



**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DIŞMERKEZ TERS Y ÇAPRAZLI ÇOK KATLI
ÇELİK ÇERVELERİN DEPREM PERFORMANSININ
İNCELENMESİ**

Merve DEMİR

BURDUR, 2019

**T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ İNŞAAT
MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK
LİSANS TEZİ**

**DIŞMERKEZ TERS Y ÇAPRAZLI ÇOK KATLI
ÇELİK ÇERVELERİN DEPREM PERFORMANSININ
İNCELENMESİ**

Merve DEMİR

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gülhan İNCE

BURDUR, 2019

YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Merve DEMİR tarafından Dr. Öğr. Üyesi Gülhan İNCE yönetiminde hazırlanan “Dışmerkez Ters Y Çaprazlı Çok Katlı Çelik Çerçevelerin Deprem Performansının İncelenmesi” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 22/11/2019

Doç. Dr. Hamide KABAS (Başkan)
Süleyman Demirel Üniversitesi.....

Dr. Öğr. Üyesi Gülhan İNCE (Jüri Üyesi)
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.....

Dr. Öğr. Üyesi Asuman Işıl ÇARHOĞLU (Jüri Üyesi)
Süleyman Demirel Üniversitesi.....

ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu'nun _____ Tarih ve _____ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

Prof. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Dışmerkez Ters Y Çaprazlı Çok Kath Çelik Çerçevelerin Deprem Performansının İncelenmesi”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

22/ 11 /2019

Merve DEMİR



ÖNSÖZ VE/VEYA TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan, bana rehberlik eden Dr. Öğr. Üyesi Gülhan İNCE' ye çok teşekkür ederim.

Benimle beraber aynı stresi yaşayan küçük bedeniyile bana destek olan hayatımı güzelleştiren biricik kızıma şükürlerimi sunarım.

Yüksek lisans ve tez aşamasında bana desteğini esirgemeyen eşime, eğitim hayatımın her aşamasında bana güvenen ve destekleyen annem, babam ve ağabeyime sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Aralık, 2019

Merve Demir

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE/VEYA TEŞEKKÜR	v
ŞEKİL DİZİNİ	vii
ÇİZELGE DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ÖZET	xi
SUMMARY	xii
1.GİRİŞ	1
1.1. Tezin amacı	2
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Genel Hükümler ve Genel İlkeler	3
2.2. Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı İçin Hesap Kuralları	3
2.2.1. Genel İlke ve Kurallar	3
2.2.2. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması	4
2.2.3. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayılarının Belirlenmesi	5
2.2.4. Deprem Tasarım Sınıflarının Belirlenmesi	6
2.2.5. Bina Yüksekliği ve Bina Yükseklik Sınıflarının Belirlenmesi	6
2.2.6. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması	7
2.2.7. Yatay Deprem Etkisi Altında Azaltılmış Tasarım İvme Spektrumu	7
2.3. Plastik Mafsal Kavramı	8
2.4. Doğrusal Olmayan Statik Analiz	9
2.5. Literatür çalışmaları	10
3. MATERYAL VE YÖNTEM	13
3.1. Kapsam ve Yöntem	13
3.2. Dışmerkez Ters Y Çaprazlı Çelik Çerçeve Binaların Tanıtılması	13
3.3. Yapılara Etkiyen Yükler	16
3.3.1. Düşey Yükler	16
3.3.2. Yatay Yükler	17
3.4. Bağ Kirişi Boyunun Hesabı	22
3.5. Plastik Mafsal Tanımı	23
3.6. Doğrusal Olmayan Statik İtme Analizi	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	26
4.1. Analizi Yapılan Yapı Sistemlerinin Kapasite Eğrileri	26
4.2. Analizi Yapılan Yapı Modellerinin Kapasite Eğrilerinin Değerlendirilmesi	34
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	45
EKLER	48
ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİL DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2. 1. Spektrum karakteristik periyotları	5
Şekil 2. 2. Eğilme momenti- eğrilik diyagramı	8
Şekil 3. 1. Katlara göre çapraz yerleşimleri	14
Şekil 3. 2. Normal kat sistem planı	14
Şekil 3. 3. 4 katlı modeller için genel sistem görünüşü ve bilgisayar hesap modelleri	15
Şekil 3. 4. Plastik kesme kuvveti mafsalı	24
Şekil 3. 5. HE220B kesitine ait plastik kesme kuvveti mafsalı tanımı	24
Şekil 3. 6. Başlangıç düşey yüklemesi	25
Şekil 3. 7. Deplasman kontrollü doğrusal olmayan statik itme analizi	25
Şekil 4. 1. 2 katlı MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	26
Şekil 4. 2. 2 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	26
Şekil 4. 3. 2 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	27
Şekil 4. 4. 2 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	27
Şekil 4. 5. 2 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği	27
Şekil 4. 6. 4 katlı MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	28
Şekil 4. 7. 4 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	28
Şekil 4. 8. 4 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	29
Şekil 4. 9. 4 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	29
Şekil 4. 10. 4 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği	29
Şekil 4. 11. 6 katlı MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	30
Şekil 4. 12. 6 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	30
Şekil 4. 13. 6 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	31
Şekil 4. 14. 6 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	31
Şekil 4. 15. 6 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği	31
Şekil 4. 16. 8 kat MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	32
Şekil 4. 17. 8 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	32
Şekil 4. 18. 8 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	33
Şekil 4. 19. 8 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği	33
Şekil 4. 20. 8 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği	33

ÇİZELGE DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 2. 1. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları	5
Tablo 2. 2. Bina tasarım sınıfı	6
Tablo 2. 3. Bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan bina yükseklik aralıkları	6
Tablo 2. 4. Dış merkez çaprazlı çelik çerçevelerde ve çelik bağ kirişli sistemlerde plastik dönme sınırları	9
Tablo 2. 5. Dış merkez çaprazlı çelik çerçevelerde ve çelik bağ kirişli sistemlerde plastik dönme sınırları	10
Tablo 3. 1. Modellerin katlara göre eleman kesitleri	16
Tablo 3. 2. Kat ağırlıkları ve kütleleri.....	19
Tablo 3. 3. Eşdeğer deprem yükü verileri	20
Tablo 3. 4. Eşdeğer deprem yükü hesabı için değerler	20
Tablo 3. 5. 2 katlı modeller için katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	21
Tablo 3. 6. 4 katlı modeller için katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	21
Tablo 3. 7. 6 katlı modeller için katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	21
Tablo 3. 8. 8 katlı modeller için katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri	21
Tablo 4. 1. 2 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri	34
Tablo 4. 2. 2 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri	34
Tablo 4. 3. 2 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri	35
Tablo 4. 4. 4 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri	35
Tablo 4. 5. 4 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri	36
Tablo 4. 6. 4 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri	36
Tablo 4. 7. 6 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri	37
Tablo 4. 8. 6 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri	37
Tablo 4. 9. 6 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri	37
Tablo 4. 10. 8 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri	38
Tablo 4. 11. 8 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri	38

Tablo 4. 12. 8 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri	39
Tablo 4. 13. ÇM1 modeli başlangıç rijitlikleri	39
Tablo 4. 14. ÇM1 için enerji tüketim kapasiteleri	40
Tablo 4. 15. ÇM1 için yük taşıma kapasiteleri	40
Tablo 4. 16. ÇM2 modeli başlangıç rijitlikleri	40
Tablo 4. 17. ÇM2 için enerji tüketim kapasiteleri	41
Tablo 4. 18. ÇM2 için yük taşıma kapasiteleri	41
Tablo 4. 19. ÇM3 modeli başlangıç rijitlikleri	41
Tablo 4. 20. ÇM3 modeli enerji tüketim kapasitesi	42
Tablo 4. 21. ÇM3 için yük taşıma kapasiteleri	42



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

BKS	: Bina kullanım sınıfı
BYS	: Bina yükseklik sınıfı dn : Binanın hakim olduğu hakim titreşim periyodunun hesabında i' nci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yer değiştirme
D	: Dayanım fazlalığı katsayısı
DBYBH	: Deprem bölgelerinde yapılacak binalar hakkında yönetmelik
DD-2	: 50 Yılda aşılma olasılığı % 10 olan deprem hareketi düzeyi
DTS	: Deprem tasarım sınıfı e : bağ kiriş boyu
Fi	: i' inci katdaki kütle merkezine etkiyen eş değer deprem yükü
Fs	: Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı
F1	: 1 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı g
	: Yer çekimi ivmesi
H_N	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümün toplam yüksekliği
I	: Bina önem katsayısı
KH	: Kontrollü hasar performans düzeyi
n	: Hareketli yük katılım katsayısı R
	: Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
R_a (T)	: Deprem yükü azaltma katsayısı
S_{ae} (T)	: Yatay elastik tasarım spektral ivmesi
S_{de} (T)	: Yatay elastik tasarım spektral yerdeğiştirmesi
S_{ds}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı
S_{d1}	: 1.0 saniye için tasarım spektral ivme katsayısı
S_s	: Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı
S₁	: 1 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı
T	: Doğal titreşim periyodu
T_p	: Binanın hakim olduğu doğal titreşim periyodu
TBDY	: Türkiye bina deprem yönetmeliği
ZD	: Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katlı kil tabakalı yerel zemin sınıfı

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DIŞMERKEZ TERS Y ÇAPRAZLI ÇOK KATLI ÇELİK ÇERVELERİN DEPREM PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Merve Demir

**Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği
Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gülhan İNCE

Aralık, 2019

Dikey bağ kirişli ters Y çaprazlı sistemlerde, dışmerkez çaprazların ters Y şeklinde uygulanmasıyla bir kesme elemanı oluşturulur. Bağ kirişinin dikey uygulanmasında, yatay bağ kirişinin avantajlarına ek olarak bağ kirişinin yapacağı doğrusal olmayan şekil değiştirme, taşıyıcı sistem dışında oluşur ve böylece döşeme kirişi hasardan korunur. Bunun yanında dikey bağ kirişi (kesme elemanı) düşey yük taşımadığı için depremden sonra değiştirilebilmektir. Bu durum ekonomi ve zaman bakımından önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bu tez çalışmasında, her iki yönde dört açıklıklı 2,4, 6 ve 8 katlı moment aktaran çerçeve ve ters Y-tipi (kısa dikey bağ kirişli) dışmerkez çelik çaprazlı sistemlere sahip yapılar modellenmiştir. Ters Y –tipi çapraz sistemler birinci modelde çerçevelerin orta açıklıklarına, ikinci modelde kenarlarda ve üçüncü modelde ise bir katta kenarda bir katta ortada olmak üzere üç farklı çapraz yerleşimi yapılmıştır. Kat sayısı ve çapraz yerleşim düzenleri dikkate alınarak 4 tanesi çaprazsız, 12 tanesi çaprazlı olmak üzere toplamda 16 adet yapı modeli tasarlanmış ve doğrusal olmayan statik analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda çaprazlı ve çaprazsız sistemlerin kapasite eğrileri, mafsallaşma mekanizmaları, başlangıç rijitlikleri, enerji tüketme kapasiteleri ve yük taşıma kapasiteleri elde edilmiş ve değerlendirilmeler sonuç bölümünde verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: dışmerkez çaprazlı çerçeve, bağ kiriş, ters Y çapraz

SUMMARY

M. Sc. Thesis

Investigation of The Performance of Multistory Eccentrically Inverted Y Braced Steel Frame

Merve Demir

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University Graduate School of Natural and Applied
Sciences Department of Civil Engineering**

Supervisor: Dr. Asst. Prof. Gülhan İNCE

December, 2019

Shear link is formed by applying eccentric Y braces to inverted Y-type eccentrically steel braced frame with shear link. During applying vertically of the link element, nonlinear transformation of link is formed outside of the load-bearing system as an addition to advantages of the horizontal anchorage girder and thus, the beam is protected possible damages. Besides that, vertical link (shear link) can be replaced after the earthquake just because it is not carrying vertical load. This process has many advantages for economic aspects as well as the time.

In this thesis, constructions, which have both ways through 2,4,6,8 storied moment resisting frame and inverted Y-type eccentrically steel braced frame, were modelled. In this thesis, inverted Y braced type systems have located in three different parts; in centric part on the frames, in sides and finally in centric part on the flat while in sides on the other. Considering the numbers of story and brace arrangements, it has been created totally 16 steel frame models, four of them was non-braced and the other 12 were braced. Along with this modeling, it was also studied the nonlinear static analysis. In consequences of this analyses, you may find the following outcomes on the conclusion part, pushover curves of both braced and non-braced, initial rigidity, capacity of energy consumption and capacity of loadbearing.

Keywords: eccentrically braced frame, link, inverted y braced

1. GİRİŞ

Ülkemiz deprem kuşağında yer alması sebebiyle sık sık depremler olmakta ve bu durum çok sayıda can ve mal kaybına yol açmaktadır. Bu depremler sonrasında ülkede gerek sosyo-ekonomik açıdan problemler yaşanmakta ve kalkınma planlarında geri kalınmaktadır. Bu nedenle depreme dayanıklı yapı tasarımı büyük önem taşımaktadır. Depreme dayanıklı yapı tasarımının temel prensibi taşıyıcı sistemin yeterli derecede rijitliğe ve yüksek sünekliğe sahip olmasıdır. Deprem etkisi yapıya yatay yük şeklinde etkimektedir. Yatay yüklerin karşılanması amacıyla çelik çapraz çerçeve sistemler hem betonarme ve çelik yapıların güçlendirilmesinde hem de yeni yapılacak çelik yapıların tasarımda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun sebebi çelik çaprazların sisteme yeterli rijitlik ve süneklik sağlayabilmesidir.

Çelik çaprazlarla güçlendirme veya tasarım çelik çapraz elamanların merkezi veya dışmerkez olarak X, /, V, Y gibi çeşitli şekillerde uygulanmasıyla yapılabilir. V veya ters V çapraz sistemler özellikle mimari açıdan avantajlar sağlamaktadır. Merkezi çaprazlı çerçeveler moment aktaran çerçevelere göre oldukça yüksek rijitlikler sağlamakta ancak yapının sünekliğini artırmamaktadır. Dış merkezli çelik çerçeveler ise, moment aktaran çelik çerçeveler gibi yüksek süneklik ve enerji sönümlenme kapasitesi ile merkezi çaprazlı çelik çerçeveler gibi yanal elastik rijitlik özelliklerini bir arada göstermektedirler. Bu çerçeveler, merkezi çaprazlı çerçevelerin aksine kolon ve kirişin birleştiği noktaya veya çapraz elemanların kiriş ile kesiştiği noktalar arasında belirli bir dışmerkezlik verilerek oluşturulur. Dışmerkezlik, kiriş üzerinde oluşturulur ve çapraz elemanların arasında veya çapraz eleman ile kolon arasında oluşan bu elemana bağ kirişi adı verilir. Dışmerkez çerçeve sistemler bağ kirişinin bir sigorta gibi davranmasıyla kararlı bir şekilde enerjiyi tüketir ve iyi bir süneklik sağlamaktadır.

Dışmerkez çaprazlı sistemlerde bağ kirişi boyu ve bağ kirişi dönme açısı önemli bir parametredir. Uzun bağ kirişleri enerjiyi moment yoluyla tüketirken, kısa bağ kirişleri kesme kuvveti yoluyla tüketirler. Orta uzunluktaki bağ kirişleri ise hem moment hem de kesme kuvveti yoluyla enerjiyi tüketmektedirler. Depreme dayanıklı tasarım bakımından kısa bağ kirişleri tercih edilmektedir. Böylece çapraz burkulmadan önce bağ kirişi enerjiyi tüketerek aşırı ötelenmelerin önüne geçmektedir. Özellikle mimari kullanım açısından tercih edilen V çaprazlı sistemler düşünüldüğünde yatay bağ kirişlerinin kullanıldığı sistemlerde bağ kirişinin ana kirişin bir parçası olması nedeniyle çerçeve kirişi de hasar görmektedir. Oysaki

ters Y -tipi çapraz elamanların kullanıldığı düsey bağ kirişli sistemlerde bağ kirişi ereve kirişinden ayrı bir parça olması nedeniyle bağ kirişi enerjiyi tüketirken ereve kirişi hasar görmemektedir. Böylece olası bir deprem sonrası bağ kirişi parçasının değiştirilmesi mümkün olabilmekte ve bu durum dayanım, rijitlik ve süneklik gibi avantajların yanında ekonomik açıdan da bir avantaj sağlamaktadır.

