

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK YAPILARDA DOLGU DUVAR ETKİSİNİN DOĞRUSAL VE
DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Faruk KADIOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

OCAK 2023

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇELİK YAPILARDA DOLGU DUVAR ETKİSİNİN DOĞRUSAL VE
DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Faruk KADIOĞLU

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Muhammet Zeki ÖZYURT

OCAK 2023

Ömer Faruk KADIOĞLU tarafından hazırlanan “ÇELİK YAPILARDA DOLGU DUVAR ETKİSİNİN DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE ARAŞTIRILMASI ” adlı tez çalışması 07.01.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı Yapı Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Jüri Başkanı : Doç. Dr. Tahir AKGÜL
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Zeki ÖZYURT (Danışman)
Sakarya Üniversitesi

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Necati MERT
Sakarya Üniversitesi



ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğine ve Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesine uygun olarak hazırlamış olduğum “ÇELİK YAPILARDA DOLGU DUVAR ETKİSİNİN DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE ARAŞTIRILMASI ” başlıklı tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın tüm aşamalarında yukarıda belirtilen yönetmelik ve yönergeye uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, bu tezi başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve 20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince Sakarya Üniversitesi’nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Enstitü tarafından belirlenmiş ölçütlere uygun rapor alındığını, etik kurul onay belgesi aldığımı, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun ortaya çıkması halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.

(...../...../20.....).

(imza)

Ömer Faruk KADIOĞLU



TEŞEKKÜR

'Çelik Yapılarda Dolgu Duvar Etkisinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleriyle İncelenmesi' isimli bu tez çalışmasında emeği geçen kıymetli danışmanım Dr. Muhammed Zeki Özyurt'a, lisans tez danışmanım, merhum Prof. Dr. Ahmet Necati Yelgin'e, desteklerini her daim hissettiğim güzel aileme ve hayat arkadaşım Gonca Kurnaz'a teşekkür ederim.

Ömer Faruk KADIOĞLU



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
SİMGELER	xiii
TABLO LİSTESİ	xv
ŞEKİL LİSTESİ	xix
ÖZET	xxiii
SUMMARY	xxv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	1
1.2. Literatür Çalışması	2
2. YÖNTEM VE ANALİZ.....	5
2.1. Dolgu Duvar	5
2.1.1. Dolgu duvarların yapı sistemi üzerindeki etkileri.....	5
2.1.1.1. Dolgu duvarların yapı davranışına olan olumlu etkileri	5
2.1.1.2. Dolgu duvarların yapı davranışına olan olumsuz etkileri	6
2.1.2. Dolgu duvar hesabı	7
2.1.3. Dolgu duvarın Sap2000 programında tanımlanması	9
2.2. Deprem Analiz Tipleri.....	10
2.2.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	12
2.2.1.1. Kat ağırlıklarının sap2000 programında bulunması.....	19
2.2.1.2. Ek dış merkezlik etkisinin modellenmesi	20
2.2.1.3. Kat kütle merkezlerinin sap2000 programında bulunması	20
2.2.1.4. Azaltılmış görelî ötelemelerin bulunması	21
2.2.2. TBDY 2018 yönetmeliğine göre düzensizlik durumları.....	21
2.2.2.1. A1 burulma düzensizliği	21
2.2.2.2. A2 döşeme süreksizliği	23
2.2.2.3. A3 planda çıkıntıların bulunması	24
2.2.2.4. B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat).....	24
2.2.2.5. B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği	25
2.2.2.6. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	25
2.2.3. Artırımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi (statik ivme-pushover analizi).....	25
2.2.3.1. Plastik Mafsallı Kabulü	26
2.2.3.2. Kesit hasar seviyelerinin belirlenmesi	26
2.2.3.3. Statik itme eğrisinin belirlenmesi.....	28
2.2.3.4. Deprem talep eğrisinin belirlenmesi	29
2.2.3.5. Statik itme eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi	29
2.2.3.6. Hedef deplasman sınır tayini.....	30
2.2.3.7. $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun T_B 'den küçük olması durumu	31
2.2.3.8. $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun T_B 'den büyük olması durumu	32

2.2.3.9. Artırımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin Sap2000 programında tanımlanması	32
3. SAYISAL ÇALIŞMA.....	37
3.1. Sayısal Çalışma Tipleri.....	40
3.1.1. Çalışmanın sabitleri.....	40
3.1.2. Çalışmanın değişkenleri	41
3.1.2.1. Dolgu duvarın durumu	41
3.1.2.2. Zemin kat yüksekliği.....	42
3.2. İsimlendirme.....	43
3.3. Analiz Çalışmalarının Karşılaştırılması	48
3.3.1. Kat ağırlıklarının karşılaştırılması.....	49
3.3.2. Ek dış merkezlik dikkate alınarak katlara etkileyecek deprem kuvvetlerinin karşılaştırılması	50
3.3.3. Kat kütle merkezlerinin karşılaştırılması	52
4. SAYISAL ÇALIŞMA SONUÇLARI.....	53
4.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Analiz Sonuçları	53
4.1.1. Periyot-zemin kat yüksekliği sonuçları	53
4.1.2. Burulma düzensizliği, taban kesme kuvveti, tepe noktası deplasmanı, yapı ağırlıklarının karşılaştırılması	54
4.1.3. Eşdeğer deprem yükü yöntemi-taban kesme kuvveti grafiği	56
4.1.4. Göreli kat ötelemeleri.....	59
4.2. Pushover Analizi Sonuçları	72
4.2.1. Taban kesme kuvveti-deplasman sonuçları (kapasite eğrisi).....	72
4.2.2. Pushover mafsallaşma adımları.....	80
4.2.2.1. A tipi plastik mafsallaşma adımları.....	81
4.2.2.2. B tipi plastik mafsallaşma adımları	110
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	139
5.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Tanımlarının Yapısal Davranış Üzerindeki Etkileri	139
5.2. Artırımsal Eşdeğer Deprem Yükü Tanımlarının Yapısal Davranış Üzerindeki Etkileri	140
KAYNAKLAR.....	141
ÖZGEÇMİŞ.....	143

KISALTMALAR

- ED** : Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- FEMA356** : Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings
- PO** : Pushover Analizi
- SAP2000** : Structural Analysis Program
- TBDY 2018** : 2018 Türkiye Deprem Yönetmeliğı
- TS498** : Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüğülerin Hesap Değerleri



SİMGELER

$a^{(i)}_1$: i. itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
A_0	: Etkin yer ivme katsayısı
$d^{(i)}_1$: i. itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yer değiştirme
D_{fi}	: Fiktif yüklerin etkisi altında aynı noktada deprem doğrultusunda hesaplanan yer değiştirmeler
d_z	: Eşdeğer basınç çubuğu uzunluğu
E_b	: Çerçevenin elastisite modülü
E_z	: Dolgu duvarın elastisite modülü
F_{fi}	: i'inci kata etkiyen fiktif yükler
H	: Dolgu duvarın yüksekliği
I	: Yapı önem katsayısı
I_s	: Kolonların atalet momenti
k_{duvar}	: Köşegen basınç elemanının aksenal rijitliği
M_1	: i. kattaki toplanmış kütle
m_i	: i'inci katın kütlesi
N	: Yapıdaki kat sayısı
Q	: Açı
$R_a(T_1)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T_1)$: Spektrum katsayısı
T	: Dolgu duvarın kalınlığı
T_1	: Yapının deprem doğrultusundaki doğal titreşim periyodu
$U^{(i)}_{xN1}$: Binanın tepesinde (N. katında) x deprem doğrultusunda i. itme adımı
V_b	: Taban kesme kuvveti
V_t	: Toplam eşdeğer deprem yükü
w	: Rijitlik parametresi
W	: Yapı ağırlığı
W_i	: Kat ağırlıkları
Γ_{x1}	: Birinci doğal titreşim modu için modal katılım çarpanı
ΔF_N	: En üst kata etkiyen eşdeğer deprem yükü
Λ_h	: Göreli rijitlik parametresi

- Φ_{i1} : i. katın yanal yer değiştirmesi
- Φ_{xN} : Binanın tepesinde (N. katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar [13].	12
Tablo 2.2. Etkin yer ivmesi katsayısı.	14
Tablo 2.3. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY 2018 Tablo 3.1) [13].	15
Tablo 2.4. Yerel Zemin Sınıfı-Periyot.....	16
Tablo 2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) [13].	18
Tablo 2.6. Yapısal olmayan performans seviyeleri.	28
Tablo 2.7. Yapısal ve yapısal olmayan performans seviyelerinin birleşiminden elde edilen bina performans seviyeleri.	28
Tablo 3.1. A-1-M-ED kat ağırlıkları.	49
Tablo 3.2. A-3-M-ED kat ağırlıkları.	50
Tablo 3.3. A-1-M-ED ek kat burulma momenti tablosu.	51
Tablo 3.4. A-3-M-ED ek kat burulma momenti tablosu.	51
Tablo 3.5. A-1-M-ED ağırlık merkezi tablosu.	52
Tablo 3.6. A-3-M-ED ağırlık merkezi tablosu.	52
Tablo 4.1. A ve B tipi yapılara göre periyotlar.....	53
Tablo 4.2. A tipi zemin kat yüksekliği 3 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.	55
Tablo 4.3. A tipi zemin kat yüksekliği 4 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.	55
Tablo 4.4. A tipi zemin kat yüksekliği 5 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.	55
Tablo 4.5. B tipi zemin kat yüksekliği 3 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.	55
Tablo 4.6. B tipi zemin kat yüksekliği 4 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.	55
Tablo 4.7. B tipi zemin kat yüksekliği 5 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.	56
Tablo 4.8. A1MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	59
Tablo 4.9. A1NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	59
Tablo 4.10. A1OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	60
Tablo 4.11. A2MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	60
Tablo 4.12. A2NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	60
Tablo 4.13. A2OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	61
Tablo 4.14. A3MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	61
Tablo 4.15. AXMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	61
Tablo 4.16. A3NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	61
Tablo 4.17. AXNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	62
Tablo 4.18. A3OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	62
Tablo 4.19. AXOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	62
Tablo 4.20. AYMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.	63

Tablo 4.21. AYNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	63
Tablo 4.22. AYOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	63
Tablo 4.23. AZMED g8örelî kat ötelemeleri sonuçları.....	64
Tablo 4.24. AZNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	64
Tablo 4.25. AZOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	64
Tablo 4.26. AKMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	65
Tablo 4.27. AKNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	65
Tablo 4.28. AKOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	65
Tablo 4.29. B1MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	65
Tablo 4.30. B3MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	66
Tablo 4.31. B2OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	66
Tablo 4.32. B1NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	66
Tablo 4.33. B1OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	67
Tablo 4.34. B2MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	67
Tablo 4.35. B2NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	67
Tablo 4.36. B3NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	68
Tablo 4.37. B3OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	68
Tablo 4.38. BXMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	68
Tablo 4.39. BXOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	69
Tablo 4.40. BXNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	69
Tablo 4.41. BYMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	69
Tablo 4.42. BYNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	69
Tablo 4.43. BZMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	70
Tablo 4.44. BZNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	70
Tablo 4.45. BZOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	70
Tablo 4.46. BKMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	71
Tablo 4.47. BKNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	71
Tablo 4.48. BKOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.....	71
Tablo 4.49. A1MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	81
Tablo 4.50. A1MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	81
Tablo 4.51. A1NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	82
Tablo 4.52. A1NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	83
Tablo 4.53. A1OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	84
Tablo 4.54. A1OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	84
Tablo 4.55. A2MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	85
Tablo 4.56. A2MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	86
Tablo 4.57. A2NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	87
Tablo 4.58. A2NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	87
Tablo 4.59. A3MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	89
Tablo 4.60. A3MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	89
Tablo 4.61. A3NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	90
Tablo 4.62. A3NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	90
Tablo 4.63. A3OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	91
Tablo 4.64. A3OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	92
Tablo 4.65. AXMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	93
Tablo 4.66. AXMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	93
Tablo 4.67. AXNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	94
Tablo 4.68. AXNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	94
Tablo 4.69. AXOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	95
Tablo 4.70. AXOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	96

Tablo 4.71. AYMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	97
Tablo 4.72. AYMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	97
Tablo 4.73. AYNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	98
Tablo 4.74. AYNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	98
Tablo 4.75. AYOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	99
Tablo 4.76. AYOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	100
Tablo 4.77. AZMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	101
Tablo 4.78. AZMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	101
Tablo 4.79. AZNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	102
Tablo 4.80. AZNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	103
Tablo 4.81. AZOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	104
Tablo 4.82. AZOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	104
Tablo 4.83. AKMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	105
Tablo 4.84. AKMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	105
Tablo 4.85. AKNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	106
Tablo 4.86. AKNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	107
Tablo 4.87. AKOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	108
Tablo 4.88. AKOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	109
Tablo 4.89. B1MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	110
Tablo 4.90. B1MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	110
Tablo 4.91. B1NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	111
Tablo 4.92. B1NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	112
Tablo 4.93. B1OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	113
Tablo 4.94. B1OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	113
Tablo 4.95. B2MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	114
Tablo 4.96. B2MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	115
Tablo 4.97. B2NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	116
Tablo 4.98. B2NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	116
Tablo 4.99. B3MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	117
Tablo 4.100. B3MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	118
Tablo 4.101. B3NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	119
Tablo 4.102. B3NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	119
Tablo 4.103. B3OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	120
Tablo 4.104. B3OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	120
Tablo 4.105. BKMPO yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	121
Tablo 4.106. BKMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	122
Tablo 4.107. BKNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	123
Tablo 4.108. BKNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	123
Tablo 4.109. BKOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	125
Tablo 4.110. BKOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	125
Tablo 4.111. BXMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	126
Tablo 4.112. BXMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	127
Tablo 4.113. BXNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	128
Tablo 4.114. BXNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	128
Tablo 4.115. BXOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	129
Tablo 4.116. BXOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	129
Tablo 4.117. BYMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	130
Tablo 4.118. BYMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	131
Tablo 4.119. BYNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	132
Tablo 4.120. BYNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	132

Tablo 4.121. BYOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	133
Tablo 4.122. BYOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	134
Tablo 4.123. BZMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	135
Tablo 4.124. BZMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.....	135
Tablo 4.125. BZNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.	136
Tablo 4.126. BZNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.	136
Tablo 4.127. BZOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.	137
Tablo 4.128. BZOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.	138



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. TBDY2018'e göre kısa kolon oluşumu	7
Şekil 2.2. Eşdeğer basınç çubuğu modeli.	8
Şekil 2.3. Açıklık oranı ile rijitlik azaltma faktörü arasındaki ilişki [12].	9
Şekil 2.4. Deprem analiz yöntemleri.....	11
Şekil 2.5. Kat ağırlıkları.....	13
Şekil 2.6. Kat kesme kuvvetleri.	13
Şekil 2.7. Türkiye deprem tehlike haritası [14].	14
Şekil 2.8. Zaman spektrum grafiği.....	16
Şekil 2.9. Deprem yükü azaltma katsayısı-zaman grafiği.....	17
Şekil 2.10. Ekzantirisite oluşumu [15].....	22
Şekil 2.11. TBDY 2018'e göre A1 burulma düzensizliği [13].	23
Şekil 2.12. TBDY 2018'e göre A2 döşeme süreksizlikleri [13].	24
Şekil 2.13. TBDY 2018'e göre A3 planda çıkıntıların bulunması [13].	24
Şekil 2.14. Pushover analizinde plastik mafsal oluşumu.....	26
Şekil 2.15. Düzlem Çubuk Elemanın Eğilme Momenti-Eğrilik Diyagramı.....	26
Şekil 2.16. Kesit hasar seviyeleri.....	27
Şekil 2.17. Tasarım depremi için spektrum eğrisi. [19].....	29
Şekil 2.18. Statik itme eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi [19].	30
Şekil 2.19. Kapasite spektumu ve talep spektrumu. [20].....	31
Şekil 2.20. Başlangıç periyodunun T_B 'den küçük olması durumu.	32
Şekil 2.21. Başlangıç periyodunun T_B 'den küçük olması durumu.	32
Şekil 2.22. Pushover X yönü deprem tanımlama.....	33
Şekil 2.23. Pushover ayarları	34
Şekil 2.24. Pushover ayarları	34
Şekil 2.25. Hinge tanımla.....	34
Şekil 3.1. A tipi çatı planı.	37
Şekil 3.2. A tipi ön cephe görünüşü.	37
Şekil 3.3. A tipi yan cephe görünüşü.	38
Şekil 3.4. A tipi 3 boyutlu görüntü.	38
Şekil 3.5. A tipi Tekla model görüntüsü.	38
Şekil 3.6. A tipi aplikasyon planı.....	38
Şekil 3.7. B tipi çatı planı.	39
Şekil 3.8. B tipi ön cephe görünüşü.	39
Şekil 3.9. B tipi yan cephe görünüşü.	39
Şekil 3.10. B tipi 3 boyutlu görüntü.....	40
Şekil 3.11. B tipi Tekla model görüntüsü.	40
Şekil 3.12. B tipi aplikasyon planı.	40
Şekil 3.13. A-2-M-ED Tekla model görüntüsü.	42
Şekil 3.14. A-Y-M-ED Tekla model görüntüsü.	43
Şekil 3.15. A-3-M-ED Tekla model görüntüsü	43
Şekil 4.1. A tipi periyotlar.....	54

Şekil 4.2. B tipi periyotlar.....	54
Şekil 4.3. A1 ve A3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	56
Şekil 4.4. A2 ve A3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	57
Şekil 4.5. A2 ve A3 ve AX tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	57
Şekil 4.6. AX ve AZ tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	57
Şekil 4.7. B1 ve B3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	58
Şekil 4.8. B2 ve B3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	58
Şekil 4.9. BX ve BZ tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	58
Şekil 4.10. B2 ve B3 ve BX tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.....	59
Şekil 4.11. A tipi X yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	72
Şekil 4.12. A tipi X yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	73
Şekil 4.13. A tipi X yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	73
Şekil 4.14. A tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	73
Şekil 4.15. A tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	74
Şekil 4.16. A tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	74
Şekil 4.17. A tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	74
Şekil 4.18. A tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	75
Şekil 4.19. A tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	75
Şekil 4.20. A tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	75
Şekil 4.21. A tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	76
Şekil 4.22. A tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	76
Şekil 4.23. B tipi X yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	76
Şekil 4.24. B tipi X yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	77
Şekil 4.25. B tipi X yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.....	77
Şekil 4.26. B tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması.....	77

Şekil 4.27. B tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması	78
Şekil 4.28. B tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması	78
Şekil 4.29. B tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırılması.....	78
Şekil 4.30. B tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırılması.....	79
Şekil 4.31. B tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırılması.....	79
Şekil 4.32. B tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması	79
Şekil 4.33. B Tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması	80
Şekil 4.34. B tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması	80
Şekil 4.35. A1MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	82
Şekil 4.36. A1MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	82
Şekil 4.37. A1NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	83
Şekil 4.38. A1NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	84
Şekil 4.39. A1OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	85
Şekil 4.40. A1OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	85
Şekil 4.41. A2MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	86
Şekil 4.42. A2MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	87
Şekil 4.43. A2NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	88
Şekil 4.44. A2NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	88
Şekil 4.45. A3MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	89
Şekil 4. 46. A3MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	90
Şekil 4.47. A3NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	91
Şekil 4.48. A3NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	91
Şekil 4.49. A3OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	92
Şekil 4.50. A3OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	92
Şekil 4.51. AXMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	93
Şekil 4.52. AXMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	94
Şekil 4.53. AXNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	95
Şekil 4.54. AXNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	95
Şekil 4.55. AXOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	96
Şekil 4.56. AXOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	96
Şekil 4.57. AYMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	97
Şekil 4.58. AYMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	98
Şekil 4.59. AYNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	99
Şekil 4.60. AYNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	99
Şekil 4.61. AYOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	100
Şekil 4.62. AYOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	101
Şekil 4.63. AZMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	102
Şekil 4.64. AZMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	102
Şekil 4.65. AZNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	103
Şekil 4.66. AZNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	103
Şekil 4.67. AZOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları	104
Şekil 4.68. AZOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları	105

Şekil 4.69. AKMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	106
Şekil 4.70. AKMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	106
Şekil 4.71. AKNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	107
Şekil 4.72. AKNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	108
Şekil 4.73. AKOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	109
Şekil 4.74. AKOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	109
Şekil 4.75. B1MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	111
Şekil 4.76. B1MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	111
Şekil 4.77. B1NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	112
Şekil 4.78. B1NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	113
Şekil 4.79. B1OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	114
Şekil 4.80. B1OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	114
Şekil 4.81. B2MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	115
Şekil 4.82. B2MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	115
Şekil 4.83. B2NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	117
Şekil 4.84. B2NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	117
Şekil 4.85. B3MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	118
Şekil 4.86. B3MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	118
Şekil 4.87. B3NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	119
Şekil 4.88. B3NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	120
Şekil 4.89. B3OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	121
Şekil 4.90. B3OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	121
Şekil 4.91. BKMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	122
Şekil 4.92. BKMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	123
Şekil 4.93. BKNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	124
Şekil 4.94. BKNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	124
Şekil 4.95. BKOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	126
Şekil 4.96. BKOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	126
Şekil 4.97. BXMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	127
Şekil 4.98. BXMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	127
Şekil 4.99. BXNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	128
Şekil 4.100. BXNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	129
Şekil 4.101. BXOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	130
Şekil 4.102. BXOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	130
Şekil 4.103. BYMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	131
Şekil 4.104. BYMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	131
Şekil 4.105. BYNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	132
Şekil 4.106. BYNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	133
Şekil 4.107. BYOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	134
Şekil 4.108. BYOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	134
Şekil 4.109. BZMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	135
Şekil 4.110. BZMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	136
Şekil 4.111. BZNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	137
Şekil 4.112. BZNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	137
Şekil 4.113. BZOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	138
Şekil 4.114. BZOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.....	138

ÇELİK YAPILARDA DOLGU DUVAR ETKİSİNİN DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Çelik yapı sistemleri, son yıllarda sık tercih edilen yapı türlerindedir. Hem yüksek açıklıkların rahatlıkla geçilebilmesi, hem de sünek malzeme yapısından dolayı deprem bölgelerinde tercih edilmesi sebebi ile önemli bir yapı sistemi haline gelmiştir. Çelik yapı sistemlerinin özellikle ofis kısımlarında sıkça kullanılan dolgu duvarların yapı sistemine etkisi bu tez çalışmasında incelenmiştir. Dolgu duvarlar, mimari sebeplerden dolayı farklı tasarımlar ile yapılara uygulanmaktadır. Uygulama yapılırken dolgu duvarlar yapı modeline düşey yük olarak etkilirken, yatay yük altında yapısal analizlere dahil edilmemektedir. Dolgu duvarların yapısal davranış üzerindeki etkisinin göz ardı edilmesi, deprem etkisi altındaki gerçek davranışının bilinmezliği anlamına gelmektedir.

Önemli deprem bölgelerinden Sakarya'nın Akyazı ilçesinde yapılacak olan bir yapının, dolgu duvarlı, dolgu duvarsız, farklı yüksekliklerde lineer ve nonlineer analizlerinin incelendiği kombinasyonlar hazırlanmış ve grafikleri yorumlanmıştır. Bu yapıların eşdeğer deprem yükü altındaki periyotları, düzensizlikleri, taban kesme kuvvetleri, tepe noktası deplasmanları, yapı ağırlıkları karşılaştırılmıştır. Aynı bölgeden alınan zemin etüd değerleri kullanılarak, A tipi ve B tipi merkezi çaprazlı iki ana yapı baz alınarak farklı tasarım tiplerinde kombinasyonlar oluşturulmuştur. 5 m aks arasına sahip yapılar, 3 arakat ve çatı olacak şekilde tasarlanmıştır. A ve B ana bina yapılarında M, N ve O tipleri farklı zemin kat yüksekliklerini temsil ederken 1, 2, 3, X, Y, Z ve K tipleri farklı dolgu duvar tasarımını temsil eder. Diğer bir yandan ED, Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edilen yapıları; PO ise pushover yöntemi ile analiz edilen yapıları temsil etmektedir. Bu şekilde farklı tasarımlara sahip 84 farklı binanın karşılaştırılması yapılmıştır.

Çalışmada incelenen yapılar, SAP2000 programında üç boyutlu olarak modellenmiştir. Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapının analizi yapılmış, pushover yöntemi ile yapının performansı incelenmiştir. Tüm yapılara gelen rüzgar, kar, kaplama gibi yükler sabit baz alınmış, yalnızca dolgu duvar etkisinin yapı davranışına olan etkisi incelenmiştir. Buna göre, dolgu duvar tasarımlarının yapı performansına etki ettiği ve dolgu duvarların yapı hesabına katılmasının elzem olduğu sonucuna varılmıştır.



INVESTIGATION OF INFILL WALL EFFECT IN STEEL STRUCTURES WITH LINEAR AND NONLINEAR ANALYSIS METHODS

SUMMARY

In recent years, steel structural systems are one of the most preferred structure. It has become an important structural system because it can be used in smaller sections compared to reinforced concrete at high spans and is preferred in earthquake zones due to its ductile material structure. In this masters thesis, the effect of the partition walls, which are often used in the office parts of the steel structural system, on the structural system was examined. Partition walls are applied to buildings of various designs for architectural reasons. While partition walls are applied to the building model when used as a vertical load, they are not included in the structural analysis under horizontal loads. Neglecting the effects of partition walls on the structural behavior means that the actual behavior under earthquakes influence is not known.

Partition walls have positive and negative effects on structures. However, the inclusion of only the horizontal loading of the panel walls in the structural system during the dissolution of the structural system means that some positive and negative behaviors that can occur in the structure are not explained to the structure system. Literature studies of previous research shows that partition walls have positive and negative contributions to the structure system. Some positive effects of partition walls on the structure are that the panel walls under the beam reduce the deflection of the corresponding beam, the pressure rod effect of the infill walls against lateral loads, the relative floor drifts of the buildings decrease and the pressure rod effect contributes to the energy absorption of the structures. However, partion walls are known to have negative effects such as: torsional irregularity, weak storey irregularity, soft storey irregularity, short pillar formation.

Partition walls are often used in office areas of industrial buildings. From literature review, it is shown that there is no comprehensive investigations of effect of partition walls on steel structures. To fill this research gap, research was conducted as part of masters program to investigate the effects of partition walls on steel structures.

According to ERBBT 2018, earthquake calculation methods are divided into two methods which are the linear and the non-linear calculation methods. The linear calculation methods are divided into three sub-methods which are equivalent earthquake load method, mode coupling method and linear calculation method in time history. Nonlinear calculation methods on the other hand are divided into three sub-methods which are incremental equivalent earthquake load method, incremental mode coupling method and nonlinear calculation methods in the time history. In this thesis, the earthquake characteristics of the strucutres were determined with the equivalent earthquake load method, and the performances of the structures were investigated with the incremental equivalent earthquake load method.

The research areas Akyazı district of Sakarya, Turkey. This area is an important earthquake zones in the region. In this area, combinations of linear and nonlinear

analyses of structures with and without partition walls at different heights were examined and the generated graphs of the structures were interpreted.

The periods, irregularities, base shear forces, peak displacements, and weights of these structures under equivalent earthquake loads were compared. By using the soil survey values taken from the same area, combinations of different design types were created based on the two main structures with type A and type B central braces. The structures with 5 m axle spacing were designed to have 3 mezzanine floors and a roof. In A and B main building structures; M type represents structures with a ground floor height of 3 m, N type structures with a ground floor height of 4 m, and O type structures with a ground floor height of 5 m. Representing different partition wall designs; type 1 represents structures without partition walls, type 2 represent structures without partition walls only on the ground floor, and type 3 represent structures with all partition walls. Representing different partition wall designs; X-type structures with windows on 6-6 axis only on the ground floor, Y-type structures with windows on 1-1 and 6-6 axes on the ground floor, Z-type structures with windows on the A-A and 6-6 axes on the ground floor and K-type structures with windows on the A-A, 1-1, 6-6 axes in the ground floor. On the other hand, the structures analyzed by ED means Equivalent earthquake load method and PO represents the structures analyzed by the pushover method. In this way, 84 different buildings with different designs were compared.

While the parameters such as partition wall condition, ground floor height, cross places varied during structural designs; other parameters such as building usage area, intermediate loads, material quality, snow load, wind load, coating type, ground values, building importance coefficient, building usage class, building height class, load combinations were constant. Dimensioning of the structures, wind and snow calculations were made according to TS498 principles. No cross-sectional changes were made according to different conditions in the parameters of stress, displacement and cross-section conditions.

The structures examined in the study were modeled in three dimensions in the SAP2000 program. All structures were analyzed with the finite element method and the analysis results were compared in the light of the data obtained from the SAP2000 program.

First of all, equivalent earthquake load calculations were made for the A and B type structures, which were taken as reference for the structures examined in the study. Accordingly, the dominant periods of the structures, the base shear forces acting in the X and Y directions, the irregularities, the displacements of the vertex and the weights of the structures were calculated by affecting the ground values taken as fixed in the program. Accordingly, it has been observed that the apex displacements of the structures where partition walls are used more frequently decrease and the base shear forces on the structures increase. In addition to these results, it has been determined that the structure vary with parameters such as the height of the ground floor and the condition of the cross system, independent of the partition wall.

Secondly, performance analyzes were made with the incremental equivalent earthquake load method for the A and B type reference structures. The capacity curves of the structures were calculated and the plastic hinge and collapse zones were found. Lateral loads were given to the structures with certain steps and plastic deformations of the structures were followed according to the state of the partition wall. Accordingly, it has been determined that the stuctures with denser partition wall

behave more ductilely and have less lateral displacements than the buildings with less partition wall. It is seen that structures with fully partition walls begin to plastic hinge earlier than structures without partition walls, and their failure displacements are lower.

Accordingly, it has been observed that different partition wall designs have positive or negative effects on the structural performance. It has been determined that partition walls have an effect on parameters such as base shear force, relative storey drifts, building weights, building periods, plastic hinge points and building capacity. It was concluded that it is essential to include partition walls in the construction calculation.





1. GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Ülkemiz, önemli fay hatları üzerinde yer almaktadır. Bu sebeple seçili parametreler açısından yapı davranışının irdelenmesi, yapı güvenliği açısından önemlidir. En çok tercih edilen yapı sistemlerinden çelik yapıların davranışı, bu çalışmada irdelenmiştir. Dolgu duvarlar, genellikle düşey yük olarak analizlere dahil edilirken modele katılmadıkları için özellikle yatay yük altında yapısal davranış üzerindeki etkileri göz ardı edilmektedir. Bu çalışmada, çelik yapıların yapısal davranışı üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Bilindiği üzere, farklı dolgu duvar yerleşimlerinin yapılar üzerinde olumlu ve olumsuz etkileri bulunmaktadır. Çalışmada incelenen yapılar Sap2000 programında 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapının deprem karakteristikleri belirlenmiş ayrıca pushover analizi ile yapı performansı araştırılmıştır. Analizler neticesinde elde edilen sonuçlar üzerinde karşılaştırmalar yapılarak dolgu duvarların yapısal davranış ve performansı hakkında yorumlar yapılmıştır.

Geçmiş çalışmalar incelendiğinde, dolgu duvarların yapı performansına etkisinin incelendiği pek çok makale ve teze rastlanmaktadır. Bu çalışmalara rağmen, halen dolgu duvarların yapıdan ayrı elemanlar olarak görülmesi ve çözümlerde göz önüne alınmamasının sebebinin yapının davranışına etkisinin tam olarak çözülememesinden kaynaklandığı göze çarpmaktadır. Dolgu duvarın yapı davranışına etkisinin genellikle doğrusal elastik yöntem ile araştırıldığı görülmektedir. Son yıllarda ise doğrusal olmayan çözümler ile de araştırılmasına ağırlık verilmiştir. Plandaki dolgu duvar düzensizliğinin bina deprem performansına etkisinin olup olmadığı konusundaki çalışmalar da yine az sayıdadır. Bu sebeple bu tez çalışmasında, planda farklı kat yüksekliği, farklı dolgu duvar yerleşimine sahip yapılar incelenmiştir. Tüm oluşturulan binalara ait performans seviyeleri belirlenmiş ve dolgu duvar yerleşim parametrelerinin bina performansı üzerindeki etkisi tartışılmıştır [1].

Bu araştırmada, elik tipte bir işyeri yapısı incelenmiştir. Dolgu duvarın yapılar da sadece yük olarak tanımlanması ile dolgu duvar olarak modellenmesi arasındaki farklar incelenmiştir. Buna göre; her katta dolgu duvar kullanılan, hiçbir katında dolgu duvar kullanılmayan ve sadece zemin katta dolgu duvar kullanılmayan yapıların karşılaştırması yapılarak deprem etkisi altındaki performansları karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, bu tez çalışmasında, dolgu duvar kullanılan elik yapıların, dolgu duvar kullanılmayan yapılara göre yanal deplasmanının azaldığı sonucuna varılmıştır. Dolgu duvarın konumuna göre yapının performansının değişkenlik gösterdiği ve mimari kaygılar ile yapılan dolgu duvar konumlandırmasının önemli olduğu saptanmıştır.

1.2. Literatür alışması

Bayrak, O.F ve Bikçe M. tarafından yapılan ‘Dolgu Duvarın Yapısal Dzensizliklere ve Performansa Etkisinin Mevcut Bir Yapı zerinde İncelenmesi’ başlıklı çalışmada, dolgu duvar etkisinin mevcut bir betonarme yapı üzerindeki etkisi incelenmiş ve yapı performansının artmasına karşın burulma ve yumuşak kat düzensizliklerinin değiştiği gözlemlenmiştir. 23.10.2019 tarihli alışma, ‘Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi’ Cilt24 Sayı3’te yayımlanmıştır [2].

Akyürek, O., Tekeli H. Ve Demir F. tarafından yapılan ‘Plandaki Dolgu Duvar Yerleşiminin Bina Performansı zerine Etkisi’ başlıklı makalede, dolgu duvarın davranışına ve deprem performansına olan etkisi, doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemi kullanılarak yapılmıştır. Makalenin sonucuna göre, betonarme yapılarda yerleştirilen dolgu duvarların çerçevenin yatay yük taşıma kapasitesini önemli derecede artırdığı gözlemlenmiştir. 04.09.2017 tarihli alışma, ‘Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi’ Cilt10 Sayı1’de yayımlanmıştır [1].

Bayrak, O.F., Yedek S., Erdem M.M. ve Bikce M. tarafından yapılan ‘elik ereveli Yapılar zelinde Dolgu Duvar Etkisinin İncelenmesi’ başlıklı çalışmada, gevrek dolgu duvar malzemesi kullanılarak yapılmış elik yapılar incelenmiş, bölme duvarlar üzerinde zaman içinde yatay deprem kuvveti, oturma vs. nedenlerle yapısal olmayan elemanlarda meydana gelen çatlaklara dikkat çekilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, elik yapılara uygun bölme duvar malzemelerinin yaygınlaşması gerektiği gözlemlenmiştir. 2019 tarihli alışma, Uluslararası Katılımlı 7. elik Yapılar Sempozyumu’nda yayımlanmıştır [3].

Sayın, B. ve Kaplan S.A., tarafından yapılan ‘Deprem Etkisi Altındaki Betonarme Yapılarda Dolgu Duvarın Modellenme Teknikleri’ başlıklı çalışmada, dolgu duvarlar, Sap2000 ve Sta4cad programlarında diagonal basınç çubuğu ve panel olarak modellenmiştir. Sonuçlar gerçeğe yakın olarak gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, dolgu duvar, diagonal basınç çubuğu şeklinde modellenerek yatay yük etkisine maruz bırakıldığında daha rijit davrandığı gözlemlenmiştir. 25.03.2005 tarihli çalışma, Kocaeli Deprem Sempozyumu’nda yayımlanmıştır [4].

Kaymak F. Ve Tuna M.E. tarafından yapılan ‘Kısmi ve Tam Dolgu Duvarlı Çelik Çerçevelerin Yatay Yükler Altındaki Davranışının Elasto-Plastik Analiz Yöntemi ile İncelenmesi’ başlıklı çalışmada, dolgu duvarların yatay yükler altındaki çelik çerçeveler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak, dolgu duvarların boş çerçeveye göre daha az enerji tükettiği gözlemlenmiştir. 25.03.2011 tarihli çalışma, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi Cilt 26 Sayfa2’de yayımlanmıştır [5].

Güder O.S. tarafından yapılan ‘Dolgu Duvarların Yapısal Analizlerde Göz Önüne Alınmasının Düşey Düzensizlik ve Deprem Performansına Etkileri’ başlıklı yüksek lisans tezinde, dolgu duvarların analiz modeline dahil edilmesi durumunda yapının düşey düzensizliğinin ve binanın yapısal performansının nasıl etkileneceği incelenmiş, yumuşak kat düzensizliğinin yapının performansına etkilerine değinilmiştir. 24.01.2012 tarihinde savunması yapılan bu tez, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nce onaylanmıştır [6].

Altınağaç D. tarafından yapılan ‘Doğrusal Olmayan İtme Analizi Yöntemi ile Performans Seviyesi Belirlenen Çelik Bir Yapının Analizi’ başlıklı yüksek lisans tezinde, doğrusal olmayan itme analiz yöntemi ile dört farklı şekilde yatay etkilere karşı güçlendirilmiş çelik çerçeve sistemi doğrusal olmayan statik tasarım yöntemi ve ETABS yapısal analiz programı ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, ideal çapraz sistemi seçilmiş ve değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Merkezi V çaprazlı sistemlerin enerji sönümlene kapasitesinin diğer çapraz sistemlerine göre %50 daha verimli olduğu gözlemlenmiştir. 07.06.2022 tarihli çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nce onaylanmıştır [7].

Karşlıoğlu Ö. tarafından yapılan ‘Çok Katlı Binalarda Bulunan Tuğla Dolgu Duvarların Yapı Davranışına Etkileri’ başlıklı yüksek lisans tezinde, dolgu duvarların

deprem etkisi altındaki performansı araştırılmıştır. Çelik bir sistem, SAP2000 programında hesaplanarak periyot, deplasman, taban kesme kuvveti, düzensizlik gibi etkileri incelenmiştir. Sonuç olarak dolgu duvarların malzeme özelliklerinin hesabının iyi yapılması ve lineer olmayan dinamik analiz yönteminin tercih edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu tez çalışması, 27.09.2005 tarihinde Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde oy birliği ile onaylanmıştır [8].



2. YÖNTEM VE ANALİZ

2.1. Dolgu Duvar

Yapı sistemlerinin çözümü yapılırken, dolgu duvarların etkisi hesaba katılmayan parametrelerdir. Bunun nedeni, dolgu duvarların yanal yük geldiğindeki etkisinin ihmal edilmesinin istenmesidir. Yönetmelikler, dolgu duvarların düşey yük etkisinin hesaba katılmasını ancak dolgu duvarların yanal katkısının ihmal edilmesini tavsiye etmektedir.

Dolgu duvarlar, yapı sistemine iki şekilde tanımlanabilirler. Sonlu elemanlar yönteminde bu tipler mikro modelleme veya makro modelleme şeklinde tanımlanmaktadır. Bu tez çalışmasında çapraz çubuklarla canlandırılan makro modelleme yöntemi kullanılmıştır.

2.1.1. Dolgu duvarların yapı sistemi üzerindeki etkileri

Dolgu duvarların, yapı ile etkileşimi sırasında olumlu veya olumsuz yönde yapıya katkısı olabilmektedir. Bu etkilerden olumlu olanlar, yapı sistemini güvenli bölgede tutabilmek adına ihmal edilmektedir. Fakat dolgu duvar etkisi hesaba katılmadığı için yapı katkıları tam olarak bilinmemektedir.

2.1.1.1. Dolgu duvarların yapı davranışına olan olumlu etkileri

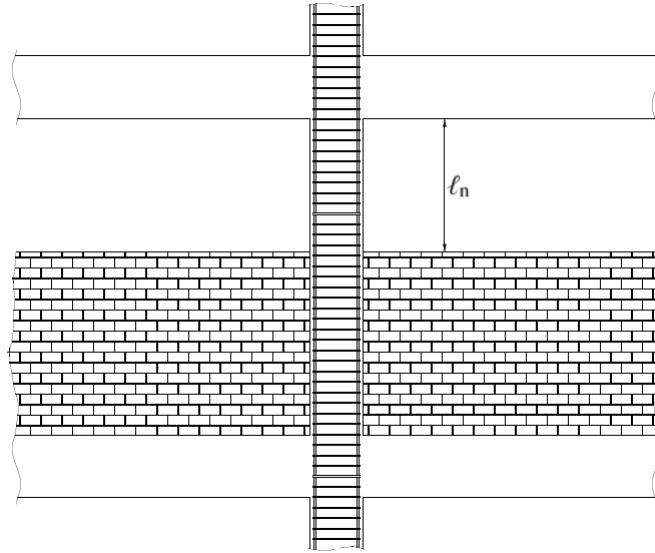
- Düşey Yüklere Karşı Etkileri: Kiriş altlarına gelen dolgu duvarların olduğu kirişlerin, dolgu duvar olmayan kirişlere nazaran daha az sehim yaptığı gözlemlenmektedir. Özellikle eğilme momenti bölgelerinde ve mesnet bölgelerinde betonarme yapılarda çatlaklar gözlemlenmiştir [9].
- Yatay Yüklere Karşı Etkileri : Yapıya gelecek olan rüzgar deprem gibi yanal kuvvetler karşısında dolgu duvarlar taşıma kapasitesine ulaşana kadar çelik çapraz gibi çalıştığı belirlenmiştir. Bu sayede yapıda yükün geldiği yönde ötelemelerini azattığı gözlemlenmiştir [9].
- Rijitliğe Katkıları: Dolgu duvarlar, yukarıdaki maddede görüldüğü üzere yatay yüklere karşı katkı sağlamaktadır. Bu özelliği ile kat ötelemelerini azaltarak yapı rijitliğini artırır. Rijitliğe olan katkılarını göz önüne almadan yapılan

hesaplar ile yapı katkısının gözlemlendiği hesaplar arasında önemli farklar vardır.

- Enerji Sönülemeye Katkıları: Yapılara gelen deprem kuvvetlerinden dolayı oluşan enerji, özellikle mesnet bölgelerindeki zorlanmalardan dolayı bu bölgeleri zorlamaktadır. Bu birleşim bölgelerinde dolgu duvar olmasının, dolgu duvarın kendi içinde oluşan çatlaklar sayesinde önemli etkide enerji sönülediği gözlemlenmiştir. Büyük depremlerdeki etkisi çok büyük olmamakla beraber ve küçük ve orta şiddetli depremlerde tahribat olmasını engellediği söylenebilir [6].

2.1.1.2. Dolgu duvarların yapı davranışına olan olumsuz etkileri

- Burulma Etkileri: Mimari nedenlerden dolayı planda düzensiz yerleştirilen dolgu duvarlar, yapının ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi arasında egzantirisiteye neden olabilmektedir. Bu nedenle yapıda dolgu duvar olması öngörülemeyen burulma etkileri yaratabilir.
- Zayıf Kat Etkileri: Dolgu duvarlar, mimari sebeplerden dolayı üst kat ile alt kat arasında çok farklı duvar düzenlemeleri olması durumunda zayıf kat düzensizliğine neden olabilmektedir.
- Yumuşak Kat Etkileri: Genellikle zemin katlarında işyeri olan yapılarda gözlemlenen bu durum, belirli katlarda dolgu duvarın yoğun olarak kullanılması diğer katlarda daha az kullanılması ile yapının rijitliğinde dengesizlik olması ile meydana gelmektedir. Üst katlardaki rijitliği karşılayabilmek adına duvar olmayan zemin kat kolonlarının yüksek enerji tüketmesi ile yapıda ciddi hasarlar meydana getirmektedir. Dolgu duvarlar, yapı analizinde yok sayıldığı için bu durumun oluşması da öngörülememiş olur.
- Kısa Kolon Etkileri: Mimari sebeplerden dolayı dolgu duvarlar, kat yüksekliği boyunca devam ettirilmeyerek boşluk bırakılması sebebiyle, kolon üst ve alt ucunda olması beklenen ve buna göre tasarlanan yapıda beklenmedik plastik mafsalların oluşması durumudur. Momentlere bağlı dönme etkisi ile oluşan bu durumun yanında kolonların tasarlandıkları maksimum kuvvetten daha büyük kesme kuvvetlerine maruz kalmalarına sebep olmaktadır. Şekil 2.1’de dolgu duvarın durumu ile kısa kolon oluşumu gösterilmiştir [6].



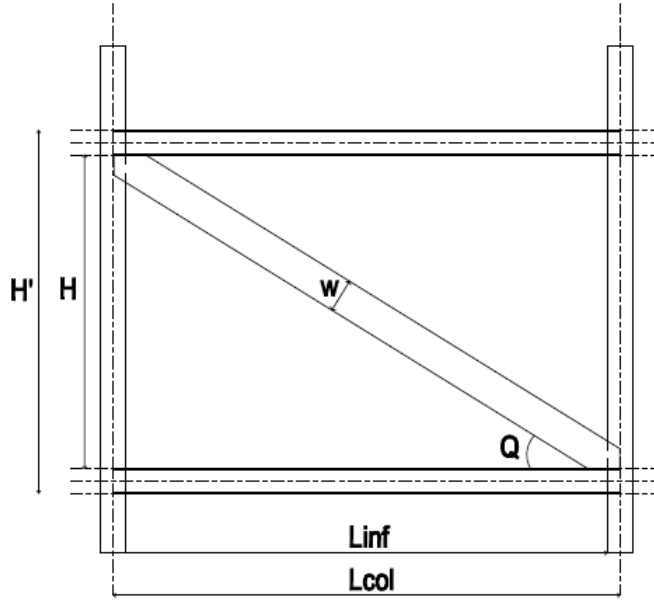
Şekil 2.1. TBDY2018'e göre kısa kolon oluşumu.

