



MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KONSOL ÇIKMALI ÇERÇEVELERİN YAPI RİJİTLİĞİNE ETKİSİ

Mustafa Özgür TUNCER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Antakya / HATAY
Kasım-2007

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONSOL ÇIKMALI ÇERÇEVELERİN YAPI RİJİTLİĞİNE ETKİSİ

Mustafa Özgür TUNCER

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Yrd. Doç. Dr. Hakan T. TÜRKER danışmanlığında hazırlanan bu tez 13 / 11 / 2007 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Hakan T.
TÜRKER

Yrd. Doç. Dr. Murat
BİKÇE

Yrd. Doç. Dr. Hakan YAVUZ

Başkan

Üye

Üye

Bu tez Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Necat AĞCA
Enstitü Müdürü

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

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VI
ÇİZELGELER DİZİNİ	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
1. GİRİŞ	1
1.1 Deprem Nedir?.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	4
3.1. Materyal.....	4
3.2. Yöntem.....	4
3.2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	5
3.2.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Adımları.....	5
3.2.1.2. Uygulanan Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İlgili Genel Bilgiler.....	12
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	13
4.1. Giriş.....	13
4.2. Rijit Diyafram Kabulü ile Konsol Çıkmalı Çerçevelerin Yapı Rijitliğine Etkisi...13	
4.2.1. Model 1.....	14
4.2.2. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Yanal Deplasmanlara Etkisi.....	28
4.2.3. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Kolon Momentlerine Etkisi.....	30
4.2.4. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Burulma Düzensizliğine Etkisi.....	34
4.2.5. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Görelî Kat Ötelemelerine Etkisi.....	35
4.2.6. Konsol Çıkmaların Yapıdaki İkinci Mertebe Etkilerine Etkisi.....	36
4.3. Shell Modeli Kabulü ile Konsol Çıkmalı Çerçevelerin Yapı Rijitliğine Etkisi.....	37
4.3.1. Model 1.....	37
4.3.2. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Yanal Deplasmanlara Etkisi.....	42
4.3.3. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Kolon Momentlerine Etkisi.....	43

II

4.3.4. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Burulma Düzensizliğine Etkisi.....	47
4.3.5. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Görelî Kat Ötelemelerine Etkisi.....	48
4.3.6. Konsol Çıkmaların Yapıdaki İkinci Mertebe Etkilerine Etkisi.....	49
4.3.7. Shell Eleman Modeli ile Rijit Diyafram Modelinin Karşılaştırılması.....	50
4.4. Sta4-Cad Modeli ile Konsol Çıkmalı Çerçevesinin Yapı Rijitliğine Etkisi.....	58
4.4.1. Model 1.....	58
4.4.2. Konsol Çıkmaların Yanal Yapıdaki Deplasmanlara Etkisi.....	59
4.4.3. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Kolon Momentlerine Etkisi.....	61
4.4.4. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Burulma Düzensizliğine Etkisi.....	65
4.4.5. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Görelî Kat Ötelemelerine Etkisi.....	66
4.4.6. Konsol Çıkmaların Yapıdaki İkinci Mertebe Etkilerine Etkisi.....	66
4.4.7. Sta4-Cad Modeli ile Sap2000 Modelinin Karşılaştırılması.....	67
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	74
KAYNAKLAR.....	76
TEŞEKKÜR.....	77
ÖZGEÇMİŞ.....	78
EKLER.....	79
EK 1. R.D.M ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları ve maksimum görelî kat ötelemeleri tablosu...	79
EK 2. S.E.M ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları ve maksimum görelî kat ötelemeleri tablosu...	79
EK 3. STA4-CAD ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları ve maksimum görelî kat ötelemeleri tablosu...	79
EK 4. Model 2'ye ait kolon kesit tesirleri (SAP2000,R.D.M.).....	80
EK 5. Model 5'e ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, R.D.M.).....	81
EK 6. Model 5'e ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, S.E.M.).....	82
EK 7. Model 7'ye ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, R.D.M.).....	83
EK 8. Model 7'ye ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, S.E.M.).....	84
EK 9. Model 1'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	85
EK 10. Model 2'ye ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	85

III

EK 11. Model 3'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	86
EK 12. Model 4'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	86
EK 13. Model 5'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	87
EK 14. Model 6'ya ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	87
EK 15. Model 7'ye ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD).....	88
EK 16. Model 1'e ait normal kat kalıp planı	89
EK 17. Model 2'ye ait normal kat kalıp planı	90
EK 18. Model 3'e ait normal kat kalıp planı	91
EK 19. Model 4'e ait normal kat kalıp planı	92
EK 20. Model 5'e ait normal kat kalıp planı	93
EK 21. Model 6'ya ait normal kat kalıp planı	94
EK 22. Model 7'ye ait normal kat kalıp planı	95

ÖZET**KONSOL ÇIKMALI ÇERÇEVELERİN YAPI RİJİTLİĞİNE ETKİSİ**

Ülkemizde imar mevzuatının müsaade etmesi nedeniyle yapılan yapıların birçoğu zemin katın üstündeki katlarda çıkmalar yapılarak yapılmaktadır. Böylelikle üst katlarda daha fazla alan elde edip faydalı alan olarak değerlendirilmesi düşünülmektedir. Çıkmaların bulunduğu odalarda, çerçeve sistemi kirişlerin kolondan kolona direk bağlanması sureti ile oluşturulması durumunda, oda içinde sarkık kirişlerin çirkin bir görüntü oluşturacağı düşüncesi ile kirişler çıkmaları dolanarak kolonlara bağlanmaktadır. Bu tam çerçeve oluşmasını engellemekte, bizim bu çalışmada konsol çerçeve olarak adlandırdığımız rijitlik kaybına neden olan çerçeve sistemler oluşmaktadır. Bu çalışmada; konsol çıkmaların yapı rijitliğine etkisi sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

2007, 95 sayfa

Anahtar Kelimeler: Konsol çıkmalar, yapı rijitliği

ABSTRACT**EFFECT OF CANTILEVER FRAMES ON BUILDINGS RIGIDITY**

In Turkey buildings are generally built in the way that floors are extended above the first floor to gain extra spaces. Since all the perimeter columns are located at the perimeter of the first floor, beams of the frames at sides of the building plan cross the rooms. These causes unpleasure view in the room since the beams are suspended in the room ceiling. To prevent this unpleasure view constructor/owner construct the beams between the side columns around the cantilever slabs. This prevent to obtain normal frames. In this work, this kind of frames are called cantilever frames. Cantilever frames cause the building to lose lateral rigidity. In this work effect of cantilever frames on the building lateral rigidity are investigated by usig finite element method.

2007, 95 pages

Key Words: Cantilever Frame, Structural rigidity

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Brüt Kat Alanı
A_1	Deprem Yönetmeliğinde Tanımlanan Burulma Düzensizliği
A_b	Döşeme Boşluk Alanları
A_o	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
$A(T_i)$	Spektral İvme Katsayısı
d_{fi}	Binanın i'inci katının fiktif deplasmanı
d_i	Binanın i'inci katındaki deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
$(d_i)_{max}$	Eşdeğer Deprem Yüklerinden dolayı i. katta oluşan en büyük yer değiştirme
$(d_i)_{min}$	Eşdeğer Deprem Yüklerinden dolayı i. katta oluşan en küçük yer değiştirme
E	Beton elastisite modülü
F_{fi}	Katlara etkiyen fiktif yükler
F_i	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri
G_i	Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
h_i	Binanın i'inci kattaki kat yüksekliği
H_i	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
H_N	Temel üst seviyesinden itibaren toplam bina yüksekliği
I	Bina Önem Katsayısı
m_i	Binanın i'inci katının kütlesi
n	Hareketli yük katılım sayısı
N	Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı
Q_i	Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T_i)$	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
RDM	Rijit Diyafram Modeli
$S(T_i)$	Spektrum Katsayısı
SEM	Shell Eleman Modeli
T_1	Rayleigh Oranı
T_A, T_B	Spektrum Karakteristik Periyotları
V_i	i'inci kattaki kesme kuvveti
V_t	Toplam taban kesme kuvveti
W	Yapının toplam ağırlığı

VII

ΔF_n	Yapı yüksekliğinin $H_N \geq 25$ olması durumunda en üst kata uygulanacak olan ek yatay yük
$(\Delta_i)_{\max}$	Binanın i'inci katındaki maksimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{\min}$	Binanın i'inci katındaki minimum görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	Binanın i'inci katındaki ortalama görelî kat ötelemesi
η_{bi}	Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
θ_i	İkinci merteye etkisi

VIII

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne Uygun Binalar.....	5
Çizelge 4.1. Model 1'e ait kat ağırlıkları.....	18
Çizelge 4.2. Model 1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler.....	18
Çizelge 4.3. Model 1'e ait Rayleigh oranı ile Birinci Doğal Titreşim Peryodunun Hesabı	18
Çizelge 4.4. Model 1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri (F_i).....	20
Çizelge 4.5. Model 1'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A_1).....	20
Çizelge 4.6. Model 1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	21
Çizelge 4.7. Model 1'e ait ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü (θ_i).....	21
Çizelge 4.8. Model 1'e ait kolon kesit tesirleri.....	26
Çizelge 4.9 R.D.M ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları tablosu.....	28
Çizelge 4.10. Model 1'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A_1).....	40
Çizelge 4.11. Model 1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü.....	40
Çizelge 4.12. Model 1'e ait ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü (θ_i).....	40
Çizelge 4.13. Model 1'e ait kolon kesit tesirleri.....	41
Çizelge 4.14. S.E.M. ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları tablosu	42
Çizelge 4.15. Model 1'e ait kat ağırlıkları.....	59
Çizelge 4.16. Model 1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri(F_i).....	59
Çizelge 4.17. Model 1'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A_1), görelî kat ötelemeleri kontrolü ($(\Delta_i)_{max}/h_i$) ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü (θ_i).....	59
Çizelge 4.18. Sta4-Cad ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları tablosu	60

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1a. Katlara etkiyen fiktif yükler.....	6
Şekil 3.1b. Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri.....	10
Şekil 4.1. Farklı boylardaki konsol boylarının değişimi.....	14
Şekil 4.1a. Model 1'e ait yapının perspektif görünüşü.....	15
Şekil 4.1b. Model 1'e ait normal kat kalıp planı.....	16
Şekil 4.1c. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (a-a) aksı.....	22
Şekil 4.1d. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (b-b) aksı.....	23
Şekil 4.1e. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (c-c) aksı.....	24
Şekil 4.1f. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (d-d) aksı.....	25
Şekil 4.1g. Rijit Diyafram Modeli ile çözülen Model 1'e ait Mx (Üst) kolon moment değişimi.....	27
Şekil 4.1h. Rijit Diyafram Modeli ile çözülen Model 1'e ait Mx (Alt) kolon moment değişimi.....	27
Şekil 4.1i. Rijit Diyafram Modeli ile çözülen Model 1'e ait Vx kolon kesme kuvveti değişimi.....	28
Şekil 4.2. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman grafiği.....	29
Şekil 4.3. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman artış grafiği.....	29
Şekil 4.4. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt).....	30
Şekil 4.5. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt).....	30
Şekil 4.6. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt).....	31
Şekil 4.7. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt).....	31
Şekil 4.8. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst).....	32
Şekil 4.9. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst).....	32

Şekil 4.10. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	33
Şekil 4.11. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	34
Şekil 4.12. R.D.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerleri.....	34
Şekil 4.13. R.D.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerlerinin % değişimi.....	35
Şekil 4.14. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri değişimi.....	35
Şekil 4.15. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri % farkı.....	36
Şekil 4.16. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkileri.....	36
Şekil 4.17. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkilerinin % değişimi.....	37
Şekil 4.18a. Model 1'e ait yapının perspektif görünüşü.....	38
Şekil 4.18b. Model 1'e ait normal kat kalıp planı.....	39
Şekil 4.19. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman grafiğı.....	42
Şekil 4.20. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman artış grafiğı.....	43
Şekil 4.21. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	43
Şekil 4.22. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	44
Şekil 4.23. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	44
Şekil 4.24. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	45
Şekil 4.25. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	45

Şekil 4.26. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	46
Şekil 4.27. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	46
Şekil 4.28. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	47
Şekil 4.29. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerleri.....	47
Şekil 4.30. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerlerinin % değişimi.....	48
Şekil 4.31. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görel kat ötelemeleri değişimi.....	48
Şekil 4.32. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görel kat ötelemeleri % farkı.....	49
Şekil 4.33. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkileri.....	49
Şekil 4.34. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkilerinin % değişimi.....	50
Şekil 4.35. Model 1'e ait kolon moment değişimleri M_x (Üst).....	50
Şekil 4.36. Model 1'e ait kolon moment değişimleri M_x (Alt).....	51
Şekil 4.37. Model 1'e ait kolon kesme kuvveti değişimleri (V_x).....	51
Şekil 4.38. Model 5'e ait kolon moment değişimleri M_x (Üst).....	52
Şekil 4.39. Model 5'e ait kolon moment değişimleri M_x (Alt).....	52
Şekil 4.40. Model 5'e ait kolon kesme kuvveti değişimleri (V_x).....	53
Şekil 4.41. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Alt) % farkı.....	53
Şekil 4.42. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Alt) % farkı.....	54
Şekil 4.43. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Alt) % farkı.....	54
Şekil 4.44. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Alt) % farkı.....	55

Şekil 4.45. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Üst) % farkı.....	55
Şekil 4.46. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Üst) % farkı.....	56
Şekil 4.47. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Üst) % farkı.....	56
Şekil 4.48. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin M_x (Üst) % farkı.....	57
Şekil 4.49. R.D.M ve S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına bağlı olarak katdeplasmanlarının % olarak değişimi.....	57
Şekil 4.50. Model 1'e ait normal kat kalıp planı.....	58
Şekil 4.51. STA4-CAD ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman grafiği.....	60
Şekil 4.52. STA4-CAD ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman artış grafiği.....	60
Şekil 4.53. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	61
Şekil 4.54. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	61
Şekil 4.55. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	62
Şekil 4.56. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Alt).....	62
Şekil 4.57. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	63
Şekil 4.58. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	63
Şekil 4.59. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	64
Şekil 4.60. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi M_x (Üst).....	64
Şekil 4.61. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol	

XIII

boylarına göre burulma düzensizliği değerleri.....	65
Şekil 4.62. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerlerinin % değişimi.....	65
Şekil 4.63. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görel kat ötelemeleri değişimi.....	66
Şekil 4.64. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görel kat ötelemeleri % farkı.....	66
Şekil 4.65. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebeye etkileri.....	67
Şekil 4.66. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebeye etkilerinin % değişimi.....	67
Şekil 4.67. Model 1'e ait kolon moment değişimleri Mx (Üst).....	68
Şekil 4.68. Model 1'e ait kolon moment değişimleri Mx (Alt).....	68
Şekil 4.69. Model 5'e ait kolon moment değişimleri Mx (Üst).....	69
Şekil 4.70. Model 5'e ait kolon moment değişimleri Mx (Alt).....	69
Şekil 4.71. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı....	70
Şekil 4.72. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı....	70
Şekil 4.73. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı....	71
Şekil 4.74. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı....	71
Şekil 4.75. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı....	72
Şekil 4.76. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı....	72
Şekil 4.77. R.D.M ve STA4-CAD modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına bağlı olarak kat deplasmanlarının % olarak değişimi.....	73

1. GİRİŞ

Ülkemizde imar mevzuatının müsaade etmesi nedeniyle yapılan yapıların birçoğu zemin katın üstündeki katlarda çıkmalar yapılarak yapılmaktadır. Böylelikle üst katlarda daha fazla alan elde edip faydalı alan olarak değerlendirilmesi düşünülmektedir. Çıkmaların bulunduğu odalarda, çerçeve sistemi kirişlerin kolondan kolona direk bağlanması sureti ile oluşturulması durumunda, oda içinde sarkık kirişlerin çirkin bir görüntü oluşturacağı düşüncesi ile kirişler çıkmaları dolanarak kolonlara bağlanmaktadır. Bu tam çerçeve oluşmasını engellemekte, konsol çerçeve olarak adlandırdığımız rijitlik kaybına neden olan çerçeve sistemler oluşmaktadır. Bu çalışmada; konsol çıkmaların yapı rijitliğine etkisi sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Bu çalışmada yapı modellenirken SAP2000 ile yapılan çalışmalarda hem rijit diyafram modeli hem de shell elemanlar modeli ayrı ayrı kullanılmıştır. Yapı, hem rijit diyafram modeli hem de shell elemanlar kullanılarak modellendikten sonra ayrı ayrı incelenip aradaki fark gözlenmeye çalışılmıştır. STA4-CAD programı ile yapılan çalışmalar da SAP2000 programı ile yapılan çalışmalarla karşılaştırılmış ve aradaki fark gözlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada incelenen konsol çıkmaların yapı rijitliğine etkisini irdelemek amacıyla farklı boyda konsol çıkmalar modellenmiş, ayrı ayrı çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmanın 3. bölümünde Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi açıklanmaktadır. 4. bölümde ise üç boyutlu örnekler üzerinde konsol çıkmalı çerçevelerin yapı rijitliğine etkileri SAP2000 programı ve STA4-CAD programı ile uygulamalar yapılarak incelenmiştir. SAP2000 programı ile yapılan uygulamalar hem rijit diyafram modeli hem de shell elemanlar metodu kullanılarak analiz yapılmıştır. Bu çalışmanın amaçlarından biri de SAP2000 programı ve STA4-CAD programı ile yapılan örneklerden çıkan analiz sonuçlarının karşılaştırılmasıdır.

Çalışmalarda yer alan bütün örnekler eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edilmiştir. Burada deprem kelimesi her aşamada kullanılmıştır. Bunun için bölüm 1.1 de deprem hakkında bazı bilgiler verilmiştir.

1.1. Deprem Nedir?

Yeryüzünde duyulan ve kökeni doğal olan yersarsıntılarına deprem veya zelzele denir. Bunlar, katı-rijit litosfer bloklarının kırılmaları ve kaymaları sonucu açığa çıkan elastik deformasyon enerjisinin deprem dalgaları şeklindeki titreşim hareketleridir.

Depremler, önce hafif bir sarsıntı ve yer içerisinden gelme top seslerini andıran gürültülerle başlar. Sarsıntı birden şiddetlenir, en yüksek mertebeye çıkar ve o an çok hasar yaptıktan sonra yeniden yavaşlar, bir süre hafif sarsıntılar şeklinde devam eder ve sonunda duyulmaz olur.

Bir deprem bölgesinde en çok hasar gören yer depremin episantr alanıdır. Episantr alanından uzaklaştıkça depremin de etkisi azalır.

Ülkemizde de dahil deprem kuşağında olan bütün ülkelerde depremin oluşturduğu titreşim hareketlerinin incelenmesi yapı dinamiğinin ana problemlerindendir. Yapı tasarımında depreme dayanıklılık açısından iki temel unsur söz konusudur. Bu unsurların ilki, yapının yeterli kapasitede olması ve iyi düzenlenmesi , diğeri ise deprem hareketinin oluşturacağı kesit zorlamalarının yeterli oranda hesaplanıp karşılanmasıdır. Keza iyi tasarlanmış bir yapı deprem etkisiyle alışılmış yüklerin üzerinde zorlanarak onarımı güç yada imkansız hasarlara uğrar.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Livaoğlu ve Doğangün, (2003) yaptıkları çalışmada düzensizliğinin bulunduğu çok katlı yapılarda, ek dış merkezlik etkisinin yapının esnek ve rijit tarafında bulunan elemanlarda meydana gelen i kuvvetlere ve yapı davranışına olan etkilerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda farklı yapılar için gerçekleştirilen deprem hesaplarında esnek ve rijit taraflardaki elemanlar için elde edilen bulgular karşılaştırılmış ve bunlara göre çıkartılan sonuçlar sunulmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Konsol çıkmalı çerçevelerin yapı rijitliğine etkisini irdelemek için aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilecektir;

- Önceki çalışmaların irdelenmesi.
- Prototip yapı modelinin oluşturulması.
- Oluşturulan modellerin sonlu elemanlar metodu ile modellenmesinin yapılması.
- Parametrik çalışmanın yapılması
- Analizlerden elde edilen sonuçların irdelenmesi

Bu çalışmada değişik konsol boylarında yedi farklı model oluşturuldu. Farklı konsol boylarında oluşturulan bu modeller rijit diyafram ve shell eleman kabulüne göre ayrı ayrı analiz edildi ve aradaki fark incelendi. Aynı zamanda özellikle üzerinde durduğumuz konu, konsol çıkmaların yapı rijitliğine etkisi incelenmiştir.

3.2. Yöntem

Bu çalışmada yapı modellenirken SAP2000 ile yapılan çalışmalarda hem rijit diyafram modeli hem de shell elemanlar metodu ayrı ayrı kullanılmıştır. Yapı, hem rijit diyafram modeli hem de shell elemanlar kullanılarak modellendikten sonra ayrı ayrı incelenip aradaki fark gözlenmeye çalışılmıştır. STA4-CAD programı ile yapılan çalışmalar da SAP2000 programı ile yapılan çalışmalarla karşılaştırılmış ve aradaki fark gözlemlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada incelenen konsol çıkmaların yapı rijitliğine etkisini irdelemek amacıyla farklı boyda konsol çıkmalar modellenmiş, ayrı ayrı çözülmüş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

SAP2000 paket programının rijit diyafram modeliyle çözülen örneklerde kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit olduğu ve döşemelerin yatay düzlemde yaptığı deplasmanların her noktada aynı olduğu kabul edilmiştir.

STA4-CAD paket programı ile çözülen örneklerde kat kütleleri ve kat hizalarına etki eden deprem yükleri program tarafından hesaplanmaktadır. Program bu yüklerin dışarıdan elle girilmesine izin vermemektedir.

Aynı zamanda bu çalışmalarda kullanılan her iki yöntemde de düşey taşıyıcı sistemlerin en alt katta zemine ankastre olarak bağlandığı kabul edilmiştir.

3.2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, TDY98' in, bina türü yapıların deprem hesaplamalarının yapımında kullanılmasına izin verdiği üç çözüm yönteminden biridir. Bu yöntemde deprem sırasında oluşacak atalet kuvvetleri kat hizalarına etkileyen statik yatay yükler olarak düşünülür. Bu yatay yüklerin, binanın X ve Y doğrultularında ayrı ayrı etkidiğı varsayılarak taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlardaki kesit tesirleri ve kat hizalarındaki deplasmanlar bulunmaktadır.

TDY98, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulanmasına Çizelge 4.1.'deki şartların sağlanması durumunda izin vermektedir.

Çizelge 3.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'ne uygun binalar. (TDY98 Tablo 6.6)

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

Bu tablonun incelenmesinden görüleceğı gibi bu yöntemin uygulanmasında deprem bölgesi , H_N temel üst seviyesinden itibaren toplam bina yüksekliğı, A1 burulma düzensizliğı ve B2 rijitlik düzensizliğı ile ilgili koşullar etkilidir.

3.2.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin Adımları

Adım 1: Bina kat ağırlıkları ve toplam bina ağırlığı hesaplanır.

a) **Kat Ağırlıklarının (w_i) Hesabı:**

$$w_i = g_i + n \times q_i$$

TDY98 Denk 6.6 (4.1)

w_i : Binanın i 'inci kat ağırlığı,

g_i : Binanın i 'inci katındaki toplam sabit yük,

q_i : Binanın i 'inci katındaki toplam hareketli yük,

n : Hareketli yük katılım katsayısı (TDY98 Tablo 6.7).

b) Toplam Yapı Ağırlığının (W) Hesabı:

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad \text{TDY98 Denk 6.6 (4.2)}$$

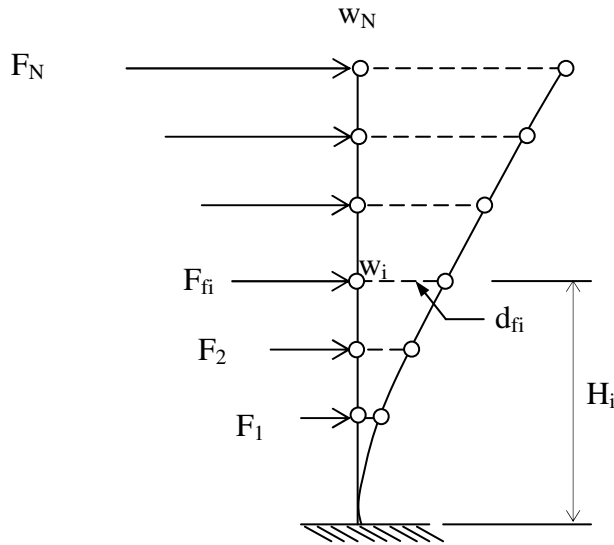
W : Binanın toplam ağırlığı,

N : Binadaki kat sayısı.

Adım 2: Katlara etkiyen fiktif yükler hesaplanır.

$$F_{fi} = \frac{w_i \times H_i}{\sum_{j=1}^N (w_j \times H_j)} \quad \text{TDY98 Şekil 6.10 (4.3)}$$

H_i : Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliğidir.



Şekil 3.1a. Katlara etkiyen fiktif yükler

Adım 3: Master noktası seçilir, yapının döşemeleri rijit diyafram olarak çalışıyorsa master noktası kütle merkezi olacaktır.

Adım 4: Adım 2’de bulunan fiktif yükler (F_{fi}), yapının her katında gerçek (kaydırılmamış) kütle merkezlerine etkilerek statik analiz yapılır ve kütle merkezlerinde her kata ait deprem doğrultusunda oluşan yer değiştirmeler (d_{fi}) bulunur.

Adım 5: Binanın birinci doğal titreşim periyodu (T_1) hesaplanır. Eğer birinci doğal titreşim periyodu, serbest titreşim analizi yapılarak bulunmak isteniyorsa, Adım 1’de bulunan kat ağırlıklarının yerçekimi ivmesinin sayısal değerine bölünmesiyle bulunan kat kütleleri ve kütle atalet momenti ($m\theta$), kütle merkezine yerleştirilerek dinamik analiz yapılabilir. Buradan çözüm yapılmak istenen yöne göre periyotlara ait mod vektörleri yardımıyla ve etkin kütle oranlarının yönüne göre birinci doğal titreşim periyodu belirlenir. Bu durumda Adım 2’den Adım 5’e geçilir.

Binanın birinci doğal titreşim periyodu serbest titreşim analizi yapılmadan, ampirik yöntemle veya Adım 1’den Adım 4’e kadar verilen eşitlikler de kullanılarak Rayleigh Oranı ile bulunabilir.

a) Ampirik Bağntı ile T_1 ’ in hesabı;

$$T_1 \cong T_{1A} = C_t \times H_N^{3/4} \quad (\text{TDY98 Denk 6.11}) \quad (4.4)$$

Bu ampirik bağntı, birinci ve ikinci deprem bölgelerinde temel üstünden ölçülen toplam bina yüksekliğinin $H_N \leq 25$ m olması koşulunu sağlayan binalar ile üçüncü ve dördüncü deprem bölgelerinde, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin uygulandığı tüm binaların, birinci, doğal titreşim periyodunu bulmak için kullanılabilir. Bu bağntıda görülen C_t değeri, bina taşıyıcı sistemine bağlı olarak TDY98’de aşağıdaki şekilde belirtilmiştir.

i. Deprem yüklerinin tamamının, betonarme perdelerle taşındığı binalarda C_t katsayısı,

$$C_t = 0.075/A_t^{1/2} \leq 0.05 \quad \text{TDY98 Denk 6.12a (4.5)}$$

formülü ile hesaplanacaktır. Bu denklemden A_t değeri, aşağıdaki formülle bulunacaktır.

$$A_t = \sum A_{wj} [0.2 + (I_{wj}/H_N)^2] \quad \text{TDY98 Denk 6.12b (4.6)}$$

Burada,

A_{wj} : Binanın temel üstündeki ilk katında, j’inci perdenin bürüt en kesit alanı ,

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

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

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

b) Rayleigh Oranı İle T_1 ' in Hesabı;

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{\sum_{i=1}^N (m_i \times d_{fi}^2)}{\sum_{i=1}^N (F_{fi} \times d_{fi})} \right]^{1/2} \quad \text{TDY98 Denk 6.13 (4.7)}$$

Bu bağtıda,

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

d_{fi} =Binanın i 'inci katında kütle merkezinde, F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme,

N =Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısıdır.

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

TDY98, ampirik bağıntı ile bulunan periyodun $T_{1A} > 1.0$ sn. olması durumunda, daha kesin bir hesap yapılmadıkça, Rayleigh Oranı ile elde edilen periyodun en büyük değerinin, T_{1A} 'nın 1.30 katından daha fazla olmamasını isteyerek, Rayleigh Oranı ile bulunan periyot için sınırlandırma getirmektedir.

Adım 6: Spektrum katsayısı $S(T_1)$, yerel zemin koşullarına ve binanın birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e bağılı olarak, TDY98 Denk 6.2a, 6.2b ve 6.2c koşullarından uygun olanına göre bulunur.

$$S(T_1) = 1 + 1.5T_1/T_A \quad (0 \leq T_1 \leq T_A) \quad \text{TDY98 Denk 6.2a (4.8a)}$$

$$S(T_1) = 2.5 \quad (T_A \leq T_1 \leq T_B) \quad \text{TDY98 Denk 6.2b (4.8b)}$$

$$S(T_1) = 2.5(T_B/T_1)^{0.8} \quad (T_1 \geq T_B) \quad \text{TDY98 Denk 6.2c (4.8c)}$$

Adım 7: Spektrum katsayısı $S(T_1)$ ve bina önem katsayısına (I) bağlı olarak Spektral İvme Katsayısı $A(T_1)$ aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$A(T_1) = A_0 \times I \times S(T_1) \quad \text{TDY98 Denk 6.1 (4.9)}$$

$$A_0 = \text{Etkin yer ivmesi katsayısı} \quad (\text{TDY98 Tablo 6.2}),$$

$$I = \text{Bina önem katsayısı} \quad (\text{TDY98 Tablo 6.3}),$$

$$S(T_1) = \text{Spektrum katsayısı} \quad (\text{TDY98 Denk 6.2}).$$

Adım 8: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı $R_a(T_1)$ hesaplanır;

$R_a(T_1)$ binanın birinci doğal titreşim periyoduna, Spektrum Karakteristik Periyotları'ndan T_A 'ya ve Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R 'ye göre aşağıdaki denklemlerle bulunur.

$$R_a(T_1) = 1.5 + (R - 1.5) \times T_1 / T_A \quad (0 \leq T_1 \leq T_A) \quad \text{TDY98 Denk 6.3a (4.10a)}$$

$$R_a(T_1) = R \quad (T_1 > T_A) \quad \text{TDY98 Denk 6.3b (4.10b)}$$

$$R: \text{Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı} \quad \text{TDY98 Tablo 6.5}$$

Adım 9: Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti) (V_t), aşağıdaki denklem yardımıyla hesaplanır:

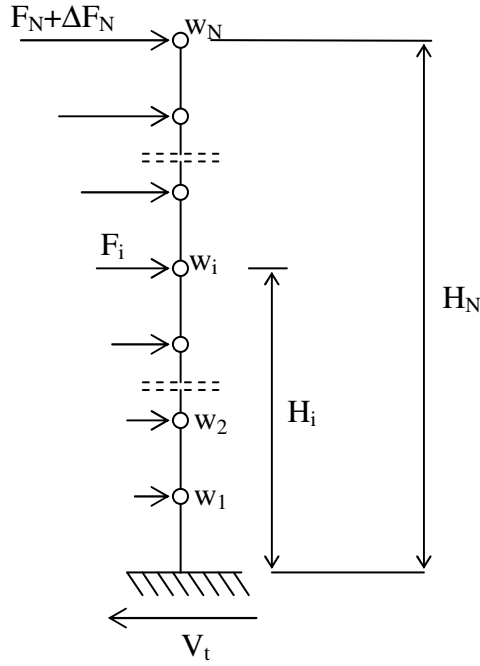
$$V_t = \frac{W \times A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.1 \times A_0 \times I \times W \quad \text{TDY98 Denk 6.4 (4.11)}$$

Adım 10: Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, Adım 9'da hesaplanan V_t ve Adım 2'de hesaplanan fiktif yükler (F_{fi}) yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i \times H_i}{\sum_{i=1}^N (w_j \times H_j)} = (V_t - \Delta F_N) \times F_{fi} \quad \text{TDY98 Denk 6.9 (4.12)}$$

ΔF_N : Yapı yüksekliğinin $H_N \geq 25$ m olması durumunda en üst kata uygulanacak olan ek yatay yükür. Bu ek yatay yük, T_1 'e ve taban kesme kuvveti V_t 'ye bağlı olarak aşağıdaki bağıntı ile bulunur. $H_N \leq 25$ m olması durumunda $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.07 \times T_1 \times V_t \leq 0.2 \times V_t \quad \text{TDY98 Denk 6.8 (4.13)}$$



Şekil 3.1b. Katlara etkileyen eşdeğer deprem yükleri

Böylece Adım 9’da hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkileyen yatay kuvvetlerin toplamı olarak dağıtılır.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad \text{TDY98 Denk 6.7 (4.14)}$$

Adım 11: Adım 10’da hesaplanan eşdeğer kat deprem yükleri her iki yönde master noktasına (kütle merkezine) $\pm\%5$ eksantrisite ile uygulanarak statik analiz yapılır.

Adım 12: Binada perde varsa binanın süneklik düzeyine göre;

i. Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde, TDY98 6.5.2.1’e göre deprem yüklerinden dolayı perdelerin tabanında oluşan eğilme momentlerinin toplamının, binanın tümü için tabanda meydana gelen toplam devrilme momentine oranı olan α_M ’in 0.75’ten fazla olup olmadığına bakılır. $\alpha_M \leq 0.75$ ise Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=7$ olarak kullanılabilir. Eğer $0.75 \leq \alpha_M \leq 1.0$ ise Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı $R=10-4 \times \alpha_M$ denklemi ile belirlenir ve yeni R ile işlemler, Adım 9’dan itibaren tekrarlanır veya elde edilen sonuçlar ($R_{\text{eski}}/R_{\text{yeni}}$) oranıyla çarpılarak büyütülür.

ii. Süneklik düzeyi normal sistemlerde, $\alpha_M \geq 0.75$ sağlanmalıdır. Bu şart sağlanmazsa perde kesit alanları artırılarak işlemler Adım 1'den itibaren tekrarlanır.

iii. Süneklik düzeyi karma sistemlerde her bir deprem doğrultusunda $\alpha_M \geq 0.40$ olmalıdır. $\alpha_M \geq 2/3$ olması durumunda TDY98 Tablo 6.5'te deprem yüklerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek perde tarafından taşındığı durum için verilen R katsayısı ($R=R_{yp}$), taşıyıcı sistemin tümü için kullanılabilir.

$0.40 \geq \alpha_M \geq 2/3$ aralığında, her iki deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin tümü için $R=R_{NÇ} + 1.5\alpha_M(R_{YP}-R_{NÇ})$ bağıntısı uygulanır.

Adım 13: α_M kontrolünden sonra her kata ait yer değiştirmeler, minimum ve maksimum olarak derlenir. Bulunan yer değiştirmeler ve TDY98 Şekil 6.1'deki denklemler yardımıyla planda ve düşeyde düzensizlik kontrolleri yapılır.

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

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

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

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}}$$

$$\eta_{ki} = (\Delta_i)_{\text{ort}} / (\Delta_{i+1})_{\text{ort}}$$

TDY98 Şekil 6.1 (4.15)

TDY98 Tablo 6.1 (4.16)

Burada,

$(d_i)_{\max}$: Eşdeğer Deprem Yüklerinden dolayı i. katta oluşan en büyük yer değiştirme.

$(d_i)_{\min}$: Eşdeğer Deprem Yüklerinden dolayı i. katta oluşan en küçük yer değiştirmedir.

Adım 14: TDY98 Tablo 6.1'de belirtilen planda ve düşey doğrultudaki düzensizlik durumları için kontroller yapılır.

$1.2 < \eta_{bi} \leq 2$ ise eksantrisite değerleri her iki doğrultu için D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmeli ve analiz Adım 11'den itibaren tekrarlanmalıdır.

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

TDY98 Denk 6.10 (4.17)

1. ve 2. derece deprem bölgelerinde $H_N \leq 25$ m olması durumunda, $\eta_{ki} > 1.5$ ise veya $\eta_{ki} \leq 1.5$ ve $\eta_{bi} > 2$ ise dinamik analiz yapılması zorunludur.

$H_N \leq 25$ m ve $\eta_{bi} > 2$ durumunda dinamik analiz yapılması zorunludur.

Adım 15: Göreli kat ötelemeleri kontrolleri TDY98 Denk 6.20a ve Denk 6.20b'den küçük olanına göre, ayrıca ikinci merteye etkilerinin kontrolü de TDY98 Denk 6.21'e göre yapılır.

Görelî kat ötelemeleri kontrolleri:

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.0035 \quad \text{TDY98 Denk 6.20a (4.18a)}$$

$$(\Delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.02/R \quad \text{TDY98 Denk 6.20b (4.18b)}$$

İkinci merteye etkilerinin kontrolleri:

$$\theta_i = \frac{(\Delta_i)_{\text{ort}} \sum_{j=1}^N w_j}{V_i h_i} \leq 0.12 \quad \text{TDY98 Denk 6.21 (3.19)}$$

V_i : i'inci kattaki kesme kuvveti.