Dışmerkez ters Y-tipi elik aprazlı ereve sistemler önemli avantajlara sahip olmasına karşın kullanımları ve üzerine yapılan çalışmalar oldukça kısıtlıdır ve diğer tip aprazlı ereve sistemlere göre oldukça geride kalmıştır.

1.1. Tezin amacı

Tez çalışmasının amacı, dışmerkez ters Y-tipi aprazlı (dikey bağ kirişli) erevelere sahip çok katlı yapıların deprem etkileri altındaki davranışının binanın kat sayısına ve çapraz sistemin ereve açıklığı üzerindeki yerleşimine göre etkinliğinin araştırılmasıdır.

2.GENEL BİLGİLER

2.1. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği Genel Hükümler ve Genel İlkeler

Deprem Yönetmeliği'nin genel ilkeleri ve hükümleri yönetmeliğin birinci bölümünde, depreme dayanıklı binalar için hesap kuralları ise yönetmeliğin ikinci bölümünde verilmiştir. Bu bölümde, ilk iki bölüm kısaca özetlenmiştir.

Deprem Yönetmeliği'ndeki hükümler deprem bölgesindeki yeni yapılacak yapıların tasarımı ve mevcut binaların değerlendirilmesi ve güçlendirilmesi için kullanılır. Yönetmelik hükümleri betonarme, çelik, hafif çelik, yığma ve ahşap malzemelerden yapılan binaların deprem etkisi altında tasarımı için uygulanır.

Yeni binaların tasarımında esas alınacak tasarım depremi, Madde 2.2' de tanımlanan deprem yer hareketi düzeyleri belirlenip, Madde 2.3.2.2' ye göre tasarım spektral ivme katsayıları tanımlanır. Yönetmelik Madde 3.1.3 uyarına bina önem katsayısı ve bina kullanım sınıfı tanımlanır. Yönetmelikte yer alan Tablo 3.2 kullanılarak deprem tasarım sınıfı belirlenir. Yönetmelik Madde 3.5.1.1' de tanımlanan deprem tasarım sınıflarına göre yeni yapılacak veya mevcut binalar için performans hedefleri ve uygulanacak değerlendirme / tasarım yaklaşımları tanımlanır.

2.2. Depreme Dayanıklı Bina Tasarımı İçin Hesap Kuralları

2.2.1. Genel İlke ve Kurallar

Deprem Yönetmeliği'ne göre deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminin bütününde ve bu sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerini temele kadar sürekli ve güvenli bir şekilde aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Bu sebeple, sistemlerin rijit ve gerekli dayanıma sahip olmaları ve sünek davranış gösterebilmeleri için yönetmelik ilkelerine uyulması konusunda özen gösterilmelidir. Aksi belirtilmediği sürece binalara etkiyen deprem yüklerinin tayini için yönetmelikteki denklemler ile hesaplanan deprem yüklerinin sadece yatay düzlemde ve birbirine dik iki eksen doğrultusunda etkidikleri varsayılacaktır.

Bina taşıyıcı sistem elemanları deprem yükleri ile diğer yüklerin ortak etkisi altında elde edilecek iç kuvvetler altında tasarlanacaktır. İç kuvvetlerin taşıma gücü ilkesine göre hesabında kullanılacak yük katsayıları, aksi belirtilmediği sürece yönetmelikten alınacaktır.

2.2.2. Elastik Deprem Yüklerinin Tanımlanması

Deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan Tasarım Spektral İvme Katsayıları S_{DS} ve S_{D1} Denklem 2.1 ve Denklem 2.2 ile verilmiştir. Denklem 2.1’de yer alan kısa periyot harita spektral ivme katsayısı S_s ve 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı S_1 , Madde 2.1.2’de belirtildiği üzere <http://tdth.afad.gov.tr> internet sitesinden ve kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı F_s Tablo 2.1 ve 1.0 saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı F_1 Tablo 2.2 kullanılarak tespit edilir. Elastik deprem yükünün hesabında kullanılacak olan Elastik Spektral İvme, $S_{ae}(T)$ ise, aşağıda Denklem 2.3’ de verilmiştir.

$$S_{DS} = S_s F_s \quad (2.1)$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 \quad (2.2)$$

$$S_{ae}(T) = \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_A}\right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A)$$
$$S_{ae}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (2.3)$$
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L)$$
$$S_{ae}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T)$$

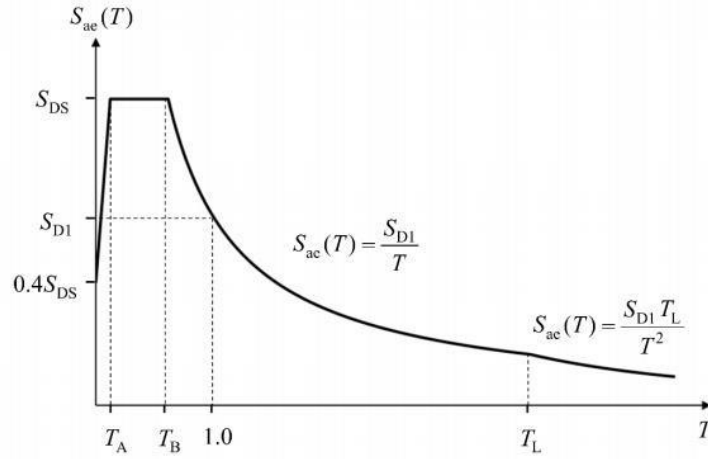
Burada yer alan S_{DS} ve S_{D1} tasarım spektral ivme katsayılarını, T ise doğal titreşim periyodunu göstermektedir. Yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B aşağıda Denk.(2.4) ve Denk. (2.5) ile S_{DS} ve S_{D1} ’e bağlı olarak tanımlanır:

$$T_A = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.4)$$

$$T_B = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \quad (2.5)$$

Sabit yer değiştirme bölgesine geçiş periyodu $T_L = 6$ s alınacaktır.

Şekil 2.1’deki Spektrum Karakteristik Periyotları, T_A ve T_B Yerel Zemin Sınıfları’ na bağlıdır.



Şekil 2.1. Spektrum Karakteristik Periyotları

2.2.3. Bina Kullanım Sınıfları ve Bina Önem Katsayılarının Belirlenmesi

Yönetmelik 3.1’ de belirtildiği üzere binanın kullanım amacına göre bina kullanım sınıfı BKS ve bina önem katsayısı I Tablo 2.1’ den okunur.

Tablo 2. 1. Bina kullanım sınıfları ve bina önem katsayıları (TBDY, 2018)

Bina Kullanım Sınıfı	Binanın Kullanım Amacı	Bina Önem Katsayısı (I)
BKS=1	<p>Deprem sonrası kullanılması gereken binalar, insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar, değerli eşyanın saklandığı binalar ve tehlikeli madde içeren binalar</p> <p>a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gerekli binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım istasyonları ve terminalleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, ilk yardım ve afet planlama istasyonları)</p> <p>b) Okullar, diğer eğitim bina ve tesisler, yurt ve yatakhaneler, askeri kışlalar, cezaevleri vb.</p> <p>c) Müzeler</p> <p>d) Toksik, patlayıcı, parlayıcı vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar</p>	1,5
BKS=2	<p>İnsanların kısa süreli ve yoğun olarak bulunduğu binalar</p> <p>Alışveriş merkezleri, spor tesisleri, sinema, tiyatro, konser salonları, ibadethaneler vb.</p>	1,2

BKS=3	Diğer Binalar BKS=1 ve BKS=2 için verilen tanımlara girmeyen diğer binalar (Konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları vb.)	1,0
--------------	---	-----

2.2.4. Deprem Tasarım Sınıflarının Belirlenmesi

Yönetmelik 2.3.2.2’de tanımlanan Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı’ na bağlı olarak, Yönetmelik’te deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak Deprem Tasarım Sınıfları (DTS) aşağıda Tablo 2.2’ de verildiği şekilde belirlenir.

Tablo 2. 2. Bina tasarım sınıfı DTS (TBDY, 2018)

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Tasarım Spektral İvme Katsayısı () S_{DS}	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS=1	BKS=2
$S_{DS} < 0,33$	DTS=4a	DTD=4
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	DTS=3a	DTS=3
$0,50 \leq S_{DS} < 0,75$	DTS=2a	DTS=2
$0,75 \leq S_{DS}$	DTS=1a	DTS=1

2.2.5. Bina Yüksekliği ve Bina Yükseklik Sınıflarının Belirlenmesi

Deprem hesabı için bina yüksekliği H_N binanın toplam yüksekliği olarak tanımlanır. Deprem etkisi altında tasarımda binalar yüksekliklerine göre sekiz adet Bina Yükseklik Sınıfı’na (BYS) ayrılmıştır. BYS, toplam bina yüksekliği H_N ve deprem tasarım sınıfı DTS’ ye bağlı olarak Tablo 2.2’ den belirlenir.

Tablo 2. 3. Bina yükseklik sınıfları ve deprem tasarım sınıflarına göre tanımlanan bina yükseklik aralıkları (TBDY, 2018)

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik sınıfları ve Deprem Tasarım Sınıflarına göre Tanımlanan Bina Yükseklik aralıkları		
	DTS=1,1a,2,2a	DTS=3,3a	DTS=4,4a
BYS=1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS=2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS=3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$

BYS=4	$28 < H_N \leq 42$	$42 < H_N \leq 56$
BYS=5	$17,5 < H_N \leq 28$	$28 < H_N \leq 42$
BYS=6	$10,5 < H_N \leq 17,5$	$17,5 < H_N \leq 28$
BYS=7	$7 < H_N \leq 10,5$	$10,5 < H_N \leq 17,5$
BYS=8	$H_N \leq 7$	$H_N \leq 10,5$

2.2.6. Elastik Deprem Yüklerinin Azaltılması

Depremde taşıyıcı sistemin kendine özgü doğrusal elastik olmayan davranışını göz önüne almak üzere, spektral ivme katsayısına göre bulunacak elastik deprem yükleri, Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı' na, R_a , bölünecektir. Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı, çeşitli taşıyıcı sistemler için Yönetmelik Tablo 3.1'de tanımlanan Bina Önem Katsayısı I 'ya, Yönetmelik Tablo 4.1'de tanımlanan Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı, R 'ye ve Dayanım Fazlalığı Katsayısı D 'ye bağlı olarak aşağıdaki Denklem (2.6) ve (2.7) ile belirlenecektir.

$$R_a(T) = \frac{R}{I} \quad T > T_B \quad (2.6)$$

$$R_a(T) = D + \left(\frac{R}{I} - D \right) \frac{T}{T_B} \quad T \leq T_B \quad (2.7)$$

Bina taşıyıcı sistem özellikleri ve Tablo 3.3' de belirtilen bina yükseklik sınıfı BYS değerlerine göre taşıyıcı sistem davranış katsayısı R ve dayanım fazlalığı katsayısı D değerleri tespit edilir.

2.2.7. Yatay Deprem Etkisi Altında Azaltılmış Tasarım İvme Spektrumu

Yönetmelik 4.7 ve 4.8.2'de verilen hesap yöntemlerinde yatay doğrultuda azaltılmış deprem yükleri' nin belirlenmesi için azaltılmış tasarım spektral ivmesi $S_{aR}(T)$, Denklem (2.8) ile belirlenir.

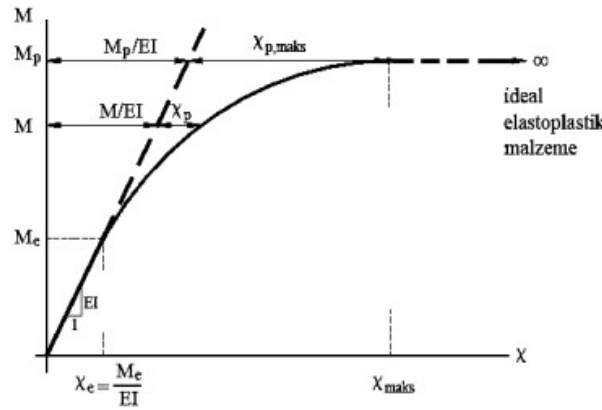
$$S_{aR}(T) = \frac{S_{ae}(T)}{R_a(T)} \quad (2.8)$$

2.3. Plastik Mafsallı Kavramı

Plastik mafsallar belli bir değere kadar moment taşıyıp, ondan sonra taşımayarak dönmeye devam etmesi şeklinde tanımlanır.

Süneklik oranı yüksek, doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekil değiştirmelerinin belirli kesitlerde toplanır bu kesitlere plastik mafsallı adı verilir. Plastik mafsallı bölgesinin dışındaki bölgelerde sistemin doğrusal-elastik davrandığı varsayılabilir. Bu varsayıma plastik mafsallı varsayımı denir. (Özer, 2005).

Malzemesi doğrusal olmayan bir sistemin gerçek eğilme momenti – eğrilik bağıntısı Şekil 2.2’de görülmektedir.



Şekil 2.2. Eğilme Momenti- Eğrilik Diyagramı (Özer, 2005)

Plastik mafsallı hipotezinin uygulanması, Denklem (2.9) ve Denklem (2.10) ile ifade edilebilir.

$$M \leq M_p \quad \text{için} \quad \chi = \frac{M}{EI} \quad (2.9)$$

$$M = M_p \quad \text{için} \quad \chi \rightarrow \chi_{p,maks} \quad (2.10)$$

Artan dış yükler altında plastik mafsallı dönmesi artarak büyük plastik şekil değiştirmeler nedeniyle kesit kullanılamaz hale gelir. Yapı sisteminin birden fazla kesitinde plastik mafsalların dönme kapasitesine ulaşması durumunda yapının göçmesine neden olur.

Bir kesitte akma sınır gerilmesine ulaşılmışsa, kesit artan şekil değiştirme etkisiyle büyük deformasyonlar yapabilirler. Kirişin ortasındaki yük artmasıyla kesitin tümünde akma

gerilmesi sınırına ulaşılır. Bu durumda kesitin taşıdığı moment M_p , kesitin plastik moment kapasitesidir. Bu durumda yük ise daha da arttırılırsa kesit artık bir mafsal davranışı gösterir. Bu durumda kesit tamamen plastikleşmiştir ve M_p momentinin bulunduğu kesitte plastik mafsal oluşur. Bu kesitin taşıyacağı moment aşağıdaki denklem (2.11) ile hesaplanır (Deren,Uzgider ve Piroğlu, 2002).

$$M_p = W_{px} \sigma_y \quad (2.11)$$

2.4. Doğrusal Olmayan Statik Analiz

Doğrusal olmayan statik itme analizi mevcut veya yeni yapılacak yapıların deprem etkisi altındaki performanslarını belirlenmesinde kullanılan bir yöntem olup sismik etki altındaki yapıların performansa dayalı tasarımında kullanılan özel bir analiz yöntemi olarak tanımlanır.

TBDY 2018'e göre Doğrusal olmayan Statik analizlerin hesabı için şu koşullar sağlanmalıdır.

Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri Şekil değiştirmeye Göre Değerlendirme ve Tasarım kapsamında kullanılacak doğrusal olmayan hesap yöntemleri, ayrıntıları yönetmelikte açıklanan İtme Yöntemleri ile Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemidir. Hesap Yönteminin Seçilmesinde Tek Modlu İtme Yöntemleri, bina yükseklik sınıfı $BYS \geq 5$ olan ve burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} < 1,4$ koşulunu sağlaması ve birinci (hakim) titreşim moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütlesi'nin toplam bina kütlelerine oranının en az 0.70 olması zorunluluğu ile sağlanır. Çok modlu İtme Yöntemleri ise $BYS \geq 2$ olan tüm binalar için kullanılabilir.

