

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE VE İRAN DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN EŞDEĞER DEPREM
YÜKÜ YÖNTEMİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ali NAİMİ

EKİM 2010

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TÜRKİYE VE İRAN DEPREM YÖNETMELİKLERİNİN EŞDEĞER DEPREM
YÜKÜ YÖNTEMİ AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

İnş. Müh. Ali NAİMİ

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“ İnşaat Yüksek Mühendisi ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26.07.2010
Tezin Savunma Tarihi : 25.10.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yusuf AYVAZ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Metin HÜSEM
Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Hamdullah ÇUVALCI**

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Bu çalışma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak gerçekleştirilmiştir. Gerçekleşen doğal afetlerden, yapılara ve insan canına en çok zarar verenin geçmişten günümüze elde edilen tecrübelerle, deprem olduğu görülmektedir. Deprem ve beraberinde oluşan can ve mal kayıpları insanları bu doğa felaketi üzerinde düşünmeye ve bu felaketin etkilerini azaltma için çalışmaya sevk etmiştir.

Depremi önceden belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar henüz daha depremin olacağı anın bilinmesine imkan tanımamaktadır ve her ülke kendi deprem yönetmeliğini kullanarak bu doğal felaketle baş etmeye çalışmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, İran ve Türkiye deprem yönetmeliğini kullanarak farklı sistemleri Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine göre çözüp sistemlerden elde edilen bulguların bu iki deprem yönetmeliğine göre ne kadar fark ettiğini ortaya koymaktır. Bu çalışmanın hazırlanmasında bana yardımcı olan, fikirleriyle ve değerli bilgileriyle yol gösteren danışman hocam Prof. Dr. Yusuf AYVAZ'a, teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım sırasında araştırmalarımnda bana yardımcı olan ve desteklerini esirgemeyen Dr. Tayfun DEDE 'ye ve İnş. Yük. Müh. Serkan GEÇİCİ'e tüm yardımlarından dolayı teşekkür ederim. Aynı zamanda bu çalışmayı 1995 senesinde kaybetmiş olduğum babam Abbasali NAİMİ'nin anısına da düzenlemiş olduğumu belirterek, bugünlere gelmemde çok büyük katkısı olduğunu ve bu başarılarımı görmesini çok istediğimi de vurgularım. Babamın vefatından sonra bir an olsun onun yokluğunu hissettirmeyen, her türlü sıkıntıma, derdime ortak olan ve başarıya giden yolda benim için gerekli tüm fedakârlıkları yapan, hakkı ödenmeyecek kadar büyük olan sevgili annem Ulunay NAİMİ' ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu gurbet hayatında benim hep neşe kaynağım olan, üzüntümü benimle birlikte paylaşan kardeşlerim Nesrin NAİMİ ve Lale NAİMİ' ye de teşekkürlerimi sunarım.

ALİ NAİMİ
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	XI
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı.....	1
1.3. Depreme Dayanıklı Yapı Taşıyıcı Sisteminin Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar.....	2
1.3.1. Mimari Tasarım İlkeleri.....	2
1.3.1.1. Hafiflik.....	3
1.3.1.2. Yapı Planının Basit, Düzenli ve Simetrik Olması.....	3
1.3.1.3. Düzgünlük ve Süreklilik.....	4
1.3.1.4. Göçme Modu.....	5
1.3.1.5. Süneklik.....	7
1.3.1.6. Rijitlik ve Dayanım.....	8
1.4. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Yapı Elemanları.....	9
1.4.1. Çerçevesel.....	9
1.4.2. Betonarme Perdeler.....	10
1.4.3. Eğik Elemanlar.....	11
1.4.4. Çekirdekler.....	11
1.4.5. Tüpler.....	12
1.4.6. Kompozit Elemanlar.....	12
1.5. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Sistemler.....	13
1.5.1. Çerçeve Sistemler.....	13
1.5.2. Betonarme Perde Sistemler.....	13

1.5.3.	Eğik Elemanlı Sistemler	14
1.5.4.	Tüp Sistemler	14
1.5.5.	Kompozit Sistemler	15
1.5.6.	Karışık Sistemler.....	15
1.6.	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi.....	16
2.	YAPILAN ÇALIşMALAR, BULGULAR VE İRDELEMELER	26
3.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	88
4.	KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİş		

ÖZET

Yapıların deprem gibi dinamik etkiler altındaki davranışları yapı taşıyıcı sistemine bağlı olarak değişim göstermektedir. Bu nedenle farklı taşıyıcı sisteme sahip yapıların davranışlarının bilinmesi ve yapı taşıyıcı sistemlerinin buna uygun olarak seçilmesi önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, geleneksel çerçeveli, farklı olarak düzenlenen eğik elemanlı ve betonarme perdeli yapı sistemlerinin deprem davranışının Türkiye ve İran deprem yönetmeliklerine göre incelenmesi ve elde edilen bulgulara bağlı olarak bu iki yönetmeliğin karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla dört açıklıklı beş ve on katlı betonarme çerçeve sistemler üzerinde yukarıda belirtilen durumlar için Türkiye ve İran deprem yönetmeliklerinde tanımlanan Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre analizler gerçekleştirilerek karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde depreme dayanıklı yapı taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilecek hususlar, yapılarda kullanılan başlıca taşıyıcı elemanlar, taşıyıcı sistemler ve Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre yapı tasarımı hakkında bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde seçilen taşıyıcı sistemlerin Türkiye ve İran deprem yönetmeliklerinde tanımlanan Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemine göre analizleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak tablolar ve şekiller halinde sunulmuştur. Üçüncü bölümde ise çalışmada elde edilen bulgulara bağlı olarak çıkarılan sonuçlar verilmiştir. Bu bölümü kaynaklar izlemektedir.

Gerçekleştirilen çalışmadan, Türkiye deprem yönetmeliğinde Eşdeğer Deprem Yüğü yöntemi için kullanılan bazı parametrelerin daha büyük olmasından dolayı kesit tesirlerinin daha büyük çıktığı, yapı yerdeğiştirmelerinin taşıyıcı sisteme ve yapı yüksekliğine bağlı olarak oldukça değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Türkiye Deprem Yönetmeliğı, İran Deprem yönetmeliğı, Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Geleneksel Çerçeve, Eğik Elemanlı Çerçeve, Betonarme Perde.

SUMMARY

Comparison of Turkish and Iranian Earthquake Specifications from Equivalent Earthquake Load Method Point of View

Behaviors of structures under dynamic loads such as earthquake vary depending on structural system. Therefore, it is very important to know the behaviors of structures having different structural systems and to select the structural system according to this behavior.

The aim of this study is to investigate earthquake behaviors of moment-resisting frames, braced frame with different configuration of bracings, and frames with shear wall according to Turkish and Iranian Earthquake Specifications and to compare these two specifications depending on the results obtained. For this purpose, reinforced concrete frame systems with four spans and five and ten stories are analyzed by using Turkish and Iranian Earthquake Specifications and then the results are compared.

In the first chapter, the rules used in the selection of earthquake resistant structural system, the main structural members and systems, and the design of buildings according to the Equivalent Earthquake Load Method are presented. In the second chapter, the systems are analyzed according to Turkish and Iranian Earthquake Specifications and the results are comparatively presented in tabular and graphical forms. In the third chapter, the conclusions drawn from the results are given and some recommendations are made. This chapter is followed by the list of references.

It is concluded that the results obtained according to Turkish Earthquake Specification are larger than those obtained according to Iranian Earthquake Specification because of requirements of several parameters larger. It is also concluded that lateral displacements change considerably depending on the structural system and structure height.

Key Words: Turkish Earthquake Specification, Iranian Earthquake Specification, Equivalent Earthquake Load Method, Moment-Resisting Frames, Braced Frames, Shear Wall

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Planda simetriden ayrılma ve simetri	4
Şekil 1.2. Planda simetriden ayrılma ve simetri	4
Şekil 1.3. Kirişe oturan kolonlar ve sürekli düşey taşıyıcılar	5
Şekil 1.4. Kiriş sürekliliğinde belirsizlik ve iyi çerçeve düzeni	5
Şekil 1.5. Çerçeve sistem yapılarıdaki plastik mafsallaşma örnekleri	6
Şekil 1.6. Kiriş ve kolon uçlarında oluşan kesit etkileri	7
Şekil 1.7. İdeal elasto-plastik gerilme-şekil değiştirme diyagramı	7
Şekil 1.8. Sünek ve sünek olmayan gerilme-şekil değiştirme diyagramı.	8
Şekil 1.9. (a) Değişik rijitlikteki elemanlar ve (b) bu elemanların.	9
Şekil 1.10. İki doğrultuda çok farklı rijitlikli ve dengeli rijitlikli yapı elemanları.	9
Şekil 1.11. Düzlem ve uzay çerçeve eleman örnekleri	10
Şekil 1.12. Boşluksuz ve boşluklu betonarme perde	10
Şekil 1.13. Eğik elemanların farklı açıklıklı ve farklı kat adedine sahip yapılarda kullanım örnekleri	11
Şekil 1.14. Boşluklu ve boşluksuz perde ile teşkil edilen betonarme çekirdek örnekleri ...	12
Şekil 1.15. Bir betonarme tüp eleman	12
Şekil 1.16. Bir kompozit eleman	13
Şekil 1.17. Ortogonal ve ortogonal olmayan çerçeve sistemler	13
Şekil 1.18. Bir betonarme perde sistem	14
Şekil 1.19. Tek veya çift eğik elemanlarla oluşturulmuş çerçeve sistemler	14
Şekil 1.20. Bir tüp sistem	15
Şekil 1.21. Bir kompozit sistem	15
Şekil 1.22. Bir betonarme perde-çerçeve sistem	16
Şekil 1.23. Bir betonarme perde-çerçeve-çekirdek sistem	16
Şekil 1.24. Spektrum katsayısı	20
Şekil 1.25. Deprem olma tehlikesinin orta ve az olan bölgeler için spektrum katsayısı	22
Şekil 1.26. Deprem olma tehlikesinin fazla ve çok fazla olan bölgeler için spektrum katsayısı	22
Şekil 1.27. İran deprem bölgeleri haritası	24

Şekil 1.28. Türkiye deprem bölgeleri haritası.....	25
Şekil 2.1. Çalışmada dikkate alınan geleneksel çerçeveler (çerçeve no:1).....	27
Şekil 2.2. Çalışmada dikkate alınan tek eğik elemanlı sistem(çerçeve no:2)	28
Şekil 2.3. Çalışmada dikkate alınan tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3)	29
Şekil 2.4. Çalışmada dikkate alınan çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4).....	30
Şekil 2.5. Çalışmada dikkate alınan betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5).....	31
Şekil 2.6. 5 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkiyen yatay yükler	32
Şekil 2.7. 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler	33
Şekil 2.8. 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler	34
Şekil 2.9. 5 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler.....	35
Şekil 2.10. 5 katlı Betonarme perdeli sisteme etkiyen yatay yükler	36
Şekil 2.11. 10 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkiyen yatay yükler	37
Şekil 2.12. 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler	38
Şekil 2.13. 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler	39
Şekil 2.14. 10 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler.....	40
Şekil 2.15. 10 katlı Betonarme perdeli sisteme etkiyen yatay yükler.....	41
Şekil 2.16. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	42
Şekil 2.17. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	43
Şekil 2.18. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	44
Şekil 2.19. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	45
Şekil 2.20. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	46
Şekil 2.21. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	48
Şekil 2.22. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	49
Şekil 2.23. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	50
Şekil 2.24. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	51
Şekil 2.25. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler	52
Şekil 2.26. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	53
Şekil 2.27. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	54
Şekil 2.28. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	55
Şekil 2.29. Uygulanan yükler altında normal kuvvetler	56
Şekil 2.30. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	57
Şekil 2.31. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	58
Şekil 2.32. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	59

Şekil 2.33. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	60
Şekil 2.34. Uygulanan yükler altında normal kuvvetler	61
Şekil 2.35. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler	62
Şekil 2.36. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	63
Şekil 2.37. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	64
Şekil 2.38. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	65
Şekil 2.39. Uygulanan yükler altında kesme kuvvetleri	66
Şekil 2.40. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	67
Şekil 2.41. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	68
Şekil 2.42. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	69
Şekil 2.43. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	70
Şekil 2.44. Uygulanan yükler altında kesme kuvvetleri	71
Şekil 2.45. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri	72
Şekil 2.46. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	73
Şekil 2.47. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	74
Şekil 2.48. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	75
Şekil 2.49. Uygulanan yükler altında eğilme momentleri	76
Şekil 2.50. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	77
Şekil 2.51. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	78
Şekil 2.52. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	79
Şekil 2.53. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	80
Şekil 2.54. Uygulanan yükler altında eğilme momentleri	81
Şekil 2.55. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri.....	82
Şekil 2.56. Mutlak değerce maksimum yerdeğiştirmenin çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi	84
Şekil 2.57. Mutlak değerce maksimum yerdeğiştirmenin çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi	84
Şekil 2.58. Mutlak değerce maksimum normal kuvvetin çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi	85
Şekil 2.59. Mutlak değerce maksimum normal kuvvetin çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi	85
Şekil 2.60. Mutlak değerce maksimum kesme kuvveti çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi	86
Şekil 2.61. Mutlak değerce maksimum kesme kuvveti çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi	86

Şekil 2.62. Mutlak değerce maksimum eğilme momenti çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi	87
Şekil 2.63. Mutlak değerce maksimum eğilme momenti çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi	87

TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	17
Tablo 1.2. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar (İran Deprem Yönetmeliği)	17
Tablo 1.3. Etkin yer ivme katsayısı (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	19
Tablo 1.4. Etkin yer ivme katsayısı (İran Deprem Yönetmeliği).....	19
Tablo 1.5. Bina önem katsayısı (I) (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	19
Tablo 1.6. Bina önem katsayısı (I) (İran Deprem Yönetmeliği)	20
Tablo 1.7. Spektrum karakteristik periyotları T_a , T_b (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	21
Tablo 1.8. Yerel zemin sınıfları (Türkiye Deprem Yönetmeliği)	21
Tablo 1.9. Spektrum karakteristik periyotları T_0 , T_s ve S parametresi (İran Deprem Yönetmeliği)	22
Tablo 1.10. Hareketli yük azaltma katsayısı (Türkiye Deprem Yönetmeliği).....	23
Tablo 1.11. Hareketli yük azaltma katsayısı (İran Deprem Yönetmeliği)	23
Tablo 2.1. Çalışmada dikkate alınan sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, normal kuvvet, kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri	83

SEMBOLLER DİZİNİ

$A(T)$: Spektral ivme katsayısı
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
C	: Deprem yükü katsayısı (İran Deprem Yönetmeliğinde)
$C(T1)$: Deprem yükü katsayısı (Türkiye Deprem Yönetmeliğinde)
D_i	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nde burulma düzensizliği olan binalar için i 'inci katta $\pm \%5$ ek dışmerkezliğe uygulanan büyütme katsayısı
d_i	: Binanın i 'inci katında azaltılmış deprem yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
d_{fi}	: Binanın i 'inci katında F_{fi} fiktif yüklerine göre hesaplanan yerdeğiştirme
F_i	: Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nde i 'inci kata etkileyen eşdeğer deprem yükü
F_{fi}	: Birinci doğal titreşim periyodunun hesabında i 'inci kata etkileyen fiktif yük
F_t	: Binanın N 'inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü İran deprem yönetmeliğinde
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
H_i	: Binanın i 'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i 'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
h_i	: Binanın i 'inci katının kat yüksekliği
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen toplam yükseklik)
I	: Bina önem katsayısı
m_i	: Binanın i 'inci katının kütlesi ($m_i : w_i / g$)
N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	: Hareketli yük katılım katsayısı
R	: Taşıyıcı sistem Davranış katsayısı
$R_a(T)$: Deprem yükü azaltma katsayısı
$S(T)$: Spektrum katsayısı
$S_{ae}(T)$: Elastik spektral ivme [m /s ²]
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]

- T_A, T_B : Spektrum karakteristik periyotları [s]
 T_0, T_s : Spektrum karakteristik periyotları [s] (İran Deprem Yönetmeliği)
 V_t : Eşdeğer deprem yükü yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkileyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti)
 W : Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
 Δ_{FN} : Binanın N'inci katına (tepesine) etkileyen ek eşdeğer deprem yükü

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Yapılara etkiyen yüklerden gerçeğine yakın olarak belirlenmesi en zor olanının deprem yükü olduğu söylenebilir. Deprem sırasında temel zemini titreşim hareketi yapmakta, dolayısıyla da yapı temeli, ani ötelenme ve dönmenin etkisinde kalmaktadır.

