KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TİPİK BETONARME YAPILARIN PERDE VEYA SÜRTÜNME SÖNÜMLEYİCİ EKLENEREK GÜÇLENDİRİLMESİNİN YAPI PERFORMANSINA ETKİLERİ

SEÇKİN ERSİN

KOCAELİ 2017

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TİPİK BETONARME YAPILARIN PERDE VEYA SÜRTÜNME SÖNÜMLEYİCİ EKLENEREK GÜÇLENDİRİLMESİNİN YAPI PERFORMANSINA ETKİLERİ

SEÇKİN ERSİN

Yrd. Doç. Dr. Erkan AKPINAR
Danışman, Kocaeli Üniversitesi .....

Doç. Dr. Fuad OKAY
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi .....

Prof. Dr. Yasin FAHJAN
Jüri Üyesi, Gebze Teknik Üniversitesi .....

Tezin Savunulduğu Tarih: 03.07.2017

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması kapsamında, farklı yüksekliklere sahip toplam iki tip betonarme kamu binası farklı güçlendirme yöntemleri kullanılarak güçlendirilmiş ve sonuçlar analitik olarak karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında güven ve desteğini her zaman hissettiğim değerli tez danışmanım Dr. Erkan Akpınar'a; bilgisi ve yol gösterici desteğini her zaman minnetle anacağım Dr. Şeref Polat'a teşekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca en güvendiğim kişiler olagelmiş annem A. Neşe Ersin ve babam M. Turgut Ersin'e, ablam Dr. Seçil Erçin'e bana gösterdikleri destek ve sabır için özel teşekkürlerimi sunarım.

Benimle, lisansüstü eğitimim süresince bilgi ve tecrübesini paylaşan, gösterdiği sabır ve anlayış ile tez sürecime yardımcı olan, değerli eşim ve meslektaşım İnşaat Yüksek Mühendisi Seren Ersin'e içten teşekkürlerimi sunarım.

Ağustos - 2017 Seçkin ERSİN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR i
İÇİNDEKİLER ii
ŞEKİLLER DİZİNİ iv
TABLOLAR DİZİNİ vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ix
ÖZET xi
ABSTRACT xii
GİRİŞ 1
1. BETONARME YAPILARDA GÜÇLENDİRME 3
1.1. İlave Betonarme Perdelerle Güçlendirme 4
1.2. Sürtünme Sönümleyiciler ile Güçlendirme 7
2. YAPILARIN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ 12
2.1. Giriş 12
2.2. Performans Kavramı 13
2.3. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi 14
2.4. Doğrusal Olmayan Eleman Davranışının İdealleştirilmesi 15
2.5. Doğrusal Olmayan Eleman Davranışında Kullanılan Malzeme Modelleri 17
2.6. Doğrusal Olmayan Analiz İçin Eleman Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin ve Kesit Hasar Sınırlarının Belirlenmesi 19
2.7. Sönüm 20
2.8. Doğrusal Analizde Kullanılacak Yer Hareketlerinin Belirlenmesi 21
3. ANALİTİK ÇALIŞMA 23
3.1. Yapı Genel Bilgileri 23
3.1.1. Yapı sistemine ait özellikler 23
3.1.2. Kesit tanımlamaları 30
3.1.3. Sürtünmeli sönümleyicilerin tanımlamaları 35
3.2. Sönüm 37
3.3. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizde Kullanılacak Deprem Kayıtlarının Seçilmesi 38
4. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME 39
4.1. 4 Katlı Mevcut Yapının Performans Değerlendirmesi 40
4.1.1. 4 Katlı mevcut yapı için global sonuçlar 41
4.1.2. 4 Katlı mevcut yapı için eleman bazında sonuçlar 42
4.2. 4 Katlı İlave Perdeler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi 44
4.2.1. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar. 45
4.2.2. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar 46
4.3. 4 Katlı Sürtünme Sönümleyiciler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi 50

4.3.1. 4 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar 51
4.3.2. 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar 57
4.4. 8 Katlı Mevcut Yapının Performans Değerlendirmesi 59
4.4.1. 8 katlı mevcut yapı için global sonuçlar 60
4.4.2. 8 katlı mevcut yapı için eleman bazında sonuçlar 61
4.5. 8 Katlı İlave Perdeler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi 63
4.5.1. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar. 64
4.5.2. 8 Katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar 66
4.6. 8 Katlı Sürtünme Sönümleyiciler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi 71
4.6.1. 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar 72
4.6.2. 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar 78
4.7. Güçlendirilmiş Yapıların, Mevcut Yapılar ile Karşılaştırılması 80
4.7.1. 4 katlı mevcut yapının, güçlendirilmiş yapılar ile performans karşılaştırması 81
4.7.2. 8 katlı mevcut yapının, güçlendirilmiş yapılar ile performans karşılaştırması 82
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 84
KAYNAKLAR 86
EKLER 88
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER 124
ÖZGEÇMİŞ 125

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. İlave perdelerin temel üzerindeki yerleşimlerinin kesit görünüşü, a) Kolon etrafına yerleştirilmiş, b) Kolona dış merkezli olarak yerleştirilmiş, c) payanda olarak yerleştirilmiş 4
Şekil 1.2. İlave perdeler ile mevcut çerçeve arasındaki yük aktarım mekanizması 5
Şekil 1.3. İlave perde eklemenin global yapı davranışına etkisi 5
Şekil 1.4. Farklı elemanlar ilave edilerek yapı güçlendirmenin, global rijitliğe etkileri 6
Şekil 1.5. İlave perdeler ile güçlendirme uygulaması 7
Şekil 1.6. Sürtünme tipi sönümleyicilerin yük-deplasman grafiği 8
Şekil 1.7. X çaprazın ortasında kullanılan Pall Sürtünme Sönümleyicisi 9
Şekil 1.8. X çaprazın düğüm noktalarında kullanılan Pall Sürtünme Sönümleyicisi 9
Şekil 1.9. Optimum akma yükü-etki ilişkisi 10
Şekil 1.10. Sürtünme kuvveti – Deformasyon ilişkisi 11
Şekil 2.1. Eleman hasar bölgeleri grafik gösterimi 14
Şekil 2.2. Betonarme kiriş elemanlar için potansiyel plastik mafsal oluşma bölgeleri 15
Şekil 2.3. Yığılı plastik mafsal modeli ve tipik moment-dönme ilişkisi 16
Şekil 2.4. Çevrimsel yükleme altında, tipik kolon - göreli ötelenme oranı 16
Şekil 2.5. Betonarme perde duvarın temsili fiber modelleme görünüşü 17
Şekil 2.6. Sargılı ve sargısız beton için gerilme - birim deformasyon grafiği 18
Şekil 2.7. Donatı çubukları için gerilme - birim şekil değiştirme grafiği ve sınır değerler çizelgesi 18
Şekil 2.8. Betonarme kesitler için şekil değiştirme isteminin belirlenmesi özet gösterimi 19
Şekil 2.9. Kritik sönümlenme oranının, rijitlik ve kütle matrislerine göre değişimi (%2 sönümlenme oranı ve T1 = 5sn için) 21
Şekil 2.10. DBYBHY (2007) elastik tasarım ivme spektrumuna göre ölçeklenmiş deprem kayıtlarının tepki spektrumları (Yerel Zemin Sınıfı Z2) 22
Şekil 3.1. 4 katlı mevcut binanın 3 boyutlu sonlu eleman modeli 24
Şekil 3.2. 4 katlı mevcut binanın boy kesit görünüşü 24
Şekil 3.3. 4 katlı mevcut binanın plan görünüşü 25
Şekil 3.4. 8 katlı mevcut binanın 3 boyutlu sonlu eleman modeli 26
Şekil 3.5. 8 katlı mevcut binanın plan görünüşü 26
Şekil 3.6. 8 katlı mevcut binanın boy kesit görünüşü 27
Şekil 3.7. İlave perdelerin plan yerleşimleri 28
Şekil 3.8. İlave perdelerin boy kesitteki yeri 28
Şekil 3.9. Chevron tipi çaprazda yer alan sürtünmeli sönümleyicilerin boy kesitteki yerleri 29

Şekil 3.10. Chevron tipi çaprazda yer alan sürtünmeli sönümleyicilerin plandaki yerleri 29
Şekil 3.11. 40 x 40 kolonlar için SAP 2000'de hazırlanmış fiber modeli 30
Şekil 3.12. 40 x 40 kolonlar için Perform-3D programında beton ve donatı fiberlerinin tanımlanması 31
Şekil 3.13. 55 x 55 kolonlar için SAP 2000'de hazırlanmış fiber modeli 31
Şekil 3.14. 40 x 40 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 15 cm kalınlığında mantonun fiber elemanları 32
Şekil 3.15. 40 x 40 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 30 cm kalınlığında perdenin fiber elemanları 33
Şekil 3.16. 55 x 55 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 15 cm kalınlığında mantonun fiber elemanları 33
Şekil 3.17. 55 x 55 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 30 cm kalınlığında perdenin fiber elemanları 34
Şekil 3.18. 25 x 55 kirişlerin SAP 2000 kesit modeli 34
Şekil 3.19. %1 donatı uzamasına karşılık gelen kiriş moment - eğrilik değerleri 35
Şekil 3.20. 25 x 55 kirişler için özet hasar sınırları tablosu 35
Şekil 3.21. Sürtünmeli sönümleyiciler için Pall Dynamics Tasarım Kılavuzu 36
Şekil 3.22. Perform-3D programında sürtünmeli sönümleyicilerin tanımlanması 36
Şekil 3.23. Perform-3D programındaki Rayleigh sönüm grafiği 37
Şekil 3.24. Perform-3D programında Rayleigh sönüm denkleminin rijitlik katsayısının girilmesi. 37
Şekil 3.25. Seçilen yer hareketleriyle spektrumun uyumu (PEER database) 38
Şekil 4.1. 4 katlı mevcut yapının Perform 3D model görüntüsü 40
Şekil 4.2. 4 katlı mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranları 41
Şekil 4.3. 4 katlı mevcut yapı kat kesme kuvvetleri (kN) 42
Şekil 4.4. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının Perform 3D model görüntüsü 44
Şekil 4.5. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları 45
Şekil 4.6. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat kesme kuvvetleri (kN) 46
Şekil 4.7. 4 katlı sürtünme sönümleyici ile güçlendirilmiş yapının Perform 3D model görüntüsü 51
Şekil 4.8. 4 katlı sürtünmeli sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları 52
Şekil 4.9. 4 katlı sürtünmeli sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı yapı kat kesme kuvvetleri (kN) 53
Şekil 4.10. 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği 54
Şekil 4.11. 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği 54

Şekil 4.12. 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin SP-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen) 55
Şekil 4.13. 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği 56
Şekil 4.14. 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği 56
Şekil 4.15. 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin SP-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen) 57
Şekil 4.16. 8 katlı mevcut yapının Perform 3D model görüntüsü 59
Şekil 4.17. 8 katlı mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranları 60
Şekil 4.18. 8 katlı mevcut yapı kat kesme kuvvetleri (kN) 61
Şekil 4.19. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının Perform 3D model görüntüsü 64
Şekil 4.20. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının göreli kat ötelemesi oranları 65
Şekil 4.21. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvvetleri (kN) 66
Şekil 4.22. 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapının Perform-3D model görüntüsü 72
Şekil 4.23. 8 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları 73
Şekil 4.24. 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvvetleri (kN) 74
Şekil 4.25. 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği 75
Şekil 4.26. 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği 75
Şekil 4.27. 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tümünün KI-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen) grafiği 76
Şekil 4.28. 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği 77
Şekil 4.29. 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği 77
Şekil 4.30. 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tümünün KI-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen) grafiği 78
Şekil 4.31. 4 katlı yapıların göreli kat ötelemesi karşılaştırmaları 81
Şekil 4.32. 4 katlı yapıların kat kesme kuvveti karşılaştırmaları 81
Şekil 4.33. 8 katlı yapıların göreli kat ötelemesi karşılaştırmaları 82
Şekil 4.34. 8 katlı yapıların kat kesme kuvveti karşılaştırmaları 83

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 2.1. Mevcut yapıların analizlerinde kullanılacak bilgi düzeyi katsayıları (DBYBHY, 2007) 13
Tablo 3.1. 4 Katlı Bina özellikleri 23
Tablo 3.2. 8 katlı bina özellikleri 25
Tablo 3.3. Seçilen yer hareketleri ve ölçekleri 38
Tablo 4.1. Model isimleri 39
Tablo 4.2. 4 katlı yapıların etkin mod ve kütle katılım yüzdeleri 39
Tablo 4.3. 8 katlı yapıların etkin mod ve kütle katılım yüzdeleri 39
Tablo 4.4. 4 katlı mevcut yapı kirişleri hasar durumu 42
Tablo 4.5. 4 katlı mevcut yapı kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu 43
Tablo 4.6. 4 katlı mevcut yapı kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu 43
Tablo 4.7. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu 46
Tablo 4.8. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu 47
Tablo 4.9. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu 48
Tablo 4.10. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kolon mantolarının çekme etkisindeki hasar durumu 48
Tablo 4.11. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kolon mantolarının basınç etkisindeki hasar durumu 48
Tablo 4.12. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı mantolanmış mevcut kolonların çekme etkisindeki hasar durumu 49
Tablo 4.13. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı mantolanmış mevcut kolonların basınç etkisindeki hasar durumu 49
Tablo 4.14. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı ilave perdeleri hasar durumu 50
Tablo 4.15. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu 57
Tablo 4.16. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonları çekme etkisindeki hasar durumu 58
Tablo 4.17. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonları basınç etkisindeki hasar durumu 58
Tablo 4.18. 8 katlı mevcut yapı kirişleri hasar durumu 61
Tablo 4.19. 8 katlı mevcut yapı kolonların basınç etkisindeki hasar durumu 62
Tablo 4.20. 8 katlı mevcut yapı kolonların çekme etkisindeki hasar durumu 63
Tablo 4.21. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu 66
Tablo 4.22. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu 67

Tablo 4.23. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının basınç hasar durumu 68
Tablo 4.24. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu 69
Tablo 4.25. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu 69
Tablo 4.26. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı mantolu kolon içlerinin çekme etkisindeki hasar durumu 70
Tablo 4.27. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolon içlerinin basınç etkisindeki hasar durumu 70
Tablo 4.28. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı ilave perdeleri hasar durumu 71
Tablo 4.29. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu 78
Tablo 4.30. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu 79
Tablo 4.31. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu 80

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$(EI)_e$: Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$: Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
A_c : Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
A_s : Boyuna donatı alanı
b_o : Çekirdek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kısa kenar kesit boyutu
d : Kirişin ve kolonun faydalı kesit yüksekliği
E_c : Betonun elastisiste modülü
E_s : Donatı çeliğinin elastisiste modülü
f_c : Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
f_{cc} : Sargılı beton dayanımı
f_{cm} : Mevcut beton dayanımı
f_{co} : Sargısız beton basınç dayanımı
f_{ctm} : Mevcut betonun çekme dayanımı
f_e : Etkili sargılama basıncı
f_{su} : Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{sy} : Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_{yw} : Enine donatının akma dayanımı
h_o : Çekirdek betonunu sargılayan etriyelerin eksenleri arasında kalan kesit boyutu
k_e : Sargılama etkinlik katsayısı
L_p : Plastik mafsal boyu
N_D : Deprem hesabında esas alınan kütleler için düşey yükler altında eksenel kuvvet
s : Etriye aralığı
V_r : Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
α_i : Kesit çevresindeki düşey donatıların eksenleri arasındaki uzaklık
ε_c : Beton basınç birim şekil değiştirmesi
ε_{cg} : Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki basınç birim şekil değiştirmesi
ε_{cu} : Sargılı betondaki maksimum basınç birim şekil değiştirmesi
ε_s : Donatı çeliği birim şekil değiştirmesi
ε_{su} : Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi
ε_{sy} : Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi
θ_p : Plastik dönme istemi
ρ_s : Toplam enine donatının hacimsel oranı
ρ_{sm} : Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı
ρ_x, ρ_y : İlgili doğrultudaki enine donatının hacimsel oranı
ϕ_p : Plastik eğrilik istemi
ϕ_t : Toplam eğrilik istemi
ϕ_y : Eşdeğer akma eğriliği istemi

Kısaltmalar

ABYYHY : Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik
ASCE : American Society of Civil Engineers (Amerika İnşaat Mühendisleri Topluluğu)
DBYBHY : Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
FEMA : Federal Emergency Management Agency (Federal Acil Durum Yönetim Kurumu

TİPİK BETONARME YAPILARIN PERDE VEYA SÜRTÜNME SÖNÜMLEYİCİ EKLENEREK GÜÇLENDİRİLMESİNİN YAPI PERFORMANSINA ETKİLERİ

ÖZET

Bu tez çalışması, 1975 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış dört ve sekiz katlı iki binanın iki farklı yöntemle güçlendirilmesini, doğrusal olmayan dinamik analiz sonuçlarının karşılaştırılmasını kapsamaktadır.

Aynı plana sahip olan mevcut yapı, iki farklı yükseklikte (4 ve 8 kat) olacak şekilde seçilmiş ve bu yapılara güçlendirme yöntemleri ayrı ayrı uygulanmıştır. Seçilen güçlendirme yöntemleri, ülkemizde sıklıkla tercih edilen geleneksel yöntem olan betonarme perde ekleme ve sürtünme sönümleyici ekleme yöntemleridir.

Yapının katlarına sönümleyici eklemek, temellere kapsamlı müdahale gerektiren geleneksel yöntemlere göre avantajlar içermektedir. Yapı, uygulama sırasında kullanımda kalabilmekte veya kullanım dışı kalma süresi daha kısa olmaktadır. Yapıya perde ekleme sonucu ortaya çıkan, deprem yükü talebindeki artış, sönümleyici eklendiğinde daha az olmaktadır. Ayrıca, sönümleyici montajı, perde eklemeye göre imalatın kontrolü açısından avantajlar içermektedir.

Çalışmada mevcut binaların dinamik analizleri zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemiyle ve kirişlerde yığılı plastik, kolonlarda yayılı plastik davranış kabulü kullanılarak yapılmıştır. Analizler belirtildiği şekliyle, mevcut binalara belirlenen noktalara betonarme perdeler ve sürtünme sönümleyiciler yerleştirilerek tekrarlanmıştır. Analiz için, DBYBHY 2007'nin önerdiği şekilde, benzeştirilmiş yedi farklı deprem kaydı kullanılmış, sonuç değerleri olarak bu yedi depremden elde edilen değerlerin ortalamaları kullanılmıştır. İki güçlendirme tekniğinden elde edilen sonuçlar, global yapı davranışı ve eleman bazında hasar durumları göz önüne alınarak kıyaslanmıştır.

Betonarme perde ve sürtünme sönümleyici ekleme yöntemlerinin ikisi de eleman hasarlarının azaltılmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, göreli kat ötelenmesi değerlerinin, betonarme perde ekleme yönteminde ciddi şekilde azaldığı gözlenirken, sürtünmeli sönümleyici ekleme yönteminde de tatmin edici seviyelere indiği görülmüştür. Sürtünme sönümleyici ekleme yönteminin, betonarme binaların güçlendirilmesinde iyi bir alternatif olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pasif Enerji Sönümleyici Elemanlar, Performansa Dayalı Tasarım, Sürtünme Sönümleyiciler, Zaman Tanım Alanında Analiz.

THE STRUCTURAL PERFORMANCE EFFECTS OF TYPICAL REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WHICH ARE RETROFITTED BY ADDING SHEAR WALLS OR FRICTION DAMPERS

ABSTRACT

This thesis study contains comparison of dynamic analysis results of two existing structures which had been designed according to 1975 Turkish Seismic Code, strengthened by two different methods with variable stories.

Selected existing structures have the same plane dimensions and two different heights (4 and 8 stories), are strengthened by using two different methods seperately. These strengthening methods are; adding reinforced concrete shear walls which is the traditional and commonly preferred method in Turkey and adding friction dampers to the system instead of shear walls.

Adding friction dampers to the floors of existing structure is advantageous then traditional methods which causes major interventions at structural foundations. Structure can stay at service while strengthening application continues or the time period of out of service situation may be much less. Increasing of earthquake demand is more limited by using friction dampers for strengthening then adding reinforced concrete shear walls. Likewise, erection process of dampers is more advantageous then adding shear walls when control process of application is considered.

Dynamic analyses of existing structures are performed by using nonlineer time history analysis method, while beams are considered to have plastic hinge behaviour and columns are considered to have fiber hinge behaviour. Analyses are re-performed, after shear walls and friction dampers are added seperately to specified locations of existing structures. For analyses, seven simulated earthquake record have been used as DBYBHY 2007 suggests. Average values of results are occured from these records have been taken as final results. Global structural behaviours and damage situations of elements are compared by using average results for both strengthening methods.

Both adding reinforced concrete shear walls and fricton dampers decreases element damages. Moreover, adding shear walls to existing structures decreases drift values significantly, while adding friction dampers decreases drift values satisfactorily. It is stated in this thesis study that; adding friction dampers is an effective method for strengthening existing reinforced concrete structures.

Keywords: Passive Energy Dissipation Systems, Performance Based Design, Friction Dampers, Time History Analyses.

GİRİŞ

Türkiye, çok büyük bölümü deprem kuşağında yer alan ve yapı tasarımında deprem etkilerinin dikkate alınması hayati öneme sahip bir ülkedir. Yakın tarihimiz, pek çok yıkıcı depreme sahne olmuş, önemli oranda can ve mal kaybı yaşanmıştır. Bu depremlerin en belirgin örneği, 17 Ağustos 1999'da yaşanmış olan Kocaeli Depremi olup, depremin yıkıcılığının izleri bugün bile görülebilmektedir.

Ülkemizde modern analiz yöntemlerinin deprem hesabında zorunlu hale getirilmesi 1998 yılında yürürlüğe giren 'Afet Bölgelerinde yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, 1998' ile olmuştur. Deprem bölgeleri haritası bu yönetmelikle eş zamanlı olarak yenilenmiştir. Mod birleştirme yöntemi ile doğrusal ve doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemleri yönetmelik kapsamına alınmıştır ABYYHY 1998'nin yürürlüğe girmesiyle, modern tasarım spektrumu, deprem yükü azaltma katsayıları ve kapasite tasarımı ilkeleri, zorunlu olarak kullanılmaya başlanmıştır.

2007 yılında yürürlüğe giren ve günümüzde de kullanılmakta olan deprem yönetmeliğinde, 1998 deprem yönetmeliğinde tanımlanan analiz ve tasarım ilkeleri büyük oranda geçerli olup en önemli farklardan biri mevcut binaların deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirilmesi hakkında bir bölümün eklenmesidir (DBYBHY, 2007).

1998 öncesindeki yönetmeliklere göre tasarlanmış yapılarda; gerek yapılara etkiyecek deprem kuvvetlerinin belirlenmesinde, gerekse yapı elemanlarının yük taşıma kapasitelerinin tanımlanmasında önemli eksiklikler olduğu bilinmektedir.

Bu tezin konusu, 1975 Türk Deprem Yönetmeliği'ne göre tasarlanmış farklı kat yüksekliklerine sahip planda simetrik, iki farklı kamu binasının, geleneksel ve yeni metotlara göre güçlendirme sonuçlarının karşılaştırılmasından oluşmaktadır. Doğrusal olmayan yöntemlerin kullanıldığı analizler sonucunda, global bazda ve eleman bazında yapı performansları karşılaştırılmıştır.

Analitik çalışma sonuçları incelendiğinde, geleneksek metot olan, yapıya betonarme perde ekleme yönteminin, yapıya önemli oranda rijitlik kattığı ve bu durumun, yapının deprem yükü talebini de ciddi oranda arttırdığı görülmektedir. Bunun yanında, yeni metot olarak seçilen yapıya sürtünme sönümleyici ekleme yönteminin; yapının rijitliğini daha az oranda arttırmasının yanında, yapı elemanlarının hasar görme yüzdesinin de azalmasına neden olduğu anlaşılmaktadır.

1. BETONARME YAPILARDA GÜÇLENDİRME

Depremler, yapıların kinetik enerjiye maruz kalmasına sebep olurlar. Modern analiz yöntemlerinde bu enerjinin, özel olarak tasarlanmış yapı elemanı bölümlerinde hasar olarak tüketilmesi hedeflenmektedir. Ancak uygun detaylandırma yapılmamış mevcut yapılarda, bu enerjinin tüketilmesi sağlanamamakta ve bu durum söz konusu yapıların kısmen veya tamamen göçmesine neden olmaktadır.

Günümüzde güçlendirme stratejisi, göreli kat ötelemesi oranlarının azaltılmasını ve yapısal olmayan elemanların da asgari düzeyde hasar görmesinin sağlanmasını önemli performans gereklilikleri olarak dikkate almaktadır (Georgios Tsionis ve diğ, 2014).

Mevcut betonarme yapılara uygulanacak güçlendirme yöntemi belirlenmeden önce, yapı doğrusal analiz yöntemlerinden biri ile çözümlenir ve yapı elemanlarının kapasite yüklerinin üzerinde etkiye maruz kalıp kalmadıkları kontrol edilir. Yapı elemanlarında, kapasite anlamında yetersizlik mevcut ise, eleman bazında kapasite artımı sağlamak amacıyla güçlendirme çalışması yapılır. Betonarme yapılarda eleman bazında güçlendirme, kolon ve kiriş mantoları, çelik levha ilaveleri veya lifli polimer uygulamaları gibi yöntemlerle sağlanabilmektedir.

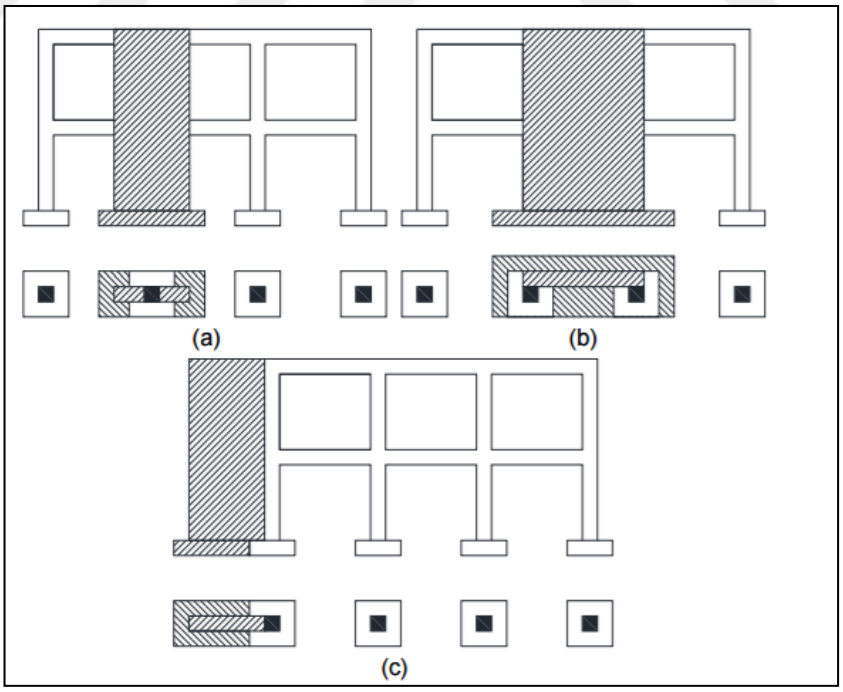
Mevcut betonarme yapıların, yapı elemanları özelinde güçlendirme gerekliliği gösterebilmesinin yanında, yapı sistemi genelinde, deprem etkileri altında davranışının iyileştirilmesi gerekliliği de oluşabilmektedir. Mevcut betonarme yapıların, deprem etkileri altında, yapı sistemindeki davranışlarının iyileştirilmesi, yapı elemanları özelinde de olumlu etki yapan bir uygulamadır. Yapının göreli kat ötelemesi oranlarını azaltmak gibi yapı sistemi bazında iyileşmenin sağlanması ilave perdeler ile deprem yüklerini karşılamak için sisteme eklenen elemanlar ile sağlanabildiği gibi; aktif veya pasif sönümleyici elemanların yapıya eklenmesiyle de sağlanabilmektedir.

1.1. İlave Betonarme Perdelerle Güçlendirme

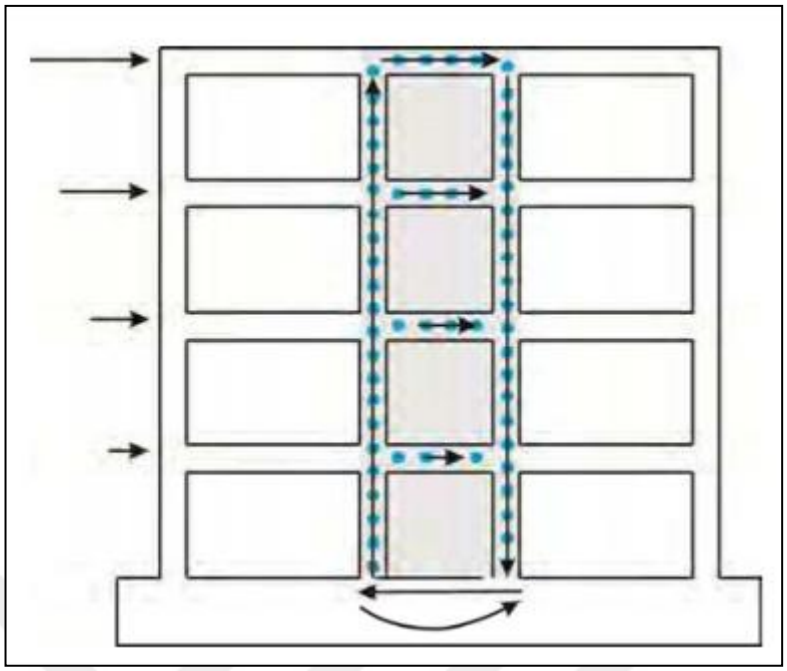
Çerçeve sistemi ile tasarlanmış mevcut betonarme yapılar, deprem etkilerine karşı güçlendirilirken ilave perdeler eklenerek depremden kaynaklanan yatay yüklerin büyük kısmının eklenen perdelerle taşınması; bu yöntemin ana mantığını oluşturmaktadır.

Perde duvar sistemi orta ve yüksek katlı binalarda yaygın olarak kullanılan en yaygın ve etkili yatay yük taşıma sistemidir (Galal ve El Sokkary, 2008). Dayanım ve rijitlik bakımından eksiklik taşıyan mevcut yapılarda, bunların ikisini de geliştirecek yönden etkili bir yöntem olduğu için, betonarme perde duvar ekleme sıklıkla kullanılan bir güçlendirme yöntemidir.

İlave perdeler ile güçlendirme yapılırken, ilave edilen elemanların, deprem etkileri altında mevcut sistemle birlikte çalışacak şekilde detaylandırılmaları gerekmektedir. Uygulama bakımından zorluk içeren bu durum tasarımda öngörülen etkilerin ortaya çıkabilmesi açısından hayati öneme sahiptir.



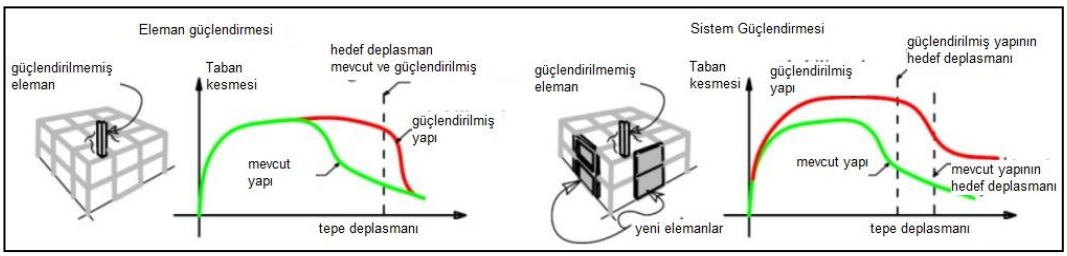
Şekil 1.1. İlave perdelerin temel üzerindeki yerleşimlerinin kesit görünüşü, a) Kolon etrafına yerleştirilmiş, b) Kolona dış merkezli olarak yerleştirilmiş, c) payanda olarak yerleştirilmiş (Georgios Tsionis ve diğ, 2014)



Şekil 1.2. İlave perdeler ile mevcut çerçeve arasındaki yük aktarım mekanizması (Kaplan ve Yılmaz, 2012)

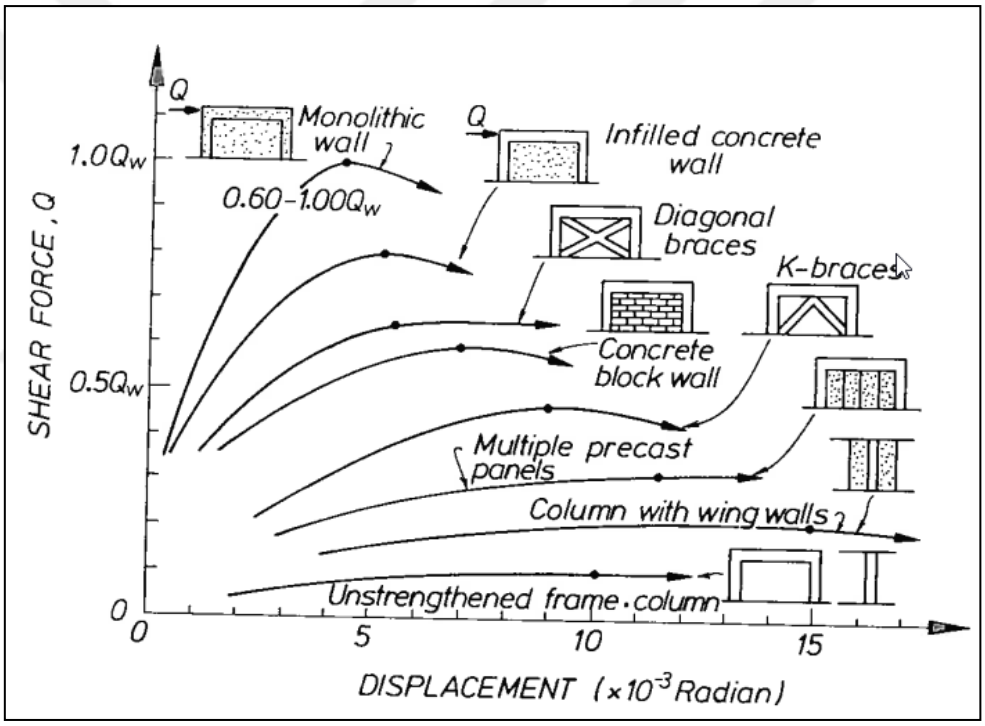
Global yapı güçlendirmesi yöntemleri arasında perde ilavesi, en popüler yöntemlerden birisidir. Dünya çapında birçok araştırmacı sıklıkla bu yöntem üzerinde çalışmaktadır. Perde ekleme, yapının yanal yük taşıma kapasitesini ve rijitliğini büyük ölçüde arttırmaktadır (Kaplan ve Yılmaz, 2012).

İlave perdeler ile güçlendirmede en çok tercih edilen metot, perdeleri mevcut çerçeve sistemlerinin arasına yerleştirmektir. Bu şekilde tercih edilen uygulama, ilave perdeyi temele tespit etmekte ve bu şekilde yapıya etkiyen düşey yüklerin yeniden dağılımı için imkan vermektedir (Şekil 1.2). Ayrıca mevcut kolonların ilave edilen perdelerde başlık bölgesi olarak çalışması sağlanmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.3. İlave perde eklemenin global yapı davranışına etkisi (Folic ve Petronijevic, 2015)

İlave betonarme perdeler ile güçlendirmenin, global deplasmanları azaltmak, taşıma kapasitesini ve çerçeve sisteminin rijitliğini arttırmak gibi, betonarme yapı sistemi davranışında önemli iyileştirmeler sağladığı bilinmektedir. Ancak ilave perde eklemenin bu iyileşmeleri sağlayabilmesi, eklenen perdelerin mevcut sistem ile birlikte çalışmasının sağlanmasıyla mümkün olmaktadır. Şekil 1.4'de betonarme çerçeveye yapılacak farklı türde müdahalelerin sistem rijitliğine etkileri görülmektedir. Mevcut yapı ile eklenen elemanların birleştiği noktaların davranışı, güçlendirme yönteminin seçiminde doğrudan etkilidir. (Folic ve Petronijevic, 2015). Aktif veya pasif olarak uygulanan çelik elemanlara göre, perde ilavesinin tercih edilir olmasının en önemli nedeni olarak düğüm bölgeleri davranışı gösterilebilir.



Şekil 1.4. Farklı elemanlar ilave edilerek yapı güçlendirmenin, global rijitliğe etkileri (Rodriguez ve Park, 1991)

İlave betonarme perdeler ile güçlendirme yönteminde, yerinde uygulama da büyük önem taşımaktadır. Mevcut yapının iç bölümlerinde uygulama yapılması gerekliliği söz konusu olduğundan, donatı ve ankraj elemanlarının yerleşimi ve beton döküm ve kürleme işlemleri önemli ölçüde dikkat ve iyi işçilik gerektirmektedir.

Mevcut betonarme yapılar, ilave betonarme perdeler ile güçlendirilirken, yapının deprem kuvveti talebinin önemli oranda artacağı gözden kaçırılmamalıdır. Deprem

kuvveti talebindeki bu artış, çoğunlukla mevcut betonarme yapıların temelleriyle karşılanamayacak kadar büyük olmaktadır. Bir başka deyişle, mevcut betonarme yapılar ilave betonarme perdeler ile güçlendirildiğinde, yapı temellerinin de güçlendirilmesinin gerekmesi yüksek bir olasılıktır.

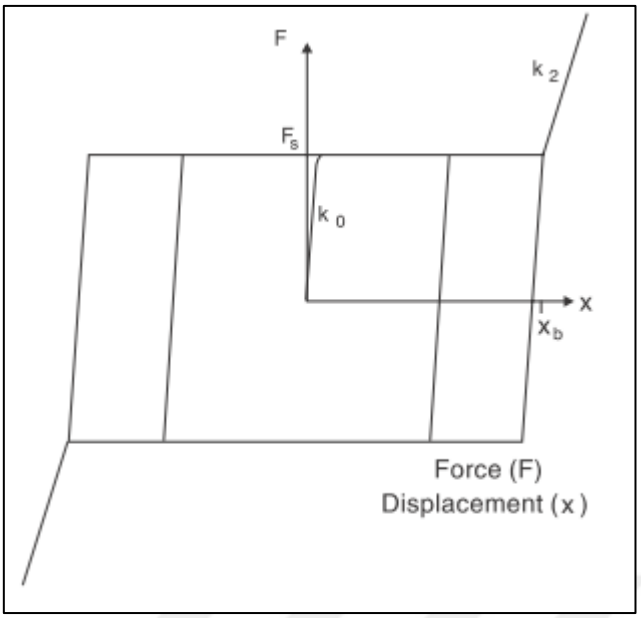
İlave betonarme perdeler ile güçlendirme yapılmaya karar verilirken, bu uygulamanın kaliteli işçilik gerektiren, uzun süreli bir ıslak imalat olduğu da göz önünde bulundurulmalıdır. İlave betonarme perde imalatları sürerken, yapının kullanımda olması çoğu zaman imkân dâhilinde değildir.



Şekil 1.5. İlave perdeler ile güçlendirme uygulaması (Folic ve Petronijevic, 2015)

1.2. Sürtünme Sönümleyiciler ile Güçlendirme

Sürtünme sönümleyiciler, yük transferi sırasında, sistemi oluşturan katı cisimlerin birbirleri üzerinde kayarken, temas yüzeylerinde oluşan sürtünme kuvveti ile enerji tüketme prensibiyle çalışırlar. Uygulamada kullanılan farklı türleri olsa da, genel prensip, temas eden farklı türdeki malzemelerin bulonlar ile birbirlerine tespit edilip; istenilen sürtünme kuvveti oluşuncaya kadar yük almak üzere bulonlara öngerilme verilmesidir. Tasarımda dikkate alınan ve sönümleyici kapasitesi olarak ifade edilen kuvvet değeri, belirtilen durağan sürtünme kuvvetinin aşılma değeridir ve akma noktası olarak ifade edilir. Akma noktasına kadar doğrusal olarak kuvvet almayı sürdüren sönümleyici, akma noktasına ulaştıktan sonra, sabit olarak bu kuvveti taşırken deplasman yapmaya devam eder yani elasto-plastik davranış gösterir (Şekil 1.6).



Şekil 1.6. Sürtünme tipi sönümleyicilerin yük-deplasman grafiği (Constantinou ve diğ,, 1998)

Sürtünme sönümleyicilerin tasarım açısından önemli avantajlara sahip olduğu bilinmektedir. Davranışları deplasman bazlı olup, deprem etkisinin zamana bağlı parametrelerinden etkilenmemektedir. Ancak diğer sönümleyici tiplerinin aksine yapıya rijitlik katmakta yani yapının karakteristik özelliklerini de değiştirmektedir. Bu durum, perde ekleyerek güçlendirme yönteminde olduğu gibi, yapının deprem kuvveti istemini belirli bir miktar arttırmaktadır.

Sürtünme sönümleyiciler, yük-deplasman grafiğinden anlaşılacağı üzere, akma yüküne ulaştıktan sonra önemli miktarda enerji tüketme kapasitesine sahiptirler. Akma noktasına ulaşana kadar ise, deprem etkisine kuvvet bazlı olarak karşı koymaktadırlar (Constantinou ve diğ., 1998).

Sürtünme sönümleyicilerin gelişimi 1970'li yılların sonlarına rastlamaktadır (Pall 1979). Makine mühendisleri tarafından uzun süredir kullanılan sürtünme ile frenleme prensibi, sürtünme sönümleyicilerin de ana çalışma mantığına ilham vermiştir. Avtar ve Rashmi Pall, yaptıkları deneysel çalışmalar ile sistemlerini geliştirerek, pek çok farklı türde sürtünmeli sönümleyici için patent almışlardır. Bunlar; çekmeye çalışan X çaprazlarda, tekli çaprazlarda, chevron tipi çaprazlarda, cephe bağlantılarında ve taban izolatörlerinde kullanılabilmektedir.

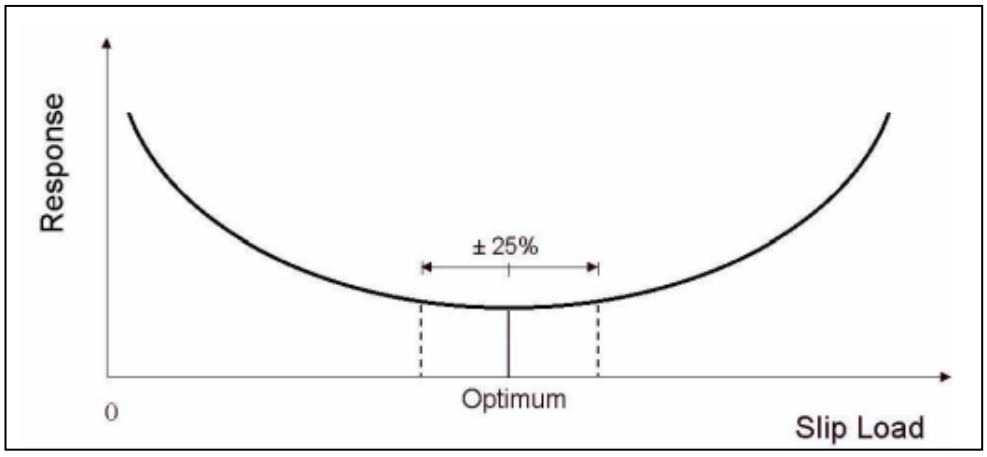


Şekil 1.7. X çaprazın ortasında kullanılan Pall Sürtünme Sönümleyicisi (Pall ve Pall, 2004)



Şekil 1.8. X çaprazın düğüm noktalarında kullanılan Pall Sürtünme Sönümleyicisi (Pall ve Pall, 2004)

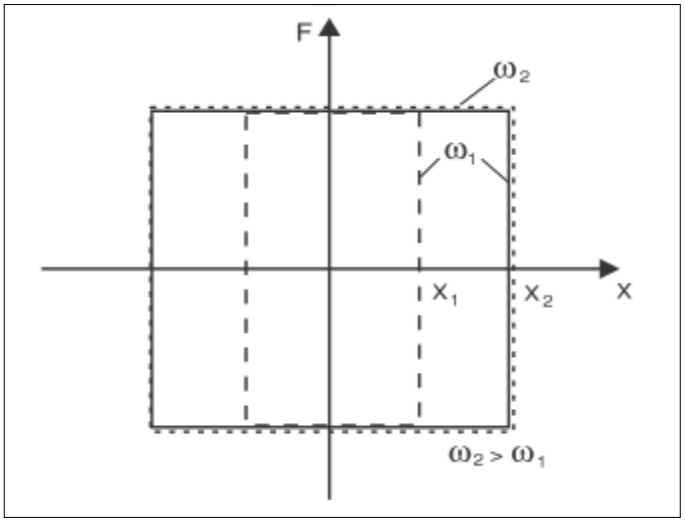
Sürtünme sönümleyiciler, rüzgârda veya orta ölçekli depremlerde akma noktasına ulaşmamak üzere tasarımlanırlar. Büyük ölçekli depremlerde ise yapısal elemanlar hasar almadan akma noktasına ulaşmak üzere optimize edilmeleri hedeflenir. Genel olarak, sürtünmeli sönümleyici eleman kapasitelerinin alt sınırı tasarıma esas rüzgar yükleri nedeniyle oluşacak kesme kuvvetinin %30 fazlası olarak, üst sınır olarak ise yapısal elemanların ilk akacağı kesme kuvvetinin %75'i olarak belirlenir (Pall ve Pall, 2004). Şekil 1.9'da, sürtünme sönümleyici akma noktası optimizasyonu şematik olarak görülmektedir.



Şekil 1.9. Optimum akma yükü-etki ilişkisi (Pall ve Pall, 2004)

Sürtünme sönümleyicilerin akma noktası olarak tanımlanan kuvvet değeri, fiziksel olarak hedeflenen sürtünme kuvvetine ulaşılıp kaymanın başladığı kuvvet değerini ifade eder. Bu değere ulaşıldıktan sonra oluşan elasto-plastik davranış karmaşık bir doğrusal olmayan yapıya sahip olsa da, yapılan deneysel çalışmalar, sürtünme sönümleyicilerin teorik altyapısı için Coulomb Sürtünme Modeli'nin yeterli altyapıyı sağladığını göstermiştir. Bu modele göre W cismin ağırlığını, F kayma yüzeyleri arasında oluşan sürtünme kuvvetini, N normal kuvveti (N=W) ve P cisme uygulanan kuvveti göstermek üzere, Sürtünme kuvveti F, daima cismin hareketine ters yönde oluşmakta olup, statik sürtünme kuvveti P kuvvetinin artmasına bağlı olarak artmaktadır. Statik sürtünme kuvveti, dengeyi meydana getiren minimum sürtünme kuvveti olup cismin hareketini önlemektedir. Kayma hareketi başlar başlamaz F kuvveti sabit kalırken, kinetik sürtünme kuvveti değişmektedir. Ancak, teorik basitleştirme amacıyla sabit kabul edilir (Constantinou ve diğ., 1998).

İki yüzey arasında kaymanın henüz başladığı andaki maksimum statik sürtünme kuvveti, F_{mak} ile gösterilecek olursa, F_{mak}'ın normal kuvvet olan, N'ye oranına statik sürtünme katsayısı, μ denir.



Şekil 1.10. Sürtünme kuvveti – Deformasyon ilişkisi (Constantinou ve diğ., 1998)

Sürtünme sönümleyicilerin çalışma mantığı da, bu teori uyarınca, iki metal arasındaki sürtünmenin, sıkıştırma ile sağlanan eksenel basınç kuvvetinin kontrolü ile belirlenip, hedeflenen kayma kuvvetinin tasarım için belirlenmesine dayanır.

Sürtünme sönümleyiciler kullanılarak mevcut binalara güçlendirme yapıldığında, optimum tasarım ile, deprem yüklerinin oluşturduğu enerjinin önemli bir kısmı sönümleyiciler tarafından tüketilebilmektedir. Ayrıca, mevcut yapının global davranışını ifade eden, göreli kat ötelenme oranları azalmaktadır. Bunun yanında, yapının deprem kuvveti istemi kontrol altında tutulabildiğinden, yapı temeline müdahale etme gerekliliği genellikle oluşmamakta veya yalnızca sönümleyicinin eklendiği bölgelerde asgari düzeyde oluşmaktadır.

2. YAPILARIN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİYLE PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ

2.1. Giriş

DBYBHY 2007'nin yürürlüğe girmesiyle birlikte, ülkemizde performansa dayalı tasarım ve kontrol yaklaşımı yaygınlaşmaya başlamıştır.

DBYBHY 2007'ye göre, yapılar doğrusal hesaplarla analiz edilip boyutlandırılırken, taşıyıcı elemanların sünek davranması ve deprem enerjisini tüketmesi hedeflenir. Yapılar doğrusal hesap yöntemleri ile analiz edilip tasarlanırken, taşıyıcı yapı elemanlarının kontrolleri kuvvet bazlı yapılıp boyutlandırılır.

Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinde ise, yapı elemanlarının akma sonrası davranışları dikkate alınır. Yapı elemanları, kendisini oluşturan malzemelerin doğrusal olmayan kuvvet-birim şekil değiştirme modelleri uyarınca kontrol edilirler. Ayrıca yapı sistemleri kuvvete maruz kaldığında oluşan doğrusal olmayan geometrik etkiler de bu hesap yöntemlerinde dikkate alınabilir.

DBYBHY 2007'de, Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi olmak üzere 3 adet doğrusal elastik olmayan analiz yöntemi bulunmaktadır. Analiz edilecek yapıların karakteristik özellikleri dikkate alınarak, bu yöntemlerden yapı için en uygun olanı belirlenerek analiz yapılır (Priestley, 2003).

Doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri ile analiz yapılırken, analiz edilen yapının özelliklerinin gerçeğe en yakın şekilde modele yansıtılması büyük önem taşır. Bu nedenle DBYBHY 2007, mevcut yapılar için bilgi düzeyi sınıfları tanımlamıştır. Bu tanımlama uyarınca, bina bilgi düzeyi azaldıkça eleman kapasiteleri de belli oranlarda azaltılarak, analiz sonucunun güvenli tarafta kalması amaçlanmaktadır.

