

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

**BETONARME BİNALARDA KİRİŞ VE DÖŞEME
SÜREKSİZLİĞİNİN YAPISAL DAVRANIŞA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mohammad Kabir KHURRAM

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Necati MERT

Ocak 2018

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BETONARME BİNALARDA KİRİŞ VE DÖŞEME
SÜREKSİZLİĞİNİN YAPISAL DAVRANIŞA
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mohammad Kabir KHURRAM

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez 31.01.2018 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

**Doç. Dr.
Mehmet Emin ARSLAN
Jüri Başkanı**

**Yrd. Doç. Dr.
Osman KIRTEL
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.

Mohammad Kabir Khurram

31.01.2018

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.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	x
ÖZET.....	xvi
SUMMARY	xvii

BÖLÜM 1.

GİRİŞ	1
1.1. Tez Çalışmanın Amacı ve Tanımı.....	1
1.2. Konu ile İlgili Literatür Çalışmalar	1
1.3. Çalışmada Geçerli Olan Kabuller	7

BÖLÜM 2.

PLANDA DÜZENSİZ OLAN BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER.....	9
2.1. Planda Düzensizlik Durumları	9
2.1.1. A1 Burulma düzensizliği.....	10
2.1.2. A2 Döşeme süreksizlikleri	11
2.1.3. A3 Planda çıkıntıların bulunması.....	12

BÖLÜM 3.

SAYISAL ANALİZİ	13
3.1. Modellerin Özellikleri.....	13
3.1.1. Yapı elemanların boyutları	13
3.1.2. Yapı analizde kullanılan malzeme ve kombinasyonlar	13

3.2. 5 Katlı Modellerin Analiz Sonuçları	14
3.2.1. Referans model analiz sonuçları.....	14
3.2.2. Model 1 analiz sonuçları	20
3.2.3. Model 2 analiz sonuçları.....	26
3.2.4. Model 3 analiz sonuçları.....	32
3.2.5. Model 4 analiz sonuçları.....	38
3.2.6. Model 5 analiz sonuçları.....	44
3.2.7. Model 6 analiz sonuçları.....	50
3.2.8. Model 7 analiz sonuçları.....	56
3.2.9. Model 8 analiz sonuçları.....	62
3.2.10. Model 9 analiz sonuçları.....	68

BÖLÜM 4.

MODEL SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	74
4.1. 5 Katlı Modellerin Karşılaştırılması	74
4.1.1. Model periyotlarının karşılaştırılması	74
4.1.2. Kat yer değiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması.....	75
4.1.3. Modellerin A1 burulma düzensizliği karşılaştırılması.....	78
4.2. Model Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması.....	79
4.2.1. Eşdeğer deprem yükü taban kesme kuvveti	79
4.2.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri	80
4.3. Kolonlardaki Eksenel Kuvvet, Kesme Kuvvet ve Moment Değerlerinin Karşılaştırılması.....	81

BÖLÜM 5.

MODEL 5'İN FARKLI ŞEKİLLENDİRİLMİŞ DURUMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	89
5.1. Model Periyotlarının Karşılaştırılması.....	90
5.1. Kat Yer Değiştirme ve Görelî Kat Ötelemelerin Karşılaştırılması....	91
5.1. Modellerin A1 Burulma Düzensizliği Karşılaştırılması.....	92

BÖLÜM 6.	
DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	93
KAYNAKLAR.....	97

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

A_o	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$A(T)$: Spektral ivme katsayısı
E_s	: Çelik elastisite modülü
F_b	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi taban kesme kuvveti
F_i	: İ'inci kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
f_{ck}	: Beton karakteristik silindir basınç dayanımı
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
DBYBHY-2007	: Türk Deprem Yönetmeliği
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_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
ΔF_N	: Binanın en üst katına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü

Δ_i	: Binanın i 'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
ϵ_{cu}	: Beton ezilme birim kısalması
η_{bi}	: i 'inci katta tanımlanan burulma düzensizliği katsayısı
θ_i	: i 'inci kat için ikinci merteye gösterge değeri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. A1 burulma düzensizliği.....	10
Şekil 2.2. (a) ve (b) A2 türü düzensizlik durumu.....	12
Şekil 2.3. A3 türü düzensizlik durumu	12
Şekil 3.1. Referans modelin perspektif görünüşü	14
Şekil 3.2. Referans modelin kat kalıp planı	14
Şekil 3.3. Model 1 perspektif görünüşü.	20
Şekil 3.4. Model 1 kat kalıp planı.	20
Şekil 3.5. Model 2 perspektif görünüşü.	26
Şekil 3.6. Model 2 kat kalıp planı.	26
Şekil 3.7. Model 3 perspektif görünüşü.	32
Şekil 3.8. Model 3 kat kalıp planı.	32
Şekil 3.9. Model 4 perspektif görünüşü.	38
Şekil 3.10. Model 4 kat kalıp planı.	38
Şekil 3.11. Model 5 perspektif görünüşü.	44
Şekil 3.12. Model 5 kat kalıp planı.	44
Şekil 3.13. Model 6 perspektif görünüşü.	50
Şekil 3.14. Model 6 kat kalıp planı.	50
Şekil 3.15. Model 7 perspektif görünüşü.	56
Şekil 3.16. Model 7 kat kalıp planı.	56
Şekil 3.17. Model 8 perspektif görünüşü.	62
Şekil 3.18. Model 8 kat kalıp planı.	62
Şekil 3.19. Model 9 perspektif görünüşü.	68
Şekil 3.20. Model 9 kat kalıp planı.	68
Şekil 4.1. 5 katlı modellerin x doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.....	76
Şekil 4.2. 5 katlı modellerin y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.....	76
Şekil 4.3. 5 katlı modellerin y doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri.....	77

Şekil 4.4. 5 katlı modellerin x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri.....	77
Şekil 4.5. 5 katlı modellerin x yönündeki A1 burulma düzensizliği katsayısı.....	78
Şekil 4.6. 5 katlı modellerin y yönündeki A1 burulma düzensizliği katsayısı.....	78
Şekil 4.7. 5 katlı modellerin eşdeğer deprem yükü taban kesme kuvveti.....	79
Şekil 4.8. 5 katlı modellerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvveti.....	80
Şekil 4.9. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun eksenel kuvvet karşılaştırılması	81
Şekil 4.10. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun eksenel kuvvet karşılaştırılması	82
Şekil 4.11. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun eksenel kuvvet karşılaştırılması	82
Şekil 4.12. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun x ve y yönünde kesme kuvvet karşılaştırılması	83
Şekil 4.13. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun x ve y yönünde kesme kuvvet karşılaştırılması	84
Şekil 4.14. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun x ve y yönünde kesme kuvvet karşılaştırılması	84
Şekil 4.15. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun x yönündeki moment karşılaştırılması	85
Şekil 4.16. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun y yönündeki moment karşılaştırılması	85
Şekil 4.17. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun x yönündeki moment karşılaştırılması	86
Şekil 4.18. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun y yönündeki moment karşılaştırılması	86
Şekil 4.19. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun x yönündeki moment karşılaştırılması	87
Şekil 4.20. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun y yönündeki moment karşılaştırılması	88
Şekil 5.1. Referans modelin kat kalıp planı	89
Şekil 5.2. Model 5 kat kalıp planı	89
Şekil 5.3. Model 5D kat kalıp planı	89

Şekil 5.4. Model 5K kat kalıp planı	89
Şekil 5.5. 5 katlı modellerin periyot değerleri.....	90
Şekil 5.6. 5 katlı modellerin x doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri	91
Şekil 5.7. 5 katlı modellerin x doğrultusundaki görelî kat ötelemeleri.....	91
Şekil 5.8. 5 katlı modellerin x yönündeki A1 burulma düzensizliği katsayısı.....	92

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1.1. Tüm modellerin genel parametreleri.....	8
Tablo 2.1. Planda ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları	9
Tablo 3.1. Referans model kat kuvvet parametreleri	15
Tablo 3.2. Referans modelin deprem parametreleri.....	15
Tablo 3.3. Referans model x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler ..	16
Tablo 3.4. Referans model x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görelİ kat ötelemelerinin sınırlandırılması	16
Tablo 3.5. Referans model x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görelİ kat ötelemelerinin sınırlandırılması	17
Tablo 3.6. Referans model y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görelİ kat ötelemelerinin sınırlandırılması	17
Tablo 3.7. Referans model y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görelİ kat ötelemelerinin sınırlandırılması	17
Tablo 3.8. Referans model x yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri.....	18
Tablo 3.9. Referans model y yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri.....	18
Tablo 3.10. Referans model x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	18
Tablo 3.11. Referans model x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	19
Tablo 3.12. Referans model y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	19
Tablo 3.13. Referans model y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	19
Tablo 3.14. Model 1 kat kuvvet parametreleri.....	21
Tablo 3.15. Model 1 deprem parametreleri.....	21
Tablo 3.16. Model 1 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	22
Tablo 3.17. Model 1 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görelİ kat ötelemelerinin sınırlandırılması	22
Tablo 3.18. Model 1 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görelİ kat	

ötelemelerinin sınırlandırılması	23
Tablo 3.19. Model 1 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	23
Tablo 3.20. Model 1 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	23
Tablo 3.21. Model 1 x yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	24
Tablo 3.22. Model 1 y yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	24
Tablo 3.23. Model 1 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	24
Tablo 3.24. Model 1 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	25
Tablo 3.25. Model 1 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	25
Tablo 3.26. Model 1 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	25
Tablo 3.27. Model 2 kat kuvvet parametreleri	27
Tablo 3.28. Model 2 deprem parametreleri	27
Tablo 3.29. Model 2 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	28
Tablo 3.30. Model 2 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	28
Tablo 3.31. Model 2 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	29
Tablo 3.32. Model 2 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	29
Tablo 3.33. Model 2 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	29
Tablo 3.34. Model 2 x yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	30
Tablo 3.35. Model 2 y yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	30
Tablo 3.36. Model 2 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	30
Tablo 3.37. Model 2 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	31
Tablo 3.38. Model 2 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	31
Tablo 3.39. Model 2 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	31
Tablo 3.40. Model 3 kat kuvvet parametreleri	33
Tablo 3.41. Model 3 deprem parametreleri	33
Tablo 3.42. Model 3 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	34
Tablo 3.43. Model 3 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	

ötelemelerinin sınırlandırılması	34
Tablo 3.44. Model 3 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	35
Tablo 3.45. Model 3 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	35
Tablo 3.46. Model 3 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	35
Tablo 3.47. Model 3 x yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	36
Tablo 3.48. Model 3 y yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	36
Tablo 3.49. Model 3 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	36
Tablo 3.50. Model 3 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	37
Tablo 3.51. Model 3 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	37
Tablo 3.52. Model 3 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	37
Tablo 3.53. Model 4 kat kuvvet parametreleri	39
Tablo 3.54. Model 4 deprem parametreleri	39
Tablo 3.55. Model 4 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	40
Tablo 3.56. Model 4 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	40
Tablo 3.57. Model 4 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	41
Tablo 3.58. Model 4 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	41
Tablo 3.59. Model 4 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat	
ötelemelerinin sınırlandırılması	41
Tablo 3.60. Model 4 x yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	42
Tablo 3.61. Model 4 y yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	42
Tablo 3.62. Model 4 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	42
Tablo 3.63. Model 4 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	43
Tablo 3.64. Model 4 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	43
Tablo 3.65. Model 4 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	43
Tablo 3.66. Model 5 kat kuvvet parametreleri	45
Tablo 3.67. Model 5 deprem parametreleri	45

Tablo 3.68. Model 5 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	46
Tablo 3.69. Model 5 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	46
Tablo 3.70. Model 5 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	47
Tablo 3.71. Model 5 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	47
Tablo 3.72. Model 5 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	47
Tablo 3.73. Model 5 x yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	48
Tablo 3.74. Model 5 y yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	48
Tablo 3.75. Model 5 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	48
Tablo 3.76. Model 5 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	49
Tablo 3.77. Model 5 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	49
Tablo 3.78. Model 5 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	49
Tablo 3.79. Model 6 kat kuvvet parametreleri	51
Tablo 3.80. Model 6 deprem parametreleri	51
Tablo 3.81. Model 6 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	52
Tablo 3.82. Model 6 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	52
Tablo 3.83. Model 6 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	53
Tablo 3.84. Model 6 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	53
Tablo 3.85. Model 6 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	53
Tablo 3.86. Model 6 x yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	54
Tablo 3.87. Model 6 y yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	54
Tablo 3.88. Model 6 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	54
Tablo 3.89. Model 6 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	55
Tablo 3.90. Model 6 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	55

Tablo 3.91. Model 6 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	55
Tablo 3.92. Model 7 kat kuvvet parametreleri	57
Tablo 3.93. Model 7 deprem parametreleri.....	57
Tablo 3.94. Model 7 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	58
Tablo 3.95. Model 7 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	58
Tablo 3.96. Model 7 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	59
Tablo 3.97. Model 7 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	59
Tablo 3.98. Model 7 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	59
Tablo 3.99. Model 7 x yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	60
Tablo 3.100. Model 7 y yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	60
Tablo 3.101. Model 7 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	60
Tablo 3.102. Model 7 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	61
Tablo 3.103. Model 7 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	61
Tablo 3.104. Model 7 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	61
Tablo 3.105. Model 8 kat kuvvet parametreleri	63
Tablo 3.106. Model 8 deprem parametreleri.....	63
Tablo 3.107. Model 8 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	64
Tablo 3.108. Model 8 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	64
Tablo 3.109. Model 8 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	65
Tablo 3.110. Model 8 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	65
Tablo 3.111. Model 8 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	65
Tablo 3.112. Model 8 x yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	66
Tablo 3.113. Model 8 y yönünde ±%5 ikinci merteb etkileri	66
Tablo 3.114. Model 8 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	66

Tablo 3.115. Model 8 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	67
Tablo 3.116. Model 8 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	67
Tablo 3.117. Model 8 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	67
Tablo 3.118. Model 9 kat kuvvet parametreleri	69
Tablo 3.119. Model 9 deprem parametreleri.....	69
Tablo 3.120. Model 9 x ve y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler	70
Tablo 3.121. Model 9 x yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	70
Tablo 3.122. Model 9 x yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	71
Tablo 3.123. Model 9 y yönünde +%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	71
Tablo 3.124. Model 9 y yönünde -%5 katyerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması	71
Tablo 3.125. Model 9 x yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	72
Tablo 3.126. Model 9 y yönünde \pm %5 ikinci mertebe etkileri	72
Tablo 3.127. Model 9 x yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	72
Tablo 3.128. Model 9 x yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	73
Tablo 3.129. Model 9 y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği	73
Tablo 3.130. Model 9 y yönünde -%5 A1 burulma düzensizliği	73
Tablo 4.1. Model periyotlarının karşılaştırılması.....	74
Tablo 4.2. 5 katlı modellerin x doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.....	75
Tablo 4.3. 5 katlı modellerin y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri.....	76

ÖZET

Anahtar kelimeler: Planda düzensizlik, burulma düzensizliği, kat yer değiştirme, kesme kuvvet, yapı davranışı

Betonarme yapılarda kiriş süreksizliği nedeniyle yatay düzensizlikler ortaya çıkar ve bir deprem sonrasında önemli hasar veya göçmelere neden olabilir. Bu çalışmada, betonarme binalarda kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi araştırılmıştır. Bu sebeple toplam on adet betonarme yapı modeli, kiriş ve döşeme süreksizliği olmayan bir referans model ve farklı kiriş ve döşeme süreksizliği olan 9 model incelenmiş ve analiz edilmiştir. 5 katlı olarak tasarlanan binaların yapılan performans analizi sonucunda, periyot, taban kesme kuvveti, görelı kat ötelenmeleri, kat yer değiştirmeleri ve düzensizlikler araştırılmıştır.

Bütün modeller, zemin katta 4 metre normal katlarda ise 3 metre olan 5 katlı betonarme çerçeve sistemlerdir. Modellerde, 1. derece deprem bölgesi ve Z4 zemin sınıfı dikkate alınmaktadır. Analiz için İdeCAD Statik 8 kullanılmıştır. Genel olarak yapılarda kiriş ve döşeme süreksizliğinin davranışa etkisi için bilgisayar yazılımında dinamik ve performans analizi yapılmış ve sayısal analizden elde edilen sonuçlar neticesinde yapı elemanları hasar durumlarında can güvenliği hedefine ulaşılmıştır.

Tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde, giriş olarak, tez çalışmasının tanımı ve amacı, konu ile ilgili literatür çalışmaları ve çalışmada geçerli olan kabuller açıklanmıştır. İkinci bölümde deprem yönetmeliğinde verilen düzensizlik durumları incelenmiştir. Üçüncü bölümde, sayısal analizler yapılmış ve yapı modellerinin, kat kuvvet parametreleri, deprem parametreleri, burulma momenti, kat ötelemeleri, kat yer değiştirmeleri ve A1 burulma düzensizlikleri tablo ve şekillerle sunulmuştur. Dördüncü bölümde, analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. Beşinci bölümde, model 5'in farklı şekillendirilmiş biçimleri karşılaştırılmıştır. Altıncı bölümde, son bölüm olarak, çalışma ile ilgili elde edilen sonuçlar ve öneriler verilmiştir.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF BEAM AND SLAB DISCONTINUITY ON STRUCTURAL BEHAVIOR IN REINFORCED CONCRETE BUILDINGS

SUMMARY

Keywords: Irregularity in the plan, torsional irregularity, floor displacement, shear force, structure behavior

Horizontal irregularities occur due to beam discontinuity in reinforced concrete structures and can cause significant damage or collapse after an earthquake. In this study, the effect of beam and slab discontinuity on structural behavior of reinforced concrete structures was investigated. For this reason, a total of ten reinforced concrete structure models, a reference model without beam and slab discontinuity, and 9 models with different beam and slab discontinuity were considered and analysed. As a result of the performance analysis of 5 floors buildings, period, base shear force, story drift, floor displacements and irregularities were investigated.

All the models are 5 storied reinforced concrete frame systems with 4 meters on the ground floor and 3 meters on the normal floors. In the models, 1st degree earthquake zone and Z4 ground class are considered. IdeCAD Static 8 is used for analysis. In general, dynamic and performance analysis was performed in computer software to affect the behavior of the beam and slab discontinuity in the structure and as a result of the results obtained from the numerical analysis, the structural members reached the goal of life safety in case of damage.

The thesis study consists of six parts. In the first part, as input, the definition of the thesis study and the aim, the literature studies about the subject and the assumptions that are valid in the study are explained. In the second part, the irregularities given in the earthquake regulations are examined. In the third part numerical analyzes have been done and structural models are presented with force parameters, earthquake parameters, torsional moment, story drift, floor displacements and A1 torsional irregularities in tables and figures. In the fourth part, the analysis results are compared. In the fifth part, differently shaped forms of model 5 are compared. In the sixth part, as the last section, the results and recommendations related to the study are given.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Tez Çalışmanın Amacı ve Tanımı

Mimari gereksinimler nedeniyle binada düzensizliklerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Düzensiz binalar ise planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları olmak üzere iki kısımda incelenir. Planda düzensizliklerden birisi kiriş süreksizliğidir. Kiriş süreksizliği ise yapının yeterli rijitlik, kararlık ve dayanım faktörlerini olumsuz yönde etkiler, çünkü yapı uygun geometri durumunu muhafaza edemeyip simetrikten asimetriğe geçer. Kiriş süreksizliği bu tür asimetrik binalarda rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışmamasına neden olur ve binada burulma ortaya çıkar. Bu nedenle yapı depreme karşı zayıf davranır ve bu durum binanın çökmesine neden olur.

Tezin amacı betonarme binalarda kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisinin incelenmesidir. Bu amaçla bir kıyaslama çalışması ele alınmıştır. Bu nedenle bir tane 5 katlı basit ve düzenli bina referans olarak oluşturulmuş ve ondan belirli akslardan kirişler ve diğer taşıyıcı elemanlar kaldırılarak 9 adet farklı düzensiz binalar meydana gelmiştir. Binalar düzenli modele referans ve esas alınarak kendi aralarında değerlendirilmiştir.

1.2. Konu ile İlgili Literatür Çalışmalar

Arslan G. ve ark., [1] 'de yapılan çalışmada (TDY 2007) "Türk Deprem Yönetmeliği" uyarınca, planda kirişin düzensizliği olup olmadığı ve farklı burulma düzensizliklerine sahip 8 farklı beş ve yedi katlı betonarme çerçeve yapıları tasarlamıştır. Binalar SAP 2000 yazılım programı ile modellenmiş ve performans değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Kiriş süreksizliği olmayan burulma düzensizliği yönetmelikte

verilen sınır değerlerden küçükse, burulma düzensizliğinin binalarda sismik performans üzerinde önemli bir etkiye sahip olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Sakale R. ve ark., [2] 'de yapılan çalışmada yatay düzensizliği olan dört binanın deprem davranışı STAAD.Pro yazılımı ile incelemiştir. Binaların performansı, biri normal, diğer üçü yatayda düzensizlik olan toplam dört bina için değerlendirilmiştir. Çalışma, farklı düzlem şekillerine sahip yatay düzensizlikleri olan binaların sismik performansını farklı zemin sınıflarında araştırılmıştır. Sonuç olarak, bölge V'de tüm binalar büyük yer değiştirmeye sahip olduğundan yer değişim sınırlarını kontrol etmek için yükseklik boyunca perdeli çerçeve sistemine ihtiyaç duyulmuştur.

Haque M ve ark., [3]'te yapılan çalışmada Bangladeş'teki 3. deprem bölgesi için ETABS v9.7.1 ve SAP 2000 v14.0.0 kullanılarak dört farklı şekillendirilmiş (W-şekli, L-şekli, Dikdörtgen, Kare) on katlı betonarme bina analizini yapmışlardır. Statik yükleme ve dinamik tepki spektrumu nedeniyle farklı biçimli binaların maksimum yer değiştirmeleri ile ilgili karşılaştırmalı çalışma araştırılmıştır. Sonuç olarak düzenli yapıların genel performansının düzensiz yapılardan daha iyi olduğu bulunmuştur.

Ghos S. ve ark., [4]'te yapılan çalışmada çok katlı betonarme binaların yatay düzensizlikle yapısal davranışlarının parametrik bir çalışmasını sunmuştur. Bu çalışmada, BNBC 2006'da tanımlanan, çok katlı yatay düzensiz bina, istikrarın analizi için ETABS kullanılarak modellenmiştir. Çalışma için L-şekli, H-şekli ve U-şekli gibi düzensiz plan dikate alınmıştır. Sonuç, düzensizliklerin burulmaya neden olduğunu göstermiştir.

Monish S. ve Karuna S. [5]'te yapılan çalışmada yüksek katlı düzensiz betonarme binaların sismik performansı üzerine bir araştırma yapmıştır. Çalışmada çerçeve yapısındaki diyafram süreksizliği ve tekrar giren köşeler olmak üzere iki tür plan düzensizliği yapılmaya çalışılmıştır. Binanın sismik tepkisini belirlemek için ETABS kullanılarak çeşitli düzensiz modeller analiz edilmiştir. Sonuçta düzensiz yapısal konfigürasyonlar, depremler sırasında özellikle şiddetli sismik bölgelerde ciddi bir şekilde etkilenir.

Bal İ.E. ve Özdemir Z. [6]'da yapılan çalışmada çevre çerçeve kirişi süreksizliğinin yapı deprem davranışı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Bu çalışmada SAP 2000 paket programı kullanılarak çevre çerçeve kirişi eksikliğinin doğrusal hesaplamalar ışığındaki etkileri, modelleme teknikleri, yapı dinamik özelliklerinin değişimi, yapı sünekliğinin ve yapı toplam dayanımının değişimi 12 örnek bina üzerinde incelenmiştir. Sonuç olarak kiriş kaldırılması durumunda özellikle bina dayanımında ciddi düşüşler gözlenmiştir.

Gökdemir H. ve ark., [7]'de yapılan çalışmada burulma düzensizliğinin yapılar üzerindeki etkilerini incelemiştir. Farklı kat ve kat alanlarına sahip farklı binalar SAP2000 ile modellenmiş ve hesaplamalar yapılmıştır. Ayrıca, Türk yapı kodlarındaki makaleler ile burulma düzensizliği hakkında farklı deprem kodları karşılaştırılmıştır. Sonuçta en iyi çözüm, burulma düzensizliği de dahil olmak üzere düzensizliklerden arındırılmış yapısal sistemleri tasarlamaktır.

Tripathi H. ve Pamecha L. [8]' de yapılan çalışmada yatay düzensizlikleri olan çok katlı binaların sismik davranışları üzerine bir araştırma yapmıştır. Bu amaçla, beş katlı binalar düşünülmüştür. 1. yapı düzenli plan, 2. yapı C şekli, 3. yapı ters C şekli, 4. yapı L şekli ve 5. yapı planda T şeklindedir. Davranışını incelemek için seçilen yanıt parametreleri yanal yer değiştirme ve kat ötelemesidir. Tüm binaların, bölge III, bölge IV ve bölge V'de bulunduğu varsayılmıştır. Analiz için STAAD.Pro yazılımı kullanılmıştır. Düzenli binanın düzensiz binalarla karşılaştırıldığında iyi performans gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Bagheri B. ve ark., [9]'da yapılan çalışmada çok katlı düzensiz binanın statik ve dinamik analizinin karşılaştırmalı çalışmasını incelemiştir. Bu çalışmada, çok katlı düzensiz bina, Hindistan'da deprem bölgesi V için ETABS ve SAP 2000 v.15 yazılım paketleri kullanılarak modellenmiştir. Bina, IS kodlarına dayanan eşdeğer statik, tepki spektrumu ve zaman tanım alanında analizi kullanılarak analiz edilmiştir ve bu üç analiz arasındaki karşılaştırmanın bir sonucu olarak, statik analiz ile elde edilen yer değiştirmelerin, tepki spektrumu ve zaman analizi de dahil olmak üzere dinamik analize göre daha yüksek olduğu gözlenmiştir.

Ravikumar C.M. ve ark., [10]'da yapılan çalışmada, bina modellerinde, geometrik ve diyaframlı süreksizlik ile plan düzensizliği ve gerileme ve eğimli zemin ile dikey düzensizlik olmak üzere iki tür düzensizlik çalışmasına girmiştir. İtme analizinde çeşitli düzensiz binaların performansı ETABS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sonuç, düzensiz binaların daha az kuvvet ile daha büyük oranda deforme olabileceğini göstermektedir.

Gaur H. ve ark., [11]'de yapılan çalışmada yatay düzensizliği olan çok katlı betonarme binaların parametrik bir çalışmasını incelemiştir. Bu çalışmada, planda düzensizliği olan yapıların, farklı iç kuvvetler ve üst kat deplasmanın etkilerini parametrik olarak inceleme girişimi yapılmıştır. Sonuç olarak, yatay düzensiz binaların normal binalara göre daha az kararlılığa sahip olduğu bulunmuştur.

İnel M., Bucaklı M. ve Özmen H.B. [12]'de yapılan çalışmada betonarme binalarda çerçeve süreksizliğinin yapı performansı üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çerçeve süreksizliğinin bina performansı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi için yapılan çalışmada binaların doğrusal olmayan davranışının dikkate alınmasıyla elde edilen kapasite eğrileri üzerinden değerlendirilmiştir. Çerçeve süreksizliğine neden olan kirişlerin kaldırılması durumunda özellikle yapı dayanımında önemli miktarda düşüş olduğu sonucuna varılmıştır.

Salunkhe A. U. ve ark., [13]'te yapılan çalışmada deprem kuvvet altında plan değişik konfigürasyonlarına sahip betonarme binaların davranışı üzerine bir araştırma yapmıştır. Deprem sırasında binanın davranışı; şekline, boyutuna ve geometrisine bağlıdır. Planda basit geometrili yapılar, geçmişteki güçlü depremlerde iyi performans göstermiş ancak planda u, v, H ve + şeklinde olan yapıda önemli hasar oluşmuştur. Dolayısıyla önerilen proje, plan konfigürasyonlarının spektrumu yöntemi ile ETABS yazılı programını kullanarak yapı tepkisi üzerindeki etkisini değerlendirmeye çalışmaktadır.

