

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BETONARME YAPILARDA KULLANILAN ÇELİK ÇAPRAZLARIN YAPI
DAVRANIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olgu AKAGÜNDÜZ

OCAK 2019

UŞAK

T.C.
UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BETONARME YAPILARDA KULLANILAN ÇELİK ÇAPRAZLARIN YAPI
DAVRANIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olgu AKAGÜNDÜZ

UŞAK 2019

Olgu AKAGÜNDÜZ tarafından hazırlanan "Betonarme Yapılarda Kullanılan Çelik Çaprazların Yapı Davranışına Etkisinin İncelenmesi." adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Soner ŞEKER

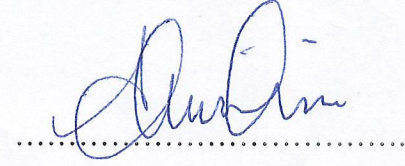
Tez Danışmanı, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı



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

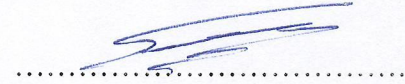
Doç.Dr. Ali DEMİR

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Celal Bayar Üniversitesi



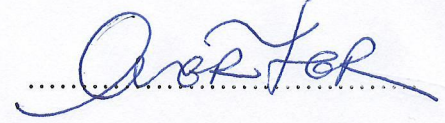
Dr. Öğr. Üyesi Soner ŞEKER

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi



Dr. Öğr. Üyesi Onur MERTER

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak Üniversitesi



Tarih: 18 / 01 / 2019

Bu tez ile U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Doç. Dr. Murat Kemal KARACAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

OLGU AKAGÜNDÜZ



BETONARME YAPILARDA KULLANILAN ÇELİK ÇAPRAZLARIN YAPI DAVRANIŞINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

OLGU AKAGÜNDÜZ

**UŞAK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2019

ÖZET

Yapılan tez çalışmasında; yapılara etkiyen yatay yüklerden deprem yükünün karşılanmasında önemli bir faktöre sahip olan ve yapının daha rijit davranmasını sağlayan betonarme perdeler ile çelik çaprazlı sistemlerin etkileri incelenmiştir.

Bu çalışmada; mevcut 4 katlı betonarme bir yapının taşıyıcı sistemi moment aktaran çerçeve sistem, betonarme perde duvar ve çelik çaprazlar ile dizayn edilmiştir. Yapının kat sayısı parametreleri değiştirilerek toplamda 33 adet model oluşturulmuştur. Oluşturulan 33 adet yapı modellerinde belirli bir kolon grubu seçilmiştir. Yatay yük altında, seçilen bu kolon grubunun zemin kat kesme kuvveti, eğilme momenti değerleri X ve Y yönü için değerlendirilmiştir. Ayrıca oluşturulan modellerin doğal periyotları da incelenmiştir.

Elde edilen sonuçlar tablo ve grafikler ile desteklenip, karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

Bilim Kodu :

Anahtar Kelimeler : Betonarme yapı, perde, perdeli-çerçeve sistem, çelik çaprazlar, çelik elemanlar, rijitlik.

Sayfa Adedi : 133

Tez Yöneticisi : Dr. Öğr. Üyesi Soner ŞEKER

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF STEEL BRACING USED IN
REINFORCED CONCRETE STRUCTURES ON STRUCTURAL BEHAVIOUR**

OLGU AKAGÜNDÜZ

UNIVERSITY OF UŞAK

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2019

ABSTRACT

In this study effects of the concrete walls and steel crossed systems which are one of the horizontal loads, has an important role and make the buildings more rigid are examined.

In this study in a current four floored buildings load bearing systems, moment frame systems were designed by concrete walls and cross stells. By changing the buildings ratio parametres totally 33 models were created. In created 33 models a specific column group was choosen. Under the horizontal load choosen column groups basement cutting force, moment of flexion value were evaluated for x and y drictions. Besides created models natural periods are examined.

Obtained results were supported by tables and graphics and were presented comparatively.

Science Code :

Keywords:Reinforced concrete structure, curtain, curtain-frame system, steel crosses, steel elements, stiffness.

Number of Page : 133

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Soner ŞEKER

TEŞEKKÜR

Bu yüksek lisans tezi, danışmanım olan Uşak Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Dr. Öğr. Üyesi Soner ŞEKER rehberliğinde hayata geęmiőtir. Yüksek lisans eğitimi boyunca, özellikle tez aőamasında her türlü desteğini, motivasyon, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Soner ŞEKER' e saygı ve teőekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ	IX
GRAFİKLERİN LİSTESİ.....	XI
SİMGELER VE KISALTMALAR	XIV
1. GİRİŞ	1
2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER.....	4
2.1. Genel Olarak Betonarme.....	4
2.2. Betonarme Sistem Özellikleri.....	4
3. BETONARME YAPILARDA KULLANILAN SİSTEMLER	6
3.1. Perde Elemanı.....	6
3.2. Perdelerin Davranışı.....	6
3.3. Betonarme Yapılarda Perdelerin Düzenleme Şekilleri	10
3.4. Planda Perdelerin Yerleşimi	11
3.5. Yapı Özellikleri	14

3.5.1. Süneklik.....	14
3.5.1.1. Eğrilik Sünekliği:	14
3.5.1.2. Ötelenme Sünekliği (Şekil değiştirme Sünekliği):.....	14
3.5.2. Rijitlik	16
3.5.2.1. Ötelenme Rijitliği:.....	16
3.5.2.2. Eğilme Rijitliği:.....	17
3.5.3. Dayanım	18
3.6. Perdeler İle İlgili Sonuç Ve Öneriler	18
3.7. Betonarme Perdelerle İlgili DBYBH 2007 Yönetmeliğinde Geçen Şartlar.....	19
3.7.1. Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler [9].....	19
3.7.1.1. Enkesit Koşulları.....	19
3.7.1.2. Perde Uç Bölgeleri ve Kritik Perde Yüksekliği.....	20
3.7.1.3. Gövde Donatısı Koşulları	21
3.7.1.4. Gövde Donatılarının Düzenlenmesi	21
3.7.1.5. Perde Uç Bölgelerinde Donatı Koşulları.....	22
3.7.1.6. Tasarım Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri	24
3.7.1.7. Perdelerin Kesme Güvenliği.....	26
4. BETONARME YAPI SİSTEMLERİNDE ÇELİK ELEMANLAR	27
4.1. Malzeme Olarak Çelik	27
4.2. Çelik Taşıyıcı Sistem Elemanları	28
4.3. Çelik Çerçeveler	28

4.3.1.	Moment Aktaran Rijit Çelik Çerçeveler	29
4.3.2.	Çaprazlı Sistemler.....	30
4.3.2.1.	Merkezi Çaprazlı Sistemler	30
4.3.2.2.	Dış Merkez Çaprazlı Sistemler	32
4.4.	Merkezi ve Dış Merkez Çelik Çaprazlı Perdeler İle İlgili DBYBH 2007 Yönetmeliğinde Geçen Şartlar [9]	33
4.4.1.	Merkezi Ve Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler	33
4.4.2.	Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler	34
4.4.2.1.	Enkesit Koşulları.....	35
4.4.2.2.	Yatay Yüklerin Dağılımı	35
4.4.2.3.	Çaprazların Birleşimleri	35
4.4.2.4.	Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar	36
4.4.2.5.	Kolon Ekleri.....	37
5.	BETONARME YAPILARDA KULLANILAN ÇELİK ÇAPRAZ ELEMANLARIN ETKİLERİNİN ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ	38
5.1.	Mevcut Betonarme Yapı Üzerinde Yapılan Çalışmalar	38
5.2.	Sap 2000 Programında Referans Projenin Modellenmesinde İzlenen Adımlar	41
5.3.	Betonarme Perdelerin Kaldırılıp Yerine Çelik Çapraz ve Diyagonallerin Konulması	47
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	108
7.	KAYNAKLAR.....	112
	ÖZGEÇMİŞ.....	113

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Folkart Towers 'Da Kullanılan Çelik Çapraz Elemanlar	1
Şekil 3.1. Konsol Perde Elemanı ve Eğilme Momenti Diyagramı [4].....	7
Şekil 3.2. Perde Elemanı Kesitinde Eğilme Momenti-Eğrilik Değişim Grafiği [6].....	8
Şekil 3.3. Perde Baslığı Bölgesi Ve Dik Kesişen Perdelerde Etkili Perde Genişliği [6]	9
Şekil 3.4. Kesit Boyutları Yükseklikle Değişen Perdeler [4].....	10
Şekil 3.5. Perde Kesit Şekilleri [4]	11
Şekil 3.6. Tünel Kalıp Sistemleri [4]	12
Şekil 3.7. Perdelerin Planda Düzenlenme Şekilleri [4].....	13
Şekil 3.8. Örnek Bir Moment-Eğrilik (M-Ø) İlişkisi.....	14
Şekil 3.9. Konsol Perde Üzerinde Ötelenme Rijitliğinin Tanımlanması [4].....	16
Şekil 3.10. Moment Eğrilik İlişkisi Eğilme Rijitliği.....	17
Şekil 3.11. Perdelerde Donatı Düzeni	23
Şekil 3.12. Moment Diyagramı	25
Şekil 4.1. Yapı Çeliğinde Çekme Gerilmesi-Birim Uzama İlişkisi.....	27
Şekil 4.2. Çelik Taşıyıcı Sistem Çeşitleri.....	29
Şekil 4.3. Moment Aktaran Birleşim	30
Şekil 4.4. Yaygın Olarak Kullanılan Çapraz Çerçevesel	31
Şekil 4.5. Guse Plakası Birleşim Detayı [11]	32
Şekil 4.6. Dış Merkez Çaprazlı Sistemler.	33
Şekil 4.7. Dış Merkez Çelik Bağlantı Detayı.	33
Şekil 4.8. Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (DBYBHY 2007 Şekil4.4).....	34
Şekil 4.9. Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler	34
Şekil 5.1. Referans Proje Ve Katsayıları Artırılan Projelerin 3 Boyutlu Görünüşü.....	38
Şekil 5.2. Referans Olarak Alınan Projenin Mimari Planı.....	39
Şekil 5.3. Referans Olarak Alınan Projenin Statik Kalıp Planı Ve Yapıda Kullanılan Çapraz Elemanların Yerleri.....	40
Şekil 5.4. Sap 2000 Programında Beton Sınıfı Tanımı [12]	41
Şekil 5.5. SAP 2000 Programında Kolon, Kiriş, Döşeme Tanımlanması [12]	42

Şekil 5.6. Sap 2000 Programında Mass Source (Kütle Kaynağı) Tanımı [12]	43
Şekil 5.7. Betonarme Perdelerin Kaldırılıp Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Oluşturulan Modelin Kalıp Planı	48
Şekil 5.8. Betonarme Yapı Sistemine Eklenen X Çaprazlar	49
Şekil 5.9. Betonarme Yapı Sistemine Eklenen Diyagonal Çaprazlar	49
Şekil 5.10. Betonarme Yapı Sistemine Eklenen V Çaprazlar	49
Şekil 5.11. Kolon Numaralarının Kalıp Sisteminde Gösterilmesi.....	53



ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı [DBYBHY,2007].....	15
Çizelge 4.1. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı R	29
Çizelge 5.1. Döşeme Yüğü Analizi [13]	42
Çizelge 5.2. Spektrum Değerleri	45
Çizelge 5.3. 4 Katlı Çerçeve Ve Perde- Çerçeve Sisteme Ait Eşdeğer Deprem Kuvveti Değerleri.....	46
Çizelge 5.4. 6 Katlı Çerçeve Ve Perde- Çerçeve Sisteme Ait Eşdeğer Deprem Kuvveti Değerleri.....	46
Çizelge 5.5. 8 Katlı Çerçeve Ve Perde-Çerçeve Sisteme Ait Eşdeğer Deprem Kuvveti Değerleri.....	47
Çizelge 5.6. 4 Katlı Modeller	50
Çizelge 5.7. 6 Katlı Modeller	51
Çizelge 5.8. 8 Katlı Modeller	51
Çizelge 5.9. Çapraz Tiplerinin Ve Kullanılan Kesitlerin Yapı Sistemindeki Periyotlar Üzerine Etkisi	52
Çizelge 5.10. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	54
Çizelge 5.11. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	57
Çizelge 5.12. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	60
Çizelge 5.13. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	63
Çizelge 5.14. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	66
Çizelge 5.15. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	69
Çizelge 5.16. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	72

Çizelge 5.17. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	75
Çizelge 5.18. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	78
Çizelge 5.19. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	81
Çizelge 5.20. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	84
Çizelge 5.21. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	87
Çizelge 5.22. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	90
Çizelge 5.23. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	93
Çizelge 5.24. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	96
Çizelge 5.25. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	99
Çizelge 5.26. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Kuvveti Değerleri	102
Çizelge 5.27. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	105
Çizelge 6. 1. 4 Katlı Model S110 Kolonu Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	109
Çizelge 6. 2. 4 Katlı Model S110 Kolonu Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	109
Çizelge 6. 3. 8 Katlı Model S122 Kolonu Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri	110
Çizelge 6. 4. 8 Katlı Model S122 Kolonu Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri	110

GRAFİKLERİN LİSTESİ

Grafik	Sayfa
Grafik 5.1. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	55
Grafik 5.2. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	56
Grafik 5.3. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	58
Grafik 5.4. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	59
Grafik 5.5. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	61
Grafik 5.6. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	62
Grafik 5.7. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	64
Grafik 5.8. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	65
Grafik 5.9. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	67
Grafik 5.10. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	68
Grafik 5.11. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	70
Grafik 5.12. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	71
Grafik 5.13. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	73
Grafik 5.14. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	74

Grafik 5.15. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	76
Grafik 5.16. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	77
Grafik 5.17. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	79
Grafik 5.18. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği	80
Grafik 5.19. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	82
Grafik 5.20. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	83
Grafik 5.21. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	85
Grafik 5.22. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	86
Grafik 5.23. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	88
Grafik 5.24. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	89
Grafik 5.25. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	91
Grafik 5.26. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	92
Grafik 5.27. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	94
Grafik 5.28. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	95
Grafik 5.29. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	97
Grafik 5.30. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	98

Grafik 5.31. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	100
Grafik 5.32. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	101
Grafik 5.33. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	103
Grafik 5.34. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	104
Grafik 5.35. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	106
Grafik 5.36. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği	107

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
A	Kolonda veya perde uç bölgesinde etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık
A_{ch}	Perde kesit alanı
A_o	Etkin yer ivme katsayısı
B_w	Perdenin gövde kalınlığı
e	Dış merkezlik
E	Deprem kuvveti
EI	Eğilme rijitliği ölçüsü
E_s	Çeliğin elastisite modülü
F	Kuvvet
f_{cd}	Betonun tasarım basınç dayanımı
f_{ctd}	Betonun tasarım çekme dayanımı
f_{yd}	Boyuna donatının tasarım akma dayanımı
f_{ywd}	Enine donatının tasarım akma dayanımı
g	Yerçekimi ivmesi
G	Sabit yük etkisi
Q	Hareketli yük etkisi
H_{cr}	Kritik perde yüksekliği
H_w	Temel üstünden veya zemin kat döşemesinden itibaren ölçülen toplam perde yüksekliği
I	Bina önem katsayısı
k	Rijitlik
l_w	Yatay perde boyu
M	Moment
(Mp)t	Kapasite momenti
(Mr)t	Taşıma gücü momenti
n	Hareketli yük katılım katsayısı

N	Eksenel kuvvet
P	Yük
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_d(T)	Deprem yükü azaltma katsayısı
s	Enine donatı aralığı
S(T)	Spektrum katsayısı
T	Bina doğal titreşim periyodu
T_a, T_b	Spektrum karakteristik periyotları
V_e	Tasarım kesme kuvveti
V_d	Yük katsayıları ile çarpılmış düşey yükler ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında hesaplanan kesme kuvveti
V_r	Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı
V_t	Eşdeğer deprem yükü yönteminde göz önüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
Z	Yerel zemin sınıfı
W	Binanın hareketli yük katılım katsayı değeri kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
Σ A_g	İlgili doğrultudaki perdelerin alanı
Σ A_p	Binanın tüm katlarının plan alanlarının toplamı
β_y	Kesme kuvveti dinamik büyütme katsayı
ε_y	Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi
ε_s	Çeliğin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi

Kısaltmalar	Açıklama
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
cm	Santimetre
GPa	Gigapascal
kN	Kilonewton
kNm	Kilonewton metre
m	Metre
mm	Milimetre
min	Minimum
MPa	Megapascal
t	Ton
ton.m	Ton metre
TS	Türk Standardı
vd	Ve diğerleri
TS 648	Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları
TS 500	Betonarme Yapıların Tasarım ve Kuralları
TS 498	Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
SAP 2000	Structural Software for Analysis and Design

1. GİRİŞ

Yapı sistemlerinde deprem, rüzgar gibi etkiler yatay yükleri oluşturmaktadır. Yatay yüklerden dolayı meydana gelen yer değiştirmelerin önlenmesi yapı sistemlerinde önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu yüzden inşaa edilen binaların rijitliklerini artırmak gerekir. Betonarme perdeler ve çelik çaprazlar sağladıkları rijitlik dolayısıyla sıkça kullanılmaktadır. Gelişen inşaat teknolojileri ile beraber çelik çapraz elemanlarını artık betonarme binalarda betonarme perdelerin yerini kısmende olsa aldığını görülmektedir. Örneğin Türkiye'de Folkart Yapı San. Tic. A.Ş. tarafından Folkart Towers projesinde başarı ile uygulanmıştır. 46 katlı yüksek yapıda 18 ve 29. katlarda her katta 4 adet olmak üzere 2 kulede toplam 16 adet burulması önlenmiş çelik çapraz eleman kullanılmıştır. Taşıyıcı sistemi betonarme olan yapıda çelik çapraz elemanlar betonarme kolonlar arasına yerleştirilmiş çelik profillere mesnetlendirilmiştir. Betonarme kolon içerisinde kalan çelik profiller ilgili katın alt ve üst kolonlarına kadar uzatılmış ve kompozit bir sistem elde edilmiştir.



Şekil1.1. Folkart Towers 'Da Kullanılan Çelik Çapraz Elemanlar

Bu nedenlerle son zamanlarda betonarmenin rijitliğini ve çeliğin süneklik avantajlarının bir arada kullanılması ile karma taşıyıcı sistemler gündeme gelmiştir.

Sivritepe (2011) Çok Katlı Betonarme Yapılarda Yanal Rijitliği Arttırmada Kullanılan Yöntemler isimli lisansüstü tezinde yapıya gelen yatay yüklerin karşılanmasında önemli rol oynayan ve yapının daha rijit olmasını sağlayan betonarme perdeler ile çelik çaprazlı sistemler incelenmiştir. İki katlı perdeli, salt kolonlu ve çelik çapraz ilaveli betonarme yapılar tasarlanıp, bu yapılarda yatay yük etkisinde oluşan deplasman değerleri incelenmiştir. Çelik çapraz kesitlerin boyutları arttırılarak, sistemlerde değişen deplasman değerleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca ikinci bir çalışma olarak; mevcut olan 9 katlı betonarme perdeli&kolonlu bir yapının, perdeleri kaldırılıp yerlerine farklı şekillerde çelik çapraz elemanlar eklenmiş ve analizleri yapılmıştır. Perdeli, salt kolonlu ve çelik çaprazlı betonarme sistemlerin; yatay yük etkisinde oluan yan al ötelenme, devrilme momenti, taban kesme kuvveti ve temele aktarılan yapı ağırlık değerleri bulunmuştur. Bulunan sonuçlar, oluşturulan bu sistemler içerisinde karşılaştırmalı olarak incelenmiştir [1].

Celep (2007) Çelik Bir Yapıda Deprem Yüklerinin Çelik Çaprazlar Veya Betonarme Perdelerle Taşınması isimli lisansüstü tezinde, deprem yükleri açısından iki farklı sistem altında çözülmüş çok katlı bir çelik büro yapısı ve bu sistemlerin yapı ağırlık ve maliyet açısından karşılaştırılmıştır. Sistemlerden ilki deprem yüklerinin tamamının dışmerkez çaprazlı perdeler tarafından taşındığı bir yapı, diğeri ise deprem yüklerinin tamamının yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı bir yapıdır. Analiz yapılan bina 8 kattan oluşmaktadır. Bütün kat yükseklikleri 3 metre olup toplam bina yüksekliği 24,00 metredir [2].

Akın (2006) Betonarme Çerçevelerin Çapraz Çubuklar Yardımıyla Güçlendirilmesi isimli doktora tezinde çelik çaprazların kolon giriş birleşim bölgesine ankrajlanması ile betonarme çerçeveler güçlendirilip, deprem etkisindeki tersinir-tekrarlanır yatay yükler altında deneysel ve analitik olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Deneysel bölümde, değişik yapısal özellikteki 10 adet 1/5 ölçekle modellenmiş betonarme çerçeve sistemi depremi benzeştiren tersinir-tekrarlanır yatay yükleme altında denenmiştir. Deneysel verilerin değerlendirilmesi sonucunda, dolgu duvarlı ve çelik çapraz çubuklu çerçeve sistemlerin taşıma gücü, dayanım, rijitlik ve enerji tüketme kapasiteleri vb özellikleri ile davranışları elde edilerek sonuçlar değerlendirilmiştir [3].

Tez çalışmasında, mevcut 4 katlı betonarme perdeli- kolonlu bir yapının; SAP 2000 v.20 analiz programı ile 3 boyutlu olarak modellenmiştir. SAP 2000 programında kalıp planları aynı kalmak şartıyla kat sayıları artırılıp, betonarme perde elemanı kaldırılıp yerlerine çelik çapraz elemanlar ilave edilerek toplamda 33 adet model oluşturulmuştur.

Yapıya gelen yatay deprem yüklerinin karşılanmasında önemli rol oynayan ve yapının daha rijit olmasını sağlayan betonarme perdeler ile betonarme yapıya eklenen çelik çaprazlı sistemler ele alınarak karşılaştırmaları incelenmiştir.



2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLER

2.1. Genel Olarak Betonarme

Ülkemizde sıklıkla betonarme taşıyıcı sistemli yapılar inşa edilmektedir. Betonarme çelik ve beton malzemesinin birbiriyle uyumlu çalışmasıdır. Betonun yüksek basınç dayanımı ve çelik malzemesinin yüksek basınç ve çekme dayanımı birlikte çalışarak betonarme sistemi oluşturur. Günümüzde yüksek binalar, köprü, menfez, sanat yapıları, yol zemin alan kaplamaları, barajlar, istinat duvarları, tünel, viyadük, su yapıları gibi yapılar betonarme sistemin uygulama alanlarının en önemlilerindedir.

2.2. Betonarme Sistem Özellikleri

Betonarme yapılarda taşıyıcı sistemler yapının yapacağı hizmete göre farklılık gösterebilir. Taşıyıcı sistemler öncelik olarak yapının kendi ağırlığını ve yapıya etkiyen yükleri zemine güvenli bir şekilde aktarmalıdır. Betonarme bir sistemden beklenti güvenlik, ekonomi, amacına uygunluk olmalıdır.

Betonarme yapılarda sistem genel olarak salt kolon-kirişlerin oluşturduğu çerçeve sistem ve kolon-kiriş çerçeve sisteme ilave olarak perdelerinde yer aldığı perde-çerçeve sistemlerden oluşmaktadır. Çok katlı olmayan yapılarda yatayda oluşan yükleri karşılamak için genel olarak kolon-kiriş çerçeve sistemler kullanılmaktadır. Ancak yüzey alanı büyük planlı ve yüksek katlı betonarme yapılarda ise perdeler sahip olduğu rijitlikten dolayı yatay yükleri karşılamakta büyük rol oynamaktadır. Bunların yanı sıra düşey taşıyıcıları sadece perdelerden oluşan sistemler de mevcut olup yüksek katlı yapılarda üretimde hız kazanmak için kullanılmaktadır.

Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- a-) Betonarme sistemde düşey taşıyıcı olan kolon, perdelerin katlar arasında rijitlik değişimi olmadan temele kadar sürekliliğinin devam etmesi gerekmektedir.
- b-) Zemine yükü aktaran temellerin dizaynında zemin parametrelerine göre işlem yapılmalıdır.
- c-) Betonarme sistemde yatay yükleri karşılamak için çerçeveler mümkün mertebe simetrik olup burulma gibi düzensizliklerden kaçınılmalıdır.
- d-) Depremde en çok hasar alan noktalardan biri olan kolon kiriş birleşimlerine gerekli önem verilmelidir.
- e-) Betonun ön görülen dayanıma ulaşması için gerekli kür bakım işlemlerinin yapılması gerekir.
- f-) Planda ani yatay rijitlik değişimlerinden kaçınılmalıdır.
- g-) Mantar döşemeli yapılarda yatay rijitliği kolon ve döşemenin oluşturduğu sistem yeteri kadar sağlayamadığı için perdeler ile yapının rijitliğinin sağlanması gerekir.

3. BETONARME YAPILARDA KULLANILAN SİSTEMLER

3.1. Perde Elemanı

Betonarme yapılarda perdeli ve perde çerçeveli sistemler uygulanmaktadır. Perde elemanı yüksek rijitliğe sahip olduklarından yapıya etkileyen yatay yüklerin karşılanmasında önemli rol almaktadır. Perdeler uzun kenarının kısa kenarına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı elemanlardır.(DBYBHY,2007)

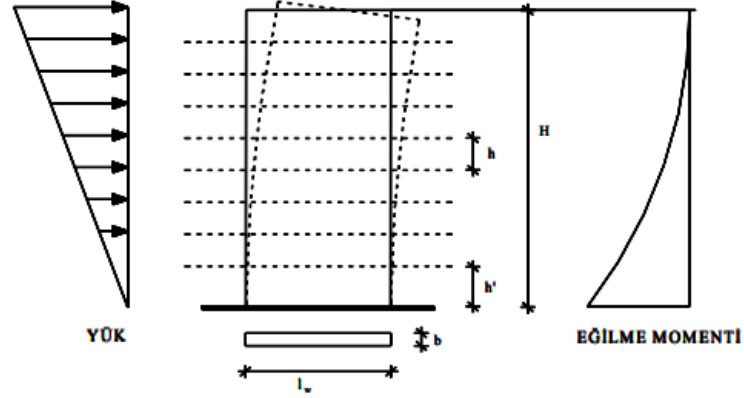
Yüksek yapılarda yatay deplasmanların sınırlandırılmasında perdeler kullanılmalıdır. Perdelerin, yapının güvenliğini sağlaması ve kat yer değiştirmeleri sınırlandırarak yapısal hasarları önlemeleri açısından etkili davrandıkları belirlenmiştir.[4] Perde elemanlarının kirişler ile birleştirilmesi sonucu oluşan yatay yük taşıyıcı sistemine boşluklu perde denilmektedir.

Perdeler taşıdıkları aksenal yükün yanı sıra yüksek rijitliklerinden dolayı tabanlarında ciddi eğilme momenti,kesme kuvveti oluşmaktadır. Taban bölgesinde mesnetlenmeye titizlik gösterilmelidir. Plak şeklinde olan temeller tercih edilmelidir.

Planda perde yerinin belirlenmesinde baş rol mimari nedenlerdir. Sisteme perdeler yerleştirilirken mümkün mertebe simetriklik göz önünde bulundurulmalıdır. Taşıyıcı sistemin rijitliğini büyük ölçüde artıran perdelerin iki doğrultuda dengeli bir biçimde yerleştirilmesi tercih edilmelidir. [5]

3.2. Perdelerin Davranışı

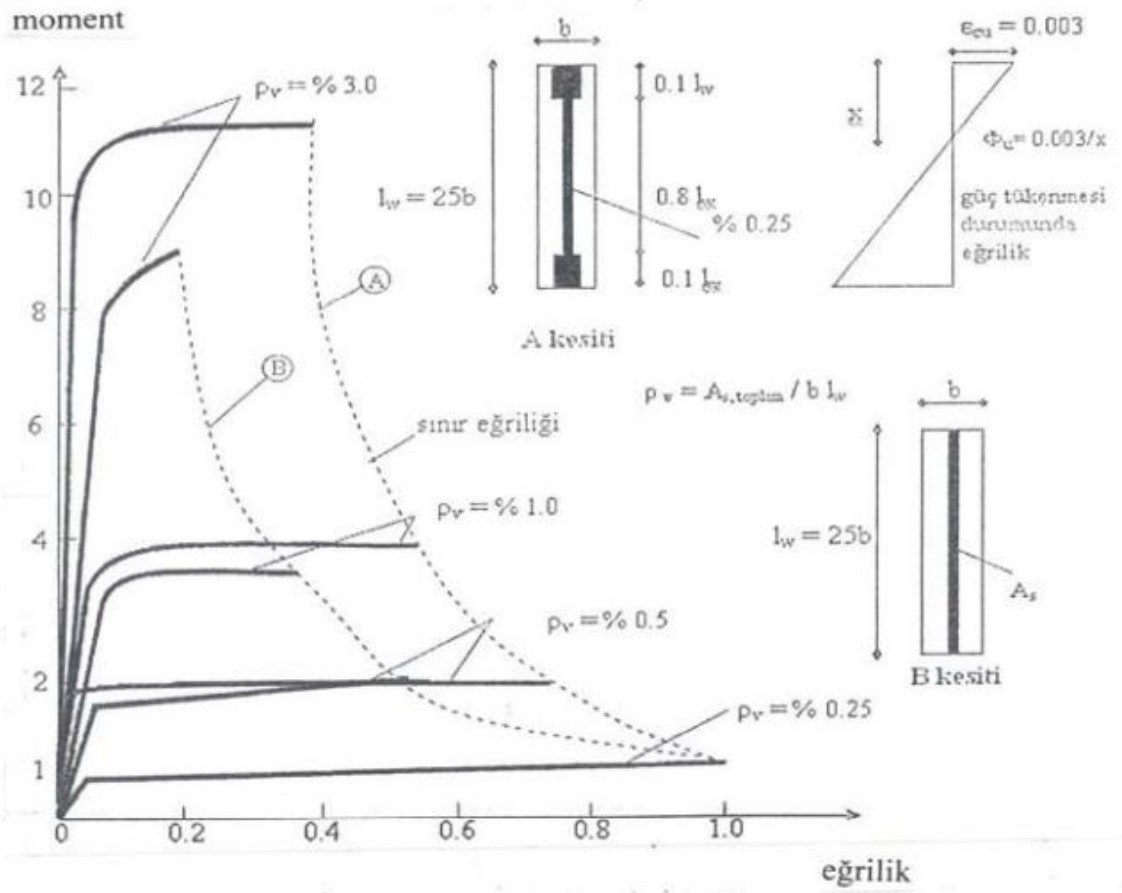
Yatay yük altında perdeler konsol kiriş gibi çalışmaktadır.(Şekil 3.1) Perdelerde yanal burkulmalar döşemelerin rijitiği ve çerçevelere kirişler ile bağlanmasından dolayı minimize edilmiştir. Perdelerde burkulmaya neden olan kritik boy olarak perde yüksekliği yerine, kat yüksekliğinin kabul edilmesi uygundur. Konsol perdeler yatay yüklerden oluşan eğilme momenti yanında, düşey yüklerden gelen aksenal normal kuvvetin de etkisi altındadır.[4]



Şekil 3.1. Konsol Perde Elemanı ve Eğilme Momenti Diyagramı [4]

Karşılıklı etki diyagramları ile perdelerin dayanımı bulunabilir. [4] Kesitin taşıma gücü bulunurken gövdedeki düşey donatının da hesaba katılması ile ekonomi sağlanır. Perde çerçeveli sistemlerde, perdeler rijitlikleri nedeni ile önemli bir eğilme momenti taşıdıkları halde, normal kuvvetleri o kadar büyük değildir. Eğilme momentinin hakim olması perdenin temellerinde bir problem olarak ortaya çıkar. Normal kuvvet küçük olduğu için, çekme gerilmelerinin olduğu alanı azaltmak amacı ile büyük perde temeli yapılması veya komşu kolonları da içine alan ve bu suretle normal kuvveti arttıran bir temel yapılması gerekli olabilir. Perdelerin temelinde yeterli normal kuvvetin sağlanması ve her kat döşemesinden yatay kuvvetlerin alınabilmesi için döşeme ile perde arasında gerekli bağın oluşturulması önemlidir. [1]

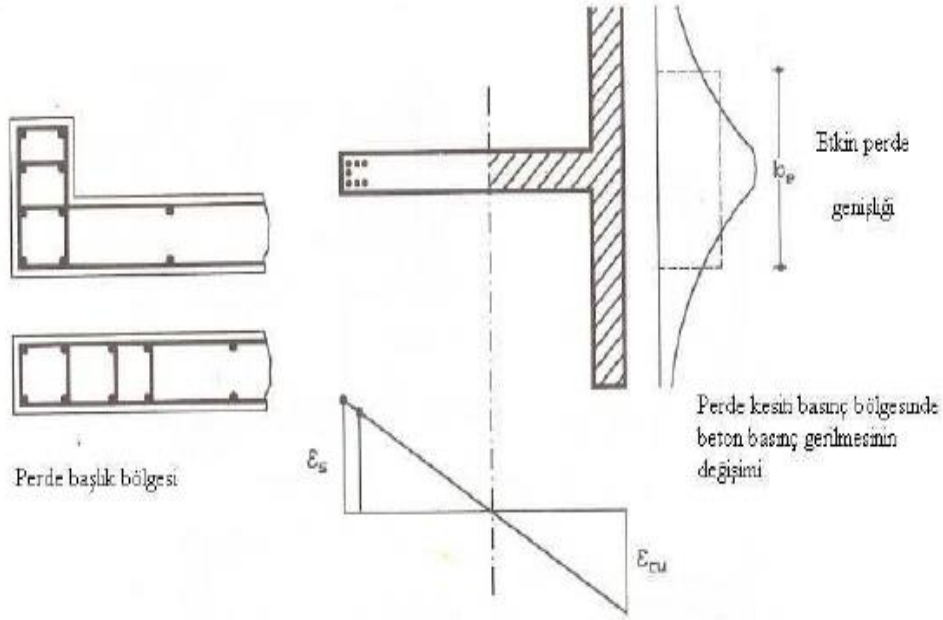
Yüksekliği az olan yapılarda deprem kuvvetleri küçük olduğundan ve mimari plana uygun olarak genelde perdeler gereğinden büyük yerleştirildiğinden aşırı zorlanmazlar. Bu durumda iki doğrultuda %0.25 oranında bir konstrüktif donatı tavsiye edilir. Böylece perdenin moment taşıma özelliği sağlandığı gibi, sünekliği de önemli ölçüde artar. Gövdede bulunan donatının kuvvet kolu küçük olduğundan etkili bir şekilde kullanılamaz. Perdelerde gövde donatısının arttırılması ile taşınacak moment büyütülse de kesitin göçme durumunda ulaşabileceği eğrilik yani kesitin sünekliği azalır. (Şekil 3.2)



Şekil 3.2. Perde Elemanı Kesitinde Eğilme Momenti-Eğrilik Değişim Grafiği [6]