2.1.2. Dolgu duvar hesabı

Dolgu duvarlar, her ne kadar yapısal analiz programında ihmal edilse de özellikle çok katlı yapılarda yanal dinamik kuvvetlere karşı önemli katkı sağlamaktadır. Uzun yıllardır yapılan çalışmalar, bu verileri desteklemektedir.

Çelik çerçeve sistemlerde, çerçeve arasında kullanılan dolgu duvarların çelik çapraz benzeri bir davranış sergilemesi nedeniyle çerçevelerde rijitlik sağladığı gözlemlenmektedir. Bu durumu analiz programına anlatmanın en kolay yolu ise dolgu duvarları basınç çubuğu şeklinde göstermektir. Betonarme yapılarda dolgu duvarların taşıyıcı etkisinin küçük mertebelerde olduğu gözlemlense de çelik yapılar için bu şekilde çalışma çok sık yapılmadığından, bu tez çalışmasında ne denli katkı sağladığı incelenmiştir.

Dolgu duvarların rijitliğe katkılarını inceleyen çalışmalardan başlıcası Mainstone modelidir [10]. Bu tez çalışmasında, Mainstone modeli kullanılmıştır. İlgili model, dolgu duvar çalışmasında en sık kullanılan yöntemdir. Buna göre dolgu duvar, iki ucu mafsallı bir basınç çubuğu olarak analiz programına anlatılmaktadır. Kullanılacak malzemenin özellikleri de formüller ile hesaplanarak analiz programına tanıtılmaktadır. Bu şekilde yapı katkısı araştırılmaktadır. Şekil 2.2'de, eşdeğer basınç çubuğu modeli gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Eşdeğer basınç çubuğu modeli.

- Λ_h = Görelî rijitlik parametresi
- w = Rijitlik parametresi
- E_z = Dolgu duvarın elastisite modülü
- E_b = Çerçevenin elastisite modülü
- t = Dolgu duvarın kalınlığı
- I_s = Kolonların atalet momenti
- H = Dolgu duvarın yüksekliği
- Q = Açî
- d_z = Eşdeğer basınç çubuğu uzunluğu
- k_{duvar} = Köşegen basınç elemanının eksenel rijitliği

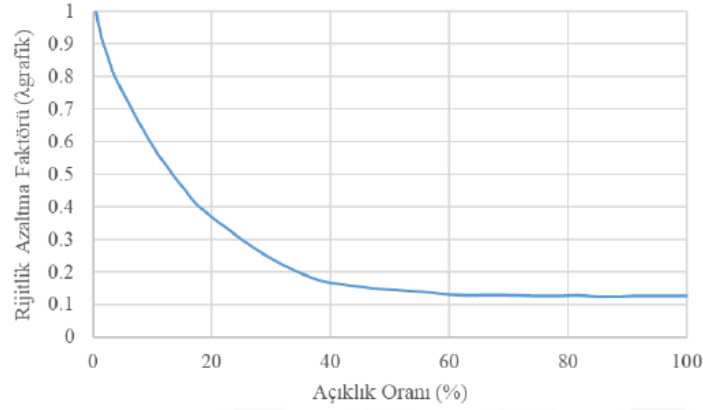
Çalışma, FEMA 356 [5] ve Mainstone [10] tarafından önerilen formüller ile yapılmıştır. Denklem 2.1 ve denklem 2.2 kullanılarak hesaplar yapılmıştır.

$$\Lambda_{duvar} = \sqrt[4]{\frac{E_z \cdot t \cdot \sin 2Q}{4 \cdot E_b \cdot I_s \cdot H}} \quad (2.1)$$

$$k_{duvar} = \frac{w_{duvar} \cdot t \cdot E_z}{d_z} \quad (2.2)$$

Asteris'in 2003 yılında yaptığı çalışmada, mimari sebeplerden dolayı yapıda bırakılan boşlukların yapı dayanımını ne ölçüde etkilediği belirlenmiştir. Buna göre; dolgu duvarda bırakılan boşluk yüzdesi (boşluk alanı/dolgu duvar alanı) bağı olarak bir rijitlik azaltma faktörü (Λ_{grafik}) şeklinde önermiştir. w rijitlik parametresi ile rijitlik

azaltma faktörü ile çarpılması, duvar boşluğu ile ilgili yaygın kullanılan bir yöntemdir. Şekil2.3'teki grafikte, açıklık oranı ile rijitlik azaltma faktörü arasındaki ilişki belirtilmiştir [11].



Şekil 2.3. Açıklık oranı ile rijitlik azaltma faktörü arasındaki ilişki [12].

2.1.3. Dolgu duvarın Sap2000 programında tanımlanması

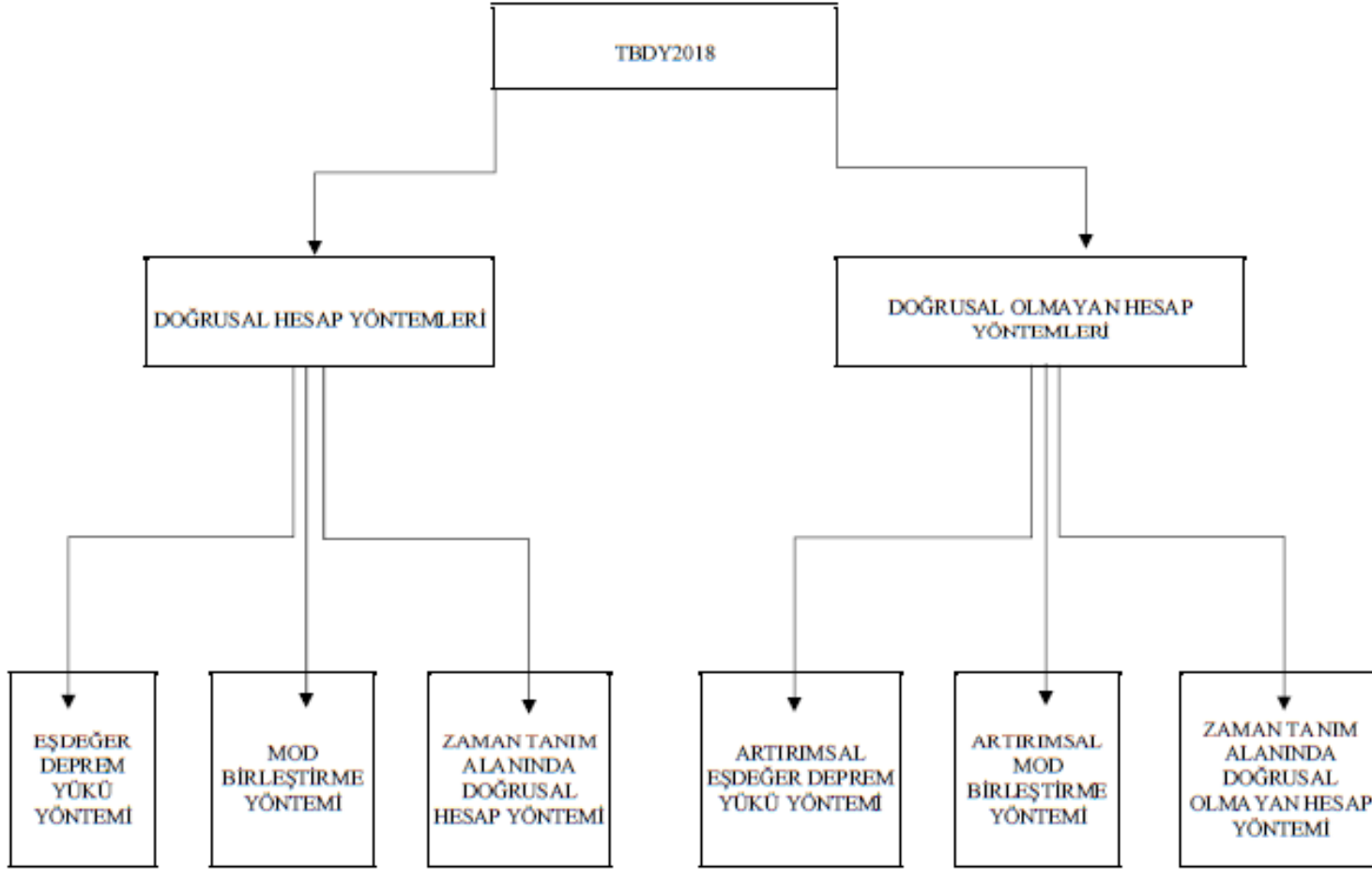
Dolgu duvar basınç çubuğu modeli, SAP2000 programına aşağıdaki şekilde tanımlanır:

- Araç çubuğu kısmından material tanımlanır. 'Define-Material' butonuna basılır.
- 'Add New Material' butonuna basılarak 'Material Property Data' sayfası açılır. Bu sayfada tanımlamak istenen materialin ismi ve mekanik özellikleri girilir. Malzemenin elastisite modülü, poisson oranı, genişleme katsayısı değerleri girilir.
- Material tanımlaması yapıldıktan sonra malzeme tanımlaması yapılır. 'Define-Section Properties-Frame Sections' butonlarına sırası ile basılır. Burada çıkan sayfada 'Rectangular Section' sayfası seçilir.
- 'Section Name' kısmına kesite ne isim vermek istenir ise yazılır. Eşdeğer basınç çubuğu sonuçlarında çıkan duvar derinliği ve duvar genişliği değerlerine göre 'Depth ve Width' değerleri girilir ve bu sayfadan da çıkılır.
- Malzeme tanımlaması sonrasında programın solunda yer alan 'Draw Frame/Cable' butonuna basılarak eşdeğer basınç çubuğu modeli çerçeveye çizilir.

2.2. Deprem Analiz Tipleri

TBDY 2018’de deprem analiz tipleri doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri olarak ikiye ayrılmıştır. Doğrusal hesap yöntemleri, eşdeğer deprem yükü yöntemi, mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında doğrusal hesap yöntemi olarak üçe ayrılmaktadır. Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ise artırımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi, artırımsal mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi olarak üçe ayrılmaktadır. Şekil 2.4’te, TBDY 2018’e göre deprem analiz yöntemleri gösterilmektedir.

Yapıların analizinde iki tip deprem analiz yöntemi kullanılmıştır. Bunlardan birincisi; 2.2.1.’de belirtilen ‘Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi’dir. Bu tipin kısaltması ‘ED’ şeklinde yapılmıştır. Tüm yapı çeşitlerinin doğrusal analizlerinin karşılaştırması yapılmıştır. İkinci analiz tipi 2.2.3’te belirtilen ‘Artırımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi (Pushover Analizi)’dir. Bu tipin kısaltması ‘PO’ şeklinde yapılmıştır. Bu şekilde yapıların kapasite hesapları yapılarak performans analizleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.4. Deprem analiz yöntemleri.

2.2.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Deprem yükleri, dinamik yüklerdir. Eşdeğer deprem yükü yönteminde, dinamik deprem yüklerini belirli şartlar gözetilerek statik yüklere dönüştürülmektedir. Yapıda ilk olarak hangi doğrultuda hesap yapılacak ise o doğrultudaki toplam deprem kuvvetleri hesaplanır. Denklem 2.3 ve denklem 2.4'te deprem kuvveti denklemleri yer almaktadır. Tablo 2.1'de, eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar görülmektedir.

Tablo 2.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminin Uygulanabileceği Binalar [13].

Deprem Bölgesi	"Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1.2	A-1 Türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $n_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan binalar	$HN \leq 25$ m
1.2	A-1 Türü burulma düzensizliği olmayan, varsa her bir katta $n_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağlayan ve binalar B-2 türü düzensizliği olmayan binalar	$HN \leq 60$ m
3.4	Tüm Binalar	$HN \leq 75$ m

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 A_0 \cdot I \cdot W \quad (2.3)$$

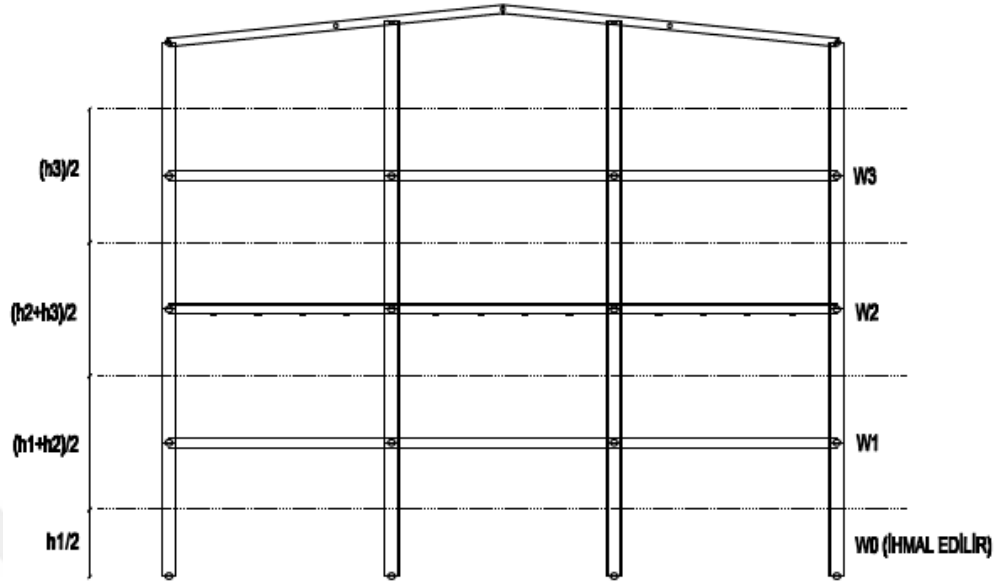
$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} = \frac{W \cdot A_0 \cdot I \cdot S(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0,10 A_0 \cdot I \cdot W \quad (2.4)$$

$A(T_1)$, birinci doğal titreşim periyodu T_1 'e karşılık gelen spektral ivme katsayısıdır.

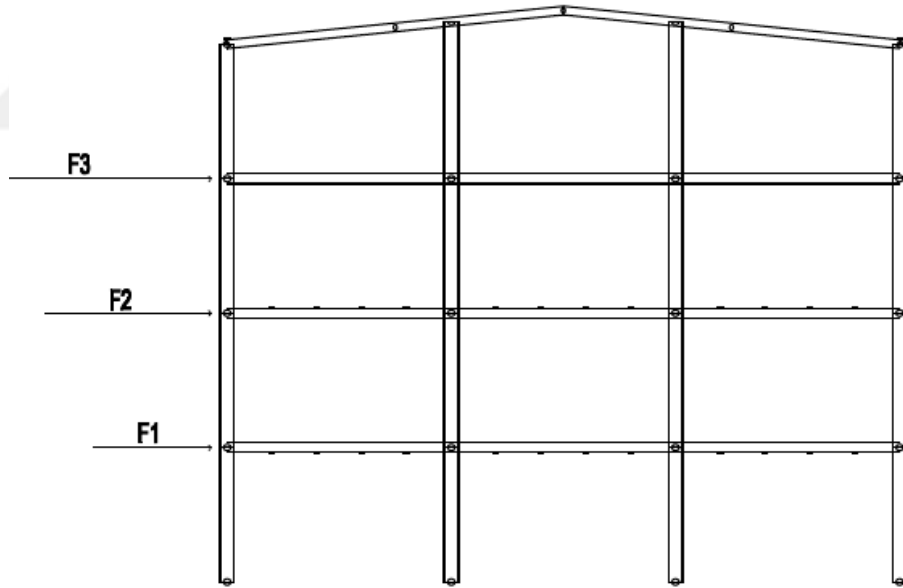
Yapıya etkiyen doğrultudaki deprem kuvvetini bulabilmek için aşağıdaki parametrelerin büyüklüklerini bilmemiz gerekmektedir.

- T_1 : Yapının deprem doğrultusundaki doğal titreşim periyodu
- W : Yapı ağırlığı
- A_0 : Etkin yer ivme katsayısı
- I : Yapı önem katsayısı
- $S(T_1)$: Spektrum katsayısı
- $R_a(T_1)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
- W_i : Kat ağırlıkları
- W_i : $G_i + nQ_i$

Kat ağırlıkları, hesabı yapılacak katın üst yarısından ve alt yarısından gelen yükler toplanarak hesaplanır. En alt katın ağırlığı hesaba katılmaz.



Şekil 2.5. Kat ağırlıkları.



Şekil 2.6. Kat kesme kuvvetleri.

Yapıya ait etkin yer ivmesi katsayısı Tablo 2.2’de belirtilmiştir. Etkin yer ivmesi katsayısı, deprem bölgesine göre belirlenir.

Tablo 2.2. Etkin yer ivmesi katsayısı.

Deprem Bölgesi	A_0
1	0,4
2	0,3
3	0,2
4	0,1

Türkiye deprem riski yüksek bir ülkedir. Ülkemizin %45'i 1. deprem bölgesinde yer almaktadır. Şekil 2.10'da Türkiye deprem tehlike haritası belirtilmiştir.



Şekil 2.7. Türkiye deprem tehlike haritası [14].

Deprem sonrası binalarda hasar oluşması durumuna göre bina önem katsayısı (I) belirlenmiştir. Tablo 2.3'te TBDY 2018'de Tablo 3.1'deki bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları tablosu belirtilmiştir.

Tablo 2.3. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY 2018 Tablo 3.1) [13].

Bina	Bina	
Kullanım	Binanın Kullanım	Önem
Sınıfı	Amacı	Katsayısı
		(I)
	Deprem sonrası kullanımı gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar	
	a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli	
BKS 1	Binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)	1.5
	b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.	
	c) Müzeler	
	d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb. özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	
	İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar	
BKS 2	Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler, vb.	1.2
	Diğer binalar	
BKS 3	BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb.)	1

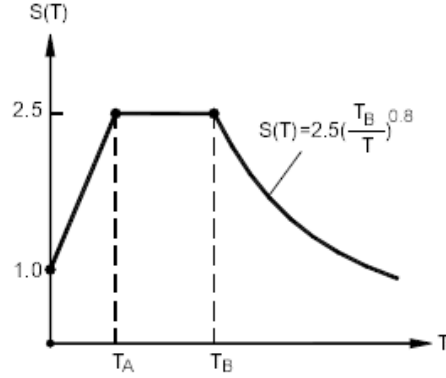
Spektrum Katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye (sn) bağlı olarak şu şekilde hesaplanır:

Yerel zemin koşulları spektrum karakteristik periyotları T_A ve T_B ile gözönüne alınmaktadır. Denklem 2.5, 2.6 ve 2.7'de denklemler belirtilmiştir.

$$S(T) = 1 + 1.5 \cdot T / T_A \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2.5)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (2.6)$$

$$S(T) = 2.5 \cdot (T_B/T)^{0,8} \quad (T > T_B) \quad (2.7)$$



Şekil 2.8. Zaman spektrum grafiği.

Spektrum karakteristik periyotları Yerel Zemin Sınıfına bağlı olarak yönetmelikten alınır.

Tablo 2.4. Yerel Zemin Sınıfı-Periyot.

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

Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin uygulandığı tüm binaların birinci doğal titreşim periyodu aşağıdaki denklem 2.8 ile hesaplanabilir.

$$T1 = 2\pi[\sum_{i=1}^N(mi * dfi) / \sum_{i=1}^N(Ffi * dfi)]^{1/2} \quad (2.8)$$

Bu denklemde;

- m_i : i 'inci katın kütesidir. W_i/g oranı ile bulunur.
- F_{fi} : i 'inci kata etkiyen fiktif yükleri gösterir. (Denklem 2.9)
- D_{fi} : Fiktif yüklerin etkisi altında aynı noktada deprem doğrultusunda hesaplanan yer değiştirmeleri gösterir.

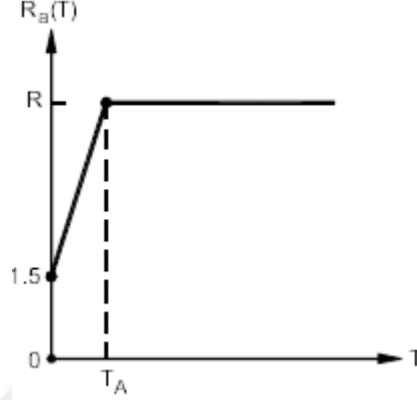
$$F_{fi} = \frac{w_i * H_i}{\sum_{j=1}^N w_j * H_j} \quad (2.9)$$

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını gözönüne almak üzere hesaplanan elastik deprem yükleri, deprem yükü azaltma

katsayısı'na (R_a) bölünmektedir. R_a , tanımlanan taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve doğal titreşim periyodu T 'ye bağlı olarak denklem 2.10 ve denklem 2.11 ile belirlenir:

$$R_a = 1,5 + (R-1,5)T/T_A \quad 0 \leq T \leq T_A \quad (2.10)$$

$$R_a = R \quad T > T_A \quad (2.11)$$



Şekil 2.9. Deprem yükü azaltma katsayısı-zaman grafiği.

Hesaplanan eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak denklem 2.12 ile ifade edilir.

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (2.12)$$

Bu denklemde;

- V_t : Toplam eşdeğer deprem yükü
- ΔF_N : En üst kata etkiyen eşdeğer deprem yükü (Denklem 2.13)

$H_N > 25$ m için binanın tepe noktasına etkiyen ek eşdeğer deprem yükü, ΔF_N 'in değeri birinci doğal titreşim periyoduna bağlı olarak aşağıdaki denklem ile belirlenecektir.

$H_N < 25$ m olan binalar için $\Delta F_N = 0$ alınacaktır.

$$\Delta F_N = 0.007 * T_1 * V_t \leq 0.02 * V_t \quad (2.13)$$

Tablo 2.5. Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) [13].

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
C. ÇELİK BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
C1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
C11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	BYS ≥ 3
C12. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	8	2,5	BYS ≥ 2
C13. Deprem etkilerinin tamamının süneklik çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	5	2	BYS ≥ 4
C14. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çelik çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	3	BYS ≥ 2
C15. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çelik çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	6	2,5	BYS ≥ 2
C16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen süneklik düzeyi yüksek çelik kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	4	2	
C2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			

Tablo 2.5. (Devamı) Taşıyıcı sistem davranış katsayısı (R) [13].

Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
C21. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı çelik çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya süneklik düzeyi yüksek bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2,5	BYS ≥ 4
C22. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı çelik çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2	BYS ≥ 4
C3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.7)			
C31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2,5	BYS ≥ 7
C32. Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	3	2	BYS = 8
C33. Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi sınırlı çelik çerçeveler ile süneklik düzeyi sınırlı merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	BYS ≥ 7

2.2.1.1. Kat ağırlıklarının sap2000 programında bulunması

Sap2000 programında, kat ağırlıklarının hesaplanması ile ilgili adımlar şu şekildedir:

- Ağırlık parametresi 'W' tanımlanır.
- Her katın üzerinde kalan kolonlar ayrı ayrı seçilir.
- 'Display-Show Tables-Frame Output-Element Forces' butonları seçilir.

- Bu şekilde seçilen katın üzerindeki aksenal kuvvetin olduğu tablo elde edilmiş olur.
- Her kat için aynı işlem yapılarak katların toplam ağırlıkları ve ayrı ağırlıkları aşağıdaki tablolar gibi elde edilir.

2.2.1.2. Ek dış merkezlik etkisinin modellenmesi

Ek dışmerkezlik etkisinin modellenmesi, TBDY 2018’de ek dış merkezlik etkisi ‘Deprem yer hareketinin binaya etkisinde ve taşıyıcı sistemin rijitlik ve kütle dağılımındaki olası belirsizlikleri gözönüne almak üzere ek dışmerkezlik etkisi tanımlanmıştır’ şeklinde tanımlanmıştır [13].

TBDY 2018’e göre kat döşemeleri rijit diyafraam olarak modellenirse,

- (TBDY 2018, 4.5.9.3’e göre) kat kütle merkezlerinde tanımlanan kat kütlesi esas alınarak her bir deprem doğrultusunda deprem hesabı yapılacaktır [13].
- Kat kütle merkezine (ana düğüm noktası) etkileyen yatay deprem yükleri, gözönüne alınan deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun +%5’i ve -%5’i kadar kaydıracak ve bu durumlar için de ayrıca deprem hesabı yapılacaktır [13].
- Deprem hesabının (TBDY 2018, 4.7’ye göre) göre yapılması durumunda modelleme kolaylığı bakımından deprem yükünün kaydırılması yerine, kat kütle merkezinde (ana düğüm noktası) etkileyen eşdeğer deprem yükü $F_{iE}^{(X)}$ ile birlikte (TBDY 2018, denk. 4.17) ile verilen ek kat burulma momentinin gözönüne alınması uygundur [13].

Burada, %5, ek dışmerkezliği göstermektedir. Yapıda egzantirisite olması durumunda, yani kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında kayma var ise, deprem kuvveti binayı rijitlik merkezi etrafında döndürmeye çalışmaktadır [13].

2.2.1.3. Kat kütle merkezlerinin sap2000 programında bulunması

Sap2000 programında modellenen yapıların kat ağırlık merkezleri şu şekilde bulunur:

- Daha önce tanımladığımız ‘W’ yükü seçilir. İlgili kat seçilir.
- ‘Display-Show Tables-Joint Output-Joint Masses-Assembled Joint Masses’ butonları işaretlenir. Böylece, ilgili kattaki her noktaya atanan kütleleri bulunur.

- ‘Display-Show Tables-Connectivity Data-Joint Coordinates’ butonları işaretlenir. Böylece her bir noktanın koordinatını bulunur.
- Bu tablolar, excell formatına aktarılır. Burada her bir nokta için X, Y ve Z yönünde atanan kütleler ile o koordinatlar çarpılarak toplanır. Bu toplam, X, Y ve Z yönünde atanan kütlelerin toplamına bölünerek ilgili katın ağırlık merkezi elde edilir.
- Bu adımdan sonra, bulduğumuz F_x , F_y ve M_z değerlerinin, kat kütle merkezlerine atanması gerekmektedir. Biz bu adımda, Sap2000’de ‘Auto Lateral Load Pattern’ komutunda TBDY 2018 seçtiğimiz için, kat kütle merkezlerine etkiyen deprem kuvvetlerini manuel şekilde girmemize gerek olmamaktadır. Program bu yükleri kütle merkezine atamaktadır.

2.2.1.4. Azaltılmış görelî ötelemelerin bulunması

Kolonların herhangi bir katının bir üzerindeki katı ile arasındaki yatay yer değiştirmenin farkına görelî kat ötelemesi denir.

$$\Delta_i^{(X)} = u_i^{(X)} - u_{i-1} \quad (2.15)$$

Denklem 2.15’te, $u_i^{(X)}$ ve $u_{i-1}^{(X)}$, tipik(X) deprem doğrultusu için binanın i’inci ve (i-1)’inci katlarında herhangi bir kolon veya perdenin uçlarında azaltılmış deprem yükleri’ne göre hesaplanan yatay yerdeğiştirmeleri gösterilmektedir.

2.2.2. TBDY 2018 yönetmeliğine göre düzensizlik durumları

TBDY 2018 deprem yönetmeliği sayfa 20 tablo 3.6’da görüleceği üzere 6 tip düzensizlik mevcuttur. Bunlar, ‘A-Planda Düzensizlik Durumları’ 3 adet ve ‘B-Düşeyde Düzensizlik Durumları’ 3 adet şeklindedir. Düzensizlikler, her binada bulunabilir. Fakat yönetmelik, bu düzensizliklerin belirli kurallarda olması gerektiğini belirtmektedir.

2.2.2.1. A1 burulma düzensiliği

TBDY 2018 Tablo 3.6’da ‘A1 Burulma Düzensizliği’ Maddesinden alınan Şekil 2.11, kat planında deprem doğrultusundaki yer değiştirmeler daha iyi anlaşılması açısından abartılarak gösterilmiştir. Şekilde düzgün duran kat i. Kat döşemesini, açılı duran kat ise i+1. Kat döşemesini temsil etmektedir. Bu planda en büyük görelî kat ötelemesi $\Delta_{i_{max}}$, en küçük görelî kat ötelemesi $\Delta_{i_{min}}$ olarak gösterilmiştir.

Yapıların asimetrik olması, ağırlık merkezinin kaymasına neden olmaktadır. Bu durum ise yapıları düşeyde dönmeye zorlamaktadır. Şekil 2.10'da egzantirisite oluşumu gösterilmektedir.



Şekil 2.10. Ekzantirisite oluşumu [15].

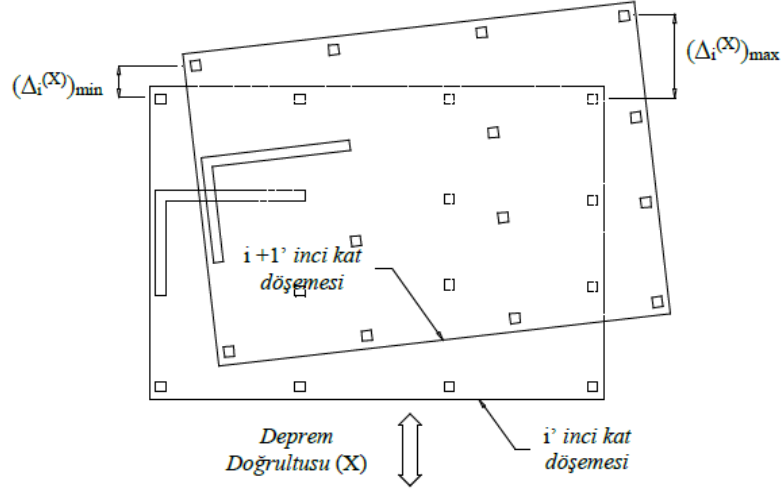
Yapılarda burulma düzensizliği olmasının nedeni, kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasında egzantirisite olmasıdır. Binaya gelen yatay kuvvetler (Rüzgar, deprem) yapı yüzeyinde burulma momenti oluşturmaktadır. Ancak geometrisi düzgün yapılarda da burulma momenti olabilmektedir. Bunun nedeni, yapıların kenar aksları ile orta aksları arasında rijitlik farklarının bulunmasıdır. Kenar akslardaki taşıyıcı elamanların boyutları artırılarak burulma momentinin önüne geçilebilir [15].

Burulma düzensizliği, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı n_{bi} 'nin 1.2'den büyük olması durumudur. (Denklem 2.16, Denklem 2.17)

$$n_{bi} = \frac{(\Delta i)_{max}}{(\Delta i)_{ort}} > 1,2 \quad (2.16)$$

$$(\Delta i)_{ort} = 0,5 * ((\Delta i)_{max} + (\Delta i)_{min}) \quad (2.17)$$

Yukarıdaki denklemlerde yer alan n_{bi} burulma düzensizliği katsayısını, $(\Delta i)_{max}$ ve $(\Delta i)_{min}$ ilgili kattaki maksimum ve minimum görelî ötelemesini, $(\Delta i)_{ort}$ ise ilgili kattaki ortalama görelî kat ötelemesini göstermektedir [16].



Döşemelerin kendi düzlemleri içinde rijit diyafram olarak çalışmaları durumunda
 $(\Delta_i^{(X)})_{ort} = 1/2 [(\Delta_i^{(X)})_{max} + (\Delta_i^{(X)})_{min}]$
 Burulma düzensizliği katsayısı: $\eta_{bi} = (\Delta_i^{(X)})_{max} / (\Delta_i^{(X)})_{ort}$
 Burulma düzensizliği durumu: $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 2.11. TBKY 2018'e göre A1 burulma düzensizliği [13].

Burulma düzensizliği kontrolü için izlenecek yol ise şu şekildedir:

- Katın tanımlanan 4 deprem doğrultusu (EXP, EXN, EYP, EYN) için ayrı ayrı burulma düzensizliği katsayısı (n_{bi}) hesaplanır.
- Elde edilen 4 adet n_{bi} değerinden maksimum olan $\max n_{bi}$ belirlenir.
- $2 \geq \max n_{bi} > 1,2$ ise D_{bi} , denklem 2.18 ile hesaplanır.

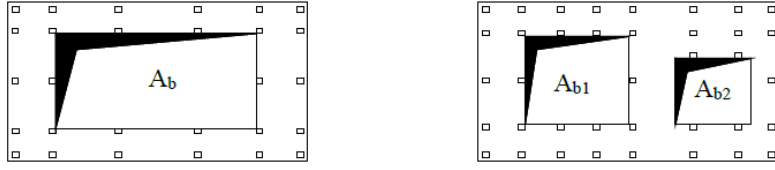
$$D_{bi} = \left(\frac{\max n_{bi}}{1,2} \right)^2 \quad (2.18)$$

- EXP, EXN, EYP, EYN deprem yüklerinin ek kat burulma momentlerinin her biri D_{bi} ile çarpılarak kat kütle merkezlerine tekrar girilir. (Denklem 2.19)

$$M_{ib}^{(X)} \text{ (Moment Global Z)} = F_{iE}^{(X)} * 0,05 * L_y * D_{bi} \quad (2.19)$$

2.2.2.2. A2 döşeme süreksizliği

TBKY 2018 deprem yönetmeliği sayfa 20 tablo 3.6'da 'A2-Döşeme Süreksizlikleri' maddesi, Şekil 2.12'de görüleceği üzere merdiven ve döşeme boşlukları, yerel döşeme boşlukları ve döşemelerin düzlem içi dayanımının ani azaldığı durumlar ile ilgili koşulların irdelendiği görülmektedir. Bizim yapılarımızda, bu maddelerden herhangi biri mevcut olmadığından bu düzensizlik tipini incelemeyeceğiz [13].

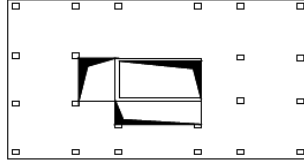


A2 türü düzensizlik durumu – I

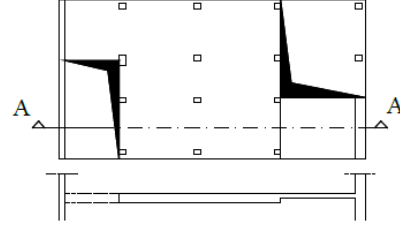
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II



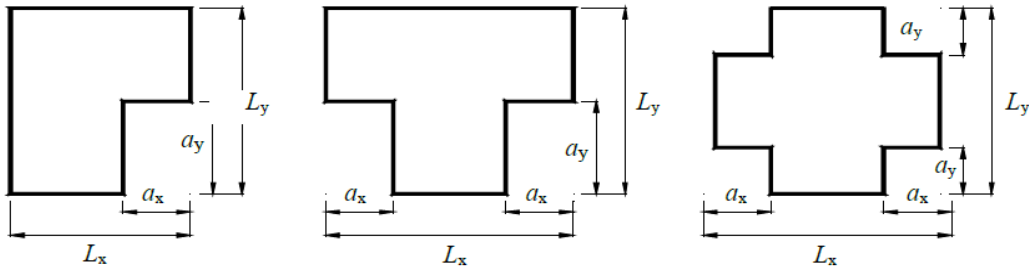
Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Şekil 2.12. TBDY 2018'e göre A2 döşeme süreksizlikleri [13].

2.2.2.3. A3 planda çıkıntılarının bulunması

TBDY2018 deprem yönetmeliği sayfa 20 tablo 3.6'da 'A3-Planda Çıkıntılarının Bulunması' Şekil 2.13'de görüleceği üzere, yapıdaki çıkıntılar irdelenmiştir. Bizim yapılarımız herhangi bir koşulu sağlamadığı için bu düzensizlik tipini incelemeyeceğiz.



A3 türü düzensizlik durumu:

$$a_x > 0.2 L_x \text{ ve aynı zamanda } a_y > 0.2 L_y$$

Şekil 2.13. TBDY 2018'e göre A3 planda çıkıntılarının bulunması [13].

2.2.2.4. B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

İlgili kontrol, betonarme binalar için geçerli olduğundan bizim yapılarımız için herhangi bir inceleme yapmayacağız.

2.2.2.5. B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği

Yumuşak kat düzensizliği, tasarlanan binalardaki herhangi bir katın kolon uçlarındaki yer değiştirmelerin bir üst ve bir alt kattaki yer değiştirmeye farkı görelî kat ötelemesi olarak ifade edilmektedir. Herhangi bir kattaki görelî kat ötelemelerinin belirli sınırlar içerisinde olması ve komşu katlardaki görelî kat ötelemesine oranının, deprem etkisinin güvenli şekilde taşınabilmesi için belirli bir değeri aşmaması gerekmektedir. TBDY 2018’de ‘Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i’inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı k_i ’nin 2.0’den fazla olması durumu.’ şeklinde tanımlanmıştır.

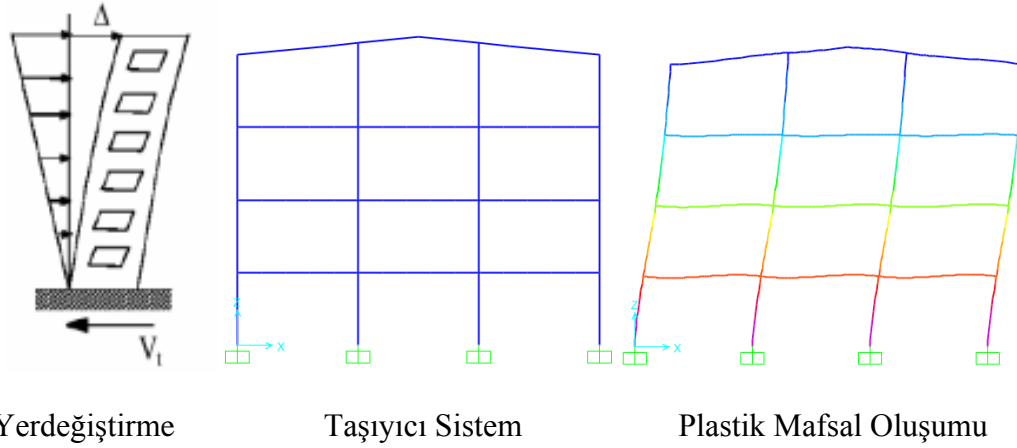
2.2.2.6. Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

TBDY 2018 deprem yönetmeliği sayfa 20 tablo 3.6’da ‘B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği’ Şekil 3.4’te görüleceği üzere, bizim yapılarımız herhangi bir koşulu sağlamadığı için bu düzensizlik tipini incelemeyeceğiz.

2.2.3. Artırımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi (statik ivme-pushover analizi)

Artırımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi’nin amacı, hakim mod şekli ile orantılı olacak şekilde yapının göçme sınırına kadar adım adım artırılarak yapıya eşdeğer deprem yüklerinin verilerek itme analizinin yapılması şeklinde açıklanmaktadır [11].

Performansa dayalı tasarım, herhangi bir tasarım depreminin ardından yapıdaki performans seviyelerini anlamak ve deprem sonrası yapının elastik ötesi davranışı var ise tespit edebilmek amacı ile kullanılmaktadır. Mevcut yapıların eksik yöntem ile güvenlik durumunun incelenmesi, güvenlik durumunun belirlenmesindeki belirsizlikleri beraberinde getirir. Bazı durumlarda maliyeti aşırı yüksek güçlendirmeler olabilmekte, bazı durumlarda ise yapı sahibinin isteği doğrultusunda yetersiz güçlendirmeler olabilmektedir. Performansa dayalı yapı performansının amacı gerçek deprem performansının belirlenmesidir. Şekil 2.14’te plastik mafsallı oluşumu belirtilmiştir [17].

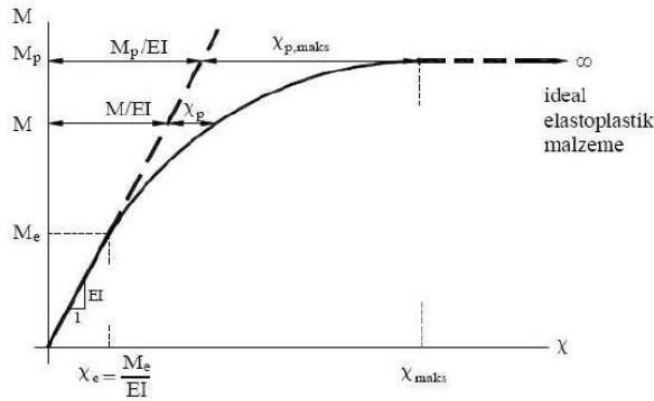


Şekil 2.14. Pushover analizinde plastik mafsall oluşumu.

2.2.3.1. Plastik Mafsall Kabulü

Toplam şekil değiştirmelerin doğrusal elastik şekil değiştirmeye oranı olarak tanımlanan süneklik oranının büyük olduğu ve doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekil değiştirmelerinin plastik mafsall adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal-elastik davrandığı kabul edilir. Bu hipoteze plastik mafsall hipotezi adı verilir.

Gerçek eğilme momenti-eğrilik bağıntısı Şekil 2.15'te verilen düzlem çubuk elemanın belirli bir bölgesine ait momenti diyagramını gösterilmektedir.

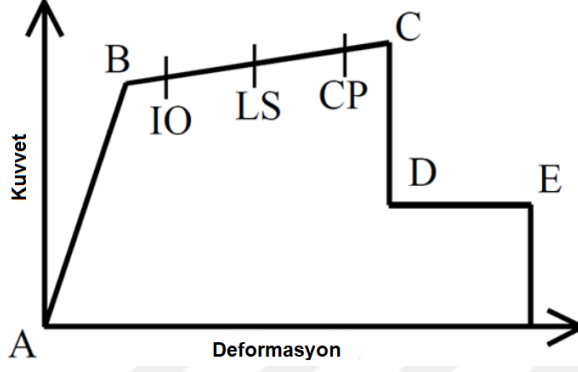


Şekil 2.15. Düzlem Çubuk Elemanın Eğilme Momenti-Eğrilik Diyagramı

2.2.3.2. Kesit hasar seviyelerinin belirlenmesi

Bina performans değerlendirmesi yapılırken, yapının deprem etkisi altındaki performansının yanı sıra yapıda oluşan hasar, ekonomik etksi ve yapının sonraki kullanım durumu ile bütün olarak düşünülür. Deprem sonrası yapılarda olacak hasara

ve yapının önem katsayısına göre sınıflandırmalar yapılmıştır. Yapıların sınıflandırması yapılırken 1-A, 1-B, 3-C, 3-D, 5-E performans seviyeleri kullanılır. Şekil 2.18'de, kesit hasar seviyelerini gösteren kuvvet deformasyon tablosu belirtilmiştir [18].



Şekil 2.16. Kesit hasar seviyeleri.

- Kullanıma Devam Performans Seviyesi 1-A (B)

Yapının ana taşıyıcılarında ve yardımcı elemanlarında kullanıma devam etmeye engel olmayacak şekilde herhangi bir hasarın olmadığı durumdur. Bina deprem öncesi rijitliğini, dayanımını ve sünekliğini aynı şekilde korumaktadır. Herhangi bir onarıma ihtiyaç duyulmadan yapı kullanılabilir [18].

- Hemen Kullanım Performans Seviyesi 1-B (IO)

Bina önem katsayısı yüksek olan yapılarda, yapının ana taşıyıcılarında herhangi bir problem olmadığını ve önemli ölçüde kullanılabilir durumda olduğunu göstermek için kullanılmaktadır [18].

- Can Güvenliği Performans Seviyesi 3-C (LS)

Yapının taşıyıcı sisteminde hasar olmaktadır. Ancak yapının taşıma kapasitesi halen yüksektir ve yardımcı sistemdeki problem de kontrol edilebilir seviyededir. Deprem anında eşyalar hareket edebilir ve sonrasında yangın vb. tehlikeler öngörülmektedir [18].

- Bina Performans Seviyesi 3-D

Taşıyıcı elemanlardaki can güvenliği seviyesi ile taşıyıcı olmayan elemanlardaki azaltılmış hasar seviyesinin birleştirilmiş şeklidir. Yönetmelikte 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem tanımının sağlanabilmesi için deprem kuvvetlerinin

%75'ini alacak şekilde güçlendirme yapılarak performans seviyesine ulaşılabileceği kabul edilmektedir [18].

- Yapısal Stabilité (Toptan Göçmenin Önlendiđi) Performans Seviyesi 5-E (CP)

Yapıların deprem sonrasında taşıyıcı elemanlarının yalnızca düşey stabilitesini koruyabildiği durumdur. Bina dayanım ve rijitliğini önemli ölçüde kaybetmiştir. Ana taşıyıcılar ve yardımcı elemanlar rijitliğini kaybetmiştir ve can güvenliği kalmamıştır. Yapının onarılması statik ve ekonomik olarak uygun değildir.

Tablo 2.6. Yapısal olmayan performans seviyeleri.

Performans Seviyesi	Tanım
NP-A	Kullanıma Devam Performans Seviyesi
NP-B	Hemen Kullanım Performans Seviyesi
NP-C	Can Güvenliği Performans Seviyesi
NP-D	Azaltılmış Performans Seviyesi
NP-E	Yapısal Olmayan Performansın Göz Önüne Alınmadığı Durum

Tablo 2.7. Yapısal ve yapısal olmayan performans seviyelerinin birleşiminden elde edilen bina performans seviyeleri.

