

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BOŞLUKLU PERDELİ ÇERÇEVELİ SİSTEMLERDE
BOŞLUK ORANININ YAPI DAVRANIŞINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İmren BAŞAR

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI
Tez Danışmanı : Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KASAP

Mart 2019

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BOŞLUKLU PERDELİ ÇERÇEVELİ SİSTEMLERDE
BOŞLUK ORANININ YAPI DAVRANIŞINA ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

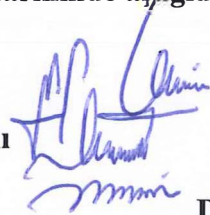
İmren BAŞAR

Enstitü Anabilim Dalı
Enstitü Bilim Dalı

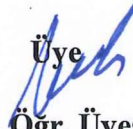
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
YAPI

Bu tez 01.10.3/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı
Prof. Dr.
Erkan ÇELEBİ



Üye
Dr. Öğr. Üyesi
Hüseyin KASAP



Üye
Dr. Öğr. Üyesi
Osman KIRTEL



BEYAN

Tez içerisinde yer alan tüm verilerin akademik kurallar dahilinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı bilgilerin ve sonuçların akademik kurallara uygun bir şekilde sunulduğunu, verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının akademik verilerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun bir şekilde atıfta bulunulduğunu, tezde bulunan verilerin herhangi bir üniversitede veya tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

İmren BAŞAR

Şubat 2019

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecimde değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım, birçok noktada bilgisini ve desteğini almaktan çekinmediğim, araştırmanın plan ve programlanması ve sonra tezin yazılmasına kadar geçen tüm aşamalarda yardımlarını hiç esirgemeyen, çalışmaya teşvik eden, tüm çalışmalarımız boyunca kendisinden her türlü desteği ve ilgiyi gördüğüm ve öğrencisi olmakla gurur duyduğum sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KASAP'a ve çalışmam süresince yardımlarını hiçbir şekilde esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Necati MERT'e teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| TEŞEKKÜR..... | i |
| İÇİNDEKİLER | ii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ | v |
| ŞEKİLLER LİSTESİ | vii |
| TABLolar LİSTESİ..... | xiii |
| ÖZET..... | xv |
| SUMMARY | xvi |
| BÖLÜM 1. | |
| GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Amaç | 3 |
| 1.2. Kapsam..... | 3 |
| BÖLÜM 2. | |
| MATERYALLER VE YÖNTEM | 5 |
| 2.1. Materyal | 5 |
| 2.2. Yöntem | 5 |
| 2.2.1. Sonlu elemanlar kabuk modeli..... | 5 |
| 2.2.2. Perde duvarın yatay ötelenmesi..... | 6 |
| 2.2.3. Sayısal çözümler..... | 8 |
| 2.3. Çalışmada Geçerli Olan Varsayımlar..... | 23 |
| BÖLÜM 3. | |
| BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER..... | 25 |
| 3.1. Geleneksel Çerçevesiz Sistemler..... | 26 |
| 3.2. Perde Duvarlı Sistemler | 27 |

| | |
|--|----|
| 3.3. Eğik Elemanlı Çerçeve Sistemler | 28 |
| 3.4. Boşluklu Perde - Duvarlı Sistemler | 29 |
| 3.5. Perde Duvarlı-Çerçeve Sistemler | 30 |
| BÖLÜM 4. | |
| BOŞLUKLU PERDELER | 32 |
| BÖLÜM 5. | |
| TAŞIYICI SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK PERDELERİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ TANIMLARI..... | 37 |
| 5.1. Taşıyıcı Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler | 37 |
| 5.1.1. Bağ kirişli (boşluklu) perdelerle ilişkin kural ve koşullar | 37 |
| BÖLÜM 6. | |
| PLANDA YERLEŞİM DURUMUNA VE YATAYDA BOŞLUK ORANINA GÖRE PERDELERDE KESME KUVVETLERİ VE MOMENT DEĞERLERİNİN DAĞILIMI..... | 40 |
| 6.1. Perdelerle Gelen Kesme Kuvvetlerinin ve Momentlerinin Değişimi .. | 40 |
| BÖLÜM 7. | |
| İNCELENEN YAPILARIN MODAL ANALİZ RAPORLARI..... | 67 |
| 7.1. İncelenen Yapıların Detaylı Dinamik Analiz Raporları..... | 67 |
| BÖLÜM 8. | |
| ZEMİN GRUBUNUN Z1 SEÇİLMESİ DURUMUNDA ANALİZ SONUÇLARINDAKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ | 86 |
| 8.1. Zemin Grubunun Z1 Seçilmesi Durumunda Perdelerde Kesme Kuvveti Değişimin İncelenmesi | 86 |
| BÖLÜM 9. | |
| ANALİZ SONUÇLARI | 91 |

| | |
|----------------------------|-----|
| BÖLÜM 10. | |
| SONUÇLAR VE ÖNERİLER | 99 |
| KAYNAKLAR | 102 |
| ÖZGEÇMİŞ | 104 |

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|-----------------------|--|
| $A(T)$ | : Spektral ivme katsayısı |
| A_0 | : Etkin yer ivmesinin katsayısı |
| b_w | : Kiriş gövde genişliği |
| E_c | : Beton elastik modülü |
| E_s | : Donatı elastik modülü |
| f_{cd} | : Beton tasarım basınç dayanımı |
| f_{ck} | : Betonun karakteristik basınç dayanımı |
| $f_{ck}^{\text{küp}}$ | : Betonun eşdeğer küp karakteristik basınç dayanımı |
| f_{ctd} | : Beton tasarımı çekme dayanımı |
| f_{ctk} | : Betonun karakteristik çekme dayanımı |
| f_{su} | : Donatı minimum çekme dayanımı |
| f_{yd} | : Donatı tasarım akma dayanımı |
| f_{yk} | : Donatı karakteristik akma dayanımı |
| F_i | : Binanın i 'inci katına etkiyen eşdeğer deprem yükü |
| G_c | : Betonun kayma modülü |
| H_i | : Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği |
| h_f | : Döşeme kalınlığı |
| h_k | : Kat yüksekliği |
| I | : Bina önem katsayısı |
| n | : Hareketli yük katılım katsayısı |
| R | : Taşıyıcı sistemin davranış katsayısı |
| $R_a(T)$ | : Deprem yükünü azaltma katsayısı |
| $S(T)$ | : Spektrum katsayısı |
| T | : Yapı doğal titreşim periyodu |
| T_A, T_B | : Spektrum karakteristik periyotları |

TDY2007 : Türk Deprem Yönetmeliği (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar
Hakkında Yönetmelik) 2007

- V_i : Yapının i 'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
 V_t : Yapıya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü
 W : Yapı toplam ağırlığı
 w_i : Binanın i 'inci katının ağırlığı
 ϵ_{cu} : Betonda ezilme birimi kısalması
 ϵ_{cu} : Betonda kopma birimi kısalması
 η_{bi} : i 'inci katta tariflenen burulma düzensizliği katsayısı
 η_{ci} : i 'inci katta tariflenen dayanım düzensizliği katsayısı
 ν : Poisson oranı
 Δ_i : Binanın i 'inci katında azaltılmış görel kat ötelemesi
 $(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i 'inci katında ortalama azaltılmış görel kat ötelemesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1. 6 Serbestlik dereceli gerilme elemanı | 5 |
| Şekil 2.2. Kabuk Modeli | 6 |
| Şekil 2.3. Yatay yük altında çerçeve-perde duvar davranışı | 7 |
| Şekil 2.4. Boşluklu perde | 9 |
| Şekil 2.5. Referans Katı Model | 10 |
| Şekil 2.6. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 1 | 11 |
| Şekil 2.7. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 2 | 12 |
| Şekil 2.8. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 3 | 13 |
| Şekil 2.9. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 4 | 14 |
| Şekil 2.10. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 5 | 15 |
| Şekil 2.11. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 6 | 16 |
| Şekil 2.12. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 7 | 17 |
| Şekil 2.13. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 8 | 18 |
| Şekil 2.14. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 9 | 19 |
| Şekil 2.15. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 10 | 20 |
| Şekil 2.16. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 11 | 21 |
| Şekil 2.17. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 12 | 22 |
| Şekil 2.18. Taşıyıcı sistemin IDECAD modeli | 23 |
| Şekil 3.1. Çerçevesiz Sistem | 27 |
| Şekil 3.2. Çerçeve elemanın yatay olan yüklerin etkisi altındaki davranışı..... | 27 |
| Şekil 3.3. Perde Duvarlı Sistem Yerleşim Planı | 28 |
| Şekil 3.4. Betonarme perde duvarın yatay kuvvet altında konsol kiriş gibi davranması..... | 28 |
| Şekil 3.5. Eğik Elemanlı Çerçevesiz Sistem Yerleşimi..... | 29 |
| Şekil 3.6. Boşluklu perde – duvarlı sistemler | 30 |
| Şekil 3.7. Perde Duvarlı-Çerçevesiz Taşıyıcı Sistemli Bina | 31 |

| | |
|--|----|
| Şekil 4.1. Boşluklu perde | 33 |
| Şekil 4.2. Boşluklu perdeler | 33 |
| Şekil 4.3. Perdede boşluk türleri | 34 |
| Şekil 4.4. Bağ kirişinin rijitliğine göre perde kesitindeki gerilme dağılımı..... | 35 |
| Şekil 4.5. Boşluklu perdelerde şekil değiştirme..... | 36 |
| Şekil 5.1. TDY 2007 | 38 |
| Şekil 5.2. TDY 2007 | 39 |
| Şekil 6.1. Model 1 yapı modeline göre P01 perdesinde x doğrultusunda kesme kuvveti diyagramı | 40 |
| Şekil 6.2. Model 1 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri | 41 |
| Şekil 6.3. Model 6 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti diyagramı..... | 42 |
| Şekil 6.4. Model 6 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri | 42 |
| Şekil 6.5. Model 7 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti | 43 |
| Şekil 6.6. Model 7 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri | 43 |
| Şekil 6.7. Model 8 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti diyagramı..... | 44 |
| Şekil 6.8. Model 8 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri | 44 |
| Şekil 6.9. Model 9 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti | 45 |
| Şekil 6.10. Model 9 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri | 45 |
| Şekil 6.11. Model 1 yapı modelinde katlara göre P01 perdesi ile Çerçeve x yönündeki kirişlerin moment diyagramı..... | 46 |
| Şekil 6.12. Model 1 yapı modelinde katlara göre Çerçeve x yönündeki kirişlerin moment değerleri..... | 46 |
| Şekil 6.13. Model 2 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 | |

| | |
|--|----|
| perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 47 |
| Şekil 6.14. Model 2 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri | 47 |
| Şekil 6.15. Model 3 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 48 |
| Şekil 6.16. Model 3 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri | 48 |
| Şekil 6.17. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerinin moment diyagramı | 49 |
| Şekil 6.18. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri | 49 |
| Şekil 6.19. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 50 |
| Şekil 6.20. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 50 |
| Şekil 6.21. Model 2 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre değişimi..... | 51 |
| Şekil 6.22. Model 3 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre değişimi..... | 52 |
| Şekil 6.23. Model 4 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı | 53 |

| | |
|---|----|
| Şekil 6.24. Model 5 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı | 54 |
| Şekil 6.25. Model 2 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı | 55 |
| Şekil 6.26. Model 3 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı | 56 |
| Şekil 6.27. Model 4 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı | 57 |
| Şekil 6.28. Model 5 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı | 58 |
| Şekil 6.29. Model 1 yapı modelinde katlara göre P03 ve P04 perdeleri ile Çerçeve x yönündeki kirişlerin moment diyagramı | 59 |
| Şekil 6.30. Çerçeve x yönündeki kirişlerin Model 1 yapı modelinde katlara göre oluşan moment değerleri..... | 59 |
| Şekil 6.31. Model 2 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 60 |
| Şekil 6.32. Model 2 yapı modelinde katlara göre P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerinin x doğrultusunda oluşan moment değerlerinin katlara göre değişimi..... | 60 |
| Şekil 6.33. Model 3 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 61 |
| Şekil 6.34. Model 3 yapı modelinde katlara göre P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerinin x doğrultusunda oluşan moment değerlerinin katlara göre değişimi | 61 |
| Şekil 6.35. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 | |

| | |
|---|----|
| perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 62 |
| Şekil 6.36. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri | 62 |
| Şekil 6.37. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı | 63 |
| Şekil 6.38. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri | 63 |
| Şekil 6.39. Model 6-Model 7-Model 8-Model 9 yapı modellerine göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin yükseklik değişimlerine göre üst kat yerdeğiştirme değerleri | 64 |
| Şekil 6.40. Model 3-Model 10-Model 11 yapı modellerine göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin yükseklik değişimlerine göre perde taban kesme kuvvetinin değişimi..... | 64 |
| Şekil 6.41. P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin Model 3-Model 12 yapı modellerine göre seçilen ilgili kolonlardaki kesme kuvveti | 65 |
| Şekil 7.1. Tipik Mod Şekilleri..... | 67 |
| Şekil 7.2. Model 3' e ait 1. Mod Biçimi..... | 72 |
| Şekil 7.3. Model 3'e ait 2. Mod Biçimi..... | 72 |
| Şekil 7.4. Model 3'e ait 3. Mod Biçimi..... | 73 |
| Şekil 7.5. Model 3'e ait 4. Mod Biçimi..... | 73 |
| Şekil 7.6. Model 3'e ait 5. Mod Biçimi..... | 74 |
| Şekil 7.7. Model 3'e ait 6. Mod Biçimi..... | 74 |
| Şekil 7.8. Model 10'a ait 1. Mod Biçimi..... | 75 |
| Şekil 7.9. Model 10'a ait 2. Mod Biçimi..... | 75 |
| Şekil 7.10. Model 10'a ait 3. Mod Biçimi | 76 |
| Şekil 7.11. Model 10'a ait 4. Mod Biçimi | 76 |
| Şekil 7.12. Model 10'a ait 5. Mod Biçimi | 77 |

| | |
|--|----|
| Şekil 7.13. Model 10'a ait 6. Mod Biçimi | 77 |
| Şekil 7.14. Model 11'e ait 1. Mod Biçimi | 78 |
| Şekil 7.15. Model 11'e ait 2. Mod Biçimi | 78 |
| Şekil 7.16. Model 11'e ait 3. Mod Biçimi | 79 |
| Şekil 7.17. Model 11'e ait 4. Mod Biçimi | 79 |
| Şekil 7.18. Model 11'e ait 5. Mod Biçimi | 80 |
| Şekil 7.19. Model 11'e ait 6. Mod Biçimi | 80 |
| Şekil 7.20. Model 7'ye ait 1. Mod Biçimi | 81 |
| Şekil 7.21. Model 7'ye ait 2. Mod Biçimi | 81 |
| Şekil 7.22. Model 7'ye ait 3. Mod Biçimi | 82 |
| Şekil 7.23. Model 7'ye ait 4. Mod Biçimi | 82 |
| Şekil 7.24. Model 7'ye ait 5. Mod Biçimi | 83 |
| Şekil 7.25. Model 7'ye ait 6. Mod Biçimi | 83 |
| Şekil 8.1. Z1 zemin sınıfı seçildiğinde Model 6 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %’leri | 88 |
| Şekil 8.2. Z4 zemin sınıfı seçildiğinde Model 6 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %’leri | 89 |
| Şekil 8.3. Z1 zemin sınıfı seçildiğinde Model 9 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %’leri | 89 |
| Şekil 8.4. Z4 zemin sınıfı seçildiğinde Model 9 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %’leri | 90 |

TABLolar LİSTESİ

| | |
|--|----|
| Tablo 2.1. Perde duvar modellerinde kullanılan özellikler | 9 |
| Tablo 2.2. Bina bilgileri | 23 |
| Tablo 2.3. Taşıyıcı sistem parametreleri | 24 |
| Tablo 2.4. Betonun mekanik özellikleri | 24 |
| Tablo 2.5. Donatı mekanik özellikleri..... | 24 |
| Tablo 6.1. Zemin Kattaki S01, S07 ve S08 Kolonlarının Model 3-Model 12 yapı modellerine göre x eksenı doğrultusunda kesme kuvvetleri dağılımı..... | 65 |
| Tablo 7.1. Model 1' in detaylı dinamik analiz raporu..... | 68 |
| Tablo 7.2. Model 3' ün detaylı dinamik analiz raporu..... | 68 |
| Tablo 7.3. Model 12' nin detaylı dinamik analiz raporu..... | 69 |
| Tablo 7.4. Model 2' nin detaylı dinamik analiz raporu..... | 69 |
| Tablo 7.5. Model 5' in detaylı dinamik analiz raporu..... | 70 |
| Tablo 7.6. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar | 71 |
| Tablo 7.7. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 1. Mod biçimlerinin kıyaslanması | 84 |
| Tablo 7.8. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 2. Mod biçimlerinin kıyaslanması | 84 |
| Tablo 7.9. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 3. Mod biçimlerinin kıyaslanması | 84 |
| Tablo 7.10. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 4. Mod biçimlerinin kıyaslanması..... | 84 |

| | |
|--|----|
| Tablo 7.11. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 5. Mod biçimlerinin kıyaslanması..... | 85 |
| Tablo 7.12. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 6. Mod biçimlerinin kıyaslanması..... | 85 |
| Tablo 8.1. Model 6 için perde kesme kuvveti kontrolü | 87 |
| Tablo 8.2. Model 9 için perde kesme kuvveti kontrolü | 88 |
| Tablo 9.1. Model 1, Model 6, Model 7, Model 8 ve Model 9 için x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin zemin kattaki kesme kuvveti | 97 |
| Tablo 9.2. Model 2, Model 3, Model 4 ve Model 5 için x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin zemin katta bağ kiriş momenti..... | 97 |
| Tablo 9.3. Model 2, Model 3, Model 4 ve Model 5 için x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin zemin kattaki bağ kirişi kesme kuvveti..... | 98 |

ÖZET

Anahtar kelimeler: Perde Duvarlar, Boşluklu Perde Duvarlar, Sonlu Elemanlar Yöntemi, Yatay Ötelenme.

Deprem yükünün altında kalan yapının analizinde ve tasarımında, sistemin yatay ötelenmelerinin sınırlandırılması çok önemlidir. Perde duvarlar, boşluklu olarak yapıldıklarında sistemin davranış ve yatay ötelenmesi konularında farklılıklar olur. Boşluk boyutlarının büyümesi sonucunda sistem davranışı, konsol kirişe benzetilen perde duvar davranışından uzaklaşır ve çerçeve sistemine yaklaşır. Bu çalışmada, boşluklu perde duvarların yatay yükler altındaki ötelenmeleri ve perde taban kesme kuvvetleri, boşluk oranlarının ve bağ kiriş yüksekliklerinin değişimi ile perdede ve çerçevede kesme kuvveti ve moment değişimi, dolu perde ve boşluklu perdede oluşan kesme kuvvetleri tayini, boşluklu perdelerin iç aksta ve dış aksta konumlandırılmasıyla seçilen ilgili zemin kat kolonlarındaki kesme kuvveti değişimi, incelenmiştir. Sonuçlar, tüm katlarda bulunan kapı boşluğu olan perde duvar modelleri ile kıyaslanmıştır.

Boşluklu olan perdenin dış aksta olması veya iç aksta olması durumları IDECAD yapısal analiz programı ile modellenerek elde edilen sonuçlar doğrultusunda boşluklu perdede farklı boşluk oranları ve aynı boşluk oranında farklı bağ kiriş yükseklikleri için irdelenmiş ve bina davranışına etkisi incelenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda boşluklu perde tasarımında ekonomik açıdan proje yapıcılarına öneriler sunulmuştur.

THE EFFECT OF SPACE IN THE SHEAR WALL FRAME SYSTEMS, THE EFFECT OF SPACE ON THE BUILDING BEHAVIOR

SUMMARY

Keywords: Spaced Shear Walls, Shear Walls, Finite Elements Method, Horizontal Displacement.

In the analyse and designing of the structure under earthquake loads, it is also important to limit the horizontal displacements of the system. Share walls give different structural response when constructed with voids. With the increase of the cavity dimensions, system behavior approaches the frame system, away from the behavior of the console fence simulated curtain wall. In this study, the displacements of hollow curtain walls under horizontal loads and shear bottom shear forces, variation of void ratios and bond beam heights, shear force and moment variation in curtains and frames, full shear and shear forces occurring in hollow curtains, and the shear strength of the selected ground floor columns. The results are compared with curtain wall models with door openings on each floor.

In case of external axis or internal axis of hollow gaps, the results of modeling in IDECAD are surveyed for different gaps in hollow gaps and for different gusset heights in the same gap and the effect on building behavior is surveyed. In conclusion of the work, it presents economically to project producers in hollow curtain design.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Rijitliği kolonlarla kıyaslandığında daha yüksek olan perde duvarlar, depremin oluşturduğu yatay kuvvetleri karşılamak amacıyla tercih edilir. Perde duvarların kullanılmış olduğu taşıyıcı sistemlerde, çoğunluk olarak kapı, pencere ve ya tesisat geçişi gibi işlevsel sebeplerden dolayı boşluklu perde duvara ihtiyaç olmaktadır. Buna benzer yapılarda, boşlukların perde duvarlar içinde yer aldıkları konumlar, yapı davranışına etkileri önemsenerek, önceden tasarlanmalıdır. Boşlukların konumları beraberinde duvar boyunca ebatları ve sayıları da yapının davranışını ve perde duvarlardaki gerilmenin dağılımını etkilemektedir (Ayşe E., Kaya) [1].

Boşluğun ebadı duvar boyutlarıyla kıyaslandığında küçük olduğu zamanlarda boşluğun sisteme olan etkisi önemsizdir, perdeler boşluksuz kabul edilebilir. Fakat boşluğun boyutunun büyük olduğu zamanlarda veya perdenin hassas bir bölgesinde konumlandığında, sisteme olan etkisi önemsenmelidir. Boşluk duvarın ortasında bulunduğunda kesme dayanımı kayda değer bir boyutta düşerken, moment taşıma kapasitesi bu boyutta etkilenmemektedir. Boşluk duvar sınırına yakın olduğunda, kesme ve eğilme dayanımının çok fazla etkilendiği, bu konuyla alakalı yapılan çalışmalarda belirtilmektedir (Taylor ve diğ., 1998) [2]. Boşlukların duvar boyunca olduğu deneysel çalışmalar, zemin katta duvar sınırlarına yakın konumlandırılmış olan boşlukların kesme basınç kırılmalarına neden olduğunu göstermiştir (Ali ve diğ., 1990) [3].

Boşlukların her katta düzenli bir şekilde yer aldığı durumlarda, bu sistemin sonlu elemanlarla modellenmesi yerine boşluk üzerinde yer alan bölgeyi uç kesimleri sonsuz rijit kirişler, boşluk dışında yer alan bölgeleri ise geniş kolonlar şeklinde oluşturulan eşdeğer çerçeve sistemi uygulamalarda sık şekilde kullanılan bir yöntemdir. Konuyla alakalı yapılan çalışmalar, özellikle yatay ötelenmelerin ve rijitlik için olan bu

idealleştirmenin kabul edilebilirliğini de ortaya çıkarmıştır (McLeod, 1967) [4].

Boşlukların tüm katlarda düzenli bir şekilde yer aldığı veya boşlukların boyutlarının değişken olduğu zamanlarda, iç kuvvetlerin yer alması ve bu sistemin doğruca araştırılması amacıyla sonlu elemanlar yönteminin kullanılması olanaklıdır. Bu durumda perde duvar, düzlem gerilme elemanlarının da kullanılmasıyla biçimlendirilmektedir.

Boşluklu perde duvarların çözümleme teknikleriyle ilgili üç yaklaşım vardır;

Birinci yaklaşım, bağ kirişlerinin sürekli bir tabaka ile modellenmesi esasına dayanan sürekli ortam modellenmesidir. Bu yöntem, çeşitli varsayımlarla elde edilen diferansiyel denklemlerin çözümünü içermekte ve yaklaşık sonuçlar vermektedir [16, 17]. İkinci yaklaşım, perde duvarların çerçeve elemanı gibi modellendiği eşdeğer çerçeve benzeşimi modellenmeleridir. Bu metot uygulamadaki basitliği nedeniyle pratikte yaygın olarak kullanılmaktadır. Perdelerin bir tür geniş kolon olarak idealize edildiği geniş kolon yönteminde bağlantı kirişleri çerçeve kirişleri gibi perde elemanlara bağlanmaktadır [18]. Stafford Smith ve Girgis tarafından çerçeve benzeşimine dayanan modeller geliştirilmiştir [19]. Çerçeve benzeşimlerinde bazı hallerde çerçeve elemanı duvarın davranışını tam olarak yansıtamamaktadır. Üçüncü yaklaşım, Sonlu Elemanlar Metoduna dayanan hesap yöntemleridir. Sonlu Elemanlar Metodunun uygulanması ile boşluklu perde duvarlarının daha gerçekçi çözümlerini yapmak mümkündür. Ancak bu yöntemde de eleman tipinin seçimi, bilgisayar kapasitesi ve modellenmede zorluklar ile karşılaşmaktadır [20]. Macleod perde elemanda düzlem sonlu elemanlar ağı oluşturmuş ve kiriş elemanları duvar elemanlarına bağlamıştır [21]. Chan ve Cheung da çalışmalarında perde elemanları dikdörtgen sonlu elemanlarla modellemişlerdir [22].

Deprem yükünün altında farklı boşluklu ve konumdaki perde duvarların yatay ötelenmeleri değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada, boşluklu perde duvarların yatay yükler altındaki ötelenmeleri ve perde taban kesme kuvvetleri, boşluk oranlarının ve bağ kiriş yüksekliklerinin değişimi ile perdede ve çerçevede kesme

kuvveti ve moment değişimi, dolu perde ve boşluklu perdede oluşan kesme kuvvetleri tayini, boşluklu perdelerin iç aksta ve dış aksta konumlandırılmasıyla seçilen ilgili zemin kat kolonlarındaki kesme kuvvetlerinin değişimi incelenmiştir. Katlar süresince düşey doğrultuda konumu sabit tek boşluklu olan perde duvarın, her katta düzenli bir boşluklu ve farklı akslarda bulunma durumları için sistemin davranışı karşılaştırılmıştır.

1.1. Amaç

Bu çalışmada; boşluklu perdede yataydaki boşluk oranı değişimi, perde konumlarının iç aksta ve dış aksta olması ve bağ giriş yüksekliklerinin değişiminin taşıyıcı sisteme etkisinin karşılaştırılması hedeflenmiştir.

1.2. Kapsam

İlk kısımda çalışmanın genel olarak neleri içerdiği ve bu çalışmanın yapılma nedeninden bahsedilmiştir.

Tezin ikinci kısmında, dolu ve boşluklu perdeler ile alakalı kaynak araştırması yapılmıştır.

Üçüncü kısımda, çerçeve ve perdeli sistemler, betonarme taşıyıcı sistemler, geleneksel çerçeveli olan sistemler, perde duvarlı olan bazı sistemler, boşluklu perde duvarlı sistemler, perde duvarlı ve çerçeveli sistemlerin tanımlarından bahsedilmiştir.

Çalışmanın dördüncü kısmında, dolu ve boşluklu perdelerin plan modelleri ve kullanılan özelliklerden söz edilmiştir.

Beşinci kısımda, taşıyıcı süneklik düzeyi yüksek perdelerin deprem yönetmeliklerindeki tanımları anlatılmaktadır.

Altıncı kısımda, sonlu eleman analizleri ile yapılan çalışmalardan, periyotların değişimi (% olarak artma veya azalma), taban kesme kuvvetinin (Binaya gelen deprem kuvvetlerinin) değişimi (% olarak artma veya azalma), bina yanal deplasman değişimi (% olarak artma veya azalma), boşluklu perde kullanılması ile incelenen kolonlarda (aynı yöndeki köşe, kenar, ortadaki kolonda) olumlu değişimlerin, kesme kuvvetinin değişimi, boşluklu perdelerde yataydaki boşluk oranındaki değişime göre sonuçların (perde taban kesme kuvveti) karşılaştırılması (% olarak artma veya azalma) hedeflenmiştir. Yapılan analizlere göre M1'den M12'ye kadar olan modellerden elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Yedinci kısımda, analizi yapılan yapıların modal analizi incelenmiştir.

Sekizinci kısımda, zemin grubunun Z1 seçilmesi durumunda analiz sonuçlarındaki değişim incelenmiştir.

Dokuzuncu kısımda analiz sonuçlarına detaylı olarak yer verilmektedir.

BÖLÜM 2. MATERYALLER VE YÖNTEM

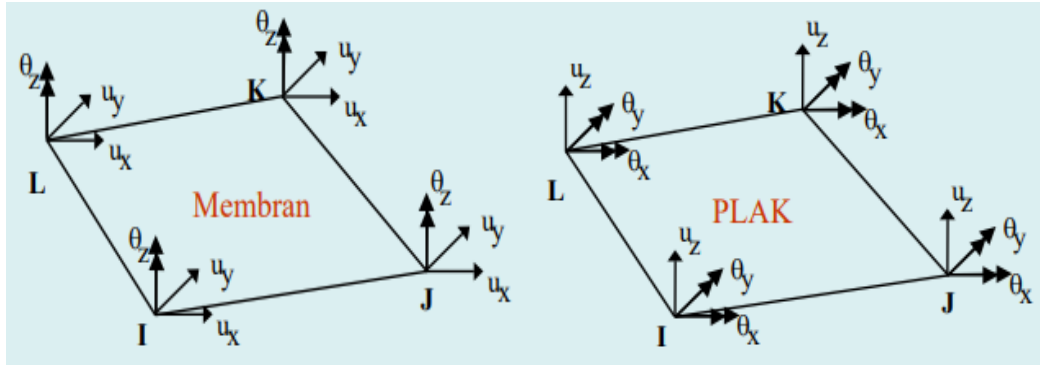
2.1. Materyal

Araştırmada, yapılardaki malzemelerin homojen ve lineer elastik olduğu, beton sınıfının C30 ve betonarme çeliğinin de S420 olduğu kabul edilmiştir. Sonlu eleman analizleri çözüm yöntemiyle, 12 Mod dikkate alınmıştır. İlk 4 Modun yeterli olduğu görülmüş, ancak işlemlere 12 Modla devam edilmiştir.

2.2. Yöntem

2.2.1. Sonlu elemanlar kabuk modeli

Perde duvarlı bina türü yapıların analizinde kabuk elemanlar kullanılarak daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilmektedir. Analiz ve tasarım yazılımlarının çoğunda kabuki elemanlarının düzlem-içi dönme serbestlik derecesiyle (drilling degree of freedom) birlikte her düğümde 6 serbestlik derecesine sahip olduğu varsayılır. Problemden 6 serbestlik dereceli gerilme elemanı kullanılmıştır.

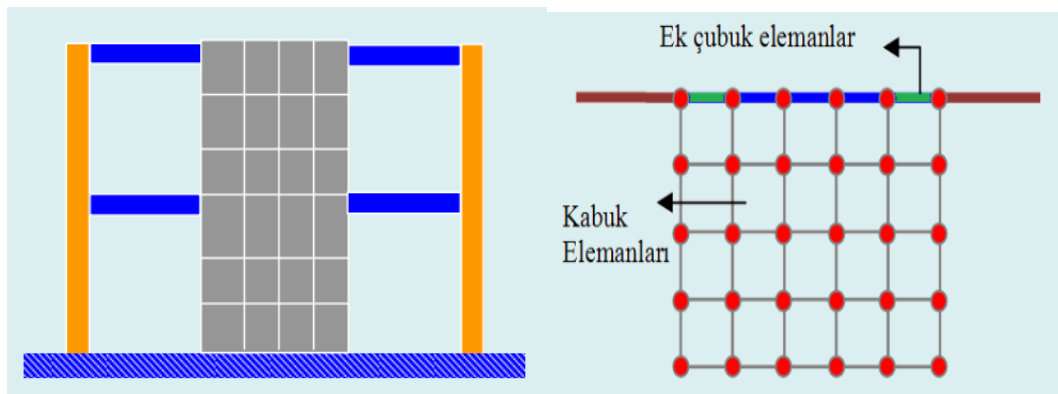


Şekil 2.1. 6 Serbestlik dereceli gerilme elemanı

Kabuk elemanlarını kullanmanın en büyük avantajı, birbiriyle etkileşimli olan karmaşık perde duvar sistemlerinin modellenmesini sağlamasıdır.

Kabuk eleman denklemleri düzlem-içi dönme serbestlik derecesini içermesine rağmen, çözümsel sonuçlar göstermektedir ki bu dönme serbestlik derecesinden elde edilen sonuçlar yükleme şartları ve ağ sıklığına karşı tutarsız ve aşırı duyarlıdır.

Bu problem çözmek için mühendislik uygulamalarında perde duvara bağlı kirişler genellikle perdenin kabuki elemanları içine doğru uzanan ek çubuk elemanları kullanılarak modellenir [5].



Şekil 2.2. Kabuk Modeli

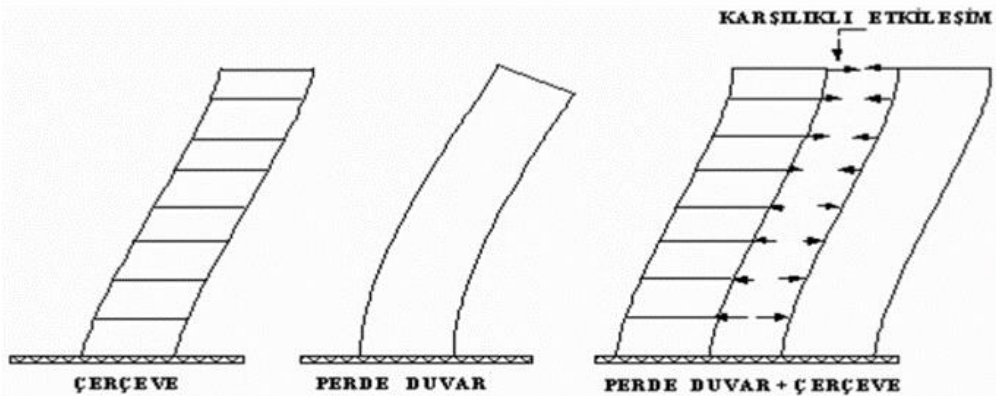
2.2.2. Perde duvarın yatay ötelenmesi

Çok katlı yapılar için, yatay yüklerin yapıya etkileri yapısal çözümlemede öncelikli durumdadır. Bina katlarının artması yatay yerdeğiştirmelerin çok fazla büyük değerlere gelmesine neden olur. Bu sebeple, perde duvarlar; sistemin yatay rijitliğini artırır, çok katlı binaların görelî kat yer değiştirmelerini sınırlandırır ve hasar ihtimallerini ortadan kaldırır.

Çok yüksek yapıların taşıyıcı sistem tasarımlarında, perde duvarların birbirlerine kat seviyesinde bağ kirişleriyle bağlandığı sistem kapsamlı bir şekilde kullanılır. Bu tip sistemlerde, bağ kirişlerde oluşabilecek hasarlar, deprem enerjisinin büyük bir kısmını karşılar.

Yatay yükün altında bağ kirişli ve boşluklu perde duvarların davranışları çeşitlilikler gösterir. Perde duvarın davranışı konsol kiriş davranışına benzer ve yatay yüklerin altında eğilme momenti ve kesme kuvveti etkisi altında kalarak aynı zamanda gelen yükler ve kendi ağırlığı sebebiyle aksenal basınç altındadır. Perde yüksekliğinin perde uzunluğuna oranının (h_w/l_w) az olduğu alçak katlı yapılarda sistem davranışı yüksek kirişe benzer. Bu durumlarda perde duvar analizi ve perde duvar tasarımı oluşturulurken, yüksek katlı yapılardaki perde duvarlardan farklı şekilde yüksek kiriş davranışı da önemsenmelidir.

Bağ kirişli perde duvar sistemi aynı zamanda boşluklu perde duvar olarak kabul edilebilir ve düğüm noktalarında sonsuz rijit kirişler olan, perde ebadında kolonlardan meydana gelen çerçeve yapı sistemi şeklinde de idealize edilebilirler. Bağ kirişli olan perde duvar sistemlerinin kirişlerinde meydana gelen kesme ve aksenal kuvvete bağlı boyut değiştirmeleri, tüm bu sistemin yer değiştirmesi anlamında çok önemlidir. Yani duvarların arasında kesme ve aksenal kuvveti aktaran bağ kirişleri sistemi konsol kiriş ile çerçeve arasında karma olan sisteme dönüştürür. Sistem davranışları farklı şekilde incelendiğinde, rijit çerçeve durumu için en fazla kesme kuvveti ve dönme sistemin tabanında meydana gelirken, perde duvar için en fazla dönme duvarın en üst noktasında oluşur (Şekil 2.3.). Karma sistemdeyse, sistemlerin çeşitli yer değiştirme özellikleri sebebiyle, binanın üst kesiminde perdeler bağ kirişleriyle birbirlerine doğru çekilirken; binanın alt kısmında tam tersi bir durum meydana gelir. Bu sebeple yatay yükler, binanın üst kısımlarında çerçeve tarafından, alt kesimlerdeyse perde duvarlar tarafından karşılanır (Aka ve diğ., 2001.) [6].

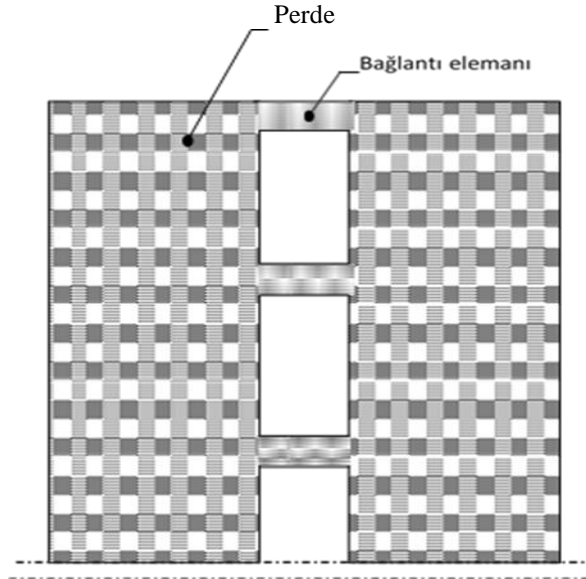


Şekil 2.3. Yatay yük altında çerçeve-perde duvar davranışı

Boşluklu olan perde duvarların yatay yüklerin altındaki davranışı boşluğun ebadı, sayısı ve yerine göre çeşitlilik göstermektedir. Boşluk sayısının ve yerinin değişken olduğu perde duvarlarda yatay ötelenmeleri ve sistem davranışını analiz etmek amacıyla gerekli olan deneysel çalışmalar beraberinde sonlu elemanlar yöntemiyle oluşturulan sayısal sonuçlamalar yapılmaktadır.

2.2.3. Sayısal çözümler

Çalışmada genel olarak özetle, boşluklu olan perde duvarın yatay yükün altındaki ötelenmesi, boşluklu perdeler arasındaki bağ kirişinin değişik tasarımlarının, değişken boşluk oranlarının, perdelerin iç aksta ve dış aksta konumlandırılmasının ve boşluksuz tasarlanmış perdelerin taşıyıcı sistemi ne şekilde etkilediği, sonlu elemanlar yöntemiyle araştırılmıştır. IDECAD ile yapılan perde duvar modellerde, elemanların düğüm noktalarındaki oluşan dönme serbestliğini önemsemek amacıyla duvar kalınlığında bazı dikdörtgen kabuk elemanlar kullanılmıştır (Şekil 2.4.). Yatay yükün altındaki 4 katlı perde duvarlı sistem, 12 farklı durum için modellenmiştir. Malzeme açısından birbirleriyle aynı olan fakat geometri açısından benzer olan modellerde, her model için perde boşluğunun yeri akslara ve yataydaki boşluk oranına göre çeşitlilik göstermektedir. Bu çalışmada, perdeler arasındaki boşluklar (l_0) 100,125,150 ve 180 cm olarak değişmektedir. Bağ kiriş yükseklikleri de 45, 60, 75 ve 90 cm olarak değişmektedir. Toplam 12 model üzerinde incelenmiştir. Sistem davranışı yatay ötelenme, kesme kuvvetinin perde ve çerçeveler arasında dağılımı ve bağ kirişlerindeki kesme kuvvetinin değişimi bakımından araştırılırken sayısal sonuçlar, perde duvarın malzemesinin doğrusal elastik olduğu ihtimaline göre oluşturulmuştur. Tüm modeller için benzer ve hatta aynı olan malzeme ve geometri özellikleri, Tablo 2.1.'de verilmiştir.