Doğrusal olmayan itme analizi yardımıyla yapının kapasite eğrisinin belirlenmesiyle birlikte elemanların akma dizisi, göçme durumu ve yapısal seviyesi de belirlenir. İtme analizi sonucunda elemanların akma dizisini gözlemleyebilmek için şekil değiştirme sınırlarının tanımlanması gerekir.

TBDY 2018'de yönetmeliğinde performans seviyeleri için bağ kirişi dönme açısı sınır değerleri Tablo 2.4.'de verilmiştir.

Tablo 2. 4. Dış merkez çaprazlı çelik çerçevelerde ve çelik bağ kirişli sistemlerde plastik dönme sınırları (TBDY 2018)

Eleman Tipi	Plastik dönme sınırları (rad)		
$e \leq 1.6 \frac{M_{pe}}{V_{ye}}$	SH	KH	GÖ
	0.005	0.12	0.15

Sınırlı hasar (SH), kontrollü hasar (KH), göçmenin önlenmesi (GÖ) performans düzeyi, bina taşıyıcı sistem elemanlarındaki hasar durumunun belirlenmesini sağlar.

ASCE 41-13 yönetmeliğinde performans seviyeleri için bağ kirişi dönme açısı sınır değerleri Tablo 2.4.'de verilmiştir.

Tablo 2. 5. Dış merkez çaprazlı çelik çerçevelerde ve çelik bağ kirişli sistemlerde plastik dönme sınırları (ASCE 41-13)

Eleman Tipi	Plastik dönme sınırları (rad)		
$e \leq 1.6 \frac{M_{pe}}{V_{ye}}$	HK	CG	GÖ
	0.005	0.14	0.16

HK, hemen kullanım performans düzeyini, CG, can güvenliği performans düzeyine, GÖ, göçme önlenmesi performans düzeyini tanımlamaktadır.

2.5. Literatür çalışmaları

Dışmerkez ters Y çaprazlı çok katlı çelik çerçevelerin yapı geometrisi ve deprem performansı ile ilgili olarak yapılmış bazı çalışmalar incelenmiş aşağıda özetlenmiştir. Roeder ve Popov (1978), Amerika'da dışmerkez çelik çerçeve sistemler üzerinde ilk olarak araştırma yapan, konunun öncü araştırmacılarıdır. Literatürde, 1980'lerde bu tip çerçevelerin çevrimsel davranışı üzerine birçok çalışma mevcuttur.

Güner (2007) çalışmasında, yapının taşıyıcı sistemi, deprem yüklerini bir doğrultuda moment aktaran çerçeveler diğer doğrultuda ise çerçeveler ile birlikte düşeyde sürekli merkezi çaprazlı perdeler tarafından karşıladığı düşünülerek üç boyutlu modellenmiştir. Düşey yükleri TS 498'e göre belirlenen taşıyıcı sistem, DBYBHY-06'da ifade edilen deprem etkileri altında hesap ve tasarım kuralları çerçevesinde, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfları için ayrı ayrı uygulanmak üzere göreceli kat ötelemesi sınırlandırması dikkate alınarak ve

alınmayarak analiz edildi ve TS 648'e göre elemanların gerilme kontrolleri yapılarak boyutlandırıldı. Başka bir deyişle analiz ve boyutlandırma, düşey yükleri ve geometrik özellikleri aynı olan altı adet taşıyıcı sistem üzerinde yapıldı.

Turgut (2009), yaptığı çalışmada dış merkez çaprazlı bir yapı modelini Deprem Bölgelerinde Yapılar Hakkında Yönetmelik, 2007, TS648 ve AISC 360-05 Specification for Structural Steel Buildings yönetmelikleri uyarınca boyutlandırmış ve tasarım detaylarını vermiştir.

Sezer (2007), yaptığı çalışmada, 2006 Türk Deprem Yönetmeliğinde genel ilkeleri ve verilen doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler ile FEMA 356 önstandardında çelik yapı sistemlerinin performansına ilişkin esaslara dayanarak iki yaklaşım önermiştir. Orta yükseklikteki çelik bina modelleri üzerinde bu yaklaşımları esas alan sayısal incelemeler yapmıştır.

Durmuş (2008)' de üç boyutlu, iki katlı ve tek açıklıklı çelik çerçeve üzerinde iki katlı tek açıklıklı dışmerkez V ve Ters V çaprazlı çerçeveler üzerinde deneysel ve sayısal olarak incelemeler yapmıştır. Çalışmaya esas modellerin doğrusal olmayan statik analizleri SAP2000 analiz programı ile yapılmış, deplasmanlar ve iç kuvvetler elde edilmiştir. Çalışmanın deneysel kısmında ise, çelik çerçeveler üst kat hizasından eksantrik olarak yatay yük etkilmiştir. Çerçeve numuneler belli bir deplasmana kadar veya göçme mekanizmasına ulaşmasına kadar artımsal olarak itilmiş, deplasman ve gerinimler elde edilmiştir.

Azad ve Topkaya (2017) tarafından yapılan çalışmada çaprazlı çelik çerçevelerdeki enerji dağılımının birincil kaynaklarından olan bağlantılar üzerindeki araştırmaların kapsamlı bir şekilde gözden geçirilerek deneysel ve sayısal çalışmaların mukavemet, rotasyon kapasitesi ve bağlantıların aşırı güçlü olduğu tartışılmıştır. Ayrıca eksenel kuvvet etkileri, beton varlığı, döşeme, yükleme geçmişi, sıkıştırma, bağlantı detaylandırma ve bağlantı davranışı üzerindeki yanal tutma özetlenmiştir. Çaprazlı çelik çerçevelerin sismik performansı ile ilgili sayısal çalışmaların bulguları, bu sistemlerin tasarımında kullanılan uygun tepki faktörleri hakkında fikir verilmiştir.

Jouybari ve ark. (2012)' e göre, dışmerkez çaprazlı çerçevelerde dikey bağlantı kullanımının önlemesi rotasyon ortalama ışıını ve ana yapıdaki hasarın azalmasına neden olur. Çalışmada, 3 Boyutlu 4,8 ve 12 katlı çelik bina kısa kirişleri ile modellendi. Makalede doğrusal olmayan statik analizler ve doğrusal olmayan dinamik analizler gerçekleştirildi. Dışmerkez çaprazlı çerçevelerde dikey bağlantı kullanılmasının önlendiği görülmüştür.

Kalkan (2014)' e göre, sismik olarak yetersiz betonarme binanın sismik olarak güçlendirilmesi için farklı bağlantı uzunluklarına sahip ters Y-şekilli eksantrik çelik dayanım sistemlerinin etkin olduğu bir bina seçilmiştir. Bir yenileme düzeni olarak, tersine çevrilmiş Y biçimli çapraz sistemi mevcut binanın dış koollarına yerleştirilmiştir. Orijinal binanın sismik güçlendirilmesinde, ters Y çaprazlı çerçeve üç farklı çelik bağ kirişi uzunluğu dikkate alınarak tasarlanmıştır. Mevcut ve yenilenmiş binaların yapısal elemanlarının doğrusal olmayan özelliklere sahip analitik çerçeve modeli gerçekleştirilmiştir. Deprem yükü altındaki mevcut ve yenilenmiş yapıların performansı, doğrusal olmayan statik ve doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri ile karşılaştırmalı olarak incelenerek analiz sonuçlarına göre, detaylandırılmış yetersiz mevcut betonarme binanın sismik performansının, eksantrik çaprazlarla güçlendirme yapıldıktan sonra belirgin bir iyileşme gösterdiği bulunmuştur. Sonuçlar aynı zamanda, sismik yenileme için ters Y-şekilli eksantrik çelik çapraz dizaynında bağ kirişi uzunluğunun seçilmesinin önemini belirtmiştir.

Mahari ve ark. (2003)' e göre, sünek betonarme çerçevelerinin ölçeklendirilmiş modelleri üzerinde yapılan itme deneylerinin sonuçları, doğrudan çelik X ve dirsek parantezleri ile desteklenmiştir. Test sonuçları, sünek bir betonarme çerçevenin verim kapasitesinin ve mukavemet kapasitesinin arttırılabileceğini ve küresel yerinden çıkmalar, çerçeveye bir X veya diz destek sistemi ekleyerek istenen seviyelere indirilebilir.

Maniyar and Poul (2012)' e göre, düşey yükleri için sadece yanal sismik yükün etkisi söz konusudur. Böyle bir bina genellikle yanal kuvvetlere karşı yetersizdir ve yenilenmesi gerekmektedir. Geçmiş depremler eksik betonarme çerçeveye büyük zarar verdiklerini çerçeve binaları tasarlamaksızın tasarlanmıştır.

Özkan (2013)' e göre, başlık alanının akma alanından çok fazla olması yanal ötelenmeyi ciddi olarak azalttığı ve buna göre yapı sisteminin bir nebze daha rijit olduğu düşünülebilir. Çünkü, kolon, kiriş ve çapraz bağlantı detayını göz önüne alırsak çok güçlü bir çapraz bağlantısı çerçeve sisteminin davranışını değiştirebilir. Hesaplanan yapı modelinde kiriş uçları ve çapraz uçları mafsalı olarak modellenmiştir. Ama gerçekte bunlar belli bir moment aktaracak şekilde uygulanır.

Dağdeviren (2013) yaptığı çalışmada, DBYBHY 2007 kapsamında süneklik düzeyi yüksek olarak boyutlandırılmış bir çelik yapı hem FEMA 356 hem de ATC 40'a göre incelenmiştir. İncelemeler sonunda DBYBHY 07'ye göre tasarlanan binanın FEMA ve ATC yaklaşımları

uyuştuğu görülmüştür. Çalışmada güçlü kolon zayıf kiriş tasarım felsefesinin üzerinde durulmuş o şekilde tasarım yapılmıştır.

Hu, Vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada kısa bağ kirişli dışmerkez çelik çaprazlı çerçeve sistemlerde dayanım fazlalığına etki eden faktörlerin etkisi analitik ve sayısal (Sonlu Elemanlar Metodu) araştırmalar sonucunda değerlendirilmiştir.

Özel ve Güneyisi (2011) tarafından yapılan çalışmada 1975 Türk deprem yönetmeliğine göre tasarlanmış orta yükseklikte 6 katlı bir betonarme ele alınmıştır. Bina üzerinde farklı dışmerkez çapraz türleri (V,D ve K) ve dışmerkez çapraz sistemlerin farklı mekânsal düzenlemelerinin binanın deprem performansı üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, 200 adet yapay deprem ivme kayıtları kullanılmıştır. Sonuç olarak, değişik tip ve dağılımlardaki çelik çapraz sistemlerin, benzer tipteki orta katlı betonarme yapıların deprem performansları üzerinde sağladığı iyileşme hasar olasılık analizi ile formüle edilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kapsam ve Yöntem

Bu tez çalışmasında, her iki yönde dört açıklıklı 2,4, 6 ve 8 katlı çaprazsız (moment aktaran) çerçeve ve ters Y-tipi (kısa dikey bağ kirişli) dışmerkez çelik çaprazlı sistemlere sahip yapılar modellenmiştir. Her iki yönde aks açıklıkları 6 m, tüm katlarda kat yükseklikleri 3 m'dir. Çaprazsız sistemde her iki doğrultudaki süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşmaktadır. Y –tipi dışmerkez çaprazlı sistem ise çaprazsız sistem üzerine her iki yönde ters Y –tipi çaprazların eklenmesi ile oluşturulmuştur. Ters Y –tipi çapraz sistemler bina modellerinin ilkinde çerçevelerin orta açıklıklarına, ikincisinde kenar açıklıklarına ve üçüncüsünde ise bir katta kenar bir katta orta açıklıklarına eklenerek üzere üç farklı çapraz yerleşim düzenlemesi yapılmıştır (Şekil 3.1). Kat sayısı ve çapraz yerleşim düzenleri parametreleri dikkate alınarak 4 tanesi çaprazsız, 12 tanesi çaprazlı olmak üzere toplamda 16 adet yapı modeli tasarlanmış ve doğrusal olmayan statik analizleri yapılmıştır.

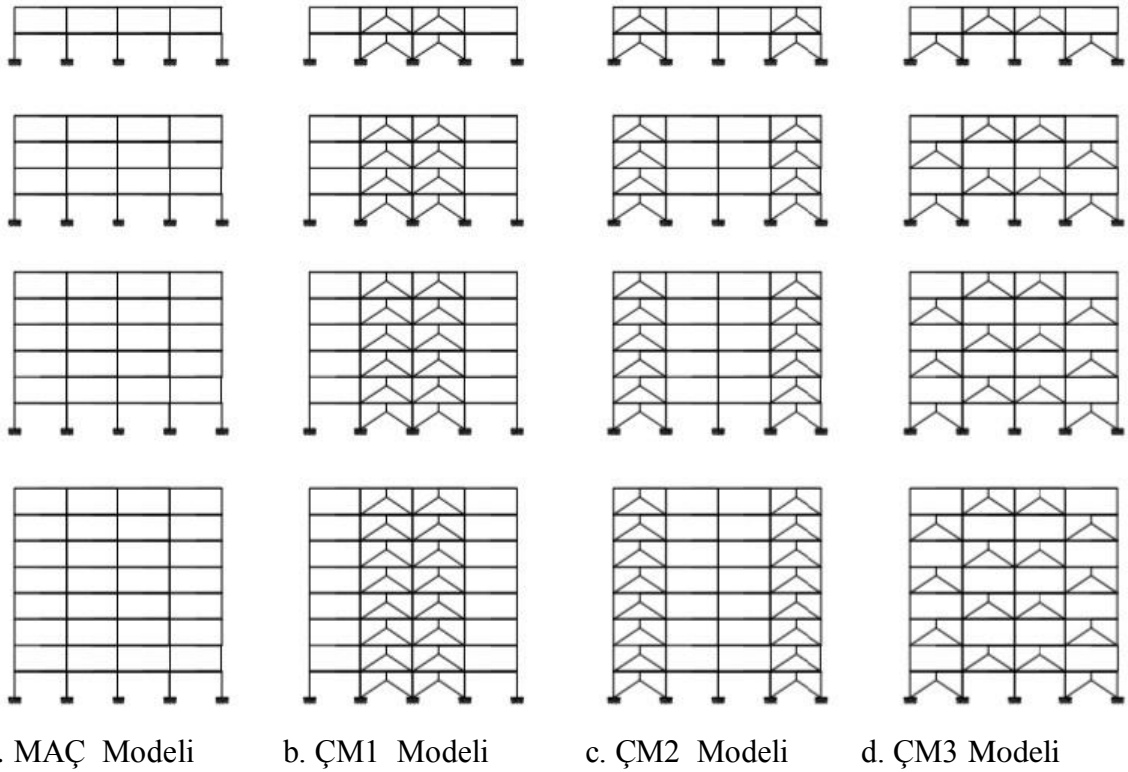
3.2. Dışmerkez Ters Y Çaprazlı Çelik Çerçeve Binaların Tanıtılması

Çalışmaya esas alınan çaprazlı ve çaprazsız çerçeve sistemlerin Burdur ili, Merkez İlçesi, Askeriye Köyü 266 Ada 33 Parselinde yer aldığı varsayılmıştır. EK-1' de sunulmuş olan

zemin etüt raporunda yer alan veriler kullanılarak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018' e göre zemin sınıfı ve spektral ivme katsayılarını hesaplanmıştır.