Tablo 2.1. Mevcut yapıların analizlerinde kullanılacak bilgi düzeyi katsayıları (DBYBHY, 2007)

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

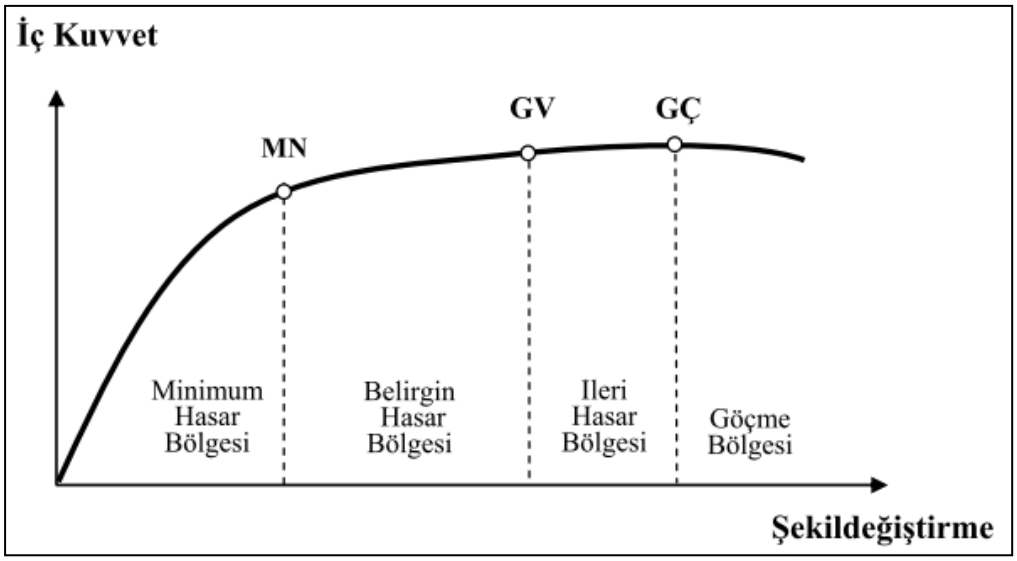
2.2. Performans Kavramı

Performansa dayalı tasarım kavramı, mevcut yapıların değerlendirilmesi ve deprem güvenliklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilmiştir. Ancak, günümüzde yapısal analiz yöntemlerinin gelişmesiyle, yeni yapıların tasarımında da dikkate alınan bir yöntem haline gelmiştir.

Doğrusal hesap yöntemleri ile analiz yapılırken, yapı elemanları kuvvet bazlı kontrol edilirler. Yapıya etkiyen dış kuvvetler sonucu yapı elemanlarında oluşan iç kuvvetlerin, yapı elemanlarının güvenli taşıma kapasitelerinden düşük değerler olması hedeflenir.

Performansa dayalı yapı tasarımı, yapı elemanlarının, düşey yükleri taşıma öncelikli görevini yerine getirirken; deprem etkileri altındaki performans düzeyini belirleme amacını taşır. Yapı elemanlarının performans düzeyi, deprem etkisi altında görecekleri hasarın derecesi ile ilişkilidir. Yapı elemanlarının, deprem etkileri altında görecekleri hasarın derecesi, yapı elemanını oluşturan malzemelerin göstereceği birim deformasyonların hesaplanması yoluyla belirlenir (Fardis, 2009).

Eleman hasarı belirlemek, doğrusal olmayan malzeme davranışının uygun şekilde matematik modelinin oluşturulması ile mümkün hale gelir. Şekil 2.1'de DBYBHY 2007'ye göre eleman hasar sınırları görülmektedir.



Şekil 2.1. Eleman hasar bölgeleri grafik gösterimi (DBYBHY, 2007)

Betonarme bir yapı için, yapı elemanlarını oluşturan beton ve donatı çeliklerine ait doğrusal olmayan gerilme - birim şekil değiştirme bağıntılarından, yönetmeliklerce önerilen veya literatürde kabul görmüş herhangi biri kullanılabilir.

2.3. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi, gerçek veya benzeştirilmiş yer hareketi ivme kayıtlarının, belirli bir zaman aralığı ile yapıya adım adım etkitilmesi ve hareket denkleminin her adım için çözümlenmesi olarak ifade edilebilir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır (DBYBHY, 2007).

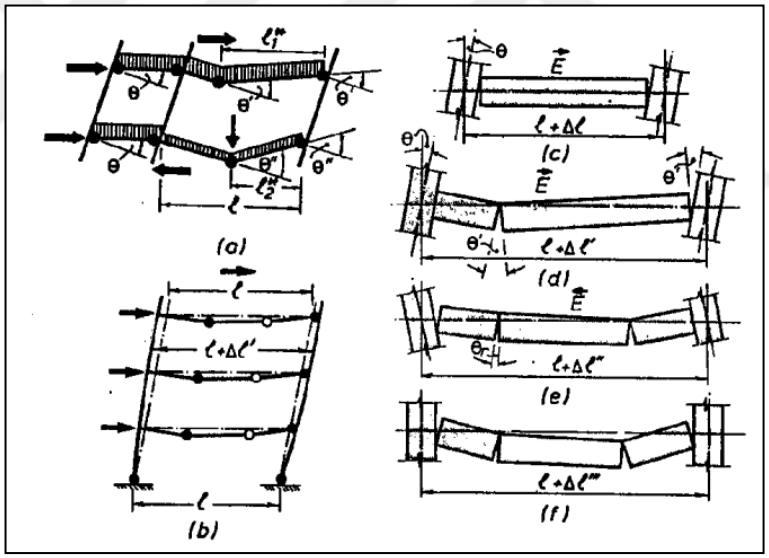
DBYBHY 2007'de belirlenen, sünek malzemeler için plastik şekil değiştirme sınırları ve gevrek malzemeler için iç kuvvet değerleri; zaman tanım alanında hesap sonucu belirlenen deprem istemleri ile karşılaştırılarak, yapının performans düzeyi belirlenir.

Yapının performans düzeyinin, gerçekte oluşması en olası duruma olabildiğince yakın olarak belirlenebilmesi amacıyla, yapıya mümkün olduğunca fazla sayıda farklı deprem hareketi etkitilmesi önerilmektedir. DBYBHY 2007, bu deprem hareketi sayısını; maksimum etkilerin performans düzeyini dikte etmesi koşuluyla 3 deprem, ortalama değerlerin performans düzeyini belirlemesi koşuluyla 7 deprem olarak önermektedir.

2.4. Doğrusal Olmayan Eleman Davranışının İdealleştirilmesi

Yapı elemanlarının, elastik bölgenin aşılmasından, bir başka deyişle akma sonrasındaki gerilme - birim şekil ilişkilerini ifade etmek için çeşitli matematiksel modellerden yararlanılır. Akma sonrası, yapı elemanlarına ait gerilme - birim şekil değiştirme ilişkisini ifade etmek için kullanılan matematiksel modeller, en genel haliyle yığılı ve yayılı plastisite olmak üzere, iki ana başlık altında toplanabilir (Fardis, 2009).

Yığılı plastik davranış varsayımı, taşıyıcı eleman kesitinin tamamında gözlenen plastik şekil değiştirme dağılımının, kesitin belirli bir bölümünde etkin olarak yığılacağı varsayımına dayanır (Şekil 2.2). Bu nedenle, yığılı plastik davranış varsayımı ile analiz yapılacağı durumlarda, eleman üzerindeki plastikleşecek bölgenin doğru belirlenmesi büyük önem taşır (Paulay ve Priestley, 1992).



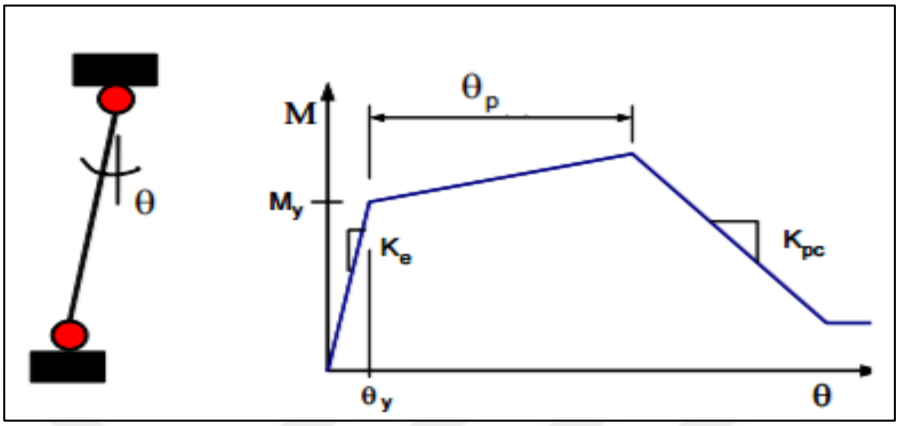
Şekil 2.2. Betonarme kiriş elemanlar için potansiyel plastik mafsal oluşma bölgeleri (Paulay ve Priestley, 1992)

Plastik mafsalın elemanlarda oluşacağı yerin belirlenmesinde ise, literatürde çok sayıda yaklaşım olmakla birlikte; DBYBHY 2007 Denklem (2.1)'i önermektedir;

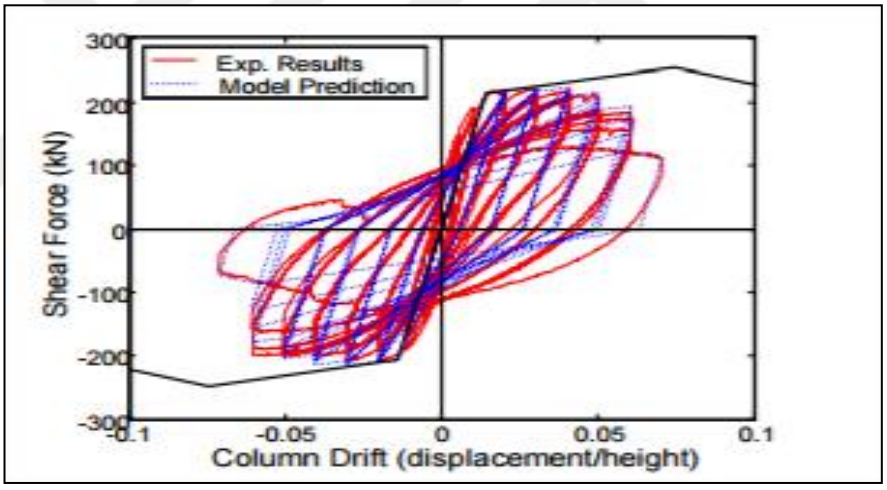
$$L_p=0,5h \qquad (2.1)$$

Denklem (2.1)'e göre, plastik mafsal boyu, kesit yüksekliğinin (h) yarısı kadar kabul edilmektedir.

Eğilme momenti baskın elemanların, bir başka deyişle kirişlerin plastik mafsalları moment-dönme ilişkisi ile ifade edilmektedir. Eğilme ile eksenel yükün birlikte etkidiği kolon türündeki elemanlarda ise PMM mafsalı tanımlaması yapılmaktadır.



Şekil 2.3. Yığılı plastik mafsal modeli ve tipik moment-dönme ilişkisi (Moehle ve diğ., 2010)

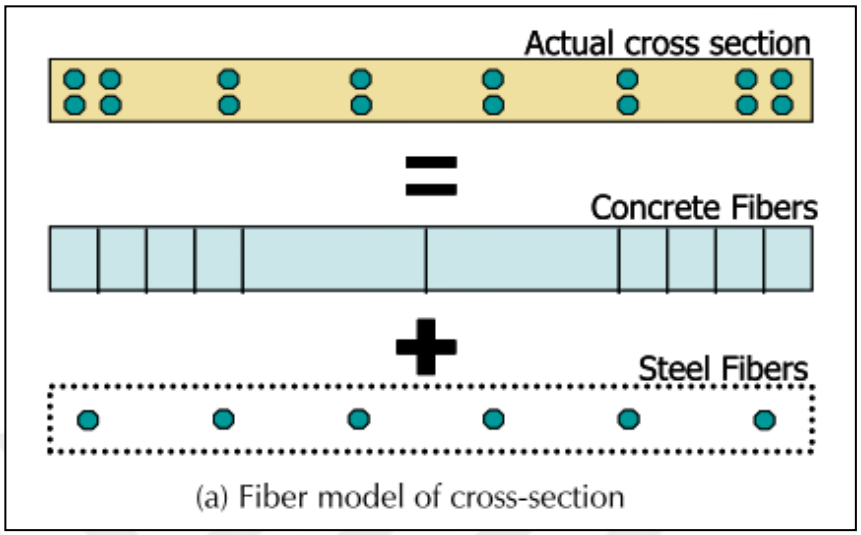


Şekil 2.4. Çevrimsel yükleme altında, tipik kolon - göreli ötelenme oranı (Moehle ve diğ., 2010)

Yayılı plastik davranış varsayımı ise, çubuk veya kabuk sonlu elemanların lifli (fiber) olarak tanımlanması yoluyla modelleme esasına dayanır.

Yayılı plastik davranış varsayımında, gerçek eleman davranışına en uygun şekilde, doğrusal olmayan davranışın eleman uzunluğunca ve farklı seviyelerde gerçekleşeceği öngörüsü yapılmaktadır. Bu davranışın modellenmesinde, Şekil 2.5'da görüldüğü üzere kesit belirli alanlarda parçalara bölünür. Bu parçalarda, betonarme bir taşıyıcı eleman için, beton ve donatı çeliğine ait malzeme bazında

doğrusal olmayan gerilme - birim şekil değiştirme bağıntıları yoluyla, varsayılan etkiler altında oluşan şekil değiştirmeler hesaplanır.



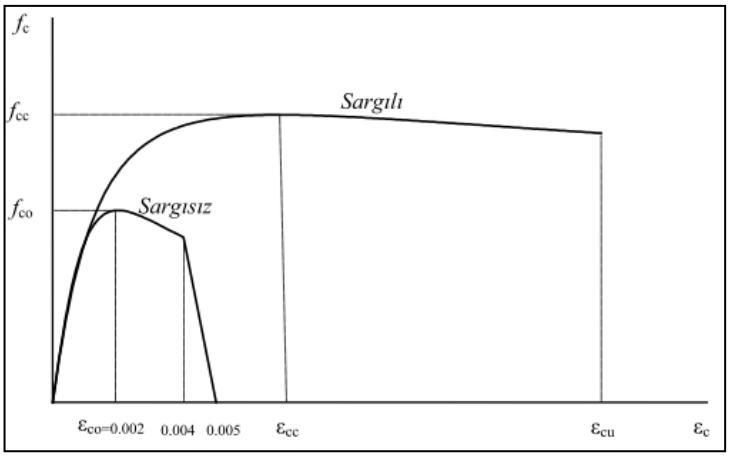
Şekil 2.5. Betonarme perde duvarın temsili fiber modelleme görünüşü (Moehle ve diğ., 2010)

Yaklaşım olarak, fiber modelleme, yığılı plastik davranış yaklaşımı ile plastik mafsal modellemeden daha gelişmiş bir modelleme tekniğidir. Burada kritik olan nokta kesitin, davranışını gerçeğe en yakın ifade edecek optimum sayıda parçaya bölünmesidir. Çoğu analiz programında, fiber elemanların hepsinden okuma da alınamadığı için, hasarın belirleneceği deformasyonların okunacağı fiber elemanlar, mühendisin öngörüsüyle doğru olarak belirlenmelidir. Genel olarak, analiz süresini uzatması ve modelleme zorluğu nedeniyle yalnızca perde elemanların modellemesinde yaygın olarak kullanılsa da; fiber elemanlar kolon ve kiriş elemanların modellemesinde de kullanılabilir.

2.5. Doğrusal Olmayan Eleman Davranışında Kullanılan Malzeme Modelleri

Performans analizi yapılırken kullanılacak, doğrusal olmayan davranışı ifade eden malzeme modelleri DBYBHY 2007'ye göre belirlenmiştir.

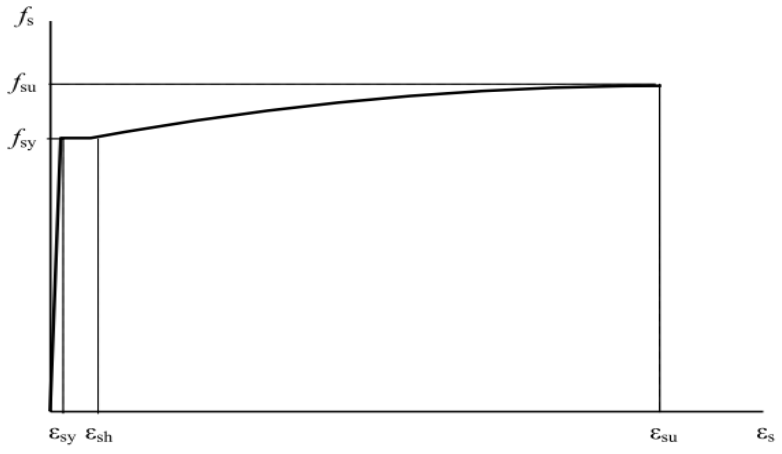
Beton için DBYBHY 2007 Ek 2B'de önerildiği üzere Mander Beton Modeli kullanılmıştır. Şekil 2.6'da görüldüğü üzere, Mander Beton Modeli, sargılı ve sargısız betonarme kompozit kesit davranış türlerini kapsamaktadır. Betonarme bir kesitim sargılı olduğunda, sargısız olduğu duruma göre sünekliğinde ve dayanımında artış olduğu, model grafiğinden anlaşılmaktadır.



Şekil 2.6. Sargılı ve sargısız beton için gerilme - birim deformasyon grafiği (DBYBHY, 2007)

Donatı için de, DBYBHY 2007'de verilen gerilme - birim şekil değiştirme grafiği kullanılmıştır (Şekil 2.7). Doğrusal yöntemlerde genellikle göz ardı edilen pekleşme bölgesi grafiğin akma noktası sonrası bölümünde görülmektedir. Doğrusal yöntemlerle analiz ve tasarım yapılırken, donatı çeliği için pekleşme davranışı yerine elasto - plastik malzeme kabulü yapılmaktadır.

Kalite	f_{sy} (Mpa)	ε_{sy}	ε_{sh}	ε_{su}	f_{su} (Mpa)
S220	220	0.0011	0.011	0.16	275
S420	420	0.0021	0.008	0.10	550

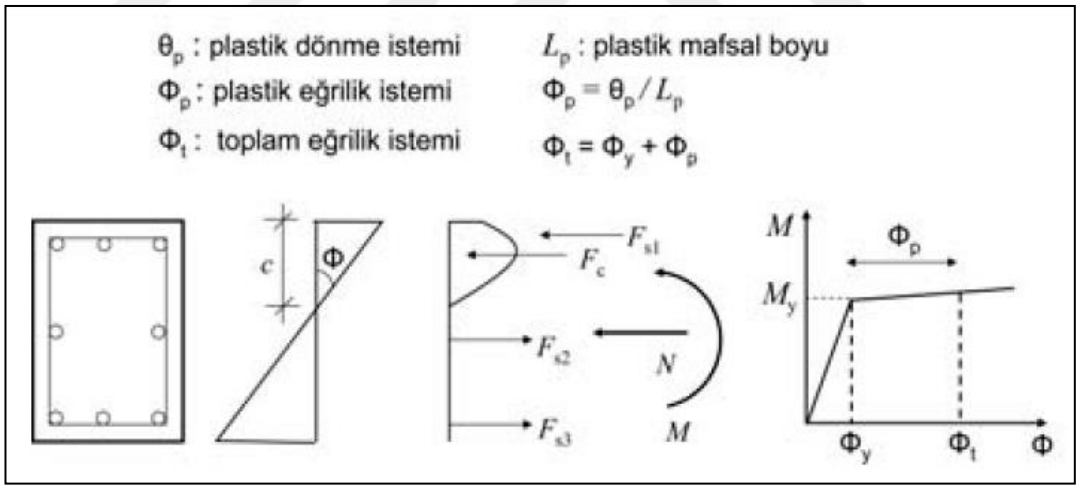


Şekil 2.7. Donatı çubukları için gerilme - birim şekil değiştirme grafiği ve sınır değerler çizelgesi (DBYBHY, 2007)

2.6. Doğrusal Olmayan Analiz İçin Eleman Birim Şekil Değiştirme İstemlerinin ve Kesit Hasar Sınırlarının Belirlenmesi

Yapıların performans değerlendirmeleri, yapı elemanlarının deprem etkileri altında uğradıkları birim şekil değiştirme değerlerinin belirlenmesi ile yapılır. Doğrusal olmayan analiz yapılarak belirlenen yapı bileşenlerine ait birim şekil değiştirme istemleri, malzemelerin hasar sınırları ile karşılaştırılarak, yapı elemanlarının hasar durumları belirlenir.

Betonarme bir yapı için, hasar sınırlarının belirlenmesi, yapı elemanlarını oluşturan beton ve donatı çeliği malzemelerinin ikisi için de birim şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesini gerekli kılar. Beton için basınç etkisi ile oluşan birim kısalma hasarın değerini belirlemede etken iken, donatı çeliği için çekme etkisinde oluşan birim uzama hasarın derecesinin belirlenmesinde etkendir (Paulay ve Priestley, 1992). Şekil 2.8'da, betonarme bir kiriş için birim şekil değiştirme isteminin belirlenmesi şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Betonarme kesitler için şekil değiştirme isteminin belirlenmesi özet gösterimi (Aydınoğlu, 2007)

Performans analizi yapılacak yapı elemanlarının plastik şekil değiştirme kapasiteleri, iki adımda belirlenmektedir. Betonarme kesitler için, kesitin eksenel yük istemi altındaki moment eğrilik ilişkisinden elastik eğrilik istemi hesaplanır. Sınır durum olarak belirlenen plastik dönme isteminin, plastik mafsal boyuna bölünmesiyle de plastik eğrilik istemi hesaplanır (Denklem (2.2));

$$\Phi_p=\frac{\theta_p}{L_p} \quad (2.2)$$

Bu iki değerin toplanması ile kesitin toplam eğrilik istemi hesaplanır (Denklem (2.3));

$$\varphi_t=\varphi_y+\varphi_p \quad (2.3)$$

Kesitin toplam eğrilik isteminden yola çıkılarak, beton için birim kısalma, donatı çeliği için birim uzama olmak üzere hasar sınırları şekil değiştirme bazında belirlenir.

Kesit bazında hasar belirlemesi yapabilmek için, şekil değiştirme istemlerinin beton ve donatı çeliği bazında ayrı değerlendirmesi gerekir. Kesit hasar durumunu, eğrilik istemine denk gelen noktada, beton birim kısalması veya donatı çeliği birim uzaması belirlemektedir.

Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN) için kesitin en dış lifindeki beton birim kısalması ile donatı çeliği birim uzaması üst sınırları;

$$(\varepsilon_{CU})_{MN}=0,0035 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{MN}=0,010 \quad (2.4)$$

Kesit Güvenlik Sınırı (GV) için en dış lifteki beton birim kısalması ile donatı çeliği birim uzaması üst sınırları;

$$(\varepsilon_{cg})_{GV}=0,0035+0,01(\rho_s/\rho_{sm})\leq 0,0135 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GV}=0,04 \quad (2.5)$$

Kesit Göçme Sınırı (GÇ) için en dış lifteki beton birim kısalması ile donatı çeliği birim uzaması üst sınırları;

$$(\varepsilon_{cg})_{GC}=0,004+0,014(\rho_s/\rho_{sm})\leq 0,018 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GC}=0,06 \quad (2.6)$$

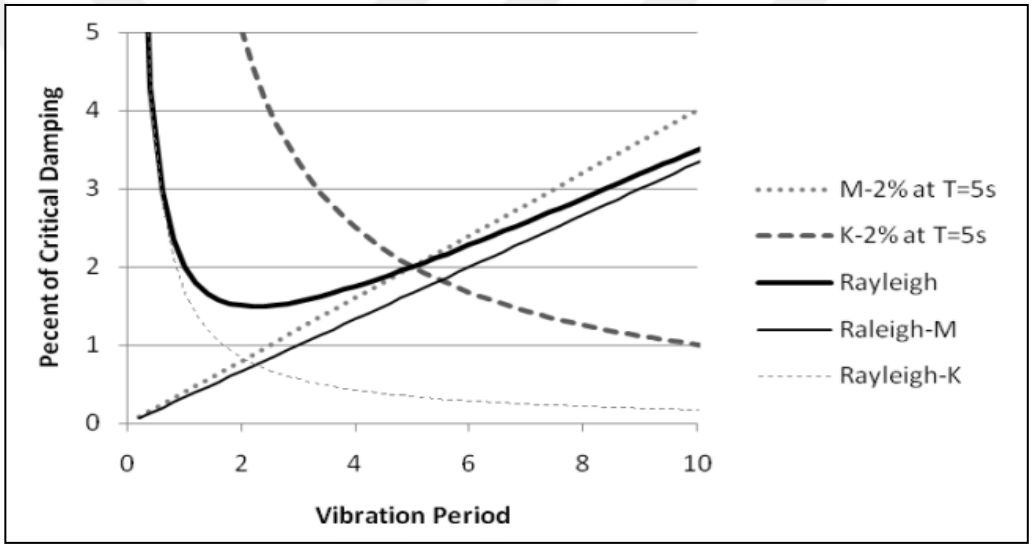
2.7. Sönüm

Yapılarda sönüm en genel tanımıyla, çok serbestlik dereceli sistemlerin titreşimlerinde gözlenen enerji kaybı olarak açıklanabilir. Yapıların serbest titreşim

modlarını belirleme esasına dayanan modal analiz gerçekleştirilirken genellikle klasik Rayleigh Metodu kullanılır;

$$[C] = \alpha_m[M]+\alpha_k[K] \quad (2.7)$$

Burada C, M (kütle) ve K (rijitlik) matrislerinin lineer olarak toplanmasıyla elde edilen sönümlenme değerini ifade eder. Başta bulunan α katsayıları ise bina etkin periyotları kullanılarak elde edilen ve değişen periyotlar ile birlikte değişmeyip sabit kalan katsayılardır. α_m kütle matrisi içim kullanılan sönüm katsayısını ifade ederken, α_k ise rijitlik için sönüm katsayısını ifade eder (Moehle ve diğ., 2010). Şekil 2.9'da katsayı indisleri için, yapı periyotlarına göre tipik dağılımlar görülmektedir.



Şekil 2.9. Kritik sönümlenme oranının, rijitlik ve kütle matrislerine göre değişimi (%2 sönümlenme oranı ve T1 = 5sn için) (Moehle ve Diğ., 2010)

Sönümlenme oranı için genel yaklaşım, sönümün belirli bir periyot aralığı için sabit kabul edilebileceğidir. Örneğin DBYBHY 2007 tasarım deprem spektrumu %5 sabit sönüm oranı için türetilmiştir.

2.8. Doğrusal Analizde Kullanılacak Yer Hareketlerinin Belirlenmesi

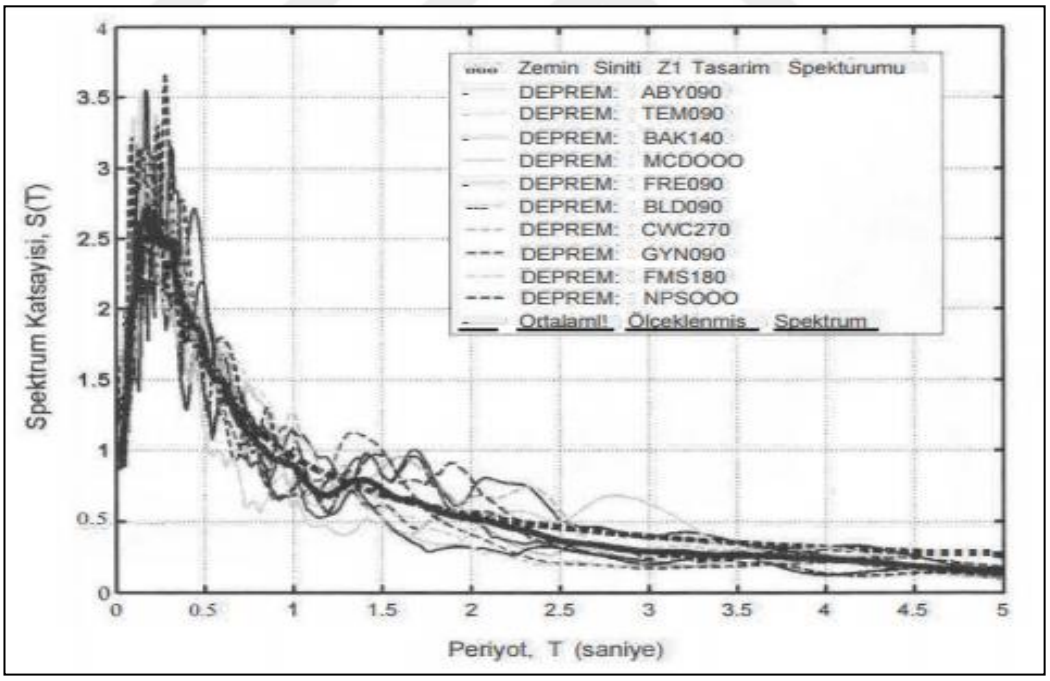
TDY 2007'de zaman tanım alanında yapılacak analizlerde kullanılacak yer hareketi kayıtlarının koşulları aşağıdaki gibi açıklanmıştır:

- Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.

- Üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A0 g den daha küçük olmayacaktır.
- Seçilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, göz önüne alınan deprem doğrultusındaki hakim periyod T1 e göre 0,2T1 ile T1 arasındaki periyodlar için, Sae(T) elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

Mevcut olan kuvvetli yer hareketi kayıtlarının artması sebebiyle, depremlerde kaydedilmiş ivme kayıtlarının kullanılması ve ölçeklenmesi bu alandaki en güncel araştırma konularından biri haline gelmektedir (Şekil 2.10) (Fahjan, 2008).

Mevcut deprem kaydı, performans analizinde kullanılmak üzere seçildiğinde; öncelikle yapının belirlenmiş performans hedefine uygun deprem spektrumu esas alınır. Bunun dışında, yakın fay etkisi ve fay türü gibi depremin kendi karakteristiğinden kaynaklı ölçekleme kriterleri de mevcuttur.



Şekil 2.10. DBYBHY (2007) elastik tasarım ivme spektrumuna göre ölçeklenmiş deprem kayıtlarının tepki spektrumları (Yerel Zemin Sınıfı Z2) (Fahjan, 2008)

Bu çalışma kapsamında deprem kayıtlarının seçiminde, Yanal atımlı deprem mekanizması, 7,0 < Mw < 7,5 deprem moment büyüklüğü ve B veya C zemin sınıfı esas alınacaktır.

3. ANALİTİK ÇALIŞMA

Bu bölümde, 4 ve 8 katlı olarak seçilmiş, planda simetrik iki adet mevcut binanın performans değerlendirmesinin yapılması; ardından da iki farklı güçlendirme yöntemi ile performanslarındaki iyileşme irdelenmiştir.

Seçilen güçlendirme yöntemleri; ilave perde ekleme ve sürtünmeli sönümleyici ekleme yöntemleridir. Seçilen güçlendirme yöntemlerinin performansa etkilerinin, başka hiçbir etki göz önünde olmadan kıyaslanabilmesi için; eklemeler yapıların aynı akslarına yapılmıştır.

Yapı analizinde PERFORM-3D programı kullanılmıştır. Tüm kolonlar ve ilave perdeler, yayılı plastisite kavramı uyarınca fiber elemanlar ile modellenmiştir. Kirişlerde ise standart moment-eğrilik plastik mafsalı ile modelleme yapılmıştır.

3.1. Yapı Genel Bilgileri

Mevcut yapıların genel bilgileri, eleman özellikleri ve yükleme bilgileri, bu bölümde açıklanmıştır.

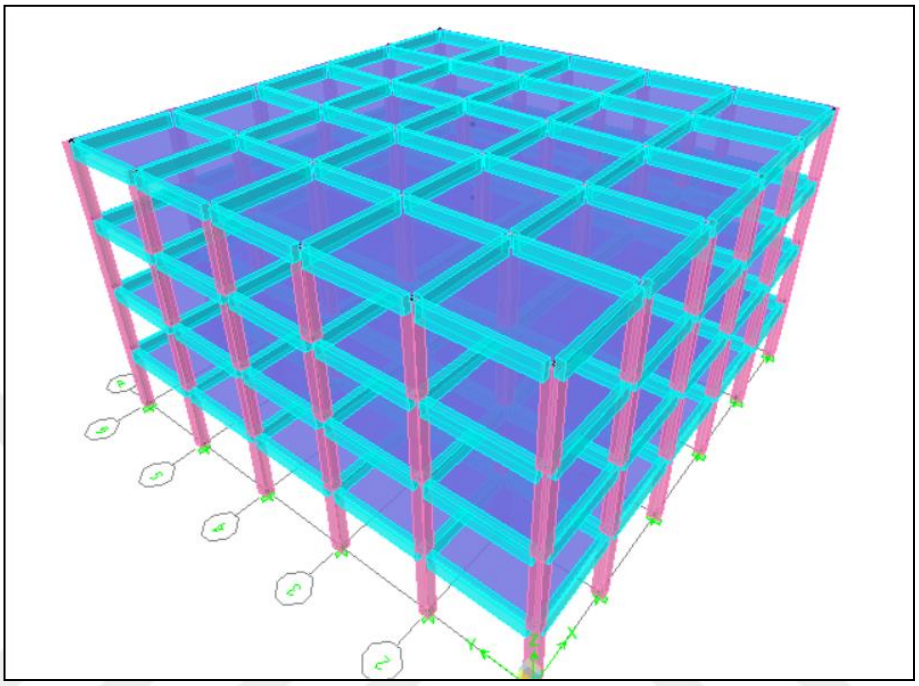
3.1.1. Yapı sistemine ait özellikler

Performans analizi yapılan mevcut yapılar, ABYBHY 1998 yönetmeliğinin yürürlüğe girmesi öncesinde tasarlandığı kabul edilmiş; 4 ve 8 katlı iki adet kamu binası olarak seçilmiştir.

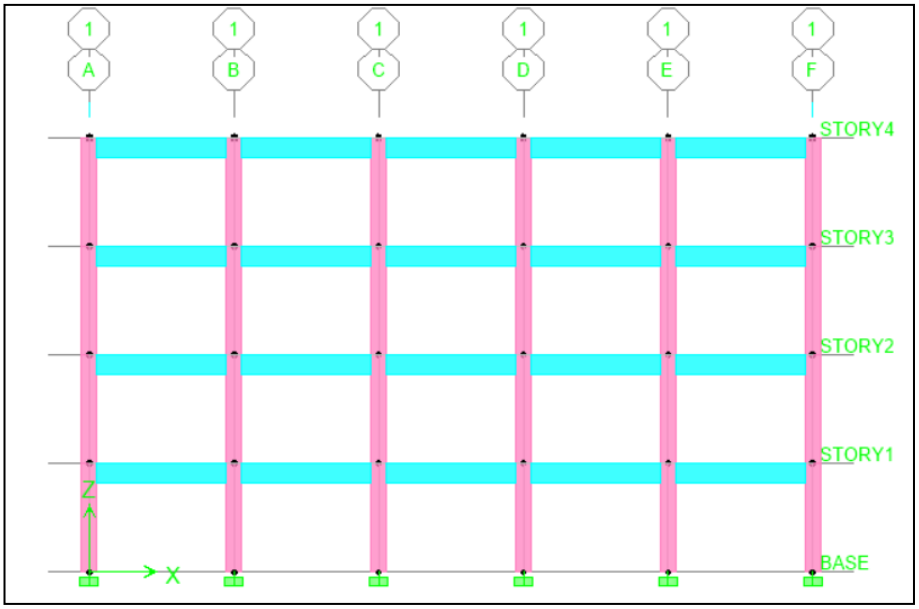
Tablo 3.1. 4 Katlı Bina özellikleri

Bina Kat Adedi	4
Bina Kat Yüksekliği, (m)	3,0
Bina Kullanım Amacı	Kamu
Beton (Tüm Betonarme Elemanlarda)	C18
Donatı Çeliği	S420
Bina Plan Aksı Mesafeleri (simetrik),	5 x 4 m
Bina Bilgi Düzeyi	Kapsamlı
Kiriş Boyutları, (cm)	25 x 55
Kolon Boyutları, (cm)	40 x 40
Döşeme Kalınlığı, (cm)	14,0

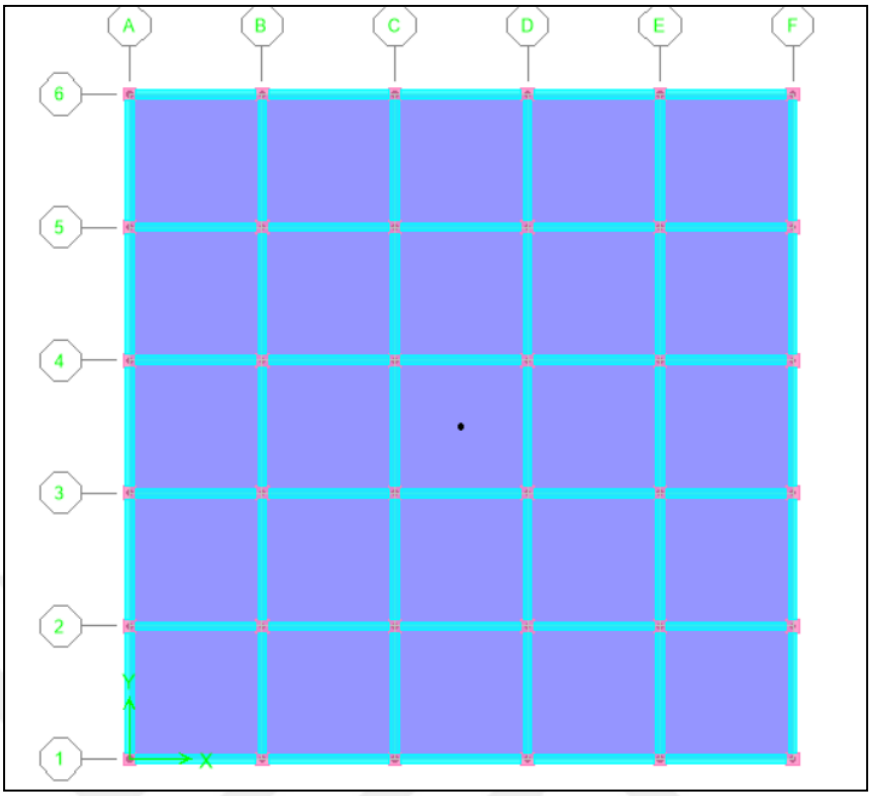
4 katlı mevcut bina için yukarıda verilen özellikler, SAP 2000 paket programı ile modellenmiş, gerekli yüklemeler yapılmıştır. SAP 2000'de hazırlanan üç boyutlu model, PERFORM-3D programına aktarılmış, doğrusal olmayan özellikler burada tanımlanmıştır.



Şekil 3.1. 4 katlı mevcut binanın 3 boyutlu sonlu eleman modeli



Şekil 3.2. 4 katlı mevcut binanın boy kesit görünüşü

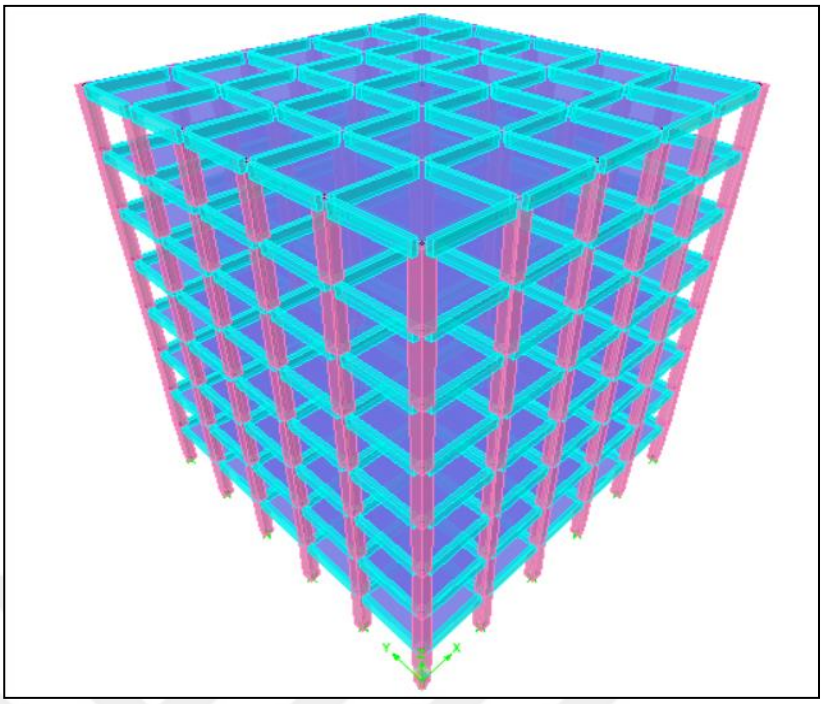


Şekil 3.3. 4 katlı mevcut binanın plan görünüşü

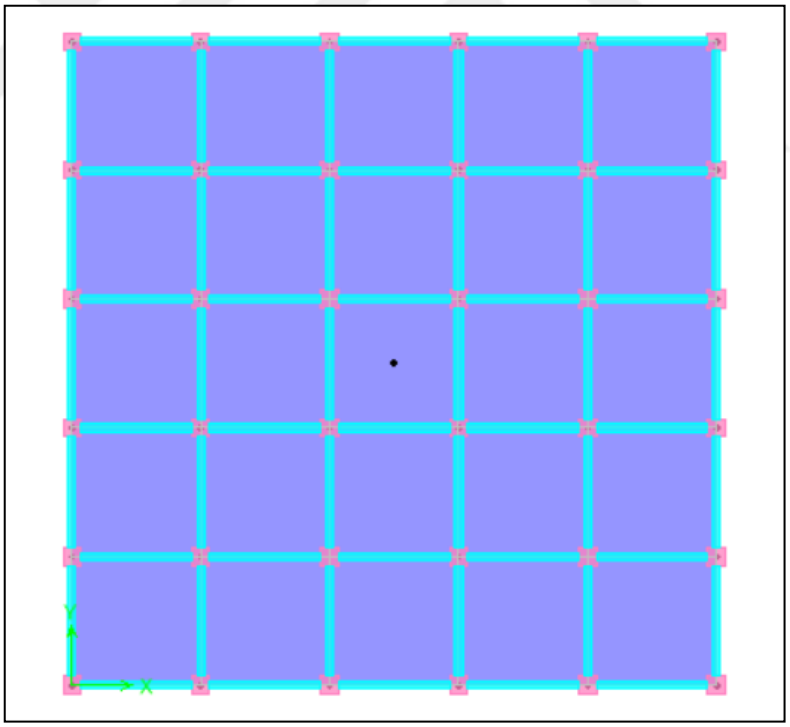
Tablo 3.2. 8 katlı bina özellikleri

Bina Kat Adedi	8
Bina Kat Yüksekliği, (m)	3,0
Bina Kullanım Amacı	Kamu
Beton (Tüm Betonarme Elemanlarda)	C18
Donatı Çeliği	S420
Bina Plan Aksı Mesafeleri (simetrik),	5 x 4 m
Bina Bilgi Düzeyi	Kapsamlı
Kiriş Boyutları, (cm)	25 x 55
Kolon Boyutları, (cm)	55 x 55
Döşeme Kalınlığı, (cm)	14,0

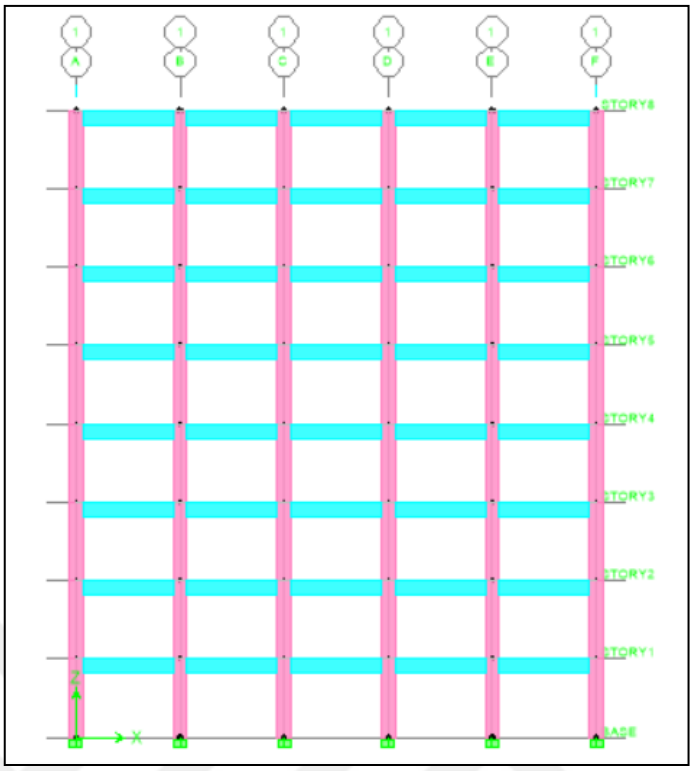
8 katlı mevcut bina için yukarıda verilen özellikler, SAP 2000 paket programı ile modellenmiş, gerekli yüklemeler yapılmıştır. SAP 2000'de hazırlanan üç boyutlu model, PERFORM-3D programına aktarılmış, doğrusal olmayan özellikler burada tanımlanmıştır.



Şekil 3.4. 8 katlı mevcut binanın 3 boyutlu sonlu eleman modeli



Şekil 3.5. 8 katlı mevcut binanın plan görünüşü



Şekil 3.6. 8 katlı mevcut binanın boy kesit görünüşü

Taşıyıcı sistemde göz önüne alınan yükler TS498'e göre belirlenmiştir. Buna göre,

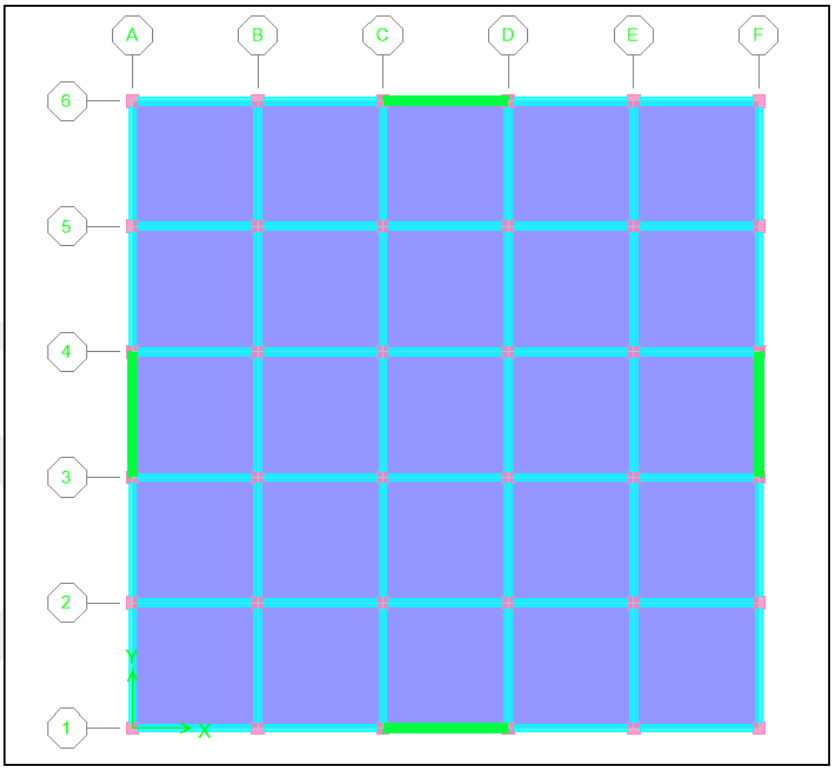
- Beton Yoğunluğu: 25,00 kN /m^3
- Dış Duvar Yükü (20cm +sıva) : 3,80 kN /m^2
- İç Duvar Yükü (10cm +sıva) : 2,50 kN /m^2
- Sıva + Kaplama: 1,50 kN /m^2
- Hareketli Yük (ofis yapıları): 5 kN /m^2
- Kar: 0,75 kN /m^2

olarak kabul edilmiştir.

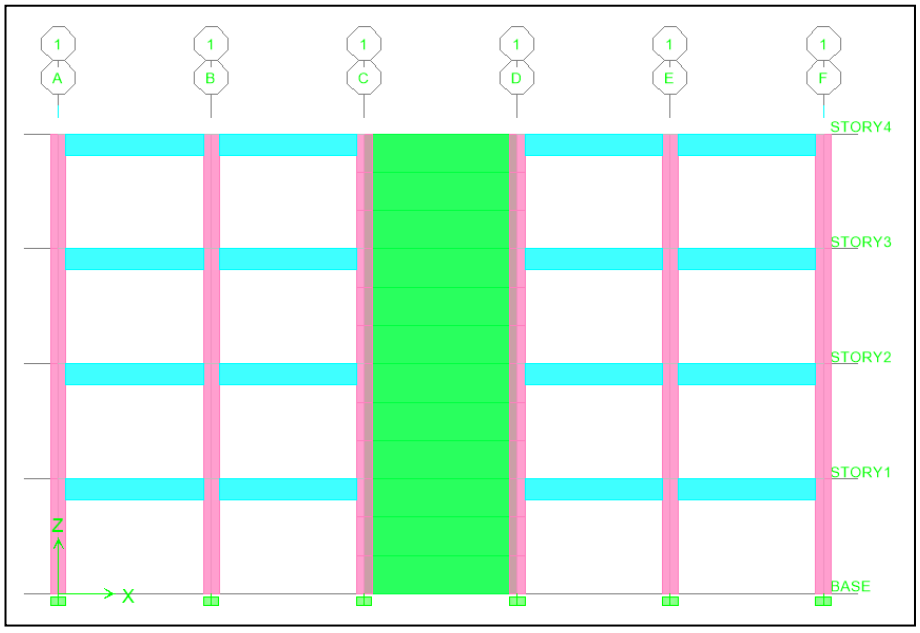
DBYBHY 2007'e göre esas alınan deprem karakteristikleri aşağıdaki gibidir:

- Bina Önem Katsayısı: I = 1
- Hareketli Yük Katılım Katsayısı: n = 0,3
- Etkin Yer İvmesi Katsayısı: A_0 = 0,4
- Yerel Zemin Sınıfı: Z3
- Yerel Zemin Grubu: C
- Spektrum Karakteristik Periyotları: T_A = 0,15 sn, T_B = 0,6 sn

İlave perdeler ile güçlendirilen yapı: 4 ve 8 katlı yapıların ikisinde de, perdeler orta akslara toplamda 4 adet olmak üzere yerleştirilmiştir. Perde yerleştirmenin dışında, perdelerin birleştiği kolonlar, 15 cm kalınlığında betonarme manto ile takviye edilmiştir.

