

AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ÇERÇEVE VE PERDELİ TAŞIYICI SİSTEMLİ BETONARME YAPILARDA
MALİYET VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Ensar HİDİROĞLU

MAYIS 2017

TRABZON

AVRASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI

ÇERÇEVE VE PERDELİ TAŞIYICI SİSTEMLİ BETONARME YAPILARDA
MALİYET VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI

İnş. Müh. Ensar HİDİROĞLU

Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“İnşaat Yüksek Mühendisi”

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 05.05.2017

Tezin Savunma Tarih : 15.06.2017

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Basri ERTAŞ

Trabzon 2017

Avrasya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Ensar HİDİROĞLU tarafından hazırlanan

**ÇERÇEVE VE PERDELİ TAŞIYICI SİSTEMLİ BETONARME YAPILARDA
MALİYET VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI**

Başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 22 / 05 / 2017 gün ve 08 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda

YÜKSEK LİSANS TEZİ

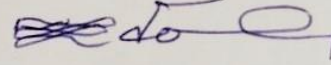
Olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

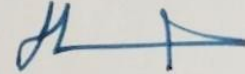
Başkan :Prof. Dr. Basri ERTAŞ



Üye :Prof. Dr. Ragıp ERDÖL



Üye :Yrd. Doç. Dr. Hasan Basri BAŞAĞA



Yrd. Doç. Dr. Fatma SÖYLEMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmam sürecinde, bilgi ve deneyimleri ile desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım Prof. Dr. Basri ERTAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bugünlere gelmemde maddi ve manevi en büyük pay sahibi olan aileme de teşekkürü bir borç bilirim.

Ensar HİDİROĞLU

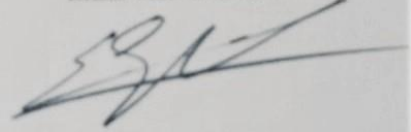
Trabzon 2017



TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum "Çerçeve ve Perdeli Taşıyıcı Sistemli Betonarme Yapılarda Maliyet Ve Performans Karşılaştırması" başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Basri ERTAŞ'ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Ensar HİDİROĞLU



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİL DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı.....	2
1.2. Çalışma Düzeni.....	2
2. BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEMLER.....	4
2.1. Çerçevesiz Sistemler.....	5
2.2. Perdeli sistemler.....	6
2.3. Eğik Elemanlı Çerçevesiz Sistemler.....	7
2.4. Karma Sistemler.....	8
2.5. Tüp Sistemler.....	8
3. PERDELER.....	10
3.1. Perde Türleri.....	10
3.1.1. Konsol Perdeler.....	10
3.1.2. Boşluklu Perdeler.....	11
3.2. Yönetmelik ve Standartlara Göre Perde Duvarlarla ilgili Konstrüktif Kurallar.....	12
3.2.1. Enkesit Koşulları.....	12
3.2.2. Perde Uç Bölgesi.....	13
3.2.3. Kritik Perde Yüksekliği.....	14
3.2.4. Gövde Donatı Koşulları ve Gövde Donatılarının Düzenlenmesi.....	15

3.2.5. Bağ Kirişli (Boşluklu) Perdelerle İlişkin Kural ve Koşullar.....	16
4. ÇERÇEVE SİSTEMLER.....	18
4.1. Çerçeve Elemanları.....	18
4.1.1. Kolon.....	18
4.1.1.1.Kolon Çeşitleri.....	18
4.1.2. Kiriş.....	20
4.1.3. Döşemeler.....	20
5. ÇERÇEVELİ SİSTEMLER İLE PERDE SİSTEMLERİN METRAJ VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI.....	22
5.1. Kullanılacak Programın Tanıtımı.....	22
5.2. Betonarme Yapı Modellerinin Tasarımı.....	22
5.3. Modellerle İlgili Kabuller.....	22
5.4. Modellerin Görünümleri ve Kat Planları Üzerinde Perde Yerleşim Yerlerinin Belirlenmesi.....	27
5.5. Modellerin Beton ve Donatı Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması	43
5.5.1. Beton Metraj Değerleri.....	43
5.5.2. Donatı Metraj Değerleri.....	44
5.6. Modellerin Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması.....	46
5.7. Modellerin Ağırlıkları ve Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması.....	55
5.7.1. Kesme Kuvvetlerinin Kolonlar ve Perdeler Arasındaki Dağılımı.....	60
5.8. Modellerin Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması.....	66
5.9. Modellerin İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması.....	68
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	71
7. KAYNAKLAR.....	73

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

**ÇERÇEVE VE PERDELİ TAŞIYICI SİSTEMLİ BETONARME YAPILARDA
MALİYET VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI**

Avrasya Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Basri ERTAŞ

MAYIS – 2017

Dünyada ve ülkemizde, betonarme binalarda depreme karşı perdeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Perdeler statik performans anlamında, çerçeve sistemlere göre daha kararlı davranışlar gösterebilmektedir. Bu çalışmanın amacı, çerçeveli ve perde – çerçeveli taşıyıcı sistemli betonarme binaların deprem davranışlarının ve metraj değerlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesidir.

Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada çerçeve sistem ve perde – çerçeveli sistemli betonarme yapıların, düşey ve yatay yükler altında statik hesabı ve metraj hesabı yapılmıştır. Beş tip yapısal sistem için karşılaştırmalar yapılmıştır. Çerçeve ve perdeli sistemli modeller, DBYBHY – 2007 ve TS 500 şartnamelerine uygun olarak tasarlanmış ve boyutlandırılmıştır. Çalışmaya konu olan yapılar bir zemin ve dokuz normal kattan oluşmakta olup kat yükseklikleri 2.80 metredir. Yapıların statik hesabında ideCAD 7 bilgisayar programı kullanılmıştır. Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Taşıyıcı sistemler hakkında bilgilere yer verilmiştir. DBYBHY – 2007 ve TS 500 şartnamelerine göre perdelerle ilişkin yapı kurallarından bahsedilmiştir. Gerekli kabuller yapıldıktan sonra, tasarımı tamamlanan modellerin analizleri yapılmıştır. Modellerin beton ve donatı metraj değerli, kat deplasmanları, yapı ağırlıkları, taban kesme kuvvetleri, kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sayısal incelemelerinde elde edilen sonuçlar özetlenmiş ve öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Çerçeve, Perde, Perdeli – çerçeveli sistemler

Master Thesis

SUMMARY

**COST AND PERFORMANCE COMPARISON OF STRUCTURES WITH
REINFORCED CONCRETE FRAMES AND WALLS**

Avrasya University

The Graduate School of Natural and Applied Sciences

Civil Engineering Graduate Program

Supervisor: Prof. Dr. Basri ERTAŞ

MAY – 2017

Reinforced concrete walls are widely used in the world and our country. The walls can show more stable behavior than the frame structural systems. The purpose of this thesis is to investigate earthquake behavior and quantity takeoff of frame structures and frame – wall structures.

In this thesis, static analysis and quantity takeoff of reinforced concrete frame structural systems and wall-frame structural systems are made under vertical and horizontal loads. Comparisons are made for five types of structures. Structures with reinforced concrete frames and walls are designed per DBYBHY – 2007 and TS500 standards. The structures have one ground floor and ten typical floors. All stories have 2,80 meters of height. The static analysis is made by ideCAD 7 static analysis program. This master thesis consists of six chapters. General information about structural systems and construction of reinforced concrete wall's rules are explained in this study. Quantity takeoff of structures, floor displacement and story drifts, the weight of structures, the base shear forces and second order effects are compared and discussed. The results of numerical evaluations are summarized and suggestions are given.

Key Words : Frame, Wall, Frame – wall systems

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Deprem bölgeleri haritası	1
Şekil 2. Taşıyıcı sistemlerin yatay yükler altında davranışları	4
Şekil 3. Çerçeve sistemli örnek bir yapı	5
Şekil 4. Taşıyıcı sistemi perde duvarlardan oluşan bir yapı planının şematik görünümü	6
Şekil 5 Eğik elemanlara sahip çerçeveli bir betonarme yapı	7
Şekil 6. Çerçeve ve perde duvarlı bir sistemin şematik görünümü	8
Şekil 7. Tüp çerçeve bir yapı planının şematik görünümü	9
Şekil 8. Konsol Perde	11
Şekil 9. Boşluklu Perde Duvar	12
Şekil 10. Perde uç bölgeleri ilgili konstrüktif kurallar	14
Şekil 11. Perde duvar yatay gövde donatıları düzenlenmesi ile ilgili kurallar	16
Şekil 12. Bağ kirişli perde tabanında oluşan eğilme momentleri	17
Şekil 13. Basit etriyeli, fretli ve birleşik kolonlar	19
Şekil 14. Kirişle ilgili konstrüktif kurallar	20
Şekil 15. Döşeme Türleri	21
Şekil 16. Modellerin Giriş (Ön) Cephesi Görünümü	27
Şekil 17. Model 1 Kolon Aplikasyon Planı	28
Şekil 18. Model 1 Kalıp Planı	29
Şekil 19. Model 1 3D Görünümü	30
Şekil 20. Model 2 Kolon Aplikasyon Planı	31
Şekil 21. Model 2 Kalıp Planı	32
Şekil 22. Model 2 3D Görünümü	33
Şekil 23. Model 3 Kolon Aplikasyon Planı	34
Şekil 24. Model 3 Kalıp Planı	35
Şekil 25. Model 3 3D Görünümü	36
Şekil 26. Model 4 Kolon Aplikasyon Planı	37
Şekil 27. Model 4 Kalıp Planı	38

Şekil 28. Model 4 3D Görünümü	39
Şekil 29. Model 5 Kolon Aplikasyon Planı	40
Şekil 30. Model 5 Kalıp Planı	41
Şekil 31. Model 5 3D Görünümü	42
Şekil 32. Kullanılan Modeller İçin Hesaplanan Beton Metrajları	43
Şekil 33. Modellere Göre Beton Metraji Değişimi	43
Şekil 34. Kullanılan Modeller İçin Hesaplanan Donatı Metrajları	44
Şekil 35. Modellere Göre Donatı Metraji Değişimi	44
Şekil 36. Modellere Göre Beton Maliyeti Değişimi	45
Şekil 37. Modellere Göre Donatı Maliyeti Değişimi	46
Şekil 38. Modellerin Yer Değiştirme – Kat Sayısı Grafiği	53
Şekil 39. Modellerin Yer Değiştirme – Kat Sayısı Grafiği	54
Şekil 40. Modellerin X Yönünde Uygulanan Eşdeğer Deprem Yüğü – Kat Sayısı Grafiği.....	59
Şekil 41. Modellerin Y Yönünde Uygulanan Eşdeğer Deprem Yüğü – Kat Sayısı Grafiği.....	59
Şekil 42. Modellerin X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı Grafiği	65
Şekil 43. Modellerin Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı Grafiği	66
Şekil 44. Modellerin X Yönünde Göreli Öteleme – Kat Sayısı Grafiği	67
Şekil 44. Modellerin Y Yönünde Göreli Öteleme – Kat Sayısı Grafiği	68
Şekil 46. Modellerin X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri – Kat Sayısı Grafiği	69
Şekil 47. Modellerin Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri – Kat Sayısı Grafiği	70

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Etkin Yer İvmesi Katsayısı	23
Tablo 2. Spektrum Karakteristik Periyotları	23
Tablo 3. Bina Önem Katsayısı	24
Tablo 4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	25
Tablo 5. Hareketli Yük Katılım Katsayısı	26
Tablo 6. Betonun Mekanik Özelliği	26
Tablo 7. Donatının Mekanik Özelliği	26
Tablo 8. 1.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	47
Tablo 9. 1.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	48
Tablo 10. 2.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	48
Tablo 11. 2.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	49
Tablo 12. 3.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	49
Tablo 13. 3.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	50
Tablo 14. 4.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	50
Tablo 15. 4.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	51
Tablo 16. 5.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	51
Tablo 17. 5.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi	52
Tablo 18. Modellere Ait Yapı Toplam Ağırlıkları	55
Tablo 19. Model 1 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri	56
Tablo 20. Model 2 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri	56
Tablo 21. Model 3 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri	57

Tablo 22. Model 4 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri	57
Tablo 23. Model 5 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri	58
Tablo 24. Model 1 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	60
Tablo 25. Model 1 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	60
Tablo 26. Model 2 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	61
Tablo 27. Model 2 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	61
Tablo 28. Model 3 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	62
Tablo 29. Model 3 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	62
Tablo 30. Model 4 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	63
Tablo 31. Model 4 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	63
Tablo 32. Model 5 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	64
Tablo 33. Model 5 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı.....	64

SEMBOLLER DİZİNİ

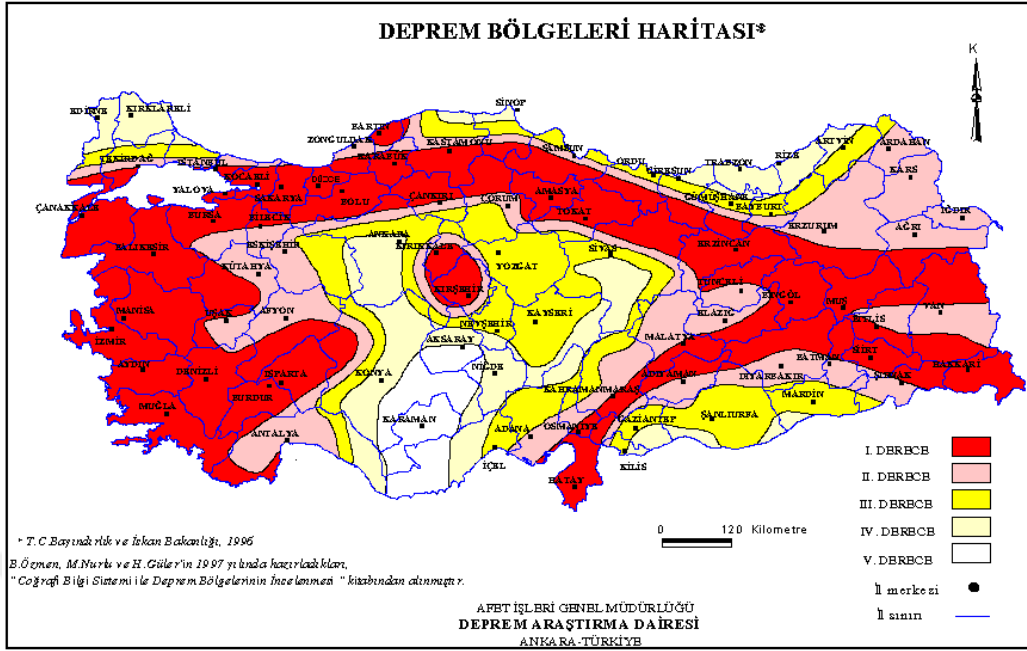
A_c	: Kiriş kesit alanı
A_g	: Perde enkesit alanı
A_O	: Etkin yer ivmesi katsayısı
A_P	: Kat alanı
b	: Perde genişliği
b_w	: Perde kalınlığı
DBYBHY-2007	: Deprem bölgesinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik – 2007
dx	: Kat kütle merkezinin x yönü deplasmanı
dy	: Kat kütle merkezinin y yönü deplasmanı
f_{ck}	: Betonun karakteristik basınç dayanımını
f_{ctd}	: Betonun hesap çekme dayanımı
F_{wi}	: İ'nci katta bağ kirişli perde sistemine etkiyen deprem yükü
H	: Perde yüksekliği
h	: Kat yüksekliği
H_{cr}	: Kritik perde yüksekliği
H_w	: Toplam perde yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
l_w	: Perde uzunluğu
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
N_d	: tasarım aksenal kuvveti
R	: Taşıyıcı sistem Davranış Katsayısı
T_A, T_B	: Spektrum karakteristik periyotları
V_t	: Yapıya etkiyen deprem yükü
α	: Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık

1. GİRİŞ

Ülkemiz, deprem kuşaklarının yer aldığı bir coğrafya üzerinde bulunmaktadır. Ayrıca nüfus artış hızı dikkate alındığında, yüksek katlı binalar ihtiyaç haline gelmiştir. Yüksek katlı yapıların ihtiyaç haline gelmesinin başlıca sebebi, barınma ihtiyacı için gerekli alanların yetersiz olmasıdır. Özellikle büyük şehirlerde, arsa olanaklarının kısıtlı olduğu, talebin ve arsa fiyatlarının yüksek olduğu durumlarda, yüksek katlı yapılar ekonomik açıdan daha avantajlı olabilmektedir.

Yapıların ömürleri içindeki en büyük etkiler genelde deprem ile oluşmaktadır. Ülkemiz alanının % 92' si, nüfusun % 95'i, büyük sanayi merkezlerinin % 98'i ve barajların %93'ü sismik hareketler açısından oldukça aktif bir bölgede yer almaktadır. Sosyal ve ekonomik sorunlar büyük şehirlere göçü artırmış ve buralarda yüksek yapı yapma zorunluluğunu doğurmuştur[1].

Ülkemiz değişik deprem riskine bölünmüş olsa da, deprem riski açısından dünyanın önde gelen ülkelerindedir. Şekil 1'de görüldüğü üzere Türkiye coğrafyası deprem tehlikesi bakımından beş bölgeye ayrılmaktadır. Ülke nüfusunun yarısından fazlası, 1. Derece deprem bölgeleri üzerinde kurulan şehirlerimizde yaşamaktadır. Yaşanacak olası depremlerin oluşturacağı hasarları azaltmanın en önemli yolu her yapının depreme dayanıklı olacak şekilde projelendirilmesi ve inşa edilmesidir. Depreme dayanıklı yapı inşa etmek için gereken temel kurallar, ilgili yönetmelik ve standartlarda belirlenmiştir.



Şekil 1. Deprem bölgeleri haritası [2]

1.1. Tezin Amacı

Bu çalışma, 11 katlı konut ve iş yeri türündeki betonarme bir binaya gelen yatay ve düşey yüklerin, çerçeve ve perde – çerçeve sistemlerde taşıyıcı yapı elemanlarına dağılımlarını incelemektir. Salt çerçeve olarak tasarlanmış sistemin 5 farklı model ile kolonların kademeli ve simetrik olarak perdelerle dönüştürülmesiyle yapıya gelen yüklerin taşıyıcı elemanlara dağılımını incelemek ve performans ve yapım ekonomikliği açısından karşılaştırmaktır. Statik ve dinamik analizlerin yapılmasında, ideCAD Statik 7 programından faydalanılacaktır. Bu yapılar arasında, maliyet ve yapıya gelen yükler altındaki performanslar açısından en uygun tasarımın hangisi olduğu araştırılacaktır.

1.2. Çalışmanın Düzeni

İkinci bölümde, yurdumuzda ve dünyada kullanılan betonarme taşıyıcı sistemler hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, betonarme perdeler ve perde türleri hakkında bilgilere yer verilmiş, ilgili yönetmelik ve standartlara göre perdelerle ilişkin yapım kurallarından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde, geleneksel çerçeve elemanları olan kolon, kiriş ve döşemelere ilişkin hususlar açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, modellerin tasarımı ve yapılan kabuller hakkında bilgilere yer verilmiştir. Gerekli analizler ve hesaplamalar yapılarak, modellerin beton ve donatı metraj değerleri, kat deplasmanları, yapı ağırlıkları ve taban kesme kuvvetleri, kesme kuvvetlerinin perde ve kolon üzerindeki dağılımı, görelî kat ötelemeleri ve ikinci mertebeye etkileri karşılaştırılmıştır.

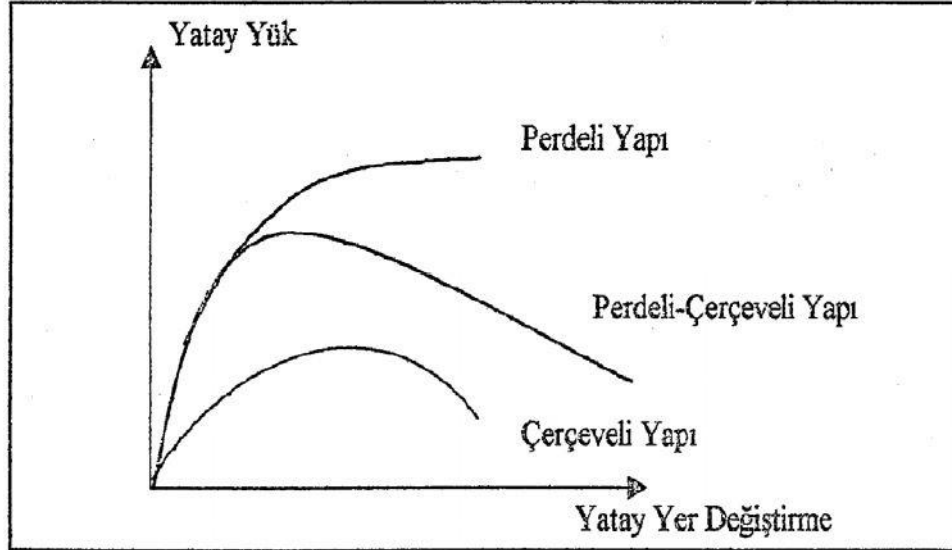
Altıncı bölümde ise elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve sonuçlar özetlenmiş, bulunan sonuçlar doğrultusunda öneriler sunulmuştur.



2. BETONARME YAPILARDA TAŞIYICI SİSTEMLER

Her yapı, doğal ve yapay yüklerin etkisi altında stabil kalabilmeli, dayanım ve işlevsellik şartlarını zorlamadan bu yükleri zemine aktarabilmelidir. Öncelikle yapı, bir bütün olarak düşünölmeli, üzerine etkiyebilecek zorlamalara uygun bir geometriye sahip olmalıdır. Bir taşıyıcı sistem genel olarak, düşey ve yatay yükler tarafından zorlanmaktadır. Yapı üzerinde sürekli bulunan öz ve ölü yükler, düşey yüklerin önemli bölümünü meydana getirirler. Ancak, taşıyıcı sistem seçilirken düşey yüklerle birlikte yatay yüklerinde düşünölmeli gereklidir[3].

Her betonarme yapıda, sabit ve hareketli yükleri zemine aktaran bir taşıyıcı sistem vardır. Betonarme yapılarda yükler, döşeme ve kirişler ile çerçevelere aktarılmaktadır. Rüzgâr ve deprem kuvvetleri gibi yatay yükler, çerçeveler tarafından alınır ve zemine aktarılırlar. Şekil 2’de çerçeve, perde ve perdeli - çerçevesel yapı sistemli binalara ait, yatay yükler altında yaklaşık yer değıştirmeler görölmektedir.



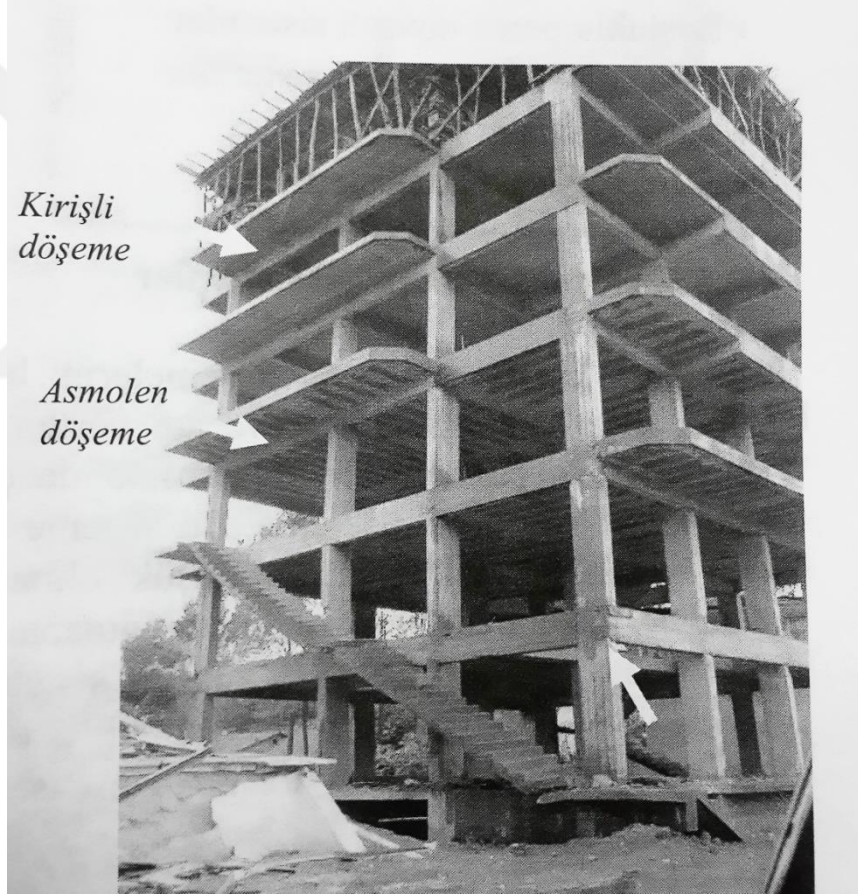
Şekil 2. Taşıyıcı sistemlerin yatay yükler altında davranışları [4]

Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemler çerçeve, perde ve perde ve çerçevesinin beraber kullanılmasından oluşabilirler. Betonarme taşıyıcı sistemler genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

2.1 Çerçevesel Sistemler

Kolon ve kirişlerin kat seviyelerindeki düğüm noktalarının birleştirilmesi ile oluşturulan; az katlı binaların yapımında kullanılan sistemlerdir. Uygulamada çok yaygın olarak kullanılan geleneksel çerçeve sistemler yatay yüklerin etkisinde fazla miktarda yer değiştirme yapabilmektedirler. Ancak bu sistemlerde genellikle gevrek olan kesme kırılmaları oluşmamaktadır.

Salt çerçevesel olarak tasarlanan taşıyıcı sistemlerde yapı yüksekliği arttıkça, yatay yükler altında yer değiştirmeler bakımından istenen şartlar perdelerin yardımı olmadan sağlanamayabilir. Şekil 3'te çerçevesel sistemli örnek bir yapı görülmektedir.



Şekil 3. Çerçeve sistemli örnek bir yapı [5]

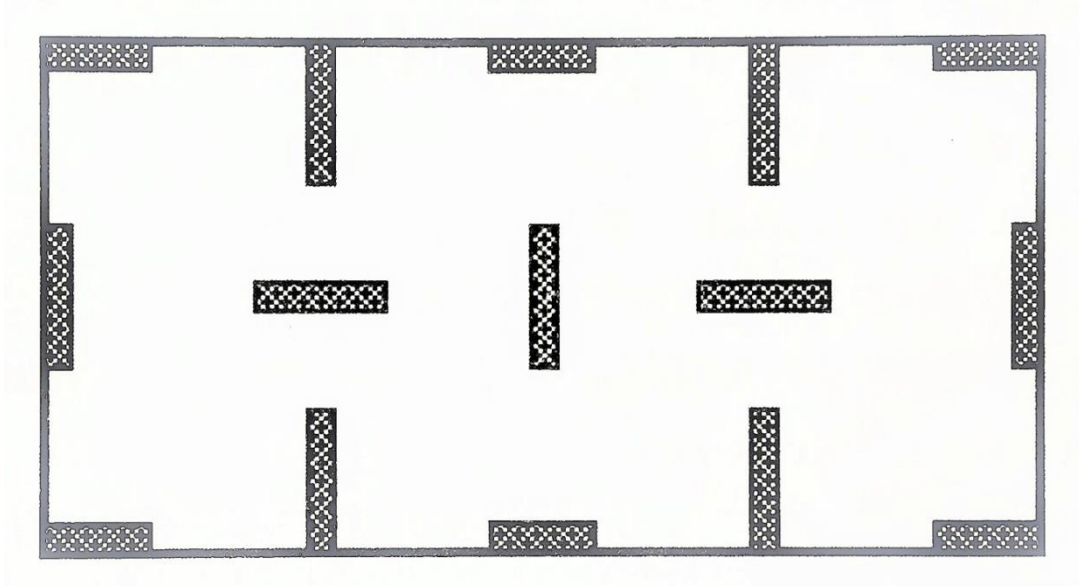
Çerçeveler, kolon ve kirişlerin birleşmesi ile meydana gelen ve daha çok düşey yük taşıyıcı elemanlarıdır. Bunlar, donatılarının iyi düzenlenmesi koşuluyla, yükseklikleri 25 metreyi geçmeyen yapıların yatay yüklere karşı, yönetmeliklerde öngörülen emniyetlerinin sağlanmasında da kullanılabilir. Çerçevelerin süneklikleri oldukça yüksek olduğundan, deprem yükleri gibi yatay yükler altında büyük bir enerji tüketme kapasitesine

sahiptirler. Bunlardan kolon ve kirişleri aynı düzlem içinde olanlar düzlem çerçeve, farklı düzlemler olanlar ise uzay çerçeve olarak adlandırılmaktadır. Çerçeveler yatay yük altında fazla miktarda yer değiştirme yapabilirler[6].