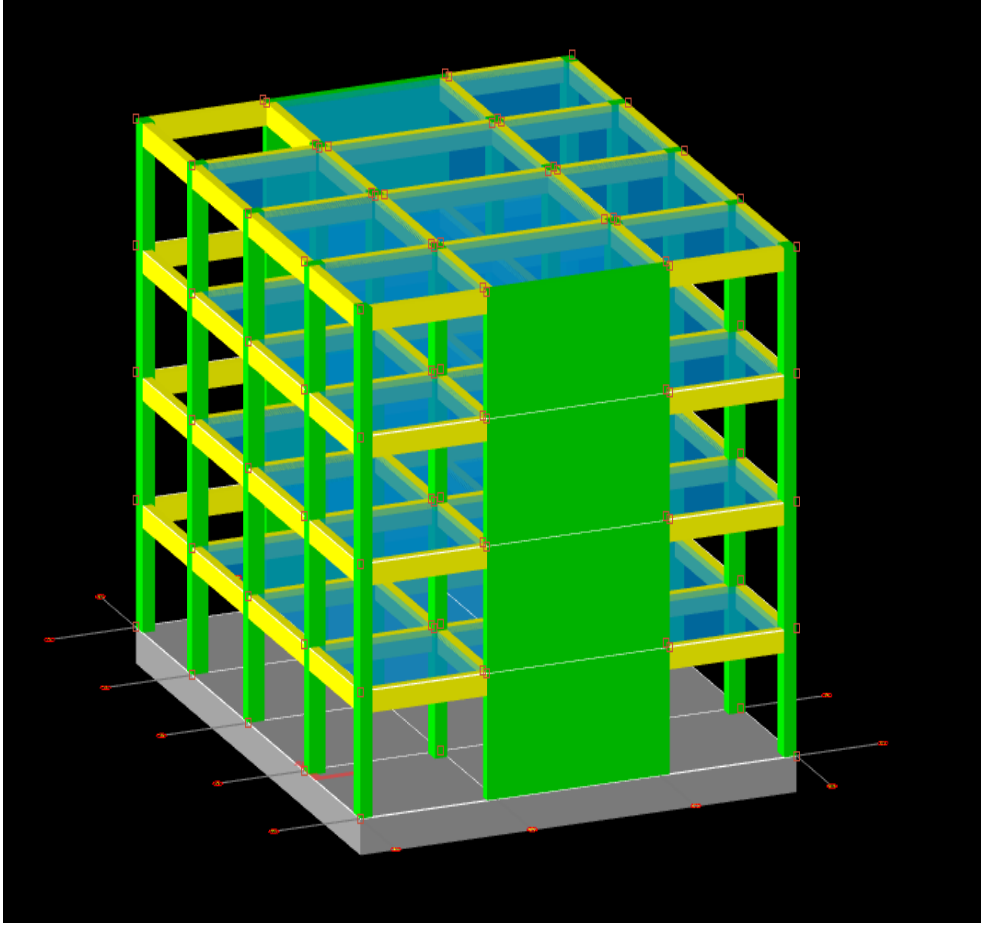


Şekil 2.4. Boşluklu perde

Tablo 2.1. Perde duvar modellerinde kullanılan özellikler

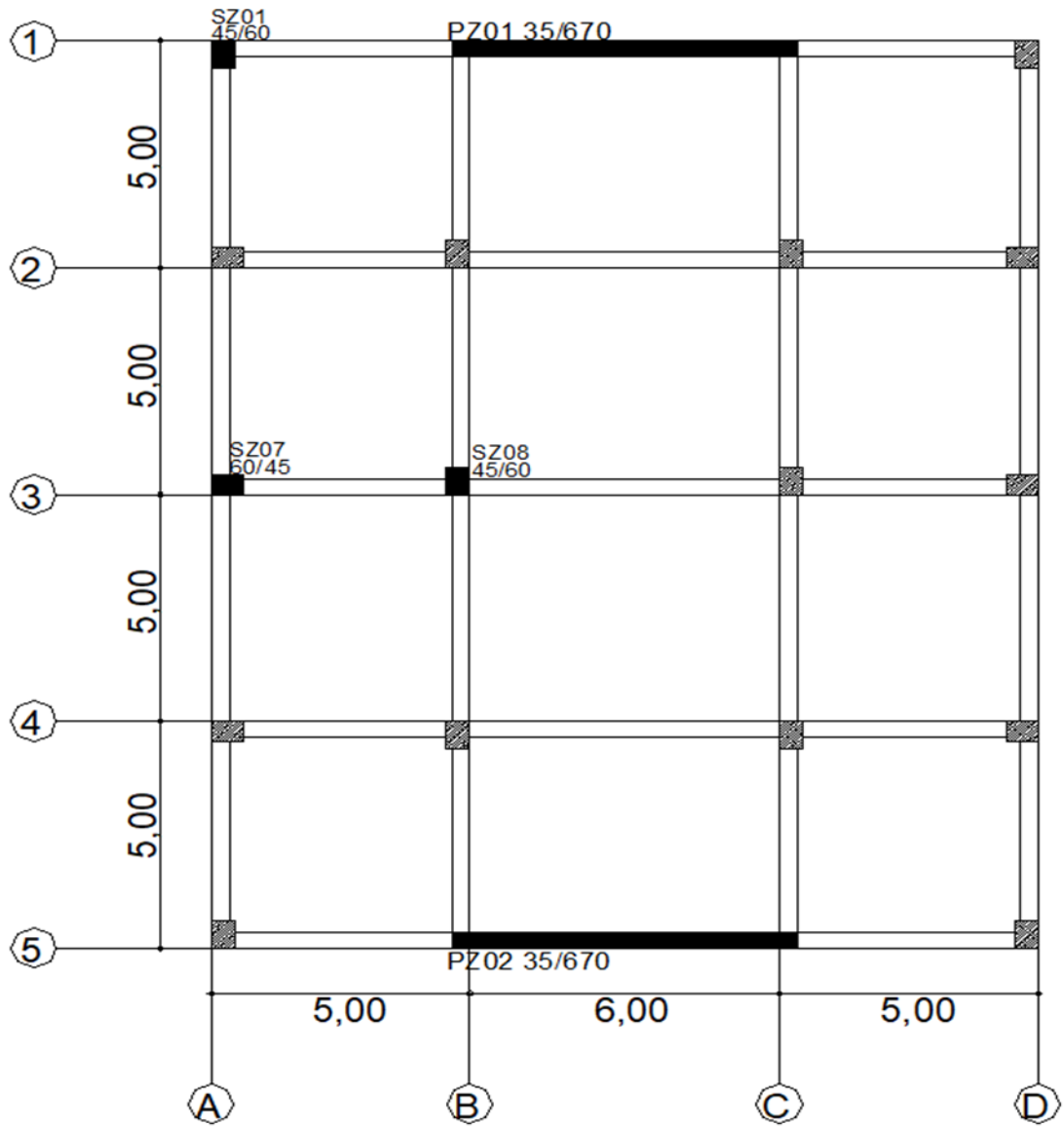
| | |
|--|-------------|
| Perde duvarın kalınlığı | 0.35 m |
| Perde duvarın genişliği (Perde boşluk oranı 1. Durum: 100/670 cm, Perde Boşluk oranı 2. Durum: 180/670 cm) | 6.70 m |
| Kat yüksekliği | 2.80 m |
| Toplam yükseklik | 11.20 m |
| Elastisite modülü (E) | 32000 MPa |
| Poisson oranı (ν) | 0.2 |
| Yapı boyutu | 16 m x 20 m |

Çalışması yapılan projede yapının kat yüksekliği $h_{kat}=2.80$ m'dir. Referans model, 4 katlı betonarme bir yapıdır. Aks açıklıkları x yönünde 5.00 m, 6.00 m, 5.00 m olup; y yönünde sabit olup 5.00 m olarak alınmıştır. İncelenen yapılarda binanın bir köşesinde merdiven boşluğu bırakılmış olup, bu akstaki perdeler P01,P02 olarak diğer akstaki perdeler P03, P04 olarak adlandırılmıştır. Analizi yapılan 12 Modelin referans modeli aşağıda verilmiştir (Şekil 2.5.).



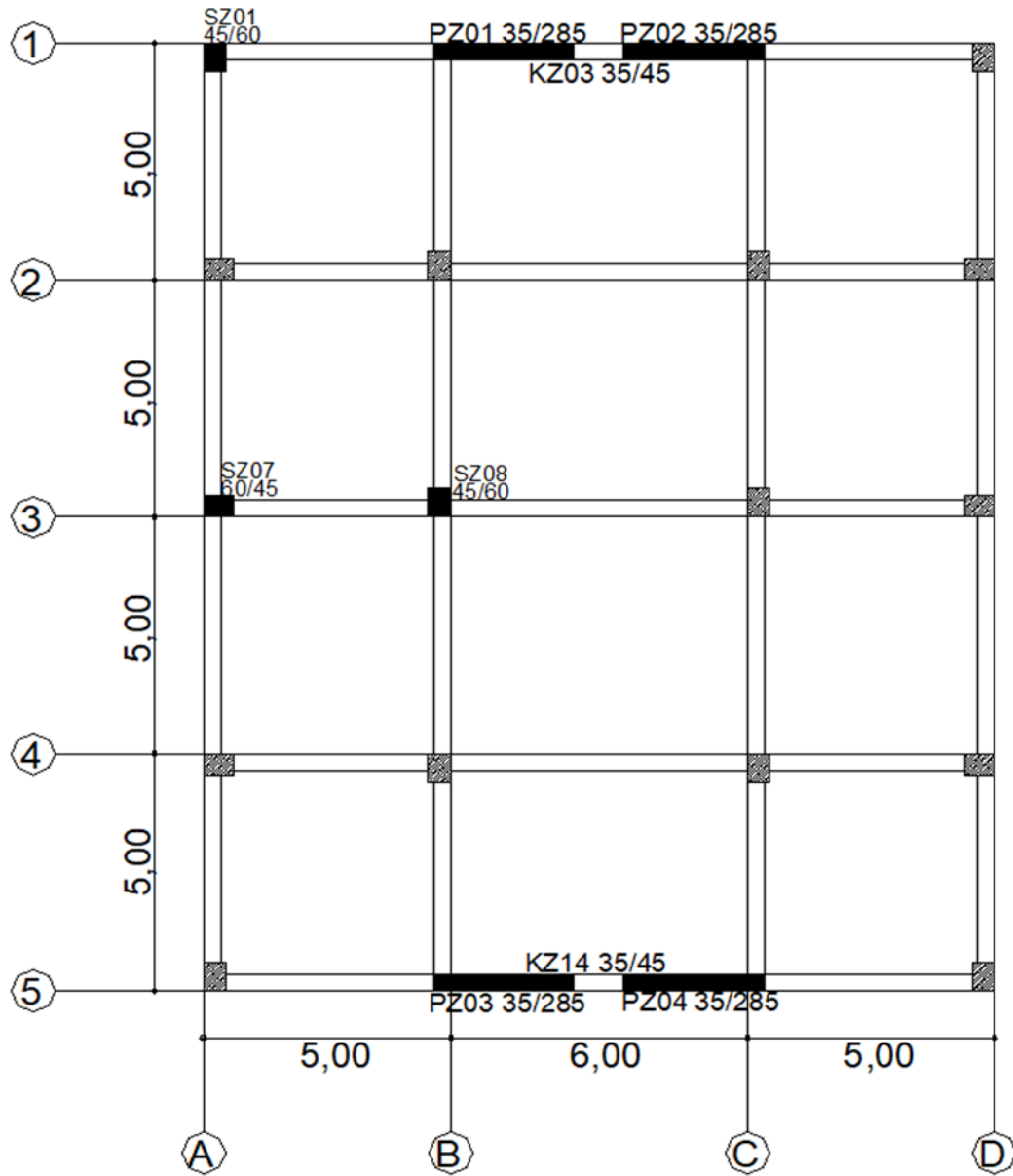
Şekil 2.5. Referans Katı Model

İnceleme yapılan tüm taşıyıcı sistemler 12 model olup aşağıda verilmiştir (Şekil 2.6. – Şekil 2.17.).



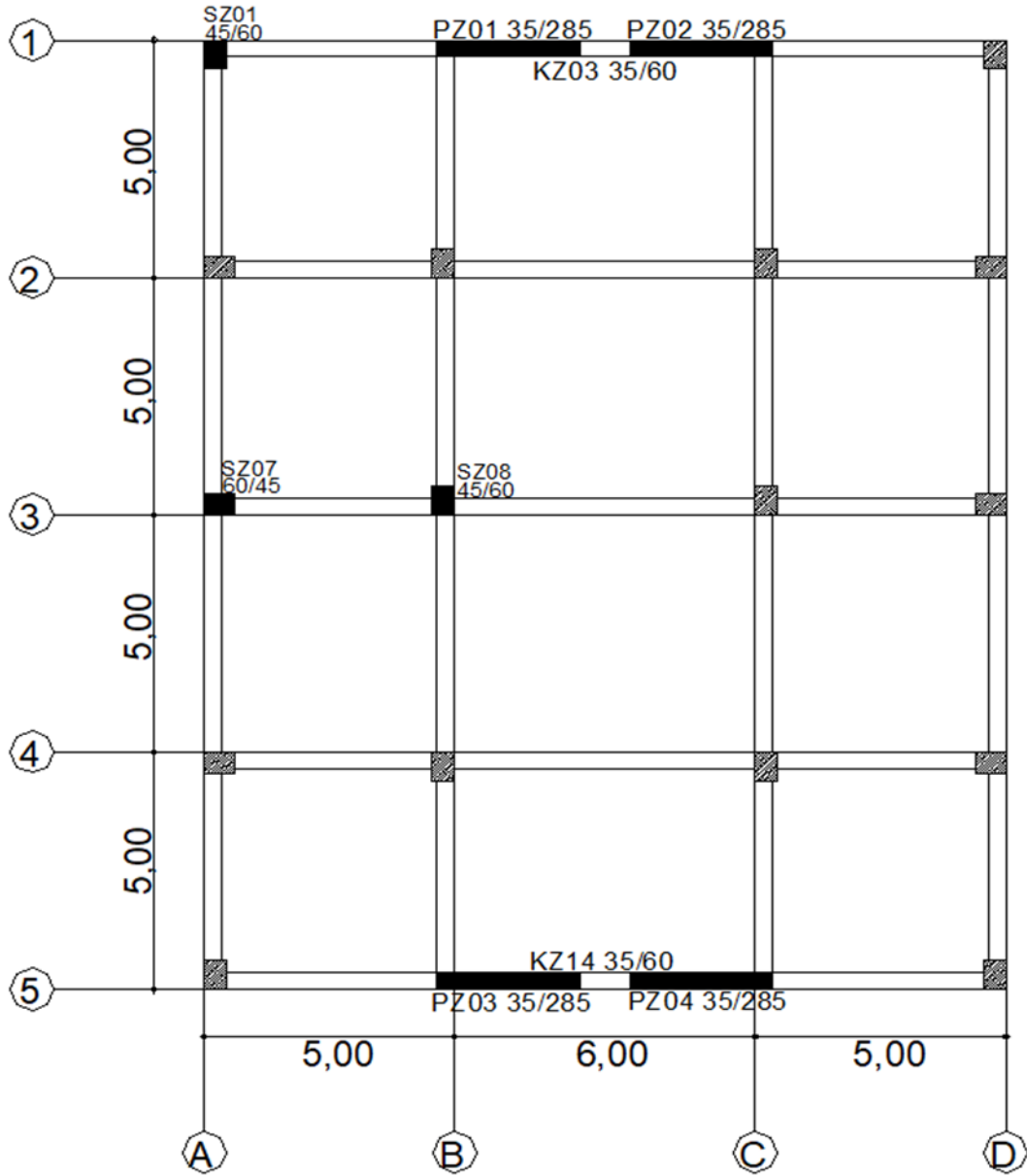
(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)
Şekil 2.6. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 1

Şekil 2.6.'daki taşıyıcı sistem; Model 1 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu model referans model olarak kabul edilip, modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdeler boşluksuz olarak tasarlanmıştır.



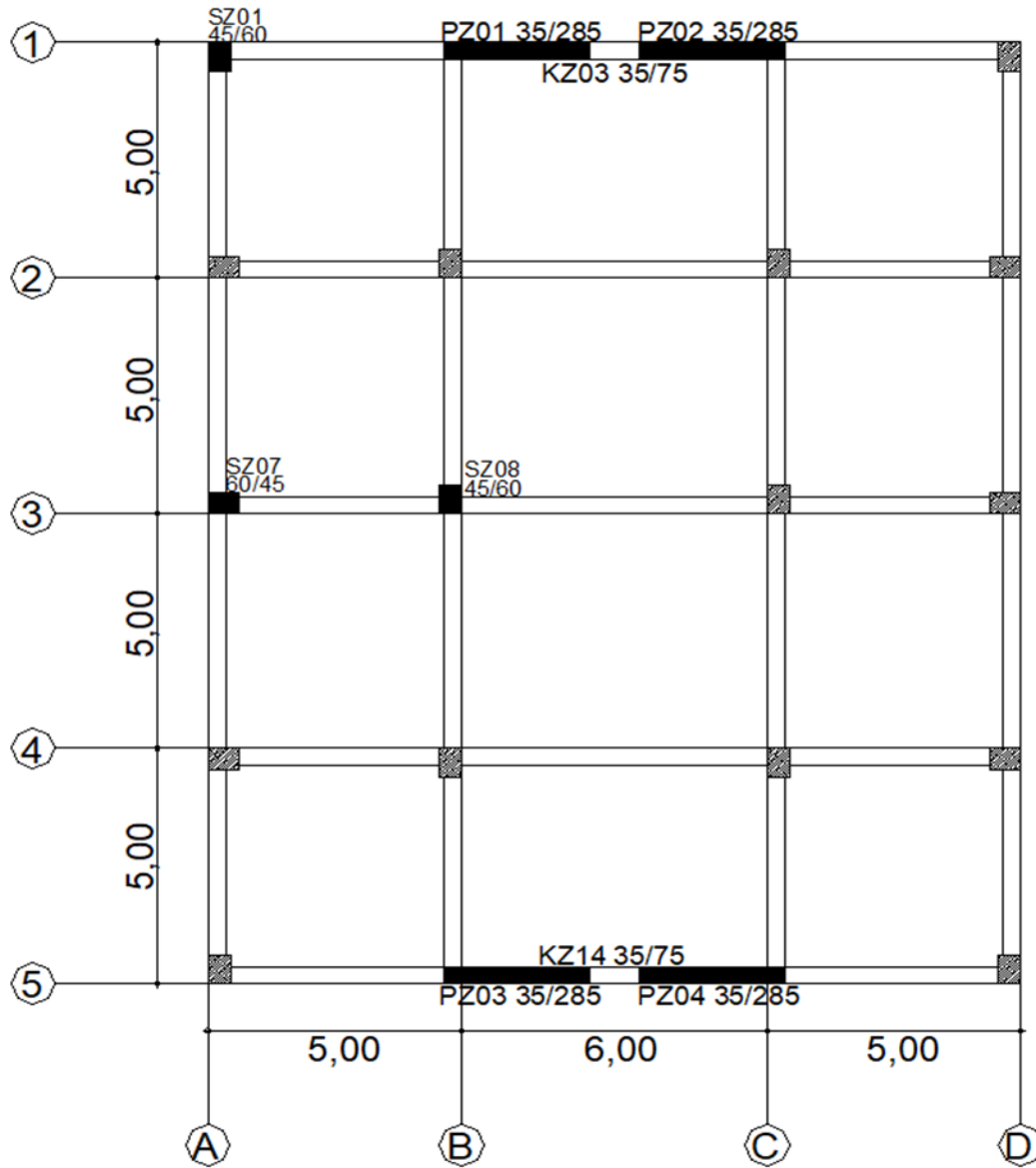
(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)
Şekil 2.7. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 2

Şekil 2.7.'deki taşıyıcı sistem; Model 2 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 100/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=45$ cm'dir. Perdeler dış aksta konumlandırılmıştır.



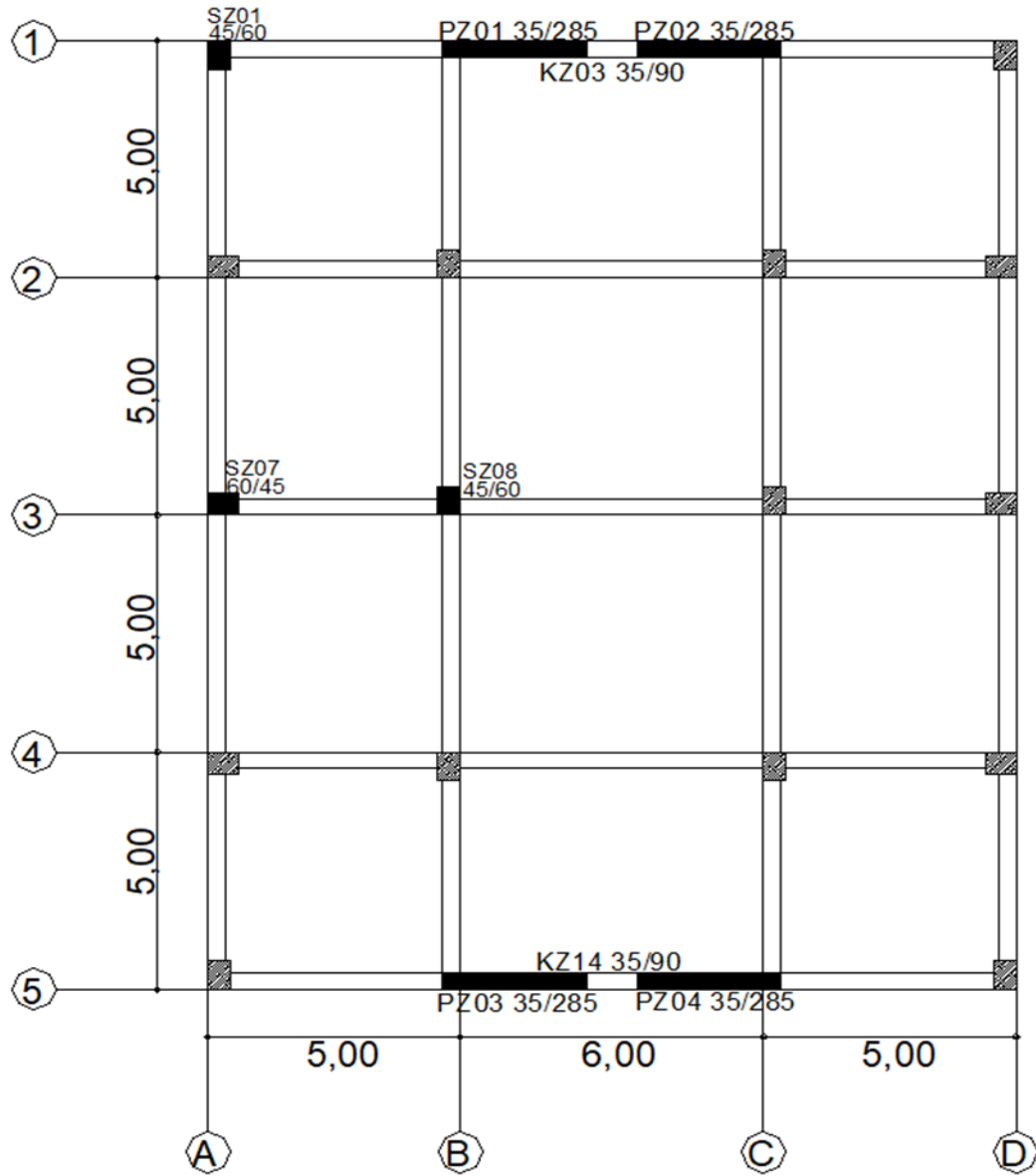
(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)
Şekil 2.8. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 3

Şekil 2.8.'deki taşıyıcı sistem; Model 3 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 100/670'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=60$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)
Şekil 2.9. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 4

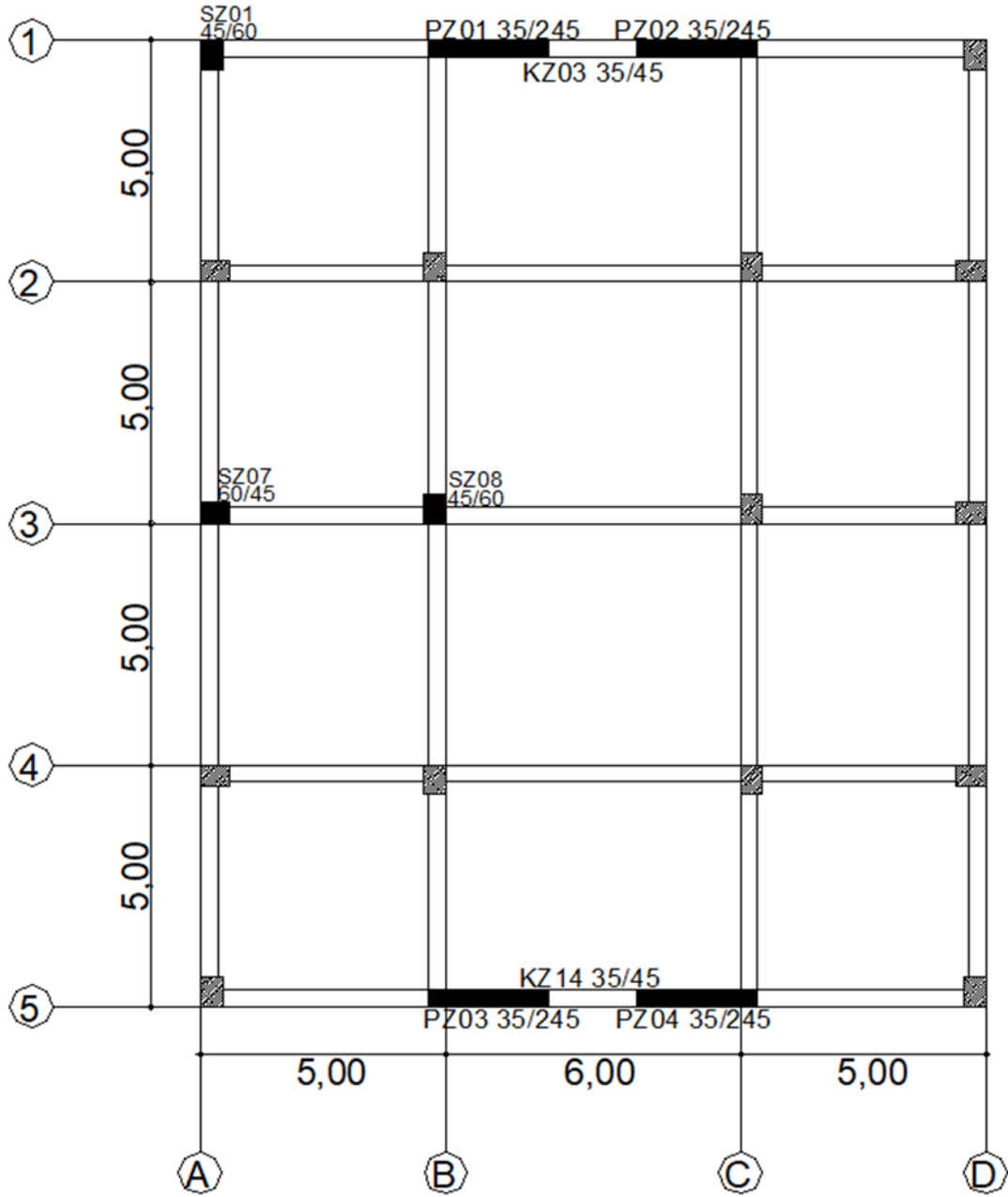
Şekil 2.9.'daki taşıyıcı sistem; Model 4 olarak düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 100/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=75$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 2.10. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 5

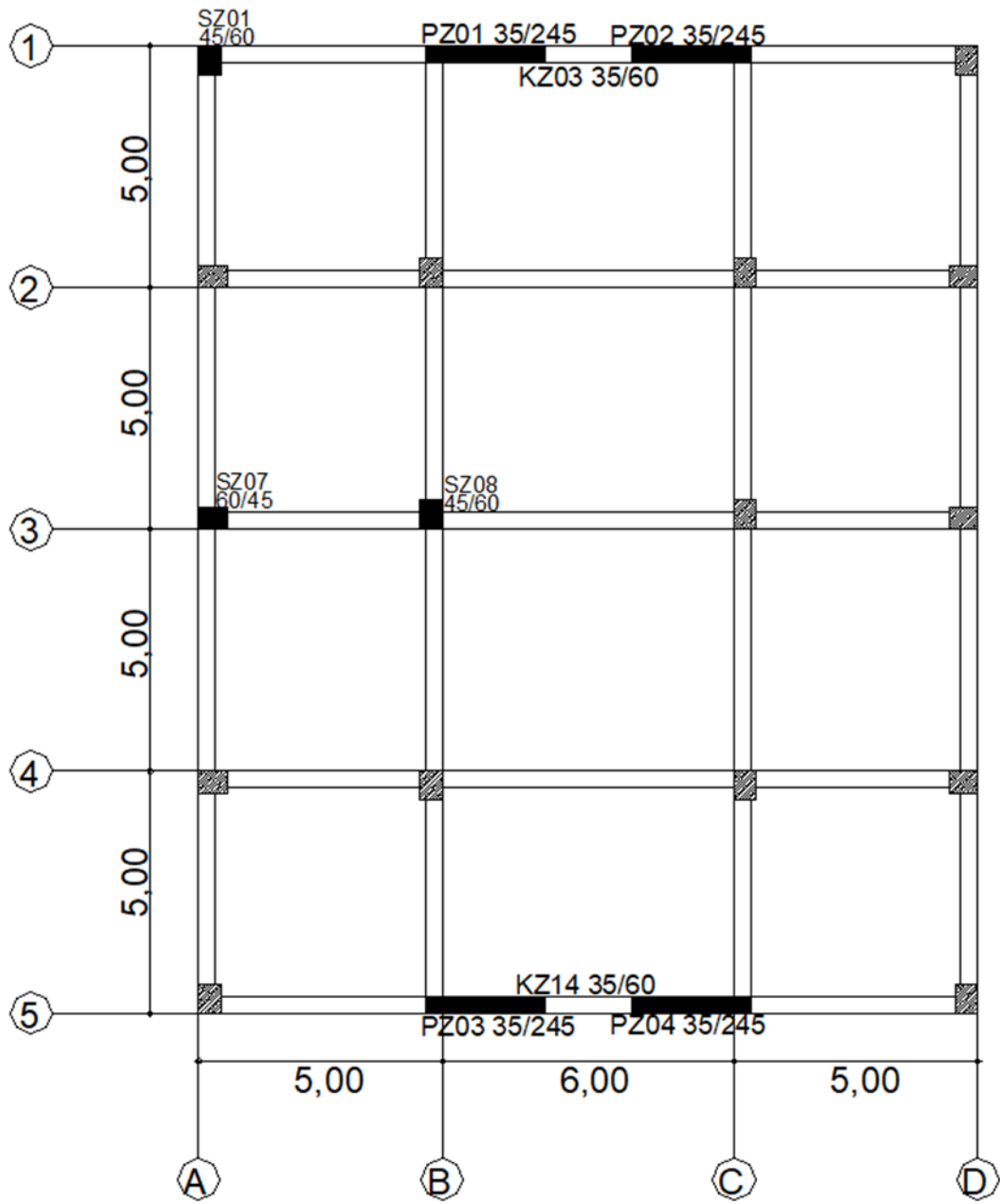
Şekil 2.10.'daki taşıyıcı sistem; Model 5 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 100/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=90$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 2.11. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 6

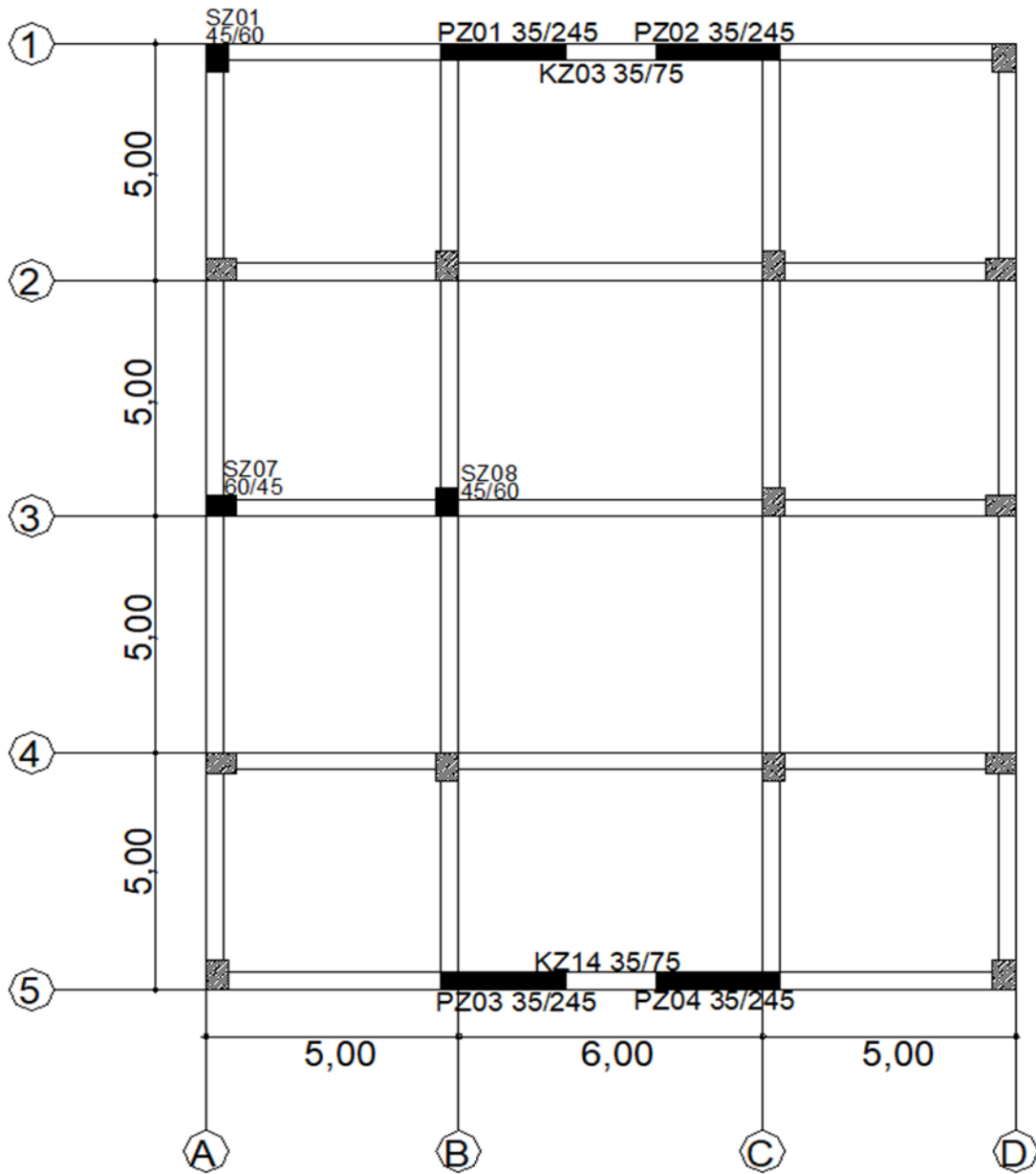
Şekil 2.11.'deki taşıyıcı sistem; Model 6 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 180/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=45$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 2.12. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 7

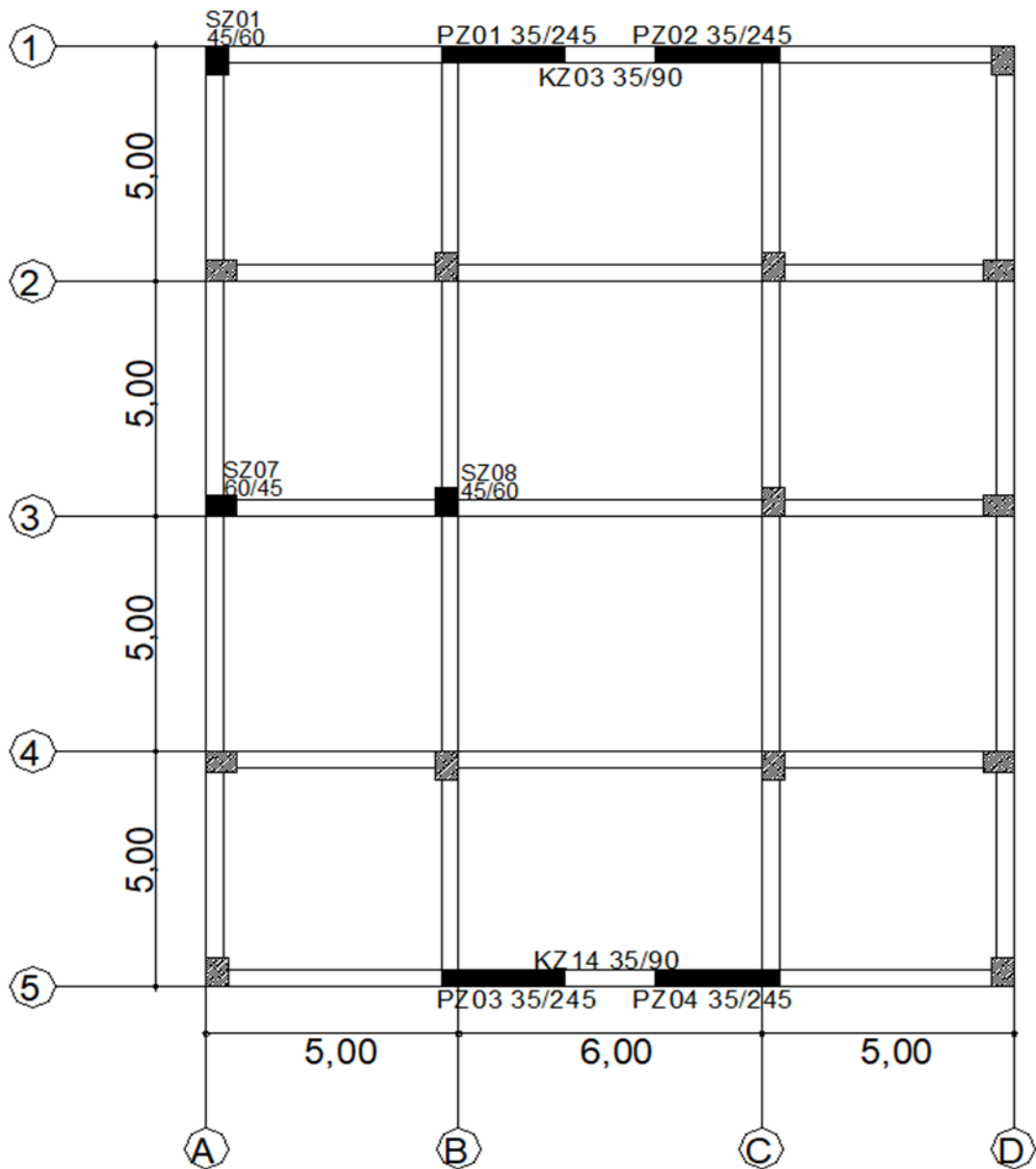
Şekil 2.12.'deki taşıyıcı sistem; Model 7 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 180/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=60$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 2.13. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 8

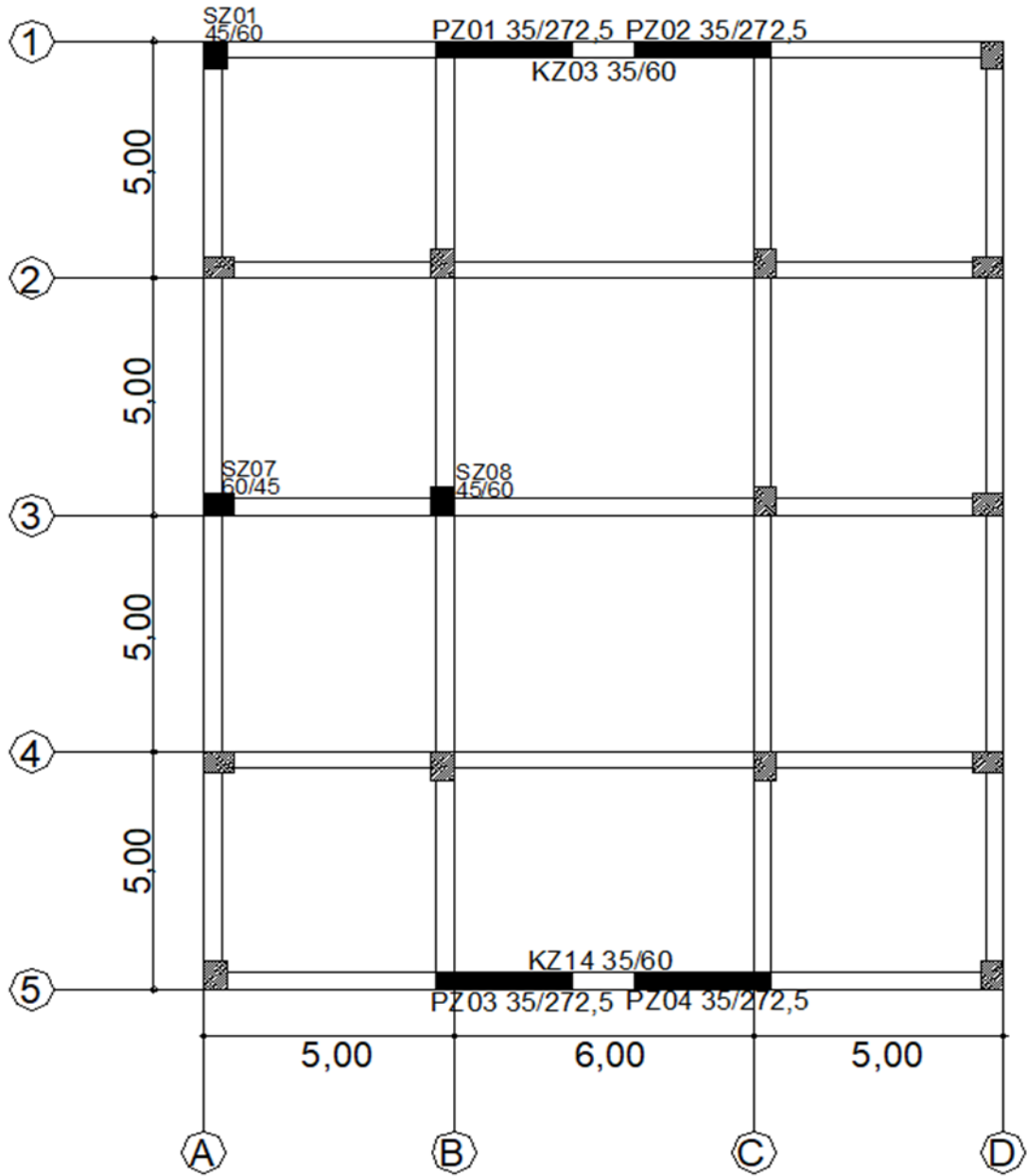
Şekil 2.13.'teki taşıyıcı sistem; Model 8 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 180/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=75$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)

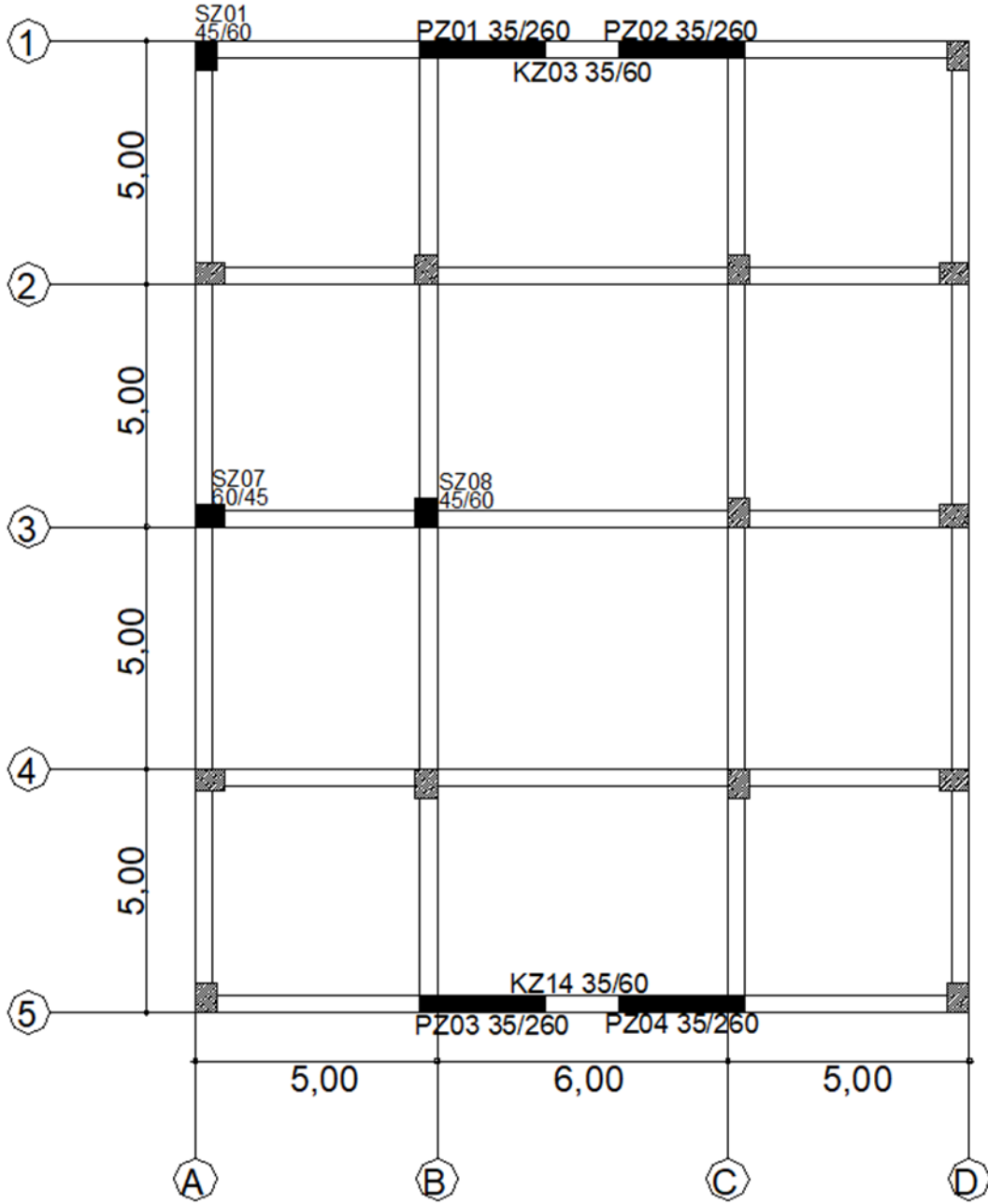
Şekil 2.14. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 9

Şekil 2.14.'teki taşıyıcı sistem; Model 9 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı 180/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=90$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)
Şekil 2.15. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 10

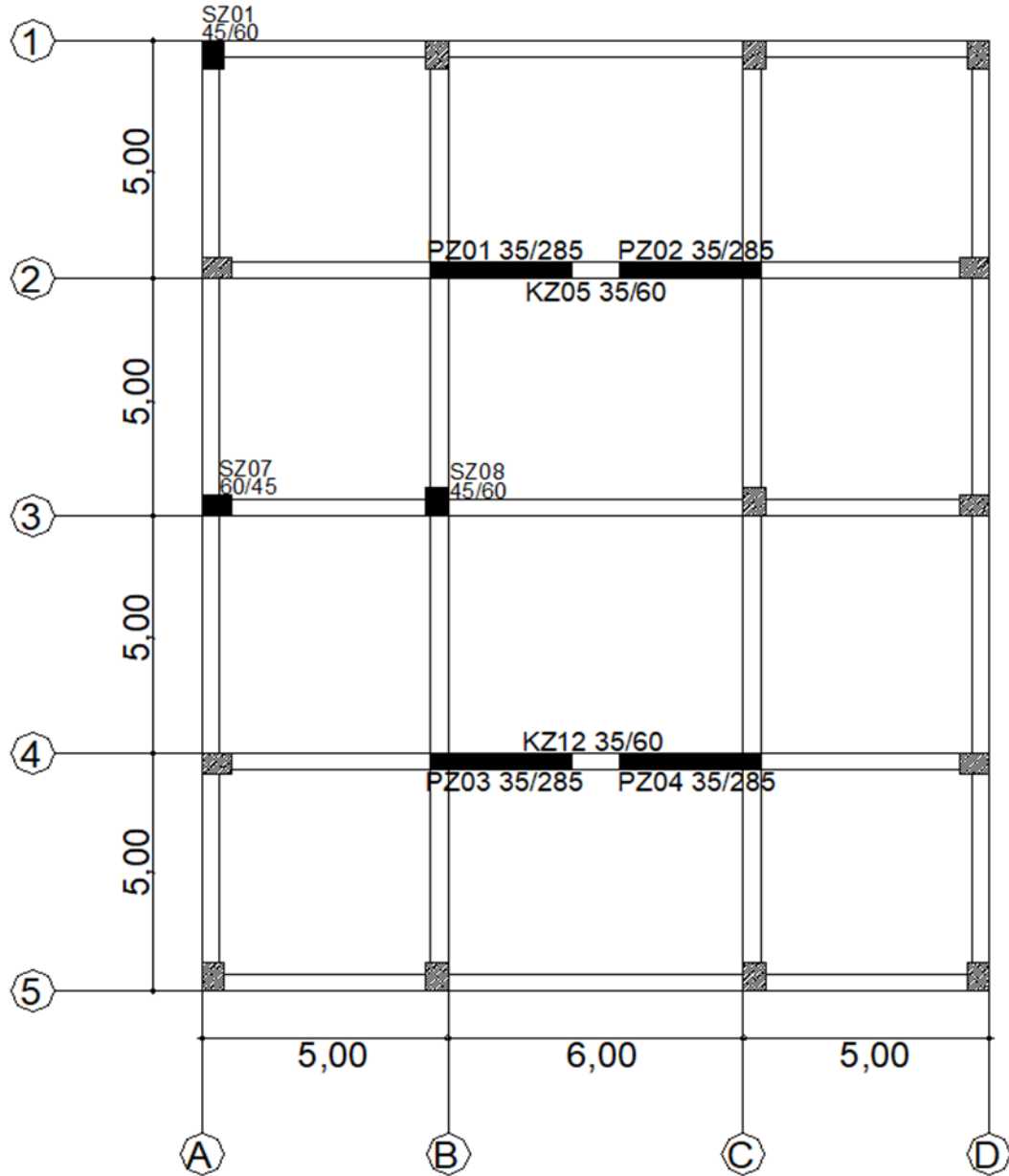
Şekil 2.15.'teki taşıyıcı sistem; Model 10 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 125/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=60$ cm'dir.