Mohod M.V. [14]'te yapılan çalışmada düzensiz yapıların etkilerini sunmuştur. Düzensiz plan ve şekil konfigürasyonunun etkisini incelemek için STAAD Pro V8i yazılımında 9 model geliştirilmiştir. Araştırma sonucunda deprem etkisini en aza

indirgemek için planlama aşamasında basit plan ve konfigürasyonun benimsenmesi gerektiği görülmüştür.

Ahmed M.M. ve ark., [15]'te yapılan çalışmada, çok katlı binaların sismik performansı üzerindeki düzensizlik etkilerini araştırmıştır. Dokuz katlı çerçeve binalarının referans modeli olarak üç boyutlu sonlu elemanlar modeli geliştirilmiştir; Referans modelinin planında kademeli olarak azalma ile altı L-şekilli model oluşturulmuştur. Modeller ETABS programı ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, ciddi düzensizliklere sahip binaların normal binalara göre daha savunmasız olduğunu kanıtlıyor.

Gonzalez R. ve Gomez C. [16]'da yapılan çalışmada binaların plan düzensizliklerinin etkisi üzerine bir analitik çalışma yapmıştır. Binalar sismik davranışta geometrik formun etkisini belirlemek için SAP2000'de modellenmiştir. Bu makalede, elastik yer değiştirmelerdeki farklı plan düzensiz sistemlerin etkilerinin incelendiği bir parametrik cevaplar sunulmuştur. Sismik olaylar sırasında farklı plan düzensizliklerinin hasara neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Erdem H. [17]'de yapılan çalışmada burulma düzensizliğinin betonarme kirişler ve kolonlar üzerine etkilerini incelemiştir. İdeCad7 programı ile yapılar analiz edilmiş ve düzensizlikler, iç kuvvetler ve donatı miktarları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak burulma düzensizliği betonarme yapıların kiriş ve kolon iç kuvvetlerini etkilemiş ve bu değişimden dolayı kolon boyutunun büyütülmesi ile birlikte kullanılması gereken donatı alanı da artmıştır.

Habib M.Z. ve ark., [18]'de yapılan çalışmada plan düzensizliğinin deprem yükü nedeniyle betonarme binalar üzerindeki etkisini araştırmıştır. Mevcut çalışmada, sonlu elemanlar yazılımı (ETABS v 9.7.4) kullanılarak sismik yükler yüklenerek farklı şekillerde altı bina seçilmiş ve analiz edilmiştir. Binaların şekli dikdörtgen, kare, ters L, T, U ve L şeklindedir. Mevcut çalışma, plan düzensizliğine sahip betonarme binalarda performans değerlendirmesini tartışmaktadır. Sonuç olarak planda düzensizlik veya düşey doğrultuda düzensizlik, yapıları deprem yükü altında savunmasız hale getirmiştir.

Ayrancı M.M. [19]'de yapılan çalışmada ABYYHY'de A2-I olarak verilen plandaki büyük döşeme düzensizliği durumu için örnek yapı 3 ayrı yaklaşımla modellenmiş, bu modeller için deprem analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak daha gerçekçi çözümlerin elde edilmesi amacıyla tüm yapı modellerinde esnek diyafram kabulünün kullanılması önerilebilir.

Şahbaz M.U. [20]'de yapılan çalışmada ABYYHY'de A3 düzensizliği olarak verilen "planda çıkıntılarının bulunması" düzensizliği durumu için on katlı betonarme bir yapı ele alınmış ve çeşitli taşıyıcı sistem modelleriyle yatay yükler altında analizleri yapılmıştır. Çalışmada sonuç olarak incelenen çerçeve tipi yapılarda rijit diyafram veya esnek diyafram modellemeleri arasında kolon iç kuvvet dağılımı açısından farkın çok küçük mertebelerde kaldığı sonucu elde edilmiştir.

Özdemir M.Y. [21]'de yapılan çalışmada A2-Döşeme Süreksizliği bulunan binalar ele alınmıştır. Analizi yapılan örneklerde boşlukların oranı ve yerleri değiştirilmiştir. Hesaplarda analiz yöntemi olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi seçilmiştir. İncelenen örneklerin modellenmesi için kabuk modeli ve rijit diyafram modeli ayrı ayrı kullanılmıştır. Sonuç olarak A2 düzensizliği bulunan yapılar kabuk modeli uygulanarak çözümlenmelidir.

Yedikardeş U. [22]'te yapılan çalışmada Türk Deprem Yönetmeliği (TDY2007) irdelenmekte ve perdeli yapılar ile A2 düzensizliği (döşeme süreksizliği) durumu ve bu durumun düzeltilmesi için perde yerleşimin etkisi incelenmektedir. Tüm örneklerin analizi için SAP2000 paket programı kullanılmıştır. Sonuç olarak A2 düzensizliği durumlarında, yapı kabuk modeli uygulanarak çözümlenmelidir. A2 düzensizliği olmadığı durumda yapıya simetrik ve kütle merkezinden uzağa perdeler yerleştirilmesi önerilmektedir.

Öztürk T. [23]'te yapılan çalışmada, yapı düzensizlikleri ve döşeme süreksizliklerine incelemiştir. Sonuç olarak en büyük burulma etkileri döşeme boşluklarının simetrik olmadığı ve bu bölgelerde kirişlerin sürekliliğinin sağlanmadığı binalarda meydana gelmekte ve yanal yer değiştirmeler artmaktadır.

Bahçecioğlu M.A.Ş. [24]'te yapılan çalışmada planda düzensiz yapıların deprem etkileri altındaki davranışını incelemiştir. Ele alınan örnek yapılar 2 ayrı yaklaşımla modellenmiş, bu modeller için deprem analizleri SAP2000 programını kullanarak yapılmıştır. Sonuç, kritik gerilme değerlerinin oluşmasında, binanın plandaki boyut düzensizliğinden çok, yapıdaki rijitlik dağılımlının etkili olduğunu göstermektedir.

Arslan S. [25]'da yapılan çalışmada betonarme binalarda döşeme boşluklarının taşıyıcı sistem davranışına etkilerini incelemiştir. Analiz için SAP2000 programına kullanarak, ABYYHY'2007 şartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Döşeme boşluğunun bulunduğu yerde kirişlerin rijitlikleri artırabilmesi sonucuna varılmıştır.

1.3. Çalışmada Geçerli Olan Kabuller

Betonarme yapılarda kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisini incelemek için bir referans model ile 9 adet farklı kiriş ve döşeme süreksizliği olan modeller hazırlanmıştır. Referans model, simetrik bir plan konfigürasyonuna sahip düzenli bir yapıdır. Diğer 9 model ise referans modelden belirli akslardan seçilen kirişlerin kaldırılmasıyla ortaya çıkan düzensiz binalardır. Modellerde kat yüksekliği zemin katta 4 metre normal katlarda ise 3'er metre seçilmiştir. Planda her iki yönde toplam uzunluğu 27'şer metre olan binanın aks aralıkları sırasıyla 5, 4,5, 4, 4, 4,5 ve 5 metre olarak belirlenmiştir. Betonarme modelde kesitler kirişler için 25/50 cm ve kolonlar için planın köşelerde 50/50 cm ve diğerleri 40/60 cm olarak belirlenmiştir. Kesitler her katta sabit aynı seçilmiştir. Yapısal analiz yazılımını ideCAD_Statik (v8,62) kullanarak, TDY- 2007 şartlarına göre gerçekleştirilmiştir. Tüm modellerin genel parametreleri Tablo 1.1.'de verilmiştir.

Tablo 1.1 Tüm modellerin genel parametreleri

Geometrik ve malzeme verileri	
Kullanım amacı	Konut
Kat adeti	5
Zemin kat yüksekliği	4 m
Normal kat yüksekliği	3 m
Toplam bina yüksekliği	16 m
Toplam bina uzunluğu	27 m
Döşeme kalınlığı	15 cm
Kirişlerin kesitleri	(25/50) cm
Kolonların kesitleri	(50/50) cm ve (40/60) cm
Sürekli temel kesitleri	(120/85) cm
Radye temel kalınlığı	40 cm
Beton sınıfı	C25
Donatı sınıfı	S420
Beton elastisite modülü	30250 Mpa
Donatı elastisite modülü	200000 Mpa
Poison oranı	0,2
Deprem parametreleri	
Deprem bölgesi	1. derece
Zemin sınıfı	Z4
Etkin yer ivmesi katsayısı	0,4
Bina önem katsayısı	1
Süneklik düzeyi	Yüksek
Taşıyıcı sistem davranış katsayısı	8
Zemin emniyet gerilmesi	10 tf/m ²

BÖLÜM 2. PLANDA DÜZENSİZ OLAN BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER

TDY 2007 “Türk Deprem Yönetmelik” düzensizlik olan betonarme taşıyıcı sistemlerin planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları olmak üzere iki kısımda incelemektedir. Yönetmelikte herbir düzensiz durumu çözüm önerileri ile birlikte tarif edilmiştir. Yönetmelik yatayda düzensizlikleri A, düşeydekileri ise B kısaltması ile gruplandırmıştır. Tablo 2.1.’de binaların düzensiz durumları verilmiştir.

Tablo 2.1. Planda ve düşey doğrultuda düzensizlik durumları

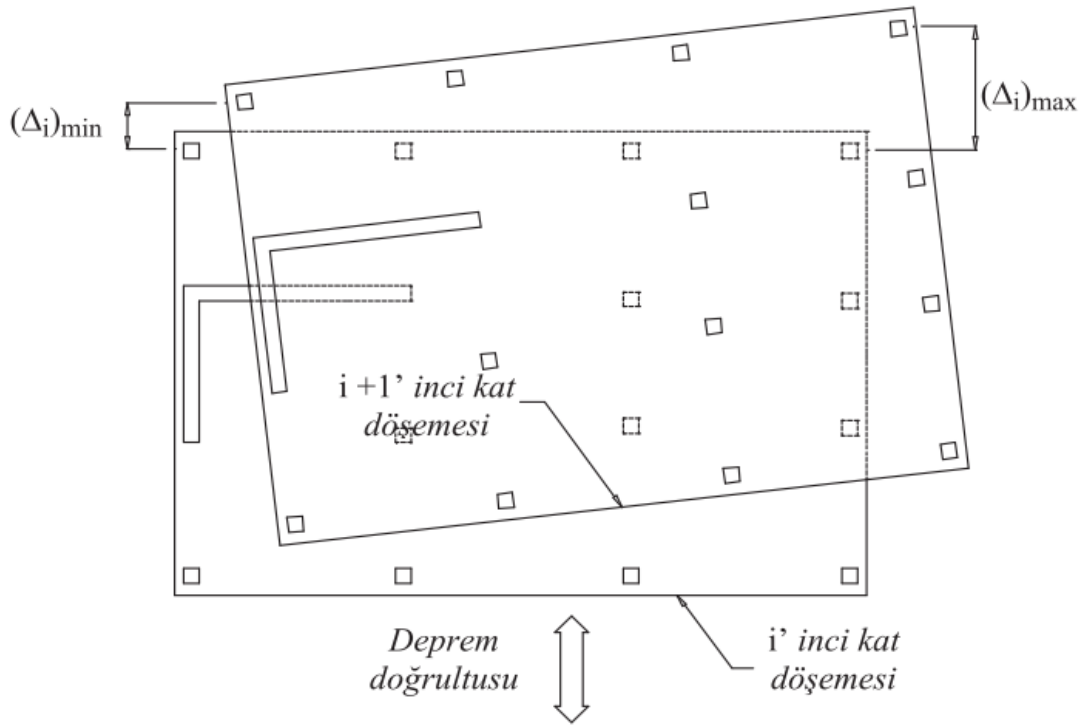
Düzensiz Durumları	Düzensizlik İsimleri
Planda Düzensizlik Durumları	A1 Burulma düzensizliği
	A2 Döşeme süreksizliği
	A3 Planda çıkıntılar bulunması
Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	B1 Komşu katlar arası dayanım düzensizliği
	B2 Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği
	B3 Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

2.1. Planda Düzensizlik Durumları

Planda düzensizlikler, A1 burulma düzensizliği, A2 döşeme süreksizliği ve A3 planda çıkıntılar bulunması olmak üzere üçe ayrılmıştır.

2.1.1. A1 Burulma düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumudur. Bu orana "Burulma Düzensizlik Katsayısı" η_{bi} denir. Bu durum Şekil 2.1.'deki gibidir.



Şekil 2.1. A1 burulma düzensizliği

Döşemenin rijit diyafram davranışı gösterdiği yapılarda η_{bi} Denklem 2.1 ve 2.2 ile hesaplanır.

$$(\Delta_i)_{ort} = [(\Delta_i)_{maks} + (\Delta_i)_{min}]/2 \quad (2.1)$$

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{maks}/(\Delta_i)_{ort} > 1.2 \quad (2.2)$$

Bu düzensizlik, kat kütle merkezi ile rijitlik arasındaki mesafenin büyük olduğu durumda belirginleşir. TDY 2007'ye göre, kütle merkezinde değişiklik olabileceği

düşünülmektedir, deprem kuvvetinin kütle merkezi yerine deprem kuvvetinin etki ettiği doğrultuya dik bina boyunun $\pm\%5$ 'i kadar dış merkezlik verilerek etkilmesi gerekmektedir. Bu sayede yapı simetrik olsa dahi olsa $\eta_{bi} > 1$ olacaktır.

Düzensizlik varsa, $1.2 < \eta_{bi} < 2.0$, Denklem 2.3 ile hesaplanan D_i katsayısı $\pm\%5$ olan dış merkezlikle çarpılarak büyütülür.

$$D_i = \left(\frac{\eta_{bi}}{1.2}\right)^2 \quad (2.3)$$

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

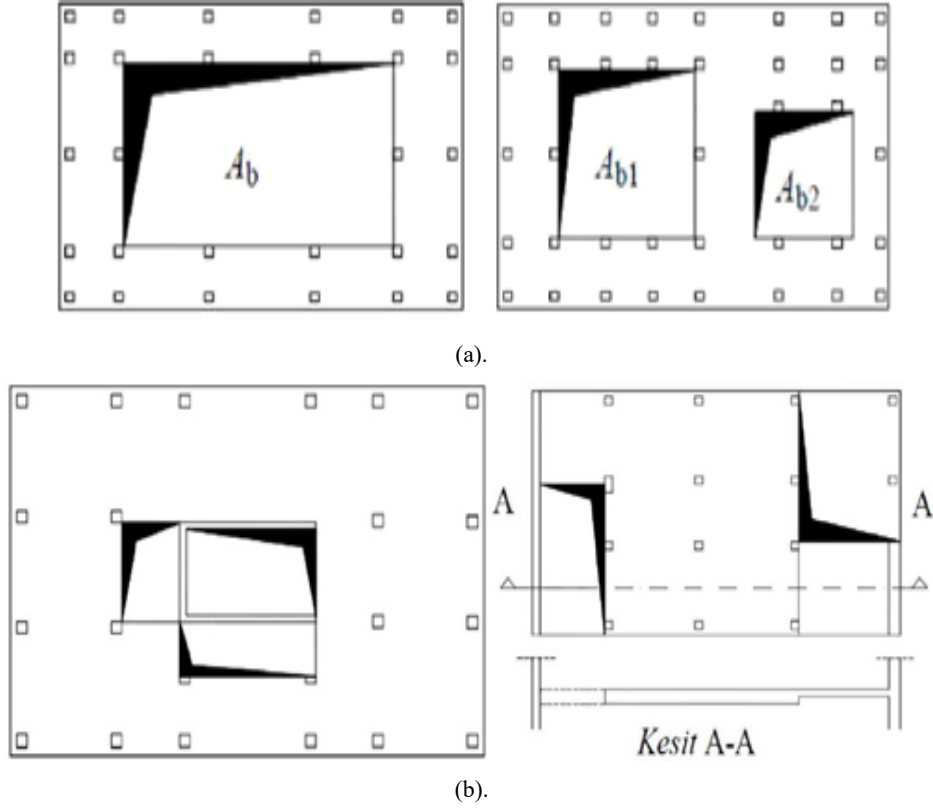
2.1.2. A2 Döşeme süreksizlikleri

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 2.2. ve Şekil 2.3.'teki gibi meydana gelebilir.

$$\frac{A_b}{A} > 1/3 \quad (2.4)$$

A_b : Kattaki toplam boşluk alanı

A : Brüt kat alanı

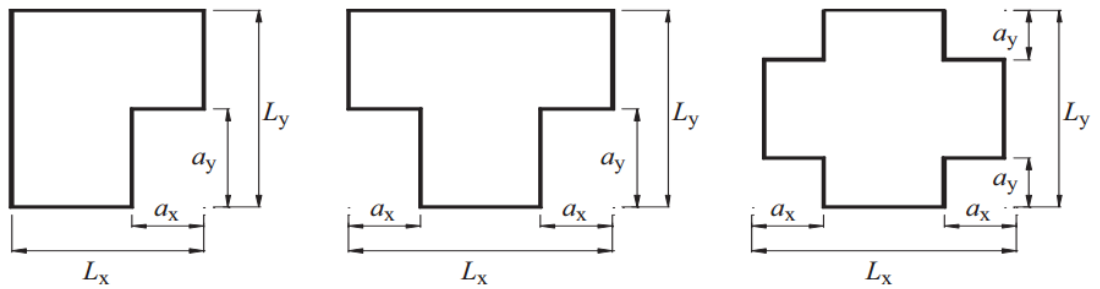


Şekil 2.2. (a) ve (b) A2 türü düzensizlik durumu

2.1.3. A3 Planda çıkıntılarının bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumudur. Bu düzensizlik durumu Şekil 2.4.'teki gibi farklı geometrideki yapılarda meydana gelebilir [26].

$$a_x > 0.2L_x \text{ ve } a_y > 0.2L_y \quad (2.5)$$



Şekil 2.3. A3 türü düzensizlik durumu

BÖLÜM 3. SAYISAL ANALİZİ

Bu çalışmada bir referans model ile 9 adet farklı betonarme yapı modeli, 5 katlı olmak üzere ayrı ayrı tasarlanıp analiz edilmiştir. Referans model, simetrik bir plan konfigürasyonuna sahip düzenli bir yapıdır. Diğer 9 model ise referans modelden belirli akslardan seçilen kirişlerin ve döşemelerin kaldırılmasıyla ortaya çıkan düzensiz binalardır. Bu tez çalışmada bütün modeller referans modelle göre değerlendirilmiştir. Modeller yapılan performans analizi sonucunda can güvenliği hedefini sağlamıştır. Aşağıdaki yapı özellikleri bütün modeller için geçerlidir.

3.1. Modellerin Özellikleri

3.1.1. Yapı elemanların boyutları

Betonarme modelde kesitler kirişler için 25/50 cm ve kolonlar için planın köşelerde 50/50 cm ve diğerleri 40/60 cm olarak belirlenmiştir. Kesitler her katta sabit aynı seçilmiştir. Döşemenin kalınlığı 15 cm alınmıştır. Modellerde kat yüksekliği zemin katta 4 metre normal katlarda ise 3'er metre seçilmiştir.

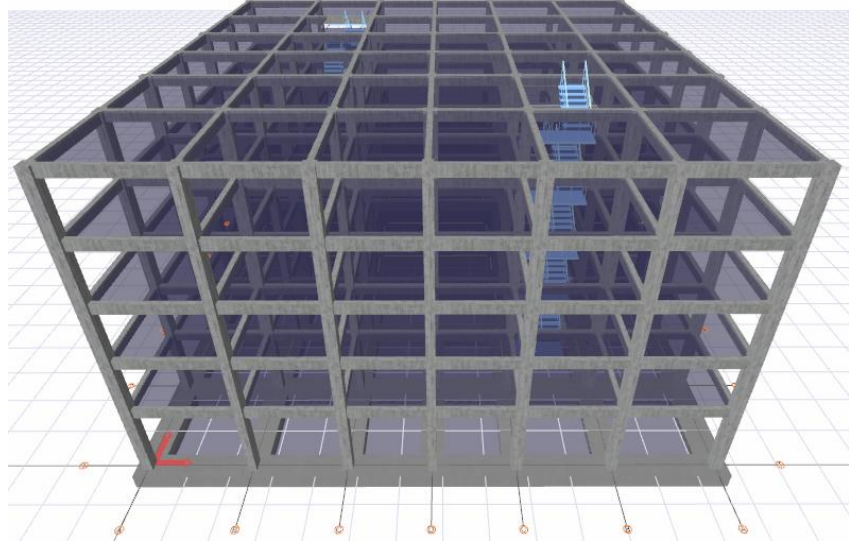
3.1.2. Yapı analizde kullanılan malzeme ve kombinasyonlar

Yapı modelde C25 sınıfı beton ve S420 sınıfı donatı kullanılmıştır. Betonarme çerçeveli yapı modelin yükleme için düşey yükler ve deprem yüklerin ortak etkisinden (1.4G+1.6Q, G+Q+E, 0,9G+E) oluşan kombinasyonlar dikkate alınarak kullanılmıştır. Bu kombinasyonlarda G; ölü yükler, Q; hareketli yükler ve E; deprem yükleri olarak tanımlanmaktadır. Analizde deprem yükleri ise x ve y yönünde alınmıştır.

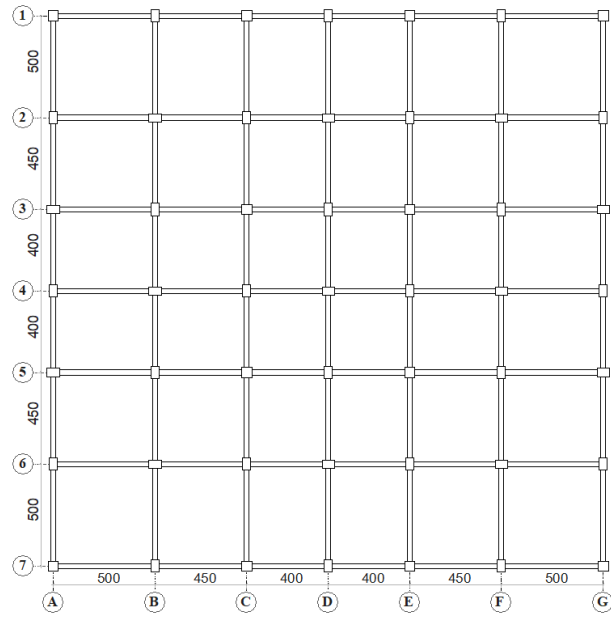
3.2. 5 Katlı Modellerin Analiz Sonuçları

3.2.1. Referans model analiz sonuçları

Referans modelin perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.1. ve 3.2.'de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.1. Referans modelin perspektif görünüşü



Şekil 3.2. Referans modelin kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Referans model için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.1. ve 3.2.'de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.1. Referans model kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	639,75	138,44	104,52	138,44	105,13
3. Kat	626,93	98,37	88,81	98,37	88,65
2. Kat	626,93	75,67	73,46	75,67	72,99
1. Kat	626,93	52,97	55,90	52,97	55,21
Z. Kat	656,63	31,70	36,51	31,70	35,60

Tablo 3.2. Referans modelin deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	3177,17 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	14,89 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	14,89 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	397,15 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	397,15 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	359,21 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	357,59 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,9
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,9
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	0,88
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	0,89

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.3.'te verilmiştir.

Tablo 3.3. Referand Model X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	104,52	144,24	138,00	105,13	145,08
3. Kat	3,00	138,00	88,81	122,56	138,00	88,65	122,34
2. Kat	3,00	138,00	73,46	101,38	138,00	72,99	100,73
1. Kat	3,00	138,00	55,90	77,14	138,00	55,21	76,19
Z. Kat	4,00	138,00	36,51	50,38	138,00	35,60	49,13

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görel kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayılar ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.4. Referan model X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	Di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S402	13,93	12,75	1,18	9,44	0,003	√
3. Kat	3,00	S302	12,75	10,75	2,00	15,97	0,005	√
2. Kat	3,00	S202	10,75	8,04	2,71	21,66	0,007	√
1. Kat	3,00	S107	8,04	4,73	3,31	26,49	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ04	4,73	0,01	4,73	37,81	0,009	√

Tablo 3.5. Referan model X yönünde-%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S446	13,93	12,75	1,18	9,44	0,003	√
3. Kat	3,00	S346	12,75	10,75	2,00	15,97	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	10,75	8,04	2,71	21,66	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	8,04	4,73	3,31	26,49	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,73	0,01	4,73	37,81	0,009	√

Tablo 3.6. Referan model Y yönünde +%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S408	12,81	11,69	1,12	8,95	0,003	√
3. Kat	3,00	S336	11,69	9,82	1,87	14,97	0,005	√
2. Kat	3,00	S215	9,82	7,29	2,53	20,22	0,007	√
1. Kat	3,00	S136	7,29	4,22	3,07	24,57	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	4,22	0,00	4,22	33,74	0,008	√

Tablo 3.7. Referan model Y yönünde-%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S449	12,81	11,69	1,12	8,95	0,003	√
3. Kat	3,00	S328	11,69	9,82	1,87	14,97	0,005	√
2. Kat	3,00	S228	9,82	7,29	2,53	20,22	0,007	√
1. Kat	3,00	S142	7,29	4,22	3,07	24,57	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ35	4,22	0,00	4,22	33,74	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.8. Referans model X yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,07	639,75	104,52	313,56	0.0022	√
3. Kat	3,00	1,79	1266,68	193,33	579,98	0.0039	√
2. Kat	3,00	2,43	1893,61	266,79	800,38	0,0057	√
1. Kat	3,00	2,97	2520,54	322,69	968,08	0,0077	√
Z. Kat	4,00	4,21	3177,17	359,21	1436,83	0.0093	√

Tablo 3.9. Referans model Y yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,00	639,75	105,13	315,39	0.0020	√
3. Kat	3,00	1,67	1266,68	193,78	581,34	0.0036	√
2. Kat	3,00	2,25	1893,61	266,78	800,33	0,0053	√
1. Kat	3,00	2,73	2520,54	321,98	965,95	0,0071	√
Z. Kat	4,00	3,70	3177,17	357,59	1430,35	0.0082	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.10. Referans model X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+\%5$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,18 / S402	0,95 / S446	1,07	1,11	Yok
3. Kat	3,00	2,00 / S302	1,59 / S346	1,79	1,11	Yok
2. Kat	3,00	2,71 / S202	2,15 / S246	2,43	1,11	Yok
1. Kat	3,00	3,31 / S107	2,62 / S146	2,97	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,73 / SZ04	3,70 / SZ49	4,21	1,12	Yok

Tablo 3.11. Referans model X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,18 / S446	0,95 / S402	1,07	1,11	Yok
3. Kat	3,00	2,00 / S346	1,59 / S302	1,79	1,11	Yok
2. Kat	3,00	2,71 / S246	2,15 / S202	2,43	1,11	Yok
1. Kat	3,00	3,31 / S149	2,62 / S106	2,97	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,73 / SZ46	3,70 / SZ01	4,21	1,12	Yok

Tablo 3.12. Referans model Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,12 / S408	0,89 / S428	1,00	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,87 / S336	1,47 / S328	1,67	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,53 / S215	1,97 / S228	2,25	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,07 / S136	2,39 / S135	2,73	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,22 / SZ15	3,19 / SZ49	3,70	1,14	Yok

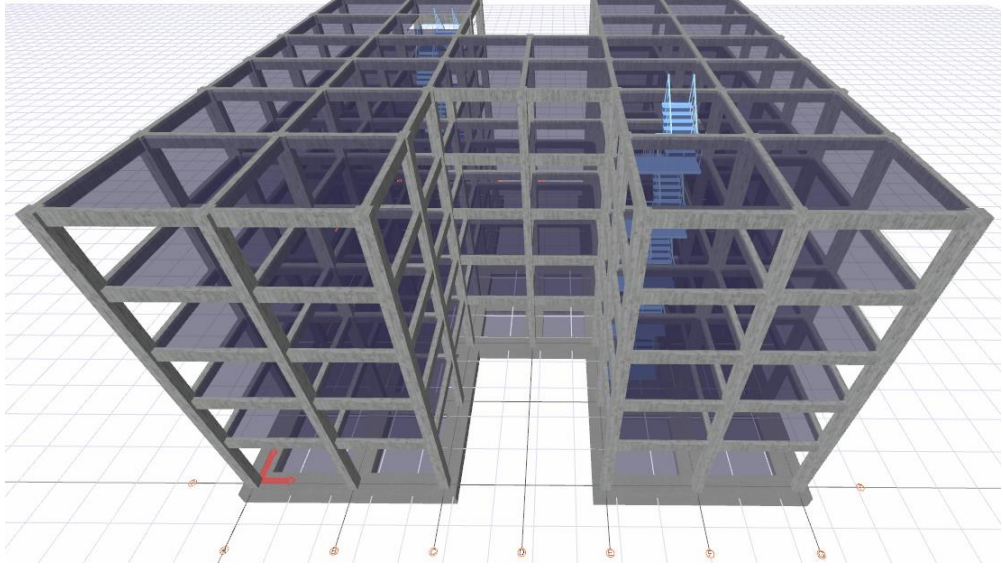
Tablo 3.13. Referans model Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,12 / S449	0,89 / S408	1,00	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,87 / S328	1,47 / S308	1,67	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,53 / S228	1,97 / S208	2,25	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,07 / S142	2,39 / S129	2,73	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,22 / SZ35	3,19 / SZ01	3,70	1,14	Yok

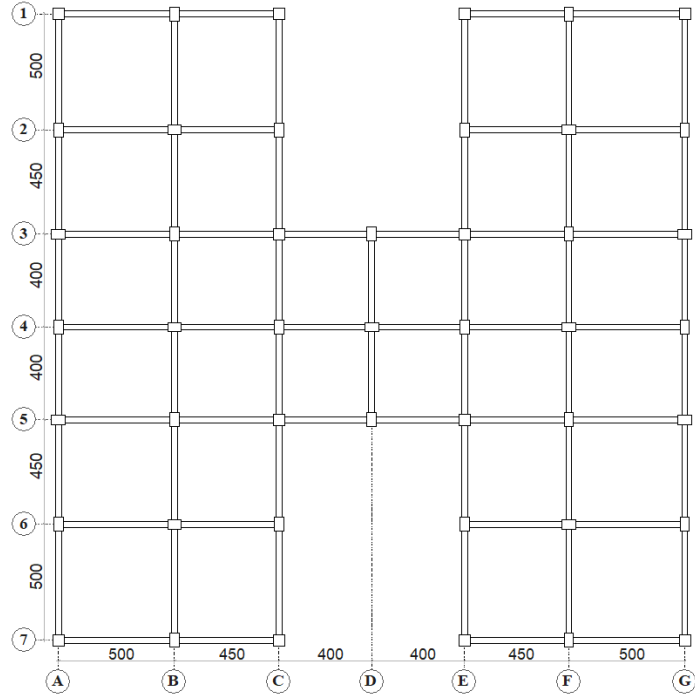
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denklem göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

3.2.2. Model 1 analiz sonuçları

Model 1'in perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.3. ve 3.4.'te sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.3. Model 1 perspektif görünüşü



Şekil 3.4. Model 1 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 1 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.14. ve 3.15.'te sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.14. Model 1 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	529,37	114,61	87,33	114,61	87,37
3. Kat	518,26	81,36	73,22	81,36	73,20
2. Kat	518,26	62,58	60,03	62,58	60,07
1. Kat	518,26	43,81	45,31	43,81	45,32
Z. Kat	545,56	26,35	29,38	26,35	29,30

Tablo 3.15. Model 1 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2629,72 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	12,33 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	12,33 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	328,72 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	328,72 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	295,28 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	295,27 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,9
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,9
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınırlar değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(x)/VtB(x)$	0,89
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(y)/VtB(y)$	0,89

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.16.'da verilmiştir.

