3 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,76	417,39	109,75	307,31	0,0024	✓
6. KAT	2,80	1,80	834,78	188,03	526,49	0,0029	✓
5. KAT	2,80	1,80	1252,17	248,67	696,28	0,0032	✓
4. KAT	2,80	1,74	1671,74	296,94	831,44	0,0035	✓
3. KAT	2,80	1,60	2093,48	334,93	937,81	0,0036	✓
2. KAT	2,80	1,35	2515,23	363,43	1017,61	0,0033	✓
1. KAT	2,80	0,98	2936,97	382,58	1071,22	0,0027	✓
Z.KAT	2,80	0,45	3358,72	392,39	1098,69	0,0014	✓

Tablo 4.197. Sistem 3 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,76	417,39	109,75	307,31	0,0024	✓
6. KAT	2,80	1,80	834,78	188,03	526,49	0,0029	✓
5. KAT	2,80	1,80	1252,17	248,67	696,28	0,0032	✓
4. KAT	2,80	1,74	1671,74	296,94	831,44	0,0035	✓
3. KAT	2,80	1,60	2093,48	334,93	937,81	0,0036	✓
2. KAT	2,80	1,35	2515,23	363,43	1017,61	0,0033	✓
1. KAT	2,80	0,98	2936,97	382,58	1071,22	0,0027	✓
Z.KAT	2,80	0,45	3358,72	392,39	1098,69	0,0014	✓

Tablo 4.198. Sistem 3 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,74	417,39	109,41	306,36	0,0024	✓
6. KAT	2,80	1,79	834,78	187,44	524,83	0,0028	✓
5. KAT	2,80	1,79	1252,17	247,90	694,12	0,0032	✓
4. KAT	2,80	1,73	1671,74	296,03	828,90	0,0035	✓
3. KAT	2,80	1,59	2093,48	333,94	935,02	0,0036	✓
2. KAT	2,80	1,35	2515,23	362,36	1014,60	0,0033	✓
1. KAT	2,80	0,98	2936,97	381,45	1068,06	0,0027	✓
Z.KAT	2,80	0,45	3358,72	391,22	1095,43	0,0014	✓

Tablo 4.199. Sistem 3 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,74	417,39	109,41	306,36	0,0024	✓
6. KAT	2,80	1,79	834,78	187,44	524,83	0,0028	✓
5. KAT	2,80	1,79	1252,17	247,90	694,12	0,0032	✓
4. KAT	2,80	1,73	1671,74	296,03	828,90	0,0035	✓
3. KAT	2,80	1,59	2093,48	333,94	935,02	0,0036	✓
2. KAT	2,80	1,35	2515,23	362,36	1014,60	0,0033	✓
1. KAT	2,80	0,98	2936,97	381,45	1068,06	0,0027	✓
Z.KAT	2,80	0,45	3358,72	391,22	1095,43	0,0014	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ikinci mertebe tablolarında görüldüğü üzere ikinci mertebe gösterge değeri hem X doğrultusunda hem de Y doğrultusunda zemin kattan 3. kata kadar artarak maksimuma ulaşmış ve en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.200. Sistem 3 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	2,06 / S7803	1,45 / S7819	1,76	1,17	Yok
6. KAT	2,80	2,15 / S6703	1,45 / S6719	1,80	1,20	Yok
5. KAT	2,80	2,20 / S5603	1,41 / S5619	1,80	1,22	Var
4. KAT	2,80	2,16 / S4503	1,33 / S4519	1,74	1,24	Var
3. KAT	2,80	2,01 / S3403	1,19 / S3419	1,60	1,26	Var
2. KAT	2,80	1,74 / S2303	0,97 / S2319	1,35	1,29	Var
1. KAT	2,80	1,30 / S1203	0,66 / S1219	0,98	1,33	Var
Z.KAT	2,80	0,63 / SZ101	0,28 / SZ118	0,45	1,39	Var

Tablo 4.201. Sistem 3 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	2,06 / S7819	1,45 / S7803	1,76	1,17	Yok
6. KAT	2,80	2,15 / S6719	1,45 / S6703	1,80	1,20	Yok
5. KAT	2,80	2,20 / S5619	1,41 / S5603	1,80	1,22	Var
4. KAT	2,80	2,16 / S4519	1,33 / S4503	1,74	1,24	Var
3. KAT	2,80	2,01 / S3419	1,19 / S3403	1,60	1,26	Var
2. KAT	2,80	1,74 / S2319	0,97 / S2303	1,35	1,29	Var
1. KAT	2,80	1,30 / S1219	0,66 / S1203	0,98	1,33	Var
Z.KAT	2,80	0,63 / SZ118	0,28 / SZ101	0,45	1,39	Var

Tablo 4.202. Sistem 3 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	2,05 / S7813	1,44 / S7816	1,74	1,17	Yok
6. KAT	2,80	2,14 / S6713	1,44 / S6716	1,79	1,20	Yok
5. KAT	2,80	2,18 / S5613	1,40 / S5616	1,79	1,22	Var
4. KAT	2,80	2,14 / S4513	1,32 / S4516	1,73	1,24	Var
3. KAT	2,80	2,00 / S3413	1,18 / S3416	1,59	1,26	Var
2. KAT	2,80	1,73 / S2313	0,96 / S2316	1,35	1,29	Var
1. KAT	2,80	1,30 / S1213	0,66 / S1216	0,98	1,33	Var
Z.KAT	2,80	0,62 / SZ101	0,28 / SZ104	0,45	1,39	Var

Tablo 4.203. Sistem 3 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	2,05 / S7816	1,44 / S7813	1,74	1,17	Yok
6. KAT	2,80	2,14 / S6716	1,44 / S6713	1,79	1,20	Yok
5. KAT	2,80	2,18 / S5616	1,40 / S5613	1,79	1,22	Var
4. KAT	2,80	2,14 / S4516	1,32 / S4513	1,73	1,24	Var
3. KAT	2,80	2,00 / S3416	1,18 / S3413	1,59	1,26	Var
2. KAT	2,80	1,73 / S2316	0,96 / S2313	1,35	1,29	Var
1. KAT	2,80	1,30 / S1216	0,66 / S1213	0,98	1,33	Var
Z.KAT	2,80	0,62 / SZ104	0,28 / SZ101	0,45	1,39	Var

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin her iki doğrultuda ve son iki kat hariç bulunmaktadır. Burulma düzensizliği en fazla zemin katta bulunup üst katlara çıktıkça azalmaktadır.

Tablo 4.204. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,67	22,65
4. KAT	2,80	4,16	18,00	5,65	23,01
3. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37

Tablo 4.205. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	$\eta_c(i)$	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
4. KAT	2,80	3,80	18,00	5,67	22,65	1,02	Yok
3. KAT	2,80	4,16	18,00	5,65	23,01	1,02	Yok
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok

Tablo 4.206. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,63	22,64
4. KAT	2,80	4,16	18,00	5,62	23,00
3. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36

Tablo 4.207. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
4. KAT	2,80	3,80	18,00	5,63	22,64	1,02	Yok
3. KAT	2,80	4,16	18,00	5,62	23,00	1,02	Yok
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin

bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.208. Sistem 3 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,76	0,000627		$\frac{-}{0,98}$	1,76	0,000627		$\frac{-}{0,98}$	Yok
6. KAT	2,80	1,80	0,000643	0,000627	$\frac{1,03}{1,00}$	1,80	0,000643	0,000627	$\frac{1,03}{1,00}$	Yok
5. KAT	2,80	1,80	0,000644	0,000643	$\frac{1,00}{1,03}$	1,80	0,000644	0,000643	$\frac{1,00}{1,03}$	Yok
4. KAT	2,80	1,74	0,000623	0,000644	$\frac{0,97}{1,09}$	1,74	0,000623	0,000644	$\frac{0,97}{1,09}$	Yok
3. KAT	2,80	1,60	0,000571	0,000623	$\frac{0,92}{1,18}$	1,60	0,000571	0,000623	$\frac{0,92}{1,18}$	Yok
2. KAT	2,80	1,35	0,000483	0,000571	$\frac{0,85}{1,38}$	1,35	0,000483	0,000571	$\frac{0,85}{1,38}$	Yok
1. KAT	2,80	0,98	0,00035	0,000483	$\frac{0,72}{2,17}$	0,98	0,00035	0,000483	$\frac{0,72}{2,17}$	Var
Z.KAT	2,80	0,45	0,000161	0,00035	$\frac{0,46}{-}$	0,45	0,000161	0,00035	$\frac{0,46}{-}$	Yok

Tablo 4.209. Sistem 3 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,74	0,000623		$\frac{-}{0,97}$	1,74	0,000623		$\frac{-}{0,97}$	Yok
6. KAT	2,80	1,79	0,000639	0,000623	$\frac{1,03}{1,00}$	1,79	0,000639	0,000623	$\frac{1,03}{1,00}$	Yok
5. KAT	2,80	1,79	0,00064	0,000639	$\frac{1,00}{1,04}$	1,79	0,00064	0,000639	$\frac{1,00}{1,04}$	Yok
4. KAT	2,80	1,73	0,000618	0,00064	$\frac{0,97}{1,09}$	1,73	0,000618	0,00064	$\frac{0,97}{1,09}$	Yok
3. KAT	2,80	1,59	0,000568	0,000618	$\frac{0,92}{1,18}$	1,59	0,000568	0,000618	$\frac{0,92}{1,18}$	Yok
2. KAT	2,80	1,35	0,000481	0,000568	$\frac{0,85}{1,38}$	1,35	0,000481	0,000568	$\frac{0,85}{1,38}$	Yok
1. KAT	2,80	0,98	0,000349	0,000481	$\frac{0,72}{2,17}$	0,98	0,000349	0,000481	$\frac{0,72}{2,17}$	Var
Z.KAT	2,80	0,45	0,00016	0,000349	$\frac{0,46}{-}$	0,45	0,00016	0,000349	$\frac{0,46}{-}$	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

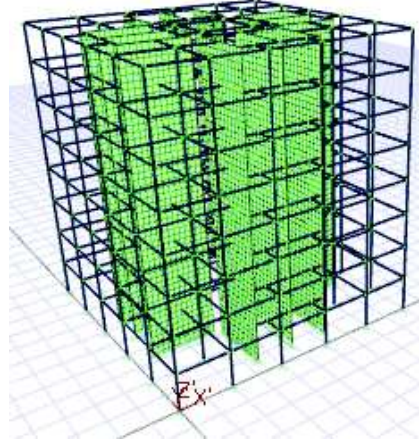
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda X ve Y yönlerinde, 1. katta B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğinin(yumuşak kat) olduğu tespit edilmiştir.

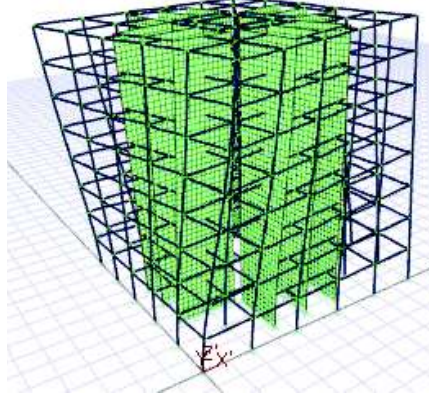
4.4.4. Sistem 4

Tablo 4.210. Sistem 4 deprem parametreleri

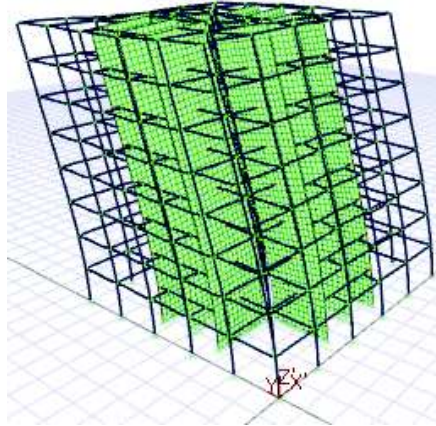
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3585,88 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	22,40 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	34,10 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	34,04 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	568,29 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	567,39 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	419,79 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	419,08 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,74
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,74
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(x) / VtB(x)	1,22
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(y) / VtB(y)	1,22



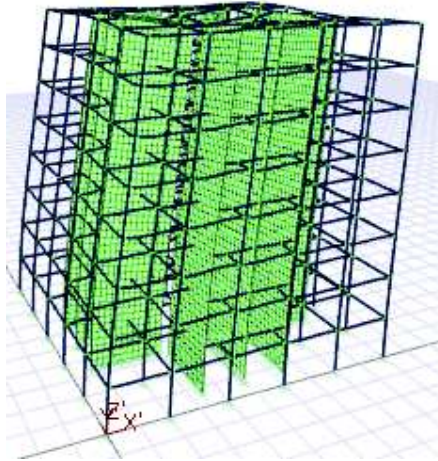
Şekil 4.34. Sistem 4 3B çubuk model.



Şekil 4.35. Sistem 4'ün 1. Mod hali.



Şekil 4.36. Sistem 4'ün 2. Mod hali.



Şekil 4.37. Sistem 4'ün 3. Mod hali.

Sistem 4'ün süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.211. ve Tablo 4.212.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.211. Sistem 4 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	h [m]	X Yönü +5%			X Yönü -5%		
		$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
7. KAT	2,80	34,83	118,26	0,29	34,88	118,31	0,29
6. KAT	2,80	125,11	195,62	0,64	125,11	195,62	0,64
5. KAT	2,80	157,03	261,67	0,60	157,04	261,67	0,60
4. KAT	2,80	214,43	314,73	0,68	214,44	314,73	0,68
3. KAT	2,80	261,31	356,44	0,73	261,32	356,44	0,73
2. KAT	2,80	293,26	387,96	0,76	293,27	387,96	0,76
1. KAT	2,80	339,18	409,06	0,83	339,19	409,06	0,83
Z.KAT	2,80	373,87	419,79	0,89	373,87	419,79	0,89

Tablo 4.212. Sistem 4 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
7. KAT	2,80	33,46	119,25	0,28	33,48	119,26	0,28
6. KAT	2,80	123,07	195,32	0,63	123,11	195,32	0,63
5. KAT	2,80	159,50	261,26	0,61	159,56	261,26	0,61
4. KAT	2,80	211,93	314,21	0,67	212,01	314,21	0,67
3. KAT	2,80	259,13	355,83	0,73	259,22	355,83	0,73
2. KAT	2,80	292,81	387,29	0,76	292,90	387,29	0,76
1. KAT	2,80	338,22	408,36	0,83	338,30	408,36	0,83
Z.KAT	2,80	372,39	419,08	0,89	372,43	419,08	0,89

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.211. ve Tablo 4.212.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin büyük kısmını perdeler karşılamaktadır. Bu sistemde perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, katlara göre diğer üç sistemden daha az değer aldıkları görülmektedir.

Tablo 4.213. Sistem 4 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ102	2,60	1,56	PZ102	68,27	51,49
PZ101	2,27	1,38	PZ101	60,51	60,52
PZ103	2,60	1,56	PZ103	51,51	68,30
PZ104	68,51	51,71	PZ104	2,56	1,53
PZ106	60,73	60,73	PZ106	2,26	1,37
PZ108	51,71	68,51	PZ108	2,56	1,53
PZ111	1,56	2,60	PZ111	68,27	51,49
PZ110	1,38	2,27	PZ110	60,51	60,52
PZ112	1,56	2,60	PZ112	51,51	68,30
PZ105	68,51	51,71	PZ105	1,53	2,56
PZ107	60,73	60,73	PZ107	1,37	2,26
PZ109	51,70	68,51	PZ109	1,53	2,56

Perdeler Tablo 4.213.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.214. Sistem 4 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	373,87	419,79	0,89	Y +5%	372,39	419,08	0,89
X -5%	373,87	419,79	0,89	Y -5%	372,43	419,08	0,89

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.215. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,8906	Max α_s	0,8887
10- $4\alpha_s$	6,44	10-$4\alpha_s$	6,45
Girilen R Katsayısı	6,44	Girilen R Katsayısı	6,45
Seçilen R Katsayısı	6,44	Seçilen R Katsayısı	6,45

Yukarıdaki Tablo 4.215'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.44, Y yönünde 6.45 seçilmiştir.

Tablo 4.216. Sistem 4 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,44670	0,00000	0,00000	0,76140
2	0,34420	0,17555	0,52778	0,76140
3	0,34414	0,70345	0,70330	0,76140
4	0,14008	0,70345	0,70330	0,89414
5	0,08590	0,88433	0,70394	0,89414
6	0,08588	0,88497	0,88495	0,89414
7	0,07234	0,88497	0,88495	0,94857
8	0,04620	0,88497	0,88495	0,97443
9	0,03895	0,94936	0,88495	0,97443
10	0,03892	0,94936	0,94931	0,97443
11	0,03402	0,94936	0,94931	0,98791
12	0,02753	0,94936	0,94931	0,99473
13	0,02418	0,97785	0,94931	0,99473
14	0,02416	0,97785	0,97780	0,99473
15	0,02359	0,97785	0,97780	0,99838
16	0,02125	0,97785	0,97780	1,00000
17	0,01772	0,99103	0,97780	1,00000
18	0,01770	0,99103	0,99100	1,00000

Tablo 4.216.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.217. Sistem 4 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	34,10	-	-	34,04	-	-
7.Kat	150,84	113,39	113,39	150,60	113,22	113,22
6.Kat	102,15	82,23	82,23	101,99	82,10	82,10
5.Kat	89,64	66,05	66,05	89,50	65,94	65,94
4.Kat	74,94	53,07	53,07	74,82	52,95	52,95
3.Kat	59,93	41,70	41,70	59,84	41,62	41,62
2.Kat	45,39	31,52	31,52	45,32	31,46	31,46
1.Kat	30,26	21,10	21,10	30,21	21,07	21,07
Zemin Kat	15,13	10,73	10,73	15,11	10,71	10,71

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.218. Sistem 4 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
Kat	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
7.KAT	2,80	0	103,00	113,3911	0	116,7929	0	103,00	113,3911	0	116,7929
6.KAT	2,80	0	103,00	82,2268	0	84,6936	0	103,00	82,2268	0	84,6936
5.KAT	2,80	0	103,50	66,0483	0	68,3600	0	103,50	66,0483	0	68,3600
4.KAT	2,80	0	103,50	53,0672	0	54,9246	0	103,50	53,0672	0	54,9246
3. KAT	2,80	0	103,50	41,7048	0	43,1645	0	103,50	41,7048	0	43,1645
2. KAT	2,80	0	103,50	31,5181	0	32,6212	0	103,50	31,5181	0	32,6212
1. KAT	2,80	0	103,50	21,1043	0	21,8430	0	103,50	21,1043	0	21,8430
Z. KAT	2,80	0	103,50	10,7309	0	11,1065	0	103,50	10,7309	0	11,1065

Tablo 4.219. Sistem 4 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
7.KAT	2,80	103,00	0	0	113,2214	116,6180	103,00	0	0	113,2214	116,6180
6.KAT	2,80	103,00	0	0	82,0976	84,5605	103,00	0	0	82,0976	84,5605
5.KAT	2,80	103,50	0	0	65,9415	68,2495	103,50	0	0	65,9415	68,2495
4.KAT	2,80	103,50	0	0	52,9505	54,8038	103,50	0	0	52,9505	54,8038
3. KAT	2,80	103,50	0	0	41,6185	43,0752	103,50	0	0	41,6185	43,0752
2. KAT	2,80	103,50	0	0	31,4644	32,5657	103,50	0	0	31,4644	32,5657
1. KAT	2,80	103,50	0	0	21,0711	21,8086	103,50	0	0	21,0711	21,8086
Z. KAT	2,80	103,50	0	0	10,7144	11,0894	103,50	0	0	10,7144	11,0894

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.220. Sistem 4 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	6,85	0,00	0,00	6,85	0	0,00
6. KAT	2,80	5,88	0,00	0,00	5,88	0	0,00
5. KAT	2,80	4,86	0,00	0,00	4,86	0	0,00
4. KAT	2,80	3,82	0,00	0,00	3,82	0	0,00
3. KAT	2,80	2,78	0	0,00	2,78	0	0,00
2. KAT	2,80	1,81	0	0,00	1,81	0	0,00
1. KAT	2,80	0,96	0	0,00	0,96	0	0,00
Z:KAT	2,80	0,32	0	0,00	0,32	0	0,00

Tablo 4.221. Sistem 4 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
7. KAT	2,80	0	6,84	0,00	0,00	6,85	0,00
6. KAT	2,80	0	5,87	0,00	0,00	5,87	0,00
5. KAT	2,80	0	4,85	0,00	0	4,85	0,00
4. KAT	2,80	0	3,81	0,00	0	3,81	0,00
3. KAT	2,80	0	2,78	0,00	0	2,78	0,00
2. KAT	2,80	0	1,80	0,00	0	1,80	0,00
1. KAT	2,80	0	0,95	0,00	0	0,95	0,00
Z:KAT	2,80	0	0,31	0,00	0	0,31	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.222. Sistem 4 X yönünde +%5 göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d_i [mm]	$d(i-1)$ [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
7. KAT	2,80	S7104	10,26	8,87	1,38	8,90	0,003	√
6. KAT	2,80	S6104	8,87	7,39	1,48	9,55	0,003	√
5. KAT	2,80	S5104	7,39	5,87	1,52	9,79	0,003	√
4. KAT	2,80	S4104	5,87	4,33	1,54	9,90	0,004	√
3. KAT	2,80	S3104	4,33	2,85	1,48	9,54	0,003	√
2. KAT	2,80	S2104	2,85	1,54	1,31	8,44	0,003	√
1. KAT	2,80	S1104	1,54	0,52	1,02	6,57	0,002	√
Z.KAT	2,80	SZ103	0,52	0	0,52	3,37	0,001	√

Tablo 4.223. Sistem 4 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/ h	δ _i (max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7126	10,25	8,87	1,38	8,90	0,003	✓
6. KAT	2,80	S6126	8,87	7,39	1,48	9,54	0,003	✓
5. KAT	2,80	S5126	7,39	5,87	1,52	9,79	0,003	✓
4. KAT	2,80	S4126	5,87	4,33	1,54	9,89	0,004	✓
3. KAT	2,80	S3126	4,33	2,85	1,48	9,53	0,003	✓
2. KAT	2,80	S2126	2,85	1,54	1,31	8,44	0,003	✓
1. KAT	2,80	S1126	1,54	0,52	1,02	6,56	0,002	✓
Z.KAT	2,80	SZ125	0,52	0	0,52	3,37	0,001	✓

Tablo 4.224. Sistem 4 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/ h	δ _i (max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7115	10,23	8,85	1,38	8,89	0,003	✓
6. KAT	2,80	S6115	8,85	7,37	1,48	9,54	0,003	✓
5. KAT	2,80	S5115	7,37	5,85	1,52	9,79	0,003	✓
4. KAT	2,80	S4115	5,85	4,32	1,53	9,88	0,004	✓
3. KAT	2,80	S3115	4,32	2,84	1,48	9,52	0,003	✓
2. KAT	2,80	S2115	2,84	1,54	1,31	8,43	0,003	✓
1. KAT	2,80	S1115	1,54	0,52	1,02	6,56	0,002	✓
Z.KAT	2,80	SZ111	0,52	0	0,52	3,36	0,001	✓

Tablo 4.225. Sistem 4 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/ h	δ _i (max)/h ≤0,02
7. KAT	2,80	S7118	10,25	8,87	1,38	8,91	0,003	✓
6. KAT	2,80	S6118	8,87	7,39	1,48	9,56	0,003	✓
5. KAT	2,80	S5118	7,39	5,87	1,52	9,82	0,004	✓
4. KAT	2,80	S4118	5,87	4,33	1,54	9,91	0,004	✓
3. KAT	2,80	S3118	4,33	2,85	1,48	9,54	0,003	✓
2. KAT	2,80	S2118	2,85	1,54	1,31	8,45	0,003	✓
1. KAT	2,80	S1118	1,54	0,52	1,02	6,57	0,002	✓
Z.KAT	2,80	SZ114	0,52	0	0,52	3,37	0,001	✓

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.226. Sistem 4 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,19	437,95	113,39	317,50	0,0016	✓
6. KAT	2,80	1,25	875,91	195,62	547,73	0,0020	✓
5. KAT	2,80	1,27	1324,25	261,67	732,67	0,0023	✓
4. KAT	2,80	1,26	1774,05	314,73	881,25	0,0025	✓
3. KAT	2,80	1,19	2223,71	356,44	998,03	0,0027	✓
2. KAT	2,80	1,04	2677,77	387,96	1086,28	0,0026	✓
1. KAT	2,80	0,78	3131,82	409,06	1145,37	0,0021	✓
Z.KAT	2,80	0,38	3585,88	419,79	1175,42	0,0012	✓

Tablo 4.227. Sistem 4 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,19	437,95	113,39	317,50	0,0016	✓
6. KAT	2,80	1,25	875,91	195,62	547,73	0,0020	✓
5. KAT	2,80	1,27	1324,25	261,67	732,67	0,0023	✓
4. KAT	2,80	1,26	1774,05	314,73	881,25	0,0025	✓
3. KAT	2,80	1,19	2223,71	356,44	998,03	0,0027	✓
2. KAT	2,80	1,04	2677,77	387,96	1086,28	0,0026	✓
1. KAT	2,80	0,78	3131,82	409,06	1145,37	0,0021	✓
Z.KAT	2,80	0,38	3585,88	419,79	1175,42	0,0012	✓

Tablo 4.228. Sistem 4 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,19	437,95	113,22	317,02	0,0016	✓
6. KAT	2,80	1,25	875,91	195,32	546,89	0,0020	✓
5. KAT	2,80	1,27	1324,25	261,26	731,53	0,0023	✓
4. KAT	2,80	1,26	1774,05	314,21	879,79	0,0025	✓
3. KAT	2,80	1,19	2223,71	355,83	996,32	0,0027	✓
2. KAT	2,80	1,03	2677,77	387,29	1084,42	0,0026	✓
1. KAT	2,80	0,78	3131,82	408,37	1143,42	0,0021	✓
Z.KAT	2,80	0,38	3585,88	419,08	1173,42	0,0012	✓

Tablo 4.229. Sistem 4 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
7. KAT	2,80	1,19	437,95	113,22	317,02	0,0016	✓
6. KAT	2,80	1,25	875,91	195,32	546,89	0,0020	✓
5. KAT	2,80	1,27	1324,25	261,26	731,53	0,0023	✓
4. KAT	2,80	1,26	1774,05	314,21	879,79	0,0025	✓
3. KAT	2,80	1,19	2223,71	355,83	996,32	0,0027	✓
2. KAT	2,80	1,03	2677,77	387,29	1084,42	0,0026	✓
1. KAT	2,80	0,78	3131,82	408,37	1143,42	0,0021	✓
Z.KAT	2,80	0,38	3585,88	419,08	1173,42	0,0012	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ikinci mertebe tablolarında görüldüğü üzere ikinci mertebe gösterge değeri hem X doğrultusunda hem de Y doğrultusunda zemin kattan 3. kata kadar artarak maksimuma ulaşmış sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.230. Sistem 4 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+%5				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,38 / S7104	0,99 / S7126	1,19	1,16	Yok
6. KAT	2,80	1,48 / S6104	1,01 / S6126	1,25	1,19	Yok
5. KAT	2,80	1,52 / S5104	1,01 / S5126	1,27	1,20	Var
4. KAT	2,80	1,54 / S4104	0,98 / S4126	1,26	1,22	Var
3. KAT	2,80	1,48 / S3104	0,90 / S3126	1,19	1,24	Var
2. KAT	2,80	1,31 / S2104	0,76 / S2126	1,04	1,27	Var
1. KAT	2,80	1,02 / S1104	0,54 / S1126	0,78	1,31	Var
Z.KAT	2,80	0,52 / SZ103	0,24 / SZ125	0,38	1,36	Var

Tablo 4.231. Sistem 4 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,38 / S7126	0,99 / S7104	1,19	1,16	Yok
6. KAT	2,80	1,48 / S6126	1,01 / S6104	1,25	1,19	Yok
5. KAT	2,80	1,52 / S5126	1,01 / S5104	1,27	1,20	Var
4. KAT	2,80	1,54 / S4126	0,98 / S4104	1,26	1,22	Var
3. KAT	2,80	1,48 / S3126	0,90 / S3104	1,19	1,24	Var
2. KAT	2,80	1,31 / S2126	0,76 / S2104	1,04	1,27	Var
1. KAT	2,80	1,02 / S1126	0,54 / S1104	0,78	1,31	Var
Z.KAT	2,80	0,52 / SZ125	0,25 / SZ103	0,38	1,36	Var

Tablo 4.232. Sistem 4 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,38 / S7115	0,99 / S7118	1,19	1,16	Yok
6. KAT	2,80	1,48 / S6115	1,01 / S6118	1,25	1,19	Yok
5. KAT	2,80	1,52 / S5115	1,01 / S5118	1,27	1,20	Var
4. KAT	2,80	1,53 / S4115	0,98 / S4118	1,26	1,22	Var
3. KAT	2,80	1,48 / S3115	0,90 / S3118	1,19	1,24	Var
2. KAT	2,80	1,31 / S2115	0,76 / S2118	1,03	1,26	Var
1. KAT	2,80	1,02 / S1115	0,54 / S1118	0,78	1,30	Var
Z.KAT	2,80	0,52 / SZ111	0,24 / SZ114	0,38	1,36	Var

Tablo 4.233. Sistem 4 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
7. KAT	2,80	1,38 / S7118	0,99 / S7115	1,19	1,16	Yok
6. KAT	2,80	1,48 / S6118	1,01 / S6115	1,25	1,19	Yok
5. KAT	2,80	1,52 / S5118	1,01 / S5115	1,27	1,20	Var
4. KAT	2,80	1,54 / S4118	0,98 / S4115	1,26	1,22	Var
3. KAT	2,80	1,48 / S3118	0,90 / S3115	1,19	1,24	Var
2. KAT	2,80	1,31 / S2118	0,76 / S2115	1,03	1,27	Var
1. KAT	2,80	1,02 / S1118	0,54 / S1115	0,78	1,31	Var
Z.KAT	2,80	0,52 / SZ114	0,24 / SZ111	0,38	1,36	Var

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin her iki doğrultuda ve son iki kat hariç bulunmaktadır. Burulma düzensizliği en fazla zemin katta bulunup üst katlara çıktıkça azalmaktadır.

Tablo 4.234. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,18	24,73
5. KAT	2,80	7,52	18,00	6,18	26,45
4. KAT	2,80	7,76	18,00	6,18	26,69
3. KAT	2,80	7,76	18,00	6,14	26,68
2. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40
Z.KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40

Tablo 4.235. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$ [m ²]	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
5. KAT	2,80	5,80	18,00	6,18	24,73	1,07	Yok
4. KAT	2,80	7,52	18,00	6,18	26,45	1,01	Yok
3. KAT	2,80	7,76	18,00	6,18	26,69	1,00	Yok
2. KAT	2,80	7,76	18,00	6,14	26,68	1,03	Yok
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	8,48	18,00	6,14	27,40	1,00	Yok

Tablo 4.236. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,17	24,73
5. KAT	2,80	7,52	18,00	6,14	26,44
4. KAT	2,80	7,76	18,00	6,15	26,68
3. KAT	2,80	7,76	18,00	6,12	26,68
2. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40
Z.KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40

Tablo 4.237. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
5. KAT	2,80	5,80	18,00	6,17	24,73	1,07	Yok
4. KAT	2,80	7,52	18,00	6,14	26,44	1,01	Yok
3. KAT	2,80	7,76	18,00	6,15	26,68	1,00	Yok
2. KAT	2,80	7,76	18,00	6,12	26,68	1,03	Yok
1. KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	8,48	18,00	6,12	27,40	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkine oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.238. Sistem 4 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,19	0,000424	-	-/ 0,95	1,19	0,000424	-	-/ 0,95	Yok
6. KAT	2,80	1,25	0,000445	0,000424	1,05/ 0,98	1,25	0,000445	0,000424	1,05/ 0,98	Yok
5. KAT	2,80	1,27	0,000452	0,000445	1,02/ 1,01	1,27	0,000452	0,000445	1,02/ 1,01	Yok
4. KAT	2,80	1,26	0,00045	0,000452	0,99/ 1,06	1,26	0,00045	0,000452	0,99/ 1,06	Yok
3. KAT	2,80	1,19	0,000425	0,00045	0,95/ 1,15	1,19	0,000425	0,00045	0,95/ 1,15	Yok
2. KAT	2,80	1,04	0,00037	0,000425	0,87/ 1,33	1,04	0,00037	0,000425	0,87/ 1,33	Yok
1. KAT	2,80	0,78	0,000279	0,00037	0,75/ 2,03	0,78	0,000279	0,00037	0,75/ 2,03	Var
Z.KAT	2,80	0,38	0,000137	0,000279	0,49/ -	0,38	0,000137	0,000279	0,49/ -	Yok

Tablo 4.239. Sistem 4 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
7. KAT	2,80	1,19	0,000424		-/ 0,95	1,19	0,000424		-/ 0,95	Yok
6. KAT	2,80	1,25	0,000445	0,000424	1,05/ 0,98	1,25	0,000445	0,000424	1,05/ 0,98	Yok
5. KAT	2,80	1,27	0,000452	0,000445	1,02/ 1,01	1,27	0,000452	0,000445	1,02/ 1,01	Yok
4. KAT	2,80	1,26	0,000449	0,000452	0,99/ 1,06	1,26	0,000449	0,000452	0,99/ 1,06	Yok
3. KAT	2,80	1,19	0,000424	0,000449	0,95/ 1,15	1,19	0,000425	0,000449	0,95/ 1,15	Yok
2. KAT	2,80	1,03	0,000369	0,000424	0,87/ 1,33	1,03	0,000369	0,000425	0,87/ 1,33	Yok
1. KAT	2,80	0,78	0,000278	0,000369	0,75/ 2,03	0,78	0,000278	0,000369	0,75/ 2,03	Var
Z.KAT	2,80	0,38	0,000137	0,000278	0,49/ -	0,38	0,000137	0,000278	0,49/ -	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve

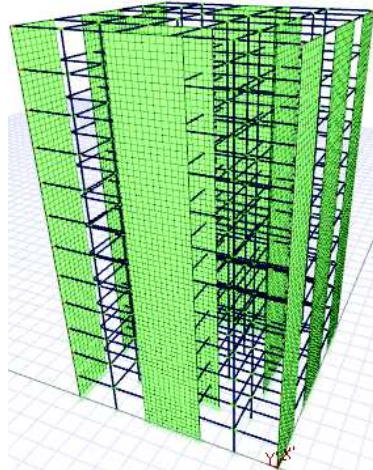
yapıda X ve Y yönlerinde, 1. Katta B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliğinin(yumuşak kat) olduğu tespit edilmiştir.

4.5. 12 Katlı Olan Sistemlerin Analiz Sonuçları

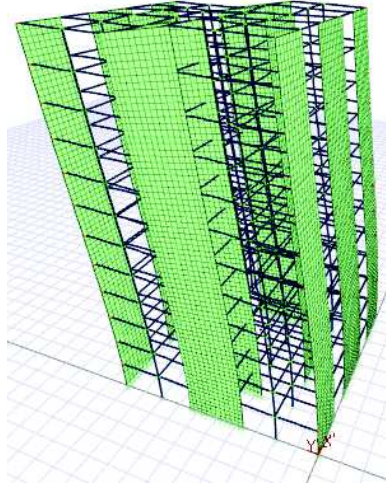
4.5.1. Sistem 1

Tablo 4.240. Sistem 1 deprem parametreleri

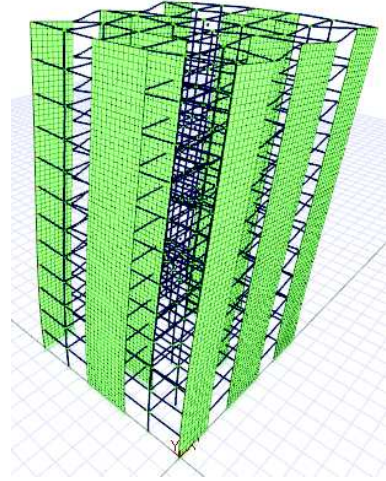
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	4860,83 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	33,60 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	69,77 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	64,31 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-X)	775,25 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(V_t-Y)	714,60 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-X$)	557,62 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	($V_{tB}-Y$)	520,41 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(x) / V_t(x)$	0,72
Y yönü V_{tB}/V_t oranı	$V_{tB}(y) / V_t(y)$	0,73
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x) / V_{tB}(x)$	1,25
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y) / V_{tB}(y)$	1,24



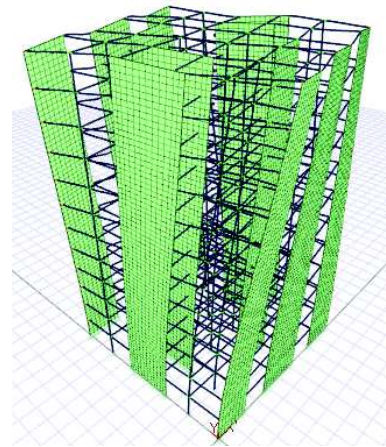
Şekil 4.38. Sistem 1 3B çubuk model.



Şekil 4.39. Sistem 1'in 1. Mod hali.



Şekil 4.40. Sistem 1'in 2. Mod hali.



Şekil 4.41. Sistem 1'in 3. Mod hali.

Sistem 1'in süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.241. ve Tablo 4.242.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilir bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.241. Sistem 1 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
11. KAT	2,80	52,48	111,36	0,47	52,48	111,36	0,47
10. KAT	2,80	139,78	192,65	0,73	139,78	192,65	0,73
9. KAT	2,80	208,61	265,07	0,79	208,61	265,07	0,79
8. KAT	2,80	268,81	327,79	0,82	268,81	327,79	0,82
7. KAT	2,80	321,18	382,03	0,84	321,18	382,03	0,84
6. KAT	2,80	366,83	428,35	0,86	366,83	428,35	0,86
5. KAT	2,80	406,59	467,14	0,87	406,59	467,14	0,87
4. KAT	2,80	441,12	498,62	0,88	441,12	498,62	0,88
3. KAT	2,80	470,99	523,06	0,90	470,99	523,06	0,90
2. KAT	2,80	498,86	540,73	0,92	498,86	540,73	0,92
1. KAT	2,80	507,03	552,17	0,92	507,03	552,17	0,92
Z.KAT	2,80	536,63	557,61	0,96	536,63	557,61	0,96

Tablo 4.242. Sistem 1 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	Y Yönü +5%				Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
11. KAT	2,80	103,56	180,92	0,57	103,56	180,92	0,57
10. KAT	2,80	109,08	179,08	0,61	109,08	179,08	0,61
9. KAT	2,80	170,78	245,88	0,69	170,78	245,88	0,69
8. KAT	2,80	224,79	303,62	0,74	224,79	303,62	0,74
7. KAT	2,80	271,94	353,66	0,77	271,94	353,66	0,77
6. KAT	2,80	313,63	396,63	0,79	313,63	396,63	0,79
5. KAT	2,80	350,83	432,93	0,81	350,83	432,93	0,81
4. KAT	2,80	384,43	462,78	0,83	384,43	462,78	0,83
3. KAT	2,80	414,79	486,22	0,85	414,79	486,22	0,85
2. KAT	2,80	446,31	503,48	0,89	446,31	503,48	0,89
1. KAT	2,80	451,10	514,78	0,88	451,10	514,78	0,88
Z.KAT	2,80	490,32	520,41	0,94	490,32	520,41	0,94

$\sum Pt$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.241. ve Tablo 4.242.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin hemen hemen tamamına yakınına perdeler karşılamakta ve zemin kattan en üst kata doğru α_s değerleri azalmaktadır. Yapılarda deprem kesme kuvvetlerini karşılamada perde kullanımının ne kadar etkili olduğunu bu durum açık bir şekilde göstermektedir. Zemin kattan üst katlara doğru α_s değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Tablo 4.243. Sistem 1 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ105	2,39	2,39	PZ105	122,31	109,34
PZ102	87,17	73,54	PZ102	3,34	3,34
PZ104	87,04	78,63	PZ104	4,38	4,38
PZ111	73,54	87,17	PZ111	3,34	3,34
PZ109	78,63	87,04	PZ109	4,38	4,38
PZ106	3,21	3,21	PZ106	120,39	112,58
PZ108	2,39	2,39	PZ108	109,34	122,30
PZ107	3,21	3,21	PZ107	112,58	120,39
PZ101	53,99	45,54	PZ101	2,69	2,45
PZ103	53,99	45,54	PZ103	2,45	2,69
PZ110	45,54	53,99	PZ110	2,69	2,45
PZ112	45,54	53,99	PZ112	2,45	2,69

Perdeler Tablo 4.243.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.244. Sistem 1 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s		$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
X +5%	536,63	557,61	0,96	Y +5%	490,32	520,41	0,94
X -5%	536,63	557,61	0,96	Y -5%	490,32	520,41	0,94

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.245. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9624	Max α_s	0,9422
10- $4\alpha_s$	6,15	10-$4\alpha_s$	6,23
Girilen R Katsayısı	6,15	Girilen R Katsayısı	6,23
Seçilen R Katsayısı	6,15	Seçilen R Katsayısı	6,23

Yukarıdaki Tablo 4.145'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.15, Y yönünde 6.23 seçilmiştir.

Tablo 4.246. Sistem 1 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,66168	0,00000	0,69865	0,00000
2	0,58390	0,69224	0,69865	0,00000
3	0,44214	0,69224	0,69865	0,69184
4	0,16833	0,69224	0,86100	0,69184
5	0,14351	0,85728	0,86100	0,69184
6	0,10843	0,85728	0,86100	0,85699
7	0,07506	0,85728	0,92615	0,85699
8	0,06235	0,92324	0,92615	0,85699
9	0,04701	0,92324	0,92615	0,92352
10	0,04481	0,92324	0,95911	0,92352
11	0,03656	0,95696	0,95911	0,92352
12	0,03128	0,95696	0,97694	0,92352
13	0,02757	0,95696	0,97694	0,95735
14	0,02519	0,97557	0,97694	0,95735
15	0,02406	0,97557	0,98701	0,95735
16	0,01976	0,97557	0,99289	0,95735
17	0,01918	0,98626	0,99289	0,95735
18	0,01902	0,98626	0,99289	0,97592

Tablo 4.246.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.247. Sistem 1 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Tepe Yüğü)	69,77	-	-	64,31	-	-
11. KAT	178,26	107,21	107,21	164,32	99,89	99,89
10. KAT	99,45	85,44	85,44	91,67	79,20	79,20
9. KAT	90,41	72,42	72,42	83,34	66,80	66,80
8. KAT	81,37	62,72	62,72	75,00	57,74	57,74
7.Kat	72,33	54,24	54,24	66,67	50,04	50,04
6.Kat	63,29	46,31	46,31	58,34	42,98	42,98
5.Kat	54,25	38,79	38,79	50,00	36,29	36,29
4.Kat	45,20	31,48	31,48	41,67	29,85	29,85
3.Kat	36,16	24,44	24,44	33,33	23,44	23,44
2.Kat	27,12	17,67	17,67	25,00	17,26	17,26
1.Kat	18,27	11,43	11,43	16,84	11,30	11,30
Zemin Kat	9,14	5,45	5,45	8,42	5,63	5,63

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.248. Sistem 1 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
Kat	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
11. KAT	2,80	0	101,50	107,2129	0	108,8211	0	101,50	107,2129	0	108,8211
10. KAT	2,80	0	101,50	85,4391	0	86,7207	0	101,50	85,4391	0	86,7207
9. KAT	2,80	0	101,50	72,4240	0	73,5104	0	101,50	72,4240	0	73,5104
8. KAT	2,80	0	101,50	62,7171	0	63,6578	0	101,50	62,7171	0	63,6578
7. KAT	2,80	0	101,50	54,2404	0	55,0540	0	101,50	54,2404	0	55,0540
6. KAT	2,80	0	101,50	46,3139	0	47,0086	0	101,50	46,3139	0	47,0086
5. KAT	2,80	0	101,50	38,7949	0	39,3768	0	101,50	38,7949	0	39,3768
4. KAT	2,80	0	101,50	31,4843	0	31,9566	0	101,50	31,4843	0	31,9566
3. KAT	2,80	0	101,50	24,4386	0	24,8052	0	101,50	24,4386	0	24,8052
2. KAT	2,80	0	101,50	17,6698	0	17,9349	0	101,50	17,6698	0	17,9349
1. KAT	2,80	0	101,50	11,4329	0	11,6044	0	101,50	11,4329	0	11,6044
Z.KAT	2,80	0	101,50	5,4476	0	5,5293	0	101,50	5,4476	0	5,5293

Tablo 4.249. Sistem 1 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
11. KAT	2,80	102,00	0	0	99,8855	101,8832	102,00	0	0	99,8855	101,8832
10. KAT	2,80	102,00	0	0	79,1950	80,7789	102,00	0	0	79,1950	80,7789
9. KAT	2,80	102,00	0	0	66,7990	68,1350	102,00	0	0	66,7990	68,1350
8. KAT	2,80	102,00	0	0	57,7447	58,8996	102,00	0	0	57,7447	58,8996
7. KAT	2,80	102,00	0	0	50,0370	51,0378	102,00	0	0	50,0370	51,0378
6. KAT	2,80	102,00	0	0	42,9763	43,8358	102,00	0	0	42,9763	43,8358
5. KAT	2,80	102,00	0	0	36,2936	37,0195	102,00	0	0	36,2936	37,0195
4. KAT	2,80	102,00	0	0	29,8480	30,4450	102,00	0	0	29,8480	30,4450
3. KAT	2,80	102,00	0	0	23,4432	23,9120	102,00	0	0	23,4432	23,9120
2. KAT	2,80	102,00	0	0	17,2638	17,6091	102,00	0	0	17,2638	17,6091
1. KAT	2,80	102,00	0	0	11,3012	11,5272	102,00	0	0	11,3012	11,5272
Z.KAT	2,80	102,00	0	0	5,6266	5,7392	102,00	0	0	5,6266	5,7392

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.250. Sistem 1 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	19,87	0	0,00	19,87	0	0,00
10. KAT	2,80	18,11	0	0,00	18,11	0	0,00
9. KAT	2,80	16,27	0	0,00	16,27	0	0,00
8. KAT	2,80	14,36	0	0,00	14,36	0	0,00
7. KAT	2,80	12,37	0	0,00	12,37	0	0,00
6. KAT	2,80	10,34	0	0,00	10,34	0	0,00
5. KAT	2,80	8,31	0	0,00	8,31	0	0,00
4. KAT	2,80	6,33	0	0,00	6,33	0	0,00
3. KAT	2,80	4,46	0	0,00	4,46	0	0,00
2. KAT	2,80	2,79	0	0,00	2,79	0	0,00
1. KAT	2,80	1,41	0	0,00	1,41	0	0,00
Z.KAT	2,80	0,44	0	0,00	0,44	0	0,00

Tablo 4.251. Sistem 1 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	0	23,49	0,00	0	23,49	0,00
10. KAT	2,80	0	21,48	0,00	0	21,48	0,00
9. KAT	2,80	0	19,36	0,00	0	19,36	0,00
8. KAT	2,80	0	17,14	0,00	0	17,14	0,00
7. KAT	2,80	0	14,83	0,00	0	14,83	0,00
6. KAT	2,80	0	12,45	0,00	0	12,45	0,00
5. KAT	2,80	0	10,05	0,00	0	10,05	0,00
4. KAT	2,80	0	7,70	0,00	0	7,70	0,00
3. KAT	2,80	0	5,46	0,00	0	5,46	0,00
2. KAT	2,80	0	3,45	0,00	0	3,45	0,00
1. KAT	2,80	0	1,77	0,00	0	1,77	0,00
Z.KAT	2,80	0	0,57	0,00	0	0,57	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Katlar arasındaki en az deplasman farkı hem X hem de Y doğrultusunda zemin kat ile birinci kat arasındadır.