3.2.1.2. Uygulanan Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile İlgili Genel Bilgiler

4. bölümde SAP2000 programı ile çözülen tüm örnekler, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'ne göre rijit diyafram modeli ve shell elemanlar metodu ile ayrı ayrı çözülmüştür. Bu çalışmada, rijit diyafram kabulü yapılarak çözülen örneklerin sonuçları ve shell elemanlar metodu kullanılarak çözülen örneklerin sonuçları karşılaştırılmıştır. SAP2000 programında dikdörtgen kesitli kirişler kullanılmıştır. Kat ağırlıkları hesaplanırken sadece döşemelerin ağırlıkları göz önünde tutulmuş, kolon ve kiriş ağırlıkları ihmal edilmiştir.

STA4-CAD programı ile oluşturulan örneklerin kat ağırlıkları hesaplanırken kolon ağırlıkları, kirişlerin kendi ağırlıkları, döşemelerin kendi ağırlıkları ve döşemelerden gelen yayılı yükler dikkate alınmış, kirişlerden gelen yayılı yükler ihmal edilmiştir.

Bütün örneklerde beton elastisite modülü $E=2.85 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2$ olarak seçilmiştir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

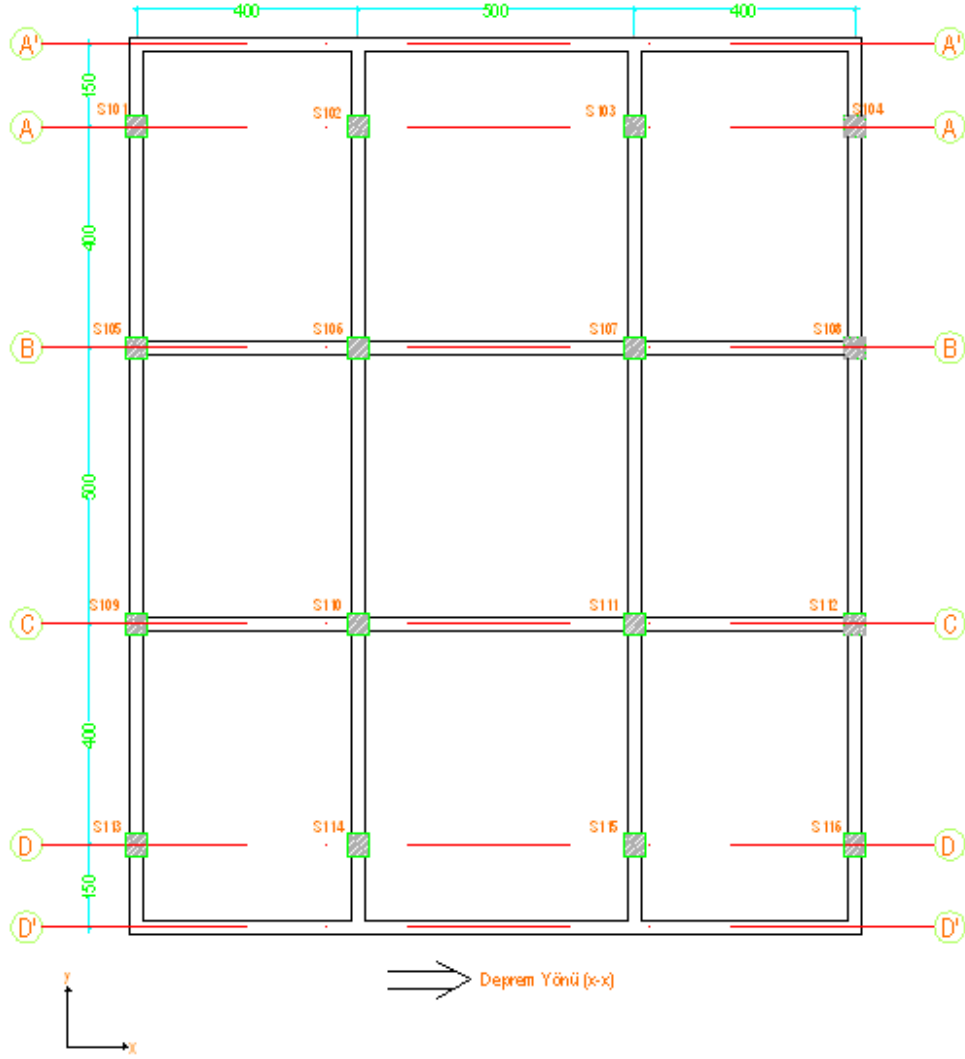
4.1. Giriş

Bu bölümde konsol çıkmaların yapı rijitliği üzerindeki etkisini anlamak için parametrik çalışma yapılmıştır. Bu amaçla sonlu elemanlar yöntemi ile oluşturulmuş 7 adet farklı konsol boylarına sahip bina modelleri modellenmiştir. Bölüm 4.2’de bu 7 bina modeli SAP2000 programı ile rijit diyafram olarak modellenmiş ve konsol çıkmaların yapı rijitliğine etkisi irdelenmiştir. Bölüm 4.3’te konsol çıkmalı modellerde rijit diyafram kabulünün ne derece doğru olduğunu irdelemek amacı ile bölüm 4.2 de oluşturulan 7 farklı modellerde döşemeler shell eleman olarak modellenmiştir. Bölüm 4.4’te piyasada yaygın olarak kullanılan paket programlardan Sta4-Cad ile Sap modellerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

4.2. Rijit Diyafram Kabulü ile Konsol Çıkmalı Çerçvelerin Yapı Rijitliğine Etkisi

Bu bölümde, konsol çıkmanın yapı rijitliğine etkisinin tespiti için yedi farklı yapı modeli ile parametrik çalışma yapılmıştır. Bunun için konsol çıkmasız model oluşturulmuş ve farklı boylardaki konsol çıkmalı modellerle karşılaştırılmıştır. Şekil 4.1’de konsol boylarının değişimini gösteren şekil bulunmaktadır. Konsol boyları l harfi ile gösterilen açıklıkta değişmektedir. Konsol çıkmalı örnekler aşağıda gösterilen konsol boylarında modellenmiştir.

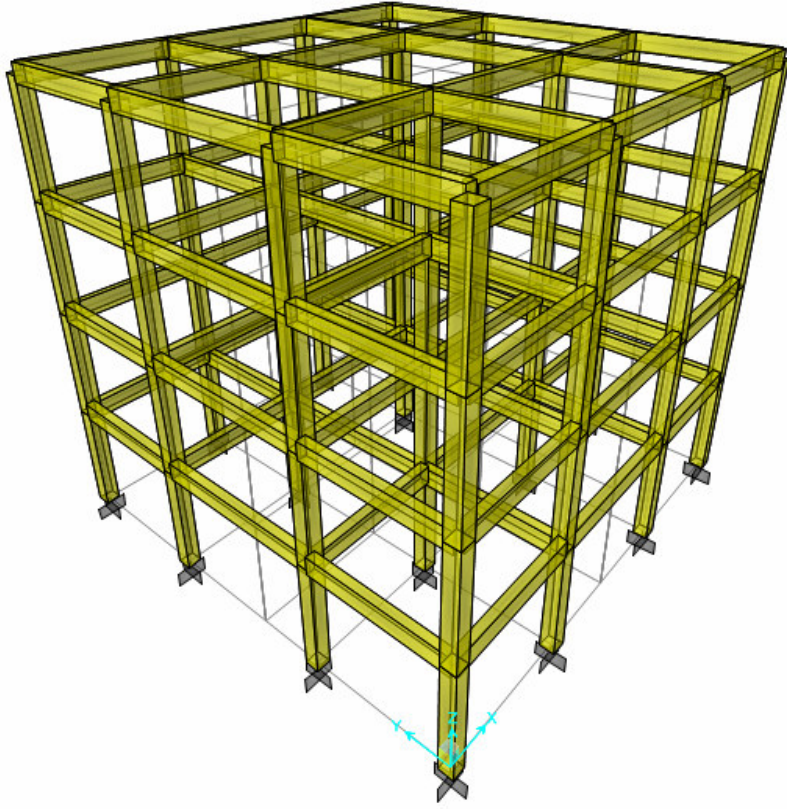
Model	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00



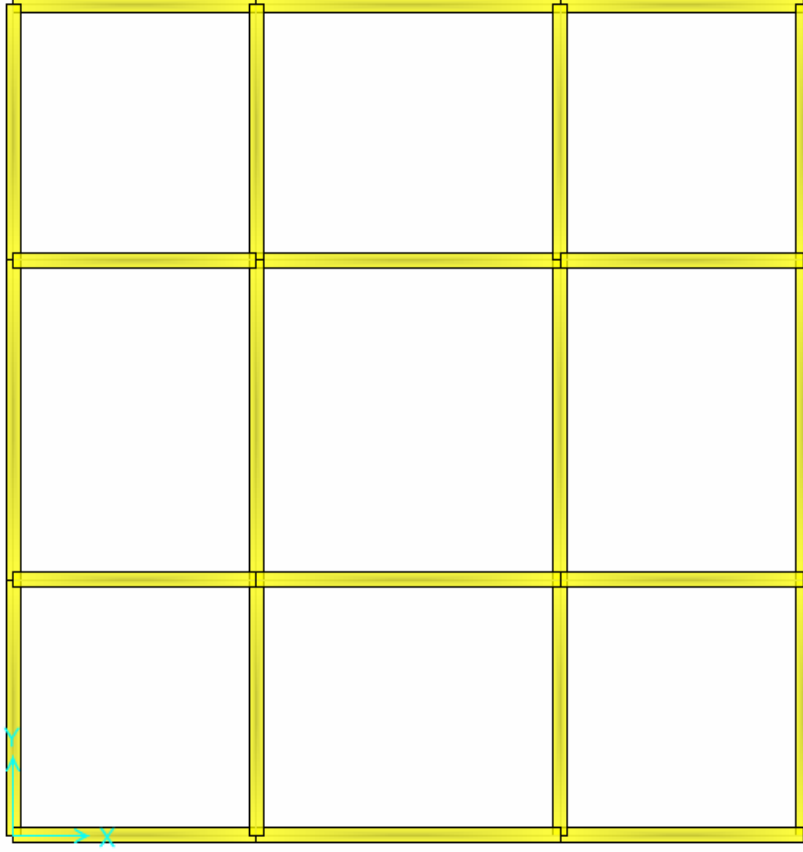
Şekil 4.1. Farklı boylardaki konsol boylarının değişimi

4.2.1. Model 1

Bu örnekte betonarme çerçevelerden oluşan 4 katlı bir yapının, rijit diyafram modeli kabulü yapılarak SAP2000 programı ile deprem hesabı yapılmıştır.

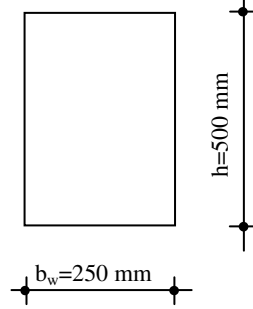


Şekil 4.1a Model 1'e ait yapının perspektif görünüşü



Şekil 4.1b. Model 1'e ait normal kat kalıp planı

Kiriş Boyutları



Tüm katlarda aynı kiriş kesit kullanılmıştır.

Kolon Boyutları

Tüm katlarda aynı kolon boyutları kullanılmıştır.

1., 2., 3. ve 4. katlarda kolon boyutları : 400 mm × 400 mm

Bina Bilgileri

Kat sayısı : 4

Kat yüksekliği : 3.10 m.

Bina önem katsayısı : I=1

Taşıyıcı sistem türü : Yerinde dökme betonarme çerçevesi sistem.

Malzeme Bilgileri:Elastite Modülü : $E=2.85 * 10^6$ ton/m²Poisson oranı : $\nu=0.15$ **Deprem Bilgileri :**

Yapı yeri : 1. derece deprem bölgesi

Etkin Yer İvmesi Katsayısı : $A_0= 0.40$

Yerel Zemin Sınıfı : Z3

Spektrum Karakteristik Periyotları : $T_A=0.15$ sn $T_B=0.60$ snHareketli yük katılım katsayısı : $n = 0.3$ Taşıyıcı sistem davranış katsayısı : $R = 8$ **Kat Ağırlıklarının Hesabı****1., 2., 3. ve 4. kat :** $G_i = A * g_i$ G_i : Ölü yük ağırlığı g_i : Sabit yük (700 kg/m²) $Q_i = A * q_i$ Q_i : Hareketli yük ağırlığı q_i : Hareketli yük (200 kg/m²) $W_i = G_i + n * Q_i$ W_i : Kat ağırlığı n : 0.30 (hareketli yük katılım

katsayısı)

Kat Alanı (A) = 13.00 * 13.00 = 169.00 m² $G_i = 169.00 * 700 = 118300$ kg = 118.30 ton $Q_i = 169.00 * 200 = 33800$ kg = 33.80 ton $W_i = 118.30 + 0.30 * 38.80 = 128.440$ ton**Sabit Yükler :** $G_1 = 118.300$ ton **Hareketli Yükler :** $Q_1 = 33.80$ ton $G_2 = 118.300$ ton $Q_2 = 33.80$ ton $G_3 = 118.300$ ton $Q_3 = 33.80$ ton $G_4 = 118.3000$ ton $Q_4 = 33.80$ ton

Çizelge 4.1. Model 1'e ait kat ağırlıkları

Kat No	G _i (ton)	Q _i (ton)	w _i (ton)
4	118.300	33.80	128.440
3	118.300	33.80	128.440
2	118.300	33.80	128.440
1	118.300	33.80	128.440

Çizelge 4.2. Model 1'e ait katlara etkiyen fiktif yükler

Kat No	w _i (ton)	H _i (m)	w _i H _i (ton m)	F _{fi} (ton)
4	128.440	12.40	1595.656	0.400
3	128.440	9.30	1194.492	0.300
2	128.440	6.20	796.328	0.200
1	128.440	3.10	398.164	0.100
$\Sigma w_i = 513.760$			$\Sigma w_i H_i = 3981.640$	$\Sigma F_{fi} = 1.000$

Fiktif yükler (F_{fi}) =
$$\frac{W_i H_i}{\sum_{j=1}^N W_j H_j}$$
 formülü ile hesaplanmıştır.

Çizelge 4.3. Model 1'e ait Rayleigh oranı ile Birinci Doğal Titreşim Peryodunun hesabı

Kat No	m _i (w _i /g) (ton sn ² /m)	F _{fi} (ton)	d _{fi} (m)	m _i d _{fi} ² (ton sn ² m)	F _{fi} d _{fi} (ton m)
4	13.093	0.400	0.00017230	3.88689 E-07	6.89200 E-05
3	13.093	0.300	0.00014480	2.74516 E-07	4.34400 E-05
2	13.093	0.200	0.00009911	1.28607 E-07	1.98220 E-05
1	13.093	0.100	0.00004272	2.38943 E-08	4.27200 E-06

$$\Sigma = 8.15707E-07 \quad \Sigma = 1.36454E-04$$

$$T_1 = 2\pi * \left[\frac{\sum_{i=1}^N m_i * d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} * d_{fi}} \right]^{1/2} \quad \text{denklemleri ile titreşim periyodu hesaplanır. Buna göre;}$$

$$T_1 = 2\pi \left[\frac{8.15707 \times 10^{-7}}{1.36454 \times 10^{-4}} \right]^{1/2} = 0.4858 \text{ sn}$$

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü Hesabı

Yerel zemin sınıfı..... $T_A=0.15 \text{ sn}$, $T_B=0.60 \text{ sn}$

$S(T_i) = 2.5$ $T_A \leq T_i \leq T_B$

$S(T_1) = 2.5$

$R_a(T_i) = R$ $T_1 > T_A$

$R_a(T_1) = 8$

Spektral İvme Katsayısı :

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

$A(T_1) = 0.40 * 1.0 * 2.5 = 1.00$

Taban Kesme Kuvveti (V_t) :

$V_t = W * A(T_i) / R_a(T_i)$

$V_t = 513.760 * 1.00 / 8.00 = 64.220 \text{ ton}$

Ayrıca;

$V_t \geq 0.1 * A_0 * I * W$

$V_t \geq 0.1 * 0.40 * 1.0 * 513.760$

$V_t \geq 20.5504 \text{ ton}$

Eşdeğer Kat Deprem Yüğü Hesabı

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

$H_N < 25 \text{ m}$ olduğundan $\Delta F_N = 0$ dır.

Çizelge 4.4. Model 1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri(F_i)

Kat No	F_i (ton)
4	25.688
3	19.266
2	12.844
1	6.422

Bulunan bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine $\pm\%5$ eksantrisite ile uygulanarak A1 burulma düzensizliği, görelî kat ötelemeleri kontrolü ve ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü yapılır.

Çizelge 4.5. Model 1'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
4	0.011980	0.010150	0.001910	0.001620	0.0017650	1.082
3	0.010070	0.008530	0.003170	0.002700	0.0029350	1.080
2	0.006900	0.005830	0.003930	0.003320	0.0036250	1.084
1	0.002970	0.002510	0.002970	0.002510	0.0027400	1.084

$(d_i)_{\max}$ = i. kattaki en büyük deplasman

$(d_i)_{\min}$ = i. kattaki en küçük deplasman

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

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

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

η_{bi} = $(\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}}$

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

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

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

$\eta_{bi} < 1.2$ olduğundan eksantrisite değerlerinin D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülmesine gerek yoktur.

Çizelge 4.6. Model 1'e ait görel kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
4	0.0119800	0.0019100	3.10	0.000616129
3	0.0100700	0.0031700	3.10	0.001022581
2	0.0069000	0.0039300	3.10	0.001267742
1	0.0029700	0.0029700	3.10	0.000958065

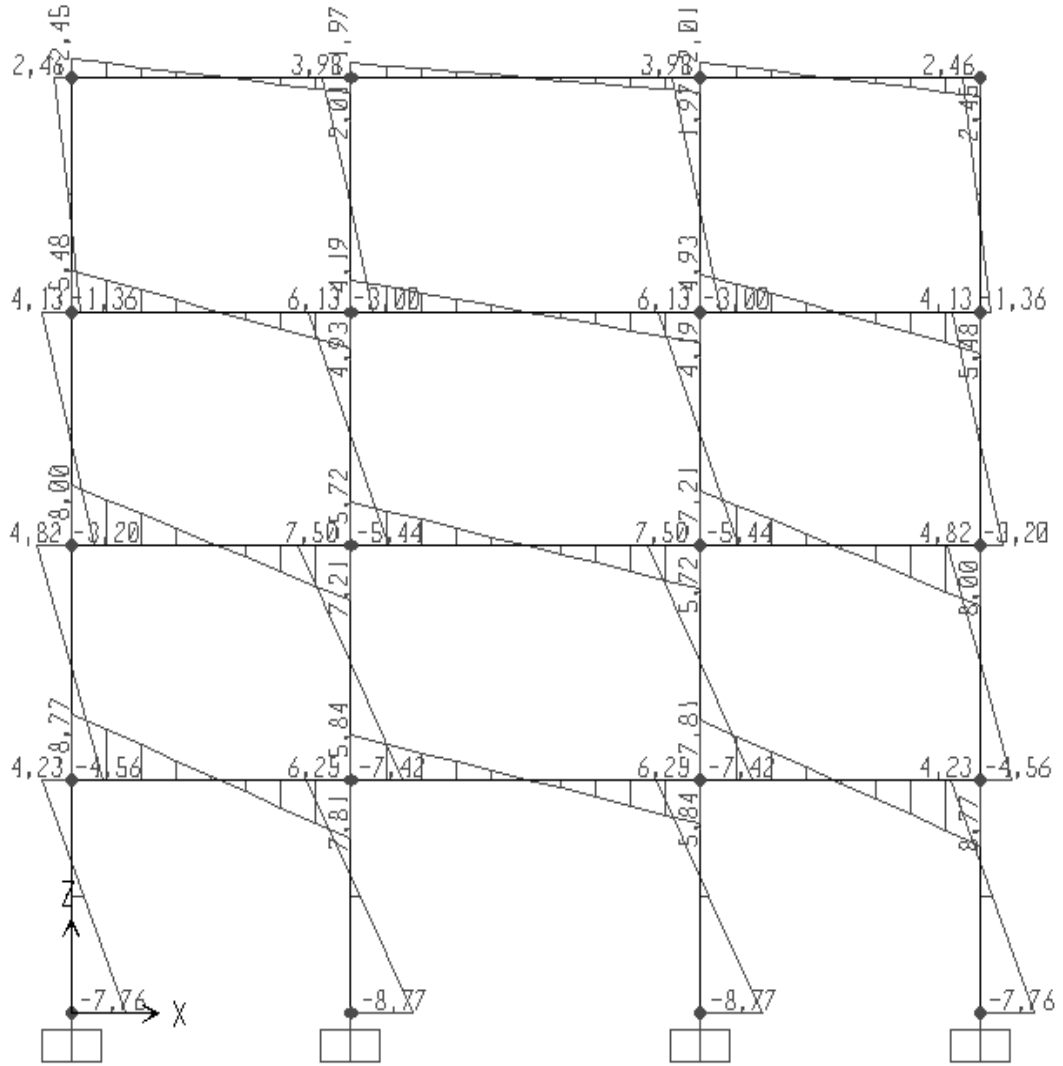
$$(\Delta_i)_{\max} / h_i \leq 0.0035$$

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

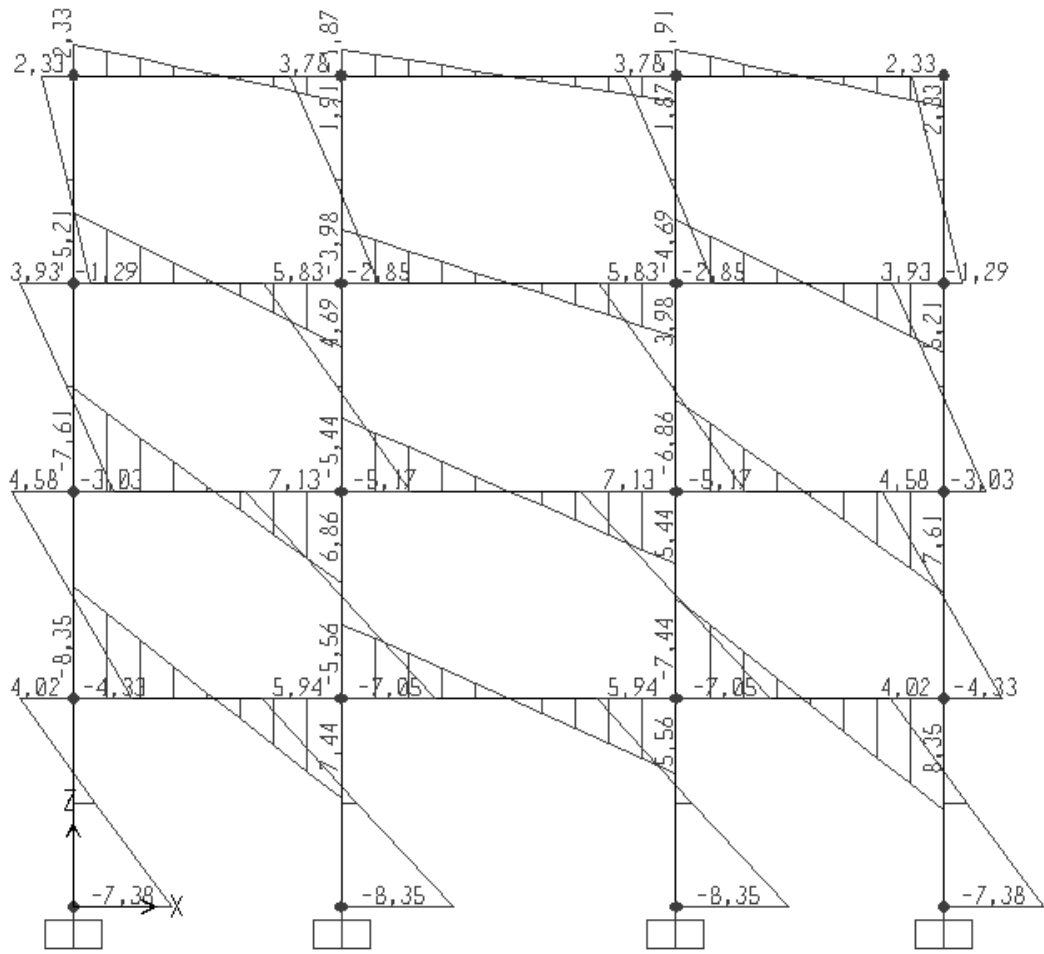
Çizelge 4.7. Model 1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
4	128.440	128.440	0.0017650	25.688	3.10	0.002846774
3	128.440	256.880	0.0029350	44.954	3.10	0.005410138
2	128.440	385.320	0.0036250	57.798	3.10	0.007795699
1	128.440	513.760	0.0027400	64.220	3.10	0.007070968

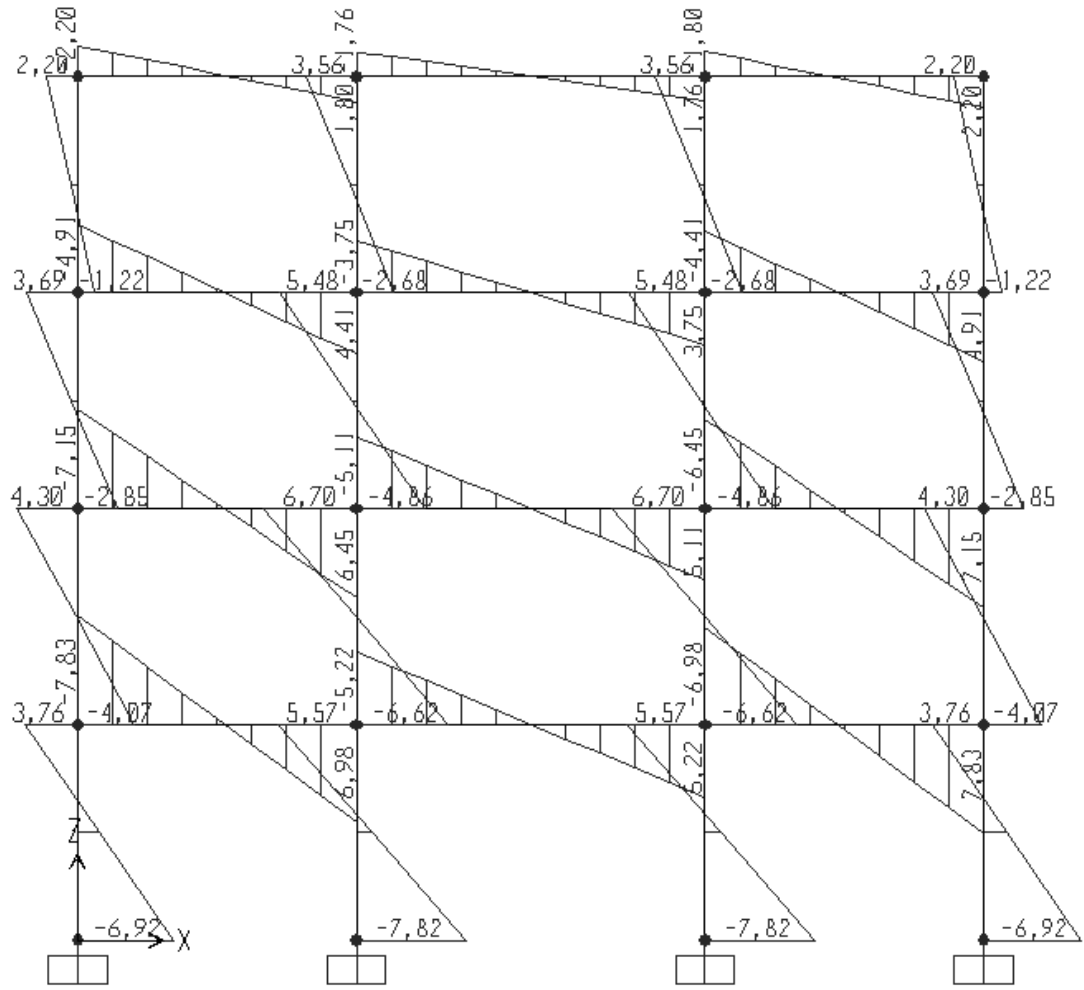
$\theta_i < 0.12$ şartı sağlamaktadır.



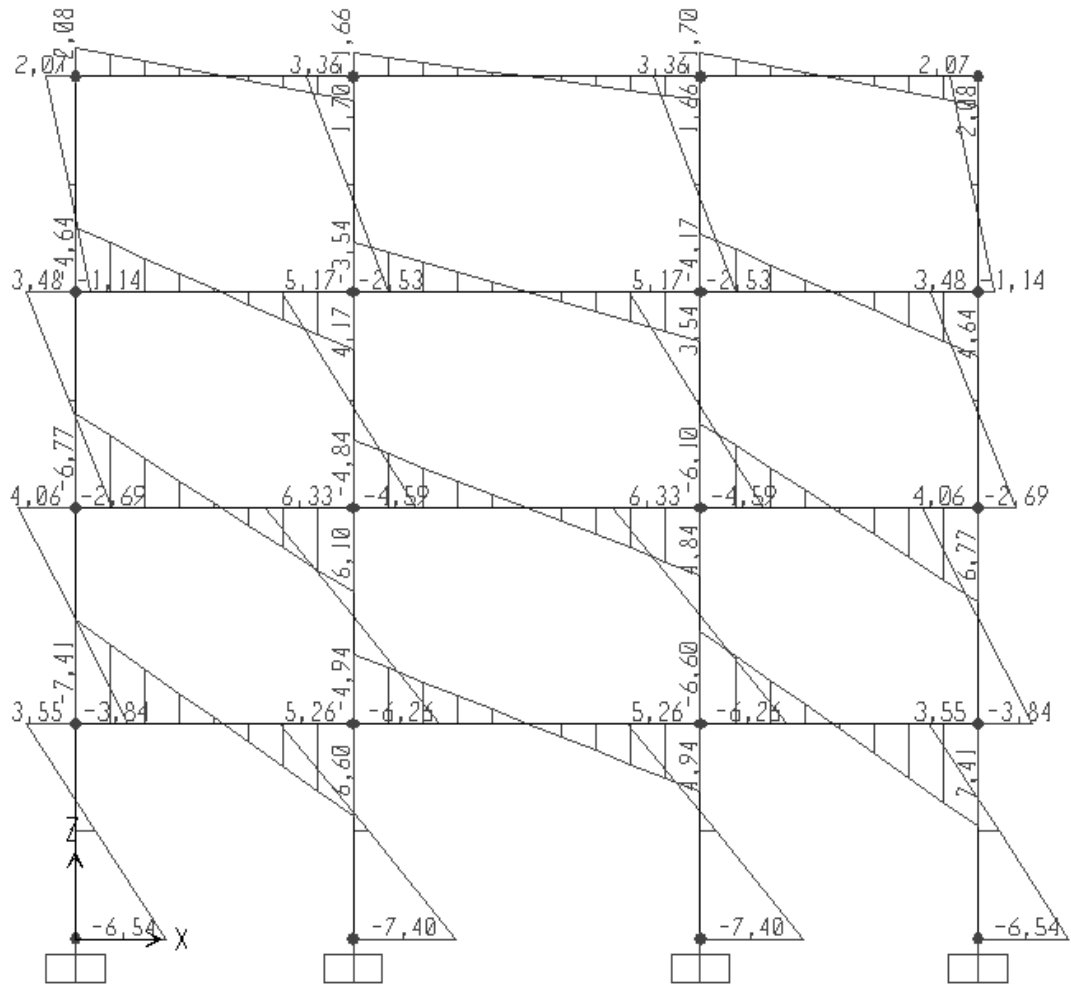
Şekil 4.1c. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (a-a aksı)



Şekil 4.1d. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (b-b aksı)



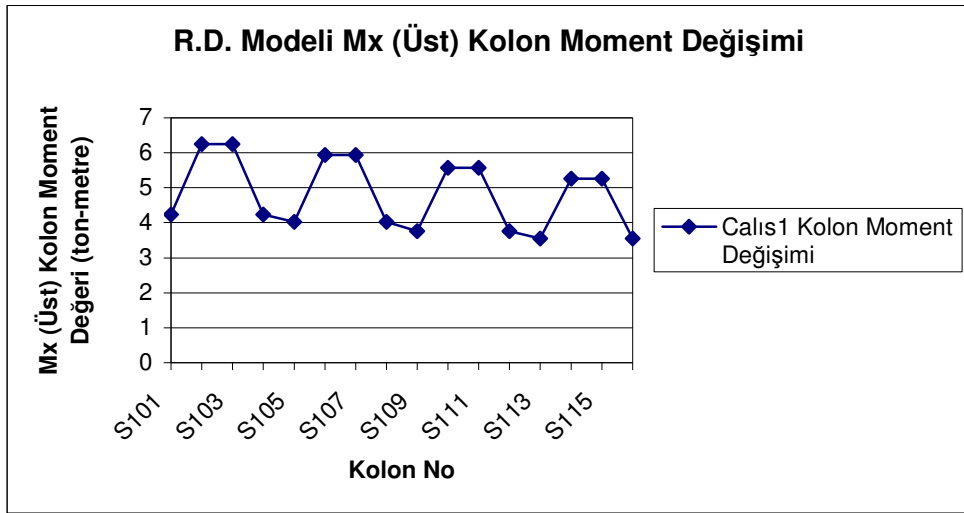
Şekil 4.1e. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (c-c aksı)



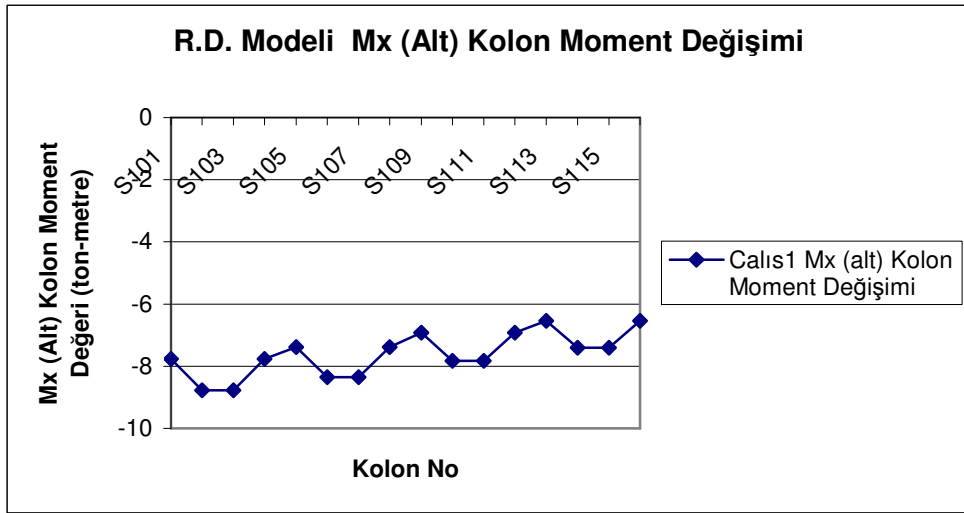
Şekil 4.1f. Model 1'e ait yapının moment 3-3 diyagramı (d-d aksı)