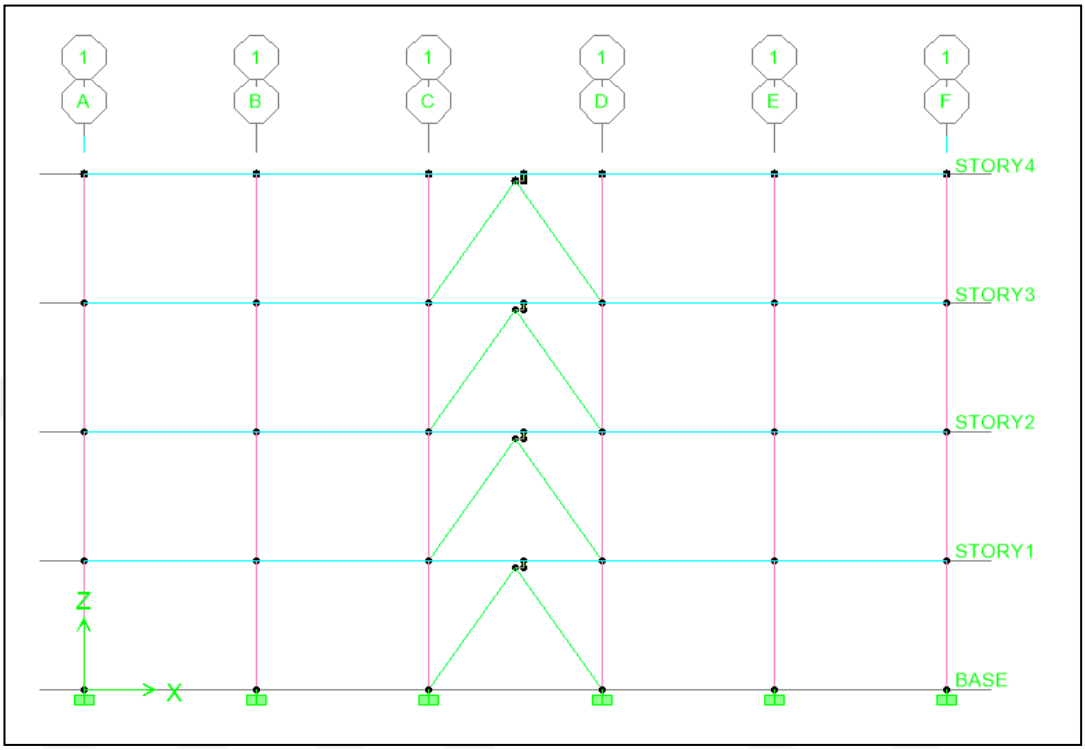


Şekil 3.7. İlave perdelerin plan yerleşimleri

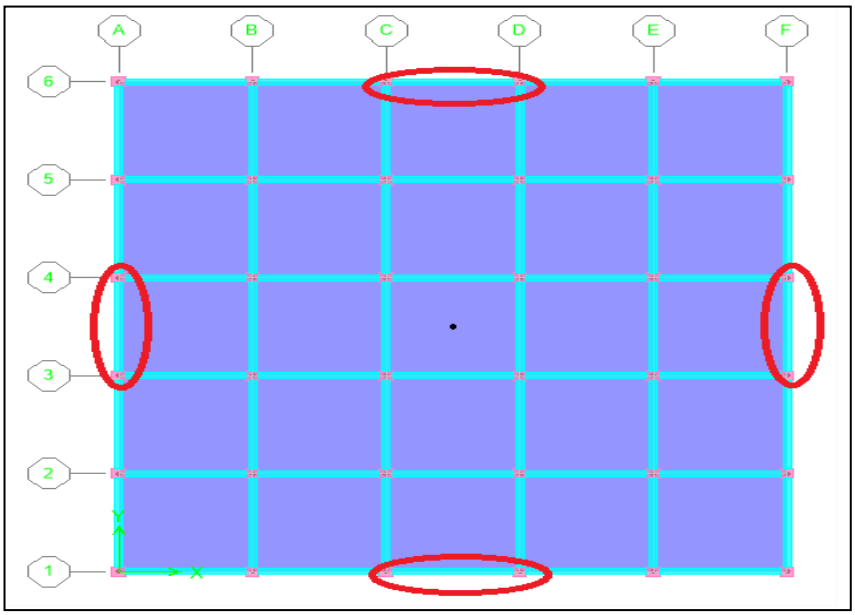


Şekil 3.8. İlave perdelerin boy kesitteki yeri

Sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilen yapı: Sürtünmeli sönümleyiciler, perde eklenen lokasyonların aynılarına yerleştirilmiştir. Sürtünmeli sönümleyici tipi olarak chevron tipi çaprazlar seçilmiştir.



Şekil 3.9. Chevron tipi çaprazda yer alan sürtünmeli sönümleyicilerin boy kesitteki yerleri

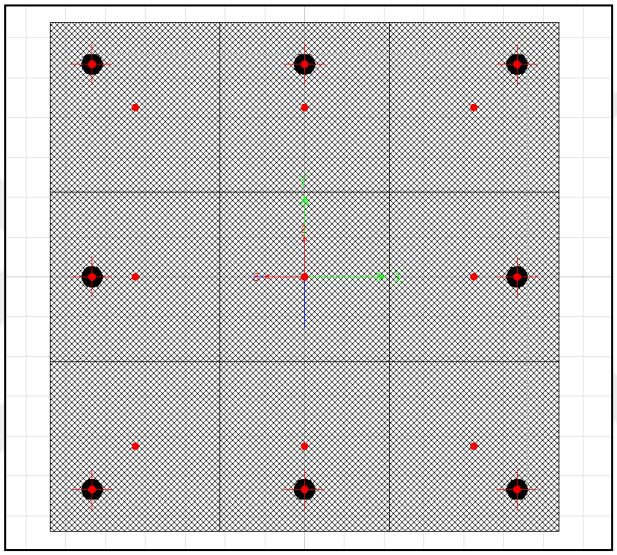


Şekil 3.10. Chevron tipi çaprazda yer alan sürtünmeli sönümleyicilerin plandaki yerleri

Sürtünmeli sönümleyiciler, elastik çalışacak yeterlilikte seçilmiş çelik çaprazların ucunda, kirişe paralel olarak modellenmiştir. Ayrıca, depremde sönümleyicilerin devreye girebilmesi için, çaprazın bağlı olduğu mevcut betonarme çerçeve kolonlarının, rijitliği artacak şekilde güçlendirileceği kabul edilmiştir.

3.1.2. Kesit tanımlamaları

Kolonlar: 4 katlı yapıya ait kolonların tümü 40 x 40 cm boyutlarında olup, kesit analizleri SAP 2000 kesit tasarımı modülü ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.11. 40 x 40 kolonlar için SAP 2000'de hazırlanmış fiber modeli

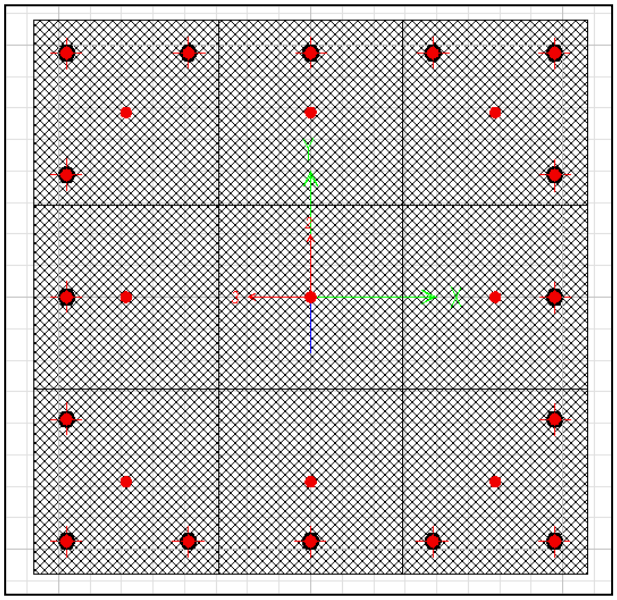
Mevcut 40 x 40 kolonlarda 8Ø16 donatı bulunduğu kabul edilmiş, özel deprem etriyesi ise bulunmadığı kabul edilmiştir. Bu nedenle betonarme davranışı sargısız olarak kabul edilmiştir.

STRUCTURAL FIBER LIST (MAX 60) Click to highlight row for Insert, Replace or Delete.

No.	Type	Material Name	Area	Axis 2 Coord	Axis 3 Coord
1	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	0.167	0.167
2	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	-0.167	0.167
3	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	-0.167	-0.167
4	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	0.167	-0.167
5	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	0	0.167
6	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	-0.167	0
7	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	0	-0.167
8	Steel	MatlneFibRebar-S420	0.0002	0.167	0
9	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	-0.1329	0.1329
10	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	0	0.1329
11	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	0.1329	0.1329
12	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	-0.1329	0
13	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	0	0
14	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	0.1329	0
15	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	-0.1329	-0.1329
16	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	0	-0.1329
17	Concrete	MatlneFibConc-C18	0.0176	0.1329	-0.1329

Şekil 3.12. 40 x 40 kolonlar için Perform-3D programında beton ve donatı fiberlerinin tanımlanması

8 katlı yapıya ait tüm kolonlar 55 x 55 cm boyutlarında olup kesit analizleri SAP2000 kesit tasarımı modülü ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.13. 55 x 55 kolonlar için SAP 2000'de hazırlanmış fiber modeli

Mevcut 55x55 kolonlarda 16 adet Ø16 donatı bulunduğu kabul edilmiş, özel deprem etriyesinin ise bulunmadığı kabul edilmiştir. Bu nedenle betonarme davranışı sargısız olarak kabul edilmiştir. Fiber tanımlaması PERFORM-3D programında, 40 x 40 kolonlar gibi yapılmıştır.

Yayılı plastik mafsal modeli ile idealleştirilen bu kolon kesidinde kolonun alt ve üst ucunda oluşacak plastik mafsal bölgesinin uzunluğu kesit uzunluğunun yarısının kat yüksekliğinin yarısına olan oranı ile belirlenmiştir.

40x40 kolon için;

L_p= (0,4m/2) / (3m/2) = 0,133 (3.1)

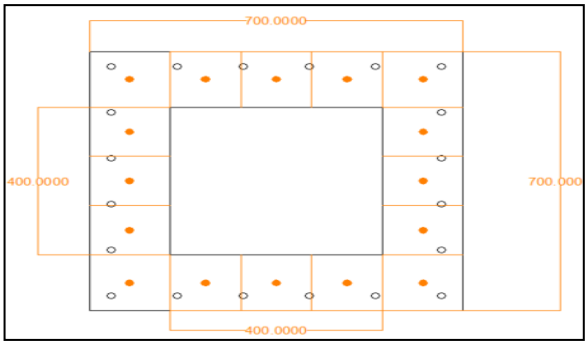
55x55 kolon için;

L_p= (0,55m/2) / (3m/2) = 0,183 (3.2)

Tüm kolonlarda etkin kesit rijitlikleri çatlamış kesit kabulüyle 0,4EI olarak alınmıştır.

Manto ve perdeler: Perde ile güçlendirme yapılma durumu için, perde başlık mantosu ve perde gövdesi ayrı olarak fiber elemanlar ile modellenmiştir.

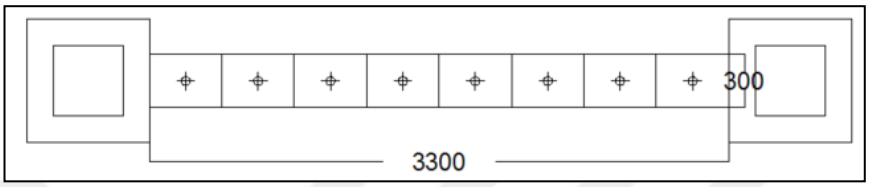
4 katlı yapı, ilave perdeler ile güçlendirilirken; aralarına perde eklenen mevcut kolonlar 15 cm kalınlığında manto ile kuşatılmıştır. Mantoya 20 adet Ø16 donatı konulmuş, fiberlere ayrılma işlemi manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Manto ve yeni eklenen perdelerin beton kalitesi C30 olarak seçilmiştir.



Şekil 3.14. 40 x 40 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 15 cm kalınlığında mantonun fiber elemanları

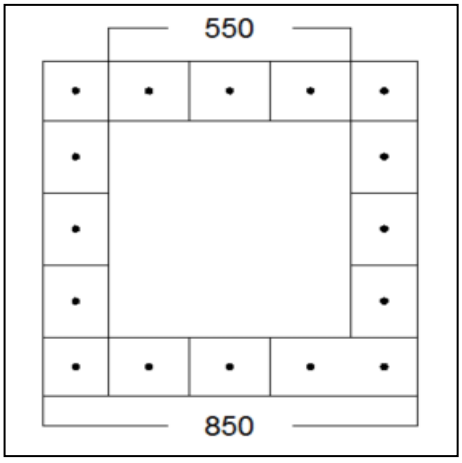
4 ve 8 katlı modellerin her ikisinde de, perde ve mantolar kat yüksekliği boyunca üç parça halinde modellenmiştir. Mantolanmış mevcut kolonlardan, manto elemanlarından ve perdelerden ayrı sonuç alınmıştır.

40 x 40 kolonların arasına eklenen perdelerin tasarımı, yatay ve düşeyde Ø14 / 20 cm arayla olacak şekilde düzenlenmiştir. Perde kalınlığı 30 cm olacak şekilde belirlenmiş ve malzeme kalitesi C30 kalite beton olarak seçilmiştir.



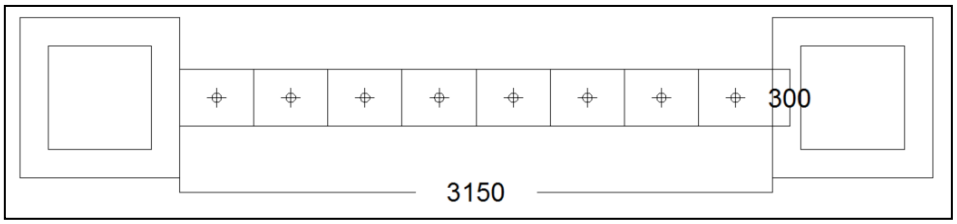
Şekil 3.15. 40 x 40 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 30 cm kalınlığında perdenin fiber elemanları

8 katlı yapı, ilave perdeler ile güçlendirilirken; aralarına perde eklenen mevcut kolonlar 15 cm kalınlığında manto ile kuşatılmıştır. Mantoya 24 adet Ø16 donatı konulmuş, fiberlere ayrılma işlemi manuel olarak gerçekleştirilmiştir. Manto ve yeni eklenen perdelerin beton kalitesi C30 olarak seçilmiştir.



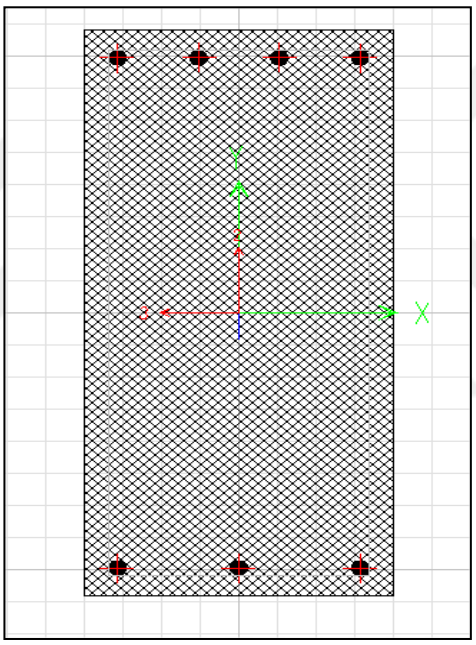
Şekil 3.16. 55 x 55 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 15 cm kalınlığında mantonun fiber elemanları

55 x 55 kolonların arasına eklenen perdelerin tasarımı, yatay ve düşeyde Ø14 / 20 cm arayla olacak şekilde düzenlenmiştir. Perde kalınlığı 30 cm olacak şekilde belirlenmiş ve malzeme kalitesi C30 kalite beton olarak seçilmiştir.



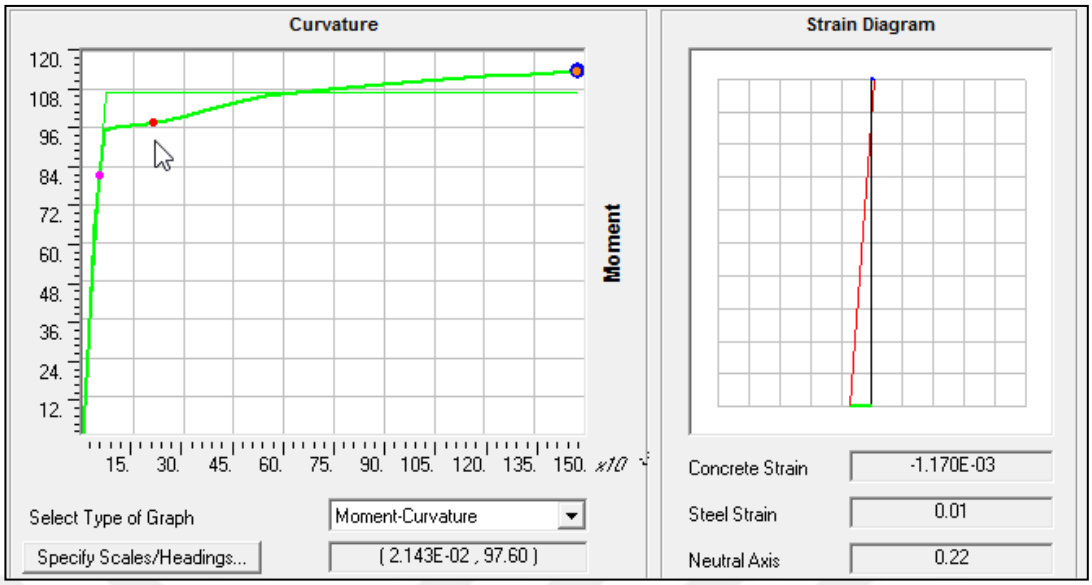
Şekil 3.17. 55 x 55 kolonlar güçlendirilmesinde kullanılan 30 cm kalınlığında perdenin fiber elemanları

Kirişler: 4 ve 8 katlı mevcut yapılarda ortak olarak kullanılan kiriş boyutu 25 x 55 cm boyutlarındadır. Açıklıkta 3 Ø14 alt donatı mesnette ise 5 Ø14 üst donatı içermektedir.



Şekil 3.18. 25 x 55 kirişlerin SAP 2000 kesit modeli

Kirişlerin kesit analizleri, SAP 2000 kesit tasarımı modülüyle gerçekleştirilmiş, her hasar bölgesi için belirlenmiş eğriliklere karşılık gelen eleman deformasyonlarından hareketle kesit hasar sınırları belirlenmiştir.



Şekil 3.19. %1 donatı uzamasına karşılık gelen kiriş moment - eğrilik değerleri

Pozitif moment-eğrilik (alt donatı)												
Kiriş	Mp	ϕ Phi-yield	Lp	0.01			0.04			0.06		
				ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp
25x55	107.1	0.006606	0.275	0.0214	0.01482	0.004077	0.0818	0.07521	0.020684	0.1227	0.11609	0.031926
Negatif moment-eğrilik (üst donatı)												
Kiriş	Mp	ϕ Phi-yield	Lp	0.01			0.04			0.06		
				ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp
25x55	139.3	0.006236	0.275	0.0222	0.01597	0.004393	0.0834	0.07714	0.021214	0.12	0.11376	0.031285
Pozitif moment-eğrilik (beton)												
Kiriş	Mp	ϕ Phi-yield	Lp	0.0035			0.0135			0.0180		
				ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp
25x55	107.1	0.006606	0.275	0.1	0.09339	0.025683	0.116	0.10939	0.030083	0.15	0.14339	0.039433
Negatif moment-eğrilik (beton)												
Kiriş	Mp	ϕ Phi-yield	Lp	0.0035			0.0135			0.0180		
				ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp	ϕ	ϕ - ϕy	Θp
25x55	139.3	0.006236	0.275	0.073	0.06676	0.018360	0.093	0.08676	0.023860	0.12	0.11376	0.031285

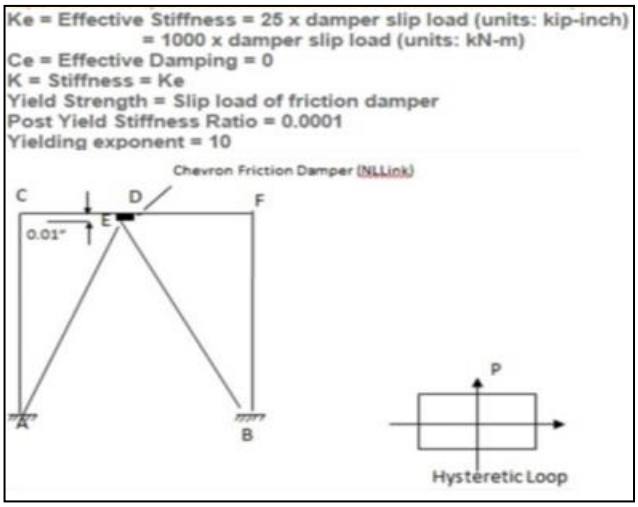
Şekil 3.20. 25 x 55 kirişler için özet hasar sınırları tablosu

Donatı ve betondan, sınır eğriliğe karşılık gelen deformasyonlardan küçük olanı, PERFORM-3D programında hasar sınırı olarak tanımlanmıştır.

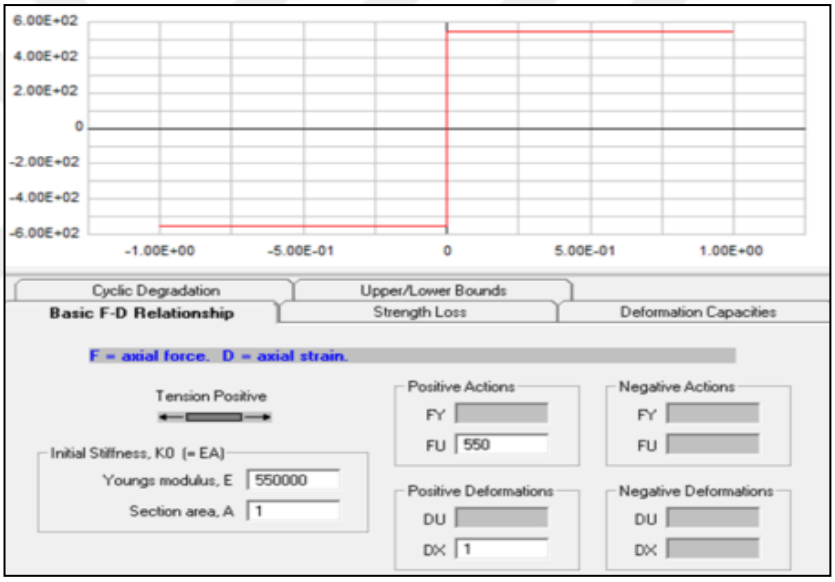
Tüm kirişlerin rijitlikleri, çatlamış kesit rijitliği kabulü ile 0,4 EI olarak alınmıştır.

3.1.3. Sürtünmeli sönümleyicilerin tanımlamaları

4 katlı bina için, ilk 2 katta 450 kN kapasiteli, son 2 katta 300 kN kapasiteli sürtünmeli sönümleyici kullanılmıştır. 8 katlı bina için, ilk 4 katta 550 kN kapasiteli, son 4 katta 400 kN kapasiteli sönümleyiciler seçilmiştir. Sönümleyici davranışı için Pall Dynamics tasarım manuelinden yararlanılmış, etkin rijitlik olarak sönümleyici kayma (akma) yükünün, kN - m birimlerinde 1000 katı alınmıştır.



Şekil 3.21. Sürtünmeli sönümleyiciler için Pall Dynamics Tasarım Kılavuzu (URL-1)



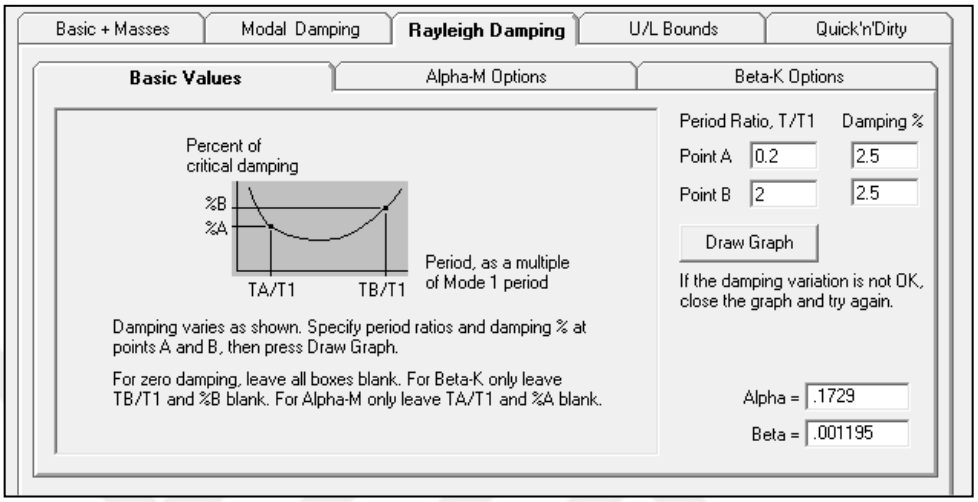
Şekil 3.22. Perform-3D programında sürtünmeli sönümleyicilerin tanımlanması

Sönümleyicinin monte edildiği mevcut betonarme çerçevenin kolon ve kirişlerin elastik kalacak şekilde güçlendirildiği varsayılmıştır.

Sönümleyicilerin yer alacağı çapraz çelik elemanlar için S275 kalitede HEM400 çelik profil kesiti seçilmiştir.

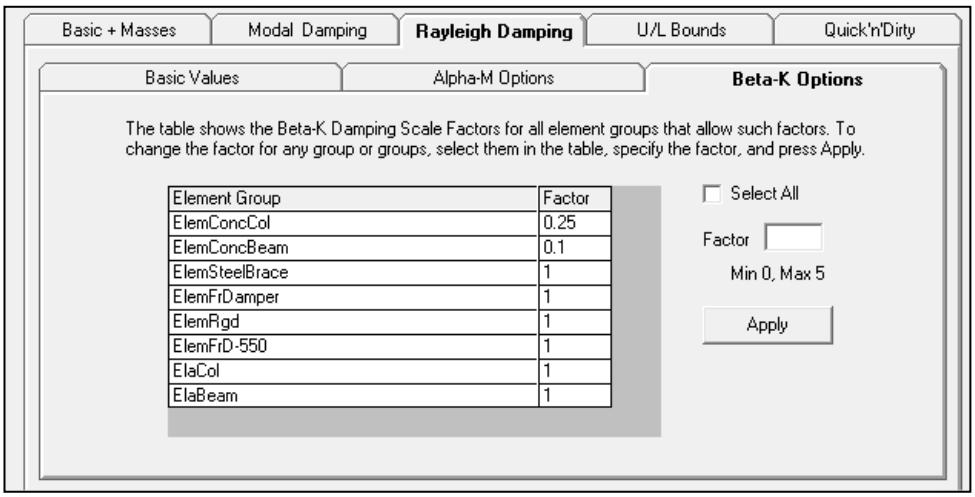
3.2. Sönüm

Bina sönüm tasarımında Rayleigh sönümü kullanılmıştır. Sönümlenme değeri, yapının etkin periyotlarından bağımsız olarak, 0,2 - 2 sn periyotları arasında %2,5 olarak sabit kabul edilmiştir.



Şekil 3.23. Perform-3D programındaki Rayleigh sönüm grafiği

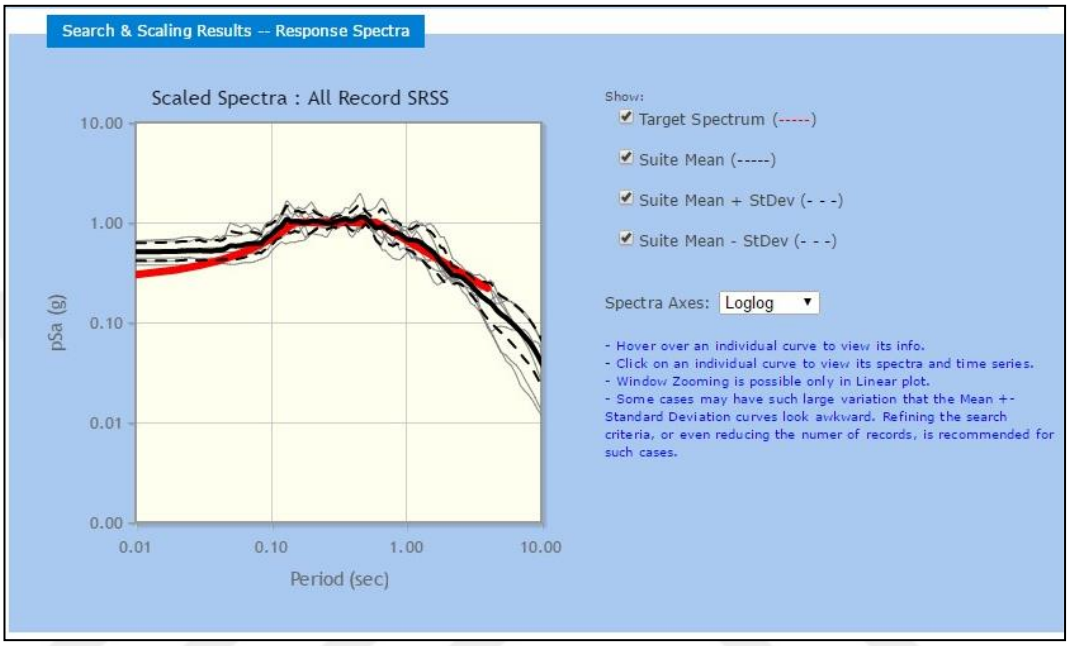
Rayleigh sönüm denkleminin, rijitlik katsayıları kolonlar için 0,25, kirişler için 0,1 kabul edilmiştir.



Şekil 3.24. Perform-3D programında Rayleigh sönüm denkleminin rijitlik katsayısının girilmesi.

3.3. Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizde Kullanılacak Deprem Kayıtlarının Seçilmesi

TDY 2007'de belirtilen şartlara uygun olarak, PEER kuvvetli yer hareketi veri tabanından, 7 adet deprem kaydı spektruma uygun olarak seçilmiştir.



Şekil 3.25. Seçilen yer hareketleriyle spektrumun uyumu (PEER database)

Tablo 3.3. Seçilen yer hareketleri ve ölçekleri

No	Deprem Adı	Yıl	İstasyon	Büyüklük	Fay mekanizması	R_{jb} (km)	R_{rup} (km)	$V_{\leq 30}$ (m/s)	Ölçek Faktörü
EQ1	Imperial Valley-06	1979	Parachute Test site	6,53	Yanal atımlı	12,69	12,69	348,69	2,788
EQ2	Superstition Hills-02	1987	Poe Road (temp)	6,54	Yanal atımlı	11,16	11,16	316,64	1,156
EQ3	Landers	1992	Barstow	7,28	Yanal atımlı	34,86	34,86	370,08	2,7995
EQ4	Landers	1992	Yermo Fire Station	7,28	Yanal atımlı	23,62	23,62	353,63	1,5167
EQ5	Kobe_Japan	1995	Shin-Osaka	6,9	Yanal atımlı	19,14	19,15	256	1,5187
EQ6	Kocaeli Turkey	1999	İznik	7,51	Yanal atımlı	30,73	30,73	476,62	2,428
EQ7	Hector Mine	1999	Amboy	7,13	Yanal atımlı	41,81	43,05	382,93	1,6983

4. ANALİZ SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRME

4 Katlı ve 8 katlı mevcut yapılar için yapılan performans değerlendirme çalışması sonrasında; her iki tip binanın da, sürtünmeli sönümleyiciler ve ilave perde ekleme yöntemi ile güçlendirme çalışmaları yapılmıştır. Analiz sonuçları, eleman bazında ve global ölçekte performanslar açısından karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.1. Model isimleri

4 KAT	8 KAT
4K_MVC	8K_MVC
4K_PRD	8K_PRD
4K_FD	8K_FD

Anlatım kolaylığı açısından, yukarıdaki çizelgede yer alan model isimleri, sonuç tablolarında kullanılmıştır. 'MVC' kısaltması mevcut yapıyı, 'PRD' kısaltması ilave perdeler ile güçlendirilen yapıyı, 'FD' kısaltması ise sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilen yapıyı ifade etmektedir. İsimlerin başındaki 4 ve 8 rakamları ise yapı kat sayısını belirtmektedir.

Tablo 4.2 ve Tablo 4.3'de, 4 ve 8 katlı mevcut ve güçlendirilmiş yapılar için, etkin periyot ve kütle katılım yüzdesi değerleri özetlenmiştir.

Tablo 4.2. 4 katlı yapıların etkin mod ve kütle katılım yüzdeleri

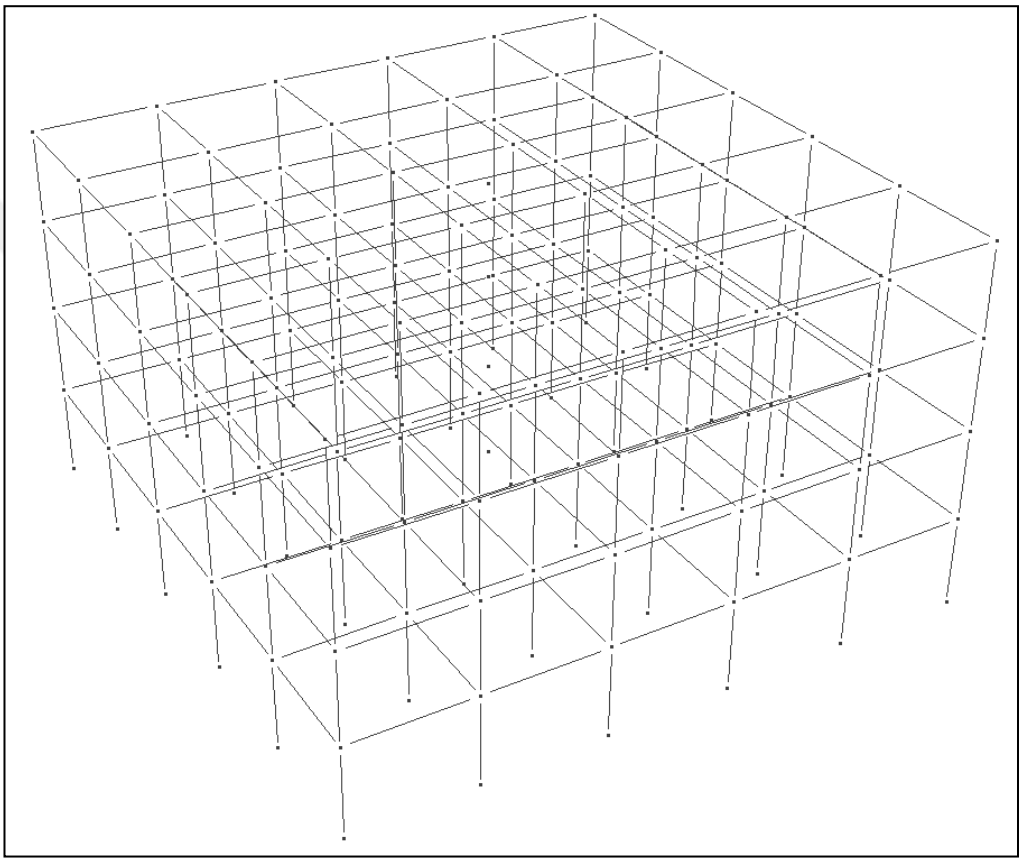
YAPI	ETKİN MOD (sn)	KÜTLE KATILIM ORANI (%)
4K_MVC	0,659	84
4K_PRD	0,245	75
4K_FD	0,397	79

Tablo 4.3. 8 katlı yapıların etkin mod ve kütle katılım yüzdeleri

YAPI	ETKİN MOD (sn)	KÜTLE KATILIM ORANI (%)
8K_MVC	1,311	81
8K_PRD	0,630	71
8K_FD	0,830	73

4.1. 4 Katlı Mevcut Yapının Performans Değerlendirmesi

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında hesap ile değerlendirilen 4 katlı mevcut yapı için PERFORM-3D programında modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan kesit tanımlamaları Bölüm 3'de anlatılan şekilde yapılmıştır. 4 katlı mevcut yapının PERFORM-3D programında yapılmış 3 boyutlu model görünüşü Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. 4 katlı mevcut yapının Perform 3D model görüntüsü

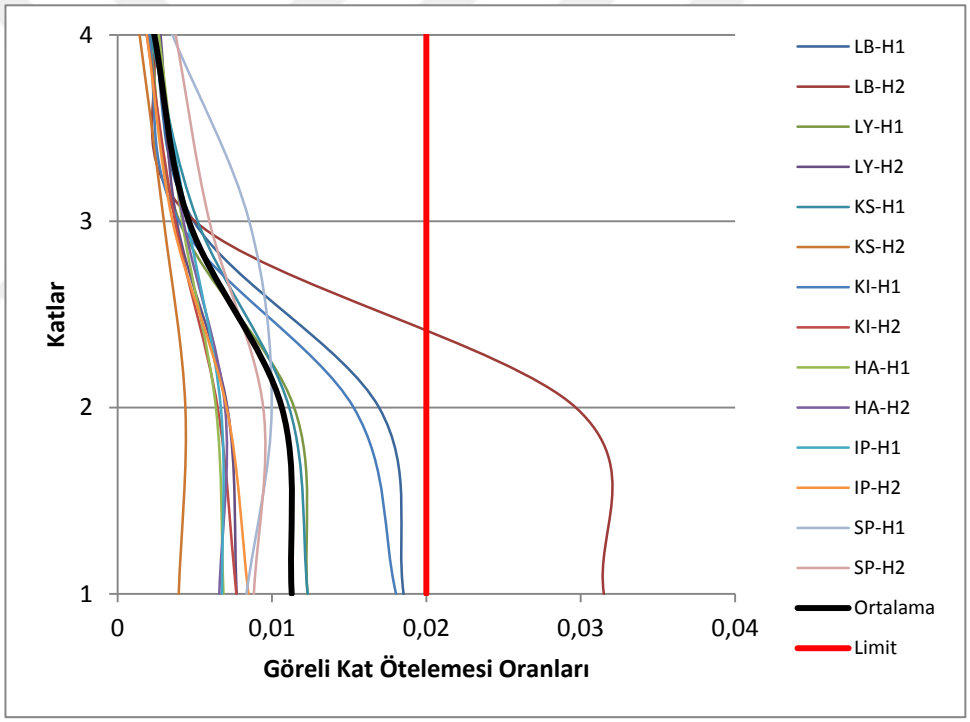
Yapının etkin modları her iki yön için 0,659 sn olup, kütle katılımları her iki yönde de %84 olarak oluşmuştur.

Seçilen 7 deprem hareketinin her iki yön için bileşenleri ayrı olarak yapıya eklenmiştir, DBYBHY 2007 uyarınca, sonuçlar 7 depremin ortalama değerleri olarak kabul edilmiştir.

4.1.1. 4 katlı mevcut yapı için global sonuçlar

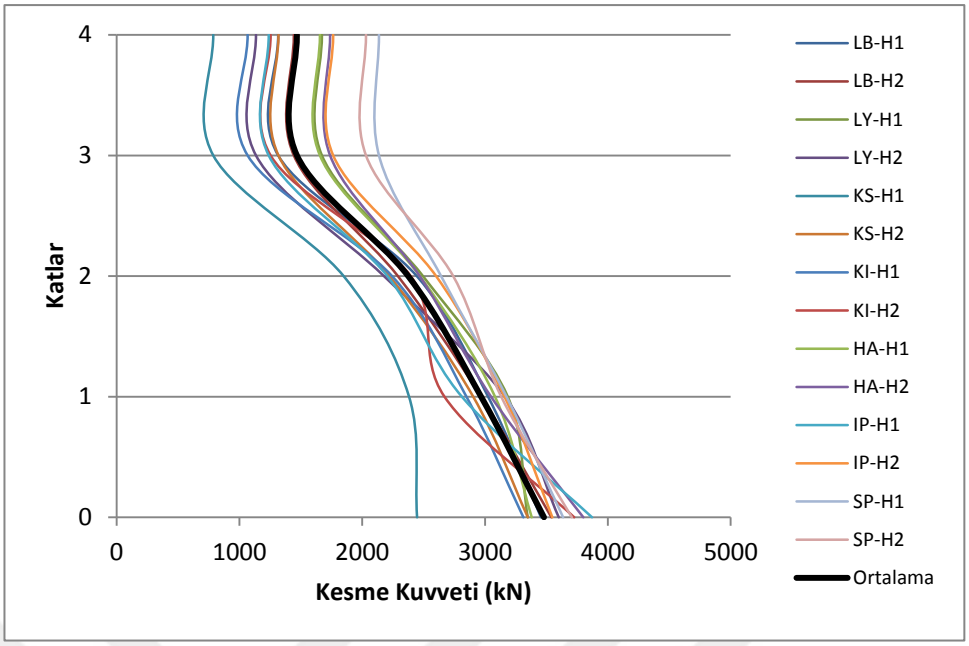
Bu bölümde, 4 katlı mevcut yapı performansı global parametreler ele alınarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken seçilen 7 farklı deprem kaydından elde edilen sonuçların ortalaması göz önüne alınmıştır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranları ortalamasının en yüksek değerinin %1,2 mertebesinde ve yapının birinci katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin LB-H2 depreminde ve %3,1 mertebesinde yine yapının birinci katında; en düşük değerin ise KS-H2 depreminde ve %0,3 mertebesinde yine yapının birinci katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. 4 katlı mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, mevcut yapı kat kesme kuvveti değerleri ortalamasının en yüksek değerinin 3480 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin IP-H1 depreminde 3871 kN olduğu, en düşün değerin ise KS-H1 depreminde ve 2446,6 kN olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. 4 katlı mevcut yapı kat kesme kuvvetleri (kN)

Şekil 4.3'de görülen kat kesme kuvvetleri, deprem kuvveti istemini belirlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

4.1.2. 4 katlı mevcut yapı için eleman bazında sonuçlar

Bu bölümde, kolon ve kirişlerden oluşan yapı elemanları, gruplanarak, hasar durumları açıklanmıştır.

25 x 55 ebadındaki kirişler için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri aşağıdaki şekilde görülmektedir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.4. 4 katlı mevcut yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	60	-	-
2	60	-	-	-
3	60	-	-	-
4	60	-	-	-
kat	Eleman yüzdeleri			
	MH	BH	İH	GB
1	-	%100	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Deprem kuvveti istemi en yüksek kat olan 1. kattaki tüm kirişlerin belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir (Tablo 4.4).

40 x 40 ebadındaki kolonlar için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri aşağıdaki şekilde görülmektedir. Hasar durumları ele alınırken, hasarın çekme ve basınç kaynaklı olduğu ayrıca belirtilmiştir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.5. 4 katlı mevcut yapı kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	36	-	-
2	-	36	-	-
3	36	-	-	-
4	36	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	%100	-	-
2	-	%100	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

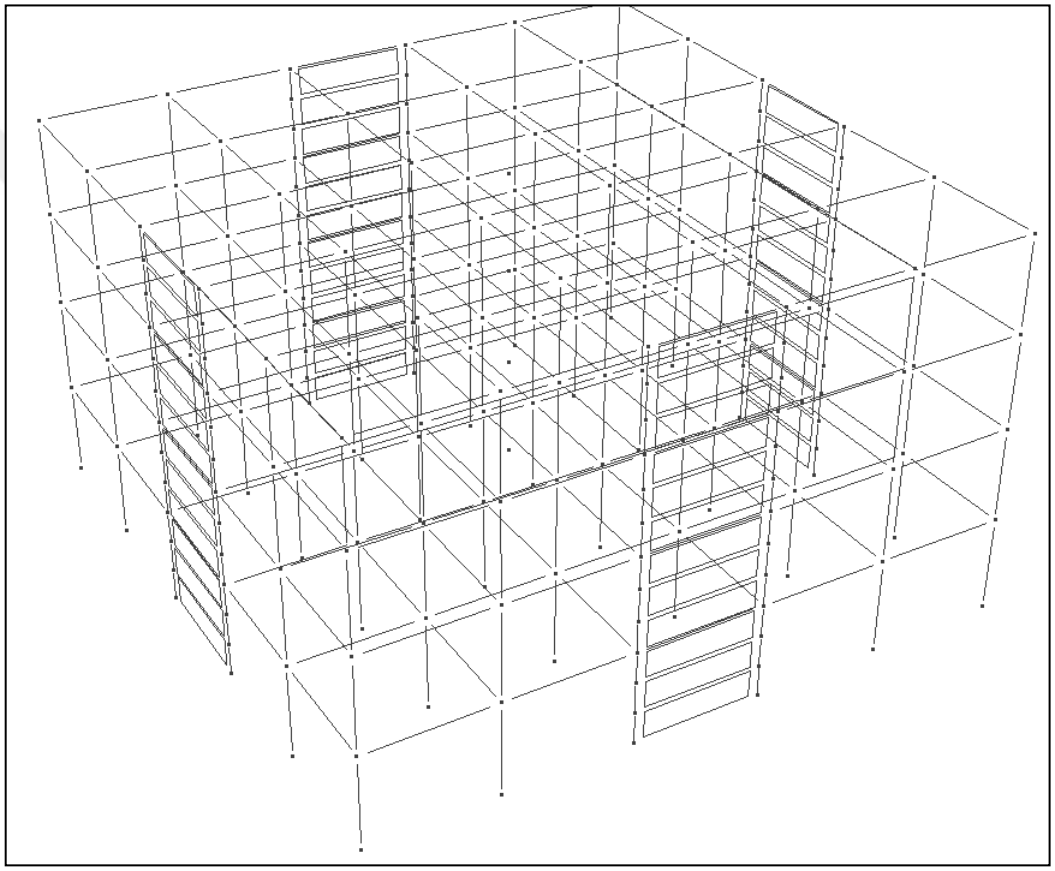
Tablo 4.6. 4 katlı mevcut yapı kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	-	36
2	-	4	16	16
3	36	-	-	-
4	36	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	-	%100
2	-	%11,11	%44,44	%44,44
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Tablo 4.5 ve 4.6'da görüldüğü üzere, 4 katlı mevcut yapı kolonlarının, çekme etkisinde, ilk 2 katta belirgin hasar bölgesinde olduğu; basınç etkisinde ise ilk katta tamamen göçme bölgesinde, ikinci katta ise göçme bölgesi ile ileri hasar bölgelerinde dağılmış durumda olduğu görülmektedir.

4.2. 4 Katlı İlave Perdeler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında hesap ile değerlendirilen 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için PERFORM-3D programında modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan kesit tanımlamaları Bölüm 3'de anlatılan şekilde yapılmıştır. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının PERFORM-3D programında yapılmış 3 boyutlu model görünüşü Şekil 4.4'de görülmektedir.



Şekil 4.4. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının Perform 3D model görüntüsü

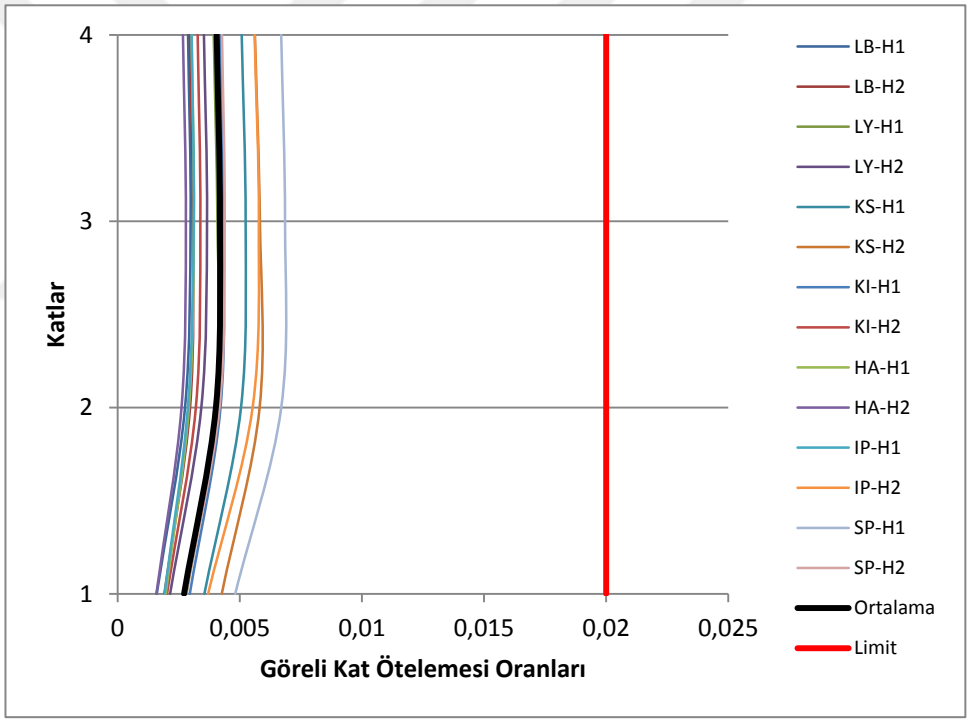
Yapının etkin modları her iki yön için 0,245 sn olup, kütle katılımları her iki yönde de %74,6 olarak oluşmuştur.

Seçilen 7 deprem hareketinin her iki yön için bileşenleri ayrı olarak yapıya etkitilmiş, DBYBHY 2007 uyarınca, sonuçlar 7 depremin ortalama değerleri olarak kabul edilmiştir.

4.2.1. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar

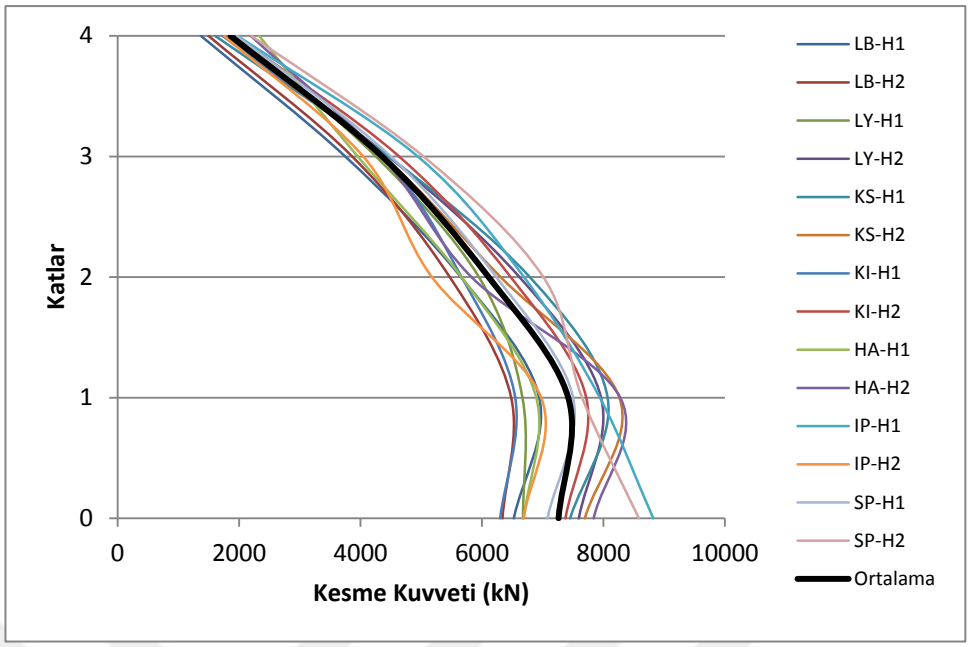
Bu bölümde, 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı performansı global parametreler ele alınarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken seçilen 7 farklı deprem kaydından elde edilen sonuçların ortalaması göz önüne alınmıştır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları ortalamasının en yüksek değerinin %0,4 mertebesinde ve yapının ikinci katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin SP-H1 depreminde ve %0,66 mertebesinde yine yapının ikinci katında; en düşük değerin ise IP-H1 depreminde ve %0,2 mertebesinde yine yapının ikinci katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvveti değerleri ortalamasının en yüksek değerinin 7420,3 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin IP-H1 depreminde 8820,3 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu, en düşün değerin ise KI-H1 depreminde ve 6299,2 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat kesme kuvvetleri (kN)

Şekil 4.6'da görülen kat kesme kuvvetleri, deprem kuvveti istemini belirlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde mevcut duruma göre, deprem kuvveti isteminin, perde ekleme ile önemli ölçüde arttığı, buna karşılık göreli kat ötelemesi değerlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu konudaki ayrıntılı karşılaştırma, son bölümde yapılmıştır.