(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 2.16. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 11

Şekil 2.16.'daki taşıyıcı sistem; Model 11 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 150/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=60$ cm'dir.

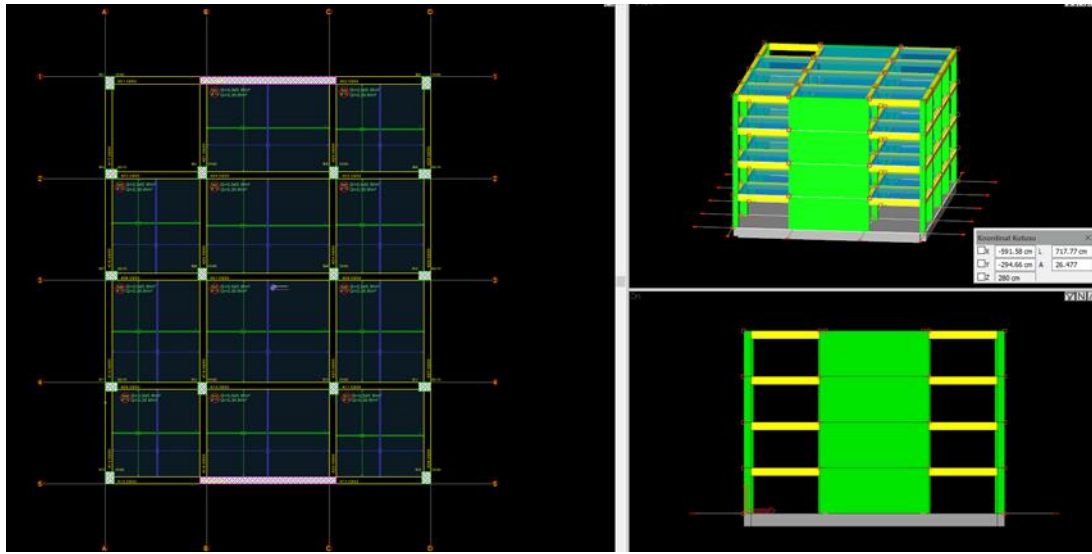


(Planda ölçü birimi metre cinsindedir.)
Şekil 2.17. Taşıyıcı sistemin planda yerleşimi – Model 12

Şekil 2.17.'deki taşıyıcı sistem; Model 12 olarak isimlendirilen düzenli bir yapının ana taşıyıcı modelini oluşturmaktadır. Bu modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 100/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=60$ cm'dir. Perdeler iç aksta konumlandırılmıştır.

2.3. Çalışmada Geçerli Olan Varsayımlar

Çalışması yapılan projede kat yüksekliği $h_{kat}=2.80$ m, aks açıklıkları x yönünde 5.00 m, 6.00 m, 5.00 m olup; y yönünde sabit olup 5.00 m olarak alınmıştır. İncelenen yapının analizinde Türk Deprem Yönetmeliği (TDY2007) kurallarına uyulmuş ve hesaplarda İDESTATİK8 bilgisayar programı kullanılmıştır (Şekil 2.18.). Analizi yapılan modellerde bina hakkında bilgiler Tablo 2.2.'de verilmiştir.



Şekil 2.18. Taşıyıcı sistemin IDECAD modeli

Tablo 2.2. Bina bilgileri

| Bina Bilgileri | |
|------------------------|---------------|
| Kat Adedi | 4 |
| Bina Kat Yüksekliği | 2.80 m |
| Toplam Bina Yüksekliği | 11.20 m |
| Kullanım Amacı | Öğrenci Yurdu |

İncelenen yapılarda düşey taşıyıcılardan kolon, perde kesit ve şekilleri belirlenirken katlarda ekonomiklik koşulları sağlanması ile birlikte rijit bir sistem oluşturulmuştur.

Yapının yatay taşıyıcıları olan kirişlerin boyutları, deprem yönetmeliğinin ön gördüğü minimum kiriş gövde genişliği $b_w = 250$ mm koşulu da göz önünde bulundurularak 350/500 mm olarak belirlenmiştir. Döşeme sistemi ise iki doğrultuda çalışan kirişli döşeme seçilmiş olup $h_f = 15$ cm'dir. İncelenen yapıların 1.derece deprem bölgelerinde bulunduğu ve Z4 yerel zemin sınıfına sahip bölgede inşa edildiği kabul edilmiş olup

yapı için taşıyıcı sistem parametreleri aşağıda verilmiştir (Tablo2.3.).

Tablo 2.3. Taşıyıcı sistem parametreleri

| Taşıyıcı Sistem Parametreleri | |
|--|---|
| Deprem Bölgesi | 1 |
| Etkin İvme Katsayısı (A _o) | 0.40 |
| Bina Önem Katsayısı (I) | 1 |
| Yerel Zemin Sınıfı | Z4 |
| Spektrum Karakteristik Periyotları | T _a :0.20s – T _b :0.90s |
| Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R) | 7 |
| Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n) | 0.30 |

İncelenen yapılarda, sisteme etki eden yatay ve düşey yükün çerçeveler ve perdelerle taşındığı, kullanılma amaçlarının öğrenci yurdu olan yapılar olduğu belirlenmiştir. Yapılardaki malzemelerin homojen ve lineer elastik olduğu, beton sınıfının C30 ve betonarme çeliğinin de S420 olduğu kabul edilmiştir. Beton ve çeliğin malzeme bakımından beraberlik oluşturması için aderansın tam olması lazımdır. Böylelikle betonun veya donatının performansının zayıf olduğu zamanlarda iki malzeme birlikte çalışarak birbirlerini tamamlarlar. Betonun mekanik özellikleri Tablo 2.4.'te donatının mekanik özellikleri de Tablo 2.5.'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Betonun mekanik özellikleri

| Beton Sınıfı | C30 |
|---|--------|
| Karakteristik Basınç Dayanımı f_{ck} (MPa) | 30 |
| Eşdeğer küp karakteristik Basınç dayanımı $f_{ck\text{ küp}}$ (MPa) | 37 |
| Tasarım Basınç Dayanımı f_{cd} (MPa) | 20 |
| Karakteristik Çekme Dayanımı f_{ctk} (MPa) | 1.9 |
| Tasarım Çekme Dayanımı f_{ctd} (MPa) | 1.28 |
| Elastite Modülü E_c (MPa) | 32000 |
| Kayma Modülü G_c (MPa) | 12800 |
| Poisson Oranı ν | 0.2 |
| Isıl genleşme katsayısı | 1E-005 |

Tablo 2.5. Donatı mekanik özellikleri

| Çelik Sınıfı | S420 |
|--|------|
| Karakteristik Akma Dayanımı f_{yk} (MPa) | 420 |
| Tasarım Dayanımı f_{yd} (MPa) | 365 |
| Minimum Çekme Dayanım f_{su} (MPa) | 500 |
| Kopma Birim Uzaması ϵ_{su} | 0.1 |
| Poisson Oranı ν | 0.3 |

BÖLÜM 3. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER

Bir bütün şeklinde deprem yüklerini taşıyan yapı taşıyıcı sisteminde ve taşıyıcı sistemi meydana getiren elemanların hepsinde, deprem yüklerinin en üst kattan temel zeminine dek ve güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlayacak yeterlilikte rijitlik, kararlılık ve dayanım olmalıdır [7].

Taşıyıcı sistemin, güvenli olmasının beraberinde, sağlanması gereken koşullardan, ekonomik, kullanım amacına uygun, çevre ile uyumlu ve estetik olma koşulları da göz önünde tutulmalı, taşıyıcı sistemin bu koşulları sağlaması için gereken özen gösterilmelidir.

Bir taşıyıcı sistemde döşemeler üzerindeki kalıcı ve hareketli düşey yükleri kendi ağırlıklarıyla beraber kirişlere iletirler. Kirişler, döşemelerden gelen yüklerle üzerindeki duvarların yüklerini ve kendi ağırlıklarını kolonlara iletirler. Kolonlar kirişlerden gelen yükler ile kendi ağırlıklarını temellere iletirler. Temeller de gelen yükler ile kendi ağırlıklarını zemine iletirler.

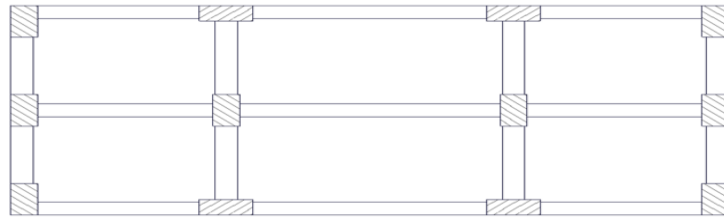
Bir taşıyıcı sistemin planlanmasında önemsenmesi gereken özellikler;

- Her iki yönde de yatay yükleri karşılayacak çerçeveler oluşturulması, yatay yüklerin güvenli bir şekilde taşınabilmesi amacıyla gereklidir.
- Taşıyıcı sistemin, yükleri en hızlı ve kısa yoldan temele iletecek biçimde planlanmalı ve burulma gibi bazı ek etkenlerin oluşmaması amacıyla çaba harcanmalıdır.
- Düşey taşıyıcı olan kolonlarla ve perdelerle temele gerekli özenin verilmesi, özellikle temellerin zemin durumu önemsenerek belirlenmesi, kolonların zemine dek sürekli şekilde devam etmesi önemlidir.

- Depremde en fazla etkilenen konulardan birisi kolon ve kirişin birleşim bölgeleridir. Donatı yerleşimine ve kolon etriyelerinin devam ettirilmesi önemlidir.
- Beton gerekli dayanımı sağlamalıdır.
- Deprem kuvveti, kesme kuvveti olarak en fazla binanın alt katlarında oluşacağı için burada bulunan kolonların tasarım hesap ve uygulamalarında gerekli önem verilmelidir.
- Taşıyıcı sistem oluşturulurken olabildiğince simetrik planlar olması önemlidir.
- Kolon ve perde duvarın kesitlerinin, taşıyıcı sistemin iki yönündeki rijitliklerinin birbirine yakın olması gerekir.
- Planda dış kenarlara veya dış kenarlara yakın yerlere yerleştirilen perdeler, yapının burulma rijitliğini artırır, deprem süresince oluşabilecek etkilerin düşük düzeyde kalmasını sağlamaktadır.
- Kolonlarda ve kirişlerde sarılma bölgeleri deprem süresince çok fazla zorlanacağından, etriyelerin sıklaştırılmasıyla betonda sarılmadan kaynaklı dayanım ve göçme şekil değiştirmesinin artmasına olanak sağlanabilir.

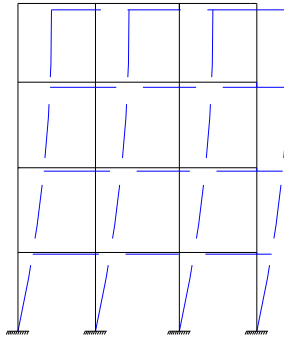
3.1. Geleneksel Çerçevesel Sistemler

Kolonlar, kirişler ve/veya döşemelerin monolitik olacak şekilde yapılmasıyla çerçeve diye adlandırılan taşıyıcı sistem meydana çıkmıştır. Çerçevesel olan yapı sistemlerinde kirişleri bağlayan kolonlar kütesizmiş gibi kabul edilir ve yapı kat kütlelerinin döşeme seviyelerinde toplanmış gibi olduğu varsayılır ve böylece elastik kolon ve kirişlerin meydana getirdiği ve her kat seviyesinde toplu bir kütleli olan bir çerçeve meydana gelmektedir [8]. Çerçevesel olan sistemler deprem süresince, yatay olan deprem yüklerini düğüm noktalarında bulunan elemanların rijitlikleri ile karşılamaktadır. Çerçevesel olan sistemler diğer sistemlere kıyasla deprem süresince enerjiyi tüketme kapasiteleri daha düşük olmaktadır. Enerjiyi tüketme kapasitesini artırabilmek amacıyla taşıyıcı sistem elemanlarında ve donatılarında çok fazla kısıtlama getirilmiştir. Örnek bir çerçevesel sistemi olan yapı planı aşağıda gösterilmiştir (Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Çerçevesel Sistem

Çerçevesel sistemler yatay olan yüklerin altında çok miktarda yerdeğiştirme yapabilmektedir (Şekil 3.2.). Çerçevesel betonarme taşıyıcı sistemler, süneklik, dayanım ve rijitlik özellikleriyle yatay olan birtakım yüklerin taşınmasını olanaklı kılmaktadır [9].

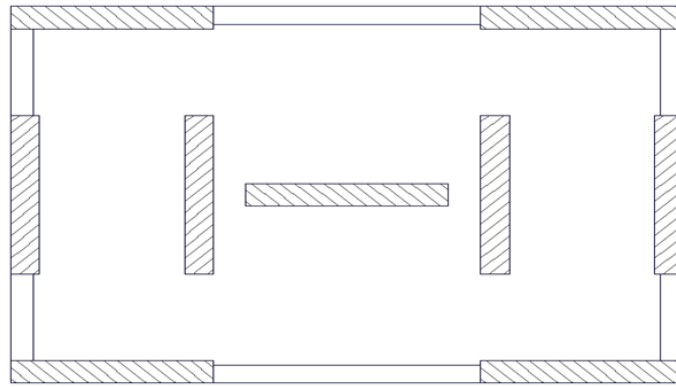


Şekil 3.2. Çerçeve elemanın yatay olan yüklerin etkisi altındaki davranışı

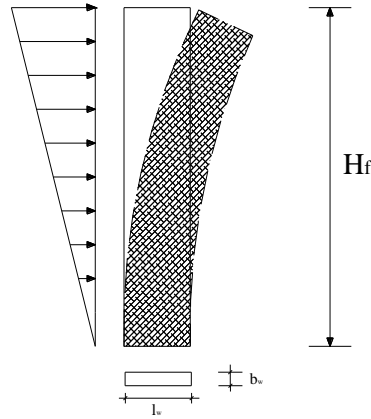
3.2. Perde Duvarlı Sistemler

Perde duvarlı sistemler, döşemelerden, kirişlerden aldıkları yatay ve düşey yükleri temele iletirler. Perde duvarlı sistemlerin deprem süresince elastik enerjiyi tüketme güçleri, çerçevesel sistemlere kıyasla daha fazladır. Perdeler, çok katlı yapılarda önemli hasarlara sebep olan depremlerde görelî kat ötelemelerini önemli seviyede düşürmektedir. Perdelerin uzun kenarlar doğrultusundaki atalet momentleri fazlaca büyük olup, yatay yükleri uzun olan kenarlar doğrultusunda taşımaktadırlar. Perdeler, dayanıma ilaveten yanal yerdeğiştirmeyi kısıtlaması açısından da tercih edilmektedir. Düzgün bir biçimde planlanan perdeler, taşıyıcı sistemin toplam göçmesine engel olduğunun yanısıra, yapısal olmayan bazı zararların kısıtlandırılmasında da önemlidir [10]. Bu tip yapılarda kolonlarda tasarlanmış olabilir fakat kirişlerle bağlanmadıklarından aldıkları yatay yükleri önemsemeyecek ölçüde düşük

olmaktadır. Bu sebeple bu tip yapılarda bütün yatay yükleri perdeler sayesinde karşıladığı varsayılmıştır (Şekil 3.3.). Perdeler çerçevelerle beraber planlanırsa daha sünek yapılar oluşmaktadır. Betonarme perdeler fazla eğilme rijitlikleri ve kesme alanları sebebiyle, güvenli eleman olarak her yükseklikteki binalar için önerilmektedir [11]. Binaların rijitlik ve dayanımlarını artırmak ve bu şekilde yanıl yerdeğıştirmelerini kısıtlandırmak amacıyla kullanılan, temele ankastre veya yarı ankastre oturan konsol biçiminde çalışan rijitlikleri fazla, çerçevelerin aksine bağıl yerdeğıştirmeleri üst kata doğru gitgide artan elemanlardır (Şekil 3.4.).



Şekil 3.3. Perde Duvarlı Sistem Yerleşim Planı

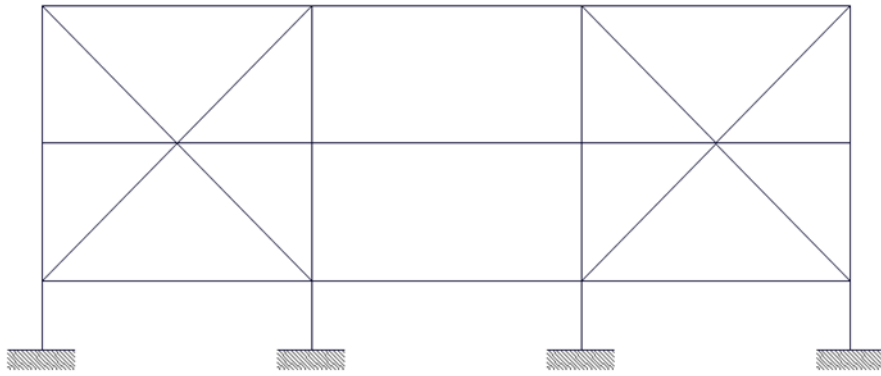


Şekil 3.4. Betonarme perde duvarın yatay kuvvet altında konsol kiriş gibi davranması

3.3. Eğik Elemanlı Çerçevesi Sistemler

Betonarme inşa edilen binada yatay olan yüklere karşı çerçeveyi desteklemek için çapraz elemanların kullanıldığı yapılar eğik elemanlı çerçevesi sistemler diye

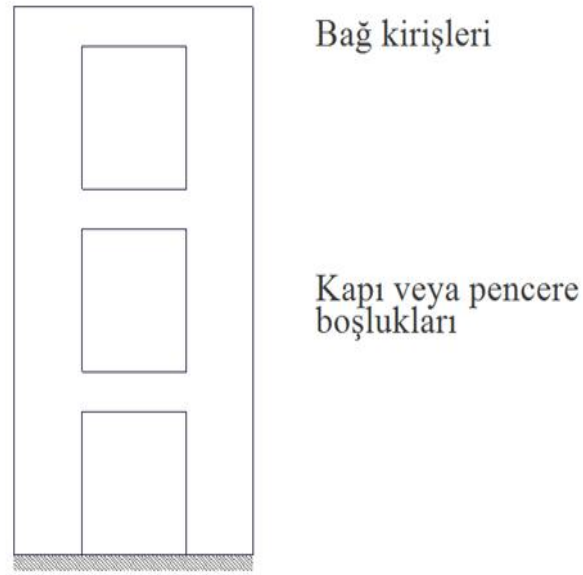
adlandırılmaktadır (Şekil 3.5.). Bu tip elemanlar binanın rijitliğini artırarak yerdeğiştirmesini büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu tip taşıyıcı sistemle inşa edilen yapıların rijitliğini artırmak amacıyla, betonarme perde duvarlara ek olarak, çerçeve boşluklarına basınca ve çekmeye dayanımlı çeşitli çapraz elemanların eklenmesi olanaklıdır [12]. Binada perde duvarların bulunması yapıyı rijit yapar ve binanın ağırlığını da arttırmış olur, bu sebeple deprem yükleri de artmış olur. Deprem yüklerinin artırımından korunmak amacıyla eğik elemanlı çerçevesel sistemler tercih edilir.



Şekil 3.5. Eğik Elemanlı Çerçevesel Sistem Yerleşimi

3.4. Boşluklu Perde - Duvarlı Sistemler

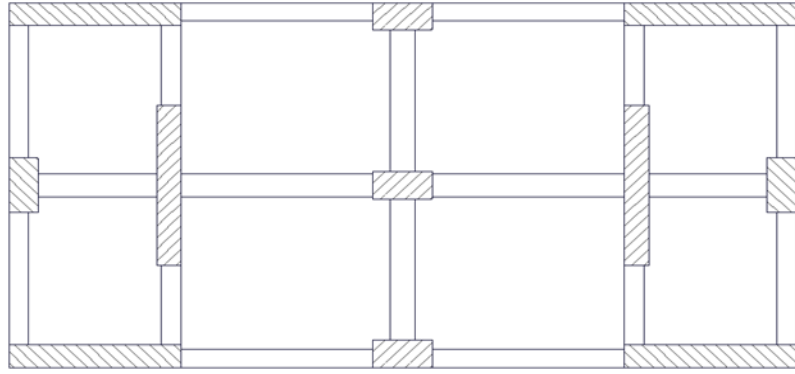
Dolu perdeler kapı, pencere, asansör kapısı gibi nedenlerden ötürü boşluk oluşturulmasıyla boşluklu perde oluşmaktadır (Şekil 3.6.). Perdelerin yırtılmasıyla oluşan kolonlar perde davranışı gösterir. Boşluklu perde eğilme kiriş özelliği gösterirken aynı zamanda kayma kirişi özelliği de oluşturmaktadır [12].



Şekil 3.6. Boşluklu perde – duvarlı sistemler

3.5. Perde Duvarlı-Çerçevesel Sistemler

Fazla yüksek binalarda taşıyıcı sistem yalnızca çerçevesel sistemden oluştuğunda yapı, yatay yüklerin etkisinde, iç kuvvetler ve yerdeğiştirmeler açısından gerekli şartları hassas bir şekilde sağlaması olanaklı olmamaktadır. Kolonlar üzerlerine düşen aksel normal kuvvetleri taşıyor olmalarına rağmen, özellikle şiddetli depremlerde yatay etkenleri temellerden zemine ileterek sönmömleri olanaksızdır [13]. Perdelerin asıl görevi yüksek binalarda rijitliği artırmaktır. Perdeler fazla rijitliklere sahip olmalarına rağmen aksel yük taşımada yeterli kalmamaktadır. Bu gibi durumlarda sistemde kolonlar kullanıldığında bu eksiklik gözardı edilebilir. Perde duvarlı – çerçevesel sistemler özellikle yüksek binalar için deprem bölgelerinde önerilmektedir (Şekil 3.7.).



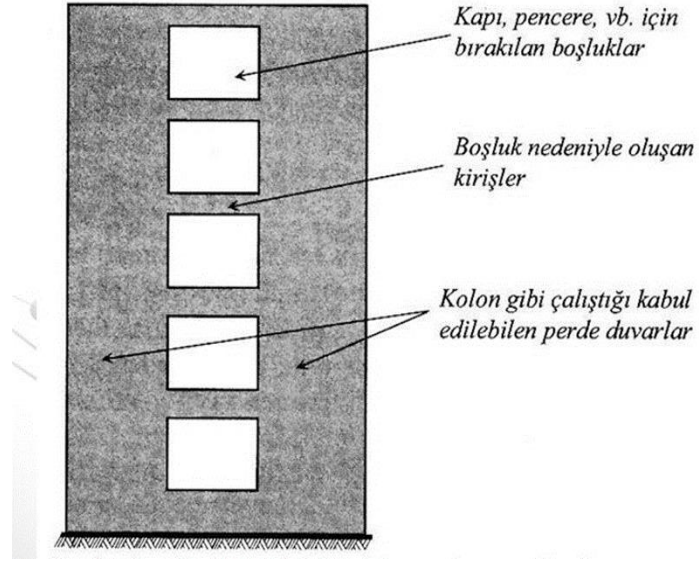
Şekil 3.7. Perde Duvarlı-Çerçevesel Taşıyıcı Sistemli Bina

BÖLÜM 4. BOŞLUKLU PERDELER

Perdeli inşa edilen sistemlerde, kapı ve pencere vb. boşluklar bırakılması sebebiyle perde elemanlarda yatayda bir kesinti söz konusu olacaktır. Perdeli olan sistemlerin spesifik bir şekli olan bu tipteki sistemler “Boşluklu Perdeler” olarak adlandırılmaktadır.

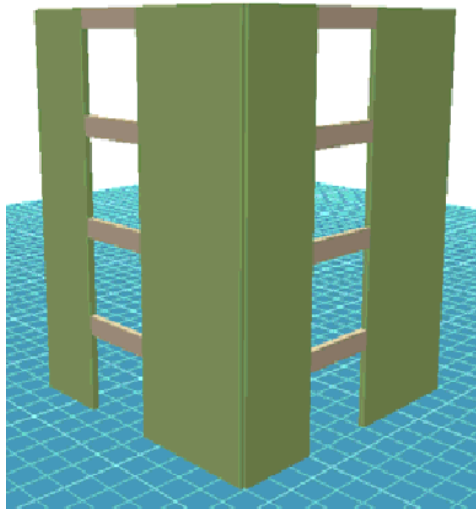
Bu ve benzeri durumlarda, boşluklu perdeler; iki perde duvarın, bağ elemanı diye sınıflandırılabilen kısa kirişlerle birbirlerine bağlandığı zamanlarda “perde sistemler” şeklinde tanımlanabilir. (Şekil 4.1.). Bu bağ elemanları; bazen döşeme plağının bu kısmı, bazen çubuk davranışında kirişler, bazen çubuk davranışına uyumlu olmayan perde parçalarıdır (levha).

Çoğu durumda bu bağ elemanlarının ebatları gerek mimari zorunluluklar gerek çözüm kolaylığı bakımından bütün katlarda sabit bir biçimde planlanır. Fakat bu durumlarda boşluklu perdelerin bağ elemanları, perdeye saplandığı kesimler gibi bazı yerlerde yetersiz kalabilir. Yeterli olup olmadığını anlamak bakımından, bu bağ elemanlarının plastik davranışları da bilinmelidir.



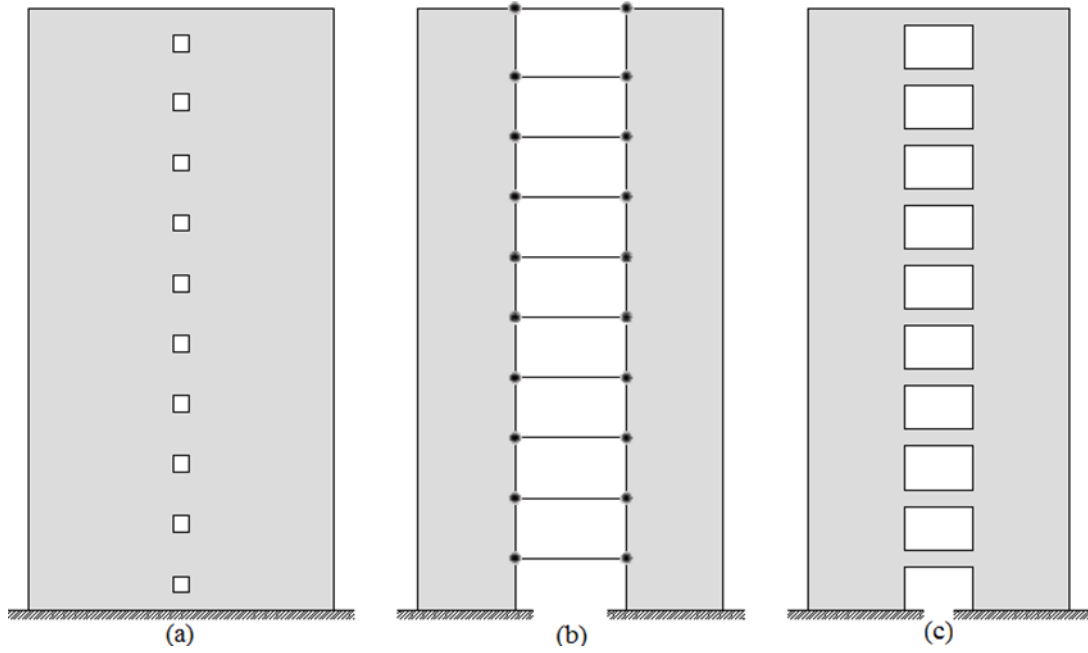
Şekil 4.1. Boşluklu perde

Boşluklu perdeler, dolu perdelerde mimari (kapı, pencere, vb.) veya tesisat amaçlı boşlukların açılmasıyla veya perde duvarların bağ kirişleri ile bağlanması sonucu oluşan yapı elemanlarıdır (Şekil 4.2.). Dolu perdelerde boşlukların açılması ile perde sistemi bir tür kolon ve kirişlerden oluşan çerçeve sistemine benzer. Boşluk ile perde elemanlarda oluşan rijit perde kolonlar kirişlerin çift eğrilikli şekil değiştirmesini sağlar [18]. Bağlantı kirişlerinde oluşabilecek plastik şekil değiştirmeler, boşluksuz sisteme göre sistemde sünekliği arttırmaktadır.



Şekil 4.2. Boşluklu perdeler

Boşluklu perdede boşluğun türüne göre üç değişik hal gözlenir [20]. Perdedeki boşlukların çok küçük olduğu ve bunların perdenin monolitik durumunu etkilemeyeceği varsayılabilen durumlarda, perde duvar boşluksuz konsol kiriş olarak kabul edilip çözümlenebilir (Şekil 4.3.). Burada sistem tamamen izostatik olup devrilme momenti perde kesitinde aksenal gerilmelere dönüşür ve ayrıca bir aksenal kuvvet oluşmaz. Kesme kuvveti de perde kesitinde kayma gerilmeleri oluşturur.

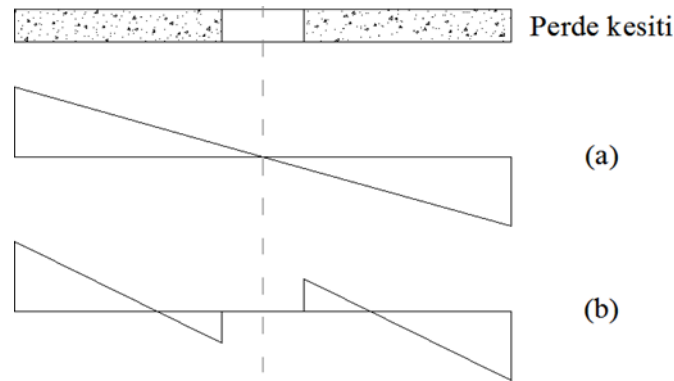


Şekil 4.3. Perdede boşluk türleri

- a. İhmal edilebilen boşluklar
- b. Uçtan mafsallı veya eğilme rijitliği çok az olan bağ kirişleri
- c. (a) ve (b) halleri dışındaki durum

İkinci bir hal ise Şekil 4.3.'te gösterildiği gibi bağ kirişlerinin uçlarında mafsallı olması veya bağ kirişlerinin eğilme rijitliğinin ihmal edilebilmesidir. Bu durumda, bağ kirişleri kesme kuvveti ve moment almayacağından sistem uygun yatay deplasman yapan iki ayrı konsol olarak çözümlenebilir. Yatay kuvvetler bağ kirişleri tarafından bir konsoldan diğerine aktarılır. Perdelerde aksenal kuvvet oluşmaz, her perdede birinci durumdakine benzer şekilde eğilme momenti ve kesme kuvveti oluşur. Birinci ve ikinci durumlar dışında bağ kirişlerinde moment ve kesme kuvveti oluşur. Bağ kirişlerinin simetrik deformasyon yaptığı ve moment sıfır noktasının açıklık ortasında

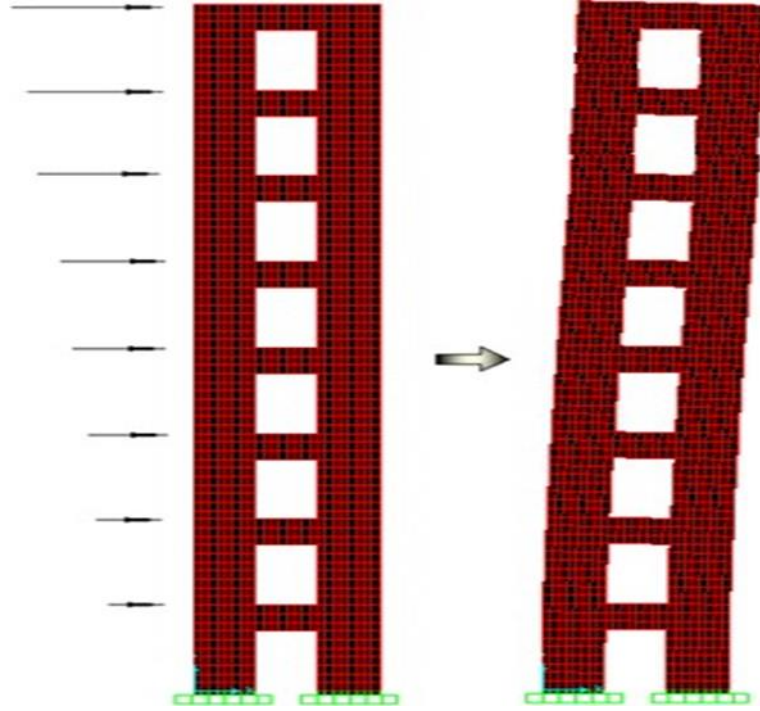
olduğu kabul edilirse, içten hiperstatiklik derecesi bağ kirişi sayısına eşit olur. Bu halin en önemli özelliği, sistemdeki devrilme momentinin bir kısmının bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvvetleri yoluyla perdelere gelen eksenel kuvvetlere dönüşmesidir. Devrilme momentinin eksenel kuvvetler nedeniyle azalarak perdelere aktarılması tasarım açısından çok yararlı görülmektedir. Ancak bağ kirişi kesme kuvvetlerinin kiriş kesitinin taşıma gücünü geçmesi halinde tasarım zorlukları ortaya çıkmaktadır [20]. Şekil 4.4.'te bağ kirişinin rijitliğine göre perde kesitindeki gerilme dağılımı görülmektedir.



- a. Rijit bağ kirişinde oluşan normal gerilme dağılımı
b. Esnek bağ kirişinde oluşan normal gerilme dağılımı

Şekil 4.4. Bağ kirişinin rijitliğine göre perde kesitindeki gerilme dağılımı

Boşluklu perdelerdeki boşluk miktarı yatay yükler altındaki davranışı etkileyecektir. Boşlukların perdede büyük olması davranışı kayma kirişi davranışına benzetirken boşlukların perdede küçük olması davranışı eğilme tipi davranışa benzetecektir. Genel olarak boşluklu perde davranışı eğilme ve kayma tipi davranış arasında oluşacaktır (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. Boşluklu perdelerde şekil değıştirme

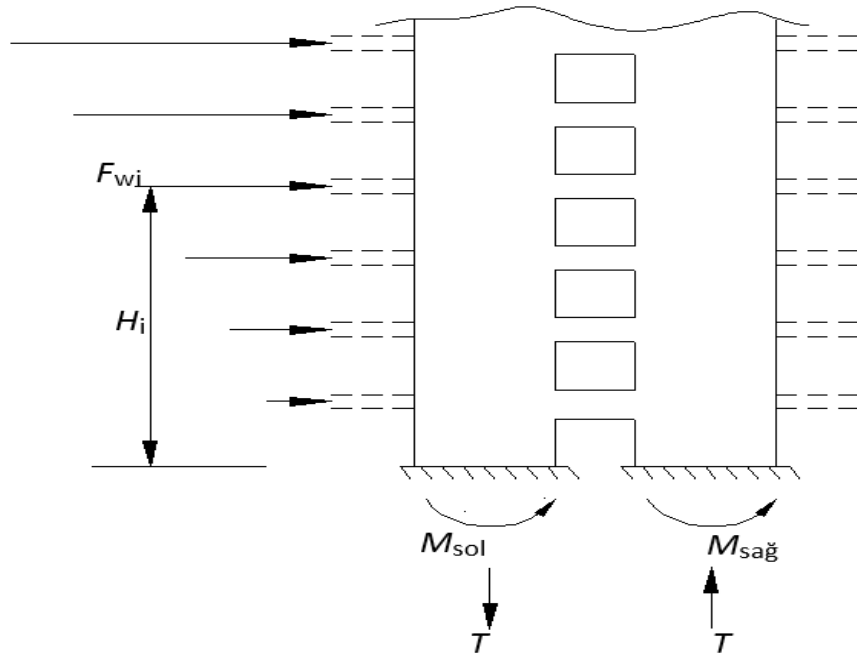
BÖLÜM 5. TAŞIYICI SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK PERDELERİN DEPREM YÖNETMELİKLERİNDEKİ TANIMLARI

5.1. Taşıyıcı Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler

Bağ kirişli perdelerle ilişkin kural ve koşullar TDY (2007) 3.6.8 de verilmiş olup aşağıda belirtilmiştir.

5.1.1. Bağ kirişli (boşluklu) perdelerle ilişkin kural ve koşullar

TDY (2007) 3.6.8.2 “ Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, herhangi bir bağ kirişli perde sistemini oluşturan perde parçalarında deprem yüklerinden oluşan taban momentlerinin toplamı, bağ kirişli perde sisteminde deprem yüklerinden oluşan toplam devrilme momentinin 2/3'ünden fazla olmayacaktır (Şekil 5.1.- TDY 2007 Şekil 3.13.). Bu koşulun sağlanamaması durumunda, bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarının her biri boşluksuz perde olarak sayılacak ve Bölüm 2, Tablo 2.5.'ten alınan R katsayısı değiştirilecektir”.