Temelin bu tür hareketleri, yapıda harekete zıt yönde eylemsizlik (atalet) kuvvetlerinin meydana gelmesine neden olmaktadır.

Deprem ve beraberinde oluşan can ve mal kayıpları insanları bu doğa felaketi üzerinde düşünmeye ve bu felaketin etkilerini azaltma için çalışmaya sevk etmiştir. Deprem önceden belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar henüz daha depremin olacağı anın bilinmesine imkan tanımamakla birlikte, yapı mühendisliğindeki gelişmeler bu felaketin etkilerini azaltacak yapı tasarımları yapmaya imkan tanımaktadır. Böylece mühendisler depreme dayanıklı yapı tasarlamaya başlamışlar ve bu konuda önemli gelişmeler sağlamışlardır.

1.2. Depreme Dayanıklı Yapı Kavramı

Şiddetli depremlerin seyrek olması ve de betonarme yapıların enerji tüketme kapasitelerinin (sünekliklerinin) istenilen biçimde düzenlenebileceği yaklaşımından yola çıkarak depreme dayanıklı yapı kavramı geliştirilmiştir. Bu kavramın sık ve küçük şiddetteki depremlerde yapının elastik sınırlar içinde kalması, orta şiddetteki depremlerde elastik sınırların ötesinde fakat taşıyıcı sistemde kolayca onarılabilecek hasarlar oluşmasına izin verilmesi ve çok seyrek olarak meydana gelen şiddetli depremlerde ise can kaybı olmasını engellemek için taşıyıcı sistemin tamamen göçmesine neden olmayan önemli hasarlar oluşmasına izin verilmesi olduğu bilinmektedir.

Ülkemizin ve daha birçok ülkenin deprem yönetmeliği, şiddetli depremler altında yapının elastik kalamayacağı varsayımına göre hazırlanmıştır. Yönetmeliklerin bu konudaki temel felsefesi şöyle özetlenebilmektedir.

-Oluşma olasılığı çok yüksek olan hafif depremlerde yapının taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanları hiçbir hasar görmemelidir.

-Oluşma olasılığı düşük olan, depremlerde yapının taşıyıcı elemanlarında önemli bir hasar olmamalıdır. Bu tür depremler altında taşıyıcı olmayan elemanlarda hasar görülebileceği kabul edilmektedir.

-Oluşma olasılığı çok düşük, şiddetli depremlerde yapının taşıyıcı elemanlarında da önemli hasarlar görülebileceği ve böylece yapının elastik olmayan bir davranış göstereceği kabul edilmektedir. Böyle bir depreme maruz yapıdan beklenen, göçmenin oluşmaması ve can kaybının olmamasıdır [Durmuş, 1997].

1.3. Depreme Dayanıklı Yapı Taşıyıcı Sisteminin Seçiminde Dikkat Edilecek Hususlar

1.3.1. Mimari Tasarım İlkeleri

Yapıların tasarımı, mekan tasarımı ve taşıyıcı sistem tasarımı olmak üzere iki bölümde ele alınabilir. Mekan tasarımında en önemli etkenler, yapının kullanma amacı ve estetikdir. Taşıyıcı sistem tasarımı ise; kullanılacak olan malzemenin özellikleri ve yapıya gelen dış kuvvetler etkiler. Yapının kullanma amacı ile estetik görüşün sentezinden doğan formlar da, taşıyıcı sistem tasarımı büyük ölçüde etkileyen önemli faktörler arasındadır.

Mimari formlar, yapı malzemesine olduğu kadar taşıyıcı sisteme de bağlıdır. Örneğin; mekan tasarımında sarkan kirişlerin ve bölme duvarlarının istenmemesi hallerinde, asmolen döşemeli bir taşıyıcı sistem seçimi kullanma amacına uygun düşen bir seçimdir.

Uygulamada genellikle mekan tasarımı mimarlar tarafından, taşıyıcı sistem tasarımı ise yapı mühendisleri tarafından gerçekleştirilir. Türkiye bir deprem bölgesinde olup, yüzölçümünün %90'ı ve nüfusunun %92'si deprem bölgesi içinde kalmaktadır. Deprem etkisi, yapılara gelen dış etkiler arasında önemli bir yere sahiptir. Deprem, Türkiye'de yapılacak her yapının tasarımında üzerinde önemle durulması gereken bir konudur. Depreme dayanıklı yapı tasarımı, yalnızca taşıyıcı sistemin deprem etkilerine göre ele alınması ile çözümlenecek bir problem değildir. Bir yapıda, henüz mimari tasarım çalışmaları sırasında problemin deprem açısından ele alınması gerekmektedir.

Meydan gelen depremlerden elde edilen deneyimler, depreme dayanıklı yapı tasarımına, mimari tasarım sırasında başlanması gerektiğini ortaya koymaktadır. Mimari tasarımda özgürce davranan mimar, taşıyıcı sistem tasarımında mühendisin çalışmalarını

güçleştirir. Bu özgür tasarım, deprem etkileri altında taşıyıcı sistem tasarımında çok önemli problemlere neden olmaktadır. Her taşıyıcı sistem deprem etkilerine göre tasarlanmalıdır. Taşıyıcı sistemlerin depremden oluşan yatay etkilere karşı davranışı, düşey etkilere göre davranışından son derece farklıdır. Göze hoş gelen mimari formlar yalnızca düşey yükler dikkate alınarak bulunur. Büyük yatay yüklere göre dayanıklı olarak tasarlanan taşıyıcı sistemler genelde mimari açıdan hoş görünmezler. Deprem açısından yetersiz olan bir mimari tasarımda, depreme dayanıklı bir taşıyıcı sistemi oluşturmak oldukça güçtür. Bu nedenle mimari tasarım (mekan tasarımı) sırasında dikkat edilecek bazı noktalar, hem yapı mühendisinin dayanıklı bir taşıyıcı sistem tasarlamasını, hem de ortaya çıkan yapının depreme karşı dayanıklılığını sağlamış olacaktır.

1.3.1.1. Hafiflik

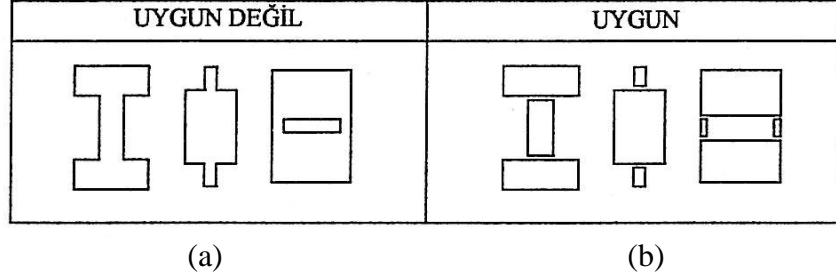
Depremlerden yapılara gelen yükler, yapının ağırlığı ile orantılıdır. Yapı ne kadar hafif olursa, yapıya gelecek deprem yükleri de o ölçüde az olacaktır. Yapının hafifliği, taşıyıcı sistem kesitlerinin küçük tutulması ile sağlandığı durumlarda yapı esnek olacağından, yatay yüklerin etkisi ile büyük ötelenmelere zorlanır. Büyük yatay ötelenmeler de ilave momentlerin oluşmasına neden olacağından, yapının güvenliği azalır. Betonarme bir yapının hafif olması için dolgu ve bölme duvarlarının hafif olması gereklidir. Ağır detay elemanlarının az olmasına dikkat edilmelidir. Tuğla yığma yapılar ağır yapılar olup, büyük deprem kuvvetleri etkisinde kalırlar. Büyük açıklıklı çerçeveli yapılar, kirişsiz döşemeli yapılar, ağır yapılardır. Yapıların dış cephelerine kalın taş kaplama yapılması, yapının ağırlığını dolayısıyla deprem etkisini artıran bir uygulamadır.

1.3.1.2. Yapı Planının Basit, Düzenli ve Simetrik Olması

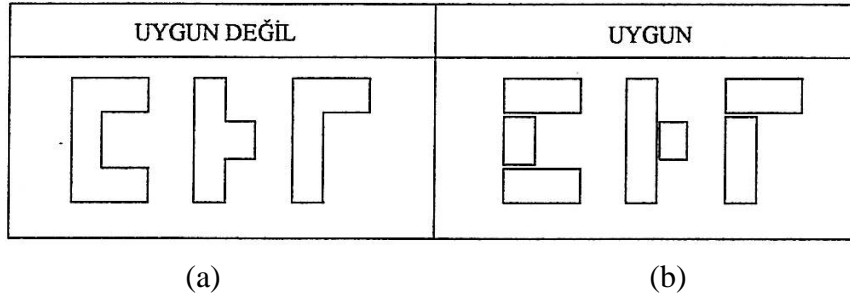
Yapıların davranışında asimetrinin olumsuz etkisi bilinmektedir. Bu nedenle yapıların tasarımında olabildiğince basitlik ve simetriden uzaklaşmamak daha iyi olmaktadır.

Basit ve düzenli yapıların yapımı da kolaydır ve yapımda hata yapma olasılığı azdır. Bu tür yapıların depremdeki davranışını tahmin etmek ve buna göre bir çözümleme yapmak daha kolaydır. Karmaşık ve düzensiz yapılan modellemek ve ek olarak ortaya

çıkan burulma etkisini göz önüne almak daha uzun işlemleri gerektirmektedir (Şekil 1.1 ve 1.2) [Celep Kumbasar, 1993].



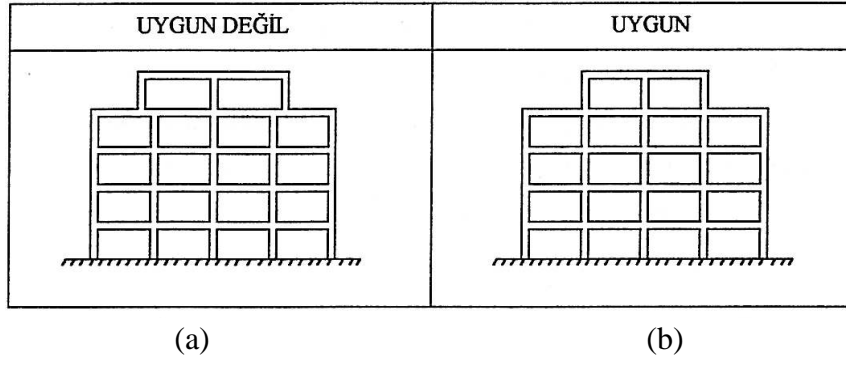
Şekil 1.1. a) Planda simetriden ayrılma, b) simetri [Celep, Kumbasar, 1993]



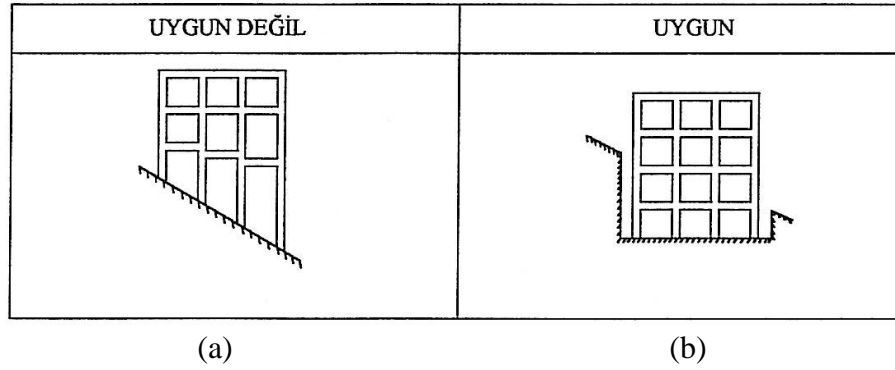
Şekil 1.2. a) Planda simetriden ayrılma, b) simetri [Celep, Kumbasar, 1993]

1.3.1.3. Düzgünlük ve Süreklilik

Taşıyıcı sistemde plan ve düşey doğrultuda bulunan elemanların düzgün ve sürekli olarak düzenlenmesi önemli olmakta, kolon ve kirişlerin planda düzgün dağıtılması sistemin belirli bölgelerinin aşırı zorlanmasını önlemektedir. Düşey taşıyıcı elemanların temelden çatıya kadar sürekli olmasına özen gösterilmeli ve olabildiğince dışmerkez mesnetlerden kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistemde sürekliliğin sağlanması ile elemanların birbirine yardım etmesi sağlanırken, elastik davranışın ötesindeki taşıma kapasitesi artırılmış olmaktadır. Ayrıca ortaya çıkacak plastik mafsalların sayısı yapının enerji yutma kapasitesini artırmış olacaktır (Şekil 1.3 ve 1.4) [Celep Kumbasar, 1993].



Şekil 1.3. (a) Kirişe oturan kolonlar ve (b) sürekli düşey taşıyıcılar [Celep Kumbasar, 1993]



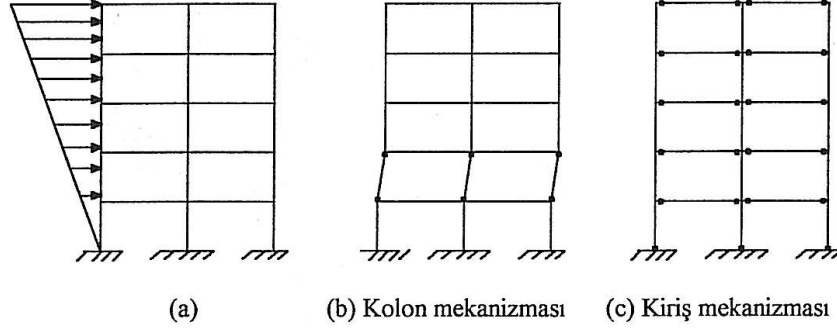
Şekil 1.4. (a) Kiriş sürekliliğinde belirsizlik ve (b) iyi çerçeve düzeni [Celep, Kumbasar, 1993]

Düşey yönde düzenli bir çerçeve sistemin ilk koşulu bütün düşey taşıyıcıların yapı yüksekliği boyunca sürekli olmasıdır. Alt ve üst katlardaki kolonların enkesit boyutlarından kısa ve uzun olanların aynı doğrultuda olmamaları da katlar arasında dışmerkez etkiler ve burulma oluşturabilmektedir [Bayülke, 1998].

1.3.1.4. Göçme Modu

Etkiyen yükler altında sistemin elastik ötesi davranışı göz önüne alınarak göçme durumunun modellenmesi gerekmektedir. Düşey taşıyıcıların dayanımlarını kaybederek tüm sistemin göçmesinden veya burkulma gibi ani göçmeden uzak kalınması amacıyla yapıda kolon mekanizması yerine kiriş mekanizmasının oluşması sağlanmalıdır (Şekil 1.5) Kolon davranışı kirişe göre çok daha gevrek olduğundan, Şekil 1.5(b)'deki mekanizmanın

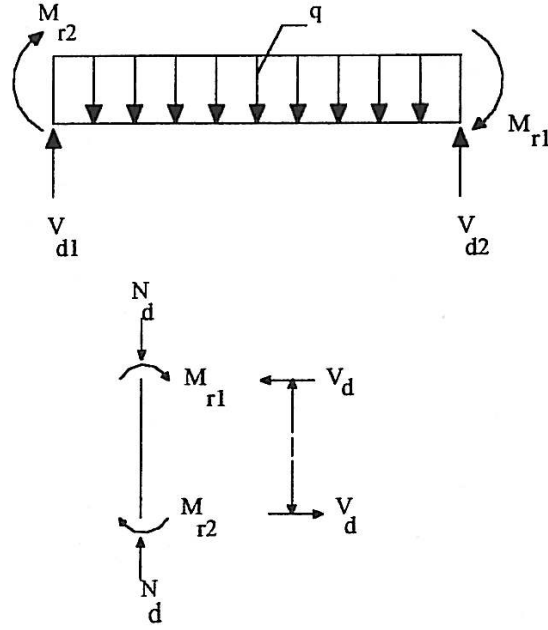
oluşması alınacak önlemlerle önlenmeli, Şekil 1.5(c)'de gösterilen mekanizmanın oluşması sağlanmalıdır. Bunun için, kolonlar kirişe oranla daha kuvvetli yapılmalıdır. Birleşim bölgelerindeki kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından büyük olursa, kolon mekanizmasının oluşma olasılığı azaltılmış olmaktadır [Durmuş, 1997].