Tablo 4.252. Sistem 1 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)$ h	$\delta i(\max)/h$ ≤0,02
11. KAT	2,80	P1203	23,97	21,84	2,13	13,07	0,005	√
10. KAT	2,80	P1103	21,84	19,62	2,22	13,64	0,005	√
9. KAT	2,80	P1003	19,62	17,31	2,31	14,22	0,005	√
8. KAT	2,80	P8903	17,31	14,92	2,40	14,73	0,005	√
7. KAT	2,80	P7803	14,92	12,47	2,45	15,05	0,005	√
6. KAT	2,80	P6703	12,47	10,02	2,45	15,08	0,005	√
5. KAT	2,80	P5603	10,02	7,63	2,39	14,71	0,005	√
4. KAT	2,80	P4503	7,63	5,38	2,25	13,84	0,005	√
3. KAT	2,80	P3403	5,38	3,36	2,01	12,39	0,004	√
2. KAT	2,80	P2303	3,36	1,70	1,66	10,22	0,004	√
1. KAT	2,80	P1203	1,70	0,53	1,17	7,21	0,003	√
Z.KAT	2,80	PZ101	0,59	0	0,59	3,65	0,001	√

Tablo 4.253. Sistem 1 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max) h	δi(max)/h ≤0,02
11. KAT	2,80	P1212	23,97	21,84	2,13	13,07	0,005	√
10. KAT	2,80	P1112	21,84	19,62	2,22	13,64	0,005	√
9. KAT	2,80	P1012	19,62	17,31	2,31	14,22	0,005	√
8. KAT	2,80	P8912	17,31	14,92	2,40	14,73	0,005	√
7. KAT	2,80	P7812	14,92	12,47	2,45	15,05	0,005	√
6. KAT	2,80	P6712	12,47	10,02	2,45	15,08	0,005	√
5. KAT	2,80	P5612	10,02	7,63	2,39	14,71	0,005	√
4. KAT	2,80	P4512	7,63	5,38	2,25	13,84	0,005	√
3. KAT	2,80	P3412	5,38	3,36	2,01	12,39	0,004	√
2. KAT	2,80	P2312	3,36	1,70	1,66	10,22	0,004	√
1. KAT	2,80	P1212	1,70	0,53	1,17	7,21	0,003	√
Z.KAT	2,80	PZ110	0,59	0	0,59	3,65	0,001	√

Tablo 4.254. Sistem 1 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max) h	δi(max)/h ≤0,02
11. KAT	2,80	P1210	27,56	25,19	2,37	14,75	0,005	√
10. KAT	2,80	P1110	25,19	22,70	2,49	15,49	0,006	√
9. KAT	2,80	P1010	22,70	20,10	2,61	16,24	0,006	√
8. KAT	2,80	P8910	20,10	17,38	2,72	16,93	0,006	√
7. KAT	2,80	P7810	17,38	14,59	2,79	17,40	0,006	√
6. KAT	2,80	P6710	14,59	11,77	2,81	17,53	0,006	√
5. KAT	2,80	P5610	11,77	9,01	2,76	17,21	0,006	√
4. KAT	2,80	P4510	9,01	6,39	2,62	16,31	0,006	√
3. KAT	2,80	P3410	6,39	4,03	2,36	14,71	0,005	√
2. KAT	2,80	P2310	4,03	2,07	1,97	12,25	0,004	√
1. KAT	2,80	P1210	2,07	0,66	1,40	8,74	0,003	√
Z.KAT	2,80	PZ101	0,74	0	0,74	4,64	0,002	√

Tablo 4.255. Sistem 1 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max) h	δi(max)/h ≤0,02
11. KAT	2,80	P1212	27,56	25,19	2,37	14,75	0,005	√
10. KAT	2,80	P1112	25,19	22,70	2,49	15,49	0,006	√
9. KAT	2,80	P1012	22,70	20,10	2,61	16,24	0,006	√
8. KAT	2,80	P8912	20,10	17,38	2,72	16,93	0,006	√
7. KAT	2,80	P7812	17,38	14,59	2,79	17,40	0,006	√
6. KAT	2,80	P6712	14,59	11,77	2,81	17,53	0,006	√
5. KAT	2,80	P5612	11,77	9,01	2,76	17,21	0,006	√
4. KAT	2,80	P4512	9,01	6,39	2,62	16,31	0,006	√
3. KAT	2,80	P3412	6,39	4,03	2,36	14,71	0,005	√
2. KAT	2,80	P2312	4,03	2,07	1,97	12,25	0,004	√
1. KAT	2,80	P1212	2,07	0,66	1,40	8,74	0,003	√
Z.KAT	2,80	PZ103	0,74	0	0,74	4,64	0,002	√

d_i : Binanın i 'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i 'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.256. Sistem 1 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta_i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,96	404,37	107,21	300,20	0,0026	✓
10. KAT	2,80	2,04	808,73	192,65	539,43	0,0031	✓
9. KAT	2,80	2,13	1213,10	265,08	742,21	0,0035	✓
8. KAT	2,80	2,21	1617,47	327,79	917,82	0,0039	✓
7. KAT	2,80	2,26	2021,83	382,03	1069,69	0,0043	✓
6. KAT	2,80	2,26	2426,20	428,35	1199,37	0,0046	✓
5. KAT	2,80	2,21	2830,57	467,14	1308,00	0,0048	✓
4. KAT	2,80	2,08	3234,93	498,63	1396,15	0,0048	✓
3. KAT	2,80	1,86	3639,30	523,07	1464,58	0,0046	✓
2. KAT	2,80	1,53	4043,67	540,73	1514,06	0,0041	✓
1. KAT	2,80	1,08	4452,25	552,17	1546,07	0,0031	✓
Z.KAT	2,80	0,55	4860,83	557,62	1561,32	0,0017	✓

Tablo 4.257. Sistem 1 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta_i(\text{ort})$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,96	404,37	107,21	300,20	0,0026	✓
10. KAT	2,80	2,04	808,73	192,65	539,43	0,0031	✓
9. KAT	2,80	2,13	1213,10	265,08	742,21	0,0035	✓
8. KAT	2,80	2,21	1617,47	327,79	917,82	0,0039	✓
7. KAT	2,80	2,26	2021,83	382,03	1069,69	0,0043	✓
6. KAT	2,80	2,26	2426,20	428,35	1199,37	0,0046	✓
5. KAT	2,80	2,21	2830,57	467,14	1308,00	0,0048	✓
4. KAT	2,80	2,08	3234,93	498,63	1396,15	0,0048	✓
3. KAT	2,80	1,86	3639,30	523,07	1464,58	0,0046	✓
2. KAT	2,80	1,53	4043,67	540,73	1514,06	0,0041	✓
1. KAT	2,80	1,08	4452,25	552,17	1546,07	0,0031	✓
Z.KAT	2,80	0,55	4860,83	557,62	1561,32	0,0017	✓

Tablo 4.258. Sistem 1 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	2,21	404,37	99,89	279,68	0,0032	✓
10. KAT	2,80	2,33	808,73	179,08	501,43	0,0038	✓
9. KAT	2,80	2,44	1213,10	245,88	688,46	0,0043	✓
8. KAT	2,80	2,54	1617,47	303,62	850,15	0,0048	✓
7. KAT	2,80	2,62	2021,83	353,66	990,25	0,0053	✓
6. KAT	2,80	2,64	2426,20	396,64	1110,59	0,0058	✓
5. KAT	2,80	2,59	2830,57	432,93	1212,21	0,0060	✓
4. KAT	2,80	2,46	3234,93	462,78	1295,78	0,0061	✓
3. KAT	2,80	2,21	3639,30	486,22	1361,42	0,0059	✓
2. KAT	2,80	1,85	4043,67	503,49	1409,76	0,0053	✓
1. KAT	2,80	1,32	4452,25	514,79	1441,40	0,0041	✓
Z.KAT	2,80	0,70	4860,83	520,41	1457,16	0,0023	✓

Tablo 4.259. Sistem 1 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	2,21	404,37	99,89	279,68	0,0032	✓
10. KAT	2,80	2,33	808,73	179,08	501,43	0,0038	✓
9. KAT	2,80	2,44	1213,10	245,88	688,46	0,0043	✓
8. KAT	2,80	2,54	1617,47	303,62	850,15	0,0048	✓
7. KAT	2,80	2,62	2021,83	353,66	990,25	0,0053	✓
6. KAT	2,80	2,64	2426,20	396,64	1110,59	0,0058	✓
5. KAT	2,80	2,59	2830,57	432,93	1212,21	0,0060	✓
4. KAT	2,80	2,46	3234,93	462,78	1295,78	0,0061	✓
3. KAT	2,80	2,21	3639,30	486,22	1361,42	0,0059	✓
2. KAT	2,80	1,85	4043,67	503,49	1409,76	0,0053	✓
1. KAT	2,80	1,32	4452,25	514,79	1441,40	0,0041	✓
Z.KAT	2,80	0,70	4860,83	520,41	1457,16	0,0023	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin

yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4.258’te görüldüğü üzere ikinci mertebe gösterge değeri X doğrultusunda zemin kattan 3. kata kadar, Y doğrultusunda dördüncü kata kadar artarak maksimuma ulaşmış sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.260. Sistem 1 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,13 / P1203	1,79/ P1212	1,96	1,08	Yok
10. KAT	2,80	2,22 / P1103	1,87/ P1112	2,04	1,08	Yok
9. KAT	2,80	2,31 / P1003	1,95/ P1012	2,13	1,08	Yok
8. KAT	2,80	2,40 / P8903	2,02/ P8912	2,21	1,08	Yok
7. KAT	2,80	2,45 / P7803	2,07/ P7812	2,26	1,08	Yok
6. KAT	2,80	2,45 / P6703	2,07/ P6711	2,26	1,08	Yok
5. KAT	2,80	2,39 / P5603	2,02/ P5612	2,21	1,08	Yok
4. KAT	2,80	2,25 / P4503	1,90/ P4512	2,08	1,08	Yok
3. KAT	2,80	2,01 / P3403	1,70/ P3412	1,86	1,08	Yok
2. KAT	2,80	1,66 / P2303	1,40/ P2312	1,53	1,08	Yok
1. KAT	2,80	1,17 / P1203	0,99/ P1212	1,08	1,08	Yok
Z.KAT	2,80	0,59 / PZ101	0,50 / PZ110	0,55	1,08	Yok

Tablo 4.261. Sistem 1 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,13 / P1212	1,79/ P1212	1,96	1,08	Yok
10. KAT	2,80	2,22 / P1112	1,87/ P1112	2,04	1,08	Yok
9. KAT	2,80	2,31 / P1012	1,95/ P1012	2,13	1,08	Yok
8. KAT	2,80	2,40 / P8912	2,02/ P8912	2,21	1,08	Yok
7. KAT	2,80	2,45 / P7812	2,07/ P7812	2,26	1,08	Yok
6. KAT	2,80	2,45 / P6712	2,07/ P6711	2,26	1,08	Yok
5. KAT	2,80	2,39 / P5612	2,02/ P5612	2,21	1,08	Yok
4. KAT	2,80	2,25 / P4512	1,90/ P4512	2,08	1,08	Yok
3. KAT	2,80	2,01 / P3412	1,70/ P3412	1,86	1,08	Yok
2. KAT	2,80	1,66 / P2312	1,40/ P2312	1,53	1,08	Yok
1. KAT	2,80	1,17 / P1212	0,99/ P1212	1,08	1,08	Yok
Z.KAT	2,80	0,59 / PZ110	0,50 / PZ110	0,55	1,08	Yok

Tablo 4.262. Sistem 1 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,37 / P1210	2,06/ S1212	2,21	1,07	Yok
10. KAT	2,80	2,49 / P1110	2,17/ S1112	2,33	1,07	Yok
9. KAT	2,80	2,61 / P1010	2,27/ S1012	2,44	1,07	Yok
8. KAT	2,80	2,72 / P8910	2,37/ S8912	2,54	1,07	Yok
7. KAT	2,80	2,79 / P7810	2,44/ S7812	2,62	1,07	Yok
6. KAT	2,80	2,81 / P6710	2,46/ S6712	2,64	1,07	Yok
5. KAT	2,80	2,76 / P5610	2,42/ S5612	2,59	1,07	Yok
4. KAT	2,80	2,62 / P4510	2,29/ S4512	2,46	1,07	Yok
3. KAT	2,80	2,36 / P3410	2,07/ S3412	2,21	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,97 / P2310	1,73/ S2312	1,85	1,07	Yok
1. KAT	2,80	1,40 / P1210	1,23/ S1212	1,32	1,06	Yok
Z.KAT	2,80	0,74 / PZ101	0,66 / SZ104	0,70	1,06	Yok

Tablo 4.263. Sistem 1 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,37 / P1210	2,06/ S1212	2,21	1,07	Yok
10. KAT	2,80	2,49 / P1110	2,17/ S1112	2,33	1,07	Yok
9. KAT	2,80	2,61 / P1010	2,27/ S1012	2,44	1,07	Yok
8. KAT	2,80	2,72 / P8910	2,37/ S8912	2,54	1,07	Yok
7. KAT	2,80	2,79 / P7810	2,44/ S7812	2,62	1,07	Yok
6. KAT	2,80	2,81 / P6710	2,46/ S6712	2,64	1,07	Yok
5. KAT	2,80	2,76 / P5610	2,42/ S5612	2,59	1,07	Yok
4. KAT	2,80	2,62 / P4510	2,29/ S4512	2,46	1,07	Yok
3. KAT	2,80	2,36 / P3410	2,07/ S3412	2,21	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,97 / P2310	1,73/ S2312	1,85	1,07	Yok
1. KAT	2,80	1,40 / P1210	1,23/ S1212	1,32	1,06	Yok
Z.KAT	2,80	0,74 / PZ101	0,66 / SZ104	0,70	1,06	Yok

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Y doğrultusundaki minimum görelî kat ötelemelerinin yüksek olması sonucu ortalama görelî kat ötelemelerinde yüksek çıkmış ve böylece Y doğrultusundaki burulma düzensizliği oranları X doğrultusuna oranla daha düşük çıkmıştır.

Tablo 4.264. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma Aw(i)$ [m ²]	$\Sigma Ag(i)$ [m ²]	$\Sigma Ak(i)$ [m ²]	$\Sigma Ae(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
9. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
8. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
7. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
6. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
5. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
4. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
3. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16
2. KAT	2,80	2,20	18,24	4,77	21,16
1. KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88

Tablo 4.265. Sistem 1 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma Aw(i+1)$ [m ²]	$\Sigma Ag(i+1)$ [m ²]	$\Sigma Ak(i+1)$ [m ²]	$\Sigma Ae(i+1)$	hc(i)	$\eta c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
9. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
8. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
7. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
6. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,20	18,24	4,81	21,16	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,20	18,24	4,77	21,16	1,03	Yok
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	4,77	21,88	1,00	Yok

Tablo 4.266. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma Aw(i)$ [m ²]	$\Sigma Ag(i)$ [m ²]	$\Sigma Ak(i)$ [m ²]	$\Sigma Ae(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
9. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
8. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
7. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
6. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
5. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
4. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
3. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30
2. KAT	2,80	2,20	18,24	5,68	21,29
1. KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01

Tablo 4.267. Sistem 1 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
9. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
8. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
7. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
6. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,20	18,24	5,73	21,30	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,20	18,24	5,68	21,29	1,03	Yok
Z.KAT	2,80	2,92	18,24	5,68	22,01	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkine oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşim geometrisinden dolayı Y doğrultusundaki etkili kesme alanları ve oranları X doğrultusuna göre daha fazladır.

Tablo 4.268. Sistem 1 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
11. KAT	2,80	1,96	0,0007	-	- / 0,96	1,96	0,0007	-	- / 0,96	Yok
10. KAT	2,80	2,04	0,00073	0,0007	1,04/ 0,96	2,04	0,00073	0,0007	1,04/ 0,96	Yok
9. KAT	2,80	2,13	0,000761	0,00073	1,04/ 0,97	2,13	0,000761	0,00073	1,04/ 0,97	Yok
8. KAT	2,80	2,21	0,000789	0,000761	1,04/ 0,98	2,21	0,000789	0,000761	1,04/ 0,98	Yok
7. KAT	2,80	2,26	0,000806	0,000789	1,02/ 1,00	2,26	0,000806	0,000789	1,02/ 1,00	Yok
6. KAT	2,80	2,26	0,000807	0,000806	1,00/ 1,03	2,26	0,000807	0,000806	1,00/ 1,03	Yok
5. KAT	2,80	2,21	0,000788	0,000807	0,98/ 1,06	2,21	0,000788	0,000807	0,98/ 1,06	Yok
4. KAT	2,80	2,08	0,000741	0,000788	0,94/ 1,12	2,08	0,000741	0,000788	0,94/ 1,12	Yok
3. KAT	2,80	1,86	0,000663	0,000741	0,89/ 1,21	1,86	0,000663	0,000741	0,89/ 1,21	Yok
2. KAT	2,80	1,53	0,000548	0,000663	0,83/ 1,42	1,53	0,000548	0,000663	0,83/ 1,42	Yok
1. KAT	2,80	1,08	0,000386	0,000548	0,71/ 1,97	1,08	0,000386	0,000548	0,71/ 1,97	Yok
Z. KAT	2,80	0,55	0,000196	0,000386	0,51 / -	0,55	0,000196	0,000386	0,51 / -	Yok

Tablo 4.269. Sistem 1 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
11. KAT	2,80	2,21	0,000791	-	- / 0,95	2,21	0,000791	-	- / 0,95	Yok
10. KAT	2,80	2,33	0,000831	0,000791	1,05 / 0,95	2,33	0,000831	0,000791	1,05 / 0,95	Yok
9. KAT	2,80	2,44	0,000871	0,000831	1,05 / 0,96	2,44	0,000871	0,000831	1,05 / 0,96	Yok
8. KAT	2,80	2,54	0,000908	0,000871	1,04 / 0,97	2,54	0,000908	0,000871	1,04 / 0,97	Yok
7. KAT	2,80	2,62	0,000934	0,000908	1,03 / 0,99	2,62	0,000934	0,000908	1,03 / 0,99	Yok
6. KAT	2,80	2,64	0,000942	0,000934	1,01 / 1,02	2,64	0,000942	0,000934	1,01 / 1,02	Yok
5. KAT	2,80	2,59	0,000925	0,000942	0,98 / 1,05	2,59	0,000925	0,000942	0,98 / 1,05	Yok
4. KAT	2,80	2,46	0,000877	0,000925	0,95 / 1,11	2,46	0,000877	0,000925	0,95 / 1,11	Yok
3. KAT	2,80	2,21	0,000791	0,000877	0,90 / 1,20	2,21	0,000791	0,000877	0,90 / 1,20	Yok
2. KAT	2,80	1,85	0,00066	0,000791	0,83 / 1,40	1,85	0,00066	0,000791	0,83 / 1,40	Yok
1. KAT	2,80	1,32	0,000471	0,00066	0,71 / 1,88	1,32	0,000471	0,00066	0,71 / 1,88	Yok
Z. KAT	2,80	0,70	0,000251	0,000471	0,53 / -	0,70	0,000251	0,000471	0,53 / -	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

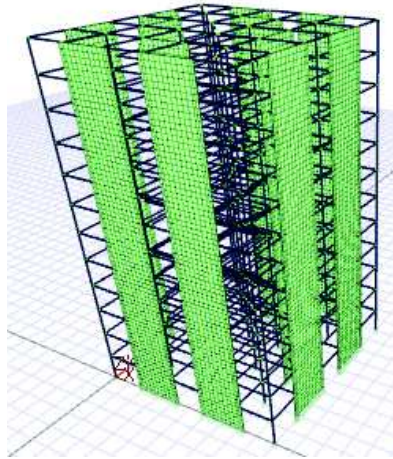
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunmadığı tespit edilmiştir.

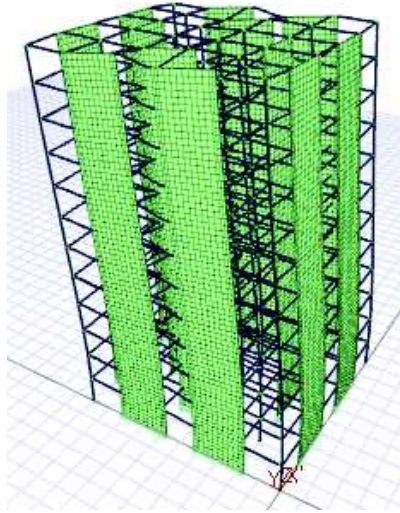
4.5.2. Sistem 2

Tablo 4.270. Sistem 2 deprem parametreleri

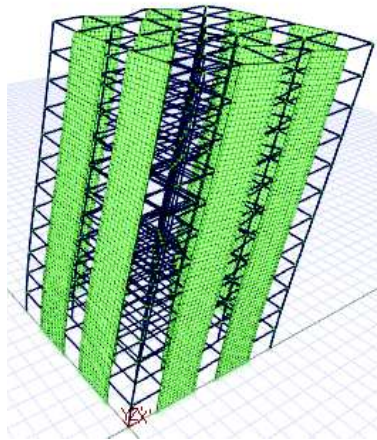
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	4875,27 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	33,60 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	71,23 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	71,01 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	791,44 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	788,98 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	576,67 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	573,52 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,73
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,73
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(x) / VtB(x)	1,10
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(y) / VtB(y)	1,10



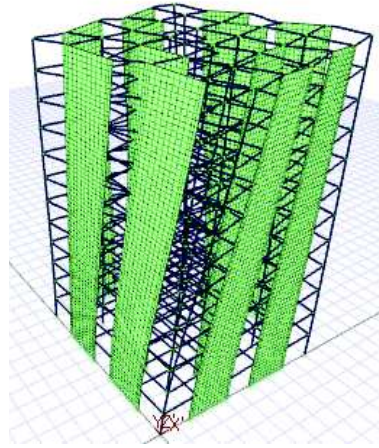
Şekil 4.42. Sistem 2 3B çubuk model.



Şekil 4.43. Sistem 2'nin 1. Mod hali.



Şekil 4.44. Sistem 2'nin 2. Mod hali.



Şekil 4.45. Sistem 2'nin 3. Mod hali.

Sistem 2'nin süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.271. ve Tablo 4.272.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.271. Sistem 2 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
11. KAT	2,80	48,73	116,69	0,42	48,73	116,69	0,42
10. KAT	2,80	136,33	195,08	0,70	136,33	195,08	0,70
9. KAT	2,80	204,68	269,87	0,76	204,68	269,87	0,76
8. KAT	2,80	265,59	335,17	0,79	265,59	335,17	0,79
7. KAT	2,80	318,57	391,99	0,81	318,57	391,99	0,81
6. KAT	2,80	364,98	440,74	0,83	364,98	440,74	0,83
5. KAT	2,80	405,69	481,70	0,84	405,69	481,70	0,84
4. KAT	2,80	441,47	514,99	0,86	441,47	514,99	0,86
3. KAT	2,80	473,02	540,78	0,87	473,02	540,78	0,87
2. KAT	2,80	503,29	559,34	0,90	503,29	559,34	0,90
1. KAT	2,80	519,59	571,15	0,91	519,59	571,15	0,91
Z.KAT	2,80	549,98	576,67	0,95	549,98	576,67	0,95

Tablo 4.272. Sistem 2 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
11. KAT	2,80	49,04	108,00	0,45	49,04	108,00	0,45
10. KAT	2,80	143,83	195,00	0,74	143,83	195,00	0,74
9. KAT	2,80	212,74	269,40	0,79	212,74	269,39	0,79
8. KAT	2,80	273,90	334,18	0,82	273,90	334,18	0,82
7. KAT	2,80	327,02	390,47	0,84	327,02	390,47	0,84
6. KAT	2,80	373,43	438,74	0,85	373,43	438,74	0,85
5. KAT	2,80	413,89	479,26	0,86	413,89	479,26	0,86
4. KAT	2,80	449,15	512,23	0,88	449,15	512,23	0,88
3. KAT	2,80	479,85	537,77	0,89	479,85	537,77	0,89
2. KAT	2,80	507,95	556,21	0,91	507,94	556,21	0,91
1. KAT	2,80	522,76	567,93	0,92	522,75	567,93	0,92
Z.KAT	2,80	550,41	573,52	0,96	550,41	573,52	0,96

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.271. ve Tablo 4.272.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin hemen hemen tamamına yakını perdelere karşılamaktadır. Yapılarda deprem kesme kuvvetlerini karşılamada perde kullanımının ne kadar etkili olduğunu bu durum açık bir şekilde göstermektedir.

Tablo 4.273. Sistem 2 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ101	94,18	82,15	PZ101	2,77	2,65
PZ102	94,18	82,15	PZ102	2,65	2,77
PZ105	2,83	2,70	PZ105	82,52	94,50
PZ110	2,70	2,83	PZ110	82,52	94,50
PZ112	82,15	94,18	PZ112	2,65	2,77
PZ111	82,15	94,18	PZ111	2,77	2,65
PZ109	2,70	2,83	PZ109	94,50	82,52
PZ104	2,83	2,70	PZ104	94,50	82,52
PZ103	93,37	86,00	PZ103	3,51	3,51
PZ106	3,44	3,44	PZ106	92,89	85,63
PZ107	3,44	3,44	PZ107	85,63	92,89
PZ108	86,00	93,37	PZ108	3,51	3,51

Perdeler Tablo 4.273.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.274. Sistem 2 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	549,98	576,67	0,95	Y +5%	550,41	573,52	0,96
X -5%	549,98	576,67	0,95	Y -5%	550,41	573,52	0,96

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.275. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9537	Max α_s	0,9597
10- $4\alpha_s$	6,19	10- $4\alpha_s$	6,16
Girilen R Katsayısı	6,19	Girilen R Katsayısı	6,16
Seçilen R Katsayısı	6,19	Seçilen R Katsayısı	6,16

Yukarıdaki Tablo 4.275'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.19, Y yönünde 6.16 seçilmiştir.

Tablo 4.276. Sistem 2 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,60479	0,00000	0,70218	0,00000
2	0,59033	0,70486	0,70218	0,00000
3	0,40576	0,70486	0,70218	0,70519
4	0,15470	0,70486	0,86044	0,70519
5	0,15264	0,86118	0,86044	0,70519
6	0,10467	0,86118	0,86044	0,85983
7	0,06883	0,86118	0,92457	0,85983
8	0,06837	0,92482	0,92457	0,85983
9	0,04659	0,92482	0,92457	0,92447
10	0,04070	0,92482	0,95763	0,92447
11	0,04053	0,95771	0,95763	0,92447
12	0,02815	0,95771	0,97595	0,92447
13	0,02806	0,97596	0,97595	0,92447
14	0,02747	0,97596	0,97595	0,95773
15	0,02149	0,97596	0,98649	0,95773

Tablo 4.276 (Devamı)

16	0,02144	0,98647	0,98649	0,95773
17	0,01899	0,98647	0,98649	0,97613
18	0,01755	0,98647	0,99268	0,97613

Tablo 4.261.'de elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplarken o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.277. Sistem 2 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Deprem Yüğü)	71,23	-	-	71,01	-	-
11. KAT	182,01	107,81	107,81	181,44	108,00	108,00
10. KAT	101,55	87,26	87,26	101,23	87,00	87,00
9. KAT	92,32	74,79	74,79	92,03	74,39	74,39
8. KAT	83,09	65,30	65,30	82,83	64,79	64,79
7. KAT	73,85	56,82	56,82	73,62	56,29	56,29
6. KAT	64,62	48,75	48,75	64,42	48,27	48,27
5. KAT	55,39	40,96	40,96	55,22	40,52	40,52
4. KAT	46,16	33,28	33,28	46,01	32,98	32,98
3. KAT	36,93	25,80	25,80	36,81	25,54	25,54
2. KAT	27,70	18,56	18,56	27,61	18,45	18,45
1. KAT	18,56	11,81	11,81	18,50	11,71	11,71
Z.KAT	9,28	5,52	5,52	9,25	5,59	5,59

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.278. Sistem 2 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
Kat	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
11. KAT	2,80	0	102,50	107,8135	0	110,5089	0	102,50	107,8135	0	110,5089
10. KAT	2,80	0	102,50	87,2628	0	89,4444	0	102,50	87,2628	0	89,4444
9. KAT	2,80	0	102,50	74,7910	0	76,6608	0	102,50	74,7910	0	76,6608
8. KAT	2,80	0	102,50	65,2992	0	66,9316	0	102,50	65,2992	0	66,9316
7. KAT	2,80	0	102,50	56,8243	0	58,2449	0	102,50	56,8243	0	58,2449
6. KAT	2,80	0	102,50	48,7514	0	49,9702	0	102,50	48,7514	0	49,9702
5. KAT	2,80	0	102,50	40,9612	0	41,9853	0	102,50	40,9612	0	41,9853
4. KAT	2,80	0	102,50	33,2836	0	34,1157	0	102,50	33,2836	0	34,1157
3. KAT	2,80	0	102,50	25,7966	0	26,4416	0	102,50	25,7966	0	26,4416
2. KAT	2,80	0	102,50	18,5551	0	19,0190	0	102,50	18,5551	0	19,0190
1. KAT	2,80	0	102,50	11,8085	0	12,1038	0	102,50	11,8085	0	12,1038
Z.KAT	2,80	0	102,50	5,5232	0	5,6613	0	102,50	5,5232	0	5,6613

Tablo 4.279. Sistem 2 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
11. KAT	2,80	102,50	0	0	108,0035	110,7036	102,50	0	0	108,0035	110,703
10. KAT	2,80	102,50	0	0	87,0001	89,1751	102,50	0	0	87,0001	89,1751
9. KAT	2,80	102,50	0	0	74,3909	76,2507	102,50	0	0	74,3909	76,2507
8. KAT	2,80	102,50	0	0	64,7874	66,4071	102,50	0	0	64,7874	66,4071
7. KAT	2,80	102,50	0	0	56,2906	57,6978	102,50	0	0	56,2906	57,6978
6. KAT	2,80	102,50	0	0	48,2669	49,4736	102,50	0	0	48,2669	49,4736
5. KAT	2,80	102,50	0	0	40,5157	41,5286	102,50	0	0	40,5157	41,5286
4. KAT	2,80	102,50	0	0	32,9755	33,7999	102,50	0	0	32,9755	33,7999
3. KAT	2,80	102,50	0	0	25,5354	26,1738	102,50	0	0	25,5354	26,1738
2. KAT	2,80	102,50	0	0	18,4481	18,9093	102,50	0	0	18,4481	18,9093
1. KAT	2,80	102,50	0	0	11,7121	12,0049	102,50	0	0	11,7121	12,0049
Z.KAT	2,80	102,50	0	0	5,5933	5,7331	102,50	0	0	5,5933	5,7331

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm\%5$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.280. Sistem 2 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	20,43	0	0,00	20,43	0	0,00
10. KAT	2,80	18,76	0	0,00	18,76	0	0,00
9. KAT	2,80	16,98	0	0,00	16,98	0	0,00
8. KAT	2,80	15,10	0	0,00	15,10	0	0,00
7. KAT	2,80	13,12	0	0,00	13,12	0	0,00
6. KAT	2,80	11,07	0	0,00	11,07	0	0,00
5. KAT	2,80	8,97	0	0,00	8,97	0	0,00
4. KAT	2,80	6,90	0	0,00	6,90	0	0,00
3. KAT	2,80	4,92	0	0,00	4,92	0	0,00
2. KAT	2,80	3,11	0	0,00	3,11	0	0,00
1. KAT	2,80	1,60	0	0,00	1,60	0	0,00
Z.KAT	2,80	0,51	0	0,00	0,51	0	0,00

Tablo 4.281. Sistem 2 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	0	21,44	0,00	0	21,44	0,00
10. KAT	2,80	0	19,65	0,00	0	19,65	0,00
9. KAT	2,80	0	17,76	0,00	0	17,76	0,00
8. KAT	2,80	0	15,77	0,00	0	15,77	0,00
7. KAT	2,80	0	13,68	0,00	0	13,68	0,00
6. KAT	2,80	0	11,51	0,00	0	11,51	0,00
5. KAT	2,80	0	9,31	0,00	0	9,31	0,00
4. KAT	2,80	0	7,15	0,00	0	7,15	0,00
3. KAT	2,80	0	5,08	0,00	0	5,08	0,00
2. KAT	2,80	0	3,21	0,00	0	3,21	0,00
1. KAT	2,80	0	1,64	0,00	0	1,64	0,00
Z.KAT	2,80	0	0,52	0,00	0	0,52	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Katlar arasındaki en az deplasman farkı hem X hem de Y doğrultusunda zemin kat ile birinci kat arasındadır.

Tablo 4.282. Sistem 2 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/ h	δi(max)/h ≤0,02
11. KAT	2,80	S1202	23,98	22,01	1,96	12,13	0,004	√
10. KAT	2,80	S1102	22,01	19,94	2,08	12,87	0,005	√
9. KAT	2,80	S1002	19,94	17,73	2,20	13,65	0,005	√
8. KAT	2,80	S8902	17,73	15,41	2,32	14,39	0,005	√
7. KAT	2,80	S7802	15,41	12,99	2,42	14,95	0,005	√
6. KAT	2,80	S6702	12,99	10,53	2,46	15,22	0,005	√
5. KAT	2,80	S5602	10,53	8,10	2,44	15,07	0,005	√
4. KAT	2,80	S4502	8,10	5,77	2,33	14,41	0,005	√
3. KAT	2,80	S3402	5,77	3,66	2,12	13,10	0,005	√
2. KAT	2,80	S2302	3,66	1,88	1,78	11,00	0,004	√
1. KAT	2,80	S1202	1,88	0,60	1,28	7,93	0,003	√
Z.KAT	2,80	SZ101	0,60	0	0,60	3,70	0,001	√

Tablo 4.283. Sistem 2 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	δi(max)/ h	δi(max)/h ≤0,02
11. KAT	2,80	S1212	23,98	22,01	1,96	12,13	0,004	√
10. KAT	2,80	S1112	22,01	19,94	2,08	12,87	0,005	√
9. KAT	2,80	S1012	19,94	17,73	2,20	13,65	0,005	√
8. KAT	2,80	S8912	17,73	15,41	2,32	14,39	0,005	√
7. KAT	2,80	S7812	15,41	12,99	2,42	14,95	0,005	√
6. KAT	2,80	S6712	12,99	10,53	2,46	15,22	0,005	√
5. KAT	2,80	S5612	10,53	8,10	2,44	15,07	0,005	√
4. KAT	2,80	S4512	8,10	5,77	2,33	14,41	0,005	√
3. KAT	2,80	S3412	5,77	3,66	2,12	13,10	0,005	√
2. KAT	2,80	S2312	3,66	1,88	1,78	11,00	0,004	√
1. KAT	2,80	S1212	1,88	0,60	1,28	7,93	0,003	√
Z.KAT	2,80	PZ111	0,60	0	0,60	3,70	0,001	√

Tablo 4.284. Sistem 2 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%							Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/ h	δ _i (max)/h ≤0,02	
11. KAT	2,80	S1211	25,14	23,05	2,09	12,88	0,005	√	
10. KAT	2,80	S1111	23,05	20,83	2,21	13,62	0,005	√	
9. KAT	2,80	S1011	20,83	18,50	2,34	14,39	0,005	√	
8. KAT	2,80	S8911	18,50	16,05	2,45	15,11	0,005	√	
7. KAT	2,80	S7811	16,05	13,51	2,54	15,64	0,006	√	
6. KAT	2,80	S6711	13,51	10,93	2,58	15,87	0,006	√	
5. KAT	2,80	S5611	10,93	8,39	2,54	15,67	0,006	√	
4. KAT	2,80	S4511	8,39	5,96	2,42	14,93	0,005	√	
3. KAT	2,80	S3411	5,96	3,77	2,20	13,53	0,005	√	
2. KAT	2,80	S2311	3,77	1,93	1,84	11,32	0,004	√	
1. KAT	2,80	S1211	1,93	0,61	1,32	8,12	0,003	√	
Z.KAT	2,80	PZ104	0,61	0	0,61	3,77	0,001	√	

Tablo 4.285. Sistem 2 Y yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%							Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/ h	δ _i (max)/h ≤0,02	
11. KAT	2,80	S1212	25,14	23,04	2,09	12,88	0,005	√	
10. KAT	2,80	S1112	23,04	20,83	2,21	13,61	0,005	√	
9. KAT	2,80	S1012	20,83	18,50	2,34	14,39	0,005	√	
8. KAT	2,80	S8912	18,50	16,05	2,45	15,11	0,005	√	
7. KAT	2,80	S7812	16,05	13,51	2,54	15,64	0,006	√	
6. KAT	2,80	S6712	13,51	10,93	2,58	15,87	0,006	√	
5. KAT	2,80	S5612	10,93	8,39	2,54	15,67	0,006	√	
4. KAT	2,80	S4512	8,39	5,96	2,42	14,93	0,005	√	
3. KAT	2,80	S3412	5,96	3,77	2,20	13,53	0,005	√	
2. KAT	2,80	S2312	3,77	1,93	1,84	11,32	0,004	√	
1. KAT	2,80	S1212	1,93	0,61	1,32	8,12	0,003	√	
Z.KAT	2,80	PZ105	0,61	0	0,61	3,77	0,001	√	

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemesine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.286. Sistem 2 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,83	405,93	107,81	301,88	0,0025	✓
10. KAT	2,80	1,95	811,87	195,08	546,21	0,0029	✓
9. KAT	2,80	2,06	1217,80	269,87	755,63	0,0033	✓
8. KAT	2,80	2,17	1623,73	335,17	938,47	0,0038	✓
7. KAT	2,80	2,26	2029,67	391,99	1097,57	0,0042	✓
6. KAT	2,80	2,30	2435,60	440,74	1234,08	0,0045	✓
5. KAT	2,80	2,28	2841,53	481,70	1348,77	0,0048	✓
4. KAT	2,80	2,18	3247,47	514,99	1441,96	0,0049	✓
3. KAT	2,80	1,98	3653,40	540,78	1514,19	0,0048	✓
2. KAT	2,80	1,66	4059,34	559,34	1566,15	0,0043	✓
1. KAT	2,80	1,20	4467,30	571,15	1599,21	0,0033	✓
Z.KAT	2,80	0,56	4875,27	576,67	1614,68	0,0017	✓

Tablo 4.287. Sistem 2 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,83	405,93	107,81	301,88	0,0025	✓
10. KAT	2,80	1,95	811,87	195,08	546,21	0,0029	✓
9. KAT	2,80	2,06	1217,80	269,87	755,63	0,0033	✓
8. KAT	2,80	2,17	1623,73	335,17	938,47	0,0038	✓
7. KAT	2,80	2,26	2029,67	391,99	1097,57	0,0042	✓
6. KAT	2,80	2,30	2435,60	440,74	1234,08	0,0045	✓
5. KAT	2,80	2,28	2841,53	481,70	1348,77	0,0048	✓
4. KAT	2,80	2,18	3247,47	514,99	1441,96	0,0049	✓
3. KAT	2,80	1,98	3653,40	540,78	1514,19	0,0048	✓
2. KAT	2,80	1,66	4059,34	559,34	1566,15	0,0043	✓
1. KAT	2,80	1,20	4467,30	571,15	1599,21	0,0033	✓
Z.KAT	2,80	0,56	4875,27	576,67	1614,68	0,0017	✓

Tablo 4.288. Sistem 2 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,97	405,93	108,00	302,41	0,0026	✓
10. KAT	2,80	2,08	811,87	195,00	546,01	0,0031	✓
9. KAT	2,80	2,19	1217,80	269,39	754,30	0,0035	✓
8. KAT	2,80	2,30	1623,73	334,18	935,71	0,0040	✓
7. KAT	2,80	2,38	2029,67	390,47	1093,32	0,0044	✓
6. KAT	2,80	2,42	2435,60	438,74	1228,47	0,0048	✓
5. KAT	2,80	2,39	2841,53	479,26	1341,91	0,0051	✓

Tablo 4.288 (Devamı)

4. KAT	2,80	2,27	3247,47	512,23	1434,25	0,0051	√
3. KAT	2,80	2,06	3653,40	537,77	1505,74	0,0050	√
2. KAT	2,80	1,72	4059,34	556,21	1557,40	0,0045	√
1. KAT	2,80	1,24	4467,30	567,93	1590,19	0,0035	√
Z.KAT	2,80	0,57	4875,27	573,52	1605,85	0,0017	√

Tablo 4.289. Sistem 2 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,97	405,93	108,00	302,41	0,0026	√
10. KAT	2,80	2,08	811,87	195,00	546,01	0,0031	√
9. KAT	2,80	2,19	1217,80	269,39	754,30	0,0035	√
8. KAT	2,80	2,30	1623,73	334,18	935,71	0,0040	√
7. KAT	2,80	2,38	2029,67	390,47	1093,32	0,0044	√
6. KAT	2,80	2,42	2435,60	438,74	1228,47	0,0048	√
5. KAT	2,80	2,39	2841,53	479,26	1341,91	0,0051	√
4. KAT	2,80	2,27	3247,47	512,23	1434,25	0,0051	√
3. KAT	2,80	2,06	3653,40	537,77	1505,74	0,0050	√
2. KAT	2,80	1,72	4059,34	556,21	1557,40	0,0045	√
1. KAT	2,80	1,24	4467,30	567,93	1590,19	0,0035	√
Z.KAT	2,80	0,57	4875,27	573,52	1605,85	0,0017	√

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ikinci mertebe tablolarında görüldüğü üzere ikinci mertebe gösterge değeri hem X doğrultusunda hem de Y doğrultusunda zemin kattan dördüncü kata kadar artarak maksimuma ulaşmış sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.290. Sistem 2 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	1,96 / S1202	1,71 / S1212	1,83	1,07	Yok
10. KAT	2,80	2,08 / S1102	1,81 / S1112	1,95	1,07	Yok
9. KAT	2,80	2,20 / S1002	1,92 / S1012	2,06	1,07	Yok
8. KAT	2,80	2,32 / S8902	2,02 / S8912	2,17	1,07	Yok
7. KAT	2,80	2,42 / S7802	2,10 / S7812	2,26	1,07	Yok
6. KAT	2,80	2,46 / S6702	2,14 / S6712	2,30	1,07	Yok
5. KAT	2,80	2,44 / S5602	2,12 / S5612	2,28	1,07	Yok
4. KAT	2,80	2,33 / S4502	2,03 / S4512	2,18	1,07	Yok
3. KAT	2,80	2,12 / S3402	1,84 / S3412	1,98	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,78 / S2302	1,55 / S2312	1,66	1,07	Yok
1. KAT	2,80	1,28 / S1202	1,11 / S1212	1,20	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,60 / SZ101	0,52 / SZ111	0,56	1,07	Yok

Tablo 4.291. Sistem 2 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	1,96 / S1212	1,71 / S1202	1,83	1,07	Yok
10. KAT	2,80	2,08 / S1112	1,81 / S1102	1,95	1,07	Yok
9. KAT	2,80	2,20 / S1012	1,92 / S1002	2,06	1,07	Yok
8. KAT	2,80	2,32 / S8912	2,02 / S8902	2,17	1,07	Yok
7. KAT	2,80	2,42 / S7812	2,10 / S7802	2,26	1,07	Yok
6. KAT	2,80	2,46 / S6712	2,14 / S6702	2,30	1,07	Yok
5. KAT	2,80	2,44 / S5612	2,12 / S5602	2,28	1,07	Yok
4. KAT	2,80	2,33 / S4512	2,03 / S4502	2,18	1,07	Yok
3. KAT	2,80	2,12 / S3412	1,84 / S3402	1,98	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,78 / S2312	1,55 / S2302	1,66	1,07	Yok
1. KAT	2,80	1,28 / S1212	1,11 / S1202	1,20	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,60 / PZ111	0,52 / SZ101	0,56	1,07	Yok

Tablo 4.292. Sistem 2 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,09 / S1211	1,84 / S1212	1,97	1,06	Yok
10. KAT	2,80	2,21 / S1111	1,94 / S1112	2,08	1,06	Yok
9. KAT	2,80	2,34 / S1011	2,05 / S1012	2,19	1,06	Yok
8. KAT	2,80	2,45 / S8911	2,15 / S8912	2,30	1,07	Yok
7. KAT	2,80	2,54 / S7811	2,23 / S7812	2,38	1,07	Yok
6. KAT	2,80	2,58 / S6711	2,26 / S6712	2,42	1,07	Yok
5. KAT	2,80	2,54 / S5611	2,23 / S5612	2,39	1,07	Yok

Tablo 4.292.(Devamı)

4. KAT	2,80	2,42 / S4511	2,12 / S4512	2,27	1,07	Yok
3. KAT	2,80	2,20 / S3411	1,92 / S3412	2,06	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,84 / S2311	1,61 / S2312	1,72	1,07	Yok
1. KAT	2,80	1,32 / S1211	1,15 / S1212	1,24	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,61 / PZ104	0,53 / SZ102	0,57	1,07	Yok

Tablo 4.293. Sistem 2 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,09 / S1212	1,84 / S1211	1,97	1,06	Yok
10. KAT	2,80	2,21 / S1112	1,94 / S1111	2,08	1,06	Yok
9. KAT	2,80	2,34 / S1012	2,05 / S1011	2,19	1,06	Yok
8. KAT	2,80	2,45 / S8912	2,15 / S8911	2,30	1,06	Yok
7. KAT	2,80	2,54 / S7812	2,23 / S7811	2,38	1,07	Yok
6. KAT	2,80	2,58 / S6712	2,26 / S6711	2,42	1,07	Yok
5. KAT	2,80	2,54 / S5612	2,23 / S5611	2,39	1,07	Yok
4. KAT	2,80	2,42 / S4512	2,12 / S4511	2,27	1,07	Yok
3. KAT	2,80	2,20 / S3412	1,92 / S3411	2,06	1,07	Yok
2. KAT	2,80	1,84 / S2312	1,61 / S2311	1,72	1,07	Yok
1. KAT	2,80	1,32 / S1212	1,15 / S1211	1,24	1,07	Yok
Z.KAT	2,80	0,61 / PZ105	0,53 / SZ101	0,57	1,07	Yok

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görel kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. X ve Y doğrultusundaki burulma düzensizliği oranları arasında bir fark bulunmamakta değerler aynı çıkmaktadır.