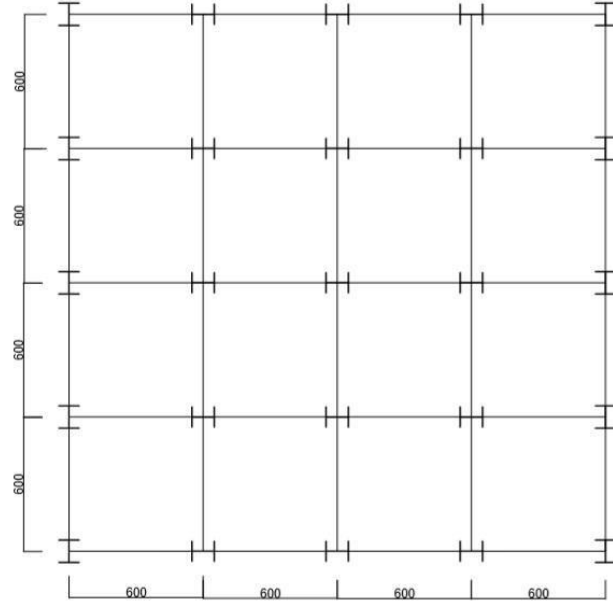
Çaprazsız ve çaprazlı çerçeve sistemlerde tüm yapı elemanlarının tasarımı AISC 360-16 standartına göre yapılmıştır. Kolon elamanlar için S355 sınıfı çelik malzeme, kiriş, çapraz ve bağ kirişi elamanlarında sınıfı S 235 çelik malzeme kullanılmıştır. Kolon ve bağ kirişi elamanlarının kesitlerinde HEB profilleri, kiriş ve çapraz eleman kesitlerinde ise IPE profilleri kullanılmıştır. Tüm yapılarda bağ kirişi boyu 0,5 m olarak alınmıştır.

Çalışmada kullanılan çaprazsız ve çaprazlı sistemler Şekil 3.1' de verilmiştir. Çalışma kapsamında çaprazsız olarak tasarlanan moment aktaran çerçeve MAÇ, çapraz sistemi orta açıklığa yerleştirilen dışmerkez çaprazlı sistem ÇM1, çapraz sistemi kenar açıklığa yerleştirilen dışmerkez çaprazlı sistem ÇM2 ve bir katta kenar bir katta orta açıklıklarına yerleştirilen dışmerkez çaprazlı sistem ÇM3 olarak adlandırılmıştır.



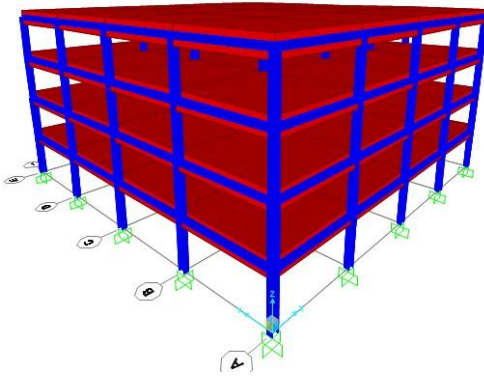
Şekil 3. 1. Katlara göre çapraz yerleşimleri

Dörde dört açıklıklı simetrik olarak tasarlanan normal kat sistem planı Şekil 3.2' de verildiği gibidir.

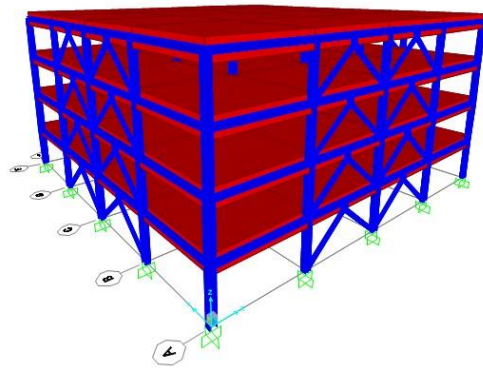


Şekil 3. 2. Normal kat sistem planı

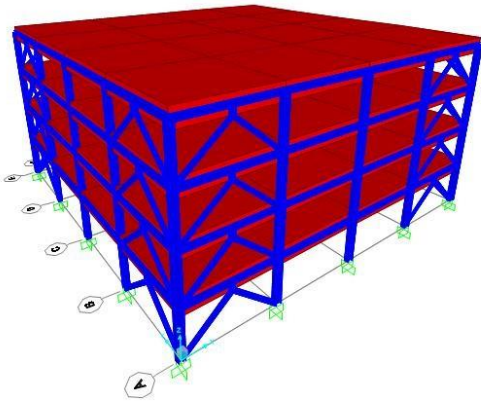
Üç boyutlu genel sistem görünüşü ve bilgisayar hesap modellerinden örnek olarak herbir çapraz düzenlemesi için 4 katlı yapıya ait bilgisayar modelleri şekil 3.3’de verilmiştir.



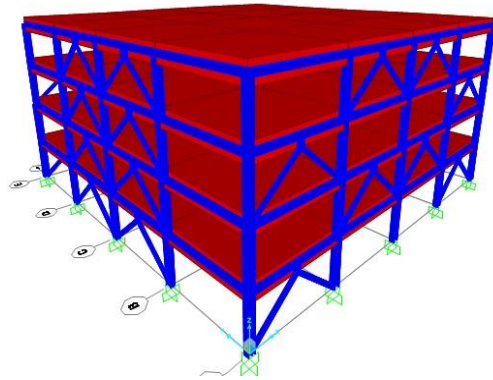
a) Çaprazsız sistem (MAÇ)



b) Orta açıklıkta çapraz yerleşimi (ÇM1)



c) Kenar açıklıkta çapraz yerleşimi (ÇM2)



d) Bir kenar bir orta açıklıkta çapraz yerleşimi (ÇM3)

Şekil 3. 3. 4 katlı modeller için genel sistem görünüşü ve bilgisayar hesap modelleri

Taşıyıcı sistem kiriş, kolon bağ kirişi ve çapraz elamanları Avrupa norm profilleri. Modeller için kullanılan profiller Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3. 1. Modellerin katlara göre eleman kesitleri

ELEMANLAR	2 KAT	4 KAT	6 KAT	8 KAT
1. – 2. Kat Kolon Kesiti	HEB 360	HEB 400	HEB 450	HEB 500
3 - 4 Kat Kolon Kesiti		HEB 360	HEB 400	HEB 450
5 - 6 Kat Kolon Kesiti			HEB 360	HEB 400
7 - 8 Kat Kolon Kesiti				HEB 360
Kiriş Kesiti	IPE 300	IPE 300	IPE 330	IPE 360
1-2 Kat Bağ Kirişi Kesiti	HEB220	HEB240	HEB260	HEB260
3-4 Kat Bağ Kirişi Kesiti		HEB220	HEB240	HEB220
5-6 Kat Bağ Kirişi Kesiti			HEB200	HEB200
7-8 Kat Bağ Kirişi Kesiti				HEB200
1-2 Kat Çapraz Kesiti	IPE220	IPE240	IPE270	IPE270
3-4 Kat Çapraz Kesiti		IPE220	IPE240	IPE270
5-6 Kat Çapraz Kesiti			IPE220	IPE240
7-8 Kat Çapraz Kesiti				IPE220

3.3. Yapılara Etkiyen Yükler

3.3.1. Düşey Yükler

Yapıya etkiyecek düşey yükler TS-498 standartına göre hesaplanmıştır. Hesaba katılan yükler aşağıda verilmiştir.

a) Çatı döşemesi :	çatı kaplaması	1.0 kN/m ²
	izolasyon	0.2 kN/m ²
	trapez sac + betonarme döşeme	2.1 kN/m ²

asma tavan + tesisat	0.5 kN/m ²	
çelik konstrüksiyon	0.5 kN/m ²	
_____	g = 4.3 kN/m ²	hareketli
yük	q = 1.0 kN/m ²	b) Normal kat döşemesi: kaplama
0.5 kN/m ²		trapez sac + betonarme döşeme
2.1 kN/m ²		asma tavan + tesisat
0.5 kN/m ²		bölme duvarları
1.0 kN/m ²		çelik konstrüksiyon (<u>kolonlar dahil</u>)
<u>0.8</u> kN/m ²		g
= 4.9 kN/m ²		hareketli yük
q = 2.0 kN/m ²		
c) Dış duvar yükü (normal katlarda):		gd = 3.0 kN/m

3.2.2. Yatay Yükler

Tasarımı yapılan modeller için yapıya etkiyen yatay deprem yükü eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplanmıştır. Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2018'e göre zemin sınıfı ve eşdeğer deprem yüklerinin hesabında kullanılacak spektral ivme katsayılarını tespit etmek için zemin etüt raporu eklerde verilen birinci derece deprem bölgesindeki Burdur ili, Merkez ilçesi, Askeriye Köyü 266 Ada 33 Parsel verileri kullanılarak aşağıdaki veriler elde edilmiştir;

• Yerel zemin sınıfı	ZD
(orta sıkı-sıkı kum, çakıl veya çok katlı kil tabakası)	
• Deprem yer hareket düzeyi	DD-2 (konutlar)
• Enlem	37,7762 °
• Boylam	30,3442 °
• Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı	S _s = 0,936
• 1.0 Saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı	S ₁ = 0,216

Yerel zemin sınıflarına bağı olarak yerel zemin etki katsayıları F_S ve F_1 , sırası ile, TBDY Tablo 2.1 ve Tablo 2.2’de verildiği şekilde tespit edilmiştir.. Tablolarda harita spektral ivme katsayılarının ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılarak aşağıdaki değerler elde edilmiştir;

- Kısa periyot bölgesi için yerel zemin etki katsayısı $F_S = 1,1256$
- 1.0 Saniye periyot için yerel zemin etki katsayısı $F_1 = 2,168$

Harita spektral ivme katsayıları ve yerel zemin etki katsayıları kullanılarak TBDY 2018 Denk. (2.1)’ den tasarım spektral ivme katsayıları;

$$S_{DS} = S_S \cdot F_S = 1,054$$

$$S_{D1} = S_1 \cdot F_1 = 0,468$$

Olarak bulunmuştur. Yatay elastik tasarım spektrumunu saptamak için gerekli olan yatay tasarım spektrumu köşe periyotları T_A ve T_B TBDY Denk.(2.3) ile S_{DS} ve S_{D1} ’e bağı olarak ve sabit yerdeğiştirme bölgesine geçiş periyodu T_L şu şekilde tanımlanır:

$$T_A = 0.088 \text{ s}$$

$$T_B = 0.444 \text{ s}$$

$$T_L = 6 \text{ s}$$

TBDY 3.1’ de de belirtildiği üzere binanın kullanım amacına göre bina kullanım sınıfı BKS ve bina önem katsayısı I Tablo 3.1’ den kullanım amacı konutlar için;

- Bina önem katsayısı $I = 1.00$
- Bina kullanım sınıfı $BKS = 3$

olarak belirlenmiştir. Bina kullanım sınıfları BKS değeri ve DD-2 deprem yer hareketi düzeyi için kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısına bağı olarak, TBDY 2018 ‘de deprem etkisi altında tasarımda esas alınacak Deprem Tasarım Sınıfları (DTS), Tablo 3.2’ye göre $DTS = 1$ olarak belirlenmiştir.

TBDY Tablo 3.3’ e göre katlara göre deprem hesabı bakımından bina yüksekliği H_N ve bina yükseklik sınıfı BYS sırasıyla;

2 Katlı Modeller için: $H_N = 6$

BYS= 8

4 Katlı Modeller için: $H_N = 12$

BYS= 6

6 Katlı Modeller için: $H_N = 18$

BYS= 5

8 Katlı Modeller için: $H_N = 24$

BYS= 5 olarak belirlenmiştir.

TBDY 2018' e göre bina performans hedefleri;

- Normal performans hedefi KH
- Değerlendirme / Tasarım yaklaşımı DGT

Çaprazsız sistemde her iki doğrultudaki süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluştuğu için TBDY Tablo 4.1' e göre deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevelerle karşılandığı binalar için;

- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı $R = 8$
- Dayanım fazlalığı katsayısı $D = 3$ olarak belirlenmiştir.

TBDY Denklem (3.2)' de m_i toplam kat kütlelerini göstermektedir ve w_i , g_i , q_i sırasıyla toplam kat ağırlıkları ile katların toplam sabit ve hareketli yükleri olmak üzere aşağıdaki bağlantı ile hesaplanmıştır.

$$\frac{w_i}{g} = \frac{1}{g} [g_i + n_{qi}]_{(n=3)} \quad (3.1)$$

Oluşturulan modeller için kat ağırlıkları ve kat kütleleri Tablo 3.2' de verilmiştir.

Tablo 3. 2. Kat ağırlıkları ve kütleleri

KAT	w_i	m_i
Çatı	2649,6	270,0917
7	3456	352,2936
6	3456	352,2936

5	3456	352,2936
4	3456	352,2936
3	3456	352,2936
2	3456	352,2936
1	3456	352,2936
Toplam	26841,6	2736,147

Deprem etkileri altında uygulanacak hesap yönteminin seçimine ilişkin olarak, TBDY 2018 Tablo 4.4' de tanımlanan koşullar sağlandığından, eş değer deprem yükü yöntemi kullanılmıştır. Yönetmelik 4.7.1' e göre, göz önüne alınan deprem doğrultusunda binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti), V_{tE} , yönetmelik denklem (3.2) ile belirlenir.

$$V_{tE}^{(x)} = m_t S_{aR} \left(T_p^{(x)} \right) \geq 0,04 m_t I S_{DSG} \quad (3.2)$$

TBDY 2018' de verilen Denklem (2.2), Denklem (4.8), Denklem (4.1), Denklem (4.19), Denklem (4.22) kullanılarak 2, 4, 6 ve 8 kat için $S_{ae}(T)$, $S_{aR}(T)$, $R_a(T)$, V_t değerleri Tablo 3.3' de verilmiştir.

Tablo 3. 3. Eşdeğer deprem yükü verileri

Veriler	2 KAT	4 KAT	6 KAT	8 KAT
S_{ae}(T)	1,054	0,794	0,640	0,521
S_{aR}(T)	0,155	0,099	0,080	0,065
R_a(T)	6,806	8	8	8
V_t	945,601	1292,788	1595,080	1748,921

Yönetmelik 4.7.2'e göre toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak ifade edilir. Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N denklem (3.3)' e göre hesaplanır.

$$\Delta F_N = 0,005 N V_t \quad (3.3)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün ΔF_N tepe kuvveti dışında geri kalan kısmı, N'inci kat dahil olmak üzere, binanın katlarına Denk.(3.4) ile dağıtılacaktır.

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (3.4)$$

2 , 4 , 6 ve 8 kat için V_t , ΔF_N ve $(V_t - \Delta F_N)$ fark değerleri sırası ile Tablo 3.4' de verilmiştir.

Tablo 3. 4. Eşdeğer deprem yükü hesabı için değerler

KAT	V_t	ΔF_N	FARK
2	945,60	14,18	931,42
4	1292,79	38,78	1254,01
6	1595,09	71,78	1523,31
8	1748,92	104,94	1643,98

F_{ix} ve F_{iy} eşdeğer deprem yükleri, 2 kat için Tablo 3.13' de, 4 kat için Tablo 3.14' de , 6 kat için Tablo 3.15' de , 8 kat için Tablo 3.16' de verilmiştir. Yapı simetrik olduğu için F_{ix} ve F_{iy} değerleri aynıdır. En üst kat döşemesine etkileyen eşdeğer deprem yükleri, ΔF_N tepe kuvvetlerini de içermektedir.

Tablo 3. 5. 2 katlı modeller için katlara etkileyen eşdeğer deprem yükleri

KAT	$m_i H_i / \text{Top}$	F_i
Çatı	0,605263	577,9
1	0,394737	367,7

Tablo 3. 6. 4 katlı modeller için katlara etkileyen eşdeğer deprem yükleri

KAT	$m_i H_i / \text{Top}$	F_i
Çatı	0,33823529	462,9
3	0,33823529	424,1
2	0,22058824	276,6
1	0,11029412	138,3

Tablo 3. 7. 6 katlı modeller için katlara etkileyen eşdeğer deprem yükleri

KAT	$m_i H_i / \text{Top}$	F_i
Çatı	0,234694	429,3
5	0,255102	388,6
4	0,204082	310,9
3	0,153061	233,2
2	0,102041	155,4

1	0,05102	77,7
---	---------	------

Tablo 3. 8. 8 katlı modeller için katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

KAT	$m_i H_i / \text{Top}$	F_i
Çatı	0,179688	442,1
7	0,205078	337,1
6	0,175781	289,0
5	0,146484	240,8
4	0,117188	192,7
3	0,087891	144,5
2	0,058594	96,3
1	0,029297	48,2

3.4. Bağ Kirişi Boyunun Hesabı

Dışmerkez çaprazlı sistemler deprem etkisi altında ortaya çıkan enerjiyi sigorta elemanı olarak görev yapan bağ kirişleri yoluyla tüketirler. Dolayısıyla enerjinin hangi yolla tüketildiği bağ kirişi boyuna bağlıdır. Enerji tüketimi uzun bağ kirişlerinde enerjiyi moment yoluyla sağlarken, kısa bağ kirişlerinde kesme kuvveti yoluyla sağlanır. Orta uzunluktaki bağ kirişlerinde ise enerji tüketimi moment ve kesme kuvveti yoluyla sağlanmaktadır. Bu çalışmada bağ kirişi kesme elemanı olarak tasarlanmıştır.