Şekil 1.5. Çerçeve sistem yapılarındaki plastik mafsallaşma örnekleri [Durmuş, 1997].

Kolon boyutları seçilirken olabildiğince çömert davranmada büyük yarar bulunmaktadır. Kolon enkesitinin büyütülmesi ikinci merteye momentleri ve katlar arası yanal yerdeğiştirmeyi azalacaktır. Yatay yük altında eğilme momentlerinin en fazla olduğu kolon uçları (alt ve üst) hem eğilme, hem de kesme kırılması açısından hassas bölgelerdir. Bu bölgeler sık düzenlenecek etriyelerle sarılmalıdır. Yapı sargı donatısının süneklik üzerinde çok olumlu etkisi vardır [Durmuş, 1997].

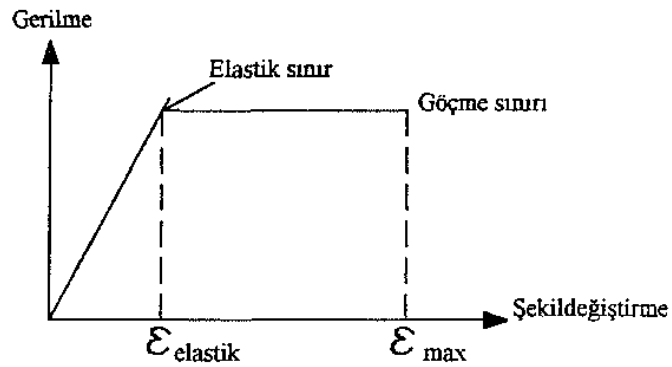
İstenilen mekanizma, kiriş mekanizması olduğuna göre, kiriş uçlarında plastik mafsalların oluşması sağlanmalıdır. Bu sağlanırken tersinir yükler altında momentin işaret değiştirebileceği unutulmamalı, gevrek kesme kırılmasını önleyebilmek için, hesapta temel alınacak kesme kuvvetleri, kiriş uçlarının taşıma gücü momentleri varsayılarak hesaplanmalıdır (Şekil 1.6)[Durmuş, 1997].



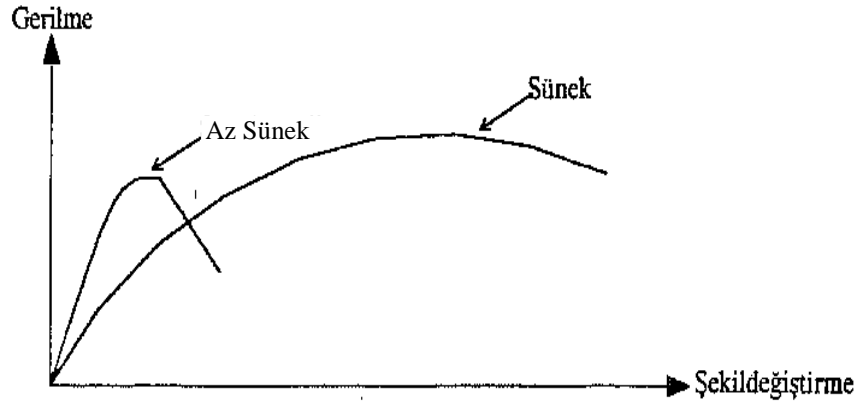
Şekil 1.6. Kiriş ve kolon uçlarında oluşan kesit etkileri [Durmuş, 1997].

1.3.1.5. Süneklik

Bir elemanın veya yapının sünek olması onun deprem esnasında ortaya çıkan enerjisinin oldukça büyük bir kısmını elastik sınırın ötesinde elastik olmayan davranışları ile dayanımından esaslı bir kayba uğramadan yutma kabiliyetidir (Şekil 1.7ve 1.8)[Kazaz, 1999].



Şekil 1.7. İdeal elasto-plastik gerilme-şekil değiştirme diyagramı. [Celep Kumbasar, 1993]



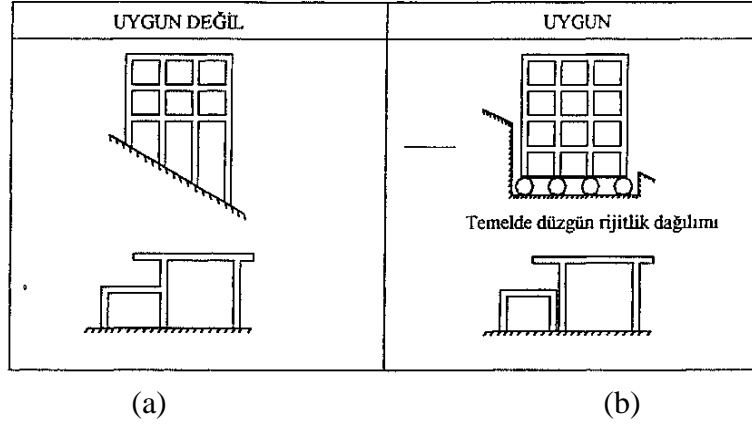
Şekil 1.8. Sünek ve az sünek gerilme-şekil değiştirme diyagramı [Celep Kumbasar, 1993].

1.3.1.6. Rijitlik ve Dayanım

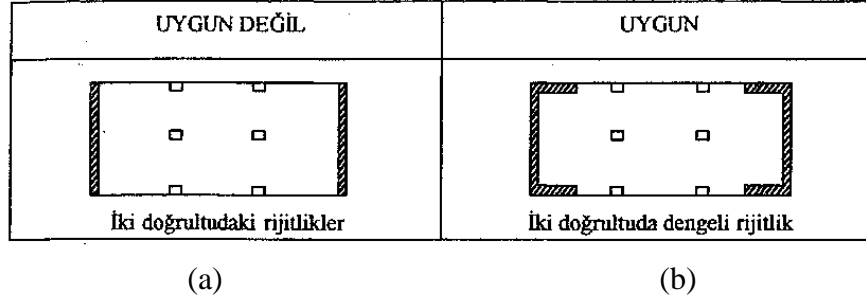
Yapının rijitliğini değiştirerek depremde meydana gelebilecek şekil ve yerdeğiştirmeleri azaltmak mümkün olduğundan taşıyıcı sistemle ona bağlı bulunan taşıyıcı olmayan kısımlardaki hasarın azaltılabilmesi mümkün olmaktadır.

Deprem etkileri genellikle zemin kat seviyesinde en büyüktür. Bu katın kendi yatay yükü yanında üst katlardaki yatay yükleri de taşıması gerekmektedir. Benzer şekilde sabit ve hareketli düşey yükler artarak, alt katta en büyük değeri almaktadır. Bunun sonucu olarak bu kattaki elemanların dayanımlarının daha yüksek olması gerekmektedir. Ayrıca elemanların sürekliliği yanında, rijitliklerinin de ani değişiklikler göstermeden devam etmesi gerekmektedir (Şekil 1.9 ve 1.10).

Eğimli bir araziye inşa edilen çerçeveli taşıyıcı sistemde zemin kattaki farklı boylardaki kolonlar nedeni ile enkesit boyutlarının aynı olması halinde yapının kolon boylarının daha kısa olduğu kısmı daha rijit, uzun olduğu kısmı ise daha esnek olduğu için zemin katta burulma olacaktır. Boyutları kısa olduğu kolonlarda kısa kolon davranışının oluşma olasılığı da yüksektir.



Şekil 1.9. a) Değişik rijitlikteki elemanlar, b) bu elemanların [Celep Kumbasar, 1993].



Şekil 1.10. a) İki doğrultuda çok farklı rijitlikli, b) dengeli rijitlikli yapı elemanları. [Celep Kumbasar, 1993]

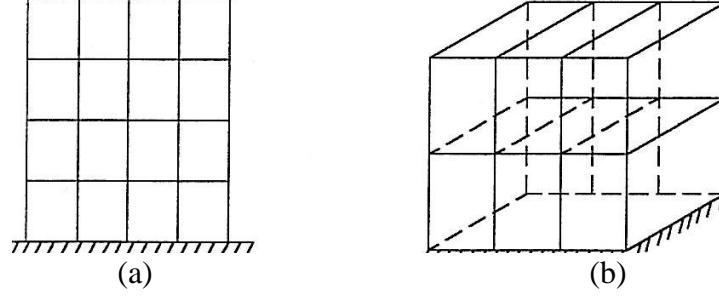
1.4. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Yapı Elemanları

Aşağıdaki başlıklar altında betonarme yapılarda kullanılan başlıca taşıyıcı yapı elemanlarından söz edilmektedir.

1.4.1. Çerçeveler

Çerçeveler kolon ve kirişlerin birleşmesi ile meydana gelen ve daha çok düşey yük taşıyıcı elemanlardır. Bunlar donatıların iyi düzenlenmesi koşuluyla, yükseklikleri 25 metreyi geçmeyen yapıların yatay yüklere karşı, yönetmeliklerde öngörülen, emniyetlerinin sağlanmasında da kullanılabilirlerdir. Zira bunlar, süneklik oranları oldukça yüksek olduğundan, deprem yükleri gibi yatay yükler altında büyük bir enerji tüketme kapasitesine sahiptirler. Bunlardan kolon ve kirişleri aynı düzlem içinde olanlar

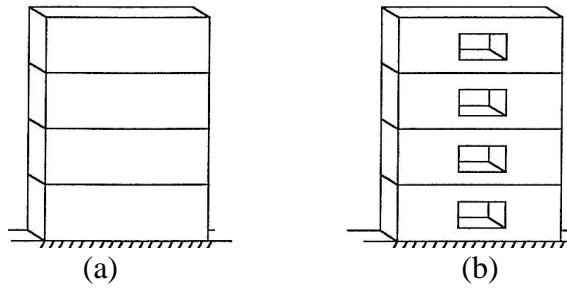
düzlem çerçeve, farklı düzlemlerde olanlar ise uzay çerçeve adı ile anılmaktadırlar (Şekil 1.11) [Çakıroğlu, 1989].



Şekil 1.11. a) Düzlem, b) uzay çerçeve eleman örnekleri [Çakıroğlu, 1989].

1.4.2. Betonarme Perdeler

Perdeler enkesit boyutlarından büyüğünün küçüğüne oranı en az 4 olan düşey eksenli konsollardır. Betonarme perdelerin enkesiti genellikle dikdörtgendir. Perdeler genellikle yükseklikleri 25 metreyi geçen yapıların rijitlik ve dayanımlarını artırmak dolayısıyla yanall yerdeğıştirmelerini sınırlandırmak amacıyla kullanılan temele ankastre ya da yarı ankastre olarak oturan konsol şeklinde çalışan, rijitlikleri yüksek, çerçevelerin aksine bağıll yerdeğıştirmeler üst katlara doğru giderek azalan boşluksuz yada boşluklu elemanlardır (Şekil 1.12) Boşluklu perdeler, aynı düzlem içinde bulunan birkaç perdenin kat kirişleriyle birleştirilmesinden meydana gelen elemanlar olarak da dikkate alınabilmektedir.

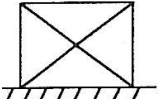
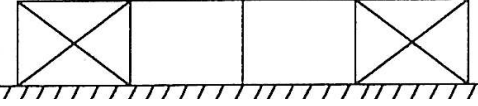
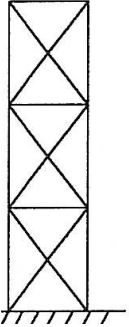
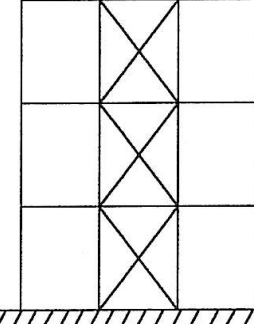


Şekil 1.12. a) Boşluksuz, b) boşluklu betonarme perde [Celep Kumbasar, 1993; Özmen, 1991].

1.4.3. Eğik Elemanlar

Yapının rijitliğini arttırmak dolayısıyla da yatay yerdeğiştirmelerini azaltmak amacıyla kullanılan yatayla 90 dereceden farklı açu yapan elemanlardır. Eğik elemanlar yapının içinde inşa edilebileceği gibi dışında da inşa edilebilmektedirler. Yapının içinde oluşturulan eğik elemanlar bir veya daha fazla elemandan, dışında oluşturulanlar ise destek, çelik halat, vb gibi elemanlardan meydana gelmektedir [Dowrick, 1987; Ayvaz vd. 1997].

Eğik elemanlar, tek katlı tek açıklıklu, tek katlı çok açıklıklu ya da tek açıklıklu çok katlı yapılarda kullanılabilmektedirler. En yaygın olarak ise çok katlı çok açıklıklu çerçevelerde kullanılmalarıdır. Bu tür sistemlerde açıklık boyunca köşegen elemanlar kullanılmaktalar (Şekil 1.13) [Ambrose, Vergun, 1985].

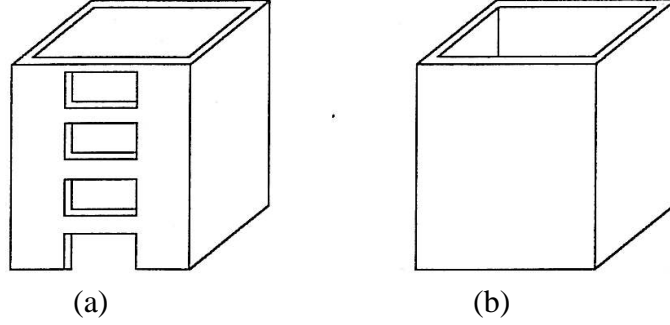
	
a) Bir katlı bir açıklıklu yapılarda eğik elemanların kullanılması	b) Bir katlı çok açıklıklu yapılarda eğik elemanların kullanılması
	
c) Çok katlı bir açıklıklu yapılarda eğik elemanların kullanılması	d) Çok katlı çok açıklıklu yapılarda eğik elemanların kullanılması

Şekil 1.13. Eğik elemanların farklı açıklıklu ve farklı kat adedine sahip yapılarda kullanım örnekleri

1.4.4. Çekirdekler

Çekirdekler genel olarak binadaki asansör veya merdiven boşluklarının etrafı çevrilerek elde edilen kesitleri ince cidarlı elemanlardır. Bunlar aynı düzlem içinde

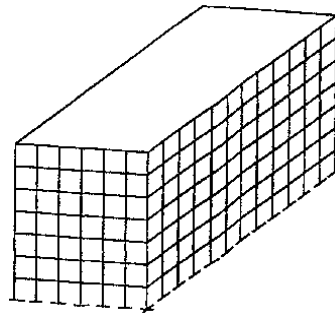
bulunmayan boşluksuz ya da boşluklu perdelerle teşkil edilmektedirler (Şekil 1.14)[Ersoy, Çıtırıtıoğlu, 1988; Özden, Kumbasar, 1993].