Tablo 4.294. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
9. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
8. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
7. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,24	21,39
1. KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75

Tablo 4.295. Sistem 2 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
9. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
8. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
7. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,27	21,39	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,60	18,00	5,24	21,39	1,02	Yok
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,24	21,75	1,00	Yok

Tablo 4.296. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
9. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
8. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
7. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,30	21,39
1. KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75

Tablo 4.297. Sistem 2 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\sum A_w(i+1)$ [m ²]	$\sum A_g(i+1)$ [m ²]	$\sum A_k(i+1)$ [m ²]	$\sum A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
9. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
8. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
7. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
6. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
5. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
4. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
3. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
2. KAT	2,80	2,60	18,00	5,32	21,40	1,00	Yok
1. KAT	2,80	2,60	18,00	5,30	21,39	1,02	Yok
Z.KAT	2,80	2,96	18,00	5,30	21,75	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

$\sum A_w$: Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

$\sum A_g$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

$\sum A_k$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

$\sum A_e$: Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkine oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.298. Sistem 2 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
11. KAT	2,80	1,83	0,000655		-/ 0,94	1,83	0,000655		-/ 0,94	Yok
10. KAT	2,80	1,95	0,000695	0,000655	1,06/ 0,94	1,95	0,000695	0,000655	1,06/ 0,94	Yok
9. KAT	2,80	2,06	0,000737	0,000695	1,06/ 0,95	2,06	0,000737	0,000695	1,06/ 0,95	Yok
8. KAT	2,80	2,17	0,000777	0,000737	1,05/ 0,96	2,17	0,000777	0,000737	1,05/ 0,96	Yok
7. KAT	2,80	2,26	0,000807	0,000777	1,04/ 0,98	2,26	0,000807	0,000777	1,04/ 0,98	Yok
6. KAT	2,80	2,30	0,000821	0,000807	1,02/ 1,01	2,30	0,000821	0,000807	1,02/ 1,01	Yok
5. KAT	2,80	2,28	0,000813	0,000821	0,99/ 1,05	2,28	0,000813	0,000821	0,99/ 1,05	Yok
4. KAT	2,80	2,18	0,000777	0,000813	0,96/ 1,10	2,18	0,000777	0,000813	0,96/ 1,10	Yok
3. KAT	2,80	1,98	0,000707	0,000777	0,91/ 1,19	1,98	0,000707	0,000777	0,91/ 1,19	Yok
2. KAT	2,80	1,66	0,000593	0,000707	0,84/ 1,39	1,66	0,000593	0,000707	0,84/ 1,39	Yok
1. KAT	2,80	1,20	0,000428	0,000593	0,72/ 2,14	1,20	0,000428	0,000593	0,72/ 2,14	Var
Z.KAT	2,80	0,56	0,0002	0,000428	0,47/ -	0,56	0,0002	0,000428	0,47/ -	Yok

Tablo 4.299. Sistem 2 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
11. KAT	2,80	1,97	0,000702		-/ 0,95	1,97	0,000702		-/ 0,95	Yok
10. KAT	2,80	2,08	0,000742	0,000702	1,06 / 0,95	2,08	0,000742	0,000702	1,06 / 0,95	Yok
9. KAT	2,80	2,19	0,000783	0,000742	1,06 / 0,95	2,19	0,000783	0,000742	1,06 / 0,95	Yok
8. KAT	2,80	2,30	0,000823	0,000783	1,05 / 0,97	2,30	0,000823	0,000783	1,05 / 0,97	Yok
7. KAT	2,80	2,38	0,000851	0,000823	1,04 / 0,99	2,38	0,000851	0,000823	1,04 / 0,99	Yok
6. KAT	2,80	2,42	0,000863	0,000851	1,01 / 1,01	2,42	0,000863	0,000851	1,01 / 1,01	Yok
5. KAT	2,80	2,39	0,000852	0,000863	0,99 / 1,05	2,39	0,000852	0,000863	0,99 / 1,05	Yok
4. KAT	2,80	2,27	0,000812	0,000852	0,95 / 1,10	2,27	0,000812	0,000852	0,95 / 1,10	Yok

Tablo 4.299.(Devamı)

3. KAT	2,80	2,06	0,000735	0,000812	0,91 / 1,20	2,06	0,000735	0,000812	0,91 / 1,20	Yok
2. KAT	2,80	1,72	0,000615	0,000735	0,84 / 1,39	1,72	0,000615	0,000735	0,84 / 1,39	Yok
1. KAT	2,80	1,24	0,000441	0,000615	0,72 / 2,16	1,24	0,000441	0,000615	0,72 / 2,16	Var
Z.KAT	2,80	0,57	0,000205	0,000441	0,46/ -	0,57	0,000205	0,000441	0,46/ -	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

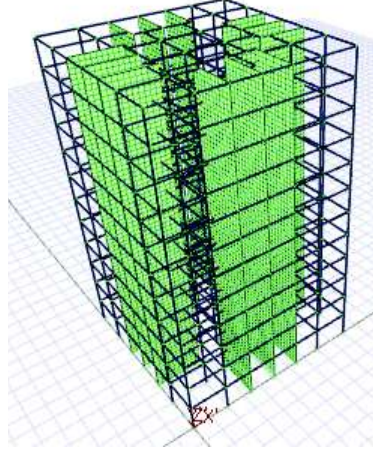
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış göreceli kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda X ve Y yönlerinde sadece birinci katta B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunduğu, diğer katlarda ise bulunmadığı tespit edilmiştir.

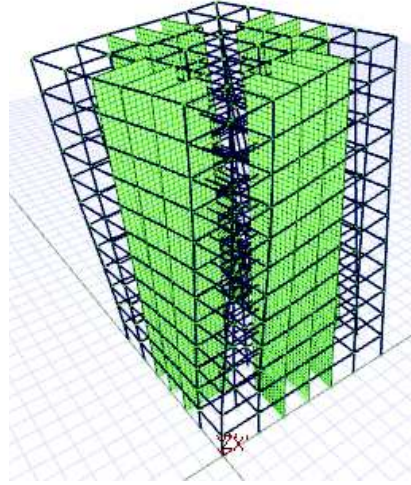
4.5.3. Sistem 3

Tablo 4.300. Sistem 3 deprem parametreleri

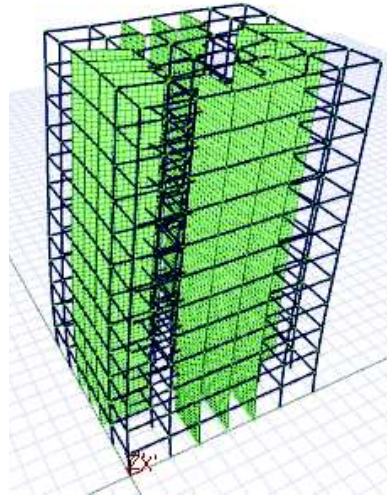
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	5028,28 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	33,60 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	63,46 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	54,61 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	705,15 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	606,80 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	507,45 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	507,17 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,72
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,84
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(x) / VtB(x)	1,25
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(y) / VtB(y)	1,08



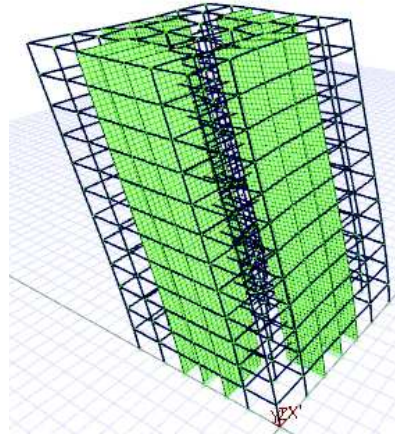
Şekil 4.46. Sistem 3 3B çubuk model.



Şekil 4.47. Sistem 3'ün 1. Mod hali.



Şekil 4.48. Sistem 3'ün 2. Mod hali.



Şekil 4.49. Sistem 3'ün 3. Mod hali.

Sistem 3'ün süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.301. ve Tablo 4.302.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.301. Sistem 3 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
	h [m]	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum Pt$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
11. KAT	2,80	124,38	230,30	0,54	124,38	230,30	0,54
10. KAT	2,80	87,81	179,75	0,49	87,81	179,75	0,49
9. KAT	2,80	146,44	244,16	0,60	146,44	244,16	0,60
8. KAT	2,80	198,54	299,41	0,66	198,54	299,41	0,66
7. KAT	2,80	243,62	346,63	0,70	243,62	346,63	0,70
6. KAT	2,80	284,02	387,26	0,73	284,02	387,26	0,73
5. KAT	2,80	321,43	421,64	0,76	321,43	421,64	0,76
4. KAT	2,80	349,57	450,26	0,78	349,57	450,26	0,78
3. KAT	2,80	371,89	473,33	0,79	371,89	473,33	0,79
2. KAT	2,80	407,99	490,41	0,83	407,99	490,41	0,83
1. KAT	2,80	443,28	501,99	0,88	443,28	501,99	0,88
Z.KAT	2,80	476,27	507,44	0,94	476,27	507,44	0,94

Tablo 4.302. Sistem 3 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
11. KAT	2,80	126,36	234,29	0,54	126,36	234,29	0,54
10. KAT	2,80	86,41	179,60	0,48	86,41	179,60	0,48
9. KAT	2,80	144,62	243,99	0,59	144,62	243,99	0,59
8. KAT	2,80	196,46	299,23	0,66	196,46	299,23	0,66
7. KAT	2,80	241,28	346,45	0,70	241,28	346,45	0,70
6. KAT	2,80	281,48	387,07	0,73	281,48	387,07	0,73
5. KAT	2,80	319,73	421,44	0,76	319,73	421,44	0,76
4. KAT	2,80	339,84	450,04	0,76	339,84	450,04	0,76
3. KAT	2,80	372,71	473,10	0,79	372,71	473,11	0,79
2. KAT	2,80	407,92	490,17	0,83	407,93	490,17	0,83
1. KAT	2,80	443,04	501,73	0,88	443,04	501,73	0,88
Z.KAT	2,80	473,92	507,17	0,93	473,92	507,17	0,93

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.301. ve Tablo 4.302.'te görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin büyük kısmını perdeler karşılamaktadır. Bu sistemde perdelerin karşıladığı kesme kuvvetleri ilk iki sisteme oranla perde oranlarının aynı olduğu halde daha düşük çıkmaktadır.

Tablo 4.303. Sistem 3 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ102	4,11	2,19	PZ102	88,67	64,50
PZ101	3,43	1,72	PZ101	75,06	75,06
PZ103	4,11	2,19	PZ103	64,50	88,67
PZ104	88,95	64,95	PZ104	4,05	2,13
PZ106	75,36	75,36	PZ106	3,40	1,71
PZ108	64,95	88,95	PZ108	4,05	2,13
PZ105	88,95	64,95	PZ105	2,13	4,05
PZ107	75,36	75,36	PZ107	1,71	3,40
PZ109	64,95	88,95	PZ109	2,13	4,05
PZ111	2,19	4,11	PZ111	88,67	64,50
PZ110	1,72	3,43	PZ110	75,06	75,06
PZ112	2,19	4,11	PZ112	64,50	88,67

Perdeler Tablo 4.303.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.304. Sistem 3 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	476,27	507,44	0,94	Y +5%	473,92	507,17	0,93
X -5%	476,27	507,44	0,94	Y -5%	473,92	507,17	0,93

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.305. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9386	Max α_s	0,9344
10- α_s	6,25	10-4α_s	6,26
Girilen R Katsayısı	6,25	Girilen R Katsayısı	6,26
Seçilen R Katsayısı	6,25	Seçilen R Katsayısı	6,26

Yukarıdaki Tablo 4.305'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.25, Y yönünde 6.26 seçilmiştir.

Tablo 4.306. Sistem 3 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,85193	0,00000	0,00000	0,74620
2	0,70750	0,68275	0,00000	0,74620
3	0,70661	0,68275	0,68292	0,74620
4	0,25805	0,68275	0,68292	0,87462
5	0,16808	0,85591	0,68292	0,87462
6	0,16794	0,85591	0,85597	0,87462
7	0,13144	0,85591	0,85597	0,92850
8	0,08172	0,85591	0,85597	0,95713
9	0,07173	0,92290	0,85597	0,95713
10	0,07165	0,92290	0,92280	0,95713
11	0,05775	0,92290	0,92280	0,97402
12	0,04432	0,92290	0,92280	0,98422
13	0,04173	0,95673	0,92280	0,98422

Tablo 4.306.(Devamı)

14	0,04168	0,95673	0,95663	0,98422
15	0,03607	0,95673	0,95663	0,99068
16	0,03066	0,95673	0,95663	0,99478
17	0,02867	0,97545	0,95663	0,99478
18	0,02864	0,97545	0,97535	0,99478

Tablo 4.289.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplamak o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.307. Sistem 3 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Deprem Yüğü)	63,46	-	-	54,61	-	-
11. KAT	162,02	101,35	101,35	139,42	101,25	101,25
10. KAT	90,34	78,40	78,40	77,74	78,35	78,35
9. KAT	82,13	64,41	64,41	70,67	64,39	64,39
8. KAT	73,92	55,24	55,24	63,61	55,24	55,24
7. KAT	65,70	47,23	47,23	56,54	47,22	47,22
6. KAT	57,49	40,63	40,63	49,47	40,62	40,62
5. KAT	49,28	34,38	34,38	42,40	34,37	34,37
4. KAT	41,28	28,62	28,62	35,52	28,60	28,60
3. KAT	33,19	23,07	23,07	28,56	23,06	23,06
2. KAT	24,90	17,08	17,08	21,42	17,07	17,07
1. KAT	16,60	11,58	11,58	14,28	11,56	11,56
Z.KAT	8,30	5,45	5,45	7,14	5,44	5,44

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.308. Sistem 3 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
11. KAT	2,80	0	102,50	101,3507	0	103,8845	0	102,50	101,3507	0	103,8845
10. KAT	2,80	0	102,50	78,4033	0	80,3634	0	102,50	78,4033	0	80,3634
9. KAT	2,80	0	102,50	64,4119	0	66,0222	0	102,50	64,4119	0	66,0222
8. KAT	2,80	0	102,50	55,2440	0	56,6251	0	102,50	55,2440	0	56,6251
7. KAT	2,80	0	102,50	47,2281	0	48,4088	0	102,50	47,2281	0	48,4088
6. KAT	2,80	0	102,50	40,6282	0	41,6439	0	102,50	40,6282	0	41,6439
5. KAT	2,80	0	102,50	34,3828	0	35,2424	0	102,50	34,3828	0	35,2424
4. KAT	2,80	0	102,50	28,6155	0	29,3309	0	102,50	28,6155	0	29,3309

Tablo 4.308.(Devamı)

3. KAT	2,80	0	103,00	23,0677	0	23,7597	0	103,00	23,0677	0	23,7597
2. KAT	2,80	0	103,00	17,0814	0	17,5938	0	103,00	17,0814	0	17,5938
1. KAT	2,80	0	103,00	11,5790	0	11,9264	0	103,00	11,5790	0	11,9264
Z.KAT	2,80	0	103,00	5,4543	0	5,6179	0	103,00	5,4543	0	5,6179

Tablo 4.309. Sistem 3 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
Kat	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
11. KAT	2,80	102,50	0	0	101,2477	103,7789	102,50	0	0	101,2477	103,7789
10. KAT	2,80	102,50	0	0	78,3525	80,3113	102,50	0	0	78,3525	80,3113
9. KAT	2,80	102,50	0	0	64,3930	66,0028	102,50	0	0	64,3930	66,0028
8. KAT	2,80	102,50	0	0	55,2370	56,6179	102,50	0	0	55,2370	56,6179
7. KAT	2,80	102,50	0	0	47,2215	48,4021	102,50	0	0	47,2215	48,4021
6. KAT	2,80	102,50	0	0	40,6193	41,6348	102,50	0	0	40,6193	41,6348
5. KAT	2,80	102,50	0	0	34,3712	35,2305	102,50	0	0	34,3712	35,2305
4. KAT	2,80	102,50	0	0	28,6024	29,3175	102,50	0	0	28,6024	29,3175
3. KAT	2,80	102,50	0	0	23,0619	23,6384	102,50	0	0	23,0619	23,6384
2. KAT	2,80	102,50	0	0	17,0672	17,4939	102,50	0	0	17,0672	17,4939
1. KAT	2,80	102,50	0	0	11,5623	11,8513	102,50	0	0	11,5623	11,8513
Z.KAT	2,80	102,50	0	0	5,4366	5,5725	102,50	0	0	5,4366	5,5725

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm\%5$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.310. Sistem 3 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	26,08	0	0,00	26,08	0	0,00
10. KAT	2,80	23,62	0	0,00	23,62	0	0,00
9. KAT	2,80	21,09	0	0,00	21,09	0	0,00
8. KAT	2,80	18,48	0	0,00	18,48	0	0,00
7. KAT	2,80	15,82	0	0,00	15,82	0	0,00
6. KAT	2,80	13,13	0	0,00	13,13	0	0,00
5. KAT	2,80	10,48	0	0,00	10,48	0	0,00
4. KAT	2,80	7,92	0	0,00	7,92	0	0,00
3. KAT	2,80	5,54	0	0,00	5,54	0	0,00
2. KAT	2,80	3,45	0	0,00	3,45	0	0,00
1. KAT	2,80	1,73	0	0,00	1,73	0	0,00
Z.KAT	2,80	0,53	0	0,00	0,53	0	0,00

Tablo 4.311. Sistem 3 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)	δ_x (mm)	δ_y (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	0	26,00	0,00	0	26,00	0,00
10. KAT	2,80	0	23,55	0,00	0	23,55	0,00
9. KAT	2,80	0	21,02	0,00	0	21,02	0,00
8. KAT	2,80	0	18,42	0,00	0	18,42	0,00
7. KAT	2,80	0	15,77	0,00	0	15,77	0,00
6. KAT	2,80	0	13,09	0,00	0	13,09	0,00
5. KAT	2,80	0	10,45	0,00	0	10,45	0,00
4. KAT	2,80	0	7,90	0,00	0	7,90	0,00
3. KAT	2,80	0	5,53	0,00	0	5,53	0,00
2. KAT	2,80	0	3,44	0,00	0	3,44	0,00
1. KAT	2,80	0	1,73	0,00	0	1,73	0,00
Z.KAT	2,80	0	0,53	0,00	0	0,53	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.312. Sistem 3 X yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
11. KAT	2,80	S1203	38,88	35,44	3,44	21,52	0,008	✓
10. KAT	2,80	S1103	35,44	31,84	3,60	22,48	0,008	✓
9. KAT	2,80	S1003	31,84	28,09	3,75	23,43	0,008	✓
8. KAT	2,80	S8903	28,09	24,21	3,88	24,25	0,009	✓
7. KAT	2,80	S7803	24,21	20,25	3,96	24,75	0,009	✓
6. KAT	2,80	S6703	20,25	16,29	3,96	24,77	0,009	✓
5. KAT	2,80	S5603	16,29	12,42	3,86	24,15	0,009	✓
4. KAT	2,80	S4503	12,42	8,80	3,63	22,66	0,008	✓
3. KAT	2,80	S3403	8,80	5,55	3,24	20,27	0,007	✓
2. KAT	2,80	S2303	5,55	2,85	2,70	16,89	0,006	✓
1. KAT	2,80	S1203	2,85	0,90	1,95	12,19	0,004	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,90	0	0,90	5,63	0,002	✓

Tablo 4.313. Sistem 3 X yönünde -%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
11. KAT	2,80	S1219	38,88	35,44	3,44	21,52	0,008	✓
10. KAT	2,80	S1119	35,44	31,84	3,60	22,48	0,008	✓
9. KAT	2,80	S1019	31,84	28,09	3,75	23,43	0,008	✓
8. KAT	2,80	S8919	28,09	24,21	3,88	24,25	0,009	✓
7. KAT	2,80	S7819	24,21	20,25	3,96	24,75	0,009	✓
6. KAT	2,80	S6719	20,25	16,29	3,96	24,77	0,009	✓
5. KAT	2,80	S5619	16,29	12,42	3,86	24,15	0,009	✓
4. KAT	2,80	S4519	12,42	8,80	3,63	22,66	0,008	✓
3. KAT	2,80	S3419	8,80	5,55	3,24	20,27	0,007	✓
2. KAT	2,80	S2319	5,55	2,85	2,70	16,89	0,006	✓
1. KAT	2,80	S1219	2,85	0,90	1,95	12,19	0,004	✓
Z.KAT	2,80	SZ118	0,90	0	0,90	5,63	0,002	✓

Tablo 4.314. Sistem 3 Y yönünde +%5 görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
11. KAT	2,80	S1213	33,38	30,43	2,95	18,49	0,007	✓
10. KAT	2,80	S1113	30,43	27,34	3,09	19,32	0,007	✓
9. KAT	2,80	S1013	27,34	24,12	3,22	20,14	0,007	✓
8. KAT	2,80	S8913	24,12	20,79	3,33	20,85	0,007	✓
7. KAT	2,80	S7813	20,79	17,39	3,40	21,28	0,008	✓
6. KAT	2,80	S6713	17,39	13,99	3,40	21,30	0,008	✓
5. KAT	2,80	S5613	13,99	10,67	3,32	20,77	0,007	✓
4. KAT	2,80	S4513	10,67	7,56	3,11	19,48	0,007	✓
3. KAT	2,80	S3413	7,56	4,77	2,79	17,45	0,006	✓
2. KAT	2,80	S2313	4,77	2,45	2,32	14,55	0,005	✓
1. KAT	2,80	S1213	2,45	0,77	1,68	10,50	0,004	✓
Z.KAT	2,80	SZ101	0,77	0	0,77	4,84	0,002	✓

Tablo 4.315. Sistem 3 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δ _i [mm]	δ _i (max) [mm]	δ _i (max)/ h	δ _i (max)/h ≤0,02
11. KAT	2,80	S1216	33,38	30,43	2,95	18,49	0,007	√
10. KAT	2,80	S1116	30,43	27,34	3,09	19,32	0,007	√
9. KAT	2,80	S1016	27,34	24,12	3,22	20,14	0,007	√
8. KAT	2,80	S8916	24,12	20,79	3,33	20,85	0,007	√
7. KAT	2,80	S7816	20,79	17,39	3,40	21,28	0,008	√
6. KAT	2,80	S6716	17,39	13,99	3,40	21,30	0,008	√
5. KAT	2,80	S5616	13,99	10,67	3,32	20,77	0,007	√
4. KAT	2,80	S4516	10,67	7,56	3,11	19,48	0,007	√
3. KAT	2,80	S3416	7,56	4,77	2,79	17,45	0,006	√
2. KAT	2,80	S2316	4,77	2,45	2,32	14,55	0,005	√
1. KAT	2,80	S1216	2,45	0,77	1,68	10,50	0,004	√
Z.KAT	2,80	SZ104	0,77	0	0,77	4,84	0,002	√

d_i : Binanın i'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

δ_i : Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i'nci katındaki etkin görel kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görel kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görel kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.316. Sistem 3 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	Δi(ort) [mm]	Σwj [tf]	Vi [tf]	Vihi [tfm]	θi	θi≤0,12
11. KAT	2,80	3,08	417,39	101,35	283,78	0,0045	√
10. KAT	2,80	3,17	834,78	179,75	503,31	0,0053	√
9. KAT	2,80	3,26	1252,17	244,17	683,66	0,0060	√
8. KAT	2,80	3,33	1669,56	299,41	838,35	0,0066	√
7. KAT	2,80	3,36	2086,95	346,64	970,59	0,0072	√
6. KAT	2,80	3,32	2504,34	387,27	1084,35	0,0077	√
5. KAT	2,80	3,20	2921,73	421,65	1180,62	0,0079	√
4. KAT	2,80	2,97	3341,30	450,26	1260,74	0,0079	√
3. KAT	2,80	2,62	3763,04	473,33	1325,33	0,0074	√

Tablo 4.316.(Devamı)

2. KAT	2,80	2,14	4184,79	490,41	1373,16	0,0065	√
1. KAT	2,80	1,50	4606,53	501,99	1405,58	0,0049	√
Z.KAT	2,80	0,66	5028,28	507,45	1420,85	0,0023	√

Tablo 4.317. Sistem 3 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	3,08	417,39	101,35	283,78	0,0045	√
10. KAT	2,80	3,17	834,78	179,75	503,31	0,0053	√
9. KAT	2,80	3,26	1252,17	244,17	683,66	0,0060	√
8. KAT	2,80	3,33	1669,56	299,41	838,35	0,0066	√
7. KAT	2,80	3,36	2086,95	346,64	970,59	0,0072	√
6. KAT	2,80	3,32	2504,34	387,27	1084,35	0,0077	√
5. KAT	2,80	3,20	2921,73	421,65	1180,62	0,0079	√
4. KAT	2,80	2,97	3341,30	450,26	1260,74	0,0079	√
3. KAT	2,80	2,62	3763,04	473,33	1325,33	0,0074	√
2. KAT	2,80	2,14	4184,79	490,41	1373,16	0,0065	√
1. KAT	2,80	1,50	4606,53	501,99	1405,58	0,0049	√
Z.KAT	2,80	0,66	5028,28	507,45	1420,85	0,0023	√

Tablo 4.318. Sistem 3 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	2,64	417,39	101,25	283,49	0,0039	√
10. KAT	2,80	2,72	834,78	179,60	502,88	0,0045	√
9. KAT	2,80	2,80	1252,17	243,99	683,18	0,0051	√
8. KAT	2,80	2,86	1669,56	299,23	837,84	0,0057	√
7. KAT	2,80	2,88	2086,95	346,45	970,06	0,0062	√
6. KAT	2,80	2,85	2504,34	387,07	1083,80	0,0066	√
5. KAT	2,80	2,74	2921,73	421,44	1180,04	0,0068	√
4. KAT	2,80	2,55	3341,30	450,04	1260,12	0,0068	√
3. KAT	2,80	2,25	3763,04	473,11	1324,70	0,0064	√
2. KAT	2,80	1,84	4184,79	490,17	1372,49	0,0056	√
1. KAT	2,80	1,29	4606,53	501,74	1404,86	0,0042	√
Z.KAT	2,80	0,57	5028,28	507,17	1420,08	0,0020	√

Tablo 4.319. Sistem 3 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	2,64	417,39	101,25	283,49	0,0039	✓
10. KAT	2,80	2,72	834,78	179,60	502,88	0,0045	✓
9. KAT	2,80	2,80	1252,17	243,99	683,18	0,0051	✓
8. KAT	2,80	2,86	1669,56	299,23	837,84	0,0057	✓
7. KAT	2,80	2,88	2086,95	346,45	970,06	0,0062	✓
6. KAT	2,80	2,85	2504,34	387,07	1083,80	0,0066	✓
5. KAT	2,80	2,74	2921,73	421,44	1180,04	0,0068	✓
4. KAT	2,80	2,55	3341,30	450,04	1260,12	0,0068	✓
3. KAT	2,80	2,25	3763,04	473,11	1324,70	0,0064	✓
2. KAT	2,80	1,84	4184,79	490,17	1372,49	0,0056	✓
1. KAT	2,80	1,29	4606,53	501,74	1404,86	0,0042	✓
Z.KAT	2,80	0,57	5028,28	507,17	1420,08	0,0020	✓

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ikinci mertebe tablolarında görüldüğü üzere ikinci mertebe gösterge değeri hem X doğrultusunda hem de Y doğrultusunda zemin kattan 3. kata kadar artarak maksimuma ulaşır sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.320. Sistem 3 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(max)$ [mm]	$\Delta i(min)$ [mm]	$\Delta i(ort)$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	3,44 / S1203	2,71 / S1219	3,08	1,12	Yok
10. KAT	2,80	3,60 / S1103	2,75 / S1119	3,17	1,13	Yok
9. KAT	2,80	3,75 / S1003	2,78 / S1019	3,26	1,15	Yok
8. KAT	2,80	3,88 / S8903	2,78 / S8919	3,33	1,16	Yok
7. KAT	2,80	3,96 / S7803	2,76 / S7819	3,36	1,18	Yok
6. KAT	2,80	3,96 / S6703	2,68 / S6719	3,32	1,19	Yok
5. KAT	2,80	3,86 / S5603	2,53 / S5619	3,20	1,21	Var

Tablo 4.320. (Devamı)

4. KAT	2,80	3,63 / S4503	2,32 / S4519	2,97	1,22	Var
3. KAT	2,80	3,24 / S3403	2,00 / S3419	2,62	1,24	Var
2. KAT	2,80	2,70 / S2303	1,58 / S2319	2,14	1,26	Var
1. KAT	2,80	1,95 / S1203	1,06 / S1219	1,50	1,30	Var
Z.KAT	2,80	0,90 / SZ101	0,43 / SZ118	0,66	1,36	Var

Tablo 4.321. Sistem 3 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	3,44 / S1219	2,71 / S1203	3,08	1,12	Yok
10. KAT	2,80	3,60 / S1119	2,75 / S1103	3,17	1,13	Yok
9. KAT	2,80	3,75 / S1019	2,78 / S1003	3,26	1,15	Yok
8. KAT	2,80	3,88 / S8919	2,78 / S8903	3,33	1,16	Yok
7. KAT	2,80	3,96 / S7819	2,76 / S7803	3,36	1,18	Yok
6. KAT	2,80	3,96 / S6719	2,68 / S6703	3,32	1,19	Yok
5. KAT	2,80	3,86 / S5619	2,53 / S5603	3,20	1,21	Var
4. KAT	2,80	3,63 / S4519	2,32 / S4503	2,97	1,22	Var
3. KAT	2,80	3,24 / S3419	2,00 / S3403	2,62	1,24	Var
2. KAT	2,80	2,70 / S2319	1,58 / S2303	2,14	1,26	Var
1. KAT	2,80	1,95 / S1219	1,06 / S1203	1,50	1,30	Var
Z.KAT	2,80	0,90 / SZ118	0,43 / SZ101	0,66	1,36	Var

Tablo 4.322. Sistem 3 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,95 / S1213	2,32 / S1216	2,64	1,12	Yok
10. KAT	2,80	3,09 / S1113	2,36 / S1116	2,72	1,13	Yok
9. KAT	2,80	3,22 / S1013	2,38 / S1016	2,80	1,15	Yok
8. KAT	2,80	3,33 / S8913	2,39 / S8916	2,86	1,17	Yok
7. KAT	2,80	3,40 / S7813	2,36 / S7816	2,88	1,18	Yok
6. KAT	2,80	3,40 / S6713	2,30 / S6716	2,85	1,19	Yok
5. KAT	2,80	3,32 / S5613	2,17 / S5616	2,74	1,21	Var
4. KAT	2,80	3,11 / S4513	1,98 / S4516	2,55	1,22	Var
3. KAT	2,80	2,79 / S3413	1,72 / S3416	2,25	1,24	Var
2. KAT	2,80	2,32 / S2313	1,36 / S2316	1,84	1,26	Var
1. KAT	2,80	1,68 / S1213	0,91 / S1216	1,29	1,30	Var
Z.KAT	2,80	0,77 / SZ101	0,37 / SZ104	0,57	1,36	Var

Tablo 4.323. Sistem 3 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,95 / S1216	2,32 / S1213	2,64	1,12	Yok
10. KAT	2,80	3,09 / S1116	2,36 / S1113	2,72	1,13	Yok
9. KAT	2,80	3,22 / S1016	2,38 / S1013	2,80	1,15	Yok
8. KAT	2,80	3,33 / S8916	2,39 / S8913	2,86	1,17	Yok
7. KAT	2,80	3,40 / S7816	2,36 / S7813	2,88	1,18	Yok
6. KAT	2,80	3,40 / S6716	2,30 / S6713	2,85	1,19	Yok
5. KAT	2,80	3,32 / S5616	2,17 / S5613	2,74	1,21	Var
4. KAT	2,80	3,11 / S4516	1,98 / S4513	2,55	1,22	Var
3. KAT	2,80	2,79 / S3416	1,72 / S3413	2,25	1,24	Var
2. KAT	2,80	2,32 / S2316	1,36 / S2313	1,84	1,26	Var
1. KAT	2,80	1,68 / S1216	0,91 / S1213	1,29	1,30	Var
Z.KAT	2,80	0,77 / SZ104	0,37 / SZ101	0,57	1,36	Var

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görelî kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma düzensizliğinin her iki doğrultuda beşinci kata kadar bulunduğu ve üstündeki katlarda bulunmadığı görülmektedir. Burulma düzensizliği en fazla zemin katta bulunup üst katlara çıktıkça azalmaktadır.

Tablo 4.324. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\sum A_w(i)$ [m ²]	$\sum A_g(i)$ [m ²]	$\sum A_k(i)$ [m ²]	$\sum A_e(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65
9. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65
8. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65
7. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,67	22,65

Tablo 4.324.(Devamı)

4. KAT	2,80	4,16	18,00	5,65	23,01
3. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37

Tablo 4.325. Sistem 3 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
9. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
8. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
7. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,68	22,65	1,00	Yok
4. KAT	2,80	3,80	18,00	5,67	22,65	1,02	Yok
3. KAT	2,80	4,16	18,00	5,65	23,01	1,02	Yok
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,65	23,37	1,00	Yok

Tablo 4.326. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65
9. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65
8. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65
7. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,63	22,64
4. KAT	2,80	4,16	18,00	5,62	23,00
3. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36

Tablo 4.327. Sistem 3 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
9. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
8. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
7. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
6. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
5. KAT	2,80	3,80	18,00	5,66	22,65	1,00	Yok
4. KAT	2,80	3,80	18,00	5,63	22,64	1,02	Yok
3. KAT	2,80	4,16	18,00	5,62	23,00	1,02	Yok
2. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok
1. KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	4,52	18,00	5,62	23,36	1,00	Yok

η_{ci} : i'nci katta tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı

ΣA_w : Herhangi bir katta kolon en kesiti etkin gövde alanlarının toplamı

ΣA_g : Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan elemanların en kesit alanlarının toplamı

ΣA_k : Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamı

ΣA_e : Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

Tablo 4.328. Sistem 3 X yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
11. KAT	2,80	3,08	0,0011		-/ 0,94	3,08	0,0011		-/ 0,94	Yok
10. KAT	2,80	3,17	0,00113	0,0011	1,06/ 0,94	3,17	0,00113	0,0011	1,06/ 0,94	Yok
9. KAT	2,80	3,26	0,00116	0,00113	1,06/ 0,95	3,26	0,00116	0,00113	1,06/ 0,95	Yok
8. KAT	2,80	3,33	0,00119	0,00116	1,05/ 0,96	3,33	0,00119	0,00116	1,05/ 0,96	Yok
7. KAT	2,80	3,36	0,0012	0,00119	1,04/ 0,98	3,36	0,0012	0,00119	1,04/ 0,98	Yok
6. KAT	2,80	3,32	0,00119	0,0012	1,02/ 1,01	3,32	0,00119	0,0012	1,02/ 1,01	Yok
5. KAT	2,80	3,20	0,00114	0,00119	0,99/ 1,05	3,20	0,00114	0,00119	0,99/ 1,05	Yok
4. KAT	2,80	2,97	0,00106	0,00114	0,96/ 1,10	2,97	0,00106	0,00114	0,96/ 1,10	Yok
3. KAT	2,80	2,62	0,000937	0,00106	0,91/ 1,19	2,62	0,000937	0,00106	0,91/ 1,19	Yok
2. KAT	2,80	2,14	0,000766	0,000937	0,84/ 1,39	2,14	0,000766	0,000937	0,84/ 1,39	Yok
1. KAT	2,80	1,50	0,000537	0,000766	0,72/ 2,14	1,50	0,000537	0,000766	0,72/ 2,14	Var
Z.KAT	2,80	0,66	0,000237	0,000537	0,47/ -	0,66	0,000237	0,000537	0,47/ -	Yok

Tablo 4.329. Sistem 3 Y yönü B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)

Katlar		+5%				-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\Delta i(ort)$ [mm]	Δi hi	$\Delta(i+1)/$ h(i+1)	η_{ki} (+/-)	$\eta_{ki} > 2$
11. KAT	2,80	2,64	0,000942		-/ 0,97	2,64	0,000942		-/ 0,97	Yok
10. KAT	2,80	2,72	0,000972	0,000942	1,03 / 0,97	2,72	0,000972	0,000942	1,03 / 0,97	Yok
9. KAT	2,80	2,80	0,000999	0,000972	1,03 / 0,98	2,80	0,000999	0,000972	1,03 / 0,98	Yok
8. KAT	2,80	2,86	0,00102	0,000999	1,02 / 0,99	2,86	0,00102	0,000999	1,02 / 0,99	Yok
7. KAT	2,80	2,88	0,00103	0,00102	1,01 / 1,01	2,88	0,00103	0,00102	1,01 / 1,01	Yok
6. KAT	2,80	2,85	0,00102	0,00103	0,99 / 1,04	2,85	0,00102	0,00103	0,99 / 1,04	Yok
5. KAT	2,80	2,74	0,00098	0,00102	0,96 / 1,08	2,74	0,00098	0,00102	0,96 / 1,08	Yok

Tablo 4.329.(Devamı)

4. KAT	2,80	2,55	0,00091	0,00098	0,93 / 1,13	2,55	0,00091	0,00098	0,93 / 1,13	Yok
3. KAT	2,80	2,25	0,000805	0,00091	0,88 / 1,22	2,25	0,000805	0,00091	0,88 / 1,22	Yok
2. KAT	2,80	1,84	0,000658	0,000805	0,82 / 1,43	1,84	0,000658	0,000805	0,82 / 1,43	Yok
1. KAT	2,80	1,29	0,000461	0,000658	0,70 / 2,27	1,29	0,000461	0,000658	0,70 / 2,27	Var
Z.KAT	2,80	0,57	0,000203	0,000461	0,44 / -	0,57	0,000203	0,000461	0,44 / -	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

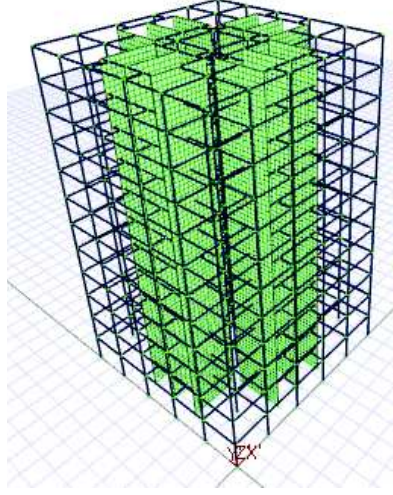
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.19 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat)” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda X ve Y yönlerinde sadece birinci katta B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği(yumuşak kat) bulunduğu, diğer katlarda ise bulunmadığı tespit edilmiştir.

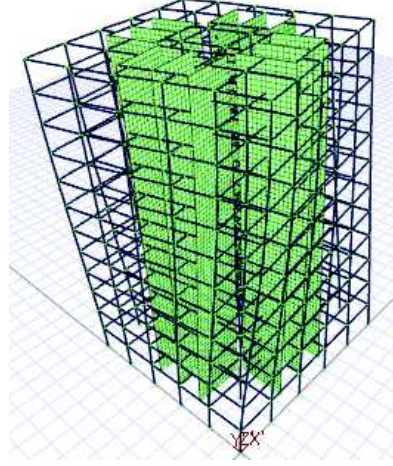
4.5.4. Sistem 4

Tablo 4.330. Sistem 4 deprem parametreleri

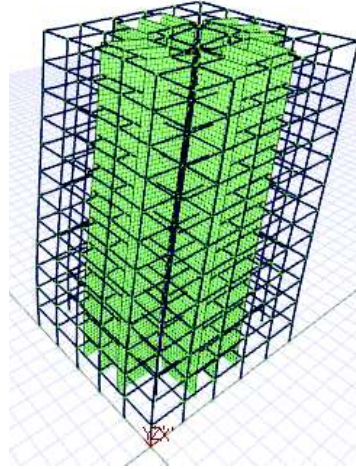
Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	5254,36 t
Yapı yükseliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	33,60 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	72,07 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	60,83 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	800,83 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	675,91 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	581,21 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	582,46 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,73
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,86
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(x) / VtB(x)	1,24
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	β Vt(y) / VtB(y)	1,04



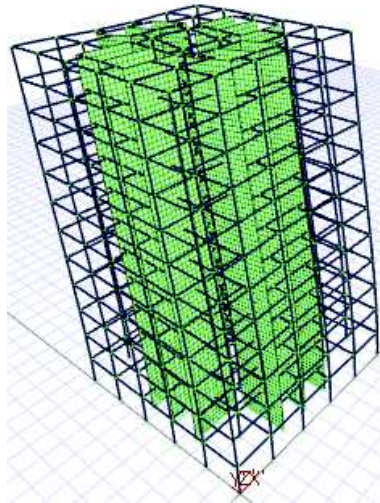
Şekil 4.50. Sistem 4 3B çubuk model.