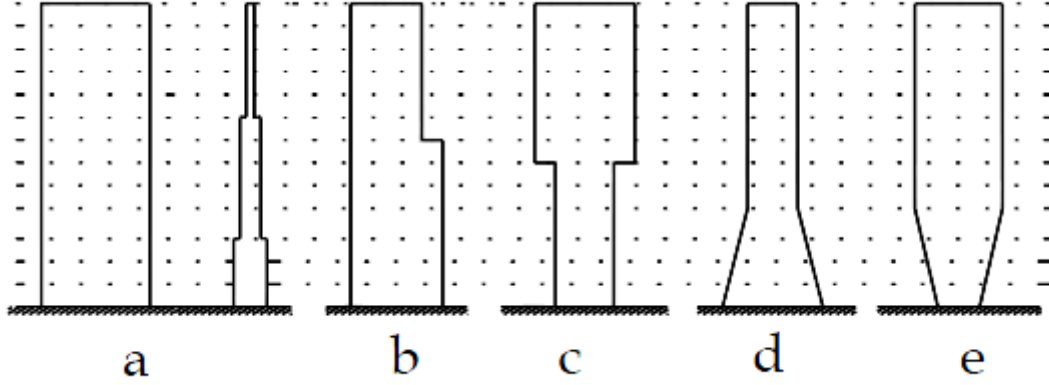
Perdenin en çok zorlandığı mesnet kesitinde betonun en büyük kışalmasını büyütmek ve böylece kesitin sünekliliğini artırmak için, kolonlardaki gibi, mesnetten yukarı bölgede perdenin plandaki boyutuna yakın yükseklik boyunca etriyelerin sıklaştırılması uygundur. Bunun yanında perdelerde boyuna donatıların burkulmasını önlemek için bütün yükseklik boyunca yatay donatılara ihtiyaç vardır. Perdelerin eleman olarak burkulmasını önlemek, uç bölgelerinde beton basınç bölgesini büyütmek ve zorlamayı hafifletmek için, özellikle binaların bodrum katlarında ve kritik perde yüksekliği boyunca, perde başlık bölgesi düzenlenmesi uygundur. Bir perdenin, dik doğrultuda başka bir perde ile birleşmesi durumunda başlık bölgesi doğrudan oluşturulmuş olur. Başlık bölgesi, yatay yükün belirli bir yönü için, tamamen basınç etkisi altında olacağından bu bölgenin kolonlardaki konstrüktif kurallara uyularak donatılması yerinde olur. Başlık bölgesinin bulunması perdenin eğilme momenti kapasitesini önemli derecede artırır. Hatta kesme kuvvetini eğilme momentinden daha kritik duruma getirebilir. Birbirine dik olarak bulunan perdelerde

başlık bölgesine birleşen perdede basınç gerilmelerinin Şekil 3.3'te gösterildiği gibi azalacağı için tablalı kesitlerde olduğu gibi, etkili başlık genişliği tarif etmek ve bunu hesaplarda göz önüne almak uygundur [6]



Şekil 3.3. Perde Başlığı Bölgesi Ve Dik Kesişen Perdelerde Etkili Perde Genişliği [6]

Bina yüksekliği boyunca perdelerin enkesit boyutları sabit olduğu gibi, perde boy ve genişliği üst katlara doğru azaltılabilir (Şekil 3.4a). Bu durumdaki rijitlikleri, karşılıklı etkileşimi olan perdelerin bulunması halinde hesaba katmak gerekir. Perde genişliklerinin ani (Şekil 3.4b) veya sürekli (Şekil 3.4d) değiştiği durumlarda, rijitliklerinde daha büyük değişiklikler meydana gelir. Yukarı doğru incelen perdeler yapısal açıdan etkili olmakla birlikte, oluşabilecek plastik mafsalların boylarını ve yerlerini belirlemede dikkatli olunmalıdır. Yükseklik boyunca kalınlaşan perdelerin (Şekil 3.4c,e) yapısal olarak çok etkili olmadığı bilinmektedir. Plastik mafsalın perdenin temelinde oluşması halinde, mafsal boyunu önemli derecede sınırlandırmak gerekecektir. Bu tip perdeler süneklik düzeyi yüksek çerçevelerle kullanılırsa, plastik mafsalı perde tabanında oluşması açısından bir avantaj sağlayacaktır. [7]



Şekil 3.4. Kesit Boyutları Yükseklikle Değişen Perdeler [4]

3.3. Betonarme Yapılarda Perdelerin Düzenleme Şekilleri

Perde kesitleri, mimari kısıtlamalar ve deprem doğrultularında etkili çalışmasını sağlamak amacıyla I, T, L, H, C, U, Y gibi tasarlanabilir (Şekil 3.5). Perdenin minimum kalınlığı, beton ve donatı yerleşimini sağlamak, yangın riskini en aza indirmek için yönetmelikler tarafından belirlenmiştir. Deprem anında yatay kuvvetler perdeler üzerine etkili olmaya başladığında, kayma dayanımını ve stabiliteyi sağlamak için kalınlığı arttırmak gerekebilir. Ancak perde kesitinin iki ucunda gerilmeler büyük olacağı için, donatı perde uç bölgelerinde yoğunlaşır ve buralarda kalınlığın artmasıyla perde uç elemanları oluşturulur. Perde ucuna diğer doğrultuda başka bir perdenin birleşmesi durumunda, uç elemanı bu perde içinde oluşturulabilir. Başlıklı perdeler, kiriş mesnetlenmesinde ve eğilme donatılarının yerleştirilmesinde kolaylık sağlar. Bunun yanında uç elemanlar perdenin yanal burkulma stabilitesini artırır ve potansiyel plastik mafsal bölgelerindeki basınca maruz betonun daha iyi sarılmasını sağlarlar. Böylece plastik mafsal bölgelerinde sıkışan betonun erken dağılması önlenmiş olur. Perdelerin dik açı ile birleşmesi sonucunda, kanatlı perde şekilleri oluşur. Bu perdeler, binanın iki ana doğrultusunda da dayanım sağlarlar. Kanatlar basınç etkisinde oldukça sünek davranırlarken, T ve L kesitli perdelerde kanatlar çekmeye zorlandığında oldukça sınırlı süneklığe sahiptirler. [4]

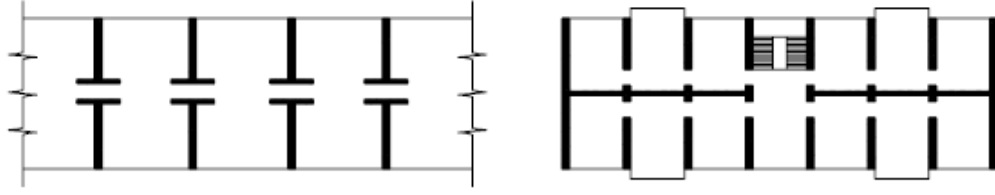


Şekil 3.5. Perde Kesit Şekilleri [4]

3.4. Planda Perdelerin Yerleşimi

Perdeler yatay ve düşey yükler ile burulma etkisi altındadır. Perdenin kesitine ve plandaki yerine göre eğilme momenti ve burulma dayanımı değişir. Bu durumda bazen perdelerin yerleri taşıyıcı sistem açısından pek uygun olmayabilir. Mimari plan ve döşemelerin büyüklüğü perde yerinin belirlenmesinde etkili olmaktadır. Mimar ve inşaat mühendisinin birlikte çalışması depreme karşı taşıyıcı sistemin düzenlenmesi açısından daha uygundur.

Perdeler, burkulma stabilitesine sahip, rijitlikleri simetrik ve temelde devrilmeye karşı yeterli güvenlikte olmalıdır. Perdeleri planda yerleştirirken, beklenen plastik şekil değiştirmelerin bina planında düzgün bir şekilde dağılmasını sağlamak uygundur. Aksi durumda, bazı perdeler aşırı, bazıları da kapasitelerinin altında zorlanacaktır. Perdeli bir yüksek yapıda yeterli rijitlik sağlanabilmesi için sistem çizgileri bir noktadan geçmeyen en az üç perde teşkil edilmelidir. Bazen yapılar, deprem yüklerinin fazla olması ve özellikle deplasman koşulunu sağlamak üzere yalnız perdelerden teşkil edilebilir. Tünel kalıp ile yapılan binalarda yatay ve düşey yükler perdeler tarafından taşınır (Şekil 3.6). Yapının özellikle deprem etkisinde elastik davranışının sağlanması genellikle yönetmeliklerdeki minimum donatı şartlarına uyulması ile mümkündür.[4]



Şekil 3.6. Tünel Kalıp Sistemleri [4]

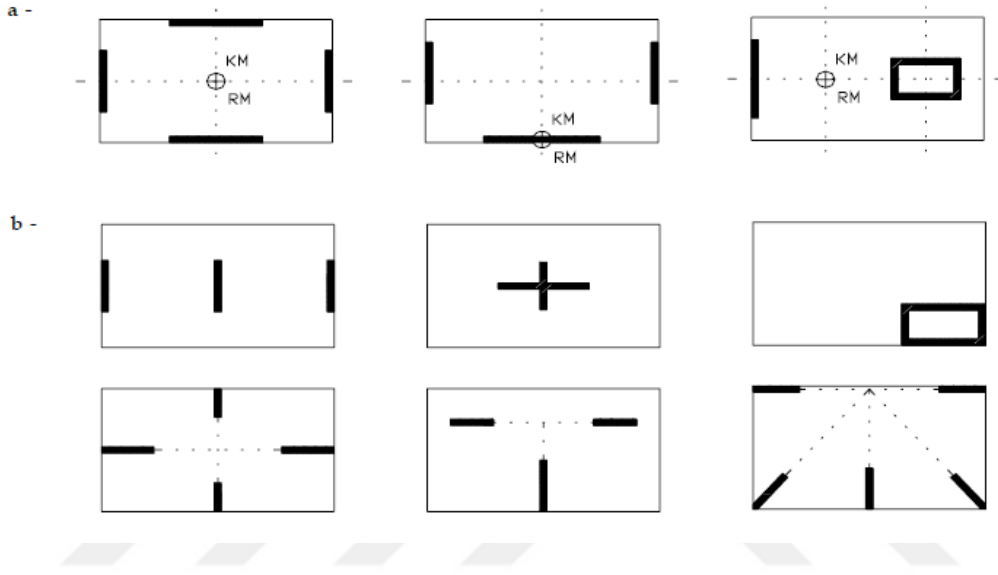
Yapının rijitlik merkezini belirlemede etkili olan perdelerin yerleşim düzeni son derece önemlidir. Rijitlik ve kütle merkezlerinin birbirine yakın olması sistemin stabilitesini geliştirmektedir. Perdelerin burulma rijitliğine dikkat edilmesi gerekir. Kattaki burulma etkisi, düşey elemanların üzerine etkileyen kesme kuvvetinin moment koluyla çarpılması olduğuna göre, moment kolu en büyük olan perde veya çerçevede burulma etkisi daha büyük olacaktır.[4]

Perdelere gelen burulma etkilerini azaltmak için perde sistemlerinin ideal şekilde düzenlenmesi gerekmektedir (Şekil 3.7a). Buna göre;

- a- Yapıda en büyük burulma rijitliğinin sağlanması için, perde duvarlar yapının çevresine dağıtılmalıdır. Aynı düzlemdeki perdeler, tek başlarına konsol kiriş gibi çalışabildikleri gibi, birbirlerine bağ kirişleri ile bağlanarak perde çifti olarak düzenlenebilirler.
- b- Perde duvarlar kat planı içinde, döşeme yüklerinin olabildiğince büyük kısmını, aksenal kuvvet olarak temele aktaracak şekilde düzenlenmelidir. Bu şekilde perdede eğilme momenti için gereken donatı azalır.
- c- Çok katlı yapılarda deprem direncinin bir kaç perdede yoğunlaştırılması, temel sistemini bu noktalarda çok büyük deprem etkisine maruz bırakır. Bu durum, ekonomik olmayan ağır bir temel sistemini gerektirdiğinden kaçınılmalıdır.
- d- Perde duvarlar, çok katlı bir yapıda, her iki doğrultuda yerleştirilmelidir. Bu şekilde depremin güçlü yönde etkimesi durumunda bile, rijitlik merkezinin herhangi bir tarafında oluşabilecek olan mafsallaşmadan dolayı, rijitlik merkezinin kütle merkezi ile olan mesafesi artacak ve oluşacak burulmaya

yardımcı edebilecek olan depreme dik yöndeki perdelerin yardımcı olması sağlanamayacaktır (Şekil 3.7b).

- e- Perdeler, simetrisi bozuk şekilde ve kat içinde belli bir bölgeye yoğunlaştırılmamalıdır. Perdelerin sistem çizgilerinin bir noktada kesişmeleri önlenmelidir (Şekil 3.7b). [8]



Şekil 3.7. Perdelerin Planda Düzenlenme Şekilleri [4]

Mimari açıdan uygun bir seçim olan merdivenkovaları ve asansör shaftları betonarme çekirdekleri oluşturur. Çok katlı binalarda, yatay kuvvetlere karşı dayanımı sağlamak için, çoğu zaman bu çekirdeklerden faydalanılmıştır. Burulma etkisine karşı ilave perdeler veya bina çevresinde çerçevelerin oluşturulması gerekebilir. Perde kesitleri, buldukları yere ve isteğe göre değişik şekillerde düzenlenebilir. Yatay kuvvetlerin profil kesitli perdelerle taşınması halinde, özel yöntemlerle kesit hesabı yapmak gerektirir. [4]

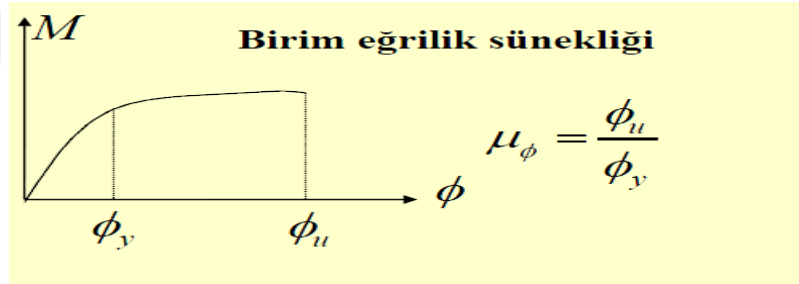
3.5. Yapı Özellikleri

3.5.1. Süneklik

Taşıma gücünde azalma olmadan, enerji tüketebilme yeteneğidir. Betonarme perdelerde dayanım kadar süneklik de önemlidir. Deprem kuvveti altında perdelerde sünek olarak eğik kırılma oluşmalıdır. Betonarme sistemlerde süneklik; eğrilik ve ötelenme şeklindedir. Eğrilik sünekliği taşıyıcı elemanların kesit karakteristiğiyle ilgilidir. Ötelenme sünekliği ise betonarme sistemdeki plan ve boy kesitler, açıklık mesafeleri , mesnetlenmeleriyle ilgilidir.

3.5.1.1. Eğrilik Sünekliği:

Bu süneklik M-Ø ilişkisi üzerinde tanımlanabilir. Şekil 3.8 Bunun için, çekme donatısının akmasına karşılık gelen ϕ_y ,basınç altında betonun ezilmesi ϕ_u değerlerinin hesaplanması gerekmektedir. Bu değerler çizilen N-M-Ø ilişkisinden aşağıdaki şekilde hesap edilir (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Örnek Bir Moment-Eğrilik (M-Ø) İlişkisi

3.5.1.2. Ötelenme Sünekliği (Şekil değiştirme Sünekliği):

Süneklik; sistemin taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan enerjinin absorbe edilebilmesidir. 2007 Deprem yönetmeliğimizde, yapısal sistemdeki yapı elemanlarının sünek davranarak yeterli enerjiyi tüketebilecekleri varsayımı ile, ön gördüğümüz deprem kuvvetleri yönetmelikte belirtilen R katsayıları ile azaltılmaktadır. (DBYBHY,2007 Tablo 3.1).Bu nedenle yönetmelikteki tasarım kuvvetleri kullanılarak yapılan bir tasarımda süneklik mutlaka sağlanmalıdır. Süneklik sağlanmadığı takdirde yönetmelikteki süneklik düzeyi "normal sistemler" olarak ele alınmalıdır.

Çizelge 3.1. Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı [DBYBHY,2007]

TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞ KATSAYISI (R)

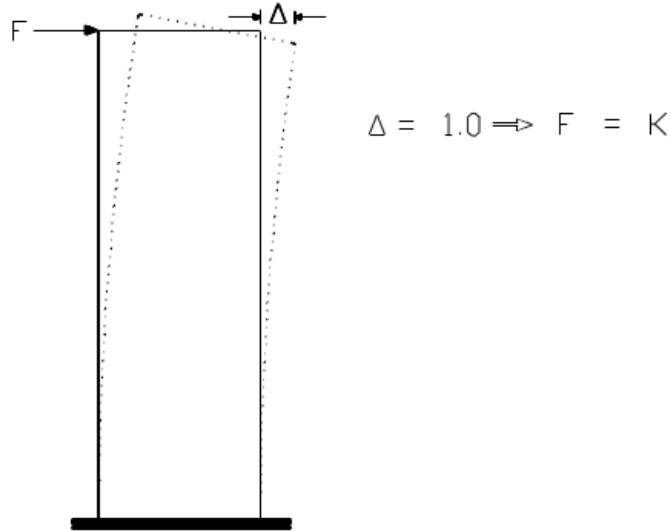
BİNA TAŞIYICI SİSTEMİ	Süneklik Düzeyi Normal Sistemler	Süneklik Düzeyi Yüksek Sistemler
<u>(1) YERİNDE DÖKME BETONARME BİNALAR</u>		
(1.1) Deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalar	4	8
(1.2) Deprem yüklerinin tamamının bağ kirişli (boşluklu) perdelerle taşındığı binalar.....	4	7
(1.3) 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

3.5.2. Rijitlik

Yatay yüklemelerin oluşturduğu deformasyon rijitliğin ölçüsüdür. Az deformasyon yapan bir sistem diğerine göre daha rijittir. Hafif ve orta şiddetteki depremler altında yanal ötelemeler kalıcı ve büyük olmamalıdır. Şiddetli depremlerde ise ötelenme rijitliği küçülmelidir, bina doğal periyodunun büyüterek yatay kuvvet etkisi en aza indirilmelidir.

3.5.2.1. Ötelenme Rijitliği:

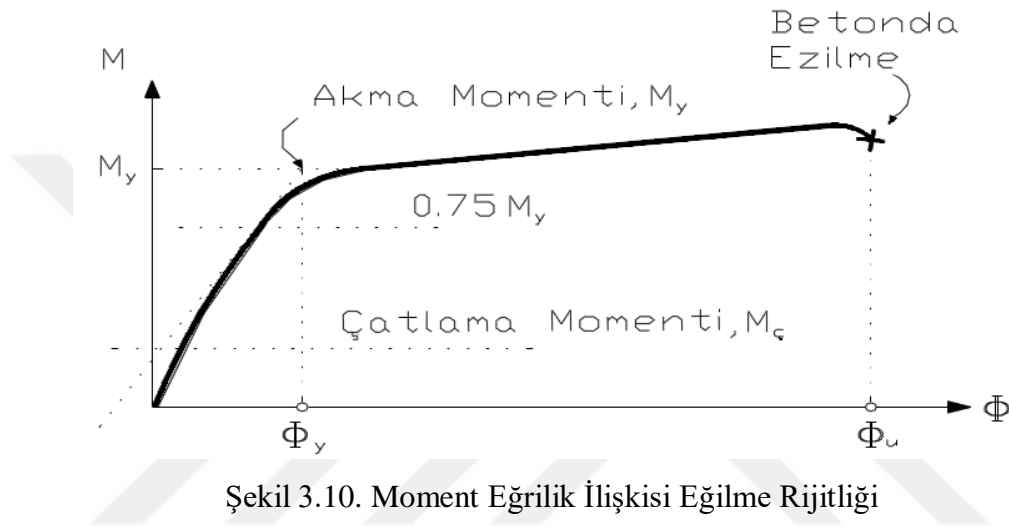
Sistemin bütünüyle ilgili olan bu rijitlik yapıya etkiyen yatay kuvvet ve onun oluşturduğu deplasman ile bir ilişki kurar. Ötelenme rijitliği yapı elemanları olan kolon, kiriş, perdelerin kesit ve özelliklerinin yanı sıra bu elemanların planda dizilimi mesnetlenme şekilleri gibi şartlarına da bağlıdır.



Şekil 3.9. Konsol Perde Üzerinde Ötelenme Rijitliğinin Tanımlanması [4]

3.5.2.2. Eğilme Rijitliği:

Yapı elemanının kesit özellikleriyle ilgili olan eğilme rijitliği, eleman kesiti üzerinde geliştirilen moment–eğrilik ilişkisi olarak ifade edilebilir. Eğilme rijitliğinin ölçüsü olan EI bu eğri üzerinde tanımlanır (Şekil 3.10)



Sınır durumunda kullanılabilir rijitlik, akma dayanımında kesitin taşıyabileceği momentin %75 i şeklindedir. (Denk 3.1)

$$K=0.75 * \frac{F_y}{\Delta y} \quad (3.1)$$

Eleman rijitlikleri bina boyunca sürekliliğini korumalıdır. Sistemdeki elemanların rijitliğini ayarlayarak sistemin doğal titreşim periyodunu istediğimiz aralığa kaydırabiliriz. Bu şekilde deprem etkileri azaltılabilir. Zemin hakim periyodu ile yapının periyodu birbirinden mümkün merteye uzak olmalıdır.

3.5.3. Dayanım

Betonarme yapılar kullanılabilirlik, hasarların sınırlandırılması, yapı göçmesi sınır durumları dikkate alınarak deprem kuvvetleri etkisi altında boyutlandırılır. Az şiddetli depremler altında yapılarda hiç hasar oluşmaması hedeflenir. Orta şiddetli depremler altında ise yapılarda onarılabilecek türde hasarların oluşması beklenir. Çok şiddetli depremlerde ise can kaybı olmaması hedef olarak seçilmelidir.

3.6. Perdeler İle İlgili Sonuç Ve Öneriler

- Betonarme sistemlerde düşey süreklilik perdeler için de geçerlidir. Perde elemanlar temele kadar kesit boyut değiştirmeden sürekliliğini korumalıdır.
- Yüksek katlı, taşıyıcı sistemi sadece perdelerden oluşan betonarme yapılarda plandaki kat alanının en az 0.002 si oranında betonarme perde yapılmalıdır. (DBYBH 2007)
- Betonarme yapılarda depreme karşı dayanıklılığı artırmak için perde duvarlar kullanılmalıdır. Yüksek katlı betonarme yapılarda perdeler eğilmeye karşı, alçak katlı betonarme yapılarda ise perdeler kesmeye karşı tasarlanmalıdır.
- Perde duvarların yapı yüksekliği boyunca sürekli olması gerekir. Perde duvarın kesildiği katta büyük yanal ötelenmeler başlamakta ve depremlerde bu katta büyük hasar hatta yıkım olmaktadır.
- Perde alt ucu "mafsallı" bir mesnet niteliğinde olmamalıdır. Perde duvarlar her katta yapının diğer bölümlerine kat kirişleri ile bağlı olmalı ve depremde katlarda yığılan atalet kuvvetleri perdeye aktarılmalıdır.[1]

3.7. Betonarme Perdelerle İlgili DBYBH 2007 Yönetmeliğinde Geçen Şartlar

3.7.1. Süneklik Düzeyi Yüksek Perdeler [9]

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelikte (DBYBHY) süneklik düzeyi yüksek perdeler için belirtilen maddeler şu şekildedir.

3.7.1.1. Enkesit Koşulları

3.7.1.1.1 – Perdeler, planda uzun kenarının kalınlığına oranı en az yedi olan düşey taşıyıcı sistem elemanlarıdır. 3.7.1.1.2 ve 3.7.1.1.3'te belirtilen özel durumlar dışında, gövde bölgesindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/20'sinden ve 200 mm'den az olmayacaktır. Bu perdelerde, uç bölgesindeki perde kalınlığı sınırları 3.7.1.2.1'de verilmiştir.

3.7.1.1.2 – Taşıyıcı sistemi sadece perdelerden oluşan binalarda, Denk.(3.2) ile verilen koşulların her ikisinin de sağlanması durumunda perde kalınlığı, binadaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20'sinden ve 150 mm'den az olmayacaktır.

$$\Sigma A_g / \Sigma A_p \geq 0.002$$

$$V_t / \Sigma A_g \leq 0.5 f_{ctd} \quad (3.2)$$

Denk.(3.2), bodrum katlarının çevresinde çok rijit betonarme perdelerin bulunduğu binalarda zemin kat düzeyinde, diğer binalarda ise temel üst kotu düzeyinde uygulanacaktır.

3.7.1.1.3– Kat yüksekliği 6 m'den daha büyük olan ve kat yüksekliğinin en az 1/5'ine eşit uzunluktaki elemanlarla yanal doğrultuda tutulan perdelerde, gövde bölgesindeki perde kalınlığı, yanal doğrultuda tutulduğu noktalar arasındaki yatay uzunluğun en az 1/20'sine eşit olabilir. Ancak bu kalınlık 300 mm'den az olamaz.

3.7.1.2. Perde Uç Bölgeleri ve Kritik Perde Yüksekliği

3.7.1.2.1 – $H_w / \ell_w > 2.0$ olan perdelerin planda her iki ucunda perde uç bölgeleri oluşturulacaktır (Şekil 3.11). 3.6.1.2’de tanımlanan binalar dışında, perde uç bölgelerindeki perde kalınlığı kat yüksekliğinin 1/15’inden ve 200 mm’den az olmayacaktır. Perde uç bölgelerinin, kat yüksekliğinin en az 1/5’ine eşit uzunluktaki elemanlarla yanal doğrultuda tutulduğu durumlarda, uç bölgesindeki perde kalınlığı, yanal doğrultuda tutulan noktalar arasındaki yatay uzunluğun en az 1/20’sine eşit olabilir. Ancak, bu kalınlık kat yüksekliğinin 1/20’sinden veya 300 mm’den az olamaz. Perde uç bölgeleri, perde uç bölgesinin kendi kalınlığı içinde oluşturulabileceği gibi, perdeye birleşen diğer bir perdenin içinde de düzenlenebilir.

3.7.1.2.2– Temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20 den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren kritik perde yüksekliği, $2\ell_w$ değerini aşmamak üzere, Denk.(3.15)’de verilen koşulların elverişsiz olanını sağlayacak biçimde belirlenecektir.

$$H_{cr} \geq \ell_w$$

$$H_{cr} \geq H_w/6 \quad (3.3)$$

Burada H_w , temel üstünden veya perdenin plandaki uzunluğunun %20’den daha fazla küçüldüğü seviyeden itibaren ölçülen perde yüksekliğidir. Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, H_w ve H_{cr} büyüklükleri zemin kat döşemesinden itibaren yukarıya doğru göz önüne alınacaktır. Bu tür binalarda kritik perde yüksekliği, en az zemin katın altındaki ilk bodrum katının yüksekliği boyunca aşağıya doğru ayrıca uzatılacaktır.

3.7.1.2.3 – Dikdörtgen kesitli perdelerde, yukarıda tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %20’sinden ve perde kalınlığının iki katından daha az olmayacaktır. Kritik perde yüksekliğinin üstünde kalan perde kesimi boyunca ise, perde uç bölgelerinin her birinin plandaki uzunluğu, perdenin plandaki toplam uzunluğunun %10’undan ve perde kalınlığından az olmayacaktır (Şekil 3.11).

3.7.1.2.4– Perde uç bölgelerinin, perdeye birleşen diğer bir perdenin veya perdenin ucunda genişletilmiş bir kesitin içinde düzenlenmesi durumunda; her bir perde uç bölgesinin enkesit alanı, en az dikdörtgen kesitli perdeler için 3.7.1.2.3'te tanımlanan alana eşit olacaktır.

3.7.1.3. Gövde Donatısı Koşulları

3.7.1.3.1 – Perdenin her iki yüzündeki gövde donatılarının toplam en kesit alanı, düşey ve yatay donatıların her biri için, perde uç bölgelerinin arasında kalan perde gövdesi brüt en kesit alanının 0.0025'inden az olmayacaktır. $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olması durumunda perde gövdesi, perdenin tüm kesiti olarak göz önüne alınacaktır. Perde gövdesinde boyuna ve enine donatı aralığı 250 mm'den fazla olmayacaktır. (Şekil 3.11).

3.7.1.3.2 – 3.7.1.1.2'de Denk.(3.2) ile verilen koşulların her ikisinin de sağlandığı binalarda, düşey ve yatay toplam gövde donatısı oranlarının her biri 0.0015'e indirilebilir. Ancak bu durumda donatı aralığı 300 mm'yi geçmeyecektir.

3.7.1.3. 3 – Uç bölgeleri dışında, perde gövdelerinin her iki yüzündeki donatı ağları, beher metrekare perde yüzünde en az 4 adet özel deprem çirozu ile karşılıklı olarak bağlanacaktır. Ancak 3.7.1.2.2'de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca, uç bölgeleri dışındaki beher metrekare perde yüzünde en az 10 adet özel deprem çirozu kullanılacaktır. Çirozların çapı, en az yatay donatının çapı kadar olacaktır.

3.7.1.4. Gövde Donatılarının Düzenlenmesi

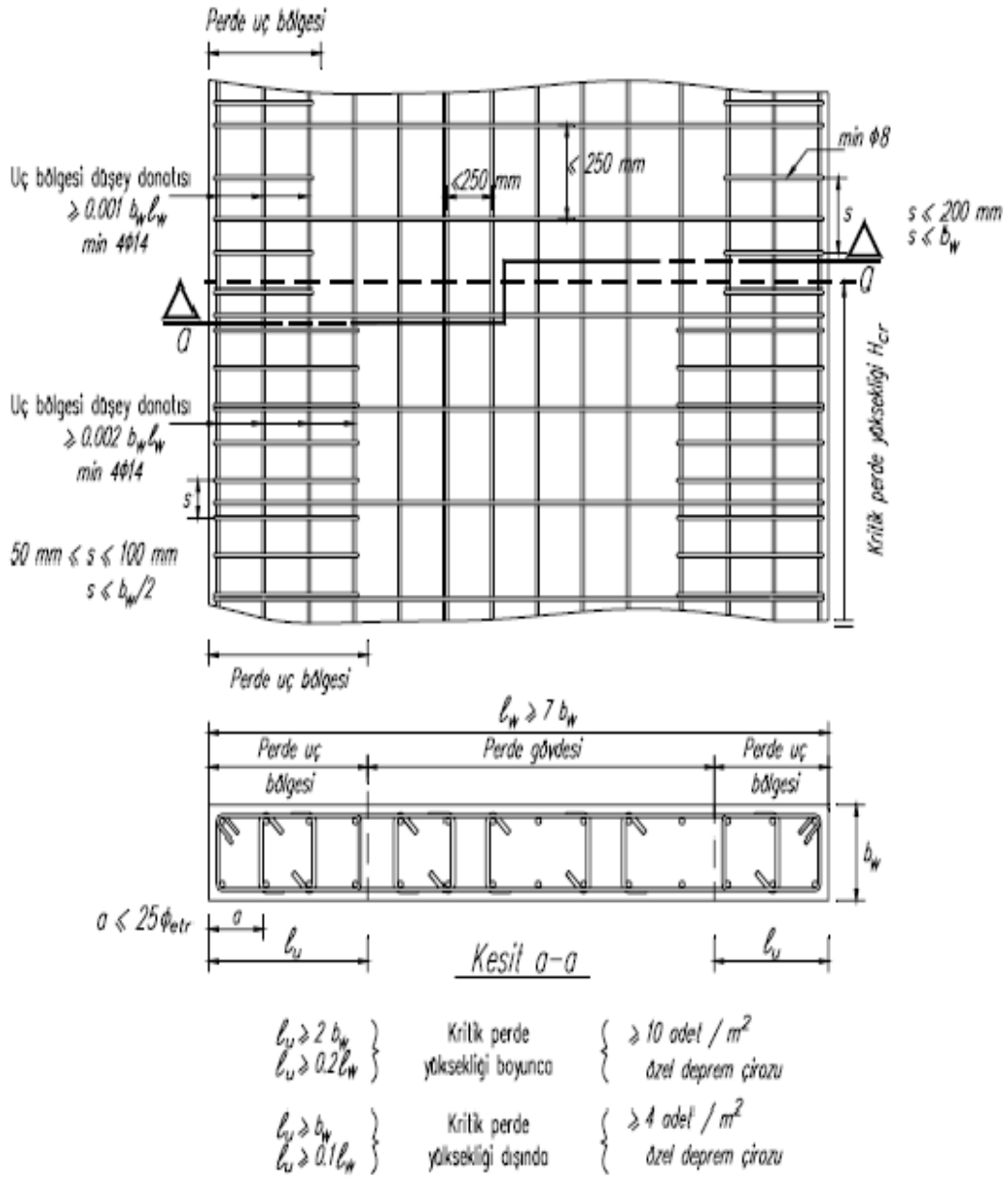
Perdelerin yatay gövde donatıları, 3.7.1.4.1'de veya 3.7.1.4.2'de belirtildiği şekilde düzenlenebilir (Şekil 3.11). Bu şekilde düzenlenen yatay gövde donatıları, kritik perde yüksekliği boyunca 3.7.1.4.2'ye göre perde uç bölgelerine konulacak sargı donatısının belirlenmesinde hesaba katılabilir.

3.7.1.4.1 – Yatay gövde donatıları etriyelerle sarılı perde uç bölgesinin sonunda 90 derece kıvrılarak karşı yüzde köşedeki düşey donatıya 135 derecelik kanca ile bağlanacaktır.

3.7.1.4.2 – 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. Ancak, gövde donatısının kenetlenme boyunun perde uç bölgesi uzunluğundan daha küçük veya eşit olması durumunda \supset biçimindeki donatılar konmayabilir. Bu durumda perde uç bölgelerindeki enine donatının birim boydaki toplam alanı, perde gövdesindeki yatay donatının birim boydaki toplam alanından az olmayacaktır.

3.7.1.5. Perde Uç Bölgelerinde Donatı Koşulları

3.7.1.5.1 – Perde uç bölgelerinin her birinde, düşey donatı toplam alanının perde brüt en kesit alanına oranı 0.001'den az olmayacaktır. Ancak, 3.7.1.2.2'de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca bu oran 0.002'ye çıkarılacaktır. Perde uç bölgelerinin her birinde düşey donatı miktarı 4Ø14'ten az olmayacaktır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Perdelerde Donatı Düzeni

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

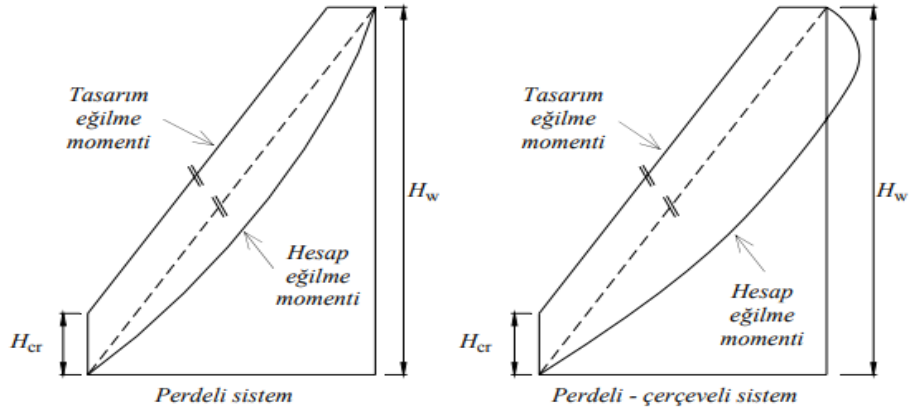
(a) Uç bölgelerinde kullanılacak enine donatının çapı 8 mm'den az olmayacaktır. Etriye kollarının ve/veya çirozların arasındaki yatay uzaklık, a, etriye ve çiroz çapının 25 katından fazla olmayacaktır.