Şekil 1.14. a) Boşluklu, b) boşluksuz perde ile teşkil edilen betonarme çekirdek örnekleri

1.4.5. Tüpler

Tüpler yatay kesitte kapalı kutu şeklinde olan, yapının dört cephesinde sık kolonlar ve kirişlerle oluşturulan dikdörtgen kesitli, boşluklu duvar görünümündeki, süneklikleri, burulma rijitlikleri ve yatay yük taşıma kapasiteleri yüksek, dolayısıyla da çok yüksek yapıların inşasına imkan veren, elemanlardır (Şekil 1.15) [Çakıroğlu 1989; Özden, Kumbasar 1993].

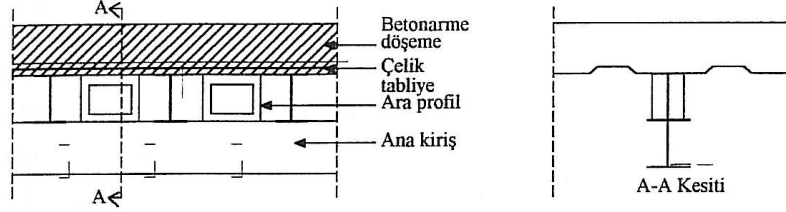


Şekil 1.15. Bir betonarme tüp eleman

1.4.6. Kompozit Elemanlar

Kompozit elemanlar beton ya da betonarme ile çeliğin birlikte kullanıldığı bir malzemenin yetersizliğinin diğeriyle karşılandığı, böylece bu malzemelerin ayrı ayrı

dayanım ve rijitliklerinden daha büyük değerlerin elde edilebilmesini sağlayan elemanlardır (Şekil 1.16) [Özgen, 1989; Schueller, 1993].

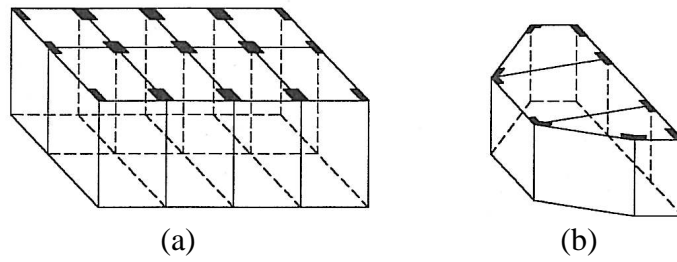


Şekil 1.16. Bir kompozit eleman

1.5. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Sistemler

1.5.1. Çerçeve Sistemler

Kolon ve kirişlerle oluşturulan çerçevelerin birlikte kullanılmasıyla meydana gelen taşıyıcı sistemlerdir. Bunlar, ortogonal ve ortogonal olmayan sistemler olarak iki sınıfta toplanabilmekte ve yatay yüklerin etkisinde fazla yerdeğiştirmektedirler. Bu nedenle bu sistemlerde genellikle gevrek kesme kırılmaları oluşmamaktadır (Şekil 1.17) [Ayvaz vd, 1997].

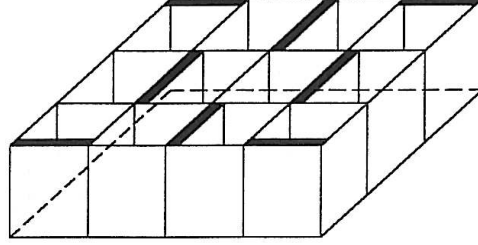


Şekil 1.17. a) Ortogonal, b) ortogonal olmayan çerçeve sistemler

1.5.2. Betonarme Perde Sistemler

Betonarme perdelerin kullanılmasıyla oluşturulan sistemlerdir. Çerçeve sistemler kadar olmasa da uygulamada yaygın olarak kullanılan betonarme perdeler, çok rijit olduklarından, yapılarda kesit etkilerinin oluşmasına neden olan katlar arasındaki rölatif

yerdeşiftirmelerini sınırlandırmaktadırlar. Ancak bunlar bazı depremlerde görüldüğü üzere yapının bütününün emniyetini sağlamayabileceği gibi gevrek kesme kırılmalarına da neden olmaktadır (Şekil 1.18) [Dowrick, 1987].

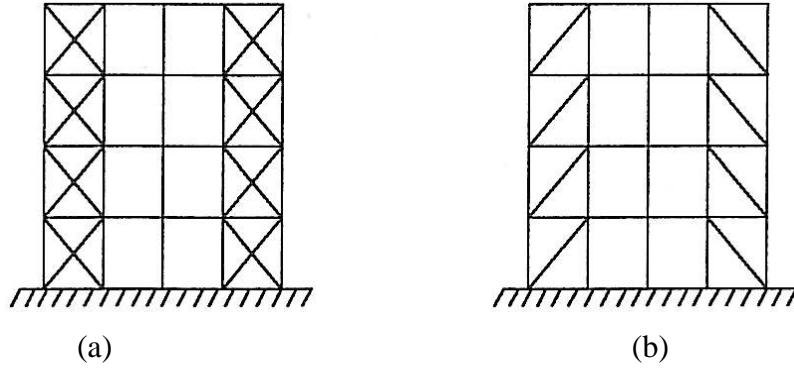


Şekil 1.18. Bir betonarme perde sistem

1.5.3. Eğik Elemanlı Sistemler

Çerçeve sistemlere çeşitli şekillerde ilave edilen taşıyıcı eğik elemanların kullanılmasıyla elde edilen sistemlerdir [Dowrick, 1987].

Bu tür sistemler açıklık boyunca bir veya iki eğik eleman kullanılarak oluşturulmaktadır (Şekil 1.19) [Ersoy, Çıtıptıoğlu, 1998].

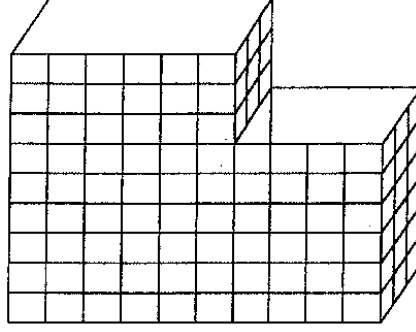


Şekil 1.19. a) Çift, b) tek eğik elemanlarla oluşturulmuş çerçeve sistemler

1.5.4. Tüp sistemler

Bu tip yapılar genellikle çerçeve sistem ile betonarme perdelerin birlikte kullanılmasıyla ya da sık olarak inşa edilen kolonların kirişlerle birlikte bağlanması

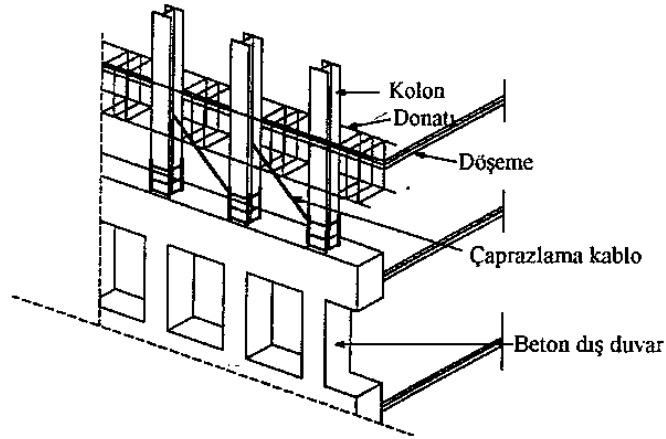
suretiyle oluşturulmaktadır. Bu nedenle bunlar çerçeve sistem ile betonarme perde sistem yapılar arasında bir sistem olarak dikkate alınmaktadır (Şekil 1.20)[Kazaz, 1999].



Şekil 1.20. Bir tp sistem

1.5.5. Kompozit Sistemler

Kompozit sistemler, kompozit ya da betonarme ve elik elemanların birlikte kullanılmasıyla meydana gelen taşıyıcı sistemlerdir (Şekil 1.21) [Amil, 1999].

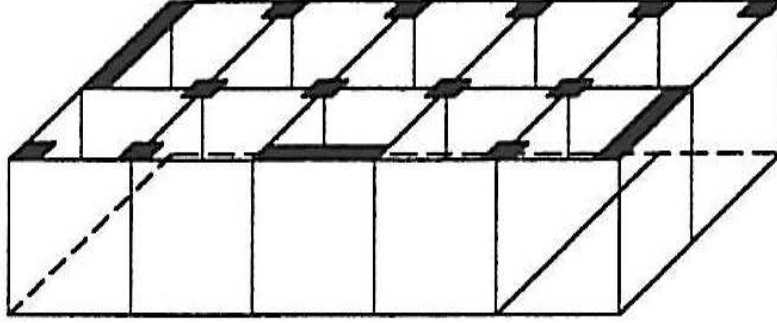


Şekil 1.21. Bir kompozit sistem

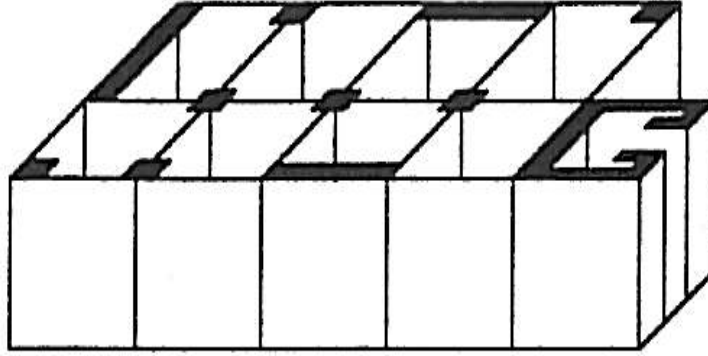
1.5.6. Karışık Sistemler

Bu sistemler yukarıda bahsedilen sistemlerden iki veya daha fazlasının birlikte kullanılmasıyla elde edilmektedirler. Bunların en yaygın olarak kullanılanları, betonarme

perde-çerçeve sistemler (Şekil 1.22) [Özdemir,Y.I., 2001] ile betonarme perde-çerçeve-çekirdek sistemlerdir (Şekil 1.23) [Özdemir,Y.I., 2001].



Şekil 1.22. Bir betonarme perde-çerçeve sistem [Özdemir,Y.I., 2001].



Şekil 1.23. Bir betonarme perde-çerçeve-çekirdek sistem [Özdemir,Y.I., 2001].

1.6. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Yaklaşık bir yöntem olmasına karşın uygulamada,dinamik düşünceye dayalı statik yaklaşımla yatay yüklerin hesaplanmasında geniş bir şekilde kullanılmaktadır. Sünekliliğin istenilen kesitte sağlanması, kesit kapasitelerinin kullanılması, arzu edilmeyen güç tükenmesi koşulları kullanılarak bu yöntem rahatlıkla kullanılır. Dinamik deprem yükünün toplam Eşdeğer Statik Deprem Yüğü olarak hesaplanıp kullanılması çok yaygındır.

Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde bölgenin, zeminin ve yapının belirli özellikleri dikkate alınarak deprem yatay yükler hesaplanmaktadır.

Eşdeğer deprem yükü hesabında yapının her iki deprem yönü için hesaplanan birinci titreşim moduna karşılık gelen periyotlarının bilinmesi gerekir. Bu yöntemin kullanım sınırları bulunmaktadır. Bu sınırlamaya ait koşullar Türkiye ve İran Deprem Yönetmelikleri için Tablo 1.1 ve Tablo 1.2’de verilmektedir.

Tablo 1.1. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar(Türkiye Deprem Yönetmeliği)

Deprem Bölgesi	Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı binalar	$H_N \leq 25m$
1, 2	Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2.0$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğin olmadığı binalar	$H_N \leq 40m$
3, 4	Tüm Binalar	$H_N \leq 40m$

Tablo 1.2. Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar(İran Deprem Yönetmeliği)

Bina Türü	Toplam Yükseklik Sınırı
Düzenli Binalar	$H_N \leq 50m$
Düzensiz Binalar	$H_N \leq 18m$ veya 5kat

Eşdeğer Deprem Yükü Yönteminde depremten dolayı yapıya etkiyecek yükler eşdeğer statik yatay yüklere dönüştürülür. Bu dönüştürme işleminde kullanılacak bazı bağıntılar aşağıda verilmektedir.

- Türkiye Deprem Yönetmeliğinde (T D Y): Eşdeğer Deprem Yükü V_t

$$V_t = W \times A(T_1) / R_a(T_1) \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \text{ bağıntısıyla belirlenmektedir}$$

- İran Deprem Yönetmeliğinde (İ D Y): Eşdeğer Deprem Yükü V_t

$$V_t = C(T_1) \times W \geq 0.10 \times A_0 \times I \times W \text{ bağıntısıyla hesaplanır.}$$

Bu bağıntılarda Türkiye Deprem Yönetmeliğinde $A(T_1)$ Spektral ivme katsayısı olup Türkiye Deprem Yönetmeliğinde $A(T_1) = A_0 \times I \times S(T_1)$ ifadesiyle belirlenmektedir. Bina türü yapılar için davranış katsayısı R , binanın süneklik düzeyine bağlı olarak belirlenmektedir ve buna göre deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T_1)$;

$$0 \leq T_1 \leq T_A \text{ için } R_a(T_1) = 1.5 + (R-1.5) T_1 / T_A$$

$T_1 > T_A$ için $R_a(T_1) = R$ olarak belirlenir.

A_0 = Etkin yer ivme katsayısı Tablo 1.3'den I = Bina önem katsayısı Tablo 5'den

$S(T_1)$ = Spektrum katsayısı Tablo 1.7'den alınarak $A(T_1)$ belirlenir

• İran Deprem Yönetmeliğinde (İ D Y):

$C(T_1)$ Deprem yükü katsayısı adı verilmekte ve $C(T_1) = A(T_1) / R_a(T_1)$ ifadesiyle veya $C = A \times B \times I / R$ ile belirlenmektedir. A = Etkin yer ivme katsayısı Tablo 4'den I = Bina önem katsayısı Tablo 6'den

B = Spektrum katsayısı Tablo 1.9'dan R = Yapı davranış katsayısı

alınarak Deprem yükü katsayısı C belirlenir.

Etkin Yer İvmesi Katsayısı, (A_0) deprem bölgesine bağlı olarak, Tablo 1.3 ve 1.4 ile belirlenir. Her iki ülkenin deprem yönetmeliğinde dört deprem bölgesi vardır

Aradaki tek fark Türkiye deprem yönetmeliğinde bölgeler birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü deprem bölgesi diye adlandırılmış. İran deprem yönetmeliğinde ise bölgeler depremin olma tehlikesine göre dört bölgeye ayrılmış, birinci bölgede depremin olma tehlikesi çok fazla, ikinci bölgede depremin olma tehlikesi fazla, üçüncü bölgede deprem olma tehlikesi orta ve son olarak dördüncü bölgede depremin olma tehlikesi çok az diye sınıflandırılmış Tablo 1.3 ve 1.4 .

Tablo 1.3. Etkin yer ivme katsayısı (T D Y)

Deprem	Ao
1	0.40
2	0.30
3	0.20
4	0.10

Tablo 1.4. Etkin yer ivme katsayısı (İ D Y)

(Ao)	Açıklama	Bölge
1	Bölgede olma tehlikesi çok fazla	0.35
2	Bölgede olma tehlikesi fazla	0.30
3	Bölgede olma tehlikesi orta	0.25
4	Bölgede olma tehlikesi az	0.20

Bina Önem Katsayısı (I), binanın kullanım amacı ve türüne göre belirlenir (Tablo 1.5).

Tablo 1.5. Bina önem katsayısı (I) (T D Y)

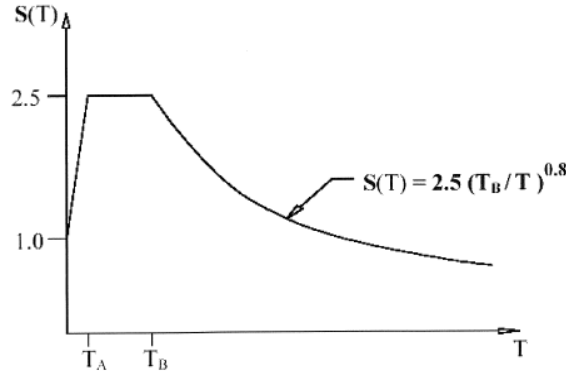
Binanın Kullanım Amacı veya Türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar: a) Deprem sonrasında hemen kullanılması gereken binalar (Hastaneler, dispanserler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, ulaşım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

İran deprem yönetmeliğinde bina önem katsayısı yapıların kullanım amacı ve türüne göre dört grupta toplanmıştır. Sadece iki deprem yönetmeliğindeki farklar katsayılar arasındaki farklılıklardır (Tablo 1.6).