Şekil 4.51. Sistem 4'ün 1. Mod hali.



Şekil 4.52. Sistem 4'ün 2. Mod hali.



Şekil 4.53. Sistem 4'ün 3. Mod hali.

Sistem 4'ün süneklik düzeyi yüksek olması ve α_s değerinin 0.75-1.00 aralığından çıkmasından ötürü yapı davranış katsayısı Denklem 3.12'de X ve Y doğrultularındaki α_s değerleri kullanılarak bulunur. α_s değeri kattaki perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, o kata etkiyen toplam kesme kuvvetine oranıdır. Tablo 4.331. ve Tablo 4.332.'de de katlara göre etkiyen dinamik kat kuvvetleri ve o katlarda bulunan perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvvetleri verilip bunları oranları olan α_s değerleri verilmiştir.

Tablo 4.331. Sistem 4 X yönü katlara göre α_s oranları

Katlar	X Yönü +5%				X Yönü -5%		
Kat	h [m]	Σ Pt [tf]	Σ T [tf]	α s	Σ Pt [tf]	Σ T [tf]	α s
11. KAT	2,80	106,36	238,83	0,45	106,33	238,77	0,45
10. KAT	2,80	82,08	199,64	0,41	82,10	199,64	0,41
9. KAT	2,80	146,07	274,69	0,53	146,09	274,69	0,53
8. KAT	2,80	202,29	339,96	0,60	202,31	339,96	0,60
7. KAT	2,80	250,70	396,23	0,63	250,72	396,23	0,63
6. KAT	2,80	294,93	444,58	0,66	294,95	444,58	0,66
5. KAT	2,80	335,16	485,23	0,69	335,18	485,23	0,69
4. KAT	2,80	374,13	518,45	0,72	374,14	518,45	0,72
3. KAT	2,80	412,45	544,52	0,76	412,46	544,52	0,76
2. KAT	2,80	450,55	563,34	0,80	450,56	563,34	0,80
1. KAT	2,80	493,14	575,63	0,86	493,14	575,63	0,86
Z.KAT	2,80	536,12	581,21	0,92	536,12	581,21	0,92

Tablo 4.332. Sistem 4 Y yönü katlara göre α_s oranları

Katlar		Y Yönü +5%			Y Yönü -5%		
Kat	h [m]	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s	$\sum P_t$ [tf]	$\sum T$ [tf]	α_s
11. KAT	2,80	107,61	243,85	0,44	107,62	243,84	0,44
10. KAT	2,80	79,38	199,92	0,40	79,42	199,92	0,40
9. KAT	2,80	142,91	275,16	0,52	142,96	275,16	0,52
8. KAT	2,80	199,64	340,63	0,59	199,70	340,63	0,59
7. KAT	2,80	248,64	397,07	0,63	248,72	397,07	0,63
6. KAT	2,80	292,69	445,57	0,66	292,77	445,57	0,66
5. KAT	2,80	333,05	486,33	0,68	333,15	486,33	0,69
4. KAT	2,80	371,35	519,62	0,71	371,45	519,62	0,71
3. KAT	2,80	409,19	545,74	0,75	409,29	545,74	0,75
2. KAT	2,80	448,00	564,58	0,79	448,09	564,58	0,79
1. KAT	2,80	491,53	576,87	0,85	491,61	576,87	0,85
Z.KAT	2,80	535,29	582,46	0,92	535,33	582,45	0,92

$\sum P_t$: Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

$\sum T$: Katlara etkiyen dinamik kat kuvvetleri olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.331. ve Tablo 4.332.'de görüldüğü üzere X ve Y doğrultularında kesme kuvvetlerinin büyük kısmını perdeler karşılamaktadır. Bu sistemde perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, katlara göre diğer üç sistemden daha az değer aldıkları görülmektedir.

Tablo 4.333. Sistem 4 X ve Y yönünde temel üstünde perde tabanına etkiyen kuvvetler

1. KAT - X			1. KAT - Y		
Perde	X +5% [tf]	X -5% [tf]	Perde	Y +5% [tf]	Y -5% [tf]
PZ102	3,93	2,20	PZ102	100,15	71,87
PZ101	3,59	2,03	PZ101	86,88	86,89
PZ103	3,93	2,20	PZ103	71,88	100,17
PZ104	100,18	71,98	PZ104	3,81	2,12
PZ106	86,96	86,96	PZ106	3,58	2,02
PZ108	71,98	100,18	PZ108	3,81	2,12
PZ111	2,20	3,93	PZ111	100,15	71,87
PZ110	2,03	3,59	PZ110	86,88	86,89
PZ112	2,20	3,93	PZ112	71,88	100,17
PZ105	100,18	71,98	PZ105	2,12	3,81
PZ107	86,96	86,96	PZ107	2,02	3,58
PZ109	71,97	100,18	PZ109	2,12	3,81

Perdeler Tablo 4.333.'ten de anlaşılacağı üzere uzun kenarları doğrultusunda bulundukları doğrultularda çok daha rijit oldukları için kesme kuvvetlerini karşılamakta bulundukları doğrultuların farkı vardır.

Tablo 4.334. Sistem 4 $\pm 5\%$ X ve Y yönlü bina α_s değerleri

	ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s		ΣP_t [tf]	ΣT [tf]	α_s
X +5%	536,12	581,21	0,92	Y +5%	535,29	582,46	0,92
X -5%	536,12	581,21	0,92	Y -5%	535,33	582,45	0,92

ΣP_t : Perde tabanlarına etkiyen toplam kesme kuvveti

ΣT : Binanın taban kesme kuvveti olarak tanımlanmaktadır.

Tablo 4.335. Yapı davranış katsayısı (R) seçimi

X Yönü		Y Yönü	
Yapı	Perdeli	Yapı	Perdeli
Süneklik	Yüksek	Süneklik	Yüksek
Max α_s	0,9224	Max α_s	0,9344
10-4α_s	6,31	10-4α_s	6,32
Girilen R Katsayısı	6,31	Girilen R Katsayısı	6,32
Seçilen R Katsayısı	6,31	Seçilen R Katsayısı	6,32

Yukarıdaki Tablo 4.335'ten de anlaşılacağı üzere süneklik düzeyi yüksek olan Sistem 2'in yapı davranış katsayısı X yönünde 6.31, Y yönünde 6.32 seçilmiştir.

Tablo 4.336. Sistem 4 periyotları ve modların kütle katılımları

Mod	Periyot (sn)	Ux için toplam kütle katılımı oranı	Uy için toplam kütle katılımı oranı	Rz için toplam kütle katılımı oranı
1	0,77263	0,00000	0,00000	0,77031
2	0,62504	0,69777	0,00106	0,77031
3	0,62342	0,69883	0,69905	0,77031
4	0,23766	0,69883	0,69905	0,88427
5	0,15764	0,86235	0,69909	0,88427
6	0,15728	0,86239	0,86244	0,88427
7	0,12548	0,86239	0,86244	0,93359
8	0,08009	0,86239	0,86244	0,96044
9	0,06999	0,92551	0,86245	0,96044
10	0,06992	0,92552	0,92552	0,96044
11	0,05731	0,92552	0,92552	0,97617
12	0,04436	0,92552	0,92552	0,98579
13	0,04156	0,95799	0,92552	0,98579

Tablo 4.336.(Devamı)

14	0,04153	0,95799	0,95797	0,98579
15	0,03632	0,95799	0,95797	0,99183
16	0,03103	0,95799	0,95797	0,99562
17	0,02880	0,97603	0,95797	0,99562
18	0,02878	0,97603	0,97601	0,99562

Tablo 4.336.'da elde edilen periyotlar ve her bir mod için etkin kütle oranlarını hesaplamak için o moda etki eden X, Y ve burulma bileşenlerinden gelen katkılar görülmektedir.

Tablo 4.337. Sistem 4 yapı kat maksimum yükleri

Kat	X Yönü			Y Yönü		
	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)	Eşdeğer (tf)	Dinamik (tf)	Seçilen (tf)
(Ekstra Eşdeğer Deprem Yüğü)	72,07	-	-	60,83	-	-
11. KAT	184,18	110,71	110,71	155,45	110,82	110,82
10. KAT	102,76	88,93	88,93	86,73	89,10	89,10
9. KAT	93,42	75,05	75,05	78,85	75,24	75,24
8. KAT	84,08	65,27	65,27	70,96	65,46	65,46
7. KAT	74,76	56,27	56,27	63,10	56,45	56,45
6. KAT	65,41	48,35	48,35	55,21	48,49	48,49
5. KAT	56,07	40,65	40,65	47,32	40,76	40,76
4. KAT	46,72	33,22	33,22	39,44	33,29	33,29
3. KAT	37,37	26,08	26,08	31,54	26,12	26,12
2. KAT	28,03	18,82	18,82	23,65	18,84	18,84
1. KAT	18,68	12,28	12,28	15,77	12,29	12,29
Z.KAT	9,34	5,58	5,58	7,88	5,58	5,58

Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere yukarıda verilmiştir. Seçilen yükler dinamik yüklerdir.

Tablo 4.338. Sistem 4 X doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h [m]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]	ex [cm]	ey [cm]	Fx [tf]	Fy [tf]	T [tfm]
11. KAT	2,80	0	103,00	110,7097	0	114,0310	0	103,00	110,7097	0	114,0310
10. KAT	2,80	0	103,00	88,9326	0	91,6006	0	103,00	88,9326	0	91,6006
9. KAT	2,80	0	103,00	75,0497	0	77,3012	0	103,00	75,0497	0	77,3012
8. KAT	2,80	0	103,00	65,2702	0	67,2284	0	103,00	65,2702	0	67,2284
7. KAT	2,80	0	103,00	56,2716	0	57,9597	0	103,00	56,2716	0	57,9597
6. KAT	2,80	0	103,00	48,3482	0	49,7986	0	103,00	48,3482	0	49,7986
5. KAT	2,80	0	103,00	40,6473	0	41,8667	0	103,00	40,6473	0	41,8667
4. KAT	2,80	0	103,00	33,2194	0	34,2160	0	103,00	33,2194	0	34,2160
3. KAT	2,80	0	103,00	26,0758	0	26,8580	0	103,00	26,0758	0	26,8580
2. KAT	2,80	0	103,00	18,8193	0	19,3839	0	103,00	18,8193	0	19,3839
1. KAT	2,80	0	103,00	12,2849	0	12,6534	0	103,00	12,2849	0	12,6534
Z.KAT	2,80	0	103,00	5,5825	0	5,7500	0	103,00	5,5825	0	5,7500

Tablo 4.339. Sistem 4 Y doğrultusunda etkiyen kat kuvvetleri

Katlar	+5%						-5%				
	h	ex	ey	Fx	Fy	T	ex	ey	Fx	Fy	T
Kat	[m]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]	[cm]	[cm]	[tf]	[tf]	[tfm]
11. KAT	2,80	103,00	0	0	110,8232	114,1479	103,00	0	0	110,8232	114,1479
10. KAT	2,80	103,00	0	0	89,1019	91,7749	103,00	0	0	89,1019	91,7749
9. KAT	2,80	103,00	0	0	75,2411	77,4983	103,00	0	0	75,2411	77,4983
8. KAT	2,80	103,00	0	0	65,4644	67,4283	103,00	0	0	65,4644	67,4283
7. KAT	2,80	103,00	0	0	56,4495	58,1430	103,00	0	0	56,4495	58,1430
6. KAT	2,80	103,00	0	0	48,4948	49,9496	103,00	0	0	48,4948	49,9496
5. KAT	2,80	103,00	0	0	40,7577	41,9804	103,00	0	0	40,7577	41,9804
4. KAT	2,80	103,00	0	0	33,2928	34,2915	103,00	0	0	33,2928	34,2915
3. KAT	2,80	103,00	0	0	26,1191	26,9027	103,00	0	0	26,1191	26,9027
2. KAT	2,80	103,00	0	0	18,8421	19,4074	103,00	0	0	18,8421	19,4074
1. KAT	2,80	103,00	0	0	12,2921	12,6608	103,00	0	0	12,2921	12,6608
Z.KAT	2,80	103,00	0	0	5,5807	5,7481	103,00	0	0	5,5807	5,7481

e_x : Katın burulma momenti hesabında kullanılan X yönündeki eksantrisite

e_y : Katın burulma momenti hesabında kullanılan Y yönündeki eksantrisite

F_x : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan X yönü deprem kuvveti

F_y : Kullanılan yöntemle göre hesaplanan Y yönü deprem kuvveti

T : Katın burulma momenti olarak tanımlanmaktadır.

Sistemde kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında bulunan mesafe eksantrisite olarak adlandırılıp sistemde moment oluşturup binanın burulmasını sağlar. Burulma momenti kata etkiyen deprem kuvvetinin eksantrisite ile çarpılması sonucu bulunur. Bir sistem simetrik dahi olsa oluşabilecek burulma momentini hesaplamak için bina boyunun $\pm 5\%$ 'i oranında eksantrisite varmış kabul edilir.

Tablo 4.340. Sistem 4 X yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h	δx	δy	θ	δx	δy	θ
	(m)	(mm)	(mm)	(rd)	(mm)	(mm)	(rd)
11. KAT	2,80	21,72	-0,01	0,00	21,72	0,00	0,00
10. KAT	2,80	19,83	-0,01	0,00	19,83	0,00	0,00
9. KAT	2,80	17,86	-0,01	0,00	17,86	0,00	0,00
8. KAT	2,80	15,79	-0,01	0,00	15,79	0,00	0,00
7. KAT	2,80	13,65	0,00	0,00	13,65	0	0,00
6. KAT	2,80	11,46	0,00	0,00	11,46	0	0,00
5. KAT	2,80	9,25	0,00	0,00	9,25	0	0,00
4. KAT	2,80	7,08	0,00	0,00	7,08	0	0,00
3. KAT	2,80	5,03	0,00	0,00	5,03	0	0,00
2. KAT	2,80	3,18	0	0,00	3,18	0	0,00
1. KAT	2,80	1,63	0	0,00	1,63	0	0,00
Z.KAT	2,80	0,52	0	0,00	0,52	0	0,00

Tablo 4.341. Sistem 4 Y yönünde kat deplasmanları

Katlar		+5%			-5%		
Kat	h (m)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)	δx (mm)	δy (mm)	θ (rd)
11. KAT	2,80	0,00	21,64	-0,01	0	21,64	0,00
10. KAT	2,80	0,00	19,76	-0,01	0	19,76	0,00
9. KAT	2,80	0,00	17,80	0,00	0	17,80	0,00
8. KAT	2,80	0,00	15,75	0,00	0	15,75	0,00
7. KAT	2,80	0,00	13,62	0,00	0	13,62	0,00
6. KAT	2,80	0,00	11,43	0,00	0	11,43	0,00
5. KAT	2,80	0,00	9,22	0,00	0	9,22	0,00
4. KAT	2,80	0	7,06	0,00	0	7,06	0,00
3. KAT	2,80	0	5,02	0,00	0	5,02	0,00
2. KAT	2,80	0	3,17	0,00	0	3,17	0,00
1. KAT	2,80	0	1,63	0,00	0	1,63	0,00
Z.KAT	2,80	0	0,52	0,00	0	0,52	0,00

δ_x : Kat kütle merkezinin X yönü deplasmanı

δ_y : Kat kütle merkezinin Y yönü deplasmanı

θ : Kat kütle merkezinin dönmesi

h : Kat yüksekliği

X ve Y doğrultularındaki kat deplasmanları kat yüksekliği arttıkça rijitliğin azalmasından dolayı artmaktadır. Maksimum deplasman en son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır.

Tablo 4.342. Sistem 4 X yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ ≤0,02
11. KAT	2,80	S11104	32,31	29,72	2,59	16,37	0,006	√
10. KAT	2,80	S10104	29,72	26,95	2,76	17,43	0,006	√
9. KAT	2,80	S9104	26,95	24,02	2,93	18,51	0,007	√
8. KAT	2,80	S8104	24,02	20,93	3,09	19,52	0,007	√
7. KAT	2,80	S7104	20,93	17,71	3,21	20,28	0,007	√
6. KAT	2,80	S6104	17,71	14,44	3,28	20,67	0,007	√
5. KAT	2,80	S5104	14,44	11,18	3,26	20,54	0,007	√
4. KAT	2,80	S4104	11,18	8,05	3,13	19,76	0,007	√
3. KAT	2,80	S3104	8,05	5,17	2,88	18,16	0,006	√
2. KAT	2,80	S2104	5,17	2,72	2,46	15,50	0,006	√
1. KAT	2,80	S1104	2,72	0,89	1,83	11,52	0,004	√
Z.KAT	2,80	SZ103	0,89	0	0,89	5,62	0,002	√

Tablo 4.343. Sistem 4 X yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
11. KAT	2,80	S11126	32,28	29,69	2,59	16,36	0,006	✓
10. KAT	2,80	S10126	29,69	26,93	2,76	17,41	0,006	✓
9. KAT	2,80	S9126	26,93	24,00	2,93	18,49	0,007	✓
8. KAT	2,80	S8126	24,00	20,91	3,09	19,50	0,007	✓
7. KAT	2,80	S7126	20,91	17,70	3,21	20,26	0,007	✓
6. KAT	2,80	S6126	17,70	14,43	3,27	20,65	0,007	✓
5. KAT	2,80	S5126	14,43	11,18	3,25	20,53	0,007	✓
4. KAT	2,80	S4126	11,18	8,05	3,13	19,75	0,007	✓
3. KAT	2,80	S3126	8,05	5,17	2,88	18,15	0,006	✓
2. KAT	2,80	S2126	5,17	2,71	2,45	15,49	0,006	✓
1. KAT	2,80	S1126	2,71	0,89	1,82	11,51	0,004	✓
Z.KAT	2,80	SZ125	0,89	0	0,89	5,61	0,002	✓

Tablo 4.344. Sistem 4 Y yönünde +%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
11. KAT	2,80	S11115	27,09	24,93	2,17	13,69	0,005	✓
10. KAT	2,80	S10115	24,93	22,62	2,31	14,59	0,005	✓
9. KAT	2,80	S9115	22,62	20,16	2,45	15,51	0,006	✓
8. KAT	2,80	S8115	20,16	17,57	2,59	16,38	0,006	✓
7. KAT	2,80	S7115	17,57	14,88	2,70	17,04	0,006	✓
6. KAT	2,80	S6115	14,88	12,13	2,75	17,38	0,006	✓
5. KAT	2,80	S5115	12,13	9,39	2,73	17,28	0,006	✓
4. KAT	2,80	S4115	9,39	6,76	2,63	16,62	0,006	✓
3. KAT	2,80	S3115	6,76	4,34	2,42	15,27	0,005	✓
2. KAT	2,80	S2115	4,34	2,28	2,06	13,04	0,005	✓
1. KAT	2,80	S1115	2,28	0,75	1,53	9,69	0,003	✓
Z.KAT	2,80	SZ111	0,75	0	0,75	4,73	0,002	✓

Tablo 4.345. Sistem 4 Y yönünde -%5 görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Katlar		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\delta i(\max)/h$	$\delta i(\max)/h$ $\leq 0,02$
11. KAT	2,80	S11118	27,16	24,98	2,17	13,73	0,005	✓
10. KAT	2,80	S10118	24,98	22,67	2,31	14,63	0,005	✓
9. KAT	2,80	S9118	22,67	20,21	2,46	15,55	0,006	✓
8. KAT	2,80	S8118	20,21	17,61	2,60	16,42	0,006	✓
7. KAT	2,80	S7118	17,61	14,91	2,70	17,08	0,006	✓
6. KAT	2,80	S6118	14,91	12,15	2,76	17,42	0,006	✓
5. KAT	2,80	S5118	12,15	9,41	2,74	17,32	0,006	✓
4. KAT	2,80	S4118	9,41	6,77	2,64	16,66	0,006	✓
3. KAT	2,80	S3118	6,77	4,35	2,42	15,30	0,005	✓
2. KAT	2,80	S2118	4,35	2,29	2,07	13,06	0,005	✓
1. KAT	2,80	S1118	2,29	0,75	1,54	9,71	0,003	✓
Z.KAT	2,80	SZ114	0,75	0	0,75	4,74	0,002	✓

d_i : Binanın i 'nci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Δ_i : Binanın i 'nci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi

δ_i : Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi

$(\delta_i)_{\max}$: Binanın i 'nci katındaki etkin görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.20, 3.21, 3.22 kullanılarak yukarıdaki tablolarda gösterildiği gibi ardışık katlar arası yerdeğiştirme farkının o kattaki etkin görelî kat ötelemsine oranı hesaplanarak “görelî kat ötelemeleri sınırlandırılması” kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 4.346. Sistem 4 X yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	2,34	437,82	110,71	309,99	0,0033	√
10. KAT	2,80	2,45	875,64	199,64	559,00	0,0038	√
9. KAT	2,80	2,56	1313,45	274,69	769,14	0,0044	√
8. KAT	2,80	2,66	1751,27	339,96	951,89	0,0049	√
7. KAT	2,80	2,72	2189,23	396,23	1109,45	0,0054	√
6. KAT	2,80	2,74	2627,18	444,58	1244,83	0,0058	√
5. KAT	2,80	2,68	3065,13	485,23	1358,64	0,0061	√
4. KAT	2,80	2,54	3503,09	518,45	1451,66	0,0061	√
3. KAT	2,80	2,30	3940,90	544,52	1524,67	0,0059	√
2. KAT	2,80	1,92	4378,72	563,34	1577,36	0,0053	√
1. KAT	2,80	1,38	4816,54	575,63	1611,76	0,0041	√
Z.KAT	2,80	0,64	5254,36	581,21	1627,39	0,0021	√

Tablo 4.347. Sistem 4 X yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{ih} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	2,34	437,82	110,71	309,99	0,0033	√
10. KAT	2,80	2,45	875,64	199,64	559,00	0,0038	√
9. KAT	2,80	2,56	1313,45	274,69	769,14	0,0044	√
8. KAT	2,80	2,66	1751,27	339,96	951,89	0,0049	√
7. KAT	2,80	2,72	2189,23	396,23	1109,45	0,0054	√
6. KAT	2,80	2,74	2627,18	444,58	1244,83	0,0058	√
5. KAT	2,80	2,68	3065,13	485,23	1358,64	0,0061	√
4. KAT	2,80	2,54	3503,09	518,45	1451,66	0,0061	√
3. KAT	2,80	2,30	3940,90	544,52	1524,67	0,0059	√
2. KAT	2,80	1,92	4378,72	563,34	1577,36	0,0053	√
1. KAT	2,80	1,38	4816,54	575,63	1611,76	0,0041	√
Z.KAT	2,80	0,64	5254,36	581,21	1627,39	0,0021	√

Tablo 4.348. Sistem 4 Y yönünde +%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		+%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,96	437,82	110,82	310,31	0,0028	√
10. KAT	2,80	2,05	875,64	199,93	559,79	0,0032	√
9. KAT	2,80	2,14	1313,45	275,17	770,47	0,0037	√
8. KAT	2,80	2,23	1751,27	340,63	953,77	0,0041	√
7. KAT	2,80	2,29	2189,23	397,08	1111,82	0,0045	√
6. KAT	2,80	2,30	2627,18	445,57	1247,61	0,0048	√
5. KAT	2,80	2,26	3065,13	486,33	1361,73	0,0051	√
4. KAT	2,80	2,14	3503,09	519,63	1454,95	0,0051	√
3. KAT	2,80	1,93	3940,90	545,74	1528,08	0,0050	√
2. KAT	2,80	1,61	4378,72	564,59	1580,84	0,0045	√
1. KAT	2,80	1,16	4816,54	576,88	1615,26	0,0035	√
Z.KAT	2,80	0,54	5254,36	582,46	1630,89	0,0017	√

Tablo 4.349. Sistem 4 Y yönünde -%5 ikinci mertebe etkileri

Katlar		-%5					Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(ort)$ [mm]	$\sum w_j$ [tf]	V_i [tf]	V_{hi} [tfm]	θ_i	$\theta_i \leq 0,12$
11. KAT	2,80	1,96	437,82	110,82	310,31	0,0028	√
10. KAT	2,80	2,05	875,64	199,93	559,79	0,0032	√
9. KAT	2,80	2,14	1313,45	275,17	770,47	0,0037	√
8. KAT	2,80	2,23	1751,27	340,63	953,77	0,0041	√
7. KAT	2,80	2,29	2189,23	397,08	1111,82	0,0045	√
6. KAT	2,80	2,30	2627,18	445,57	1247,61	0,0048	√
5. KAT	2,80	2,26	3065,13	486,33	1361,73	0,0051	√
4. KAT	2,80	2,14	3503,09	519,63	1454,95	0,0051	√
3. KAT	2,80	1,93	3940,90	545,74	1528,08	0,0050	√
2. KAT	2,80	1,61	4378,72	564,59	1580,84	0,0045	√
1. KAT	2,80	1,16	4816,54	576,88	1615,26	0,0035	√
Z.KAT	2,80	0,54	5254,36	582,46	1630,89	0,0017	√

θ_i : i'nci katta tanımlanan ikinci mertebe gösterge değeri

$(\Delta i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi

V_i : Binanın i'nci katına etki eden deprem kuvveti

W_i : Binanın i'nci katının hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı olarak tanımlanmaktadır.

Denklem 3.23 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “ikinci mertebe etkileri” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve elde edilen değerlerin

yönetmeliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Yukarıdaki ikinci merteye tablolarında görüldüğü üzere ikinci merteye gösterge değeri hem X doğrultusunda hem de Y doğrultusunda zemin kattan dördüncü kata kadar artarak maksimuma ulaşmış sonra en üst kata kadar azalmaktadır.

Tablo 4.350. Sistem 4 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,59 / S11104	2,09 / S11126	2,34	1,11	Yok
10. KAT	2,80	2,76 / S10104	2,14 / S10126	2,45	1,13	Yok
9. KAT	2,80	2,93 / S9104	2,19 / S9126	2,56	1,15	Yok
8. KAT	2,80	3,09 / S8104	2,22 / S8126	2,66	1,16	Yok
7. KAT	2,80	3,21 / S7104	2,23 / S7126	2,72	1,18	Yok
6. KAT	2,80	3,28 / S6104	2,20 / S6126	2,74	1,20	Yok
5. KAT	2,80	3,26 / S5104	2,11 / S5126	2,68	1,21	Var
4. KAT	2,80	3,13 / S4104	1,96 / S4126	2,54	1,23	Var
3. KAT	2,80	2,88 / S3104	1,72 / S3126	2,30	1,25	Var
2. KAT	2,80	2,46 / S2104	1,38 / S2126	1,92	1,28	Var
1. KAT	2,80	1,83 / S1104	0,94 / S1126	1,38	1,32	Var
Z.KAT	2,80	0,89 / SZ103	0,39 / SZ125	0,64	1,39	Var

Tablo 4.351. Sistem 4 X yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,59 / S11126	2,09 / S11104	2,34	1,11	Yok
10. KAT	2,80	2,76 / S10126	2,14 / S10104	2,45	1,13	Yok
9. KAT	2,80	2,93 / S9126	2,19 / S9104	2,56	1,15	Yok
8. KAT	2,80	3,09 / S8126	2,22 / S8104	2,66	1,16	Yok
7. KAT	2,80	3,21 / S7126	2,23 / S7104	2,72	1,18	Yok
6. KAT	2,80	3,27 / S6126	2,20 / S6104	2,74	1,20	Yok
5. KAT	2,80	3,25 / S5126	2,11 / S5104	2,68	1,21	Var
4. KAT	2,80	3,13 / S4126	1,96 / S4104	2,54	1,23	Var
3. KAT	2,80	2,88 / S3126	1,72 / S3104	2,30	1,25	Var
2. KAT	2,80	2,45 / S2126	1,38 / S2104	1,92	1,28	Var
1. KAT	2,80	1,82 / S1126	0,94 / S1104	1,38	1,32	Var
Z.KAT	2,80	0,89 / SZ125	0,39 / SZ103	0,64	1,39	Var

Tablo 4.352. Sistem 4 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,17 / S11115	1,75 / S11118	1,96	1,11	Yok
10. KAT	2,80	2,31 / S10115	1,79 / S10118	2,05	1,13	Yok
9. KAT	2,80	2,45 / S9115	1,83 / S9118	2,14	1,15	Yok
8. KAT	2,80	2,59 / S8115	1,87 / S8118	2,23	1,16	Yok
7. KAT	2,80	2,70 / S7115	1,88 / S7118	2,29	1,18	Yok
6. KAT	2,80	2,75 / S6115	1,85 / S6118	2,30	1,20	Yok
5. KAT	2,80	2,73 / S5115	1,78 / S5118	2,26	1,21	Var
4. KAT	2,80	2,63 / S4115	1,65 / S4118	2,14	1,23	Var
3. KAT	2,80	2,42 / S3115	1,44 / S3118	1,93	1,25	Var
2. KAT	2,80	2,06 / S2115	1,16 / S2118	1,61	1,28	Var
1. KAT	2,80	1,53 / S1115	0,79 / S1118	1,16	1,32	Var
Z.KAT	2,80	0,75 / SZ111	0,33 / SZ114	0,54	1,39	Var

Tablo 4.353. Sistem 4 Y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği

Katlar		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1,2$
11. KAT	2,80	2,17 / S11118	1,74 / S11115	1,96	1,11	Yok
10. KAT	2,80	2,31 / S10118	1,78 / S10115	2,05	1,13	Yok
9. KAT	2,80	2,46 / S9118	1,83 / S9115	2,14	1,15	Yok
8. KAT	2,80	2,60 / S8118	1,86 / S8115	2,23	1,17	Yok
7. KAT	2,80	2,70 / S7118	1,87 / S7115	2,29	1,18	Yok
6. KAT	2,80	2,76 / S6118	1,84 / S6115	2,30	1,20	Yok
5. KAT	2,80	2,74 / S5118	1,77 / S5115	2,26	1,21	Var
4. KAT	2,80	2,64 / S4118	1,64 / S4115	2,14	1,23	Var
3. KAT	2,80	2,42 / S3118	1,44 / S3115	1,93	1,25	Var
2. KAT	2,80	2,07 / S2118	1,16 / S2115	1,61	1,28	Var
1. KAT	2,80	1,54 / S1118	0,79 / S1115	1,16	1,32	Var
Z.KAT	2,80	0,75 / SZ114	0,33 / SZ111	0,54	1,39	Var

Δ_i : Binanın i'nci katındaki azaltılmış görel kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{\text{ort}}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

η_{bi} : i'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı olarak tanımlanmıştır.

Yukarıdaki burulma düzensizliği tablolarında maksimum ve minimum görel kat öteleme değerleri bulundukları elemanlarla birlikte ve ortalama değerleri verilmiştir. Denklem 3.13, 3.14 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “A1 burulma düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda A1 burulma

düzensizliğinin her iki doğrultuda beşinci kata kadar bulunduğu ve üstündeki katlarda bulunmadığı görülmektedir. Burulma düzensizliği en fazla zemin katta bulunup üst katlara çıktıkça azalmaktadır.

Tablo 4.354. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
9. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
8. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
7. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
5. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
4. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
3. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
2. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
1. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74
Z.KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74

Tablo 4.355. Sistem 4 X yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma A_w(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_g(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_k(i+1)$ [m ²]	$\Sigma A_e(i+1)$	hc(i)	$\eta_c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
9. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
8. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
7. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
5. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
4. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
3. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
2. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
1. KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	5,80	18,00	6,28	24,74	1,00	Yok

Tablo 4.356. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı
Kat	h [m]	$\Sigma Aw(i)$ [m ²]	$\Sigma Ag(i)$ [m ²]	$\Sigma Ak(i)$ [m ²]	$\Sigma Ae(i)$ [m ²]
10. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
9. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
8. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
7. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
5. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
4. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
3. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
2. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
1. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74
Z.KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74

Tablo 4.357. Sistem 4 Y yönü B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği(zayıf kat)

Katlar		Kolon Alan	Perde Alan	Duvar Alan	Kesme Alanı	Katsayı	Kontrol
Kat	h [m]	$\Sigma Aw(i+1)$ [m ²]	$\Sigma Ag(i+1)$ [m ²]	$\Sigma Ak(i+1)$ [m ²]	$\Sigma Ae(i+1)$	hc(i)	$\eta c(i) > 0,80$
10. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
9. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
8. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
7. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
6. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
5. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
4. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
3. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
2. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
1. KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok
Z.KAT	2,80	5,80	18,00	6,25	24,74	1,00	Yok

η_{ki} : i'nci katta tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı

$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'nci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi olarak tanımlanmaktadır.

Yukarıdaki komşu katlar arası dayanım düzensizliği tablolarında katın etkili kesme alanı bir üstündeki katınki ile verilip alt kattaki etkili kesme alanı üst kattaki etkiye oran değerleri verilmiştir. Denklem 3.18 kullanılarak yukarıdaki tablolarda da gösterildiği üzere “B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği” hesaplanıp kontrolleri yapılmış ve yapıda B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliğinin

bulunmadığı tespit edilmiştir. Perde yerleşiminin X ve Y doğrultularında simetrik olmasından dolayı her iki doğrultudaki alan ve oran değerleri hemen hemen aynıdır.

BÖLÜM 5. HESAP SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde sistem verileri ve sonuçları kendi aralarında karşılaştırılıp irdelenerek perde yerleşimi için optimum sonuç elde edilmeye çalışılmıştır.

5.1. 4 Katlı Olan Sistemlerin Karşılaştırılması

5.1.1. Sistemlerin geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması

Sistemler oluşturulurken taşıyıcı sistemlerinde farklılıklar oluşturulmuş ve yapı geometrisine uyum sağlayacak şekilde perde yerleşimi değiştirilmiştir.

Tablo 5.1. Sistemlerin geometrik olarak karşılaştırılması

Sistem	Yapı Ağırlığı	Toplam Düşey Taşıyıcı Alanı	Kat Ortalama Kolon Alanı	Kat Perde Alanı	Kat Yapı Alanı	Perde Oranı
	(t)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
Sistem 1	1625,89	20,80	2,56	18,24	400	0,0456
Sistem 2	1627,81	20,78	2,78	18	400	0,0450
Sistem 3	1686,98	22,52	4,52	18	400	0,0450
Sistem 4	1811,83	26,48	8,48	18	400	0,0450

Tablo 5.1.'de görüldüğü üzere sistemler arasında en hafif olan Sistem 1'dir. Sistem 4 hariç diğer sistemler arasında fazla bir ağırlık farkı yoktur. Sistemler arasında en fazla ağırlığa sahip olan Sistem 4'tür. Perde alanları birbirlerine yakın ve sabit tutulduğu için kolon boyutlarında değişimler olmuştur. En fazla düşey taşıyıcı alanına sahip olan Sistem 4, en az düşey taşıyıcı alanına sahip olan ise Sistem 2'dir. Sistemlerin perde oranları Sistem 1'deki ufak bir fark sayılmazsa aynı kabul edilebilir.

5.1.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması

Sistemlerin ağırlıkları ve rijitlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu sebeble, yapı modal analizi sonucunda bulunan sistem periyotlarında farklılıklar oluşacağı, sistemlerin düşey taşıyıcı elemanlarının farklılık göstermesiyle oluşturulan bu sistemlerin hesabında ortaya çıkan ilk farklılıkların yapı periyotları olacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 5.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması

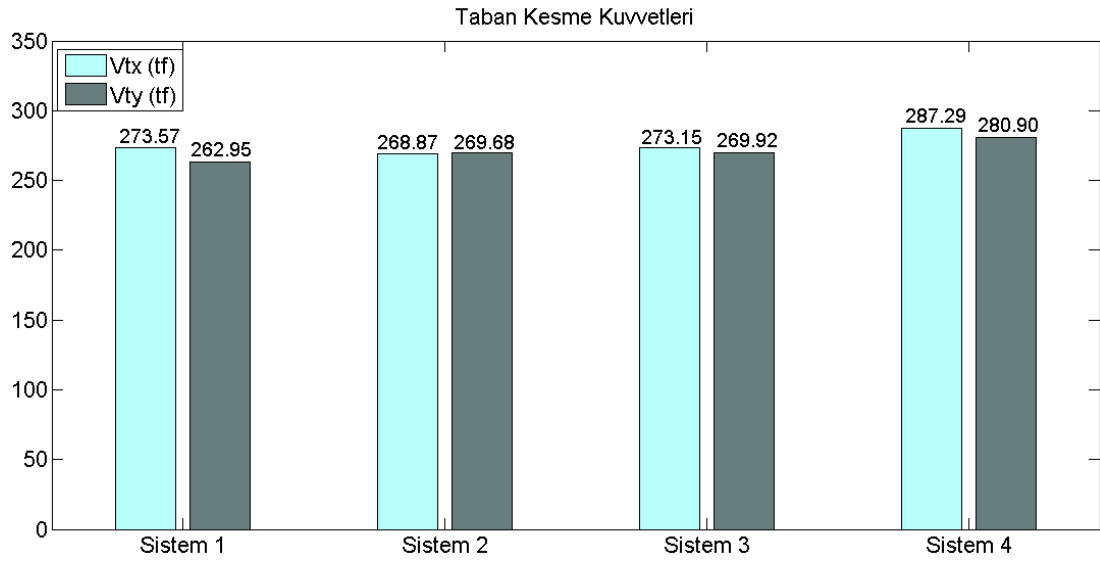
Sistem	T1 (sn)
Sistem 1	0,14454
Sistem 2	0,13337
Sistem 3	0,23212
Sistem 4	0,20412

Tablo 5.2. incelendiğinde en düşük periyoda sahip olan Sistem 2 olarak görülmektedir. Sistem 1 ile Sistem 2'yi, Sistem 3 ile Sistem 4'ü kendi aralarında gruba ayırabiliriz. Sistem 1 ile Sistem 2 birbirine benzer bir tasarıma sahip olup benzer davranış gösterirken, Sistem 2 ile Sistem 4 diğer iki sistemden farklı olarak değişik bir tasarıma sahip olup benzer davranış göstermektedirler. Sistem 1 ile Sistem 2 arasında, Sistem 1 hafif olduğundan dolayı periyodu Sistem 2'den fazlayken aynı sebepten dolayı Sistem 3'ün periyoduda Sistem 4'ten fazladır. Bu durumda sistemlerin taban kesme kuvvetlerinde periyotları ile ters orantılı bir şekilde farklılık göstereceği tahmin edilmektedir.

5.1.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

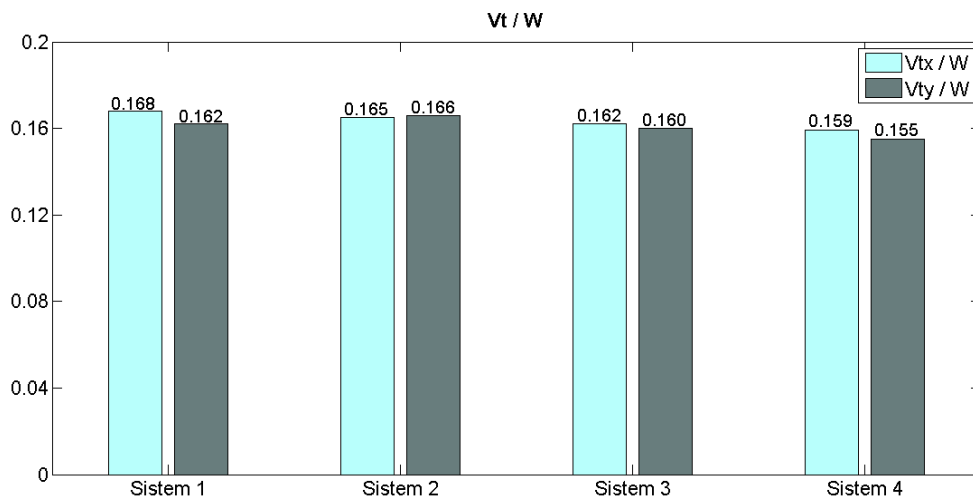
5.1.3.1. Eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetleri

Taban kesme kuvvetinde bir etken olan yapı ağırlığı, taban kesme kuvvetiyle doğru orantılı olduğu için sistemler arasında ağırlığı fazla olan sistemlere daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceği tahmin edilmektedir.



Şekil 5.1. 4 katlı sistemlerin eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri

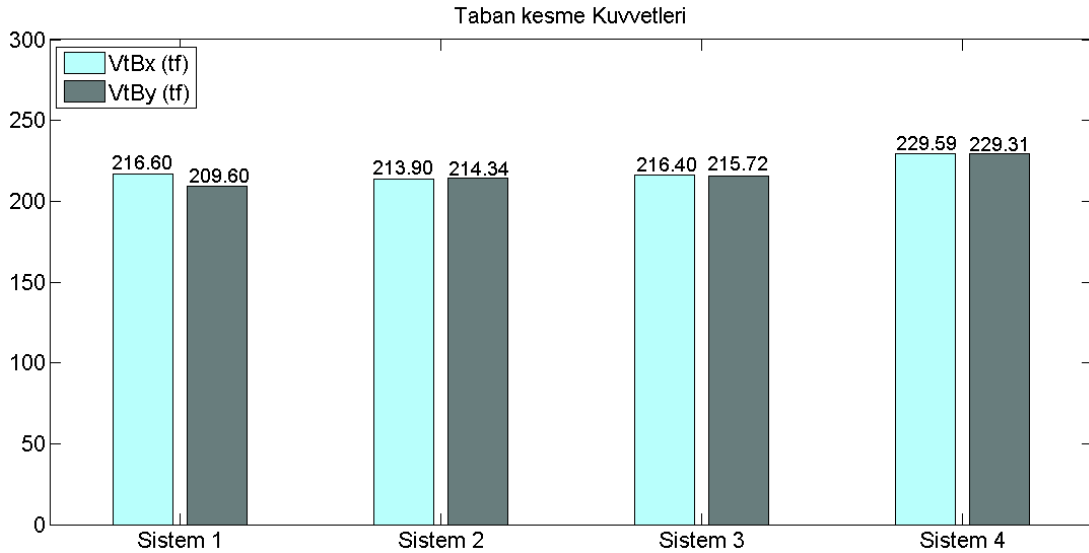
Şekil 5.1.'de görüldüğü gibi eşdeğer taban kesme kuvvetleri rijitliklere paralel olacak bir biçimde değişim göstermiştir. En fazla rijitliğe sahip olan Sistem 4'e en çok değere sahip olan taban kesme kuvvetleri etki etmektedir. X doğrultusunda en düşük eşdeğer taban kesme kuvveti etki eden Sistem 2, Y doğrultusunda en düşük eşdeğer taban kesme kuvveti etki eden Sistem 1 olmuştur. Şekil 5.2.'de ise eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin sistem ağırlıklarına oranları verilmiştir. En ağır ve en rijit olan Sistem 4'ün oranları en düşük değerlere sahiptirler. Sistem 1 ve Sistem 2'nin oranları kendilerine etki eden eşdeğer deprem kuvveti, taban kesme kuvvetleri ile sistem ağırlıkları çok yakın olduğundan paralellik göstermiştir.



Şekil 5.2. 4 katlı sistemlerin eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları

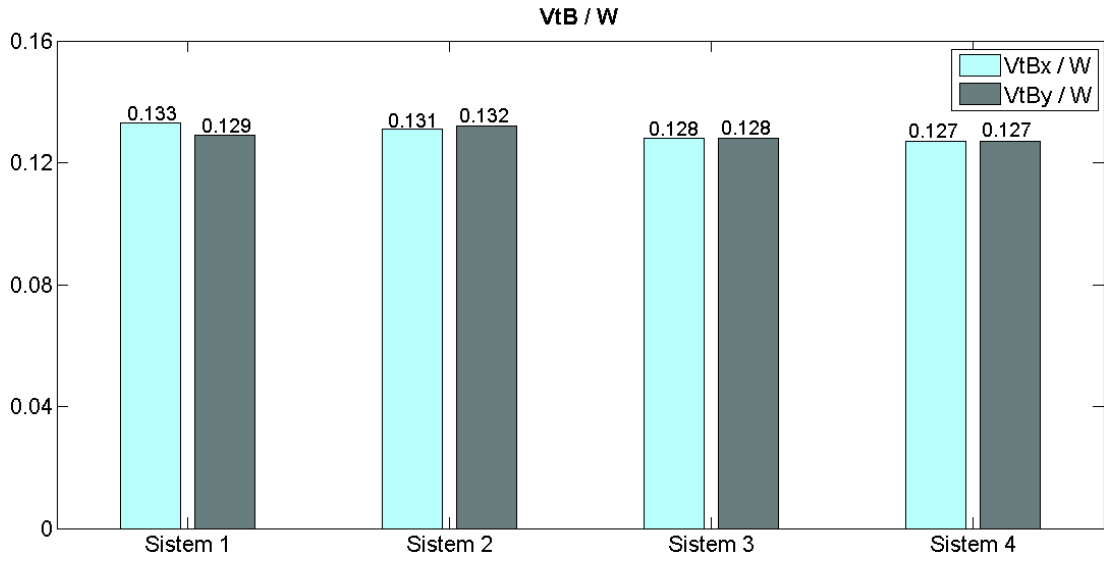
5.1.3.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri

Mod birleştirme yöntemi için yukarıda karşılaştırılması yapılan eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetlerindeki sonuçlara benzeyen sonuçlar tahmin edilmektedir.