(b) 3.7.1.2.2’de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca perde uç bölgelerine, kolonların sarılma bölgeleri için (DBYBH-2007 madde 3.3.4.1’de Denk.(3.1))’in ikinci koşulu ile belirlenen enine donatının en az 2/3’ü konulacaktır. Düşey doğrultuda etriye ve/veya çiroz aralığı perde kalınlığının yarısından ve 100 mm’den daha fazla, 50 mm’den daha az olmayacaktır (Şekil 3.11). Bu donatılar, temelin içinde de en az perde kalınlığının iki katı kadar bir yükseklik boyunca devam ettirilecektir.

(c) Kritik perde yüksekliğinin dışında kalan perde uç bölgelerinde düşey doğrultudaki etriye ve/veya çiroz aralığı, perde duvar kalınlığından ve 200 mm’den daha fazla olmayacaktır (Şekil 3.11).

3.7.1.6. Tasarım Eğilme Momentleri ve Kesme Kuvvetleri

3.7.1.6.1 – $H_w / \ell_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde tasarıma esas eğilme momentleri, 3.7.1.2.2’ye göre belirlenen kritik perde yüksekliği boyunca sabit bir değer olarak, perde tabanında (DBYBHY 2007-Bölüm 2)’ye göre hesaplanan eğilme momentine eşit alınacaktır. Kritik perde yüksekliğinin sona erdiği kesitin üstünde ise, (DBYBH 2007-Bölüm 2)’ye göre perdenin tabanında ve tepesinde hesaplanan momentleri birleştiren doğruya paralel olan doğrusal moment diyagramı uygulanacaktır (Şekil 3.12). Çevresinde rijit perdeler bulunan bodrumlu binalarda sabit perde momenti, 3.7.1.2.2’de tanımlanan kritik perde yüksekliği boyunca göz önüne alınacaktır. $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerin bütün kesitlerinde tasarım eğilme momentleri, (DBYBH 2007-Bölüm 2)’ye göre hesaplanan eğilme momentlerine eşit alınacaktır.



Şekil 3.12. Moment Diyagramı

3.7.1.6.2- $H_w / \ell_w > 2.0$ olması durumunda, her bir katta perde kesitlerinin taşıma gücü momentlerinin, perdenin güçlü doğrultusunda kolonlar için (DBYBH 2007 Denk.(3.3)) ile verilen koşulu sağlaması zorunludur. Aksi durumda perde boyutları ve/veya donatıları artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

3.7.1.6.3- $H_w / \ell_w > 2.0$ koşulunu sağlayan perdelerde, göz önüne alınan herhangi bir kesitte enine donatı hesabında esas alınacak tasarım kesme kuvveti, V_e , Denk.(3.4) ile hesaplanacaktır.

$$V_e = \beta_v \frac{(M_p) t}{(M_d) t} V_d \quad (3.4)$$

Bu bağıntıda yer alan kesme kuvveti dinamik büyütme katsayısı $\beta_v = 1.5$ alınacaktır. Daha kesin hesap yapılmadığı durumlarda, perde tabanındaki pekleşmeli moment kapasitesi olarak $(M_p)t \cong 1.4 (M_r)t$ alınabilir. $H_w / \ell_w \leq 2.0$ olan perdelerin bütün kesitlerinde tasarım kesme kuvvetleri, (DBYBH 2007-Bölüm 2)'ye göre hesaplanan kesme kuvvetlerine eşit alınacaktır.

3.7.1.7. Perdelerin Kesme Güvenliği

3.7.1.7.1 – Perde kesitlerinin kesme dayanımı, V_r , Denk.(3.17) ile hesaplanacaktır.

$$V_r = A_{ch} (0.65 f_{ctd} + \rho_{sh} * f_{ywd}) \quad (3.5)$$

3.7.1.6.3'te tanımlanan V_e tasarım kesme kuvveti aşağıdaki koşulları sağlayacaktır:

$$V_e \leq V_r$$

$$V_e \leq 0.22 * A_{ch} * f_{cd} \quad (3.6)$$

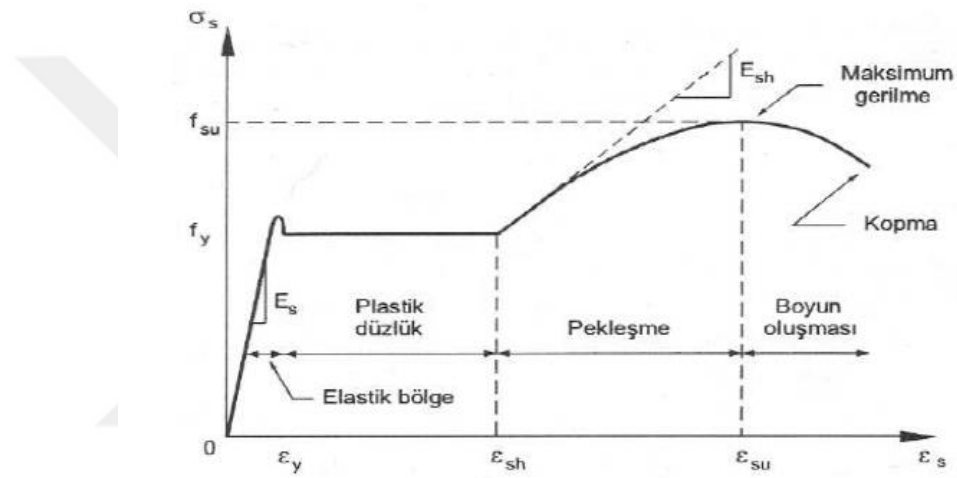
Aksi durumda, perde enine donatısı ve/veya perde kesit boyutları bu koşullar sağlanmak üzere arttırılacaktır.

3.7.1.7.2 – Temele bađlantı düzeyinde ve üst katlarda yapılacak yatay inřaat derzlerindeki dűşey donatı, o kesitte aktarılan kesme kuvveti gözönüne alınarak, TS-500'de tanımlanan kesme sűrtünmesi yöntemi ile kontrol edilecektir.

4. BETONARME YAPI SİSTEMLERİNDE ÇELİK ELEMANLAR

4.1. Malzeme Olarak Çelik

Demir ve karbonun karışımı çelik olarak tanımlanabilir. Çelik malzemesinin içinde yer alan karbon miktarı %0.15-%0.20 arasındadır. Karbon miktarı dayanımı artırırken, kopma uzamasını azaltır. Çeliğin içerisindeki karbon miktarı bu yüzden önemlidir. Çelik elemanın davranışını karakterize eden gerilme ve şekil değiştirme grafiğidir. (Şekil 4.1)



Şekil 4.1. Yapı Çeliğinde Çekme Gerilmesi-Birim Uzama İlişkisi

Davranış $\epsilon_y - \epsilon_{sh}$ arasında plastik düzlük görülmektedir. Daha sonra pekleşmeyle gerilme yükselir. ϵ_{su} birim uzaması ile meydana gelen yerel kesit azalması ile deney çubuğu kopar. Çeliğin kalitesine bağlı olarak ϵ_{sh} değeri 5-10 ϵ_y arasında değişir. Bütün yapısal çelikler için elastik bölgede elastisite modülü $E_s = 200 \text{ GPa}$ olarak kabul edilir. Pekleşmenin başlangıcındaki teğetsel modül de yaklaşık olarak $E_{sh} \sim E_s/30 = 6.7 \text{ GPa}$ olarak alınabilir. Çeliğin, çekme gerilmesi altındaki bu özelliğinin aynen basınç gerilmesi için de mevcut olduğu kabul edilir. Çeliğin malzeme olarak kopmadan şekil değiştirmeler yapabilmesi, sünekliğinin ve dayanımının büyük olması çelik yapılara deprem etkilerini karşılamakta önemli bir üstünlük sağlar. Uygulamada yaygın olarak iki yapı çelik türü kullanılır St37 (Fe37) ve St52(Fe52). Bunların çekme dayanımları sıra ile 37 MPa ve 52 MPa ve akma dayanımları 24 MPa ve 36 MPa civarında bulunur.[10]

4.2. Çelik Taşıyıcı Sistem Elemanları

Çelik taşıyıcı sistemler betonarme sistemlerde de olduğu gibi kolon, kiriş, döşeme elemanları ve bunun yanı sıra çapraz elemanlar olarak isimlendirilebilir. Çelik kolonlar betonarme temeller ile zemine yükünü iletirler. Çeliğin yüksek gerilmeleri karşılayabilmesi sebebiyle, taşıyıcı sistem elemanlarında burkulma yada ikinci mertebe etkilerin sonucu olan stabilite kaybının önlenmesi gerekmektedir. Bu sebepten basınç etkisi altında kolonların burkulma sonucu ve eğilme etkisindeki kirişlerin yanal burkulma sonucu stabilite kayıplarının önlenmesi, çelik elemanların boyutlandırılmasında, gerilme ve yer değiştirmeyi sınırlayan mukavemet ilkeleri kadar önemlidir.[10]

4.3. Çelik Çerçeveler

Deprem yükleri açısından çeliğin en önemli özellikleri süneklik ve inelastik yükleme altında enerji yutma kapasitesidir. Bu özellik çelik taşıyıcı sistemlerde de karşımıza çıkmaktadır. Deprem yönetmeliğinde yer alan “deprem yükü azaltma katsayısı” $R_a(T_1)$, taşıyıcı sistemin ne kadar deprem yükü yutacağı ile ilgili bir parametredir. Bu katsayı sistemin sünekliğiyle beraber artar ve yapıya etkiyen eşdeğer deprem yükü (V_t) azalır.(Denk 4.1)

$$V_t = \frac{W \cdot A(T_1)}{R_a(T_1)} \quad (4.1)$$

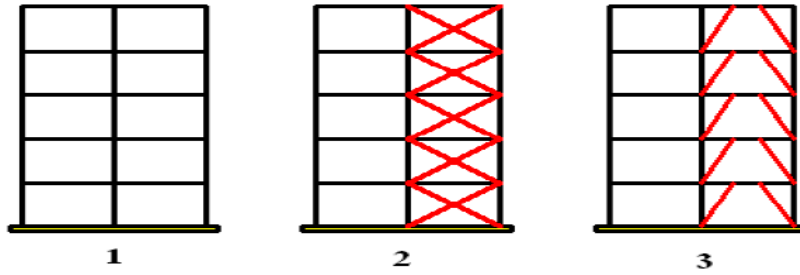
Çelik sistemlerde deprem kuvvetinin ortaya çıkarmış olduğu enerjinin sönmülenmesine göre süneklik düzeyi yüksek ve normal olmak üzere ikiye ayrılır.

Çizelge 4.1. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı R

Taşıyıcı Sistem	Süneklik Düzeyi Normal	Süneklik Düzeyi Yüksek
Moment aktaran rijit çerçeve	5	8
Merkezi çaprazlı sistem	3	-----
Dış merkez çaprazlı sistem	-----	7

Çelik yapılarda deprem yüklerini taşımada 3 çeşit sistem kullanılmaktadır.

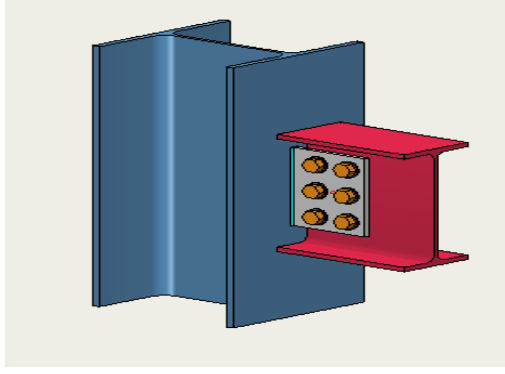
- 1) Moment aktaran rijit çerçeve sistemler
- 2) Merkezi çaprazlı taşıyıcı sistemler
- 3) Dışmerkez çaprazlı taşıyıcı sistemler [11]



Şekil 4.2. Çelik Taşıyıcı Sistem Çeşitleri

4.3.1. Moment Aktaran Rijit Çelik Çerçeveseler

Moment aktaran rijit çerçeveselerin oluşturduğu sistemlerde deprem kuvveti öncelikle kolon-kiriş birleşimleri tarafından karşılanır. Bu nedenle birleşim noktalarında gerilmeler oldukça fazladır. Birleşimlerin hesap ve detaylandırılmasının yanı sıra imalatının da gerekli özen gösterilerek yapılması gerekir. Moment aktaran çerçeve sistemin çalışma prensibi çerçevenin taşıma sınır durumundan önce deprem enerjisini yutacak şekilde deformasyona uğramasıdır. Bu deformasyonların emniyetli sınırlar içinde olabilmesi özellikle birleşim bölgesindeki sünek davranışa bağlıdır. Aynı prensip betonarme çerçeve yapılar için de geçerlidir. [11]



Şekil 4.3. Moment Aktaran Birleşim

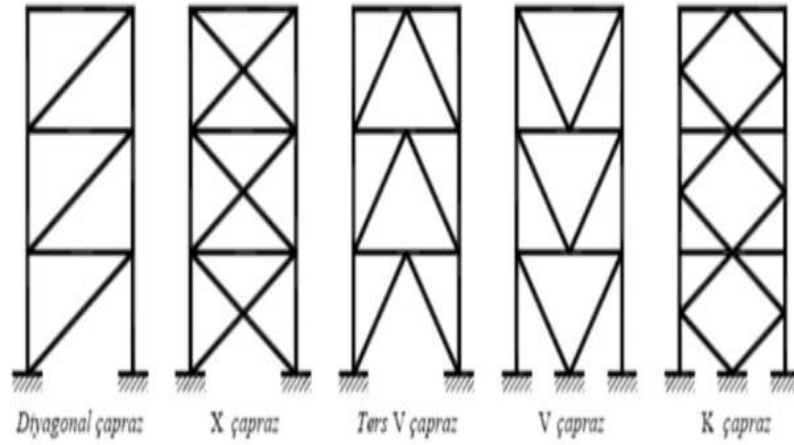
Moment aktaran çerçeve sistemi kullanılan yapılarda cephelerde ve iç mahalde perde çapraz olmaması mimari avantaj sağlamaktadır. Ancak kolon-kiriş birleşimlerinde oluşan detaylar nedeniyle bu sistem diğerlerine nazaran daha pahalı bir sistemdir. [11]

4.3.2. Çaprazlı Sistemler

Taşıyıcı sisteminde çapraz kullanılan yapılarda yatay yük diyagonal elemanlar ile karşılanmaktadır. Diyagonal elemanlar bu yüzden yüksek aksenal kuvvetlere maruz kalır. Diyagonal elemanlar yapının deplasman değerlerinde ciddi sınırlamalar getirmektedir.

4.3.2.1. Merkezi Çaprazlı Sistemler

Merkezi çaprazlı sistemler, çapraz elemanların merkez çizgileri ana çerçevenin birleşim noktaları ile birleşerek düşey taşıyıcı sistem içinde bir tür düşey kafes sistem oluşturan sistemlerdir. Yatay deprem rüzgar yükleri bu düşey kafes sistem ile taşınır. Diagonal elemanlar olarak genellikle boru, I-profil, tek yada çift köşebent, kare veya dikdörtgen kesitli profil, U-profil kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan çapraz sistemler aşağıdaki gibidir. Şekil 4.4



Şekil 4.4. Yaygın Olarak Kullanılan Çapraz Çerçevesler

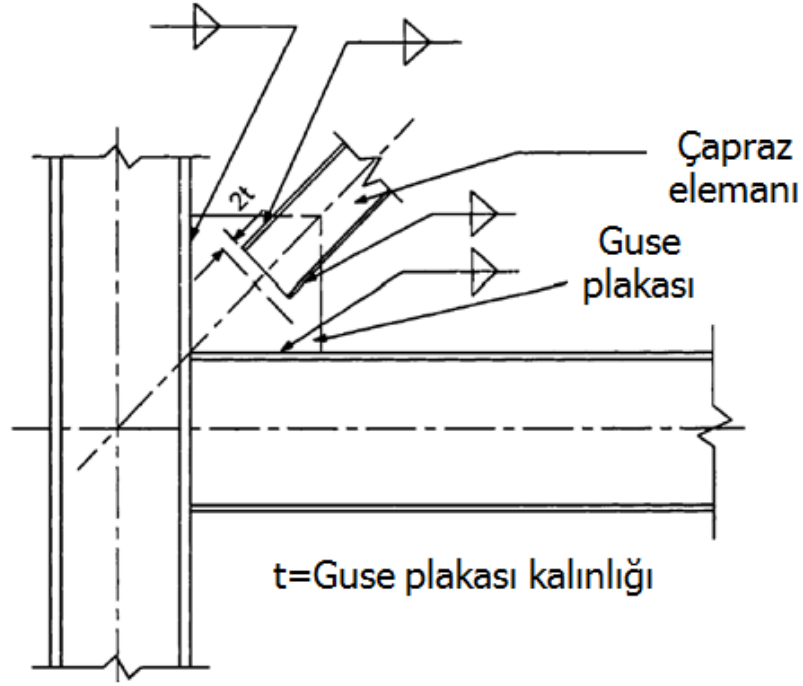
Yüksek yatay rijitliğe sahip merkezi çaprazlı yapı sistemleri yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu sistemlerde dikkat edilmesi gereken iki unsur diagonal elemanlar ve bu elemanların çerçeve elemanlarına olan birleşimleridir.

Merkezi çapraz sistemin sünek davranış sergileyebilmesi için diagonal çapraz elemanları tekrarlı inelastik yükleme süresince dayanım ve rijitliklerini önemli ölçüde kaybetmeden büyük deformasyon yapabilmelidir. [11]

Çapraz elemanının bu davranışında etkili üç önemli faktör;

1. Çapraz eleman narinliği ($k.L/r$) (*eleman burkulması kritik*)
2. Mesnet koşulları (*tekrarlı inelastik yüklemede birleşimler kritik*)
3. Kesit (*yerel burkulma kritik*) [11]

Guse plakasının düzlemi dışına yeterli süneklik sağlayacak şekilde deformasyon yapması için çapraz elemanı guse levhasının bağlandığı kiriş yada kolon kenarına minimum 2.t kadar yaklaştırılmalıdır. Şekil 4.5 [11]

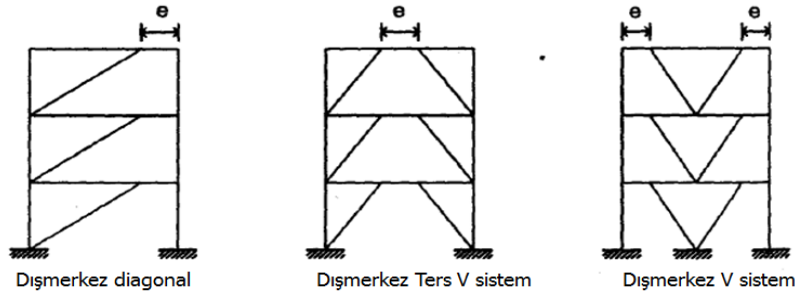


Şekil 4.5. Guse Plakası Birleşim Detayı [11]

4.3.2.2. Dış Merkez Çaprazlı Sistemler

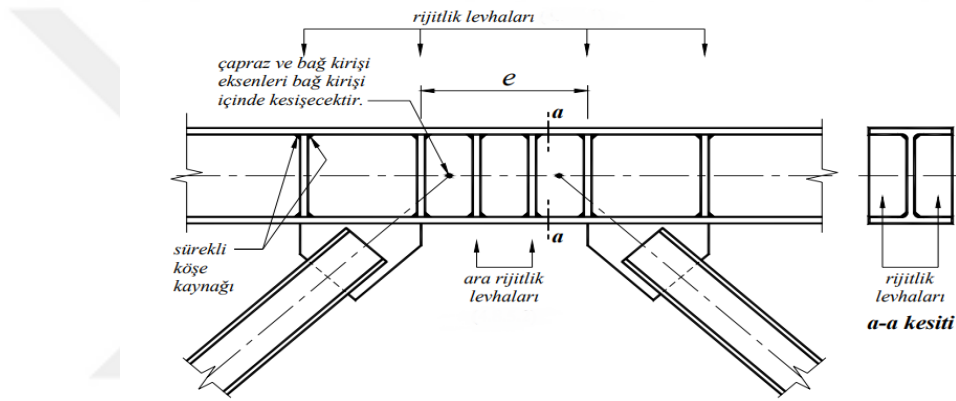
Dış merkez çaprazlı sistemler ile merkezi çaprazlı sistemler arasındaki en önemli fark diyagonal elemanın en az bir ucunun kirişe bağlanmasıdır. Bu bağlantıya link elemanı denilmektedir. Diyagonal elemanın yapmış olduğu inelastik davranış link elemanı ile sınırlandırılır. Bu eleman bir tür “sünek sismik sigorta”dır. [11]

Dışmerkez çaprazlı sistemler mükemmel bir süneklik ve enerji yutma kapasitesine sahiptirler ($R_a(T_1)=8$ alınabilir). Aynı zamanda merkezi çaprazlı sistemlere has yatay rijitliğe çok yakın yatay rijitlik sergilerler. Şekilde yaygın olarak kullanılan dışmerkez çapraz sistem çeşitleri verilmiştir. Bunlar arasında Ters V formu kolonlarda yüksek momentlere neden olmayacak bir forma sahip olduğu için en çok tercih edilendir. Şekil (4.10) [11]



Şekil 4.6. Dış Merkez Çaprazlı Sistemler.

Şekil 4.7’de dış merkez çelik çapraz sistemlerde kullanılan bağlantı detayı görülmektedir.



Şekil 4.7. Dış Merkez Çelik Bağlantı Detayı.

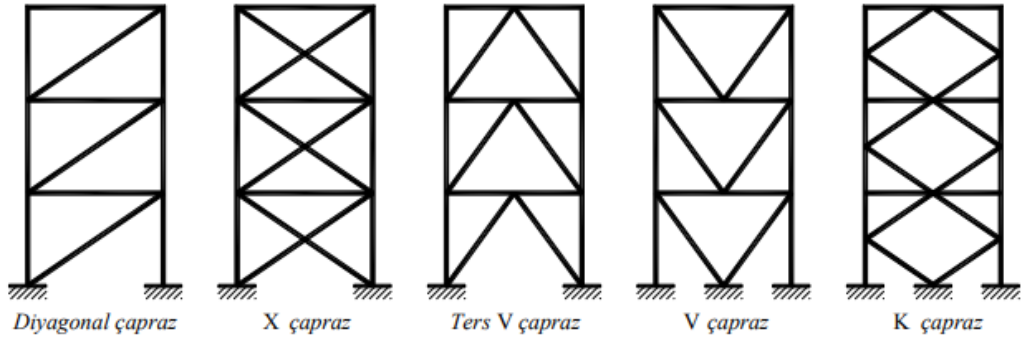
4.4. Merkezi ve Dış Merkez Çelik Çaprazlı Perdeler İle İlgili DBYBH 2007 Yönetmeliğinde Geçen Şartlar [9]

4.4.1. Merkezi Ve Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

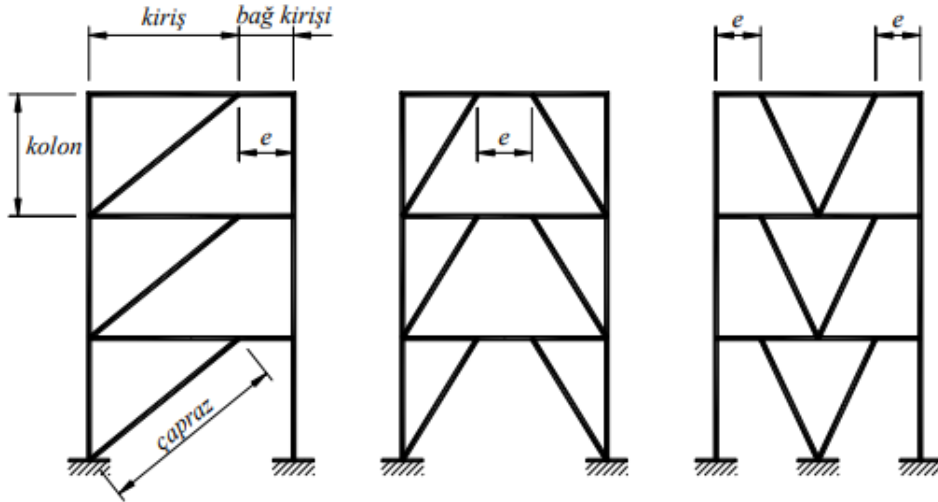
Çelik çaprazlı perdeler, mafsallı birleşimli veya moment aktaran çerçeveler ile bunlara merkezi ve dışmerkez olarak bağlanan çaprazlardan oluşan yatay yük taşıyıcı sistemlerdir. Bu tür sistemlerin yatay yük taşıma kapasiteleri, eğilme dayanımlarının yanında, daha çok veya tümüyle elemanların aksenal kuvvet dayanımları ile sağlanmaktadır. Çelik çaprazlı perdeler, çaprazların düzenine bağlı olarak ikiye ayrılırlar:

- (a) Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 4.8)
- (b) Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler (Şekil 4.9)

Çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi normal sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, çaprazların çerçeve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlandığı Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılacaklardır.



Şekil 4.8. Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler (DBYBHY 2007 Şekil4.4)



Şekil 4.9. Dışmerkez Çelik Çaprazlı Perdeler

4.4.2. Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler

Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdeler, basınç elemanlarının bazılarının burkulması halinde dahi, sistemde önemli ölçüde dayanım kaybı meydana gelmeyecek şekilde boyutlandırılırlar. Bu sistemlerin boyutlandırılmasında uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

4.4.2.1. Enkesit Koşulları

4.4.2.1.1 – Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranlarına ilişkin koşullar (DBYBHY 2007 Tablo 4.3)'te verilmiştir.

4.4.2.1.2 – Çatı ve düşey düzlem çapraz sistemlerinin tüm basınç elemanlarında narinlik oranı (çubuk burkulma boyu/atalet yarıçapı) $4\sqrt{E_s\sigma_a}$ sınır değerini aşmayacaktır.

4.4.2.1.3 – Çok parçalı çaprazlarda bağ levhalarının aralıkları, ardışık iki bağ levhası arasındaki tek elemanın narinlik oranı tüm çubuğun narinlik oranının 0.40 katını aşmayacak şekilde belirlenecektir. Çok parçalı çaprazın burkulmasının bağ levhasında kesme etkisi oluşturmadığının gösterilmesi halinde, bağ levhalarının aralıkları, iki bağ levhası arasındaki tek çubuğun narinlik oranı çok parçalı çubuğun etkin narinlik oranının 0.75 katını aşmayacak şekilde belirlenebilir. Bağ levhalarının toplam kesme kuvveti kapasitesi, her bir çubuk elemanın aksel çekme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Her çubukta en az iki bağ levhası kullanılacak ve bağ levhaları eşit aralıklı olarak yerleştirilecektir. Bulonlu bağ levhalarının, çubuğun temiz açıklığının orta dörtte birine yerleştirilmesine izin verilmez.

4.4.2.2. Yatay Yüklerin Dağılımı

Binanın bir aksı üzerindeki düşey merkezi çapraz elemanlar, o aks doğrultusundaki depremde ve her bir deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenecektir.

4.4.2.3. Çaprazların Birleşimleri

4.4.2.3.1 – Çaprazların birleşim detaylarında, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan iç kuvvetler altında gerekli gerilme kontrolleri yapılacaktır. Ayrıca, birleşimin taşıma kapasitesi aşağıda tanımlanan iç kuvvetlerden küçük olanını da sağlayacaktır:

(a) Çaprazın aksenal kuvvet (çekme veya basınç) kapasitesi.

(b) Düğüm noktasına birleşen diğer elemanların kapasitelerine bağlı olarak, söz konusu çapraza aktarılabilecek en büyük aksenal kuvvet.

(c) (DBYBHY 2007 Denk.(4.1a) ve Denk.(4.1b))’de verilen arttırılmış yükleme durumlarından meydana gelen çapraz aksenal kuvveti.

4.4.2.3.2 – Birleşimin taşıma kapasitesinin hesabında, 4.2.5’te verilen gerilme sınır değerleri kullanılacaktır.

4.4.2.3.3 – Çaprazları kolonlara ve/veya kirişlere bağlayan düğüm noktası levhaları aşağıdaki iki koşulu da sağlayacaklardır:

(a) Düğüm noktası levhasının düzlemi içindeki eğilme kapasitesi, düğüm noktasına birleşen çaprazın eğilme kapasitesinden daha az olmayacaktır.

(b) Düğüm noktası levhasının düzlem dışına burkulmasının önlenmesi amacıyla, çaprazın ucunun kiriş veya kolon yüzüne uzaklığı düğüm levhası kalınlığının iki katından daha fazla olmayacaktır. Buna uyulamadığı durumlarda, ilave berkitme levhaları kullanarak, düğüm levhasının düzlem dışına burkulması önlenecektir.

4.4.2.4. Özel Çapraz Düzenleri İçin Ek Koşullar

4.4.2.4.1 – V veya ters V şeklindeki çapraz sistemlerinin sağlaması gereken ek koşullar aşağıda verilmiştir:

(a) Çaprazların bağlandığı kirişler sürekli olacaktır.

(b) Çaprazlar düşey yüklerin ve deprem yüklerinin ortak etkisi altında boyutlandırılacaktır. Ancak çaprazların bağlandığı kirişler ve uç bağlantıları, çaprazların yok sayılması durumunda, kendi üzerindeki düşey yükleri güvenle taşıyacak şekilde boyutlandırılacaktır.

(c) Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerin kirişleri için 4.3.6’da verilen koşullar çaprazların bağlandığı kirişler için de aynen geçerlidir.

4.4.2.4.2– Süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlı perdelerde K şeklindeki (çaprazların kolon orta noktasına bağlandığı) çapraz düzenine izin verilemez.

4.4.2.5. Kolon Ekleri

4.4.2.5.1 – Kolon ekleri kolon serbest yüksekliğinin ortadaki 1/3'lük bölgesinde yapılacaktır.

4.4.2.5.2 – Kolon eklerinin eğilme dayanımı eklenen elemanlardan küçüğünün eğilme kapasitesinin %50'sinden, kesme kuvveti dayanımı ise eklenen elemanlardan küçüğünün kesme kapasitesinden daha az olmayacaktır. Ayrıca, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kolon eklerinin aksenal kuvvet taşıma güçleri (DBYBHY 2007 Denk.(4.1a) ve Denk.(4.1b))'de verilen arttırılmış deprem yüklemelerinden oluşan basınç ve çekme kuvvetleri altında da (eğilme momentleri gözönüne alınmaksızın) yeterli olacaktır. Ek elemanlarının hesabında, (DBYBHY 2007 4.2.5)'te verilen kaynak ve bulon gerilme kapasiteleri kullanılacaktır.

5. BETONARME YAPILARDA KULLANILAN ÇELİK ÇAPRAZ ELEMANLARIN ETKİLERİNİN ANALİTİK OLARAK İNCELENMESİ

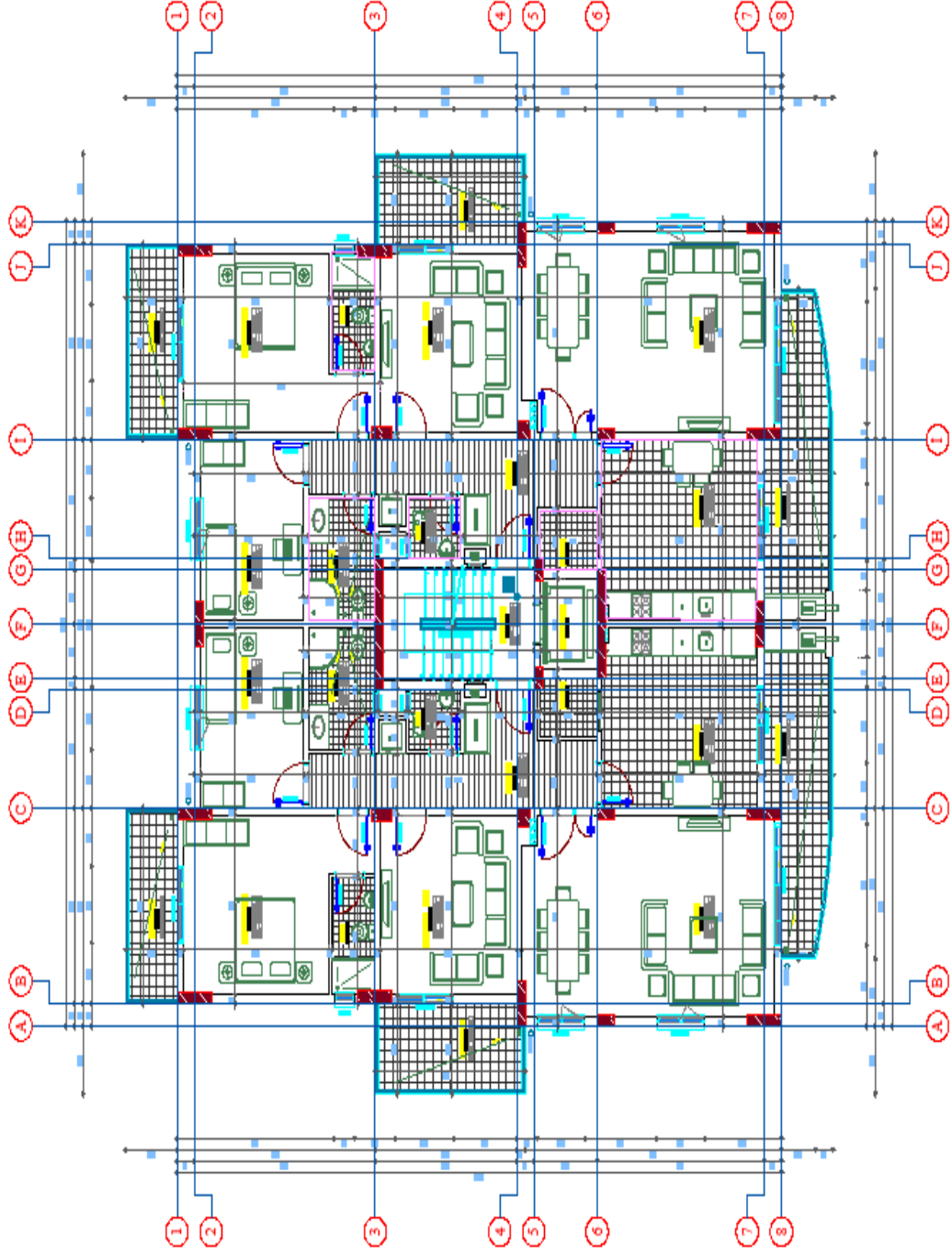
5.1. Mevcut Betonarme Yapı Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Tez kapsamında incelenen proje, Uşak-Merkez Kemalöz Mahallesi 3197 ada 22 parselde mevcut olan betonarme bir yapıdır. Yapı, statik proje çizimi üzerinden Sap2000 v.20 analiz programı kullanılarak yeniden modellenmiştir. Yapılan analitik çalışmada aynı binanın farklı kat ve betonarme perdeli, çelik çaprazlı durumları modellenmiştir.