Tablo 1.6. Bina önem katsayısı (I) (İ D Y)

Binanın kullanım amacı veya türü	Bina Önem Katsayısı (I)
1. Deprem sonrası kullanımı gereken binalar ve tehlikeli madde içeren binalar: a) deprem sonrası hemen kullanılması gereken binalar: (Hastaneler, sağlık ocakları, itfaiye bina ve tesisleri, PTT ve diğer haberleşme tesisleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri, ilk yardım ve afet planlama istasyonları) b) Tok sit, patlayıcı, parlayıcı, vb özellikleri olan maddelerin bulunduğu veya depolandığı binalar	1.4
2. İnsanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu ve değerli eşyaların saklandığı binalar. a) okullar, yurtlar, askeri kışlalar, cezaevleri b) Müzeler	1.2
3. İnsanların yoğun olarak bulunduğu binalar ve konutlar, işyerleri, tiyatro, vb	1.0
4. Kısa süreli kullanılacak yerler ve diğer binalar	0.8

Spektrum katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak hesaplanmaktadır (Şekil 1.24).



Şekil 1.24. Spektrum katsayısı

Türkiye Deprem Yönetmeliğinde Spektrum katsayısı $S(T)$, yerel zemin şartlarına ve yapı doğal periyodu T 'ye bağlı olarak aşağıdaki denklemlerle hesaplanır.

$$S(T_1) = 1 + 1.5(T_1/T_A) \quad (0 \leq T_1 \leq T_A)$$

$$S(T_1) = 2.5 \quad (T_A \leq T_1 \leq T_B)$$

$$S(T_1) = 2.5(T_B/T_1)^{0.8} \quad (T_B < T_1)$$

Spektrum karakteristik periyotları, T_A ve T_B yerel zemin sınıflarına bağlı olarak Tablo 1.7 ve 1.8' de verilmiştir. T_A ve T_B değerleri arasında, yapı periyodunun bulunması durumunda $S(T)$ parametresi $S=2.5$ olacaktır. Bu bize, zemin periyodu ile yapı periyodunun yakınsamasını, rezonans oluşmasını gösterir.

Tablo 1.7. Spektrum karakteristik periyotları T_A, T_B (T D Y)

Yerel Zemin Sınıfı	T_A	T_B
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

Tablo 1.8. Yerel zemin sınıfları (T D Y)

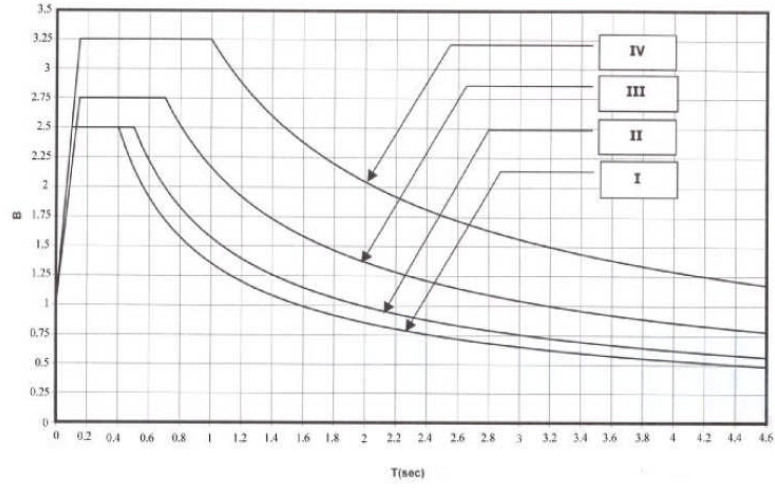
Yerel Zemin Sınıfı	Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	15 m $< h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

İran deprem yönetmeliğinde ise spektrum karakteristik periyotları T_0, T_s ve S parametleri zemin türü ve deprem bölgesine bağlı olarak aşağıdaki denklemlerle hesaplanır (Şekil 1.25 , 1.26 ve Tablo 1.9).

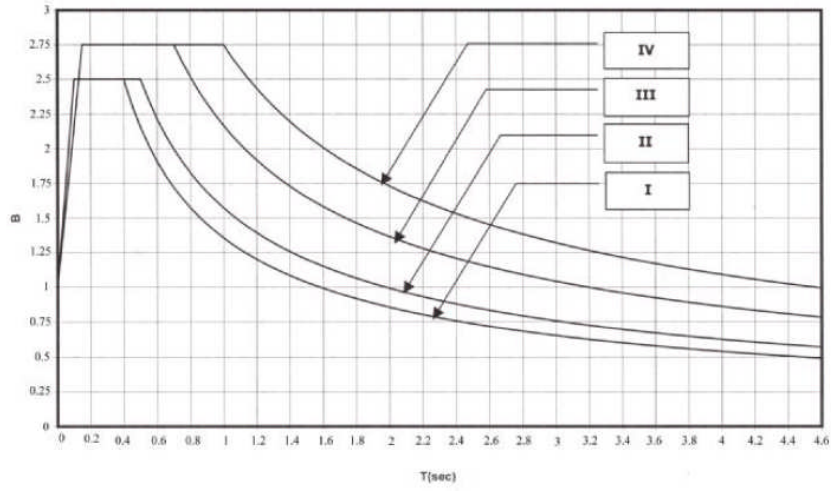
$$B = S(T_1) = 1 + S(T/T_0) \quad (0 \leq T \leq T_0)$$

$$B = S(T_1) = S + 1 \quad (T_0 \leq T \leq T_s)$$

$$B = S(T_1) = (S + 1)(T_s/T)^{2/3} \quad (T_s \leq T)$$



Şekil 1.25. Deprem olma tehlikesinin orta ve az olan bölgeler için spektrum katsayısı



Şekil 1.26. Deprem olma tehlikesinin fazla ve çok fazla olan bölgeler için spektrum katsayısı

Tablo 1.9. Spektrum karakteristik periyotları T_0 , T_s ve S parametresi (İ D Y)

Yerel Zemin Sınıfı	T_0	T_s	Bölgede olma tehlikesi Az ve Orta	Bölgede olma tehlikesi Fazla ve Çok Fazla
			S	S
I	0.1	0.4	1.5	1.5
II	0.1	0.5	1.5	1.5
III	0.15	0.7	1.75	1.75
IV	0.15	1.0	2.25	1.75

İki ülkenin deprem yönetmeliğinde Taşıyıcı sistem davranış katsayısı R bina taşıyıcı sistemi ve sistemin süneklik düzeyine bağlı olarak belirlenmektedir. Türkiye Deprem Yönetmeliğinde deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalarda Süneklik düzeyi yüksek binalar olduğunda R= 8, Süneklik düzeyi normal olduğunda ise R= 4 alınır. Yine Türkiye Deprem Yönetmeliğinde deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalarda Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde R= 7, Süneklik düzeyi normal sistemlerde ise R= 4 alınır. İran Deprem Yönetmeliğinde deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalarda Süneklik düzeyi yüksek binalar olduğunda R= 10 Süneklik düzeyi normal olduğunda ise R= 7 alınır. yine İran Deprem Yönetmeliğinde deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalarda Süneklik düzeyi yüksek sistemlerde, R= 11, Süneklik düzeyi normal sistemlerde ise R= 8 alınır.

Yapının Birinci Doğal Titreşim Periyodu her iki ülkenin Deprem Yönetmeliğinde

$T_1 = 2\pi[\sum m_i d_i^2 / \sum F_i d_i]^{\frac{1}{2}}$ ifadesiyle hesaplanır.

n=hareketli yük katsayısıdır ve Tablo 1.10 ile Tablo1.11'de iki deprem Yönetmeliğine göre verilmiştir.

Tablo 1.10. Hareketli yük azaltma katsayısı (T D Y)

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

Tablo 1.11. Hareketli yük azaltma katsayısı (İ D Y)

Hareketli yükün yeri(konumu)	% n
Eğimli çatılar %20 ≤ eğim	%20
Düz çatılar veya eğim < %20	%20
Konut, kamo binaları, hoteller, oto parklar	%20
Hastane, Okul, vb.	%40
Depo, vb	%60
Su Deposu, vb	%100

Yüksek modların etkisini dikkate almak için binanın N. Katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü:

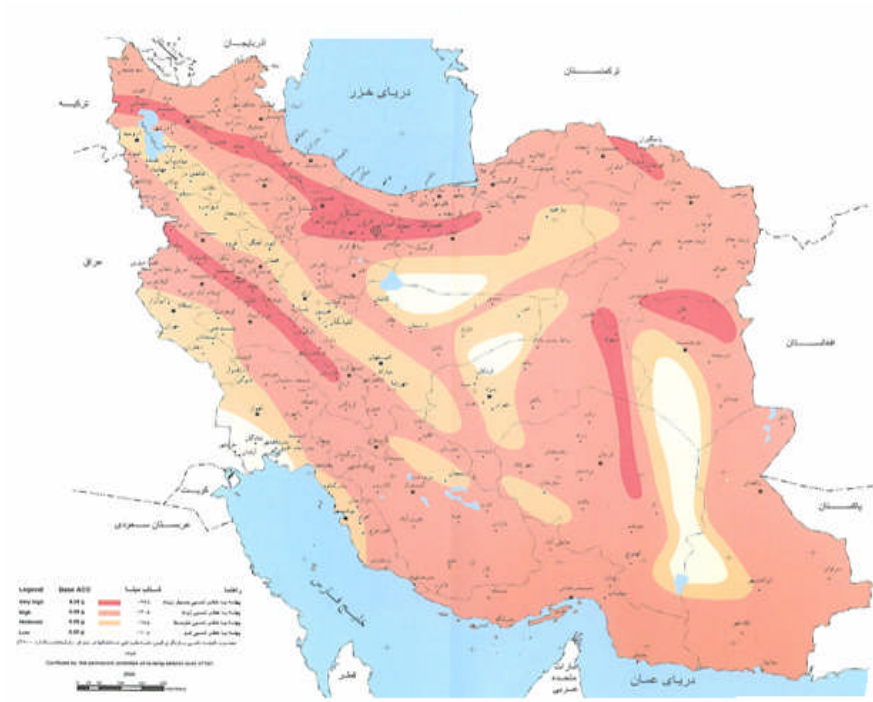
$$\text{Türkiye Deprem Yönetmeliğinde: } \Delta F_N = 0.0075 \times N \times V_t$$

şeklinde

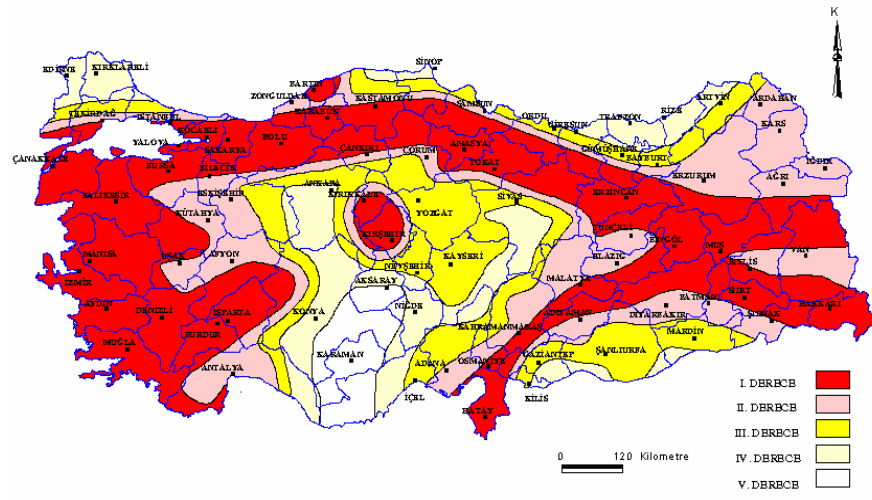
$$\text{İran Deprem Yönetmeliğinde: } F_t = 0.07 TV_t$$

şeklinde hesaplanır. Buna göre F_i , i. kata etkiyen eşdeğer deprem yükünü göstermek üzere, bu yük: $F_i = [(V_i - \Delta F_N) \times w_i \times H_i] / w_j \times H_j$ bağıntısıyla hesaplanır.

Deprem bölgelerinin dağılımını göstermek amacıyla Türkiye ve İran Deprem bölgeleri haritaları aşağıda verilmektedir (Şekil 1.27 ve 1.28).



Şekil 1.27. İran deprem bölgeleri haritası



Şekil 1.28 Türkiye deprem bölgeleri haritası

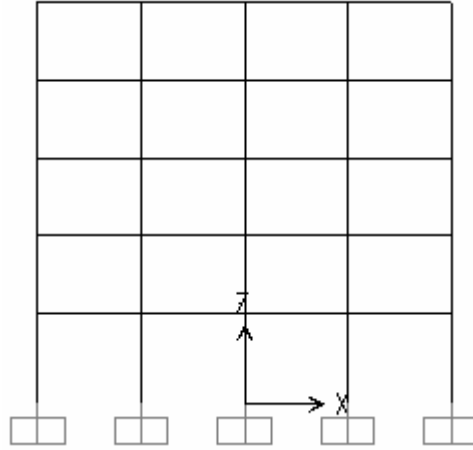
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR, BULGULAR VE İRDELEMELER

Daha önce de belirtildiği gibi bu çalışmanın amacı İran ve Türkiye deprem yönetmeliklerini farklı sistemler kullanarak Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi açısından karşılaştırılması idi.

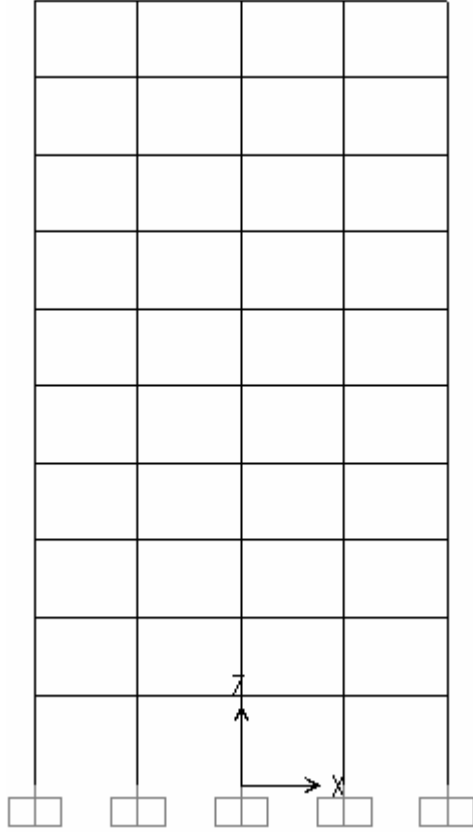
Bu amaç doğrultusunda dikkate alınan 5 ve 10 katlı sistemler sırasıyla Şekil 2.1, Şekil 2.2, Şekil 2.3. Şekil 2.4 ve Şekil 2.5'de verilmektedir.

Tüm çerçevelerdeki kolon, kiriş ve eğik elemanların enkesit boyutları sırasıyla 400mm×900mm, 250mm×500mm ve 300mm×300mm dir.

Çalışmada kullanılan çerçevelerde kolon enkesit boyutlarından büyüğünün eğilme doğrultusunda olduğu dikkate alınmıştır. Malzemenin elastisite modülü $E = 2800$ Mpa olarak kullanılmış, betonarmenin birim ağırlığı ile Poisson oranı ν TS 500'de önerildiği gibi sırasıyla 25 kN/m^3 ve 0.2 alınmıştır. Kolonların kütleleri enkesit boyutlarına bağlı olarak belirlenmiş ancak kirişlerin kütleleri enkesit boyutlarına ilave olarak eklenmiş kütle yaklaşımı kullanılarak kirişlere döşemelerden ve duvarlardan gelen yükler de dikkate alınarak hesaplanmıştır. Bu hesapta dikkate alınan çerçevenin her iki yanında çerçeveye dik doğrultuda 4 m açıklıklı ve 12 cm kalınlıklı bir döşemenin var olduğu kabul edilmiştir.