Şekil 5.3. 4 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri değerleri

Şekil 5.3.'te görüldüğü üzere taban kesme kuvveti değerleri, eşdeğer taban kesme kuvveti değerlerinde olduğu gibi mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri değerlerinde de sistemlerin rijitliğine bağlı olarak paralel bir biçimde değişim göstermektedir. En rijit sistem olan Sistem 4'e en çok mod birleştirme taban kesme kuvvetleri etki etmektedir. En düşük mod birleştirme taban kesme kuvvetine X doğrultusunda etki eden Sistem 2, Y doğrultusunda etki eden Sistem 1 olmuştur. Şekil 5.4.'te ise, mod birleştirme taban kesme kuvvetlerinin sistem ağırlıklarına oranları verilmiştir. En ağır ve en rijit olan Sistem 4'ün oranları en düşük değerlere sahiptirler. Sistem 1 ve Sistem 2'nin oranları, kendilerine etki eden mod birleştirme taban kesme kuvvetleri ile sistem ağırlıkları çok yakın olduğundan paralellik göstermiştir.



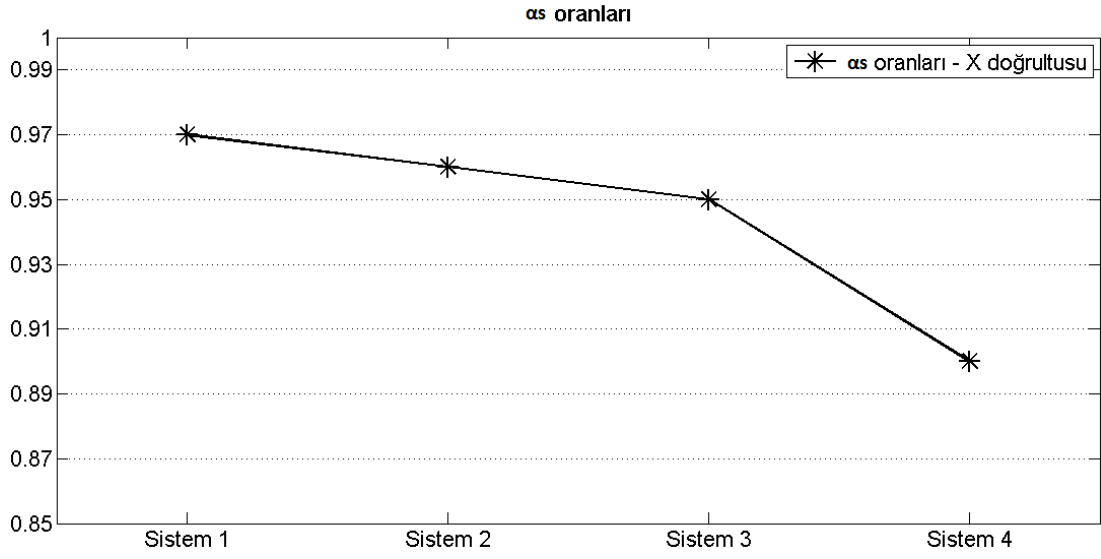
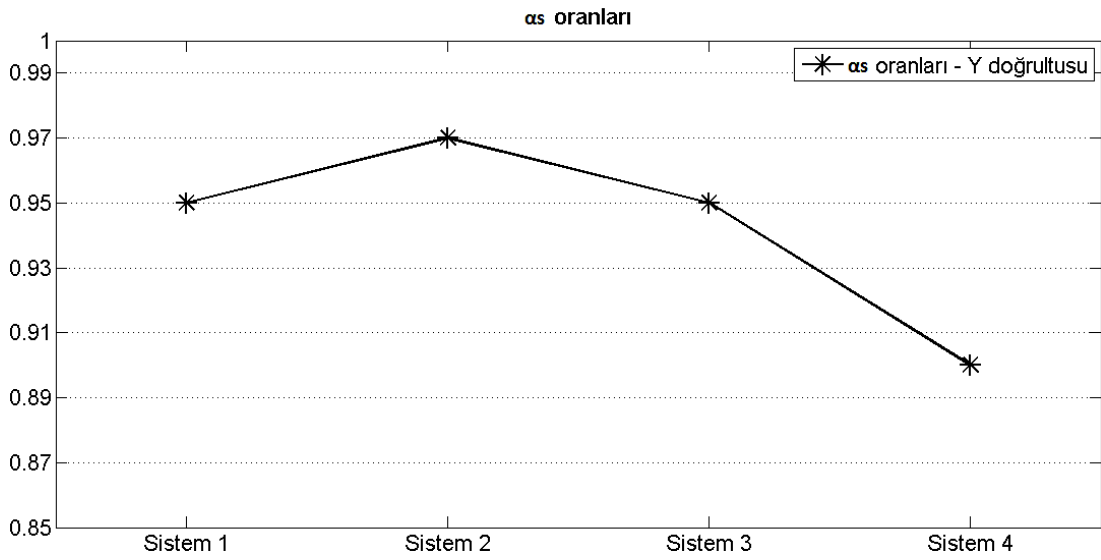
Şekil 5.4. 4 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları

5.1.4. α_s değerlerinin karşılaştırılması

α_s katsayısı, DBYBHY 2007’de süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanına etkiyen taban kesme kuvvetinin tümünün toplamının, tüm binaya etki eden taban kesme kuvvetine oranı olarak tanımlanmaktadır. Perdelerin karşıladığı taban kesme kuvveti ile α_s değeri doğru orantılıdır. Bunun sebebi sisteme etkiyen toplam taban kesme kuvvetinin paydada sabit olmasıdır.

Tablo 5.3. α_s değerleri

	X yönü $V_{perde,x} / V_{tx}$	Y yönü $V_{perde,y} / V_{ty}$
Sistem 1	0,97	0,95
Sistem 2	0,96	0,97
Sistem 3	0,95	0,95
Sistem 4	0,90	0,90

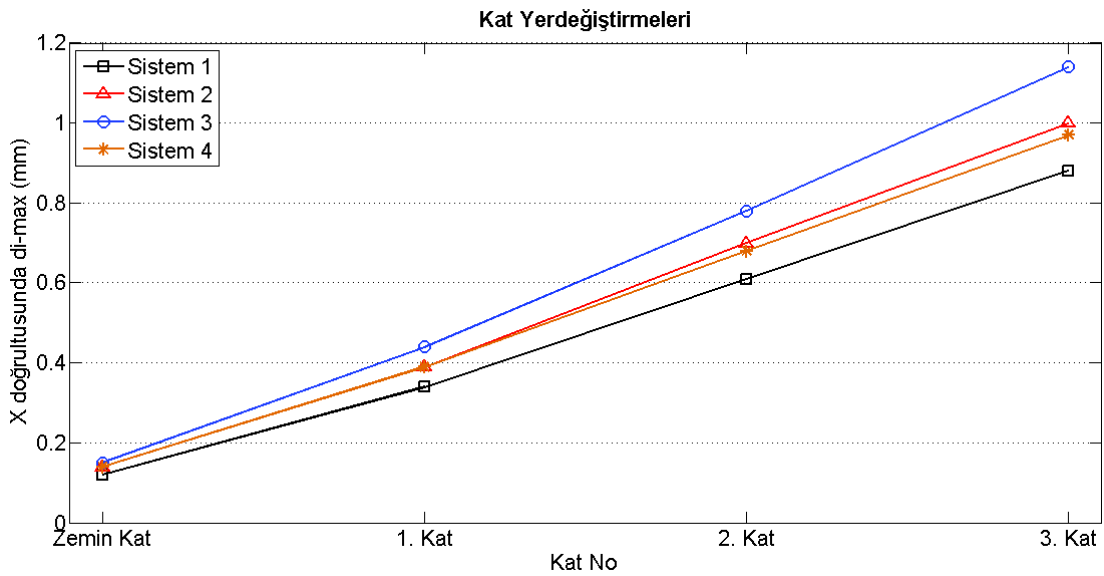
Şekil 5.5. 4 katlı sistemlerin X yönündeki α_s değerleriŞekil 5.6. 4 katlı sistemlerin Y yönündeki α_s değerleri

Şekil 5.5.'ten anlaşılabacağı üzere X doğrultusunda Sistem 1'deki perde duvarlar, sistemlere etkileyen taban kesme kuvvetini diğer sistemlere oranla daha çok karşılamışlardır. Sistem 1'den sonra sırasıyla Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4'teki perde duvarlar gelmektedir. Sistem 4'teki perdeler ise taban kesme kuvvetini en az karşılayan perdeler olmuştur.

Şekil 5.6.'da ise Y doğrultusunda Sistem 2'deki perde duvarlar, sistemlere etkiyen taban kesme kuvvetini diğer sistemlere oranla daha çok karşılamıştır. Y doğrultusunda Sistem 1 perdelerinin taban kesme kuvvetini karşılama oranları, X doğrultusuna göre azalmışken, Sistem 2'nin artmış, Sistem 3 ve Sistem 4'ün sabit kalmıştır.

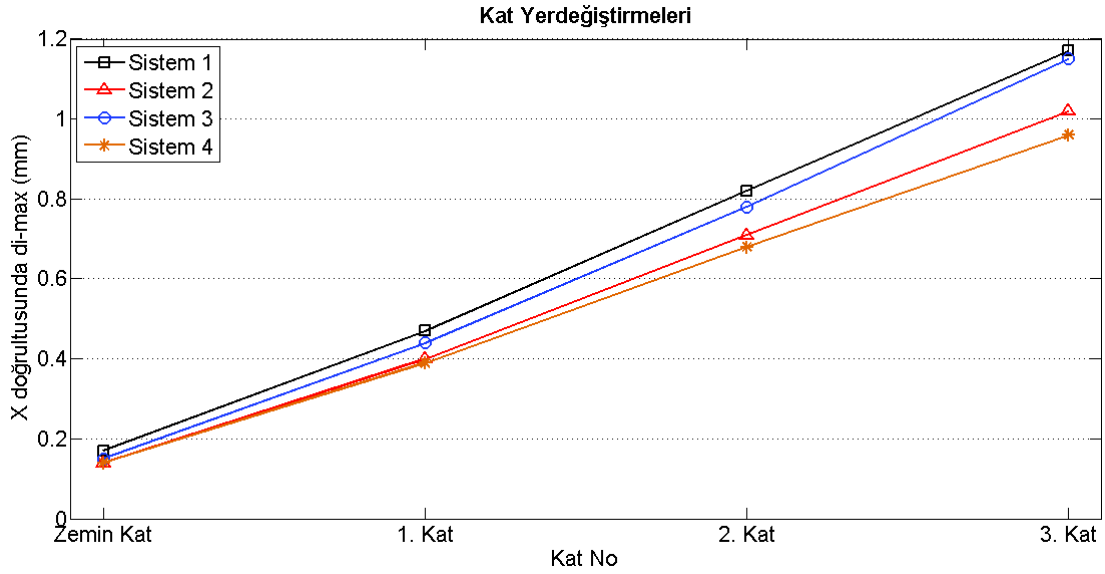
5.1.5. Kat yerdeğiştirme ve görel kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Sistemlerin elde edilen X ve Y doğrultularındaki yer değiştirmeleri Şekil 5.7. ve 5.8.'de gösterilmiştir.



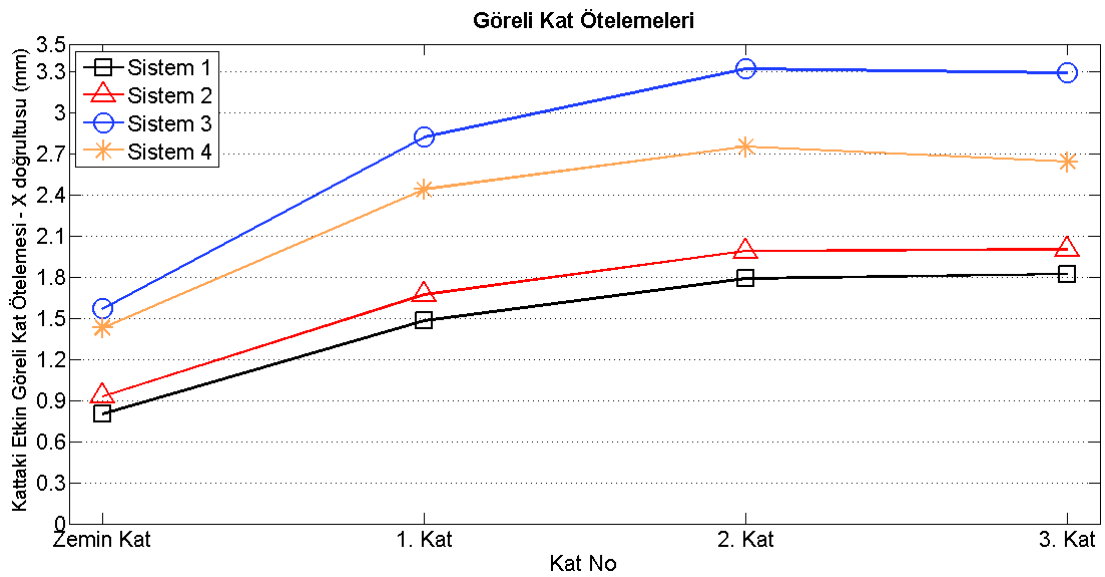
Şekil 5.7. 4 katlı sistemlerin X yönündeki yer değiştirmeleri

Şekil 5.7.'de görüldüğü üzere X doğrultusunda bütün katlarda en az yerdeğiştirmeyi yapan Sistem 1'dir. Sistem 1'in maksimum yer değiştirmesi 0,88 mm ile son kattadır. Sistem 2 ve Sistem 4 son katlardaki 1 mm ve 0,97 mm'lik yer değiştirmeleri ile birbirlerine oldukça yakın olarak değer almışlar ve bu durum diğer bütün katlarda da benzer şekilde görülmektedir. Sistem 3 ise bütün katlarda diğer sistemlerden daha fazla yer değiştirmeye sahip olup son kattaki maksimum yer değiştirmesi 1,14 mm'dir.



Şekil 5.8. 4 katlı sistemlerin Y yönündeki yer değiştirmeleri

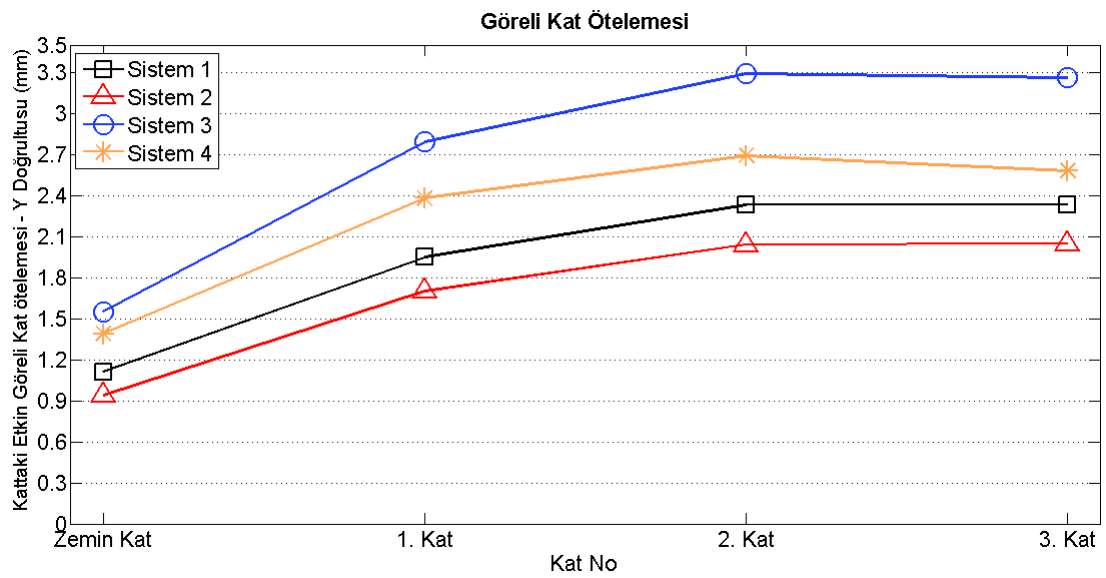
Şekil 5.8.'de Y doğrultusundaki yer değiştirmelerin Şekil 5.7.'de gösterilen X doğrultusundaki yer değiştirmelere oranla Sistem 1 hariç hemen hemen hiç farkı yoktur. En çok yer değiştirmeyi X doğrultusunun aksine son kattaki 1,17 mm'lik maksimum yer değiştirmesi ile Sistem 1 yapmıştır. Sistem 2 ve Sistem 4 yine X doğrultusunda olduğu gibi 1,02 mm ve 0,96 mm'lik son katlardaki maksimum yer değiştirmeler ile birbirlerine yakın değerler almışlar ve bu fark diğer katlarda daha da az miktarda ortaya çıkmaktadır. En az yer değiştirmeyi yapan Sistem 4'tür.



Şekil 5.9. 4 katlı sistemlerin X doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri

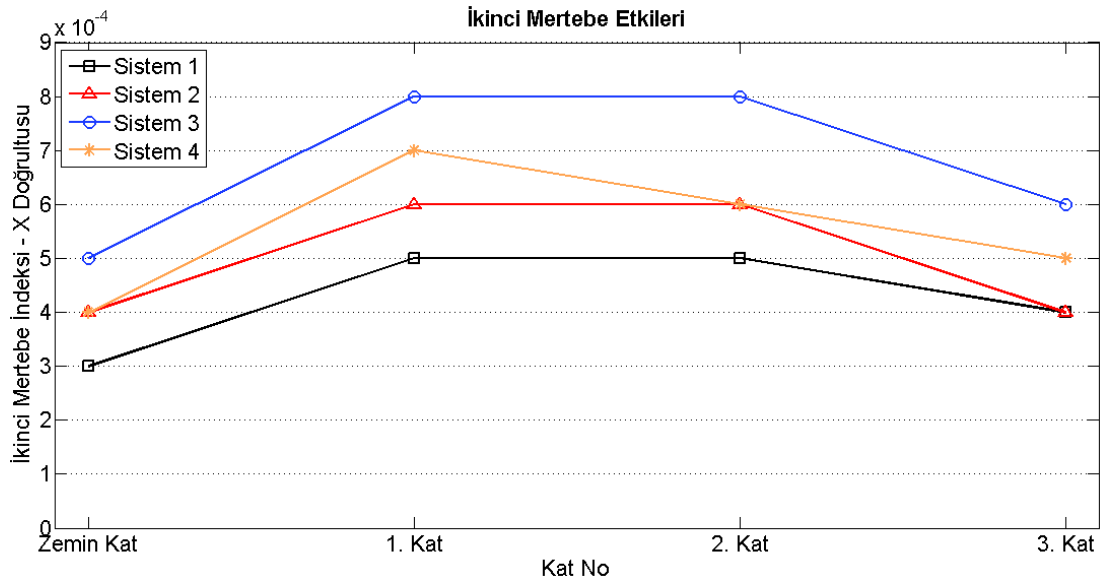
Şekil 5.9.'dan da görüldüğü gibi en yüksek etkin görel kat ötelemeleri Sistem 1 ve Sistem 2'nin son katında, Sistem 3 ve Sistem 4'ün ikinci katında olduğu gözlemlenmektedir. Katlarda en yüksek etkin görel kat ötelemelerine sahip olan Sistem 3'tür olup en az etkin kat ötelemelerine sahip olan ise Sistem 1'dir.

Şekil 5.10.'da ise Y doğrultusunda, yer değiştirmelerde olduğu gibi Sistem 1'in X doğrultusuna göre görel kat ötelemeleri artmış ve Sistem 2 ile Sistem 3'ün arasında kalmıştır. Y doğrultusunda en az görel kat ötelemelerine sahip olan ise Sistem 2'dir.



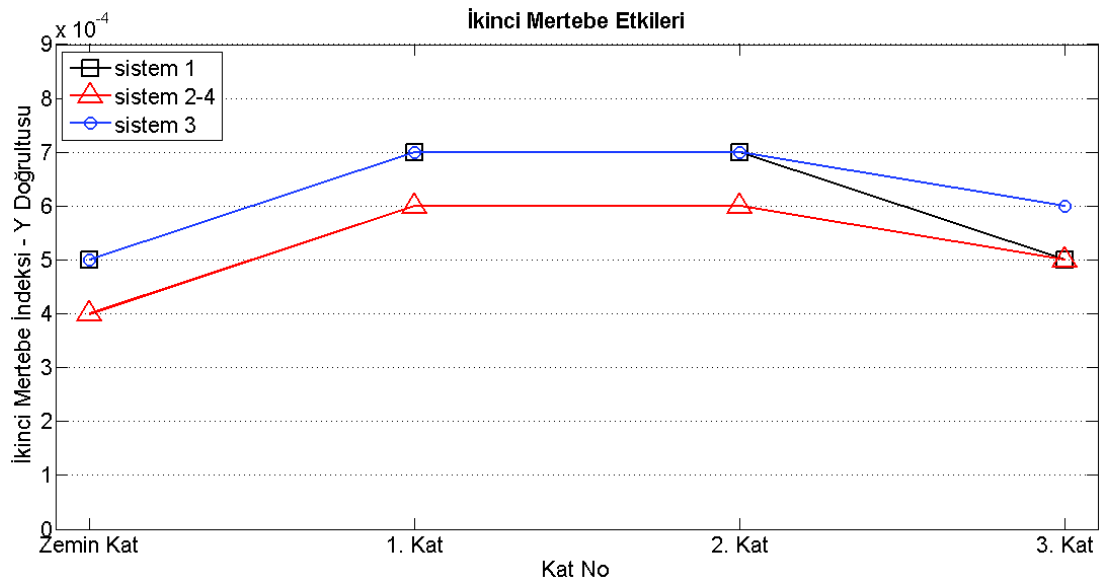
Şekil 5.10. 4 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki görel kat ötelemeleri

5.1.6. Sistemlerin ikinci merteye etkilerinin karşılaştırılması



Şekil 5.11. 4 katlı sistemlerin X doğrultusundaki ikinci merteye etkileri

Şekil 5.11. incelendiğinde görülecektir ki X doğrultusunda Sistem 1 en az ikinci merteye indekslerine sahipken onu Sistem 2 takip etmiştir. En fazla ikinci merteye indekslerine sahip olan ise Sistem 3'tür. Bütün sistemler paralellik gösterirken Sistem 4'ün birinci katından sonra, ikinci merteye indeksi lineer şekilde azalmaktadır.

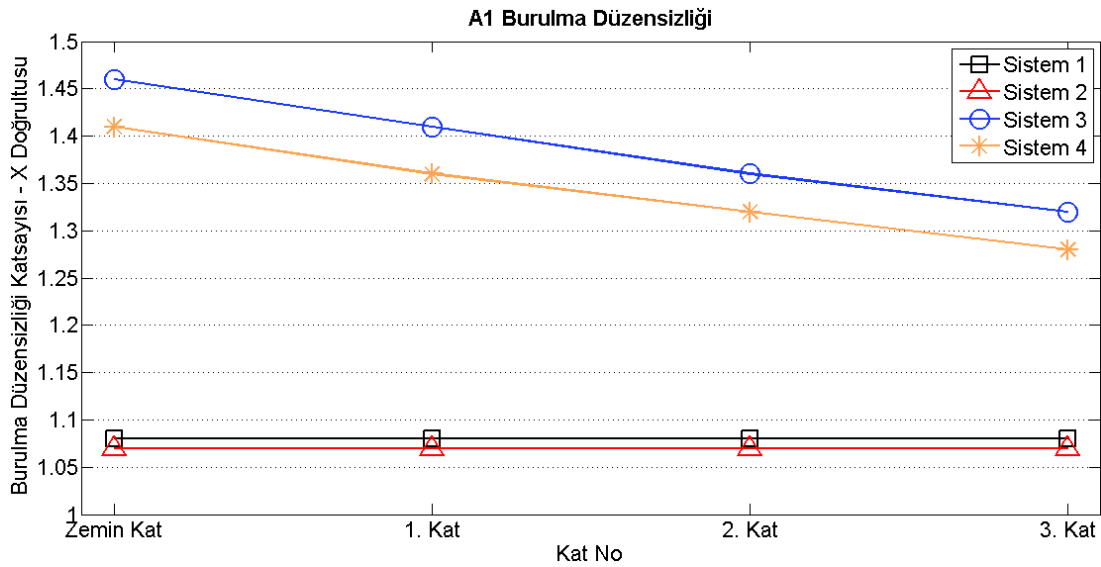


Şekil 5.12. 4 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki ikinci merteye etkileri

Şekil 5.12.'den de görüleceği üzere Y doğrultusunda Sistem 2 ve Sistem 4 aynı değerleri alarak en az ikinci mertebe indekslerine sahip olmuşlardır. Sistem 1 ve Sistem 3, ikinci kata kadar aynı ikinci mertebe indekslerine sahipken ikinci kattan sonra farklı değerler alarak Sistem 3, en fazla ikinci mertebe indekslerine sahip sistem olmuştur.

5.1.7. Sistemlerin A1 burulma düzensizliği bakımından karşılaştırılması

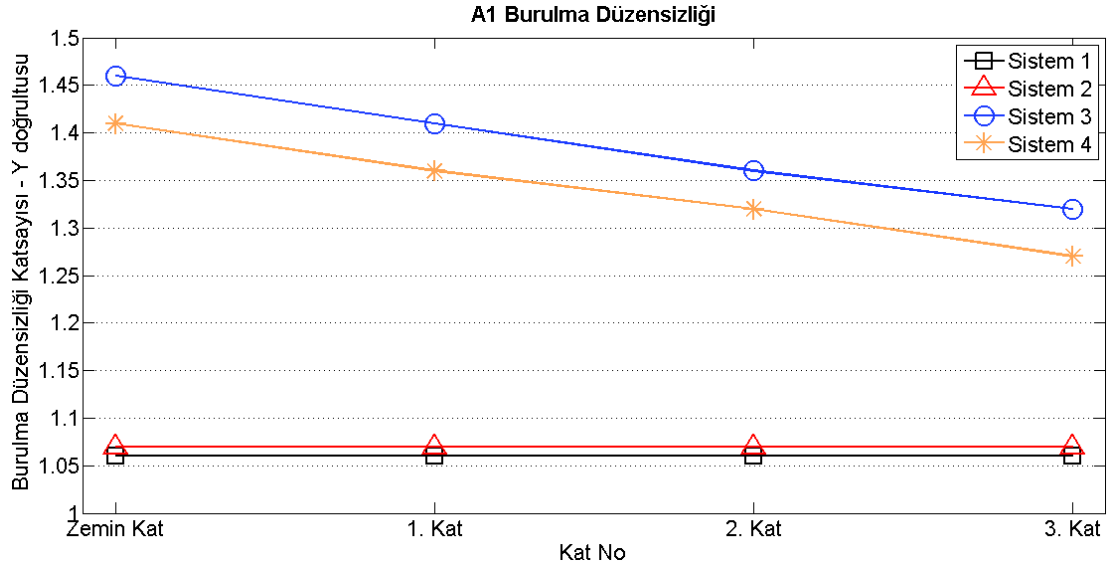
Sistemlerin elde edilen burulma düzensizliği katsayıları X ve Y deprem doğrultularında aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 5.13. 4 katlı sistemlerin X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı

Şekil 5.13.'te görüldüğü üzere Sistem 1 ve Sistem 2'in tüm katlarında burulma düzensizliği katsayısı sabit kalmıştır. En az burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan ise Sistem 2'dir. Sistem 1 ve Sistem 2'de taşıyıcı perde duvarlar deprem kuvveti doğrultusuna paralel, yapı çevresi doğrultusunda olacak şekilde yerleştirilmiştir. İki sistemin burulma düzensizliği katsayıları, tüm katlarda sabit kalmış ve birbirlerine yakın bir şekilde değerler almışlardır. Sistem 3 ve Sistem 4'te ise taşıyıcı perdeler yapı dışından merkezine doğru yerleştirilmiştir. Diğer iki sistemdeki gibi burulma düzensizliği katsayıları birbirine yakın değerler almış ve kat sayısı arttıkça burulma düzensizliği katsayıları azalmıştır.

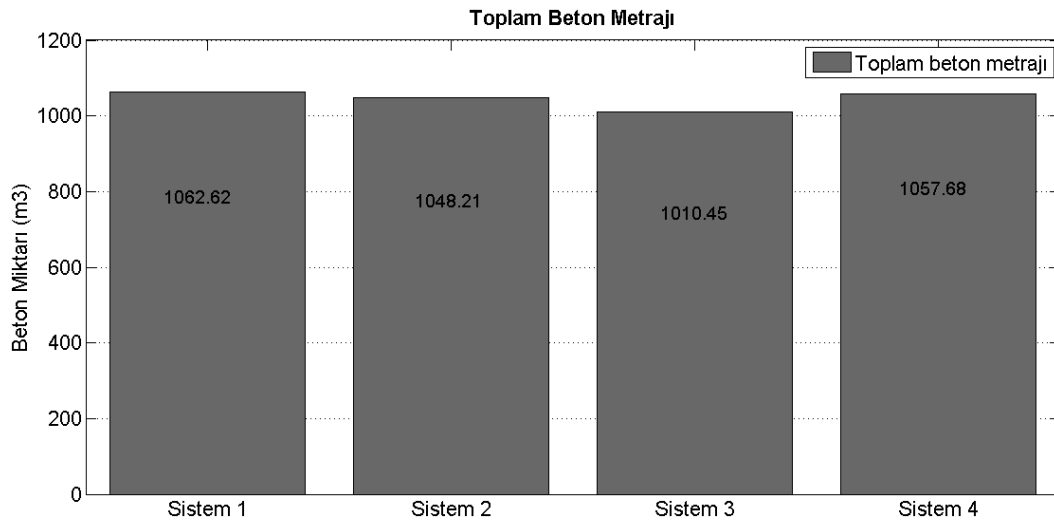
Şekil 5.14.'te görüldüğü üzere durum Y doğrultusunda da aynıdır tek fark Sistem 1 ile Sistem 2 sıralamada yer değiştirmişlerdir. Y doğrultusunda en az burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan Sistem 1 olup onu Sistem 2 takip etmiştir.



Şekil 5.14. 4 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı

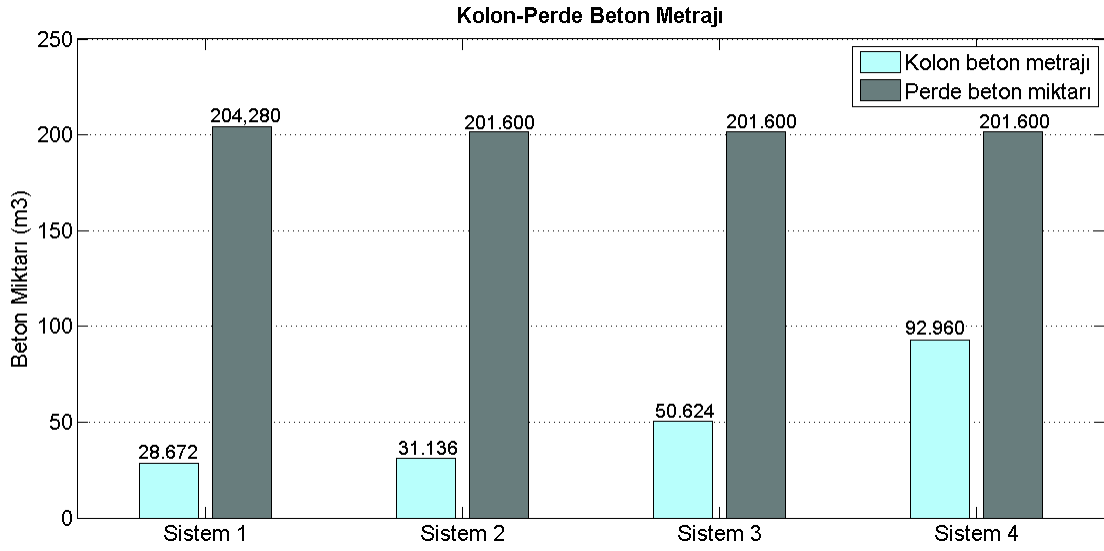
5.1.8. Sistemlerin beton ve donatı metrajlarının karşılaştırılması

Beton metrajlarında kolon ve perde metrajları ile toplam metrajlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.



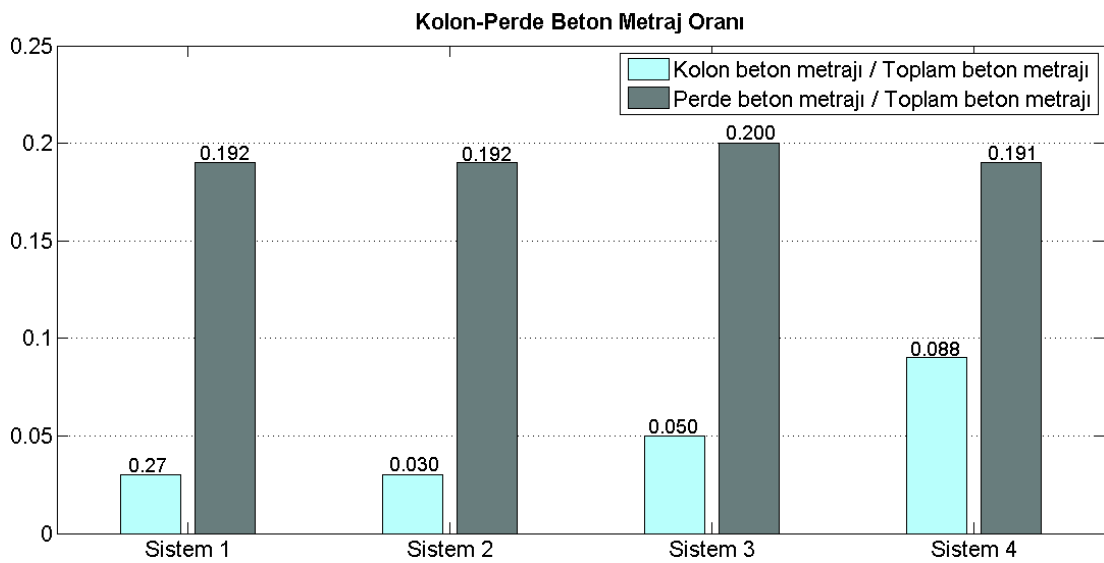
Şekil 5.15. Sistemlerin toplam beton metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.15.'te görüldüğü üzere, toplam beton metrajlarında en az beton metrajına sahip olan Sistem 3 olup onu sırasıyla Sistem 2, Sistem 4 ve Sistem 1 takip etmektedir.



Şekil 5.16. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının karşılaştırılması

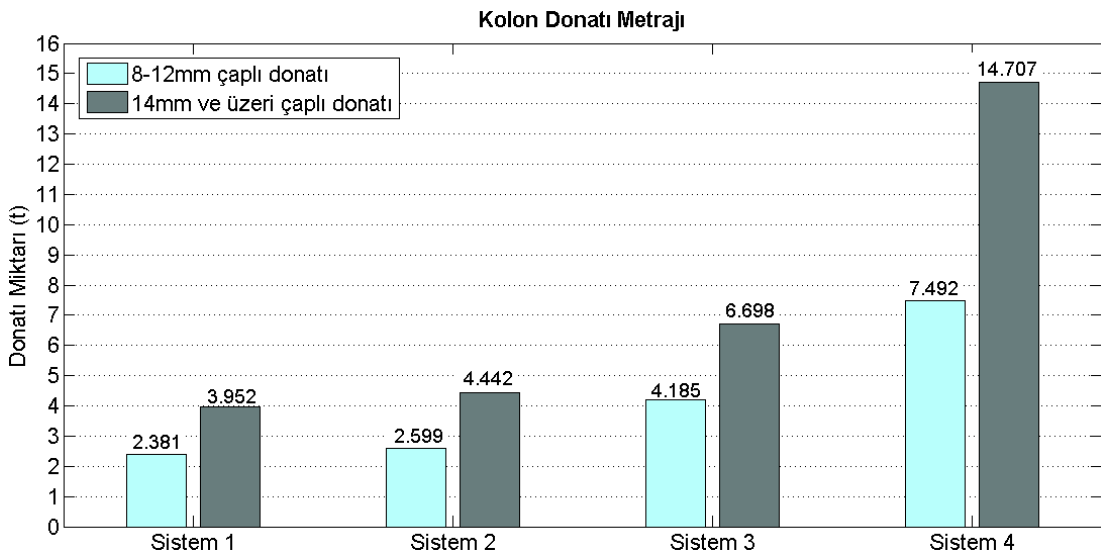
Şekil 5.16.'da görüldüğü üzere perde beton metrajları sabit kalırken Sistem 1'den Sistem 4'e doğru kolon beton metrajları artış göstermektedir. En fazla kolon beton metrajına açık bir fark ile sahip olan Sistem 4 iken en az kolon beton metrajına sahip Sistem 1'dir.



Şekil 5.17. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının toplam beton metrajına oranlarının karşılaştırılması

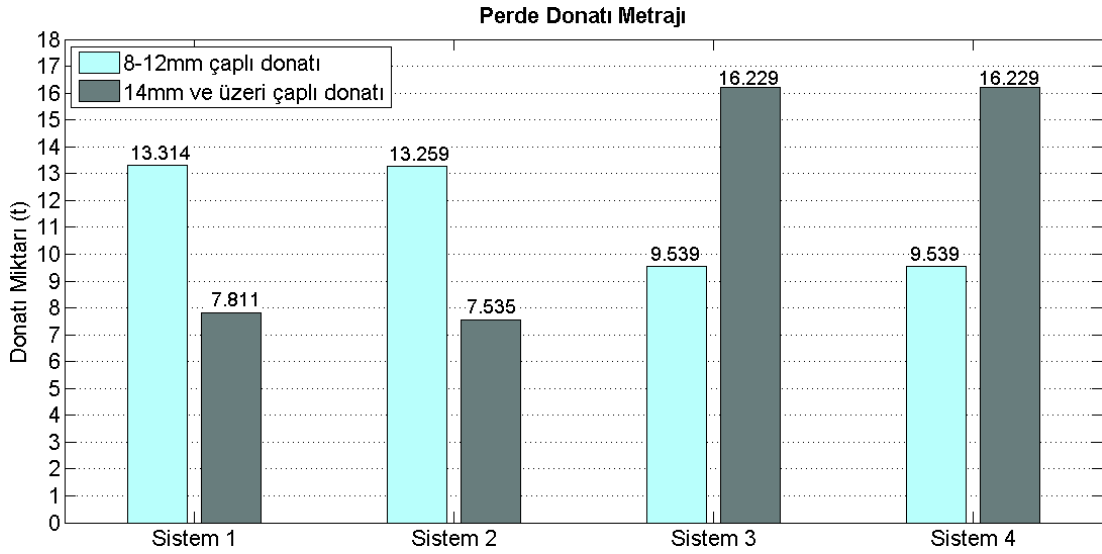
Şekil 5.17.'den görüldüğü üzere perde beton metrajları oranları arasında en fazla orana sahip olan Sistem 3'tür. Sistem 3'ün oranının fazla çıkmasındaki sebep, Sistem 3'ün toplam beton metrajının az olmasıdır. Toplam beton metrajı en yüksek olan Sistem 1'in perde beton metrajının diğerlerinden fazla olması sebebinden dolayı perde beton metraj oranı en düşük çıkmamıştır. En düşük perde beton metraj oranına sahip olan Sistem 4'tür. Kolon metraj oranları ise Şekil 5.16.'daki kolon-perde beton metraj değerleri ile doğru orantılı şekilde görülmektedir.

Sistemlerin donatı metrajlarında, beton metrajlarında olduğu gibi perde ve kolonlar dikkate alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Yalnız, donatı metrajlarında 8-12 mm donatı çapı ve 14 mm ve üzeri aralığında donatılar gruplandırılarak metrajlar hesaplanıp karşılaştırılmaya sunulmuştur.



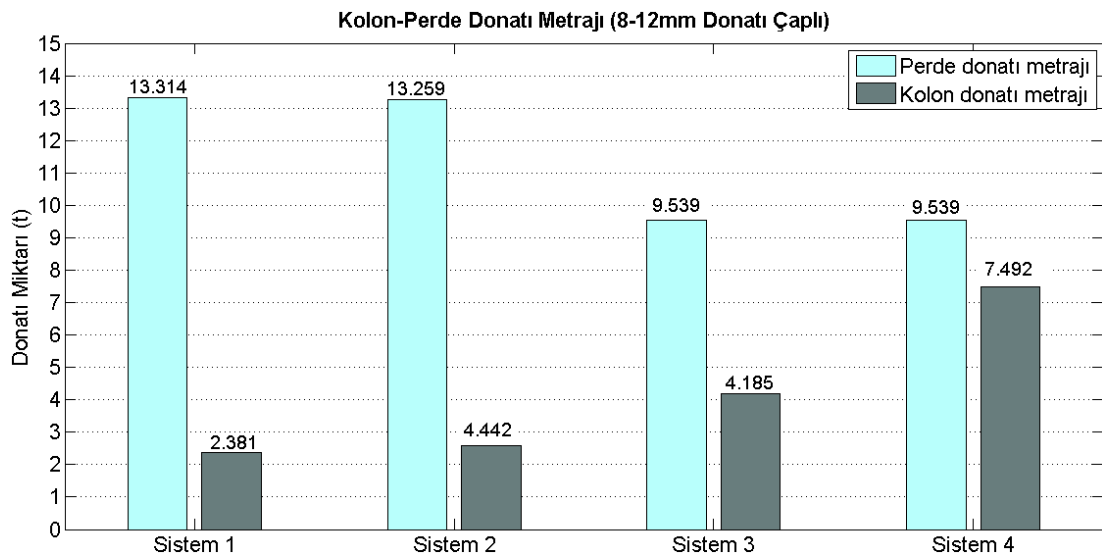
Şekil 5.18. Sistemlerin kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.18.'deki kolon donatı metrajlarından anlaşılacağı üzere Sistem 1'den Sistem 4'e doğru hem 8-12 mm aralığında hem de 14 mm ve üzeri aralığında artış görülmektedir. Sistem 1, en az donatı değerlerine sahip olurken Sistem 4, Sistem 3'ün neredeyse iki katı donatı metrajları ile en fazla değerlere sahip olan sistemdir.

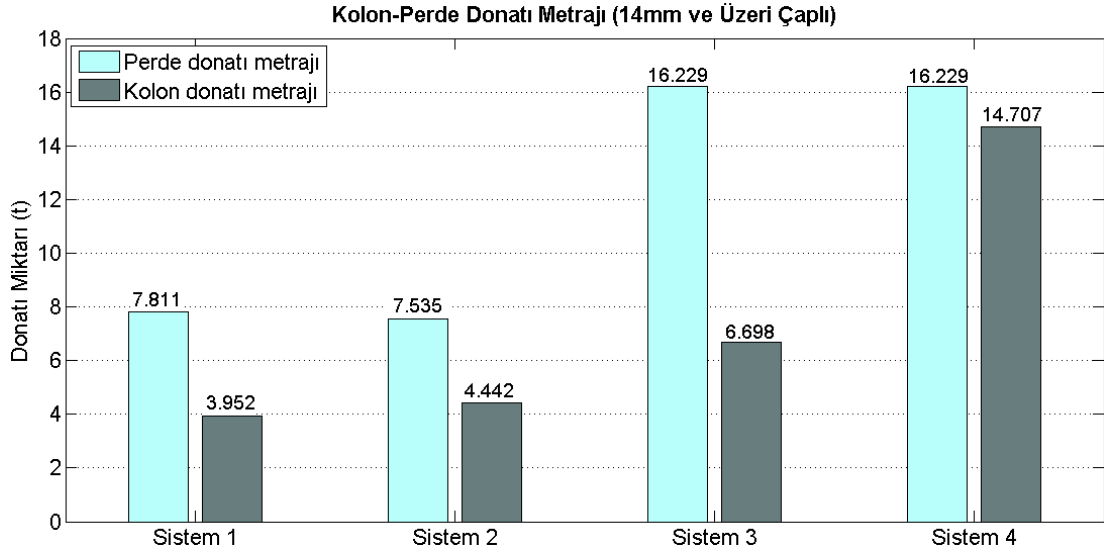


Şekil 5.19. Sistemlerin perde donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.19. incelendiğinde, 8-12 mm perde donatılarının Sistem 2’de maksimum olmak üzere, Sistem 1 ve Sistem 2’de en fazla miktarlara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum, 14 mm ve üzeri perde donatı metrajlarında ise en ağır iki sistemde daha fazladır. Ayrıca, diğer sistemlerin neredeyse iki katı miktarında 14 mm ve üzeri donatı miktarı bulunmaktadır. Sistemlerde iki donatı grubu aralığında ters orantı bulunmaktadır. Şekil 5.19., Şekil 5.20. ve Şekil 5.21.’deki gibi ağır sistemlere kalın perde donatıları, hafif sistemlerde ise ince perde donatıları fazla olduğu görülmektedir.