Bağ kirişi kritik boyunun hesaplanmasında denklem (3.5) kullanılır (Ghobrah ve Abou-Elfath, 2001). Bu denklemde M_u nihai momenti ve V_u nihai kesme kuvvetini göstermektedir. Kasai ve Popov (1986) tarafından yapılan deneysel çalışma $M_u=1.2 M_p$ ve $V_u=1.5V_p$ olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla denklem (3.5)'den denklem (3.6) elde edilir. Ayrıca Popov ve Malley (1983) bağ kirişi elemanın kritik boyunu hesaplamak için denklem (3.7) önermiştir.

Bu çalışmada bağ kirişi boyunun hesabı için denklem (3.6) kullanılmıştır. Ayrıca denklem (3.7) ile de kontrol edilmiştir.

$$e \leq \frac{M_u}{V_u} \quad (3.5)$$

$$e \leq 0,8 \frac{M_p}{V_p} \quad (3.6)$$

$$e_{crit} = \frac{2b_f t_f}{t_w} \quad (3.7)$$

Bağ kirişi eleman kesitlerinde tüm modellerde geniş başlıklı HEB kesitli Avrupa Norm profilleri kullanılmıştır. Malzeme S235 olarak çelik sınıfı kullanılmıştır. Dışmerkez çaprazlı modellerde kullanılan kesitler HEB220, HEB240 ve HEB270 olarak belirlenmiştir. Bağ kirişi boyu hesabı HEB 220 kesitli profil için verilmiştir.

$$V_p = 0,6 F_y A_k \quad (3.8)$$

$$M_p = W_p F_y \quad (3.9)$$

$$A_k = h t_w = (d - 2t) t_w \quad (3.10)$$

HEB 200 profil kesiti için bağ kirişi boyu aşağıda hesaplanmıştır.

$$V_p = 0,6 \times 235 \times (200 - 2 \times 15) \times 9 \times 10^{-3} = 215,73 \text{ kN}$$

$$M_p = 642,5 \times 235 \times 10^{-3} = 150,99 \text{ kNm}$$

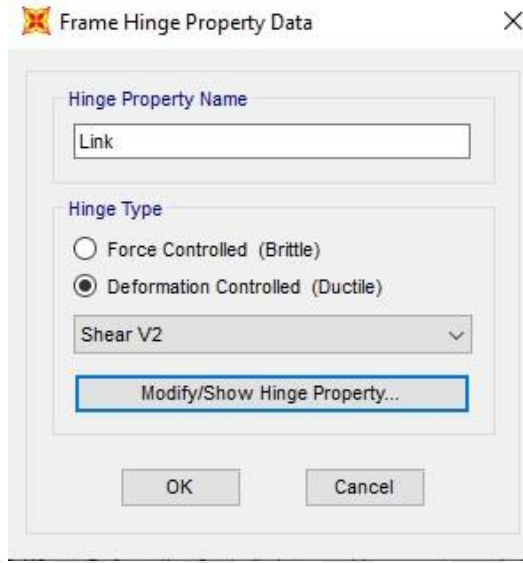
$$e \leq 0,8 \frac{M_p}{V_p} \text{ denklemi uyarınca } e \leq 0,56 \text{ m olarak belirlenmiştir.}$$

Dışmerkez Y -tipi çaprazlı çerçeve modellerinin tamamında bağ kirişi eleman boyu 50 cm olarak seçilmiştir.

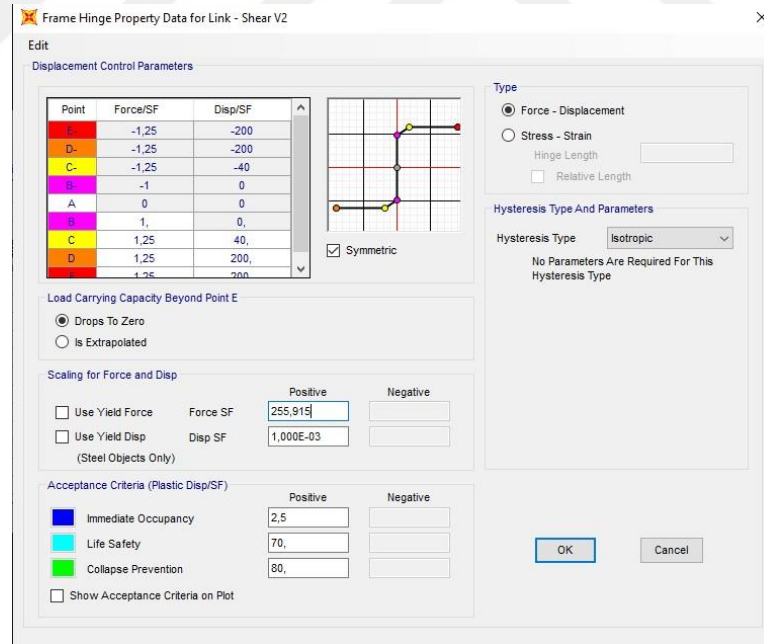
3.5. Plastik Mafsall Tanımı

Dışmerkez çaprazlı çerçevelerin karakteristik elemanı olan bağ kirişi deprem enerjisini tüketerek ilk hasar gören elemandır. Bu çalışmada kısa bağ kirişi olarak tasarlanmıştır. Bu nedenle bağ kirişi elemanları için kesme etkisi altında mafsallaşacak şekilde kesme mafsalları tanımlanmıştır (Şekil 3.4). Plastik mafsallar tanımlanırken ASCE 41-13 yönetmeliğinde verilen performans düzeylerine göre hasar sınırları dikkate alınmıştır. SAP 2000 analiz programında plastik kesme mafsallarının hasar sınırları, yönetmelikte verilen bağ kirişi dönme açıları, bağ kirişi boyu ile çarpılarak yer değiştirme olarak tanımlanmıştır (Şekil 3.5). ASCE 41-13 yönetmeliğinde performans düzeyleri “Hemen Kullanım Performans Düzeyi (HK)”, “Can Güvenliği Performans Düzeyi (CG)” ve “Göçme Öncesi Performans Düzeyi

(GÖ)” olarak tanımlanmıştır. Sınır değerler ise HK performans düzeyi için 0.005 rad, CG performans düzeyi için 0,14 rad ve GÖ performans düzeyi için 0,16 rad olarak verilmiştir.



Şekil 3. 4. Plastik kesme kuvveti mafsalı



Şekil 3. 5. HE200B kesitine ait plastik kesme kuvveti mafsalı tanımı

3.6. Doğrusal Olmayan Statik İtme Analizi

Çalışmaya esas alınan yapı modelleri SAP2000 programında modellenmiştir. Doğrusal olmayan statik itme analizi için eleman plastik mafsalların tanımlanmasından sonra başlangıç düşey yükleri tanımlanmıştır (Şekil 3.6). Deplasman kontrollü itme analizi gerçekleştirilmesi amacıyla şekil 3.7’de verildiği gibi tanımlama yapılmıştır. Yapı tam simetrik bir geometriye sahip olduğu için sadece X doğrultusunda statik itme analizi yapılmıştır.

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern G	G	1
Load Pattern Q	Q	0,3

Şekil 3. 6. Başlangıç düşey yüklemesi

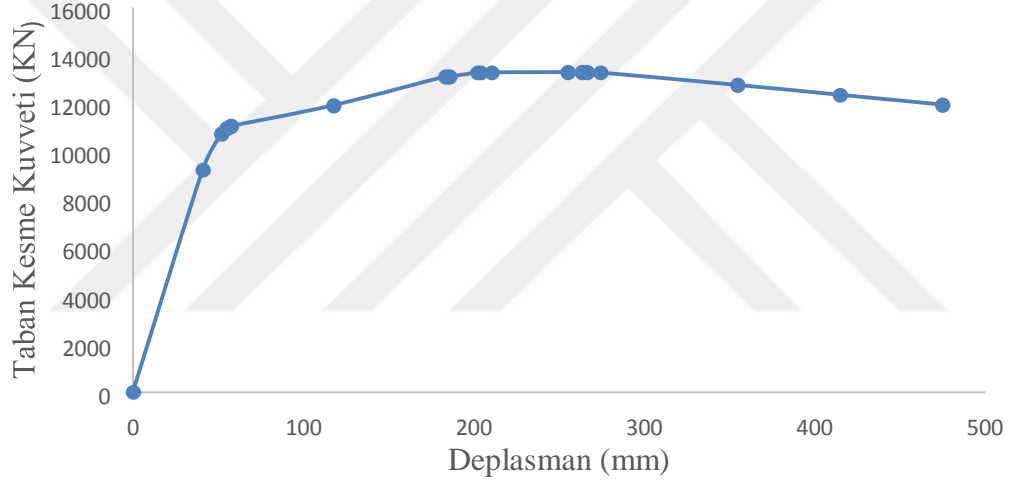
Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern Ex	Ex	1

Şekil 3. 7. Deplasman kontrollü doğrusal olmayan statik itme analizi

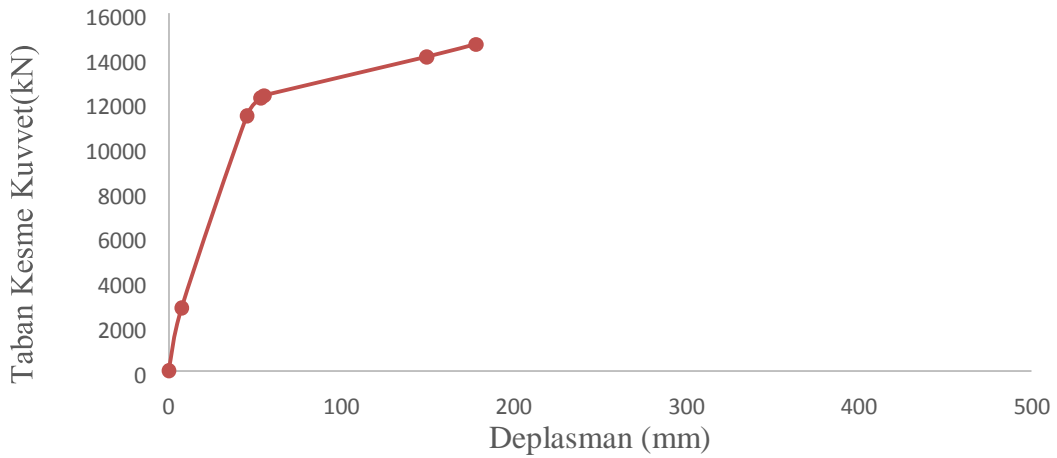
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Analizi Yapılan Yapı Sistemlerinin Kapasite Eğrileri

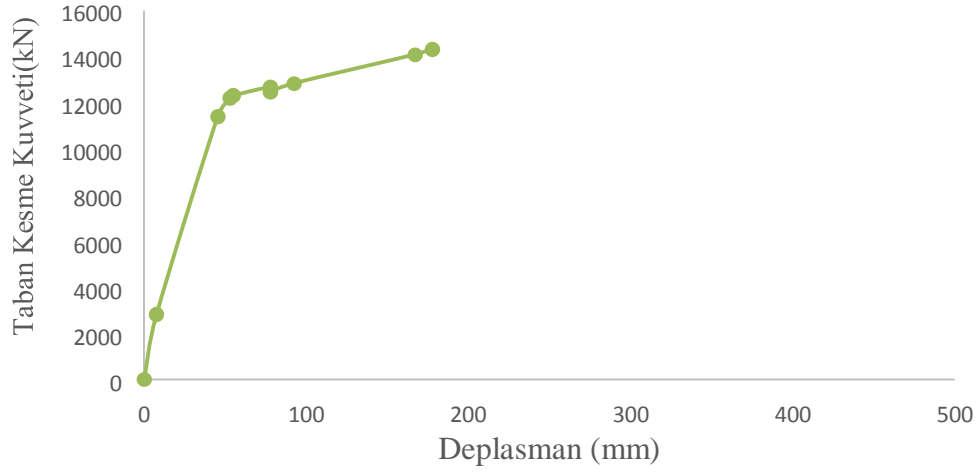
İki katlı, moment aktaran çerçeve sistemin itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti-deplasman grafiği Şekil 4.1 de, çapraz sistemi yerleşimi orta açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.2’ de, çapraz sistemi yerleşimi kenar açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.3’ de, çapraz sistemi yerleşimi bir katta kenar bir katta orta açıklıklarında olan dışmerkez çaprazlı sistemin Şekil 4.4’ de verilmiştir. İki katlı tüm modeller için itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti-deplasman grafiği Şekil 4.5’ de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



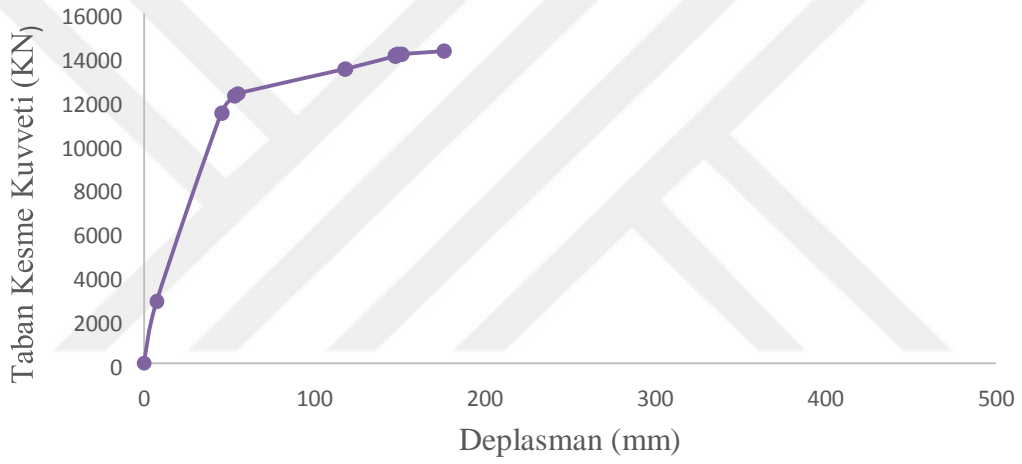
Şekil 4. 1. 2 katlı MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



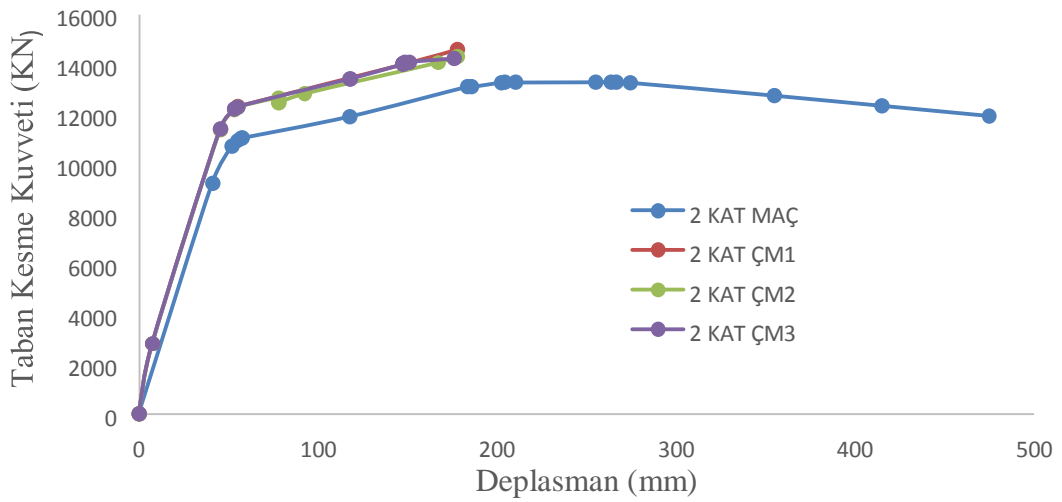
Şekil 4. 2. 2 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



