



**BETONARME ÇERÇEVELİ- PERDELİ
BİNALARIN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ
YÖNTEMLERİ İLE DEPREM
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ**

**2024
YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ**

Mohamed ALHAMOUDIALALLOUSH

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP**

**BETONARME ÇERÇEVELİ- PERDELİ BİNALARIN DOĞRUSAL
OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE DEPREM
PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ**

Mohamed ALHAMOUDIALALLOUSH

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP**

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Haziran 2024**

Mohamed ALHAMOUDIALALLOUSH tarafından hazırlanan “BETONARME ÇERÇEVELİ- PERDELİ BİNALARIN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP

Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 25 / 06 / 2024

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu) İmzası

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Hamdi SERDAR (SUBÜ)

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Zeynep ÖZCAN

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tez çalışmamdaki bütün bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan tüm atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Mohamed ALHAMOUDIALALLOUSH

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BETONARME ÇERÇEVELİ- PERDELİ BİNALARIN DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE DEPREM PERFORMANSLARININ İNCELENMESİ.

Mohamed ALHAMOUDIALALLOUSH

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP

Haziran 2024, 134 sayfa

Ülkemizde betonarme binaların tasarımında genellikle çerçeve sistemler ve perde duvarlı çerçeve sistemler yoğunlukla kullanılmaktadır. Kat planında yer alan perde duvar yoğunluğunun yapı davranışını etkilemektedir. Ayrıca zemin katlar ticari kaygılar nedeniyle diğer katlardan yüksek olarak modellenebilmektedir. Zemin kat yüksekliğinin artması betonarme binalarda yumuşak kat etkilerinin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Türkiye'de, zemin yapısı ve aktif fay hatlarının varlığı nedeniyle, binalar "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği" (TBDY) kapsamında belirlenen farklı spektral ivme değerlerine göre tasarlanmaktadır. TBDY2019 da 4 farklı deprem tasarım sınıfı tanımlanmıştır. İki farklı zemin kat yüksekliği dikkate alınmış ve etkileri incelenmiştir. Perde duvarlı çerçeve sistemlerde perde duvarların iç akslarda ve dış akslarda olması durumu değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında çerçeve sistem, iç aks ve dış akslarda yerleştirilmiş farklı perde duvar oranına sahip perde duvarlı çerçeve sistemler ve tünel kalıp sistemler üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir. Bina

modelleri TBDY ve TS500 standartlarına uygun olarak tasarlanmış ve sonlu elemanlar yöntemi baz alınarak hem doğrusal hem de doğrusal olmayan tek modlu itme analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, hasar durumlarını, temel kesme kuvvetlerini, kat deplasmanlarını (maksimum deplasmanlar) ve taşıyıcı elemanların görece ötelenmelerini karşılaştırmayı içermektedir. Bu çalışma sonucunda, deprem etkisindeki betonarme bina modellerinde spektral ivme değerleri arttıkça gerekli perde duvar oranının arttığı ve en iyi sonuçların tünel kalıp sistem ile elde edildiği belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler : Betonarme Bina, perde duvar, itme analizi, deprem tasarım sınıfı

Bilim Kodu : 91102

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF EARTHQUAKE PERFORMANCE OF REINFORCED CONCRETE FRAMED AND CURTAIN WALL BUILDINGS BY NON – LINEAR ANALYSIS METHODS

Mohamed ALHMOUDIALALLOUSH

Karabük University

Institute of Graduate Programs

Department of Civil Engineering

Thesis Advisor:

Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP

June 2024, 134 pages

Reinforced concrete buildings in our country commonly employ frame systems and shear wall frame systems in their design. The density of shear walls in the floor plan has an impact on the behavior of the building. Furthermore, ground floors can be designed with increased height compared to other floors, mostly to address commercial considerations. Elevating the height of the ground floor leads to the emergence of structural weaknesses in reinforced concrete buildings. In Turkey, structures are planned based on certain spectral acceleration values computed in accordance with the "Turkish Building Earthquake Regulation" (TBDY). This is owing to the country's ground structure and the existence of active fault lines. TBDY2019 established four distinct categories for earthquake design. The consequences of considering two distinct ground floor heights were explored. An assessment was conducted on frame systems with shear walls positioned on both the inner and outer axes. The study

focused on conducting investigations on the frame system, shear wall frame systems with varying shear wall ratios positioned on the inner and outer axes, and tunnel formwork systems. The models were constructed following the TBDY and TS500 standards, and both linear and nonlinear single-mode pushover analyses were conducted using the finite element method. These analyses involve the comparison of damage states, foundation shear forces, storey displacements (maximum displacements), and relative drifts of load-bearing parts. The study concluded that an increase in spectral acceleration values led to an increase in the needed shear wall ratio in reinforced concrete building models subjected to seismic effects. The tunnel formwork system yielded the most favorable outcomes.

Key Word : Reinforced concrete building, shear wall, pushover analysis, seismic design class

Science Code : 91102

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin boyunca ve tezin her aşamalarında deneyim ve bilgilerin bana yol gösterip ve danışmanlık yapıp bana destek olan, çalışmaktan keyif duyduğum değerli hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Zehra Şule GARİP'e sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tezimin jüri üyeliğini kabul edip kıymetli zamanlarından ayıran sayın Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Fethi ERTENLİ ve Dr. Öğr. Üyesi Ahmet Hamdi SERDAR'a katkılarından ötürü müteşekkir olduğumu belirtmek isterim.

Eğitim hayatım boyunca yanımda olan ve bana gereken her türlü desteği veren değerli annem (Daad) ve babama (Kazafi) ve kardeşlerime Alaa, Ahmed ve Lemar sevgi ve saygılarımı sunuyor, kendilerine tüm kalbimle teşekkür ediyorum..

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. KONU İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR.....	2
1.2. AMAÇ VE KAPSAM	9
BÖLÜM 2	10
DAYANIMA GÖRE TASARIM" VE "ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE DEĞERLENDİRME VE TASARIM (ŞGDT)"	10
2.1. ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE DEĞERLENDİRME VE TASARIM (ŞGDT)	12
BÖLÜM 3	16
DAYANIMA GÖRE TASARIM VE BOYUTLANDIRMA	16
3.1. BETONARME BİNA MODELLERİ	16
3.2. BETONARME BİNALARIN TAŞIYICI SİSTEMLERİ.....	17
3.3. DEPREM PARAMETRELERİ.....	29
3.4. BİNANIN MODELLEMESİ	31

	<u>Sayfa</u>
3.5. YÜKLER VE YÜK BİRLEŞİMLERİ	32
3.6. MODAL ANALİZ SONUÇLARI.....	33
3.7. MİNİMUM TABAN KESME KUVVETİ ŞARTI UYGULANMASI	33
3.8. DÜZENSİZLİK KONTROLÜ.....	45
3.9. KAT KÜTLELERİ VE AĞIRLIKLARI.....	49
3.10. AZALTI MIŞ İÇ KUVVETLERİN VE YERDEĞİŞTİRMELERİN EŞDEĞER TABAN KESME KUVVETİNE GÖRE BÜYÜTÜLMESİ.....	50
3.11. GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİ KONTROLÜ.....	52
3.12. İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ KONTROLÜ (P-Δ).....	55
3.13. KESME KUVVETİ VE EĞİLME MOMENTİ	59
3.14. KAT YERDEĞİŞTİRME KONTROLÜ.....	61
3.15. TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARININ DONATI DETAYLARI	63
 BÖLÜM 4	 65
ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE DEĞERLENDİRME VE TASARIM.....	65
4.1. TEK MODLU İTME YÖNTEMİYLE MODAL YER DEĞİŞTİRME İSTEMİNİN HESABI	65
4.2. GÖRELİ KAT ÖTELENMELERİ.....	97
4.3. HASAR DURUMU.....	102
4.4. KESME KUVVETİ VE EĞİLME MOMENTİ	113
4.5. TABAN KESME KUVVETİ VE YERDEĞİŞTİRME KİYASLANMASI	115
 BÖLÜM 5	 117
SONUÇLAR	117
KAYNAKLAR	123
 EK AÇIKLAMALAR	 126
 ÖZGEÇMİŞ	 134

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1. Kesit hasar bölgeleri (TBDY. 2018) [15].	11
Şekil 2.2. Eğilme elemanı şekil değiştirme durumu (TBDY2018) [15].	15
Şekil 3.1. K tipi Betonarme bina modeli. a) K-8-3 tipi kat planı. b) K-8-3 tipi 3D. c) K-8-6 tipi kat planı. d) K-8-6 tipi 3D	22
Şekil 3.2. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-IA-P1 tipi kat planı. b) A-8-3-IA-P1 tipi 3D. c) A-8-6-IA-P1 tipi kat planı. d) A-8-6-IA-P1 tipi 3D	23
Şekil 3.3. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-IA-P135 tipi kat planı. b) A-8-3-IA-P135 tipi 3D. c) A-8-6-IA-P135 tipi kat planı. d) A-8-6-IA-P135 tipi 3D.	24
Şekil 3.4. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-IA-P150 tipi kat planı. b) A-8-3-IA-P150 tipi 3D. c) A-8-6-IA-P150 tipi kat planı. d) A-8-6-IA-P150 tipi 3D.	25
Şekil 3.5. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-DA-P1 tipi kat planı. b) A-8-3-DA-P1 tipi 3D. c) A-8-6-DA-P1 tipi kat planı. d) A-8-6-DA-P1 tipi 3D.	26
Şekil 3.6. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-DA-P135 tipi kat planı. b) A-8-3-DA-P135 tipi 3D. c) A-8-6-DA-P135 tipi kat planı. d) A-8-6-DA-P135 tipi 3D.	27
Şekil 3.7. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-DA-P150 tipi kat planı. b) A-8-3-DA-P150 tipi 3D. c) A-8-6-DA-P150 tipi kat planı. d) A-8-6-DA-P150 tipi 3D.	28
Şekil 3.8. T tipi Betonarme bina modeli. a) T-8-3-P47 tipi kat planı. b) T-8-3-P47 tipi 3D. c) T-8-6-P63 tipi kat planı. d) T-8-6-P63 tipi 3D.	29
Şekil 3.9. DD1 DD2 DD3 ve DD4'e ait spektrumlar a) DTS1 yatay elastik tasarım spektrumu b) DTS4 yatay elastik tasarım spektrumu. c) DTS1 azaltılmış tasarım ivme spektrumu. d) DTS4 azaltılmış tasarım ivme spektrumu.	31
Şekil 3.10. X-Yönünde toplam eşdeğer deprem yükünün bina katlarına dağıtılması	38
Şekil 3.11. X-Yönünde toplam eşdeğer deprem taban kesme kuvveti	43
Şekil 3.12. Y-Yönünde toplam eşdeğer deprem taban kesme kuvveti.	44
Şekil 3.13. Farklı zemin kat yüksekliği ve dolgu duvar olması durumları.	47
Şekil 3.14. DTS1 -Yapı modellerinin (a):X doğrultusu-(b):Y doğrultusu için elde edilen görelî kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.	54
Şekil 3.15. DTS4 - Yapı modellerinin (a):X doğrultusu-(b):Y doğrultusu için elde edilen görelî kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.	55
Şekil 3.16. Yapı modellerinin DTS1-X doğrultusu için elde edilen ikinci mertebeye etkilerinin kontrolü.	58

Şekil 3.17. Yapı modellerinin DTS4-X doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	58
Şekil 3.18. Yapı modellerinin DTS1-Y doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	58
Şekil 3.19. Yapı modellerinin DTS4-Y doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.....	59
Şekil 3.20. Kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlendirmesinde dikkate alınan kolonların kat planında yerleşimi.....	60
Şekil 3.21. Bina modellerinin DGT için elde edilen kesme kuvvet değerleri.....	61
Şekil 3.22. Bina modellerinin DGT için elde edilen eğilme momenti değerleri.....	61
Şekil 3.23. Yapı modellerinin DTS1-X doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.	62
Şekil 3.24. Yapı modellerinin DTS4-X doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.	62
Şekil 3.25. Yapı modellerinin DTS1-Y doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.	63
Şekil 3.26. Yapı modellerinin DTS4-Y doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.	63
Şekil 4.1. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) K-8-3-DTS1 b) K-8-3-DTS4 c) K-8-6-DTS1 d) K-8-6-DTS4.....	66
Şekil 4.2. DD1 yer hareketi etkisinde K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin itme eğrileri	67
Şekil 4.3. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) K-8-3-DTS1 b) K-8-3-DTS4 c) K-8-6-DTS1 d) K-8-6-DTS4	68
Şekil 4.4. DD3 yer hareketi etkisinde K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin itme eğrileri	69
Şekil 4.5. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P1-DTS1 b) A-8-3-IA-P1-DTS4 c) A-8-6-IA-P1-DTS1 d) A-8-6-IA-P1-DTS4.....	70
Şekil 4.6. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin itme eğrileri	71
Şekil 4.7. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P1-DTS1 b) A-8-3-IA-P1-DTS4 c) A-8-6-IA-P1-DTS1 d) A-8-6-IA-P1-DTS4.....	72
Şekil 4.8. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin itme eğrileri	73
Şekil 4.9. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P135-DTS1 b) A-8-3-IA-P135-DTS4 c) A-8-6-IA-P135-DTS1 d) A-8-6-IA-P135-DTS4	74
Şekil 4.10. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.....	75

Şekil 4.11. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P135-DTS1 b) A-8-3-IA-P135-DTS4 c) A-8-6-IA-P135-DTS1 d) A-8-6-IA-P135- DTS4	76
Şekil 4.12. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.....	77
Şekil 4.13. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P150- DTS1 b) A-8-3-IA-P150-DTS4 c) A-8-6-IA-P150-DTS1 d) A-8-6-IA- P150-DTS4.....	78
Şekil 4.14. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.....	79
Şekil 4.15. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P150-DTS1 b) A-8-3-IA-P150-DTS4 c) A-8-6-IA-P150-DTS1 d) A-8-6-IA-P150- DTS4	80
Şekil 4.16. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.....	81
Şekil 4.17. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P1-DTS1 b) A-8-3-DA-P1-DTS4 c) A-8-6-DA-P1-DTS1 d) A-8-6-DA-P1-DTS482	
Şekil 4.18. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.....	83
Şekil 4.19. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P1-DTS1 b) A-8-3-DA-P1-DTS4 c) A-8-6-DA-P1-DTS1 d) A-8-6-DA-P1-DTS484	
Şekil 4.20. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P1 ve A-8-6-DA-P1 bina modellerinin itme eğrileri.....	85
Şekil 4.21. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P135- DTS1 b) A-8-3-DA-P135-DTS4 c) A-8-6-DA-P135-DTS1 d) A-8-6-DA- P135-DTS4.....	86
Şekil 4.22. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.....	87
Şekil 4.23. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P135- DTS1 b) A-8-3-DA-P135-DTS4 c) A-8-6-DA-P135-DTS1 d) A-8-6-DA- P135-DTS4.....	88
Şekil 4.24. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.....	89
Şekil 4.25. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P150- DTS1 b) A-8-3-DA-P150-DTS4 c) A-8-6-DA-P150-DTS1 d) A-8-6-DA- P150-DTS4.....	90
Şekil 4.26. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.....	91
Şekil 4.27. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P150- DTS1 b) A-8-3-DA-P150-DTS4 c) A-8-6-DA-P150-DTS1 d) A-8-6-DA- P150-DTS4.....	92

Şekil 4.28. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.....	93
Şekil 4.29. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) T-8-3-P47-DTS1 b) T-8-3-P47-DTS4 c) T-8-6-P63-DTS1 d) T-8-6-P63-DTS4.....	94
Şekil 4.30. DD1 yer hareketi etkisinde T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin itme eğrileri.	95
Şekil 4.31. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) T-8-3-P47-DTS1 b) T-8-3-P47-DTS4 c) T-8-6-P63-DTS1 d) T-8-6-P63-DTS4.....	96
Şekil 4.32. DD3 yer hareketi etkisinde T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin itme eğrileri.	97
Şekil 4.33. DTS1 -DD1-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	98
Şekil 4.34. DTS4 -DD1-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	98
Şekil 4.35. DTS1 -DD1-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	99
Şekil 4.36. DTS4 -DD1-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	99
Şekil 4.37. DTS1 -DD3-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	100
Şekil 4.38. DTS4 -DD3-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	101
Şekil 4.39. DTS1 -DD3-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	101
Şekil 4.40. DTS4 -DD3-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.....	102
Şekil 4.41. K-8-3 ve K-8-6 Bina model kiriş hasar durumu. a) DD1. b) DD3.....	104
Şekil 4.42. K-8-3 ve K-8-6 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.	105
Şekil 4.43. A-8-3-IA-P1-135-P150 ve A-8-6-IA-P1-135-P150 Bina model yatay (kiriş) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.	107
Şekil 4.44. A-8-3-IA-P1-135-P150 ve A-8-6-IA-P1-135-P150 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.....	108
Şekil 4.45. A-8-3-DA-P1-135-P150 ve A-8-6-DA-P1-135-P150 Bina model yatay (kiriş) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.	110
Şekil 4.46. A-8-3-DA-P1-135-P150 ve A-8-6-DA-P1-135-P150 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.....	111
Şekil 4.47. T-8-3-P47-P63 ve T-8-6-P47-P63 Bina model yatay (kiriş) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.	112

Sayfa

Şekil 4.48. T-8-3-P47-P63 ve T-8-6-P47-P63 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.....	113
Şekil 4.49. Yapı modellerinin ŞGDT için elde edilen kesme kuvveti.	114
Şekil 4.50. Yapı modellerinin ŞGDT için elde edilen eğilme momenti.	115
Şekil 4.51. Bina modelleri DD1 ve DD3 karşılaştırması a) taban kesme kuvveti b)yerdeğiştirme.....	116

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Yeni Yapılacak Yerde Dökme Betonarme Performans Hedefleri. [15].	12
Çizelge 3.1. Betonarme bina modellerine ait genel bilgiler	17
Çizelge 3.2. Betonarme yapıların analizde kullanılan taşıyıcı sistem tipleri.	18
Çizelge 3.3. Betonarme yapılarda perdelerin boyutları ve oranları.	19
Çizelge 3.4. Betonarme bina modellerine ait malzeme özellikleri	20
Çizelge 3.5. Betonarme yapıların analizde kullanılan genel bilgiler.	20
Çizelge 3.6. AFAD'tan elde edilen deprem parametreleri.....	30
Çizelge 3.7. Etkin kesit rijitliği çarpanları[15].....	32
Çizelge 3.8. Analizlerde dikkate alınan yükler.	32
Çizelge 3.9. Modlara ait etkin kütle katılım oranları.	33
Çizelge 3.10. Toplam Eşdeğer Deprem Yükünün Bina Katlarına Dağıtılması	38
Çizelge 3.11. A1 Burulma Düzensizliği Kontrolü.....	45
Çizelge 3.12. A2 döşeme süreksizlikleri kontrolü.	46
Çizelge 3.13. X doğrultusunda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü.	47
Çizelge 3.14. Binaların kat kütleleri, kat ağırlıkları.....	49
Çizelge 3.15. Eşdeğer Taban Kesme Kuvveti Büyütme Katsayıları	51
Çizelge 3.16. K-8-3 bina modelinin görelî kat ötelenmeleri kontrolü:	53
Çizelge 3.17. Bina modellerine ait λ değerleri.....	53
Çizelge 3.18. K-8-3-DTS1 bina modeline ait ikinci mertebeye etkileri	56
Çizelge 4.1. Beklenen (Ortalama) Malzeme dayanımları.....	65

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

- ε_{su} : Maksimum dayanıma karşı gelen donatı birim uzaması
- ϕ_y : Akma eğriliği [m-1]
- ϕ_u : Göçme öncesi eğrilik [m-1]
- θ_y : Akma durumu için yerdeğiştirmiş eksen dönmesi [rad]
- θ_y (GÖ) : Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]
- θ_y (KH) : Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]
- θ_y (SH) : Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen plastik dönme sınırı [rad]
- ε_C (KH) : Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
- ε_C (SH) : Sınırlı hasar performans düzeyi için izin verilen sargılı beton birim kısalması sınırı
- ε_s (GÖ) : Göçmenin önlenmesi performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı
- ε_s (KH) : Kontrollü hasar performans düzeyi için izin verilen donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi sınırı
- $V_{t,min}$: Yüksek binalar için hesaplanan minimum taban kesme kuvveti
- β_{tE} : Deprem yükü büyütme katsayısı
- γ_E : Binadaki düzensizlik durumuna bağlı olarak değişen katsayı, yüksek binalarda $\gamma_E=1$

KISALTMALAR

AFAD	: T.C. İçişleri Bakanlığı Afet Ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
DD-1	: 50 Yılda Aşılma Olasılığı %2 (Tekrarlanma Periyodu 2475 Yıl) Olan Deprem Yer Hareketi Düzeyi
DD-2	: 50 Yılda Aşılma Olasılığı %10 (Tekrarlanma Periyodu 475 Yıl) Olan Deprem Yer Hareketi Düzeyi
DD-3	: 50 Yılda Aşılma Olasılığı %50 (Tekrarlanma Periyodu 72 Yıl) Olan Deprem Yer Hareketi Düzeyi
DD-4	: 50 Yılda Aşılma Olasılığı %68 (Tekrarlanma Periyodu 43 Yıl) Olan Deprem Yer Hareketi Düzeyi
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TS500	: Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları
TS 498	: Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
DGT	: Dayanıma Göre Tasarım
ŞGDT	: Şekildeğiştirmeye Göre Tasarım
SH	: Sınırlı Hasar
BH	: Belirgin Hasar
İH	: İleri Hasar
GB	: Göçme Bölgesi
DTS	: Deprem Tasarım Sınıfı

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Depremler ülkemizi en çok etkileyen doğal afetlerden biridir. Ülkemiz aktif fay hatlarının üzerinde yer aldığı için geçmişte ve günümüzde büyük ölçekli depremler meydana gelmekte ve ciddi can ve mal kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle depremlerde karşılaşılabilecek hasarların en aza indirilmesi için mühendislik hizmetlerinden azami ölçekte yararlanılmalıdır.

Günümüze kadar birçok deprem yönetmeliği yayınlanmıştır. Son olarak TBDY2018 yönetmeliği yürürlüğe girmiştir. Yönetmelik hükümleri, depremden etkilenen yeni binaların tasarımı, mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirmelerin tasarımını içermektedir. Bu yönetmelik doğrultusunda binaların konumu, fay hattı arasındaki mesafe, zemin özellikleri, bina önem katsayısı vb. kriterlerin dikkate alınarak yapının yeterli dayanımı sağlayacak şekilde tasarlanmaktadır.

Aktif bir deprem bölgesinde yer alan ülkemizde binaların tasarımında en önemli koşul, kontrollü hasara karşı dayanıklılık, göçme öncesi durumuna girmeden can güvenliğinin sağlanmasıdır. Binada şiddetli bir depremden sonra çeşitli hasar seviyesi oluşabilir. Yapıya verilen hasar belirli bir sınırı aştığında, yapı elemanları doğrusal davranıştan doğrusal olmayan davranışa geçmektedir. Doğrusal olmayan davranış sergileyen bir yapının doğrusal yöntemlerle hesaplanması gerçekçi değildir. Bu durumda doğrusal olmayan hesaplama yöntemlerine ihtiyaç duyulur. TBDY2018 kapsamında tasarım aşamaları dayanıma göre tasarım (DGT) ve Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım (ŞGDT) olmak üzere iki başlık altında verilmiştir. DGT’de Mod birleştirme ve Eşdeğer deprem yükü yöntemleri kullanılırken ŞGDT’de ise itme analizleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler kullanılmaktadır.

İtme Analizi yönteminde sistem düşey yükler altında sabit tutulur ve orantılı olarak artırılmış yatay yükler uygulanır. Yatay yüklerin etkisine maruz kalan yapıda yatay yer değiştirmeler meydana gelir. Sürekli artan yatay yükleme ve bunun sonucunda oluşan yatay yer değiştirmeler sonucunda yapı elastik özelliğini kaybederek plastik deformasyon davranışına geçer. Yapıdaki bu değişiklik, yapı elemanları taşıma kapasitesine ulaşana kadar sürdürülür. Yapı belirli bir yer değiştirme değerine veya göçme durumuna ulaşana kadar itme işlemi devam ettirilir.

İtme işleminin son adımında ulaşılan şekil değiştirme seviyesi, bir depremden sonra yapısal hasarın boyutunun bir göstergesidir. Bu hesaplama yöntemi kullanılarak yapının çeşitli bölümlerinin gerilme seviyeleri ve/veya yer değiştirmeleri belirlenebilir. İtme Yöntemi, bir veya daha fazla depreme maruz kalmış mevcut yapıların performansını belirlemek için de kullanılmaktadır.

1.1. KONU İLE İLGİLİ DAHA ÖNCE YAPILMIŞ BAZI ÇALIŞMALAR

Günümüze kadar betonarme binaların deprem etkisi altında ortaya koyduğu davranışını inceleyen birçok çalışma yapılmıştır. Betonarme binalarda tasarlanan perde duvarların depreme karşı sağladığı dayanım bu çalışmalarda irdelenmiştir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Çınar 2015 yılında yaptığı çalışmada, kat planında yerleştirilen perde duvar ve kolonların oturmalarının Yüksek Yapılar Deprem Yönetmeliği'ne uygun olarak tasarlanan 24 katlı bir yapının deprem performansı incelenmiştir. Yapının analizleri doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle gerçekleştirilmiş ve hedef performans kriterleri sağlanmıştır. Bu çalışmada 24 katlı bina modeli tasarlanmıştır. Analizler sonlu elemanlar yöntemine dayalı SAP2000 bilgisayar paket programı ile gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, yapının ana taşıyıcı elemanları elastik davranış göstermekte olup, sınırlı miktarda doğrusal olmayan davranış meydana gelmiştir. Yapısal elemanlar için kesme kuvveti altında gevrek göçmeleri önlemek amacıyla kapasite tasarım ilkeleri kullanılmıştır.[1]

Zorlu ve Mayuk 2021 yılında yaptıkları çalışmada, Türkiye'deki mevcut binaların çoğunun depremlerden etkilendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada, yeterli dayanıklılığa sahip olmayan binaların büyük hasar veya çökme riski altında olduğu belirtilmektedir. Çalışma kapsamında, 1975 Türk Deprem Kanunu'na uygun olarak tasarlanmış ve uygulanmış bir betonarme 2 katlı okul binası modeli incelenmiştir. Aynı okul binası, TBDY-2018 şartlarına göre de tasarlanarak deprem performansı belirlenmiştir. Binanın analitik modeli, IDARC programı kullanılarak hazırlanmıştır ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilmiştir. Sismik performans, hasar endeksine göre değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçları, yapısal performansın sismik güçlendirme ve enerji iyileştirme çalışmalarıyla arttığını göstermektedir. Bu örnek vaka, Türkiye'deki betonarme yapılar için güçlendirme çalışmalarına alternatif bir sistem olan entegre cephe sisteminin önemini vurgulayarak farkındalık oluşturmayı amaçlamaktadır. Bu yenilikçi çözüm, sismik ve enerji iyileştirmelerini bir arada uygulayabilme özelliğiyle dikkate değer bulunmaktadır.[2]

Özaydın 2018 yılında yaptığı çalışmada, uzun yüksek bir yüksek betonarme yapının tasarımını incelemektedir. Amaç yapının sismik performansını test etmektir. Bu çalışmada, 30 katlı bir konut binasının TBDY 2018 ve TS500'e göre tasarımı ve performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde çalışmanın konusu ve amacına yer verilmiştir. İkinci kısım, doğrusal olmayan malzeme davranışı ve plastik mafsallık kavramlarını kapsamaktadır. Üçüncü bölümde Lineer tasarım ilkeleri TBDY 2018'e göre verilmiştir. Bölüm 4, TBDY 2018'e göre doğrusal olmayan tasarım ilkelerini içermektedir. Bölüm 5'te, kesit boyutlarını ve donatıyı belirlemek için doğrusal bir analiz yapılmıştır. Altıncı bölümde Doğrusal olmayan analiz yapmak ve bileşen hasar limitlerini belirlemek için tasarlanmıştır. Araştırmanın 7. Kısımında Belirlenen sonuçları açıklanmıştır. Deprem etkilerinin süneklik düzeyi yüksek perdeler tarafından karşılandığı durum göz önünde bulundurularak tasarım gerçekleştirildi. Hasar analizleri ve plastik dönme değerleri incelenerek, kolonlarda plastik mafsallık oluşumu gözlenmedi, kirişlerde minimum hasar sınırında kaldı. Perdelerde uç bölgelerinde daha fazla hasar tespit edildi, ancak minimum hasar bölgesinde kaldı. Binanın göçmenin önlenmesi performans hedefini sağladığı sonucuna varıldı. [3]

Çolakoğlu 2018 yılında yaptığı çalışmada, Betonarme yapılarda perde duvarların perde merkezi Daha da onemlisi, gelen kuvvet burulma değil, yalnızca bükölme üretir. Betonarme bir bina deprem bölgesinde bulunuyorsa, binadaki deplasmanları sınırlamak için kesmeye karşı dirençli elemanları kullanılır. ANSYS ve SAP2000 ile elde edilen sonuçlar, özömler ve deney sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, burulma momentinin olduğu durumlarda kesit analizinin perde deformasyonunu yeterince yansıtmadığını göstermiştir. Yapılan analizlerde burulma etkisi göz ardı edildiğinde eğilme momenti kapasitesi kesit analizi ile uyumlu bulunmuştur. Ayrıca, sonlu eleman metodu kullanılarak elde edilen eğrilik değerleri kesit hesabı ile elde edilen değerlere göre daha küçük çıkmıştır. Yapıdaki yer değiştirmeyi sınırlayarak yapısal olmayan elemanlarda olası hasarı azaltmak için, duvarın kesme merkezinden betonarme bir duvara yatay bir yük uygulamak burulmayı ortadan kaldırmak için önemlidir. Kayma merkezinin doğrusal olmayan değişimi incelenmiştir.[4]

Dalyan ve Sahin 2018 yılında yaptıkları çalışmada, Tek modlu yöntemleri, çok modlu yöntemleri ve zaman tanım alanında yöntemi, TBDY-2018'de önerilen doğrusal olmayan hesaplama yöntemidir. Artımlı eşdeğer sismik yük yöntemi, artımlı mod birleştirme yöntemi ve zaman tanım alanı hesaplama yöntemi, DBYBHY-2007 tarafından önerilen doğrusal olmayan hesaplama yöntemleridir. Betonarme kesit efektif kesiti TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 arasındaki en büyük fark, hasar sınırı tanımlarıdır. Bu alışmasında, DBYBHY-2007 ve TBDY-2018'e göre, mevcut 5 katlı betonarme bina yapısının deprem yükleri etkisi altındaki performansını analiz etmek için doğrusal olmayan artımlı bindirme analizi yöntemi kullanılmış ve sonuçlar test edilmiştir. Hesap modelleri için ETABS v17.0.1 yazılımı kullanılmıştır. Bu çalışmada, mevcut betonarme yapı TBDY-2018 ve DBYBHY-2007 yönetmeliklerine göre incelenmiştir. TBDY-2018'e göre yapı daha uzun etkin periyoda sahip olup, daha fazla yerdeğiştirme talebi vardır. Yapının hasar sınırları TBDY-2018'e göre daha küçük olmasına rağmen, analizler daha gerçekçi sonuçlar vermektedir. [5]

Çelebi ve Aydın 2021 yılında yaptıkları çalışmada, Köprülerin performansını belirlemek ve ölkemiz köprülerini şiddetli depremler altında güçlendirmek için çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmasında, köprüler SAP2000 programında üç boyutlu olarak modellenmiştir. SAP2000 programından elde edilen köprü hasar seviyeleri

analiz edilirken analiz sonuçları kontrol edilmiştir. Ayakların yüksek hasar seviyesinde olduğu, ana taşıyıcı kirişin ise göçmeye dayanıklı hasar seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Yapıda doğrusal olmayan güçlü yer değiştirmelere sahip kirişlerin dönme merkezine sismik sönümlenme cihazları yerleştirilerek, kirişler depremler sırasında düzlem dışı burkulmayı önlemek amacıyla yanal kararlı bağlantılarla desteklenir. Bu çalışmada, çelik yapının üç boyutlu modeli ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizi için SAP2000 programı, depremlerin spektrumlarının ve frekans tanım alanındaki sonuçlar için MATLAB programı kullanılmıştır. Bu çalışmada, çelik köprünün depremde göçmemesi veya hasar almaması için yapılan analizler sonucunda, köprünün desteklenmiş veya sismik sönüm cihazlı olarak güçlendirilmesinin etkili olduğu tespit edilmiştir. Güçlendirme yöntemlerinin kullanılmasıyla köprüdeki iç kuvvetler ve yer değiştirmeler azalmış, yapıya daha iyi bir davranış sağlanmıştır.[6]

Çavdar, Köse ve Sunca 2020 yılında yaptıkları çalışmada, zeminler farklı miktar ve tabakalarda kullanılmıştır. Bölgesel dolgu duvarların betonarme yapıların sismik performansına etkisi incelenmiştir. TBDY-2018 şartlarına göre tasarlanan binaların deprem performansları zaman tanım alanı lineer olmayan analiz yöntemi kullanılarak belirlenir. Yakın-uzak fay etkisi, deprem şiddeti ve diğer parametreler dikkate alınarak zaman tanımlı doğrusal olmayan analiz yöntemi için 11 adet sismik kayıt belirlenmiştir. TBDY-2018, yanal elastik tasarımı ve spektral olarak uyumlu olduğu belirlenen ivme kayıtları ölçeklendirilerek kullanılmıştır. Çalışmada, dolgu duvarların beş farklı oranı incelenmiştir. Analitik çalışmalar SAP2000 ve RESPONSE2000 programları kullanılarak hazırlanmıştır. Bu Çalışma sonucunda Analiz sonuçları, dolgu duvarların binaların rijitliğini artırdığını ve görelî kat ötelemelerini azalttığını göstermektedir. Dolgu duvarlar, taşıyıcı sistem elemanlarındaki hasarları önemli ölçüde azaltmaktadır. Dolayısıyla, dolgu duvarların tasarım aşamasında dikkate alınması gerekmektedir. Beş farklı dolgu duvar oranı için elde edilen titreşim periyot değerleri, bağıl döşeme ötelenme oranları, mod şekilleri ve bina performans seviyeleri incelenmiştir. [7]

Özbayrak 2018 yılında yaptığı çalışmada, yatay kuvvet altında betonarme kirişsiz döşeme kullanılmıştır. Çok katlı yapay sinir ağı ile döşeme eğilme momentlerinin

analizi yapılmıştır. Analizden sonra, kirişsiz zemin tasarımının temeli olan zemin eğilme momentlerini bulunmuş. Analiz yönteminde, giriş verilerinde bina ile ilgili değişkenler döşeme kalınlığı, deprem kuvveti, eksen aralığı, kat yüksekliği ve kolon boyutu olarak seçilmektedir. SAP2000 programı, on adet dört katlı binayı analiz elde edilmiştir. Yapay sinir ağı analizi sonuçlarının gerçek tasarım anlarına %98.2 yakınlıkla çok benzer olduğu belirlenmiştir. Yapay sinir ağı kullanılarak kirişsiz döşeme plakasının tasarım momentlerinin belirlenmesinin çok hızlı ve güvenilir olduğu görülmektedir. Yapılan testlerde elde edilen sonuçlar, mühendislik hesaplamaları açısından kabul edilebilir hata oranlarına sahiptir. Yapay sinir ağları, deprem etkisi altındaki yapıların döşeme tasarım momentlerini hızlı ve güvenilir bir şekilde hesaplamak için avantajlı bir araç olarak değerlendirilebilir.[8]

Özlu 2015 yılında yaptığı çalışmada, DBYBHY 2007 yönetmeliğinde verilen kurallara göre eşdeğer deprem yükleri ve mod birleştirme yöntemleri kullanılarak modelin statik ve dinamik analizleri yapılmıştır. Her iki yönde maksimum yer değiştirme, maksimum etkin bağıl zemin yer değiştirmesi, ikinci mertebeye etkiler, serbest titreşim periyodu, burulma ve rijitlik düzensizlik katsayıları açısından farklı analitik modeller karşılaştırılmıştır. Modelin deprem etkisi altındaki davranışı incelenmiştir. Taşıyıcı sistemlerin karşılaştırılmasında, çerçeveleme sisteminin alt katlarda daha büyük, üst katlarda ise perde sisteminin daha büyük bir bağıl yer değiştirme ürettiği görülebilir. Çalışma sonuçlarına göre, çerçeve sistem alt katlarda, perde çerçeve sistem ise üst katlarda daha fazla yer değiştirmeye neden olmuştur. Perde çerçeve sisteminin ardışık katlar arasındaki yer değiştirme artış oranı daha lineerdir. Döşeme sistemleri arasında plak döşeme en iyi sonuçları vermiştir. Kat adedi arttıkça maksimum yer değiştirme ve etkin görelî kat ötelemesi artmıştır. Çerçeve sistemindeki maksimum yer değiştirme, etkin bağıl delaminasyon, ikinci mertebeye etki ve periyodun kesme çerçeve sistemine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Perde çerçeve sistemindeki değerlerin perde sistemine göre daha yüksek olduğu gösterilmiştir. Duvar çerçeve sisteminin duvar sistemine oranı arttıkça rijitlik düzensizlik oranının önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Bu nedenle yatay yükler arttıkça perde sistemlerinin tercih edilmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir. [9]

Topçu 2015 yılında yaptığı çalışmada, 30 katlı betonarme bir yapı, TBDY 2018 Türk Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre modellenmiş, tasarım ve performans, dayanım ve deformasyon açısından analiz edilmiştir. Daha sonra doğrusal hesaplama sonuçları DBYBHY 2007 yönetmeliğinde verilen düzenlemelerle tekrarlanarak iki düzenlemenin karşılaştırılması yapılmıştır. ETABS programında binanın analitik bir modeli hazırlanmıştır. Tasarım aşamalarında depremleri kombinasyonların düşey yük kombinasyonlarından daha etkili olduğu ve perdelerin en kritik elemanlar olduğu sonucuna varıldı. Yapının yönetmelikler arasında yapılan karşılaştırmada, spektral ivme değerlerinin yeni yönetmelikle birlikte azaldığı görüldü. Yatay elastik spektrum karşılaştırıldığında, DBYBHY 2007 tarafından belirtilen yatay elastik tasarım ivme değeri 0.227g, 2018 spesifikasyonunda ise bu değer 0.081g olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle, TBDY 2018 yönetmeliği kapsamında, deprem nedeniyle bina kuvvetlerinde 2,8 kat azalma yaşayacaktır. [10]

Saral 2015 yılında yaptığı çalışmada, İzmir'de yapılması önerilen 110 metrelik 31 katlı betonarme yüksek katlı binanın sismik performansı araştırılmış ve bina tasarımında biri statik artımlı itme analizi yöntemi, diğeri sismik itme analizi olmak üzere iki analiz yöntemi kullanılmıştır. İkincisi, zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemi ve iki yöntemin uygulanmasıyla elde edilen sonuçlardır 1. Moda göre karşılaştırılmıştır. Sonuçlara bağlı zemin deplasmanı, zemin kayması ve zemin deplasman değerlerinin alt katlar için çok yakın olduğunu ancak üst katlarda farklı sonuçların gözlemlendiğini göstermektedir.[11]

Bulgu 2007 yılında yaptığı çalışmada, Türk Deprem Yönetmeliği'nin 2007 belirtilen deprem bölgeleri ve zemin parametreleri altında sadece perdelerden oluşan tünel kalıp sistemiyle inşa edilmiş binaların performansını karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışma, kat adedi, rijit bodrum katları ve katlarda oluşabilecek rijitlik azalmasının deprem davranışı üzerindeki etkisini araştırmaktadır. Ayrıca, tünel kalıp sisteminin avantajları ve üretim süreci hakkında bilgi verilmektedir. Çalışmada, betonarme perdelerden oluşan taşıyıcı sistemlerin özellikleri özetlenmekte ve perde ve bağ kiriş elemanlarının dinamik etkiler altında davranışı açıklanmaktadır. Kare planlı binalarda, farklı zemin cinsi ve deprem bölgeleri altında, rijit bodrum düzenlemesi ve kat adedinin iç kuvvetlere ve kat deplasmanlarına etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmektedir. Ayrıca, bina yüksekliğinin taşıyıcı sistemdeki rijitlik değişiminin kat

deplasmanlarına etkisi de araştırılmaktadır. Bu çalışmanın amacı, sadece perdelerden oluşan tünel kalıp sistemleriyle inşa edilen yapıların deprem performansını daha iyi anlamak ve bu sistemlerin tasarımına ve geliştirilmesine katkıda bulunmaktır. Boşluklu perdelerin kullanımı, deprem sırasında hasarın yerel olarak sınırlanmasını sağlayarak yapıların daha dayanıklı olmasını tespit edilmiştir. Ayrıca, tünel kalıp sistemli binalarda yapılan güçlendirme çalışmaları ve kullanılan çelik X çaprazlarının burulma rijitliğini artırarak yapı performansını iyileştirdiği belirtilmektedir. Bu çalışma, tünel kalıp sistemli binaların deprem performansını inceleyerek, güçlendirme teknikleri ve yapı tasarımı açısından önemli bulgular sunmaktadır. Kare planlı tünel kalıp sistemli binalarda, deprem etkileriyle deplasmanlar artar ve rijitlik azalır. Rijitliği azaltılan katlarda deplasmanlar X yönünde artarken, Y yönünde azalır. Rijit bodrum katlar, bina genelindeki rijitliği artırarak deprem etkilerine karşı daha iyi bir davranış sergiler. [12]

Tozlu 2023 yılında yaptığı çalışmada, tünel kalıp sistemli binaların doğrusal olmayan analizinde TBDY 2018'de verilen deprem yer hareketi ölçekleme yöntemlerinin kullanılması durumunda analiz sonuçlarındaki farklılıkları ortaya koymaktır. Bu amaçla, yönetmelikte verilen kurallara uygun olarak seçilecek deprem yer hareketleri Basit Ölçekleme (BÖ) ve Spektral Uyuşum Sağlanacak Şekilde Ölçekleme (SÖ) yöntemleriyle ölçeklenecek ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizle sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca, tünel kalıp sistemli binalarda kullanılan 3 boyutlu sonlu elemanlar yöntemi nedeniyle uzun olan analiz sürelerinin, deprem yer hareketleri için anlamlı süreler kullanılarak analiz yapıldığında sonuçların yakınsaklığına göre bu yöntemle zamandan ve depolama alanından tasarruf sağlanıp sağlanamayacağı da araştırılacaktır. Basit ölçekleme yöntemi ile ölçeklenen kayıtlar, spektral uyum sağlanacak şekilde ölçekleme yöntemine göre daha büyük çatı yerdeğiştirmesi ve taban kesme kuvveti sonuçları elde edilmiştir. Ancak, ortalama değerlere göre iki yöntem arasında benzer sonuçlar elde edilir. Güçlü Yer Hareketi kısmının kullanılması, depolama alanında ve analiz süresinde önemli tasarruflar sağlar. [13]

Munzuroğlu 2010 yılında yaptığı çalışmada, %95'i 2007 Bina Deprem Yönetmeliği ve İstanbul Yüksek Bina Deprem Yönetmeliği'ne göre yapılmıştır. Çalışmada kullanılan

yazılım, sonlu elemanlar yöntemini kullandığı bilinen SAP2000 programıdır. Çoğu çalışma, zaman geçmişinde itme yöntemlerini ve doğrusal olmayan hesaplama yöntemlerini kullanmıştır. Yapılacak çalışmalarda plana yerleştirilen duvar ve kolonların oturma sonuçları kontrol edilmiştir. Minimum taban kesme kuvveti koşulu uygulandığında, etkin taşıyıcı sistem davranış katsayısı başlangıçta seçilen $R=7$ değeri yerine $R=4$ dolaylarında olduğunu göstermiştir. Bu durum, yüksek binanın daha büyük deprem kuvvetlerine göre boyutlandırılmasına neden olmuştur. 2007-TDY'ye göre boyutlandırılan yapının zemin kat çekirdek perdelerindeki ortalama $N_d/A_c.f_{ck}$ değeri 0.22 dolaylarında tespit edilmiştir. Bu düşük normal kuvvet değeri, çekirdek perde grubunun kesit sünekliğini artırmakta ve ana taşıyıcı çekirdek perde grubunun sistem sünekliğini yeterli bir düzeye yükseltmektedir. Yüksek yapının taşıyıcı sisteminin birleşik (dual) sistem olarak seçilmesi durumunda, düşey yükler altında kademeli yükleme (sequenced analyze) yapılmasının gerektiği görülmüştür. 2007-TDY'ye göre tasarlanan bu yüksek binanın taşıyıcı sistemi, İYBDY-2008'e göre deprem performansının incelenmesi sonucunda her iki yönetmeliğin de koşullarını sağladığı görülmüştür.[14].

1.2. AMAÇ VE KAPSAM

Bu çalışmada, farklı taşıyıcı sistemlere sahip betonarme binaların deprem etkisi altında davranışlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Perdeli-Çerçevesel-Tünel kalıp sistemlere sahip betonarme bina modelleri TBDY 2018 kriterlerine göre tasarlanmıştır. Perdeli-Çerçevesel-Tünel kalıp sistemlerin bina modellerinin doğrusal ve doğrusal olmayan analizleri PROTASTRUCTURE paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Betonarme binalara ait periyot, taban kesme kuvveti, görece kat ötelemeleri, ikinci mertebeye etkileri, tepe noktası yer değiştirmeleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler halinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

DAYANIMA GÖRE TASARIM" VE "ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE DEĞERLENDİRME VE TASARIM (ŞGDT)"

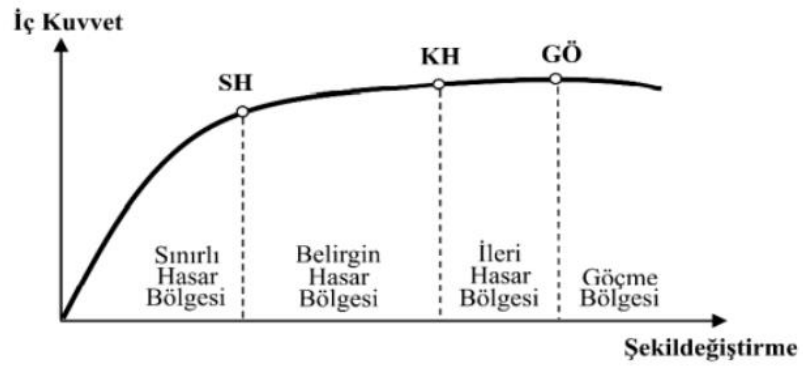
Bu çalışma kapsamında farklı taşıyıcı sistem özelliklerine sahip betonarme bina modellerinin TBDY2018 kriterleri doğrultusunda tasarımları ve performans değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Bina taşıyıcı sistemlerinin tasarımında kullanılan iki temel yaklaşım vardır. Bunlar "Dayanım Göre Tasarım" ve "Şekil Değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım (ŞGDT)" yaklaşımlarıdır. Dayanım göre tasarım yaklaşımında taşıyıcı sistemin doğrusal deprem hesaplamaları yapılır ve dayanım gereksinimleri belirlenir. Bu gereksinimler elemanların dayanım kapasiteleri ile karşılaştırılır. Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımında ise mevcut veya tasarlanmış yapı taşıyıcı elemanlarının iç kuvvet ve şekil değiştirme ilişkileri belirlenir. Bu yaklaşımda İtme yöntemleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılarak analizler gerçekleştirilir. Hem dayanım talepleri hem de şekil değiştirme talepleri elde edilir ve performans değerlendirmeleri yapılır.