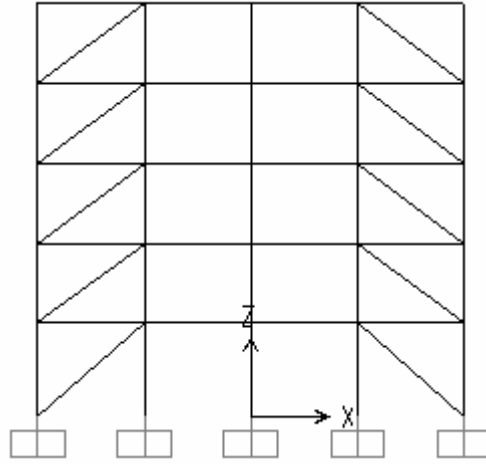


(a) 5 katlı, 4 açıklıklı, geleneksel çerçeve (çerçeve no:1)

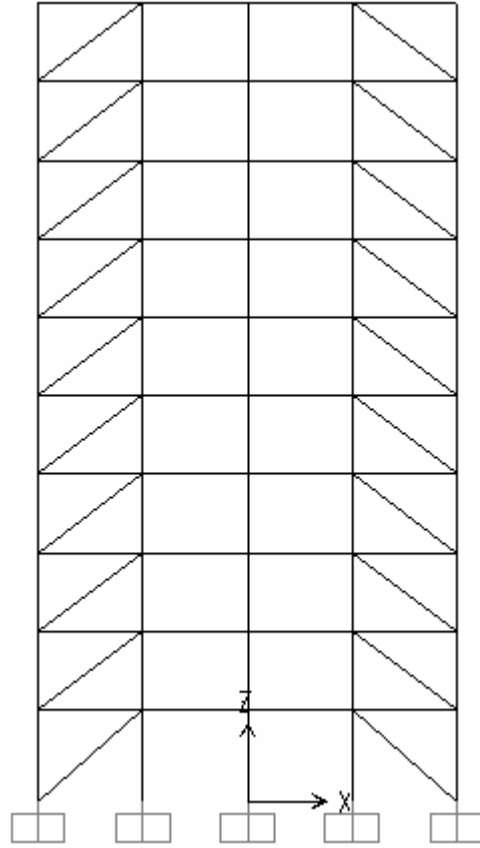


(b) 10 katlı, 4 açıklıklı, geleneksel çerçeve (çerçeve no:1)

Şekil 2.1. Çalışmada dikkate alınan geleneksel çerçeveler (çerçeve no:1)

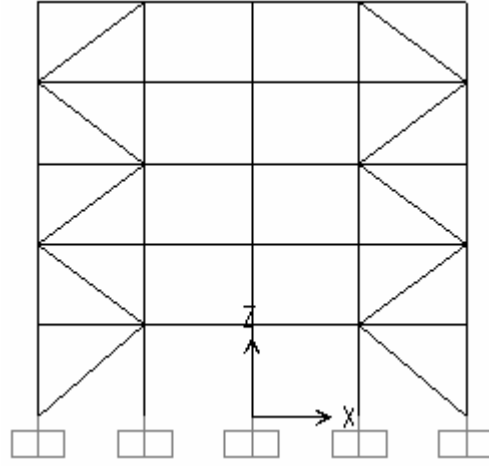


(a) 5 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2)

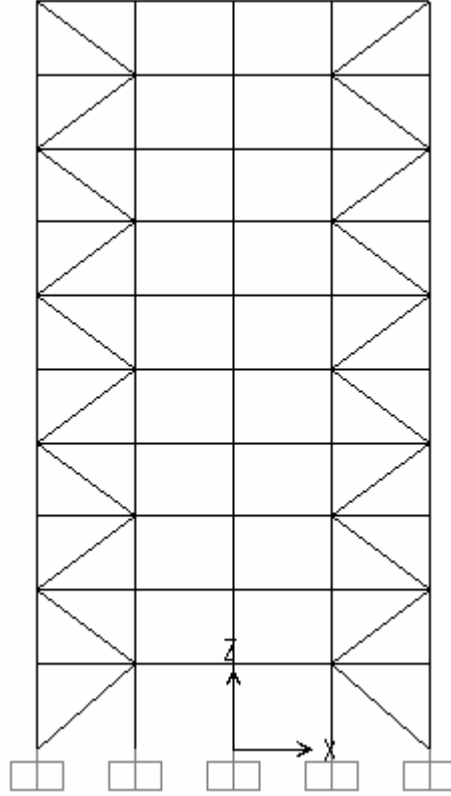


(b) 10 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2)

Şekil 2.2. Çalışmada dikkate alınan tek eğik elemanlı sistem(çerçeve no:2)

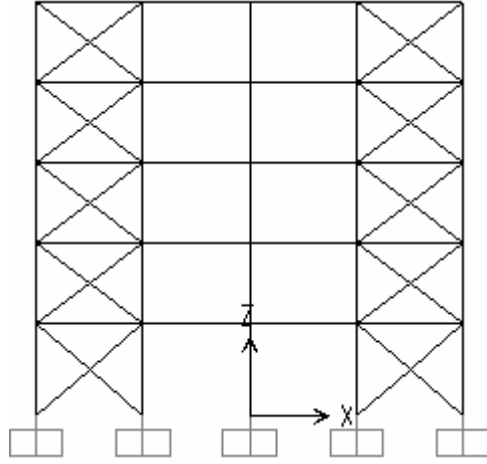


(a) 5 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3)

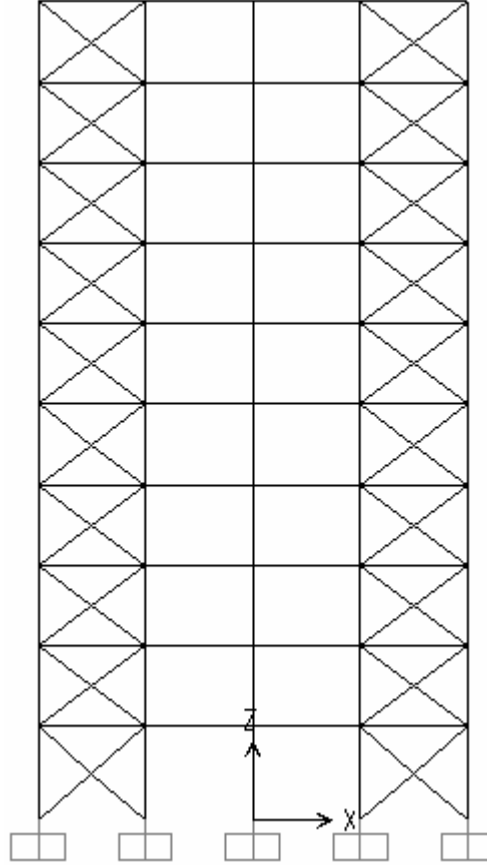


(b) 10 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3)

Şekil 2.3. Çalışmada dikkate alınan tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3)

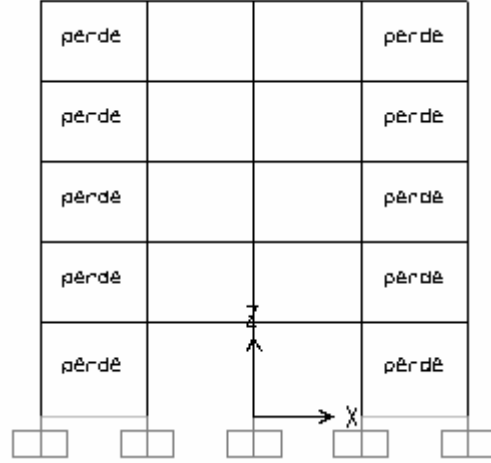


(a) 5 katlı, 4 açıklıklı, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4)

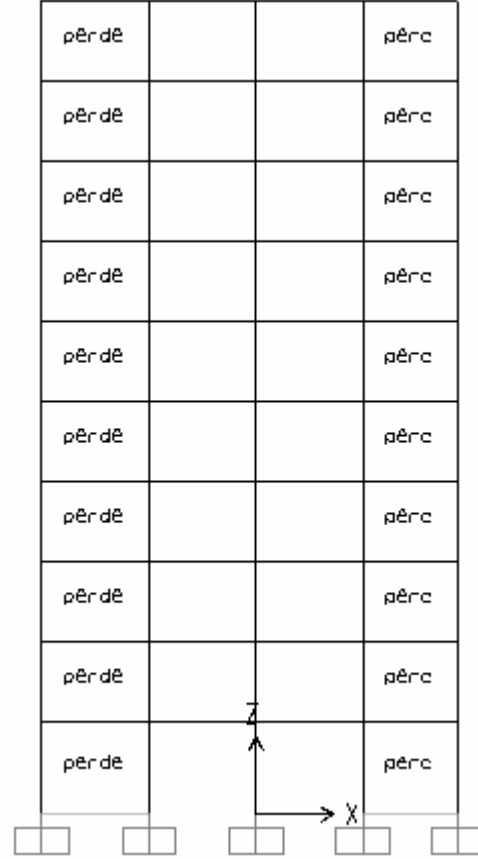


(b) 10 katlı, 4 açıklıklı, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4)

Şekil 2.4. Çalışmada dikkate alınan çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4)



(a) 5 katlı, 4 açıklıklı, betonarme perdeli sistem(çerçeve no:5)

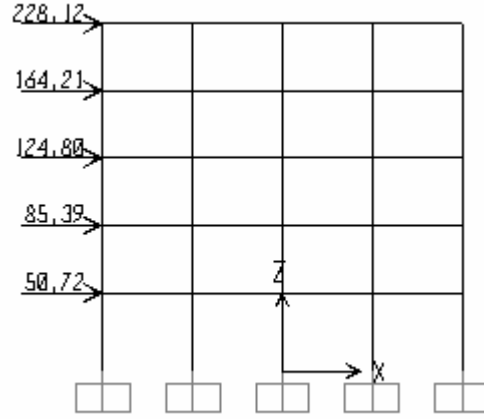


(b) 10 katlı, 4 açıklıklı, betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5)

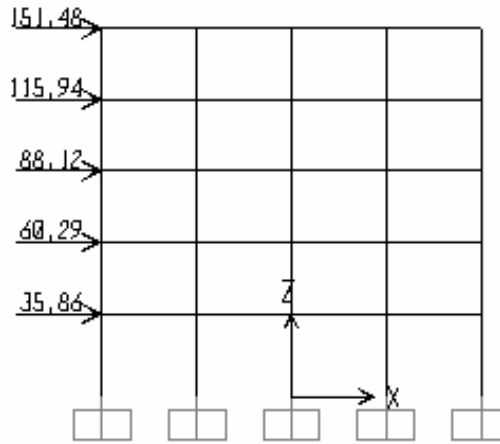
Şekil 2.5. Çalışmada dikkate alınan betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5)

Kısım 1.6'da verilen bağıntılar kullanılarak çalışmada dikkate alınan tüm sistemler için belirlenen toplam eşdeğer deprem yükü kat seviyelerine dağıtılmıştır. Bu dağıtma

işlemi sonucunda belirlenen yatay yükler 5 katlı sistemlerden geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.6'da, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.7'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.8'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.9'da ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.10'da verilmektedir.

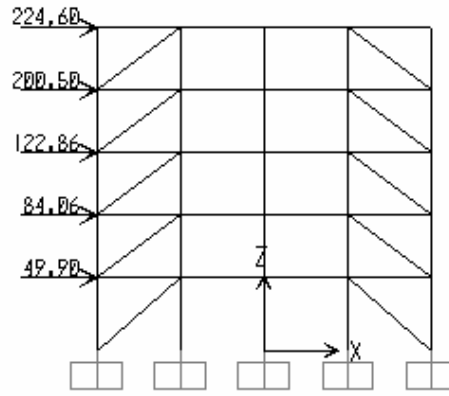


(a) 5 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:1) (T D Y)

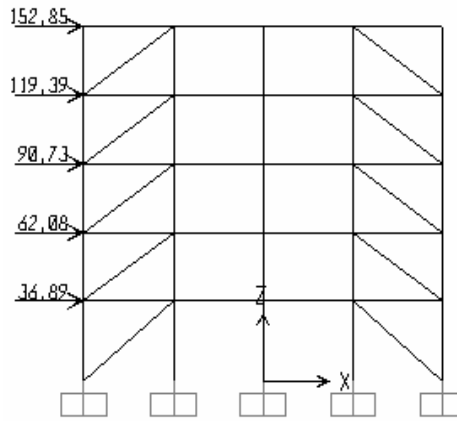


(b) 5 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:1) (İ D Y)

Şekil 2.6. 5 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkiyen yatay yükler

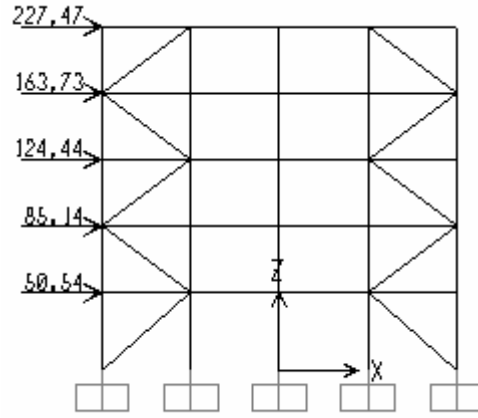


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:2) (T D Y)

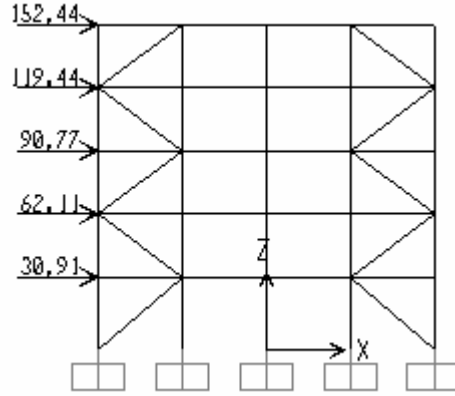


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:2) (İ D Y)

Şekil 2.7. 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler

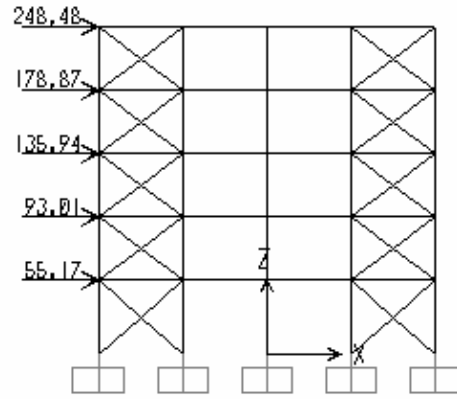


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:3) (T D Y)

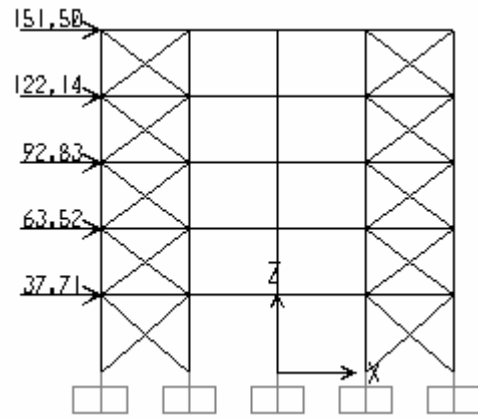


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:3) (İ D Y)

Şekil 2.8. 5 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler

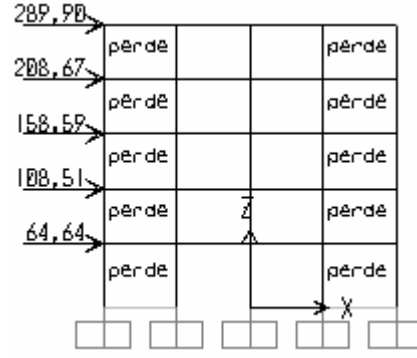


(a) 5 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:4) (T D Y)