Şekil 4. 3. 2 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği

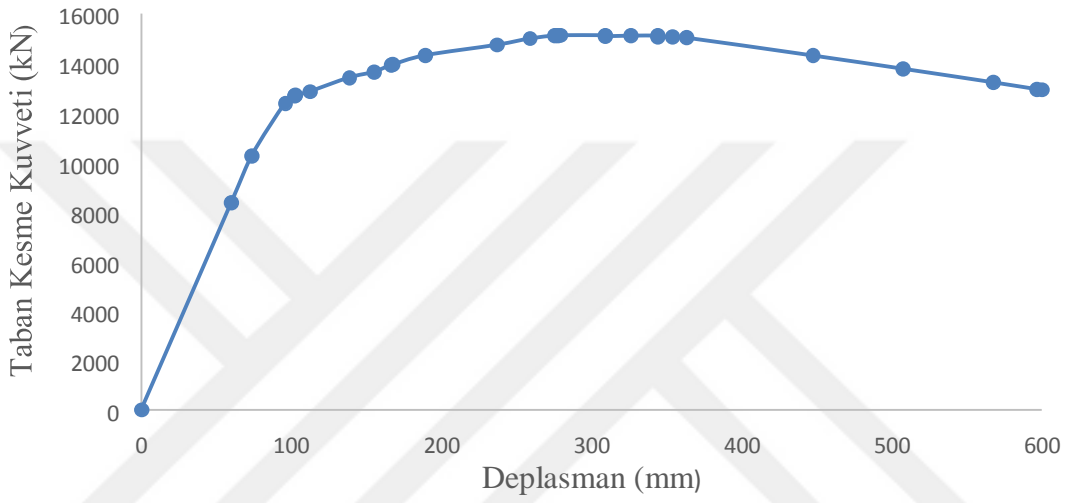


Şekil 4. 4. 2 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği

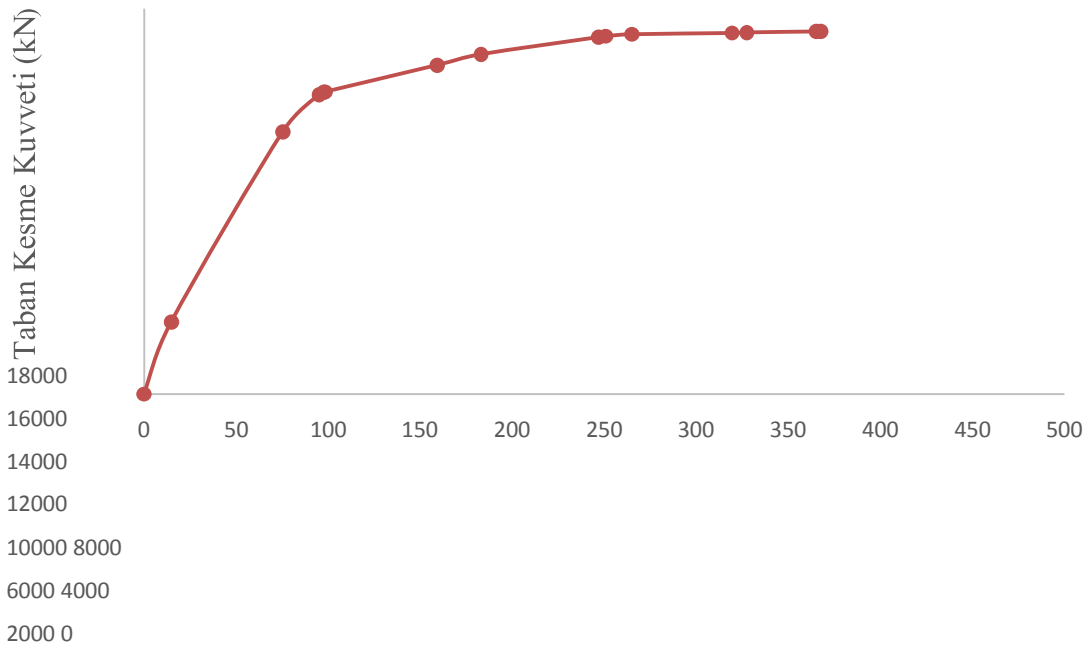


Şekil 4. 5. 2 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği

Dört katlı, moment aktaran çerçevesel sistemin itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti - deplasman grafiği Şekil 4.6 de, çapraz sistemi yerleşimi orta açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.7’ de, çapraz sistemi yerleşimi kenar açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.8’ de, çapraz sistemi yerleşimi bir katta kenar bir katta orta açıklıklarında olan dışmerkez çaprazlı sistemin Şekil 4.9’ de verilmiştir. İki katlı tüm modeller için itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti - deplasman grafiği Şekil 4.10’ de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

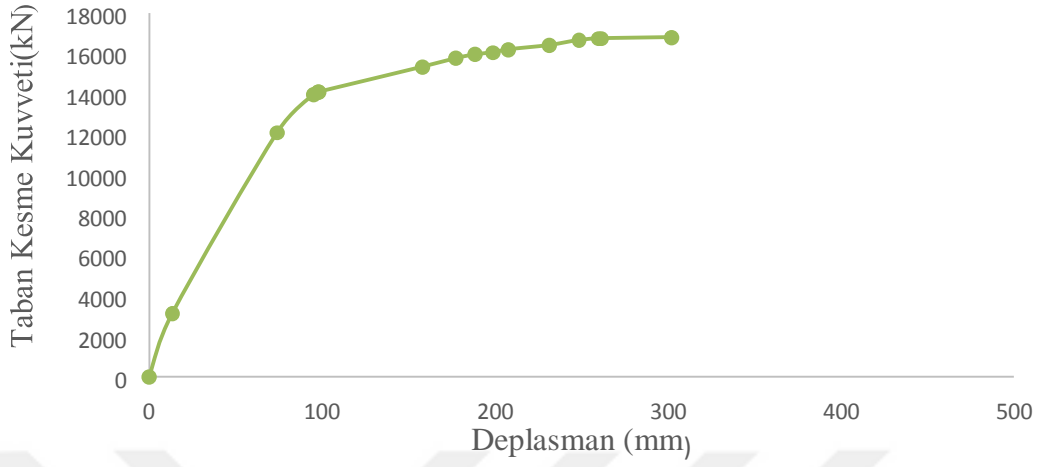


Şekil 4. 6. 4 katlı MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği

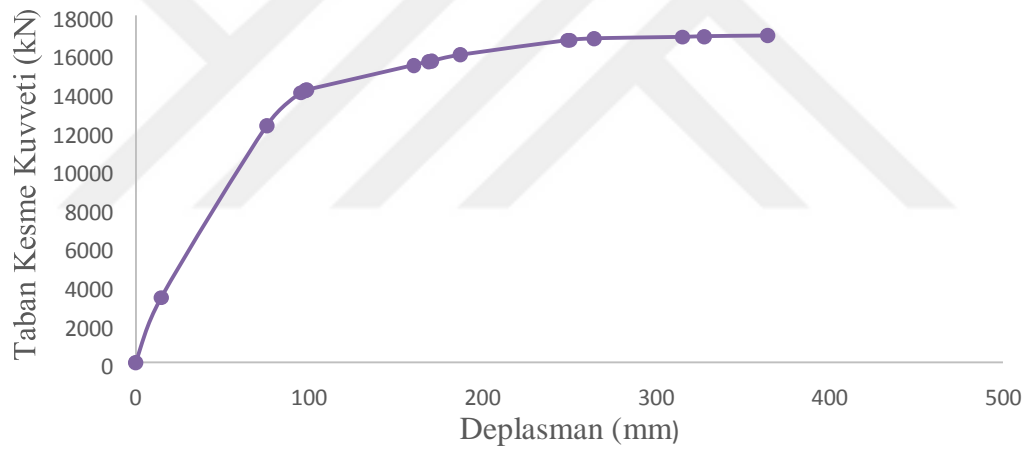


Deplasman (mm)

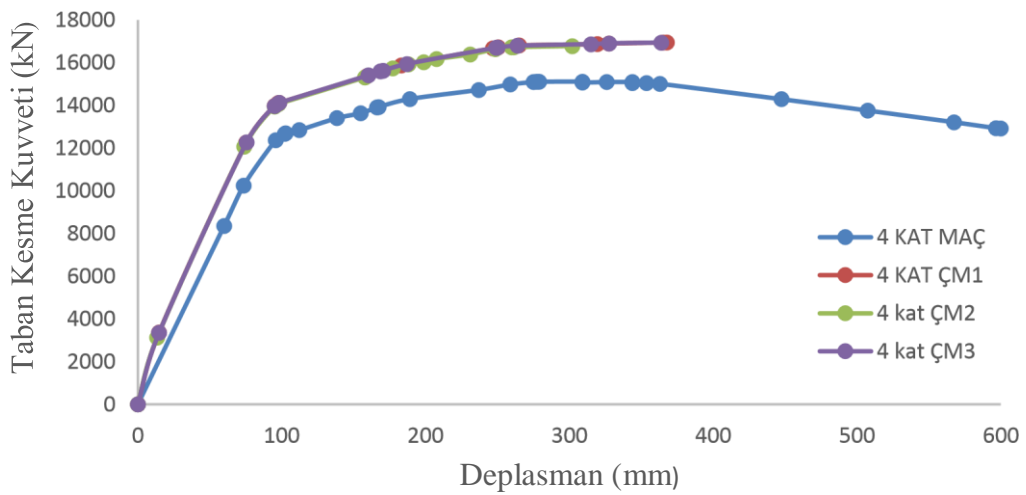
Şekil 4. 7. 4 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



Şekil 4. 8. 4 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



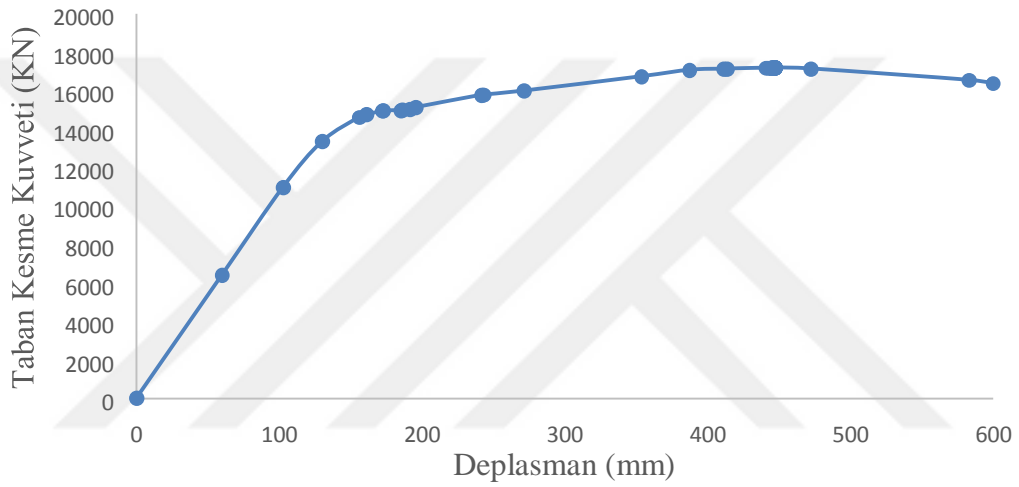
Şekil 4. 9. 4 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



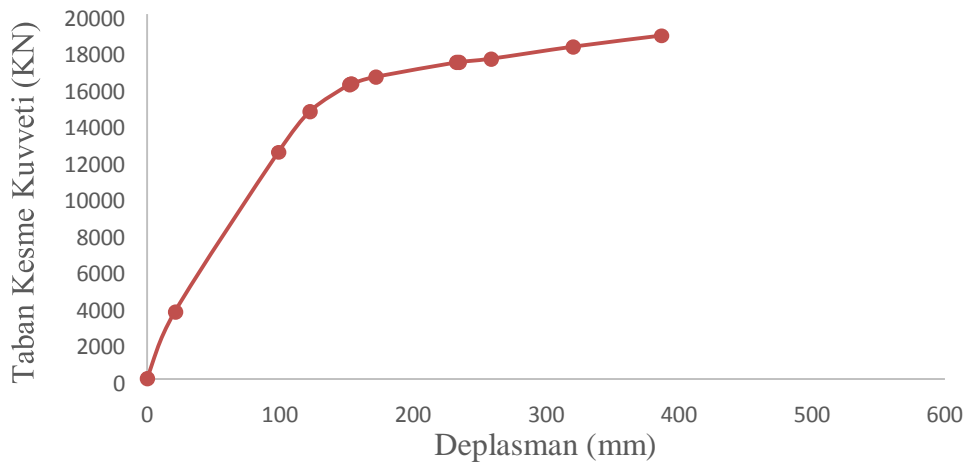
Şekil 4. 10. 4 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği

Altı katlı, moment aktaran çerçevesi sistemin itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti – deplasman grafiği Şekil 4.11 de, çapraz sistemi yerleşimi orta açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.12’ de, çapraz sistemi yerleşimi kenar açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.13’ de, çapraz sistemi yerleşimi bir katta kenar bir katta orta açıklıklarında olan dışmerkez çaprazlı sistemin Şekil 4.14’ de verilmiştir. İki katlı tüm modeller için itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti - deplasman grafiği

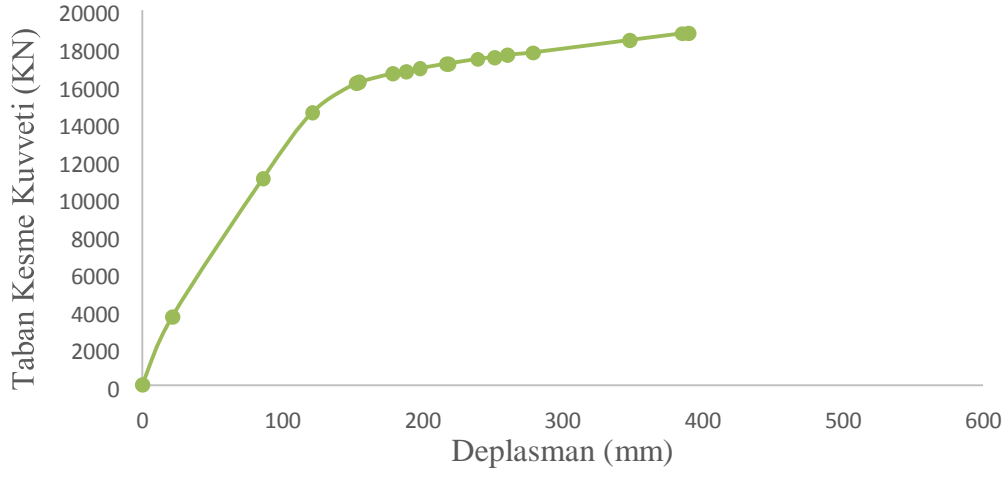
Şekil 4.15’ de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