TBDY2018 kapsamında bina taşıyıcı sistemlerinde kullanılmak üzere bina performans düzeyleri tanımlanmıştır. Bu düzeyler yapının hasara maruz kalma derecesi ve kullanılabilirlik durumuna dayanarak sınıflandırılır. Bina performans düzeyleri deprem sonrası yapıda oluşabilecek hasarın boyutunu ve etkisini değerlendirirken önemli bir rol oynar. TBDY2018'da 4 farklı performans düzeyi tanımlaması yapılmıştır.

1. Kesintisiz Kullanım Performans Düzeyi (KK)
2. Sınırlı Hasar Performans Düzeyi (SH)
3. Kontrollü Hasar Performans Düzeyi (KH)
4. Göçme Öncesi Performans Düzeyi (GÖ)

Yapı performans düzeyleri için yapısal elemanlara ait dört farklı hasar sınırları ve hasar bölgeleri TBDY2018 da tanımlanmıştır (Şekil 1.1).

1. Sınırlı Hasar Bölgesi
2. Belirgin Hasar Bölgesi
3. İleri Hasar Bölgesi
4. Göçme Bölgesi



Şekil 2.1. Kesit hasar bölgeleri (TBDY. 2018) [15].

Bu hasar bölgeleri yapı elemanlarının hasar durumunu ve performans düzeyini belirlemek için kullanılır. Her bir bölge hasarın derecesini ve yapı elemanının onarılabiliirlik veya yenilenme ihtiyacını gösterir.

Bu yöntemde yapısal elemanlardaki şekil değiştirmeler ve iç kuvvetler kesitin dayanma kapasitesini temsil eden hasar sınırlarına göre değerlendirilir. Sayısal değerlerle kıyaslanarak kesitin hangi hasar bölgesinde olduğu belirlenir. Bu bilgiler yapısal elemanların hasar durumunu ve performans düzeyini belirlemek için kullanılır.

TBDY2018 da yapıların tasarım yaklaşımları ve performans hedeflerinin yapının tipine, durumuna ve deprem tasarım sınıfına bağlı olarak belirlenmesi gerektiğini belirtilmektedir. Bu çalışma kapsamında Bina Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme dikkate alınmış ve bu tip binalara ait normal ve ileri performans hedefleri hakkında detaylar Çizelge 2.1’de sunulmuştur.

Çizelge 2.1. Yeni Yapılacak Yerinde Dökme Betonarme Performans Hedefleri. [15].

Deprem Yer H. Düzeyi	DTS:1.1a.2.2a.3.3a.4.4a		DTS=1a.2a	
	Normal performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşım	İleri Performans Hedefi	Değerlendirme/Tasarım Yaklaşımı
DD-3	-	-	SH	ŞGDT
DD-2	KH	DGT	KH	DGT
DD-1	-	-	KH	ŞGDT

Aşağıda TBDY2018 da sunulan tasarım yöntemlerine ait kısa bilgiler verilmiştir. Bu bölümde bahsedilmeyen diğer ayrıntılar TBDY2018 dan elde edilebilir.

Dayanıma göre tasarım aşamasında, betonarme bina modelleri DD-2 deprem yer hareketi düzeyi altında Mod Birleştirme ve Eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak analiz edilerek performans değerleri belirlenmektedir. TBDY2018 uyarınca yeni yapılacak betonarme bina modellerinde Kontrollü Hasar (KH) performans değerinin sağlanması gerekmektedir. Bu aşamada TBDY2018 Bölüm 3 ve Bölüm 4 kriterleri dikkate alınmaktadır.

2.1. ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE DEĞERLENDİRME VE TASARIM (ŞGDT)

TBDY2018 Bölüm5 de bu tasarım aşaması için gerekli detaylar verilmektedir. Yönetmelik uyarınca performans belirlenmesi aşamasında İtme yöntemleri ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılabilir. TBDY2018 da itme yöntemleri kendi içerisinde farklı başlıklar altında sunulmuştur. Bunlar Tek Modlu İtme, Sabit Tek Modlu İtme, Değişken Tek Modlu İtme ve Çok Modlu İtme Yöntemidir. Bu çalışma kapsamında betonarme binalarda tek modlu itme yöntemi kullanılarak doğrusal olmayan analizler gerçekleştirilmiştir.

TBDY2018 Madde 5.6.2 de detayları verilen tek modlu itme yönteminin kullanılabilmesi için betonarme binada burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ şartını sağlaması gerekmektedir. Ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda

birinci (hâkim) titreşim moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütesinin bina kütesine oranının (modal kütle katılım oranı) en az 0.70 olması gerekmektedir.

"Tek modlu itme yöntemi mod birleştirme yönteminin doğrusal olmayan artımsal karşılığını ifade etmektedir. Bu yöntemde, hâkim moda dayalı olarak yapılan itme hesabı doğrusal olmayan etkileri belirlemektedir. Bu yöntemde hâkim modla orantılı olacak şekilde yapıya deprem yükü artışları yapılır ve yapı deplasman sınırına ulaşıncaya kadar bu artışlara devam edilir." (TBDY. 2018). Artan deprem yükleri altında yapıda oluşan plastik dönmeler, iç kuvvet değişimleri ve plastik yer değişimleri birikimli olarak hesaplanır.

Betonarme sünek kirişlerde perde ve kolon elemanlarında farklı kesit hasar sınırlarında plastik şekil değiştirmeler oluşur. Bu durumda birim şekil değiştirme sınırları ve plastik dönme üst sınırları belirlenir. Bu sınırlar beton ve donatı çeliği modelleri dikkate alınarak yapılan moment-eğrilik analizi sonucunda hesaplanır. Plastik dönme sınır değerleri yığılı plastik davranış modeli temel alınarak belirlenir. Kesitlerin moment-eğrilik ilişkisi kesit tasarımı bölümünde kullanılan PROTASTRUCTURE programından alınmıştır.

Betonun ve donatı çeliğinin birim şekil değiştirmeleri için izin verilen sınırlar ve plastik dönme sınırları göçmenin önlenmesi performans düzeyi için tanımlanmıştır ve Eşitlik 2.1, Eşitlik 2.2 ve Eşitlik 2.3 ile verilmiştir.

$$\varepsilon_c^{(G\ddot{O})} = 0.0035 + 0.04\sqrt{\omega_{we}} \leq 0.018 \text{ (Dikdörtgen kesitler için)} \quad (2.1)$$

$$\varepsilon_s^{(G\ddot{O})} = 0.4 \varepsilon_{su} \quad (2.2)$$

$$\theta_p^{(G\ddot{O})} = \frac{2}{3} [(\phi_u - \phi_y)L_p(1 - 0.5\frac{L_p}{L_s}) + 4.5\phi_u d_b] \quad (2.3)$$

Burada; ϕ_u kesitin göçme öncesi toplam eğriliği, ϕ_y . plastik mafsallık kesiti etkin akma eğriliğini; L_s kesme açıklığını ifade ederken L_p plastik mafsallık boyunu, d_b ise donatı ortalama çapını ifade eder.

Birim şekil değiştirmeler. $\epsilon_c^{(KH)}$ ve $\epsilon_s^{(KH)}$ ve plastik dönme $\theta_p^{(KH)}$ değerleri kontrollü hasar performans düzeyi için tanımlanmıştır ve Eşitlik 2.4 ve Eşitlik 2.5 ile verilmiştir.

$$\epsilon_c^{(KH)} = 0.75 \epsilon_c^{(GÖ)} \quad ; \quad \epsilon_s^{(KH)} = 0.75 \epsilon_s^{(GÖ)} \quad (2.4)$$

$$\theta_p^{(KH)} = 0.75 \theta_p^{(GÖ)} \quad (2.5)$$

Sınırlı hasar performans düzeyi için tanımlanan toplam birim şekil değiştirmeler $\epsilon_c^{(SH)}$ ve $\epsilon_s^{(SH)}$ ile plastik dönme $\theta_p^{(SH)}$ değerleri Eşitlik 2.6 ve Eşitlik 2.7 ile verilmiştir.

$$\epsilon_c^{(SH)} = 0.0025, \epsilon_s^{(SH)} = 0.0075 \quad (2.6)$$

$$\theta_p^{(SH)} = 0 \quad (2.7)$$

Kesitlerin birim şekil değiştirme talepleri ve plastik dönme talepleri elemanın ucundaki toplam yer değiştirmiş eksen dönmesi (θ_k) kullanılarak belirlenir (Eşitlik 2.8, Eşitlik 2.9, Eşitlik 2.10 ve Eşitlik 2.11). Kiriş elemanlarında kat arası ötelenme değeri sıfır alınabilir ($\Delta = 0$). Bir taşıyıcı elemanın bir ucunda akma meydana geldiğinde o uçtaki toplam yer değiştirmiş eksen dönmesi o uçtaki akma dönmesi ve plastik dönme toplamına eşittir. Yığılı plastik davranışa göre modellenen kolon, kiriş ve perdelerin etkin kesit rijitlikleri Eşitlik 2.12 kullanılarak hesaplanmaktadır.

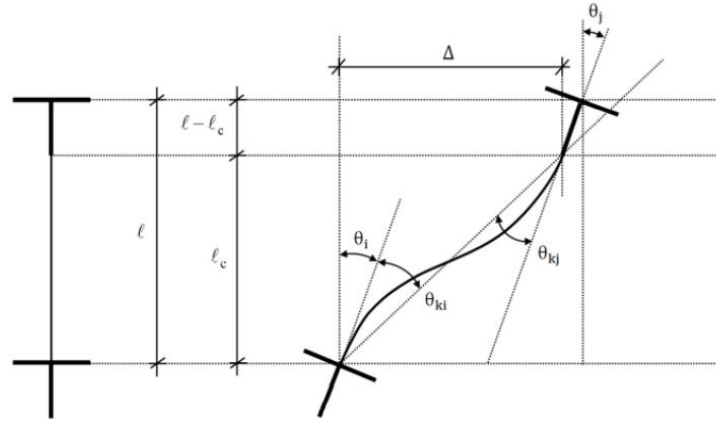
$$\theta_{ki} = \frac{\Delta}{\ell_c} - \theta_i \quad (2.8)$$

$$\theta_{ki} = \theta_{yi} + \theta_{pi} \quad (2.9)$$

$$\theta_{yi} = \frac{My_i \ell_c}{3EI} \left[1 - \frac{My_j}{My_i} \right] \quad (2.10)$$

$$\theta_{yj} = \frac{My_j \ell_c}{3EI} \left[1 - \frac{My_i}{My_j} \right] \quad (2.11)$$

$$(EI)_e = \frac{My \ell_s}{3 \theta_y} \quad (2.12)$$



Şekil 2.2. Eğilme elemanı şekil değiştirme durumu (TBDY2018) [15].

Şekil 1.2'da elemanın toplam uzunluğunu l_c net açıklığını düğüm noktalarının dönme açılarını (θ_i ve θ_j) kat arası ötelenmeyi (Δ) uçlardaki yer değiştirmiş eksen dönme açılarını (θ_{ki} ve θ_{kj}) göstermektedir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse. Şekil 1.2 elemanın uzunluğunu (l_c). Açıklığını düğüm noktalarının dönmesini (θ_i ve θ_j) katlar arasındaki yatay ötelenmeyi (Δ) uçlardaki yer değiştirmiş eksenin dönmesini (θ_{ki} ve θ_{kj}) göstermektedir.

BÖLÜM 3

DAYANIMA GÖRE TASARIM VE BOYUTLANDIRMA

Çalışmanın bu kısmında tasarlanan betonarme bina modellerinin taşıyıcı sistem özellikleri, yükleme detayları, deprem parametreleri detaylandırılmıştır. TBDY2018 da belirtilen kriterler doğrultusunda çalışma kapsamında tercih edilen tüm taşıyıcı sistemlere ait dayanıma göre tasarım aşaması gerçekleştirilmiş ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi altında Kontrollü Hasar (KH) performans hedefi sağlanmıştır.

3.1. BETONARME BİNA MODELLERİ

Bu çalışma kapsamında dikkate alınan betonarme bina modellerinin tasarımı TBDY 2018 kurallarına uygun olarak Mod Birleştirme Yöntemi ve Eşdeğer Deprem Yüğü kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Betonarme bina modellerinde 4 farklı taşıyıcı sistem (K-DA-IA-T) dikkate alınmıştır. Kat yükseklikleri 3 m olup toplam 8 kattan oluşmaktadır. Çalışmada kolaylık sağlaması amacıyla betonarme bina modellerinde isimlendirme kullanılmıştır. İsimlendirme de kullanılan A ve T sembolünü taşıyan binaların zemin kat ve diğer kat yükseklikleri 3m olup bina yüksekliği 24m'dir. A6 ve T6 sembolü ile ifade edilen binaların zemin kat yüksekliği 6m, diğer katlar 3 m olup bina yüksekliği 27mdir. Kullanım amacı konut olan binaların oturuma alanı 25×25 metredir. Bina modellerinde 0.80m radye temel tasarlanmıştır. Temel donatısı her iki doğrultuda simetrik olarak 14 mm çapında kullanılmıştır. Kolonlarda donatı oranı minimum düzeyde tutulmuş, boyuna donatı çapı 16 mm ve sargı donatısı 10 mm olarak tasarlanmış olup kirişlerde boyuna donatı çapı 20 mm'dir. Her katta perdelerin kalınlığı aynı olup, 30, 37,5 ve 40 cm olarak belirlenmiştir. Perdelerin boyuna donatı çapı başlık 16 mm ve gövde donatısı ise 12 mm ve sargı donatısı çapı 10 mm olarak tasarlanmıştır. Döşemelerden gelen yükler kirişlere aktarılmıştır. Bina modellerine ait genel bilgiler Çizelge 3.1 de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Betonarme bina modellerine ait genel bilgiler.

Bina Tipi	Binaların Perde Oranları Ve Özellikleri						
	Beton Sınıfı	Çelik Sınıfı	Kolonlar (mm)	Kirişler (mm)	Zemin Tipi	Perde Oranı (%)	
K-Kolonlu Yapı	C35	B420C	500x500	300x600	ZC	0	
DA-Dış Aks Perdeli	C35	B420C	500x500	300x600	ZC	1-1.35-1.50	
IA-İç Aks Perdeli	C35	B420C	500x500	300x600	ZC	1-1.35-1.50	
T-Tünel sistemi	kalıp	C35	B420C	-	300x600	ZC	7.5-10

Bu çalışmada, binalar PROTASTRUCTURE bilgisayar paket programı kullanılarak modellenmiş ve depremlili durumda analiz edilmiştir, modelleme işleminde, kolonlar, perdeler ve kirişler çubuk eleman olarak tasarlanmış, döşemeler ince plak kabuk eleman olarak, radye temel ise kalın plak kabuk eleman olarak modellenmiştir, ayrıca, tüm kat seviyelerinde rijit diyafram oluşturulmuştur, çalışmanın sonucunda, farklı perde oranlarına sahip bina modelleri, doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile kullanılarak analiz edilmiş ve elde edilen verilen değerlendirilmiştir, betonarme bina modellerinin bina yükseklik sınıfları (BYS) TBDY2018 kriterlerine göre A ve T modellerinde BY5=5. A6 ve T6 modellerinde BY5=6 olarak belirlenmiştir.

3.2. BETONARME BİNALARIN TAŞIYICI SİSTEMLERİ

Betonarme bina modelleri tasarlanırken taşıyıcı sistemleri bu çalışma kapsamında 3 tip olacak şekilde belirlenmiştir. Bunlardan ilki deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle karşılandığı K tipi bina modelidir. K tipi bina modellerinde taşıyıcı sistem kolonlar ve kirişlerden meydana gelmektedir. Bu tip bina modellerinde kolon enkesitlerine bağlı olarak deprem dayanımı ortaya çıkmaktadır. Perde duvarların taşıyıcı sistemde yer almaması deprem güvenliği açısından olumsuz bir etki meydana getirmektedir. Ayrıca binanın maruz kalacağı depreme karşı güvenliğin sağlanması için kolon boyutlarının artırılması optimum çözümden uzaklaşılmasına ve maliyetin artmasına neden olabilmektedir. İkinci tip bina modelinde perde duvar + çerçeve sistem dikkate alınmıştır. Betonarme perdeler deprem gibi yanal etkiyen yüklere karşı ciddi bir dayanım sağlamaktadır. Betonarme bina modelinde perde duvarın deprem performansına katkısı belirlenmesi

hedeflenmiştir. Bunun için perde duvarlar kat planında farklı oranda ve iç-dış aks dikkate alınarak yerleştirilmiş ve en iyi performansı sağlayan bina modeli belirlenmiştir. Bina modellerine ait perde duvar detayları Çizelge 3.3’de verilmiştir. Üçüncü tip bina modelinde tünel kalıp sistemi kullanılmış ve depreme performansı analiz edilmiştir. Tünel kalıp sistemleri; Endüstriyel yapıların hızlı ve ekonomik bir şekilde inşa edilmesine olanak sağlayan bir yapısal çözümdür. Bu sistemler. Geleneksel betonarme yapı tekniklerine göre birçok avantaj sunar ve özellikle prefabrik yapıların ilk yatırım maliyetinin yüksek olduğu durumlarda tercih edilir. Çalışma kapsamında kullanılan betonarme bina modellerine ait taşıyıcı sistem tipleri TBDY2018 doğrultusunda Çizelge 3.2 de sunulmuştur.

Bu çalışmada tasarlanan betonarme bina modellerinde davranışı etkileyecek oranda burulma düzensizliğinin oluşmaması ve perde duvarların yapı davranışına katkılarının net olarak ortaya konulabilmesi için taşıyıcı sistemlerinin sade ve simetrik olmasına özen gösterilmiştir. Betonarme bina modellerinde kolon ve kiriş kesitleri tüm katlarda sabit ve aynı kesit tipi olarak tasarlanmıştır. Döşeme tipi olarak kirişli döşeme seçilmiş ve kalınlığı tüm katlarda 150 mm olarak kabul edilmiştir. Ayrıca. Döşemelerin düzlemleri içinde rijit diyafram olarak davrandığı varsayılmıştır.

Çizelge 3.2. Betonarme yapıların analizde kullanılan taşıyıcı sistem tipleri.

	Bina Taşıyıcı Sistemi	Bina Tipi
A11	Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçevelerle karşılandığı binalar	Çerçeve Sistem (K Tipi)
A15	Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek betonarme çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar	Perde+ Çerçeve Sistem (A Tipi)
	Bina Taşıyıcı Sistemi	Bina Tipi
A13	Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek boşluksuz betonarme perdelerle karşılandığı binalar	Tünel Kalıp Sistemi (T Tipi)

Çizelge 3.3. Betonarme yapılarda perdelerin boyutları ve oranları.

Bina Tipi	Perde Boyutları	Perde Oranları
K-8-3	0	%0
K-8-6	0	% 0
A-8-3-IA-P1	30×260	% 1
A-8-6-IA-P1	37.5×225	% 1.1
A-8-3-IA-P135	30×345	% 1.35
A-8-6-IA-P135	37.5×277.5	% 1.35
A-8-3-IA-P150	37.5×312.5	% 1.50
A-8-6-IA-P150	37.5×312.5	% 1.50
A-8-3-DA-P1	30×260	% 1
A-8-6-DA-P1	37.5×225	% 1.1
A-8-3-DA-P135	30×345	% 1.35
A-8-6-DA-P135	37.5×277.5	% 1.35
A-8-3-DA-P150	37.5×312.5	% 1.50
A-8-6-DA-P150	37.5×312.5	% 1.50
T-8-3-P47	30×360-30×280-30×850-37.5×980- 30×515-30×650-30×650-30×800	%7.50
T-8-6-P63	37.5×280-37.5×360-37.5×850-37.5×980- 37.5×650-37.5×515-37.5×650-37.5×800	% 10

Bina modellerinde zemin kat yükseklikleri 3m ve 6m olacak şekilde tasarlanmış ve zemin kat yüksekliğinin yapı davranışına etkileri belirlenmiştir. Betonarme binalarda zemin katın ticari amaçlarla diğer katlardan yüksek yapılması günümüzde sıklıkla karşılaşılan tasarım tipidir. Bu tip tasarımlarda, zemin katın taşıyıcı sistemindeki yükseklik farkı, yapıda yumuşak kat düzensizliğine neden olabilir. Güncel depremlerde bu durum açıkça gözlemlenmiştir. Zemin kat yüksekliği arttıkça bina modelinde meydana gelen katlar arası rijitlik farkı ciddi hasarların ortaya çıkmasına bu nedenle can ve mal kayıplarının yaşanmasına neden olabilmektedir.

Betonarme bina modellerinin farklı deprem tasarım sınıflarında göstereceği performansın irdelenebilmesi için DTS1 ve DTS4 dikkate alınmış ve tüm bina modelleri her iki deprem tasarım sınıfı için ayrıca analiz edilmiştir. Bu parametre farklı deprem tasarım sınıflarında betonarme binaların davranışını anlamak ve tasarım sürecinde kullanılan parametreleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır. DTS1 için Karabük ili 41.215663° enlem ve 32.656713° boylamları. DTS4 için Konya ili 37.835000° enlem ve 33.050000° boylamları tercih edilmiştir. Geometrik olarak

yapının her iki doğrultusunda (X ve Y) 6 aks bulunmaktadır. Taban alanı $25 \times 25 = 625$ m^2 'dir. Tüm sistemlerde kullanılmak üzere 28 günlük silindirik basınç dayanımı 35 MPa olan C35 beton kalitesi ve B420C donatı çeliği seçilmiş olup detayları Çizelge 3.4. de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Betonarme bina modellerine ait malzeme özellikleri.

C35 Betonu	Değer	B420C Çeliği	Değer
birim hacim ağırlık t/m^3	2.500	birim ağırlık KN/m^3	78
elastisite modülü (E) (N/mm^2)	33200	karakteristik akma dayanımı (N/mm^2)	420
Poisson oranı	0.2	Elastisite Modül (N/mm^2)	200000
Karakteristik Basınç Dayanımı f_{ck} (N/mm^2)	35	minimum kopma dayanımı (N/mm^2)	550
Karakteristik Çekme Dayanımı f_{ctk} (N/mm^2)	2.07		
Kayma Modülü (N/mm^2)	13833.3		

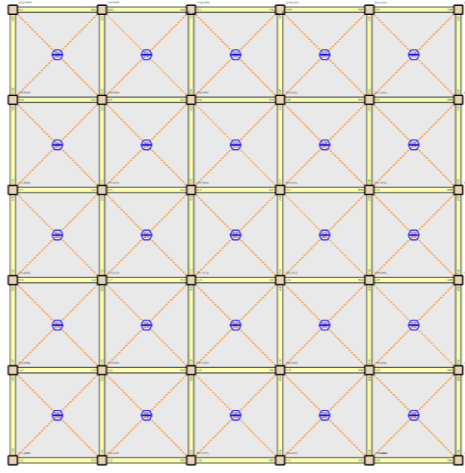
Çalışma kapsamında tasarlanan betonarme binaların modellerine ait genel bilgiler Çizelge 3.5'de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Betonarme yapıların analizde kullanılan genel bilgiler.

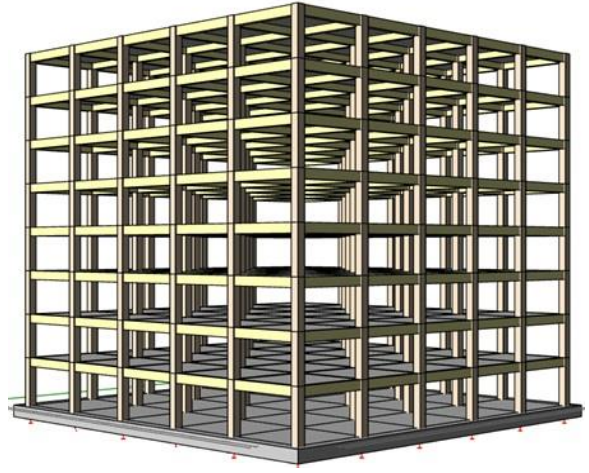
Özellik	Değer	Özellik	Değer
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R)	6-8-7	İç-Dış Tuğla Duvar Kalınlığı (mm)	100-200
Dayanım Fazlalığı Katsayısı (D)	3	Yerel Zemin Sınıfı	ZC
Bina Kullanım Sınıfı (BKS)	3	Beton Sınıfı	C35
Bina Önem Katsayısı (I)	1	Elastisite Modülü (N/mm^2)	32200
Bina Yükseklik Sınıfı (BYS)	5-6	Çelik Sınıfı	B420C
Deprem Tasarım Sınıfı (DTS)	1-4	Elastisite Modülü (N/mm^2)	200000
Kullanım Amacı	Konut	Hareketli yük katsayısı	0.3
Kat Yüksekliği (m)	3-6	Kolonlar (mm)	500×500

Özellik	Değer	Özellik	Değer
Kat Sayısı	8	Kirişler (mm)	300×600
Toplam Bina Yüksekliği (m)	24-27	Döşemeler (mm)	150

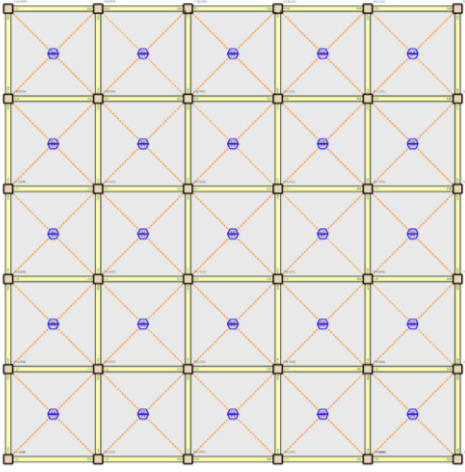
Çalışma kapsamında tasarlanan betonarme bina modellerine ait kat planı ve 3 boyutlu görünüş K tipi için Şekil 3.1’de verilmiştir. Perde duvar oranı %1, %1.35 ve %1.50 olan A tipi bina modellerinde perde duvarların iç aksta olması durumuna ait kat planları ve üç boyutlu görünüşler sırasıyla Şekil 3.2. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4’te sunulmuştur. Perde duvar oranı %1, %1.35 ve %1.50 olan A tipi bina modellerinde perde duvarların dış aksta olması durumuna ait kat planları ve üç boyutlu görünüşler sırasıyla Şekil 3.5. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de sunulmuştur. T tipi bina modeline ait kat planı ve üç boyutlu görünüş Şekil 3.8’de verilmiştir.



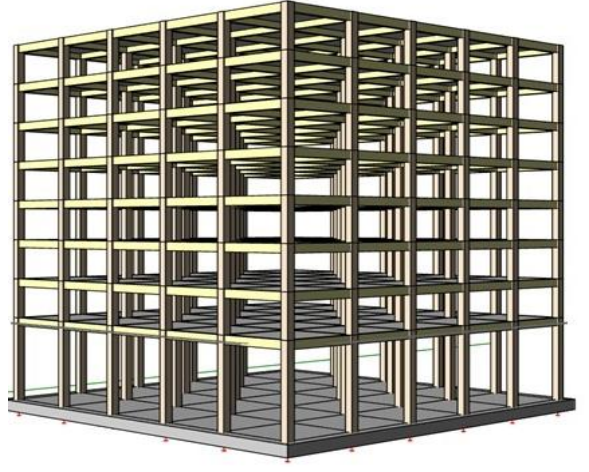
(a)



(b)

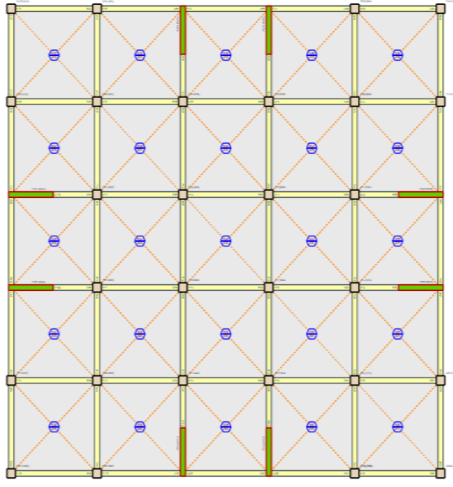


(c)

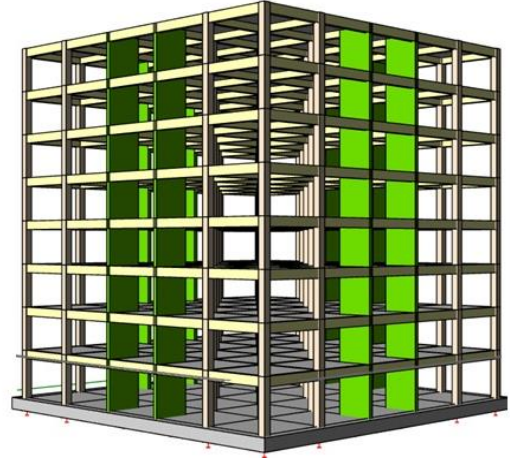


(d)

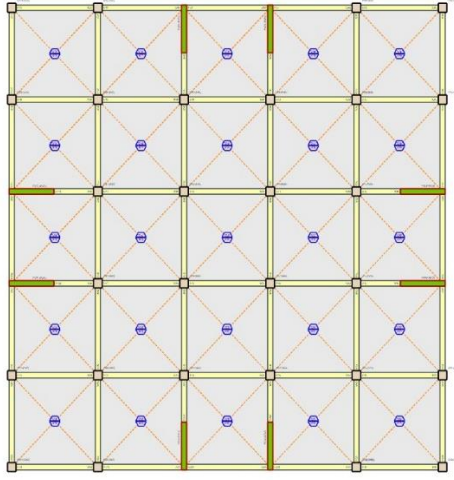
Şekil 3.1. K tipi Betonarme bina modeli. a) K-8-3 tipi kat planı. b) K-8-3 tipi 3D. c) K-8-6 tipi kat planı. d) K-8-6 tipi 3D



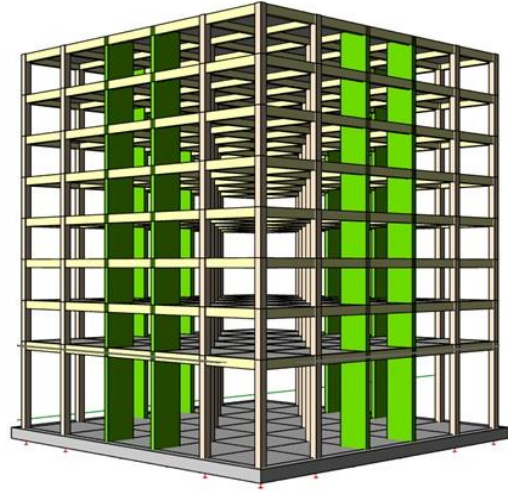
(a)



(b)

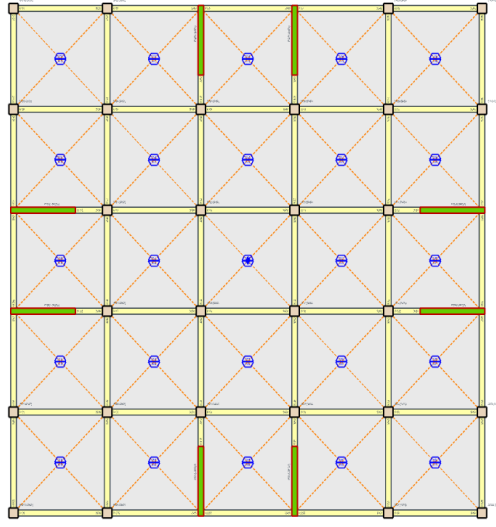


(c)

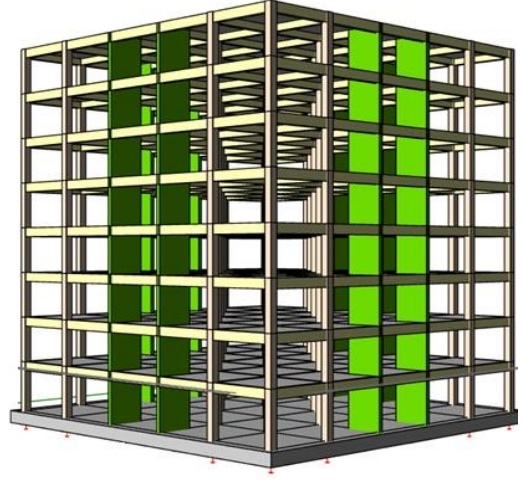


(d)

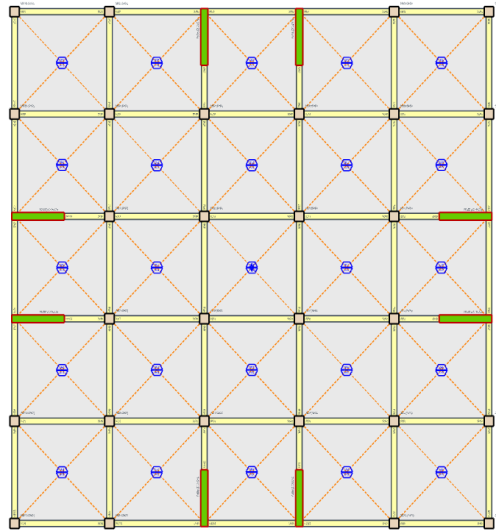
Şekil 3.2. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-IA-P1 tipi kat planı. b) A-8-3-IA-P1 tipi 3D. c) A-8-6-IA-P1 tipi kat planı. d) A-8-6-IA-P1 tipi 3D



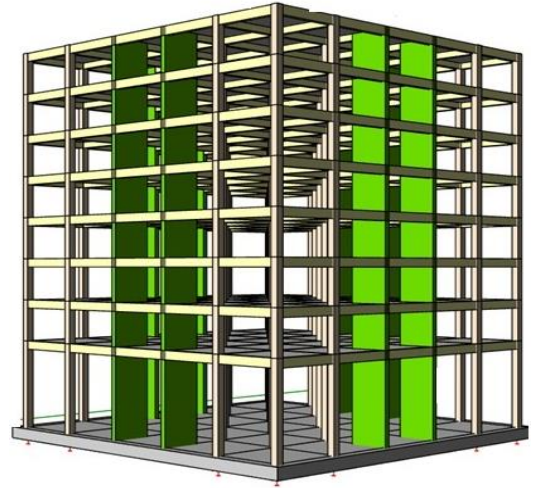
(a)



(b)

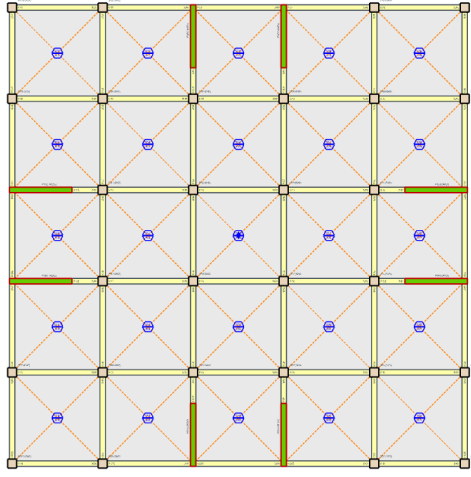


(c)

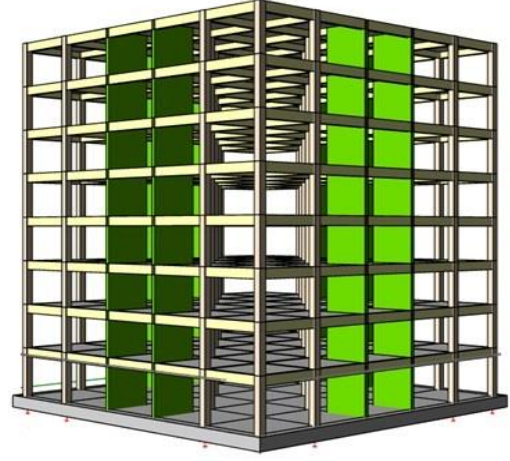


(d)

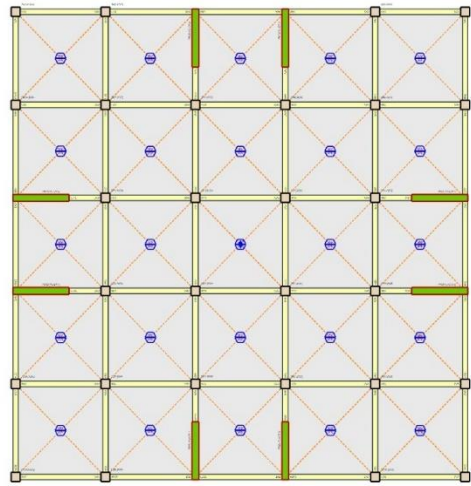
Şekil 3.3. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-IA-P135 tipi kat planı. b) A-8-3-IA-P135 tipi 3D. c) A-8-6-IA-P135 tipi kat planı. d) A-8-6-IA-P135 tipi 3D.



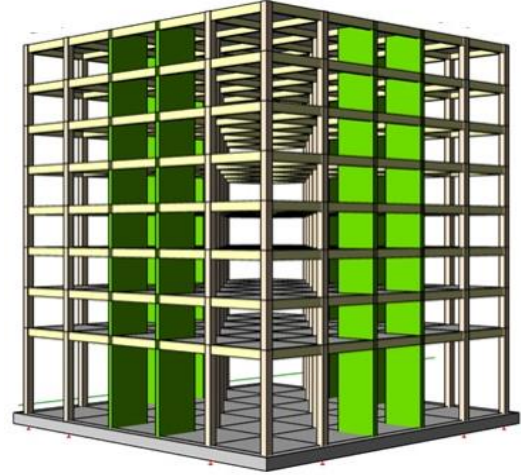
(a)



(b)

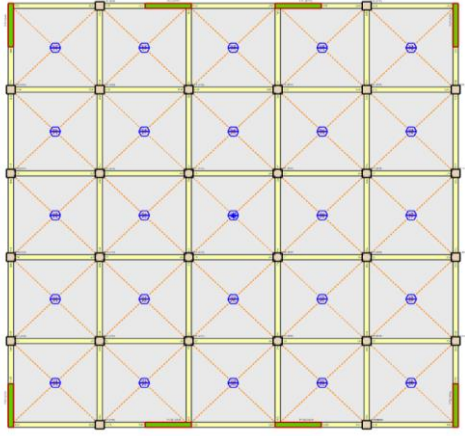


(c)

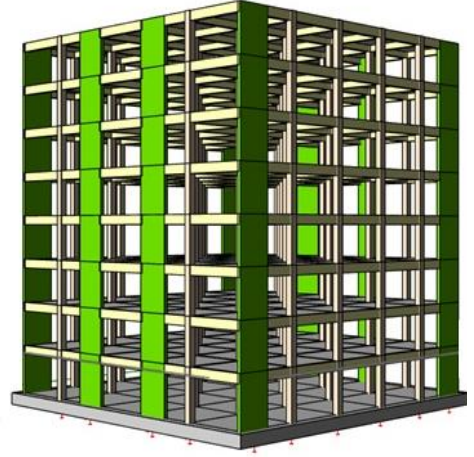


(d)

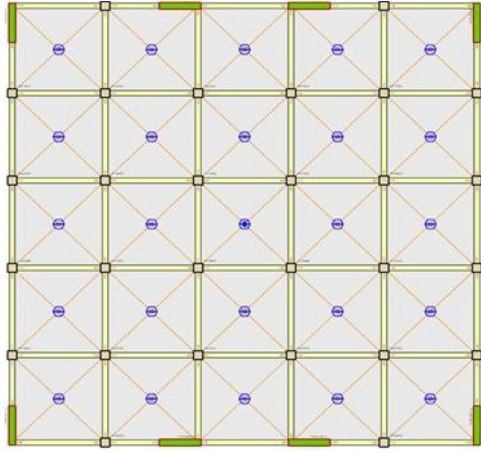
Şekil 3.4. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-IA-P150 tipi kat planı. b) A-8-3-IA-P150 tipi 3D. c) A-8-6-IA-P150 tipi kat planı. d) A-8-6-IA-P150 tipi 3D.



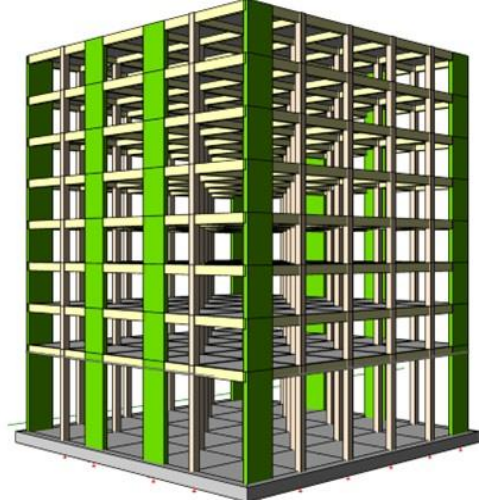
(a)



(b)

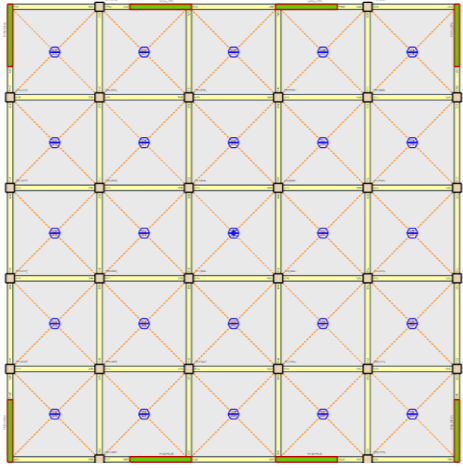


(c)



(d)

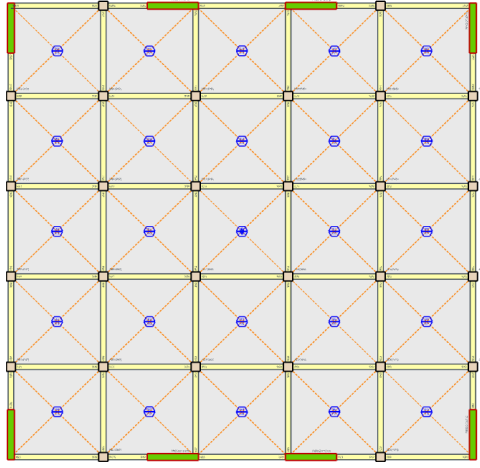
Şekil 3.5. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-DA-P1 tipi kat planı. b) A-8-3-DA-P1 tipi 3D. c) A-8-6-DA-P1 tipi kat planı. d) A-8-6-DA-P1 tipi 3D.



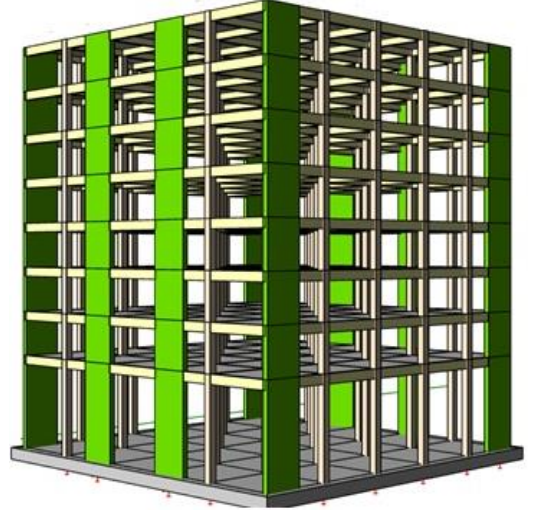
(a)



(b)

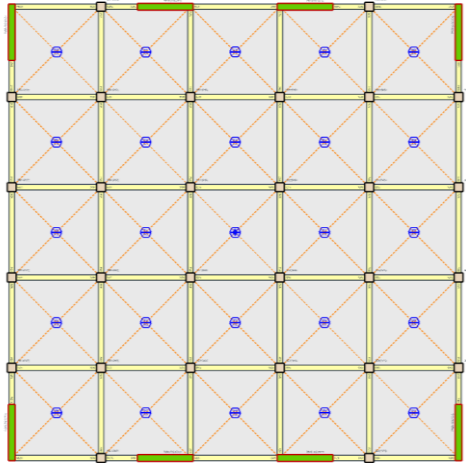


(c)



(d)

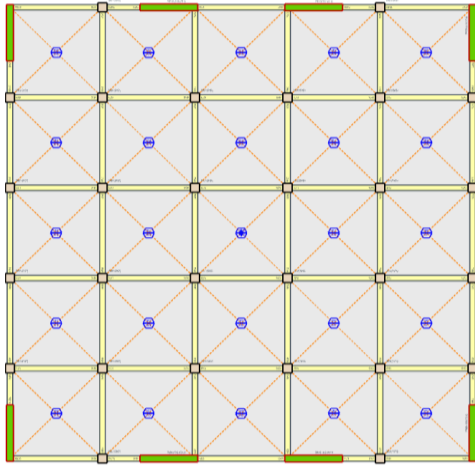
Şekil 3.6. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-DA-P135 tipi kat planı. b) A-8-3-DA-P135 tipi 3D. c) A-8-6-DA-P135 tipi kat planı. d) A-8-6-DA-P135 tipi 3D.



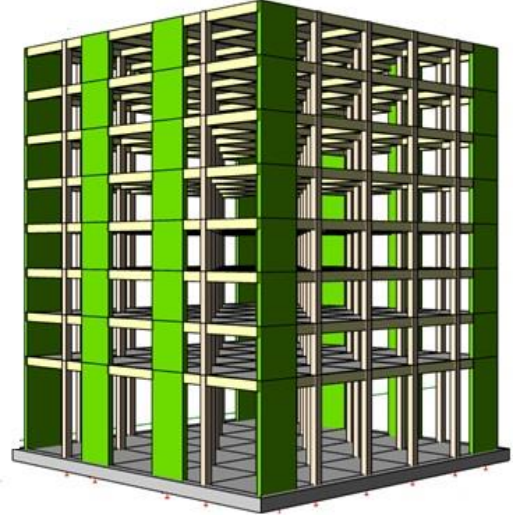
(a)



(b)

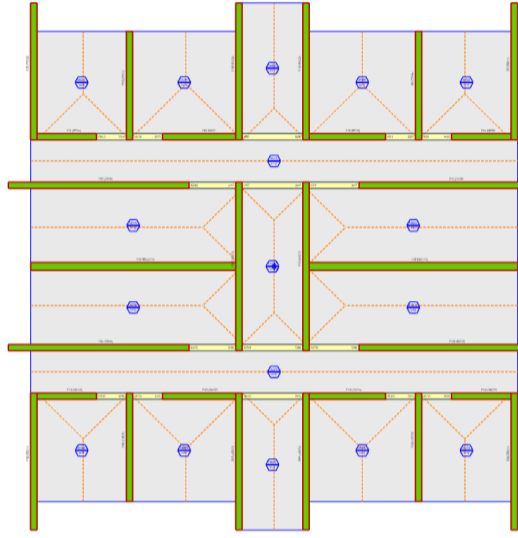


(c)

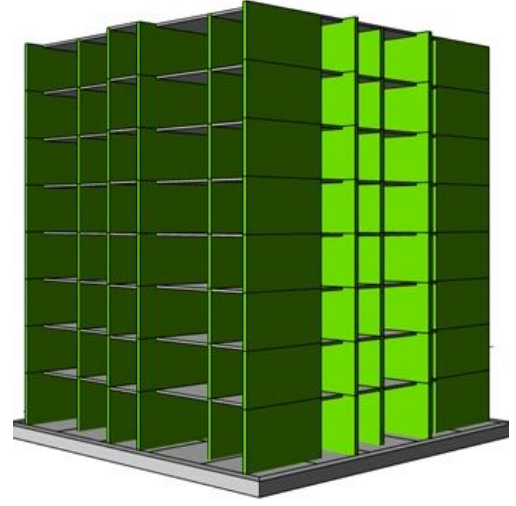


(d)

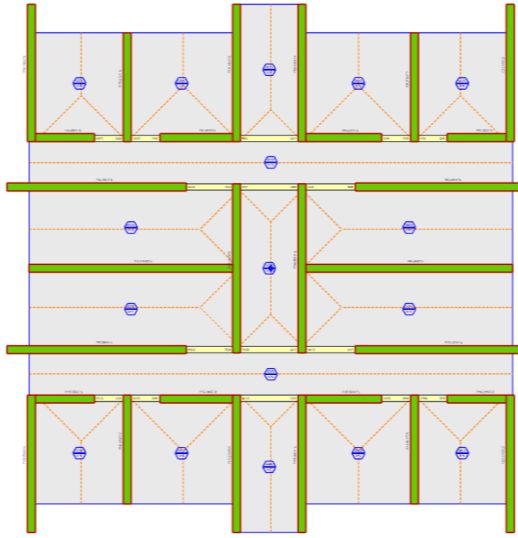
Şekil 3.7. A tipi Betonarme bina modeli. a) A-8-3-DA-P150 tipi kat planı. b) A-8-3-DA-P150 tipi 3D. c) A-8-6-DA-P150 tipi kat planı. d) A-8-6-DA-P150 tipi 3D.