Tablo 3.16. Model 1 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	87,33	120,52	138,00	87,37	120,53
3. Kat	3,00	138,00	73,22	101,05	138,00	73,20	101,02
2. Kat	3,00	138,00	60,03	82,84	138,00	60,07	82,89
1. Kat	3,00	138,00	45,31	62,52	138,00	45,32	62,54
Z. Kat	4,00	138,00	29,38	40,55	138,00	29,30	40,43

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.17. Model 1 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	Di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S402	14,09	12,78	1,30	10,42	0,003	√
3. Kat	3,00	S302	12,78	10,69	2,09	16,75	0,006	√
2. Kat	3,00	S202	10,69	7,91	2,78	22,24	0,007	√
1. Kat	3,00	S106	7,91	4,57	3,34	26,73	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ02	4,57	0,01	4,56	36,47	0,009	√

Tablo 3.18. Model 1 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S447	14,09	12,78	1,30	10,42	0,003	√
3. Kat	3,00	S348	12,78	10,69	2,09	16,75	0,006	√
2. Kat	3,00	S247	10,69	7,91	2,78	22,24	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,91	4,57	3,34	26,73	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ48	4,57	0,01	4,56	36,47	0,009	√

Tablo 3.19. Model 1 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S408	12,07	10,97	1,09	8,75	0,003	√
3. Kat	3,00	S336	10,97	9,19	1,79	14,31	0,005	√
2. Kat	3,00	S208	9,19	6,79	2,39	19,15	0,006	√
1. Kat	3,00	S122	6,79	3,90	2,89	23,10	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	3,90	0,00	3,90	31,19	0,008	√

Tablo 3.20. Model 1 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S428	12,07	10,97	1,09	8,75	0,003	√
3. Kat	3,00	S335	10,97	9,19	1,79	14,31	0,005	√
2. Kat	3,00	S228	9,19	6,79	2,39	19,15	0,006	√
1. Kat	3,00	S142	6,79	3,90	2,89	23,10	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ35	3,90	0,00	3,90	31,19	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.21. Model 1 X yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,18	529,37	87,33	262,00	0.0024	√
3. Kat	3,00	1,89	1047,63	160,56	481,68	0.0041	√
2. Kat	3,00	2,50	1565,89	220,59	661,77	0,0059	√
1. Kat	3,00	3,00	2084,16	265,90	797,69	0,0078	√
Z. Kat	4,00	4,07	2629,72	295,28	1181,12	0.0091	√

Tablo 3.22. Model 1 Y yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	0,97	529,37	87,37	262,12	0.0020	√
3. Kat	3,00	1,58	1047,63	160,58	481,73	0.0034	√
2. Kat	3,00	2,11	1565,89	220,64	661,93	0,0050	√
1. Kat	3,00	2,55	2084,16	265,97	797,90	0,0067	√
Z. Kat	4,00	3,41	2629,72	295,27	1181,07	0.0076	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.23. Model 1 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+\%5$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,30 / S402	1,05 / S447	1,18	1,11	Yok
3. Kat	3,00	2,09 / S302	1,68 / S347	1,89	1,11	Yok
2. Kat	3,00	2,78 / S202	2,22 / S247	2,50	1,11	Yok
1. Kat	3,00	3,34 / S106	2,67 / S148	3,00	1,11	Yok
Z. Kat	4,00	4,56 / SZ02	3,59 / SZ49	4,07	1,12	Yok

Tablo 3.24. Model 1 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,30 / S447	1,05 / S402	1,18	1,11	Yok
3. Kat	3,00	2,09 / S348	1,68 / S302	1,89	1,11	Yok
2. Kat	3,00	2,78 / S247	2,22 / S202	2,50	1,11	Yok
1. Kat	3,00	3,34 / S149	2,67 / S106	3,00	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,56 / SZ48	3,59 / SZ01	4,07	1,12	Yok

Tablo 3.25. Model 1 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,09 / S408	0,84 / S435	0,97	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,79 / S336	1,37 / S328	1,58	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,39 / S208	1,83 / S228	2,11	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,89 / S122	2,21 / S135	2,55	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	3,90 / SZ15	2,93 / SZ49	3,41	1,14	Yok

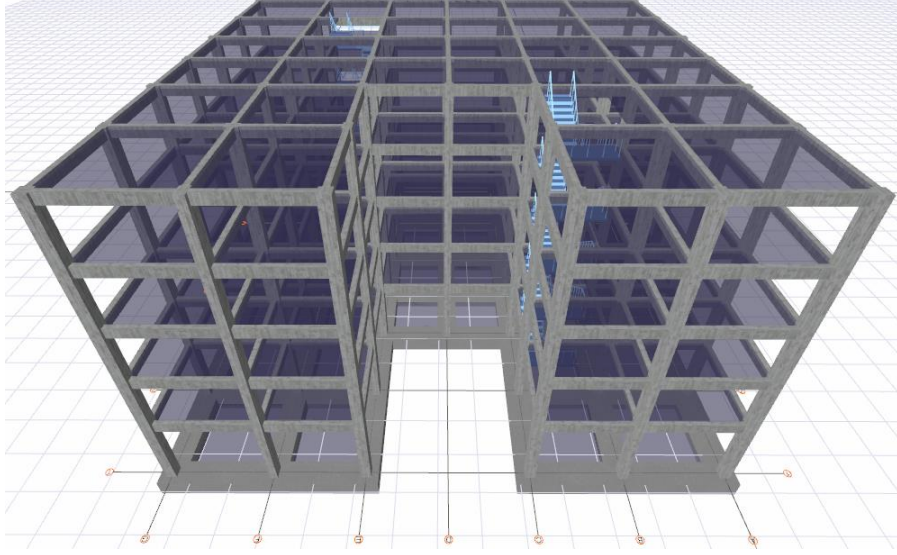
Tablo 3.26. Model 1 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,09 / S428	0,84 / S408	0,97	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,79 / S335	1,37 / S336	1,58	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,39 / S228	1,83 / S208	2,11	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,89 / S142	2,21 / S129	2,55	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	3,90 / SZ35	2,93 / SZ01	3,41	1,14	Yok

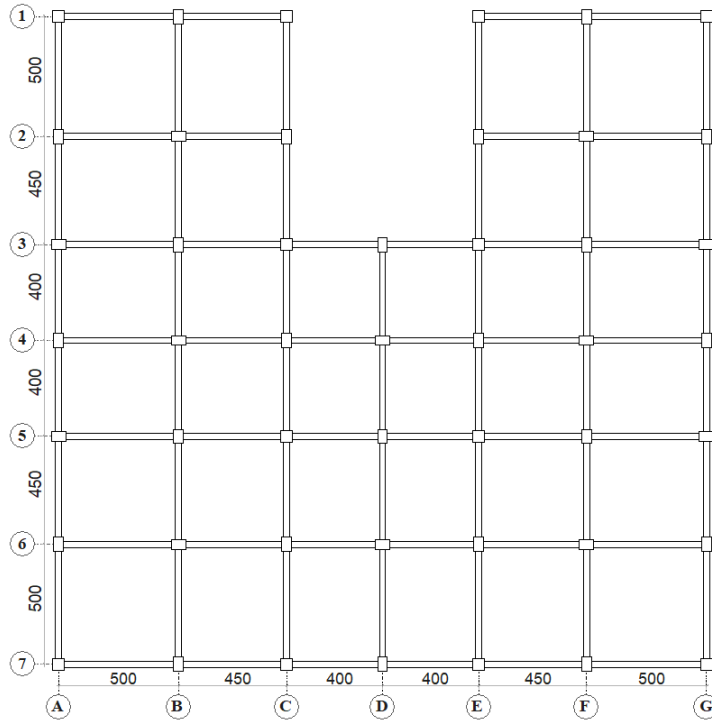
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denklem göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

3.2.3. Model 2 analiz sonuçları

Model 2'nin perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.5. ve 3.6.'da sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.5. Model 2 perspektif görünüşü



Şekil 3.6. Model 2 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 2 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.27. ve 3.28.'de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.27. Model 2 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	584,56	126,52	94,00	126,52	96,26
3. Kat	572,60	89,86	79,21	89,86	80,93
2. Kat	572,60	69,13	65,18	69,13	66,53
1. Kat	572,60	48,39	49,39	48,39	50,25
Z. Kat	601,10	29,03	32,17	29,03	32,44

Tablo 3.28. Model 2 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2903,44 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,61 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,61 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	362,93 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	362,93 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	319,95 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	326,41 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,88
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,9
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	1,02
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	1,00

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.29.'da verilmiştir.

Tablo 3.29. Model 2 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	94,00	129,72	138,00	96,26	132,84
3. Kat	3,00	138,00	79,21	109,30	138,00	80,93	111,68
2. Kat	3,00	138,00	65,18	89,95	138,00	66,53	91,80
1. Kat	3,00	138,00	49,39	68,16	138,00	50,25	69,35
Z. Kat	4,00	138,00	32,17	44,39	138,00	32,44	44,76

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.30. Model 2 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	Di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S403	14,61	13,26	1,35	10,78	0,004	√
3. Kat	3,00	S302	13,54	11,32	2,21	17,69	0,006	√
2. Kat	3,00	S202	11,32	8,39	2,94	23,51	0,008	√
1. Kat	3,00	S107	8,39	4,85	3,54	28,29	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ02	4,85	0,01	4,84	38,70	0,010	√

Tablo 3.31. Model 2 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S449	12,93	11,83	1,10	8,79	0,003	√
3. Kat	3,00	S346	12,08	10,18	1,90	15,17	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	10,18	7,61	2,57	20,54	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,61	4,47	3,14	25,09	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,47	0,01	4,47	35,75	0,009	√

Tablo 3.32. Model 2 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S408	12,48	11,37	1,11	8,88	0,003	√
3. Kat	3,00	S308	11,37	9,54	1,84	14,69	0,005	√
2. Kat	3,00	S236	9,54	7,07	2,47	19,76	0,007	√
1. Kat	3,00	S136	7,07	4,08	2,99	23,93	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	4,08	0,00	4,07	32,58	0,008	√

Tablo 3.33. Model 2 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S428	12,47	11,36	1,11	8,88	0,003	√
3. Kat	3,00	S328	11,37	9,53	1,84	14,69	0,005	√
2. Kat	3,00	S235	9,53	7,06	2,47	19,75	0,007	√
1. Kat	3,00	S142	7,06	4,08	2,99	23,91	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ21	4,08	0,00	4,07	32,57	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.34. Model 2 X yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,12	584,56	94,00	282,01	0.0023	√
3. Kat	3,00	1,87	1157,16	173,21	519,62	0.0042	√
2. Kat	3,00	2,50	1729,75	238,39	715,16	0,0060	√
1. Kat	3,00	3,02	2302,35	287,78	863,34	0,0081	√
Z. Kat	4,00	4,18	2903,44	319,95	1279,81	0.0095	√

Tablo 3.35. Model 2 Y yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	0,99	584,56	96,26	288,78	0.0020	√
3. Kat	3,00	1,63	1157,16	177,19	531,58	0.0035	√
2. Kat	3,00	2,19	1729,75	243,72	731,16	0,0052	√
1. Kat	3,00	2,65	2302,35	293,97	881,92	0,0069	√
Z. Kat	4,00	3,57	2903,44	326,41	1305,64	0.0079	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.36. Model 2 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+\%5$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,35 / S403	0,89 / S446	1,12	1,21	Var
3. Kat	3,00	2,21 / S302	1,52 / S346	1,87	1,18	Yok
2. Kat	3,00	2,94 / S202	2,06 / S246	2,50	1,18	Yok
1. Kat	3,00	3,54 / S107	2,51 / S148	3,02	1,17	Yok
Z. Kat	4,00	4,84 / SZ02	3,52 / SZ49	4,18	1,16	Yok

Tablo 3.37. Model 2 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,10 / S449	1,08 / S402	1,09	1,01	Yok
3. Kat	3,00	1,90 / S346	1,76 / S303	1,83	1,04	Yok
2. Kat	3,00	2,57 / S246	2,32 / S202	2,45	1,05	Yok
1. Kat	3,00	3,14 / S149	2,79 / S106	2,96	1,06	Yok
Z. Kat	4,00	4,47 / SZ46	3,77 / SZ01	4,12	1,08	Yok

Tablo 3.38. Model 2 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,11 / S408	0,86 / S428	0,99	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,84 / S308	1,42 / S328	1,63	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,47 / S236	1,91 / S228	2,19	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,99 / S136	2,30 / S135	2,65	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,07 / SZ15	3,07 / SZ07	3,57	1,14	Yok

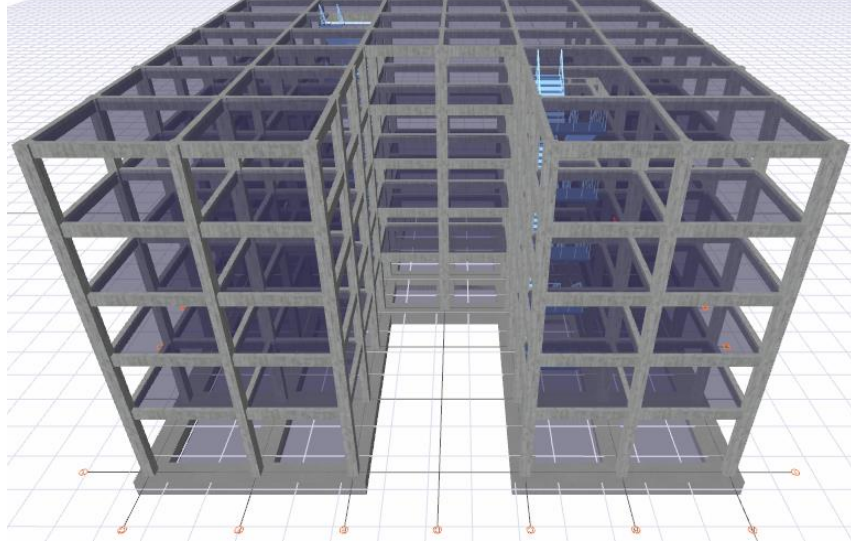
Tablo 3.39. Model 2 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,11 / S428	0,86 / S436	0,99	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,84 / S328	1,42 / S308	1,63	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,47 / S235	1,91 / S208	2,19	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,99 / S142	2,30 / S129	2,65	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,07 / SZ21	3,07 / SZ01	3,57	1,14	Yok

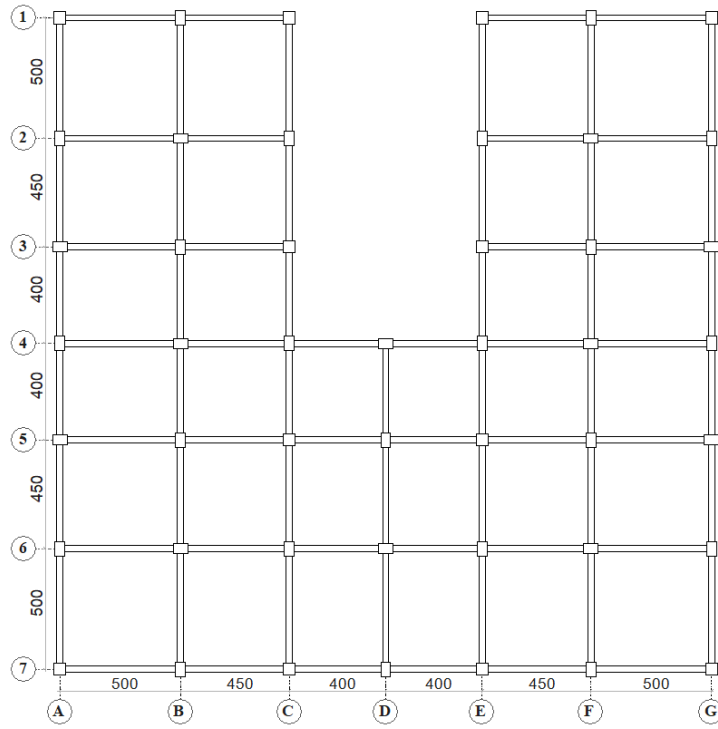
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denkleme göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin x doğrultusunda ve son katında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.4. Model 3 analiz sonuçları

Model 3'ün perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.7. ve 3.8.'de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.7. Model 3 perspektif görünüşü



Şekil 3.8. Model 3 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 3 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.40. ve 3.41.'de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.40. Model 3 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	560,63	121,36	90,05	121,36	92,36
3. Kat	549,07	86,18	75,55	86,18	77,60
2. Kat	549,07	66,29	61,99	66,29	63,77
1. Kat	549,07	46,41	46,84	46,41	48,16
Z. Kat	576,97	27,86	30,39	27,86	31,12

Tablo 3.41. Model 3 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2784,82 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,05 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,05 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	348,10 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	348,10 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	304,82 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	313,01 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,88
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,90
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	1,03
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	1,00

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.42.'de verilmiştir.

Tablo 3.42. Model 3 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	90,05	124,27	138,00	92,36	127,45
3. Kat	3,00	138,00	75,55	104,25	138,00	77,60	107,09
2. Kat	3,00	138,00	61,99	85,54	138,00	63,77	88,00
1. Kat	3,00	138,00	46,84	64,63	138,00	48,16	66,45
Z. Kat	4,00	138,00	30,39	41,93	138,00	31,12	42,94

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.43. Model 3 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S402	14,75	13,35	1,40	11,23	0,004	√
3. Kat	3,00	S301	13,72	11,44	2,28	18,25	0,006	√
2. Kat	3,00	S202	11,44	8,43	3,01	24,07	0,008	√
1. Kat	3,00	S107	8,43	4,83	3,60	28,79	0,010	√
Z. Kat	4,00	SZ02	4,83	0,01	4,82	38,56	0,010	√

Tablo 3.44. Model 3 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h ≤0.02
4. Kat	3,00	S403	11,78	10,65	1,13	9,06	0,003	√
3. Kat	3,00	S346	11,98	10,09	1,90	15,18	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	10,09	7,52	2,56	20,49	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,52	4,41	3,12	24,95	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,41	0,01	4,40	35,20	0,009	√

Tablo 3.45. Model 3 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h ≤0.02
4. Kat	3,00	S408	12,29	11,19	1,10	8,77	0,003	√
3. Kat	3,00	S308	11,20	9,39	1,81	14,50	0,005	√
2. Kat	3,00	S208	9,39	6,96	2,44	19,48	0,006	√
1. Kat	3,00	S136	6,96	4,01	2,95	23,57	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	4,01	0,00	4,01	32,05	0,008	√

Tablo 3.46. Model 3 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	d _i [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	δi(max) [mm]	$\frac{\delta i(max)}{h}$	δi(max)/h ≤0.02
4. Kat	3,00	S428	12,28	11,19	1,10	8,76	0,003	√
3. Kat	3,00	S328	11,20	9,38	1,81	14,49	0,005	√
2. Kat	3,00	S228	9,38	6,95	2,43	19,46	0,006	√
1. Kat	3,00	S142	6,95	4,01	2,94	23,54	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ21	4,01	0,00	4,00	32,03	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.47. Model 3 X yönünde +%5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		+%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,15	560,63	90,05	270,16	0.0024	√
3. Kat	3,00	1,91	1109,70	165,60	496,81	0.0043	√
2. Kat	3,00	2,54	1658,78	227,59	682,78	0,0062	√
1. Kat	3,00	3,06	2207,85	274,43	823,30	0,0082	√
Z. Kat	4,00	4,16	2784,82	304,82	1219,29	0.0095	√

Tablo 3.48. Model 3 Y yönünde \pm %5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		\pm %5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	0,98	560,63	92,36	277,08	0.0020	√
3. Kat	3,00	1,61	1109,70	169,97	509,90	0.0035	√
2. Kat	3,00	2,16	1658,78	233,74	701,21	0,0051	√
1. Kat	3,00	2,61	2207,85	281,89	845,68	0,0068	√
Z. Kat	4,00	3,52	2784,82	313,01	1252,04	0.0078	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.49. Model 3 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,40 / S402	0,90 / S446	1,15	1,22	Var
3. Kat	3,00	2,28 / S301	1,54 / S346	1,91	1,19	Yok
2. Kat	3,00	3,01 / S202	2,08 / S246	2,54	1,18	Yok
1. Kat	3,00	3,60 / S107	2,52 / S148	3,06	1,18	Yok
Z. Kat	4,00	4,82 / SZ02	3,50 / SZ49	4,16	1,16	Yok

Tablo 3.50. Model 3 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,13 / S403	1,10 / S446	1,12	1,02	Yok
3. Kat	3,00	1,90 / S346	1,83 / S303	1,86	1,02	Yok
2. Kat	3,00	2,56 / S246	2,40 / S202	2,48	1,03	Yok
1. Kat	3,00	3,12 / S149	2,86 / S106	2,99	1,04	Yok
Z. Kat	4,00	4,40 / SZ46	3,78 / SZ01	4,09	1,08	Yok

Tablo 3.51. Model 3 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,10 / S408	0,86 / S428	0,98	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,81 / S308	1,41 / S349	1,61	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,44 / S208	1,89 / S228	2,16	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,95 / S136	2,28 / S135	2,61	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,01 / SZ15	3,03 / SZ07	3,52	1,14	Yok

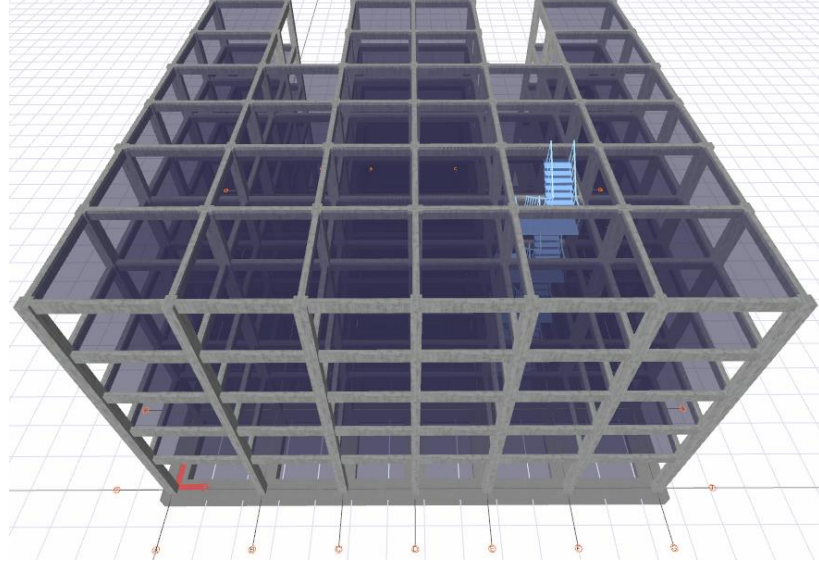
Tablo 3.52. Model 3 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,10 / S428	0,86 / S408	0,98	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,81 / S328	1,41 / S308	1,61	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,43 / S228	1,89 / S208	2,16	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,94 / S142	2,28 / S129	2,61	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,00 / SZ21	3,03 / SZ01	3,52	1,14	Yok

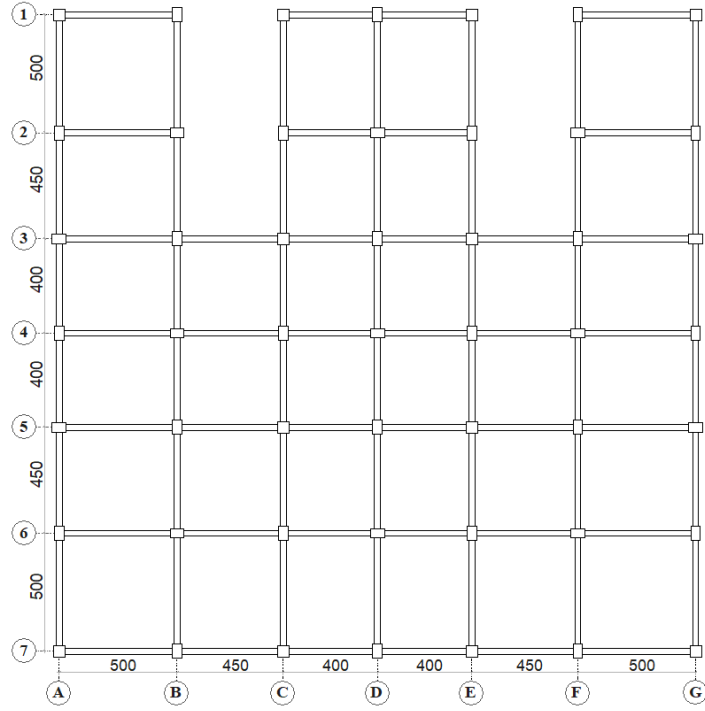
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denkleme göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin x doğrultusunda ve son katında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.5. Model 4 analiz sonuçları

Model 4'ün perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.9. ve 3.10.'da sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.9. Model 4 perspektif görünüşü



Şekil 3.10. Model 4 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 4 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.53. ve 3.54.'te sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.53. Model 4 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	591,72	128,09	93,59	128,09	97,45
3. Kat	579,51	90,96	78,27	90,95	81,91
2. Kat	579,51	69,97	64,11	69,97	67,34
1. Kat	579,51	48,98	48,46	48,98	50,91
Z. Kat	609,21	29,42	31,57	29,42	32,96

Tablo 3.54. Model 4 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2939,46 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,78 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,78 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	367,43 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	367,43 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	316,00 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	330,57 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,86
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,90
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(x)/VtB(x)$	1,05
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(y)/VtB(y)$	1,00

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.55.'te verilmiştir.