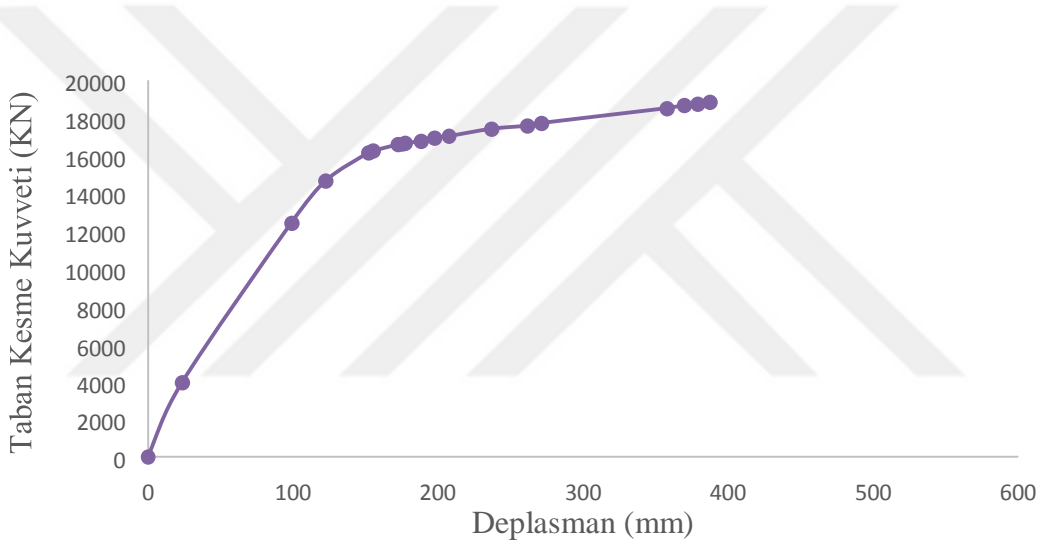
Şekil 4. 11. 6 katlı MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



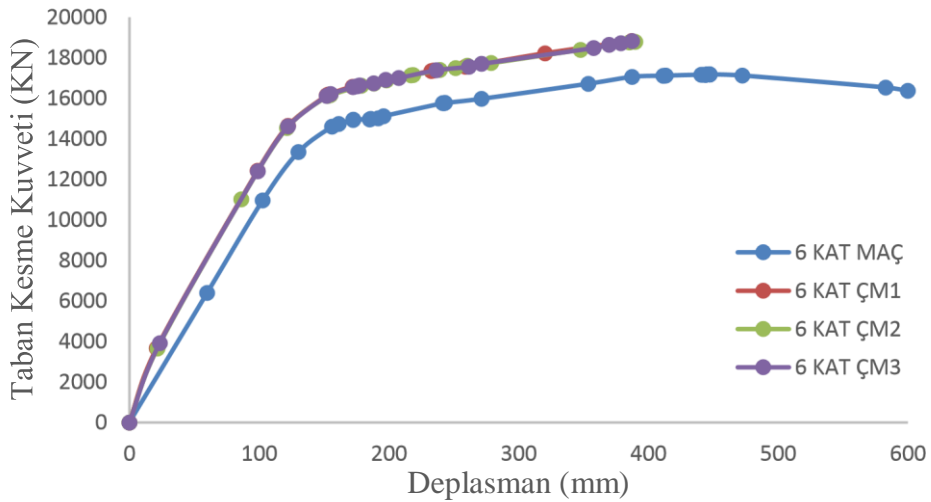
Şekil 4. 12. 6 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



Şekil 4. 13. 6 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



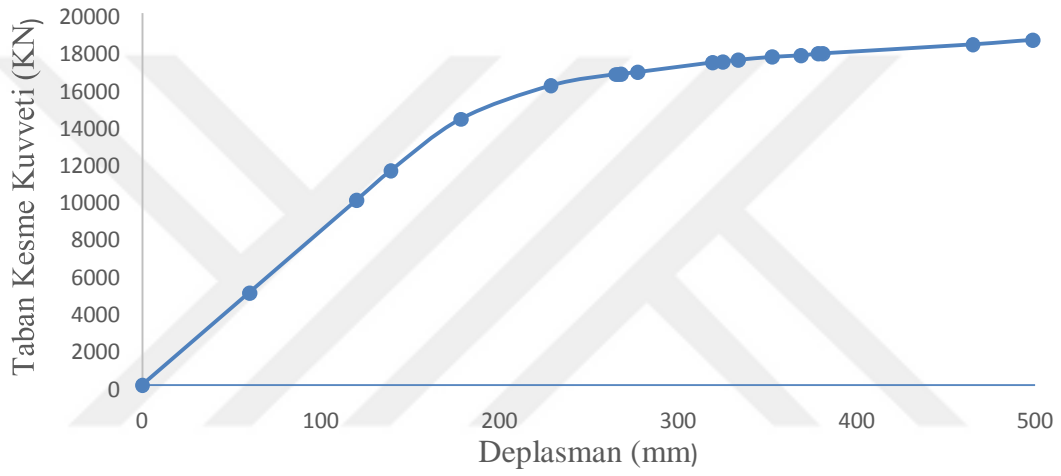
Şekil 4. 14. 6 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



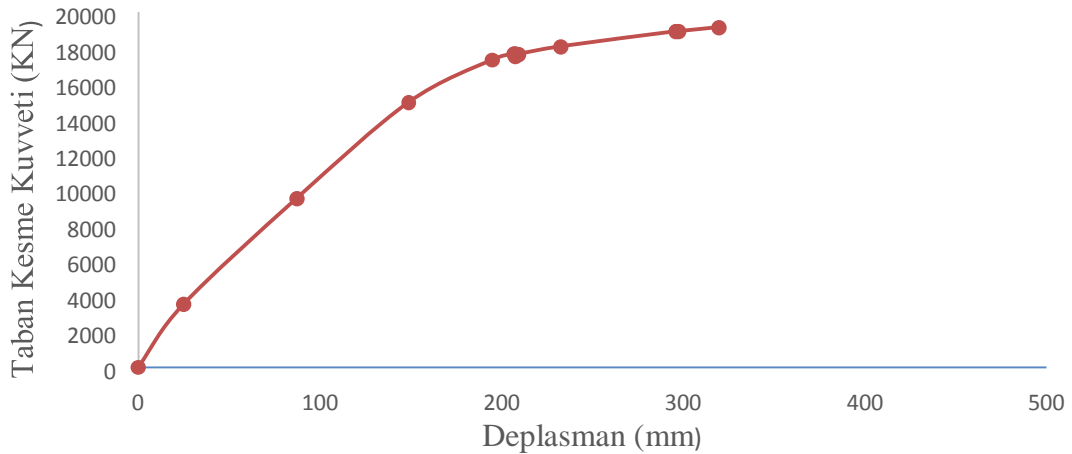
Şekil 4. 15. 6 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği

Sekiz katlı, moment aktaran çerçeve sistemine itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti - deplasman grafiği Şekil 4.16 de, çapraz sistemi yerleşimi orta açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.17’ de, çapraz sistemi yerleşimi kenar açıklıkta olan dışmerkez çaprazlı yapı sistemlerinin Şekil 4.18’ de, çapraz sistemi yerleşimi bir katta kenar bir katta orta açıklıklarında olan dışmerkez çaprazlı sistemin Şekil 4.19’ de verilmiştir. İki katlı tüm modeller için itme analizi sonucunda taban kesme kuvveti - deplasman grafiği

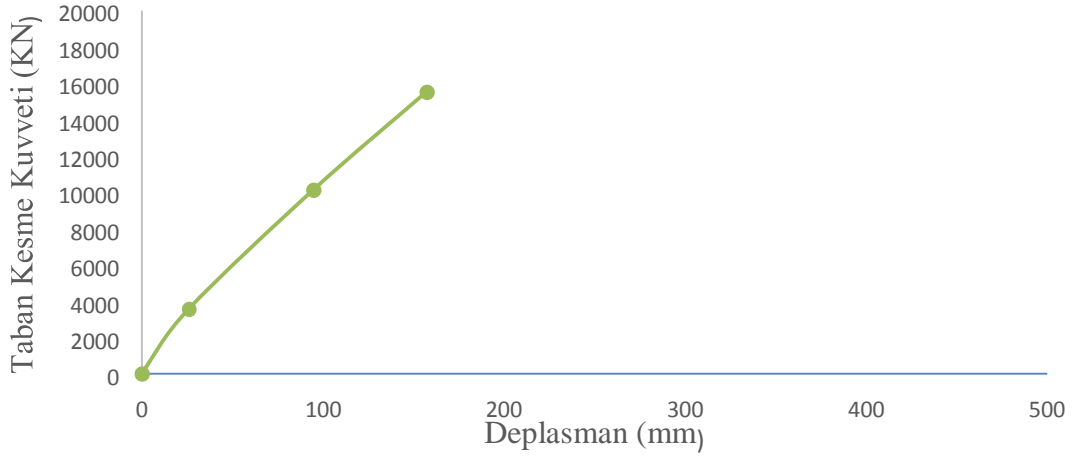
Şekil 4.20’ de karşılaştırmalı olarak verilmiştir.



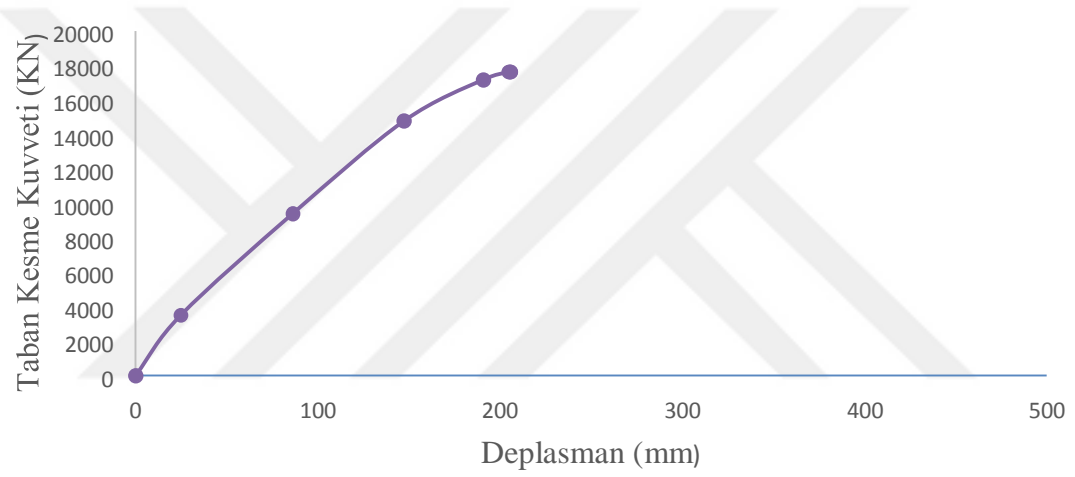
Şekil 4. 16. 8 kat MAÇ modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



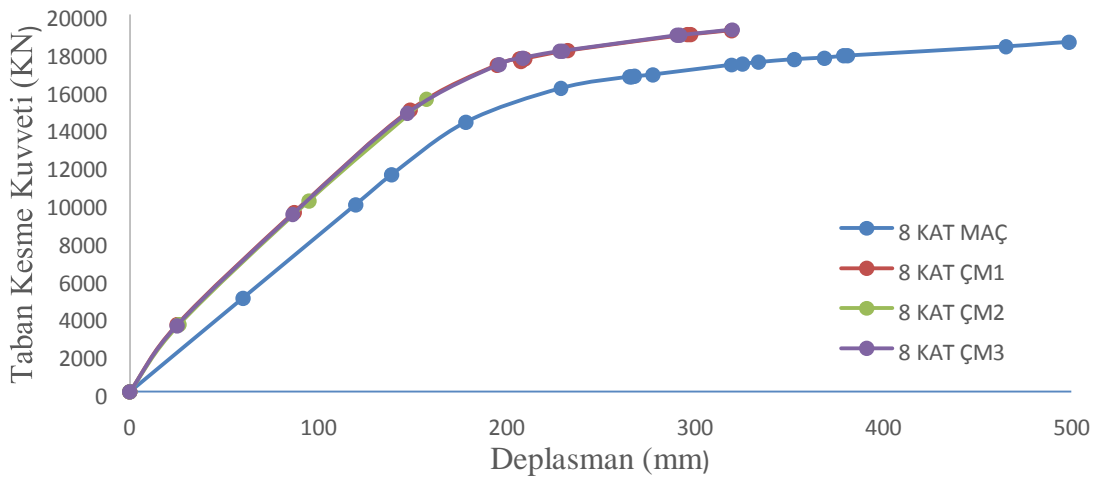
Şekil 4. 17. 8 katlı ÇM1 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



Şekil 4. 18. 8 katlı ÇM2 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



Şekil 4. 19. 8 katlı ÇM3 modelinde taban kesme kuvveti – deplasman grafiği



Şekil 4. 20. 8 katlı modellerde taban kesme kuvveti – deplasman karşılaştırma grafiği

4.2. Analizi Yapılan Yapı Modellerinin Kapasite Eğrilerinin Değerlendirilmesi

İki katlı, çaprazsız moment aktaran çerçeve modelin ve farklı çapraz yerleşimine sahip dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerin itme analizi sonucunda elde edilen kapasite eğrilerine bağlı bina başlangıç rijitlikleri, enerji tüketim kapasiteleri ve yük taşıma kapasiteleri hesaplanmıştır. Enerji tüketme kapasiteleri, herbir model için aynı deplasman seviyesinde kapasite eğrilerinin altında kalan alan hesaplanarak elde edilmiştir.

Analizi yapılan modellerin başlangıç rijitlikleri Tablo 4.1' de, enerji tüketim kapasiteleri Tablo 4.2' de, yük taşıma kapasiteleri Tablo 4.3'de karşılaştırmalı olarak verilmiş.

Tablo 4. 1. 2 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri

Model	Rijitlik (kN /mm)	Artış (%)
MAÇ	225,14	---
ÇM-1	373,95	66
ÇM-2	370,88	65
ÇM-3	373,92	66

Tablo 4. 2. 2 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri

Model	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	Artış (%)
MAÇ	1872898,77	---
ÇM-1	2045005,95	9
ÇM-2	2020357,10	8
ÇM-3	2018271,83	8

Tablo 4. 3. 2 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri

Model	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	Artış (%)
MAÇ	13299,84	---
ÇM-1	14602,95	10
ÇM-2	14444,06	9
ÇM-3	14364,48	8

İki katlı çaprazlı ve çaprazsız modeller değerlendirildiğinde, çaprazların eklendiği tüm dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerde elde edilen enerji tüketme kapasiteleri, rijitlik ve taşıma gücü yükü değerleri çaprazsız sisteme göre bir artış göstermiştir. 2 katlı çaprazlı ve çaprazsız çerçeve sistemleri karşılaştırıldığında, taşıma yükü kapasitesi MAÇ modelinde 13300 kN iken, ÇM1 modelinde 14603 kN, ÇM2 modelinde 14444kN ve ÇM3 modelinde 14364 kN olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla referans olarak alınan MAÇ modeline göre, yük taşıma kapasitesi ÇM1 modeli % 10, ÇM2 modeli % 9, ÇM3 modeli % 8 oranında artış göstermiştir. MAÇ modeline göre, bina başlangıç rijitliği ÇM1 modeli % 66, ÇM2 modeli % 65, ÇM3 modeli % 66 oranında artış göstermiştir. MAÇ modeline göre, enerji tüketim kapasiteleri ÇM1 modeli % 9, ÇM2 modeli % 8, ÇM3 modeli % 8 oranında artış göstermiştir.