4.2.2. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar

Bu bölümde, kolon ve kirişlerden oluşan yapı elemanları, gruplanarak, hasar durumları açıklanmıştır.

25 x 55 ebadındaki kirişler için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri Şekil 4.7'de görülmektedir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.7. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	52	4	-	-
2	46	10	-	-
3	46	10	-	-

Tablo 4.7. (Devam) 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

4	52	4	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%92,86	%7,14	-	-
2	%82,14	%17,86	-	-
3	%82,14	%17,86	-	-
4	%92,86	%7,14	-	-

Kirişlerde, yüzdesi az olmakla birlikte belirgin hasara geçen elemanlar mevcuttur.

Kolon değerlendirmeleri, 3 ana durum için ayrı olarak değerlendirilmiştir. Gerçeğe en yakın modellemenin yapılması hedeflendiğinden, perde başlıklarında mantolanmış olan mevcut kolonlar da sistemde modellenmiştir. Mantolanmış mevcut kolonlardan, manto elemanlarından ve perdelerden ayrı hasar durumları çıkarılmıştır. Ayrıntılı tablolar Ek-A'da verilmiştir.

İlave perdeler ile güçlendirme yapılan 4 katlı mevcut yapıda, müdahale edilmemiş (normal) kolonların tümü minimum hasar bölgesinde kalmıştır (Tablo 4.8 ve 4.9).

Tablo 4.8. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu

Normal Kolonlar				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Tablo 4.9. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu

Normal Kolonlar				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Kolon mantolarında, sayıca çok az olmak üzere belirgin hasar gören elemanlar mevcuttur (Tablo 4.10 ve Şekil 4.11).

Tablo 4.10. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kolon mantolarının çekme etkisindeki hasar durumu

Kolon Mantoları				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	7	-	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%82,50	%12,50	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Tablo 4.11. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kolon mantolarının basınç etkisindeki hasar durumu

Kolon Mantoları				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	8	-	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-

Tablo 4.11. (Devam) 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kolon mantolarının basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Mantolanmış perde başlığındaki mevcut kolonlarda, göçme bölgesi de dahil olmak üzere geniş bir yelpazede hasarlar oluşmuştur (Tablo 4.12 ve Tablo 4.13).

Tablo 4.12. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı mantolanmış mevcut kolonların çekme etkisindeki hasar durumu

Mantolu Kolon İçleri				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	4	4
2	5	3	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	%50	%50
2	%62,50	%37,50	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Tablo 4.13. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı mantolanmış mevcut kolonların basınç etkisindeki hasar durumu

Mantolu Kolon İçleri				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	8	-	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Bunların dışında, perde genel hasar durumunu belirleyebilmek için, mantolanmış mevcut kolon, manto kolonu ve perde uç noktalarındaki basınç ve çekme kaynaklı deformasyonları okumak için ‘deformasyon ölçer (strain gauge)’ tanımı yapılmış, ilave perdelerin hasar durumu buradan yola çıkılarak genelleştirilmiştir (Tablo 4.14).

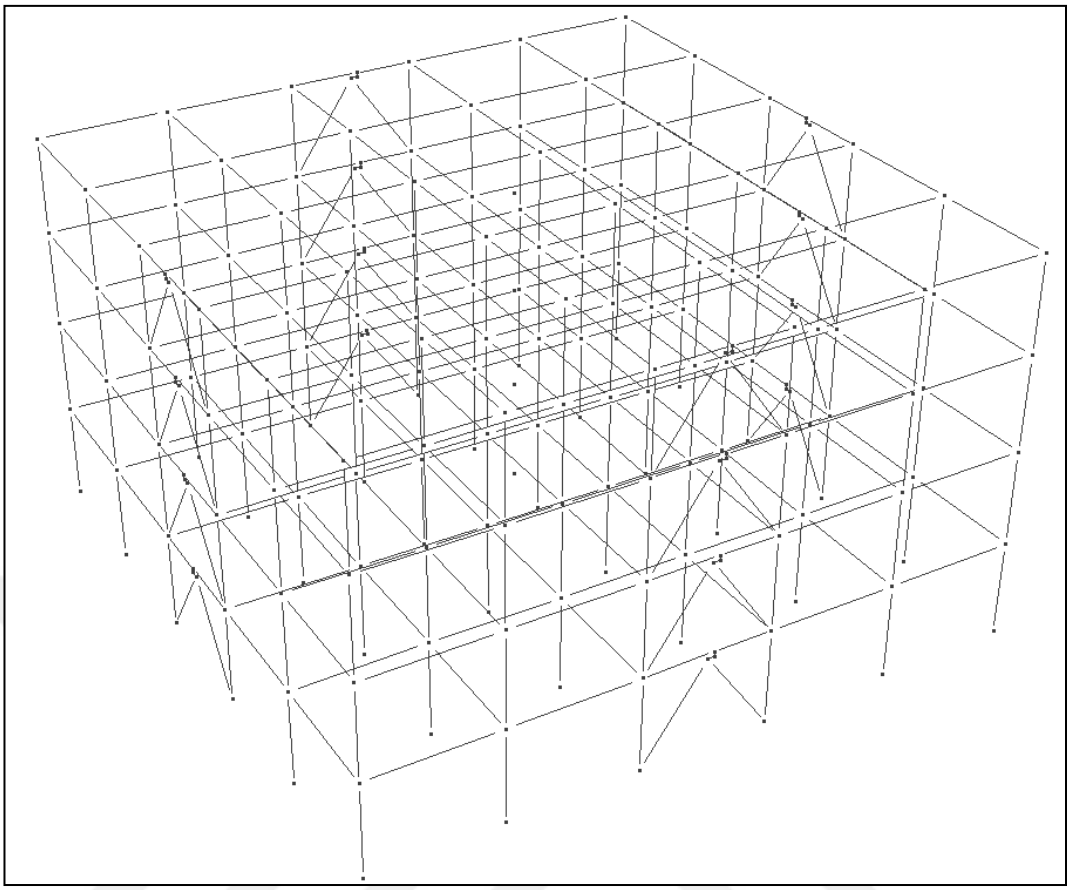
Tablo 4.14. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı ilave perdeleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	8	-	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Tablo 4.14'de görüldüğü üzere, ilave perdelerin hepsi minimum hasar sınırındadır.

4.3. 4 Katlı Sürtünme Sönümleyiciler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında hesap ile değerlendirilen 4 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı için PERFORM-3D programında modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan kesit tanımlamaları Bölüm 3'de anlatılan şekilde yapılmıştır. 4 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapının PERFORM-3D'de yapılmış 3 boyutlu model görünüşü Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.7. 4 katlı sürtünme sönümleyici ile güçlendirilmiş yapının Perform 3D model görüntüsü

Yapının etkin modları her iki yön için 0,397 sn olup, kütle katılımları her iki yönde de %79,46 olarak oluşmuştur.

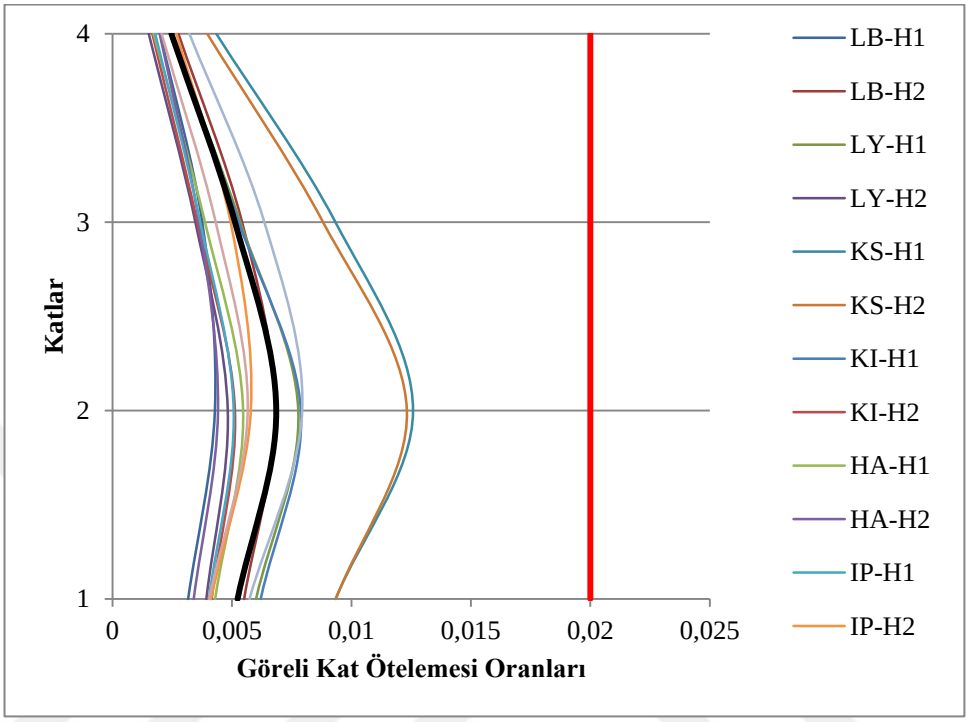
Seçilen 7 deprem hareketinin her iki yön için bileşenleri ayrı olarak yapıya etkitilmiş, DBYBHY 2007 uyarınca, sonuçlar 7 depremin ortalama değerleri olarak kabul edilmiştir.

4.3.1. 4 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar

Bu bölümde, 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı performansı global parametreler ele alınarak değerlendirilmiştir.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları ortalamasının en yüksek değerinin %0,6 mertebesinde ve yapının ikinci katında oluştuğu gözlenmiştir.

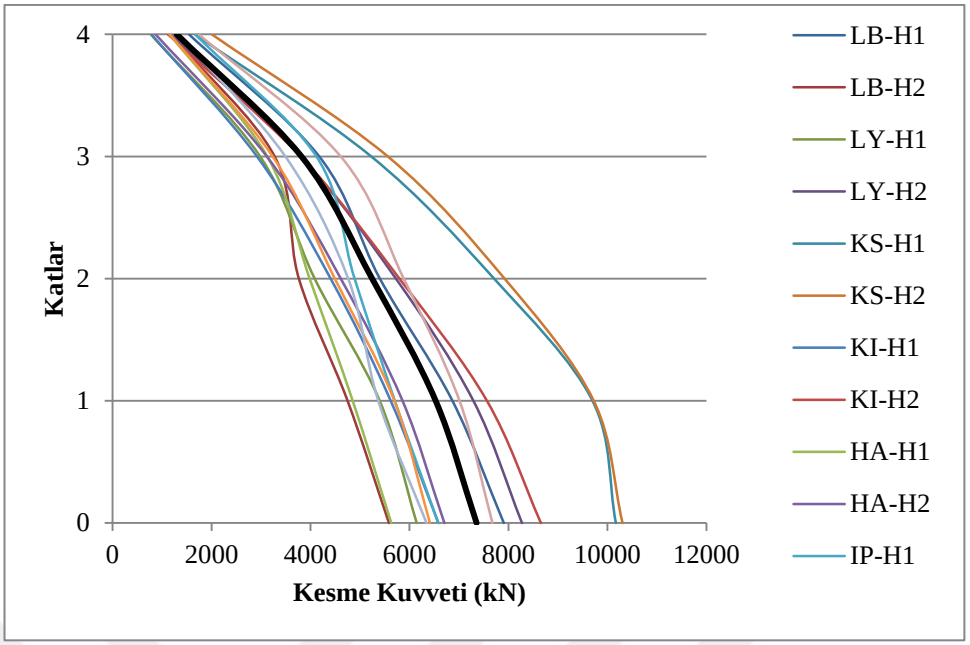
Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin KS-H1' depreminde ve %1 mertebesinde yine yapının ikinci katında; en düşük değerin ise HA-H2 depreminde ve %0,4 mertebesinde yine yapının ikinci katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. 4 katlı sürtünmeli sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvveti değerleri ortalamasının en yüksek değerinin 7355,4 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu gözlenmiştir.

Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin KS-H2 depreminde 10305 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu, en düşün değerin ise HA-H1 depreminde ve 5631,4 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.9).



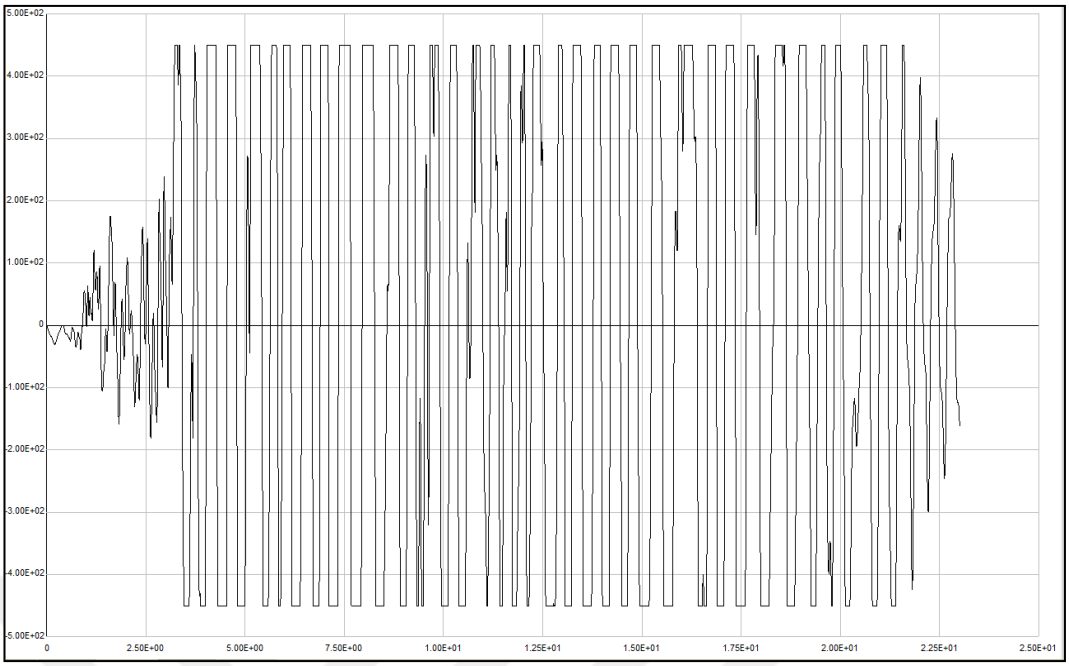
Şekil 4.9. 4 katlı sürtünmeli sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı yapı kat kesme kuvvetleri (kN)

Şekil 4.9'de görülen kat kesme kuvvetleri, deprem kuvveti istemini belirlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

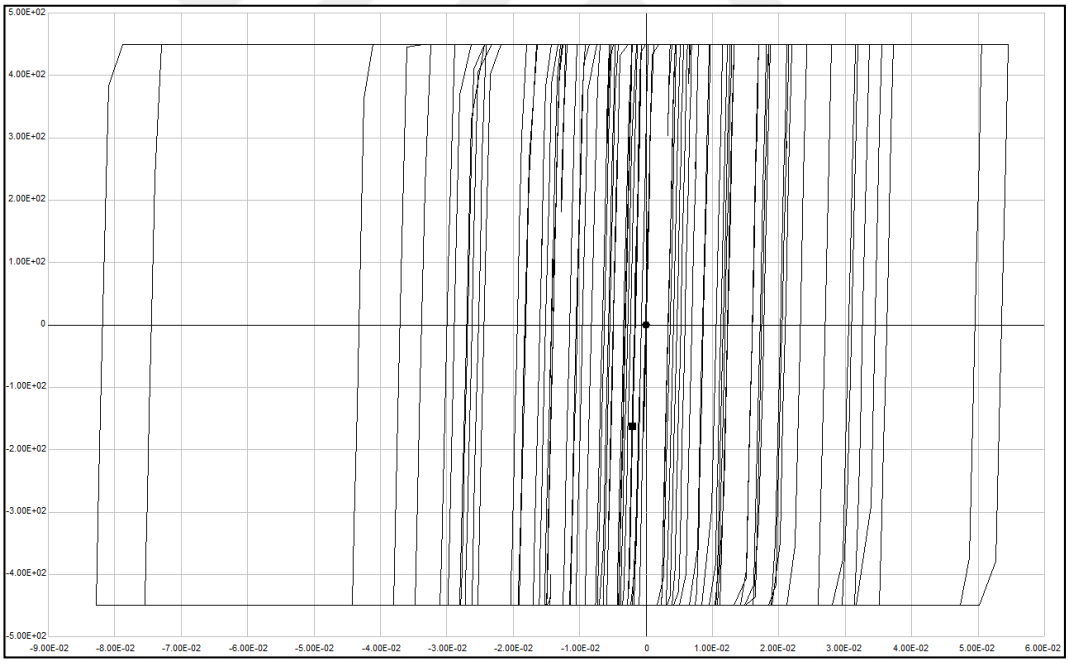
Sonuçlar incelendiğinde mevcut duruma göre, deprem kuvveti isteminin, sürtünmeli sönümlendirici ekleme ile de arttığı, buna karşılık göreli kat ötelemesi değerlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu konudaki ayrıntılı karşılaştırma, son bölümde yapılmıştır.

Sürtünmeli sönümleyici elemanların tümü, akma noktasına ulaşmıştır. Şekil 4.10'da, ilk iki katta kullanılmış olan 450 kN kapasiteli bir sürtünmeli sönümleyiciye ait kuvvet - zaman grafiği görülmektedir. Grafikten anlaşılacağı üzere, sönümleyici akma noktasına yaklaşık olarak depremin 5. saniyesinde ulaşmış ve depremin kalan süresi boyunda aynı kuvvet değerinde deplasman yapmaya devam etmiştir (Şekil 4.11).

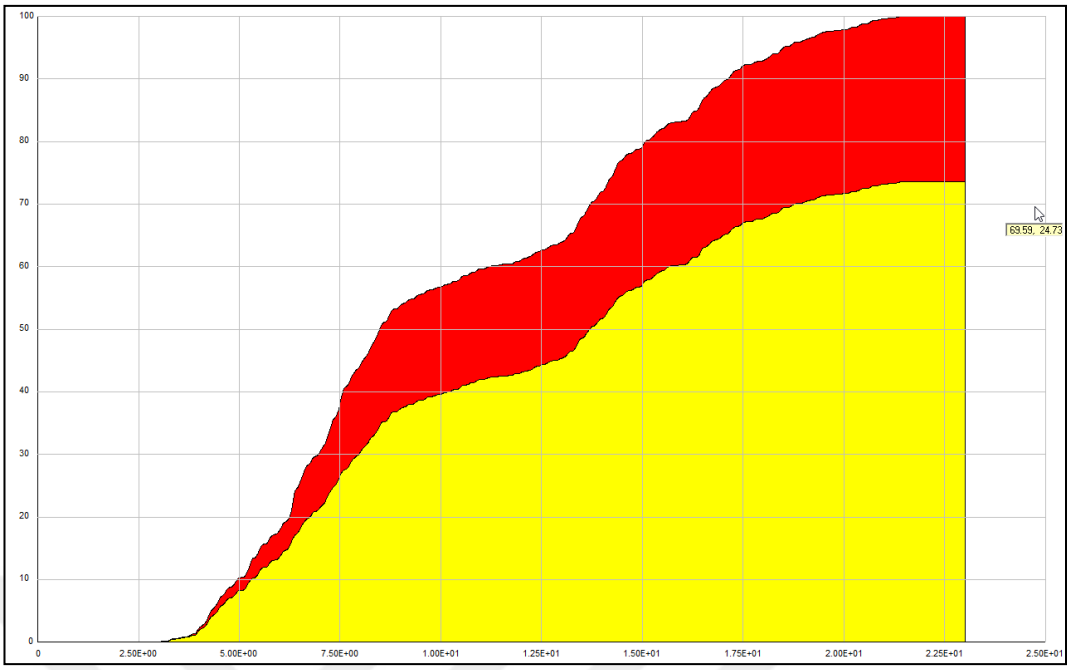
Şekil 4.12'de ise 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tükettiği enerji miktarı sarı renk ile, yapının tamamında tüketilen enerji ile kırmızı renkte gösterilmektedir. Şekilden anlaşıldığı üzere, yapıda tüketilen enerjinin yaklaşık %70'lik bölümü ilk iki katta konumlanan 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyiciler tarafından tüketilmiştir.



Şekil 4.10. 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği



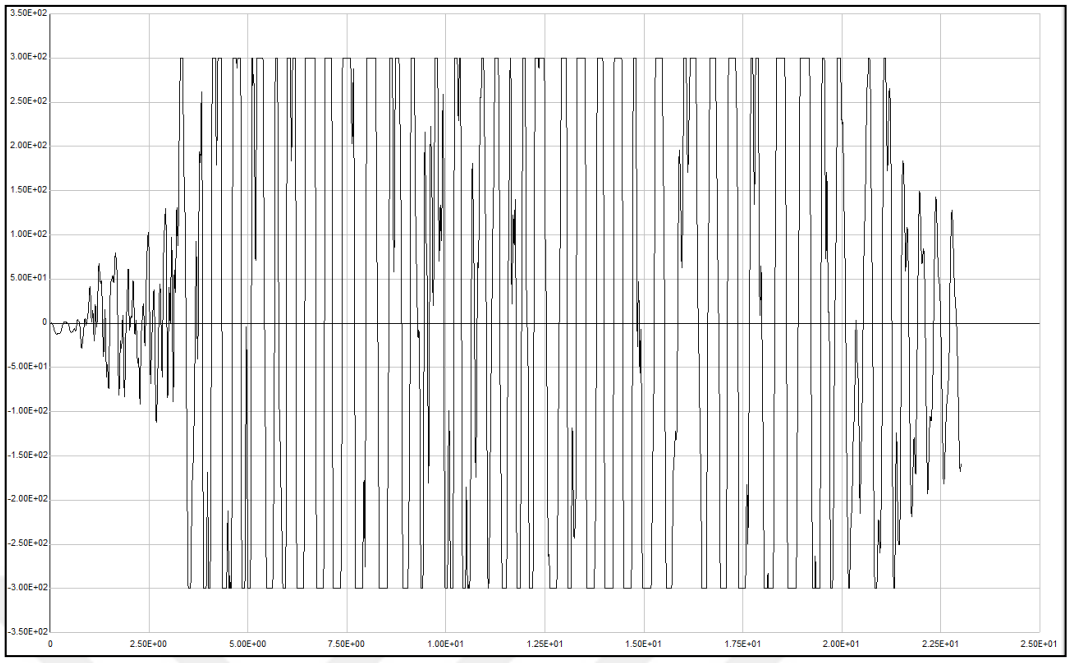
Şekil 4.11. 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği



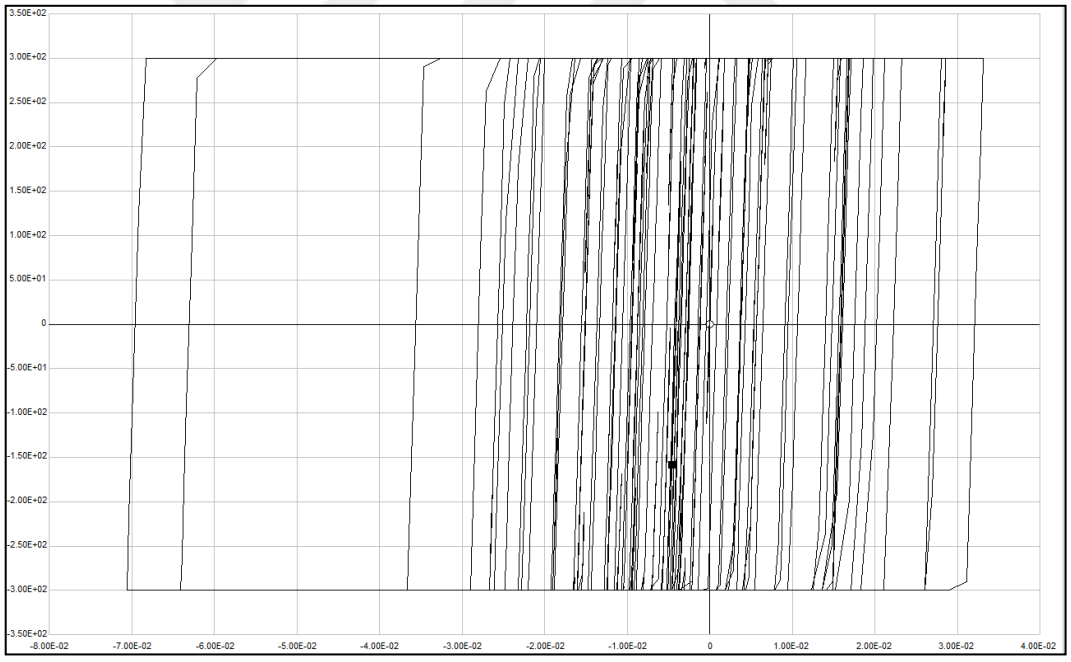
Şekil 4.12. 450 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin SP-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen)

Şekil 4.13'de, son iki katta kullanılmış olan 300 kN kapasiteli bir sürtünmeli sönümleyiciye ait kuvvet - zaman grafiği görülmektedir. Grafikten anlaşılacağı üzere, sönümleyici akma noktasına yaklaşık olarak depremin 5. Saniyesinde ulaşmış ve depremin kalan süresi boyunda aynı kuvvet değerinde deplasman yapmaya devam etmiştir (Şekil 4.14).

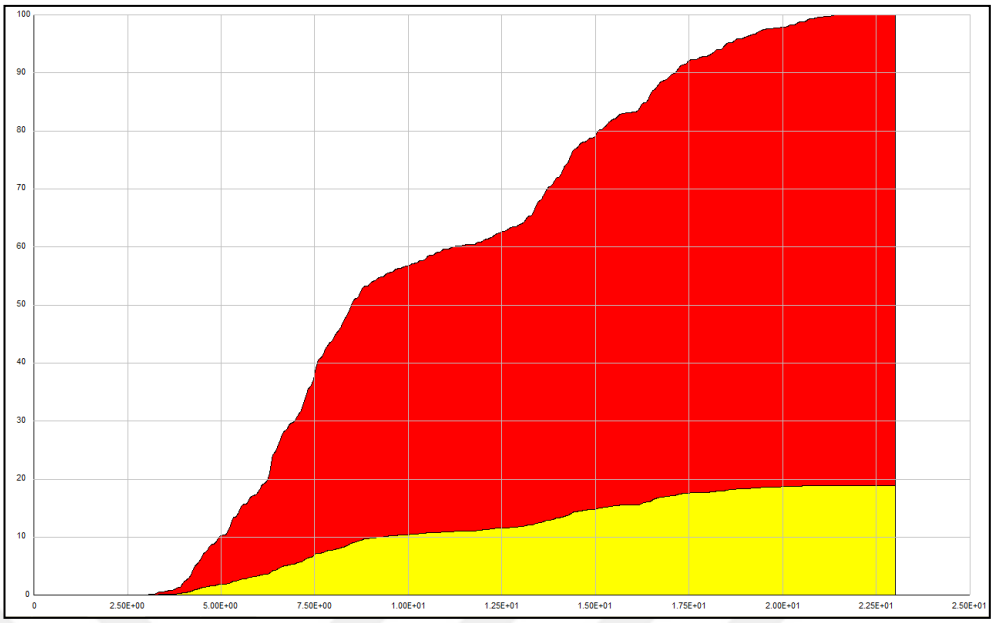
Şekil 4.15'de ise 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tükettiği enerji miktarı sarı renk ile, yapının tamamında tüketilen enerji ile kırmızı renkte gösterilmektedir. Şekilden anlaşıldığı üzere, yapıda tüketilen enerjinin yaklaşık %15'lik bölümü ilk son katta konumlanan 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyiciler tarafından tüketilmiştir.



Şekil 4.13. 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği



Şekil 4.14. 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin SP-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği



Şekil 4.15. 300 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin SP-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen)

4.3.2. 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar

Bu bölümde, kolon ve kirişlerden oluşan yapı elemanları, gruplanarak, hasar durumları açıklanmıştır.

25 x 55 ebadındaki kirişler için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri aşağıdaki Tablo 4.15'de görülmektedir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.15. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	52	-	-	-
2	56	-	-	-
3	56	-	-	-
4	56	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%92,86	%7,14	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Kirişlerde, yüzdesi az olmakla birlikte, yalnızca ilk katta belirgin hasar bölgesine geçen kirişler mevcuttur.

Sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirme yapılan 4 katlı mevcut yapıda, müdahale edilmemiş (normal) kolonların tümü minimum hasar bölgesinde kalmıştır (Tablo 4.16 ve Tablo 4.17).

Tablo 4.16. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonları çekme etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

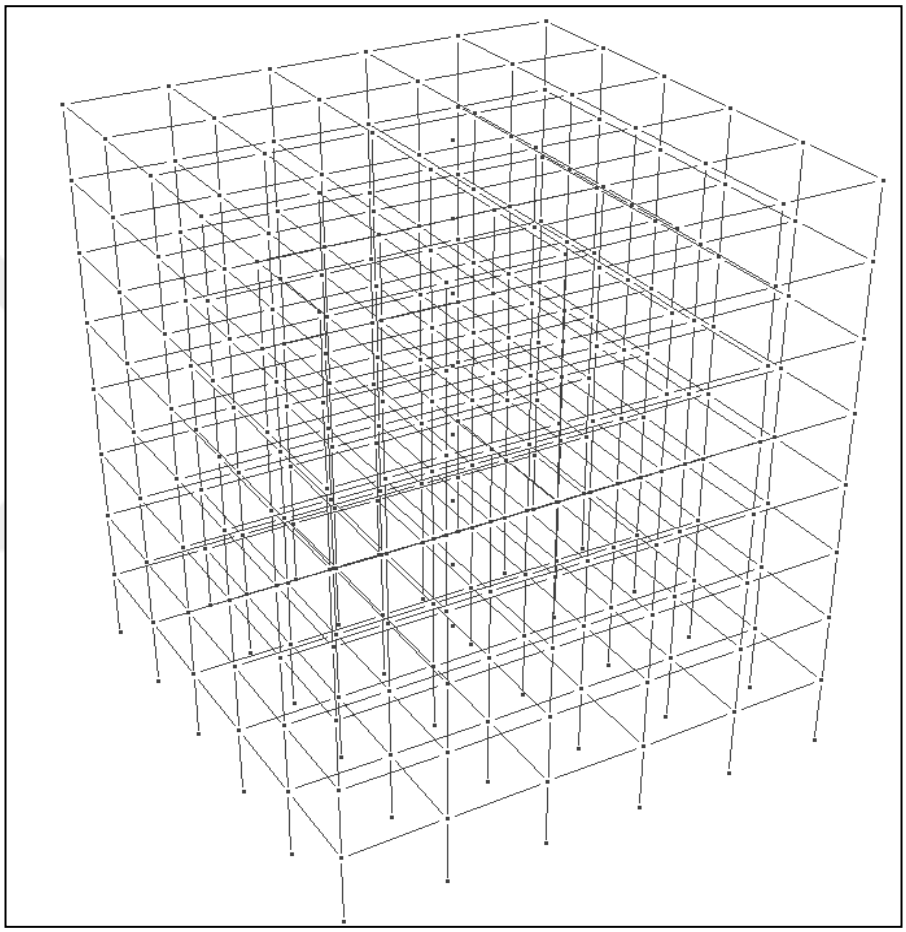
Tablo 4.17. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonları basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Ayrıntılı tablolar Ek-A'da verilmiştir. Sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirme sonuçları incelenirken, sönümleyicilerin bağlandığı çerçeve kolon ve kirişlerinin mutlaka elastik bölgede kalacak şekilde güçlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

4.4. 8 Katlı Mevcut Yapının Performans Değerlendirmesi

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında hesap ile değerlendirilen 8 katlı mevcut yapı için PERFORM-3D programında modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan kesit tanımlamaları Bölüm 3'de anlatılan şekilde yapılmıştır. 4 katlı mevcut yapının PERFORM-3D programında yapılmış 3 boyutlu model görünüşü Şekil 4.16'da görülmektedir.



Şekil 4.16. 8 katlı mevcut yapının Perform 3D model görüntüsü

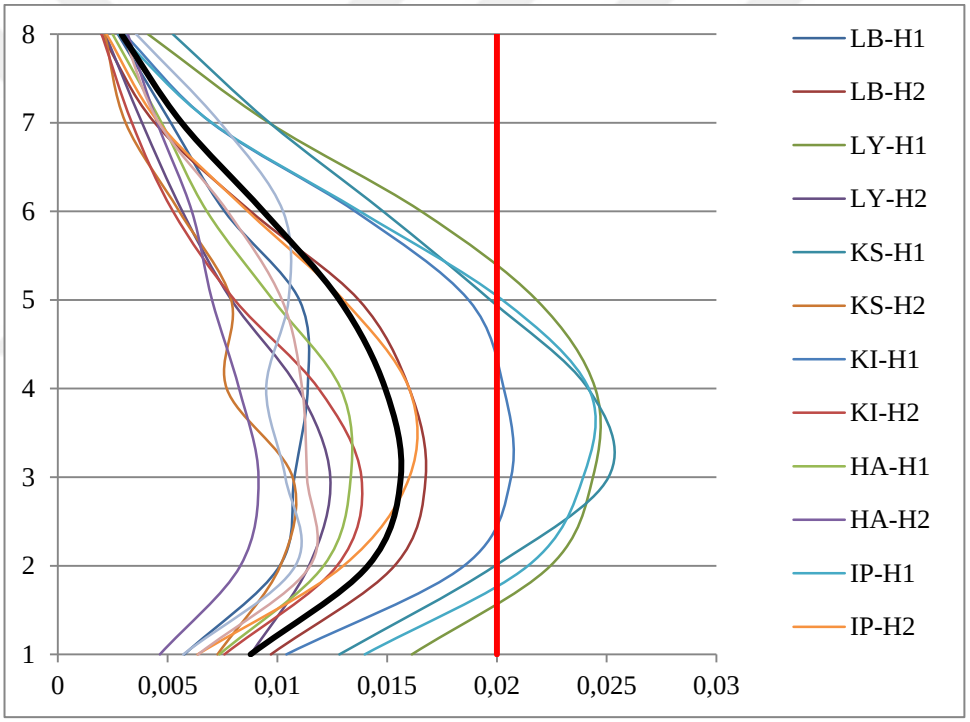
Yapının etkin modları her iki yön için 1,311 sn olup, kütle katılımları her iki yönde de %80,68 olarak oluşmuştur.

Seçilen 7 deprem hareketinin her iki yön için bileşenleri ayrı olarak yapıya etkitilmiş, DBYBHY 2007 uyarınca, sonuçlar 7 depremin ortalama değerleri olarak kabul edilmiştir.

4.4.1. 8 katlı mevcut yapı için global sonuçlar

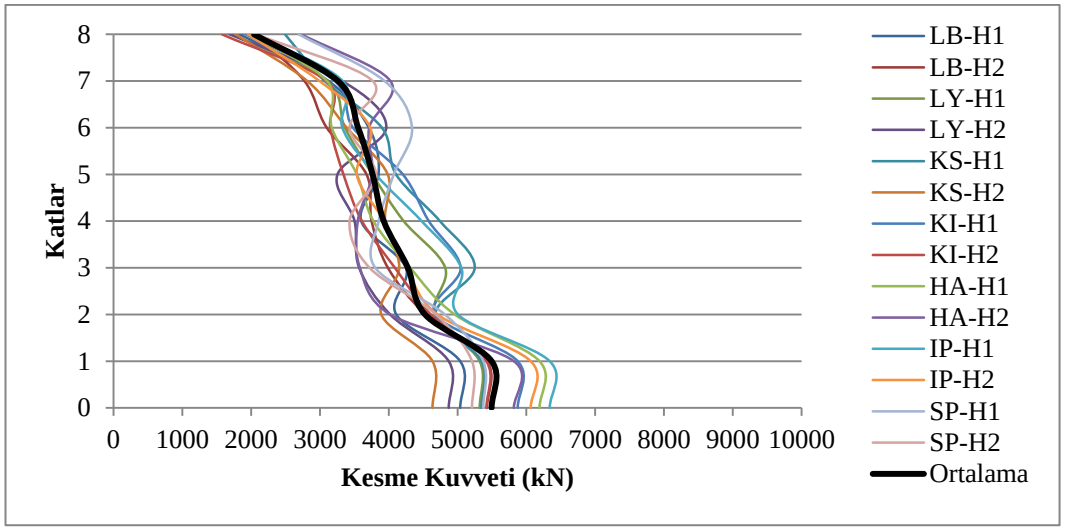
Bu bölümde, 8 katlı mevcut yapı performansı global parametreler ele alınarak değerlendirilmiştir.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranları ortalamasının en yüksek değerinin %1,5 mertebesinde ve yapının üçüncü katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin KS-H1 depreminde ve %2 yine yapının üçüncü katında, en düşük değerin ise HA-H2 depreminde ve %0,9 mertebesinde yine yapının üçüncü katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. 8 katlı mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda 8 katlı mevcut yapı kat kesme kuvveti değerleri ortalamasının en yüksek değerinin 5495 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin IP-H1 depreminde 6339,7 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu, en düşün değerin ise KS-H2 depreminde ve 4635,6 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. 8 katlı mevcut yapı kat kesme kuvvetleri (kN)

Şekil 4.18'de görülen kat kesme kuvvetleri, deprem kuvveti istemini belirlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

4.4.2. 8 katlı mevcut yapı için eleman bazında sonuçlar

Bu bölümde, kolon ve kirişlerden oluşan yapı elemanları, gruplanarak, hasar durumları açıklanmıştır.

25 x 55 ebadındaki kirişler için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri aşağıdaki Tablo 4.18'de görülmektedir. 8 katlı mevcut yapı kirişlerinin son iki kat dışında belirgin hasar bölgesinde olduğu görülmektedir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.18. 8 katlı mevcut yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	60	-	-
2	-	60	-	-
3	-	60	-	-
4	-	60	-	-
5	-	60	-	-
6	-	60	-	-
7	60	-	-	-
8	60	-	-	-

Tablo 4.18. (Devam) 8 katlı mevcut yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	%100	-	-
2	-	%100	-	-
3	-	%100	-	-
4	-	%100	-	-
5	-	%100	-	-
6	-	%100	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

55 x 55 ebadındaki kolonlar için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri Tablo 4.19 ve Tablo 4.20'de görülmektedir. Hasar durumları ele alınırken, hasarın çekme ve basınç kaynaklı olduğu ayrıca belirtilmiştir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.19. 8 katlı mevcut yapı kolonların basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	-	36
2	36	-	-	-
3	36	-	-	-
4	36	-	-	-
5	36	-	-	-
6	36	-	-	-
7	36	-	-	-
8	36	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	-	%100
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

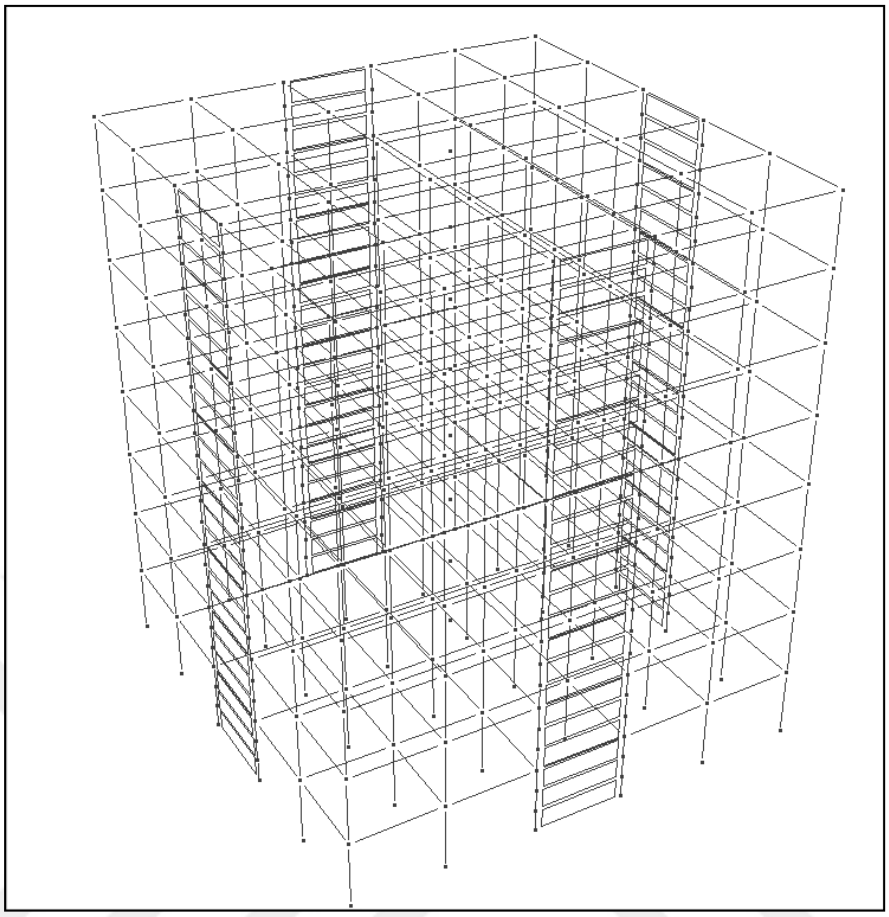
Tablo 4.20. 8 katlı mevcut yapı kolonların çekme etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	16	20	-	-
2	36	-	-	-
3	36	-	-	-
4	36	-	-	-
5	36	-	-	-
6	36	-	-	-
7	36	-	-	-
8	36	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%44,44	%55,56	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

8 katlı mevcut yapı kolonlarının, çekme etkisinde, ilk katta belirgin hasar bölgesinde önemli bir yüzdeyle bulunduğu; basınç etkisinde ise ilk katta tamamen göçme bölgesinde olduğu görülmektedir.

4.5. 8 Katlı İlave Perdeler ile Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında hesap ile değerlendirilen 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için PERFORM-3D programında modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan kesit tanımlamaları Bölüm 3'de açıklandığı şekilde yapılmıştır. 8 Katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının PERFORM-3D programında yapılmış 3 boyutlu model görünüşü Şekil 4.19'daki gibidir.



Şekil 4.19. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının Perform 3D model görüntüsü

Yapının etkin modları her iki yön için 0,6326 sn olup, kütle katılımları her iki yönde de %71,15 olarak oluşmuştur.

Seçilen 7 deprem hareketinin her iki yön için bileşenleri ayrı olarak yapıya etkitilmiş, DBYBHY 2007 uyarınca, sonuçlar 7 depremin ortalama değerleri olarak kabul edilmiştir.

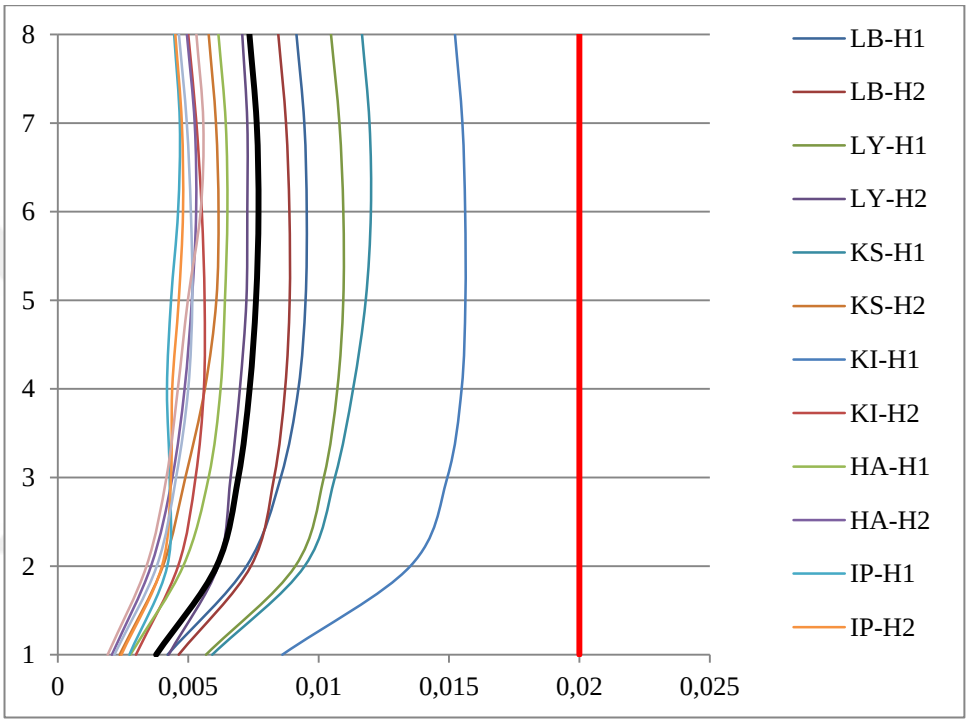
4.5.1. 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar

Bu bölümde, 4 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı performansı global parametreler ele alınarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar değerlendirilirken seçilen 7 farklı deprem kaydından elde edilen sonuçların ortalaması göz önüne alınmıştır.

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları ortalamasının en yüksek değerinin %0,76 mertebesinde ve yapının altıncı katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya

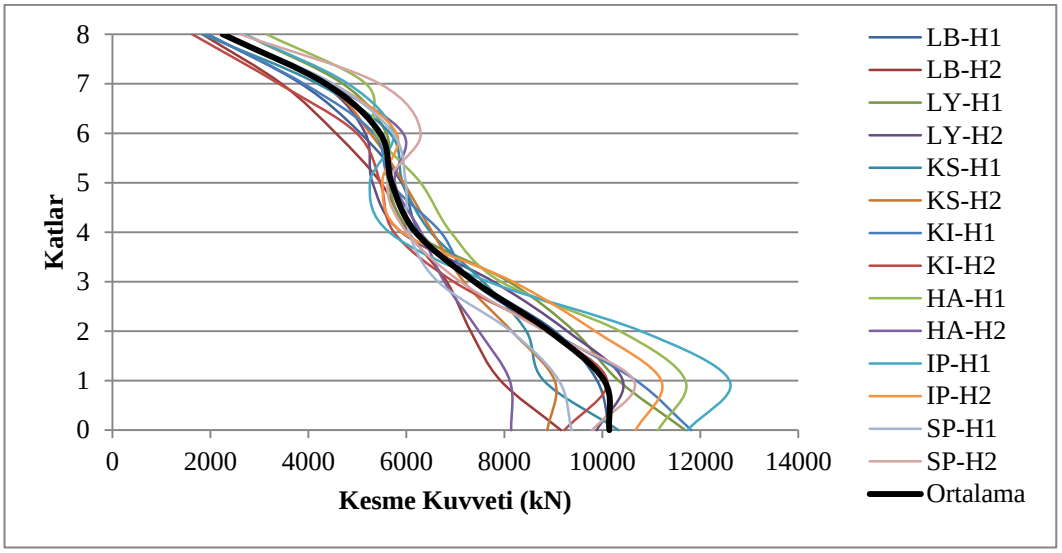
dahil edilen en yüksek değerin KI-H1 depreminde ve %1,5 mertebesinde yine yapının altıncı katında; en düşük değerin ise SP-H2 depreminde ve %0,54 mertebesinde yine yapının altıncı katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.20).

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranının en yüksek değerinin %0,76 mertebesinde oluştuğu gözlenmiştir.



Şekil 4.20. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapının göreli kat ötelemesi oranları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvveti değerleri ortalamasının en yüksek değerinin 10041,1 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin IP-H1 depreminde 10792,2 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu, en düşün değerin ise HA-H2 depreminde ve 8111,1 kN olduğu ve yapı birinci katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvvetleri (kN)

Şekil 4.21'de görülen kat kesme kuvvetleri, deprem kuvveti istemini belirlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

Sonuçlar incelendiğinde mevcut duruma göre, deprem kuvveti isteminin, perde ekleme ile önemli ölçüde arttığı, buna karşılık göreli kat ötelemesi değerlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu konudaki ayrıntılı karşılaştırma, son bölümde yapılmıştır.

4.5.2. 8 Katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar

Bu bölümde, kolon ve kirişlerden oluşan yapı elemanları, gruplanarak, hasar durumları açıklanmıştır.

25 x 55 ebadındaki kirişler için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri aşağıdaki Tablo 4.21'de görülmektedir. Kirişlerin büyük çoğunluğu belirgin hasar bölgesinde olup, az bir miktar kirişin minimum hasar bölgesinde kaldığı görülmüştür. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.21. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	44	12	-	-
2	8	48	-	-
3	-	56	-	-

Tablo 4.21. (Devam) 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

4	-	56	-	-
5	-	56	-	-
6	-	56	-	-
7	-	56	-	-
8	44	16	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%78,57	%21,43	-	-
2	%14,29	%85,71	-	-
3	-	%100	-	-
4	-	%100	-	-
5	-	%100	-	-
6	-	%100	-	-
7	-	%100	-	-
8	%78,57	%28,57	-	-

Kirişlerin büyük çoğunluğu belirgin hasar bölgesine geçtiği görülmektedir. İlave perdeler ile güçlendirmenin dışında kirişlere de müdahale etme gerekliliği mevcuttur.

Kolon değerlendirmeleri, 3 ana durum için ayrı olarak değerlendirilmiştir. Gerçeğe en yakın modellemenin yapılması hedeflendiğinden, perde başlıklarında mantolanmış olan mevcut kolonlar da sistemde modellenmiştir. Mantolanmış mevcut kolonlardan, manto elemanlarından ve perdelerden ayrı hasar durumları çıkarılmıştır. Ayrıntılı tablolar Ek-A'da verilmiştir.

İlave perdeler ile güçlendirme yapılan 8 katlı yapıda, müdahale edilmemiş kolonların tümü minimum hasar bölgesinde kalmıştır (Tablo 4.22 ve Tablo 4.23).

Tablo 4.22. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu

Normal Kolonlar				
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
5	28	-	-	-
6	28	-	-	-
7	28	-	-	-

Tablo 4.22. (Devam) 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu

8	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Tablo 4.23. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı normal kolonlarının basınç hasar durumu

kat	Normal Kolonlar			
	MH	BH	İH	GB
1	28	20	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
5	28	-	-	-
6	28	-	-	-
7	28	-	-	-
8	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Manto kolonlarında, sayıca çok az olmak üzere belirgin hasar gören elemanlar mevcuttur (Tablo 4.24 ve Tablo 4.25).