2.2 Perdeli sistemler

Çerçevesiz sistemler kadar olmasa da, uygulamada yine yaygın olarak kullanılan betonarme perdeler, çok rijit olduklarından, yapılarda kesit etkilerinin oluşmasına neden olan katlar arasındaki rölatif yer değiştirmeleri sınırlandırabilmektedirler.

Perdeler, deprem ve rüzgâr gibi yatay yüklerin taşınmasında önemli rol oynamaktadır. Yüksek katlı binalarda perdelerin kullanılması, yapı maliyetinin düşürülmesi konusunda yarar sağlayabilir. Ayrıca kolon sayısının fazla olması ve boyutunun büyük olmasından kaynaklanan mimari olumsuzlar, sistemin perde duvarlı olarak tasarlanması ile giderilebilir. Şekil 4'te taşıyıcı sistemi perde duvarlardan oluşan bir yapının planı şematik olarak görülmektedir.

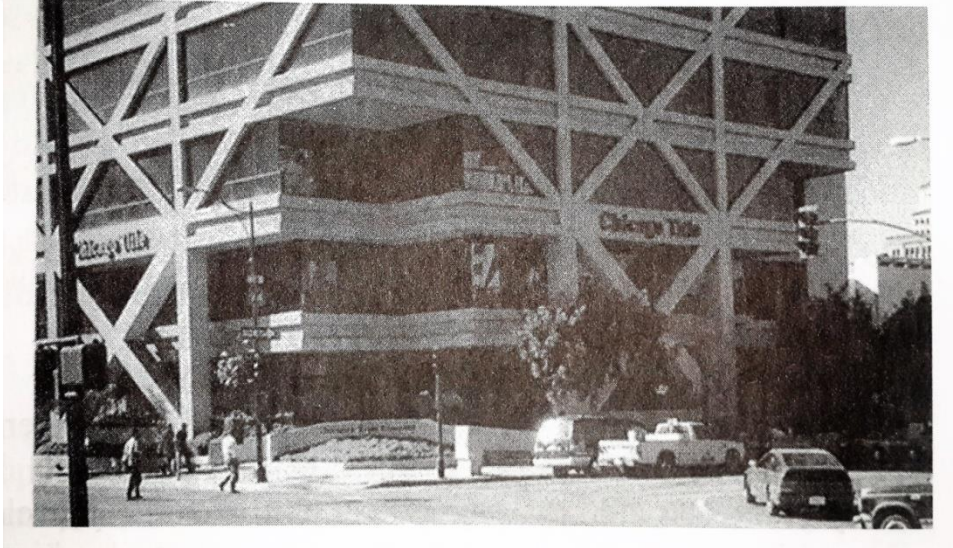


Şekil 4. Taşıyıcı sistemi perde duvarlardan oluşan bir yapının planının şematik görünümü[5]

Perdelerin elastik enerji tüketme güçleri, salt çerçevesiz yapılara göre önemli miktarda yüksek olup, plastik enerji tüketme güçleri aynı düzeyde yüksek değildir. Çerçevesiz yapılara göre süneklikleri daha az olan perde duvarlarının hafif ve orta şiddetli depremlerde yatay ötelenmeleri çok sınırlı olmaktadır. Yapı içindeki eşyalarda ve taşıyıcı olmayan yapı elemanlarında hemen hemen hiç hasar olmaması; müze, hastane, telefon santrali, okul gibi önemli yapıların salt perde duvarlı tasarlanmasını gerektirmektedir [6].

2.3 Eğik Elemanlı Çerçevesi Sistemler

Yapının rijitliğini artırmak dolayısıyla da yatay yer değiştirmesini azaltmak amacıyla kullanılan sistemlerden biri olan eğik elemanlar, yapının içinde inşa edilebileceği gibi dışında da inşa edilebilmektedir. Rijitleştirici elemanların düzenlenmesinde yapının burulma etkisinde kalmaması için simetrisinin korunması, bu elemanların mümkün mertebe yapının dış cephelerine yerleştirilmesi, yapının yüksekliği boyunca, ani rijitlik değişimi oluşturmamak için sürekli olması gibi birçok hususun dikkate alınması gerekmektedir. Eğik elemanların kullanımı, özellikle kapı, pencere, v.b. yerler için boşlukların bırakılmasında zorluk oluşturabileceğinden, sınırlı olmaktadır. Eğik elemanlar binanın diğer fonksiyonlarına engel olmayacak şekilde yapıya yerleştirilmelidirler. Şekil 5'te eğik elemanlara sahip, çerçevesi bir betonarme yapıya örnek görülmektedir.



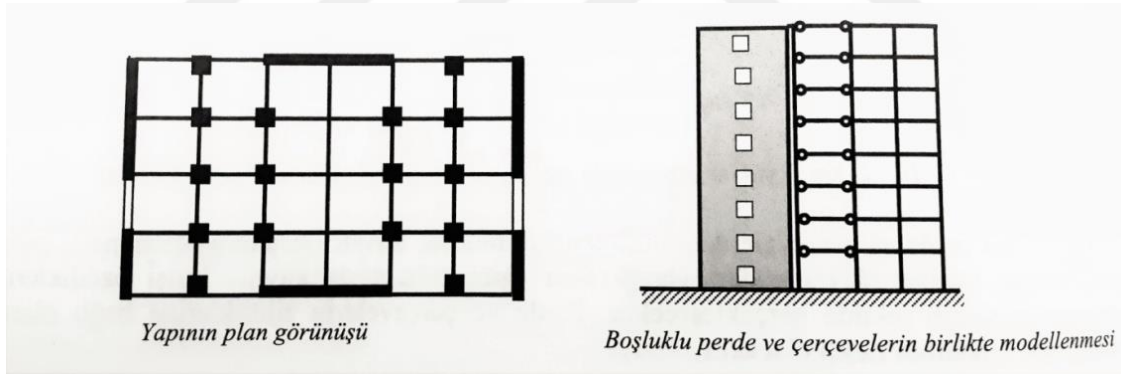
Şekil 5 Eğik elemanlara sahip çerçevesi bir betonarme yapı [5]

Yatay yüklere karşı bir çerçeveyi desteklemek için birçok yol olmasına karşın, ilk olarak çapraz takviye sisteminin tercih edildiği çerçeveleri ifade etmek için eğik elemanlar terimi kullanılır. Bu elemanlar yapının rijitliğini arttırmak böylece yatay yer değiştirmeleri azaltmak amacıyla kullanılan kolon ve kirişlerle 90 dereceden farklı açı yapan elemanlardır. Yapıya betonarme perde duvarların eklenmesi, yapının ağırlığını ve dolayısıyla yapıya gelen deprem kuvvetlerini artırmaktadır. Bu artıştan kaçınmak ya da yapının ağırlığını arttırmadan rijitliğini ya da sünekliğini artırmak için çerçeve boşlukları arasına diyagonal elemanlar konularak güçlendirme yapılmaktadır[6].

2.4 Karma Sistemler

Bu sistemler, diğer taşıyıcı sistemlerden iki veya daha fazlasının birlikte kullanılmasıyla elde edilmektedirler. Karma sistemli yapılar genellikle çerçeve sistem ile betonarme perdelerin birlikte kullanılması suretiyle oluşturulmaktadır. Bu nedenle bunlar çerçeve sistem ile betonarme perde sistem yapılar arasında bir sistem olarak dikkate alınabilirler.

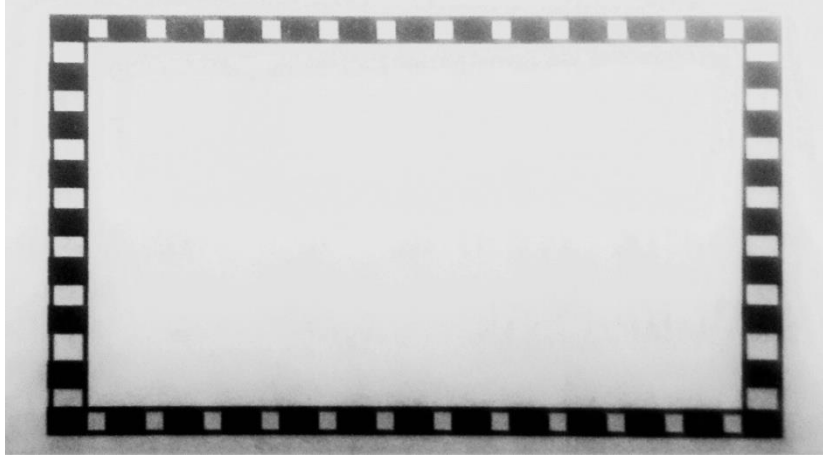
İyi tasarlanmış bir çerçeve – perde karışımı olan karma sistemde, deprem kuvvetleri çerçeveler ve perdeler tarafından bir etkileşim içinde taşınırlar. Deprem perdeleri yapının yatay ötelenme rijitliğini artırır, depremin yol açtığı ötelenme miktarını azaltır, deprem kuvvetlerinin çok büyük bir bölümünü karşılar ve kolonlar üzerindeki süneklik talebini azaltır. Talihsiz Marmara Depremi'nin de gösterdiği gibi, bir yapının deprem etkisi altında çökmesine neden olan ana faktör, kolonların süneklik talebini karşılayamamış olmasıdır[7]. Şekil 6'da çerçevesiz – perde duvarlı bir sistemin birlikte kullanılması ile oluşan karma sistem örneği görülmektedir.



Şekil 6. Çerçeve ve perde duvarlı bir sistemin şematik görünümü [5]

2.5 Tüp Sistemler

Yapı yüksekliğinin 30 kattan daha fazla olması durumunda, perde - çerçeve sistemler yeterli yatay rijitliği sağlayamazlar ve bunun bir sonucu olarak, yapı ekonomik olarak çok pahalı ve/veya inşaat teknolojisi açısından zor olmaya başlamaktadır. Bu durumda tüp sistemler seçenek olarak görülmektedir[5]. Şekil 7'de tüp çerçeve bir yapının planı şematik olarak görülmektedir.



Şekil 7. Tüp çerçeve bir yapı planının şematik görünümü [5]

Son yıllarda yüksek yapılarda tüp sistemlerin kullanılması hızlı yaygınlaşmaktadır. Tüp sistemler, tek tüp, iç içe tüp ve bir araya getirilmiş tüplerden oluşabilirler. Tüp sistemin, özellikle iç içe tüplerin, deprem dayanımı çok yüksektir. Bu tür sistemlerin diğer bir avantajı da, sistemin rijitliği nedeni ile yer değiştirmelerin çok düşük düzeyde kalmasıdır[8].

3. PERDELER

Perdeler, uzun kenarının kalınlığına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı elemanlardır. Perdeler, yatay yüklerin taşınmasında etkili olarak kullanılırlar. Deprem bölgelerinde yapılan perdeler, hem yapının yatay yük kapasitesini artırarak hem de yer değiştirmeleri en aza indirerek yapısal olmayan elemanlarda, hasarları önlemeleri bakımından etkili davranmaktadırlar.

Perdeler, bağ kirişleri ile birbirine bağlanan boşluklu türden veya boşluksuz türden olabilmektedir. Perdeli sistemlerde kapı, pencere boşlukları bırakılması nedeni ile düşeyde süreksizlik meydana gelen perde elemanlar, boşluklu perdeler olarak tanımlanmaktadır. Betonarme bir yapıda perde duvarlar, düşeyde herhangi bir boşluk içermiyorsa, boşluksuz (konsol) perdeler olarak tanımlanmaktadır.

Perdelerin diğer perdelerle ya da diğer yapı elemanı ile birleştikleri noktalarda, birlikte çalışmayı sağlayacak biçimde donatı bağlantısı yapılmalıdır. Perdeler yatay yükler altında meydana gelecek momentleri, eksenel kuvvetleri ve kesme kuvvetlerini taşıyabilecek şekilde projelendirilmelidir.

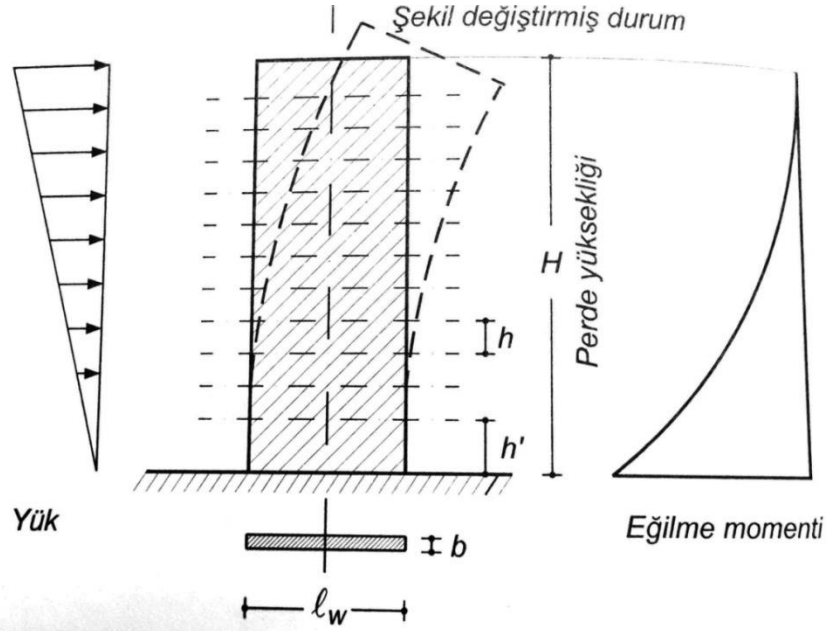
Perdeler kolonlara göre rijitliklerinin büyük olması nedeniyle yatay yüklerin önemli bir kısmını karşılarlar ve kesitlerinde önemli eğilme momenti meydana gelir. Buna karşılık kolon ve perdeler civarında bulunan açıklıkların birbirinden çok farklı olmaması normal kuvvetlerinin birbirine yakın olarak oluşmasına sebep olur. Sonuç olarak, depreme etkisinde kolon kesitlerinde normal kuvvet ve eğilme momenti beraberce etkili olurken, perde kesitlerinde esas olarak eğilme momenti etkili olur[9].

3.1 Perde Türleri

3.1.1 Konsol Perdeler

Perdeler yatay yükler altında konsol kiriş gibi davranırlar. Perdeler, kat seviyesinde döşemelerle rijit olarak bağlandığından, ince kesitlerine rağmen yanal burkulma tehlikesi minimum seviyededir. Perdelerde, burkulmaya neden olan kritik boy olarak perde yüksekliği yerine, kat yüksekliğinin kabul edilmesi uygundur. Konsol perdeler yatay yüklerden oluşan eğilme momenti yanında, düşey yüklerden gelen eksenel normal

kuvvetin de etkisi altındadır[1]. Şekil 8’de gösterilen yüksek bir yapıda bulunan perde, yatay yükler altında konsol bir kiriş gibi davranmaktadır.



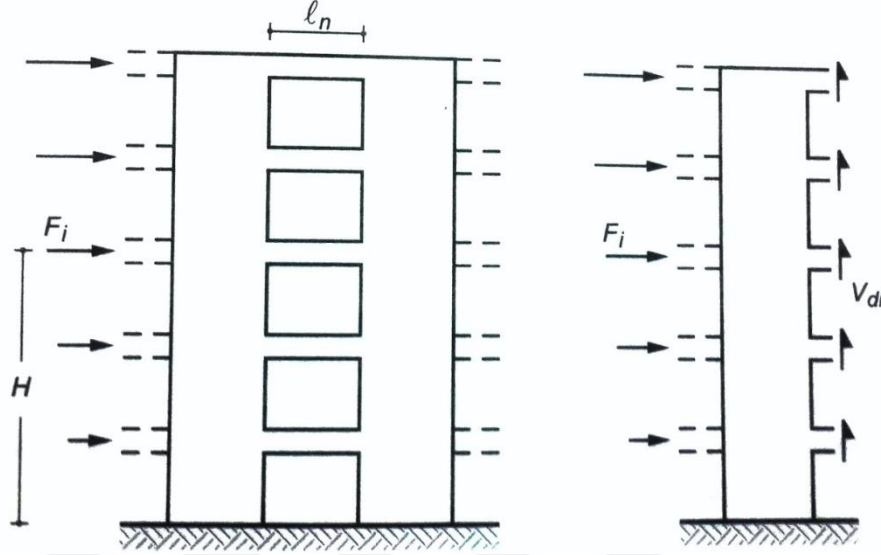
Şekil 8. Konsol Perde[10]

3.1.2 Boşluklu Perdeler

Kapı ve pencere için perde duvarda boşluk bırakılması durumunda boşluklu perde duvarlar ortaya çıkmaktadır. Bu boşluklu perde duvarlı sistemler, çerçeveli sistemlerin davranışı ile perde duvarlı sistemlerin davranışı arasında bir davranış göstermektedirler. Boşluklu perde sistemi, kolon rijitliklerinin kiriş rijitliklerine göre daha büyük olan bir çerçeve sistemi gibi düşünülebilir.

Bilindiği gibi boşluklu perdeler, rüzgâr ve/veya deprem gibi dış etkilerden kaynaklanan yatay yükleri güvenle taşımaları açısından çok katlı yapıların tasarımında sıklıkla kullanılan yapısal elemanlardır. Boşluklu perdeler, kat hizalarında birbirine döşemeler ile bağlanmış dolu perdeler olarak dikkate alınabilir; bu bağ elemanları kimi kez döşeme plağının bir kısmı, kimi kez çubuk davranışında kirişler, kimi kez de çubuk davranışına uymayan perde parçalarıdır. Bu tür sistemlerin tasarımında, çoğu kez, bağ elemanlarının plastik şekil değiştirmelerine izin verilir. Bu yaklaşım, boşluklu perdelerin sünekliğini ve enerji yutma kapasitesini artırarak, yapının iç kuvvetlerini küçültür. Bu bağlamda, boşluklu perdeler, yatay yüklere karşı yeterli dayanım ve rijitlik sağlamakta

üstün performanslı yapı elemanlarının başında sayılır[10]. Boşluklu perde duvarlardan oluşan bir sistem şematik olarak şekil 9’da gösterilmektedir.



Şekil 9. Boşluklu Perde Duvar [9]

3.2 Yönetmelik ve Standartlara Göre Perde Duvarlarla ilgili Konstrüktif Kurallar

DBYBHY-2007 ve TS 500’ de uzun kenarının, kalınlığına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı elemanlar perde olarak tanımlanmaktadır.

3.2.1 Enkesit Koşulları

Perdeler, planda uzun kenarının, kalınlığına oranı en az 7 olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. Perdelerin planında küçük olan kesit (b_w) perde kalınlığı, büyük olan kesit (l_w) perde uzunluğu olarak tanımlanmaktadır.

Taşıyıcı sistemi sadece perdelerden oluşan binalarda, aşağıdaki denklem ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanması durumunda perde kalınlığı, binadaki en yüksek katın yüksekliğinin $1/20$ ’ sinden ve 150 mm ’ den az olmayacaktır[11].

$$\sum A_g / \sum A_P \geq 0.002$$

$$V_t / \sum A_g \leq 0.5 f_{ctd}$$

Burada $\sum A_g$ herhangi bir katta, deprem doğrultusuna paralel doğrultunda perde taşıyıcı sistem elemanlarının toplam enkesit alanlarını, $\sum A_P$ binanın katlarının plan alanlarının toplamını, V_t yapıya etkiyen deprem yükünü göstermektedir. f_{ctd} ise betonun hesap çekme dayanımıdır.

3.2.2 Perde Uç Bölgesi

Perdeler, yatay yüklerden oluşan eğilme momenti etkisi altındadır. Perde uç bölgeleri, eğilme momenti etkisinde en fazla zorlanan kısımlardır. Deprem yönetmeliği gereği, H_w toplam perde yüksekliğinin, l_w perde uzunluğuna oranı, ikiden büyük ($H_w / l_w > 2$) olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulmaktadır.

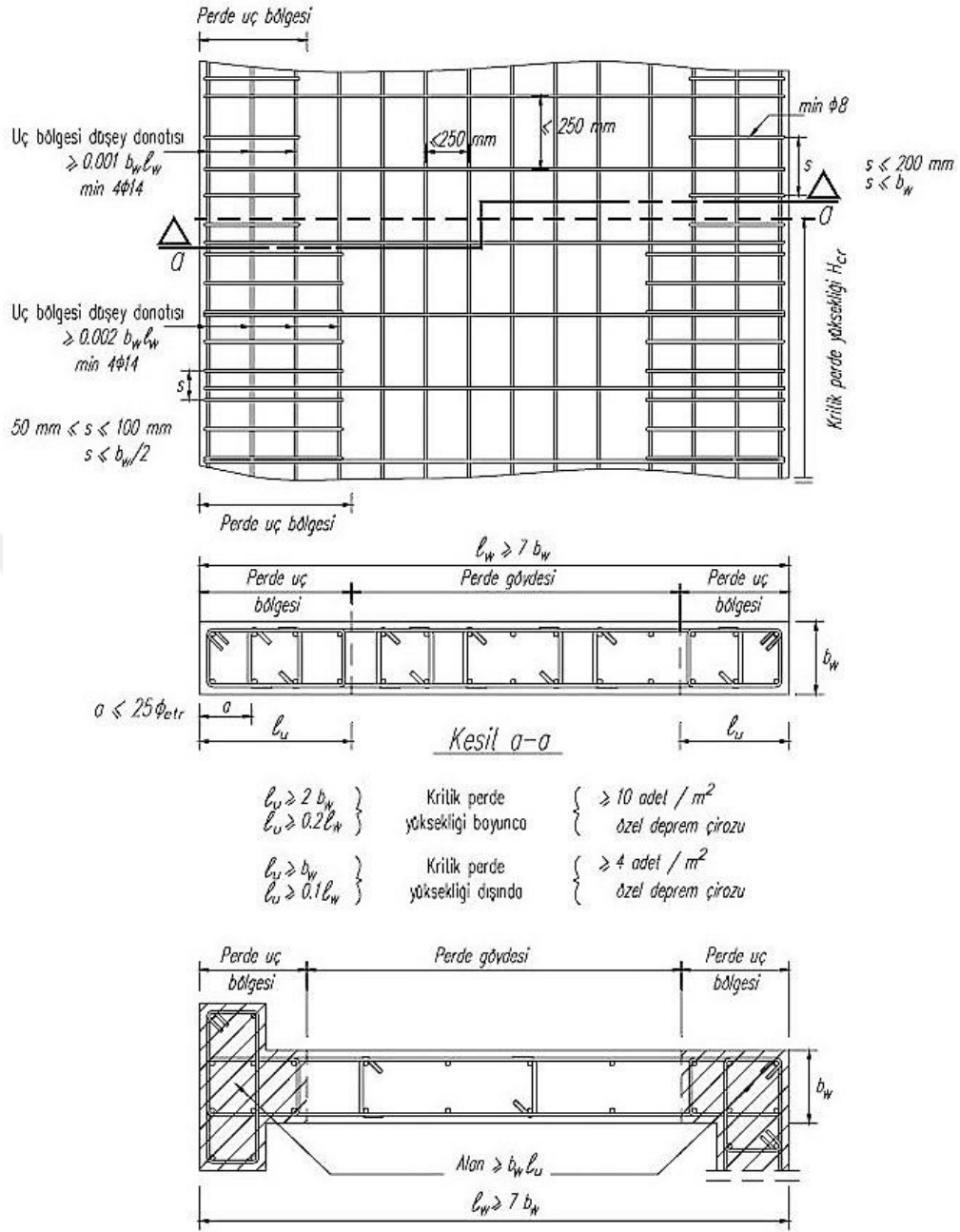
Her iki ucunda adeta kolonlar oluşturulan perde uç bölgelerinin, perdenin eğilme momenti kapasitesini artırmak, perdeye saplanan kirişler için gerekli mesnedi sağlamak gibi önemli görevleri vardır.

Perde uç bölgelerindeki düşey donatılar, aşağıdaki kurallara uyularak, kolonlarda olduğu gibi etriyeler ve/veya çirozlardan oluşan enine donatılarla sarılacaktır[11].

a) Uç bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm' den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık α , etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olmayacaktır.

b) Düşey doğrultuda etriye ve/veya çiroz aralığı perde kalınlığının yarısından ve 100 mm' den daha fazla, 50 mm' den daha az olmayacaktır. Bu donatılar, temelin içinde de en az perde kalınlığının iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

Şekil 10'da perde uç bölgelerindeki donatılara ve perde çirozlarına ilişkin koşullar şematik olarak görülmektedir.



Şekil 10. Perde uç bölgeleri ilgili konstrüktif kurallar [11]

3.2.3 Kritik Perde Yüksekliği

Temel üstünden ya da perdenin plandaki uzunluğunun %20 den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren ölçülen perdenin boyu, toplam perde yüksekliği olarak tanımlanmaktadır.

Kritik perde yüksekliği, $2l_w$ değerinin aşmamak üzere aşağıdaki bağıntıda verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde belirlenecektir[11].

$$H_{cr} \geq l_w$$

$$H_{cr} \geq H_w / 6$$

Burada, H_{cr} , kritik perde yüksekliği, H_w , toplam perde yüksekliği, l_w ise perde uzunluğudur.

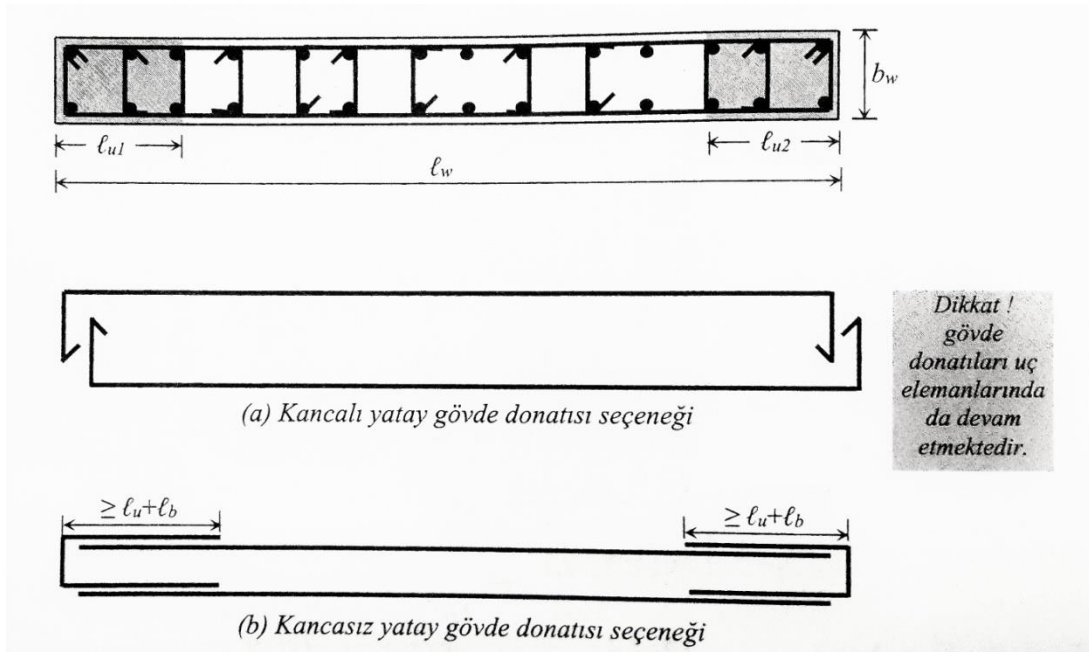
3.2.4 Gövde Donatı Koşulları ve Gövde Donatılarının Düzenlenmesi

Deprem yönetmeliğine göre, perdelerin planda her iki ucunda adeta kolonlar oluşturulan perde uç bölgelerinin arasında kalan perde kısmı, perde gövdesi olarak tanımlanmaktadır. H_w , toplam perde yüksekliğinin, l_w , perde uzunluğuna oranı ikiden küçük ($H_w / l_w \leq 2$) olduğu, yani perdenin her iki ucunda perde uç bölgelerinin oluşturulmadığı durumda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak dikkate alınmaktadır.