Çizelge 4.8. Model 1'e ait kolon kesit tesirleri

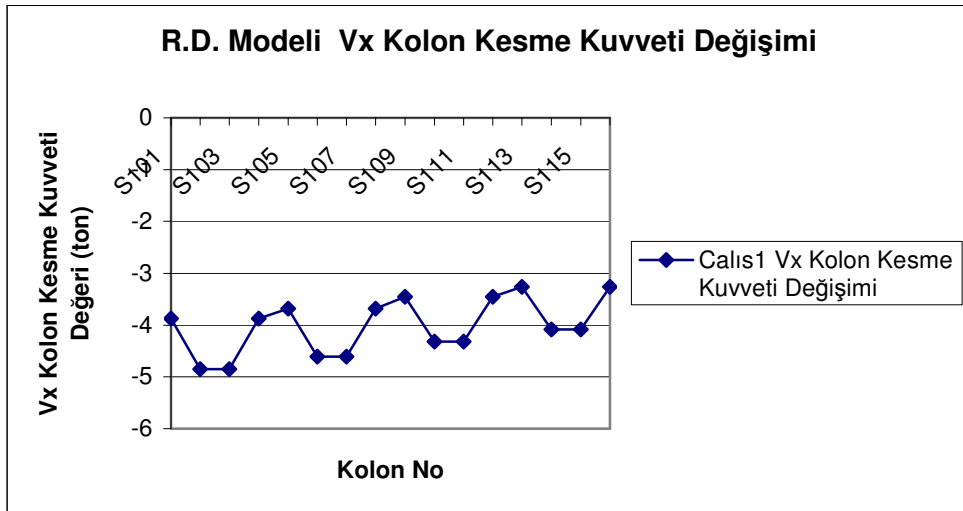
KAT	KOLON	V _x	V _y	M _x (Üst)	M _x (Alt)	M _y (Üst)	M _y (Alt)
1	1	-3,87	-0,31	4,23	-7,76	0,34	-0,61
	2	-4,85	-0,12	6,25	-8,77	0,13	-0,23
	3	-4,85	0,12	6,25	-8,77	-0,13	0,23
	4	-3,87	0,31	4,23	-7,76	-0,34	0,61
	5	-3,68	-0,38	4,02	-7,38	0,49	-0,69
	6	-4,61	-0,14	5,94	-8,35	0,19	-0,26
	7	-4,61	0,14	5,94	-8,35	-0,19	0,26
	8	-3,68	0,38	4,02	-7,38	-0,49	0,69
	9	-3,45	-0,38	3,76	-6,92	0,49	-0,69
	10	-4,32	-0,14	5,57	-7,82	0,19	-0,26
	11	-4,32	0,14	5,57	-7,82	-0,19	0,26
	12	-3,45	0,38	3,76	-6,92	-0,49	0,69
	13	-3,26	-0,31	3,55	-6,54	0,34	-0,61
	14	-4,08	-0,12	5,26	-7,40	0,13	-0,23
	15	-4,08	0,12	5,26	-7,40	-0,13	0,23
	16	-3,26	0,31	3,55	-6,54	-0,34	0,61
2	1	-3,03	-0,24	4,82	-4,56	0,38	-0,36
	2	-4,81	-0,09	7,50	-7,42	0,14	-0,13
	3	-4,81	0,09	7,50	-7,42	-0,14	0,13
	4	-3,03	0,24	4,82	-4,56	-0,38	0,36
	5	-2,88	-0,38	4,58	-4,33	0,59	-0,58
	6	-4,58	-0,14	7,13	-7,05	0,22	-0,22
	7	-4,58	0,14	7,13	-7,05	-0,22	0,22
	8	-2,88	0,38	4,58	-4,33	-0,59	0,58
	9	-2,70	-0,38	4,30	-4,07	0,59	-0,58
	10	-4,30	-0,14	6,70	-6,62	0,22	-0,22
	11	-4,30	0,14	6,70	-6,62	-0,22	0,22
	12	-2,70	0,38	4,30	-4,07	-0,59	0,58
	13	-2,55	-0,24	4,06	-3,84	0,38	-0,36
	14	-4,06	-0,09	6,33	-6,26	0,14	-0,13
	15	-4,06	0,09	6,33	-6,26	-0,14	0,13
	16	-2,55	0,24	4,06	-3,84	-0,38	0,36
3	1	-2,36	-0,19	4,13	-3,20	0,33	-0,25
	2	-3,73	-0,07	6,13	-5,44	0,12	-0,09
	3	-3,73	0,07	6,13	-5,44	-0,12	0,09
	4	-2,36	0,19	4,13	-3,20	-0,33	0,25
	5	-2,24	-0,29	3,93	-3,03	0,48	-0,42
	6	-3,55	-0,11	5,83	-5,17	0,18	-0,16
	7	-3,55	0,11	5,83	-5,17	-0,18	0,16
	8	-2,24	0,29	3,93	-3,03	-0,48	0,42
	9	-2,11	-0,29	3,69	-2,85	0,48	-0,42
	10	-3,34	-0,11	5,48	-4,86	0,18	-0,16
	11	-3,34	0,11	5,48	-4,86	-0,18	0,16
	12	-2,11	0,29	3,69	-2,85	-0,48	0,42
	13	-1,99	-0,19	3,48	-2,69	0,33	-0,25
	14	-3,15	-0,07	5,17	-4,59	0,12	-0,09
	15	-3,15	0,07	5,17	-4,59	-0,12	0,09
	16	-1,99	0,19	3,48	-2,69	-0,33	0,25
4	1	-1,23	-0,10	2,46	-1,36	0,20	-0,11
	2	-2,25	-0,03	3,98	-3,00	0,07	-0,04
	3	-2,25	0,03	3,98	-3,00	-0,07	0,04
	4	-1,23	0,10	2,46	-1,36	-0,20	0,11
	5	-1,17	-0,18	2,33	-1,29	0,31	-0,23
	6	-2,14	-0,06	3,78	-2,85	0,11	-0,08
	7	-2,14	0,06	3,78	-2,85	-0,11	0,08
	8	-1,17	0,18	2,33	-1,29	-0,31	0,23
	9	-1,10	-0,18	2,20	-1,22	0,31	-0,23
	10	-2,01	-0,06	3,56	-2,68	0,11	-0,08
	11	-2,01	0,06	3,56	-2,68	-0,11	0,08
	12	-1,10	0,18	2,20	-1,22	-0,31	0,23
	13	-1,04	-0,10	2,07	-1,14	0,20	-0,11
	14	-1,90	-0,03	3,36	-2,53	0,07	-0,04
	15	-1,90	0,03	3,36	-2,53	-0,07	0,04
	16	-1,04	0,10	2,07	-1,14	-0,20	0,11



Şekil 4.1g. Rijit diyafram modeli ile çözülen Model 1'e ait Mx (Üst) kolon moment değişimi



Şekil 4.1h. Rijit diyafram modeli ile çözülen Model 1'e ait Mx (Alt) kolon moment değişimi



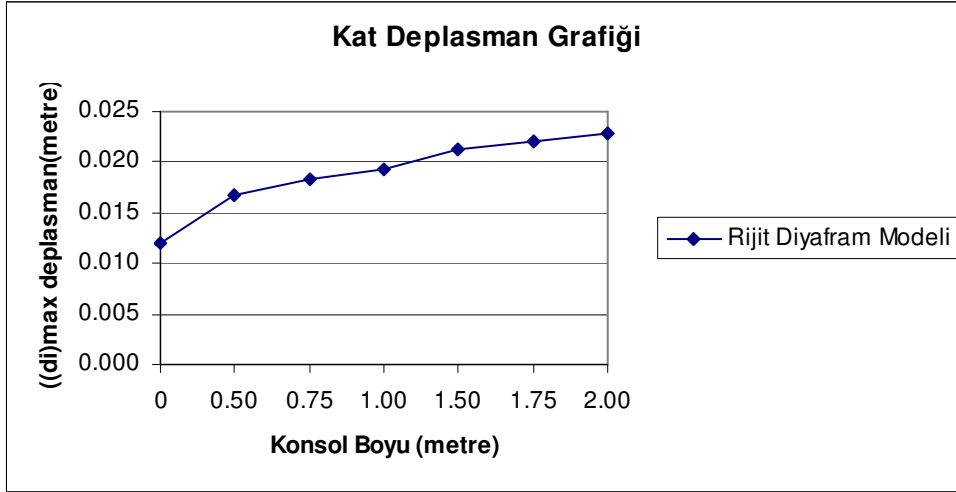
Şekil 4.1i. Rijit diyafram modeli ile çözülen Model 1'e ait Vx kolon kesme kuvveti değişimi

4.2.2. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Yanal Deplasmanlara Etkisi

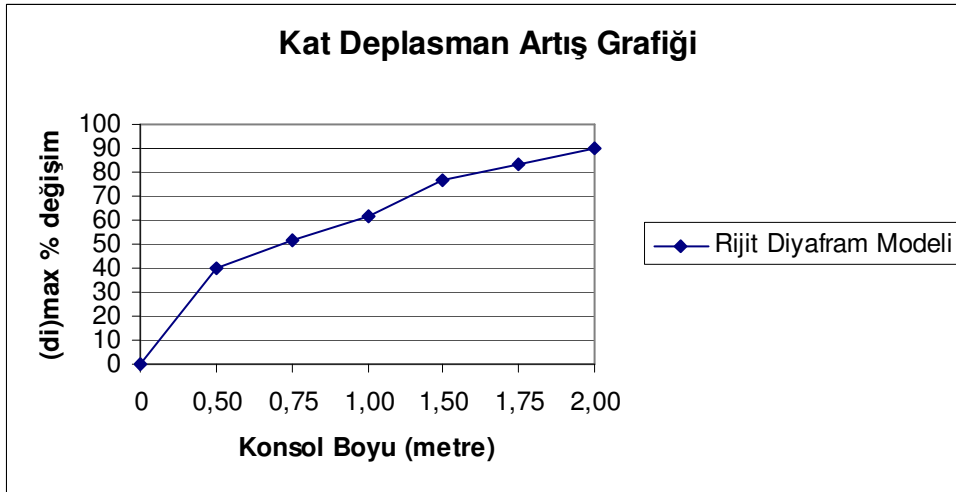
Bu bölümde, konsol çıkmaların yapıdaki deplasmanlara etkisi incelenmiştir. Bunun için Çizelge 4.9 da değişik konsol boylarındaki deplasmanlar gösterilmiş ve bu deplasmanların değişimi Şekil 4.2 de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. R.D.M ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları tablosu

Rijit Diyafram Modeli							
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00
$(d_i)_{\max}$ (metre)	0.01198	0.01679	0.01821	0.01933	0.02119	0.02201	0.02279



Şekil 4.2. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman grafiği

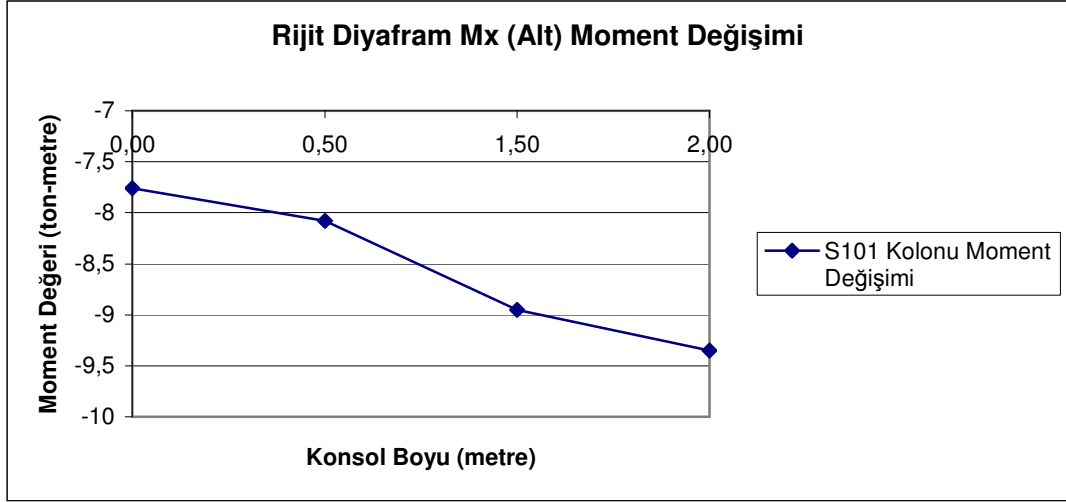


Şekil 4.3. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman artış grafiği

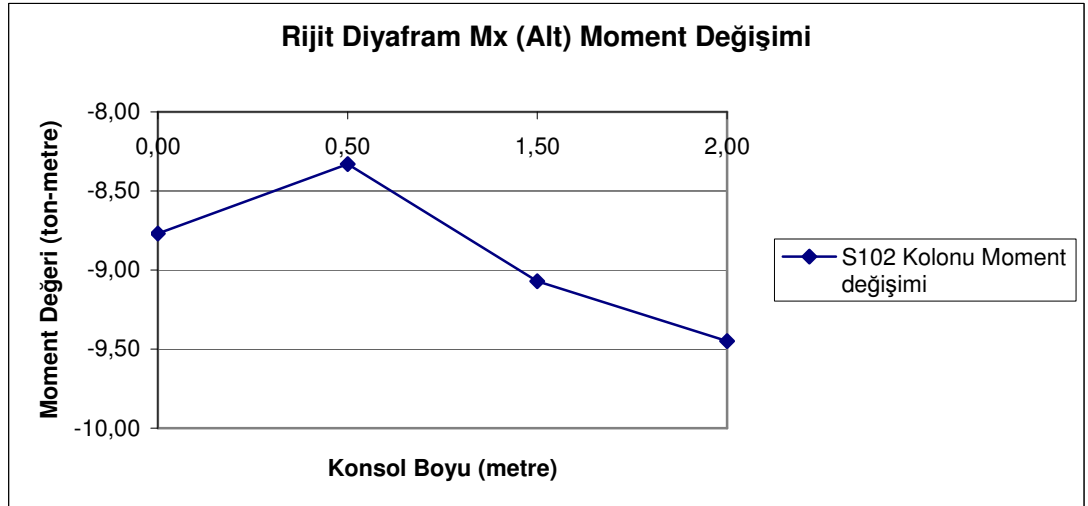
Şekilden de anlaşılacağı gibi konsol boyu arttıkça yatay kat deplasmanları da artış göstermektedir. Konsol boyu 0.50 m iken $(d_i)_{max}$ %40 artış göstermiştir. Konsol boyu arttıkça $(d_i)_{max}$ da artış göstermiş ve konsol boyu 2.00 m iken $(d_i)_{max}$ %90 artış göstermiştir. Şekildeki grafikten de anlaşılacağı gibi konsol boyunun artması kat deplasmanlarının artmasına neden olmaktadır. Tasarım yaparken bu deplasman değerlerinin dikkate alınması ve buna göre çözüm üretilmesi gerekmektedir.

4.2.3. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Kolon Momentlerine Etkisi

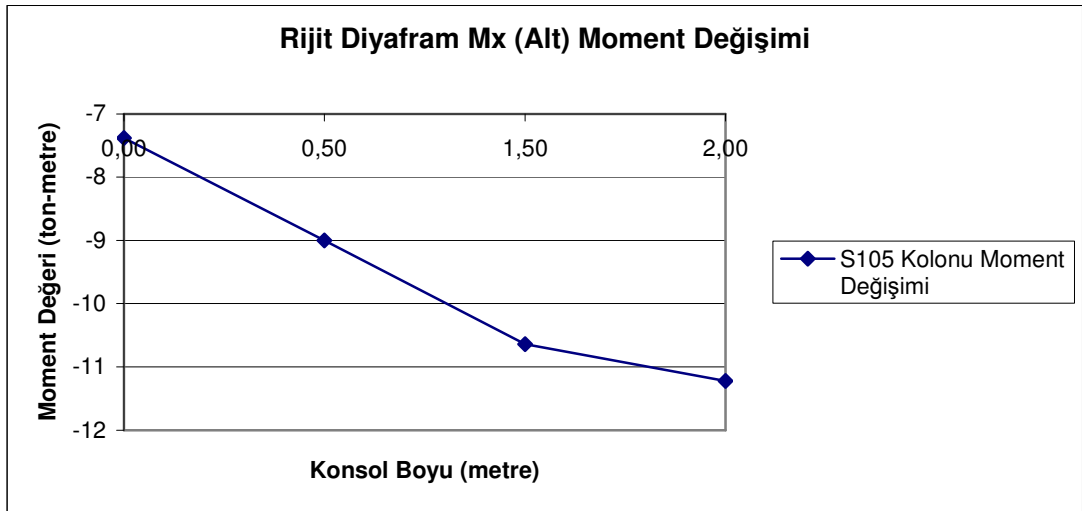
Bu bölümde, değişik konsol boylarındaki kolonların moment değerleri incelenmiştir. Konsol boylarına bağlı olarak değişen bu momentler grafik olarak aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



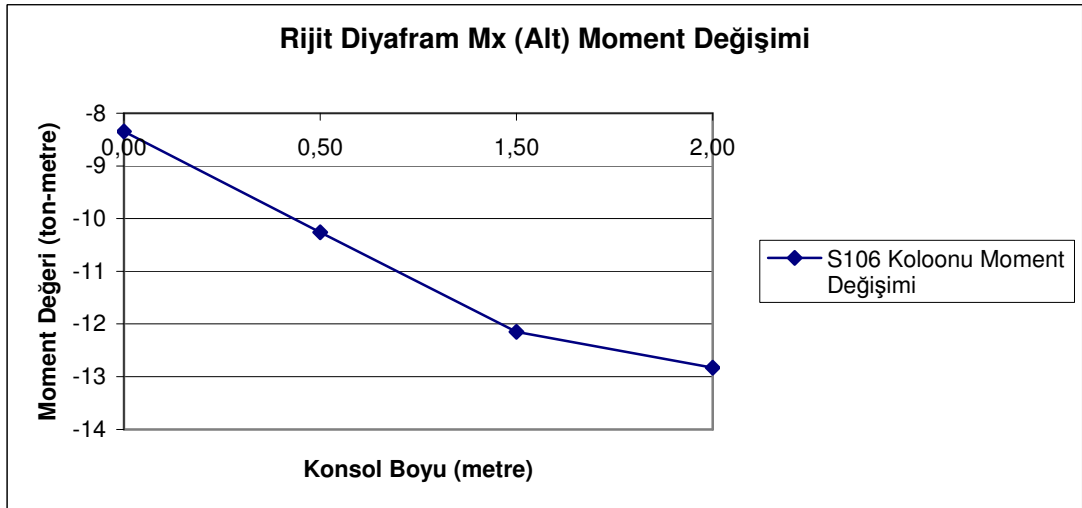
Şekil 4.4. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



Şekil 4.5. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)

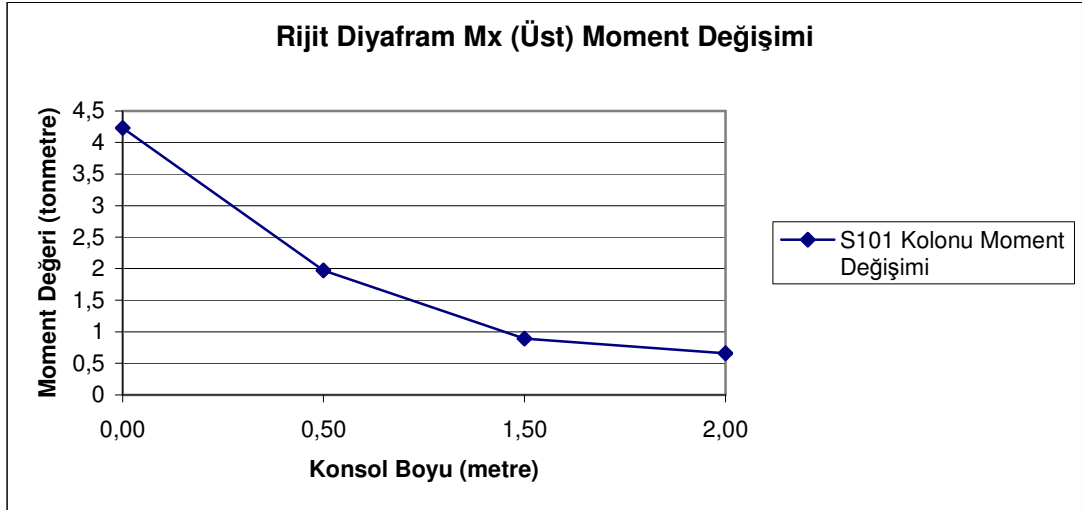


Şekil 4.6. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



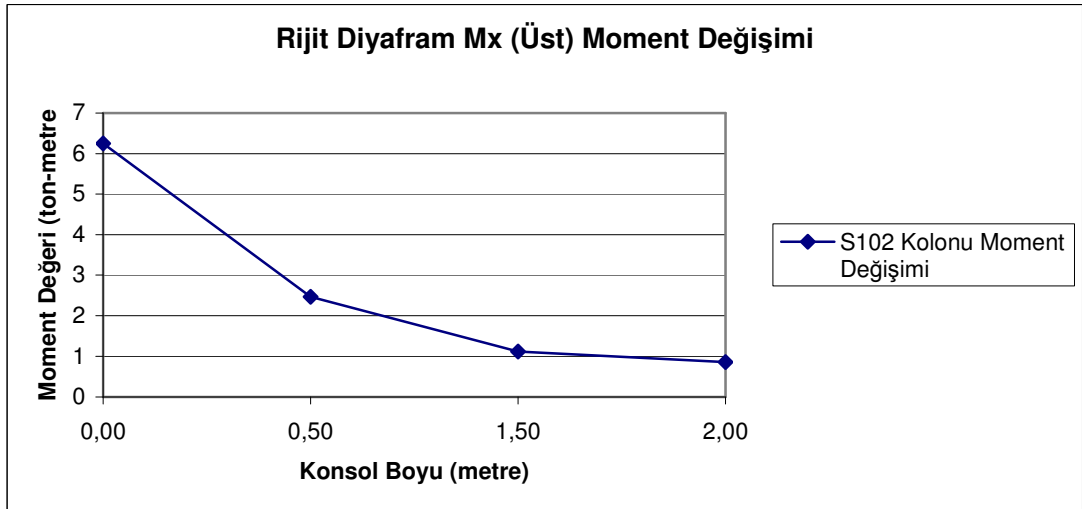
Şekil 4.7. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)

Yukarıdaki şekillerden anlaşılacağı gibi konsol boyu arttıkça kolonlarda oluşan alt moment değerleri de artış göstermektedir.



Şekil 4.8. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

Şekilden de anlaşılacağı gibi a-a aksı üzerinde bulunan S101 kolonunun x-x yönündeki kolon üst moment değeri konsol boyu arttıkça azalmaktadır. Yani, konsol boyunun artması kolonun moment alışımı azaltıyor. Bu da a-a aksı üzerinde kirişin bulunmayışından kaynaklanıyor. Şekilde de S101 kolonunun konsol boyuna bağlı olarak moment değişimini göstermektedir.

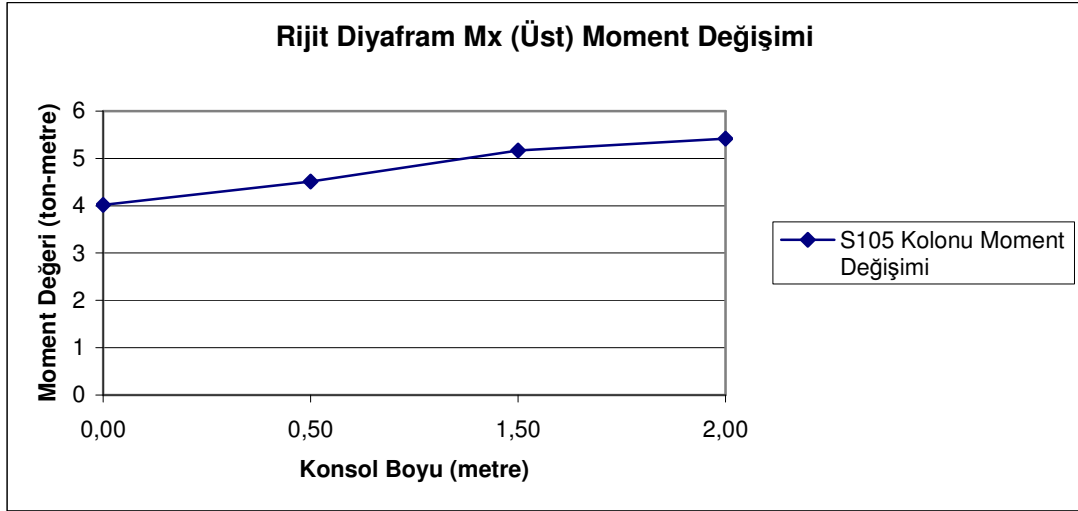


Şekil 4.9. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

Şekilden de anlaşılacağı gibi a-a aksı üzerinde bulunan S102 kolonunun x-x yönündeki moment değeri konsol boyuna bağlı olarak değişmektedir. Bu değişim şekilden de anlaşılacağı gibi konsol boyu arttıkça moment değeri azalmaktadır.

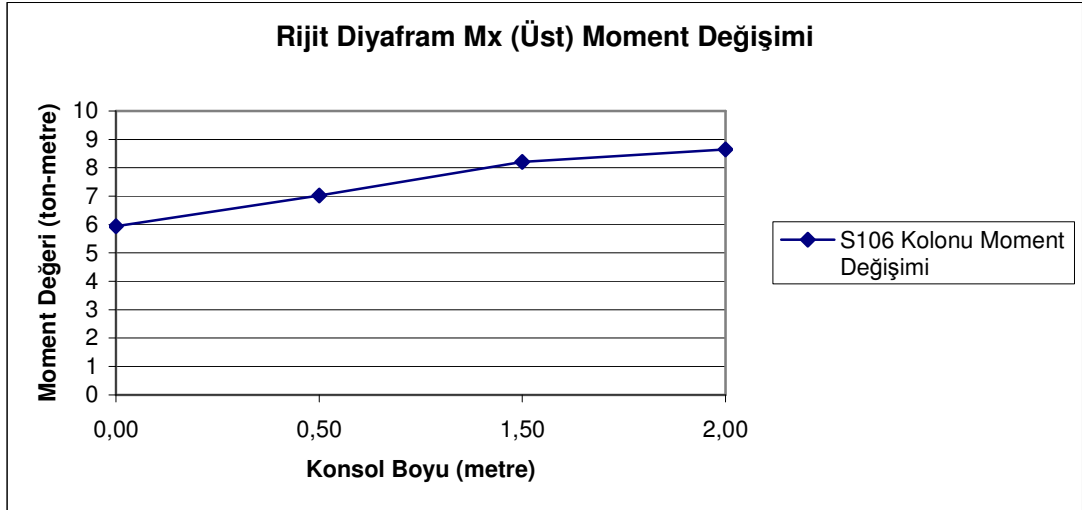
Normal kat kalıp planına bakıldığı zaman S102 kolonunun S101 kolonu ile aynı aks üzerinde bulunduğu, fakat S102 kolonunun iç bölgede olduğu görülmektedir. Şekil 5.8 ve Şekil 5.9'dan anlaşılacağı gibi, S102 kolonunun moment taşıma kapasitesi S101 kolonunun moment taşıma kapasitesinden daha büyüktür.

Aynı aks üzerinde ve iç kısımda bulunan kolonların moment taşıma kapasitelerinin daha büyük olduğu görülmektedir.



Şekil 4.10. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

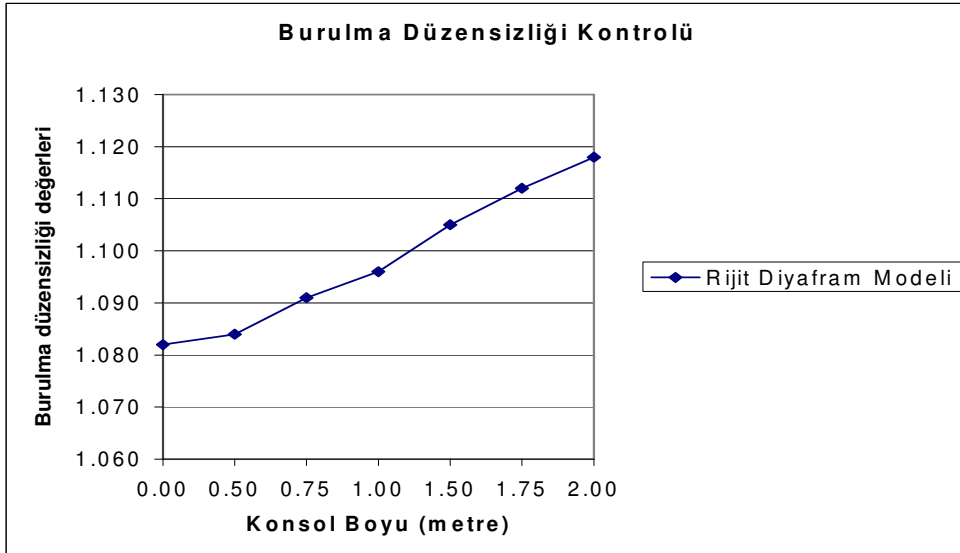
S105 kolonu b-b aksı üzerinde bulunmaktadır. Konsol boyunun artmasıyla S105 kolonunun moment taşıma kapasitesi de artmaktadır. Bu durumun nedeni, yapıda konsol çıkma yapılmasından ve a-a aksı üzerinde kirişin bulunmamasından kaynaklanmaktadır. Böylece a-a aksı üzerinde bulunan kolonların taşıyacağı moment değerlerinin bir kısmı iç taraflara aktarılarak, bu bölgede yığılmalar meydana gelmektedir. Bundan dolayı b-b aksı üzerinde bulunan kolonların moment değerleri artış göstermektedir. Şekilden de anlaşılacağı gibi konsol boyu 0.00 m. iken kolonun taşıdığı moment değeri 4.00 tonmetre civarında iken konsol boyunun 2.00 m. olması durumunda moment değeri 5.50 tonmetre civarına arttığı görülmektedir.



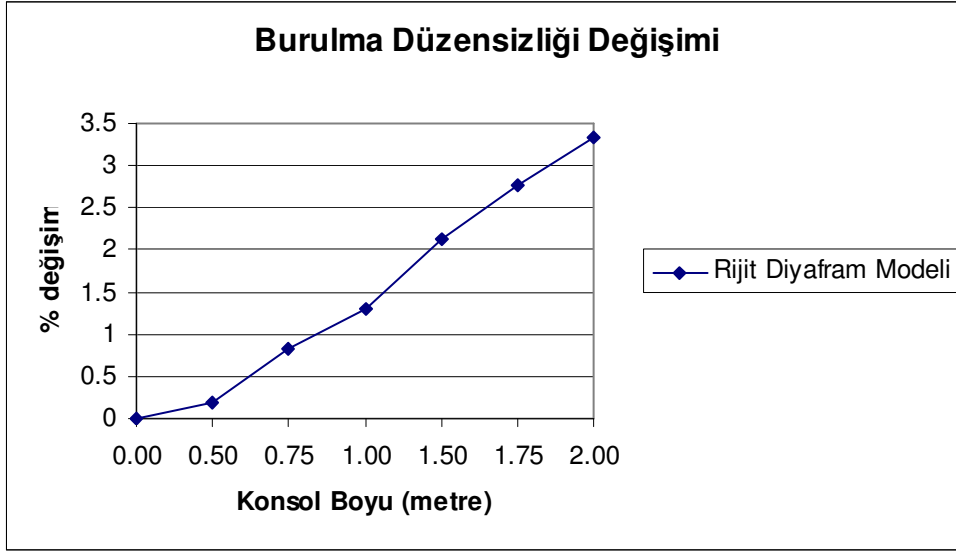
Şekil 4.11. R.D.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

4.2.4. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Burulma Düzensizliğine Etkisi

Konsol çıkmaların yapıdaki burulma düzensizliğine etkisi incelenmiştir. Buna göre Şekil 4.12 'de burulma düzensizliği değerleri gösterilmiştir. Şekil 4.13'te de burulma düzensizliğinin % olarak değişimi gösterilmiştir. Burulma düzensizliklerinde ciddi bir fark olmadığı görülmüştür.



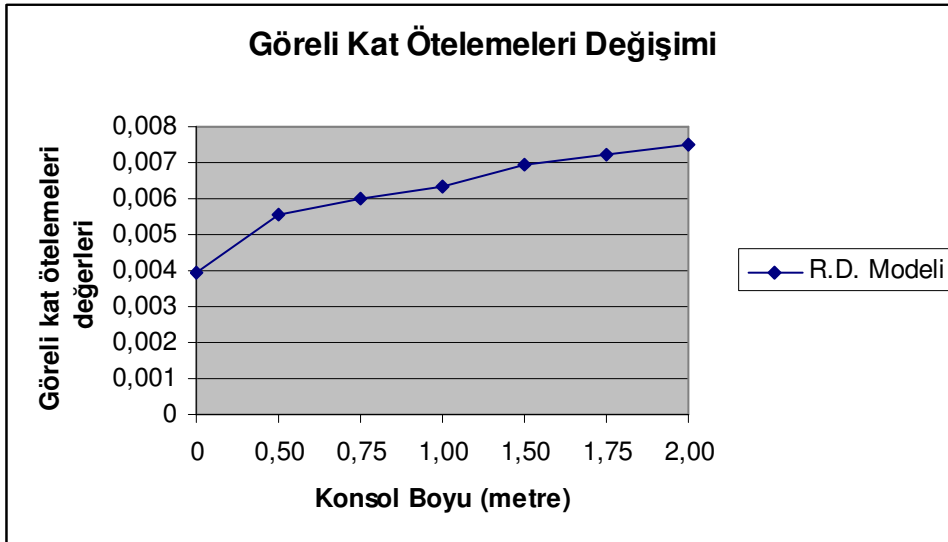
Şekil 4.12. R.D.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerleri



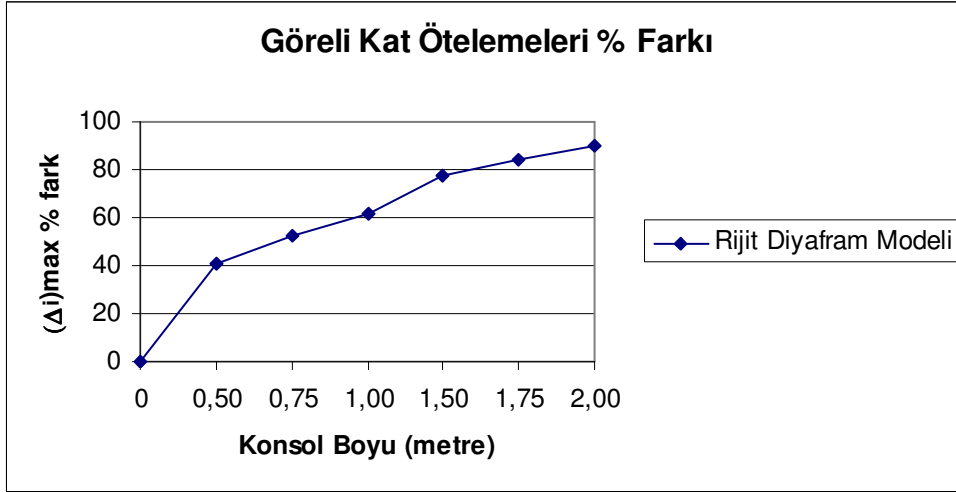
Şekil 4.13. R.D.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerlerinin % değişimi

4.2.5. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Görelî Kat Ötelemelerine Etkisi

Burada görelî kat ötelemeleri değerleri gösterilmiştir. Örnek modelimizde görelî kat ötelemelerinin ikinci katta maksimum olduğu görülmüştür.



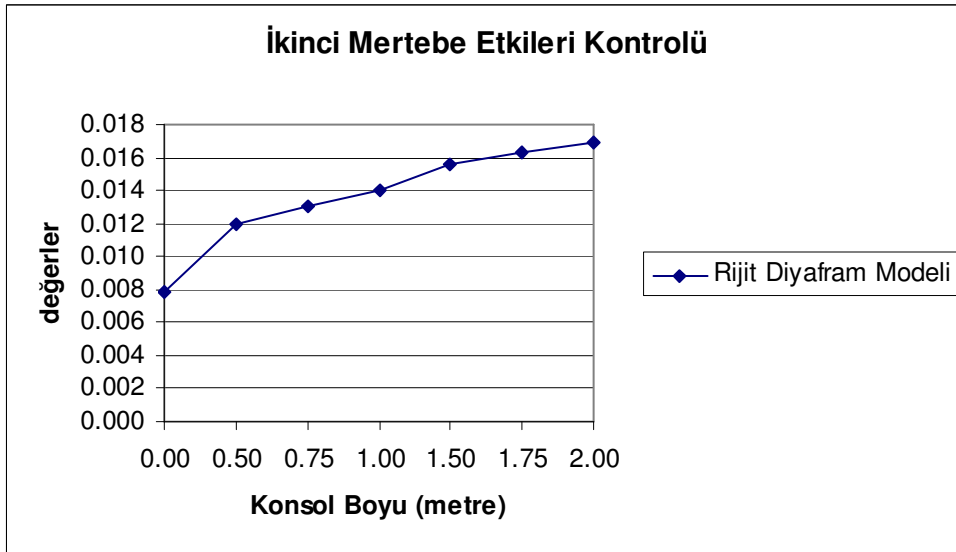
Şekil 4.14. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri değişimi



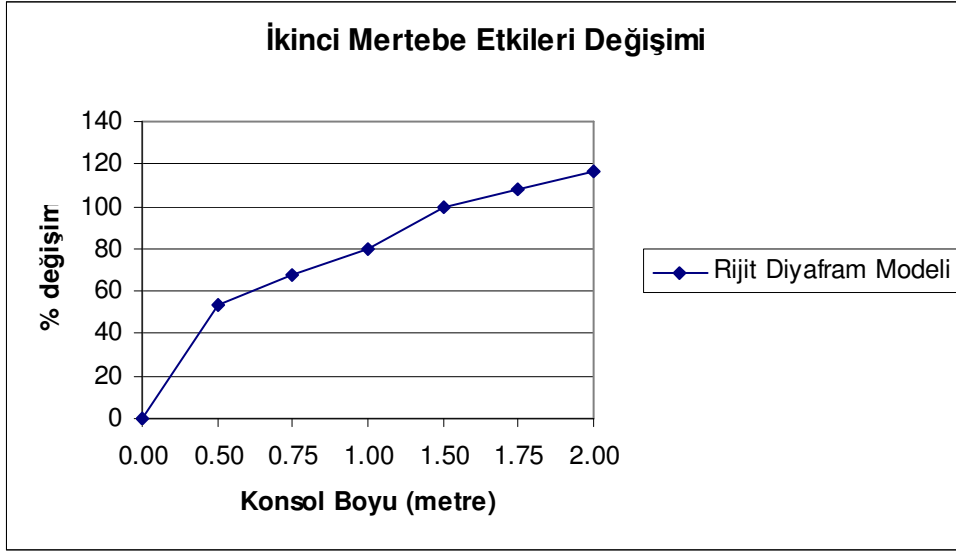
Şekil 4.15. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri % farkı

4.2.6. Konsol Çıkmaların Yapıdaki İkinci Mertebe Etkilerine Etkisi

Bu bölümde ikinci mertebe etkileri incelenmiş ve bu değişim aşağıdaki grafiklerle gösterilmiştir.