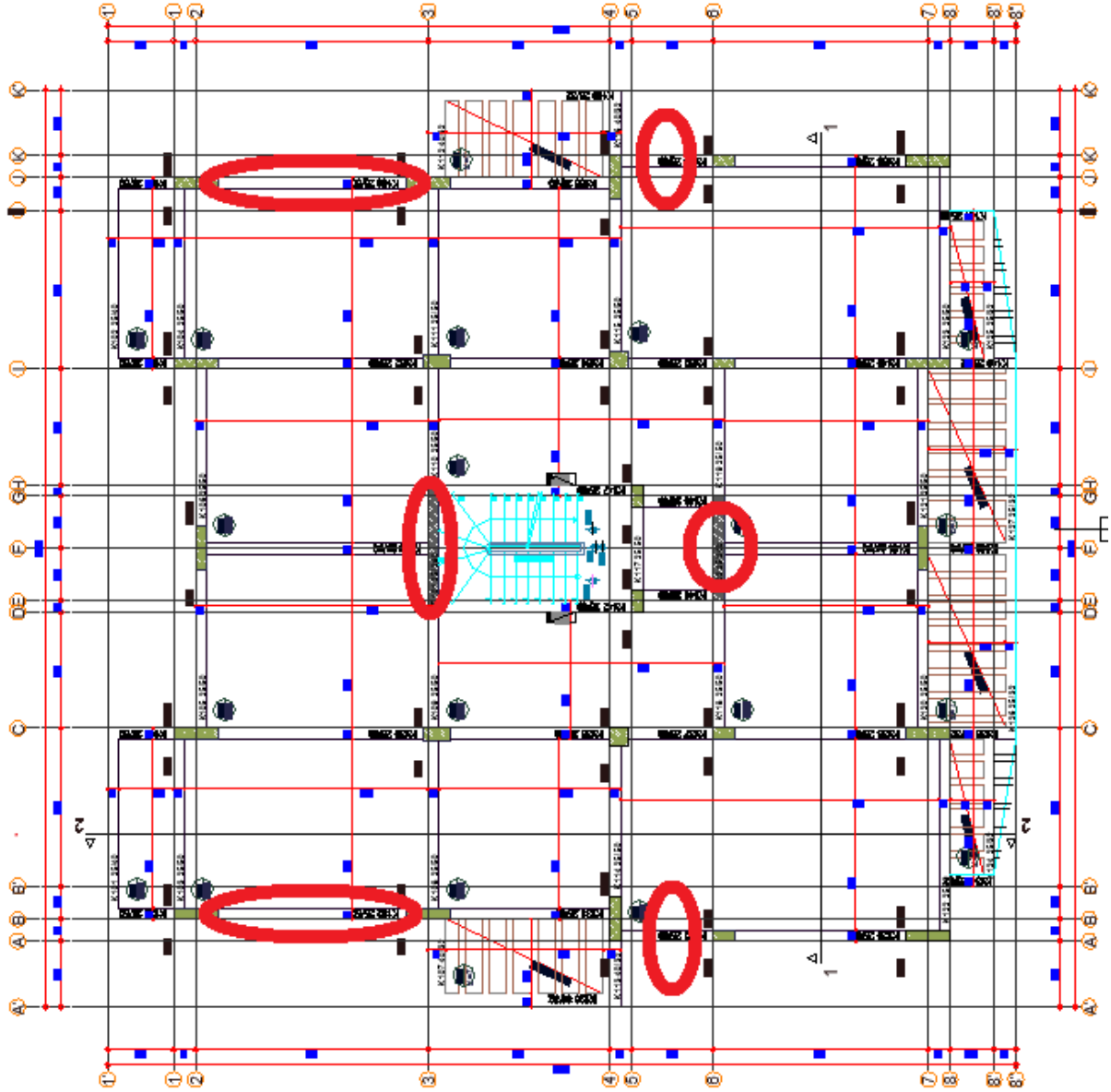
Modelleme sırasında referans olarak kullanılan statik projenin 3 boyutlu görüntüleri Şekil 5.1 de, mimari kat planı Şekil 5.2, betonarme kalıp planları ise Şekil 5.3 de gösterilmiştir. Aynı kat planı ve betonarme kesitlere sahip yapı 4,6 ve 8 kat olarak modellenmiştir. Kat sayısı artırılan yapı modellerinde aynı zamanda Sap 2000 programında betonarme perdeler kaldırılıp yerine (25 cm x 50 cm) ebatlarında betonarme kolonlar, çelik çapraz ve diyagonaller ilave edilmiştir. Proje “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar (DBYBHY 2007)” yönetmeliğine göre analiz edilmiş olup, betonarme tasarımı ise TS-500 yönetmeliğine göre yapılmıştır.



Şekil 5.1. Referans Proje Ve Katsayıları Artırılan Projelerin 3 Boyutlu Görünüşü



Şekil 5.2. Referans Olarak Alınan Projenin Mimari Planı



Şekil 5.3. Referans Olarak Alınan Projenin Statik Kalıp Planı Ve Yapıda Kullanılan Çapraz Elemanların Yerleri

Referans olarak incelenen binanın özellikleri aşağıdaki gibidir.

1. Betonarme bina mimari, statik kat planları ve betonarme kesitleri aynı olup; 4,6,8 kat olarak modellenmiştir.
2. Zemin sınıfı Z2-B, zemin emniyet gerilmesi 14.50 t/m^2 , yatak katsayısı 2500 t/m^3 , zemin hakim titreşim periyodu 0.39 sn. şeklindedir.
3. Beton sınıfı C25/30, çelik sınıfı S420a şeklindedir.
4. Etkin yer ivmesi $A_0=0.30$ [9]

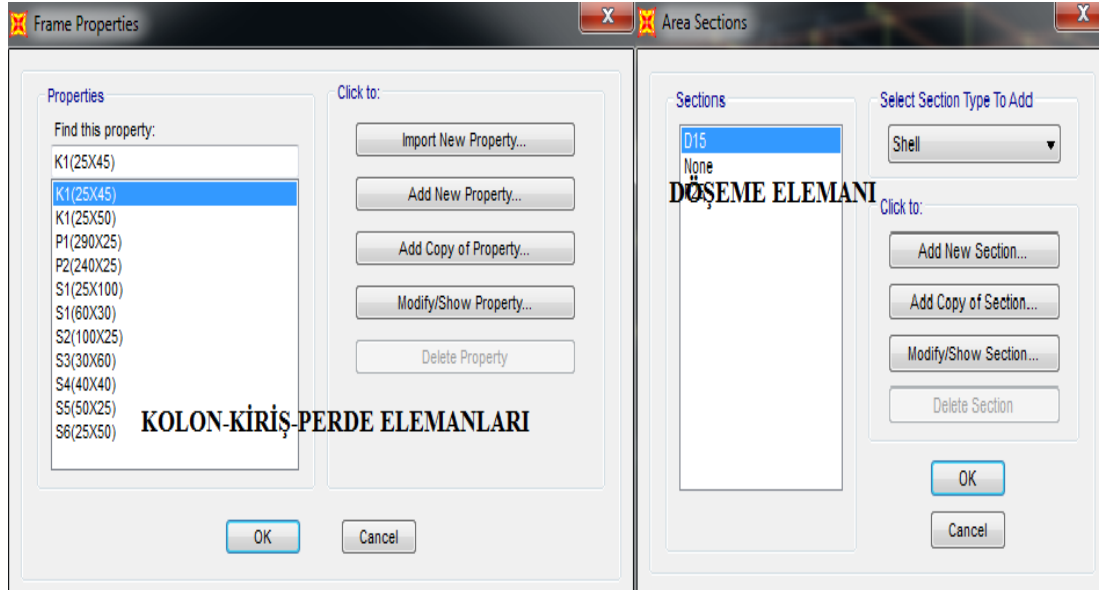
5.2. Sap 2000 Programında Referans Projenin Modellenmesinde İzlenen Adımlar

Referans projeyi SAP 2000 de modellemek için bina aksları X,Y,Z koordinatları olarak programa girilmiştir. Yapı sisteminde kullanılan beton sınıfı C25/30 olduğundan malzeme özellikleri bu şekilde tanımlanmıştır. Şekil 5.4

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box in SAP 2000. The dialog is titled 'Material Property Data' and contains several sections for defining material properties. The 'General Data' section shows 'Material Name and Display Color' as 'C25/30' and 'Material Type' as 'Concrete'. The 'Weight and Mass' section shows 'Weight per Unit Volume' as 2.5485 and 'Mass per Unit Volume' as 0.2599. The 'Isotropic Property Data' section shows 'Modulus of Elasticity, E' as 3161120.2, 'Poisson, U' as 0.2, 'Coefficient of Thermal Expansion, A' as 1.000E-05, and 'Shear Modulus, G' as 1317133.4. The 'Other Properties for Concrete Materials' section shows 'Specified Concrete Compressive Strength, fc' and 'Expected Concrete Compressive Strength' both as 2549.2905. There is a checkbox for 'Lightweight Concrete' which is unchecked. At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' which is also unchecked. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons.

Şekil 5.4. Sap 2000 Programında Beton Sınıfı Tanımı [12]

Betonarme yapı sisteminde kullanılan kolon, kiriş, döşeme elemanları malzeme tanımını yapıldıktan sonra Şekil 5.5’deki gibi tek tek tanımlanmıştır.



Şekil 5.5. SAP 2000 Programında Kolon, Kiriş, Döşeme Tanımlanması [12]

Yapı sistemindeki elemanlar referans projenin mevcut statik projesine göre yerleştirilmiştir. Tanımlanan elemanlara yüklemeler TS 498 (Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri) ‘deki gibi etkilmiştir. Döşeme yükleri ölü yük olarak $g=2 \text{ kN/m}^2$, hareketli yük $q= 2 \text{ kN/m}^2$ balkonlarda $q= 5 \text{ kN/m}^2$ şeklindedir.

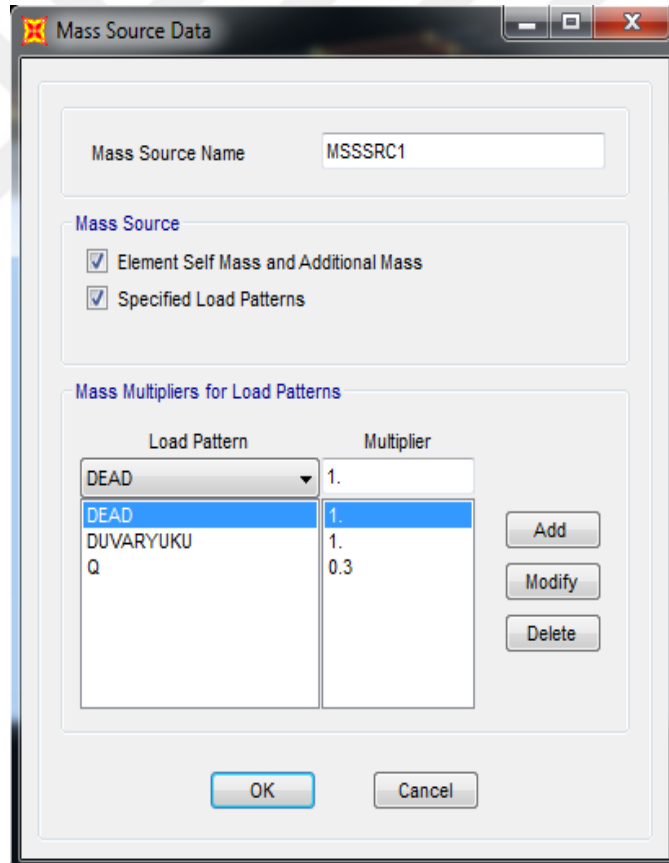
Çizelge 5.1. Döşeme Yük Analizi [13]

Döşeme Ölü Yük (G) Analizi			
Malzeme	Birim Ağırlık (t/m^2)		
Fayans Kaplama	2.20	0.01 m	0.02 t/m
Harç	2.20	0.02 m	0.04 t/m
Tesviye Betonu	2.00	0.03 m	0.06 t/m
Sıva	2.20	0.02 m	0.04 t/m
Toplam			0.17 t/m

Döşemeler Sap 2000’ de rijit diyafram modeli olarak tanımlanmıştır. Rijit olan bu döşemeler yatay yük altında kendi içinde deformasyona uğramadan ötelenmektedir. Döşemeye etkiyen yatay yükleme düşey taşıyıcı elemanlara (kolon ve perdeler) rijitlikleriyle orantılı şekilde dağıtılmaktadır.

Duvarlarda ise 19 cm kalınlıkta duvar kullanılmıştır. Duvar +sıva 0.8 tf/mt yayılı yük olarak kirişlere etkitilmiştir.

Binanın kat ağırlıklarının ve toplam kütesinin bulunabilmesi için kütle kaynağı ve yükleme kombinasyonu Şekil 5.6’daki gibi oluşturulmuştur. Kombinasyon oluşturulurken DBYBHY 2007 de yer alan $W=G + n*Q$ formülü kullanılmıştır. Burada n hareketli yük katılım katsayısı olup DBYBHY 2007 de konutlar için 0.3 olarak alınmaktadır.



Şekil 5.6. Sap 2000 Programında Mass Source (Kütle Kaynağı) Tanımı [12]

Mod birleştirme yöntemi ise deprem kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan yöntem olarak seçilmiştir.

Betonarme sistemin deprem kuvvetinin belirlenmesinde kullanılan parametreler aşağıdaki gibidir;

-Etkin yer ivmesi katsayısı $A_0=0.30$

(DBYBHY 2007 Çizelge 2.2- 2.Derece Deprem Bölgesi)

-Bina Önem Katsayısı $I=1$

(DBYBHY 2007 -Çizelge 2.3-Konut)

-Spektrum karakteristik periyotları $T_A=0.15$, $T_B=0.40$

(DBYBHY. 2007 -Çizelge 2.4, Z2 yerel zemin sınıfı)

-Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, $R=8$ Kolonlu Model için

(DBYBHY 2007, Çizelge 2.5)

-Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, $R=7$ Perdeli Model için

(DBYBHY 2007, Çizelge 2.5)

-Spektrum Katsayısı $S(T)$ Denklem (5.1) ile hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1.5 \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\ S(T) &= 2.5 \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} & (T_B < T) \end{aligned} \quad (5.1)$$

Deprem yükü azaltma katsayısı; Taşıyıcı Sistem davranış katsayısı, R 'ye ve doğal titreşim periyodu, T 'ye bağlı olarak Denklem (5.2) ile belirlenmiştir.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R-1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A < T) \end{aligned} \quad (5.2)$$

Spektrum değerleri aşağıdaki çizelgedeki gibi tanımlanmıştır.

Çizelge 5.2. Spektrum Değerleri

T(sn)	S(T)
0	1.00
0.1	2.00
0.20	2.50
0.30	2.50
0.40	2.50
0.50	2.09
0.60	1.81
0.70	1.60
0.80	1.44
0.90	1.31
1.00	1.20
1.10	1.11
1.20	1.04
1.30	0.97
1.40	0.92
1.50	0.87
1.60	0.82
1.70	0.79
1.80	0.75
1.90	0.72

Bu veriler kullanılarak taban kesme kuvveti Denklem (5.3) V_t ;

$$V_t = W \frac{A_o * I * S(T)}{R_a(T)} = m * g * A_o * I * \frac{S(T)}{R_a(T)} \quad (5.3)$$

elde edilir ve betonarme sisteme etkilmiştir. Deprem kuvvetleri aşağıdaki tabloda ki gibi hesaplanmıştır. (izelge 5.3-5.4-5.5)

Çizelge 5.3. 4 Katlı Çerçeve Ve Perde- Çerçeve Sisteme Ait Eşdeğer Deprem Kuvveti Değerleri

4 Katlı Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		F_x (tf)	F_y (tf)	G(t)	Q(t)
	3.Kat	42.91	49.09	380.224	102.988
	2.Kat	32.98	36.84	380.224	102.988
	1.Kat	24.18	26.26	380.224	102.988
	Zemin	14.16	14.27	380.224	102.988
		F_x (tf)	F_y (tf)	G(t)	Q(t)
4 Katlı Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)	3.Kat	64.66	58.73	382.74	102.988
	2.Kat	40.43	42.33	382.74	102.988
	1.Kat	26.78	30.15	382.74	102.988
	Zemin	14.39	16.45	382.74	102.988

Çizelge 5.4. 6 Katlı Çerçeve Ve Perde- Çerçeve Sisteme Ait Eşdeğer Deprem Kuvveti Değerleri

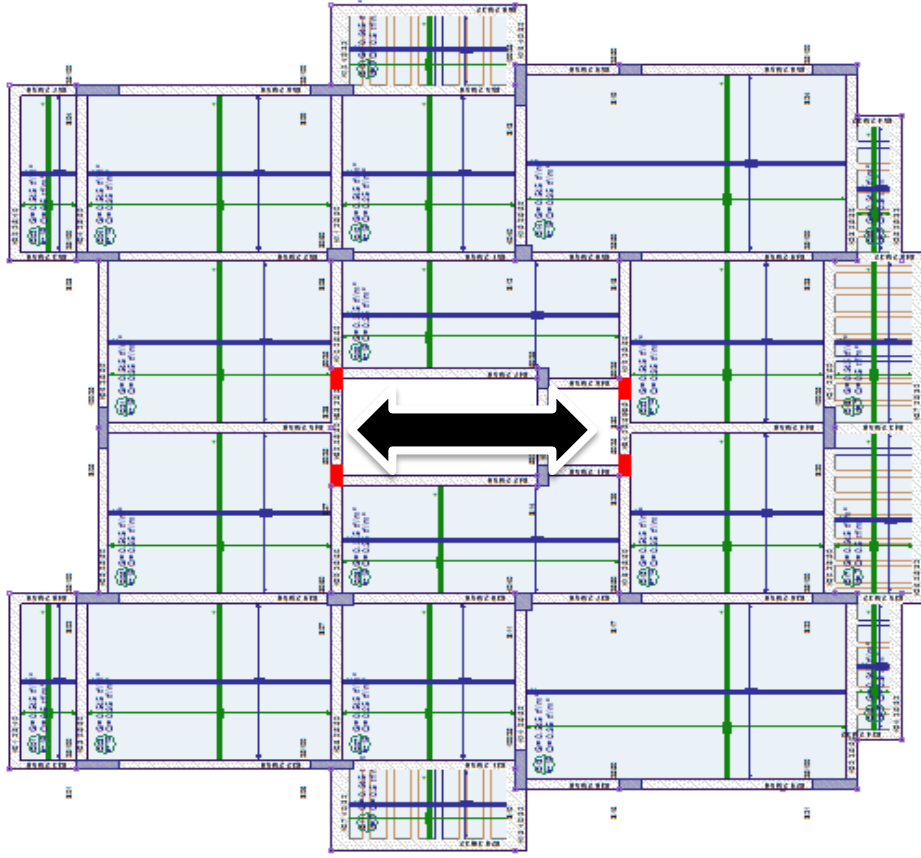
6 Katlı Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		F_x (tf)	F_y (tf)	G(t)	Q(t)
	5. Kat	34.97	38.92	380.224	102.988
	4. Kat	27.27	30.04	380.224	102.988
	3.Kat	21.83	24.45	380.224	102.988
	2.Kat	17.55	19.48	380.224	102.988
	1.Kat	13.57	14.34	380.224	102.988
	Zemin	8.49	8.23	380.224	102.988
		F_x (tf)	F_y (tf)	G(t)	Q(t)
6 Katlı Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)	5. Kat	49.14	45.06	382.801	102.988
	4. Kat	33.37	35.00	382.801	102.988
	3.Kat	25.80	28.52	382.801	102.988
	2.Kat	20.03	22.72	382.801	102.988
	1.Kat	14.48	16.69	382.801	102.988
	Zemin	8.50	9.58	382.801	102.988

Çizelge 5.5. 8 Katlı Çerçeve Ve Perde-Çerçeve Sisteme Ait Eşdeğer Deprem Kuvveti Değerleri

8 Katlı Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		F_x (tf)	F_y (tf)	G(t)	Q(t)
	7.Kat	31.04	33.86	380.224	102.988
	6.Kat	24.23	26.17	380.224	102.988
	5. Kat	19.26	21.42	380.224	102.988
	4. Kat	15.65	17.67	380.224	102.988
	3.Kat	13.32	15.00	380.224	102.988
	2.Kat	11.66	12.75	380.224	102.988
	1.Kat	9.69	9.89	380.224	102.988
	Zemin	6.34	5.96	380.224	102.988
8 Katlı Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		F_x (tf)	F_y (tf)	G(t)	Q(t)
	7.Kat	42.71	39.20	382.801	102.988
	6.Kat	28.70	30.46	382.801	102.988
	5. Kat	22.21	24.93	382.801	102.988
	4. Kat	18.11	20.66	382.801	102.988
	3.Kat	15.52	17.52	382.801	102.988
	2.Kat	13.28	14.83	382.801	102.988
	1.Kat	10.26	11.52	382.801	102.988
	Zemin	6.37	6.89	382.801	102.988

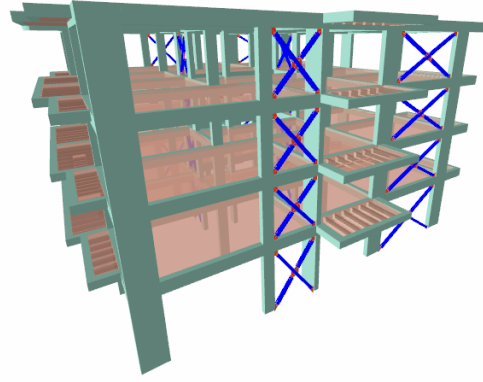
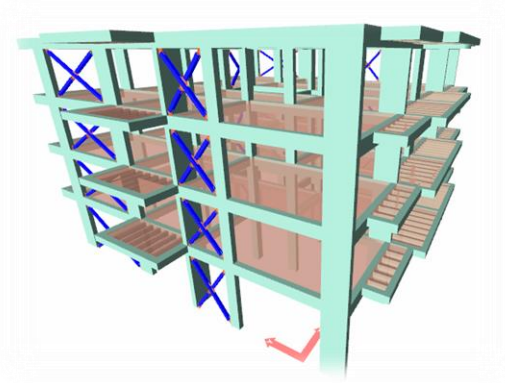
5.3. Betonarme Perdelerin Kaldırılıp Yerine Çelik Çapraz ve Diyagonallerin Konulması

Betonarme yapı sisteminde 25cm X 290cm, 25cm X 240cm kat boyunca devam eden 2 adet perde mevcuttur. Betonarme perdeler kaldırılıp yerlerine 25cm X 50cm boyutlarında kolonlar konulmuştur. Şekil 5.7 de perdelerin kaldırılıp sadece kolonlardan oluşan yapının kalıp planı gösterilmiştir.

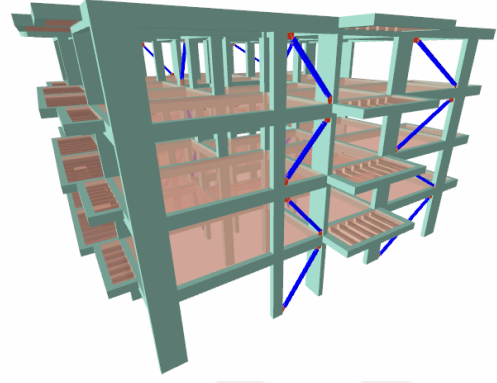
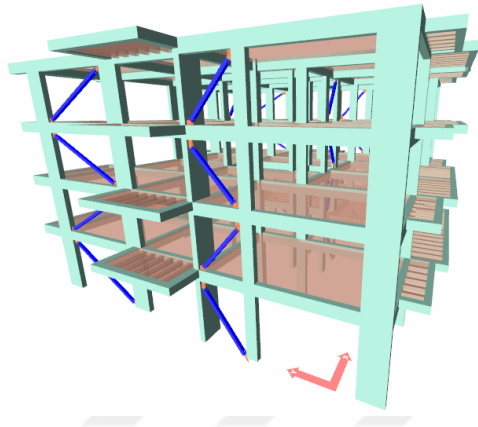


Şekil 5.7. Betonarme Perdelerin Kaldırılıp Çerçeve Taşıyıcı Sistemli Oluşturulan Modelin Kalıp Planı

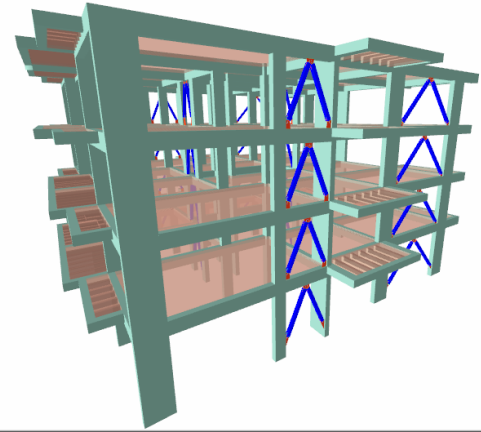
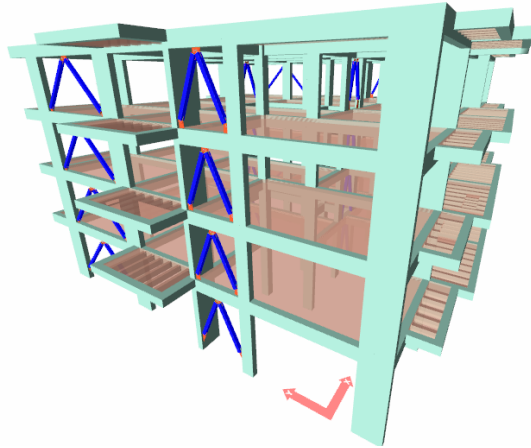
Yapı sisteminde betonarme perdeler kaldırılıp sonrasında mimari projesine uygun olarak mevcut ve yeni eklenen kolonlar arasında çelik çapraz elemanlar ilave edilip farklı modellerde (X, diyagonal, V çapraz) yerleştirilmiştir. (Şekil 5.8,5.9,5.10) Kullanılan çelik çapraz elemanın malzeme özelliği Fe 37, tipi kutu kesit ve boyutları $\square 80.80.4$, $\square 100.100.4$, $\square 150.150.4$ şeklindedir.



Şekil 5.8. Betonarme Yapı Sistemine Eklenen X Çaprazlar



Şekil 5.9. Betonarme Yapı Sistemine Eklenen Diyagonal Çaprazlar



Şekil 5.10. Betonarme Yapı Sistemine Eklenen V Çaprazlar

Betonarme sisteme eklenen çelik çaprazlar Sap 2000 programında malzeme ve kesit olarak tanımlanmış olup betonarme sistem üzerindeki periyot , belirlenen bir grup

kolon üzerinde kesme kuvveti ve moment değerleri incelemesi yapılmıştır. Sisteme eklenen çaprazlar uçları mafsalı ve moment almayacak şekilde modellenmiştir.

Betonarme yapı sistemi 4,6,8 kat olmak üzere modellenmiştir. Her model grubu kendi içerisinde $\square 80.80.4$, $\square 100.100.4$, $\square 150.150.4$ kutu profilden oluşan X, Diyagonal ,V çaprazlar ile modellenmiştir. Bu çalışmada kesitler aynı seçilerek çapraz türleri arasındaki ilişki ve kolonlu modele ilave edilen çelik çapraz elemanların etkisi gözlemlenmiştir. Tablo olarak model bilgileri aşağıda gösterilmiştir. Toplamda 33 adet yapı modeli kullanılmıştır.

Çizelge 5.6. 4 Katlı Modeller

4 Katlı Modeller	Model No:1	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)	
	Model No:2	Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)	
	Model No:3	X Çapraz	$\square 80.80.4$
	Model No:4		$\square 100.100.4$
	Model No:5		$\square 150.150.4$
	Model No:6	Diyagonal	$\square 80.80.4$
	Model No:7		$\square 100.100.4$
	Model No:8		$\square 150.150.4$
	Model No:9	V Çapraz	$\square 80.80.4$
	Model No:10		$\square 100.100.4$
	Model No:11		$\square 150.150.4$

Çizelge 5.7. 6 Katlı Modeller

6 Katlı Modeller	Model No:1	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)	
	Model No:2	Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)	
	Model No:3	X Çapraz	∅ 80.80.4
	Model No:4		∅ 100.100.4
	Model No:5		∅ 150.150.4
	Model No:6	Diyagonal	∅ 80.80.4
	Model No:7		∅ 100.100.4
	Model No:8		∅ 150.150.4
	Model No:9	V Çapraz	∅ 80.80.4
	Model No:10		∅ 100.100.4
	Model No:11		∅ 150.150.4

Çizelge 5.8. 8 Katlı Modeller

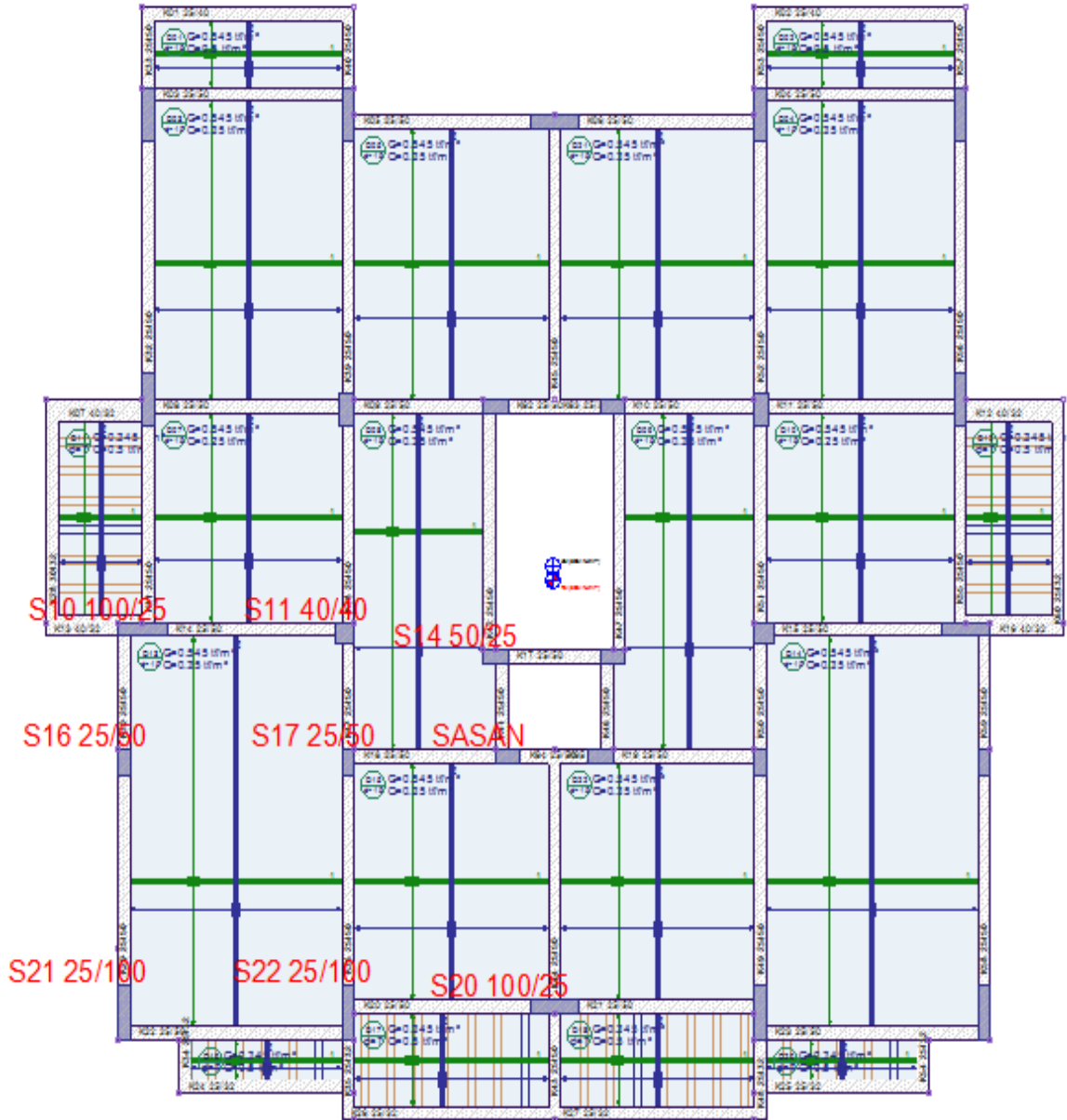
8 Katlı Modeller	Model No:1	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)	
	Model No:2	Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)	
	Model No:3	X Çapraz	∅ 80.80.4
	Model No:4		∅ 100.100.4
	Model No:5		∅ 150.150.4
	Model No:6	Diyagonal	∅ 80.80.4
	Model No:7		∅ 100.100.4
	Model No:8		∅ 150.150.4
	Model No:9	V Çapraz	∅ 80.80.4
	Model No:10		∅ 100.100.4
	Model No:11		∅ 150.150.4

Çalışma kapsamında çapraz elemanların yapı sistemleri üzerindeki periyotları incelenmiş olup Çizelge 5.9 'da sunulmuştur.

Çizelge 5.9. Çapraz Tiplerinin Ve Kullanılan Kesitlerin Yapı Sistemindeki Periyotlar Üzerine Etkisi

(T) Periyot (sn)				
	Bina Modelleri	Kat Adetleri		
		4 Kat	6 Kat	8 Kat
	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)	0.531	0.798	1.079
	Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)	0.453	0.696	0.989
80.80.4 Kutu Profil	X Çaprazlı Sistem	0.506	0.758	1.021
	Diyagonal Çapraz	0.518	0.776	1.045
	V Çaprazlı Sistem	0.518	0.775	1.042
100.100.4 Kutu Profil	X Çaprazlı Sistem	0.499	0.748	1.007
	Diyagonal Çapraz	0.513	0.769	1.035
	V Çaprazlı Sistem	0.513	0.768	1.032
150.150.4 Kutu Profil	X Çaprazlı Sistem	0.493	0.739	0.995
	Diyagonal Çapraz	0.509	0.763	1.027
	V Çaprazlı Sistem	0.509	0.762	1.023

Tez kapsamında incelenen yapı Y-Y eksenin de simetrik olduğu için seçilmiş kolon grubu oluşturulmuştur. Şekil (5.11) Seçilen kolon grubundaki kolonların zemin kattaki kesme kuvveti (V), eğilme momenti değerleri (M); X-X ve Y-Y yönünde farklı çapraz tipleri ve farklı kesitler ile incelenmiş olup çizelge olarak sunulmuştur.