Perdelerin yatay gövde donatıları iki farklı şekilde düzenlenebilmektedir.

- a) Yatay gövde donatıları, etriyelerle sarılı perde uç bölgesinin sonunda 90 derece kıvrılarak karşı yüzde köşedeki düşey donatıya 135 derecelik kanca ile bağlanacaktır[11].
- b) Yatay gövde donatılarının perde ucunda 90 derece kıvrım yapılmaksızın bitirilmesi durumunda, perdenin her iki ucuna gövde donatısı ile aynı çapta olan \supset biçiminde yatay donatılar yerleştirilecektir. Bu donatılar, perde uç bölgesinin iç sınırından itibaren perde gövdesine doğru en az kenetlenme boyu kadar uzatılacaklardır[11].

Şekil 11'de perde duvar yatay gövde donatıları düzenlenmesi şematik olarak görülmektedir.



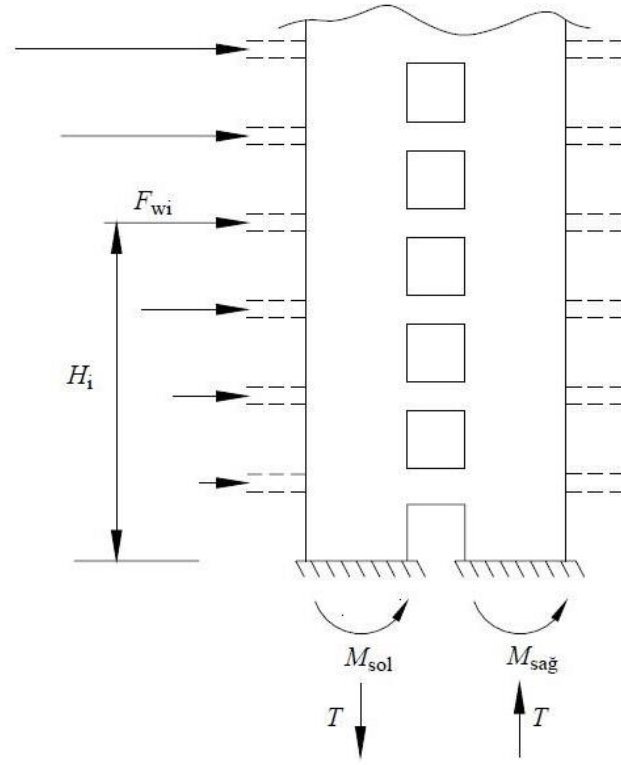
Şekil 11. Perde duvar yatay gövde donatıları düzenlenmesi ile ilgili kurallar [11]

3.2.5 Bağ Kirişli (Boşluklu) Perdelere İlişkin Kural ve Koşullar

Boşluksuz perdeler için uygulanan kural ve koşullar, bağ kirişli perdelerle ilişkin kural ve koşullar için de geçerli olmaktadır.

Göz önüne 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[11].

Şekil 12'de bağ kirişli perde tabanında oluşan eğilme momentleri kontrolü şematik olarak görülmektedir.



$$(M_{sol} + M_{sağ}) \leq 2/3 \sum (F_{wi} \cdot H_i)$$

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

Şekil 12. Bağ kirişli perde tabanında oluşan eğilme momentleri [11]

4. ÇERÇEVE SİSTEMLER

Geleneksel çerçeveli sistemler, az katlı yapılarda yatırım maliyetlerinin düşük olması sebebiyle ülkemizde en yaygın kullanılan sistemlerdir. Çerçeveler, kolon ve kirişlerin kat seviyelerindeki düğüm noktalarında birleştirilmesi ile oluşturulan; az katlı binaların yapımında kullanılmaktadır. Uygulamada çok yaygın olarak kullanılan geleneksel çerçeve sistemler yatay yüklerin etkisinde fazla miktarda yer değiştirme yapabilmektedirler. Ancak bu sistemlerde genellikle gevrek olan kesme kırılmaları oluşmamaktadır.

Çerçeve sistemli yapılar, deprem etkisinde kaldıkları zaman, yatay yükleri düğüm noktalarındaki elemanların rijitlikleri ile karşılamaktadır. Çerçeveli sistem yapılar kolon ve kirişten oluşan sistemler gibi düşünülmesine rağmen, döşemenin bir kısmı kirişle birlikte çalışmakta, kolon ve kirişler arasında genellikle bölme duvarlar bulunmaktadır. Bölme duvarlar, her ne kadar taşıyıcı eleman olarak dikkate alınmayıp hesaplarda bunların yatay yük taşıma kapasiteleri ihmal edilse de, yapının yatay ötelemelerinin azaltılması konusunda, çerçeveli sistem yardımcı olmaktadır[5].

4.1 Çerçeve Elemanları

4.1.1 Kolon

Betonarme yapılarda aksenal basınç taşıyan elemanlar kolonlardır. Kolonlar, katlara gelen yükleri taşıyarak temele aktarmaktadır. Betonarme çerçevelerden oluşan bir sistemde, kolonların önemli görevleri vardır. Katlara gelen düşey ve yatay yükleri, temele güvenli şekilde aktarmak kolonun başlıca görevidir. Diğer önemli görevi ise yatay yüklerden dolayı oluşacak kat ötelenmelerini karşılamaktır. Betonarme kolonlar, yapılarda yük taşıyıcı veya süsleyici bazense hem yük taşıyıcı hem de süsleyici olarak yapılan elemanlardır. Betonarme kolonlarda genel olarak, beton basınca, çelikler flambaj ya da burkulmaya, özel hallerde basınca da çalışırlar. Kesitleri; kare, dikdörtgen, yamuk, düzgün çokgen ve daire şeklinde yapılabilir.

4.1.1.1 Kolon Çeşitleri

Betonarme kolonlar genel olarak, boyuna donatıyı saran sargı donatısının biçimine göre sınıflandırılmaktadır. Betonarme kolonları şu şekilde ayırabiliriz:

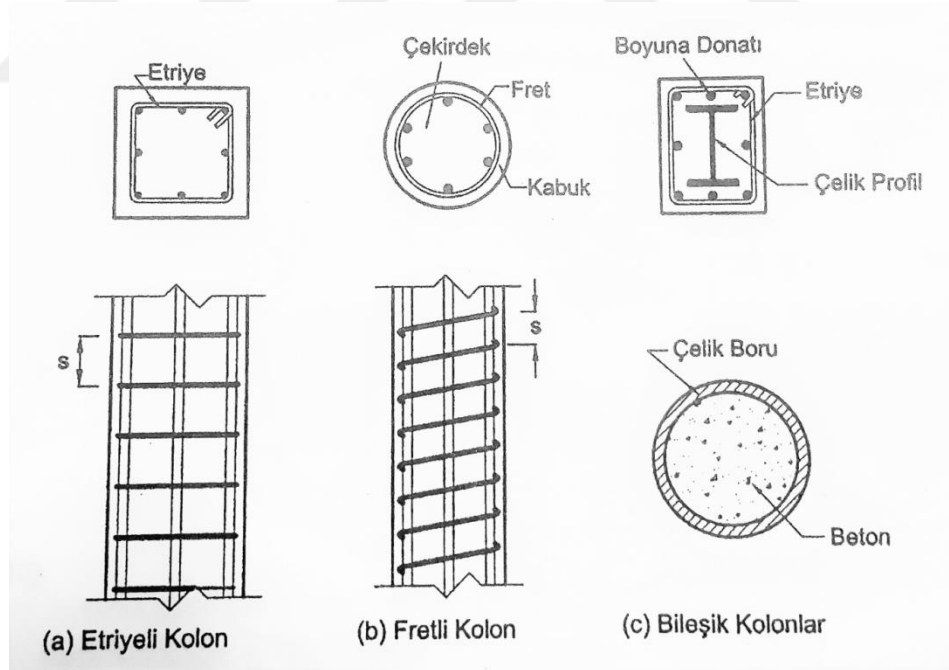
- a) Etriyeli kolonlar
- b) Fretli kolonlar
- c) Birleşik kolonlar

Etriyeli kolonlar, uygulamada en sık karşılaşılan betonarme kolonlardır. Kesitleri; kare, dikdörtgen, yamuk biçimde yapılabilir. Kolonda yükü taşıyan boyuna donatılardan başka, boyuna donatıyı saran, etriye adı verilen enine donatılar bulunmaktadır.

Fretli kolonlar, bu kolonların kesiti genellikle daire kesiti gibi yapılıdır. Fretleme, betonun basınç etkisi altında, enine doğrultuda genişlemesinin engellenmesiyle betonun parçalanmasının geciktirilmesidir. Fretleme işlemi sayesinde, basit etriyeli kolona göre daha fazla yük taşımaktadır.

Etriyeli ve fretli kolonlar dışında, bileşik kolonlar vardır. Bileşik kolonlarda eksenel yükün bir bölümü, çelik elemanlarca taşınır[12].

Şekil 13'te betonarme kolon çeşitleri şematik olarak görülmektedir.

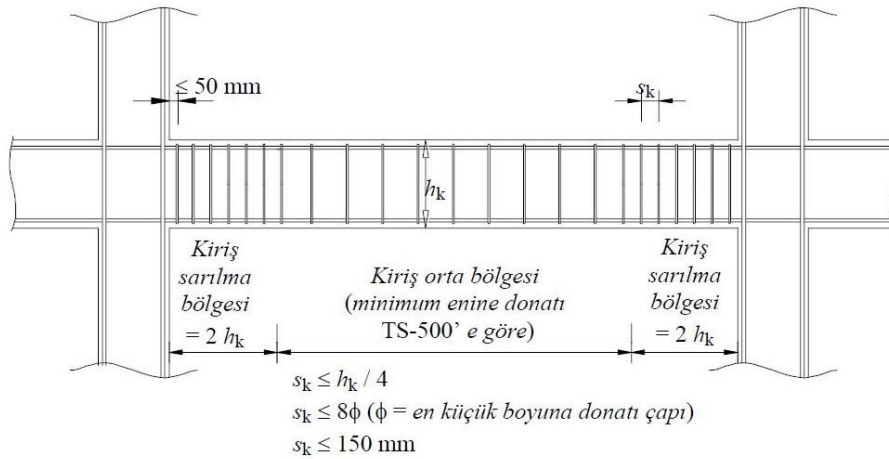


Şekil 13. Basit etriyeli, fretli ve birleşik kolonlar [12]

4.1.2 Kiriş

Kirişler, kolonları bağlayarak taşıyıcı sistemde çerçeveyi oluşturmaktadırlar. Kirişlerin, betonarme yapılar için seçilen taşıyıcı sistem içinde önemli görevleri vardır. Düşey doğrultuda etkiyen ve döşemeden aktarılan ölü yükler ve hareketli yükleri, mesnetlendikleri kolon veya perdeler yoluyla temele aktarmak, kirişin başlıca görevidir. Diğer önemli görevi ise deprem ve rüzgâr gibi yatay yükleri döşemeler ile birlikte düşey taşıyıcı elemanlara aktarmaktır.

Kirişler genellikle eğilme momenti ve kesme kuvvetinin etkisindedir. Yönetmelik gereği kiriş olarak boyutlandırılabilmesi için, N_d tasarım aksel kuvveti, A_c toplam kiriş kesit alanı ve f_{ck} betonun karakteristik basınç dayanımını göstermek üzere $N_d \leq 0.1 A_c f_{ck}$ koşulunun sağlanması gerekmektedir. Şekil 14'te betonarme bir kiriş ve kirişle ilgili konstrüktif kurallar görülmektedir.



Şekil 14. Kirişle ilgili konstrüktif kurallar [11]

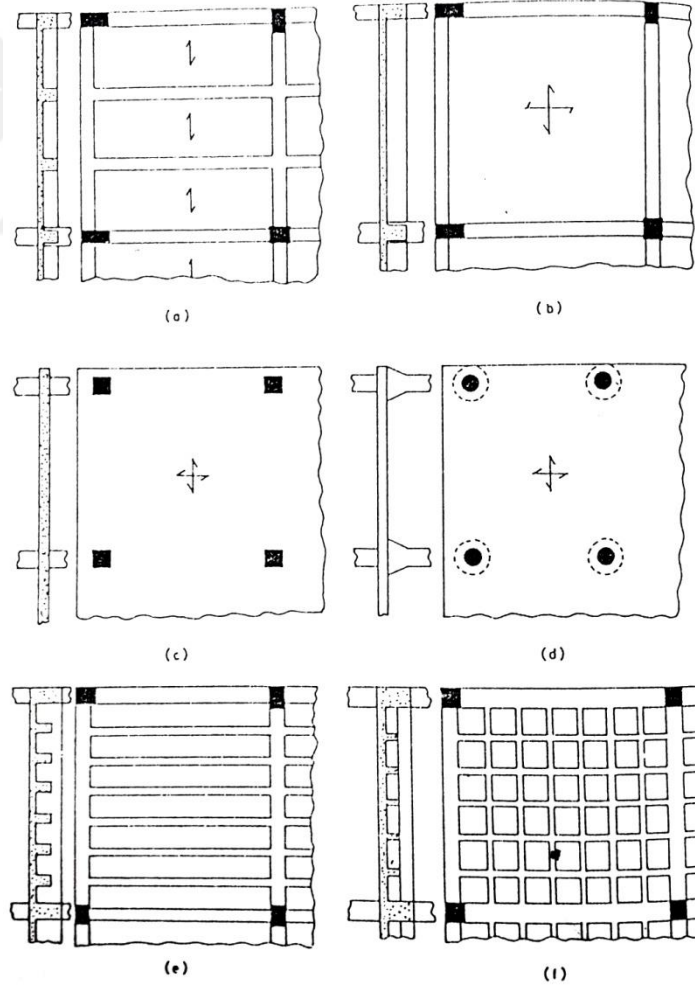
4.1.3 Döşemeler

Betonarme döşemeler, yapının katlarını birbirinden ayıran ve taşıdıkları düşey yükleri kirişlere ileten elemanlardır. Doğrudan kolonlara veya perdelere mesnetli döşemeler, taşıdıkları yükleri kolonlara veya perdelere iletirler. Betonarme döşemeler, amaca uygun olarak kirişli, kirişsiz veya dişli döşemeler şeklinde yapılabilmektedir.

Betonarme döşemeleri değişik kriterlere göre sınıflandırmak mümkündür[13].

- 1.) Plak veya Dolu Gövdeli Döşemeler
 - a) Tek doğrultuda çalışan plak döşemeler
 - b) İki doğrultuda çalışan plak döşemeler
 - c) Başlıksız kirişsiz plak döşeme
 - d) Başlıklı kirişsiz plak döşeme
- 2.) Dişli Döşemeler
 - e) Tek doğrultuda dişli döşemeler
 - f) İki doğrultuda dişli döşemeler

Yukarıda sıralanan betonarme döşeme türleri, şekil 15'te şematik olarak görülmektedir.



Şekil 15. Döşeme Türleri [13]

5. ÇERÇEVE SİSTEMLER İLE PERDELİ SİSTEMLERİN METRAJ VE PERFORMANS KARŞILAŞTIRILMASI

5.1 Kullanılacak Analiz Programının Tanıtılması

Bu çalışmada ideCAD Statik 7 programından faydalanılmıştır. Bu program, betonarme yapı sistemlerinin statik ve dinamik analizi, boyutlandırılması, projelendirilmesi, güçlendirilmesi ve detaylandırılmasında kullanılan, komple entegre bir paket programdır. İnşaat mühendislerine hızlı ve planlı çalışma olanağı sunan bu program, statik ve betonarme analizleri, yönetmelik ve standartlara esas olacak şekilde yapabilmektedir.

5.2 Betonarme Yapı Modellerinin Tasarımı

Bu çalışma kapsamında, x ve y doğrultusunda aynı açıklıklara sahip, 19 x 20 metre aks açıklıkları bulunan, 380 m²'lik tipik planı aynı, konut veya işyeri olduğu kabul edilen farklı taşıyıcı sistemlerden oluşan 5 model için analizler yapılmıştır.

Aynı statik ve dinamik etkilere maruz kaldığı varsayılan modeller 11 katlı olup, kat yükseklikleri 2.80 metredir. Sadece kolonların kullanıldığı, perde ve kolonları beraber kullanıldığı ve sadece I tipi perdeli sistemlerin kullanıldığı modellerde, tüm çerçeve kirişleri 25/50 cm olarak öngörülmüştür. Ayrıca 25/50 cm ve 25/70 cm olmak üzere iki farklı enkesite sahip kolonlar öngörülmüştür.

Çalışma kapsamında incelenen 5 tip yapının, projedeki yüklerin kabullerinde, döşeme kalınlığının belirlenmesinde, kiriş boyutlarının belirlenmesinde, düşey ve yatay taşıyıcıların belirlenmesinde, DBYBHY – 2007 ve TS500 yönetmeliklerindeki sınır değerlere sadık kalınmıştır.

5.3. Modellerle İlgili Kabuller

Tasarlanan modeller ile ilgili yapılan kabuller ve yapı hakkındaki detaylı bilgiler aşağıdakiler gibidir.

- İncelenen binaların 1.derece deprem bölgesinde olduğu, kullanım amacının konut veya işyeri olduğu kabul edilmiştir.

- 1.derece deprem bölgesinde bulunan bu binaların, tablo 1' e göre etkin yer ivmesi katsayısı $A_0 = 0.40$ olarak tanımlanmıştır.

<i>Deprem Bölgesi</i>	A_0
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Tablo 1. Etkin Yer İvmesi Katsayıcı [11]

- Yapılar Z3 yerel zemin sınıfı üzerinde inşa edildiği kabul edilmiştir. Tablo 2' ye göre zemin spektrum karakteristik periyotları $T_A = 0.15$ saniye ve $T_B = 0.60$ saniye olarak tanımlanmıştır.

<i>Tablo 6.2'ye göre Yerel Zemin Sınıfı</i>	T_A (saniye)	T_B (saniye)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Tablo 2. Spektrum Karakteristik Periyotları [11]

- Bina fonksiyonu konut veya işyeri olarak kabul edilmiş olup, bina önem katsayısı I değeri tablo 3 uyarınca 1 olarak kabul edilmiştir.

<i>Binanın Kullanım Amacı veya Türü</i>	<i>Bina Önem Katsayısı (I)</i>
<p><u>1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</u></p> <p>a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri; vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p>b) Toksik, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1.5
<p><u>2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyanın saklandığı binalar</u></p> <p>a) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisleri, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri, vb.</p> <p>b) Müzeler</p>	1.4
<p><u>3. İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</u></p> <p>Spor tesisleri, sinema, tiyatro ve konser salonları, vb.</p>	1.2
<p><u>4. Diğer binalar</u></p> <p>Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları, vb)</p>	1.0

Tablo 3. Bina Önem Katsayısı [11]

- Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı, çerçevelere ile perdeler tarafında birlikte taşındığı ve tamamının perdelerle taşındığı yüksek süneklik düzeyine sahip modeller için taşıyıcı sistem davranış katsayısı R, modellerin taşıyıcı sistemlerine göre farklılık göstermiştir. Tablo 4'e göre tamamen kolonlardan oluşan model için $R = 8$ olarak tanımlanmıştır. Kolon ve perdelerin birlikte kullanıldığı ve tamamen perdelerden oluşan modeller için $R = 7$ olarak tanımlanmıştır.

<i>BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ</i>	<i>Süneklik Düzeyi Normal Sistemler</i>	<i>Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler</i>
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) Deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar.....	4	6
(1.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar..	4	7
<u>(2) PREFABRİKE BETONARME BİNALAR</u>		
(2.1) Deprem yüklerinin tamamının bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen çerçevelerle taşındığı binalar	3	7
(2.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	3
(2.3) Deprem yüklerinin tamamının prefabrike veya yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı, çerçeve bağlantıları mafsallı olan prefabrike binalar..	—	5
(2.4) Deprem yüklerinin, bağlantıları tersinir momentleri aktarabilen prefabrike çerçeveler ile yerinde dökme boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar.....	3	6
<u>(3) ÇELİK BİNALAR</u>		
(3.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar.....	5	8
(3.2) Deprem yüklerinin tamamının, üstteki bağlantıları mafsallı olan kolonlar tarafından taşındığı tek katlı binalar.....	—	4
(3.3) Deprem yüklerinin tamamının çaprazlı perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	4	5
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	7
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	6
(3.4) Deprem yüklerinin çerçeveler ile birlikte çaprazlı çelik perdeler veya yerinde dökme betonarme perdeler tarafından birlikte taşındığı binalar		
(a) Çaprazların merkezi olması durumu.....	5	6
(b) Çaprazların dışmerkez olması durumu.....	—	8
(c) Betonarme perdelerin kullanılması durumu.....	4	7

Tablo 4. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı [11]

- Yapılar konut veya işyeri kullanım amacına hizmet edecek olup, tablo 5'e göre hareketli yük katılım katsayısı $n = 0.30$ olarak tanımlanmıştır.

<i>Binanın Kullanım Amacı</i>	<i>n</i>
Depo, antrepo, vb.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

Tablo 5. Hareketli Yük Katılım Katsayısı [11]

- Analiz yapılan modellerde kullanılan beton sınıfının C25 ve donatı sınıfının S420 olduğu, yapı elemanlarının süneklik düzeyinin yüksek olduğu kabul edilmiştir. Kullanılan betonun mekanik özellikleri tablo 6’da, donatının mekanik özellikleri tablo 7’de verilmiştir.

Beton Sınıfı	Karakteristik Basınç Dayanımı, f_{ck} MPa	Eşdeğer Küp (200 mm) Basınç Dayanımı MPa	Karakteristik Eksenel Çekme Dayanımı, f_{ctk} MPa	28 Günlük Elastisite Modülü, E_c MPa
C16	16	20	1,4	27 000
C18	18	22	1,5	27 500
C20	20	25	1,6	28 000
C25	25	30	1,8	30 000
C30	30	37	1,9	32 000
C35	35	45	2,1	33 000
C40	40	50	2,2	34 000
C45	45	55	2,3	36 000
C50	50	60	2,5	37 000

Tablo 6. Betonun Mekanik Özelliği [14]

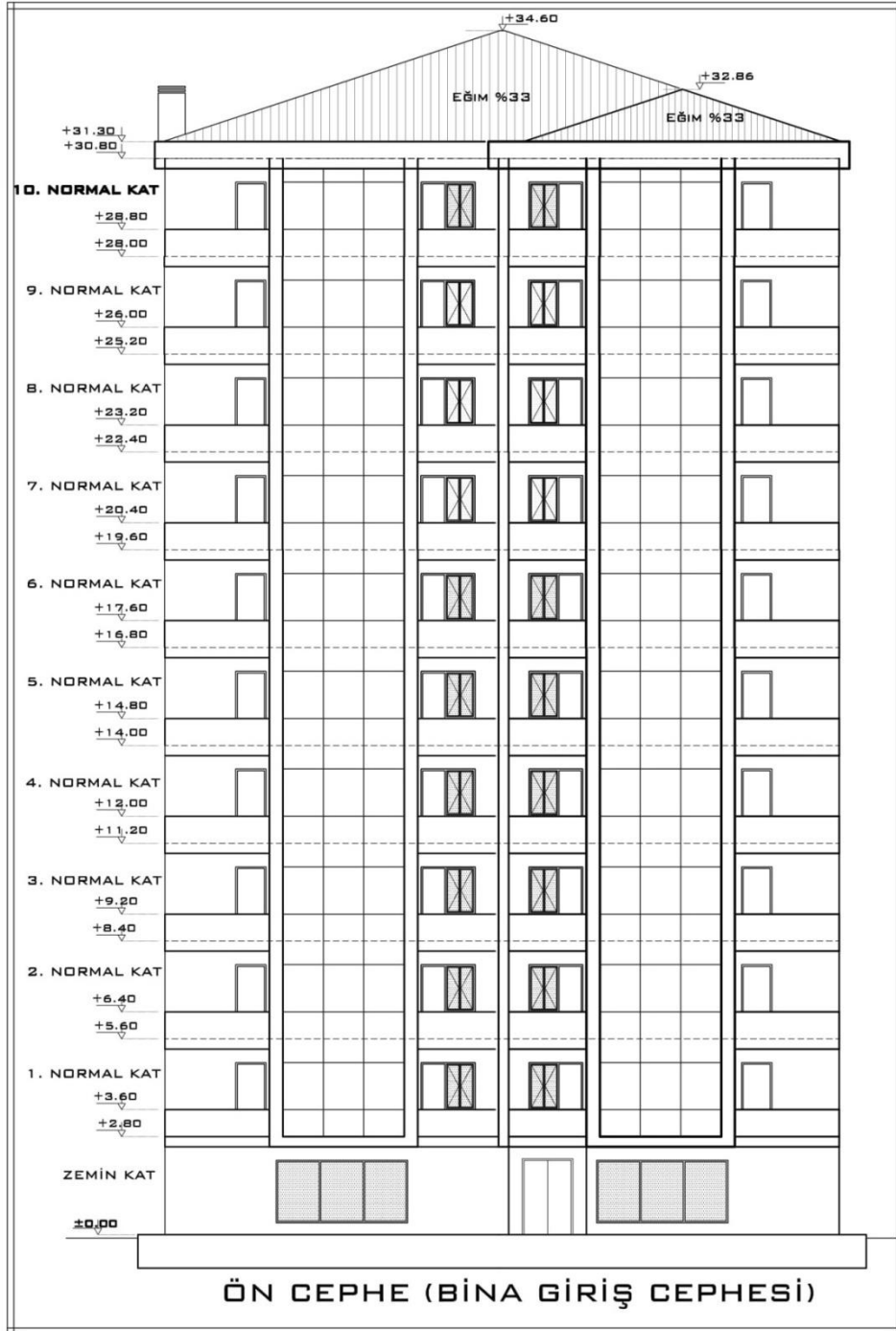
Mekanik Özellikler	Donatı Çubukları			Hasır Donatı		
	Doğal Sertlikte			Soğukta İşlem Görmüş		
	S220a	S220a	S500a	S420b	S500bs	S500bk
Minimum akma dayanımı f_{yk} (MPa)	220	420	500	420	500	500
Minimum kopma dayanımı f_{su} (MPa)	340	500	550	550	550	550
$\phi \leq 32$ Minimum kopma uzaması ϵ_{su} (%)	18	12	12	10	8	5
$32 < \phi \leq 50$ Minimum kopma uzaması ϵ_{su} (%)	18	10	10	10	8	5

Tablo 7. Donatının Mekanik Özelliği [14]

Tablo 7’de verilen doğal sertlikteki çeliklerin, birleşimlerindeki maddeler kontrol edilerek ve sıcakta haddelenerek istenilen özelliklere sahip olması sağlanır. İkinci tür olan soğukta işlenmiş çelikler ise, birinciye göre çok daha düşük sıcaklıklarda burularak özelliklerinin arzu edilen seviyeye gelmesi sağlanır. İkinci tür işlem birinciye göre daha kolay yapılabildiği için, uygulama alanı daha yaygındır[10].