F_{wi} : i ' inci katta bağ kirişli perde sistemine etkiyen deprem yükü

Şekil 5.1. TDY 2007

TDY (2007) 3.6.8.3 “Bağ kirişli perdeyi oluşturan perde parçalarının düşey donatı hesabında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinde çekmeye çalışan perde parçasındaki eğilme momentinin en fazla %30’unun, basınca çalışan perde parçasına aktarılmasına (*yeniden dağılım*) izin verilebilir”.

TDY (2007) 3.6.8.4 “Bağ kirişlerinin kesme donatısına ilişkin kurallar aşağıda verilmiştir”:

(a) “Aşağıdaki koşulların herhangi birinin sağlanması durumunda, bağ kirişlerinin kesme donatısı hesabı 3.4.5 maddesine göre yapılacaktır”.

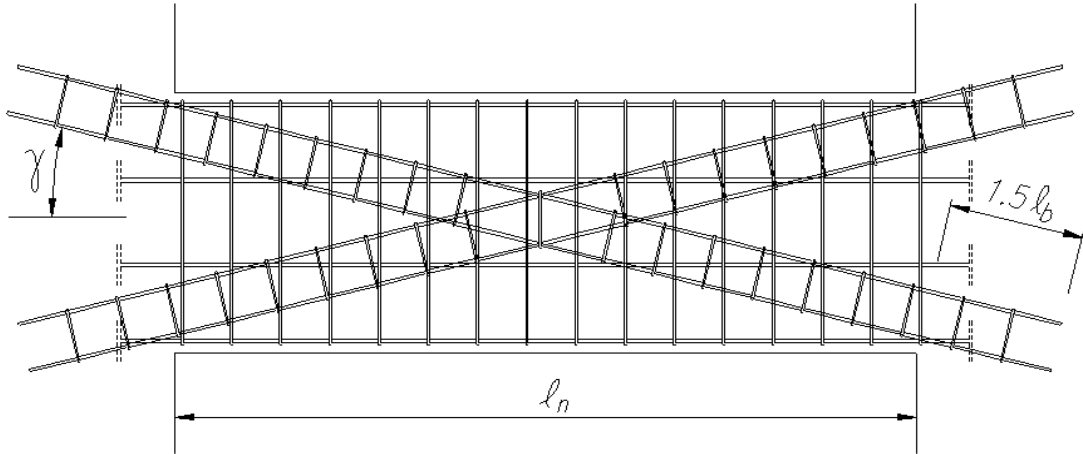
$$\begin{aligned} \ell_n &> 3 h_k \\ V_d &\leq 1.5 b_w d f_{ctd} \end{aligned} \quad (5.1-TDY 2007 3.19)$$

(b) “Denk.(5.1) ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanamaması durumunda, bağ kirişine konulacak özel kesme donatısı, geçerliliği deneylerle kanıtlanmış yöntemlerle

belirlenecek veya bağ kirişindeki kesme kuvvetini ve onun oluşturduğu eğilme momentini karşılamak üzere çapraz donatılar kullanılacaktır (Şekil 5.2. (TDY 2007). Her bir çapraz donatı demetindeki toplam donatı alanı Denk.(5.2) ile belirlenecektir”.

$$A_{sd} = V_d / (2 f_{yd} \sin \gamma) \quad (5.2-TDY 2007 3.20)$$

“Çapraz donatı demetlerinde en az dört adet donatı bulunacak ve bu donatılar perde parçalarının içine doğru en az $1.5l_b$ kadar uzatılacaktır. Donatı demetleri özel deprem etriyeleri ile sarılacak ve kullanılacak etriyelerin çapı 8 mm’den, aralığı ise çapraz donatı çapının 8 katından ve 100 mm’den daha fazla olmayacaktır. Çapraz donatılara ek olarak, bağ kirişine TS-500’de öngörülen minimum miktarda etriye ve yatay donatı konulacaktır” (Şekil 5.2. - TDY 2007 Şekil 3.14.) [7].



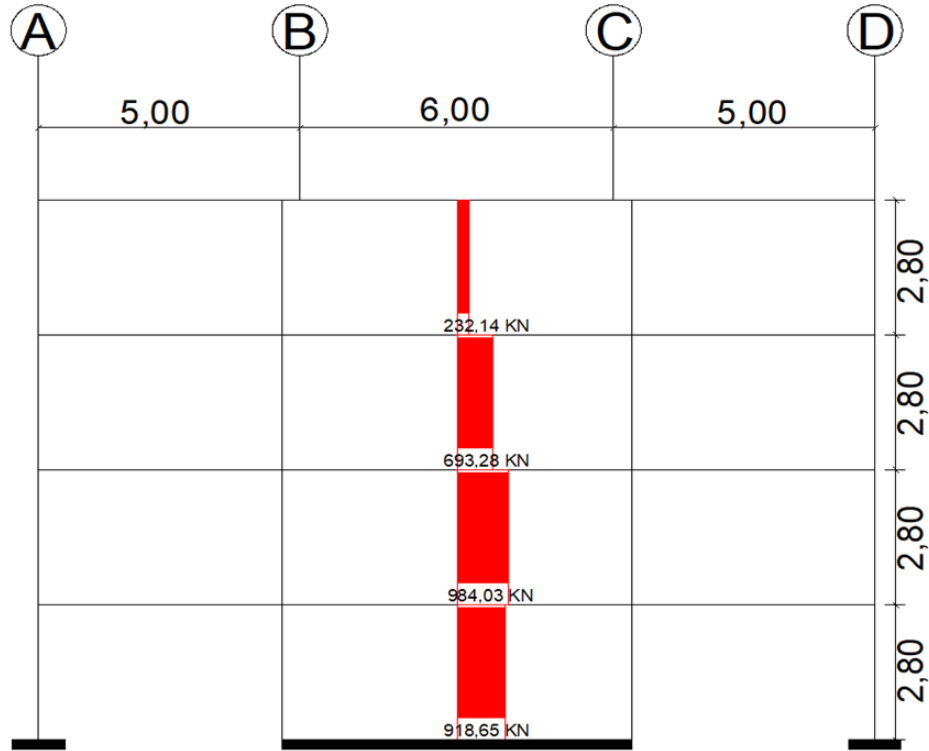
Şekil 5.2. TDY 2007

BÖLÜM 6. PLANDA YERLEŞİM DURUMUNA VE YATAYDA BOŞLUK ORANINA GÖRE PERDELERDE KESME KUVVETLERİ VE MOMENT DEĞERLERİNİN DAĞILIMI

6.1. Perdelere Gelen Kesme Kuvvetlerinin ve Momentlerinin Değişimi

Bu çalışmada incelenen perdelerin taşıyıcı sistemdeki yerleri (Şekil 2.5.-2.16.); boşluk oranları sabit tutulup; oluşturulan bu çalışmada, katlarda oluşan kesme kuvvetlerinin seçilmiş kolonlara (köşe, kenar ve orta) dağılımı incelenmiş ve kesme kuvveti dağılımı (x yönünde) aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir (Şekil 6.1.- 6.10.).

1 nolu yapı modelinde perdede x doğrultusunda oluşan kesme kuvveti diyagramı Şekil 6.1.'de verilmiştir.

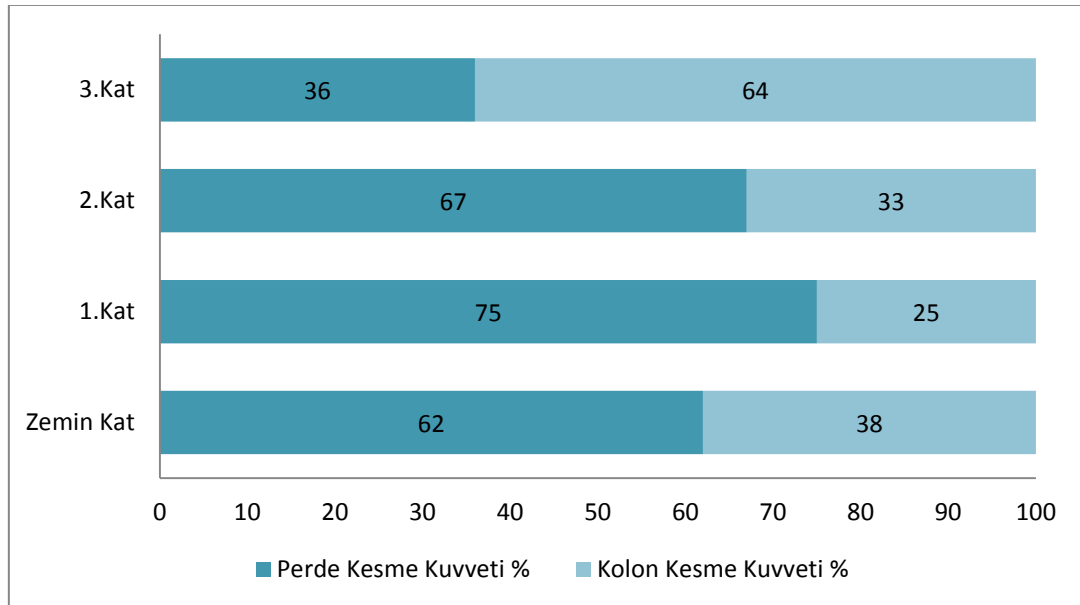


(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.1. Model 1 yapı modeline göre P01 perdesinde x doğrultusunda kesme kuvveti diyagramı

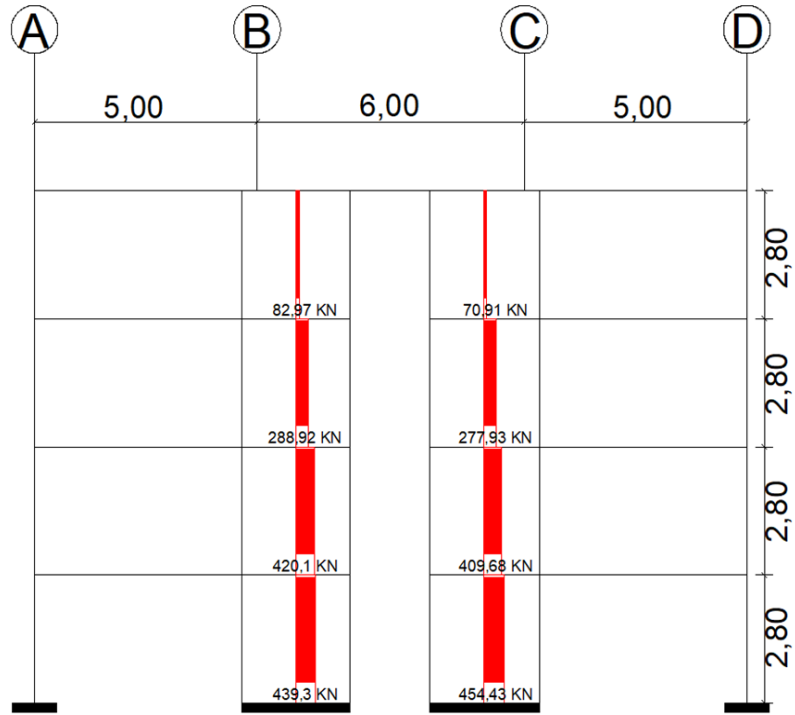
P01 perdesinde Model 1 yapı modeline göre aldığı x doğrultusunda kesme kuvveti min 232,14 kN, max kesme kuvveti de 984,03 kN olarak bulunmuştur. Perdelerde kesme kuvveti üst katlara doğru azalır. Ancak, modeller üst yapı etkileşimli analiz edildiğinden, üst yapı temele oturduğunda deplasmanlar ve dönme hareketleri dikkate alındığı için analiz sonuçları değişiklik gösterebilir. Zemin kat, rijit döndüğü için kesme kuvveti azalmıştır.

1 nolu yapı modelinde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara göre perdeler ve çerçeveler arasında dağılımı Şekil 6.2.'de verilmiştir.



Şekil 6.2. Model 1 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri

6 nolu yapı modelinde boşluklu perdelerde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara dağılımını gösteren diyagram Şekil 6.3.'te verilmiştir.

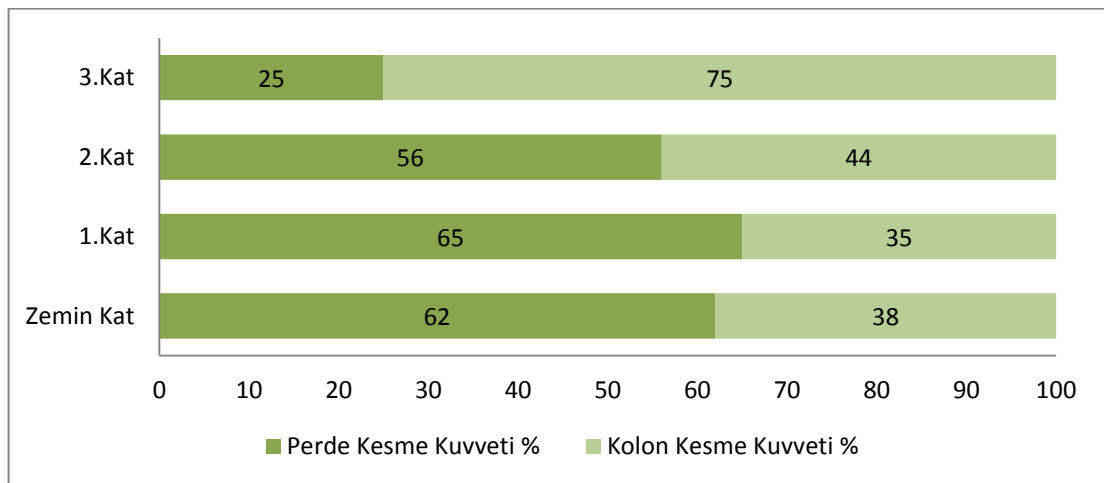


(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.3. Model 6 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti diyagramı

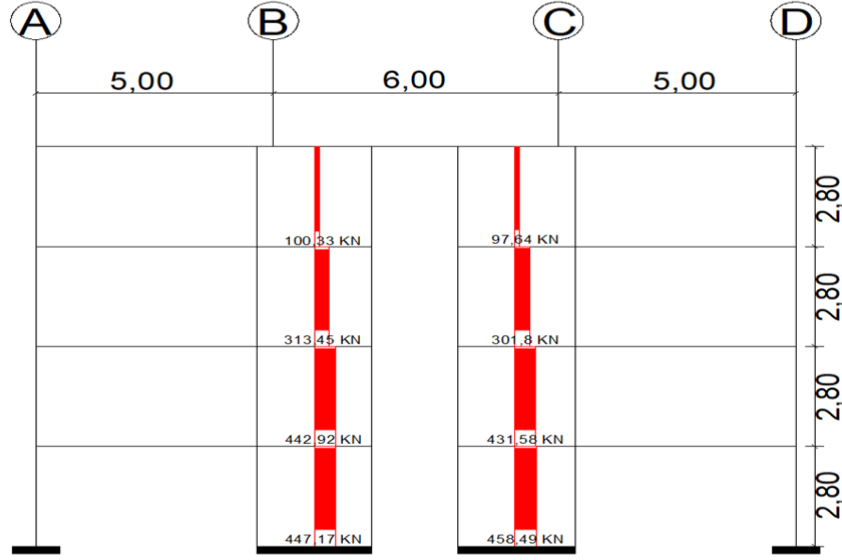
P01 ve P02 perdelerinin Model 6 yapı modeline göre aldığı x doğrultusunda kesme kuvveti min 70,91 kN , max kesme kuvveti de 454,43 kN olarak bulunmuştur.

6 nolu yapı modelinde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara göre perdeler ve çerçeveler arasında dağılımı Şekil 6.4.'te verilmiştir.



Şekil 6.4. Model 6 yapı modeline göre x doğrultusunda perdelere ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri

7 nolu yapı modelinde boşluklu perdelerde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara dağılımını gösteren diyagram Şekil 6.5.'te verilmiştir.

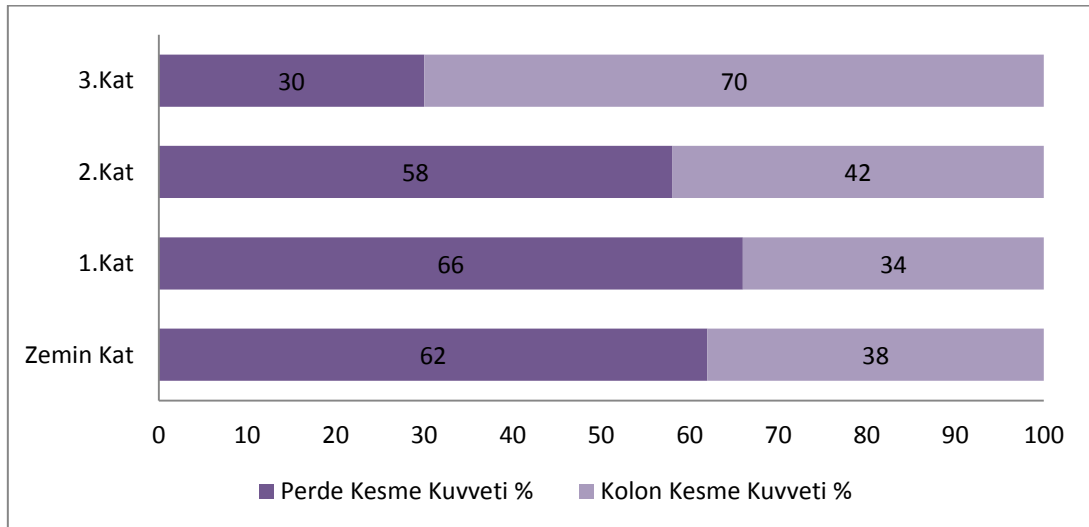


(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.5. Model 7 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti

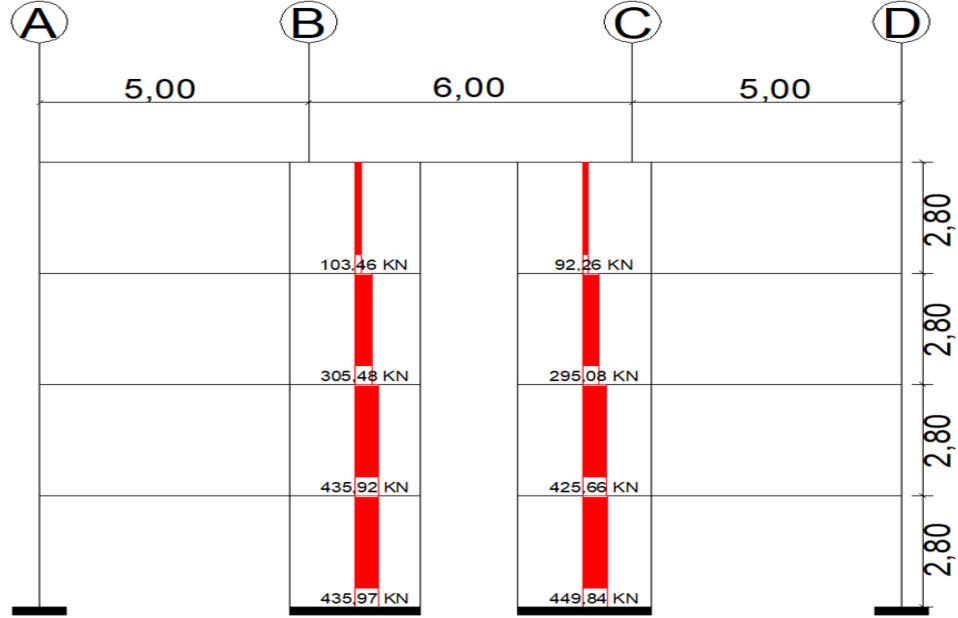
P01 ve P02 perdelerinin Model 7 yapı modeline göre aldığı x doğrultusunda kesme kuvveti min 97,64 kN , max kesme kuvveti de 458,49 kN olarak bulunmuştur.

7 nolu yapı modelinde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara göre perdeler ve çerçeveler arasında dağılımı Şekil 6.6.'da verilmiştir.



Şekil 6.6. Model 7 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri

8 nolu yapı modelinde boşluklu perdelerde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara dağılımını gösteren diyagram Şekil 6.7.'de verilmiştir.

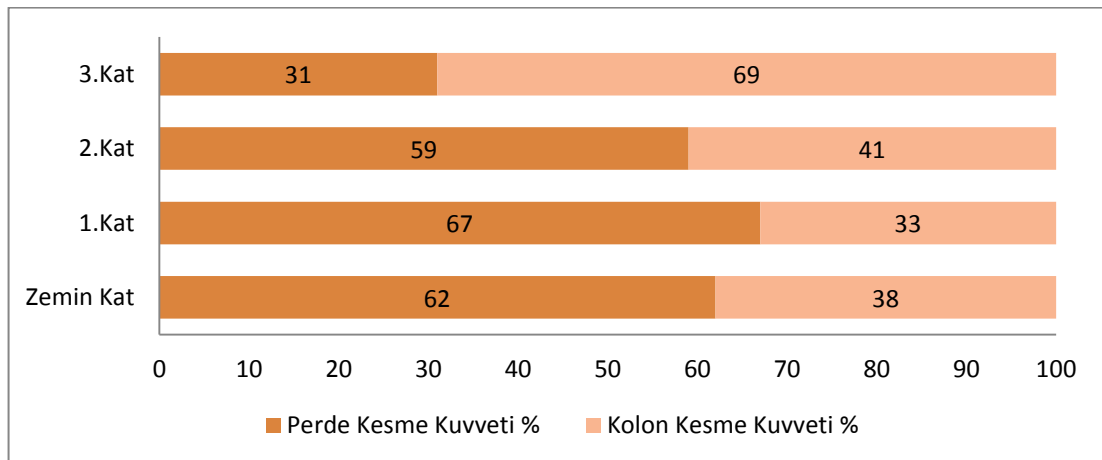


(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.7. Model 8 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti diyagramı

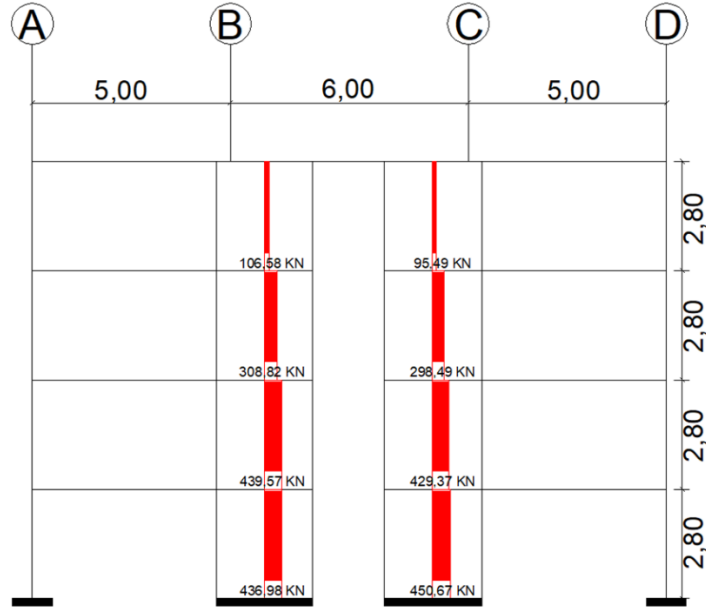
P01 ve P02 perdelerinin Model 8 yapı modeline göre aldığı x doğrultusunda kesme kuvveti min 92,26 kN , max kesme kuvveti de 449,84 kN olarak bulunmuştur.

8 nolu yapı modelinde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara göre perdeler ve çerçeveler arasında dağılımı Şekil 6.8.'de verilmiştir.



Şekil 6.8. Model 8 yapı modeline göre x doğrultusunda perdelere ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri

9 nolu yapı modelinde boşluklu perdelerde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara dağılımını gösteren diyagram Şekil 6.9.'da verilmiştir.

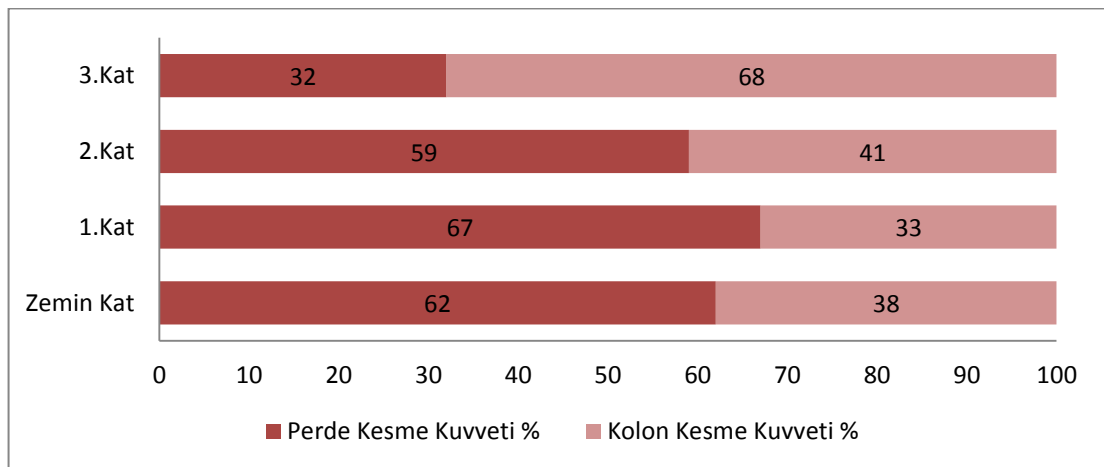


(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.9. Model 9 yapı modeline göre P01 ve P02 perdelerinin x doğrultusunda kesme kuvveti

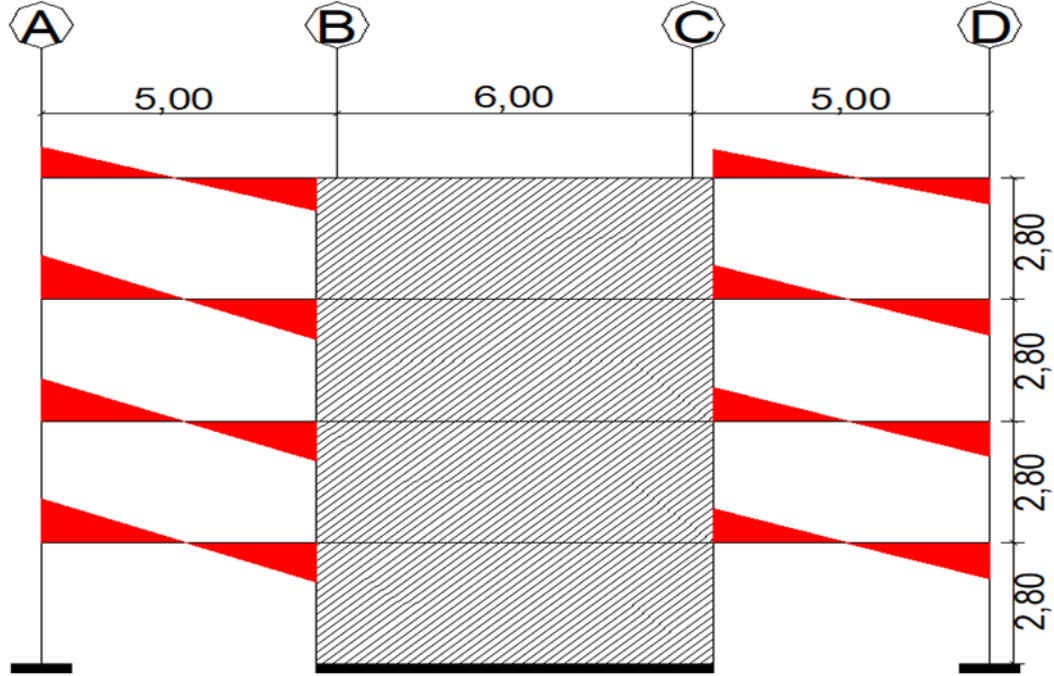
P01 ve P02 perdelerinin Model 9 yapı modeline göre aldığı x doğrultusunda kesme kuvveti min 95,49 kN, max kesme kuvveti de 450,67 kN olarak bulunmuştur.

9 nolu yapı modelinde oluşan kesme kuvvetlerinin katlara göre perdeler ve çerçeveler arasında dağılımı Şekil 6.10.'da verilmiştir.



Şekil 6.10. Model 9 yapı modeline göre x doğrultusunda perdelere ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri

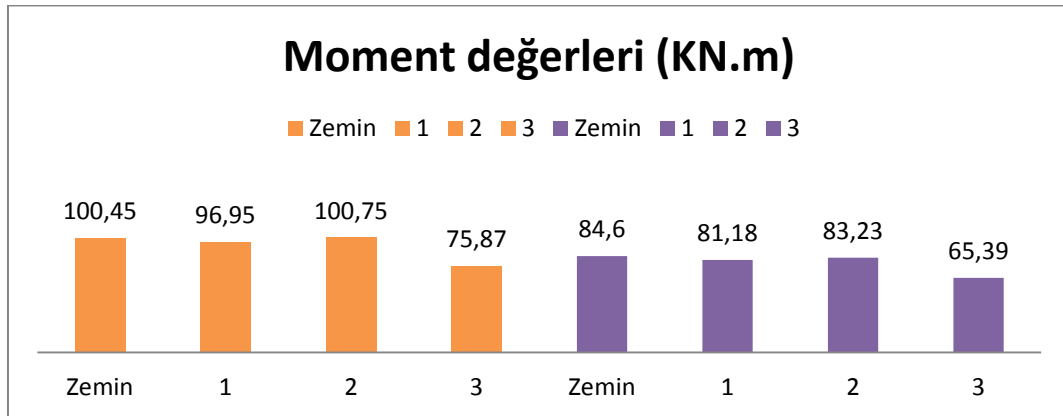
Model 1 yapı modeline göre Çerçeve x yönündeki perde ile birleşen kirişlerde oluşan moment dağılımı Şekil 6.11.'de verilmiştir.



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

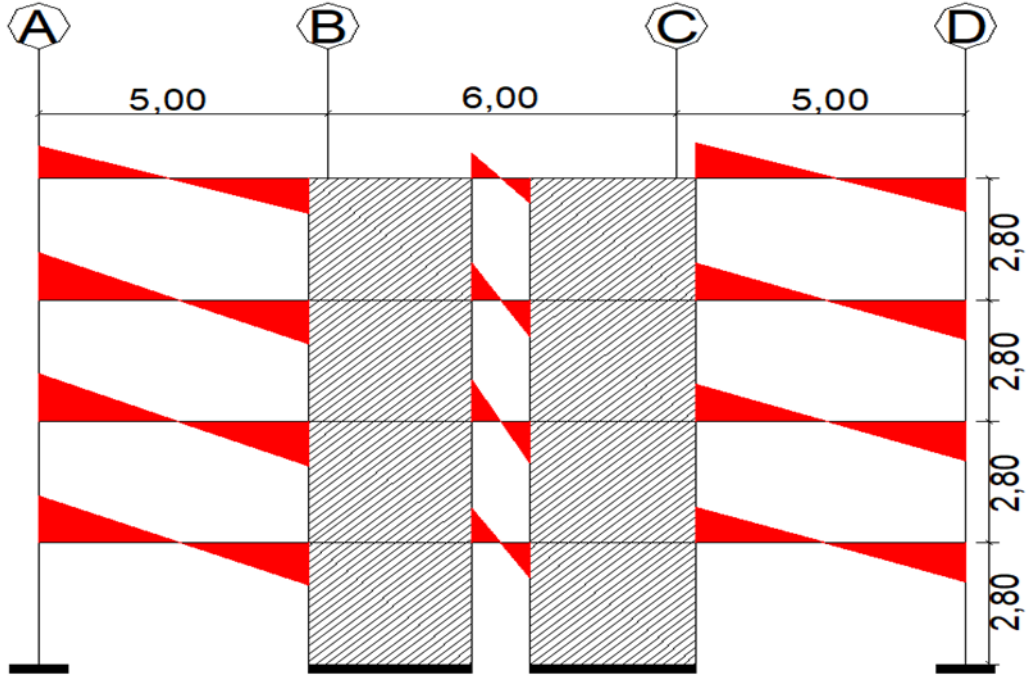
Şekil 6.11. Model 1 yapı modelinde katlara göre P01 perdesi ile Çerçeve x yönündeki kirişlerin moment diyagramı

Model 1 yapı modeline göre Çerçeve x yönündeki perde ile birleşen kirişlerde oluşan moment değerleri grafik olarak Şekil 6.12.'de verilmiştir.



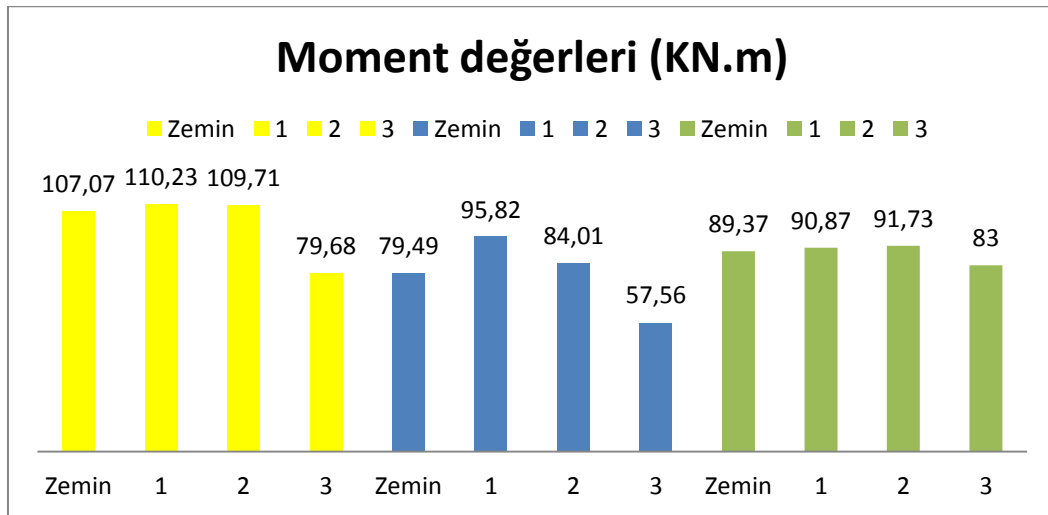
Şekil 6.12. Model 1 yapı modelinde katlara göre Çerçeve x yönündeki kirişlerin moment değerleri

Model 2 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6-13. – 6.14.).



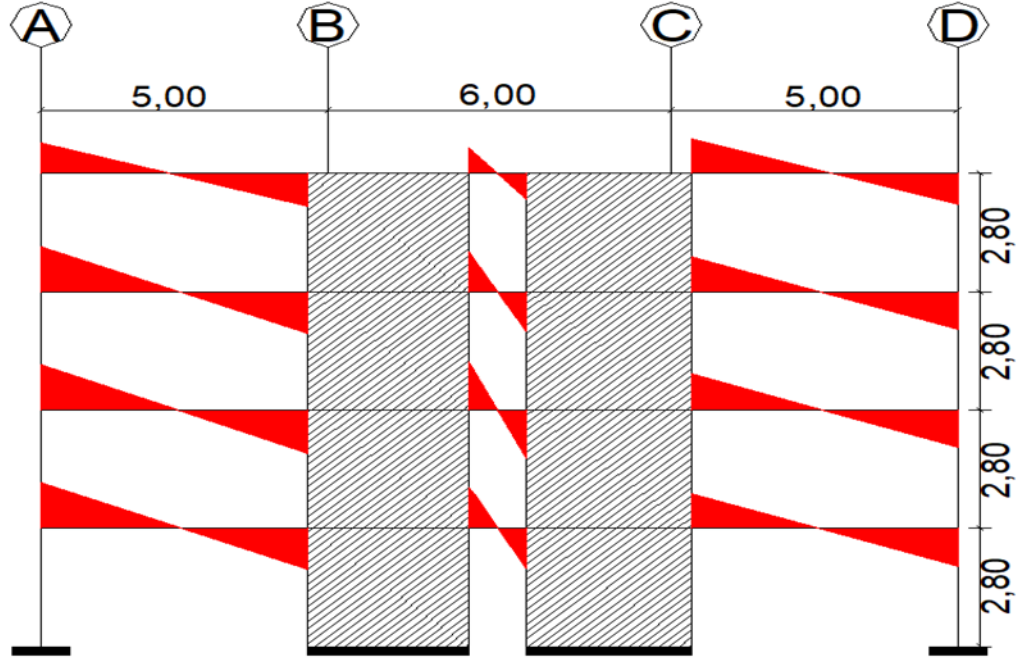
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.13. Model 2 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



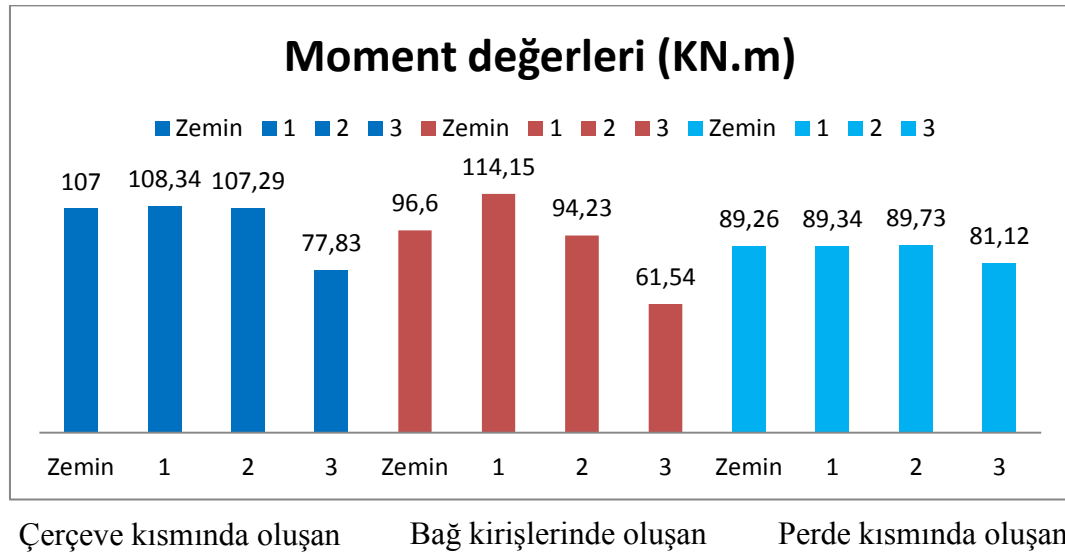
Şekil 6.14. Model 2 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri

Model 3 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6-15. – 6.16.).



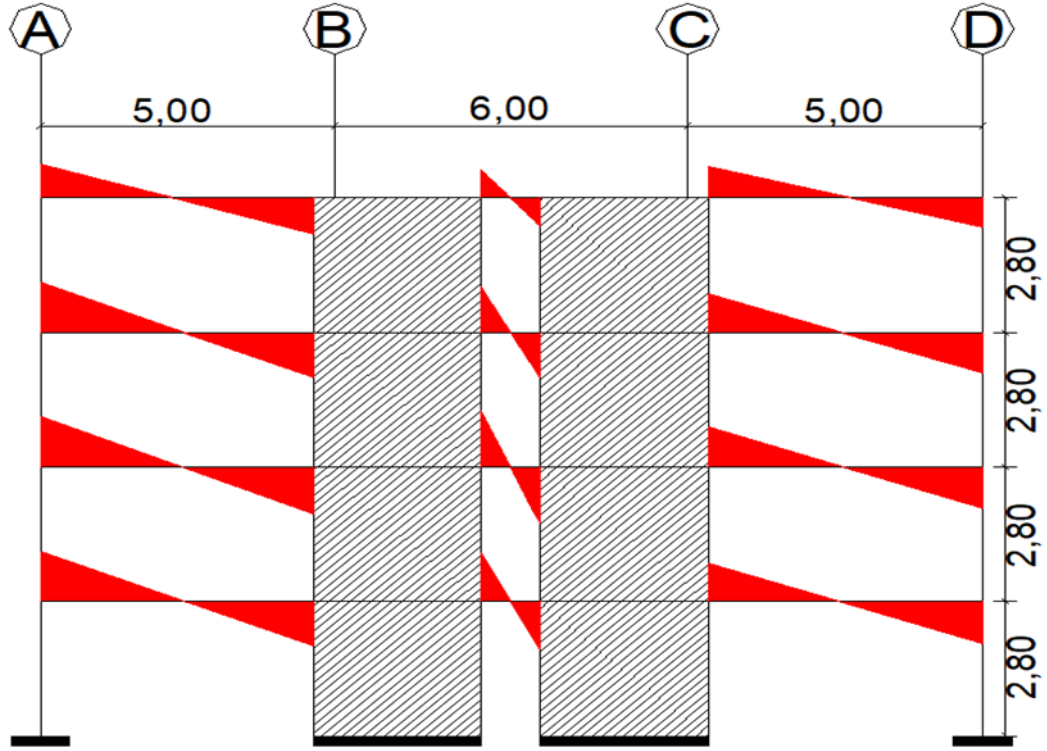
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.15. Model 3 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



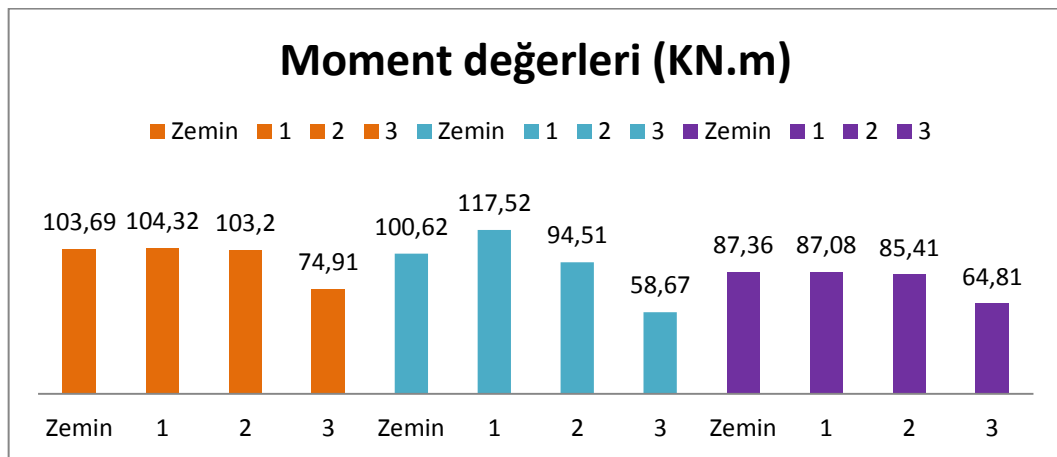
Şekil 6.16. Model 3 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri

Model 4 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6-17. – 6.18.).