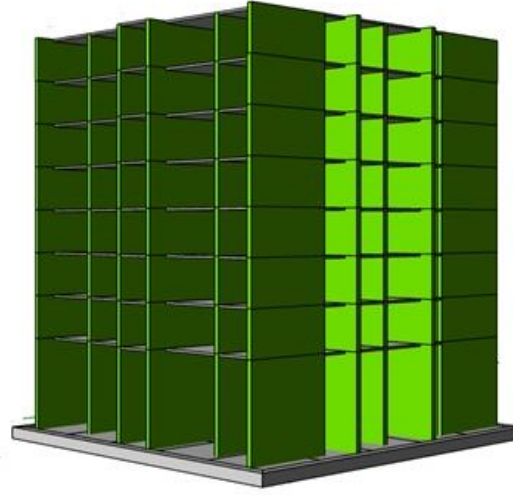
(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.8. T tipi Betonarme bina modeli. a) T-8-3-P47 tipi kat planı. b) T-8-3-P47 tipi 3D. c) T-8-6-P63 tipi kat planı. d) T-8-6-P63 tipi 3D.

3.3. DEPREM PARAMETRELERİ

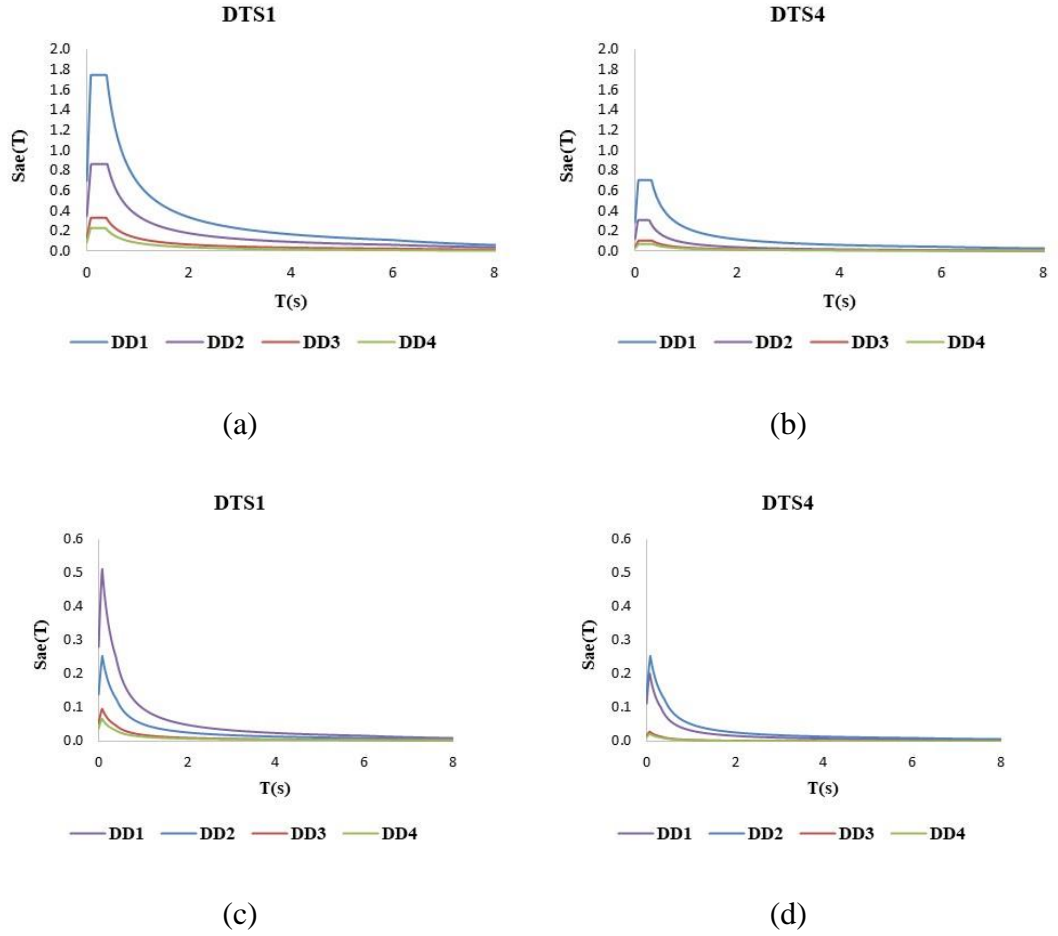
Bu çalışmada betonarme bina modellerinin öncelikli olarak dayanıma göre tasarımı ikinci aşamada şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımları gerçekleştirilmiştir. Dayanıma göre tasarım aşamasında TBDY2018 uyarınca 50 yılda aşılma olasılığı %10 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 475 yıl olduğu DD2

deprem yer hareketi düzeyi (seyrek deprem) baz alınmıştır. Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım aşamasında iki tip deprem yer hareketi düzeyi dikkate alınmıştır. Bunların ilki, 50 yılda aşılma olasılığı %2 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 2475 yıl olduğu DD1 deprem yer hareketi düzeyi (göz önüne alınan en büyük deprem yer hareketi) olup ikincisi ise 50 yılda aşılma olasılığı %50 ve buna karşı gelen tekrarlanma periyodunun 72 yıl olduğu DD3 deprem yer hareketi düzeyi (sık deprem)dir.

Betonarme bina modellerinin konumlandığı koordinatlara bağlı olarak. Deprem tasarım parametreleri ve tasarım spektrumları Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından hazırlanan "Türkiye Deprem Tehlike Haritaları" adlı uygulama kullanılarak temin edilmiş. Sırasıyla Çizelge 3.6 ve Şekil 3.9'de sunulmuştur.

Çizelge 3.6. AFAD'tan elde edilen deprem parametreleri.

DTS	Seçilen İl	Enlem Boylam	Deprem Düzeyi	S_s	F_s	S_{DS}	P_{GA}	T_A
				S_1	F_1	S_{D1}	P_{GV}	T_B
DTS1	Karabük	41.215663° 32.656713°	DD1	1.458	1.200	1.750	0.598	0.078
				0.453	1.500	0.680	39.124	0.388
			DD2	0.711	1.216	0.864	0.300	0.081
				0.232	1.500	0.348	20.210	0.403
			DD3	0.258	1.300	0.335	0.113	0.076
				0.085	1.500	0.128	7.596	0.380
			DD4	0.176	1.300	0.229	0.077	0.073
				0.056	1.500	0.084	5.097	0.367
DTS4	Konya	37.835000° 33.050000°	DD1	0.550	1.280	0.704	0.232	0.064
				0.151	1.500	0.227	11.085	0.322
			DD2	0.240	1.300	0.312	0.105	0.056
				0.058	1.500	0.087	5.366	0.279
			DD3	0.076	1.300	0.099	0.033	0.067
				0.022	1.500	0.033	2.004	0.334
			DD4	0.053	1.300	0.069	0.023	0.070
				0.016	1.500	0.024	1.448	0.348



Şekil 3.9. DD1 DD2 DD3 ve DD4'e ait spektrumlar a) DTS1 yatay elastik tasarım spektrumu b) DTS4 yatay elastik tasarım spektrumu. c) DTS1 azaltılmış tasarım ivme spektrumu. d) DTS4 azaltılmış tasarım ivme spektrumu.

3.4. BİNANIN MODELLEMESİ

Bu tez çalışmasında, dikkate alınan parametreler doğrultusunda betonarme bina modellerinin taşıyıcı sistemleri Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi kullanılarak TBDY2018'da belirtilen doğrusal hesap kriterlerine uygun şekilde üç boyutlu olarak tasarlanmıştır. Taşıyıcı sistemde kolonlar, perde duvarlar, kirişler çubuk elemanlarla döşemeler ise iki boyutlu levha olarak modellenmiştir. Bina modellerine ait kat planlarında döşeme süreksizliği ve planda çıkıntılar bulunmamasından dolayı rijit diyafram kabulü yapılmıştır. Sönüm oranı tüm modellerde %5 olarak alınmıştır. Betonarme bina modelleri yüksek süneklik düzeyinde tasarlanmış ve taşıyıcı sistem elemanlarında TBDY2018 Madde 4.5.8'de belirtilen etkin kesit rijitlikleri kullanılmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Etkin kesit rijitliği çarpanları[15].

Betonarme Taşıyıcı Sistem	Etkin Kesit Rijitliği Çarpanı	
Elemanı		
Perde–Döşeme (Düzlem İçi)	Eksenel	Kayma
Perde	0.50	0.50
Döşeme	0.25	0.25
Perde–Döşeme (Düzlem Dışı)	Eğilme	Kesme
Perde	0.25	1.00
Döşeme	0.25	1.00
Çubuk eleman	Eğilme	Kesme
Çerçeve kirişi	0.35	1.00
Çerçeve kolonu	0.70	1.00
Perde (eşdeğer çubuk)	0.50	0.50

3.5. YÜKLER VE YÜK BİRLEŞİMLERİ

TS498’de verilen yük varsayımları dikkate alınmış olup. Yüklere ait değerler ve kısaltmalar Çizelge 3.8’de verilmiştir. Bu araştırma deprem etkilerine odaklandığı için rüzgâr yükleri dikkate alınmamıştır. Betonarme bina modeli konut olarak tasarlanmış olup hareketli yükler için katılım katsayısı $n= 0.30$ olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.8. Analizlerde dikkate alınan yükler.

Yük Tanımı	Kısaltması	Değeri
Sabit Yük	G	2.38 kN/m ²
Duvar Yüğü-İÇ (10 cm gaz beton)	DU	1.95 kN/m
Duvar Yüğü-DIŞ (20 cm gaz beton)	DU	3.31 kN/m
Hareketli Yük	Q	2 kN/m ²

Deprem hareketi bina modellerine X ve Y doğrultularında aynı anda etki edilmiştir. TBDY2018’da X ve Y doğrultularındaki deprem etkileri birleştirilirken Eşitlik (3.1)

ve (3.2) dikkate alınmaktadır. TBDY2018 ve TS500’de bina taşıyıcı sistem tasarımına ait yük birleşimleri Eşitlik (3.3). ve (3.4)’da verilmiştir.

$$E_d^{(H)} = \pm E_d^{(X)} \pm 0.3E_d^{(Y)} \quad (3.1)$$

$$G + Q + 0.2S + E_d^{(H)} + 0.3 E_d^{(Z)} \quad (3.2)$$

$$0.9 G + H + E_d^{(H)} - 0.3 E_d^{(Z)} \quad (3.3)$$

$$1.4G + 1.6Q \quad (3.4)$$

3.6. MODAL ANALİZ SONUÇLARI

Betonarme bina modellerinin Eşdeğer Deprem Yüğü ve Mod Birleştirme Yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen analizlerinde elde edilen taban kesme kuvveti modal etkin kütleleri X ve Y yönleri için %95 oranın sağlamıştır. Örnek olarak K-8-3 binasının sonuçlarına odaklandığında ilk 10 moda ait bilgiler Çizelge 3.9’de sunulmuştur. Çizelge 3.9’den de görüldüğü gibi 8. modda X ve Y yönleri için %95 etkin kütle katılım oranları sağlanmaktadır.

Çizelge 3.9. Modlara ait etkin kütle katılım oranları.

Mod	Periyot (sn)	X-dir	Y-dir	Z-dir
1	1.265179	0.018749	81.271176	0
2	1.263986	81.254904	81.290163	0
3	1.15635	81.286827	81.292032	0
4	0.40224	81.300167	91.182719	0
5	0.401852	91.190763	91.196296	0
6	0.368595	91.200484	91.197446	0
7	0.223204	91.237307	95.08218	0
8	0.222978	95.114171	95.119953	0
9	0.205279	95.12463	95.12179	0
10	0.145316	95.278041	97.141372	0

3.7. MİNİMUM TABAN KESME KUVVETİ ŞARTI UYGULANMASI

TBDY göre hesaplanan azaltılmış iç kuvvetler. Örnek olarak K-8-3 bina tipi için eşitlik (3.5) büyütme katsayıları kullanılarak Eşdeğer Taban Kesme kuvvetine göre artırılmıştır. Bu da eşitlik (3.6) ile ifade edilir.

$$\beta_{Te} = \frac{\gamma_E V_{t,min}}{V_{tx,y}} \geq 1 \quad (3.5)$$

$$V_{t,min} = 0.04 I m_t S_{DS} g \quad (3.6)$$

TBDY’de verilen kriterler dikkate alınarak $V_{t,min}$ hesabı;

$$17.5 \text{ m} \leq H_N = 24.27 \leq 28 \text{ m}$$

K-8-3 sistemde PROTASTRUCTURE 8 katlı çubuk perdeler ile çerçeve sisteminin ağırlık ve periyot değeri $W=6248$ t programından; $T_x=1.264$, $T_y=1.265$ s Hesaplanmış. Sistemin kütlesi, ağırlığın yerçekimi ivmesine (g) bölünmesiyle elde edilir.

$m_t = w/g = 62480 / 9.81 = 6369.01$ t. TBDY 2018 Madde 4.7.3.2'ye göre hesap edilen hakim titreşim periyod değerlerinin amprik doğal titreşim periyod değeri T_{PA} 'nın 1.4 katından fazla olmaması gerekmektedir. Bu koşulun sağlanamaması durumunda ise Limit Periyod değeri hesaplarda kullanılmalıdır. TBDY 2018 4.7.3.4 (a) maddesinde belirtildiği gibi; $C_t=0.1$. $H_N = 24$ m. $T_{PA} = 0.1 \times 24^{0.75} = 1.084$ sn. Limit Periyod = $1.4 \times 1.084=1.518$ sn. olarak hesaplanmaktadır.

$T(x)$ ve $T(y)$ hakim titreşim periyod değerleri limit periyod değerinden küçük olduğundan hesaplarda bu değerler kullanılmıştır.

Yapıya Etki Eden Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesabı Minimum Taban Kesme Kuvveti: $0.04 I m_t S_{DS} g$ formülü ile hesaplanmaktadır. TBDY 2018 Madde 4.7.1.1 Bu formülde; m. toplam bina kütlesini. I ise bina önem katsayısını belirtmektedir. Bina Toplam Kütlesi PROTASTRUCTURE'de Raporlar menüsünün altında yer alan Analiz Sonrası Kontroller raporundan alınabilir.

Diğer tüm sistemler PROTASTRUCTURE'den elde edilen sonuçları raporlanmıştır ve grafik olarak gösterilmiştir.

X-YÖNÜNDE

$$\text{Limit Periyod} = 1.4 \times 1.084 = 1.518 \text{ sn} > T_x = 1.264$$

$$V_{te}(x) = m_t \times S_{AR}(T_x) \geq V_{t.min} = 0.04 I m_t S_{DS} g$$

$$V_{t.min} = 0.04 I m_t S_{DS} g \quad 0.04 \times 1 \times 6228.048 \times 0.864 \times 9.81 = 2118.819$$

KN.

$$V_{te}(x) = m_t \times S_{AR}(T_x) g$$

$$T(x) = 1.264 \geq T_B = 0.4$$

$$R_a = R/I = 8/1 = 8$$

$$\frac{SD1}{T_x} = \frac{0.348}{1.264} = 0.2753$$

$$S_{AR} = \frac{S_{ae}(T_x)}{R_a(T_x)} = \frac{0.275}{8} = 0.0344$$

$$V_{te}(x) = 6248 \times 0.034415 = 215.022$$

$$0.04 m_t I S_{DS} g = 2118.819 \geq V_{te}(x) = m_t \times S_{AR}(T_x) = 215.022$$

X yönünde Binanın en üst katına etki eden ek deprem kuvveti ise:

0.0075 N VE formülü ile hesaplanmaktadır (TBDY 2018 Madde 4.7.2.2].

$$0.0075 \times 8 \times 2118.819 = 127.07$$

2118.819 - 127.7 = 1991.68 'luk eşdeğer deprem yükü katlara dağıtılmıştır.

$$F_{iE}^{(X)} = \left(V_{tE}^{(X)} - \Delta F_{NE}^{(X)} \right) \frac{m_i H_i}{\sum_{j=1}^N m_j H_j}$$

$$799.906 \times 24 + 778.306 \times 21 + 778.306 \times 18 + 778.306 \times 15 + 778.306 \times 12 + 778.306 \times 9 + 778.306 \times 6 + 778.306 \times 3 = 84121.8 \text{ kn.m.}$$

$$F^{8'} = 1991.68 \times (799.906 \times 24) / 84121.8 = 454.398$$

$$F_8 = 454.398 + 127.07 = \mathbf{581.46 \text{ KN}} \quad \text{[8. kata etki eden deprem kuvveti]}$$

$$F_7 = 1991.68 \times (778.306 \times 21) / 84121.8 = \mathbf{386.818 \text{ KN}} \quad \text{[7. kata etki eden deprem kuvveti]}$$

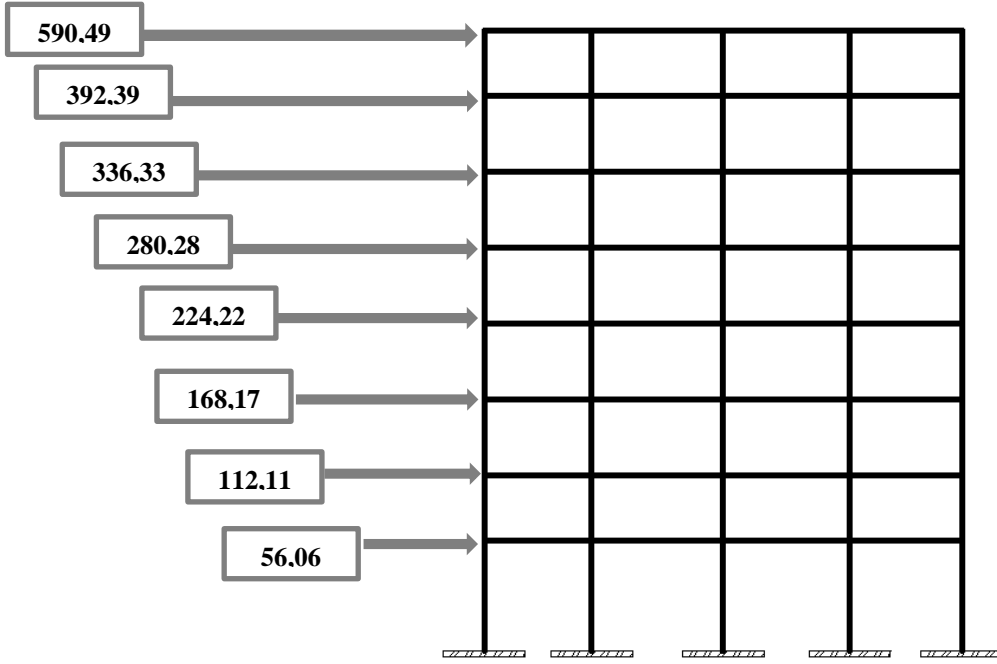
$$F_6 = 1991.68 \times (778.306 \times 18) / 84121.8 = \mathbf{331.613 \text{ KN}}$$
 [6. kata etki eden deprem kuvveti]
$$F_5 = 1991.68 \times (778.306 \times 15) / 84121.8 = \mathbf{276.344 \text{ KN}}$$
 [5. kata etki eden deprem kuvveti]
$$F_4 = 1991.68 \times (778.306 \times 12) / 84121.8 = \mathbf{221.075 \text{ KN}}$$
 [4. kata etki eden deprem kuvveti]
$$F_3 = 1991.68 \times (778.306 \times 9) / 84121.8 = \mathbf{165.806 \text{ KN}}$$
 [3. kata etki eden deprem kuvveti]
$$F_2 = 1991.68 \times (778.306 \times 6) / 84121.8 = \mathbf{110.537 \text{ KN}}$$
 [2. kata etki eden deprem kuvveti]
$$F_1 = 1991.68 \times (778.306 \times 3) / 84121.8 = \mathbf{55.268 \text{ KN}}$$
 [1. kata etki eden deprem kuvveti]

PROTASTRUCTURE hesabın sonuçları Deprem Yüklemesi: Ex+

Yön	Periyod (sn)	Limit Periyod (sn)	Etkin Yer İvmesi (g)	Toplam Deprem Yüğü (kN)	Min. Deprem Yüğü (kN)	Ek Çatı Yüğü (kN)
X	1.264	1.518	0.035	2158.48	2160.05	129.60
Y	1.265	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00

Kat	F _x (kN)	F _y (kN)	F _z (kN)	M _z (kN.m)
8	590.49	0.00	0.00	-738.1
7	392.39	0.00	0.00	-490.5
6	336.33	0.00	0.00	-420.4
5	280.28	0.00	0.00	-350.3
4	224.22	0.00	0.00	-280.3
3	168.17	0.00	0.00	-210.2
2	112.11	0.00	0.00	-140.1
1	56.06	0.00	0.00	-70.1

Toplam	2160.05	0.00	0.00	-2700.1
--------	---------	------	------	---------



Şekil 3.10. X-Yönünde toplam eşdeğer deprem yükünün bina katlarına dağıtılması.

Çizelge 3.10. Toplam eşdeğer deprem yükünün bina katlarına dağıtılması.

Katlar	K-8-3-DTS1		A-8-3-DA-P1-DTS1		A-8-3-DA-P135-DTS1		A-8-3-DA-P150-DTS1	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	1.264	1.265	1.049	1.049	0.910	0.910	0.931	0.931
	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)
8	590.49	590.49	825.81	825.63	960.91	960.93	949.74	949.74
7	392.39	392.39	550.52	550.39	640.70	640.71	633.01	633.01
6	336.33	336.33	471.87	471.77	549.17	549.18	542.58	542.58
5	280.28	280.28	393.23	393.14	457.64	457.65	452.15	452.15
4	224.22	224.22	314.58	314.51	366.11	366.12	361.72	361.72
3	168.17	168.17	235.94	235.88	274.59	274.59	271.29	271.29

2	112.11	112.11	157.29	157.26	183.06	183.06	180.86	180.86
1	56.06	56.06	78.65	78.63	91.53	91.53	90.43	90.43
Toplam	2160.05	2160.05	3027.89	3027.20	3523.71	3523.78	3481.79	3481.77

Katlar	K-8-6-DTS1		A-8-6-DA-P1-DTS1		A-8-6-DA-P135-DTS1		A-8-6-DA-P150-DTS1	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	1.663	1.665	1.301	1.301	1.180	0.910	1.108	1.108

	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
8	558.47	558.47	712.44	712.44	717.65	717.65	756.71	756.71
7	369.68	369.68	472.66	472.66	476.10	476.10	502.04	502.04
6	323.47	323.47	413.58	413.58	416.59	416.59	439.29	439.29
5	277.26	277.26	354.50	354.50	357.08	357.08	376.53	376.53
4	231.05	231.05	295.41	295.41	297.56	297.56	313.78	313.78
3	184.84	184.84	236.33	236.33	238.05	238.05	251.02	251.02
2	138.63	138.63	177.25	177.25	178.54	178.54	188.27	188.27
1	100.66	100.66	133.44	133.44	136.07	136.07	144.57	144.57
Toplam	2184.04	2184.04	2795.62	2795.62	2817.64	2817.64	2972.21	2972.20

Katlar	A-8-DA-PI-DTS1		A-8-3-DA-P135-DTS1		A-8-3-DA-P150-DTS1		T-8-3-P47-DTS1	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	0.982	1.023	0.852	0.888	0.877	0.912	0.307	0.383
	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)

8	870.71	838.55	1009.98	971.49	996.76	959.77	2553.66	2262.94
7	580.50	559.06	673.43	647.77	664.63	639.97	1732.66	1535.41
6	497.58	479.20	577.23	555.23	569.69	548.54	1485.14	1316.07
5	414.65	399.33	481.02	462.69	474.74	457.12	1237.61	1096.72
4	331.72	319.46	384.82	370.15	379.79	365.70	990.09	877.38
3	248.79	239.60	288.61	277.62	284.84	274.27	742.57	658.03
2	165.86	159.73	192.41	185.08	189.90	182.85	495.05	438.69
1	82.93	79.87	96.20	92.54	94.95	91.42	247.52	219.34
Toplam	3192.72	3074.80	3703.69	3562.56	3655.29	3519.64	9484.30	8404.58

Katlar	A-8-6-DA-P1-DTS1		A-8-6-DA-P135-DTS1		A-8-6-DA-P150-DTS1		T-8-6-P63-DTS1	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	1.237	1.277	1.115	1.157	1.044	1.086	0.363	0.447

	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)
8	706.80	706.80	706.80	713.48	797.73	765.46	2568.95	2174.07
7	469.13	469.13	469.13	473.55	529.47	508.05	1724.95	1459.80
6	410.49	410.49	410.49	414.35	463.29	444.55	1509.61	1277.56
5	351.85	351.85	351.85	355.16	397.10	381.04	1293.95	1095.06
4	293.21	293.21	293.21	295.97	330.92	317.53	1078.30	912.55
3	234.57	234.57	234.57	236.77	264.73	254.03	862.64	730.04
2	175.93	175.93	175.93	177.58	198.55	190.52	646.98	547.53
1	132.56	132.56	132.56	135.48	152.68	146.50	689.48	583.49
Toplam	2774.53	2774.53	2774.53	2802.34	3134.46	3007.67	10374.86	8780.09

Katlar	K-8-3-DTS4		A-8-3-DA-P1-DTS4		A-8-3-DA-P135-DTS4		A-8-3-DA-P150-DTS4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	1.264	1.265	1.049	1.049	0.910	0.910	0.931	0.931
	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)
8	213.16	213.16	216.21	216.21	239.46	239.46	237.49	237.49
7	141.65	141.65	144.13	144.13	159.66	159.67	158.29	158.29
6	121.41	121.41	123.54	123.54	136.85	136.86	135.67	135.67
5	101.18	101.18	102.95	102.95	114.04	114.05	113.06	113.06
4	80.94	80.94	82.36	82.36	91.24	91.24	90.45	90.45
3	60.71	60.71	61.77	61.77	68.43	68.43	67.84	67.84
2	40.47	40.47	41.18	41.18	45.62	45.62	45.22	45.22
1	20.24	20.24	20.59	20.59	22.81	22.81	22.61	22.61
Toplam	779.76	779.76	792.73	792.73	878.11	878.12	870.64	870.63

Katlar	K-8-6-DTS4		A-8-6-DA-P1-DTS4		A-8-6-DA-P135-DTS4		A-8-6-DA-P150-DTS4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	1.663	1.665	1.301	1.301	1.180	0.910	1.108	1.108
	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)	Fx (kN)	Fy (kN)
8	201.60	201.60	206.86	206.86	208.37	208.37	210.05	210.05
7	133.45	133.45	137.24	137.24	138.24	138.24	139.36	139.36
6	116.77	116.77	120.09	120.09	120.96	120.96	121.94	121.94

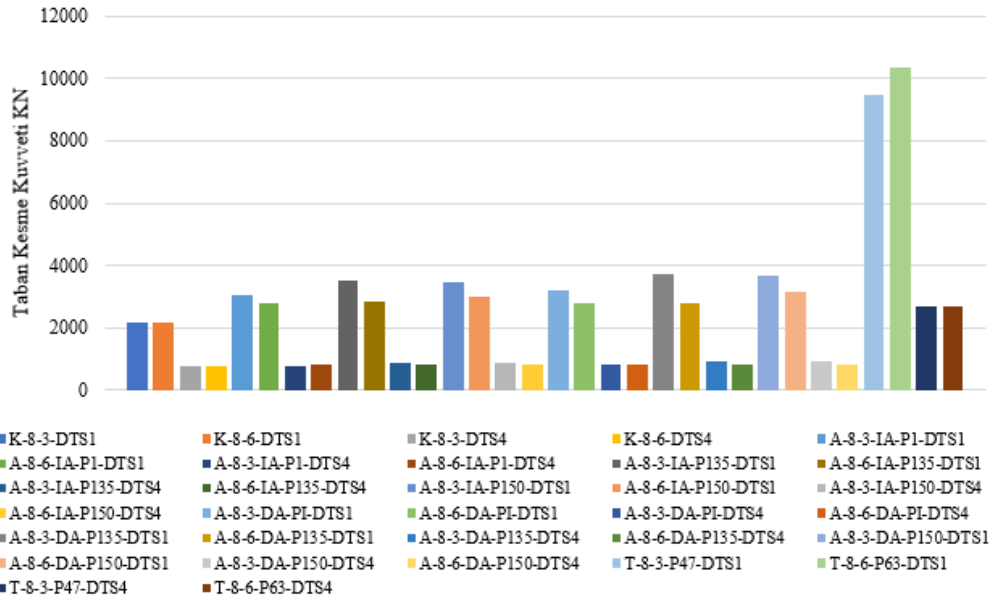
5	100.09	100.09	102.93	102.93	103.68	103.68	104.52	104.52
4	83.41	83.41	85.78	85.78	86.40	86.40	87.10	87.10
3	66.72	66.72	68.62	68.62	69.12	69.12	69.68	69.68
2	50.04	50.04	51.47	51.47	51.84	51.84	52.26	52.26
1	36.34	36.34	38.75	38.75	39.51	39.51	40.13	40.13
Toplam	788.41	788.41	811.72	811.72	818.12	818.12	825.05	825.05

Katlar	A-8-DA-PI-DTS4		A-8-3-DA-P135-DTS4		A-8-3-DA-P150-DTS4		T-8-3-P47-DTS4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Periyot	0.982	1.023	0.852	0.888	0.877	0.912	0.307	0.383

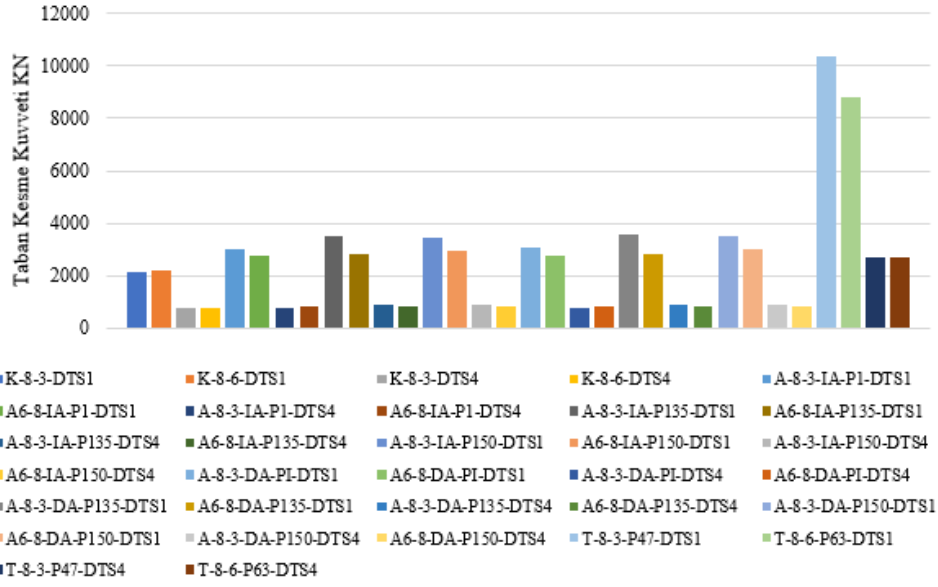
	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
8	218.98	214.37	253.76	242.23	249.12	239.25	722.65	577.93
7	146.00	142.92	169.20	161.52	166.11	159.53	490.32	392.13
6	125.14	122.50	145.03	138.44	142.38	136.74	420.28	336.11
5	104.28	102.09	120.86	115.37	118.65	113.95	350.23	280.09
4	83.43	81.67	96.69	92.29	94.92	91.16	280.18	224.07
3	62.57	61.25	72.52	69.22	71.19	68.37	210.14	168.05
2	41.71	40.83	48.34	46.15	47.46	45.58	140.09	112.04
1	20.86	20.42	24.17	23.07	23.73	22.79	70.05	56.02
Toplam	802.96	786.05	930.58	888.29	913.58	877.37	2683.94	2146.44

Katlar	A-8-6-DA-P1-DTS4		A-8-6-DA-P135-DTS4		A-8-6-DA-P150-DTS4		T-8-6-P63-DTS4	
	x	y	x	y	x	y	x	y

Periyot	1.237	1.277	1.115	1.157	1.044	1.086	0363	0347
	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy	Fx	Fy
	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
8	205.22	205.22	206.62	206.62	207.89	207.89	670.03	545.38
7	136.22	136.22	137.14	137.14	137.98	137.98	449.90	366.20
6	119.19	119.19	120.00	120.00	120.73	120.73	393.73	320.48
5	102.16	102.16	102.85	102.85	103.48	103.48	337.49	274.70
4	85.13	85.13	85.71	85.71	86.24	86.24	281.24	228.92
3	68.11	68.11	68.57	68.57	68.99	68.99	224.99	183.13
2	51.08	51.08	51.43	51.43	51.74	51.74	168.74	137.35
1	38.49	38.49	39.23	39.23	39.79	39.79	179.83	146.37
Toplam	805.60	805.60	811.55	811.55	816.84	816.84	2705.94	2202.54



Şekil 3.11. X-Yönünde toplam eşdeğer deprem taban kesme kuvveti.



Şekil 3.12. Y-Yönünde toplam eşdeğer deprem taban kesme kuvveti.

Bina modellerinde kolonlarda oluşan kesme kuvvetleri, DGT’de zemin kat yüksekliği arttıkça azalır. Her iki deprem tasarım sınıfında da en yüksek kesme kuvveti değerleri çerçevesi sistemlerde görülmektedir. DTS1’de oluşan kesme kuvvetleri, DTS4’te elde edilenlerin yaklaşık üç katıdır. Bina modellerinde perde duvar oranının artmasıyla kesme kuvveti değerlerinde bir azalma gözlemlenmektedir. Perde duvarların yerleşimine bağlı olarak yapılan değerlendirmede, dış akslarda perde duvarların yerleştirilmesinin daha düşük kesme kuvvetlerine neden olduğu belirlenmiştir.

Bina modellerinde kolonlarda oluşan eğilme momentleri, DGT’de zemin kat yüksekliği arttıkça artar. Her iki deprem tasarım sınıfında da en yüksek eğilme momenti değerleri çerçevesi sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1’de oluşan eğilme momentleri, DTS4’te elde edilenlerin yaklaşık dört katıdır. Eğilme momentlerinde en büyük değişim, çerçevesi sistemler ile %1 perde duvar oranına sahip sistemler arasında gerçekleşmiştir. Perde duvar oranı arttıkça eğilme momentlerinde bir azalma eğilimi gözlemlense de bu fark minimum düzeyde kalmıştır. Perde duvarların yerleşimine bağlı olarak yapılan değerlendirmede, dış akslarda perde duvarların yerleşiminin daha küçük eğilme momentlerine neden olduğu belirlenmiştir.

3.8. DÜZENSİZLİK KONTROLÜ

TBDY2018 Madde 3.6 da belirtilen betonarme binalarda karşılaşılan düzensizlik durumları için analizlerden elde edilen veriler örnek olarak K-8-3 binası ve diğer tüm binalar için aşağıda özetlenmiştir.

A1 burulma düzensizliği Eşitlik (3.7) ile hesaplanmaktadır. Bu Eşitlikte ($\Delta i_{ort}^{(X)}$) söz konusu binanın x deprem doğrultusundaki i. katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelenmesini göstermektedir ve $\Delta i_{max}^{(X)}$ söz konusu binanın x deprem doğrultusundaki katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelenmesini göstermektedir.

$$\eta_{biX} = \frac{\Delta i_{max}^{(X)}}{\Delta i_{ort}^{(X)}} \quad (3.7)$$

K-8-3 binası A1 burulma düzensizliği hesabı:

$$\eta_{biX} = \frac{\Delta i_{max}^{(X)}}{\Delta i_{ort}^{(X)}} = \frac{0.002650}{0.002380} = 1.114 < 1.2$$

$$\eta_{biY} = \frac{\Delta i_{max}^{(Y)}}{\Delta i_{ort}^{(Y)}} = \frac{0.002383}{0.002642} = 1.108 < 1.2$$

Çizelge 3.11. A1 Burulma düzensizliği kontrolü.

Bina	Yön	DTS1			DTS4			Sınır
		Δi_{max}^{x-y} (10^{-3})	Δi_{ort}^{x-y}	n_{bi}	Δi_{max}^{x-y}	Δi_{ort}^{x-y}	n_{bi}	
K-8-3	X	0.002650	0.002380	1.114	0.000957	0.000859	1.114	1.2
	Y	0.002383	0.002642	1.108	0.000954	0.000860	1.070	
A-8-3-DA-P135	X	0.002266	0.002096	1.081	0.000569	0.000527	1.081	1.2
	Y	0.002501	0.002339	1.070	0.000624	0.000583	1.070	
A-8-3-DA-P150	X	0.002232	0.002063	1.082	0.000558	0.000516	1.082	1.2
	Y	0.002445	0.002284	1.071	0.000610	0.000569	1.071	
K-8-6	X	0.014196	0.012695	1.118	0.005124	0.004583	1.118	1.2
	Y	0.014109	0.014109	1.110	0.005093	0.004588	1.110	
A-8-6-DA-P1	X	0.007768	0.006237	1.246	0.002256	0.002256	1.246	1.2
	Y	0.007767	0.006236	1.246	0.002255	0.001811	1.246	

A-8-6-DA- P135	X	0.005925	0.004555	1.301	0.001720	0.001323	1.301	1.2
	Y	0.005923	0.004553	1.301	0.001720	0.001720	1.301	
A-8-6-DA- P150	X	0.005285	0.003936	1.343	0.001467	0.001093	1.343	1.2
	Y	0.005285	0.003936	1.343	0.001467	0.001093	1.343	
A-8-6-DA-P1	X	0.001719	0.001570	1.095	0.000499	0.000456	1.095	1.2
	Y	0.001950	0.001802	1.082	0.000566	0.000523	1.082	
A-8-6-DA- P135	X	0.001820	0.001672	1.088	0.000509	0.000467	1.088	1.2
	Y	0.002018	0.001876	1.076	0.000548	0.000543	1.082	
A-8-6-DA- P150	X	0.001962	0.001810	1.084	0.000511	0.000472	1.084	1.2
	Y	0.002169	0.002124	1.071	0.000589	0.000550	1.072	
T-8-3-P47	X	0.001527	0.001153	1.325	0.000432	0.000326	1.325	1.2
	Y	0.001098	0.000889	1.235	0.000280	0.000227	1.232	
T-8-6-P63	X	0.001652	0.001265	1.306	0.000431	0.000330	1.306	1.2
	Y	0.001513	0.001232	1.228	0.000379	0.000309	1.226	

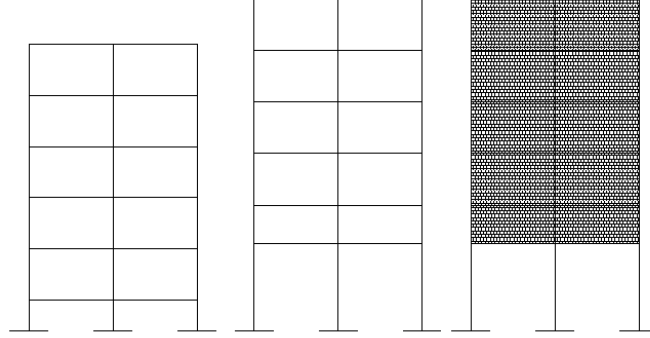
Betonarme bina modellerinde kat planlarında herhangi bir döşeme boşluğu veya çıkıntılar bulunmadığından A2 döşeme süreksizliği ve A3 planda çıkıntılar bulunması düzensizlikleri tespit edilmemiş olup Çizelge 3.10'de de sunulmuştur. Ayrıca bina modellerinde B1 komşu katlar arası dayanım düzensizliği de (Zayıf Kat) tespit edilmemiştir.

Çizelge 3.12. A2 Döşeme süreksizlikleri kontrolü.

Bina Toplam Alanı (m ²)	Bina Boşluk Alanı (m ²)	Boşluk Alanı / Bina Alanı	Sınır 1/3	Koşul
25x25 = 625	0	0/625=0	0.3333	√

Ülkemizde binaların zemin katları ticari kaygılar nedeniyle diğer katlardan daha yüksek planlanabilmektedir. Bu durum katlar arasında rijitlik farkının oluşmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla yumuşak kat düzensizliğinin oluşması muhtemeldir. Ayrıca binalarda dolgu duvarlar zemin katlar hariç diğer katlarda modellenmekte ve bu durum yine katlar arası rijitlik farkı meydana getirebilmektedir. Deprem etkileri altında binaya etki eden en büyük kesme kuvvetlerinin zemin katlarda olduğu göz önüne alındığında daha düşük rijitliğe sahip zemin katların ötelenmelerinin üst katlara

göre daha büyük olması beklenir. Tüm bu etkiler dikkate alınarak yapı modelinin oluşturulması ve yumuşak kat düzensizliğinin meydana gelmesinin engellenmesi deprem davranışı açısından uygun olacaktır (Şekil 3.13'e bakınız).



Şekil 3.13. Farklı zemin kat yüksekliği ve dolgu duvar olması durumları.

B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak Kat) Eşitlik (3.8) ile hesaplanmaktadır. Tasarlanan betonarme binanın taşıyıcı sisteminde B2 düzensizliği bulunmamaktadır (Çizelge 3.12).

$$\eta_{ki-ÜST} = \frac{\left(\Delta_i^{(X)}/h_i\right)_{ort}}{\left(\Delta_{i+1}^{(X)}/h_{i+1}\right)_{ort}} > 2$$

$$\eta_{ki-ALT} = \frac{\left(\Delta_i^{(X)}/h_i\right)_{ort}}{\left(\Delta_{i-1}^{(X)}/h_{i-1}\right)_{ort}} > 2$$
(3.8)

Çizelge 3.13. X doğrultusunda B2 komşu katlar arası rijitlik düzensizliği kontrolü.

Bina	DTS	Kat	h_i (mm)	$(\Delta_i)_{ort}$ (mm)	$\eta_{ki-ÜST}$	η_{ki-ALT}	Sınır	Durum
K-8-3	1	2	3000	3.848	0.98	1.62	2	√
		1	3000	2.380	0.62	-	2	√
	4	2	3000	1.389	0.98	1.62	2	√
		1	3000	0.859	0.62	-	2	√
A-8-3-IA-P1	1	2	3000	3.078	0.84	1.94	2	√
		1	3000	1.583	0.51	-	2	√
	4	2	3000	0.806	0.84	1.94	2	√
		1	3000	0.414	0.51	-	2	√
A-8-3-IA-P135	1	2	3000	2.405	0.80	1.97	2	√
		1	3000	1.223	0.51	-	2	√
	4	2	3000	0.599	0.80	1.97	2	√

Bina	DTS	Kat	h_i (mm)	$(A_i)_{ort}$ (mm)	$\eta_{ki-ÜST}$	η_{ki-ALT}	Sınır	Durum
A-8-3-IA-P150	1	1	3000	0.305	0.51	-	2	√
		2	3000	2.502	0.80	2	2	√
	4	1	3000	1.241	0.50	-	2	√
		2	3000	0.626	0.80	2	2	√
A-8-3-DA-P1	1	1	3000	0.310	0.50	-	2	√
		2	3000	2.959	0.86	1.90	2	√
	4	1	3000	1.561	0.53	-	2	√
		2	3000	0.743	0.86	1.90	2	√
A-8-3-DA-P135	1	1	3000	0.392	0.53	-	2	√
		2	3000	2.321	0.82	1.92	2	√
	4	1	3000	1.211	0.52	-	2	√
		2	3000	0.583	0.82	1.92	2	√
A-8-3-DA-P150	1	1	3000	0.304	0.52	-	2	√
		2	3000	2.431	0.82	1.97	2	√
	4	1	3000	1.233	0.51	-	2	√
		2	3000	0.608	0.82	1.97	2	√
K-8-6	1	1	3000	0.308	0.51	-	2	√
		2	3000	4.832	1.18	0.76	2	√
	4	1	6000	12.659	1.31	-	2	√
		2	3000	1.744	1.18	0.76	2	√
A-8-6-IA-P1	1	1	6000	4.583	1.31	-	2	√
		2	3000	4.147	1.01	1.33	2	√
	4	1	6000	6.237	0.75	-	2	√
		2	3000	1.204	1.01	1.33	2	√
A-8-6-IA-P135	1	1	6000	1.811	0.75	-	2	√
		2	3000	3.313	0.96	1.45	2	√
	4	1	6000	4.555	0.69	-	2	√
		2	3000	0.962	0.98	1.45	2	√
A-8-6-IA-P150	1	1	6000	1.323	0.71	-	2	√
		2	3000	2.977	0.94	1.51	2	√
	4	1	6000	3.936	0.66	-	2	√
		2	3000	0.826	0.94	1.51	2	√
A-8-6-DA-P1	1	1	6000	1.093	0.68	-	2	√
		2	3000	3.776	1.03	1.29	2	√
	4	1	6000	5.863	0.78	-	2	√
		2	3000	1.096	1.03	1.29	2	√
A-8-6-DA-P135	1	1	6000	1.072	0.78	-	2	√
		2	3000	3.121	0.98	1.41	2	√
	4	1	6000	4.425	0.71	-	2	√
		2	3000	0.873	0.98	1.41	2	√
A-8-6-DA-P150	1	1	6000	1.237	0.71	-	2	√
		2	3000	2.867	0.96	1.47	2	√
	4	1	6000	3.906	0.68	-	2	√
		2	3000	0.747	0.96	1.47	2	√
T-8-3-P47	1	1	6000	1.018	0.68	-	2	√
		2	3000	0.726	0.77	1.84	2	√
	4	1	6000	0.394	0.54	-	2	√
		2	3000	0.205	0.77	1.84	2	√
T-8-6-P63	1	1	6000	0.111	0.54	-	2	√
		2	3000	0.971	0.85	1.68	2	√
	4	1	6000	1.158	0.60	-	2	√
		2	3000	0.253	0.85	1.68	2	√
		1	6000	0.302	0.60	-	2	√

Tasarlanan betonarme binanın taşıyıcı sisteminde düşey eleman süreksizliği (B3 düzensizliği) bulunmamaktadır.