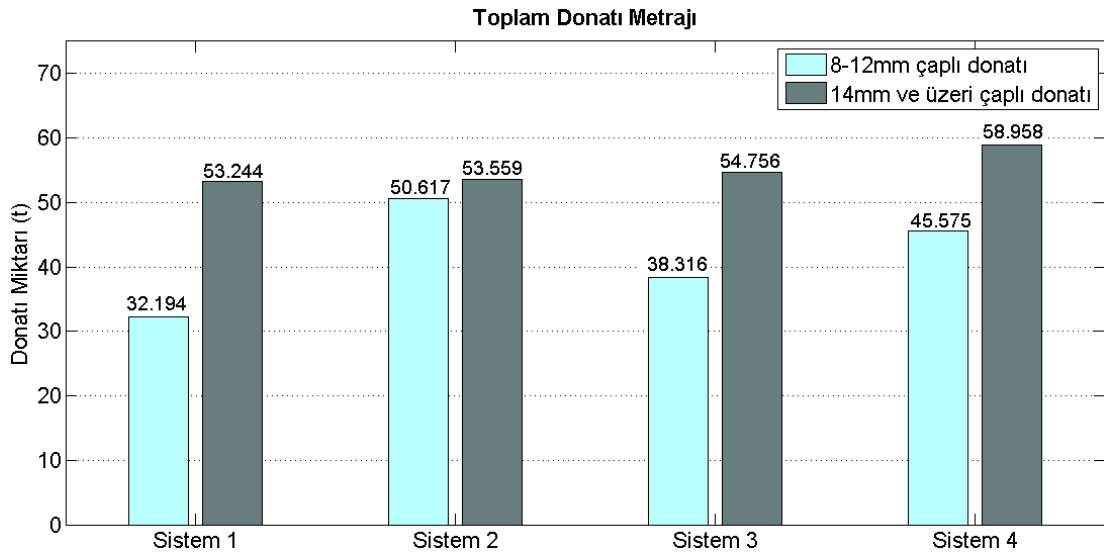


Şekil 5.20. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması(8-12 mm çaplı)



Şekil 5.21. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (14 mm ve üzeri çaplı)

Kolon donatı metrajları, hem 8-12 mm çap aralığında hem de 12 mm ve üzeri çap aralığında Sistem 1’den Sistem 4’e doğru artış göstermiştir.



Şekil 5.22. Sistemlerin toplam donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.22.’de görüldüğü üzere Sistem 2 en fazla 8-12 mm donatı metrajına sahip olan sistemken Sistem 1 en az 8-12 mm donatı metrajına sahip olan sistemdir. Sistem 4 en fazla 14 mm ve üzeri donatı metrajına sahipken en az 14 mm ve üzeri donatı metrajına sahip olan Sistem 1’dir.

5.1.9. Sistemlerin yapı performans değerlendirilmesi sonuçları

Tablo 5.4. Sistemlerin performans değerlendirme sonuçları

	Deprem Yükleme		Deprem Yükleme	
	+X Yönü	-X Yönü	+Y Yönü	-Y Yönü
Sistem 1	HK	HK	HK	HK
Sistem 2	HK	HK	HK	HK
Sistem 3	HK	HK	HK	HK
Sistem 4	HK	HK	HK	HK

Tablo 5.4.'te görüldüğü üzere bütün sistemlerin tüm deprem yüklemesi yönlerinde performans değerlendirme sonuçları hemen kullanım çıkmıştır.

5.2. 8 Katlı Olan Sistemlerin Karşılaştırılması

5.2.1. Sistemlerin geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması

Tablo 5.5. Sistemlerin geometrik olarak karşılaştırılması

Sistem	Yapı Ağırlığı	Toplam Düşey Taşıyıcı Alanı	Kat Ortalama Kolon Alanı	Kat Perde Alanı	Kat Yapı Alanı	Perde Oranı
	(t)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
Sistem 1	3049,92	20,62	2,38	18,24	400	0,0456
Sistem 2	3251,54	20,68	2,68	18	400	0,0450
Sistem 3	3358,72	22,21	4,21	18	400	0,0450
Sistem 4	3585,88	25,51	7,51	18	400	0,0450

Tablo 5.5.'te görüldüğü üzere, en hafif Sistem 1, sonra sırasıyla Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4'tür. Sistem 4 hariç diğer sistemler arasında fazla ağırlık farkı bulunmamaktadır. Perde alan ve oranları 4 katlı sistemler ile aynıdır. Toplam düşey taşıyıcı alanı en az olan Sistem 1 iken en fazla olan Sistem 4'tür. Toplam düşey taşıyıcı alanları yapı ağırlıkları ile doğru orantılı olarak değişmektedir.

5.2.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması

Sistemlerin ağırlıkları ve rijitlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu sebeble, yapı modal analizi sonucunda bulunan sistem periyotlarında farklılıklar oluşacağı, sistemlerin düşey taşıyıcı elemanlarının farklılık göstermesiyle oluşturulan bu sistemlerin hesabında ortaya çıkan ilk farklılıkların yapı periyotları olacağı bilinmektedir. Periyotların ağırlıkları ve taban kesme kuvvetleri ile ters bir orantı içinde olacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 5.6. Sistem periyotlarının karşılaştırılması

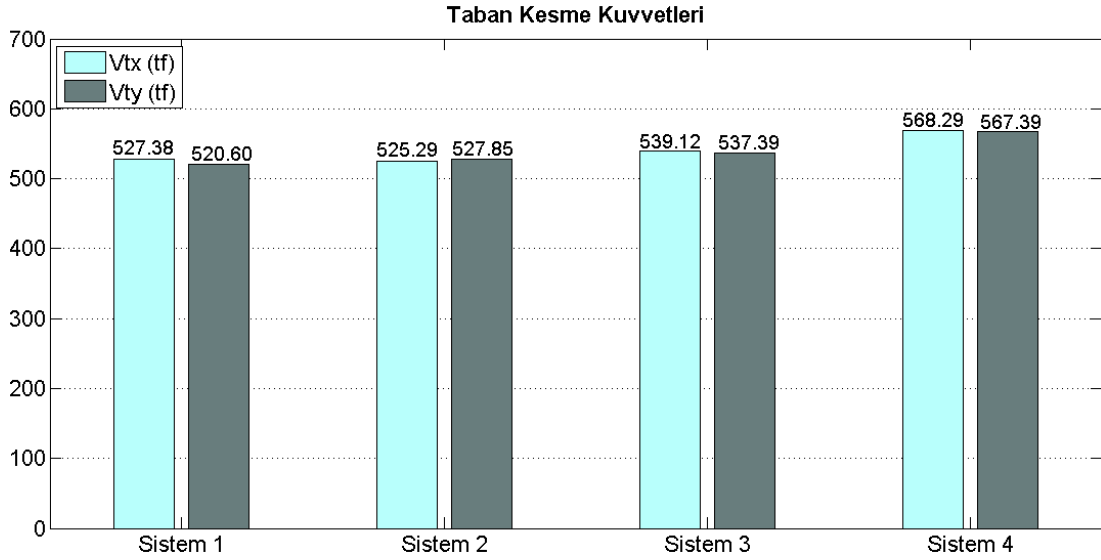
Sistem	T1 (sn)
Sistem 1	0,38318
Sistem 2	0,35133
Sistem 3	0,52823
Sistem 4	0,44670

Sistemler arasındaki farklılık ve değişimler 4 katlı olan sistemlerdeki gibidir. Sistem 1 ve Sistem 2 kendi arasında bir grup, Sistem 3 ve Sistem 4 kendi arasında bir grup olarak ayrılabilir. Sistem 1, ağırlıkça Sistem 2’den hafiftir ve periyodu Sistem 2’den fazladır. Sistem 3 ağırlıkça Sistem 4’den hafiftir ve periyodu Sistem 4’ten fazladır.

5.2.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

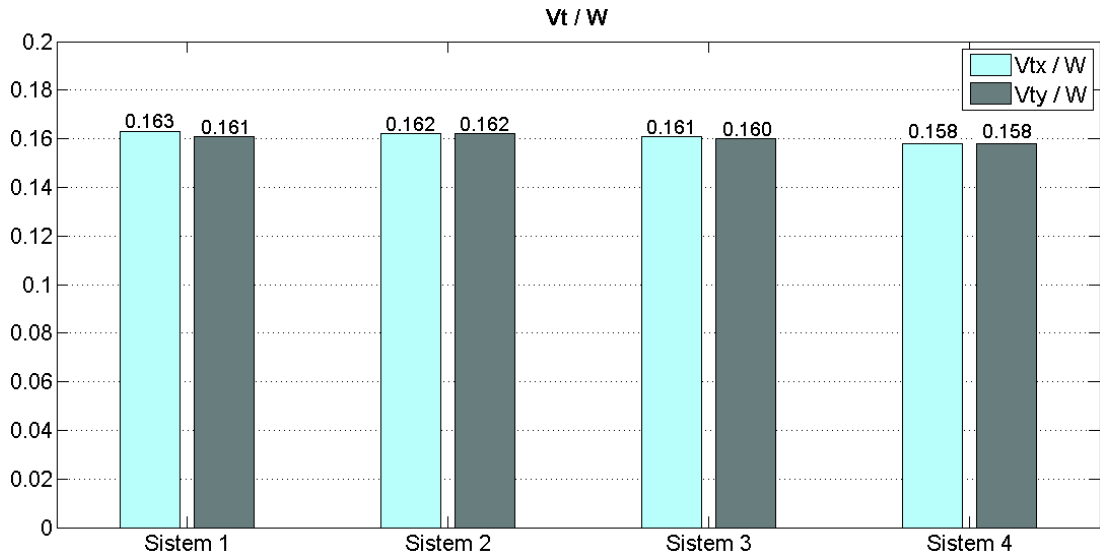
5.2.3.1. Eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetleri

Taban kesme kuvvetinde bir etken olan yapı ağırlığı, taban kesme kuvvetiyle doğru orantılı olduğu için sistemler arasında ağırlığı fazla olan sistemlere daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceği tahmin edilmektedir.



Şekil 5.23. 8 katlı sistemlerin eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri

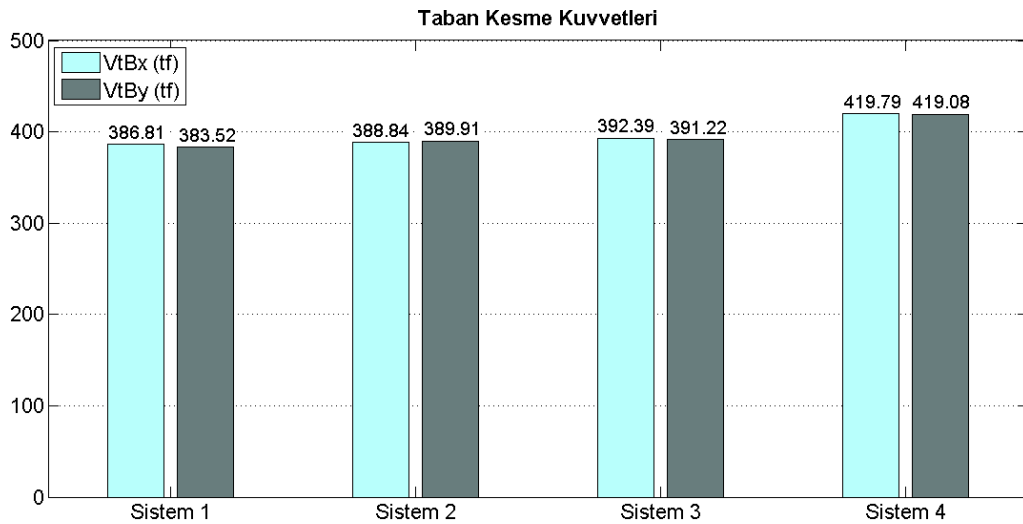
Şekil 5.23.'te görüldüğü üzere X doğrultusunda Sistem 1, Sistem 2'den hafif olmasına rağmen X doğrultusunda daha rijit olduğundan dolayı eşdeğer taban kesme kuvveti, Sistem 2'den daha fazladır fakat birbirlerine yakındırlar. X doğrultusunda Sistem 2, en az eşdeğer taban kesme kuvvetine sahip olurken Sistem 4, en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetine sahip olmuştur. Y doğrultusu incelendiğinde ise, eşdeğer taban kesme kuvvetleri sistem ağırlıkları ile doğru orantılı şekilde değer almışlardır. Y doğrultusunda en az eşdeğer taban kesme kuvvetine sahip olan Sistem 1 iken Sistem 4 en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetine sahiptir. Şekil 5.24 incelendiğinde X doğrultusunda en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranına sahip olan Sistem 1 olup sırasıyla Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4'e doğru azalmaktadır. Y doğrultusunda ise en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranına sahip olan Sistem 2 olup bu oran sırasıyla Sistem 1, Sistem 3 ve Sistem 4'e doğru azalmaktadır.



Şekil 5.24. 8 katlı sistemlerin eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları

5.2.3.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri

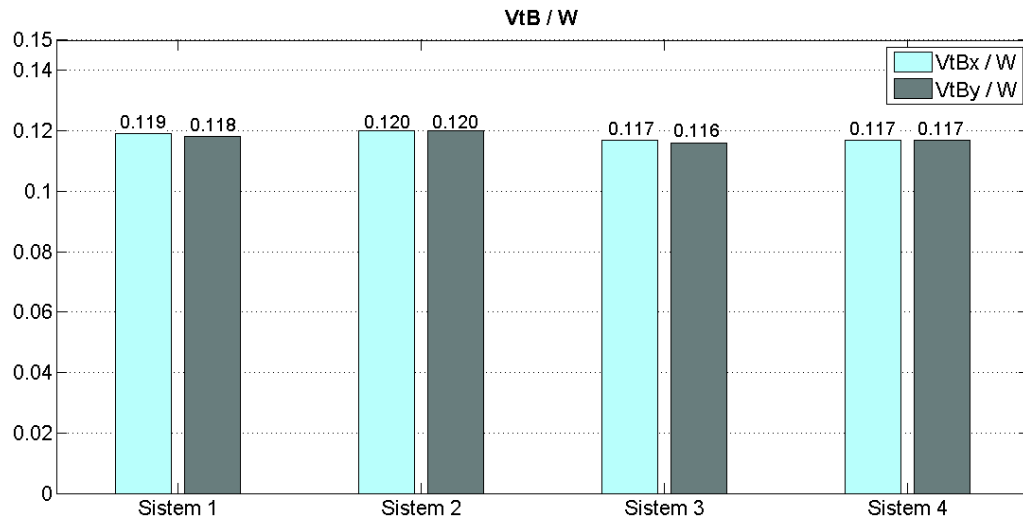
Mod birleştirme yöntemi için, taban kesme kuvvetleri yukarıda karşılaştırılması yapılan eşdeğer taban kesme kuvvetlerindeki benzer sonuçlar tahmin edilmektedir.



Şekil 5.25. 8 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri değerleri

Şekil 5.25. incelendiğinde mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetlerinin, eşdeğer taban kesme kuvvetleri ile aynı oranda değişim gösterdiği görülmektedir. X doğrultusunda Sistem 1, Sistem 2'den hafif olmasına rağmen Sistem 2'den daha rijit olduğu için mod taban kesme kuvveti, Sistem 2'den daha

fazladır. En az mod taban kesme kuvvetine sahip olan Sistem 2, ardından sırasıyla artarak Sistem 1, Sistem 3 ve Sistem 4 gelmektedir. Y doğrultusunda ise mod taban kesme kuvvetlerinin hepsi sistem ağırlıkları ile doğru bir orantı içindedirler. En az mod taban kesme kuvvetine sahip olan sistem, sistem ağırlığı en hafif olan Sistem 1'dir. En fazla mod taban kesme kuvvetine sahip olan sistem ise en fazla sistem ağırlığına sahip olan Sistem 4'tür.



Şekil 5.26. 8 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranla

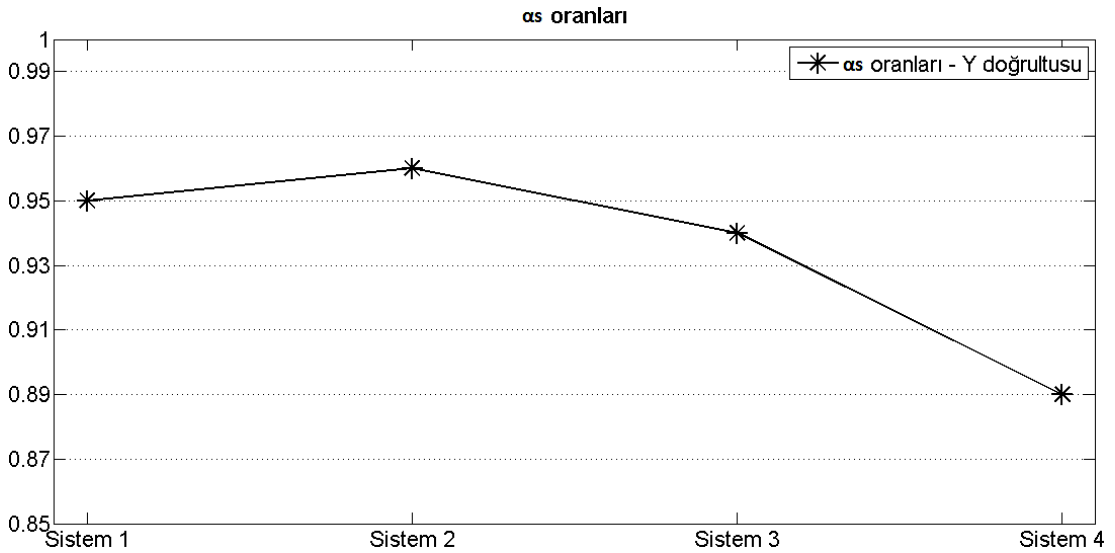
Şekil 5.26. incelendiğinde ise X ve Y doğrultularında mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlıklıklarına oranları en çok Sistem 2'de görülmektedir. Ardından sırasıyla Sistem 1, Sistem 3 ve Sistem 4'e doğru azalmaktadır. Sistem 3 ve Sistem 4 ise X doğrultusunda aynı orana sahiptirler.

5.2.4. α_s değerlerinin karşılaştırılması

α_s katsayısı, DBYBHY 2007'de süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanına etkiyen taban kesme kuvvetinin tümünün toplamının, tüm binaya etki eden taban kesme kuvvetine oranı olarak tanımlanmaktadır. Perdelerin karşıladığı taban kesme kuvveti ile α_s değeri doğru orantılıdır. Bunun sebebi ise sisteme etkiyen toplam taban kesme kuvvetinin paydada sabit olmasıdır.

Tablo 5.7. α_s değerleri

	X yönü $V_{perde,x} / V_{tx}$	Y yönü $V_{perde,y} / V_{ty}$
Sistem 1	0,97	0,95
Sistem 2	0,96	0,96
Sistem 3	0,94	0,94
Sistem 4	0,89	0,89

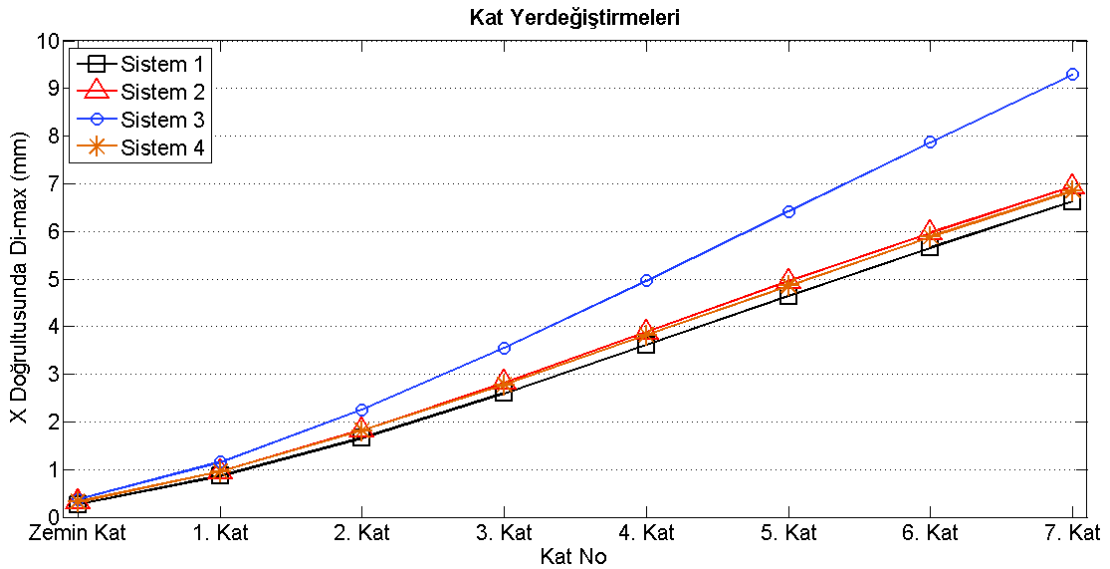
Şekil 5.27. 8 katlı sistemlerin X yönündeki α_s değerleriŞekil 5.28. 8 katlı sistemlerin Y yönündeki α_s değerleri

Şekil 5.27.'de görüldüğü üzere X doğrultusunda Sistem 1'deki perde duvarlar, sistemlere etkiyen taban kesme kuvvetini diğer sistemlere oranla daha fazla karşılamışlardır. Sistem 1'den sonra sırasıyla Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4'teki perde duvarlar gelmektedir. Sistem 4'teki perdeler ise taban kesme kuvvetini en az karşılayan perdeler olmuşlardır.

Şekil 5.28.'de ise Y doğrultusunda ise Sistem 2'deki perde duvarlar, sistemlere etkiyen taban kesme kuvvetini diğer sistemlere oranla daha fazla karşılamışlardır. Sistem 1 perdelerinin taban kesme kuvvetini karşılama oranları, Y doğrultusunda X doğrultusuna göre azalmışken Sistem 2'nin artmış, Sistem 3 ve Sistem 4'ün sabit kalmıştır.

5.2.5. Kat yerdeğiştirme ve görel kat ötelemelerinin karşılaştırılması

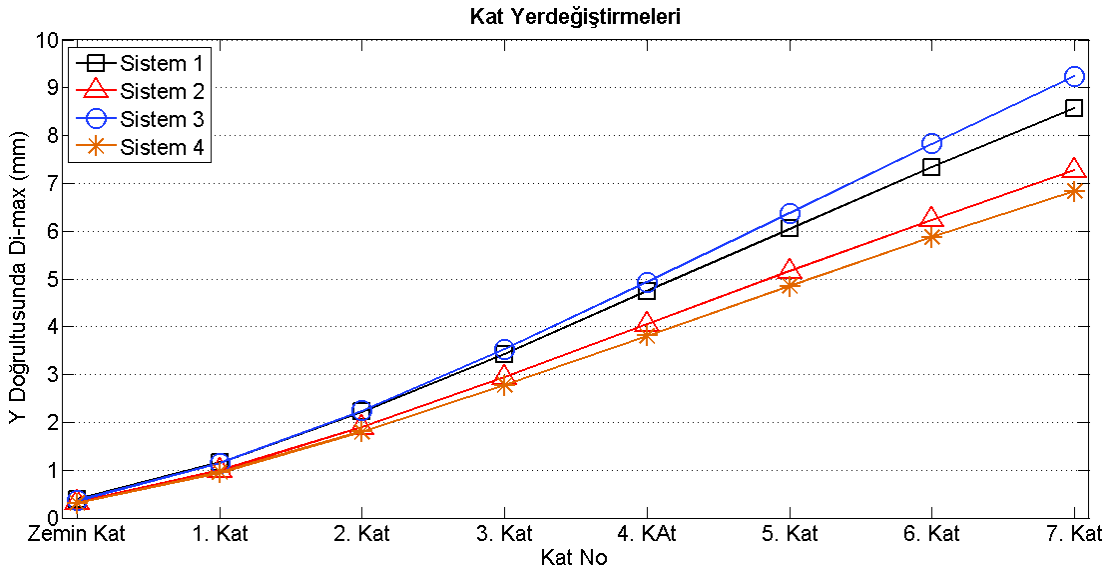
Sistemlerin X ve Y doğrultularındaki elde edilen yer değiştirmeleri Şekil 5.29. ve 5.30.'da gösterilmiştir.



Şekil 5.29. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki yer değiştirmeleri

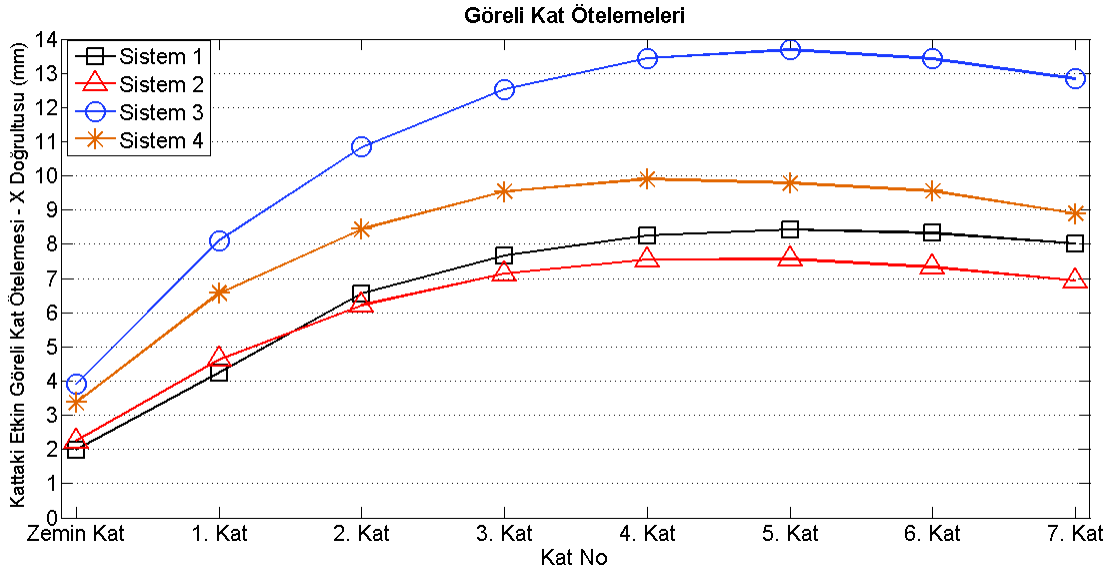
Şekil 5.29.'da görüldüğü üzere X doğrultusunda tüm katlarda en az yerdeğiştirmeyi yapan Sistem 1'dir. Sistem 1'in maksimum yer değiştirmesi 6,63 mm ile son kattadır. Sistem 2 ve Sistem 4 son katlarındaki 6,94 mm ve 6,85 mm'lik yer

değiştirmeleri ile birbirlerine oldukça yakın olarak değer almışlar ve bu durum diğer tüm katlarda da benzer şekilde görülmektedir. Sistem 3 ise bütün katlarda diğer sistemlerden daha fazla yer değiştirmeye sahip olup son kattaki maksimum yer değiştirmesi 9,29 mm'dir.



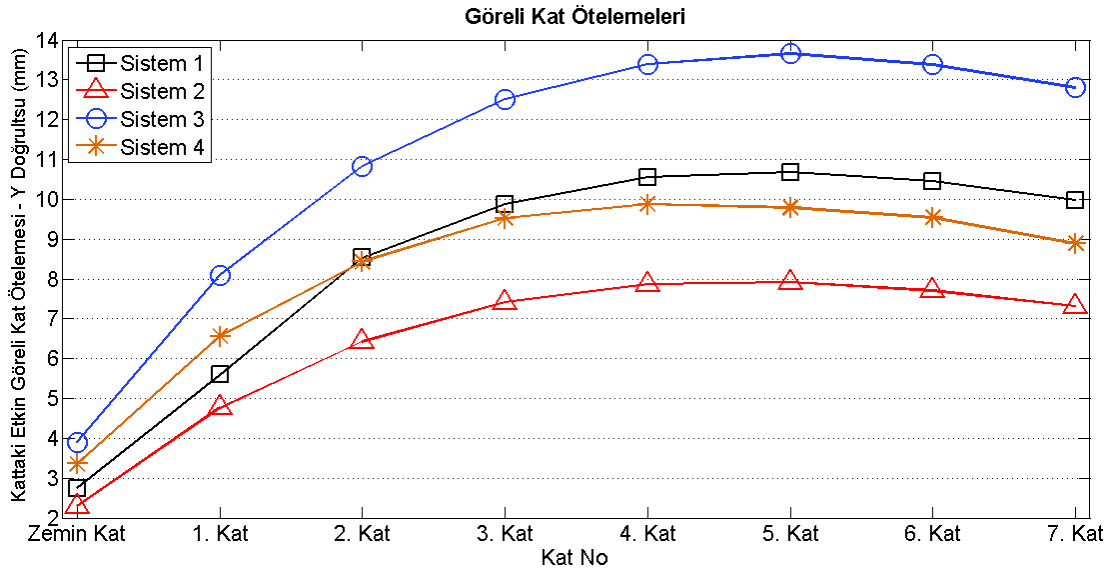
şekil 5.30. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki yer değiştirmeleri

şekil 5.30.'da görüldüğü üzere Y doğrultusundaki sıralama, X doğrultusundakinden farklıdır. Sistem 1, X doğrultusunda en az yerdeğiştirmelere sahipken Y doğrultusunda en fazla ikinci yer değiştirmelere sahiptir. Sistem 2 ve Sistem 4, yine X doğrultusunda olduğu gibi 7,27 mm ve 6,84 mm'lik son katlardaki maksimum yer değiştirmeleri ile birbirlerine yakın değerler almışlar ve bu fark diğer katlarında daha da az şekilde ortaya çıkmaktadır. Sistem 3, 9,24 mm ile en fazla maksimum yerdeğiştirmeye sahipken Sistem 1, 8,57 mm'lik maksimum yerdeğiştirmeye sahiptir.



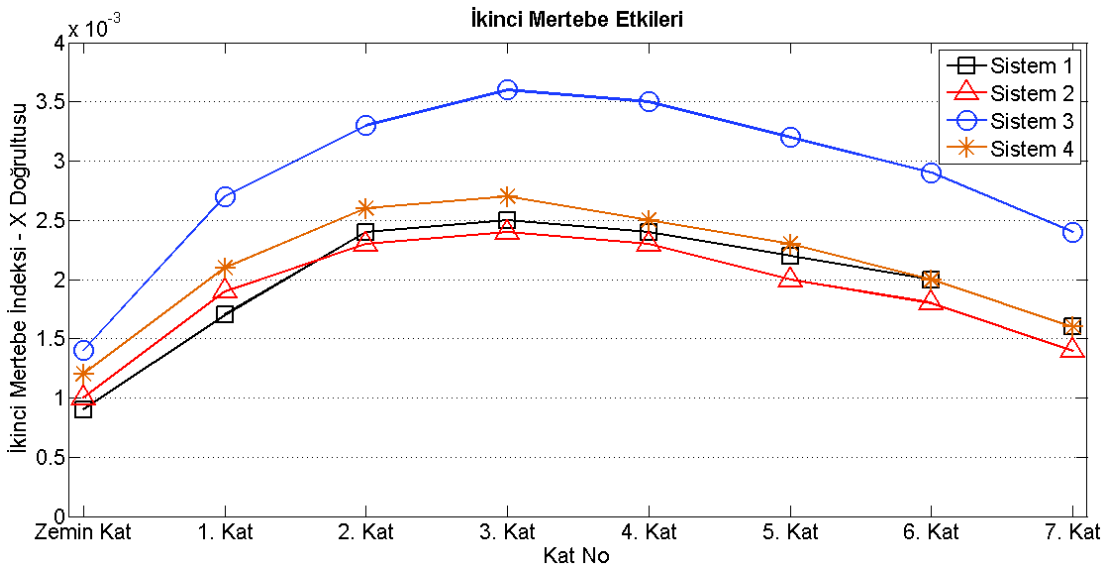
Şekil 5.31. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki görel kat ötelemeleri

Şekil 5.31.'de görüldüğü üzere en fazla görel kat ötelemelerine sahip olan Sistem 3'tür. Sistem 3'ü Sistem 4 takip etmektedir. Sistem 1 ve Sistem 2 en az görel kat ötelemelerine sahip olan iki sistemdir. İkinci kata kadar Sistem 1, Sistem 2'den az görel kat ötelemelerine sahipken ikinci kattan sonra Sistem 1, Sistem 2'den fazla görel kat ötelemelerine sahip değerler almıştır. Şekil 5.32.'de Y doğrultusunda Sistem 3 yine en fazla görel kat ötelemelerine sahiptir. En az görel kat öteleme değerlerine sahip olan ise Sistem 2 olmuştur. Sistem 1 ve Sistem 4, X doğrultusundaki Sistem 1 ve Sistem 2 gibi ikinci kata kadar Sistem 1 daha az görel kat ötelemeleri değerlerine sahipken ikinci kattan sonra Sistem 1, Sistem 4'den daha fazla görel kat ötelemeleri değerlerine sahip olmuştur.



Şekil 5.32. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki görel kat ötelemeleri

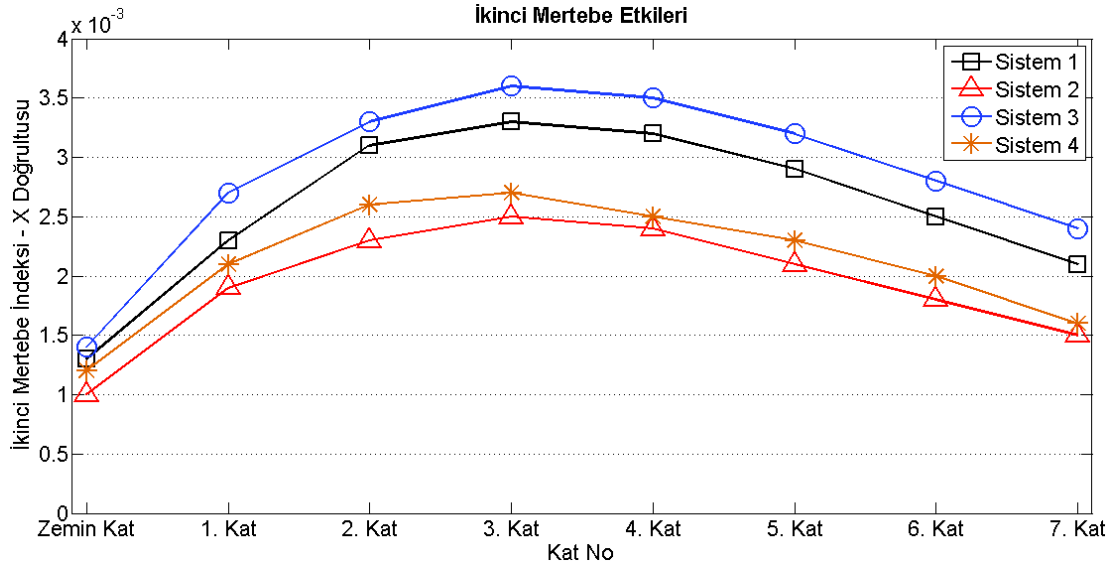
5.2.6. Sistemlerin ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması



Şekil 5.33. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri

Şekil 5.33. incelendiğinde, X doğrultusunda Sistem 3 en fazla ikinci mertebe indekslerine sahipken Sistem 4'ün Sistem 3'ten sonra geldiği görülmektedir. Sistem 4, altıncı kattan sonra Sistem 1 ile aynı ikinci mertebe indeksi değerlerini almaktadır. Sistem 1 ve Sistem 2, en az ikinci mertebe indeksi değerlerini alan iki sistemdir. Sistem 1, ikinci kata kadar Sistem 2'den daha az değerlere sahipken ikinci kattan

sonra Sistem 2’den daha fazla değ rlere sahip olmuştur. En az ikinci mertebe indeksi değ rl rine sahip olan ise Sistem 2’dir.

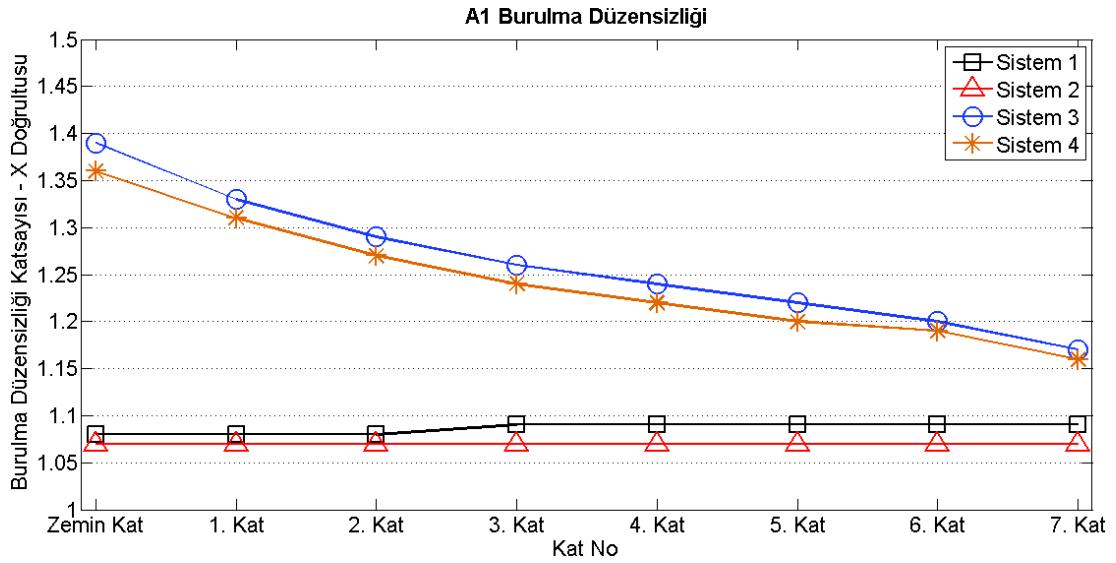


Şekil 5.34. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri

Şekil 5.34. incelendiğinde, X doğrultusunda olduğu gibi Y doğrultusunda en fazla ikinci mertebe indekslerine sahip olan Sistem 3 olduğu görülmektedir. Sistem 4’ün değ rleri sabit kalmış ve Sistem 2’nin değ rleri artarak Sistem 4’e yaklaşmıştır. Sistem 1, Y doğrultusunda X doğrultusundaki gibi davranmamış ve en fazla ikinci mertebe indekslerine sahip ikinci sistem olmuştur.

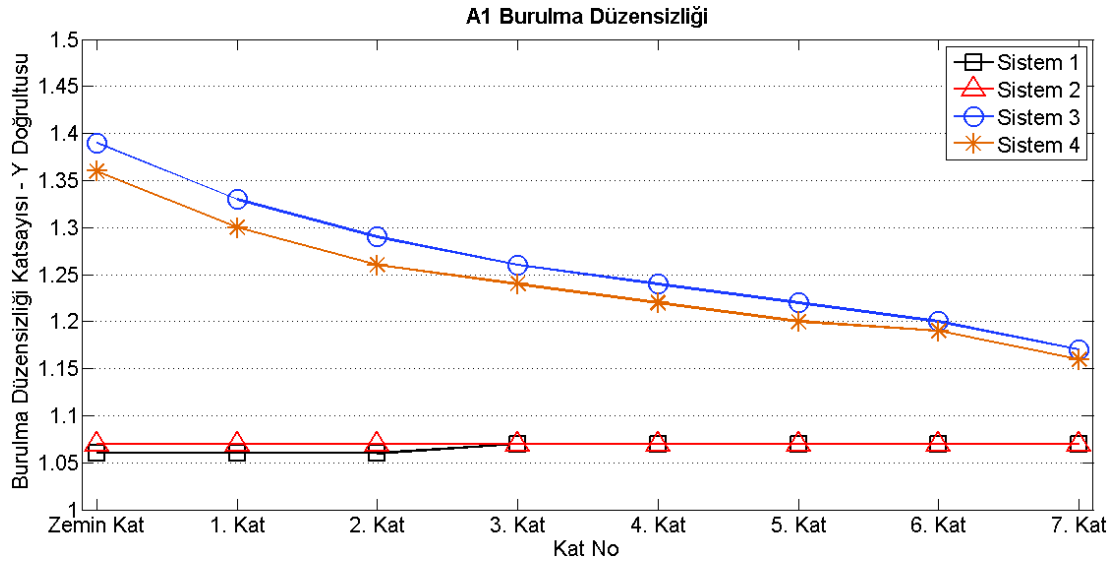
5.2.7. Sistemlerin A1 burulma düzensizliğı bakımından karşılaştırılması

Sistemlerden elde edilen burulma düzensizliğı katsayıları, X ve Y deprem doğrultularında aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir



Şekil 5.35. 8 katlı sistemlerin X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı

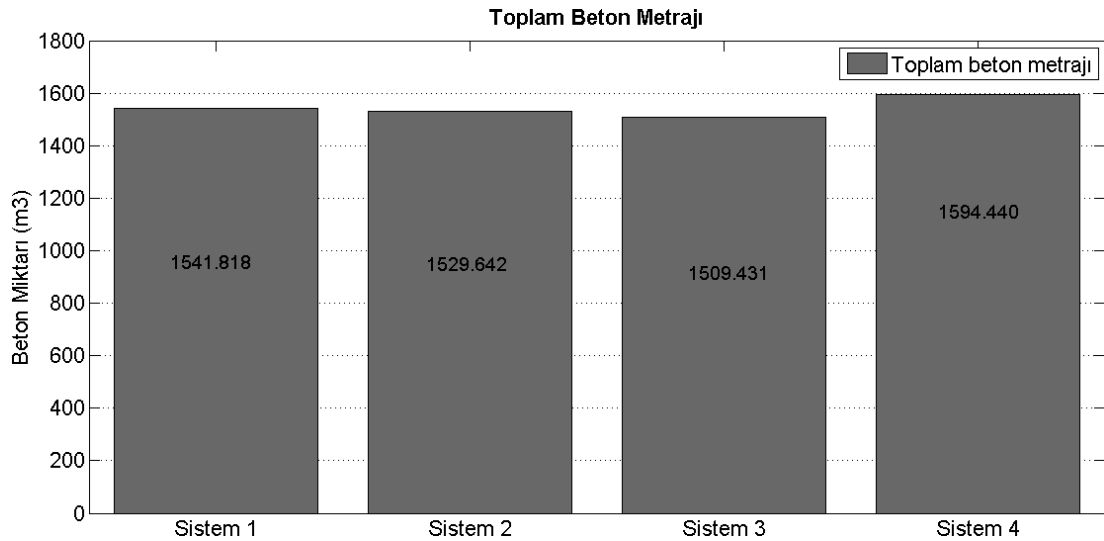
Şekil 5.35.'te görüldüğü üzere Sistem 2, en az burulma düzensizliği katsayılarına sahip olup bütün katlarda burulma katsayı değerleri sabit kalmıştır. Sistemler arasında ikinci en az burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan Sistem 1, ikinci kata kadar değişmeden değerler almış ve ikinci kattan sonra katsayı değeri artmış, ikinci kata kadar nasıl sabit kalmışsa, üçüncü kattan son kata kadar aynı şekilde sabit kalmıştır. Sistem 3, en fazla burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan sistemdir. Sistem 4 ise, Sistem 3'ten sonra en fazla burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan sistemdir. Sistem 3 ve Sistem 4, Sistem 1 ve Sistem 2 gibi birbirlerine yakın değerler almışlardır. Sistem 3 ve Sistem 4'te zemin kattan son kata doğru burulma düzensizliği katsayısı azalarak devam etmiştir. Şekil 5.36.'da görüldüğü üzere Y doğrultusunda, Sistem 1, Sistem 2 ve Sistem 3'ün X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayı değerleri aynı kalmaktadır. Sistem 1, X doğrultusuna göre daha az değerler almış ve bu değerler, ikinci kata kadar Sistem 2'ye oranla daha az olup ikinci kattan sonra ise Sistem 2 ile aynı değerleri alarak sabit bir şekilde devam etmiştir.