YAPISAL OLMAYAN PERFORMANS SEVİYELERİ	YAPISAL PERFORMANS SEVİYELERİ					
	SP-1 Hemen Kullanım	SP-2 Kontr ollü Hasar	SP-3 Can Güvenliği	SP-4 Sınırlı Güvenlik	SP-5 Yapısal Stabilité	SP-6 Göz Önüne Alınmadı
NP-A Kullanıma Devam	1-A Kullanıma Devam	2-A	NR	NR	NR	NR
NP-B Hemen Kullanım	1-B Hemen Kullanım	2-B	3-B	NR	NR	NR
NP-C Can Güvenliği	1-C	2-C	3-C Can Güvenliği	4-C	5-C	6-C
NP-D Azaltılmış Hasar	NR	2-D	3-D	4-D	5-D	6-D
NP-E Göz Önüne Alınmadı	NR	NR	3-E	4-E	5-E Yapısal Stabilité	Uygulanamaz

NR: Tavsiye Edilmez

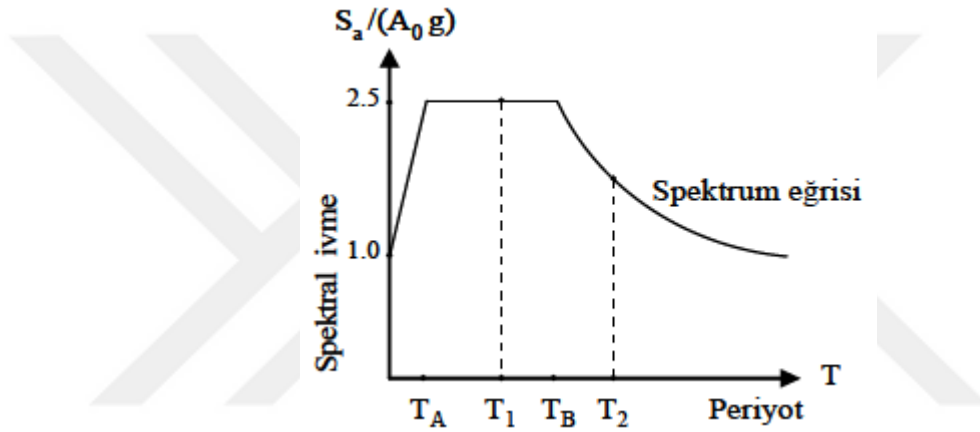
2.2.3.3. Statik itme eğrisinin belirlenmesi

Statik itme eğrisi, artırımsal eşdeğer deprem yükü yöntemindeki kapasiteyi temsil etmektedir. Yapının tepe noktası yer değiştirmesi ile yapıya gelen taban kesme kuvvetinin arasındaki bağıntının grafiğe dökülmüş şekli olarak tanımlanabilmektedir. Yapıya adım adım yükler verilerek elastik ötesi davranışı gözlemlenmektedir. Yatay kuvvetler adım adım artırıldıkça yapıdaki plastik mafsalların sayısı artmakta ve

hasarlar oluşmaktadır. Bu hasarların değerlendirilmesi ile yapı ile ilgili bilgi sahibi olunmaktadır [19].

2.2.3.4. Deprem talep eğrisinin belirlenmesi

Spektral ivme ile periyodun kıyaslandığı grafik, spektrum eğrisi olarak tanımlanmaktadır. Bu grafik, deprem talep eğrisi olarak da ifade edilebilir. TBDY 2018'e göre tasarım depremi, bina önem katsıyısı 1 olan yapılar için 50 yılda aşılma olasılığı %10, ortalama dönüş periyodu 474 yıl olan depreme karşılık gelmektedir. Şekil 2.19'da belirtilen tablodan tasarım depremi için tanımlanan spektrum eğrisi gösterilmiştir [19].



Şekil 2.17. Tasarım depremi için spektrum eğrisi. [19]

2.2.3.5. Statik itme eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi

Modal kapasite diyagramının bulabilmesi için taban kesme kuvveti-tepe deplasmanı parametreleri ile elde edilen kapasite eğrisinin, spectral ivme-spektral yerdeğiştirme formatına dönüştürülmesi gerekir. İlgili dönüşüm için gereken formülizasyon denklem 2.20, denklem 2.21, denklem 2.22, denklem 2.23 ve denklem 2.24'te belirtilmiştir.

$$\Gamma_{x1} = \frac{\left[\sum_{i=1}^N (m_i \cdot \phi_{i1}) \right]}{\left[\sum_{i=1}^N (m_i \cdot \phi_{i1}^2) \right]} \quad (2.20)$$

$$M_1 = \frac{\left[\sum_{i=1}^N m_i \cdot \phi_{i1} \right]^2}{\sum_{i=1}^N (m_i \cdot \phi_{i1}^2)} \quad (2.21)$$

$$a_1^{(i)} = \frac{v_b}{M_1} \quad (2.22)$$

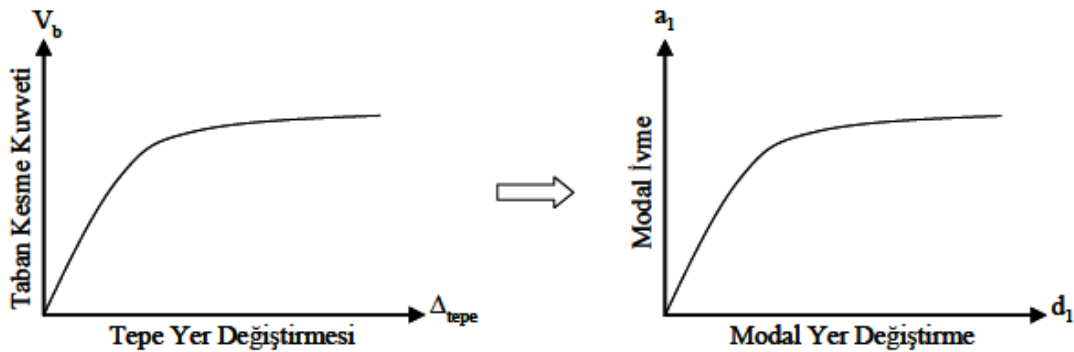
$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Gamma_{x1} \phi_{xN1}} \quad (2.23)$$

$$d_1^{(i)} = a_1^{(i)} * \left(\frac{T}{2\pi}\right)^2 \quad (2.24)$$

Formüllerde Kullanılan Simgeler

- Γ_{x1} : Birinci doğal titreşim modu için modal katılım çarpanı
- m_i : i. kattaki toplanmış kütle
- m_1 : i. kattaki toplanmış kütle
- Φ_{i1} : i. katın yanal yer değiştirmesi
- Φ_{xN1} : Binanın tepesinde (N. katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği
- N: Yapıdaki kat sayısı
- V_b : Taban kesme kuvveti
- $U_{xN1}^{(i)}$: Binanın tepesinde (N. katında) x deprem doğrultusunda i. itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yerdeğiştirme.
- $a_1^{(i)}$: i. itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
- Φ_{N1} : Yapının en üst katına ait yanal yer değiştirme
- $d_1^{(i)}$: i. itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yer değiştirme

Denklem (2.1) ile denklem (2.2) kullanılarak doğal titreşim modu için modal katılım çarpanı Γ_1 ve M_1 hesaplanarak statik itme eğrisi modal kapasite eğrisine dönüştürülür. Statik itme eğrisini modal kapasite eğrisine dönüştürmek için ise denklem 2.23, denklem 2.24 kullanılır. Şekil 2.17’de statik itme eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi belirtilmiştir.

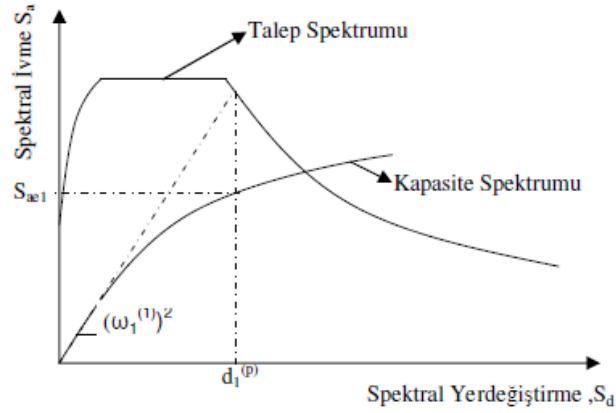


Şekil 2.18. Statik itme eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi [19].

2.2.3.6. Hedef deplasman sınır tayini

Şekil 2.18’de belirtilen, koordinatları (d_1, a_1) olan Modal Kapasite Diyagramı ile koordinatları spectral yerdeğiştirme (S_d)-Spektral ivme (S_a) olan Deprem Talep

Spektrumu karşılaştırılarak, hedef deplasman sınırı bulunur. Bu sınır noktası sistemin deprem talebine verdiği cevap yani karşı gelen denge konumunu temsil eder [20].



Şekil 2.19. Kapasite spektrumu ve talep spektrumu. [20]

‘Kapasite spektrumunun başlangıç teğeti ile elastik deprem talep spektrumunun birleştirilmesi sonucu, sistemin hesaba katılan deprem talebine karşı verdiği yatay yer değiştirme değeri bulunmuş olur. Kıyaslanan her iki eğrinin de elastik tabanlı olması, elde edilen yer değiştirme noktasının da elastik olmasına karşılık gelir. Bu durum, eşit yer değiştirme kuralı kullanılarak elastik sistem için elde edilen (d_{max}^e) elastik yer değiştirmeden (d_{max}^p) elasto plastik olan yer değiştirmeye geçilerek çözümlenir. Başlangıç teğetinin elastik deprem talep spektrumunu kuyruk bölgesinde kesmesi durumuna karşı gelen periyodu büyük yapılarda, elastik ve elasto-plastik yer değiştirmelerin eşit olduğu kabul edilir. Periyodu küçük yapılarda elasto-plastik yer değiştirme elastik yer değiştirmenin C_{R1} katsayısı ile büyütülmesi sonucu bulunur’ [20].

2.2.3.7. $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun T_B ’den küçük olması durumu

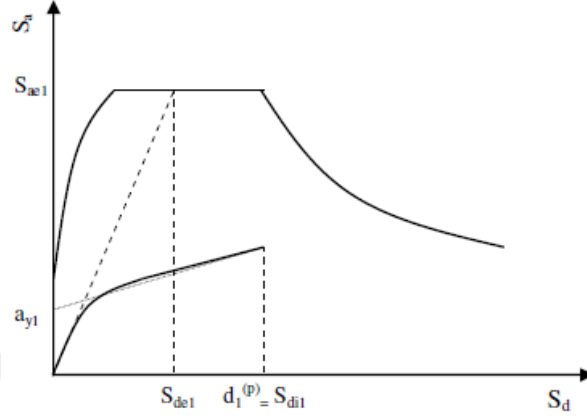
Denklemler 2.26’deki T , sistemin birinci periyodunu ve R_{y1} ilgili moda ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir. Şekil 2.19’da görülen hedef performans noktası bulunduktan sonra bu eğrinin Eşit alanlar kuralı ile lineerize edilmesi ve buradan elde edilecek a_{y1} , R_{y1} , C_{R1} değerlerinin hesap edilmesi gerekir. Başlangıçta hedef performans noktası bilinmediğinden bir veya iki adımda sonuca götüren deneme yanılma çözümünün uygulanması gerekli olabilir [20].

$$S_{de1} = C_{R1} * S_{ae1} \quad (2.24)$$

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (2.25)$$

$$C_{R1} = \frac{1 + \frac{(R_{y1}-1) * T_B}{T_1^{(1)}}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (2.26)$$

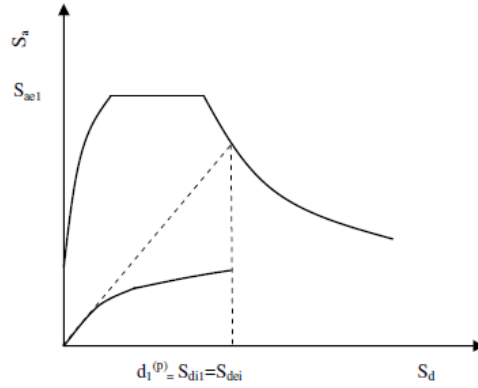
$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (2.27)$$



Şekil 2.20. Başlangıç periyodunun T_B 'den küçük olması durumu.

2.2.3.8. $T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun T_B 'den büyük olması durumu

Elastik yer değiştirme, plastik yer değiştirme ile eşit kabul edilir. $CR1 = 1$ 'dir. $d_{1(p)}$ değeri bulunur ve hedef deplasman değeri hesaplanır. Kesitlerde oluşan hasar tipleri ve itme analizinin katlara nasıl dağıldığına dair çıkarımda bulunulur.



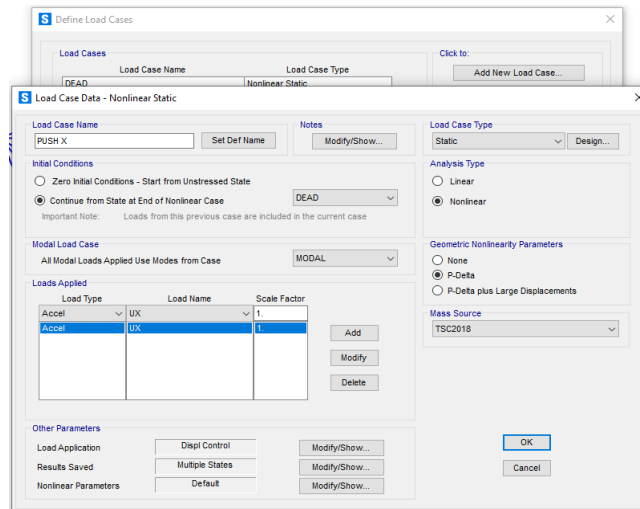
Şekil 2.21. Başlangıç periyodunun T_B 'den küçük olması durumu.

2.2.3.9. Artırımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin Sap2000 programında tanımlanması

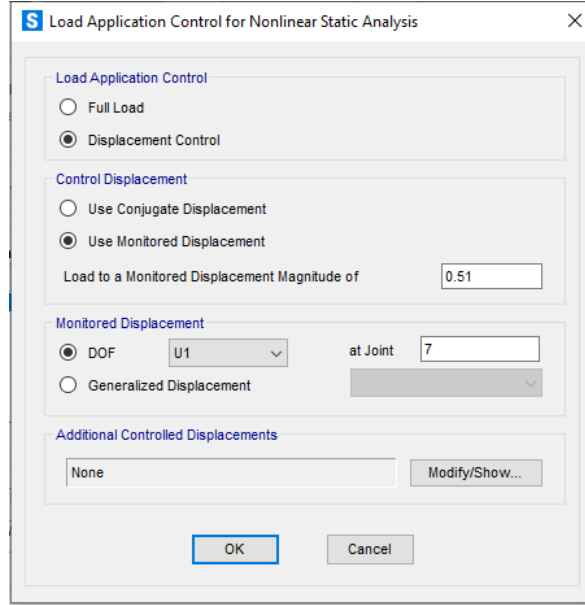
Sap2000 programında pushover analizinin adımları şu şekildedir:

- 'Define-Load Cases' kısmından 'Add New Load Case' butonuna basılır.

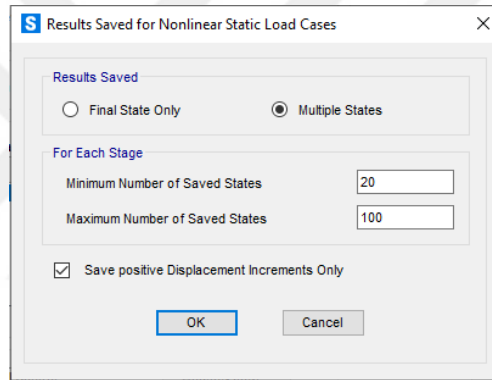
- Açılan sayfada; 'Initial Conditions' kısmının altındaki 'Continue From State at End of Nonlinear Case' kısmı seçilir. Aynı sayfadaki 'Load Case Type' buronunda 'Static' seçilir.
- 'Analysis Type' kısmında 'Nonlinear' butonu seçilir.
- 'Geometric Nonlinearity Parameters' kısmının altındaki 'P-Delta' butonu seçilir.
- 'Mass Source' kısmında, daha önceden tanımlanmış olan 'TBDY 2018' butonu seçilir.
- 'Load Applied' kısmındaki 'Load Type' butonunda 'Accel', 'Load Name' botununda 'UX', 'Scale Factor' butonunda '1' seçilir.
- 'Other parametres' kısmındaki 'Load Application' butonu seçilir. Açılan sayfada sırasıyla 'Displacement Control', 'Use Monitored Displacement', 'DOF' butonları seçilir.
- Result Saved' kısmı seçilerek 'Multiple States' butonu seçilir.
- Bu işlem, Y ve Z yönü için de aynı şekilde yapılır.
- Pushover analizinde, asıl kriter mesnet noktalarındaki mafsallaşmadır. Bu nedenle yapıların her noktalarına mafsal (Hinge) atanır. İlk olarak kolonlar seçilir. Sırasıyla 'Assign-Frame-Hinges-Add New Hinges' butonları seçilir.
- Açılan sayfada 'Select a Hinge Table' kısmı seçilen profil ne ise (Kolon, kiriş, çapraz) seçilir. Bu yaptığımız işlem seçilen malzemenin 0 noktası içindir. Aynı işlem 1 noktası için de yapılır. Aynı işlem tüm yapı elemanları için yapılır.
- Şekil 2.21, Şekil 2.22, Şekil 2.23 ve Şekil 2.24'te artırımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin Sap2000 programında tanımlanması belirtilmiştir.



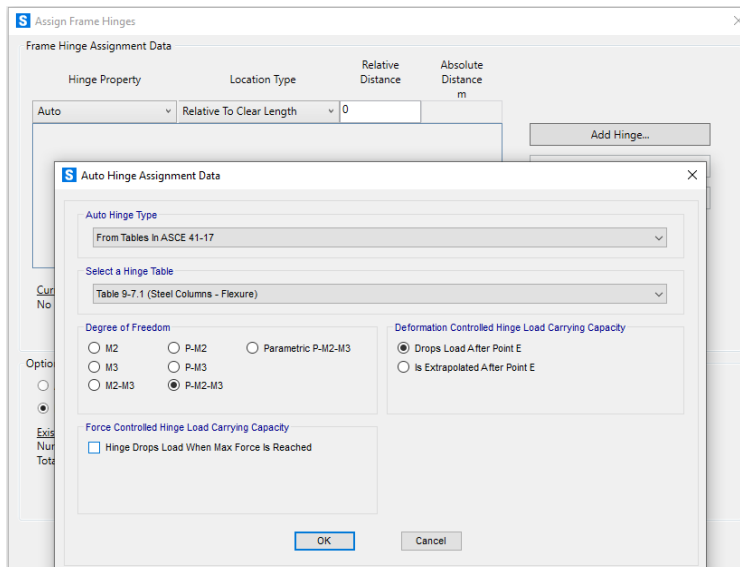
Şekil 2.22. Pushover X yönü deprem tanımlama.



Şekil 2.23. Pushover ayarları



Şekil 2.24. Pushover ayarları

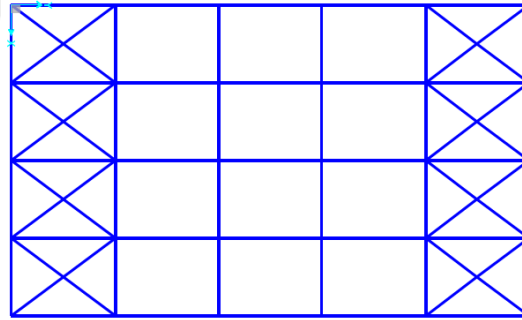


Şekil 2.25. Hinge tanımla

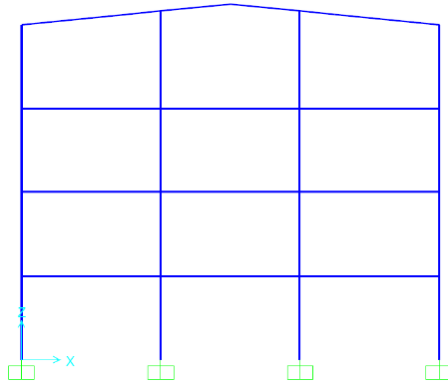
3. SAYISAL ÇALIŞMA

Bu tez çalışmasında, 2 ana şablon olan A ve B tipleri üzerinde durulmuştur. Çalışmada bir kısım veriler sabit tutulurken değişken olan kısımlar üzerinden karşılaştırma yapılmıştır. Diğer tüm yapı tipleri bu kombinasyon üzerinden oluşturulmuştur.

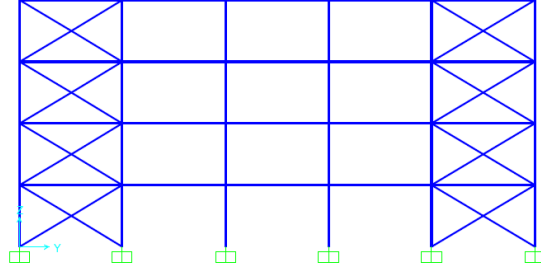
İlk olarak A tipi tanıtılmıştır. Bu tip, ana iki şablon tipin birincisidir. A Tipi yapıda, 3 katlı bir yapının herhangi bir yerinde duvar olmadığı kabul edilmiştir. Sadece baş ve son aksında çapraz sistemi vardır. Kat yüksekliği tüm katlarda 3m'dir. Her kolon arası, X yönünde ve Y yönünde 5 metredir. Çatıda %10 çatı eğimi olacak şekilde tasarlanmıştır. Rüzgar ve kar yükleri Sakarya'nın Akyazı bölgesi kabul edilerek TS498 esaslarına göre hesaplanmıştır [21]. Zemin etüdü, yine Sakarya'nın Akyazı bölgesinden alınan bir zemin etüdüne göre alınmıştır. Şekil 3.1, Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5, Şekil 3.6'da A tipi binanın plan, kesit ve 3d görselleri belirtilmiştir.



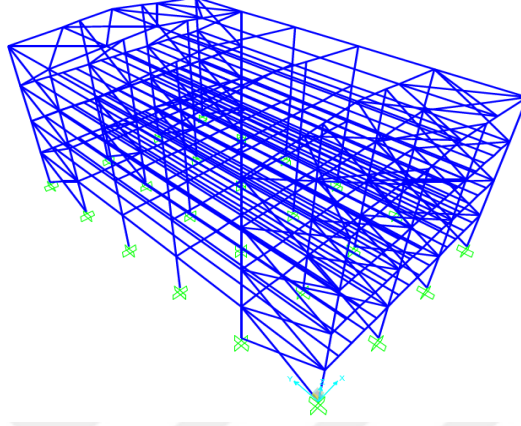
Şekil 3.1. A tipi çatı planı.



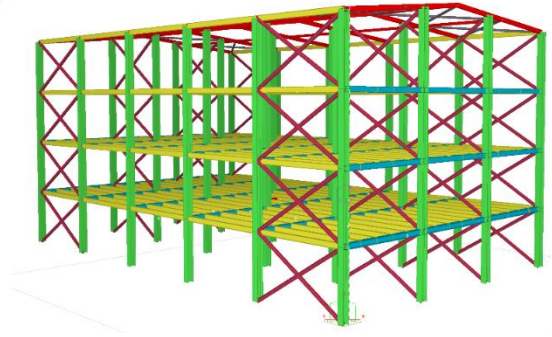
Şekil 3.2. A tipi ön cephe görünüşü.



Şekil 3.3. A tipi yan cephe görünüşü.



Şekil 3.4. A tipi 3 boyutlu görüntü.



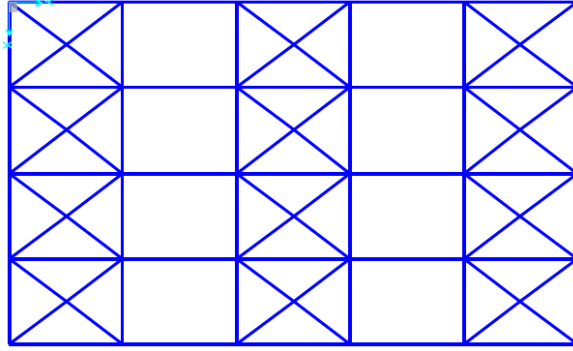
Şekil 3.5. A tipi Tekla model görüntüsü.



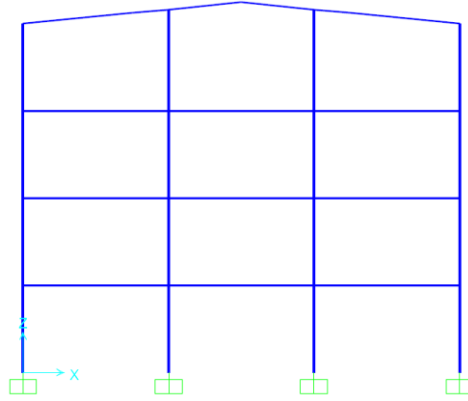
Şekil 3.6. A tipi aplikasyon planı.

İkinci olarak B tipi tanıtılmıştır. Bu tip, ana iki şablon tipin ikincisidir. B Tipi yapıda, 3 katlı bir yapının herhangi bir yerinde duvar olmadığı kabul edilmiştir. Baş, orta ve

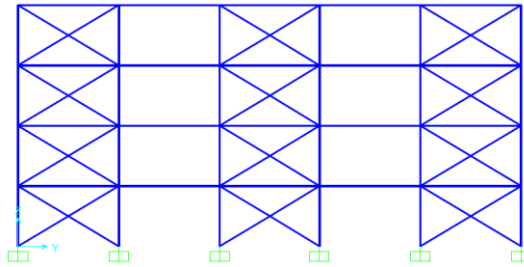
son akslarında çapraz sistemi vardır. Kat yüksekliği tüm katlarda 3m'dir. Her kolon arası, X yönünde ve Y yönünde 5 metredir. Çatıda %10 çatı eğimi olacak şekilde tasarlanmıştır. Rüzgar ve kar yükleri Sakarya'nın Akyazı bölgesi kabul edilerek TS498 esaslarına göre hesaplanmıştır. Zemin etüdü, yine Sakarya'nın Akyazı bölgesinden alınan bir zemin etüdüne göre alınmıştır. Şekil 3.7, Şekil 3.8, Şekil 3.9, Şekil 3.10, Şekil 3.11, Şekil 3.12'de B tipi binanın plan, kesit ve 3d görselleri belirtilmiştir.



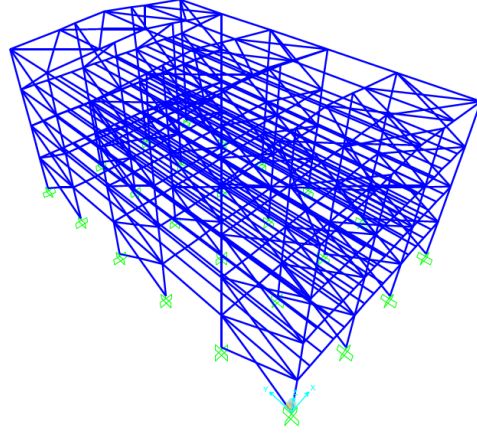
Şekil 3.7. B tipi çatı planı.



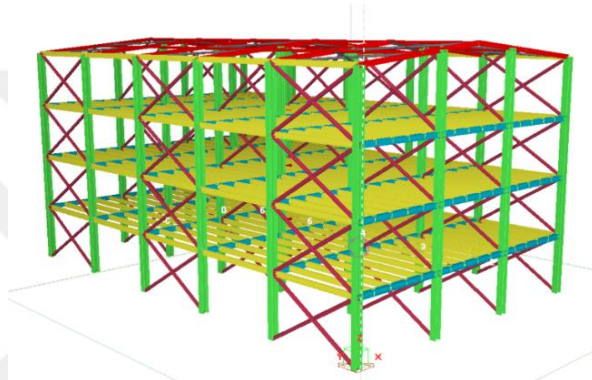
Şekil 3.8. B tipi ön cephe görünüşü.



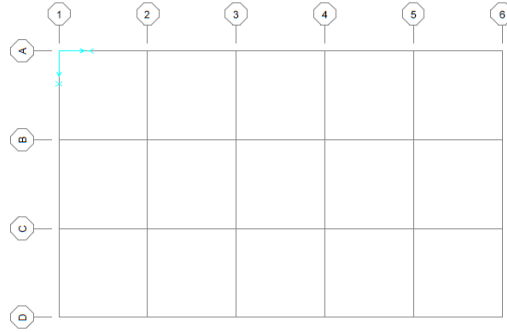
Şekil 3.9. B tipi yan cephe görünüşü.



Şekil 3.10. B tipi 3 boyutlu görüntü.



Şekil 3.11. B tipi Tekla model görüntüsü.



Şekil 3.12. B tipi aplikasyon planı.

3.1. Sayısal Çalışma Tipleri

3.1.1. Çalışmanın sabitleri

Yapılar, 15 m- 25 m olacak şekilde tasarlanmıştır. Yapıların tamamı çelik olacak şekilde hesap yapılmıştır. Her bir katta 0.7 mm deck trapez, çesan ve 10 cm beton olacak şekilde tasarım yapılmıştır. Yapının kesitlerinde de görülebileceği üzere 3 kat ve çatı olacak şekilde tasarlanmıştır. Tüm yapılarda sabit profiller kullanılmıştır.

Gerilme, deplasman ve enkesit koşulları parametrelerindeki farklı durumlara göre kesit değişikliği yapılmamıştır. Yapı modelleri için genel bilgiler aşağıdaki gibidir:

- Binaların kullanım alanı	:	375 m ²
- Binaların kullanım amacı	:	İşyeri-Fabrika
- Eleman tipi	:	Çelik (S275)
- Çelik elastisite modülü	:	200000 Mpa
- Kar yükü	:	75 kg/m ²
- Rüzgar yükü	:	80 kg/m ²
- Kaplama Yükü (Aşık+Sandviç Panel)	:	35 kg/m ²
- Deprem yer hareketi düzeyi	:	DD-2
- Yerel zemin sınıfı	:	ZD
- Yatay elastik tasarım spektrumu	:	T(A)=0,099(s), T(B)=0,494(s) T(B)=0,494(s)
- Bina önem katsayısı	:	1
- Bina kullanım sınıfı	:	BKS=3
- Bina yükseklik sınıfı	:	BYS=8
- Zemin taşıma gücü değeri	:	qt:20 t/m ²
- Yük kombinasyonları	:	TBDY2018
- Sismik katsayılar	:	S _s =1,751,S ₁ =0,47, PGA=0,712, PGV=55,090, S _{DS} =1,751, S _{D1} =0,864

3.1.2. Çalışmanın değişkenleri

3.1.2.1. Dolgu duvarın durumu

A ve B tipleri yapılardaki sabit değerler girildikten sonra değişken değerlere göre yapıların karşılaştırması yapılacaktır. Bu değişkenlerden bir tanesi dolgu duvarın nerede bulunduğu. Yapıların tamamında dolgu duvar olmayacak şekilde, sadece zemin katta dolgu duvar olacak şekilde, tamamında duvar olacak şekilde farklı tasarımlar yapılmıştır. Bu tasarımlar da kendi içlerinde dolgu duvar olmayan

kısımlarda farklı bölümlerde camekan olacak şekilde ayrılmıştır. Bu durumdaki isimlendirmeler aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

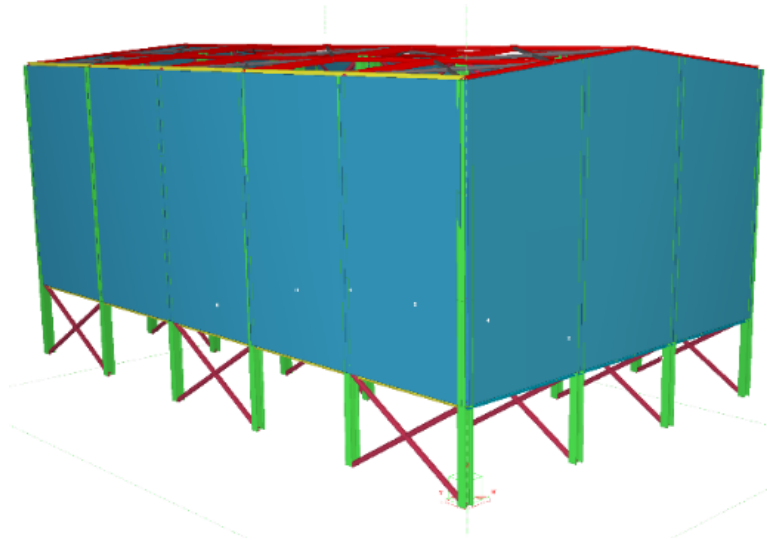
- 1 Tipi: Tamamında duvar olmayan yapı
- 2 Tipi: Sadece zemin katta duvar olmayan yapı
- 3 Tipi: Tamamında duvar olan yapı
- X Tipi: Sadece zemin katta 6-6 aksında camekan olan yapı
- Y Tipi: Zemin katta 6-6 ve 1-1 aksında camekan olan yapı
- Z Tipi: Zemin katta A-A ve 6-6 akslarında camekan olan yapı
- K Tipi: Zemin katta A-A, 1-1 ve 6-6 akslarında camekan olan yapı

3.1.2.2. Zemin kat yüksekliği

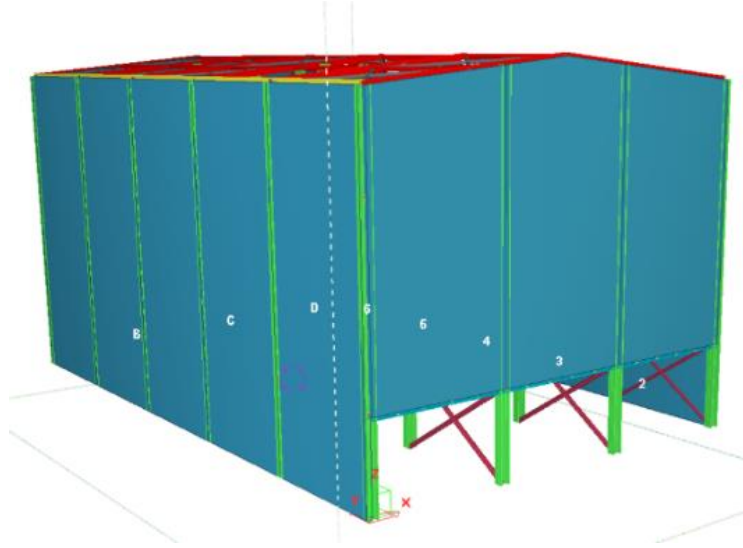
A ve B tipleri yapılar sabit değerler girildikten ve yapıların duvar durumları belirlendikten sonra bu yapıların kat yüksekliği ile ilgili değişkenler belirlenir. Bununla ilgili 3 farklı değişken mevcuttur. Şöyle ki:

- M tipi: Zemin kat yüksekliği 3m olan yapı
- N tipi: Zemin kat yüksekliği 4m olan yapı
- O tipi: Zemin kat yüksekliği 5m olan yapı

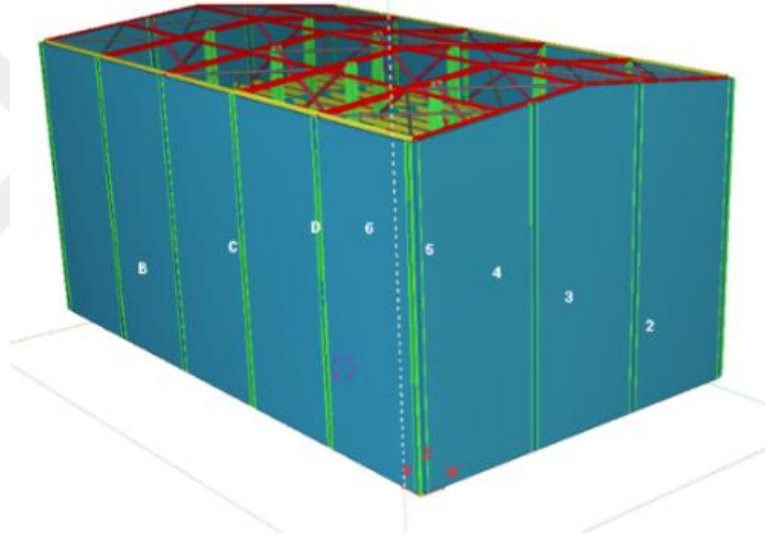
Bu yapı tiplerinin oluşturulma amacı, farklı kat yüksekliklerinde olan ve diğer tüm parametrelerin aynı olduğu yapıların değerlerinin karşılaştırmasının yapılabilmesidir.



Şekil 3.13. A-2-M-ED Tekla model görüntüsü.



Şekil 3.14. A-Y-M-ED Tekla model görüntüsü.



Şekil 3.15. A-3-M-ED Tekla model görüntüsü

3.2. İsimlendirme

Yapıların farklı tiplerinin karşılaştırmasının doğru yapılabilmesi adına tüm yapılar, değişkenlere göre isimlendirilmiştir. Sap2000 programında 84 farklı hesap yapılmıştır. Şöyle ki:

- A-1-M-ED: A planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-1-N-ED: A planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi

- A-1-O-ED: A planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-1-M-PO: A planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-1-N-PO: A planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- A-1-O-PO: A planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- A-2-M-ED: A planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-2-N-ED: A planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-2-O-ED: A planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-2-M-PO: A planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-2-N-PO: A planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- A-2-O-PO: A planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- A-3-M-ED: A planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-3-N-ED: A planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-3-O-ED: A planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-3-M-PO: A planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-3-N-PO: A planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- A-3-O-PO: A planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- A-X-M-ED: A planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi

- A-X-N-ED: A planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-X-O-ED: A planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-X-M-PO: A planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-X-N-PO: A planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-X-O-PO: A planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-Y-M-ED: A planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-Y-N-ED: A planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-Y-O-ED: A planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-Y-M-PO: A planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-Y-N-PO: A planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- A-Y-O-PO: A planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- A-Z-M-ED: A planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-Z-N-ED: A planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-Z-O-ED: A planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-Z-M-PO: A planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-Z-N-PO: A planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- A-Z-O-PO: A planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi

- A-K-M-ED: A planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-K-N-ED: A planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-K-O-ED: A planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- A-K-M-PO: A planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- A-K-N-PO: A planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- A-K-O-PO: A planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- B-1-M-ED: B planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-1-N-ED: B planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-1-O-ED: B planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-1-M-PO: B planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-1-N-PO: B planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- B-1-O-PO: B planı, tamamında duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- B-2-M-ED: B planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-2-N-ED: B planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-2-O-ED: B planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-2-M-PO: B planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-2-N-PO: B planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi

- B-2-O-PO: B planı, sadece zemin katta duvar yok, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- B-3-M-ED: B planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-3-N-ED: B planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-3-O-ED: B planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-3-M-PO: B planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-3-N-PO: B planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- B-3-O-PO: B planı, tamamında duvar var, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- B-X-M-ED: B planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-X-N-ED: B planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-X-O-ED: B planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-X-M-PO: B planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B -X-N-PO: B planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-X-O-PO: B planı, zemin katta 6-6 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-Y-M-ED: B planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-Y-N-ED: B planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-Y-O-ED: B planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-Y-M-PO: B planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi

- B-Y-N-PO: B planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- B-Y-O-PO: B planı, zemin katta 6-6 ve 1-1 aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- B-Z-M-ED: B planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-Z-N-ED: B planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-Z-O-ED: B planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B -Z-M-PO: B planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-Z-N-PO: B planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- B-Z-O-PO: B planı, zemin katta 6-6 ve A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi
- B-K-M-ED: B planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-K-N-ED: B planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-K-O-ED: B planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, eşdeğer deprem yükü analizi
- B-K-M-PO: B planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 3m, pushover analizi
- B-K-N-PO: B planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 4m, pushover analizi
- B-K-O-PO: B planı, zemin katta 6-6 ,1-1, A-A aksı camekan, 1. Kat yüksekliği 5m, pushover analizi

3.3. Analiz Çalışmalarının Karşılaştırılması

Bu tez çalışmasında, 84 farklı model üzerinden dolgu duvar durumunun karşılaştırılması yapılmıştır. Farklı dolgu duvar yerleşimlerinin bulunduğu tasarımların yapıya olan etkisi Bölüm 4'teki analiz sonuçları bölümünde belirtilmektedir. Daha belirgin bir karşılaştırma yapabilmek adına 4. Bölümün

haricinde tamamında dolgu duvar olmayan A1MED modeli ile tamamında dolgu duvar olan A3MED yapıları, Kat ağırlıkları, katlara etkiyecek deprem kuvvetleri, kat kütle merkezleri ve görelî kat ötelemeleri bakımından karşılaştırılmıştır.

3.3.1. Kat ağırlıklarının karşılaştırılması

Tablo 3.1 ve Tablo 3.2’de A1MED ve A3MED yapılarına ait toplam yapı ağırlıkları ve kat ağırlıkları belirtilmiştir.

Tablo 3.1. A-1-M-ED kat ağırlıkları.

ÇATI	ÇATI+3,KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT+1.KAT				
-9,36	kN	-53,71	kN	-98,71	kN	-140,87	kN
-10,12	kN	-91,32	kN	-177,99	kN	-259,02	kN
-10,12	kN	-91,32	kN	-177,99	kN	-259,02	kN
-9,20	kN	-75,86	kN	-141,81	kN	-209,91	kN
-9,20	kN	-75,86	kN	-271,82	kN	-404,69	kN
-12,74	kN	-145,29	kN	-271,82	kN	-404,69	kN
-12,74	kN	-145,29	kN	-155,74	kN	-228,22	kN
-10,06	kN	-82,78	kN	-297,51	kN	-440,71	kN
-10,06	kN	-82,78	kN	-297,51	kN	-440,71	kN
-11,82	kN	-154,78	kN	-99,09	kN	-141,05	kN
-11,82	kN	-154,78	kN	-177,79	kN	-258,69	kN
-9,85	kN	-53,99	kN	-177,79	kN	-258,69	kN
-9,85	kN	-53,99	kN	-155,74	kN	-228,22	kN
-9,80	kN	-90,88	kN	-297,51	kN	-440,71	kN
-9,80	kN	-90,88	kN	-297,51	kN	-440,71	kN
-10,06	kN	-82,78	kN	-141,43	kN	-209,73	kN
-10,06	kN	-82,78	kN	-272,02	kN	-405,02	kN
-11,82	kN	-154,78	kN	-272,02	kN	-405,02	kN
-11,82	kN	-154,78	kN	-141,81	kN	-209,91	kN
-8,70	kN	-75,59	kN	-155,74	kN	-228,22	kN
-8,70	kN	-75,59	kN	-99,09	kN	-141,05	kN
-13,06	kN	-145,73	kN	-155,74	kN	-228,22	kN
-13,06	kN	-145,73	kN	-141,43	kN	-209,73	kN
-253,19	kN	-2414,97	kN	-4574,34	kN	-6733,70	kN
ÇATI	3. KAT	2. KAT	1. KAT	TOPLAM			
253192,00	kN	-2161,78	kN	-2159,37	kN	-2159,36	-6733,70

Tablo 3.2. A-3-M-ED kat ağırlıkları.

ÇATI	ÇATI+3.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT+1.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT+1.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT+1.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT+1.KAT	ÇATI+3. KAT+2.KAT+1.KAT
-8,76	kN	-90,74	kN	-175,78	kN	-255,57	kN
-45,03	kN	-119,54	kN	-192,16	kN	-259,73	kN
-34,59	kN	-158,69	kN	-285,74	kN	-418,61	kN
-10,01	kN	-111,01	kN	-214,82	kN	-324,43	kN
-10,50	kN	-113,01	kN	-217,83	kN	-328,10	kN
-12,90	kN	-152,52	kN	-291,64	kN	-433,86	kN
-12,94	kN	-152,57	kN	-291,83	kN	-434,02	kN
-36,27	kN	-162,42	kN	-290,98	kN	-423,37	kN
-36,20	kN	-162,42	kN	-291,00	kN	-423,72	kN
-12,06	kN	-155,61	kN	-298,80	kN	-442,30	kN
-12,06	kN	-155,61	kN	-298,81	kN	-442,28	kN
-10,07	kN	-93,31	kN	-178,57	kN	-263,25	kN
-45,83	kN	-121,83	kN	-194,73	kN	-267,10	kN
-34,83	kN	-158,86	kN	-285,67	kN	-423,26	kN
-41,09	kN	-164,87	kN	-288,54	kN	-420,37	kN
-39,79	kN	-167,22	kN	-293,30	kN	-421,66	kN
-39,89	kN	-167,06	kN	-293,29	kN	-422,14	kN
-12,06	kN	-155,62	kN	-298,82	kN	-442,31	kN
-12,06	kN	-155,62	kN	-298,82	kN	-442,29	kN
-40,17	kN	-136,27	kN	-228,73	kN	-318,61	kN
-41,10	kN	-138,51	kN	-231,92	kN	-322,46	kN
-13,25	kN	-153,29	kN	-292,72	kN	-430,13	kN
-13,29	kN	-153,32	kN	-292,85	kN	-430,25	kN
-616,26	kN	-3465,24	kN	-6316,36	kN	-9205,76	kN
ÇATI	3, KAT	2, KAT	1, KAT	TOPLAM			
-616,26	kN	-2848,98	kN	-2851,12	kN	-2889,40	-9205,76

3.3.2. Ek dış merkezlik dikkate alınarak katlara etkileyecek deprem kuvvetlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.3 ve Tablo 3.4'te, ek dış merkezlikten dolayı oluşan katlara etkileyecek ilave momentlerin belirtildiği tablolar yer almaktadır.

Tablo 3.3. A-1-M-ED ek kat burulma momenti tablosu.

Wi	Hi	Wi*Hi	Yük Tipi	Kuvvet X Veya Kuvvet Y	Moment Z
2161,78	9,00	19456,02	EXP	57,07	71,34
			EXN	57,07	-71,34
			EYP	175,88	131,91
			EYN	175,88	-131,91
2159,36	6,00	12956,16	EXP	36,33	45,42
			EXN	36,33	-45,42
			EYP	111,97	83,98
			EYN	111,97	-83,98
2159,36	3,00	6478,08	EXP	18,17	22,71
			EXN	18,17	-22,71
			EYP	55,99	41,99
			EYN	55,99	-41,99
$\sum Wi * Hi$		38890,26			

Tablo 3.4. A-3-M-ED ek kat burulma momenti tablosu.

Wi	Hi	Wi*Hi	Yük Tipi	Kuvvet X Veya Kuvvet Y	Moment Z
2848,98	9,00	25640,82	EXP	79,78	99,72
			EXN	79,78	-99,72
			EYP	191,10	143,33
			EYN	191,10	-143,33
2851,11	6,00	17106,66	EXP	50,88	63,59
			EXN	50,88	-63,59
			EYP	121,87	91,40
			EYN	121,87	-91,40
2889,39	3,00	8668,17	EXP	25,78	32,22
			EXN	25,78	-32,22
			EYP	61,75	46,32
			EYN	61,75	-46,32
$\sum Wi * Hi$		51415,65			

3.3.3. Kat kütle merkezlerinin karşılaştırılması

Tablo 3.5. A-1-M-ED ağırlık merkezi tablosu.