3.9. KAT KÜTLELERİ VE AĞIRLIKLARI

Kat kütleleri ve ağırlıkları (3.9) Eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda yapının kullanım amacına bağlı olarak hareketli yük azaltma katsayısı 0.3 olarak alınmıştır. Çizelge 3.3'te. (3.10) Eşitliği ile hesaplanan kat ağırlıkları ve yapının toplam ağırlığı verilmektedir.

$$w_j^{(s)} = w_{Gj}^{(s)} + nw_{Qj}^{(s)} \quad (3.9)$$

$$m_j^{(s)} = w_j^{(s)} / g$$

Çizelge 3.14. Binaların kat kütleleri, kat ağırlıkları.

Katlar	m (t)	W (kN)	m (t)	W (kN))	m (t)	W (kN)	m (t)	W (kN)
	K-8-3		A-8-3-DA-P1		A-8-3-DA-P135		A-8-3-DA-P150	
8	799.906	7999	805.028	8050	810.305	8103	821.285	8212
1-2-3-4- 5-6-7	778.306	7784	786.442	7864	791.719	7917	802.462	8024
Toplam		62480		63101		63523		64385
Katlar	K-8-6		A-8-6-DA-P1		A-8-6-DA-P135		A-8-6-DA-P150	
8	799.906	7999	811.628	8116	816.579	8165	821.285	8212
2-3-4-5- 6-7	778.306	7784	792.806	7928	797.775	7977	802.462	8024
1	847.681	8476	895.930	8959	912.716	9127	925.272	8252
Toplam		63174		64643		65159		65613
Katlar	m (t)	W (kN)	m (t)	W (kN))	m (t)	W (kN)	m (t)	W (kN)
	A-8-3-IA-PI		A-8-3-IA-P135		A-8-3-IA-P150		T-8-3-P47	
8	813.399	8133	823.120	8231	832.061	8320	731.158	7311

1-2-3-4- 5-6-7	794.55	7945	804.276	8042	812.621	8126	729.581	7295
Toplam		63752		64530		65204		58382
Katlar	A-8-6-IA-P1		A-8-6-IA-P135		A-8-6-IA-P150		T-8-6-P63	
8	819.461	8194	825.362	8253	832.061	8320	811.302	8212
2-3-4-5- 6-7	800.021	8000	805.922	8059	812.621	8126	809.065	8024
1	903.141	9031	920.859	9208	935.434	9354	1279.74	12797
Toplam		65227		65817		66432		69452

3.10. AZALTILMIŞ İÇ KUVVETLERİN VE YERDEĞİŞTİRMELERİN EŞDEĞER TABAN KESME KUVVETİNE GÖRE BÜYÜTÜLMESİ

TBDY2018 Madde 4.8.4.1'e göre modal hesap yöntemi ile elde edilen tüm azaltılmış iç kuvvet ve yerdeğiştirme büyüklükleri, Eşitlik (3.10) ile verilen eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayısı β_{Te} ile çarpılarak büyütülmüştür. Örnek olarak K-8-3 binasına ait $V_{t,min}$ hesabı aşağıda Eşitlik 3.11 ile verilmiştir. Çalışma kapsamında modellenen binaların yükseklikleri 24 ve 27 m dir ve bina önem katsayısı konut olduğu için 1 olarak hesaplarda dikkate alınmıştır. Bütün bina modellerine ait X ve Y deprem doğrultuları için hesaplanan eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayıları Çizelge 3.5'te verilmiştir.

$$\beta_{Te} = \frac{Y_E V_{t,min}}{V_{tx,y}} \geq 1 \quad (3.10)$$

K-8-3 için minimum taban kesme kuvveti hesabı:

$$V_{t,min} = 0.04 I m_t S_{DS} g \quad (3.11)$$

$$V_{t,min} = 0.04 \times 1 \times 6248 \times 0.864 \times 9.81 = 2118.281$$

Çizelge 3.15. Eşdeğer taban kesme kuvveti büyütme katsayıları.

Bina Modeli	DTS	X doğrultusu				Y doğrultusu			
		V_{tx}	$V_{t.min}$	γ_E	β_{Te}	V_{ty}	$V_{t.min}$	γ_E	β_{Te}
		(kN)				(kN)			
K-8-3	1	1977.3	2160.05	0.8	0.874	1975.3	2160.05	0.8	0.874
	4	502.42	779.76	0.8	1.242	502.42	779.76	0.8	1.243
A-8-3-IA-P1	1	2773.9	3027.89	0.9	0.928	2773.2	3027.2	0.9	0.982
	4	731.92	792.73	0.9	0.974	731.92	792.73	0.9	0.974
A-8-3-IA-P135	1	3236.1	3523.7	0.9	0.979	3236.1	3523.7	0.9	0.979
	4	870.67	878.11	0.9	0.974	870.67	878.11	0.9	0.974
A-8-3-IA-P150	1	3189.5	3481.7	0.9	0.982	3189.5	3481.7	0.9	0.982
	4	858.23	870.64	0.9	0.913	858.23	870.64	0.9	0.913
A-8-3-DA-P1	1	2881.6	3192.7	0.8	0.886	2801.1	3074.8	0.8	0.878
	4	762.44	802.96	0.8	0.842	740.29	786.05	0.8	0.849
A-8-3-DA-P135	1	3332.2	3703.7	0.8	0.889	3247.0	3562.5	0.8	0.877
	4	895.03	930.6	0.8	0.831	873.15	888.29	0.8	0.813
A-8-3-DA-P150	1	3285.6	3655.29	0.8	0.890	3203.3	3519.6	0.8	0.878
	4	879.31	913.58	0.8	0.831	859.05	877.37	0.8	0.817
T-8-3-P47	1	6689.3	9484.3	0.9	1.276	5709	8404	0.9	1.325
	4	1893.0	2683.9	0.9	1.276	1458.2	2146.4	0.9	1.325
6m -1 kat yüksekliği olanlar	DTS	X doğrultusu				Y doğrultusu			
		$V_{tx}(kN)$	$V_{t.min}$	γ_E	β_{Te}	$V_{ty}(kN)$	$V_{t.min}$	γ_E	β_{Te}
K-8-6	1	1612.7	2184.01	0.8	1.083	1612.7	2184.01	0.8	1.084
	4	403.94	788.41	0.8	1.561	403.94	788.41	0.8	1.561
A-8-6-IA-P1	1	2356.4	2795.62	0.9	1.068	2356.4	2795.62	0.9	1.068
	4	594.23	811.72	0.9	1.229	594.23	811.72	0.9	1.229
A-8-6-IA-P135	1	2622.7	2817.6	0.9	0.966	2623.7	2817.6	0.9	0.966
	4	670.25	818.12	0.9	1.099	670.25	818.12	0.9	1.098

A-8-6-IA-P150	1	2821	2972.21	0.9	0.947	2821	2972.21	0.9	0.947
	4	728.09	825.05	0.9	1.02	728.09	825.05	0.9	1.02
A-8-6-DA-P1	1	2148.2	2282.38	0.8	0.850	2083.2	2231.64	0.8	0.856
	4	541.03	805.06	0.8	1.191	523.64	805.6	0.8	1.231
A-8-6-DA-P135	1	2722.7	2903.28	0.8	0.853	2639.5	2802.34	0.8	0.849
	4	695.63	811.55	0.8	0.933	695.63	811.55	0.8	0.933
A-8-6-IA-P150	1	2395.1	3134.6	0.8	0.854	841.3	3007.6	0.8	0.846
	4	755.19	816.84	0.8	0.865	755.19	816.84	0.8	0.865
T-8-6-P63	1	7683.0	10374	0.9	1.215	6242.6	8780.09	0.9	1.265
	4	2003.8	2705.9	0.9	1.215	1566.1	2202.5	0.9	1.266

3.11. GÖRELİ KAT ÖTELEMELERİ KONTROLÜ

TBDY2018 Madde 4.9.1’de etkin görelî kat ötelemelerinin hesaplanması ve sınırlandırılması hakkında kriterler verilmiştir. Buna göre azaltılmış görelî kat ötelemeleri $(\Delta_i^{(X,Y)})$ Eşitlik 3.12, *etkin görelî kat ötelemesi* $(\delta_i^{(X,Y)})$ Eşitlik 3.13, duvarların taşıyıcı elemanlarla esnek ve derzsiz bağlantılı olduğu kabulü doğrultusunda Eşitlik 3.14 ve TBDY2018 Madde 4.9.1.4 de yer alan λ Eşitlik 3.15 kullanılarak elde edilmiştir. Örnek olarak **K-8-3-DTS1** görelî kat ötelemeleri kontrolü Çizelge 3.14 ve tüm binalar için hesaplanan λ değerleri Çizelge 3.15’da sunulmuştur.

$$\Delta_i^{(X,Y)} = u_i^{(X,Y)} - u_{i-1}^{(X,Y)} \quad (3.12)$$

$$\delta_i^{(X,Y)} = \frac{R}{I} \Delta_i^{(X,Y)} \quad (3.13)$$

$$\lambda \frac{\delta_i \cdot \max(X, Y)}{h_i} \leq 0.008 \kappa \quad (3.14)$$

$$\lambda = \frac{S_{ae}(Tx)DD3}{S_{ae}(Tx)DD2} \quad (3.15)$$

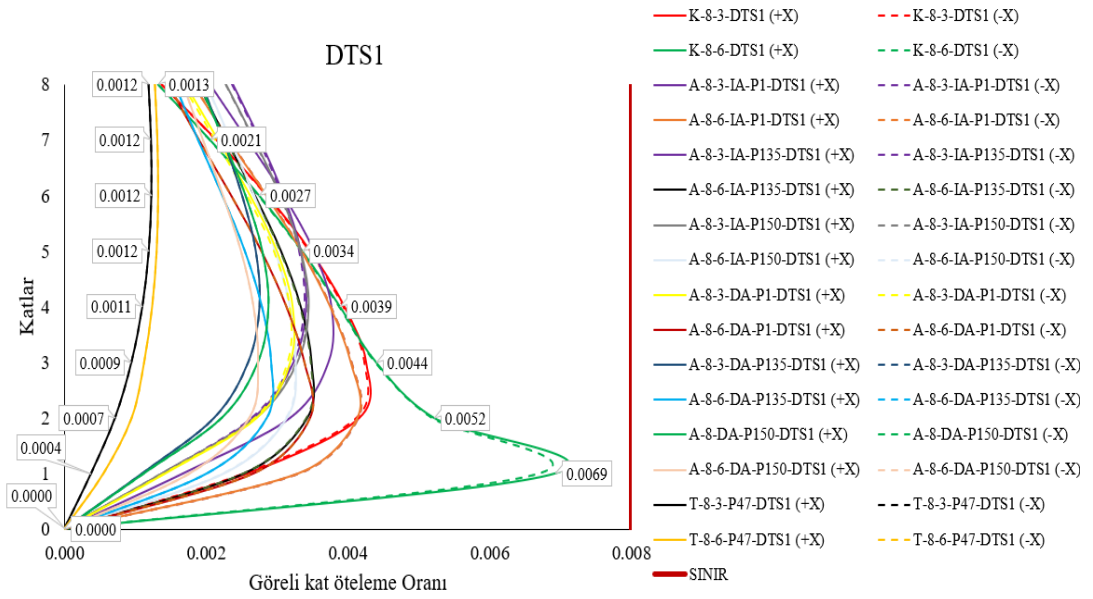
Çizelge 3.16. K-8-3 bina modelinin görelî kat ötelenmeleri kontrolü.

DTS1	X doğrultusu				Y doğrultusu			
	T	$S_{ae}(T)$		λ	T	$S_{ae}(T)$		λ
		DD3	DD2			DD3	DD2	
	1.264	0.10121	0.27638	0.366	1.265	0.10111	0.27610	0.366

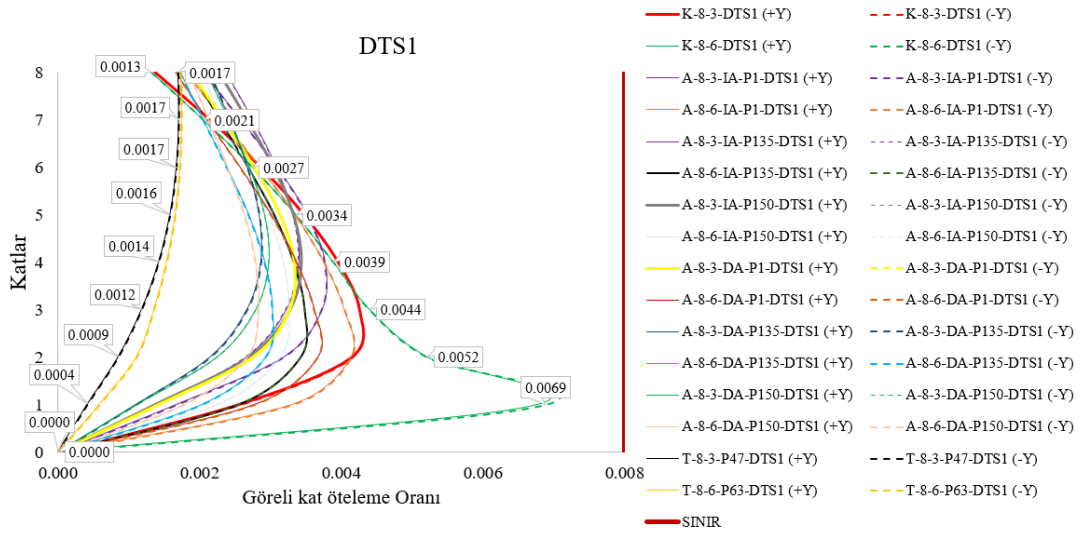
Çizelge 3.17. Bina modellerine ait λ değerleri.

Bina Modeli	DTS1		DTS4		Bina Modeli	DTS1		DTS4	
	λ_x	λ_y	λ_x	λ_y		λ_x	λ_y	λ_x	λ_y
K-8-3	0.366	0.366	0.380	0.380	K-8-6	0.366	0.366	0.379	0.379
A-8-3-IA-P1	0.366	0.366	0.380	0.380	A-8-6-IA-P1	0.366	0.366	0.379	0.379
A-8-3-IA-P135	0.366	0.366	0.380	0.380	A-8-6-IA-P135	0.367	0.367	0.379	0.379
A-8-3-IA-P150	0.366	0.366	0.378	0.378	A-8-6-IA-P150	0.366	0.366	0.378	0.378
A-8-3-DA-P1	0.367	0.367	0.379	0.379	A-8-6-DA-P1	0.366	0.366	0.380	0.379
A-8-3-DA-P135	0.367	0.367	0.379	0.381	A-8-6-DA-P135	0.366	0.367	0.378	0.379
A-8-3-DA-P150	0.367	0.366	0.380	0.380	A-8-6-DA-P150	0.366	0.366	0.380	0.379
T-8-3-P47	0.388	0.385	0.347	0.378	T-8-6-P63	0.388	0.366	0.380	0.378

Bina modellerinde hesaplanan görelî kat öteleme değerleri TBDY2018’de verilen kriterleri sağlamaktadır. Bina modellerinde elde edilen görelî kat öteleme değerleri X doğrultusunda DTS1 ve DTS4 için sırasıyla Şekil 2.19 ve Şekil 2.20 de, Y doğrultusunda DTS1 ve DTS4 için sırasıyla Şekil 2.21 ve Şekil 2.22 de sunulmuştur. Şekillerden de görüldüğü gibi X ve Y doğrultularında maksimum görelî kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için K-8-6-DTS1(+X) ve K-8-6-DTS1(-X) bina modellerinde meydana gelmektedir. Buradan açıkça görüldüğü gibi zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde görelî kat ötelenme değerleri artmaktadır. Buna karşın en düşük değerler ise T-8-3-P47-DTS1(+X) ve T-8-3-P47-DTS1(-X) bina modellerinde elde edilmiştir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması görelî kat ötelenme değerlerinde azalmaya neden olmaktadır.

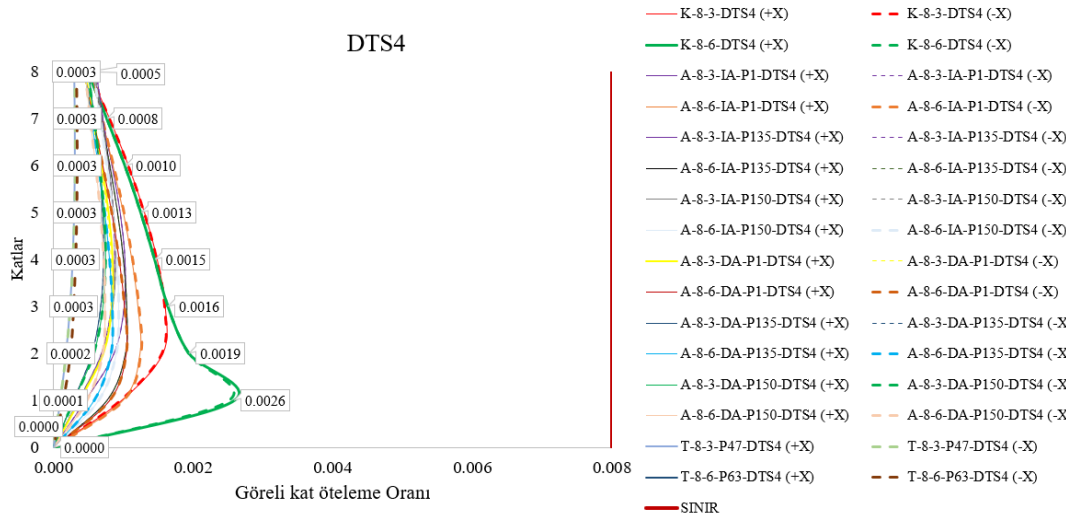


(a)

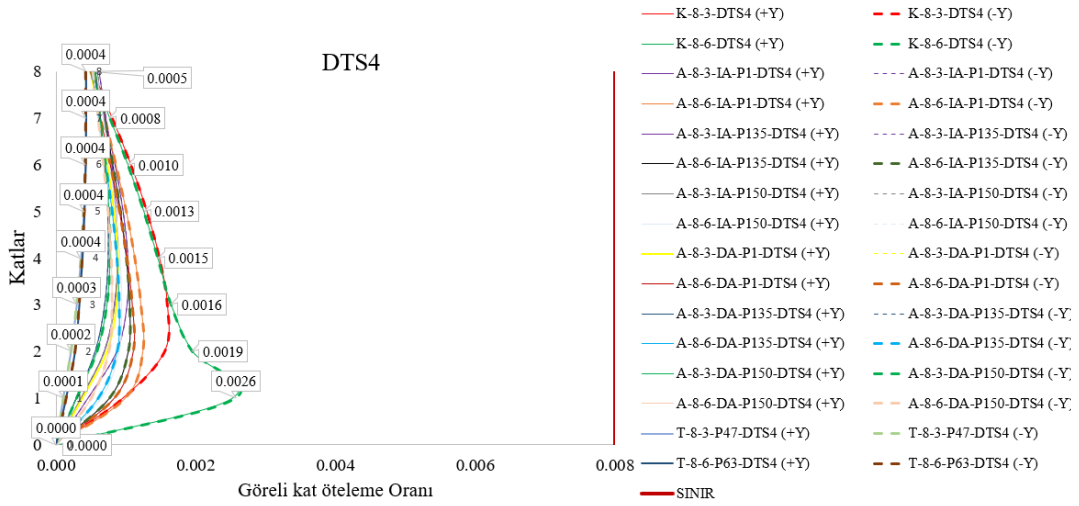


(b)

Şekil 3.14. DTS1-Yapı modellerinin (a):X doğrultusu-(b):Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



(a)



(b)

Şekil 3.15. DTS4-Yapı modellerinin (a):X doğrultusu-(b):Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.

3.12. İKİNCİ MERTEBE ETKİLERİ KONTROLÜ (P-Δ)

Betonarme bina modeli için hesaplanan ikinci mertebe etkileri TBDY2018 Madde 4.9.2 doğrultusunda Eşitlik (3.16) kullanılarak belirlenmiştir. Örnek olarak K-8-3-DTS1 bina modeline ait ikinci mertebe etkileri hesabı aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3.17). TBDY2018 de bina taşıyıcı sistemine göre farklı sınır değerlerin dikkate alınması belirtilmektedir. Bu sınır değerler çalışmada yer alan bina modellerini kapsayacak şekilde belirlenmiş ve hesabı aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3.17).

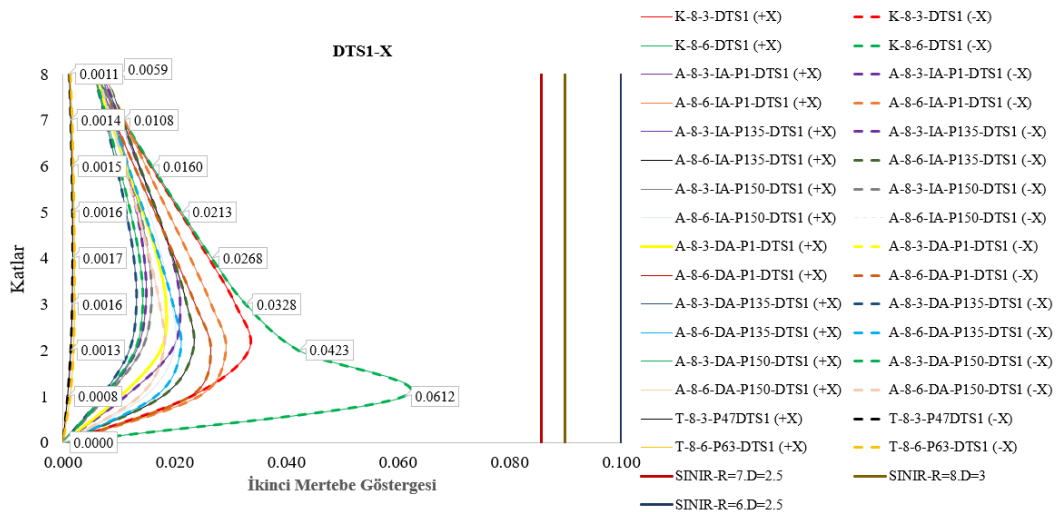
$$\theta_{II,max}^{(X)} \leq 0.12 \frac{D}{Ch R} \quad (3.16)$$

Çizelge 3.18. K-8-3-DTS1 bina modeline ait ikinci merteye etkileri.

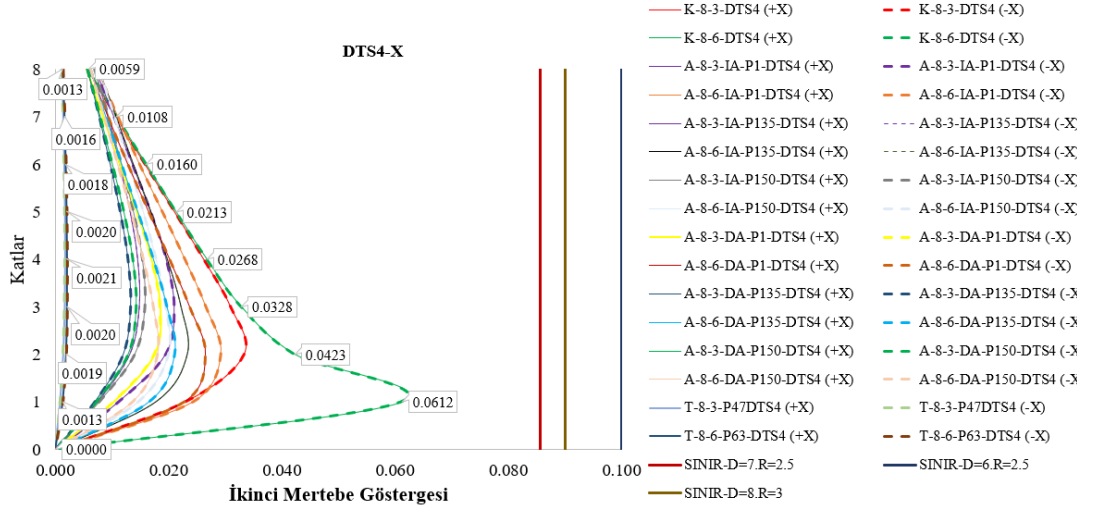
Kat	h (m)	Δ_{ort} (m)	W_i (kN)	ΣW_{i-n} (kN)	V_i (kN)	$\Theta_i = (W_i \times \Delta_i) / (V_i \times h_i)$
EX+						
8	3	0.001274	7999.06	7999.06	590.49	$0.0058 \leq 0.09 \checkmark$
7	3	0.001991	7783.06	15782.13	982.88	$0.0107 \leq 0.09 \checkmark$
6	3	0.002655	7783.06	23565.19	1319.22	$0.0158 \leq 0.09 \checkmark$
5	3	0.003218	7783.06	31348.25	1599.50	$0.0210 \leq 0.09 \checkmark$
4	3	0.003664	7783.06	39131.31	1823.72	$0.0262 \leq 0.09 \checkmark$
3	3	0.003943	7783.06	46914.38	1991.89	$0.0310 \leq 0.09 \checkmark$
2	3	0.003848	7783.06	54697.44	2104.00	$0.0333 \leq 0.09 \checkmark$
1	3	0.002380	7783.06	62480.50	2160.05	$0.0229 \leq 0.09 \checkmark$
EX-						
8	3	0.001274	7999.06	7999.06	590.49	$0.0058 \leq 0.09 \checkmark$
7	3	0.001989	7783.06	15782.13	982.88	$0.0106 \leq 0.09 \checkmark$
6	3	0.002652	7783.06	23565.19	1319.22	$0.0158 \leq 0.09 \checkmark$
5	3	0.003216	7783.06	31348.25	1599.50	$0.0210 \leq 0.09 \checkmark$
4	3	0.003660	7783.06	39131.31	1823.72	$0.0262 \leq 0.09 \checkmark$
3	3	0.003939	7783.06	46914.38	1991.89	$0.0309 \leq 0.09 \checkmark$
2	3	0.003843	7783.06	54697.44	2104.00	$0.0333 \leq 0.09 \checkmark$
1	3	0.002375	7783.06	62480.50	2160.05	$0.0229 \leq 0.09 \checkmark$
EY+						
8	3	0.001275	7999.06	7999.06	590.49	$0.0058 \leq 0.09 \checkmark$
7	3	0.001991	7783.06	15782.13	982.88	$0.0107 \leq 0.09 \checkmark$
6	3	0.002657	7783.06	23565.19	1319.22	$0.0158 \leq 0.09 \checkmark$
5	3	0.003222	7783.06	31348.25	1599.50	$0.0211 \leq 0.09 \checkmark$
4	3	0.003669	7783.06	39131.31	1823.72	$0.0262 \leq 0.09 \checkmark$
3	3	0.003949	7783.06	46914.38	1991.89	$0.0310 \leq 0.09 \checkmark$
2	3	0.003853	7783.06	54697.44	2104.00	$0.0334 \leq 0.09 \checkmark$
1	3	0.002381	7783.06	62480.50	2160.05	$0.0230 \leq 0.09 \checkmark$
EY-						
8	3	0.001275	7999.06	7999.06	590.49	$0.0058 \leq 0.09 \checkmark$
7	3	0.001992	7783.06	15782.13	982.88	$0.0107 \leq 0.09 \checkmark$

Kat	h (m)	Δ_{ort} (m)	W_i (kN)	ΣW_{i-n} (kN)	V_i (kN)	$\Theta_i = (W_i \times \Delta_i) / (V_i \times h_i)$
EY-						
6	3	0.002658	7783.06	23565.19	1319.22	$0.0158 \leq 0.09$ ✓
5	3	0.003223	7783.06	31348.25	1599.50	$0.0211 \leq 0.09$ ✓
4	3	0.003670	7783.06	39131.31	1823.72	$0.0262 \leq 0.09$ ✓
3	3	0.003950	7783.06	46914.38	1991.89	$0.0310 \leq 0.09$ ✓
2	3	0.003855	7783.06	54697.44	2104.00	$0.0334 \leq 0.09$ ✓
1	3	0.002383	7783.06	62480.50	2160.05	$0.0230 \leq 0.09$ ✓

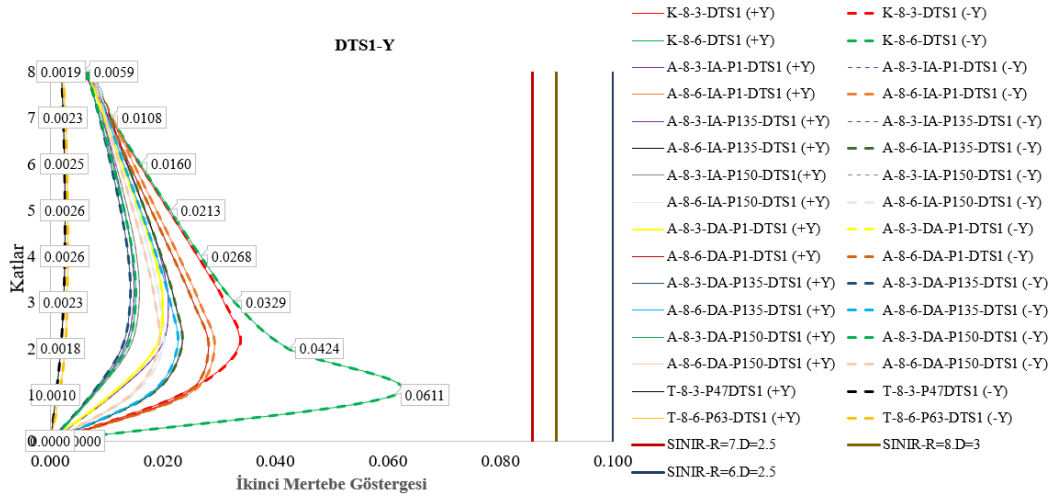
Tüm bina modellerinin DTS1 ve DTS4 için X ve Y doğrultularında belirlenen ikinci mertebe etkileri Şekil 3.16, Şekil 3.17, Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’da verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi X ve Y doğrultularında maksimum ikinci mertebe etkileri DTS1 ve DTS4 için K-8-6-DTS1(+X) ve K-8-6-DTS1(-X) bina modellerinde meydana gelmektedir. Buradan açıkça görüldüğü gibi zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde ikinci mertebe etkileri artmaktadır. Buna karşın en düşük değerler ise T-8-3-P47-DTS1(+X) ve T-8-3-P47-DTS1(-X) bina modellerinde elde edilmiştir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması ikinci mertebe etkilerinde azalmaya neden olmaktadır. Hesaplanan ikinci mertebe etkileri yönetmelikte belirtilen sınırlar içerisinde kaldığından dolayı dikkate alınmamış ve dayanıma göre tasarımda iç kuvvetlere katkısı ihmal edilmiştir.



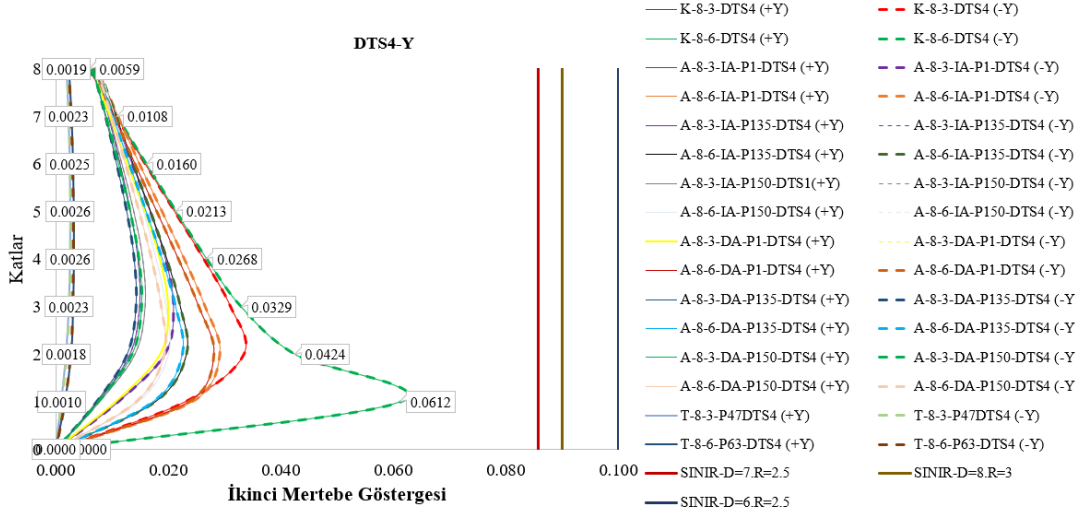
Şekil 3.16. Yapı modellerinin DTS1-X doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.



Şekil 3.17. Yapı modellerinin DTS4-X doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.



Şekil 3.18. Yapı modellerinin DTS1-Y doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.



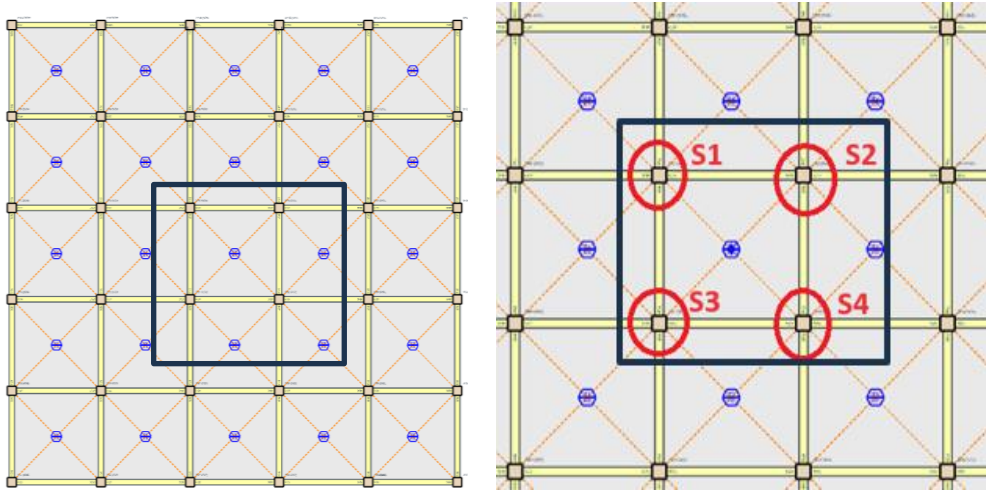
Şekil 3.19. Yapı modellerinin DTS4-Y doğrultusu için elde edilen ikinci mertebe etkilerinin kontrolü.

3.13. KESME KUVVETİ VE EĞİLME MOMENTİ

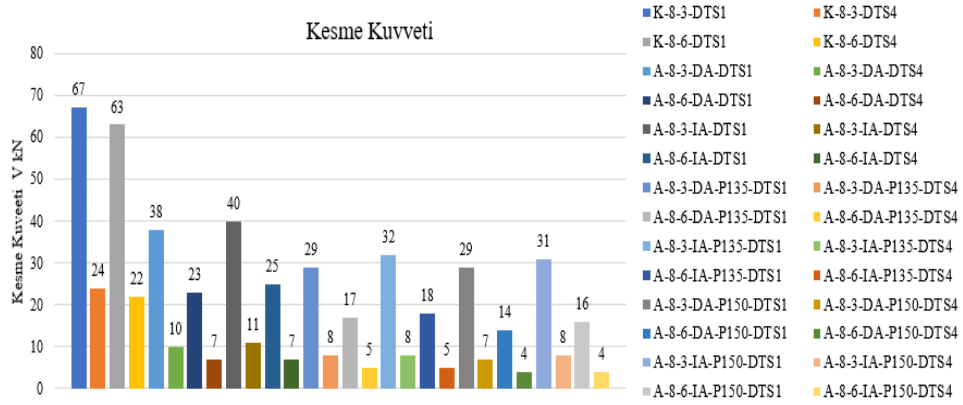
Betonarme bina modellerinde dikkate alınana parametreler etkisinde meydana gelecek kesme kuvveti ve eğilme momenti değişimlerinin belirlenmesi için tüm binalarda birinci katta her kat planında orta akslarda yer alan 4 adet kolon belirlenmiştir. Belirlenen kolonların kat planlarındaki yerleşimleri Şekil 3.20 de sunulmuştur. Kolonlara ait kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin maksimumları dikkate alınmış ve Şekil 3.21 ve Şekil 3.22 de sunulmuştur.

Şekil 3.21 de görüldüğü üzere bina modellerinde kolonlarda meydana gelen kesme kuvvetleri dayanıma göre tasarımda zemin kat yüksekliği arttıkça azalmaktadır. Her iki deprem tasarım sınıfı içinde en yüksek kesme kuvveti değerleri çerçeveli sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1 de oluşan kesme kuvveti değerleri DTS4 de elde edilenlerin yaklaşık 3 katı kadardır. A-8-6-DA-P150-DTS1 ve A-8-6-DA-P150-DTS4 bina modellerinde en düşük kesme kuvvetleri sırasıyla 14 kN ve 4 kN olarak belirlenmiştir. Buradan hareketle bina modellerinde perde duvar oranı artışına bağlı olarak kolonlara aktarılan kesme kuvveti değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Perde duvarların yerleşimine bağlı olarak yapılan değerlendirmede dış akslarda perde yerleşiminin daha ele alınan kolonlarda küçük kesme kuvvetlerine neden olduğu belirlenmiştir.

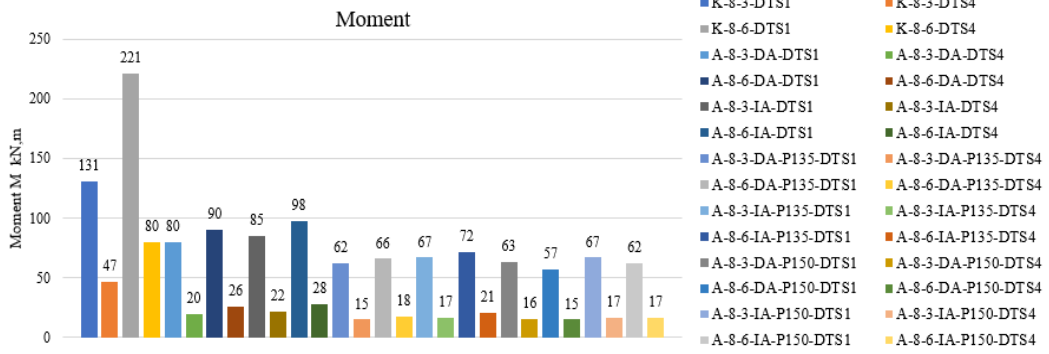
Şekil 3.22 de görüldüğü üzere bina modellerinde kolonlarda meydana gelen eğilme momentleri dayanıma göre tasarımda zemin kat yüksekliği arttıkça artmaktadır. Her iki deprem tasarım sınıfı içinde en yüksek eğilme momenti değerleri çerçevesi sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1 de oluşan eğilme momenti değerleri DTS4 de elde edilenlerin yaklaşık 4 katı kadardır. A-8-6-DA-P150-DTS1 ve A-8-6-DA-P150-DTS4 bina modellerinde en düşük eğilme momentleri sırasıyla 57 kNm ve 15 kNm olarak belirlenmiştir. Eğilme momentlerinde meydana gelen en büyük değişim çerçevesi sistemler ve %1 perde duvar oranına sahip sistemler arasında gerçekleşmiştir. Perde duvar oranı arttıkça azalma eğilimi gözlemlense de aralarında ki fark asgari düzeyde kalmıştır. Perde duvarların yerleşimine bağlı olarak yapılan değerlendirmede dış akslarda perde yerleşiminin daha küçük eğilme momentlerine neden olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.20. Kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlendirmesinde dikkate alınan kolonların kat planında yerleşimi.



Şekil 3.21. Bina modellerinin DGT için elde edilen kesme kuvvet değerleri.

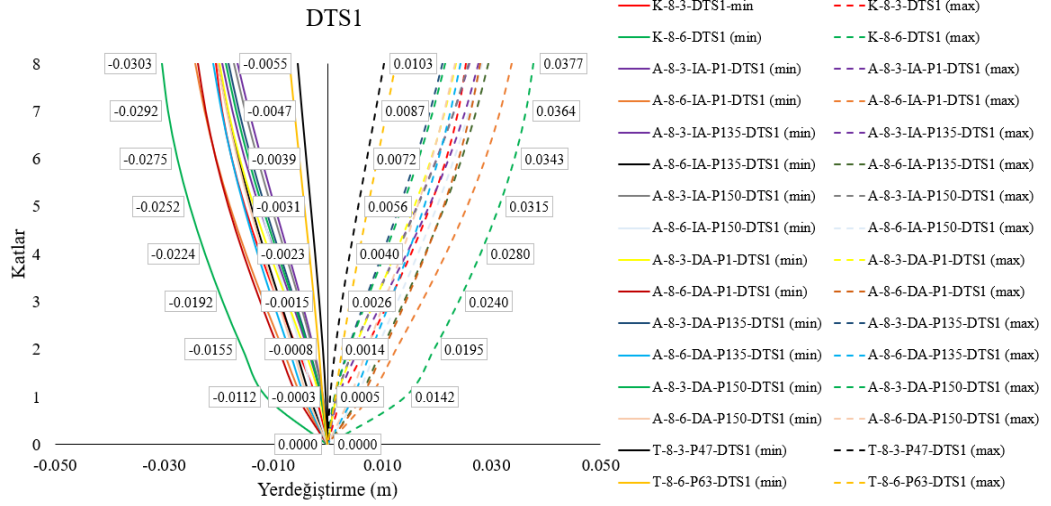


Şekil 3.22. Bina modellerinin DGT için elde edilen eğilme momenti değerleri.

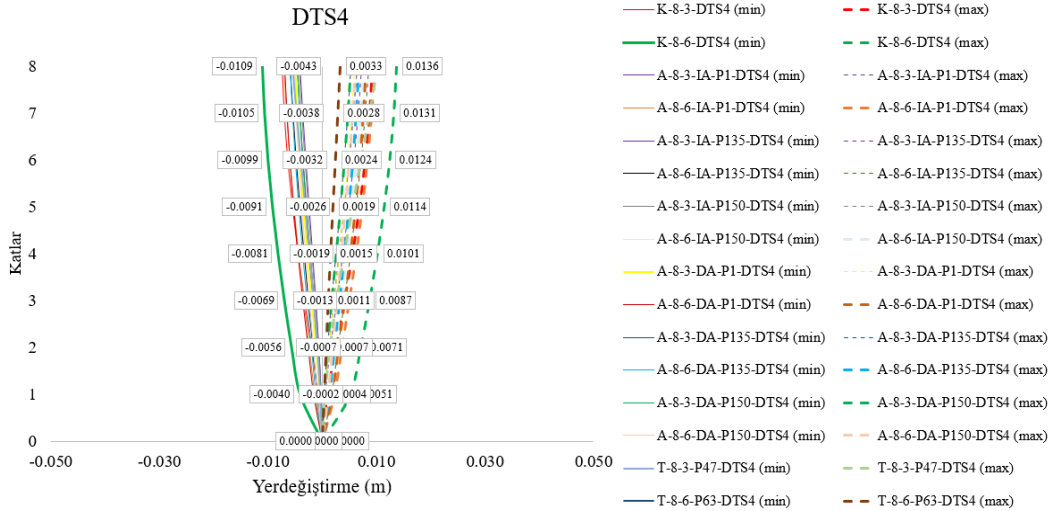
3.14. KAT YERDEĞİŞTİRME KONTROLÜ

Betonarme bina modeli için hesaplanan kat yerdeğiştirme bina modellerini kapsayacak şekilde belirlenmiş ve hesabı aşağıda sunulmuştur. Tüm bina modellerinin DTS1 ve DTS4 için X ve Y doğrultularında belirlenen kat yerdeğiştirme Şekil 3.23, Şekil 3.24, Şekil 3.25 ve Şekil 3.26'da verilmiştir. Şekillerden de görüldüğü gibi X ve Y doğrultularında maksimum kat yerdeğiştirme DTS1 ve DTS4 için K-8-6-DTS1(max) ve K-8-6-DTS4(max) bina modellerinde meydana gelmektedir. Buradan açıkça görüldüğü gibi zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde kat yerdeğiştirmeleri artmaktadır. Buna karşın en düşük değerler ise T-8-3-P47-DTS1(max) ve T-8-3-P47-DTS4(max) bina modellerinde elde edilmiştir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması kat yerdeğiştirmelerinde azalmaya

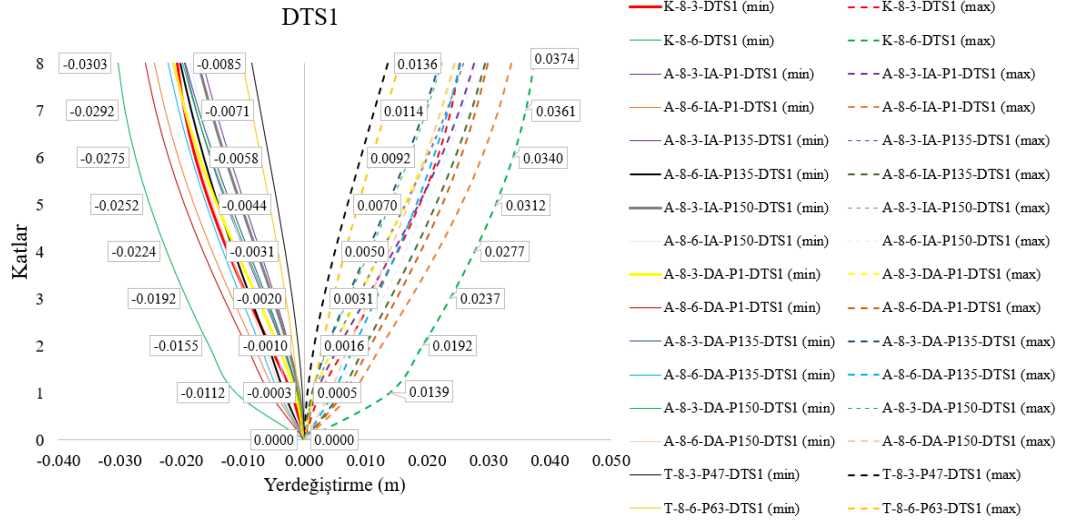
neden olmaktadır. Perde duvar yerleşiminin iç akslarda yer alması dış akslara kıyasla daha büyük tepe noktası yer değiştirmelerine neden olmaktadır. Perde duvar oranı %1,35 ve %1,50 olan modellerin tepe noktası yer değiştirmesi çerçevesi sistemlere kıyasla sırasıyla %18 ve %15 daha az olarak belirlenmiştir.