Şekil 5.36. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı

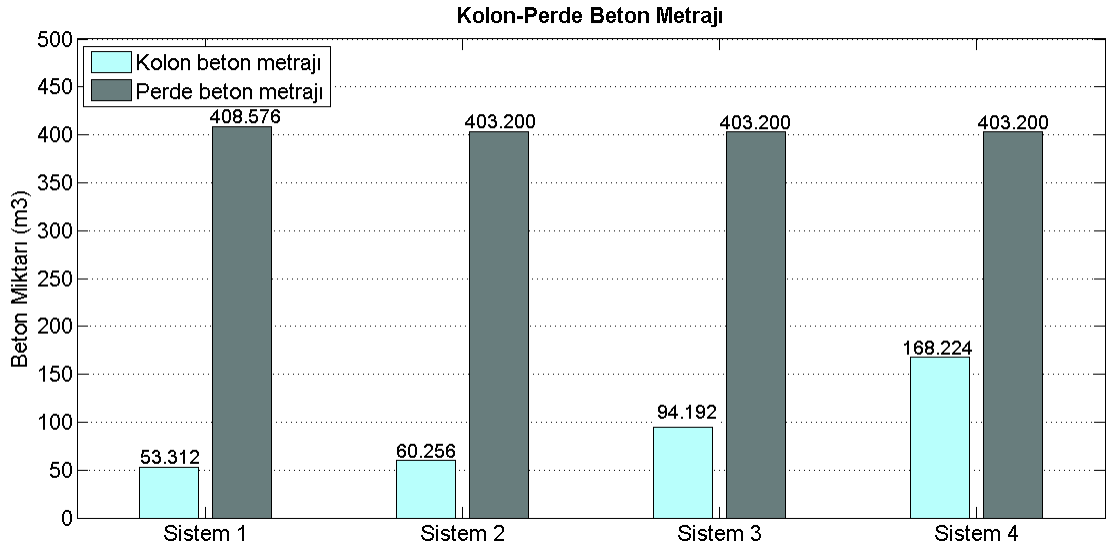
5.2.8. Sistemlerin beton ve donatı metrajlarının karşılaştırılması

Beton metrajlarında kolon ve perde metrajları ile toplam metrajlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.



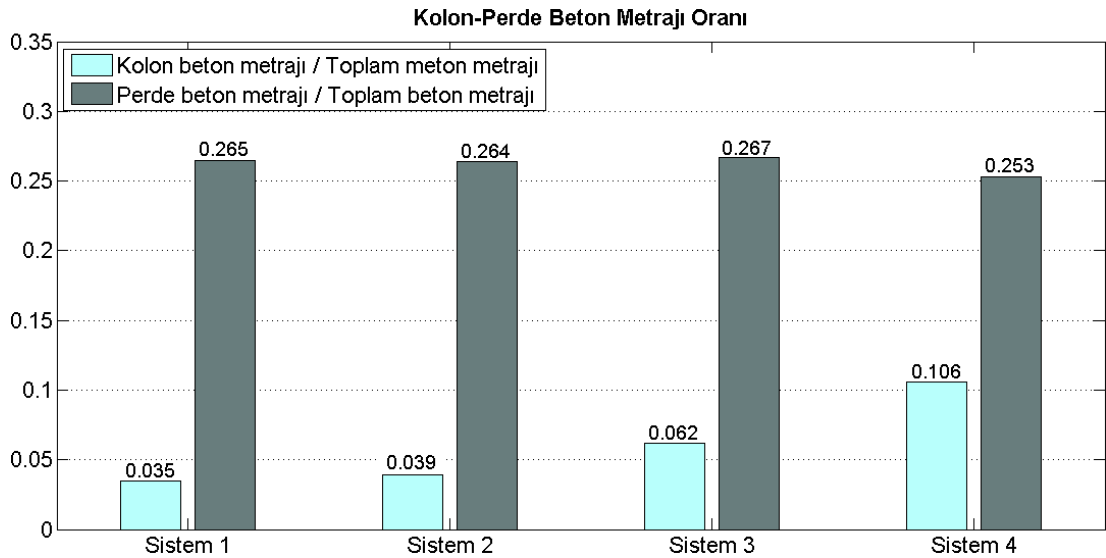
Şekil 5.37. Sistemlerin toplam beton metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.37.'de görüldüğü üzere toplam beton metrajlarında en az beton metrajına sahip Sistem 3 olup onu sırasıyla artarak Sistem 2, Sistem 1 ve Sistem 4 takip etmektedir.



Şekil 5.38. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.38.'de görüldüğü üzere perde beton metrajları Sistem 1 hariç sabit kalırken Sistem 1'den Sistem 4'e doğru kolon beton metrajları artış göstermektedir. En fazla kolon beton metrajına açık bir fark ile sahip olan Sistem 4 olurken en az kolon beton metrajına sahip Sistem 1'dir.

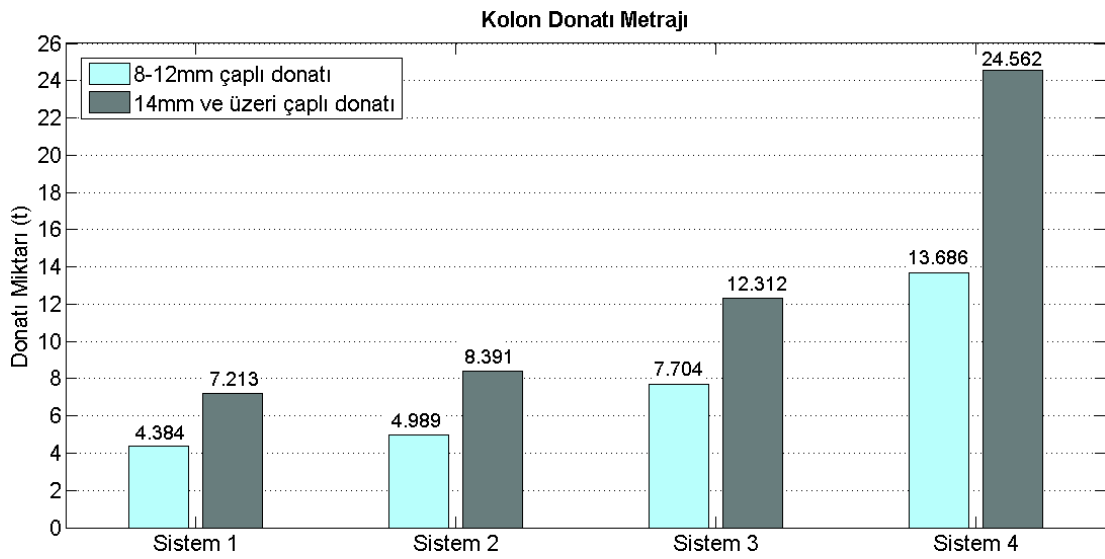


Şekil 5.39. Sistemlerin kolon-pere beton metrajlarının toplam beton metrajına oranlarının karşılaştırılması

Şekil 5.39.'da görüldüğü üzere perde beton metrajları oranları arasında en fazla orana sahip olan Sistem 3'tür. Sistem 3'ün oranının fazla çıkması, Sistem 3'ün toplam beton metrajının az olmasından kaynaklanmaktadır. En düşük perde beton metraj

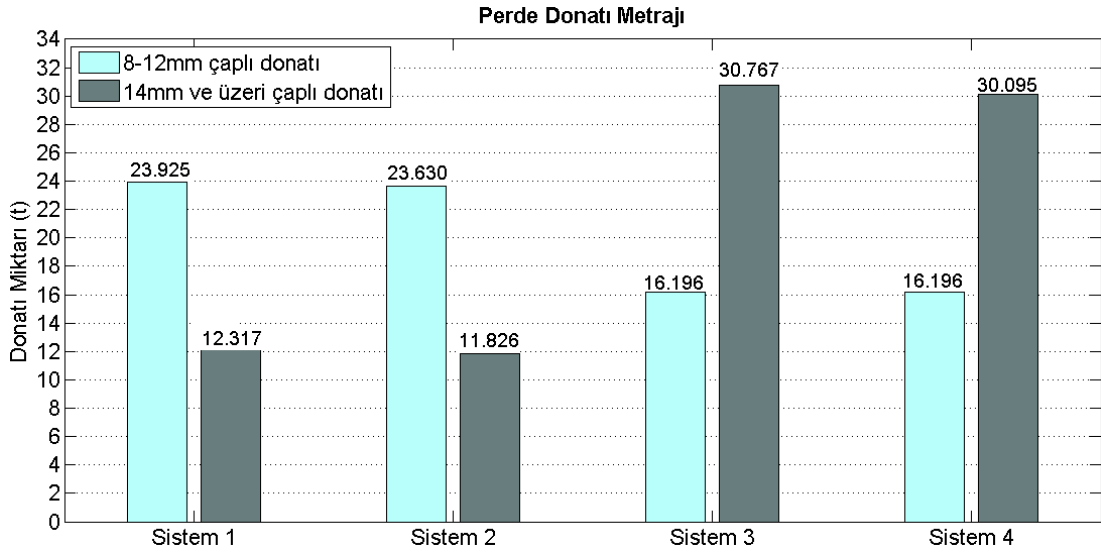
oranına sahip olan Sistem 4'tür. Kolon metraj oranları ise Şekil 5.38.'deki kolon-perde beton metraj değerleri ile doğru orantılı şekilde değer almışlardır.

Sistemlerin donatı metrajlarında, beton metrajlarında olduğu gibi perde ve kolonlar dikkate alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Yalnız, donatı metrajlarında 8-12 mm donatı çapı ve 14 mm ve üzeri aralığında donatılar gruplandırılarak metrajlar hesaplanıp karşılaştırılmaya sunulmuştur.



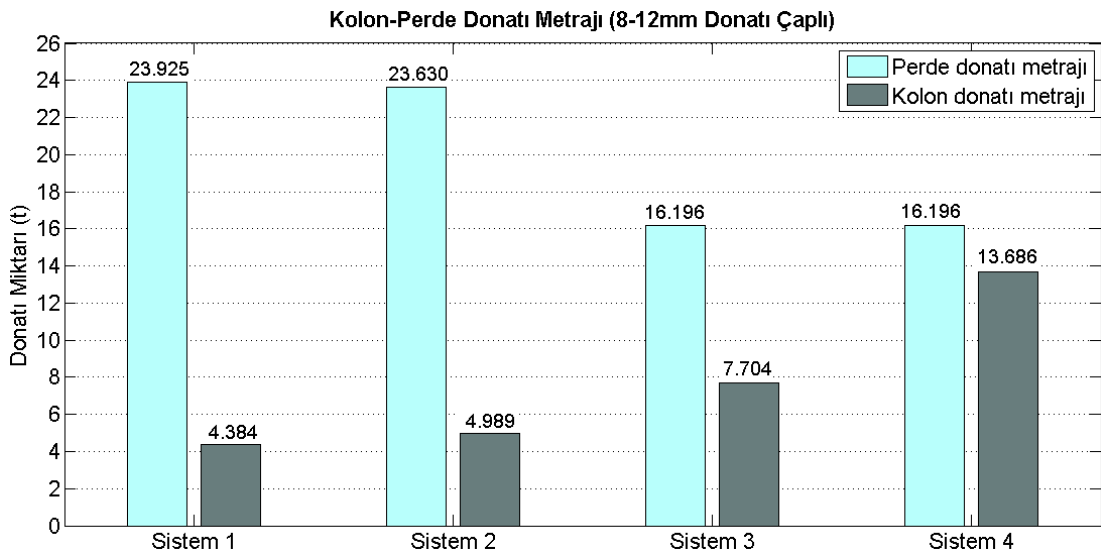
Şekil 5.40. Sistemlerin kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.40.'taki kolon donatı metrajlarından anlaşılacağı üzere Sistem 1'den Sistem 4'e doğru hem 8-12 mm aralığında hem de 14 mm ve üzeri aralığında artış görülmektedir. Sistem 1, en az donatı değerlerine sahip olurken Sistem 4, Sistem 3'ün neredeyse iki katı donatı metrajları ile en fazla değerlere sahip olan sistemdir.

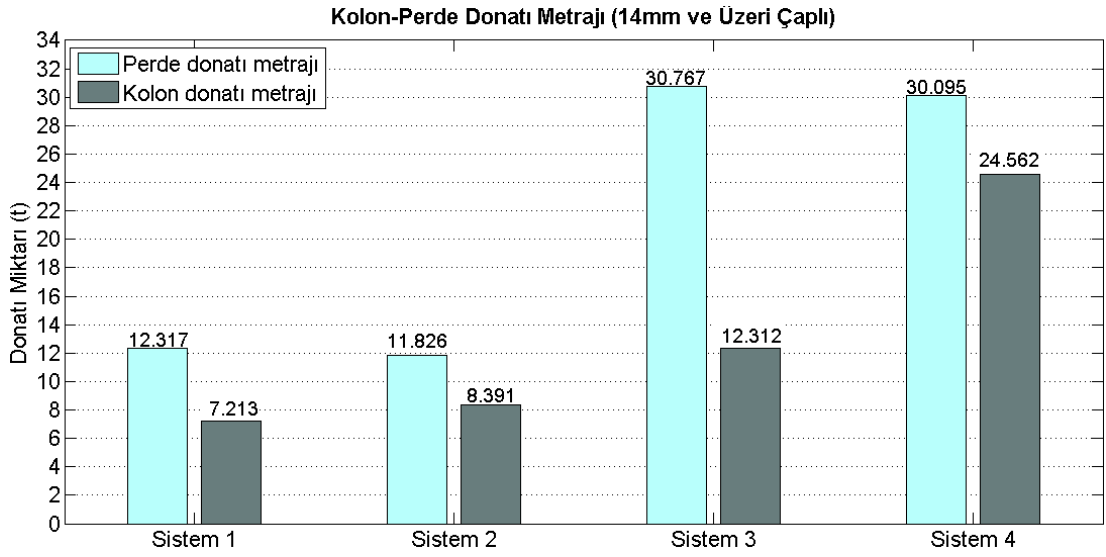


Şekil 5.41. Sistemlerin perde donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.41. incelendiğinde, 8-12 mm çap aralığındaki perde donatılarının Sistem 1’de maksimum olmak üzere Sistem 1 ve Sistem 2’de en fazla miktarlara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum 14 mm ve üzeri perde donatı metrajlarında ise, en ağır iki sistemde daha fazla ve diğer sistemlerin neredeyse iki katı miktarında 14 mm ve üzeri miktarının bulunduğu şekilde görülmektedir. Sistemlerde iki donatı grubu aralığında ters orantı bulunmaktadır. Şekil 5.41., Şekil 5.42. ve Şekil 5.43.’deki gibi ağır sistemlere kalın perde donatıları, hafif sistemlerde ise ince perde donatıları fazla olacak şekilde bulunmaktadır.

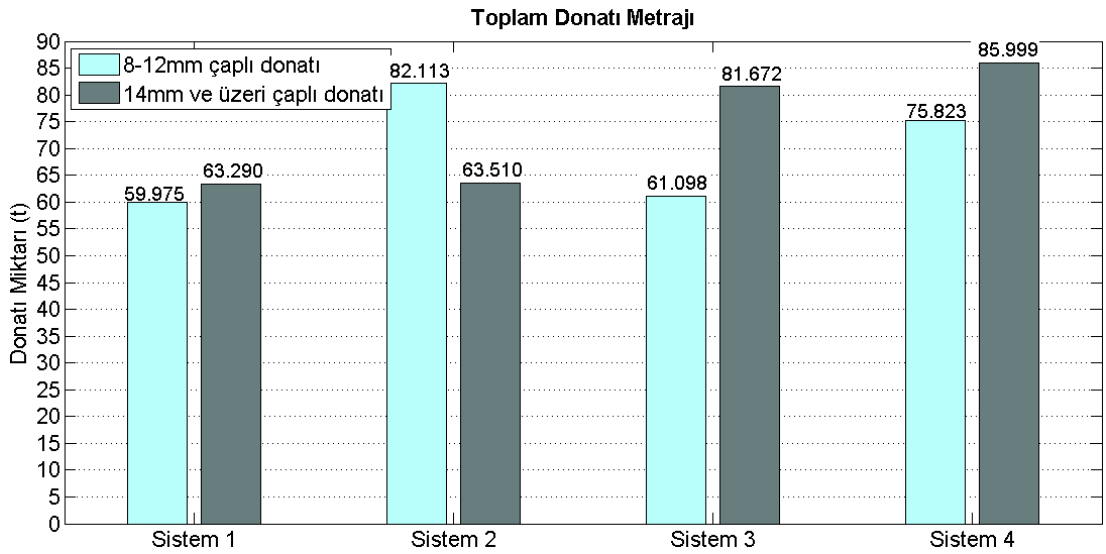


Şekil 5.42. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması(8-12 mm çaplı)



Şekil 5.43. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (14 mm ve üzeri çaplı)

Kolon donatı metrajları, hem 8-12 mm çap aralığında hem de 12 mm ve üzeri çap aralığında Sistem 1’den Sistem 4’e doğru artış göstermiştir.



Şekil 5.44. Sistemlerin toplam donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.44.’te görüldüğü üzere Sistem 2, en fazla 8-12 mm donatı metrajına sahip olan sistemken Sistem 1, en az 8-12 mm donatı metrajına sahip olan sistemdir. Sistem 4, en fazla 14 mm ve üzeri donatı metrajına sahipken en az 14 mm ve üzeri donatı metrajına sahip olan Sistem 1’dir.

5.2.9. Sistemlerin yapı performans değerlendirilmesi sonuçları

Tablo 5.8. Sistemlerin performans değerlendirme sonuçları

	Deprem Yükleme		Deprem Yükleme	
	+X Yönü	-X Yönü	+Y Yönü	-Y Yönü
Sistem 1	CG	CG	CG	CG
Sistem 2	CG	CG	CG	CG
Sistem 3	CG	CG	CG	CG
Sistem 4	CG	CG	CG	CG

Tablo 5.8.'de görüldüğü üzere bütün sistemlerin tüm deprem yüklemesi yönlerinde performans değerlendirme sonuçları can güvenliği çıkmıştır.

5.3. 12 Katlı Olan Sistemlerin Karşılaştırılması

5.3.1. Sistemlerin geometrik yerleşim bakımından karşılaştırılması

Tablo 5.9. Sistemlerin geometrik olarak karşılaştırılması

Sistem	Yapı Ağırlığı	Toplam Düşey Taşıyıcı Alanı	Kat Ortalama Kolon Alanı	Kat Perde Alanı	Kat Yapı Alanı	Perde Oranı
	(t)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	
Sistem 1	4860,83	20,56	2,32	18,24	400	0,0456
Sistem 2	4875,27	20,66	2,66	18	400	0,0450
Sistem 3	5028,28	22,07	4,07	18	400	0,0450
Sistem 4	5254,36	23,80	5,80	18	400	0,0450

Tablo 5.9.'da görüldüğü üzere en hafif Sistem 1, sonra sırasıyla Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4'tür. Sistem 4 hariç diğer sistemler arasında fazla ağırlık farkı bulunmamaktadır. Perde alan ve oranları 4 ve 8 katlı sistemler ile aynıdır. Toplam düşey taşıyıcı alanı en az olan Sistem 1 iken en fazla olan Sistem 4'tür. Toplam düşey taşıyıcı alanları yapı ağırlıkları ile doğru orantılı şekilde değişmektedir.

5.3.2. Sistem periyotlarının karşılaştırılması

Sistemlerin ağırlıkları ve rijitlikleri farklılıklar göstermektedir. Bu sebeble, yapı modal analizi sonucunda bulunan sistem periyotlarında farklılıklar oluşacağı, sistemlerin düşey taşıyıcı elemanlarının farklılık göstermesiyle oluşturulan bu sistemlerin hesabında ortaya çıkan ilk farklılıkların yapı periyotları olacağı

bilinmektedir. Periyotların ağırlıkları ve taban kesme kuvvetleri ile ters bir orantı içinde olacağı tahmin edilmektedir.

Tablo 5.10. Sistem periyotlarının karşılaştırılması

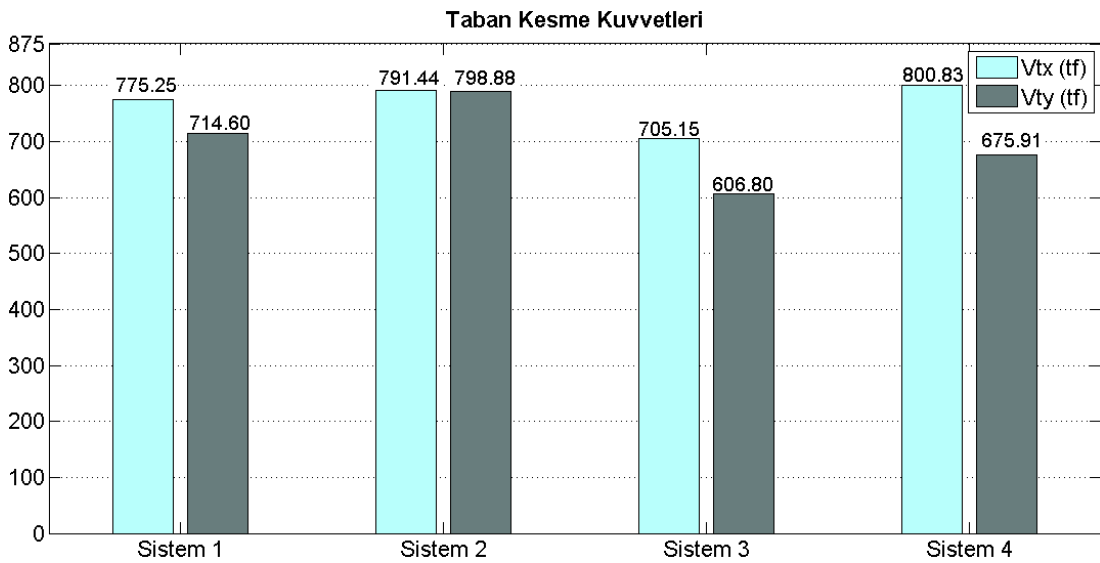
Sistem	T1 (sn)
Sistem 1	0,66168
Sistem 2	0,60479
Sistem 3	0,85193
Sistem 4	0,77263

Sistemler arasındaki farklılık ve değişimler 4 ve 8 katlı olan sistemlerdeki gibidir. Sistem 1 ve Sistem 2 kendi arasında bir grup, Sistem 3 ve Sistem 4 kendi arasında bir grup olarak ayrılabilir. Sistem 1, ağırlıkça Sistem 2'den hafiftir ve Sistem 1'in periyodu Sistem 2'nin periyodundan fazladır. Sistem 3, ağırlıkça Sistem 4'den hafiftir ve Sistem 3'ün periyodu Sistem 4'ün periyodundan fazladır.

5.3.3. Taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

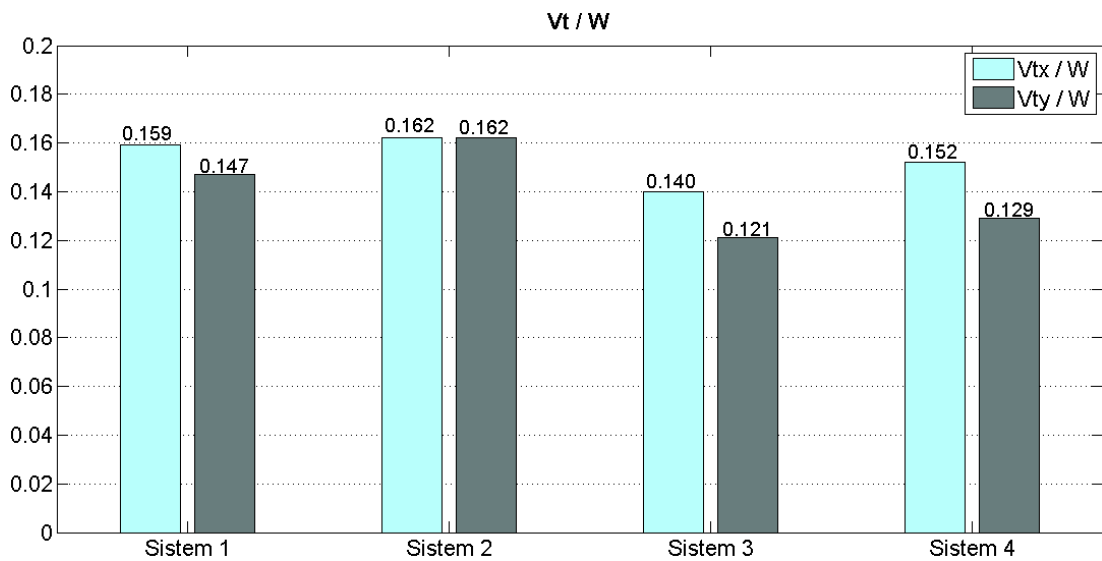
5.3.3.1. Eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvvetleri

Taban kesme kuvvetinde bir etken olan yapı ağırlığı, taban kesme kuvvetiyle doğru orantılı olduğu için sistemler arasında ağırlığı fazla olan sistemlere daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceği tahmin edilmektedir.



Şekil 5.45. 12 katlı sistemlerin eşdeğer deprem kuvveti taban kesme kuvveti değerleri

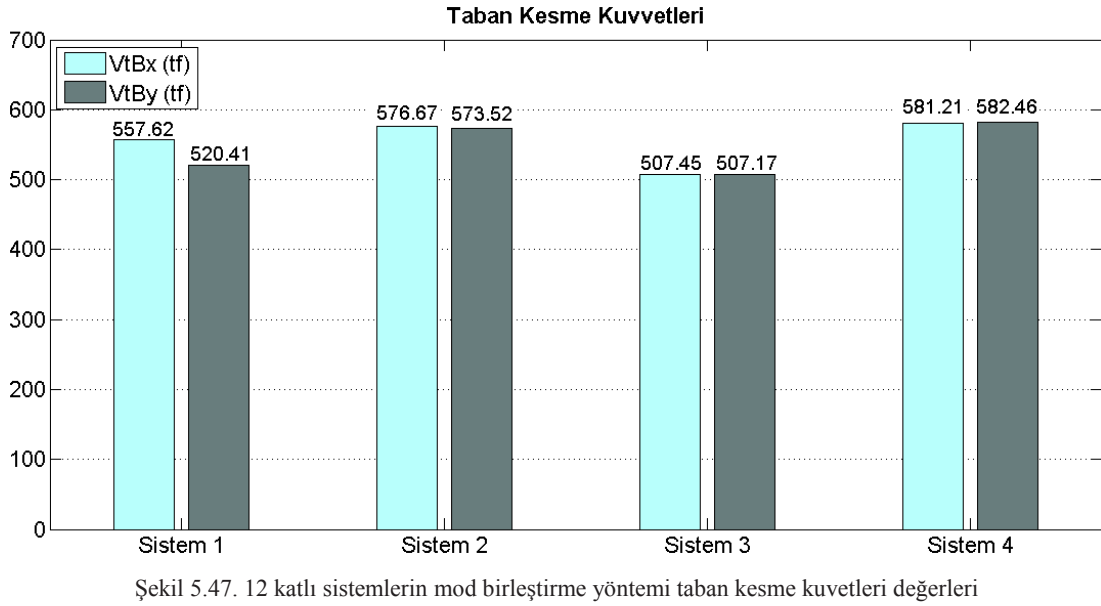
Şekil 5.45.'te görüldüğü üzere sistemleri periyotlarda olduğu gibi Sistem 1 ve Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4 olmak üzere gruplandırabiliriz. Her iki grup kendi içinde sistem ağırlıkları ile doğru orantılı biçimde eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin etkisindedirler. X doğrultusunda Sistem 3, en az eşdeğer taban kesme kuvvetine sahip olurken Sistem 4, en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetine sahip olmuştur. Y doğrultusunda en az eşdeğer taban kesme kuvvetine sahip olan Sistem 3 iken Sistem 2, en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetine sahiptir. Şekil 5.46. incelendiğinde durum Şekil 5.45'te olduğu gibi benzerlik göstermektedir. X doğrultusunda en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranına sahip olan Sistem 2 olup sırasıyla Sistem 1, Sistem 4 ve Sistem 3'e doğru azalmaktadır. Y doğrultusunda ise X doğrultusunda olduğu gibi en fazla eşdeğer taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranına sahip olan Sistem 2 olup sırasıyla Sistem 1, Sistem 4 ve Sistem 3'e doğru azalmaktadır.



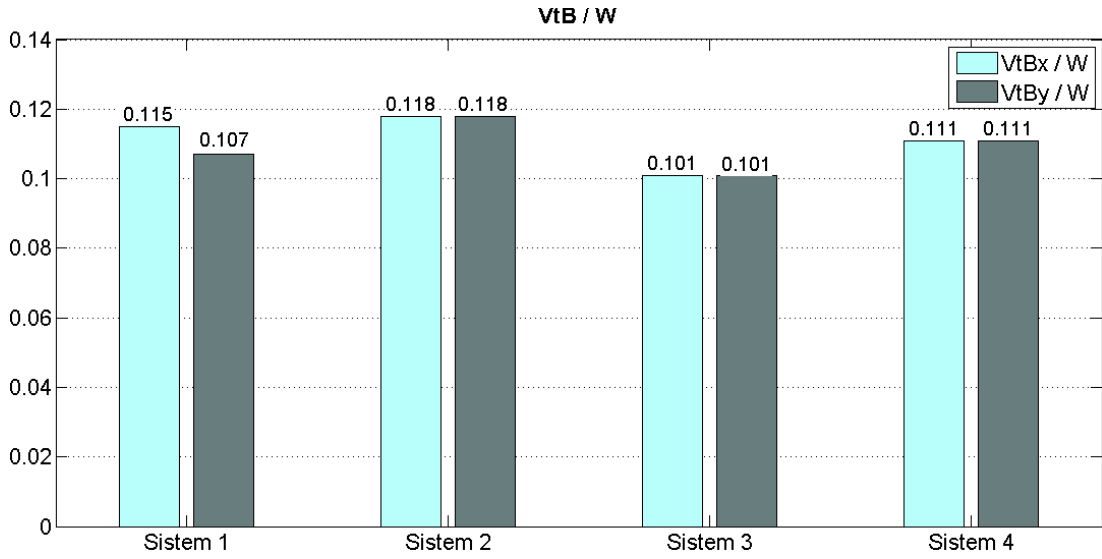
Şekil 5.46. 12 katlı sistemlerin eşdeğer taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları

5.3.3.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri

Mod birleştirme yöntemi için yukarıda karşılaştırılması yapılan eşdeğer taban kesme kuvvetlerindeki sonuçlara benzeyen sonuçlar tahmin edilmektedir.



Şekil 5.47. incelendiğinde mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetlerinin eşdeğer taban kesme kuvvetleri ile X doğrultusunda aynı oranda değişim gösterdiği görülmektedir. X doğrultusunda Sistem 3 en az mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetine sahip olurken Sistem 4, en fazla mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetine sahip olmuştur. Y doğrultusunda ise en az mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetine sahip olan Sistem 3 iken Sistem 4 en fazla mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetine sahiptir. Şekil 5.48.'te ise Sistem 1 hariç diğer sistemler X ve Y doğrultularında aynı mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranlarına sahiptirler. X ve Y doğrultularında en yüksek mod birleştirme yöntemi ile bulunan taban kesme kuvvetinin yapı ağırlığına oranlarına sahip olan Sistem 2 olurken en az oranlara sahip olan Sistem 3'tür. Sistem 1'in bu oranları X doğrultusunda Y doğrultusuna göre daha yüksektir.



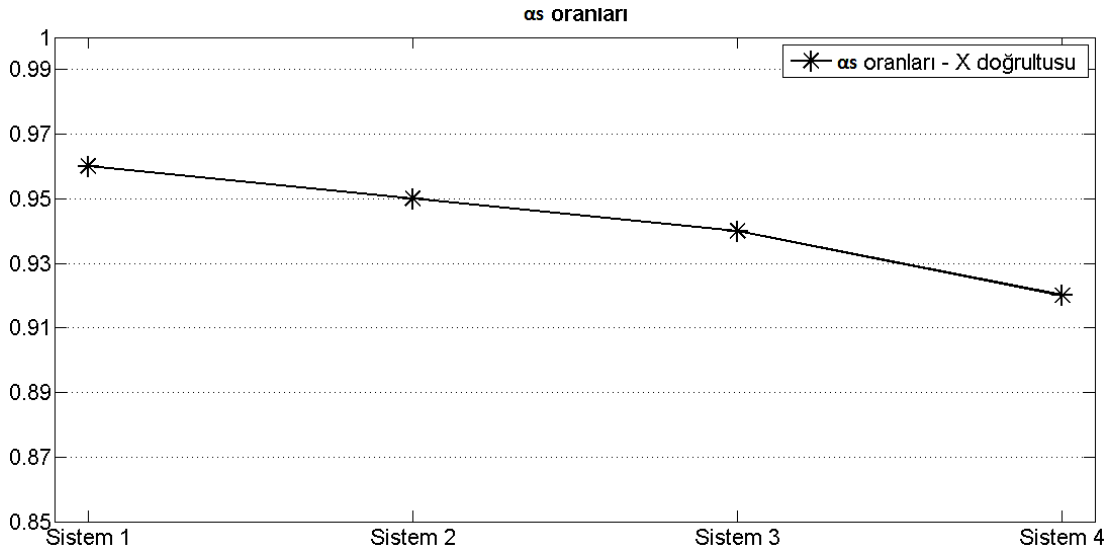
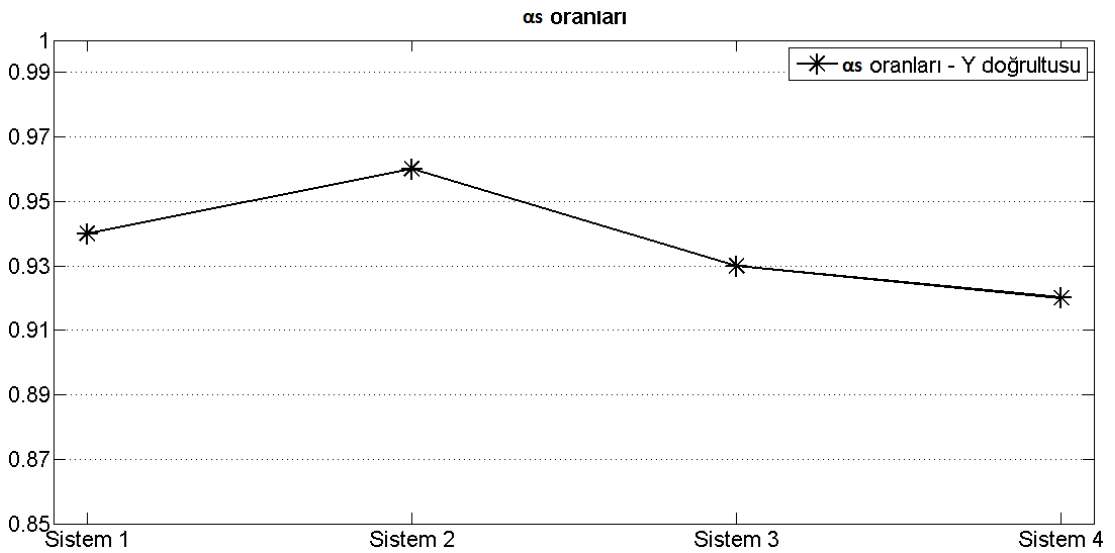
Şekil 5.48. 12 katlı sistemlerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin yapı ağırlığına oranları

5.3.4. α_s değerlerinin karşılaştırılması

α_s katsayısı, DBYBHY 2007’de süneklik düzeyi yüksek perdelerin tabanına etkiyen taban kesme kuvvetinin tümünün toplamının, tüm binaya etki eden taban kesme kuvvetine oranı olarak tanımlanmaktadır. Perdelerin karşıladığı taban kesme kuvveti ile α_s değeri doğru orantılıdır. Bunun sebebi ise sisteme etkiyen toplam taban kesme kuvvetinin paydada sabit olmasıdır.

Tablo 5.11. α_s değerleri

	X yönü	Y yönü
	$V_{perde,x} / V_{tx}$	$V_{perde,y} / V_{ty}$
Sistem 1	0,96	0,94
Sistem 2	0,95	0,96
Sistem 3	0,94	0,93
Sistem 4	0,92	0,92

Şekil 5.49. 8 katlı sistemlerin X yönündeki α_s değerleriŞekil 5.50. 8 katlı sistemlerin Y yönündeki α_s değerleri

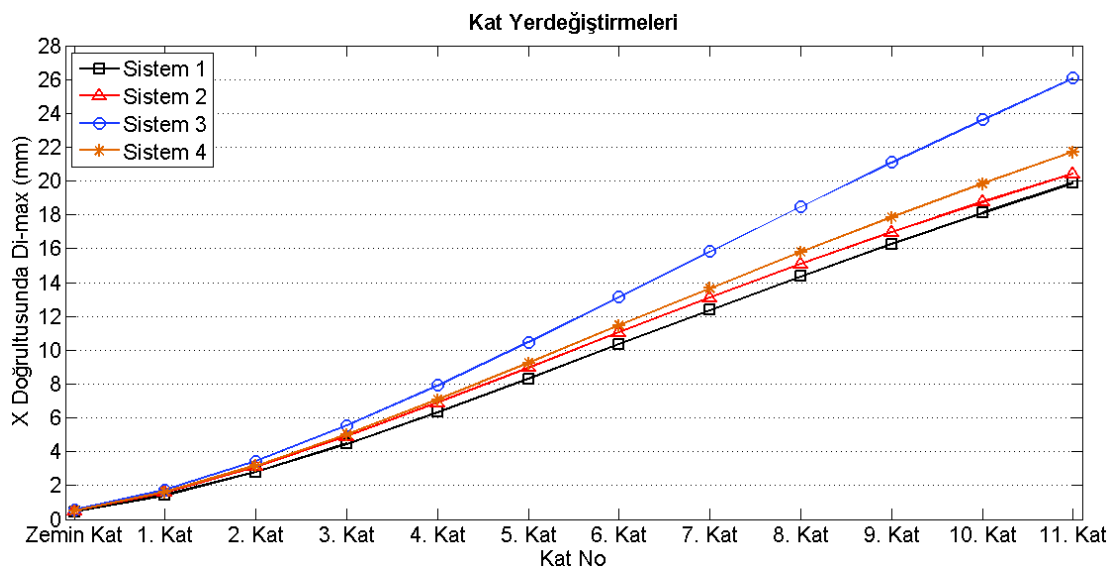
Şekil 5.49.'da görüldüğü üzere X doğrultusunda Sistem 1'deki perde duvarlar sistemlere etkiyen taban kesme kuvvetini diğer sistemlere oranla daha çok karşılamışlardır. Sistem 1'den sonra sırasıyla Sistem 2, Sistem 3 ve Sistem 4'teki perde duvarlar gelmektedir. Sistem 4'teki perdeler ise en az karşılayan perdeler olmuşlardır.

Şekil 5.50.'de ise Y doğrultusunda Sistem 2'deki perde duvarlar sistemlere etkiyen taban kesme kuvvetini diğer sistemlere oranla daha çok karşılamışlardır. Sistem 1

perdelerinin, taban kesme kuvvetini karşılama oranları Y doğrultusunda X doğrultusuna göre azalıp Sistem 2’den az değer almış, Sistem 2’nin artmış, Sistem 3 ve Sistem 4’ün de azalmıştır.

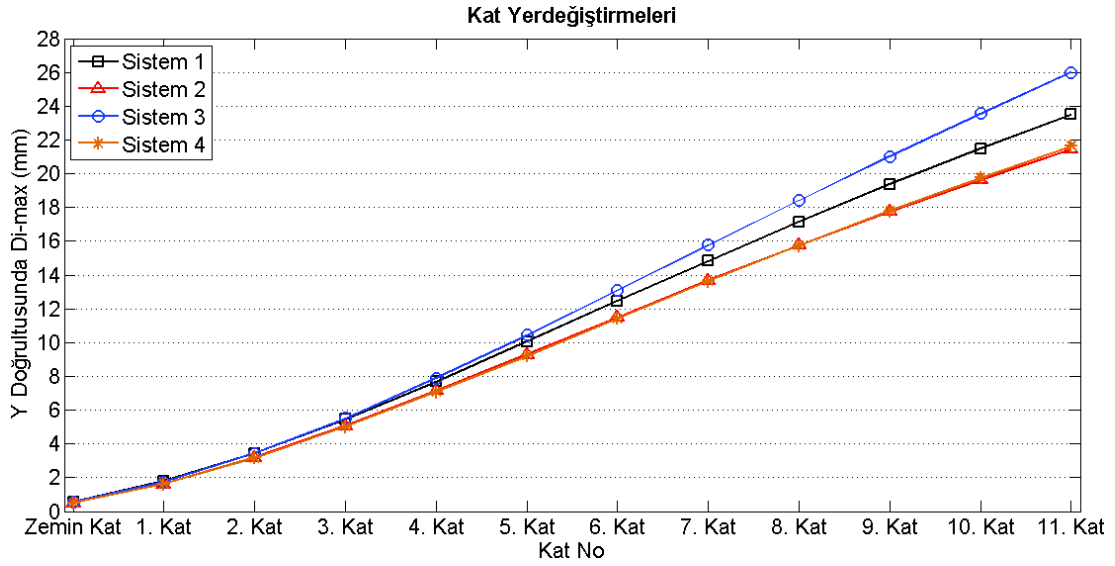
5.3.5. Kat yerdeğiştirme ve görel kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Sistemlerin elde edilen X ve Y doğrultularındaki yer değiştirmeleri Şekil 5.51. ve 5.52.’de gösterilmiştir.



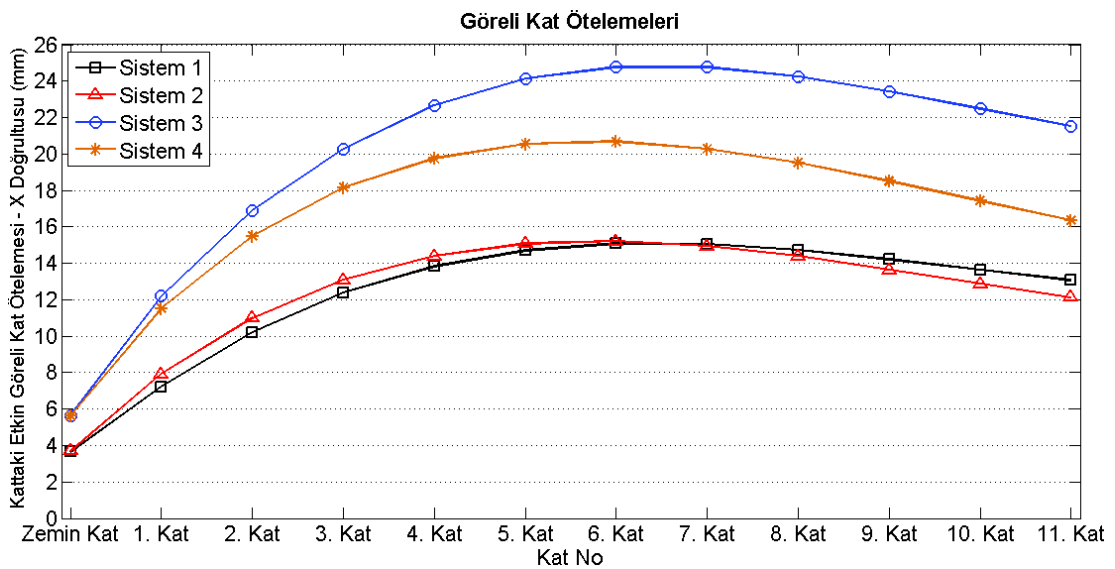
Şekil 5.51. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki yer değiştirmeleri

Şekil 5.51.’de görüldüğü üzere X doğrultusunda bütün katlarında en az yerdeğiştirmeyi yapan Sistem 1’dir. Sistem 1’in maksimum yer değiştirmesi 19,87 mm ile son kattadır. Sistem 2 ve Sistem 4 son katlardaki 20,43 mm ve 21,72 mm’lik yer değiştirmeleri ile birbirlerine oldukça yakın olarak değer almışlar ve bu durum diğer bütün katlarda da benzer şekilde görülmektedir. Sistem 3 ise bütün katlarda diğer sistemlerden daha fazla yer değiştirmeye sahip olup son kattaki maksimum yer değiştirmesi 26,08 mm’dir.



