

**T.C.
İSTANBUL GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MERKEZİ VE DİŐMERKEZ ÇAPRAZLI ÇELİK BİNA
YAPILARINDA DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ**

YUSUF ALTAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
DR. ÖĞR ÜYESİ ALİ ETEMADİ**

İSTANBUL, 2020

Yusuf ALTAN tarafın hazırlanan “Merkezi ve Dış Merkez Çaprazlı Çelik Bina Yapılarında Deprem Performansının Belirlenmesi”adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / OY ÇOKLUĞU ile İstanbul Gelişim Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul görmüştür.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi ALİ ETEMADİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul Gelişim Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Başkan : Unvanı Adı SOYADI

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Üye : Unvanı Adı SOYADI

Anabilim Dalı, Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum

Tez Teslim Tarihi:/...../.....

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Dr.Öğr Üyesi Ümit ALKAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İstanbul Gelişim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
 - Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
 - Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
 - Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
 - Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,
- bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

YUSUF ALTAN

03/03/2020

MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇAPRAZLI ÇELİK BİNA YAPILARINDA DEPREM
PERFORMANSININ BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Yusuf ALTAN

GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Şubat 2020

ÖZET

Bu tez çalışmasında; 5, 10 ve 15 katlı olmak üzere yapı yükseklikleri farklı üç adet moment aktaran çerçeveleli çelik yapıları TBDY 2018`de tanımlanan merkezi ve dışmerkez çelik çaprazlardan oluşan 4 adet perdeli sistem oluşturulmuştur. X ve Y doğrultularında tasarlanan çelik çaprazlı sistemlerin hepsi için ayrı ayrı dinamik ve statik analizler yapılmıştır. Aynı zamanda tüm yapılar itme analizi ve zaman tanım alanında deprem hesap yöntemleri kullanılarak da analizler yapılmıştır. Zaman tanım alanında deprem hesap yöntemi yapılırken 8 adet yakın alan deprem kayıtları kullanılıp analizler yapılmıştır. Tasarım aşamasında deprem yükleri TBDY 2018'e göre belirlenirken yüklemelerin yapılması ve kesitlerin belirlenmesi Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları 2018'e göre yapılmıştır. Yapıların analizleri SAP2000 V21 yapısal analiz programı aracılığı ile yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarla beraber doğrusal dinamik analiz, doğrusal olmayan statik ve dinamik analizlerle beraber deprem yükleri etkisindeki yer değiştirme, periyot ve yapı ağırlıklarından kıyaslanarak çelik çapraz perdelerin hangi yapı yüksekliği seviyesinde gerekli hale geldiği, TBDY 2018`de ele alınan çelik çapraz türlerinin en ideali ve yapılara sağladığı katkılar araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Çelik Çaprazlar, Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları 2018, TBDY 2018, Merkezi Çelik Çapraz, Dışmerkez Çelik Çaprazlar, SAP2000 V21, Çelik Yapılar

Sayfa Adedi : 116

Danışman : Dr.Öğr.Üyesi ALİ ETEMADİ

DETERMINATION OF SEISMIC PERFORMANCE OF CONCENTRICALLY AND
ECCENTRICALLY BRACED STEEL BUILDING STRUCTURE

(M. Sc.Thesis)

Yusuf ALTAN

GELİŞİM UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

February 2020

ABSTRACT

In this thesis study; 5, 10 and 15 storey moment frames buildings which are have different heights are integrated with 4 piece concentrically and eccentrically braced frames according to Design Specifications for Building in Earthquake Regions 2018. Braced Frames systems which are defined on X and Y directions static and dynamic analyzed separately. At the same time, all structures have been analyzed using push over analysis and time history methods in the time domain. While making the earthquake calculation method in the time domain, 8 near field earthquake records were used and analyzes were made. At the design stage while earthquake forces defined according to TBDY 2018, load situations and section assigns defined according to Steel Constructions Design, Calculate and Construction principles 2018. Analyzes are completed by SAP2000 V21 structural analysis program. Obtained results compared in terms of displacement of under earthquake,displacement, period and quantity survey, by this way braced frames became the need on which structural height levels, which is the most ideal braced frame type mentioned in TBDY 2018 and the contributions that it provides to the structures were investigated.

Key Words : Braced frames, Steel Constructions Design, Calculate and Construction principles 2018,TBDY2018, concentrically braced frames, eccentrically braced frames, SAP2000 V21,Steel Structures

Page Number : 116

Supervisor : Dr.Öğr. ALİ ETEMADİ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın her aşamasında , bilgi,birikimlerini ve yardımlarını esirgemeyerek her zaman yanımda olan yapıcı ve yönlendirici fikirler ile bana her zaman yol gösteren değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi ALİ ETEMADİ`ye teşekkürü borç bilirim. Ayrıca yüksek lisans eğitimim boyunca bana sabır gösteren ve manevi desteğini hissettiren sevgili eşim AYŞE ÖĞMEN ALTAN`a şükranlarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
GRAFİKLERİN LİSTESİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı	2
1.2. Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar	2
2.ÇELİK MALZEMESİNİ TANIMAK VE ÇELİK MALZEMESİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	8
2.1. Çelik Malzemesinin Yapısal Özellikleri	8
2.2. ÇELİK MALZEMESİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI	11
2.2.1. Avantajları.....	11
2.2.2. Dezavantajları	11
3.ÇELİK YAPILARDA KULLANILAN MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇELİK ÇAPRAZLI SİSTEMLER.....	13
3.1 Merkezi Çaprazlı Sistemler	13
3.1.1 TBDY2018'e göre Merkezi Çaprazların Tasarım İlkeleri.....	13
3.2 Dışmerkez Çaprazlı Sistemler	18

4.FARKLI KATLI ÇELİK YAPILARIN TBDY 2018'E GÖRE ÇELİK ÇAPRAZLI VE MOMENT AKTARAN ÇERÇEVELİ DÜZENLERİN TASARIM VE ANALİZİ	21
4.1. Modellemesi Yapılacak Yapıların Genel Özellikleri.....	21
4.2.Projede Kullanılan Yükler.....	22
4.2.1 Kar Yükünün Belirlenmesi	22
4.2.2 Rüzgar Yükünün Belirlenmesi.....	23
4.2.3. Yapıların Zati Ağırlığının Belirlenmesi.....	27
4.2.4. Deprem Yükleri.....	27
4.3. Yapıların SAP2000 Programı ile Modelleme ve Sistem Analizleri	28
4.3.1. Program Arayüzü ve Aks Sisteminin Oluşturulması.....	28
4.3.2. Malzeme ve Kesitlerin Tanımlanması	30
4.3.3. Yapıların Modellenip Yüklerin Atanması	33
4.3.4. Rijit Diyafram Atamasının Yapılması	38
4.3.5. Kütle Kaynağının Tanımlanması	40
4.3.6. Deprem Yükünün Mod Birleştirme Yöntemiyle Tanımlanması.....	41
4.3.7. Mod Sayısının Tanımlanması	47
4.3.8. Yük Kombinasyonlarının Oluşturulması	48
5. YAPI MODELLERİ.....	52
5.1. Analiz Sonuçları	52
5.1.1. Push Over (İtme Analizi) Sonuçları.....	78
5.1.2. Zaman Tanım Alanında Hesap Yönteminin (Time History) Sonuçları	95
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	104
KAYNAKLAR	106
ÖZGEÇMİŞ	109

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
ÇİZELGE 3.1 TBDY2018 ELEMANLARIN ENKESİT ÖZELLİKLERİ	15
ÇİZELGE 3.2 TBDY2018 GUSE LEVHASI BİRLEŞİM DETAYI.....	17
ÇİZELGE 4.1 TASARIM YÜKLERİ.....	22
ÇİZELGE 4.2 KARAKTERİSTİK ZEMİN KAR YÜKÜ (SK) DEĞERLERİ KN/M2.....	22
ÇİZELGE 4.3 FARKLI TOPOGRAFİK ALANLAR İÇİN TAVSİYE EDİLEN CE DEĞERLERİ	23
ÇİZELGE 4.4 TS EN 1991-1-4 4.1 DE VERİLENARAZİ KTEGORİLERİ VE ARAZİ PARAMETRELERİ.....	23
ÇİZELGE 4.5 YAPI TİPLERİ İÇİN ORTALAMA RÜZGÂR HIZI	24
ÇİZELGE 4.6 YAPI TİPLERİ İÇİN RÜZGÂR TÜRBÜLANSI DEĞERLERİ.....	24
ÇİZELGE 4.7 TEPE RÜZGÂR HIZ BASINCI DEĞERLERİ.....	25
ÇİZELGE 4.8 DİKDÖRTGEN PLANLI BİNALARIN DÜŞEY DUVARLARI İÇİN TAVSİYE EDİLEN DIŞ BASINÇ KATSAYISI DEĞERLERİ.....	25
ÇİZELGE 4.9. 5 KATLI YAPILAR İÇİN HESAPLANAN RÜZGÂR YÜKLERİ	26
ÇİZELGE 4.10 10 KATLI YAPILAR İÇİN HESAPLANAN RÜZGAR YÜKLERİ.....	27
ÇİZELGE 4.11. 15 KATLI YAPILAR İÇİN HESAPLANAN RÜZGÂR YÜKLERİ HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.	
ÇİZELGE 4.12. TBDY 2018 TABLO 4.4..... HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.	
ÇİZELGE 5.1. 5 KATLI MODELLERİN ANALİZ SONUÇLARI HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.	
ÇİZELGE 5.2. 10 KATLI MODELLERİN ANALİZ SONUÇLARI.....	66
ÇİZELGE 5.3. 15 KATLI MODELLERİN ANALİZ SONUÇLARI.....	74
ÇİZELGE 5.4. YAKIN ALAN DEPREM KAYITLARI	96

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
ŞEKİL 1.1 ÇELİK GERİLME-ŞEKİL DEĞİŞTİRME DİYAGRAMI.....	8
ŞEKİL 3.1 TBDY-2018 DE BULUNAN MERKEZİ ÇAPRAZLI SİSTEMLER.....	12
ŞEKİL 3.2 GUSE LEVHASI İÇİN VERİLEN BİRLEŞİM DETAYI (TBDY-2018).....	16
ŞEKİL 3.3 TBDY-2018 DE BULUNAN DIŞMERKEZ ÇAPRAZLI SİSTEMLER.....	18
ŞEKİL 3.4 TBDY-2018 DE DIŞMERKEZ ÇAPRAZ ORTA BİRLEŞİM DETAYI.....	19
ŞEKİL 3.5 PLASTİK MAFSALLARIN OLUŞMASI	20
ŞEKİL 4.1. TİPİK KAT PLANI	21
ŞEKİL 4.2. AFAD PROGRAMI	27
ŞEKİL 4.3. SAP2000 YENİ MODEL OLUŞTURMA VE GRİD SEÇENEĞİ.....	29
ŞEKİL 4.4. SAP2000 AKS SAYILARI VE ARALIKLAR	30
ŞEKİL 4.5. SİSTEM KOORDİNATLARIN GİRİLMESİ	31
ŞEKİL 4.6. MALZEME TANIMLAMA	32
ŞEKİL 4.7. KESİT TANIMLAMA	33
ŞEKİL 4.8 ÇERÇEVELERİN OLUŞTURULMASI.....	34
ŞEKİL 4.9. ÇAPRAZLARIN OLUŞTURULMASI.....	35
ŞEKİL 4.10. TALİ KİRİŞLERİN OLUŞTURULMASI.....	35
ŞEKİL 4.11. DEPREM KİRİŞLERİN OLUŞTURULMASI.....	36
ŞEKİL 4.12. YÜKLERİ TANIMLAMA	36
ŞEKİL 4.13. TALİ KİRİŞLERE DÜZGÜN YAYILI YÜKLERİN ATANMASI	37
ŞEKİL 4.14. BAĞ KİRİŞLERİNE DÜZGÜN YAYILI YÜKLERİN ATANMASI.....	39
ŞEKİL 4.15. KOLONLARA RÜZGAR YÜKLERİN ATANMASI	40
ŞEKİL 4.16. KATLARA DİYAFRAM TANIMLAMA	41
ŞEKİL 4.17. KÜTLE KAYNAĞININ TANIMLANMASI.....	42
ŞEKİL 4.18. TÜRKİYE DEPREM TEHLİKE HARİTALARI İNTERAKTİF WEB UYGULAMASI.....	44

ŞEKİL 4.19. TASARIM SPEKTRAL İVME KATSAYILARI.....	45
ŞEKİL 4.20. SAP2000 MOD BİRLEŞTİRME YÖNTEMİ DEPREM YÜKÜ TANIMLAMA.....	46
ŞEKİL 4.21. MOD BİRLEŞTİRME DEPREM YÜKLERİ	46
ŞEKİL 4.22. MOD SAYISININ TANIMLANMASI.....	50
ŞEKİL 4.23. KOMBİNASYONLARIN TANIMLANMASI	53
ŞEKİL 5.1. 5 KATLI MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE SAP2000 MODELİ.....	54
ŞEKİL 5.2. 5 KATLI MERKEZİ X ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ.....	55
ŞEKİL 5.3. 5 KATLI MERKEZİ V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ.....	55
ŞEKİL 5.4. 5 KATLI MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ	56
ŞEKİL 5.5. 5 KATLI DIŞMERKEZ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ	56
ŞEKİL 5.6. 10 KATLI MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE SAP2000 MODELİ.....	61
ŞEKİL 5.7. 10 KATLI MERKEZİ X ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ.....	62
ŞEKİL 5.8. 10 KATLI MERKEZİ V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ.....	63
ŞEKİL 5.9. 10 KATLI MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ ..	64
ŞEKİL 5.10. 10 KATLI DIŞMERKEZ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ	65
ŞEKİL 5.11. 15 KATLI MOMENT AKTARAN ÇERÇEVE SAP2000 MODELİ.....	69
ŞEKİL 5.12. 15 KATLI MERKEZİ X ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ.....	70
ŞEKİL 5.13. 15 KATLI MERKEZİ V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ.....	71
ŞEKİL 5.14. 15 KATLI MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ	72
ŞEKİL 5.15. 15 KATLI DIŞMERKEZ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEM SAP2000 MODELİ	73
ŞEKİL 5.16. 5 KATLI MOMENT AKTARAN SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI	81
ŞEKİL 5.17. 5 KATLI MERKEZİ X ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	81
ŞEKİL 5.18. 5 KATLI MERKEZİ V ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	82
ŞEKİL 5.19. 5 KATLI MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI	82
ŞEKİL 5.20. 5 KATLI DIŞMERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	83
ŞEKİL 5.21. 10 KATLI MOMENT AKTARAN SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	84
ŞEKİL 5.22. 10 KATLI MERKEZİ X ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	85
ŞEKİL 5.23. 10 KATLI MERKEZİ V ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	86

ŞEKİL 5.24. 10 KATLI MERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	87
ŞEKİL 5.25. 10 KATLI DIŞMERKEZİ TERS V ÇAPRAZLI SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	88
ŞEKİL 5.26. 15 KATLI MOMEN AKTARAN SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI	90
ŞEKİL 5.27. 15 KATLI MERKEZİ X SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	91
ŞEKİL 5.28. 15 KATLI MERKEZİ V SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI.....	92
ŞEKİL 5.29. 15 KATLI MERKEZİ TERS V SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI	93
ŞEKİL 5.30. 15 KATLI DIŞMERKEZİ TERS V SİSTEMİN MAFSALLAŞMASI	94
ŞEKİL 5.31. SEÇİLEN YAKIN DEPREM KAYITLARININ İVME ZAMAN SERİSİ ..	97
ŞEKİL 5.32. YAKIN DEPREM KAYITLARININ TBDY2018 E EŞLEŞTİRİLMESİ....	71
ŞEKİL 5.33. YAKIN ALAN DEPREM KAYITLARININ İVME SPEKTRUMLARININ TBDY2018 YE GÖRE ÖLÇEKLENDİRİLMESİ	71

GRAFİKLERİN LİSTESİ

Grafik	Sayfa
GRAFİK 5.1. 5 KATLI YAPILARIN AĞIRLIKLARI.....	57
GRAFİK 5.2. 5 KATLI YAPILARIN PERİYOTLARI	58
GRAFİK 5.3. 5 KATLI X YÖNÜNDEKİ DEPREM KUVVETLERİ	58
GRAFİK 5.4. 5 KATLI Y YÖNÜNDEKİ DEPREM KUVVETLERİ	59
GRAFİK 5.5. 5 KATLI YAPILARIN TEPE NOKTASI YER DEĞİŞTİRMELERİ	60
GRAFİK 5.6. 10 KATLI YAPILARIN AĞIRLIKLARI.....	66
GRAFİK 5.7. 10 KATLI YAPILARIN PERİYOTLARI	67
GRAFİK 5.8. 10 KATLI YAPILARIN X YÖNÜNDEKİ DEPREM KUVVETLERİ.....	67
GRAFİK 5.9. 10 KATLI YAPILARIN Y YÖNÜNDEKİ DEPREM KUVVETLERİ.....	68
GRAFİK 5.10. 10 KATLI YAPILARIN TEPE NOKTASI YER DEĞİŞTİRMELERİ	68
GRAFİK 5.11. 15 KATLI YAPILARIN AĞIRLIKLARI	74
GRAFİK 5.12. 15 KATLI YAPILARIN PERİYOTLARI	75
GRAFİK 5.13. 15 KATLI YAPILARIN X YÖNÜNDEKİ DEPREM KUVVETLERİ....	75
GRAFİK 5.14. 15 KATLI YAPILARIN Y YÖNÜNDEKİ DEPREM KUVVETLERİ....	76
GRAFİK 5.15. 15 KATLI YAPILARIN TEPE NOKTASI YER DEĞİŞTİRMELERİ	76
GRAFİK 5.16. 5, 10 VE 15 KATLI YAPILARIN AĞIRLIĞI.....	77
GRAFİK 5.17. 5, 10 VE 15 KATLI YAPILARIN TİTREŞİM PERİYOTLARI.....	78
GRAFİK 5.18. 5, 10 VE 15 KATLI YAPILARIN TEPE NOKTASI YER DEĞİŞTİRMELERİ.....	78
GRAFİK 5.19. 5, 10 VE 15 KATLI YAPILARIN SPEX TEPE NOKTASI YER DEĞİŞTİRMELERİ.....	79
GRAFİK 5.20. 5, 10 VE 15 KATLI YAPILARIN SPEY TEPE NOKTASI YER DEĞİŞTİRMELERİ.....	79
GRAFİK 5.21. 5 KATLI YAPILARIN PUSH OVER SONUÇLARI	83
GRAFİK 5.22. 10 KATLI YAPILARIN PUSH OVER SONUÇLARI	74
GRAFİK 5.23. 15 KATLI YAPILARIN PUSH OVER SONUÇLARI	95
GRAFİK 5.24. 5 KATLI YAPILARIN TİME HİSTORY SONUÇLARI.....	100
GRAFİK 5.25. 10 KATLI YAPILARIN TİME HİSTORY SONUÇLARI.....	101
GRAFİK 5.26. 15 KATLI YAPILARIN TİME HİSTORY SONUÇLARI.....	102

GRAFİK 5.27. 5 KATLI YAPILARIN DRİFT SONUÇLARI	103
GRAFİK 5.28. 10 KATLI YAPILARIN DRİFT SONUÇLARI.....	74
GRAFİK 5.29. 15 KATLI YAPILARIN DRİFT SONUÇLARI.....	104



SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklamalar
A	Eleman enkesit alanı
A_k	Kesme alanı
A_n	Faydalı enkesit alanı
A_O	Etkin Yer İvmesi Katsayısı
b	Genişlik
c_{dir}	Yön katsayısı
c_{e(z)}	Maruz kalma katsayısı
cp	Basınç katsayısı
cr	Engebelilik katsayısı
co	Orografi katsayısı
c_{season}	Mevsim katsayısı
D	Dairesel halka kesitlerde dış çap
Da	Akma gerilmesi arttırma katsayısı
d_b	Kiriş enkesit yüksekliği
dc	Kolon enkesit yüksekliği
Es	Yapısal çelik elastisite modülü
e	Bağ kirişi boyu
G	Sabit yük simgesi
g	Yer çekimi ivmesi (9.81 m/s ²)

h	Gövde levhası yüksekliği
H_N	Binanın toplam yüksekliği
h_i	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	Bina Önem Katsayısı
kr	Arazi katsayısı
L	Çerçeve aralığı
ℓ_b	Mesnetlenen noktalar arasındaki uzaklık
ℓ_n	Plastik mafsal noktaları arasındaki uzaklık
M_p	Plastik eğilme momenti
Δ_i	Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
η_{bi}	i'inci katta Burulma Düzensizliği Katsayısı
γ_p	Bağ kirişî dönme açısı
Ω_o	Büyütme katsayısı
σ_a	Yapı çeliğinin akma gerilmesi
σ_{bem}	Basınç emniyet gerilmesi
θ_p	Görelî kat ötelemesi açısı
N_d	Eksenel kuvvet
Q	Hareketli yük
q_b	Rüzgâr basıncı
q_p	Tepe hız kaynaklı rüzgâr basıncı
R	Taşıyıcı sistem davranış katsayısı
r_y	Atalet yarıçapı

S(T)	Spektrum Katsayısı
SPEC	Deprem yükü simgesi
T	Bina doğal titreşim periyodu [s]
T1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
TA ,TB	Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
Tm , Tn	Binanın m'inci ve n'inci doğal titreşim periyotları [s]
t	Kalınlık
tw	I profil gövde kalınlığı
tp	Kayma bölgesindeki toplam levha kalınlığı
tcf	Kolon kesitinin başlık kalınlığı
vb,0	Esas rüzgâr hızının temel değeri
vb	Esas rüzgâr hızı
Zo	Engbelilik uzunluğu
Zen büyük	En büyük yükseklik
Zen küçük	En düşük yükseklik

Kısaltmalar

Açıklamalar

AISC	American Institute of Steel Construction
ASCE	American Society of Civil Engineers
ASD	Allowable Stres Design

TS 648	Çelik Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları
TS	Türk Standardı
TÇY 2018	Türkiye Çelik Yapılar Yönetmeliği 2018
GKT	Güvenlik Katsayıları ile Tasarım
YDKT	Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım
EN 1993-1-1	General rules and rules for buildings
SAP 2000	Structural Software for Analysis and Design



1.GİRİŞ

Tasarımı yapılan yapıların gerekli gördüğümüz performansını göstermeleri için düşey yüklerin yanı sıra yatay yükleri de karşılamak zorundadırlar.Yapılara etki eden yatay yükler rüzgar ve deprem yükleriyken, düşey yönde etki eden yükler ise sabit ve hareketli yüklerdir.Yatay yükler aynı zamanda dinamik yükler olarak bilinir ve taşıyıcı sistem tasarlanırken en kritik rolü üstlenirler.Bunun en önemli sebeplerinden biri yatay yüklerin zamanı ve şiddetinin önceden bilinmemesidir.Bu yatay yükleri karşılamada çelik oldukça dayanıklıdır.Yüksek mukavemet ve rijitliğin yanı sıra yüksek süneklik ve tokluğa sahiptir. Dayanımın ağırlığına oranı da yüksektir.Diğer malzemelerle kıyaslandığında üretimi denetim altında olduğundan özellikleri belirli kalite seviyesindedir. Bu durum diğer yapı sistemlerine göre daha iyi sismik performans göstermesine neden olur.Aynı zamanda herhangi bir hasar meydana gelirse ,hasar alan eleman rahatlıkla onarılıp yenisi ile değiştirilebilir.Çeliğin ciddi avantajları olsa bile yapıyı çelik ile inşa etmek deprem sırasındaki uygun performansını göstereceği anlamını taşımaz.Çünkü gelen yatay kuvvetlerin davranışı belirsizdir ve malzemenin sünekliğine bağlı olarak azaltılmaktadır .Eğer yeterli enerji sönümü mevcutsa ve erken göçme önlenmişse ve yapısal elemanlar iyi detaylandırılmışsa tatmin edici sonuçlar elde edilebilir.Deprem mühendisliği aradan geçen zaman diliminde çok ciddi bir teknoloji elde edip bilimsel çalışmalarda çok uzun bir yol amıştır.Bu aşamalarda yaşanan depremler ile elde edilen deneyimler, yapılan bilimsel çalışmaların artılarını ve eksilerini orta koyup daha sağlıklı çalışmaların yapılmasına ortam hazırlamıştır.Çelik yapıların da deprem anındaki performansını iyileştirecek birçok yöntem denenerek sürekli geliştirilmiştir.Bunlardan birisi de çalışma konumuz olan çelik çapraz perdelerdir.

1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı

Bu tez çalışması kapsamında 5, 10 ve 15 katlı, aynı kat planlarına sahip moment aktaran çerçeveden oluşan merkezi ve dışmerkezi çelik yapı sistemlerin TBDY2018'in öngördüğü kriterlere bağlı kalarak doğrusal dinamik analiz, doğrusal olmayan dinamik ve statik analizler yapılmıştır ve SAP2000 v21 yazılım programı kullanılıp deprem kuvvetleri, rüzgar yükleri, hareketli yükler, sabit yükler altında yatay yer değiştirme, düşey yer değiştirme, periyot, dinamik kütle oranları gibi parametrelerin hesaplanıp karşılaştırılması sonucunda ekonomik ve güvenli ideal bir çelik yapının genel hatlarının belirlenmesine yöneliktir. Bu şekilde uygun çelik çapraz tipi belirlenip pratikte yönlendirme yapılabilecektir. Yapılan çalışmada çelik çaprazlar ile ilgili kriterler ve deprem yüklemesi TBDY 2018'e göre belirlenirken, kesitlerin belirlenmesi Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapım Esasları 2018'e göre yapılmıştır. Rüzgâr yükü, kar yükü ve döşeme hareketli yükleri ise TS EN 1991 -1- 4, TS EN 1991 -1- 3 ve TS 498`e göre ele alınmıştır. Modellerin oluşturulması analiz ve dizayn kısımları SAP2000 v21 yapısal analiz programıyla yapılmıştır.

1.2. Konu ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Celep (2007) Yüksek lisans tezi olarak hazırlanan bu çalışmada çok katlı bir çelik büro binası deprem yükleri altında iki farklı statik sistem kurularak çözülmüş ve sonuçları karşılaştırılmıştır. İlk sistem, deprem yüklerinin dışmerkez çaprazlı perdeler tarafından taşındığı bir yapı, diğeri ise deprem yüklerinin yerinde dökme betonarme perdeler tarafından taşındığı bir yapıdır. İki yapının da geometrik ve mimari özellikleri aynıdır. Birinci sistemde dışmerkez çelik çaprazların bulunduğu bölgelere, ikinci sistemde betonarme perdeler yerleştirilmiştir. Betonarme perdeli sistemde deplasmanlar rijit perdeler ile büyük ölçüde engellenmiş ve çelik kolon profillerinin diğeri sisteme göre daha narin kesitlerden seçilmesini sağlamıştır. Sonuç bölümünde iki sistem ağırlık ve maliyet açısından karşılaştırılmış ve yorumlanmıştır[1].

Topaloğlu(2007) Doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile yapıların deprem etkisi altındaki davranışları daha gerçekçi bir şekilde belirlenebilmekte, daha ekonomik tasarım yapmak mümkün olabilmekte ve yapıların olası bir deprem etkisi altında performansları belirlenebilmektedir. Dolayısıyla gerçekleştirilen bu çalışmada, örnek olarak seçilen bir çelik yapı için merkezi çelik çaprazlı perde türlerinin etkinliğinin doğrusal olmayan statik itme analizi (pushover analiz) ile incelenmesi amaçlanmıştır[2].

Türk(2016) Bu çalışmada, her iki yönde de süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeve sistem oluşturulmuş, bu çerçeve sisteminin, Çelik Yapıların Tasarım Hesap ve Yapım Esaslarına Dair Yönetmelik 2016 (ÇYTHYEY) ve taslak Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği 2016 (TBDY)'ya göre tasarım kurallarından bahsedilmiş ve daha sonra doğrusal olmayan statik itme analizi ve dinamik zaman tanım alanı analizleri yapılarak yapı performansı değerlendirilmiştir[3].

Çileli (2008) Bu çalışmada, 20 katlı (zemin kat + 19 normal kat) bir çelik yapının DBYBHY 2007 (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007) nin ön gördüğü değişik merkezi çapraz düzenleri, dışmerkez çapraz düzenleri ve moment aktaran çerçeve düzeni ile çözümlenerek yapı genel davranışlarına ait sonuçlar irdelenmiştir. Yapılan bina çözümlerinde SAP 2000 programı kullanılmıştır[4].

Yanık(2019) Çelik taşıyıcı sistemlerde kullanılan çaprazların yapı davranışı üzerine etkilerinin araştırılması isimli yüksek lisans tezinde farklı kat yüksekliklerine sahip yapılarda farklı çaprazlar kullanılıp yapıların deprem kuvveti,rüzgar kuvveti,sabit yükler,hareketli yükler etkisi altında sistemlerin yerdeğiştirme periyot gibi parametreler altında karşılaştırmaları yapılmıştır[5].

Tolan(2011)Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada, süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeve sistemler tanımlanmış, bu çerçeve sistemlerin AISC (American Institute of Steel Construction) ve DBYBHY'e (Deprem Bölgelerinde Yapılan Binalar Hakkında Yönetmelik) göre tasarım kurallarından bahsedilmiştir.Tasarımda yapısal analiz için SAP 2000 bilgisayar programı kullanılmıştır. Hesaplamalarda ve karşılaştırmada TS 648 ve ASCE 7-05'te güvenlik dayanımları hesap yöntemi için verilen yük kombinasyonları kullanılmıştır.Son bölümde; çalışmanın ana özellikleri ve sayısal incelemeden elde edilen sonuçlar açıklanmıştır[6].

Ayhan(2005)Bu tez çalışmasında bir ara katı bulunan deprem yüklerine göre boyutlandırılmamış, çelik ve betonarme taşıyıcı sistemden oluşan mevcut bir uçak hangarı yapısının merkezi güçlendirilmiş, süneklik düzeyi yüksek, sadece çelik taşıyıcı sistemden oluşacak şekilde yatay ve düşey yükler altında statik ve çelik hesapları yapılmış, ilgili imalat çizimleri yapılmış ve maliyet analizi yapılmıştır[7].

Turgut (2009)Yapılan çalışmanın amacı, dış merkez çelik çaprazlı perdelerin, deprem etkileri altındaki performanslarının ve tasarım detaylarının incelenerek bu konuda

DBYBHY 2007’de verilen kuralların değerlendirilmesi ile birlikte moment aktaran çerçevelerden oluşan sistemin deprem etkileri altında performansının dış merkez çelik çapraz perdeli sistemin performansı ile karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla özellikle son yıllarda yapılan çalışmalar kapsamlı olarak incelenmiştir. Daha sonra seçilen altı katlı bir çelik yapının tasarımı ile DBYBHY 2007 kuralları değerlendirilmiştir. Elemanların tasarımında TS 648 Çelik Yapılar Standardı esas alınmıştır. Hesap yöntemi olarak güvenlik dayanımına göre tasarım kullanılmıştır. ASCE 7-05’de güvenlik dayanımlarına göre tasarım için verilen yük kombinasyonları dikkate alınmıştır. Tasarımda TS 648 yönetmeliği ile AISC 360-05 (Specification for Structural Buildings) standardından faydalanılmıştır)[8].

Özşahin(2015) Bu çalışmada bu iki yapı sisteminden oluşan karma sistem olan dışmerkez çaprazlı çelik çerçeve sistemlerin tasarım parametreleri, American Institute of Steel Construction, (AISC 341-10: Seismic Provisions for Structural Steel Buildings) (USA) yönetmelik koşulları altında incelenmiştir. Dışmerkez çaprazlı çelik çerçeve sistemler yüksek enerji sönmüleme yeteneğine sahip olup, yapıda hangi yapı elemanının daha önce kapasitesine ulaşacağına seçilmesine imkan veren sistemlerdir. Ancak yönetmelikler farklı tasarım koşulları içermektedir. Yüksek lisans tezi olarak sunulan bu çalışmada seçilen bir dışmerkez çaprazlı çelik çerçeve sistemde AISC 341-10 yönetmeliğinde yer alan koşullar incelenmiştir [9].

Can(2008) Bu çalışmanın amacı, süneklik düzeyi yüksek merkezi çelik çaprazlardan oluşan altı katlı çelik bir binanın 2007 yılında yürürlüğe giren Türk Deprem Yönetmeliğine uygun olarak boyutlandırılması ve detay tasarımının yapılmasıdır. Hesap yönteminde TS 648 esas alınmış olup yetersiz kaldığı çoğu tasarım aşamasında AISC 360-05 standardına başvurulmuştur. Hesaplarda güvenlik dayanımları hesap yöntemi kullanılmıştır[10].

Nassani ,Hussein ve Mohammed(2017)Bu çalışmada 4 farklı yapı yüksekliğindeki(4,8,12 ve 16 kat) binaları farklı çapraz tipleri kullanılarak çerçevelerin deprem etkisi altındaki davranışları doğrusal olmayan statik ve dinamik analizler yapılarak incelenmiştir.Çapraz kullanılarak yapılan modellerdeki katlar arası deplasmanların, moment aktaran çerçeveye göre ortalama %58 oranında az olduğu görülmüştür.İtme analizine göre de çaprazlı çerçevelerin daha düşük yerdeğiştirme yaptıkları görülmüştür.Aynı zamanda itme analizlerinde Çaprazlı çerçevelerde, mafsallar ilk başta çaprazlarda , daha sonra kirişte ve sonra kolonlarda meydana gelip, moment aktaran çerçevelerde ise ilk önce kirişte ve sonra kolonlarda meydana gelmiştir.Deprem performansın merkezi v ve merkezi ters v

çaprazlarında daha iyi olduğu görülmüştür.Zaman tanım alanında yapılan analizde el centro depreminin yer hareketleri ele alınıp analiz yapılmıştır.Bu analize göre momentaktaran çerçevenin çaprazlı sistemlere göre daha sünek olduğu için deplasmanları da daha yüksek görülmüştür[11].

Yang,Sheikh ve Tobber(2019)Bu çalışmada, Vancouver, Kanada'da bulunan beş katlı binanın beş katlı prototipinin deprem tepkileri sistematik olarak incelenmiştir. Beş farklı çapraz tipi kullanılarak yapıların deprem etkileri, başlangıç maliyetleri ve kullanım ömürleri karşılaştırılmıştır.Bunun için doğrusal dinamik analiz mod birleştirme yöntemi kullnılıp aynı zamanda doğrusal olmayan dinamik analiz olan time history deprem hesap yöntemleri kullanılarak sonuca gidilmiştir.Bu çalışmada merkezi v-tersv sistemin diğer yapı çeliklerinden %20 daha hafif olduğu görülmüştür.En hafif ikinci çapraz tipi ise merkezi v system olduğu görülmüştür.İlk inşaat maliyeti ve 50 yıllık zaman aşımında da en ekonomik system merkezi v-tersv sistem olup en pahalı system ise merkezi x çaprazlı system olduğudur. Sonuç olarak farklı çapraz tiplerinin yapısal elemanların boyutlandırılmasında önemli bir rol oynadığını ve bunun da binanın ilk malzeme kullanımını ve inşaat maliyetini etkilediğini göstermektedir[12].

Güneyisi ve Muhyaddin(2014)Bu çalışmada 4,8,12 ve 16 katlı yapılar için moment aktaran çerçeveler ile diyagonal çaprazların deprem etkisi altında perporfamansları doğrusal olmayan statik ve dinamik yöntemlerle analiz edilip kapasite eğrileri, görel kat ötelenmeleri ve çerçeve elemanlarındaki plastikleşmeler değerlendirilmiştir.Time history için Kaliforniyadaki deprem kayıtları ele alınmıştır.Yapılan analizler sonucu çaprazlı sistemin moment aktaran çerçevelere göre daha rijit olmasına rağmen daha fazla deplasman kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.Aynı zamanda doğrusal olmayan analizde moment aktaran çerçevelerde ilk katlarda elastik olmayan deformasyon aralığında çöktüğü görülmüştür.Doğrusal olmayan zaman tanım alanındaki yöntemden elde edilen sonuçlarda itme analizine paralel sonuçlar vermiştir.Sonuç olarak kat yüksekliğine bağlı olarak diyagonal çaprazların deprem performanslarını önemli derecede etkileyip daha düşük deformasyon ve hasar gördüğü incelenmiştir[13].

Mohammad Reddy,Raja ve Raghu(2019)Bu çalışmada zemin+4 katlı çelik yapının 4 farklı çapraz tipi kullanılarak yapıların deprem kuvveti etkisinde;taban kesme kuvvetleri,görel kat ötelenmeleri,periyotları, tepe yer değiştirmeleri gibi parametreler itme analizi yapılarak incelenmiştir.Analizlere göre Merkezi X çaprazlı sistemin en yüksek taban kesme kuvvetine

maruz kaldığı ve en az yer değiştirme yaptığı görülmüştür. Sonuç olarak merkezi X tipi çelik çaprazlı sistemin rijitliğe önemli ölçüde etkileyip diğer çaprazlı sistemlere göre deplasmanları maksimum düzeyde azalttığı sonucu elde edilmiştir[14].

Güneyisi ve Gültekin(2017)Bu çalışmada dışmerkezi çelik çaprazlı sistemin daha çok mimari açıdan değerlendirmesi söz konusudur ama aynı zamanda dışmerkezi ters v çelik çaprazlı sistemlerin deprem yükü altındaki performansına bağlı olarak elemanlardaki hasar dağılımı, görelî kat ötelenmeleri gibi deprem parametreleri hem doğrusal olmayan statik itme analizi ile hem de doğrusal olmayan zaman tanım alanındaki deprem hesap yöntemiyle incelenmiştir. Time history yönteminde 4 adet deprem kaydı ele alınıp farklı deprem etkileri altındaki yerdeğıştirmeler incelenmiştir. Sonuç olarak dışmerkezi çelik çaprazlı sistemin deprem kuvvet etkisi altında mukavemeti azalmasına rağmen yer değıştirmeye devam ettiğı görülmüş olup sünek davranış sergilediğı ve tepe yerdeğıştirmeleri %25 oranında azalttığı incelenmiştir[15].

Alborzi, Tahghighi ve Azarbakht(2019) çalışmalarında 5,8 ve 12 katlı üç farklı binayı burkulması önlenmiş diyagonal kompozit çaprazlı sistem tasarlanarak deprem kuvveti etkisi altındaki performansı mukavemet ve süneklik açısından doğrusal olmayan statik ve dinamik analizlerle incelenmiştir. Bina parametreleri İran gibi nispeten yüksek riskli depreme yatkın bölgelerde bulunan ofis olarak ele alınmıştır. Dolayısıyla sabit yükler 6 kn/m² ve hareketli yükler 2,5 kn/m² olarak ele alınmıştır. Time history için 22 uzak alan kaydı kullanılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde itme analizine göre yapı yüksekliğı artıkça mukavemetin azaldığı görülmüştür. Time histroy sonuçlarına göre kompozit çaprazlı sistemlerde tepe yer değıştirmelerin %20 oranında azaldığı görülmüştür. Ayrıca kompozit çaprazların P-Δ etkilerine karşı performansın yeterli olduğı görülmüştür. Sonuç olarak sismik etkilere karşı daha güvenli ve daha ekonomik yapısal tasarımlar elde edebilmek için devam eden araştırmalara dayanarak kompozit sistemler değıştirilip geliştirilebilir[16].

Eghbali, Asadian ve Amrei(2017)Bu çalışmada 5,10 ve 15 katlı yapılara merkezi ters v tipli çaprazları dikdörtgen kesitli üç tip burkulması önlenmiş kompozit sistem şeklinde tasarlayıp doğrusal olmayan statik ve dinamik yöntemlerle analiz edip deprem performansları karşılaştırılmıştır. Zaman tanım alanı deprem hesap yöntemi için yakın ve uzak alan deprem kayıtları olmak üzere 6 adet olarak seçilmiştir. Sonuç olarak burkulması önlenmiş çaprazlı sistemlerin yüksek rijitlik ve yüksek süneklik performans sağlayabiliyor ancak başlık alanı

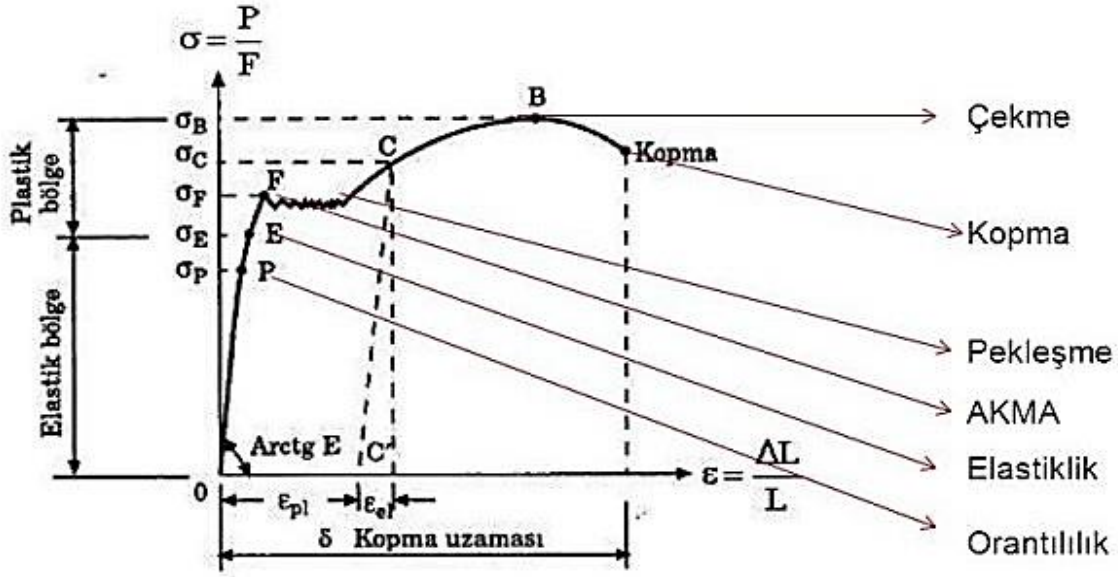
ve akma alanına göre süneklik değerinin değişebileceği görülmüş olup daha iyi sonuçlar için bu yöntemin daha da geliştirilmesi gerektiği görülmüştür[17].

Ghasemi Jouneghani ve Sarvghad (2016)Bu çalışmada çelik çaprazlı sistemlerin mimari yönden dezavantajları ele alınıp problemleri ortadan kaldırmak ve buna karşın deprem kuvvetleri etkisi altında güvenli performans sağlamak amacıyla elips tipli çaprazlar modelleri söz konusu olmuştur.Analiz sırasında doğrusal olmayan itme analizi kullanılıp,süneklik ve mukavemet gibi parametreler değerlendirmeye alınmıştır.Elips çaprazlı sistem ABAQUS programında tasarlanıp doğrusal olmayan statik itme analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre elips çaprazlı sistemin diğer çapraz tiplerinden daha mukavim ve daha fazla yer değiştirme kapasitesine sahip olduğu görülmüştür.Bu çalışmada elips çaprazlı sistem şiddetle önerilmiştir, bu da farklı çapraz tiplerinin yapılar farklı etkilerde bulunduğunu belirtip daha çok çalışmalar yapıp çapraz tipleri geliştirilebilir[18].

2.ÇELİK MALZEMESİNİ TANIMAK VE ÇELİK MALZEMESİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

2.1. Çelik Malzemesinin Yapısal Özellikleri

Çelik, en basit tanımı ile bir demir – karbon alaşımıdır.Tabi ki sadece demir ile belirli bir miktar karbon ile birleşmesi ile oluşmaz.Çünkü Çelik malzeme ilk defa İngilterede bir köprüde kullanıldığında,dökme demir yani font demirden yapılıyor.Bu şu demek oluyor basınç mukavmetinin yanında neredeyse yok denecek kadar çekme dayanımı var demektir. Zamanla dökme demirin içine birtakım ametcarbon,kükürt,manganez,silisyum,magnezyum vb.) ilave ediliyor.Böylece malzemenin iç yapısı değişmiş oluyor ve bugün kullandığımız geleneksel yapı çelği ortaya çıkmış oluyor.Gelişen teknoloji ile bir çok yeni malzeme üretildi ancak; çelik halen Dünya’da en yaygın kullanılan mühendislik malzemesidir. Bunun başlıca nedeni, yüksek dayanım ve tokluğunun yanı sıra, aynı zamanda tok yani darbe dayancının olmasından ileri gelir. Ayrıca, insanlık tarihi bu malzemenin imalatında oldukça tecrübelidir. Hala en yaygın kullanılan mühendislik malzemesi olmasının temel nedenlerinden bir diğeri de geri dönüşümü olmasıdır.Şu anda dünyada en çok geri dönüşüm yapılan malzeme de çeliktir.Dolayısıyla çelik malzemesi dünyanın her yerinde aynı performansı gösteriyor coğrafik özelliklere ya da hava durumuna göre davranışı değişmiyor bu da tasarımcılar için bulunmaz bir nimet.Çünkü kuvvet etkisi altında davranışını bildiğimiz karakterize ettiğimiz bir malzeme ve grafiği var elimizde.



Şekil 1.1 Çelik Gerilme-Şekil Değiştirme Diyagramı

Çelik malzemesine belli süreliğine kuvvet uygulanıp kuvvet kaldırıldığında malzeme elastik bölgede tekrar eski haline geliyor. Çeliğe tekrar belli bir süre kuvvet uygulandığında malzeme eski şeklini almıyor ve malzeme üzerindeki deformasyonların kalıcı olduğu nokta akma mukavemetine geliyor. Akma dayanımı net bir değer değildir bir aralıktır bir banttır yani alt ve üst akma mukavemet değerleri vardır. O yüzden akma mukavemeti ifade edilirken nominal (belli bir aralıkta dikkate alınan hesap değeri) akma mukavemeti diyoruz. Dolayısıyla malzeme akma mukavemetini geçtikten sonra deformasyonlar kalıcı oluyor. Grafik linerken parabolik bir hal alıyor ve eğim açısı değişiyor yani aynı kesit daha fazla yük taşıyabiliyor kemikleşiyor bu duruma da pekleşme (Steel hardening) denir. Malzemeye kuvvet uygulamaya devam edildiğinde bel yaptığı noktada çekme mukavemeti oluyor ve en sonunda kopma dediğimiz olay meydana gelmiş oluyor. Dolayısıyla çelik lineer elastoplastik olan bir malzemedir. Yani belli bir bölgeye kadar elastik özellik, belli bir bölgeye kadar plastik özellik gösteriyor.

KIRILMAAA: Doğada hiçbir malzeme sonsuz rijitliğe sahip değildir. Bizim gözle göremediğimiz mikro çatlaklar, porozite ve boşluklar vardır. Bu çatlakların ilerleyebilmesi için bir dış yük lazım yani hiçbir malzeme kendi kendine çatlamaz. Dolayısıyla dış yükler etkisi altında malzemedeki mikro çatlakların ilerleyerek makro çatlığa dönüşmesi, gün sonunda en az iki ya da daha fazla parçanın meydana gelmesi olayıdır.

KIRILMA ÇEŞİTLERİ

Sünek Kırılma(Ductiler Fracture):Süneklik yapı içinde bir elemanın dış yükler etkisi altında fazla şekil değiştirmeden elastik sınır ötesinde şekil değiştirmenin ölçüsüdür.Yapı sisteminin süneklik oranının büyük olması depremde meydana gelecek olan deplasmanın artmasına ama aynı zamanda daha fazla enerjinin sönümlemesine sebep olur.Süneklik için düktülesi yüksek malzeme de denir.Sünek kırılma ise dış yükler etkisi altında malzemenin plastik deformasyon yaptıktan sonra akma sınırının üstünde bir noktada meydana gelmesi olayıdır.

Gevrek Kırılma(Brittle Fracture):Malzemenin plastik deformasyon yapmadan akma sınırının üstünde bir noktada meydana gelmesi olayıdır.

Yorulma Kırılması(Fatigue Fracture):Tekrarlanan yükler etkisi altında yani dinamik yükler etkisi altında malzemenin plastik deformasyon yapmadan akma sınırının altında bir noktada kırılması olayıdır.Buna sinsi kırılma da denir.Çünkü ne zaman kırılacağı ne zaman göçeceği belli değildir.Örnek olarak kren kirişleri,kule vinçleri verilebilir,bunlar boşken bile yıkılabiliyor.

Sünme Kırılması(Creep Fracture):Isı ya da sıcaklık etkisi altında malzemenin akma noktası sınırının altında bir yerde katı halden sıvı hale gelip plastik deformasyon yapmadan kopması olayıdır.Burada da malzemenin ne zaman kırılacağı ne zaman kopacağını bilemiyoruz.Çelik sıcaklık ya da ısı aldığı zaman moleküler yapı bozulur malzemeyi katı halden sıvı hale getiriyorsun.Dolayısıyla 400 C de %50, 600 C sıcaklıkta çeliğin %80i gider, 900C de de SIVI hale geçer.