Tablo 3.55. Model 4 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	93,59	129,15	138,00	97,45	134,48
3. Kat	3,00	138,00	78,27	108,01	138,00	81,91	113,03
2. Kat	3,00	138,00	64,11	88,46	138,00	67,34	92,92
1. Kat	3,00	138,00	48,46	66,87	138,00	50,91	70,24
Z. Kat	4,00	138,00	31,57	43,57	138,00	32,96	45,49

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.56. Model 4 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S404	15,29	13,79	1,49	11,94	0,004	√
3. Kat	3,00	S301	13,79	11,48	2,31	18,52	0,006	√
2. Kat	3,00	S201	11,48	8,45	3,03	24,21	0,008	√
1. Kat	3,00	S106	8,45	4,85	3,60	28,80	0,010	√
Z. Kat	4,00	SZ04	4,85	0,02	4,84	38,71	0,010	√

Tablo 3.57. Model 4 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S401	12,19	10,99	1,20	9,61	0,003	√
3. Kat	3,00	S346	11,81	9,94	1,86	14,90	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	9,94	7,43	2,52	20,12	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,43	4,36	3,07	24,54	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,36	0,01	4,36	34,85	0,009	√

Tablo 3.58. Model 4 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S401	12,22	11,13	1,09	8,72	0,003	√
3. Kat	3,00	S301	11,13	9,33	1,80	14,37	0,005	√
2. Kat	3,00	S201	9,33	6,92	2,41	19,31	0,006	√
1. Kat	3,00	S136	6,92	4,00	2,92	23,37	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	4,00	0,00	3,99	31,94	0,008	√

Tablo 3.59. Model 4 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S428	12,24	11,14	1,09	8,73	0,003	√
3. Kat	3,00	S328	11,14	9,34	1,80	14,40	0,005	√
2. Kat	3,00	S228	9,34	6,93	2,42	19,34	0,006	√
1. Kat	3,00	S142	6,93	4,00	2,93	23,41	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ21	4,00	0,00	4,00	31,97	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.60. Model 4 X yönünde +%5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		+%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,19	591,72	93,59	280,77	0.0025	√
3. Kat	3,00	1,90	1171,23	171,86	515,57	0.0043	√
2. Kat	3,00	2,51	1750,74	235,97	707,90	0,0062	√
1. Kat	3,00	3,01	2330,25	284,43	853,29	0,0082	√
Z. Kat	4,00	4,12	2939,46	316,00	1264,02	0.0096	√

Tablo 3.61. Model 4 Y yönünde \pm %5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		\pm %5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	0,96	591,72	97,45	292,35	0.0019	√
3. Kat	3,00	1,59	1171,23	179,36	538,07	0.0035	√
2. Kat	3,00	2,13	1750,74	246,70	740,09	0,0050	√
1. Kat	3,00	2,58	2330,25	297,60	892,80	0,0067	√
Z. Kat	4,00	3,49	2939,46	330,57	1322,26	0.0078	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.62. Model 4 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,49 / S404	0,89 / S446	1,19	1,25	Var
3. Kat	3,00	2,31 / S301	1,48 / S346	1,90	1,22	Var
2. Kat	3,00	3,03 / S201	1,99 / S246	2,51	1,21	Var
1. Kat	3,00	3,60 / S106	2,43 / S148	3,01	1,19	Yok
Z. Kat	4,00	4,84 / SZ04	3,39 / SZ49	4,12	1,18	Yok

Tablo 3.63. Model 4 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,20 / S401	1,11 / S446	1,15	1,04	Yok
3. Kat	3,00	1,86 / S346	1,85 / S301	1,86	1,00	Yok
2. Kat	3,00	2,52 / S246	2,41 / S201	2,46	1,02	Yok
1. Kat	3,00	3,07 / S149	2,86 / S104	2,96	1,03	Yok
Z. Kat	4,00	4,36 / SZ46	3,79 / SZ07	4,07	1,07	Yok

Tablo 3.64. Model 4 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,09 / S401	0,84 / S428	0,96	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,80 / S301	1,38 / S328	1,59	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,41 / S201	1,85 / S249	2,13	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,92 / S136	2,24 / S135	2,58	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	3,99 / SZ15	2,99 / SZ07	3,49	1,14	Yok

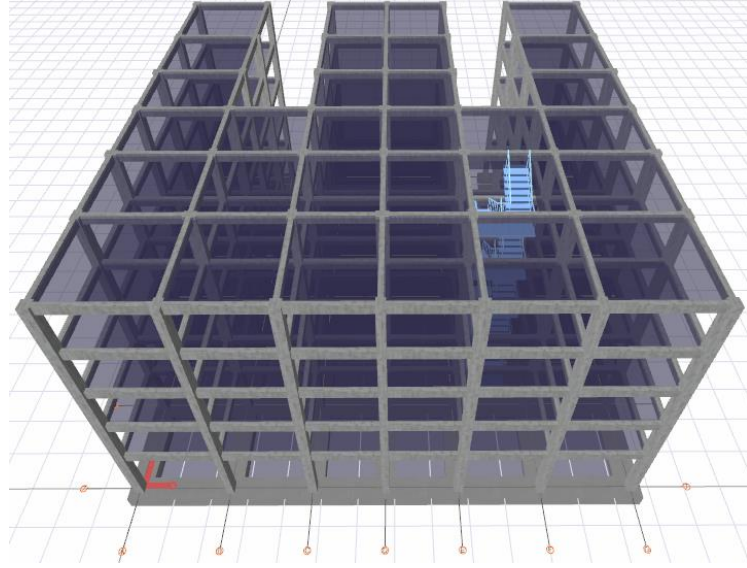
Tablo 3.65. Model 4 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,09 / S428	0,83 / S401	0,96	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,80 / S328	1,37 / S301	1,59	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,42 / S228	1,85 / S201	2,13	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,93 / S142	2,23 / S129	2,58	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,00 / SZ21	2,99 / SZ01	3,49	1,14	Yok

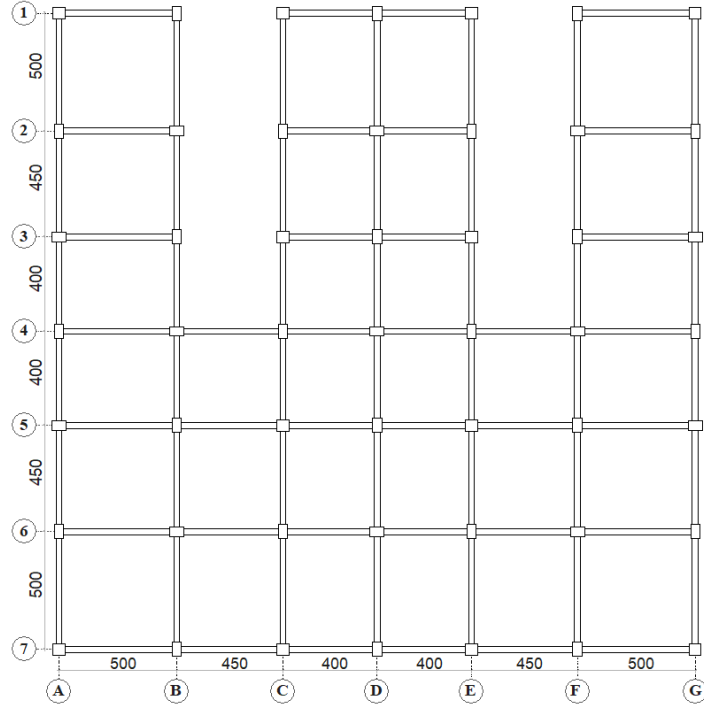
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denklem göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin x doğrultusunda ve son üç katında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.6. Model 5 analiz sonuçları

Model 5'in perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.11. ve 3.12.'de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.11. Model 5 perspektif görünüşü



Şekil 3.12. Model 5 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 5 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.66. ve 3.67.'de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.66. Model 5 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	568,75	123,15	89,65	123,15	93,75
3. Kat	556,85	87,43	74,47	87,43	78,69
2. Kat	556,85	67,25	60,71	67,25	64,66
1. Kat	556,85	47,08	45,73	47,08	48,86
Z. Kat	586,55	28,33	29,72	28,33	31,68

Tablo 3.67. Model 5 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2825,85 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,25 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,25 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	353,23 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	353,23 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	300,28 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	317,64 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,85
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,90
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	1,06
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	1,00

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.68.'de verilmiştir.

Tablo 3.68. Model 5 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	89,65	123,71	138,00	93,75	129,37
3. Kat	3,00	138,00	74,47	102,76	138,00	78,69	108,59
2. Kat	3,00	138,00	60,71	83,78	138,00	64,66	86,23
1. Kat	3,00	138,00	45,73	63,10	138,00	48,86	67,42
Z. Kat	4,00	138,00	29,72	41,02	138,00	31,68	43,72

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.69. Model 5 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S401	15,51	13,94	1,58	12,63	0,004	√
3. Kat	3,00	S301	13,94	11,54	2,39	19,15	0,006	√
2. Kat	3,00	S201	11,54	8,45	3,09	24,74	0,008	√
1. Kat	3,00	S106	8,45	4,81	3,64	29,14	0,010	√
Z. Kat	4,00	SZ04	4,81	0,02	4,79	38,33	0,010	√

Tablo 3.70. Model 5 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S401	12,46	11,17	1,28	10,27	0,003	√
3. Kat	3,00	S301	11,17	9,24	1,93	15,43	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	9,75	7,27	2,49	19,91	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,27	4,25	3,02	24,16	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,25	0,01	4,24	33,93	0,008	√

Tablo 3.71. Model 5 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S401	11,83	10,77	1,06	8,47	0,003	√
3. Kat	3,00	S308	10,77	9,03	1,74	13,94	0,005	√
2. Kat	3,00	S201	9,03	6,69	2,34	18,72	0,006	√
1. Kat	3,00	S136	6,69	3,86	2,83	22,64	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	3,86	0,00	3,85	30,83	0,008	√

Tablo 3.72. Model 5 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S449	11,85	10,79	1,06	8,49	0,003	√
3. Kat	3,00	S328	10,79	9,04	1,75	13,97	0,005	√
2. Kat	3,00	S228	9,04	6,70	2,34	18,75	0,006	√
1. Kat	3,00	S142	6,70	3,86	2,83	22,68	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ21	3,86	0,00	3,86	30,86	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.73. Model 5 X yönünde +%5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		+%5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,24	568,75	89,65	268,94	0.0026	√
3. Kat	3,00	1,94	1125,60	164,11	492,34	0.0044	√
2. Kat	3,00	2,54	1682,45	224,83	674,48	0,0063	√
1. Kat	3,00	3,03	2239,30	270,55	811,66	0,0083	√
Z. Kat	4,00	4,05	2825,85	300,28	1201,11	0.0095	√

Tablo 3.74. Model 5 Y yönünde \pm %5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		\pm %5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	0,93	568,75	93,75	281,25	0.0019	√
3. Kat	3,00	1,54	1125,60	172,44	517,33	0.0033	√
2. Kat	3,00	2,07	1682,45	237,10	711,31	0,0049	√
1. Kat	3,00	2,50	2239,30	285,96	857,88	0,0065	√
Z. Kat	4,00	3,37	2825,85	317,64	1270,57	0.0075	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.75. Model 5 X yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,58 / S401	0,91 / S446	1,24	1,27	Var
3. Kat	3,00	2,39 / S301	1,49 / S346	1,94	1,23	Var
2. Kat	3,00	3,09 / S201	1,99 / S246	2,54	1,22	Var
1. Kat	3,00	3,64 / S106	2,41 / S148	3,03	1,20	Var
Z. Kat	4,00	4,79 / SZ04	3,32 / SZ49	4,05	1,18	Yok

Tablo 3.76. Model 5 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,28 / S401	1,12 / S446	1,20	1,07	Yok
3. Kat	3,00	1,93 / S301	1,85 / S346	1,89	1,02	Yok
2. Kat	3,00	2,49 / S246	2,48 / S201	2,49	1,00	Yok
1. Kat	3,00	3,02 / S149	2,92 / S104	2,97	1,02	Yok
Z. Kat	4,00	4,24 / SZ46	3,76 / SZ07	4,00	1,06	Yok

Tablo 3.77. Model 5 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,06 / S401	0,81 / S428	0,93	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,74 / S308	1,33 / S328	1,54	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,34 / S201	1,79 / S228	2,07	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,83 / S136	2,17 / S135	2,50	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	3,85 / SZ15	2,88 / SZ07	3,37	1,14	Yok

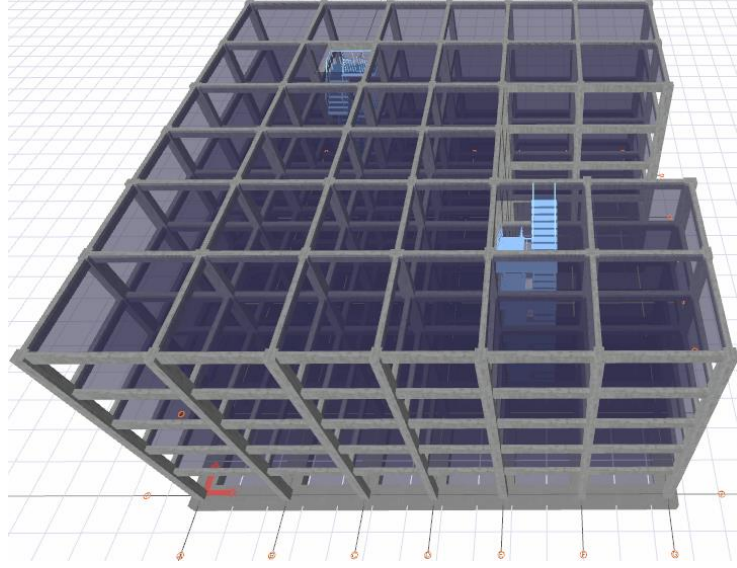
Tablo 3.78. Model 5 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,06 / S449	0,81 / S415	0,93	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,75 / S328	1,33 / S301	1,54	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,34 / S228	1,79 / S201	2,07	1,13	Yok
1. Kat	3,00	2,83 / S142	2,16 / S129	2,50	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	3,86 / SZ21	2,88 / SZ01	3,37	1,14	Yok

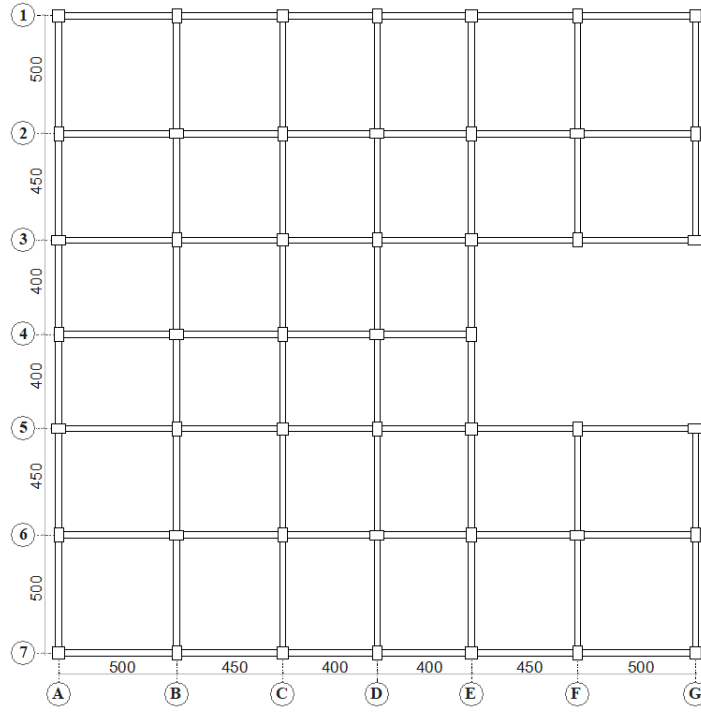
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denklem göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin x doğrultusunda ve zemin kat hariç bütün katlarında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.7. Model 6 analiz sonuçları

Model 6'nın perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.13. ve 3.14.'te sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.13. Model 6 perspektif görünüşü



Şekil 3.14. Model 6 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 6 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.79. ve 3.80.'de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.79. Model 6 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	584,61	126,53	95,66	126,53	93,44
3. Kat	572,64	89,87	81,09	89,87	78,02
2. Kat	572,64	69,13	67,01	69,13	63,87
1. Kat	572,64	48,39	50,96	48,39	48,10
Z. Kat	601,14	29,03	33,37	29,03	30,94

Tablo 3.80. Model 6 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2903,68 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,61 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,61 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	362,96 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	362,96 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	328,09 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	314,37 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,90
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,87
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	1,00
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	1,04

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.81.'de verilmiştir.

Tablo 3.81. Model 6 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	95,66	132,00	138,00	93,44	128,95
3. Kat	3,00	138,00	81,09	111,90	138,00	78,02	107,66
2. Kat	3,00	138,00	67,01	92,47	138,00	63,87	88,14
1. Kat	3,00	138,00	50,96	70,32	138,00	48,10	66,38
Z. Kat	4,00	138,00	33,37	46,05	138,00	30,94	42,69

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görel kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayılar ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.82. Model 6 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S402	13,59	12,42	1,17	9,36	0,003	√
3. Kat	3,00	S302	12,42	10,46	1,96	15,66	0,005	√
2. Kat	3,00	S202	10,46	7,82	2,64	21,16	0,007	√
1. Kat	3,00	S105	7,82	4,59	3,22	25,80	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ04	4,59	0,01	4,59	36,69	0,009	√

Tablo 3.83. Model 6 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S447	13,59	12,42	1,17	9,36	0,003	√
3. Kat	3,00	S346	12,42	10,46	1,96	15,66	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	10,46	7,82	2,64	21,15	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,82	4,59	3,22	25,80	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,59	0,01	4,59	36,69	0,009	√

Tablo 3.84. Model 6 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S408	11,69	10,66	1,02	8,18	0,003	√
3. Kat	3,00	S336	11,08	9,30	1,78	14,23	0,005	√
2. Kat	3,00	S215	9,30	6,90	2,40	19,20	0,006	√
1. Kat	3,00	S136	6,90	3,99	2,91	23,30	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	3,99	0,00	3,98	31,88	0,008	√

Tablo 3.85. Model 6 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S435	13,26	12,00	1,26	10,11	0,003	√
3. Kat	3,00	S335	12,47	10,38	2,09	16,69	0,006	√
2. Kat	3,00	S235	10,38	7,63	2,76	22,06	0,007	√
1. Kat	3,00	S142	7,63	4,33	3,29	26,35	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ42	4,33	0,01	4,32	34,57	0,009	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.86. Model 6 X yönünde $\pm\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,05	584,61	95,66	286,97	0.0021	√
3. Kat	3,00	1,75	1157,25	176,75	530,25	0.0038	√
2. Kat	3,00	2,36	1729,90	243,76	731,27	0,0056	√
1. Kat	3,00	2,88	2302,54	294,72	884,16	0,0075	√
Z. Kat	4,00	4,08	2903,68	328,09	1312,37	0.0090	√

Tablo 3.87. Model 6 Y yönünde $+\%5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$+\%5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,01	584,61	93,44	280,33	0.0021	√
3. Kat	3,00	1,70	1157,25	172,46	514,37	0.0038	√
2. Kat	3,00	2,27	1729,90	235,33	705,99	0,0056	√
1. Kat	3,00	2,73	2302,54	283,43	850,30	0,0074	√
Z. Kat	4,00	3,62	2903,68	314,37	1257,48	0.0084	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.88. Model 6 X yönünde $+\%5$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+\%5$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,17 / S402	0,92 / S446	1,05	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,96 / S302	1,54 / S346	1,75	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,64 / S202	2,08 / S246	2,36	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,22 / S105	2,53 / S148	2,88	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,59 / SZ04	3,57 / SZ49	4,08	1,12	Yok

Tablo 3.89. Model 6 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,17 / S447	0,92 / S402	1,05	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,96 / S346	1,54 / S302	1,75	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,64 / S246	2,08 / S202	2,36	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,22 / S149	2,53 / S104	2,88	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,59 / SZ46	3,57 / SZ07	4,08	1,12	Yok

Tablo 3.90. Model 6 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,02 / S408	0,99 / S435	1,01	1,01	Yok
3. Kat	3,00	1,78 / S336	1,62 / S342	1,70	1,05	Yok
2. Kat	3,00	2,40 / S215	2,14 / S242	2,27	1,06	Yok
1. Kat	3,00	2,91 / S136	2,55 / S142	2,73	1,07	Yok
Z. Kat	4,00	3,98 / SZ15	3,25 / SZ49	3,62	1,10	Yok

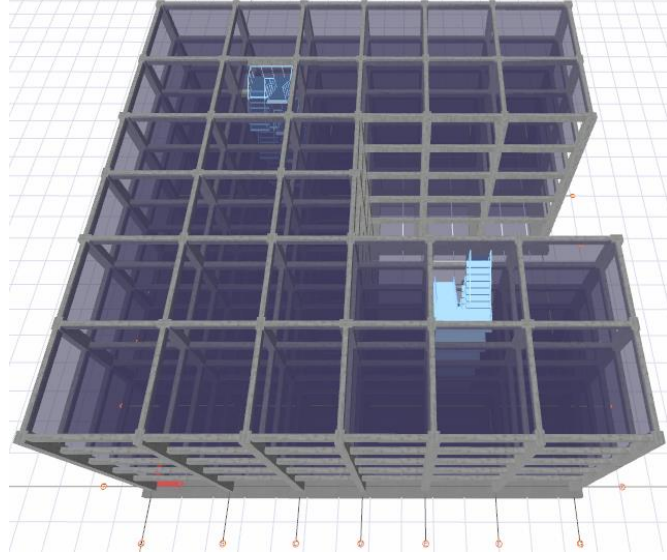
Tablo 3.91. Model 6 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,26 / S435	0,81 / S408	1,04	1,22	Var
3. Kat	3,00	2,09 / S335	1,40 / S308	1,74	1,20	Yok
2. Kat	3,00	2,76 / S235	1,88 / S236	2,32	1,19	Yok
1. Kat	3,00	3,29 / S142	2,28 / S129	2,79	1,18	Yok
Z. Kat	4,00	4,32 / SZ42	3,03 / SZ01	3,68	1,18	Yok

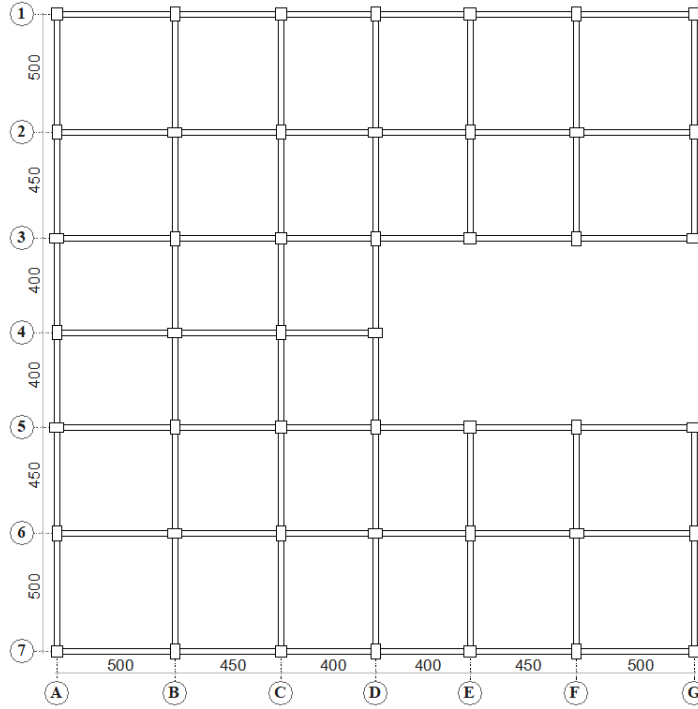
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denklem göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin y doğrultusunda ve son katında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.8. Model 7 analiz sonuçları

Model 7'nin perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.15. ve 3.16.'da sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.15. Model 7 perspektif görünüşü



Şekil 3.16. Model 7 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 7 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.92. ve 3.93.'te sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.92. Model 7 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	560,79	121,39	91,86	121,39	89,03
3. Kat	549,22	86,20	77,75	86,20	73,98
2. Kat	549,22	66,31	64,20	66,31	60,39
1. Kat	549,22	46,42	48,77	46,42	45,36
Z. Kat	577,12	27,87	31,89	27,87	29,10

Tablo 3.93. Model 7 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2785,57 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,06 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,06 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	348,20 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	348,20 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	314,47 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	297,86 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,90
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	$\beta Vt(x)/VtB(x)$	1,00
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta Vt(y)/VtB(y)$	1,05

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.94.'te verilmiştir.