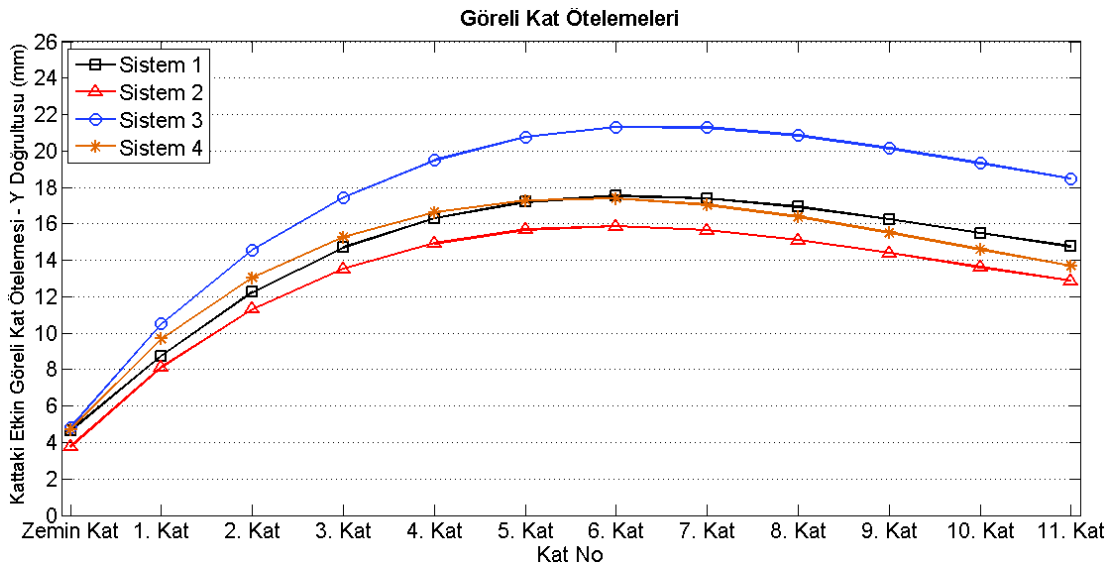
Şekil 5.51. 8 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki yer değiştirmeleri

Şekil 5.51.'de görüldüğü üzere Y doğrultusundaki sıralama, X doğrultusundakinden farklıdır. Sistem 1, X doğrultusunda en az yer değiştirmelere sahipken Y doğrultusunda en fazla ikinci yer değiştirmelere sahiptir. Sistem 2 ve Sistem 4, yine X doğrultusunda olduğu gibi 21,44 mm ve 21,64 mm'lik son katlarındaki maksimum yer değiştirmeler ile birbirlerine daha yakın değerler almışlar ve bu fark diğer katlarda daha da az şekilde ortaya çıkmaktadır. Sistem 3, 26 mm ile en fazla maksimum yer değiştirmeye sahipken Sistem 1, 23,49 mm'lik maksimum yer değiştirmeye sahiptir.



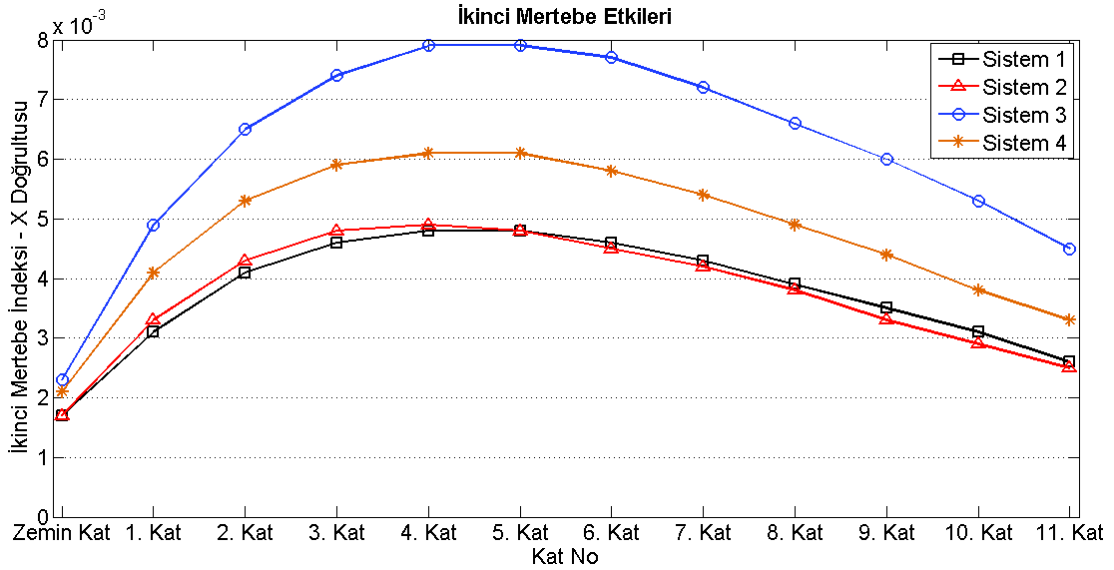
Şekil 5.52. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki görel kat ötelemeleri

Şekil 5.52.'de görüldüğü üzere en fazla görelî kat ötelemelerine sahip olan Sistem 3'tür. Sistem 3'ü Sistem 4 takip etmektedir. Sistem 1 ve Sistem 2 en az görelî kat ötelemelerine sahip olan iki sistemdir. Altıncı kata kadar Sistem 1, Sistem 2'den az görelî kat ötelemelerine sahipken altıncı kattan sonra Sistem 1, Sistem 2'den fazla görelî kat ötelemelerine sahip değerler almıştır. Şekil 5.53.'de Y doğrultusunda Sistem 3 yine en fazla görelî kat ötelemelerine sahiptir. En az görelî kat öteleme değerlerine sahip olan ise Sistem 2 olmuştur. Sistem 1 ve Sistem 4, X doğrultusundaki Sistem 1 ve Sistem 2 gibi altıncı kata kadar Sistem 1 daha az görelî kat ötelemeleri değerlerine sahipken altıncı kattan sonra Sistem 1, Sistem 4'ten daha fazla görelî kat ötelemeleri değerlerine sahip olmuştur.



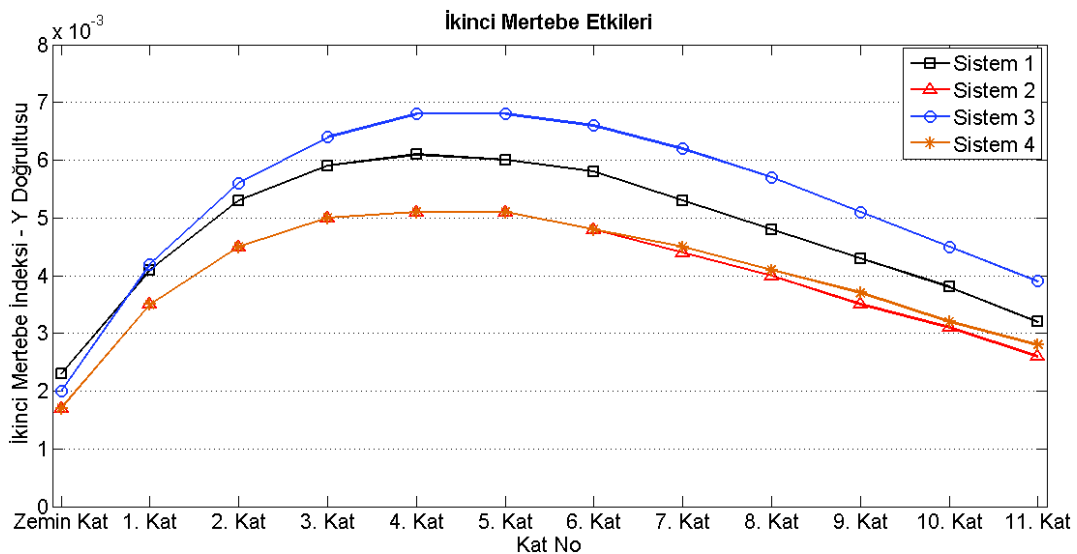
Şekil 5.53. 12 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri

5.3.6. Sistemlerin ikinci mertebe etkilerinin karşılaştırılması



Şekil 5.54. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri

Şekil 5.54. incelendiğinde, X doğrultusunda Sistem 3 en fazla ikinci mertebe indekslerine sahipken Sistem 3'ün, Sistem 4'ü takip ettiği görülmektedir. Beşinci kata kadar Sistem 1, Sistem 2'den ikinci mertebe indeksi değerlerine sahipken beşinci kattan sonra ise Sistem 1, Sistem 2'den fazla ikinci mertebe indeksi değerlerini almıştır. Sistem 1 ve Sistem 2'nin en az ikinci mertebe indeksi değerlerini alan iki sistem olduğu görülmüştür.

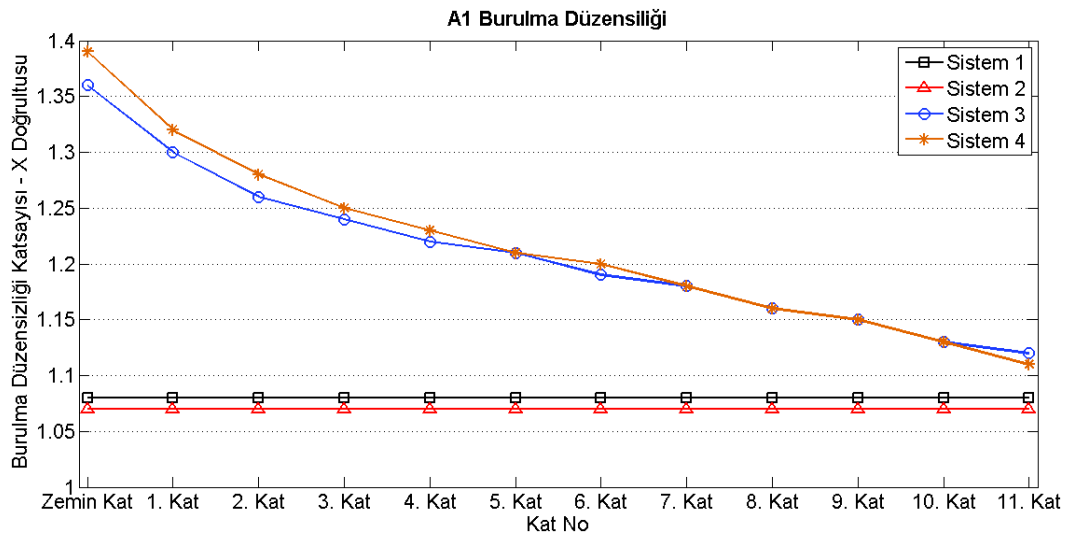


Şekil 5.55. 12 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki ikinci mertebe etkileri

Şekil 5.55. incelendiğinde, X doğrultusunda olduğu gibi Y doğrultusunda en fazla ikinci mertebe indekslerine sahip olan Sistem 3 olduğu görülmektedir. Sistem 4 ve Sistem 2 altıncı kata kadar aynı ikinci mertebe indeksi değerlerine sahip olup altıncı kattan sonra Sistem 2, Sistem 4'ten daha az değerler almıştır. Sistem 1 ise en fazla ikinci mertebe indekslerine sahip ikinci sistem olduğu görülmektedir.

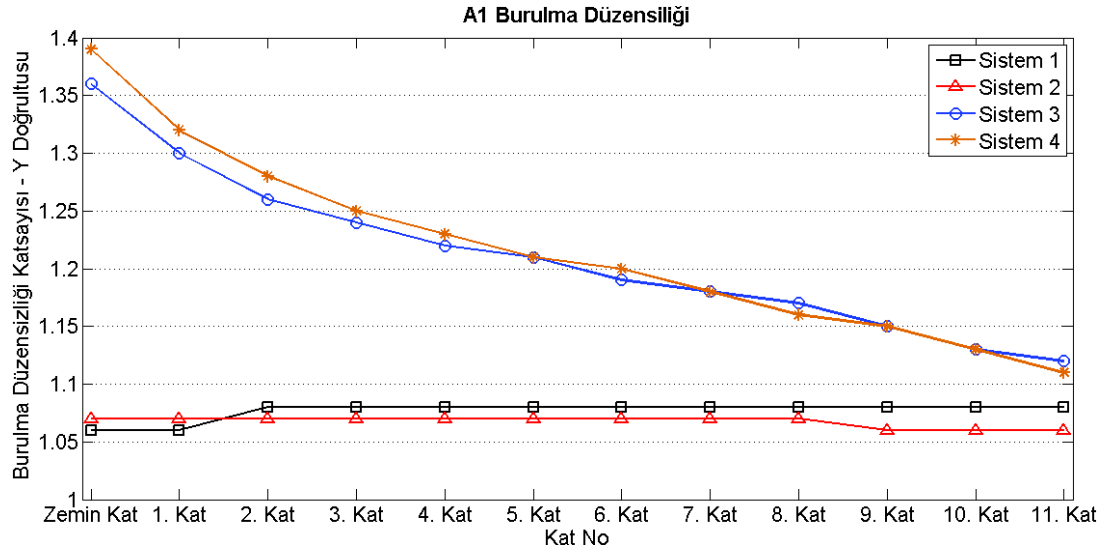
5.3.7. Sistemlerin A1 burulma düzensizliği bakımından karşılaştırılması

Sistemlerin elde edilen burulma düzensizliği katsayıları, X ve Y deprem doğrultularında aşağıdaki şekillerde verilmiştir.



Şekil 5.56. 12 katlı sistemlerin X doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı

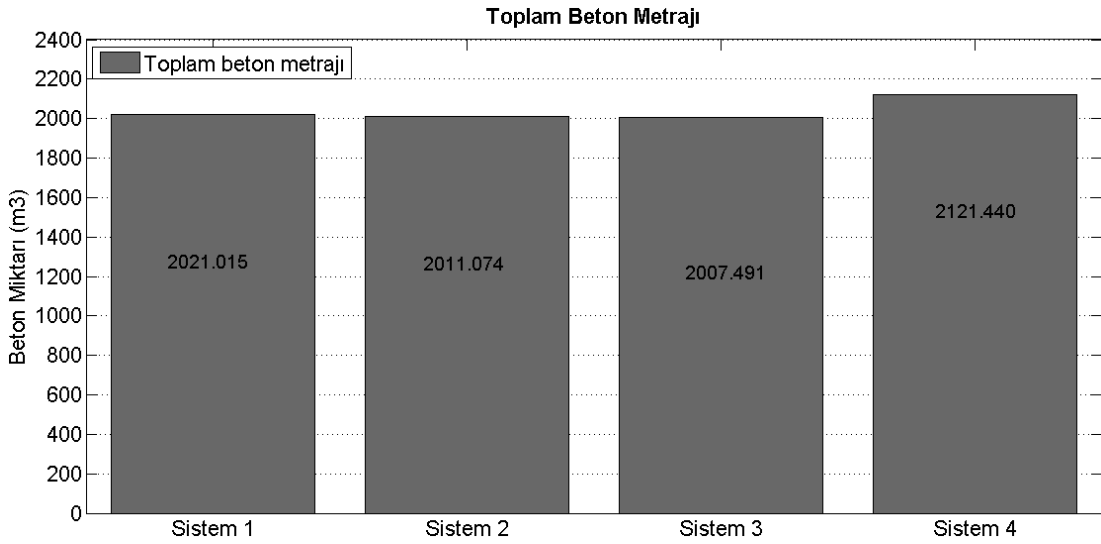
Şekil 5.56.'da görüldüğü üzere Sistem 2 en az burulma düzensizliği katsayılarına sahip olup Sistem 1'de de olduğu gibi bütün katlarda burulma katsayı değerleri sabit kalmıştır. Sistem 4, en fazla burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan sistemdir. Sistem 3 ve Sistem 4, Sistem 1 ve Sistem 2 gibi birbirlerine yakın değerler almışlardır. Sistem 3 ve Sistem 4'te zemin kattan son kata doğru burulma düzensizliği katsayısı azalarak devam etmiştir. Şekil 5.57.'de görüldüğü üzere Y doğrultusunda, Sistem 3 ve Sistem 4, X doğrultundaki değerlerin aynılarını almışlardır. Sistem 1 ve Sistem 2'nin değerleri, X doğrultusundaki gibi sabit kalmamıştır. Sistem 2, genelde en az burulma düzensizliği katsayılarına sahip olan sistemdir.



Şekil 5.57. 12 katlı sistemlerin Y doğrultusundaki burulma düzensizliği katsayısı

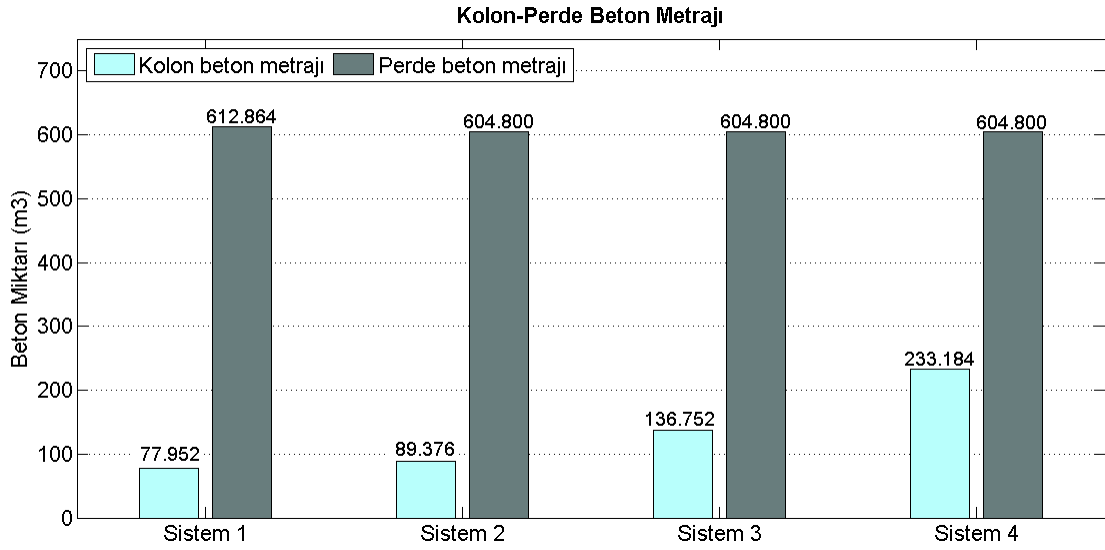
5.3.8. Sistemlerin beton ve donatı metrajlarının karşılaştırılması

Beton metrajlarında kolon ve perde metrajları ile toplam metrajlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır.



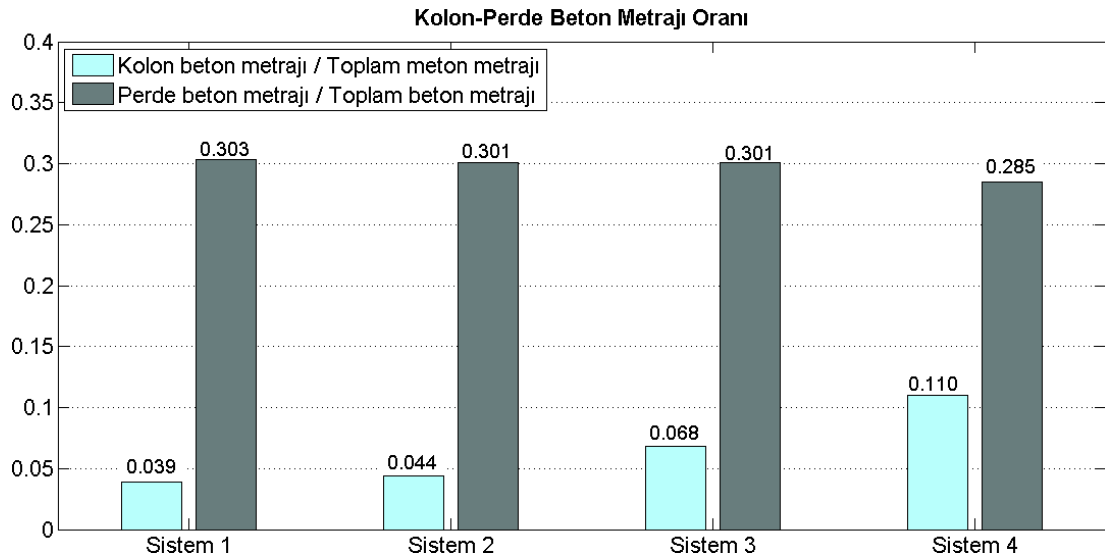
Şekil 5.58. Sistemlerin toplam beton metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.58.'de görüldüğü üzere toplam beton metrajlarında en az beton metrajına sahip olan Sistem 3 olup onu sırasıyla artarak Sistem 2, Sistem 1 ve Sistem 4 takip etmektedir.



Şekil 5.59. Sistemlerin kolon-perde beton metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.59.'da görüldüğü üzere perde beton metrajları Sistem 1 hariç diğerleri sabit kalırken Sistem 1'den Sistem 4'e doğru kolon beton metrajları artış göstermektedir. En fazla kolon beton metrajına açık bir fark ile sahip olan Sistem 4 olurken en az kolon beton metrajına sahip olan Sistem 1'dir.

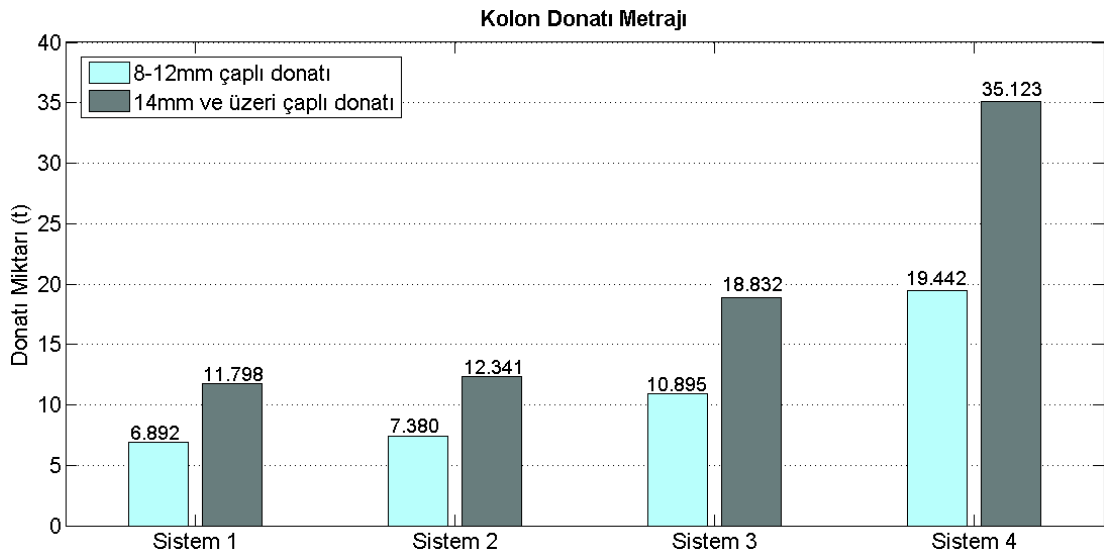


Şekil 5.60. Sistemlerin kolon-perde beton metrajlarının toplam beton metrajına oranlarının karşılaştırılması

Şekil 5.60.'ta görüldüğü üzere perde beton metrajları oranları arasında en fazla orana sahip olan Sistem 1'dir. Sistem 3, en az toplam beton metrajına sahip olmasına rağmen Sistem 1'in perde beton metrajının fazla olması sebebi ile en yüksek orana Sistem 1 sahiptir. En düşük perde beton metraj oranına sahip olan ise Sistem 4'tür.

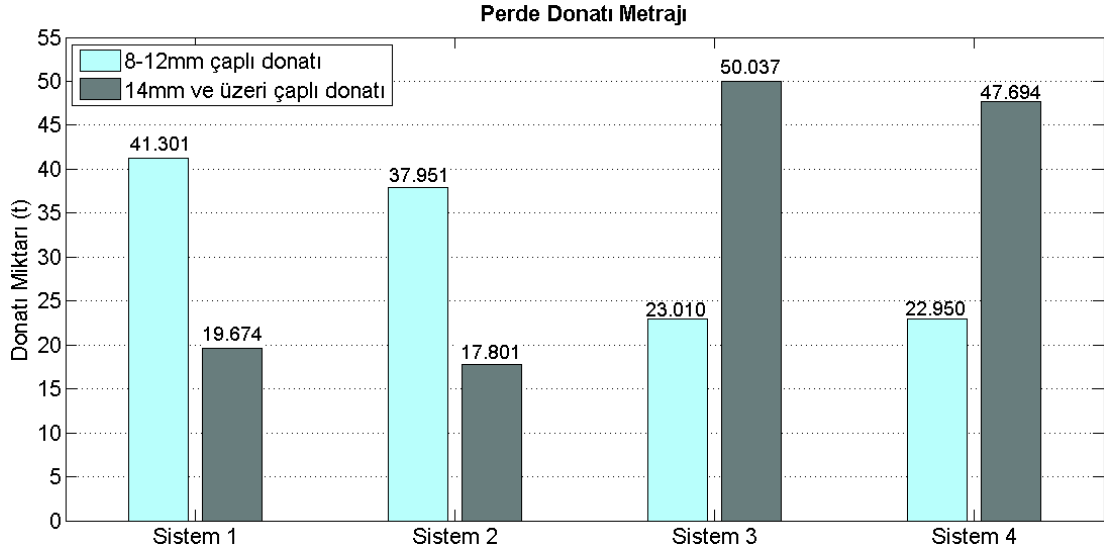
Kolon metraj oranları ise Şekil 5.59.'daki kolon-perde beton metraj değerleri ile doğru orantılı olarak değer almışlardır.

Sistemlerin donatı metrajlarında beton metrajlarında olduğu gibi perde ve kolonlar dikkate alınarak karşılaştırma yapılmıştır. Yalnız, donatı metrajlarında 8-12 mm donatı çapı ve 14 mm ve üzeri aralığında donatılar gruplandırılarak metrajlar hesaplanıp karşılaştırılmaya sunulmuştur.



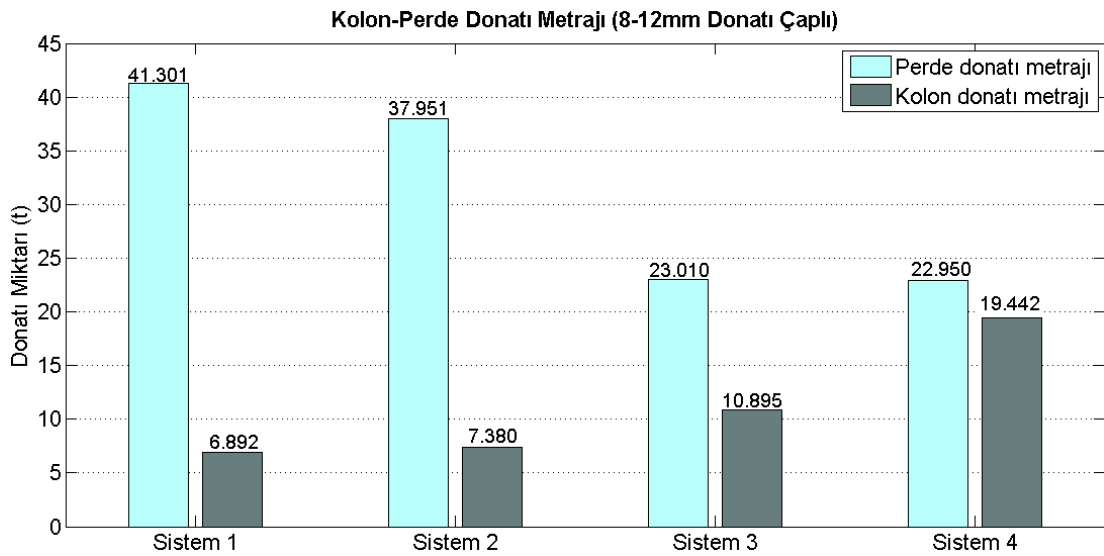
Şekil 5.61. Sistemlerin kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.61.'deki kolon donatı metrajlarından anlaşılacağı üzere Sistem 1'den Sistem 4'e doğru hem 8-12 mm aralığında hem de 14 mm ve üzeri aralığında artış görülmektedir. Sistem 1, en az donatı değerlerine sahip olurken Sistem 4, Sistem 3'ün neredeyse iki katı donatı metrajları ile en fazla değerlere sahip sistemdir.

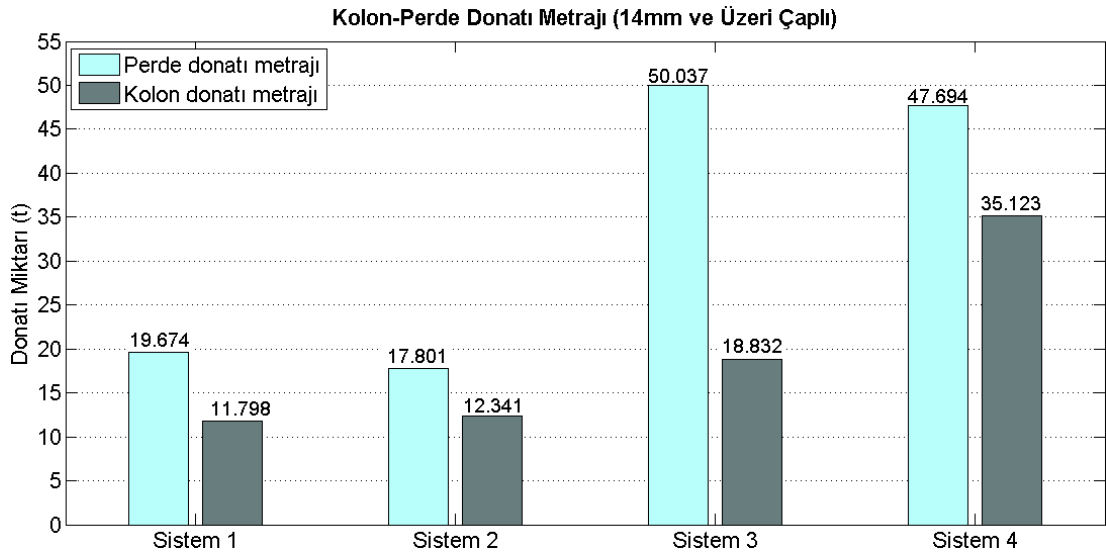


Şekil 5.62. Sistemlerin perde donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.62. incelendiğinde, 8-12 mm çap aralığındaki perde donatılarının Sistem 1’de maksimum olmak üzere Sistem 1 ve Sistem 2’de en fazla miktarlara sahip olduğu görülmektedir. Bu durum 14 mm ve üzeri perde donatı metrajlarında ise, en ağır iki sistemde daha fazla ve diğer sistemlerin neredeyse iki katı miktarında 14 mm ve üzeri çaplı donatı miktarının bulunmasının olduğu şekilde görülmektedir. Sistemlerde iki donatı grubu aralığında ters orantı bulunmaktadır. Şekil 5.62., Şekil 5.63. ve Şekil 5.64.’teki gibi ağır sistemlere kalın perde donatıları, hafif sistemlerde ise ince perde donatıları fazla olacak şekilde bulunmaktadır.

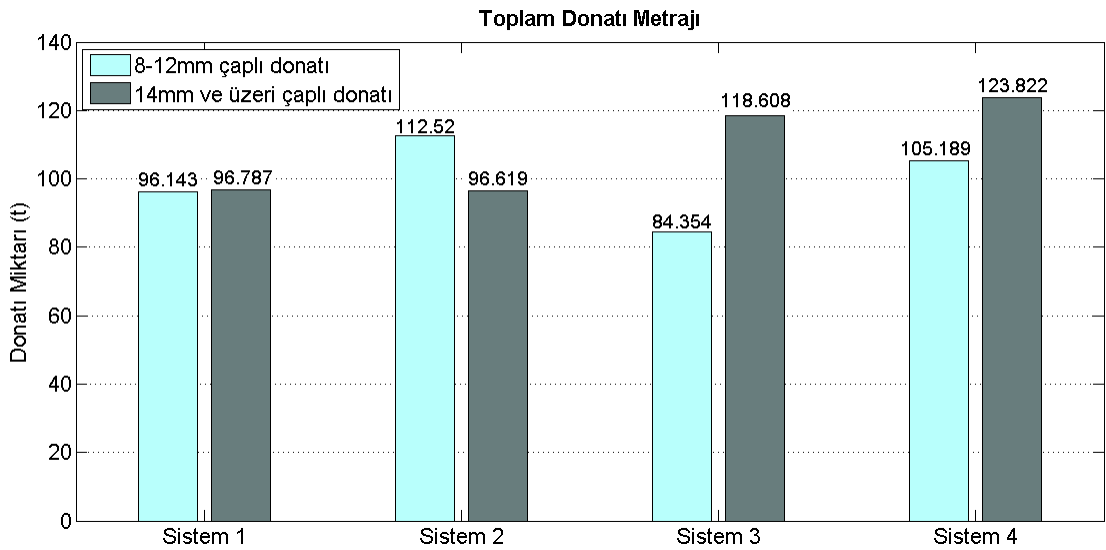


Şekil 5.63. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması(8-12 mm çaplı)



Şekil 5.64. Sistemlerin perde-kolon donatı metrajlarının karşılaştırılması (14 mm ve üzeri çaplı)

Kolon donatı metrajları hem 8-12 mm çap aralığında hem de 12 mm ve üzeri çap aralığında Sistem 1’den Sistem 4’e doğru artış göstermiştir.



Şekil 5.65. Sistemlerin toplam donatı metrajlarının karşılaştırılması

Şekil 5.65.’te görüldüğü üzere Sistem 2, en fazla 8-12 mm donatı metrajına sahip olan sistemken Sistem 3 en az 8-12 mm donatı metrajına sahip olan sistemdir. Sistem 4 en fazla 14 mm ve üzeri donatı metrajına sahipken en az 14 mm ve üzeri donatı metrajına sahip olan Sistem 2’dir.

5.3.9. Sistemlerin yapı performans değerlendirilmesi sonuçları

Tablo 5.12. Sistemlerin performans değerlendirme sonuçları

	Deprem Yükleme		Deprem Yükleme	
	+X Yönü	-X Yönü	+Y Yönü	-Y Yönü
Sistem 1	CG	CG	CG	CG
Sistem 2	CG	CG	CG	CG
Sistem 3	CG	CG	CG	CG
Sistem 4	CG	CG	CG	CG

Tablo 5.12.'de görüldüğü üzere bütün sistemlerin tüm deprem yüklemesi yönlerinde performans değerlendirme sonuçları can güvenliği çıkmıştır.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, birinci derece deprem bölgesinde bulunduğu kabul edilen, 4 farklı perde geometrisine sahip ve 4, 8 ve 12 katlı betonarme yapı sisteminin dolayısıyla 12 farklı yapının DBYBHY, TS 500 ve TS 498 Türk Yönetmeliklerine göre çözümlemesi ve tasarımları yapılmıştır. Sistemdeki tüm taşıyıcı elemanların süneklik düzeyi yüksek olarak seçilmiş ve hesaplar bu kabule göre yapılmıştır. Taşıyıcı sistemlerin ön boyutlandırılmasının ardından, çözümleme aşamasında deprem hesabı için bütün sistemlerde eş değer deprem kuvveti yöntemi ve mod birleştirme metodu kullanılmıştır. Çözümlemenin bu safhasında her iki metotla hesaplanan deprem kuvvetlerinden oluşan taban kesme kuvvetleri, perde tabanlarındaki oluşan kesme kuvvetlerine oranlanarak seçilen yapı davranış katsayısının gerekliliği olan büyütme yapılmıştır. Mod birleştirme yöntemi için bulunan taban kesme kuvvetiyle karşılaştırılarak gerekli büyütme yapılmıştır. Son şekliyle her iki yöntem için hesap tamamlandıktan sonra hesapların devamında kullanılmak üzere mod birleştirme yöntemi seçilmiştir. Deprem yükleri ve düşey yüklerin tümünün ortaya çıkmasının ardından her sistemin düzensizlik kontrolleri yapıp A1 burulma düzensizliğine sahip olan sistemlerin $\pm\%5$ dış merkezleri gerekli görülen mertebelerde arttırılarak çözümleme yenilenmiş ve ardından her sistem için etkin görelî kat ötelemesi ve ikinci mertebe etkisi kontrolleri yapılmıştır. Son olarak sistemlerin beton ve donatı metrajları hesaplanmıştır. Hesapların sonuçlandırılmasının ardından sistemler için ortaya çıkan girdi ve çıktılar karşılaştırılarak gözlemlerde bulunulmuştur.

Sistem 2, 4, 8 ve 12 katlı sistemlerde bulunan bütün sistemler arasında Sistem 1'den sonra en hafif ikinci sistemdir. Bütün sistemler arasında en az periyot değerine sahiptir. Sistem 1, Sistem 2'den hafif olmasına rağmen 4 ve 8 katlı sistemlerde gerek eşdeğer deprem kuvveti yöntemi gerekse mod birleştirme yöntemi kullanılarak bulunan taban kesme kuvvetleri sonuçlarında X doğrultusunda daha fazla taban

kesme kuvveti değerine sahiptir. En ağır üçüncü sistem olan Sistem 3, her iki deprem hesabı yönteminde 12 katlı sistemler arasında en az taban kesme kuvveti değerlerini almıştır. En ağır sistem olan Sistem 4 ise eşdeğer deprem kuvveti hesabında 12 katlı sistemler arasında Y doğrultusunda en az taban kesme kuvveti değerini almıştır. Bu durum perde geometrisinin kat sayısı ve kullanılan deprem hesabı yönteminde etkisinin değişim gösterdiğini açıklamaktadır.

Perdelerin karşıladığı taban kesme kuvvetinin, yapı tabanına etkiyen toplam taban kesme kuvvetine oranına baktığımızda ise X doğrultusunda Sistem 1'in, Y doğrultusunda ise Sistem 2'nin taşıyıcı perdelerini diğer sistemlerin aynı alana sahip taşıyıcı perdelerine oranla taban kesme kuvveti karşılamada daha etkili biçimde kullandığı görülmektedir. Bu durum perde geometrisinin, perdelerin taban kesme kuvveti karşılamadaki rolüne etkisini göstermektedir.

Hesaplanan kat yerdeğiştirmelerine bakıldığında ise 4 ve 8 katlı sistemlerde, Y doğrultusunda yapı ağırlığı oluşan yerdeğiştirmelerde perde geometrisinden daha etkili iken X doğrultusunda durum tam tersidir. 12 katlı sistemlerde ise X doğrultusunda durum aynıyken Y doğrultusunda perde geometrisi en az yapı ağırlığı kadar etkin rol almıştır.

Görelî kat ötelemelerine bakıldığında ise tam simetrik perde geometrisine sahip olan Sistem 2, diğer bütün sistemler arasında 8 ve 12 katlı sistemlerde, son iki kat arasındaki minimum kat öteleme değerlerine sahip olan sistemdir. 4 katlı sistemler arasında X doğrultusunda son iki kat arasındaki minimum kat ötelemesine sahip olan sistem, yine simetrik bir perde geometrisine sahip olan Sistem 1'dir.

A1 burulma düzensizliklerine bakıldığında perde geometrisinin, görelî kat ötelmesi ve maksimum yer değiştirme değerlerine göre daha etkin olduğu gözlemlenmiştir. Benzer yer değiştirme davranışı gösteren ve kat ötelenmeleri arasında fazla farklar olmayan bu sistemlerin burulma davranışı olarak farklı karakterde oldukları görülmüştür. Tüm 4, 8 ve 12 katlı sistemlerde Sistem 1 ve Sistem 2'nin, A1 burulma düzensizliği sınır değerinin altında değerler aldığı görülmüş olup DBYBHY 2007'ye göre burulma düzensizlikleri bulunmamaktadır. Sistem 3 ve Sistem 4 ise 1,2 olan

burulma sınır değerinden yüksek değerler alarak DBYBHY 2007'ye göre burulma düzensizliğine sahiptirler. Bu sonuçların sebebi, Sistem 1 ve Sistem 2'nin ağırlık merkezine uzak konumlandırılmış perde geometrisine sahip olmalarıdır. Sistem 3 ve Sistem 4 ise düzenli çerçevelere sahip oldukları halde burulma düzensizliklerine sahiptirler. Bu durum perde teşkilindeki geometri faktörünün yapının burulma davranışına önemli bir biçimde etkidiği sonucunu göstermektedir. Binaenaleyh, taşıyıcı sistemi tamamen simetrik olan düzenli akslı çerçevelere sahip olan sistemlerin dahi perde geometrisine bağlı olarak burulma tehlikesi altında olduğu görülmektedir. Sistemin dış çevresine konumlandırılan perdelerin daha büyük kesme kuvvetleri alıp yapıya daha fazla burulma rijitliği kattıkları sonucuna bu gözlemler ışığında varabiliriz.

Sistemlerin donatı metrajlarına bakıldığında perde geometrisinin kolon ve perde donatı miktarının oluşumunda etkili olduğu görülmektedir. Kolonlarda hem hafif hem de ağır donatılar Sistem 1 ve Sistem 2'de diğer iki sisteme göre daha az bulunmaktadır. Perdelerde hafif donatılar Sistem 1 ve Sistem 2'de diğer iki sisteme göre fazla bulunmakta olup ağır donatılar yüksek farkla Sistem 3 ve Sistem 4'te bulunmaktadır. Bu gözlemler sonucunda perde geometrisinin yapı maliyetine etkisi olduğu sonucuna varabiliriz.

Yapılan bu tez çalışmasında geçen tüm bu ifadeler sonucunda perde geometrisinin yapı davranışı ve tasarımı konusunda etkin rol oynadığı görülmüş, hatta seçilen deprem kuvveti hesap metoduna göre büyük miktarlarda olmasa da sonuçta çeşitlilikler ortaya çıkardığı gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Atımtay, E., 2000, Açıklamalar ve örneklerle afet bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik. Ankara, Bizim Büro.
- Atımtay, E., 2001, Çerçevesi ve perdeli betonarme sistemlerin tasarımı. Temel kavramlar ve hesap yöntemleri. Ankara, Bizim Büro.
- Bayülke, N., 2001, Depreme dayanıklı betonarme ve yığma yapı tasarımı. İzmir: TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.
- Celep, Z., 2011, Yapı Dinamiği. İstanbul, Beta Dağıtım.
- Celep, Z., 2015, Deprem mühendisliğine giriş. İstanbul, Beta Dağıtım.
- Celep, Z., 2015, Yapı dinamiği. İstanbul, Beta Dağıtım.
- Celep, Z. & Kumbasar, N., 2004, Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı. İstanbul, Beta Dağıtım.
- Celep, Z. & Kumbasar, N., 2005, Betonarme yapılar. İstanbul, Beta Dağıtım.
- DBYBHY, 2007, Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik(DBYBHY) 2007. Ankara, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.
- Doğangün, A., 2007, Betonarme yapıların hesap ve tasarımı. İstanbul, Birsen Yayınevi.
- Doğangün, A., 2009, Betonarme yapıların hesap ve tasarımı. İstanbul, Birsen Yayınevi.
- Drosdov, P.F. & Lishak, 1978, V.I. Spatial rigidity & stability of tall buildings of different structural schemes. Moskova, Central Research and Design Institute for Dwellings.
- Ghobarah, A. & Yousef, M., 1999, Modelling of reinforced concrete structural walls. Engineering Structures, 21(10), pp. 912-923.
- Gülay, G., 2010, Betonarme binaların deprem güvenliğini etkileyen parametreler. İstanbul, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası.
- Güler, K., Altan, M. & Gülsoy, İ., 2003, Betonarme tüp sistem yapılarda çevre kiriş rijitliği ve beton dayanımının yapı yatay yük davranışına etkisi. İstanbul, 5. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı .
- Kwak, H.-G. & Kim, D.-Y., 2001, Nonlinear analysis of RC shear walls considering tension-stiffening effect. Computers and Structures, 79(5), pp. 499-517.
- Nilson, A., Darwin, D. & Dolan, C., 2010, Design of concrete structures. New York, McGraw-Hill.

- Özden, K., Kumbasar, N. & Sariaçalı, S., 1991, Betonarme yüksek yapılar. İsta İTÜ İnşaat Fakültesi.
- Özlü, B., 2015, Çok katlı betonarme binalarda taşıyıcı sistem türlerinin davranışlarının incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Paulay, T. & Priestley, M. J., 1992, Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings. New York, John Wiley and Sons.
- Smith, B. S. & Coull, A., 1991, Tall building structures: Analysis and design. USA, John Wiley and Sons.
- Tekel, H., 2006, Betonarme yapılarda %1 oranında perde kullanımının değerlendirilmesi. Türkiye Mühendislik Haberleri, sayı 57-63, pp. 444-445.
- TS 498, 1997, Yapı elemanlarının boyutlandırılmasında alınacak yüklerin hesap değerleri. Ankara, Türk Standartları Enstitüsü.
- TS 500, 2000, Betonarme yapıların tasarım ve yapım kuralları. Ankara, Türk Standartları Enstitüsü.
- Uçar, T. & Merter, O., 2009, Planda perde yerleşiminin betonarme perde-çerçeve binaların deprem davranışına etkisi. Deü Mühendislik Fakültesi mühendislik Bilimleri Dergisi, pp. 11-18.
- Wilson, E. L., 1997, Three dimensional dynamic analysis of structures with emphasis on earthquake engineering. Computers and Structures Incorporated.
- Yıldız, İ., 2015, Perdeli ve perdesiz betonarme yapıların TDY 2007'ye göre değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi: Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Botan Engin Güneş, 03.02.1993'te Mersin'de doğmuştur. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimini Mersin'de tamamlamıştır. 2010 yılında Dumlupınar Lisesi'nden mezun olup aynı yıl başladığı Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü 2014 yılında bitirmiştir. 2014 yılında Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Sapanca ve Adapazarı'nda farklı firmalarda mühendislik yapıp en son 2017 yılında HATSU'nun Hatay-Altınözü İçmesuyu İsale Hattı Projesinde yüklenici firmada Şantiye Şefliği görevi yapmıştır.