Dolayısıyla tasarım felsefesine göre can kayıplarını önlemek için yapımızın göçme yapmaması için yapımızdaki kırılmaları sünek olarak tasarlarız.Tüm binalar yıkılır,yıkılamayacak bir bina yoktur öngörülenin üzerinde bir kuvvet geldi mi yıkılır çünkü sonsuz rijitliğe sahip bir malzeme yok.Dolayısıyla yapıları tasarlarken küçük ölçekli depremlerde taşıyıcı zarar görmeyecek,orta ölçekli depremlerde onarılabilir düzeyde olacak,büyük ölçekli depremlerde can kaybı olmayacak şekilde yapmalıyız.Bu yüzden biz yapılarımızda sünek kırılmanın olmasını isteriz.Yapı ani göçmeden haber verecek.Dolayısıyla sünek kırılmanın meydana geldiği bölge 1.bölge yani elastik bölgedir.O zaman Türkiye ve Dünya da çelik malzemesini elastik bölgeye kadar boyutluyoruz yani akma sınırına kadar çalıştığını,akma sınırından sonra çalışmadığı kabulünü yapıyoruz.Sebebi ise akma sınırını geçtikten sonra meydana gelecek olan kırılmanın niteliği

gevrek kırılma olacaktır.Çelik akma sınırını geçtikten sonra eskiye nazaran daha sağlam daha mukavemetli oluyor.Ama aynı oranda da kırılganlığı artmış bir malzeme ortaya çıkmış oluyor ve kontrol etme şansımız olmuyor.O yüzden dünyada çelik hesaplar akma sınırına kadar çalıştığı kabul edilir.

2.2. ÇELİK MALZEMESİNİN AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI

Çeliğin karakteristik özellikleri ve gelen deprem kuvvetleri altında sergilediği davranış diğer yapı malzemelerinin ya sahip olmadıkları ya da daha düşük düzeyde sahip oldukları bazı temel özelliklere sahiptir.

2.2.1. Avantajları

- ✓ Çelik sünek (düktilesi yüksek) bir malzemedir, büyük bir şekil değiştirme özelliği vardır.(Betonarmeye oranla yirmi kat fazla).
- ✓ Yüksek mukavemetli bir malzemedir.Dolayısıyla öz ağırlığının taşıdığı yüke oranı çok küçüktür. Yani hafif bir malzemedir.
- ✓ Çeliğin çekme mukavemeti basınç dayanımına eşittir.
- ✓ Çeliğin elastisite modülü(Yani 1br malzemenin boyunu 1br uzatmak için uygulanması gereken kuvvet o malzemenin elastisite modülünü verir.) diğer yapı malzemelerine kıyasla çok yüksektir. Örnek olarak betonarmeye göre yaklaşık yedi kat daha fazladır.
- ✓ 5-Homojen ve izotrop bir malzeme olup üretimi sıkı ve sürekli denetim altında gerçekleştirildiğinden güvenlidir.
- ✓ Çelik taşıyıcı elemanlar atölyede işlendiklerinden dolayı şantiyedeki montaj ve hava koşullarından çoğunlukla etkinmezler.Bu da yapım süresinin daha az olmasına sebep olup işletmenin daha erken açılmasına olanak verir.
- ✓ Çelik yapı elemanlarında değişiklik ve takviye olanağı vardır. Ayrıca sökülüp yeniden kullanılabilirler.Zarar gören elemanlar sökülüp tekrar yenileriyle değiştirilebilir.
- ✓ Çelik yapı elemanları yerlerine monte edildikleri anda tam yükte çalışırlar.

2.2.2. Dezavantajları

Çeliğin dezavantajlarına ilişkin özellikler aşağıda irdelenmiştir.

1- Çelik Yapılarda Korozyon

Çelik yapı malzemelerinde herhangi bir önlem alınmadığında, açık hava koşulları veya direkt su ile temas halinde oluşan bir reaksiyon sonucu malzeme yüzeylerinde oksit ve hidroksit özellikte bir katman oluşur, buna korozyon ya da paslanma adı verilir.Bunun sonucunda çatlaklar ve yarılmalar oluşabilir. Bu kusurlardan dolayı eleman taşıma kapasitesinde ve rijitliğinde önemli azalmalar meydana geleceğinden korozyona karşı mutlaka önlem alınmalıdır.

Çelik Yapılarda Oksitlenme için alınabilecek tedbirler aşağıda verilmiştir.

- ✓ Polimer tabaka ile kaplama
- ✓ Metalik üst yüzey kaplaması uygulama (Galvanizleme işlemi)
- ✓ Polimer harçlarla kaplama
- ✓ Çimento harçları ve beton ile kaplama
- ✓ Boyama

2- Çelik Yapılarda Yangın Etkisi

Çelik yapıların en büyük dezavantajlarından biri yüksek ısı (yangın) etkisi altında mekanik özelliklerinin hızla olumsuz yönde etkilenmesidir. Sıcaklık arttıkça çeliğin elastisite modülü ve akma mukavemeti önemli azalmalar gösterir. Sıcaklık 1000 C'ye ulaştığında ise akma dayanımı sıfıra yaklaşır, yani çeliğin taşıma kapasitesi tamamen sona erer.

Çelik yapıların yangın güvenliğinin sağlanması amacıyla;

- ✓ Yapıda yangın oluşumunu ve yaygınlaşmasını önleyecek yangın söndürme sistemleri oluşturulabilir.
- ✓ Yangın etkisi altında meydana gelebilecek sıcaklık değerleri esas alınarak bina tasarımı yapılabilir (Bunun için yangın senaryoları hazırlanmalıdır).
- ✓ Çelik taşıyıcı elemanlara yangın etkisine dayanabilecek düzeyde yalıtım uygulanabilir (Yalıtım için genellikle alçı sıva, alçı kaplama, perlit vb mineral içerikli spreyci kaplamalar ve perlit içerikli beton kaplamalar kullanılmaktadır.)

3-Çelik Yapının Maliyeti;

Çeliğin pahalı olması konusu bina türü ve katların sayısına göre değişir. Örnek olarak az katlı bir konutta betonarme taşıyıcı sistem yerine çelik kullanılması, tüm maliyeti yüzde on ile on iki kadar arttırır. On ile on iki kattan sonraki kıyaslamalarda ise pahalılık tamamen yok olabilir. Bu arada zamanın da bir değeri olduğu hızlı bir inşaat için erken biten bir yapımın önemli bir gelir girdisi olduğu da dikkate alınmalıdır.

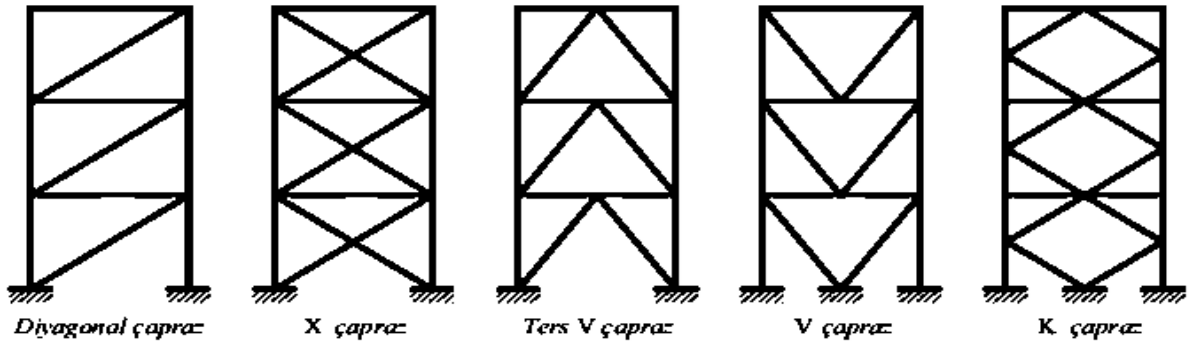
4- Uygulama Şekli;

Türkiye'de genelde pek söylenmemekle birlikte Kobe depremi sonrasında şantiyelerde yapılan kaynaklı birleşimlerin depremde kırılğan davrandıkları ortaya çıkmıştır ve bu birleşimler yerine yüksek mukavemetli bulonların öngermeli kullanılması gerekmektedir.

3.ÇELİK YAPILARDA KULLANILAN MERKEZİ VE DIŞMERKEZ ÇELİK ÇAPRAZLI SİSTEMLER

3.1 Merkezi Çaprazlı Sistemler

Çaprazlı sistemlerin kullanılmasının asıl amacı tüm yapı sistem ve gruplarına yatay stabilite sağlamaktır. Rüzgar, deprem ve basit çerçevelerde eğilme momenti gibi dış yüklerden kaynaklı olası yatay yüklere karşı koyacak şekilde tasarlanmalıdır.Yapılan yapılarda ekonomik olduğundan dolayı genelde H I kesitli profiller kullanılır.Bu profillerin majör ve minör yönleri vardır.Tasarım yapılırken büyük açıklığa majör yön gelecek şekilde tasarlanır ve minör yönde gelebilecek olan deprem kuvvetleri ise çaprazlarla sönmülendir. Bu tür yapılar merkezi, dışmerkez ve tamamlanmamış (yarım) çelik çaprazlı çerçeveler olarak sınıflandırılmışlardır. Merkezi çerçevelerde çaprazların çerçeveye bağlandığı yer, çapraz ve diğer elemanların sistem noktaları çakışır. Bu tür merkezi çerçeveler, düşeyde konumlanmış kafes kiriş gibi çalışır ve yatay yüke çaprazlarda aksenal kuvvet oluşumu ile karşı koyar.Merkezi çaprazların sünek davranış sergileyebilmeleri için diyagonal çaprazlı elemanları tekrarlı inelastik yükleme süresince dayanım ve rijitliklerini kaybetmeden deformasyon yapabilmelidir.






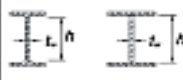




Şekil 3.1 TB DY-2018 de Bulunan Merkezi Çaprazlı Sistemler

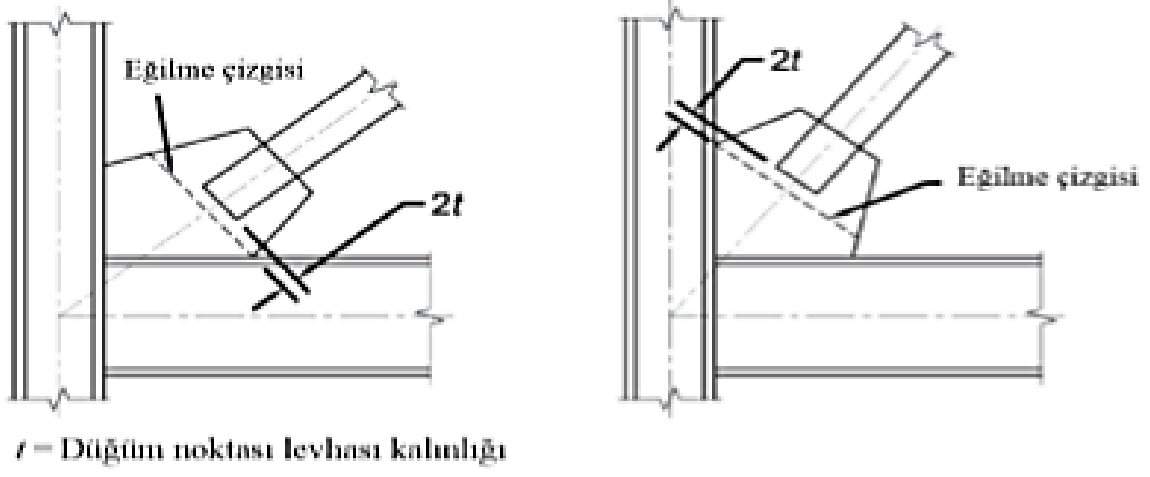
3.1.1 TB DY2018'e göre Merkezi Çaprazların Tasarım İlkeleri

Merkezi çelik çapraz sistemlerin tasarımı TB DY-2018'de süneklik düzeyi sınırlı ve süneklik düzeyi yüksek olmak üzere ikiye ayrılır. Bu çaprazlar basınç elemanlarının bazılarında burkulma meydana gelse dahi taşıyıcı sistemde önemli derecede dayanım kaybı olmayacak şekilde boyutlandırılırlar (TB DY-2018). Bu hususta aşağıdaki tasarım kurallarına dikkat edilmelidir.

- ✓ Süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi sınırlı olarak tasarlanacak sistem elemanları enkesinin başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/et kalınlığı oranları TBDY2018 de verilen Tablo 9.3'te verilen ilgili sınır değerleri aşmayacaktır. TBDY-2018'de "Binanın bir aksı üzerindeki merkezi çapraz sistemi elemanları, o aks doğrultusundaki her iki deprem yönünde etkiyen yatay kuvvetlerin en az %30'u ve en çok %70'i basınca çalışan çaprazlar tarafından karşılanacak şekilde düzenlenecektir." denilmektedir. Bu maddede özetle deprem yüküne karşı koyacak taşıyıcı sistem elemanların sadece basınç veya sadece çekme alacak şekilde tek yönde tasarlanmaması gerektiği, çaprazlardan bir kısmının basınç, diğer kısmının ise çekme alacak şekilde dengeli bir sistem seçilmesi tavsiye edilmiştir. Ancak sadece deprem bölgelerinde yapılacak tek katlı sanayi yapılarında çapraz elemanların çekmeye çalıştığı kabulü yapılarak boyutlandırılabilir.
- ✓ Birleşim bölgesi guse levhasının deprem enerjisini tüketebilecek şekilde detaylandırılması gerekmektedir. TBDY2018'de guse levhası için aşağıdaki detay tavsiye edilmektedir. Guse levhasının kalınlığı t olmak üzere, çapraz eleman uç noktası ile guse levhası eğilme çizgisi hattı arasında $2t$ 'lik bir mesafe bırakılması, guse levhasında plastikleşmenin meydana gelebilmesi için tavsiye edilmektedir.
- ✓ TBDY-2018'de "Süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçevelerin kiriş, kolon ve çaprazlarında, başlık genişliği/kalınlığı, gövde yüksekliği/kalınlığı ve çap/kalınlık oranları TBDY-2018'de verilen tablo 9.3'te verilen λ_{hd} sınır değerlerini aşmayacaktır." denilmektedir. Dolayısıyla çapraz eleman için tercih edilen kesit, lokal burkulmanın önlenmesi amacıyla şartnamede belirtilen kompaktlık şartlarını sağlamalıdır. En sık kullanılan çapraz eleman tiplerinden olan dairesel boru kesit ve kutu kesitlerin yüksek sünek performans sergilemesi için maksimum narinlik sınır değerleri çizelge 3.1'de verilmiştir.
- ✓ Deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $R=5$, Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D=2$ kabul edilecektir TBDY2018.(Çizelge 3.2)
- ✓ Deprem etkilerinin moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çelik çerçeveler ile süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından birlikte karşılandığı binalar için taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $R=6$, Dayanım Fazlalığı Katsayısı $D=2,5$ kabul edilecektir. TBDY-2018.(Çizelge 3.2)

Çizelge 3.1 TBDY2018 Bölüm 9 Tablo 4.3

Eleman Tanımı	Narinlik Oranı	Sınır değerler		Açıklama
		Süneklik Düzeyi Yüksek Elemanlar, $\lambda_{y,ed}$	Süneklik Düzeyi Sınırlı Elemanlar, $\lambda_{s,ed}$	
Dikdörtgen kutu kesitler	b/t	$0.55 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.64 \sqrt{\frac{E}{F_y}}^{[a]}$	
Yapma dikdörtgen kutu kesitler ve I kesitinden kutu şeklinde teşkil edilmiş kesitlerin başlıkları	b/t			
I kesitinden kutu şeklinde teşkil edilmiş kesitlerin yan levhaları ve çapraz eleman olarak kullanılacak yapma kutu kesitler	h/t			
Çapraz eleman olarak kullanılacak I veya yapma I kesitlerin gövdeleri	h/t_w	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Kiriş veya kolon olarak kullanılacak I veya yapma I kesitlerin gövdeleri ^[b]	h/t_w	$C_s \leq 0.125$ ise $2.45 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 0.93 C_s)$	$C_s \leq 0.125$ ise $3.76 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (1 - 2.75 C_s)$	
Kiriş veya kolon olarak kullanılacak I profilinden kutu şeklinde teşkil edilen enkesitlerin yan levhaları	h/t	$C_s > 0.125$ ise $0.77 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.93 - C_s) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$C_s > 0.125$ ise $1.12 \sqrt{\frac{E}{F_y}} (2.33 - C_s) \geq 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	
Kiriş veya kolon olarak kullanılacak yapma kutu enkesitlerin gövdeleri	h/t	$C_s - \frac{\Omega_c P_s}{F_y A} \cdot \Omega_c - 1.67$ (GKT)	$C_s - \frac{P_s}{\phi_c (F_y A)} \cdot \phi_c - 0.90$ (YDKT)	
Boru enkesitli elemanlar	D/t	$0.038 \frac{E}{F_y}$	$0.044 \frac{E}{F_y}^{[c]}$	

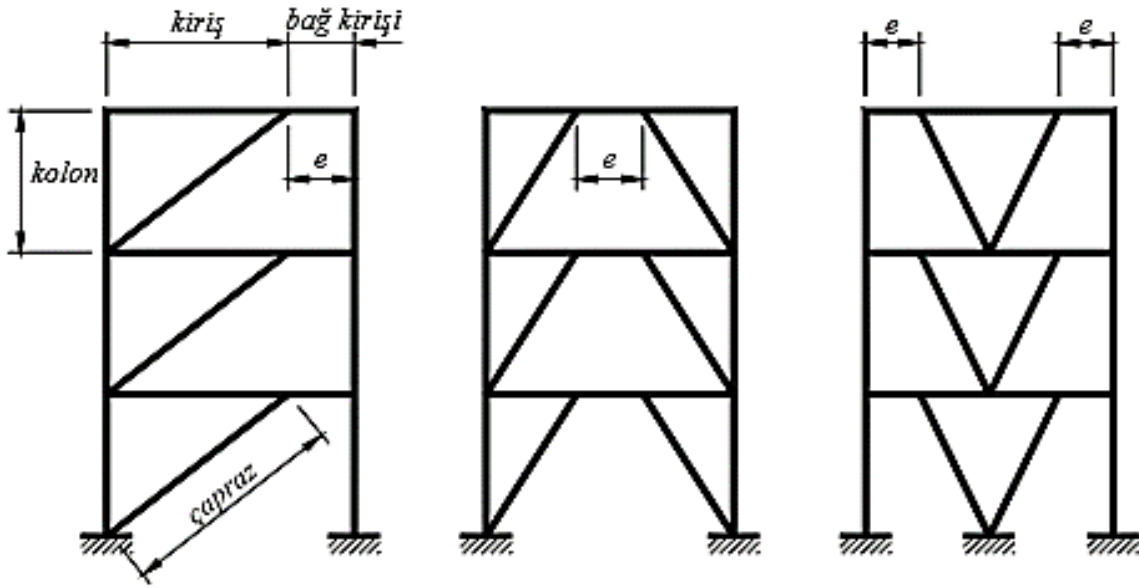


Şekil 3.2 Guse levhası için verilen birleşim detayı (TBDY-2018)

Çizelge 3.2 TBDY2018 Bölüm 4 Tablo 4,1

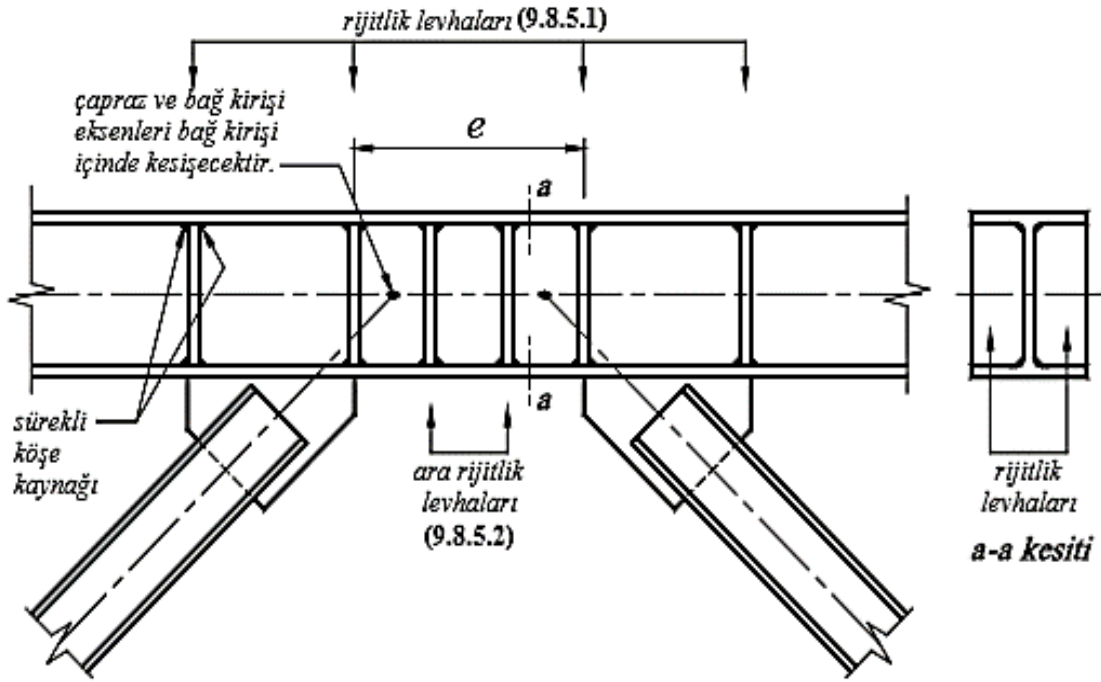
Bina Taşıyıcı Sistemi	Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı R	Dayanım Fazlalığı Katsayısı D	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfları BYS
C. ÇELİK BİNA TAŞIYICI SİSTEMLERİ			
C1. Süneklik Düzeyi Yüksek Taşıyıcı Sistemler			
C11. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	8	3	$BYS \geq 3$
C12. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	8	2.5	$BYS \geq 2$
C13. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı binalar	5	2	$BYS \geq 4$
C14. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	8	3	$BYS \geq 2$
C15. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.4.5)	6	2.5	$BYS \geq 2$
C16. Deprem etkilerinin tamamının çatı düzeyindeki bağlantıları mafsallı olan ve yüksekliği 12 m'yi geçmeyen <i>süneklik düzeyi yüksek</i> çelik kolonlar tarafından karşılandığı tek katlı binalar	4	2	-
C2. Süneklik Düzeyi Karma Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.6)			
C21. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> dışmerkez veya burkulması önlenmiş merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> bağ kirişli (boşluklu) betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	6	2.5	$BYS \geq 4$
C22. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi yüksek</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler veya <i>süneklik düzeyi yüksek</i> boşluksuz betonarme perdeler tarafından birlikte karşılandığı binalar (Bkz.4.3.1.2)	5	2	$BYS \geq 4$
C3. Süneklik Düzeyi Sınırlı Taşıyıcı Sistemler (Bkz. 4.3.4.1, 4.3.4.7)			
C31. Deprem etkilerinin tamamının moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	4	2.5	$BYS \geq 7$
C32. Deprem etkilerinin tamamının <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> merkezi çaprazlı çelik çerçevelerle karşılandığı binalar	3	2	$BYS = 8$
C33. Deprem etkilerinin moment aktaran <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> çelik çerçeveler ile <i>süneklik düzeyi sınırlı</i> merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından birlikte karşılandığı binalar	4	2	$BYS \geq 7$

3.2 Dışmerkez Çaprazlı Sistemler



Şekil 3.3 TB DY-2018 de Bulunan Dışmerkez Çaprazlı Sistemler

Dışmerkez çaprazlı sistemler yüksek katlı yapılarda, rüzgar yüküne maruz kalan bölgelerde ve deprem hareketlerin yoğun olduğu bölgelerde en çok tercih edilen çapraz tipidir. Bunun sebebi yüksek sünek, yüksek enerji sönmüleyebilme ve tersinir yükler etkisi altında sabit inelastik davranış özelliklerine sahip olmalarındandır. Dışmerkezi çaprazların merkezi çaprazlardan farkı en az bir ucunun kirişte link elemanı olarak anılan bir parçayı oluşturacak şekilde bağlı olmasıdır. Bağ kirişleri sistemin en zayıf elemanıdır. Bu yüzden bağ kirişleri elastik ötesi davranış sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve bütün diğer çerçeve elemanları bağ kirişinden daha güçlü olacak şekilde dizayn edilmelidir. Dolayısıyla bağ kirişlerin yüksek düzey sünek davranmaları için berkitmeler, yanal stabilite çaprazları gibi elemanlarla takviye yapılır. Zaten TB DY2018 de 'çaprazların çerçeve düğüm noktalarına merkezi olarak bağlandığı merkezi çaprazlı çelik çerçeveler süneklik düzeyi yüksek veya süneklik düzeyi sınırlı sistem olarak boyutlandırılabilirler. Buna karşılık, çaprazların çerçeve düğüm noktalarına dışmerkez olarak bağlandığı dışmerkez çaprazlı çelik çerçeveler süneklik düzeyi yüksek sistem olarak boyutlandırılacaklardır' ibaresi geçmektedir.

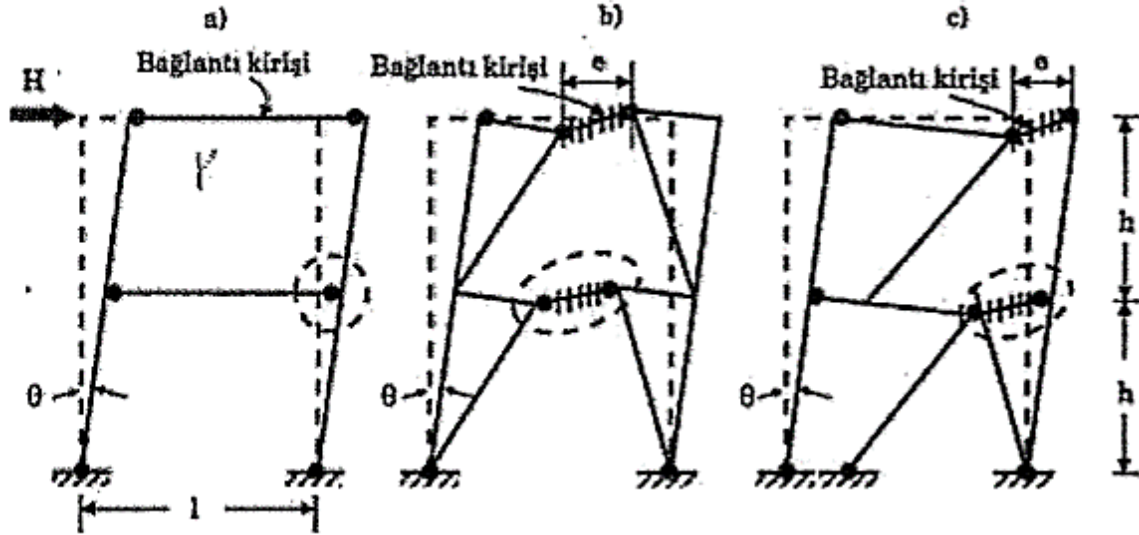


Şekil 3.4 TBKY-2018 de Dışmerkez Çapraz Orta Birleşim Detayı

TBKY2018'e göre çapraz elemanların bağ kirişine ve uzantılarına doğrudan yük aktardığı uçlarında rijitlik levhaları düzenlenecektir. Rijitlik levhaları, aksi belirtilmedikçe, bağ kirişi gövde levhasının her iki tarafına konulacak, gövde levhası yüksekliğinde ve $b_f w (-/2)$ bt genişliğinde olacaktır. Rijitlik levhalarının kalınlığı, gövde levhası kalınlığının 0.75'inden ve 10mm'den az olmayacaktır. Rijitlik levhalarını bağ kirişinin gövdesine bağlayan sürekli köşe kaynakları, rijitlik levhasının enkesit alanı ile malzeme akma gerilmesinin çarpımından oluşan kuvvetleri aktaracak kapasitede olacaktır. Dışmerkez çaprazlı olarak tasarlanmış sistemlerde çapraz elemanların çerçeve kirişi üzerinde 'e' kadar bir uzunlukta dışmerkez bir noktaya bağlanmasıyla yatay yükler altında meydana gelecek mafsallaşma ve enerjinin yutulması ile ilgili durumlar, dışmerkez bağlantı kirişi tarafından gerçekleştirilecektir. Doğru bir şekilde tasarlanıp detaylandırılan bağlantı kirişi tekrarlanan yükler altında büyük enerjiyi absorbe edebilirler. Bağlantı kirişi boyunun azaltılmasıyla çerçeve rijitliği artırılabilir. Bağlantı kirişinin boyu azaltıldığında çerçevenin sünekliğide azalmış

olacaktır. Sayısal olarak ifade edilirse $e/L=0$ olduğunda merkezi çaprazlı çelik sistem olmuş olur. Yani sistemde yanal rijitlik maksimumdur.

Dışmerkezi çaprazlı sistemler ile moment alan çerçeve sistemleri elastik olmayan davranış açısından kıyaslandığında her iki sistemde de farklı süneklik düzeyleri gözlemlenmiştir. Bununla ilgili yapılan deneylerde elde edilen verilere göre moment alan kolon kiriş birleşimi θ açısı kadar dönmesine rağmen dışmerkezi çaprazlı sistemlerin daha sünek bir yapıya sahip olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ise link olarak tanımladığımız kısa bağlantı kirişi mafsallaşarak gelen kuvvetleri daha fazla sönmüleyebilmesindedir.

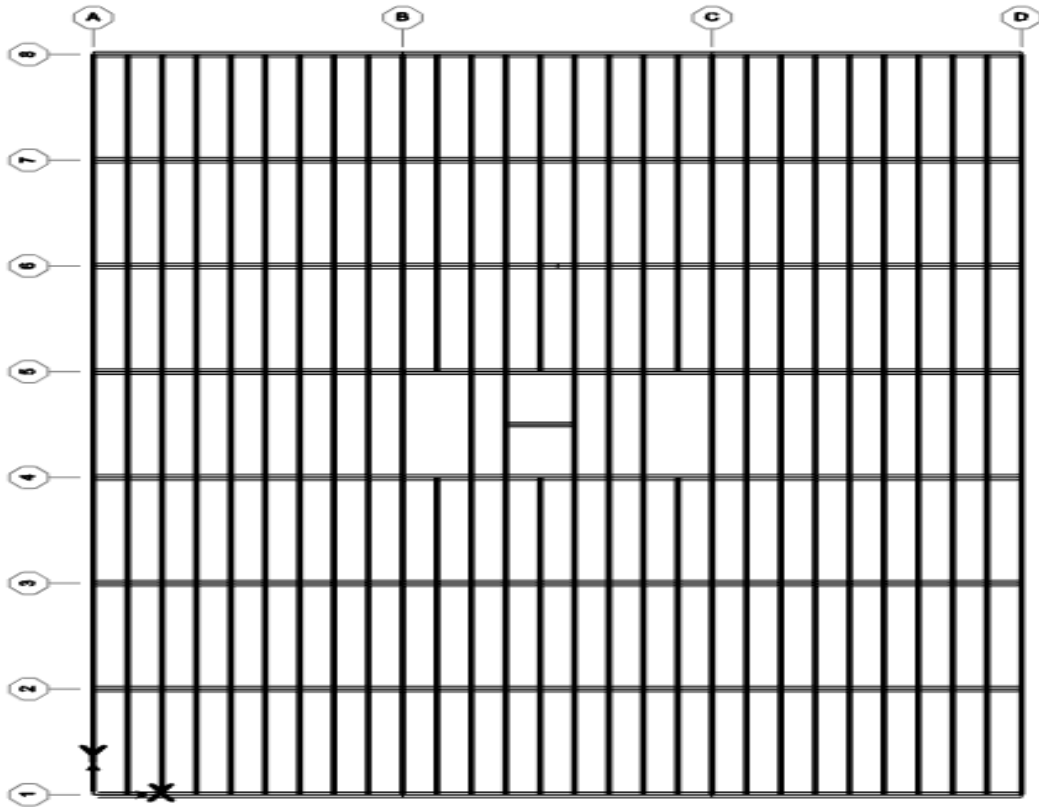


Şekil 3.5 Plastik Mafsalların Oluşması

4.FARKLI KATLI ÇELİK YAPILARIN TBDY 2018'E GÖRE ÇELİK ÇAPRAZLI VE MOMENT AKTARAN ÇERÇEVELİ DÜZENLERİN TASARIM VE ANALİZİ

4.1. Modellemesi Yapılacak Yapıların Genel Özellikleri

Bu çalışmada uzun doğrultu süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden, kısa doğrultu ise süneklik düzeyi yüksek çelik çaprazlı perdelerden oluşan, ana kirişlere ve belirli aralıklarla teşkil edilen tali döşeme kirişlerine mesnetlenen, düzlemi içinde rijit bir diyafram oluşturan kompozit döşeme sistemine sahip, süneklik düzeyi yüksek çerçeve doğrultusunda 10 m'lik açıklıkları olan, süneklik düzeyi yüksek çelik çaprazlı perde doğrultusunda ise 6 m'lik açıklıklara sahip bir yapının statik dinamik analizi, detay hesapları yapılmıştır. Tasarımı yapılan yapılar, 5 10 ve 15 katlı taşıyıcı sistemi çelik konstrüksiyondan oluşan yapılar söz konusudur. TBDY 2018 de tanımları yapılmış olan 4 farklı çapraz düzenleri ve moment aktaran çerçeve ile birlikte her yapı için 5, 3 farklı kat sayısı ile beraber toplam 15 adet modelin analizi yapılmıştır. Bütün modellerde aynı kat planları uygulanmıştır. X-X doğrultusunda 10 m aralıklar ile 4 adet aks, Y-Y doğrultusunda 6 m aralıklar ile 8 adet aks bulunmaktadır. Kat yükseklikleri tüm katlarda 3m olarak dizayn edilmiştir. Kat planı Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Tipik Kat Planı

4.2.Projede Kullanılan Yükler

Projede yapıya etki edecek yükler belirlenirken çelik konstrüksiyondan oluşan kendi zati yükü haricinde;trapez saç,çelik hasır,beton,şap,kaplama,duvar,tesisat,yalıtım yükler sabit yükler olarak hesaba dahil edilir.Hareketli yük,rüzgar yükü,kar yükü ve deprem yükleri ilgili yönetmeliklerden elde edilip etki ettirilmiştir.Bu çalışmada tasarım yapılan yapıların İstanbul ili Beylikdüzü ilçesi sınırları içinde olduğu kabul edilerek yapılar dizayn edilmiştir.Zemin sınıfı da yine İstanbul ili Beylikdüzü geneline hakim olan ZC zemin özellikleri dikkate alınmıştır.

Çizelge 4.1 Tasarım Yükleri

TASARIM YÜKLERİ							
SABİT YÜKLER(kg/m ²)							
Etkidiği Kat	Trapez Saç ve Çelik Hasır	Döşeme betonu(12cm)	Şap(4cm)	Kaplama	Duvar	Tesisat	Yalıtım
Normal Kat	20	202	80	30	50	40	
Çatı Kat	20	202	80	30		40	20
Toplam	Normal Katlar:422 kg/m ²			Çatı Katlar:392 kg/m ²			
Hareketli Yükler(kg/m ²) TS498 Madde 12.1 Çizelge 7							
Normal Kat	200 kg/m ²						
Çatı Kat	200 kg/m ²						

4.2.1 Kar Yükünün Belirlenmesi

Yapıya etki edecek kar yükleri, TS EN 1991-1-3'teki koşullara göre belirlenmiştir.

Çizelge 4.2 Karakteristik Zemin Kar Yükü (sk) Değerleri kN/m²

	1	2	3	4	5
1	Yapı yerinin denizden yüksekliği	BÖLGELER			
	m	I	II	III	IV
	≤ 200	0,75	0,75	0,75	0,75
2	300	0,75	0,75	0,75	0,80
	400	0,75	0,75	0,75	0,80
	500	0,75	0,75	0,75	0,85
3	600	0,75	0,75	0,80	0,90
	700	0,75	0,75	0,85	0,95
	800	0,80	0,85	1,25	1,40
4	900	0,80	0,95	1,30	1,50
	1000	0,80	1,05	1,35	1,60
5	> 1000	1000 m'ye tekabül eden değerler, 1500 m'ye kadar %10, 1500 m'den yukarı yüksekliklerde %15 artırılır.			

TS EN 1991-1-3 e göre İstanbul ili Beylikdüzü ilçesi 2. bölgede ve 105 m rakımda bulunmaktadır.Buna göre tasarım kar yükü 0,75 kN/m² olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.3 Farklı topografik alanlar için tavsiye edilen Ce değerleri

Topografik bölge	Ce
Rüzgara açık ^a	0,8
Normal ^b	1,0
Korunmuş ^c	1,2

^a Rüzgara açık topografik alanlar: her coğrafi yönden etkiye maruz kalan, arazi tarafından korunma imkanının olmadığı veya az olduğu daha yüksek yapıların veya ağaçların bulunmadığı engelsiz düz alanlar
^b Normal topografik alanlar: rüzgarın yapı üzerine etkisiyle kar kütesinin, arazi, diğer yapılar ve ağaçlar sebebiyle önemli bir değişime uğramadığı alanlar
^c Korunmuş topografik alanlar: dikkate alınan yapının yüksekliğinin önemli ölçüde çevre arazisinden veya çevresindeki yüksek ağaçlardan ve/veya çevresindeki daha yüksek yapılardan düşük olduğu alanlar

(8) Isı katsayısı C_i , yüksek sıcaklık iletiminden ($>1 \text{ W/m}^2\text{K}$) dolayı, özellikle binanın çatısı altındaki ısı kaybının çatı yüzeyini etkilemesi sebebiyle erimelerin meydana geldiği bazı cam kaplı çatılarda çatı kar yükündeki azalmanın hesaba katılması için kullanılır.

Diğer bütün durumlar için:

$C_i=1,0$ alınmalıdır.

4.2.2 Rüzgar Yükünün Belirlenmesi

Rüzgâr yükleri, TS EN 1991-1-4 koşulları esas alınarak, rüzgâr parametreleri belirlenerek detaylı hesabı yapılmıştır.

Esas rüzgar hızı, TS EN 1991-1-4 4.2 'de verilen Denk. (4.1) ile belirlendi.

$$v_b = c_{dir} c_{season} v_{b,0} \quad (4.1)$$

Doğrultu katsayısı, c_{dir} ve mevsim katsayısı, c_{season} değerleri tavsiye edildiği gibi 1.0 alındığında, esas rüzgar hızı $v_b = v_{b,0} = 36 \text{ m/sn}$ olarak elde edilir.

Çizelge 4.4 TS EN 1991-1-4 4.1 de verilen Arazi kategorileri ve arazi parametreleri

Arazi kategorisi	z_0 m	z_{en} küçük m
0 Açık deniz etkisine maruz deniz veya kıyı alanı	0,003	1
I Göller veya ihmal edilebilecek seviyede bitki örtüsü olan ve engebeli olmayan düz ve yatay alan	0,01	1
II Çayır gibi az seviyede bitki örtüsü olan ve aralarında en az engel yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere (ağaçlar, binalar) sahip alan	0,05	2
III Düzgün yayılı şekilde bir bitki örtüsüne veya binalara veya aralarında en az engel yüksekliğinin 20 katı kadar mesafe bulunan engellere sahip alan (kasabalar, yörekent, omanlık alan gibi)	0,3	5
IV Yüzeyinin en az % 15'i, yükseklik ortalaması 15 m'yi aşan binalarla kaplı alan	1,0	10

Not: Arazi kategorileri Madde A.1'de şekiller ile gösterilmiştir.

Çalışma konusu olan yapıların inşa edileceği arazi kategorisi III için, arazi parametreleri Çizelge 4.4 'e göre doğrulanmıştır.

$$z_0 = 0.3 \text{ m} \text{ ve } z_{min} = 5 \text{ m} \quad (4.2)$$

Tasarımı yapılan 5 katlı yapı için, $z = 15$ m olur. Buna göre;

$$z_{\min} = 2.0\text{m} \leq z = 15 \text{ m} \leq z_{\max} = 200\text{m} \quad (4.3)$$

Arazi engebelik katsayısı, TS EN 1991-1-4 4.3.2'de verilen kriterler esas alınarak hesaplandı.

$$k_r = 0,19(z_0/z_{0n})^{0,07} = 0,19(0,3/0,3)^{0,07} = 0,19 \quad (4.4)$$

$$c_r(z) = k_r \ln(z/z_0) = 0,19 \ln(15/0,3) \cong 0,74 \quad (4.5)$$

Arazi orografisi için TS EN 1991-1-44.3.3 esas alındığında, orografinin rüzgar hızını arttırmadığı varsayımı ile orografi katsayısı, $c_0(z)$, tavsiye edilen değer olan 1.0 'e eşit olarak alındı. Buna göre ortalama rüzgâr hızı;

$$v_m(z) = 0,74 * 1 * (36 \text{ m/sn}) \cong 26,64 \text{ m/sn} \quad (4.6)$$

Çizelge 4.5 Yapı Tipleri İçin Ortalama Rüzgâr Hızı

Yapı tipi	k_r	$c_r(z)$	$c_0(z)$	v_b	$v_m(z)$
5 Katlı	0,19	0,74	1,0	36 m/sn	26,64 m/sn
10 Katlı	0,19	0,87	1,0	36 m/sn	31,32 m/sn
15 Katlı	0,19	0,95	1,0	36 m/sn	34,2 m/sn

Yüksekliğe bağlı rüzgar türbülansı, TS EN 1991-1-4 4.7 'ye göre belirlenmiştir.

$z_{\min} = 2.0\text{m} \leq z = 15 \text{ m} \leq z_{\max} = 200\text{m}$ olduğundan;

$$I_z(z) = k_1 / (c_0(z) * \ln(z/z_0)) = 1/1 * \ln(15/0,3) \cong 0,256 \quad (4.7)$$

Çizelge 4.6 Yapı Tipleri İçin Rüzgâr Türbülansı Değerleri

Yapı tipi	z	Z_0	$C_0(z)$	$V_m(z)$	$I_v(z)$
5 Katlı	15	0,3	1,0	26,64 m/sn	0,256
10 Katlı	30	0,3	1,0	31,32 m/sn	0,217
15 Katlı	45	0,3	1,0	34,2 m/sn	0,199

Tepe rüzgar hız basıncı, TS EN 1991-1-4 4.5 'te verilen Denk. (4.8) ile hesaplandı.

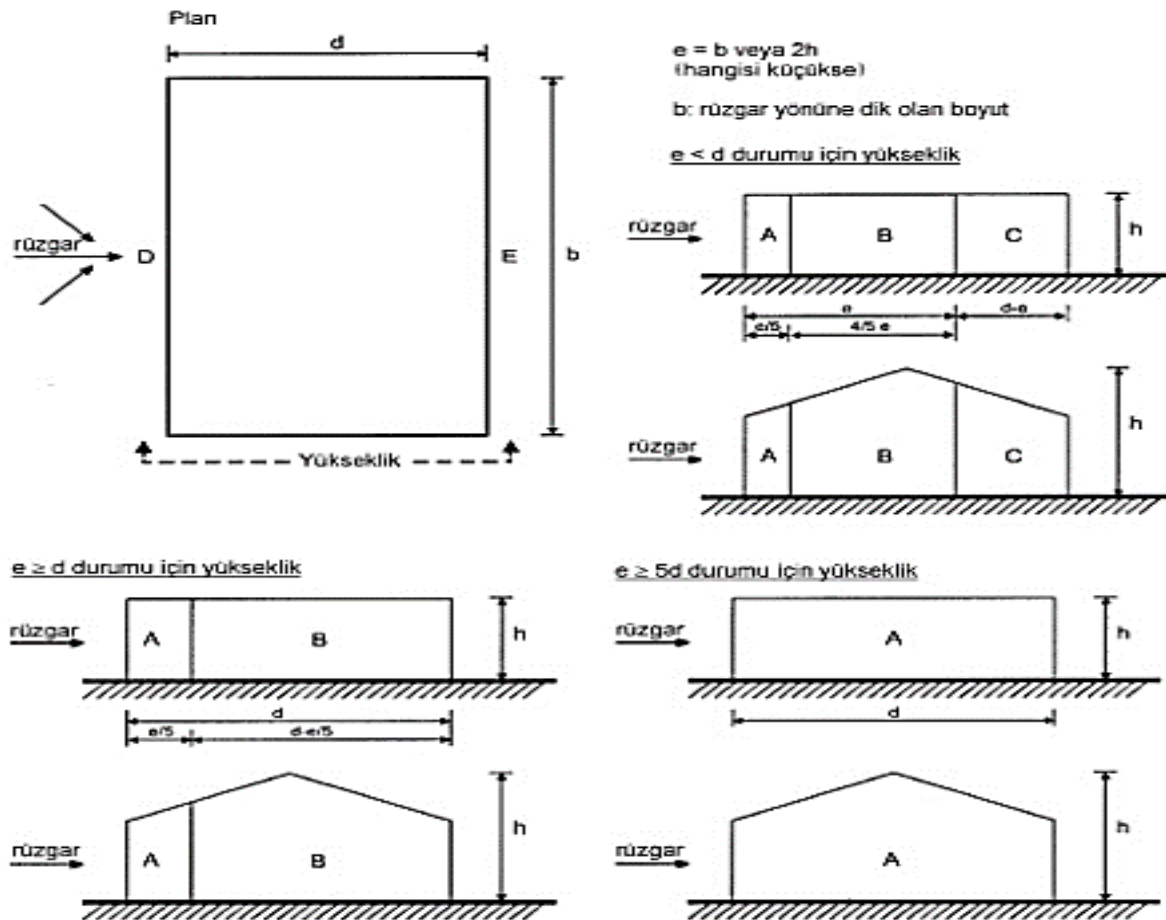
$$q_p = [1 + 7lv] \frac{1}{2} \rho v^2(z) = c_e(z) q_b \quad (4.8)$$

Çizelge 4.7 Tepe Rüzgâr Hız Basıncı Değerleri

Yapı tipi	z	z ₀	I _v (z)	p	v _m (z)	q _p (z)
5 Katlı	15	0,3	0,256	1,25 kg/m ³	26,64 m/sn	1237 kg/msn ²
10 Katlı	30	0,3	0,217	1,25 kg/m ³	31,32 m/sn	1545 kg/msn ²
15 Katlı	45	0,3	0,199	1,25 kg/m ³	34,2 m/sn	1747 kg/msn ²

Çizelge 4.8 Dikdörtgen Planlı Binaların Düşey Duvarları İçin Tavsiye Edilen Dış Basıncı Katsayısı Değerleri

Bölge	A		B		C		D		E	
	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}	C _{pe,10}	C _{pe,1}
5	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,8	1,0	-0,7	-0,7
1	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,8	1,0	-0,5	-0,5
<0,25	-1,2	-1,4	-0,8	-1,1	-0,5	-0,5	0,7	1,0	-0,3	-0,3



Şekil 4.2. TS EN 1991-1-4 Düşey Duvarlar İçin Açıklamalar

Çizelge 4.9. 5 Katlı Yapılar İçin Hesaplanan Rüzgâr Yükleri

Yüzey	Rüzgâr yönü $\theta = 0$ için bölgeler		
	5 Katlı		
	$C_{p,net}$	$q_p(z)$	w_e
A	-1,2	1,24 kn/m ²	-1,48 kn/m ²
B	-0,8	1,24 kn/m ²	-0,99 kn/m ²
C	-0,5	1,24 kn/m ²	-0,62 kn/m ²
D	0,8	1,24 kn/m ²	+0,99 kn/m ²
E	-0,5	1,24 kn/m ²	-0,62 kn/m ²

Çizelge 4.10 10 Katlı Yapılar İçin Hesaplanan Rüzgâr Yükleri

Yüzey	Rüzgâr yönü $\theta = 0$ için bölgeler		
	10 Katlı		
	$C_{p,net}$	$q_p(z)$	w_e
A	-1,2	1,55 kn/m ²	-1,86 kn/m ²
B	-0,8	1,55 kn/m ²	-1,24 kn/m ²
C	-0,5	1,55 kn/m ²	-0,78 kn/m ²
D	0,8	1,55kn/m ²	+1,24 kn/m ²
E	-0,5	1,55 kn/m ²	-0,78 kn/m ²

Çizelge 4.11. 15 Katlı Yapılar İçin Hesaplanan Rüzgâr Yükleri

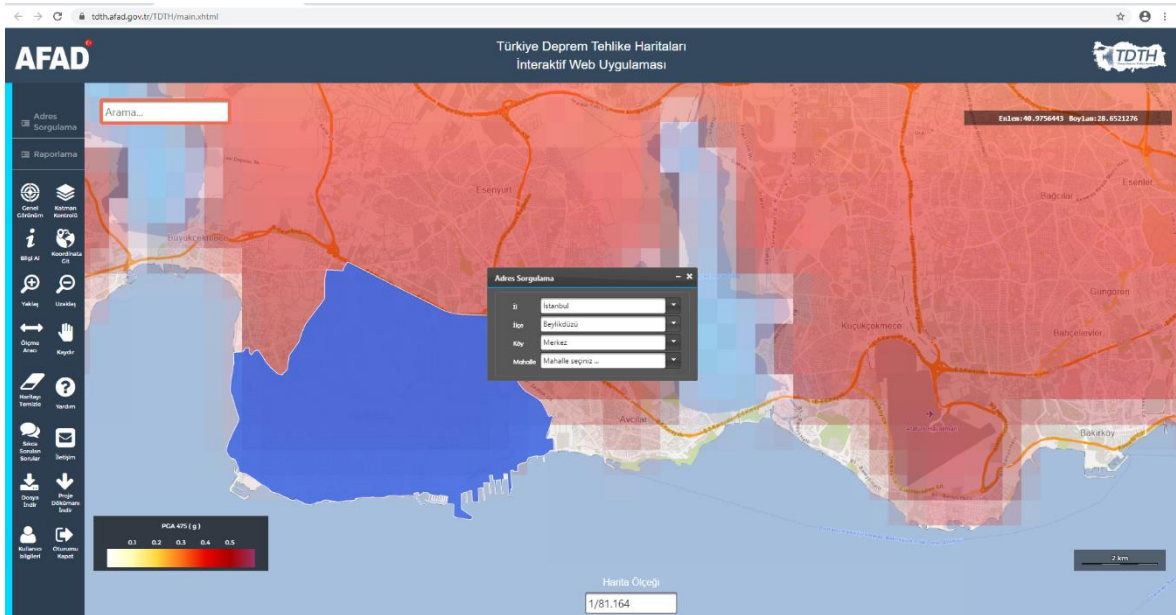
Yüzey	Rüzgar yönü $\theta = 0$ için bölgeler		
	15 Katlı		
	$C_{p,net}$	$q_p(z)$	w_e
A	-1,2	1,75 kn/m ²	-2,1 kn/m ²
B	-0,8	1,75 kn/m ²	-1,4 kn/m ²
C	-0,5	1,75 kn/m ²	-0,88 kn/m ²
D	0,8	1,75kn/m ²	+1,4 kn/m ²
E	-0,5	1,75 kn/m ²	-0,88 kn/m ²

4.2.3. Yapıların Zati Ağırlığının Belirlenmesi

Yapıların kendi öz ağırlıklarını kullandıkları malzemeye göre Sap2000'ne kütle kaynağı tanımlanarak kendisi hesaplayacaktır.