Şekil 4.16. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkileri



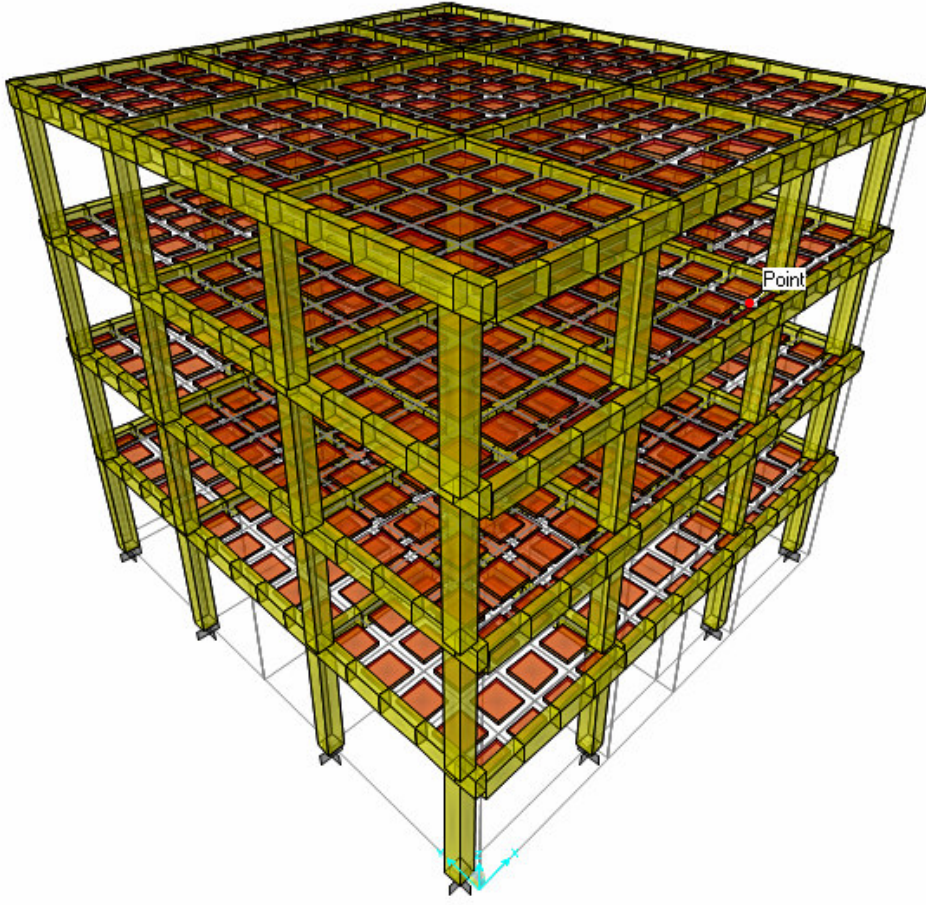
Şekil 4.17. R.D.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkilerinin % değişimi

4.3. Shell Modeli Kabulü ile Konsol Çıkmalı Çerçvelerin Yapı Rijitliğine Etkisi

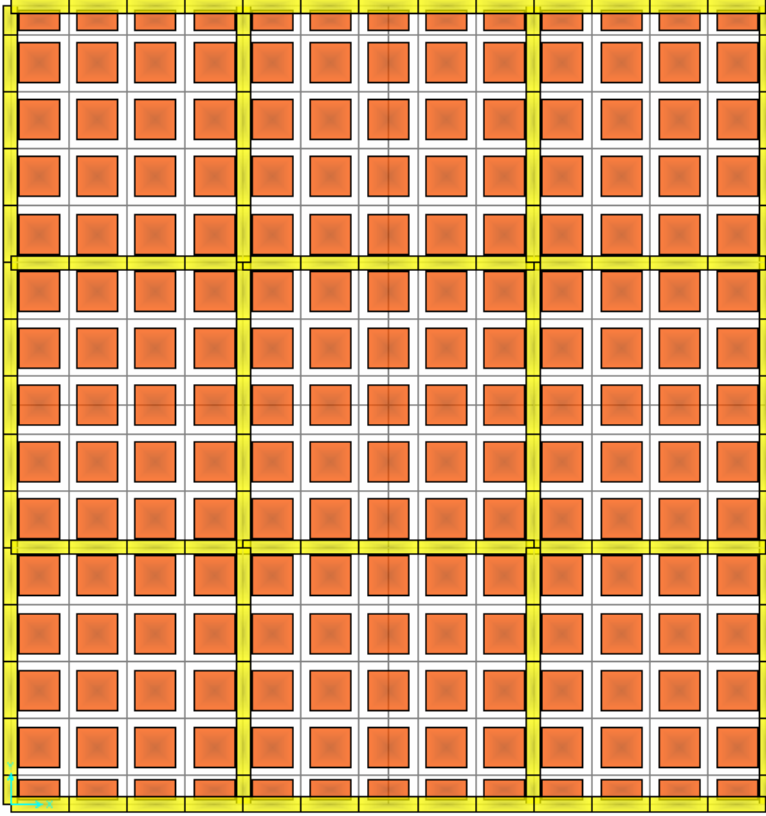
Bu bölümde, konsol çıkmanın yapı rijitliğine etkisinin tespiti için, bölüm 4.2'deki farklı konsol boylarındaki örnekler çözülmüş ve rijit diyafram kabulü ile karşılaştırılmıştır.

4.3.1. Model 1

Bu örnekte betonarme çerçevelerden oluşan 4 katlı bir yapının, sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak SAP2000 programı ile deprem hesabı yapılmıştır. Deprem hesabı yapılırken katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri olarak daha önceden rijit diyafram kabulü ile Model 1'de bulunan yükler kullanılmıştır. Böylece rijit diyafram kabulü yapılarak çözülen örnek ile karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.18a Model 1'e ait yapının perspektif görünüşü



Şekil 4.18b. Model 1'e ait normal kat kalıp planı

Bu deprem yükleri kat kütle merkezlerine $\pm 5\%$ eksantrisite ile uygulandığında oluşturacağı moment etkisi de hesaplandı. Bunun için sonlu eleman yöntemi kullanılarak kat döşemeleri oluşturuldu. Bu elemanlar belirli oranlarda parçalara bölündü. Her kat hizasına gelen eşdeğer deprem yükleri kat alanına bölünerek o katın x-x doğrultusunda yayılı yük şeklinde yükleme yapıldı. Moment etkisi de, sonlu elemanlarla oluşturulup parçalara ayrılan döşeme elemanlarının düğüm noktalarına tekil yük olarak etki edecek şekilde mathematica programı yardımı ile bulundu. Bulunan tekil yükler, deprem doğrultusunda (x-x yönü) ve kendi sırasında bulunan düğüm sayısına bölünerek o sıradaki bütün düğüm noktalarına eşit miktarda tekil yük gelecek şekilde yükleme yapıldı. Bu iki yükleme durumu oluşturulduktan sonra analiz yapıldı ve A1 burulma düzensizliği, görelî kat ötelemeleri kontrolü, ikinci mertebe etkilerinin kontrolü yapıldı.

Çizelge 4.10. Model 1'e ait burulma düzensizliği kontrolü (A1)

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(d_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\min}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}
4	0.0154000	0.0127800	0.0026000	0.002170	0.00238500	1.090
3	0.0128000	0.0106100	0.0041800	0.003480	0.00383000	1.091
2	0.0086200	0.0071300	0.0050800	0.004210	0.00464500	1.094
1	0.0035400	0.0029200	0.0035400	0.002920	0.00323000	1.096

Çizelge 4.11. Model 1'e ait görelî kat ötelemeleri kontrolü

Kat No	$(d_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\max}$	h_i	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$
4	0.0154000	0.0026000	3.10	0.000838710
3	0.0128000	0.0041800	3.10	0.001348387
2	0.0086200	0.0050800	3.10	0.001638710
1	0.0035400	0.0035400	3.10	0.001141935

Çizelge 4.12. Model 1'e ait ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

Kat No	w_i	$\sum_{j=i}^N w_j$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	V_i	h_i	θ_i
4	138.320	138.320	0.00238500	25.2516	3.10	0.004214274
3	138.320	276.640	0.00383000	44.1903	3.10	0.007734373
2	138.320	414.960	0.00464500	56.8161	3.10	0.010943565
1	138.320	553.280	0.00323000	63.1290	3.10	0.009131810

Çizelge 4.13. Model 1'e ait kolon kesit tesirleri

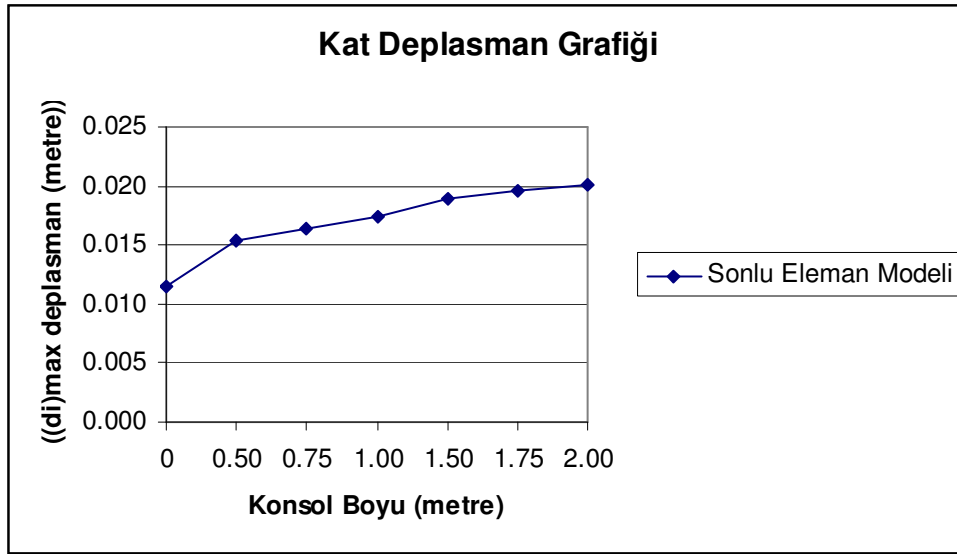
KAT	KOLON	Vx	Vy	Mx (Üst)	Mx (Alt)	My (Üst)	My (Alt)
1	S101	-3,28	-0,42	2,34	-7,82	0,52	-0,80
	S102	-3,65	-0,09	3,11	-8,21	0,06	-0,24
	S103	-3,65	0,09	3,11	-8,21	-0,06	0,24
	S104	-3,28	0,42	2,34	-7,82	-0,52	0,80
	S105	-4,31	-0,44	4,68	-8,68	0,54	-0,81
	S106	-5,46	-0,19	7,06	-9,87	0,26	-0,34
	S107	-5,46	0,19	7,06	-9,87	-0,26	0,34
	S108	-4,31	0,44	4,68	-8,68	-0,54	0,81
	S109	-4,02	-0,51	4,36	-8,10	0,68	-0,89
	S110	-5,10	-0,17	6,60	-9,22	0,21	-0,32
	S111	-5,10	0,17	6,60	-9,22	-0,21	0,32
	S112	-4,02	0,51	4,36	-8,10	-0,68	0,89
	S113	-2,72	-0,34	1,91	-6,51	0,33	-0,72
	S114	-3,03	-0,18	2,56	-6,84	0,24	-0,33
	S115	-3,03	0,18	2,56	-6,84	-0,24	0,33
	S116	-2,72	0,34	1,91	-6,51	-0,33	0,72
2	S201	-2,02	-0,44	3,28	-2,98	0,67	-0,69
	S202	-2,68	-0,05	4,27	-4,04	0,09	-0,07
	S203	-2,68	0,05	4,27	-4,04	-0,09	0,07
	S204	-2,02	0,44	3,28	-2,98	-0,67	0,69
	S205	-4,02	-0,46	6,26	-6,19	0,71	-0,71
	S206	-6,20	-0,22	9,58	-9,64	0,35	-0,35
	S207	-6,20	0,22	9,58	-9,64	-0,35	0,35
	S208	-4,02	0,46	6,26	-6,19	-0,71	0,71
	S209	-3,76	-0,57	5,86	-5,80	0,89	-0,88
	S210	-5,81	-0,17	8,98	-9,03	0,26	-0,26
	S211	-5,81	0,17	8,98	-9,03	-0,26	0,26
	S212	-3,76	0,57	5,86	-5,80	-0,89	0,88
	S213	-1,68	-0,25	2,72	-2,50	0,41	-0,36
	S214	-2,23	-0,19	3,55	-3,38	0,29	-0,30
	S215	-2,23	0,19	3,55	-3,38	-0,29	0,30
	S216	-1,68	0,25	2,72	-2,50	-0,41	0,36
3	S301	-1,57	-0,30	3,18	-1,69	0,49	-0,42
	S302	-2,07	-0,05	3,90	-2,52	0,10	-0,05
	S303	-2,07	0,05	3,90	-2,52	-0,10	0,05
	S304	-1,57	0,30	3,18	-1,69	-0,49	0,42
	S305	-3,09	-0,33	5,35	-4,26	0,54	-0,47
	S306	-4,86	-0,17	7,92	-7,15	0,28	-0,26
	S307	-4,86	0,17	7,92	-7,15	-0,28	0,26
	S308	-3,09	0,33	5,35	-4,26	-0,54	0,47
	S309	-2,90	-0,46	5,00	-4,00	0,75	-0,69
	S310	-4,56	-0,13	7,43	-6,72	0,21	-0,18
	S311	-4,56	0,13	7,43	-6,72	-0,21	0,18
	S312	-2,90	0,46	5,00	-4,00	-0,75	0,69
	S313	-1,31	-0,23	2,65	-1,41	0,40	-0,29
	S314	-1,73	-0,13	3,26	-2,10	0,22	-0,20
	S315	-1,73	0,13	3,26	-2,10	-0,22	0,20
	S316	-1,31	0,23	2,65	-1,41	-0,40	0,29
4	S401	-0,70	-0,13	1,88	-0,29	0,25	-0,17
	S402	-1,14	-0,03	2,59	-0,94	0,08	-0,03
	S403	-1,14	0,03	2,59	-0,94	-0,08	0,03
	S404	-0,70	0,13	1,88	-0,29	-0,25	0,17
	S405	-1,72	-0,17	3,33	-2,02	0,30	-0,22
	S406	-3,05	-0,12	5,30	-4,14	0,20	-0,16
	S407	-3,05	0,12	5,30	-4,14	-0,20	0,16
	S408	-1,72	0,17	3,33	-2,02	-0,30	0,22
	S409	-1,62	-0,32	3,13	-1,90	0,56	-0,44
	S410	-2,87	-0,07	4,99	-3,90	0,12	-0,09
	S411	-2,87	0,07	4,99	-3,90	-0,12	0,09
	S412	-1,62	0,32	3,13	-1,90	-0,56	0,44
	S413	-0,58	-0,15	1,57	-0,23	0,31	-0,17
	S414	-0,95	-0,06	2,16	-0,78	0,11	-0,08
	S415	-0,95	0,06	2,16	-0,78	-0,11	0,08
	S416	-0,58	0,15	1,57	-0,23	-0,31	0,17

4.3.2. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Yanal Deplasmanlara Etkisi

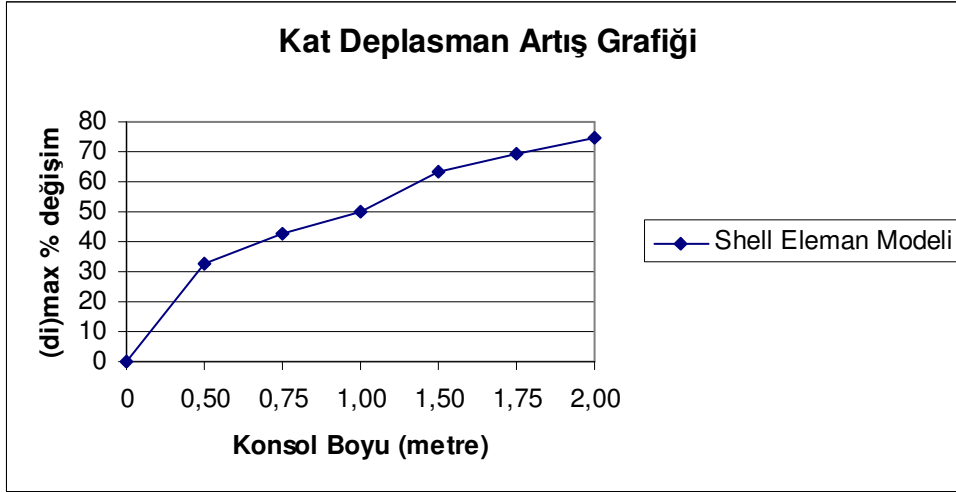
Bu bölümde, konsol çıkmaların yapıdaki deplasmanlara etkisi incelenmiştir. Bunun için Çizelge 5.14'te değişik konsol boylarındaki deplasmanlar gösterilmiş ve bu deplasmanların değişimi Şekil 5.19 da grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. S.E.M. ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları tablosu

Sonlu Elemanlar Modeli							
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00
$(d_i)_{\max}$ (metre)	0.01155	0.01535	0.01645	0.01735	0.01886	0.01952	0.02015



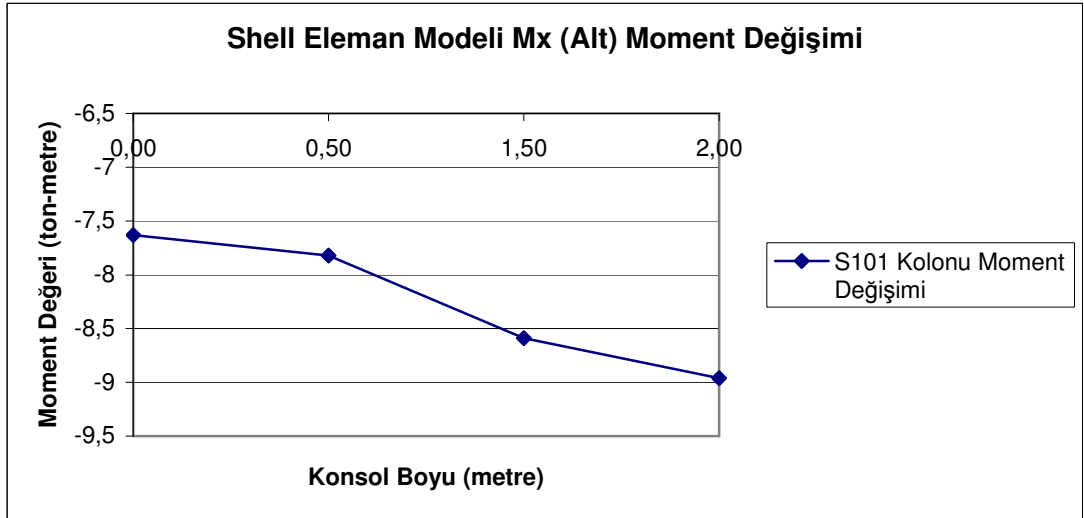
Şekil 4.19. S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman grafiği



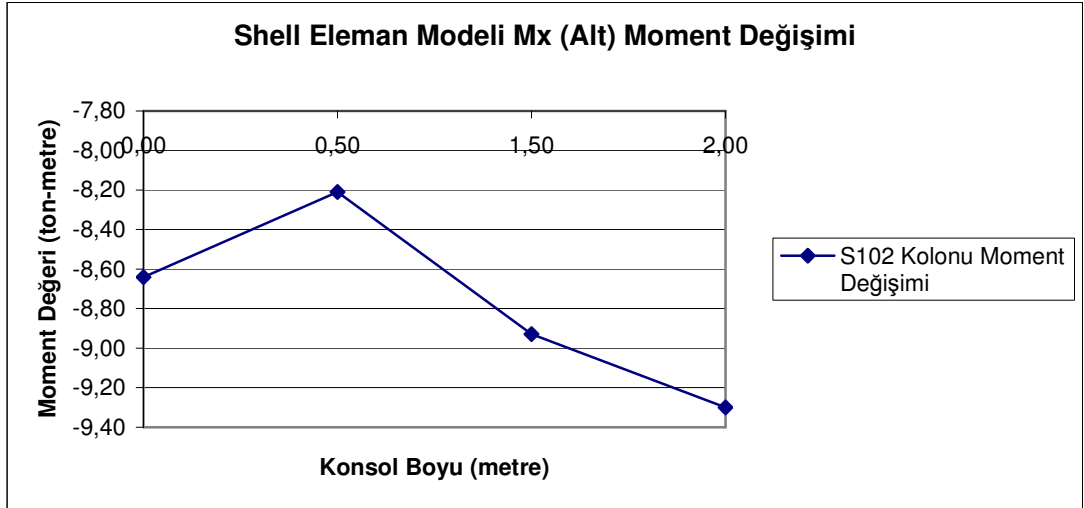
Şekil 4.20. S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman artış grafiği

4.3.3. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Kolon Momentlerine Etkisi

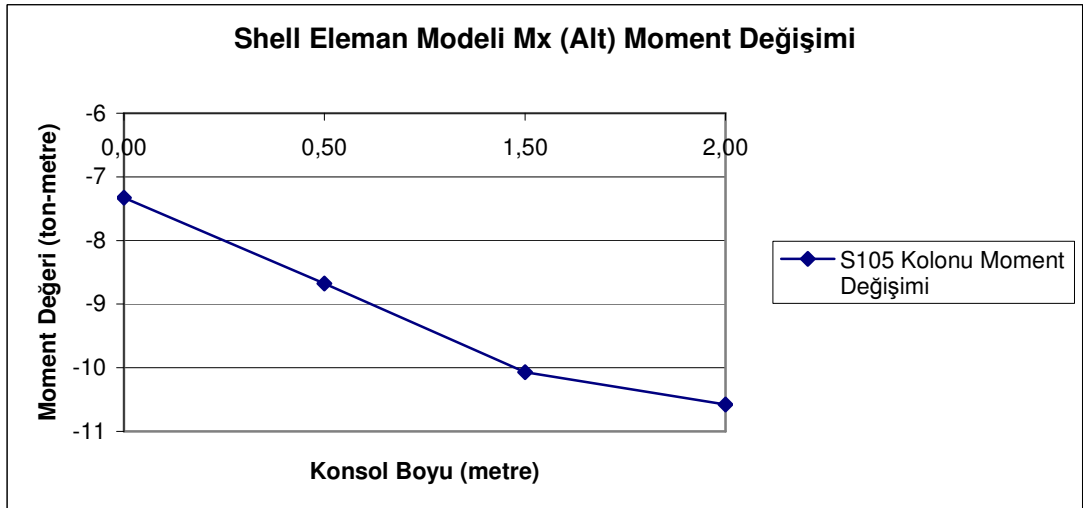
Bu bölümde, değişik konsol boylarındaki kolonların moment değerleri incelenmiştir. Konsol boylarına bağlı olarak değişen bu momentler grafik olarak aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



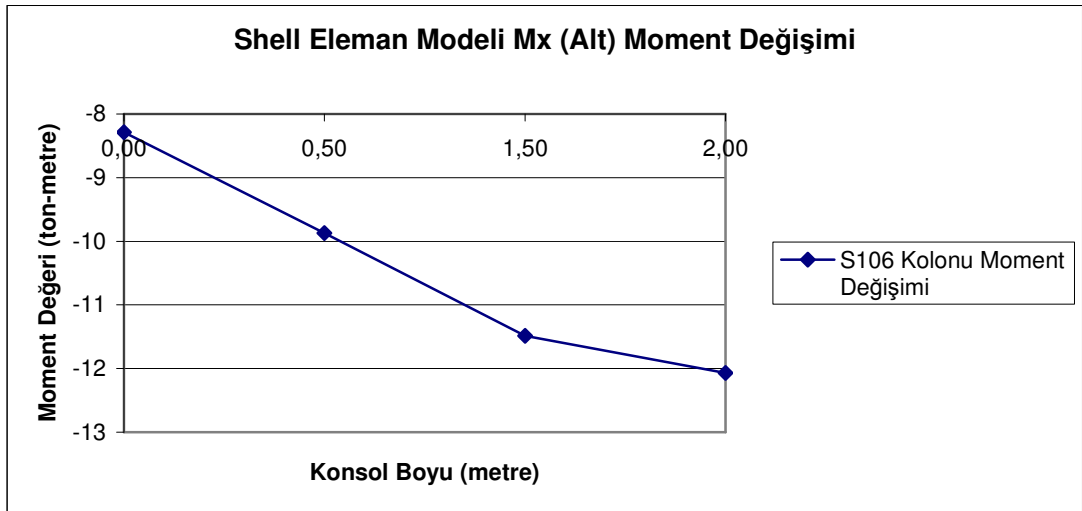
Şekil 4.21. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



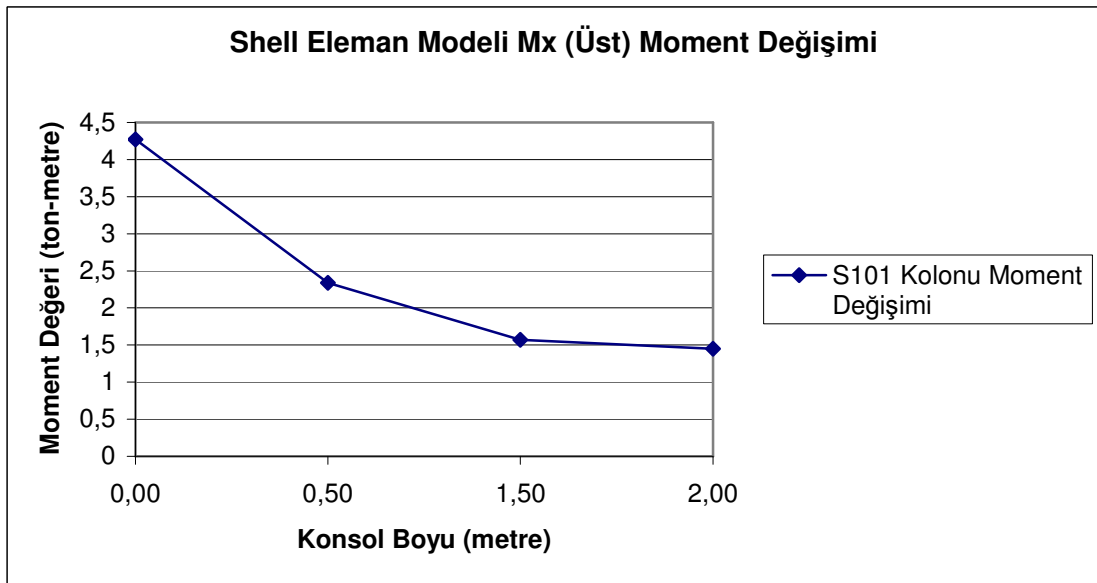
Şekil 4.22. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



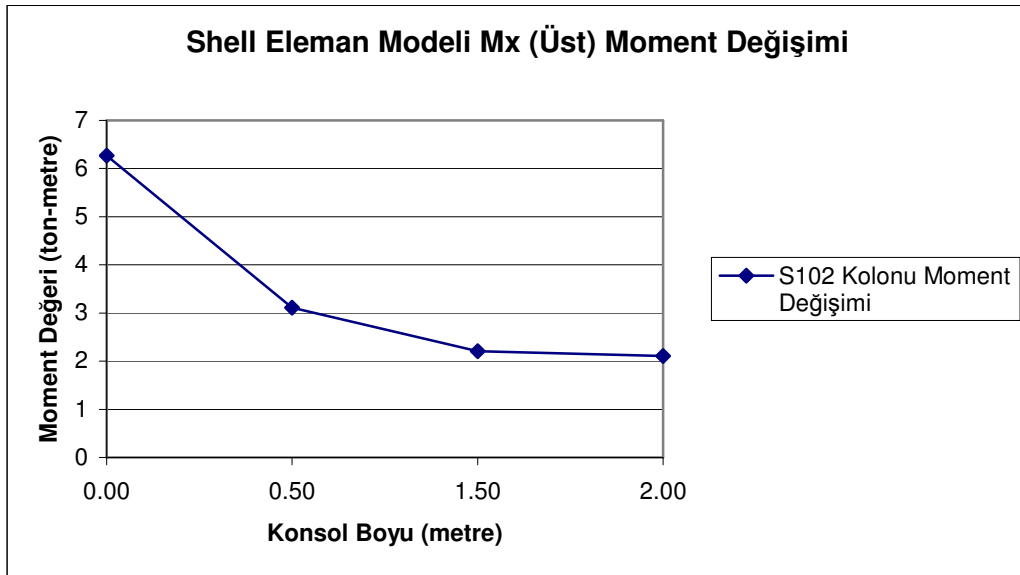
Şekil 4.23. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



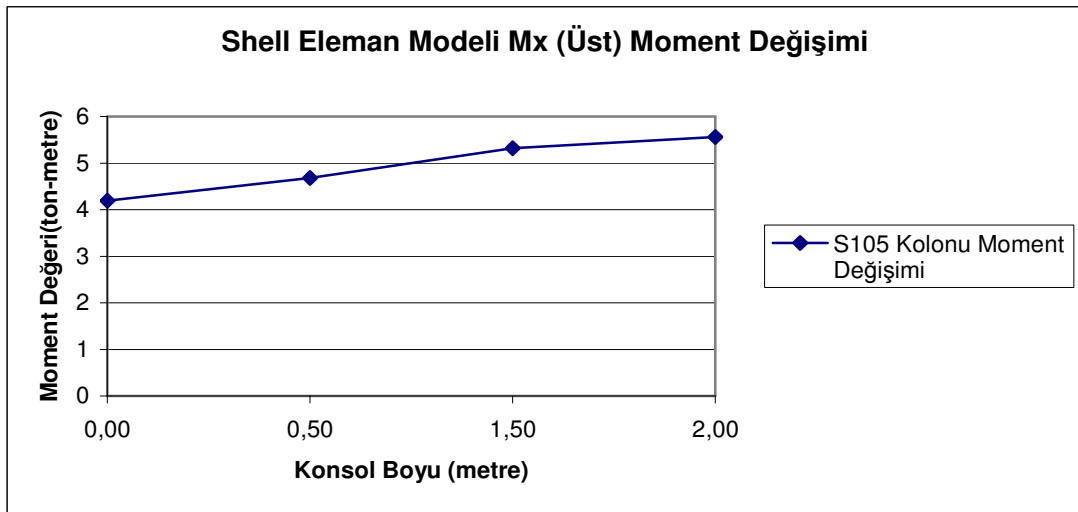
Şekil 4.24. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



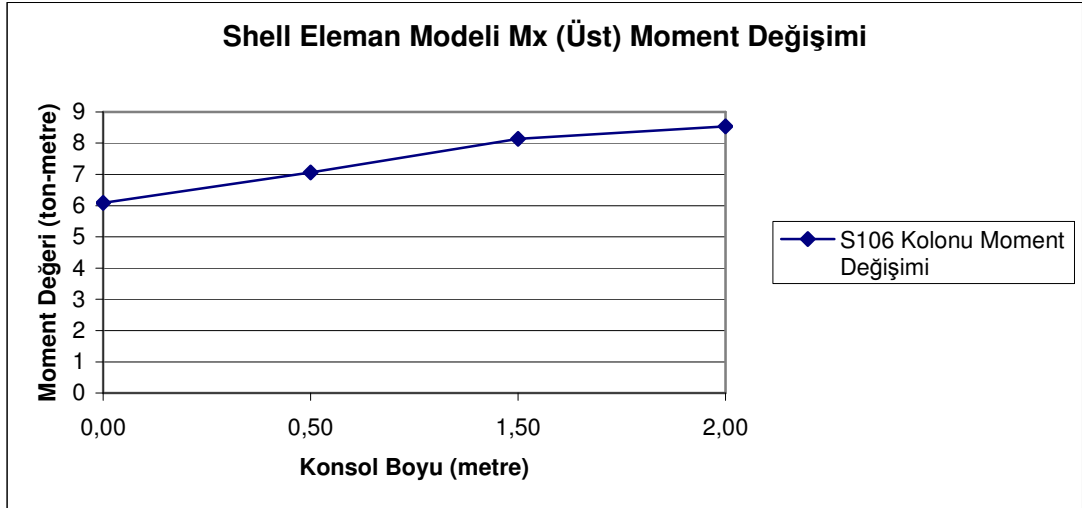
Şekil 4.25. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)



Şekil 4.26. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)



Şekil 4.27. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

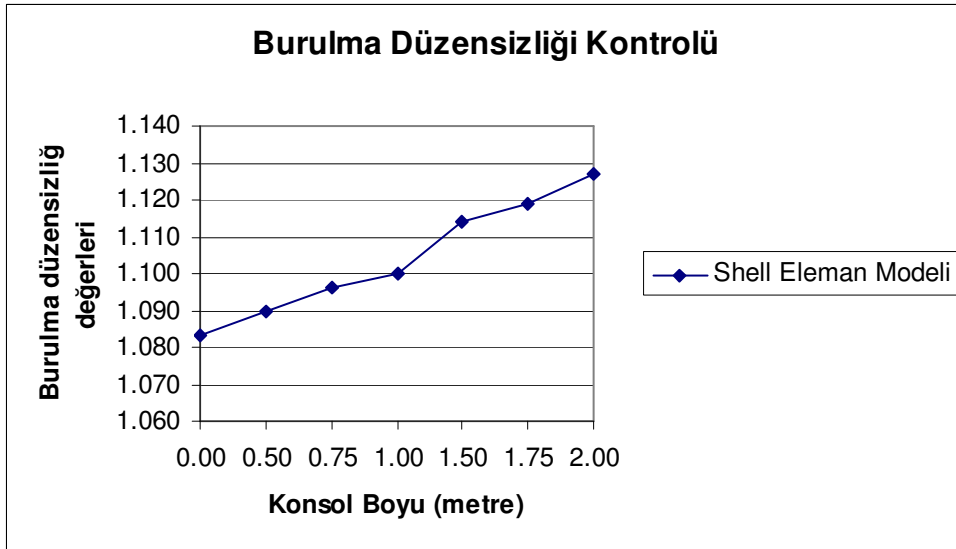


Şekil 4.28. S.E.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

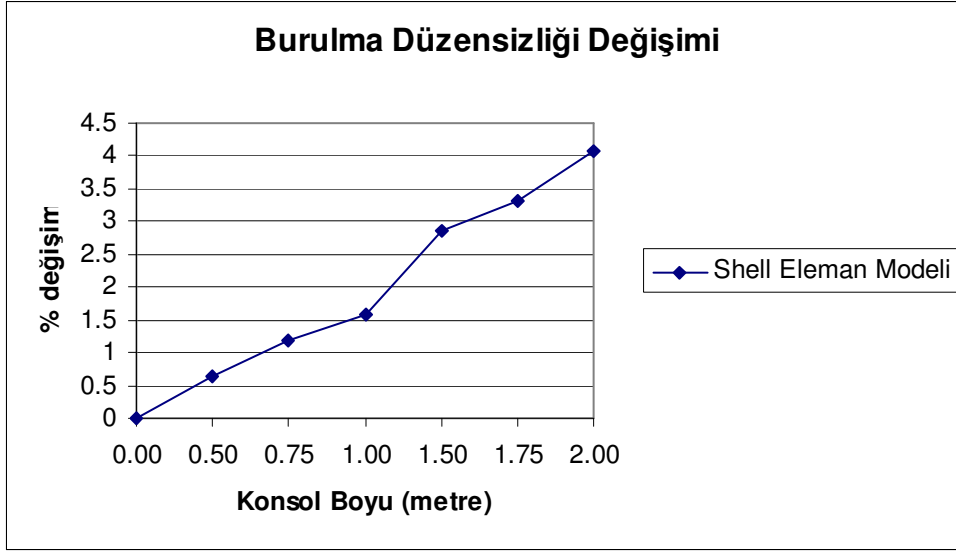
Yukarıdaki şekillerden anlaşılacağı gibi konsol boyu arttıkça kolon alt momentleri artış göstermektedir. Kolon üst momentlerinde ise a-a aksı üzerinde bulunan kolonlarda azalış, b-b aksı üzerinde bulunan momentlerde ise artış görülmektedir.

4.3.4. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Burulma Düzensizliğine Etkisi

Konsol çıkmaların yapıdaki burulma düzensizliğine etkisi incelenmiştir. Buna göre Şekil 5.29 'da burulma düzensizliği değerleri gösterilmiştir. Şekil 5.30'da burulma düzensizliğinin % olarak değişimi gösterilmiştir.



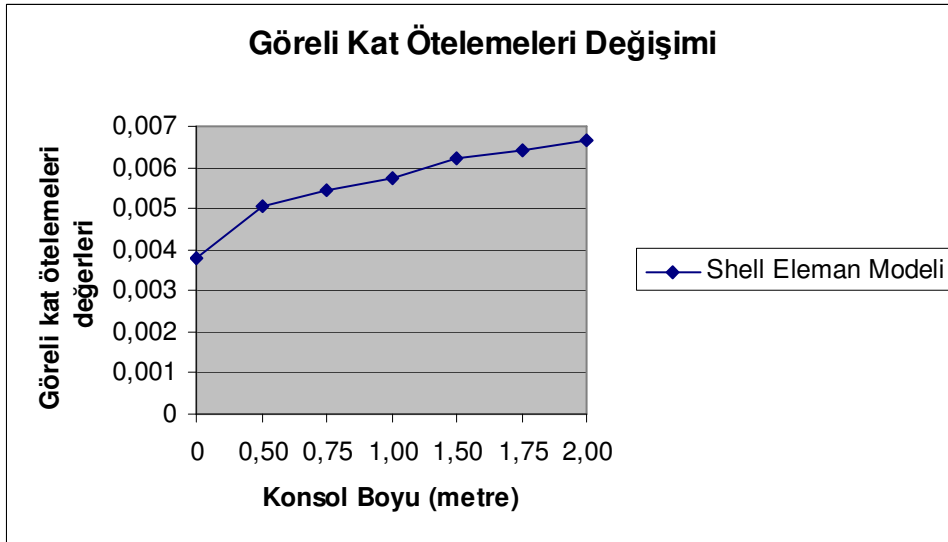
Şekil 4.29. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerleri



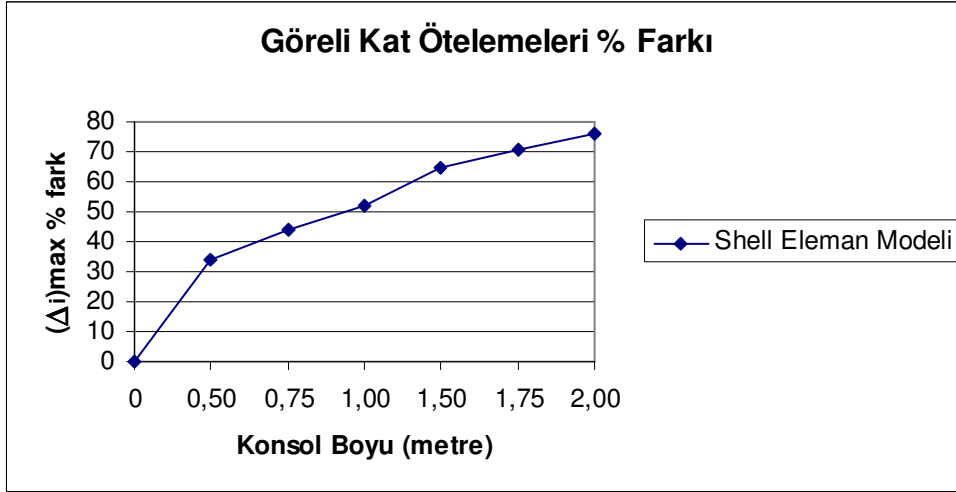
Şekil 4.30. S.E.M. ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerlerinin % değişimi

4.3.5. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Görelî Kat Ötelemelerine Etkisi

Burada görelî kat ötelemeleri değerleri gösterilmiştir. Örnek modelimizde görelî kat ötelemelerinin ikinci katta maksimum olduğu görülmüştür.