KAT	X	Y	Z
3	7,5	12,49	9
2	7,5	12,50	6
1	7,5	12,49	3

Tablo 3.6. A-3-M-ED ağırlık merkezi tablosu.

KAT	X	Y	Z
3	7,48	12,49	9
2	7,5	12,50	6
1	7,5	12,49	3

4. SAYISAL ÇALIŞMA SONUÇLARI

4.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Analiz Sonuçları

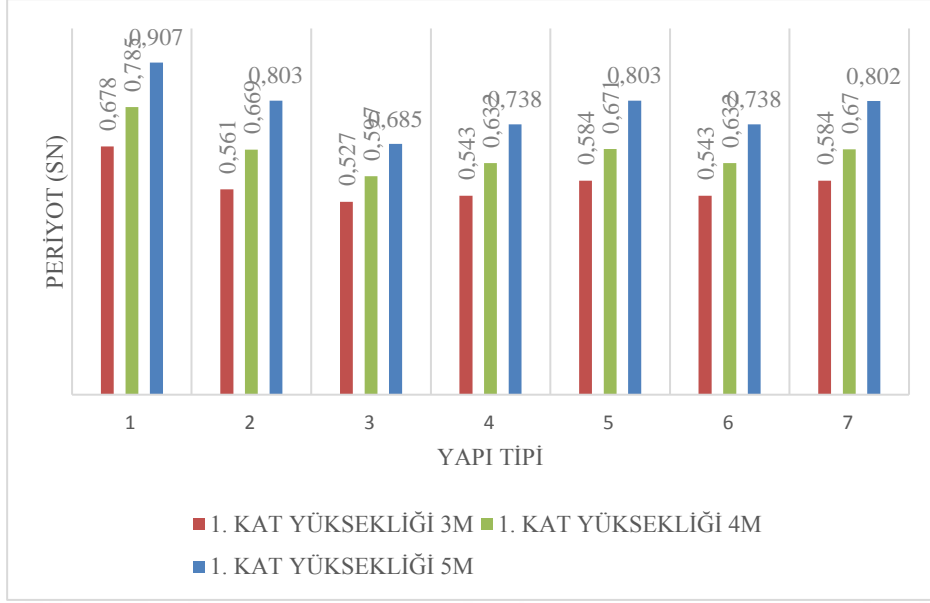
A tipi ve B tipi yapılar; periyot, düzensizlikler, taban kesme kuvveti, tepe noktası deplasmanı ve yapı ağırlıkları bakımından karşılaştırılmıştır.

4.1.1. Periyot-zemin kat yüksekliği sonuçları

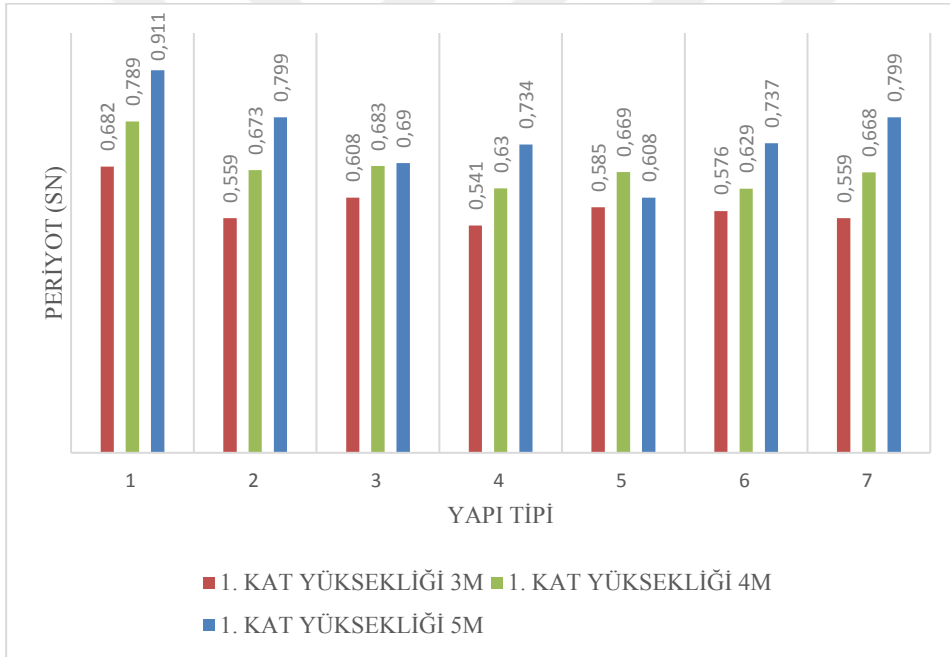
Tablo 4.1, Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de, yapıların 1. Kat yükseklikleri durumuna göre periyotlarının sonuçları belirtilmiştir.

Tablo 4.1. A ve B tipi yapılara göre periyotlar.

	Zemin Kat Yüksekliği	A TİPİ	B TİPİ
1	3	0,678	0,682
	4	0,785	0,789
	5	0,907	0,911
2	3	0,561	0,559
	4	0,669	0,673
	5	0,803	0,799
3	3	0,527	0,608
	4	0,597	0,683
	5	0,685	0,69
X	3	0,543	0,541
	4	0,632	0,63
	5	0,738	0,734
Y	3	0,584	0,585
	4	0,671	0,669
	5	0,803	0,608
Z	3	0,543	0,576
	4	0,632	0,629
	5	0,738	0,737
K	3	0,584	0,559
	4	0,67	0,668
	5	0,802	0,799



Şekil 4.1. A tipi periyotlar.



Şekil 4.2. B tipi periyotlar.

4.1.2. Burulma düzensizliği, taban kesme kuvveti, tepe noktası deplasmanı, yapı ağırlıklarının karşılaştırılması

Tablo 4.2, tablo 4.3, tablo 4.4, tablo 4.5, tablo 4.6, tablo 4.7’de yapıların burulma düzensizliği, taban kesme kuvvetleri, tepe noktası yer değiştirmeleri ve yapı ağırlıkları sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.2. A tipi zemin kat yüksekliği 3 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

		1	2	3	X	Y	Z	K
NBİ		1	1	1	1	1	1	1
VTx	KN	1099,71	1428,20	1527,34	1476,92	1369,85	1472,81	1366,46
VTy	KN	3580,20	3833,38	3871,79	3862,07	3852,36	3842,07	3832,36
Δx	mm	34,05	27,12	26,69	27,13	26,14	27,1	26,1
Δy	mm	14,03	13,76	13,61	13,59	13,57	13,64	13,62
W	KN	968,14	1431,8	1585,54	1547,1	1508,66	1508,66	1470,22

Tablo 4.3. A tipi zemin kat yüksekliği 4 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

		1	2	3	X	Y	Z	K
NBİ		1	1	1	1	1	1	1
VTx	KN	952	1191,94	1350,15	1272,03	1195,4	1268,6	1194,76
VTy	KN	3433,36	3656,11	3724,71	3714,46	3704,28	3691,08	3680,8
Δx	mm	35,72	28,52	27,23	28,15	28,54	28,12	28,56
Δy	mm	15,32	14,89	14,73	14,71	14,69	14,8	14,78
W	KN	992,87	1456,52	1625,35	1583,14	1540,94	1540,94	1498,73

Tablo 4.4. A tipi zemin kat yüksekliği 5 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

		1	2	3	X	Y	Z	K
NBİ		1	1	1	1	1	1	1
VTx	KN	834,45	994,84	1181,35	1093,27	1001,5	1090,06	1000,19
VTy	KN	3303,3	3482,8	3559,45	3548,67	3538,02	3522,16	3511,28
Δx	mm	37,96	30,6	28,07	29,8	30,74	29,78	30,73
Δy	mm	17,15	16,47	16,21	16,2	16,18	16,33	16,3
W	KN	1021,95	1485,6	1672,05	1625,43	1578,82	1578,82	1532,21

Tablo 4.5. B tipi zemin kat yüksekliği 3 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

		1	2	3	X	Y	Z	K
NBİ		1	1	1	1	1	1	1
VTx	KN	1101,86	1419,48	1523,15	1473,52	1360,98	1520,15	1421,72
VTy	KN	3890,57	4091,44	4136,84	4126,43	4116,01	4114,18	4103,78
Δx	mm	34,71	27,07	26,56	26,97	25,92	27,84	27,09
Δy	mm	10,12	10	9,98	9,97	9,95	9,98	9,97
W	KN	1018,86	1405,63	1533,76	1495,32	1456,88	1469,69	1431,25

Tablo 4.6. B tipi zemin kat yüksekliği 4 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

		1	2	3	X	Y	Z	K
NBİ		1	1	1	1	1	1	1
VTx	KN	954,2	1181,29	1319,6	1270,71	1192,1	1268,52	1192,44

Tablo 4.6. (Devamı) B tipi zemin kat yüksekliği 4 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

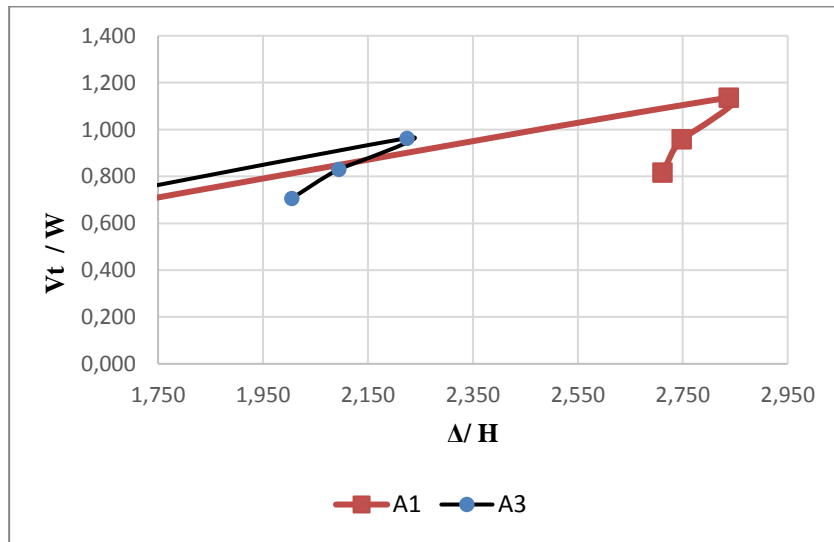
		1	2	3	X	Y	Z	K
VTy	KN	3748,36	3943,78	3994,62	3983,64	3972,75	3969,27	3958,38
Δx	mm	35,88	28,19	26,57	27,96	28,41	27,94	28,44
Δy	mm	11,11	10,92	10,86	10,85	10,84	10,89	10,87
W	KN	1046,66	1433,43	1574,13	1531,92	1489,71	1503,78	1461,57

Tablo 4.7. B tipi zemin kat yüksekliği 5 m eşdeğer deprem yükü yöntemi sonuçları.

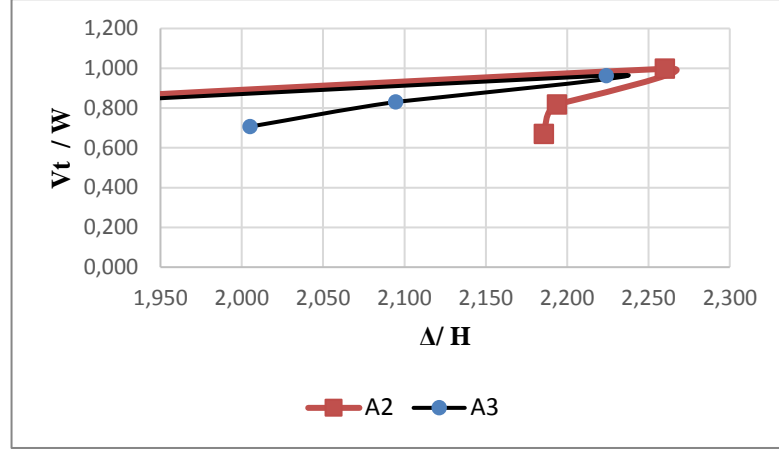
		1	2	3	X	Y	Z	K
NBİ		1	1	1	1	1	1	1
VTx	KN	829,55	996,71	177,98	1093,29	1044,08	1086,43	998,29
VTy	KN	3589,69	3778,17	3834,48	3822,96	3144,53	3806,49	3795,06
Δx	mm	38,07	30,58	27,95	29,57	28,75	29,42	30,61
Δy	mm	12,4	12,3	12,04	12,02	12,01	12,08	12,06
W	KN	1075	1461,77	1617,15	1570,53	1523,92	1539,46	1492,84

4.1.3. Eşdeğer deprem yükü yöntemi-taban kesme kuvveti grafiği

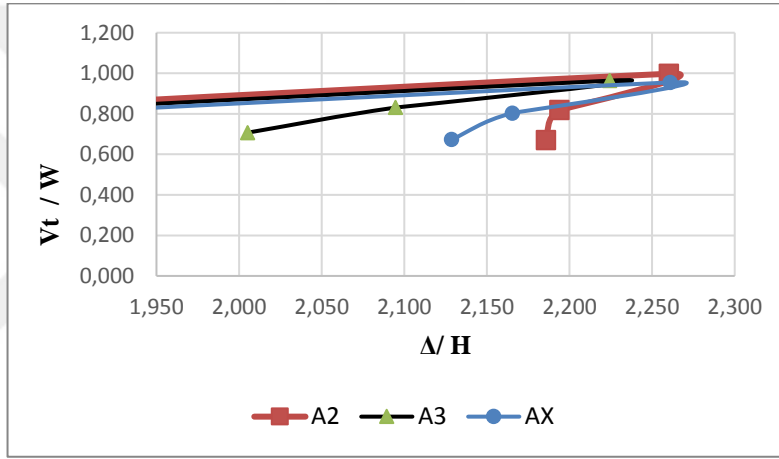
Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre oluşturulan dolgu duvar durumunun karşılaştırıldığı taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı ile tepe yer değiştirmesi/ bina yüksekliği grafikleri belirtilmiştir. Grafikler, dolgu duvar durumuna göre yapıların taşıma kapasitelerinin görülebilmesi adına zemin kat yüksekliği 3m, 4m ve 5m olan yapılar kullanılarak oluşturulmuştur. Şekil 4.3-Şekil 4.10 arasında eşdeğer deprem yükü kapasite grafikleri belirtilmiştir.



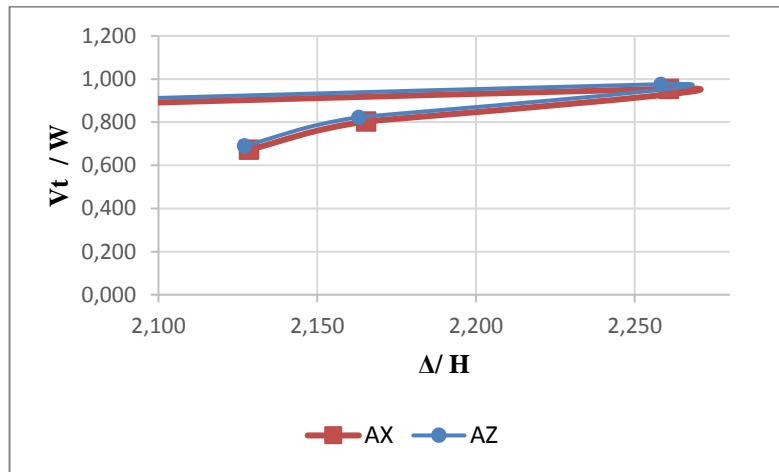
Şekil 4.3. A1 ve A3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



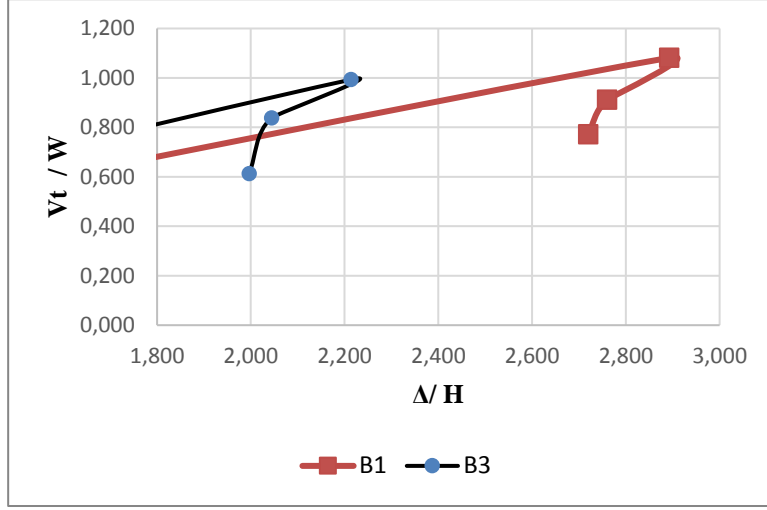
Şekil 4.4. A2 ve A3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



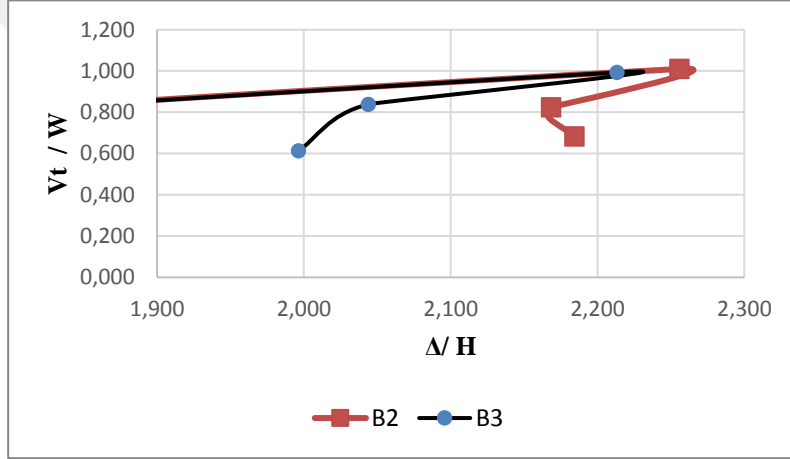
Şekil 4.5. A2 ve A3 ve AX tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



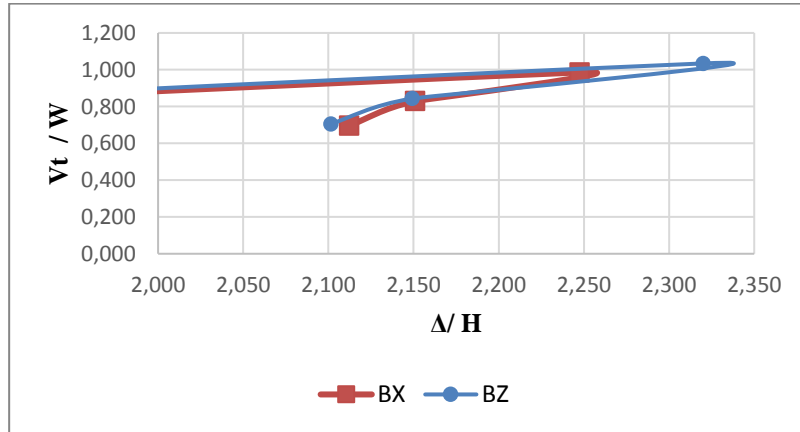
Şekil 4.6. AX ve AZ tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



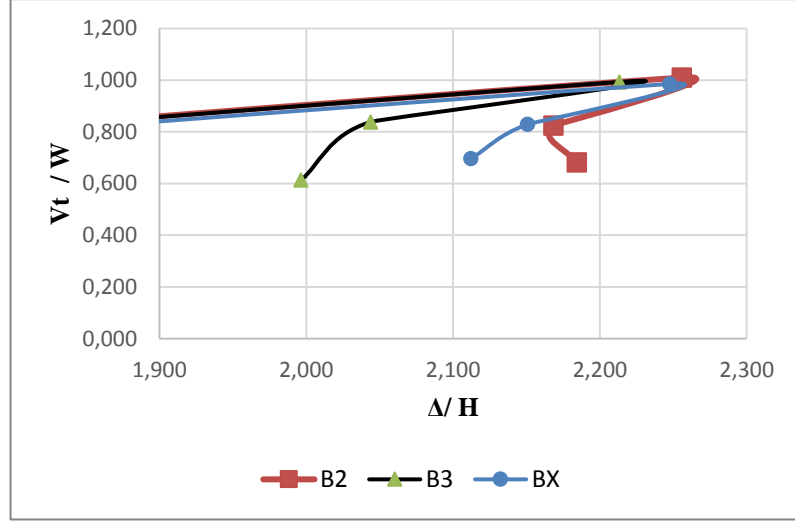
Şekil 4.7. B1 ve B3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



Şekil 4.8. B2 ve B3 tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



Şekil 4.9. BX ve BZ tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.



Şekil 4.10. B2 ve B3 ve BX tipi yapıların tepe yerdeğiştirmesi/ bina yüksekliği- taban kesme kuvveti/ bina ağırlığı grafiği.

4.1.4. Görelı kat ötelemeleri

Tablo 4.8-Tablo 4.48 arasında, yapıların görelı kat ötelemesi sonuçları yer almaktadır.

Tablo 4.8. A1MED görelı kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	10,95 mm
	3.KAT	9,2 mm
	ÇATI	7,15 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,99 mm
	3.KAT	2,5 mm
	ÇATI	1,7 mm

Tablo 4.9. A1NED görelı kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	10,57 mm
	2.KAT	10,45 mm
	3.KAT	8,09 mm
	ÇATI	6,15 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	3,06 mm
	3.KAT	2,58 mm

Tablo 4.9. (Devamı) A1NED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
	ÇATI	1,83 mm

Tablo 4.10. A1OED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	15,31 mm
	2.KAT	10,04 mm
	3.KAT	7,27 mm
	ÇATI	5,33 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	3,53 mm
	3.KAT	3,08 mm
	ÇATI	2,15 mm

Tablo 4.11. A2MED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	7,01 mm
	2.KAT	8,46 mm
	3.KAT	6,03 mm
	ÇATI	5,52 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	3,37 mm
	3.KAT	2,73 mm
	ÇATI	1,55 mm

Tablo 4.12. A2NED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	10,61 mm
	2.KAT	7,47 mm
	3.KAT	4,75 mm
	ÇATI	1,9 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	3,08 mm
	3.KAT	2,53 mm
	ÇATI	1,55 mm

Tablo 4.13. A2OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	14,84	mm
	2.KAT	6,87	mm
	3.KAT	4,25	mm
	ÇATI	1,29	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,13	mm
	3.KAT	2,6	mm
	ÇATI	1,65	mm

Tablo 4.14. A3MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	5,67	mm
	2.KAT	8,03	mm
	3.KAT	6	mm
	ÇATI	2,45	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,64	mm
	3.KAT	2,91	mm
	ÇATI	1,63	mm

Tablo 4.15. AXMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	5,72	mm
	2.KAT	7,98	mm
	3.KAT	5,83	mm
	ÇATI	2,39	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,68	mm
	3.KAT	2,91	mm
	ÇATI	1,63	mm

Tablo 4.16. A3NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	8,45	mm
	2.KAT	7,43	mm

Tablo 4.16. (Devamı) A3NED görelı kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	3.KAT	5,19	mm
	ÇATI	2,11	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,11	mm
	3.KAT	2,54	mm
	ÇATI	1,55	mm

Tablo 4.17. AXNED görelı kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	8,66	mm
	2.KAT	7,34	mm
	3.KAT	4,93	mm
	ÇATI	2	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,09	mm
	3.KAT	2,55	mm
	ÇATI	1,54	mm

Tablo 4.18. A3OED görelı kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	11,36	mm
	2.KAT	6,78	mm
	3.KAT	4,47	mm
	ÇATI	1,81	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,7	mm
	3.KAT	2,99	mm
	ÇATI	1,84	mm

Tablo 4.19. AXOED görelı kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	11,85	mm
	2.KAT	6,68	mm
	3.KAT	4,18	mm
	ÇATI	1,68	mm

Tablo 4.19. (Devamı) AXOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,72	mm
	3.KAT	2,99	mm
	ÇATI	1,86	mm

Tablo 4.20. AYMED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	6,49	mm
	2.KAT	7,76	mm
	3.KAT	5,49	mm
	ÇATI	1,33	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,65	mm
	3.KAT	2,91	mm
	ÇATI	1,63	mm

Tablo 4.21. AYNED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	10,67	mm
	2.KAT	7,48	mm
	3.KAT	4,75	mm
	ÇATI	1,91	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,08	mm
	3.KAT	2,54	mm
	ÇATI	1,53	mm

Tablo 4.22. AYOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	15,45	mm
	2.KAT	6,44	mm
	3.KAT	4	mm
	ÇATI	1,57	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,73	mm

Tablo 4.22. (Devamı) AYOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
	3.KAT	3	mm
	ÇATI	1,85	mm

Tablo 4.23. AZMED g8öreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	5,68	mm
	2.KAT	7,97	mm
	3.KAT	5,82	mm
	ÇATI	2,38	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,07	mm
	3.KAT	2,5	mm
	ÇATI	1,46	mm

Tablo 4.24. AZNED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	8,6	mm
	2.KAT	7,32	mm
	3.KAT	4,92	mm
	ÇATI	2	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,57	mm
	3.KAT	2,55	mm
	ÇATI	1,56	mm

Tablo 4.25. AZOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	11,76	mm
	2.KAT	6,65	mm
	3.KAT	4,18	mm
	ÇATI	1,68	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,69	mm
	3.KAT	2,98	mm
	ÇATI	1,84	mm

Tablo 4.26. AKMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	6,46	mm
	2.KAT	7,76	mm
	3.KAT	5,47	mm
	ÇATI	2,27	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,06	mm
	3.KAT	2,49	mm
	ÇATI	1,46	mm

Tablo 4.27. AKNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	10,65	mm
	2.KAT	7,48	mm
	3.KAT	4,76	mm
	ÇATI	1,9	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,1	mm
	3.KAT	2,55	mm
	ÇATI	1,55	mm

Tablo 4.28. AKOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	15	mm
	2.KAT	6,85	mm
	3.KAT	3,99	mm
	ÇATI	1,57	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	3,7	mm
	3.KAT	2,99	mm
	ÇATI	1,84	mm

Tablo 4.29. B1MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	6,6	mm
	2.KAT	10,8	mm
	3.KAT	9,11	mm

Tablo 4.29. (Devamı) B1MED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EY	ÇATI	6,91	mm
	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,81	mm
	3.KAT	2,28	mm
	ÇATI	1,42	mm

Tablo 4.30. B3MED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	5,71	mm
	2.KAT	8,09	mm
	3.KAT	6,02	mm
	ÇATI	2,46	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,73	mm
	3.KAT	2,18	mm
	ÇATI	1,23	mm

Tablo 4.31. B2OED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	15,18	mm
	2.KAT	6,78	mm
	3.KAT	4,01	mm
	ÇATI	1,57	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,31	mm
	3.KAT	1,92	mm
	ÇATI	1,23	mm

Tablo 4.32. B1NED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	10,39	mm
	2.KAT	10,31	mm
	3.KAT	8	mm
	ÇATI	5,96	mm
EY	1.KAT	6,75	mm

Tablo 4.32. (Devamı) B1NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EY	2.KAT	2,21	mm
	3.KAT	1,86	mm
	ÇATI	1,32	mm

Tablo 4.33. B1OED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	14,76	mm
	2.KAT	9,79	mm
	3.KAT	7,11	mm
	ÇATI	5,18	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,27	mm
	3.KAT	1,94	mm
	ÇATI	1,43	mm

Tablo 4.34. B2MED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	6,79	mm
	2.KAT	8,14	mm
	3.KAT	5,73	mm
	ÇATI	2,32	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,72	mm
	3.KAT	2,17	mm
	ÇATI	1,24	mm

Tablo 4.35. B2NED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
EX	1.KAT	10,64	mm
	2.KAT	7,46	mm
	3.KAT	4,7	mm
	ÇATI	1,94	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,26	mm
	3.KAT	1,85	mm

Tablo 4.35. (Devamı) B2NED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
	ÇATI	1,15 mm

Tablo 4.36. B3NED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	8,34 mm
	2.KAT	7,33 mm
	3.KAT	5,11 mm
	ÇATI	2,07 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,27 mm
	3.KAT	1,86 mm
	ÇATI	1,15 mm

Tablo 4.37. B3OED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	11,43 mm
	2.KAT	6,82 mm
	3.KAT	4,5 mm
	ÇATI	1,81 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,81 mm
	3.KAT	2,26 mm
	ÇATI	1,41 mm

Tablo 4.38. BXMED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	5,86 mm
	2.KAT	8,1 mm
	3.KAT	5,82 mm
	ÇATI	2,4 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,23 mm
	3.KAT	1,81 mm
	ÇATI	1,07 mm

Tablo 4.39. BXOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	12,19 mm
	2.KAT	6,75 mm
	3.KAT	4,23 mm
	ÇATI	1,69 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,82 mm
	3.KAT	2,26 mm
	ÇATI	1,42 mm

Tablo 4.40. BXNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	8,9 mm
	2.KAT	7,41 mm
	3.KAT	4,97 mm
	ÇATI	2,01 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,26 mm
	3.KAT	1,87 mm
	ÇATI	1,14 mm

Tablo 4.41. BYMED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	6,52 mm
	2.KAT	7,79 mm
	3.KAT	5,49 mm
	ÇATI	2,22 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,74 mm
	3.KAT	2,17 mm
	ÇATI	1,23 mm

Tablo 4.42. BYNED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	10,75 mm
	2.KAT	7,52 mm

Tablo 4.42. (Devamı) BYNED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
	3.KAT	4,78	mm
	ÇATI	1,9	mm
	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,26	mm
EY	3.KAT	1,86	mm
	ÇATI	1,14	mm

Tablo 4.43. BZMED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
	1.KAT	6,03	mm
	2.KAT	8,32	mm
	3.KAT	6,06	mm
	ÇATI	2,47	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,24	mm
	3.KAT	1,81	mm
	ÇATI	1,08	mm

Tablo 4.44. BZNED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
	1.KAT	8,86	mm
	2.KAT	7,41	mm
	3.KAT	4,97	mm
	ÇATI	2	mm
EY	1.KAT	6,75	mm
	2.KAT	2,28	mm
	3.KAT	1,87	mm
	ÇATI	1,16	mm

Tablo 4.45. BZOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme	
	1.KAT	12,09	mm
	2.KAT	6,71	mm
	3.KAT	4,2	mm
	ÇATI	1,68	mm

Tablo 4.45. (Devamı) BZOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,81 mm
	3.KAT	2,25 mm
	ÇATI	1,42 mm

Tablo 4.46. BKMED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	6,81 mm
	2.KAT	8,14 mm
	3.KAT	5,74 mm
	ÇATI	2,32 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,25 mm
	3.KAT	1,82 mm
	ÇATI	1,07 mm

Tablo 4.47. BKNEED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	10,74 mm
	2.KAT	7,53 mm
	3.KAT	4,79 mm
	ÇATI	1,9 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,27 mm
	3.KAT	1,86 mm
	ÇATI	1,16 mm

Tablo 4.48. BKOED göreli kat ötelemeleri sonuçları.

Deprem	Kat	Ötelenme
EX	1.KAT	15,11 mm
	2.KAT	6,89 mm
	3.KAT	4,01 mm
	ÇATI	1,58 mm
EY	1.KAT	6,75 mm
	2.KAT	2,8 mm

Tablo 4.48. (Devamı) BKOED görelî kat ötelemeleri sonuçları.

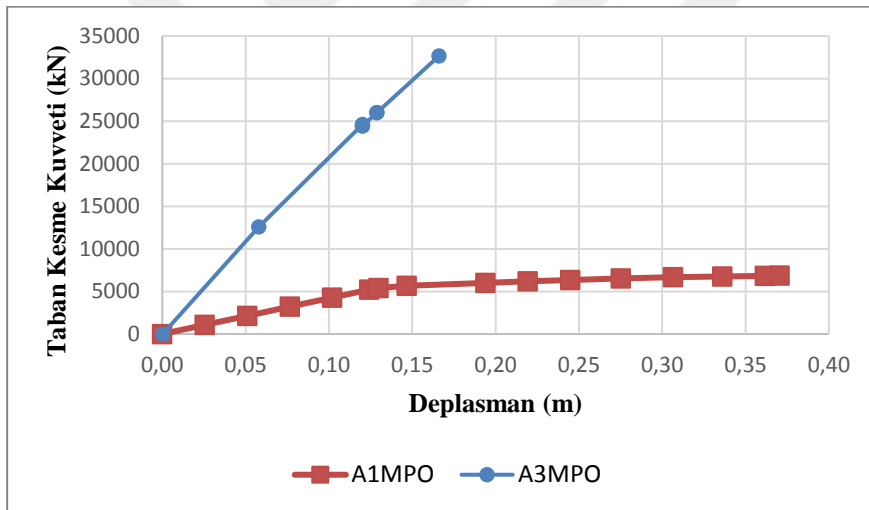
Deprem	Kat	Ötelenme
	3.KAT	2,26 mm
	ÇATI	1,42 mm

4.2. Pushover Analizi Sonuçları

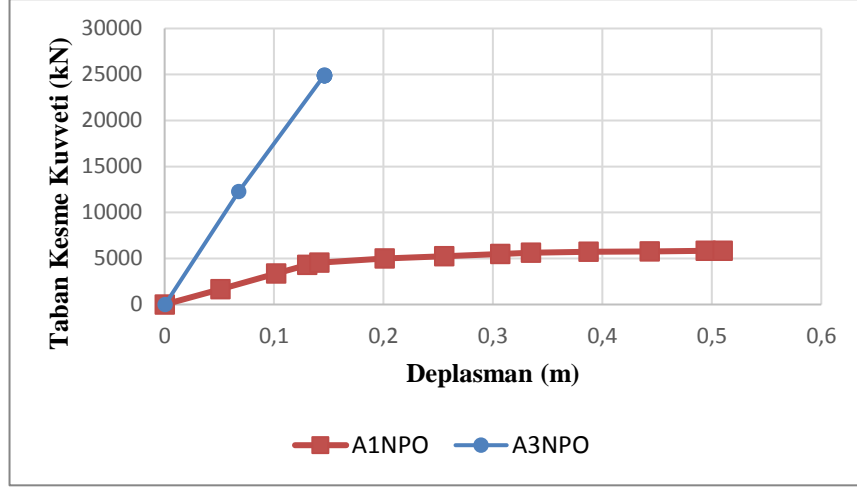
Artırimsal eşdeğer deprem yükü sonuçları, kapasite eğrisi ve mafsallaşma adımları bakımından karşılaştırılmıştır.

4.2.1. Taban kesme kuvveti-deplasman sonuçları (kapasite eğrisi)

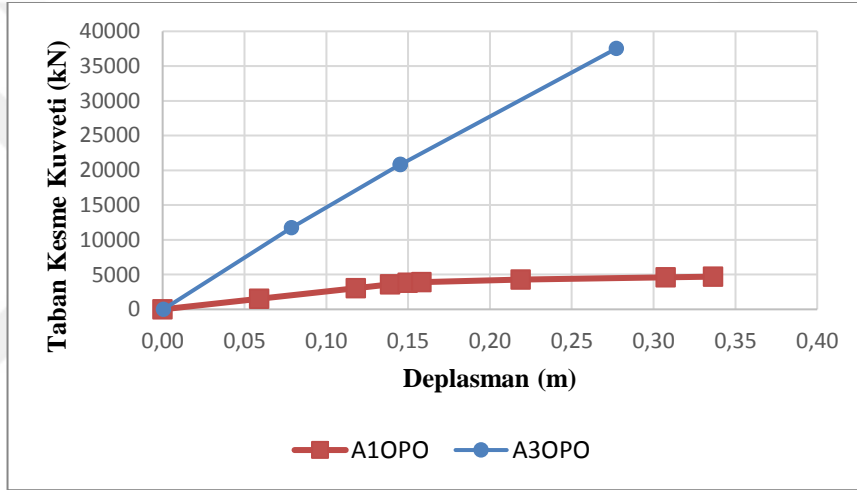
Şekil 4.11- Şekil 4.34 arasında pushover kapasite eğrileri belirtilmiştir. Her bir adımda yapıya gelen taban kesme kuvveti ile tepe noktası deplasmanı arasındaki ilişkinin sonuçları ektedir. Buna göre yapıların dolgu duvar durumlarına göre enerji sönümleme kapasiteleri belirlenmektedir.



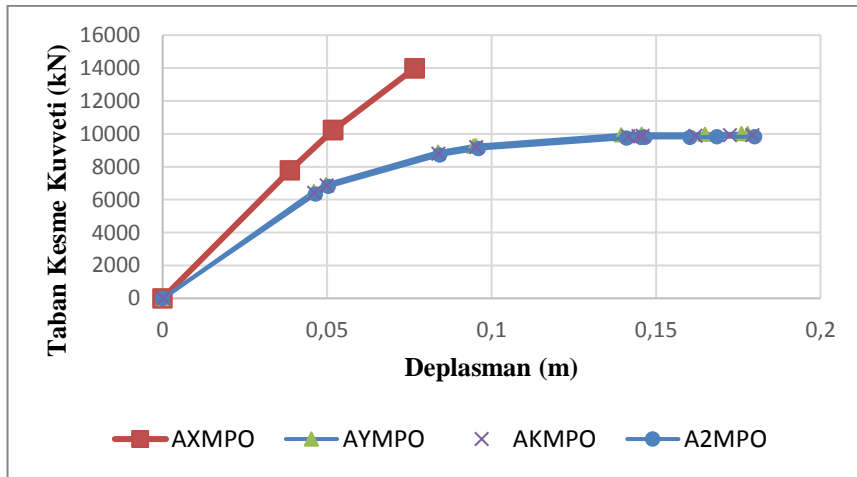
Şekil 4.11. A tipi X yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması.



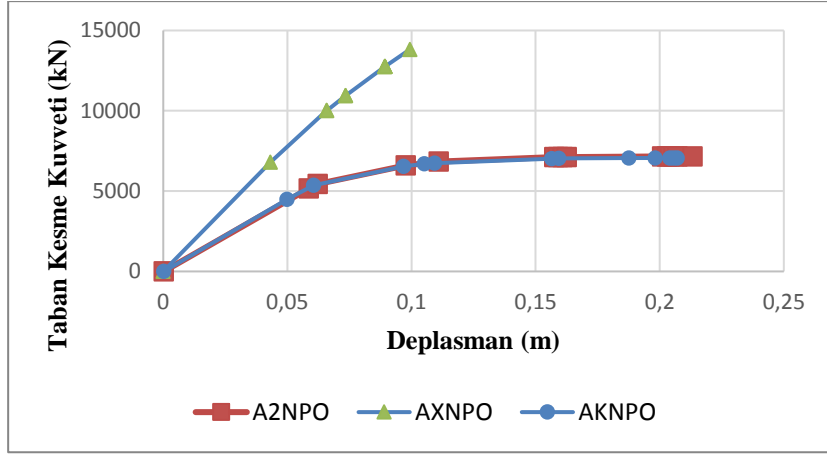
Şekil 4.12. A tipi X yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



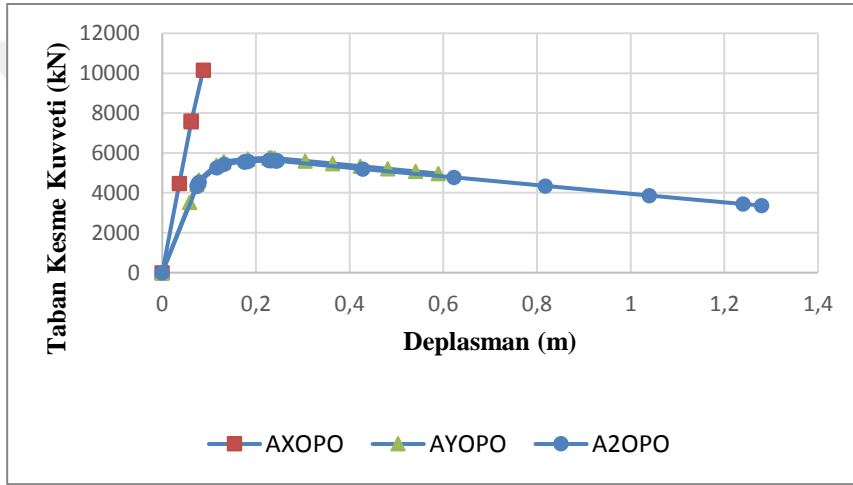
Şekil 4.13. A tipi X yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



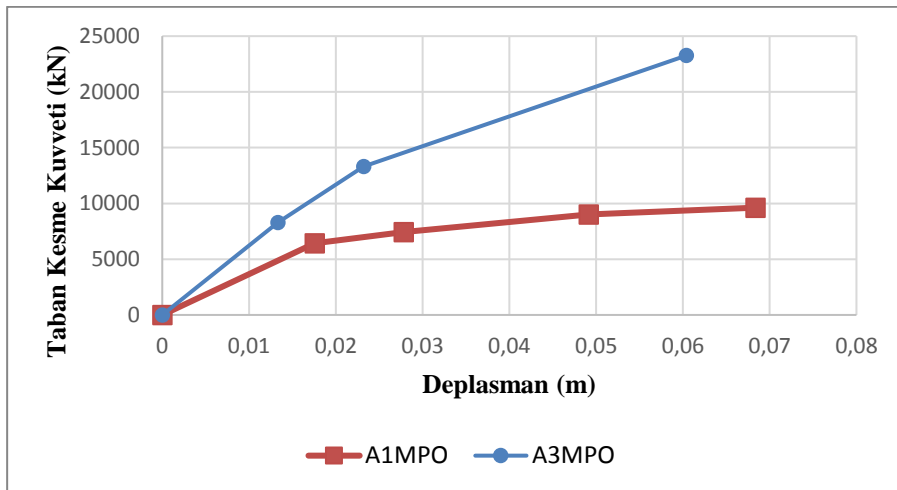
Şekil 4.14. A tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



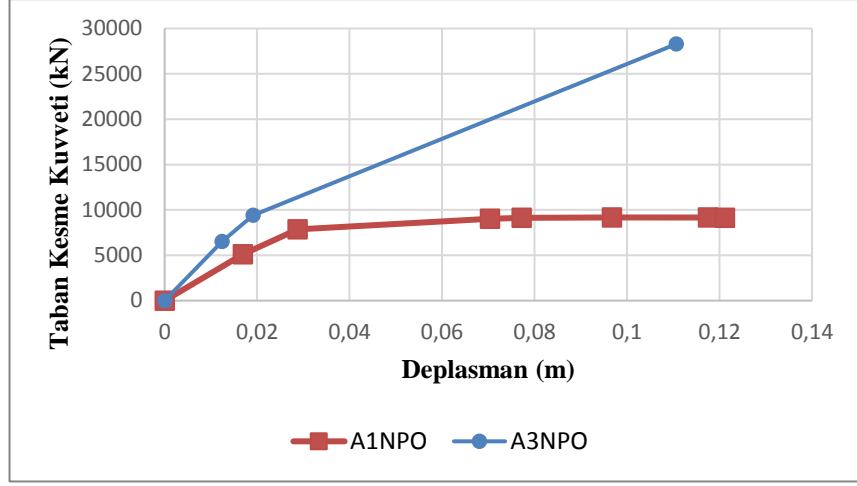
Şekil 4.15. A tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



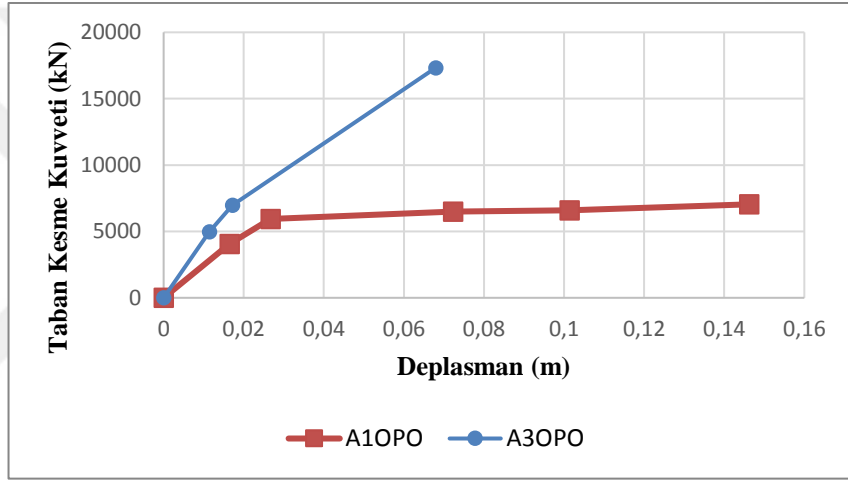
Şekil 4.16. A tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



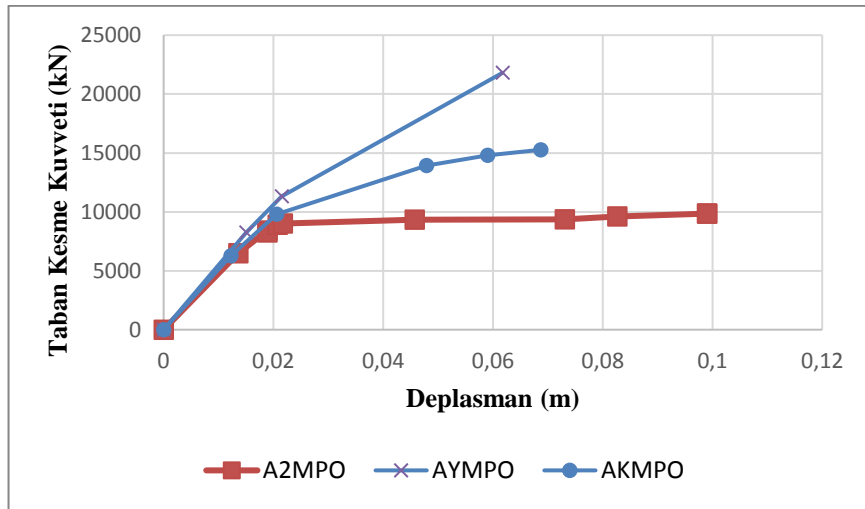
Şekil 4.17. A tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırılması