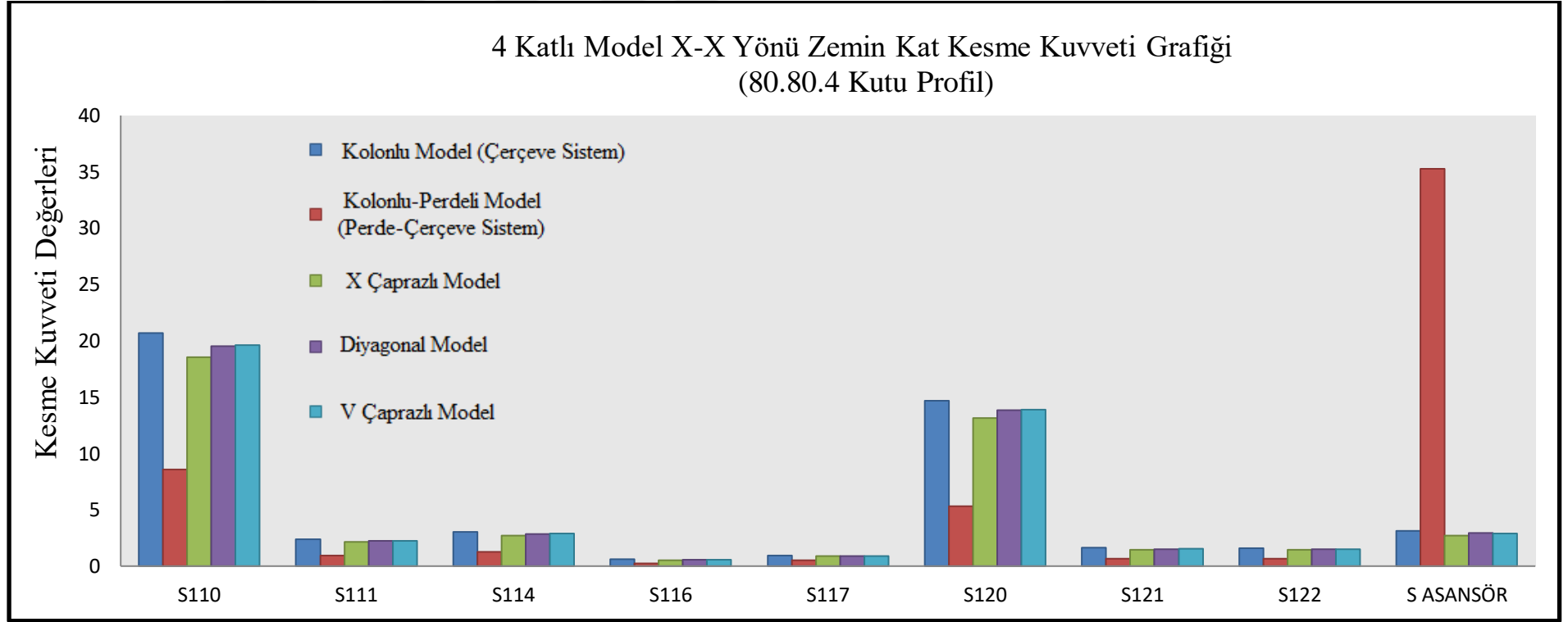


Şekil 5.11. Kolon Numaralarının Kalıp Sisteminde Gösterilmesi

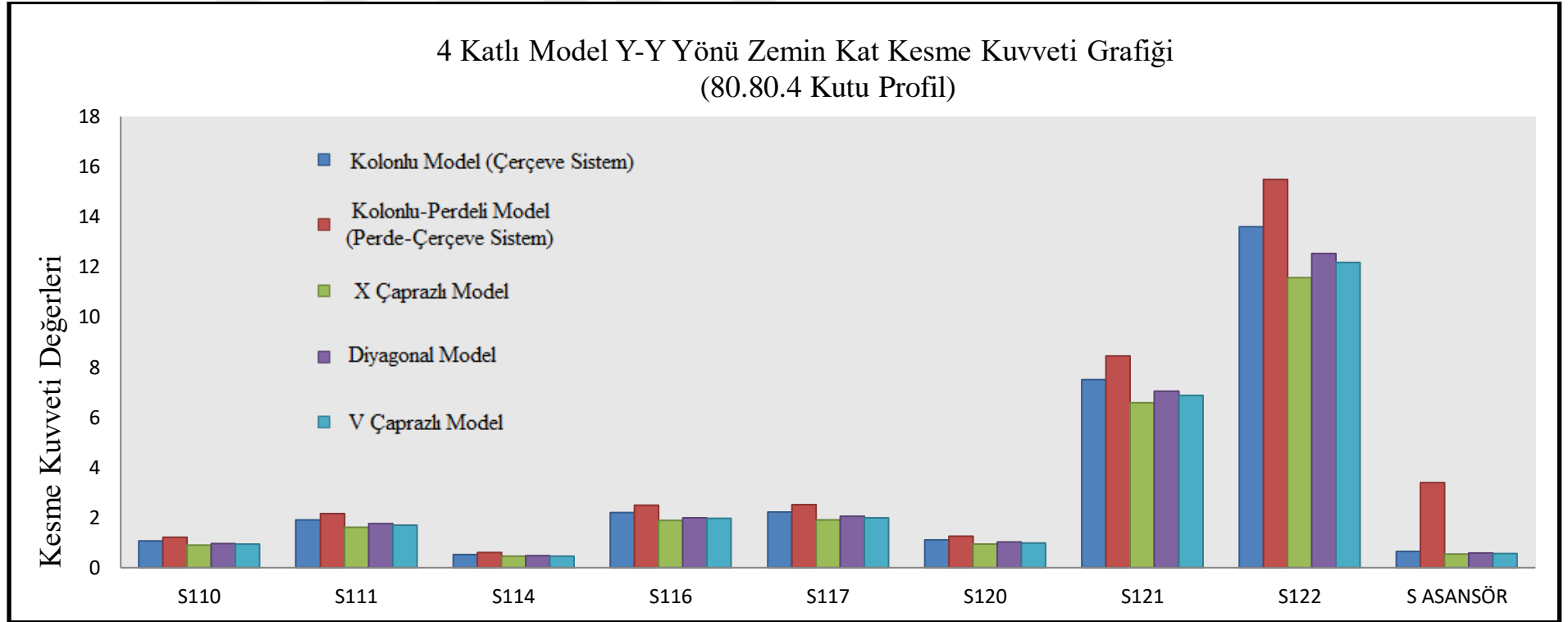
Çizelge 5.10. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

4 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	20.68	1.06	8.59	1.21	18.55	0.90	19.54	0.97	19.60	0.94
	S111	2.37	1.90	0.96	2.15	2.14	1.62	2.24	1.75	2.25	1.70
	S114	3.04	0.53	1.25	0.60	2.73	0.45	2.87	0.48	2.88	0.47
	S116	0.60	2.21	0.22	2.50	0.53	1.89	0.57	2.00	0.56	1.97
	S117	0.94	2.22	0.52	2.51	0.87	1.90	0.89	2.05	0.90	1.99
	S120	14.66	1.11	5.30	1.25	13.13	0.95	13.84	1.02	13.90	0.99
	S121	1.62	7.50	0.66	8.45	1.45	6.58	1.52	7.05	1.53	6.87
	S122	1.60	13.60	0.67	15.49	1.44	11.57	1.52	12.54	1.52	12.18
	S Asansör	3.14	0.65	35.28	3.40	2.69	0.54	2.94	0.59	2.91	0.57

Grafik 5.1. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



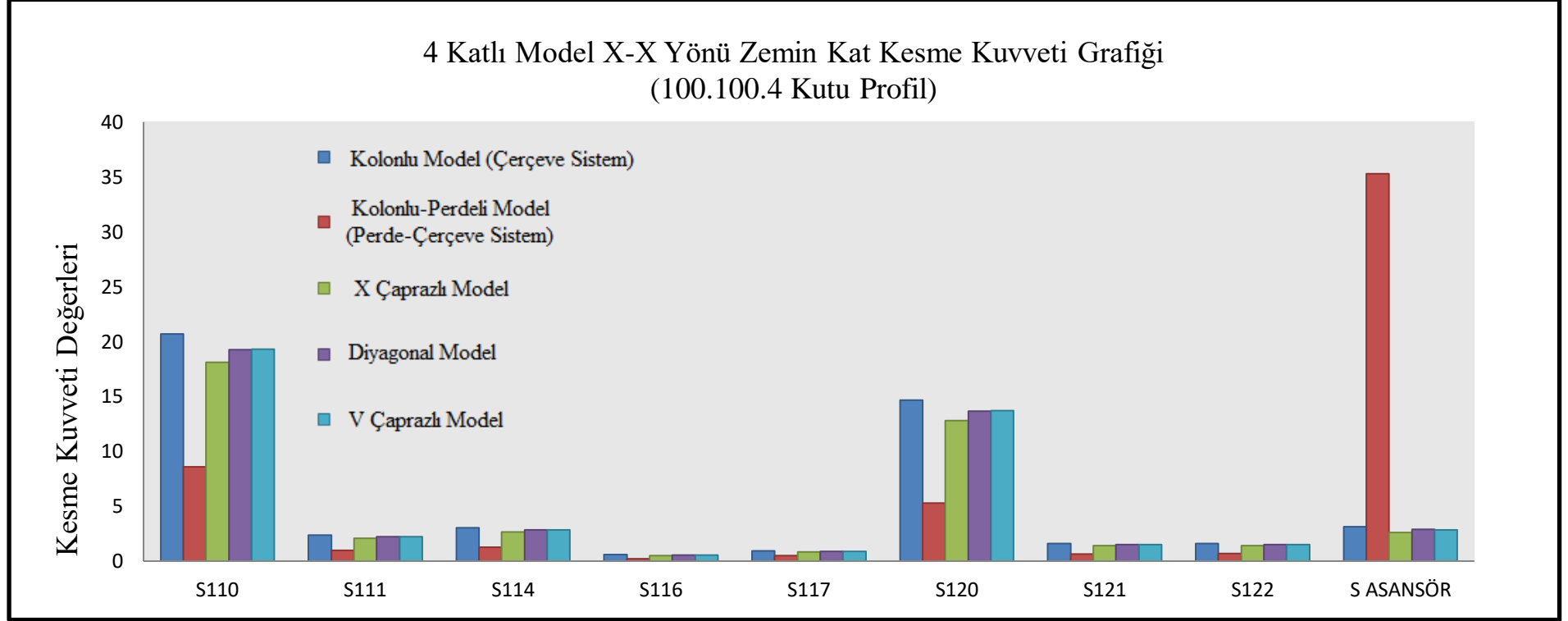
Grafik 5.2. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



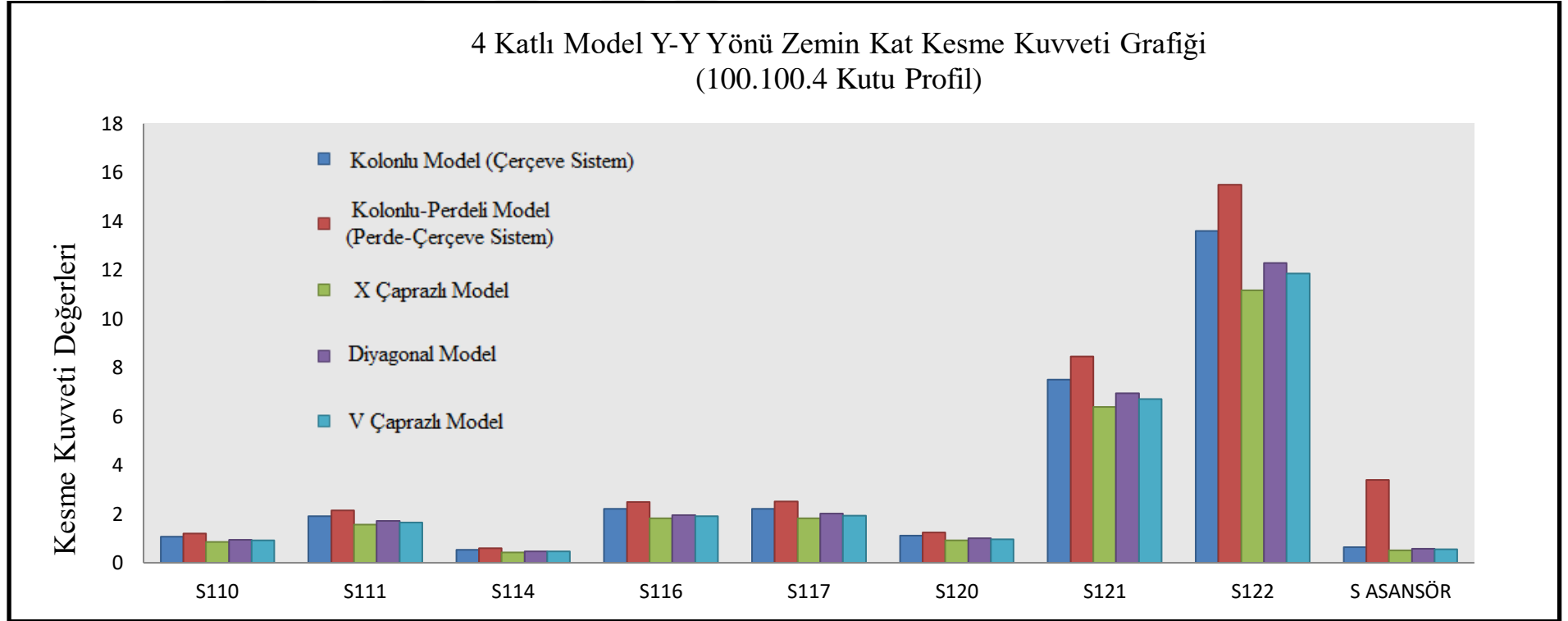
Çizelge 5.11. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

4 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
						X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	20.68	1.06	8.59	1.21	18.10	0.86	19.28	0.95	19.32	0.92
	S111	2.37	1.90	0.96	2.15	2.09	1.56	2.21	1.72	2.22	1.66
	S114	3.04	0.53	1.25	0.60	2.66	0.43	2.83	0.47	2.84	0.46
	S116	0.60	2.21	0.22	2.50	0.52	1.82	0.56	1.95	0.54	1.92
	S117	0.94	2.22	0.52	2.51	0.85	1.83	0.87	2.01	0.88	1.94
	S120	14.66	1.11	5.30	1.25	12.81	0.91	13.66	1.00	13.71	0.97
	S121	1.62	7.50	0.66	8.45	1.42	6.38	1.50	6.94	1.51	6.72
	S122	1.60	13.60	0.67	15.49	1.40	11.16	1.49	12.29	1.50	11.86
	S Asansör	3.14	0.65	35.28	3.40	2.61	0.52	2.89	0.57	2.86	0.55

Grafik 5.3. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



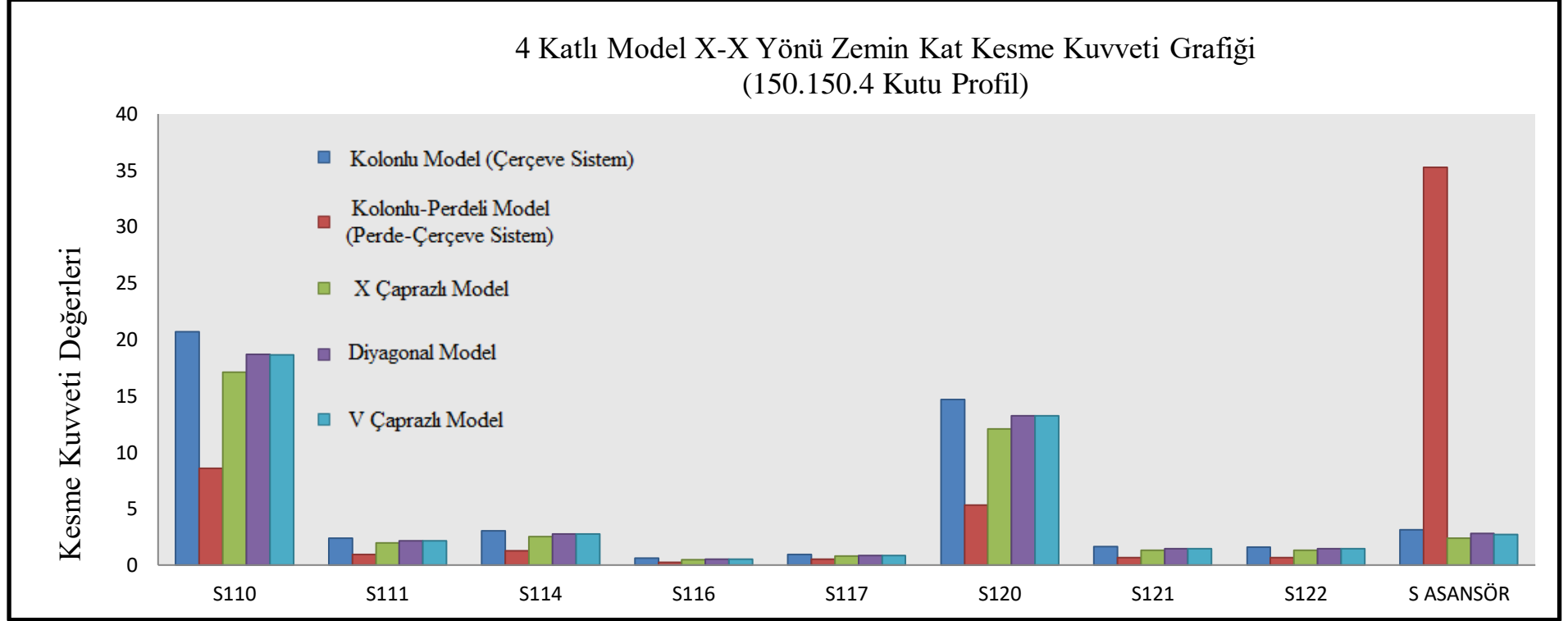
Grafik 5.4. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



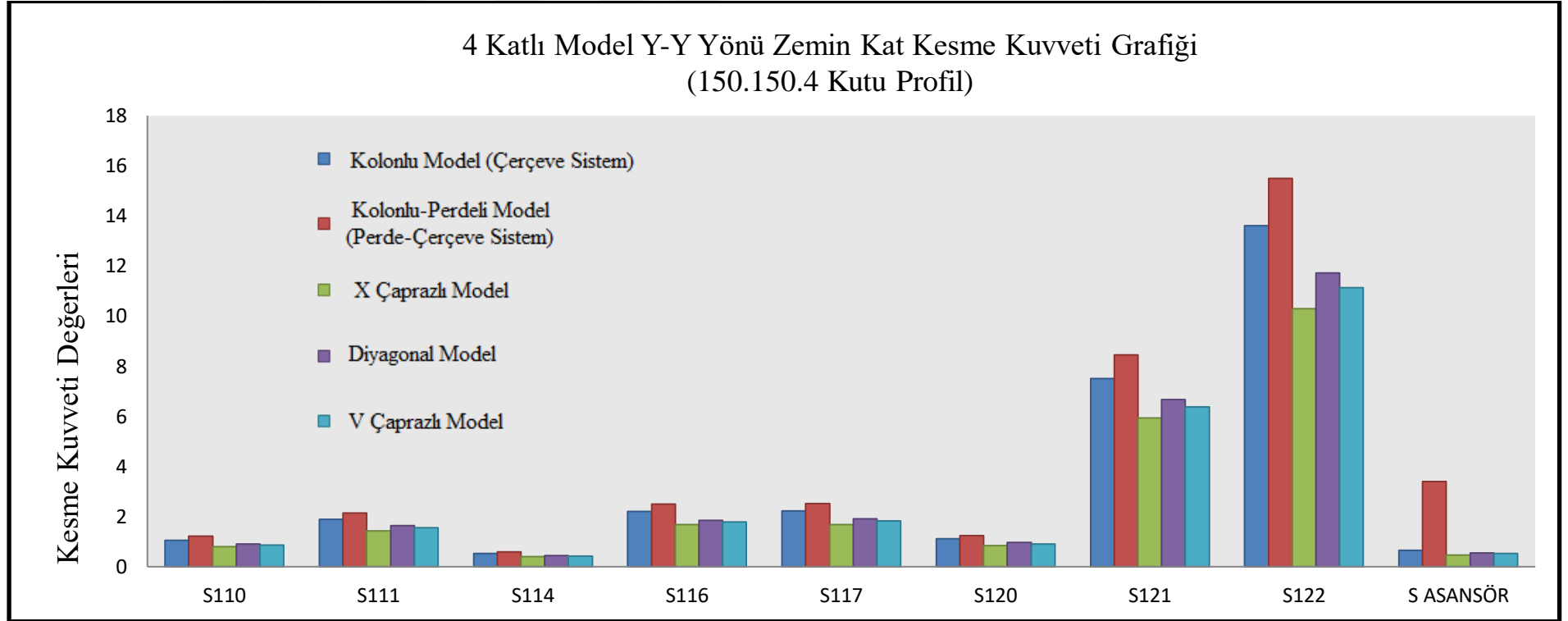
Çizelge 5.12. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

4 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	20.68	1.06	8.59	1.21	17.11	0.79	18.68	0.91	18.65	0.86
	S111	2.37	1.90	0.96	2.15	1.97	1.43	2.14	1.64	2.15	1.55
	S114	3.04	0.53	1.25	0.60	2.51	0.40	2.74	0.45	2.74	0.43
	S116	0.60	2.21	0.22	2.50	0.48	1.69	0.54	1.85	0.52	1.79
	S117	0.94	2.22	0.52	2.51	0.81	1.69	0.85	1.92	0.86	1.82
	S120	14.66	1.11	5.30	1.25	12.08	0.84	13.22	0.96	13.23	0.91
	S121	1.62	7.50	0.66	8.45	1.33	5.94	1.46	6.67	1.46	6.37
	S122	1.60	13.60	0.67	15.49	1.32	10.29	1.45	11.73	1.45	11.14
	S Asansör	3.14	0.65	35.28	3.40	2.40	0.47	2.79	0.55	2.73	0.52

Grafik 5.5. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



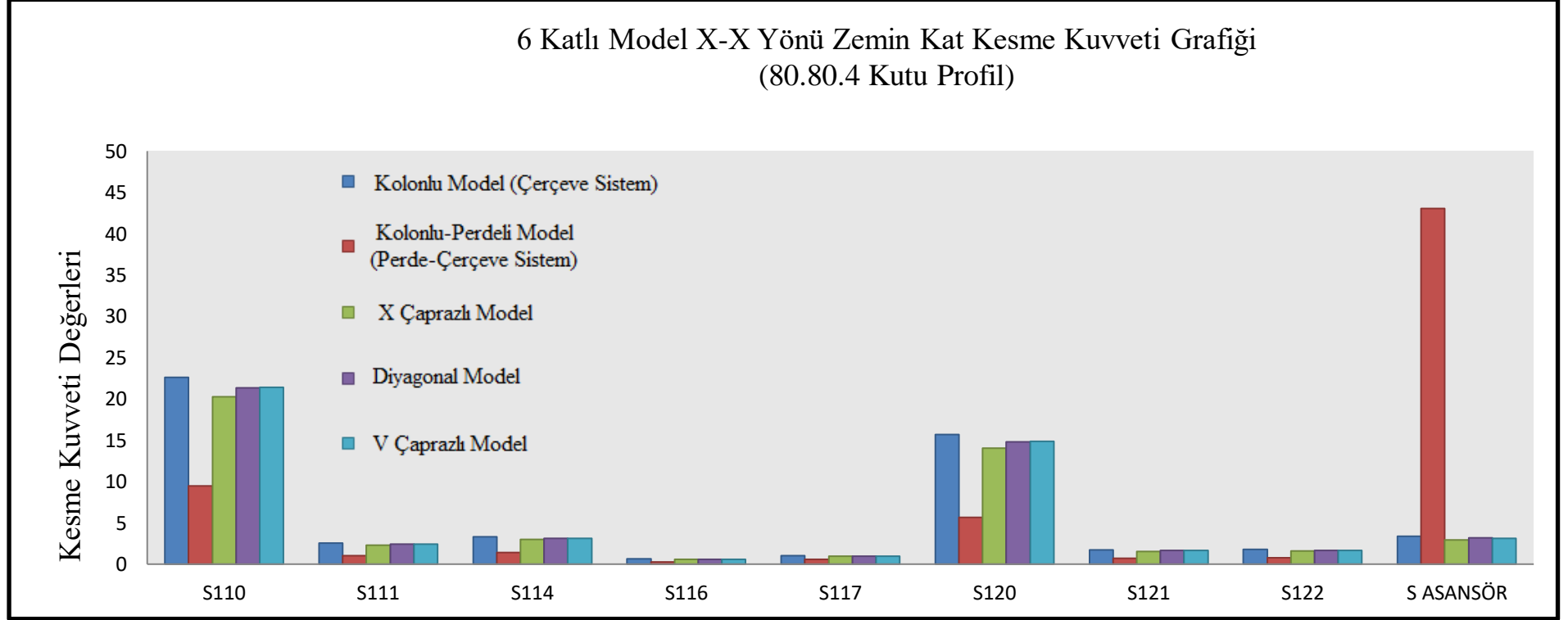
Grafik 5.6. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



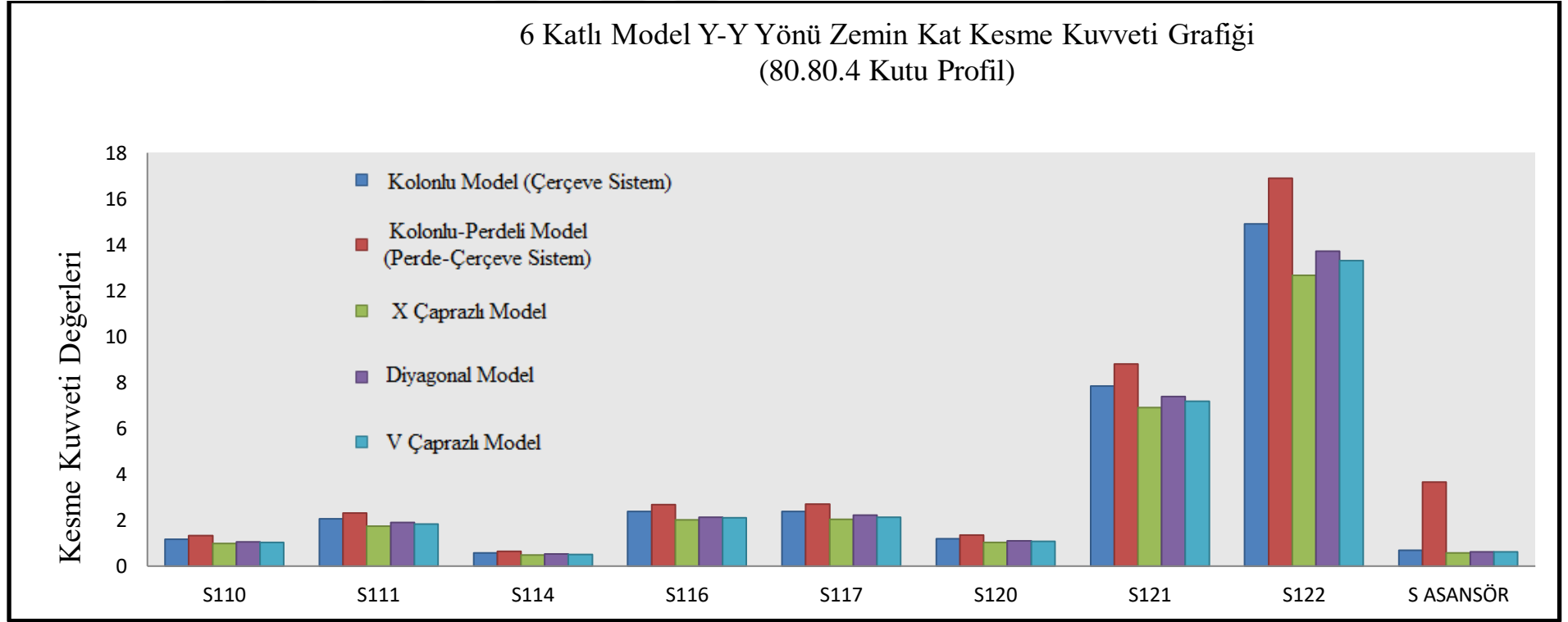
Çizelge 5.13. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

6 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	22.61	1.16	9.50	1.32	20.29	0.98	21.36	1.06	21.41	1.03
	S111	2.55	2.05	1.05	2.31	2.31	1.75	2.42	1.89	2.43	1.83
	S114	3.32	0.57	1.39	0.65	2.98	0.49	3.14	0.53	3.14	0.51
	S116	0.64	2.37	0.24	2.68	0.57	2.01	0.61	2.14	0.60	2.11
	S117	1.02	2.39	0.56	2.69	0.94	2.04	0.97	2.21	0.98	2.14
	S120	15.70	1.20	5.65	1.36	14.07	1.03	14.83	1.11	14.88	1.08
	S121	1.75	7.84	0.71	8.81	1.56	6.91	1.65	7.39	1.65	7.19
	S122	1.76	14.90	0.74	16.90	1.57	12.66	1.66	13.72	1.66	13.31
	S Asansör	3.39	0.70	43.05	3.66	2.91	0.58	3.17	0.63	3.14	0.61

Grafik 5.7. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



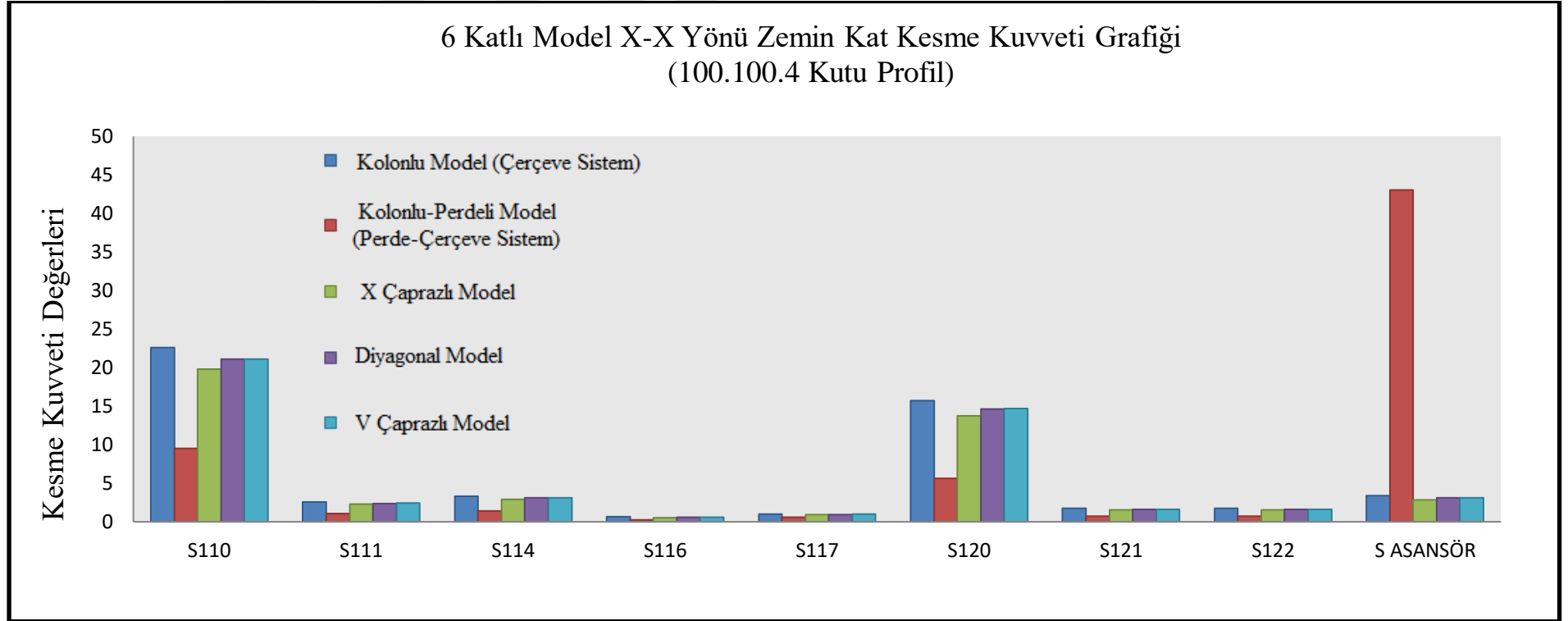
Grafik 5.8. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



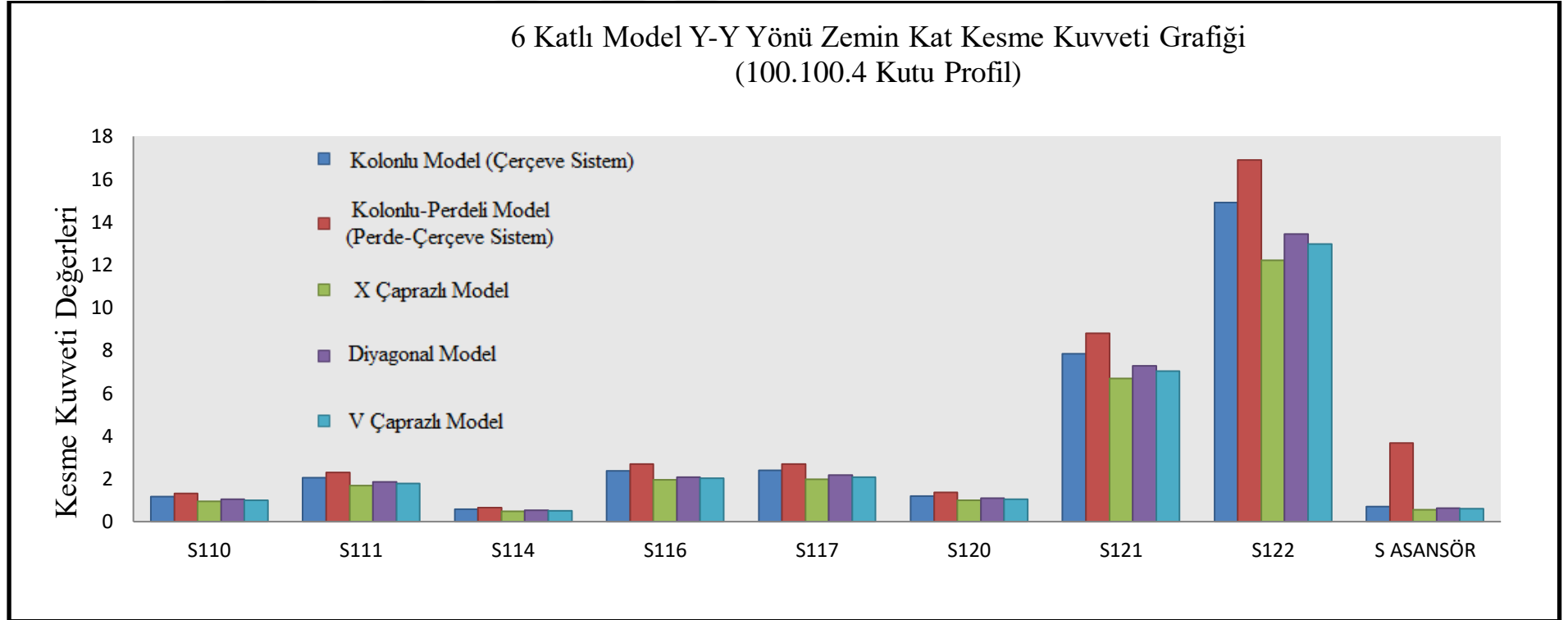
Çizelge 5.14. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

6 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X YÖNÜ (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	22.61	1.16	9.50	1.32	19.81	0.94	21.08	1.04	21.11	1.00
	S111	2.55	2.05	1.05	2.31	2.26	1.68	2.39	1.85	2.40	1.78
	S114	3.32	0.57	1.39	0.65	2.91	0.47	3.10	0.52	3.10	0.50
	S116	0.64	2.37	0.24	2.68	0.55	1.95	0.60	2.08	0.58	2.04
	S117	1.02	2.39	0.56	2.69	0.93	1.97	0.96	2.17	0.97	2.08
	S120	15.70	1.20	5.65	1.36	13.72	0.99	14.63	1.09	14.67	1.05
	S121	1.75	7.84	0.71	8.81	1.53	6.70	1.63	7.28	1.63	7.04
	S122	1.76	14.90	0.74	16.90	1.54	12.22	1.64	13.45	1.64	12.96
	S Asansör	3.39	0.70	43.05	3.66	2.81	0.56	3.12	0.62	3.08	0.60