Tablo 4.24. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Kolon Mantoları			
	MH	BH	İH	GB
1	7	1	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
5	8	-	-	-
6	8	-	-	-
7	8	-	-	-
8	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%87,5	%12,5	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Tablo 4.25. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu

kat	Kolon Mantoları			
	MH	BH	İH	GB
1	8	-	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
5	8	-	-	-
6	8	-	-	-
7	8	-	-	-
8	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Mantolanmış perde başlığındaki mevcut kolonlarda, göçme bölgesi de dahil olmak üzere geniş bir yelpazede hasarlar oluşmuştur (Tablo 4.26 ve Şekil 4.27).

Tablo 4.26. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı mantolu kolon içlerinin çekme etkisindeki hasar durumu

kat	Mantolu Kolon İçleri			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	-	8
2	-	8	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
5	8	-	-	-
6	8	-	-	-
7	8	-	-	-
8	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	-	-	-	1
2	-	1	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Tablo 4.27. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolon içlerinin basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Mantolu Kolon İçleri			
	MH	BH	İH	GB
1	8	-	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
5	8	-	-	-
6	8	-	-	-
7	8	-	-	-
8	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-

Tablo 4.27. (Devam) 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı manto kolon içlerinin basınç etkisindeki hasar durumu

5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Bunların dışında, perde genel hasar durumunu belirleyebilmek için, mantolanmış mevcut kolon, manto kolonu ve perde uç noktalarındaki basınç ve çekme kaynaklı deformasyonları okumak için 'deformasyon ölçer (strain gauge)' tanımı yapılmış, ilave perdelerin hasar durumu buradan yola çıkılarak genelleştirilmiştir (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. 8 katlı ilave perdeler ile güçlendirilmiş yapı ilave perdeleri hasar durumu

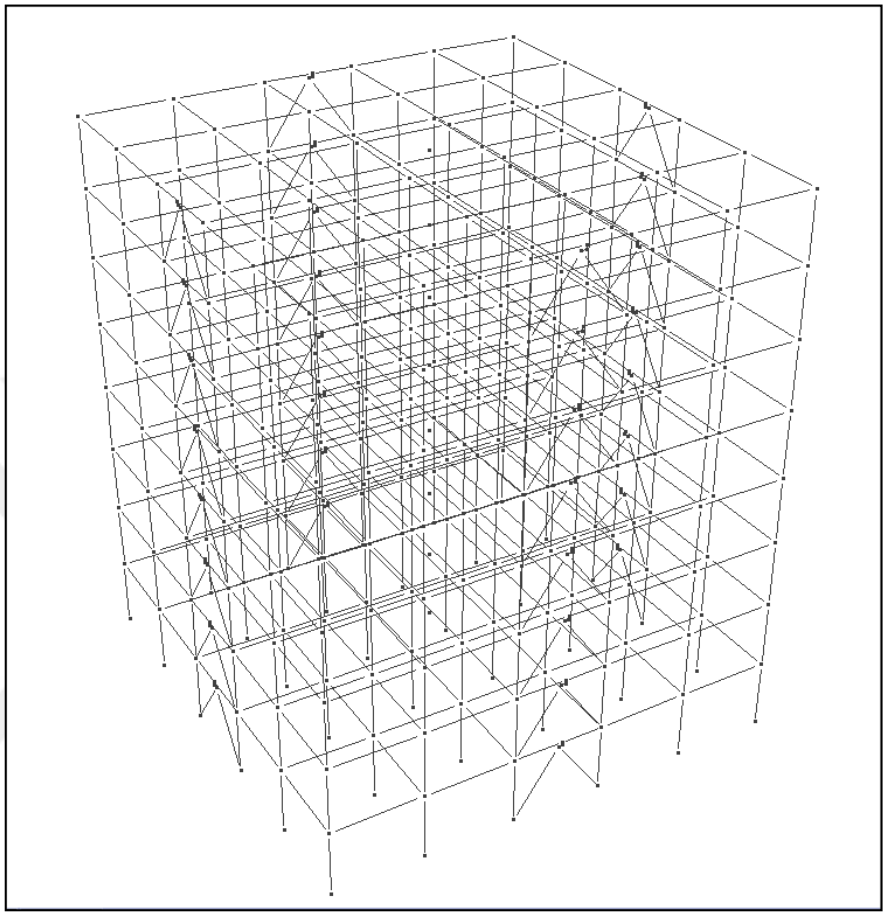
kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	4	4	-	-
2	8	-	-	-
3	8	-	-	-
4	8	-	-	-
5	8	-	-	-
6	8	-	-	-
7	8	-	-	-
8	8	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%50	%50	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Tablo 4.28’de görüldüğü üzere, ilave perdelerde ilk katta belirgin hasarlar mevcuttur.

4.6. 8 Katlı Sürtünme Sönümleyiciler İle Güçlendirilmiş Yapının Performans Değerlendirmesi

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında hesap ile değerlendirilen 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı için PERFORM-3D programında modelleme yapılmıştır. Modellemede kullanılan kesit tanımlamaları Bölüm 3'de

anlatıldığı şekilde yapılmıştır. 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapının PERFORM-3D programında yapılmış 3 boyutlu modeli Şekil 4.22'de görülmektedir.



Şekil 4.22. 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapının Perform-3D model görüntüsü

Yapının etkin modları her iki yön için 0,8259 sn olup, kütle katılımları her iki yönde de %72,93 olarak oluşmuştur.

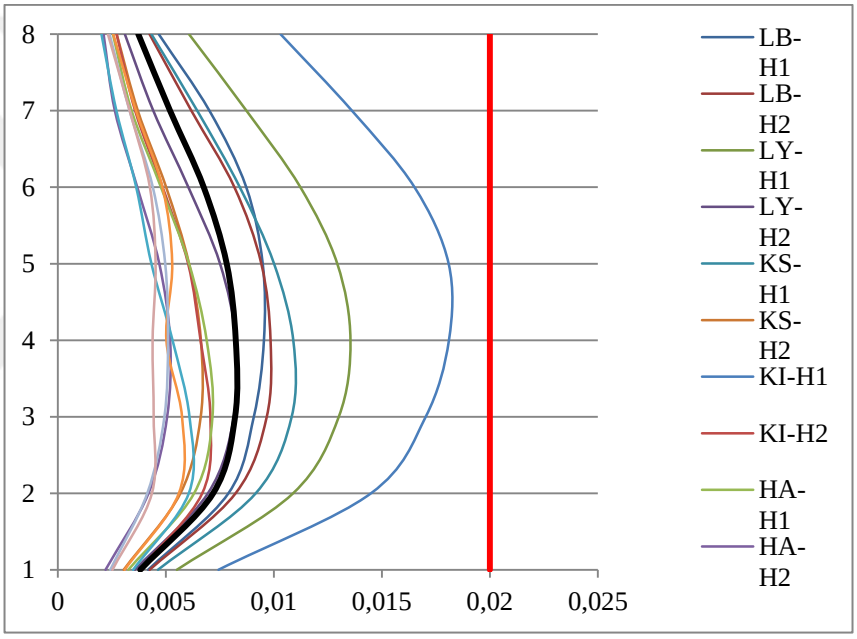
Seçilen 7 deprem hareketinin her iki yön için bileşenleri ayrı olarak yapıya etkitilmiş, DBYBHY 2007 uyarınca, sonuçlar 7 depremin ortalama değerleri olarak kabul edilmiştir.

4.6.1. 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı için global sonuçlar

Bu bölümde, 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı performansı global parametreler ele alınarak değerlendirilmiştir.

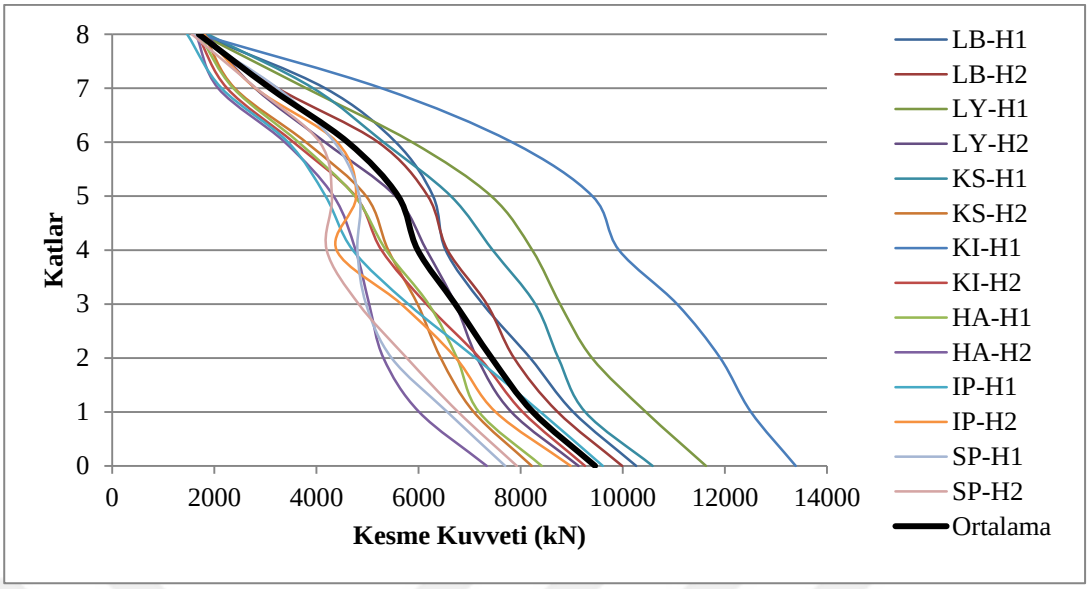
Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları ortalamasının en yüksek değerinin %0,823 mertebesinde ve yapının üçüncü katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin KI-H1 depreminde ve %1,7 mertebesinde yapının dördüncü katında; en düşük değerin ise SP-H2 depreminde ve %0,4 mertebesinde yine yapının birinci katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.23).

Zaman tanım alanında doğrusal elastik olmayan analiz sonucunda, mevcut yapı göreli kat ötelemesi oranının en yüksek değerinin %0,823 mertebesinde oluştuğu gözlenmiştir.



Şekil 4.23. 8 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı göreli kat ötelemesi oranları

Zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonucunda, sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvveti değerleri ortalamasının en yüksek değerinin 9457,25 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu gözlenmiştir. Ortalamaya dahil edilen en yüksek değerin KI-H1 depreminde 13386 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu, en düşük değerin ise HA-H2 depreminde ve 7334,5 kN olduğu ve yapı zemin katında oluştuğu gözlenmiştir (Şekil 4.24).



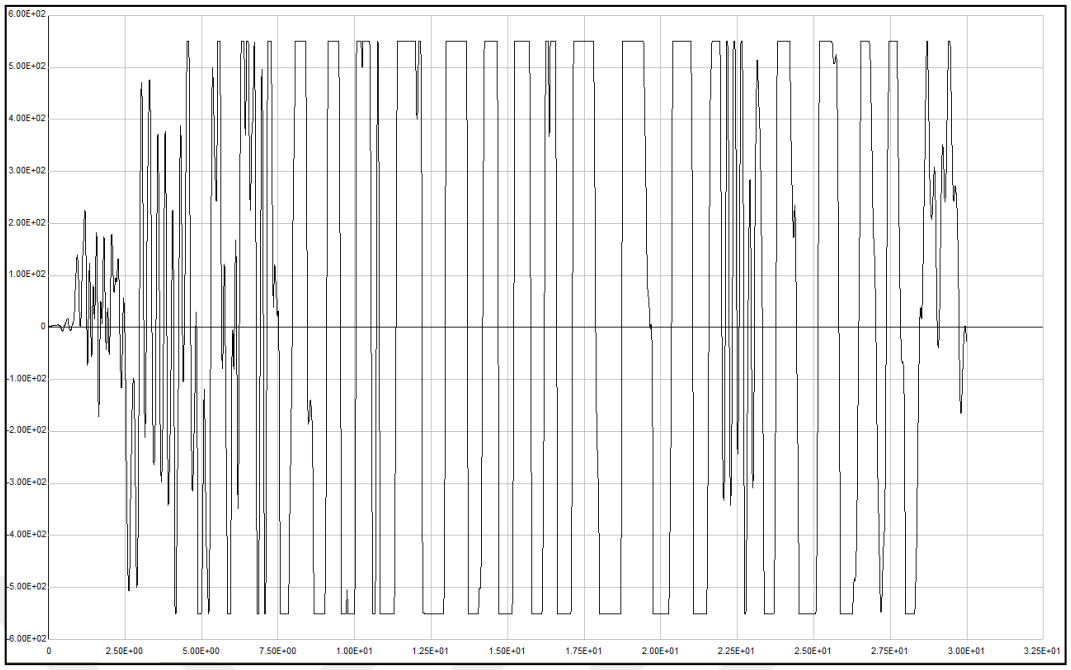
Şekil 4.24. 8 katlı sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kat kesme kuvvetleri (kN)

Tablo 4.20'de görülen kat kesme kuvvetleri, deprem kuvveti istemini belirlemek amacıyla değerlendirmeye alınmıştır.

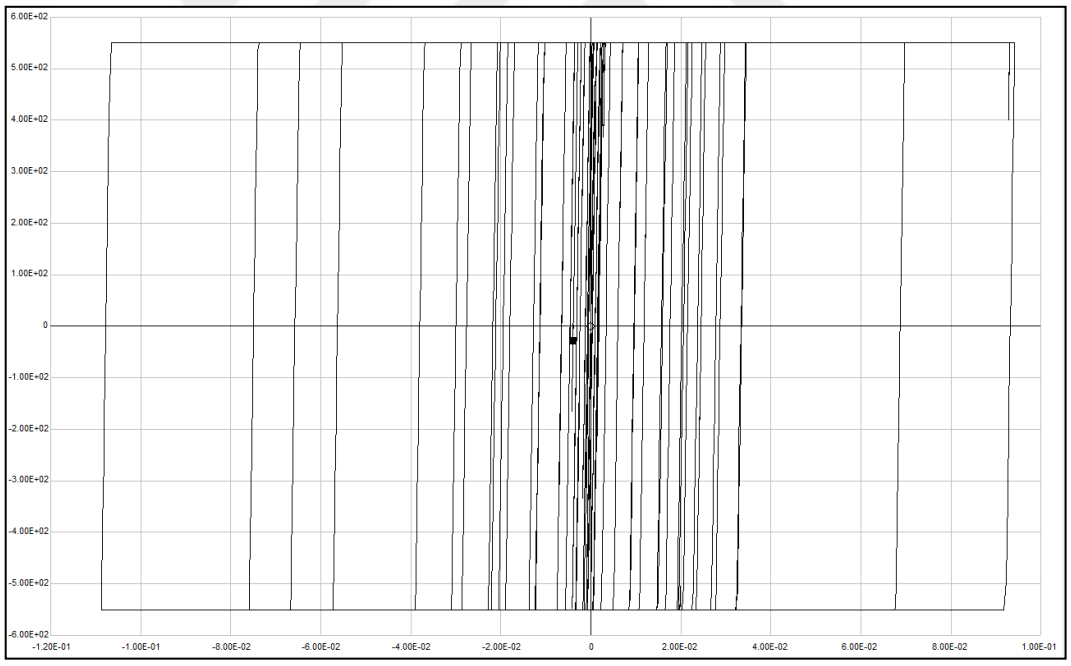
Sonuçlar incelendiğinde mevcut duruma göre, deprem kuvveti isteminin, sürtünme sönümleyici ekleme ile de arttığı, buna karşılık göreli kat ötelemesi değerlerinin önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu konudaki ayrıntılı karşılaştırma, son bölümde yapılmıştır.

Sürtünmeli sönümleyici elemanların tümü, akma noktasına ulaşmıştır. Şekil 4.25'de, ilk dört katta kullanılmış olan 550 kN kapasiteli bir sürtünmeli sönümleyiciye ait kuvvet - zaman grafiği görülmektedir. Grafikten anlaşılacağı üzere, sönümleyici akma noktasına yaklaşık olarak depremin 7. saniyesinde ulaşmış ve depremin kalan süresi boyunda aynı kuvvet değerinde deplasman yapmaya devam etmiştir (Şekil 4.26).

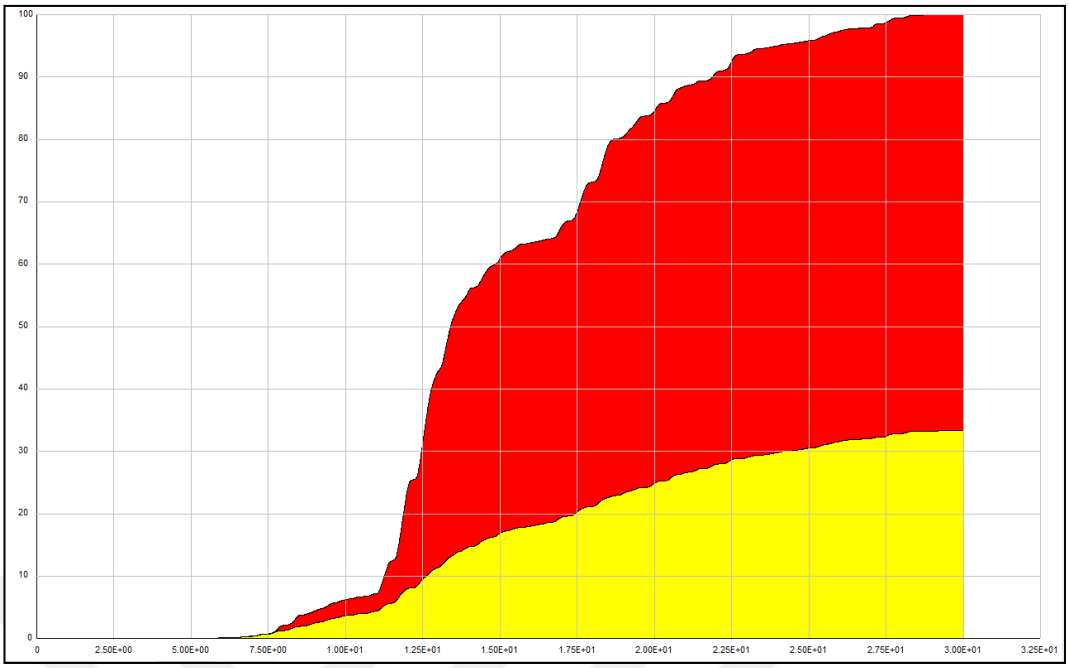
Şekil 4.27'de ise 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tükettiği enerji miktarı sarı renk ile, yapının tamamında tüketilen enerji de kırmızı renkte gösterilmektedir. Şekilden anlaşıldığı üzere, yapıda tüketilen enerjinin yaklaşık %40'lık bölümü ilk 4 katta konumlanan 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyiciler tarafından tüketilmiştir.



Şekil 4.25. 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği



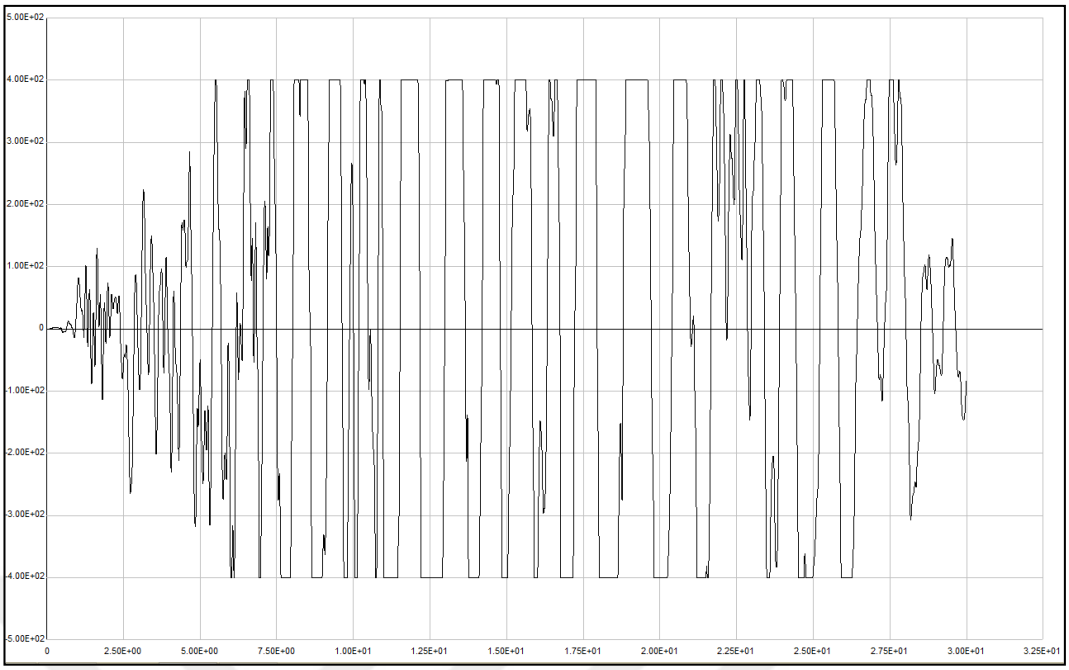
Şekil 4.26. 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği



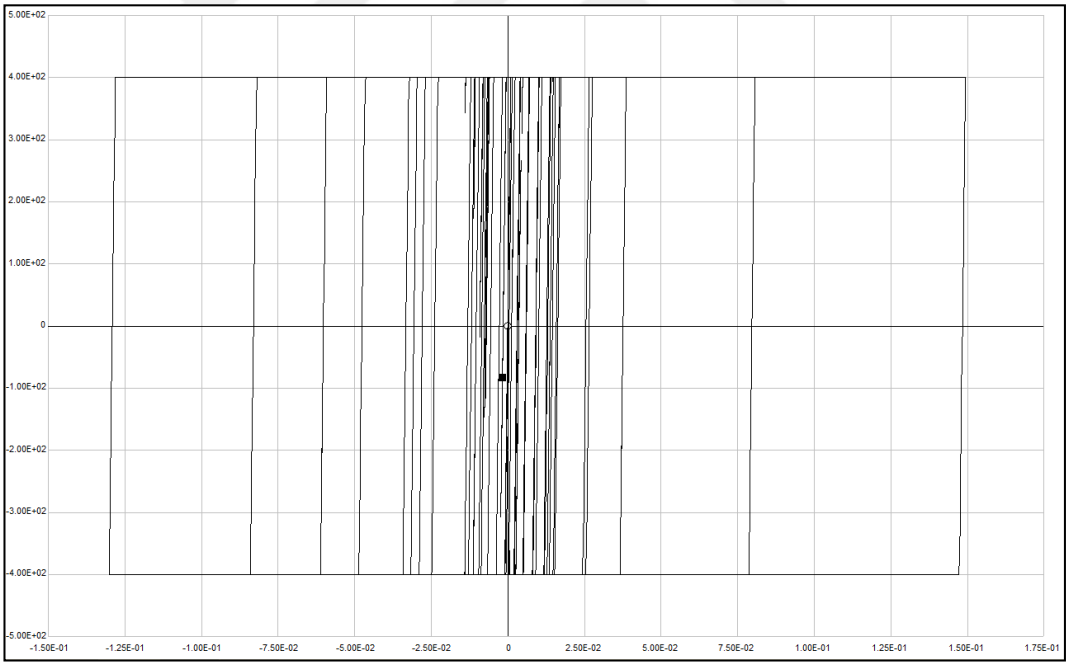
Şekil 4.27. 550 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tümünün KI-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen) grafiği

Şekil 4.28'de, son dört katta kullanılmış olan 400 kN kapasiteli bir sürtünmeli sönümleyiciye ait kuvvet - zaman grafiği görülmektedir. Grafikten anlaşılacağı üzere, sönümleyici akma noktasına yaklaşık olarak depremin 7. saniyesinde ulaşmış ve depremin kalan süresi boyunda aynı kuvvet değerinde deplasman yapmaya devam etmiştir (Şekil 4.29).

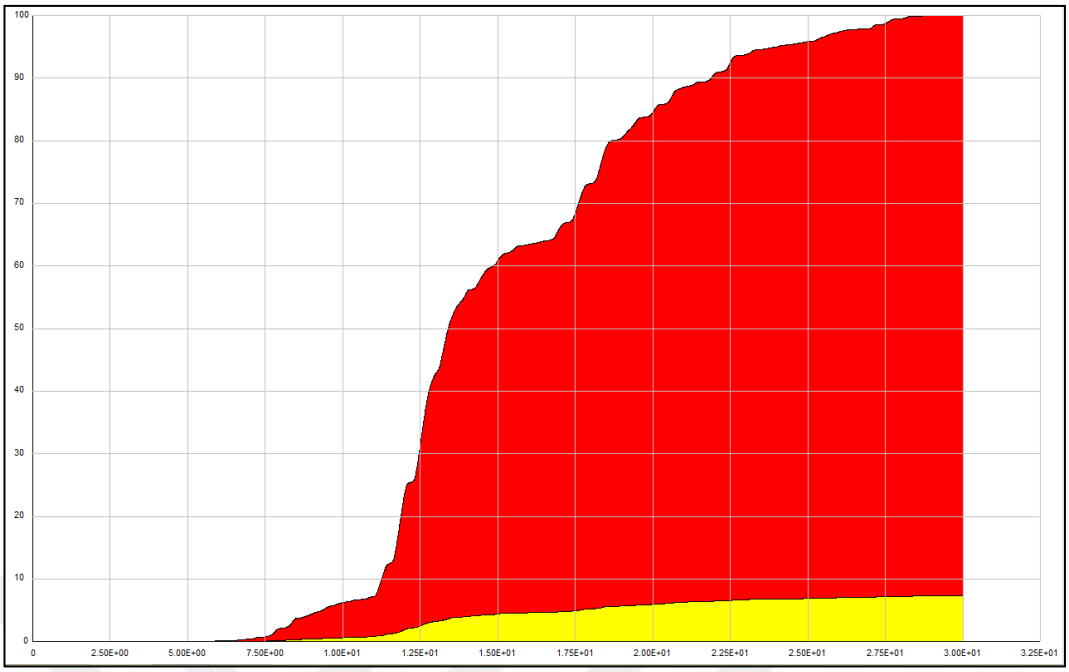
Şekil 4.30'da ise 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tükettiği enerji miktarı sarı renk ile yapının tamamında tüketilen enerji de kırmızı renkte gösterilmektedir. Şekilden anlaşıldığı üzere, yapıda tüketilen enerjinin yaklaşık %5'lik bölümü ilk dört katta konumlanan 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyiciler tarafından tüketilmiştir.



Şekil 4.28. 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-zaman (sn-yatay eksen) grafiği



Şekil 4.29. 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerden birisinin KI-H1 depremi altındaki kuvvet (kN-düşey eksen)-birim deformasyon (yüzde-yatay eksen) grafiği



Şekil 4.30. 400 kN kapasiteli sürtünme sönümleyicilerin tümünün KI-H1 depremi altında tükettiği enerji (kNm-yatay eksen) - oran (yüzde-düşey eksen) grafiği

4.6.2. 4 katlı sürtünmeli sönümlendiriciler ile güçlendirilmiş yapı için eleman bazında sonuçlar

Bu bölümde, kolon ve kirişlerden oluşan yapı elemanları, gruplanarak, hasar durumları açıklanmıştır.

25 x 55 ebadındaki kirişler için kat bazında hasar bölgeleri ve yüzdeleri Tablo 4.29'da görülmektedir. Ayrıntılı hasar tablosu Ek-A'da verilmiştir.

Tablo 4.29. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	54	2	-	-
2	-	56	-	-
3	-	56	-	-
4	-	56	-	-
5	-	56	-	-
6	44	12	-	-
7	56	-	-	-
8	56	-	-	-

Tablo 4.29. (Devam) 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişleri hasar durumu

kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%96,43	%3,57	-	-
2	-	%100	-	-
3	-	%100	-	-
4	-	%100	-	-
5	-	%100	-	-
6	%78,57	%21,43	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Kirişlerde, yüzdesi az olmakla birlikte, yalnızca ilk katta belirgin hasar bölgesine geçen kirişler mevcuttur.

Ayrıntılı tablolar Ek-A'da verilmiş olup, tüm kolonlar hem çekme hem basınç dominant durumda minimum hasar bölgesinde kalmıştır (Tablo 4.30 ve Tablo 4.31).

Tablo 4.30. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının basınç etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
5	28	-	-	-
6	28	-	-	-
	28	-	-	-
7	28	-	-	-
8	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

Tablo 4.31. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının çekme etkisindeki hasar durumu

kat	Eleman adedi			
	MH	BH	İH	GB
1	28	-	-	-
2	28	-	-	-
3	28	-	-	-
4	28	-	-	-
5	28	-	-	-
6	28	-	-	-
	28	-	-	-
7	28	-	-	-
8	28	-	-	-
kat	Eleman yüzdesi			
	MH	BH	İH	GB
1	%100	-	-	-
2	%100	-	-	-
3	%100	-	-	-
4	%100	-	-	-
5	%100	-	-	-
6	%100	-	-	-
7	%100	-	-	-
8	%100	-	-	-

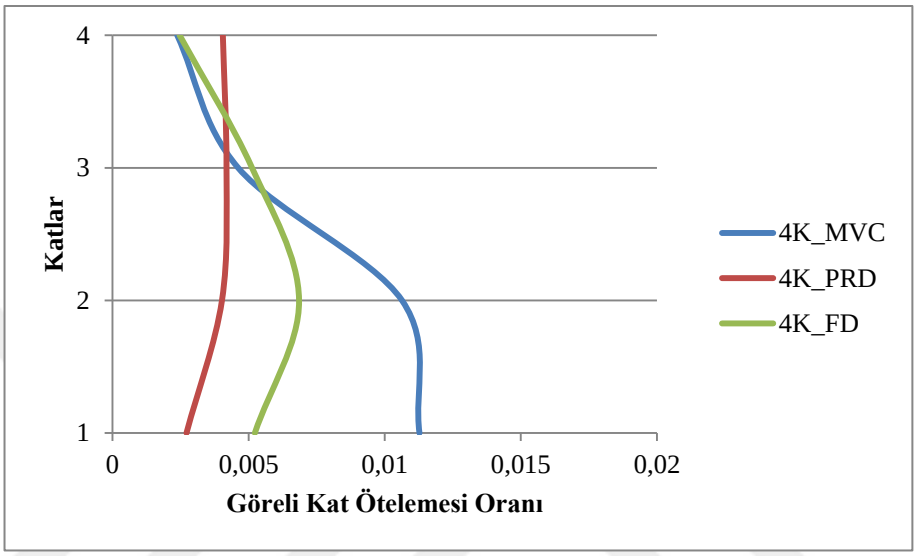
Sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirme sonuçları incelenirken, sönümleyicilerin bağlandığı çerçeve kolon ve kirişlerinin mutlaka elastik bölgede kalacak şekilde güçlendirilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

4.7. Güçlendirilmiş Yapıların, Mevcut Yapılar ile Karşılaştırılması

Seçilen 4 ve 8 katlı mevcut yapılar, ilave betonarme perde ve sürtünme sönümleyici eklenerek güçlendirilmiş ve bu güçlendirme yöntemlerinin yapı performanslarına etkileri önceki bölümde incelenmişti. Bu bölümde, global parametreler ele alınarak, seçilen güçlendirme yöntemlerinin mevcut yapı performansına etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

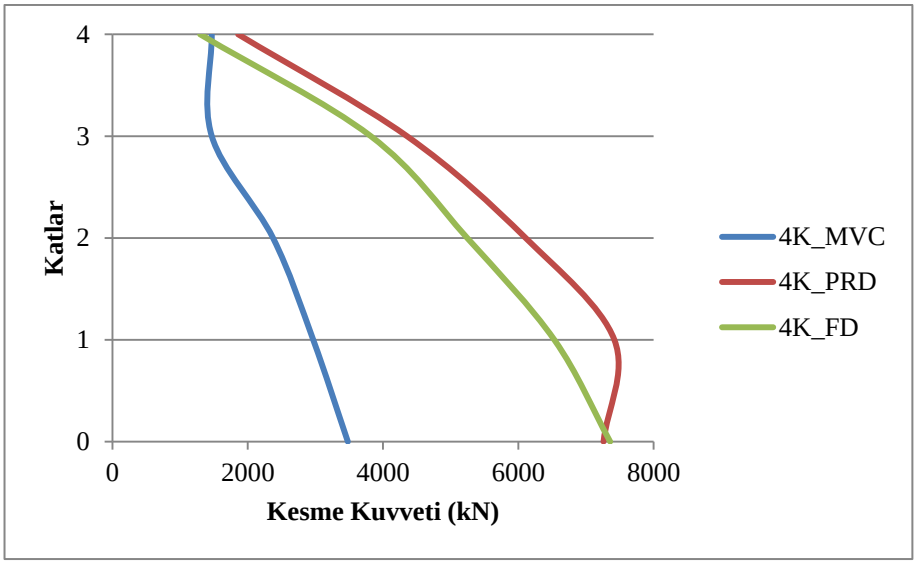
4.7.1. 4 katlı mevcut yapının, güçlendirilmiş yapılar ile performans karşılaştırması

Bu bölümde, 4 katlı mevcut yapı ile, ilave perdelerle güçlendirilmiş yapı ve sürtünme sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı arasındaki performans iyileşmesi global bazda karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.31. 4 katlı yapıların göreli kat ötelemesi karşılaştırmaları

Şekil 4.31'de görüleceği üzere, yapı göreli kat ötelemesi oranları, ilave perdeler ile güçlendirme ve sürtünme sönümleyici ekleme yöntemlerinin her ikisinde de azalırken; perde ekleme yöntemindeki azalma daha fazladır.

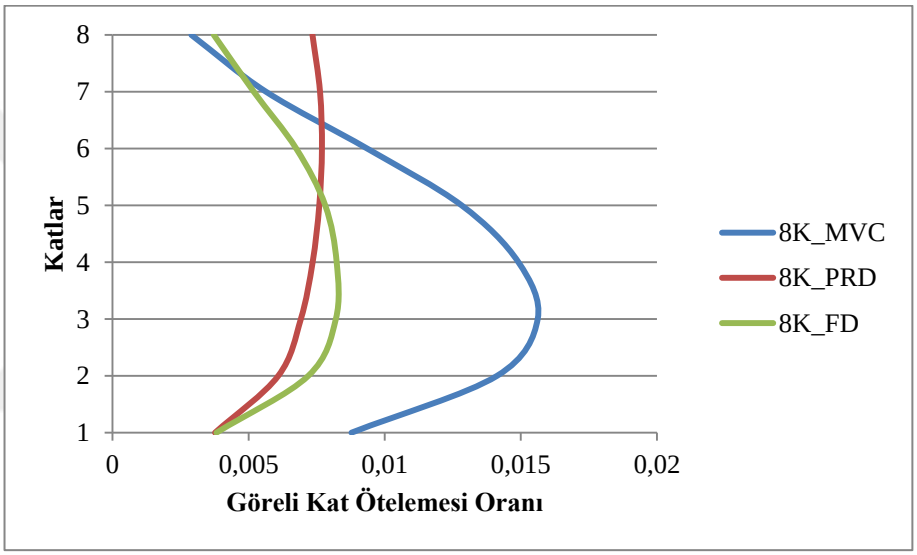


Şekil 4.32. 4 katlı yapıların kat kesme kuvveti karşılaştırmaları

Şekil 4.32'de görüleceği üzere, ilave perdeler ile güçlendirme ve sürtünme sönümleyici ekleme yöntemlerinin her ikisinde, kat kesme kuvvetleri önemli ölçüde artmış; ancak bu artış perde ekleme yönteminde daha fazla olmuştur.

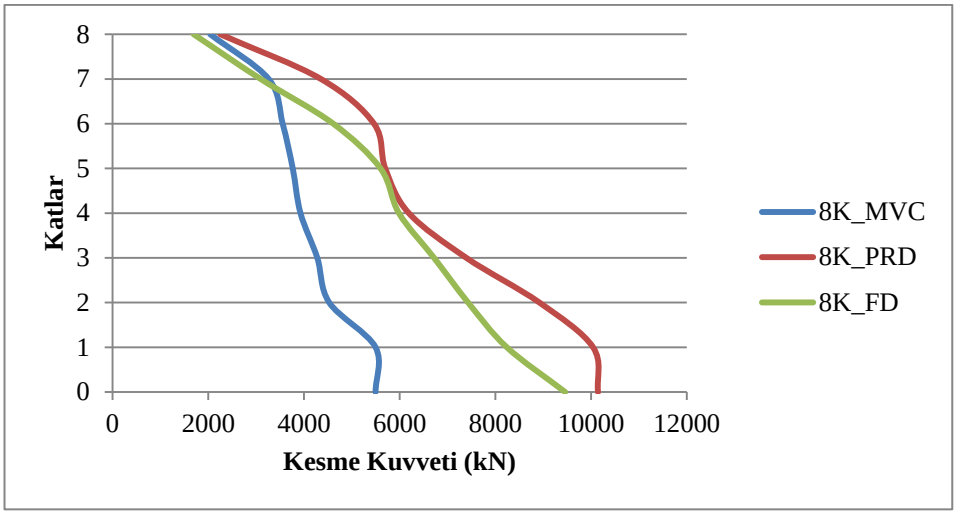
4.7.2. 8 katlı mevcut yapının, güçlendirilmiş yapılar ile performans karşılaştırması

Bu bölümde, 4 katlı mevcut yapı ile, ilave perdelerle güçlendirilmiş yapı ve sürtünme sönümlendiricilerle güçlendirilmiş yapı arasındaki davranış gelişimleri global bazda karşılaştırılmıştır.



Şekil 4.33. 8 katlı yapıların göreli kat ötelemesi karşılaştırmaları

Şekil 4.33'de görüleceği üzere, yapı göreli kat ötelemesi oranları, ilave perdeler ile güçlendirme ve sürtünme sönümleyici ekleme yöntemlerinin her ikisinde de azalırken; perde ekleme yöntemindeki azalma daha fazladır.



Şekil 4.34. 8 katlı yapıların kat kesme kuvveti karşılaştırmaları

Şekil 4.34'de görüleceği üzere, ilave perdeler ile güçlendirme ve sürtünme sönümleyici ekleme yöntemlerinin her ikisinde, kat kesme kuvvetleri önemli ölçüde artmış; ancak bu artış perde ekleme yönteminde daha fazla olmuştur.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez kapsamında, farklı kat yüksekliklerine sahip iki mevcut betonarme yapı, perde eklenerek ve sürtünmeli sönümleyici eklenerek güçlendirilmiştir. Mevcut durum için ve her iki farklı güçlendirme tekniğinin kullanıldığı durumlar için, zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizler gerçekleştirilmiş, yapı performansları global ve eleman bazında olmak üzere karşılaştırılmıştır.

- 4 ve 8 katlı yapıların her ikisi için de, perde ekleme ve sürtünmeli sönümleyici ekleme yöntemleri, eleman hasarını azaltmada benzer şekilde etkili olmuşlardır.
- 4 ve 8 katlı yapıların her ikisi için de, perde ekleme ve sürtünmeli sönümleyici ekleme, göreli kat ötelemelerini azaltmada benzer şekilde etkili olmuştur.
- Perde eklemeye oranla, sürtünmeli sönümleyici ekleme sonucu oluşan taban ve kat kesme kuvvetleri talebindeki azalmanın önemli olacağı varsayılırken, bu azalma beklenen seviyenin altında gerçekleşmiştir.
- Eklenen perdelerde, hemen hiç hasar oluşmamıştır, bu durum tasarımın optimize edilmesi açısından, farklı eğilme kapasitesine sahip perdelerin de performansa etki edebileceği sorusunu gündeme getirmektedir.
- Eklenen farklı kapasitelerdeki sürtünmeli sönümleyicilerin tümünde akma meydana gelmiştir. Deprem sonuçlarının ortalaması göz önüne alındığında, akmanın genellikle depremin ilk 5 saniyesinde gerçekleştiği ve sonrasında enerji sönümlediği gözlenmiştir. Bu tasarım açısından istenen bir durum olmakla birlikte, sönümlenen enerji miktarının genellikle binanın ilk iki katından sonra azaldığı görülmektedir. Farklı kapasitelerde ve binanın farklı konumlarına eklenecek sürtünmeli sönümleyiciler ile analizlerin tekrarlanması önerilmektedir.
- Sürtünmeli sönümleyici ekleme yönteminin genellikle çelik binalar için çalışılmış olduğu bilinen bir durumdur. Analizin ilk safhalarında, sürtünmeli sönümleyicinin eklendiği çerçeveye müdahalede bulunulmamış ve bu durumda, sözü edilen çerçevelerde ani gevrek kırılmalar gözlenmiştir. Bu durumdan kaçınabilmek adına, sönümleyicilerin eklendiği çerçevelerde, rijitlik arttırımı uygulanmıştır. Tez sonuçlarının değerlendirilmesinde gözden kaçırılmaması gereken en önemli kabullerden birisi olan bu durum, sönümleyici eklenen çerçevelerin önceden

güçlendirilecek olması ile ilgili deneysel ve analitik çalışmalara açık bir konudur. Sürtünmeli sönümleyici eklenen çerçevelerdeki bu rijitleştirme kabulü, perde ekleme yöntemindeki manto uygulaması ile prensip olarak uyumludur.

KAYNAKLAR

ABYYHY 1975, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *T.C. İmar ve İskan Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü Başkanlığı*, Ankara, 1975.

ABYYHY 1997, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, 1997.

ASCE 41-06, Seismic Rehabilitation of Existing Buildings, *American Society of Civil Engineers*, New York, 2008.

Aydınoğlu N., Yeni Deprem Yönetmeliği ve Uygulamalı Çözümler, *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik İçin Meslekiçi Eğitim Programı*, Antalya, Türkiye, 14-15 Temmuz 2007.

Chopra A. K., *Dynamics of Structures-Theory and Applications to Earthquake Engineering*, 1th ed., Prentice Hall, New Jersey, 1995.

Constantinuou M. C., Soong T. T., Dargush G. F., *Passive Energy Dissipation Systems For Structural Design and Retrofit*, 2nd ed., Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research, New York, 1998.

DBYBHY 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı*, Ankara, 2007.

Fahjan Y., Türkiye Deprem Yönetmeliği (DBYBHY, 2007) Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi, *İMO Teknik Dergi*, 2008, **19**(3), 4423-4444.

Fardis M., *Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings*, 3th ed., Springer, New York, 2009.

FEMA 273, NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, *Federal Emergency Managament Agency*, New York, 1997.

FEMA 274, NEHRP Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, *Federal Emergency Managament Agency*, New York, 1997.

FEMA 356, Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings, *Federal Emergency Managament Agency*, New York, 2000.

Folic R., Petronijevic P., Seismic Strengthening of Buildings with RC Walls, *First Scientific-Applied Conference with International Participation*, Sofia, Bulgaria, 22-23 October 2015.

Galal K., Sokkary H., Recent Advancements in Retrofit of RC Shear Walls, *14. World Conference on Earthquake Engineering*, Beijing, China, 12-18 October 2008.

Kaplan H., Yılmaz S., Seismic Strenghtening of Reinforced Concrete Buildings, Editors: Moustafa A., *Earthquake- Resistant Structures-Design, Assessment and Rehabilitation,* 3th. ed., Intech, Rijeka, 407-428, 2012.

Moehle J., Guidelines for Performance-Based Seismic Design of Tall Buildings, *Pacific Earthquake and Research Center (PEER)*, 2010-05, 21-33, 2010.

Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER), *Modeling and Acceptance Criterias for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings*, Applied Technology Council, California, USA, 2010.

Pall A., Pall T., Performance Based Design Using Pall Friction Dampers-An Economical Design Solution, *13. World Conferance on Earthquake Engineering*, Vancouver, Canada, 1-6 August 2004.

Paulay T., Priestley M. J. N., *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings,* 8th ed., John Wiley and Sons Inc., New York, 1992.

Rodriguez M., Park R., Repair and Strengthening of Reinforced Concrete Buildings for seismic Resistance, *Earthquake Spectra*, 1991, **7**(3), 439-459.

Tsionis G., Apostolska R., Taucer F., *JRC Science and Policy Reports: Seismic Strenghtening of RC Buildings*, European Commission, EUR-265495 EN, 17, 2014.

URL - 1: http://www.palldynamics.com/DesignWithFrictionDampers.html (Ziyaret tarihi: 10 Mayıs 2017)

Yerlici V., Luş H., *Yapı Dinamiğine Giriş*, 2. Baskı, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul, 2007.