Dört katlı, çaprazsız moment aktaran çerçeve modelin ve farklı çapraz yerleşimine sahip dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerin itme analizi sonucunda elde edilen başlangıç rijitlikleri Tablo 4.4' de, enerji tüketim kapasiteleri Tablo 4.5' de, yük taşıma kapasiteleri Tablo 4.6' de verilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. 4. 4 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri

Model	Rijitlik (kN /mm)	Artış (%)
MAÇ	139,21	

ÇM-1	227,39	63
ÇM-2	232,64	67
ÇM-3	226,50	63

Tablo 4. 5. 4 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri

Model	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	Artış (%)
MAÇ	3658864,04	---
ÇM-1	4333284,45	18
ÇM-2	4027725,01	10
ÇM-3	4255543,16	16

Tablo 4. 6. 4 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri

Model	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	Artış (%)
MAÇ	15093,87	---
ÇM-1	16942,45	12
ÇM-2	16774,79	11
ÇM-3	16933,53	12

Dört katlı çaprazlı ve çaprazsız modeller değerlendirildiğinde, çaprazların eklendiği tüm dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerde elde edilen enerji tüketme kapasiteleri, rijitlik ve taşıma gücü yükü değerleri çaprazsız sisteme göre bir artış göstermiştir. 4 katlı çaprazlı ve çaprazsız çerçeve sistemleri karşılaştırıldığında, taşıma yükü kapasitesi MAÇ modelinde 15094 kN iken, ÇM1 modelinde 16942 kN, ÇM2 modelinde 16775 kN ve ÇM3 modelinde 16933 kN olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla referans olarak alınan MAÇ modeline göre, yük taşıma kapasitesi ÇM1 modelinin % 12, ÇM2 modelinin % 11, ÇM3 modelinin % 12 oranında artış göstermiştir. MAÇ modeline göre, rijitliği ÇM1 modeli % 63, ÇM2 modeli % 67, ÇM3 modeli % 63 oranında artış göstermiştir. MAÇ modeline göre, enerji tüketim kapasiteleri ÇM1 modeli % 18 ÇM2 modeli % 10 ÇM3 modeli % 16 oranında artış göstermiştir.

Altı katlı çaprazsız moment aktaran çerçeve modelin ve farklı çapraz yerleşimine sahip dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerin itme analizi sonucunda elde edilen başlangıç rijitlikleri Tablo 4.7’ de, enerji tüketim kapasiteleri Tablo 4.8’ de, yük taşıma kapasiteleri Tablo 4.9’de verilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. 7. 6 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri

Model	Rijitlik (kN /mm)	Artış (%)
MAÇ	106,67	---
ÇM-1	174,47	64
ÇM-2	168,82	58
ÇM-3	166,95	57

Tablo 4. 8. 6 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri

Model	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	Artış (%)
MAÇ	4944630,18	---
ÇM-1	5586933,42	13
ÇM-2	5622178,51	14
ÇM-3	5584468,06	13

Tablo 4. 9. 6 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri

Model	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	Artış (%)
MAÇ	17181,59	---
ÇM-1	18823,59	10
ÇM-2	18781,60	9
ÇM-3	18822,32	10

Altı katlı çaprazlı ve çaprazsız modeller değerlendirildiğinde, çaprazların eklendiği tüm dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerde elde edilen enerji tüketme kapasiteleri, rijitlik ve taşıma gücü yükü değerleri çaprazsız sisteme göre bir artış göstermiştir. 6 katlı çaprazlı ve çaprazsız çerçeve sistemleri karşılaştırıldığında, taşıma yükü kapasitesi MAÇ modelinde 17182 kN iken, ÇM1 modelinde 18824 kN, ÇM2 modelinde 18781 kN ve ÇM3 modelinde 18822 kN olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla referans olarak alınan MAÇ modeline göre, yük taşıma kapasitesi ÇM1 modelinin % 10, ÇM2 modelinin % 19, ÇM3 modelinin % 10 oranında artış göstermiştir. MAÇ modeline göre, başlangıç rijitliği ÇM1 modelinin % 64 ÇM2 modelinin %58, ÇM3 modelinin % 57 oranında, enerji tüketim kapasiteleri ise ÇM1 modelinde % 13, ÇM2 modelinde % 14 ve ÇM3 modelinde % 13 oranında artış göstermiştir.

Sekiz katlı çaprazsız moment aktaran çerçeve modelin ve farklı çapraz yerleşimine sahip dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerin itme analizi sonucunda elde edilen başlangıç rijitlikleri Tablo 4.10' de, enerji tüketim kapasiteleri Tablo 4.11' de, yük taşıma kapasiteleri Tablo 4.12'de verilmiş ve karşılaştırılmıştır.

Tablo 4. 10. 8 katlı modeller için başlangıç rijitlikleri

Model	Rijitlik (kN /mm)	Artış (%)
MAÇ	82,66	---
ÇM-1	141,79	72
ÇM-2	136,18	65
ÇM-3	140,63	70

Tablo 4. 11. 8 katlı modeller için enerji tüketim kapasiteleri

Model	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	Artış (%)
MAÇ	1856822,49	---
ÇM-1	2154035,00	16
ÇM-2	2112708,25	14

ÇM-3	2124344,35	14
------	------------	----



Tablo 4.**12. 8 katlı modeller için yük taşıma kapasiteleri**

Model	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	MAÇ modeline göre artış (%)
MAÇ	18808,87	---
ÇM-1	20714,44	10
ÇM-2	20729,62	10
ÇM-3	20750,39	10

Sekiz katlı çaprazlı ve çaprazsız modeller değerlendirildiğinde, çaprazların eklendiği tüm dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerde elde edilen enerji tüketme kapasiteleri, rijitlik ve taşıma gücü yükü değerleri çaprazsız sisteme göre bir artış göstermiştir. 8 katlı çaprazlı ve çaprazsız çerçeve sistemleri karşılaştırıldığında, taşıma yükü kapasitesi MAÇ modelinde 18809 kN iken, ÇM1 modelinde 20714 kN, ÇM2 modelinde 20730 kN ve ÇM3 modelinde 20750 kN olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla referans olarak alınan MAÇ modeline göre, yük taşıma kapasitesi ÇM1, ÇM2, ÇM3 modelinin hepsinde % 10 oranında artış göstermiştir. MAÇ modeline göre, başlangıç rijitliği ÇM1 modelinin % 72, ÇM2 modelinin % 65, ÇM3 modelinin % 70 oranında, enerji tüketim kapasiteleri ise ÇM1 modelinin % 16, ÇM2 modelinin % 14, ÇM3 modelinin % 14 oranında artış göstermiştir.

Farklı çapraz sistemi yerleşimlerine sahip ÇM1, ÇM2 ve ÇM3 dışmerkez çapraz sistemli modeller için kat sayılarına göre başlangıç rijitliği, enerji tüketim kapasitesi ve taşıma yükü kapasiteleri değerleri MAÇ modeline göre artış değerleri Tablo 4.13-4.21’de verilmiştir.

Tablo 4. 13. ÇM1 modeli başlangıç rijitlikleri

Kat	Rijitlik (kN /mm)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	373,95	66
4	227,39	63
6	174,47	64

Tablo 4.

8	141,79	72
---	--------	----

14. ÇM1 modeli için enerji tüketim kapasiteleri

Kat	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	2045005,95	9
4	4333284,45	18
6	5586933,42	14
8	2154035,00	16

Tablo 4. 15. ÇM1 modeli için yük taşıma kapasiteleri

Kat	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	14602,95	10
4	16942,45	12
6	18823,59	10
8	20714,44	10

Tablo 4. 16. ÇM2 modeli başlangıç rijitlikleri

Kat	Rijitlik (kN /mm)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	370,88	65
4	232,64	67
6	168,82	58
8	136,18	65

Tablo 4.**17. ÇM2 modeli için enerji tüketim kapasiteleri**

Kat	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	20200357,1	8
4	4027725,01	10
6	5622178,51	14
8	2112708,25	14

Tablo 4. 18. ÇM2 modeli için yük taşıma kapasiteleri

Kat	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	1444,06	9
4	16774,79	11
6	18781,60	9
8	20729,62	10

Tablo 4. 19. ÇM3 modeli başlangıç rijitlikleri

Kat	Rijitlik (kN /mm)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	373,92	66
4	226,50	63
6	166,95	57
8	140,63	70

Tablo 4. 20. ÇM3 modeli enerji tüketim kapasitesi

Kat	Enerji Tüketme Kapasiteleri (kNmm)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	2018271,83	8
4	4255543,16	16
6	5584468,06	13
8	2124344,35	14

Tablo 4. 21. ÇM3 modeli için yük taşıma kapasiteleri

Kat	Yük Taşıma Kapasitesi (KN)	MAÇ modeline göre artış (%)
2	14364,48	8
4	16933,53	12
6	18822,32	10
8	20750,39	10

Farklı çapraz sistemi yerleşimlerine sahip ÇM1, ÇM2 ve ÇM3 dışmerkez çaprazlı sistemler kat sayılarına göre değerlendirildiğinde;

- Farklı çapraz düzenlemelerinin yapıldığı modellerde orta açıklıkta ters Y çapraz sistemin yerleştirildiği ÇM1 modelinde, referans model olan MAÇ modele göre başlangıç rijitliği artışı % 63 - % 72 arasında, yük taşıma kapasitesi % 10 - % 12 arasında ve enerji tüketim kapasitesi ise % 9 - % 18 arasında olmuştur.
- Kenar açıklıkta ters Y çapraz sistemin yerleştirildiği ÇM2 modelinde, referans model olan MAÇ modele göre başlangıç rijitliği artışı % 58 - % 67 arasında, yük taşıma kapasitesi % 9 - % 11 arasında ve enerji tüketim kapasitesi ise % 8 - % 14 arasında olmuştur.

- Bir katta kenar diğer katta orta açıklıkta ters Y aprazın yerleştirildiği M3 modelinde başlangıç rijitliği ve yük taşıma kapasitesi referans olan MA modele göre kat sayısının atması ile artmıştır. referans model olan MA modele göre başlangıç rijitliği artışı % 57 - % 70 arasında, yük taşıma kapasitesi % 8 - % 12 arasında ve enerji tüketim kapasitesi ise % 8 - % 16 arasında olmuştur.



5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, her iki yönde dört açıklıklı 2, 4, 6 ve 8 katlı moment aktaran çerçeve ve ters Y-tipi (kısa dikey bağ kirişli) dışmerkez çelik çaprazlı sistemlere sahip yapılar modellenmiştir. Ters Y –tipi çapraz sistemler bina modeli üzerinde üç farklı çapraz yerleşim düzenlemesi yapılmıştır. Kat sayısı ve çapraz yerleşim düzenleri parametreleri dikkate alınarak 4 tanesi çaprazsız, 12 tanesi çaprazlı olmak üzere toplamda 16 adet yapı modeli tasarlanmış ve doğrusal olmayan statik analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen kapasite eğrileri, başlangıç rijitlikleri, enerji tüketme kapasiteleri ve yük taşıma kapasiteleri değerlendirilerek çaprazlı ve çaprazsız sistemlerin değerlendirilmiştir.

Moment aktaran çerçeve olarak tasarlanan çerçevelere tüm çapraz elemanların eklenmesiyle oluşturulan tüm dışmerkez çaprazlı çerçeve sistemlerde elde edilen enerji tüketme kapasiteleri, rijitlik ve taşıma gücü yük değerleri çaprazsız moment aktaran çerçeve sisteme göre artış göstermiştir.

Çapraz elemanlar rijitlik, enerji tüketme kapasitesi ve yük taşıma kapasitesini artırırken sistemin yatay yerdeğiştirmesini azaltmıştır.

Çapraz çerçevenin farklı açıklıklarına çapraz eleman yerleştirilerek oluşturulan ÇM1, ÇM2 ve ÇM3 modeller başlangıç rijitliği, enerji tüketim kapasitesi ve yük taşıma kapasitesi bakımından önemli bir farklılık göstermemiştir. Bunun sebebi çapraz eleman sayısının her modelde aynı sayıda kalması ve açıklık sayısının fazla olmaması olarak düşünülebilir.

Yapılan bu tez çalışmasında deprem etkileri altında yeterli dayanıma sahip bir moment aktaran çerçeve modeli üzerinde çalışılmıştır. Düşey taşıyıcı elemanların kapasitesinin büyük olması nedeniyle sisteme ilave edilen çaprazların çelik çerçeve kesme kapasitesine katkısı düşük mertebelerde kalmıştır. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda rijitlik ve dayanımı yetersiz, açıklık sayısının daha fazla olduğu dolayısıyla çapraz sisteminin daha farklı düzenlemelerle uygulanabileceği bina modelleri üzerinde karşılaştırmalar yapılabilir.

KAYNAKLAR

ASCE/SEI 41-13, 2014. *Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings*, American Society of Civil Engineers/Structural Engineering Institute, Virginia.

Azad, S.K., Topkaya, C., 2017. A review of research on steel eccentrically braced frames, *Journal of Constructional Steel Research* 128, 53 – 73.

- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 2004. *Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı*, Üçüncü Baskı, Beta Dağıtım, İstanbul, Türkiye.
- Dağdeviren, A., 2013. Çok Katlı Çelik Yapılarda Performansa Dayalı Tasarım Esasları ve Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- DBYBHY, 2007. *Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik*, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, Türkiye.
- Demirezen, B., 2019. D-Tipi Dışmerkez Çelik Çaprazlı Çerçeve Sistemlerin Yatay Yükler Altında Davranışı, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Durmuş, G., 2008. Çaprazlı Çelik Yapıların İnelastik Burulmalı Davranışının Deneysel Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency) 356, *Prestandart and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Washington, D. C.
- Güner, F., 2007. Çok Katlı Çelik Yapılarda Deprem Performansının Belirlenmesi ve Doğrusal Olmayan Davranışın İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Jouybari. Y.M., Mahmoudi. Y., Maghsodian. S., 2012. assesment of the seismic behavior of eccentrically braced frame with vertical and horizontal link, *American Journal of Scientific Research* 78, 5 – 11.
- Kalkan, O., 2014. Structural Performance Assessment Of An Existing Reinforced Concrete Building Retrofitted With Inverted Y - Shaped Braces, M. Sc. In Civil Engineering. University of Gaziantep Graduate School of Natural Applied Sciences, Gaziantep, Türkiye.
- Maheri, M.R., Kousari, R., Razazan, M., 2003. Pushover tests on steel x-braced and kneebraced rc frames, *Science Direct Engineering Structures* 25, 1697–1705.
- Maniyar, S.U., Paul, D.K., 2012. Enhancement of seismic performance using shear link braces in a building designed only for gravity loads, *J. Inst. Eng. India Ser. A* 93, 2743.
- Othman M. K. 2017. Çok Katlı Betonarme Yapılarda Perdelerin Planda Yerleşiminin ve Perdelerdeki Boşlukların Deprem Davranışına Etkisi, Yüksek Lisans Tezi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, Türkiye.

- Özbay, E., 2019, Üç Boyutlu Çelik Çerçeve Sistemlerinde Merkezi Ve Dış Merkezli Çapraz Kullanımı Etkilerinin Statik İtme Analizi Yöntemi İle Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi. Konya Teknik Üniversitesi Lisans Üstü Eğitim Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Özel, A. E. ve Mete Güneysi, E., 2011. Effects of eccentric steel bracing systems on seismic fragility curves of mid-rise R/C buildings: A case study, *Structural Safety* 33 (201) 8292.
- Özkan, H., 2013. Burkulması Önlenmiş Çaprazlı Çelik Yapıların Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Sezer, B., 2007. Mevcut Çelik Yapıların Deprem Performanslarının Belirlenmesi İçin Bir Yaklaşım, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- TBDY, 2018. *Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği*, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
- TS498, (1997). *Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Turgut, C.U., 2009. Dış Merkez Çelik Çapraz Perdeli Bir Yapının DBYBHY 2007 Kurallarına Göre Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.

EKLER



EK 1- Zemin Etüt Alanı

Kullanıcı Girdileri

Deprem Yer

Hareketi DD-2 50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi

Yerel Zemin

Sınıfı ZD Orta sıkı - sıkı kum, çakıl veya çok katı kil tabakaları

Enlem: 37.7762°

Boylam 30.3442°

Çıktılar

$S_s = 0.936$

$S_1 = 0.216$

$S_{DS} = 1.054$

$S_{D1} = 0.468$

$PGA = 0.399$

$PGV = 21.845$

S_s : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_1 : 1.0 saniye periyot için harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{DS} : Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

S_{D1} : 1.0 saniye periyot için tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]



ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Merve Demir

Doğum Yeri ve Yılı : Burdur / 1992



Eğitim Durumu

	<u>Yıl</u>
Lise : Burdur Anadolu Lisesi	2006-2010
Lisans : Pamukkale Üniversitesi	2010-2014
Yüksek Lisans : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	2016

Çalıştığı Kurum / Kurumlar

	<u>Yıl</u>
1- Burdur Yapı Denetim	2015-2016
2- Drn Mühendislik	2018- Halen