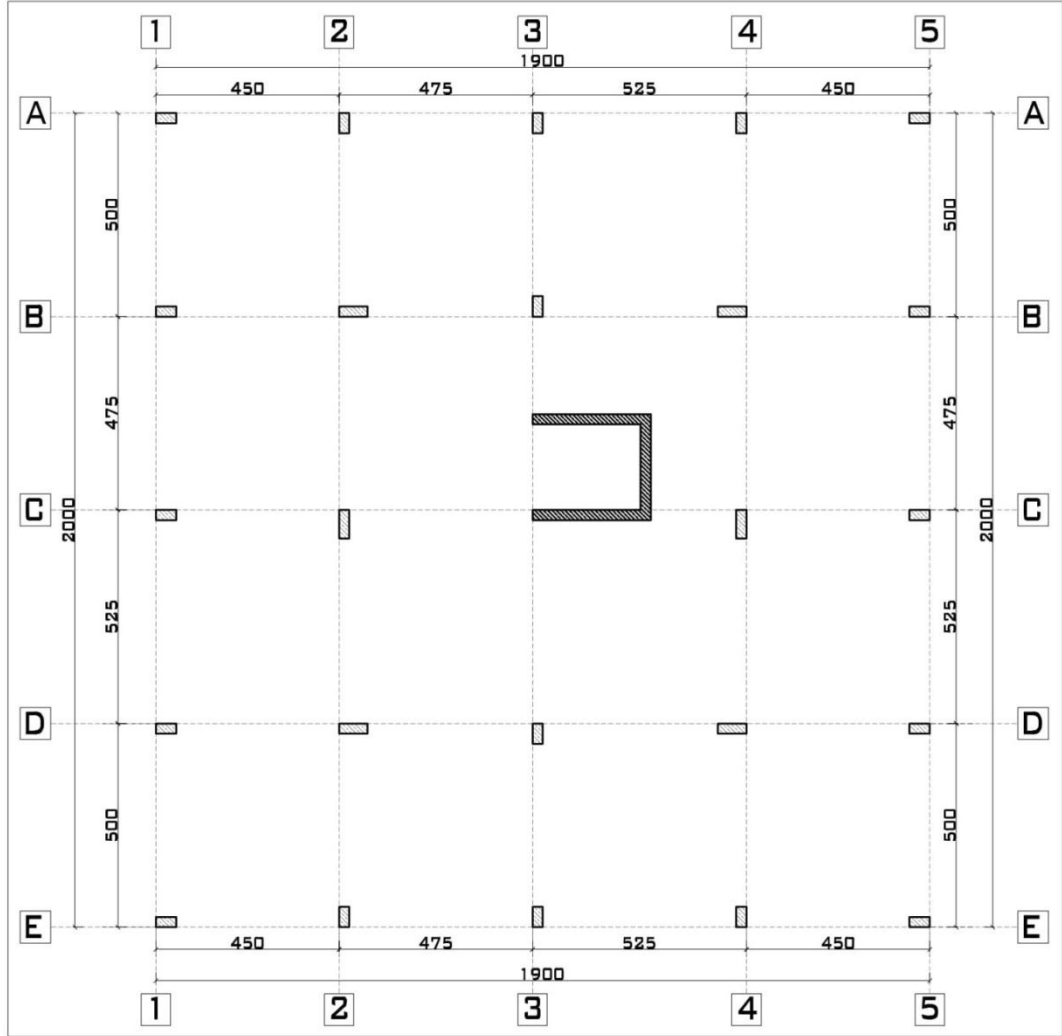
5.4. Modellerin Görünümleri ve Kat Planları Üzerinde Perde Yerleşim Yerlerinin Belirlenmesi

Çalışma kapsamında 5 farklı model plan üzerinde, statik tasarım yapılmıştır. Tipik planları aynı olan 2.80 metre kat yüksekliği olan ve 11 katlı olarak tasarlanan binaların giriş cephesi görünümü şekil 16’da gösterilmiştir.



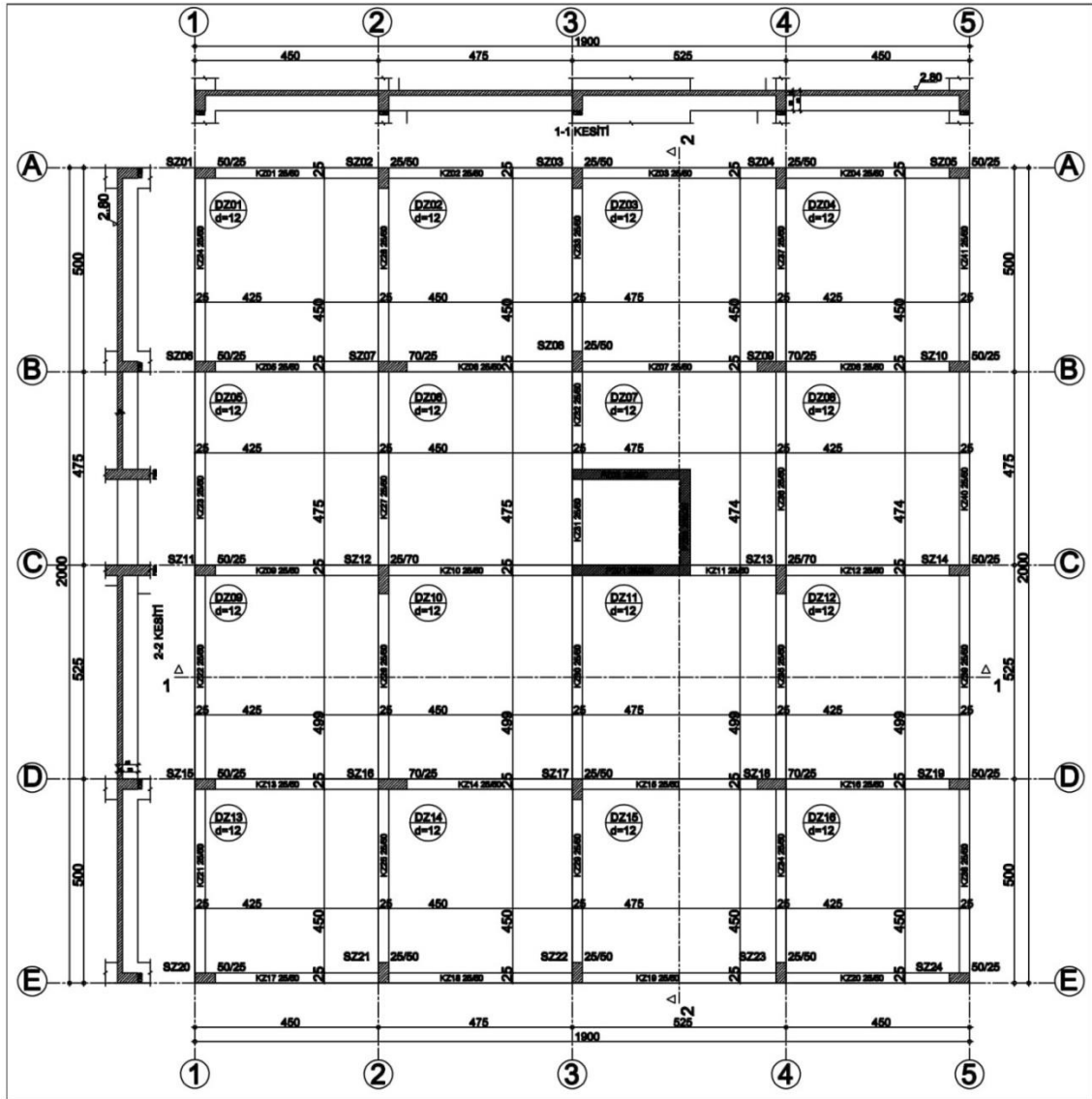
Şekil 16. Modellerin Giriş (Ön) Cephesi Görünümü

Model 1 yapısı, asansör perdeleri hariç başka perde eleman içermemektedir. Düşey taşıyıcıları kolonlardan oluşan bu modelin, sadece asansör boşluğunun etrafı perde olarak çözülmüştür. Şekil 17’de kolon aplikasyonu gösterilen modelde, 25/50 cm ve 25/70 cm olmak üzere iki farklı kolon boyutu seçilmiştir.

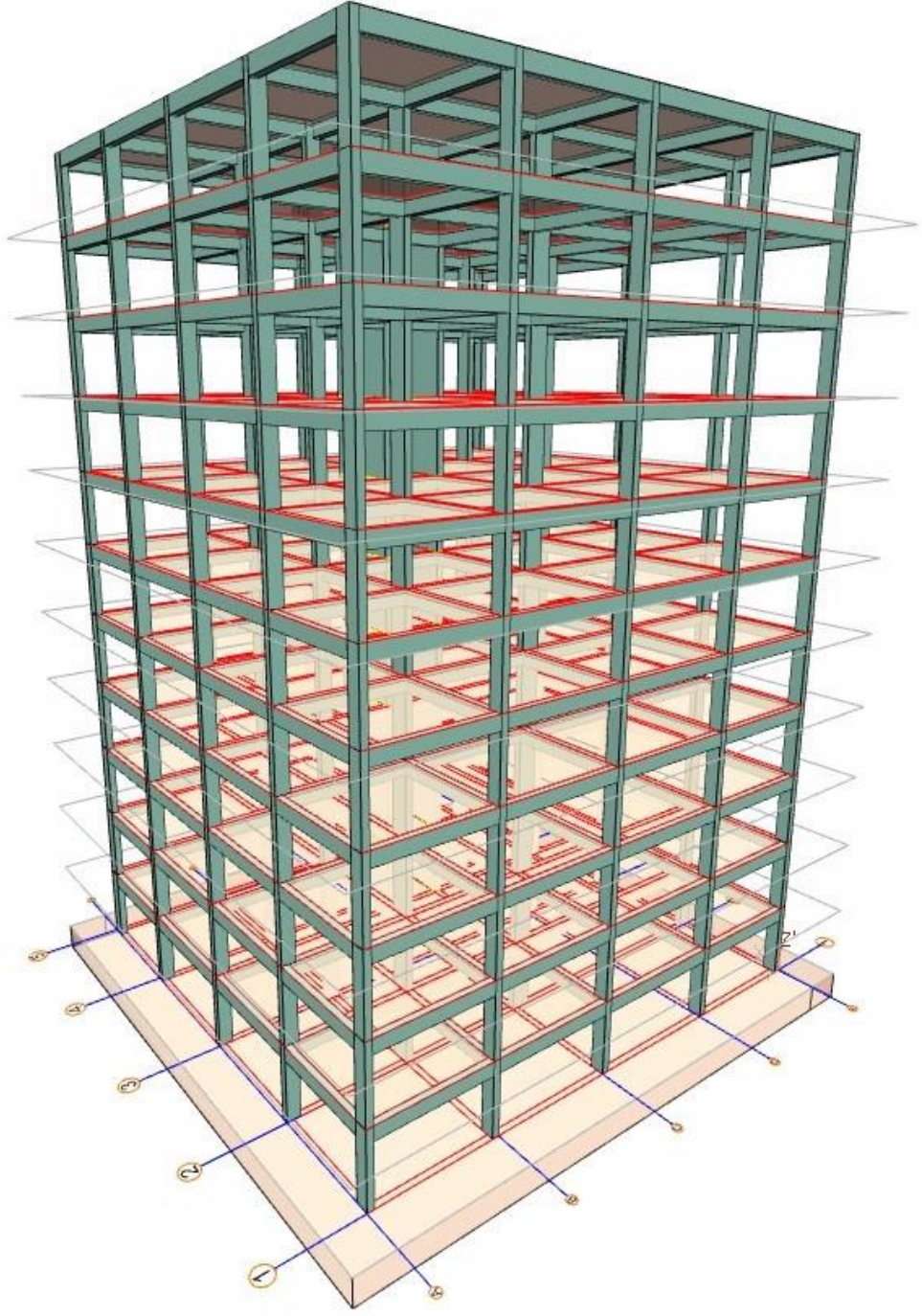


Şekil 17. Model 1 Kolon Aplikasyon Planı

Şekil 18’de gösterilen model 1’e ait kalıp planındaki tüm çerçeve kirişleri 25/50 cm olarak, plak döşeme kalınlıkları 12 cm olarak seçilmiştir. B - 2, C - 2, D - 2 ve B - 4, C - 4, D - 4 aksları üzerinde konumlandırılan kolonlar 25/75 cm, diğer kolonlar 25/50 cm dir. Toplamda 24 adet kolon bulunmaktadır. Modelin genel olarak 3 boyutlu görünümü şekil 19’da verilmiştir.

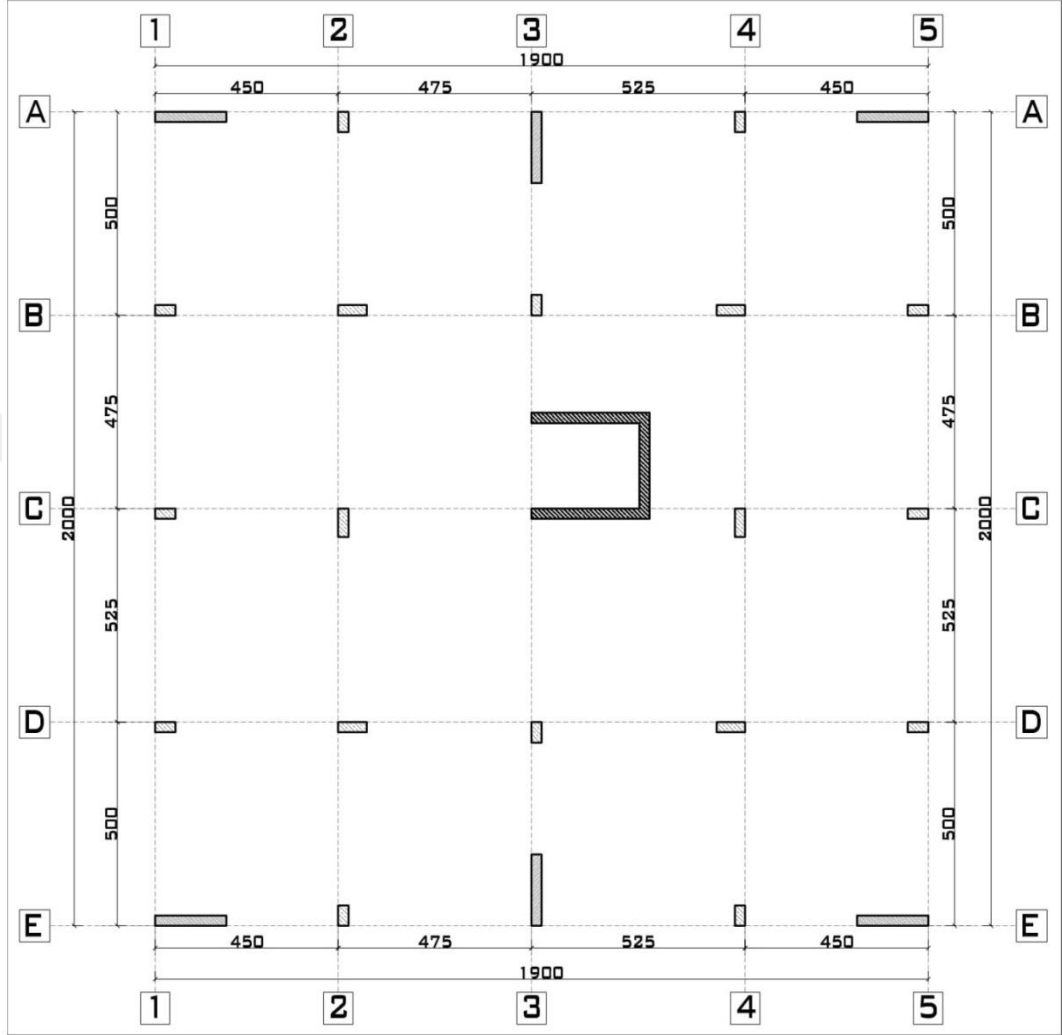


Şekil 18. Model 1 Kalıp Planı



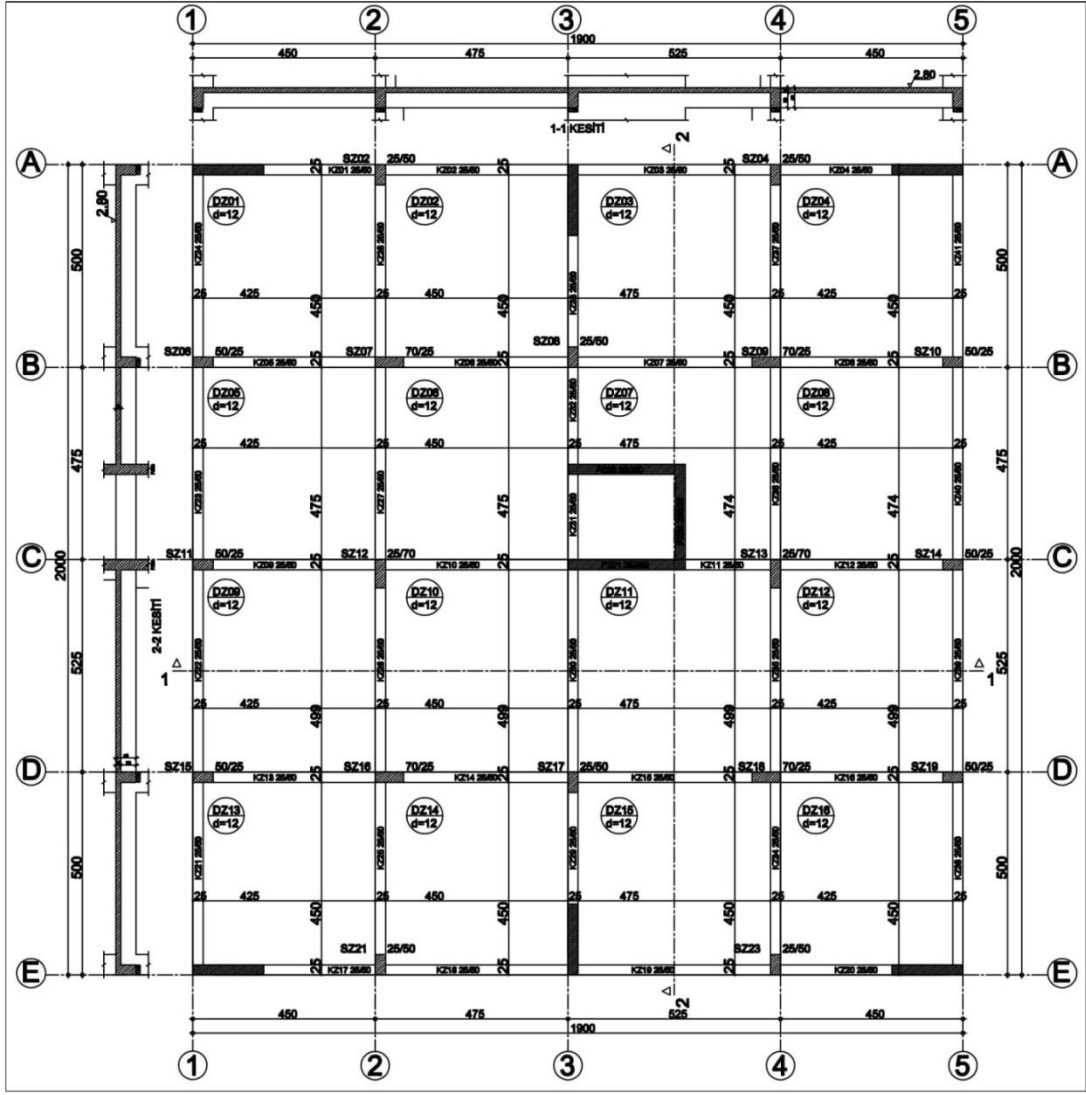
Şekil 19. Model 1 3D Görünümü

Model 2 yapısı, asansör boşluğunun etrafı ve Şekil 5’te verilen kolon aplikasyonunda görüldüğü gibi I tipi perdeler yerleştirilerek çözülmüştür.

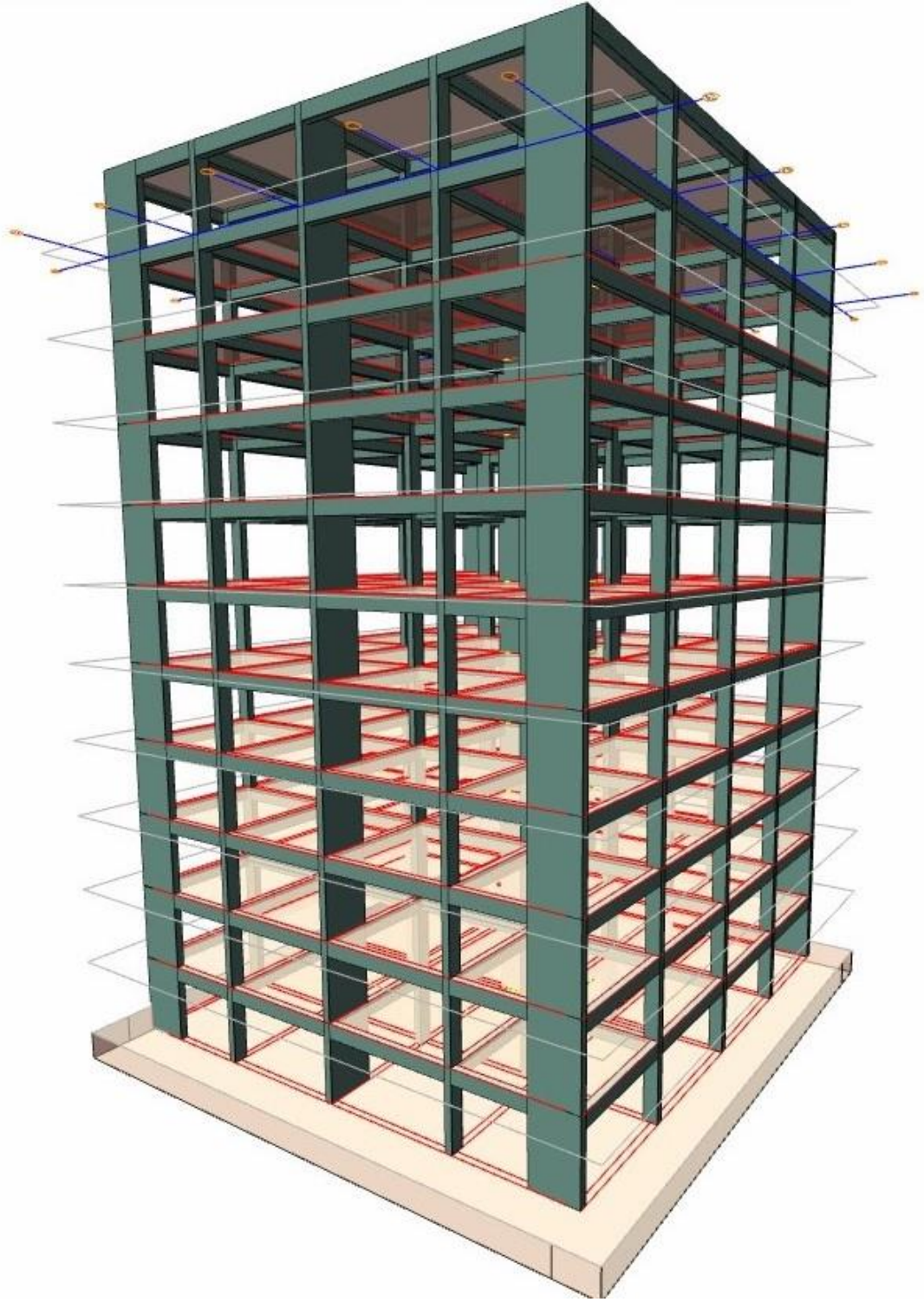


Şekil 20. Model 2 Kolon Aplikasyon Planı

Şekil 21’de gösterilen model 2’ye ait kalıp planındaki A – 1, A – 3, A – 5 ve E – 1, E – 3, E – 5 aksları üzerinde konumlandırılan 25/50 cm boyutlarındaki kolonlar 25/175 cm boyutlarında perdelerle çevrilmiştir. Modelin genel olarak 3 boyutlu görünümü Şekil 22’de verilmiştir.