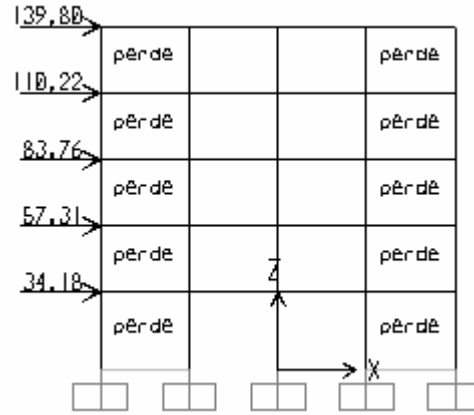


(b) 5 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:4) (İ D Y)

Şekil 2.9. 5 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler



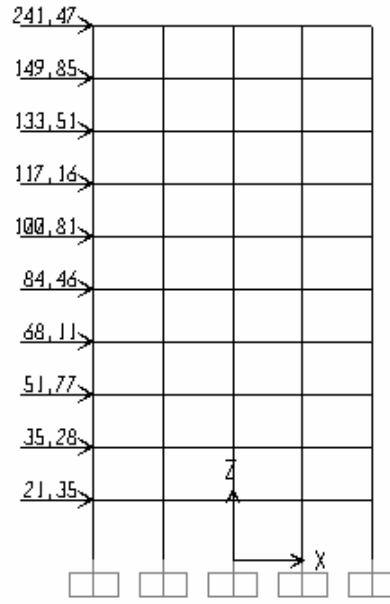
(a) 5 katlı Betonarme perdeli sisteme etkileyen yatay yükler (çerçeve no:5) (T D Y)



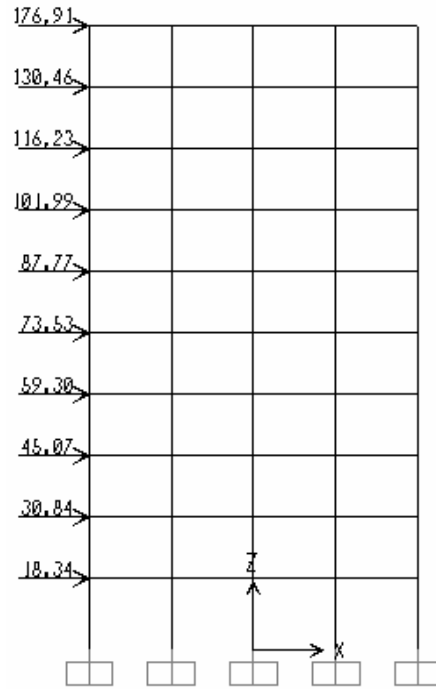
(b) 5 katlı Betonarme perdeli sisteme etkileyen yatay yükler (çerçeve no:5) (İ D Y)

Şekil 2.10. 5 katlı Betonarme perdeli sisteme etkileyen yatay yükler

Benzer şekilde dağıtma işlemi sonucunda belirlenen yatay yükler 10 katlı sistemlerden geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.11'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.12'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.13'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.14'de ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.15'de verilmektedir.

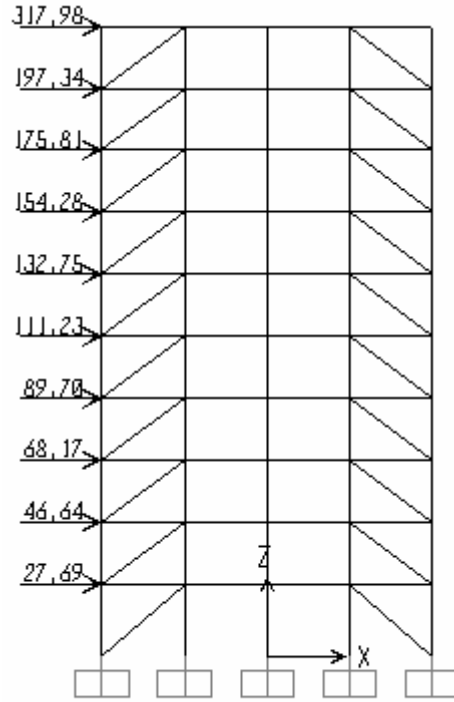


(a) 10 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkileyen yatay yükler (çerçeve no:1) (T D Y)

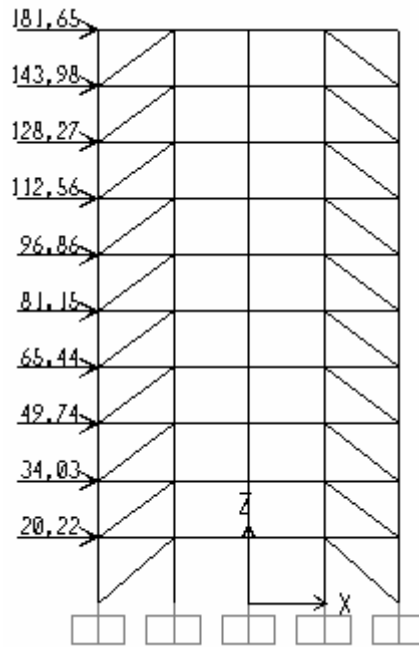


(b) 10 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkileyen yatay yükler (çerçeve no:1) (İ D Y)

Şekil 2.11. 10 katlı geleneksel çerçeve sisteme etkileyen yatay yükler

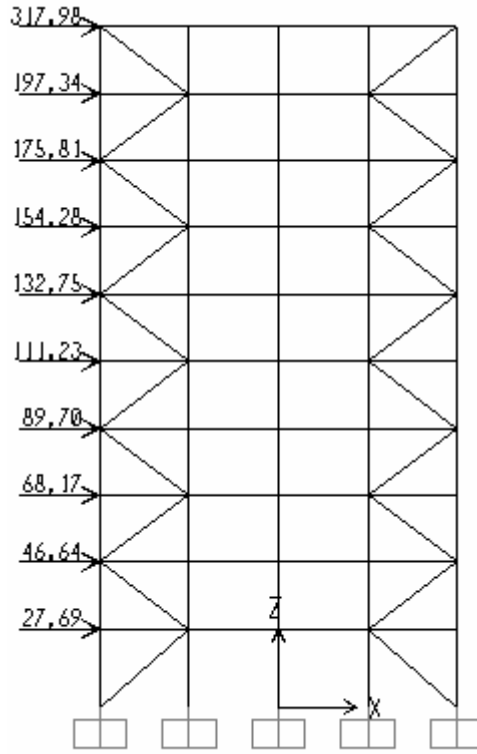


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:2) (T D Y)

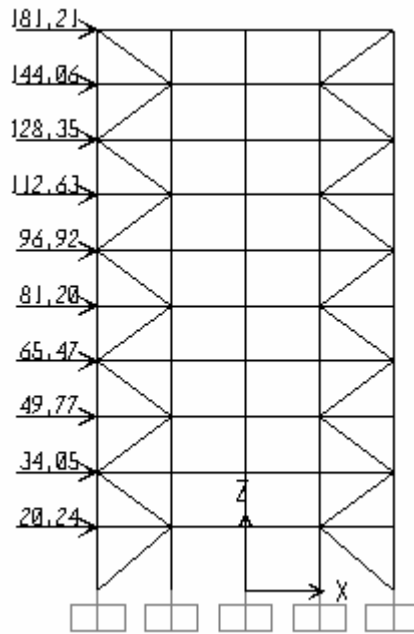


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:2) (İ D Y)

Şekil 2.12. 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler

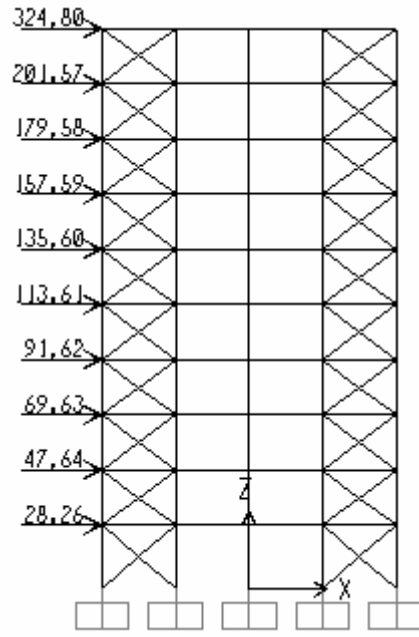


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:3) (T D Y)

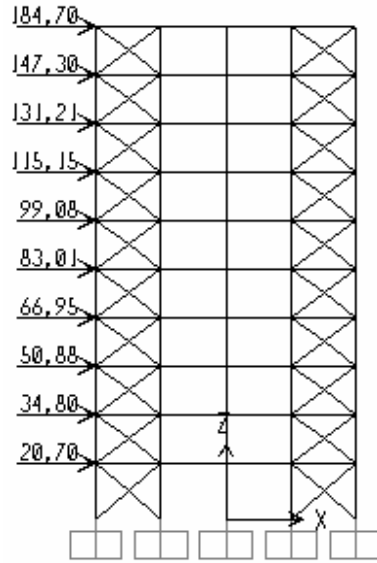


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:3) (İ D Y)

Şekil 2.13. 10 katlı tek eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler

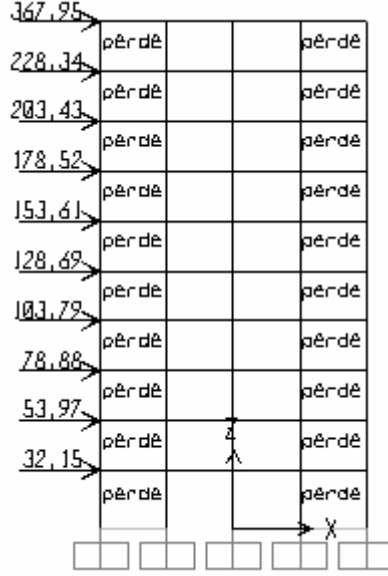


(a) 10 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:4) (T D Y)

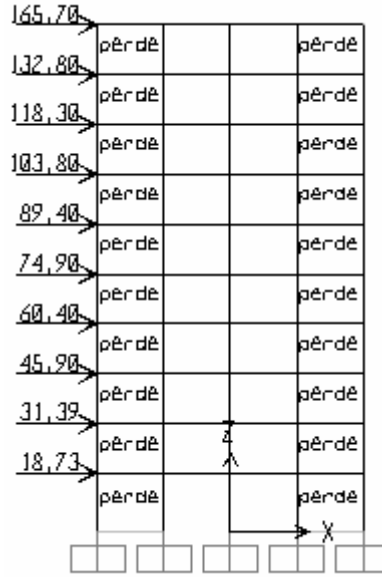


(b) 10 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:4) (İ D Y)

Şekil 2.14. 10 katlı çift eğik elemanlı sisteme etkiyen yatay yükler



(a)10 katlı Betonarme perdeli sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:5) (T D Y)

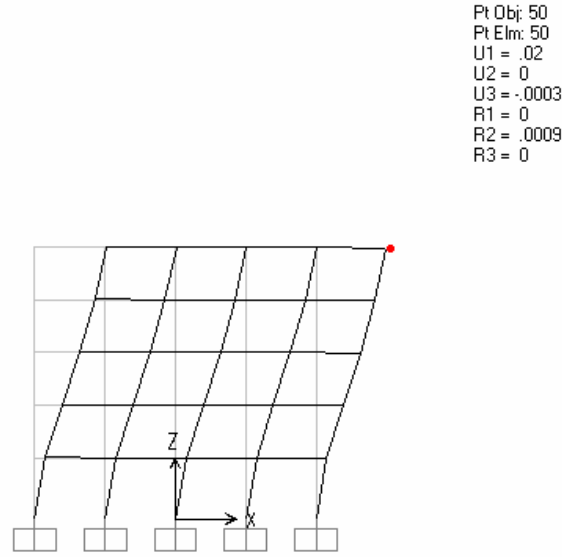


(b)10 katlı Betonarme perdeli sisteme etkiyen yatay yükler (çerçeve no:5) (İ D Y)

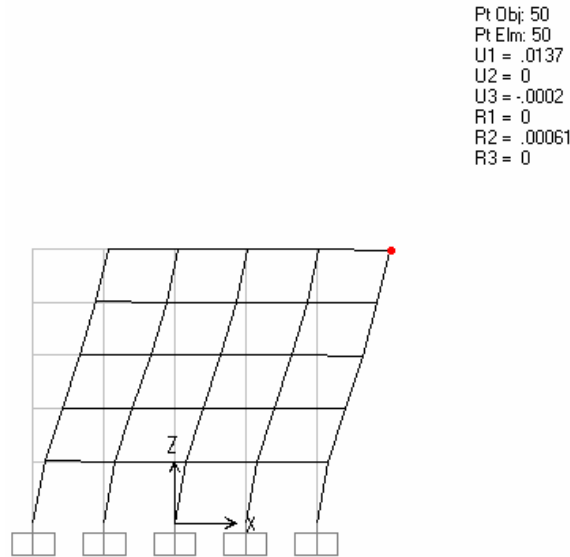
Şekil 2.15. 10 katlı Betonarme perdeli sisteme etkiyen yatay yükler

Belirlenen yükler altında çalışmada dikkate alınan tüm sistemler yapısal çözümleme programı SAP 2000 kullanılarak çözümlenmiş ve her bir sisteme ait yerdeğiştirme, normal kuvvet, kesme kuvveti ve eğilme momenti diyagramları belirlenmiştir.

5 katlı sistemler için belirlenen yerdeğiştirme diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.16'da, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.17'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.18'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.19'da ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.20'de verilmektedir.