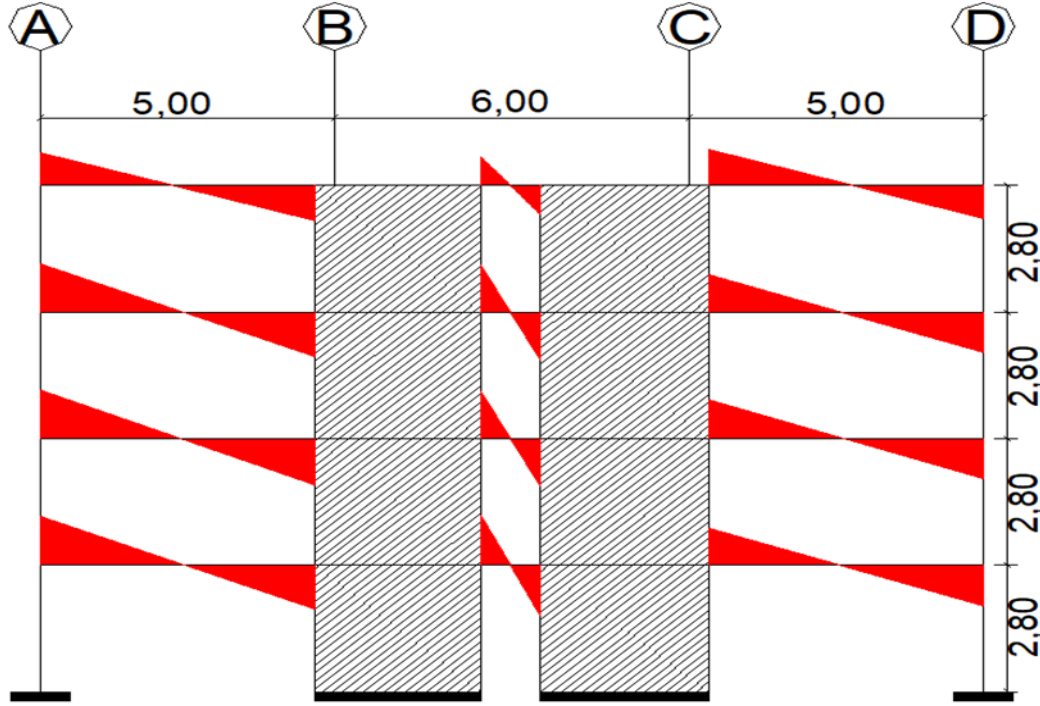
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.17. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerinin moment diyagramı



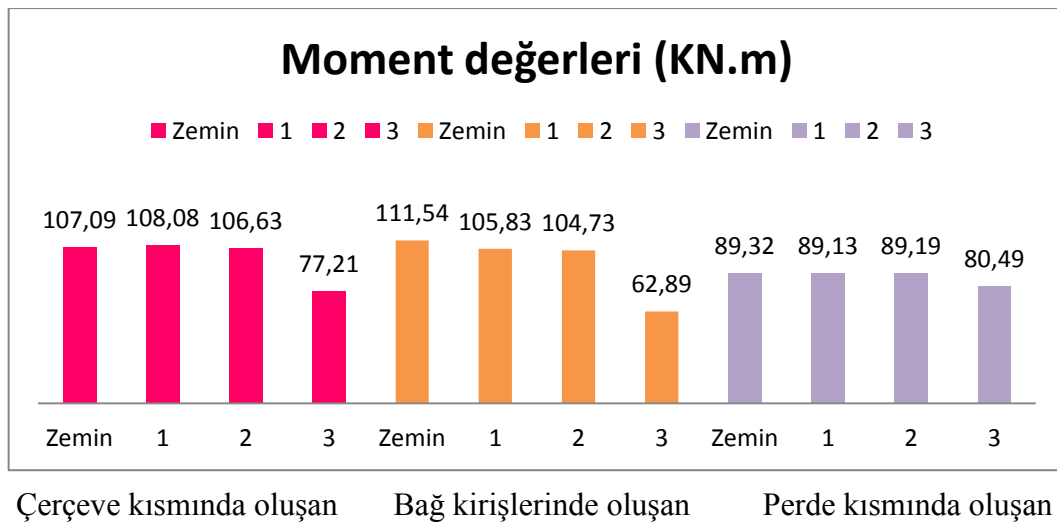
Şekil 6.18. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri

Model 5 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6.19. – 6.20.).



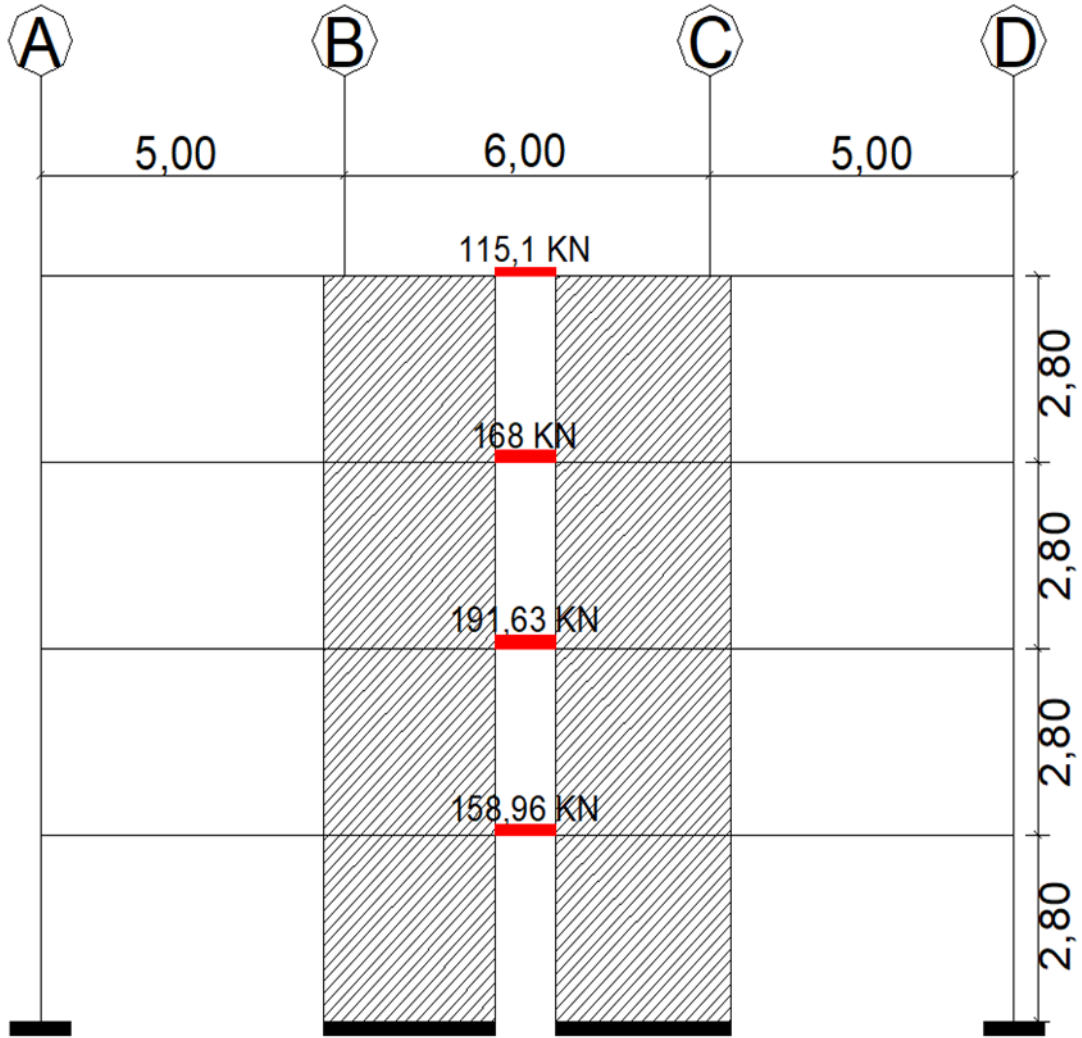
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.19. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



Şekil 6.20. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı

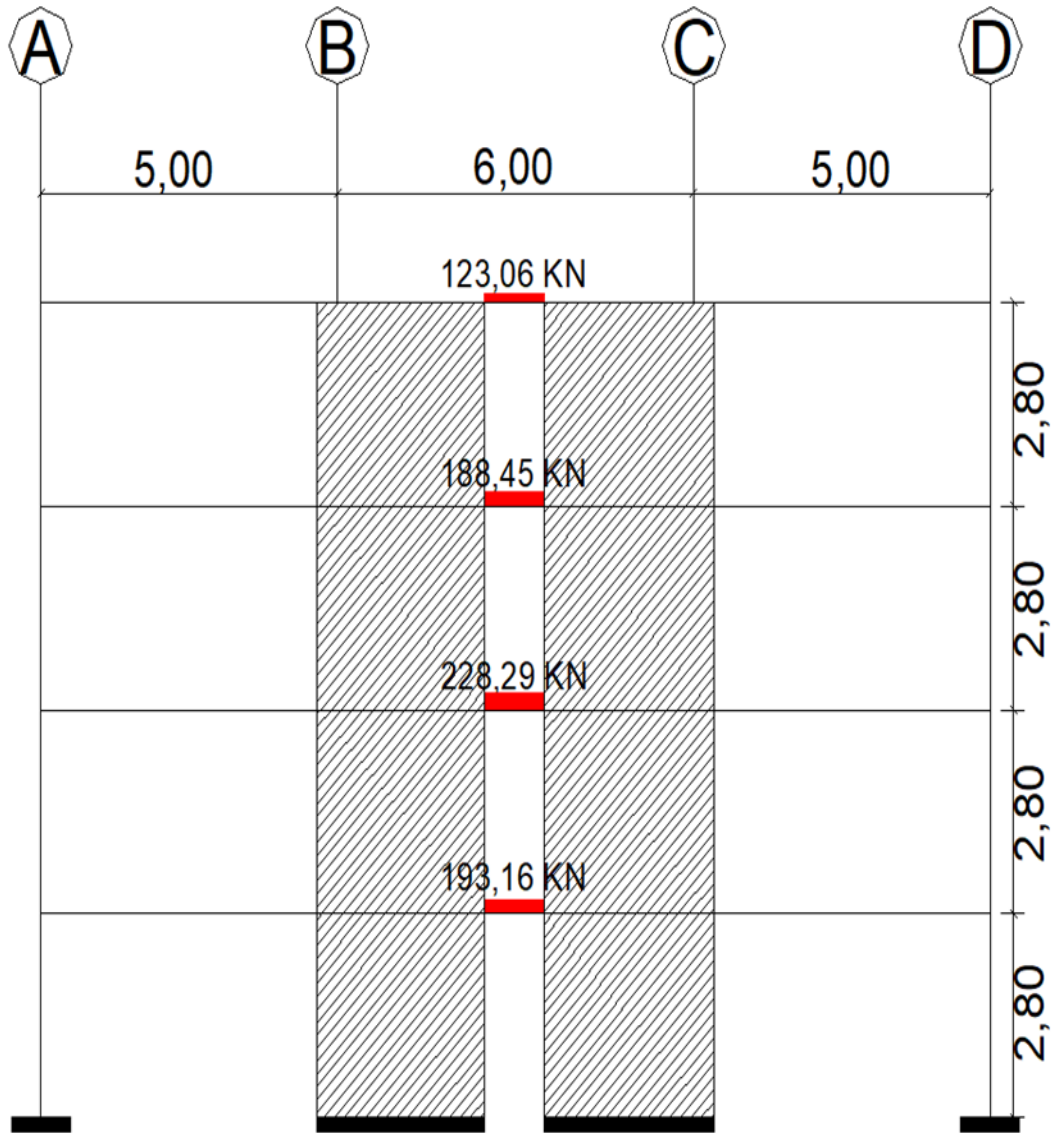
Model 2 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 115,1 kN , max. 191,63 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 76,53 kN 'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.21.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.21. Model 2 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre değişimi

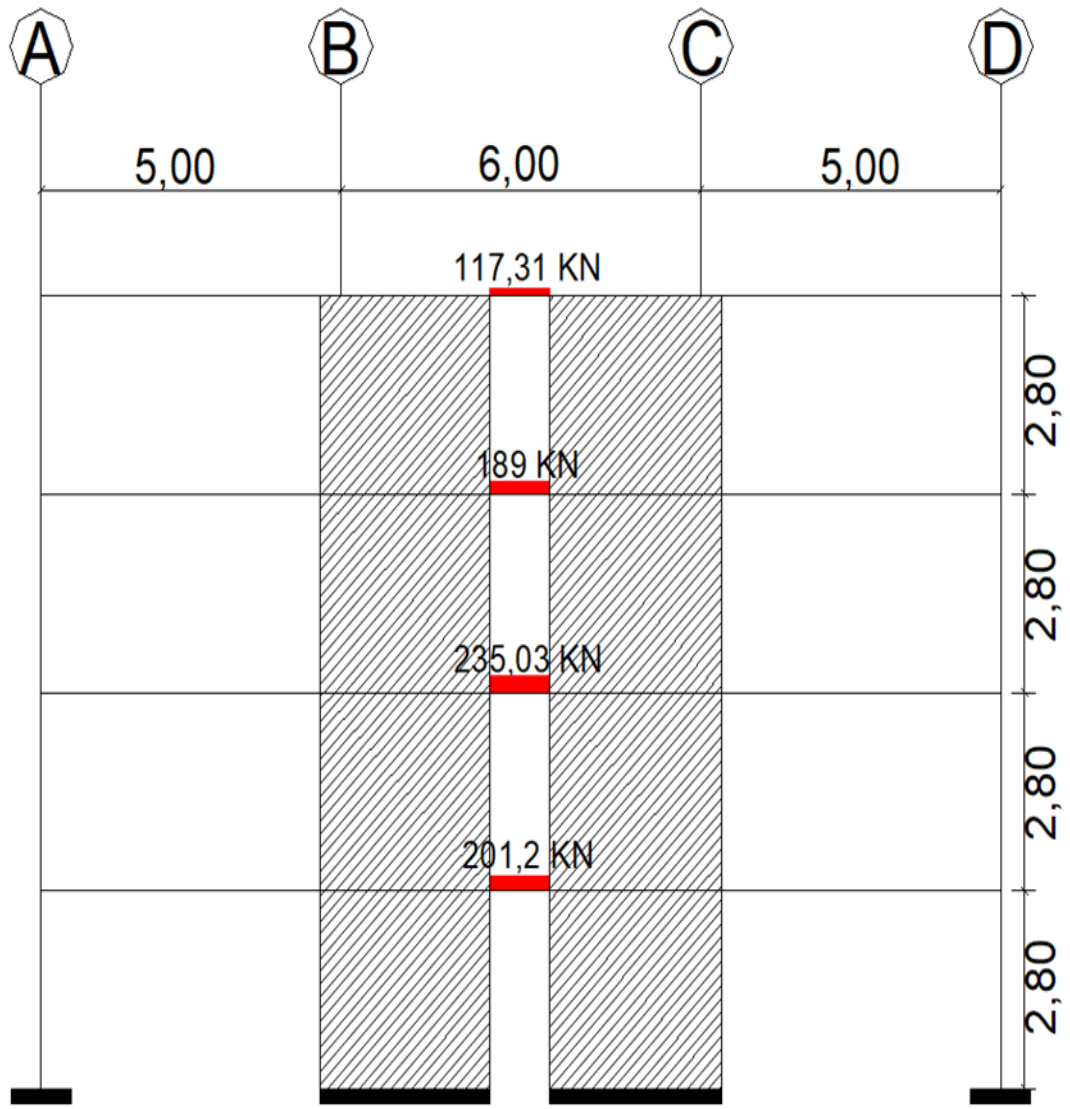
Model 3 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 123,06 kN, max. 228,29 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 105,23 kN 'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.22.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.22. Model 3 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre değişimi

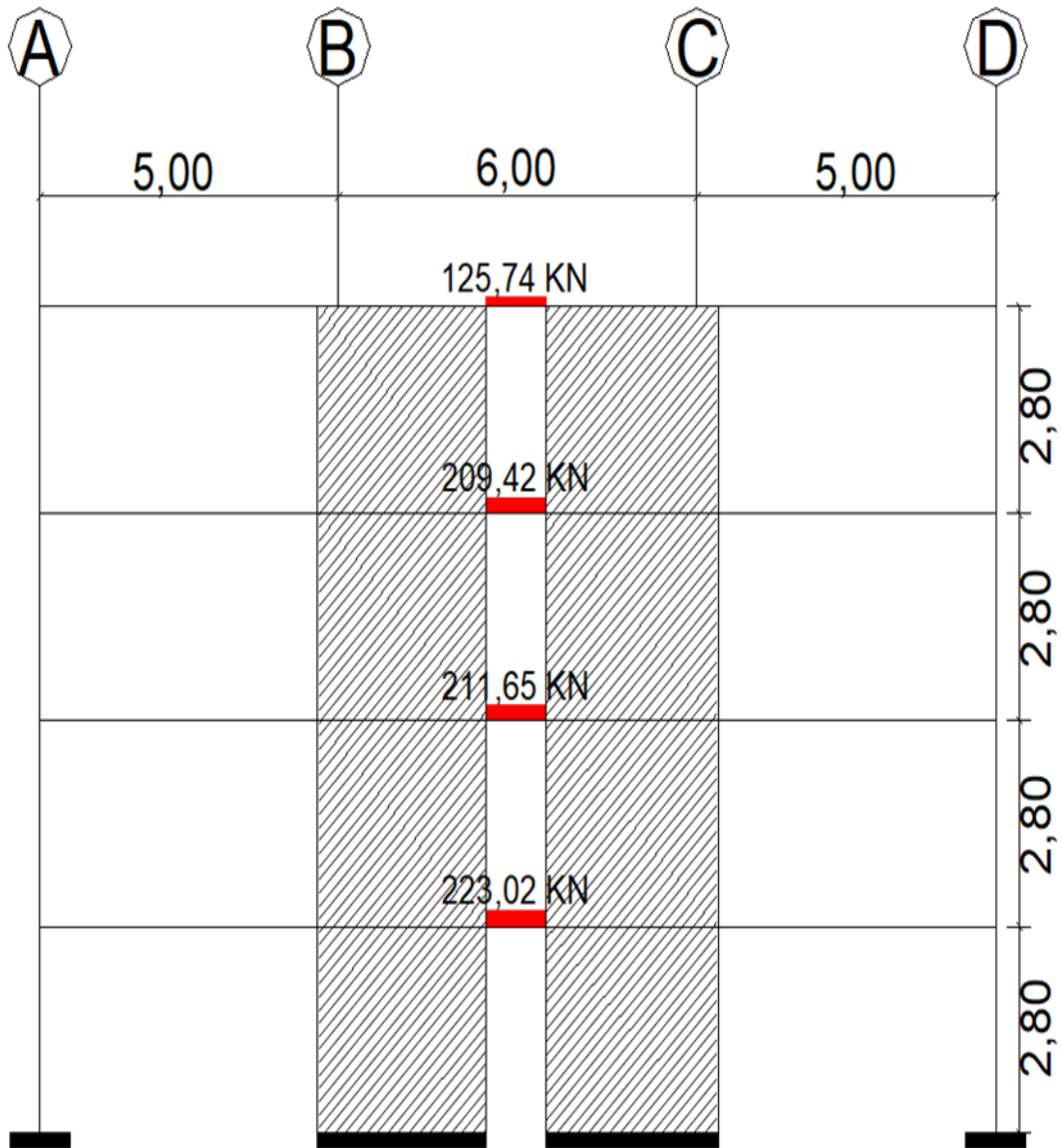
Model 4 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 117,31 kN, max. 235,03 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 117,72 kN 'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.23.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.23. Model 4 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı

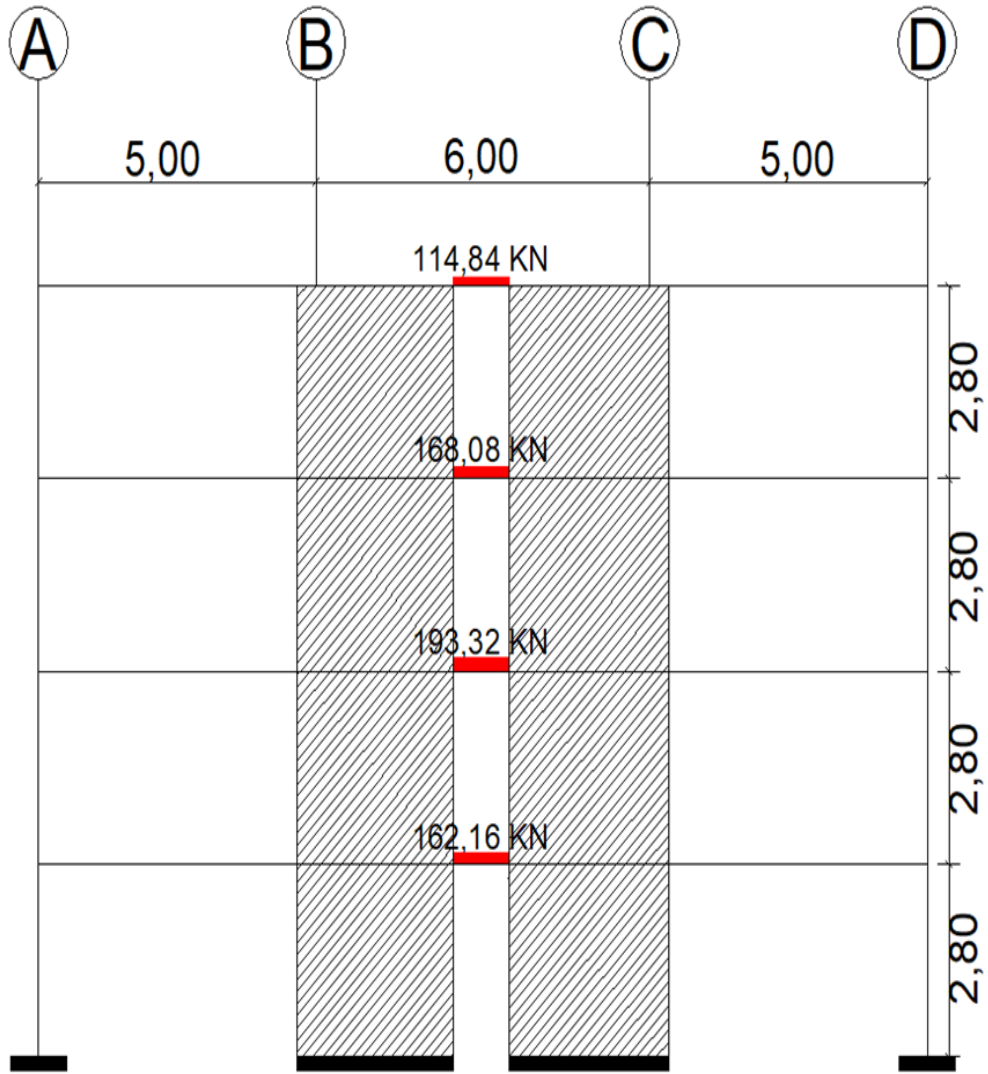
Model 5 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 125,74 kN, max 223,02 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 97,28 kN 'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.24.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.24. Model 5 yapı modeline göre x doğrultusunda P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı

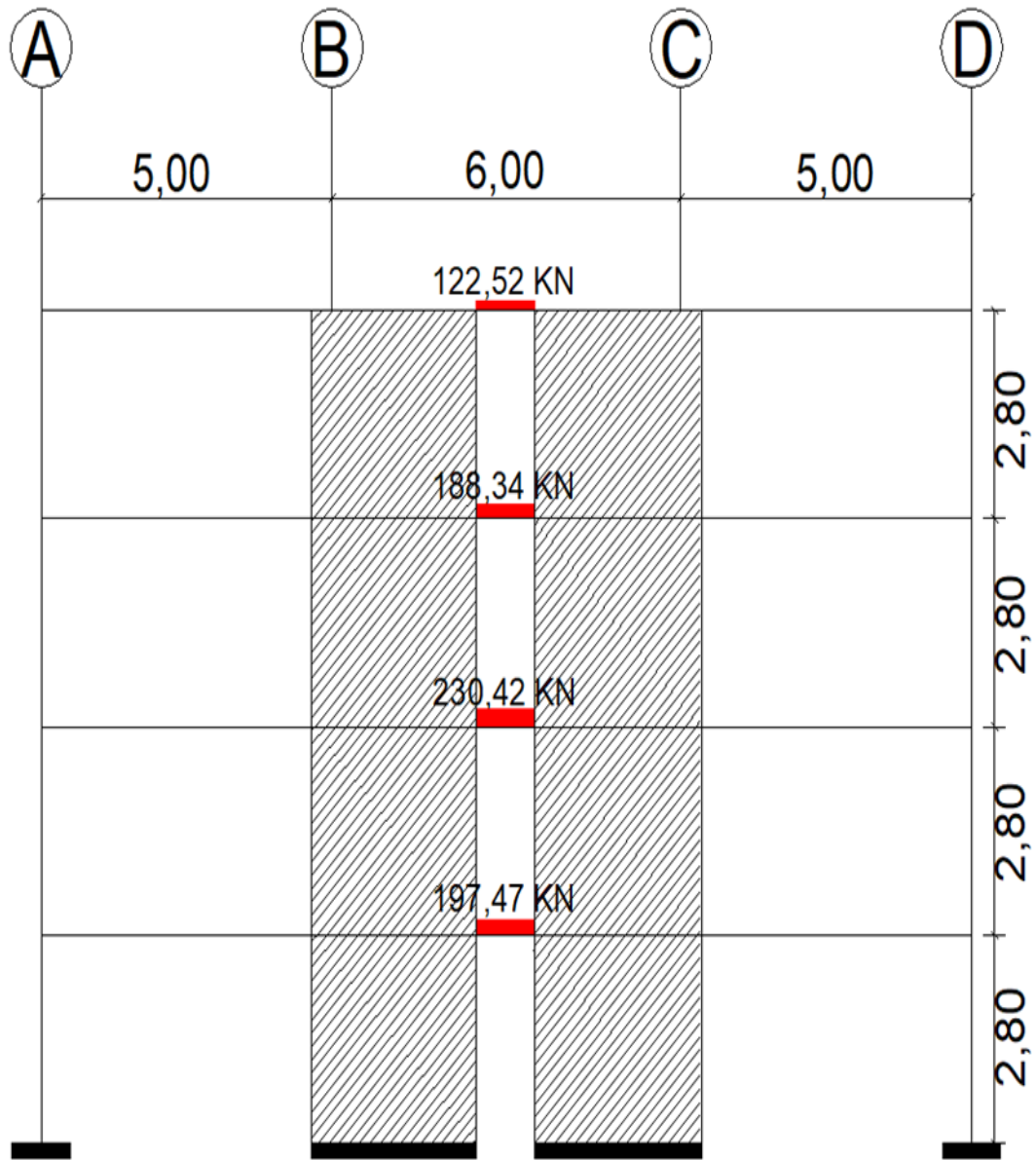
Model 2 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 114,84 kN, max. 193,32 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 78,48 kN'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.25.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.25. Model 2 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı

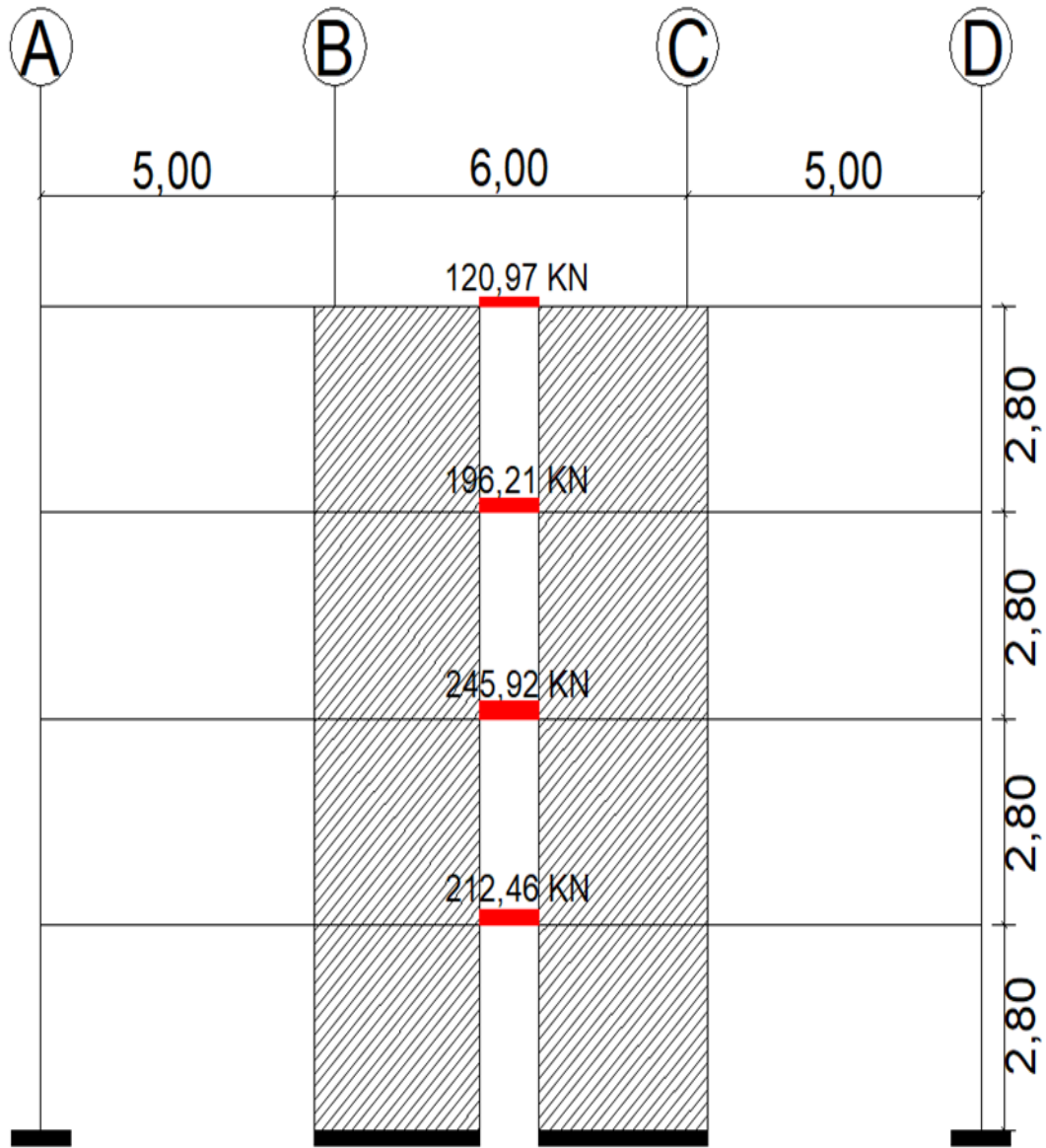
Model 3 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 122,52 kN, max. 230,42 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 107,9 kN'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.26.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.26. Model 3 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı

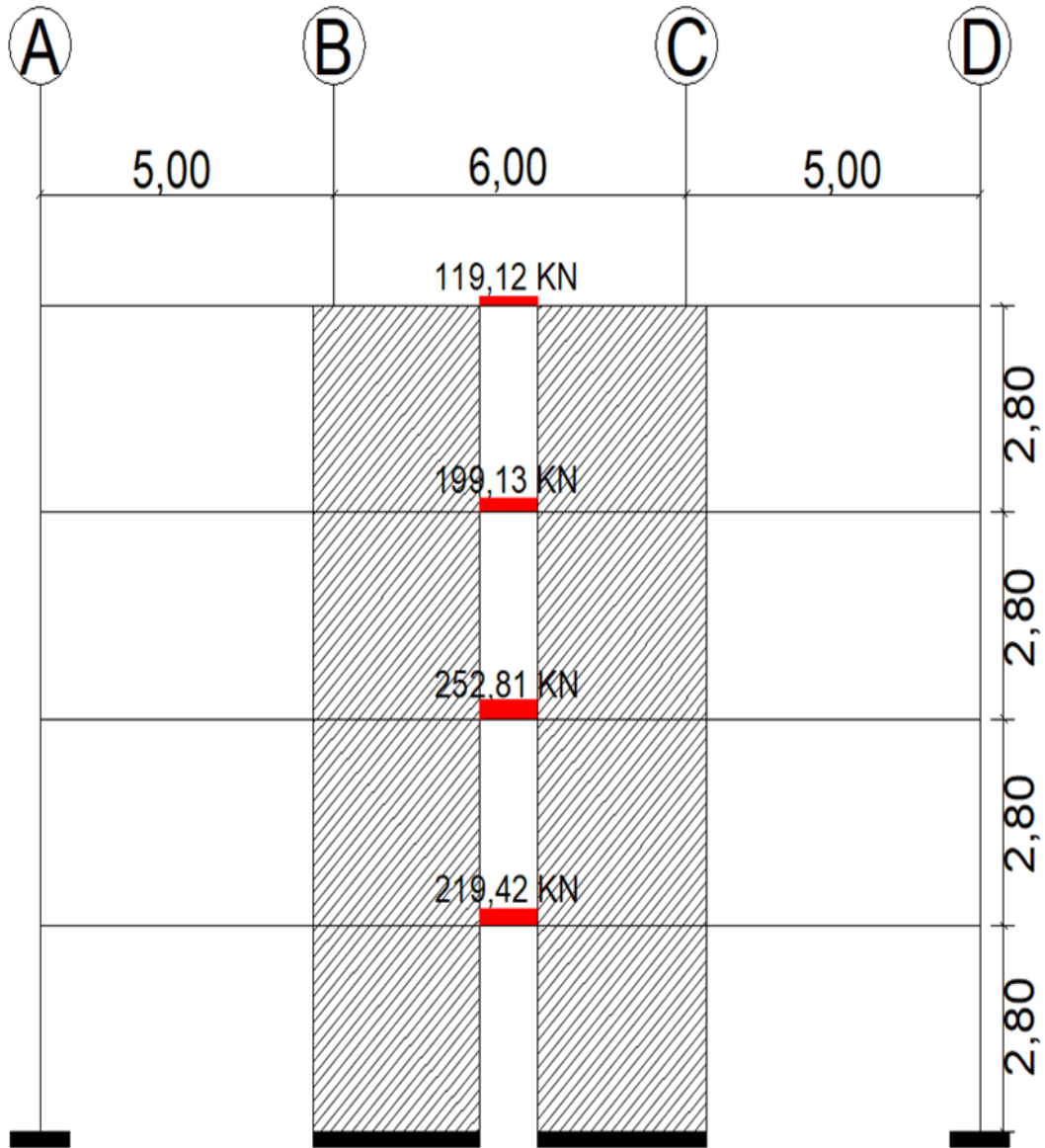
Model 4 yapı modelinde x doğrultusunda, P01 ve P02 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 120,97 kN, max 245,92 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 124,95 kN'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.27.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.27. Model 4 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı

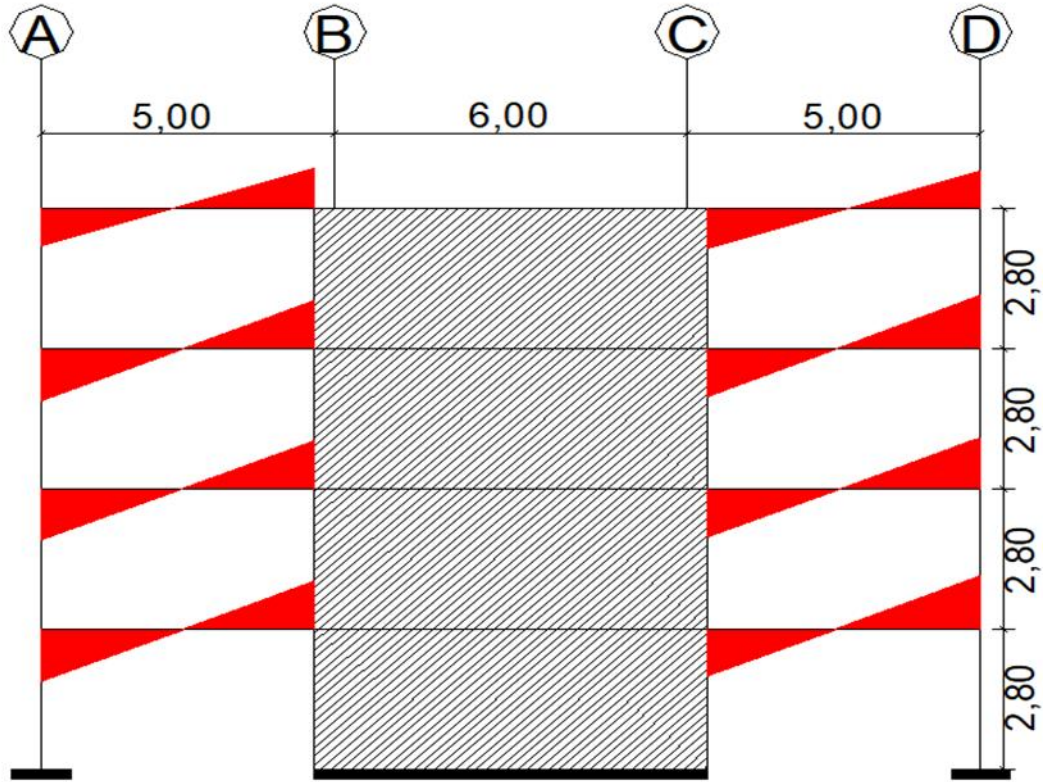
Model 5 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti min. 119,12 kN, max. 252,81 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 133,69 kN'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır (Şekil 6.28.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

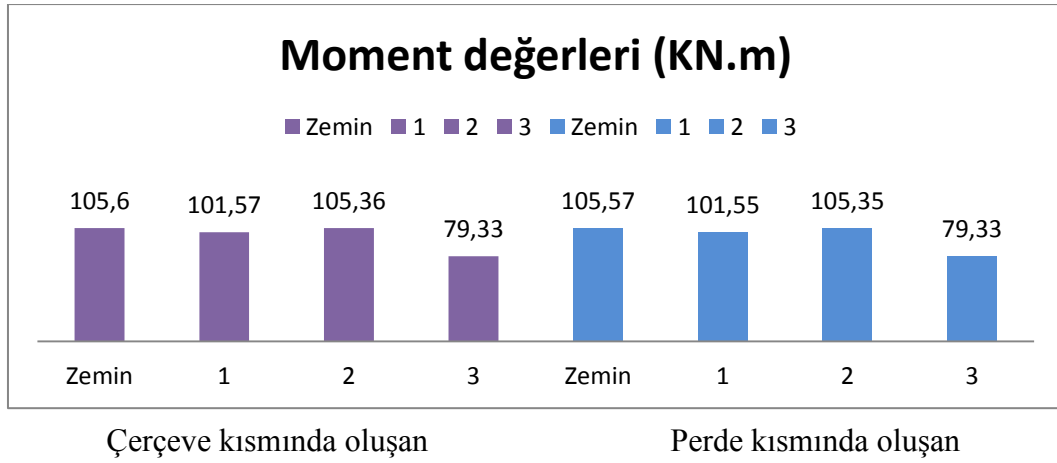
Şekil 6.28. Model 5 yapı modeline göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin kesme kuvvetlerinin katlara göre dağılımı

Model 1 yapı modeline göre Çerçeve x yönündeki perde ile birleşen kirişlerde oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6.29. - 6.30.).



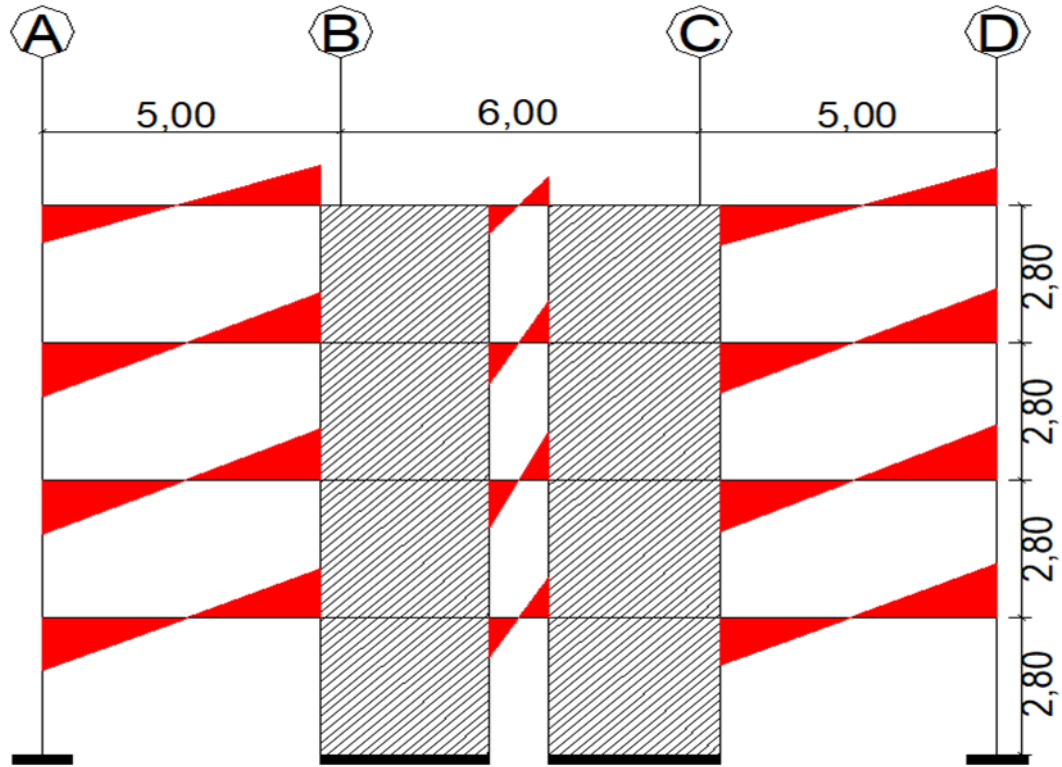
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.29. Model 1 yapı modelinde katlara göre P03 ve P04 perdeleri ile Çerçeve x yönündeki kirişlerin moment diyagramı



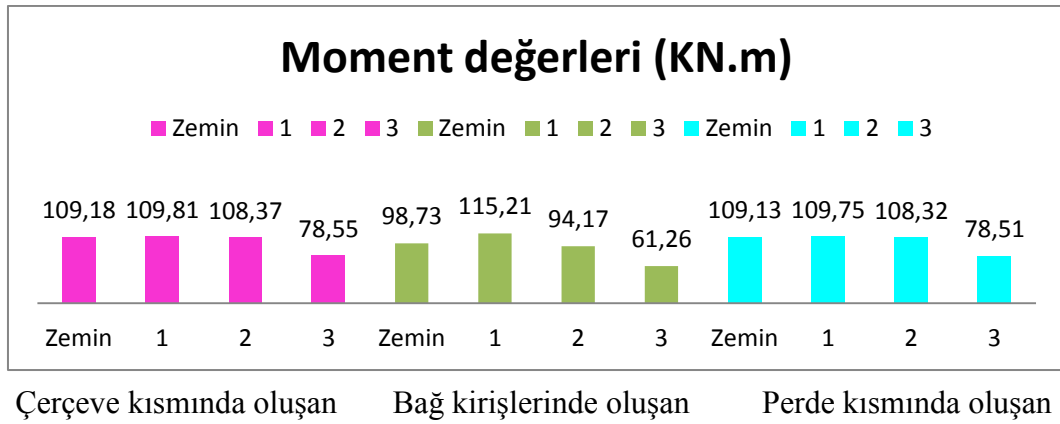
Şekil 6.30. Çerçeve x yönündeki kirişlerin Model 1 yapı modelinde katlara göre oluşan moment değerleri

Model 2 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6.31. - 6.32.).