4.2.4. Deprem Yükleri

Tasarlanan yapıların deprem yüklerinin hesabı SAP2000 programında İstanbul ili Beylikdüzü ilçesine göre kabul edilip modal analizle çözülmüştür. Deprem yükü için gerekli olan bilgiler Afad'ın resmi uygulama programından elde edilmiştir.



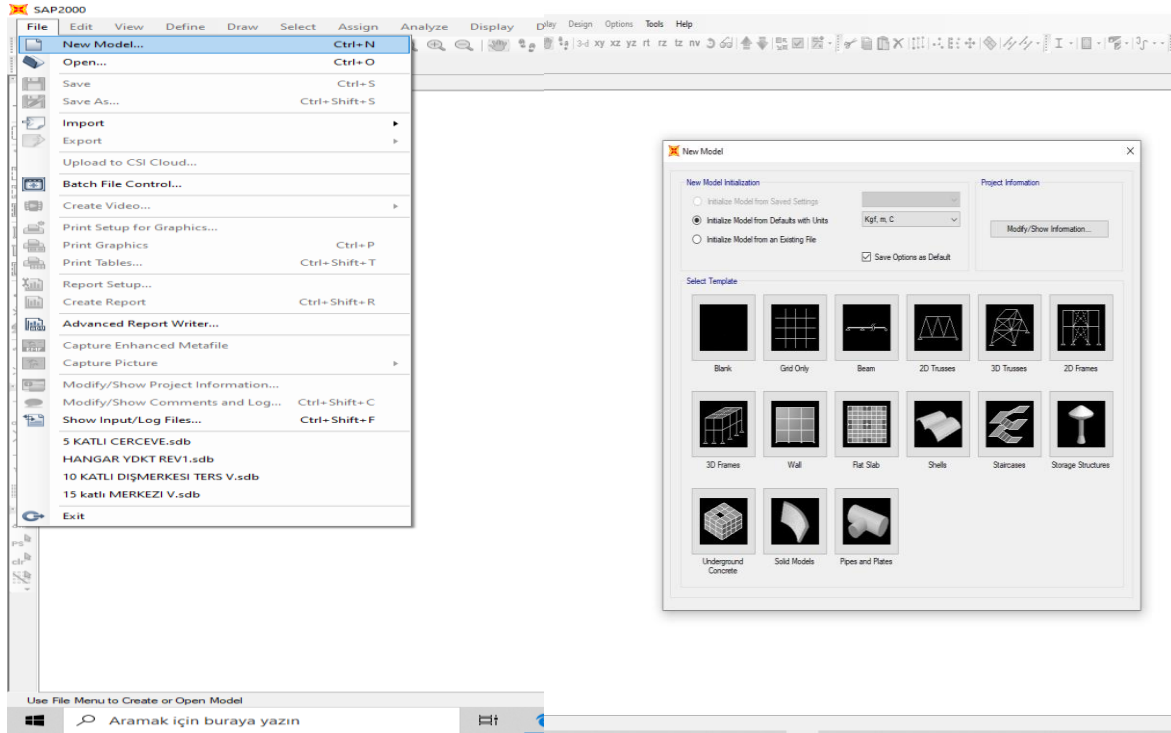
Şekil 4.2. Afad programı

4.3. Yapıların SAP2000 Programı ile Modelleme ve Sistem Analizleri

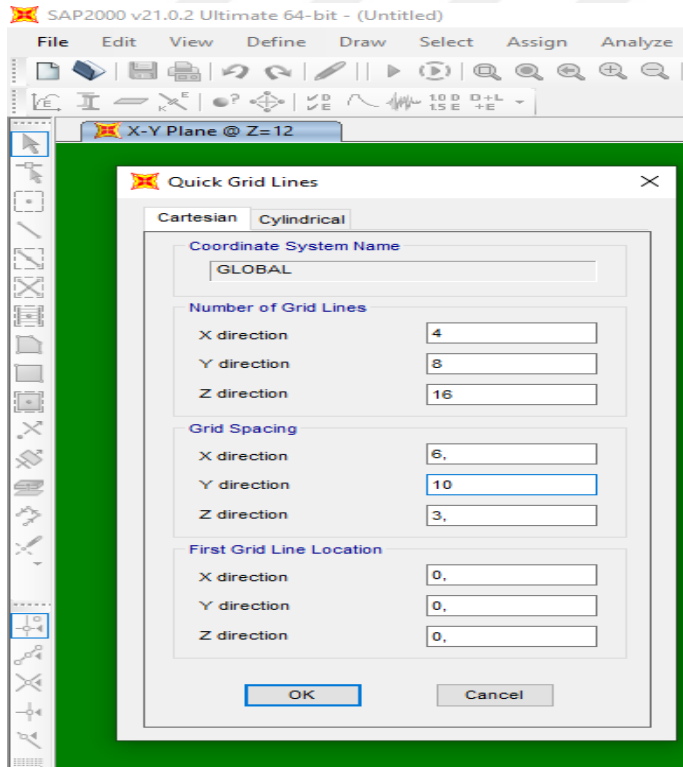
Bu çalışma kapsamında 15 adet farklı yapı modellenip, analizlerinin yapılması ve modellerin uygun kesitlerle dizayn edilmesi SAP2000 programı aracılığıyla yapılacaktır. Programın güncel olan 21 versiyonu kullanılacaktır. Böylelikle hem hızlı ve elverişli analizler yapılacak hem de 2018 çelik yönetmeliğine uygun bir çerçevede kesit dizaynları mümkün hale gelecektir. Tasarım ve analizlerin yapılmasıyla ilgili aşamalar aşağıda anlatılmıştır.

4.3.1. Program Arayüzü ve Aks Sisteminin Oluşturulması

SAP2000 programını açarken ana ekranın sağ alt köşesinde çalışma boyunca çalışılacak olan birim kgf-m seçilir. Böylelikle yapacağımız çalışmanın kgf-m ölçü parametresinde olacağını gösterir. Çalışma sırasında istenildiği takdirde değiştirilebilir. Sonra ekranın sol üst köşesinde "File" sekmesi seçilir. Çıkan alt segmede "New Model" seçilir. Açılan ekranda hazır şablonların olduğu kısımda koordinat sistemi seçilecektir. Farklı farklı yapı türleri için hazır şablonlar mevcuttur, ancak aks düzlemini biz oluşturacağımız için "GridOnly" seçilir. Karşımıza çıkan ekranda "Number of GridLines" kutucuklarına yapımızın X, Y ve Z düzlemindeki aks adetleri yazılacaktır. Tipik kat planında da görüldüğü gibi X-X yönünde 4, Y-Y yönünde 8 adet aks ve en yüksek binamız 15 katlı olduğu için Z-Z istikametinde 16 adet aks yapılacaktır. "GridSpacing" kutucuklarına ise aks aralıkları girilecektir. X-X yönünde 10 m Y-Y yönünde 6m Z-Z yönünde ise 3m olarak yazılacaktır. Bunlar yapıldıktan sonra "OK" tıklanarak üç boyutlu aks sistemi oluşturulmuş olur.

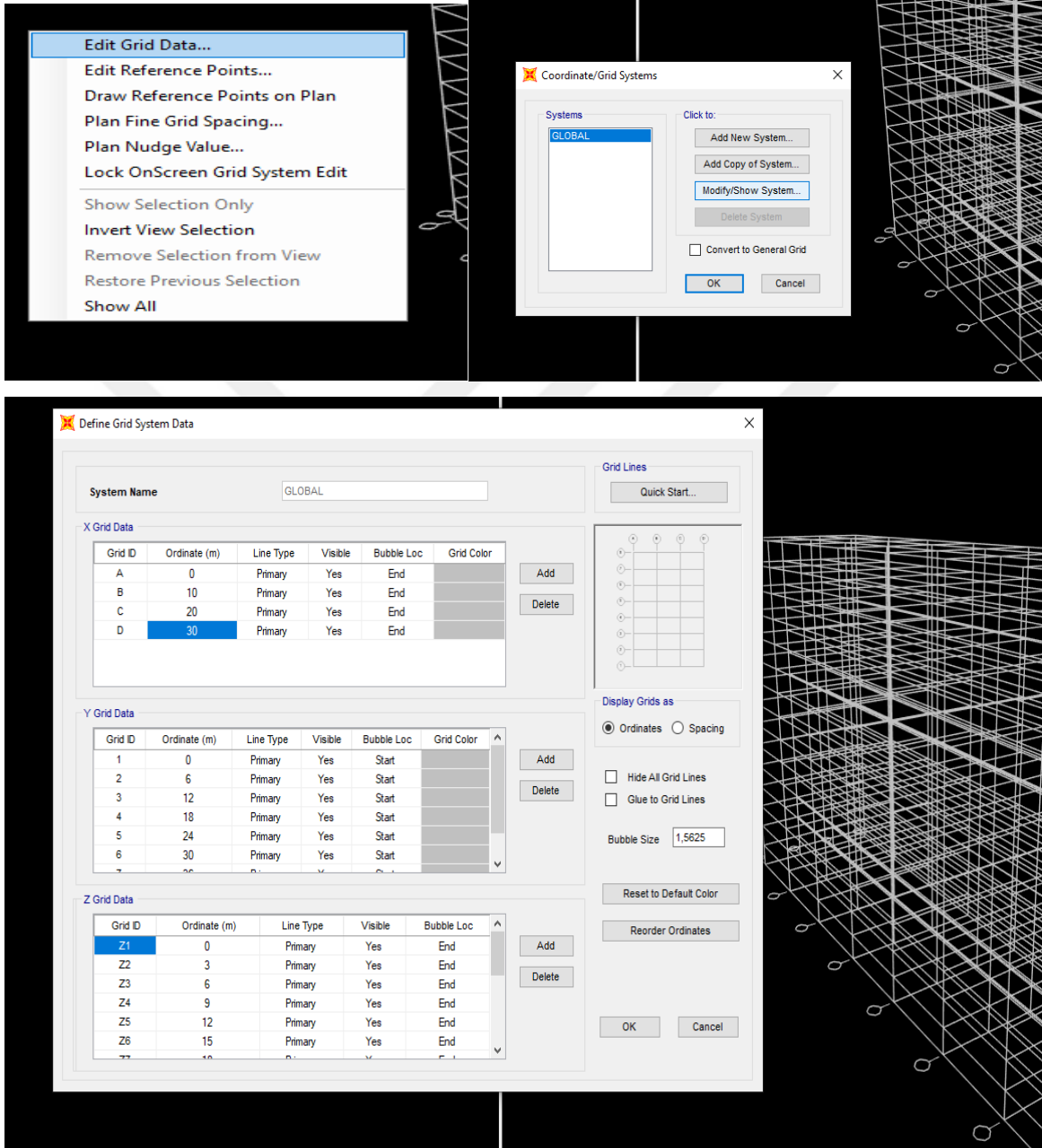


Şekil 4.3. SAP2000 Yeni Model Oluşturma ve Grid Seçeneği



Şekil 4.4. SAP2000 Aks sayıları ve Aralıklar

Ekrana gelen aks sisteminin detaylı bir şekilde inceleyip değişiklikler yapmak için mouse sağ tıklanır ve ekrana gelen menüde "EditGrid Data" seçilir.Açılan segmede "Modify/Show System" seçilir.Bu kısımda akslarla ilgili detaylı değişiklikler yapılabilir.

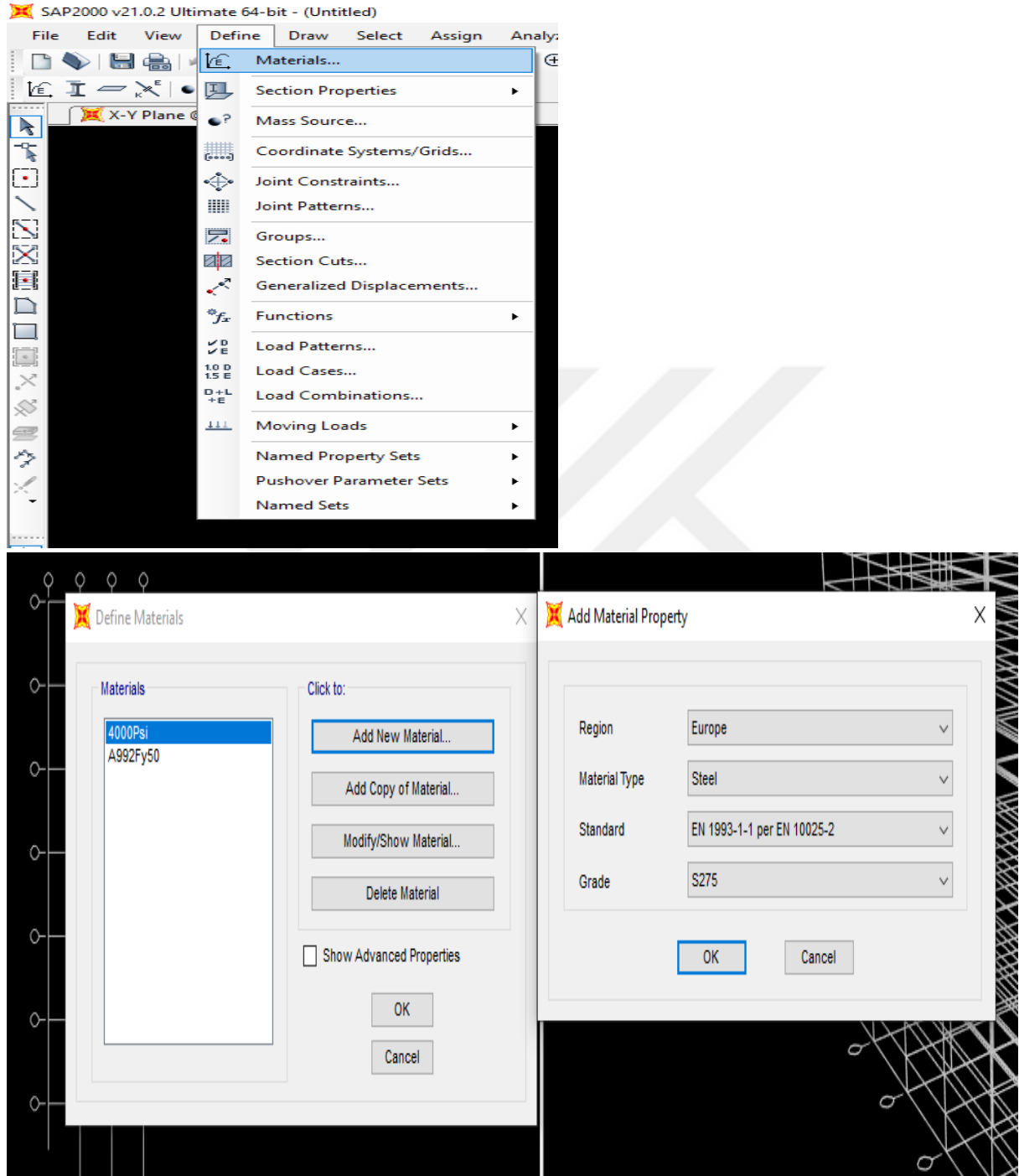


Şekil 4.5. Sistem Koordinatların Girilmesi

4.3.2. Malzeme ve Kesitlerin Tanımlanması

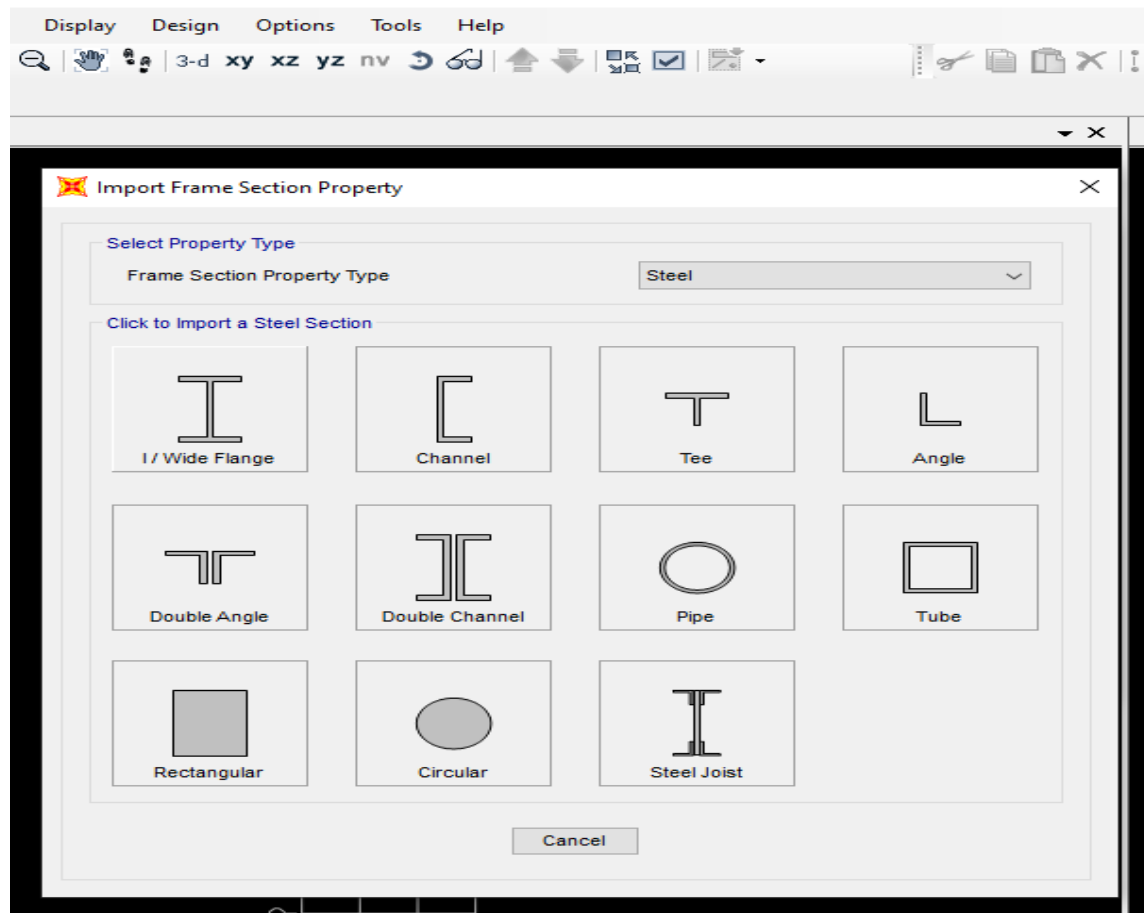
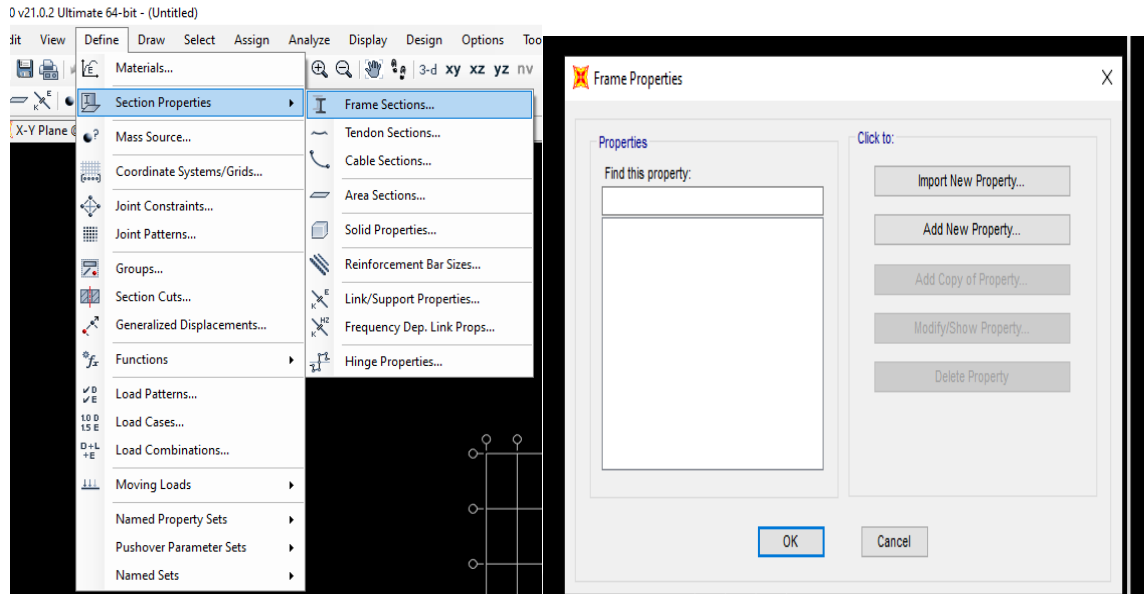
Çelik yapılarda kullanılan üç adet yapı kalitesi vardır.Bunlar; ST37(S235 JR), ST44(S275 JR), ST52(S355 JR)dir.ST37'yi tanımlamak gerekirse çekme mukavemeti 37 kgf/mm^2 (370 N/mm^2) olan ve akma mukavemeti 235 MPA (N/mm^2) yapı çeliğidir.Yani bu çeliğin 1 mm^2 sini akma sınırına ulaştırmak için 235 N 'uk bir kuvvet uygulamak gerekiyor anlamına gelir.

Yapılarımızda kullanacağımız kalite st52 yapı çeliğidir.Bu yapı kalitesini programa tanıtmak için "Define" menüsüne girip sırasıyla "Materials→Ad New Material" tıklanır.



Şekil 4.6. Malzeme Tanımlama

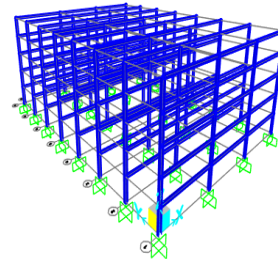
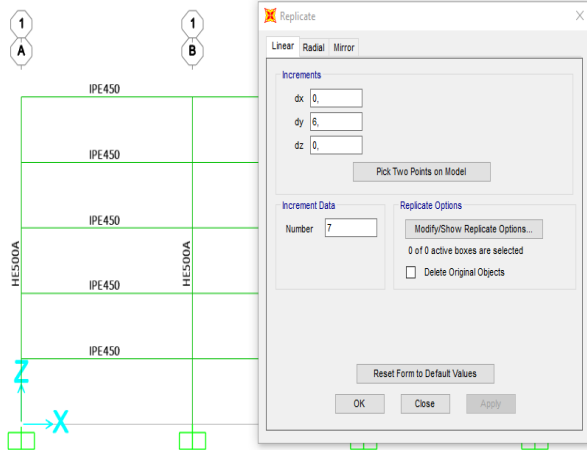
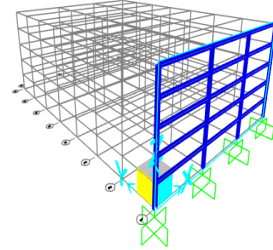
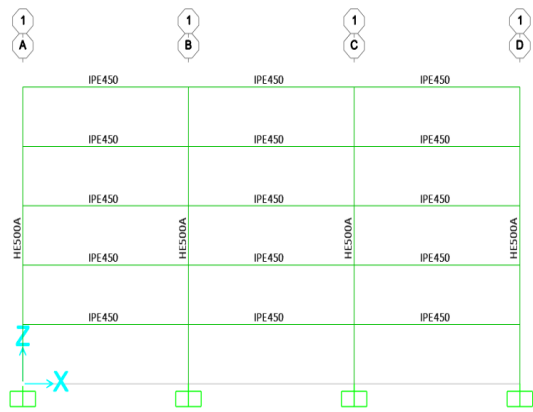
Malzeme tanımlaması yapıldıktan sonra projede kullanılacak olan profil tipleri seçilir. Bunun için tekrardan "Define" menüsüne girip sırasıyla "Materials→Section Properties→Frame sections" tıklanır.Çıkan ekranda "Import New Property" tıklanır.Çıkan ekranda tasarım için kullanılacak olan kesit tipleri seçilir.



Şekil 4.7. Kesit Tanımlama

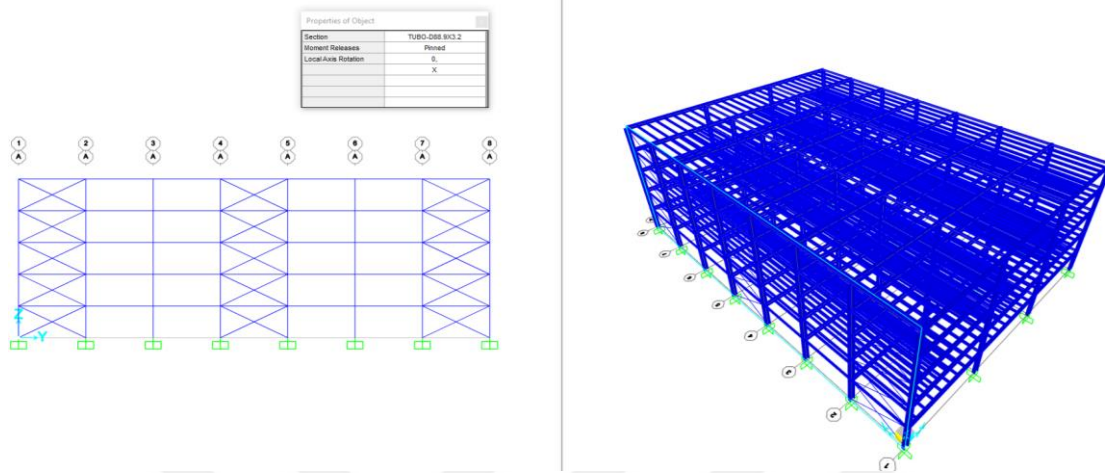
4.3.3. Yapıların Modellenip Yüklerin Atanması

Çelik yapı kalitesi ve kesitler tanımlandıktan sonra SAP2000 programının “Draw” sekmesi aracılığı ile belirlediğimiz profil tipleriyle yapıların model çizimleri gerçekleştirilir. Çizimler yapılırken elemanların kesişim noktalarında düğümlerin oluşup oluşmadığına dikkat etmemiz gerekir. Aksi takdirde analiz yapıldığında elde edilecek olan sonuçlar gerçekçi olmayabilir. Çizimler bittikten sonra belirlediğimiz yükleri yapıya tesir etmemiz gerekir. Bunun için SAP2000 de “Define→LoadPattern” menülerini seçip yük tiplerimizi belirleriz. Açılan pencerede aşağıdaki gibi yük türlerine göre isimlendirmeler yapılır. Burada “Self WeightMultiplier” zati ağırlık çarpanı anlamına gelir. Bu değer “Dead” sabit yükü için 1 değeri girildiği takdirde SAP2000 otomatik olarak yapının zati ağırlığını hesaplayacaktır. Diğer yükler için bu değer 0 girilir.



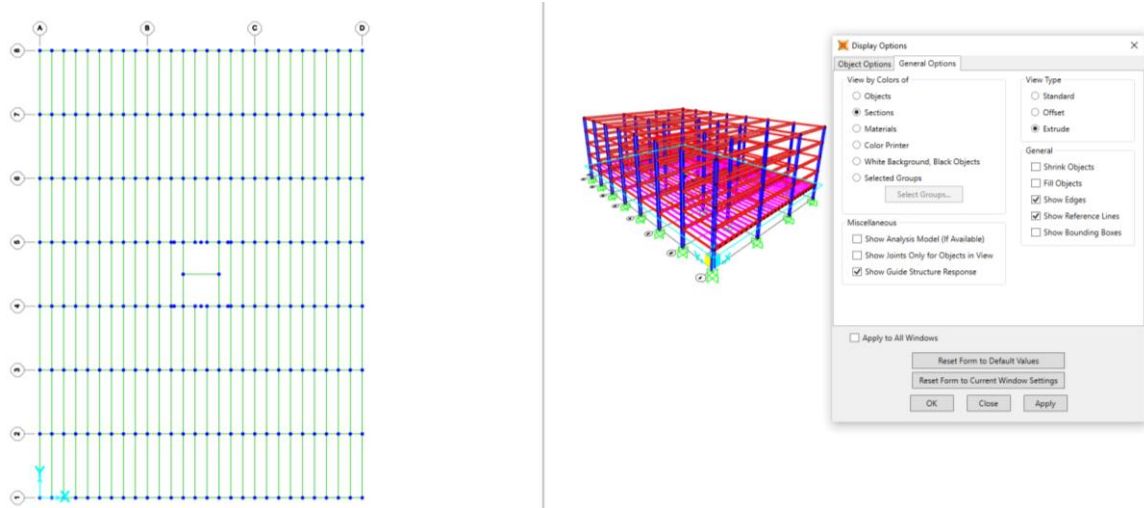
Şekil 4.8 Çerçevesinin Oluşturulması

Çerçeve sistemi oluşturulduktan sonra çapraz sistemleri oluşturuldu.Çaprazlar oluşturulurken mafsallı olmasına dikkat edilmelidir,çünkü çapraz elemanları sadece çekme ve basınca karşı çalışırlar o yüzden tasarım yapılırken çapraz elemanların momentleri boşaltılır.



Şekil 4.9. Çaprazların Oluşturulması

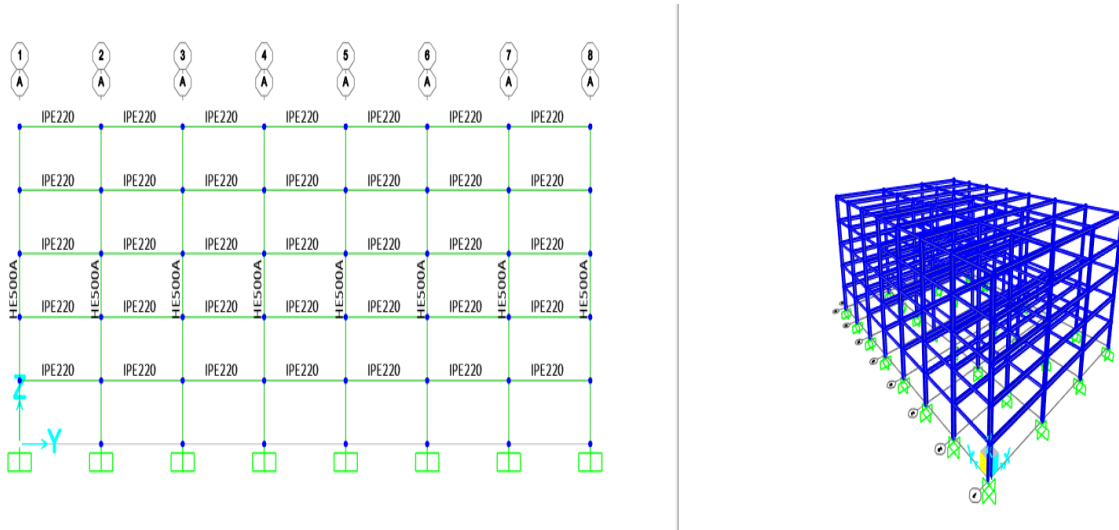
Çaprazlar oluşturulduktan sonra tali kirişler oluşturuldu.Tali kirişler oluşturulurken mafsallı olmasına dikkat edilmelidir çünkü tali elemanlar sadece ölü ve hareketli yükten dolayı oluşan etkiye göre tasarlanmalı yani G+Q kombinasyonuna göre yapılmalıdır.Çünkü çekme ve basınca karşı çalışırlar o yüzden tasarım yapılırken tali elemanların da momentleri boşaltılır.



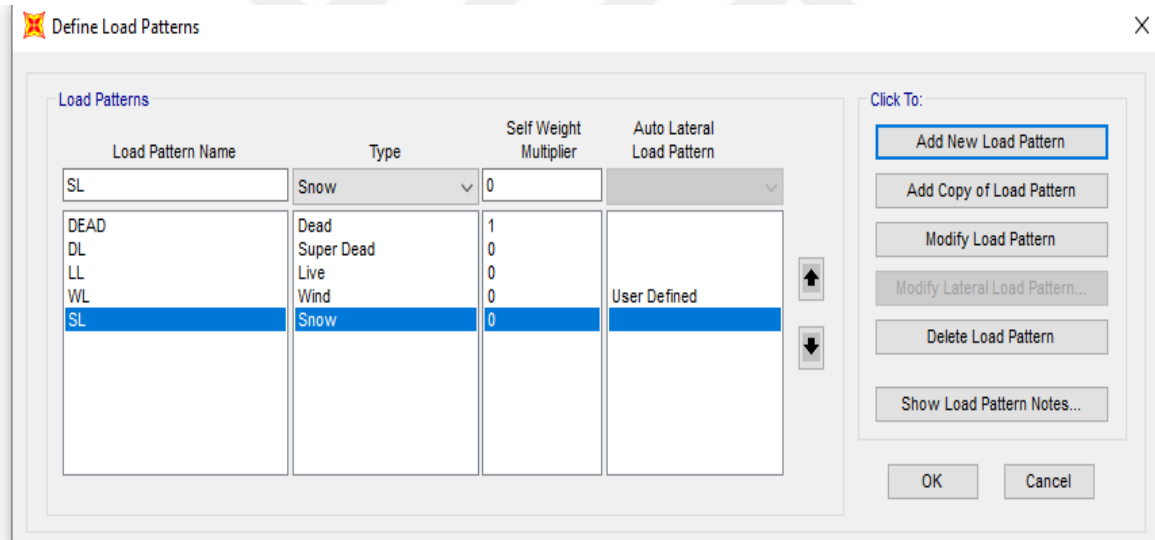
Şekil 4.10. Tali Kirişlerin Oluşturulması

Çerçevemizin gayesi düşey yük ve x yönünde gelen yatay deprem kuvvetleri taşıtmak y yönünde ise bunları çaprazlarla yapacağız ama kuvvetlerin sürekli olması lazım yani çerçevelerin birbiriyle bağlantısı olacak, eğer olmazsa domino taşı gibi düşer.Yani deprem hesabımızda deprem yüklerini kat hizalarında yapıya fiktif olarak etki ettiği kabulünü yapmıştık,dolayısıyla çerçeveler arası kuvvet sürekliliğini sağlayacak eleman

yerleştirmemiz gerekiyor.İşte biz bu elemanlara deprem kirişi diyoruz.Bunların görevi kat hizalarında yapıya tesir eden deprem yüklerini çaprazlara kadar götürmektir.



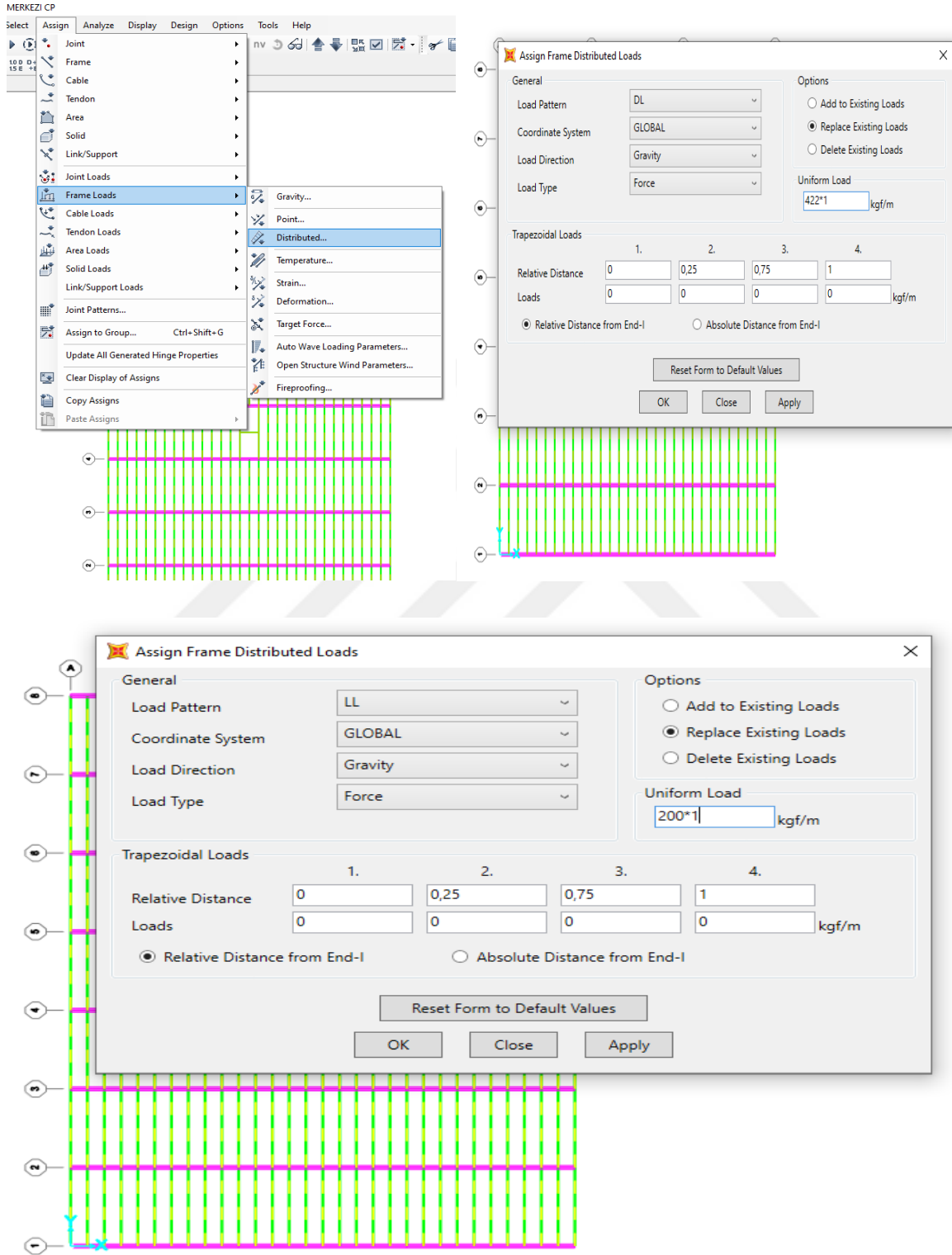
Şekil 4.11. Deprem Kirişlerin Oluşturulması



Şekil 4.12. Yükleri Tanımlama

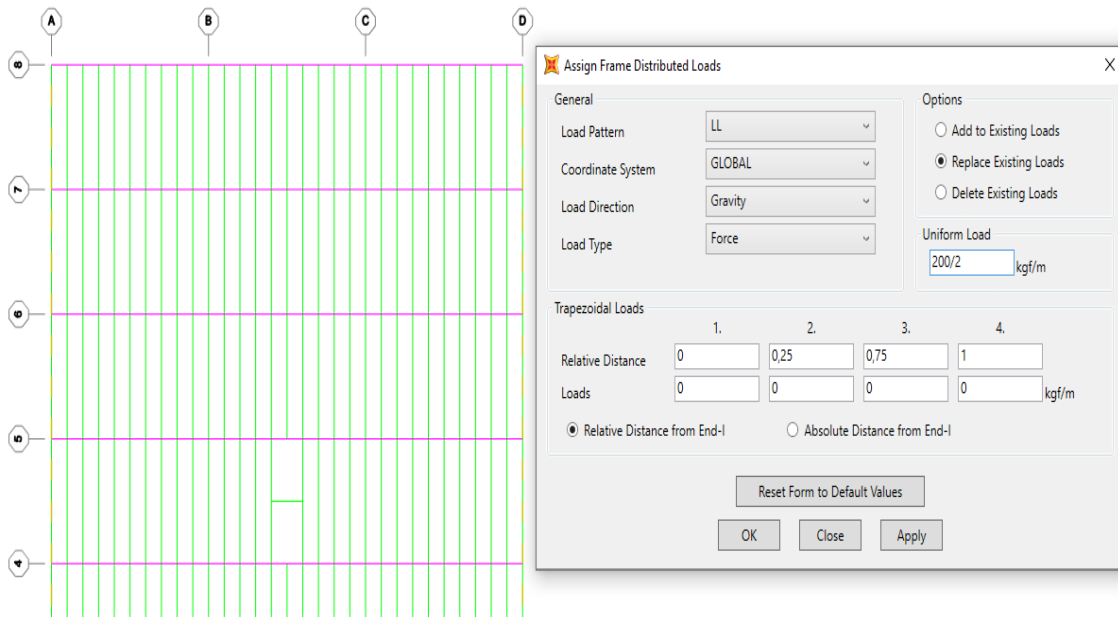
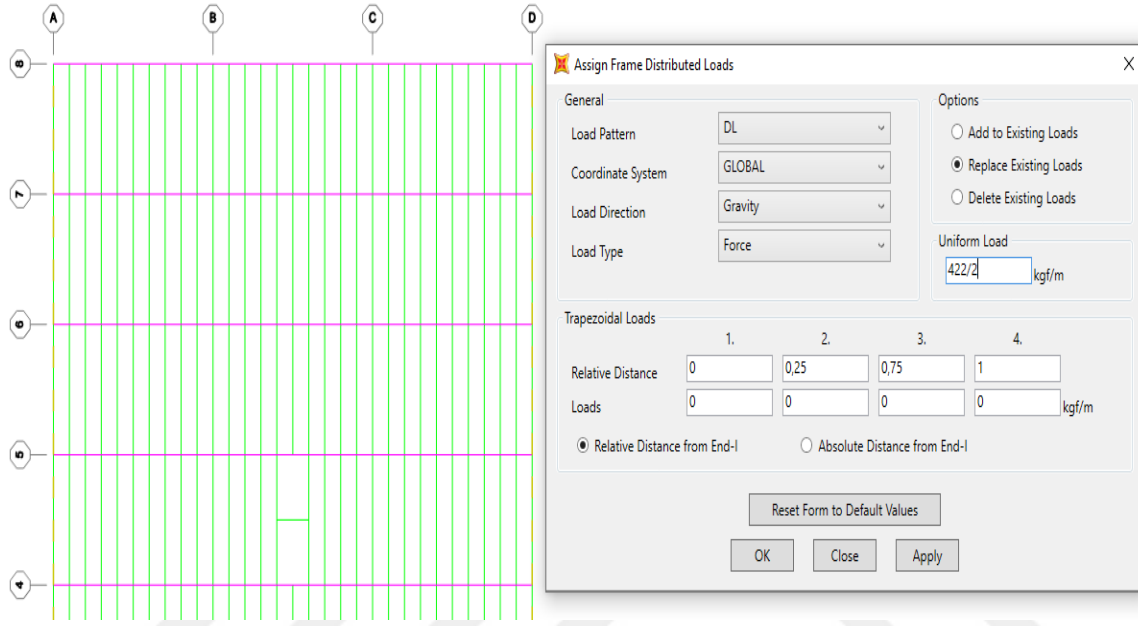
Çerçeveser oluşturulup,yük tipleri tanımlandıktan sonra yapı elemanlarına ataması yapılır. Bu alışmamızda düşey yüklerin ataması tali kirişlere ve bunlara paralel deprem kirişleri olarak adlandırılan bağ kirişlerine, yanal yük olan rüzgar yükleri ise kolonlara yapılacaktır.Öncelikle ekran üzerinde yük ataması yapılacak elemanlar "select" menüsünden seçilir.Sonra sırası ile "Assign→FrameLoads→Distributed" komutları seçilerek açılan ekranda yük cinsi ve etkiyeceği yön seçilerek belirlenen değerler girilir.Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bir husus ise bu komut yayılı yük olarak atama yapar ve belirlenen değerler birim metrekare için geçerlidir.Bu yüzden atama yapılacak elemanların mesafelerine göre

değerlerin hesaplanıp o şekilde girilmesi gerekir. Tüm yük tipleri için aynı işlemler uygulanır.



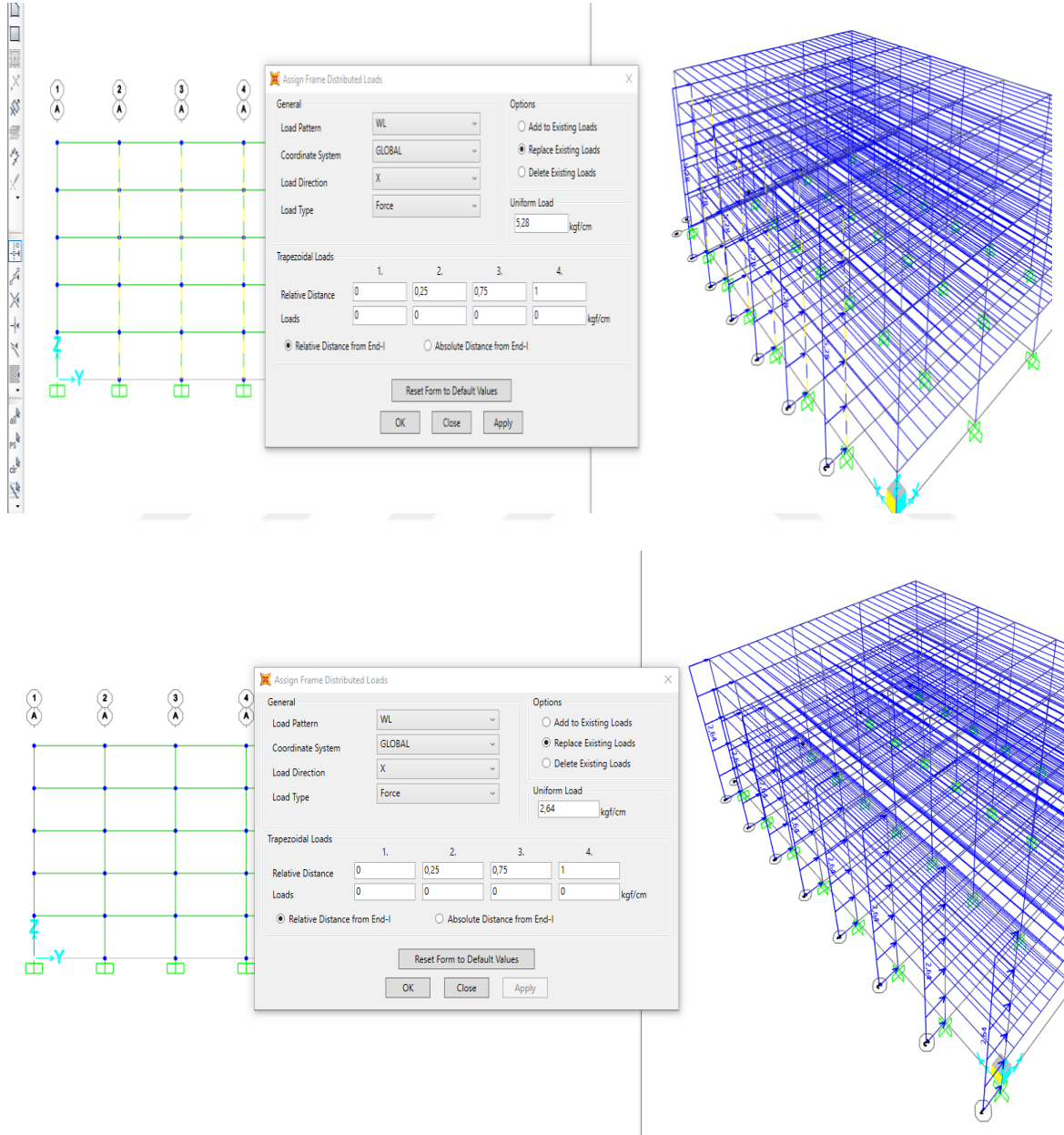
Şekil 4.13. Tali Kirişlere Düzgün Yayılı Yüklerin Atanması

Aynı şekilde ba kirişleri seçilip ölü ve hareketli yükler tanımlanır ama bağ kirişlerine yük verilirken yarım yük olacak şekilde tanımlanır .Bu aşamada dikkat edilmesi gereken bir husus ise bu komut yayılı yük olarak atama yapar ve belirlenen değerler birim metrekare için geçerlidir.Bu yüzden atama yapılacak elemanların mesafelerine göre değerlerin hesaplanıp o şekilde girilmesi gerekir.Tüm yük tipleri için aynı işlemler uygulanır.