Grafik 5.9. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



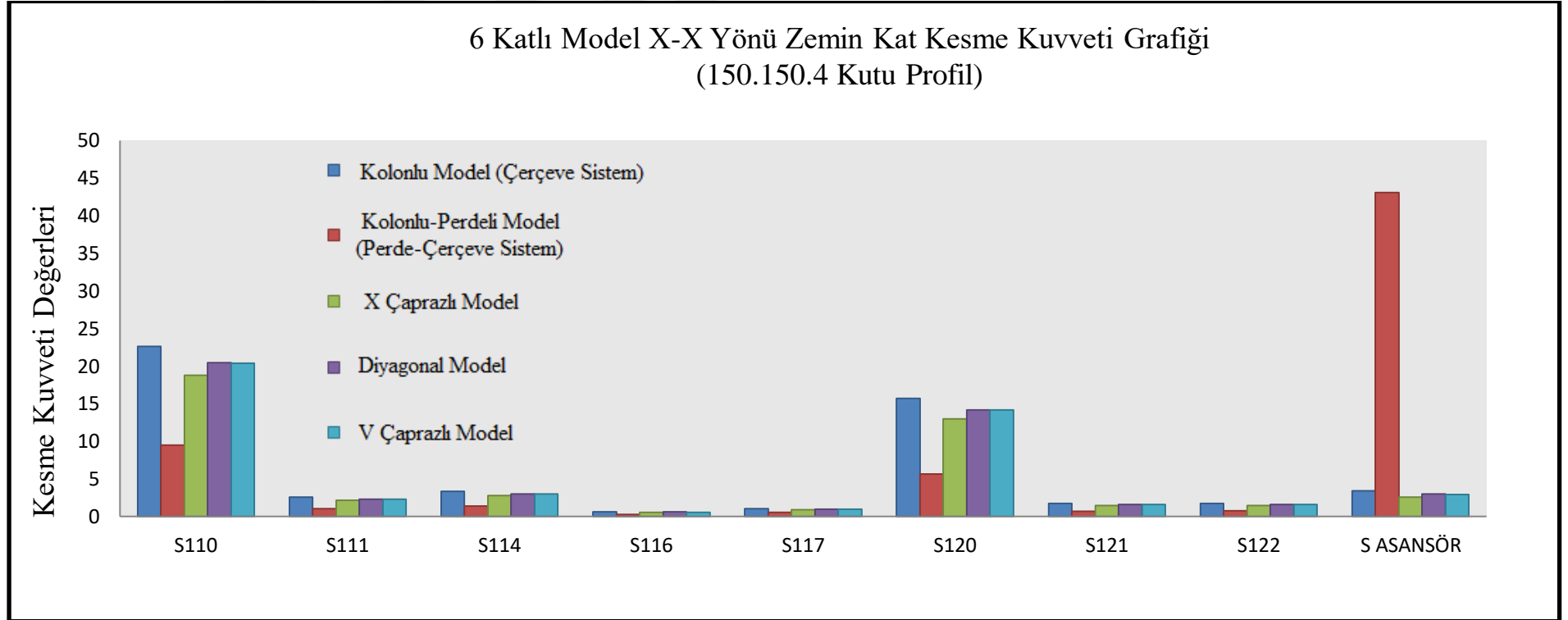
Grafik 5.10. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



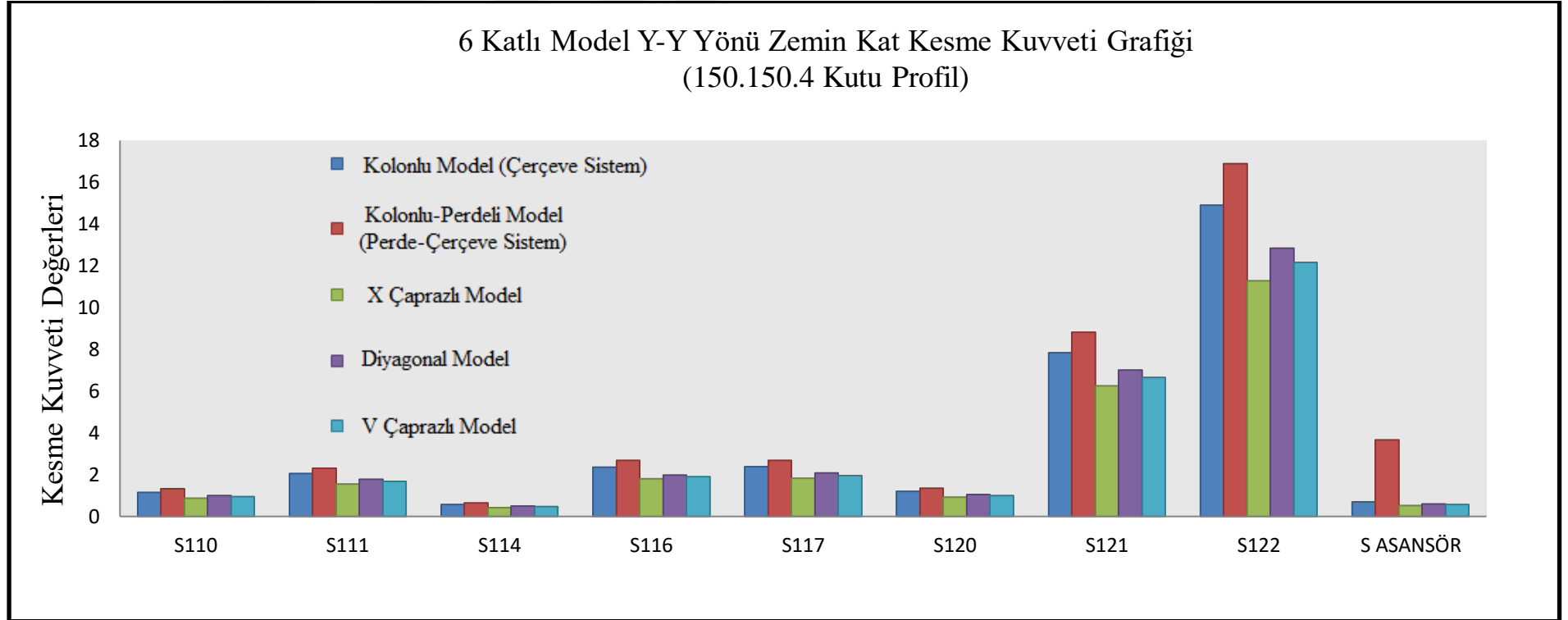
Çizelge 5.15. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

6 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	22.61	1.16	9.50	1.32	18.75	0.87	20.43	0.99	20.37	0.94
	S111	2.55	2.05	1.05	2.31	2.14	1.56	2.32	1.77	2.32	1.67
	S114	3.32	0.57	1.39	0.65	2.75	0.43	3.00	0.49	2.99	0.47
	S116	0.64	2.37	0.24	2.68	0.51	1.80	0.59	1.97	0.55	1.91
	S117	1.02	2.39	0.56	2.69	0.89	1.82	0.93	2.07	0.94	1.96
	S120	15.70	1.20	5.65	1.36	12.96	0.92	14.17	1.04	14.15	0.99
	S121	1.75	7.84	0.71	8.81	1.44	6.25	1.57	7.01	1.57	6.67
	S122	1.76	14.90	0.74	16.90	1.45	11.28	1.59	12.84	1.58	12.16
	S Asansör	3.39	0.70	43.05	3.66	2.59	0.51	3.01	0.59	2.93	0.56

Grafik 5.11. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



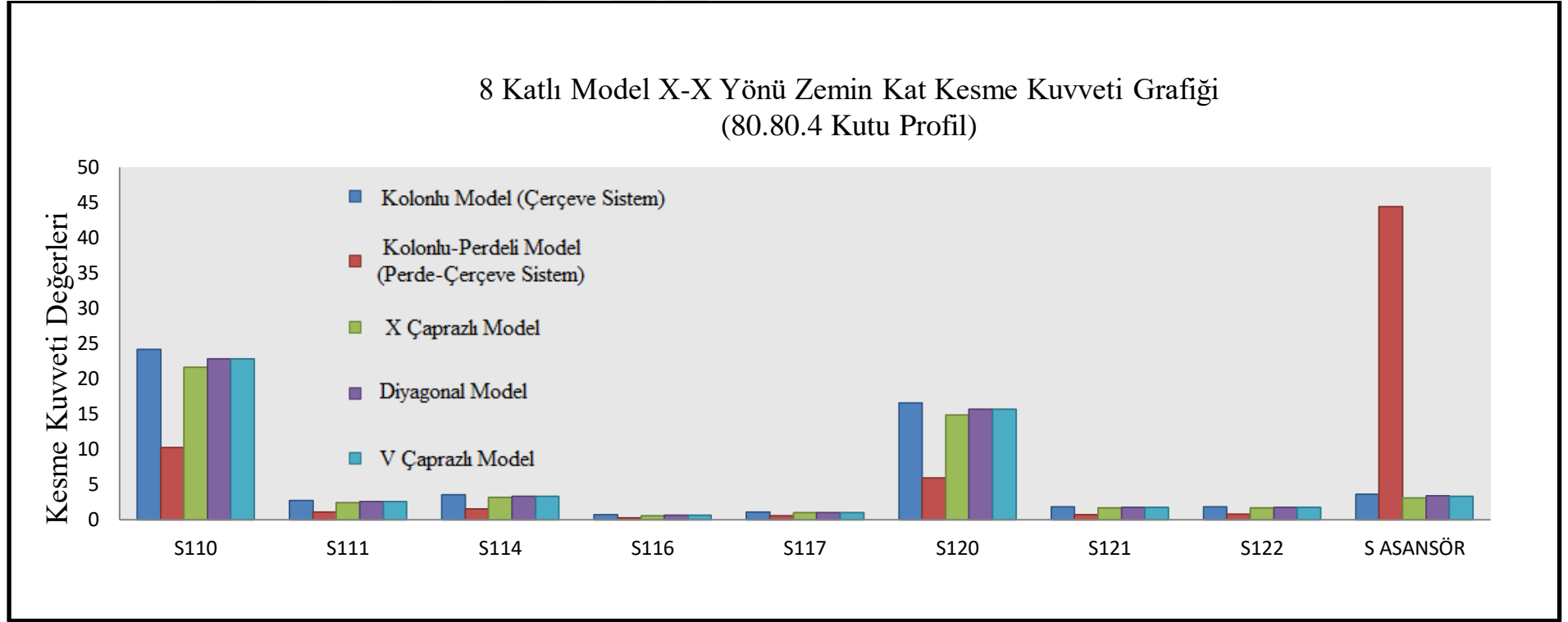
Grafik 5.12. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



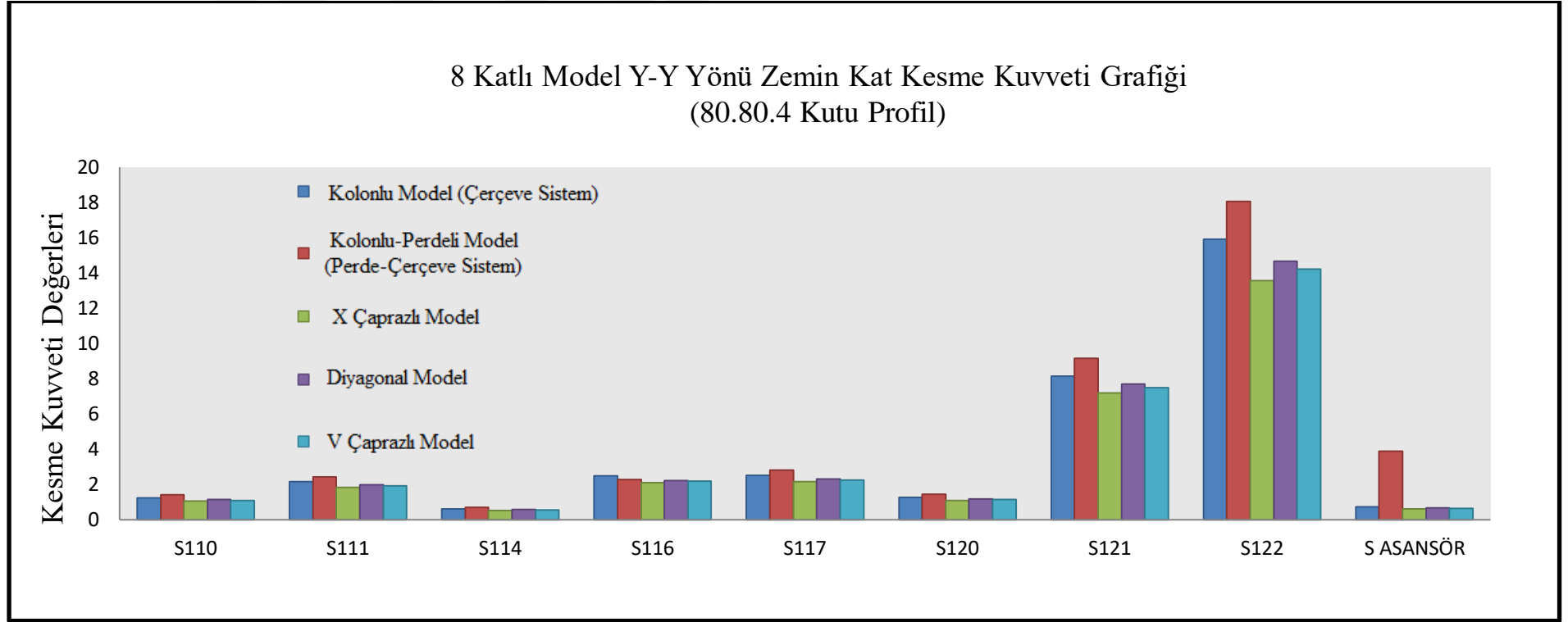
Çizelge 5.16. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

8 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	24.13	1.24	10.28	1.41	21.67	1.05	22.81	1.14	22.84	1.10
	S111	2.70	2.15	1.12	2.43	2.45	1.84	2.56	1.99	2.58	1.92
	S114	3.54	0.61	1.50	0.70	3.18	0.52	3.35	0.57	3.35	0.55
	S116	0.68	2.49	0.25	2.280	0.60	2.10	0.65	2.23	0.63	2.20
	S117	1.08	2.51	0.60	2.83	1.00	2.15	1.03	2.32	1.04	2.25
	S120	16.56	1.28	5.96	1.44	14.85	1.09	15.65	1.18	15.69	1.14
	S121	1.84	8.15	0.74	9.17	1.65	7.20	1.74	7.70	1.74	7.48
	S122	1.87	15.93	0.80	18.07	1.68	13.56	1.77	14.68	1.77	14.23
	S Asansör	3.59	0.73	44.43	3.88	3.07	0.61	3.36	0.66	3.32	0.64

Grafik 5.13. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



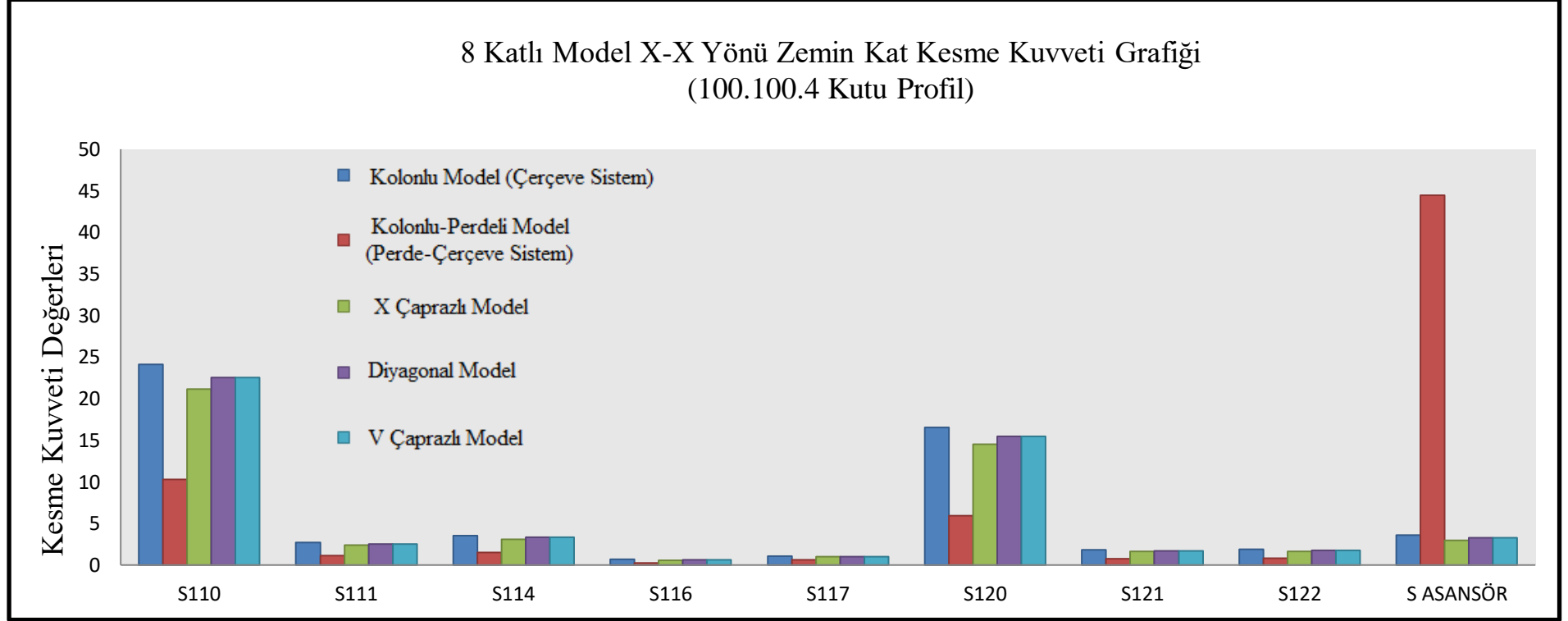
Grafik 5.14. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



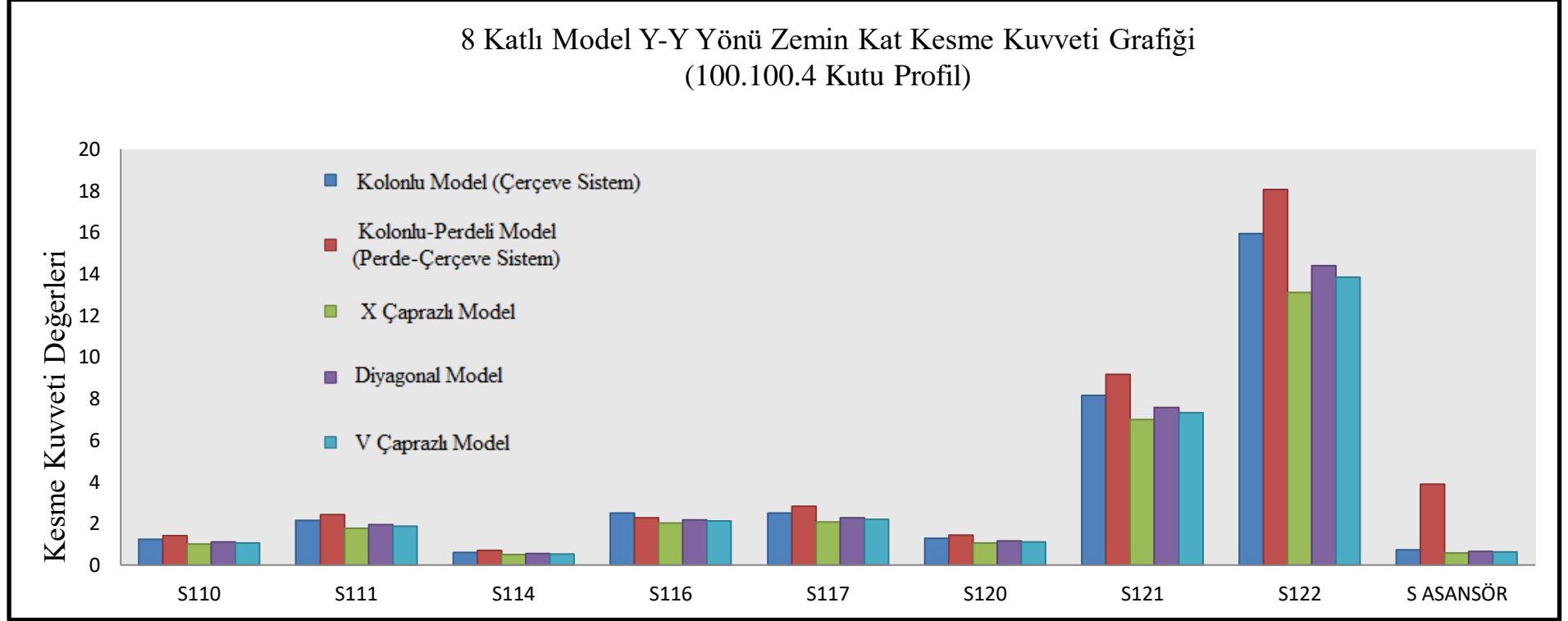
Çizelge 5.17. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

8 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	24.13	1.24	10.28	1.41	21.17	1.01	22.51	1.11	22.52	1.07
	S111	2.70	2.15	1.12	2.43	2.40	1.77	2.53	1.95	2.54	1.87
	S114	3.54	0.61	1.50	0.70	3.11	0.50	3.31	0.55	3.31	0.53
	S116	0.68	2.49	0.25	2.280	0.58	2.03	0.64	2.18	0.61	2.13
	S117	1.08	2.51	0.60	2.83	0.98	2.07	1.02	2.28	1.03	2.19
	S120	16.56	1.28	5.96	1.44	14.49	1.05	15.44	1.16	15.47	1.11
	S121	1.84	8.15	0.74	9.17	1.61	6.99	1.72	7.58	1.72	7.32
	S122	1.87	15.93	0.80	18.07	1.64	13.10	1.75	14.40	1.75	13.85
	S Asansör	3.59	0.73	44.43	3.88	2.97	0.59	3.30	0.65	3.26	0.63

Grafik 5.15. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



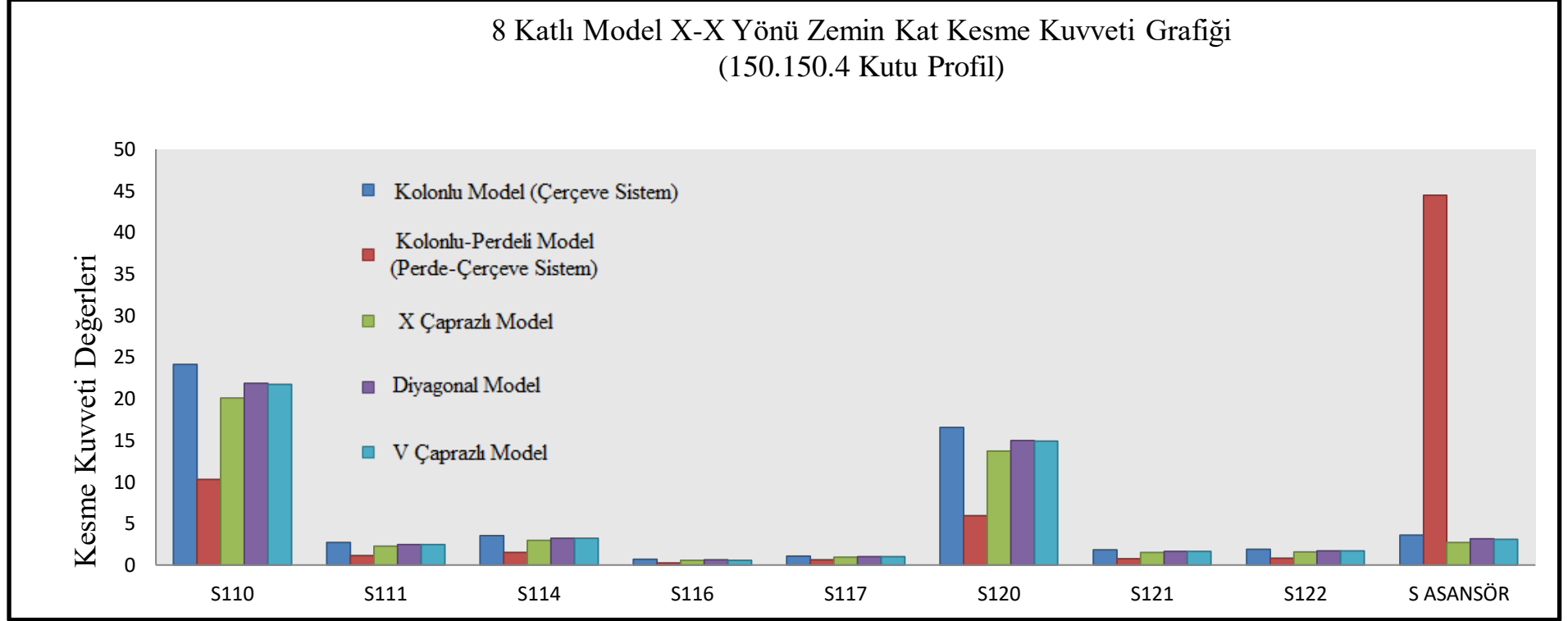
Grafik 5.16. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



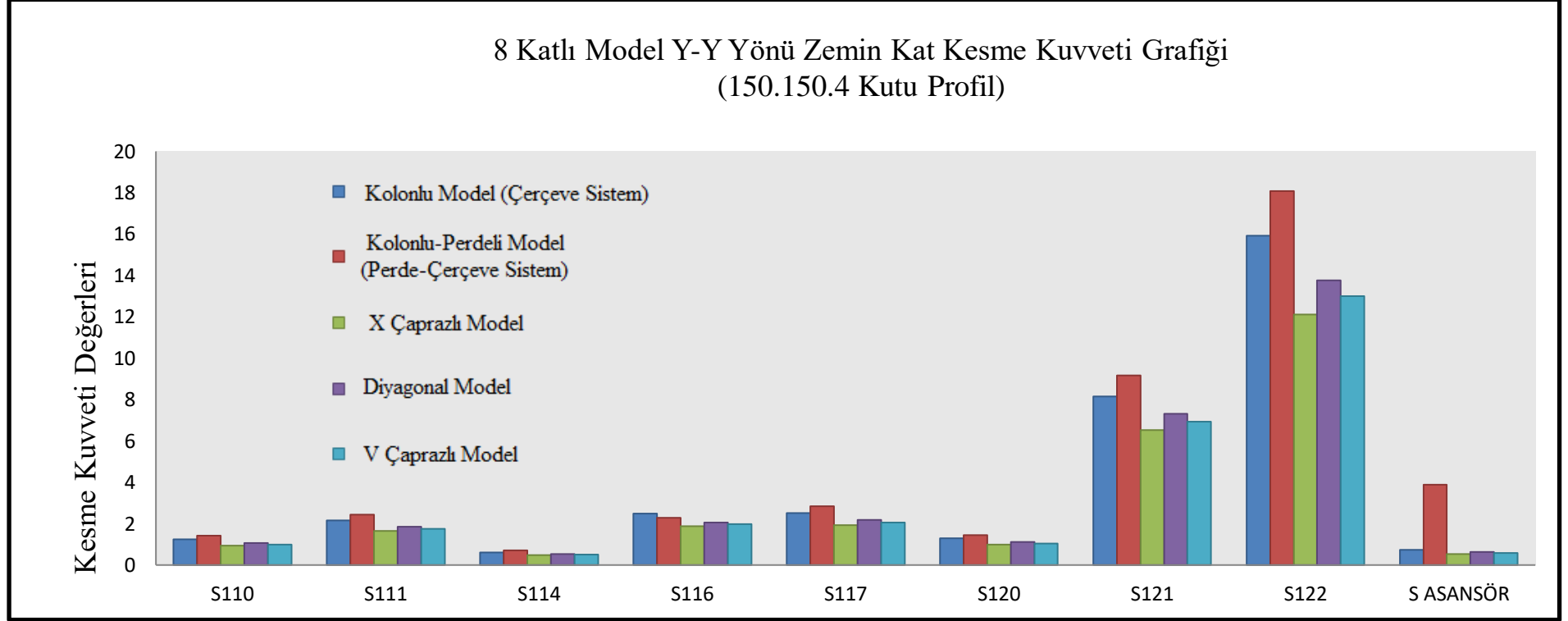
Çizelge 5.18. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

8 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)	X-X Yönü (Ton)	Y-Y Yönü (Ton)
	S110	24.13	1.24	10.28	1.41	20.06	0.93	21.82	1.06	21.73	1.00
	S111	2.70	2.15	1.12	2.43	2.28	1.64	2.46	1.86	2.46	1.76
	S114	3.54	0.61	1.50	0.70	2.95	0.47	3.20	0.53	3.19	0.50
	S116	0.68	2.49	0.25	2.280	0.54	1.87	0.62	2.05	0.58	1.98
	S117	1.08	2.51	0.60	2.83	0.95	1.92	0.99	2.18	1.00	2.05
	S120	16.56	1.28	5.96	1.44	13.69	0.98	14.96	1.11	14.92	1.04
	S121	1.84	8.15	0.74	9.17	1.53	6.52	1.66	7.31	1.66	6.93
	S122	1.87	15.93	0.80	18.07	1.56	12.12	1.69	13.75	1.69	13.00
	S Asansör	3.59	0.73	44.43	3.88	2.74	0.54	3.18	0.62	3.10	0.58

Grafik 5.17. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



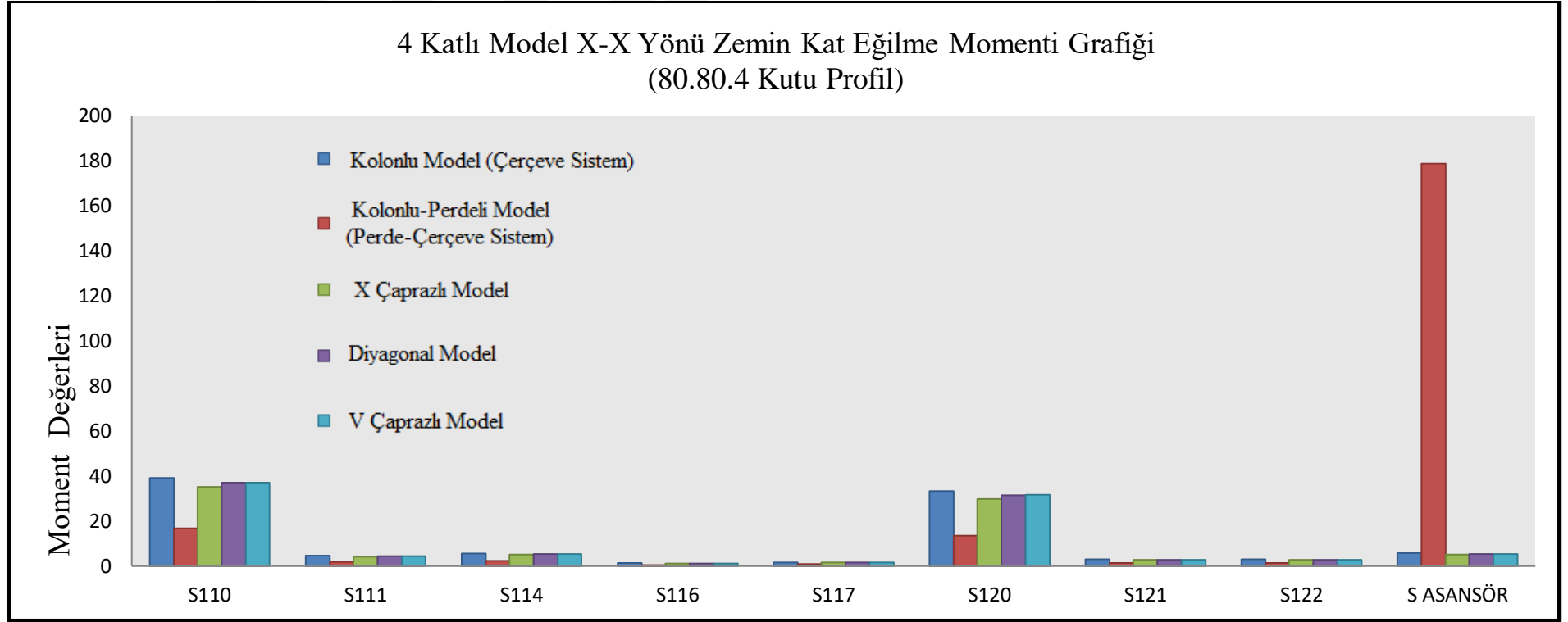
Grafik 5.18. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Kesme Kuvveti Grafiği



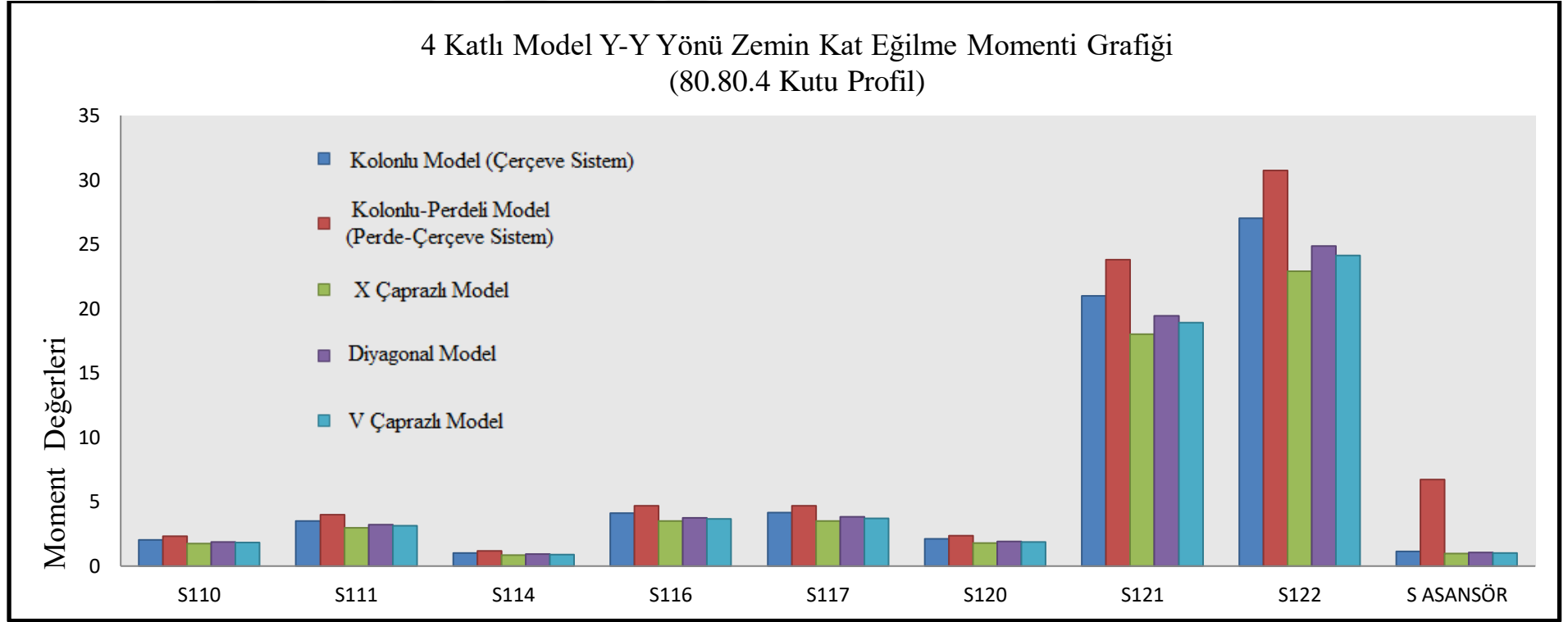
Çizelge 5.19. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