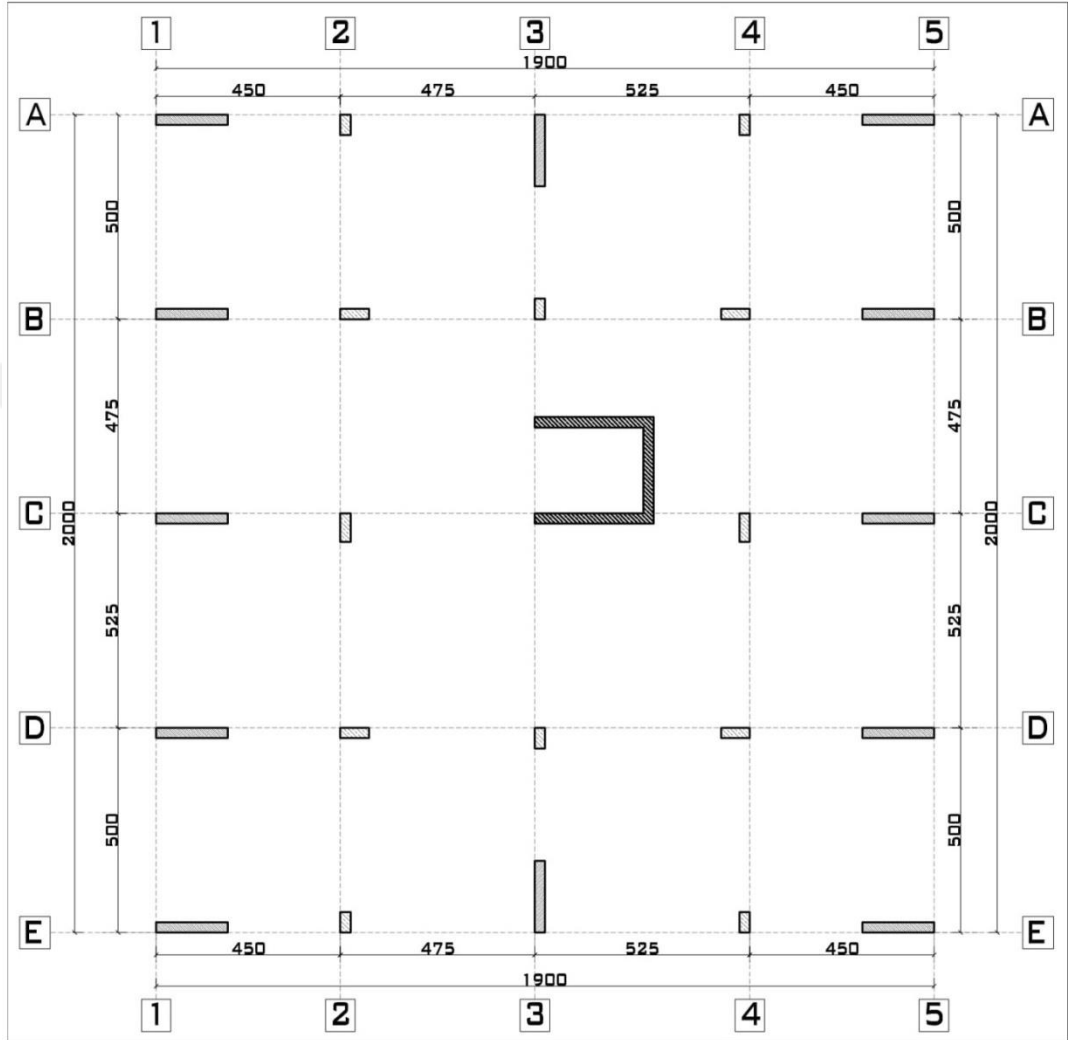


Şekil 21. Model 2 Kalıp Planı



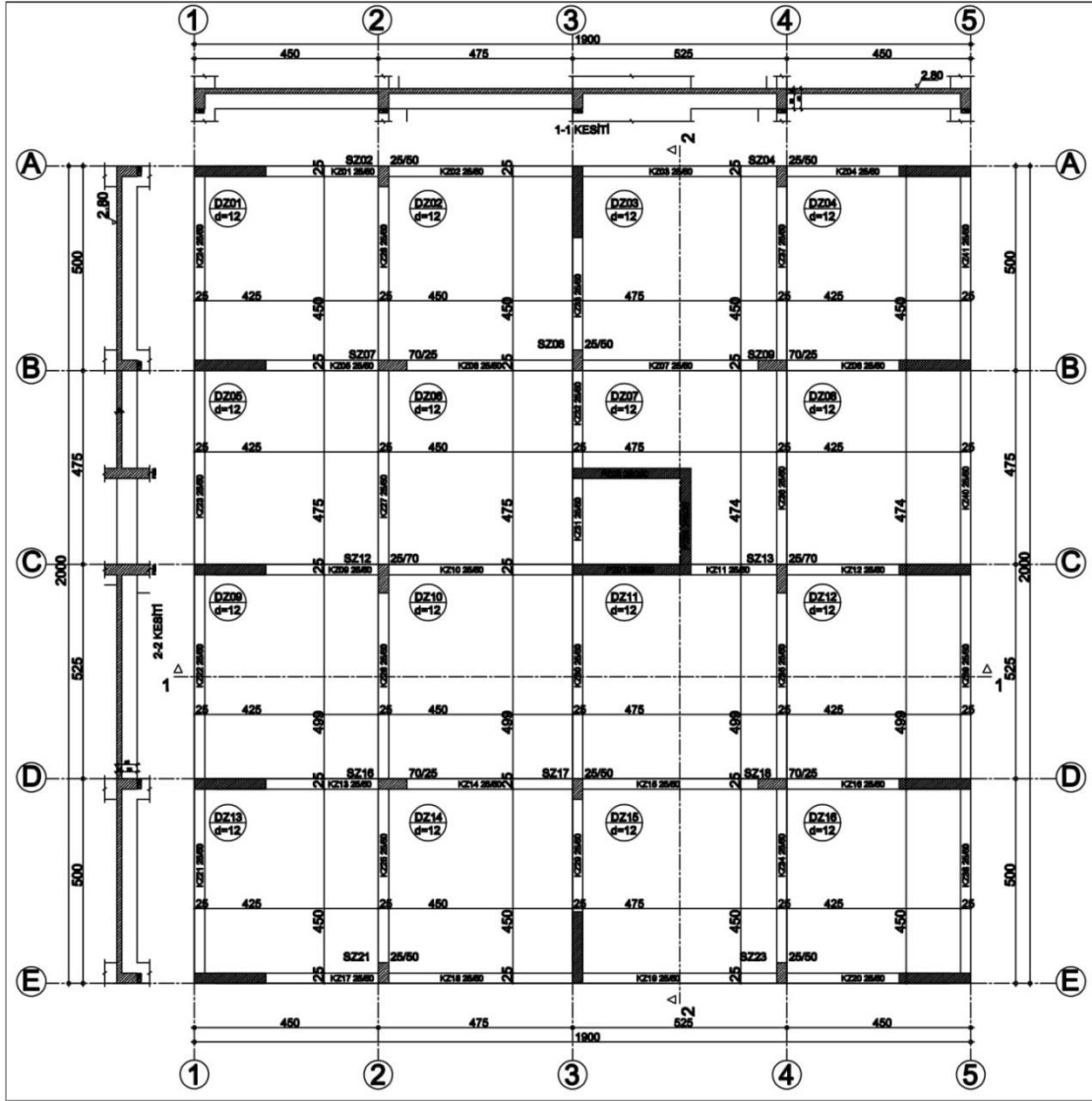
Şekil 22. Model 2 3D Görünümü

Model 3 yapısı, asansör boşluğunun etrafı ve şekil 23'te verilen kolon aplikasyonunda görüldüğü gibi perdeler yerleştirilerek çözülmüştür. Bu modelde ikinci modele ilave olarak 6 adet daha perde eklenmiştir.

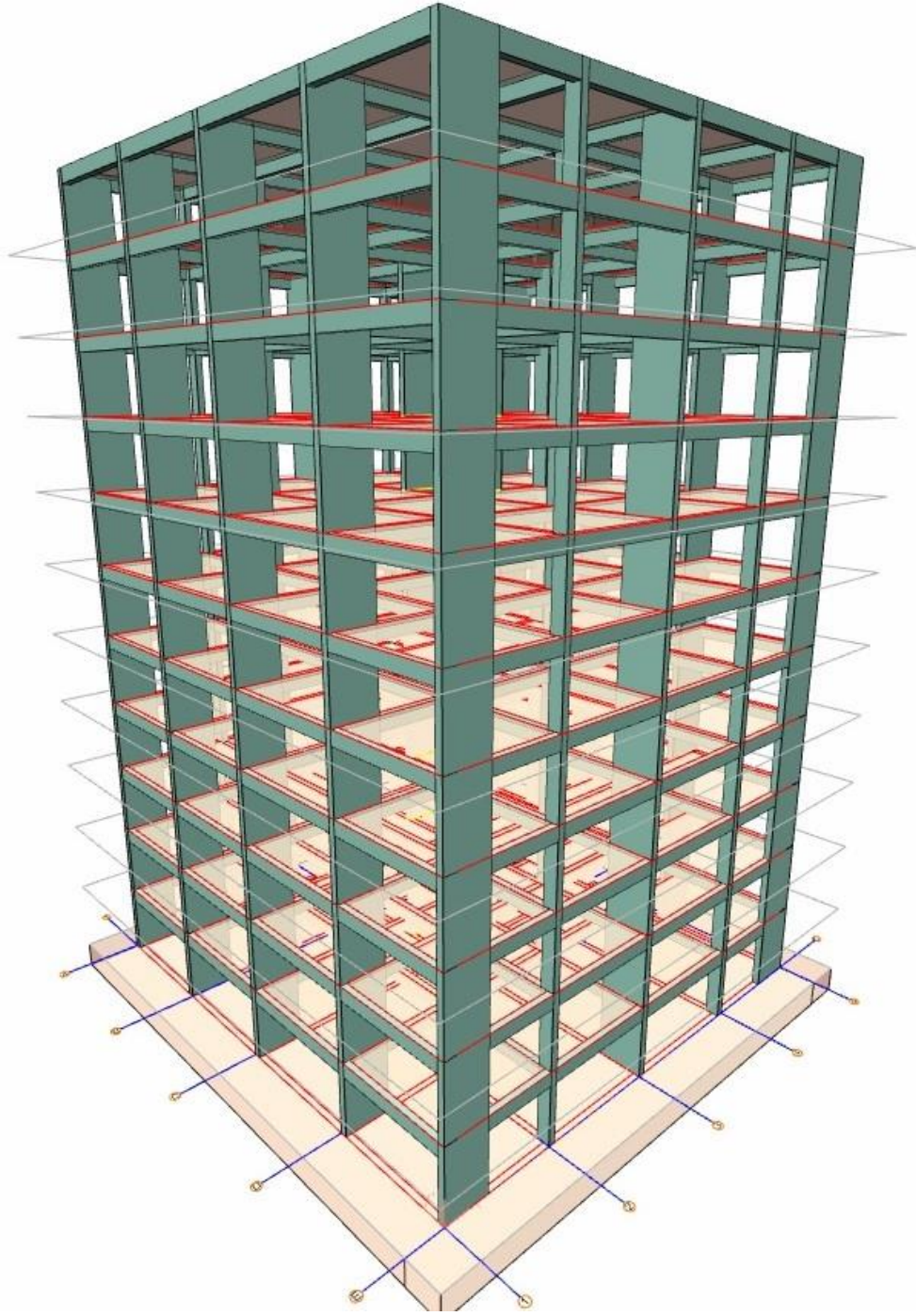


Şekil 23. Model 3 Kolon Aplikasyon Planı

Şekil 24'te gösterilen model 3'e ait kalıp planındaki, B – 1, B – 5, C – 1, C – 5 ve D – 1, D – 5 aksları üzerinde konumlandırılan 25/50 cm boyutlarındaki kolonlar, 25/175 cm boyutlarında perdelerle çevrilmiştir. Modelin genel olarak 3 boyutlu görünümü Şekil 25'te verilmiştir.

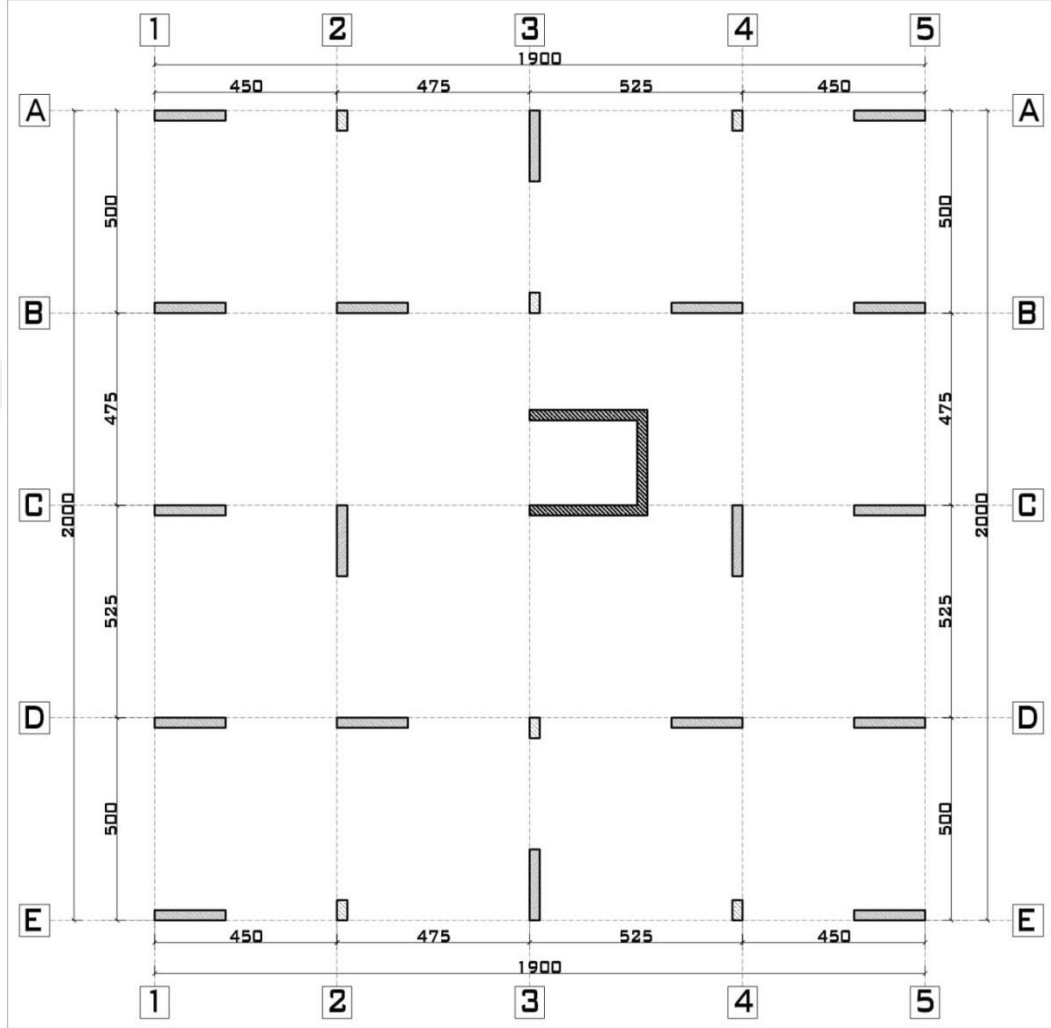


Şekil 24. Model 3 Kalıp Planı



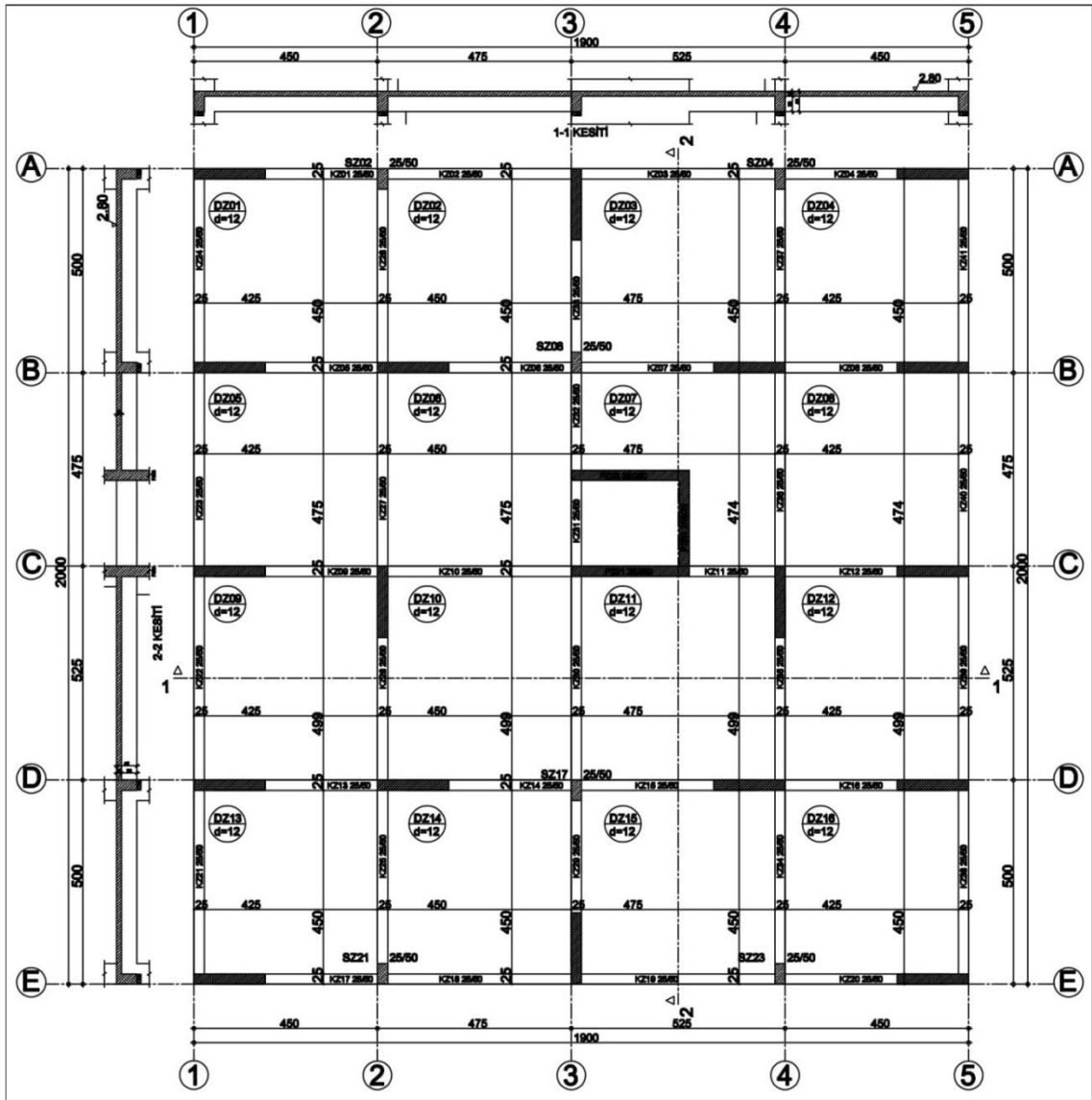
Şekil 25. Model 3 3D Görünümü

Model 4 yapısı, asansör boşluğunun etrafı ve şekil 26’da verilen kolon aplikasyonunda görüldüğü gibi perdeler yerleştirilerek çözülmüştür. Dördüncü modelde toplam 18 adet perde bulunmaktadır.

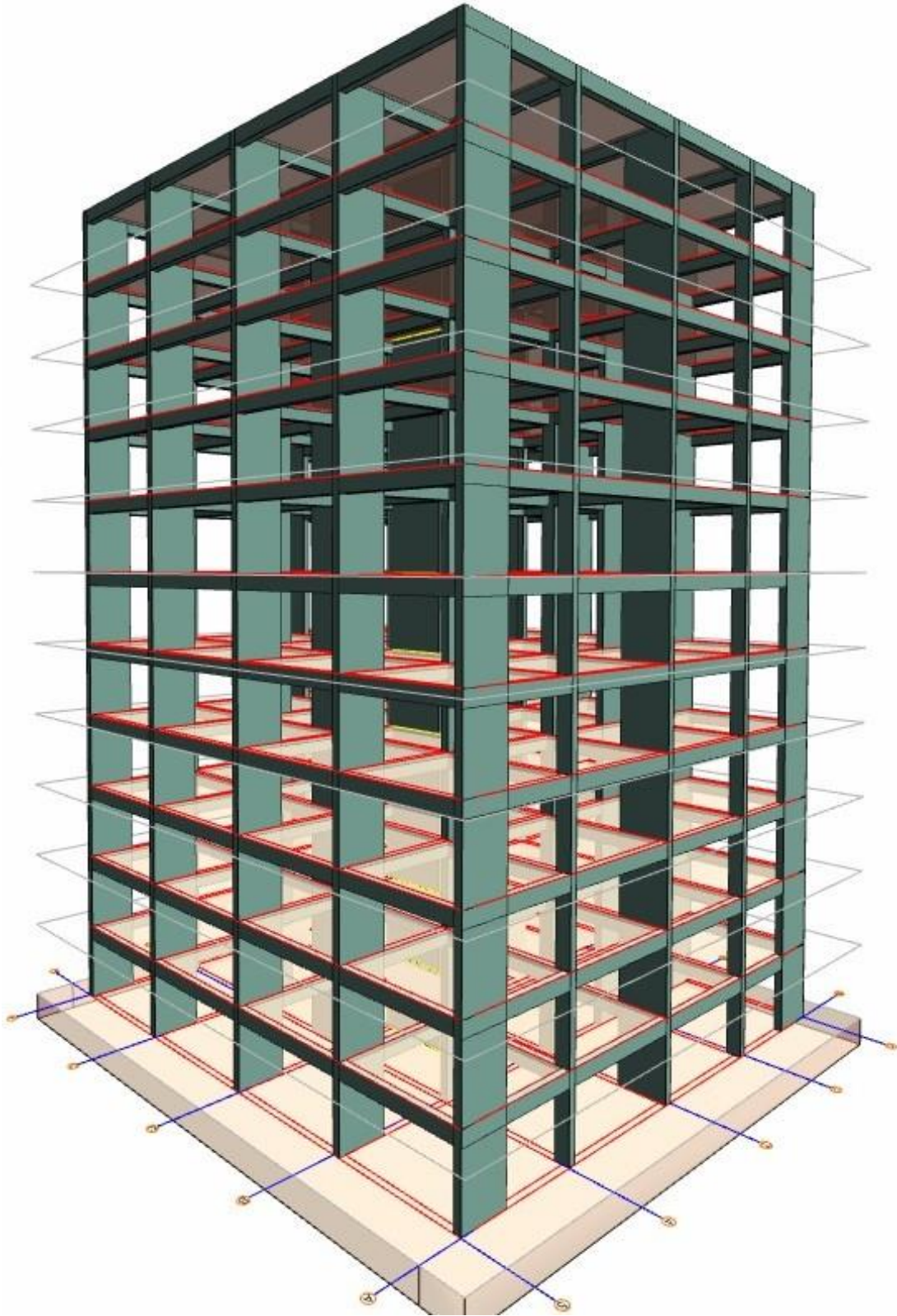


Şekil 26. Model 4 Kolon Aplikasyon Planı

Şekil 27’de gösterilen model 4’e ait kalıp planındaki, B – 2, B – 4, C – 2, C – 4 ve D – 2, D – 4 aksları üzerinde konumlandırılan kolonların yerine 25/175 cm boyutlarında perdeler yerleştirilmiştir. Modelin genel olarak 3 boyutlu görünümü şekil 28’de verilmiştir.

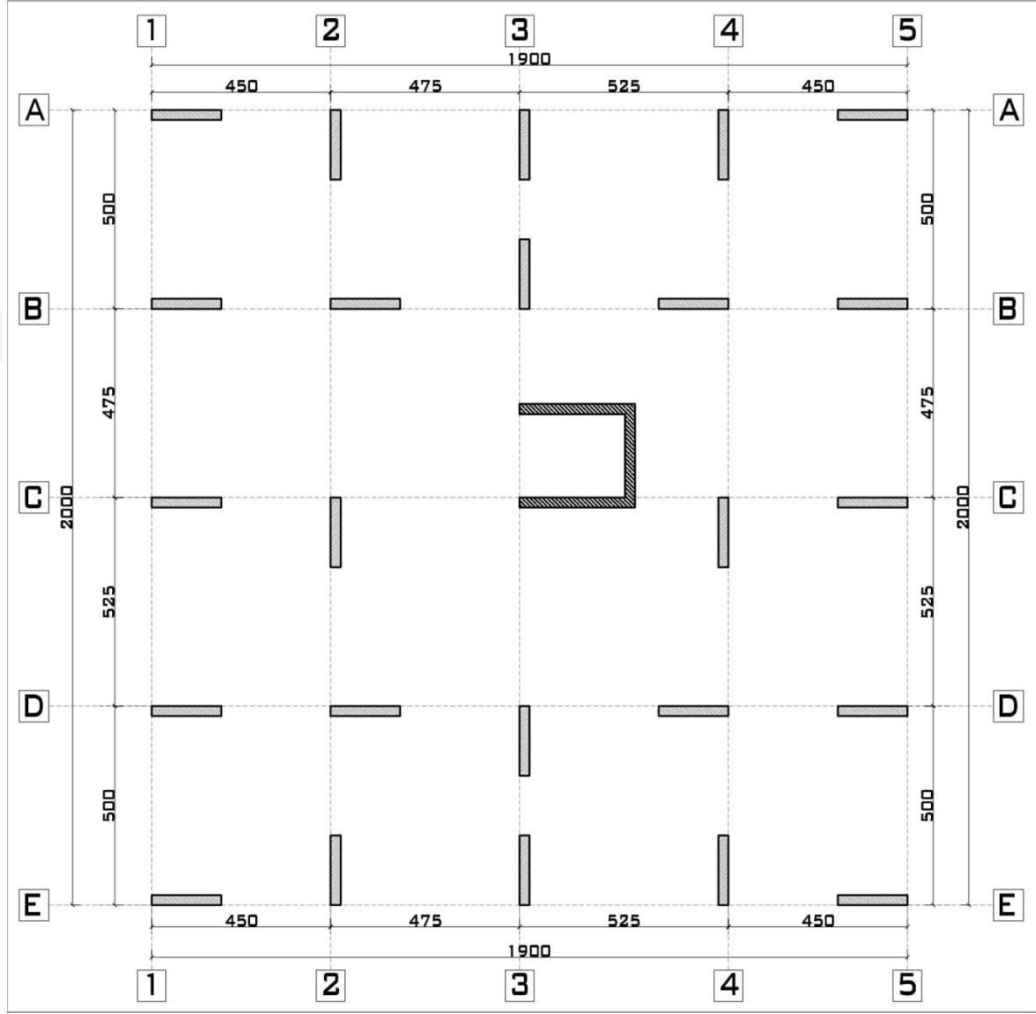


Şekil 27. Model 4 Kalıp Planı



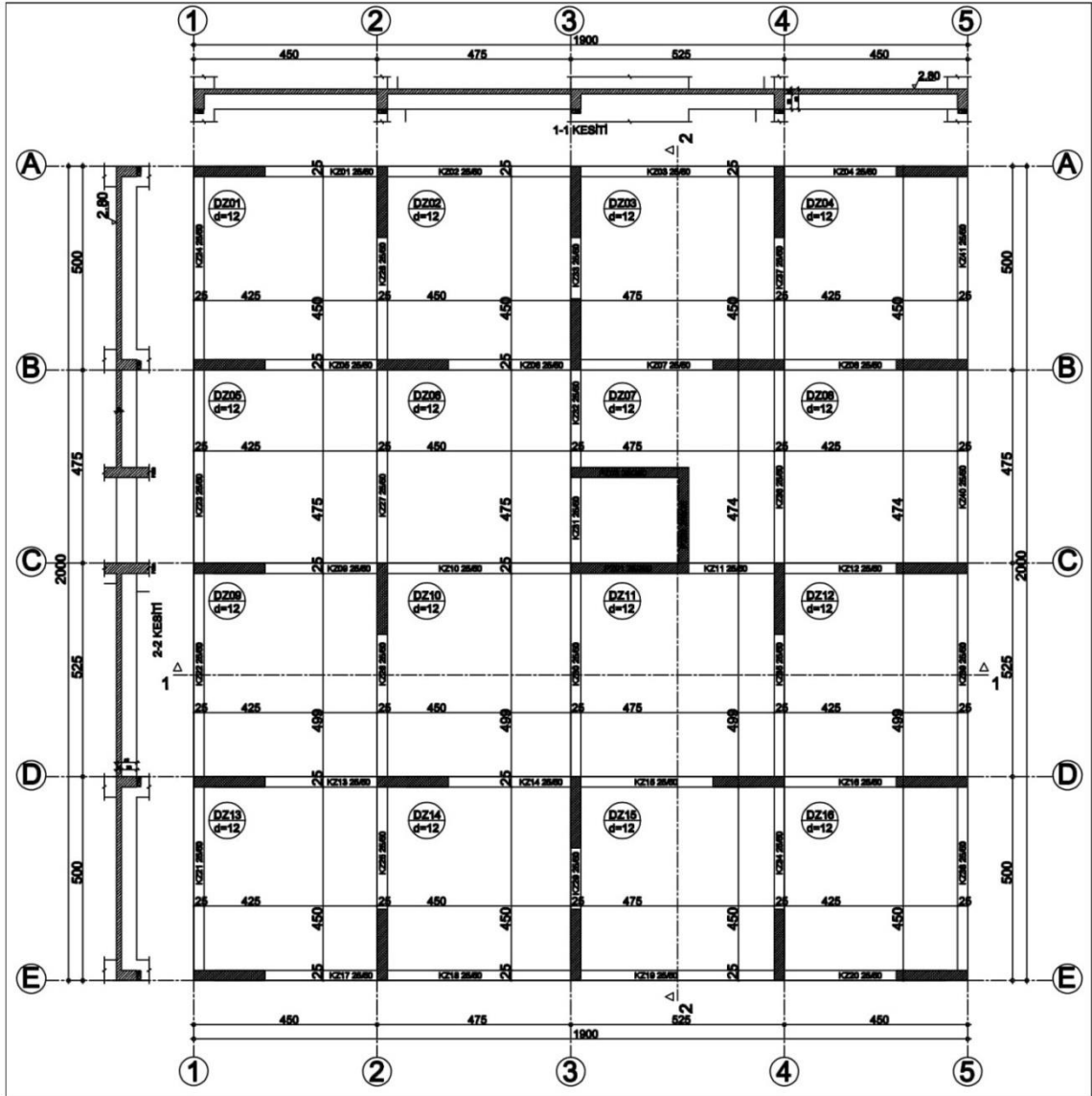
Şekil 28. Model 4 3D Görünümü

Model 5 yapısı, asansör boşluğunun etrafı ve şekil 29’da verilen kolon aplikasyonunda görüldüğü gibi perdeler yerleştirilerek çözülmüştür. Bu modelde dördüncü modele ilave olarak 6 adet daha perde eklenmiştir. Beşinci modelin tüm taşıyıcı sistemi perdelerden oluşturulmuştur.