Tablo 3.94. Model 7 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	91,86	126,76	138,00	89,03	122,86
3. Kat	3,00	138,00	77,75	107,29	138,00	73,98	102,09
2. Kat	3,00	138,00	64,20	88,59	138,00	60,39	83,33
1. Kat	3,00	138,00	48,77	67,30	138,00	45,36	62,59
Z. Kat	4,00	138,00	31,89	44,00	138,00	29,10	40,15

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.95. Model 7 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S402	13,41	12,25	1,16	9,30	0,003	√
3. Kat	3,00	S302	12,25	10,31	1,94	15,51	0,005	√
2. Kat	3,00	S202	10,31	7,69	2,62	20,93	0,007	√
1. Kat	3,00	S107	7,69	4,50	3,19	25,50	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ04	4,50	0,01	4,50	35,99	0,009	√

Tablo 3.96. Model 7 X yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S446	13,41	12,25	1,16	9,30	0,003	√
3. Kat	3,00	S346	12,25	10,31	1,94	15,51	0,005	√
2. Kat	3,00	S246	10,31	7,69	2,62	20,93	0,007	√
1. Kat	3,00	S148	7,69	4,50	3,19	25,50	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,50	0,01	4,50	36,99	0,009	√

Tablo 3.97. Model 7 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S435	11,11	10,00	1,11	8,91	0,003	√
3. Kat	3,00	S308	11,04	9,25	1,79	14,29	0,005	√
2. Kat	3,00	S236	9,25	6,85	2,40	19,20	0,006	√
1. Kat	3,00	S136	6,85	3,95	2,90	23,23	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	3,95	0,00	3,94	31,54	0,008	√

Tablo 3.98. Model 7 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştiriminin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S435	14,21	12,81	1,40	11,18	0,004	√
3. Kat	3,00	S335	12,81	10,63	2,18	17,44	0,006	√
2. Kat	3,00	S235	10,63	7,77	2,86	22,86	0,008	√
1. Kat	3,00	S142	7,77	4,38	3,39	27,11	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ42	4,38	0,01	4,37	34,97	0,009	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.99. Model 7 X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,04	560,97	91,86	275,58	0.0021	√
3. Kat	3,00	1,74	1110,01	169,61	508,84	0.0038	√
2. Kat	3,00	2,34	1659,23	233,81	701,43	0,0055	√
1. Kat	3,00	2,85	2208,45	282,58	847,75	0,0074	√
Z. Kat	4,00	4,01	2785,57	314,47	1257,88	0.0089	√

Tablo 3.100. Model 7 Y yönünde $+5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$+5\%$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,09	560,97	89,03	267,09	0.0023	√
3. Kat	3,00	1,75	1110,01	163,01	489,04	0.0040	√
2. Kat	3,00	2,32	1659,23	223,40	670,21	0,0057	√
1. Kat	3,00	2,78	2208,45	268,76	806,29	0,0076	√
Z. Kat	4,00	3,63	2785,57	297,86	1191,44	0.0085	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.101. Model 7 X yönünde $+5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+5\%$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,16 / S402	0,92 / S446	1,04	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,94 / S302	1,53 / S346	1,74	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,62 / S202	2,07 / S246	2,34	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,19 / S107	2,52 / S146	2,85	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,50 / SZ04	3,51 / SZ49	4,01	1,12	Yok

Tablo 3.102. Model 7 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,16 / S446	0,92 / S402	1,04	1,12	Yok
3. Kat	3,00	1,94 / S346	1,53 / S302	1,74	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,62 / S246	2,07 / S207	2,34	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,19 / S148	2,52 / S104	2,85	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,50 / SZ46	3,51 / SZ07	4,01	1,12	Yok

Tablo 3.103. Model 7 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,11 / S435	1,08 / S408	1,09	1,02	Yok
3. Kat	3,00	1,79 / S308	1,72 / S335	1,75	1,02	Yok
2. Kat	3,00	2,40 / S236	2,24 / S235	2,32	1,03	Yok
1. Kat	3,00	2,90 / S136	2,65 / S142	2,78	1,05	Yok
Z. Kat	4,00	3,94 / SZ15	3,32 / SZ49	3,63	1,09	Yok

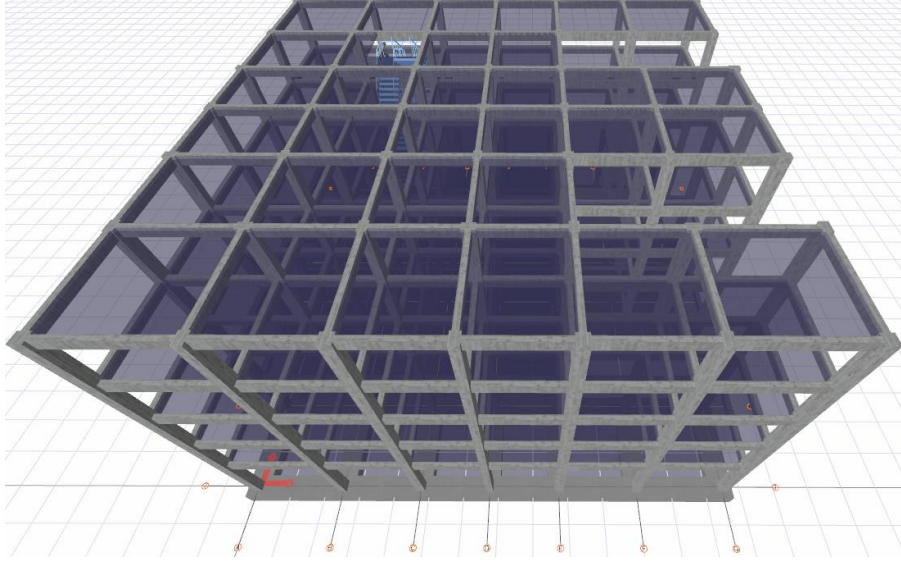
Tablo 3.104. Model 7 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,40 / S435	0,87 / S408	1,13	1,23	Var
3. Kat	3,00	2,18 / S335	1,43 / S308	1,80	1,21	Var
2. Kat	3,00	2,86 / S235	1,91 / S208	2,38	1,20	Yok
1. Kat	3,00	3,39 / S142	2,30 / S129	2,85	1,19	Yok
Z. Kat	4,00	4,37 / SZ42	3,03 / SZ01	3,70	1,18	Yok

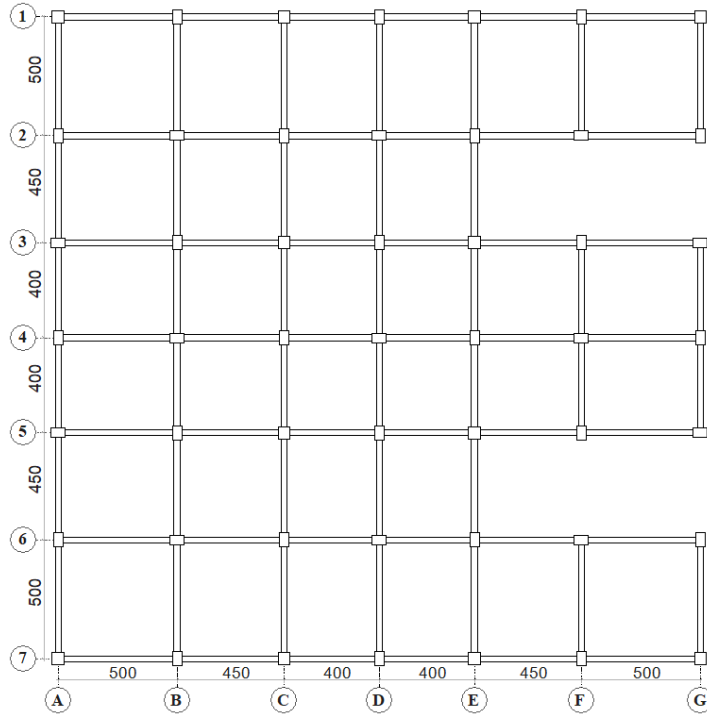
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denkleme göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin y doğrultusunda ve son iki katlarında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.9. Model 8 analiz sonuçları

Model 8'in perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.17. ve 3.18.'de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.17. Model 8 perspektif görünüşü



Şekil 3.18. Model 8 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 8 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.105. ve 3.106.'da sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.105. Model 8 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	591,77	128,10	96,89	128,10	91,27
3. Kat	579,56	90,97	82,06	90,97	75,52
2. Kat	579,56	69,98	67,78	69,98	61,53
1. Kat	579,56	48,98	51,54	48,98	46,30
Z. Kat	609,26	29,43	33,79	29,43	29,93

Tablo 3.106. Model 8 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2939,70 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-X)	13,78 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n-Y)	13,78 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	367,46 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	367,46 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	332,07 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	304,55 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,90
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,83
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,90
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	1,00
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	1,09

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.107.'de verilmiştir.

Tablo 3.107. Model 8 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	96,89	133,70	138,00	91,27	125,96
3. Kat	3,00	138,00	82,06	113,24	138,00	75,52	104,21
2. Kat	3,00	138,00	67,78	93,53	138,00	61,53	84,90
1. Kat	3,00	138,00	51,54	71,13	138,00	46,30	63,89
Z. Kat	4,00	138,00	33,79	46,63	138,00	29,93	41,30

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görel kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayılar ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.108. Model 8 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S407	13,30	12,15	1,15	9,23	0,003	√
3. Kat	3,00	S302	12,15	10,23	1,92	15,37	0,005	√
2. Kat	3,00	S202	10,23	7,64	2,59	20,73	0,007	√
1. Kat	3,00	S107	7,64	4,48	3,16	25,26	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ04	4,48	0,01	4,47	35,79	0,009	√

Tablo 3.109. Model 8 X yönünde-%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S443	13,27	12,12	1,15	9,20	0,003	√
3. Kat	3,00	S343	12,12	10,20	1,92	15,32	0,005	√
2. Kat	3,00	S243	10,20	7,62	2,58	20,67	0,007	√
1. Kat	3,00	S148	7,62	4,47	3,15	25,19	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ46	4,47	0,01	4,47	35,74	0,009	√

Tablo 3.110. Model 8 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S407	11,16	10,01	1,15	9,18	0,003	√
3. Kat	3,00	S336	10,79	9,06	1,73	13,88	0,005	√
2. Kat	3,00	S208	9,06	6,72	2,34	18,69	0,006	√
1. Kat	3,00	S136	6,72	3,89	2,83	22,66	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ15	3,89	0,00	3,88	31,08	0,008	√

Tablo 3.111. Model 8 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S407	14,30	12,85	1,45	11,59	0,004	√
3. Kat	3,00	S328	12,85	10,65	2,21	17,66	0,006	√
2. Kat	3,00	S207	10,65	7,78	2,87	22,93	0,008	√
1. Kat	3,00	S142	7,78	4,40	3,38	27,05	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ28	4,40	0,01	4,38	35,08	0,009	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.112. Model 8 X yönünde ± 5 ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		± 5					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,02	591,77	96,89	290,67	0.0021	√
3. Kat	3,00	1,71	1171,33	178,95	536,86	0.0037	√
2. Kat	3,00	2,30	1750,89	246,74	740,21	0,0054	√
1. Kat	3,00	2,80	2330,44	298,28	894,84	0,0073	√
Z. Kat	4,00	3,96	2939,70	332,07	1328,28	0.0088	√

Tablo 3.113. Model 8 Y yönünde $+5$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$+5$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,09	591,77	91,27	273,82	0.0024	√
3. Kat	3,00	1,73	1171,33	166,79	500,37	0.0041	√
2. Kat	3,00	2,29	1750,89	228,32	684,95	0,0058	√
1. Kat	3,00	2,73	2330,44	274,62	823,86	0,0077	√
Z. Kat	4,00	3,60	2939,70	304,55	1218,21	0.0087	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.114. Model 8 X yönünde $+5$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+5$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,15 / S407	0,89 / S443	1,02	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,92 / S302	1,49 / S343	1,71	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,59 / S202	2,01 / S243	2,30	1,13	Yok
1. Kat	3,00	3,16 / S107	2,45 / S148	2,80	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,47 / SZ04	3,45 / SZ49	3,96	1,13	Yok

Tablo 3.115. Model 8 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,15 / S443	0,89 / S402	1,02	1,13	Yok
3. Kat	3,00	1,92 / S343	1,49 / S302	1,70	1,12	Yok
2. Kat	3,00	2,58 / S243	2,02 / S202	2,30	1,12	Yok
1. Kat	3,00	3,15 / S148	2,46 / S104	2,80	1,12	Yok
Z. Kat	4,00	4,47 / SZ46	3,46 / SZ07	3,96	1,13	Yok

Tablo 3.116. Model 8 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,15 / S407	1,04 / S436	1,09	1,05	Yok
3. Kat	3,00	1,73 / S336	1,73 / S307	1,73	1,00	Yok
2. Kat	3,00	2,34 / S208	2,24 / S207	2,29	1,02	Yok
1. Kat	3,00	2,83 / S136	2,63 / S128	2,73	1,04	Yok
Z. Kat	4,00	3,88 / SZ15	3,32 / SZ42	3,60	1,08	Yok

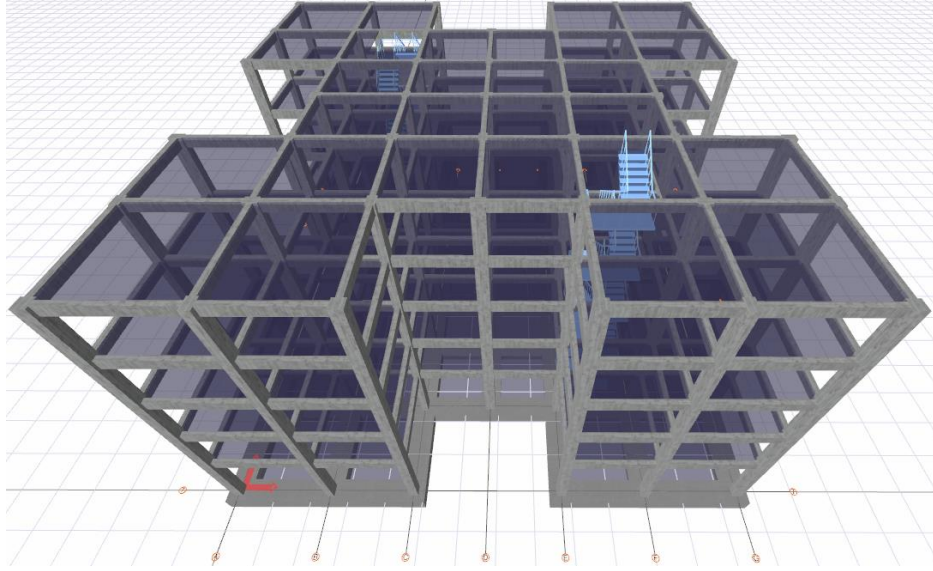
Tablo 3.117. Model 8 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,45 / S407	0,81 / S408	1,13	1,28	Var
3. Kat	3,00	2,21 / S328	1,35 / S308	1,78	1,24	Var
2. Kat	3,00	2,87 / S207	1,81 / S208	2,34	1,23	Var
1. Kat	3,00	3,38 / S142	2,19 / S129	2,78	1,21	Var
Z. Kat	4,00	4,38 / SZ28	2,92 / SZ01	3,65	1,20	Var

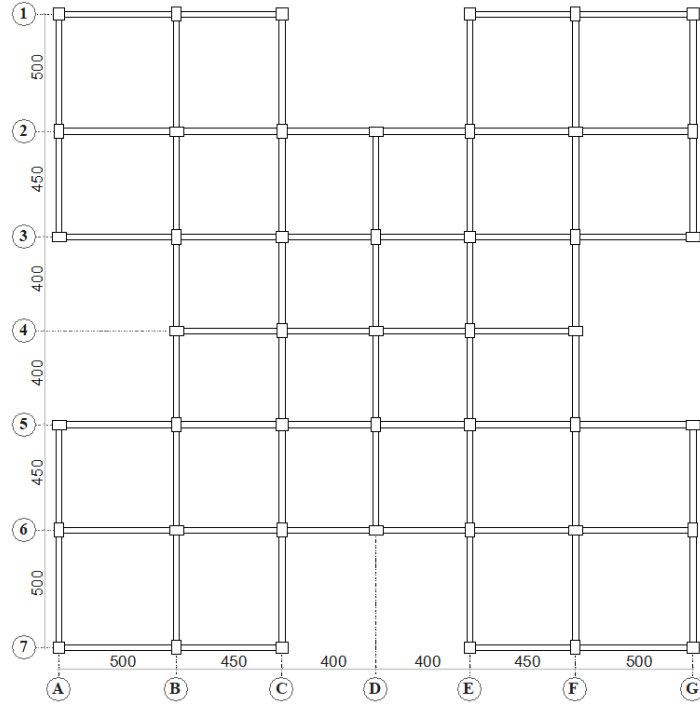
$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denklemeye göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin y doğrultusunda ve bütün katlarında bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2.10. Model 9 analiz sonuçları

Model 9'un perspektif görünüşü ve kat kalıp planı Şekil 3.19. ve 3.20.'de sırasıyla verilmiştir.



Şekil 3.19. Model 9 perspektif görünüşü



Şekil 3.20. Model 9 kat kalıp planı

Analizde referans model birinci deprem bölgesinde bulunarak çerçevesi bir betonarme sistem olduğu için süneklik düzeyi yüksek sistem seçilmiştir. Bunun için yapının davranış kat sayısı (R) x ve y doğrultusunda 8 kabul edilmiştir. Katlara etkiyen maksimum yükler eşdeğer ve dinamik yükler olmak üzere, yapılan analizde dinamik yükler seçilmiştir. Model 9 için kat kuvvet parametreleri ve deprem parametreleri aşağıda Tablo 3.118. ve 3.119.'da sırasıyla verilmiştir.

Tablo 3.118. Model 9 kat kuvvet parametreleri

Kat	Wi [t]	X Yönü		Y Yönü	
		Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]	Eşdeğer [tf]	Dinamik [tf]
4. Kat	524,43	113,54	86,37	113,54	86,69
3. Kat	513,37	80,60	72,55	80,60	72,49
2. Kat	513,37	62,00	59,64	62,00	59,37
1. Kat	513,37	43,40	45,13	43,40	44,76
Z. Kat	540,67	26,12	29,37	26,12	28,99

Tablo 3.119. Model 9 deprem parametreleri

Deprem Parametreleri	Simge	Değer
Hareketli yükler dahil yapı toplam ağırlığı	(W)	2605,20 t
Yapı yüksekliği (Rijit bodrum varsa o kattan ölçülen yükseklik)	(Hn)	16,00 m
X yönünde yapı tepesinde etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -X)	12,21 tf
Y yönünde yapı tepesine etki ettirilen ekstra eş değer deprem yükü	(ΔF_n -Y)	12,21 tf
X yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-X)	325,65 tf
Y yönünde uygulanan toplam eş değer deprem yükü	(Vt-Y)	325,65 tf
X yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-X)	293,05 tf
Y yönünde uygulanan toplam deprem yükü (modal kombinasyon)	(VtB-Y)	292,30 tf
Yapı önem katsayısı	I	1,00
X yönü VtB/Vt oranı	VtB(x) / Vt(x)	0,90
Y yönü VtB/Vt oranı	VtB(y) / Vt(y)	0,90
Hesaplanan büyüklüklere ilişkin alt sınır değerleri	β	0,80
X yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(x)/V_{tB}(x)$	0,89
Y yönü deprem yükü büyütme faktörü	$\beta V_t(y)/V_{tB}(y)$	0,89

Deprem kuvvetlerinin katlara dağılımı ve $\pm 5\%$ eksantrisite verilerek hesaplanan katın x ve y doğrultularındaki burulma momenti Tablo 3.120.'de verilmiştir.

Tablo 3.120. Model 9 X ve Y doğrultularında katlara etkiyen yatay yükler

Genel kat ayarları		X Yönü ($\pm 5\%$)			Y Yönü ($\pm 5\%$)		
Kat	h [m]	ex [cm]	Fx [tf]	T [tfm]	ey [cm]	Fy [tf]	T [tfm]
4. Kat	3,00	138,00	86,37	119,18	138,00	86,69	119,63
3. Kat	3,00	138,00	72,55	100,12	138,00	72,49	100,04
2. Kat	3,00	138,00	59,64	82,30	138,00	59,37	81,92
1. Kat	3,00	138,00	45,13	62,27	138,00	44,76	61,76
Z. Kat	4,00	138,00	29,37	40,52	138,00	28,99	40,00

Bulunan bu deprem yükleri yapının kat kütle merkezlerine x ve y doğrultusunda $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulanarak elde edilen kat yer değiştirmeler, görelî kat ötelemeler ve burulma düzensizliği katsayıları ideCAD analiz programı ile bulunmuştur. Katlarda maksimum yer değiştirme son katta görülürken minimum deplasman zemin kattadır. Çünkü kat yüksekliğinin artması rijitliğin azalmasına neden olur bu da x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirmelerindeki artışı etkiler.

Tablo 3.121. Model 9 X yönünde $+5\%$ kat yerdeğiştirmenin ve görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		$+5\%$						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	Di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S402	13,67	12,42	1,25	9,98	0,003	√
3. Kat	3,00	S302	12,42	10,40	2,02	16,12	0,005	√
2. Kat	3,00	S202	10,40	7,72	2,69	21,49	0,007	√
1. Kat	3,00	S105	7,72	4,47	3,24	25,96	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ02	4,47	0,01	4,46	35,70	0,009	√

Tablo 3.122. Model 9 X yönünde-%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S447	13,67	12,42	1,25	9,98	0,003	√
3. Kat	3,00	S347	12,42	10,40	2,02	16,12	0,005	√
2. Kat	3,00	S247	10,40	7,72	2,69	21,49	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,72	4,47	3,24	25,96	0,009	√
Z. Kat	4,00	SZ48	4,47	0,01	4,46	35,70	0,009	√

Tablo 3.123. Model 9 Y yönünde +%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		+5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S408	12,55	11,38	1,16	9,32	0,003	√
3. Kat	3,00	S308	11,38	9,51	1,87	14,99	0,005	√
2. Kat	3,00	S208	9,51	7,02	2,49	19,91	0,007	√
1. Kat	3,00	S136	7,02	4,04	2,99	23,88	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ08	4,04	0,01	4,03	32,21	0,008	√

Tablo 3.124. Model 9 Y yönünde-%5 kat yerdeğiştirmenin ve görel kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Genel kat ayarları		-5%						Kontrol
Kat	h [m]	Eleman	di [mm]	d(i-1) [mm]	Δi [mm]	$\delta i(\max)$ [mm]	$\frac{\delta i(\max)}{h}$	$\delta i(\max)/h$ ≤ 0.02
4. Kat	3,00	S435	12,55	11,38	1,16	9,32	0,003	√
3. Kat	3,00	S342	11,38	9,51	1,87	14,99	0,005	√
2. Kat	3,00	S235	9,51	7,02	2,49	19,91	0,007	√
1. Kat	3,00	S149	7,02	4,04	2,99	23,88	0,008	√
Z. Kat	4,00	SZ42	4,04	0,01	4,03	32,21	0,008	√

Yukarıdaki tablolarda görüldüğü gibi, her katta görel kat ötelemeleri sınır değerlerden küçüktür. Yani görel kat ötelemelerin değerleri yönetmeliğin şartına göre her katta sağlanmaktadır.

Tablo 3.125. Model 9 X yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,10	524,43	86,37	259,10	0.0022	√
3. Kat	3,00	1,78	1037,80	158,92	476,76	0.0039	√
2. Kat	3,00	2,38	1551,16	218,56	655,68	0,0056	√
1. Kat	3,00	2,88	2064,53	263,69	791,06	0,0075	√
Z. Kat	4,00	3,94	2605,20	293,05	1172,21	0.0088	√

Tablo 3.126. Model 9 Y yönünde $\pm 5\%$ ikinci merteye etkileri

Genel kat ayarları		$\pm 5\%$					Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{ort})$	$\sum w_j$	V_i	V_{ih}	θ_i	$\theta_i \leq 0.12$
	[m]	[mm]	[tf]	[tf]	[tfm]		
4. Kat	3,00	1,02	524,43	86,69	260,07	0.0021	√
3. Kat	3,00	1,64	1037,80	159,18	477,55	0.0036	√
2. Kat	3,00	2,18	1551,16	218,55	655,65	0,0052	√
1. Kat	3,00	2,62	2064,53	263,31	789,92	0,0068	√
Z. Kat	4,00	3,51	2605,20	292,30	1169,19	0.0078	√

$\theta_i = \Delta i(\text{ort}) \sum w_j / V_i h_i \leq 0,12$ durumu sağlanmaktadır.

Tablo 3.127. Model 9 X yönünde $+5\%$ A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		$+5\%$				Kontrol
Kat	h	$\Delta i(\text{max})$	$\Delta i(\text{min})$	$\Delta i(\text{ort})$	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
	[m]	[mm]	[mm]	[mm]		
4. Kat	3,00	1,25 / S402	0,96 / S448	1,10	1,13	Yok
3. Kat	3,00	2,02 / S302	1,55 / S347	1,78	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,69 / S202	2,07 / S247	2,38	1,13	Yok
1. Kat	3,00	3,24 / S105	2,51 / S148	2,88	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,46 / SZ02	3,42 / SZ49	3,94	1,13	Yok

Tablo 3.128. Model 9 X yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,25 / S447	0,96 / S402	1,10	1,13	Yok
3. Kat	3,00	2,02 / S347	1,55 / S302	1,78	1,13	Yok
2. Kat	3,00	2,69 / S247	2,07 / S202	2,38	1,13	Yok
1. Kat	3,00	3,24 / S149	2,51 / S106	2,88	1,13	Yok
Z. Kat	4,00	4,46 / SZ48	3,42 / SZ01	3,94	1,13	Yok

Tablo 3.129. Model 9 Y yönünde +%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		+5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,16 / S408	0,87 / S435	1,02	1,14	Yok
3. Kat	3,00	1,87 / S308	1,41 / S342	1,64	1,14	Yok
2. Kat	3,00	2,49 / S208	1,87 / S242	2,18	1,14	Yok
1. Kat	3,00	2,99 / S136	2,25 / S149	2,62	1,14	Yok
Z. Kat	4,00	4,03 / SZ08	2,99 / SZ49	3,51	1,15	Yok

Tablo 3.130. Model 9 Y yönünde-%5 A1 burulma düzensizliği

Genel kat ayarları		-5%				Kontrol
Kat	h [m]	$\Delta i(\max)$ [mm]	$\Delta i(\min)$ [mm]	$\Delta i(\text{ort})$ [mm]	η_{bi}	$\eta_{bi} > 1.2$
4. Kat	3,00	1,16 / S435	0,87 / S408	1,02	1,14	Yok
3. Kat	3,00	1,87 / S342	1,41 / S308	1,64	1,14	Yok
2. Kat	3,00	2,49 / S235	1,87 / S208	2,18	1,14	Yok
1. Kat	3,00	2,99 / S149	2,25 / S129	2,62	1,14	Yok
Z. Kat	4,00	4,03 / SZ42	2,99 / SZ01	3,51	1,15	Yok

$\eta_{bi} = \Delta i(\max) / \Delta i(\text{ort}) > 1,2$ durumu sağlanmaktadır. Denkleme göre burulma düzensizliği (η_{bi}), binanın i'inci katındaki maksimum görel kat ötelemesi $\Delta i(\max)$ ve binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi $\Delta i(\text{ort})$ olarak ifade edilmektedir. Burulma düzensizliği durumu (η_{bi}) 1,2'den büyük çıkması gerekmektedir. Yukarıdaki tablolarda gösterildiği üzere, A1 burulma düzensizliği için her katta kontrol yapılmış ve binada A1 burulma düzensizliğinin bulunmadığı tespit edilmiştir.

BÖLÜM 4. MODEL SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

4.1. 5 Katlı Modellerin Karşılaştırılması

4.1.1. Model periyotlarının karşılaştırılması

Yapılan incelemeler sonucu modellerin ağırlıkları ve rijitliklerinin farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu farklılık ise modellerdeki periyot farklılıklarının oluşmasına neden olmuştur.

Tablo 4.1. Model periyotlarının karşılaştırılması

Model	T1 (sn)	T1 % değişim	T2 (sn)	T2 % değişim
Model R	0,5653	0	0,5385	0
Model 1	0,5669	0,2883	0,5202	-3,4020
Model 2	0,5691	0,6687	0,5300	-1,5840
Model 3	0,5709	0,9889	0,5264	-2,2396
Model 4	0,5711	1,0331	0,5237	-2,7577
Model 5	0,5716	1,1215	0,5149	-4,3751
Model 6	0,5570	-1,4753	0,5427	0,7781
Model 7	0,5536	-2,0697	0,5476	1,6880
Model 8	0,5495	-2,7985	0,5485	1,8514
Model 9	0,5548	-1,8521	0,5280	-1,9424

T1: Binanın birinci titreşim periyodu (X deprem doğrultusunda birinci moda ait).

T2: Binanın ikinci titreşim periyodu (Y deprem doğrultusunda ikinci moda ait).

Taşıyıcı elemanların kaldırılmasıyla modellerin rijitliği azalacağı için, x-doğrultusunda kiriş süreksizliği olan modellerde birinci mod periyodunun artması ve y-doğrultusunda kiriş süreksizliği olan modellerde ikinci mod periyodunun artması beklenir.

Tablo 4.1. incelendiğinde diğer modellerin periyotları referans modelin periyoduna göre fazla bulunmuştur, ancak Model 9' un birinci ve ikinci mod periyotları referans

modele göre düşük göstermiştir. Model 9' da x ve y-doğrultudan simetrik boşluk ve giriş süreksizlik olduğu için bina basit, düzenli ve simetrik halini korumuş ve uygun bir geometrik şekle sahip olmuştur. Bu nedenle model 9 en az ağırlığa sahip olduğundan dolayı periyodu referans modelden düşük olmaktadır.

Kiriş süreksizliği x doğrultusunda olan modellerin arasında, referans modele göre model 5 %1,1215 değişim ile birinci mod periyodunda, giriş süreksizliği y doğrultusunda olan modellerin arasında ise yine referans modele göre model 8 %1,8514 değişim ile ikinci mod periyodunda artış göstermektedir.