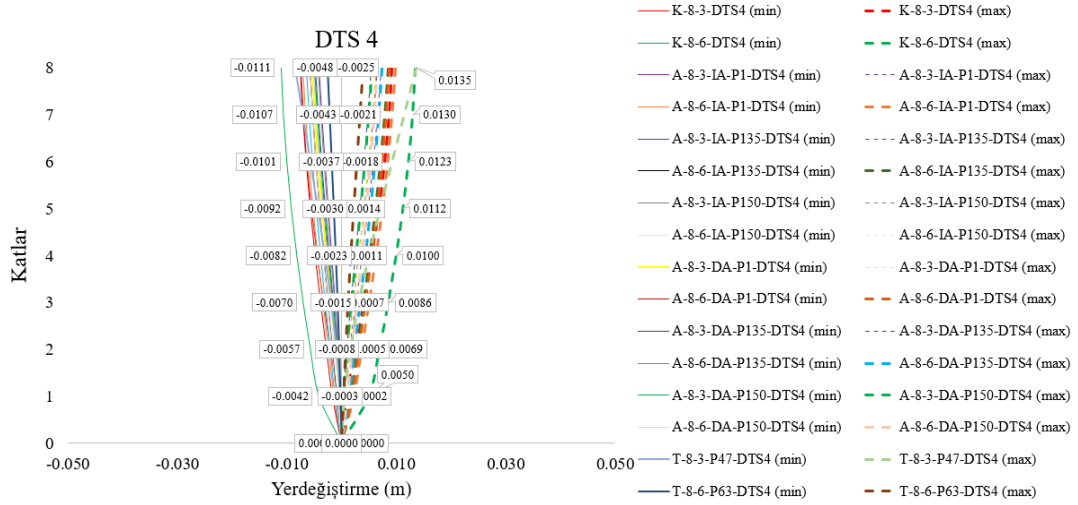
Şekil 3.23. Yapı modellerinin DTS1-X doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.



Şekil 3.24. Yapı modellerinin DTS4-X doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.



Şekil 3.25. Yapı modellerinin DTS1-Y doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.



Şekil 3.26. Yapı modellerinin DTS4-Y doğrultusu için elde edilen kat yerdeğiştirme kontrolü.

3.15. TAŞIYICI SİSTEM ELEMANLARININ DONATI DETAYLARI

TBDY2018 de belirtilen kriterler doğrultusunda çalışma kapsamında tercih edilen tüm taşıyıcı sistemlere ait dayanıma göre tasarım aşaması gerçekleştirilmiş ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi altında Kontrollü Hasar (KH) performans hedefi

sağlanmıştır. Bu aşamada elde edilen taşıyıcı sistem elemanlarının donatı detayları tüm bina modelleri için aşağıda sunulmuştur (Şekil 3.27-Şekil 3.42). PROTASTRUCTURE yazılımıyla gerçekleştirilen yapısal analizler sonucunda bina modellerinde kolonlarda %1.29 donatı oranının yeterli olduğu belirlenmiştir.

BÖLÜM 4

ŞEKİL DEĞİŞTİRMEYE GÖRE DEĞERLENDİRME VE TASARIM

Çalışmanın bu kısmında dayanıma göre tasarlanan betonarme bina modellerinin şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarımı gerçekleştirilmiştir. Şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım aşamasında iki tip deprem yer hareketi düzeyi dikkate alınmış olup bunlar DD1 (göz önüne alınan en büyük deprem) ve DD3 (sık deprem) deprem yer hareketi düzeyidir. Bina modellerinin bahse konu deprem etkileri altında tek modlu itme yöntemi kullanılarak doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler sunulmuştur.

Tek modlu itme analizinde yığılı plastik mafsallı davranış modeli dikkate alınmıştır. Kolon ve kirişlerde plastik mafsallar net açıklıklarının uçlarına, perde duvarlarda ise her katta perde kesiminin alt ucuna konulmuştur. Taşıyıcı sistem elemanlarının kapasiteleri için beklenen (ortalama) malzeme dayanımları kullanılmıştır (Çizelge 5.1). Kolon, kiriş ve perde duvarlar çubuk eleman olarak modellenmiş ve kesit özelliklerinin belirlenmesinde etkin kesit rijitlikleri dikkate alınmıştır.

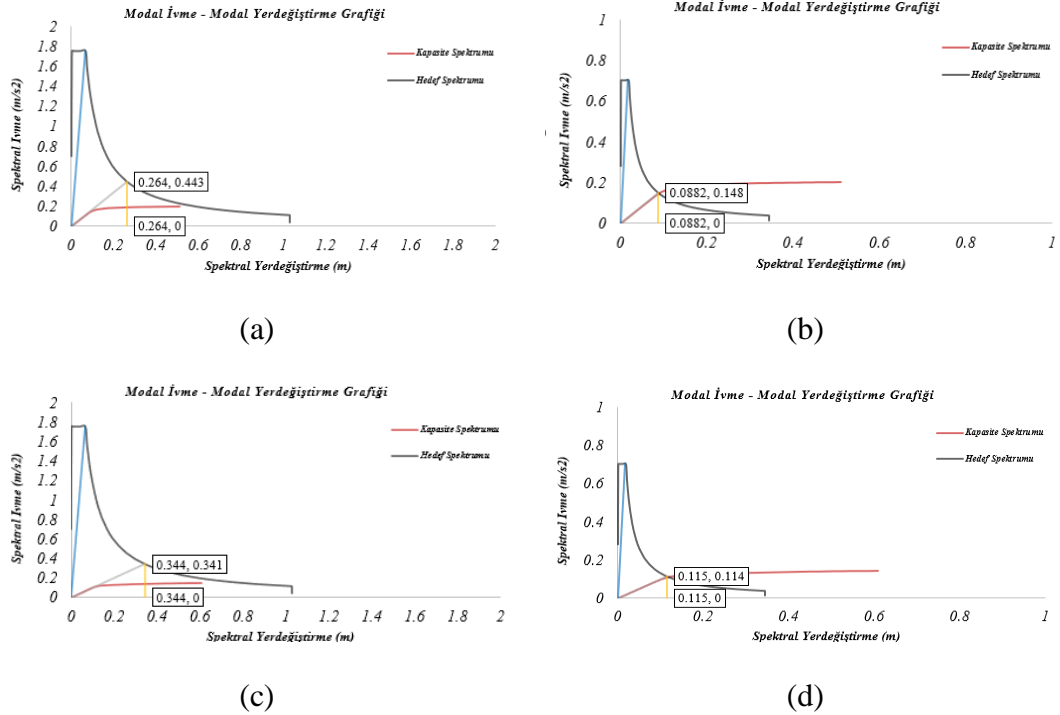
Çizelge 4.1. Beklenen (Ortalama) Malzeme dayanımları.

Beton	$f_{ce} = 1.3 f_{ck}$
Donatı çeliği	$f_{ye} = 1.2 f_{yk}$

4.1. TEK MODLU İTME YÖNTEMİYLE MODAL YER DEĞİŞTİRME İSTEMİNİN HESABI

DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları K-8-3-DTS1, K-8-3-DTS4, K-8-6-DTS1 ve K-8-6-DTS4 için Şekil 4.1’de verilmiştir. K-8-3-DTS1

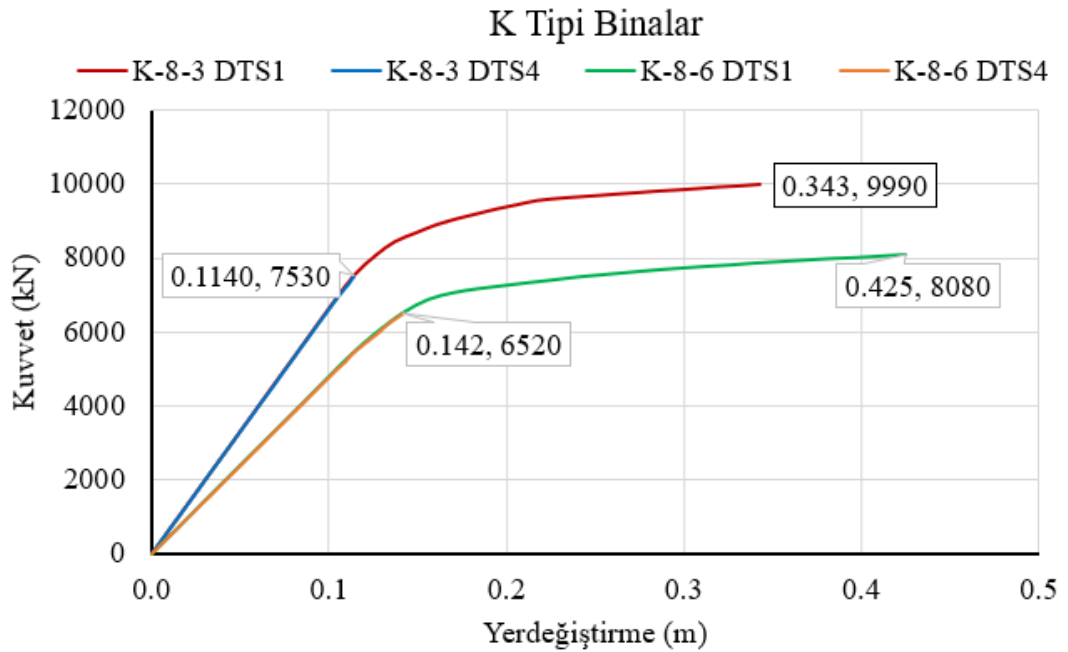
için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.264m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.240$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. K-8-3-DTS4 diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0882 m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.240$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. K-8-6-DTS1 diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.344 m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.615$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. K-8-6-DTS4 diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.115 m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.615$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



Şekil 4.1. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) K-8-3-DTS1 b) K-8-3-DTS4 c) K-8-6-DTS1 d) K-8-6-DTS4.

K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen itme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.2’de sunulmuştur. K-8-3 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 9990 kN ve 0.343 m, 7530 kN ve 0.1145 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile

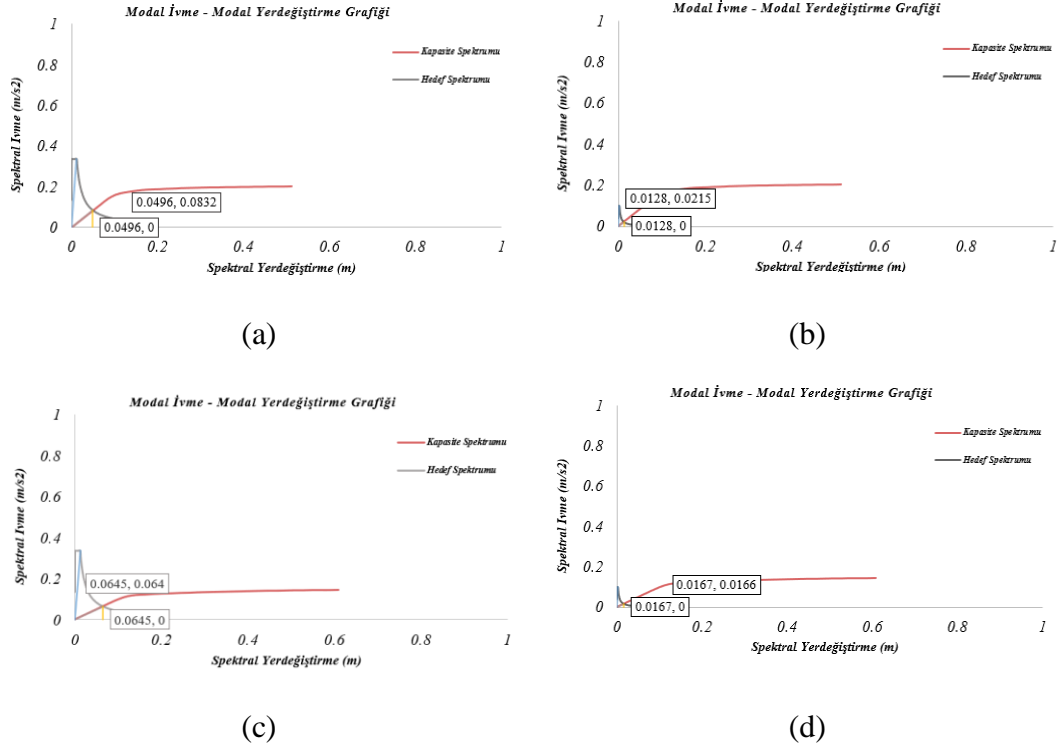
kıyaslandığında göçme yükünde %32 oranında bir artış olduğu görülmektedir. K-8-6 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 8080 kN ve 0.425 m, 6520 kN ve 0.142 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %24 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de K-8-6 IA elde edilen göçme yükü K-8-3 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %24 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %15 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.2. DD1 yer hareketi etkisinde K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları K-8-3-DTS1, K-8-3-DTS4, K-8-6-DTS1 ve K-8-6-DTS4 için Şekil 4.3’de verilmiştir. K-8-3-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0496m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.240$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. K-8-3-DTS4 diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0128 m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.240$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. K-8-6-DTS1

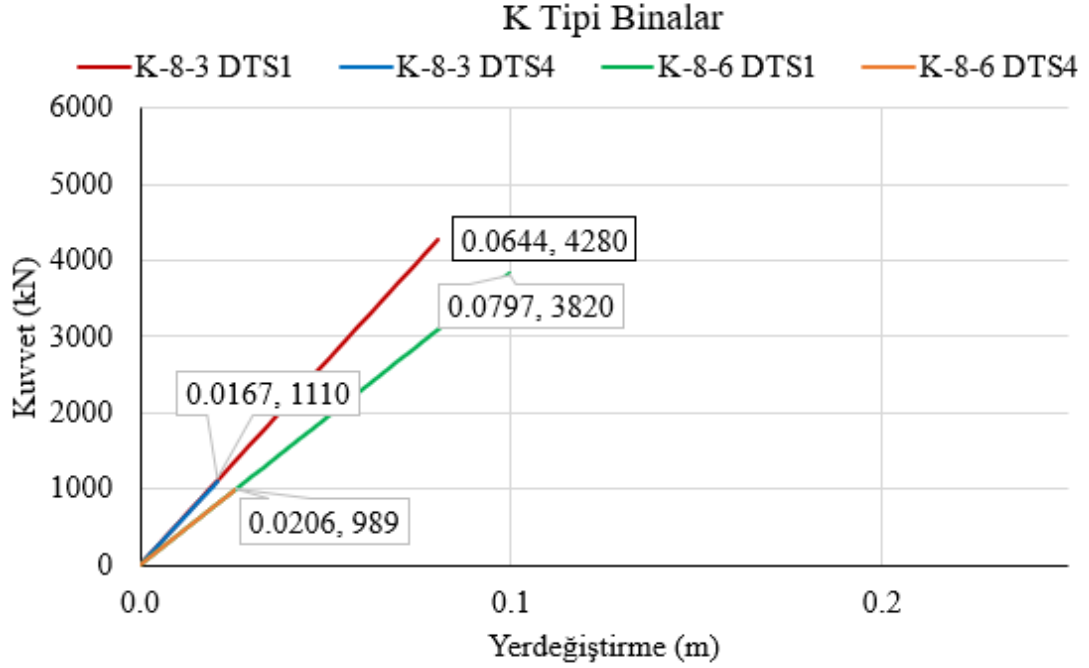
diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0645m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.615$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. K-8-6-DTS4 diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0167m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.615$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



Şekil 4.3. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) K-8-3-DTS1 b) K-8-3-DTS4 c) K-8-6-DTS1 d) K-8-6-DTS4.

K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen itme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.4’de sunulmuştur. K-8-3 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4280 kN ve 0.0644m, 1110 kN ve 0.0167m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %285 oranında bir artış olduğu görülmektedir. K-8-6 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 3820 kN ve 0.0797 m, 989 kN ve 0.0206 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %286 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de K-8-6’de elde

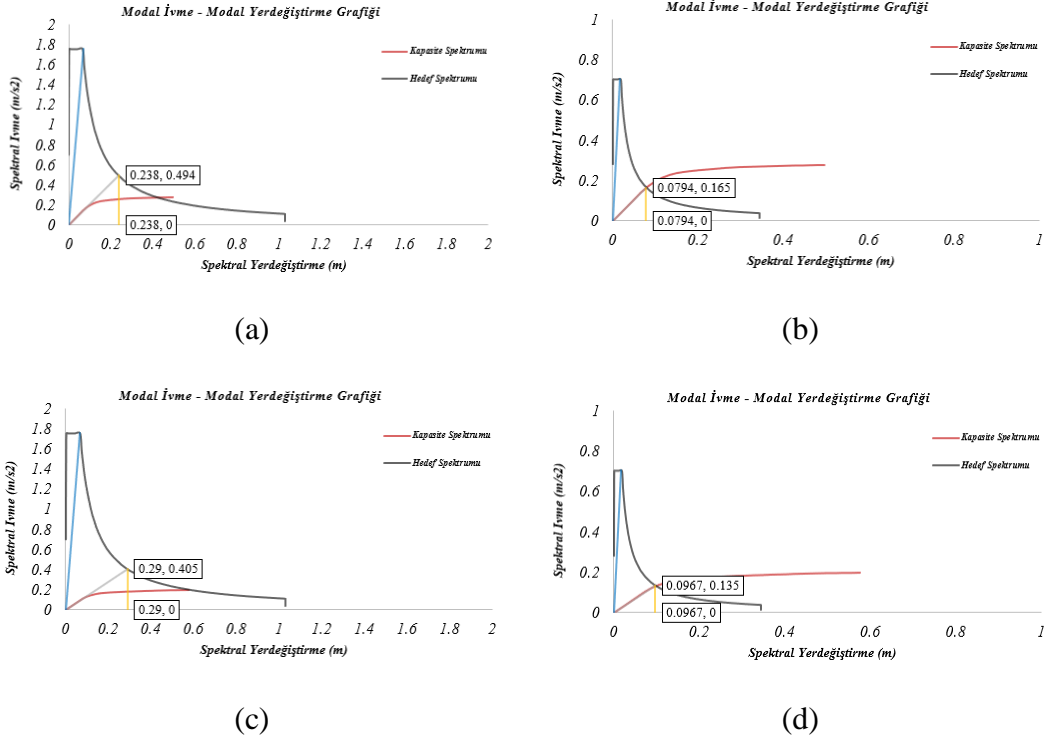
edilen göçme yükü K-8-3'de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %12 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %12 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.4. DD3 yer hareketi etkisinde K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin itme eğrileri.

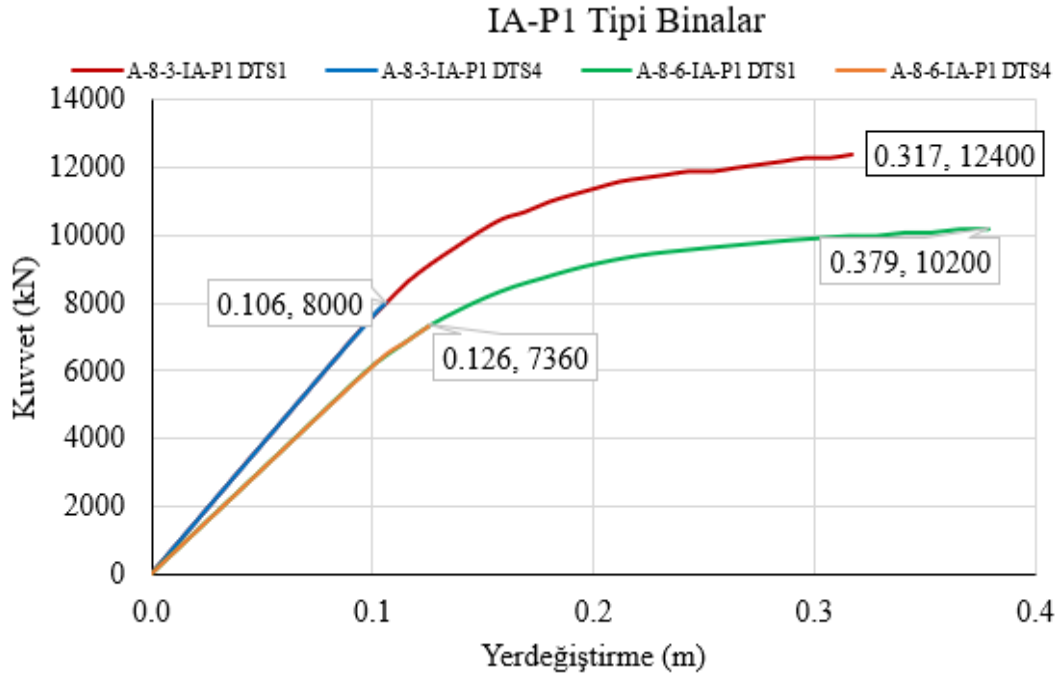
DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-IA-P1-DTS1, A-8-3-IA-P1-DTS4, A-8-6-IA-P1-DTS1 ve A-8-6-IA-P1-DTS4 için Şekil 4.5'de verilmiştir. A-8-3-IA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.238m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.033$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-IA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0794 m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.033$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.29m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.277$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini

kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0967m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.277$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



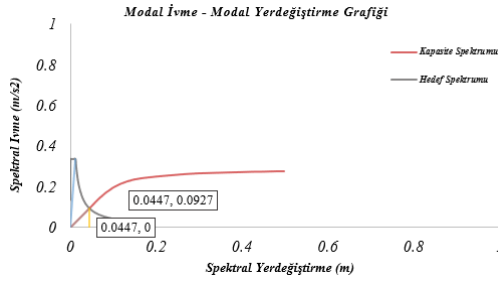
Şekil 4.5. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P1-DTS1 b) A-8-3-IA-P1-DTS4 c) A-8-6-IA-P1-DTS1 d) A-8-6-IA-P1-DTS4.

A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.6’da sunulmuştur. A-8-3-IA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 12400 kN ve 0.317m, 8000 kN ve 0.0160m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %55 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 10200 kN ve 0.379m, 7360 kN ve 0.126 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %38 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-IA-P1’de elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P1’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %21 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %8 olarak belirlenmiştir.

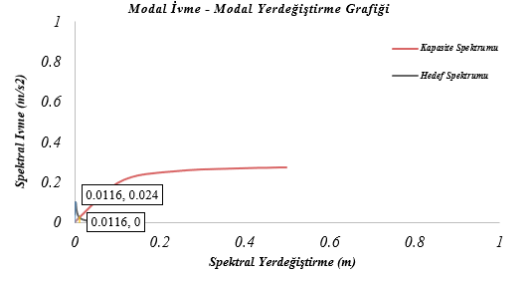


Şekil 4.6. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin itme eğrileri.

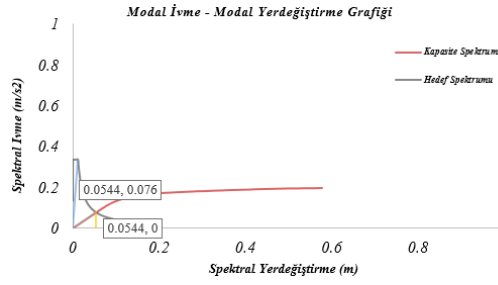
DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-IA-P1-DTS1, A-8-3-IA-P1-DTS4, A-8-6-IA-P1-DTS1 ve A-8-6-IA-P1-DTS4 için Şekil 4.7’de verilmiştir. A-8-3-IA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0447m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.033$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-IA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0116m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.033$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0544m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.277$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0129m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.277$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



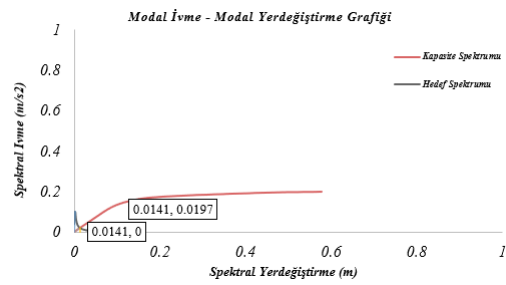
(a)



(b)



(c)

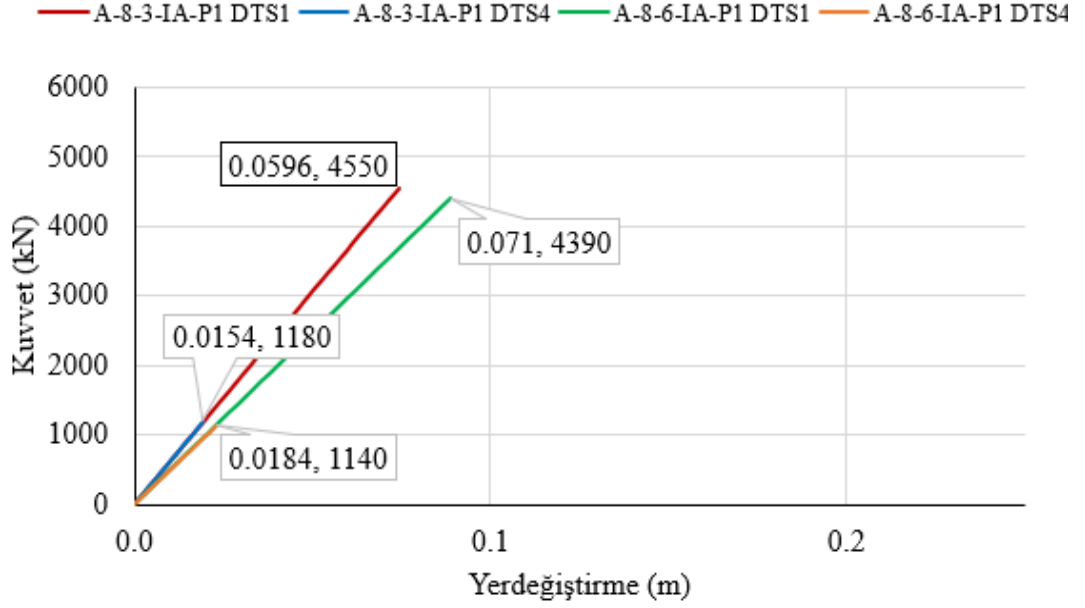


(d)

Şekil 4.7. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P1-DTS1 b) A-8-3-IA-P1-DTS4 c) A-8-6-IA-P1-DTS1 d) A-8-6-IA-P1-DTS4.

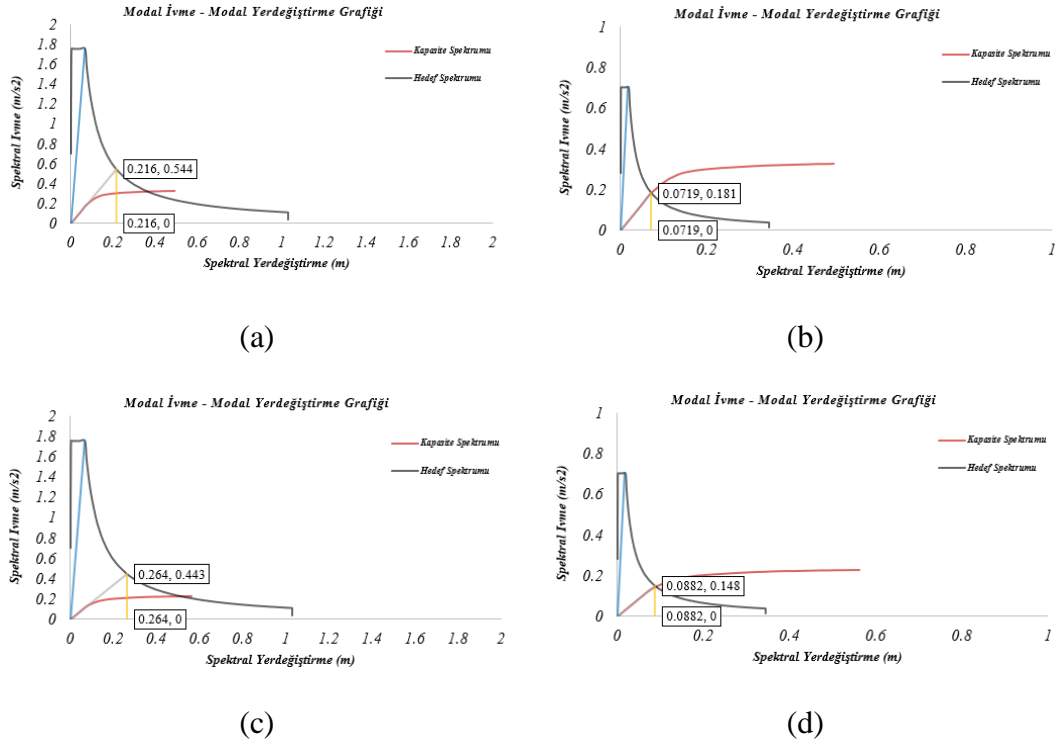
A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.8’de sunulmuştur. A-8-3-IA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4550 kN ve 0.0596m, 1180 kN ve 0.0154m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %285 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4390 kN ve 0.071m, 1140kN ve 0.0184 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %285 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-IA-P1’de elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P1’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %3 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %3 olarak belirlenmiştir.

IA-P1 Tipi Binalar



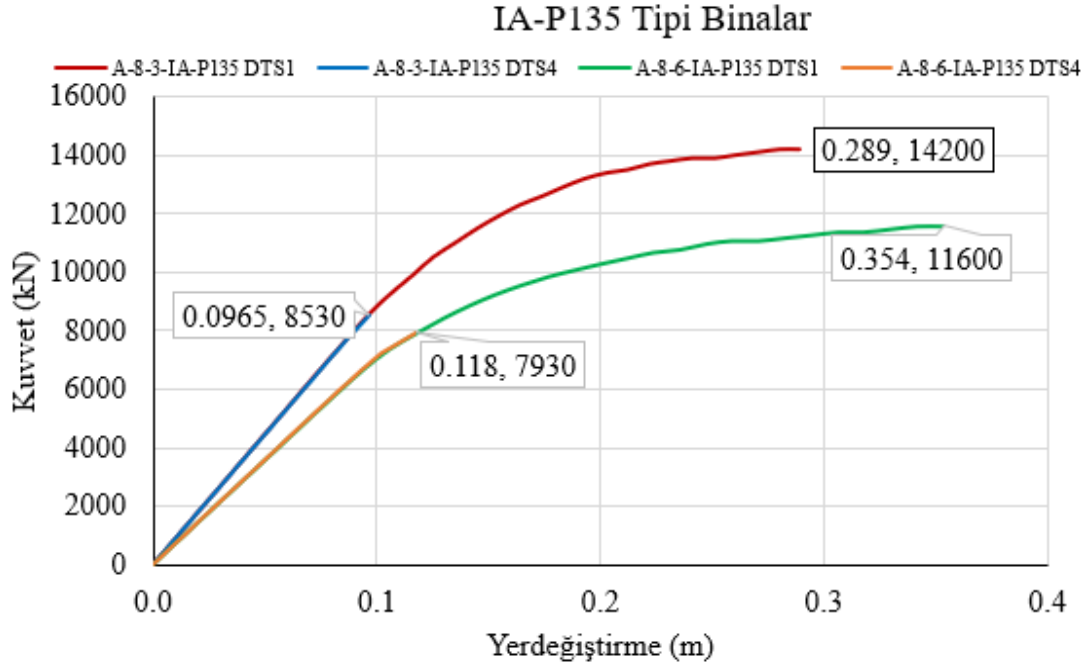
Şekil 4.8. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin itme eğrileri.

DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-IA-P135-DTS1, A-8-3-IA-P135-DTS4, A-8-6-IA-P135-DTS1 ve A-8-6-IA-P135-DTS4 için Şekil 4.9'da verilmiştir. A-8-3-IA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.216m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.033$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-IA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0719m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.898$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.264m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.161$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0882m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.161$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



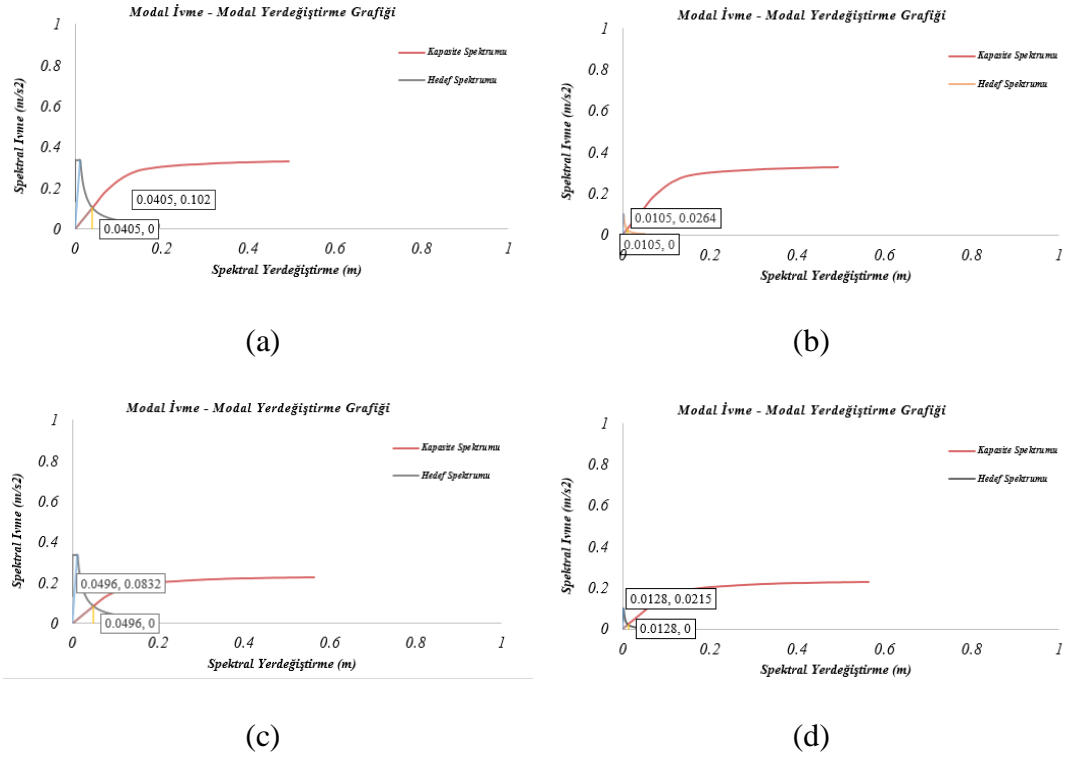
Şekil 4.9. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P135-DTS1 b) A-8-3-IA-P135-DTS4 c) A-8-6-IA-P135-DTS1 d) A-8-6-IA-P135-DTS4.

A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.10'da sunulmuştur. A-8-3-IA-P135 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 14200 kN ve 0.289m, 8530 kN ve 0.0965m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %66 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P135 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 11600kN ve 0.354m, 7930kN ve 0.118m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %46 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-IA-P135'de elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P135'de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %22 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %7 olarak belirlenmiştir.



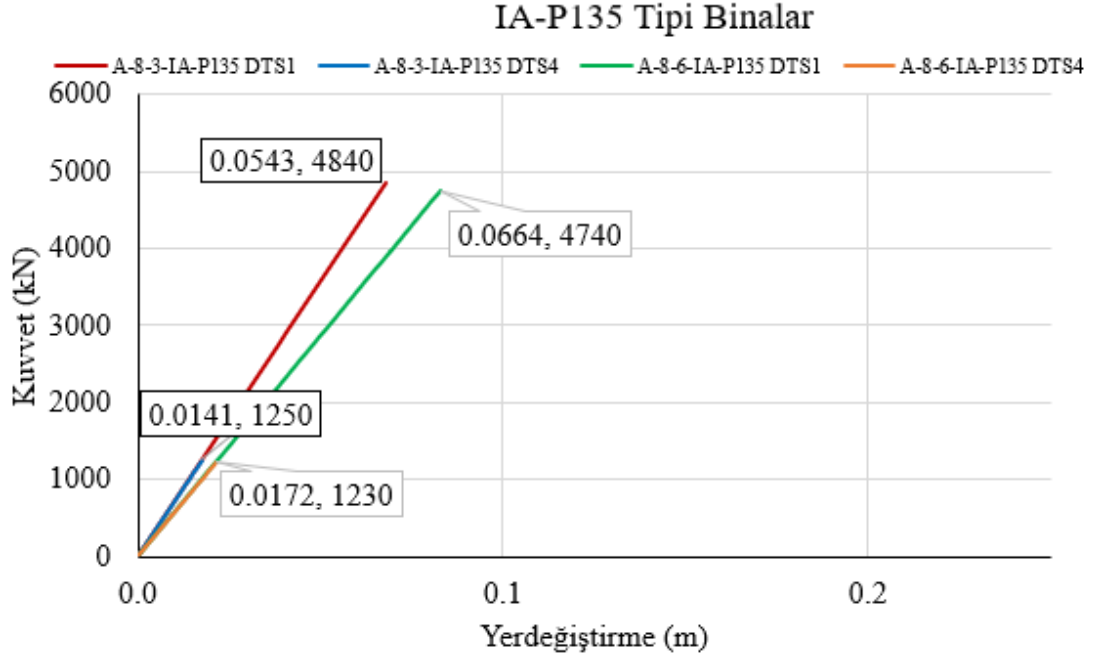
Şekil 4.10. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-IA-P135-DTS1, A-8-3-IA-P135-DTS4, A-8-6-IA-P135-DTS1 ve A-8-6-IA-P135-DTS4 için Şekil 4.11’de verilmiştir. A-8-3-IA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0405m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=0.898$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-IA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0105m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=0.898$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0496m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.161$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0128m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.161$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



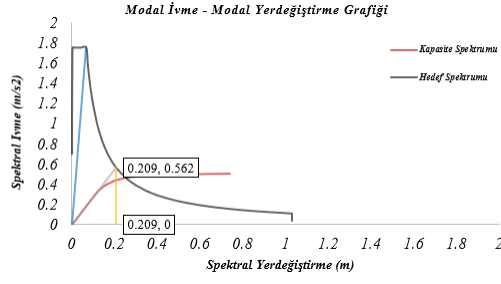
Şekil 4.11. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P135-DTS1 b) A-8-3-IA-P135-DTS4 c) A-8-6-IA-P135-DTS1 d) A-8-6-IA-P135-DTS4.

A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.12’de sunulmuştur. A-8-3-IA-P135 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4840 kN ve 0.0543m, 1250kN ve 0.0141m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %287 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P135 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4740kN ve 0.0664m, 1230kN ve 0.0172 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %285 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-IA-P135’de elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P135’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %2 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %2 olarak belirlenmiştir.

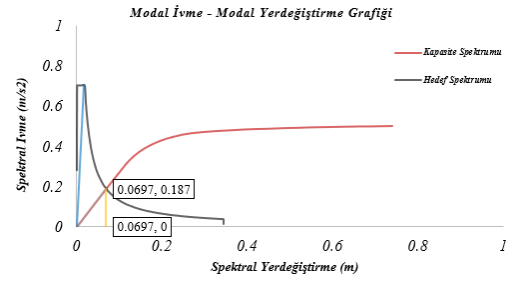


Şekil 4.12. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.

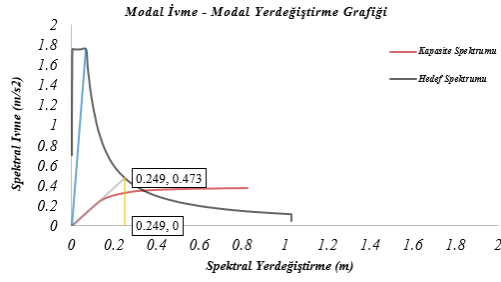
DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-IA-P150-DTS1, A-8-3-IA-P150-DTS4, A-8-6-IA-P150-DTS1 ve A-8-6-IA-P150-DTS4 için Şekil 4.13’de verilmiştir. A-8-3-IA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.209m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=0.918$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-IA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0697m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.918$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0249m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.091$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0828m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.091$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



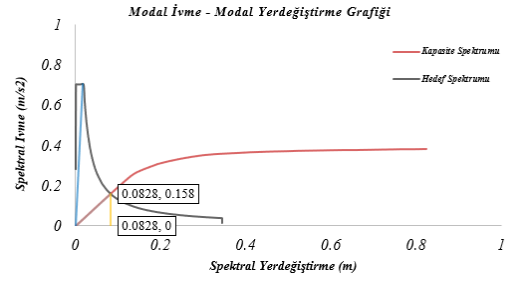
(a)



(b)



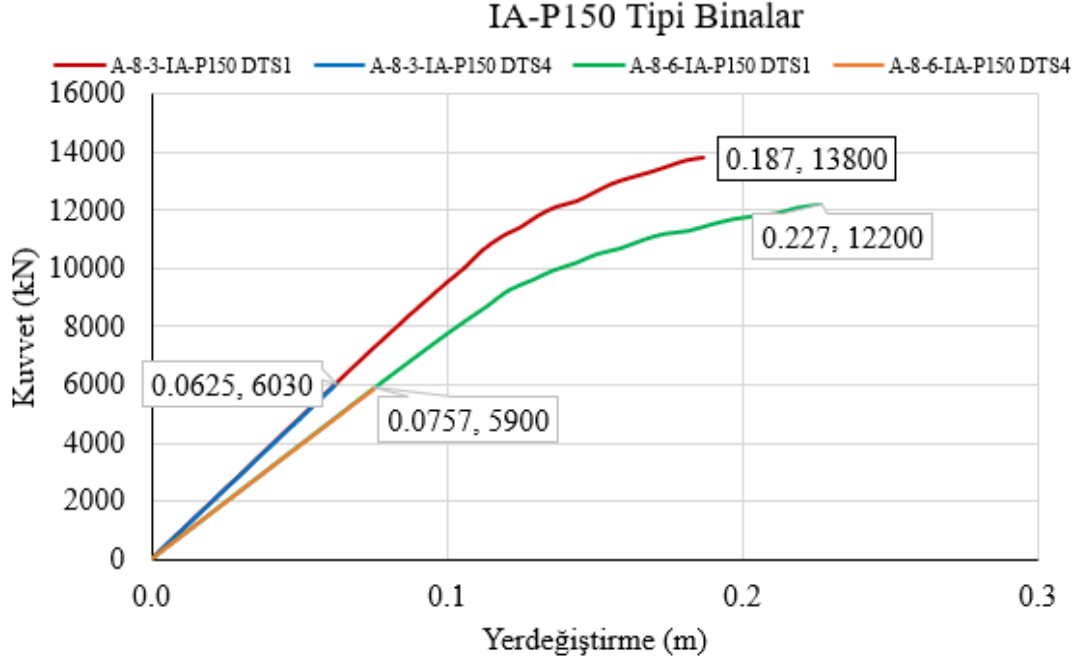
(c)



(d)

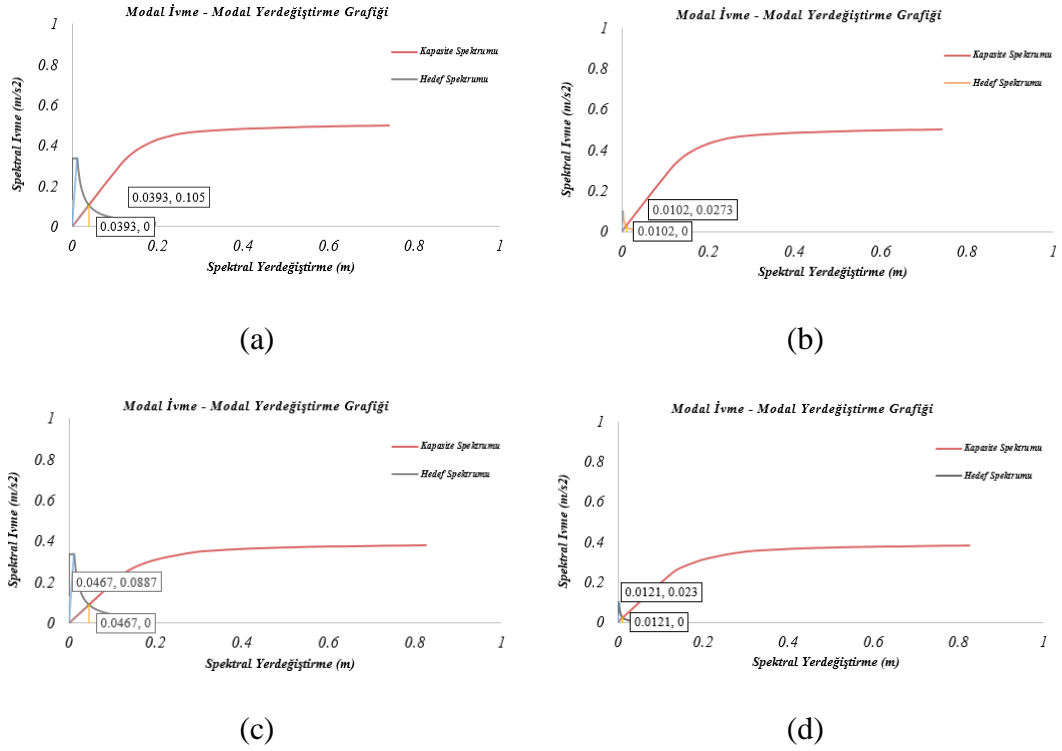
Şekil 4.13. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P150-DTS1 b) A-8-3-IA-P150-DTS4 c) A-8-6-IA-P150-DTS1 d) A-8-6-IA-P150-DTS4.

A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.14’de sunulmuştur. A-8-3-IA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 13800 kN ve 0.187m, 6030kN ve 0.0625m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %128 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 1220kN ve 0.227m, 5900kN ve 0.0757 m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %106 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-IA-P150’de elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P150’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %13 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %2 olarak belirlenmiştir.



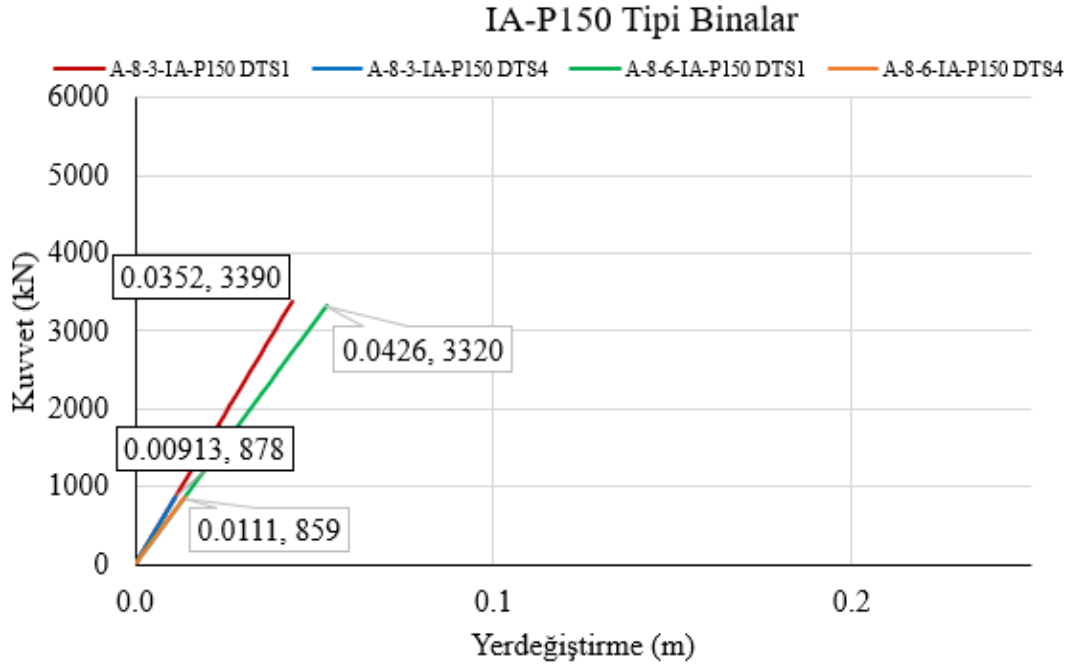
Şekil 4.14. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-IA-P150-DTS1, A-8-3-IA-P150-DTS4, A-8-6-IA-P150-DTS1 ve A-8-6-IA-P150-DTS4 için Şekil 4.15’de verilmiştir. A-8-3-IA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0393m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=0.918$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-IA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0102m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=0.918$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0887m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.091$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-IA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0121m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.091$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



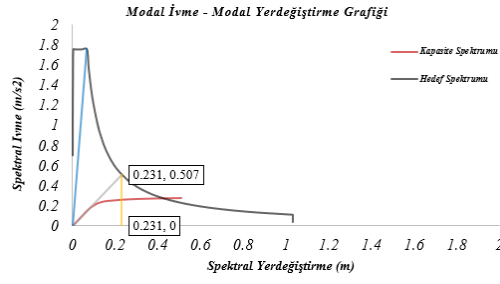
Şekil 4.15. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-IA-P150-DTS1 b) A-8-3-IA-P150-DTS4 c) A-8-6-IA-P150-DTS1 d) A-8-6-IA-P150-DTS4.