EKLER

Ek-A

4K_MEVCUT - C40X40 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	1	0.00883	GB	2	0.00391	BH	3	0.00102	MH	4	0.00057	MH
2	4	0	1	0.00989	GB	2	0.00484	İH	3	0.00131	MH	4	0.00072	MH
3	8	0	1	0.00989	GB	2	0.00483	İH	3	0.00130	MH	4	0.00071	MH
4	12	0	1	0.00990	GB	2	0.00483	İH	3	0.00130	MH	4	0.00071	MH
5	16	0	1	0.00990	GB	2	0.00480	İH	3	0.00131	MH	4	0.00072	MH
6	20	0	1	0.00809	GB	2	0.00384	BH	3	0.00100	MH	4	0.00054	MH
7	0	4	1	0.00989	GB	2	0.00484	İH	3	0.00131	MH	4	0.00072	MH
8	4	4	1	0.01148	GB	2	0.00639	GB	3	0.00180	MH	4	0.00085	MH
9	8	4	1	0.01155	GB	2	0.00646	GB	3	0.00181	MH	4	0.00084	MH
10	12	4	1	0.01157	GB	2	0.00647	GB	3	0.00181	MH	4	0.00084	MH
11	16	4	1	0.01154	GB	2	0.00642	GB	3	0.00184	MH	4	0.00086	MH
12	20	4	1	0.00904	GB	2	0.00477	İH	3	0.00145	MH	4	0.00075	MH
13	0	8	1	0.00989	GB	2	0.00483	İH	3	0.00130	MH	4	0.00071	MH
14	4	8	1	0.01155	GB	2	0.00646	GB	3	0.00181	MH	4	0.00084	MH
15	8	8	1	0.01163	GB	2	0.00654	GB	3	0.00182	MH	4	0.00083	MH
16	12	8	1	0.01165	GB	2	0.00654	GB	3	0.00183	MH	4	0.00083	MH
17	16	8	1	0.01162	GB	2	0.00648	GB	3	0.00185	MH	4	0.00085	MH
18	20	8	1	0.00903	GB	2	0.00478	İH	3	0.00144	MH	4	0.00075	MH
19	0	12	1	0.00990	GB	2	0.00483	İH	3	0.00130	MH	4	0.00071	MH
20	4	12	1	0.01157	GB	2	0.00647	GB	3	0.00181	MH	4	0.00084	MH
21	8	12	1	0.01165	GB	2	0.00655	GB	3	0.00183	MH	4	0.00083	MH
22	12	12	1	0.01168	GB	2	0.00655	GB	3	0.00183	MH	4	0.00083	MH
23	16	12	1	0.01164	GB	2	0.00649	GB	3	0.00185	MH	4	0.00085	MH
24	20	12	1	0.00903	GB	2	0.00478	İH	3	0.00144	MH	4	0.00075	MH
25	0	16	1	0.00990	GB	2	0.00480	İH	3	0.00131	MH	4	0.00072	MH
26	4	16	1	0.01154	GB	2	0.00642	GB	3	0.00184	MH	4	0.00086	MH
27	8	16	1	0.01162	GB	2	0.00648	GB	3	0.00185	MH	4	0.00085	MH
28	12	16	1	0.01164	GB	2	0.00649	GB	3	0.00185	MH	4	0.00085	MH
29	16	16	1	0.01161	GB	2	0.00637	GB	3	0.00188	MH	4	0.00087	MH
30	20	16	1	0.00902	GB	2	0.00476	İH	3	0.00145	MH	4	0.00076	MH
31	0	20	1	0.00809	GB	2	0.00384	BH	3	0.00100	MH	4	0.00054	MH
32	4	20	1	0.00904	GB	2	0.00477	İH	3	0.00145	MH	4	0.00075	MH
33	8	20	1	0.00903	GB	2	0.00478	İH	3	0.00144	MH	4	0.00075	MH
34	12	20	1	0.00903	GB	2	0.00478	İH	3	0.00144	MH	4	0.00075	MH
35	16	20	1	0.00902	GB	2	0.00476	İH	3	0.00145	MH	4	0.00076	MH
36	20	20	1	0.00734	GB	2	0.00363	BH	3	0.00111	MH	4	0.00058	MH

Şekil A.1. 4 katlı mevcut yapı kolonları basınç etkisi altında hasar durumları

4K_MEVCUT - C40X40 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.değiştirme Değeri	Performans Bölgesi
	x	y												
1	0	0	1	0.02221	BH	2	0.01258	BH	3	0.00298	MH	4	0.00143	MH
2	4	0	1	0.02105	BH	2	0.01412	BH	3	0.00393	MH	4	0.00196	MH
3	8	0	1	0.02105	BH	2	0.01411	BH	3	0.00391	MH	4	0.00192	MH
4	12	0	1	0.02106	BH	2	0.01410	BH	3	0.00391	MH	4	0.00193	MH
5	16	0	1	0.02105	BH	2	0.01413	BH	3	0.00394	MH	4	0.00197	MH
6	20	0	1	0.02351	BH	2	0.01250	BH	3	0.00298	MH	4	0.00145	MH
7	0	4	1	0.02105	BH	2	0.01412	BH	3	0.00393	MH	4	0.00197	MH
8	4	4	1	0.01951	BH	2	0.01480	BH	3	0.00436	MH	4	0.00215	MH
9	8	4	1	0.01952	BH	2	0.01470	BH	3	0.00432	MH	4	0.00213	MH
10	12	4	1	0.01954	BH	2	0.01468	BH	3	0.00432	MH	4	0.00213	MH
11	16	4	1	0.01955	BH	2	0.01479	BH	3	0.00435	MH	4	0.00220	MH
12	20	4	1	0.02223	BH	2	0.01421	BH	3	0.00399	MH	4	0.00206	MH
13	0	8	1	0.02105	BH	2	0.01411	BH	3	0.00391	MH	4	0.00193	MH
14	4	8	1	0.01952	BH	2	0.01470	BH	3	0.00432	MH	4	0.00213	MH
15	8	8	1	0.01952	BH	2	0.01459	BH	3	0.00428	MH	4	0.00211	MH
16	12	8	1	0.01954	BH	2	0.01458	BH	3	0.00428	MH	4	0.00211	MH
17	16	8	1	0.01956	BH	2	0.01471	BH	3	0.00433	MH	4	0.00218	MH
18	20	8	1	0.02225	BH	2	0.01421	BH	3	0.00396	MH	4	0.00202	MH
19	0	12	1	0.02106	BH	2	0.01410	BH	3	0.00391	MH	4	0.00193	MH
20	4	12	1	0.01954	BH	2	0.01468	BH	3	0.00432	MH	4	0.00213	MH
21	8	12	1	0.01954	BH	2	0.01458	BH	3	0.00428	MH	4	0.00211	MH
22	12	12	1	0.01956	BH	2	0.01456	BH	3	0.00427	MH	4	0.00211	MH
23	16	12	1	0.01958	BH	2	0.01470	BH	3	0.00433	MH	4	0.00218	MH
24	20	12	1	0.02227	BH	2	0.01419	BH	3	0.00396	MH	4	0.00202	MH
25	0	16	1	0.02105	BH	2	0.01413	BH	3	0.00394	MH	4	0.00197	MH
26	4	16	1	0.01955	BH	2	0.01479	BH	3	0.00435	MH	4	0.00220	MH
27	8	16	1	0.01956	BH	2	0.01471	BH	3	0.00433	MH	4	0.00218	MH
28	12	16	1	0.01958	BH	2	0.01470	BH	3	0.00433	MH	4	0.00218	MH
29	16	16	1	0.01960	BH	2	0.01487	BH	3	0.00440	MH	4	0.00226	MH
30	20	16	1	0.02231	BH	2	0.01419	BH	3	0.00399	MH	4	0.00208	MH
31	0	20	1	0.02351	BH	2	0.01250	BH	3	0.00298	MH	4	0.00145	MH
32	4	20	1	0.02223	BH	2	0.01421	BH	3	0.00399	MH	4	0.00206	MH
33	8	20	1	0.02225	BH	2	0.01421	BH	3	0.00396	MH	4	0.00202	MH
34	12	20	1	0.02228	BH	2	0.01419	BH	3	0.00396	MH	4	0.00202	MH
35	16	20	1	0.02231	BH	2	0.01419	BH	3	0.00399	MH	4	0.00208	MH
36	20	20	1	0.02394	BH	2	0.01245	BH	3	0.00307	MH	4	0.00150	MH

Şekil A.2. 4 katlı mevcut yapı kolonları çekme etkisi altında hasar durumları

4K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	4	7.18E-07	9.58E-07	MH	MH	3	1.32E-06	1.12E-04	MH	MH
2	0	4	4	5.28E-07	8.23E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.85E-06	MH	MH
3	0	8	4	5.24E-07	8.24E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.86E-06	MH	MH
4	0	12	4	5.23E-07	8.18E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.86E-06	MH	MH
5	0	16	4	7.27E-07	9.84E-07	MH	MH	3	8.23E-05	2.02E-06	MH	MH
6	0	20	4	6.85E-07	9.33E-07	MH	MH	3	1.27E-06	1.33E-04	MH	MH
7	4	20	4	4.96E-07	7.96E-07	MH	MH	3	1.04E-06	1.85E-06	MH	MH
8	8	20	4	4.99E-07	8.00E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.85E-06	MH	MH
9	12	20	4	4.88E-07	7.94E-07	MH	MH	3	1.04E-06	1.84E-06	MH	MH
10	16	20	4	7.08E-07	9.28E-07	MH	MH	3	1.14E-04	2.41E-06	MH	MH
11	4	0	4	6.32E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.22E-06	1.88E-04	MH	MH
12	4	4	4	4.01E-07	9.93E-07	MH	MH	3	9.89E-07	2.30E-05	MH	MH
13	4	8	4	3.97E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.91E-07	2.10E-05	MH	MH
14	4	12	4	4.01E-07	9.92E-07	MH	MH	3	9.89E-07	2.52E-05	MH	MH
15	4	16	4	6.19E-07	1.14E-06	MH	MH	3	3.87E-05	5.58E-05	MH	MH
16	8	0	4	6.37E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.22E-06	1.96E-04	MH	MH
17	8	4	4	4.04E-07	9.94E-07	MH	MH	3	9.96E-07	2.95E-05	MH	MH
18	8	8	4	3.99E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.95E-07	2.72E-05	MH	MH
19	8	12	4	4.03E-07	9.93E-07	MH	MH	3	9.96E-07	3.17E-05	MH	MH
20	8	16	4	6.27E-07	1.14E-06	MH	MH	3	4.28E-05	6.41E-05	MH	MH
21	12	0	4	6.36E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.23E-06	2.01E-04	MH	MH
22	12	4	4	4.04E-07	9.92E-07	MH	MH	3	9.99E-07	3.33E-05	MH	MH
23	12	8	4	3.98E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.97E-07	3.13E-05	MH	MH
24	12	12	4	4.03E-07	9.92E-07	MH	MH	3	1.00E-06	3.58E-05	MH	MH
25	12	16	4	6.27E-07	1.14E-06	MH	MH	3	4.70E-05	6.72E-05	MH	MH
26	16	0	4	6.29E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.23E-06	2.02E-04	MH	MH
27	16	4	4	4.03E-07	9.92E-07	MH	MH	3	9.99E-07	3.43E-05	MH	MH
28	16	8	4	3.97E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.98E-07	3.20E-05	MH	MH
29	16	12	4	3.99E-07	9.90E-07	MH	MH	3	9.99E-07	3.62E-05	MH	MH
30	16	16	4	6.22E-07	1.14E-06	MH	MH	3	5.18E-05	6.63E-05	MH	MH
31	20	0	4	7.39E-07	9.59E-07	MH	MH	3	1.35E-06	1.33E-04	MH	MH
32	20	4	4	5.28E-07	8.28E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.87E-06	MH	MH
33	20	8	4	5.32E-07	8.33E-07	MH	MH	3	1.06E-06	1.87E-06	MH	MH
34	20	12	4	5.24E-07	8.25E-07	MH	MH	3	1.06E-06	1.86E-06	MH	MH
35	20	16	4	7.28E-07	9.86E-07	MH	MH	3	1.14E-04	2.46E-06	MH	MH
36	0	16	4	5.77E-07	1.08E-06	MH	MH	3	1.17E-06	2.02E-04	MH	MH
37	4	16	4	3.71E-07	9.59E-07	MH	MH	3	9.79E-07	3.42E-05	MH	MH
38	8	16	4	3.65E-07	9.69E-07	MH	MH	3	9.79E-07	3.19E-05	MH	MH
39	12	16	4	3.66E-07	9.61E-07	MH	MH	3	9.77E-07	3.62E-05	MH	MH
40	16	16	4	5.96E-07	1.09E-06	MH	MH	3	5.18E-05	6.64E-05	MH	MH
41	0	12	4	5.86E-07	1.08E-06	MH	MH	3	1.17E-06	2.01E-04	MH	MH
42	4	12	4	3.71E-07	9.59E-07	MH	MH	3	9.81E-07	3.33E-05	MH	MH
43	8	12	4	3.66E-07	9.70E-07	MH	MH	3	9.80E-07	3.13E-05	MH	MH
44	12	12	4	3.70E-07	9.63E-07	MH	MH	3	9.81E-07	3.58E-05	MH	MH
45	16	12	4	6.00E-07	1.10E-06	MH	MH	3	4.70E-05	6.72E-05	MH	MH
46	0	8	4	5.89E-07	1.09E-06	MH	MH	3	1.16E-06	1.96E-04	MH	MH
47	4	8	4	3.71E-07	9.61E-07	MH	MH	3	9.77E-07	2.95E-05	MH	MH
48	8	8	4	3.67E-07	9.71E-07	MH	MH	3	9.77E-07	2.72E-05	MH	MH
49	12	8	4	3.71E-07	9.64E-07	MH	MH	3	9.77E-07	3.17E-05	MH	MH
50	16	8	4	5.98E-07	1.10E-06	MH	MH	3	4.28E-05	6.40E-05	MH	MH
51	0	4	4	5.87E-07	1.09E-06	MH	MH	3	1.16E-06	1.88E-04	MH	MH
52	4	4	4	3.70E-07	9.61E-07	MH	MH	3	9.69E-07	2.30E-05	MH	MH
53	8	4	4	3.66E-07	9.70E-07	MH	MH	3	9.71E-07	2.10E-05	MH	MH
54	12	4	4	3.72E-07	9.65E-07	MH	MH	3	9.70E-07	2.52E-05	MH	MH
55	16	4	4	5.90E-07	1.10E-06	MH	MH	3	3.87E-05	5.57E-05	MH	MH
56	0	0	4	6.88E-07	9.40E-07	MH	MH	3	1.25E-06	1.12E-04	MH	MH
57	4	0	4	4.99E-07	7.94E-07	MH	MH	3	1.03E-06	1.84E-06	MH	MH
58	8	0	4	4.98E-07	7.99E-07	MH	MH	3	1.04E-06	1.84E-06	MH	MH
59	12	0	4	4.97E-07	7.96E-07	MH	MH	3	1.03E-06	1.84E-06	MH	MH
60	16	0	4	7.02E-07	9.44E-07	MH	MH	3	8.23E-05	1.99E-06	MH	MH

Şekil A.3. 4 katlı mevcut yapı kirişleri genel hasar durumları

4K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	2	1.63E-03	2.35E-03	MH	MH	1	6.56E-03	7.61E-03	BH	MH
2	0	4	2	8.59E-04	1.35E-03	MH	MH	1	5.96E-03	6.68E-03	BH	MH
3	0	8	2	8.41E-04	1.34E-03	MH	MH	1	5.96E-03	6.68E-03	BH	MH
4	0	12	2	8.50E-04	1.35E-03	MH	MH	1	5.96E-03	6.68E-03	BH	MH
5	0	16	2	1.72E-03	2.19E-03	MH	MH	1	6.78E-03	7.26E-03	BH	MH
6	0	20	2	1.55E-03	2.52E-03	MH	MH	1	7.35E-03	8.41E-03	BH	MH
7	4	20	2	8.72E-04	1.49E-03	MH	MH	1	6.78E-03	7.48E-03	BH	MH
8	8	20	2	8.61E-04	1.48E-03	MH	MH	1	6.78E-03	7.47E-03	BH	MH
9	12	20	2	8.85E-04	1.49E-03	MH	MH	1	6.78E-03	7.47E-03	BH	MH
10	16	20	2	1.90E-03	2.12E-03	MH	MH	1	7.58E-03	8.03E-03	BH	MH
11	4	0	2	1.35E-03	2.76E-03	MH	MH	1	6.32E-03	8.00E-03	BH	MH
12	4	4	2	7.91E-04	1.91E-03	MH	MH	1	5.76E-03	7.13E-03	BH	MH
13	4	8	2	7.84E-04	1.91E-03	MH	MH	1	5.76E-03	7.12E-03	BH	MH
14	4	12	2	7.81E-04	1.91E-03	MH	MH	1	5.76E-03	7.12E-03	BH	MH
15	4	16	2	1.42E-03	2.62E-03	MH	MH	1	6.56E-03	7.60E-03	BH	MH
16	8	0	2	1.39E-03	2.76E-03	MH	MH	1	6.36E-03	8.03E-03	BH	MH
17	8	4	2	8.29E-04	1.96E-03	MH	MH	1	5.81E-03	7.18E-03	BH	MH
18	8	8	2	8.24E-04	1.95E-03	MH	MH	1	5.81E-03	7.17E-03	BH	MH
19	8	12	2	8.21E-04	1.95E-03	MH	MH	1	5.80E-03	7.17E-03	BH	MH
20	8	16	2	1.42E-03	2.67E-03	MH	MH	1	6.59E-03	7.63E-03	BH	MH
21	12	0	2	1.40E-03	2.75E-03	MH	MH	1	6.37E-03	8.03E-03	BH	MH
22	12	4	2	8.34E-04	1.96E-03	MH	MH	1	5.82E-03	7.18E-03	BH	MH
23	12	8	2	8.29E-04	1.95E-03	MH	MH	1	5.82E-03	7.18E-03	BH	MH
24	12	12	2	8.26E-04	1.95E-03	MH	MH	1	5.81E-03	7.17E-03	BH	MH
25	12	16	2	1.42E-03	2.69E-03	MH	MH	1	6.59E-03	7.64E-03	BH	MH
26	16	0	2	1.38E-03	2.73E-03	MH	MH	1	6.34E-03	8.02E-03	BH	MH
27	16	4	2	8.05E-04	1.91E-03	MH	MH	1	5.79E-03	7.15E-03	BH	MH
28	16	8	2	8.00E-04	1.91E-03	MH	MH	1	5.79E-03	7.15E-03	BH	MH
29	16	12	2	7.97E-04	1.91E-03	MH	MH	1	5.78E-03	7.14E-03	BH	MH
30	16	16	2	1.42E-03	2.68E-03	MH	MH	1	6.58E-03	7.62E-03	BH	MH
31	20	0	2	1.69E-03	2.33E-03	MH	MH	1	6.57E-03	7.60E-03	BH	MH
32	20	4	2	8.72E-04	1.39E-03	MH	MH	1	6.01E-03	6.70E-03	BH	MH
33	20	8	2	8.61E-04	1.39E-03	MH	MH	1	5.99E-03	6.69E-03	BH	MH
34	20	12	2	8.81E-04	1.39E-03	MH	MH	1	6.00E-03	6.69E-03	BH	MH
35	20	16	2	1.72E-03	2.25E-03	MH	MH	1	6.79E-03	7.24E-03	BH	MH
36	0	16	2	1.30E-03	2.93E-03	MH	MH	1	7.19E-03	8.87E-03	BH	MH
37	4	16	2	8.26E-04	2.04E-03	MH	MH	1	6.64E-03	8.01E-03	BH	MH
38	8	16	2	8.21E-04	2.05E-03	MH	MH	1	6.64E-03	8.00E-03	BH	MH
39	12	16	2	8.24E-04	2.05E-03	MH	MH	1	6.64E-03	8.00E-03	BH	MH
40	16	16	2	1.60E-03	2.56E-03	MH	MH	1	7.41E-03	8.48E-03	BH	MH
41	0	12	2	1.33E-03	2.94E-03	MH	MH	1	7.22E-03	8.87E-03	BH	MH
42	4	12	2	8.64E-04	2.09E-03	MH	MH	1	6.67E-03	8.04E-03	BH	MH
43	8	12	2	8.59E-04	2.09E-03	MH	MH	1	6.67E-03	8.03E-03	BH	MH
44	12	12	2	8.61E-04	2.09E-03	MH	MH	1	6.67E-03	8.03E-03	BH	MH
45	16	12	2	1.61E-03	2.59E-03	MH	MH	1	7.42E-03	8.50E-03	BH	MH
46	0	8	2	1.33E-03	2.95E-03	MH	MH	1	7.21E-03	8.87E-03	BH	MH
47	4	8	2	8.58E-04	2.08E-03	MH	MH	1	6.67E-03	8.03E-03	BH	MH
48	8	8	2	8.52E-04	2.08E-03	MH	MH	1	6.67E-03	8.02E-03	BH	MH
49	12	8	2	8.55E-04	2.09E-03	MH	MH	1	6.66E-03	8.02E-03	BH	MH
50	16	8	2	1.61E-03	2.58E-03	MH	MH	1	7.42E-03	8.49E-03	BH	MH
51	0	4	2	1.29E-03	2.94E-03	MH	MH	1	7.16E-03	8.84E-03	BH	MH
52	4	4	2	8.10E-04	2.03E-03	MH	MH	1	6.61E-03	7.98E-03	BH	MH
53	8	4	2	8.03E-04	2.03E-03	MH	MH	1	6.61E-03	7.97E-03	BH	MH
54	12	4	2	8.06E-04	2.03E-03	MH	MH	1	6.60E-03	7.97E-03	BH	MH
55	16	4	2	1.60E-03	2.54E-03	MH	MH	1	7.38E-03	8.46E-03	BH	MH
56	0	0	2	1.51E-03	2.49E-03	MH	MH	1	7.36E-03	8.43E-03	BH	MH
57	4	0	2	8.68E-04	1.45E-03	MH	MH	1	6.76E-03	7.48E-03	BH	MH
58	8	0	2	8.49E-04	1.44E-03	MH	MH	1	6.75E-03	7.47E-03	BH	MH
59	12	0	2	8.68E-04	1.44E-03	MH	MH	1	6.76E-03	7.47E-03	BH	MH
60	16	0	2	1.85E-03	2.10E-03	MH	MH	1	7.60E-03	8.06E-03	BH	MH

Şekil A.3. (Devam) 4 katlı mevcut yapı kirişleri genel hasar durumları

4K_PRD - C40X40 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	4. KAT NORMAL	0.00077	MH	3. KAT NORMAL	0.00057	MH	2. KAT NORMAL	0.00055	MH	1. KAT NORMAL	0.00078	MH
2	4	0		0.00120	MH		0.00082	MH		0.00083	MH		0.00089	MH
3	16	0		0.00142	MH		0.00087	MH		0.00088	MH		0.00091	MH
4	20	0		0.00068	MH		0.00055	MH		0.00055	MH		0.00075	MH
5	0	4		0.00120	MH		0.00082	MH		0.00083	MH		0.00089	MH
6	4	4		0.00145	MH		0.00106	MH		0.00097	MH		0.00096	MH
7	8	4		0.00141	MH		0.00105	MH		0.00098	MH		0.00096	MH
8	12	4		0.00172	MH		0.00119	MH		0.00108	MH		0.00098	MH
9	16	4		0.00155	MH		0.00109	MH		0.00099	MH		0.00097	MH
10	20	4		0.00103	MH		0.00078	MH		0.00077	MH		0.00084	MH
11	4	8		0.00141	MH		0.00105	MH		0.00098	MH		0.00096	MH
12	8	8		0.00130	MH		0.00101	MH		0.00093	MH		0.00095	MH
13	12	8		0.00127	MH		0.00100	MH		0.00092	MH		0.00095	MH
14	16	8		0.00138	MH		0.00103	MH		0.00097	MH		0.00095	MH
15	4	12		0.00172	MH		0.00119	MH		0.00108	MH		0.00098	MH
16	8	12		0.00127	MH		0.00100	MH		0.00092	MH		0.00095	MH
17	12	12		0.00146	MH		0.00103	MH		0.00096	MH		0.00097	MH
18	16	12		0.00110	MH		0.00089	MH		0.00084	MH		0.00088	MH
19	0	16		0.00142	MH		0.00087	MH		0.00088	MH		0.00091	MH
20	4	16		0.00155	MH		0.00109	MH		0.00099	MH		0.00097	MH
21	8	16		0.00138	MH		0.00103	MH		0.00097	MH		0.00095	MH
22	12	16		0.00109	MH		0.00089	MH		0.00084	MH		0.00088	MH
23	16	16		0.00142	MH		0.00106	MH		0.00097	MH		0.00097	MH
24	20	16		0.00112	MH		0.00080	MH		0.00078	MH		0.00086	MH
25	0	20		0.00068	MH		0.00055	MH		0.00055	MH		0.00075	MH
26	4	20		0.00103	MH		0.00078	MH		0.00077	MH		0.00084	MH
27	16	20		0.00112	MH		0.00080	MH		0.00078	MH		0.00086	MH
28	20	20		0.00065	MH		0.00058	MH		0.00053	MH		0.00069	MH
29	8	0	4. KAT BAŞLIK	0.00012	MH	3. KAT BAŞLIK	0.00012	MH	2. KAT BAŞLIK	0.00021	MH	1. KAT BAŞLIK	0.00096	MH
30	12	0		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00022	MH		0.00078	MH
31	8	20		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00023	MH		0.00094	MH
32	12	20		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00023	MH		0.00077	MH
33	0	8		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00021	MH		0.00097	MH
34	0	12		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00021	MH		0.00077	MH
35	20	8		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00024	MH		0.00095	MH
36	20	12		0.00012	MH		0.00011	MH		0.00023	MH		0.00076	MH

Şekil A.4. 4 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı normal kolonları basınç etkisi altında genel hasar durumları

4K_MEVCUT - C40X40 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ																	
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi
	x	y															
1	0	0	4. KAT NORMAL	0.00203	MH	3. KAT NORMAL	0.00120	MH	2. KAT NORMAL	0.00105	MH	1. KAT NORMAL	0.00127	MH			
2	4	0		0.00471	MH		0.00217	MH		0.00178	MH		0.00130	MH			
3	8	0		0.00569	MH		0.00245	MH		0.00179	MH		0.00140	MH			
4	12	0		0.00194	MH		0.00119	MH		0.00101	MH		0.00155	MH			
5	16	0		0.00471	MH		0.00217	MH		0.00178	MH		0.00130	MH			
6	20	0		0.00430	MH		0.00213	MH		0.00148	MH		0.00119	MH			
7	0	4		0.00414	MH		0.00217	MH		0.00160	MH		0.00122	MH			
8	4	4		0.00514	MH		0.00256	MH		0.00181	MH		0.00137	MH			
9	8	4		0.00446	MH		0.00215	MH		0.00148	MH		0.00116	MH			
10	12	4		0.00458	MH		0.00224	MH		0.00183	MH		0.00162	MH			
11	16	4		0.00414	MH		0.00217	MH		0.00160	MH		0.00122	MH			
12	20	4		0.00363	MH		0.00195	MH		0.00136	MH		0.00113	MH			
13	0	8		0.00358	MH		0.00193	MH		0.00134	MH		0.00111	MH			
14	4	8		0.00401	MH		0.00202	MH		0.00150	MH		0.00111	MH			
15	8	8		0.00514	MH		0.00256	MH		0.00181	MH		0.00137	MH			
16	12	8		0.00358	MH		0.00193	MH		0.00134	MH		0.00111	MH			
17	16	8		0.00396	MH		0.00196	MH		0.00136	MH		0.00109	MH			
18	20	8		0.00366	MH		0.00195	MH		0.00148	MH		0.00133	MH			
19	0	12		0.00567	MH		0.00242	MH		0.00181	MH		0.00141	MH			
20	4	12		0.00447	MH		0.00215	MH		0.00148	MH		0.00116	MH			
21	8	12		0.00401	MH		0.00202	MH		0.00150	MH		0.00111	MH			
22	12	12		0.00366	MH		0.00195	MH		0.00148	MH		0.00133	MH			
23	16	12		0.00419	MH		0.00205	MH		0.00143	MH		0.00113	MH			
24	20	12		0.00558	MH		0.00278	MH		0.00221	MH		0.00186	MH			
25	0	16		0.00194	MH		0.00119	MH		0.00101	MH		0.00156	MH			
26	4	16		0.00458	MH		0.00224	MH		0.00183	MH		0.00162	MH			
27	8	16		0.00558	MH		0.00278	MH		0.00221	MH		0.00186	MH			
28	12	16		0.00187	MH		0.00124	MH		0.00121	MH		0.00209	MH			
29	8	0	4. KAT BAŞLIK	0.00078	MH	3. KAT BAŞLIK	0.00210	MH	2. KAT BAŞLIK	0.00976	MH	1. KAT BAŞLIK	0.05794	MH			
30	12	0		0.00081	MH		0.00216	MH		0.01045	BH		0.07533	GB			
31	8	20		0.00082	MH		0.00214	MH		0.00961	MH		0.05676	İH			
32	12	20		0.00077	MH		0.00208	MH		0.00999	MH		0.07553	GB			
33	0	8		0.00078	MH		0.00210	MH		0.00966	MH		0.05746	İH			
34	0	12		0.00081	MH		0.00216	MH		0.01039	BH		0.07452	GB			
35	20	8		0.00082	MH		0.00214	MH		0.00967	MH		0.05709	İH			
36	20	12		0.00077	MH		0.00208	MH		0.01029	BH		0.07442	GB			

Şekil A.5. 4 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı normal kolonların çekme etkisi altında genel hasar durumları

4K_PRD-MANTOLARI ORT. BİRİM KISALMA Ş.DEĞİŞTİRMELERİ					
	Koordinatlar (m)			Ş.değiştirme	Performans
No	x	y	Kat	Değerleri	Düzeyi
1	8	0	1	0.00123	MH
2	8	0	2	0.00036	MH
3	8	0	3	0.00015	MH
4	8	0	4	0.00016	MH
5	12	0	1	0.00090	MH
6	12	0	2	0.00033	MH
7	12	0	3	0.00014	MH
8	12	0	4	0.00017	MH
9	8	20	1	0.00119	MH
10	8	20	2	0.00035	MH
11	8	20	3	0.00014	MH
12	8	20	4	0.00016	MH
13	12	20	1	0.00093	MH
14	12	20	2	0.00033	MH
15	12	20	3	0.00015	MH
16	12	20	4	0.00016	MH
17	0	12	1	0.00090	MH
18	0	12	2	0.00033	MH
19	0	12	3	0.00014	MH
20	0	12	4	0.00017	MH
21	0	8	1	0.00123	MH
22	0	8	2	0.00036	MH
23	0	8	3	0.00015	MH
24	0	8	4	0.00016	MH
25	20	12	1	0.00093	MH
26	20	12	2	0.00033	MH
27	20	12	3	0.00015	MH
28	20	12	4	0.00016	MH
29	20	8	1	0.00119	MH
30	20	8	2	0.00035	MH
31	20	8	3	0.00014	MH
32	20	8	4	0.00016	MH

Şekil A.6. 4 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının basınç etkisi altında genel hasar durumları

4K_PRD-MANTOLARI ORT. BİRİM UZAMA Ş.DEĞİŞTİRMELERİ					
	Koordinatlar (m)			Ş.değiştirme	Performans
No	x	y	Kat	Değerleri	Düzeyi
1	8	0	1	0.00814	MH
2	8	0	2	0.00153	MH
3	8	0	3	0.00056	MH
4	8	0	4	0.00028	MH
5	12	0	1	0.01055	BH
6	12	0	2	0.00166	MH
7	12	0	3	0.00059	MH
8	12	0	4	0.00020	MH
9	8	20	1	0.00801	MH
10	8	20	2	0.00153	MH
11	8	20	3	0.00058	MH
12	8	20	4	0.00020	MH
13	12	20	1	0.01051	BH
14	12	20	2	0.00157	MH
15	12	20	3	0.00057	MH
16	12	20	4	0.00020	MH
17	0	12	1	0.01056	BH
18	0	12	2	0.00166	MH
19	0	12	3	0.00059	MH
20	0	12	4	0.00020	MH
21	0	8	1	0.00815	MH
22	0	8	2	0.00153	MH
23	0	8	3	0.00056	MH
24	0	8	4	0.00028	MH
25	20	12	1	0.01051	BH
26	20	12	2	0.00157	MH
27	20	12	3	0.00057	MH
28	20	12	4	0.00027	MH
29	20	8	1	0.00801	MH
30	20	8	2	0.00153	MH
31	20	8	3	0.00058	MH
32	20	8	4	0.00020	MH

Şekil A.7. 4 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının çekme etkisi altında genel hasar durumları

4K PERDE - B25ASS KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ																										
No	Koordinatlar (m)			Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	4	8.36E-07	1.22E-06	MH	MH	3	2.44E-05	6.81E-04	MH	MH	2	1.12E-04	7.30E-04	MH	MH	1	6.06E-05	6.72E-04	MH
2	0	4	4	1.26E-03	3.40E-03	MH	MH	3	1.69E-03	4.51E-03	MH	BH	2	1.77E-03	4.37E-03	MH	MH	1	1.24E-03	3.37E-03	MH
3	0	12	4	9.81E-04	4.54E-03	MH	BH	3	2.15E-03	5.72E-03	MH	BH	2	2.50E-03	5.61E-03	MH	BH	1	1.83E-03	4.58E-03	MH
4	0	16	4	9.76E-07	1.07E-06	MH	MH	3	6.13E-04	2.27E-05	MH	MH	2	5.47E-04	3.05E-04	MH	MH	1	4.43E-04	1.53E-04	MH
5	0	20	4	8.22E-07	1.21E-06	MH	MH	3	1.18E-05	5.86E-04	MH	MH	2	1.10E-04	6.82E-04	MH	MH	1	4.74E-05	5.65E-04	MH
6	4	20	4	1.28E-03	3.34E-03	MH	MH	3	1.69E-03	4.47E-03	MH	BH	2	1.75E-03	4.33E-03	MH	MH	1	1.21E-03	3.31E-03	MH
7	12	20	4	8.99E-04	4.48E-03	MH	BH	3	1.90E-03	5.66E-03	MH	BH	2	2.26E-03	5.58E-03	MH	BH	1	1.67E-03	4.56E-03	MH
8	16	20	4	9.77E-07	1.06E-06	MH	MH	3	5.19E-04	3.83E-05	MH	MH	2	4.75E-04	2.67E-04	MH	MH	1	3.26E-04	1.46E-04	MH
9	4	0	4	9.02E-07	1.42E-06	MH	MH	3	1.40E-05	8.17E-04	MH	MH	2	7.95E-05	9.46E-04	MH	MH	1	5.04E-05	8.33E-04	MH
10	4	4	4	6.27E-07	1.19E-06	MH	MH	3	7.56E-05	2.65E-04	MH	MH	2	1.31E-04	4.24E-04	MH	MH	1	9.42E-05	3.16E-04	MH
11	4	8	4	5.18E-07	1.16E-06	MH	MH	3	6.19E-06	2.66E-04	MH	MH	2	6.39E-05	4.28E-04	MH	MH	1	3.46E-05	3.41E-04	MH
12	4	12	4	5.78E-07	1.20E-06	MH	MH	3	3.69E-05	2.70E-04	MH	MH	2	1.10E-04	4.26E-04	MH	MH	1	5.91E-05	3.80E-04	MH
13	4	16	4	1.06E-06	1.28E-06	MH	MH	3	5.06E-04	2.86E-04	MH	MH	2	4.80E-04	5.64E-04	MH	MH	1	4.10E-04	4.21E-04	MH
14	8	0	4	4.43E-05	1.64E-03	MH	MH	3	4.08E-04	3.00E-03	MH	MH	2	5.10E-04	2.82E-03	MH	MH	1	2.68E-04	2.09E-03	MH
15	8	4	4	6.66E-07	1.06E-06	MH	MH	3	4.14E-05	2.27E-04	MH	MH	2	9.65E-05	4.19E-04	MH	MH	1	5.98E-05	3.04E-04	MH
16	8	8	4	5.69E-07	1.19E-06	MH	MH	3	3.47E-05	2.67E-04	MH	MH	2	9.70E-05	4.21E-04	MH	MH	1	5.92E-05	3.21E-04	MH
17	8	12	4	5.77E-07	1.07E-06	MH	MH	3	4.19E-05	2.68E-04	MH	MH	2	1.02E-04	4.26E-04	MH	MH	1	5.94E-05	3.23E-04	MH
18	8	16	4	6.59E-04	1.65E-03	MH	MH	3	9.68E-04	2.94E-03	MH	MH	2	9.62E-04	2.67E-03	MH	MH	1	7.32E-04	1.74E-03	MH
19	12	0	4	5.54E-04	3.36E-03	MH	MH	3	1.33E-03	4.63E-03	MH	BH	2	1.60E-03	4.33E-03	MH	MH	1	1.15E-03	3.27E-03	MH
20	12	4	4	5.61E-07	1.04E-06	MH	MH	3	4.31E-05	1.93E-04	MH	MH	2	9.66E-05	3.87E-04	MH	MH	1	6.16E-05	2.76E-04	MH
21	12	8	4	5.48E-07	1.20E-06	MH	MH	3	3.54E-05	2.69E-04	MH	MH	2	9.73E-05	4.20E-04	MH	MH	1	6.03E-05	3.24E-04	MH
22	12	12	4	8.70E-07	1.13E-06	MH	MH	3	8.18E-05	2.86E-04	MH	MH	2	1.59E-04	4.37E-04	MH	MH	1	7.60E-05	3.45E-04	MH
23	12	16	4	5.22E-04	1.57E-03	MH	MH	3	6.87E-04	2.86E-03	MH	MH	2	7.21E-04	2.71E-03	MH	MH	1	5.52E-04	1.88E-03	MH
24	16	0	4	9.02E-07	1.42E-06	MH	MH	3	2.14E-05	8.16E-04	MH	MH	2	9.60E-05	9.33E-04	MH	MH	1	5.70E-05	7.87E-04	MH
25	16	4	4	6.37E-07	1.17E-06	MH	MH	3	8.14E-05	2.69E-04	MH	MH	2	1.43E-04	4.23E-04	MH	MH	1	9.95E-05	3.17E-04	MH
26	16	8	4	5.19E-07	1.15E-06	MH	MH	3	1.04E-06	2.54E-04	MH	MH	2	5.94E-05	4.11E-04	MH	MH	1	2.86E-05	3.29E-04	MH
27	16	12	4	5.83E-07	1.23E-06	MH	MH	3	3.96E-05	3.16E-04	MH	MH	2	1.14E-04	4.49E-04	MH	MH	1	6.45E-05	2.97E-04	MH
28	16	16	4	1.05E-06	1.28E-06	MH	MH	3	4.48E-04	2.81E-04	MH	MH	2	4.36E-04	5.38E-04	MH	MH	1	3.60E-04	4.02E-04	MH
29	20	0	4	8.23E-07	1.21E-06	MH	MH	3	1.19E-05	5.84E-04	MH	MH	2	1.10E-04	6.81E-04	MH	MH	1	4.74E-05	5.66E-04	MH
30	20	4	4	1.28E-03	3.34E-03	MH	MH	3	1.69E-03	4.46E-03	MH	BH	2	1.75E-03	4.32E-03	MH	MH	1	1.21E-03	3.31E-03	MH
31	20	12	4	8.98E-04	4.48E-03	MH	BH	3	1.90E-03	5.66E-03	MH	BH	2	2.26E-03	5.57E-03	MH	BH	1	1.67E-03	4.56E-03	MH
32	20	16	4	9.77E-07	1.06E-06	MH	MH	3	5.18E-04	3.79E-05	MH	MH	2	4.75E-04	2.66E-04	MH	MH	1	3.26E-04	1.46E-04	MH
33	0	16	4	9.02E-07	1.42E-06	MH	MH	3	2.13E-05	8.18E-04	MH	MH	2	9.58E-05	9.34E-04	MH	MH	1	5.69E-05	7.87E-04	MH
34	4	16	4	6.37E-07	1.17E-06	MH	MH	3	8.16E-05	2.69E-04	MH	MH	2	1.42E-04	4.23E-04	MH	MH	1	9.95E-05	3.17E-04	MH
35	8	16	4	5.19E-07	1.15E-06	MH	MH	3	1.03E-06	2.55E-04	MH	MH	2	5.95E-05	4.11E-04	MH	MH	1	2.85E-05	3.29E-04	MH
36	12	16	4	5.83E-07	1.23E-06	MH	MH	3	3.98E-05	3.16E-04	MH	MH	2	1.14E-04	4.49E-04	MH	MH	1	6.42E-05	2.97E-04	MH
37	16	16	4	1.05E-06	1.28E-06	MH	MH	3	4.48E-04	2.83E-04	MH	MH	2	4.36E-04	5.40E-04	MH	MH	1	3.60E-04	4.02E-04	MH
38	0	12	4	5.54E-04	3.36E-03	MH	MH	3	1.33E-03	4.64E-03	MH	BH	2	1.60E-03	4.33E-03	MH	MH	1	1.16E-03	3.27E-03	MH
39	4	12	4	5.61E-07	1.04E-06	MH	MH	3	4.32E-05	1.93E-04	MH	MH	2	9.68E-05	3.87E-04	MH	MH	1	6.15E-05	2.76E-04	MH
40	8	12	4	5.47E-07	1.20E-06	MH	MH	3	3.55E-05	2.69E-04	MH	MH	2	9.75E-05	4.20E-04	MH	MH	1	6.02E-05	3.24E-04	MH
41	12	12	4	8.70E-07	1.13E-06	MH	MH	3	8.18E-05	2.86E-04	MH	MH	2	1.59E-04	4.37E-04	MH	MH	1	7.59E-05	3.45E-04	MH
42	16	12	4	5.22E-04	1.57E-03	MH	MH	3	6.87E-04	2.86E-03	MH	MH	2	7.21E-04	2.71E-03	MH	MH	1	5.52E-04	1.88E-03	MH
43	0	8	4	4.54E-05	1.64E-03	MH	MH	3	4.01E-04	3.00E-03	MH	MH	2	5.10E-04	2.82E-03	MH	MH	1	2.69E-04	2.09E-03	MH
44	4	8	4	6.67E-07	1.06E-06	MH	MH	3	4.14E-05	2.27E-04	MH	MH	2	9.66E-05	4.19E-04	MH	MH	1	5.97E-05	3.04E-04	MH
45	8	8	4	5.69E-07	1.19E-06	MH	MH	3	3.47E-05	2.67E-04	MH	MH	2	9.71E-05	4.21E-04	MH	MH	1	5.92E-05	3.21E-04	MH
46	12	8	4	5.76E-07	1.07E-06	MH	MH	3	4.19E-05	2.68E-04	MH	MH	2	1.02E-04	4.26E-04	MH	MH	1	5.93E-05	3.23E-04	MH
47	16	8	4	6.59E-04	1.65E-03	MH	MH	3	9.68E-04	2.94E-03	MH	MH	2	9.62E-04	2.67E-03	MH	MH	1	7.32E-04	1.74E-03	MH
48	0	4	4	9.02E-07	1.42E-06	MH	MH	3	1.39E-05	8.17E-04	MH	MH	2	7.96E-05	9.46E-04	MH	MH	1	5.04E-05	8.33E-04	MH
49	4	4	4	6.27E-07	1.19E-06	MH	MH	3	7.56E-05	2.65E-04	MH	MH	2	1.31E-04	4.24E-04	MH	MH	1	9.42E-05	3.16E-04	MH
50	8	4	4	5.18E-07	1.16E-06	MH	MH	3	6.12E-06	2.66E-04	MH	MH	2	6.38E-05	4.28E-04	MH	MH	1	3.45E-05	3.41E-04	MH
51	12	4	4	5.79E-07	1.20E-06	MH	MH	3	3.66E-05	2.70E-04	MH	MH	2	1.10E-04	4.26E-04	MH	MH	1	5.92E-05	2.99E-04	MH
52	16	4	4	1.06E-06	1.28E-06	MH	MH	3	5.06E-04	2.86E-04	MH	MH	2	4.80E-04	5.66E-04	MH	MH	1	4.10E-04	4.21E-04	MH
53	0	0	4	8.36E-07	1.22E-06	MH	MH	3	2.44E-05	6.81E-04	MH	MH	2	1.13E-04	7.30E-04	MH	MH	1	6.06E-05	6.72E-04	MH
54	4	0	4	1.26E-03	3.40E-03	MH	MH	3	1.69E-03	4.51E-03	MH	BH	2	1.76E-03	4.37E-03	MH	MH	1	1.24E-03	3.37E-03	MH
55	12	0	4	9.78E-04	4.54E-03	MH	BH	3	2.11E-03	5.72E-03	MH	BH	2	2.50E-03	5.61E-03	MH	BH	1	1.83E-03	4.58E-03	MH
56	16	0	4	9.74E-07	1.07E-06	MH	MH	3	5.79E-04	4.16E-05	MH	MH	2	5.48E-04	3.10E-04	MH	MH	1	4.44E-04	1.55E-04	MH

Şekil A.8. 4 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı kirişlerinin genel hasar durumları

4K_FD - C40X40 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ													
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	4	0.00036	MH	3	0.00075	MH	2	0.00086	MH	1	0.00175	MH
2	4	0	4	0.00055	MH	3	0.00099	MH	2	0.00124	MH	1	0.00207	MH
3	16	0	4	0.00056	MH	3	0.00104	MH	2	0.00130	MH	1	0.00205	MH
4	20	0	4	0.00033	MH	3	0.00071	MH	2	0.00084	MH	1	0.00165	MH
5	0	4	4	0.00055	MH	3	0.00099	MH	2	0.00124	MH	1	0.00207	MH
6	4	4	4	0.00053	MH	3	0.00118	MH	2	0.00177	MH	1	0.00238	MH
7	8	4	4	0.00051	MH	3	0.00115	MH	2	0.00171	MH	1	0.00238	MH
8	12	4	4	0.00057	MH	3	0.00129	MH	2	0.00174	MH	1	0.00240	MH
9	16	4	4	0.00055	MH	3	0.00122	MH	2	0.00176	MH	1	0.00240	MH
10	20	4	4	0.00052	MH	3	0.00097	MH	2	0.00114	MH	1	0.00190	MH
11	4	8	4	0.00051	MH	3	0.00115	MH	2	0.00171	MH	1	0.00238	MH
12	8	8	4	0.00052	MH	3	0.00117	MH	2	0.00173	MH	1	0.00237	MH
13	12	8	4	0.00051	MH	3	0.00116	MH	2	0.00173	MH	1	0.00237	MH
14	16	8	4	0.00059	MH	3	0.00127	MH	2	0.00176	MH	1	0.00241	MH
15	4	12	4	0.00057	MH	3	0.00129	MH	2	0.00174	MH	1	0.00240	MH
16	8	12	4	0.00051	MH	3	0.00116	MH	2	0.00173	MH	1	0.00237	MH
17	12	12	4	0.00052	MH	3	0.00117	MH	2	0.00173	MH	1	0.00237	MH
18	16	12	4	0.00052	MH	3	0.00115	MH	2	0.00172	MH	1	0.00239	MH
19	0	16	4	0.00056	MH	3	0.00104	MH	2	0.00130	MH	1	0.00205	MH
20	4	16	4	0.00055	MH	3	0.00122	MH	2	0.00176	MH	1	0.00240	MH
21	8	16	4	0.00059	MH	3	0.00127	MH	2	0.00176	MH	1	0.00241	MH
22	12	16	4	0.00052	MH	3	0.00115	MH	2	0.00172	MH	1	0.00239	MH
23	16	16	4	0.00053	MH	3	0.00120	MH	2	0.00176	MH	1	0.00242	MH
24	20	16	4	0.00052	MH	3	0.00096	MH	2	0.00118	MH	1	0.00192	MH
25	0	20	4	0.00033	MH	3	0.00071	MH	2	0.00084	MH	1	0.00165	MH
26	4	20	4	0.00052	MH	3	0.00097	MH	2	0.00114	MH	1	0.00190	MH
27	16	20	4	0.00052	MH	3	0.00096	MH	2	0.00118	MH	1	0.00192	MH
28	20	20	4	0.00032	MH	3	0.00072	MH	2	0.00080	MH	1	0.00146	MH

Şekil A.9. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının basınç etkisi altında genel hasar durumları

4K_FD - C40X40 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.değiştirme Değerleri	Performans Bölgesi
	x	y												
1	0	0	4	0.00099	MH	3	0.00178	MH	2	0.00177	MH	1	0.00393	MH
2	4	0	4	0.00173	MH	3	0.00292	MH	2	0.00307	MH	1	0.00368	MH
3	16	0	4	0.00184	MH	3	0.00329	MH	2	0.00296	MH	1	0.00384	MH
4	20	0	4	0.00097	MH	3	0.00183	MH	2	0.00180	MH	1	0.00454	MH
5	0	4	4	0.00173	MH	3	0.00291	MH	2	0.00307	MH	1	0.00368	MH
6	4	4	4	0.00146	MH	3	0.00289	MH	2	0.00307	MH	1	0.00353	MH
7	8	4	4	0.00139	MH	3	0.00277	MH	2	0.00297	MH	1	0.00344	MH
8	12	4	4	0.00151	MH	3	0.00312	MH	2	0.00306	MH	1	0.00367	MH
9	16	4	4	0.00148	MH	3	0.00296	MH	2	0.00305	MH	1	0.00348	MH
10	20	4	4	0.00171	MH	3	0.00296	MH	2	0.00300	MH	1	0.00442	MH
11	4	8	4	0.00139	MH	3	0.00277	MH	2	0.00297	MH	1	0.00344	MH
12	8	8	4	0.00137	MH	3	0.00289	MH	2	0.00304	MH	1	0.00349	MH
13	12	8	4	0.00136	MH	3	0.00288	MH	2	0.00303	MH	1	0.00348	MH
14	16	8	4	0.00148	MH	3	0.00283	MH	2	0.00305	MH	1	0.00335	MH
15	4	12	4	0.00151	MH	3	0.00312	MH	2	0.00306	MH	1	0.00367	MH
16	8	12	4	0.00136	MH	3	0.00288	MH	2	0.00303	MH	1	0.00348	MH
17	12	12	4	0.00136	MH	3	0.00287	MH	2	0.00304	MH	1	0.00347	MH
18	16	12	4	0.00144	MH	3	0.00285	MH	2	0.00297	MH	1	0.00348	MH
19	0	16	4	0.00184	MH	3	0.00329	MH	2	0.00296	MH	1	0.00384	MH
20	4	16	4	0.00148	MH	3	0.00296	MH	2	0.00305	MH	1	0.00348	MH
21	8	16	4	0.00148	MH	3	0.00283	MH	2	0.00305	MH	1	0.00335	MH
22	12	16	4	0.00144	MH	3	0.00285	MH	2	0.00297	MH	1	0.00348	MH
23	16	16	4	0.00147	MH	3	0.00296	MH	2	0.00303	MH	1	0.00343	MH
24	20	16	4	0.00180	MH	3	0.00335	MH	2	0.00331	MH	1	0.00462	MH
25	0	20	4	0.00097	MH	3	0.00183	MH	2	0.00180	MH	1	0.00454	MH
26	4	20	4	0.00171	MH	3	0.00296	MH	2	0.00300	MH	1	0.00442	MH
27	16	20	4	0.00180	MH	3	0.00335	MH	2	0.00331	MH	1	0.00462	MH
28	20	20	4	0.00096	MH	3	0.00185	MH	2	0.00197	MH	1	0.00526	MH

Şekil A.10. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının çekme etkisi altında genel hasar durumları

4K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	4	7.18E-07	9.58E-07	MH	MH	3	1.32E-06	1.12E-04	MH	MH
2	0	4	4	5.28E-07	8.23E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.85E-06	MH	MH
3	0	8	4	5.24E-07	8.24E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.86E-06	MH	MH
4	0	12	4	5.23E-07	8.18E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.86E-06	MH	MH
5	0	16	4	7.27E-07	9.84E-07	MH	MH	3	8.23E-05	2.02E-06	MH	MH
6	0	20	4	6.85E-07	9.33E-07	MH	MH	3	1.27E-06	1.33E-04	MH	MH
7	4	20	4	4.96E-07	7.96E-07	MH	MH	3	1.04E-06	1.85E-06	MH	MH
8	8	20	4	4.99E-07	8.00E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.85E-06	MH	MH
9	12	20	4	4.88E-07	7.94E-07	MH	MH	3	1.04E-06	1.84E-06	MH	MH
10	16	20	4	7.08E-07	9.28E-07	MH	MH	3	1.14E-04	2.41E-06	MH	MH
11	4	0	4	6.32E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.22E-06	1.88E-04	MH	MH
12	4	4	4	4.01E-07	9.93E-07	MH	MH	3	9.89E-07	2.30E-05	MH	MH
13	4	8	4	3.97E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.91E-07	2.10E-05	MH	MH
14	4	12	4	4.01E-07	9.92E-07	MH	MH	3	9.89E-07	2.52E-05	MH	MH
15	4	16	4	6.19E-07	1.14E-06	MH	MH	3	3.87E-05	5.58E-05	MH	MH
16	8	0	4	6.37E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.22E-06	1.96E-04	MH	MH
17	8	4	4	4.04E-07	9.94E-07	MH	MH	3	9.96E-07	2.95E-05	MH	MH
18	8	8	4	3.99E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.95E-07	2.72E-05	MH	MH
19	8	12	4	4.03E-07	9.93E-07	MH	MH	3	9.96E-07	3.17E-05	MH	MH
20	8	16	4	6.27E-07	1.14E-06	MH	MH	3	4.28E-05	6.41E-05	MH	MH
21	12	0	4	6.36E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.23E-06	2.01E-04	MH	MH
22	12	4	4	4.04E-07	9.92E-07	MH	MH	3	9.99E-07	3.33E-05	MH	MH
23	12	8	4	3.98E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.97E-07	3.13E-05	MH	MH
24	12	12	4	4.03E-07	9.92E-07	MH	MH	3	1.00E-06	3.58E-05	MH	MH
25	12	16	4	6.27E-07	1.14E-06	MH	MH	3	4.70E-05	6.72E-05	MH	MH
26	16	0	4	6.29E-07	1.11E-06	MH	MH	3	1.23E-06	2.02E-04	MH	MH
27	16	4	4	4.03E-07	9.92E-07	MH	MH	3	9.99E-07	3.43E-05	MH	MH
28	16	8	4	3.97E-07	1.00E-06	MH	MH	3	9.98E-07	3.20E-05	MH	MH
29	16	12	4	3.99E-07	9.90E-07	MH	MH	3	9.99E-07	3.62E-05	MH	MH
30	16	16	4	6.22E-07	1.14E-06	MH	MH	3	5.18E-05	6.63E-05	MH	MH
31	20	0	4	7.39E-07	9.59E-07	MH	MH	3	1.35E-06	1.33E-04	MH	MH
32	20	4	4	5.28E-07	8.28E-07	MH	MH	3	1.05E-06	1.87E-06	MH	MH
33	20	8	4	5.32E-07	8.33E-07	MH	MH	3	1.06E-06	1.87E-06	MH	MH
34	20	12	4	5.24E-07	8.25E-07	MH	MH	3	1.06E-06	1.86E-06	MH	MH
35	20	16	4	7.28E-07	9.86E-07	MH	MH	3	1.14E-04	2.46E-06	MH	MH
36	0	16	4	5.77E-07	1.08E-06	MH	MH	3	1.17E-06	2.02E-04	MH	MH
37	4	16	4	3.71E-07	9.59E-07	MH	MH	3	9.79E-07	3.42E-05	MH	MH
38	8	16	4	3.65E-07	9.69E-07	MH	MH	3	9.79E-07	3.19E-05	MH	MH
39	12	16	4	3.66E-07	9.61E-07	MH	MH	3	9.77E-07	3.62E-05	MH	MH
40	16	16	4	5.96E-07	1.09E-06	MH	MH	3	5.18E-05	6.64E-05	MH	MH
41	0	12	4	5.86E-07	1.08E-06	MH	MH	3	1.17E-06	2.01E-04	MH	MH
42	4	12	4	3.71E-07	9.59E-07	MH	MH	3	9.81E-07	3.33E-05	MH	MH
43	8	12	4	3.66E-07	9.70E-07	MH	MH	3	9.80E-07	3.13E-05	MH	MH
44	12	12	4	3.70E-07	9.63E-07	MH	MH	3	9.81E-07	3.58E-05	MH	MH
45	16	12	4	6.00E-07	1.10E-06	MH	MH	3	4.70E-05	6.72E-05	MH	MH
46	0	8	4	5.89E-07	1.09E-06	MH	MH	3	1.16E-06	1.96E-04	MH	MH
47	4	8	4	3.71E-07	9.61E-07	MH	MH	3	9.77E-07	2.95E-05	MH	MH
48	8	8	4	3.67E-07	9.71E-07	MH	MH	3	9.77E-07	2.72E-05	MH	MH
49	12	8	4	3.71E-07	9.64E-07	MH	MH	3	9.77E-07	3.17E-05	MH	MH
50	16	8	4	5.98E-07	1.10E-06	MH	MH	3	4.28E-05	6.40E-05	MH	MH
51	0	4	4	5.87E-07	1.09E-06	MH	MH	3	1.16E-06	1.88E-04	MH	MH
52	4	4	4	3.70E-07	9.61E-07	MH	MH	3	9.69E-07	2.30E-05	MH	MH
53	8	4	4	3.66E-07	9.70E-07	MH	MH	3	9.71E-07	2.10E-05	MH	MH
54	12	4	4	3.72E-07	9.65E-07	MH	MH	3	9.70E-07	2.52E-05	MH	MH
55	16	4	4	5.90E-07	1.10E-06	MH	MH	3	3.87E-05	5.57E-05	MH	MH
56	0	0	4	6.88E-07	9.40E-07	MH	MH	3	1.25E-06	1.12E-04	MH	MH
57	4	0	4	4.99E-07	7.94E-07	MH	MH	3	1.03E-06	1.84E-06	MH	MH
58	8	0	4	4.98E-07	7.99E-07	MH	MH	3	1.04E-06	1.84E-06	MH	MH
59	12	0	4	4.97E-07	7.96E-07	MH	MH	3	1.03E-06	1.84E-06	MH	MH
60	16	0	4	7.02E-07	9.44E-07	MH	MH	3	8.23E-05	1.99E-06	MH	MH