Şekil 4.14. Bağ Kirişlerine Düzgün Yayılı Yüklerin Atanması

Yapılar uygulamada direk kaplama yapılamıyor önce kuşaklarla bir alt konstrüksiyon şase oluşturuyoruz.Sonra cephe paneliyle ya da gazbetonla kapatıyoruz.Yani gelen rüzgar önce panellere sonra kuşaklara, kuşaklardanda kolona kolonlardanda zemine aktarılıyor.O yüzden rüzgar yüküne çizgisel yük olarak kolonlara verebiliyoruz.Yapının ortasına rüzgar etki etmediği için ortadaki kolonlara rüzgar yükü etki ettirmeyeceğiz.

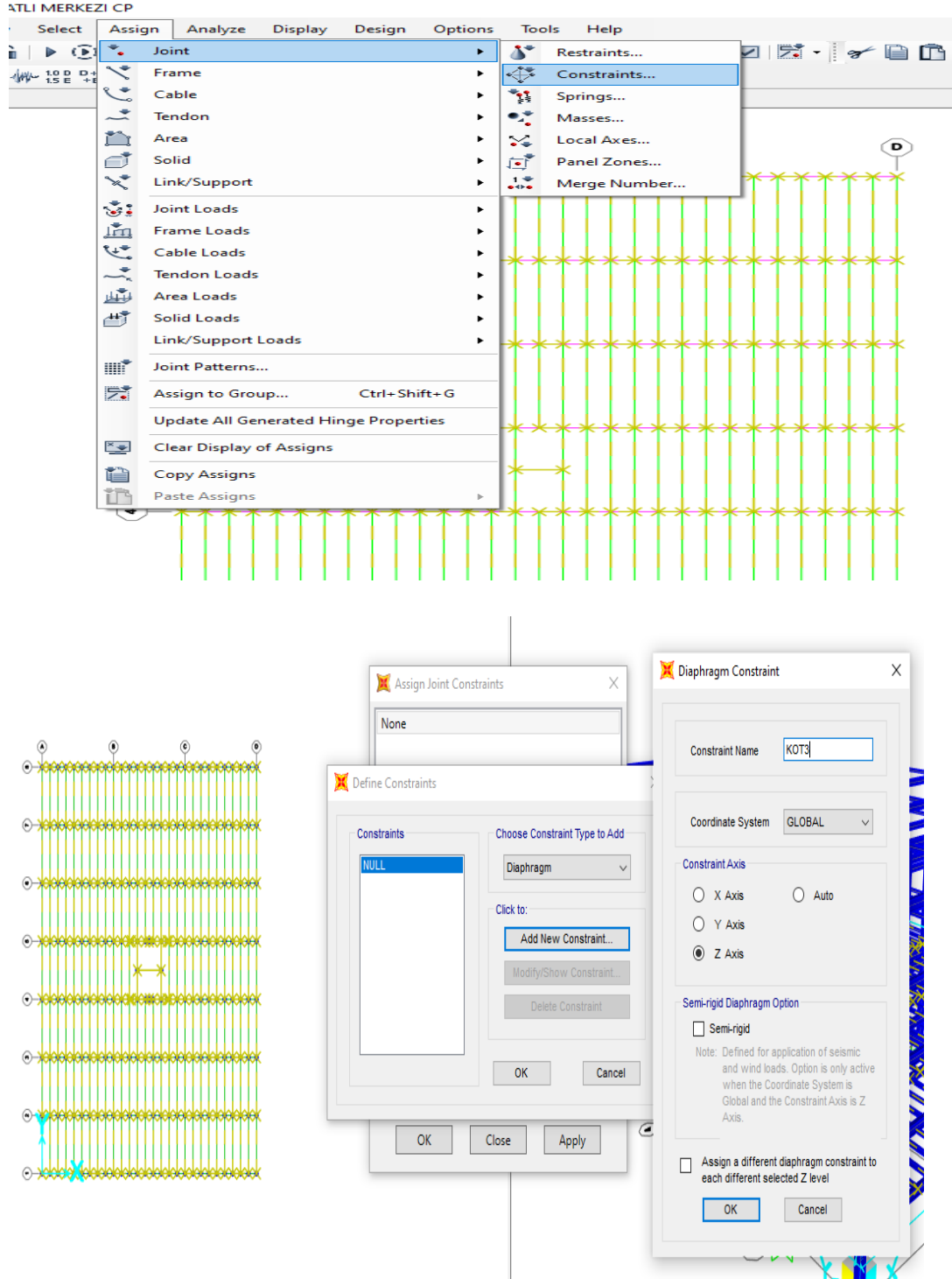


Şekil 4.15. Kolonlara Rüzgar Yüklerin Atanması

4.3.4. Rijit Diyafram Atamasının Yapılması

Elemanlara gerekli yüklemeler yapıldıktan sonra TBDY2018'e göre tüm kat döşemelerinin yatayda beraber hareket edip aynı yerdeğiştirmeyi yapabilmesi için rijit diyafram ataması

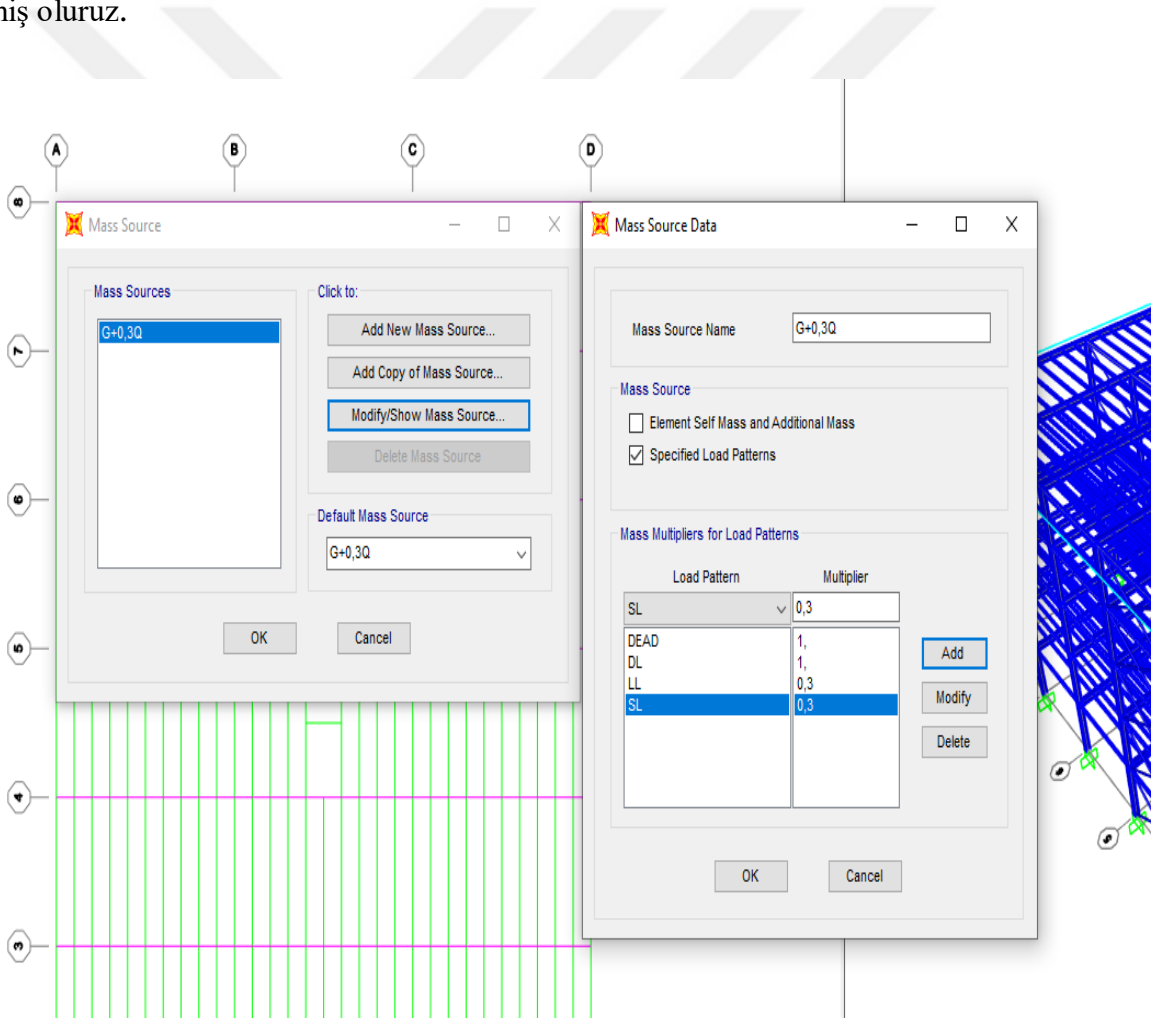
yapılır. Her kat için rijit diyafram oluşturulur. Yani yatay yük etkisi altında kat içerisindeki her noktanın aynı kuvvet etkisi altında aynı yerdeğiştirmeyi yapabilmesini sağlamak amaçlı rijit diafram kat kabulü yapmış oluyoruz. Diyafram tanımlamak için XY düzleminde plan bazında tüm kat seçilip "Assign→Joint→Constraints" seçilip her kat için diyafram tanımlanır.



Şekil 4.16. Katlara Diyafram Tanımlama

4.3.5. Kütle Kaynağının Tanımlanması

Yapıya etki eden herhangi bir yatay kuvvet katlara kütle merkezinden etkileneceği için kütle merkezinin hesaplanması gerekmektedir. Bizim tasarımlarımız üç boyutlu olduğu için bu durum gözardı edilemez. Program üzerinden gerekli tanımları yaptığımızda otomatik olarak her katta ayrı ayrı belirleyerek modal analizde hesaba dahil edecektir. Bunun için sırasıyla “Define→Mass Source→Add New Mass Source” menüleri seçilir. Açılan ekranda “SpecifiedLoadPatterns” işaretlenir. Bununla birlikte ekranın alt tarafındaki pasif ekran aktifleşir. Bu ekranda daha önceden tanımladığımız sabit, hareketli ve kar yüklerini sırayla seçerek “Add” komutu tıklanıp eklenir. Böylece deprem hesabında kullanacağımız katın kütlelerine yapının ölü ağırlığı dışında tanımlamış olduğumuz tüm diğer düşey yükleri de dâhil etmiş oluruz.



Şekil 4.17. Kütle Kaynağının Tanımlanması

4.3.6. Deprem Yükünün Mod Birleştirme Yöntemiyle Tanımlanması

Tasarlanan yapılara etki eden en önemli dinamik yük deprem yüküdür.Çoğunlukla yapıların en kritik değerler baz alınıp kesit tasarlandığında belirleyici olan kombinasyonlar deprem yükünden meydana gelir.Deprem yükünün bağlı olduğu birtakım parametreler vardır.Bunlar,yapının bulunduğu bölge, ilişkili olduğu zemin, yapı yüksekliği ve yapının ağırlığı gibi faktörlerdir.Türkiye'de deprem yükü hesapları güncel olan TBDY 2018 `e göre yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında biz de TBDY 2018 çerçevesinde tasarımları yapacağız.

TBDY 2018`e göre üç çeşit deprem hesap yöntemi vardır.Bunlar;

- Eşdeğer Deprem Yükü Hesap Yöntemi:Tasarlanan yapının ağırlığına bağlı olarak bir taban kat kesme kuvveti bulunur, ve bu kuvvete göre sistem boyutlanır.Yapı sadece birinci moda göre tasarlanır. TBDY 2018 `e eşdeğer deprem hesap yönteminin uygulanabileceği binalar tablo 4.4 ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.12 Eşdeğer Deprem Yükünün Uygulanabileceği Binalar

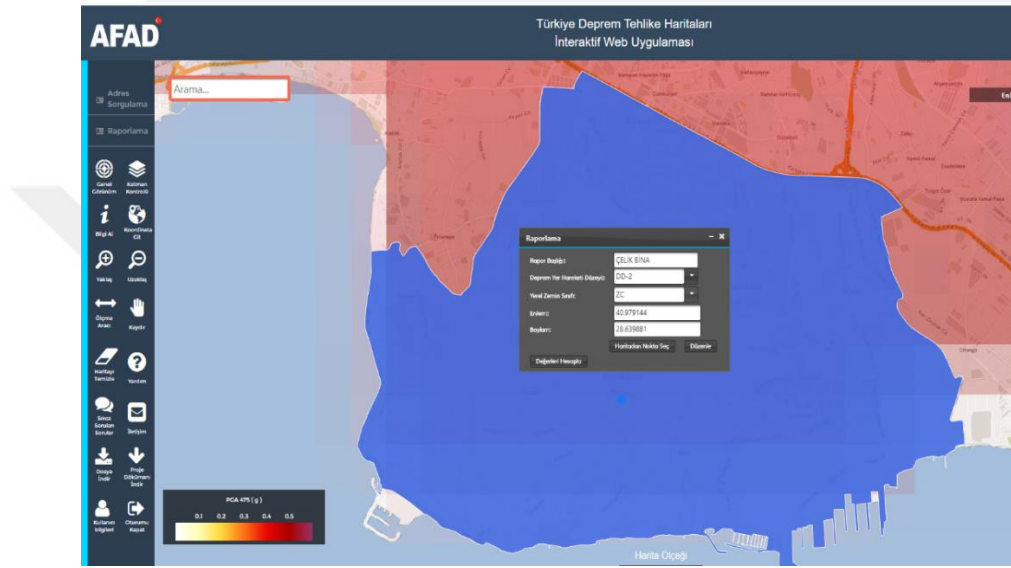
Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS = 1, 1a, 2, 2a	DTS = 3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	BYS ≥ 4	BYS ≥ 5
Diğer tüm binalar	BYS ≥ 5	BYS ≥ 6

- Mod Birleştirme Yöntemi:Binaya küçük küçük fiktif kuvvetler tesir edilip,bu fiktif kuvvetlerde yapının yapmış olduğu yer değiştirmelere bağlı olarak bir çözüm yöntemi geliştirilerek tasarım yapılan yöntemdir.
- Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi(Time History):Bir bölgede meydana gelmiş en büyük deprem kayıtları dikkate alınarak sistemin boyutlanması yöntemidir

Mod birleştirme ve time history yöntemleriyle hesap yapmak için bir yazılım desteği almak zorundayız,ama eşdeğer deprem yönteminde böyle bir zorunluluk yoktur.Eşdeğer deprem yükü hesap yöntemi bir yapıya etki edecek en büyük kuvvettir.Eğer bir yapı eşdeğer yöntemle çözümlenip kurtarıyorsa mod birleştirme ve

time history yöntemlerini de kurtarıyor demektir.Çünkü yapının en ağırlığına bağlı olarak gelebilecek en büyük kuvvete göre tasarım yapılıyor.Dolayısıyla yapılarımızın deprem kuvveti mod birleştime yöntemiyle hesaplanacaktır.

Programda mod birleştirme yöntemi ile hesap yapmak için öncelikle Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasına girip yapımızın bulunduğu zemin sınıfına göre kısa spektral ivme katsayısı ve 1,0 sn için spektral ivme katsayısının değerleri elde edilir.



Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Kullanıcı Girdileri

[Özet Raporu Göster](#) [Yazdır](#)

Rapor Başlığı:	ÇELİK BİNA	
Deprem Yer Hareketi Düzeyi	DD-2	50 yılda aşılma olasılığı %10 (tekrarlanma periyodu 475 yıl) olan deprem yer hareketi düzeyi
Yerel Zemin Sınıfı	ZC	Çok sıkı kum, çakıl ve sert kil tabakaları veya ayrılmış, çok çatlaklı zayıf kayalar
Enlem:	40.979144*	
Boylam	28.639881*	

Çıktılar

$S_5 = 1.328$	$S_1 = 0.354$	$PGA = 0.540$	$PGV = 32.758$
---------------	---------------	---------------	----------------

S_5 : Kısa periyot harita spektral ivme katsayısı [boyutsuz]

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

PGA : En büyük yer ivmesi [g]

PGV : En büyük yer hızı [cm/sn]

Şekil 4.18. Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulaması

Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasına girdikten sonra detaylı rapor göster tıklanır ve çıkan ekranda kısa periyot ve 1,0 sn için tasarım spektral ivme katsayıları, yatay elastik tasarım spektrumu, düşey elastik tasarım spektrumu ve en uzun periyot gibi parametrelere ait değerler elde edilir.

Yerel Zemin Sınıfı	1.0 saniye periyot için Yerel Zemin Etki Katsayısı F_1					
	$S_1 \leq 0.10$	$S_1 = 0.20$	$S_1 = 0.30$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.50$	$S_1 \geq 0.60$
ZA	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZB	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
ZC	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4
ZD	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
ZE	4.2	3.3	2.8	2.4	2.2	2.0
ZF	<i>Sahaya özel zemin davranış analizi yapılacaktır.</i>					

Yerel Zemin Sınıfı ZC ve $S_1 = 0.354$ için $F_1 = 1.500$

Tasarım Spektral İvme Katsayıları

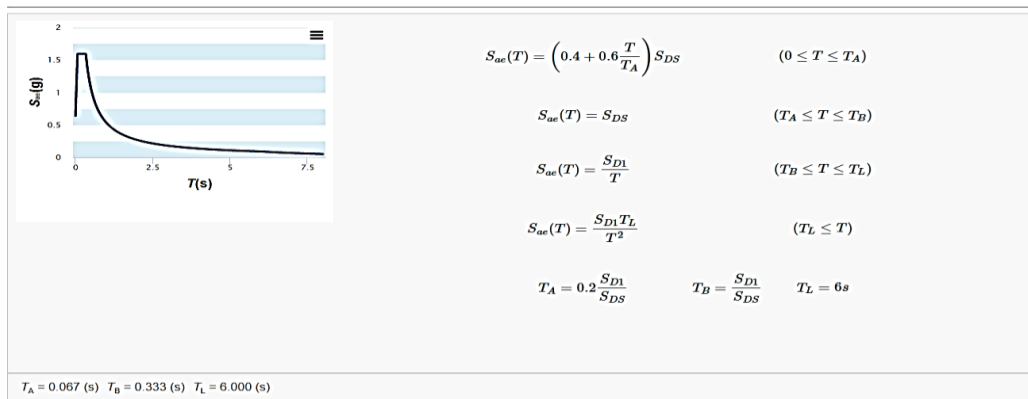
$$S_{DS} = S_S F_S = 1.328 \times 1.200 = 1.594$$

$$S_{D1} = S_1 F_1 = 0.354 \times 1.500 = 0.531$$

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

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

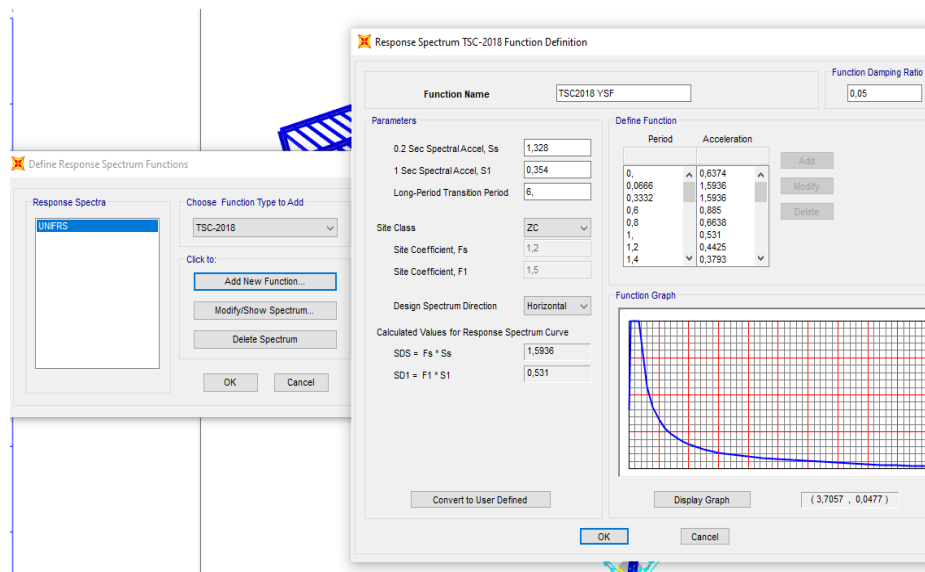
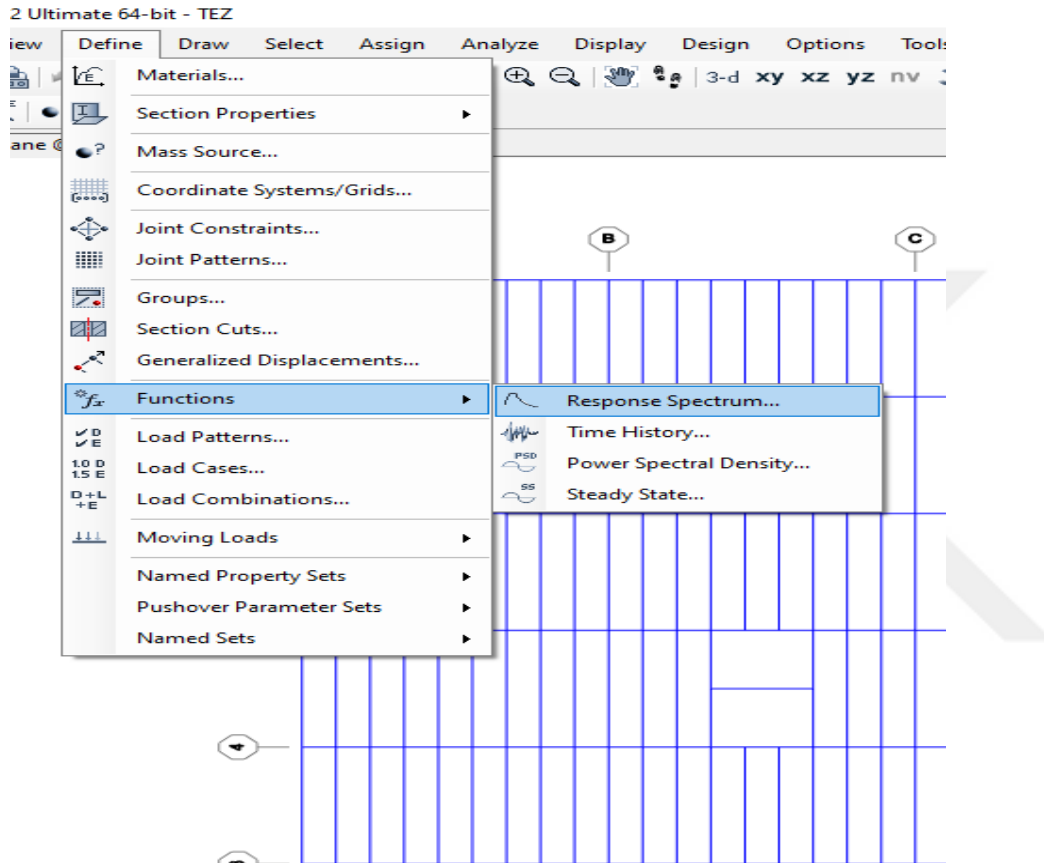
Yatay Elastik Tasarım Spektrumu



Şekil 4.19. Tasarım spektral ivme katsayıları

Sap2000 programında tasarım spektral ivme katsayılarını tanımlamak için “Define→Functions→ResponseSpectrum” komutları seçilir. Açılan pencerede “ChooseFunctionTypetoAdd” kısmında SAP2000 içinde hazır yönetmelikler

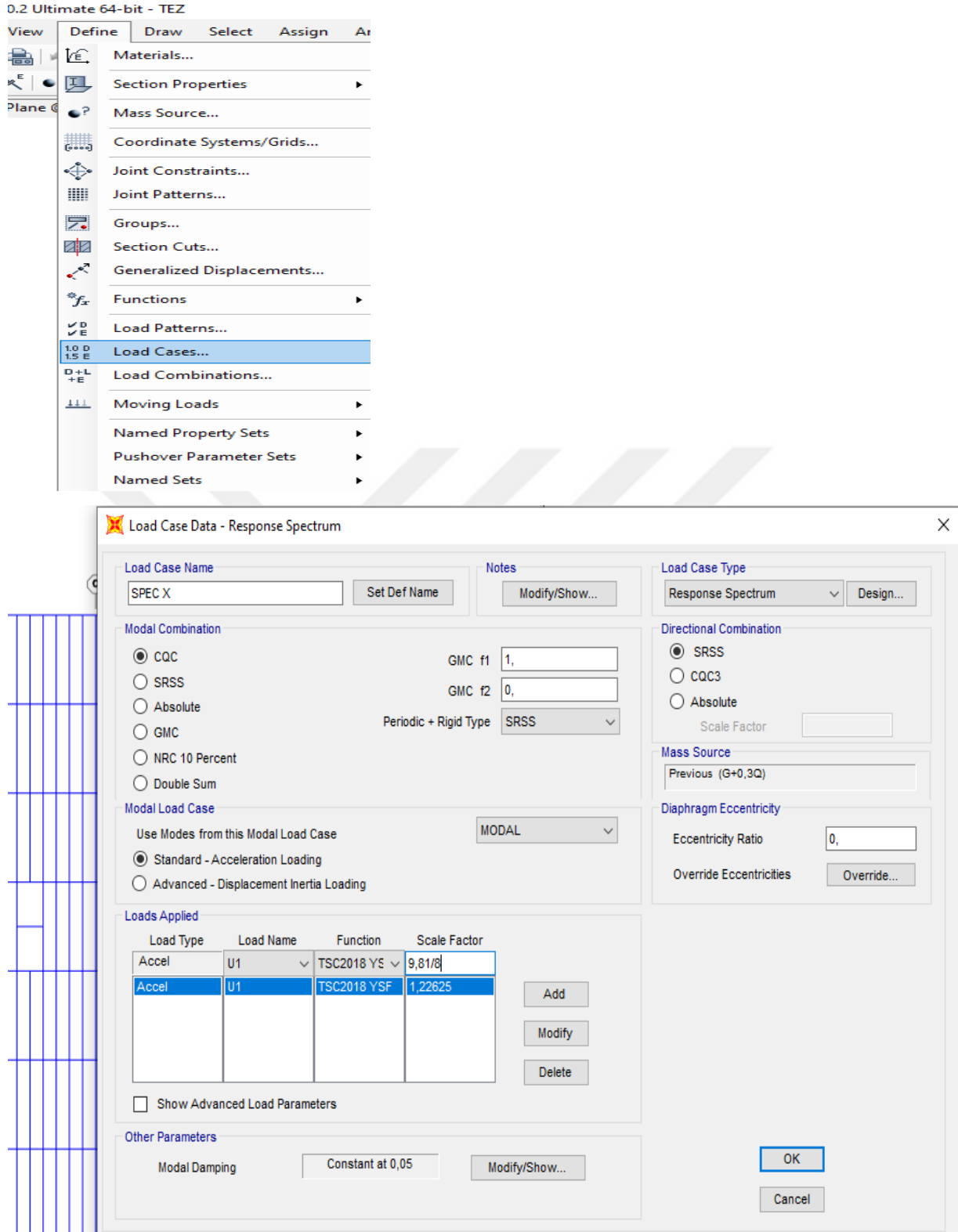
bulunmaktadır. Bizim yönetmeliğimiz olan “TSC-2018” seçilerek “Ad New Function” komutu seçilir. Burada isim kısmına “TSC2018 YSF” yazdıktan sonra Türkiye Deprem Tehlike Haritaları İnteraktif Web Uygulamasından elde ettiğimiz “SS”, “S1”, “Long Periyot”, “zemin sınıfı” gibi parametrelerin değerlerini girip oluştururuz.. Burada “Function Damping Ratio” değeri yönetmelik gereği 0,05 olarak kalır.



Şekil 4.20. SAP2000 Mod Birleştirme Yöntemi Deprem Yüklü Tanımlama

Spektral ivme katsayılarını girdikten sonra deprem yüklerini tanımlanabilir. Bunun için “Define→LoadCases...” komutları seçilir. Açılan pencerede daha önceden tanımlanan yükler otomatik olarak oluşur. Bu programın bir özelliğidir. Ama deprem yükü ya da farklı yükleme durumları tasarımcı tarafından yapılır. Bu pencerede “Add New Load Case” komutu seçilir.





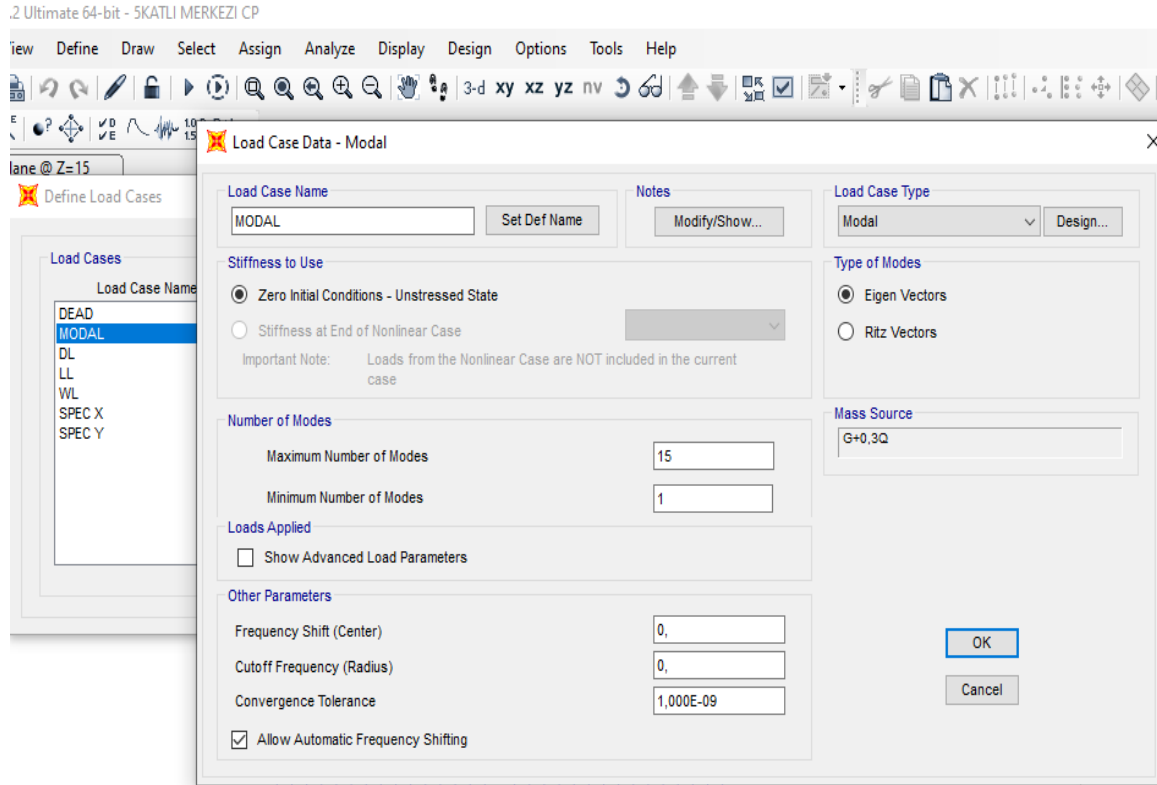
Şekil 4.21.Mod birleştirme deprem yükleri

Karşımıza gelen ekranda ilk olarak isimlendirme yapılır. Deprem yükü X ve Y yönlerinde farklı şekillerde tanımlanacağı için isimlendirmeler SPECX ve SPECY şeklinde yapılacaktır.Sonra sağ üst köşede “Load Case Type“ seçilir.Deprem Hesap yöntemi mod

birleştirme olduğu için Response Spektrum sekmesi seçilir. Bu seçimden sonra ekran değişir ve mod birleştirme yöntemi ile ilgili parametreler karşımıza çıkar. Açılan segmelerde “Modal Combination” bölümü TBDY 2018’deki mod katkılarının birleştirilmesini temsil etmektedir. Yönetmeliğe göre $T_m < T_n$ olursa, iki titreşim modunun doğal periyotlarının her zaman $T_m / T_n < 0.80$ şartını sağlarsa maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için “Karelerin Toplamının Kare Kökü” (SRSS) kuralı uygulanabilir. Bu şartın sağlanmadığı durumlarda ise “Tam Karesel Birleştirme” (CQC) kuralının uygulanması gerekir. Her iki durumda da (CQC) kuralı uygulanabildiğinden bu çalışmada bu yöntem kullanılacaktır. Aşağı kısma gelindiğinde “LoadsApplied” menüsünde doldurulması gereken “LoadName, Function, ScaleFactor” segmeleri bulunmaktadır. “Load Name” bölümü tıklandığında açılan U1, U2, U3 seçenekleri X, Y, Z yönlerindeki deplasmanları R1, R2, R3 ise X, Y, Z yönlerindeki dönmeleri temsil eder. Yapılarımızda deprem yüklerini X ve Y yönlerinde tanımlayacağımız için U1 ve U2 seçilecek. “Function” bölümünde ise daha önceden tanımlanan “TSC2018 YSF” spektrum’u seçilir. “ScaleFactor” ise yerçekim ivmesinin (9,81 m/s²) yapı süneklik katsayısına yani “R” katsayısına bölünmesiyle elde edilip yazılır. R katsayısının hangi yapılarda hangi yönde kaç alınacağı TBDY 2018 tablo 4.1 de belirtilmiştir. Dolayısıyla bizim yapımız 1. Deprem bölgesinde olduğundan dolayı süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlamamız gerekir. Buna bağlı olarak yapımız X yönünde deprem etkilerinin tamamının moment aktaran süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevelerle karşılandığı için R katsayısı 8 olarak seçilir. Y yönü ise deprem etkilerinin tamamının süneklik düzeyi yüksek merkezi çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı için R katsayısı 5 olarak seçilir. Dolayısıyla SPEC X için scale faktör $9,81/8=1,226$, SPEC Y için scale faktör $9,81/5=1,962$ değerleri girilir. Bu düzenlemelerden sonra “OK” butonu seçildiğinde deprem yükleme durumları tanımlanmış olur.

4.3.7. Mod Sayısının Tanımlanması

Tasarım yapılırken yapılarda X, Y, Z yönlerinde olmak üzere toplamda üç yönde kütle katılım sağladığı kabulü yapılır. Yani herhangi bir deprem kuvveti geldiği zaman yapının belli bir oranda kütlesi X, belli oranda Y, belli oranda Z yönünde katılım sağlar. Yönetmeliğe göre yapının en az %90 kütle katılımı gerektiğini söyler. Dolayısıyla her kat için üç mod yetrli olduğundan 5 katlı yapı için 15 mod girilir. Bunun için tekrardan “Define→LoadCases...” seçilip bu sefer modal seçilir.



Şekil 4.22.Mod sayısının tanımlanması

4.3.8. Yük Kombinasyonlarının Oluşturulması

Yapılar modellenip,yüklemeler tanımlandıktan sonra yapıyı analiz etmeden önce son olarak yük kombinasyonlarının oluşturulması gerekiyor.Bu aşamada analizlerde ve dizayn kısımlarında 15 Şubat 2018 tarihinde resmi gazetede yayınlanan"ÇELİK YAPILARIN TASARIM, HESAP VE YAPIM ESASLARINA DAİR YÖNETMELİK" in hesap yöntemi kombinasyonlarını kullanacağız.Bu yönetmeliğin 5. maddesinde iki farklı hesap yöntemi bulunmaktadır. Bunlar "Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım (YDKT)" ve "Güvenlik Katsayıları ile Tasarım (GKT)". Analizlerimizi YDKT yöntemine göre yaparak kritik değerler için dizayn yapacağız.

Yük kombinasyonlarındaki yükler aşağıda belirtilmiştir.

G : sabit yük

Q : hareketli yük

Qr : çatı hareketli yükü

S : kar yükü

R : yağmur yükü

W : rüzgar yükü

E : deprem etkisi

F : akışkan madde basınç yükü

T : sıcaklık değişmesi ve/veya mesnet çökmesi etkileri

H : yatay zemin basıncı, zemin suyu basıncı veya yığılı madde basıncı

4.3.8.1. Yük ve Dayanım Katsayıları ile Tasarım(YDKT) İçin Yük Birleşimleri

(1) 1.4G

(2) 1.2G + 1.6Q + 0.5(Qr veya S veya R)

(3) 1.2G + 1.6(Qr veya S veya R) + (Q veya 0.8W)

(4) 1.2G + 1.0Q + 0.5(Qr veya S veya R) + 1.6W

(5) 1.2G + 1.0Q + 0.2S + 1.0E

(6) 0.9G + 1.6W

(7) 0.9G + 1.0E

4.3.8.2. Güvenlik Katsayıları ile Tasarım(GKT) İçin Yük Birleşimleri

(1) G

(2) G + Q

(3) G + (Qr veya S veya R)

(4) G + 0.75Q + 0.75(Qr veya S veya R)

$$(5a) G + 1.0W$$

$$(5b) G + 0.7E$$

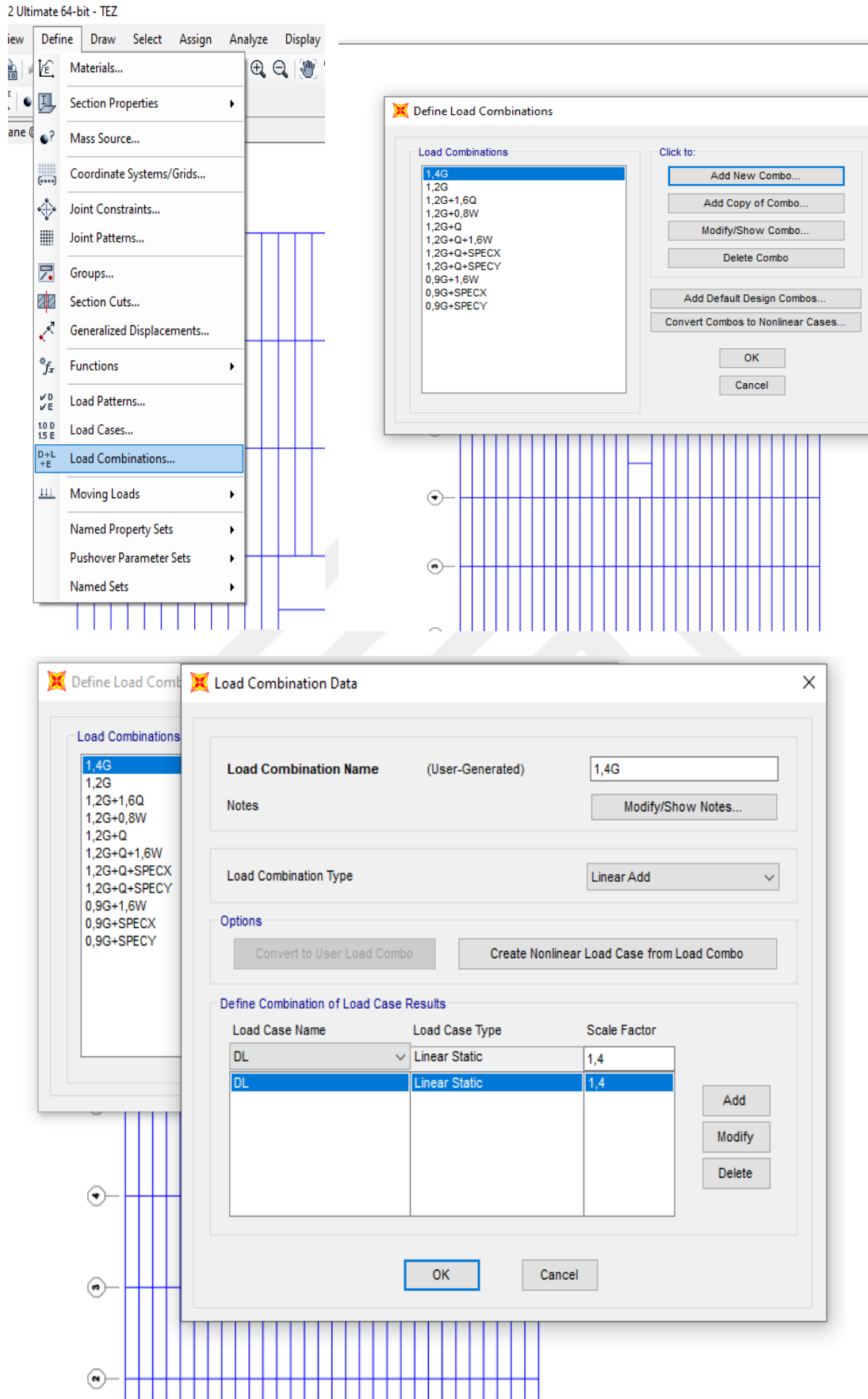
$$(6a) G + 0.75Q + 0.75(Qr \text{ veya } S \text{ veya } R) + 0.75(W)$$

$$(6b) G + 0.75Q + 0.75S + 0.75(0.7E)$$

$$(7) 0.6G + W$$

$$(8) 0.6G + 0.7E$$

SAP2000 programında yük birleşimlerini tanımlayıp hesaplamak için sırasıyla “Define→LoadCombinations...” komutları seçilir. Açılan pencerede “Add New Combo...” sekmesine girerek kombinasyon tanımlama ekranı açılır. Açılan ekranda ilk olarak kombinasyon isimlendirmesi yapılır. Ekranın alt kısmında kombinasyona göre yük tipleri seçilerek etki katsayıları yazılır ve “Add” komutu seçilerek kombinasyon oluşturulur. Her bir kombinasyon için aynı işlemler tekrar edilir. Yönetmelikteki bütün kombinasyonlar tanımlandıktan sonra “OK” komutu tıklanır ve analiz için model hazır olmuş olur.



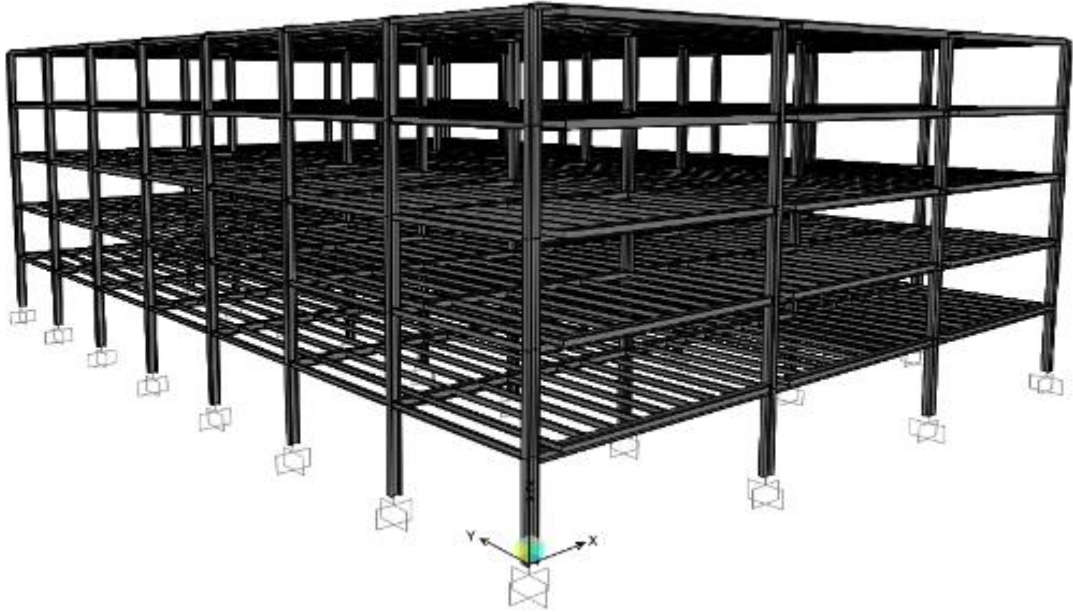
Şekil 4.23. Kombinasyonların tanımlanması

5. YAPI MODELLERİ

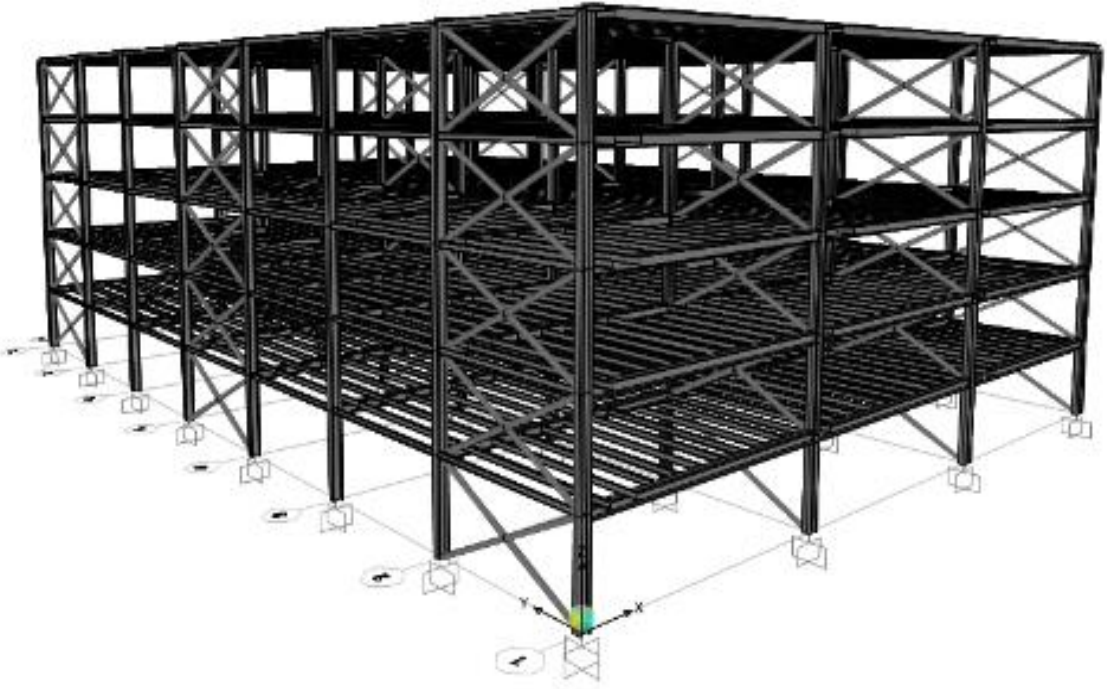
5.1. Analiz Sonuçları

Modelleme ve yüklemelerin anlatıldığı yapıların analiz sonuçları tablolar halinde aşağıda gösterilmiştir. Tablolardaki simgelerin temsil ettiği değerler;

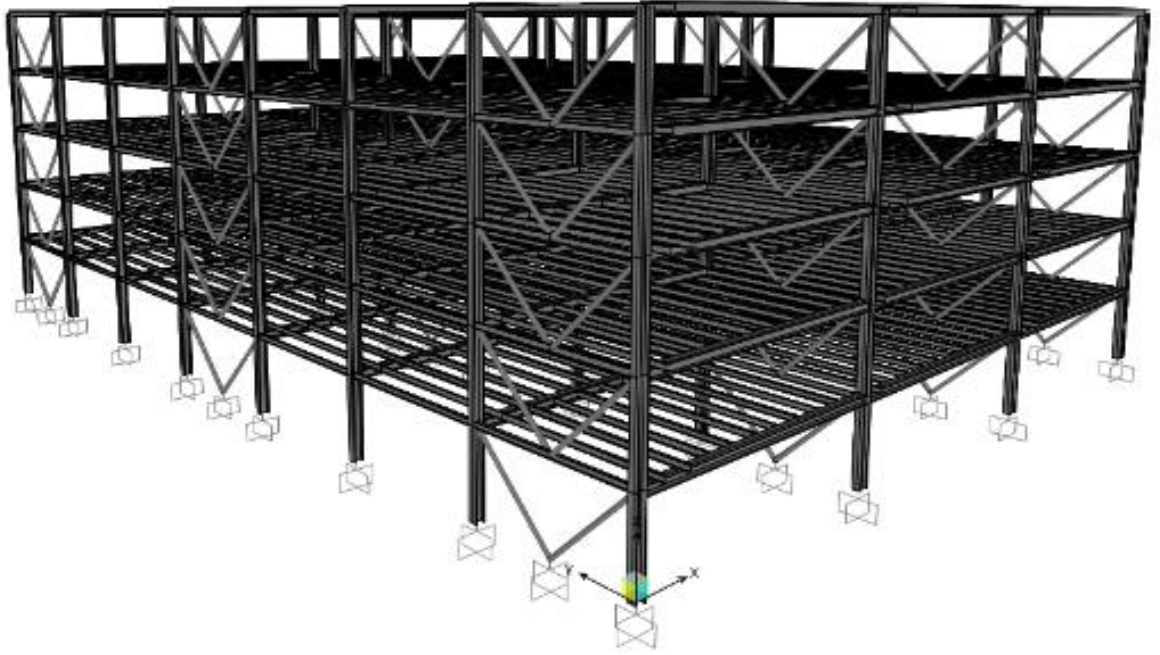
- ✓ G : Yapılardaki çelik konstruksiyonların toplam ağırlığı.
- ✓ $SPEC X$: X doğrultusunda yapıya etkiyen deprem kuvveti
- ✓ $SPEC Y$: Y doğrultusunda yapıya etkiyen deprem kuvveti
- ✓ T : Yapı hakim periyodu.
- ✓ $\delta Ex, \delta Ey$: $SPEC X$ ve $SPEC Y$ deprem kuvvetlerinden meydana gelen tepe yer değiştirmeleri.
- ✓ Δ_{max} : Maksimum tepe yer değiştirmesi.