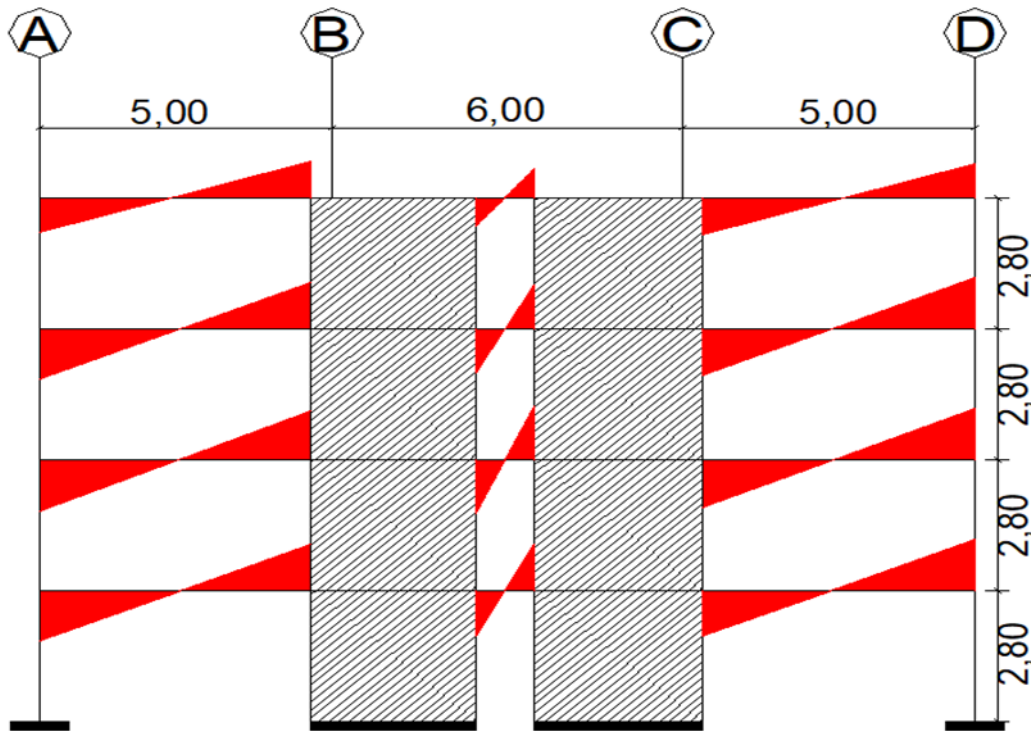
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.31. Model 2 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



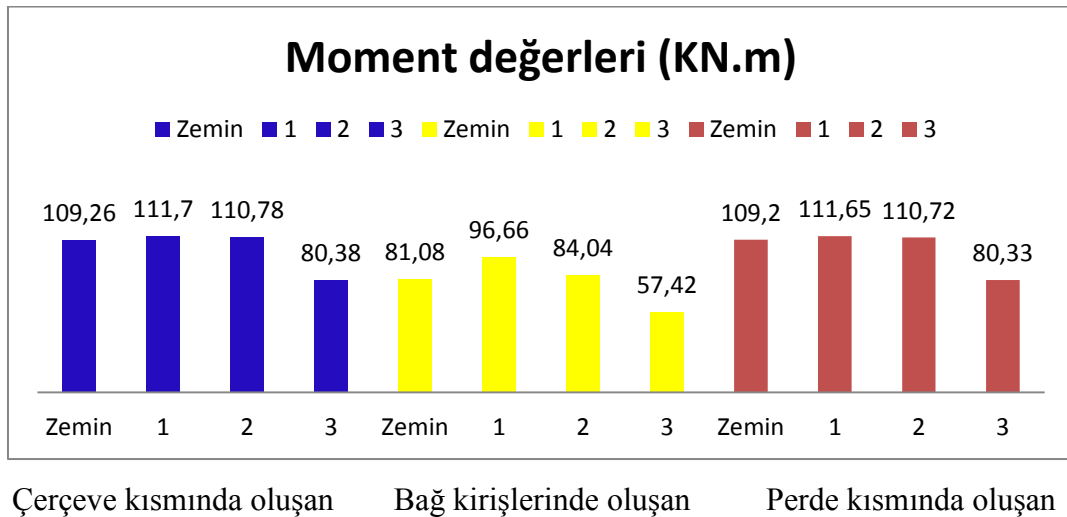
Şekil 6.32. Model 2 yapı modelinde katlara göre P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerinin x doğrultusunda oluşan moment değerlerinin katlara göre değişimi

Model 3 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6.33. - 6.34.).



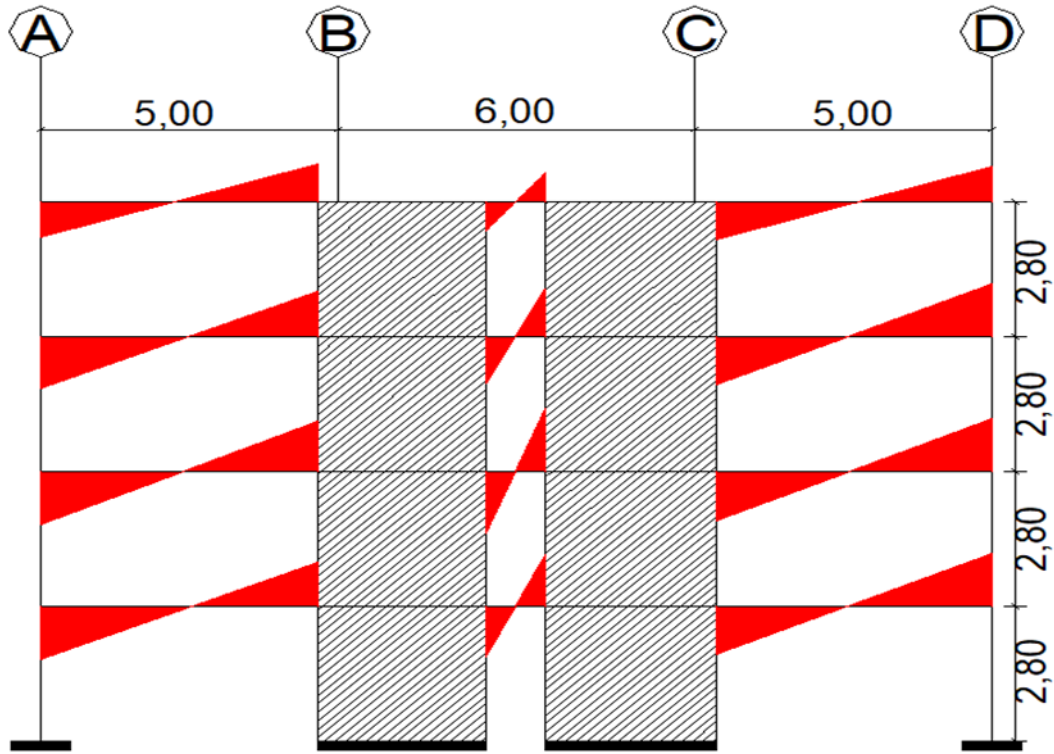
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.33. Model 3 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



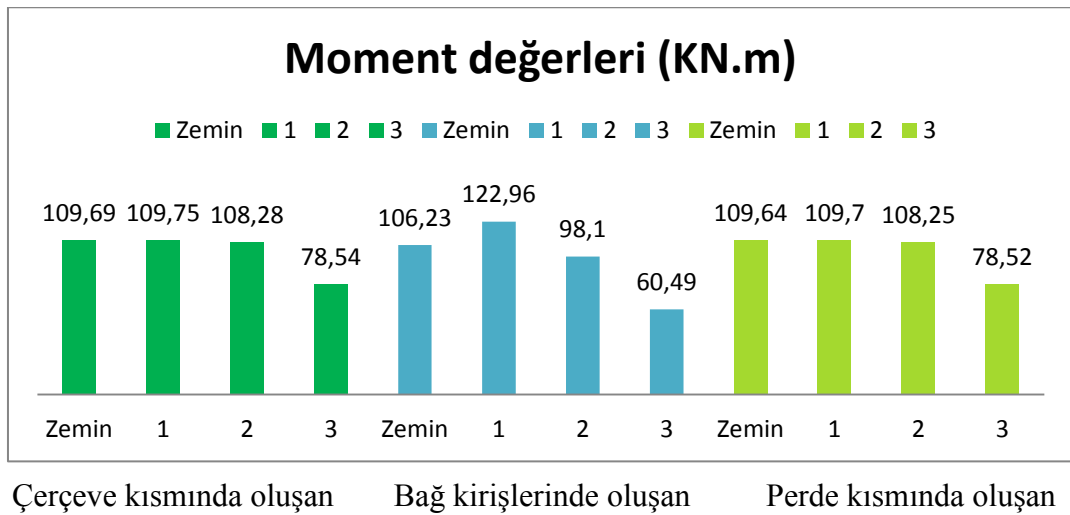
Şekil 6.34. Model 3 yapı modelinde katlara göre P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerinin x doğrultusunda oluşan moment değerlerinin katlara göre değişimi

Model 4 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6.35. - 6.36.).



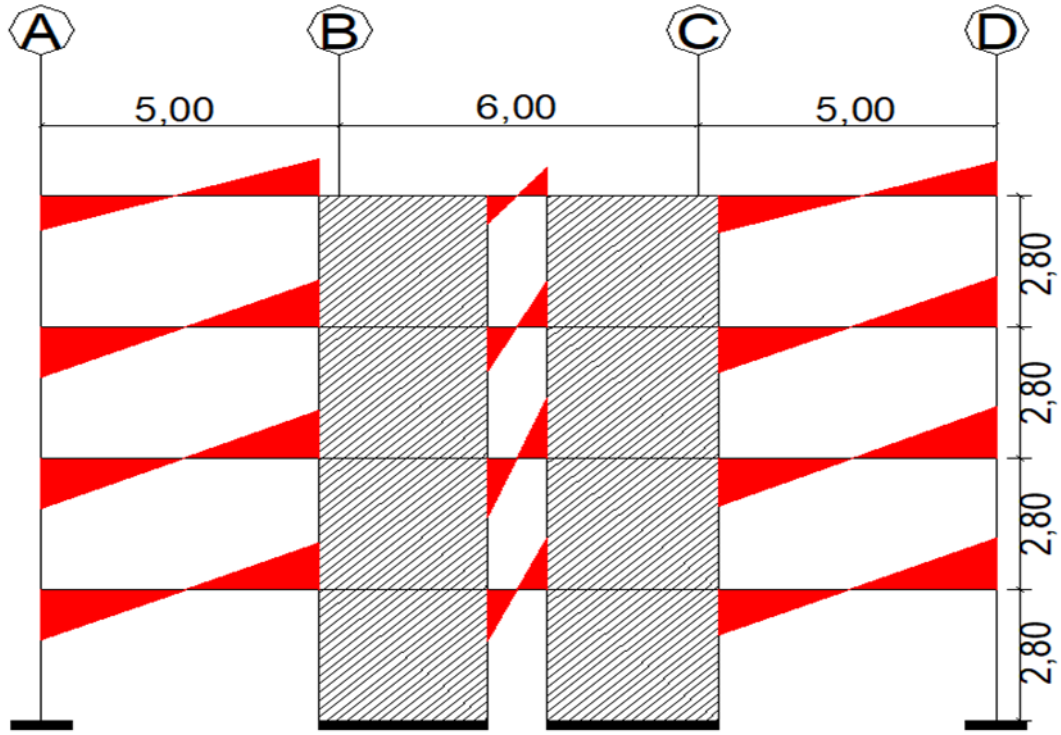
(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

Şekil 6.35. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



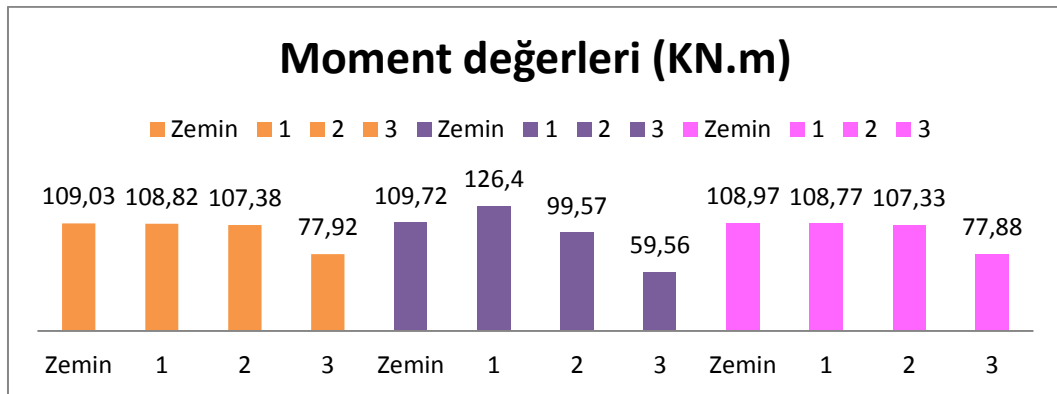
Şekil 6.36. Model 4 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri

Model 5 yapı modelinde x doğrultusunda, P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçeve kirişlerinin uçlarında oluşan moment değerleri aşağıda görülmektedir (Şekil 6.37. - 6.38.).



(Kesitte ölçü birimi metre cinsindedir.)

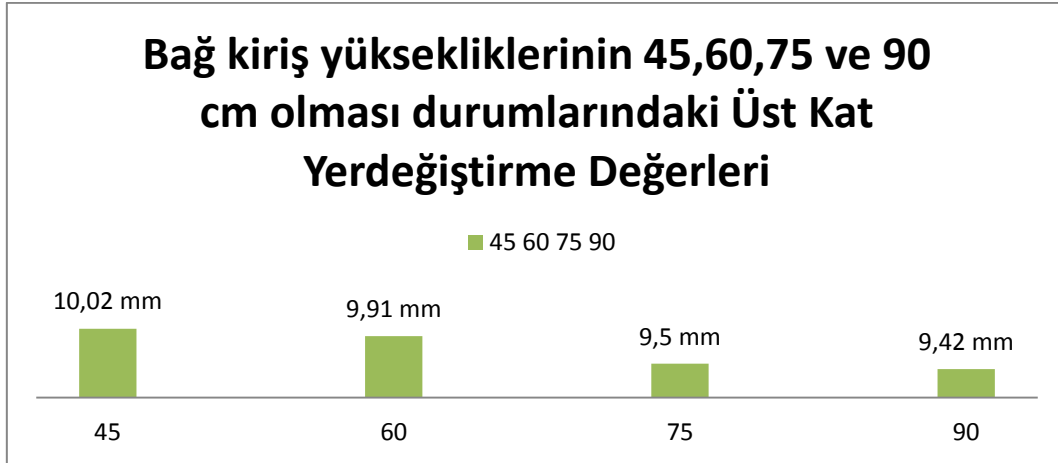
Şekil 6.37. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin ve çerçevelerin moment diyagramı



Çerçeve kısmında oluşan Bağ kirişlerinde oluşan Perde kısmında oluşan

Şekil 6.38. Model 5 yapı modelinde katlara göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinde ve çerçevelerde oluşan moment değerleri

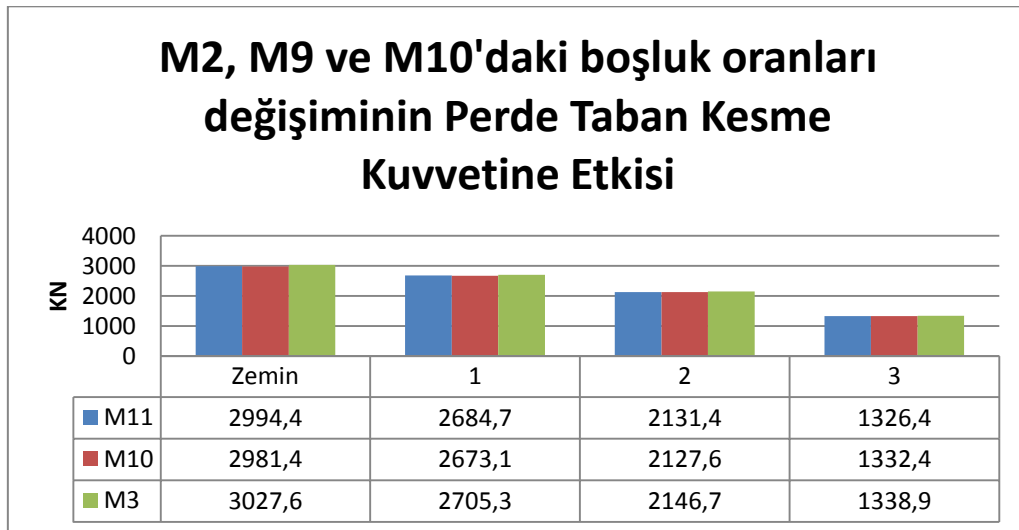
Boşluklu perdeler arasındaki bağ kiriş yüksekliklerinin değişmesi ile bina üst kat yerdeğiştirme değerleri Şekil 6.39.'da görülmektedir.



Şekil 6.39. Model 6-Model 7-Model 8-Model 9 yapı modellerine göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin yükseklik değişimlerine göre üst kat yerdeğiştirme değerleri

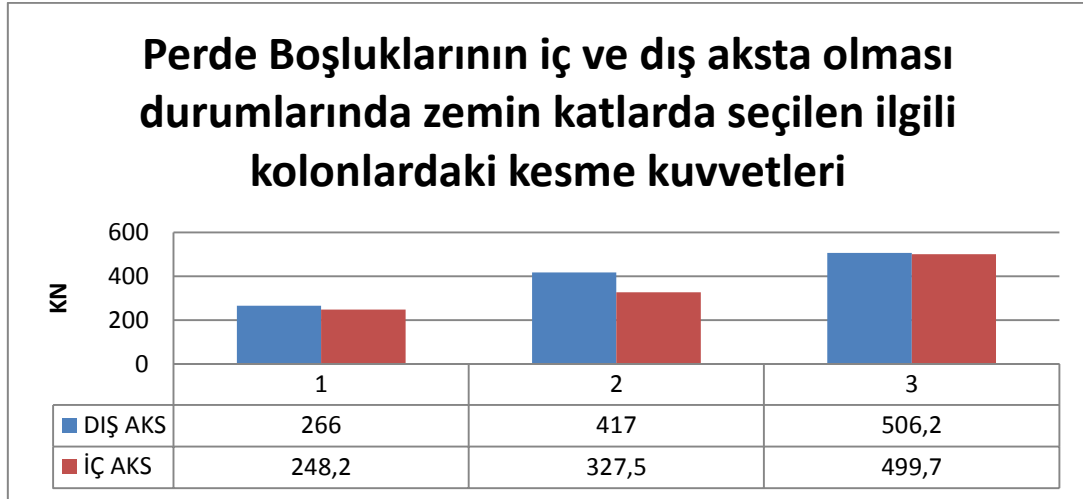
P03 ve P04 perdelerinin Model 6 - Model 7- Model 8 - Model 9 yapı modellerine göre aldığı x doğrultusunda üst kat yerdeğiştirme değeri min $u=9,42$ mm, üst kat yerdeğiştirme değeri de $u=10,02$ mm olarak bulunmuştur. Aralarında %5,99 yerdeğiştirme değeri farkı olduğu görülmektedir.

Boşluk oranlarının değişimine (yapı modellerine) göre perde taban kesme kuvvetlerinin katlara göre değişimleri Şekil 6.40.'ta verilmiştir.



Şekil 6.40. Model 3-Model 10-Model 11 yapı modellerine göre x doğrultusunda P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin yükseklik değişimlerine göre perde taban kesme kuvvetinin değişimi

Boşluklu perdelerin iç ve dış aksta olması durumlarına göre zemin katlarda seçilen ilgili kolonlardaki kesme kuvvetleri Şekil 6.41.'de verilmiştir.



1. SZ01’de oluşan kesme kuvveti
2. SZ07’de oluşan kesme kuvveti
3. SZ08’de oluşan kesme kuvveti

Mavi sütun grafiği boşluklu perdenin dış aksta, kırmızı sütun grafiği boşluklu perdenin iç aksta olması durumunu ifade etmektedir.

Şekil 6.41. P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin Model 3-Model 12 yapı modellerine göre seçilen ilgili kolonlardaki kesme kuvveti

Perdelerin dış aksta konumlandırıldığındaki Model 3 durumunda seçilen S01, S07 ve S08 kolonlarında oluşan min kesme kuvveti 266 kN, max kesme kuvveti 506,2 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 240,2 kN ‘luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır.

Perdelerin iç aksta konumlandırıldığındaki Model 12 durumunda seçilen S01,S07 ve S08 kolonlarında oluşan min kesme kuvveti 248,2 kN, max kesme kuvveti 499,7 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 251,5 kN ‘luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır.

Aşağıda Tablo 6.1.’de Zemin kattaki S01, S07 ve S08 kolonlarının Model-3 ve Model-12 yapı modellerine göre kata gelen kesme kuvveti, kolonun aldığı kesme kuvveti ve % dağılımı gösterilmektedir.

Tablo 6.1. Zemin Kattaki S01, S07 ve S08 Kolonlarının Model 3-Model 12 yapı modellerine göre x eksenini doğrultusunda kesme kuvvetleri dağılımı

| Yapı tipi | Katın yeri | Kolon ebatı | Kata gelen kesme kuvveti (kN) | Kolonun aldığı Miktarı (kN) | Kesme kuvveti % dağılımı |
|-----------|------------|-------------|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Model 3 | SZ01 | 45/60 | 3027,6 | 266 | 8,79 |
| | SZ07 | 45/60 | 3027,6 | 417 | 13,77 |
| | SZ08 | 45/60 | 3027,6 | 506,2 | 16,75 |
| Model 12 | SZ01 | 45/60 | 2981,4 | 248,2 | 8,32 |
| | SZ07 | 45/60 | 2981,4 | 327,5 | 10,98 |
| | SZ08 | 45/60 | 2981,4 | 499,7 | 16,76 |

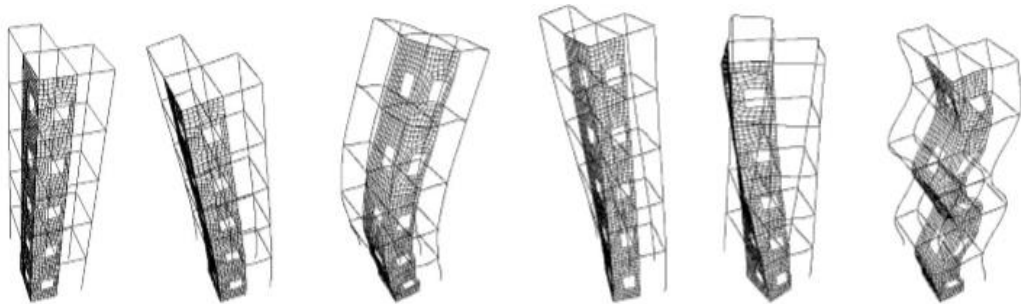
Zemin Kattaki S01, S07 ve S08 Kolonlarının Model 3-Model 12 yapı modellerine göre aldığı x doğrultusunda kesme kuvveti min % 8.32, max kesme kuvveti de %16.76 olarak bulunmuştur. Aralarında % 14.19'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır.,

BÖLÜM 7. İNCELENEN YAPILARIN MODAL ANALİZ RAPORLARI

7.1. İncelenen Yapıların Detaylı Dinamik Analiz Raporları

Yapıların dinamik yükler etkisindeki davranışları birçok belirsizliği içermektedir. Dinamik yüklerdeki belirsizliklerin yanı sıra dinamik davranışı etkileyen parametrelerdeki belirsizlikler, yapı dinamik davranışının gerçekçi olarak belirlenmesini zorlaştırmaktadır. Dinamik karakteristikler olarak adlandırılan doğal frekans, mod şekli ve sönüm oranının mevcut yapının özelliklerini yansıtacak şekilde deneysel yöntemler ile belirlenebilmesi, yapı dinamik davranışının daha gerçekçi elde edilmesine imkan sağlamaktadır. Yapı dinamik karakteristikleri, oluşturulan analitik modellerin doğruluğunun kontrolü ve yapıya etkiyecek deprem kuvvetlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Yapının birinci periyot değerine bağlı olarak basitleştirilmiş yaklaşımlar kullanılarak dinamik analizler de yapılmaktadır [8]. Ayrıca yapının modal davranışına bakılarak rijitlik dağılımı ve burulma düzensizliği olup olmadığı hakkında fikir sahibi olunabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı dinamik karakteristiklerin yapılar üzerinde titreşim testleri yapılmak suretiyle gerçekçi olarak belirlenmesi oldukça önemlidir.

Titreşim biçimi (Mod şekli); bir yapının doğal frekansında titreşirken aldığı şekildir. Tipik mod şekilleri aşağıda verilmiştir (Şekil 7.1.).



Şekil 7.1. Tipik Mod Şekilleri

Sonlu eleman analizleri ile yapılan çözümlemede Model 1, Model 2, Model 3, Model 5 ve Model 12 yapı modelleri için detaylı dinamik analiz raporu aşağıda verilmiştir (Tablo 7.1. - 7.5.).

Tablo 7.1. Model 1' in detaylı dinamik analiz raporu

| Deprem Parametreleri | Birim | 1. MOD (UY) | 2. MOD (UX) | 3. MOD (RZ) | 4. MOD (UY) | 5. MOD (UY) | 6. MOD (UY) |
|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Serbest Titreşim Frekansı (ω) | [Hz] | 2.3872 | 3.2710 | 4.9097 | 8.5486 | 15.7802 | 23.3668 |
| Doğal Titreşim Periyodu (T_n) | [s] | 0.4189 | 0.3057 | 0.2037 | 0.1170 | 0.0634 | 0.0428 |
| Spektrum Katsayısı S(T) | | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 | 1.8773 | 1.4753 | 1.3210 |
| Spektral İvme Katsayısı A(T) | | 1.5000 | 1.5000 | 1.5000 | 1.1264 | 0.8852 | 0.7926 |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) | | 6.0000 | 6.0000 | 6.0000 | 4.1320 | 2.9258 | 2.4629 |
| Elastik Spektral İvme Sae(T) | [m/s ²] | 14.7100 | 14.7100 | 14.7100 | 11.0463 | 8.6805 | 7.7726 |
| Kabılım Çarpanları - X | [tfs ²] | 0.0718 | 10.9997 | 0.2126 | 0.0100 | -0.0003 | -0.0029 |
| Kabılım Çarpanları - Y | [tfs ²] | 11.0655 | -0.0764 | 0.0442 | 4.0385 | 2.3628 | -1.3035 |
| Kabılım Çarpanları - R | [tfms ²] | 0.4168 | 1.5934 | -81.3406 | -0.1060 | -0.0557 | -0.0157 |
| Etkin Modal Kütle - X | [t] | 0.0052 | 120.9940 | 0.0452 | 0.0001 | 0.0000 | 0.0000 |
| Etkin Modal Kütle - Y | [t] | 122.4446 | 0.0058 | 0.0020 | 16.3093 | 5.5828 | 1.6992 |
| Etkin Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.1737 | 2.5391 | 6616.2952 | 0.0112 | 0.0031 | 0.0002 |
| Toplam Modal Kütle - X | [t] | 0.0052 | 120.9992 | 121.0444 | 121.0445 | 121.0445 | 121.0445 |
| Toplam Modal Kütle - Y | [t] | 122.4446 | 122.4504 | 122.4524 | 138.7617 | 144.3445 | 146.0438 |
| Toplam Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.1737 | 2.7128 | 6619.0079 | 6619.0192 | 6619.0223 | 6619.0225 |
| Toplam Modal Kütle Oranı - X | | 0.00% | 82.85% | 82.88% | 82.88% | 82.88% | 82.88% |
| Toplam Modal Kütle Oranı - Y | | 83.84% | 83.84% | 83.85% | 95.01% | 98.84% | 100.00% |

Tablo 7.2. Model 3' ün detaylı dinamik analiz raporu

| Deprem Parametreleri | Birim | 1. MOD (UY) | 2. MOD (UX) | 3. MOD (RZ) | 4. MOD (UY) | 5. MOD (UY) | 6. MOD (UX) |
|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Serbest Titreşim Frekansı (ω) | [Hz] | 2.3706 | 3.1343 | 4.6826 | 8.4820 | 15.5972 | 18.2352 |
| Doğal Titreşim Periyodu (T_n) | [s] | 0.4218 | 0.3191 | 0.2136 | 0.1179 | 0.0641 | 0.0548 |
| Spektrum Katsayısı S(T) | | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 | 1.8842 | 1.4809 | 1.4113 |
| Spektral İvme Katsayısı A(T) | | 1.5000 | 1.5000 | 1.5000 | 1.1305 | 0.8885 | 0.8468 |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) | | 6.0000 | 6.0000 | 6.0000 | 4.1527 | 2.9426 | 2.7339 |
| Elastik Spektral İvme Sae(T) | [m/s ²] | 14.7100 | 14.7100 | 14.7100 | 11.0867 | 8.7133 | 8.3040 |
| Kabılım Çarpanları - X | [tfs ²] | 0.0678 | 10.9895 | -0.0166 | 0.0032 | 0.0063 | 4.4590 |
| Kabılım Çarpanları - Y | [tfs ²] | 11.0796 | -0.0696 | -0.0644 | 4.0327 | 2.3418 | -0.0043 |
| Kabılım Çarpanları - R | [tfms ²] | 0.5557 | -0.0351 | -81.2106 | -3.1828 | 1.4322 | 0.6718 |
| Etkin Modal Kütle - X | [t] | 0.0046 | 120.7689 | 0.0003 | 0.0000 | 0.0000 | 19.8825 |
| Etkin Modal Kütle - Y | [t] | 122.7576 | 0.0048 | 0.0042 | 16.2625 | 5.4842 | 0.0000 |
| Etkin Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.3088 | 0.0012 | 6595.1538 | 10.1302 | 2.0512 | 0.4513 |
| Toplam Modal Kütle - X | [t] | 0.0046 | 120.7735 | 120.7737 | 120.7737 | 120.7738 | 140.6563 |
| Toplam Modal Kütle - Y | [t] | 122.7576 | 122.7625 | 122.7666 | 139.0291 | 144.5133 | 144.5133 |
| Toplam Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.3088 | 0.3100 | 6595.4638 | 6605.5940 | 6607.6451 | 6608.0965 |
| Toplam Modal Kütle Oranı - X | | 0.00% | 82.62% | 82.62% | 82.62% | 82.62% | 96.23% |
| Toplam Modal Kütle Oranı - Y | | 83.98% | 83.98% | 83.99% | 95.11% | 98.86% | 98.86% |

Tablo 7.3. Model 12' nin detaylı dinamik analiz raporu

| Deprem Parametreleri | Birim | 1. MOD (UY) | 2. MOD (UX) | 3. MOD (RZ) | 4. MOD (UY) | 5. MOD (RZ) | 6. MOD (UY) |
|---|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Serbest Titreşim Frekansı (ω) | [Hz] | 2.3614 | 3.6976 | 3.7842 | 8.4609 | 15.2851 | 15.5698 |
| Doğal Titreşim Periyodu (T_n) | [s] | 0.4235 | 0.2704 | 0.2643 | 0.1182 | 0.0654 | 0.0642 |
| Spektrum Katsayısı S(T) | | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 | 1.8864 | 1.4907 | 1.4817 |
| Spektral İvme Katsayısı A(T) | | 1.5000 | 1.5000 | 1.5000 | 1.1319 | 0.8944 | 0.8890 |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) | | 6.0000 | 6.0000 | 6.0000 | 4.1593 | 2.9720 | 2.9451 |
| Elastik Spektral İvme S _{ae} (T) | [m/s ²] | 14.7100 | 14.7100 | 14.7100 | 11.0997 | 8.7711 | 8.7183 |
| Katılım Çarpanları - X | [tfs ²] | -0.0077 | 10.2403 | 3.7925 | -0.0029 | 0.3413 | -0.0688 |
| Katılım Çarpanları - Y | [tfs ²] | 11.0584 | 0.0057 | 0.0105 | 4.0580 | 0.4021 | 2.3103 |
| Katılım Çarpanları - R | [tfms ²] | 1.0106 | 28.2670 | -76.0548 | -2.7689 | 31.8707 | -4.6808 |
| Etkin Modal Kütle - X | [t] | 0.0001 | 104.8638 | 14.3831 | 0.0000 | 0.1165 | 0.0047 |
| Etkin Modal Kütle - Y | [t] | 122.2874 | 0.0000 | 0.0001 | 16.4673 | 0.1617 | 5.3377 |
| Etkin Modal Kütle - R | [tm ²] | 1.0212 | 799.0224 | 5784.3323 | 7.6666 | 1015.7414 | 21.9103 |
| Toplam Modal Kütle - X | [t] | 0.0001 | 104.8639 | 119.2470 | 119.2470 | 119.3635 | 119.3682 |
| Toplam Modal Kütle - Y | [t] | 122.2874 | 122.2874 | 122.2876 | 138.7549 | 138.9165 | 144.2542 |
| Toplam Modal Kütle - R | [tm ²] | 1.0212 | 800.0436 | 6584.3759 | 6592.0425 | 7607.7839 | 7629.6942 |
| Toplam Modal Kütle Oranı - X | | 0.00% | 71.86% | 81.72% | 81.72% | 81.80% | 81.80% |
| Toplam Modal Kütle Oranı - Y | | 83.80% | 83.80% | 83.80% | 95.09% | 95.20% | 98.85% |

Tablo 7.4. Model 2' nin detaylı dinamik analiz raporu

| Deprem Parametreleri | Birim | 1. MOD (UY) | 2. MOD (UX) | 3. MOD (RZ) | 4. MOD (UY) | 5. MOD (UY) | 6. MOD (UX) |
|---|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Serbest Titreşim Frekansı (ω) | [Hz] | 2.3714 | 3.1055 | 4.6361 | 8.4844 | 15.6013 | 17.7032 |
| Doğal Titreşim Periyodu (T_n) | [s] | 0.4217 | 0.3220 | 0.2157 | 0.1179 | 0.0641 | 0.0565 |
| Spektrum Katsayısı S(T) | | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 | 1.8840 | 1.4807 | 1.4237 |
| Spektral İvme Katsayısı A(T) | | 1.5000 | 1.5000 | 1.5000 | 1.1304 | 0.8884 | 0.8542 |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) | | 6.0000 | 6.0000 | 6.0000 | 4.1519 | 2.9422 | 2.7710 |
| Elastik Spektral İvme S _{ae} (T) | [m/s ²] | 14.7100 | 14.7100 | 14.7100 | 11.0853 | 8.7126 | 8.3768 |
| Katılım Çarpanları - X | [tfs ²] | 0.0691 | 10.9706 | -0.0180 | 0.0032 | 0.0071 | 4.4803 |
| Katılım Çarpanları - Y | [tfs ²] | 11.0764 | -0.0709 | -0.0625 | 4.0315 | 2.3411 | -0.0049 |
| Katılım Çarpanları - R | [tfms ²] | 0.5604 | -0.0454 | -81.0521 | -3.1484 | 1.4504 | 0.6786 |
| Etkin Modal Kütle - X | [t] | 0.0048 | 120.3532 | 0.0003 | 0.0000 | 0.0001 | 20.0728 |
| Etkin Modal Kütle - Y | [t] | 122.6869 | 0.0050 | 0.0039 | 16.2533 | 5.4808 | 0.0000 |
| Etkin Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.3140 | 0.0021 | 6569.4376 | 9.9122 | 2.1036 | 0.4605 |
| Toplam Modal Kütle - X | [t] | 0.0048 | 120.3580 | 120.3583 | 120.3583 | 120.3583 | 140.4311 |
| Toplam Modal Kütle - Y | [t] | 122.6869 | 122.6919 | 122.6958 | 138.9491 | 144.4299 | 144.4299 |
| Toplam Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.3140 | 0.3161 | 6569.7537 | 6579.6658 | 6581.7694 | 6582.2299 |
| Toplam Modal Kütle Oranı - X | | 0.00% | 82.39% | 82.39% | 82.39% | 82.39% | 96.13% |
| Toplam Modal Kütle Oranı - Y | | 83.98% | 83.98% | 83.99% | 95.11% | 98.86% | 98.86% |

Tablo 7.5. Model 5' in detaylı dinamik analiz raporu

| Deprem Parametreleri | Birim | 1. MOD (UY) | 2. MOD (UX) | 3. MOD (RZ) | 4. MOD (UY) | 5. MOD (UY) | 6. MOD (UX) |
|--|-----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Serbest Titreşim Frekansı (ω) | [Hz] | 2.3693 | 3.1452 | 4.7002 | 8.4782 | 15.5878 | 18.5375 |
| Doğal Titreşim Periyodu (Tr) | [s] | 0.4221 | 0.3179 | 0.2128 | 0.1179 | 0.0642 | 0.0539 |
| Spektrum Katsayısı S(T) | | 2.5000 | 2.5000 | 2.5000 | 1.8846 | 1.4811 | 1.4046 |
| Spektral İvme Katsayısı A(T) | | 1.5000 | 1.5000 | 1.5000 | 1.1308 | 0.8887 | 0.8428 |
| Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Ra(T) | | 6.0000 | 6.0000 | 6.0000 | 4.1539 | 2.9434 | 2.7138 |
| Elastik Spektral İvme Sae(T) | [m/s ²] | 14.7100 | 14.7100 | 14.7100 | 11.0891 | 8.7150 | 8.2646 |
| Katılım Çarpanları - X | [tf _s ²] | 0.0672 | 11.0005 | -0.0424 | 0.0031 | 0.0057 | 4.4590 |
| Katılım Çarpanları - Y | [tf _s ²] | 11.0850 | -0.0691 | -0.0652 | 4.0254 | 2.3434 | -0.0040 |
| Katılım Çarpanları - R | [tf _m s ²] | 0.5533 | -0.2081 | -81.2973 | -3.1982 | 1.4246 | 0.6345 |
| Etkin Modal Kütle - X | [t] | 0.0045 | 121.0111 | 0.0018 | 0.0000 | 0.0000 | 19.8823 |
| Etkin Modal Kütle - Y | [t] | 122.8775 | 0.0048 | 0.0043 | 16.2843 | 5.4913 | 0.0000 |
| Etkin Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.3062 | 0.0433 | 6609.2502 | 10.2287 | 2.0296 | 0.4026 |
| Toplam Modal Kütle - X | [t] | 0.0045 | 121.0156 | 121.0174 | 121.0175 | 121.0175 | 140.8998 |
| Toplam Modal Kütle - Y | [t] | 122.8775 | 122.8823 | 122.8865 | 139.1708 | 144.6621 | 144.6621 |
| Toplam Modal Kütle - R | [tm ²] | 0.3062 | 0.3495 | 6609.5997 | 6619.8283 | 6621.8579 | 6622.2605 |
| Toplam Modal Kütle Oranı - X | | 0.00% | 82.70% | 82.71% | 82.71% | 82.71% | 96.29% |
| Toplam Modal Kütle Oranı - Y | | 83.98% | 83.98% | 83.98% | 95.11% | 98.87% | 98.87% |

Model 1 ve Model 3'ün dinamik analiz raporu kıyaslandığında perdede belli boşluk oranında boşluk açıldığında yapının doğal titreşim periyodunun arttığı görülmektedir.

Model 2 ve Model 5'in dinamik analiz raporu kıyaslandığında boşluklu perdede bağ kiriş yüksekliği h:45 cm'den 90 cm'ye çıkarıldığında doğal titreşim periyodunun az bir oranda arttığı görülmektedir. Model 3 ve Model 12'nin dinamik analiz raporu kıyaslandığında boşluklu perdelerin dış ve iç aksta olması durumunda doğal titreşim periyodunun az bir oranla arttığı görülmektedir.

Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlara ait; Model 1, Model 2, Model 3, Model 5 ve Model 12 ile elde edilen değerler aşağıda verilmektedir (Tablo 7.6.).

Tablo 7.6. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar

| İncelenen Yapı Modeli | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Taban Kesme Kuvveti Vt (kN) | Zemin katta Perde Kesme Kuvveti Vt (kN) | Zemin katta Bağ Kirişi Kesme Kuvveti Vt (kN) | Toplam Yanal Yerdeğiştirme (mm) |
|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------------|---|--|---------------------------------|
| Model 1 | Dış Aks | 0 | - | 0,4189 | 3043,3 | 1892,5 | - | 4,29 |
| Model 2 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/450 | 0,4217 | 3018,5 | 1880,7 | 181,5 | 4,90 |
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,4218 | 3027,6 | 1879,3 | 221,1 | 4,80 |
| Model 5 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/900 | 0,4221 | 3033,6 | 1881,9 | 250,7 | 4,77 |
| Model 12 | İç Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,4235 | 2981,4 | 2378,1 | 296,6 | 3,74 |

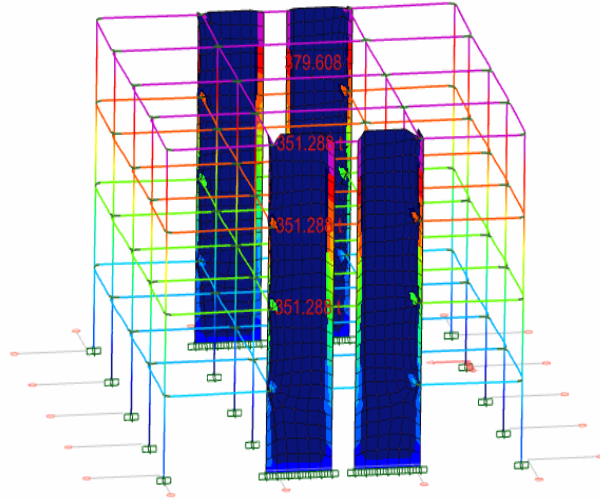
Tablodaki veriler incelendiğinde, değerlerin önemli ölçüde değişmediği görülmektedir. Boşluklu perde aynı geometri özellikleri ve boşluk oranıyla iç aksa taşındığında, toplam yanıl yerdeğiştirme azalmaktadır. Fakat yapının periyodu önemli ölçüde değişmemektedir. Boşluklu perdedeki bağ kiriş yüksekliği 2 katına çıkarıldığında, zemin kattaki bağ kiriş kesme kuvveti artmakta, yapının periyodu azalmaktadır.