A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.16’da sunulmuştur. A-8-3-IA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 3390 kN ve 0.0352m, 878kN ve 0.0913m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %286 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 3320kN ve 0.0426m, 859kN ve 0.0111m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %286 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-IA-P150’de elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P150’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %2 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %2 olarak belirlenmiştir.

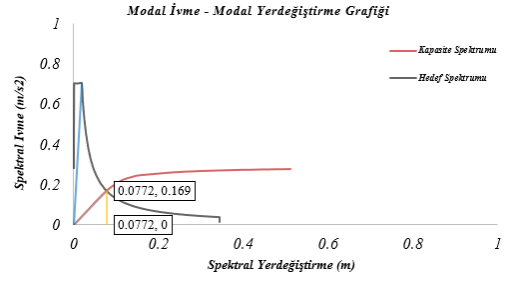


Şekil 4.16. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.

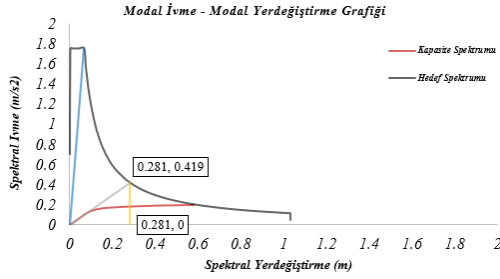
DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-DA-P1-DTS1, A-8-3-DA-P1-DTS4, A-8-6-DA-P1-DTS1 ve A-8-6-DA-P1-DTS4 için Şekil 4.17’de verilmiştir. A-8-3-DA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.231m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=0.968$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-DA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0772m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.968$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0281m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.215$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0937m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.215$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



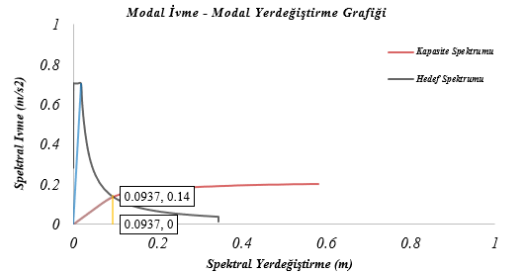
(a)



(b)



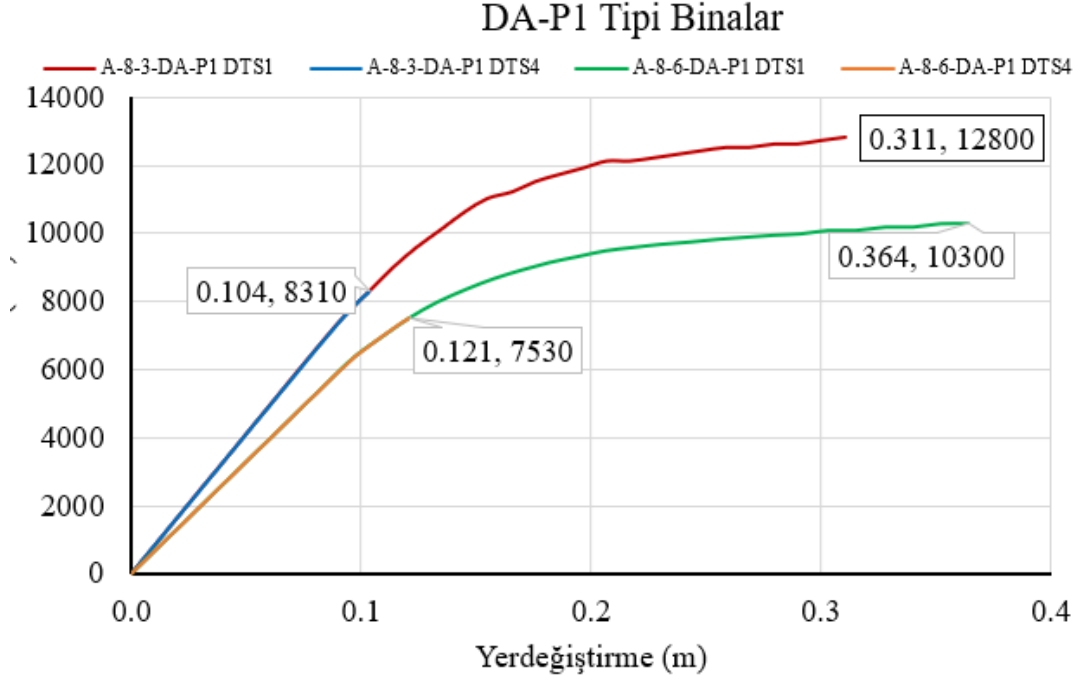
(c)



(d)

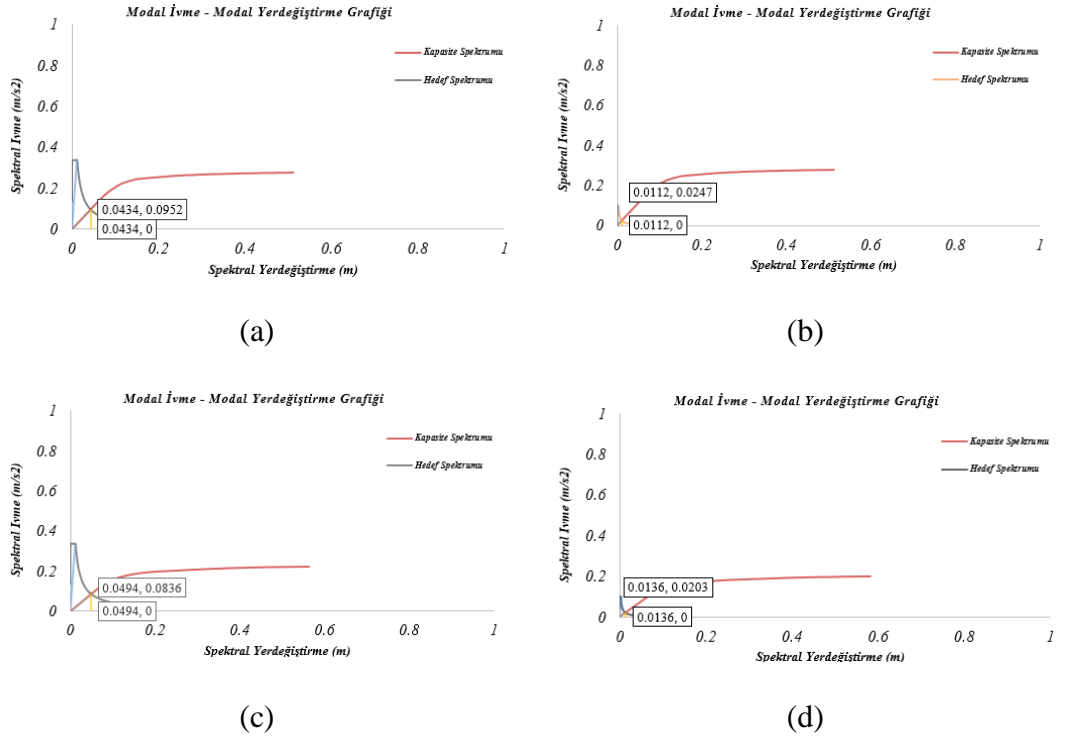
Şekil 4.17. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P1-DTS1 b) A-8-3-DA-P1-DTS4 c) A-8-6-DA-P1-DTS1 d) A-8-6-DA-P1-DTS4.

A-8-3-DA-P1 ve A-8-6-DA-P1 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.18’de sunulmuştur. A-8-3-DA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 12800 kN ve 0.311m, 8310kN ve 0.104m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %54 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 10300 kN ve 0.364m, 7530 kN ve 0.121m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %36 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-DA-P1’de elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P1’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %24 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %10 olarak belirlenmiştir.



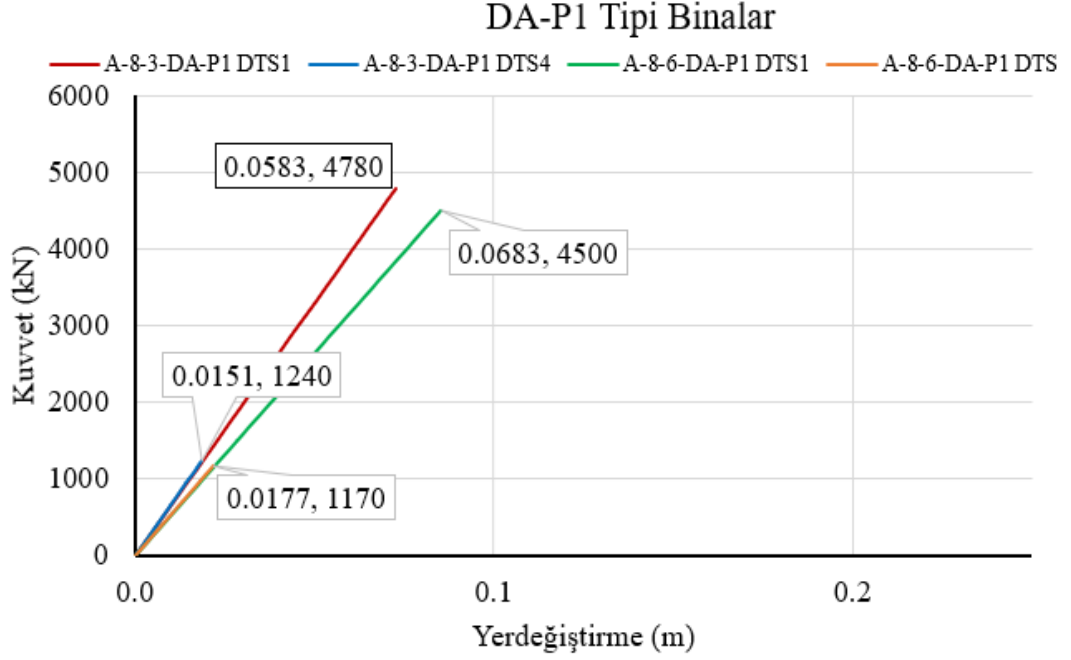
Şekil 4.18. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-DA-P1-DTS1, A-8-3-DA-P1-DTS4, A-8-6-DA-P1-DTS1 ve A-8-6-DA-P1-DTS4 için Şekil 4.19’de verilmiştir. A-8-3-DA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0434m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=0.968$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-DA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0112m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=0.968$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P1-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0494m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.215$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P1-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0136m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.215$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



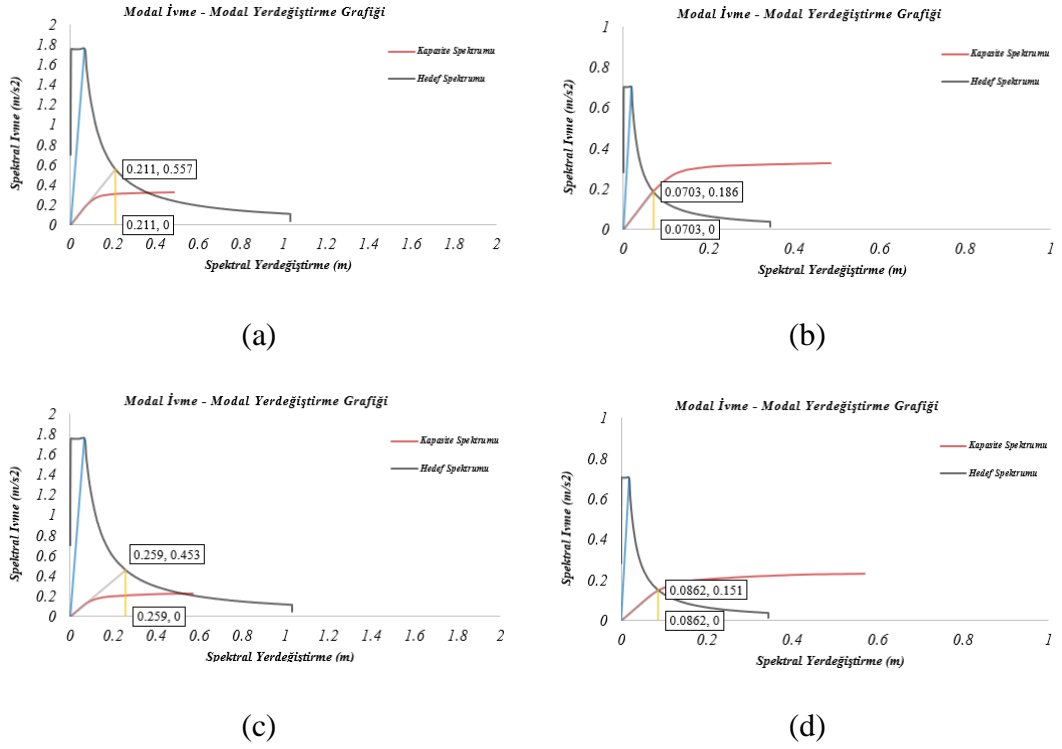
Şekil 4.19. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P1-DTS1 b) A-8-3-DA-P1-DTS4 c) A-8-6-DA-P1-DTS1 d) A-8-6-DA-P1-DTS4.

A-8-3-DA-P1 ve A-8-6-DA-P1 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.20’de sunulmuştur. A-8-3-DA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4780 kN ve 0.0583m, 1240kN ve 0.0151m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %285 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P1 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4500 kN ve 0.0683m, 1240kN ve 0.0177m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %262 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-DA-P1’de elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P1’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %6 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %6 olarak belirlenmiştir.



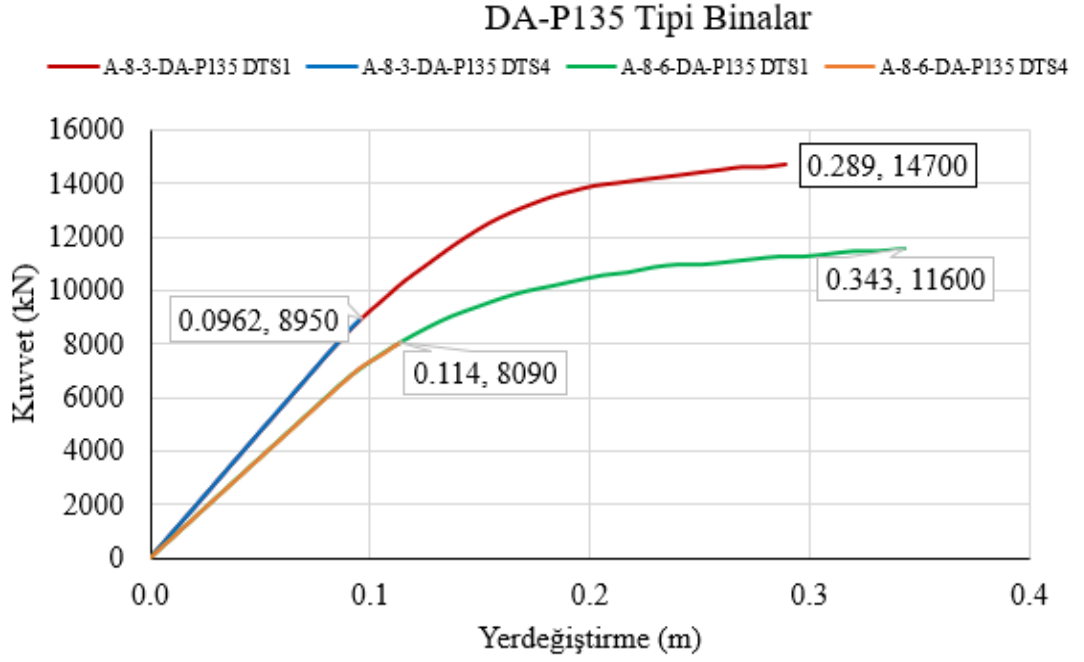
Şekil 4.20. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P1 ve A-8-6-DA-P1 bina modellerinin itme eğrileri.

DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-DA-P135-DTS1, A-8-3-DA-P135-DTS4, A-8-6-DA-P135-DTS1 ve A-8-6-DA-P135-DTS4 için Şekil 4.21’de verilmiştir. A-8-3-DA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.211m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=0.841$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-DA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0703m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.841$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.259m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.098$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0862m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=1.098$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



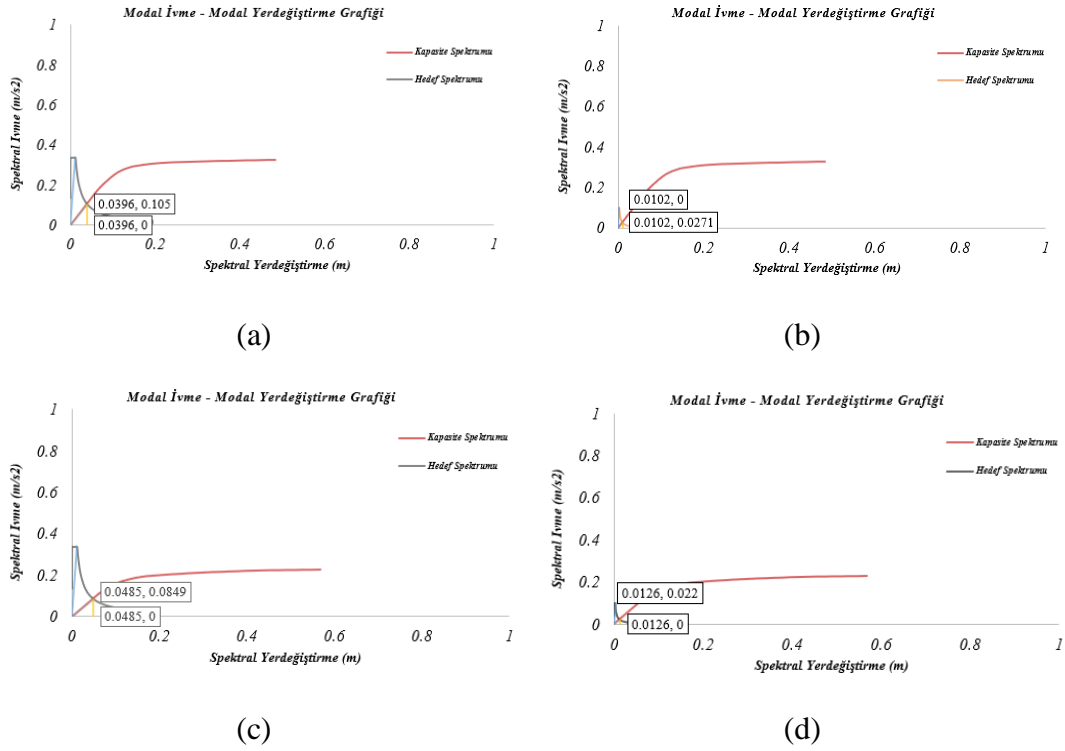
Şekil 4.21. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P135-DTS1 b) A-8-3-DA-P135-DTS4 c) A-8-6-DA-P135-DTS1 d) A-8-6-DA-P135-DTS4.

A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.22’de sunulmuştur. A-8-3-DA-P135 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 14700 kN ve 0.289m, 8950kN ve 0.0962m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %64 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P135 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 11600 kN ve 0.343m, 8090 kN ve 0.114m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %43 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-DA-P135’de elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P135’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %26 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %10 olarak belirlenmiştir.



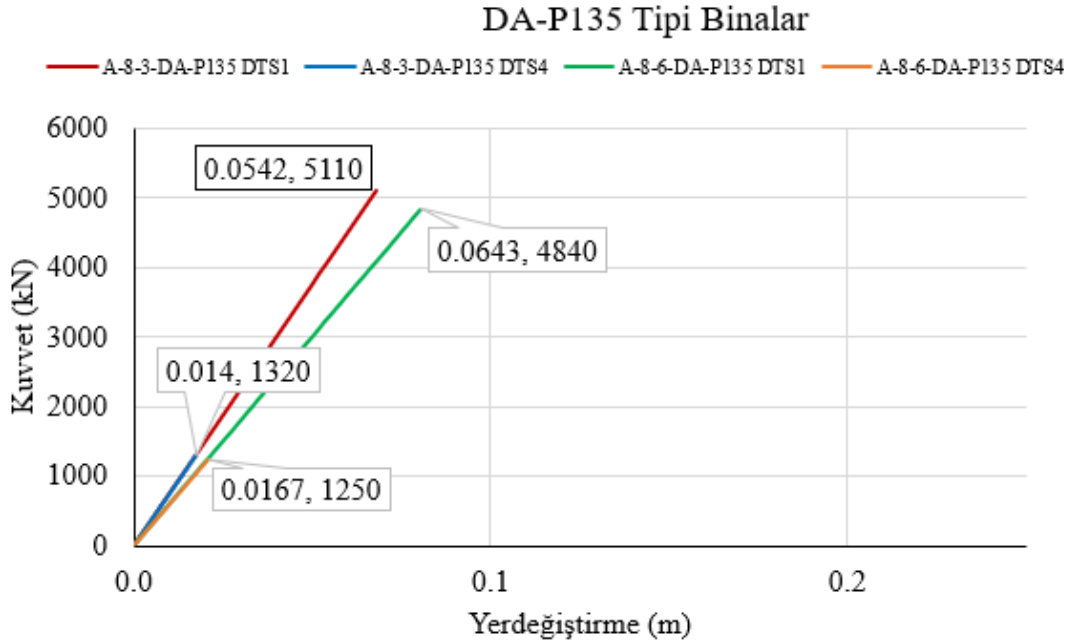
Şekil 4.22. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-DA-P135-DTS1, A-8-3-DA-P135-DTS4, A-8-6-DA-P135-DTS1 ve A-8-6-DA-P135-DTS4 için Şekil 4.23’de verilmiştir. A-8-3-DA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0396m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=0.841$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-DA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0102m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=0.841$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P135-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1}=0.0485m$ olarak bulunmuştur. $T_B =0.380$. $T_1=1.098$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P135-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1}=0.0126m$ olarak bulunmuştur. $T_B =0.334$. $T_1=1.098$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



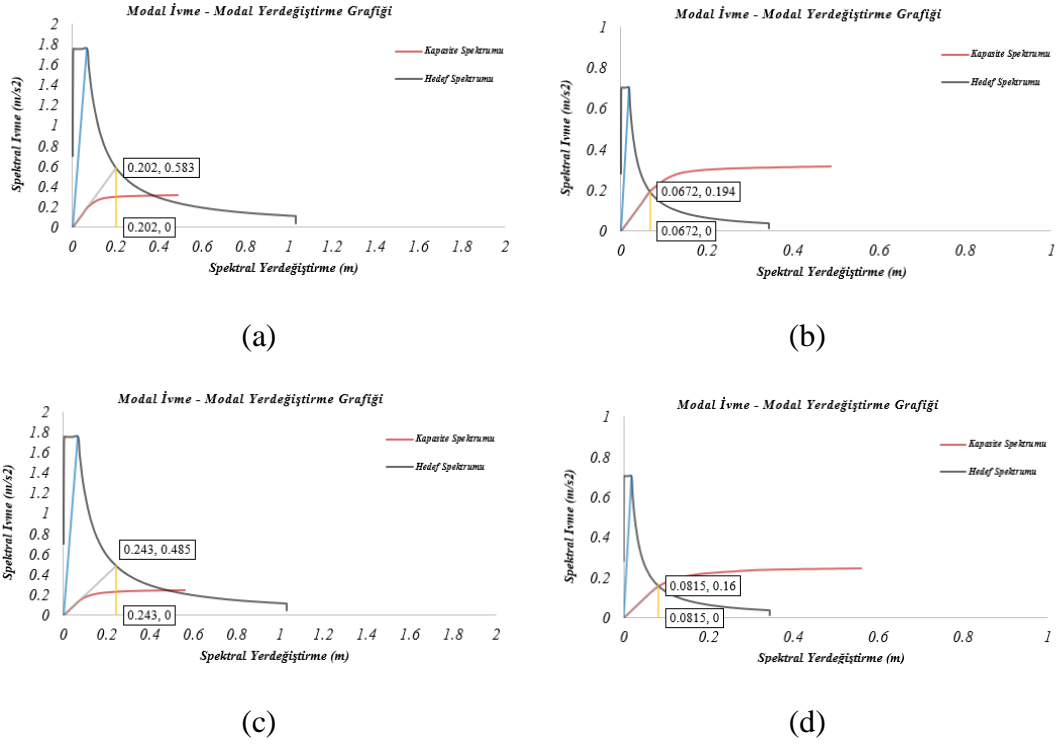
Şekil 4.23. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P135-DTS1 b) A-8-3-DA-P135-DTS4 c) A-8-6-DA-P135-DTS1 d) A-8-6-DA-P135-DTS4.

A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.24’de sunulmuştur. A-8-3-DA-P135 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 5110 kN ve 0.0542m, 1320 kN ve 0.014m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %287 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P135 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 4840 kN ve 0.0643m, 1250 kN ve 0.0167m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %287 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-DA-P135’de elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P135’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %5 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %5 olarak belirlenmiştir.



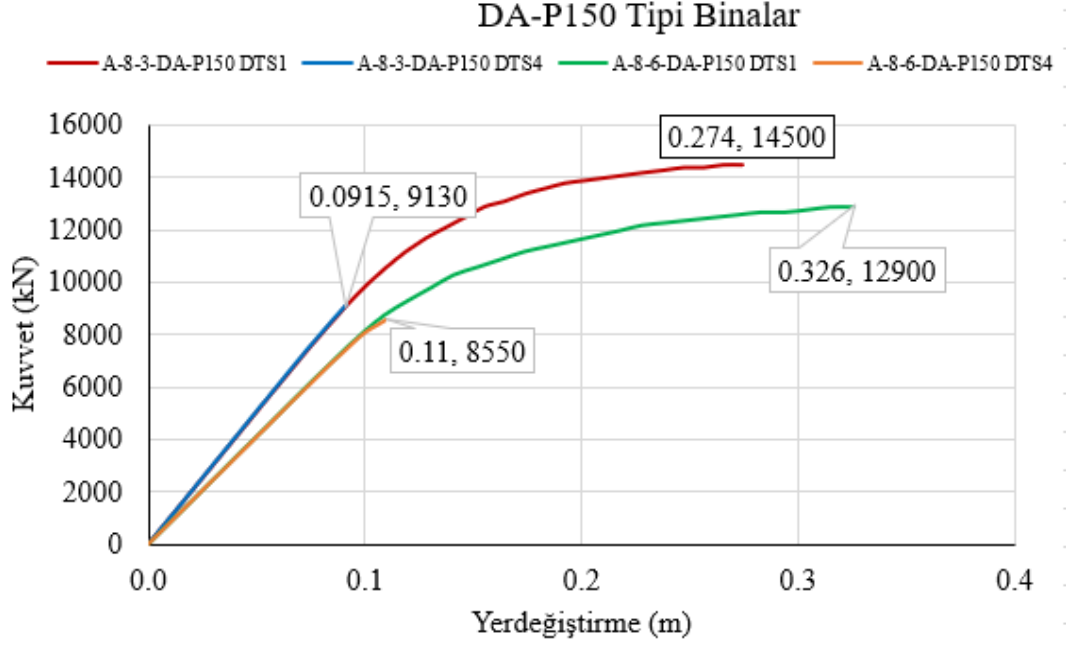
Şekil 4.24. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin itme eğrileri.

DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-DA-P150-DTS1, A-8-3-DA-P150-DTS4, A-8-6-DA-P150-DTS1 ve A-8-6-DA-P150-DTS4 için Şekil 4.25’de verilmiştir. A-8-3-DA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0202m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=0.866$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-DA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0672m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.866$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.243m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=1.029$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0815m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.029$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



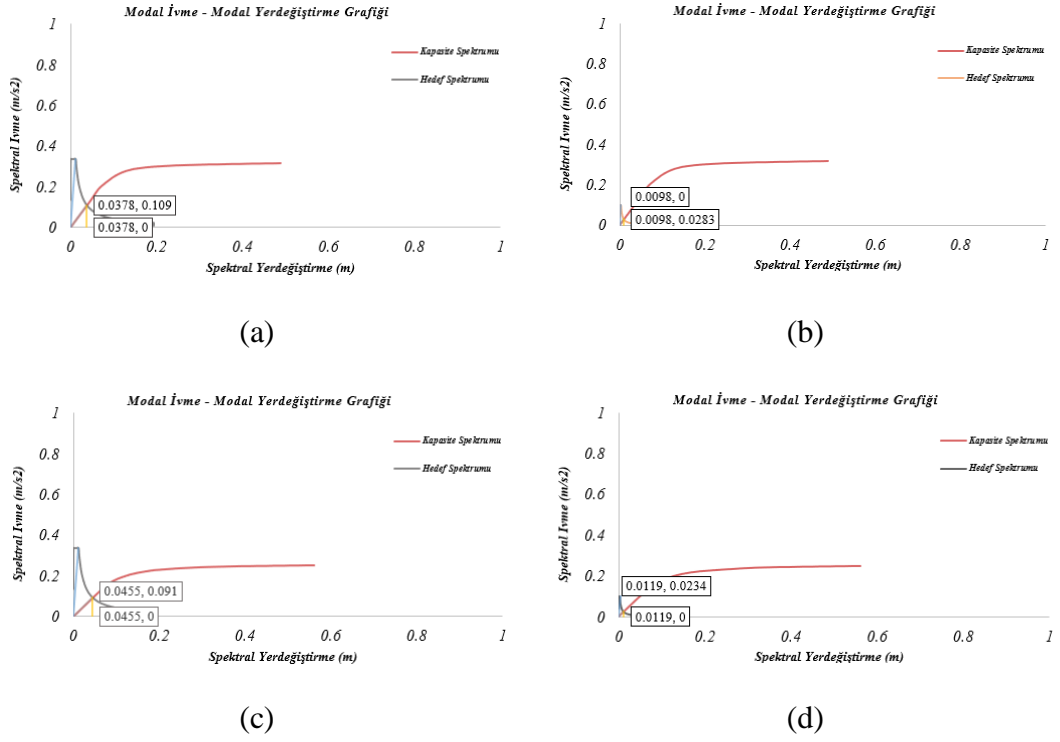
Şekil 4.25. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P150-DTS1 b) A-8-3-DA-P150-DTS4 c) A-8-6-DA-P150-DTS1 d) A-8-6-DA-P150-DTS4.

A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen itme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.26’de sunulmuştur. A-8-3-DA-P150 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 14500 kN ve 0.274m, 9130 kN ve 0.0915m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %58 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P150 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 12900 kN ve 0.326m, 8550 kN ve 0.11m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %50 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-DA-P150’de elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P150’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %12 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %6 olarak belirlenmiştir.



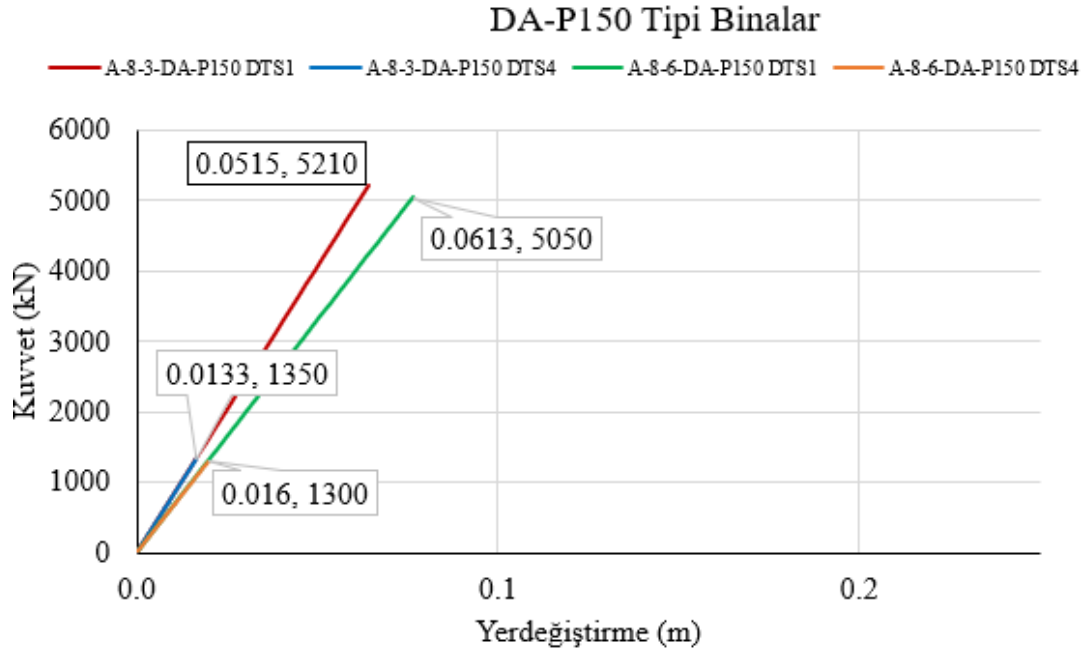
Şekil 4.26. DD1 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları A-8-3-DA-P150-DTS1, A-8-3-DA-P150-DTS4, A-8-6-DA-P150-DTS1 ve A-8-6-DA-P150-DTS4 için Şekil 4.27’de verilmiştir. A-8-3-DA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0378m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=0.866$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-3-DA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0098m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=0.866$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P150-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0455m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=1.029$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir. A-8-6-DA-P150-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0119m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=1.029$ olduğu için $T_B < T_1$. $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



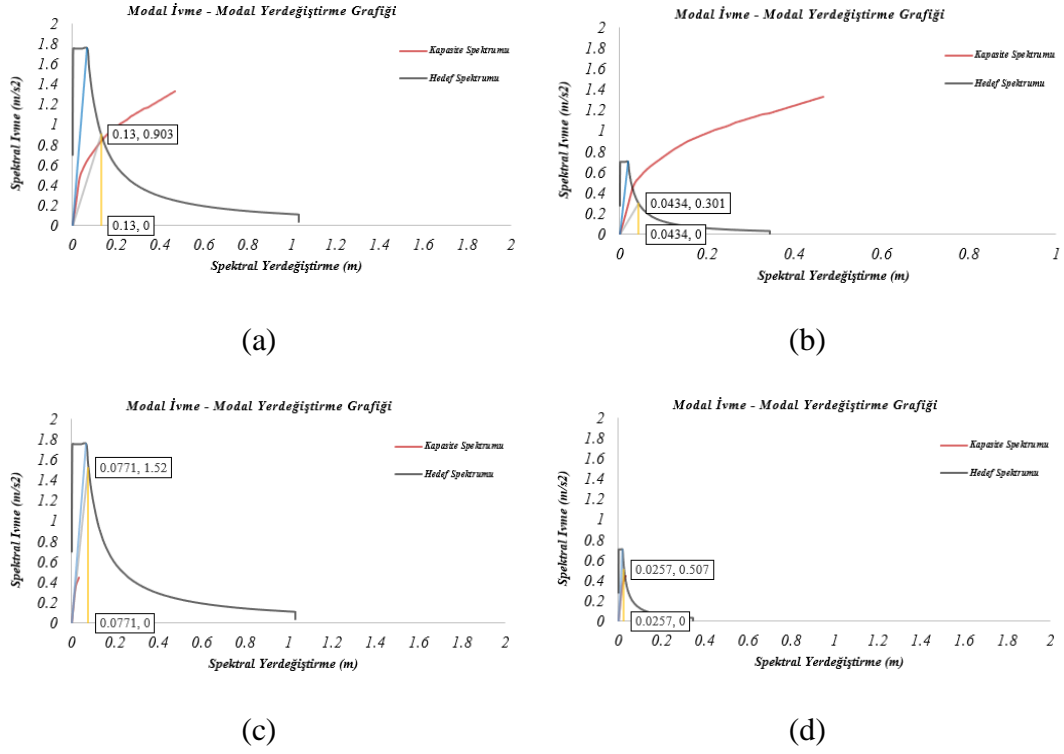
Şekil 4.27. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) A-8-3-DA-P150-DTS1 b) A-8-3-DA-P150-DTS4 c) A-8-6-DA-P150-DTS1 d) A-8-6-DA-P150-DTS4.

A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen ivme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.28’de sunulmuştur. A-8-3-DA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 5210 kN ve 0.0515m, 1350 kN ve 0.0133m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %286 oranında bir artış olduğu görülmektedir. A-8-6-IA-P150 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 5050 kN ve 0.0613m, 1300 kN ve 0.016m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %288 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de A-8-6-DA-P150’de elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P150’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %3 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %3 olarak belirlenmiştir.



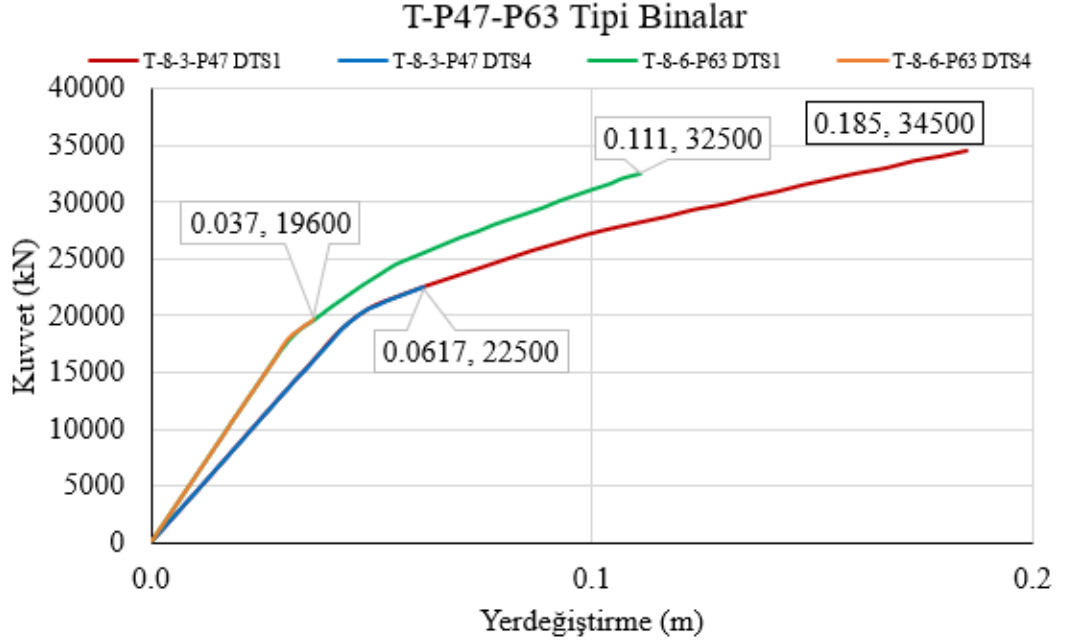
Şekil 4.28. DD3 yer hareketi etkisinde A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin itme eğrileri.

DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları T-8-3-P47-DTS1, T-8-3-P47-DTS4, T-8-6-P63-DTS1 ve T-8-6-P63-DTS4 için Şekil 4.29’de verilmiştir. T-8-3-P47-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.13m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$ ve $T_1=0.307$ olduğu için C_R nin hesabında $R_y = 0.038$ dikkate alınmıştır. T-8-3-P47-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0434m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.307$ olduğu için C_R nin hesabında $R_y = 0.012$ dikkate alınmıştır. T-8-6-P63-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0771m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.388$. $T_1=0.363$ olduğu için C_R nin hesabında $R_y = 0.103$ dikkate alınmıştır. T-8-6-P63-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0257m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.322$. $T_1=0.363$ olduğu için $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



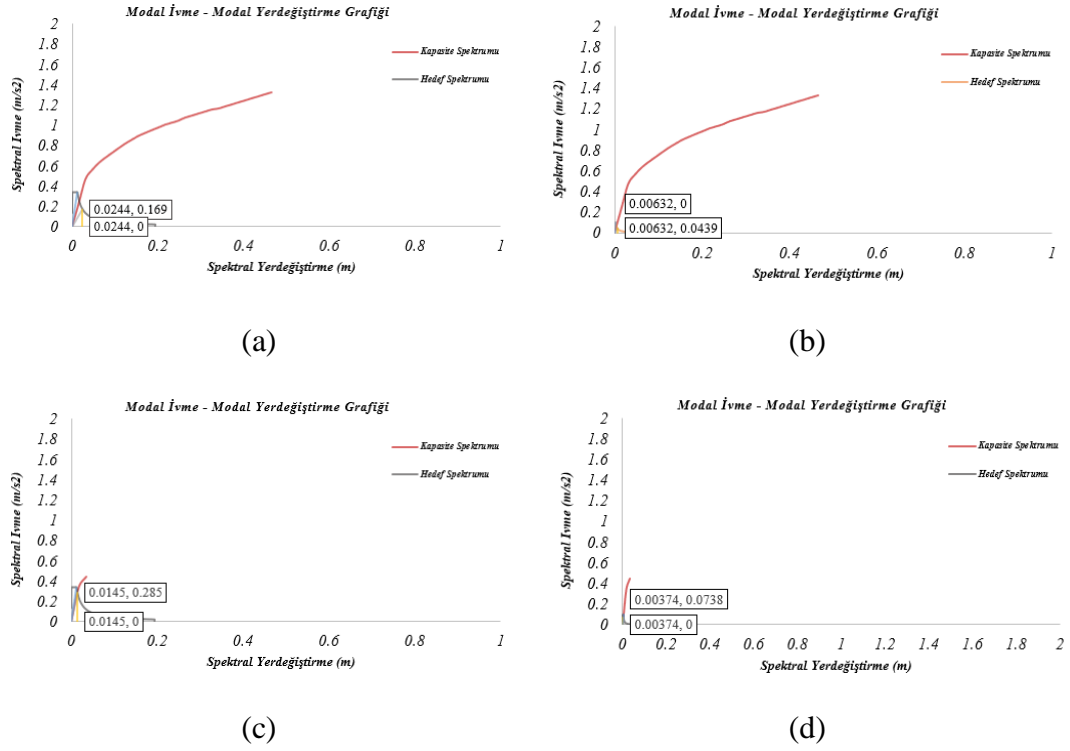
Şekil 4.29. KH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) T-8-3-P47-DTS1 b) T-8-3-P47-DTS4 c) T-8-6-P63-DTS1 d) T-8-6-P63-DTS4.

T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen itme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.30'de sunulmuştur. T-8-3-P47 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 34500 kN ve 0.185m, 22500 kN ve 0.0617m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %53 oranında bir artış olduğu görülmektedir. T-8-6-P63 bina modelinin itme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 32500 kN ve 0.111m, 19600 kN ve 0.037m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %65 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de T-8-6-P63'de elde edilen göçme yükü T-8-3-P47'de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %6 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %14 olarak belirlenmiştir.



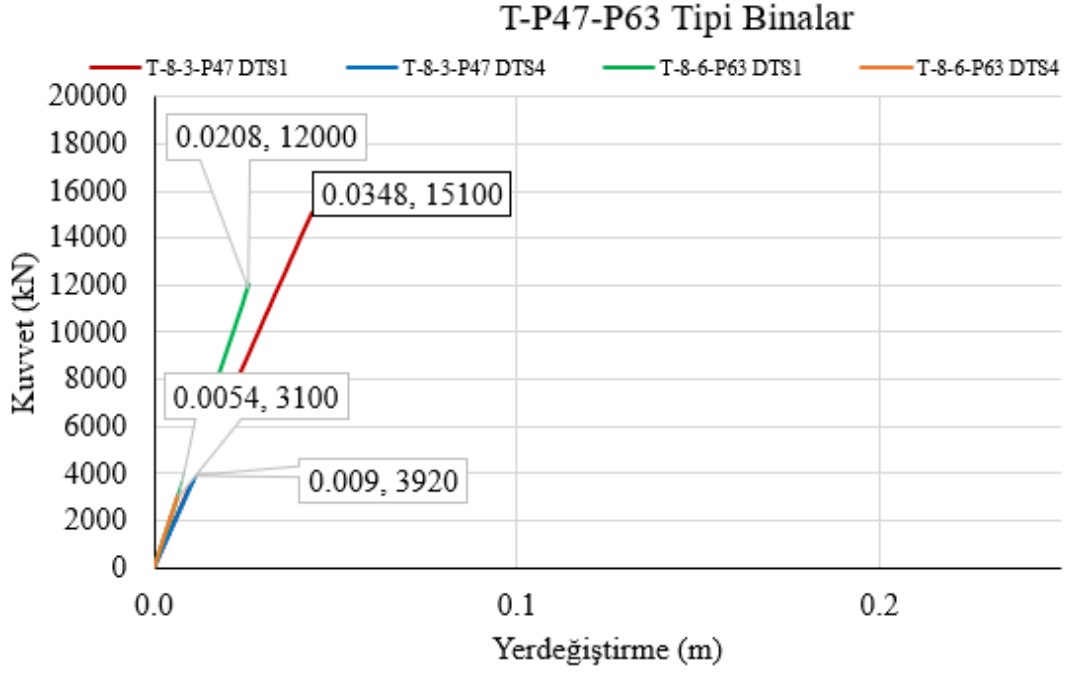
Şekil 4.30. DD1 yer hareketi etkisinde T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin itme eğrileri.

DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen tek modlu itme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ve doğrusal deprem spektrumları T-8-3-P47-DTS1, T-8-3-P47-DTS4, T-8-6-P63-DTS1 ve T-8-6-P63-DTS4 için Şekil 4.31’de verilmiştir. T-8-3-P47-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0244m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.307$. $T_1=0.380$ olduğu için C_R nin hesabında $R_y = 0.007$ dikkate alınmıştır. T-8-3-P47-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.00632m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.307$. $T_1=0.334$ olduğu için C_R nin hesabında $R_y = 0.002$ dikkate alınmıştır. T-8-6-P63-DTS1 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.0145m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.380$. $T_1=0.363$ olduğu için C_R nin hesabında $R_y = 0.018$ dikkate alınmıştır. T-8-6-P63-DTS4 için diyagramın başlangıç eğiminin deprem spektrumu eğrisini kestiği nokta yaklaşık olarak $S_{de1} = 0.00347m$ olarak bulunmuştur. $T_B = 0.334$. $T_1=0.363$ olduğu için $C_R = 1$ olarak kabul edilir.



Şekil 4.31. SH-X- Modal ivme - modal yerdeğiştirme grafiği. a) T-8-3-P47-DTS1 b) T-8-3-P47-DTS4 c) T-8-6-P63-DTS1 d) T-8-6-P63-DTS4.

T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde gerçekleştirilen itme analizleri sonucunda elde edilen ivme eğrileri DTS1 ve DTS4 için Şekil 4.32’de sunulmuştur. T-8-3-P47 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 15100 kN ve 0.0348m, 3920 kN ve 0.009m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %285 oranında bir artış olduğu görülmektedir. T-8-6-P63 bina modelinin ivme analizi sonucunda X yönündeki göçme yükü ve nihai hedef yerdeğiştirme değerleri DTS1 ve DTS4 için sırasıyla 12000 kN ve 0.0208m, 3100 kN ve 0.0054m olarak belirlenmiştir. DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde %287 oranında bir artış olduğu görülmektedir. DTS1 de T-8-6-P63’de elde edilen göçme yükü T-8-3-P47’de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %25 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %25 olarak belirlenmiştir.