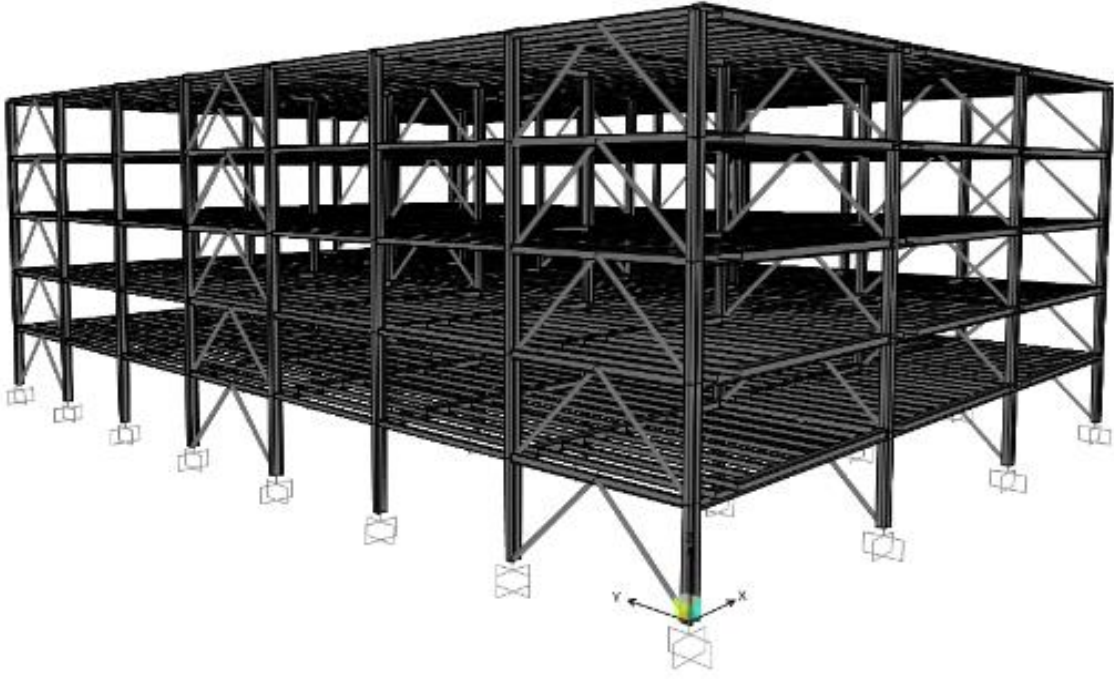
Şekil 5.1. 5 Katlı Moment Aktaran Çerçeve SAP2000 Modeli



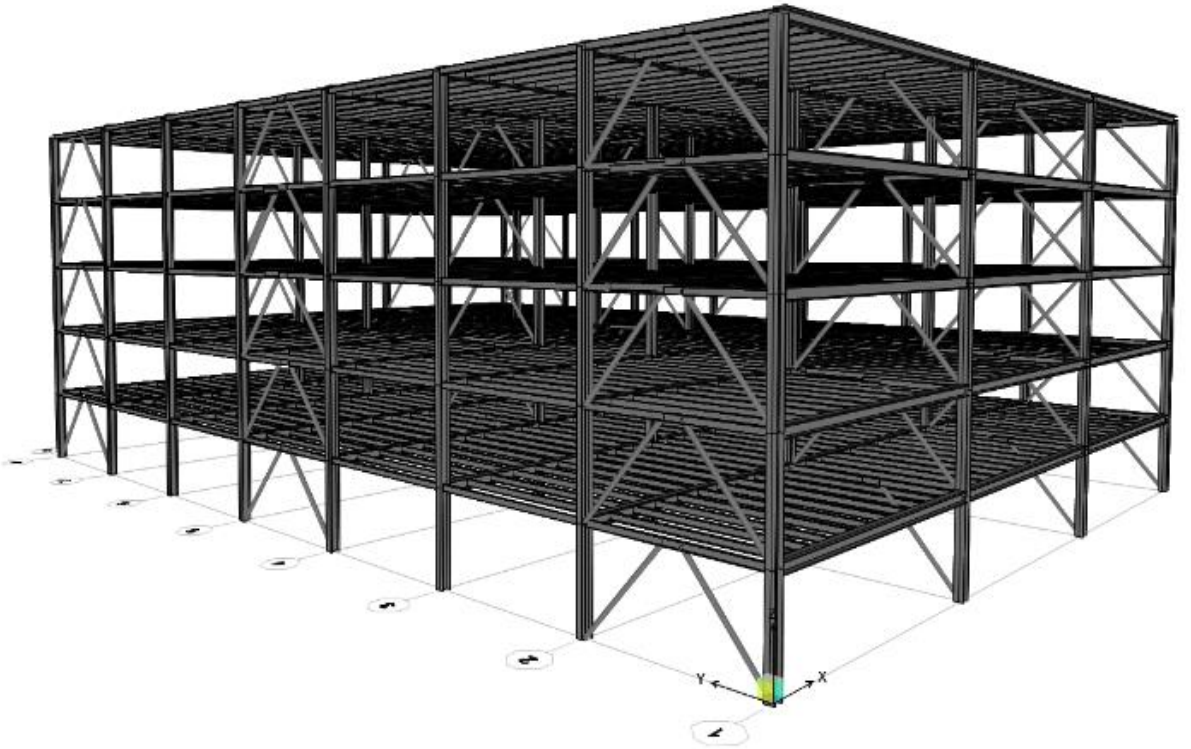
Şekil 5.2. 5 Katlı Merkezi X Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli



Şekil 5.3. 5 Katlı Merkezi V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli



Şekil 5.4. 5 Katlı Merkezi Ters V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli

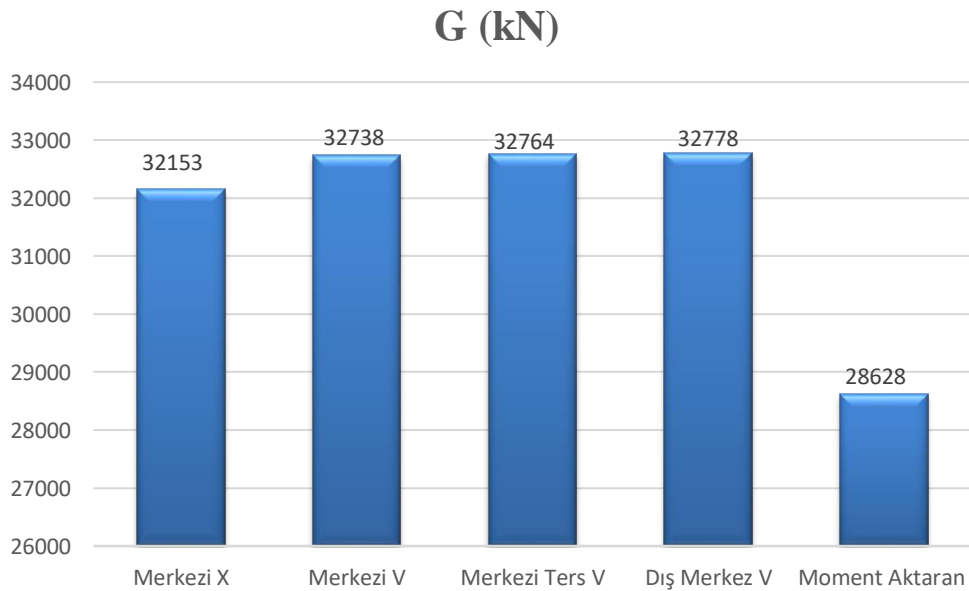


Şekil 5.5. 5 Katlı Dışmerkez Ters V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli

Çizelge 5.1. 5 Katlı Modellerin Analiz Sonuçları

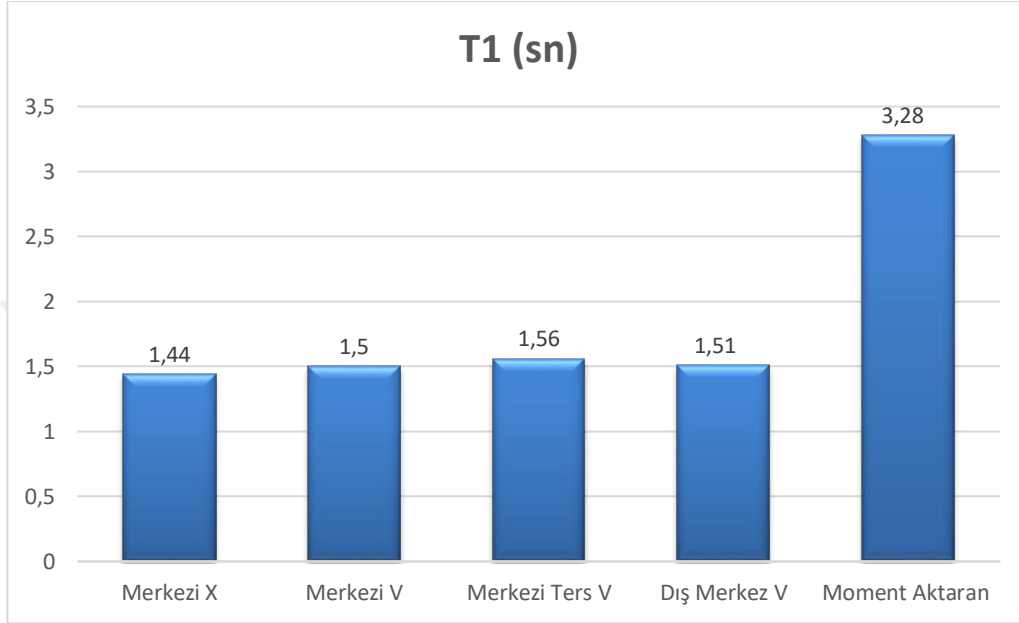
Çapraz Tipi	G (kN)	T1 (sn)	SPEC X (kN)	SPEC Y (kN)	δ_{specx} (cm)	δ_{specy} (cm)	δ_{max} (cm)
Merkezi X	32153	1,44	1071	3067	3,07	2,22	3,07
Merkezi V	32738	1,5	1163	3900	3,16	2,54	3,16
Merkezi Ters V	32764	1,56	1033	1814	3,45	1,04	3,45
Dış Merkez V	32778	1,51	1274	3640	3,17	2,7	3,17
Moment Aktaran	28628	3,28	1066	586	3,34	6,89	6,89

Moment aktaran çerçeve üzerine çelik çapraz perdeler eklendiği için perdeli sistemlerin ağırlıkları aynı zamanda çapraz elemanların ağırlıklarına tekabül eder. Grafik ile gösterilen analiz sonuçları incelendiği zaman çelik çapraz perdeler içinden en yüksek yapı ağırlığına sahip olan sistem Dış Merkezi V sistemlerin olduğu görülmüştür.



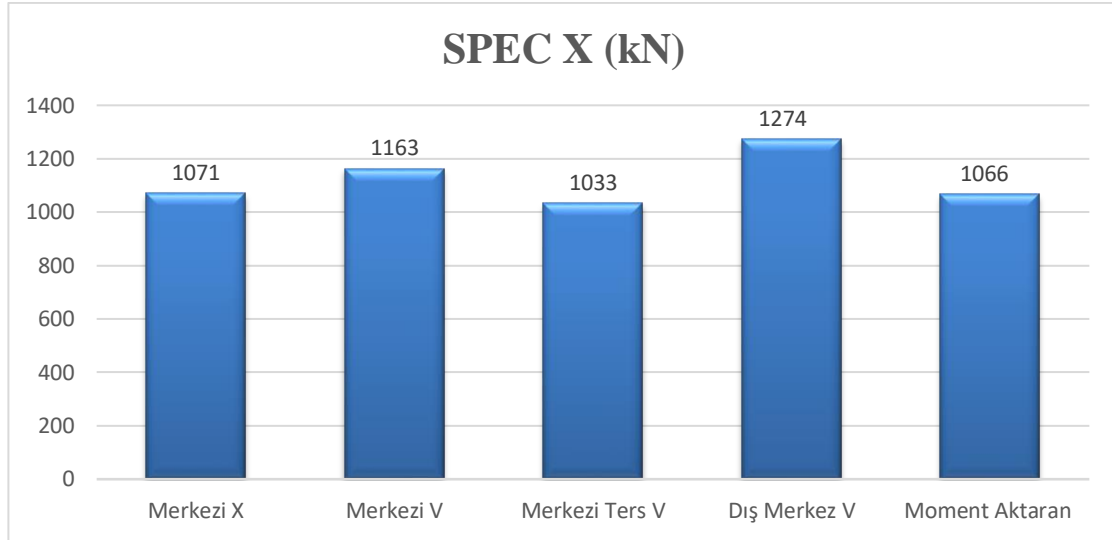
Grafik 5.1. 5 Katlı Yapıların Ağırlıkları

Grafikle gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla dizayn edilen yapıların daha rijit olup daha az bir salınıma sahip oldukları görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre salınım süresinin en az olduğu çapraz tipi Merkezi X sistemleridir.



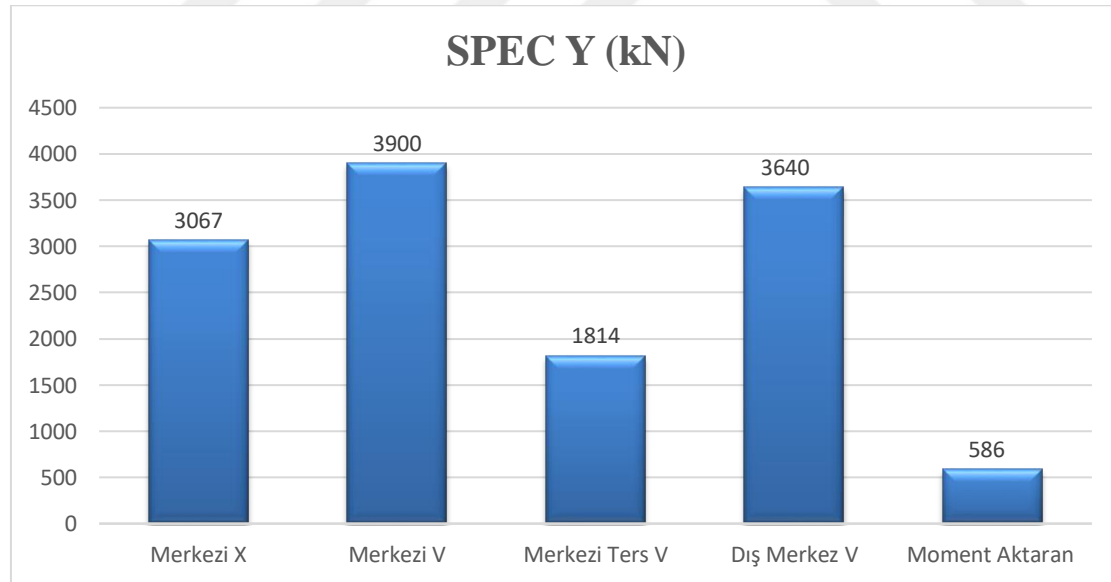
Grafik 5.2. 5 Katlı Yapıların Periyotları

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarım yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını göstermektedir. Tasarım yapılan sistemlerden X yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Dış Merkez V çaprazlı olan yapıdır.



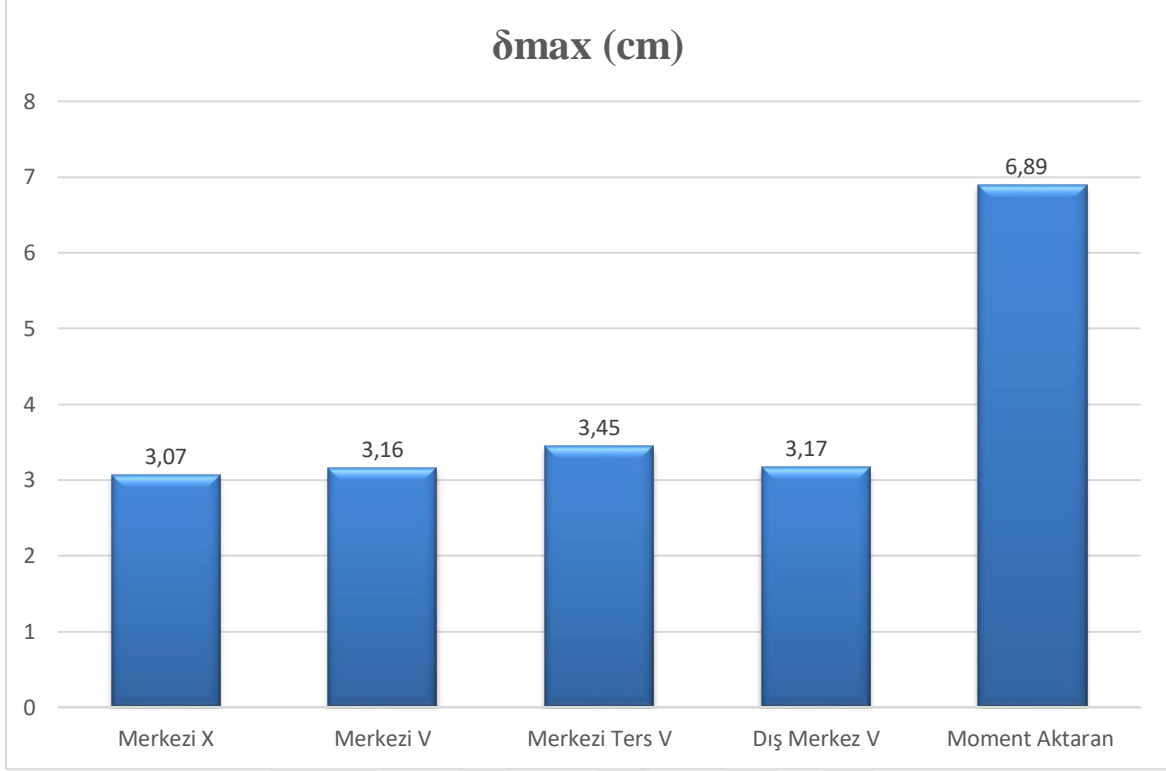
Grafik 5.3. 5 Katlı X Yönündeki Deprem Kuvvetleri

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarım yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını göstermektedir. Tasarım yapılan sistemlerden Y yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Merkezi V çaprazlı olan yapıdır.



Grafik 5.4. 5 Katlı Y Yönündeki Deprem Kuvvetleri

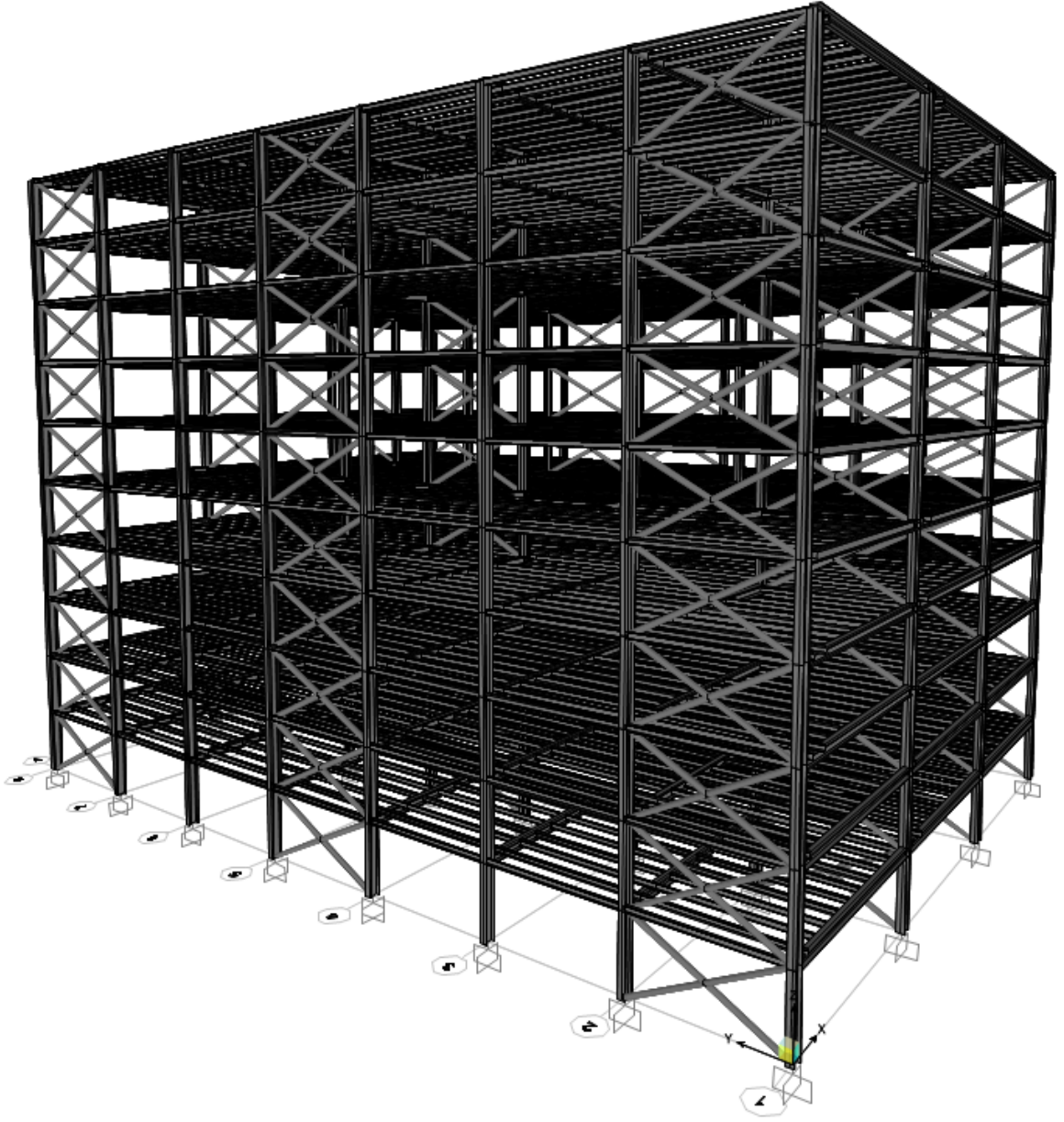
Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlı sistemlerle tasarlanan yapıların tepe noktası yer değiştirmelerini sınırlandırdığını göstermiştir. Sistemler içinden en etkili sınırlandırmayı yapan Merkezi X çaprazlı sistemlerde olduğu görülmüştür.



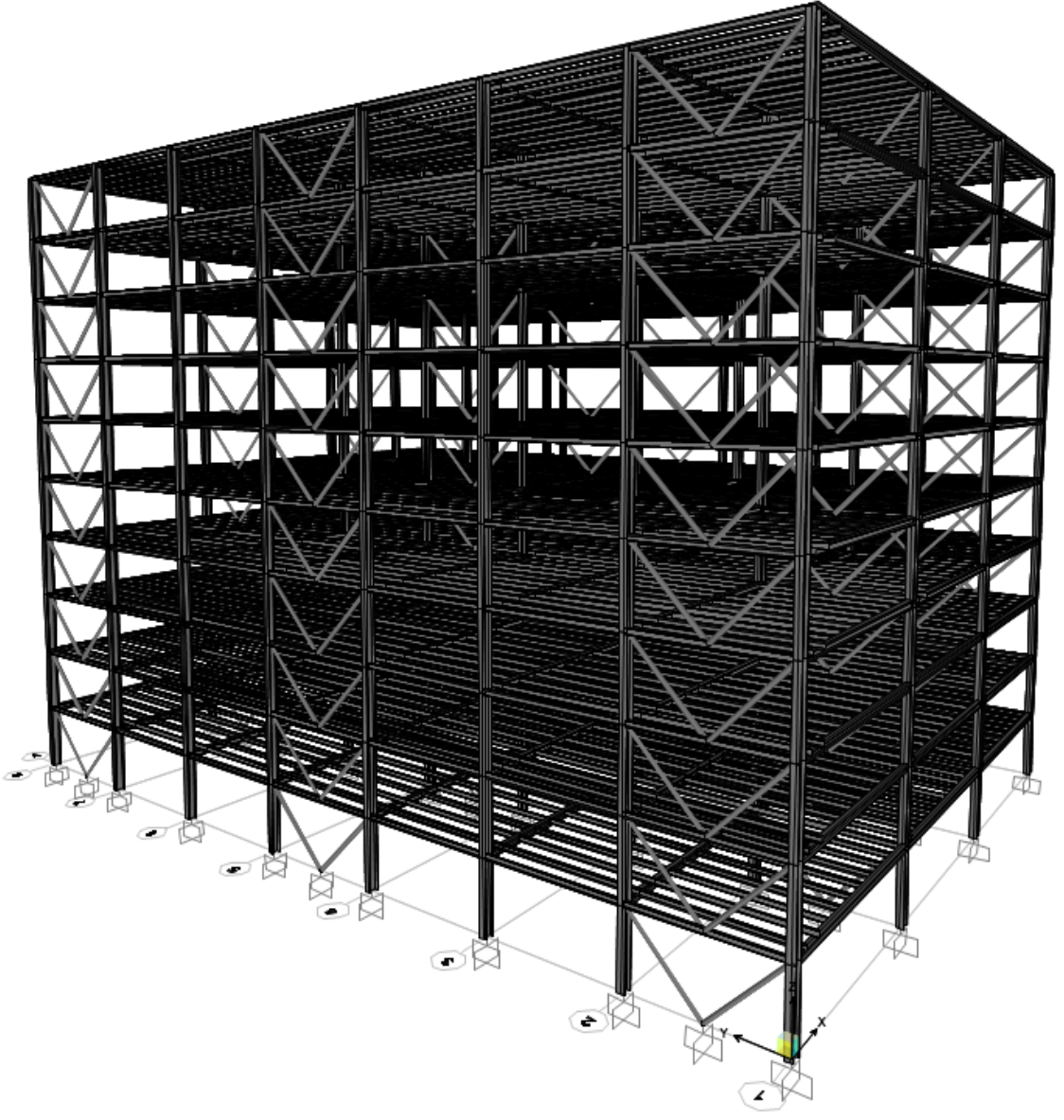
Grafik 5.5. 5 Katlı Yapıların Tepe Noktası Yer Değişimleri



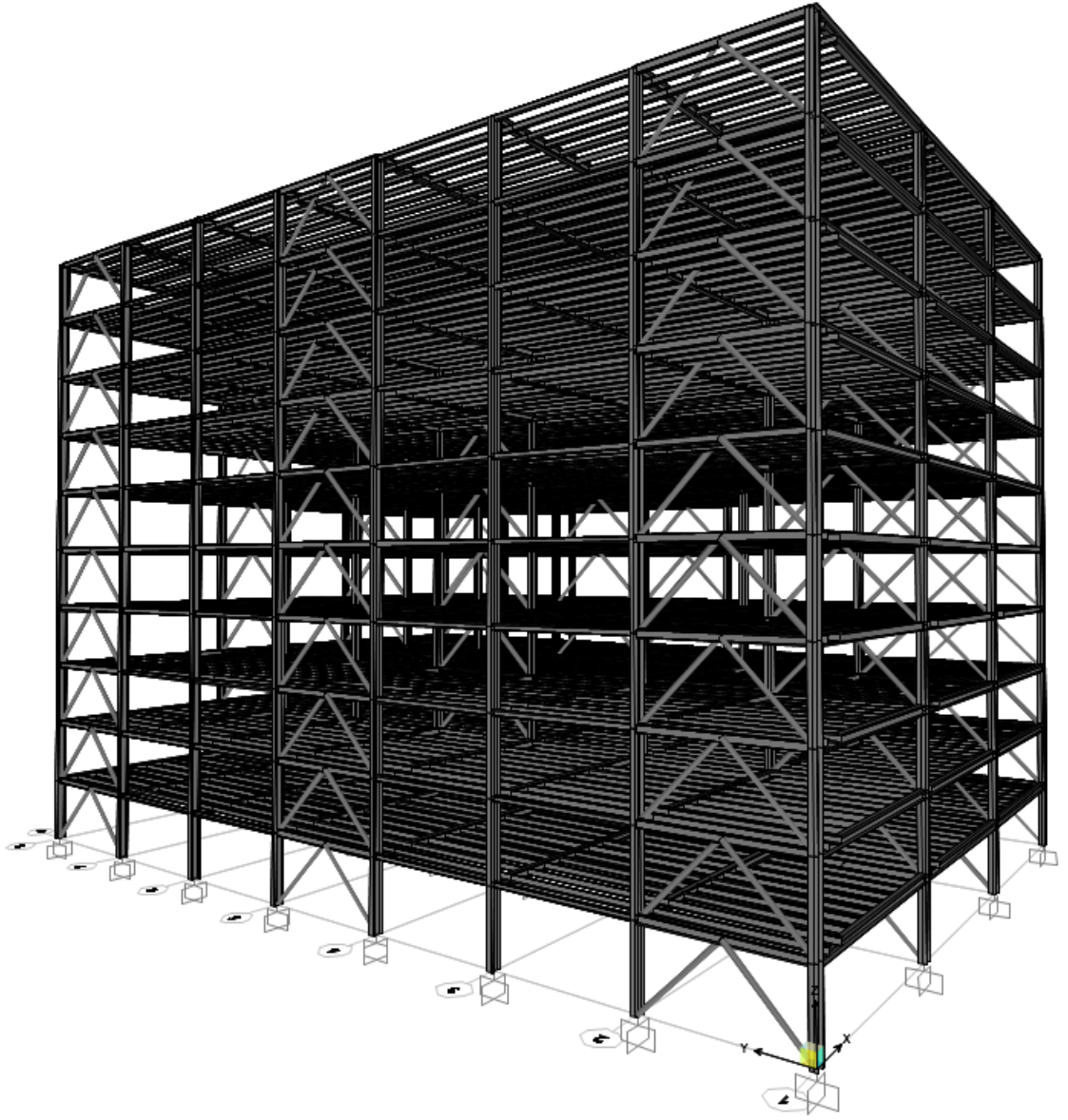
Şekil 5.6. 10 Katlı Moment Aktaran Çerçeve SAP2000 Modeli



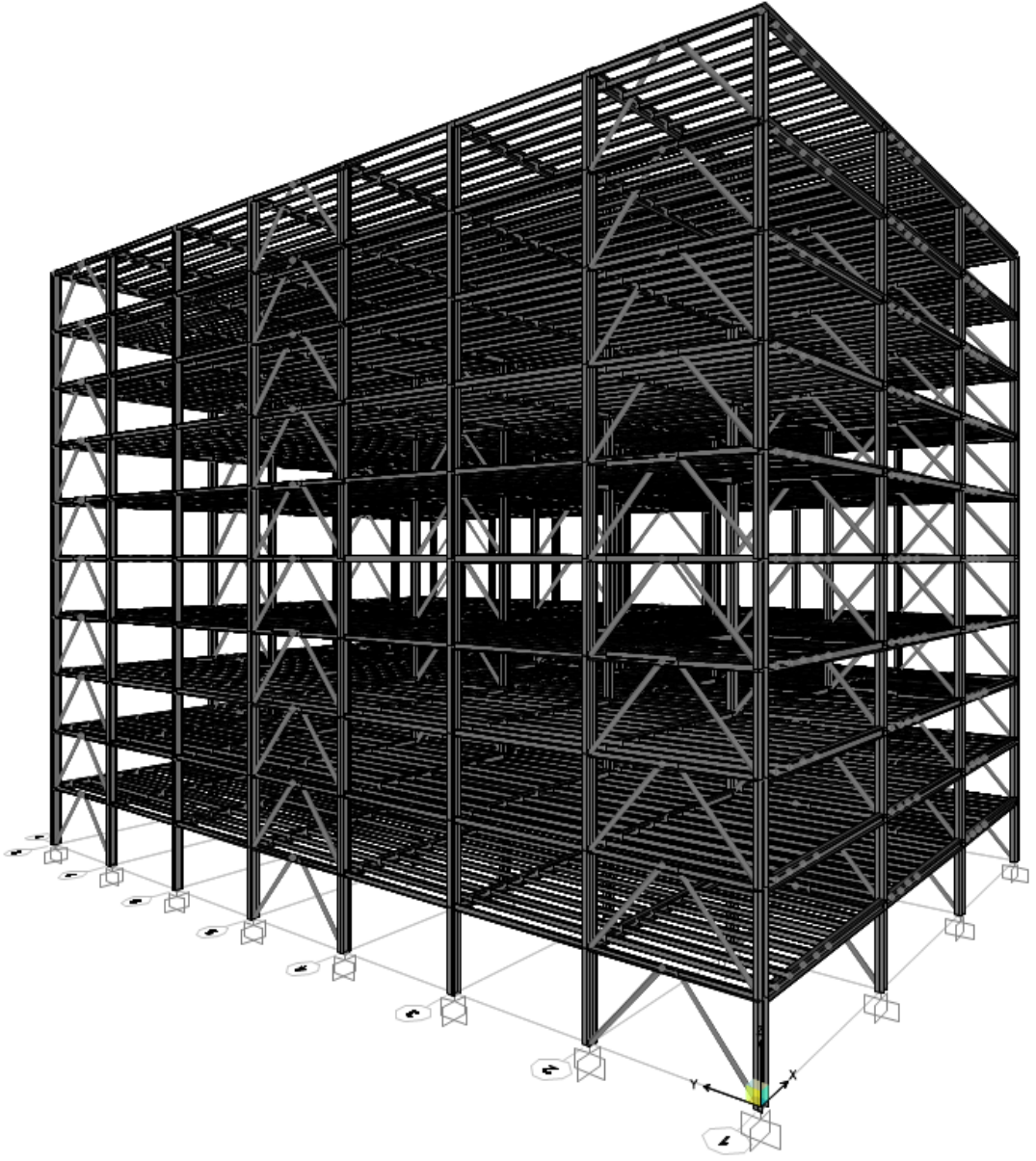
Şekil 5.7. 10 Katlı Merkezi X Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli



Şekil 5.8. 10 Katlı Merkezi V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli



Şekil 5.9. 10 Katlı Merkezi Ters V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli

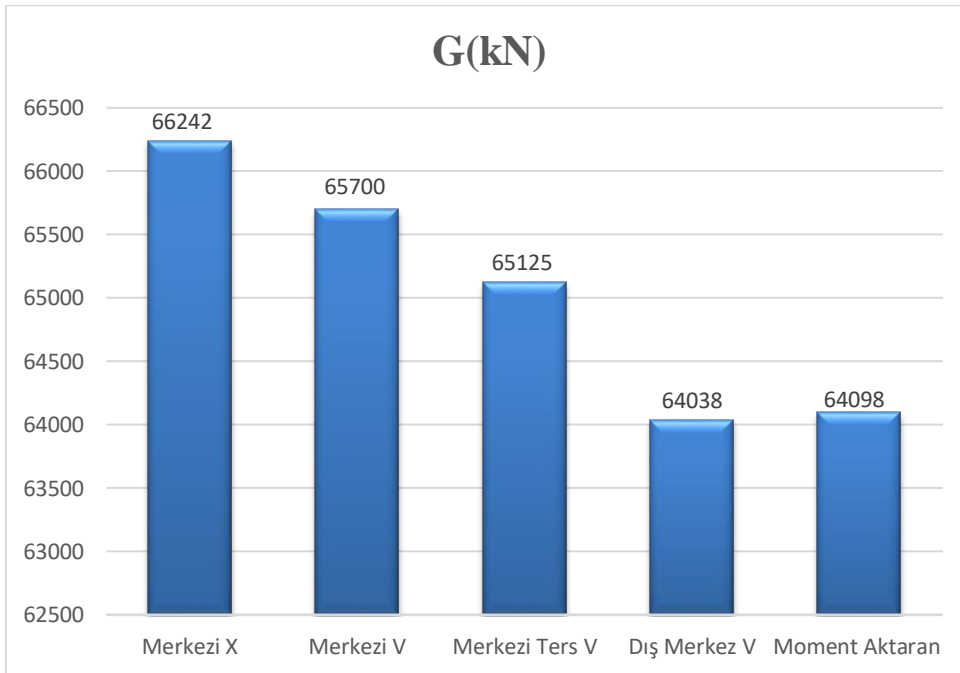


Şekil 5.10. 10 Katlı Dışmerkez Ters V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli

Çizelge 5.2. 10 Katlı Modellerin Analiz Sonuçları

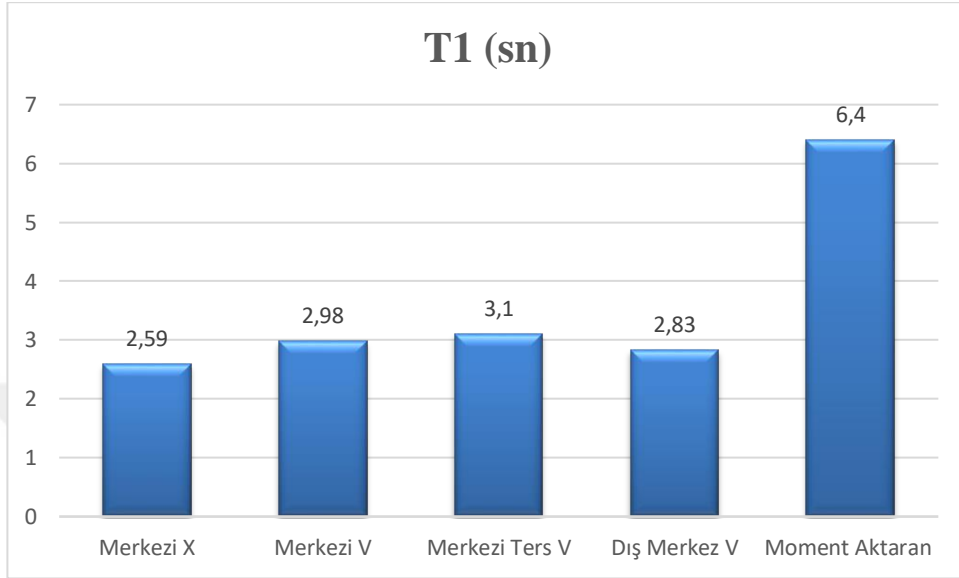
Çapraz Tipi	G (kN)	T1 (sn)	SPEC X (kN)	SPEC Y (kN)	δ_{specx} (cm)	δ_{specy} (cm)	δ_{max} (cm)
Merkezi X	66242	2,59	1549	4726	5,53	5,1	5,53
Merkezi V	65700	2,98	1256	3015	6,29	7,71	7,71
Merkezi Ters V	65125	3,1	1093	2844	7,08	6,59	7,08
Dış Merkez V	64038	2,83	1271	3153	6,07	6,7	6,7
Moment Aktaran	64098	6,4	1408	526	5,85	12,92	12,92

Moment aktaran çerçeve üzerine çelik çapraz perdeler eklendiği için perdeli sistemlerin ağırlıkları aynı zamanda çapraz elemanların ağırlıklarına tekabül eder. Grafik ile gösterilen analiz sonuçları incelendiği zaman çelik çapraz perdeler içinden en yüksek yapı ağırlığına sahip olan sitem Merkezi X sistemlerin olduğu görülmüştür.



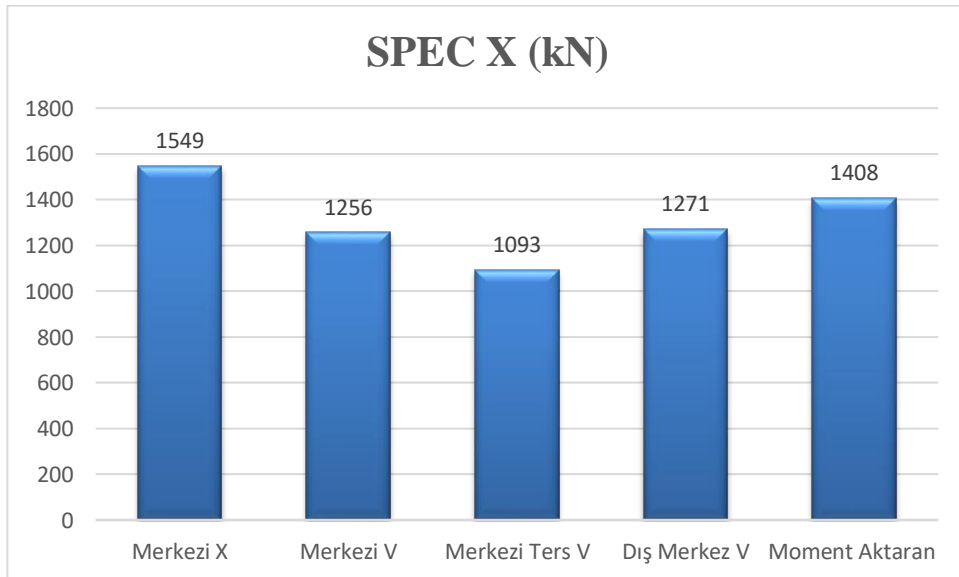
Grafik 5.6. 10 Katlı Yapıların Ağırlıkları

Grafikle gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla dizayn edilen yapıların daha rijit olup daha az bir salınıma sahip oldukları görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre salınım süresinin en az olduğu çapraz tipi Merkezi X sistemleridir.



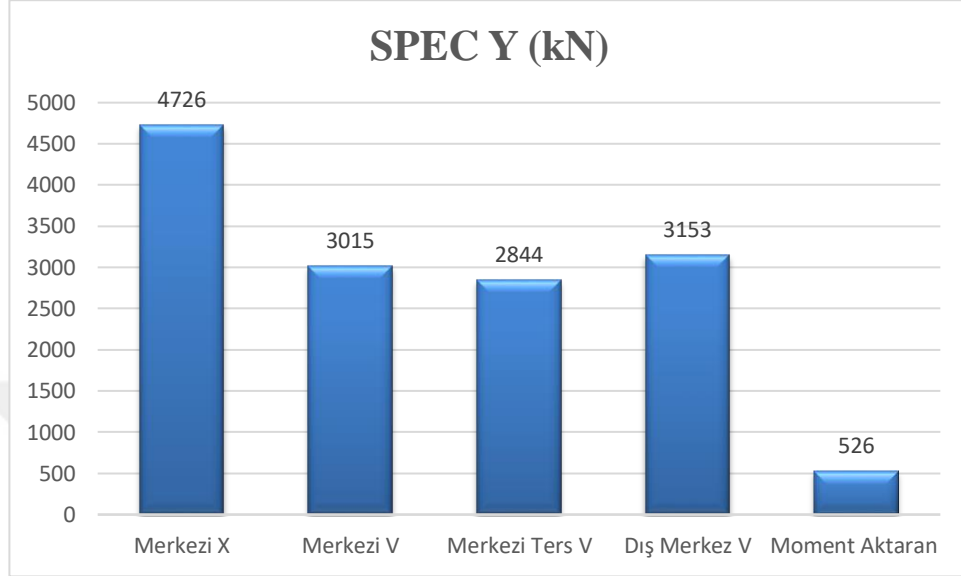
Grafik 5.7. 10 Katlı Yapıların Periyotları

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarım yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını göstermektedir. Tasarım yapılan sistemlerden X yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Merkezi X çaprazlı olan yapıdır.



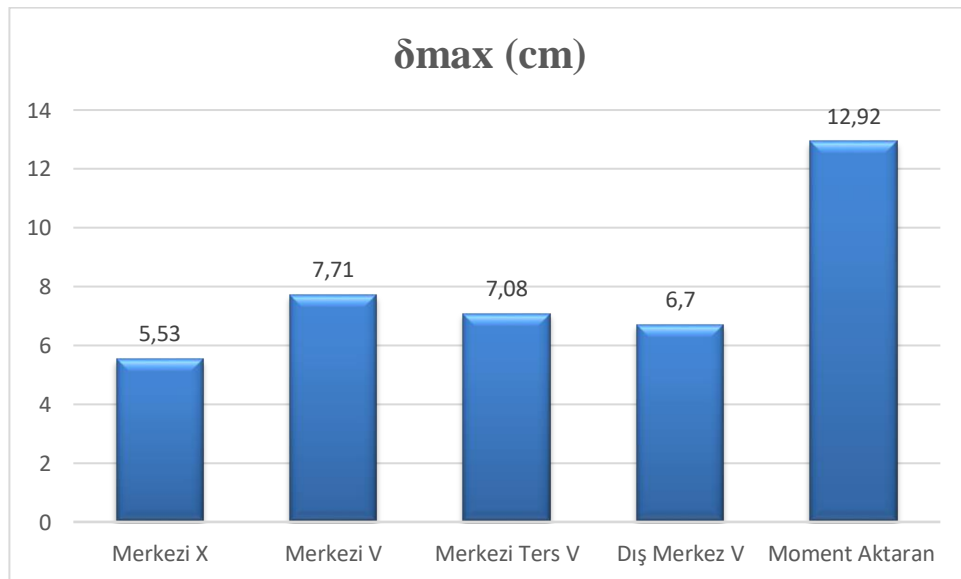
Grafik 5.8. 10 Katlı Yapıların X Yönündeki Deprem Kuvvetleri

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarım yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını göstermektedir. Tasarım yapılan sistemlerden Y yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Merkezi X çaprazlı olan yapıdır.