1. Mod biçiminde minimum katılım oranı yoktur. Toplam etkin kütle oranının 0,90 olması gerekir. Bunun için bazen 10 mod, bazen 20 mod bazen 30 mod gerekebilir. Toplam Modal Kütle Oranı 0,90'ı hangi mod biçiminde yakalarsak mod sayısını o kadar arttırmak gerekir. Özellikle düzenli, simetrik ve küçük binalarda 0,90 etkin kütle oranına ilk modlarda ulaşabilir. Ancak yapı kompleks hale geldikçe etkin kütleyle ulaşmak daha fazla mod alacaktır. Yapının dinamik özellikleri ile ilgili bir durumdur. Modal hesap yapıldığında 0,90 kütle katılım oranı her yönde sağlanmalıdır. Aşağıda analizi yapılan modellerde 0,90 Toplam Modal Kütle Oranı x ve y yönünde ilk 6. Mod'da sağlanmıştır.

Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile; Model 3'ün ilk 6 moda ait Mod biçimleri, periyotları ve frekansları aşağıda verilmektedir (Şekil 7.2.-7.7.).

Deformasyon : Mod 1 / 12 - T = 0.421827, f = 2.370639

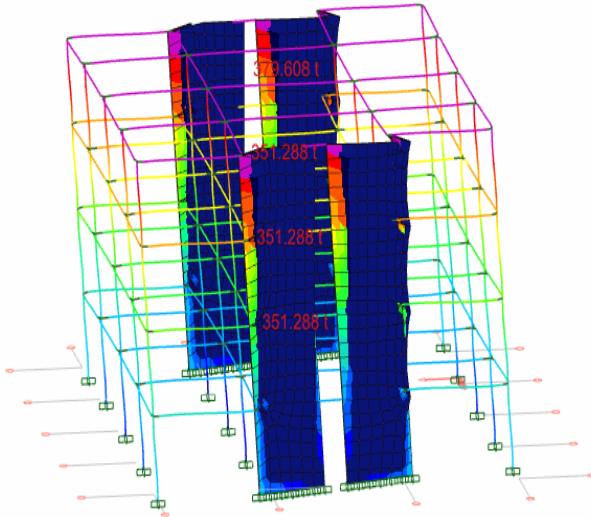
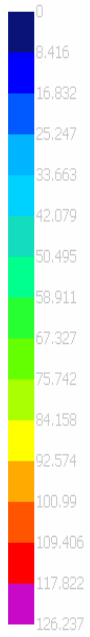
[mm]



Şekil 7.2. Model 3' e ait 1. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 2 / 12 - T = 0.319051, f = 3.134292

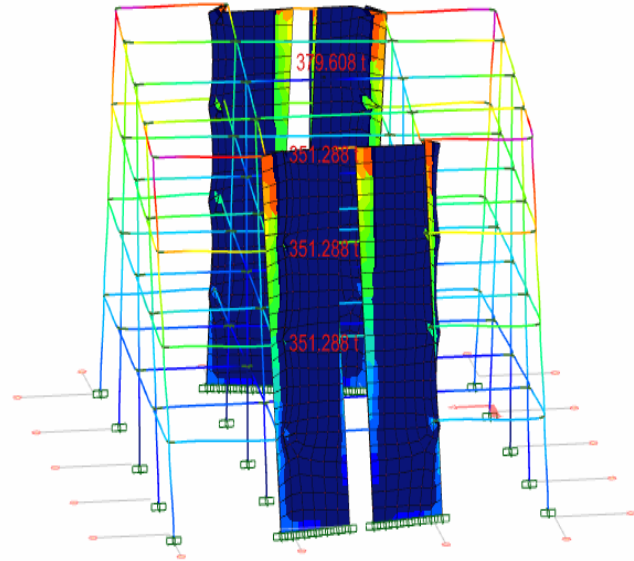
[mm]



Şekil 7.3. Model 3'e ait 2. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 3 / 12 - T = 0.213557, f = 4.682589

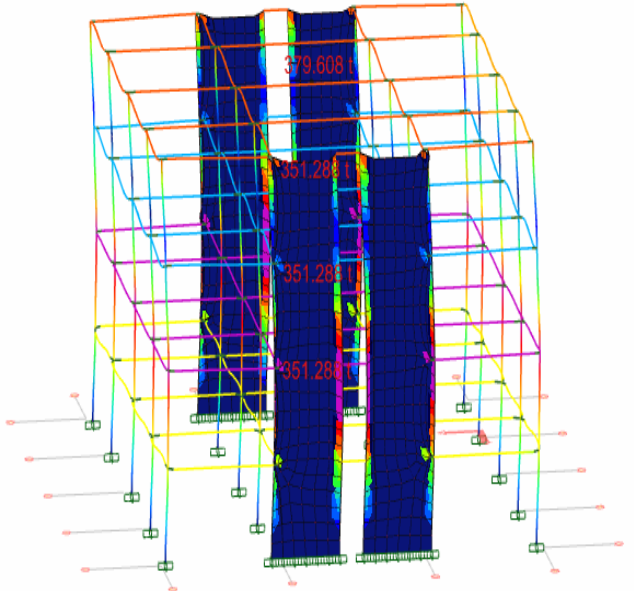
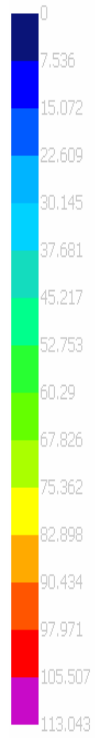
[mm]



Şekil 7.4. Model 3'e ait 3. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 4 / 12 - T = 0.117896, f = 8.482031

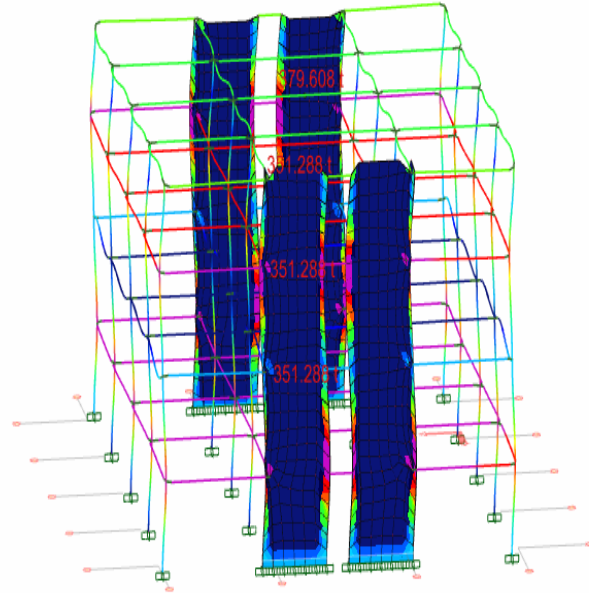
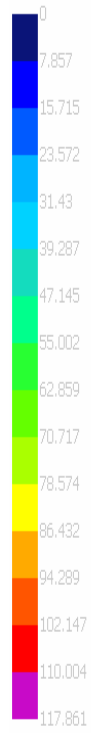
[mm]



Şekil 7.5. Model 3'e ait 4. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 5 / 12 - T = 0.064114, f = 15.597157

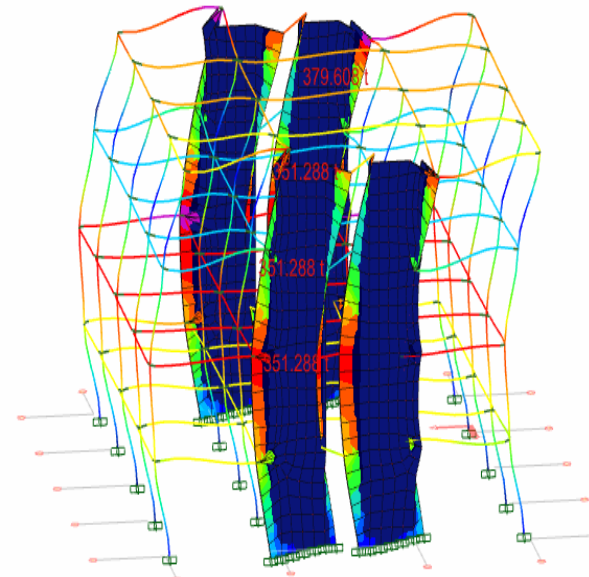
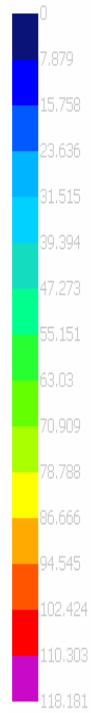
[mm]



Şekil 7.6. Model 3'e ait 5. Mod Biçimi

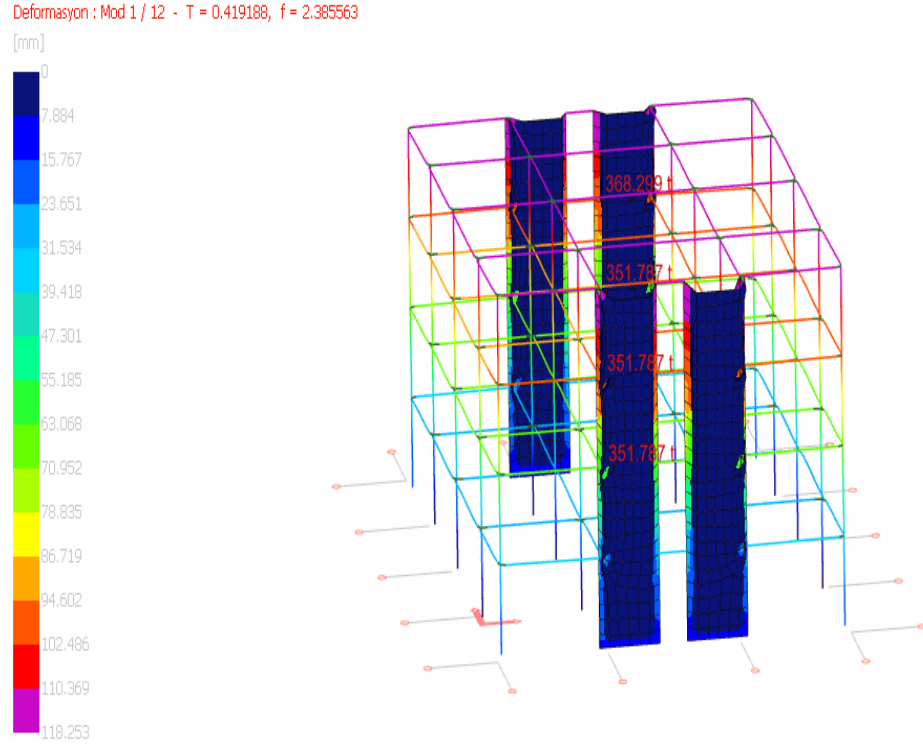
Deformasyon : Mod 6 / 12 - T = 0.054839, f = 18.235228

[mm]

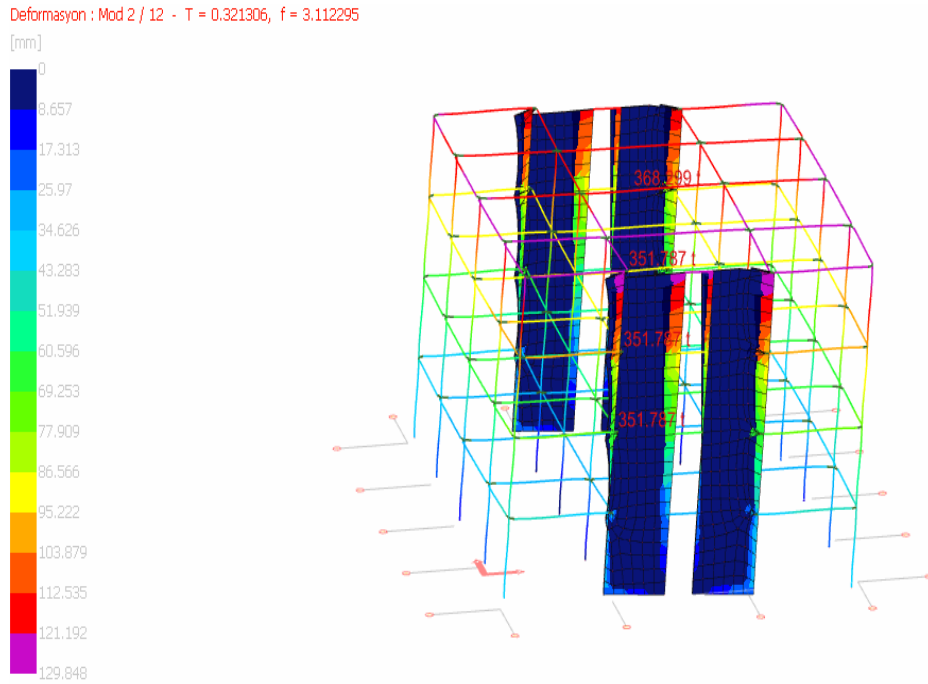


Şekil 7.7. Model 3'e ait 6. Mod Biçimi

Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile; Model 10'nun ilk 6 moda ait Mod biçimleri, periyotları ve frekansları aşağıda verilmektedir (Şekil 7.8.-7.13.).



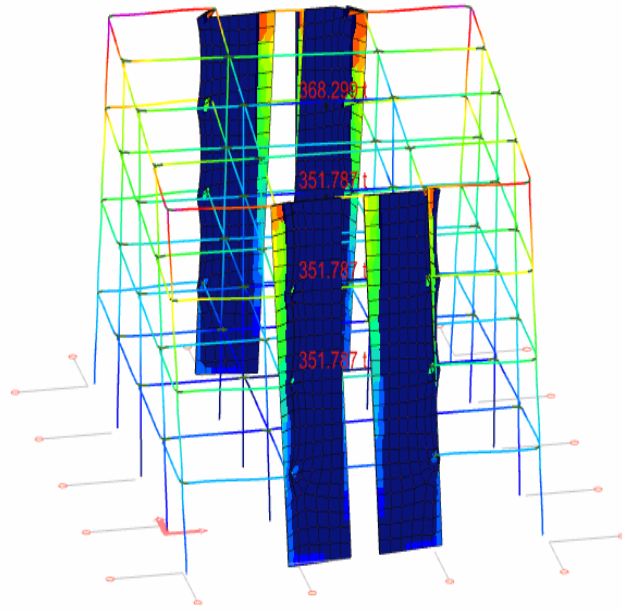
Şekil 7.8. Model 10'a ait 1. Mod Biçimi



Şekil 7.9. Model 10'a ait 2. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 3 / 12 - T = 0.215240, f = 4.645979

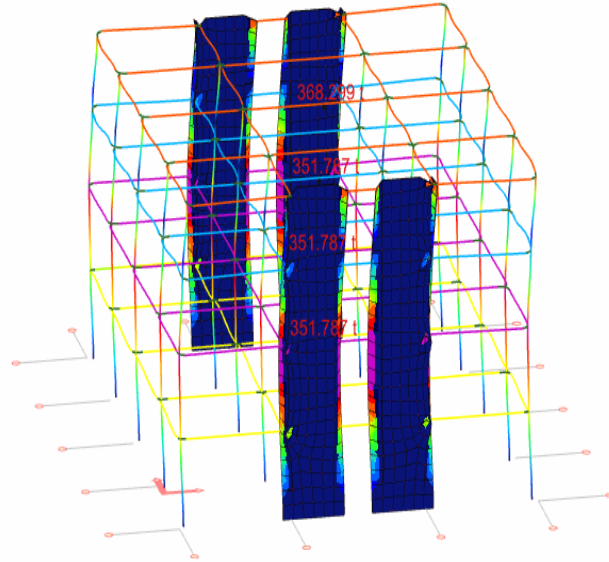
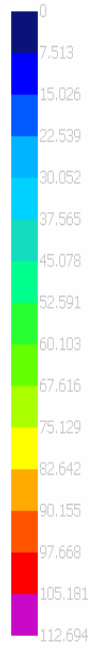
[mm]



Şekil 7.10. Model 10'a ait 3. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 4 / 12 - T = 0.117821, f = 8.487463

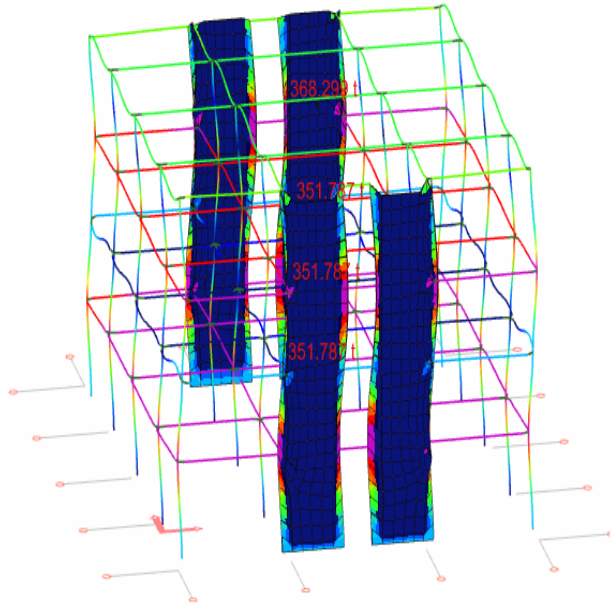
[mm]



Şekil 7.11. Model 10'a ait 4. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 5 / 12 - T = 0.064350, f = 15.540109

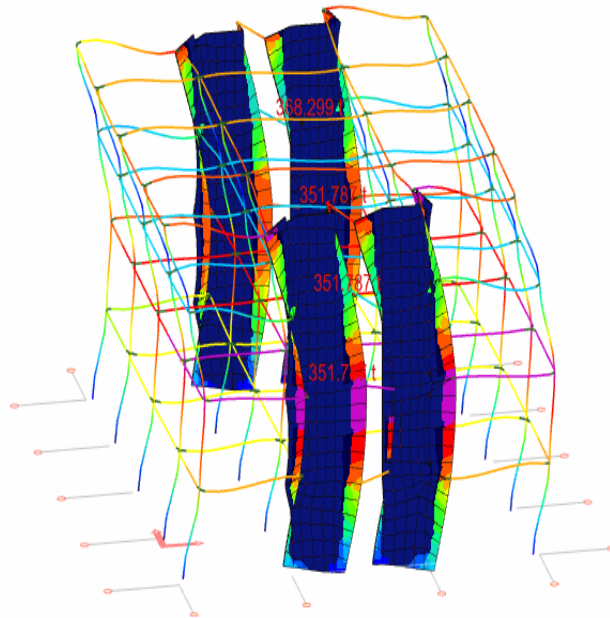
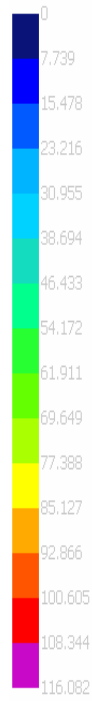
[mm]



Şekil 7.12. Model 10'a ait 5. Mod Biçimi

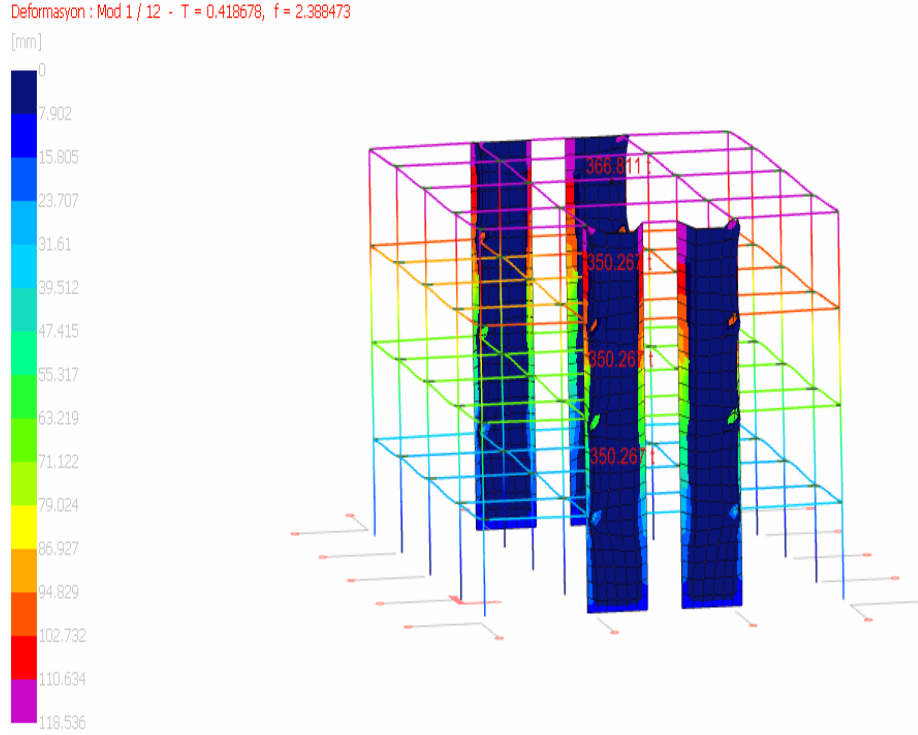
Deformasyon : Mod 6 / 12 - T = 0.058080, f = 17.217777

[mm]

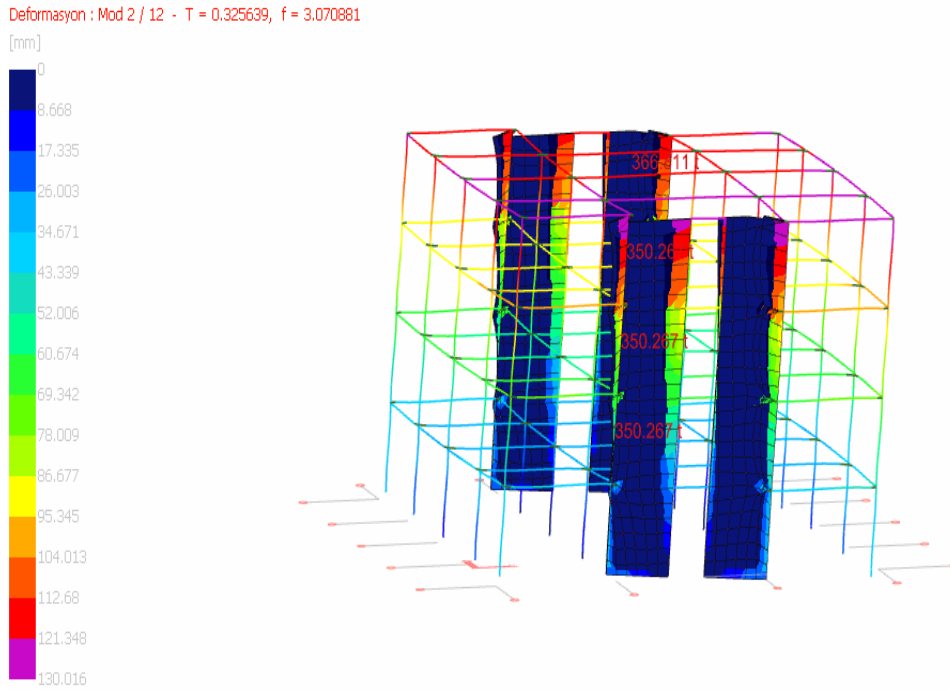


Şekil 7.13. Model 10'a ait 6. Mod Biçimi

Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile; Model 11'in ilk 6 moda ait Mod biçimleri, periyotları ve frekansları aşağıda verilmektedir (Şekil 7.14.-7.19.).



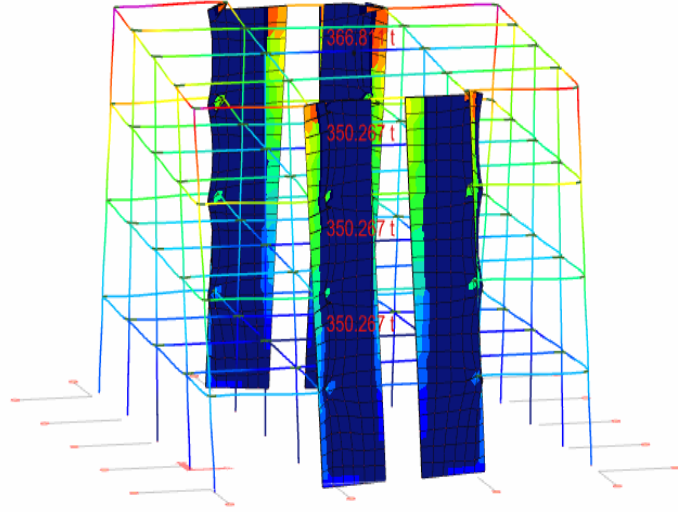
Şekil 7.14. Model 11'e ait 1. Mod Biçimi



Şekil 7.15. Model 11'e ait 2. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 3 / 12 - T = 0.218498, f = 4.576704

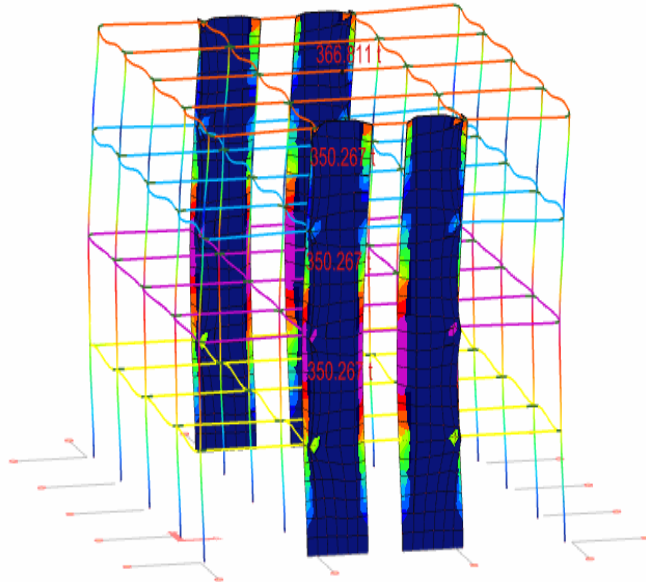
[mm]



Şekil 7.16. Model 11'e ait 3. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 4 / 12 - T = 0.117833, f = 8.486575

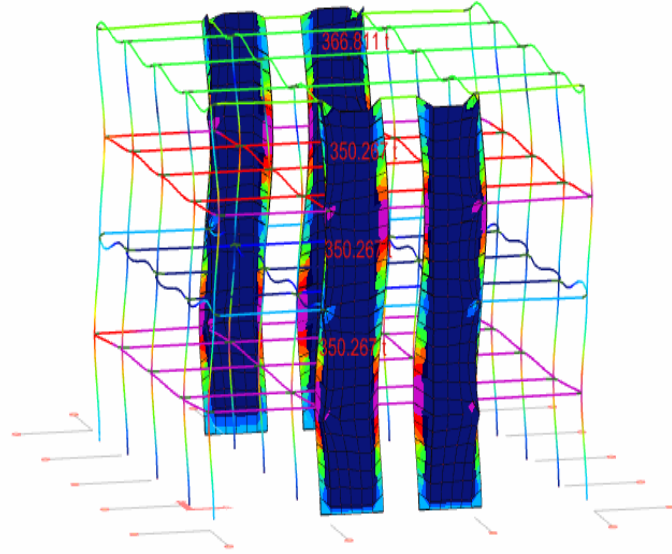
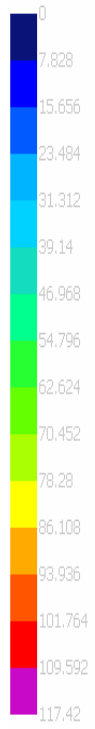
[mm]



Şekil 7.17. Model 11'e ait 4. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 5 / 12 - T = 0.064457, f = 15.514116

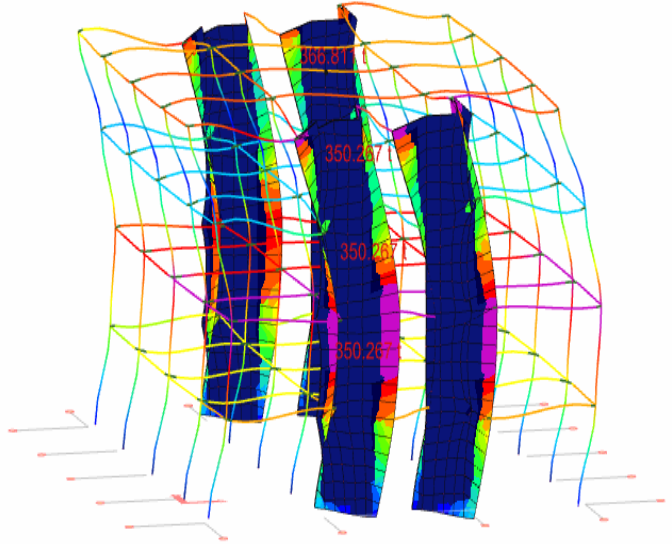
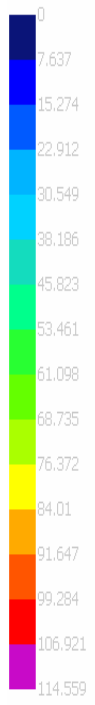
[mm]



Şekil 7.18. Model 11'e ait 5. Mod Biçimi

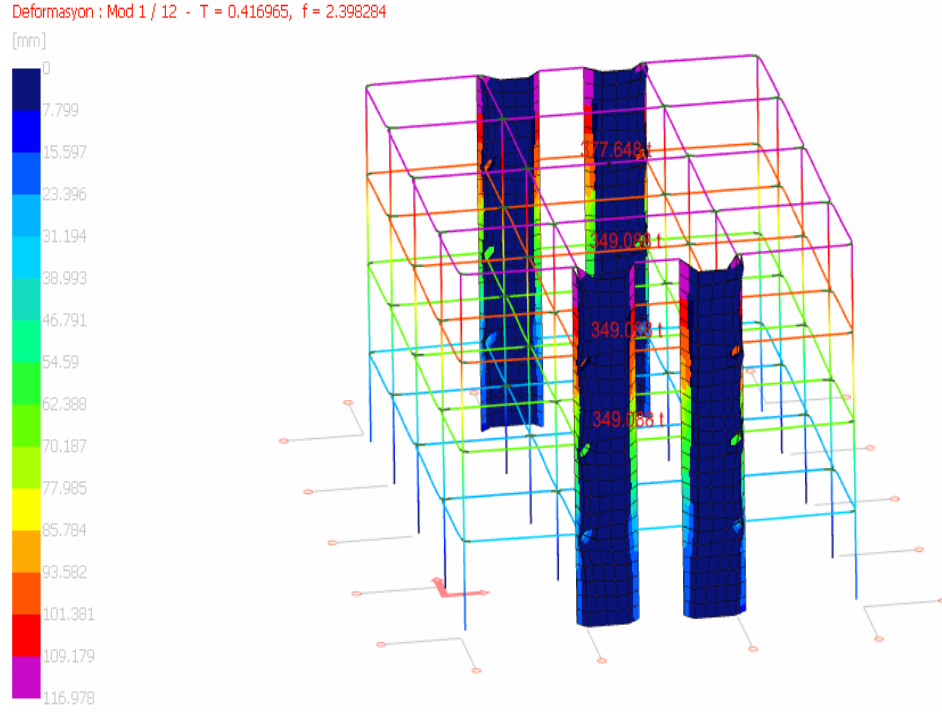
Deformasyon : Mod 6 / 12 - T = 0.061324, f = 16.306864

[mm]

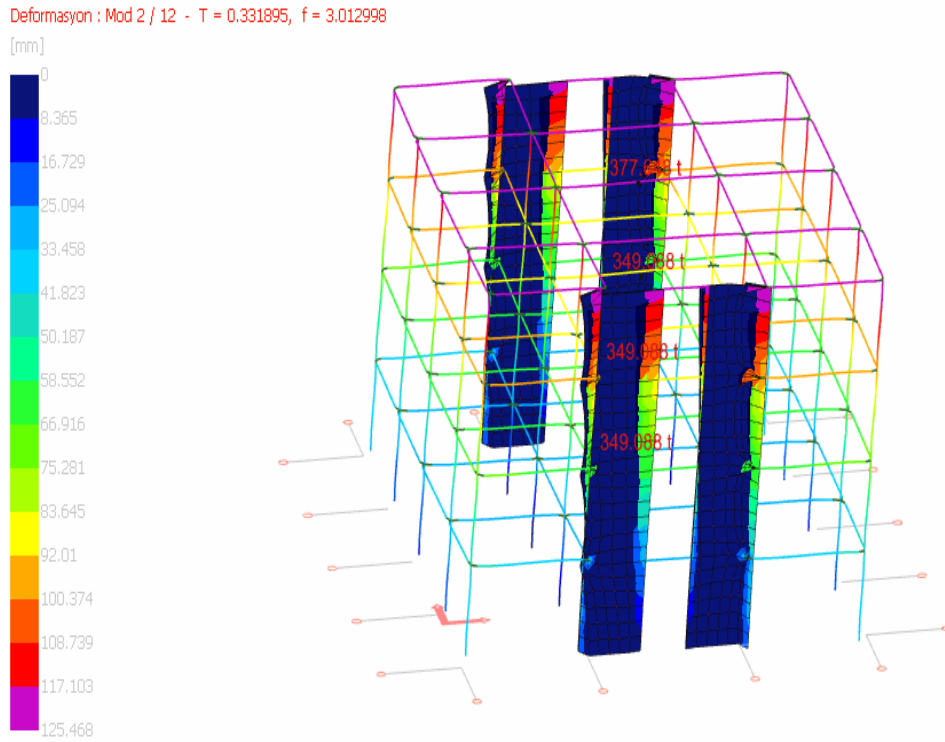


Şekil 7.19. Model 11'e ait 6. Mod Biçimi

Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile; Model 7'nin ilk 6 Moda ait Mod biçimleri, periyotları ve frekansları aşağıda verilmektedir (Şekil 7.20.-7.25.).



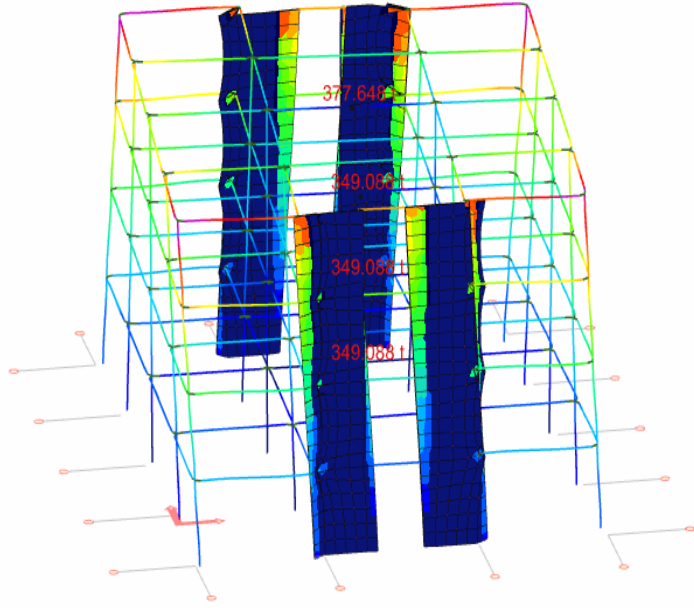
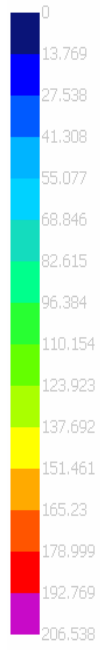
Şekil 7.20. Model 7'ye ait 1. Mod Biçimi



Şekil 7.21. Model 7'ye ait 2. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 3 / 12 - T = 0.222608, f = 4.492193

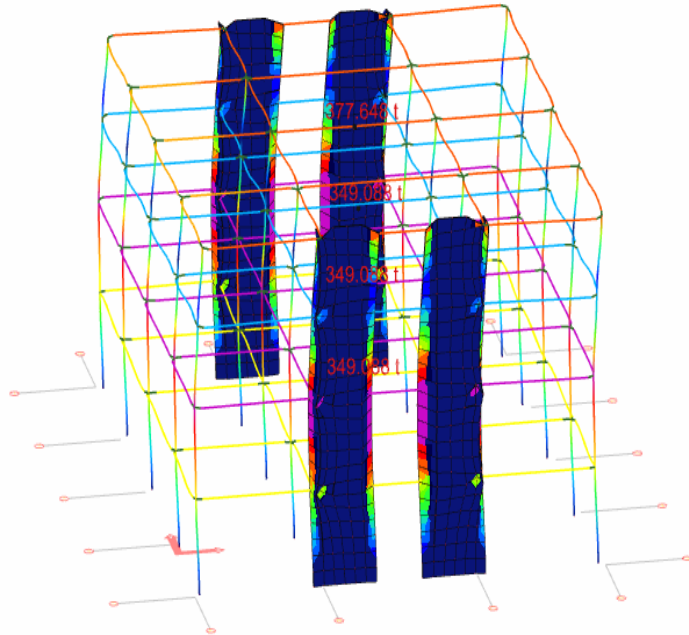
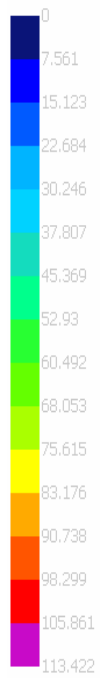
[mm]



Şekil 7.22. Model 7'ye ait 3. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 4 / 12 - T = 0.116632, f = 8.573957

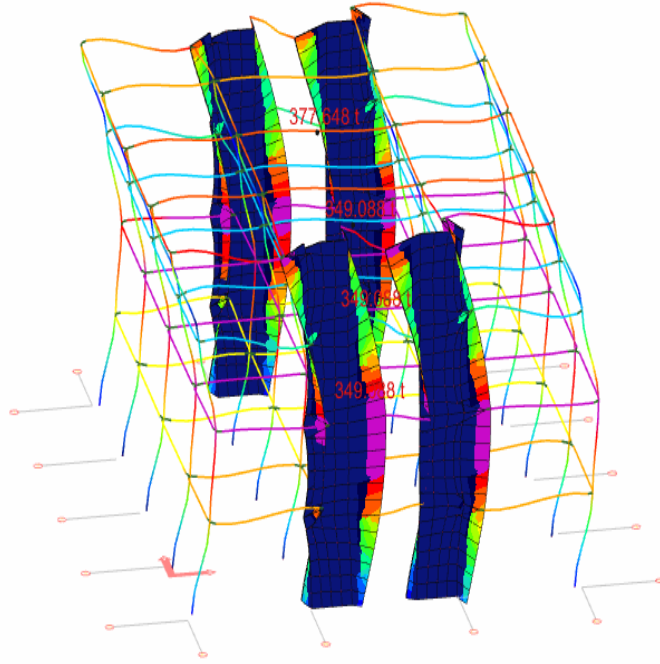
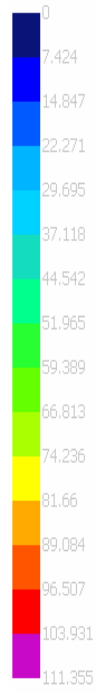
[mm]



Şekil 7.23. Model 7'ye ait 4. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 5 / 12 - T = 0.065120, f = 15.356367

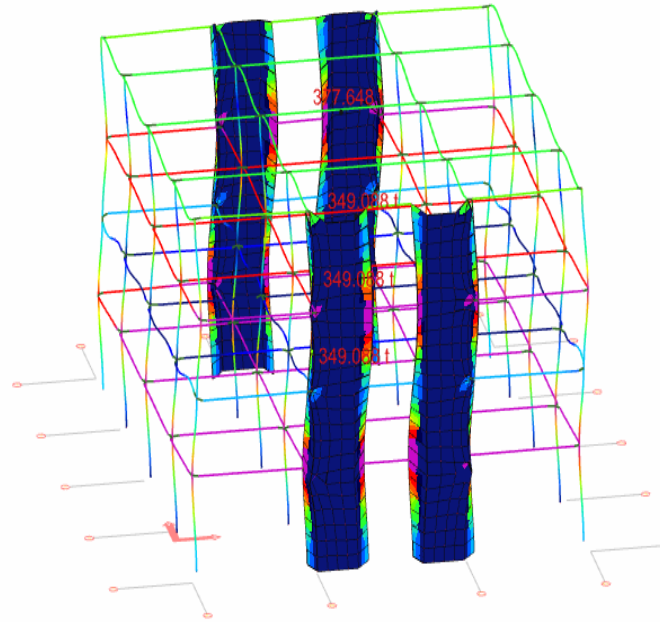
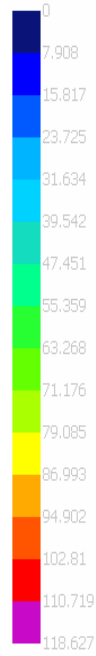
[mm]



Şekil 7.24. Model 7'ye ait 5. Mod Biçimi

Deformasyon : Mod 6 / 12 - T = 0.064131, f = 15.593123

[mm]



Şekil 7.25. Model 7'ye ait 6. Mod Biçimi

Yukarıda Mod biçimleri verilen modellerin kendi aralarında karşılaştırma sonuçları aşağıda tablolandırılmıştır (Tablo 7.7.-Tablo 7.12.).