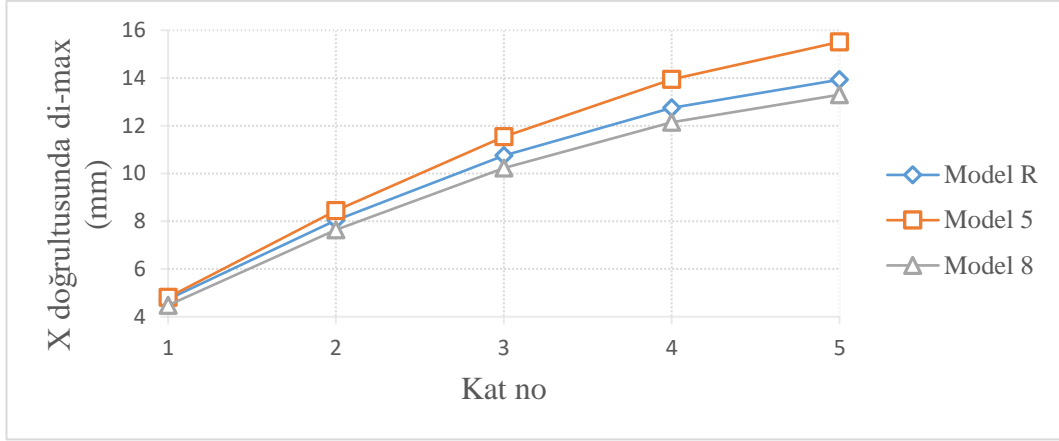
4.1.2. Kat yer değiştirme ve görelî kat ötelemelerinin karşılaştırılması

Periyotlara bağılı olarak katların yer değiştirme değerleri de değişmektedir. Periyodu fazla olan modelin daha fazla kat yer değiştirmesi ve periyodu düşük olan modellerin daha az kat yer değiştirmesi beklenmektedir. Her bir kata karşılık gelen x ve y doğrultularındaki kat yer değiştirme değerleri Tablo 4.2. ve 4.3.'te gösterilmiştir.

Tablo 4.2. 5 katlı modellerin X doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri

di-max (mm)	Model R	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9
Z. KAT	4,73	4,57	4,85	4,83	4,85	4,81	4,59	4,5	4,48	4,47
1. KAT	8,04	7,91	8,39	8,43	8,45	8,45	7,82	7,69	7,64	7,72
2. KAT	10,75	10,69	11,32	11,44	11,48	11,54	10,46	10,31	10,23	10,4
3. KAT	12,75	12,78	13,54	13,72	13,79	13,94	12,42	12,25	12,15	12,42
4. KAT	13,93	14,09	14,61	14,75	15,29	15,51	13,59	13,41	13,3	13,67

Tablo 4.2.'de görüldüğü üzere x doğrultusunda diğer modellerden daha fazla yer değiştirmeyi yapan model 5'tir. Model 5'in maksimum yer değiştirmesi 15,51 mm ile son katındadır. Model 8 ise diğer modellere göre en az yerdeğiştirmeyi sahip olup son katındaki maksimum yer değiştirmesi 13,3 mm'dir. Bu karşılaştırmalar Şekil 4.1.'de açıkça görülmektedir.

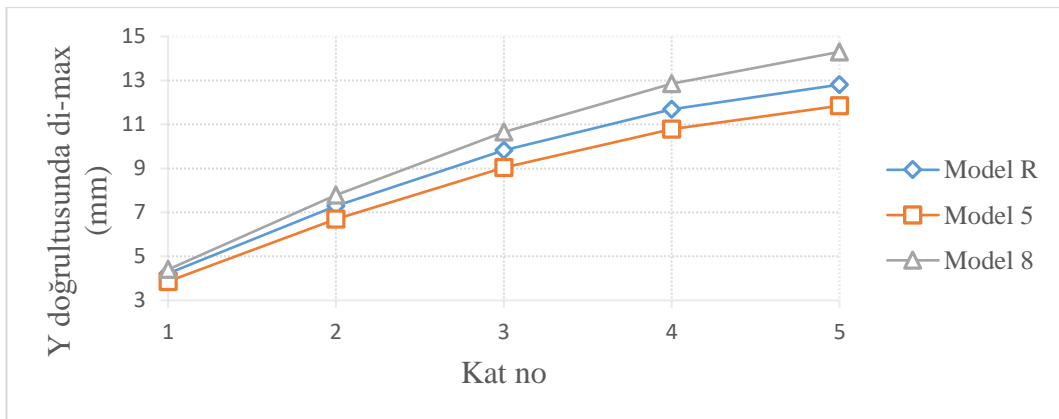


Şekil 4.1. 5 katlı modellerin X doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.3. 5 katlı modellerin Y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri

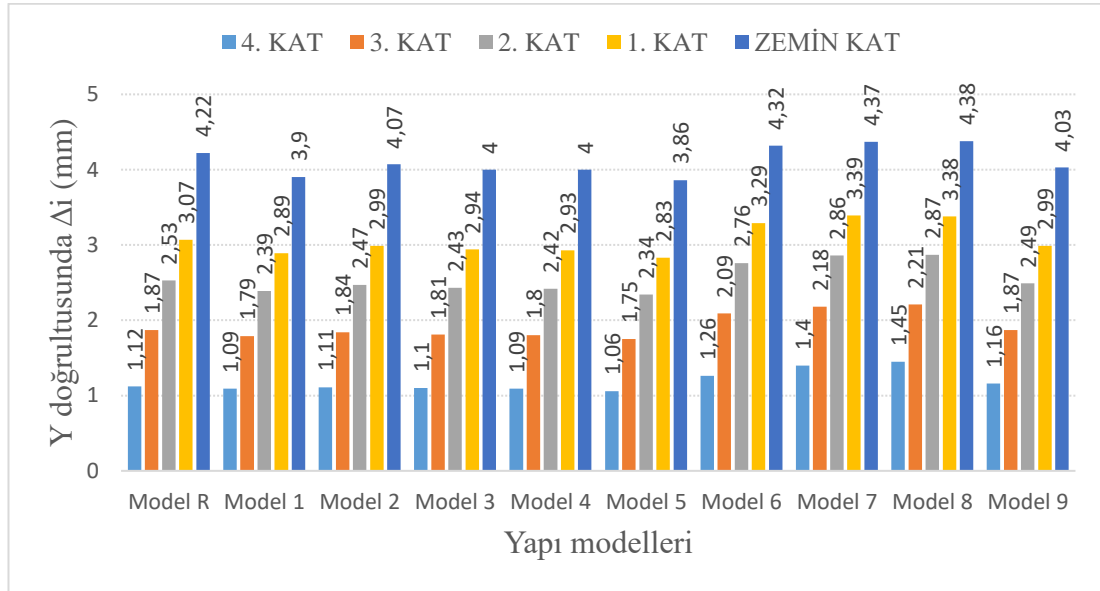
di-max (mm)	Model R	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9
Z. KAT	4,22	3,9	4,08	4,01	4	3,86	4,33	4,38	4,4	4,04
1. KAT	7,29	6,79	7,06	6,95	6,93	6,7	7,63	7,77	7,78	7,02
2. KAT	9,82	9,19	9,53	9,38	9,34	9,04	10,38	10,63	10,65	9,51
3. KAT	11,69	10,97	11,37	11,2	11,14	10,79	12,47	12,81	12,85	11,38
4. KAT	12,81	12,07	12,47	12,28	12,24	11,85	13,26	14,21	14,3	12,55

Tablo 4.3.'te görüldüğü üzere y doğrultusunda diğer modellerden daha fazla yer değiştirmeyi yapan model 8'dir. Model 8'in maksimum yer değiştirmesi 14,3 mm son katındadır. Model 5 ise katlarında diğer modellerden daha az yer değiştirmeye sahip olup son katındaki maksimum yer değiştirmesi 11,85 mm'dir. Bu karşılaştırmalar Şekil 4.2.'de açıkça görülmektedir.

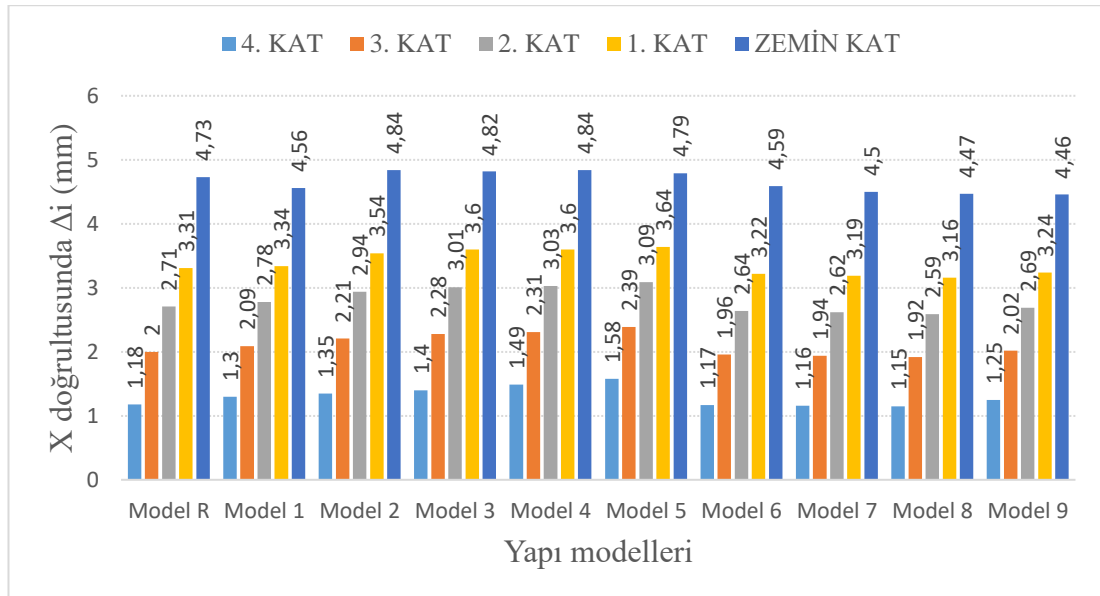


Şekil 4.2. 5 katlı modellerin Y doğrultusundaki kat yer değiştirmeleri

Modellerin arasında en fazla kat yer değiştirmeyi yapan model en fazla göreli kat ötelemeyi de yapmaktadır. Bu sebeple Şekil 4.3.'te grldği gibi y doğrultusunda en fazla model 8, en az ise model 5 göreli kat ötelemelerine sahiptir.



Şekil 4.3. 5 katlı modellerin Y doğrultusundaki göreli kat ötelemeleri

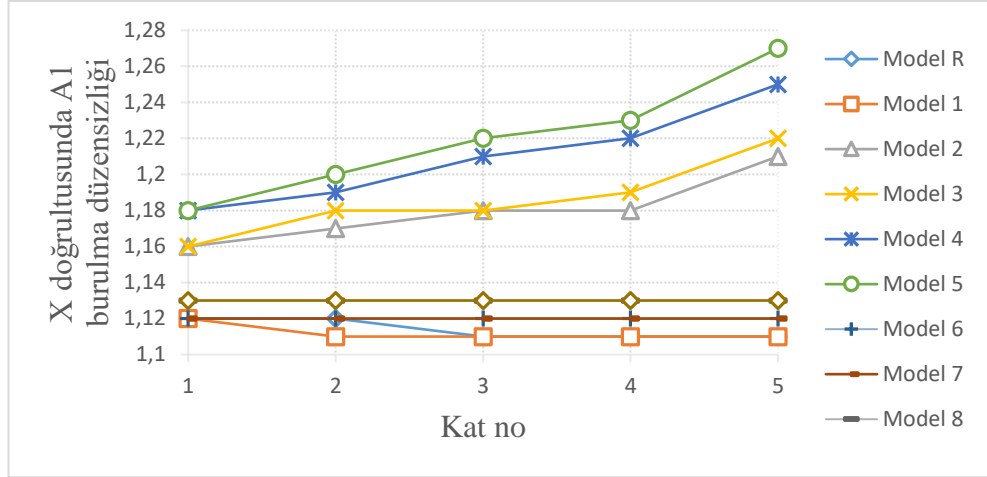


Şekil 4.4. 5 katlı modellerin X doğrultusundaki göreli kat telemeleri

Şekil 4.4.'te grldği üzere x doğrultusunda zemin kat hariĉ, bütün katlarında en fazla göreli kat ötelemelerine sahip olan model 5, en az ise model 8'dir.

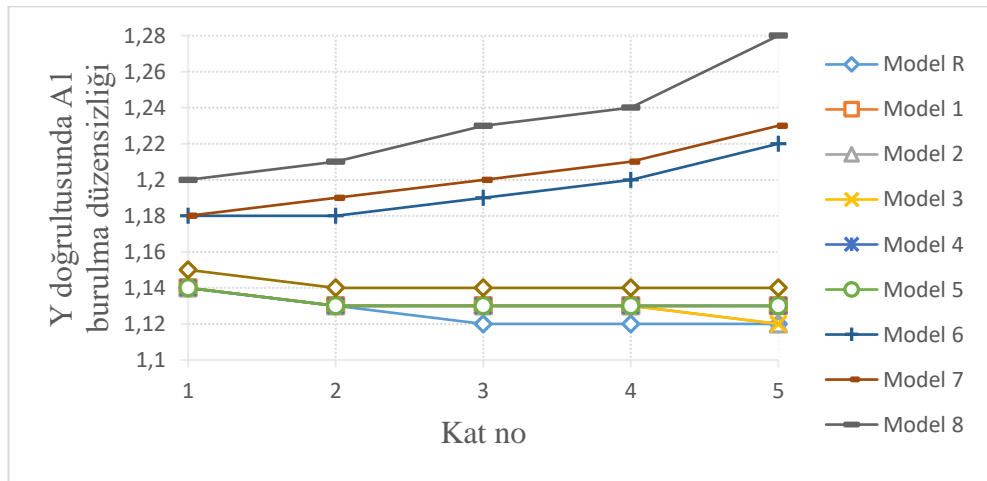
4.1.3. Modellerin A1 burulma düzensizliği karşılaştırılması

Referans model, model 1 ve model 9 x ve y doğrultularında simetrik bir yapıya sahip oldukları için katlarında burulma düzensizliği katsayısı yoktur.



Şekil 4.5. 5 katlı modellerin X yönündeki A1 burulma düzensizliği katsayısı

Şekil 4.5.'te görüldüğü üzere model 6,7 ve 8'in x doğrultularında kiriş süreksizliği olmadığı için katlarında burulma düzensizliği katsayısı yok ve sabit kalmıştır. Model 2, 3, 4 ve 5'in x doğrultularında kiriş süreksizliği olduğu için katlarında burulma düzensizliği katsayısı sırasıyla artış göstermektedir. Model 5 x doğrultusunda en fazla burulma düzensizliği katsayılarına sahiptir.



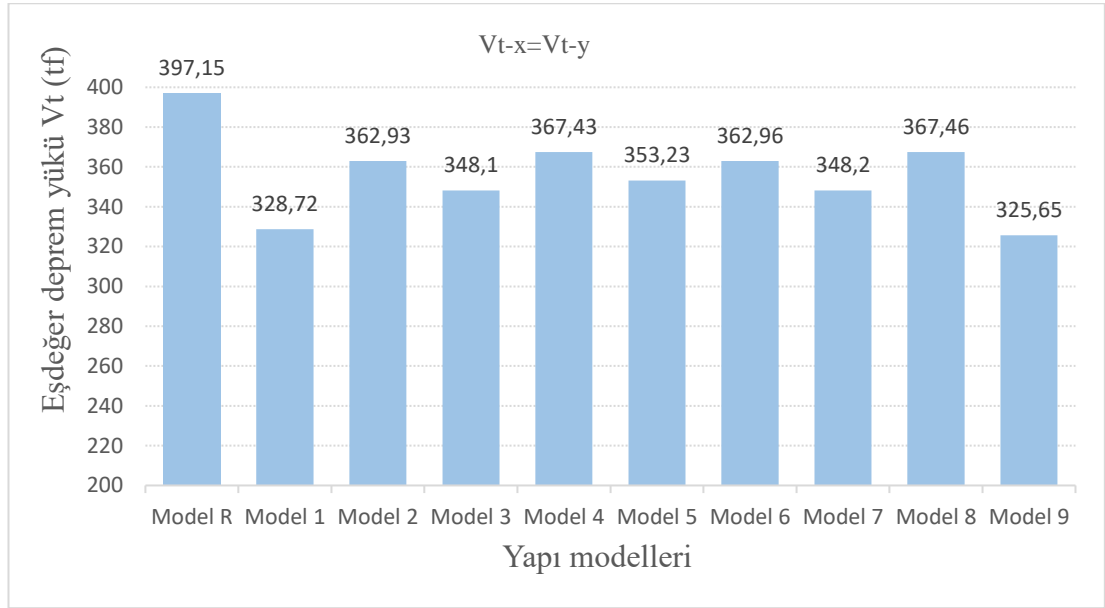
Şekil 4.6. 5 katlı modellerin Y yönündeki A1 burulma düzensizliği katsayısı

Şekil 4.6.'da görüldüğü üzere model 2, 3, 4 ve 5'in y doğrultularında kiriş süreksizliği olmadığı için katlarında burulma düzensizliği katsayısı yok ve sabit kalmıştır. Model 6, 7, ve 8'in y doğrultularında kiriş süreksizliği olduğu için katlarında burulama düzensizliği katsayısı sırasıyla artış göstermektedir. Model 8 y doğrultusunda en fazla burulma düzensizliği katsayılarına sahiptir.

4.2. Model Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

4.2.1. Eşdeğer deprem yükü taban kesme kuvveti

Yapı ağırlığı taban kesme kuvvetinde önemli bir etkidir. Bu etken taban kesme kuvveti ile doğru orantılıdır. O halde ağırlığı fazla olan modele daha büyük deprem kuvvetlerinin etkiyeceğini söyleyebiliriz.

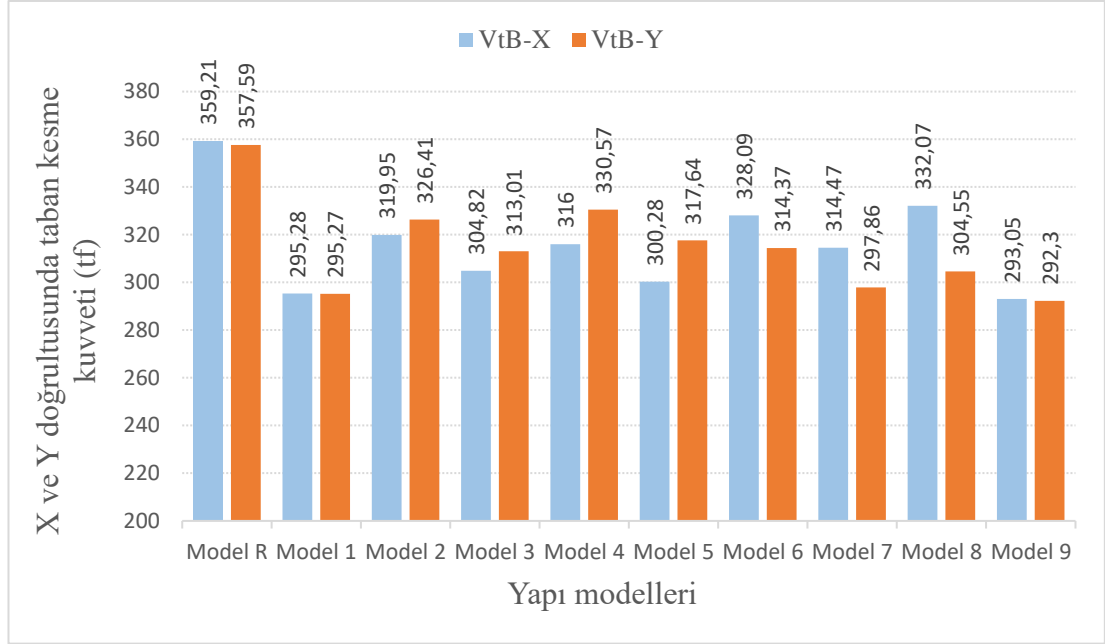


Şekil 4.7. 5 katlı modellerin eşdeğer deprem yükü taban kesme kuvveti.

Şekil 4.7.'de ise eşdeğer taban kesme kuvveti x ve y doğrultuda eşit gösterilmiştir. Modeller arasında en fazla ağırlığa sahip referans model olduğu için en çok taban kesme kuvveti bu modele etki etmektedir. Model 9 referans modele göre %18 farkla, en hafif olduğu için en düşük eşdeğer taban kesme kuvvetine sahiptir.

4.2.2. Mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri

Bahsi geçen eşdeğer taban kesme kuvvetleri ve mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetlerinin değerleri, modellerin ağırlığına ve rijitliğine bağlıdır.

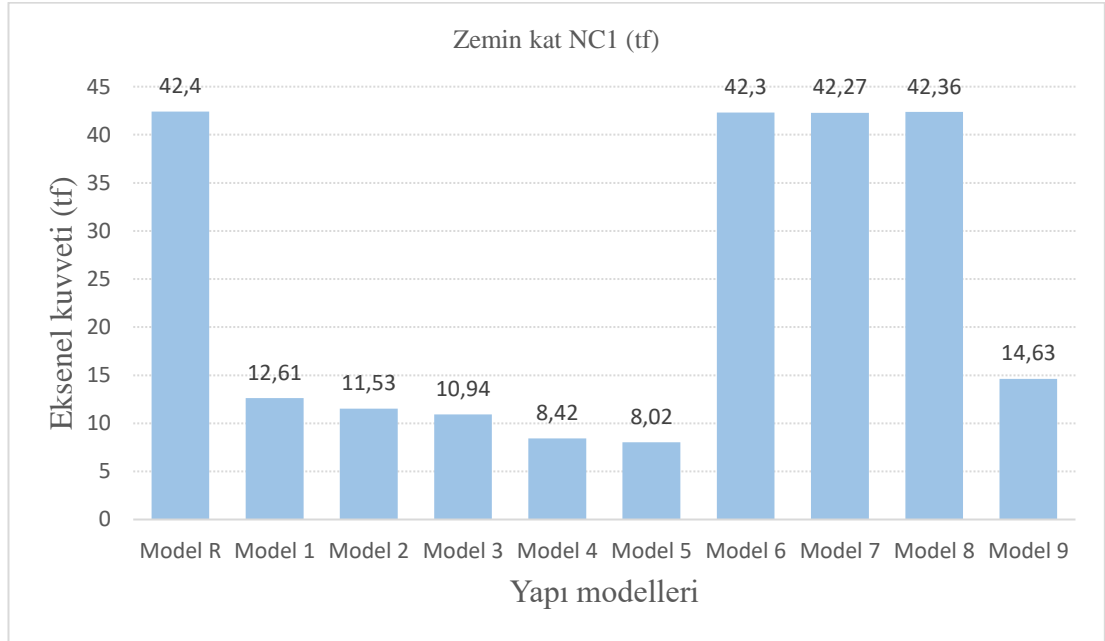


Şekil 4.8. 5 katlı modellerin mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvveti.

Şekil 4.8.'e göre model 1 ve model 9 da mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetleri değerlerinde, x ve y doğrultularında paralel bir değişim görülmektedir. Diğer modellerde ise iki doğrultuda farklı kiriş süreksizlikleri olduğu için x ve y doğrultularındaki değişim, paralellik göstermemektedir. Kiriş süreksizliği hangi doğrultuda daha fazla ise, o doğrultudaki mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvveti daha düşüktür. En ağır ve en rijit referans model olduğu için, en fazla mod birleştirme yöntemi kesme kuvvetine de sahip olmaktadır. Model 9 en hafif olduğu için x ve y doğrultusunda en düşük mod birleştirme yöntemi taban kesme kuvvetine sahip olmuştur.

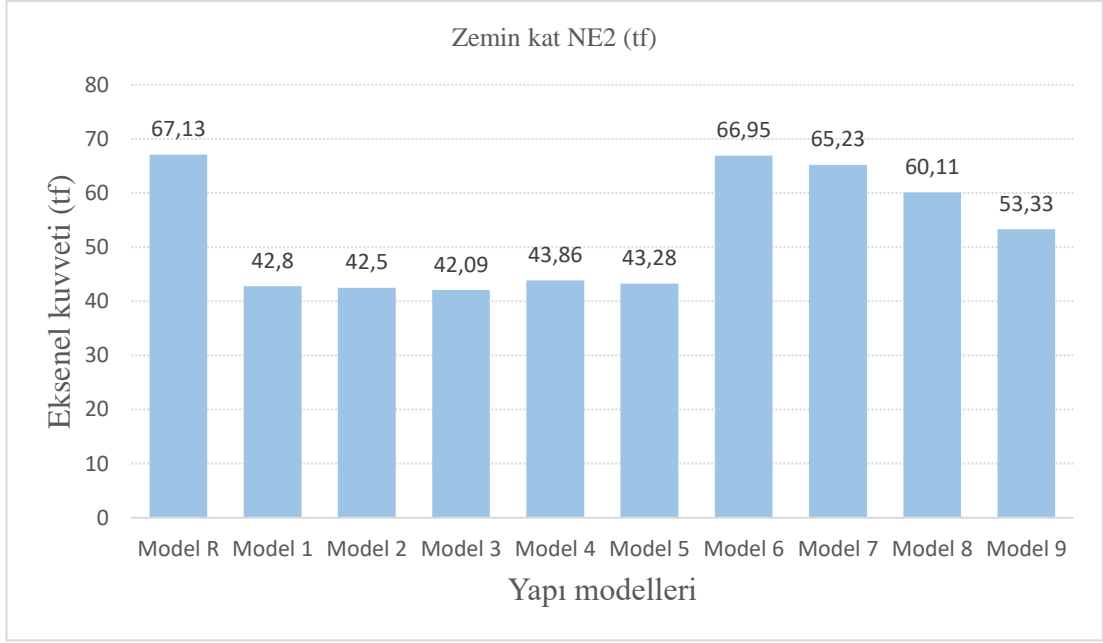
4.3. Kolonlardaki Eksenel Kuvvet, Kesme Kuvvet ve Moment Değerlerinin Karşılaştırılması

Bu çalışmada 5 katlı modellerin zemin katındaki kolonlarda meydana gelen eksenel kuvvet, kesme kuvvet ve moment, referans modele göre oransal olarak incelenmiştir. İncelenen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının kenar akslardan C1 ve orta akslardan E2 ve D4 seçilmiştir.



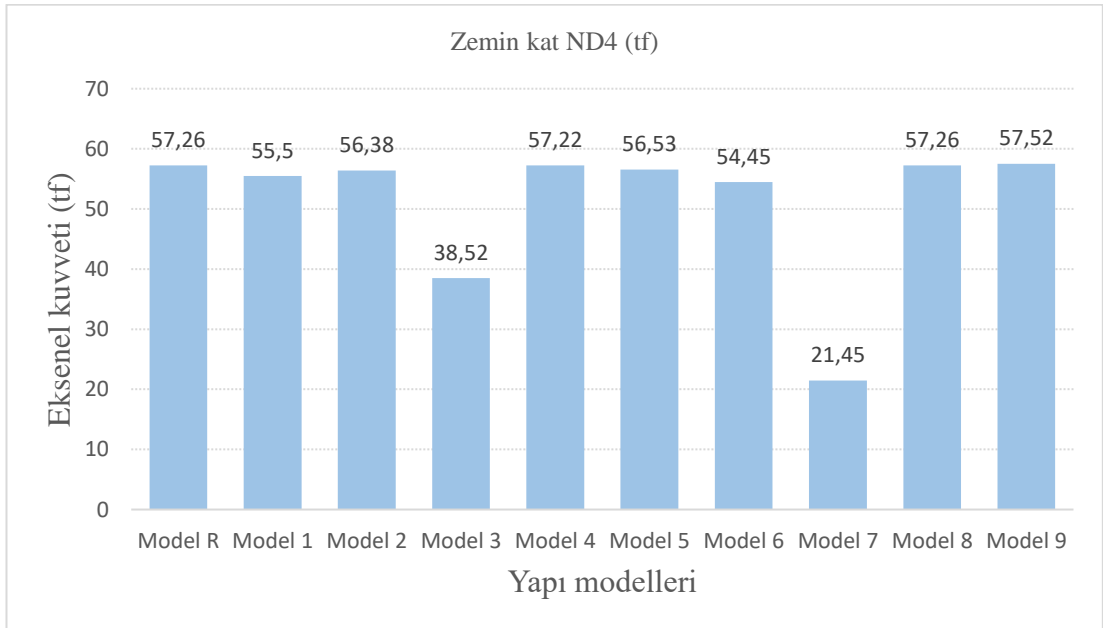
Şekil 4.9. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun eksenel kuvvet karşılaştırılması

Şekil 4.9.'da görüldüğü gibi C1 kolonu için referans modele göre diğer modellerin eksenel kuvvet değerinde düşüş görülmüştür. Bu düşüşün sebebi modellerin kiriş süreksizliğinden dolayı taşıyıcı elemanlarının kaldırılmış olmasıdır. Model 9, 1, 2, 3, 4 ve 5'te C1 kolon eksenel kuvvet değerlerinde referans modele göre %65,49- %81,1 arasında düşüslere neden olmuştur. Ancak model 6, 7 ve 8'de C1 kolon aynen referans modeldeki gibi bağlantıdaki kirişlerde süreksizlik olmadığı için, C1 kolon eksenel kuvvet değerinde referans modele göre çok az bir düşüş ile paralel bir değişim göstermiştir.