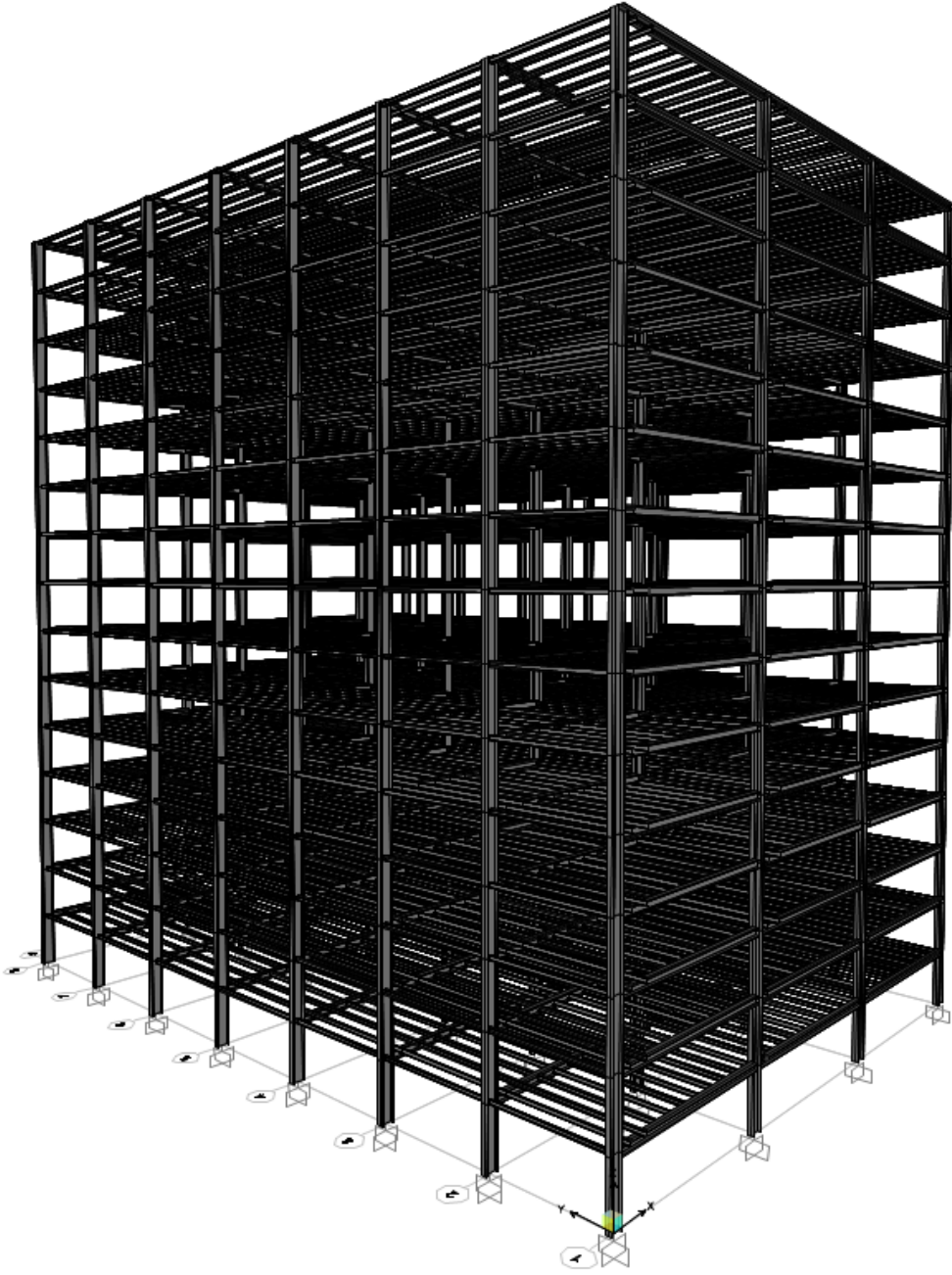


Grafik 5.9. 10 Katlı Yapıların Y Yönündeki Deprem Kuvvetleri

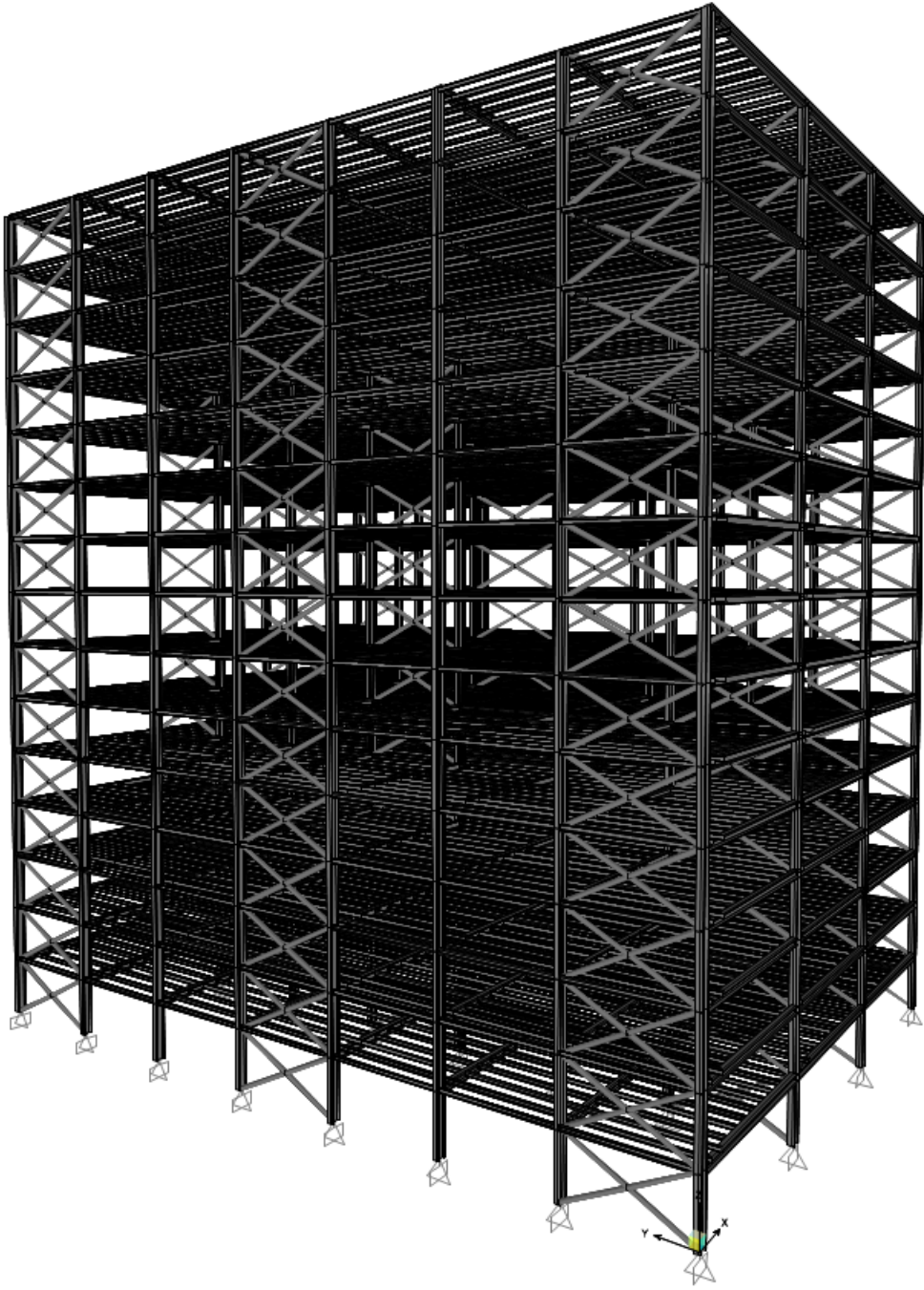
Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlı sistemlerle tasarlanan yapıların tepe noktası yer değiştirmelerini sınırladığını göstermiştir. Sistemler içinden en etkili sınırlandırma yapan Merkezi X çaprazlı sistemlerde olduğu görülmüştür.



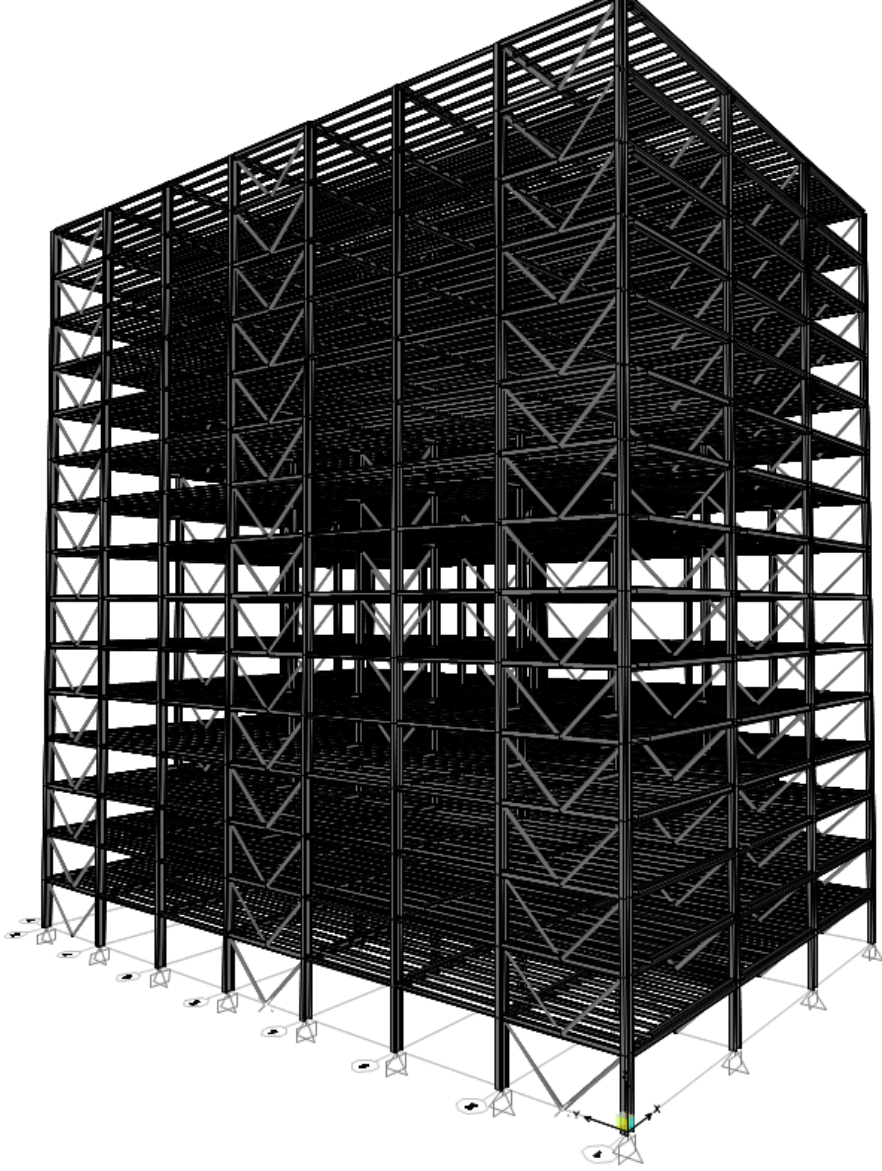
Grafik 5.10. 10 Katlı Yapıların Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri



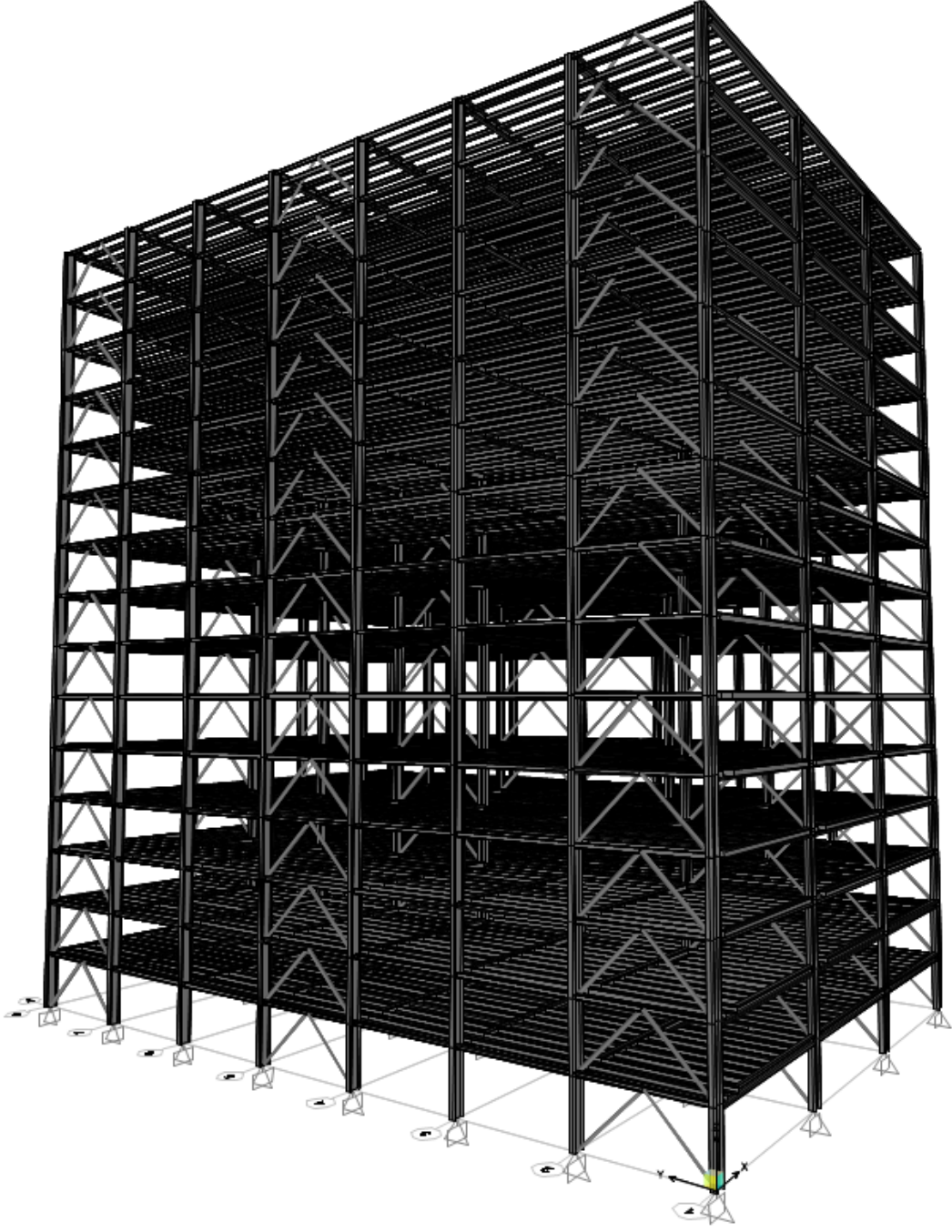
Şekil 5.11. 15 Katlı Moment Aktaran Çerçeve SAP2000 Modeli



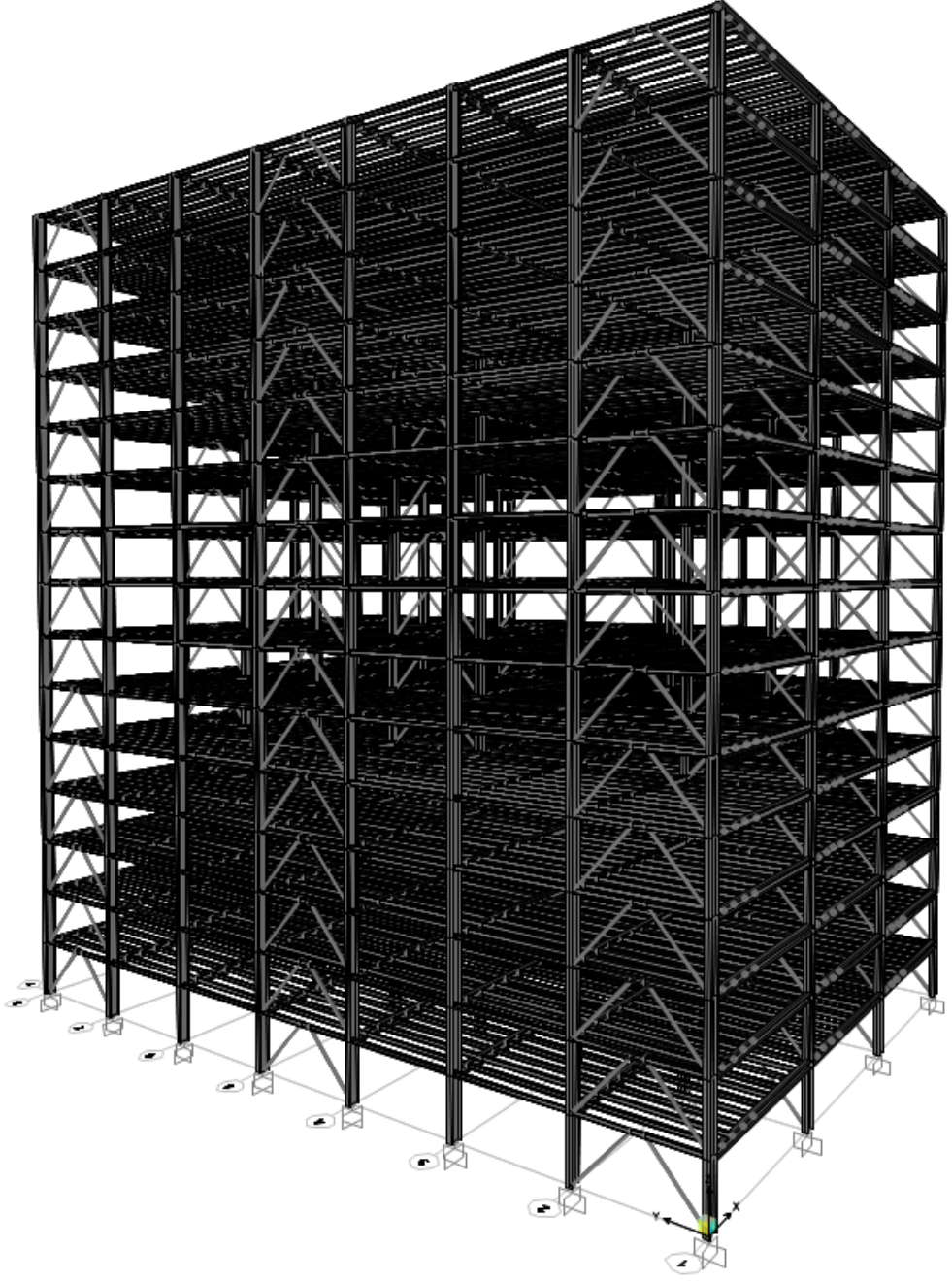
Şekil 5.12. 15 Katlı Merkezi X Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli



Şekil 5.13. 15 Katlı Merkezi V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli



Şekil 5.14. 15 Katlı Merkezi Ters V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli

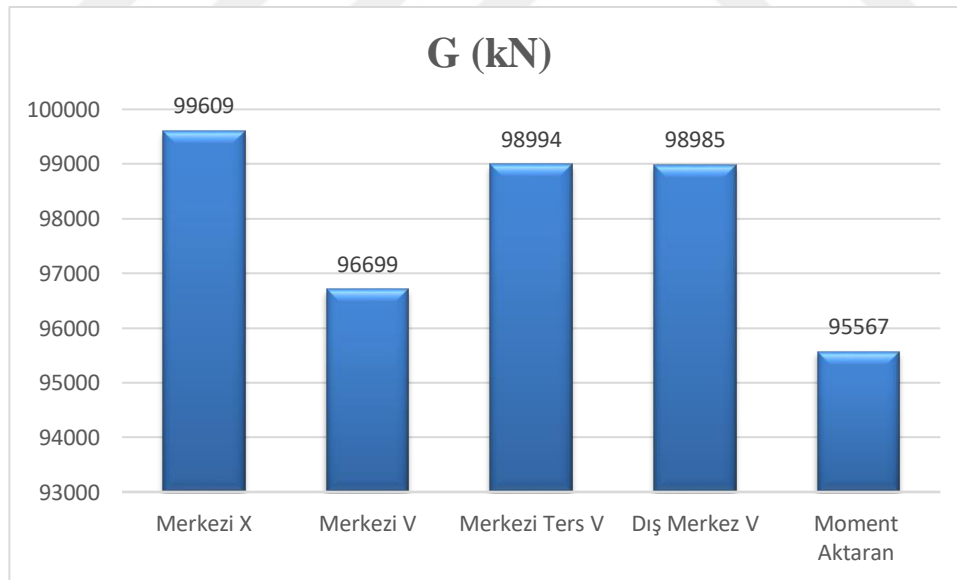


Şekil 5.15. 15 Katlı Dışmerkez Ters V Çaprazlı Sistem SAP2000 Modeli

Çizelge 5.3. 15 Katlı Modellerin Analiz Sonuçları

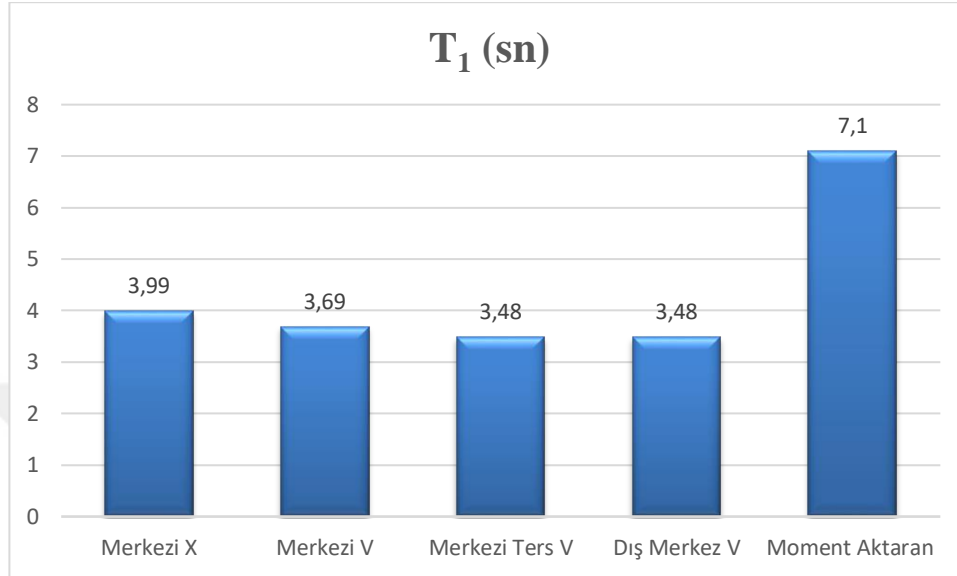
Çapraz Tipi	G (kN)	T ₁ (sn)	SPEC X (kN)	SPEC Y (kN)	δ _{specx} (cm)	δ _{specy} (cm)	δ _{max} (cm)
Merkezi X	99609	3,99	1341	3715	9,92	9,72	9,92
Merkezi V	96699	3,69	2350	2648	11,85	12,71	12,71
Merkezi Ters V	98994	3,48	1735	4572	7,43	8,75	8,75
Dış Merkez V	98985	3,48	1654	3385	7,41	10,68	10,68
Moment Aktaran	95567	7,1	1800	763	7,4	13,28	13,28

Moment aktaran çerçeve üzerine çelik çapraz perdeler eklendiği için perdeli sistemlerin ağırlıkları aynı zamanda çapraz elemanların ağırlıklarına tekabül eder. Grafik ile gösterilen analiz sonuçları incelendiği zaman çelik çapraz perdeler içinden en yüksek yapı ağırlığına sahip olan sitem Merkezi V sistemlerin olduğu görülmüştür.



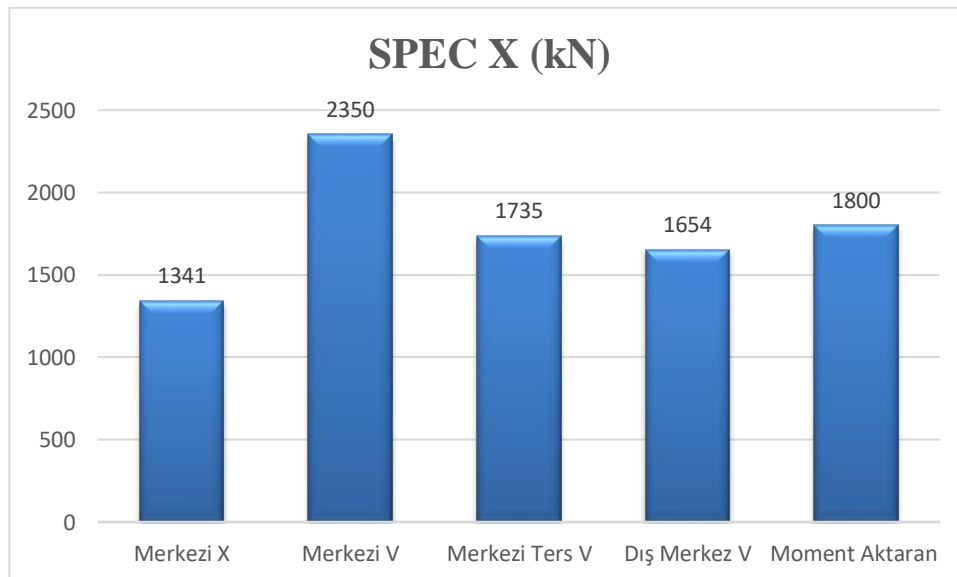
Grafik 5.11. 15 Katlı Yapıların Ağırlıkları

Grafikle gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla dizayn edilen yapıların daha rijit olup daha az bir salınıma sahip oldukları görülmüştür. Analiz sonuçlarına göre salınım süresinin en az olduğu çapraz tipi Merkezi Ters V sistemleridir.



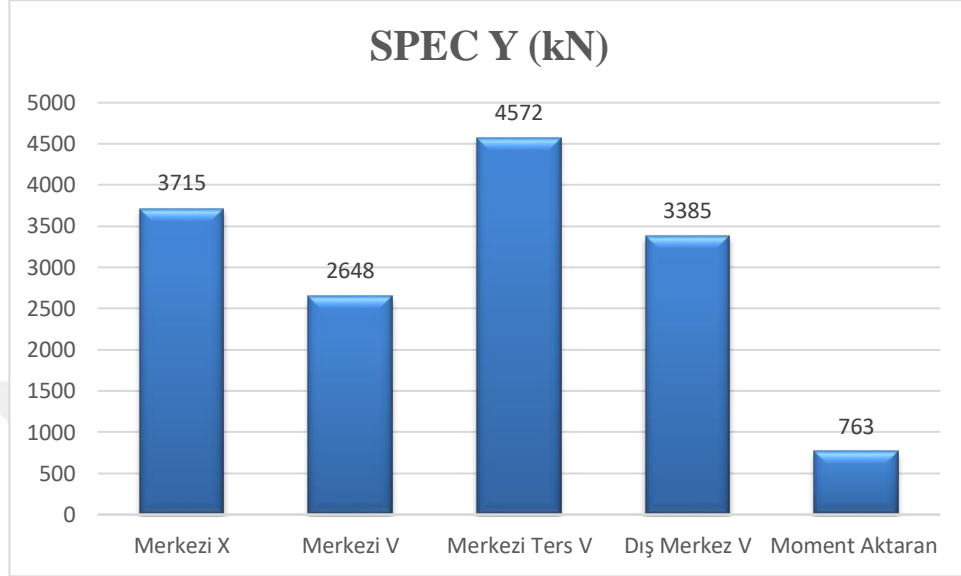
Grafik 5.12. 15 Katlı Yapıların Periyotları

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarım yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını göstermektedir. Tasarım yapılan sistemlerden X yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Merkezi V çaprazlı olan yapıdır.



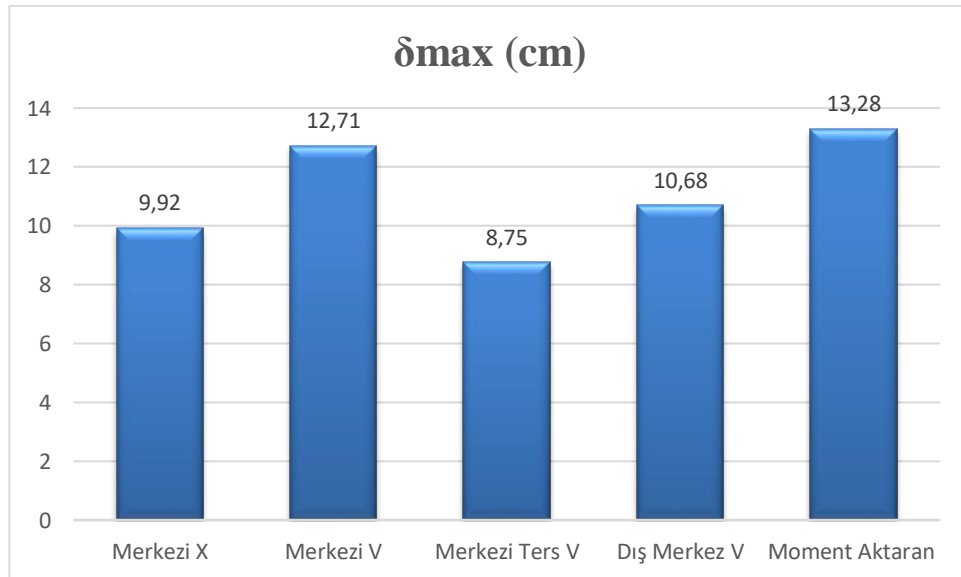
Grafik 5.13. 15 Katlı Yapıların X Yönündeki Deprem Kuvvetleri

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarımı yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını göstermektedir. Tasarım yapılan sistemlerden Y yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Merkezi Ters V çaprazlı olan yapıdır.



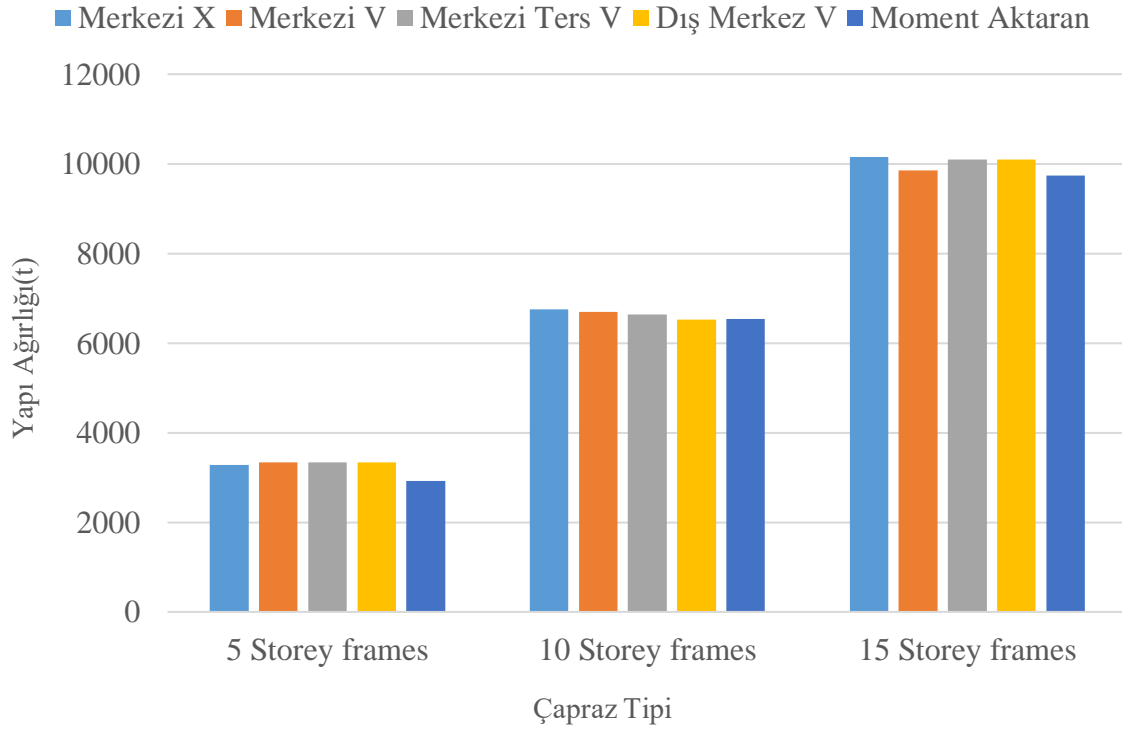
Grafik 5.14. 15 Katlı Yapıların Y Yönündeki Deprem Kuvvetleri

Grafik ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlı sistemlerle tasarlanan yapıların tepe noktası yer değiştirmelerini sınırlandırdığını göstermiştir. Sistemler içinden en etkili sınırlandırma yapan Merkezi Ters V çaprazlı sistemlerde olduğu görülmüştür.

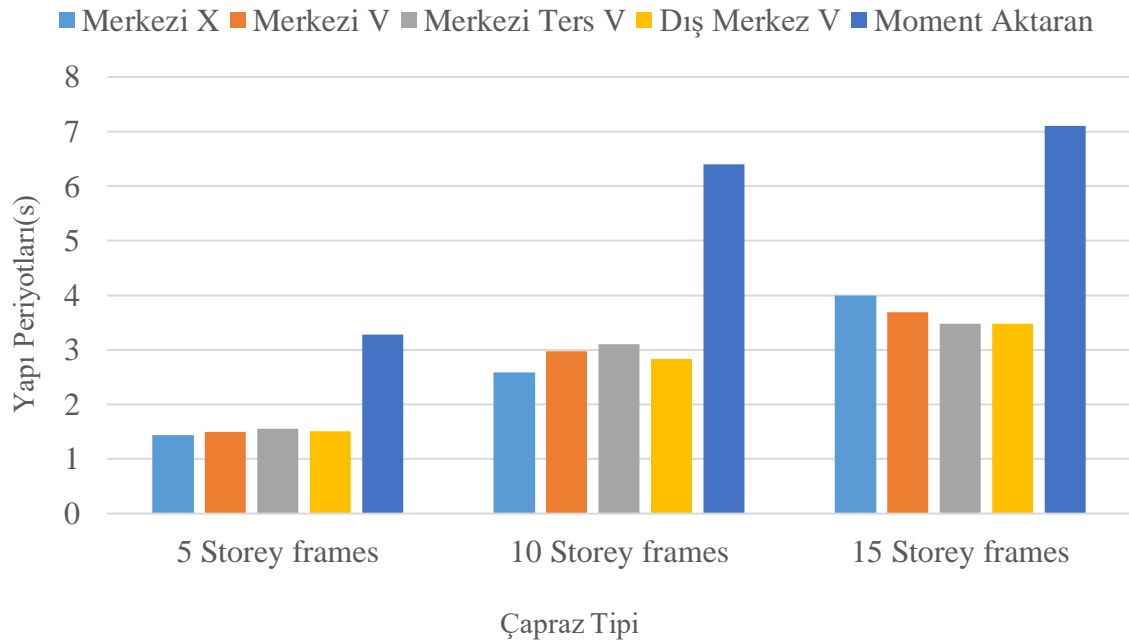


Grafik 5.15. 15 Katlı Yapıların Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri

5, 10 ve 15 Katlı Yapılar için sistemlerin ağırlıkları ve titreşim periyotları herbir çapraz sistemi için Grafik 5.16 ve Grafik 5.17 de verilmiştir. Bu grafiklerde elde edilen sonuçlara göre, toplam yapı ağırlığı ton cinsinden hesaplanıp, görüldüğü gibi yapıların toplam ağırlıkları yaklaşık olarak benzerdir. Dolayısıyla çapraz sistemler arasındaki süneklik, kat drifleri, görel kat ötelenme gibi diğer deprem parametlerin etkisi göz önüne alınmıştır.

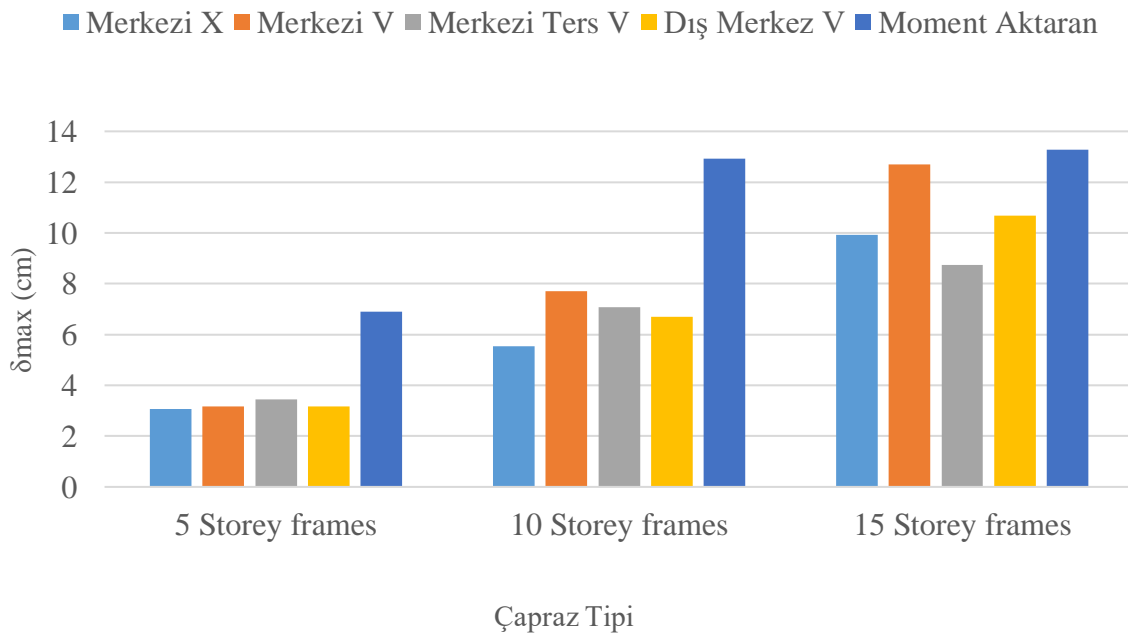


Grafik 5.16. 5, 10 ve 15 Katlı Yapıların Ağırlığı



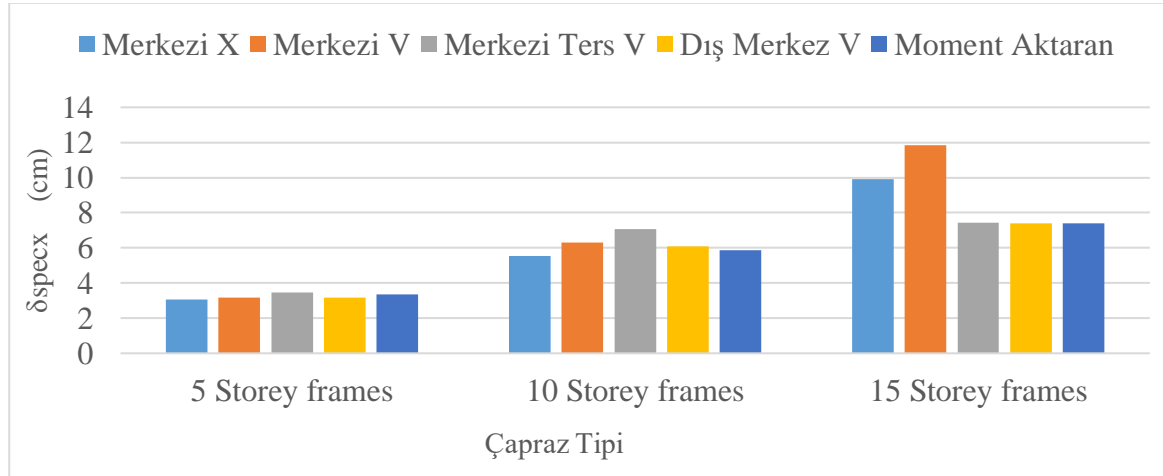
Grafik 5.17. 5, 10 ve 15 Katlı Yapıların Titreşim periyotları

Grafik 5.18 ile gösterilen analiz sonuçlarına göre çelik çaprazlarla tasarım yapılan yapıların deprem kuvvetinin arttığını aynı zamanda tepe noktası yer değiştirmelerini sınırladığını göstermektedir. Sistemler çapraz tipine göre kıyaslandığından dolayı tasarım yapılan sistemlerden Y yönünde en yüksek deprem kuvvetine maruz kalan çelik yapı Merkezi Ters V çaprazlı olan yapıdır.



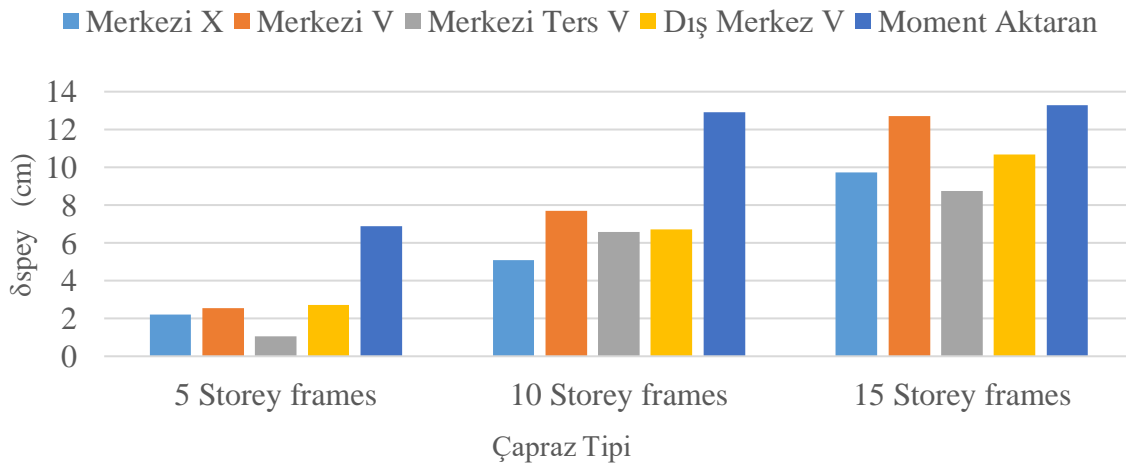
Grafik 5.18. 5, 10 ve 15 Katlı Yapıların Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri

Grafik 5.19 ile gösterilen analiz sonuçlarına göre X yönünde gelen deprem kuvvetleri moment aktaran çerçeveler tarafından karşılandığı için yani o yönde çapraz olmadığı için 5 ve 10 katlı yapılar için benzer sonuçlar sergileyip, 15 katlı yapılar için ise Merkezi V sistemlerin büyük yerdeğiştirmeler yaptığını görebiliyoruz.



Grafik 5.19. 5, 10 ve 15 Katlı Yapıların SPECX Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri

Grafik 5.20 ile gösterilen analiz sonuçlarına göre Y yönünde gelen deprem kuvvetleri çaprazlı çelik çerçeveler tarafından karşılandığı için yani o yönde çapraz olduğu için 5,10 ve 15 katlı yapılarda Merkezi Ters V sistemin daha rijit davrandığını söyleyebiliyoruz. Aynı zamanda moment aktaran çerçeveler çapraz olmadığı için Y yönünde gelen deprem kuvvetine karşı en büyük deplasmanı göstermiştir.



Grafik 5.20. 5, 10 ve 15 Katlı Yapıların SPECY Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri

5.1.1. Push Over (İtme Analizi) Sonuçları

Statik itme analizi yöntemi, herhangi bir yapının sismik etkileri altındaki dayanım ve deformasyon kapasitelerini belirlemek için uygulanan bir yöntemdir. Aynı zamanda yatay kuvvetler etkisi altında davranış ve performansı belirlemek için kullanılır. Bu yöntemde yükler belli aralıklarla adım adım artırılır ve her adımda yapı elemanlarında meydana gelen taban kesme kuvveti ve deplasmanları arasındaki değişimler incelenerek yapının hasar düzeyi tespit edilmiş olur. Performans analizleri çoğunlukla mevcut yapıların incelenmesi için kullanılıp yeni yapılacak yapılar içinde kullanılabilen bir yöntemdir. Yapılar işletme yükleri altında çoğunlukla doğrusal davranış gösterirler. Hesaplanan deplasmanlar, taban kesme kuvvetleri doğrusal teori için yapılan kabullerdir. Ama işletme yükleri aşıldığı zaman lineer- elastik sınırı aşılır ve yer değiştirmeler çok büyük değerler alır. Böyle olduğunda doğrusal teori geçerli olmaz ve linner elastik sınırın ötesindeki davranışın dikkate alınıp doğrusal olmayan teori ile hesap yapılması doğru olacaktır. Bu yöntem yapının deplasman yeteneğine dayanan ve süneklikle doğrudan alakalı bir yöntemdir. Bu yöntem kullanılarak yapının göçme şekli de kolaylıkla elde edilebilir. Ancak unutulmamalıdır ki, bu yöntem yapıda gevrek kırılma (ani göçme) olmadığı durumlarda uygulanabilen bir yöntemdir. Statik itme analizi yapılırken kat düzlemlerinde rijit diyafram kabulü yapılacak, $P-\Delta$ etkileri dikkate alınacaktır[6]. Bu çalışmada 5,10,15 katlı yapıların her bir çapraz modeli için ayrı ayrı itme analizi uygulanmıştır.

İtme analizi yapılırken kolon kiriş ve çapraz gibi tüm elemanlara mafsalları tanımlanır yani moment almıyacak şekilde yapılır. Bu mafsalların özelliklerini belirlemek ve yapıyı ne kadar itilmesi gerektiğini belirlemek için şekil 5.15'teki gibi mafsalların özellikleri tanımlanır. İtme analizlerinde yapı yüksekliğinin % 40'ı kadar bir oranla yapılar ötelenmeye maruz bırakılmıştır.

Moment Rotation Data for FH1 - Interacting P-M2-M3

Edit

Select Curve
 Axial Force: 0, Angle: 0, Curve #1

Units: Tonf, mm, C

Moment Rotation Data for Selected Curve

Point	Moment/Yield Mom	Rotation/SF
A	0,	0,
B	1,	0,
C	1,25	6,
D	0,2	6,
E	0,2	8,

Copy Curve Data Paste Curve Data

Current Curve - Curve #1
Force #1; Angle #1

3-D Surface
Axial Force = 0,

Acceptance Criteria (Plastic Deformation / SF)

- Immediate Occupancy: 2,
- Life Safety: 4,
- Collapse Prevention: 6,
- Show Acceptance Points on Current Curve:

3D View

Plan: 315, Elevation: 35, Aperture: 0, Axial Force: 0,

Hide Backbone Lines:
 Show Acceptance Criteria:
 Show Thickened Lines:
 Highlight Current Curve:

Moment Rotation Information

Symmetry Condition: Circular
 Number of Axial Force Values: 1
 Number of Angles: 1
 Total Number of Curves: 1

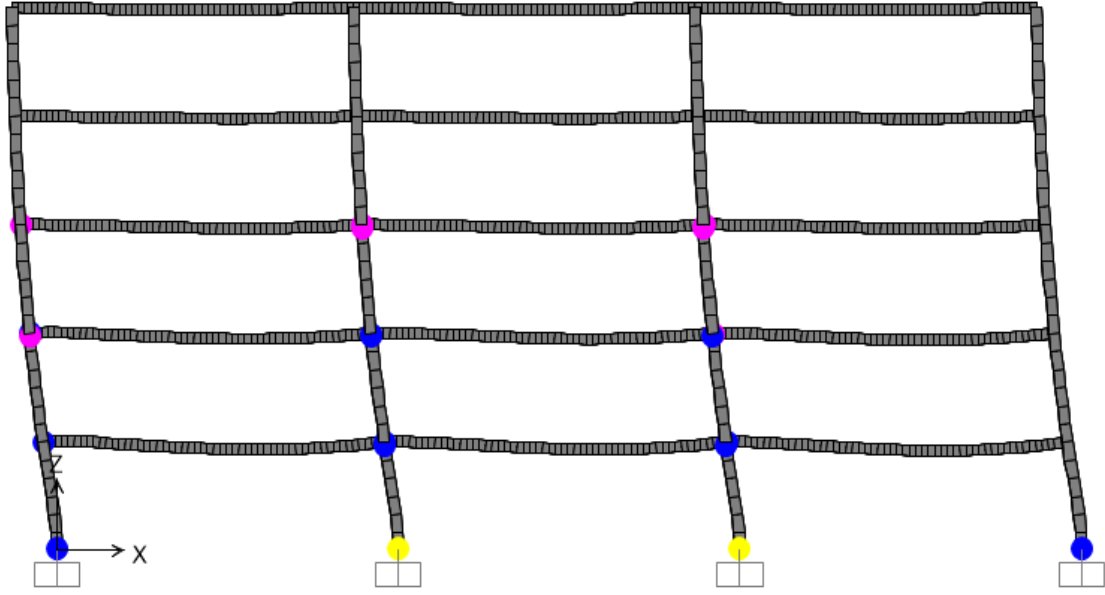
Angle Is Moment About

0 degrees = About Positive M2 Axis
 90 degrees = About Positive M3 Axis
 180 degrees = About Negative M2 Axis
 270 degrees = About Negative M3 Axis

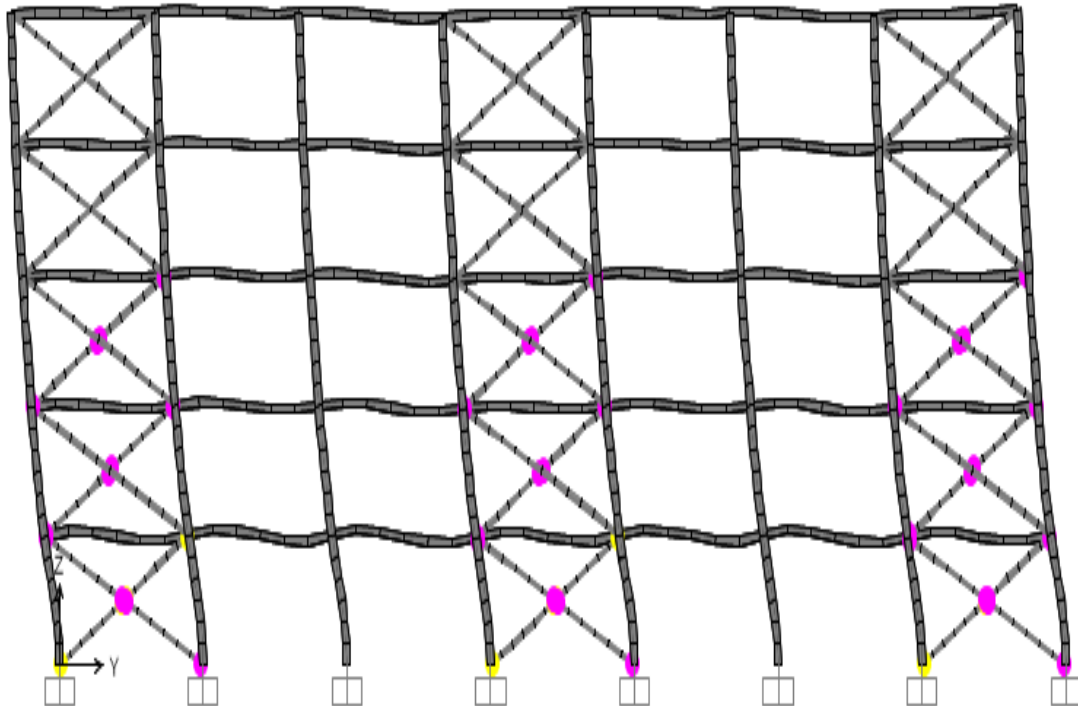
OK Cancel

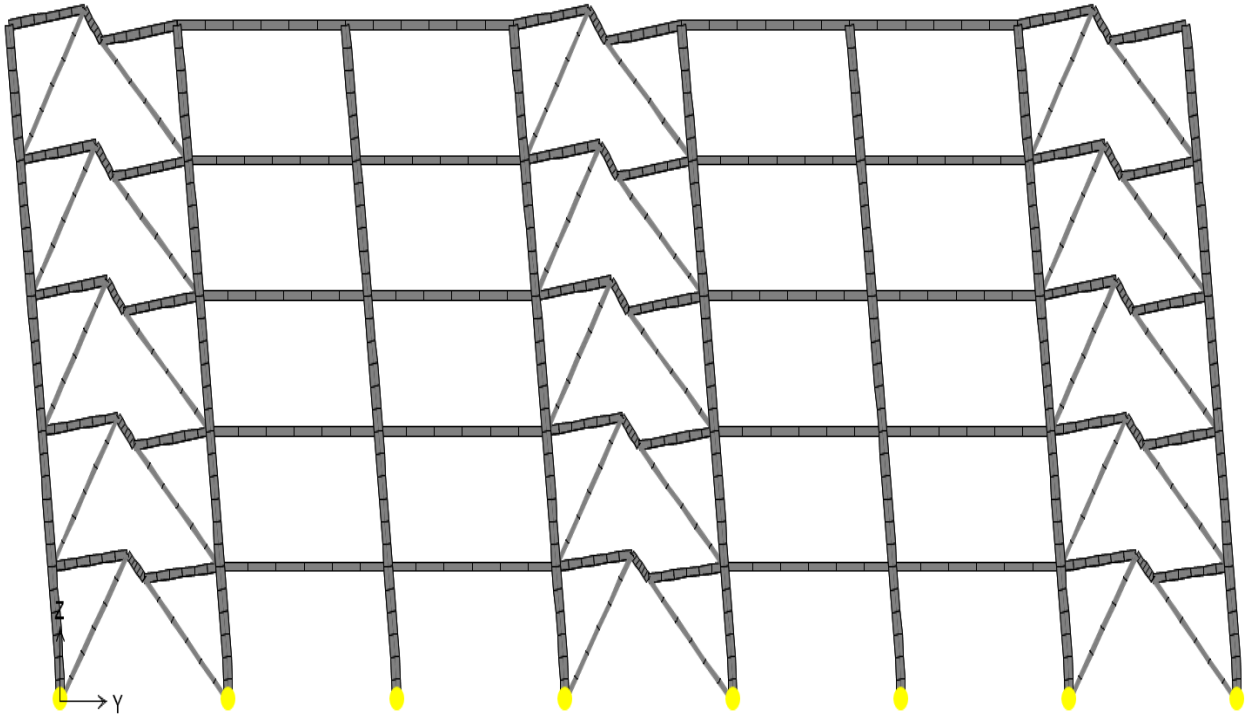
Şekil 5.15. Mafsalları özellikleri

5 katlı yapılarda yapılan itme analiz sonuçlarına göre en rijit performansı merkezi x çaprazlı sistemde olduğu görülmektedir. Dışmerkezi ters V çaprazlı sistem ile moment aktaran çerçevenin süneklik düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir. Çelik çerçevelerin itme durumları aşağıdaki gibidir.