Tablo 7.7. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 1. Mod biçimlerinin kıyaslanması.

| Mod Biçimi | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Yapının Frekansı (f) |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,421827 | 2,370639 |
| Model 10 | Dış Aks | 1250/6700 | 350/600 | 0,419188 | 2,385563 |
| Model 11 | Dış Aks | 1500/6700 | 350/600 | 0,418678 | 2,388473 |
| Model 7 | Dış Aks | 1800/6700 | 350/600 | 0,416965 | 2,398284 |

Tablo 7.8. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 2. Mod biçimlerinin kıyaslanması

| Mod Biçimi | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Yapının Frekansı (f) |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,319051 | 3,134292 |
| Model 10 | Dış Aks | 1250/6700 | 350/600 | 0,321306 | 3,112295 |
| Model 11 | Dış Aks | 1500/6700 | 350/600 | 0,325639 | 3,070881 |
| Model 7 | Dış Aks | 1800/6700 | 350/600 | 0,331895 | 3,012998 |

Tablo 7.9. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 3. Mod biçimlerinin kıyaslanması

| Mod Biçimi | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Yapının Frekansı (f) |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,213557 | 4,682589 |
| Model 10 | Dış Aks | 1250/6700 | 350/600 | 0,215240 | 4,645979 |
| Model 11 | Dış Aks | 1500/6700 | 350/600 | 0,218498 | 4,576704 |
| Model 7 | Dış Aks | 1800/6700 | 350/600 | 0,222608 | 4,492193 |

Tablo 7.10. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 4. Mod biçimlerinin kıyaslanması

| Mod Biçimi | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Yapının Frekansı (f) |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,117896 | 8,482031 |
| Model 10 | Dış Aks | 1250/6700 | 350/600 | 0,117821 | 8,487463 |
| Model 11 | Dış Aks | 1500/6700 | 350/600 | 0,117833 | 8,486575 |
| Model 7 | Dış Aks | 1800/6700 | 350/600 | 0,116632 | 8,573957 |

Tablo 7.11. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 5. Mod biçimlerinin kıyaslanması

| Mod Biçimi | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Yapının Frekansı (f) |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,064114 | 15,597157 |
| Model 10 | Dış Aks | 1250/6700 | 350/600 | 0,064350 | 15,540109 |
| Model 11 | Dış Aks | 1500/6700 | 350/600 | 0,064457 | 15,514116 |
| Model 7 | Dış Aks | 1800/6700 | 350/600 | 0,065120 | 15,356367 |

Tablo 7.12. Mod Birleştirme Yöntemiyle Elde Edilen Sonuçlar ile Model 3, Model 10, Model 11 ve Model 7'nin 6. Mod biçimlerinin kıyaslanması

| Mod Biçimi | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Yapının Periyodu (s) | Yapının Frekansı (f) |
|------------|---------------|------------------------------|----------------------------|----------------------|----------------------|
| Model 3 | Dış Aks | 1000/6700 | 350/600 | 0,054839 | 18,235228 |
| Model 10 | Dış Aks | 1250/6700 | 350/600 | 0,058080 | 17,217777 |
| Model 11 | Dış Aks | 1500/6700 | 350/600 | 0,061324 | 16,306864 |
| Model 7 | Dış Aks | 1800/6700 | 350/600 | 0,064131 | 15,593123 |

Tablodaki veriler incelendiğinde, değerlerin önemli ölçüde değişmediği görülmektedir. Boşluklu perde aynı geometri özelliklerinde ve bağ kiriş yüksekliği sabit tutulup, boşluk oranı artırıldığında incelenen 6 Mod biçiminde de yapının periyodu ve frekansı önemli ölçüde değişmemektedir.

BÖLÜM 8. ZEMİN GRUBUNUN Z1 SEÇİLMESİ DURUMUNDA ANALİZ SONUÇLARINDAKİ DEĞİŞİMİN İNCELENMESİ

8.1. Zemin Grubunun Z1 Seçilmesi Durumunda Perdelerde Kesme Kuvveti Değişimin İncelenmesi

İnşaat mühendisliğinin temel amaçlarından biri de üst yapıdan dolayı oluşan yüklerin zemine doğru bir şekilde aktarılmasını sağlamaktır. Bu bağlamda zeminden gelecek tepkimelerinde temel tarafından karşılanması söz konusudur. Dolayısıyla yapı-zemin etkileşimi yapı tasarımında önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada farklı zemin sınıflarının yapı performansına etkilerinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 2007'ye göre farklı zemin sınıfları tarif edilmiştir. Dünyanın pek çok yerinde depremlerin beşeri faaliyetler üzerinde oluşturduğu tehdit, yapı ve tesislerin tasarımında depremlerin dikkatli bir şekilde göz önüne alınması için yeterli bir sebeptir. Yerel jeolojik zemin koşullarının sismik hareketlerin karakterlerini doğrudan etkilediği ve değiştirdiği, bu farklı zeminler üzerindeki mevcut yapılar üzerinde farklı hasara sebep olabileceği bilinen bir gerçektir. Bir deprem sırasında oluşan zemin titreşimleri, deprem odağından çevreye yayılacak ve etkileri zemin koşullarına bağlı olarak odaktan uzaklaştıkça değişecek ve genellikle azalacaktır. Zemin koşulları deprem etkisindeki yapıların davranışını değiştirmektedir. Yöreye özgü zemin hesaplamaları hassasiyetle yapılmalıdır. Özel zemin koşullarına sahip yerleşim bölgelerindeki yapıların maruz kalacakları deprem etkilerinin farklı olabileceği açıkça görülmektedir. Yapı rijitliğini değiştirmek yapı periyodunu değiştirmek rijitliği etkiler, bu etki ise yapı davranışını doğrudan etkileyen bir faktördür. Yapı kütlesi sabit olmak kaydıyla, rijitlik arttıkça periyot azalmaktadır. Tasarımı yapılan yapının zemin hakim periyodunu dikkate alarak, yapıyı rezonans durumuna getirecek periyodu oluşturacak rijitlik değerinden kaçınmak gerekmektedir. Taşıyıcı sistemin rijitliğine bağlı olarak, yapı periyodu azaltılabilir veya artırılabilir. Bu durum göz önüne alındığında periyodu büyük olan zeminler üzerinde rijit yapıların, küçük olan zeminler üzerinde ise daha esnek yapıların inşa edilmesi rezonans

oluşmaması açısından uygun olacaktır. Zemin taşıma gücü azaldıkça yani zemin özellikleri zayıfladıkça yapı periyot değerlerinde artış meydana gelmiştir. Bu durumda, yumuşak zeminler üzerinde inşa edilen yapılarda, zemin yapı etkileşiminin önemli olduğu ve tasarımda mutlaka dikkate alınması gerektiği görülmüştür. Yapı–zemin etkileşimi denilince üst yapı ile temel zemini arasındaki karşılıklı etkileşim söz konusu olmaktadır. Zemin özellikleri, yapının deprem gibi yüklerden dolayı etkilenmesine sebep olurken, üst yapı yüklerinden dolayı da zeminin dinamik hareketleri etkilenmektedir. Çalışmada kullanılan farklı zemin sınıfları için aynı kalıp planına ve taşıyıcı sisteme sahip öğrenci yurdu binası seçilmiştir. Gözlemler neticesinde; aynı tip projenin farklı zeminlerde farklı performanslar gösterebileceği fikrini vermektedir.

Sonlu eleman analizleri ile yapılan çözümlemede zemin sınıfı Z1 olarak değiştirilip analiz yapıldığında Model 6 ve Model 9 için perde kesme kuvveti kontrolü Tablo 8.1.'den Tablo 8.2.'ye kadar aşağıda verilmiştir.

Tablo 8.1. Model 6 için perde kesme kuvveti kontrolü

Katlara Göre α^s Oranları

| Kat Genel Ayarları | | X +5% | | | X -5% | | | Y +5% | | | Y -5% | | |
|--------------------|-------|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|
| Kat | h [m] | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α^s | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α^s | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α^s | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α^s |
| 3. KAT | 2.80 | 23.51 | 114.88 | 0.20 | 23.55 | 114.88 | 0.21 | 4.63 | 96.15 | 0.05 | 4.62 | 96.15 | 0.05 |
| 2. KAT | 2.80 | 100.77 | 186.61 | 0.54 | 100.79 | 186.61 | 0.54 | 18.52 | 161.28 | 0.11 | 18.50 | 161.28 | 0.11 |
| 1. KAT | 2.80 | 152.39 | 235.83 | 0.65 | 152.38 | 235.83 | 0.65 | 24.41 | 207.13 | 0.12 | 24.41 | 207.13 | 0.12 |
| ZEMİN KAT | 2.80 | 156.20 | 264.03 | 0.59 | 156.32 | 264.03 | 0.59 | 34.95 | 231.72 | 0.15 | 34.90 | 231.72 | 0.15 |

Temel Üstünde α^s Oranı

| ZEMİN KAT - X | | | | ZEMİN KAT - Y | | | |
|---------------|------------------|-----------------|------------|---------------|------------------|-----------------|------------|
| Perde | X +5% [tf] | X -5% [tf] | | Perde | Y +5% [tf] | Y -5% [tf] | |
| PZ03 | 36.64 | 44.02 | | PZ03 | 8.96 | 8.23 | |
| PZ04 | 36.65 | 44.03 | | PZ04 | 8.42 | 9.17 | |
| PZ01 | 42.01 | 34.62 | | PZ01 | 9.06 | 8.28 | |
| PZ02 | 40.90 | 33.65 | | PZ02 | 8.50 | 9.22 | |
| | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α^s | | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α^s |
| X +5% | 156.20 | 264.03 | 0.59 | Y +5% | 34.95 | 231.72 | 0.15 |
| X -5% | 156.32 | 264.03 | 0.59 | Y -5% | 34.90 | 231.72 | 0.15 |

Tablo 8.2. Model 9 için perde kesme kuvveti kontrolü

Katlara Göre α_s Oranları

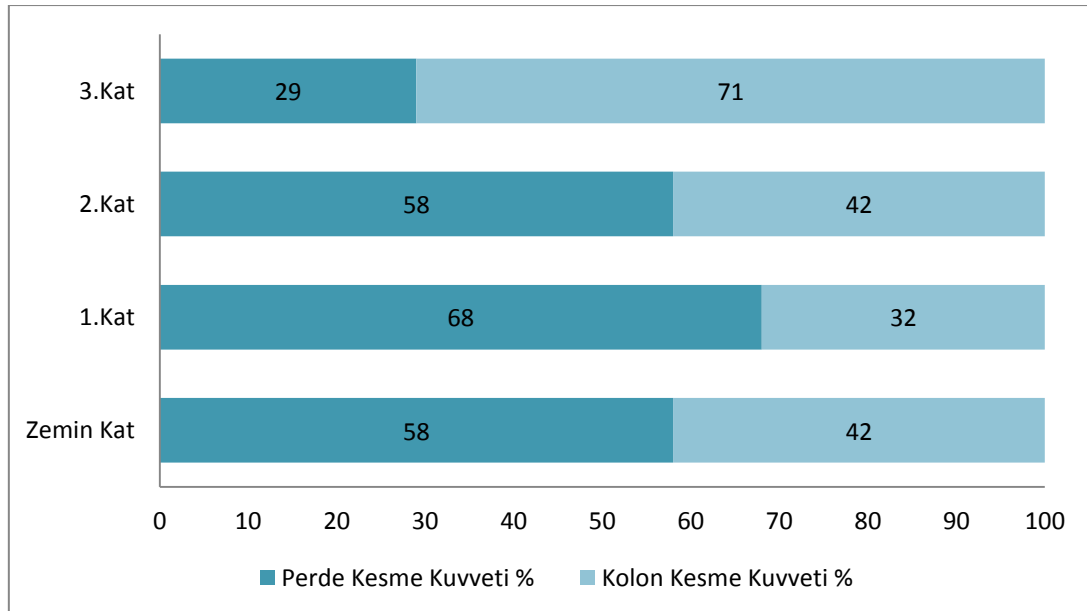
| Kat Genel Ayarları | | X +5% | | | X -5% | | | Y +5% | | | Y -5% | | |
|--------------------|-------|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|------------------|-----------------|------------|
| Kat | h [m] | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α_s | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α_s | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α_s | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α_s |
| 3. KAT | 2.80 | 33.89 | 117.24 | 0.29 | 33.92 | 117.24 | 0.29 | 4.65 | 96.40 | 0.05 | 4.64 | 96.40 | 0.05 |
| 2. KAT | 2.80 | 111.38 | 191.79 | 0.58 | 111.39 | 191.79 | 0.58 | 18.56 | 161.61 | 0.11 | 18.54 | 161.61 | 0.11 |
| 1. KAT | 2.80 | 164.21 | 243.23 | 0.68 | 164.20 | 243.23 | 0.68 | 24.46 | 207.53 | 0.12 | 24.46 | 207.53 | 0.12 |
| ZEMİN KAT | 2.80 | 159.32 | 272.73 | 0.58 | 159.44 | 272.73 | 0.58 | 35.02 | 232.16 | 0.15 | 34.97 | 232.16 | 0.15 |

Temel Üstünde α_s Oranı

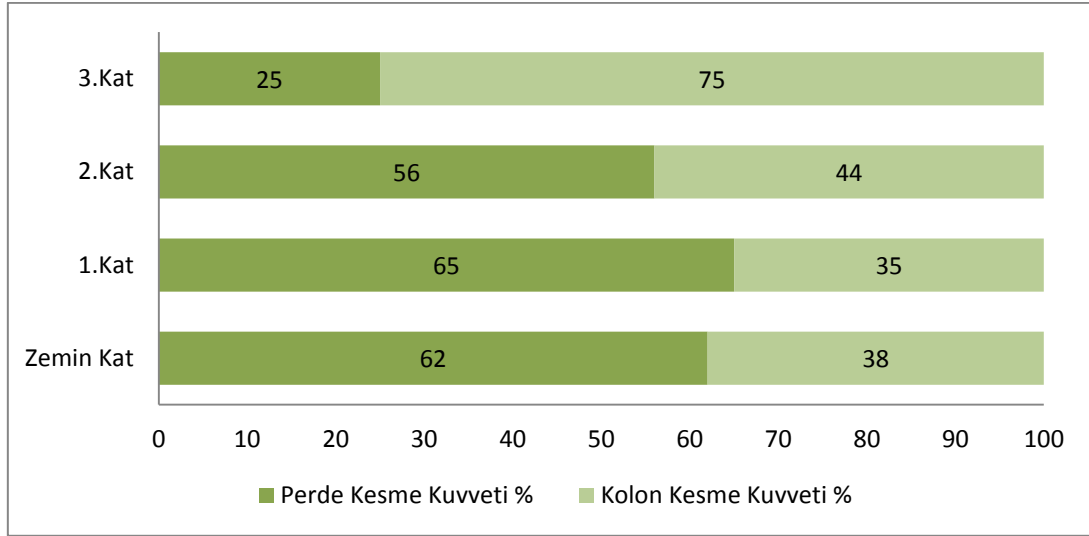
| ZEMİN KAT - X | | | | ZEMİN KAT - Y | | | |
|---------------|------------------|-----------------|------------|---------------|------------------|-----------------|------------|
| Perde | X +5% [tf] | X -5% [tf] | | Perde | Y +5% [tf] | Y -5% [tf] | |
| PZ03 | 37.39 | 44.88 | | PZ03 | 9.03 | 8.17 | |
| PZ04 | 37.40 | 44.90 | | PZ04 | 8.40 | 9.26 | |
| PZ01 | 42.80 | 35.29 | | PZ01 | 9.12 | 8.23 | |
| PZ02 | 41.74 | 34.37 | | PZ02 | 8.48 | 9.32 | |
| | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α_s | | ΣPt [tf] | ΣT [tf] | α_s |
| X +5% | 159.32 | 272.73 | 0.58 | Y +5% | 35.02 | 232.16 | 0.15 |
| X -5% | 159.44 | 272.73 | 0.58 | Y -5% | 34.97 | 232.16 | 0.15 |

Model 6 ve Model 9'un α_s (Perde taban kesme kuvveti oranı) oranları karşılaştırıldığında; perdede boşluk oranı sabit tutulup bağ kiriş yüksekliği 2 katına çıkarıldığında değerlerin arttığı görülmektedir.

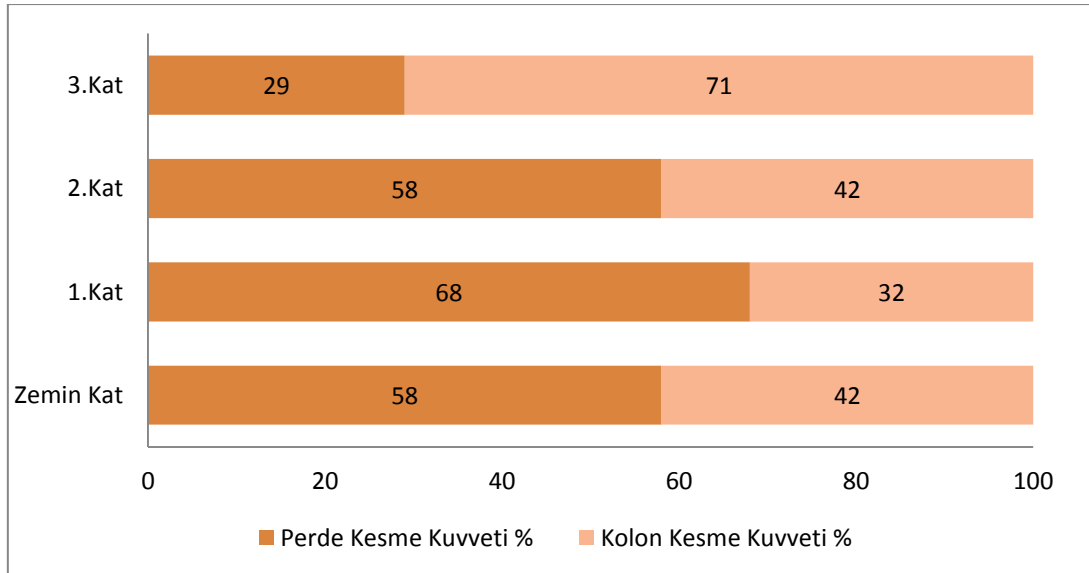
Model 6 ve Model 9'a ait α_s oranları, Z1 ve Z4 farklı zemin sınıflarındaki değerleri aşağıda verilmiştir (Şekil 8.1. – Şekil 8.4.) .



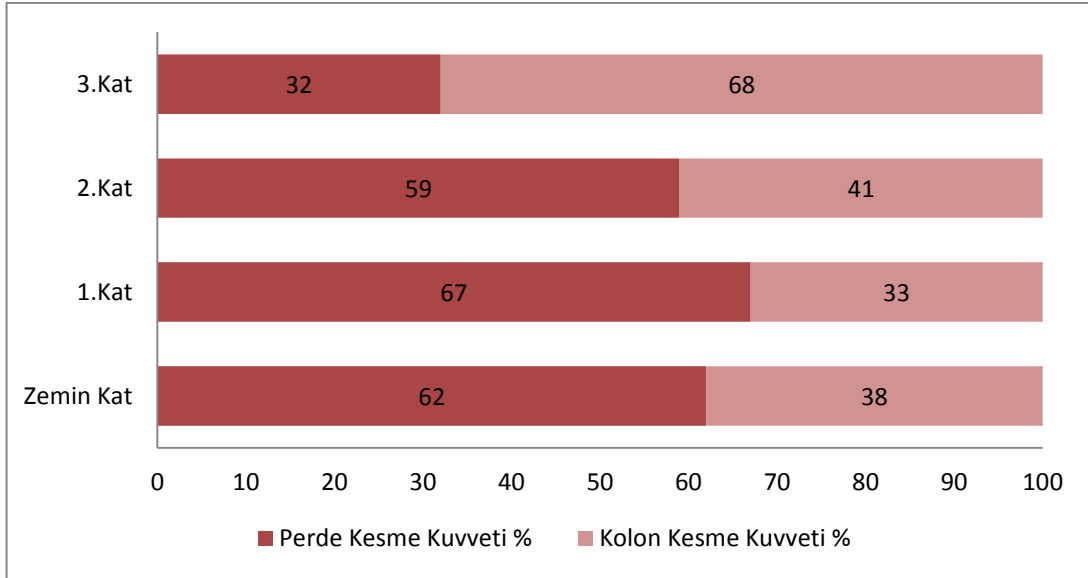
Şekil 8.1. Z1 zemin sınıfı seçildiğinde Model 6 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri



Şekil 8.2. Z4 zemin sınıfı seçildiğinde Model 6 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri



Şekil 8.3. Z1 zemin sınıfı seçildiğinde Model 9 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri



Şekil 8.4. Z4 zemin sınıfı seçildiğinde Model 9 yapı modeline göre x doğrultusunda perdeler ve kolonlara gelen kesme kuvvetinin %'leri

Model 6 ve Model 9 incelendiğinde, α_s (Perdelerin aldığı taban kesme kuvveti oranı) değerleri; Z1 ve Z4 zemin sınıfları ayrı ayrı seçilip analiz yapıldığında; α_s Z4 zemin sınıfları için % 62 olurken, Z1 zemin sınıfları için % 58 e düşmektedir. α_s % 7 oranda değişmektedir.

BÖLÜM 9. ANALİZ SONUÇLARI

Bu çalışmada, taşıyıcı sistem planları değişken 12 farklı yapı modeli incelemiştir. Bu taşıyıcı sistemin içerisinde kolon ebatları her seviyede dikdörtgen kesitli olan kolonla 45cm/60cm, kirişler 35cm/50cm ve perdeler 350mm/450-900mm kesitlerinde bağ kirişli yataydaki boşluk uzunluğu değişken boşluklu ve boşluksuz olarak tasarlanmıştır.

İncelenen yapı modelleri için, yapıların birinci derece deprem bölgesinde olduğu, zemin sınıfı olarak en elverişsiz zemin olan Z4 seçilmiş ve kullanım amaçlarının hastane olduğu kabul edilmiştir. Katlardaki perdelerin boşluk oranları, perdeleri bağlayan bağ kirişlerinin ve perde konumlarının değişmesi sonucu meydana gelen kesme kuvveti, moment dağılımları incelenmiş ve toplam yatay yer değiştirmelerindeki değişimler araştırılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Buna göre;

Bu çalışmada çözümlenmeler, Model 1 (Bu model referans model olarak kabul edilip, modelde kolon, kiriş ve perdelerin yerleşimi gösterilmektedir. Perdeler boşluksuz olarak tasarlanmıştır.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin kesme kuvveti zemin katta 918.65 kN, en üst katta 232.14 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %74.73 azalma olmuştur. Zemin katta perdeler kesme kuvvetinin %62'sini, kolonlar %38'ini karşılamaktadır. 1. katta perdeler kesme kuvvetinin %75'ini, kolonlar %25'ini karşılamaktadır. 2. katta perdeler kesme kuvvetinin %67'sini, kolonlar %33'ünü karşılamaktadır. 3. katta perdeler kesme kuvvetinin %36'sını, kolonlar %64'ünü karşılamaktadır.

Model 6 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı (l/l_0) 1800mm/6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=450$ mm'dir.) yapı modelinde x

doğrultusundaki depremde P01 perdesinin kesme kuvveti zemin katta sırasıyla 439.3 kN, en üst katta 82.97 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %81.11 azalma olmuştur. P02 perdesi için 454.43 kN, en üst katta 70.91 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %84.4 azalma olmuştur. Zemin katta perdeler kesme kuvvetinin %62'sini, kolonlar %38'ini karşılamaktadır. 1. katta perdeler kesme kuvvetinin %65'ini, kolonlar %35'ini karşılamaktadır. 2. katta perdeler kesme kuvvetinin %56'sını, kolonlar %44'ünü karşılamaktadır. 3. katta perdeler kesme kuvvetinin %25'ini, kolonlar %75'ini karşılamaktadır.

Model 7 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 1800mm/6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=60$ cm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin kesme kuvveti zemin katta sırasıyla 447.17 kN, en üst katta 100.33 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %77.56 azalma olmuştur. P02 perdesi için 458.49 kN, en üst katta 97.64 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %78.70 azalma olmuştur. Zemin katta perdeler kesme kuvvetinin %62'sini, kolonlar %38'ini karşılamaktadır. 1. katta perdeler kesme kuvvetinin %66'sını, kolonlar %34'ünü karşılamaktadır. 2. katta perdeler kesme kuvvetinin %58'sini, kolonlar %42'sini karşılamaktadır. 3. katta perdeler kesme kuvvetinin %30'unu, kolonlar %70'ini karşılamaktadır.

Model 8 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 1800mm/6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=750$ mm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin kesme kuvveti zemin katta sırasıyla 435.97 kN, en üst katta 103.46 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %76.27 azalma olmuştur. P02 perdesi için 449.84 kN, en üst katta 92.26 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %79.49 azalma olmuştur. Zemin katta perdeler kesme kuvvetinin %62'sini, kolonlar %38'ini karşılamaktadır. 1. katta perdeler kesme kuvvetinin %67'sini, kolonlar %33'ünü karşılamaktadır. 2. katta perdeler kesme kuvvetinin %59'unu, kolonlar

%41'ini karşılamaktadır. 3. katta perdeler kesme kuvvetinin %31'ini, kolonlar %69'ünü karşılamaktadır.

Model 9 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı 1800mm/6700mm'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=900$ mm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin kesme kuvveti zemin katta sırasıyla 436.98 kN, en üst katta 106.58 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %75.61 azalma olmuştur. P02 perdesi için 450.67 kN, en üst katta 95.49 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvveti değerinde %78.81 azalma olmuştur. Zemin katta perdeler kesme kuvvetinin %62'sini, kolonlar %38'ini karşılamaktadır. 1. katta perdeler kesme kuvvetinin %67'sini, kolonlar %33'ünü karşılamaktadır. 2. katta perdeler kesme kuvvetinin %59'unu, kolonlar %41'ini karşılamaktadır. 3. katta perdeler kesme kuvvetinin %32'sini, kolonlar %68'ini karşılamaktadır.

Bu çalışmada boşluklu perdelerin sabit boşluk oranında bağ kiriş yüksekliklerinin değişiminde perdelerde oluşan kesme kuvvetleri kıyaslanmıştır. Bağ kiriş yükseklikleri arttığında kesme kuvvetlerinde artış gözlenmektedir.

Model 2 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı (l/l_0) 1000mm /6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=450$ mm'dir. Perdeler dış aksta konumlandırılmıştır.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan moment değeri; zemin katta 79.49 kN.m, en üst katta moment değeri de 57.56 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %27.59 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perdeyi kolona bağlayan bağ kirişinde oluşan moment değeri zemin katta 107.07 kN.m, en üst katta moment değeri de 79.68 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %25.58 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perde kısmında oluşan moment değeri zemin katta 89.37 kN.m, en üst katta moment değeri de 83 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %7.13 azalma olmuştur.

Boşluklu perdelerde yataydaki boşluk oranlarının değişmesi ile kat kesme kuvvetinin perdelerle kolonlar arasında paylaşımının pek değişmediği görülmüştür.

Boşluklu perde aynı geometri özelliklerinde ve bağ kiriş yüksekliği sabit tutulup, boşluk oranı arttırıldığında incelenen 6 Mod biçiminde de yapının periyodu ve frekansının önemli ölçüde değişmediği görülmüştür.

Model 3 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı (l/l_0) 1000mm /6700mm 0'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=600$ mm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan moment değeri zemin katta 96.6 kN.m, en üst katta moment değeri de 61.54 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %36.29 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perdeyi kolona bağlayan bağ kirişinde oluşan moment değeri zemin katta 107 kN.m, en üst katta moment değeri de 77.83 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %27.26 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perde kısmında oluşan moment değeri zemin katta 89.26 kN.m, en üst katta moment değeri de 81.12 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %9.12 azalma olmuştur.

Model 4 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 1000mm /6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=750$ mm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan moment değeri zemin katta 100.62 kN.m, en üst katta moment değeri de 58.67 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %41.69 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perdeyi kolona bağlayan bağ kirişinde oluşan moment değeri zemin katta 103.69 kN.m, en üst katta moment değeri de 74.91 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %27.76 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perde kısmında oluşan moment değeri zemin katta 87.36 kN.m, en üst katta moment değeri de 64.81 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %25.81 azalma olmuştur.

Model 5 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) $1000\text{mm}/6700\text{mm}$ 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=900\text{ mm}$ 'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan moment değeri zemin katta 111.54 kN.m , en üst katta moment değeri de 62.89 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %43.62 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perdeyi kolona bağlayan bağ kirişinde oluşan moment değeri zemin katta 107.09 kN.m , en üst katta moment değeri de 77.21 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %27.90 azalma olmuştur. Taşıyıcı sistemin perde kısmında oluşan moment değeri zemin katta 89.32 kN.m , en üst katta moment değeri de 80.49 kN.m olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru moment değerinde %9.89 azalma olmuştur. Bağ Kiriş yüksekliğinin en büyük olduğu bu yapı modelinde, bağ kirişlerinde çok büyük momentler ve kesme kuvvetleri oluşmuştur. Bağ kirişleri tersinir moment ve kesme kuvvetleri altında sünek kırılacak şekilde projelendirilmelidir. Sünek moment kırılması oluşmadan, gevrek kesme kırılması oluşmamalıdır. Bunun için kapasite tasarımı uygulanmalıdır. Bağ kirişlerinde, en büyük moment ve kesme kuvveti karışımı en alt kat yerine, az da olsa, üst katlara kaymıştır. Bu olumlu bir davranış iyileştirmesidir. Perde duvarda plastik mafsal perde tabanında oluşacaktır. Hasar oluşumu tek bölgede yoğunlaşmaktadır.

Boşluklu perdelerde yataydaki boşluk oranlarının sabit tutulup bağ kirişi yüksekliğinin artması ile bağ kirişlerinde oluşan moment ve kesme kuvvetlerinin önemli ölçüde artışı görülmüştür.

Model 2 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) $1000\text{mm}/6700\text{mm}$ 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=450\text{ mm}$ 'dir. Perdeler dış aksta konumlandırılmıştır.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti zemin katta 158.96 kN , en üst katta 115.1 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvvetinde %27.59 azalma olmuştur.

Model 3 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) $1000\text{mm}/6700\text{mm}$ 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=600\text{ mm}$ 'dir.) yapı modelinde x

doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti zemin katta 193.16 kN, en üst katta 123.06 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvvetinde %36.29 azalma olmuştur.

Model 4 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 1000mm /6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=750$ mm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti zemin katta 201.2 kN, en üst katta 117.31 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvvetinde %41.69 azalma olmuştur.

Model 5 (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 1000mm /6700mm 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=90$ cm'dir.) yapı modelinde x doğrultusundaki depremde P01 ve P02 perdeleri arasındaki bağ kirişlerinde oluşan kesme kuvveti zemin katta 223.02 kN, en üst katta 125.74 kN olarak bulunmuştur. Zemin kattan en üst kata doğru kesme kuvvetinde %43.62 azalma olmuştur.

P03 ve P04 perdelerinin aynı varyasyonlarda bulunan sonuçları P01 ve P02 perdeleri için bulunan sonuçlara yakındır.

Model 3-Model 10-Model 11 yapı modellerinde x doğrultusundaki depremde P03 ve P04 perdelerini bağlayan bağ kirişlerinin perde taban kesme kuvvetinin değişimi, Model3'te (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 1000mm /6700mm'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=600$ mm'dir.) zemin kattan en üst kata %55.78'dir. Model10'da (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 125/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=600$ mm'dir.) zemin kattan en üst kata %55.31'dir. Model11'de (Bu modelde, perdelerde yataydaki boşluk oranı(l/l_0) 150/670 'dir. Perdeleri bağlayan Bağ kiriş yüksekliği $h=600$ mm'dir.) zemin kattan en üst kata %55.70'dir.

P03 ve P04 perdelerinin Model 6 - Model 7 - Model 8 - Model 9 yapı modellerine göre aldığı x doğrultusunda üst kat yerdeğiştirme değeri minimumu=9.42 mm, üst kat yerdeğiştirme değeri de maximumu=10.02 mm olarak bulunmuştur. Aralarında $u=0.6$

mm'lik yerdeğiştirme değeri farkı bulunmaktadır. Bağ kiriş yüksekliği arttığında üst kat ötelemesi de lineer olarak %5.99' a kadar azalmaktadır.

Perdelerin dış aksta konumlandırıldığındaki Model 3 durumunda seçilen S01, S07 ve S08 kolonlarında oluşan min kesme kuvveti 266 kN, max kesme kuvveti 506.2 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 240.2 kN'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır.

Perdelerin iç aksta konumlandırıldığındaki Model 11 durumunda seçilen S01, S07 ve S08 kolonlarında oluşan min kesme kuvveti 248.2 kN, max kesme kuvveti 499.7 kN olarak bulunmuştur. Aralarında 251.5 Kn'luk kesme kuvveti farkı bulunmaktadır. Yukarıda Analiz Sonuçları verilen modellerin kendi aralarında karşılaştırma sonuçları aşağıda tablolatırılmıştır (Tablo 9.1.-Tablo 9.3.).

Tablo 9.1. Model 1, Model 6, Model 7, Model 8 ve Model 9 için x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin zemin kattaki kesme kuvveti .

| İncelenen Yapı Modeli | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Zemin katta Perde Kesme Kuvveti Vt (kN) |
|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|---|
| Model 1 | B-C Aks arası | 0 | - | 918,65 |
| Model 6 | B-C Aks arası | 1800/6700 | 350/450 | 439,30 |
| Model 7 | B-C Aks arası | 1800/6700 | 350/600 | 447,17 |
| Model 8 | B-C Aks arası | 1800/6700 | 350/750 | 435,97 |
| Model 9 | B-C Aks arası | 1800/6700 | 350/900 | 436,98 |

Bağ kiriş yükseklikleri değıştiğinde, zemin katta perde kesme kuvvetinin önemli oranda değışmediği görülmektedir.

Tablo 9.2. Model 2, Model 3, Model 4 ve Model 5 için x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin zemin katta bağ kiriş momenti

| İncelenen Yapı Modeli | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Zemin katta Bağ Kirişi Momenti M (kN.m) |
|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|---|
| Model 2 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/450 | 79,49 |
| Model 3 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/600 | 96,6 |
| Model 4 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/750 | 100,62 |
| Model 5 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/900 | 111,54 |

Bağ kiriş yükseklikleri arttığında, zemin katta bağ kiriş momenti değerleri de artmaktadır.

Tablo 9.3. Model 2, Model 3, Model 4 ve Model 5 için x doğrultusundaki depremde P01 perdesinin zemin kattaki bağ kirişi kesme kuvveti

| İncelenen Yapı Modeli | Perdenin yeri | Perdedeki Boşluk Oranı mm/mm | Bağ Kirişi Boyutları mm/mm | Zemin kata Bağ Kirişi Kesme Kuvveti Vt (kN) |
|-----------------------|---------------|------------------------------|----------------------------|---|
| Model 2 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/450 | 158,96 |
| Model 3 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/600 | 193,16 |
| Model 4 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/750 | 201,2 |
| Model 5 | B-C Aks arası | 1000/6700 | 350/900 | 223,02 |

Bağ kiriş yükseklikleri arttığında, zemin katta kesme kuvveti değerleri de artmaktadır.

BÖLÜM 10. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Perdeler yatay yükler altında göstermiş oldukları olumlu katkılarından dolayı günümüzde sıklıkla kullanılan yapı elemanları haline gelmiştir. Yapının sistem rijitliğine katkıda bulunan bu elemanlar dolu gövdeli veya boşluklu olarak teşkil edilirler.

Yapılan çalışmada boşluk oranının değişimine bağlı olarak boşluklu perdenin yanıl ötelenme davranışı, efektif rijitliğinin değişimi ve seçilen noktalardaki gerilmelerin değişimi izlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, seçilen modeller ve yapılan kabuller çerçevesinde geçerlidir.

Boşluklu perdelerdeki boşluk miktarı yatay yükler altındaki davranışı etkilemektedir. Yatay yükler altında dolu gövdeli perdeler bir tür eğilme kirişi davranışı sergilerken boşluklu perdelerde bu davranış; eğilme ve kayma tipi şekil değiştirmesi arasında oluşmaktadır.

Yapılan analizlerde boşluklu perde efektif rijitliğinin boşluk oranı arttıkça azaldığı gözlenmiştir.

Yapılan modellerde perdede boşluk ile teşkil edilen boşluklu perdede yatay yük etkisi altında bir tür basınca ve çekmeye çalışan iki çubuk eleman olduğu gözlenmiştir. Bu davranış biçiminden boşluklu perdenin bir tür çubuklardan oluşan çerçeve modeli ile oluşturulabileceği sonucu çıkmaktadır. Bu modellenmede düğüm noktası sayısının azlığı işlem süresini kısaltacağından basit bir uygulama olarak kullanılabilir. Ancak bu modellenme tekniğine göre oluşturulacak boşluklu perdede bağ kirişlerinin perde içerisinde kalan rijit bölgelerinin tanımlanması gereklidir.

Genel olarak boşlukların köşelerinde büyük gerilme yığılmaları oluşmaktadır. Bu da boşluk kenarlarında özel donatı uygulamalarına dikkat edilmesi gerektiği sonucunu çıkarmaktadır.

Boşluklu perdelerde deplasmanlar boşluk oranının artmasıyla birlikte artmaktadır. Boşluklu perde modellenmeleri yapılırken boşluklu perdenin boşluk miktarına bakılarak davranışı hakkında bir ön fikir ile matematik model oluşturulmalıdır. Perdede açılan boşluk bir dezavantaj gibi gözükse de dolu perdenin olumlu özelliklerini yansıtacak şekilde oluşturulan boşluklu perde ile sünekliğin artırılmış olması ve yapı ekonomisine katkıda bulunulması noktasında avantajlı duruma geçilebilir. Bununla ifade edilmek istenen bazen zorunlu haller dışında da büyük kesitli perdelerde boşluk açılabilmesinin avantajlarının araştırılmasıdır.

Perdede boşluk açmak mimari, tesisat veya statik nedenlerle gerekecekse en uygun yer boşluğun perdenin orta ekseninde teşkili ile olacaktır. Nitekim boşluk ile birlikte perdelerin uçlarında bir tür çekmeye ve basınca çalışan çubuk elemanlar oluşacaktır.

Sonuç olarak; bu çalışma içerisinde, yatay ötelenmeler için analizler oluşturulurken 4 katlı olan perde duvar modeli önemsenmiştir. Çalışmada, analizler değişken perde yükseklikleri ve boşluk ebatları alınarak oluşturulmuş ve oluşturulan sonuçlar da yatay ötelenmelerden ziyade iç kuvvetlerin değişimi bakımından da incelenmiştir.

Boşluklu perdelerde yataydaki boşluk oranlarının değişmesi ile kat kesme kuvvetinin perdelerle kolonlar arasında paylaşımının pek değişmediği, yapının periyodu ve frekansının ise önemli ölçüde değişmediği görülmüştür.

Boşluklu perdelerde yataydaki boşluk oranlarının sabit tutulup bağ kirişi yüksekliğinin artması ile bağ kirişlerinde oluşan moment ve kesme kuvvetlerinin önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Bu artış bağ kirişi yüksekliği 2 katına çıktığında % 40 olmaktadır.

Geçmiş yıllarda ülkemizde bir çok yıkıcı deprem olmuştur ve gelecekte de olması muhtemel depremlerde yine can ve mal kaybına uğrayabileceğimiz tahmin

edilmektedir. Taşıyıcı sistemleri tasarlanırken Deprem Yönetmeliği ve TS500 standartları önemsenmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Özsoy, A.E. ve Özgen, K., Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, (23-25 Mart 2005).
- [2] Taylor, C.P., Cote, P.A. ve Wallace, J.W. 1998. Design of slender reinforced concrete walls with openings, ACI Structural Journal, V.95, pp. 420-433.
- [3] Ali, A. ve Wight, J.K., 1990. Reinforced concrete structural walls with staggered opening configurations under reversed cyclic loading, UMCE 90-05, Department of Civil Engineering, University of Michigan, An Arbor, Michigan.
- [4] McLeod, A. 1967. Lateral stiffness of shear walls with openings, in tall buildings, Proceedings of a Symposium on Tall Buildings, Pergamon Press, Southampton, New York, pp. 223-244.
- [5] 7. Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 30 Mayıs- 3 Haziran 2011, İstanbul.
- [6] Aka, İ., Keskinel, F., Çılı, F. ve Çelik, O.C. 2001. Betonarme, Birsen Yayınevi, İstanbul, 631.
- [7] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007.
- [8] Kasap, H. ve Özyurt, Z., “Perde En Kesit Şeklinin ve Planda Perde Yerinin Değişmesinin, Perdeler ve Çerçeveler Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımına Etkisi”, SAÜ Fen Bilimleri Enstitü Dergisi, Sakarya, 2002.
- [9] Celep, Z. ve Kumbasar, N. “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı” Beta Dağıtım, İstanbul, 2004.
- [10] Aktan, S. ve Kıraç, N. “Betonarme Binalarda Perdelerin Davranışa Etkileri” OGÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Eskişehir, 2009.
- [11] Tekel, H. “Betonarme Yapılarda %1 Oranında Perde Kullanımının Değerlendirilmesi” Türkiye Mühendislik Haberleri, Sayı 444-445 -2006.
- [12] Durmuş, A. ve Öztürk, H. “Depremlerde Göçen Betonarme Binalardan Öğrenilenler: Kocaeli Örneği” Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay, 2013.

- [13] Kasap, H. ve Tunalı, U. “Kolon Boyut ve Şeklinin Değişiminin Kat Kesme Kuvveti Dağılımına Etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Kütüphanesi, Sakarya, 2004.
- [14] Kasap, H. ve Şahin, Ö. “1975 Yönetmeliğine Göre Yapılmış Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Performans Değerlendirmesi”, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Kütüphanesi, Sakarya, 2009.
- [15] Demir, F., Dilmaç, H., Tekeli, H. ve Güler, K. “Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı Üzerinde Bir İnceleme”, Sekizinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 2015.
- [16] Rosman, R. “Approximate Analysis of Shear Walls Subject to Lateral Loads”, Journal of American Concrete Institute, 61(6): 717-733 (1964).
- [17] Coull, A. ve Choudhury, J.R. “Analysis of Coupled Shear Walls”, Journal of American Concrete Institute, 64: 587-593 (1967).
- [18] Atımtay, E. “Çerçevesel ve perdeli betonarme sistemlerin tasarımı, Cilt 2”, ODTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ankara, 761-776 (2001).
- [19] Stafford Simith, B. ve Girgis, A. “Simple Analogous Frames for Shear Wall Analysis”, ASCE Journal of Structural Engineering, 110,2655-2666 (1984).
- [20] Çıtıptıoğlu, E., Yılmaz, Ç. ve Doğan, E. “Delikli betonarme perde duvarların elastik analizi”, Yapı Mekaniği Semineri 94, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 175- 187 (1994).
- [21] Macleod, I.A. “New Rectangular Finite Element for Shear Wall Analysis”, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, Structural Division, 95(ST3), 399-409 (1969).
- [22] Chan, H.C. ve Cheung, Y.K. “Analysis of Shear Walls Using Higher Order Finite Elements”, Building and Environment, 14: 217-224 (1979).

ÖZGEÇMİŞ

İmren BAŞAR, 16.03.1988'de Sakarya'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Sakarya'da tamamladı. 2006 yılında Atatürk Anadolu Lisesi'nden mezun oldu. 2008 yılında başladığı Sakarya Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü 2012 yılında bitirdi. 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılında Arifiye Belediyesi'nde İnşaat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. 2018 yılında Ege Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı'na tayin oldu.