Şekil A.11. 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişlerinin genel hasar durumları

4K_FD - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	2	1.44E-03	2.26E-03	MH	MH	1	2.18E-03	3.08E-03	MH	MH
2	0	4	2	1.44E-03	2.31E-03	MH	MH	1	1.26E-03	2.50E-03	MH	MH
3	0	12	2	1.55E-03	1.97E-03	MH	MH	1	1.71E-03	1.95E-03	MH	MH
4	0	16	2	1.89E-03	1.75E-03	MH	MH	1	2.47E-03	2.72E-03	MH	MH
5	0	20	2	1.38E-03	2.19E-03	MH	MH	1	2.06E-03	2.97E-03	MH	MH
6	4	20	2	1.48E-03	2.22E-03	MH	MH	1	1.28E-03	2.35E-03	MH	MH
7	12	20	2	1.41E-03	1.93E-03	MH	MH	1	1.50E-03	1.93E-03	MH	MH
8	16	20	2	1.86E-03	1.69E-03	MH	MH	1	2.34E-03	2.57E-03	MH	MH
9	4	0	2	1.29E-03	2.69E-03	MH	MH	1	2.10E-03	3.61E-03	MH	MH
10	4	4	2	1.01E-03	1.74E-03	MH	MH	1	1.40E-03	2.40E-03	MH	MH
11	4	8	2	8.43E-04	1.71E-03	MH	MH	1	1.26E-03	2.36E-03	MH	MH
12	4	12	2	9.93E-04	1.66E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.30E-03	MH	MH
13	4	16	2	1.73E-03	2.25E-03	MH	MH	1	2.44E-03	3.27E-03	MH	MH
14	8	0	2	2.08E-03	3.67E-03	MH	MH	1	2.95E-03	4.76E-03	MH	BH
15	8	4	2	9.78E-04	1.73E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.44E-03	MH	MH
16	8	8	2	9.65E-04	1.72E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.42E-03	MH	MH
17	8	12	2	1.03E-03	1.72E-03	MH	MH	1	1.46E-03	2.43E-03	MH	MH
18	8	16	2	2.76E-03	3.31E-03	MH	MH	1	3.70E-03	4.31E-03	MH	MH
19	12	0	2	2.17E-03	3.87E-03	MH	MH	1	3.07E-03	4.94E-03	MH	BH
20	12	4	2	9.81E-04	1.71E-03	MH	MH	1	1.43E-03	2.40E-03	MH	MH
21	12	8	2	9.70E-04	1.72E-03	MH	MH	1	1.43E-03	2.42E-03	MH	MH
22	12	12	2	1.02E-03	1.73E-03	MH	MH	1	1.45E-03	2.42E-03	MH	MH
23	12	16	2	2.59E-03	3.15E-03	MH	MH	1	3.54E-03	4.18E-03	MH	MH
24	16	0	2	1.29E-03	2.69E-03	MH	MH	1	2.10E-03	3.59E-03	MH	MH
25	16	4	2	1.01E-03	1.73E-03	MH	MH	1	1.41E-03	2.41E-03	MH	MH
26	16	8	2	8.86E-04	1.72E-03	MH	MH	1	1.32E-03	2.39E-03	MH	MH
27	16	12	2	9.83E-04	1.70E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.36E-03	MH	MH
28	16	16	2	1.71E-03	2.24E-03	MH	MH	1	2.38E-03	3.27E-03	MH	MH
29	20	0	2	1.38E-03	2.19E-03	MH	MH	1	2.06E-03	2.97E-03	MH	MH
30	20	4	2	1.48E-03	2.22E-03	MH	MH	1	1.28E-03	2.35E-03	MH	MH
31	20	12	2	1.41E-03	1.93E-03	MH	MH	1	1.50E-03	1.93E-03	MH	MH
32	20	16	2	1.86E-03	1.69E-03	MH	MH	1	2.34E-03	2.57E-03	MH	MH
33	0	16	2	1.29E-03	2.69E-03	MH	MH	1	2.10E-03	3.59E-03	MH	MH
34	4	16	2	1.01E-03	1.73E-03	MH	MH	1	1.41E-03	2.41E-03	MH	MH
35	8	16	2	8.87E-04	1.72E-03	MH	MH	1	1.32E-03	2.39E-03	MH	MH
36	12	16	2	9.83E-04	1.70E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.36E-03	MH	MH
37	16	16	2	1.71E-03	2.24E-03	MH	MH	1	2.38E-03	3.27E-03	MH	MH
38	0	12	2	2.16E-03	3.87E-03	MH	MH	1	3.07E-03	4.94E-03	MH	BH
39	4	12	2	9.81E-04	1.71E-03	MH	MH	1	1.43E-03	2.40E-03	MH	MH
40	8	12	2	9.70E-04	1.72E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.43E-03	MH	MH
41	12	12	2	1.02E-03	1.73E-03	MH	MH	1	1.45E-03	2.42E-03	MH	MH
42	16	12	2	2.59E-03	3.15E-03	MH	MH	1	3.54E-03	4.17E-03	MH	MH
43	0	8	2	2.07E-03	3.67E-03	MH	MH	1	2.95E-03	4.77E-03	MH	BH
44	4	8	2	9.78E-04	1.73E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.44E-03	MH	MH
45	8	8	2	9.66E-04	1.72E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.42E-03	MH	MH
46	12	8	2	1.03E-03	1.72E-03	MH	MH	1	1.46E-03	2.43E-03	MH	MH
47	16	8	2	2.76E-03	3.30E-03	MH	MH	1	3.70E-03	4.31E-03	MH	MH
48	0	4	2	1.29E-03	2.69E-03	MH	MH	1	2.09E-03	3.61E-03	MH	MH
49	4	4	2	1.01E-03	1.74E-03	MH	MH	1	1.40E-03	2.41E-03	MH	MH
50	8	4	2	8.43E-04	1.71E-03	MH	MH	1	1.26E-03	2.36E-03	MH	MH
51	12	4	2	9.94E-04	1.66E-03	MH	MH	1	1.42E-03	2.30E-03	MH	MH
52	16	4	2	1.73E-03	2.25E-03	MH	MH	1	2.45E-03	3.27E-03	MH	MH
53	0	0	2	1.44E-03	2.26E-03	MH	MH	1	2.18E-03	3.08E-03	MH	MH
54	4	0	2	1.44E-03	2.31E-03	MH	MH	1	1.26E-03	2.50E-03	MH	MH
55	12	0	2	1.55E-03	1.97E-03	MH	MH	1	1.71E-03	1.95E-03	MH	MH
56	16	0	2	1.89E-03	1.75E-03	MH	MH	1	2.48E-03	2.72E-03	MH	MH

Şekil A.11. (Devam) 4 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişlerinin genel hasar durumları

8K_MEVCUT - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ															
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	1	0.00547	GB	2	0.00096	MH	3	0.00070	MH	4	0.00079	MH
2	4	0	1	0.00629	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
3	8	0	1	0.00632	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
4	12	0	1	0.00633	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
5	16	0	1	0.00631	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
6	20	0	1	0.00570	GB	2	0.00099	MH	3	0.00070	MH	4	0.00080	MH
7	0	4	1	0.00628	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
8	4	4	1	0.00746	GB	2	0.00135	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
9	8	4	1	0.00748	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
10	12	4	1	0.00748	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
11	16	4	1	0.00745	GB	2	0.00135	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
12	20	4	1	0.00661	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
13	0	8	1	0.00632	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
14	4	8	1	0.00748	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
15	8	8	1	0.00750	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
16	12	8	1	0.00750	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
17	16	8	1	0.00748	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
18	20	8	1	0.00665	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
19	0	12	1	0.00633	GB	2	0.00118	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
20	4	12	1	0.00748	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
21	8	12	1	0.00750	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
22	12	12	1	0.00750	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
23	16	12	1	0.00748	GB	2	0.00135	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
24	20	12	1	0.00665	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
25	0	16	1	0.00631	GB	2	0.00119	MH	3	0.00081	MH	4	0.00095	MH
26	4	16	1	0.00745	GB	2	0.00135	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
27	8	16	1	0.00748	GB	2	0.00134	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
28	12	16	1	0.00748	GB	2	0.00135	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
29	16	16	1	0.00746	GB	2	0.00135	MH	3	0.00094	MH	4	0.00110	MH
30	20	16	1	0.00662	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
31	0	20	1	0.00569	GB	2	0.00099	MH	3	0.00070	MH	4	0.00080	MH
32	4	20	1	0.00659	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
33	8	20	1	0.00665	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
34	12	20	1	0.00665	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
35	16	20	1	0.00661	GB	2	0.00117	MH	3	0.00082	MH	4	0.00095	MH
36	20	20	1	0.00596	GB	2	0.00098	MH	3	0.00070	MH	4	0.00081	MH

Şekil A.12. 8 katlı mevcut yapı kolonları basınç etkisi altında hasar durumları

8K_MEVCUT - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ															
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	5	0.00084	MH	6	0.00085	MH	7	0.00075	MH	8	0.00035	MH
2	4	0	5	0.00101	MH	6	0.00100	MH	7	0.00088	MH	8	0.00046	MH
3	8	0	5	0.00101	MH	6	0.00100	MH	7	0.00088	MH	8	0.00047	MH
4	12	0	5	0.00102	MH	6	0.00101	MH	7	0.00088	MH	8	0.00047	MH
5	16	0	5	0.00102	MH	6	0.00101	MH	7	0.00088	MH	8	0.00046	MH
6	20	0	5	0.00085	MH	6	0.00084	MH	7	0.00074	MH	8	0.00035	MH
7	0	4	5	0.00101	MH	6	0.00100	MH	7	0.00088	MH	8	0.00046	MH
8	4	4	5	0.00124	MH	6	0.00122	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
9	8	4	5	0.00124	MH	6	0.00122	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
10	12	4	5	0.00124	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
11	16	4	5	0.00125	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
12	20	4	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00046	MH
13	0	8	5	0.00101	MH	6	0.00100	MH	7	0.00088	MH	8	0.00047	MH
14	4	8	5	0.00124	MH	6	0.00122	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
15	8	8	5	0.00124	MH	6	0.00123	MH	7	0.00104	MH	8	0.00056	MH
16	12	8	5	0.00124	MH	6	0.00123	MH	7	0.00104	MH	8	0.00056	MH
17	16	8	5	0.00125	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
18	20	8	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00047	MH
19	0	12	5	0.00102	MH	6	0.00101	MH	7	0.00088	MH	8	0.00047	MH
20	4	12	5	0.00124	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
21	8	12	5	0.00124	MH	6	0.00123	MH	7	0.00104	MH	8	0.00056	MH
22	12	12	5	0.00124	MH	6	0.00123	MH	7	0.00104	MH	8	0.00056	MH
23	16	12	5	0.00125	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
24	20	12	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00047	MH
25	0	16	5	0.00102	MH	6	0.00101	MH	7	0.00088	MH	8	0.00046	MH
26	4	16	5	0.00125	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
27	8	16	5	0.00125	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
28	12	16	5	0.00125	MH	6	0.00123	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
29	16	16	5	0.00125	MH	6	0.00124	MH	7	0.00103	MH	8	0.00056	MH
30	20	16	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00047	MH
31	0	20	5	0.00085	MH	6	0.00084	MH	7	0.00074	MH	8	0.00034	MH
32	4	20	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00046	MH
33	8	20	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00047	MH
34	12	20	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00047	MH
35	16	20	5	0.00103	MH	6	0.00101	MH	7	0.00087	MH	8	0.00047	MH
36	20	20	5	0.00086	MH	6	0.00085	MH	7	0.00074	MH	8	0.00036	MH

Şekil A.13. 8 katlı mevcut yapı kolonları basınç etkisi altında hasar durumları

8K_MEVCUT - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	1	0.01322	BH	2	0.00194	MH	3	0.00145	MH	4	0.00170	MH
2	4	0	1	0.01143	BH	2	0.00181	MH	3	0.00127	MH	4	0.00179	MH
3	8	0	1	0.01136	BH	2	0.00180	MH	3	0.00126	MH	4	0.00178	MH
4	12	0	1	0.01136	BH	2	0.00180	MH	3	0.00126	MH	4	0.00178	MH
5	16	0	1	0.01138	BH	2	0.00182	MH	3	0.00127	MH	4	0.00179	MH
6	20	0	1	0.01234	BH	2	0.00199	MH	3	0.00134	MH	4	0.00170	MH
7	0	4	1	0.01143	BH	2	0.00181	MH	3	0.00127	MH	4	0.00179	MH
8	4	4	1	0.00964	MH	2	0.00161	MH	3	0.00102	MH	4	0.00165	MH
9	8	4	1	0.00960	MH	2	0.00160	MH	3	0.00101	MH	4	0.00164	MH
10	12	4	1	0.00960	MH	2	0.00160	MH	3	0.00102	MH	4	0.00163	MH
11	16	4	1	0.00965	MH	2	0.00161	MH	3	0.00102	MH	4	0.00164	MH
12	20	4	1	0.01086	BH	2	0.00185	MH	3	0.00128	MH	4	0.00171	MH
13	0	8	1	0.01136	BH	2	0.00180	MH	3	0.00126	MH	4	0.00178	MH
14	4	8	1	0.00960	MH	2	0.00160	MH	3	0.00101	MH	4	0.00164	MH
15	8	8	1	0.00956	MH	2	0.00159	MH	3	0.00101	MH	4	0.00162	MH
16	12	8	1	0.00956	MH	2	0.00159	MH	3	0.00101	MH	4	0.00162	MH
17	16	8	1	0.00960	MH	2	0.00160	MH	3	0.00102	MH	4	0.00162	MH
18	20	8	1	0.01081	BH	2	0.00184	MH	3	0.00127	MH	4	0.00170	MH
19	0	12	1	0.01136	BH	2	0.00180	MH	3	0.00126	MH	4	0.00178	MH
20	4	12	1	0.00960	MH	2	0.00160	MH	3	0.00102	MH	4	0.00163	MH
21	8	12	1	0.00956	MH	2	0.00159	MH	3	0.00101	MH	4	0.00162	MH
22	12	12	1	0.00956	MH	2	0.00160	MH	3	0.00101	MH	4	0.00161	MH
23	16	12	1	0.00960	MH	2	0.00161	MH	3	0.00102	MH	4	0.00162	MH
24	20	12	1	0.01081	BH	2	0.00184	MH	3	0.00127	MH	4	0.00170	MH
25	0	16	1	0.01139	BH	2	0.00182	MH	3	0.00127	MH	4	0.00179	MH
26	4	16	1	0.00966	MH	2	0.00161	MH	3	0.00102	MH	4	0.00164	MH
27	8	16	1	0.00960	MH	2	0.00160	MH	3	0.00102	MH	4	0.00163	MH
28	12	16	1	0.00960	MH	2	0.00161	MH	3	0.00102	MH	4	0.00162	MH
29	16	16	1	0.00964	MH	2	0.00162	MH	3	0.00103	MH	4	0.00163	MH
30	20	16	1	0.01086	BH	2	0.00185	MH	3	0.00127	MH	4	0.00171	MH
31	0	20	1	0.01238	BH	2	0.00201	MH	3	0.00135	MH	4	0.00171	MH
32	4	20	1	0.01090	BH	2	0.00186	MH	3	0.00128	MH	4	0.00172	MH
33	8	20	1	0.01081	BH	2	0.00184	MH	3	0.00127	MH	4	0.00170	MH
34	12	20	1	0.01081	BH	2	0.00184	MH	3	0.00127	MH	4	0.00170	MH
35	16	20	1	0.01086	BH	2	0.00185	MH	3	0.00127	MH	4	0.00171	MH
36	20	20	1	0.01221	BH	2	0.00188	MH	3	0.00137	MH	4	0.00160	MH

Şekil A.14. 8 katlı mevcut yapı kolonları çekme etkisi altında hasar durumları

8K_MEVCUT - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ															
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi	Kat	Ortalama şekildeğiştir	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	5	0.00196	MH	6	0.00209	MH	7	0.00188	MH	8	0.00094	MH
2	4	0	5	0.00210	MH	6	0.00236	MH	7	0.00214	MH	8	0.00122	MH
3	8	0	5	0.00209	MH	6	0.00234	MH	7	0.00213	MH	8	0.00121	MH
4	12	0	5	0.00210	MH	6	0.00234	MH	7	0.00214	MH	8	0.00121	MH
5	16	0	5	0.00211	MH	6	0.00236	MH	7	0.00215	MH	8	0.00122	MH
6	20	0	5	0.00188	MH	6	0.00201	MH	7	0.00185	MH	8	0.00092	MH
7	0	4	5	0.00210	MH	6	0.00236	MH	7	0.00214	MH	8	0.00122	MH
8	4	4	5	0.00206	MH	6	0.00242	MH	7	0.00228	MH	8	0.00140	MH
9	8	4	5	0.00205	MH	6	0.00240	MH	7	0.00227	MH	8	0.00140	MH
10	12	4	5	0.00205	MH	6	0.00240	MH	7	0.00228	MH	8	0.00140	MH
11	16	4	5	0.00207	MH	6	0.00243	MH	7	0.00228	MH	8	0.00142	MH
12	20	4	5	0.00204	MH	6	0.00234	MH	7	0.00206	MH	8	0.00121	MH
13	0	8	5	0.00209	MH	6	0.00234	MH	7	0.00213	MH	8	0.00121	MH
14	4	8	5	0.00205	MH	6	0.00240	MH	7	0.00227	MH	8	0.00140	MH
15	8	8	5	0.00204	MH	6	0.00238	MH	7	0.00226	MH	8	0.00140	MH
16	12	8	5	0.00204	MH	6	0.00239	MH	7	0.00227	MH	8	0.00140	MH
17	16	8	5	0.00205	MH	6	0.00242	MH	7	0.00227	MH	8	0.00142	MH
18	20	8	5	0.00203	MH	6	0.00233	MH	7	0.00206	MH	8	0.00120	MH
19	0	12	5	0.00210	MH	6	0.00234	MH	7	0.00214	MH	8	0.00121	MH
20	4	12	5	0.00205	MH	6	0.00240	MH	7	0.00228	MH	8	0.00140	MH
21	8	12	5	0.00204	MH	6	0.00239	MH	7	0.00227	MH	8	0.00140	MH
22	12	12	5	0.00204	MH	6	0.00239	MH	7	0.00227	MH	8	0.00140	MH
23	16	12	5	0.00206	MH	6	0.00242	MH	7	0.00228	MH	8	0.00142	MH
24	20	12	5	0.00203	MH	6	0.00233	MH	7	0.00206	MH	8	0.00121	MH
25	0	16	5	0.00211	MH	6	0.00236	MH	7	0.00215	MH	8	0.00122	MH
26	4	16	5	0.00207	MH	6	0.00243	MH	7	0.00228	MH	8	0.00142	MH
27	8	16	5	0.00206	MH	6	0.00242	MH	7	0.00227	MH	8	0.00142	MH
28	12	16	5	0.00206	MH	6	0.00242	MH	7	0.00228	MH	8	0.00142	MH
29	16	16	5	0.00207	MH	6	0.00245	MH	7	0.00228	MH	8	0.00144	MH
30	20	16	5	0.00204	MH	6	0.00234	MH	7	0.00207	MH	8	0.00121	MH
31	0	20	5	0.00189	MH	6	0.00203	MH	7	0.00186	MH	8	0.00091	MH
32	4	20	5	0.00205	MH	6	0.00236	MH	7	0.00208	MH	8	0.00123	MH
33	8	20	5	0.00203	MH	6	0.00233	MH	7	0.00206	MH	8	0.00120	MH
34	12	20	5	0.00203	MH	6	0.00233	MH	7	0.00206	MH	8	0.00121	MH
35	16	20	5	0.00204	MH	6	0.00234	MH	7	0.00207	MH	8	0.00121	MH
36	20	20	5	0.00185	MH	6	0.00200	MH	7	0.00181	MH	8	0.00090	MH

Şekil A.14. (Devam) 8 katlı mevcut yapı kolonları çekme etkisi altında hasar durumları

8K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	8	5.90E-05	1.48E-06	MH	MH	7	7.88E-04	1.31E-03	MH	MH
2	0	4	8	1.65E-05	1.35E-06	MH	MH	7	7.47E-04	1.23E-03	MH	MH
3	0	8	8	9.58E-06	1.36E-06	MH	MH	7	7.59E-04	1.23E-03	MH	MH
4	0	12	8	8.77E-06	1.35E-06	MH	MH	7	7.54E-04	1.23E-03	MH	MH
5	0	16	8	2.24E-05	3.74E-05	MH	MH	7	8.28E-04	1.36E-03	MH	MH
6	0	20	8	5.92E-05	1.48E-06	MH	MH	7	7.88E-04	1.31E-03	MH	MH
7	4	20	8	1.66E-05	1.35E-06	MH	MH	7	7.47E-04	1.23E-03	MH	MH
8	8	20	8	9.68E-06	1.36E-06	MH	MH	7	7.59E-04	1.23E-03	MH	MH
9	12	20	8	8.86E-06	1.35E-06	MH	MH	7	7.54E-04	1.23E-03	MH	MH
10	16	20	8	2.19E-05	3.73E-05	MH	MH	7	8.29E-04	1.35E-03	MH	MH
11	4	0	8	3.33E-05	1.64E-06	MH	MH	7	6.25E-04	1.61E-03	MH	MH
12	4	4	8	9.39E-07	1.51E-06	MH	MH	7	5.93E-04	1.55E-03	MH	MH
13	4	8	8	9.14E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.03E-04	1.55E-03	MH	MH
14	4	12	8	9.30E-07	1.51E-06	MH	MH	7	5.98E-04	1.56E-03	MH	MH
15	4	16	8	1.04E-06	7.33E-05	MH	MH	7	6.67E-04	1.71E-03	MH	MH
16	8	0	8	3.19E-05	1.64E-06	MH	MH	7	6.36E-04	1.63E-03	MH	MH
17	8	4	8	9.42E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.06E-04	1.57E-03	MH	MH
18	8	8	8	9.18E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.15E-04	1.57E-03	MH	MH
19	8	12	8	9.34E-07	1.51E-06	MH	MH	7	6.10E-04	1.57E-03	MH	MH
20	8	16	8	1.05E-06	7.09E-05	MH	MH	7	6.79E-04	1.72E-03	MH	MH
21	12	0	8	2.94E-05	1.65E-06	MH	MH	7	6.45E-04	1.64E-03	MH	MH
22	12	4	8	9.44E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.14E-04	1.58E-03	MH	MH
23	12	8	8	9.20E-07	1.53E-06	MH	MH	7	6.24E-04	1.58E-03	MH	MH
24	12	12	8	9.37E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.19E-04	1.58E-03	MH	MH
25	12	16	8	1.05E-06	6.81E-05	MH	MH	7	6.89E-04	1.72E-03	MH	MH
26	16	0	8	2.63E-05	1.65E-06	MH	MH	7	6.51E-04	1.65E-03	MH	MH
27	16	4	8	9.44E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.21E-04	1.59E-03	MH	MH
28	16	8	8	9.22E-07	1.53E-06	MH	MH	7	6.31E-04	1.59E-03	MH	MH
29	16	12	8	9.38E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.25E-04	1.59E-03	MH	MH
30	16	16	8	1.05E-06	6.46E-05	MH	MH	7	6.98E-04	1.73E-03	MH	MH
31	20	0	8	4.52E-05	1.50E-06	MH	MH	7	8.55E-04	1.37E-03	MH	MH
32	20	4	8	2.81E-06	1.36E-06	MH	MH	7	8.14E-04	1.31E-03	MH	MH
33	20	8	8	1.06E-06	1.37E-06	MH	MH	7	8.25E-04	1.31E-03	MH	MH
34	20	12	8	1.08E-06	1.36E-06	MH	MH	7	8.20E-04	1.31E-03	MH	MH
35	20	16	8	1.50E-05	2.87E-05	MH	MH	7	8.95E-04	1.41E-03	MH	MH
36	0	16	8	3.34E-05	1.64E-06	MH	MH	7	6.24E-04	1.61E-03	MH	MH
37	4	16	8	9.39E-07	1.51E-06	MH	MH	7	5.93E-04	1.55E-03	MH	MH
38	8	16	8	9.14E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.03E-04	1.55E-03	MH	MH
39	12	16	8	9.29E-07	1.51E-06	MH	MH	7	5.98E-04	1.56E-03	MH	MH
40	16	16	8	1.04E-06	7.29E-05	MH	MH	7	6.68E-04	1.70E-03	MH	MH
41	0	12	8	3.20E-05	1.64E-06	MH	MH	7	6.37E-04	1.63E-03	MH	MH
42	4	12	8	9.42E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.06E-04	1.57E-03	MH	MH
43	8	12	8	9.18E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.16E-04	1.57E-03	MH	MH
44	12	12	8	9.34E-07	1.51E-06	MH	MH	7	6.11E-04	1.57E-03	MH	MH
45	16	12	8	1.05E-06	7.10E-05	MH	MH	7	6.80E-04	1.72E-03	MH	MH
46	0	8	8	2.94E-05	1.65E-06	MH	MH	7	6.45E-04	1.65E-03	MH	MH
47	4	8	8	9.44E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.15E-04	1.58E-03	MH	MH
48	8	8	8	9.20E-07	1.53E-06	MH	MH	7	6.25E-04	1.58E-03	MH	MH
49	12	8	8	9.37E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.20E-04	1.59E-03	MH	MH
50	16	8	8	1.05E-06	6.81E-05	MH	MH	7	6.90E-04	1.72E-03	MH	MH
51	0	4	8	2.63E-05	1.65E-06	MH	MH	7	6.53E-04	1.65E-03	MH	MH
52	4	4	8	9.45E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.21E-04	1.59E-03	MH	MH
53	8	4	8	9.22E-07	1.53E-06	MH	MH	7	6.31E-04	1.59E-03	MH	MH
54	12	4	8	9.39E-07	1.52E-06	MH	MH	7	6.26E-04	1.59E-03	MH	MH
55	16	4	8	1.06E-06	6.46E-05	MH	MH	7	6.99E-04	1.73E-03	MH	MH
56	0	0	8	5.83E-05	1.41E-06	MH	MH	7	8.62E-04	1.36E-03	MH	MH
57	4	0	8	6.89E-06	1.35E-06	MH	MH	7	8.09E-04	1.31E-03	MH	MH
58	8	0	8	1.07E-06	1.37E-06	MH	MH	7	8.26E-04	1.31E-03	MH	MH
59	12	0	8	1.08E-06	1.36E-06	MH	MH	7	8.22E-04	1.31E-03	MH	MH
60	16	0	8	1.50E-05	2.86E-05	MH	MH	7	8.96E-04	1.41E-03	MH	MH

Şekil A.15. 8 katlı mevcut yapı kirişleri genel hasar durumları

8K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	6	3.95E-03	4.57E-03	MH	BH	5	7.83E-03	8.55E-03	BH	BH
2	0	4	6	3.83E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.79E-03	8.53E-03	BH	BH
3	0	8	6	3.84E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.80E-03	8.54E-03	BH	BH
4	0	12	6	3.84E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.79E-03	8.53E-03	BH	BH
5	0	16	6	3.89E-03	4.76E-03	MH	BH	5	7.84E-03	8.63E-03	BH	BH
6	0	20	6	3.95E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.83E-03	8.55E-03	BH	BH
7	4	20	6	3.83E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.79E-03	8.53E-03	BH	BH
8	8	20	6	3.84E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.80E-03	8.54E-03	BH	BH
9	12	20	6	3.84E-03	4.58E-03	MH	BH	5	7.79E-03	8.53E-03	BH	BH
10	16	20	6	3.89E-03	4.76E-03	MH	BH	5	7.84E-03	8.64E-03	BH	BH
11	4	0	6	3.65E-03	4.99E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.98E-03	BH	BH
12	4	4	6	3.58E-03	5.00E-03	MH	BH	5	7.53E-03	8.96E-03	BH	BH
13	4	8	6	3.59E-03	5.01E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.96E-03	BH	BH
14	4	12	6	3.58E-03	5.00E-03	MH	BH	5	7.53E-03	8.96E-03	BH	BH
15	4	16	6	3.66E-03	5.17E-03	MH	BH	5	7.58E-03	9.05E-03	BH	BH
16	8	0	6	3.66E-03	5.01E-03	MH	BH	5	7.56E-03	8.99E-03	BH	BH
17	8	4	6	3.60E-03	5.02E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.96E-03	BH	BH
18	8	8	6	3.60E-03	5.02E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
19	8	12	6	3.60E-03	5.02E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.96E-03	BH	BH
20	8	16	6	3.67E-03	5.18E-03	MH	BH	5	7.59E-03	9.05E-03	BH	BH
21	12	0	6	3.68E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.56E-03	8.99E-03	BH	BH
22	12	4	6	3.61E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
23	12	8	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.97E-03	BH	BH
24	12	12	6	3.61E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
25	12	16	6	3.68E-03	5.18E-03	MH	BH	5	7.60E-03	9.06E-03	BH	BH
26	16	0	6	3.69E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.56E-03	9.00E-03	BH	BH
27	16	4	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.96E-03	BH	BH
28	16	8	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
29	16	12	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.96E-03	BH	BH
30	16	16	6	3.69E-03	5.19E-03	MH	BH	5	7.59E-03	9.05E-03	BH	BH
31	20	0	6	3.99E-03	4.67E-03	MH	BH	5	7.84E-03	8.61E-03	BH	BH
32	20	4	6	3.89E-03	4.63E-03	MH	BH	5	7.80E-03	8.55E-03	BH	BH
33	20	8	6	3.90E-03	4.64E-03	MH	BH	5	7.81E-03	8.55E-03	BH	BH
34	20	12	6	3.89E-03	4.63E-03	MH	BH	5	7.80E-03	8.55E-03	BH	BH
35	20	16	6	3.95E-03	4.76E-03	MH	BH	5	7.84E-03	8.62E-03	BH	BH
36	0	16	6	3.65E-03	5.00E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.98E-03	BH	BH
37	4	16	6	3.58E-03	5.00E-03	MH	BH	5	7.53E-03	8.96E-03	BH	BH
38	8	16	6	3.59E-03	5.01E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.96E-03	BH	BH
39	12	16	6	3.58E-03	5.00E-03	MH	BH	5	7.53E-03	8.96E-03	BH	BH
40	16	16	6	3.66E-03	5.17E-03	MH	BH	5	7.59E-03	9.06E-03	BH	BH
41	0	12	6	3.66E-03	5.01E-03	MH	BH	5	7.56E-03	8.99E-03	BH	BH
42	4	12	6	3.60E-03	5.02E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
43	8	12	6	3.60E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.97E-03	BH	BH
44	12	12	6	3.60E-03	5.02E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
45	16	12	6	3.67E-03	5.18E-03	MH	BH	5	7.60E-03	9.06E-03	BH	BH
46	0	8	6	3.68E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.57E-03	9.00E-03	BH	BH
47	4	8	6	3.61E-03	5.03E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
48	8	8	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.97E-03	BH	BH
49	12	8	6	3.61E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.97E-03	BH	BH
50	16	8	6	3.68E-03	5.19E-03	MH	BH	5	7.60E-03	9.06E-03	BH	BH
51	0	4	6	3.69E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.57E-03	9.00E-03	BH	BH
52	4	4	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
53	8	4	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.55E-03	8.97E-03	BH	BH
54	12	4	6	3.62E-03	5.04E-03	MH	BH	5	7.54E-03	8.97E-03	BH	BH
55	16	4	6	3.69E-03	5.19E-03	MH	BH	5	7.60E-03	9.06E-03	BH	BH
56	0	0	6	3.99E-03	4.67E-03	MH	BH	5	7.84E-03	8.61E-03	BH	BH
57	4	0	6	3.89E-03	4.63E-03	MH	BH	5	7.80E-03	8.55E-03	BH	BH
58	8	0	6	3.90E-03	4.64E-03	MH	BH	5	7.82E-03	8.56E-03	BH	BH
59	12	0	6	3.89E-03	4.64E-03	MH	BH	5	7.81E-03	8.55E-03	BH	BH
60	16	0	6	3.95E-03	4.76E-03	MH	BH	5	7.85E-03	8.62E-03	BH	BH

Şekil A.15. (Devam) 8 katlı mevcut yapı kirişleri genel hasar durumları

8K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
2	0	4	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
3	0	8	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
4	0	12	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
5	0	16	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.31E-02	BH	BH
6	0	20	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
7	4	20	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
8	8	20	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
9	12	20	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH
10	16	20	4	1.08E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.31E-02	BH	BH
11	4	0	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
12	4	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
13	4	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
14	4	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
15	4	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
16	8	0	4	1.06E-02	1.21E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
17	8	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
18	8	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
19	8	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
20	8	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
21	12	0	4	1.06E-02	1.21E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
22	12	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
23	12	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
24	12	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
25	12	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
26	16	0	4	1.06E-02	1.21E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
27	16	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
28	16	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
29	16	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
30	16	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.22E-02	1.36E-02	BH	BH
31	20	0	4	1.09E-02	1.17E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
32	20	4	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
33	20	8	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
34	20	12	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
35	20	16	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
36	0	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
37	4	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
38	8	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
39	12	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
40	16	16	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
41	0	12	4	1.06E-02	1.21E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
42	4	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
43	8	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
44	12	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
45	16	12	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
46	0	8	4	1.06E-02	1.21E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
47	4	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
48	8	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
49	12	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.35E-02	BH	BH
50	16	8	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
51	0	4	4	1.06E-02	1.21E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
52	4	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
53	8	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
54	12	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.21E-02	1.36E-02	BH	BH
55	16	4	4	1.06E-02	1.20E-02	BH	BH	3	1.22E-02	1.36E-02	BH	BH
56	0	0	4	1.09E-02	1.17E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
57	4	0	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
58	8	0	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
59	12	0	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH
60	16	0	4	1.09E-02	1.16E-02	BH	BH	3	1.24E-02	1.32E-02	BH	BH

Şekil A.15. (Devam) 8 katlı mevcut yapı kirişleri genel hasar durumları

8K_MVC - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ												
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif		
1	0	0	2	1.23E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.96E-03	9.75E-03	BH	BH
2	0	4	2	1.22E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.86E-03	9.61E-03	BH	BH
3	0	8	2	1.22E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.87E-03	9.61E-03	BH	BH
4	0	12	2	1.22E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.86E-03	9.61E-03	BH	BH
5	0	16	2	1.23E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.96E-03	9.77E-03	BH	BH
6	0	20	2	1.23E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.96E-03	9.75E-03	BH	BH
7	4	20	2	1.22E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.86E-03	9.61E-03	BH	BH
8	8	20	2	1.22E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.87E-03	9.61E-03	BH	BH
9	12	20	2	1.22E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.86E-03	9.61E-03	BH	BH
10	16	20	2	1.23E-02	1.30E-02	BH	BH	1	8.96E-03	9.77E-03	BH	BH
11	4	0	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.76E-03	1.02E-02	BH	BH
12	4	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.68E-03	1.01E-02	BH	BH
13	4	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.68E-03	1.01E-02	BH	BH
14	4	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.68E-03	1.01E-02	BH	BH
15	4	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.77E-03	1.03E-02	BH	BH
16	8	0	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.77E-03	1.02E-02	BH	BH
17	8	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
18	8	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
19	8	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
20	8	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.03E-02	BH	BH
21	12	0	2	1.20E-02	1.35E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.02E-02	BH	BH
22	12	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
23	12	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
24	12	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
25	12	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.79E-03	1.03E-02	BH	BH
26	16	0	2	1.20E-02	1.35E-02	BH	BH	1	8.77E-03	1.02E-02	BH	BH
27	16	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
28	16	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
29	16	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
30	16	16	2	1.21E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.03E-02	BH	BH
31	20	0	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.97E-03	9.78E-03	BH	BH
32	20	4	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.90E-03	9.65E-03	BH	BH
33	20	8	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.91E-03	9.65E-03	BH	BH
34	20	12	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.90E-03	9.65E-03	BH	BH
35	20	16	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.98E-03	9.82E-03	BH	BH
36	0	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.76E-03	1.02E-02	BH	BH
37	4	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.68E-03	1.01E-02	BH	BH
38	8	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.68E-03	1.01E-02	BH	BH
39	12	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.68E-03	1.01E-02	BH	BH
40	16	16	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.03E-02	BH	BH
41	0	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.77E-03	1.02E-02	BH	BH
42	4	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
43	8	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
44	12	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
45	16	12	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.03E-02	BH	BH
46	0	8	2	1.20E-02	1.35E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.02E-02	BH	BH
47	4	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
48	8	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.70E-03	1.01E-02	BH	BH
49	12	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
50	16	8	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.79E-03	1.03E-02	BH	BH
51	0	4	2	1.20E-02	1.35E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.02E-02	BH	BH
52	4	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
53	8	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.70E-03	1.01E-02	BH	BH
54	12	4	2	1.20E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.69E-03	1.01E-02	BH	BH
55	16	4	2	1.21E-02	1.34E-02	BH	BH	1	8.78E-03	1.03E-02	BH	BH
56	0	0	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.97E-03	9.78E-03	BH	BH
57	4	0	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.90E-03	9.65E-03	BH	BH
58	8	0	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.91E-03	9.65E-03	BH	BH
59	12	0	2	1.23E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.91E-03	9.65E-03	BH	BH
60	16	0	2	1.24E-02	1.31E-02	BH	BH	1	8.99E-03	9.82E-03	BH	BH

Şekil A.15. (Devam) 8 katlı mevcut yapı kirişleri genel hasar durumları

8K_PRD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	8. KAT NORMAL	0.00064	MH	7. KAT NORMAL	0.00032	MH	6. KAT NORMAL	0.00031	MH	5. KAT NORMAL	0.00031	MH
2	4	0		0.00085	MH		0.00043	MH		0.00045	MH		0.00043	MH
3	16	0		0.00085	MH		0.00043	MH		0.00045	MH		0.00043	MH
4	20	0		0.00061	MH		0.00032	MH		0.00031	MH		0.00031	MH
5	0	4		0.00085	MH		0.00043	MH		0.00045	MH		0.00043	MH
6	4	4		0.00145	MH		0.00060	MH		0.00058	MH		0.00053	MH
7	8	4		0.00132	MH		0.00058	MH		0.00057	MH		0.00052	MH
8	12	4		0.00132	MH		0.00059	MH		0.00057	MH		0.00053	MH
9	16	4		0.00147	MH		0.00060	MH		0.00058	MH		0.00054	MH
10	20	4		0.00083	MH		0.00044	MH		0.00044	MH		0.00043	MH
11	4	8		0.00132	MH		0.00058	MH		0.00057	MH		0.00052	MH
12	8	8		0.00149	MH		0.00062	MH		0.00058	MH		0.00053	MH
13	12	8		0.00149	MH		0.00062	MH		0.00058	MH		0.00054	MH
14	16	8		0.00130	MH		0.00058	MH		0.00057	MH		0.00053	MH
15	4	12		0.00132	MH		0.00059	MH		0.00057	MH		0.00053	MH
16	8	12		0.00149	MH		0.00062	MH		0.00058	MH		0.00054	MH
17	12	12		0.00149	MH		0.00062	MH		0.00058	MH		0.00054	MH
18	16	12		0.00119	MH		0.00057	MH		0.00056	MH		0.00052	MH
19	0	16		0.00085	MH		0.00043	MH		0.00045	MH		0.00043	MH
20	4	16		0.00147	MH		0.00060	MH		0.00058	MH		0.00054	MH
21	8	16		0.00130	MH		0.00058	MH		0.00057	MH		0.00053	MH
22	12	16		0.00119	MH		0.00057	MH		0.00056	MH		0.00052	MH
23	16	16		0.00143	MH		0.00059	MH		0.00058	MH		0.00054	MH
24	20	16		0.00083	MH		0.00043	MH		0.00044	MH		0.00044	MH
25	0	20		0.00061	MH		0.00032	MH		0.00031	MH		0.00031	MH
26	4	20		0.00083	MH		0.00044	MH		0.00044	MH		0.00043	MH
27	16	20		0.00083	MH		0.00043	MH		0.00044	MH		0.00044	MH
28	20	20		0.00060	MH		0.00032	MH		0.00031	MH		0.00031	MH
29	8	0	8. KAT BAŞLIK	0.00010	MH	7. KAT BAŞLIK	0.00011	MH	6. KAT BAŞLIK	0.00014	MH	5. KAT BAŞLIK	0.00018	MH
30	12	0		0.00011	MH		0.00012	MH		0.00015	MH		0.00017	MH
31	8	20		0.00011	MH		0.00012	MH		0.00014	MH		0.00018	MH
32	12	20		0.00011	MH		0.00011	MH		0.00014	MH		0.00017	MH
33	0	8		0.00010	MH		0.00011	MH		0.00014	MH		0.00018	MH
34	0	12		0.00011	MH		0.00012	MH		0.00015	MH		0.00017	MH
35	20	12		0.00005	MH		0.00010	MH		0.00013	MH		0.00016	MH
36	20	12		0.00011	MH		0.00011	MH		0.00014	MH		0.00017	MH

Şekil A.16. 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı normal kolonları basınç etkisi altında genel hasar durumları

8K_PRD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Değiştirme Değerleri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	4. KAT NORMAL	0.00033	MH	3. KAT NORMAL	0.00037	MH	2. KAT NORMAL	0.00042	MH	1. KAT NORMAL	0.00150	MH
2	4	0		0.00044	MH		0.00046	MH		0.00053	MH		0.00166	MH
3	16	0		0.00044	MH		0.00046	MH		0.00053	MH		0.00164	MH
4	20	0		0.00032	MH		0.00036	MH		0.00042	MH		0.00155	MH
5	0	4		0.00044	MH		0.00046	MH		0.00053	MH		0.00166	MH
6	4	4		0.00054	MH		0.00055	MH		0.00061	MH		0.00202	MH
7	8	4		0.00052	MH		0.00054	MH		0.00060	MH		0.00184	MH
8	12	4		0.00053	MH		0.00055	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
9	16	4		0.00054	MH		0.00056	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
10	20	4		0.00045	MH		0.00047	MH		0.00053	MH		0.00190	MH
11	4	8		0.00052	MH		0.00054	MH		0.00060	MH		0.00184	MH
12	8	8		0.00054	MH		0.00056	MH		0.00062	MH		0.00202	MH
13	12	8		0.00054	MH		0.00056	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
14	16	8		0.00053	MH		0.00055	MH		0.00062	MH		0.00199	MH
15	4	12		0.00053	MH		0.00055	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
16	8	12		0.00054	MH		0.00056	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
17	12	12		0.00054	MH		0.00056	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
18	16	12		0.00052	MH		0.00053	MH		0.00059	MH		0.00199	MH
19	0	16		0.00044	MH		0.00046	MH		0.00053	MH		0.00164	MH
20	4	16		0.00054	MH		0.00056	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
21	8	16		0.00053	MH		0.00055	MH		0.00062	MH		0.00199	MH
22	12	16		0.00052	MH		0.00053	MH		0.00059	MH		0.00199	MH
23	16	16		0.00054	MH		0.00055	MH		0.00061	MH		0.00201	MH
24	20	16		0.00045	MH		0.00047	MH		0.00053	MH		0.00190	MH
25	0	20		0.00032	MH		0.00036	MH		0.00042	MH		0.00155	MH
26	4	20		0.00045	MH		0.00047	MH		0.00053	MH		0.00190	MH
27	16	20		0.00045	MH		0.00047	MH		0.00053	MH		0.00190	MH
28	20	20		0.00033	MH		0.00036	MH		0.00042	MH		0.00177	MH
29	8	0	4. KAT BAŞLIK	0.00019	MH	3. KAT BAŞLIK	0.00024	MH	2. KAT BAŞLIK	0.00027	MH	1. KAT BAŞLIK	0.00040	MH
30	12	0		0.00021	MH		0.00022	MH		0.00025	MH		0.00040	MH
31	8	20		0.00019	MH		0.00023	MH		0.00028	MH		0.00040	MH
32	12	20		0.00020	MH		0.00022	MH		0.00026	MH		0.00038	MH
33	0	8		0.00019	MH		0.00024	MH		0.00027	MH		0.00039	MH
34	0	12		0.00021	MH		0.00022	MH		0.00026	MH		0.00038	MH
35	20	12		0.00018	MH		0.00022	MH		0.00027	MH		0.00052	MH
36	20	12		0.00020	MH		0.00022	MH		0.00026	MH		0.00038	MH

Şekil A.16. (Devam) 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı normal kolonları basınç etkisi altında genel hasar durumları

8K_PRD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ															
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi
	x	y												
1	0	0	8. KAT NORMAL	0.00143	MH	7. KAT NORMAL	0.00075	MH	6. KAT NORMAL	0.00080	MH	5. KAT NORMAL	0.00084	MH
2	4	0		0.00226	MH		0.00098	MH		0.00093	MH		0.00080	MH
3	16	0		0.00226	MH		0.00094	MH		0.00091	MH		0.00078	MH
4	20	0		0.00144	MH		0.00073	MH		0.00078	MH		0.00082	MH
5	0	4		0.00226	MH		0.00098	MH		0.00093	MH		0.00080	MH
6	4	4		0.00322	MH		0.00105	MH		0.00080	MH		0.00051	MH
7	8	4		0.00296	MH		0.00102	MH		0.00079	MH		0.00051	MH
8	12	4		0.00297	MH		0.00104	MH		0.00080	MH		0.00055	MH
9	16	4		0.00328	MH		0.00105	MH		0.00080	MH		0.00052	MH
10	20	4		0.00230	MH		0.00098	MH		0.00096	MH		0.00081	MH
11	4	8		0.00296	MH		0.00102	MH		0.00079	MH		0.00051	MH
12	8	8		0.00330	MH		0.00110	MH		0.00080	MH		0.00051	MH
13	12	8		0.00330	MH		0.00111	MH		0.00080	MH		0.00051	MH
14	16	8		0.00294	MH		0.00103	MH		0.00080	MH		0.00054	MH
15	4	12		0.00297	MH		0.00104	MH		0.00080	MH		0.00055	MH
16	8	12		0.00329	MH		0.00111	MH		0.00080	MH		0.00052	MH
17	12	12		0.00329	MH		0.00110	MH		0.00080	MH		0.00052	MH
18	16	12		0.00273	MH		0.00100	MH		0.00079	MH		0.00055	MH
19	0	16		0.00226	MH		0.00094	MH		0.00091	MH		0.00078	MH
20	4	16		0.00327	MH		0.00105	MH		0.00080	MH		0.00052	MH
21	8	16		0.00294	MH		0.00103	MH		0.00080	MH		0.00054	MH
22	12	16		0.00273	MH		0.00100	MH		0.00079	MH		0.00055	MH
23	16	16		0.00318	MH		0.00105	MH		0.00080	MH		0.00052	MH
24	20	16		0.00228	MH		0.00100	MH		0.00096	MH		0.00083	MH
25	0	20		0.00144	MH		0.00073	MH		0.00078	MH		0.00082	MH
26	4	20		0.00230	MH		0.00098	MH		0.00096	MH		0.00081	MH
27	16	20		0.00228	MH		0.00100	MH		0.00096	MH		0.00083	MH
28	20	20		0.00145	MH		0.00080	MH		0.00090	MH		0.00094	MH
29	8	0	8. KAT BAŞLIK	0.00096	MH	7. KAT BAŞLIK	0.00147	MH	6. KAT BAŞLIK	0.00208	MH	5. KAT BAŞLIK	0.00297	MH
30	12	0		0.00093	MH		0.00141	MH		0.00203	MH		0.00312	MH
31	8	20		0.00098	MH		0.00148	MH		0.00205	MH		0.00287	MH
32	12	20		0.00090	MH		0.00140	MH		0.00191	MH		0.00299	MH
33	0	8		0.00096	MH		0.00147	MH		0.00209	MH		0.00293	MH
34	0	12		0.00093	MH		0.00141	MH		0.00203	MH		0.00310	MH
35	20	8		0.00098	MH		0.00148	MH		0.00204	MH		0.00292	MH
36	20	12		0.00090	MH		0.00140	MH		0.00191	MH		0.00300	MH

Şekil A.17. 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı normal kolonların çekme etkisi altında genel hasar durumları

8K_PRD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ															
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi
	x	y												
1	0	0	4. KAT NORMAL	0.00093	MH	3. KAT NORMAL	0.00101	MH	2. KAT NORMAL	0.00109	MH	1. KAT NORMAL	0.00405	MH
2	4	0		0.00070	MH		0.00062	MH		0.00066	MH		0.00315	MH
3	16	0		0.00068	MH		0.00059	MH		0.00066	MH		0.00310	MH
4	20	0		0.00087	MH		0.00093	MH		0.00101	MH		0.00351	MH
5	0	4		0.00070	MH		0.00062	MH		0.00066	MH		0.00315	MH
6	4	4		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00227	MH
7	8	4		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00043	MH		0.00260	MH
8	12	4		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00037	MH		0.00229	MH
9	16	4		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00228	MH
10	20	4		0.00073	MH		0.00067	MH		0.00069	MH		0.00269	MH
11	4	8		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00043	MH		0.00260	MH
12	8	8		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00227	MH
13	12	8		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00227	MH
14	16	8		0.00043	MH		0.00038	MH		0.00042	MH		0.00243	MH
15	4	12		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00037	MH		0.00229	MH
16	8	12		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00227	MH
17	12	12		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00227	MH
18	16	12		0.00046	MH		0.00041	MH		0.00041	MH		0.00229	MH
19	0	16		0.00068	MH		0.00059	MH		0.00066	MH		0.00310	MH
20	4	16		0.00042	MH		0.00036	MH		0.00036	MH		0.00228	MH
21	8	16		0.00043	MH		0.00038	MH		0.00042	MH		0.00243	MH
22	12	16		0.00047	MH		0.00041	MH		0.00041	MH		0.00229	MH
23	16	16		0.00042	MH		0.00035	MH		0.00036	MH		0.00227	MH
24	20	16		0.00073	MH		0.00069	MH		0.00070	MH		0.00268	MH
25	0	20		0.00087	MH		0.00093	MH		0.00101	MH		0.00351	MH
26	4	20		0.00073	MH		0.00067	MH		0.00069	MH		0.00269	MH
27	16	20		0.00074	MH		0.00069	MH		0.00070	MH		0.00268	MH
28	20	20		0.00105	MH		0.00117	MH		0.00122	MH		0.00317	MH
29	8	0	4. KAT BAŞLIK	0.00441	MH	3. KAT BAŞLIK	0.00622	MH	2. KAT BAŞLIK	0.01252	BH	1. KAT BAŞLIK	0.06707	GB
30	12	0		0.00463	MH		0.00706	MH		0.01143	BH		0.06048	GB
31	8	20		0.00411	MH		0.00641	MH		0.01289	BH		0.06867	GB
32	12	20		0.00447	MH		0.00678	MH		0.01083	BH		0.06036	GB
33	0	8		0.00438	MH		0.00616	MH		0.01217	BH		0.06675	GB
34	0	12		0.00469	MH		0.00718	MH		0.01168	BH		0.06083	GB
35	20	8		0.00413	MH		0.00631	MH		0.01269	BH		0.06813	GB
36	20	12		0.00446	MH		0.00663	MH		0.01096	BH		0.06012	GB