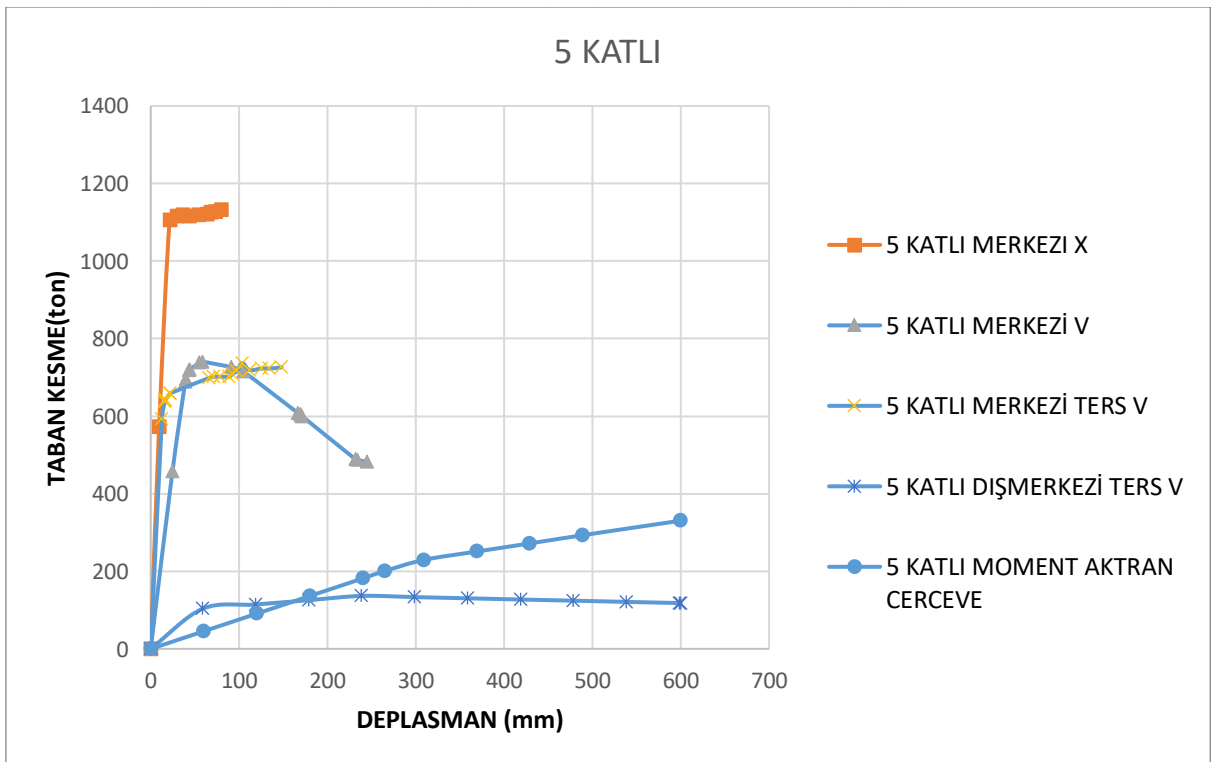


Şekil 5.16. 5 Katlı Moment Aktaran Sistemin Mafsallaşması



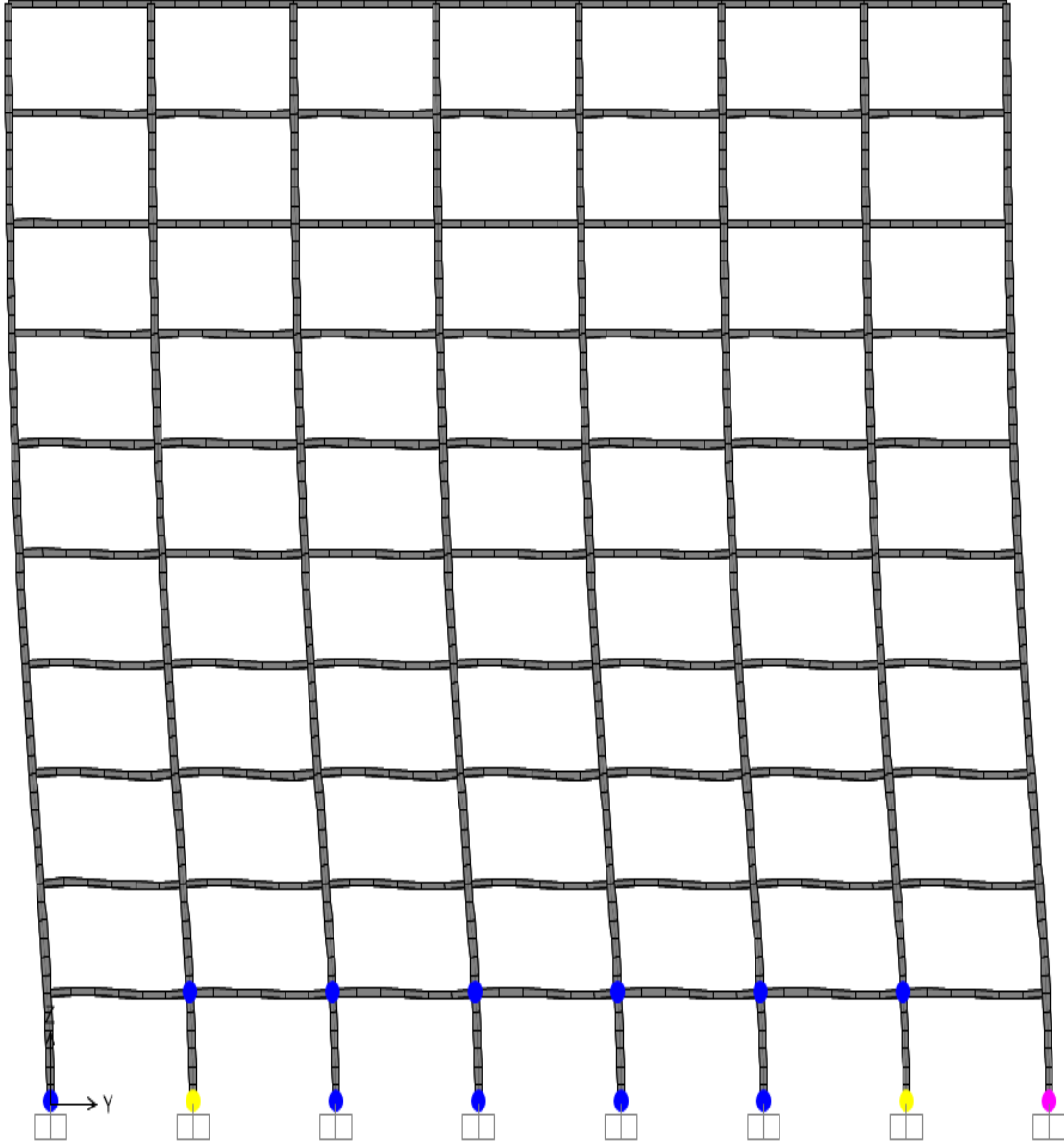


Şekil 5.20. 5 Katlı Dışmerkezi Ters V Çaprazlı Sistemin Mafsallaşması

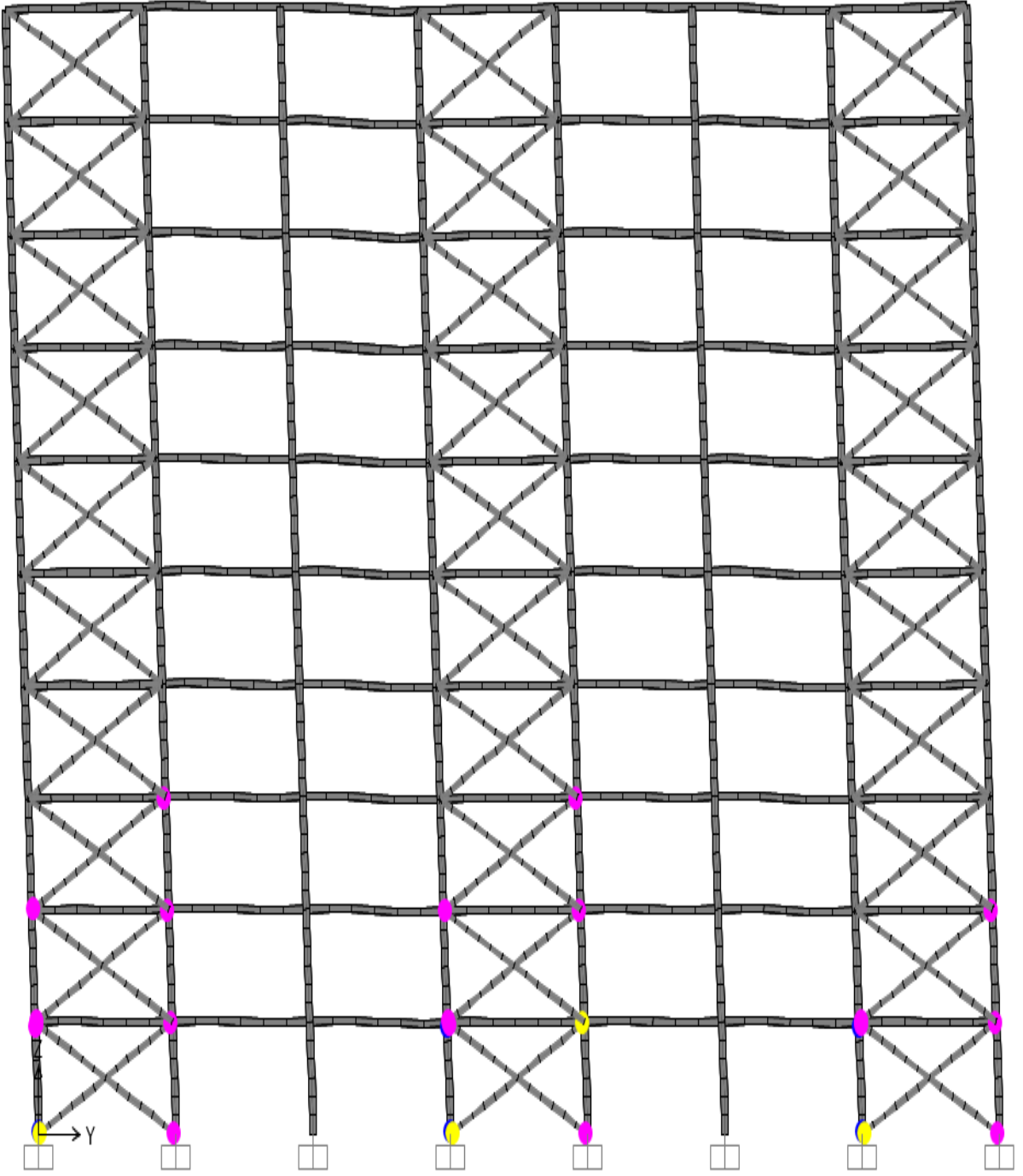


Grafik 5.21. 5 Katlı Yapıların Push Over Sonuçları

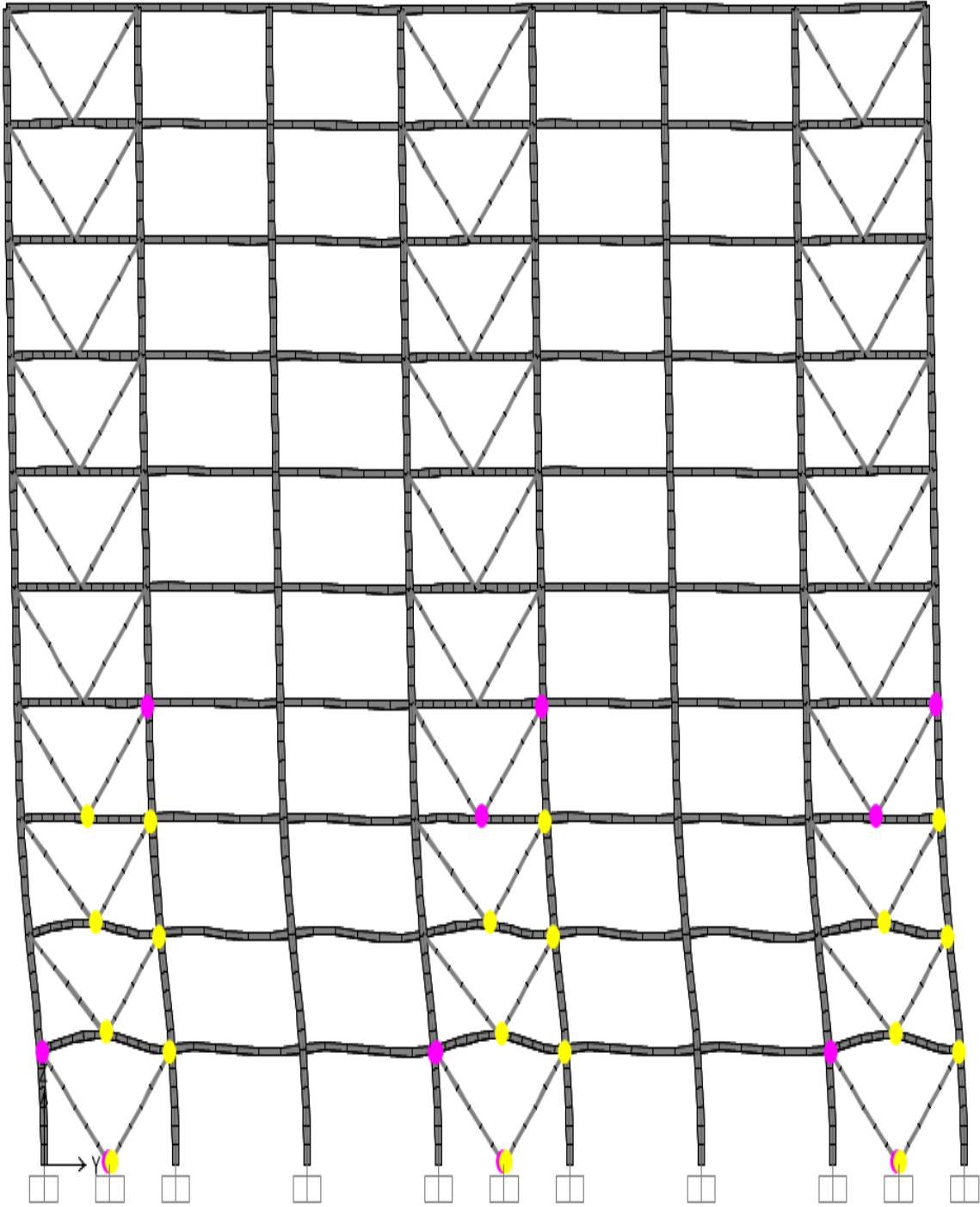
10 katlı yapılarda yapılan itme analiz sonuçlarına göre en rijit performansı merkezi x çaprazlı sistemde olduğu görülmektedir. Dışmerkezi ters V çaprazlı sistem ile moment aktaran çerçevenin süneklik düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir.



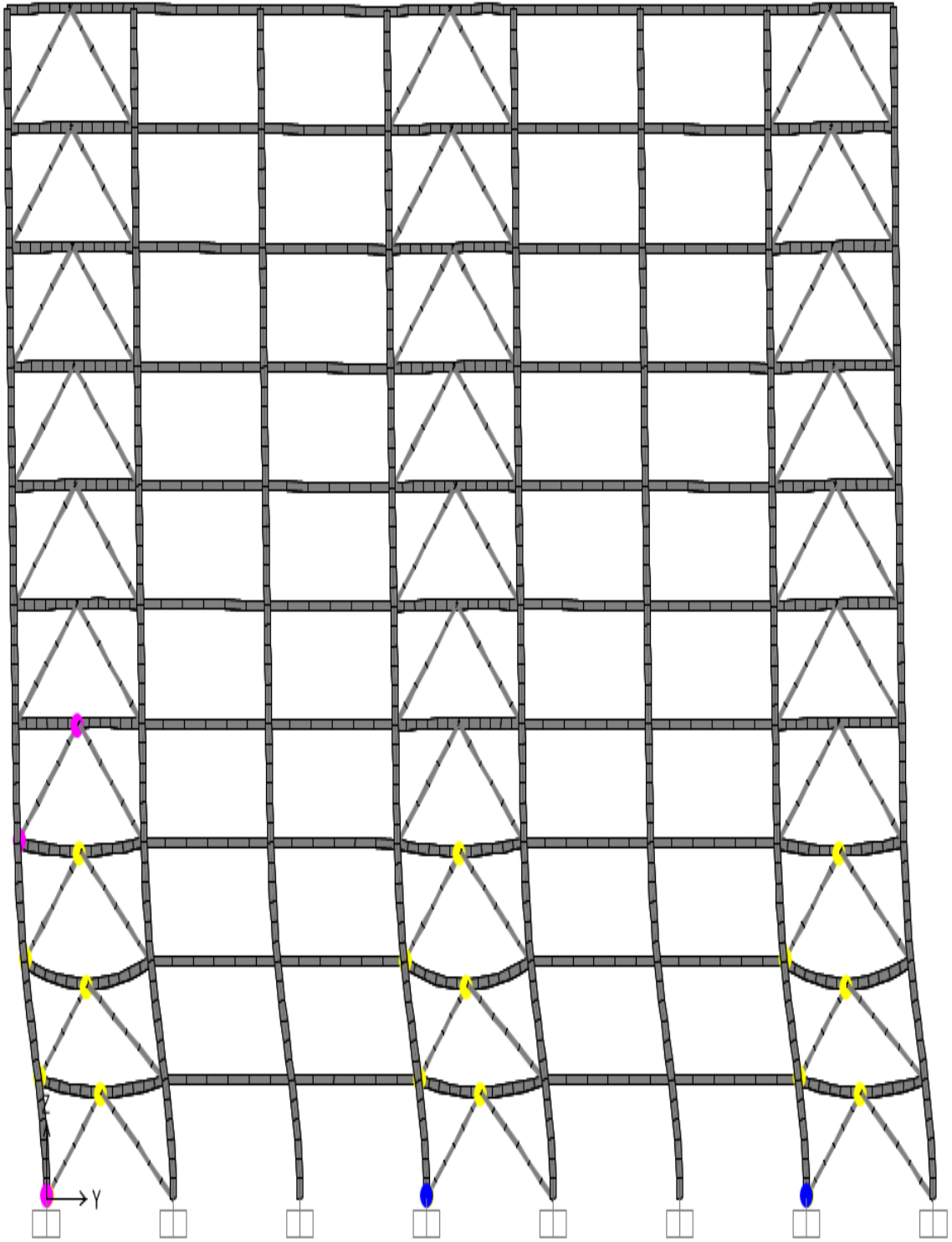
Şekil 5.21. 10 Katlı Moment Aktaran Sistemin Mafsallaşması



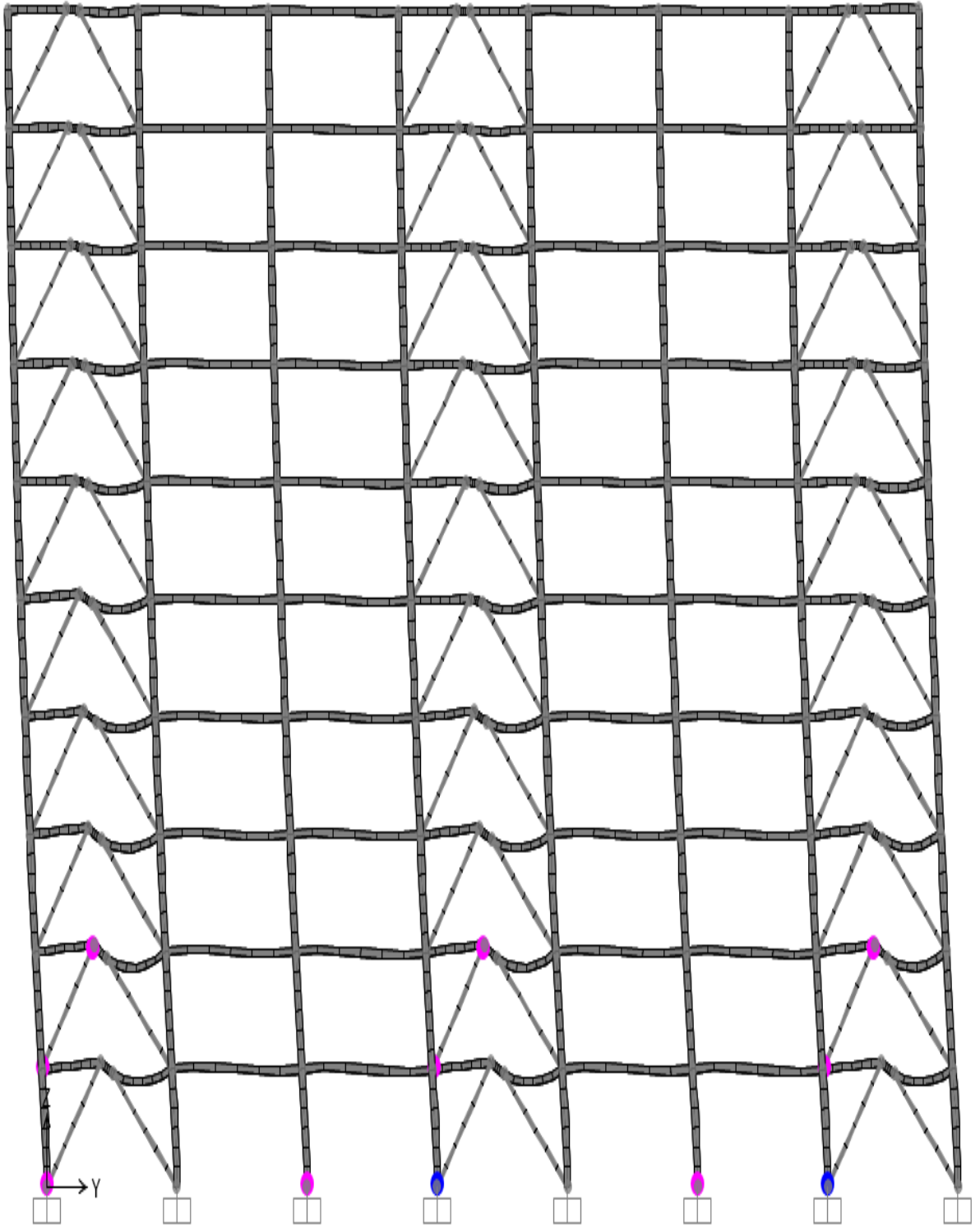
Şekil 5.22. 10 Katlı Merkezi X Çaprazlı Sistemin Mafsallaşması



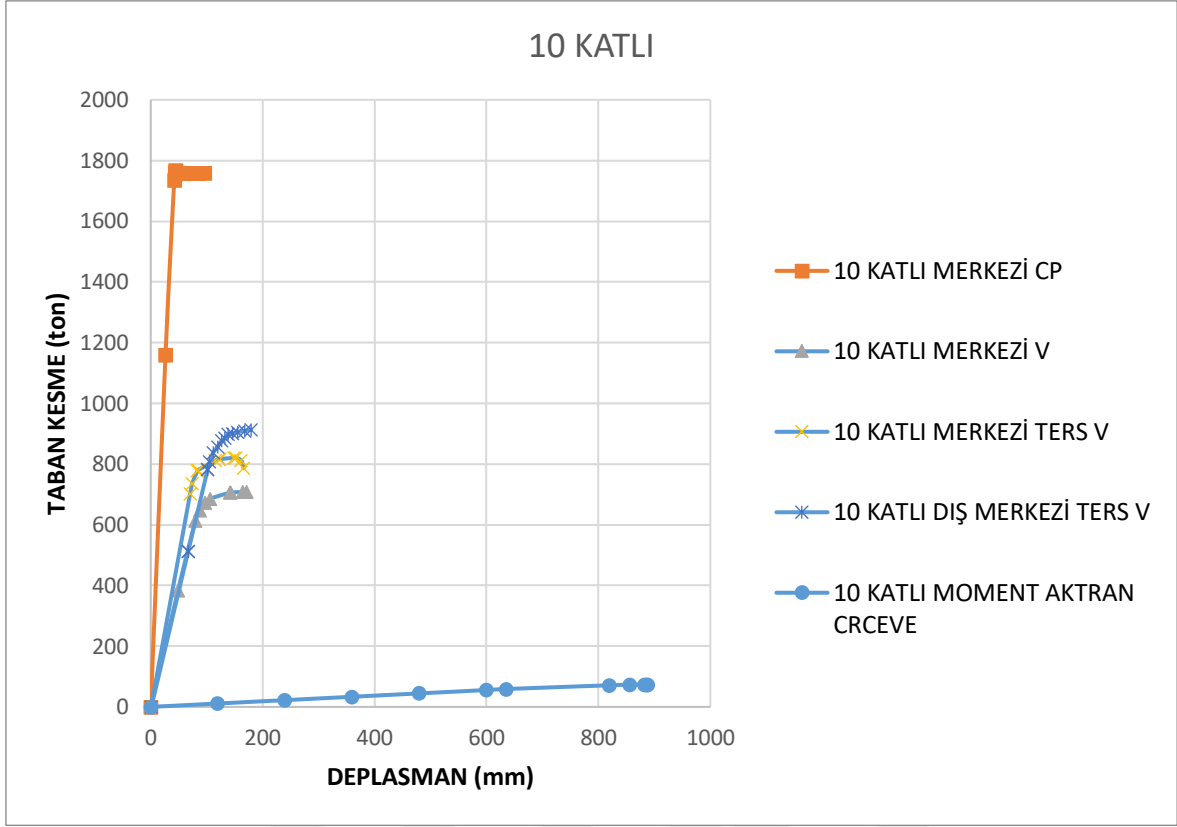
Şekil 5.23. 10 Katlı Merkezi V Çaprazlı Sistemin Mafsallaşması



Şekil 5.24. 10 Katlı Merkezi Ters V Çaprazlı Sistemin Mafsallaşması

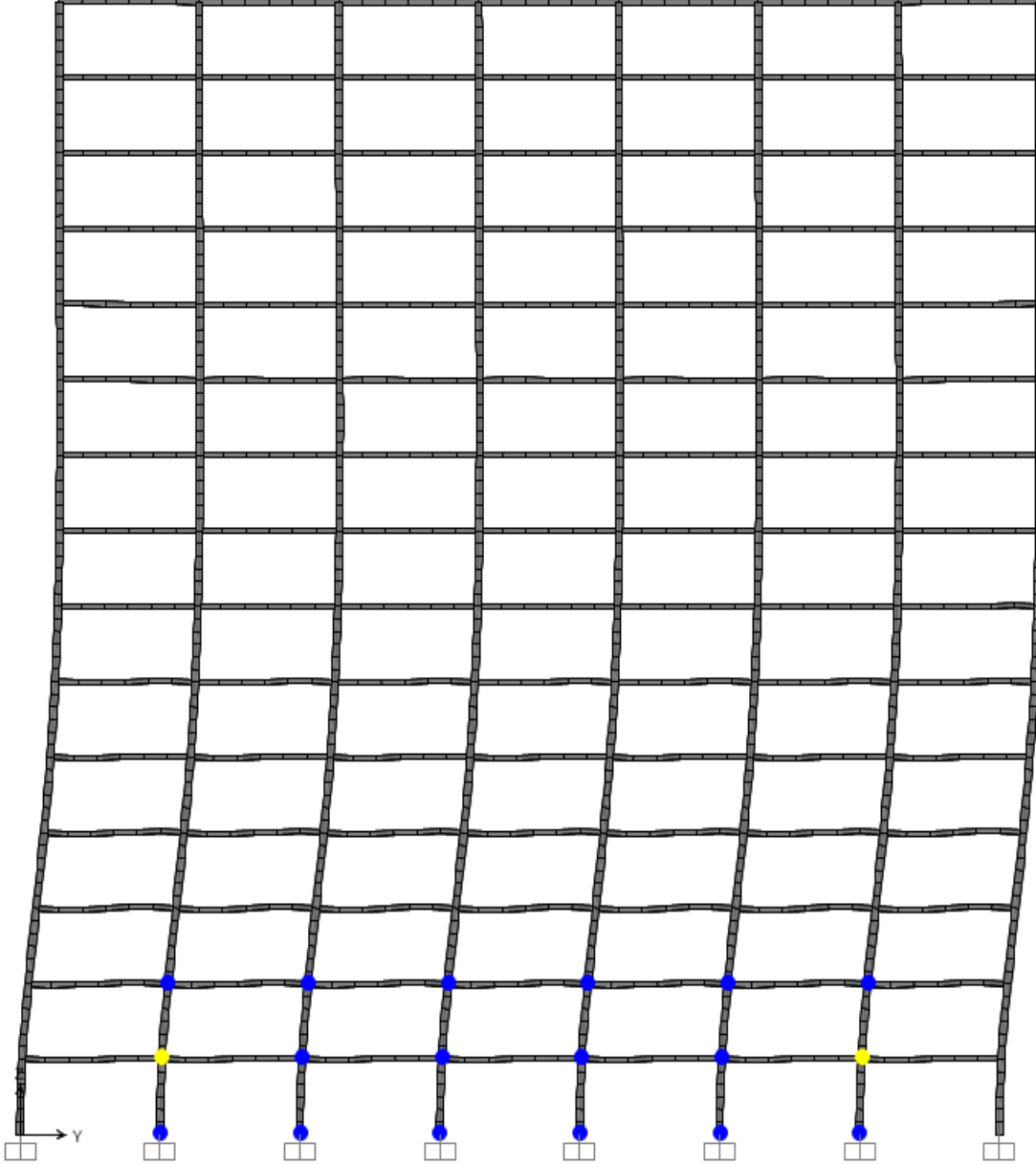


Şekil 5.25. 10 Katlı Dışmerkezi Ters V Çaprazlı Sistemin Mafsallaşması

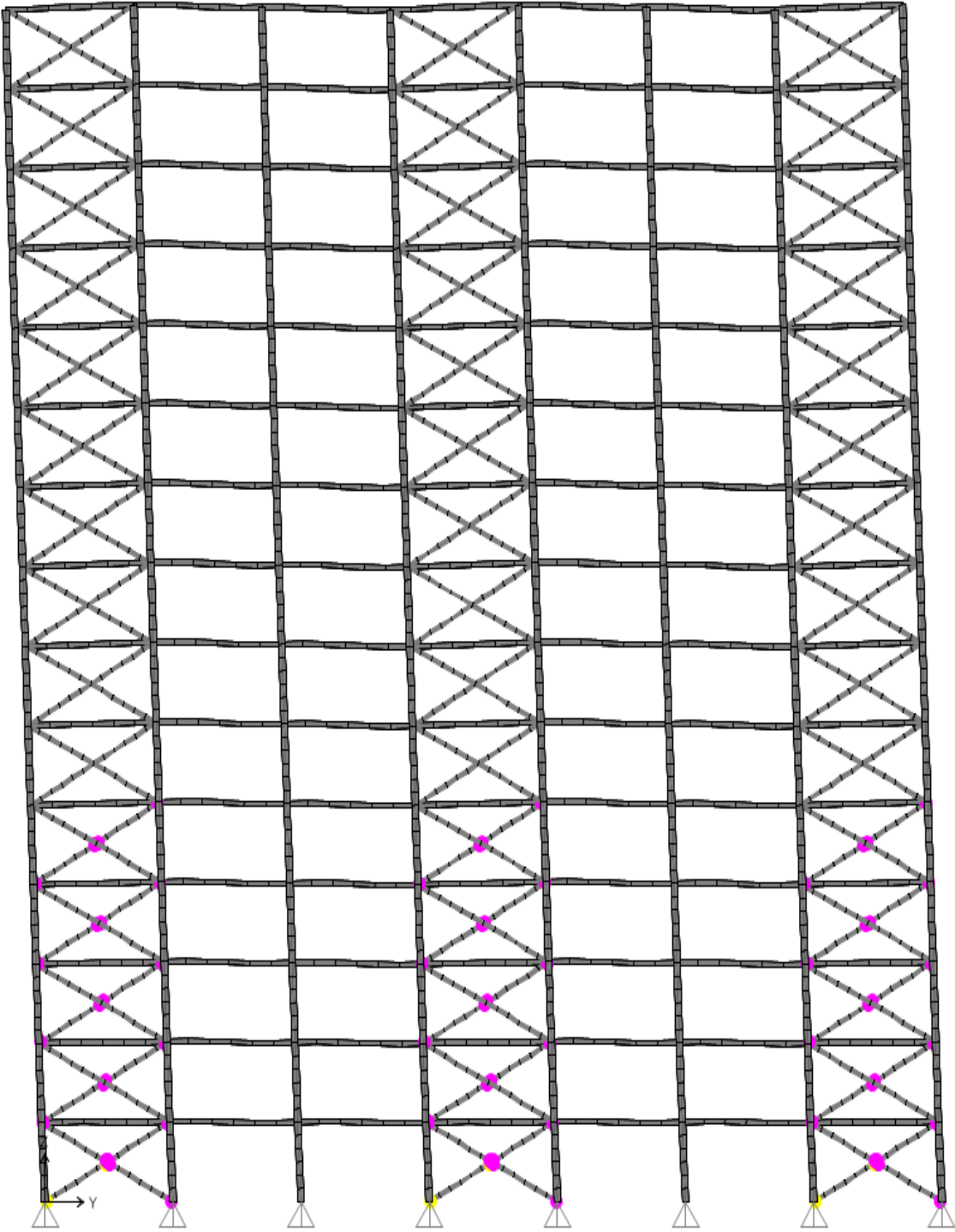


Grafik 5.22. 10 Katlı Yapıların Push Over Sonuçları

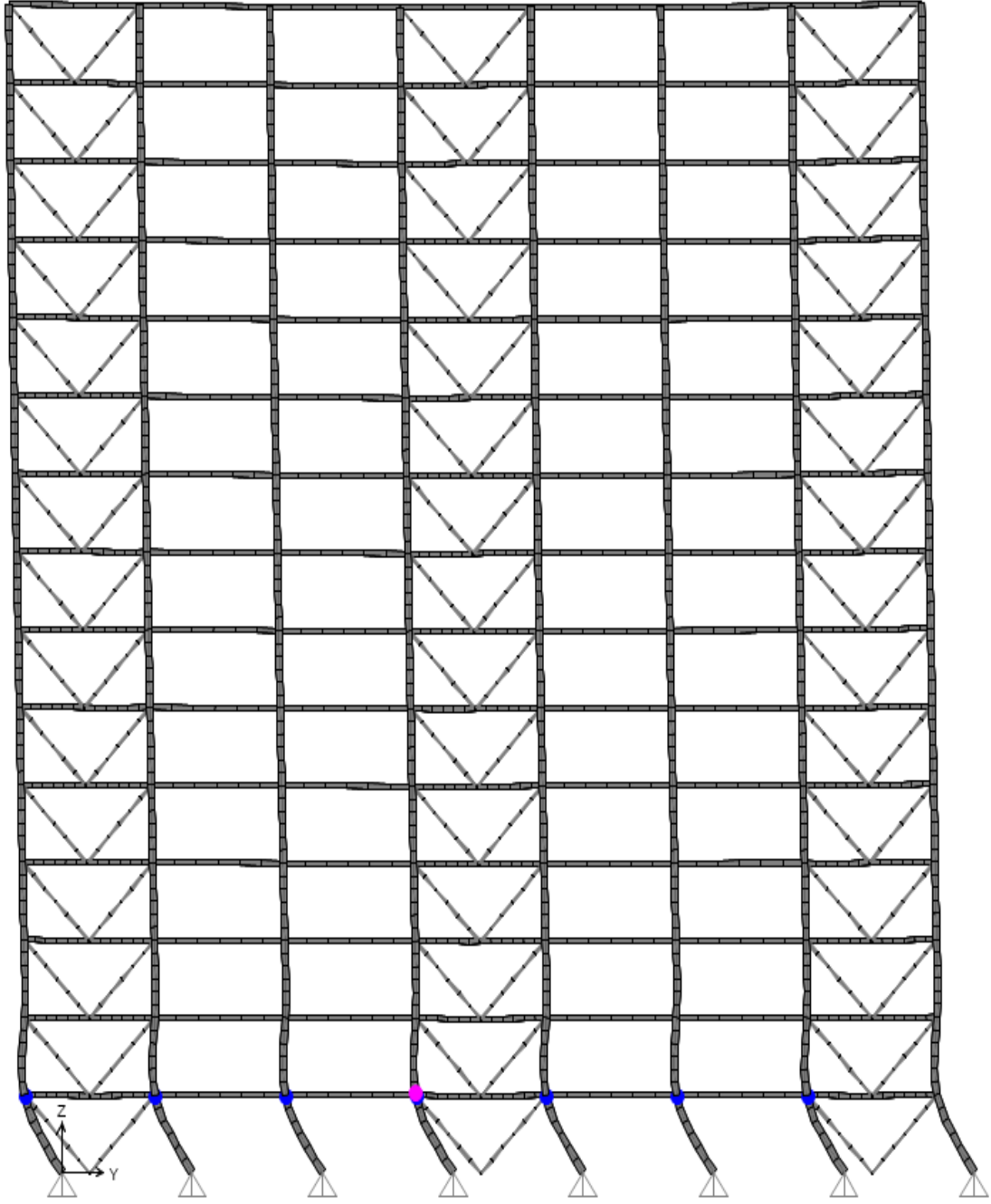
15 katlı yapılarda yapılan itme analiz sonuçlarına göre en rijit performansı merkezi x çaprazlı sistemde olduğu görülmektedir. Dışmerkezi ters V çaprazlı sistem ile moment aktaran çerçevenin süneklik düzeylerinin yüksek olduğu görülmektedir.