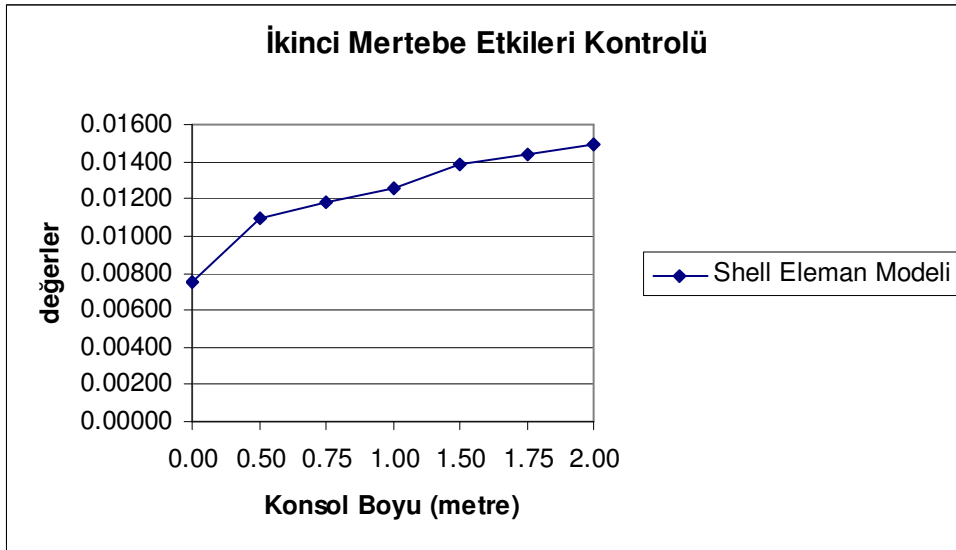
Şekil 4.31. S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri değişimi



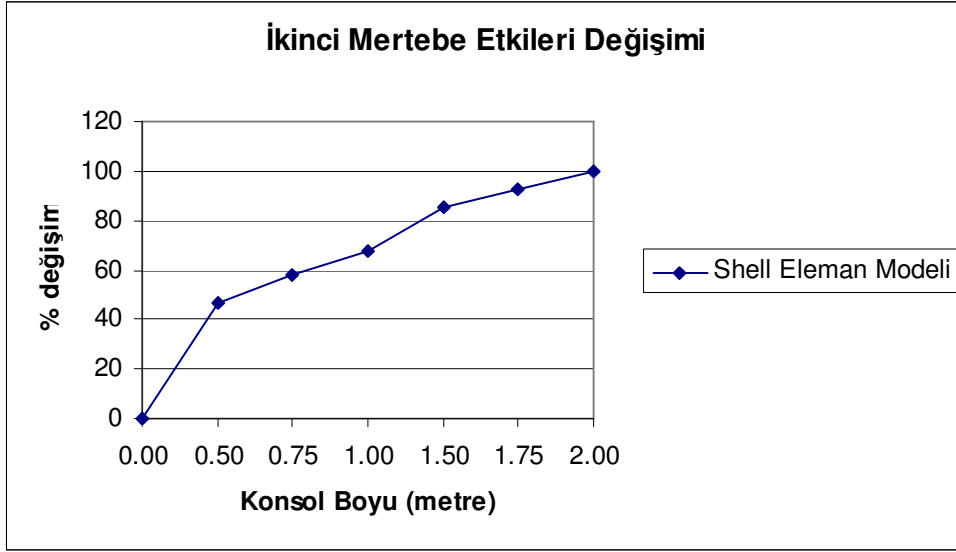
Şekil 4.32. S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri % farkı

4.3.6. Konsol Çıkmaların Yapıdaki İkinci Mertebe Etkilerine Etkisi

Bu bölümde ikinci mertebe etkileri incelenmiş ve bu değişim aşığıdaki grafiklerle gösterilmiştir.



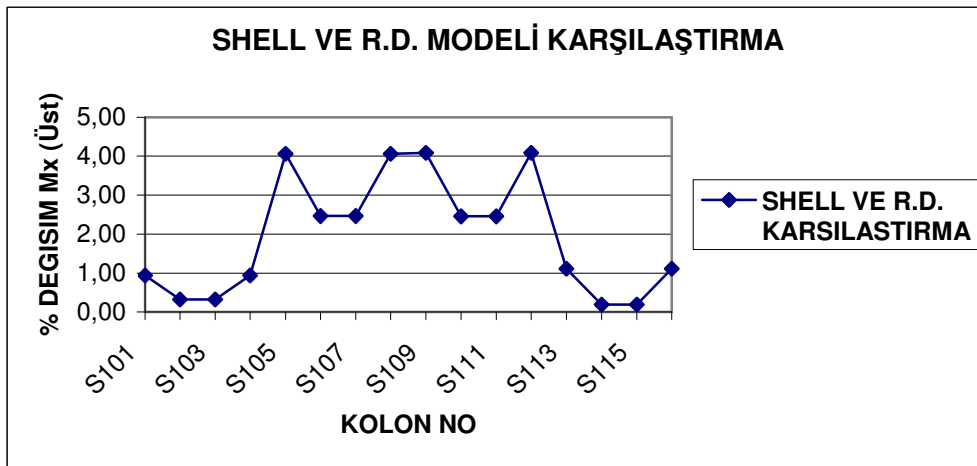
Şekil 4.33. S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkileri



Şekil 4.34. S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkilerinin % değişimi

4.3.7. Shell Eleman Modeli ile Rijit Diyafram Modelinin Karşılaştırılması

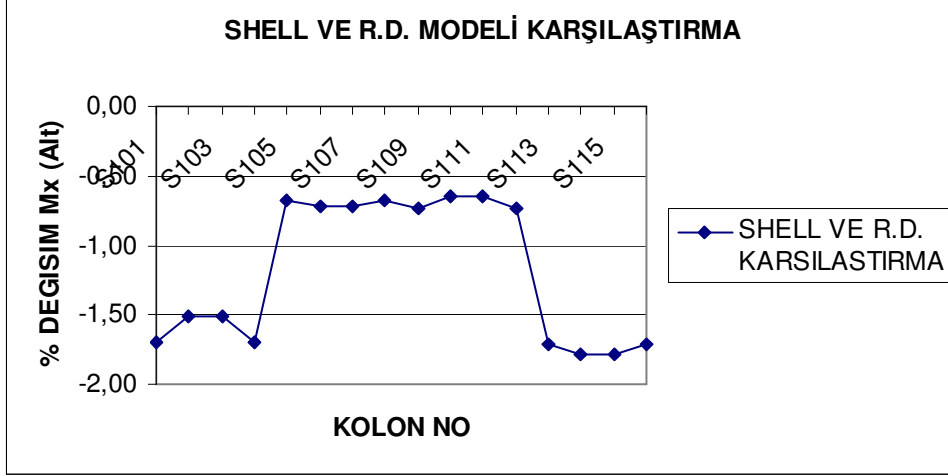
Bu bölümde, Model 1 ve Model 5'e ait kolon üst ve alt momentleri ile kolon taban kesme kuvvetlerinin değişimleri incelenmiştir. Değişik konsol boylarındaki kolonların moment değerleri kıyaslanmış ve ayrıca kat deplasmanları da karşılaştırılmıştır.



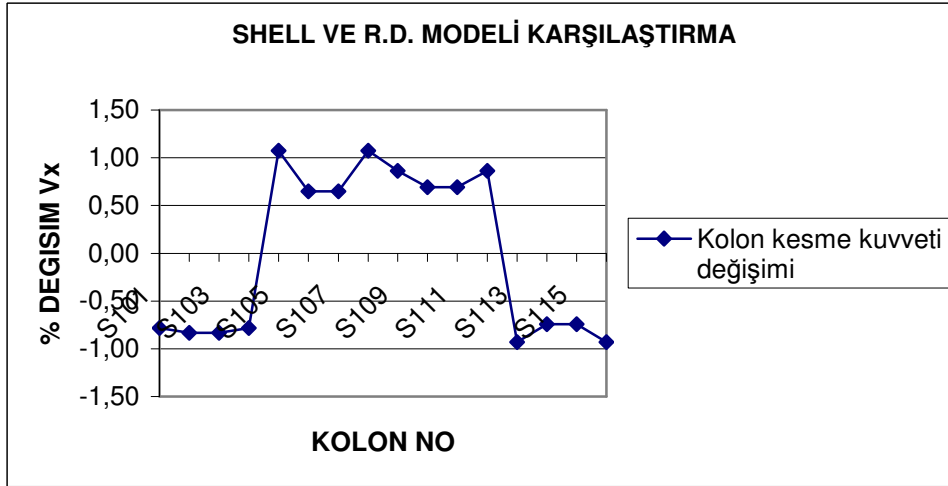
Şekil 4.35. Model 1'e ait kolon moment değişimleri Mx (Üst)

Şekilde shell eleman ve rijit diyafram modelleri ile yapılan analiz sonuçlarından elde edilen kolon üst moment değerleri gösterilmektedir. Buna göre a-a ve d-d aksı üzerinde bulunan kolonların moment değişimi %1 civarında olup, b-b ve c-c aksı

üzerinde bulunan kolonların moment değişimi ise %2.5 ~ %4 civarındadır. Yapının iç bölgelerinde bulunan kolonlardaki moment değişiminin dış bölgelerde bulunan kolonlardaki moment değişimlerinden daha fazla olduğu görülmektedir.

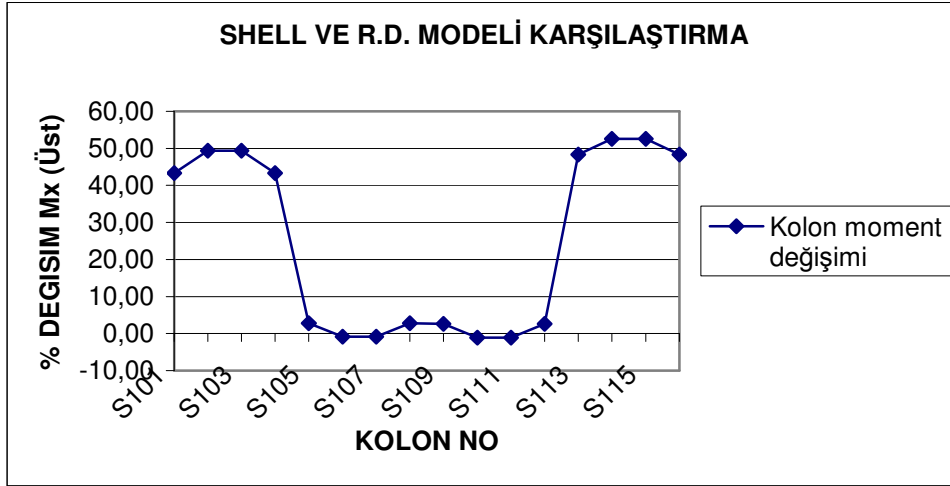


Şekil 4.36. Model 1'e ait kolon moment değişimleri M_x (Alt)



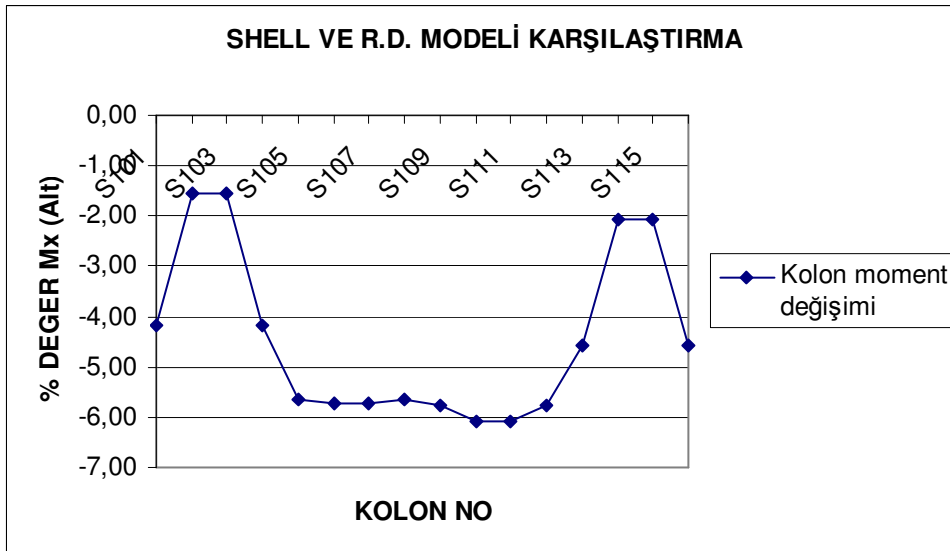
Şekil 4.37. Model 1'e ait kolon kesme kuvveti değişimleri (V_x)

Konsol çıkma bulunmayan yapıdaki kolonlarda oluşan V_x kesme kuvveti değişimi şekilde gösterilmiştir. Buna göre değişimin %1 mertebelerinde olduğu ve bunun ihmal edilebilir boyutlarda olduğu görülmektedir.

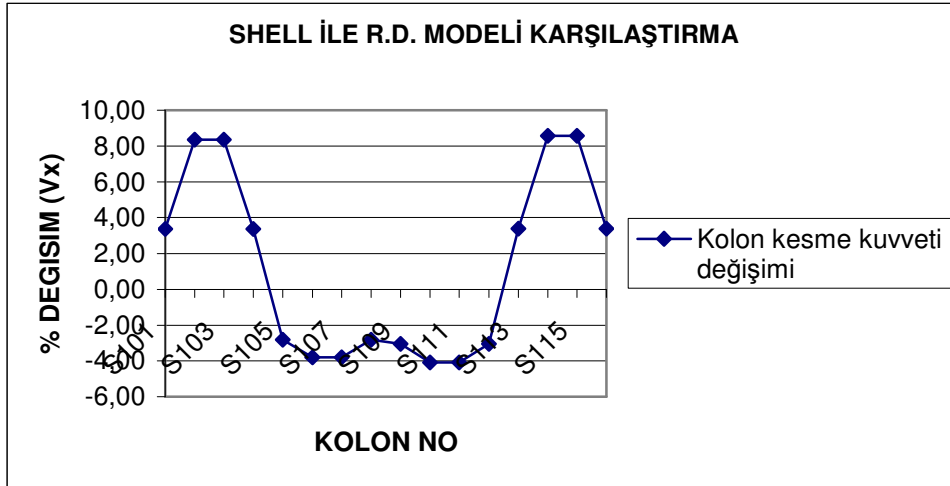


Şekil 4.38. Model 5'e ait kolon moment değişimleri M_x (Üst)

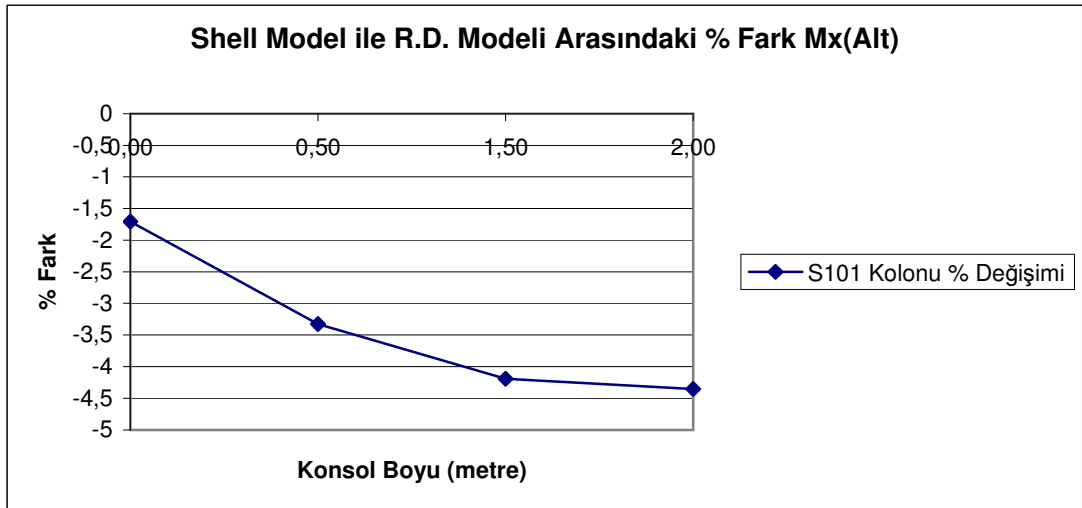
Şekilden de anlaşılacağı gibi konsol boyu 1.50 m. için shell ve rijit diyafram kabulleri yapılarak yapılan analiz sonuçlarında a-a ve d-d aksları üzerinde bulunan kolonların M_x (üst) moment değerlerinde % olarak ciddi bir fark görülmektedir. Fakat buradaki moment değerleri çok küçük olduğundan buradaki % farkın büyük olmasının pek bir önemi yoktur. Buna karşın yapının b-b ve c-c aksları yani iç bölgelerde bulunan kolonların M_x (üst) moment değerlerinde hemen hemen hiç fark olmadığı gözlenmektedir.



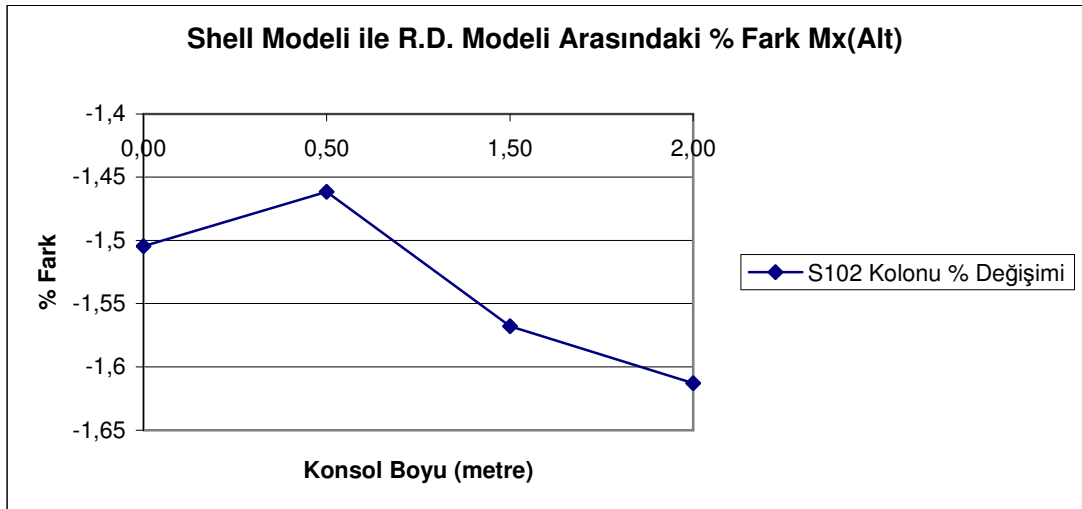
Şekil 4.39. Model 5'e ait kolon moment değişimleri M_x (Alt)



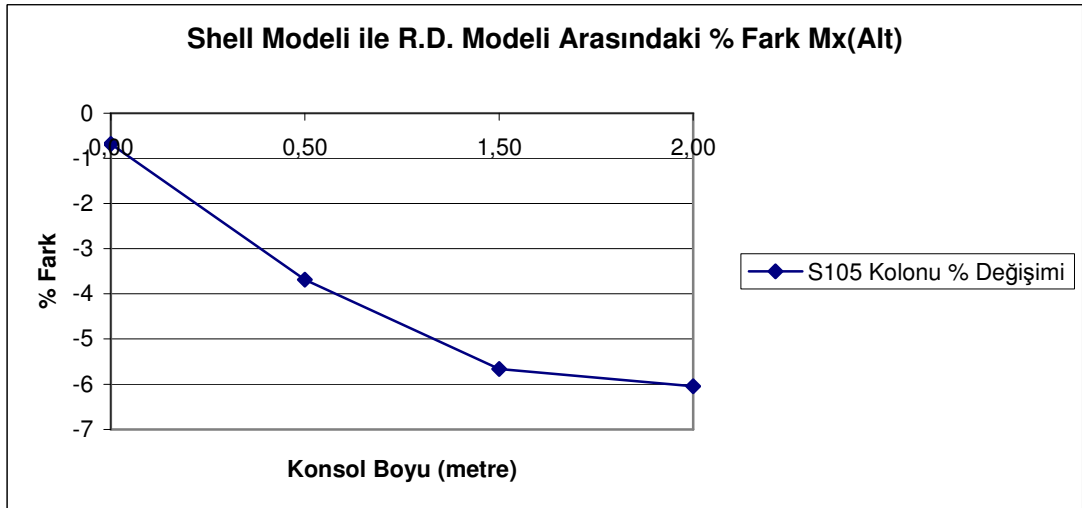
Şekil 4.40. Model 5'e ait kolon kesme kuvveti değişimleri (Vx)



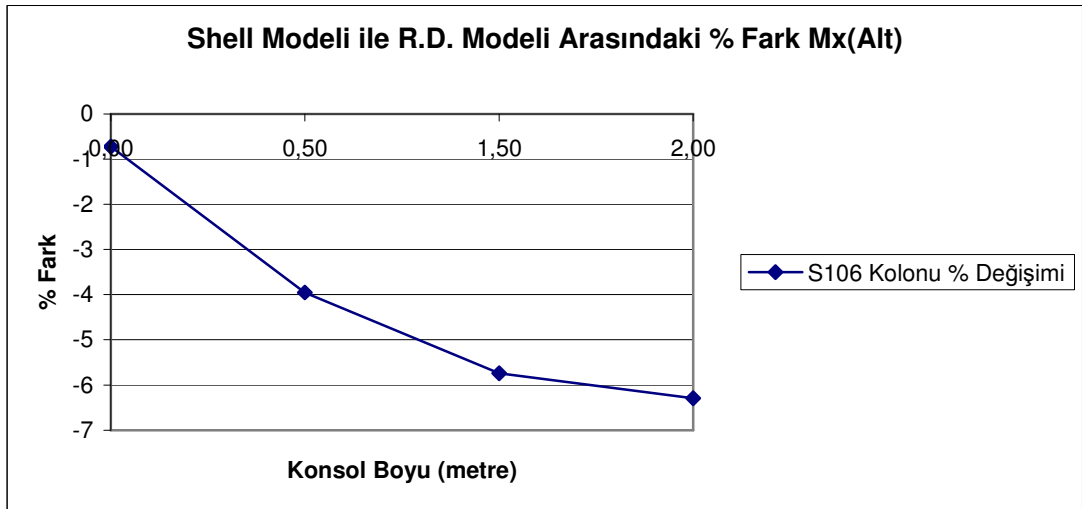
Şekil 4.41. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



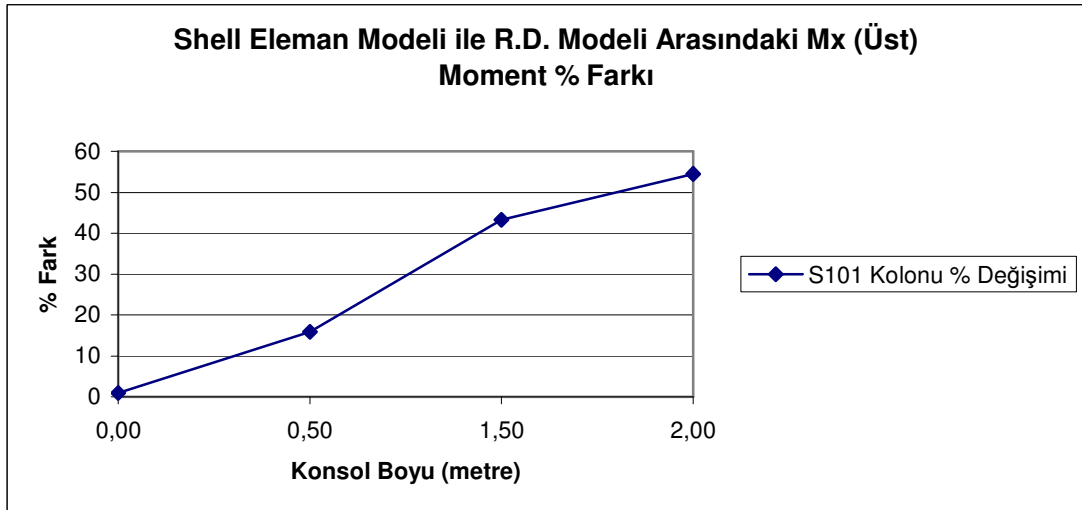
Şekil 4.42. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



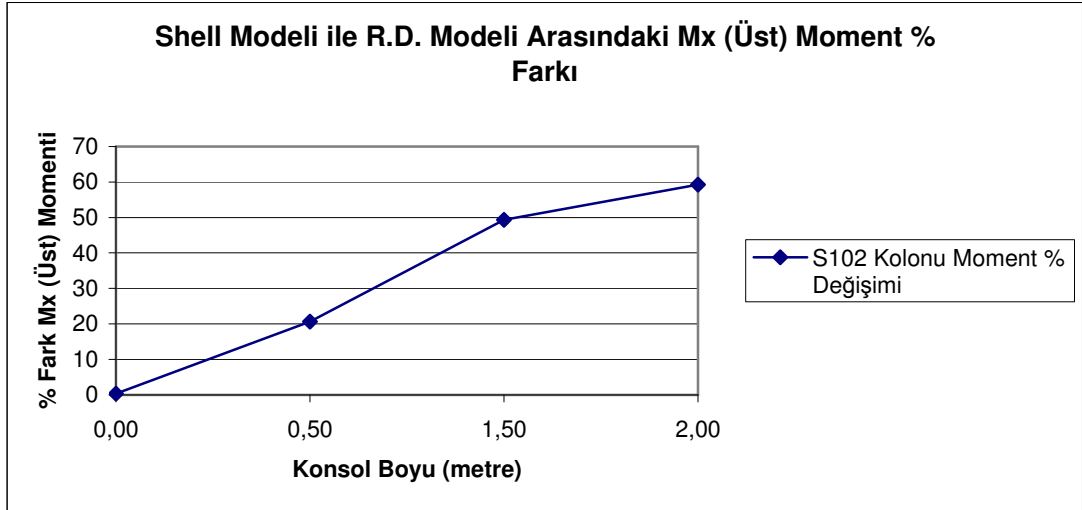
Şekil 4.43. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



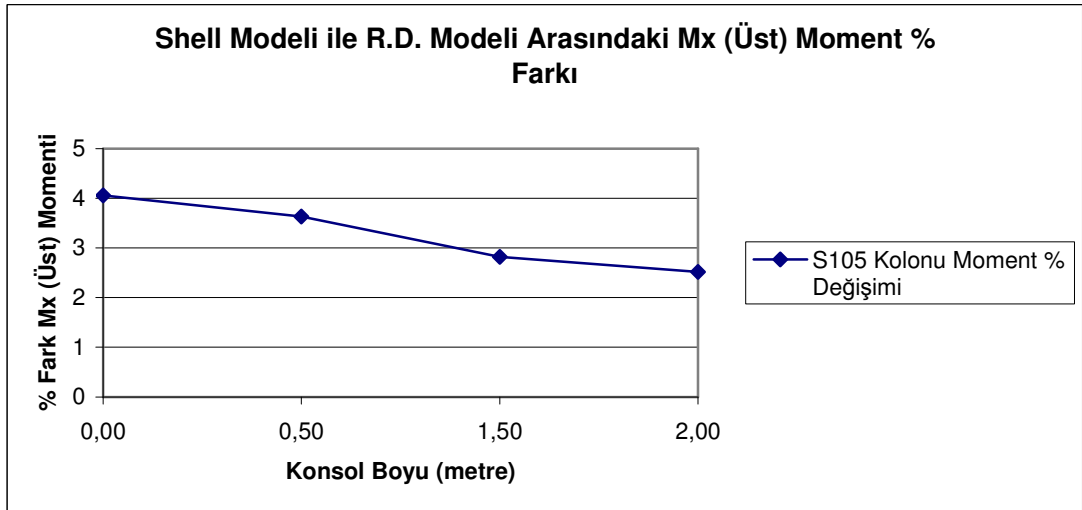
Şekil 4.44. R.D.M. ve S.E.M. ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



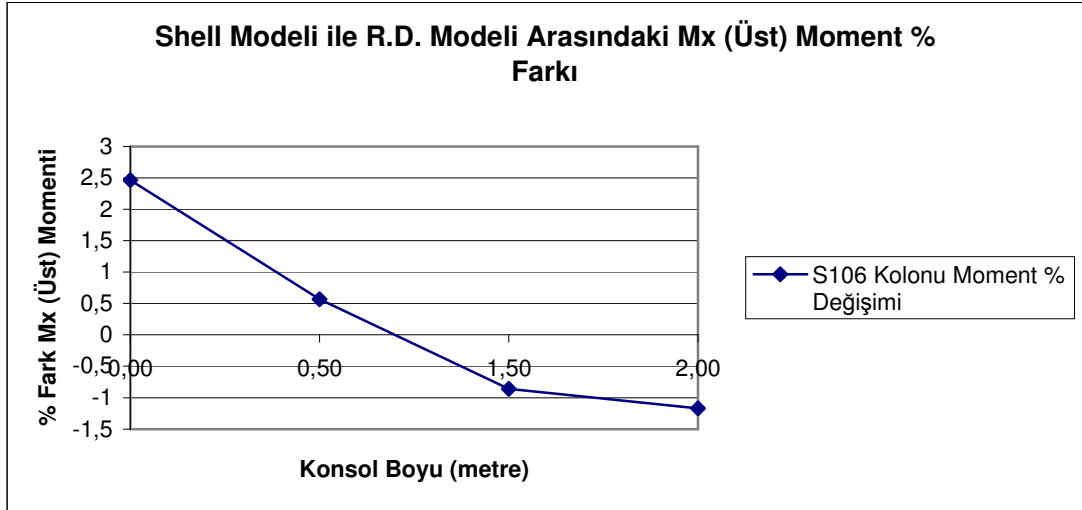
Şekil 4.45. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı



Şekil 4.46. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı

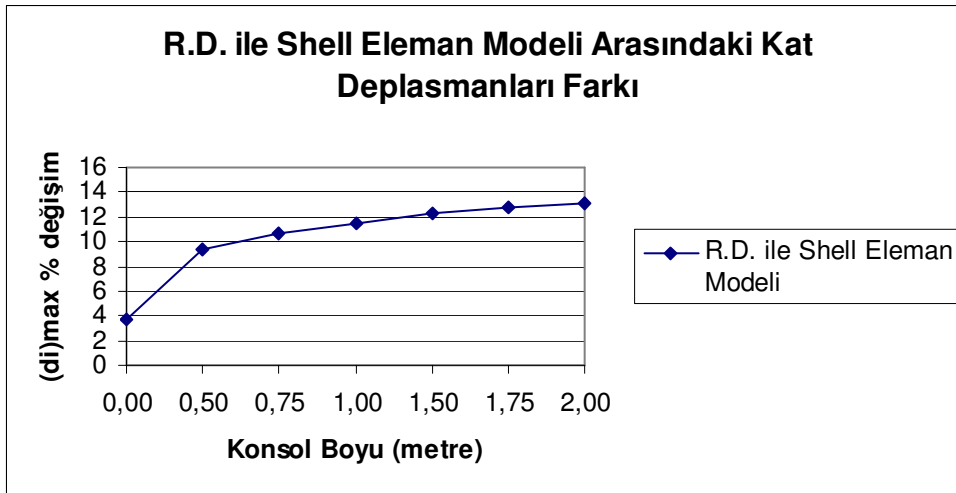


Şekil 4.47. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı



Şekil 4.48. S.E.M ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı

Konsol boyu arttıkça kolonların alt momentleri ile üst momentleri arasındaki farkın arttığı fakat bu farkın kabul edilebilir mertebelerde olduğu görülmektedir. Ancak a-a aksı üzerinde bulunan kolonların üst momentlerinde bir azalma olduğu görülmektedir. Shell model ile rijit diyafram modeli arasında pek bir fark olmadığı görülmüş ve analizlerde shell modelinin kullanılmasında bir sakınca olmadığı anlaşılmıştır.



Şekil 4.49. R.D.M ve S.E.M ile analizi yapılan yapının konsol boylarına bağlı olarak kat deplasmanlarının % olarak değişimi

Şekilden de görüldüğü gibi rijit diyafram modeli ile sonlu elemanlar modeli karşılaştırıldığında, rijit diyafram modeli ile yapılan analiz sonucunda elde edilen $(d_i)_{max}$

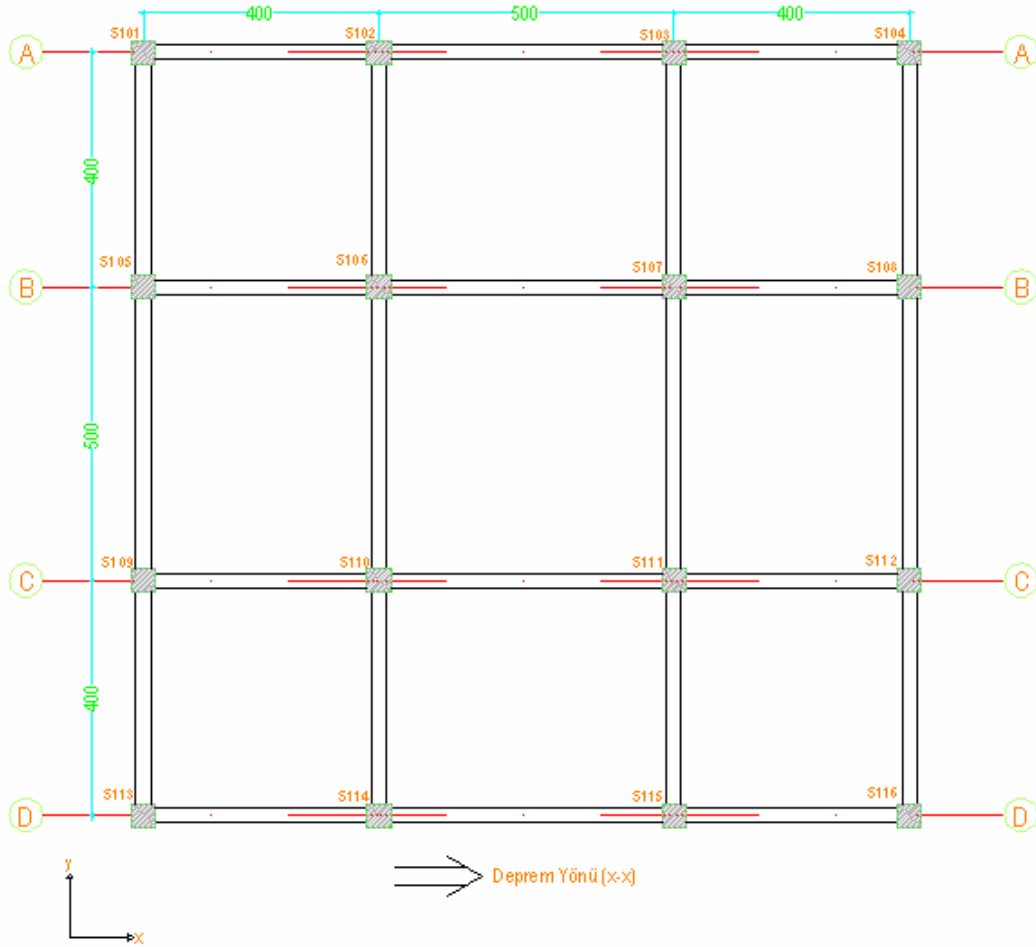
değerlerinin sonlu elemanlar modeline göre elde edilen $(d_i)_{\max}$ değerlerinden daha büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla iki model arasında deplasman farkı oluşmaktadır. Bu % farkın konsol boyu attıkça daha da arttığı görülmektedir.

4.4. Sta4-Cad Modeli ile Konsol Çıkmalı Çerçevelerin Yapı Rijitliğine Etkisi

Bu bölümde, konsol çıkmanın yapı rijitliğine etkisinin tespiti için, bölüm 4.2'deki farklı konsol boylarındaki örnekler çözülmüş ve rijit diyafram modeli ile yapılan örneklerle karşılaştırılmıştır.

4.4.1. Model 1

Bu örnekte betonarme çerçevelerden oluşan 4 katlı bir yapının, STA4-CAD programı ile deprem hesabı yapılmıştır.