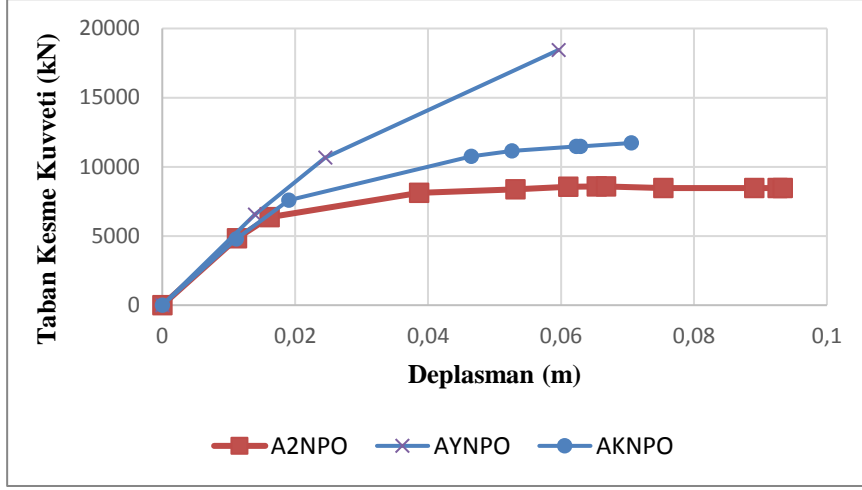
Şekil 4.18. A tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



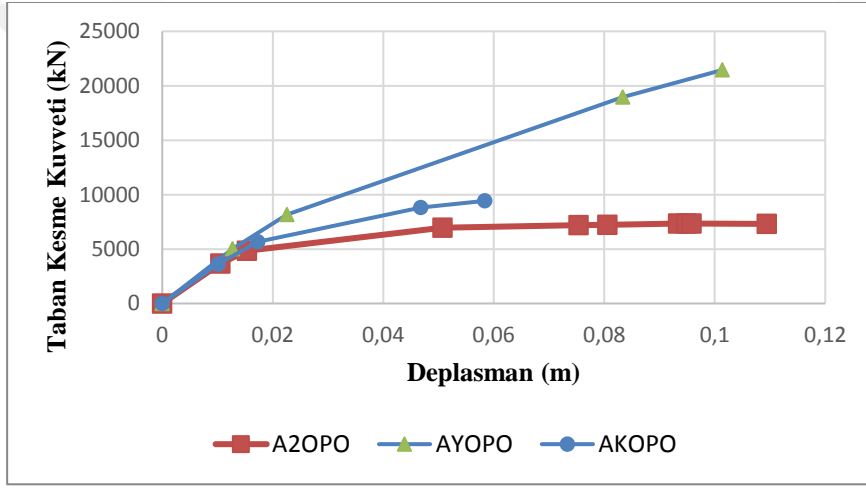
Şekil 4.19. A tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



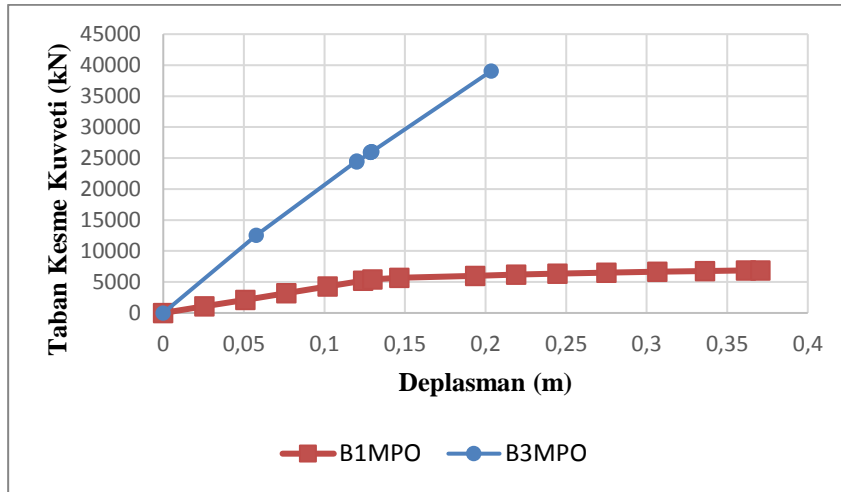
Şekil 4.20. A tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



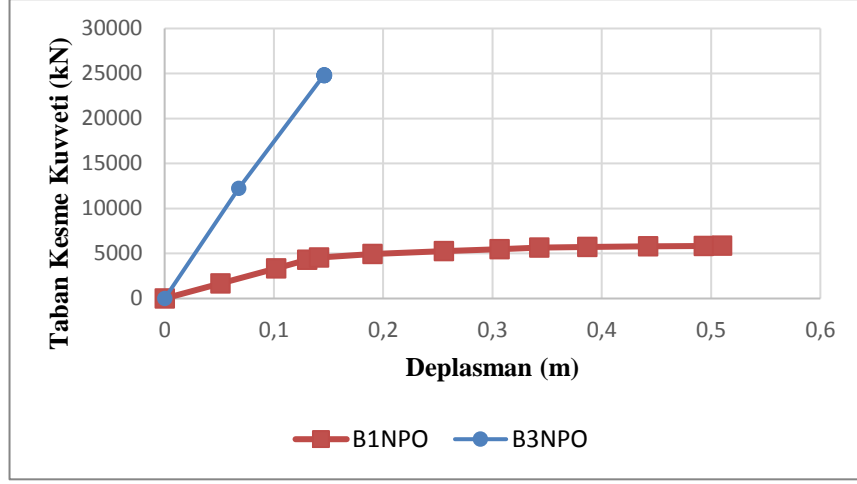
Şekil 4.21. A tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



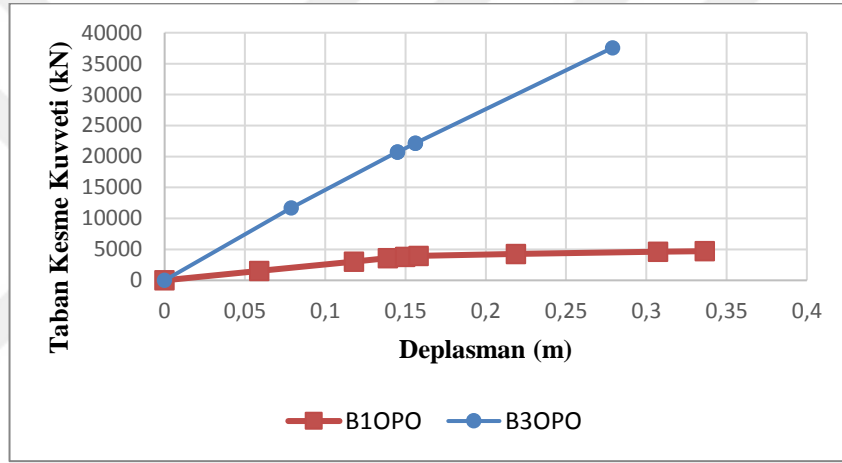
Şekil 4.22. A tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



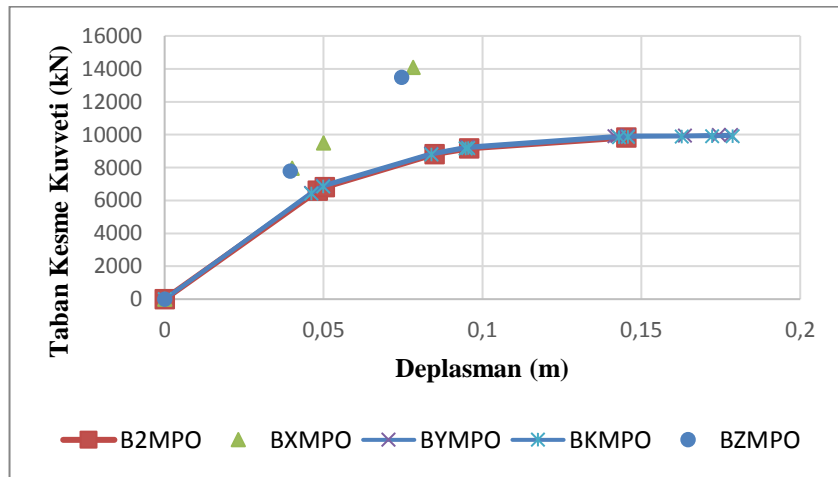
Şekil 4.23. B tipi X yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırılması



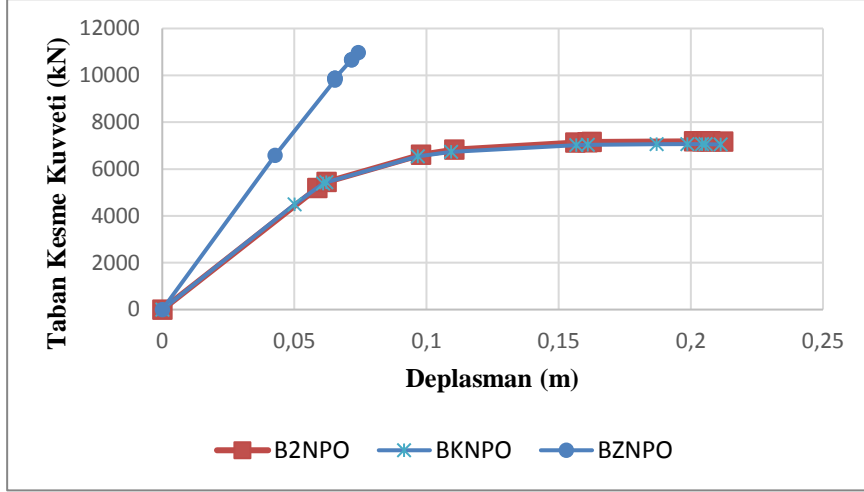
Şekil 4.24. B tipi X yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



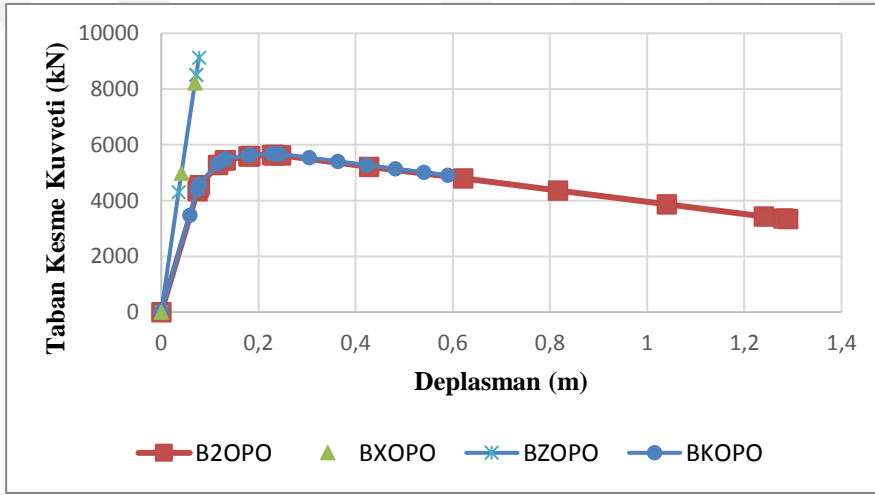
Şekil 4.25. B tipi X yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



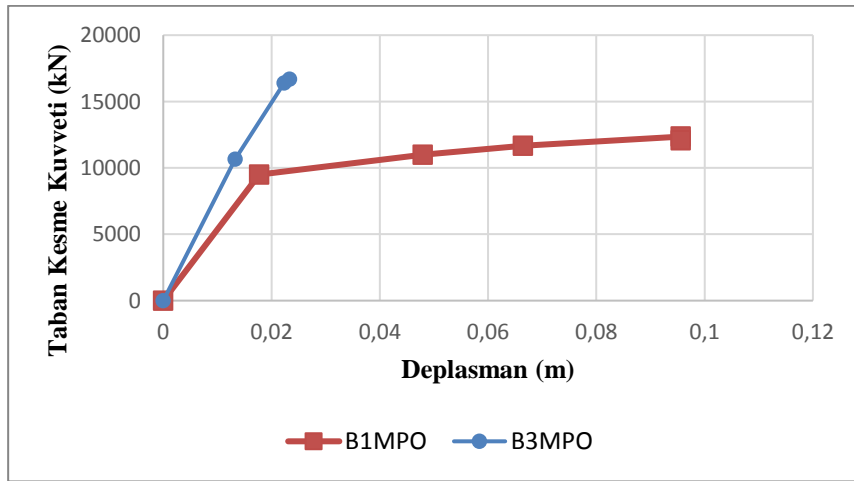
Şekil 4.26. B tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



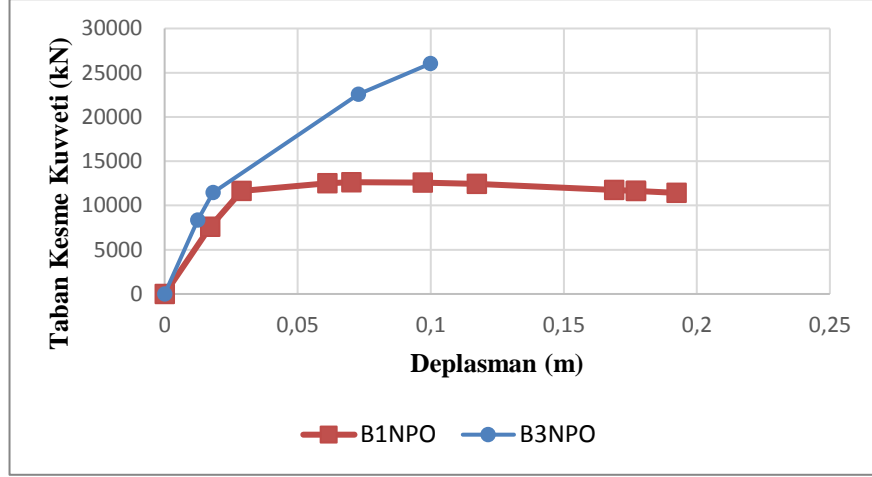
Şekil 4.27. B tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



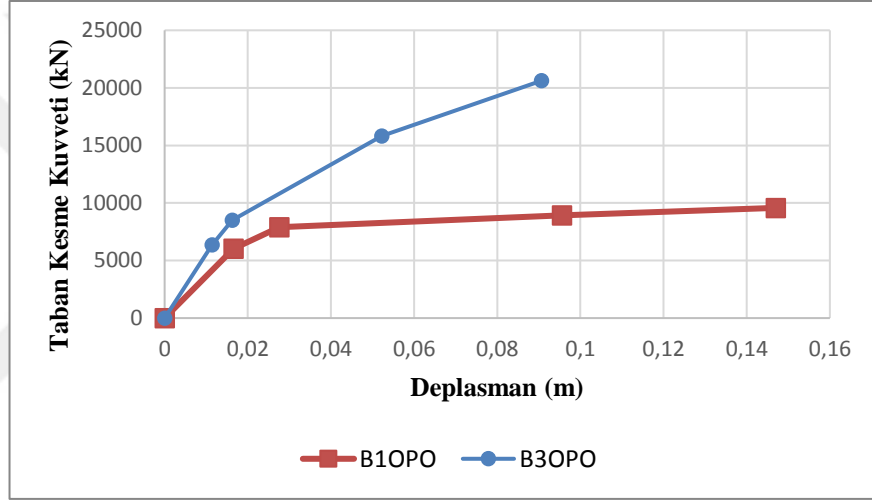
Şekil 4.28. B tipi X yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



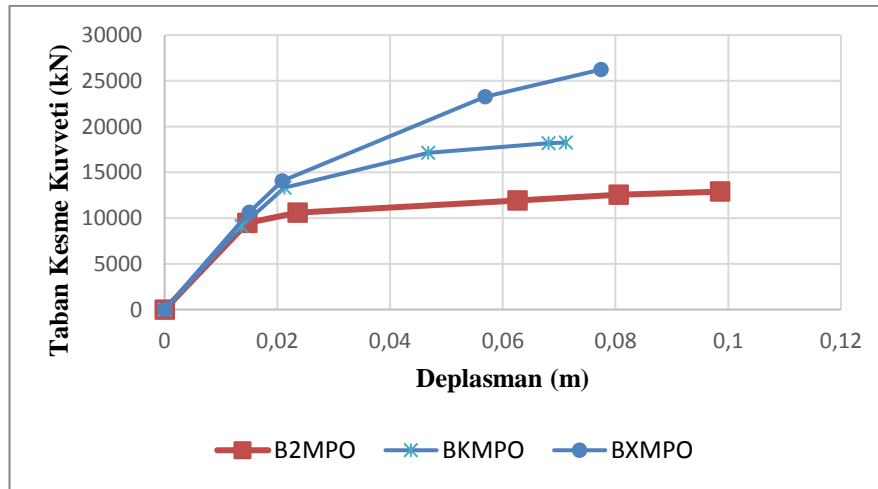
Şekil 4.29. B tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 3 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



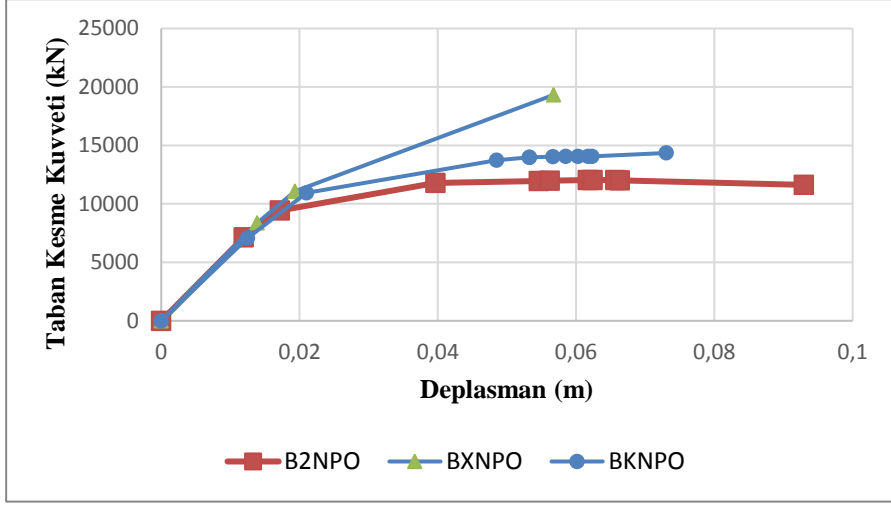
Şekil 4.30. B tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 4 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



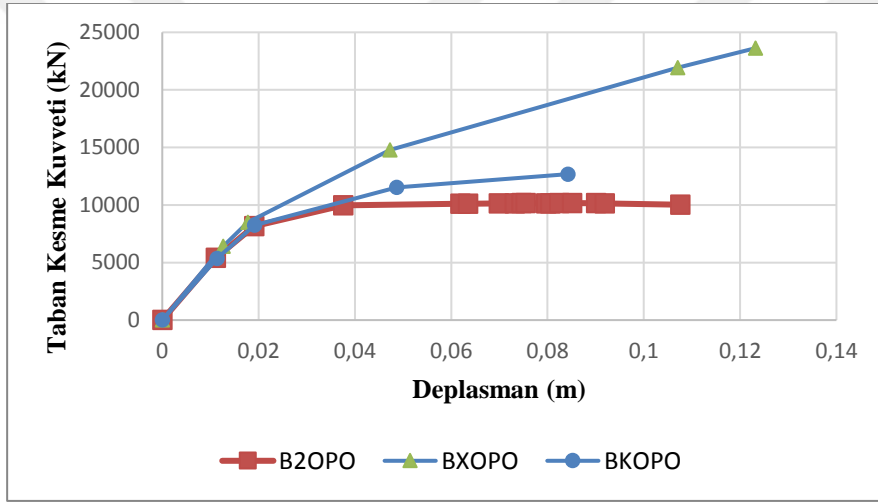
Şekil 4.31. B tipi Y yönü zemin kat yüksekliği 5 m tamamı dolgu duvarlı ve tamamı dolgu duvarsız yapıların karşılaştırması



Şekil 4.32. B tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 3 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



Şekil 4.33. B Tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 4 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması



Şekil 4.34. B tipi Y yönü tamamı zemin kat yüksekliği 5 m kısmi dolgu duvarlı yapıların karşılaştırılması

4.2.2. Pushover mafsallaşma adımları

Pushover analizi yapılırken, yapıya belirli adımlar ile kuvvet uygulanmaktadır. Her adımda yapının deplasman tahkiki yapılmaktadır. Belirli bir adımdan sonra yapıda plastik mafsallaşma başlamaktadır. Deplasman belirli bir noktaya ulaştıktan sonra ise yapıda göçme başlar. Tablo 4.49-Tablo 4.126 ve Şekil 4.35-Şekil 4.112 arasında pushover analizinde plastik mafsallaşma adımları belirtilmiştir.

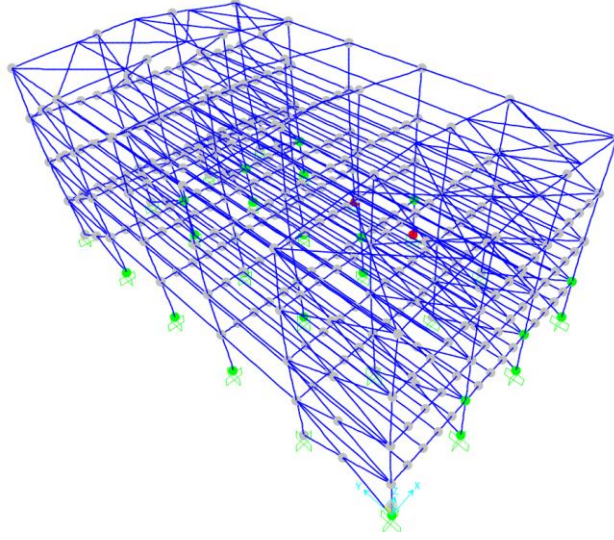
4.2.2.1. A tipi plastik mafsallaşma adımları

Tablo 4.49. A1MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

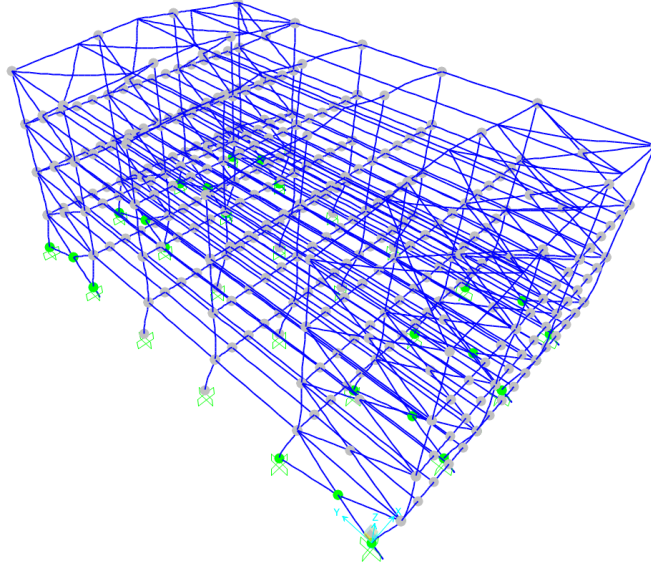
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH X	0	-2,083E-14	0	0	0
PUSH X	1	-25,5	0	0	0
PUSH X	2	-51	0	0	0
PUSH X	3	-76,5	0	0	0
PUSH X	4	-102	0	0	0
PUSH X	5	-124,141991	0	0	0
PUSH X	6	-129,786104	0	0	0
PUSH X	7	-146,604839	0	0	0
PUSH X	8	-193,871856	0	0	0
PUSH X	9	-219,371856	0	0	0
PUSH X	10	-244,871856	48	0	0
PUSH X	11	-275,097377	58	0	2
PUSH X	12	-306,433109	82	0	2
PUSH X	13	-336,088333	94	0	2
PUSH X	14	-361,588333	94	0	2
PUSH X	15	-370,547603	94	0	2

Tablo 4.50. A1MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH Y	0	-0,016447	0	0	0
PUSH Y	1	-17,577784	0	0	0
PUSH Y	2	-26,94982	0	0	0
PUSH Y	3	-27,819014	0	0	0
PUSH Y	4	-27,824114	8	0	0
PUSH Y	5	-49,161325	40	0	0
PUSH Y	6	-68,351494	40	8	0



Şekil 4.35. A1MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları



Şekil 4.36. A1MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4. 51. A1NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

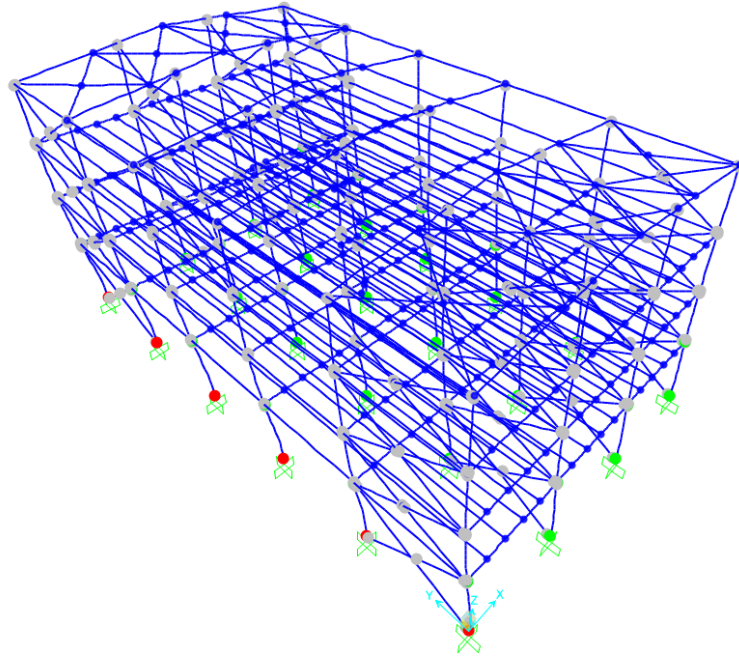
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,000004093	0	0	0
PUSH-X	1	-50,999996	0	0	0
PUSH-X	2	-101,999996	0	0	0
PUSH-X	3	-130,397835	0	0	0
PUSH-X	4	-141,35258	0	0	0
PUSH-X	5	-201,074429	0	0	4
PUSH-X	6	-255,50341	42	0	6
PUSH-X	7	-306,50341	54	0	6

Tablo 4.51. (Devamı) A1NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

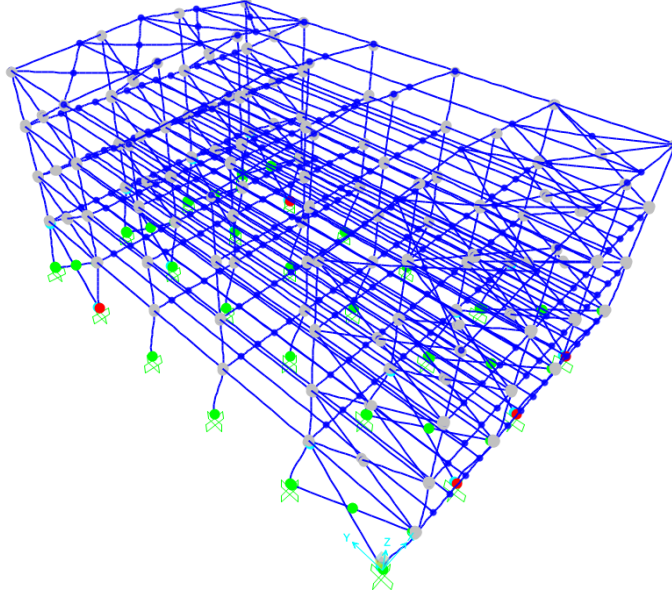
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	8	-334,632046	38	0	22
PUSH-X	9	-387,457783	72	0	24
PUSH-X	10	-443,348314	72	0	24
PUSH-X	11	-494,348314	66	6	24
PUSH-X	12	-509,999996	60	12	24

Tablo 4.52. A1NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,016056	0	0	0
PUSH-Y	1	-16,934662	0	0	0
PUSH-Y	2	-28,730829	16	0	0
PUSH-Y	3	-70,377255	48	0	0
PUSH-Y	4	-77,181247	48	0	0
PUSH-Y	5	-96,706296	62	0	0
PUSH-Y	6	-117,496068	56	16	0
PUSH-Y	7	-121,183248	51	16	5



Şekil 4.37. A1NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



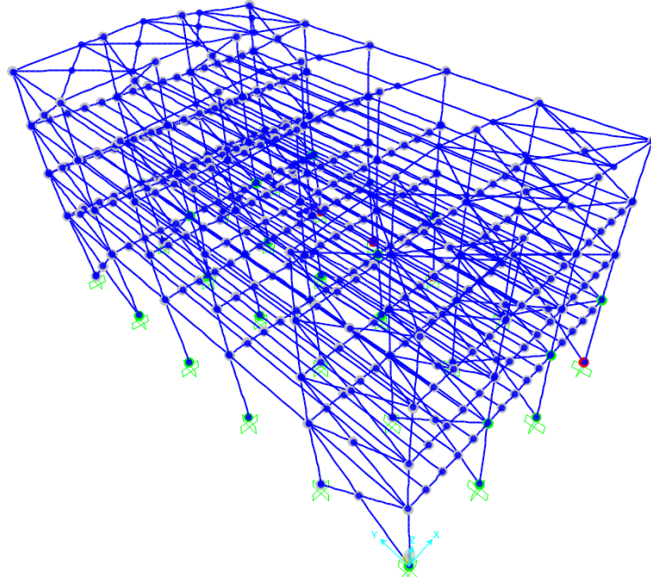
Şekil 4.38. A1NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4. 53. A1OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

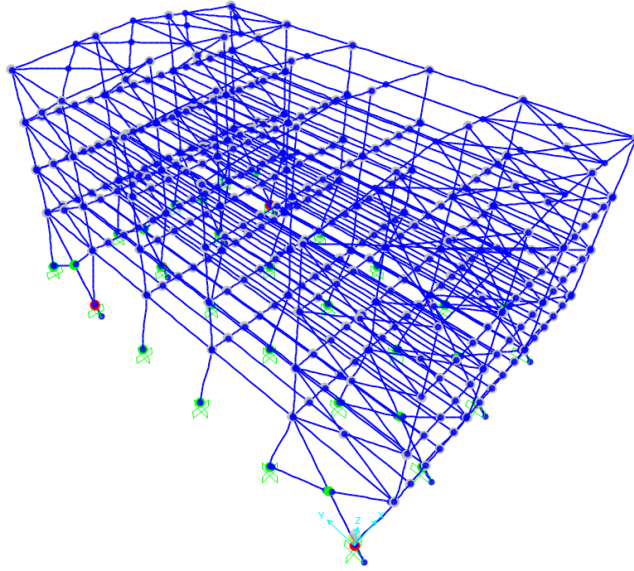
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH X	0	-2,761E-14	0	0	0
PUSH X	1	-59	0	0	0
PUSH X	2	-118	0	0	0
PUSH X	3	-139,039753	0	0	0
PUSH X	4	-149,838181	0	0	0
PUSH X	5	-158,137665	0	0	0
PUSH X	6	-218,819104	0	0	0
PUSH X	7	-307,467011	54	0	6
PUSH X	8	-336,474703	53	0	7

Tablo 4.54. A1OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH Y	0	0,016375	0	0	0
PUSH Y	1	-16,430611	0	0	0
PUSH Y	2	-26,659334	0	0	0
PUSH Y	3	-26,665234	8	0	0
PUSH Y	4	-27,532331	8	0	0
PUSH Y	5	-72,259911	32	8	0
PUSH Y	6	-72,265811	32	0	8
PUSH Y	7	-101,324391	32	0	8
PUSH Y	8	-146,202808	52	0	12



Şekil 4.39. A1OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



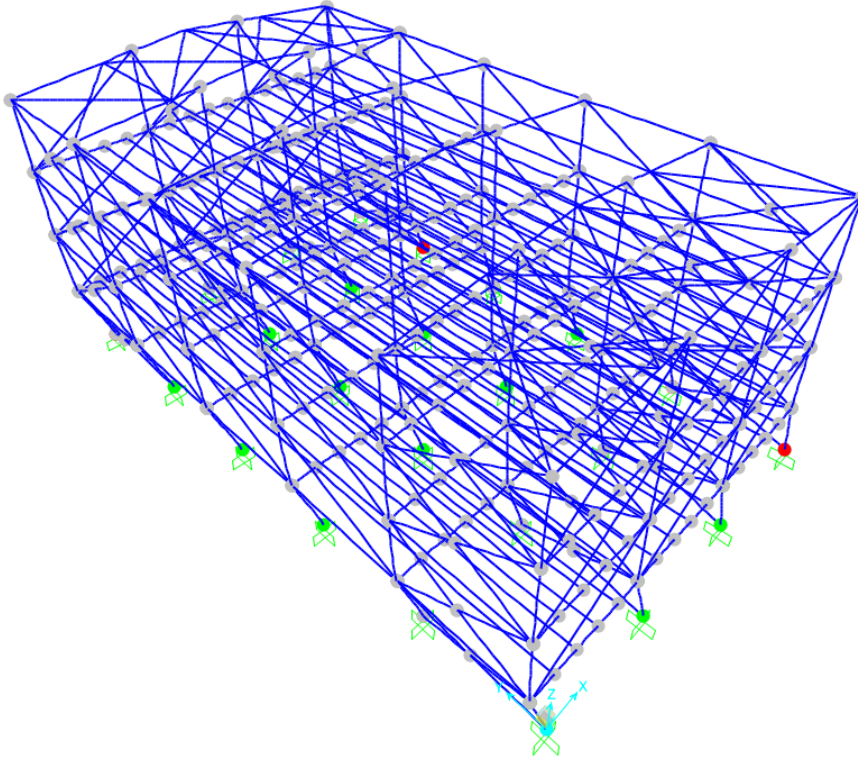
Şekil 4.40. A1OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.55. A2MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

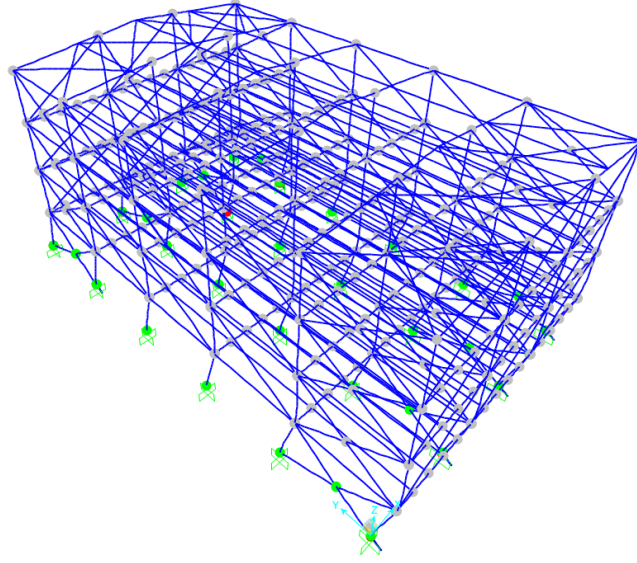
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH X	0	0	0	0	0
PUSH X	1	-48,26095	0	0	0
PUSH X	2	-50,486051	0	0	0
PUSH X	3	-85,172945	2	0	0
PUSH X	4	-95,987529	2	0	4
PUSH X	5	-145,45247	34	1	5

Tablo 4.56. A2MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH Y	0	-0,029081	0	0	0
PUSH Y	1	-13,599175	0	0	0
PUSH Y	2	-18,865724	0	0	0
PUSH Y	3	-18,870824	1	0	0
PUSH Y	4	-20,755926	1	0	0
PUSH Y	5	-21,668891	1	0	0
PUSH Y	6	-21,673991	8	0	0
PUSH Y	7	-22,129333	8	0	0
PUSH Y	8	-45,736045	40	0	0
PUSH Y	9	-60,346518	32	8	0
PUSH Y	10	-60,351618	32	7	1
PUSH Y	11	-73,101618	56	0	8
PUSH Y	12	-82,664118	56	0	8
PUSH Y	13	-99,000056	55	0	9
PUSH Y	14	-99,013214	53	0	11



Şekil 4.41. A2MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.42. A2MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.57. A2NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

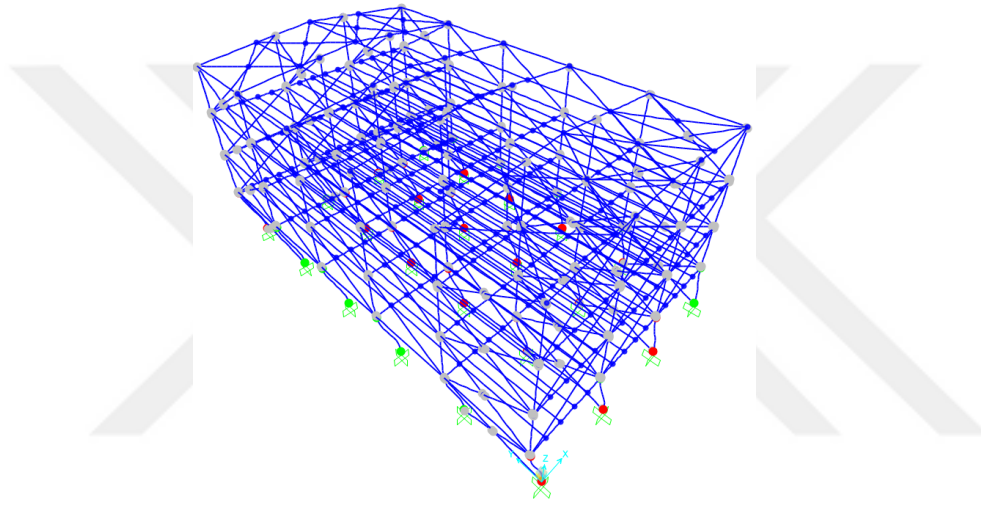
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,192914	0	0	0
PUSH-X	1	-58,621432	0	0	0
PUSH-X	2	-62,238047	0	0	0
PUSH-X	3	-97,779108	0	0	1
PUSH-X	4	-111,052029	23	0	1
PUSH-X	5	-157,536514	31	0	7
PUSH-X	6	-159,092906	29	0	9
PUSH-X	7	-160,918895	30	0	9
PUSH-X	8	-162,614312	33	0	13
PUSH-X	9	-201,039298	30	0	18
PUSH-X	10	-202,891264	29	0	19
PUSH-X	11	-204,109642	29	0	19
PUSH-X	12	-205,717106	27	0	21
PUSH-X	13	-207,183866	23	0	25
PUSH-X	14	-213,333329	19	0	29

Tablo 4.58. A2NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

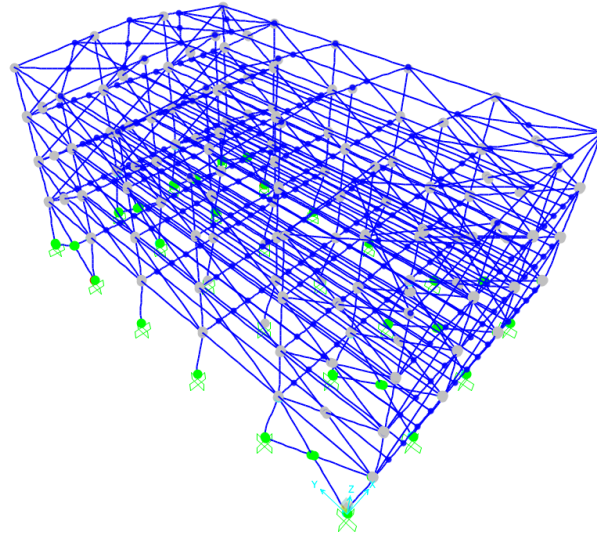
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,077216	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,240936	0	0	0
PUSH-Y	2	-16,140619	0	0	0
PUSH-Y	3	-38,640619	46	0	0

Tablo 4.58. (Devamı) A2NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	4	-53,14782	44	2	0
PUSH-Y	5	-61,052177	44	2	0
PUSH-Y	6	-65,342236	44	0	2
PUSH-Y	7	-66,745862	44	0	2
PUSH-Y	8	-75,360056	44	0	2
PUSH-Y	9	-89,069612	40	12	2
PUSH-Y	10	-92,576398	46	12	2
PUSH-Y	11	-93,358938	52	12	2



Şekil 4.43. A2NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



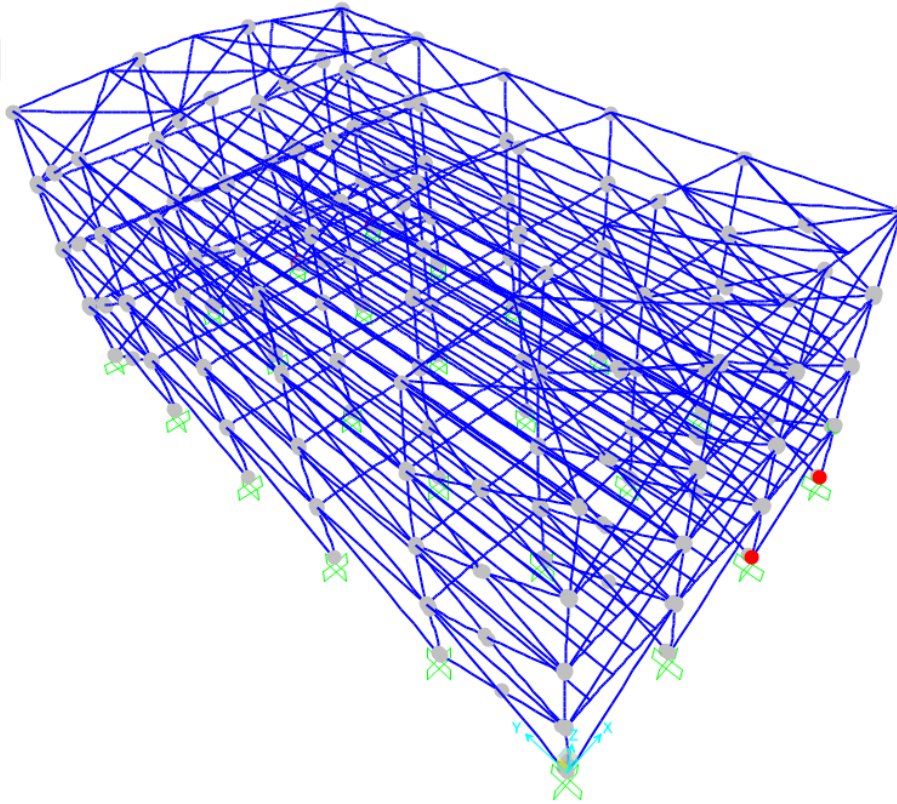
Şekil 4.44. A2NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.59. A3MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

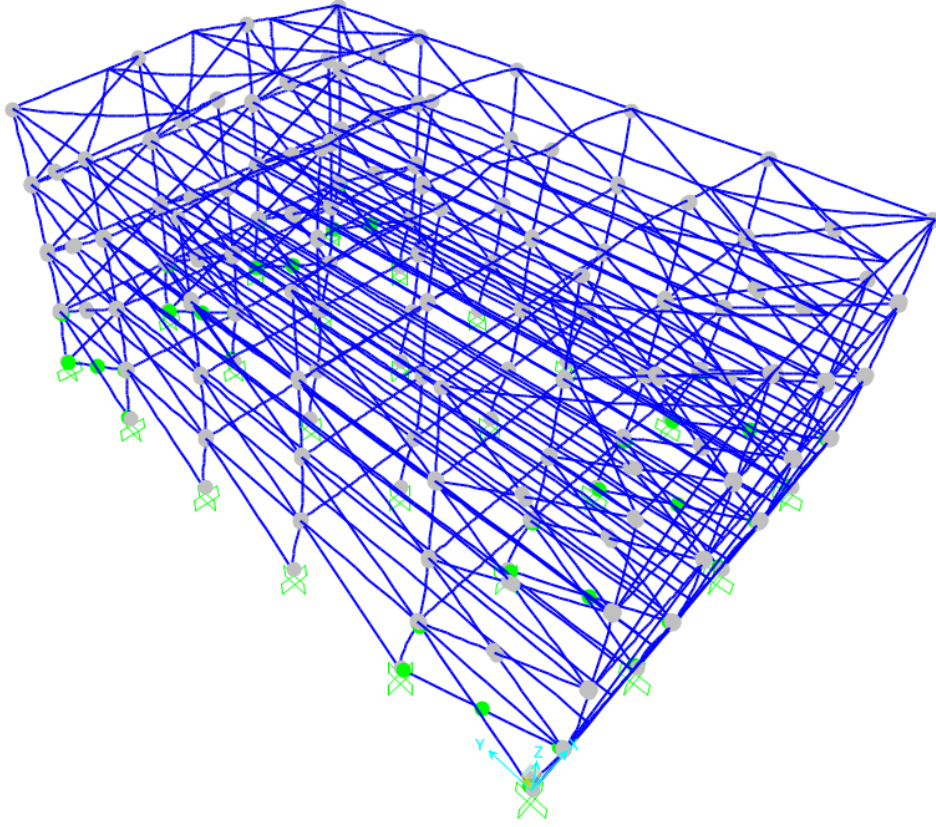
Deprem Tipi	Adım	Deplasman	IOtoLS	LStoCP	BeyondCP
PUSH-X	0	0.27003	0	0	0
PUSH-X	1	-57.843992	0	0	0
PUSH-X	2	-120.075988	0	0	4
PUSH-X	3	-120.075988	1	0	4
PUSH-X	4	-120.075988	1	0	4
PUSH-X	5	-128.853782	1	0	4
PUSH-X	6	-128.869116	1	0	5
PUSH-X	7	-166.082565	18	0	7

Tablo 4.60. A3MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman	IOtoLS	LStoCP	BeyondCP
PUSH-Y	0	0.100761	0	0	0
PUSH-Y	1	-13.325429	0	0	0
PUSH-Y	2	-23.209973	0	0	0
PUSH-Y	3	-60.414521	48	0	0