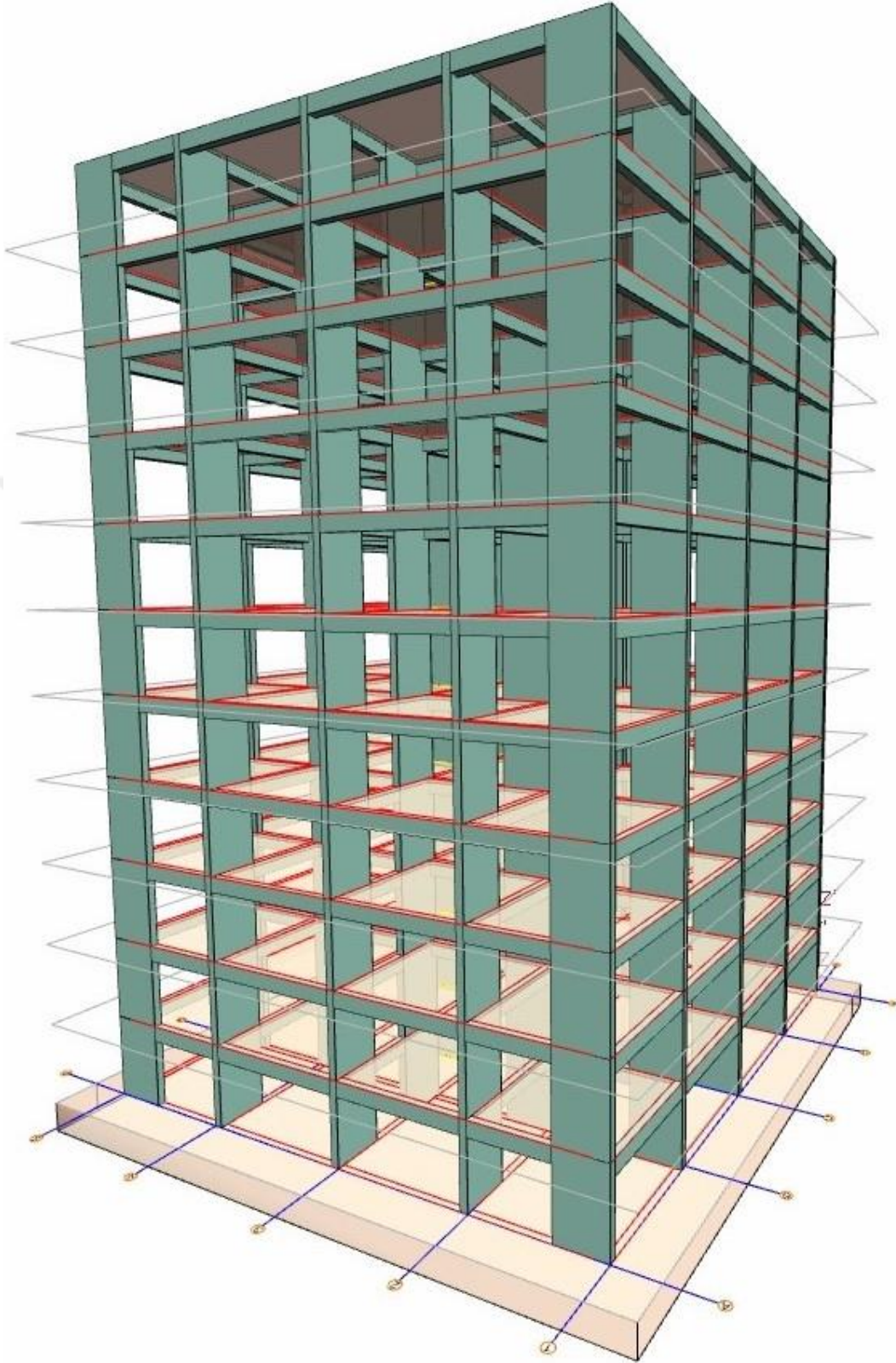


Şekil 29. Model 5 Kolon Aplikasyon Planı

Şekil 30’da gösterilen model 5’e ait kalıp planındaki, A – 2, A – 4, B – 3, D – 3 ve E – 2, E – 4 aksları üzerinde konumlandırılan kolonların yerine 25/175 cm boyutlarında perdeler yerleştirilmiştir. Modelin 3 boyutlu görünümü şekil 31’de verilmiştir.



Şekil 30. Model 5 Kalıp Planı



Şekil 31. Model 5 3D Görünümü

5.5 Modellerin Beton ve Donatı Metraj Değerlerinin Karşılaştırılması

Analizler sonucunda, 5 model için elde edilen metraj değerleri aşağıda tablolar halinde verilmiştir. Yapılarda malzeme olarak C25 hazır beton ve S420 donatı çeliği kullanılmıştır.

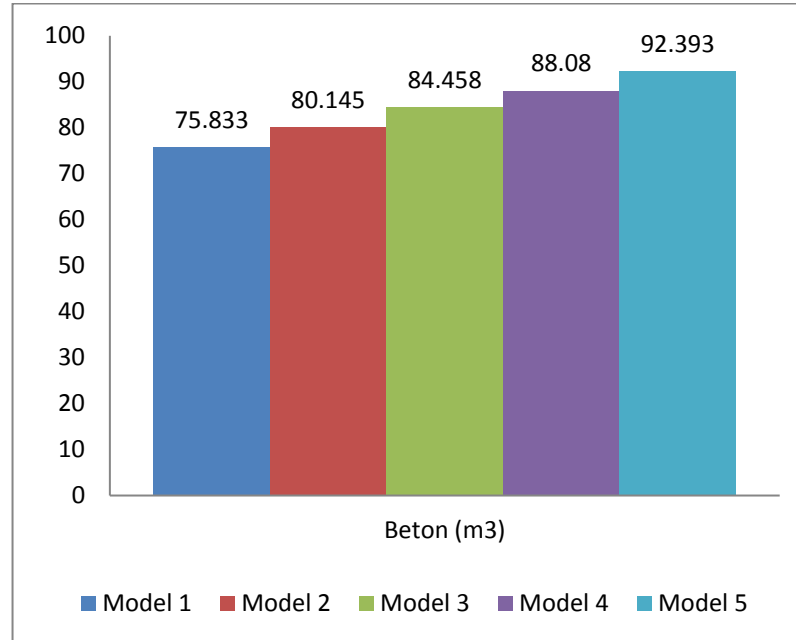
5.5.1 Beton Metraj Değerleri

Kullanılan tüm modeller için hesaplanan 1.kat metrajları göz önüne alındığında, döşeme, kiriş, kolon ve perde toplam beton metraj değerleri şekil 32’de gösterildiği gibidir.

MODELLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5
BETON METRAJİ (M ³)	75.833 (M ³)	80.145 (M ³)	84.458 (M ³)	88.080 (M ³)	92.393 (M ³)

Şekil 32. Kullanılan Modeller İçin Hesaplanan Beton Metrajları

Yapılan çalışmada perde yerleşim yerleri farklı olan sistemler için modellere göre beton metrajının karşılaştırması şekil 33’te gösterilen grafikteki gibidir.



Şekil 33. Modellere Göre Beton Metrajı Değişimi

5 model için elde edilen 1.kat döşeme, kiriş, kolon ve perde toplam beton metrajındaki değişimler, yukarıdaki grafikte görülebilmektedir. Grafikte, sadece kolonlardan oluşan 1.modelden, tamamen perdelerden oluşan 5.modele doğru toplam beton metrajında artış göstermektedir. 1.model ile 5.model arasında 1.kat toplam beton metrajı farkına bakıldığı zaman 16.56 m^3 'tür. Sonuç olarak, yaklaşık %22 daha fazla beton kullanıldığına ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar ve oluşturulan grafik göstermiştir ki; toplam düşey taşıyıcı alanı arttıkça beton metraj değerleri de artmaktadır. Düşey taşıyıcı alanı en fazla olan, tamamen perdelerden oluşan 5.modelin en fazla beton metrajına sahip olduğu görülmektedir.

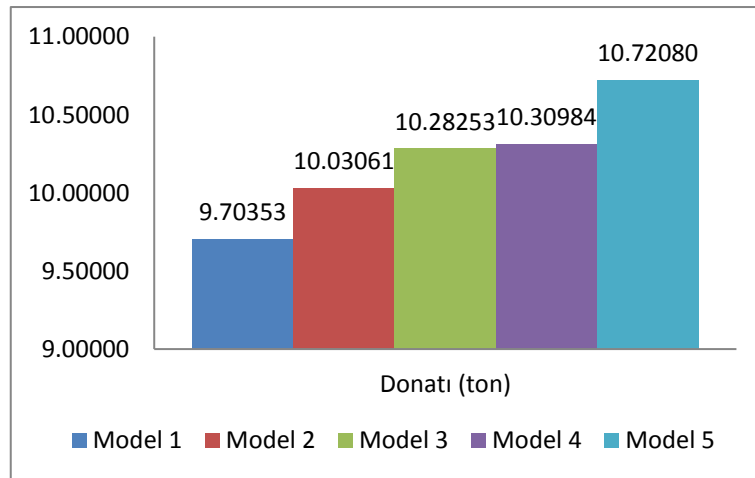
5.5.2 Donatı Metraj Değerleri

Kullanılan tüm modeller için hesaplanan 1.kat metrajları göz önüne alındığında, döşeme, kiriş, kolon ve perde toplam donatı metraj değerleri şekil 34'te gösterildiği gibidir.

MODELLER	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3	MODEL 4	MODEL 5
DONATI METRAJİ (TON)	9.703,53	10.030,61	10.282,53	10.309,84	10.720,80

Şekil 34. Kullanılan Modeller İçin Hesaplanan Donatı Metrajları

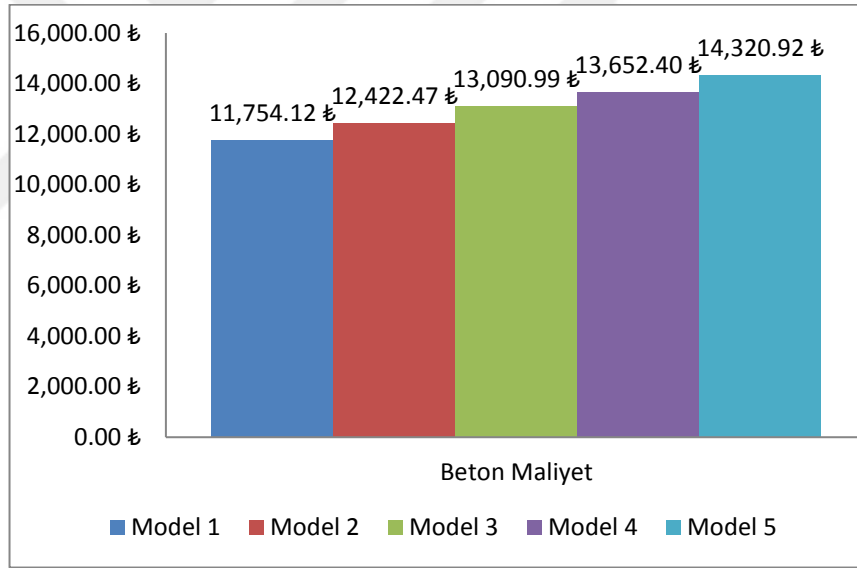
Yapılan çalışmada perde yerleşim yerleri farklı olan sistemler için modellere göre donatı metrajının karşılaştırması şekil 35'te gösterilen grafikteki gibidir.



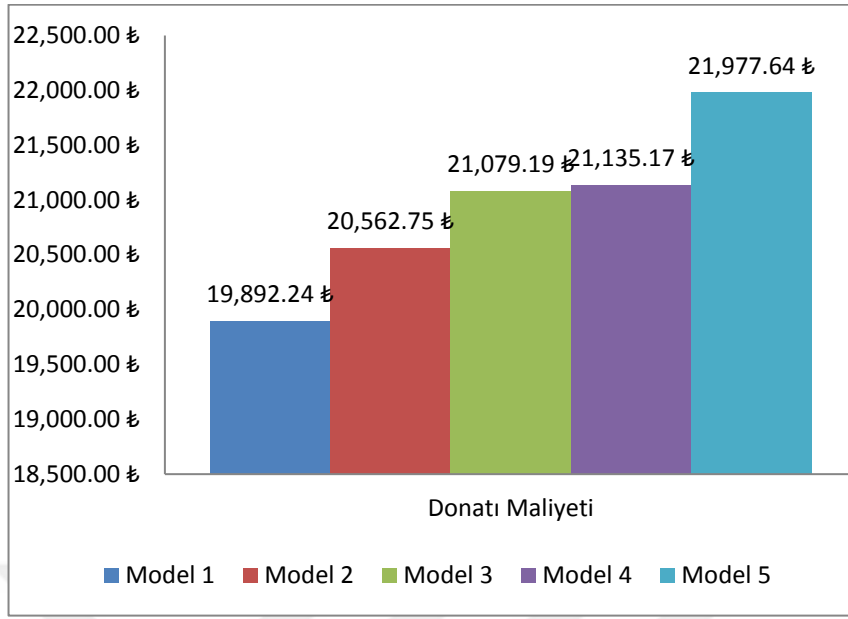
Şekil 35. Modellere Göre Donatı Metrajı Değişimi

5 model için elde edilen 1.kat döşeme, giriş, kolon ve perde toplam donatı metrajındaki değişimler, yukarıdaki grafikte görülebilmektedir. 1.model ile 5.model arasında toplam metraj farkına bakıldığı zaman, 1.017,27 ton'dur. Elde edilen sonuçlar ve oluşturulan grafik incelendiğinde, tamamen kolonlardan oluşan modele göre tamamen perde sistemli tasarlanan modelde, yaklaşık %10 daha fazla donatı kullanıldığına ulaşılmıştır.

Yapım ekonomikliği açısından, perdeler sistemlere yerleştirilirken yönetmeliklerin belirlediği kurallar dikkate alınmalı, mimari ve ekonomik etkenler göz önüne alınmalıdır. Tasarlanan modellere ait beton maliyet grafiği şekil 36'da, donatı maliyet grafiği şekil 37'de görülebilmektedir. Beton ve donatı birim fiyatları piyasada hizmet veren çeşitli firmalardan alınmıştır. C25 hazır betonun m³'ü 155 TL, S420 donatı çeliğinin tonunun 2.050 TL olduğu öğrenilmiştir.



Şekil 36. Modellere Göre Beton Maliyeti Değişimi



Şekil 37. Modellere Göre Donatı Maliyeti Değişimi

5.6 Modellerin Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

Yapılan analizler sonucunda, tüm modeller için elde edilen kat deplasman değerlerinin değişimi, tablo 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 ve 17’de sunulmuştur. Tamamen kolonlardan oluşan, kolon ve perdelerin beraber kullanıldığı ve tamamen perde sistemli modelin X ve Y doğrultusundaki deprem kuvvetleri için maksimum yer değiştirme – kat sayısı grafikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen grafik sonuçları şekil 38 ve şekil 39’da gösterilmiştir.

h: Kat Yüksekliği

dx: Kat Kütle Merkezinin X Yönü Deplasmanı

dy: Kat Kütle Merkezinin Y Yönü Deplasmanı

MODEL	KATLAR	h [m]	dx [mm]
MODEL 1	10.KAT	2,8	39.29
	9.KAT	2,8	36.27
	8.KAT	2,8	32.94
	7.KAT	2,8	29.28
	6.KAT	2,8	25.29
	5.KAT	2,8	21.05
	4.KAT	2,8	16.65
	3.KAT	2,8	12.24
	2.KAT	2,8	8.02
	1.KAT	2,8	4.27
	ZEMİN KAT	2,8	1.40

Tablo 8. 1.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dy [mm]
MODEL 1	10.KAT	2,8	37.18
	9.KAT	2,8	34.62
	8.KAT	2,8	31.67
	7.KAT	2,8	28.36
	6.KAT	2,8	24.73
	5.KAT	2,8	20.86
	4.KAT	2,8	16.82
	3.KAT	2,8	12.72
	2.KAT	2,8	8.71
	1.KAT	2,8	4.99
	ZEMİN KAT	2,8	1.85

Tablo 9. 1.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dx [mm]
MODEL 2	10.KAT	2,8	37.26
	9.KAT	2,8	34.25
	8.KAT	2,8	30.97
	7.KAT	2,8	27.40
	6.KAT	2,8	23.56
	5.KAT	2,8	19.50
	4.KAT	2,8	15.32
	3.KAT	2,8	11.17
	2.KAT	2,8	7.23
	1.KAT	2,8	3.78
	ZEMİN KAT	2,8	1.19

Tablo 10. 2.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dy [mm]
MODEL 2	10.KAT	2,8	32.99
	9.KAT	2,8	30.68
	8.KAT	2,8	28.06
	7.KAT	2,8	25.11
	6.KAT	2,8	21.86
	5.KAT	2,8	18.36
	4.KAT	2,8	14.70
	3.KAT	2,8	10.97
	2.KAT	2,8	7.35
	1.KAT	2,8	4.04
	ZEMİN KAT	2,8	1.38

Tablo 11. 2.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dx [mm]
MODEL 3	10.KAT	2,8	32.76
	9.KAT	2,8	30.09
	8.KAT	2,8	27.19
	7.KAT	2,8	24.04
	6.KAT	2,8	20.64
	5.KAT	2,8	17.05
	4.KAT	2,8	13.36
	3.KAT	2,8	9.71
	2.KAT	2,8	6.25
	1.KAT	2,8	3.24
	ZEMİN KAT	2,8	0.99

Tablo 12. 3.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dy [mm]
MODEL 3	10.KAT	2,8	32.64
	9.KAT	2,8	30.36
	8.KAT	2,8	27.78
	7.KAT	2,8	24.87
	6.KAT	2,8	21.65
	5.KAT	2,8	18.18
	4.KAT	2,8	14.55
	3.KAT	2,8	10.86
	2.KAT	2,8	7.27
	1.KAT	2,8	3.99
	ZEMİN KAT	2,8	1.36

Tablo 13. 3.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dx [mm]
MODEL 4	10.KAT	2,8	29.84
	9.KAT	2,8	27.51
	8.KAT	2,8	24.95
	7.KAT	2,8	22.12
	6.KAT	2,8	19.05
	5.KAT	2,8	15.78
	4.KAT	2,8	12.39
	3.KAT	2,8	9.00
	2.KAT	2,8	5.80
	1.KAT	2,8	3.00
	ZEMİN KAT	2,8	0.91

Tablo 14. 4.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dy [mm]
MODEL 4	10.KAT	2,8	30.32
	9.KAT	2,8	28.23
	8.KAT	2,8	25.85
	7.KAT	2,8	23.15
	6.KAT	2,8	20.15
	5.KAT	2,8	16.91
	4.KAT	2,8	13.51
	3.KAT	2,8	10.05
	2.KAT	2,8	6.69
	1.KAT	2,8	3.64
	ZEMİN KAT	2,8	1.20

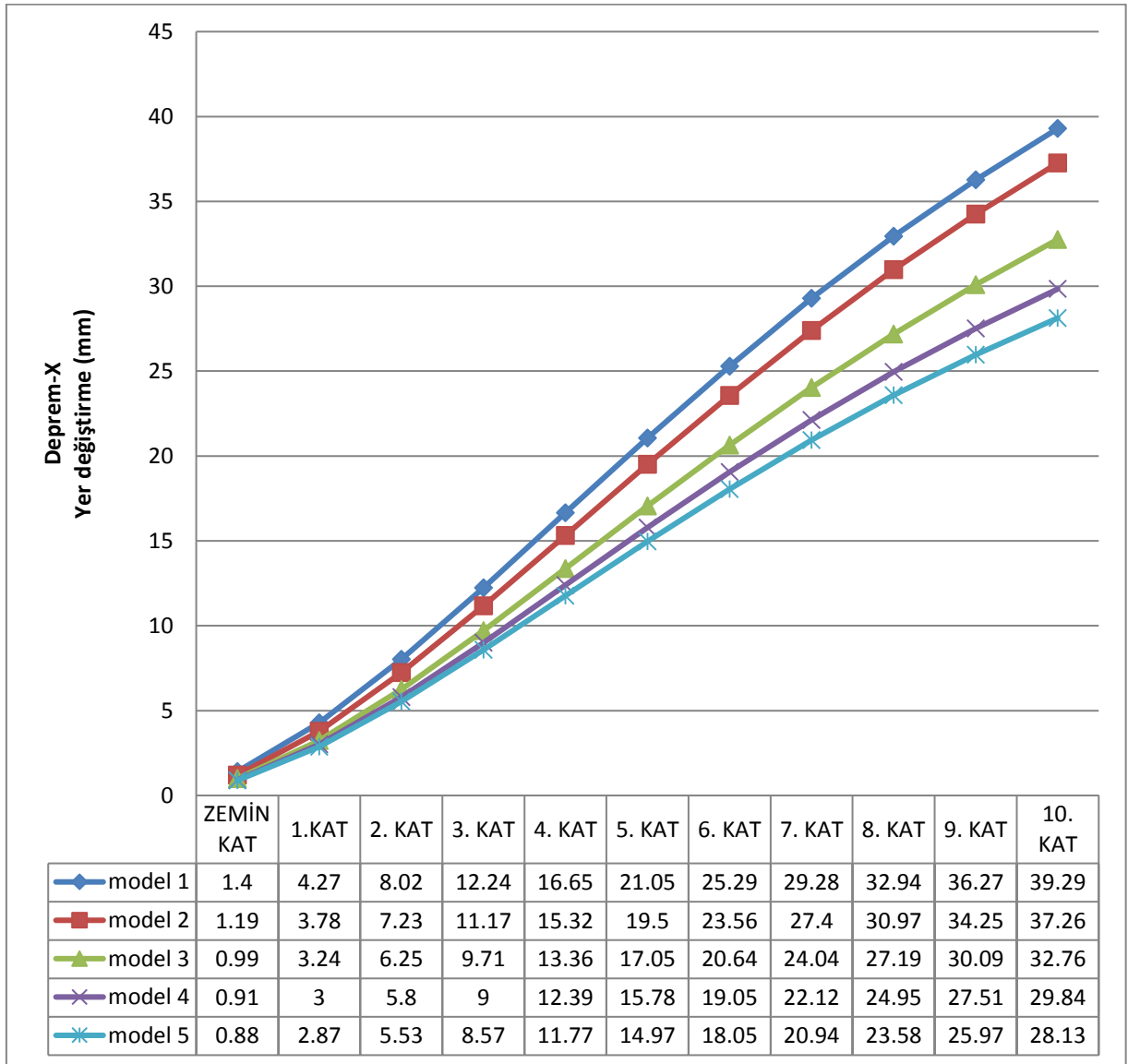
Tablo 15. 4.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

MODEL	KATLAR	h [m]	dx [mm]
MODEL 5	10.KAT	2,8	28.13
	9.KAT	2,8	25.97
	8.KAT	2,8	23.58
	7.KAT	2,8	20.94
	6.KAT	2,8	18.05
	5.KAT	2,8	14.97
	4.KAT	2,8	11.77
	3.KAT	2,8	8.57
	2.KAT	2,8	5.53
	1.KAT	2,8	2.87
	ZEMİN KAT	2,8	0.88

Tablo 16. 5.Model X Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi

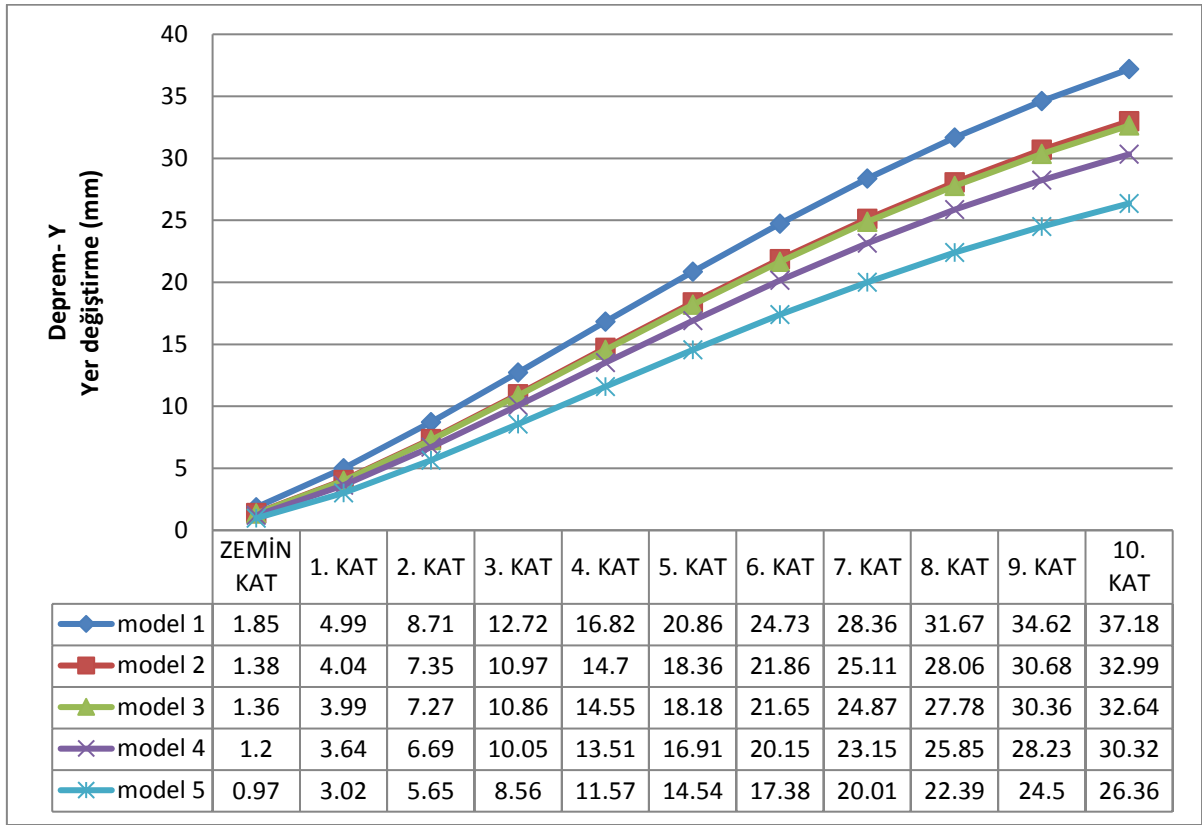
MODEL	KATLAR	h [m]	dy [mm]
MODEL 5	10.KAT	2,8	26.36
	9.KAT	2,8	24.50
	8.KAT	2,8	22.39
	7.KAT	2,8	20.01
	6.KAT	2,8	17.38
	5.KAT	2,8	14.54
	4.KAT	2,8	11.57
	3.KAT	2,8	8.56
	2.KAT	2,8	5.65
	1.KAT	2,8	3.02
	ZEMİN KAT	2,8	0.97

Tablo 17. 5.Model Y Doğrultusundaki Deprem Kuvveti İçin Deplasman Değerlerinin Katlara Göre Değişimi



Şekil 38. Modellerin Yer Değiştirme – Kat Sayısı Grafiği

Elde edilen analiz sonuçları ve modellere ait X ve Y doğrultusundaki deprem kuvvetlerinden oluşan kat deplasmanları grafikleri göstermiştir ki; model 1'in X yonü deplasmanı, 10.katta 39.29 mm, model 2 ve model 3'ün 10.katta, 37.26 mm ve 32.76 mm, model 4 ve model 5'in 10.katta, 29.84 mm ve 28.13 mm'dir. Tamamen kolonlardan oluşan 1.modelin en fazla deplasmana sahip olduğu görülmüştür. Son katlar dikkate alındığında, 1.modeldeki yer değiştirme, 5.modeldeki yer değiştirmeden yaklaşık % 28 daha fazla olduğuna ulaşılmıştır.