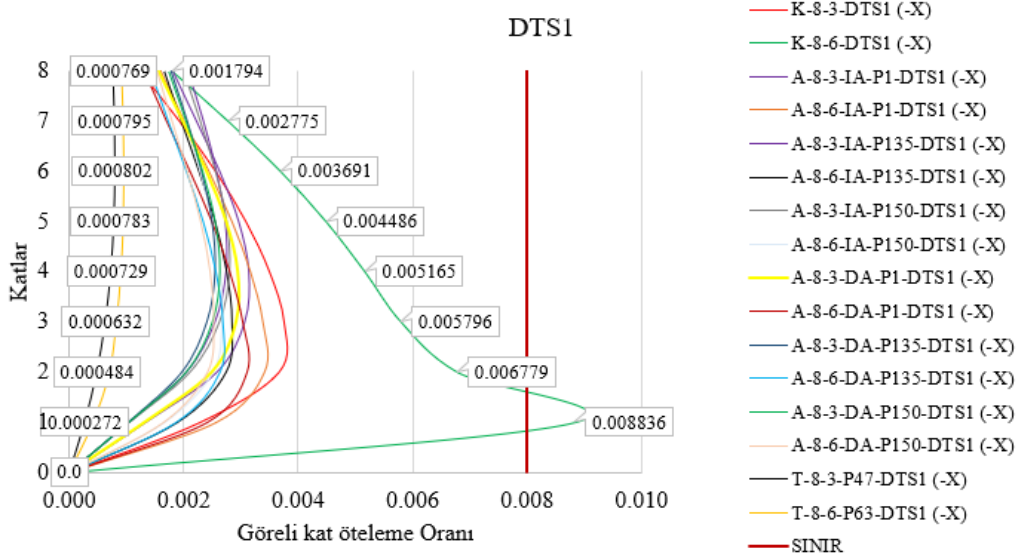


Şekil 4.32. DD3 yer hareketi etkisinde T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin itme eğrileri.

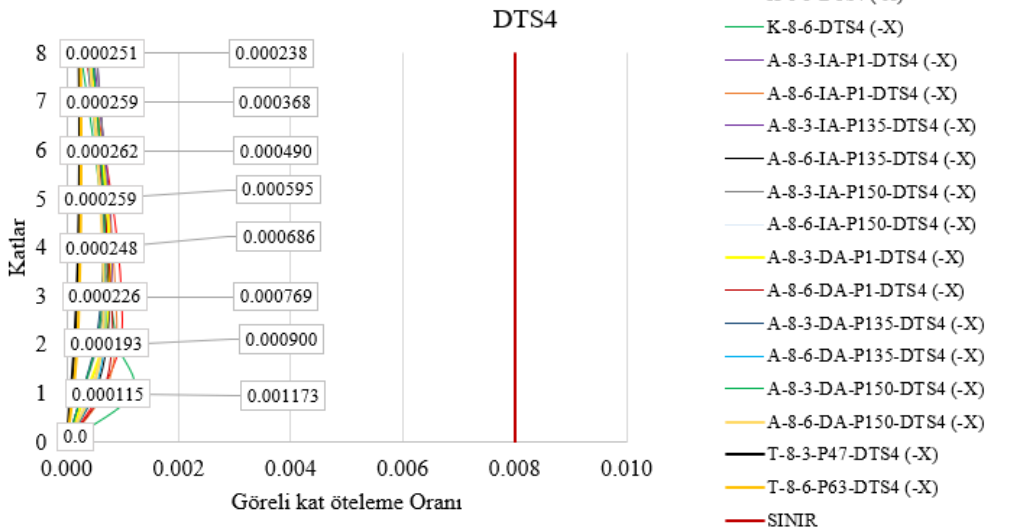
4.2. GÖRELİ KAT ÖTELENMELERİ

TBDY2018 doğrultusunda DD1 yer hareketi etkisinde gerçekleştirilen ŞGDT analizleri sonucunda DTS1 ve DTS4 de yer alan bina modellerine ait görelî kat öteleme değerleri X ve Y doğrultularında sırasıyla Şekil 4.33, Şekil 4.34, Şekil 4.35 ve Şekil 4.36 de sunulmuştur. Şekillerden de görüldüğü gibi X ve Y doğrultularında maksimum görelî kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için K-8-6 bina modellerinde meydana gelmektedir. K-8-6 bina modeli DTS1 de görelî kat öteleme sınırını 1. Katta 0.008836 değeri ile aşmaktadır. Buradan açıkça görüldüğü gibi zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde görelî kat ötelenme değerleri ŞGDT analizlerinde de artmaktadır. DTS4 de sınır aşımı söz konusu değildir. Genel olarak diğer bina modellerinde en büyük görelî kat öteleme değerleri 2. Kat hizasında oluşmakta ancak sınır değerleri aşmamaktadır. Dolayısıyla özellikle zemin kat yüksekliği 6m olan çerçeve sistem kullanılması durumunda perde duvarlı sistemlere kıyasla dezavantaj oluşmaktadır. X ve Y doğrultularında minimum görelî kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için T-8-3-P47 bina modellerinde meydana

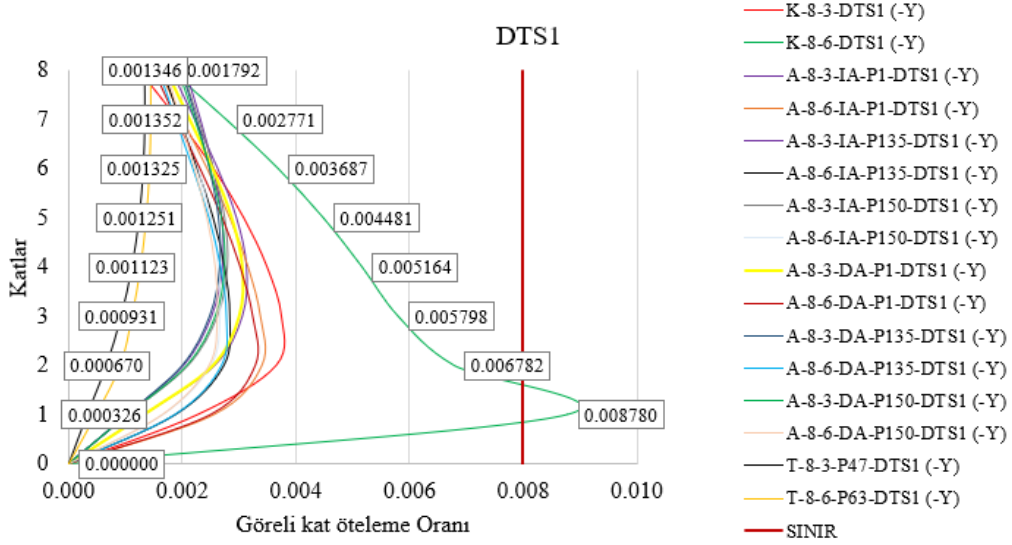
gelmektedir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması görece kat ötelenme değerlerinde azalmaya neden olmaktadır. Bina modellerine etkiyen spektral ivme değerlerinin artışı görece kat öteleme değerlerini de arttırmaktadır.



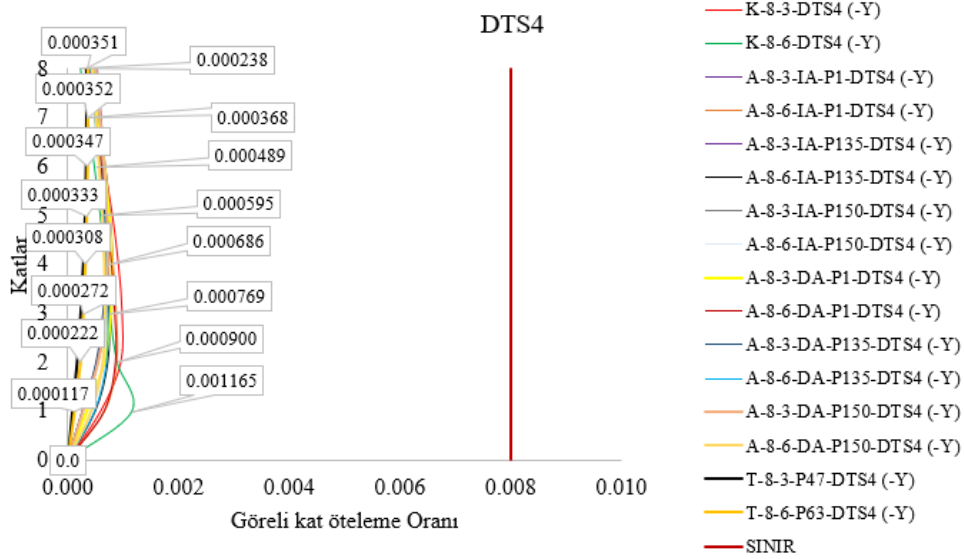
Şekil 4.33. DTS1-DD1-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görece kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



Şekil 4.34. DTS4-DD1-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görece kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



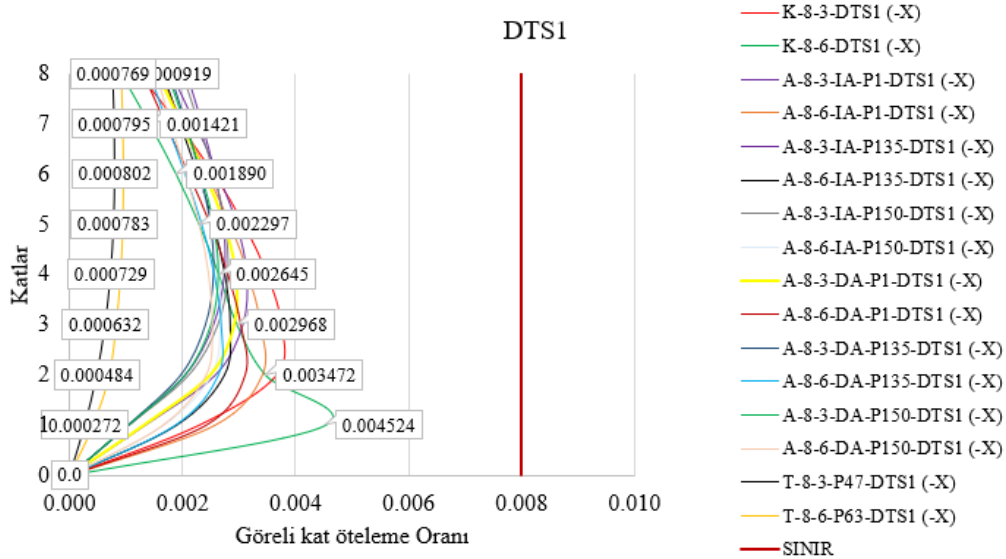
Şekil 4.35. DTS1-DD1-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



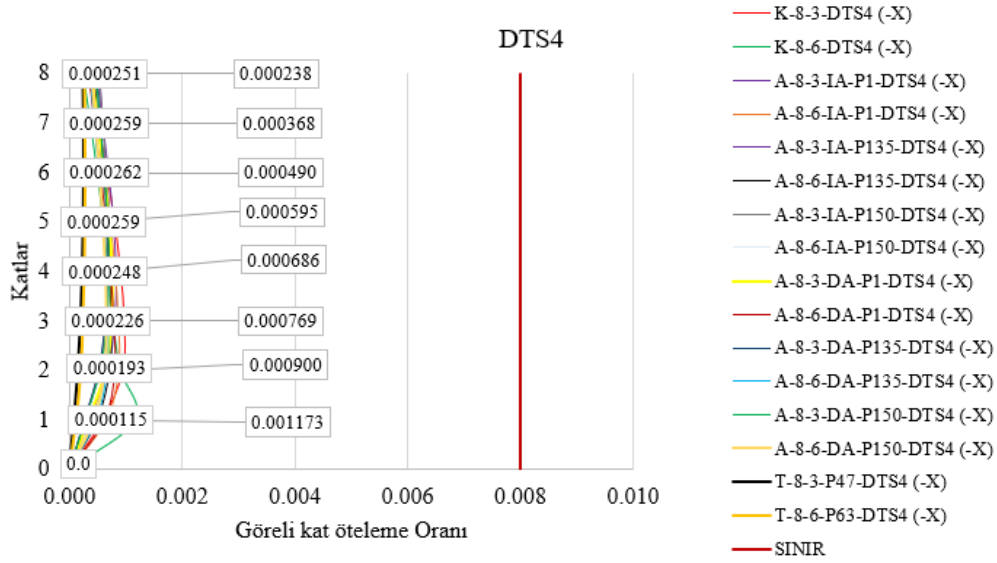
Şekil 4.36. DTS4-DD1-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.

TBDY2018 doğrultusunda DD3 yer hareketi etkisinde gerçekleştirilen ŞGDT analizleri sonucunda DTS1 ve DTS4 de yer alan bina modellerine ait görel kat öteleme değerleri X ve Y doğrultularında sırasıyla Şekil 4.37, Şekil 4.38, Şekil 4.39 ve Şekil 4. 40'de sunulmuştur. Şekillerden de görüldüğü gibi X ve Y doğrultularında maksimum görel kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için K-8-6 bina modellerinde

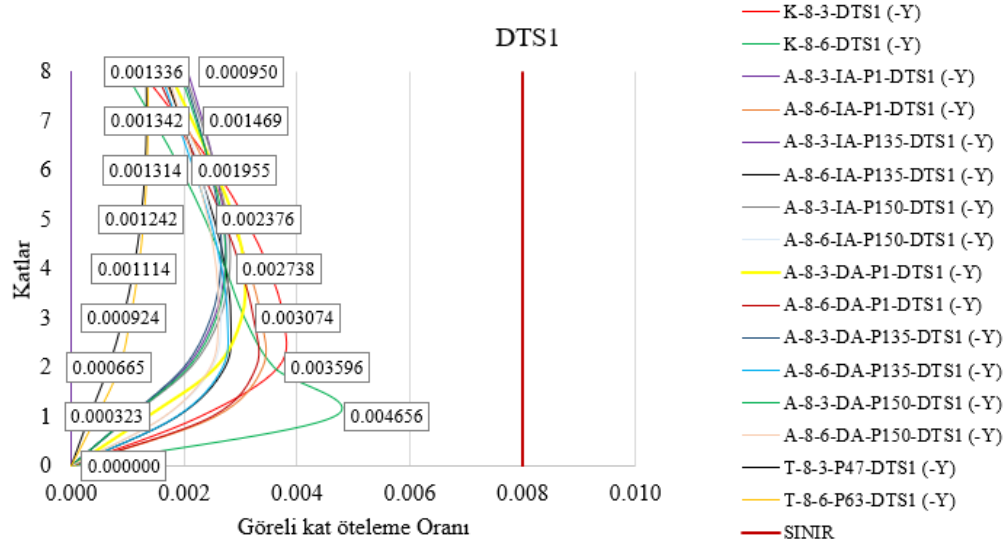
meydana gelmektedir. K-8-6 bina modeli DTS1 de görel kat öteleme sınırını 1. Katta 0.004524 değeri ile aşmaktadır. Buradan açıkça görüldüğü gibi zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde görel kat ötelenme değerleri ŞGDT analizlerinde de artmaktadır. DTS4 de sınır aşımı söz konusu değildir. Genel olarak diğer bina modellerinde en büyük görel kat öteleme değerleri 2. Kat hizasında oluşmakta ancak sınır değerleri aşmamaktadır. Dolayısıyla özellikle zemin kat yüksekliği 6m olan çerçeve sistem kullanılması durumunda perde duvarlı sistemlere kıyasla dezavantaj oluşmaktadır. X ve Y doğrultularında minimum görel kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için T-8-3-P47 bina modellerinde meydana gelmektedir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması görel kat ötelenme değerlerinde azalmaya neden olmaktadır. Bina modellerine etkileyen spektral ivme değerlerinin artışı görel kat öteleme değerlerini de arttırmaktadır.



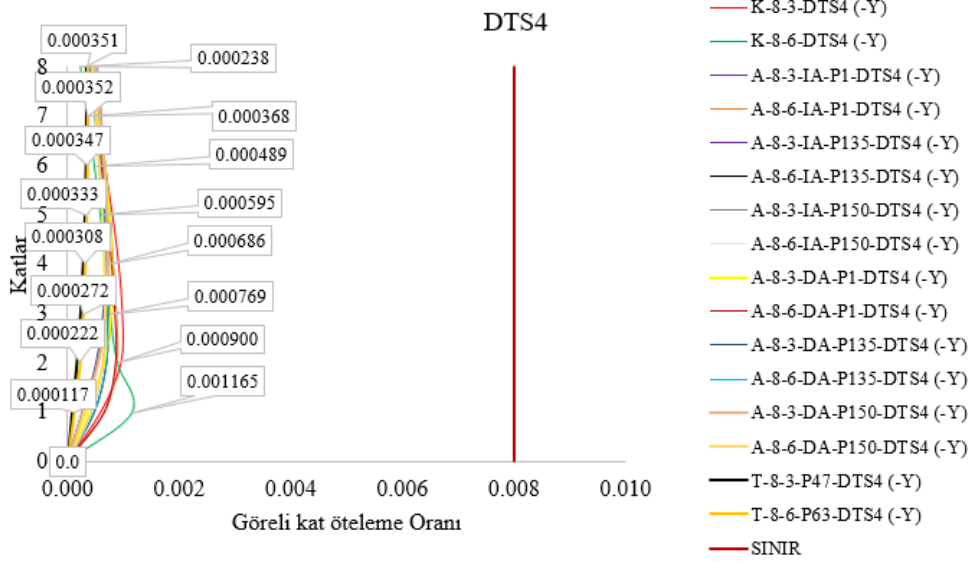
Şekil 4.37. DTS1-DD3-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



Şekil 4.38. DTS4-DD3-Yapı modellerinin X doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



Şekil 4.39. DTS1-DD3-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.



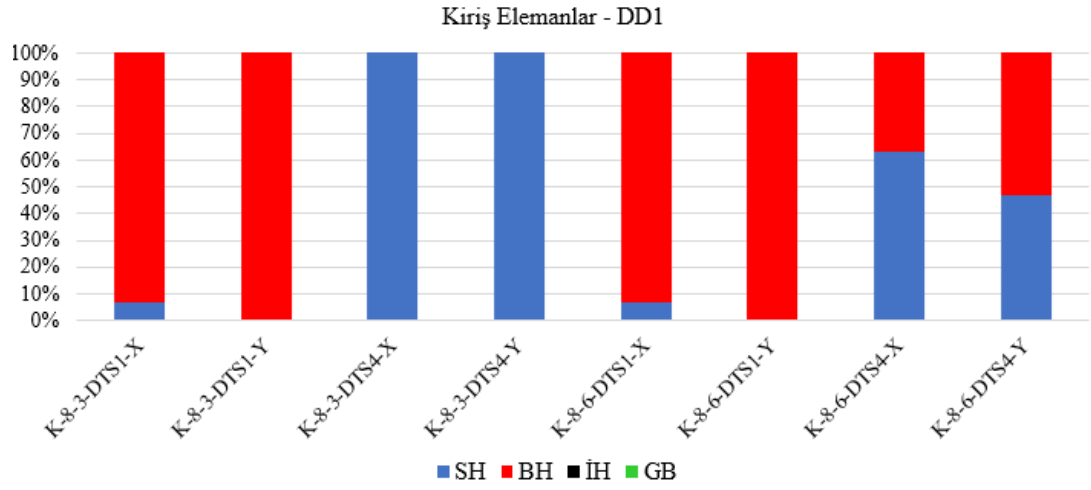
Şekil 4.40. DTS4-DD3-Yapı modellerinin Y doğrultusu için elde edilen görel kat ötelemelerinin katlara göre değişimleri.

4.3. HASAR DURUMU

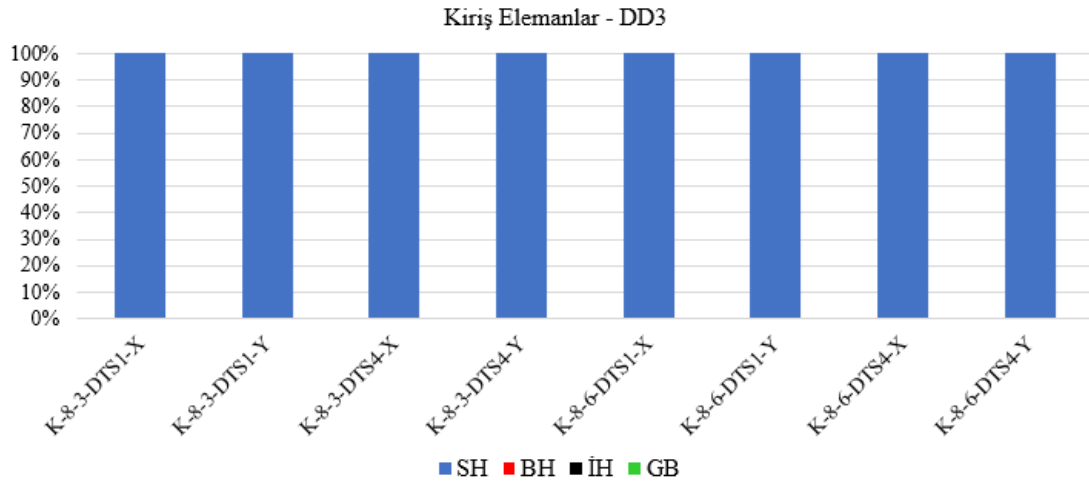
TBDY2018 doğrultusunda DD1 ve DD3 yer hareketi etkisinde gerçekleştirilen ŞGDT analizleri sonucunda çerçeve sistemli betonarme bina modellerinde oluşan hasar durumları Şekil 4.41 ve Şekil 4.42 da sunulmuştur. K-8-3 bina modeli kirişlerinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 de X yönünde yaklaşık %90, Y yönünde ise %100 oranında belirgin hasar belirlenmiştir. DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ise tüm kirişler sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır. DTS4 de ise tüm kirişler DD1 ve DD3 analizlerinde sınırlı hasar bölgesinde yer almaktadır. K-8-6 bina modeli kirişlerinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 de X yönünde yaklaşık %90, Y yönünde ise %100 oranında belirgin hasar belirlenmiştir. DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ise tüm kirişler sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır. DTS4 de DD1 de X yönünde yaklaşık %35, Y yönünde ise %55 oranında belirgin hasar belirlenmiştir. DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ise tüm kirişler sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır.

K-8-3 bina modeli düşey taşıyıcı elemanların tümünde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 de X ve Y yönlerinde belirgin hasar, DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ise sınırlı hasar belirlenmiştir. DTS4 de ise DD1 ve DD3 deprem yer hareketi düzeyinde tüm düşey elemanlar sınırlı hasar bölgesinde yer almıştır. K-8-6

bina modeli düşey taşıyıcı elemanları DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 de X yönünde yaklaşık %100, Y yönünde ise %10 oranında belirgin hasar belirlenmiştir. DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ise tüm düşey taşıyıcı elemanlar sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır. DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS4 de X yönünde yaklaşık %35 belirgin hasar belirlenirken Y yönünde ise %100 oranında sınırlı hasar belirlenmiştir. DD3 deprem yer hareketi düzeyinde ise tüm düşey taşıyıcı elemanlar sınırlı hasar bölgesinde kalmıştır.

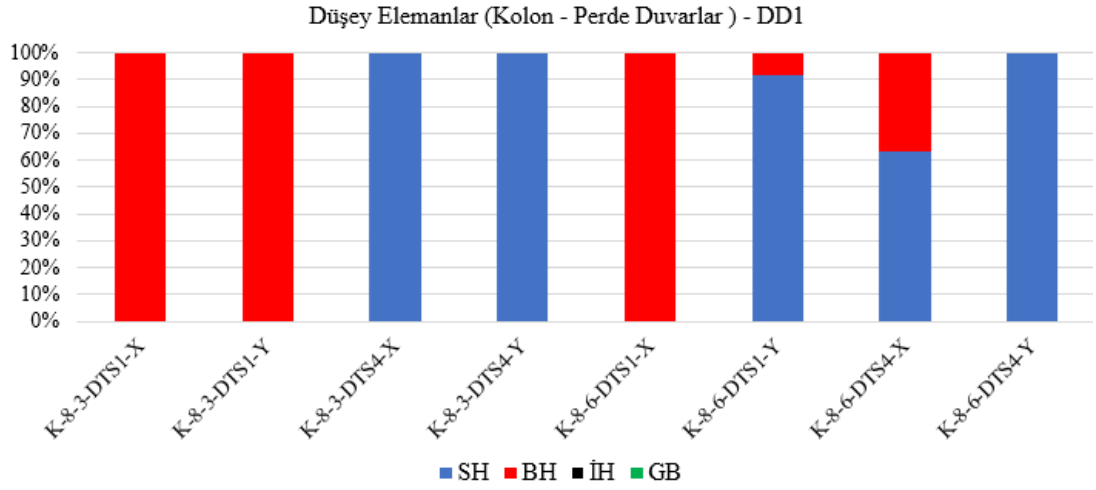


a) DD1

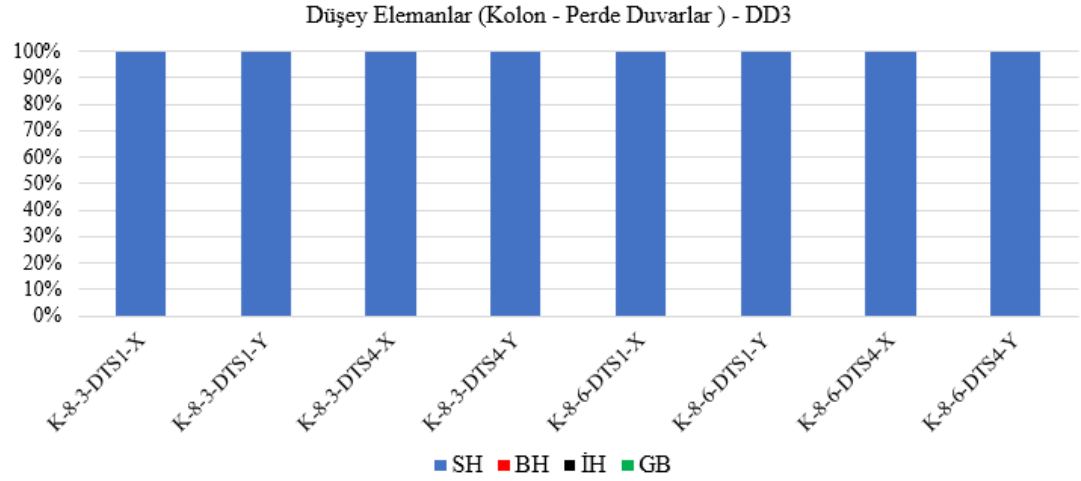


b) DD3

Şekil 4.41. K-8-3 ve K-8-6 Bina model kiriş hasar durumu. a) DD1. b) DD3.



a) DD1



b) DD3

Şekil 4.42. K-8-3 ve K-8-6 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.

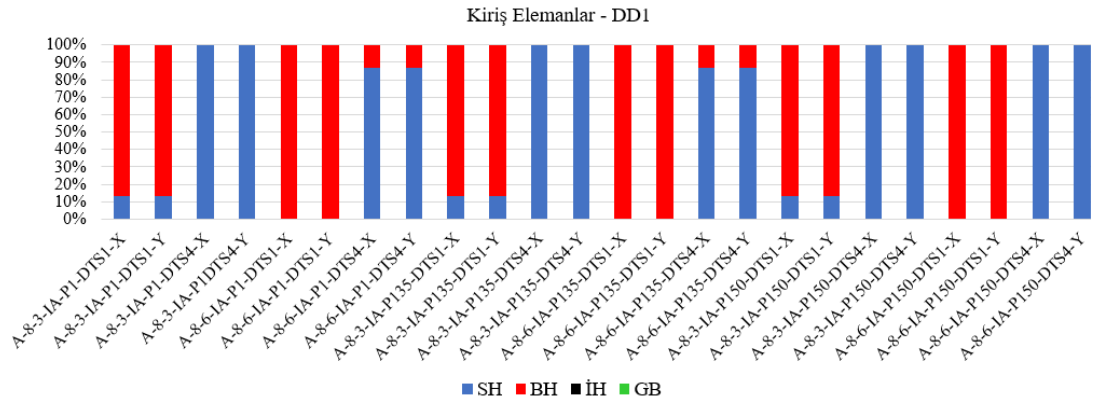
DTS1 de A-8-3-IA-P1-DTS1-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %85 belirgin hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-IA-P1-DTS1-X-Y bina modelinde %100 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS4 de A-8-3-IA-P1-DTS4-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 sınırlı hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-IA-P1-DTS4-X bina modelinde %15 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS1 de A-8-3-IA-P135-DTS1-X-Y bina modelinde DD1

deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %85 belirgin hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-IA-P1-DTS135-X-Y bina modelinde %100 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS4 de A-8-3-IA-P135-DTS4-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 sınırlı hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-IA-P135-DTS4-X-Y bina modelinde %15 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS1 de A-8-3-IA-P150-DTS1-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %85 belirgin hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-IA-P150-DTS1-X-Y bina modelinde %100 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS4 de her iki bina modelinde de DD1 ve DD3 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin sınırlı hasar bölgesinde yer almaktadır. Buradan da anlaşıldığı üzere perde duvar oranının %1, %1.35 ve %1.50 olması durumunda hasar durumu açısından kirişlerde bir farklılık ortaya çıkmamaktadır. A-8-6-IA-P150-DTS4-X-Y bina modelinde DTS4 de tespit edilen hasar durumu farklılık göstermektedir.

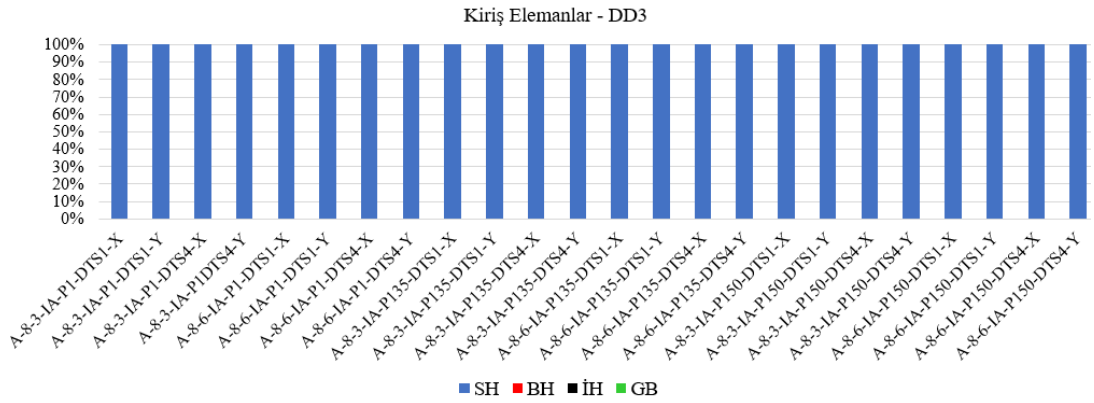
DD1 de A-8-3-IA-P1-135-150-DTS1-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %15 göçme hasarı, %1.35 olduğunda %15 belirgin hasar, ve %1.50 olduğunda ise %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD1 de A-8-3-IA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS4'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1,%1.35 ve%1.50 olduğunda %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD1 de A-8-6-IA-P1-135-150-DTS1-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %85 belirgin hasarı, %1.35 olduğunda %10 göçme hasar, ve %1.50 olduğunda ise %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD1 de A-8-6-IA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS4'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1,%1.35 ve%1.50 olduğunda %100 sınırlı hasar gözlenmektedir.

DD3 de A-8-3-IA-P1-135-150-DTS1-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %15 göçme hasarı, %1.35 olduğunda %15 belirgin hasar, ve %1.50 olduğunda ise %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD1 de A-8-3-IA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS4'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1,%1.35 ve%1.50 olduğunda %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD3 de A-8-6-IA-P1-135-150-DTS1-

X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %100 sınır hasarı, %1.35 olduğunda %10 göçme hasar, ve %1.50 olduğunda ise %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD3 de A-8-6-IA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS4'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1,%1.35 ve%1.50 olduğunda %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. Hasar durumu perde duvar oranının artmasıyla birlikte azaltılmaktadır.

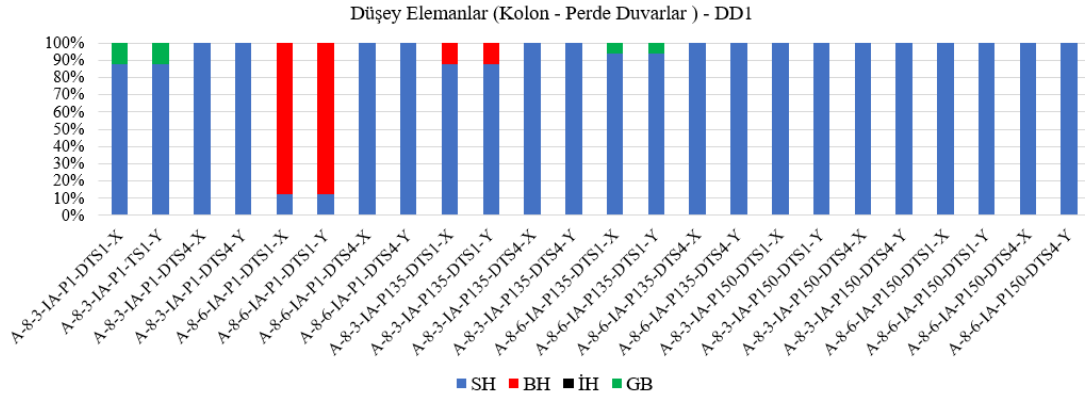


a) DD1

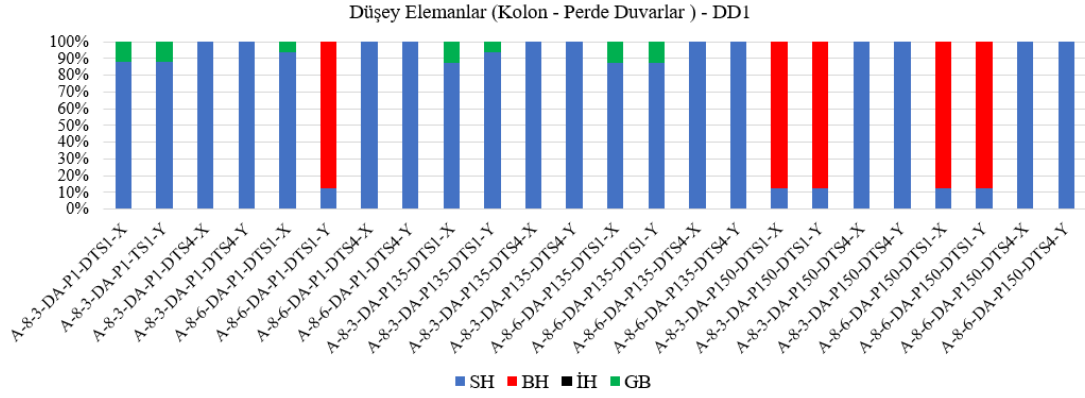


b) DD3

Şekil 4.43. A-8-3-IA-P1-135-P150 ve A-8-6-IA-P1-135-P150 Bina model yatay (kiriş) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.



a) DD1



b) DD3

Şekil 4.44. A-8-3-IA-P1-135-P150 ve A-8-6-IA-P1-135-P150 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.

DTS1 de A-8-3-6-DA-P1-DTS1-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS4 de A-8-3-DA-P1-DTS4-X bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 sınırlı hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-DA-P1-DTS4-Y bina modelinde %15 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS1 de A-8-3-DA-P135-DTS1-X bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 belirgin hasar bölgesinde A-8-3-DA-P135-DTS1-Y olan bina modelinde %90 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS4 de A-8-3-DA-P135-DTS4-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 sınırlı hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-DA-P135-DTS4-X-Y bina modelinde %15 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS1 de A-8-3-6-DA-P150-

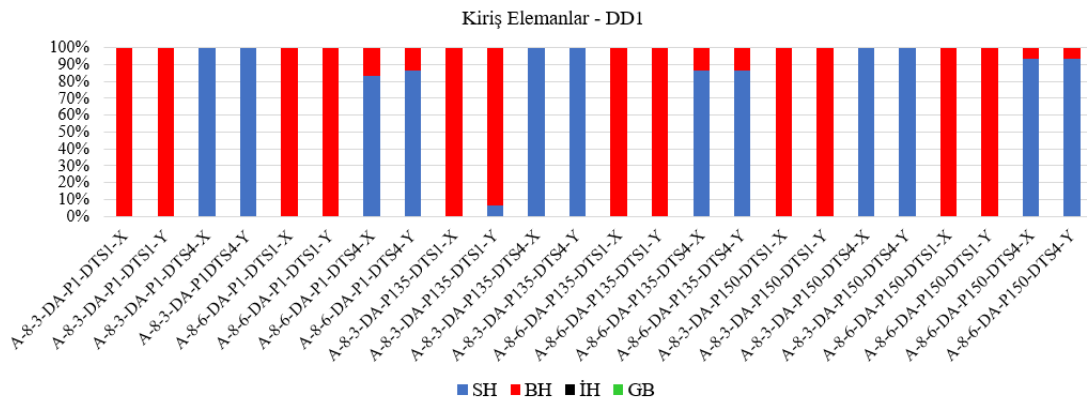
DTS1-X-Y bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS4 de A-8-3-DA-P150-DTS4-X bina modelinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 sınırlı hasar bölgesinde yer alırken zemin kat yüksekliği 6 m olan A-8-6-DA-P150-DTS4-X-Y bina modelinde %5 belirgin hasar meydana gelmektedir. DTS1 ve DTS4 bina modellerinde DD3 deprem yer hareketi düzeyinde kirişlerin %100 belirgin hasar meydana gelmektedir.

DD1 de A-8-3-DA-P1-DTS1-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %15 göçme hasarı gözlenmektedir. DD1 de A-8-3-DA-135-DTS1-X buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1.35 olduğunda %15 göçme hasarı ve A-8-3-DA-135-DTS1-Y %10 göçme hasarı ve A-8-3-DA-P150-DTS1-X-Y perde duvar oranı %1.50 olduğunda %85 belirgin hasarı gözlenmektedir.

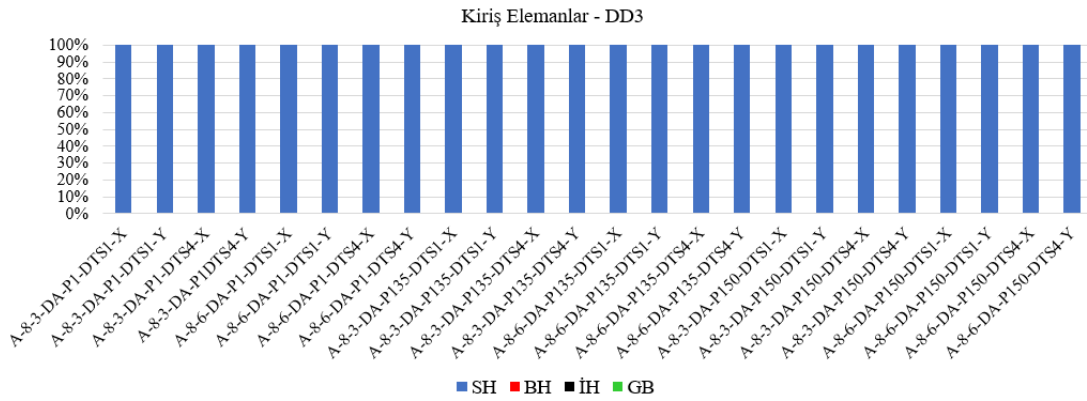
DD1 de A-8-3-DA-P1-P135-P150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. A-8-6-DA-P1-DTS1-X buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %10 göçme hasarı ve gözlenmektedir. A-8-6-DA-P1-DTS1-Y %85 belirgin hasar ve A-8-6-DA-P135-DTS1-X-Y %15 göçme hasarı ve A-8-6-DA-P150-DTS1-X-Y %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. A-8-6-DA-P1-P135-P150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD1 de A-8-3-DA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. A-8-6-DA-P1-DTS1-X buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki %10 göçme hasar ve A-8-6-DA-P135-DTS1-X-Y %15 göçme hasar ve A-8-6-DA-P150-DTS1-X %85 belirgin hasar gözlenmektedir. A-8-3-6-DA-P1-P135-P150-DTS4-X-Y %100 sınırlı hasar gözlenmektedir.

DD3 de A-8-3-DA-P1-135-150-DTS1-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1, %1,35 olduğunda %15 göçme hasarı, ve %1.50 olduğunda ise %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD1 de A-8-3-DA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS4'deki düşey taşıyıcı

elemanlarda, perde duvar oranı %1,%1.35 ve%1.50 olduğunda %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD3 de A-8-6-DA-P1-135-150-DTS1-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS1'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1 olduğunda %100 sınırlı hasarı, %1.35 olduğunda %10 göçme hasar, ve %1.50 olduğunda ise %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. DD3 de A-8-6-DA-P1-135-150-DTS4-X-Y buradan da anlaşıldığı üzere DTS4'deki düşey taşıyıcı elemanlarda, perde duvar oranı %1,%1.35 ve%1.50 olduğunda %100 sınırlı hasar gözlenmektedir. Hasar durumu perde duvar oranının artmasıyla birlikte azaltılmaktadır.

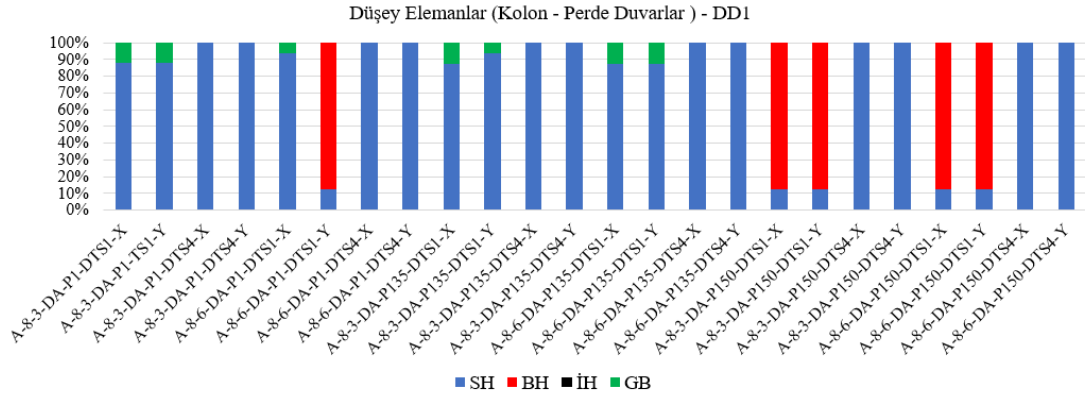


a) DD1

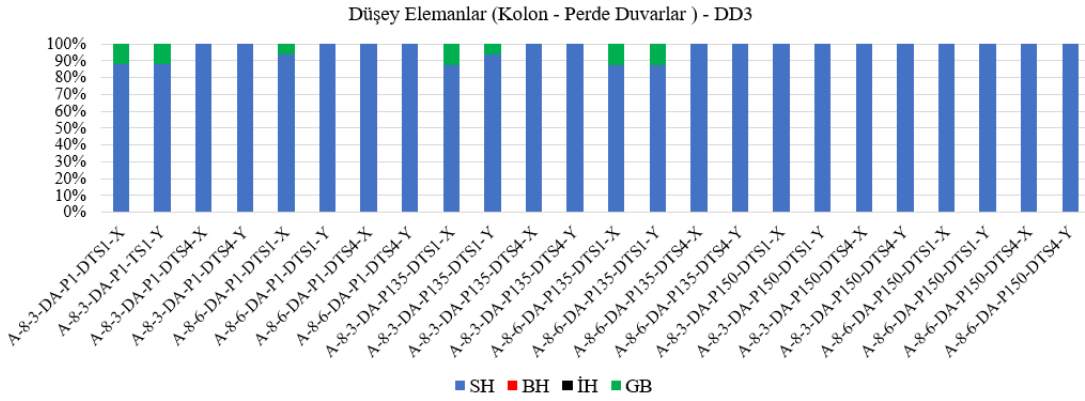


b) DD3

Şekil 4.45. A-8-3-DA-P1-135-P150 ve A-8-6-DA-P1-135-P150 Bina model yatay (kiriş) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.



a) DD1

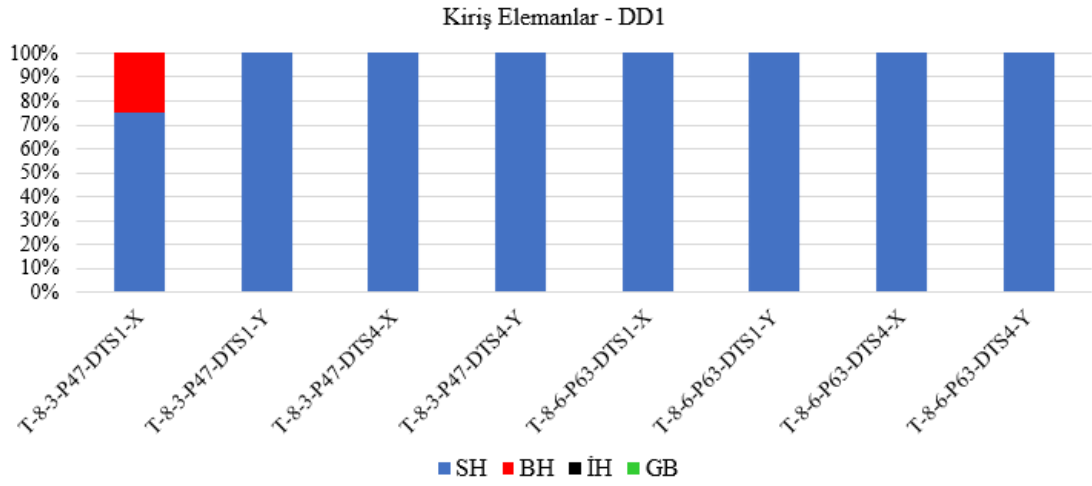


b) DD3

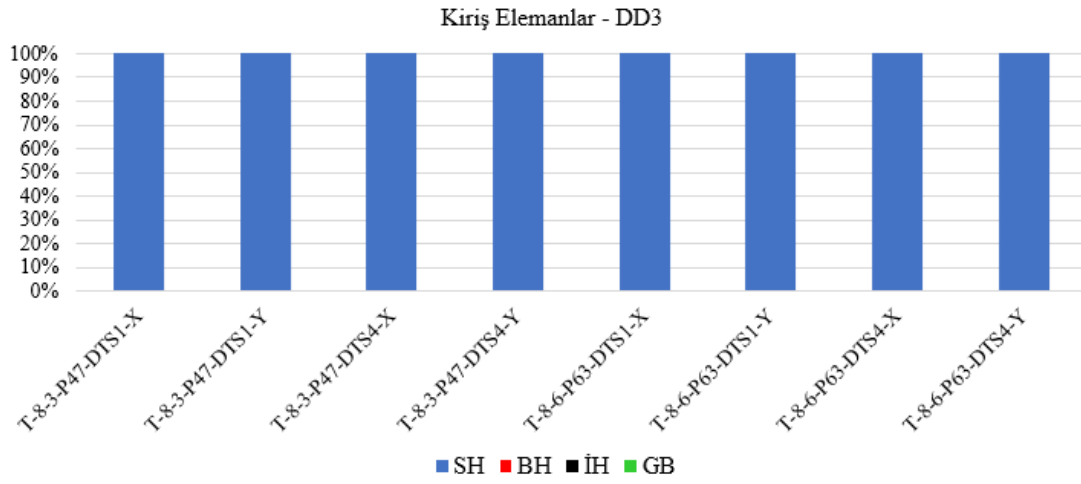
Şekil 4.46. A-8-3-DA-P1-135-P150 ve A-8-6-DA-P1-135-P150 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.