4 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	39.16	2.04	16.69	2.33	35.11	1.73	36.97	1.88	37.09	1.82
	S111	4.55	3.50	1.91	3.97	4.09	2.98	4.30	3.23	4.32	3.13
	S114	5.66	1.02	2.40	1.16	5.08	0.86	5.35	0.94	5.37	0.91
	S116	1.26	4.12	0.50	4.67	1.12	3.51	1.19	3.75	1.18	3.67
	S117	1.64	4.14	0.93	4.68	1.50	3.52	1.55	3.81	1.57	3.70
	S120	33.32	2.10	13.50	2.37	29.86	1.78	31.45	1.93	31.57	1.87
	S121	3.00	21.00	1.26	23.79	2.69	18.02	2.83	19.45	2.84	18.90
	S122	2.99	27.00	1.27	30.71	2.67	22.92	2.81	24.85	2.82	24.12
	S Asansör	5.79	1.15	178.59	6.74	5.06	0.97	5.43	1.05	5.42	1.02

Grafik 5.19. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



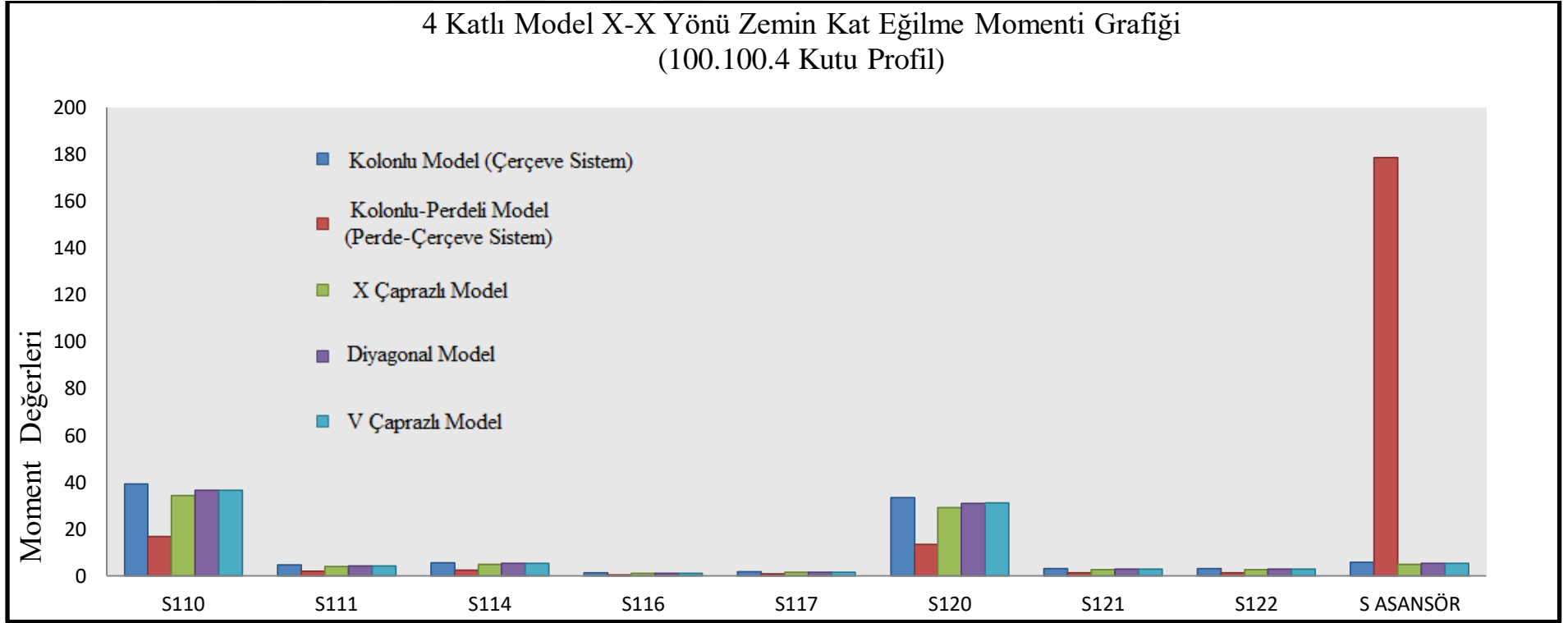
Grafik 5.20. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



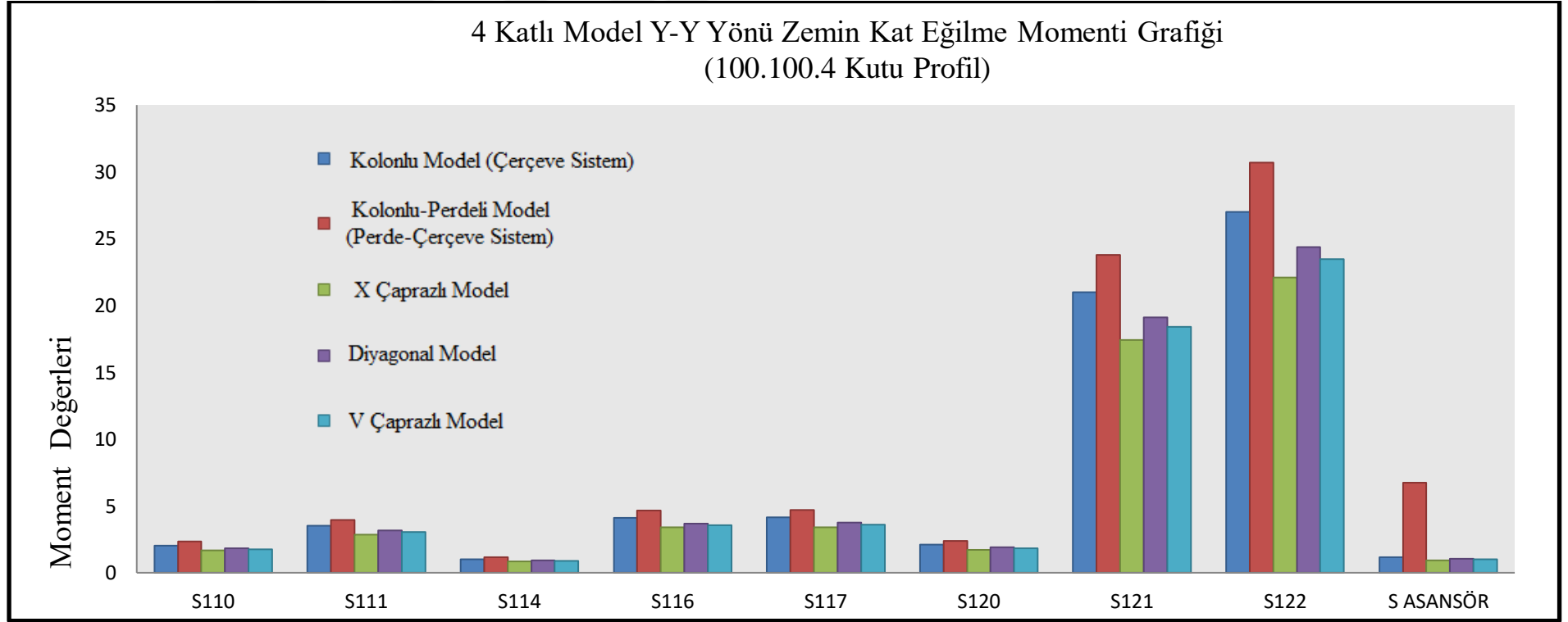
Çizelge 5.20. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

4 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	39.16	2.04	16.69	2.33	34.26	1.66	36.47	1.84	36.57	1.77
	S111	4.55	3.50	1.91	3.97	3.99	2.87	4.24	3.16	4.26	3.05
	S114	5.66	1.02	2.40	1.16	4.96	0.83	5.28	0.92	5.29	0.88
	S116	1.26	4.12	0.50	4.67	1.09	3.39	1.17	3.67	1.16	3.57
	S117	1.64	4.14	0.93	4.68	1.46	3.40	1.53	3.74	1.55	3.60
	S120	33.32	2.10	13.50	2.37	29.13	1.72	31.02	1.89	31.13	1.82
	S121	3.00	21.00	1.26	23.79	2.62	17.41	2.79	19.10	2.80	18.42
	S122	2.99	27.00	1.27	30.71	2.61	22.11	2.78	24.36	2.78	23.48
	S Asansör	5.79	1.15	178.59	6.74	4.90	0.93	5.35	1.03	5.33	0.99

Grafik 5.21. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



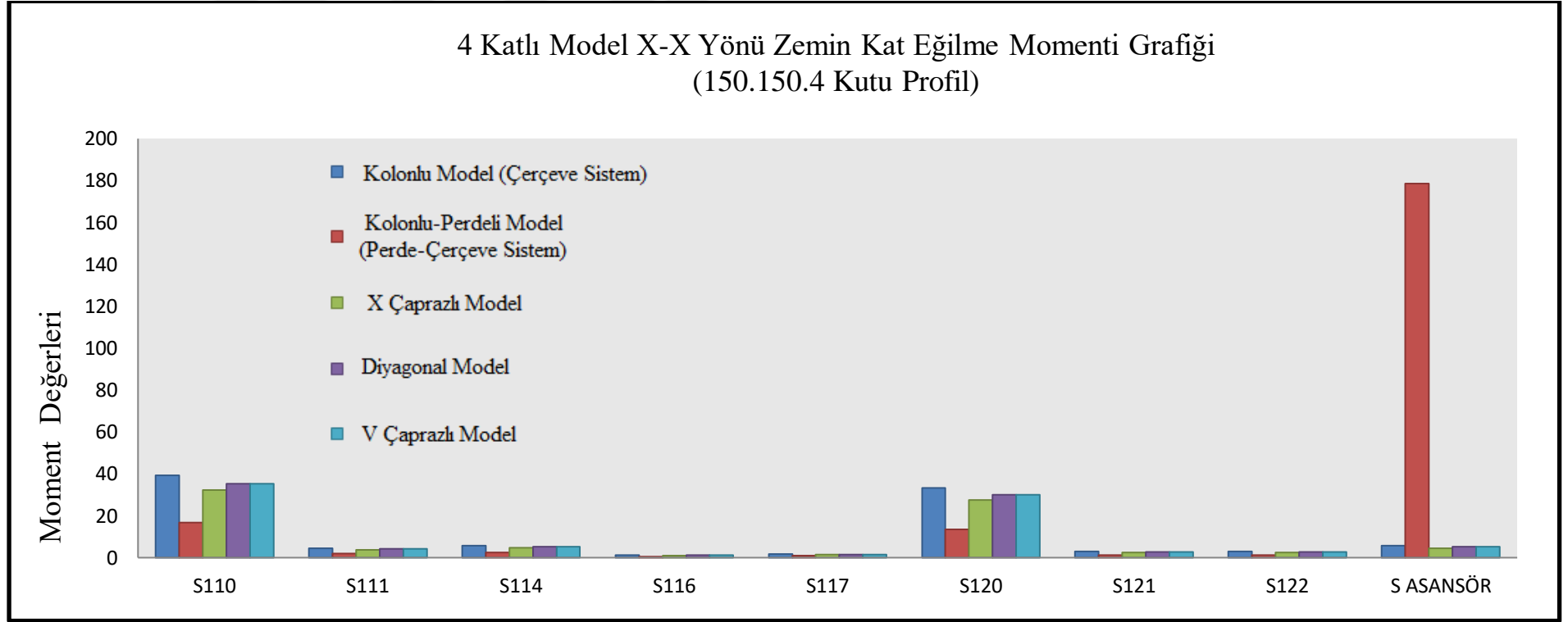
Grafik 5.22. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



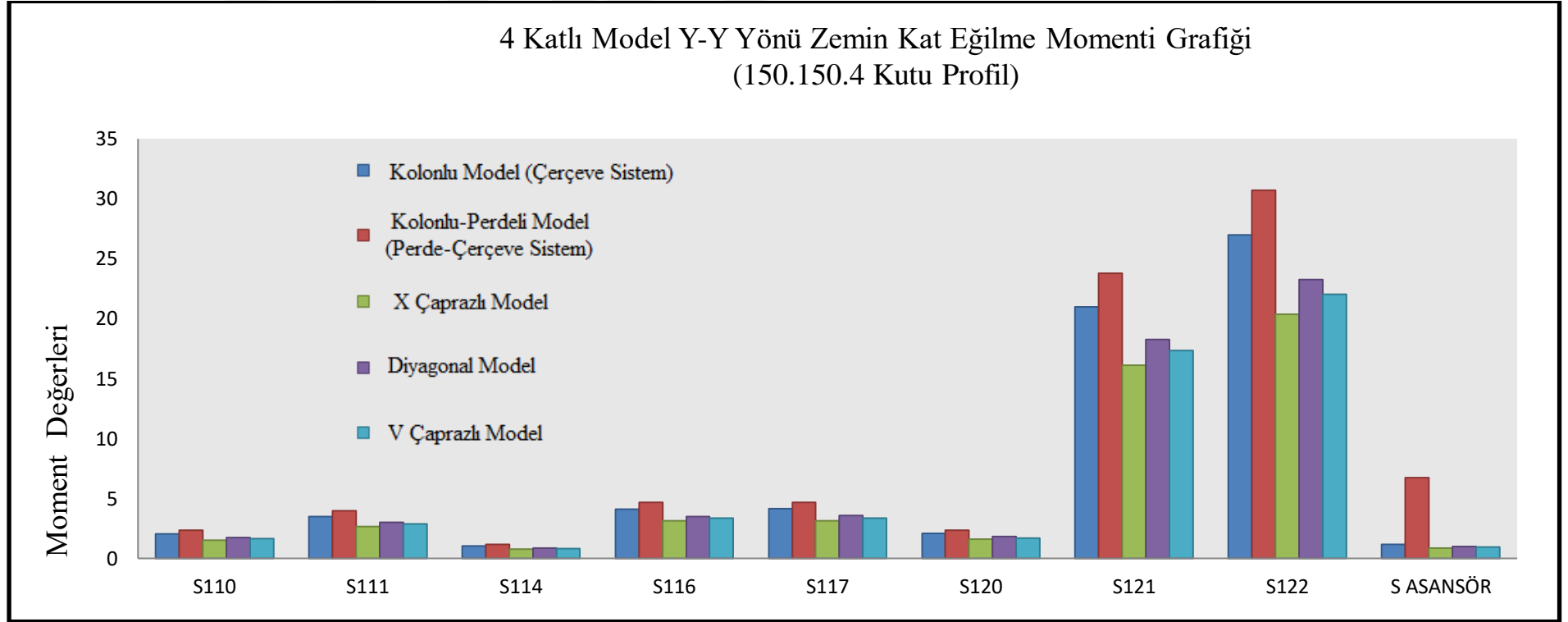
Çizelge 5.21. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

4 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	39.16	2.04	16.69	2.33	32.39	1.53	35.33	1.75	35.30	1.66
	S111	4.55	3.50	1.91	3.97	3.78	2.65	4.11	3.02	4.12	2.86
	S114	5.66	1.02	2.40	1.16	4.69	0.77	5.11	0.87	5.11	0.83
	S116	1.26	4.12	0.50	4.67	1.02	3.13	1.14	3.48	1.11	3.34
	S117	1.64	4.14	0.93	4.68	1.40	3.13	1.49	3.57	1.50	3.38
	S120	33.32	2.10	13.50	2.37	27.59	1.59	30.04	1.81	30.05	1.71
	S121	3.00	21.00	1.26	23.79	2.48	16.10	2.70	18.27	2.70	17.33
	S122	2.99	27.00	1.27	30.71	2.46	20.37	2.69	23.24	2.69	22.02
	S Asansör	5.79	1.15	178.59	6.74	4.57	0.85	5.17	0.98	5.10	0.93

Grafik 5.23. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



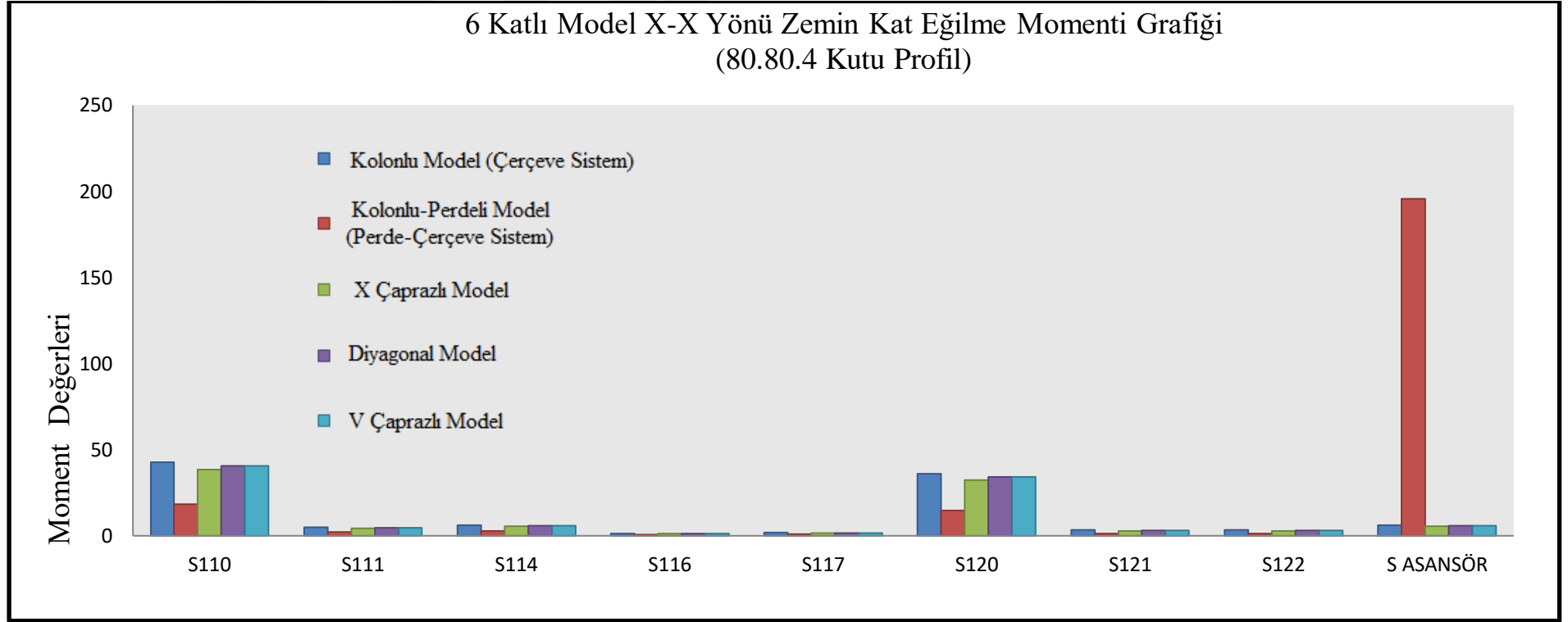
Grafik 5.24. 4 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



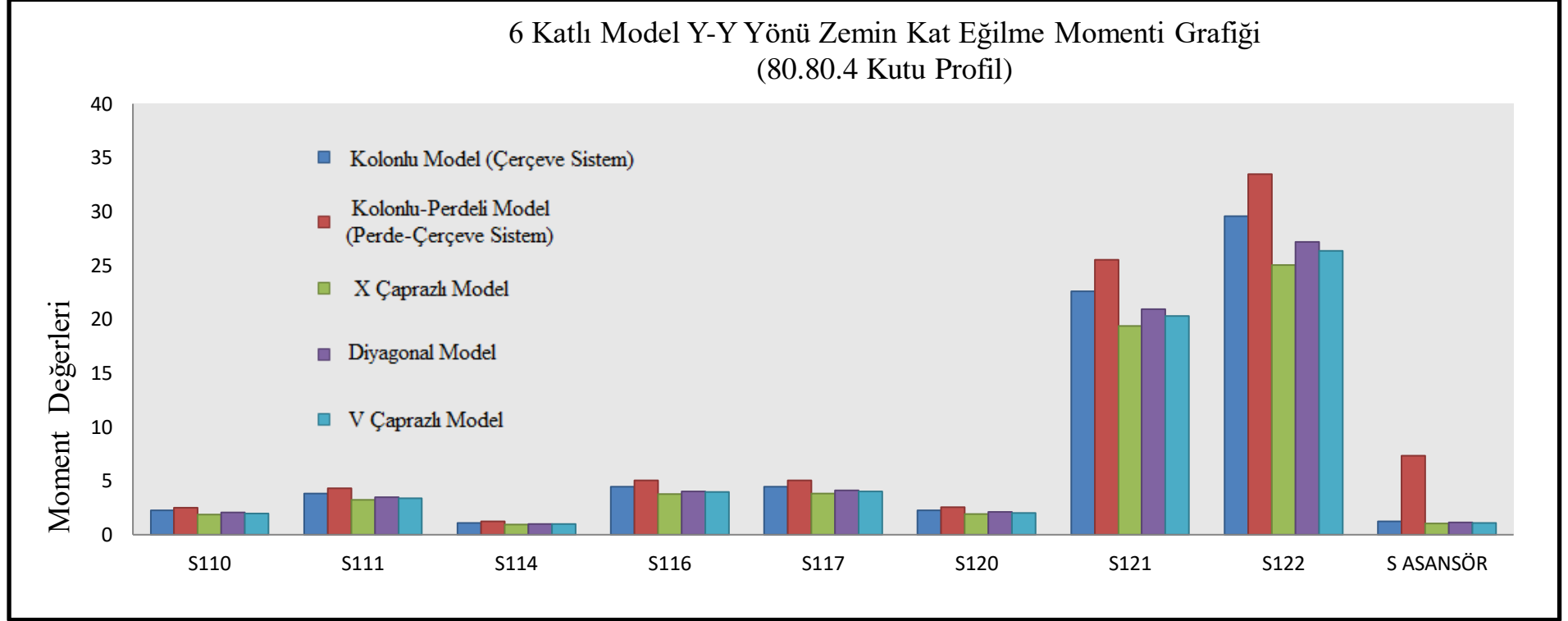
Çizelge 5.22. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

6 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	42.84	2.24	18.41	2.53	38.43	1.89	40.45	2.05	40.55	1.99
	S111	4.94	3.80	2.09	4.29	4.45	3.23	4.67	3.50	4.69	3.39
	S114	6.20	1.11	2.65	1.26	5.56	0.94	5.85	1.02	5.87	0.99
	S116	1.36	4.46	0.55	5.03	1.21	3.78	1.29	4.04	1.27	3.96
	S117	1.79	4.48	0.92	5.05	1.63	3.81	1.70	4.13	1.71	4.00
	S120	36.14	2.28	14.67	2.57	32.40	1.94	34.12	2.10	34.22	2.03
	S121	3.26	22.61	1.37	25.51	2.92	19.40	3.07	20.94	3.08	20.31
	S122	3.26	29.55	1.40	33.45	2.93	25.05	3.08	27.16	3.09	26.33
	S Asansör	6.29	1.24	195.76	7.33	5.49	1.05	5.91	1.14	5.88	1.10

Grafik 5.25. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



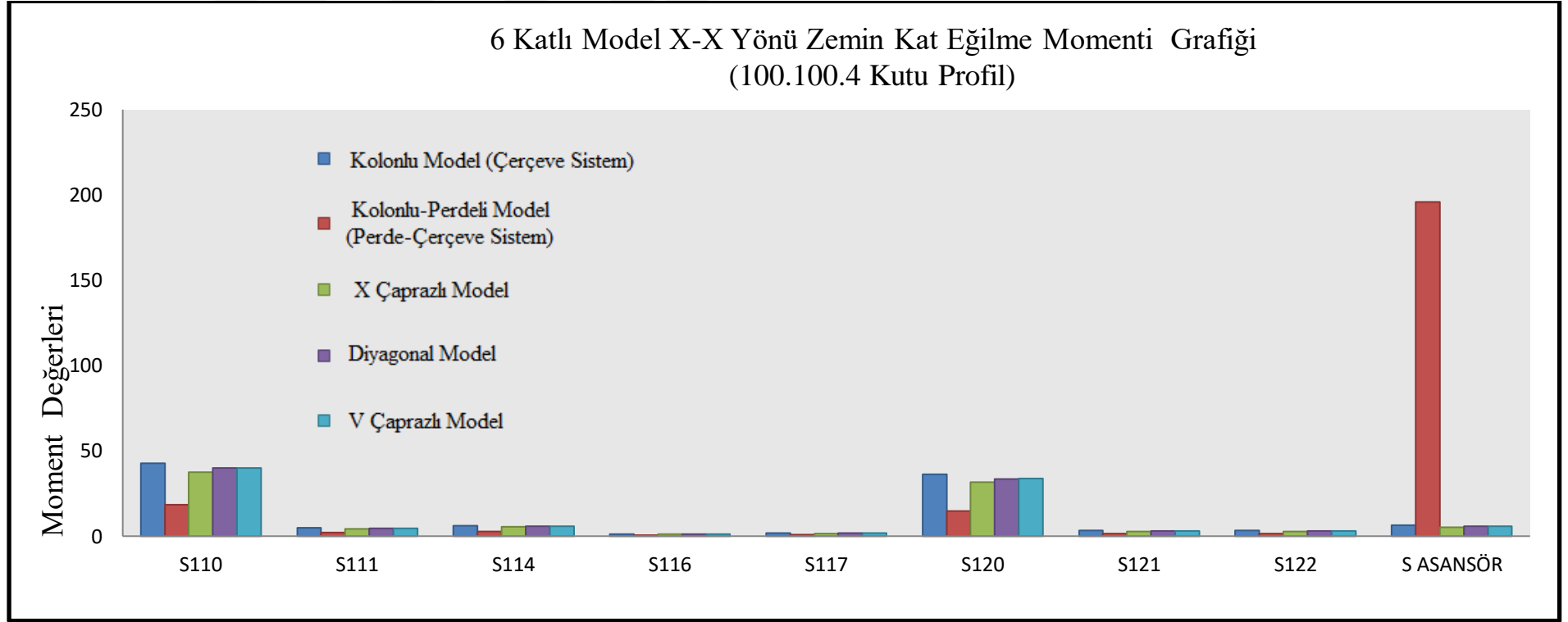
Grafik 5.26. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



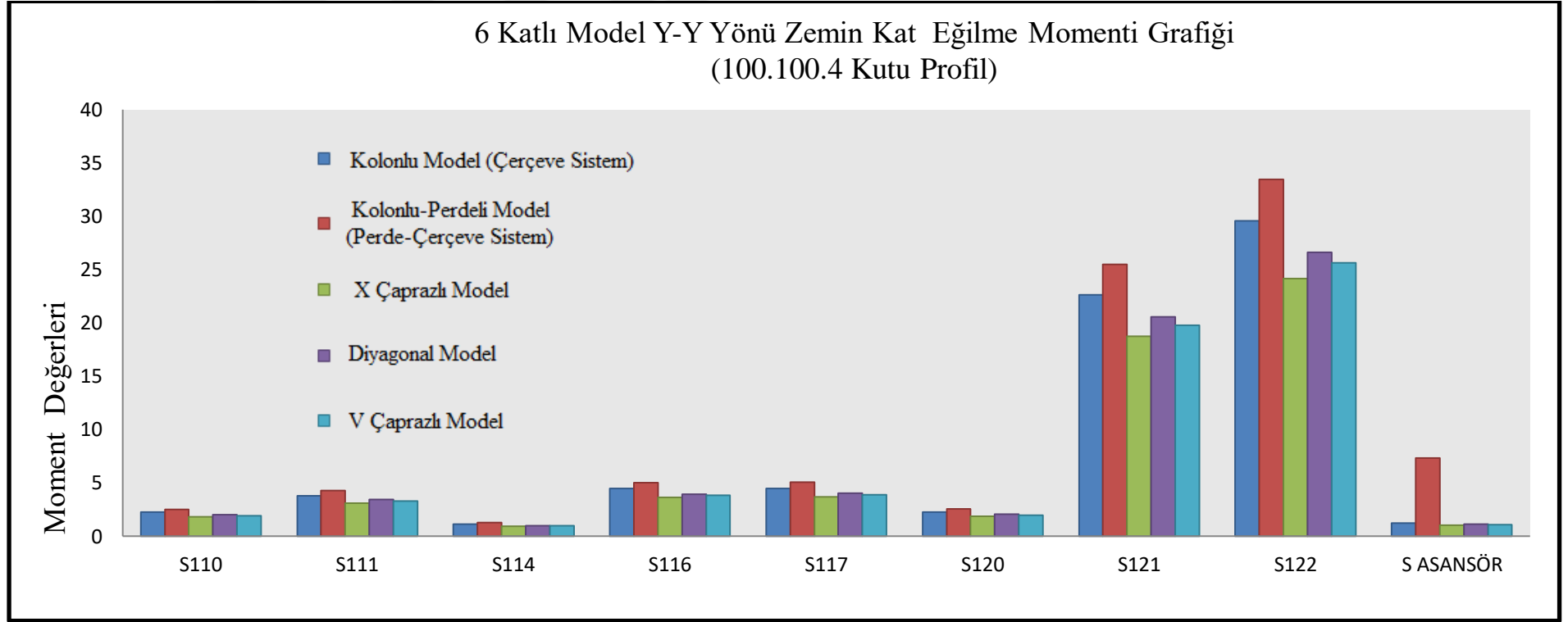
Çizelge 5.23. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

6 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	42.84	2.24	18.41	2.53	37.52	1.82	39.91	2.01	39.98	1.93
	S111	4.94	3.80	2.09	4.29	4.35	3.11	4.61	3.43	4.63	3.29
	S114	6.20	1.11	2.65	1.26	5.43	0.91	5.77	1.00	5.78	0.96
	S116	1.36	4.46	0.55	5.03	1.18	3.65	1.27	3.95	1.25	3.84
	S117	1.79	4.48	0.92	5.05	1.60	3.68	1.68	4.04	1.69	3.89
	S120	36.14	2.28	14.67	2.57	31.62	1.87	33.63	2.06	33.74	1.98
	S121	3.26	22.61	1.37	25.51	2.85	18.75	3.03	20.56	3.04	19.79
	S122	3.26	29.55	1.40	33.45	2.86	24.17	3.04	26.63	3.04	25.62
	S Asansör	6.29	1.24	195.76	7.33	5.33	1.01	5.82	1.11	5.78	1.07

Grafik 5.27. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



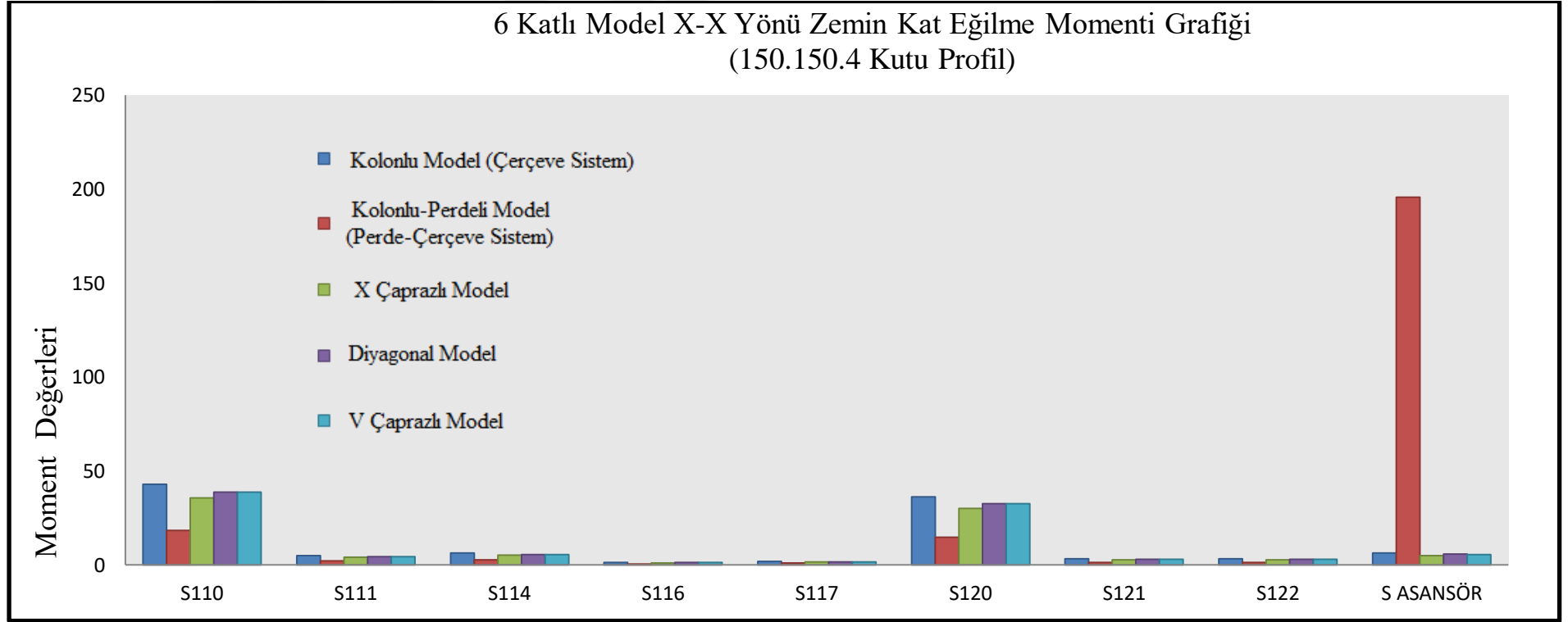
Grafik 5.28. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