Şekil 4.50. Model 1'e ait normal kat kalıp planı

STA4-CAD programı ile yapılan analiz sonucu aşağıdaki değerler elde edilmiştir:

$$T_x = 0.4940 \text{ sn}$$

Çizelge 4.15. Model 1'e ait kat ağırlıkları

Kat No	$W_i(\text{ton})$
4	128.134
3	128.134
2	128.134
1	128.134

$$\sum w_i = 512.534 \text{ ton}$$

Çizelge 4.16. Model 1'e ait eşdeğer kat deprem yükleri(F_i)

Kat No	$F_i(\text{ton})$
4	26.780
3	18.643
2	12.429
1	6.214

Çizelge 4.17. Model 1'e ait burulma düzensizliği kontrolü ($A1$), görel kat ötelemeleri kontrolü ($(\Delta_i)_{\max}/h_i$) ve ikinci mertebe etkilerinin kontrolü (θ_i)

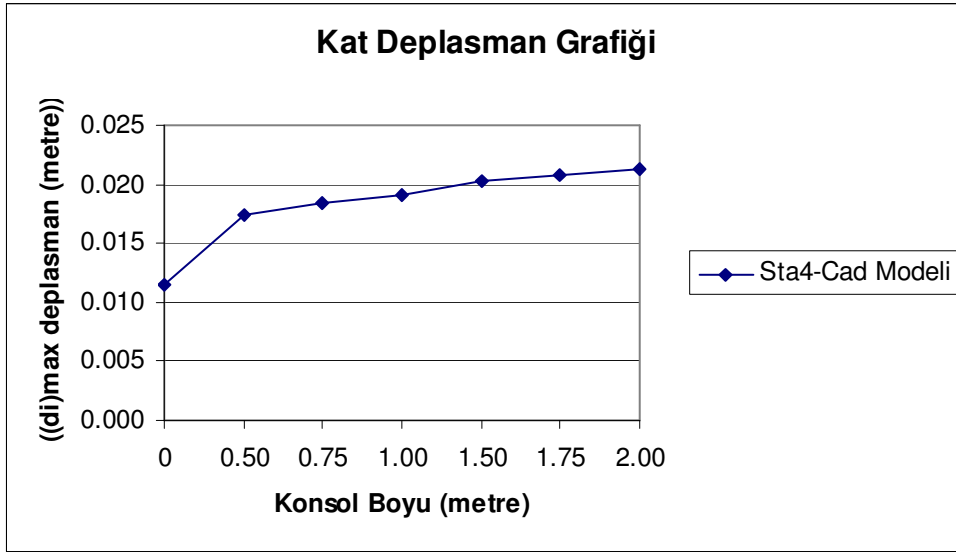
Kat No	$(d_i)_{\text{ort}}$	$(\Delta_i)_{\max}$	$(\Delta_i)_{\text{ort}}$	η_{bi}	$(\Delta_i)_{\max}/h_i$	θ_i
4	0.011564	0.002043	0.001890	1.08	0.00066	0.0029
3	0.009674	0.003329	0.003075	1.08	0.00107	0.0056
2	0.006599	0.004071	0.003758	1.08	0.00131	0.0081
1	0.002841	0.003081	0.002841	1.08	0.00099	0.0073

4.4.2. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Yanal Deplasmanlara Etkisi

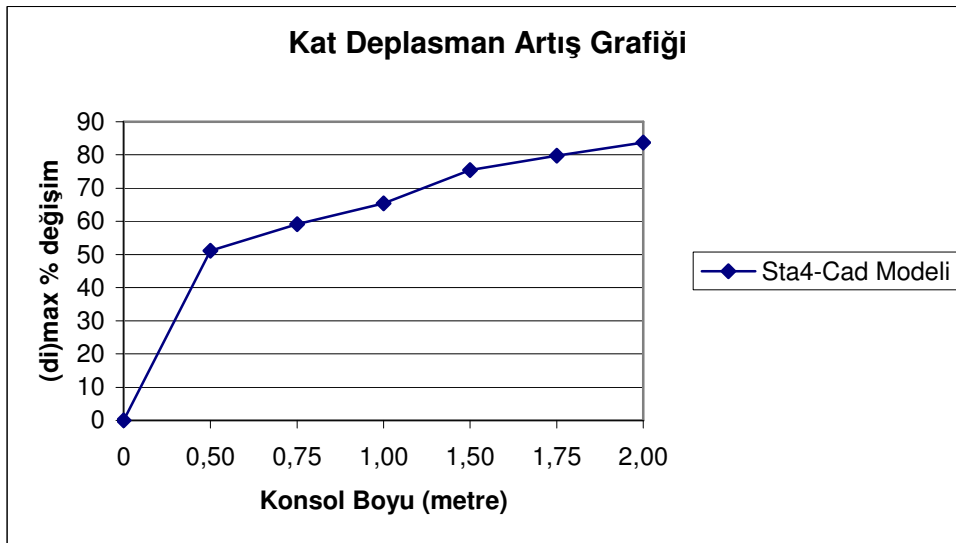
Bu bölümde, konsol çıkmaların yapıdaki deplasmanlara etkisi incelenmiştir. Bunun için Çizelge 4.18'de değişik konsol boylarındaki deplasmanlar gösterilmiş ve bu deplasmanların değişimi Şekil 4.51'de grafiksel olarak gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Sta4-Cad ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları tablosu

Sta4-Cad Modeli							
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00
$(d_i)_{\max}$ (metre)	0.01156	0.01747	0.01840	0.01912	0.02028	0.02078	0.02124



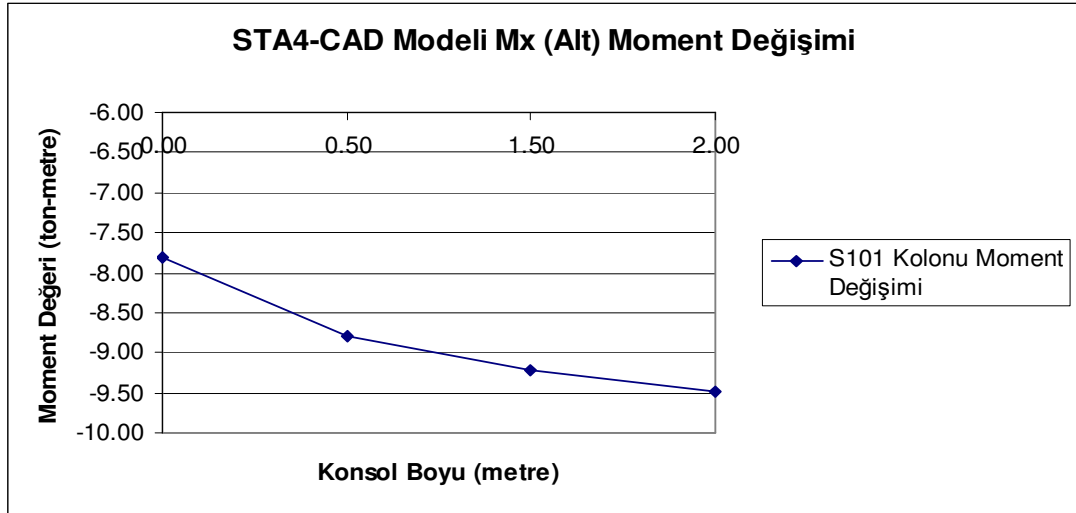
Şekil 4.51. STA4-CAD ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman grafiği



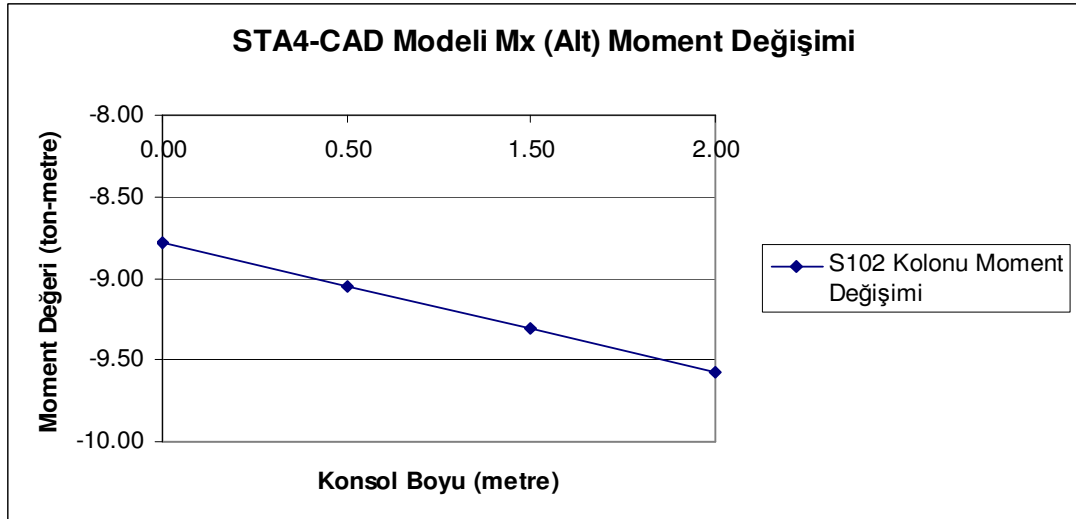
Şekil 4.52. STA4-CAD ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre kat deplasman artış grafiği

4.4.3. Konsol Çıkımların Yapıdaki Kolon Momentlerine Etkisi

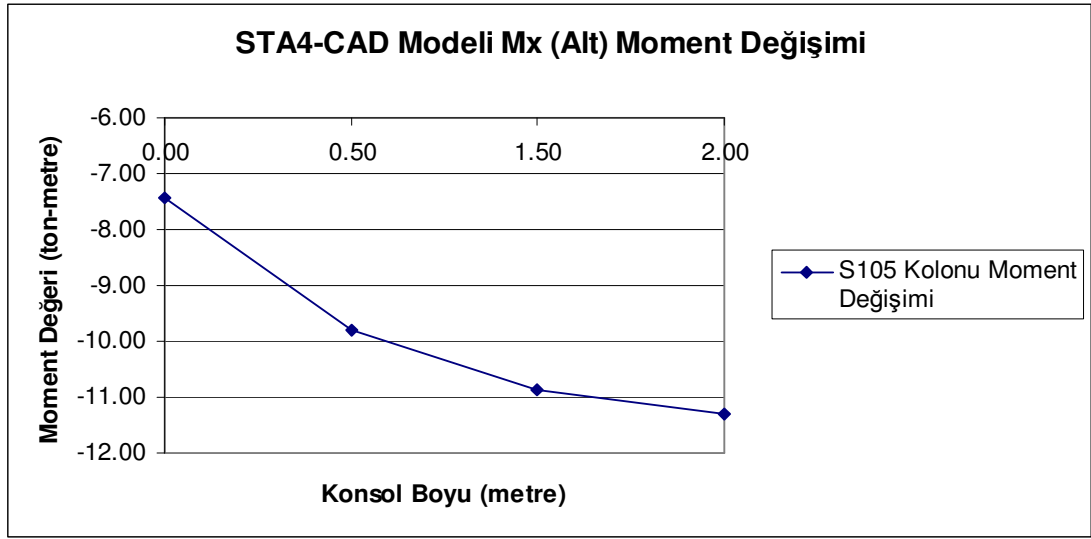
Bu bölümde, değişik konsol boylarındaki kolonların moment değerleri incelenmiştir. Konsol boylarına bağlı olarak değişen bu momentler grafik olarak aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir.



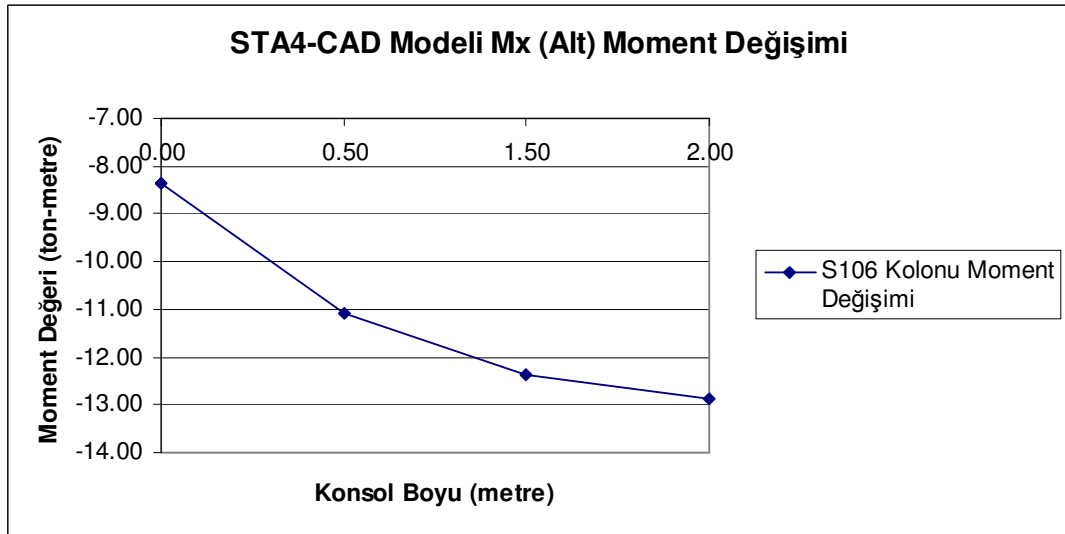
Şekil 4.53. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



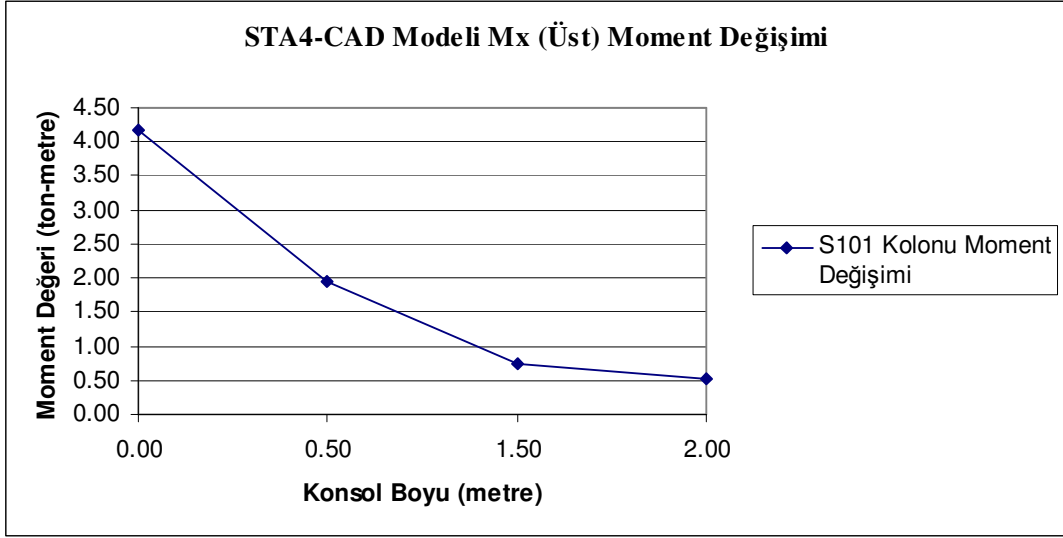
Şekil 4.54. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



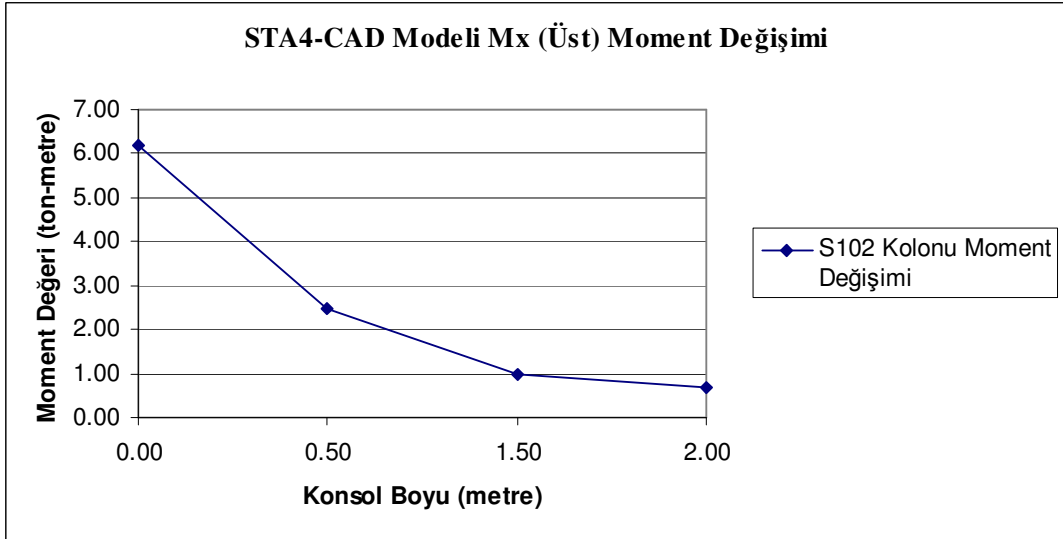
Şekil 4.55. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



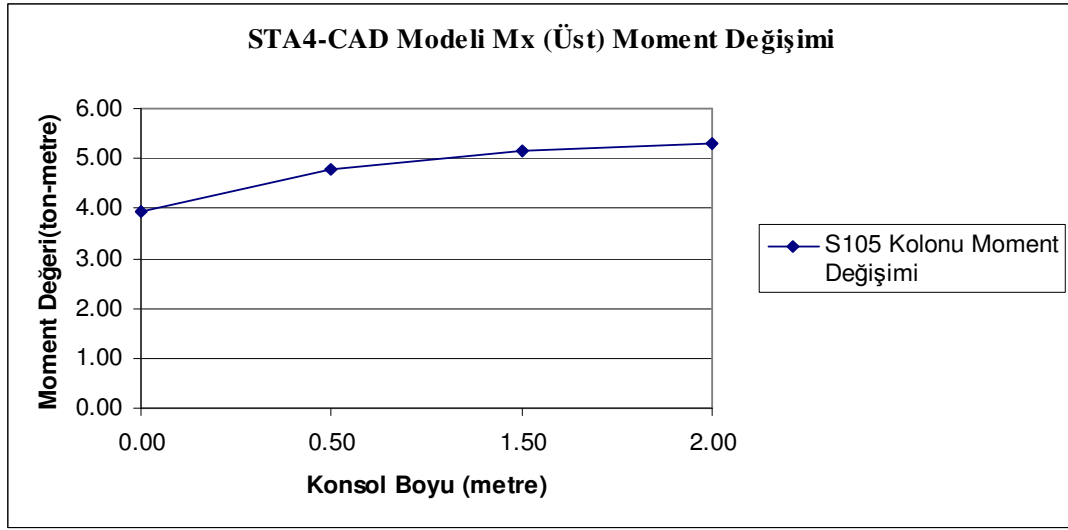
Şekil 4.56. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Alt)



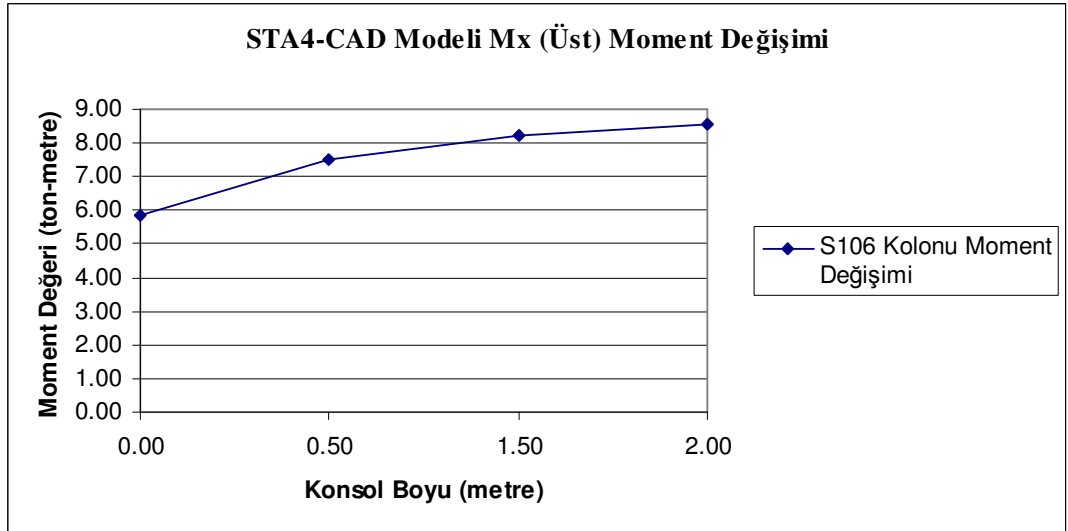
Şekil 4.57. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)



Şekil 4.58. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)



Şekil 4.59. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)



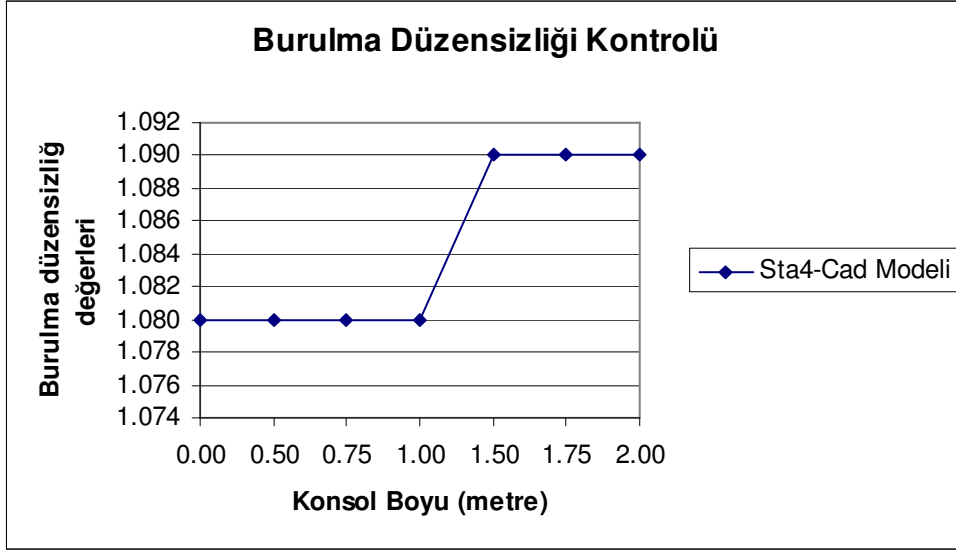
Şekil 4.60. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişimi Mx (Üst)

Yukarıdaki şekillerden anlaşılacağı gibi konsol boyu arttıkça kolonların alt moment değerleri artmaktadır.

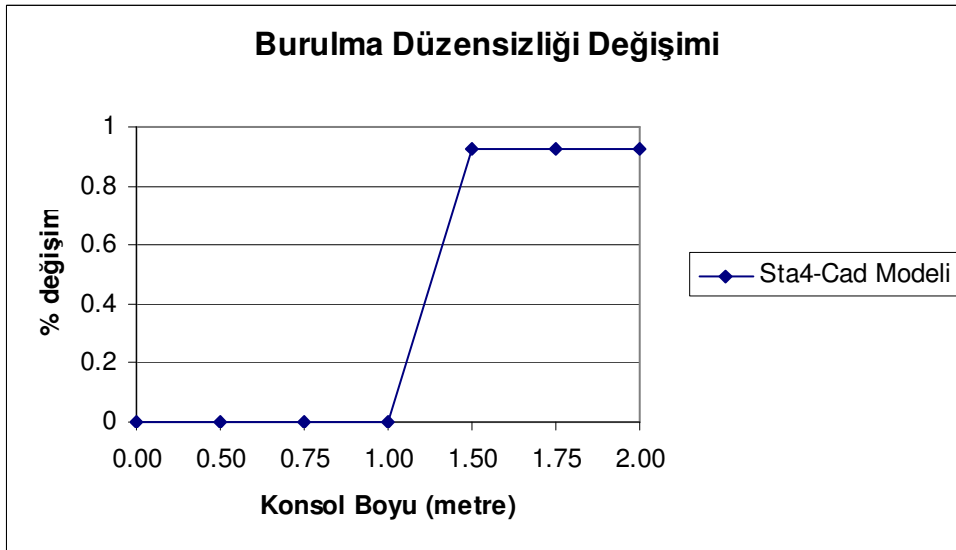
Konsol boyu arttıkça kolonların üst moment değerlerinde bir azalma görülmektedir. Fakat b-b aksı üzerinde bulunan kolonların üst moment değerleri artmaktadır. Bu artışın nedeni a-a aksı üzerinde kiriş bulunmayışındandır. Bu nedenle a-a aksı üzerinde bulunan kolonların taşıyacağı momentlerin bir kısmı b-b aksı üzerindeki kolonlar tarafından karşılanmaktadır.

4.4.4. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Burulma Düzensizliğine Etkisi

Konsol çıkmaların yapıdaki burulma düzensizliğine etkisi incelenmiştir. Buna göre Şekil 4.62 'de burulma düzensizliği değerleri gösterilmiştir. Şekil 4.63'te burulma düzensizliğinin % olarak değişimi gösterilmiştir. Buna değerlere göre burulma düzensizliği değerlerinin aynı olduğu söylenebilir.



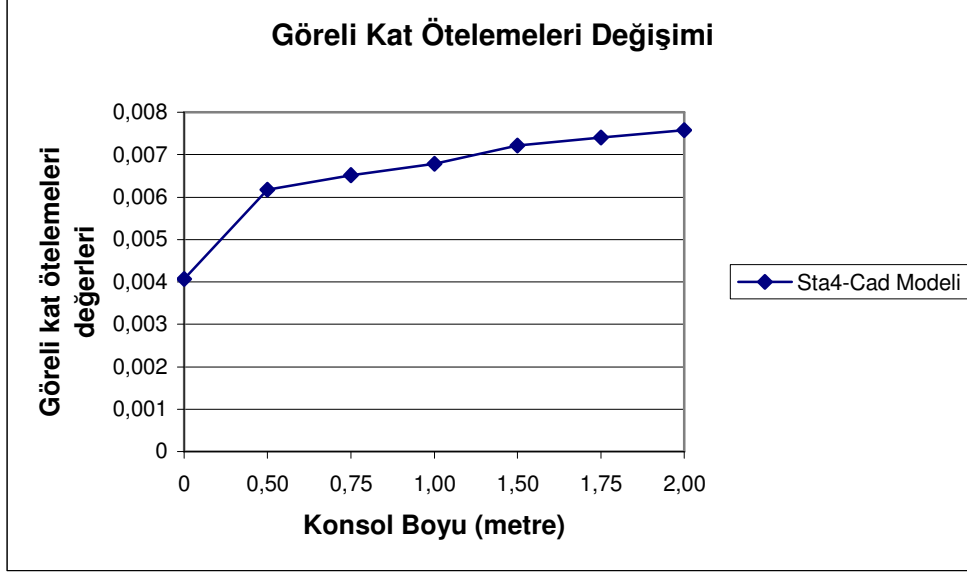
Şekil 4.61. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerleri



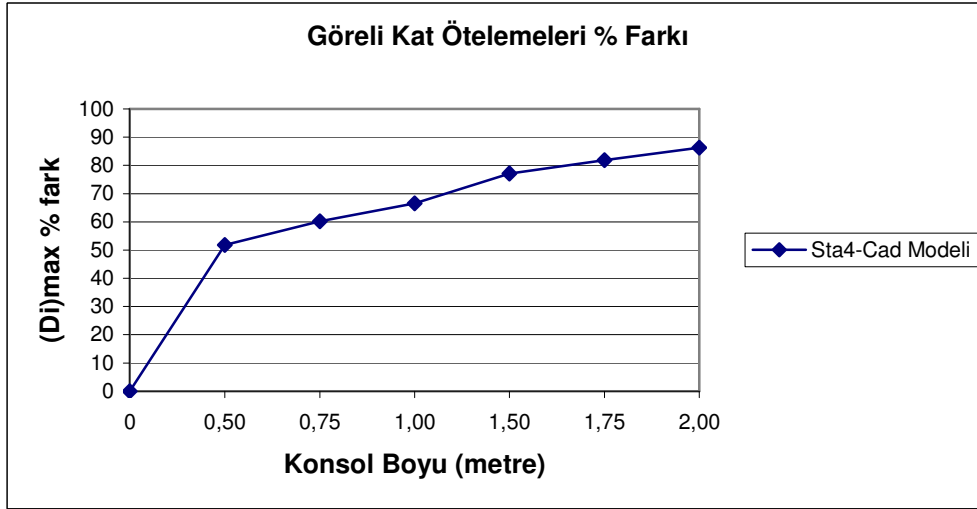
Şekil 4.62. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre burulma düzensizliği değerlerinin % değişimi

4.4.5. Konsol Çıkmaların Yapıdaki Görelî Kat Ötelemelerine Etkisi

Burada görelî kat ötelemeleri değerleri gösterilmiştir. Örnek modelimizde görelî kat ötelemelerinin ikinci katta maksimum olduğu görölmüştür. Konsol boyunun artmasıyla görelî kat ötelemeleri değerlerinin de arttığı görölmektedir.



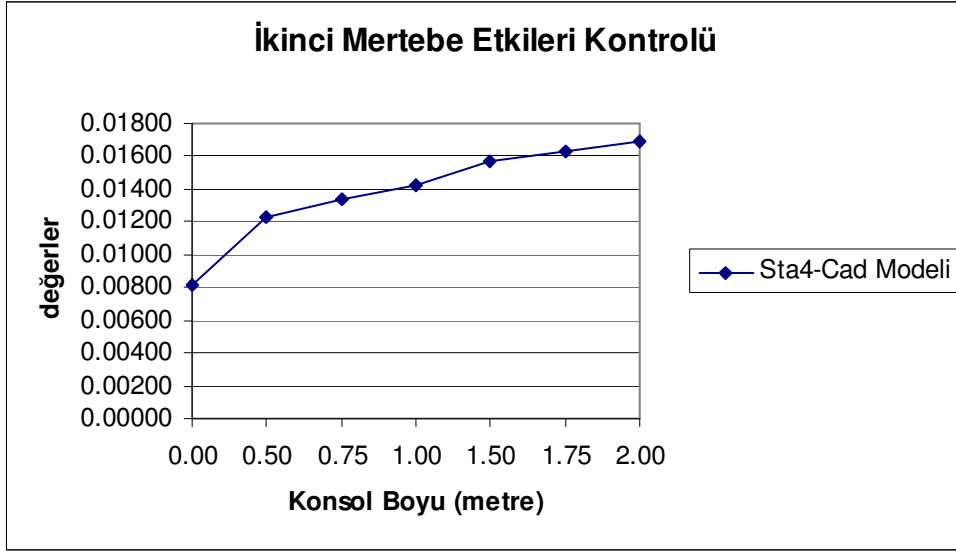
şekil 4.63. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri değişimi



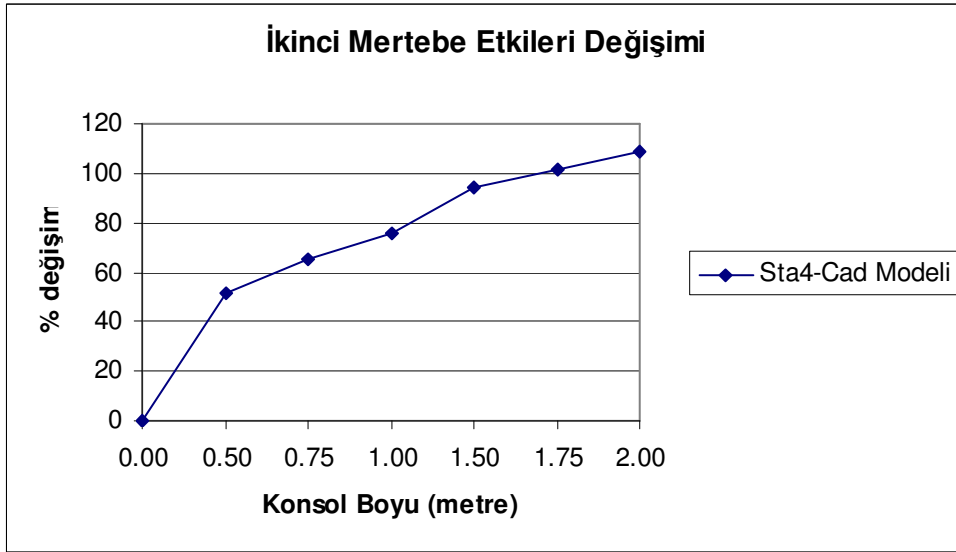
şekil 4.64. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre görelî kat ötelemeleri % farkı

4.4.6. Konsol Çıkmaların Yapıdaki İkinci Mertebe Etkilerine Etkisi

Bu bölümde ikinci mertebe etkileri incelenmiş ve bu değişim aşağıdaki grafiklerle gösterilmiştir.



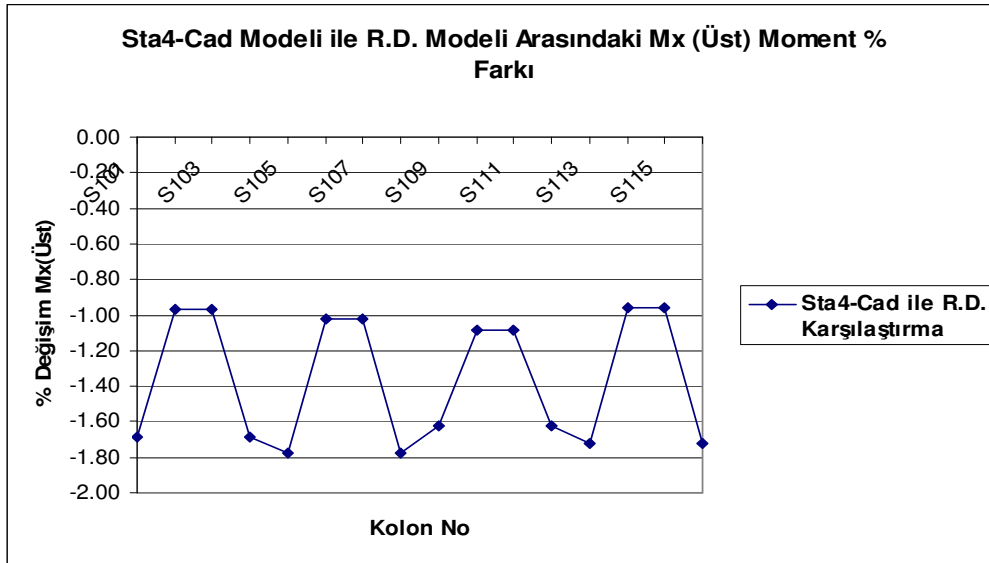
Şekil 4.65. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkileri



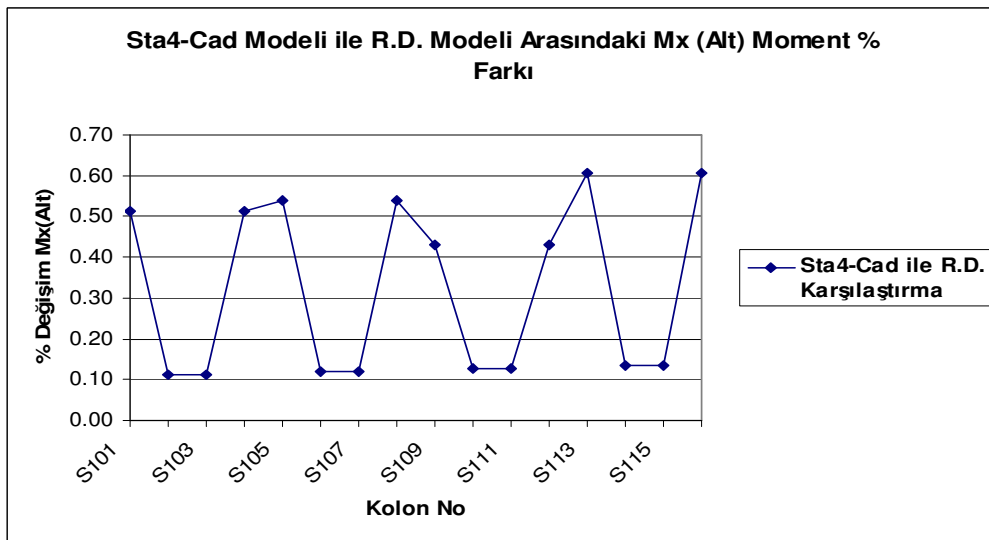
Şekil 4.66. Sta4-Cad modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına göre ikinci mertebe etkilerinin % değişimi

4.4.7. Sta4-Cad Modeli ile Sap2000 Modelinin Karşılaştırılması

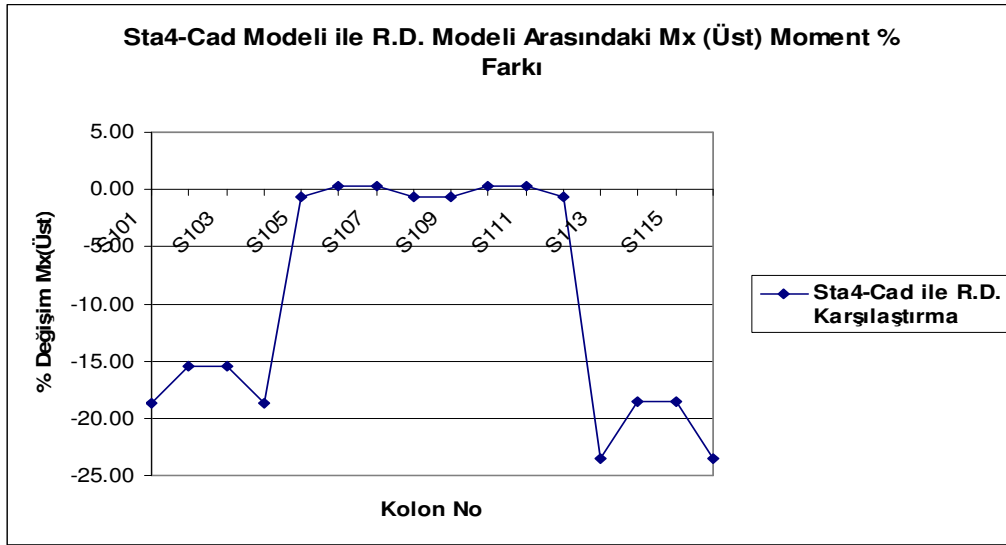
Bu bölümde, Model 1 ve Model 5'e ait kolon üst ve alt momentleri ile kolon taban kesme kuvvetlerinin değişimleri incelenmiştir. Değişik konsol boylarındaki kolonların moment değerleri kıyaslanmış ve ayrıca kat deplasmanları da karşılaştırılmıştır.