TBDY2018 doğrultusunda DD1 ve DD3 yer hareketi etkisinde gerçekleştirilen ŞGDT analizleri sonucunda çerçeve sistemli betonarme bina modellerinde oluşan hasar durumları Şekil 4.47 ve Şekil 4.48 da sunulmuştur.

T-8-3-P47 bina modeli kirişlerinde DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 de sadece X yönünde yaklaşık %75, Y yönünde ise %100 oranında sınırlı hasar belirlenmiştir. T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinde düşey taşıyıcı elemanların tümünde DD1 ve DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 ve DTS4 de X ve Y yönlerinde sınırlı hasar, sınırlı hasar belirlenmiştir.

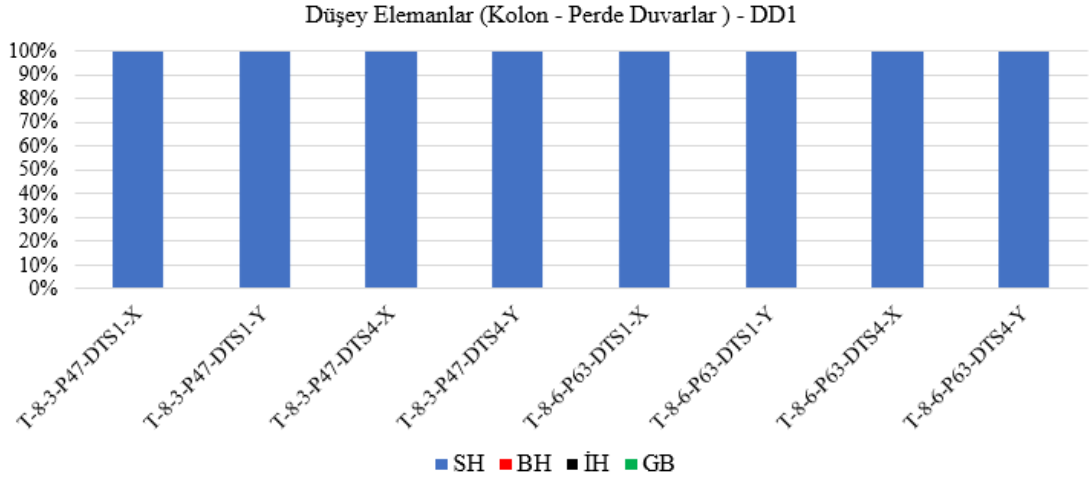


a) DD1

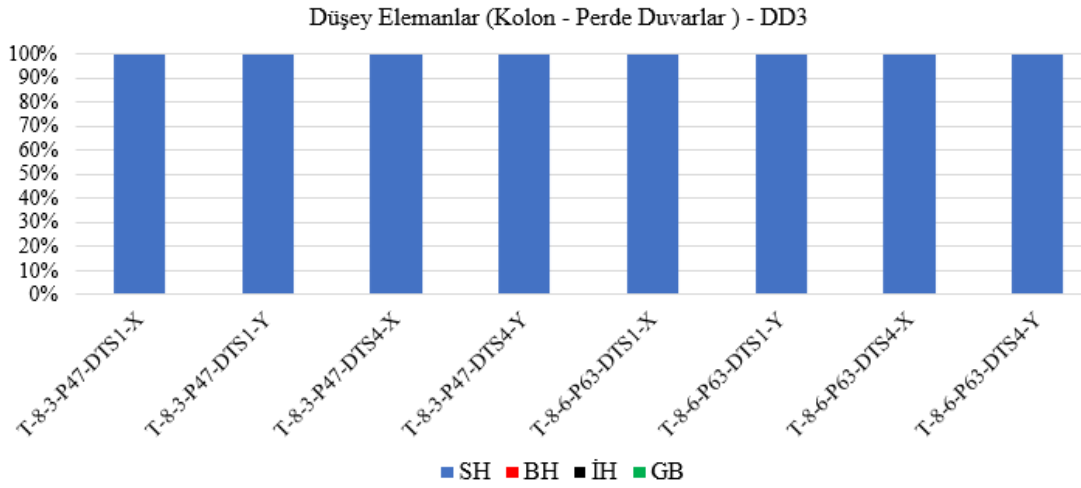


b) DD3

Şekil 4.47. T-8-3-P47-P63 ve T-8-6-P47-P63 Bina model yatay (kiriş) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.



a) DD1



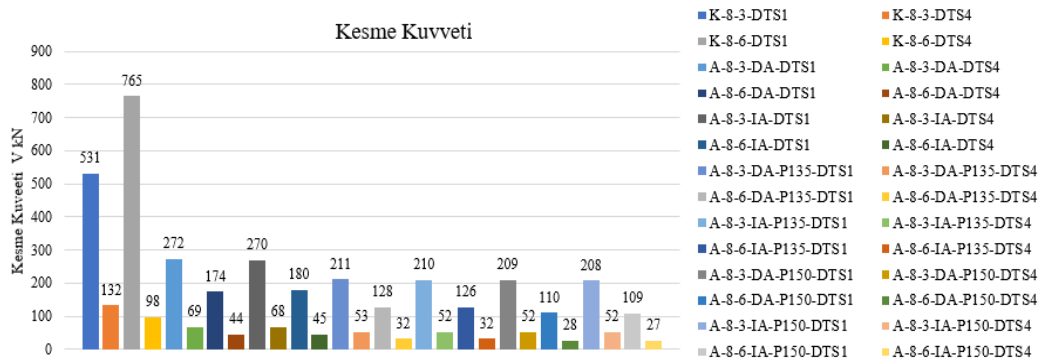
b) DD3

Şekil 4.48. T-8-3-P47-P63 ve T-8-6-P47-P63 Bina model düşey (kolon-perde duvarlar) elemanlar hasar durumu. a) DD1. b) DD3.

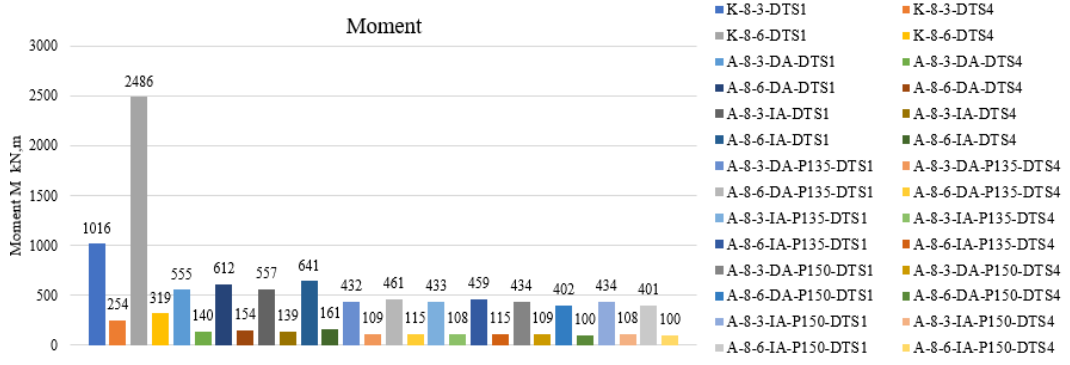
4.4. KESME KUVVETİ VE EĞİLME MOMENTİ

Betonarme bina modellerinde dikkate alınan parametreler etkisinde meydana gelecek kesme kuvveti ve eğilme momenti değişimlerinin belirlenmesi için her kat planında orta akslarda yer alan 4 adet kolon belirlenmiştir (bkz Şekil 3.20). Kolonlara ait kesme kuvveti ve eğilme momenti değerlerinin maksimumları dikkate alınmış ve Şekil 4.49 ve Şekil 4.50 de sunulmuştur.

Şekil 4.49 de görüldüğü üzere bina modellerinde kolonlarda meydana gelen kesme kuvvetleri şekil değiştirmeye göre tasarımda çerçevesi sistemler hariç diğer tüm modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça azalmaktadır. Her iki deprem tasarım sınıfı içinde en yüksek kesme kuvveti değerleri çerçevesi sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1 de oluşan kesme kuvveti değerleri DTS4 de elde edilenlerin yaklaşık 4 katı kadardır. A-8-6-IA-P150-DTS1 ve A-8-6-IA-P150-DTS4 bina modellerinde en düşük kesme kuvvetleri sırasıyla 109 kN ve 27 kN olarak belirlenmiştir. Buradan hareketle bina modellerinde perde duvar oranı artışına bağlı olarak kesme kuvveti değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Şekil 4.50 de görüldüğü üzere bina modellerinde kolonlarda meydana gelen eğilme momentleri şekil değiştirmeye göre tasarımda zemin kat yüksekliği arttıkça artmaktadır. Her iki deprem tasarım sınıfı içinde en yüksek eğilme momenti değerleri çerçevesi sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1 de oluşan eğilme momenti değerleri DTS4 de elde edilenlerin yaklaşık 4 katı kadardır. A-8-6-IA-P150-DTS1 ve A-8-6-IA-P150-DTS4 bina modellerinde en düşük eğilme momentleri sırasıyla 401 kNm ve 100 kNm olarak belirlenmiştir. Eğilme momentlerinde meydana gelen en büyük değişim çerçevesi sistemler ve %1 perde duvar oranına sahip sistemler arasında gerçekleşmiştir. Perde duvar oranı arttıkça azalma eğilimi gözlemlense de aralarında ki fark asgari düzeyde kalmıştır. K-8-6-DTS1 bina modelinde en yüksek eğilme momenti değeri belirlenmiştir. Zemin kat yüksekliğinin artışı, çerçevesi sistemlerde yaklaşık 2,5 kat eğilme momenti artışına neden olmuştur.



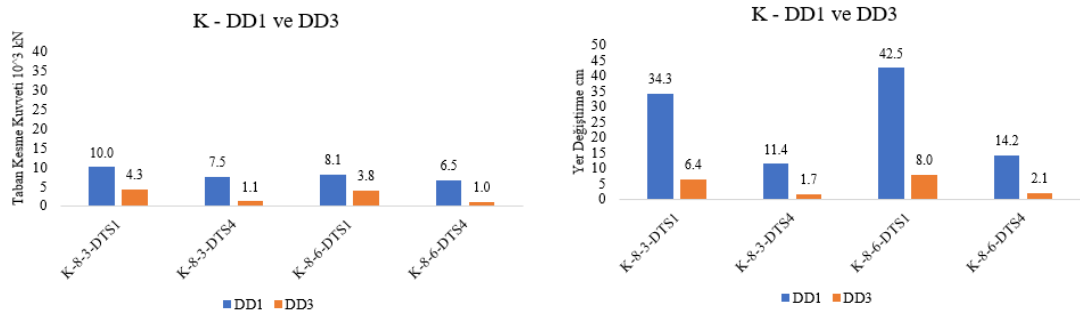
Şekil 4.49. Yapı modellerinin ŞGDT için elde edilen kesme kuvveti.

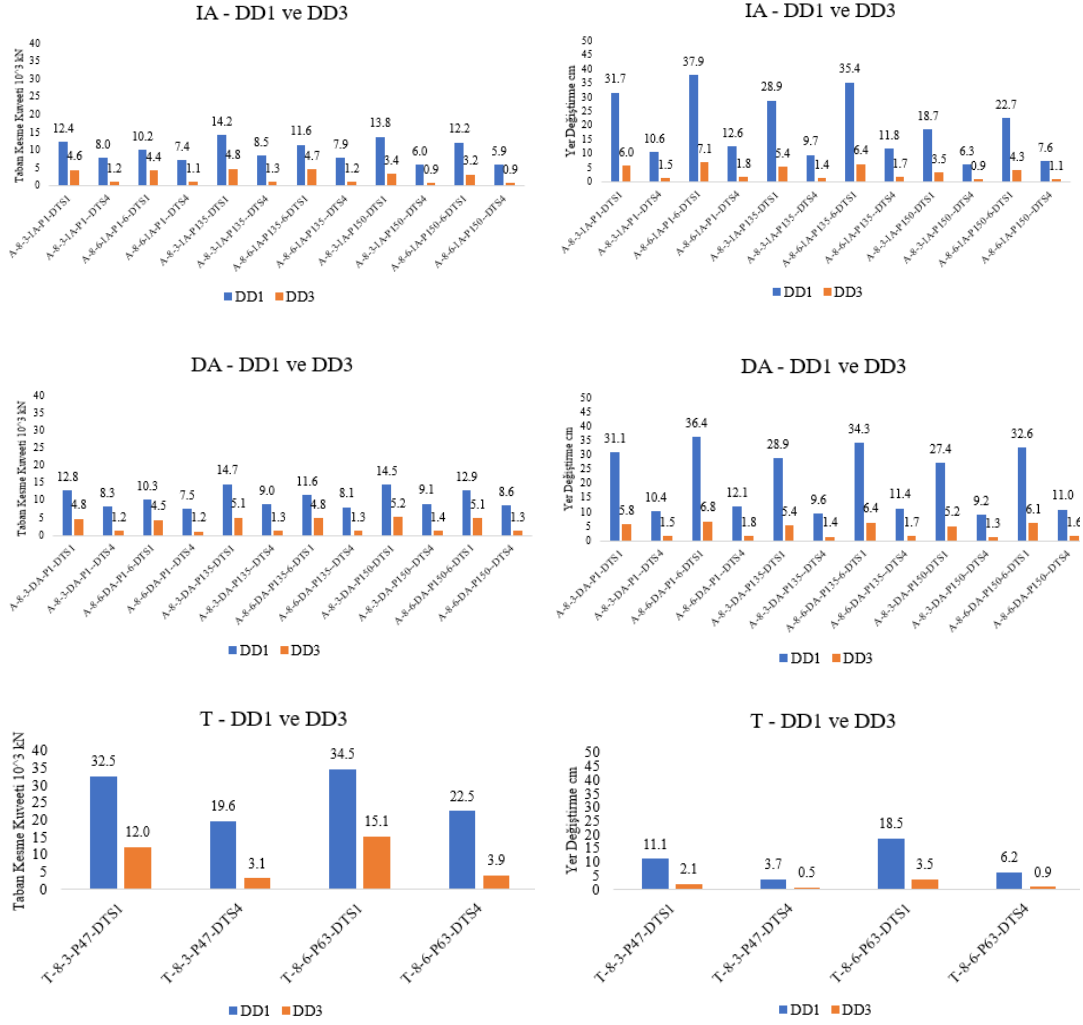


Şekil 4.50. Yapı modellerinin ŞGDT için elde edilen eğilme momenti.

4.5. TABAN KESME KUVVETİ VE YERDEĞİŞTİRME KİYASLANMASI

Bina modellerinde DD1 ve DD3 için kat planlarında dikkate alınan bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri ve yer değiştirme değerleri Şekil 4.51’de verilmiştir. K tipi bina modellerinde DD1 de taban kesme kuvvetleri ve yerdeğıştirmeleri DD3 de elde edilenlerden daha yüksek çıkmaktadır. Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modellerinde taban kesme kuvveti daha yüksek çıkarken yerdeğıştirmeler düşük çıkmaktadır. Zemin kat yüksekliğinin artması ile taban kesme kuvvetlerinde azalma yerdeğıştirmelerde artmalar gözlemlenmiştir. En yüksek taban kesme kuvvetleri çerçevesi sistemlerde K-8-3-DTS1, iç akstan perdeli sistemlerde A-8-3-IA-P135-DTS1, dış akstan perdeli sistemlerde A-8-3-DA-P135-DTS1 ve tünel kalıp sistemlerde ise T-8-6-P63-DTS1 de belirlenmiştir. En yüksek yerdeğıştirmeler ise çerçevesi sistemlerde K-8-6-DTS1, iç akstan perdeli sistemlerde A-8-6-IA-P1-DTS1, dış akstan perdeli sistemlerde A-8-6-DA-P1-DTS1 ve tünel kalıp sistemlerde ise T-8-6-P63-DTS1 de belirlenmiştir.





Şekil 4.51. Bina modelleri DD1 ve DD3 karşılaştırması a) taban kesme kuvveti b)yerdeğiştirme.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında dört farklı betonarme taşıyıcı sistemden oluşan yapılar incelenmiştir. Bu yapılar çerçevesi, dış aksta perde duvarlı sistem, iç aksta perde duvarlı sistem ve tünel kalıp sistemlerinden oluşmaktadır (K-IA-IA-T). K tipi bina modelleri çerçevesi sistemi ifade etmektedir. A tipi bina modellerinde, perde duvar oranı %1.00, %1.35 ve %1.50 olacak şekilde belirlenen kat planlarında perde duvarlar iç aksta ve dış aksta olacak şekilde ayrı ayrı modellenmiştir. T tipi bina modellerinde tünel kalıp sistem uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Bina modelleri, kat yükseklikleri 3m, zemin kat yüksekliği 3m ve 6m olacak şekilde toplam 8 katlı olarak tasarlanmıştır. Kullanım amacı konut olan binaların oturuma alanı 25x25 metredir. Betonarme bina modellerinin doğrusal ve doğrusal olmayan analizleri PROTASTRUCTURE bilgisayar paket programı gerçekleştirilmiştir. Doğrusal analizlerde mod birleştirme ve eşdeğer deprem yükü yöntemleri, doğrusal olmayan analizlerde tek modlu itme yöntemi kullanılmıştır.

Betonarme bina modellerinin farklı deprem tasarım sınıflarında göstereceği performansın irdelenebilmesi için DTS1 (Karabük) ve DTS4 (Konya) dikkate alınmış ve tüm bina modelleri her iki deprem tasarım sınıfı için ayrıca analiz edilmiştir. Bu parametre farklı deprem tasarım sınıflarında betonarme binaların davranışını anlamak ve tasarım sürecinde kullanılan parametreleri değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Analizler sonucunda elde edilen veriler aşağıda özetlenmiştir.

- DGT’de zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde görelî kat ötelenme değerleri artmaktadır. Buna karşın tünel kalıp sisteminin kullanılması görelî kat ötelenme değerlerinde azalmaya neden olmaktadır.

- DGT’de zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde ikinci mertebe etkileri artmaktadır. Buna karşın tünel kalıp sisteminin kullanılması ikinci mertebe etkilerinde azalmaya neden olmaktadır.
- Bina modellerinde kolonlarda meydana gelen kesme kuvvetleri DGT’de zemin kat yüksekliği arttıkça azalmaktadır. Her iki deprem tasarım sınıfı içinde en yüksek kesme kuvveti değerleri çerçevesel sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1 de oluşan kesme kuvveti değerleri DTS4 de elde edilenlerin yaklaşık 3 katı kadardır. Bina modellerinde perde duvar oranı artışına bağlı olarak kesme kuvveti değerlerinde azalma meydana gelmektedir. Perde duvarların yerleşimine bağlı olarak yapılan değerlendirmede dış akslarda perde yerleşiminin daha küçük kesme kuvvetlerine neden olduğu belirlenmiştir.
- Bina modellerinde kolonlarda meydana gelen eğilme momentleri DGT’de zemin kat yüksekliği arttıkça artmaktadır. Her iki deprem tasarım sınıfı içinde en yüksek eğilme momenti değerleri çerçevesel sistemlerde meydana gelmektedir. DTS1 de oluşan eğilme momenti değerleri DTS4 de elde edilenlerin yaklaşık 4 katı kadardır. Eğilme momentlerinde meydana gelen en büyük değişim çerçevesel sistemler ve %1 perde duvar oranına sahip sistemler arasında gerçekleşmiştir. Perde duvar oranı arttıkça azalma eğilimi gözlemlense de aralarında ki fark asgari düzeyde kalmıştır. Perde duvarların yerleşimine bağlı olarak yapılan değerlendirmede dış akslarda perde yerleşiminin daha küçük eğilme momentlerine neden olduğu belirlenmiştir.
- DGT’de X ve Y doğrultularında maksimum kat yerdeğiştirme DTS1 ve DTS4 için K-8-6-DTS1(max) ve K-8-6-DTS4(max) bina modellerinde meydana gelmektedir. Zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde kat yerdeğiştirmeleri artmaktadır. Buna karşın en düşük değerler ise T-8-3-P47-DTS1(max) ve T-8-3-P47-DTS4(max) bina modellerinde elde edilmiştir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması kat yerdeğiştirmelerinde azalmaya neden olmaktadır. Perde duvar yerleşiminin iç akslarda yer alması dış akslara kıyasla daha büyük tepe noktası yer değiştirmelerine neden olmaktadır. Perde duvar oranı %1,35 ve %1,50 olan

modellerin tepe noktası yer değiştirmesi çerçevesi sistemlere kıyasla sırasıyla %18 ve %15 daha az olarak belirlenmiştir.

- K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %32 ve %24 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de K-8-6 da elde edilen göçme yükü K-8-3 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %24 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %15 olarak belirlenmiştir. K-8-3 ve K-8-6 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %285 ve %286 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de K-8-6 da elde edilen göçme yükü K-8-3 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %12 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %12 olarak belirlenmiştir.
- A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %55 ve %38 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-IA-P1 da elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P1 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %21 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %8 olarak belirlenmiştir. A-8-3-IA-P1 ve A-8-6-IA-P1 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileriyle karşılaştırıldığında, göçme yükünde sırasıyla %285 ve %285 oranında bir artış tespit edilmiştir. DTS1 de A-8-6-IA-P1 da elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P1 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %3 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %3 olarak belirlenmiştir.
- A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %66 ve %46 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-IA-P135 da elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P135 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %22 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %7 olarak belirlenmiştir. A-8-3-IA-P135 ve A-8-6-IA-P135 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %287 ve %285 oranında

bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-IA-P135 da elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P135 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %2 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %2 olarak belirlenmiştir.

- A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %128 ve %106 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-IA-P150 da elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P150 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %13 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %2 olarak belirlenmiştir. A-8-3-IA-P150 ve A-8-6-IA-P150 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri ile DTS4 verileri karşılaştırıldığında, göçme yükünde sırasıyla %286 ve %286 oranında bir artış olduğu tespit edilmiştir. DTS1 de A-8-6-IA-P150 da elde edilen göçme yükü A-8-3-IA-P150 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %2 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %2 olarak belirlenmiştir.
- A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %64 ve %43 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-DA-P135 da elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P135 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %26 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %10 olarak belirlenmiştir. A-8-3-DA-P135 ve A-8-6-DA-P135 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %287 ve %287 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-DA-P135 da elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P135 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %5 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %5 olarak belirlenmiştir.
- A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %58 ve %50 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-DA-P150 da elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P150 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %12 oranında bir azalma meydana

gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %6 olarak belirlenmiştir. A-8-3-DA-P150 ve A-8-6-DA-P150 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %286 ve %288 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de A-8-6-DA-P150 da elde edilen göçme yükü A-8-3-DA-P150 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %3 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %3 olarak belirlenmiştir.

- T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %53 ve %65 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de T-8-6-P63 da elde edilen göçme yükü T-8-3-P47 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %6 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %14 olarak belirlenmiştir. T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinin DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 verileri DTS4 verileri ile kıyaslandığında göçme yükünde sırasıyla %285 ve %287 oranında bir artış olduğu belirlenmiştir. DTS1 de T-8-6-P63 da elde edilen göçme yükü T-8-3-P47 de elde edilen göçme yükü ile kıyaslandığında %25 oranında bir azalma meydana gelmektedir. Bu azalma oranı DTS4 de ise %25 olarak belirlenmiştir.
- DD1 ve DD3 yer hareketi etkisinde gerçekleştirilen ŞGDT analizleri sonucunda X ve Y doğrultularında maksimum görelî kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için K-8-6 bina modellerinde meydana gelmektedir. Zemin kat yüksekliği diğer katlardan yüksek olduğunda çerçeve sistemli bina modelinde görelî kat ötelenme değerleri ŞGDT analizlerinde de artmaktadır. DTS4 de sınır aşımı söz konusu değildir. Genel olarak diğer bina modellerinde en büyük görelî kat öteleme değerleri 2. Kat hizasında oluşmakta ancak sınır değerleri aşmamaktadır. Dolayısıyla özellikle zemin kat yüksekliği 6m olan çerçeve sistem kullanılması durumunda perde duvarlı sistemlere kıyasla dezavantaj oluşmaktadır. X ve Y doğrultularında minimum görelî kat öteleme değerleri DTS1 ve DTS4 için T-8-3-P47 bina modellerinde meydana gelmektedir. Tünel kalıp sisteminin kullanılması görelî kat ötelenme değerlerinde azalmaya neden olmaktadır. Bina modellerine etkileyen spektral ivme değerlerinin artışı görelî kat öteleme değerlerini de arttırmaktadır.

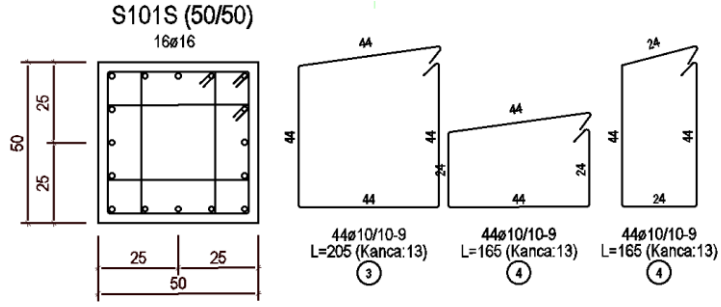
- DD1 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 de K-8-3 ve K-8-6 bina modeli girişlerinde sırasıyla X yönünde yaklaşık %90, Y yönünde ise %100 oranında belirgin hasar belirlenmiştir. DTS4 de DD1 de X yönünde yaklaşık %35, Y yönünde ise %55 oranında belirgin hasar belirlenmiştir.
- Hasar durumu perde duvar oranının artmasıyla birlikte azaltılmaktadır.
- T-8-3-P47 ve T-8-6-P63 bina modellerinde düşey taşıyıcı elemanların tümünde DD1 ve DD3 deprem yer hareketi düzeyinde DTS1 ve DTS4 de X ve Y yönlerinde sınırlı hasar, sınırlı hasar belirlenmiştir.
- Bina modellerinde kolonlarda meydana gelen kesme kuvvetleri ŞGDT’de çerçevesi sistemler hariç diğer tüm modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça azalmaktadır.
- Eğilme momentlerinde meydana gelen en büyük değişim çerçevesi sistemler ve %1 perde duvar oranına sahip sistemler arasında gerçekleşmiştir. Perde duvar oranı arttıkça azalma eğilimi gözlemlense de aralarında ki fark asgari düzeyde kalmıştır. K-8-6-DTS1 bina modelinde en yüksek eğilme momenti değeri belirlenmiştir. Zemin kat yüksekliğinin artışı, çerçevesi sistemlerde yaklaşık 2,5 kat eğilme momenti artışına neden olmuştur.
- Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modellerinde taban kesme kuvveti daha yüksek çıkarken yerdeğiştirmeler düşük çıkmaktadır. Zemin kat yüksekliğinin artması ile taban kesme kuvvetlerinde azalma yerdeğiştirmelerde artmalar gözlemlenmiştir.

KAYNAKLAR

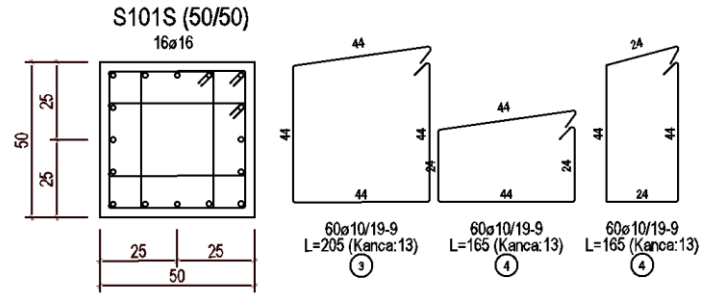
1. ÇINAR, E. D., "2007 Türk Deprem Yönetmeliği Ve İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliğine Göre Yüksek Bir Binanın Tasarımı", *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul, (2015).
2. ZORLU, K. and GÜZELÇOBAN MAYUK, S., "Mevcut Binaların Deprem Ve Enerji Performansları Açılarının İyileştirilmesine Yönelik Bir Araştırma; Midorigaoka-1 Örneği", 1 (3): 1–17 (2021).
3. ÖZAYDIN, Y., "30 Katlı Betonarme Yüksek Bir Binanın 2018 Tbdy Kapsamına Tasarımı Ve Performans Analizi", *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul , (2018).
4. Çolakoğlu, H. E., "Nonlinear behavior of U shaped reinforced-concrete shear walls under different horizontal loads", *Teknik Dergi/Technical Journal Of Turkish Chamber Of Civil Engineers*, 30 (1): 8887–8912 (2018).
5. Alyan, I. and Sahin, B., "Evaluation of The Structural System Performance of an Existing Reinforced Concrete Building Under Earthquake Loads According to the 2007 and 2018 Turkish Earthquake Codes", *Turkish Journal Of Earthquake Research*, 1 (2): 134–147 (2018).
6. Çelebi, O. and Cüneyt Aydın, A., "Tarihi Şenkaya Yünören Köprüsünün deprem performansının incelenmesi", *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10 (1): 284–300 (2021).
7. ÇAVIAR, Ö., KÖSE, G., and SUNCA, F., "Betonarme Binaların Deprem Performanslarına Dolgu Duvarların Etkisinin İncelenmesi", *Uludağ University Journal Of The Faculty Of Engineering*, 465–484 (2020).
8. Özbayrak, A., "Deprem Etkisi Altındaki Betonarme Kirişsiz Plak Döşemelerin Eğilme Momentlerinin Ysa Analizi İle Tahmin Edilmesi", *Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, (2018).
9. Özlü, B., "Çok Katlı Betonarme Binaların Taşıyıcı Sistem Türlerinin Davranışlarının İncelenmesi", *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul , (2015).

10. TOPÇU, S., "Betonarme Yüksek Bir Binanın Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği'ne Göre Tasarımının İrdelenmesi", *Bursa Uludağ Üniversitesi*, Bursa, (2018).
10. SARAL, E., "Betonarme Yüksek Binaların Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri İle Deprem Performanslarının Belirlenmesi", *Dokuz Eylül Üniversitesi*, İzmir, (2015).
11. BULGU, N. N., "Tünel Kalıpla İnşa Edilen Binaların Deprem Yükleri Etkisindeki İavranişının İncelenmesi", *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul, (2007).
12. TOZLU, İ., "Tünel Kalıp Sistemli Orta Katlı Betonarme Binaların Deprem Performansının Belirlenmesinde Yer Hareketi Kaydı Ölçekleme Yöntemlerinin Ve Güçlü Yer Hareketi Kısımının Etkisi", *Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul, (2023).
13. MUNZUROĞLU, M., "Yüksek Binaların 2007 Türk Deprem Yönetmeliği Ve İstanbul Yüksek Binalar Deprem Yönetmeliği'ne Göre Tasarımı Üzerine Sayısal Bir İnceleme", *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul, (2010).
15. "TBDY 2018, "Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği",", Ankara, (2018).

EK AÇIKLAMALAR

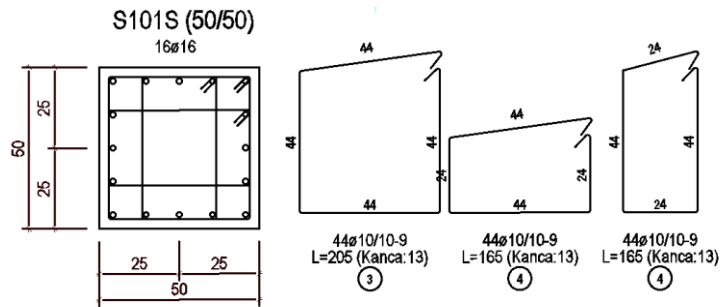


(a)

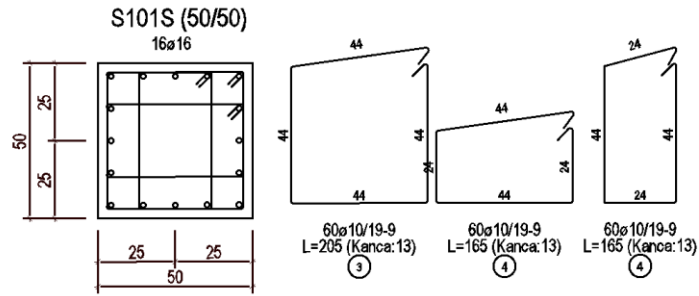


(b)

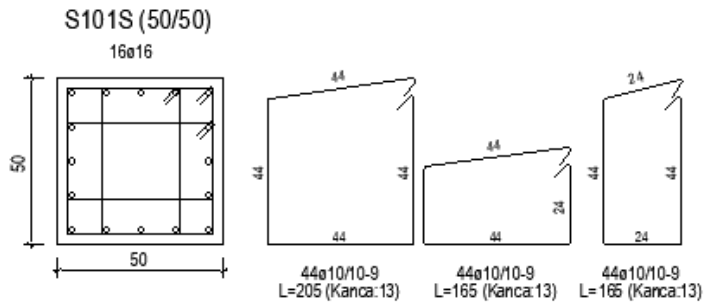
Çerçeve sistemli bina modellerinde elde edilen kolon donatı detayları a) K-8-3, b) K-8-6



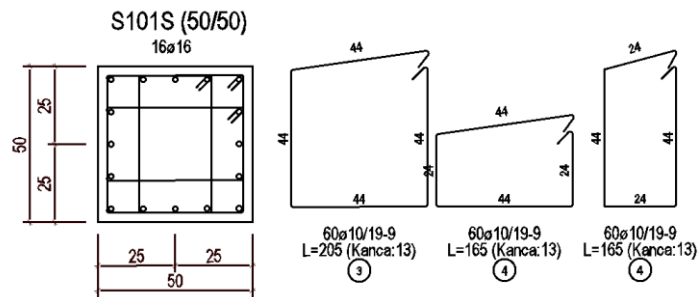
A-8-3-IA-P150 kolon donatı detayları.



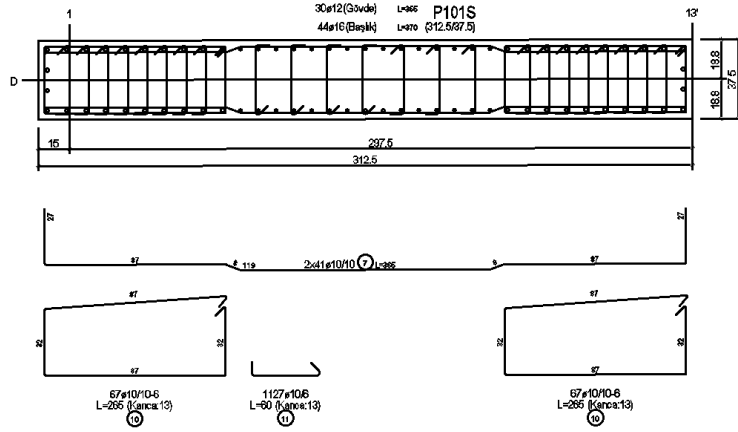
A-8-6-IA-P150 kolon donatı detayları.



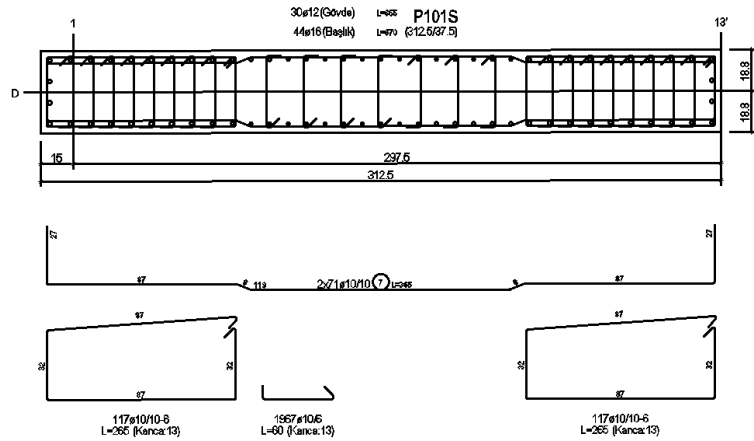
A-8-3-DA-P150 kolon donatı detayları.



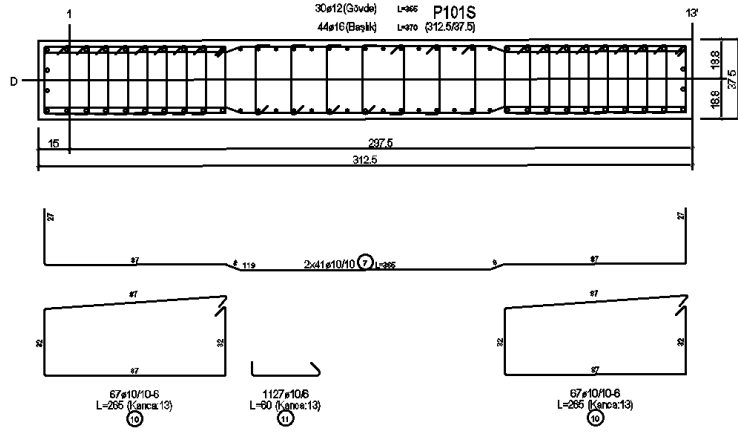
A-8-6-DA-P150 kolon donatı detayları.



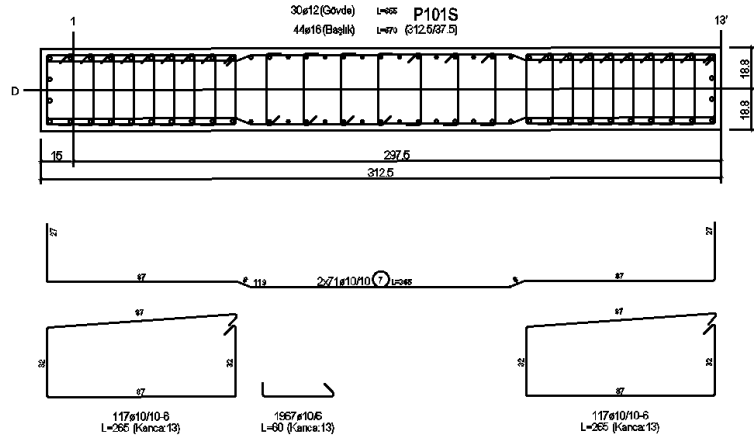
A-8-3-IA-P150 perde duvar donatı detayları.



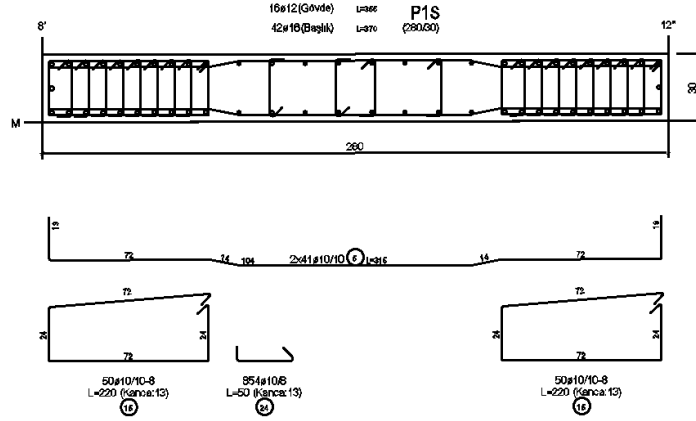
A-8-6-IA-P150 perde duvar donatı detayları.



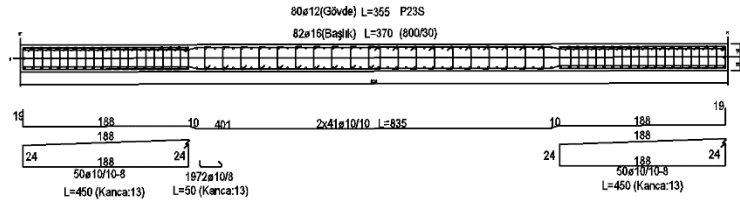
A-8-3-DA-P150 perde duvar donatı detayları.



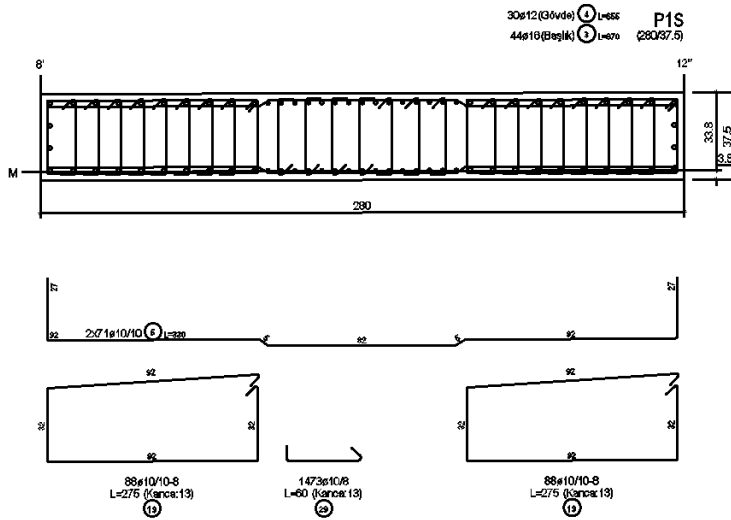
A-8-6-DA-P150 perde duvar donatı detayları.



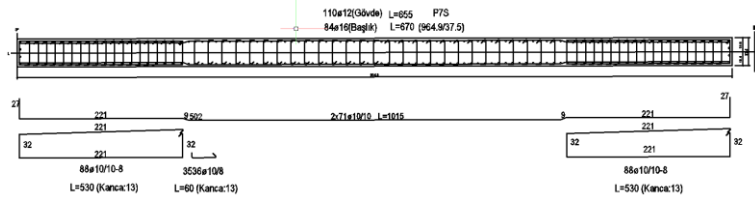
T-8-3-P47 perde duvar donatı detayları.



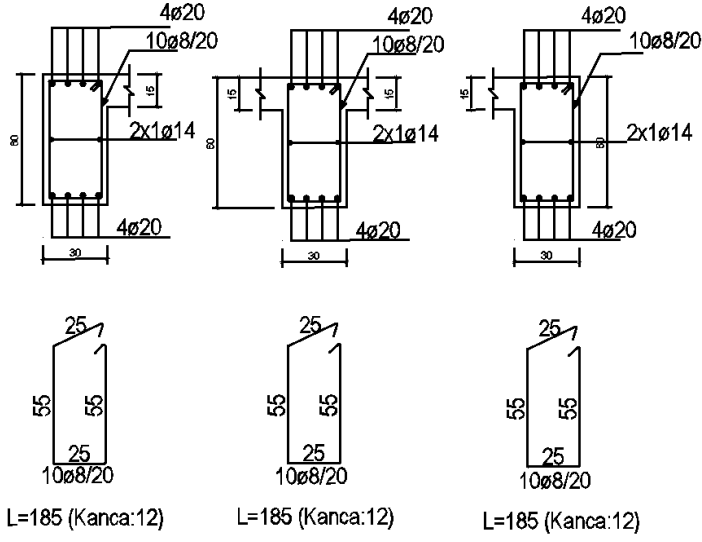
T-8-3-P47 perde duvar donatı detayları.



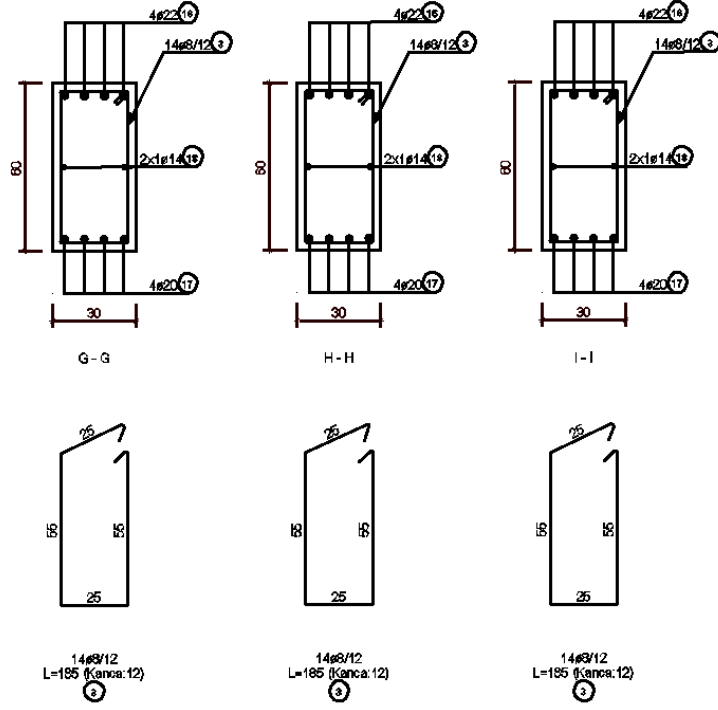
T-8-6-P63 perde duvar donatı detayları.



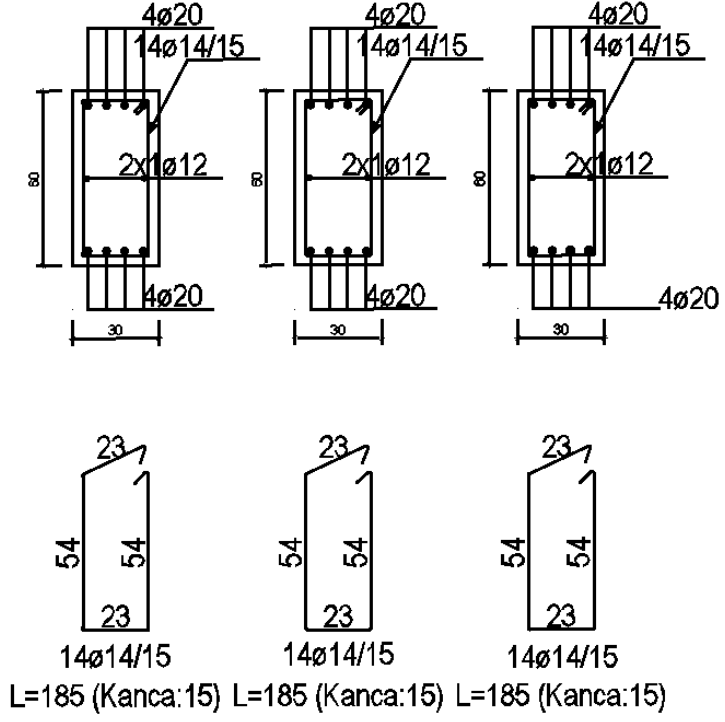
T-8-6-P63 perde duvar donatı detayları.



K-Tipi Yapısal çözümlerden elde edilen bazı kirişlerin donatı detayları.



IA-DA-Tipi Yapısal çözümlerden elde edilen bazı kirişlerin donatı detayları.



T-Tipi Yapısal çözümlerden elde edilen bazı kirişlerin donatı detayları.

ÖZGEÇMİŞ

Mohamed ALHAMOUDIALALLOUSH 2015 yılında Karabük Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde öğrenime başlayıp 2020 yılında iyi derece ile mezun oldu. 2020 yılında Karabük Üniversitesi lisansüstü Enstitüsü İnşaat Mühendisliği (Yapı) Anabilim Dalı'nda yüksek lisans programına başlamış olup eş zamanlı olarak 2023 yılından itibaren KSA'da HAMZA MUHAMMED ALDERI CONSTRUCTION COMPANY'de İnşaat Mühendisi olarak görev yapmaktadır.