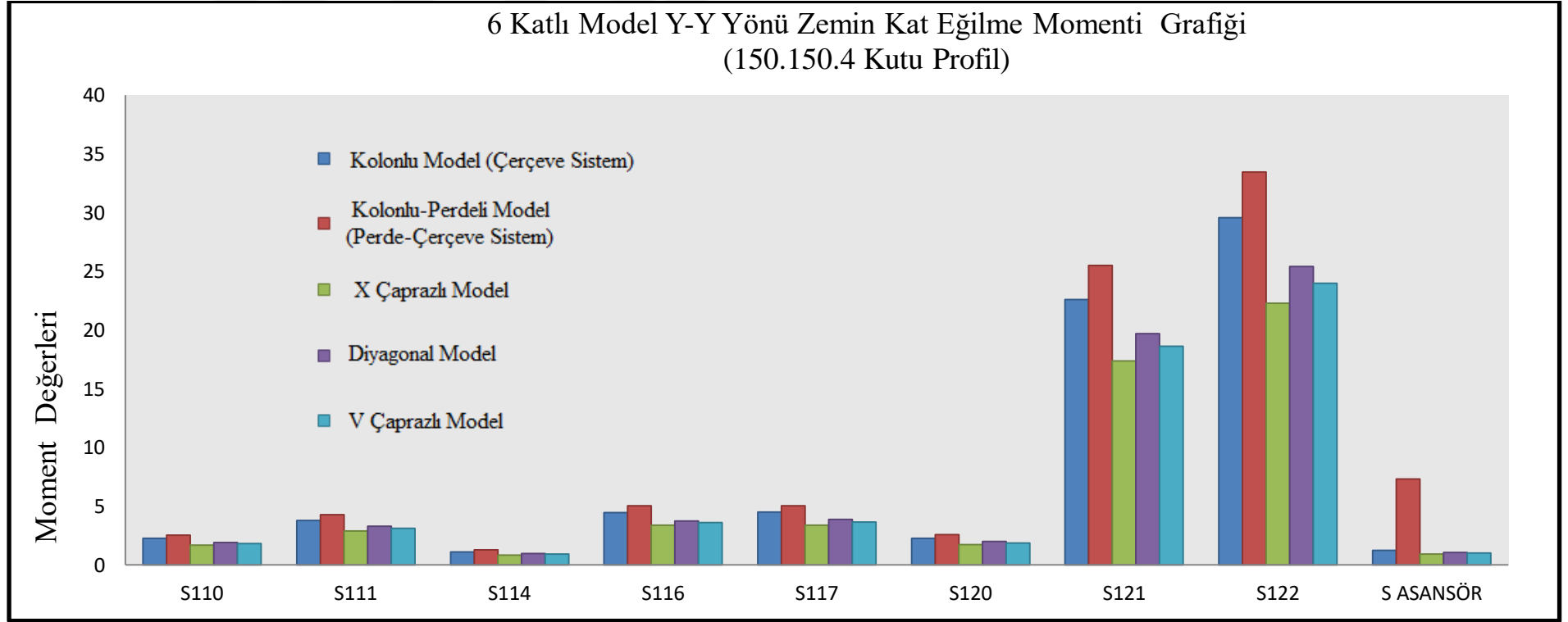
Çizelge 5.24. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

6 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	42.84	2.24	18.41	2.53	35.52	1.68	38.67	1.92	38.58	1.81
	S111	4.94	3.80	2.09	4.29	4.12	2.87	4.47	3.27	4.47	3.09
	S114	6.20	1.11	2.65	1.26	5.14	0.84	5.60	0.96	5.58	0.90
	S116	1.36	4.46	0.55	5.03	1.11	3.36	1.24	3.75	1.19	3.59
	S117	1.79	4.48	0.92	5.05	1.53	3.39	1.63	3.86	1.64	3.65
	S120	36.14	2.28	14.67	2.57	29.92	1.73	32.61	1.97	32.56	1.86
	S121	3.26	22.61	1.37	25.51	2.70	17.36	2.94	19.67	2.93	18.61
	S122	3.26	29.55	1.40	33.45	2.70	22.30	2.94	25.40	2.94	24.00
	S Asansör	6.29	1.24	195.76	7.33	4.97	0.92	5.62	1.06	5.53	1.00

Grafik 5.29. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



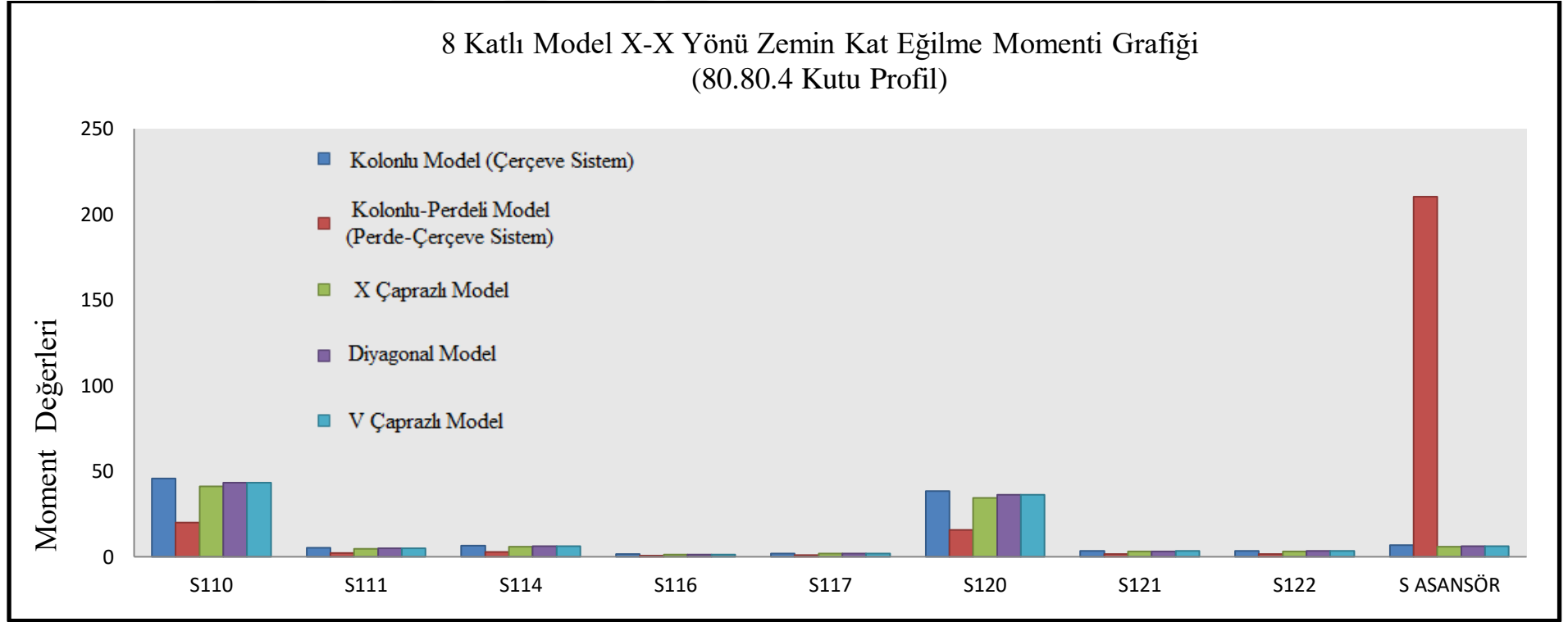
Grafik 5.30. 6 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



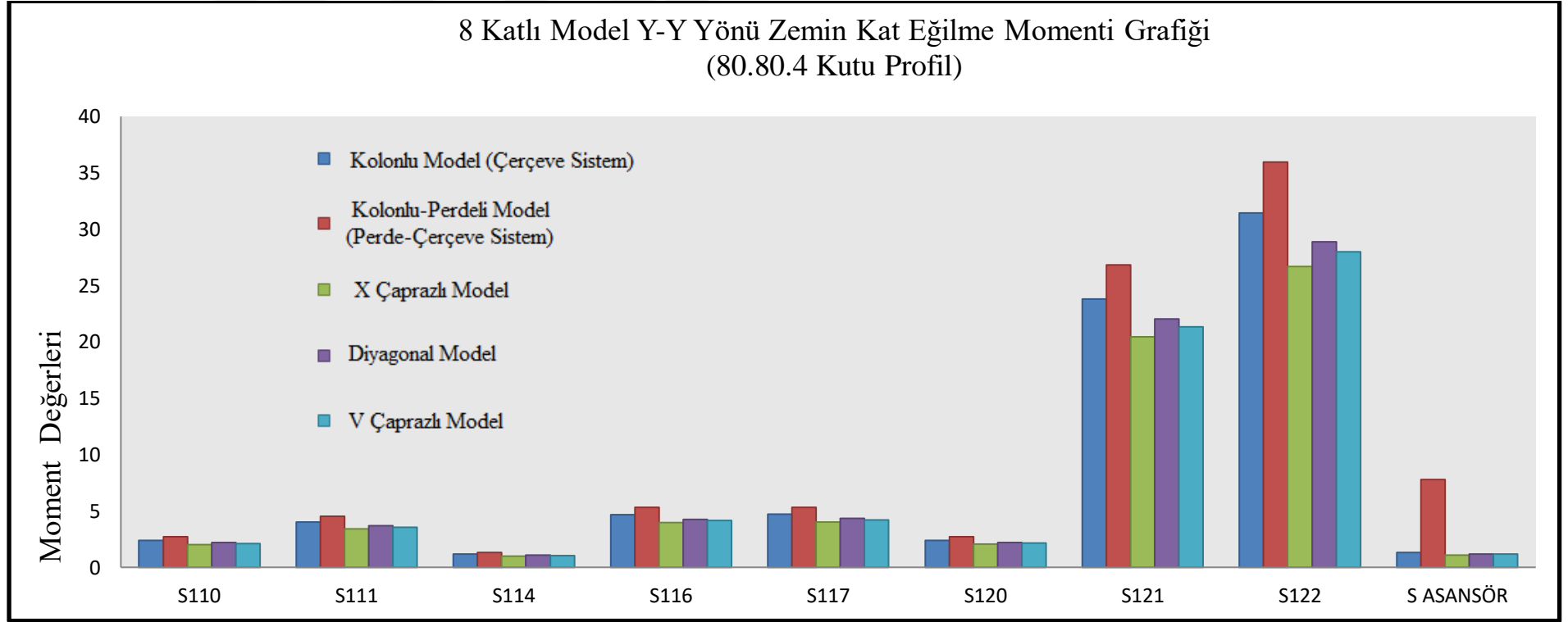
Çizelge 5.25. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

8 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	45.65	2.38	19.82	2.70	40.99	2.01	43.12	2.18	43.21	2.11
	S111	5.24	4.00	2.23	4.52	4.73	3.40	4.96	3.68	4.98	3.57
	S114	6.61	1.18	2.85	1.34	5.93	1.00	6.24	1.09	6.25	1.05
	S116	1.45	4.69	0.58	5.30	1.28	3.97	1.37	4.25	1.35	4.15
	S117	1.90	4.72	0.97	5.32	1.74	4.02	1.80	4.35	1.82	4.21
	S120	38.31	2.41	15.61	2.72	34.38	2.05	36.18	2.22	36.27	2.15
	S121	3.45	23.79	1.45	26.84	3.10	20.43	3.26	22.04	3.27	21.36
	S122	3.48	31.43	1.51	35.95	3.12	26.68	3.28	28.90	3.29	27.99
	S Asansör	6.67	1.31	210.17	7.79	5.82	1.10	6.26	1.20	6.23	1.16

Grafik 5.31. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



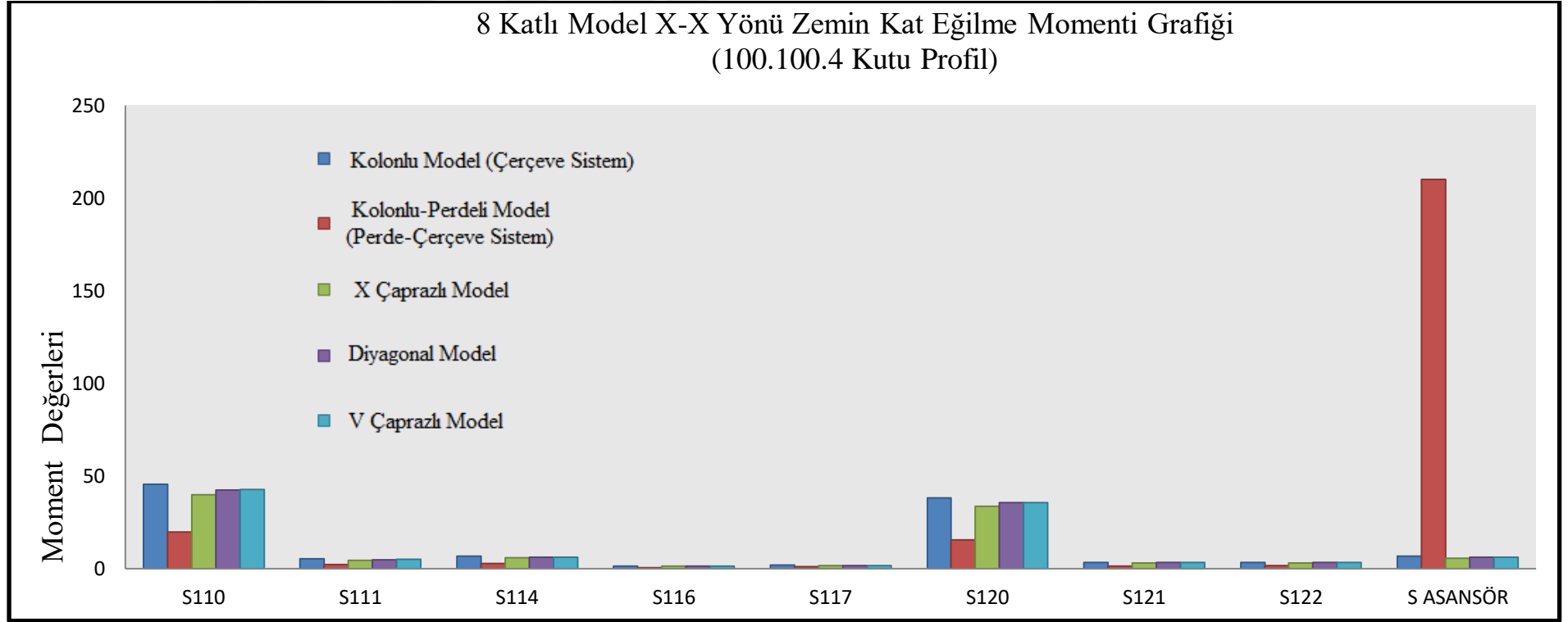
Grafik 5.32. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 80.80.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



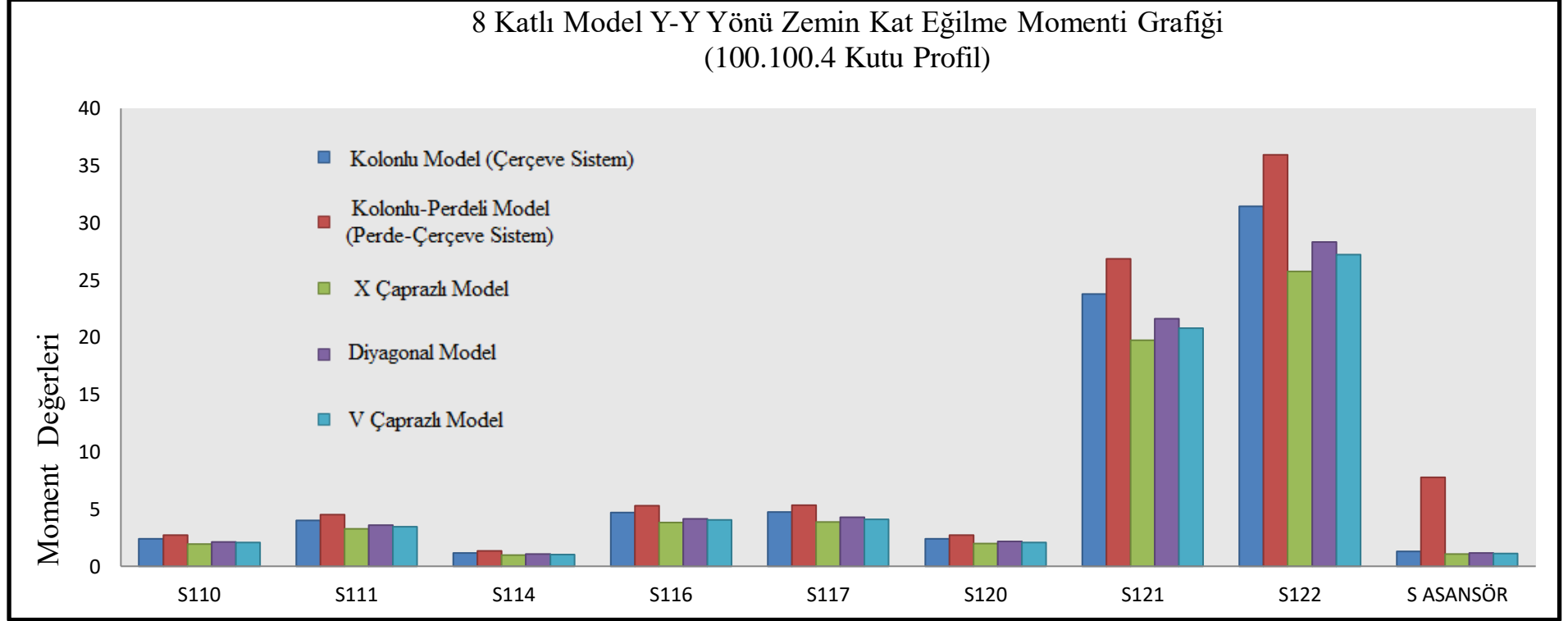
Çizelge 5.26. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Kuvveti Değerleri

8 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	45.65	2.38	19.82	2.70	40.03	1.94	42.55	2.14	42.60	2.06
	S111	5.24	4.00	2.23	4.52	4.62	3.29	4.89	3.61	4.91	3.47
	S114	6.61	1.18	2.85	1.34	5.79	0.97	6.16	1.07	6.17	1.03
	S116	1.45	4.69	0.58	5.30	1.25	3.83	1.35	4.15	1.33	4.03
	S117	1.90	4.72	0.97	5.32	1.70	3.88	1.78	4.26	1.79	4.10
	S120	38.31	2.41	15.61	2.72	33.56	1.98	35.70	2.18	35.77	2.09
	S121	3.45	23.79	1.45	26.84	3.02	19.76	3.21	21.64	3.22	20.81
	S122	3.48	31.43	1.51	35.95	3.05	25.76	3.24	28.34	3.24	27.23
	S Asansör	6.67	1.31	210.17	7.79	5.65	1.06	6.17	1.17	6.12	1.13

Grafik 5.33. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



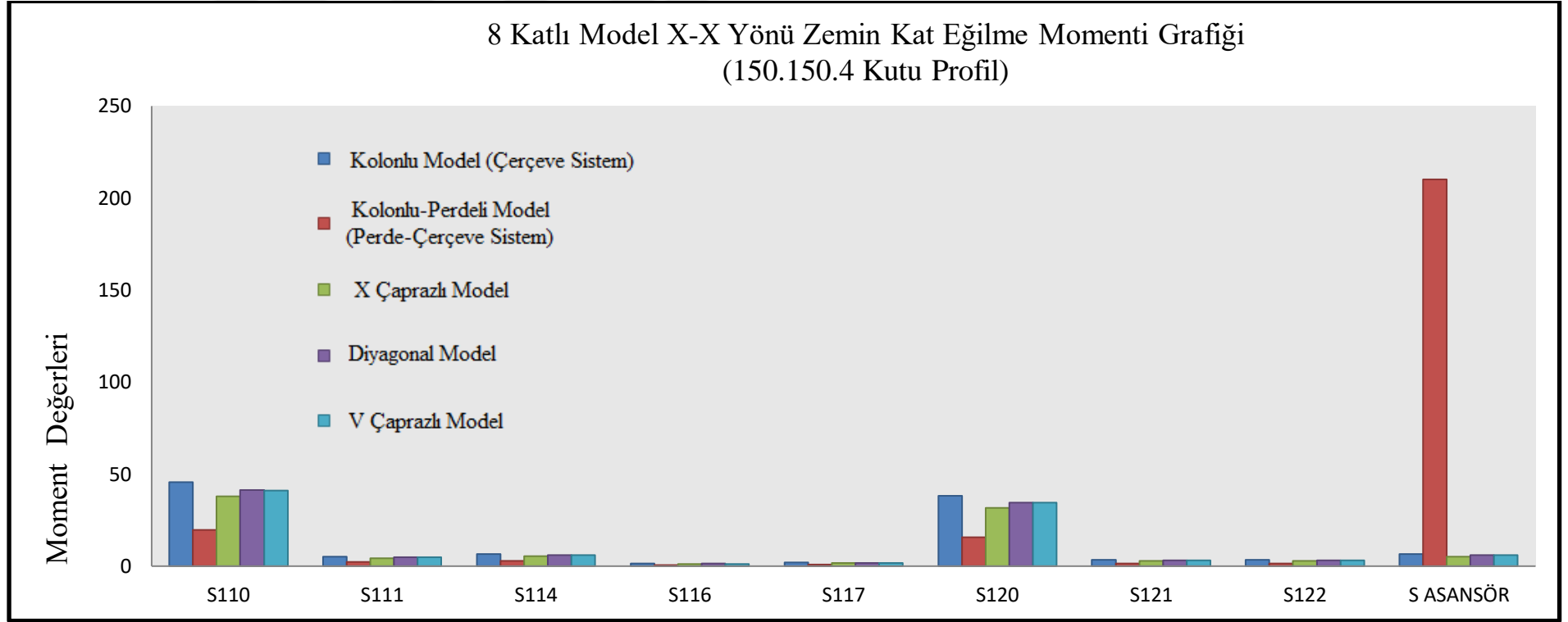
Grafik 5.34. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 100.100.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



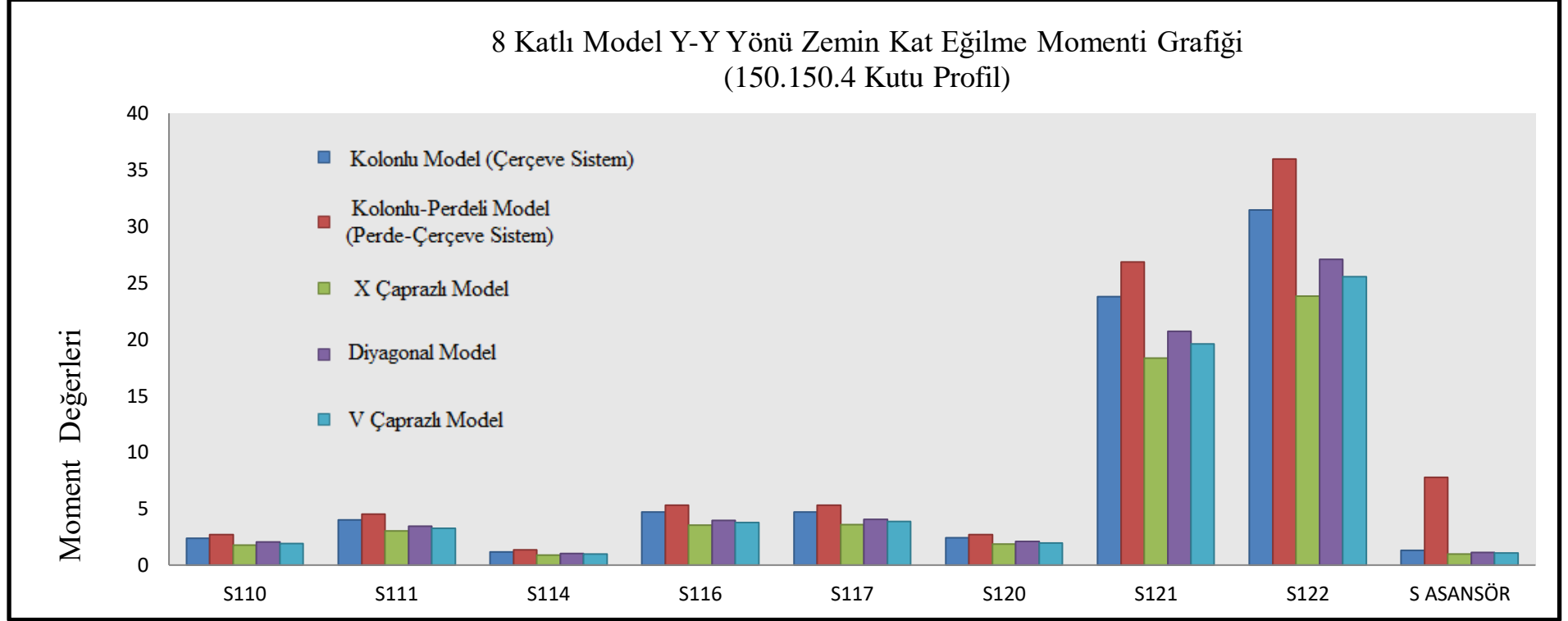
Çizelge 5.27. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

8 Katlı Modeller	Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem)		Kolonlu-Perdeli Model (Perde-Çerçeve Sistem)		X Çaprazlı Model		Diyagonal Model		V Çaprazlı Model	
		X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	80.80.4		80.80.4		80.80.4	
						X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)	X-X Yönü (Ton.m)	Y-Y Yönü (Ton.m)
	S110	45.65	2.38	19.82	2.70	37.95	1.79	41.24	2.04	41.11	1.92
	S111	5.24	4.00	2.23	4.52	4.39	3.04	4.75	3.45	4.75	3.25
	S114	6.61	1.18	2.85	1.34	5.49	0.90	5.97	1.02	5.95	0.96
	S116	1.45	4.69	0.58	5.30	1.18	3.54	1.31	3.94	1.26	3.76
	S117	1.90	4.72	0.97	5.32	1.63	3.59	1.73	4.07	1.74	3.84
	S120	38.31	2.41	15.61	2.72	31.78	1.84	34.60	2.08	34.51	1.96
	S121	3.45	23.79	1.45	26.84	2.86	18.32	3.11	20.72	3.11	19.56
	S122	3.48	31.43	1.51	35.95	2.89	23.81	3.14	27.05	3.13	25.52
	S Asansör	6.67	1.31	210.17	7.79	5.28	0.98	5.96	1.12	5.86	1.05

Grafik 5.35. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



Grafik 5.36. 8 Katlı Model Üzerinde Seçilen Kolonlarda 150.150.4 Kare Profil Kesitiyle Çeşitli Çapraz Tiplerinin Zemin Kat Eğilme Momenti Grafiği



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmada incelenen mevcut 4 katlı betonarme bir yapının analitik ortamda kat sayıları kat planları aynı kalarak 6 ve 8 kat olarak modellenmiştir. Yapılan detaylı analizler sonucunda, çelik çaprazların kullanıldığı yapıların kolonlu sisteme göre, deprem yükleri altındaki periyot değerlerine bakıldığında daha rijit davranış gösterdiği ve periyot değerlerinin azaldığı anlaşılmaktadır. Yapı modellerinde kullanılan çelik çaprazların kesitleri arttıkça perdeli modelde elde edilen değerlere yakın değerler de ortaya çıkmaktadır. (Bkz. şekil 5.9). Yapılan analitik çalışmalarda, mevcut bir yapının projesi esas alınarak projedeki perdeler kaldırılarak (Bkz. şekil 5.7); mevcut perdelerin yerine (25/50 cm) kolonlar eklenmiş ve oluşturulan bu yapıya değişik tipteki (X, Diyagonal, V şeklinde) (Bkz. şekil 5.7, 5.8, 5.9), değişik kesitli ($\square 80 \times 80 \times 4$ mm, $\square 100 \times 100 \times 4$ mm, $\square 150 \times 150 \times 4$ mm) olmak üzere çelik çaprazlar ilave edilmiştir. İncelenen modelleri Y-Y ekseninde simetrik olduğundan dolayı, belli bir kolon grubu oluşturularak, araştırma seçilmiş olan bu kolonlar üzerinde yoğunlaştırılmıştır. (Bkz. Şekil 5.11). Ele alınan kolonlardaki deprem kuvveti etkileri X ve Y yönünde ayrı ayrı incelenmiştir. Buradaki amaçlardan biriside kolonların boyutlarının etkilerinin kesme kuvveti ve eğilme momentine olan etkileriyle olan ilişkisini ortaya çıkarmaktır. Farklı kat sayılarına sahip yapı modellerinde zemin kattaki kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri belirlenen kolon gruplarında irdelenmiştir. Örneğin incelenen 4 katlı bir yapıda; S110 (100 cm / 25 cm) kolonundaki zemin kat kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri X-X yönü için, $\square 80 \times 80 \times 4$ mm, $\square 100 \times 100 \times 4$ mm $\square 150 \times 150 \times 4$ mm kesitlerine sahip çaprazların kullanılması durumunda elde edilen sonuçlar aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 6. 1. 4 Katlı Model S110 Kolonu Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem) ton	X Çaprazlı Model ton	Diyagonal Model ton	V Çaprazlı Model ton	Çapraz Kesiti
S110	20,68	18,55	19,54	19,60	□80x80x4
S110	20,68	18,10	19,28	19,32	□100x100x4
S110	20,68	17,11	18,68	18,65	□150x150x4

Çizelge 6.1'e bakıldığında betonarme perdenin kaldırılıp yerine X çapraz kesitleri kullanıldığında S110 kolonundaki kesme kuvvetindeki azalma görülmektedir. □150x150x4 mm X çapraz kesitinin kullanıldığı modelde kesme kuvvetinde %17 lik bir azalma görülmektedir. Buradaki azalma çapraz kesitlerinin ebatları ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Çizelge 6. 2. 4 Katlı Model S110 Kolonu Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem) ton.m	X Çaprazlı Model ton.m	Diyagonal Model ton.m	V Çaprazlı Model ton.m	Çapraz Kesiti
S110	39,16	35,11	36,97	37,09	□80x80x4
S110	39,16	34,26	36,47	36,57	□100x100x4
S110	39,16	32,39	35,33	35,30	□150x150x4

Çizelge 6.2'ye bakıldığında betonarme perdenin kaldırılıp yerine X çapraz kesitleri kullanıldığında S110 kolonundaki moment kuvvetindeki azalma görülmektedir. □150x150x4 mm X çapraz kesitinin kullanıldığı modelde moment kuvvetinde %17 lik bir azalma görülmektedir. Buradaki azalma çapraz kesitlerinin ebatları ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Tez çalışması kapsamında incelenen 8 katlı yapıda; S122 (25 cm / 100 cm) kolonundaki zemin kat kesme ve eğilme momenti değerleri Y-Y yönü için, □80x80x4 mm, □100x100x4 mm □150x150x4 mm ebadında ki çaprazlar için aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 6. 3. 8 Katlı Model S122 Kolonu Zemin Kat Kesme Kuvveti Değerleri

Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem) ton	X Çaprazlı Model ton	Diyagonal Model ton	V Çaprazlı Model ton	Çapraz Kesiti
S122	15,93	13,56	14,68	14,23	□80x80x4
S122	15,93	13,10	14,40	13,85	□100x100x4
S122	15,93	12,12	13,75	13,00	□150x150x4

Çizelge 6.3'e bakıldığında betonarme perdenin kaldırılıp, yerine X çaprazın kullanıldığında S122 kolonundaki kesme kuvvetinde azalma görülmektedir. □150x150x4 mm kesitindeki X çaprazın kullanıldığı modelde kesme kuvvetinde %24 lük bir azalma görülmektedir. Buradaki azalma çapraz kesitlerinin ebatları ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Çizelge 6. 4. 8 Katlı Model S122 Kolonu Zemin Kat Eğilme Momenti Değerleri

Kolon Numarası	Kolonlu Model (Çerçeve Sistem) ton.m	X Çaprazlı Model ton.m	Diyagonal Model ton.m	V Çaprazlı Model ton.m	Çapraz Kesiti
S122	31,43	26,68	28,90	27,99	□80x80x4
S122	31,43	25,76	28,34	27,23	□100x100x4
S122	31,43	23,81	27,05	25,52	□150x150x4

Çizelge 6.4'e bakıldığında betonarme perdenin kaldırılıp yerine X çapraz kesitleri kullanıldığında S122 kolonundaki eğilme momentinde azalma görülmektedir.

□150x150x4 mm kesitindeki X çaprazın kullanıldığı modelde moment kuvvetinde %24 lük bir azalma görülmektedir. Buradaki azalma çapraz kesitlerinin ebatları ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Kullanılan çaprazlar sistemin stabilitesini genel olarak artırmaktadır. Çizelge 6.1, 6.2, 6.3, 6.4' den kesme ve moment kuvveti değerlerinin en çok X çapraz ile azaldığı görülmektedir. Ayrıca buradan çelik çaprazlı sistemler içerisinde deprem yükünün oluşturduğu iç kuvvet tesirlerinin karşılanmasında, en iyi sistemin X çelik çaprazlı sistem olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çelik çaprazların kesit boyutları arttırıldıkça yapının periyotunun azaldığı ve dolayısıyla depremde daha rijit davranış gösterdiği görülmektedir.

Gelişen inşaat teknolojileri ve yapım yöntemleri ile mevcut betonarme yapıların betonun rijitlik ve çelik malzemesinin süneklik özelliğini bir arada kullanarak güçlendirmek; çelik çapraz elemanların kullanılmasının daha pratik olacağı düşünülmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar neticesinde; betonarme taşıyıcı sistemlerin çelik çapraz elemanlar ile güçlendirilmesinde yapı davranışı üzerinde ciddi olumlu katkıları olduğu ortaya çıkmıştır. Betonarme yapılarda; deprem yükleri karşısında güçlendirme yapmak için diğer güçlendirme yöntemlerine göre uygulanabilir ve pratik olması sebebi ile çelik çaprazların kullanımının daha uygun olabileceği gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada teorik olarak çelik çaprazların betonarme bir yapıya katkısı incelenmiş olup, laboratuvar ortamında deneysel çalışmaların da yapılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- [1] SİVRİTEPE, Selda ve KIRAÇ, Doç. Dr. Nevzat. Çok Katlı Betonarme Yapılarda Yanal Rijitliği Arttırmada Kullanılan Yöntemler. Eskişehir : Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2011.
- [2] Celep, Dilek ve BÜYÜKTAŞKIN, Yrd. Doç. Dr. Halet Almıla. Çelik Bir Yapıda Deprem Yüklerinin Çelik Çaprazlar Veya Betonarme Perdelerle Taşınması. İstanbul : İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2007.
- [3] Akın, Süleyman Kamil ve KARA, Yrd. Doç. Dr. Nail. Betonarme Çerçevelerin Çapraz Çubuklar Yardımıyla Güçlendirilmesi. Konya : Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2006.
- [4] Öztürk, T., 2005, Betonarme binalarda deprem perdelerinin yerleşimi ve tasarımı, İ.T.Ü. İnşaat Fakültesi Yapı Anabilim Dalı, 28 s.
- [5] Celep, Z., ve Kumbasar, N., 2004, Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul, 3.baskı, 700 s.
- [6] Celep, Z., 2009, Betonarme yapılar, Beta Dağıtım İstanbul, Besinci baskı, 864 s.
- [7] Paulay, T., and Priestly, M.J.N., 1992, Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonary Building, John Wiley & Sons Inc., USA.
- [8] Atımtay E., 2000. Açıklamalar ve Örneklerle Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik (Betonarme Yapılar) Cilt 2., Bizim Büro, Ankara
- [9] DBYBHY 2007. *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*. Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Mart 2007
- [10] Celep, Z., ve Kumbasar, N., 2004, Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul, 3.baskı, 700 s.
- [11] Kıymaz, G., 2003, ‘‘Depreme Karşı Dayanıklı Çelik Yapı Tasarımı’’ Notları, İstanbul Kültür Üniversitesi İnşaat Müh. Bölümü.
- [12] SAP2000 Advanced v.20.0.0 Structural Analysis Program, Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.
- [13] TS 498. Türk Standardı - Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri
- [14] TS500 (2000), Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKAGÜNDÜZ, Olgu

Uyruğu : T.C.

Doğum tarihi ve yeri : 19.06.1987 Uşak

Medeni hali : Evli

Telefon : 0 537 640 03 18

e-mail : olguakagunduz@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Uşak Üniversitesi İnşaat Mühendisliği	2019
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği	2012
Lise	Uşak Lisesi	2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-2010	KARUN YAPI DENETİM	İnşaat Mühendisi
2010-2012	SİVASLI BELEDİYESİ-FEN İŞLERİ	İnşaat Mühendisi
2012-2014	BANAZ UŞAK YAPI DENETİM	İnşaat Mühendisi
2014-2019	OLGU AKAGÜNDÜZ MÜHENDİSLİK	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Doğa Gezisi, Futbol, Yüzme