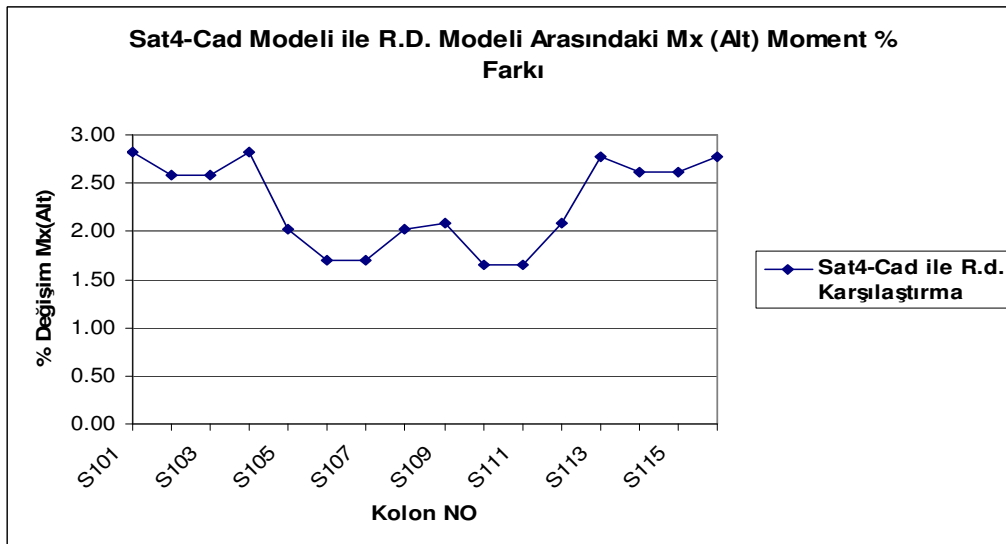
Şekil 4.67. Model 1'e ait kolon moment değişimleri Mx (Üst)



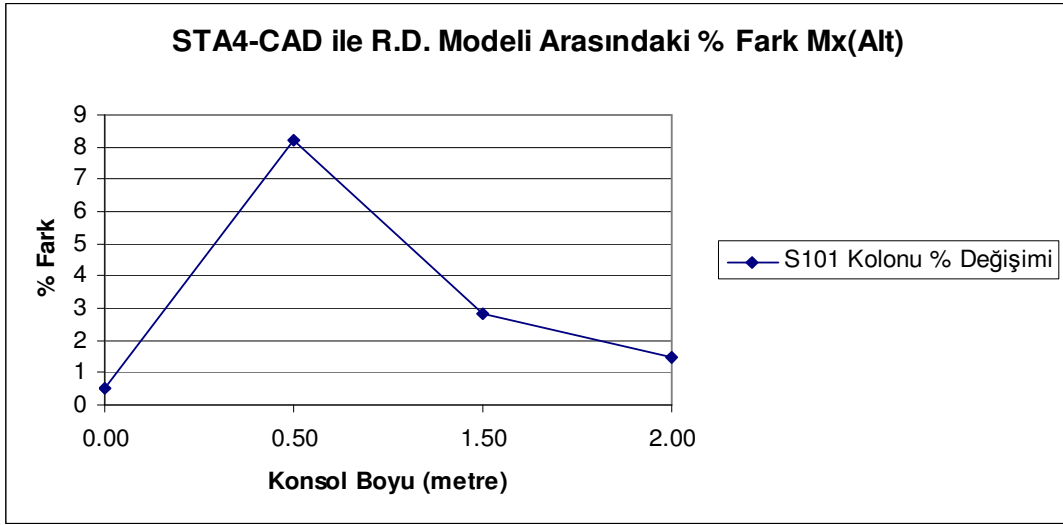
Şekil 4.68. Model 1'e ait kolon moment değişimleri Mx (Alt)



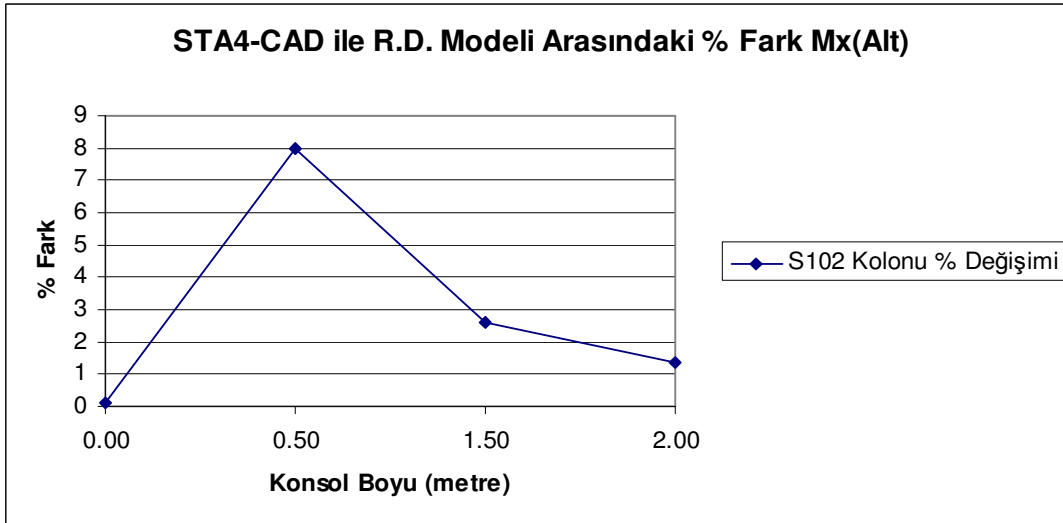
Şekil 4.69. Model 5'e ait kolon moment değişimleri Mx (Üst)



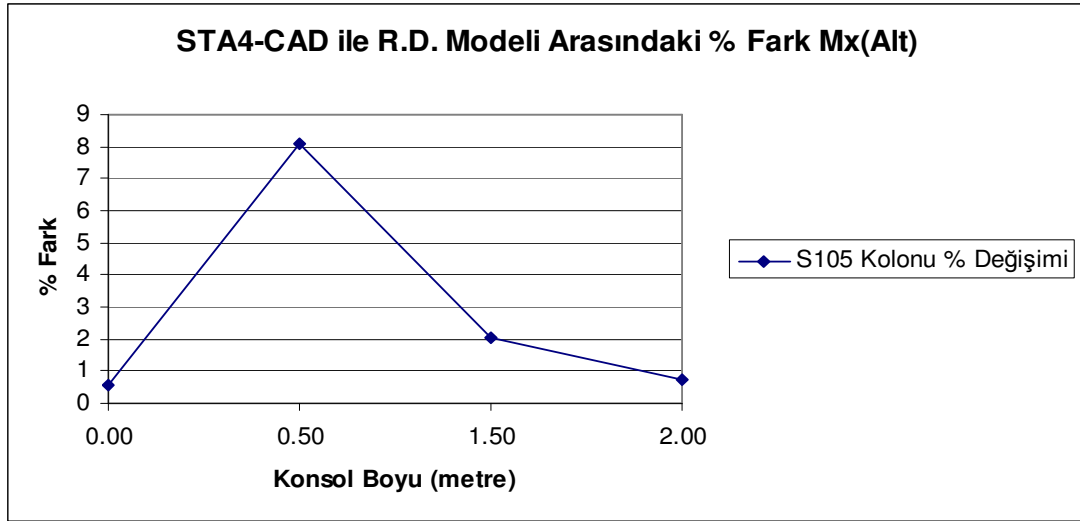
Şekil 4.70. Model 5'e ait kolon moment değişimleri Mx (Alt)



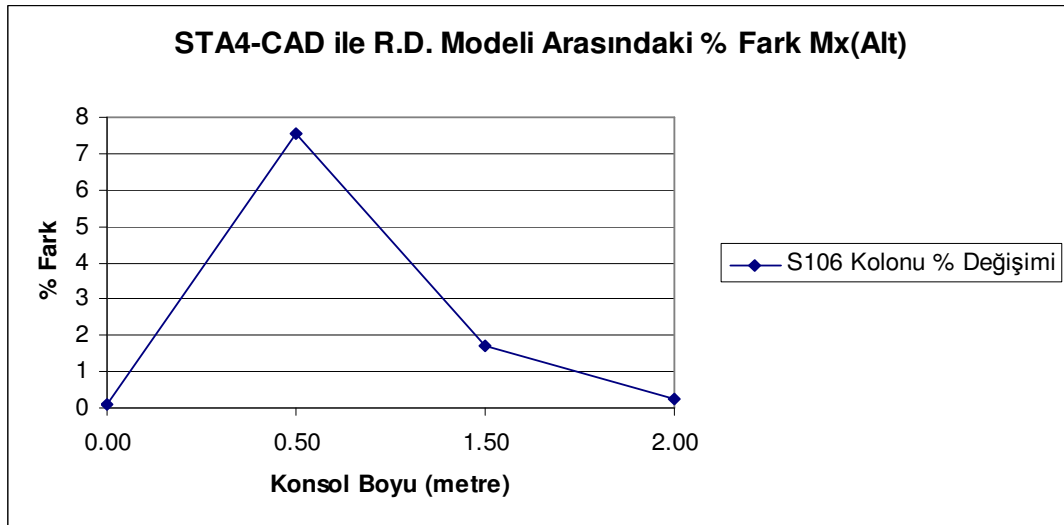
Şekil 4.71. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S101 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



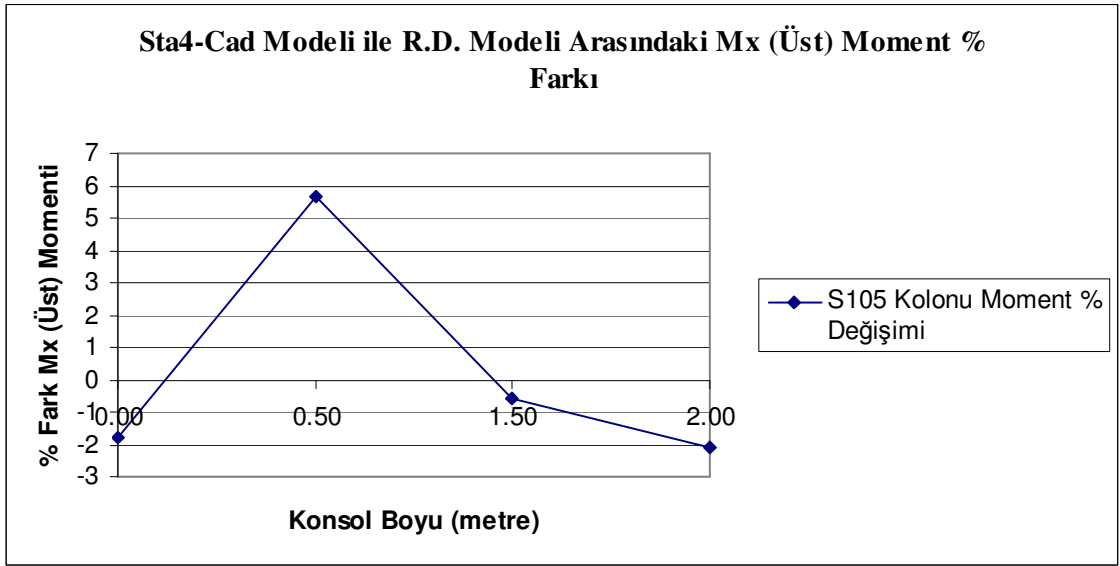
Şekil 5.72. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S102 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



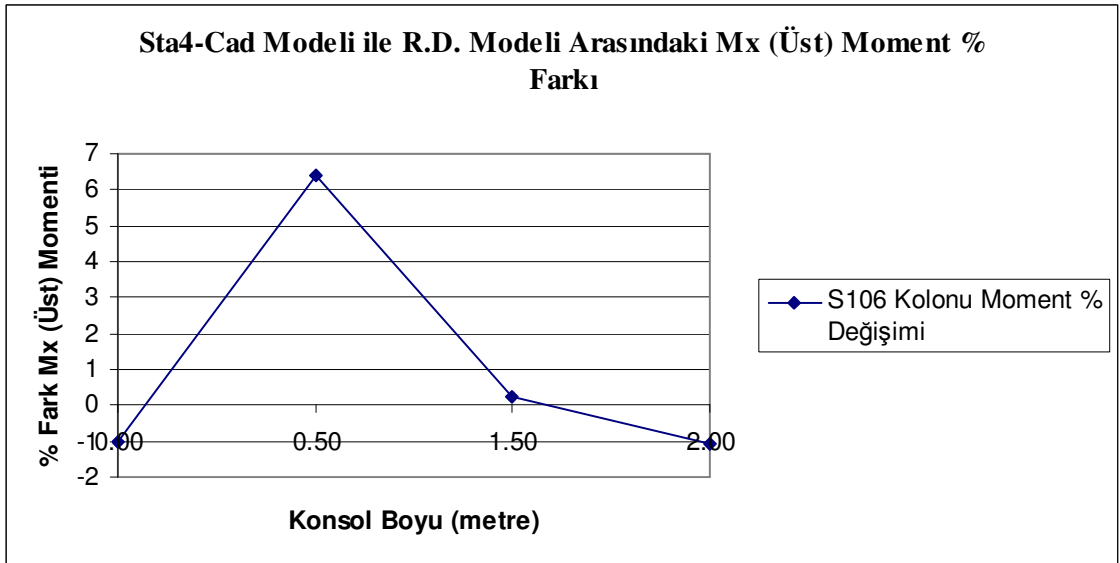
Şekil 4.73. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



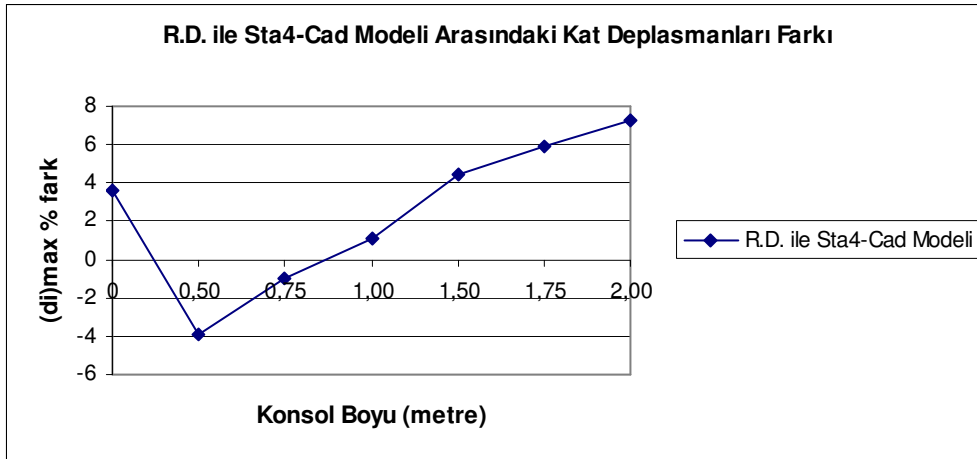
Şekil 4.74. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Alt) % farkı



Şekil 4.75. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S105 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı



Şekil 4.76. Sta4-Cad modeli ve R.D.M ile analizi yapılan yapının S106 kolonunun konsol boylarına göre moment değişiminin Mx (Üst) % farkı



Şekil 4.77. R.D.M ve STA4-CAD modeli ile analizi yapılan yapının konsol boylarına bağlı olarak kat deplasmanlarının % olarak değişimi

Sta4-Cad ve Sap2000 programlarıyla çözülen örnekler arasında ciddi farklar olmadığı, tüm kıyaslamalarda değerlerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Bu da piyasada kullanılan Sta4-Cad programının güvenle kullanılabileceğini göstermektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile konsol çıkmalı çerçevelerin yapı rijitliğine etkisi incelenmiştir. Bu çalışmalarda SAP2000 paket programı ve STA4-CAD paket programı kullanılmış, Deprem Yönetmeliğine göre yapı düzensizlikleri bu yöntemler kullanılarak irdelenmiştir.

Bu çalışmada konsol çıkmalı çerçevelerin yapı rijitliğine etkisini anlamak için farklı konsol boylarında yapı modellerinin deprem yükü altında analizleri yapılmıştır. Bunun için değişik konsol boylarında yedi farklı model oluşturuldu. Farklı konsol boylarında oluşturulan bu modeller her iki kabule göre ayrı ayrı analiz edildi ve aradaki fark incelendi.

Tam çerçeve oluşturacak şekilde dizayn edilen yapılarıdaki yatay deplasmanların, konsol çıkmalı olarak tasarlanan yapıların yatay deplasmanlarından daha küçük olduğu gözlenmiştir. Konsol çıkmaların boyları arttıkça yapıdaki yatay deplasmanların, göreceli deplasmanların arttığı gözlenmiştir. Konsol çıkmalı çerçevelerin kolonları, konsol çıkma yönüne dik doğrultuda etkiyen deprem yükü altında taban momentleri artmakta, üst momentleri neredeyse sıfırlanmaktadır. Ancak iç kolonların aldığı alt ve üst momentler artmaktadır. Bu bağlama şekinden dolayı, tam çerçeve oluşturacak şekilde bağlanması gereken kirişlerin oluşturdukları moment ve kesme kuvvetlerinin bir kısmı buldukları aks (a-a) üzerindeki kolonlar tarafından değil, bir sonraki aks (b-b) üzerinde bulunan kolon ve kirişler tarafından karşılanmaktadır. Dolayısıyla o aks üzerinde bulunan kolon ve kirişler daha fazla moment ve kesme kuvveti ile yüklenmektedir. Bu aks üzerinde bulunan kolon ve kirişler boyutlandırılırken konsol çıkmalardan dolayı aktarılan moment ve kesme kuvveti değerleri de dikkate alınarak boyutlandırma yapılması gerekmektedir.

Konsol çıkmanın yapının yanal rijitliğini azalttığı ve yanal yük aktarım şeklini değiştirdiği gözlemlenmiştir. Tam çerçeveli kolonlarda yük transferi kolon-kiriş birleşimlerinde moment aktarımı şeklinde olurken, konsol çıkmalı çerçevelerde kolon-döşeme birleşimlerinde moment aktarımı olmamaktadır. Tasarımcı, konsol çıkmalı çerçeve sistem oluşturmak durumunda kaldığında bu durumları dikkate almak durumundadır. Önemli olabilecek diğer bir husus da tam çerçeveli olarak çözülen sistemlerin, uygulamada konsol çerçeve olarak yapılması ciddi sonuçlar doğurabileceğidir.

Bu çalışmada SAP2000 programı ile yapılan örneklerin data dosyaları, döşemeleri rijit diyafram ve kabuk eleman olarak iki şekilde modellenmiştir. Böylece her iki modele göre yapılan analizler karşılaştırılmıştır. Çıkan sonuçlara göre shell eleman modeli kabulü yapılarak yapılan analizlerin rijit diyafram kabulü yapılarak yapılan analiz sonuçlarına yakın olduğu görülmüştür. Böylece rijit diyafram modelinin bu tip konsol çıkmalı yapılarda güvenle kullanılabilceği görülmüştür.

SAP2000 ve STA4-CAD programlarıyla çözülen örneklerden çıkan analiz sonuçlarına göre, piyasada yaygın olarak kullanılan STA4-CAD hazır paket programının SAP2000 paket programı ile uyumlu olduğu gözlenmiştir. Ancak tasarımcı piyasada kullanılan diğer programların bu rijitlik kaybını dikkate alıp almadığını bilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik. 1998. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi.

E, Uğur. ve Özcebe, G., 2001. **TS-500-2000 ve türk deprem yönetmeliğine (1998) göre hesap.** Evrim Yayınevi, 816 s, İstanbul

Kıral,E., Yerli Hüseyin R., Kılıçlar Özdemir, E. ve Temel, B., 2000. **Yeni deprem yönetmeliğinin analiz bakımından uygulamaları.** TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, 114 s, Adana.

TS 500, 1987. **Betonarme yapıların hesap ve yapım kuralları.** Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez programımın yürütülmesi esnasında çalışmalarımı izleyip yön veren, değerli bilgilerini esirgemeyip her türlü yardımı sağlayan danışman hocam, sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan T. TÜRKER'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında benden yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Ali Osman ATAHAN hocama ve Yrd. Doç. Dr. Murat BİKÇE hocama teşekkür ederim.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Antakya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilçede tamamladım. 2004 yılında Çukurova Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden İnşaat Mühendisi ünvanıyla mezun oldum. Daha sonra aynı yıl, Hatay Antakya merkezli Öz Fen Yapı Denetim Ltd. Şti.'nde yardımcı kontrol elemanı olarak göreve başladım. Halen Öz Fen Yapı Denetim Ltd. Şti.'nde kontrol elemanı olarak görev yapmaktayım.

EKLER

EK 1. R.D.M ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları ve maksimum görelî kat ötelemeleri tablosu

Rijit Diyafram Modeli								
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00	
$(d_i)_{max}$ (metre)	0.01198	0.01679	0.01821	0.01933	0.02119	0.02201	0.02279	
$(\Delta_i)_{max}$	4	0.00191	0.00289	0.00319	0.00342	0.00379	0.00396	0.00411
	3	0.00317	0.00461	0.00501	0.00533	0.00587	0.00609	0.00632
	2	0.00393	0.00553	0.00600	0.00636	0.00696	0.00723	0.00748
	1	0.00297	0.00376	0.00401	0.00422	0.00457	0.00473	0.00488

EK 2. S.E.M. ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları ve maksimum görelî kat ötelemeleri tablosu

Sonlu Elemanlar Modeli								
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00	
$(d_i)_{max}$ (metre)	0.01155	0.01535	0.01645	0.01735	0.01886	0.01952	0.02015	
$(\Delta_i)_{max}$	4	0.00183	0.00258	0.00281	0.00298	0.00327	0.00339	0.00351
	3	0.00305	0.00418	0.00448	0.00475	0.00517	0.00535	0.00553
	2	0.00377	0.00506	0.00543	0.00572	0.00622	0.00644	0.00664
	1	0.00290	0.00353	0.00373	0.00390	0.00420	0.00434	0.00447

EK 3. STA4-CAD ile analizi yapılan yapının değişik konsol boylarındaki maksimum deplasmanları ve maksimum görelî kat ötelemeleri tablosu

Sta4-Cad Modeli								
Konsol Boyu (m)	0.00	0.50	0.75	1.00	1.50	1.75	2.00	
$(d_i)_{max}$ (metre)	0.01156	0.01747	0.01840	0.01912	0.02028	0.02078	0.02124	
$(\Delta_i)_{max}$	4	0.00204	0.00334	0.00357	0.00376	0.00406	0.00419	0.00430
	3	0.00333	0.00521	0.00551	0.00575	0.00614	0.00631	0.00647
	2	0.00407	0.00618	0.00652	0.00678	0.00721	0.00740	0.00758
	1	0.00308	0.00418	0.00434	0.00447	0.00471	0.00482	0.00492

EK 4. Model 2'ye ait kolon kesit tesirleri (SAP2000,R.D.M.)

KAT	KOLON	Vx	Vy	Mx (Üst)	Mx (Alt)	My (Üst)	My (Alt)
1	1	-3,24	-0,49	1,97	-8,08	0,65	-0,88
	2	-3,48	-0,08	2,47	-8,33	0,02	-0,22
	3	-3,48	0,08	2,47	-8,33	-0,02	0,22
	4	-3,24	0,49	1,97	-8,08	-0,65	0,88
	5	-4,36	-0,44	4,51	-9,00	0,53	-0,83
	6	-5,57	-0,19	7,02	-10,26	0,26	-0,34
	7	-5,57	0,19	7,02	-10,26	-0,26	0,34
	8	-4,36	0,44	4,51	-9,00	-0,53	0,83
	9	-4,08	-0,50	4,22	-8,43	0,67	-0,89
	10	-5,22	-0,17	6,58	-9,61	0,20	-0,32
	11	-5,22	0,17	6,58	-9,61	-0,20	0,32
	12	-4,08	0,50	4,22	-8,43	-0,67	0,89
	13	-2,70	-0,28	1,59	-6,77	0,20	-0,66
	14	-2,90	-0,20	2,02	-6,98	0,26	-0,34
	15	-2,90	0,20	2,02	-6,98	-0,26	0,34
	16	-2,70	0,28	1,59	-6,77	-0,20	0,66
2	1	-1,89	-0,54	3,06	-2,81	0,82	-0,85
	2	-2,34	-0,02	3,73	-3,52	0,04	-0,02
	3	-2,34	0,02	3,73	-3,52	-0,04	0,02
	4	-1,89	0,54	3,06	-2,81	-0,82	0,85
	5	-4,16	-0,45	6,45	-6,44	0,70	-0,71
	6	-6,47	-0,22	9,98	-10,09	0,35	-0,35
	7	-6,47	0,22	9,98	-10,09	-0,35	0,35
	8	-4,16	0,45	6,45	-6,44	-0,70	0,71
	9	-3,91	-0,60	6,07	-6,06	0,93	-0,92
	10	-6,09	-0,17	9,38	-9,49	0,27	-0,27
	11	-6,09	0,17	9,38	-9,49	-0,27	0,27
	12	-3,91	0,60	6,07	-6,06	-0,93	0,92
	13	-1,58	-0,18	2,55	-2,36	0,30	-0,25
	14	-1,96	-0,22	3,11	-2,96	0,33	-0,34
	15	-1,96	0,22	3,11	-2,96	-0,33	0,34
	16	-1,58	0,18	2,55	-2,36	-0,30	0,25
3	1	-1,48	-0,38	3,13	-1,47	0,62	-0,57
	2	-1,81	-0,03	3,60	-2,02	0,07	-0,01
	3	-1,81	0,03	3,60	-2,02	-0,07	0,01
	4	-1,48	0,38	3,13	-1,47	-0,62	0,57
	5	-3,19	-0,33	5,55	-4,35	0,55	-0,48
	6	-5,07	-0,18	8,30	-7,43	0,29	-0,26
	7	-5,07	0,18	8,30	-7,43	-0,29	0,26
	8	-3,19	0,33	5,55	-4,35	-0,55	0,48
	9	-3,01	-0,48	5,22	-4,10	0,78	-0,71
	10	-4,78	-0,13	7,81	-7,00	0,22	-0,19
	11	-4,78	0,13	7,81	-7,00	-0,22	0,19
	12	-3,01	0,48	5,22	-4,10	-0,78	0,71
	13	-1,23	-0,16	2,61	-1,21	0,32	-0,19
	14	-1,51	-0,15	3,02	-1,68	0,25	-0,23
	15	-1,51	0,15	3,02	-1,68	-0,25	0,23
	16	-1,23	0,16	2,61	-1,21	-0,32	0,19
4	1	-0,61	-0,19	1,81	-0,07	0,34	-0,26
	2	-0,92	-0,02	2,33	-0,52	0,06	0,00
	3	-0,92	0,02	2,33	-0,52	-0,06	0,00
	4	-0,61	0,19	1,81	-0,07	-0,34	0,26
	5	-1,82	-0,16	3,55	-2,08	0,29	-0,21
	6	-3,24	-0,12	5,70	-4,35	0,21	-0,17
	7	-3,24	0,12	5,70	-4,35	-0,21	0,17
	8	-1,82	0,16	3,55	-2,08	-0,29	0,21
	9	-1,72	-0,35	3,35	-1,97	0,61	-0,48
	10	-3,06	-0,07	5,38	-4,11	0,12	-0,09
	11	-3,06	0,07	5,38	-4,11	-0,12	0,09
	12	-1,72	0,35	3,35	-1,97	-0,61	0,48
	13	-0,50	-0,12	1,51	-0,03	0,26	-0,10
	14	-0,77	-0,08	1,95	-0,42	0,14	-0,10
	15	-0,77	0,08	1,95	-0,42	-0,14	0,10
	16	-0,50	0,12	1,51	-0,03	-0,26	0,10

EK 5. Model 5'e ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, R.D.M.)

KAT	KOLON	Vx	Vy	Mx (Üst)	Mx (Alt)	My (Üst)	My (Alt)
1	1	-3,17	-0,66	0,89	-8,95	0,86	-1,17
	2	-3,29	-0,12	1,12	-9,07	0,07	-0,32
	3	-3,29	0,12	1,12	-9,07	-0,07	0,32
	4	-3,17	0,66	0,89	-8,95	-0,86	1,17
	5	-5,10	-0,57	5,17	-10,64	0,68	-1,08
	6	-6,57	-0,25	8,21	-12,15	0,34	-0,45
	7	-6,57	0,25	8,21	-12,15	-0,34	0,45
	8	-5,10	0,57	5,17	-10,64	-0,68	1,08
	9	-4,74	-0,67	4,80	-9,88	0,89	-1,18
	10	-6,11	-0,22	7,63	-11,30	0,26	-0,42
	11	-6,11	0,22	7,63	-11,30	-0,26	0,42
	12	-4,74	0,67	4,80	-9,88	-0,89	1,18
	13	-2,57	-0,36	0,63	-7,34	0,24	-0,86
	14	-2,67	-0,24	0,83	-7,44	0,30	-0,43
	15	-2,67	0,24	0,83	-7,44	-0,30	0,43
	16	-2,57	0,36	0,63	-7,34	-0,24	0,86
2	1	-1,35	-0,75	2,21	-1,98	1,14	-1,19
	2	-1,55	-0,07	2,51	-2,30	0,12	-0,10
	3	-1,55	0,07	2,51	-2,30	-0,12	0,10
	4	-1,35	0,75	2,21	-1,98	-1,14	1,19
	5	-5,18	-0,60	7,97	-8,08	0,92	-0,94
	6	-8,02	-0,31	12,32	-12,54	0,48	-0,48
	7	-8,02	0,31	12,32	-12,54	-0,48	0,48
	8	-5,18	0,60	7,97	-8,08	-0,92	0,94
	9	-4,84	-0,83	7,44	-7,56	1,28	-1,28
	10	-7,49	-0,23	11,51	-11,72	0,36	-0,37
	11	-7,49	0,23	11,51	-11,72	-0,36	0,37
	12	-4,84	0,83	7,44	-7,56	-1,28	1,28
	13	-1,09	-0,25	1,77	-1,62	0,41	-0,36
	14	-1,26	-0,26	2,02	-1,89	0,39	-0,41
	15	-1,26	0,26	2,02	-1,89	-0,39	0,41
	16	-1,09	0,25	1,77	-1,62	-0,41	0,36
3	1	-1,05	-0,52	2,72	-0,54	0,84	-0,78
	2	-1,19	-0,07	2,91	-0,78	0,15	-0,07
	3	-1,19	0,07	2,91	-0,78	-0,15	0,07
	4	-1,05	0,52	2,72	-0,54	-0,84	0,78
	5	-3,96	-0,43	6,86	-5,43	0,72	-0,62
	6	-6,32	-0,25	10,31	-9,28	0,41	-0,38
	7	-6,32	0,25	10,31	-9,28	-0,41	0,38
	8	-3,96	0,43	6,86	-5,43	-0,72	0,62
	9	-3,71	-0,68	6,41	-5,08	1,09	-1,00
	10	-5,91	-0,17	9,64	-8,69	0,28	-0,24
	11	-5,91	0,17	9,64	-8,69	-0,28	0,24
	12	-3,71	0,68	6,41	-5,08	-1,09	1,00
	13	-0,84	-0,23	2,21	-0,40	0,45	-0,26
	14	-0,96	-0,18	2,38	-0,60	0,29	-0,26
	15	-0,96	0,18	2,38	-0,60	-0,29	0,26
	16	-0,84	0,23	2,21	-0,40	-0,45	0,26
4	1	-0,17	-0,28	1,28	0,76	0,49	-0,37
	2	-0,32	-0,06	1,55	0,55	0,13	-0,05
	3	-0,32	0,06	1,55	0,55	-0,13	0,05
	4	-0,17	0,28	1,28	0,76	-0,49	0,37
	5	-2,39	-0,20	4,62	-2,80	0,36	-0,26
	6	-4,22	-0,19	7,37	-5,71	0,33	-0,26
	7	-4,22	0,19	7,37	-5,71	-0,33	0,26
	8	-2,39	0,20	4,62	-2,80	-0,36	0,26
	9	-2,25	-0,52	4,34	-2,64	0,90	-0,71
	10	-3,97	-0,08	6,93	-5,37	0,15	-0,11
	11	-3,97	0,08	6,93	-5,37	-0,15	0,11
	12	-2,25	0,52	4,34	-2,64	-0,90	0,71
	13	-0,12	-0,17	1,03	0,67	0,36	-0,16
	14	-0,25	-0,09	1,26	0,49	0,16	-0,11
	15	-0,25	0,09	1,26	0,49	-0,16	0,11
	16	-0,12	0,17	1,03	0,67	-0,36	0,16

EK 6. Model 5'e ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, S.E.M.)

KAT	KOLON	Vx	Vy	Mx (Üst)	Mx (Alt)	My (Üst)	My (Alt)
1	1	-3,28	-0,56	1,57	-8,59	0,69	-1,04
	2	-3,59	-0,14	2,21	-8,93	0,10	-0,32
	3	-3,59	0,14	2,21	-8,93	-0,10	0,32
	4	-3,28	0,56	1,57	-8,59	-0,69	1,04
	5	-4,96	-0,55	5,32	-10,07	0,68	-1,03
	6	-6,33	-0,25	8,14	-11,49	0,33	-0,44
	7	-6,33	0,25	8,14	-11,49	-0,33	0,44
	8	-4,96	0,55	5,32	-10,07	-0,68	1,03
	9	-4,60	-0,65	4,93	-9,34	0,87	-1,15
	10	-5,87	-0,22	7,55	-10,65	0,27	-0,41
	11	-5,87	0,22	7,55	-10,65	-0,27	0,41
	12	-4,60	0,65	4,93	-9,34	-0,87	1,15
	13	-2,66	-0,42	1,22	-7,02	0,39	-0,91
	14	-2,92	-0,22	1,75	-7,29	0,28	-0,41
	15	-2,92	0,22	1,75	-7,29	-0,28	0,41
	16	-2,66	0,42	1,22	-7,02	-0,39	0,91
2	1	-1,65	-0,61	2,72	-2,40	0,93	-0,97
	2	-2,19	-0,10	3,53	-3,26	0,17	-0,15
	3	-2,19	0,10	3,53	-3,26	-0,17	0,15
	4	-1,65	0,61	2,72	-2,40	-0,93	0,97
	5	-4,86	-0,59	7,54	-7,54	0,91	-0,93
	6	-7,48	-0,30	11,53	-11,65	0,46	-0,46
	7	-7,48	0,30	11,53	-11,65	-0,46	0,46
	8	-4,86	0,59	7,54	-7,54	-0,91	0,93
	9	-4,53	-0,76	7,01	-7,03	1,18	-1,17
	10	-6,96	-0,22	10,73	-10,85	0,35	-0,35
	11	-6,96	0,22	10,73	-10,85	-0,35	0,35
	12	-4,53	0,76	7,01	-7,03	-1,18	1,17
	13	-1,34	-0,32	2,20	-1,96	0,51	-0,47
	14	-1,78	-0,22	2,86	-2,67	0,34	-0,35
	15	-1,78	0,22	2,86	-2,67	-0,34	0,35
	16	-1,34	0,32	2,20	-1,96	-0,51	0,47
3	1	-1,28	-0,41	2,94	-1,02	0,68	-0,60
	2	-1,68	-0,09	3,51	-1,70	0,18	-0,11
	3	-1,68	0,09	3,51	-1,70	-0,18	0,11
	4	-1,28	0,41	2,94	-1,02	-0,68	0,60
	5	-3,74	-0,43	6,43	-5,17	0,70	-0,62
	6	-5,89	-0,24	9,57	-8,68	0,39	-0,36
	7	-5,89	0,24	9,57	-8,68	-0,39	0,36
	8	-3,74	0,43	6,43	-5,17	-0,70	0,62
	9	-3,49	-0,63	5,98	-4,82	1,02	-0,94
	10	-5,49	-0,17	8,92	-8,09	0,28	-0,24
	11	-5,49	0,17	8,92	-8,09	-0,28	0,24
	12	-3,49	0,63	5,98	-4,82	-1,02	0,94
	13	-1,03	-0,30	2,39	-0,81	0,53	-0,38
	14	-1,36	-0,16	2,86	-1,36	0,26	-0,23
	15	-1,36	0,16	2,86	-1,36	-0,26	0,23
	16	-1,03	0,30	2,39	-0,81	-0,53	0,38
4	1	-0,42	-0,20	1,59	0,30	0,36	-0,25
	2	-0,78	-0,07	2,19	-0,23	0,15	-0,08
	3	-0,78	0,07	2,19	-0,23	-0,15	0,08
	4	-0,42	0,20	1,59	0,30	-0,36	0,25
	5	-2,16	-0,21	4,14	-2,57	0,38	-0,28
	6	-3,79	-0,17	6,58	-5,17	0,29	-0,23
	7	-3,79	0,17	6,58	-5,17	-0,29	0,23
	8	-2,16	0,21	4,14	-2,57	-0,38	0,28
	9	-2,03	-0,46	3,87	-2,40	0,79	-0,63
	10	-3,54	-0,08	6,15	-4,84	0,15	-0,11
	11	-3,54	0,08	6,15	-4,84	-0,15	0,11
	12	-2,03	0,46	3,87	-2,40	-0,79	0,63
	13	-0,33	-0,21	1,29	0,26	0,41	-0,22
	14	-0,63	-0,07	1,78	-0,17	0,12	-0,08
	15	-0,63	0,07	1,78	-0,17	-0,12	0,08
	16	-0,33	0,21	1,29	0,26	-0,41	0,22

EK 7. Model 7'ye ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, R.D.M.)