Şekil 39. Modellerin Yer Değiştirme – Kat Sayısı Grafiği

Model 1'in Y yönündeki deplasmanı, 10.katta 37.18 mm, model 2 ve model 3'ün, 32.99 mm ve 32.36 mm, model 4 ve model 5'in, 30.32 mm ve 26.36 mm'dir. Bütün modeller için 10.katlar dikkate alındığında 1.modeldeki yer değiştirme, 5.modeldeki yer değiştirmeden yaklaşık % 29 daha fazla olduğuna ulaşılmıştır.

Düşey taşıyıcı alanı arttıkça, çerçeve sisteme göre, çerçeve ve perdenin beraber kullanıldığı karma sistemler, daha az yer değiştirme yapmaktadır. Modellere yapılan perde eklemeleri, yer değiştirmelerin düşmesine neden olmuştur.

5.7 Modellerin Ağırlıkları ve Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Yatay yükler altında binaların davranışı, düşey bir konsolunkine benzetilebilir. Burada yapıya etkiyen yatay yük, temele taban kesme kuvveti ve devirici moment olarak iletilir[3].

Deprem doğrultusunda, model binalara etkiyen eşdeğer deprem yükleri, perdelerin eklenmesiyle rijitliği ve toplam ağırlığı artan modeller için değişim göstermiştir. Modellere ait hareketli yükler dâhil, yapı toplam ağırlıkları tablo 18’de gösterilmiştir.

MODELLER	YAPI TOPLAM AĞIRLIKLARI (ton)
Model 1	4356,08
Model 2	4408,67
Model 3	4461,27
Model 4	4505,45
Model 5	4558,04

Tablo 18. Modellere Ait Yapı Toplam Ağırlıkları

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, en az düşey taşıyıcı alanına sahip olan model 1’in en hafif yapı ağırlığına sahip olduğu, en fazla düşey taşıyıcı alanına sahip olan model 5’in en ağır yapı ağırlığına sahip olduğu görülmektedir.

DBYBHY – 2007’de verilen, eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak göz önüne alınan, deprem doğrultusunda her kat seviyesi için hesaplanan eşdeğer deprem yüklerinin değişimi incelenmiş ve sonuçlar tablo 19, 20, 21, 22 ve 23’te verilmiştir. Grafikselleştirilerek, X yönünde uygulanan eşdeğer deprem yükleri şekil 40’da, Y yönünde uygulanan eşdeğer deprem yükleri şekil 41’de verilmiştir.

MODELLER	KATLAR	(Vt-X) X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)	(Vt-Y) Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)
Model 1	ZEMİN KAT	2743,5627	2392,2666
	1.KAT	2700,3006	2342,628
	2. KAT	2604,1626	2251,7874
	3. KAT	2471,0409	2130,8301
	4. KAT	2305,1538	1984,1706
	5. KAT	2111,2101	1818,2835
	6. KAT	1895,3901	1631,6973
	7. KAT	1647,7857	1422,8424
	8. KAT	1357,5078	1175,8266
	9. KAT	1015,7274	877,014
	10. KAT	580,8501	500,2119
Taban Kesme Kuvvetleri		21432,6918	18527,5584

Tablo 19. Model 1 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri

MODELLER	KATLAR	(Vt-X) X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)	(Vt-Y) Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)
Model 2	ZEMİN KAT	2871,9756	2444,7501
	1.KAT	2826,7515	2401,1937
	2. KAT	2731,104	2318,2992
	3. KAT	2595,2355	2199,1077
	4. KAT	2422,2852	2050,9767
	5. KAT	2222,3574	1877,5359
	6. KAT	1993,9806	1679,8644
	7. KAT	1735,1928	1453,9401
	8. KAT	1431,6714	1190,934
	9. KAT	1069,3881	878,2893
	10. KAT	618,8148	493,7373
Taban Kesme Kuvvetleri		22518,7569	18988,6284

Tablo 20. Model 2 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri

MODELLER	KATLAR	(Vt-X) X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)	(Vt-Y) Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)
Model 3	ZEMİN KAT	3207,4776	2457,5031
	1.KAT	3162,9402	2414,1429
	2. KAT	3064,4478	2331,5427
	3. KAT	2920,5351	2211,8607
	4. KAT	2732,085	2062,6506
	5. KAT	2507,9265	1888,0326
	6. KAT	2246,1957	1688,3991
	7. KAT	1946,2059	1460,709
	8. KAT	1595,4984	1195,5447
	9. KAT	1181,9088	880,4475
10. KAT	678,5577	495,5031	
Taban Kesme Kuvvetleri		25243,7787	19086,336

Tablo 21. Model 3 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri

MODELLER	KATLAR	(Vt-X) X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)	(Vt-Y) Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)
Model 4	ZEMİN KAT	3388,7664	2591,4096
	1.KAT	3344,6214	2548,8342
	2. KAT	3245,0499	2465,6454
	3. KAT	3097,017	2342,4318
	4. KAT	2899,836	2186,2566
	5. KAT	2661,1587	2001,0438
	6. KAT	2378,925	1787,6763
	7. KAT	2053,7235	1543,3092
	8. KAT	1674,9594	1259,4078
	9. KAT	1233,117	924,102
10. KAT	703,4751	521,2053	
Taban Kesme Kuvvetleri		26680,6494	20171,322

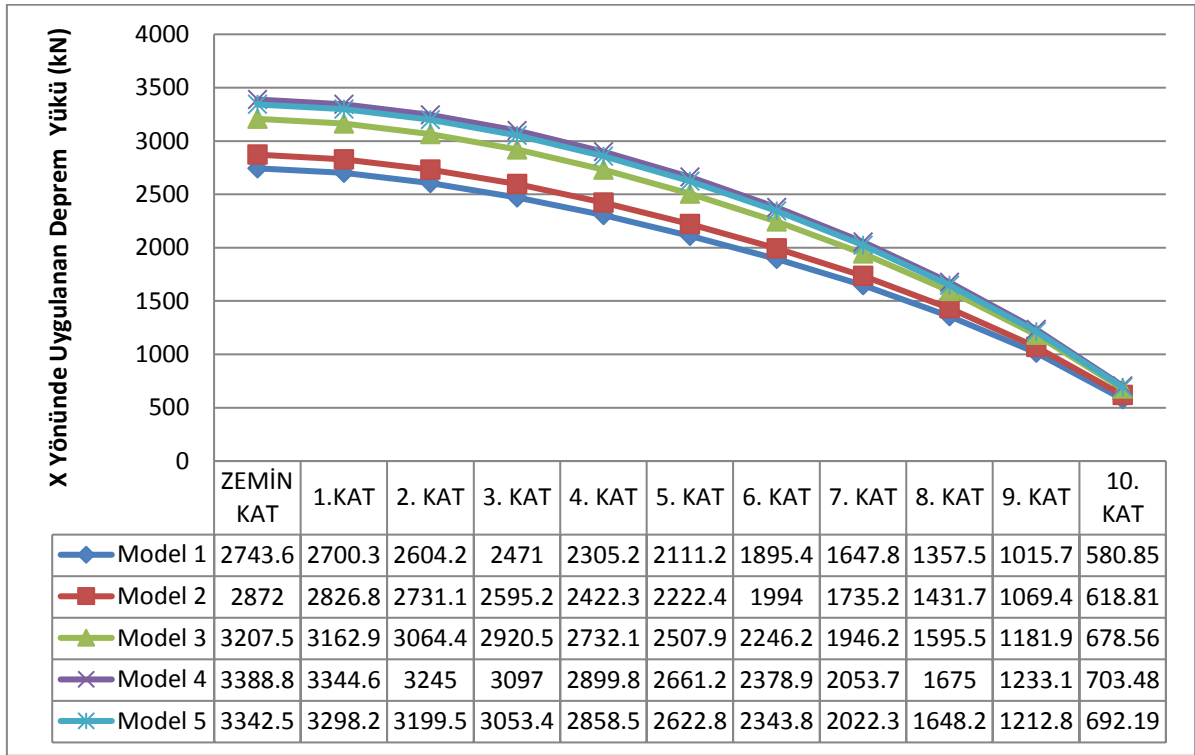
Tablo 22. Model 4 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri

MODELLER	KATLAR	(Vt-X) X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)	(Vt-Y) Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN DEPREM KUVVETLERİ (KN)
Model 5	ZEMİN KAT	3342,4632	3089,169
	1.KAT	3298,2201	3044,7297
	2. KAT	3199,5315	2951,9271
	3. KAT	3053,3625	2811,6441
	4. KAT	2858,5359	2629,6686
	5. KAT	2622,8016	2408,1588
	6. KAT	2343,8052	2149,7634
	7. KAT	2022,3315	1849,9698
	8. KAT	1648,1781	1503,873
	9. KAT	1212,8103	1098,4257
	10. KAT	692,1936	618,9129
Taban Kesme Kuvvetleri		26294,2335	24156,2421

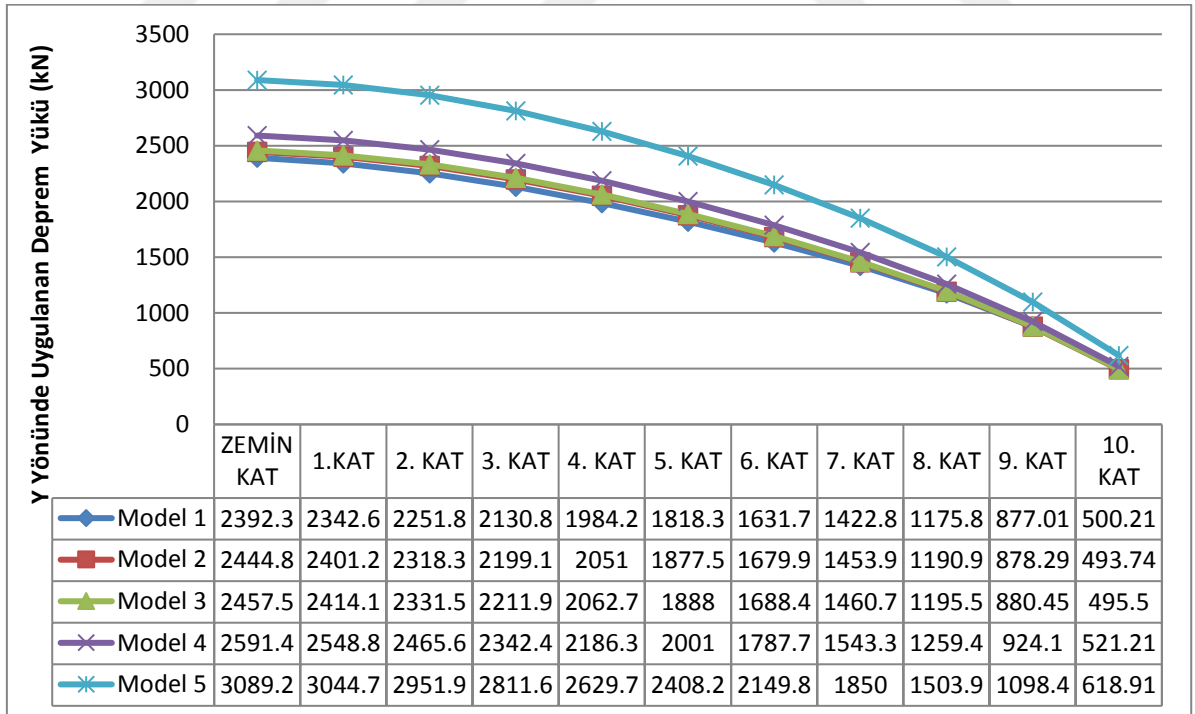
Tablo 23. Model 5 Kata Etkiyen Deprem Kuvvetleri

Yapıda oluşacak toplam kesme kuvveti, taban kesme kuvvetidir. Modellerin taban kesme kuvvetleri, modellere perdelerin eklenmesiyle rijitliğinin ve toplam yapı ağırlıklarının artmasıyla doğru orantılı olarak artış göstermiştir.

Elde edilen analiz sonuçları ve modellere ait X ve Y doğrultusundaki taban kesme kuvvetleri grafikleri incelendiğinde, düşey taşıyıcı alanı en yüksek olan dolayısıyla, yapı toplam ağırlığı en yüksek olan model 5'in diğer modellere göre daha büyük deprem kuvvetleriyle karşılaşacağına ulaşılmıştır.



Şekil 40. Modellerin X Yönünde Uygulanan Eşdeğer Deprem Yüğü – Kat Sayısı Grafiğı



Şekil 41. Modellerin Y Yönünde Uygulanan Eşdeğer Deprem Yüğü – Kat Sayısı Grafiğı

5.7.1 Kesme Kuvvetlerinin Kolonlar ve Perdeler Arasındaki Dağılımı

Yapılan analizler sonucunda, perdelerin karşıladığı kesme kuvvetlerinin, taban kesme kuvvetlerine oranı ve deprem doğrultusunda her kat seviyesi için hesaplanan kat kesme kuvvetlerinin, kolonlar ve perdeler arasındaki paylaşımı incelenmiş ve sonuçlar tablo 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32 ve 33'te verilmiştir. X ve Y doğrultusunda, perdelerin karşıladığı kesme kuvvetleri ve kolonların karşıladığı kesme kuvvetleri grafiksel olarak karşılaştırılmıştır. Elde edilen grafik sonuçları şekil 42 ve şekil 43'te gösterilmiştir.

MODELLER	KATLAR	X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 1	ZEMİN KAT	2743,5627	850,504437	31%	1893,058263	69%
	1.KAT	2700,3006	243,027054	9%	2457,273546	91%
	2. KAT	2604,1626	494,790894	19%	2109,371706	81%
	3. KAT	2471,0409	617,760225	25%	1853,280675	75%
	4. KAT	2305,1538	668,494602	29%	1636,659198	71%
	5. KAT	2111,2101	675,587232	32%	1435,622868	68%
	6. KAT	1895,3901	682,340436	36%	1213,049664	64%
	7. KAT	1647,7857	675,592137	41%	972,193563	59%
	8. KAT	1357,5078	665,178822	49%	692,328978	51%
	9. KAT	1015,7274	619,593714	61%	396,133686	39%
10. KAT	580,8501	447,254577	77%	133,595523	23%	

Tablo 24. Model 1 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 1	ZEMİN KAT	2392,2666	1698,509286	71%	693,757314	29%
	1.KAT	2342,628	1405,5768	60%	937,0512	40%
	2. KAT	2251,7874	1148,411574	51%	1103,375826	49%
	3. KAT	2130,8301	937,565244	44%	1193,264856	56%
	4. KAT	1984,1706	773,826534	39%	1210,344066	61%
	5. KAT	1818,2835	636,399225	35%	1181,884275	65%
	6. KAT	1631,6973	505,826163	31%	1125,871137	69%
	7. KAT	1422,8424	384,167448	27%	1038,674952	73%
	8. KAT	1175,8266	235,16532	20%	940,66128	80%
	9. KAT	877,014	61,39098	7%	815,62302	93%
10. KAT	500,2119	135,057213	27%	365,154687	73%	

Tablo 25. Model 1 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 2	ZEMİN KAT	2871,9756	2441,17926	85%	430,79634	15%
	1.KAT	2826,7515	2006,993565	71%	819,757935	29%
	2. KAT	2731,104	1693,28448	62%	1037,81952	38%
	3. KAT	2595,2355	1453,33188	56%	1141,90362	44%
	4. KAT	2422,2852	1235,365452	51%	1186,919748	49%
	5. KAT	2222,3574	1066,731552	48%	1155,625848	52%
	6. KAT	1993,9806	897,29127	45%	1096,68933	55%
	7. KAT	1735,1928	728,780976	42%	1006,411824	58%
	8. KAT	1431,6714	515,401704	36%	916,269696	64%
	9. KAT	1069,3881	288,734787	27%	780,653313	73%
10. KAT	618,8148	216,58518	35%	402,22962	65%	

Tablo 26. Model 2 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 2	ZEMİN KAT	2444,7501	2004,695082	82%	440,055018	18%
	1.KAT	2401,1937	1680,83559	70%	720,35811	30%
	2. KAT	2318,2992	1437,345504	62%	880,953696	38%
	3. KAT	2199,1077	1253,491389	57%	945,616311	43%
	4. KAT	2050,9767	1087,017651	53%	963,959049	47%
	5. KAT	1877,5359	919,992591	49%	957,543309	51%
	6. KAT	1679,8644	772,737624	46%	907,126776	54%
	7. KAT	1453,9401	625,194243	43%	828,745857	57%
	8. KAT	1190,934	440,64558	37%	750,28842	63%
	9. KAT	878,2893	228,355218	26%	649,934082	74%
10. KAT	493,7373	172,808055	35%	320,929245	65%	

Tablo 27. Model 2 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 3	ZEMİN KAT	3207,4776	2918,804616	91%	288,672984	9%
	1.KAT	3162,9402	2561,981562	81%	600,958638	19%
	2. KAT	3064,4478	2298,33585	75%	766,11195	25%
	3. KAT	2920,5351	2073,579921	71%	846,955179	29%
	4. KAT	2732,085	1830,49695	67%	901,58805	33%
	5. KAT	2507,9265	1630,152225	65%	877,774275	35%
	6. KAT	2246,1957	1415,103291	63%	831,092409	37%
	7. KAT	1946,2059	1167,72354	60%	778,48236	40%
	8. KAT	1595,4984	893,479104	56%	702,019296	44%
	9. KAT	1181,9088	579,135312	49%	602,773488	51%
10. KAT	678,5577	298,565388	44%	379,992312	56%	

Tablo 28. Model 3 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 3	ZEMİN KAT	2457,5031	2088,877635	85%	368,625465	15%
	1.KAT	2414,1429	1834,748604	76%	579,394296	24%
	2. KAT	2331,5427	1632,07989	70%	699,46281	30%
	3. KAT	2211,8607	1459,828062	66%	752,032638	34%
	4. KAT	2062,6506	1278,843372	62%	783,807228	38%
	5. KAT	1888,0326	1132,81956	60%	755,21304	40%
	6. KAT	1688,3991	979,271478	58%	709,127622	42%
	7. KAT	1460,709	803,38995	55%	657,31905	45%
	8. KAT	1195,5447	609,727797	51%	585,816903	49%
	9. KAT	880,4475	369,78795	42%	510,65955	58%
10. KAT	495,5031	247,75155	50%	247,75155	50%	

Tablo 29. Model 3 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 4	ZEMİN KAT	3388,7664	3320,991072	98%	67,775328	2%
	1.KAT	3344,6214	3210,836544	96%	133,784856	4%
	2. KAT	3245,0499	3050,346906	94%	194,702994	6%
	3. KAT	3097,017	2880,22581	93%	216,79119	7%
	4. KAT	2899,836	2667,84912	92%	231,98688	8%
	5. KAT	2661,1587	2448,266004	92%	212,892696	8%
	6. KAT	2378,925	2164,82175	91%	214,10325	9%
	7. KAT	2053,7235	1848,35115	90%	205,37235	10%
	8. KAT	1674,9594	1490,713866	89%	184,245534	11%
	9. KAT	1233,117	1072,81179	87%	160,30521	13%
10. KAT	703,4751	619,058088	88%	84,417012	12%	

Tablo 30. Model 4 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 4	ZEMİN KAT	2591,4096	2435,925024	94%	155,484576	6%
	1.KAT	2548,8342	2293,95078	90%	254,88342	10%
	2. KAT	2465,6454	2145,111498	87%	320,533902	13%
	3. KAT	2342,4318	1991,06703	85%	351,36477	15%
	4. KAT	2186,2566	1836,455544	84%	349,801056	16%
	5. KAT	2001,0438	1640,855916	82%	360,187884	18%
	6. KAT	1787,6763	1465,894566	82%	321,781734	18%
	7. KAT	1543,3092	1234,64736	80%	308,66184	20%
	8. KAT	1259,4078	994,932162	79%	264,475638	21%
	9. KAT	924,102	693,0765	75%	231,0255	25%
10. KAT	521,2053	401,328081	77%	119,877219	23%	

Tablo 31. Model 4 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	X YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 5	ZEMİN KAT	3342,4632	3342,4632	100%	0	0%
	1.KAT	3298,2201	3298,2201	100%	0	0%
	2. KAT	3199,5315	3199,5315	100%	0	0%
	3. KAT	3053,3625	3053,3625	100%	0	0%
	4. KAT	2858,5359	2858,5359	100%	0	0%
	5. KAT	2622,8016	2622,8016	100%	0	0%
	6. KAT	2343,8052	2343,8052	100%	0	0%
	7. KAT	2022,3315	2022,3315	100%	0	0%
	8. KAT	1648,1781	1648,1781	100%	0	0%
	9. KAT	1212,8103	1212,8103	100%	0	0%
10. KAT	692,1936	692,1936	100%	0	0%	

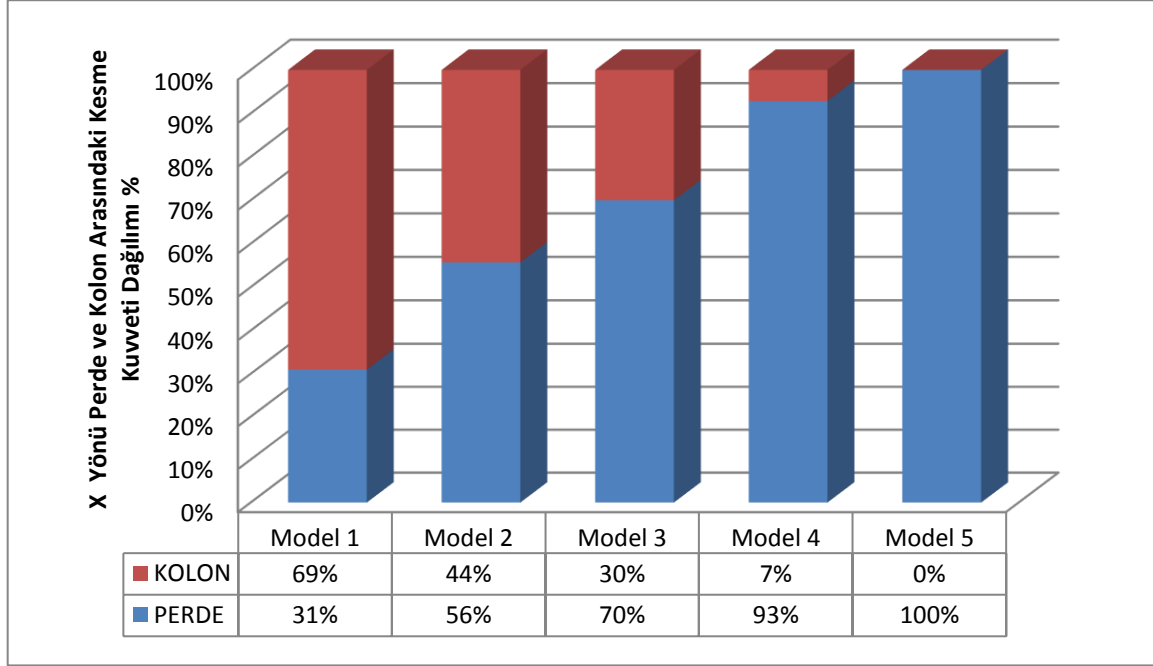
Tablo 32. Model 5 X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

MODELLER	KATLAR	Y YÖNÜNDE KATA ETKİYEN KESME KUVVETLERİ (KN)	PERDELERİN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ		KOLONLARIN KARŞILADIĞI KESME KUVVETLERİ	
			MİKTAR (KN)	%	MİKTAR (KN)	%
Model 5	ZEMİN KAT	3089,169	3089,169	100%	0	0%
	1.KAT	3044,7297	3044,7297	100%	0	0%
	2. KAT	2951,9271	2951,9271	100%	0	0%
	3. KAT	2811,6441	2811,6441	100%	0	0%
	4. KAT	2629,6686	2629,6686	100%	0	0%
	5. KAT	2408,1588	2408,1588	100%	0	0%
	6. KAT	2149,7634	2149,7634	100%	0	0%
	7. KAT	1849,9698	1849,9698	100%	0	0%
	8. KAT	1503,873	1503,873	100%	0	0%
	9. KAT	1098,4257	1098,4257	100%	0	0%
10. KAT	618,9129	618,9129	100%	0	0%	

Tablo 33. Model 5 Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı

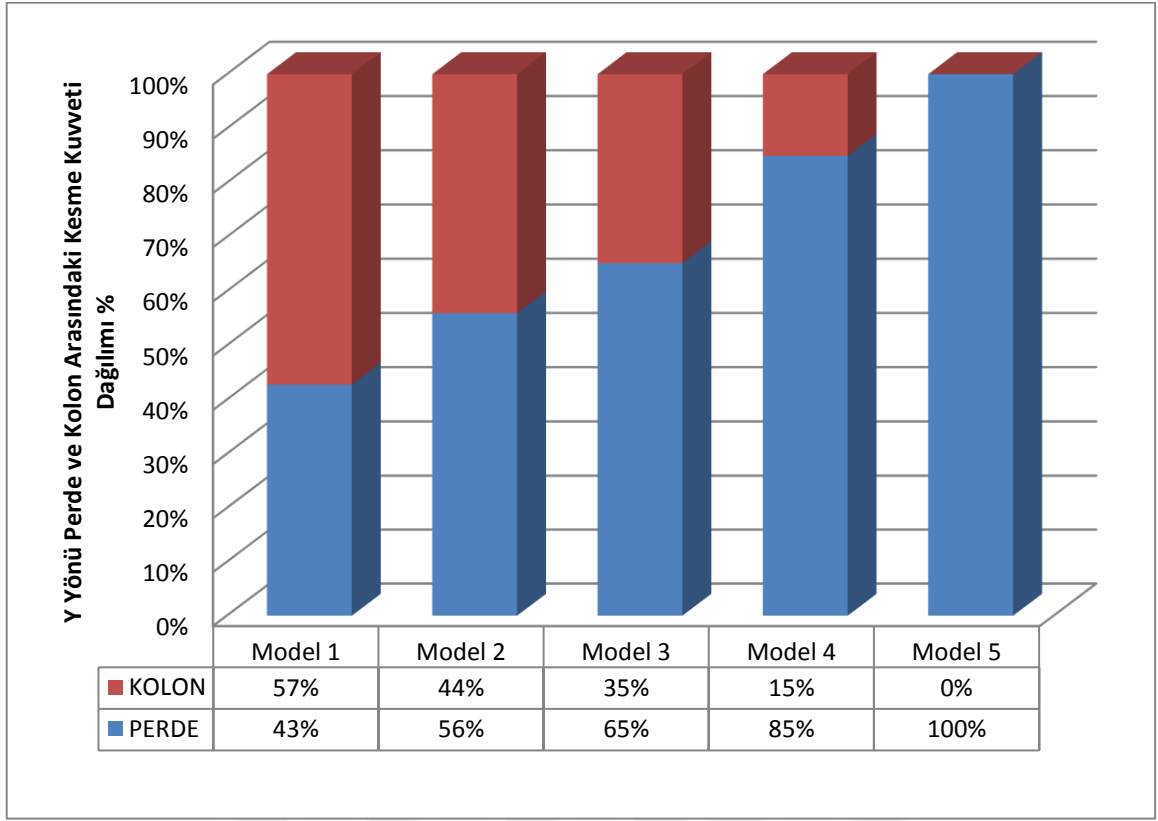
Deprem kuvvetlerinden dolayı oluşan her kat seviyesi için toplam kesme kuvvetleri, X ve Y yönünde ayrı ayrı incelendiğinde, perde çerçevesi olarak tasarlanan model 1, model 2, model 3 ve model 4'te kesme kuvvetlerinin büyük kısmı perdeler tarafından karşılandığından, kolonlara etkiyen kesme kuvvetleri küçülmüştür.

Taşıyıcı eleman rijitliği arttıkça, yapıların karşıladığı kesme kuvveti de artış göstermiştir. Zemin kata doğru inildikçe, kesme kuvvetlerinin çoğunun perdeler tarafından karşılandığı görülmüştür. Dolayısıyla, deprem kuvvetleri karşısında perdelerle göre daha narin olan kolonların, hasara uğrama riskinin azalacağına ulaşılmıştır.