Şekil A.17. (Devam) 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı normal kolonların çekme etkisi altında genel hasar durumları

8K_PRD-MANTOLARI ORT. BİRİM KISALMA Ş.DEĞİŞTİRMELERİ					
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi
	x	y			
1	8	0	1	0.00162	MH
4	8	0	2	0.00056	MH
7	8	0	3	0.00042	MH
10	8	0	4	0.00031	MH
13	8	0	5	0.00024	MH
16	8	0	6	0.00019	MH
19	8	0	7	0.00014	MH
22	8	0	8	0.00009	MH
25	12	0	1	0.00175	MH
28	12	0	2	0.00053	MH
31	12	0	3	0.00037	MH
34	12	0	4	0.00030	MH
37	12	0	5	0.00024	MH
40	12	0	6	0.00019	MH
43	12	0	7	0.00014	MH
46	12	0	8	0.00009	MH
49	8	20	1	0.00160	MH
52	8	20	2	0.00055	MH
55	8	20	3	0.00040	MH
58	8	20	4	0.00030	MH
61	8	20	5	0.00024	MH
64	8	20	6	0.00018	MH
67	8	20	7	0.00014	MH
70	8	20	8	0.00009	MH
73	12	20	1	0.00181	MH
76	12	20	2	0.00054	MH
79	12	20	3	0.00038	MH
82	12	20	4	0.00030	MH
85	12	20	5	0.00024	MH
88	12	20	6	0.00019	MH
91	12	20	7	0.00014	MH
94	12	20	8	0.00010	MH
97	0	12	1	0.00175	MH
100	0	12	2	0.00053	MH
103	0	12	3	0.00037	MH
106	0	12	4	0.00030	MH
109	0	12	5	0.00024	MH
112	0	12	6	0.00019	MH
115	0	12	7	0.00014	MH
118	0	12	8	0.00009	MH
121	0	8	1	0.00162	MH
124	0	8	2	0.00056	MH
127	0	8	3	0.00042	MH
130	0	8	4	0.00031	MH
133	0	8	5	0.00024	MH
136	0	8	6	0.00019	MH
139	0	8	7	0.00014	MH
142	0	8	8	0.00009	MH
145	20	12	1	0.00181	MH
148	20	12	2	0.00054	MH
151	20	12	3	0.00038	MH
154	20	12	4	0.00030	MH
157	20	12	5	0.00024	MH
160	20	12	6	0.00019	MH
163	20	12	7	0.00014	MH
166	20	12	8	0.00010	MH
169	20	8	1	0.00160	MH
172	20	8	2	0.00055	MH
175	20	8	3	0.00040	MH
178	20	8	4	0.00030	MH
181	20	8	5	0.00024	MH
184	20	8	6	0.00018	MH
187	20	8	7	0.00014	MH
190	20	8	8	0.00009	MH

Şekil A.18. 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının basınç etkisi altında genel hasar durumları

8K_PRD-MANTOLARI ORT. BİRİM UZAMA Ş.DEĞİŞTİRMELERİ					
0	Koordinatlar (m)		0	Ortalama	Performans
No	x	y	Kat	şekildeğiştir	Bölgesi
1	8	0	1	0.01284	BH
4	8	0	2	0.00251	MH
7	8	0	3	0.00131	MH
10	8	0	4	0.00102	MH
13	8	0	5	0.00075	MH
16	8	0	6	0.00056	MH
19	8	0	7	0.00041	MH
22	8	0	8	0.00028	MH
25	12	0	1	0.01167	BH
28	12	0	2	0.00235	MH
31	12	0	3	0.00148	MH
34	12	0	4	0.00107	MH
37	12	0	5	0.00079	MH
40	12	0	6	0.00057	MH
43	12	0	7	0.00039	MH
46	12	0	8	0.00027	MH
49	8	20	1	0.01321	BH
52	8	20	2	0.00262	MH
55	8	20	3	0.00136	MH
58	8	20	4	0.00096	MH
61	8	20	5	0.00073	MH
64	8	20	6	0.00056	MH
67	8	20	7	0.00042	MH
70	8	20	8	0.00028	MH
73	12	20	1	0.01158	BH
76	12	20	2	0.00221	MH
79	12	20	3	0.00139	MH
82	12	20	4	0.00102	MH
85	12	20	5	0.00076	MH
88	12	20	6	0.00054	MH
91	12	20	7	0.00038	MH
94	12	20	8	0.00025	MH
97	0	12	1	0.01167	BH
100	0	12	2	0.00235	MH
103	0	12	3	0.00148	MH
106	0	12	4	0.00107	MH
109	0	12	5	0.00079	MH
112	0	12	6	0.00057	MH
115	0	12	7	0.00039	MH
118	0	12	8	0.00027	MH
121	0	8	1	0.01284	BH
124	0	8	2	0.00251	MH
127	0	8	3	0.00131	MH
130	0	8	4	0.00102	MH
133	0	8	5	0.00075	MH
136	0	8	6	0.00056	MH
139	0	8	7	0.00041	MH
142	0	8	8	0.00028	MH
145	20	12	1	0.01158	BH
148	20	12	2	0.00220	MH
151	20	12	3	0.00139	MH
154	20	12	4	0.00102	MH
157	20	12	5	0.00076	MH
160	20	12	6	0.00054	MH
163	20	12	7	0.00038	MH
166	20	12	8	0.00025	MH
169	20	8	1	0.01321	BH
172	20	8	2	0.00262	MH
175	20	8	3	0.00135	MH
178	20	8	4	0.00096	MH
181	20	8	5	0.00073	MH
184	20	8	6	0.00056	MH
187	20	8	7	0.00042	MH
190	20	8	8	0.00028	MH

Şekil A.19. 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı manto kolonlarının çekme etkisi altında genel hasar durumları

| 8K_PERDE - EZSKSS KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ | | |

8K_PERDE - 8X35X5 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ																								
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif	
1	0	0	4	4.25E-03	5.09E-03	BH	BH	3	4.00E-03	4.76E-03	MH	BH	2	3.46E-03	4.22E-03	MH	BH	1	2.32E-03	3.14E-03	MH
2	0	4	4	9.41E-03	1.05E-02	BH	BH	3	8.87E-03	9.95E-03	BH	BH	2	7.91E-03	8.94E-03	BH	BH	1	5.87E-03	6.76E-03	BH
3	0	12	4	8.59E-03	9.64E-03	BH	BH	3	7.96E-03	8.93E-03	BH	BH	2	6.95E-03	7.91E-03	BH	BH	1	5.02E-03	5.85E-03	BH
4	0	16	4	4.27E-03	5.06E-03	BH	BH	3	4.02E-03	4.79E-03	MH	BH	2	3.49E-03	4.24E-03	MH	MH	1	2.39E-03	3.18E-03	MH
5	0	0	4	4.25E-03	5.09E-03	BH	BH	3	4.00E-03	4.76E-03	MH	BH	2	3.46E-03	4.22E-03	MH	MH	1	2.32E-03	3.14E-03	MH
6	4	0	4	3.40E-03	1.05E-02	BH	BH	3	8.87E-03	9.95E-03	BH	BH	2	7.91E-03	8.94E-03	BH	BH	1	5.88E-03	6.76E-03	BH
7	12	0	4	8.59E-03	9.64E-03	BH	BH	3	7.96E-03	8.93E-03	BH	BH	2	6.95E-03	7.92E-03	BH	BH	1	5.02E-03	5.85E-03	BH
8	16	0	4	4.27E-03	5.06E-03	BH	BH	3	4.02E-03	4.79E-03	MH	BH	2	3.49E-03	4.24E-03	MH	MH	1	2.39E-03	3.18E-03	MH
9	4	0	4	3.99E-03	5.50E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.16E-03	MH	BH	2	3.18E-03	4.60E-03	MH	BH	1	2.15E-03	3.57E-03	MH
10	4	4	4	4.14E-03	5.52E-03	BH	BH	3	3.84E-03	5.23E-03	MH	BH	2	3.22E-03	4.63E-03	MH	BH	1	2.14E-03	3.41E-03	MH
11	4	8	4	3.75E-03	5.24E-03	MH	BH	3	3.52E-03	5.00E-03	MH	BH	2	3.01E-03	4.45E-03	MH	BH	1	1.98E-03	3.38E-03	MH
12	4	12	4	4.07E-03	5.47E-03	MH	BH	3	3.78E-03	5.19E-03	MH	BH	2	3.17E-03	4.59E-03	MH	BH	1	2.11E-03	3.44E-03	MH
13	4	16	4	3.96E-03	5.40E-03	MH	BH	3	3.72E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.17E-03	4.59E-03	MH	BH	1	2.17E-03	3.58E-03	MH
14	8	0	4	5.50E-03	7.14E-03	BH	BH	3	5.14E-03	6.72E-03	BH	BH	2	4.51E-03	6.10E-03	BH	BH	1	3.15E-03	4.29E-03	MH
15	8	4	4	4.00E-03	5.42E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.14E-03	4.57E-03	MH	BH	1	2.09E-03	3.44E-03	MH
16	8	8	4	4.00E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.14E-03	4.57E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
17	8	12	4	4.00E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.14E-03	4.56E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
18	8	16	4	7.33E-03	9.04E-03	BH	BH	3	6.98E-03	8.62E-03	BH	BH	2	6.25E-03	7.87E-03	BH	BH	1	4.51E-03	5.76E-03	BH
19	12	0	4	6.04E-03	7.75E-03	BH	BH	3	5.65E-03	7.30E-03	BH	BH	2	4.94E-03	6.51E-03	BH	BH	1	3.42E-03	4.75E-03	MH
20	12	4	4	4.01E-03	5.44E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.10E-03	MH	BH	2	3.15E-03	4.58E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
21	12	8	4	4.01E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.16E-03	MH	BH	2	3.15E-03	4.58E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
22	12	12	4	4.01E-03	5.42E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.16E-03	4.57E-03	MH	BH	1	2.12E-03	3.42E-03	MH
23	12	16	4	4.35E-03	6.10E-03	BH	BH	3	4.01E-03	5.75E-03	MH	BH	2	3.48E-03	5.20E-03	MH	BH	1	2.36E-03	3.90E-03	MH
24	16	0	4	3.98E-03	5.45E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.16E-03	MH	BH	2	3.20E-03	4.61E-03	MH	BH	1	2.15E-03	3.56E-03	MH
25	16	4	4	4.09E-03	5.49E-03	BH	BH	3	3.81E-03	5.21E-03	MH	BH	2	3.21E-03	4.62E-03	MH	BH	1	2.12E-03	3.42E-03	MH
26	16	8	4	3.76E-03	5.26E-03	MH	BH	3	3.54E-03	5.02E-03	MH	BH	2	3.04E-03	4.49E-03	MH	BH	1	2.02E-03	3.38E-03	MH
27	16	12	4	4.16E-03	5.53E-03	BH	BH	3	3.85E-03	5.24E-03	MH	BH	2	3.23E-03	4.64E-03	MH	BH	1	2.14E-03	3.44E-03	MH
28	16	16	4	4.04E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.78E-03	5.18E-03	MH	BH	2	3.22E-03	4.61E-03	MH	BH	1	2.21E-03	3.58E-03	MH
29	20	0	4	4.25E-03	5.10E-03	BH	BH	3	4.03E-03	4.82E-03	MH	BH	2	3.51E-03	4.77E-03	MH	MH	1	2.36E-03	3.17E-03	MH
30	20	4	4	9.58E-03	1.07E-02	BH	BH	3	9.07E-03	1.01E-02	BH	BH	2	8.09E-03	9.10E-03	BH	BH	1	6.08E-03	6.82E-03	BH
31	20	12	4	8.46E-03	9.60E-03	BH	BH	3	7.88E-03	8.92E-03	BH	BH	2	6.95E-03	7.96E-03	BH	BH	1	4.97E-03	5.87E-03	BH
32	20	16	4	4.24E-03	5.04E-03	BH	BH	3	4.00E-03	4.78E-03	MH	BH	2	3.49E-03	4.24E-03	MH	MH	1	2.39E-03	3.18E-03	MH
33	0	4	4	3.99E-03	5.50E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.16E-03	MH	BH	2	3.18E-03	4.60E-03	MH	BH	1	2.15E-03	3.57E-03	MH
34	4	4	4	4.14E-03	5.52E-03	BH	BH	3	3.84E-03	5.23E-03	MH	BH	2	3.22E-03	4.63E-03	MH	BH	1	2.14E-03	3.41E-03	MH
35	8	4	4	3.75E-03	5.24E-03	MH	BH	3	3.52E-03	5.00E-03	MH	BH	2	3.01E-03	4.45E-03	MH	BH	1	1.98E-03	3.38E-03	MH
36	12	4	4	4.07E-03	5.47E-03	MH	BH	3	3.78E-03	5.19E-03	MH	BH	2	3.17E-03	4.59E-03	MH	BH	1	2.11E-03	3.44E-03	MH
37	16	4	4	3.96E-03	5.40E-03	MH	BH	3	3.72E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.17E-03	4.59E-03	MH	BH	1	2.17E-03	3.58E-03	MH
38	0	8	4	5.50E-03	7.14E-03	BH	BH	3	5.14E-03	6.72E-03	BH	BH	2	4.51E-03	6.10E-03	BH	BH	1	3.15E-03	4.29E-03	MH
39	4	8	4	4.00E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.14E-03	4.57E-03	MH	BH	1	2.09E-03	3.44E-03	MH
40	8	8	4	4.00E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.14E-03	4.57E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
41	12	8	4	4.00E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.73E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.14E-03	4.56E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
42	16	8	4	7.33E-03	9.04E-03	BH	BH	3	6.97E-03	8.62E-03	BH	BH	2	6.24E-03	7.86E-03	BH	BH	1	4.51E-03	5.76E-03	BH
43	0	12	4	6.04E-03	7.75E-03	BH	BH	3	5.65E-03	7.30E-03	BH	BH	2	4.94E-03	6.50E-03	BH	BH	1	3.42E-03	4.75E-03	MH
44	4	12	4	4.01E-03	5.44E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.17E-03	MH	BH	2	3.15E-03	4.58E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
45	8	12	4	4.01E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.16E-03	MH	BH	2	3.15E-03	4.58E-03	MH	BH	1	2.10E-03	3.43E-03	MH
46	12	12	4	4.01E-03	5.42E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.15E-03	MH	BH	2	3.16E-03	4.57E-03	MH	BH	1	2.12E-03	3.42E-03	MH
47	16	12	4	4.35E-03	6.10E-03	BH	BH	3	4.01E-03	5.75E-03	MH	BH	2	3.48E-03	5.20E-03	MH	BH	1	2.36E-03	3.90E-03	MH
48	0	16	4	3.99E-03	5.45E-03	MH	BH	3	3.74E-03	5.16E-03	MH	BH	2	3.20E-03	4.61E-03	MH	BH	1	2.15E-03	3.56E-03	MH
49	4	16	4	4.09E-03	5.49E-03	BH	BH	3	3.81E-03	5.21E-03	MH	BH	2	3.21E-03	4.62E-03	MH	BH	1	2.12E-03	3.42E-03	MH
50	8	16	4	3.76E-03	5.26E-03	MH	BH	3	3.54E-03	5.02E-03	MH	BH	2	3.04E-03	4.49E-03	MH	BH	1	2.02E-03	3.38E-03	MH
51	12	16	4	4.16E-03	5.53E-03	BH	BH	3	3.85E-03	5.24E-03	MH	BH	2	3.23E-03	4.64E-03	MH	BH	1	2.14E-03	3.44E-03	MH
52	16	16	4	4.04E-03	5.43E-03	MH	BH	3	3.78E-03	5.18E-03	MH	BH	2	3.22E-03	4.61E-03	MH	BH	1	2.21E-03	3.58E-03	MH
53	0	20	4	4.25E-03	5.10E-03	BH	BH	3	4.03E-03	4.82E-03	MH	BH	2	3.52E-03	4.77E-03	MH	MH	1	2.36E-03	3.17E-03	MH
54	4	20	4	9.58E-03	1.07E-02	BH	BH	3	9.07E-03	1.01E-02	BH	BH	2	8.09E-03	9.11E-03	BH	BH	1	6.08E-03	6.83E-03	BH
55	12	20	4	8.46E-03	9.60E-03	BH	BH	3	7.88E-03	8.92E-03	BH	BH	2	6.95E-03	7.96E-03	BH	BH	1	4.97E-03	5.87E-03	BH
56	16	20	4	4.24E-03	5.04E-03	BH	BH	3	4.00E-03	4.78E-03	MH	BH	2	3.49E-03	4.24E-03	MH	MH	1	2.39E-03	3.18E-03	MH

Şekil A.21. 8 katlı perde ile güçlendirilmiş yapı kirişlerinin genel hasar durumları

8K_FD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	8	0.00039	MH	7	0.00041	MH	6	0.00046	MH	5	0.00043	MH
2	4	0	8	0.00060	MH	7	0.00050	MH	6	0.00059	MH	5	0.00055	MH
3	16	0	8	0.00059	MH	7	0.00051	MH	6	0.00060	MH	5	0.00055	MH
4	20	0	8	0.00037	MH	7	0.00039	MH	6	0.00046	MH	5	0.00043	MH
5	0	4	8	0.00060	MH	7	0.00050	MH	6	0.00059	MH	5	0.00055	MH
6	4	4	8	0.00068	MH	7	0.00060	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
7	8	4	8	0.00066	MH	7	0.00058	MH	6	0.00069	MH	5	0.00066	MH
8	12	4	8	0.00072	MH	7	0.00062	MH	6	0.00072	MH	5	0.00067	MH
9	16	4	8	0.00067	MH	7	0.00060	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
10	20	4	8	0.00056	MH	7	0.00050	MH	6	0.00058	MH	5	0.00056	MH
11	4	8	8	0.00066	MH	7	0.00058	MH	6	0.00069	MH	5	0.00066	MH
12	8	8	8	0.00067	MH	7	0.00061	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
13	12	8	8	0.00066	MH	7	0.00061	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
14	16	8	8	0.00071	MH	7	0.00061	MH	6	0.00070	MH	5	0.00066	MH
15	4	12	8	0.00072	MH	7	0.00062	MH	6	0.00072	MH	5	0.00067	MH
16	8	12	8	0.00066	MH	7	0.00061	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
17	12	12	8	0.00067	MH	7	0.00061	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
18	16	12	8	0.00066	MH	7	0.00059	MH	6	0.00070	MH	5	0.00067	MH
19	0	16	8	0.00059	MH	7	0.00051	MH	6	0.00060	MH	5	0.00055	MH
20	4	16	8	0.00067	MH	7	0.00060	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
21	8	16	8	0.00071	MH	7	0.00061	MH	6	0.00070	MH	5	0.00066	MH
22	12	16	8	0.00066	MH	7	0.00059	MH	6	0.00070	MH	5	0.00067	MH
23	16	16	8	0.00066	MH	7	0.00060	MH	6	0.00071	MH	5	0.00067	MH
24	20	16	8	0.00055	MH	7	0.00050	MH	6	0.00058	MH	5	0.00056	MH
25	0	20	8	0.00037	MH	7	0.00039	MH	6	0.00046	MH	5	0.00043	MH
26	4	20	8	0.00056	MH	7	0.00050	MH	6	0.00058	MH	5	0.00056	MH
27	16	20	8	0.00055	MH	7	0.00050	MH	6	0.00058	MH	5	0.00056	MH
28	20	20	8	0.00036	MH	7	0.00038	MH	6	0.00044	MH	5	0.00043	MH

Şekil A.22. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının basınç etkisi altında genel hasar durumları

8K_FD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM KISALMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Düzeyi
	x	y												
1	0	0	4	0.00039	MH	3	0.00039	MH	2	0.00056	MH	1	0.00146	MH
2	4	0	4	0.00050	MH	3	0.00050	MH	2	0.00069	MH	1	0.00157	MH
3	16	0	4	0.00051	MH	3	0.00050	MH	2	0.00070	MH	1	0.00157	MH
4	20	0	4	0.00039	MH	3	0.00040	MH	2	0.00058	MH	1	0.00139	MH
5	0	4	4	0.00050	MH	3	0.00050	MH	2	0.00069	MH	1	0.00157	MH
6	4	4	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
7	8	4	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00170	MH
8	12	4	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00170	MH
9	16	4	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
10	20	4	4	0.00050	MH	3	0.00050	MH	2	0.00070	MH	1	0.00153	MH
11	4	8	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00170	MH
12	8	8	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
13	12	8	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
14	16	8	4	0.00060	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00171	MH
15	4	12	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00170	MH
16	8	12	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
17	12	12	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
18	16	12	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00171	MH
19	0	16	4	0.00051	MH	3	0.00050	MH	2	0.00070	MH	1	0.00157	MH
20	4	16	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00081	MH	1	0.00170	MH
21	8	16	4	0.00060	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00171	MH
22	12	16	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00171	MH
23	16	16	4	0.00061	MH	3	0.00060	MH	2	0.00082	MH	1	0.00170	MH
24	20	16	4	0.00052	MH	3	0.00050	MH	2	0.00070	MH	1	0.00152	MH
25	0	20	4	0.00039	MH	3	0.00040	MH	2	0.00058	MH	1	0.00139	MH
26	4	20	4	0.00050	MH	3	0.00050	MH	2	0.00070	MH	1	0.00153	MH
27	16	20	4	0.00052	MH	3	0.00050	MH	2	0.00070	MH	1	0.00152	MH
28	20	20	4	0.00039	MH	3	0.00040	MH	2	0.00057	MH	1	0.00137	MH

Şekil A.22. (Devam) 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının basınç etkisi altında genel hasar durumları

8K_FD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Değiştirme Değeri	Performans Bölgesi
	x	y												
1	0	0	4	0.00075	MH	3	0.00083	MH	2	0.00126	MH	1	0.00291	MH
2	4	0	4	0.00072	MH	3	0.00067	MH	2	0.00093	MH	1	0.00225	MH
3	16	0	4	0.00073	MH	3	0.00063	MH	2	0.00093	MH	1	0.00222	MH
4	20	0	4	0.00076	MH	3	0.00074	MH	2	0.00115	MH	1	0.00286	MH
5	0	4	4	0.00072	MH	3	0.00067	MH	2	0.00093	MH	1	0.00224	MH
6	4	4	4	0.00054	MH	3	0.00043	MH	2	0.00068	MH	1	0.00185	MH
7	8	4	4	0.00055	MH	3	0.00047	MH	2	0.00074	MH	1	0.00185	MH
8	12	4	4	0.00057	MH	3	0.00045	MH	2	0.00070	MH	1	0.00186	MH
9	16	4	4	0.00055	MH	3	0.00044	MH	2	0.00069	MH	1	0.00186	MH
10	20	4	4	0.00077	MH	3	0.00065	MH	2	0.00106	MH	1	0.00245	MH
11	4	8	4	0.00055	MH	3	0.00047	MH	2	0.00074	MH	1	0.00185	MH
12	8	8	4	0.00054	MH	3	0.00043	MH	2	0.00068	MH	1	0.00185	MH
13	12	8	4	0.00054	MH	3	0.00043	MH	2	0.00067	MH	1	0.00185	MH
14	16	8	4	0.00054	MH	3	0.00045	MH	2	0.00073	MH	1	0.00188	MH
15	4	12	4	0.00057	MH	3	0.00045	MH	2	0.00070	MH	1	0.00186	MH
16	8	12	4	0.00054	MH	3	0.00043	MH	2	0.00067	MH	1	0.00185	MH
17	12	12	4	0.00054	MH	3	0.00043	MH	2	0.00067	MH	1	0.00185	MH
18	16	12	4	0.00057	MH	3	0.00045	MH	2	0.00072	MH	1	0.00189	MH
19	0	16	4	0.00073	MH	3	0.00063	MH	2	0.00093	MH	1	0.00222	MH
20	4	16	4	0.00055	MH	3	0.00044	MH	2	0.00069	MH	1	0.00186	MH
21	8	16	4	0.00054	MH	3	0.00045	MH	2	0.00073	MH	1	0.00188	MH
22	12	16	4	0.00057	MH	3	0.00045	MH	2	0.00072	MH	1	0.00189	MH
23	16	16	4	0.00056	MH	3	0.00044	MH	2	0.00069	MH	1	0.00187	MH
24	20	16	4	0.00084	MH	3	0.00071	MH	2	0.00108	MH	1	0.00253	MH
25	0	20	4	0.00076	MH	3	0.00074	MH	2	0.00115	MH	1	0.00286	MH
26	4	20	4	0.00077	MH	3	0.00065	MH	2	0.00106	MH	1	0.00245	MH
27	16	20	4	0.00084	MH	3	0.00072	MH	2	0.00108	MH	1	0.00253	MH
28	20	20	4	0.00091	MH	3	0.00095	MH	2	0.00148	MH	1	0.00352	MH

Şekil A.23. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının çekme etkisi altında genel hasar durumları

8K_FD - C55X55 KOLONLARI ORTALAMA BİRİM UZAMA ŞEKİLDEĞİŞTİRMELERİ														
No	Koordinatlar (m)		Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Bölgesi	Kat	Ş.Degiştirme Degeri	Performans Bölgesi
	x	y												
1	0	0	8	0.00092	MH	7	0.00085	MH	6	0.00089	MH	5	0.00082	MH
2	4	0	8	0.00158	MH	7	0.00108	MH	6	0.00108	MH	5	0.00091	MH
3	16	0	8	0.00159	MH	7	0.00111	MH	6	0.00109	MH	5	0.00092	MH
4	20	0	8	0.00092	MH	7	0.00086	MH	6	0.00093	MH	5	0.00083	MH
5	0	4	8	0.00158	MH	7	0.00108	MH	6	0.00108	MH	5	0.00091	MH
6	4	4	8	0.00170	MH	7	0.00112	MH	6	0.00110	MH	5	0.00080	MH
7	8	4	8	0.00161	MH	7	0.00110	MH	6	0.00107	MH	5	0.00078	MH
8	12	4	8	0.00176	MH	7	0.00115	MH	6	0.00115	MH	5	0.00083	MH
9	16	4	8	0.00170	MH	7	0.00113	MH	6	0.00110	MH	5	0.00081	MH
10	20	4	8	0.00159	MH	7	0.00110	MH	6	0.00118	MH	5	0.00099	MH
11	4	8	8	0.00161	MH	7	0.00110	MH	6	0.00107	MH	5	0.00078	MH
12	8	8	8	0.00167	MH	7	0.00112	MH	6	0.00109	MH	5	0.00080	MH
13	12	8	8	0.00164	MH	7	0.00112	MH	6	0.00109	MH	5	0.00080	MH
14	16	8	8	0.00176	MH	7	0.00114	MH	6	0.00109	MH	5	0.00078	MH
15	4	12	8	0.00176	MH	7	0.00115	MH	6	0.00115	MH	5	0.00083	MH
16	8	12	8	0.00164	MH	7	0.00112	MH	6	0.00109	MH	5	0.00080	MH
17	12	12	8	0.00167	MH	7	0.00112	MH	6	0.00109	MH	5	0.00079	MH
18	16	12	8	0.00161	MH	7	0.00112	MH	6	0.00112	MH	5	0.00085	MH
19	0	16	8	0.00159	MH	7	0.00111	MH	6	0.00109	MH	5	0.00092	MH
20	4	16	8	0.00170	MH	7	0.00113	MH	6	0.00110	MH	5	0.00081	MH
21	8	16	8	0.00176	MH	7	0.00114	MH	6	0.00109	MH	5	0.00078	MH
22	12	16	8	0.00161	MH	7	0.00112	MH	6	0.00112	MH	5	0.00085	MH
23	16	16	8	0.00167	MH	7	0.00113	MH	6	0.00111	MH	5	0.00082	MH
24	20	16	8	0.00158	MH	7	0.00114	MH	6	0.00125	MH	5	0.00105	MH
25	0	20	8	0.00092	MH	7	0.00086	MH	6	0.00093	MH	5	0.00083	MH
26	4	20	8	0.00159	MH	7	0.00110	MH	6	0.00118	MH	5	0.00099	MH
27	16	20	8	0.00158	MH	7	0.00114	MH	6	0.00125	MH	5	0.00105	MH
28	20	20	8	0.00091	MH	7	0.00088	MH	6	0.00107	MH	5	0.00103	MH

Şekil A.23. (Devam) 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kolonlarının çekme etkisi altında genel hasar durumları

8K_TD - B25S55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ

No	Koordinatlar (m)		Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)	
	x	y		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif
1	0	0	4	4.89E-03	5.75E-03	BH	BH	3	5.12E-03	5.95E-03	BH	BH	2	4.84E-03	5.67E-03	BH	BH	1	2.84E-03	3.75E-03
2	0	4	4	6.29E-03	7.00E-03	BH	BH	3	6.17E-03	6.92E-03	BH	BH	2	5.33E-03	6.16E-03	BH	BH	1	2.87E-03	3.74E-03
3	0	12	4	6.20E-03	7.06E-03	BH	BH	3	6.13E-03	6.95E-03	BH	BH	2	5.39E-03	6.11E-03	BH	BH	1	2.98E-03	3.64E-03
4	0	16	4	4.92E-03	5.62E-03	BH	BH	3	5.14E-03	5.91E-03	BH	BH	2	4.88E-03	5.56E-03	BH	BH	1	2.91E-03	3.61E-03
5	0	0	4	4.89E-03	5.75E-03	BH	BH	3	5.12E-03	5.95E-03	BH	BH	2	4.84E-03	5.67E-03	BH	BH	1	2.84E-03	3.75E-03
6	4	0	4	6.29E-03	7.00E-03	BH	BH	3	6.17E-03	6.92E-03	BH	BH	2	5.34E-03	6.16E-03	BH	BH	1	2.87E-03	3.74E-03
7	12	0	4	6.20E-03	7.06E-03	BH	BH	3	6.13E-03	6.95E-03	BH	BH	2	5.39E-03	6.11E-03	BH	BH	1	2.98E-03	3.64E-03
8	16	0	4	4.92E-03	5.62E-03	BH	BH	3	5.14E-03	5.91E-03	BH	BH	2	4.88E-03	5.56E-03	BH	BH	1	2.91E-03	3.61E-03
9	4	0	4	4.63E-03	6.14E-03	BH	BH	3	4.85E-03	6.33E-03	BH	BH	2	4.55E-03	6.03E-03	BH	BH	1	2.58E-03	4.15E-03
10	4	4	4	4.71E-03	6.10E-03	BH	BH	3	4.88E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.54E-03	5.96E-03	BH	BH	1	2.53E-03	3.93E-03
11	4	8	4	4.47E-03	5.94E-03	BH	BH	3	4.69E-03	6.15E-03	BH	BH	2	4.42E-03	5.86E-03	BH	BH	1	2.44E-03	3.92E-03
12	4	12	4	4.69E-03	6.10E-03	BH	BH	3	4.86E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.54E-03	5.95E-03	BH	BH	1	2.53E-03	3.93E-03
13	4	16	4	4.61E-03	5.99E-03	BH	BH	3	4.84E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.56E-03	5.93E-03	BH	BH	1	2.65E-03	4.01E-03
14	8	0	4	4.52E-03	6.00E-03	BH	BH	3	4.79E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.47E-03	5.97E-03	BH	BH	1	2.66E-03	4.24E-03
15	8	4	4	4.63E-03	6.06E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
16	8	8	4	4.64E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
17	8	12	4	4.64E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.84E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
18	8	16	4	5.37E-03	6.76E-03	BH	BH	3	5.52E-03	6.90E-03	BH	BH	2	5.00E-03	6.33E-03	BH	BH	1	3.06E-03	4.28E-03
19	12	0	4	5.31E-03	6.87E-03	BH	BH	3	5.45E-03	6.99E-03	BH	BH	2	4.91E-03	6.44E-03	BH	BH	1	2.87E-03	4.48E-03
20	12	4	4	4.65E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.83E-03	6.26E-03	BH	BH	2	4.52E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
21	12	8	4	4.64E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.83E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.52E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
22	12	12	4	4.63E-03	6.06E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
23	12	16	4	4.54E-03	5.95E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.20E-03	BH	BH	2	4.53E-03	5.87E-03	BH	BH	1	2.82E-03	4.08E-03
24	16	0	4	4.63E-03	6.14E-03	BH	BH	3	4.87E-03	6.33E-03	BH	BH	2	4.56E-03	6.03E-03	BH	BH	1	2.59E-03	4.15E-03
25	16	4	4	4.70E-03	6.09E-03	BH	BH	3	4.87E-03	6.27E-03	BH	BH	2	4.53E-03	5.95E-03	BH	BH	1	2.52E-03	3.93E-03
26	16	8	4	4.47E-03	5.95E-03	BH	BH	3	4.70E-03	6.15E-03	BH	BH	2	4.42E-03	5.86E-03	BH	BH	1	2.43E-03	3.91E-03
27	16	12	4	4.71E-03	6.12E-03	BH	BH	3	4.88E-03	6.29E-03	BH	BH	2	4.54E-03	5.95E-03	BH	BH	1	2.53E-03	3.93E-03
28	16	16	4	4.65E-03	6.02E-03	BH	BH	3	4.86E-03	6.29E-03	BH	BH	2	4.57E-03	5.93E-03	BH	BH	1	2.66E-03	4.02E-03
29	20	0	4	4.92E-03	5.76E-03	BH	BH	3	5.16E-03	5.95E-03	BH	BH	2	4.85E-03	5.67E-03	BH	BH	1	2.80E-03	3.72E-03
30	20	4	4	6.33E-03	7.00E-03	BH	BH	3	6.21E-03	6.91E-03	BH	BH	2	5.36E-03	6.17E-03	BH	BH	1	2.89E-03	3.72E-03
31	20	12	4	6.15E-03	7.05E-03	BH	BH	3	6.10E-03	6.95E-03	BH	BH	2	5.37E-03	6.11E-03	BH	BH	1	2.93E-03	3.65E-03
32	20	16	4	4.91E-03	5.63E-03	BH	BH	3	5.15E-03	5.92E-03	BH	BH	2	4.84E-03	5.56E-03	BH	BH	1	2.88E-03	3.58E-03
33	0	4	4	4.63E-03	6.14E-03	BH	BH	3	4.85E-03	6.33E-03	BH	BH	2	4.55E-03	6.03E-03	BH	BH	1	2.58E-03	4.15E-03
34	4	4	4	4.71E-03	6.10E-03	BH	BH	3	4.88E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.54E-03	5.96E-03	BH	BH	1	2.53E-03	3.93E-03
35	8	4	4	4.47E-03	5.94E-03	BH	BH	3	4.69E-03	6.15E-03	BH	BH	2	4.42E-03	5.86E-03	BH	BH	1	2.44E-03	3.92E-03
36	12	4	4	4.69E-03	6.10E-03	BH	BH	3	4.86E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.54E-03	5.95E-03	BH	BH	1	2.53E-03	3.93E-03
37	16	4	4	4.61E-03	5.99E-03	BH	BH	3	4.84E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.56E-03	5.93E-03	BH	BH	1	2.65E-03	4.01E-03
38	0	8	4	4.52E-03	6.01E-03	BH	BH	3	4.79E-03	6.28E-03	BH	BH	2	4.47E-03	5.97E-03	BH	BH	1	2.66E-03	4.24E-03
39	4	8	4	4.63E-03	6.06E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
40	8	8	4	4.64E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.83E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
41	12	8	4	4.65E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.84E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
42	16	8	4	5.37E-03	6.76E-03	BH	BH	3	5.52E-03	6.90E-03	BH	BH	2	5.00E-03	6.33E-03	BH	BH	1	3.06E-03	4.28E-03
43	0	12	4	5.31E-03	6.87E-03	BH	BH	3	5.45E-03	6.99E-03	BH	BH	2	4.91E-03	6.44E-03	BH	BH	1	2.87E-03	4.48E-03
44	4	12	4	4.65E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.83E-03	6.26E-03	BH	BH	2	4.52E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
45	8	12	4	4.64E-03	6.07E-03	BH	BH	3	4.83E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.52E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
46	12	12	4	4.63E-03	6.06E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.25E-03	BH	BH	2	4.51E-03	5.94E-03	BH	BH	1	2.51E-03	3.94E-03
47	16	12	4	4.54E-03	5.95E-03	BH	BH	3	4.82E-03	6.20E-03	BH	BH	2	4.53E-03	5.87E-03	BH	BH	1	2.82E-03	4.08E-03
48	0	16	4	4.63E-03	6.14E-03	BH	BH	3	4.87E-03	6.33E-03	BH	BH	2	4.56E-03	6.03E-03	BH	BH	1	2.59E-03	4.15E-03
49	4	16	4	4.70E-03	6.09E-03	BH	BH	3	4.87E-03	6.27E-03	BH	BH	2	4.53E-03	5.95E-03	BH	BH	1	2.52E-03	3.93E-03
50	8	16	4	4.47E-03	5.95E-03	BH	BH	3	4.70E-03	6.15E-03	BH	BH	2	4.42E-03	5.86E-03	BH	BH	1	2.43E-03	3.91E-03
51	12	16	4	4.71E-03	6.12E-03	BH	BH	3	4.88E-03	6.29E-03	BH	BH	2	4.54E-03	5.95E-03	BH	BH	1	2.53E-03	3.93E-03
52	16	16	4	4.65E-03	6.02E-03	BH	BH	3	4.86E-03	6.29E-03	BH	BH	2	4.57E-03	5.93E-03	BH	BH	1	2.66E-03	4.02E-03
53	0	20	4	4.92E-03	5.76E-03	BH	BH	3	5.16E-03	5.95E-03	BH	BH	2	4.85E-03	5.67E-03	BH	BH	1	2.80E-03	3.72E-03
54	4	20	4	6.33E-03	7.00E-03	BH	BH	3	6.21E-03	6.91E-03	BH	BH	2	5.36E-03	6.17E-03	BH	BH	1	2.89E-03	3.72E-03
55	12	20	4	6.15E-03	7.05E-03	BH	BH	3	6.10E-03	6.95E-03	BH	BH	2	5.37E-03	6.11E-03	BH	BH	1	2.93E-03	3.65E-03
56	16	20	4	4.91E-03	5.63E-03	BH	BH	3	5.15E-03	5.92E-03	BH	BH	2	4.84E-03	5.56E-03	BH	BH	1	2.88E-03	3.58E-03

Şekil A.24. 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişlerinin genel hasar durumları

BK_FD - B25X55 KİRİŞLERİ ORTALAMA DÖNME DEĞERLERİ																							
No	Koordinatlar (m)			Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)		Pozitif Perf. Bölgesi	Negatif Perf. Bölgesi	Kat	Ort. Dönmeler (radyan)	
	x	y	z		Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif				Pozitif	Negatif
1	0	0	0	8	6.08E-04	2.84E-04	MH	MH	7	1.35E-03	1.81E-03	MH	MH	6	2.62E-03	3.48E-03	MH	MH	5	4.08E-03	4.98E-03
2	0	4	4	8	3.03E-03	2.01E-03	MH	MH	7	3.40E-03	3.88E-03	MH	MH	6	4.71E-03	5.21E-03	BH	BH	5	5.80E-03	6.45E-03
3	0	12	8	8	2.87E-03	2.14E-03	MH	MH	7	3.13E-03	4.12E-03	MH	MH	6	4.46E-03	5.44E-03	BH	BH	5	5.67E-03	6.54E-03
4	0	16	8	8	4.69E-04	4.91E-04	MH	MH	7	1.36E-03	1.68E-03	MH	MH	6	2.67E-03	3.27E-03	MH	MH	5	4.13E-03	4.81E-03
5	0	0	8	8	6.08E-04	2.84E-04	MH	MH	7	1.35E-03	1.81E-03	MH	MH	6	2.62E-03	3.48E-03	MH	MH	5	4.08E-03	4.98E-03
6	4	0	8	8	3.03E-03	2.01E-03	MH	MH	7	3.40E-03	3.88E-03	MH	MH	6	4.71E-03	5.21E-03	BH	BH	5	5.80E-03	6.45E-03
7	12	0	8	8	2.87E-03	2.15E-03	MH	MH	7	3.14E-03	4.12E-03	MH	MH	6	4.46E-03	5.44E-03	BH	BH	5	5.67E-03	6.54E-03
8	16	0	8	8	4.69E-04	4.92E-04	MH	MH	7	1.36E-03	1.68E-03	MH	MH	6	2.67E-03	3.27E-03	MH	MH	5	4.13E-03	4.81E-03
9	4	0	8	8	5.39E-04	3.90E-04	MH	MH	7	1.21E-03	2.10E-03	MH	MH	6	2.39E-03	3.87E-03	MH	MH	5	3.81E-03	5.37E-03
10	4	4	8	8	4.29E-04	4.72E-04	MH	MH	7	1.32E-03	2.14E-03	MH	MH	6	2.51E-03	3.82E-03	MH	MH	5	3.93E-03	5.31E-03
11	4	8	8	8	3.55E-04	3.87E-04	MH	MH	7	1.14E-03	1.86E-03	MH	MH	6	2.23E-03	3.60E-03	MH	MH	5	3.65E-03	5.13E-03
12	4	12	8	8	4.52E-04	4.37E-04	MH	MH	7	1.29E-03	2.10E-03	MH	MH	6	2.46E-03	3.80E-03	MH	MH	5	3.89E-03	5.29E-03
13	4	16	8	8	4.07E-04	5.96E-04	MH	MH	7	1.22E-03	1.91E-03	MH	MH	6	2.37E-03	3.65E-03	MH	MH	5	3.80E-03	5.18E-03
14	8	0	8	8	8.78E-04	5.86E-04	MH	MH	7	1.15E-03	2.29E-03	MH	MH	6	2.37E-03	3.81E-03	MH	MH	5	3.66E-03	5.23E-03
15	8	4	8	8	3.94E-04	4.21E-04	MH	MH	7	1.24E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.39E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.83E-03	5.25E-03
16	8	8	8	8	3.96E-04	4.16E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.03E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.84E-03	5.26E-03
17	8	12	8	8	3.95E-04	4.13E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.85E-03	5.26E-03
18	8	16	8	8	1.17E-03	1.41E-03	MH	MH	7	1.85E-03	3.08E-03	MH	MH	6	3.23E-03	4.60E-03	MH	BH	5	4.65E-03	5.99E-03
19	12	0	8	8	1.35E-03	1.25E-03	MH	MH	7	1.85E-03	3.12E-03	MH	MH	6	3.14E-03	4.74E-03	MH	BH	5	4.55E-03	6.16E-03
20	12	4	8	8	3.93E-04	4.15E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.84E-03	5.26E-03
21	12	8	8	8	3.96E-04	4.16E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.03E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.84E-03	5.26E-03
22	12	12	8	8	3.95E-04	4.14E-04	MH	MH	7	1.24E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.38E-03	3.73E-03	MH	MH	5	3.82E-03	5.25E-03
23	12	16	8	8	5.52E-04	9.21E-04	MH	MH	7	1.17E-03	2.17E-03	MH	MH	6	2.39E-03	3.72E-03	MH	MH	5	3.71E-03	5.14E-03
24	16	0	8	8	5.63E-04	3.99E-04	MH	MH	7	1.21E-03	2.08E-03	MH	MH	6	2.38E-03	3.87E-03	MH	MH	5	3.81E-03	5.37E-03
25	16	4	8	8	4.18E-04	4.62E-04	MH	MH	7	1.29E-03	2.10E-03	MH	MH	6	2.47E-03	3.79E-03	MH	MH	5	3.90E-03	5.29E-03
26	16	8	8	8	3.55E-04	3.86E-04	MH	MH	7	1.14E-03	1.86E-03	MH	MH	6	2.22E-03	3.60E-03	MH	MH	5	3.64E-03	5.14E-03
27	16	12	8	8	4.63E-04	4.48E-04	MH	MH	7	1.31E-03	2.13E-03	MH	MH	6	2.50E-03	3.82E-03	MH	MH	5	3.92E-03	5.31E-03
28	16	16	8	8	3.83E-04	5.94E-04	MH	MH	7	1.23E-03	1.91E-03	MH	MH	6	2.41E-03	3.65E-03	MH	MH	5	3.83E-03	5.20E-03
29	20	0	8	8	6.12E-04	2.92E-04	MH	MH	7	1.34E-03	1.79E-03	MH	MH	6	2.60E-03	3.48E-03	MH	MH	5	4.06E-03	4.98E-03
30	20	4	8	8	3.09E-03	2.04E-03	MH	MH	7	3.45E-03	3.92E-03	MH	MH	6	4.76E-03	5.23E-03	BH	BH	5	5.85E-03	6.45E-03
31	20	12	8	8	2.83E-03	2.09E-03	MH	MH	7	3.09E-03	4.08E-03	MH	MH	6	4.40E-03	5.40E-03	BH	BH	5	5.59E-03	6.52E-03
32	20	16	8	8	4.47E-04	4.94E-04	MH	MH	7	1.35E-03	1.67E-03	MH	MH	6	2.64E-03	3.26E-03	MH	MH	5	4.09E-03	4.77E-03
33	0	4	8	8	5.39E-04	3.90E-04	MH	MH	7	1.21E-03	2.10E-03	MH	MH	6	2.39E-03	3.87E-03	MH	MH	5	3.81E-03	5.37E-03
34	4	4	8	8	4.30E-04	4.72E-04	MH	MH	7	1.32E-03	2.14E-03	MH	MH	6	2.51E-03	3.82E-03	MH	MH	5	3.93E-03	5.31E-03
35	8	4	8	8	3.55E-04	3.87E-04	MH	MH	7	1.14E-03	1.86E-03	MH	MH	6	2.23E-03	3.60E-03	MH	MH	5	3.65E-03	5.14E-03
36	12	4	8	8	4.52E-04	4.37E-04	MH	MH	7	1.29E-03	2.10E-03	MH	MH	6	2.46E-03	3.80E-03	MH	MH	5	3.89E-03	5.29E-03
37	16	4	8	8	4.08E-04	5.97E-04	MH	MH	7	1.22E-03	1.91E-03	MH	MH	6	2.37E-03	3.66E-03	MH	MH	5	3.80E-03	5.18E-03
38	0	8	8	8	8.78E-04	5.86E-04	MH	MH	7	1.15E-03	2.29E-03	MH	MH	6	2.37E-03	3.82E-03	MH	MH	5	3.66E-03	5.23E-03
39	4	8	8	8	3.94E-04	4.21E-04	MH	MH	7	1.24E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.39E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.83E-03	5.25E-03
40	8	8	8	8	3.96E-04	4.16E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.03E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.84E-03	5.26E-03
41	12	8	8	8	3.95E-04	4.13E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.85E-03	5.26E-03
42	16	8	8	8	1.17E-03	1.41E-03	MH	MH	7	1.85E-03	3.08E-03	MH	MH	6	3.23E-03	4.60E-03	MH	BH	5	4.65E-03	5.99E-03
43	0	12	8	8	1.35E-03	1.25E-03	MH	MH	7	1.85E-03	3.12E-03	MH	MH	6	3.14E-03	4.74E-03	MH	BH	5	4.55E-03	6.16E-03
44	4	12	8	8	3.93E-04	4.15E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.84E-03	5.27E-03
45	8	12	8	8	3.96E-04	4.16E-04	MH	MH	7	1.25E-03	2.03E-03	MH	MH	6	2.40E-03	3.74E-03	MH	MH	5	3.84E-03	5.26E-03
46	12	12	8	8	3.96E-04	4.14E-04	MH	MH	7	1.24E-03	2.04E-03	MH	MH	6	2.38E-03	3.73E-03	MH	MH	5	3.82E-03	5.25E-03
47	16	12	8	8	5.52E-04	9.21E-04	MH	MH	7	1.17E-03	2.18E-03	MH	MH	6	2.39E-03	3.72E-03	MH	MH	5	3.71E-03	5.14E-03
48	0	16	8	8	5.63E-04	3.99E-04	MH	MH	7	1.21E-03	2.08E-03	MH	MH	6	2.38E-03	3.87E-03	MH	MH	5	3.81E-03	5.38E-03
49	4	16	8	8	4.18E-04	4.62E-04	MH	MH	7	1.29E-03	2.10E-03	MH	MH	6	2.47E-03	3.80E-03	MH	MH	5	3.90E-03	5.29E-03
50	8	16	8	8	3.56E-04	3.87E-04	MH	MH	7	1.14E-03	1.86E-03	MH	MH	6	2.22E-03	3.60E-03	MH	MH	5	3.64E-03	5.14E-03
51	12	16	8	8	4.63E-04	4.48E-04	MH	MH	7	1.31E-03	2.13E-03	MH	MH	6	2.50E-03	3.82E-03	MH	MH	5	3.92E-03	5.31E-03
52	16	16	8	8	3.83E-04	5.95E-04	MH	MH	7	1.23E-03	1.91E-03	MH	MH	6	2.41E-03	3.65E-03	MH	MH	5	3.83E-03	5.20E-03
53	0	20	8	8	6.12E-04	2.92E-04	MH	MH	7	1.34E-03	1.79E-03	MH	MH	6	2.60E-03	3.48E-03	MH	MH	5	4.06E-03	4.98E-03
54	4	20	8	8	3.09E-03	2.04E-03	MH	MH	7	3.45E-03	3.92E-03	MH	MH	6	4.76E-03	5.23E-03	BH	BH	5	5.85E-03	6.45E-03
55	12	20	8	8	2.83E-03	2.09E-03	MH	MH	7	3.09E-03	4.08E-03	MH	MH	6	4.40E-03	5.40E-03	BH	BH	5	5.59E-03	6.52E-03
56	16	20	8	8	4.47E-04	4.94E-04	MH	MH	7	1.35E-03	1.67E-03	MH	MH	6	2.64E-03	3.26E-03	MH	MH	5	4.09E-03	4.77E-03

Şekil A.24. (Devam) 8 katlı sürtünmeli sönümleyiciler ile güçlendirilmiş yapı kirişlerinin genel hasar durumları

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

Akpinar E., **Ersin S.**, Performance-Based Seismic Design of Concrete Structures and Infrastructures, Editors: Plevris V., Kremmyda G., Fahjan Y., *A Comparative Investigation of Structural Performance of Typical and Non-Ducitle Puclic RC Buildings Strengthened Using Friction Dampers and RC Walls,* 1st ed., IGI Global, Pennsylvania, 112-127, 2016.

ÖZGEÇMİŞ

1988 yılında İstanbul'da doğdu. 2012 yılında, Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. 2013 yılında, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2012 yılından beri, özel sektörde, Yapısal Tasarım Mühendisi olarak çalışmaktadır.