Şekil 4.45. A3MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



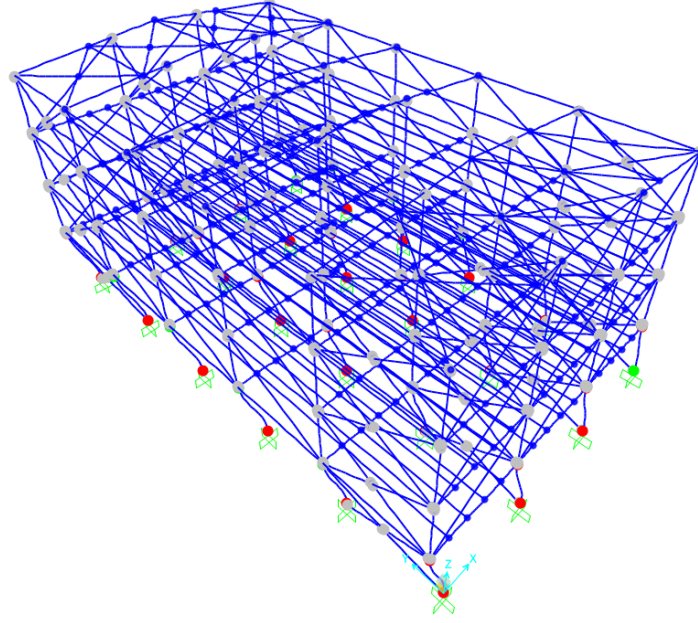
Şekil 4. 46. A3MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.61. A3NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

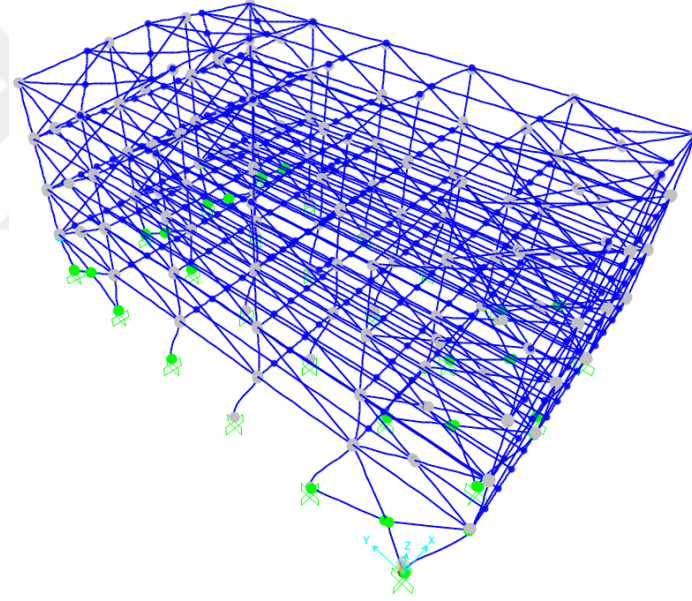
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,357127	0	0	0
PUSH-X	1	-67,780549	0	0	0
PUSH-X	2	-146,074369	4	0	6
PUSH-X	3	-146,074387	4	0	6
PUSH-X	4	-146,074396	4	0	6
PUSH-X	5	-146,074396	4	0	6
PUSH-X	6	-146,074405	4	0	6
PUSH-X	7	-146,074909	4	0	6
PUSH-X	8	-146,130235	4	0	6

Tablo 4.62. A3NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,135371	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,416296	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,154474	0	0	0
PUSH-Y	3	-110,641033	96	0	1



Şekil 4.47. A3NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



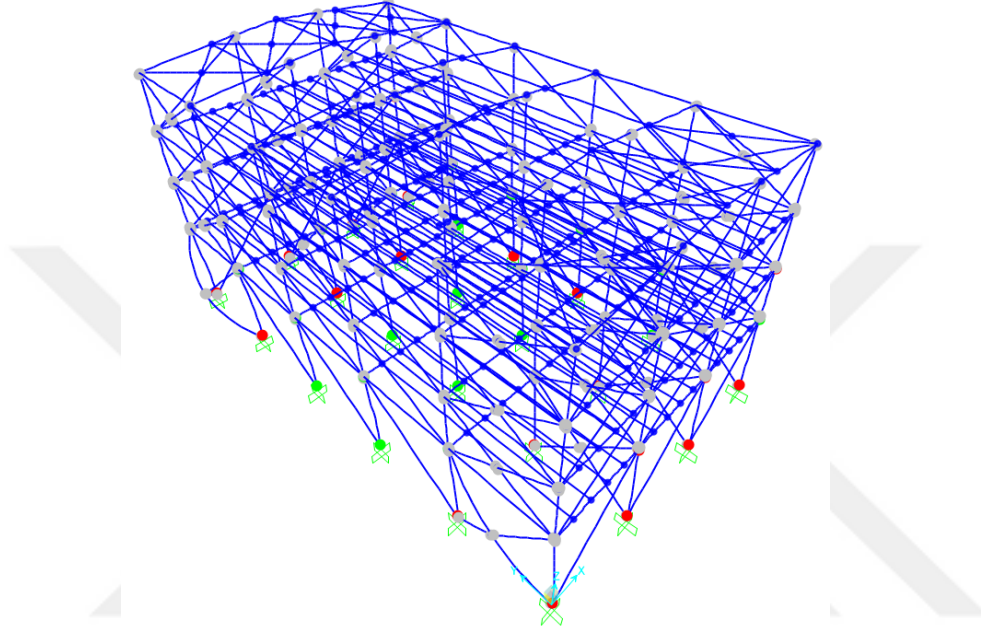
Şekil 4.48. A3NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.63. A3OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

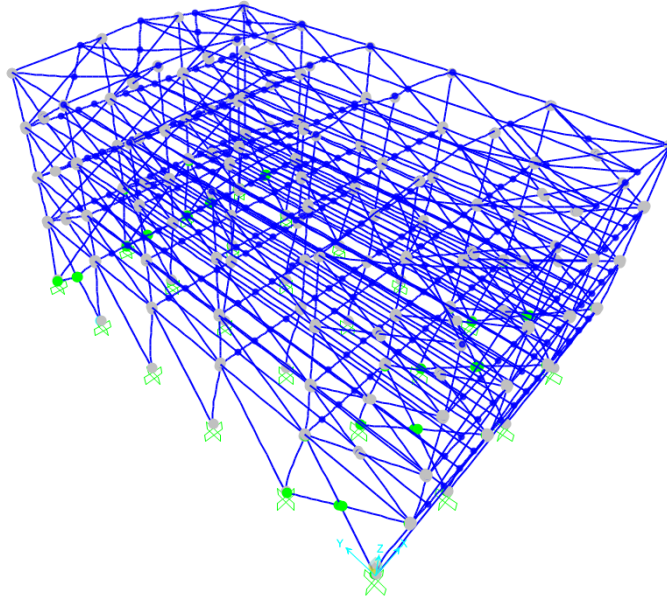
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,466179	0	0	0
PUSH-X	1	-78,768883	0	0	0
PUSH-X	2	-145,220819	0	0	4
PUSH-X	3	-145,238819	2	0	5
PUSH-X	4	-277,263284	25	0	22

Tablo 4.64. A3OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,179223	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,443958	0	0	0
PUSH-Y	2	-17,154581	0	0	0
PUSH-Y	3	-67,906358	46	1	0



Şekil 4.49. A3OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



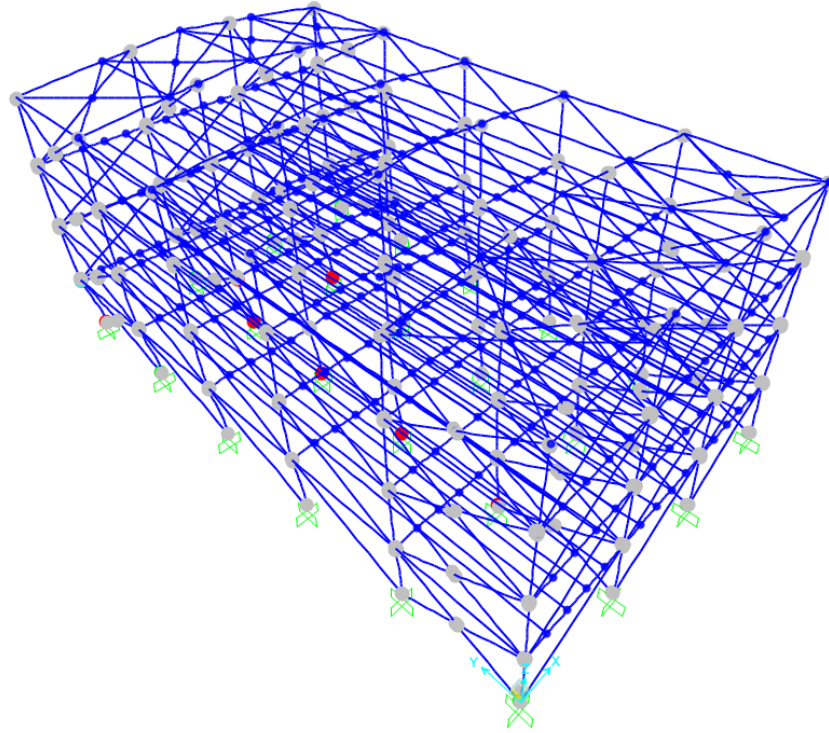
Şekil 4.50. A3OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.65. AXMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

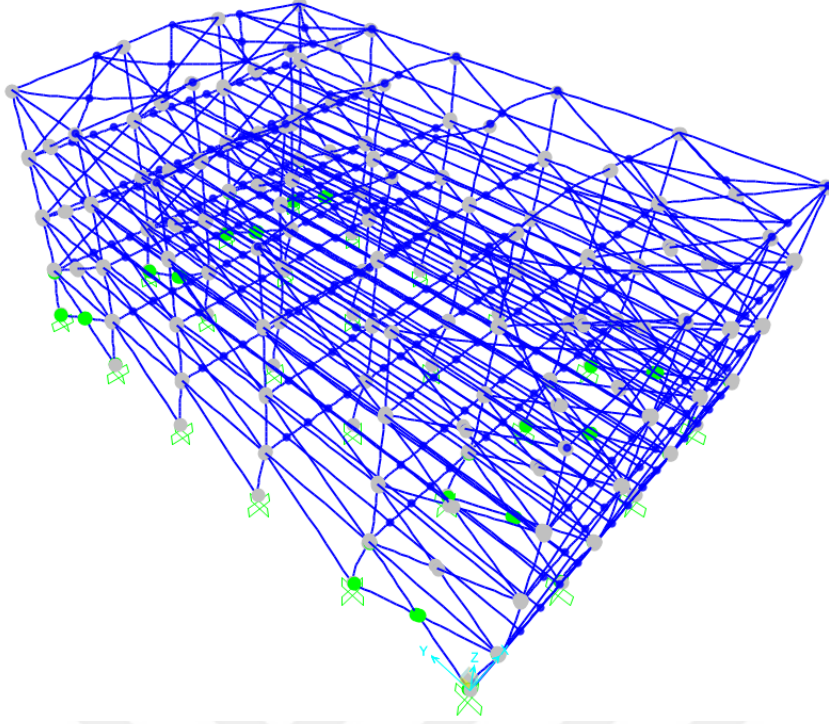
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,268486	0	0	0
PUSH-X	1	-38,706675	0	0	0
PUSH-X	2	-51,868694	0	0	1
PUSH-X	3	-51,873794	0	0	1
PUSH-X	4	-76,638417	1	0	7
PUSH-X	5	-76,635348	5	1	8

Tablo 4.66. AXMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,039579	0	0	0
PUSH-Y	1	-14,831929	0	0	0
PUSH-Y	2	-45,001046	46	0	0



Şekil 4.51. AXMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



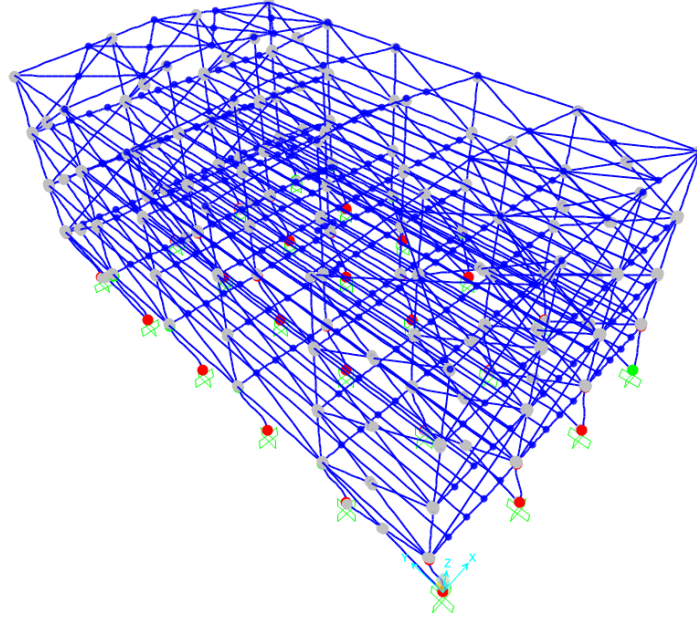
Şekil 4.52. AXMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.67. AXNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

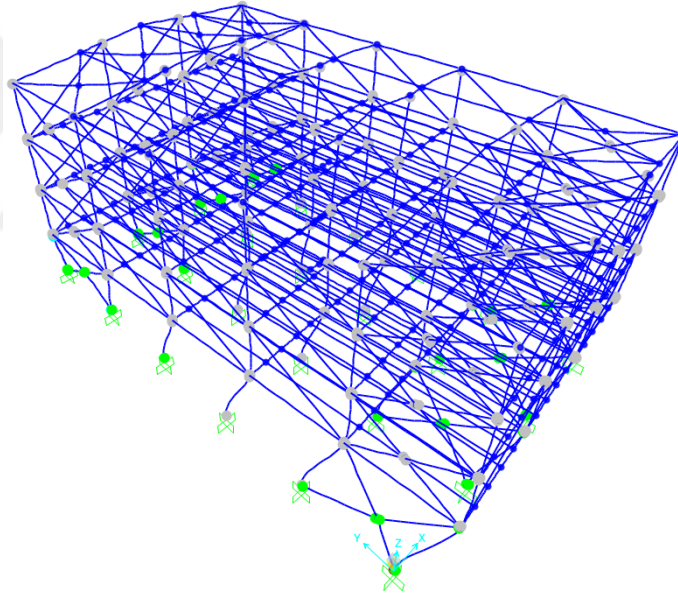
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,341175	0	0	0
PUSH-X	1	-43,235444	0	0	0
PUSH-X	2	-65,927229	1	0	2
PUSH-X	3	-65,932729	0	0	8
PUSH-X	4	-73,42612	0	0	8
PUSH-X	5	-73,43162	0	0	8
PUSH-X	6	-89,285161	12	0	10
PUSH-X	7	-89,285729	13	0	13
PUSH-X	8	-89,285844	13	0	13
PUSH-X	9	-89,28748	13	0	13
PUSH-X	10	-99,363655	21	0	14

Tablo 4.68. AXNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,062972	0	0	0
PUSH-Y	1	-13,700864	0	0	0
PUSH-Y	2	-24,11276	0	0	0
PUSH-Y	3	-57,903487	47	0	0



Şekil 4.53. AXNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



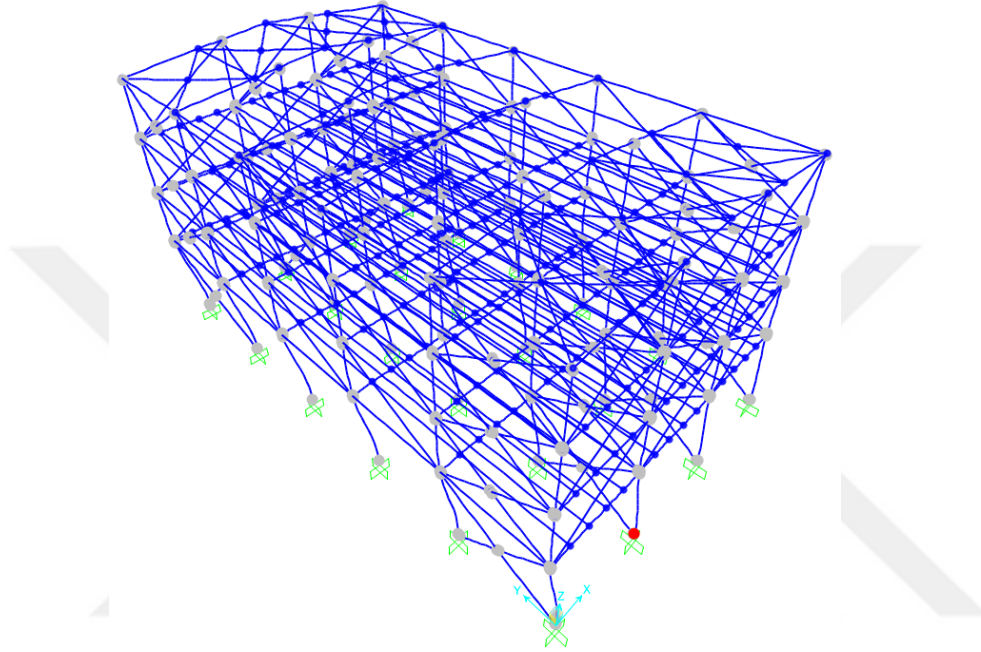
Şekil 4.54. AXNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.69. AXOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

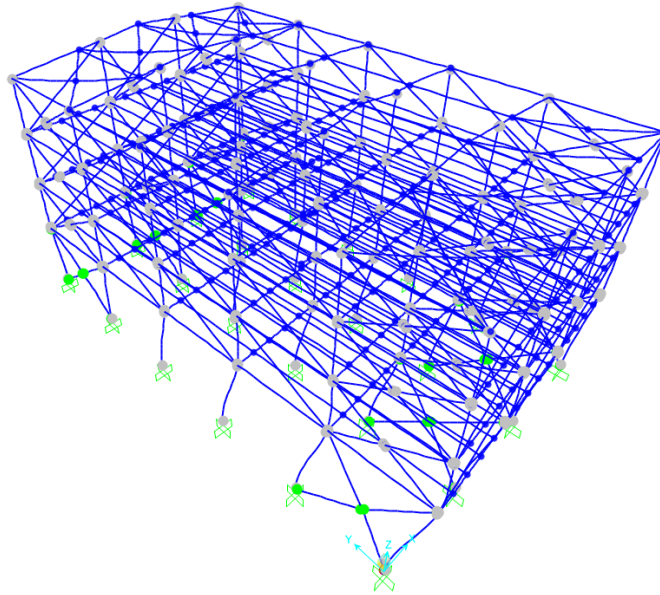
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,433553	0	0	0
PUSH-X	1	-36,436628	0	0	0
PUSH-X	2	-62,137769	1	0	0
PUSH-X	3	-62,140506	0	0	6
PUSH-X	4	-87,550402	5	0	10

Tablo 4.70. AXOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,093243	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,48723	0	0	0
PUSH-Y	2	-18,529251	0	0	0
PUSH-Y	3	-70,420319	46	1	0



Şekil 4.55. AXOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



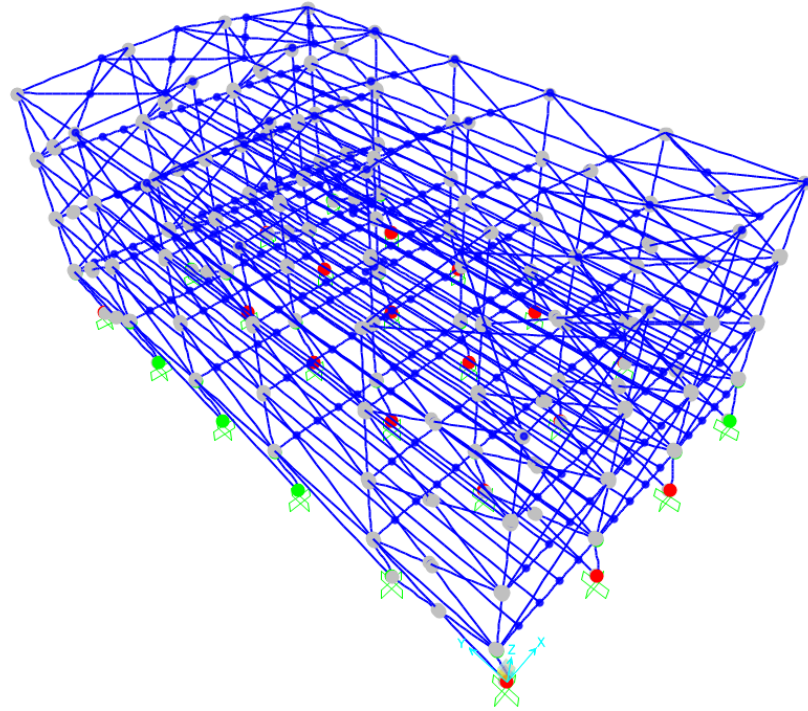
Şekil 4.56. AXOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.71. AYMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

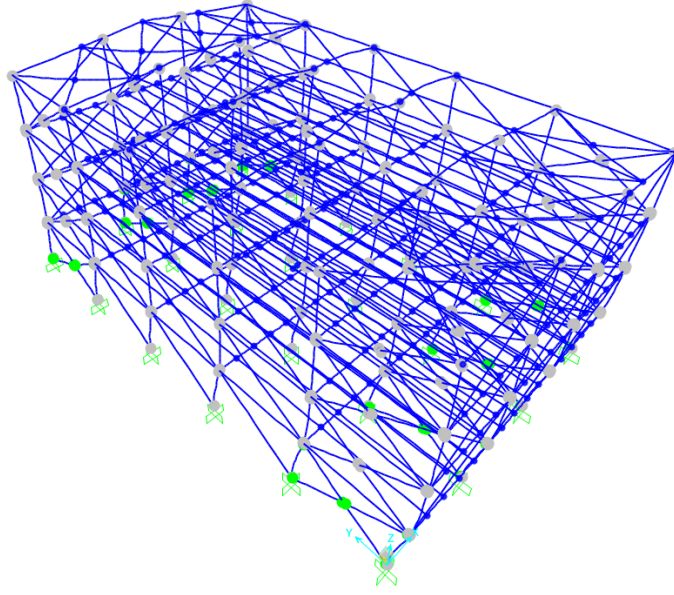
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,200368	0	0	0
PUSH-X	1	-46,022866	0	0	0
PUSH-X	2	-49,702265	0	0	1
PUSH-X	3	-83,710683	0	0	1
PUSH-X	4	-94,556564	4	0	1
PUSH-X	5	-95,285971	6	0	1
PUSH-X	6	-139,443817	34	0	5
PUSH-X	7	-145,692784	35	0	13
PUSH-X	8	-164,917238	31	0	17
PUSH-X	9	-175,98398	31	0	17
PUSH-X	10	-177,899533	31	0	17

Tablo 4.72. AYMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,056938	0	0	0
PUSH-Y	1	-15,038488	0	0	0
PUSH-Y	2	-21,545119	0	0	0
PUSH-Y	3	-61,737853	44	0	0



Şekil 4.57. AYMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



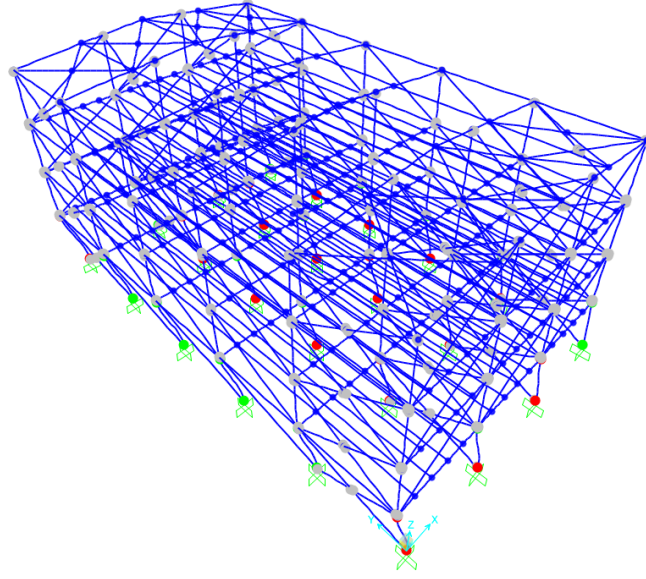
Şekil 4.58. AYMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.73. AYNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

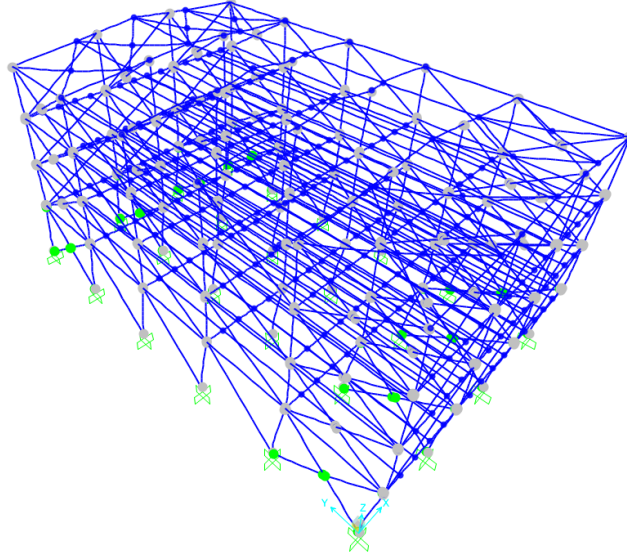
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,208892	0	0	0
PUSH-X	1	-54,791108	0	0	0
PUSH-X	2	-58,215184	0	0	0
PUSH-X	3	-61,728476	0	0	0
PUSH-X	4	-96,561175	0	0	1
PUSH-X	5	-110,096379	20	0	1
PUSH-X	6	-156,255591	31	0	7
PUSH-X	7	-160,411399	34	0	9
PUSH-X	8	-161,725266	32	0	14
PUSH-X	9	-182,913493	31	0	17
PUSH-X	10	-199,902784	30	0	18
PUSH-X	11	-202,580269	29	0	19
PUSH-X	12	-204,374145	28	0	20
PUSH-X	13	-206,11711	22	0	26

Tablo 4.74. AYNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,088391	0	0	0
PUSH-Y	1	-13,935794	0	0	0
PUSH-Y	2	-24,51192	0	0	0
PUSH-Y	3	-59,620141	46	0	0



Şekil 4.59. AYNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.60. AYNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.75. AYOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

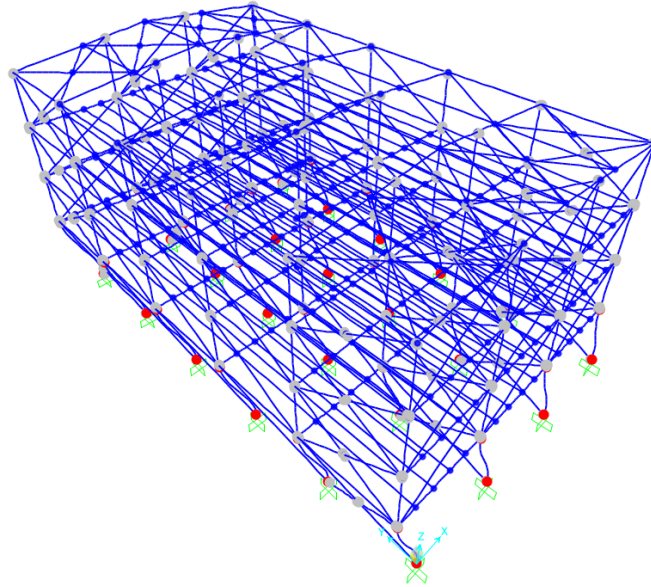
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,217227	0	0	0
PUSH-X	1	-58,782773	0	0	0
PUSH-X	2	-73,943251	0	0	0
PUSH-X	3	-76,029889	0	0	0
PUSH-X	4	-78,383182	0	0	0
PUSH-X	5	-115,951517	0	0	1
PUSH-X	6	-131,655239	23	0	1

Tablo 4.75. (Devamı) AYOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

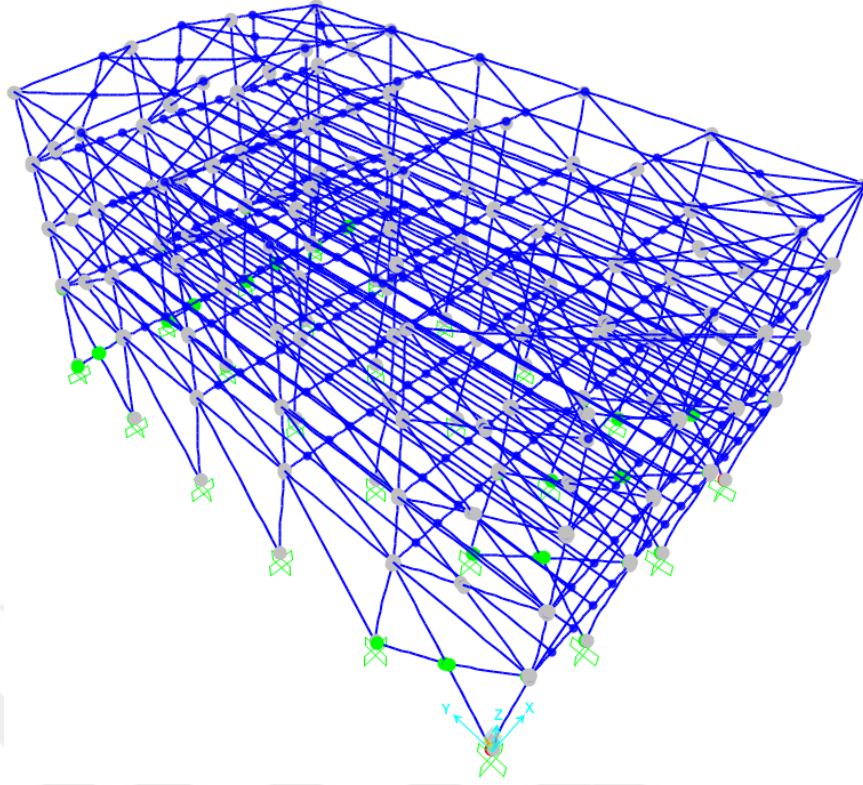
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	7	-182,592533	25	0	13
PUSH-X	8	-227,240618	30	0	18
PUSH-X	9	-231,34762	29	0	19
PUSH-X	10	-232,681274	25	0	23
PUSH-X	11	-233,931945	23	0	25
PUSH-X	12	-240,112824	19	0	29
PUSH-X	13	-304,875328	12	3	33
PUSH-X	14	-363,875328	4	11	33
PUSH-X	15	-422,875328	0	8	40
PUSH-X	16	-481,875328	0	0	48
PUSH-X	17	-540,875328	0	0	48
PUSH-X	18	-589,782773	0	0	48

Tablo 4.76. AYOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,128582	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,72166	0	0	0
PUSH-Y	2	-22,562845	0	0	0
PUSH-Y	3	-83,37347	44	0	2
PUSH-Y	4	-101,383116	44	0	2



Şekil 4.61. AYOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



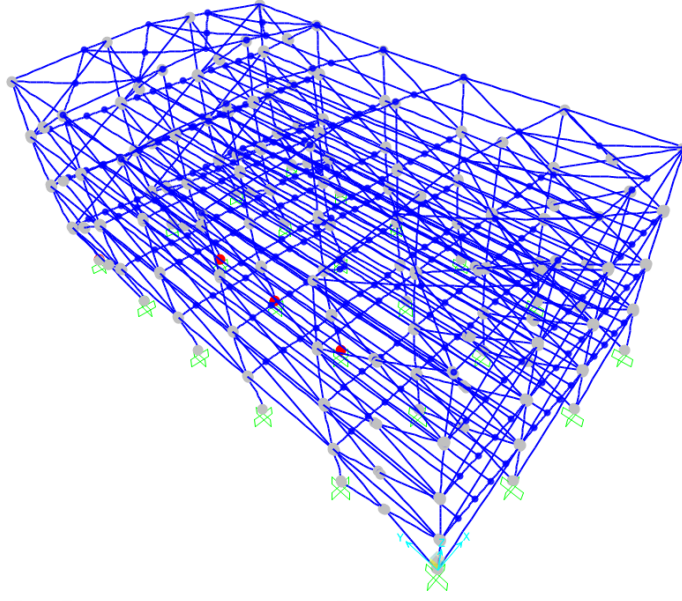
Şekil 4.62. AYOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.77. AZMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

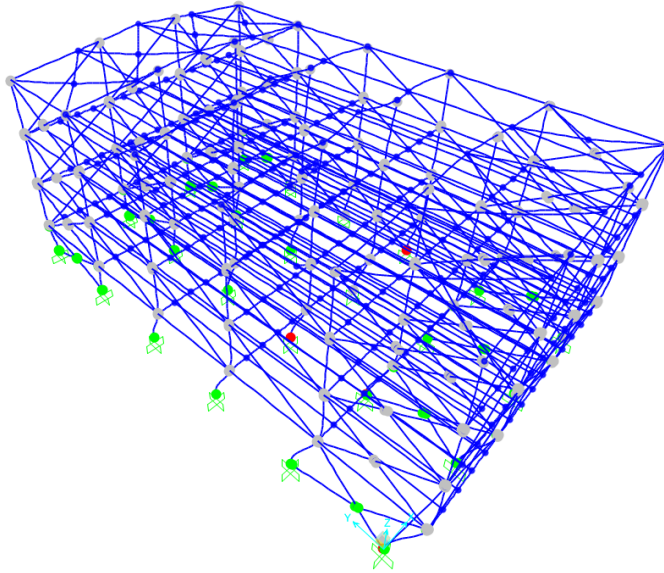
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,283807	0	0	0
PUSH-X	1	-37,535615	0	0	0
PUSH-X	2	-61,311346	1	0	4

Tablo 4.78. AZMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,023475	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,374404	0	0	0
PUSH-Y	2	-21,131012	0	0	0
PUSH-Y	3	-59,80993	46	1	2
PUSH-Y	4	-77,687237	59	0	4



Şekil 4.63. AZMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



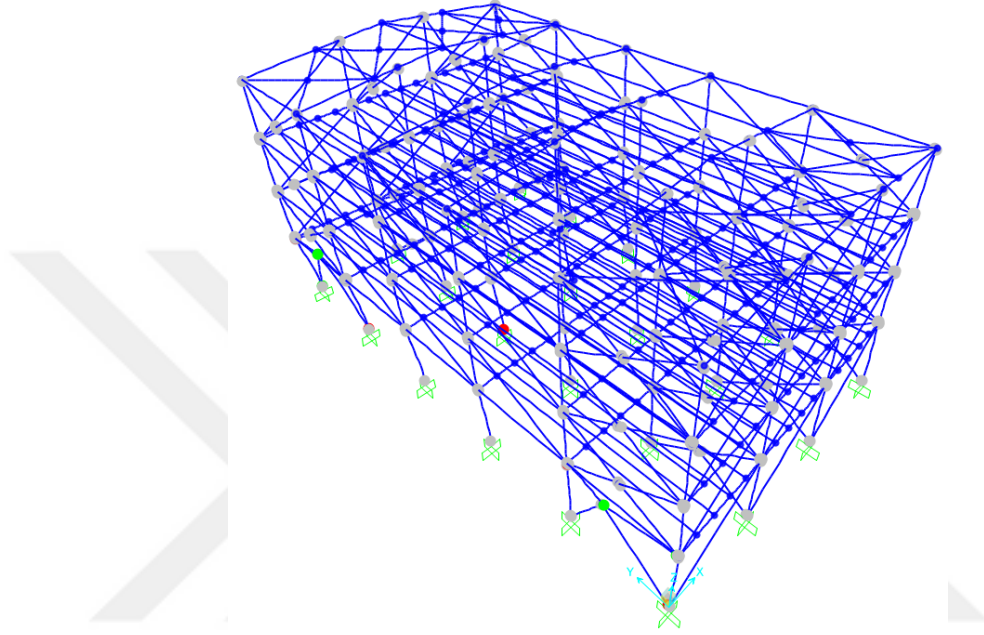
Şekil 4.64. AZMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.79. AZNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

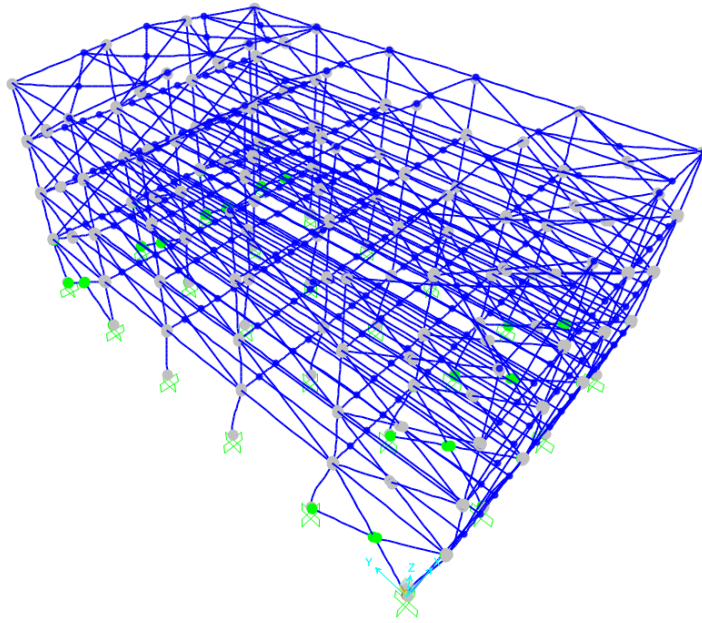
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,367599	0	0	0
PUSH-X	1	-33,550739	0	0	0
PUSH-X	2	-52,617352	0	0	0
PUSH-X	3	-52,617357	0	0	4
PUSH-X	4	-52,617373	0	0	5
PUSH-X	5	-61,145925	5	0	5

Tablo 4.80. AZNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,031093	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,268034	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,521585	0	0	0
PUSH-Y	3	-59,191095	46	0	1



Şekil 4.65. AZNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



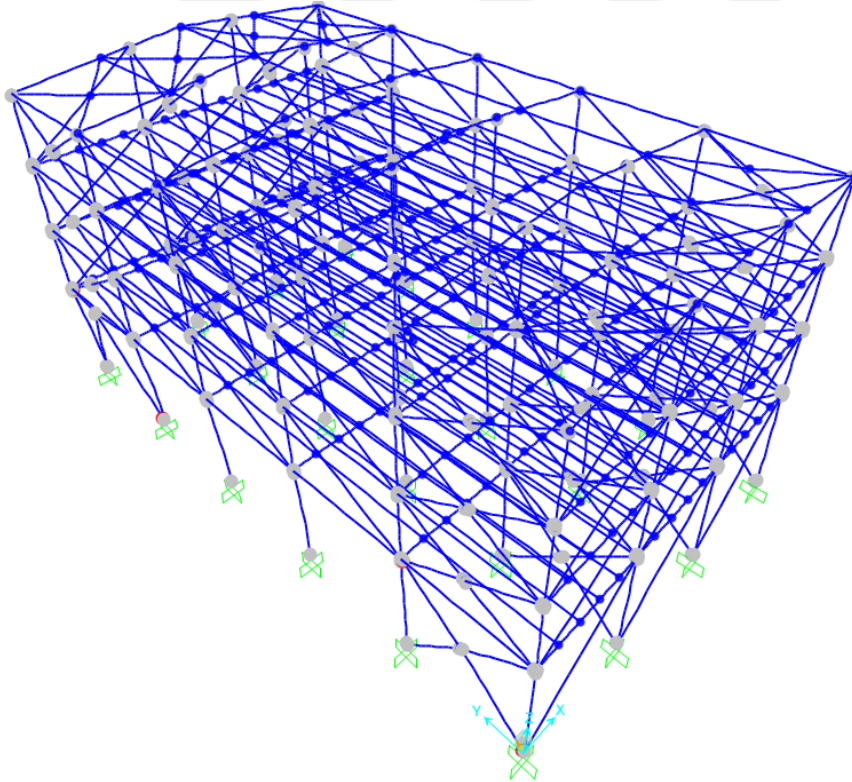
Şekil 4.66. AZNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.81. AZOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

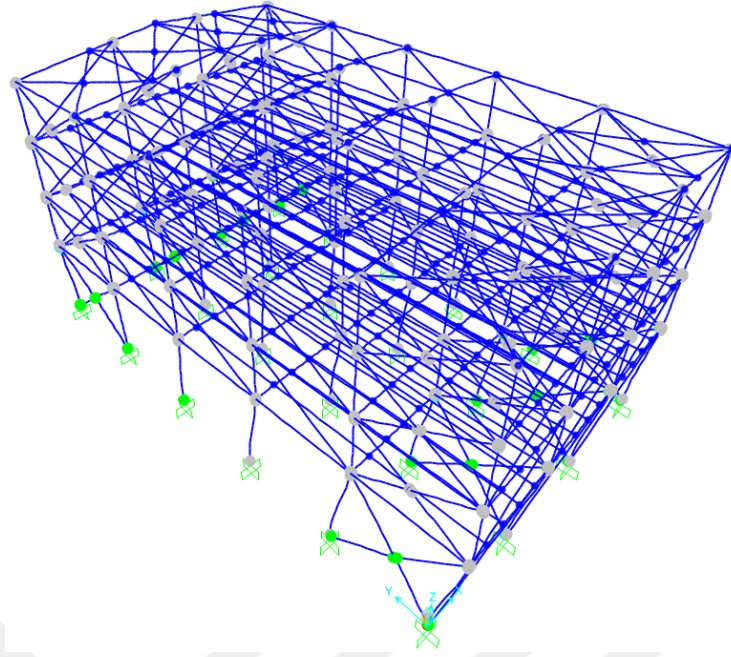
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,473214	0	0	0
PUSH-X	1	-27,548115	0	0	0
PUSH-X	2	-48,498139	1	0	0
PUSH-X	3	-48,498158	0	0	4
PUSH-X	4	-48,501399	0	0	4
PUSH-X	5	-49,680548	0	0	4

Tablo 4.82. AZOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,040724	0	0	0
PUSH-Y	1	-10,204451	0	0	0
PUSH-Y	2	-17,780836	0	0	0
PUSH-Y	3	-47,280836	39	0	0
PUSH-Y	4	-92,420047	44	6	1



Şekil 4.67. AZOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



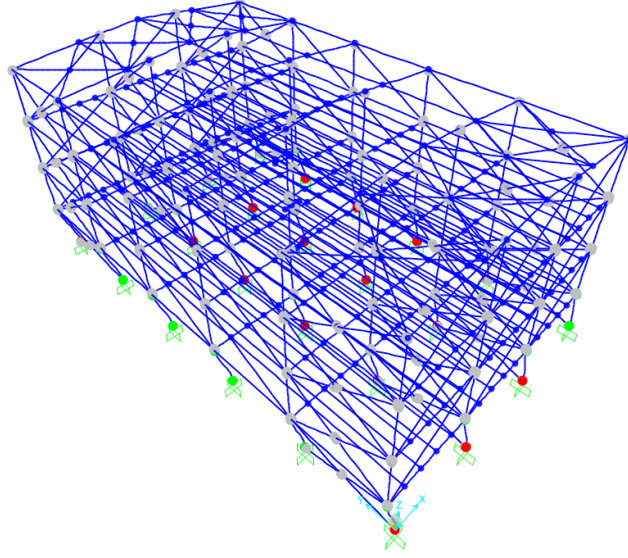
Şekil 4.68. AZOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.83. AKMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

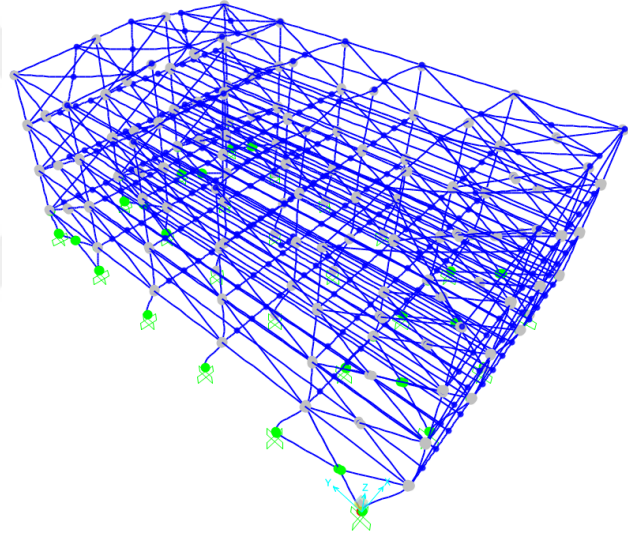
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,228899	0	0	0
PUSH-X	1	-46,123679	0	0	0
PUSH-X	2	-49,884612	0	0	1
PUSH-X	3	-83,82452	0	0	1
PUSH-X	4	-95,346653	6	0	1
PUSH-X	5	-141,577859	33	0	7
PUSH-X	6	-144,702272	36	0	10
PUSH-X	7	-145,948523	33	0	15
PUSH-X	8	-162,015049	31	0	17
PUSH-X	9	-172,534087	31	0	17
PUSH-X	10	-179,28715	31	0	17

Tablo 4.84. AKMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,042775	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,228423	0	0	0
PUSH-Y	2	-20,594733	0	0	0
PUSH-Y	3	-47,891401	46	1	0
PUSH-Y	4	-59,023824	49	0	1
PUSH-Y	5	-68,688857	56	0	1



Şekil 4.69. AKMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.70. AKMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.85. AKNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