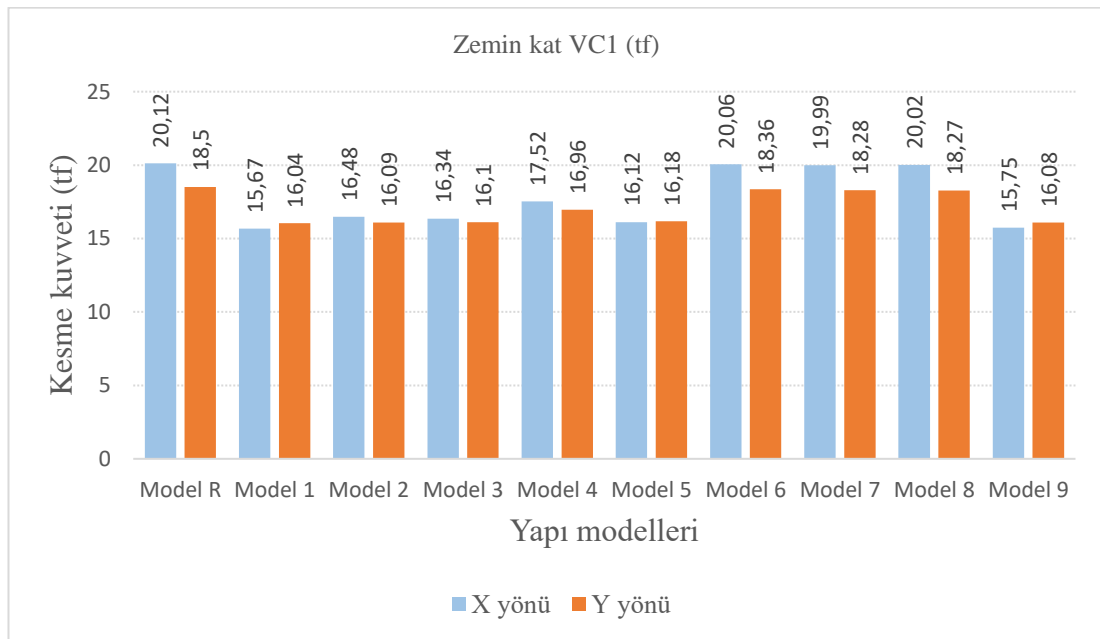
Şekil 4.10. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun eksenel kuvvet karşılaştırılması

Şekil 4.10.'da görüldüğü gibi E2 kolonu için referans modele göre diğer modellerin eksenel kuvvet değerinde düşüş görülmüştür. Bu düşüşün sebebi modellerin kiriş süreksizliğinden dolayı taşıyıcı elemanlarının kaldırılmış olmasıdır. Yalnızca model 6 ve 7'de küçük bir miktar düşüş görülmüştür ve diğer modellerde E2 kolon eksenel kuvvet değerinde %10,45- %37,3 arasında düşüslere neden olmuştur.



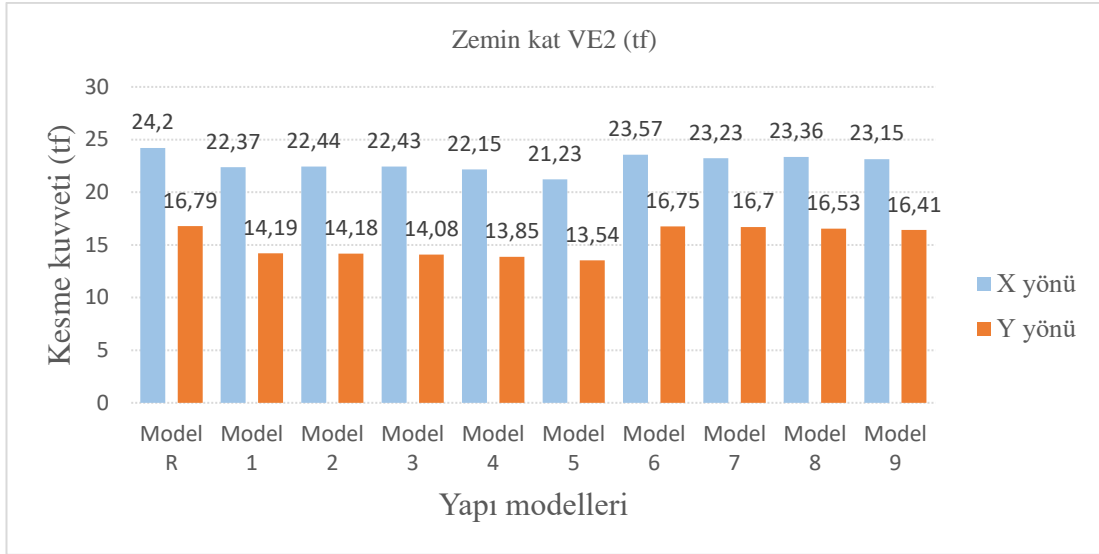
Şekil 4.11. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun eksenel kuvvet karşılaştırılması

Şekil 4.11.'de görüldüğü gibi D4 kolonu modellerin tam orta noktasında bulunduğu için referans modele göre diğer modellerin eksenel kuvvet değerinde çok az bir düşüş ve artış ile paralel bir değişim göstermiştir. Bunun sebebi D4 kolonuna etkiyen taşıyıcı elemanların kaldırılmamış olmasıdır. Sadece model 3 ve model 7'de sırasıyla y doğrultusundaki ve x doğrultusundaki taşıyıcı elemanların bir kısmının kiriş süreksizliğinden dolayı kaldırılmış olmasıdır. Bu iki modelde D4 kolon eksenel kuvvet değerinde sırasıyla %32,72- %62,53'lük bir düşüşe neden olmuştur.



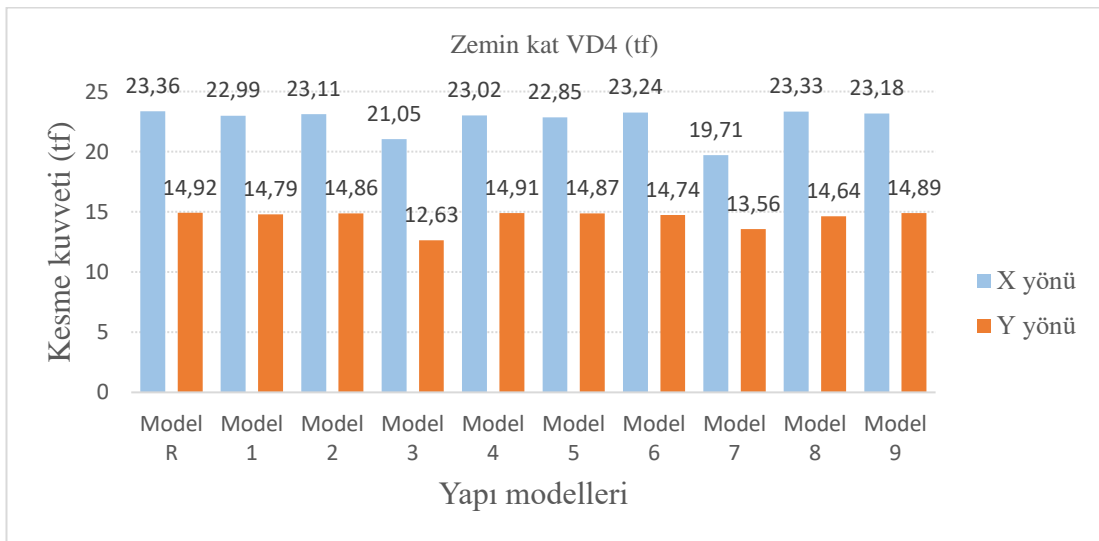
Şekil 4.12. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun x ve y yönünde kesme kuvvet karşılaştırılması

Şekil 4.12.'de görüldüğü gibi C1 kolonu için x ve y doğrultusunda referans modele göre diğer modellerin kesme kuvvet değerinde düşüş görülmüştür. Bu düşüşün sebebi modellerin kiriş süreksizliğinden dolayı taşıyıcı elemanlarının kaldırılmış olmasıdır. Model 1, 2, 3, 4, 5 ve 9'da C1 kolon referans modele göre bir taraftan kiriş süreksizliği olduğu için kesme kuvvet değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %12,92- %22,11 ve y doğrultusunda %8,32- %13,29 arasında düşüslere neden olmuştur. Ancak model 6, 7 ve 8'de C1 kolon aynen referans modeldeki gibi bağlantıdaki kirişlerde süreksizlik olmadığı için, C1 kolon kesme kuvvet değerinde referans modele göre çok az bir düşüş ile paralel bir değişim göstermiştir.



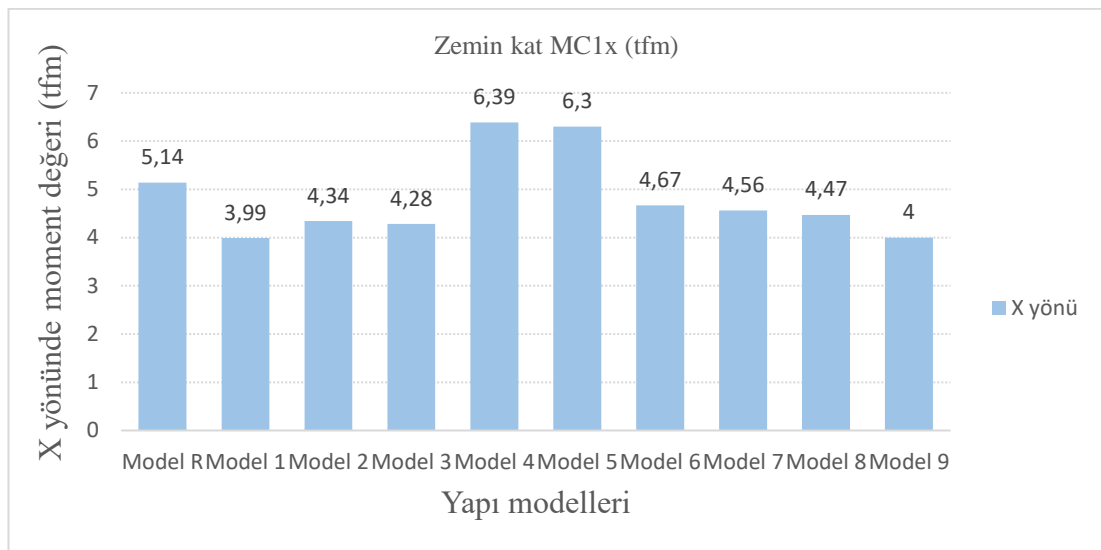
Şekil 4.13. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun x ve y yönünde kesme kuvvet karşılaştırılması

Şekil 4.13.'de görüldüğü gibi E2 kolonu için x ve y doğrultusunda referans modele göre diğer modellerin kesme kuvvet değerinde düşüş görülmüştür. Bu düşüşün sebebi modellerin giriş süreksizliğinden dolayı taşıyıcı elemanlarının kaldırılmış olmasıdır. Model 1, 2, 3, 4, ve 5'te E1 kolon referans modele göre bir taraftan giriş süreksizliği olduğu için kesme kuvvet değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %7,27- %12,27 ve y doğrultusunda %15,49- %19,36 arasında düşüslere neden olmuştur. Ancak model 6, 7, 8 ve 9'da E1 kolon aynen referans modeldeki gibi bağlantıdaki girişlerde süreksizlik olmadığı için, E1 kolon kesme kuvvet değerinde referans modele göre çok az bir düşüş ile paralel bir değişim göstermiştir.

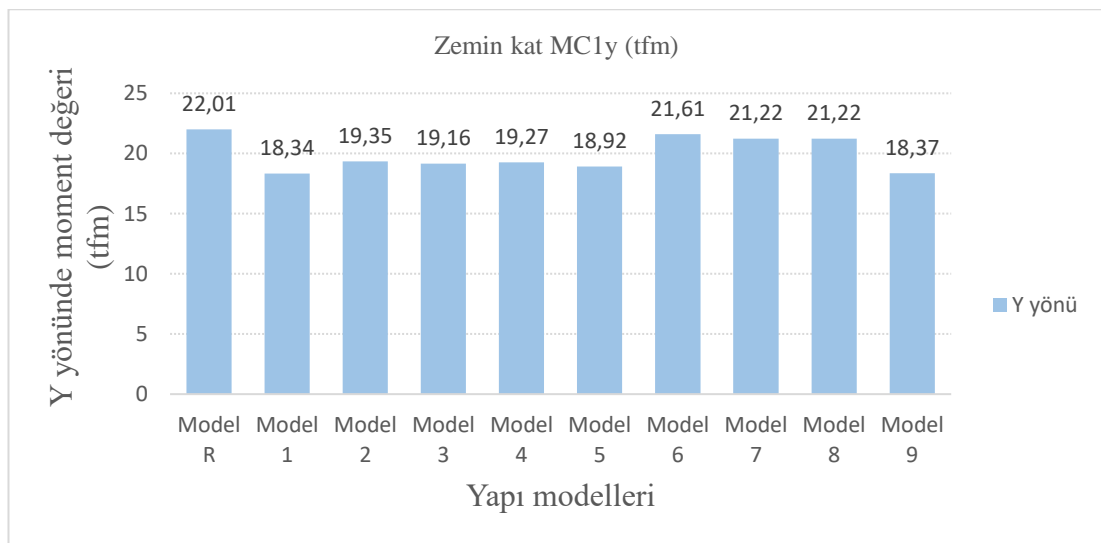


Şekil 4.14. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun x ve y yönünde kesme kuvvet karşılaştırılması

Şekil 4.14.'te görüldüğü gibi D4 kolunu modellerin tam orta noktasında bulunduğu için referans modele göre diğer modellerin kesme kuvvet değerinde çok az bir düşüş ve artış ile paralel bir değişim göstermiş. Bunun sebebi D4 koluna etkiyen taşıyıcı elemanların kaldırılmamış olmasıdır. Sadece model 3 ve model 7'de sırasıyla y doğrultusundaki ve x doğrultusundaki taşıyıcı elemanların bir kısmının kiriş süreksizliğinden dolayı kaldırılmış olmasıdır. Bu iki modelde D4 kolon kesme kuvvet değerinde sırasıyla x doğrultusunda %9,89- %15,63 ve y doğrultusunda %15,35- %9,12'lik bir düşüşe neden olmuştur.

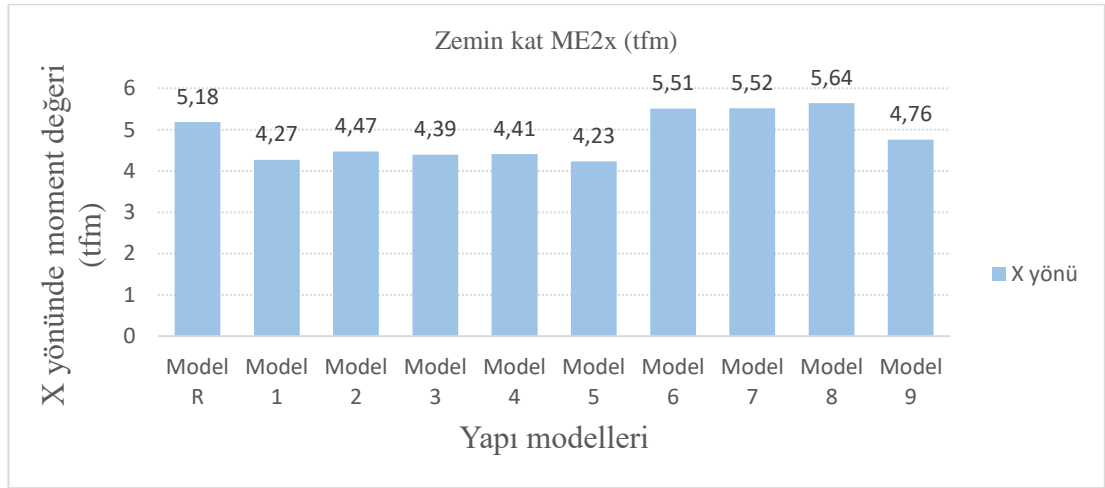


Şekil 4.15. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun x yönündeki moment karşılaştırılması

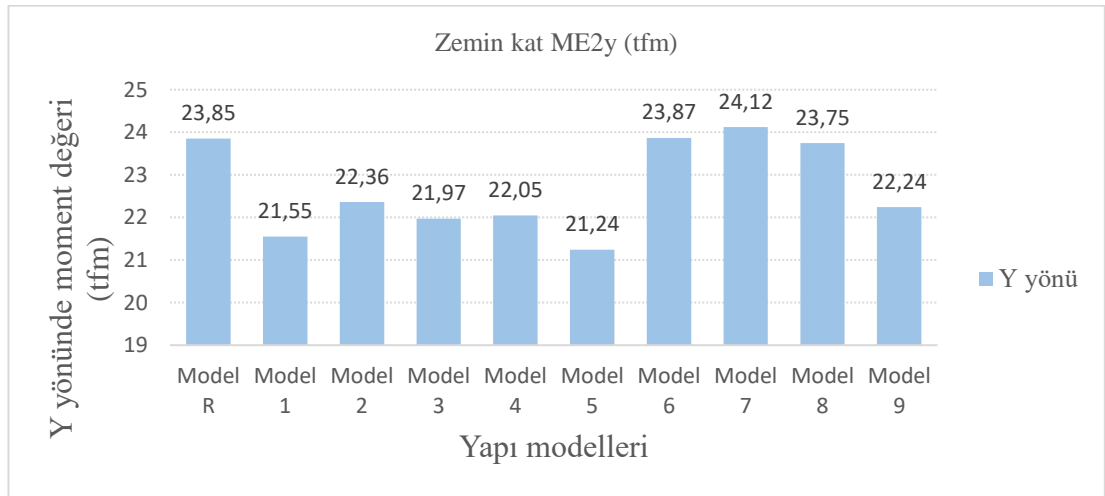


Şekil 4.16. 5 katlı modellerde zemin kattaki C1 kolonunun y yönündeki moment karşılaştırılması

Şekil 4.15. ve Şekil 4.16.'da görüldüğü gibi C1 kolonu için x ve y doğrultusunda referans modele göre diğer modellerin moment değerinde düşüş ve artış görülmüştür. Bu durum modellerin kiriş süreksizliğinden dolayı kaynaklanabilir. Model 1, 2, 3, 4, 5 ve 9'da C1 kolon referans modele göre bir taraftan kiriş süreksizliği olduğu için moment değerlerinde referans modele göre y doğrultusunda %12,08- %16,67 arasında düşümlere neden olmuştur. Ancak model 6, 7 ve 8'de C1 kolon aynen referans modeldeki gibi bağlantıdaki kirişlerde süreksizlik olmadığı için, C1 kolon moment değerinde referans modele göre çok az bir düşüş ile paralel bir değişim göstermiştir. C1 kolon X yönünde en fazla moment değere 6,39 tfm ile model 4' te ve en az değere ise 3,99 tfm ile model 1'de sahip olmaktadır.

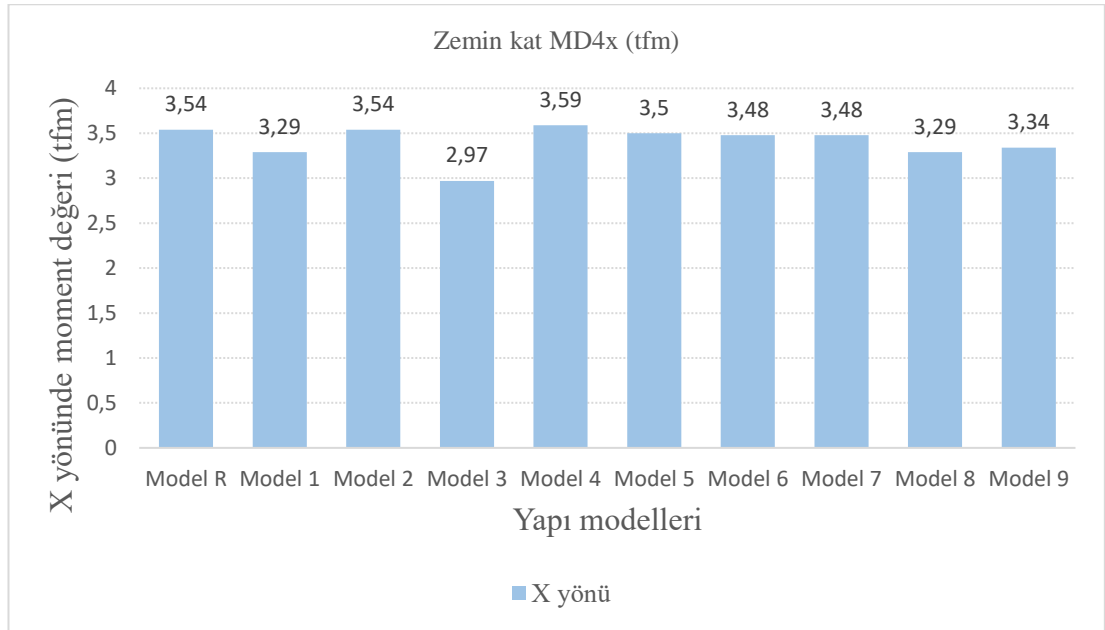


Şekil 4.17. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun x yönündeki moment karşılaştırılması

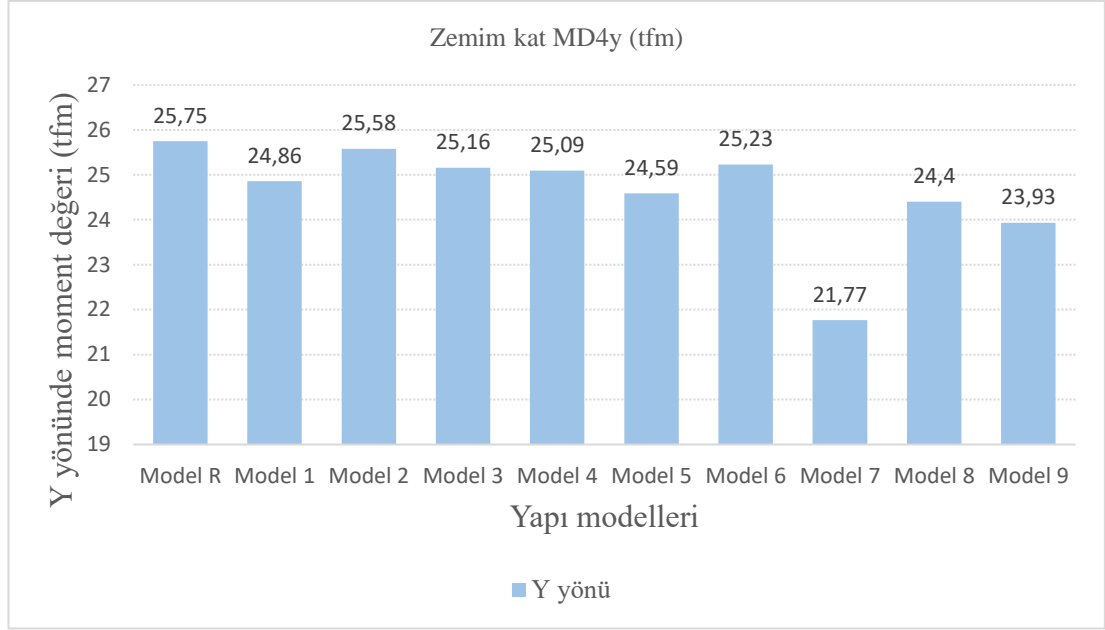


Şekil 4.18. 5 katlı modellerde zemin kattaki E2 kolonunun y yönündeki moment karşılaştırılması

Şekil 4.17. ve Şekil 4.18.'de görüldüğü gibi E2 kolonu için x ve y doğrultusunda referans modele göre diğer modellerin moment değerinde düşüş ve artış görülmüştür. Bu durum modellerin kiriş süreksizliğinden dolayı kaynaklanabilir. Model 1, 2, 3, 4, 5 ve 9'da E2 kolon referans modele göre bir taraftan kiriş süreksizliği olduğu için moment değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %8,10- %18,34 ve y doğrultusunda %6,75- %10,94 arasında düşüslere neden olmuştur. Ancak model 6, 7 ve 8'de E2 kolon aynen referans modeldeki gibi bağlantıdaki kirişlerde süreksizlik olmadığı için, E2 kolon moment değerinde referans modele göre artış göstermiştir. E2 kolon moment değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %6,37- %8,88 ve y doğrultusunda %0,083- %1,13 arasında artışlara neden olmuştur.



Şekil 4.19. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun x yönündeki moment karşılaştırılması

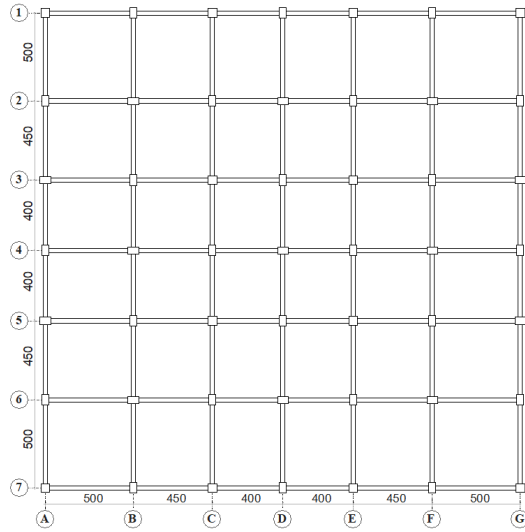


Şekil 4.20. 5 katlı modellerde zemin kattaki D4 kolonunun y yönündeki moment karşılaştırılması

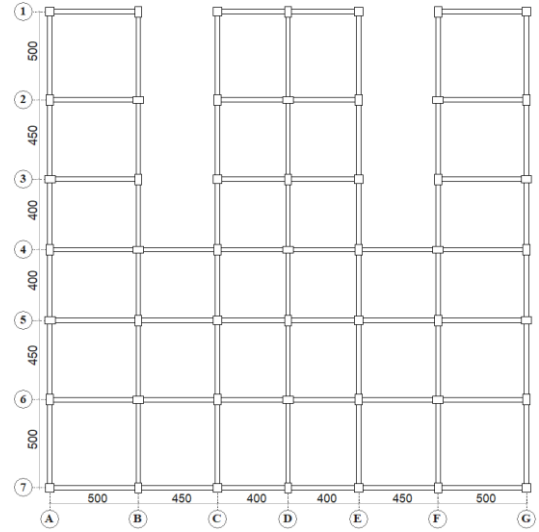
Şekil 4.19. ve Şekil 4.20.'de görüldüğü gibi D4 kolonu için x ve y doğrultusunda referans modele göre diğer modellerin moment değerinde düşüş ve artış görülmüştür. Bu durum modellerin kiriş süreksizliğinden dolayı kaynaklanabilir. D4 kolon X yönünde en fazla moment değere 3,59 tfm ile model 4' te ve en az değere ise 2,97 tfm ile model 3'te sahip olmaktadır. Y yönünde ise en fazla moment değere 25,75tfm ile referans modelde ve en az ise model 7'de 21,77 tfm ile sahip olmaktadır.