KAT	KOLON	V _x	V _y	M _x (Üst)	M _x (Alt)	M _y (Üst)	M _y (Alt)
1	1	-3,23	-0,71	0,66	-9,35	0,92	-1,29
	2	-3,33	-0,17	0,86	-9,45	0,14	-0,39
	3	-3,33	0,17	0,86	-9,45	-0,14	0,39
	4	-3,23	0,71	0,66	-9,35	-0,92	1,29
	5	-5,37	-0,63	5,42	-11,22	0,76	-1,20
	6	-6,93	-0,28	8,64	-12,83	0,37	-0,50
	7	-6,93	0,28	8,64	-12,83	-0,37	0,50
	8	-5,37	0,63	5,42	-11,22	-0,76	1,20
	9	-4,97	-0,74	5,01	-10,38	0,98	-1,31
	10	-6,41	-0,25	8,00	-11,88	0,30	-0,47
	11	-6,41	0,25	8,00	-11,88	-0,30	0,47
	12	-4,97	0,74	5,01	-10,38	-0,98	1,31
	13	-2,58	-0,41	0,42	-7,58	0,30	-0,97
	14	-2,66	-0,24	0,59	-7,67	0,28	-0,45
	15	-2,66	0,24	0,59	-7,67	-0,28	0,45
	16	-2,58	0,41	0,42	-7,58	-0,30	0,97
2	1	-1,25	-0,81	2,05	-1,82	1,23	-1,28
	2	-1,42	-0,14	2,31	-2,10	0,22	-0,21
	3	-1,42	0,14	2,31	-2,10	-0,22	0,21
	4	-1,25	0,81	2,05	-1,82	-1,23	1,28
	5	-5,51	-0,68	8,47	-8,62	1,04	-1,06
	6	-8,53	-0,35	13,10	-13,15	0,54	-0,54
	7	-8,53	0,35	13,10	-13,15	-0,54	0,54
	8	-5,51	0,68	8,47	-8,62	-1,04	1,06
	9	-5,13	-0,92	7,88	-8,03	1,43	-1,43
	10	-7,94	-0,27	12,19	-12,43	0,41	-0,42
	11	-7,94	0,27	12,19	-12,43	-0,41	0,42
	12	-5,13	0,92	7,88	-8,03	-1,43	1,43
	13	-0,99	-0,31	1,61	-1,47	0,50	-0,45
	14	-1,14	-0,24	1,83	-1,71	0,37	-0,38
	15	-1,14	0,24	1,83	-1,71	-0,37	0,38
	16	-0,99	0,31	1,61	-1,47	-0,50	0,45
3	1	-0,97	-0,56	2,67	-0,33	0,91	-0,84
	2	-1,09	-0,12	2,84	-0,54	0,23	-0,15
	3	-1,09	0,12	2,84	-0,54	-0,23	0,15
	4	-0,97	0,56	2,67	-0,33	-0,91	0,84
	5	-4,22	-0,49	7,29	-5,78	0,81	-0,70
	6	-6,73	-0,28	10,97	-9,89	0,46	-0,42
	7	-6,73	0,28	10,97	-9,89	-0,46	0,42
	8	-4,22	0,49	7,29	-5,78	-0,81	0,70
	9	-3,93	-0,76	6,79	-5,40	1,22	-1,12
	10	-6,28	-0,19	10,23	-9,23	0,31	-0,28
	11	-6,28	0,19	10,23	-9,23	-0,31	0,28
	12	-3,93	0,76	6,79	-5,40	-1,22	1,12
	13	-0,76	-0,28	2,14	-0,21	0,53	-0,33
	14	-0,86	-0,17	2,28	-0,39	0,28	-0,24
	15	-0,86	0,17	2,28	-0,39	-0,28	0,24
	16	-0,76	0,28	2,14	-0,21	-0,53	0,33
4	1	-0,06	-0,30	1,15	0,98	0,53	-0,40
	2	-0,19	-0,10	1,39	0,80	0,19	-0,11
	3	-0,19	0,10	1,39	0,80	-0,19	0,11
	4	-0,06	0,30	1,15	0,98	-0,53	0,40
	5	-2,58	-0,23	4,96	-3,04	0,41	-0,30
	6	-4,54	-0,21	7,92	-6,15	0,37	-0,29
	7	-4,54	0,21	7,92	-6,15	-0,37	0,29
	8	-2,58	0,23	4,96	-3,04	-0,41	0,30
	9	-2,42	-0,59	4,65	-2,85	1,02	-0,80
	10	-4,25	-0,09	7,42	-5,76	0,17	-0,12
	11	-4,25	0,09	7,42	-5,76	-0,17	0,12
	12	-2,42	0,59	4,65	-2,85	-1,02	0,80
	13	-0,02	-0,20	0,90	0,84	0,42	-0,21
	14	-0,13	-0,07	1,11	0,69	0,14	-0,09
	15	-0,13	0,07	1,11	0,69	-0,14	0,09
	16	-0,02	0,20	0,90	0,84	-0,42	0,21

EK 8. Model 7'ye ait kolon kesit tesirleri (SAP2000, S.E.M.)

KAT	KOLON	Vx	Vy	Mx (Üst)	Mx (Alt)	My (Üst)	My (Alt)
1	1	-3,36	-0,61	1,45	-8,96	0,75	-1,15
	2	-3,68	-0,18	2,11	-9,30	0,16	-0,38
	3	-3,68	0,18	2,11	-9,30	-0,16	0,38
	4	-3,36	0,61	1,45	-8,96	-0,75	1,15
	5	-5,21	-0,61	5,56	-10,58	0,75	-1,15
	6	-6,65	-0,27	8,54	-12,07	0,36	-0,48
	7	-6,65	0,27	8,54	-12,07	-0,36	0,48
	8	-5,21	0,61	5,56	-10,58	-0,75	1,15
	9	-4,81	-0,72	5,13	-9,76	0,96	-1,27
	10	-6,14	-0,24	7,89	-11,14	0,30	-0,45
	11	-6,14	0,24	7,89	-11,14	-0,30	0,45
	12	-4,81	0,72	5,13	-9,76	-0,96	1,27
	13	-2,69	-0,47	1,10	-7,23	0,45	-1,02
	14	-2,95	-0,23	1,63	-7,50	0,27	-0,44
	15	-2,95	0,23	1,63	-7,50	-0,27	0,44
	16	-2,69	0,47	1,10	-7,23	-0,45	1,02
2	1	-1,61	-0,66	2,66	-2,32	1,01	-1,05
	2	-2,16	-0,16	3,49	-3,21	0,25	-0,24
	3	-2,16	0,16	3,49	-3,21	-0,25	0,24
	4	-1,61	0,66	2,66	-2,32	-1,01	1,05
	5	-5,14	-0,67	7,96	-7,98	1,02	-1,04
	6	-7,90	-0,33	12,17	-12,32	0,51	-0,51
	7	-7,90	0,33	12,17	-12,32	-0,51	0,51
	8	-5,14	0,67	7,96	-7,98	-1,02	1,04
	9	-4,77	-0,84	7,37	-7,40	1,31	-1,30
	10	-7,32	-0,25	11,28	-11,42	0,39	-0,40
	11	-7,32	0,25	11,28	-11,42	-0,39	0,40
	12	-4,77	0,84	7,37	-7,40	-1,31	1,30
	13	-1,29	-0,37	2,13	-1,88	0,60	-0,55
	14	-1,73	-0,21	2,79	-2,59	0,32	-0,33
	15	-1,73	0,21	2,79	-2,59	-0,32	0,33
	16	-1,29	0,37	2,13	-1,88	-0,60	0,55
3	1	-1,24	-0,45	2,95	-0,90	0,74	-0,65
	2	-1,65	-0,14	3,53	-1,59	0,25	-0,18
	3	-1,65	0,14	3,53	-1,59	-0,25	0,18
	4	-1,24	0,45	2,95	-0,90	-0,74	0,65
	5	-3,95	-0,48	6,79	-5,46	0,79	-0,69
	6	-6,22	-0,27	10,11	-9,18	0,43	-0,39
	7	-6,22	0,27	10,11	-9,18	-0,43	0,39
	8	-3,95	0,48	6,79	-5,46	-0,79	0,69
	9	-3,67	-0,70	6,30	-5,08	1,13	-1,04
	10	-5,78	-0,19	9,39	-8,53	0,31	-0,27
	11	-5,78	0,19	9,39	-8,53	-0,31	0,27
	12	-3,67	0,70	6,30	-5,08	-1,13	1,04
	13	-0,99	-0,34	2,37	-0,70	0,61	-0,45
	14	-1,32	-0,15	2,84	-1,25	0,25	-0,21
	15	-1,32	0,15	2,84	-1,25	-0,25	0,21
	16	-0,99	0,34	2,37	-0,70	-0,61	0,45
4	1	-0,36	-0,22	1,55	0,43	0,39	-0,28
	2	-0,73	-0,11	2,17	-0,11	0,20	-0,12
	3	-0,73	0,11	2,17	-0,11	-0,20	0,12
	4	-0,36	0,22	1,55	0,43	-0,39	0,28
	5	-2,30	-0,24	4,40	-2,74	0,43	-0,32
	6	-4,03	-0,19	6,99	-5,50	0,32	-0,26
	7	-4,03	0,19	6,99	-5,50	-0,32	0,26
	8	-2,30	0,24	4,40	-2,74	-0,43	0,32
	9	-2,15	-0,51	4,10	-2,56	0,88	-0,70
	10	-3,75	-0,10	6,51	-5,13	0,17	-0,12
	11	-3,75	0,10	6,51	-5,13	-0,17	0,12
	12	-2,15	0,51	4,10	-2,56	-0,88	0,70
	13	-0,28	-0,24	1,23	0,37	0,47	-0,26
	14	-0,58	-0,06	1,74	-0,06	0,11	-0,06
	15	-0,58	0,06	1,74	-0,06	-0,11	0,06
	16	-0,28	0,24	1,23	0,37	-0,47	0,26

EK 9. Model 1'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	4.16	-7.80
	2	6.19	-8.78
	3	6.19	-8.78
	4	4.16	-7.80
	5	3.95	-7.42
	6	5.88	-8.36
	7	5.88	-8.36
	8	3.95	-7.42
	9	3.70	-6.95
	10	5.51	-7.83
	11	5.51	-7.83
	12	3.70	-6.95
	13	3.49	-6.58
	14	5.21	-7.41
	15	5.21	-7.41
	16	3.70	-6.58

EK 10. Model 2'ye ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	1.96	-8.80
	2	2.48	-9.05
	3	2.48	-9.05
	4	1.96	-8.80
	5	4.78	-9.79
	6	7.50	-11.10
	7	7.50	-11.10
	8	4.78	-9.79
	9	4.47	-9.16
	10	7.02	-10.40
	11	7.02	-10.40
	12	4.47	-9.16
	13	1.58	-7.38
	14	2.02	-7.59
	15	2.02	-7.59
	16	1.58	-7.38

EK 11. Model 3'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	1.47	-8.86
	2	1.83	-9.04
	3	1.83	-9.04
	4	1.47	-8.86
	5	4.87	-10.11
	6	7.71	-11.48
	7	7.71	-11.48
	8	4.87	-10.11
	9	4.54	-9.44
	10	7.20	-10.73
	11	7.20	-10.73
	12	4.54	-9.44
	13	1.15	-7.40
	14	1.46	-7.54
	15	1.46	-7.54
	16	1.15	-7.40

EK 12. Model 4'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	1.15	-8.96
	2	1.43	-9.10
	3	1.43	-9.10
	4	1.15	-8.96
	5	4.96	-10.38
	6	7.89	-11.80
	7	7.89	-11.80
	8	4.96	-10.38
	9	4.62	-9.68
	10	7.36	-11.01
	11	7.36	-11.01
	12	4.62	-9.68
	13	0.87	-7.43
	14	1.11	-7.55
	15	1.11	-7.55
	16	0.87	-7.43

EK 13. Model 5'e ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

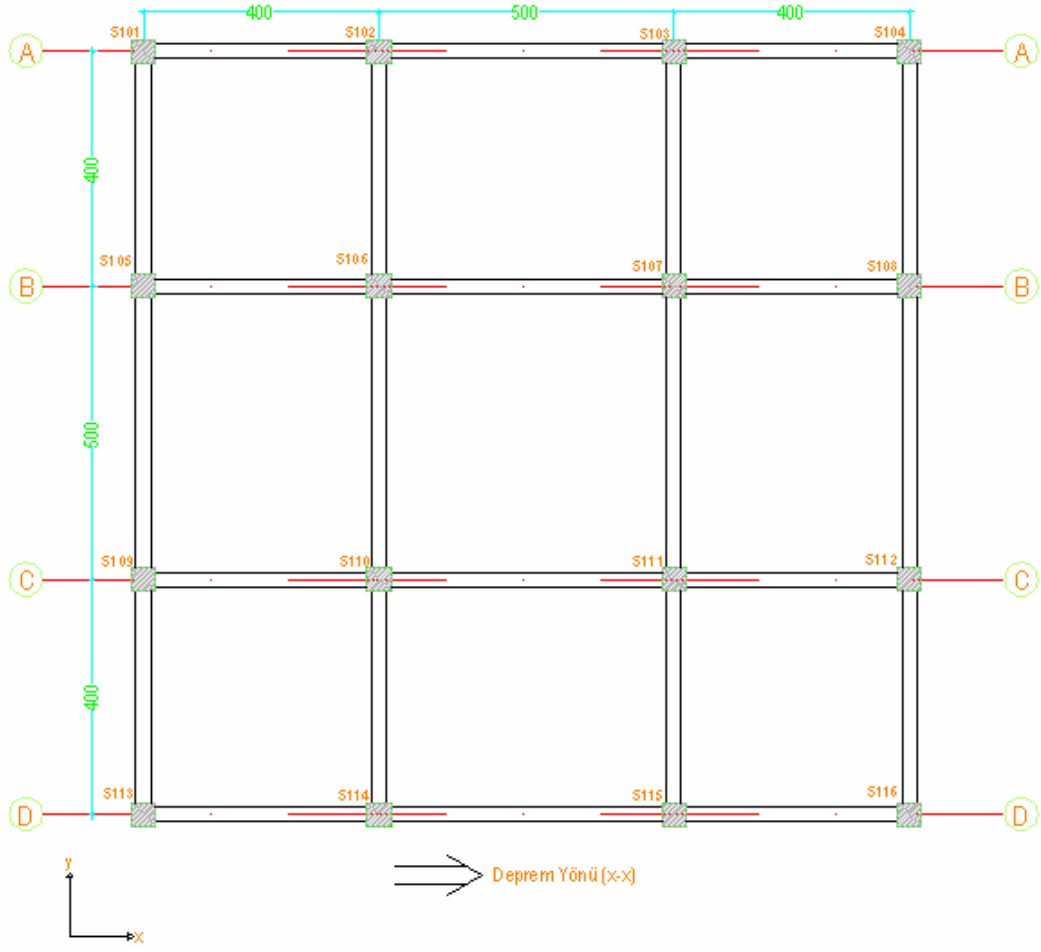
KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	0.75	-9.21
	2	0.97	-9.31
	3	0.97	-9.31
	4	0.75	-9.21
	5	5.14	-10.86
	6	8.23	-12.36
	7	8.23	-12.36
	8	5.14	-10.86
	9	4.77	-10.09
	10	7.65	-11.49
	11	7.65	-11.49
	12	4.77	-10.09
	13	0.51	-7.55
	14	0.70	-7.64
	15	0.70	-7.64
	16	0.51	-7.55

EK 14. Model 6'ya ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

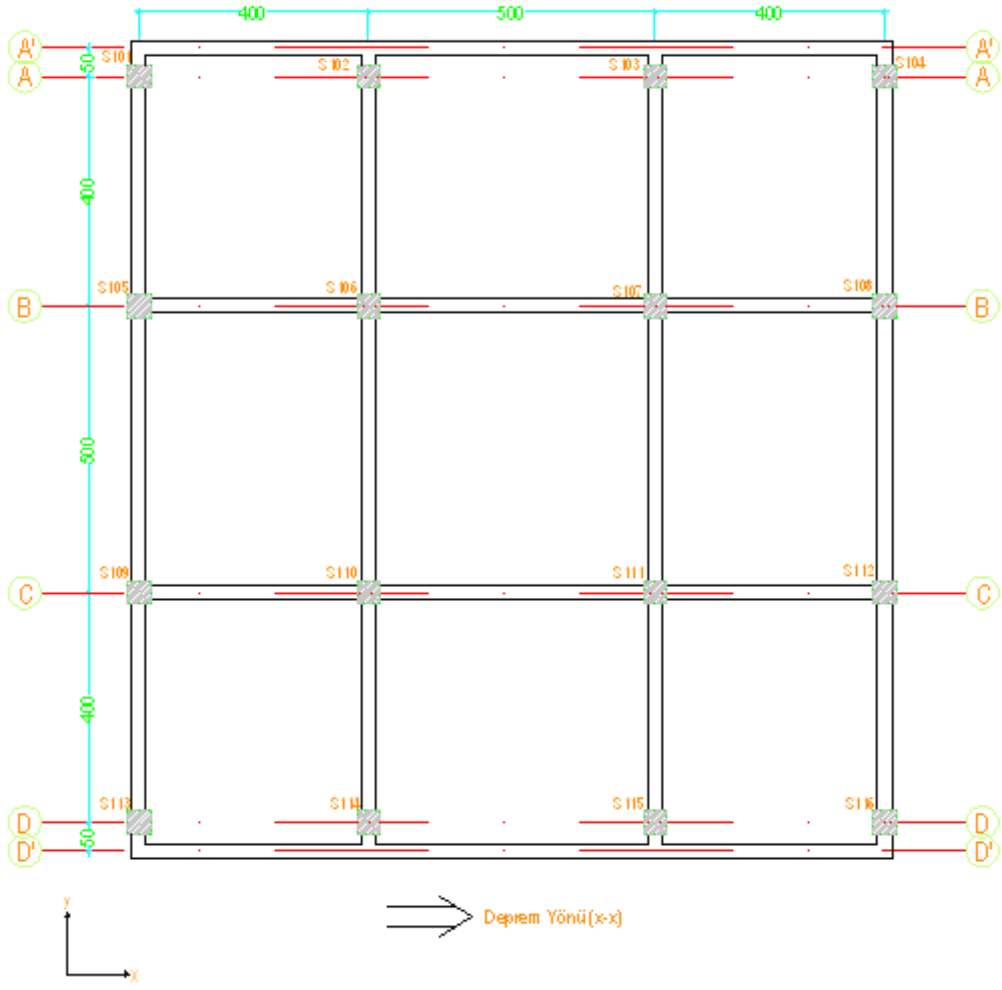
KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	0.62	-9.35
	2	0.82	-9.44
	3	0.82	-9.44
	4	0.62	-9.35
	5	5.23	-11.08
	6	8.39	-12.62
	7	8.39	-12.62
	8	5.23	-11.08
	9	4.84	-10.27
	10	7.78	-11.70
	11	7.78	-11.70
	12	4.84	-10.27
	13	0.39	-7.62
	14	0.56	-7.71
	15	0.56	-7.71
	16	0.39	-7.62

EK 15. Model 7'ye ait kolon kesit tesirleri (STA4-CAD)

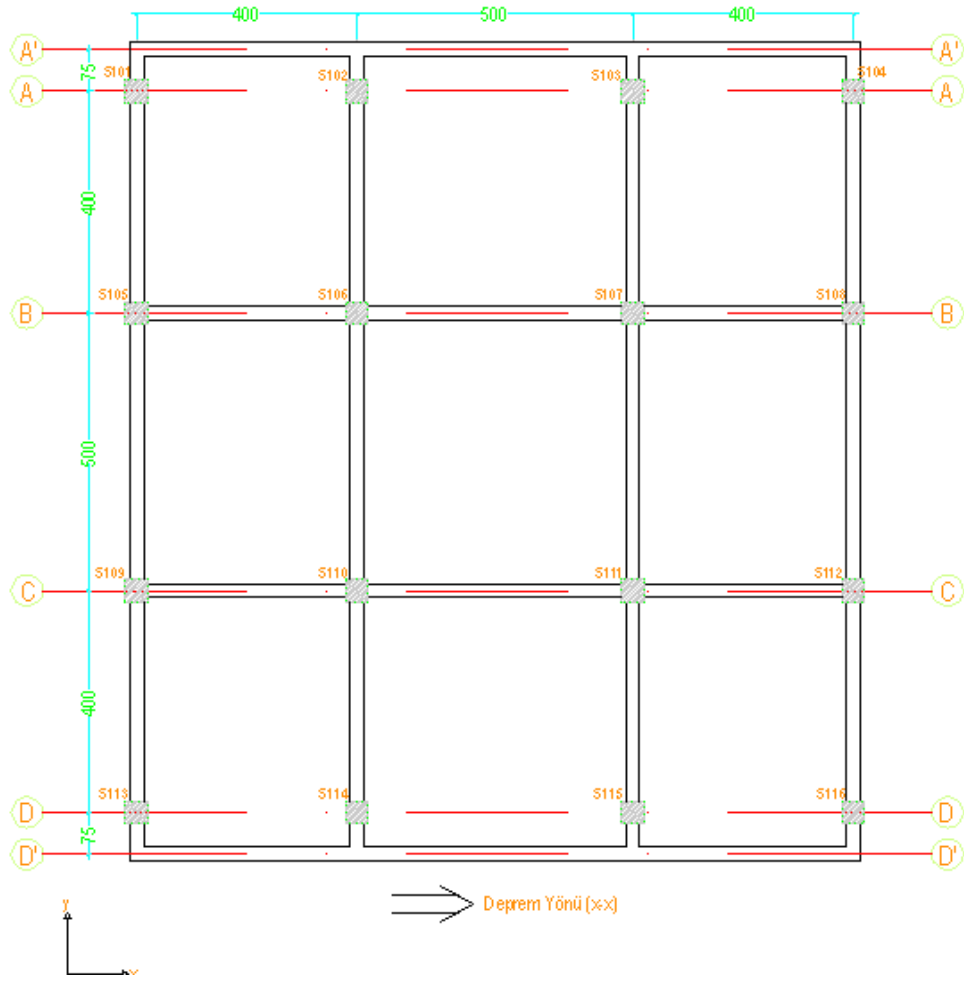
KAT	KOLON NO	Mx (Üst)	Mx (Alt)
1	1	0.51	-9.49
	2	0.70	-9.58
	3	0.70	-9.58
	4	0.51	-9.49
	5	5.31	-11.30
	6	8.55	-12.86
	7	8.55	-12.86
	8	5.31	-11.30
	9	4.91	-10.45
	10	7.91	-11.90
	11	7.91	-11.90
	12	4.91	-10.45
	13	0.30	-7.70
	14	0.46	-7.77
	15	0.46	-7.77
	16	0.30	-7.70



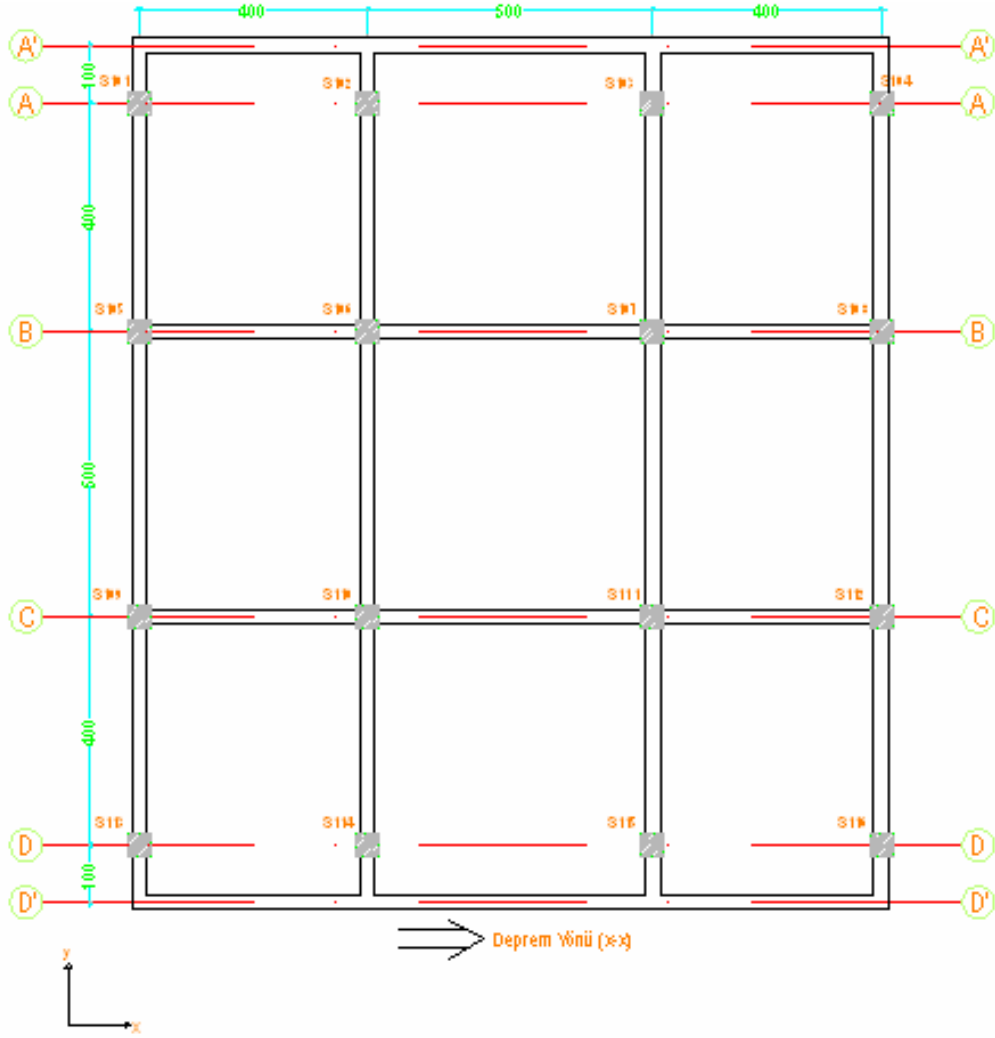
EK 16. Model 1'e ait normal kat kalıp planı



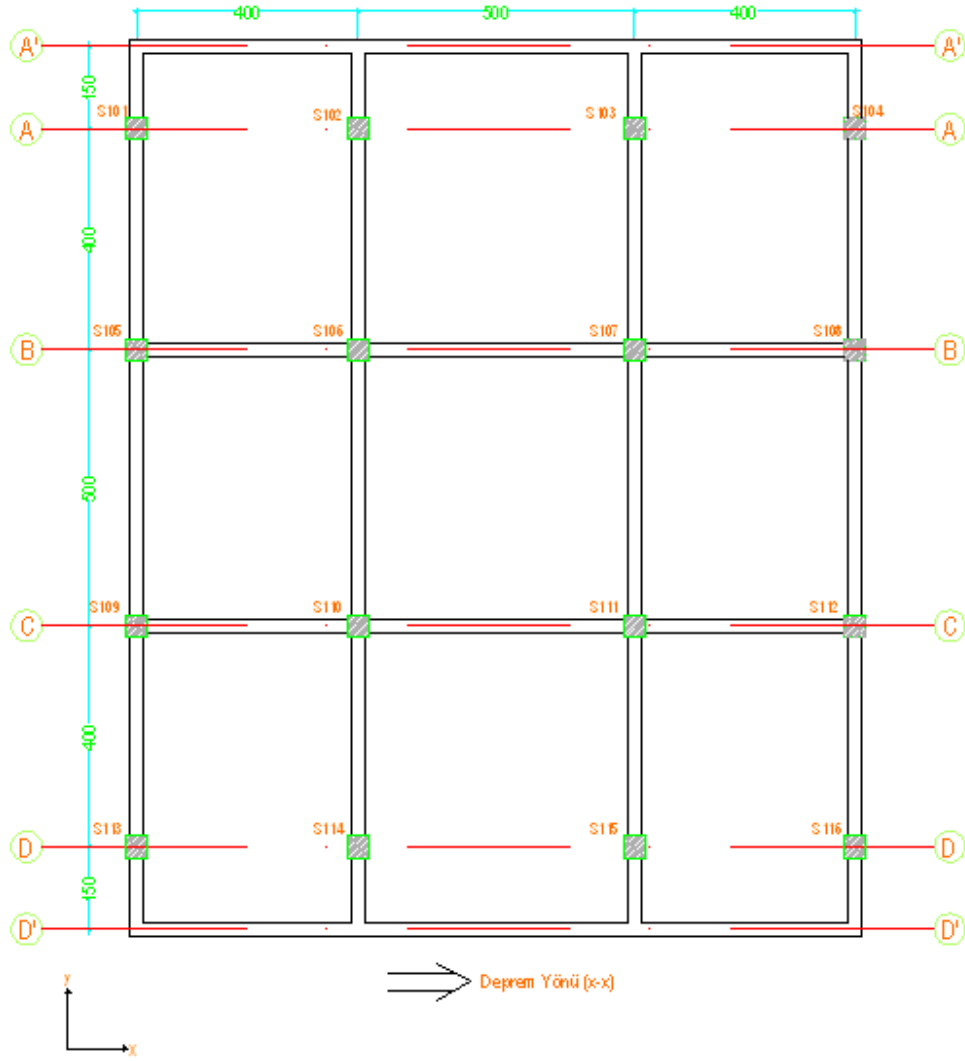
EK 17. Model 2'ye ait normal kat kalıp planı



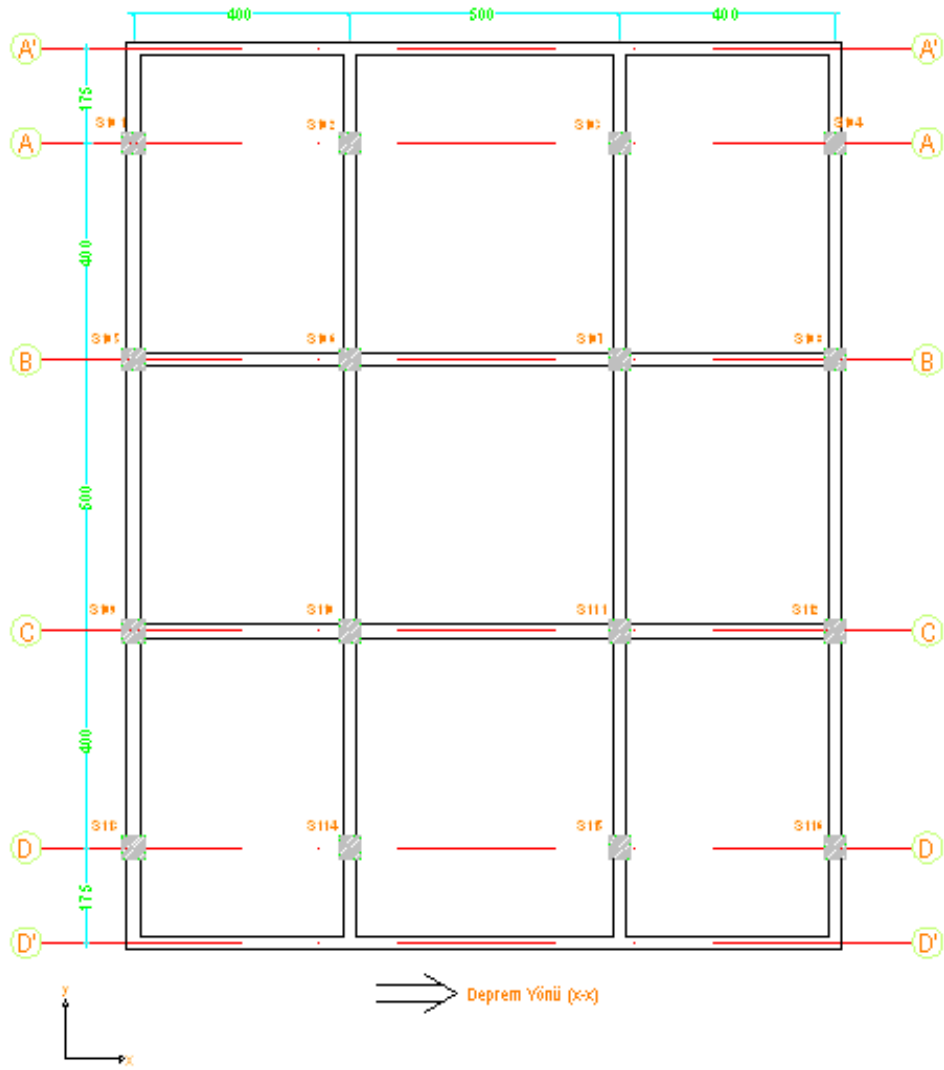
EK 18. Model 3'e ait normal kat kalıp planı



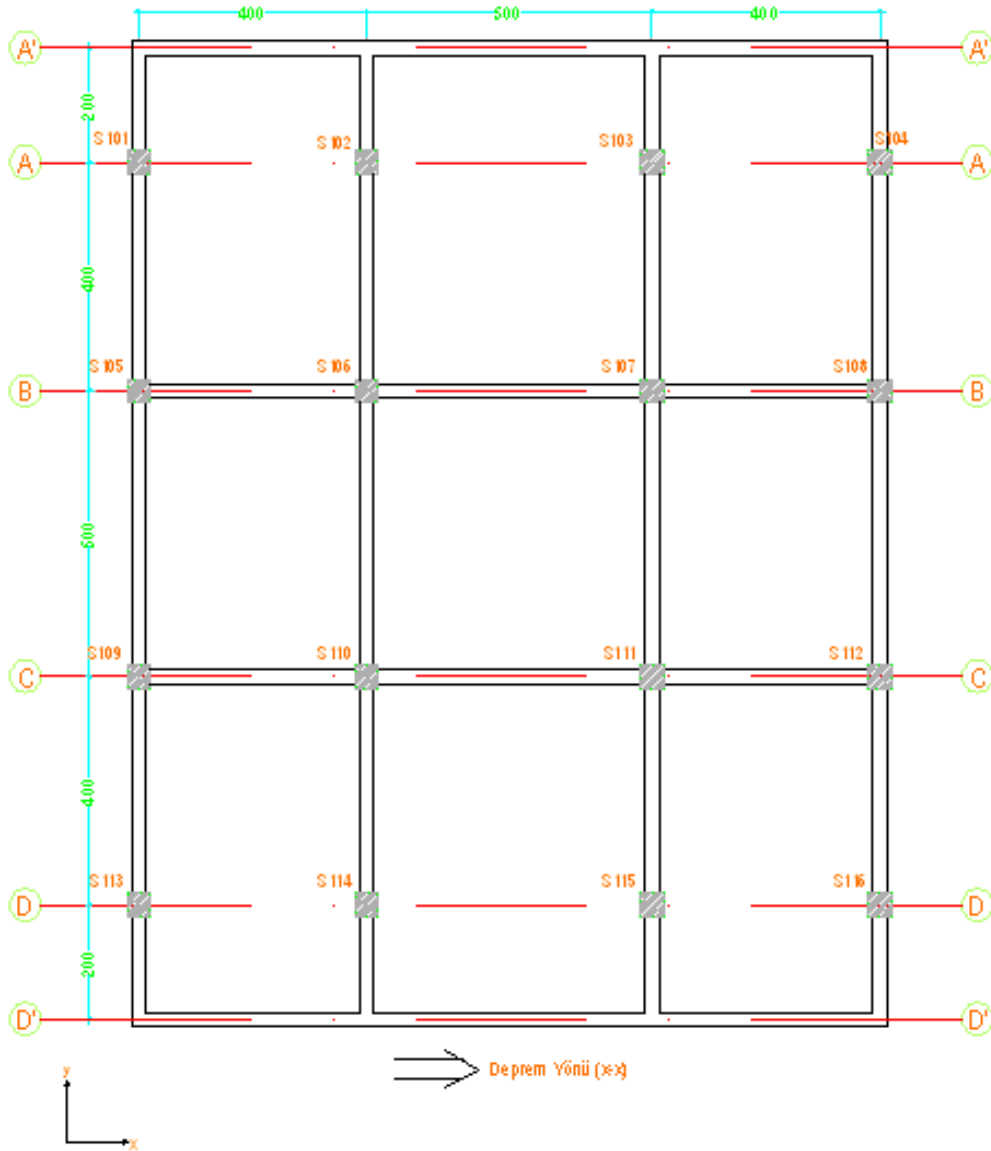
EK 19. Model 4'e ait normal kat kalıp planı



EK 20. Model 5'e ait normal kat kalıp planı



EK 21. Model 6'ya ait normal kat kalıp planı



EK 22. Model 7'ye ait normal kat kalıp planı