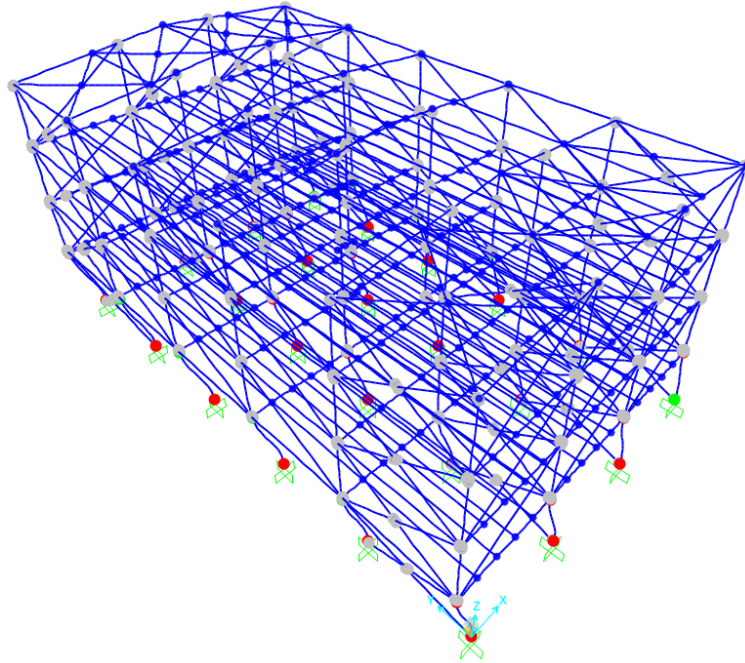
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,266	0	0	0
PUSH-X	1	-49,886	0	0	0
PUSH-X	2	-60,616	0	0	0
PUSH-X	3	-96,799	0	0	0
PUSH-X	4	-105,237	2	0	0
PUSH-X	5	-109,378	18	0	0

Tablo 4.85. (Devamı) AKNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

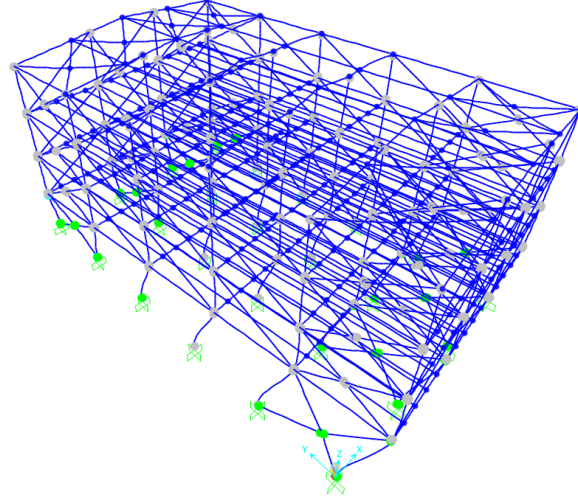
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	6	-156,486	30	0	11
PUSH-X	7	-159,42	28	0	16
PUSH-X	8	-187,56	24	0	24
PUSH-X	9	-198,23	23	0	25
PUSH-X	10	-204,12	19	0	29
PUSH-X	11	-205,726	15	0	33
PUSH-X	12	-207,039	11	0	37

Tablo 4.86. AKNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,06	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,141	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,018	0	0	0
PUSH-Y	3	-46,47	38	1	0
PUSH-Y	4	-52,573	39	0	1
PUSH-Y	5	-62,298	48	0	1
PUSH-Y	6	-62,9	48	0	1
PUSH-Y	7	-70,54	54	2	1



Şekil 4.71. AKNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



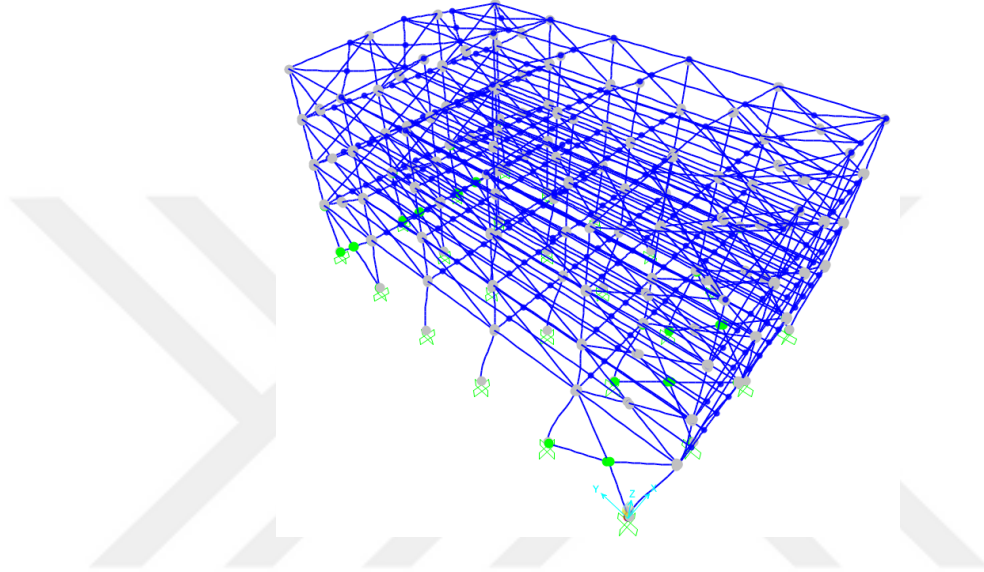
Şekil 4.72. AKNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.87. AKOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

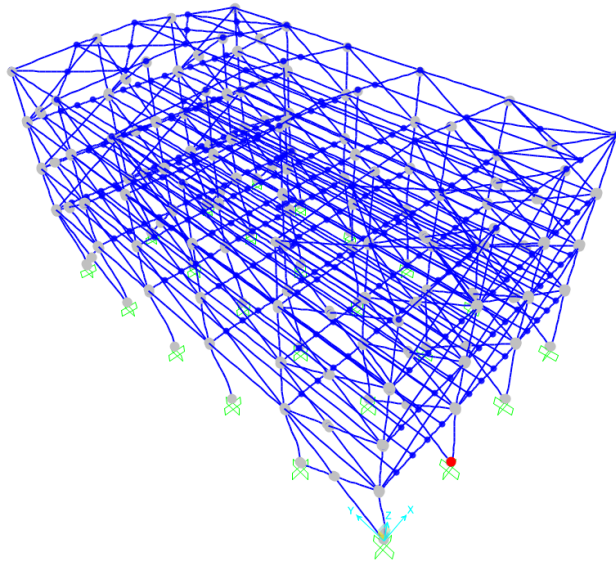
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,31279	0	0	0
PUSH-X	1	-58,68721	0	0	0
PUSH-X	2	-73,966398	0	0	0
PUSH-X	3	-75,982318	0	0	0
PUSH-X	4	-78,512219	0	0	0
PUSH-X	5	-113,573384	0	0	1
PUSH-X	6	-113,579284	0	0	1
PUSH-X	7	-116,575862	0	0	1
PUSH-X	8	-129,681919	23	0	1
PUSH-X	9	-131,75664	23	0	1
PUSH-X	10	-173,330577	25	0	3
PUSH-X	11	-177,148204	31	0	7
PUSH-X	12	-182,316549	25	0	13
PUSH-X	13	-228,145518	30	0	18
PUSH-X	14	-232,625998	28	0	20
PUSH-X	15	-234,732623	23	0	25
PUSH-X	16	-240,579249	18	0	30
PUSH-X	17	-305,177371	12	3	33
PUSH-X	18	-364,177371	4	11	33
PUSH-X	19	-423,177371	0	8	40
PUSH-X	20	-482,177371	0	0	48
PUSH-X	21	-541,177371	0	0	48
PUSH-X	22	-589,68721	0	0	48

Tablo 4.88. AKOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,081821	0	0	0
PUSH-Y	1	-10,102514	0	0	0
PUSH-Y	2	-17,309718	0	0	0
PUSH-Y	3	-46,809718	38	1	0
PUSH-Y	4	-58,370906	38	0	1



Şekil 4.73. AKOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.74. AKOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

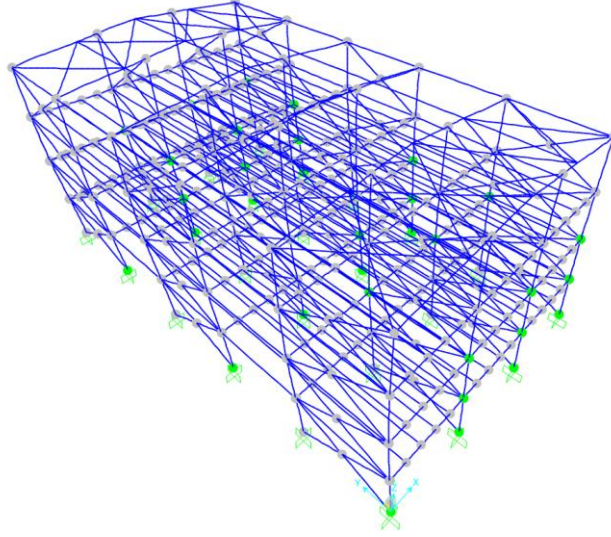
4.2.2.2. B tipi plastik mafsallaşma adımları

Tablo 4.89. B1MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

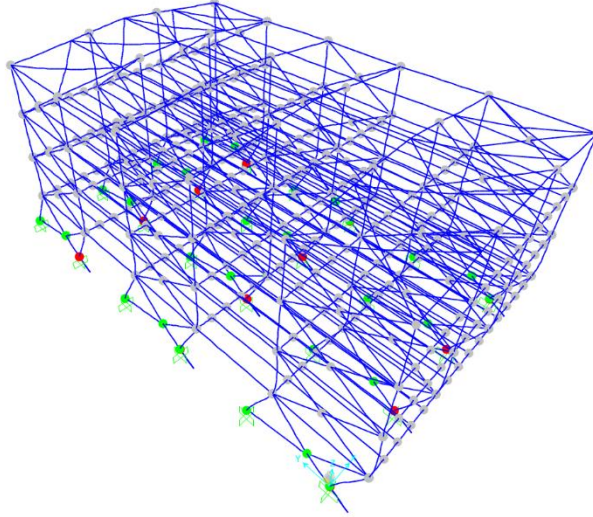
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH X	0	4,02E-14	0	0	0
PUSH X	1	-25,5	0	0	0
PUSH X	2	-51	0	0	0
PUSH X	3	-76,5	0	0	0
PUSH X	4	-102	0	0	0
PUSH X	5	-124,191332	0	0	0
PUSH X	6	-129,837158	0	0	0
PUSH X	7	-146,539721	0	0	0
PUSH X	8	-193,683145	0	0	0
PUSH X	9	-219,183145	0	0	0
PUSH X	10	-244,683145	48	0	0
PUSH X	11	-275,051106	60	0	0
PUSH X	12	-306,79551	84	0	0
PUSH X	13	-336,256623	96	0	0
PUSH X	14	-361,756623	96	0	0
PUSH X	15	-370,627692	96	0	0

Tablo 4.90. B1MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH Y	0	-0,016373	0	0	0
PUSH Y	1	-17,732108	0	0	0
PUSH Y	2	-27,05018	0	0	0
PUSH Y	3	-27,786961	0	0	0
PUSH Y	4	-27,792061	12	0	0
PUSH Y	5	-47,942187	60	0	0
PUSH Y	6	-64,766306	48	12	0
PUSH Y	7	-65,606712	60	12	0
PUSH Y	8	-66,430959	60	12	0
PUSH Y	9	-66,436059	60	0	12
PUSH Y	10	-95,564607	72	0	12
PUSH Y	11	-95,569707	64	0	20



Şekil 4.75. B1MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.76. B1MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.91. B1NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

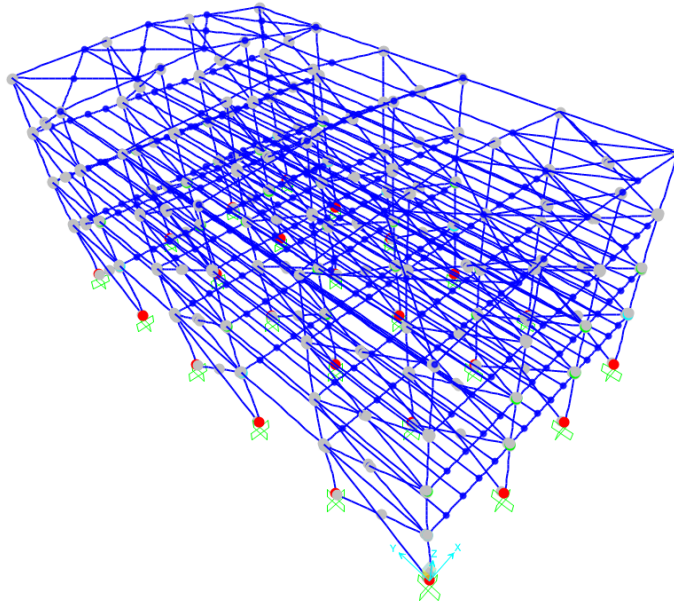
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,000004141	0	0	0
PUSH-X	1	-50,999996	0	0	0
PUSH-X	2	-101,999996	0	0	0
PUSH-X	3	-130,412964	0	0	0
PUSH-X	4	-141,378083	0	0	0
PUSH-X	5	-190,15648	0	0	4
PUSH-X	6	-255,519876	42	0	6

Tablo 4.91. (Devamı) B1NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

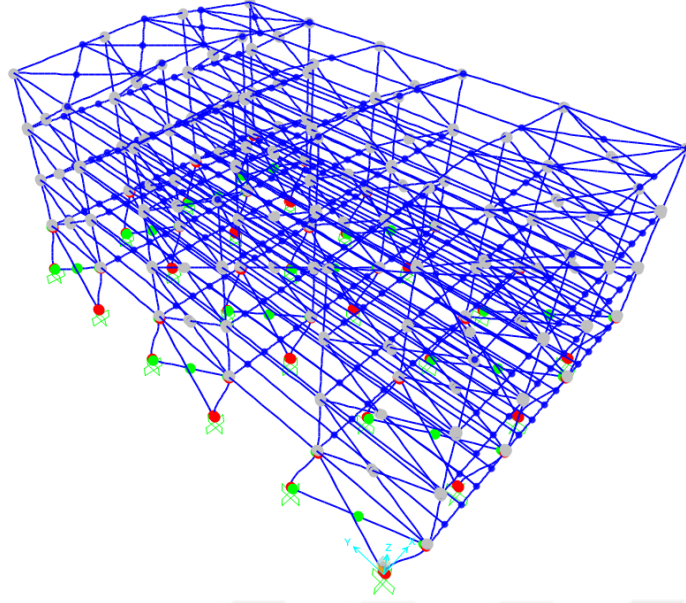
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	7	-306,519876	54	0	6
PUSH-X	8	-342,721003	43	0	19
PUSH-X	9	-386,673219	72	0	24
PUSH-X	10	-442,495756	72	0	24
PUSH-X	11	-493,495756	72	0	24
PUSH-X	12	-509,999996	60	12	24

Tablo 4.92. B1NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,015993	0	0	0
PUSH-Y	1	-17,114586	0	0	0
PUSH-Y	2	-28,90764	24	0	0
PUSH-Y	3	-61,16947	72	0	0
PUSH-Y	4	-70,230418	72	0	0
PUSH-Y	5	-97,011358	84	0	0
PUSH-Y	6	-117,296067	72	24	0
PUSH-Y	7	-168,947793	62	0	58
PUSH-Y	8	-177,073869	60	0	60
PUSH-Y	9	-177,073874	60	0	60
PUSH-Y	10	-192,341879	54	0	66



Şekil 4.77. B1NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



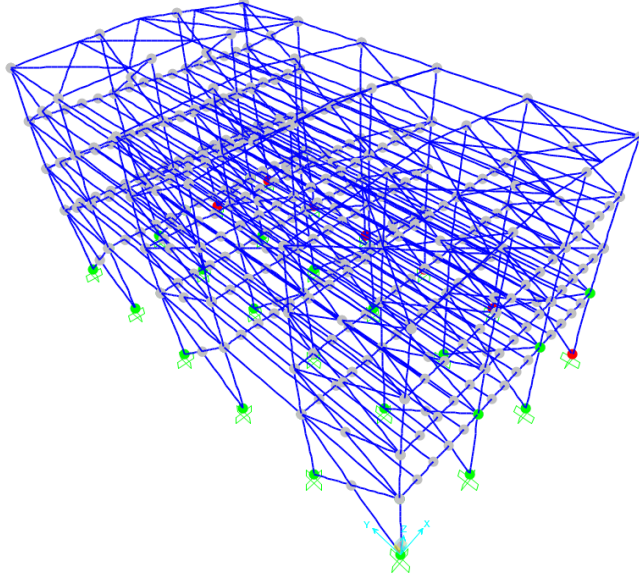
Şekil 4.78. B1NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.93. B1OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

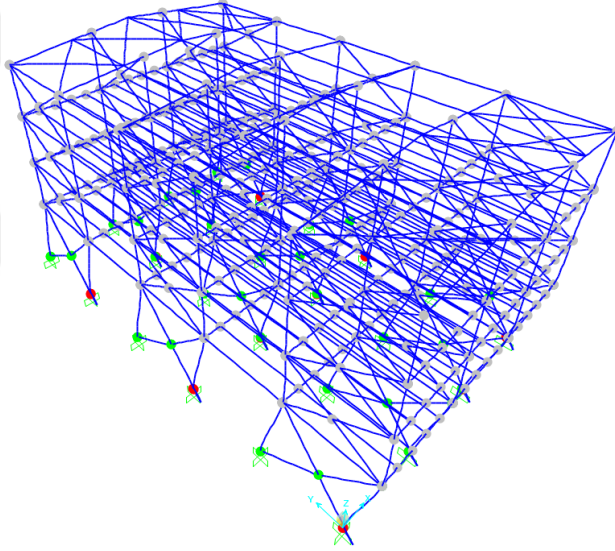
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH X	0	2,376E-14	0	0	0
PUSH X	1	-59	0	0	0
PUSH X	2	-118	0	0	0
PUSH X	3	-139,049369	0	0	0
PUSH X	4	-149,865823	0	0	0
PUSH X	5	-158,152437	0	0	0
PUSH X	6	-218,745533	0	0	0
PUSH X	7	-307,390557	54	0	6
PUSH X	8	-336,552148	53	0	7

Tablo 4.94. B1OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH Y	0	0,016317	0	0	0
PUSH Y	1	-16,588798	0	0	0
PUSH Y	2	-26,62489	0	0	0
PUSH Y	3	-26,63079	12	0	0
PUSH Y	4	-27,573882	12	0	0
PUSH Y	5	-71,232672	48	12	0
PUSH Y	6	-71,238572	48	0	12
PUSH Y	7	-95,563826	48	0	12
PUSH Y	8	-146,995355	66	0	18



Şekil 4.79. B1OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



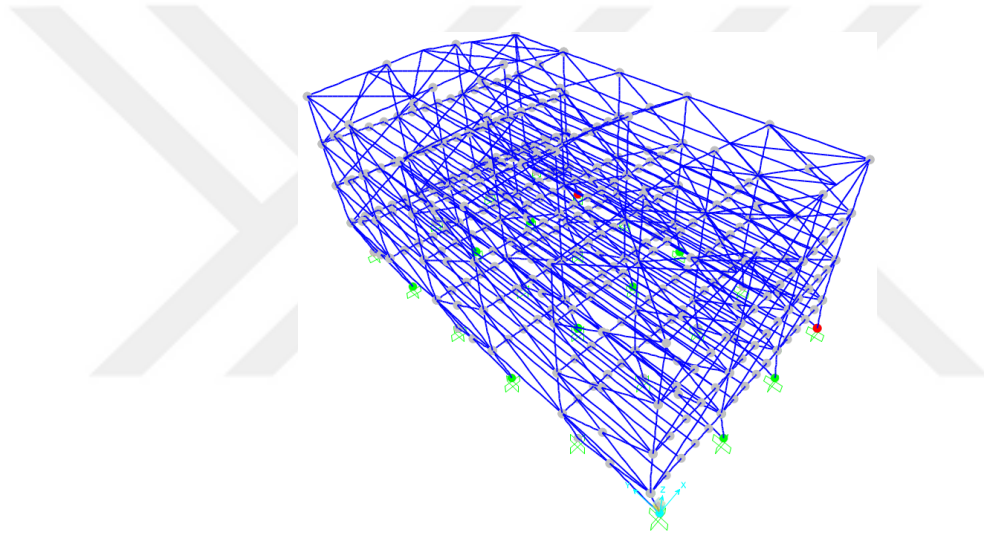
Şekil 4.80. B1OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.95. B2MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

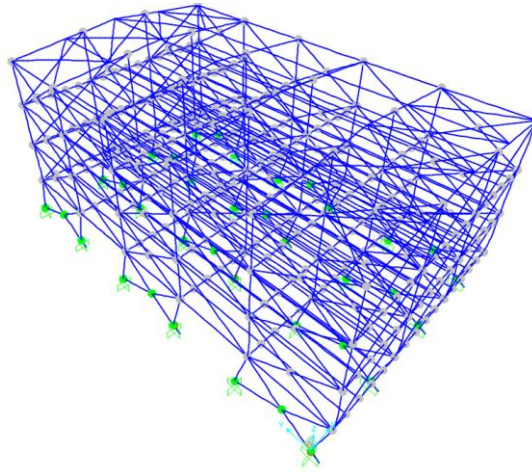
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH X	0	0	0	0	0
PUSH X	1	-48,157175	0	0	0
PUSH X	2	-50,353627	0	0	0
PUSH X	3	-84,938626	2	0	0
PUSH X	4	-95,8146	2	0	4
PUSH X	5	-145,311864	34	1	5

Tablo 4.96. B2MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH Y	0	0,012397	0	0	0
PUSH Y	1	-14,691432	0	0	0
PUSH Y	2	-22,647534	0	0	0
PUSH Y	3	-23,558041	0	0	0
PUSH Y	4	-23,563141	12	0	0
PUSH Y	5	-44,523776	60	0	0
PUSH Y	6	-62,566915	48	12	0
PUSH Y	7	-62,572015	48	6	6
PUSH Y	8	-80,554782	72	6	6
PUSH Y	9	-98,573085	72	6	6



Şekil 4.81. B2MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



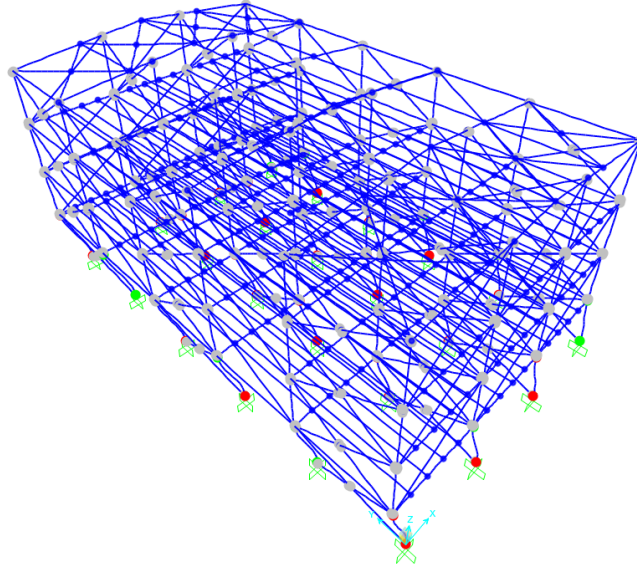
Şekil 4.82. B2MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.97. B2NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

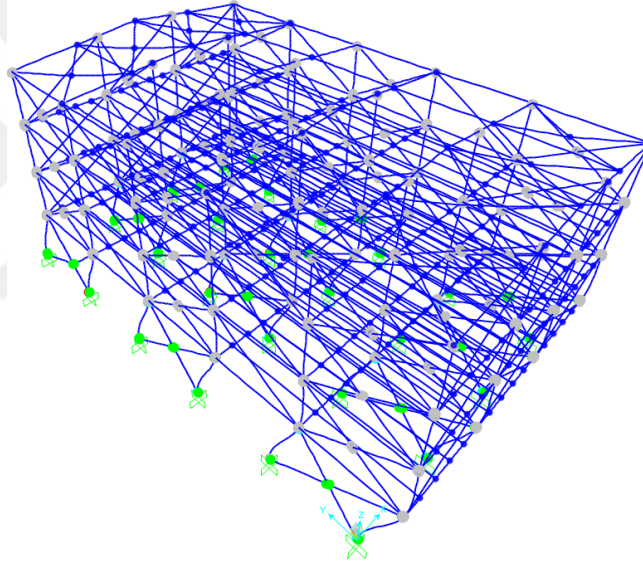
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,198698	0	0	0
PUSH-X	1	-58,617918	0	0	0
PUSH-X	2	-62,125196	0	0	0
PUSH-X	3	-97,897698	0	0	0
PUSH-X	4	-110,526002	18	0	2
PUSH-X	5	-156,303598	30	0	8
PUSH-X	6	-160,923464	28	0	12
PUSH-X	7	-162,405436	28	0	16
PUSH-X	8	-201,193769	27	0	21
PUSH-X	9	-204,400704	26	0	22
PUSH-X	10	-205,951058	24	0	24
PUSH-X	11	-207,413624	20	0	28
PUSH-X	12	-212,284688	16	0	32

Tablo 4.98. B2NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,019016	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,953366	0	0	0
PUSH-Y	2	-17,179804	0	0	0
PUSH-Y	3	-39,679804	71	0	0
PUSH-Y	4	-54,635899	70	1	0
PUSH-Y	5	-56,216925	70	1	0
PUSH-Y	6	-61,712799	70	1	0
PUSH-Y	7	-62,391293	70	0	1
PUSH-Y	8	-65,698685	70	0	1
PUSH-Y	9	-66,360275	70	0	1
PUSH-Y	10	-92,949738	64	22	3



Şekil 4.83. B2NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.84. B2NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.99. B3MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

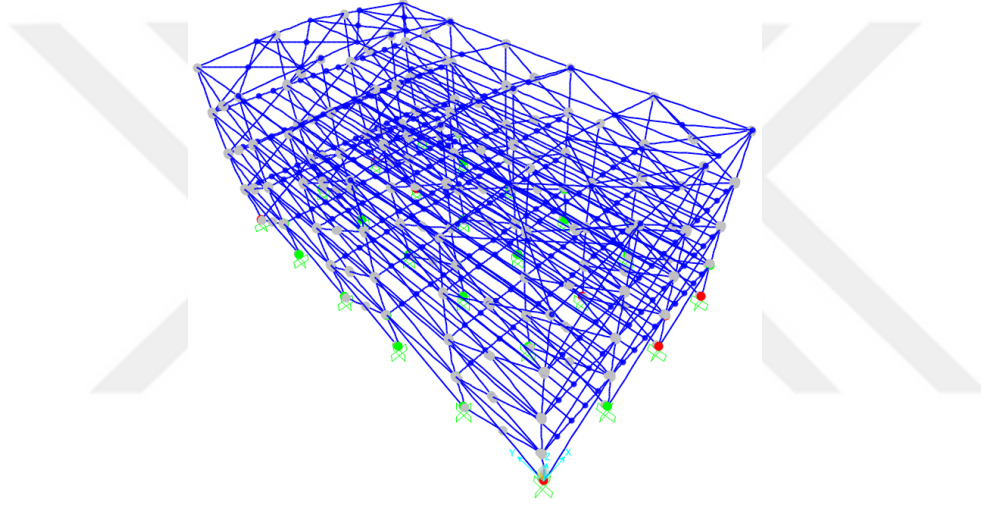
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,276072	0	0	0
PUSH-X	1	-57,815145	0	0	0
PUSH-X	2	-120,070572	0	0	4
PUSH-X	3	-120,070572	1	0	4
PUSH-X	4	-128,700539	1	0	4
PUSH-X	5	-128,718539	1	0	5
PUSH-X	6	-129,386164	1	0	5

Tablo 4.99. (Devamı) B3MPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

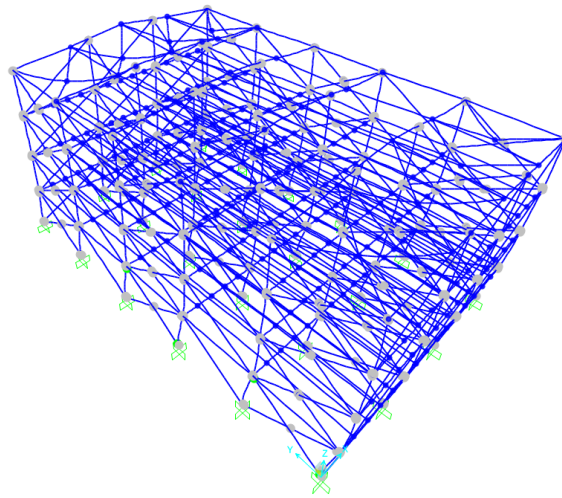
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	7	-129,446248	1	0	6
PUSH-X	8	-203,576324	31	0	10

Tablo 4.100. B3MPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,020965	0	0	0
PUSH-Y	1	-13,285551	0	0	0
PUSH-Y	2	-22,312614	0	0	0
PUSH-Y	3	-23,3279	4	0	0



Şekil 4.85. B3MPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



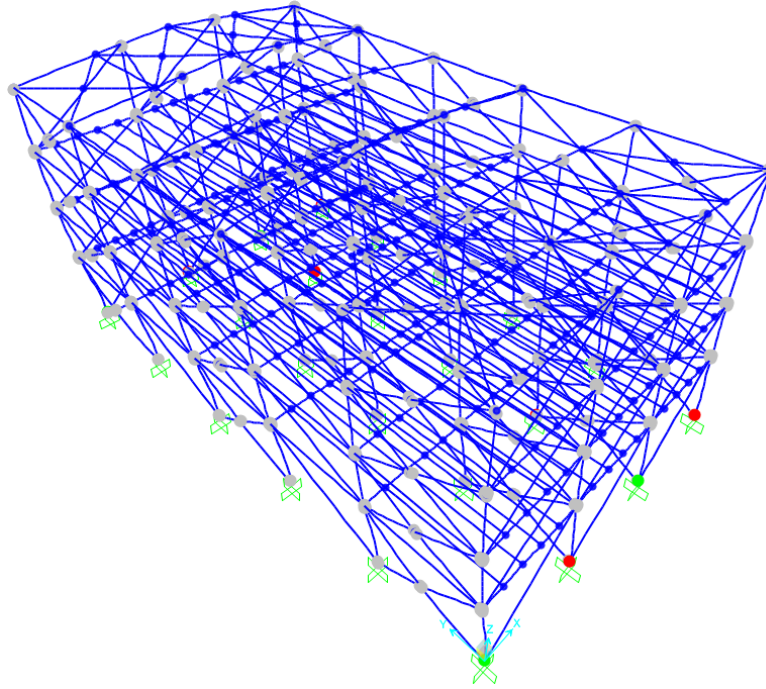
Şekil 4.86. B3MPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.101. B3NPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

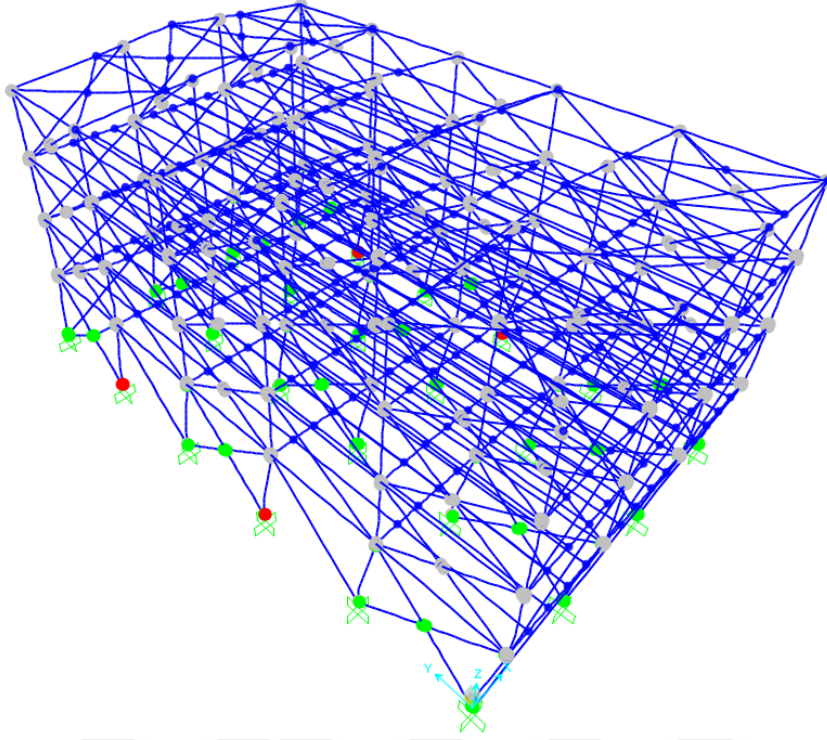
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,364716	0	0	0
PUSH-X	1	-67,835336	0	0	0
PUSH-X	2	-146,065243	4	0	6
PUSH-X	3	-146,065261	4	0	6
PUSH-X	4	-146,06527	4	0	6
PUSH-X	5	-146,065324	4	0	6
PUSH-X	6	-146,115761	4	0	6
PUSH-X	7	-146,115905	4	0	6
PUSH-X	8	-146,151425	4	0	6
PUSH-X	9	-146,153153	4	0	6

Tablo 4.102. B3NPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,030842	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,406253	0	0	0
PUSH-Y	2	-18,174705	0	0	0
PUSH-Y	3	-72,828754	70	0	1
PUSH-Y	4	-99,923349	80	0	5



Şekil 4.87. B3NPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



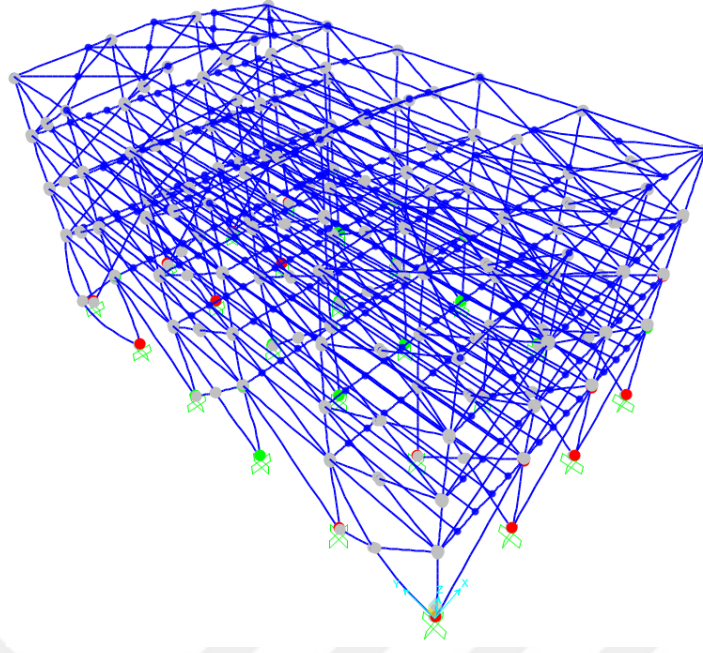
Şekil 4.88. B3NPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.103. B3OPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

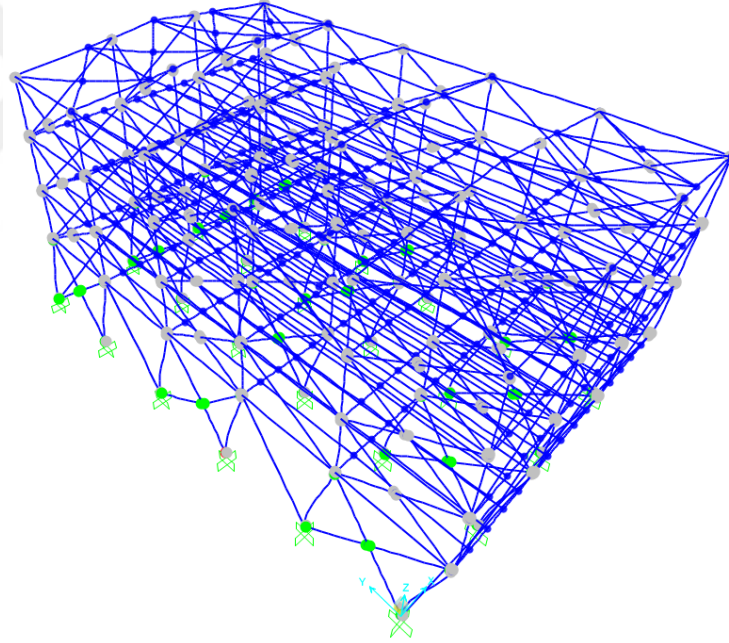
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,475678	0	0	0
PUSH-X	1	-78,852433	0	0	0
PUSH-X	2	-145,078175	0	0	4
PUSH-X	3	-145,096175	2	0	4
PUSH-X	4	-156,224595	6	0	6
PUSH-X	5	-156,228155	6	0	6
PUSH-X	6	-278,952176	28	0	20

Tablo 4.104. B3OPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,043526	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,446474	0	0	0
PUSH-Y	2	-16,284449	0	0	0
PUSH-Y	3	-52,26713	71	0	0
PUSH-Y	4	-90,672423	70	0	1



Şekil 4.89. B3OPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.90. B3OPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.105. BKMPO yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

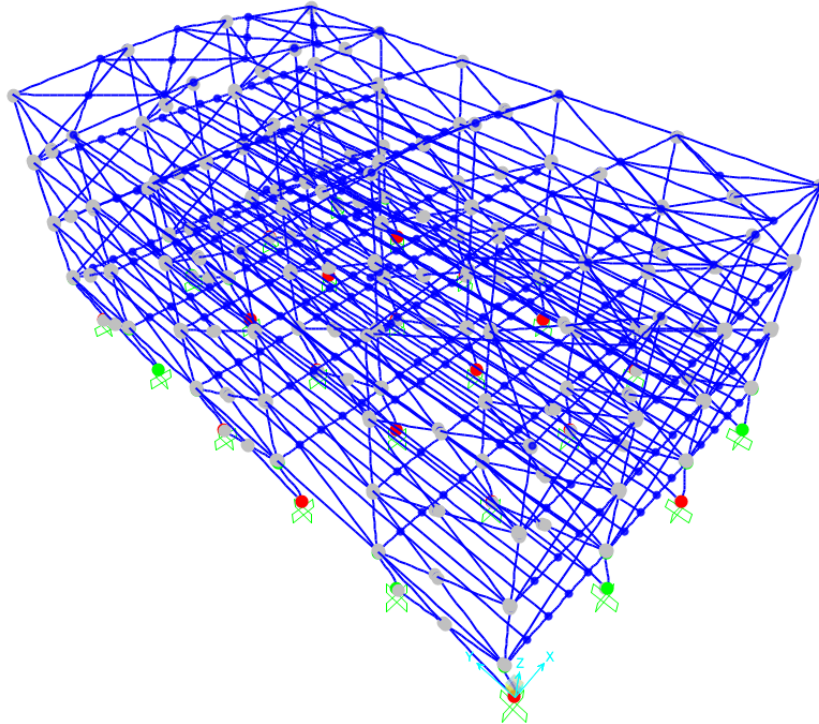
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,210174	0	0	0
PUSH-X	1	-46,18194	0	0	0
PUSH-X	2	-49,900972	0	0	0
PUSH-X	3	-83,923169	0	0	0

Tablo 4.105. (Devamı) BKMPO yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

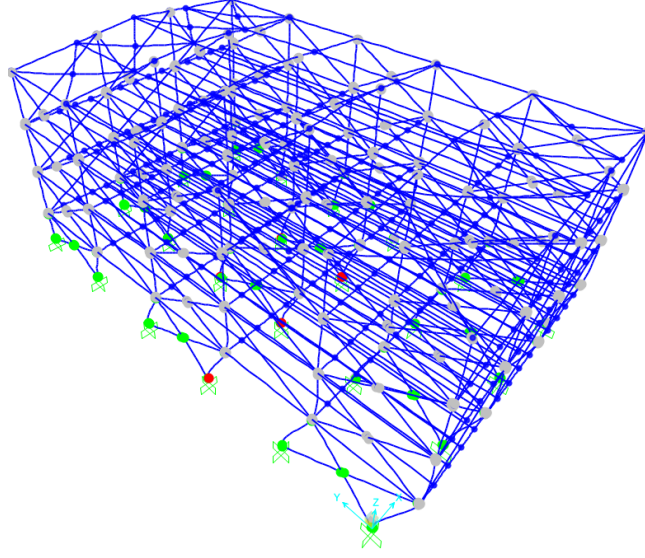
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	4	-94,692273	2	0	0
PUSH-X	5	-95,473593	2	0	0
PUSH-X	6	-142,957123	31	0	9
PUSH-X	7	-145,798845	34	0	14
PUSH-X	8	-162,686576	30	0	18
PUSH-X	9	-172,221885	30	0	18
PUSH-X	10	-178,700211	30	0	18

Tablo 4.106. BKMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,010817	0	0	0
PUSH-Y	1	-13,63477	0	0	0
PUSH-Y	2	-21,259907	0	0	0
PUSH-Y	3	-46,759907	71	0	0
PUSH-Y	4	-68,090525	78	1	5
PUSH-Y	5	-71,17259	79	0	6



Şekil 4.91. BKMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.92. BKMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.107. BKNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

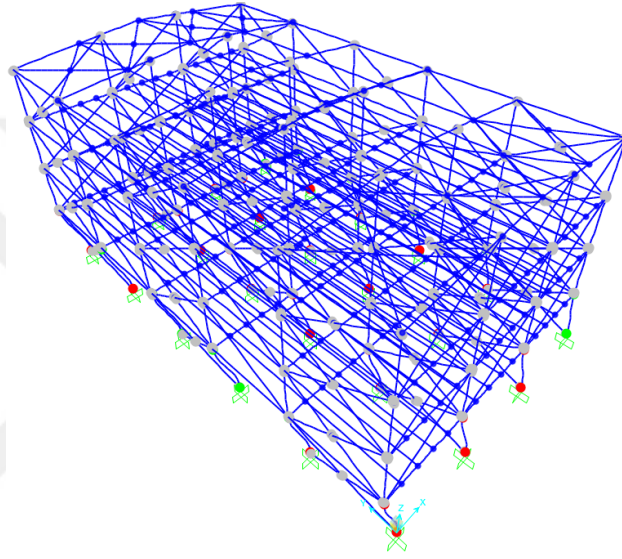
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,228163	0	0	0
PUSH-X	1	-50,048637	0	0	0
PUSH-X	2	-60,811977	0	0	0
PUSH-X	3	-62,106684	0	0	0
PUSH-X	4	-96,700267	0	0	0
PUSH-X	5	-109,332429	20	0	0
PUSH-X	6	-156,653724	32	0	6
PUSH-X	7	-161,002949	28	0	16
PUSH-X	8	-187,008418	28	0	20
PUSH-X	9	-198,641807	25	0	23
PUSH-X	10	-204,227955	22	0	26
PUSH-X	11	-205,556354	18	0	30
PUSH-X	12	-211,331841	14	0	34

Tablo 4.108. BKNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

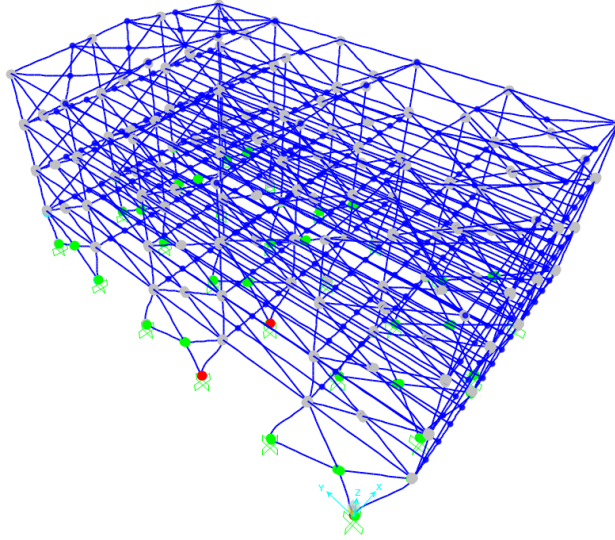
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,004836	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,509729	0	0	0
PUSH-Y	2	-20,999427	0	0	0
PUSH-Y	3	-48,499427	64	2	0
PUSH-Y	4	-53,22911	69	2	2
PUSH-Y	5	-53,306528	69	1	3

Tablo 4.108. (Devamı) BKNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	6	-56,688807	69	0	4
PUSH-Y	6	-56,688807	69	0	4
PUSH-Y	7	-58,508374	69	0	4
PUSH-Y	8	-60,287082	69	0	4
PUSH-Y	9	-61,747721	69	0	4
PUSH-Y	10	-62,305023	69	0	4
PUSH-Y	11	-73,075653	73	2	4



Şekil 4.93. BKNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



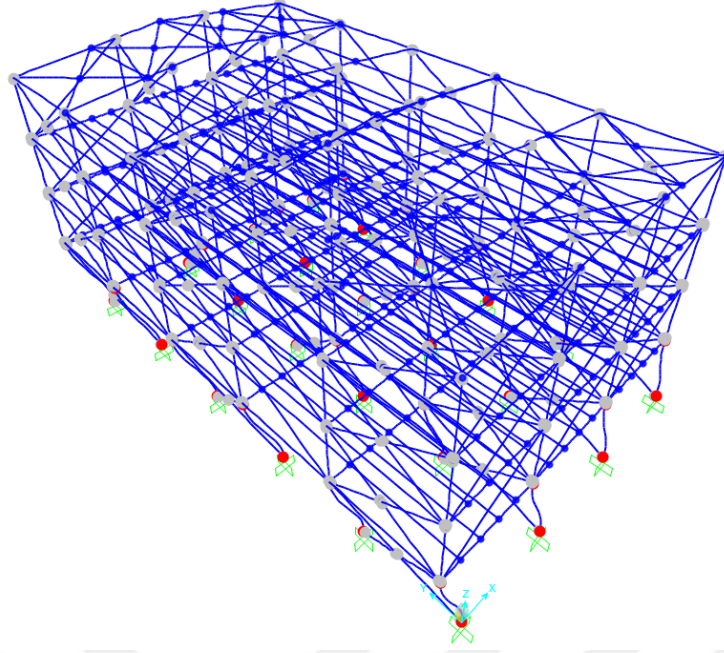
Şekil 4.94. BKNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.109. BKOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