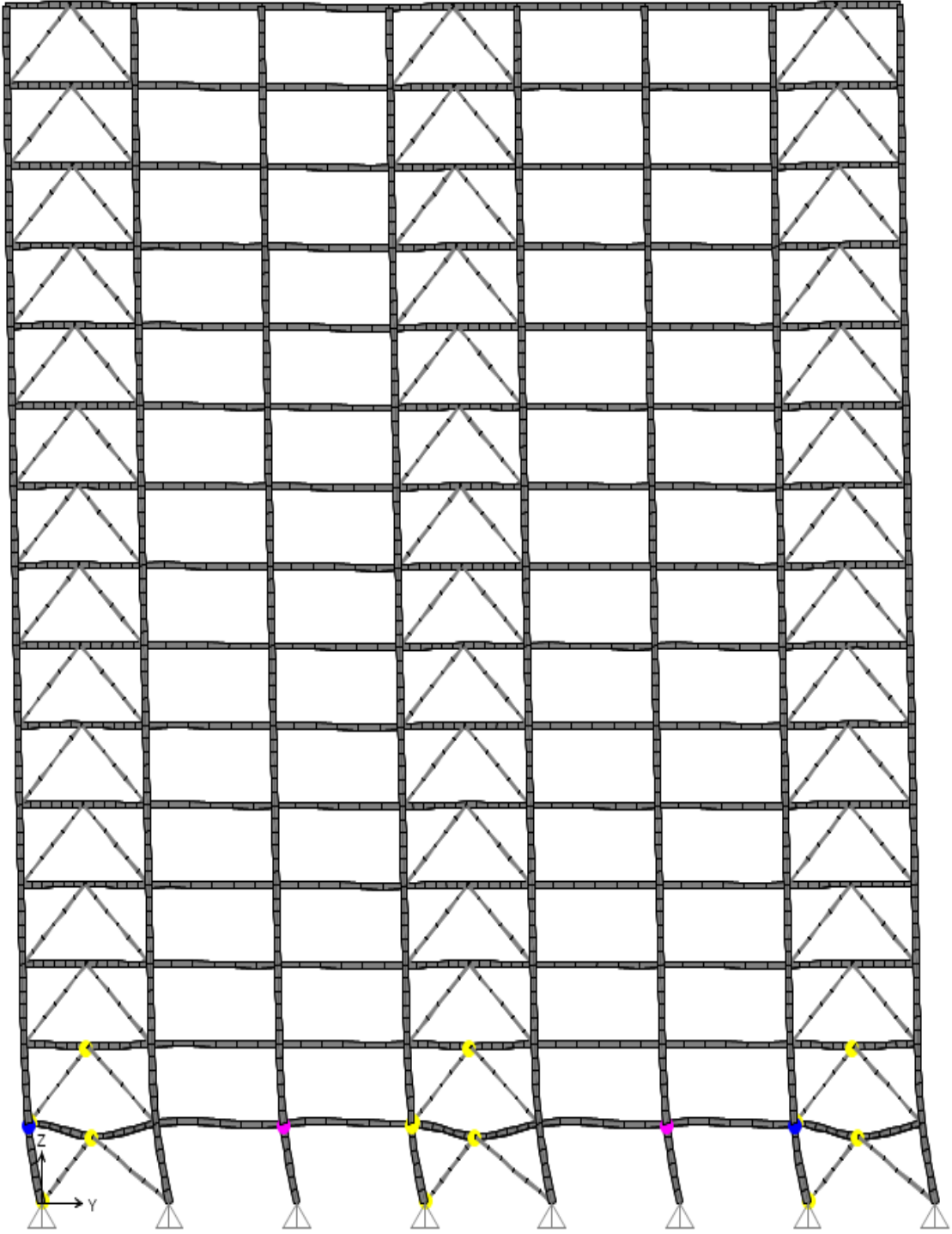
Şekil 5.26. 15 Katlı Momen Aktaran Sistemin Mafsallaşması



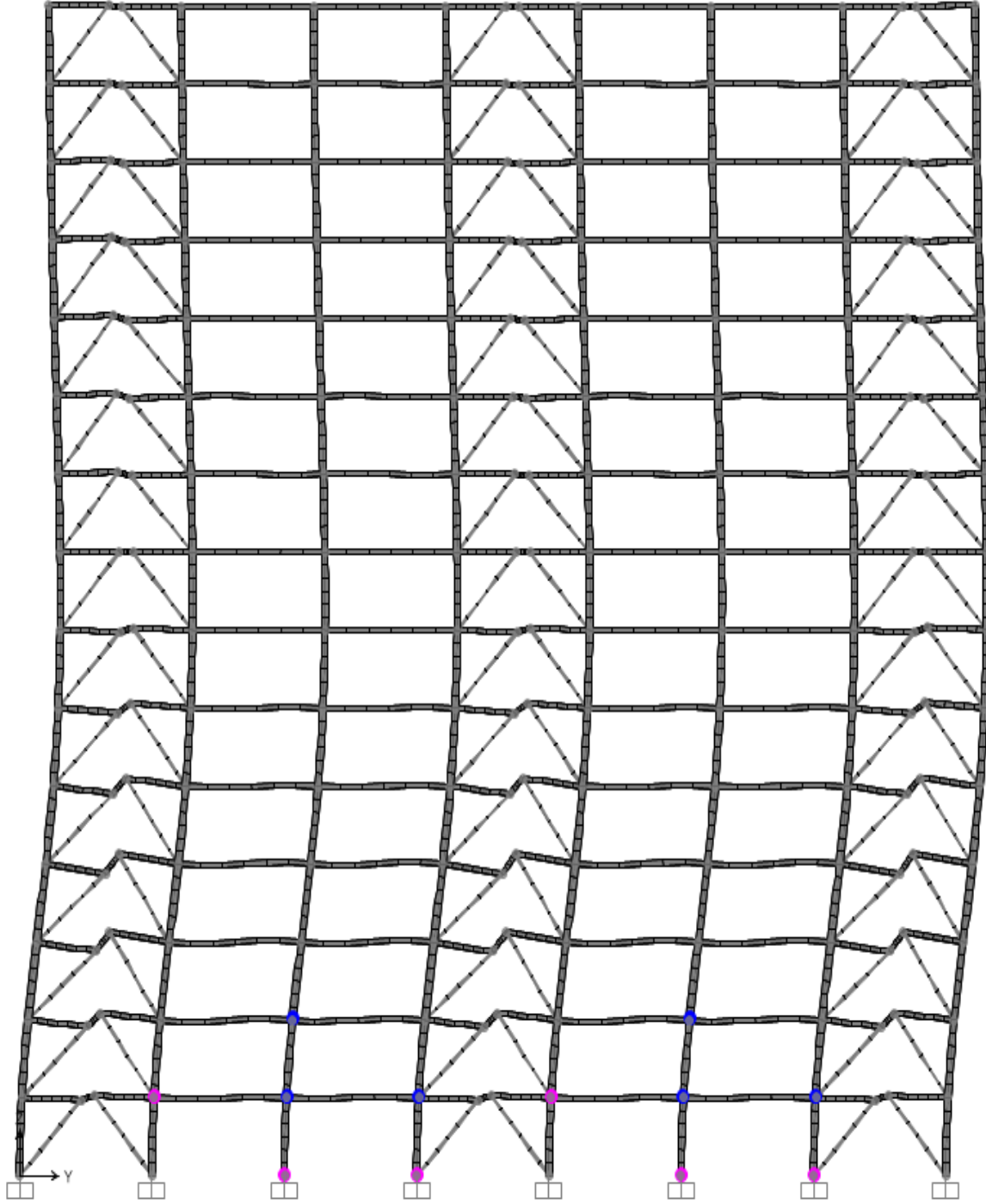
Şekil 5.27. 15 Katlı Merkezi X Sistemin Mafsallaşması



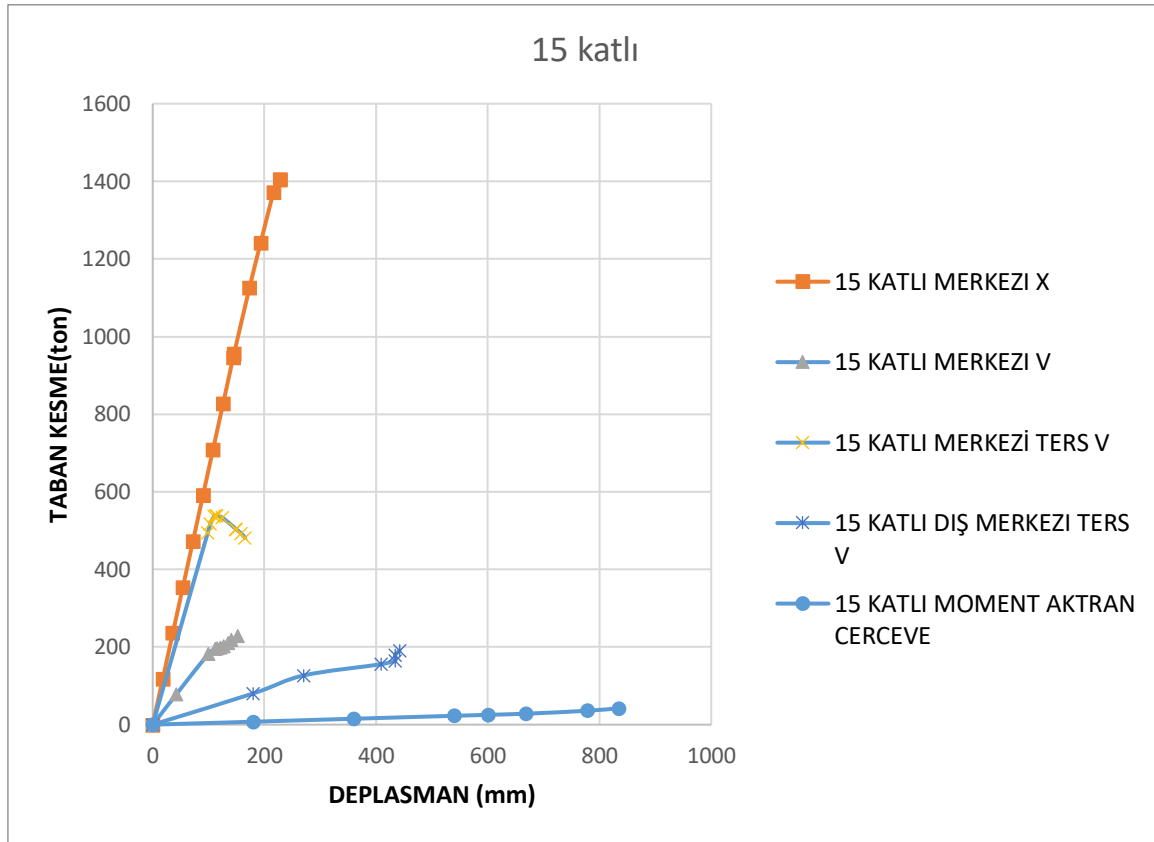
Şekil 5.28. 15 Katlı Merkezi V Sistemin Mafsallaşması



Şekil 5.29. 15 Katlı Merkezi Ters V Sistemin Mafsallaşması



Şekil 5.30. 15 Katlı Dışmerkezi Ters V Sistemin Mafsallaşması



Grafik 5.23. 15 Katlı Yapıların Push Over Sonuçları

5.1.2. Zaman Tanım Alanında Hesap Yönteminin (Time History) Sonuçları

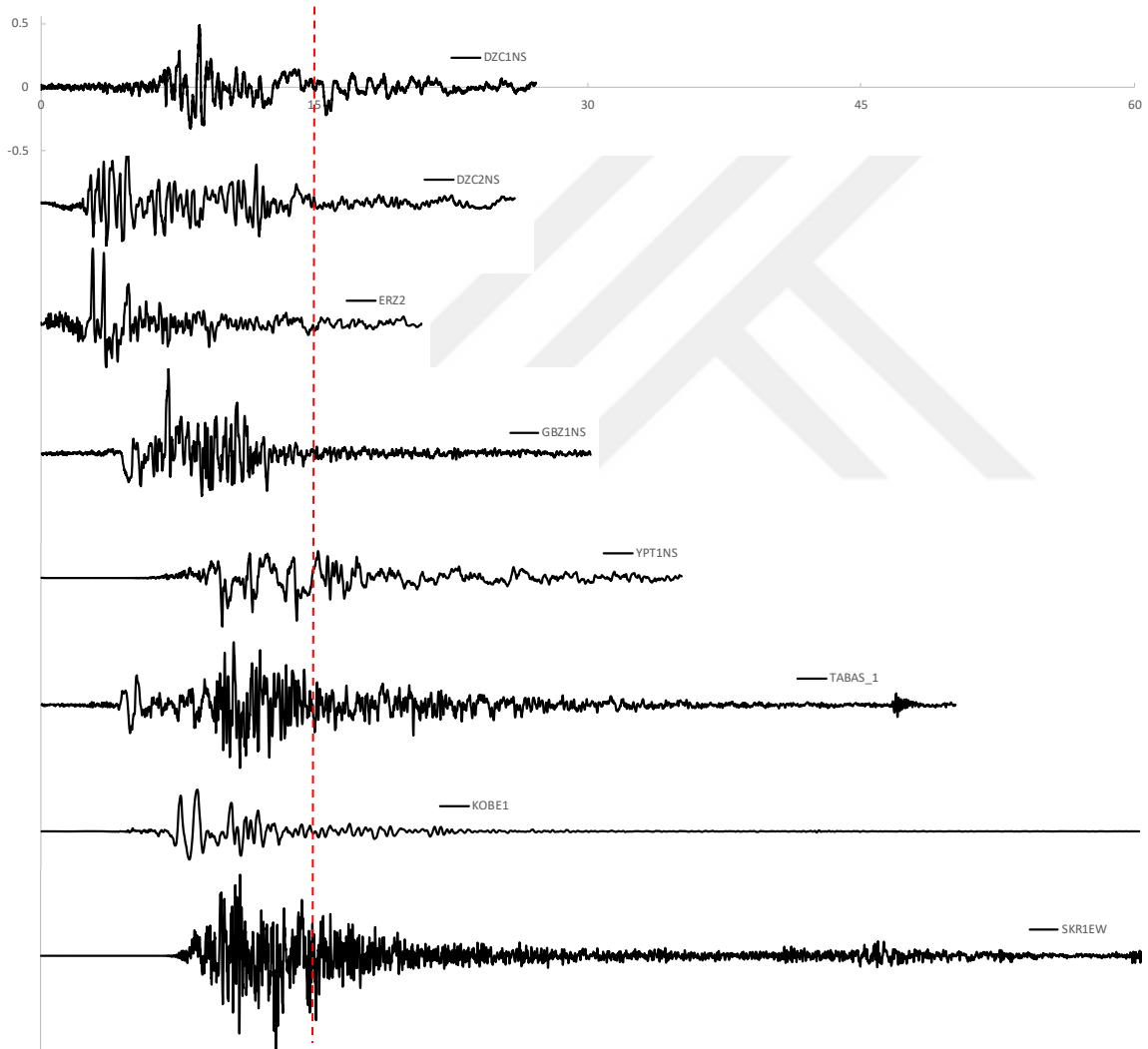
Depreme dayanıklı yapılar için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. En güncel yöntemlerden biri de Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizdir. Bu yöntemle sismik analizler yapılırken daha önce meydana gelmiş depremlerin ivme kayıtları kullanılmaktadır. Bu deprem ivme kayıtları değişik kaynaklardan çok farklı yöntemlerle elde edilir. Bunlar: Tasarım ivme spektrumu uyumlu yapay kayıtlar, benzeştirilmiş kayıtlar ve deprem esnasında kaydedilen kayıtlardır[2]. Örneğin statik itme analizi de denilen pushover analizde, binayı tek yönde itmeye başlarsınız ve bina toptan göçene kadar oluşan hasarları gözlemleyebilirsiniz. Ancak tıpkı deprem anında olduğu gibi binayı iki yönde sarsmak istediğinizde ya daha önce kaydı tutulmuş bir depremin ivme değerlerini binaya uygularsınız, ya da binaya uygun bir tasarım depremi oluşturursunuz ve malzeme özelliklerinin ve geometrik koşulların doğrusal ve doğrusal ötesi durumları için inceleme yapılabilir duruma gelmiş olur.

Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi'nin amacı, tasarımı yapılan taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranışı göz önüne alınıp sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem sistemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır. Bu çalışmada 8 adet yakın alan deprem kayıtları ele alınıp her model için 8 adet deprem kayıtları modellere tanımlanıp analizler yapılmıştır. Çizelge 5.4 Yakın Alan Deprem Kayıtları listelenmiştir. Bu çizelgede depremleri zamanı aldığımız deprek kayıt komponenti, deprem mekanizması, büyüklük gibi bilgiler sünülmüştür. Ayrıca, azemi yer ivme, ve azemi yer hiz değerleri de hesaplanmıştır. Şekil 5.31 Seçilen Yakın Deprem Kayıtlarının ivme zaman serisi çizilmiştir ve bir dakıklık süre içinde grafikleri karşılaştırılmıştır. Deprem kayıtlarındaki darbe etkileri ilk 15 s içinde olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.4 Yakın Alan Deprem Kayıtları

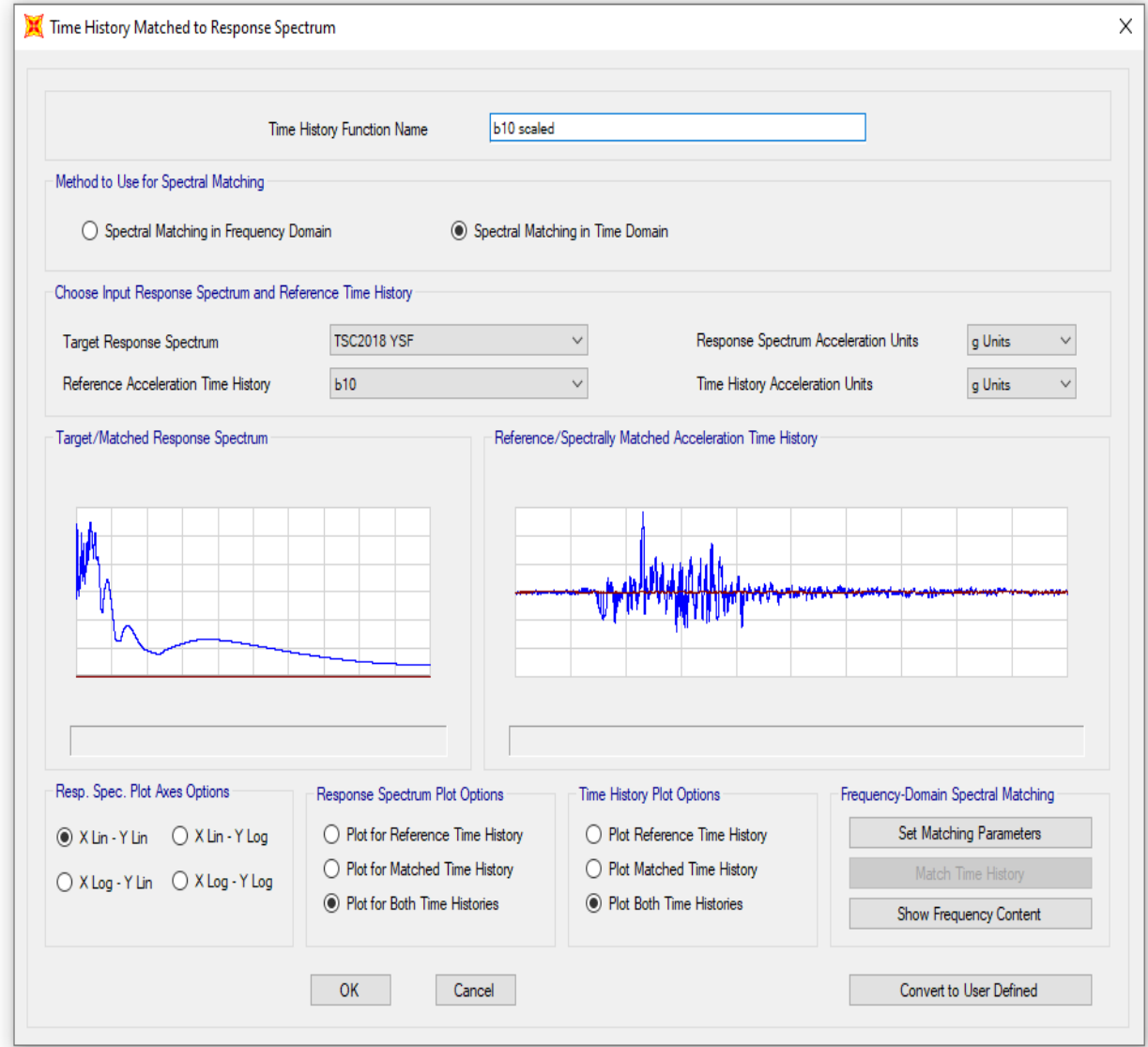
No.	Deprem	Stasyon	Komponent	Tarih	Mag.	Zemin.	Mekaniz.	Uzaklık (km)	PGA (g)	PGV (cm/s)	PGA/PGV
1	Marmara	DZC1NS	NS	August 17, 1999	7.51	Soil	strike-slip	17.06	0.337	60.586	0.56
2	Bolu-Duzce	DZC2NS	NS	November 12, 1999	7.14	Soil	strike-slip	8.23	0.410	65.762	0.62
3	Erzincan	ERZ2	Rot. 45 Away FP	March 13, 1992	6.69	Soil	strike-slip	4.4	0.456	58.317	0.78
4	Gebze	GBZ1NS	NS	August 17, 1999	7.51	Rock	strike-slip	7.74	0.269	45.594	0.59
5	Imperial Valley	IMPVAL2	270 DEG	May 18, 1940	6.53	Soil	strike-slip		0.214	36.473	0.59
6	Izmit	IZT1NS	NS	August 17, 1999	7.51	Rock	strike-slip	4.26	0.167	32.039	0.52

7	Kobe	KOBE1	Rot. 45 Away FN	June 17, 1905	6.9	Stiff Soil	strike-slip	3.4	1.086	160.601	0.68
8	Rinaldi	NRIDGE6	Rotated 45 Away From FN	January 17, 1994	6.69	Soil	Reverse	7.5	0.891	174.453	0.51
9	Sakarya	SKR1EW	EW	August 17, 1999	7.4	Rock	strike-slip	3.2	0.407	79.798	0.51
10	Tabas-Iran	TABAS_1	Rot. 45 Away FN	September 16, 1978	4.35		Reverse		0.827	113.482	0.73
32	Yarimca	YPT1NS	NS	August 17, 1999	7.51	Soil	strike-slip	3.28	0.322	79.597	0.40

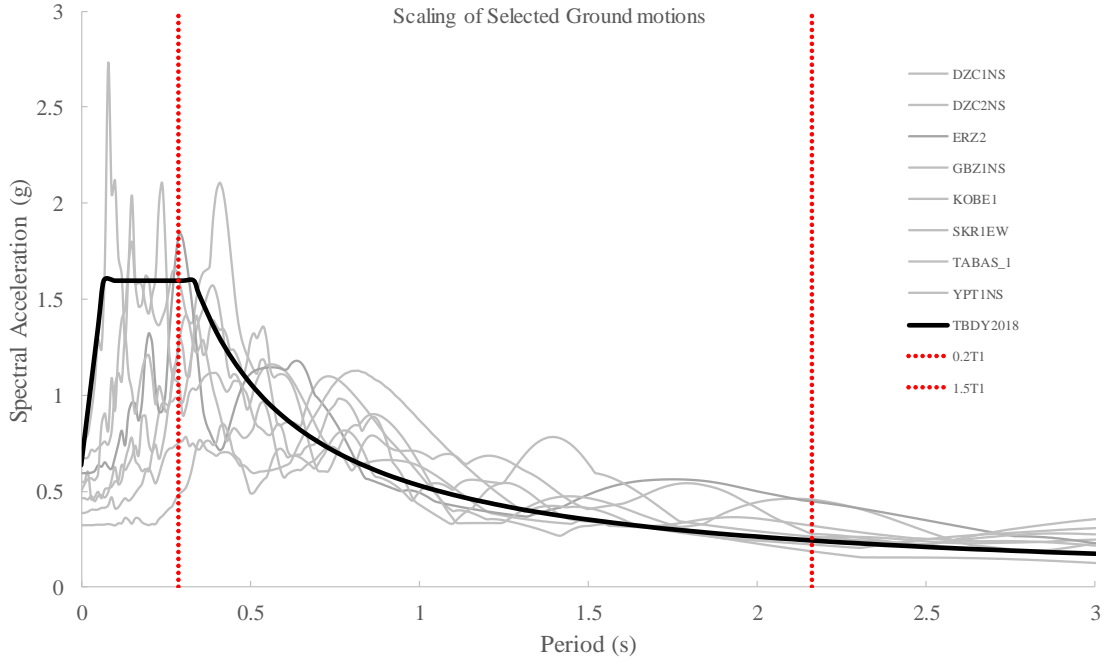


Şekil 5.31 Seçilen Yakın Deprem Kayıtlarının ivme zaman serisi

Deprem kayıtlarının hepsi TBDY 2018 yönetmeliğine uygun bir şekilde eşleştirilmiştir. Yönetmenlik şartlarına göre $0.2T_1$ ve $1.5 T_1$ aralığında kalan spektrum değerleri, tasarım spektrum değerinin üstünde kalması gerekmektedir. Seçilen deprem kayıtların ölçekleştirilmiş ivme spektrum eğrileri şekil 5.32 gösterilmiştir.

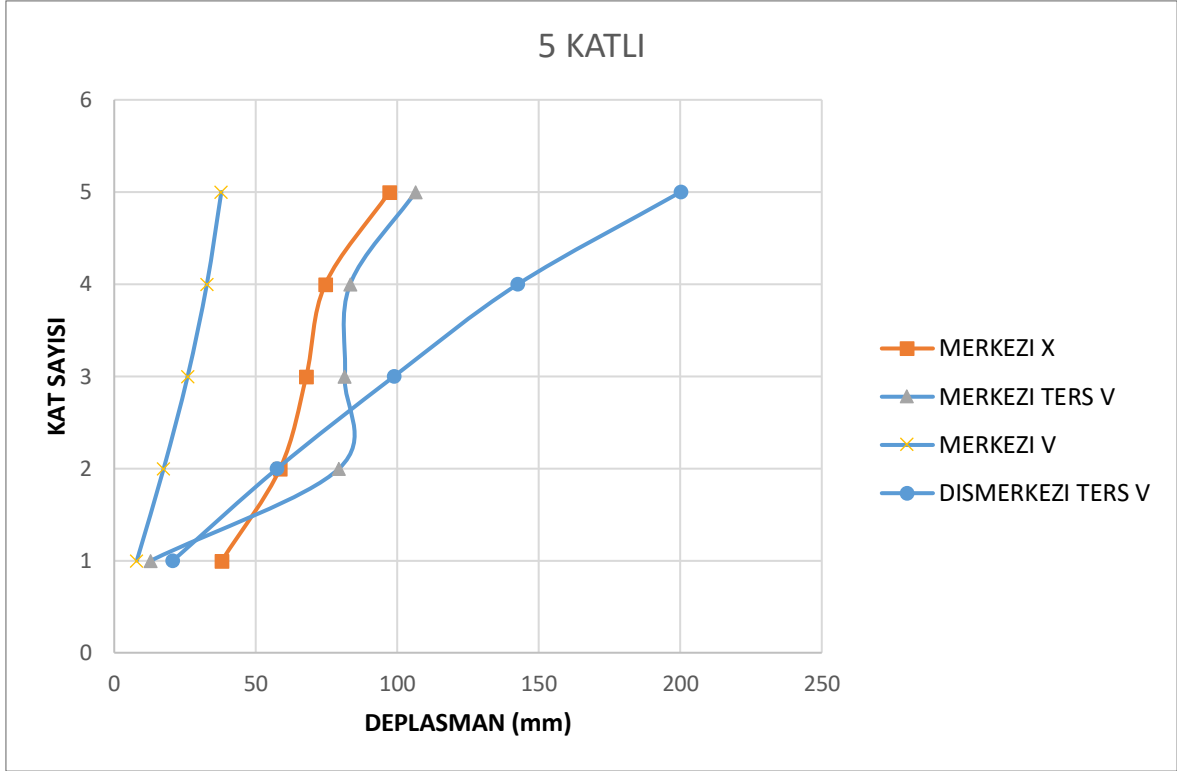


Şekil 5.32 Yakın Deprem Kayıtlarının TBDY2018 e Eşleştirilmesi



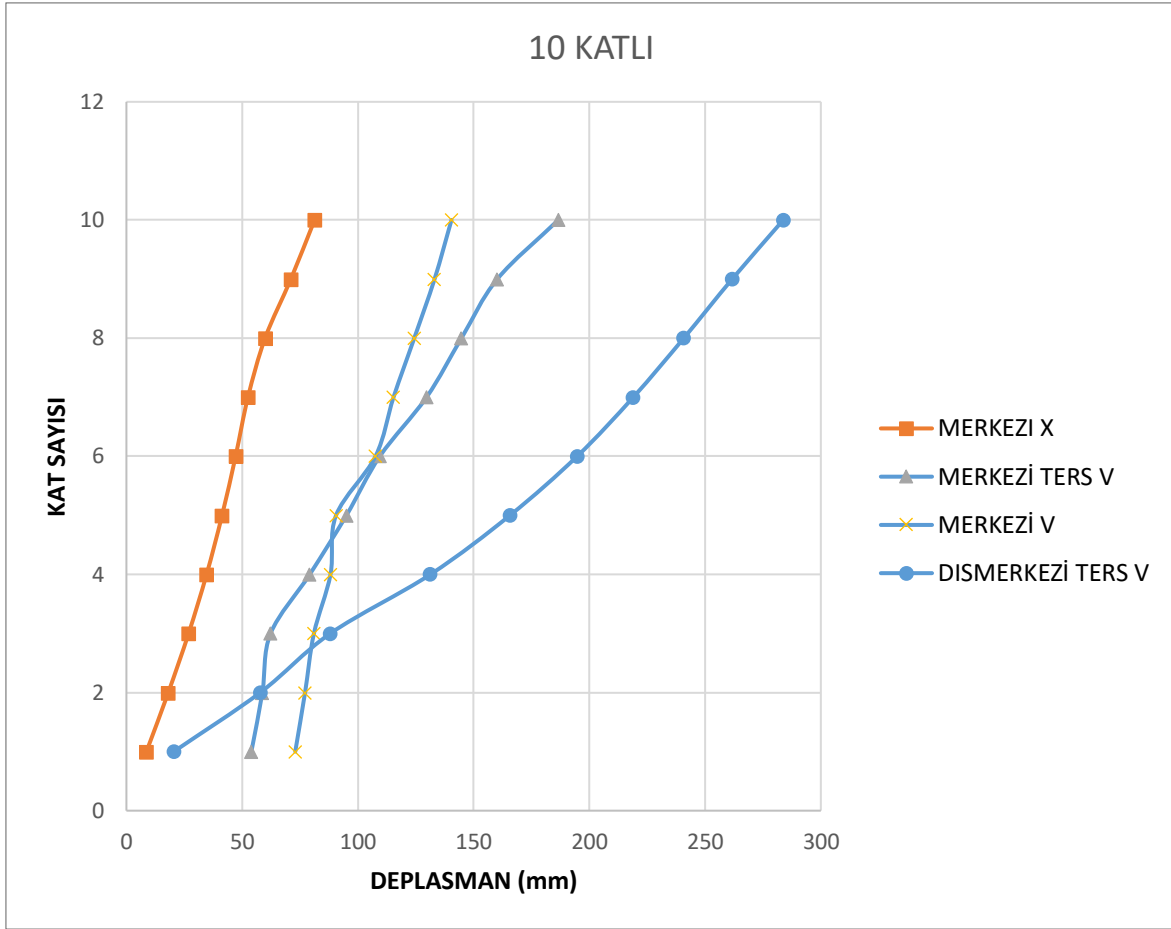
Şekil 5.33 Yakın Deprem Kayıtlarının TBODY2018 e Göre Ölçeklendirilmesi

5 katlı yapılar için yapılan time history analizlerinde aşağıdaki grafiklerde görüldüğü gibi en fazla yer değiştirme kapasitesine sahip çerçeve sistemi dışmerkezi ters v sistem olarak görülmektedir. Deplasman değerleri 8 adet deprem kaydının ortalama değerleri alınıp hesaba dahil edilmiştir.



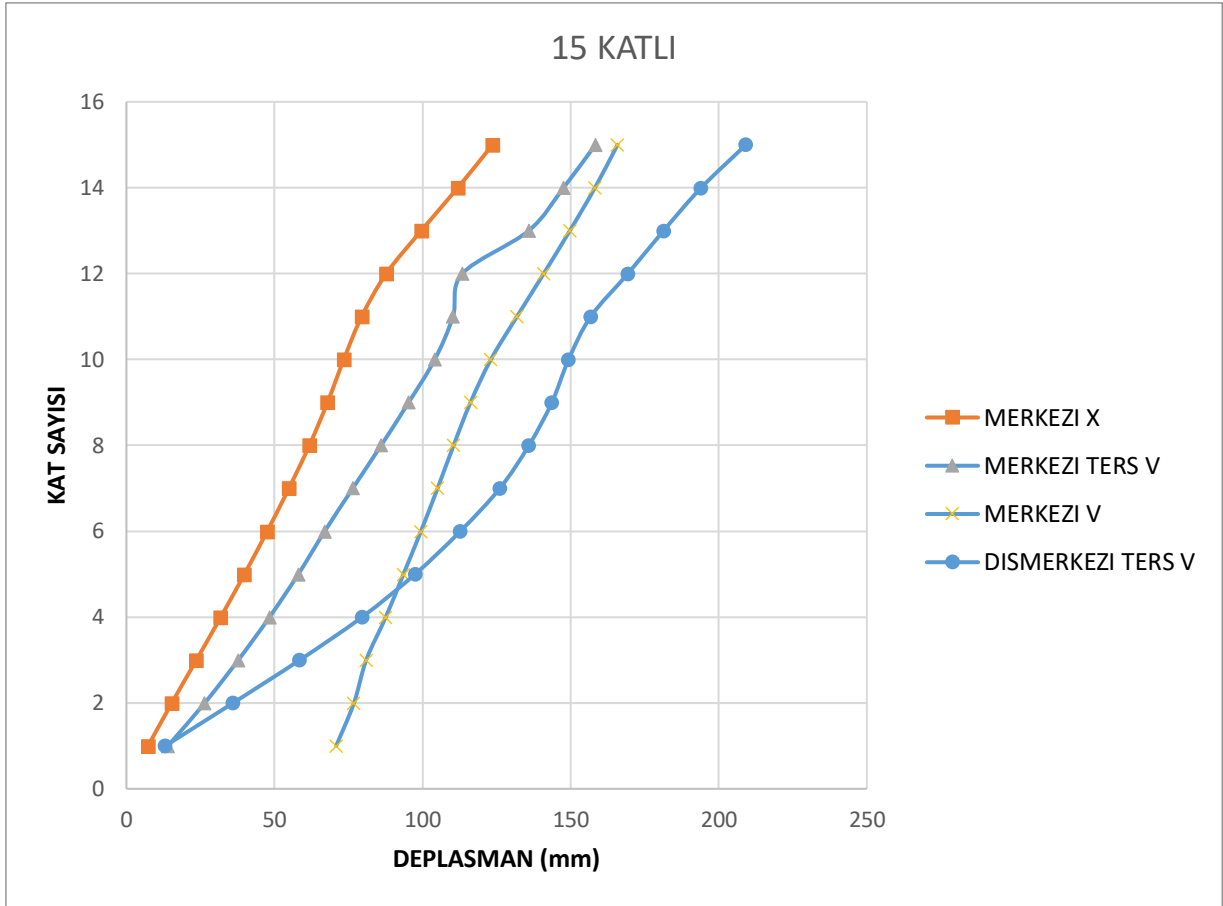
Grafik 5.24. 5 Katlı Yapıların Time History Sonuçları

10 katlı yapılar için yapılan time history analizlerinde aşağıdaki grafiklerde görüldüğü gibi en fazla yer değiştirme kapasitesine sahip çerçeve sistemi dışmerkezi ters v sistem olarak görülmektedir. Deplasman değerleri 8 adet deprem kaydının ortalama değerleri alınıp hesaba dahil edilmiştir.



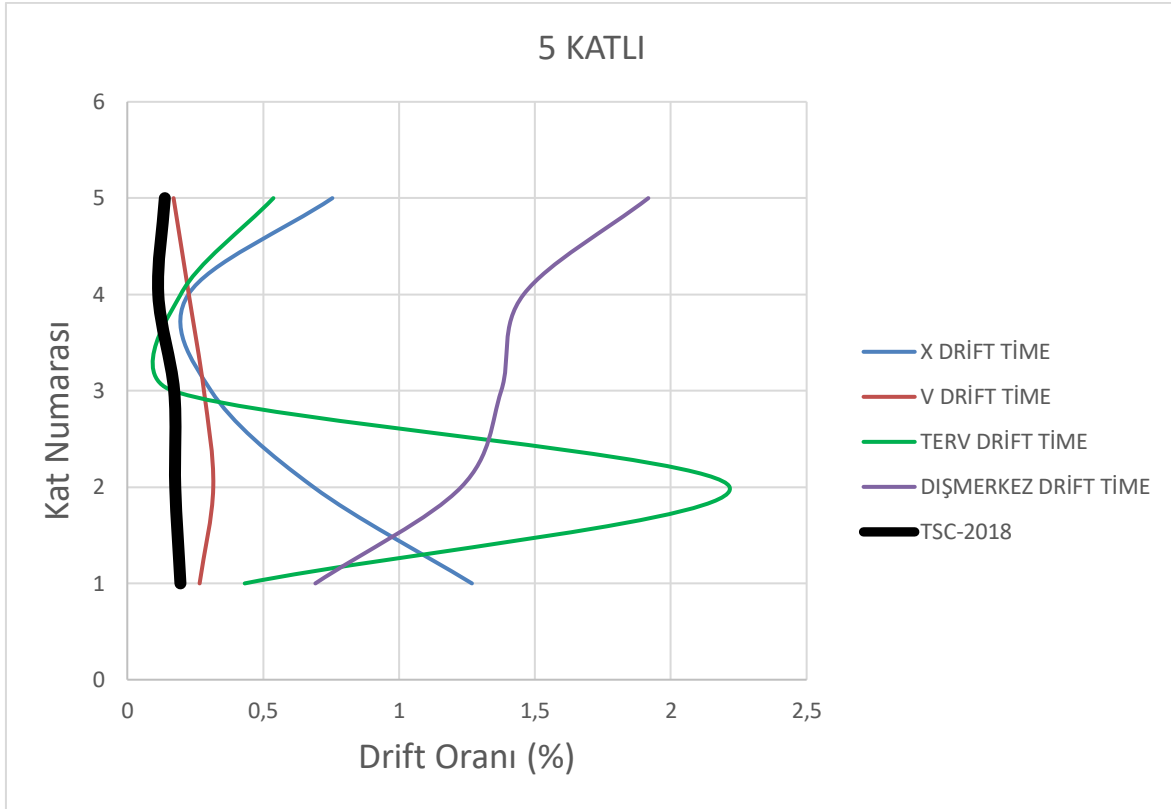
Grafik 5.25. 10 Katlı Yapıların Time History Sonuçları

15 katlı yapılar için yapılan time history analizlerinde aşağıdaki grafiklerde görüldüğü gibi en fazla yer değiştirme kapasitesine sahip çerçeve sistemi dışmerkezi ters v sistem olarak görülmektedir. Deplasman değerleri 8 adet deprem kaydının ortalama değerleri alınıp hesaba dahil edilmiştir.

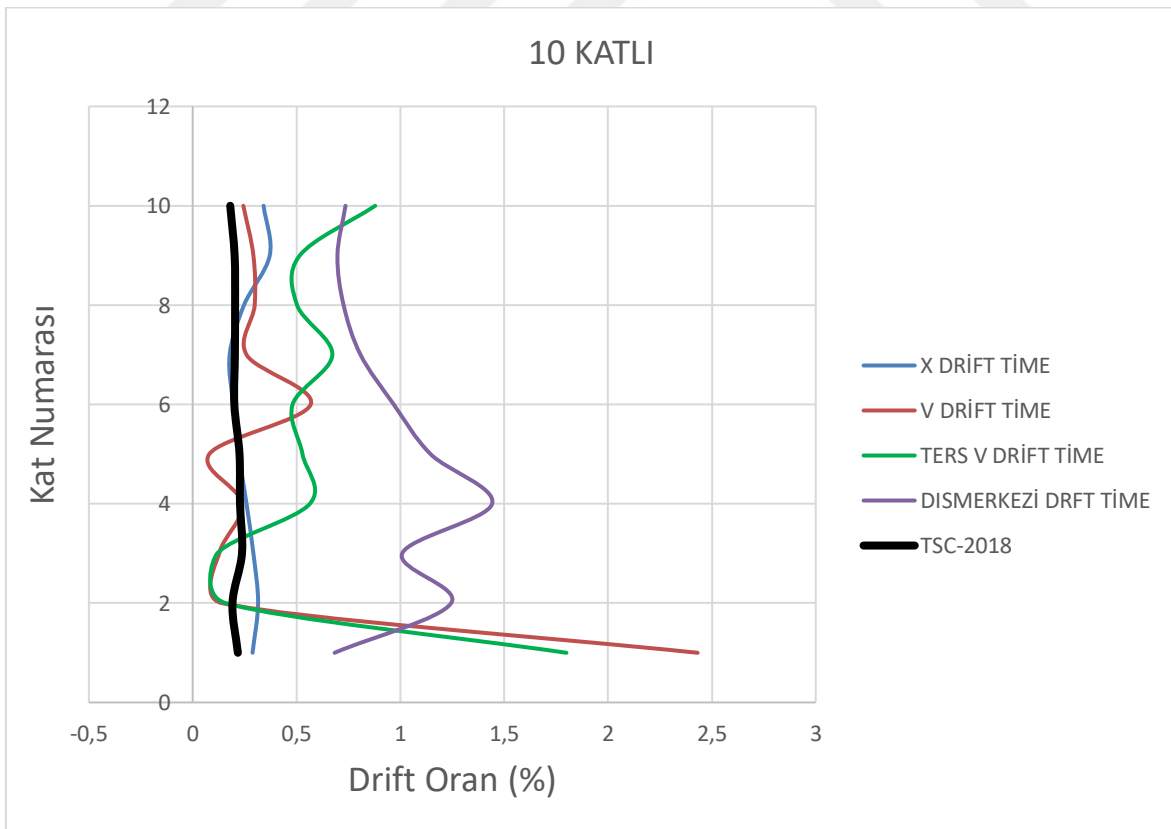


Grafik 5.26. 15 Katlı Yapıların Time History Sonuçları

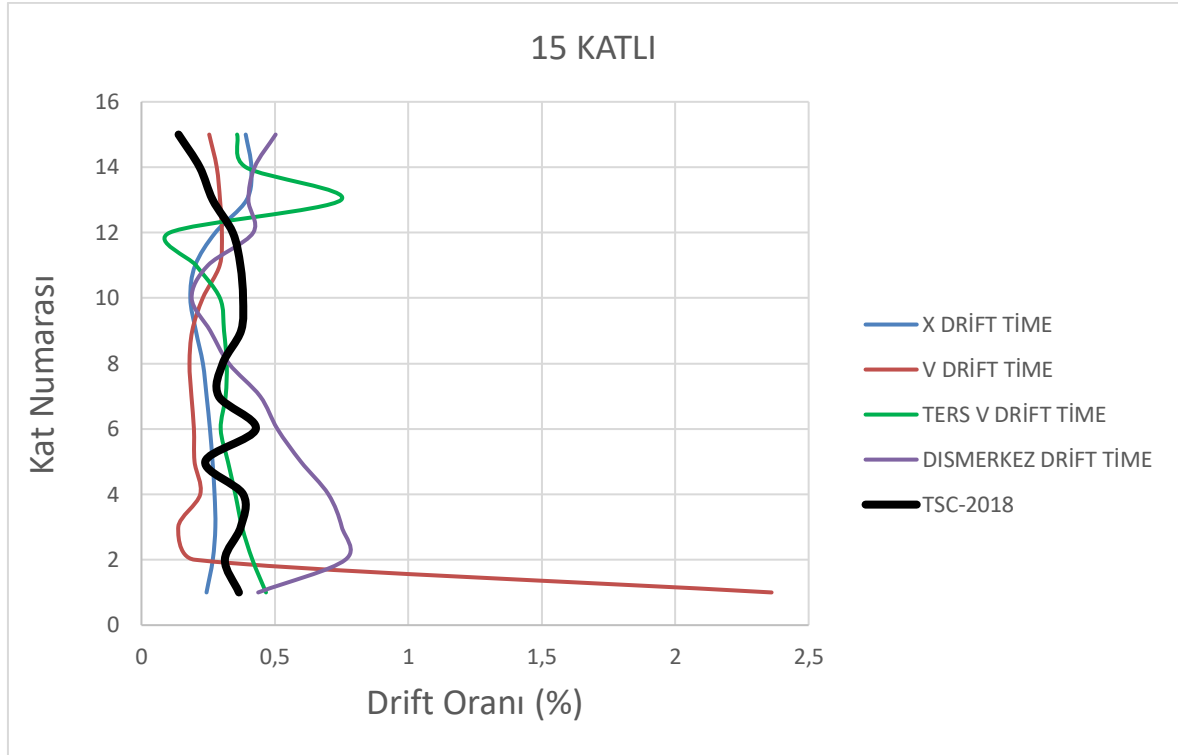
Yapılan modellerde kat bazında yerdeğiştirmeleri ,bir yapının hasar durumlarını temsil edebilecek genelleştirilmiş bir yanıt elde etmek için, yapıların katlar arası sürüklenme oranı aşağıda değerlendirilmiştir.Merkezi V çaprazlı çerçevelerin birinci katlarında Y yönünde kat sürüklenme oranları TBDY2018 yönetmeliğinde izin verilen sürüklenme oranını aşmaya yakın olduğu söylenebilir.Örneğin 10 katlı Merkezi V çaprazlı sistemlerde katlar arası maksimum sürüklenme oranı yaklaşık %2,4 iken X çaprazlı çelik çerçeve için ise yaklaşık %0,5 olarak elde edilmiştir.Yapılar genel olarak %3 ün altında bir sürüklenme oranına sahip olduğu için göçme ya da hasar söz durumları konusu değildir.



Grafik 5.27. 5 Katlı Yapıların Drift Sonuçları



Grafik 5.28. 10 Katlı Yapıların Drift Sonuçları



Grafik 5.29. 15 Katlı Yapıların Drift Sonuçları

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 5,10,15 katlı farklı yapıların tasarımı farklı dört adet çapraz tipiyle moment aktaran çerçeveler dahil 15 adet model, TBDY2018 ve güncel çelik yönetmeliği çerçevesinde,Sap2000 yazılım programı aracılığıyla genel tasarım adımları uygulanıp mod birleştirme,push over ve time history yöntemleriyle ayrı ayrı analizler yapılmıştır.Yapıların gerek doğrusal dinamik analizlerde gerek doğrusal olmayan itme analizi ve time history analizlerinde elde edilen deprem parametrelerinden rijilik,deplasman,periyot ve süneklik gibi kavramlar açısından değerlendirmeye alındığında sadece rijitlik söz konusu olduğunda Merkezi X çaprazlı sistemin,ama hem rijitlik hem süneklik söz konusu olduğunda Dışmerkezli Ters V çaprazlı sistemlerin daha avantajlı olduğu görülebilmektedir.

Analiz sonuçları incelendiğinde öncelikle çelik çaprazlı sistemlerin moment aktaran çerçevelere olan katkısını çaprazlı sistemlerin tepe noktası yer değiştirmelerinin moment aktaran çerçevelerden çok az olmasından bile anlıyabiliyoruz.Yapıya etki eden deprem kuvvetlerinin yapının kütlesi ve yer değiştirmesiyle doğrudan ilgili olduğu düşünüldüğünde çaprazlı sistemlerin yapıları daha rijit ve güvenli hale getirdiği aşikardır.

Üç yapı türü için de merkezi çaprazlı sistemleri kendi içinde kıyaslayacak olursak,X türü çaprazlı yapıların ağırlığı merkezi V, merkezi ters V olan sistemlerden fazladır.Bu durumun elemanların uzunluğuna ve sayılarına bağlı olduğu açıktır. Aynı şekilde merkezi ve dışmerkezli sistemleri kıyasladığımızda ise dışmerkezli sistemlerin yapı ağırlığı merkezi çaprazlı sistemlerden azdır.Aynı zamanda merkezi çaprazlı sistemlerin ana taşıyıcı sistemi zorlayarak kuvveti iletmektedir yani X ve Y yönünde yapıya etki eden deprem kuvvetlerine baktığımız zaman yapı ağırlığının deprem kuvvetiyle doğru orantılı olduğunu görürüz.

Çaprazlı sistemleri davranış açısından kıyasladığımızda dışmerkezli çaprazların rijitlik,süneklik,periyot gibi kavramlar açısından ele alındığında merkezi çaprazlı sistem ile moment aktaran çerçeveler arasında bir davranış sergileyerek karşımıza çıkmaktadır. Dışmerkezli sistemlerdeki bağ kirişleri plastik şekil değiştirme ve gelen deprem kuvvetini absorbe etme özelliğine sahip olduğu daha önce ifade edilmişti ve push over analizlerinde plastik şekil değiştirmeler öngörüldüğü üzere sadece bağ kirişlerinde meydana gelmiştir. Moment aktaran çerçeve sistemlerin davranışarı incelendiğinde ise en önemli sorun gelen dinamik etkileri ve yükleri dengeli bir şekilde dağıtamaması ve tek yönde hareket etmesidir. Deformasyon şekilleri incelendiğinde de bu durum bir kez daha kanıtlanmıştır. Fakat çelik çaprazlarla güçlendirilen sistemlerde de burulma sorunu göz önüne alınmıştır ve buna

alternatif bir çözüm olarak dışmerkezi çaprazlar önerilebilir. Dolayısıyla yapıları tasarlarken rijitliğin yanında sünek davranış sergilemesini isteriz yani gelen deprem kuvvetlerinden oluşan enerji yutma kapasitesi iyi olmalıdır. Mod birleştirme, push over ve time history analizleri incelendiğinde dışmerkez çaprazlı sistemlerin sünek davrandığı açıkça görülebilmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada çelik çaprazlı sistemler içinde en idealize çapraz sistemin Dışmerkezi ters V olduğu görülmüştür. Bu sistemin çerçevelere rijitlik ve süneklik açısından katkı sağladığı anlaşılmıştır. Ayrıca yapı yüksekliği arttıkça farklı çapraz düzenlerin faydasının ve gerekliliğinin arttığını söyleyebiliriz. Çünkü moment aktaran çerçevelerde görece kat ötelenmeleri ideal sınırların dışına çıkmaktadır. Bu sınırlarda kalmak içinde kesitlerin büyütülmesi gerekebilirken, bu durumda mimari açıdan ne kadar dezavantaj söz konusu olduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Celep, D. (2007). Çelik Bir Yapıda Deprem Yüklerinin Çelik Çaprazlar Veya Betonarme Perdelerle Taşınması Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 2-Topaloğlu, N. (2007). Merkezi çelik çaprazlı perde türlerinin etkinliğinin doğrusal olmayan statik itme analizi ile incelenmesi Doctoral dissertation, Karadeniz Teknik Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 3-Türk, B. (2016). Merkezi Çelik Çaprazlı Çerçeve Taşıyıcı Sistemin Tasarım Kurallarının Ve Performansının Değerlendirilmesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 4-Çileli, E. (2008). Çok katlı çelik yapılarda çaprazlı çerçeve sistemlerin dbybhy 2007'ye göre tasarımı ve süneklik düzeylerinin karşılaştırılması Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya.
- 5-Yanık, E. (2019). Çelik taşıyıcı sistemlerde kullanılan çaprazların yapı davranışı üzerine etkilerinin araştırılması Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Uşak.
- 6-Tolan, B. (2013). Çelik Yapı Tasarımında Türk Standartlarının Aisc 360-05 Ve 07-05 Yaklaşımlarına Göre İncelenmesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 7-Ayhan, M. (2005). Çelik Bir Yapının Projelendirilmesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 8-Turgut, C. U. (2009). Dış Merkez Çelik Çapraz Perdeli Bir Yapının Dbybhy 2007 Kurallarına Göre Değerlendirilmesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 9-Özşahin, E. (2015). Dışmerkez Çaprazlı Çelik Çerçeve Sistemde Aisc 341-10 Koşullarının Değerlendirilmesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 10-Can, M. (2008). Süneklik Düzeyi Yüksek Merkezi Çelik Çaprazlı Perdeler İle İlgili Tasarım Kurallarının Değerlendirilmesi Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- 11-Nassani, D. E., Hussein, A. K., & Mohammed, A. H. (2017, August). Comparative response assessment of steel frames with different bracing systems under seismic effect. In *Structures* Vol. 11, pp. 229-242. Elsevier.

- 12-Yang, T. Y., Sheikh, H., & Tobber, L. (2019). Influence of the Brace Configurations on the Seismic Performance of Steel Concentrically Braced Frames. *Front. Built Environ*, 5, 27.
- 13-Güneyisi, E. M., & Muhyaddin, G. F. (2014). Comparative response assessment of different frames with diagonal bracings under lateral loading. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 39(5), 3545-3558.
- 14-Mohammad, S., Reddy, N., Raja, N., Saipraveen, C., & Raghu, V. (2019). Analysis of Steel Frames With Bracings for Seismic Loads. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(3).
- 15-Güneyisi, E. M., & Gültekin, A. (2017). Nonlinear behaviour of mid-rise steel buildings with gate braced frames. *The Open Civil Engineering Journal*, 11(1).
- 16-Alborzi, M., Tahghighi, H., & Azarbakht, A. (2019). Numerical comparison on the efficiency of conventional and hybrid buckling-restrained braces for seismic protection of short-to-mid-rise steel buildings. *International Journal of Advanced Structural Engineering*, 11(4), 439-454.
- 17-Eghbali, M., Asadian, E., Amiri, G. G., & Amrei, S. A. R. (2017). Seismic performance of steel frames equipped with buckling-restrained braces (BRBs) using nonlinear static and dynamic analyses. *Journal of Vibroengineering*, 19(2), 1131-1146.
- 18-Ghasemi Jouneghani, H., Haghollahi, A., Moghaddam, H., & Sarvghad Moghadam, A. (2016). Study of the seismic performance of steel frames in the elliptic bracing. *Journal of Vibroengineering*, 18(5), 2974-2985.
- 19-TBDY 2018. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik. Ankara: Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Mart 2018
- 20-TS 498 Yapı Elemanların Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Kasım 1997
- 21-TS EN 1991-1-4. Yapılar Üzerindeki Etkiler - Bölüm 1-4 : Genel Etkiler - Rüzgar Etkileri (EUROCODE 1). Ankara : TSE Teknik Kurulu, 2007.
- 22-TÜRK STANDARTLARI ENSTİTÜSÜ. TÜRK STANDARTI. Yapılar Üzerindeki Etkiler - Bölüm 1-3 : Genel Etkiler - Kar Yükleri EUROCODE 1. Ankara : TSE Teknik Kurulu, 2007. ICS 91.010.30.

23-Standartları, Türk. Çelik Yapıların Tasarım, Hesap ve Yapımına Dair Esaslar. ANKARA
: Türk Standardları Enstitüsü, 2018.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : Altan, Yusuf
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 31.01.1993 Şırnak
Medeni hali : Evli
Telefon : 0507 009 48 35
Faks :
e-mail : yusufaltan006@gmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	İstanbul Gelişim Üniversitesi	2020
Lisans	Harran Üniversitesi	2016
Lise	Şırnak Anadolu Lisesi	2011

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2016-2020	Adem Çelik Şirketler Grubu	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Kültür Gezileri, Kitap Okumak, Boks Yapmak, Kayak Yapmak