BÖLÜM 5. MODEL 5' İN FARKLI ŞEKİLLENDİRİLMİŞ DURUMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

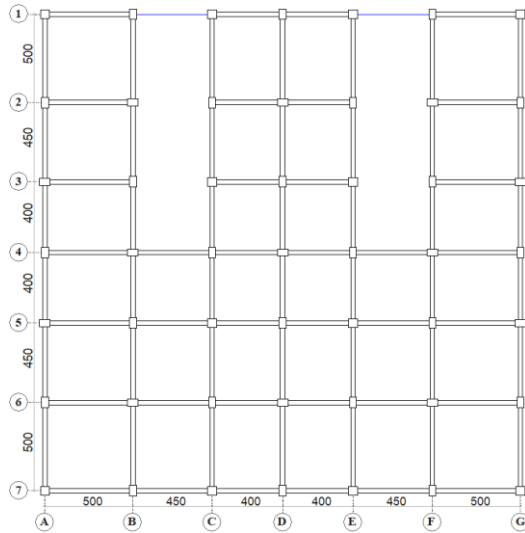
Referans model, model 5 (kiriş ve döşeme süreksizliği olan model), model 5D (döşeme sürekliliği ve kiriş süreksizliği olan model) ve model 5K (kiriş sürekliliği ve döşeme süreksizliği olan model)' in kat kalıp planı aşağıdaki şekillerde sırasıyla verilmiştir.



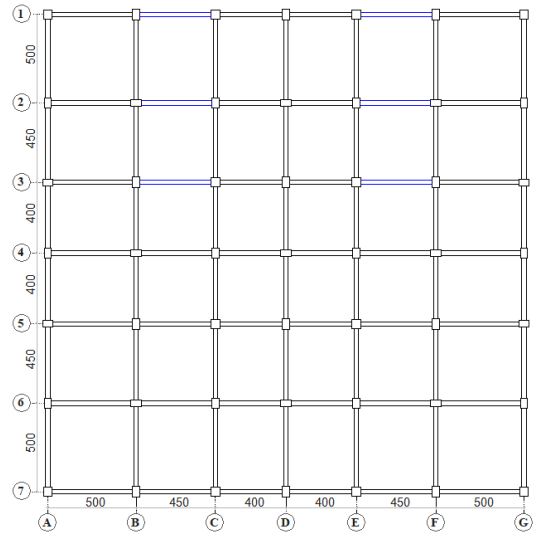
Şekil 5.1. Referans modelin kat kalıp planı



Şekil 5.2. Model 5 kat kalıp planı



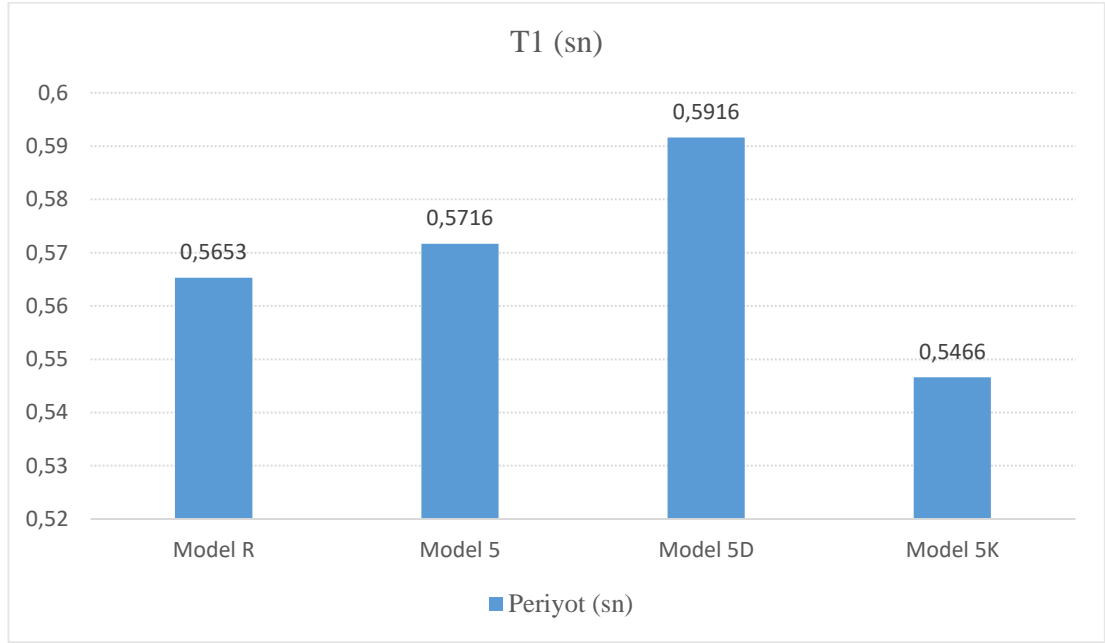
Şekil 5.3. Model 5D kat kalıp planı



Şekil 5.4. Model 5K kat kalıp planı

Model 5 modeller arasında en fazla periyot, kat yer değiştirme ve burulma dzensizliğine sahip olduğu için bu bölümde model 5'in farklı Şekillendirilmiş durumları incelenmektedir. Bu nedenle iki model oluşturulmuştur. Bunlardan biri model 5 üzerinde sadece döşemelerin sürekli olduğu ve diğeri ise sadece kirişlerin sürekli olduğu iki model olup, model 5 ile karşılaştırılmıştır.

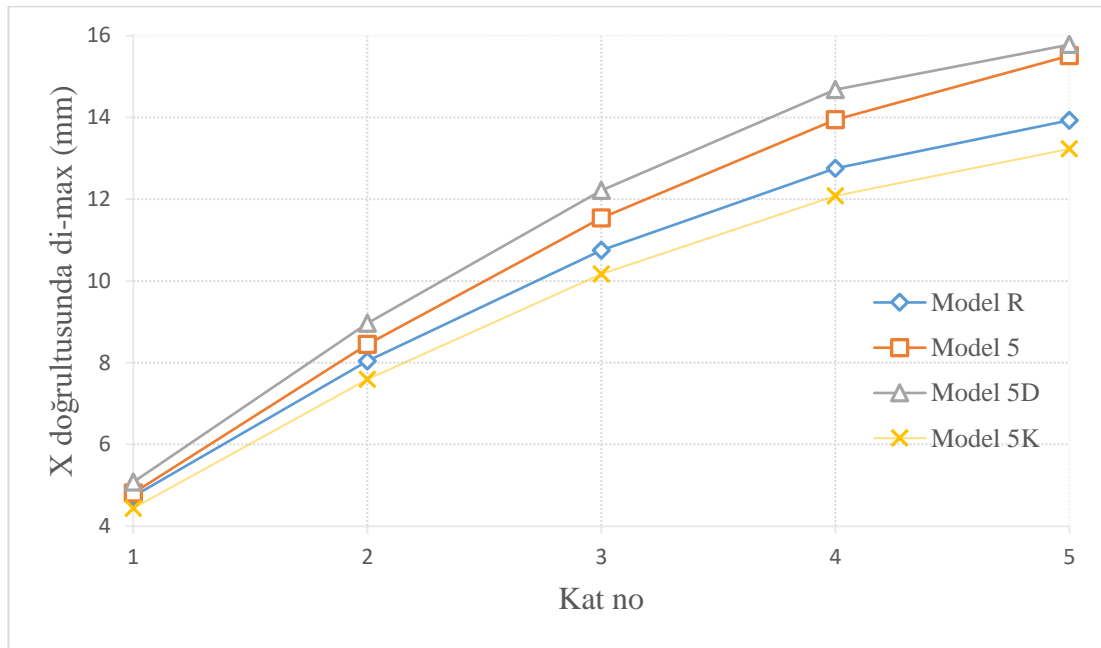
5.1. Model Periyotlarının Karşılaştırılması



Şekil 5.5. 5 katlı modellerin periyot değerleri

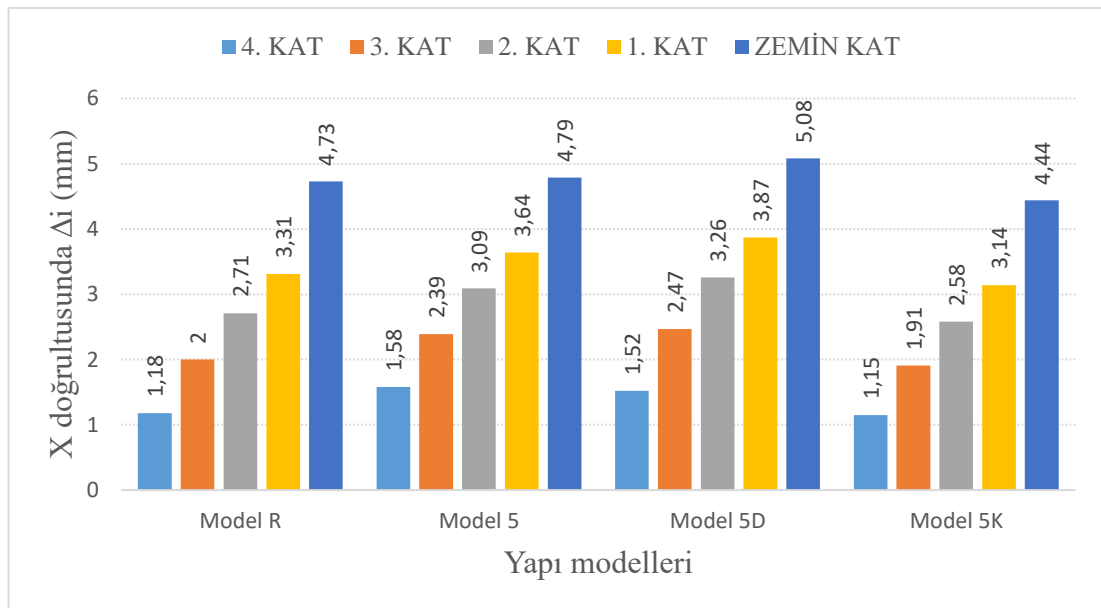
Şekil 5.5.' te görüldüğü üzere model 5 ve model 5D' nin periyotları referans modelin periyoduna göre fazla bulunmuştur, ancak Model 5K periyot değerinde referans modele göre düşük göstermiştir. Döşeme sürekliliği ve kiriş süreksizliği olan model 5D referans modele göre %4,65 değişim ile en fazla periyot değere sahiptir. Kiriş sürekliliği ve döşeme süreksizliği olan model 5K ise referans modele göre %3,3 düşüş ile en az periyot değere sahip olmaktadır.

5.2. Kat Yer Değiştirme ve Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması



Şekil 5.6. 5 katlı modellerin X doğruğultusundaki kat yer değiştirmeleri

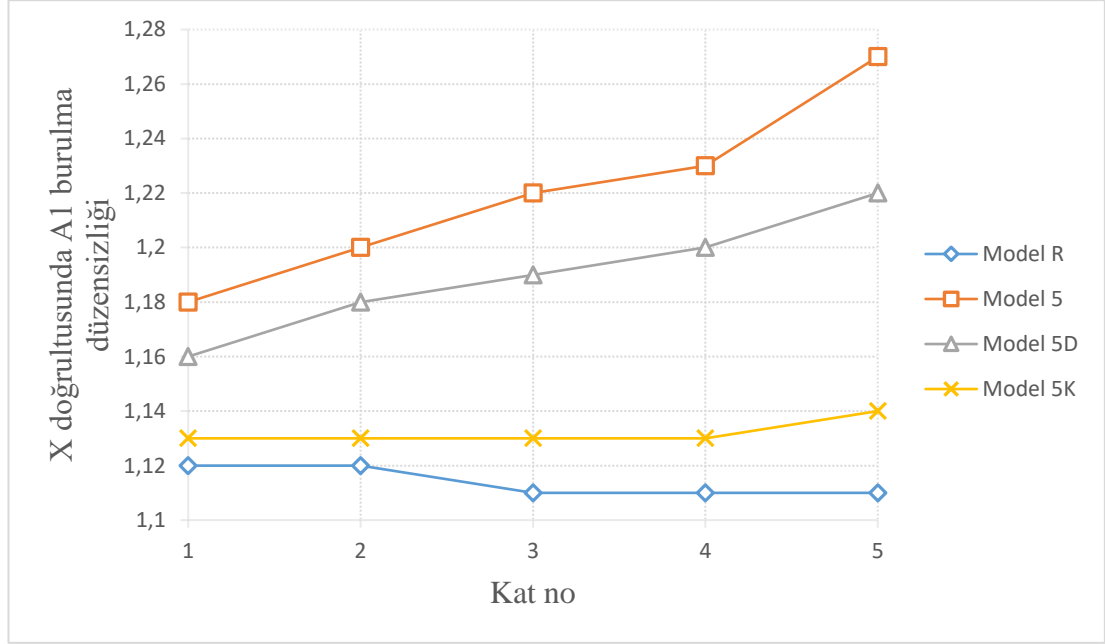
Şekil 5.6.'da görüldüğü üzere x doğruğultusunda diğer modellerden daha fazla yer değiştirmeyi yapan model 5D'dir. Model 5D'in maksimum yer değiştirmesi 15,78 mm ile son katındadır. Model 5K ise diğer modellere göre en az yerdeğiştirmeyi sahip olup son katındaki maksimum yer değiştirmesi 13,23 mm'dir.



Şekil 5.7. 5 katlı modellerin X doğruğultusundaki görelî kat ötelemeleri

Modellerin arasında en fazla kat yer değiştirmeyi yapan model en fazla göreli kat ötelemeyi de yapmaktadır. Bu sebeple Şekil 5.7.'de görüldüğü gibi x doğrultusunda en fazla model 5D, en az ise model 5K göreli kat ötelemelerine sahiptir.

5.3. Modellerin A1 Burulma Düzensizliği Karşılaştırılması



Şekil 5.8. 5 katlı modellerin X doğrultusundaki A1 burulma düzensizliği katsayısı

Model 5, ve 5D'in x doğrultularında kiriş süreksizliği olduğu için katlarında burulama düzensizliği katsayısı artış göstermektedir. Model 5 x doğrultusunda en fazla burulma düzensizliği katsayılarına sahiptir.

BÖLÜM 6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada 10 adet farklı betonarme yapı modellerinin kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi incelenmiştir. Yapı modellerin üzerindeki etkiler önceki bölümlerde, binanın titreşim periyodu, kat yer değiştirmeleri, görelî kat ötelemeleri, A1 burulma düzensizlikleri, taban kesme kuvvetleri ve kolonlardaki iç kuvvet değişimleri gibi parametreleri karşılaştırarak grafikler halinde gösterilmiştir. Yapılan analizin neticesinde aşağıdaki ifadeler sonuç olarak değerlendirilmiştir.

Binanın titreşim periyodunun, yapı modellerin kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi göz önüne alındığında, kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin periyotları referans modelin periyoduna göre fazla bulunmuştur. Kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin referans modele göre yapı ağırlıkları ve rijitlikleri az bulunduğu için x doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde birinci mod periyodu ve y doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde ikinci mod periyodunun artması gözlemlenmiştir. Kiriş ve döşeme süreksizliği x doğrultusunda olan modellerin arasında, referans modele göre model 5 %1,1215 değişim ile birinci mod periyodunda, kiriş ve döşeme süreksizliği y doğrultusunda olan modellerin arasında ise yine referans modele göre model 8 %1,8514 değişim ile ikinci mod periyodunda artış göstermektedir.

Kat yer değiştirmenin, yapı modellerin kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi göz önüne alındığında, kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin referans modele göre son katlarında fazla yer değiştirdiği gözlemlenmiştir. X doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin maksimum yer değiştirme değerlerinde referans modele göre %1,15- %11,34 arasında artışlara neden olmuştur. Y doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin maksimum yer değiştirme değerlerinde referans modele göre %3,51- %11,63 arasında artışlara neden olmuştur. X doğrultusunda model 5'in maksimum yer değiştirmesi 15,51 mm ve

referans modelin ise 13,93 mm'dir yani model 5 kat yer değiştirme değerinde referans modelden 1,58 mm büyük ve %11,34'ten fazla bulunmuştur. Y doğrultusunda model 8'in maksimum yer değiştirmesi 14,3 mm ve referans modelin ise 12,81 mm'dir yani model 8 kat yerdeğiştirme değerinde referans modelden 1,49 mm büyük ve %11,63'ten fazla bulunmuştur. Dolayısıyla kiriş süreksizliği olan modeller deprem sırasında daha fazla hasar görecektir ve performansları tatmin edici değildir.

Görelü kat ötelemelerinin, yapı modellerin kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi göz önüne alındığında, kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin referans modele göre katlarında fazla kat ötelemeleri gözlemlenmiştir. X doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde, model 5 katlarında en fazla görelü ötelemelerine x yönünde sahiptir. Böylece bu durum en fazla model 5'in son katında %33,89 artış ile referans modele göre gözlemlenmiştir. Y doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde, model 8 katlarında en fazla görelü ötelemelerine y yönünde sahiptir. Böylece bu durum en fazla model 8'in son katında %29,46 artış ile referans modele göre gözlemlenmiştir.

A1 burulma düzensizliğinin, yapı modellerin kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi göz önüne alındığında, kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde A1 burulma düzensizliği TDY "Türk Deprem Yönetmeliğine" göre 1,2'den büyük çıkması gerekirken bu durum son katlarında gözlemlenmiştir. X doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde model 2 ve model 3 son katlarında, model 4 son üç katında ve model 5 zemin kat hariç bütün katlarında A1 burulma düzensizliği katsayısına ulaşmıştır. Model 5 ise son katında 1,27 burulma düzensizliğine sahip olup, referans modele göre %14,41 artış ile fazla çıkmıştır. Y doğrultusunda kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerde model 6 son katlarında, model 7 son iki katında ve model 8 bütün katlarında A1 burulma düzensizliği katsayısına ulaşmıştır. Model 8 ise son katında 1,28 burulma düzensizliğine sahip olup, referans modele göre %14,28 artış ile fazla çıkmıştır. Model 1 ve 9 katlarında A1 burulma düzensizliği bulunmamıştır ama değerlerinde yinede referans modele göre fazla bulunmuştur.

Taban kesme kuvvetlerinin, yapı modellerin kiriş ve döşeme süreksizliğinin yapısal davranışa etkisi göz önüne alındığında, kiriş ve döşeme süreksizliği olan modellerin ağırlığı referans modele göre az olduğu için taban kesme kuvvet değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Referans model, modeller arasında en fazla yapı ağırlığı, kat yapı alanı ve kat kolon alanına sahip olmaktadır. Diğer modeller ise kiriş ve döşeme süreksizliğinden dolayı yapı ağırlığı, kat yapı alanı ve kat kolon alanında daha düşük değerlere sahiptir. Modeller arasında en hafif olan model 9 olduğu için x ve y doğrultusunda en az taban kesme kuvvetine sahiptir.

Bu çalışmada 5 katlı modellerin zemin katındaki kolonlarda meydana gelen normal kuvvet, kesme kuvvet ve moment, referans modele göre oransal olarak incelenmiştir. İncelenen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının kenar akslardan C1 ve orta akslardan E2 ve D4 seçilmiştir. Kolonların kesitleri kenar köşe akslarda 50/50 cm ve diğerleri orta akslarda 40/60 cm olarak belirlenmiştir. Kesitler her katta aynı seçilmiştir.

Kenar aksta bulunan kare kesitli (50×50) cm olan C1 kolonu için kesme kuvvet değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %22,11 ve y doğrultusunda %13,29 düşüş göstermiştir. Kiriş süreksizliğinden dolayı modeller farklı şekillendirilmiş hale geldiği için C1 kolonunun moment değerlerinde farklı modellerde düşüş ve artış gözlemlenmiştir. C1 kolon düzensiz modellerde referans modele göre x ve y doğrultusunda sırasıyla moment değerinde %22,37- %16,67 düşüş göstermiştir. C1 kolon X yönünde en fazla moment değere %24,31'lik bir artış ile model 4' te göstermiştir.

Orta aksta bulunan dikdörtgen kesitli (40×60) cm olan E2 kolonu için kesme kuvvet değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %12,27 ve y doğrultusunda %19,36 düşüş göstermiştir. Kiriş süreksizliğinden dolayı modeller farklı şekillendirilmiş hale geldiği için E2 kolonunun moment değerlerinde farklı modellerde düşüş ve artış gözlemlenmiştir. E2 kolon düzensiz modellerde referans modele göre x ve y doğrultusunda sırasıyla moment değerinde %18,34- %10,94 düşüş göstermiştir.

E2 kolon referans modele göre x ve y doğrultusunda sırasıyla moment değerinde %8,88- %1,13 artış göstermiştir.

Yapı modellerin tam ortasında bulunan dikdörtgen kesitli (40×60) cm olan D4 kolonu için kesme kuvvet değerlerinde referans modele göre x doğrultusunda %15,63 ve y doğrultusunda %15,35 düşüş göstermiştir. Kiriş süreksizliğinden dolayı modeller farklı şekillendirilmiş hale geldiği için D4 kolonunun moment değerlerinde farklı modellerde düşüş ve artış gözlemlenmiştir. D4 kolon düzensiz modellerde referans modele göre x ve y doğrultusunda sırasıyla moment değerinde %7,06- %15,45 düşüş göstermiştir. D4 kolon X yönünde en fazla moment değere %1,41'lik bir artış ile model 4' te göstermiştir.

Kiriş süreksizliğinin civarındaki kolonlar yani kiriş bağlantısı olmayan kolonların yatay rijitlikleri çok düşük olduğu için yatay kuvvetlerin kolondan kolona aktarımı zorlaşır . Bu nedenle aşırı yatay yer değiştirmeler oluşur.

Yapılan bu tez çalışmasında kiriş ve döşeme süreksizliği olan düzensiz binalar düzensiz rijitlik dağılımlarına, büyük deplasmanlara, sistemin taşıyıcı elemanlarının iç kuvvetlerinde değişim ve dağılımlara, burulma düzensizliklerine, yumuşak kat davranışına ve depreme karşı düzenli binalara kıyasla düşük performans etkilerine neden olduğundan, depremler sırasında daha fazla hasar görme eğilimi göstermiştir.

Bu çalışmanın sonucunda; asimetrik binalardaki kirişlerin sürekli olması önerilmektedir ancak kirişsiz döşemeli sistemler bu tip binalarda esnek diyafram oluşturarak binanın kolon iç kuvvet dağılımı, titreşim periyodu, kat yer değiştirmeleri ve kat ötelemelerini arttırdığı için önerilmemektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Arsalan, G., Borekci, M., Sahin, B., Denizer, M.İ., Duman, K.S., Performance evaluation of in-plan İrregular RC frame buildings based on Turkish Seismic Code. *Int J Civ Eng.*, DOI 10.1007/s40999-016-0131-1, 2016.
- [2] Sakale, R., Arora, R.K., Chouhan, J., Seismic behavior of buildings having horizontal irregularities. *İJSCER.*, 3(4):77-84, 2014.
- [3] Haque, M., Ray, S., Chakraborty, A., Elias, M., Alam, I., Seismic performance analysis of RCC multy-storied buildings with plan irregularity. *Science PG.*, 4(3):68-73, 2016.
- [4] Ghos, S., Khandker, R., Rokonuzzaman, M., Effect of horizontal irregularity on the behavior of multy storey RC buildings due to Horizontal loads (BNBC/2006). *Proceeding of the 3rd International Conference on Civil Engineering for Sustainable Development (İCCESD).*, Bangladesh, 910-915, 2016.
- [5] Monish, S., Karuna, S., A study on seismic performance of high rise İrregular RC framed buildings. *İJRET.*, 4(5):340-346, 2015.
- [6] Bal, İ.E., Özdemir, Z., Çevre çerçeve kirişi süreksizliğinin yapı deprem davranışını üzerindeki edileri. *İMO.*, İstanbul Bülten, Sayı:87, 2006.
- [7] Gokdemir, H., Ozbasaran, H., Dogan, M., Unluoglu, E., Albayrak, U., Effect of torsional irregularity to structures during earthquakes. *Engineering Failer Analysis.*, 35(2013):713-717.
- [8] Tripathi, H., Pamecha, L., Seismic behavior of multy storey buildings having horizontal irregularities. *İJESİRD.*, 3(5):389-393, 2017.
- [9] Bagheri, B., Firoozabad, E.S., Yahyaei, M., Comparative study of the static and dynamic analysis of multy-storey irregular buildings. *International Scholarly and Scientific Research and İnnovation.*, 6(11):1045-1049, 2012.

- [10] Ravikumar, C.M., Babu Narayan, K.S., Sujith, B.V., Venkat Reddy, D., Effect of Irregular Configuration on Seismic Vulnerability of RC Buildings. *Architecture Research.*, 2(3):20-26, 2012.
- [11] Gaur, H., Goliya, R.K., Murari, K., mullick, A.K., A parametric study of multy-storey R/C buildings with horizontal irregularity. *IJRET.*, 3(4):360-364, 2014.
- [12] İnel, M., Bucaklı, M., Özmen, H.B., Betonarme binalarda çerçeve süreksizliğinin yapı performansı üzerindeki etkileri. *Uluslararası Sakarya Deprem Sempozyumu.*, Sakarya, 2009.
- [13] Salunkhe, A.U., Kadam, S.B., Tande, S.N., Behavior of RCC in-filled buildings with different configurations of plan under seismic force. *İJİET.*, 5(2):78-81, 2015.
- [14] Mohod, M.V., Effect of Shape and plan Configuration on Seismic Response of structure. *İJSTR.*, 4(9):84-88, 2015.
- [15] Ahmed, M.M., Shehata, E., Ahmed, M., Aly G.A., Irregularity effects on the seismic performance of L-shaped multy-storey buildings. *JES.*, 44(5):513-536, 2016.
- [16] Gonzalez, R., Gomez, C., Influence of plan irregularity of buildings. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering.*, Beijing, China, 12-17, 2008.
- [17] Erdem, H., Burulma düzensizliğinin betonarme kirişler ve kolonlar üzerine etkileri. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimler Dergisi.*, 5(2):148-156, 2016.
- [18] Habib, M.Z., Alam, M.A., Barua, S., İslam, M.m., Effect of plan irregularity on RC buildings due to BNBC-2006 Earthquake load. *İJSER.*, 7(1):761-765, 2016.
- [19] Ayrancı, M.M., Döşeme süreksizliği olan betonarme yapı sistemlerinin farklı bilgisayar modelleri ile analizi ve karşılaştırması. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*, 2004.
- [20] Şahbaz M.U., Planda çıkıntı düzensizliğine sahip betonarme yapıların deprem yükü etkisi altında karşılaştırmalı analizi. *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi*, 2005.

- [21] Özdemir M.Y., Yapıların deprem hesabında A2 düzensizlik durumunun incelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [22] Yedikardeş U., Deprem yönetmeliğine göre yapılardaki A2 düzensizlik durumunun incelenmesi ve perde yerleşiminin düzensizliğe etkisi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2010.
- [23] Öztürk T., Binalarda döşeme boşluklarının taşıyıcı sistem davranışına etkisi. İMO Teknik Dergi., 6233-6256:, 2013.
- [24] Bahçecioğlu M.A.Ş., Planda düzensiz yapıların deprem etkileri altındaki davranışı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2005.
- [25] Arslan S., Betonarme binalarda döşeme boşluklarının taşıyıcı sistem davranışına etkileri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2007.
- [26] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara 2007.

ÖZGEÇMİŞ

Mohammad Kabir Khurram, 07.05.1990'da Afganistan'ın Samangan ilinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Mezar-ı Şerif şehrin okullarında tamamladı. 2010 yılında başladığı Balkh Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü 2014 yılında bitirdi. 2015 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında yüksek lisans programına başlamış ve halen öğrenimine devam etmektedir.