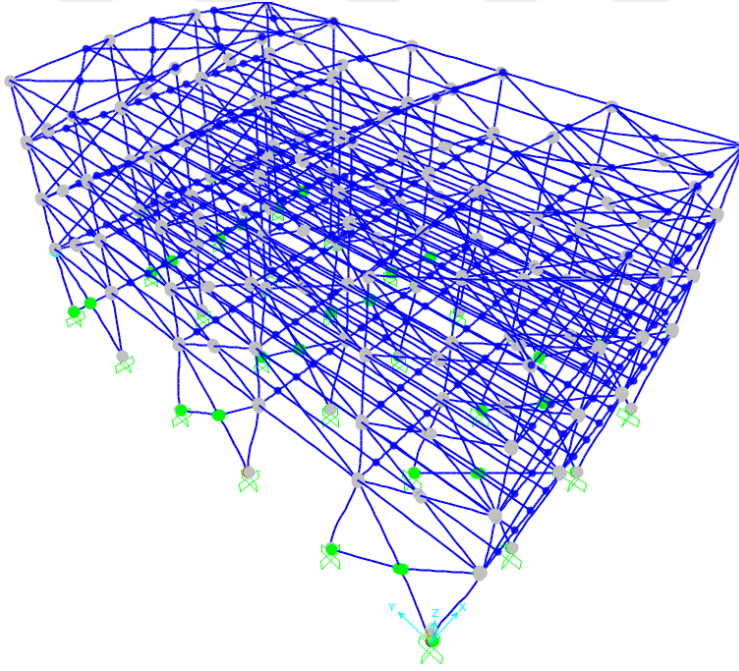
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,248885	0	0	0
PUSH-X	1	-58,751115	0	0	0
PUSH-X	2	-74,170349	0	0	0
PUSH-X	3	-76,098584	0	0	0
PUSH-X	4	-78,59986	0	0	0
PUSH-X	5	-116,263375	0	0	1
PUSH-X	6	-129,910504	23	0	1
PUSH-X	7	-131,840167	23	0	1
PUSH-X	8	-179,219176	28	0	10
PUSH-X	9	-182,793205	23	0	15
PUSH-X	10	-227,844097	28	0	20
PUSH-X	11	-232,277208	27	0	21
PUSH-X	12	-234,292299	21	0	27
PUSH-X	13	-244,050555	16	0	32
PUSH-X	14	-304,31096	10	1	37
PUSH-X	15	-363,31096	4	7	37
PUSH-X	16	-422,31096	0	6	42
PUSH-X	17	-481,31096	0	0	48
PUSH-X	18	-540,31096	0	0	48
PUSH-X	19	-589,751115	0	0	48

Tablo 4.110. BKOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,002514	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,354866	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,162574	0	0	0
PUSH-Y	3	-48,662574	56	2	0
PUSH-Y	4	-84,193111	67	2	2



Şekil 4.95. BKOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



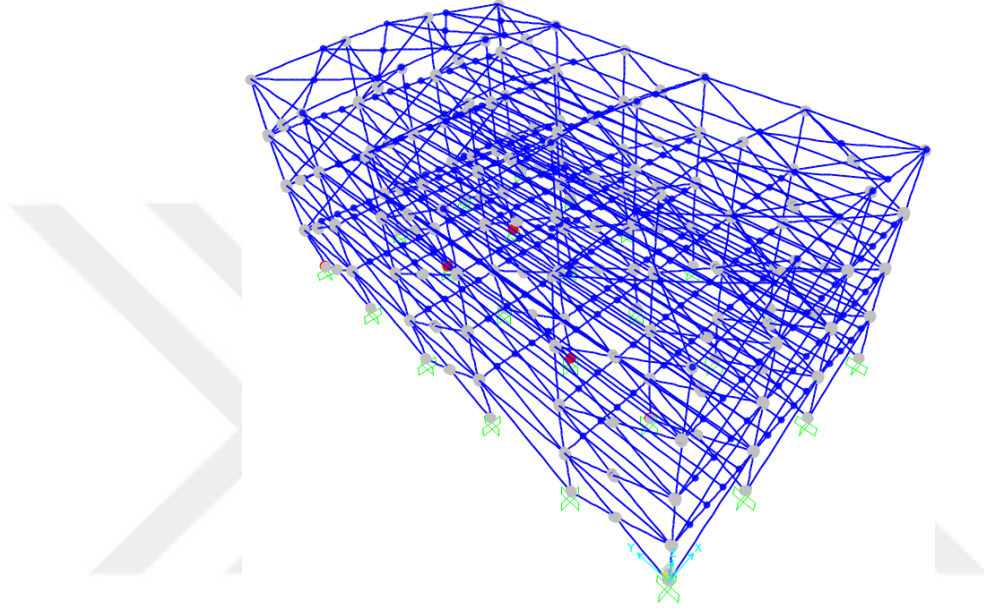
Şekil 4.96. BKOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.111. BXMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

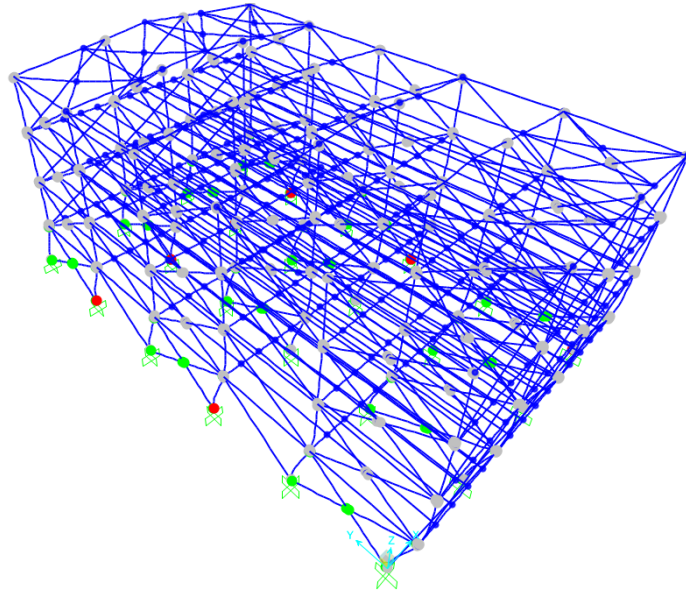
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,269659	0	0	0
PUSH-X	1	-40,077271	0	0	0
PUSH-X	2	-78,14177	0	0	6

Tablo 4.112. BXMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,023007	0	0	0
PUSH-Y	1	-15,03208	0	0	0
PUSH-Y	2	-20,874866	0	0	0
PUSH-Y	3	-56,882842	71	0	0
PUSH-Y	4	-77,447718	70	0	7



Şekil 4.97. BXMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



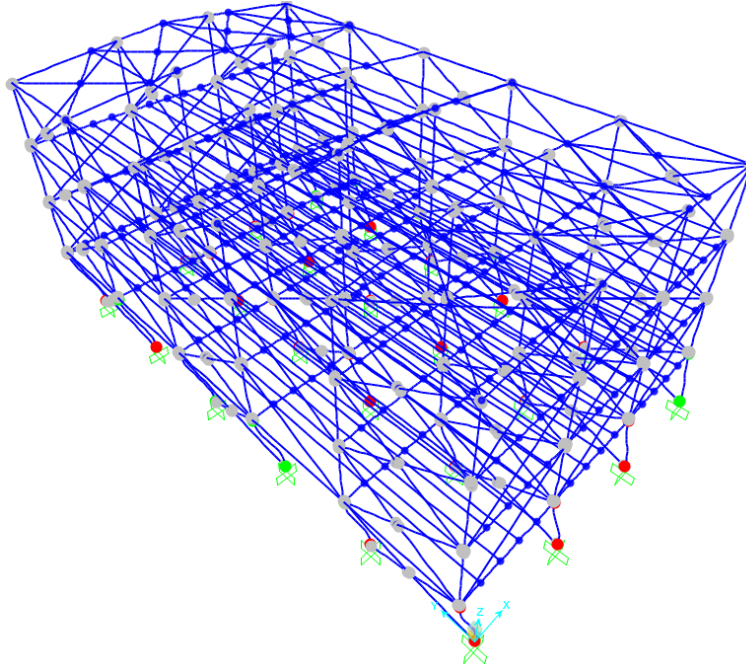
Şekil 4.98. BXMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.113. BXNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

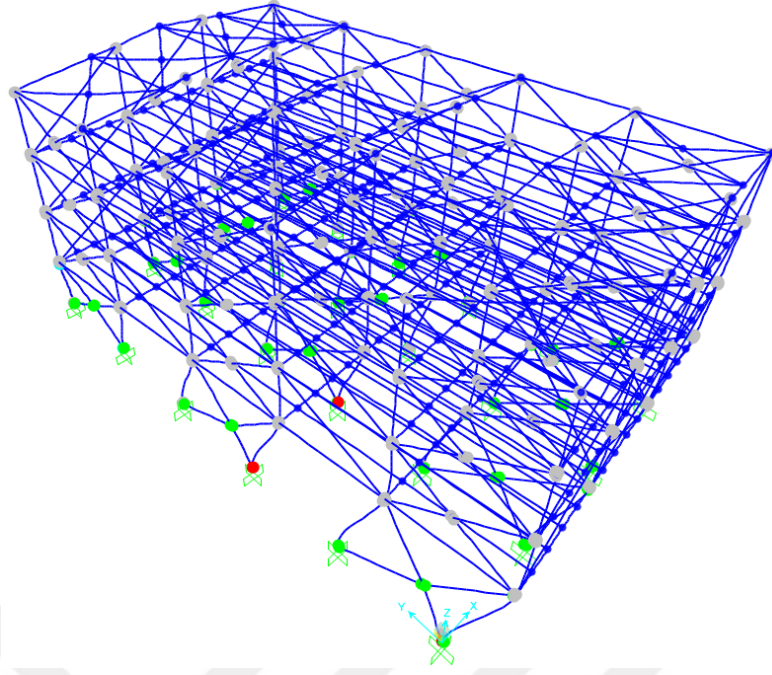
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,342951	0	0	0
PUSH-X	1	-48,290236	0	0	0
PUSH-X	2	-75,444425	1	0	5
PUSH-X	3	-75,444502	0	0	12
PUSH-X	4	-75,446489	0	0	12
PUSH-X	5	-75,452154	0	0	12
PUSH-X	6	-75,457106	0	0	12
PUSH-X	7	-78,985572	2	0	13
PUSH-X	8	-78,991072	2	0	13
PUSH-X	9	-85,015857	6	0	13
PUSH-X	10	-85,021357	6	0	13
PUSH-X	11	-93,929452	13	0	16

Tablo 4.114. BXNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,019961	0	0	0
PUSH-Y	1	-13,888682	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,360275	0	0	0
PUSH-Y	3	-56,753715	71	0	0



Şekil 4.99. BXNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



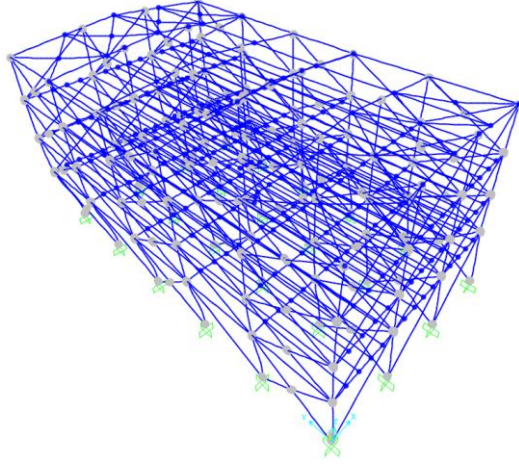
Şekil 4.100. BXNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.115. BXOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

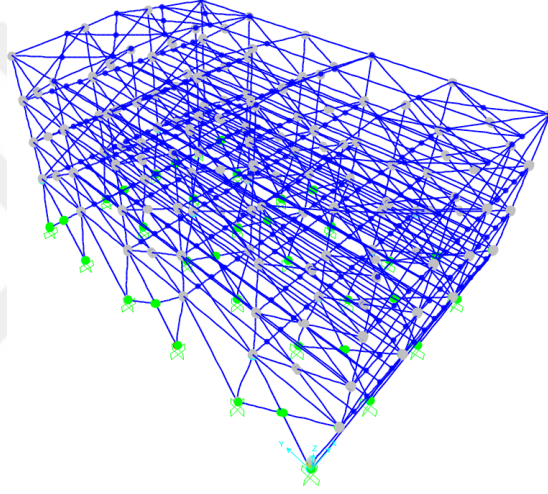
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,436566	0	0	0
PUSH-X	1	-41,41893	0	0	0
PUSH-X	2	-68,971978	0	0	0

Tablo 4.116. BXOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,015764	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,643508	0	0	0
PUSH-Y	2	-17,785036	0	0	0
PUSH-Y	3	-47,285036	71	0	0
PUSH-Y	4	-107,011873	50	21	1
PUSH-Y	5	-123,207423	62	22	1



Şekil 4.101. BXOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



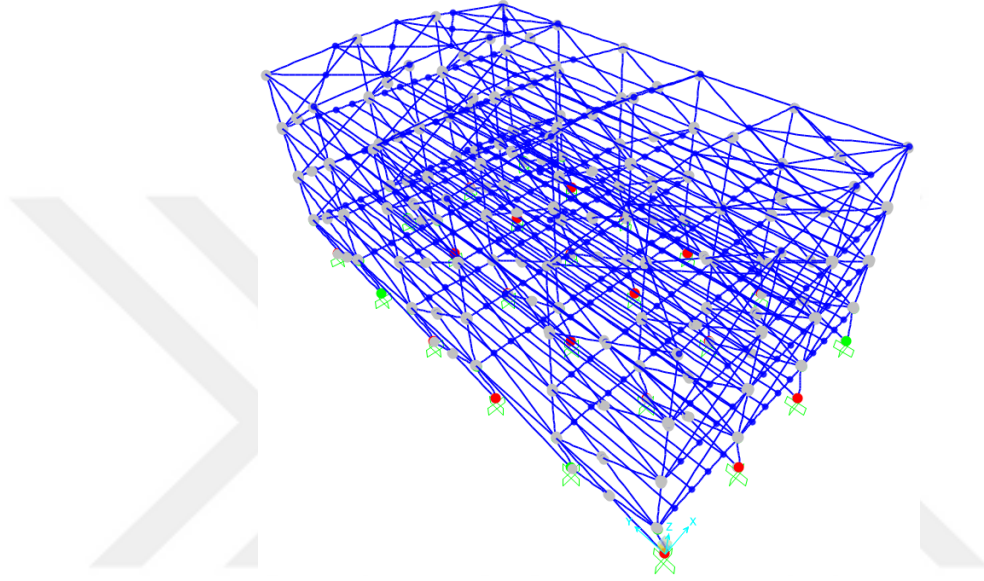
Şekil 4.102. BXOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.117. BYMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

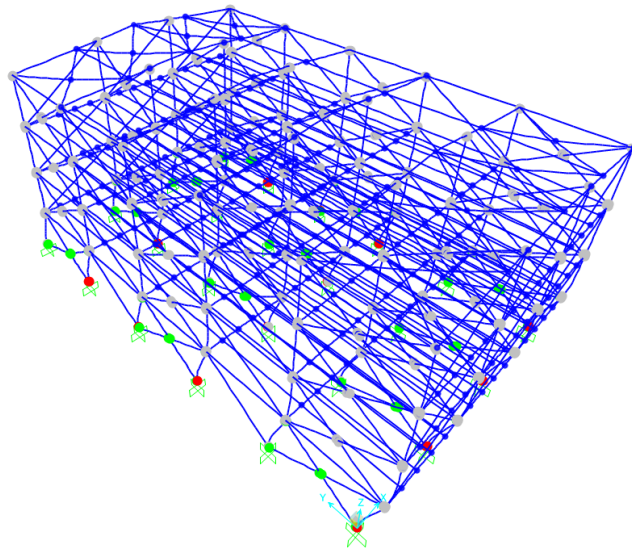
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,201888	0	0	0
PUSH-X	1	-46,086489	0	0	0
PUSH-X	2	-49,728639	0	0	1
PUSH-X	3	-83,787536	0	0	1
PUSH-X	4	-95,166616	2	0	1
PUSH-X	5	-141,528856	35	0	5
PUSH-X	6	-142,473241	30	0	10
PUSH-X	7	-145,618717	33	0	15
PUSH-X	8	-163,705171	29	0	19
PUSH-X	9	-174,347473	29	0	19
PUSH-X	10	-178,253355	29	0	19

Tablo 4.118. BYMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,009119	0	0	0
PUSH-Y	1	-15,220668	0	0	0
PUSH-Y	2	-21,543902	0	0	0
PUSH-Y	3	-67,151735	60	6	12
PUSH-Y	4	-77,00931	60	0	18



Şekil 4.103. BYMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



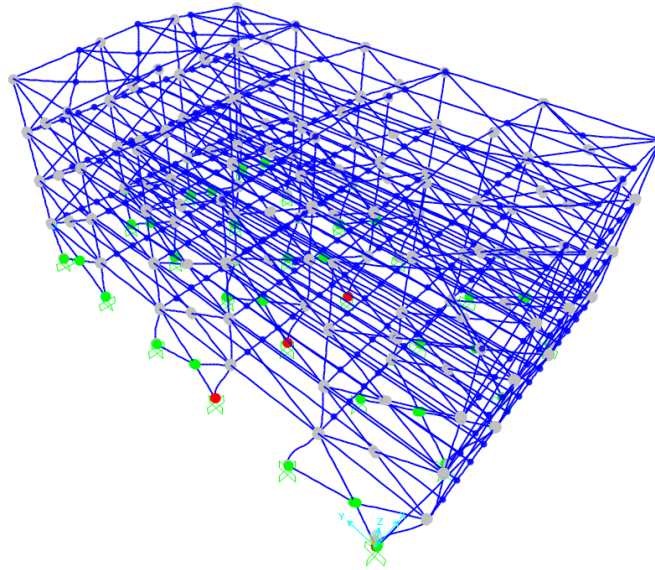
Şekil 4.104. BYMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.119. BYNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

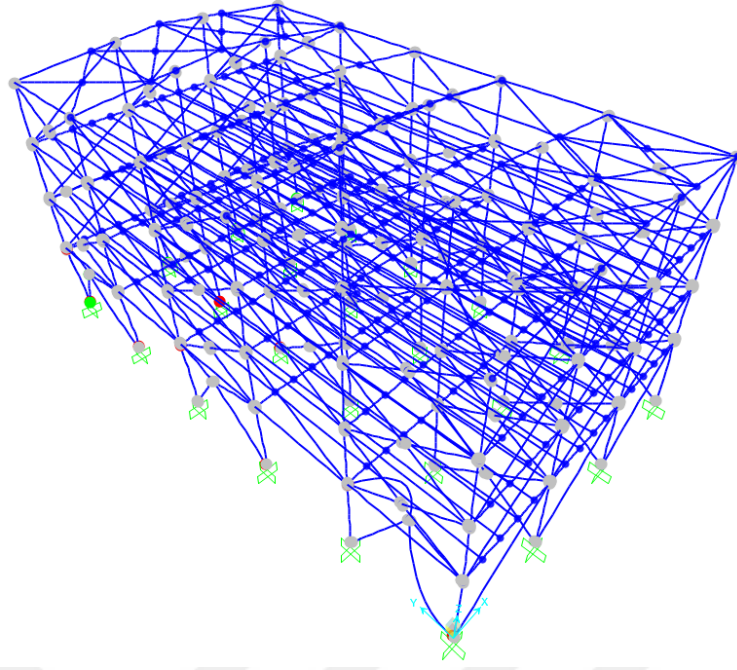
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,210445	0	0	0
PUSH-X	1	-54,789555	0	0	0
PUSH-X	2	-58,314009	0	0	0
PUSH-X	3	-61,740846	0	0	0
PUSH-X	4	-96,784865	0	0	2
PUSH-X	5	-109,840938	18	0	2
PUSH-X	6	-157,650377	31	0	9
PUSH-X	7	-161,880913	24	0	18
PUSH-X	8	-200,127283	25	0	23
PUSH-X	9	-202,91305	24	0	24
PUSH-X	10	-204,38355	23	0	25
PUSH-X	11	-206,154905	18	0	30
PUSH-X	12	-214,946055	14	0	34

Tablo 4.120. BYNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,000345	0	0	0
PUSH-Y	1	-14,097908	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,660199	0	0	0
PUSH-Y	3	-76,840231	68	0	2
PUSH-Y	4	-100,083389	76	0	6



Şekil 4.105. BYNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



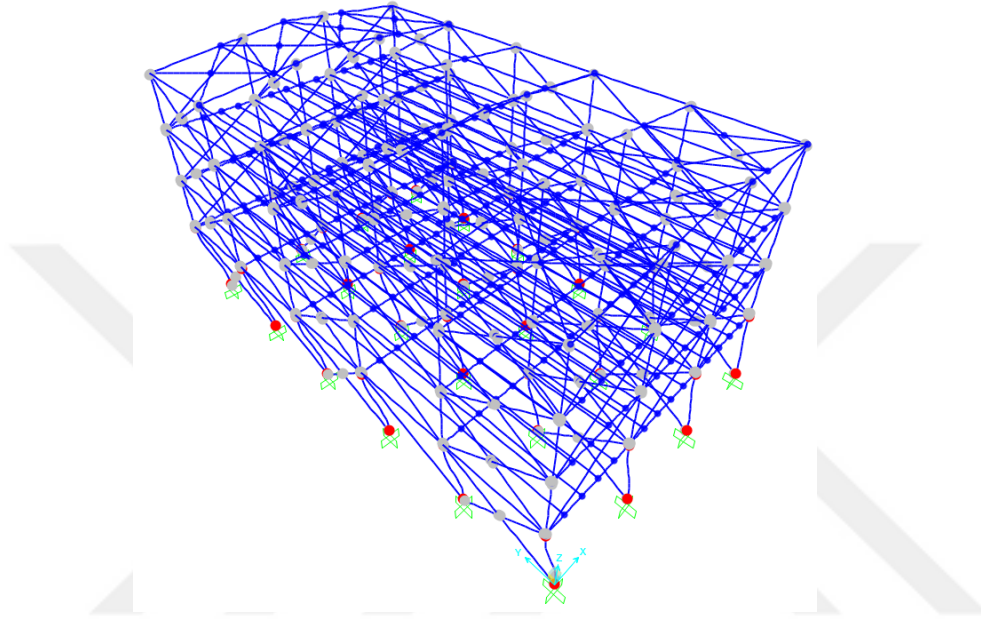
Şekil 4.106. BYNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.121. BYOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

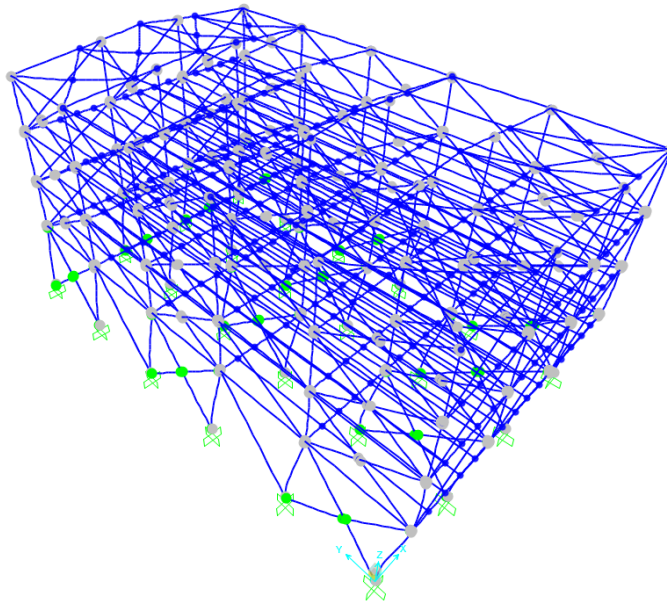
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,218787	0	0	0
PUSH-X	1	-58,781213	0	0	0
PUSH-X	2	-74,102692	0	0	0
PUSH-X	3	-76,048626	0	0	0
PUSH-X	4	-78,529084	0	0	0
PUSH-X	5	-116,181873	0	0	1
PUSH-X	6	-131,700068	23	0	1
PUSH-X	7	-177,416415	33	0	5
PUSH-X	8	-182,587456	23	0	15
PUSH-X	9	-227,65692	28	0	20
PUSH-X	10	-231,959692	27	0	21
PUSH-X	11	-234,11326	21	0	27
PUSH-X	12	-243,356379	16	0	32
PUSH-X	13	-303,922713	10	1	37
PUSH-X	14	-362,922713	4	7	37
PUSH-X	15	-421,922713	0	6	42
PUSH-X	16	-480,922713	0	0	48
PUSH-X	17	-539,922713	0	0	48
PUSH-X	18	-589,781213	0	0	48

Tablo 4.122. BYOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	0,012443	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,848117	0	0	0
PUSH-Y	2	-22,352814	0	0	0
PUSH-Y	3	-70,899394	68	2	0



Şekil 4.107. BYOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



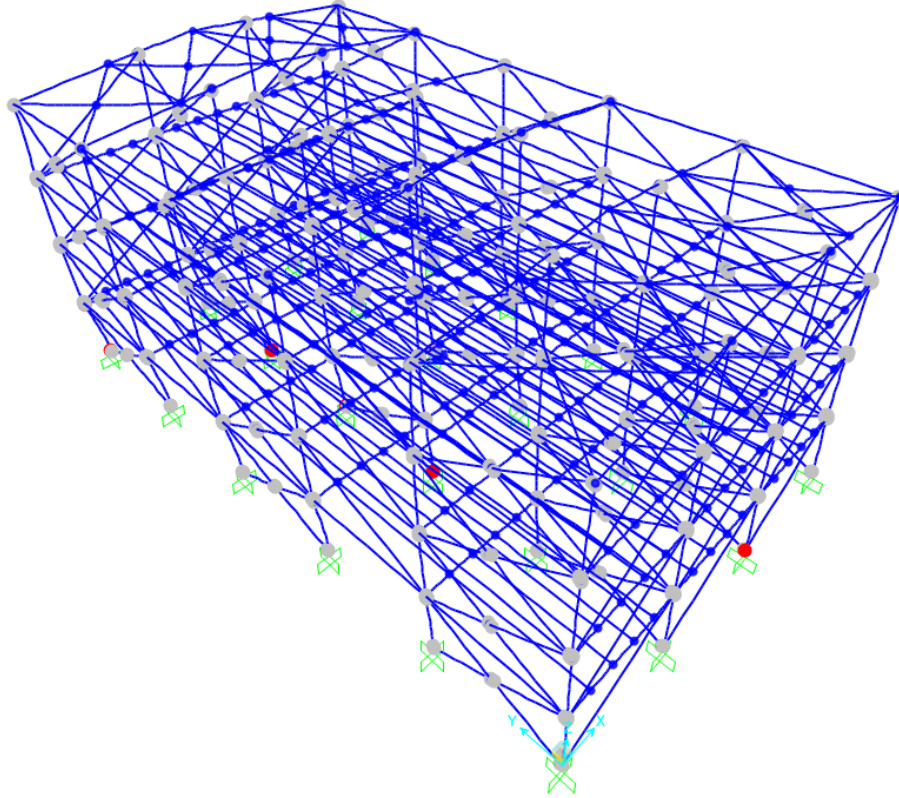
Şekil 4.108. BYOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.123. BZMPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

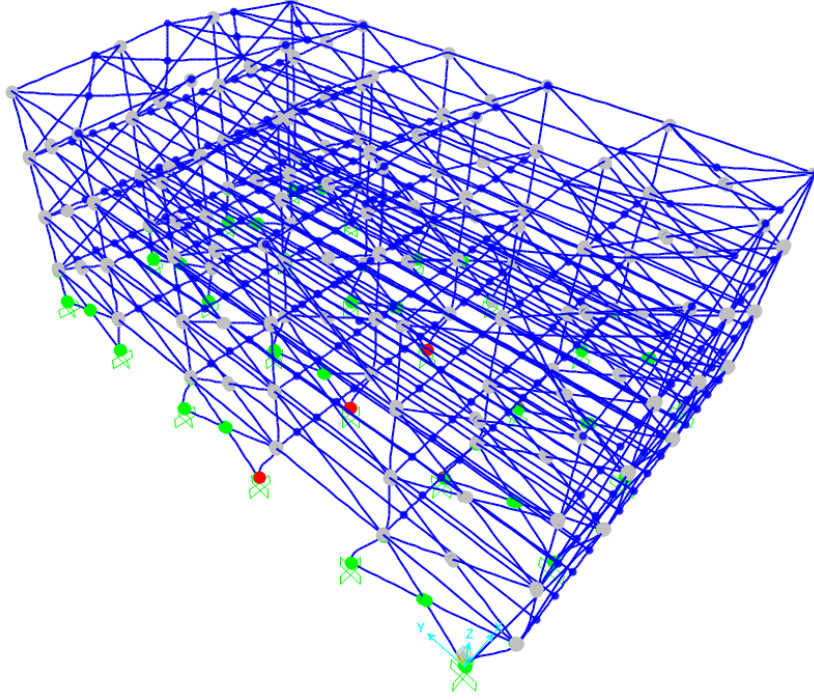
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,273819	0	0	0
PUSH-X	1	-39,467537	0	0	0
PUSH-X	2	-74,522956	0	0	7

Tablo 4.124. BZMPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,025637	0	0	0
PUSH-Y	1	-13,629224	0	0	0
PUSH-Y	2	-20,000888	0	0	0
PUSH-Y	3	-45,500888	71	0	0
PUSH-Y	4	-77,122295	84	0	6



Şekil 4.109. BZMPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



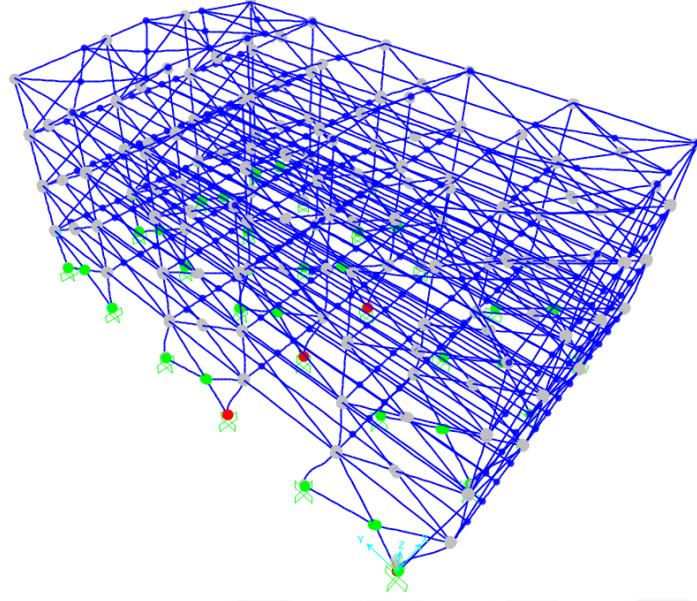
Şekil 4.110. BZMPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.125. BZNPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

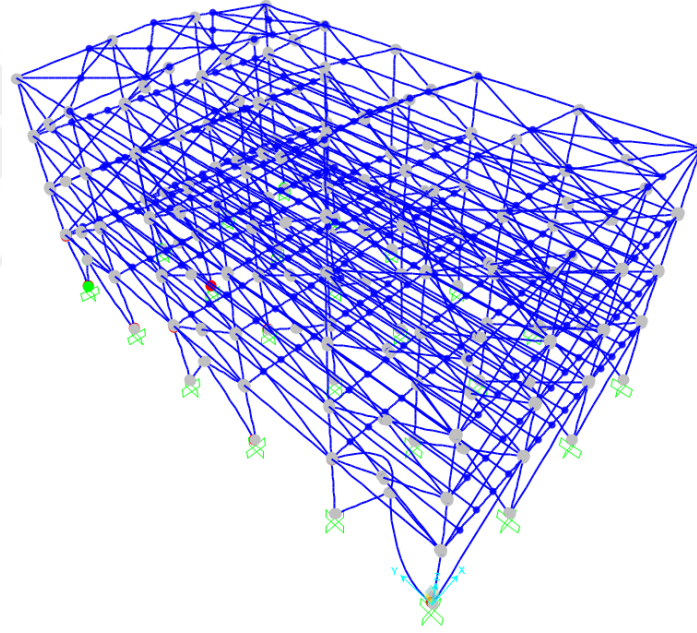
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,350864	0	0	0
PUSH-X	1	-42,664763	0	0	0
PUSH-X	2	-65,280858	1	0	2
PUSH-X	3	-65,281679	0	0	9
PUSH-X	4	-65,291557	0	0	9
PUSH-X	5	-65,336193	0	0	9
PUSH-X	6	-71,639127	5	0	9
PUSH-X	7	-71,644627	5	0	9
PUSH-X	8	-74,166254	10	0	9

Tablo 4.126. BZNPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,026903	0	0	0
PUSH-Y	1	-12,48459	0	0	0
PUSH-Y	2	-21,179684	0	0	0
PUSH-Y	3	-48,535165	70	0	0
PUSH-Y	4	-62,753357	68	0	2
PUSH-Y	5	-84,513445	71	2	5



Şekil 4.111. BZNPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



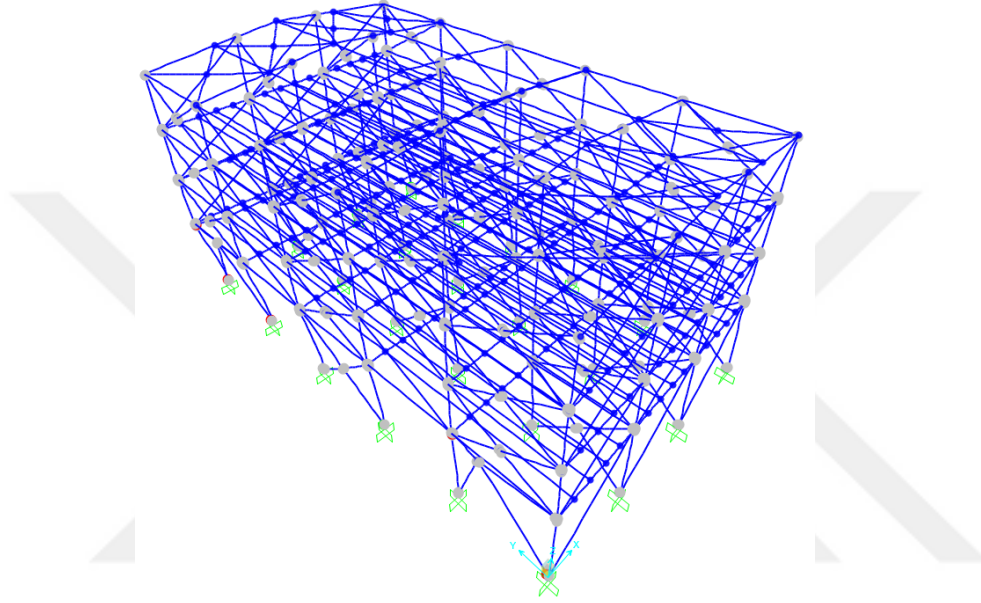
Şekil 4.112. BZNPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları.

Tablo 4.127. BZOPO X yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

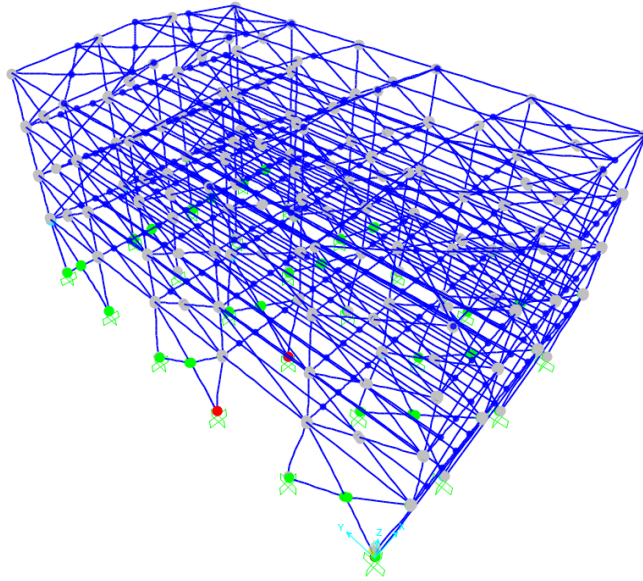
Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-X	0	0,448962	0	0	0
PUSH-X	1	-35,772767	0	0	0
PUSH-X	2	-71,810784	1	0	5
PUSH-X	3	-71,816684	1	0	5
PUSH-X	4	-77,66972	5	0	5

Tablo 4.128. BZOPO Y yönü plastik mafsallaşma adımları tablosu.

Deprem Tipi	Adım	Deplasman(mm)	IO-LS	LS-CP	CP Üzeri
PUSH-Y	0	-0,028464	0	0	0
PUSH-Y	1	-11,318668	0	0	0
PUSH-Y	2	-19,322166	0	0	0
PUSH-Y	3	-48,822166	66	0	0
PUSH-Y	4	-95,544209	62	8	4



Şekil 4.113. BZOPO X yönü plastik mafsallaşma noktaları.



Şekil 4.114. BZOPO Y yönü plastik mafsallaşma noktaları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, çelik yapılarda farklı dolgu duvar tasarımları, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edilmiş ve pushover yöntemi ile performans analizleri yapılmıştır. Bu doğrultuda A ve B tipi olmak üzere iki referans modele farklı kombinasyonlarda dolgu duvar tasarımı yapılmış ve 84 farklı model ile analizler yapılmıştır.

5.1. Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi Tanımlarının Yapısal Davranış Üzerindeki Etkileri

Yapılar, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edildiğinde, dolgu duvarların yapıda bulunduğu konumunun yapı ağırlığını etkilediği ve yapı periyotlarını etkilediği görülmektedir. Buna bağlı olarak yapının taban kesme kuvvetini değiştirdiği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda dolgu duvarlar, çelik yapılardaki çapraz sistemlere benzer şekilde çalıştığı için, yapının yanıl deplasmanını azalttığı tespit edilmiştir. Yapının görelil kat ötelemelerine etki ettiği saptanmıştır. Dolgu duvarların asimetrik olduğu durumlarda yapı ağırlık merkezlerinin kaydığı gözlemlenmiştir. Dolgu duvarların olduğu yapılarda, tepe noktası deplasmanları azalmıştır.

Dolgu duvarın durumuna göre yapı periyotları karşılaştırıldığında, tamamı dolgu duvarlı yapıların periyotlarının tamamı dolgu duvarsız yapılara göre %22-%25 arası azaldığı sonucuna varılmıştır. Zemin kat yükseklikleri arttıkça yapı periyotlarının da her dolgu duvar tasarımlarında farklı yüzdeler ile artış gösterdiği gözlemlenmiştir.

Eşdeğer deprem yükü kapasite grafiği sonuçlarına göre, tamamı dolgu duvarlı yapıların tepe noktası deplasmanlarının hiç dolgu duvar olmayan yapıların tepe noktası deplasmanlarının A tipi x yönünde %21-%27 arası azaldığı bununla birlikte taban kesme kuvvetlerinin %30 arttığı, A tipi tepe noktası deplasmanlarının y yönünde %3-%6 arasında azaldığı, taban kesme kuvvetinin ise %7-%7.5 arttığı görülmektedir. B tipi x yönünde tamamı dolgu duvarlı yapıların tepe noktası deplasmanlarının tamamı dolgu duvarsız yapılara göre %21-%27 arasında azaldığı, B tipi y yönünde ise %1.5-%3.5 oranında azaldığı görülmektedir.

5.2. Artırimsal Eşdeğer Deprem Yüğü Tanımlarının Yapısal Davranış Üzerindeki Etkileri

Dolgu duvarın farklı şekillerde konumlandırıldığı yapılara Artırimsal Eşdeğer Deprem Yüğü (Pushover) analizi ile performans analizleri yapıldığında, tamamı dolgu duvarlı yapıların, hiç dolgu duvar olmayan durumlara göre daha gevrek davrandığı, daha yüksek taban kesme kuvveti karşılayabildiği, ancak daha az deplasman ile plastik mafsallaşma bölgesine ulaştığı ve daha erken göçme bölgesine ulaştığı görülmektedir.

Dolgu duvar durumu değişken kabul edilerek yapıların kapasite eğrileri incelendiğinde, dolgu duvar yerleşimi farklı yapılardan sadece zemin katında dolgu duvar olmayan A2 ve B2 tipi yapıların, zemin katında belirli kısımlarında dolgu duvar olan yapılara göre daha sünek davrandığı tespit edilmektedir. Yine zemin katın üç cephesinde camekan olan AK ve BK tipi yapıların kapasite değerleri A2 ve B2 tipi yapıların değerlerine yakın çıkmaktadır. Aynı şekilde dolgu duvar daha fazla olan yapıların diğerlerine göre daha gevrek davranış sergilediği, dolgu duvarın az olduğu yapıların daha fazla deplasman yapabildiği ancak daha az taban kesme kuvveti karşılayabildiği görülmektedir.

Dolgu duvar durumuna göre yapıların mafsallaşma noktaları incelendiğinde, tamamı dolgu duvarlı yapıların, dolgu duvarsız durumlara göre plastik mafsallaşma noktalarının daha düşük olduğu görülmektedir. Değişken dolgu duvar kesitleri incelendiğinde, dolgu duvarın daha fazla olduğu yapıların dolgu duvarın daha az olduğu yapılara nazaran erken plastik mafsallaşmaya başladığı ve göçme deplasmanlarının daha düşük olduğu görülmektedir.

Lireratürde, dolgu duvarların yapı performansına etkisinin hem eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edildiği hem de pushover yöntemi ile yapı performansının incelendiği bu denli kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasından, mimari sebeplerle yapılan dolgu duvarların yapı periyodunu azalttığı, görelî kat ötelemelerini azalttığı, yapıya gelen taban kesme kuvvetini arttırdığı, bununla beraber çelik yapıların sünek davranışına olumsuz etki ettiği sonucuna varılmaktadır. Bu sonuçlar, bu tip yapıların analizlerinde dolgu duvar etkisinin göz önünde bulundurulmasının gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] Akyürek, O. , Tekeli, H. & Demir, F. (2017). Plandaki Dolgu Duvar Yerleşiminin Bina Performansı Üzerindeki Etkisi . *International Journal of Engineering Research and Development*, 10(1), 42-55. <https://doi.org/10.29137/umagd.419660>.
- [2] Bayrak, O.F., Bikçe, M. (2019). Dolgu duvarların yapısal düzensizliklere ve performansa etkisinin mevcut bir yapı üzerinde incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 24(3), 241-254. <https://doi.org/10.17482/uumfd.477760>.
- [3] Bayrak, O.F., Yedek, S. (2019). *Çelik çerçevesiz yapılar özelinde dolgu duvar etkisinin incelenmesi*. Uluslararası Katılımlı 7. Çelik Yapılar Sempozyumu.
- [4] Sayın, B., Kaplan, S.A.(2005). *Deprem etkisi altındaki betonarme yapılarda dolgu duvarların modellenme teknikleri*. Kocaeli Deprem Sempozyumu.
- [5] Kaymak, F. & Tuna, M. (2013). Kısmi ve tam dolgu duvarlı çelik çerçevelerin yatay yükler altındaki davranışının elasto-plastik analiz yöntemi ile incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 26(2). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gazimmfd/issue/6688/88750>.
- [6] Güder, S.O. (2012). *Dolgu duvarların yapısal analizlerde göz önüne alınmasının düşey düzensizlik ve deprem performansına etkileri* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [7] Altınağaç, D. (2022). *Doğrusal olmayan itme analizi yöntemi ile performans seviyesi belirlenen çelik bir yapının analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [8] Karşlıoğlu, Ö. (2005). *Çok katlı binalarda bulunan tuğla dolgu duvarların yapı davranışına etkileri* [Yüksek Lisans Tezi]. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- [9] Bayülke, N. (2003/4). *Betonarme yapının dolgu duvarı*. Türkiye Mühendislik Haberleri Sayı 426-2003/4. <https://www.imo.org.tr/Eklenti/1380,betonarme-yapinin-dolgu-duvaripdf.pdf>.
- [10] Mainstone, R.J. (2007). *On the Stiffness and Strenght of Infilled Frames*. State Univ. of New York.
- [11] FEMA 356. (2000). *Presebtandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*. Federal Emergency Management Agency.
- [12] Asteris, P.G. (2003). Lateral stiffness of brick masonry infilled plane frames. *Journal of Structural Engineering*. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(2003\)129:8\(1071\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(2003)129:8(1071)).
- [13] TBDY. (2018). *Türkiye bina deprem yönetmeliği*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- [14] Türkiye Deprem Tehlike Haritası (2022, 14 Haziran). ' <https://deprem.afad.gov.tr>'

- [15] Döndüren, M.S., Nakipoğlu A.(2016) Farklı ülkelerin deprem yönetmeliklerine göre taşıyıcı sistem düzensizliklerinin karşılaştırılması. *Selçuk Teknik Dergisi*. 15(3).
- [16] Kurtulmuş, S. (2005). *Burulma düzensizliği bulunan çok katlı yapıların deprem yönetmeliği açısından irdelenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi).
- [17] Bozan, A. (2008). *Mevcut çok katlı yapının statik itme (Pushover) yöntemi ile analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- [18] Temur, F. (2007). *Statik itme (Pushover) yöntemi kullanılarak yapıların analizi* [Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- [19] Okay, N. (2009). *Artırimsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile çok katlı betonarme bir binanın performans seviyelerinin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [20] Köse, D. (2008). *Artırimsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile betonarme bir binanın performans seviyelerinin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- [21] TS498. (1987). *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*. Türk Standartları Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Ömer Faruk KADIOĞLU

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** :2017, Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü
- **Yüksekisans** : 2022, Sakarya Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Programı

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2021 yılından beri Nasem Çelik Konst. Ltd. Şti. firmasında proje müdürü olarak çalışmakta.

TEZDEN TÜRETİLEN ESERLER:

- Özyurt, M.Z., Kadioğlu, Ö. F. Çelik Yapılarda Dolgu Duvar Etkisinin Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleriyle Araştırılması. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* –(Hakem Onayında)