Şekil 42. Modellerin X Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı Grafiği

Yukarıdaki grafikte, 5 model yapı üzerinde oluşan toplam kesme kuvveti değeri için, X yönünde perdeler ve kolonlar arasındaki kesme kuvveti dağılımı verilmiştir. Model 1’de oluşan toplam kesme kuvvetinin, yani taban kesme kuvvetinin %69’u kolonlar tarafından, %31’i perdeler tarafından karşılanmıştır. Perdelerin eklenmesiyle model 1’e göre rijitliği artan model 2’de, taban kesme kuvvetinin %44’ü kolonlar tarafından, %56’sı perdeler tarafından karşılanmıştır. Model 3’te taban kesme kuvvetinin %30’u kolonlar tarafından, %70’i perdeler tarafından karşılanmıştır. Model 4’te taban kesme kuvvetinin %7’si kolonlar tarafından, %93’ü perdeler tarafından karşılanmıştır. Son olarak taşıyıcı eleman rijitliği en yüksek olan, sadece I tipi perdelerin kullanıldığı model 5’te, taban kesme kuvvetinin %100’ü perdeler tarafından karşılanmıştır.



Şekil 43. Modellerin Y Yönünde Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılımı Grafiği

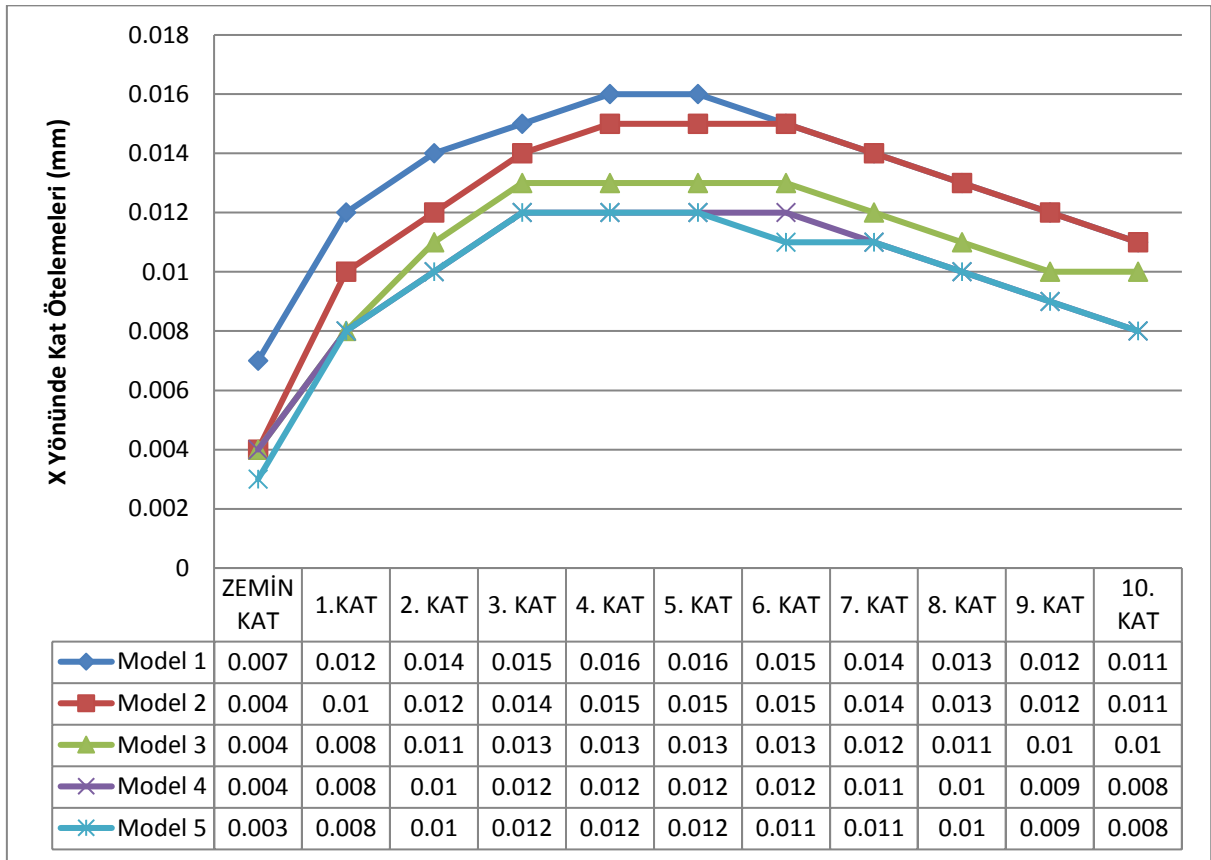
Yukarıdaki grafikte, 5 model yapı üzerinde oluşan toplam kesme kuvveti değeri için, Y yönünde perdeler ve kolonlar arasındaki kesme kuvveti dağılımı verilmiştir. Asansör boşluğunun etrafında perdelerin kullanıldığı, diğer düşey taşıyıcı elemanları kolonlardan oluşan model 1’de toplam kesme kuvvetinin, yani taban kesme kuvvetinin %57’si kolonlar tarafından, %43’ü perdeler tarafından karşılanmıştır. Perdelerin eklenmesiyle model 1’e göre rijitliği artan model 2’de, taban kesme kuvvetinin %44’ü kolonlar tarafından, %56’sı perdeler tarafından karşılanmıştır. Model 3’te taban kesme kuvvetinin %35’i kolonlar tarafından, %65’i perdeler tarafından karşılanmıştır. Model 4’te taban kesme kuvvetinin %15’i kolonlar tarafından, %85’i perdeler tarafından karşılanmıştır. Son olarak taşıyıcı eleman rijitliği en yüksek olan, sadece I tipi perdelerin kullanıldığı model 5’te, taban kesme kuvvetinin %100’ü perdeler tarafından karşılanmıştır.

5.8 Modellerin Göreli Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

DBYBHY – 2007’de göreli kat ötelemeleri, herhangi bir kolon veya perde için, ardışık iki kat arasındaki yer değiştirme farkı olarak ifade edilmektedir. Katlar arasındaki

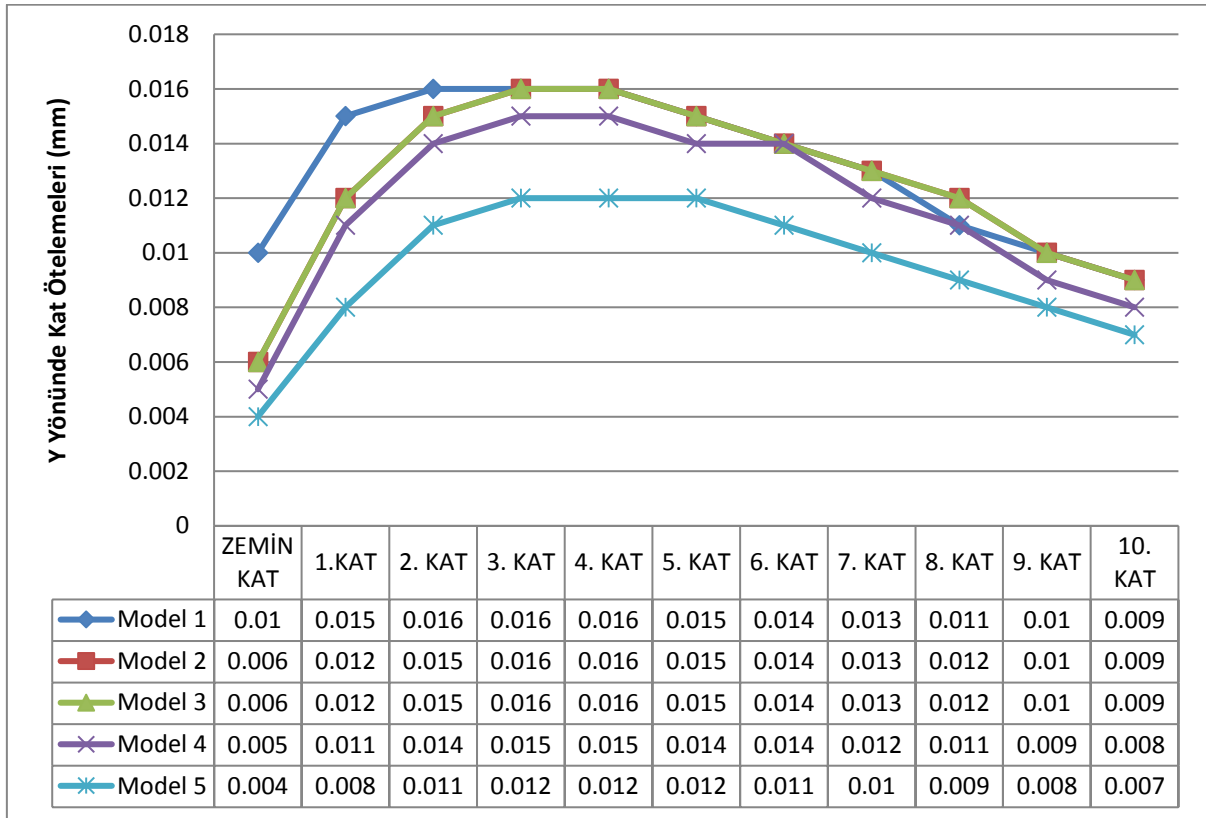
görelî ötelemeler, ardışık iki kat diyaframının yanal ötelemeleri arasındaki farkın, kat yüksekliğine bölünmesiyle elde edilmektedir.

Deprem doğrultusunda, her kat seviyesindeki kolon veya perdeler için hesaplanan görelî kat ötelemeleri incelenmiştir. Modellerin X ve Y doğrultusundaki deprem kuvvetleri için maksimum etkin görelî kat ötelemeleri – kat sayısı grafikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen grafik sonuçları şekil 44 ve şekil 45’te gösterilmiştir.



Şekil 44. Modellerin X Yönünde Görelî Öteleme – Kat Sayısı Grafiği

Yukarıda, X doğrultusunda görelî kat ötelemeleri grafiklerinde verilen değerler incelendiğinde, en büyük görelî ötelemelerin ara katlarda meydana geldiğine ulaşılmıştır. Modellerin her kat seviyesi için elde edilen değerlerine bakıldığında, 4.kat ve 5.katlarda maksimum görelî kat ötelemelerinin olduğuna ulaşılmıştır. Taşıyıcı eleman rijitliği arttıkça, yapılarda oluşan görelî kat ötelemeleri düşüş göstermiştir. Taşıyıcı eleman rijitliği en az olan model 1 ve taşıyıcı eleman rijitliği en yüksek olan model 5’in maksimum kat ötelemeleri karşılaştırıldığında, %25’lik düşüş meydana geldiğine ulaşılmıştır.

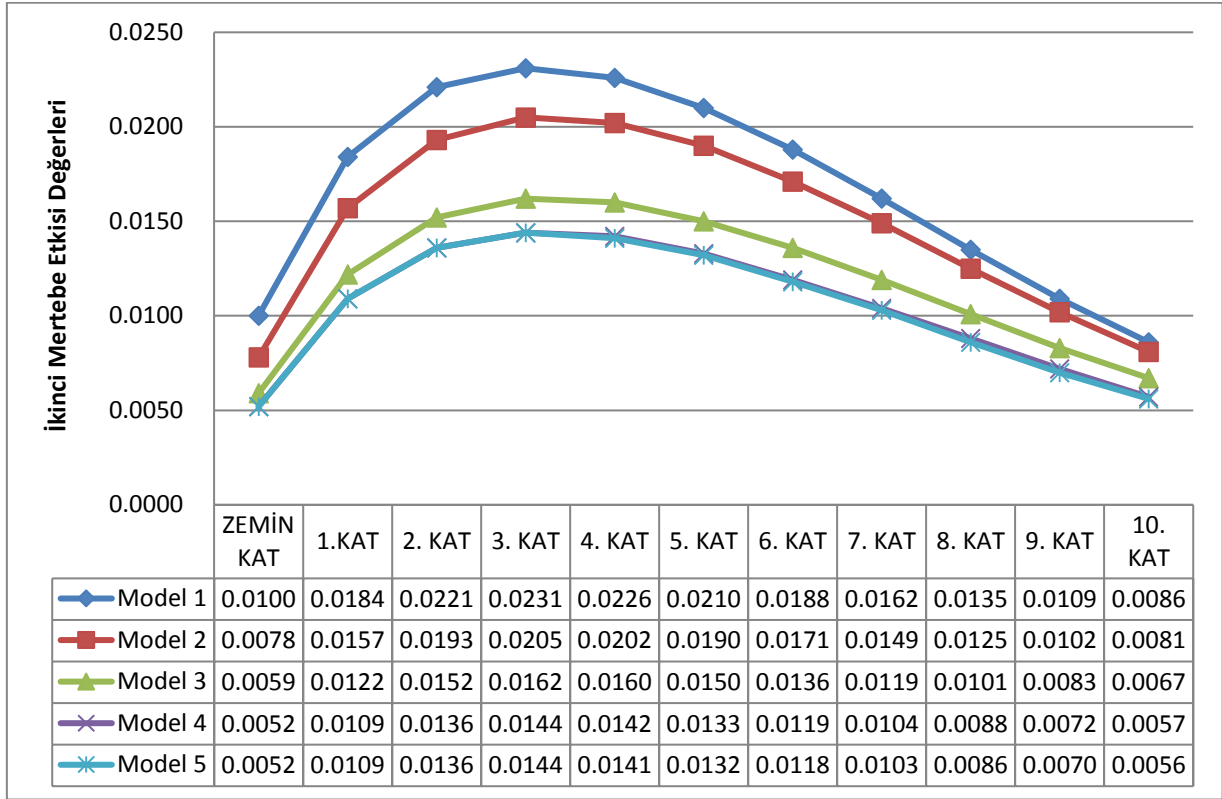


Şekil 45. Modellerin Y Yönünde Görelî Öteleme – Kat Sayısı Grafiği

Yukarıda, Y doğruğusunda görelî kat ötelemeleri grafiklerinde verilen değerler incelendiğinde, en büyük görelî ötelemelerin ara katlarda meydana geldiğine ulaşılmıştır. Modellerin her kat seviyesi için elde edilen değerlerine bakıldığında, 3.kat ve 4.katlarda maksimum görelî kat ötelemelerinin olduğuna ulaşılmıştır. Taşıyıcı eleman rijitliği arttıka, yapılar da oluşan görelî kat ötelemeleri düşüş göstermiştir. Taşıyıcı eleman rijitliği en az olan model 1 ve taşıyıcı eleman rijitliği en yüksek olan model 5'in maksimum kat ötelemeleri karşılaştırıldığında, %25'lik düşüş meydana geldiğine ulaşılmıştır.

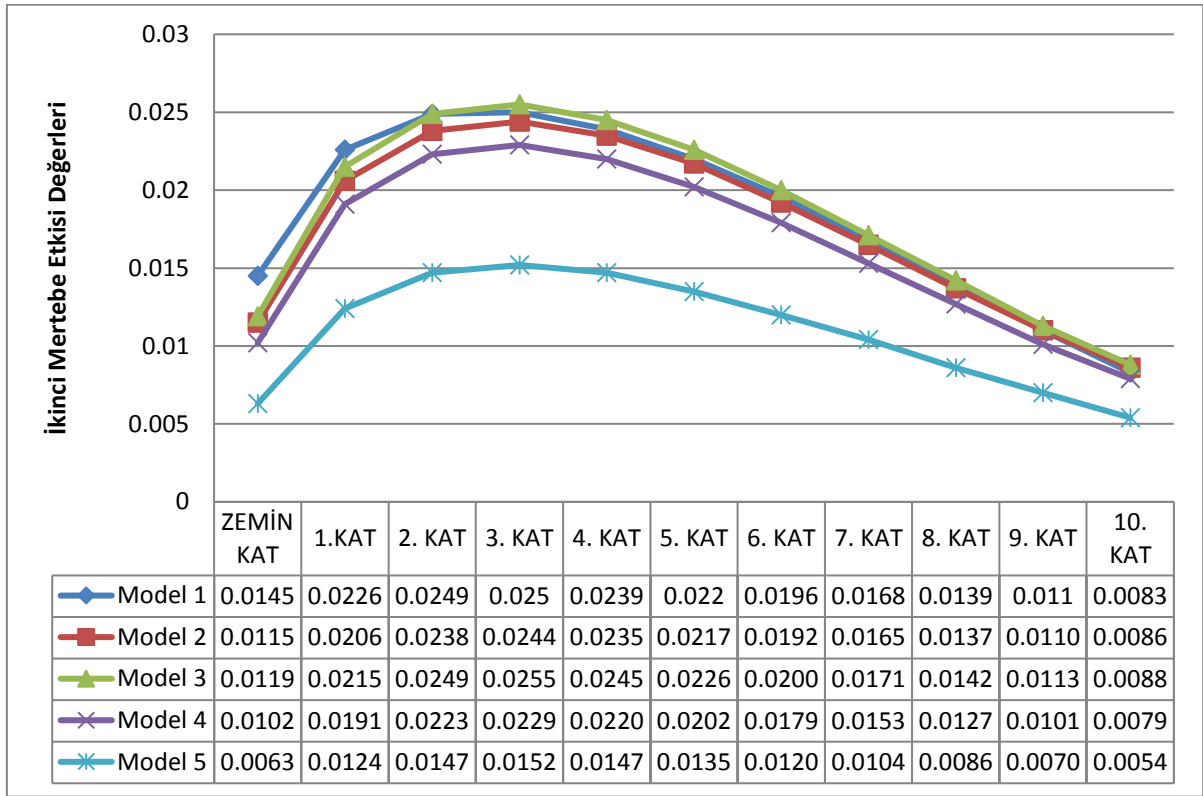
5.9 Modellerin İkinci Mertebe Etkilerinin Karşılaştırılması

Göz önüne alınan deprem doğruğusunda ikinci mertebe etkileri, bina ağırlığı ve binaya etki eden deprem kuvvetleri sonucunda düşey taşıyıcılarda oluşan deplasmanların, düğümlerde ilave momentler medya getirmesidir. Yapı rijitliğinin artması, katlarda oluşacak yer değiştirmeleri azaltacak dolayısıyla, ikinci mertebe etkileri de azalacaktır. Deprem doğruğusunda her kat seviyesindeki ikinci mertebe değerleri incelenmiştir. Modellerin X ve Y doğruğusunda, ikinci mertebe etkileri karşılaştırılmıştır. Elde edilen grafik sonuçları şekil 46 ve şekil 47'de gösterilmiştir.



Şekil 46. Modellerin X Yönünde İkinci Mertebe Etkileri – Kat Sayısı Grafiği

Yukarıda, X doğrultusunda ikinci mertebe etkileri grafiklerinde verilen değerler incelendiğinde, en büyük değerlerin ara katlarda meydana geldiğine ulaşılmıştır. Modellerin her kat seviyesi için elde edilen değerlerine bakıldığında, 3.katta maksimum değerde olduğuna ulaşılmıştır. Taşıyıcı eleman rijitliği arttıkça, yapılarda oluşan ikinci mertebe etkileri düşüş göstermiştir. Taşıyıcı eleman rijitliği en az olan model 1 ve taşıyıcı eleman rijitliği en yüksek olan model 5'e ait maksimum değerler karşılaştırıldığında, %39'luk düşüş meydana geldiğine ulaşılmıştır.



Şekil 47. Modellerin Y Yönünde İkinci Mertebe Etkileri – Kat Sayısı Grafiği

Yukarıda, Y doğrultusunda ikinci mertebe etkileri grafiklerinde verilen değerler incelendiğinde, en büyük değerlerin ara katlarda meydana geldiğine ulaşılmıştır. Modellerin her kat seviyesi için elde edilen değerlerine bakıldığında, 3.katta maksimum değerde olduğuna ulaşılmıştır. Taşıyıcı eleman rijitliği arttıkça, yapılarda oluşan ikinci mertebe etkileri düşüş göstermiştir. Taşıyıcı eleman rijitliği en az olan model 1 ve taşıyıcı eleman rijitliği en yüksek olan model 5'e ait maksimum değerler karşılaştırıldığında, %40'luk düşüş meydana geldiğine ulaşılmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışma kapsamında, aynı açıklıklara sahip, tipik planı aynı, konut veya işyeri olduğu kabul edilen, aynı statik ve dinamik etkilere maruz kaldığı varsayılan modeller için analizler yapılmıştır. İncelenen 5 tip yapının, DBYBHY – 2007 ve TS 500 yönetmeliklerindeki sınır değerlere sadık kalarak, metraj değerleri ve deprem davranışlarının karşılaştırılması yapılmıştır. Çerçeve ve perdeli sistemli yapıların ele alındığı bu çalışmada elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmiştir.

Çerçeve sistemli ve perde sistemli modellerin yer değiştirme – kat sayısı grafikleri incelenmiştir. Son katlar dikkate alındığında, çerçeve sistemdeki yer değiştirme, perde – çerçeve modellerdeki yer değiştirmeden daha fazladır. Sırasıyla bakıldığında, model 1'deki X yönünde yer değiştirme model 2'den yaklaşık %5, model 3'ten %16, model 4'ten %24, model 5'ten %28 daha fazladır. Model 1'deki Y yönündeki yer değiştirmeler ise model 2'den yaklaşık %11, model 3'ten yaklaşık % 12, model 4'ten yaklaşık %18, model 5'ten yaklaşık %29 daha fazladır. Perdelerin eklenmesiyle kat yatay yer değiştirmelerinin önemli miktarda azaldığı görülmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde, taşıyıcı sistemi perde ve çerçevelerden oluşan sistemlerin daha kararlı bir davranış gösterdiğine ulaşılmaktadır. Deprem bölgelerinde yapılan yapıların, hem yatay yük kapasitesinin hem de yer değiştirmesinin en aza indirilerek, yapısal olmayan elemanlarda oluşabilecek hasarların önlenmesi için perdeler kullanılmalıdır. Deprem kuvvetlerinin çerçeveler ve perdeler tarafından bir etkileşim içinde taşınabilmesi için çerçeve – perde karışımı olan bu karma sistemler iyi tasarlanmalıdır.

Metraj sonuçları göz önüne alındığında, perde duvarlarında eklenmesiyle düşey taşıyıcı alanı artan modellerde daha fazla beton kullanıldığı görülmüştür. Modellere ait beton metrajındaki değişimler incelendiğinde, model 1'de kullanılan beton farkı model 2'de yaklaşık %5, model 3'te %11, model 4'te %16, model 5'te %22'dir. Donatı metraj sonuçları incelendiğinde ise tamamen kolonlardan oluşan model 1'e göre, perde – çerçeve modellerde kullanılan donatı farkı sırasıyla, model 2'de yaklaşık %4, model 3'te %5, model 4'te %6, model 5'te %10'dur. Perde çerçeve sistemlerin, deprem etkileri karşısında daha kararlı bir davranış gösterdiği ortadadır. Fakat yapım ekonomikliği açısından, perdeler sistemlere yerleştirilirken, yönetmeliklerin belirlediği kurallar dikkate alınmalı, mimari ve ekonomik etkenler göz önüne alınmalıdır.

Modellere ait depremden dolayı oluşan kat kesme kuvvetleri tabloları ve deprem kuvvetleri – kat sayısı grafikleri X ve Y yönünde ayrı ayrı incelendiğinde, taşıyıcı eleman rijitliği arttıkça, yapıların karşıladığı kesme kuvvetleri de doğru orantılı olarak artış gösterdiği görülmektedir. Düşey taşıyıcı alanı en düşük olan dolayısıyla, yapı toplam ağırlığı en düşük olan model 1'in diğer modellere göre daha küçük deprem kuvvetleriyle karşılaşacağına ulaşılmıştır. Yapıya betonarme perde duvarların eklenmesi, yapının ağırlığını artırmakta dolayısıyla yapıya gelen deprem kuvvetlerini artırmaktadır. Eşdeğer deprem yükü metodu ile hesaplanan kat kesme kuvvetlerinin toplamından oluşan, taban kesme kuvvetleri modellerin düşey taşıyıcı alanları artış sırasına göre sıralandıkları görülmektedir. Perde – çerçevesiz olarak tasarlanan modellerde, zemin kata doğru inildikçe, kat kesme kuvvetlerinin büyük bir bölümü perdeler tarafından karşılandığından, kolonlara gelen kesme kuvvetleri küçülmektedir. Dolayısıyla, deprem kuvvetleri karşısında, perdelerle göre daha narin olan kolonların, hasara uğrama riskinin azalacağı söylenebilir.

Modellere ait X ve Y doğrultusundaki, görelî ötelemeleri – kat sayısı grafikleri incelendiğinde, yine modellerde oluşan yatay yer değıştirme durumuna benzer olarak perde eklenmesiyle, yapılarda oluşan görelî ötelemeleri düşüş göstermiştir. En büyük görelî yer değıştirme değerlerine ulaşılan ara katlar dikkate alındığında, model 1'deki yer değıştirme model 2'den yaklaşık %6, model 3'ten %18, model 4 ve model 5'ten %25 daha fazladır. Tüm bu ifadeler doğrultusunda perdelerin kullanılması, yapının yatay ötelenme rijitliğini artırdığı ve depremin yol açtığı öteleme miktarını azalttığı görülmüştür.

7.KAYNAKLAR

[1] ÖZTÜRK T., “Betonarme Binalarda Deprem Perdelerinin Yerleşimi ve Tasarımı”, İMO Şubesi, İstanbul 2005, İlkbahar-Yaz Dönemi Meslek içi Eğitim Kursları, İTÜ, Nisan 2005

[2] T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Deprem Dairesi Başkanlığı; Türkiye’de meydana gelen depremler veritabanı;
<http://www.deprem.gov.tr/tr/kategori/deprem-bolgeleri-haritasi-28841>

[3] KASAP H., KOLAY İ., “Perdeli – Çerçeveleli Sekiz Katlı Bir Sistemde Perde Kalınlığının Değişmesinin Perdeler ve Kolonlar Arasındaki Kesme Kuvveti Dağılıma Etkisi”, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7.Cilt, 2.Sayı 2003

[4] DÖNDÜREN M., KARADUMAN A., “Deprem Bölgelerindeki Yüksek Katlı Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem Seçiminin Kesit Tesirlerine Etkisi” Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Teknik Online Dergisi, 9. Cilt, 2.Sayı 2010

[5] DOĞANGÜN A., “Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı”, 11.Baskı, Birsen Yayınevi, İstanbul 2014

[6] http://www.yapisanatlari.com/tasiyicisistemelemanlari_1_40.htm, 14 Aralık 2016

[7] BAĞCI M., ATİMTAY E., “Depreme Maruz Karma Sistemlerin Bilgisayar Modeli”, Türkiye İnşaat Mühendisliği 15. Teknik Kongresi Sempozyum Bildiriler Kitabı, Minpa Matbaacılık, Ankara 24 Kasım 1999, s.321

[8] ERSOY U., “Betonarme Yüksek Yapılar”, Türkiye Mühendislik Haberleri, 401.Sayı 01 Haziran 1999, s.41

[9] CELEP Z, KUMBASAR N., “Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul 2004

[10] CELEP Z.,”Betonarme Yapılar”, İstanbul 2011

[11] Deprem Bölgesinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Ankara 2007

[12] ERSOY U., ÖZCEBE, G., “Betonarme”, 2.Baskı, Evrim Yayınevi

[13] ERSOY U., “Betonarme 2 Döşeme ve Temeller”, 3.Basım, Evrim Yayınevi,
2011

[14] TS 500 “Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları”, Türk Standartları
Enstitüsü Yayını, Ankara 2000

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Ensar HİDİROĞLU

Doğum Yeri : GİRESUN

Doğum Tarihi : 20.08.1990

Adres : Merkez / Giresun

Lisans Üniversite : Okan Üniversitesi