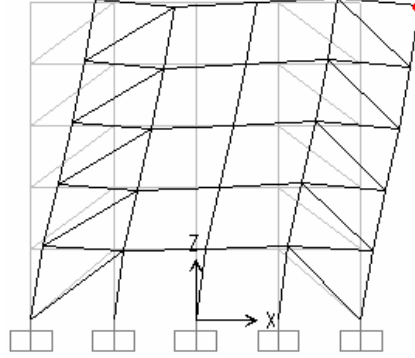
(a) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)



(b) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

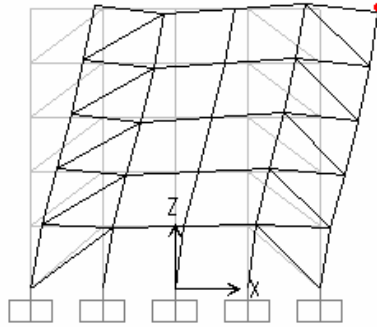
Şekil 2.16. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0041
 U2 = 0
 U3 = -.0003
 R1 = 0
 R2 = .0002
 R3 = 0



(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

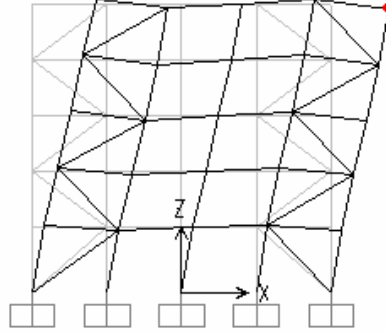
Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0041
 U2 = 0
 U3 = -.0003
 R1 = 0
 R2 = .0002
 R3 = 0



(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

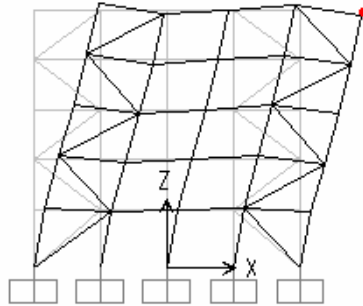
Şekil 2.17. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0052
 U2 = 0
 U3 = -.0005
 R1 = 0
 R2 = .00029
 R3 = 0



(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

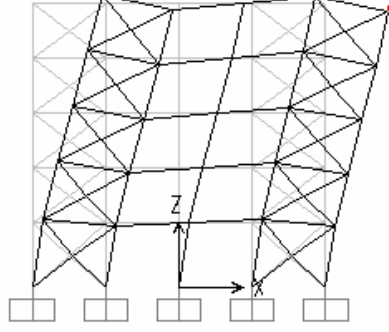
Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0036
 U2 = 0
 U3 = -.0003
 R1 = 0
 R2 = .0002
 R3 = 0



(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

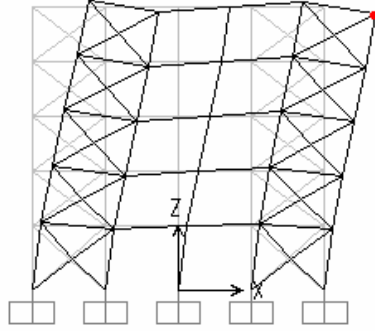
Şekil 2.18. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0043
 U2 = 0
 U3 = -.0005
 R1 = 0
 R2 = .00027
 R3 = 0



(a) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

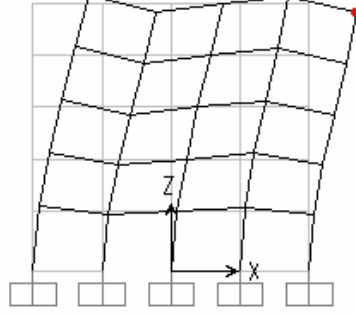
Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0028
 U2 = 0
 U3 = -.0003
 R1 = 0
 R2 = .00017
 R3 = 0



(b) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

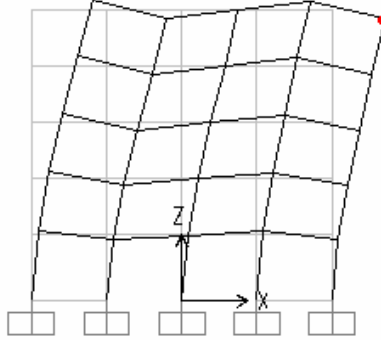
Şekil 2.19. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0028
 U2 = 0
 U3 = -.0004
 R1 = 0
 R2 = .00023
 R3 = 0



(a) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

Pt Obj: 50
 Pt Elm: 50
 U1 = .0014
 U2 = 0
 U3 = -.0002
 R1 = 0
 R2 = .00011
 R3 = 0



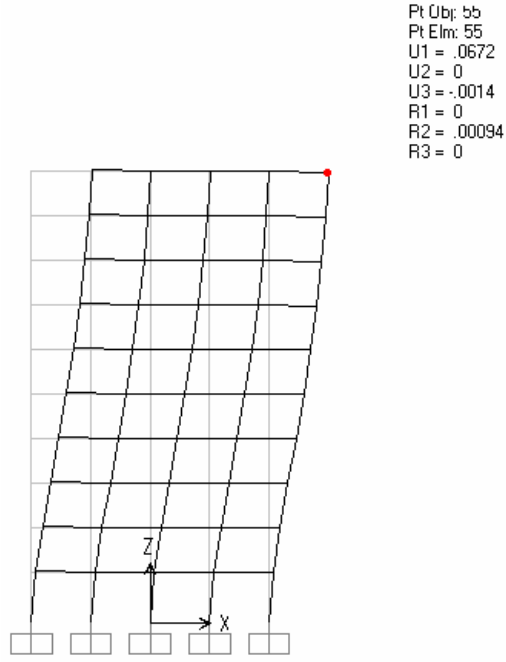
(b) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

Şekil 2.20. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

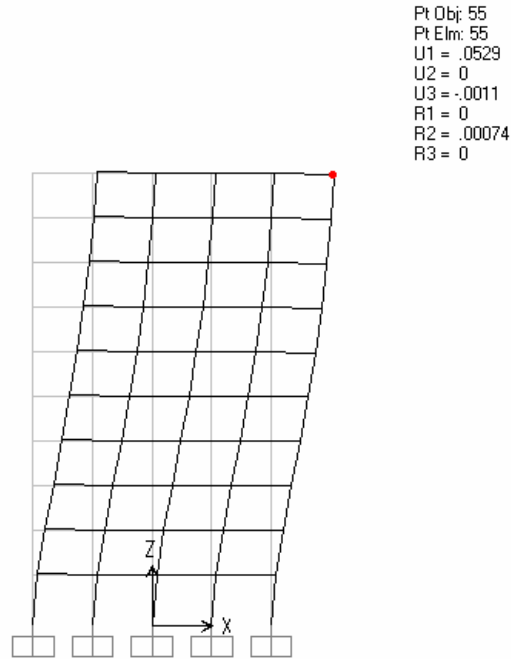
Şekil 2.16, Şekil 2.17, Şekil 2.18, Şekil 2.19 ve Şekil 2.20'den görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum yerdeğiştirme geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum

yerdeşiştirme ise betonarme perdeli (çerçeve no:5) sistemde İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözümlendiğinde elde edilmektedir.

Benzer şekilde 10 katlı sistemler için belirlenen yerdeşiştirme diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.21'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.22'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.23'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.24'de ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.25'de verilmektedir.

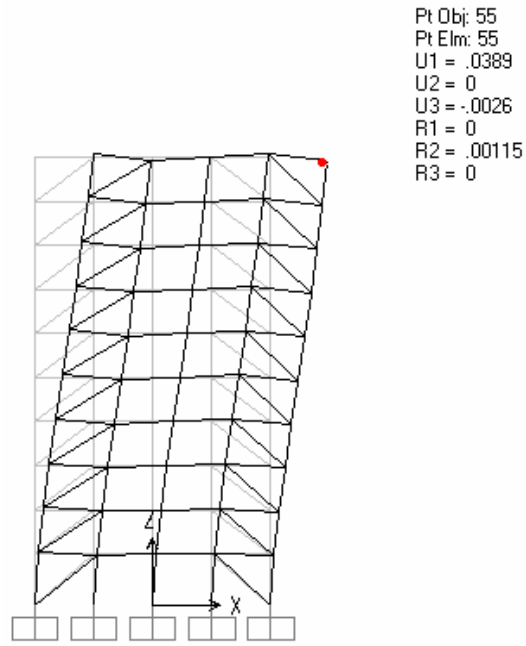


(a) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

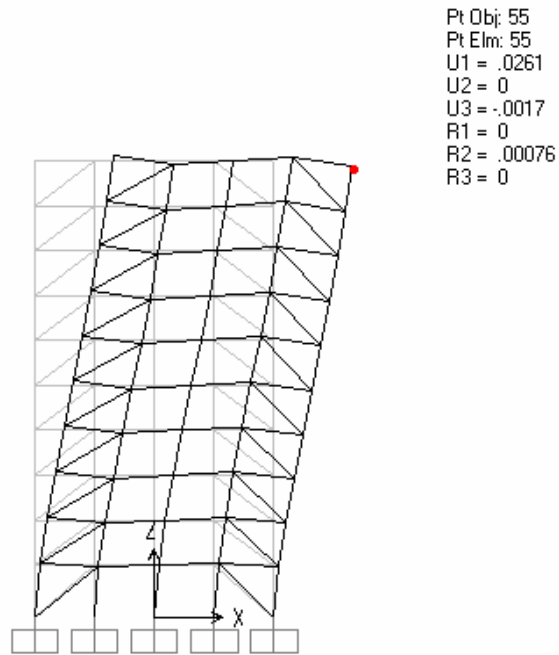


(b) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

Şekil 2.21. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler



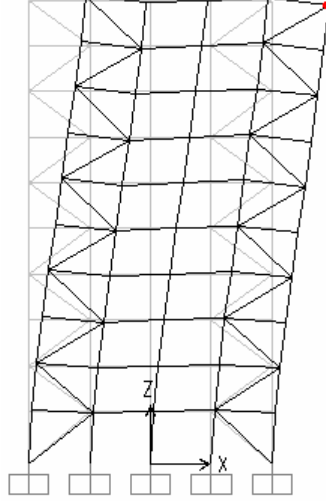
(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)



(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

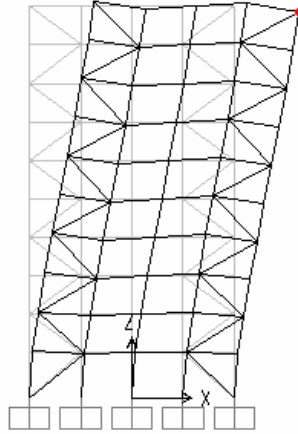
Şekil 2.22. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

Pt Obj: 55
 Pt Elm: 55
 U1 = .0372
 U2 = 0
 U3 = -.0029
 R1 = 0
 R2 = .00116
 R3 = 0



(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

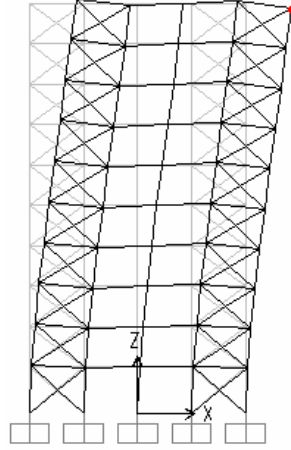
Pt Obj: 55
 Pt Elm: 55
 U1 = .025
 U2 = 0
 U3 = -.0019
 R1 = 0
 R2 = .00077
 R3 = 0



(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

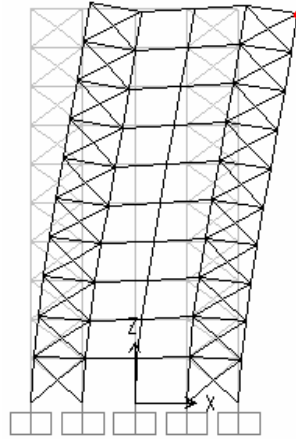
Şekil 2.23. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

Pt Obj: 55
 Pt Elm: 55
 U1 = .0339
 U2 = 0
 U3 = -.0031
 R1 = 0
 R2 = .00123
 R3 = 0



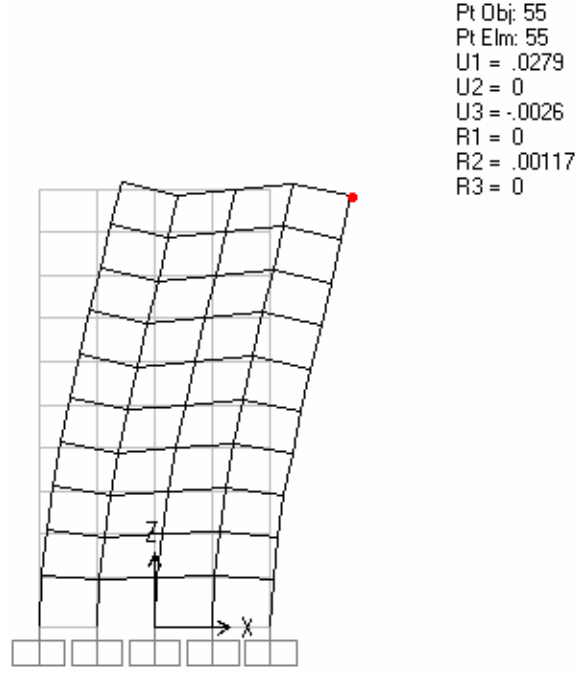
(a) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)

Pt Obj: 55
 Pt Elm: 55
 U1 = .0228
 U2 = 0
 U3 = -.002
 R1 = 0
 R2 = .00081
 R3 = 0

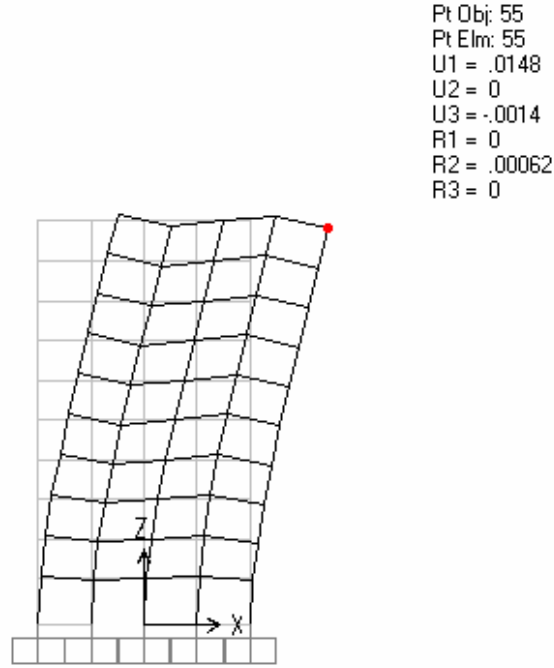


(b) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

Şekil 2.24. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler



(a) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (T D Y)



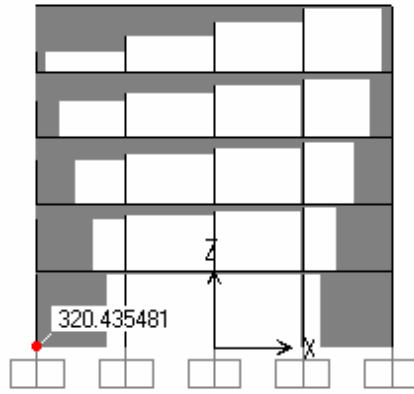
(b) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında yerdeğiştirme (İ D Y)

Şekil 2.25. Uygulanan yükler altında yerdeğiştirmeler

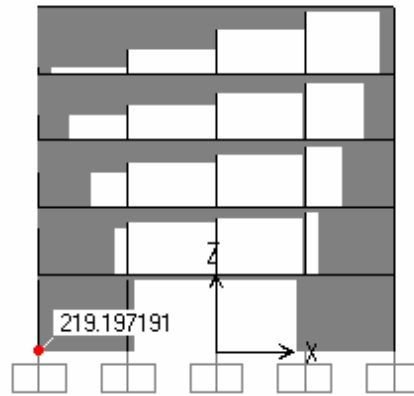
Şekil 2.21, Şekil 2.22, Şekil 2.23, Şekil 2.24 ve Şekil 2.25'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum yerdeğiştirme geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1)

Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum yerdeğiştirme ise betonarme perdeli (çerçeve no:5) sistemde İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

5 katlı sistemler için belirlenen normal kuvvet diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.26'da, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.27'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.28'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.29'da ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.30'da verilmektedir.

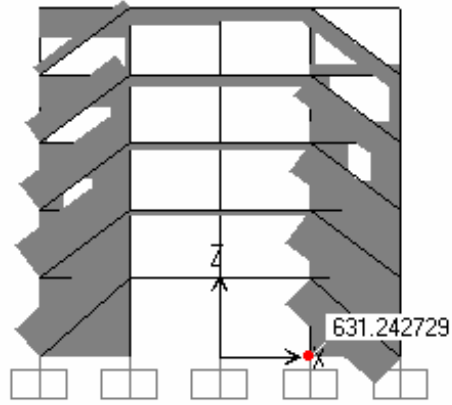


(a) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

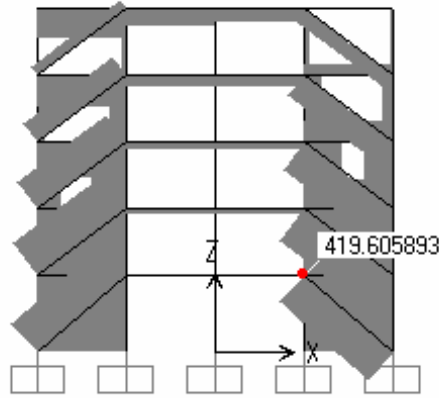


(b) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.26. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

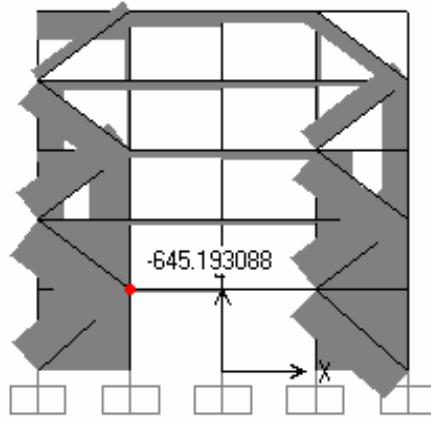


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

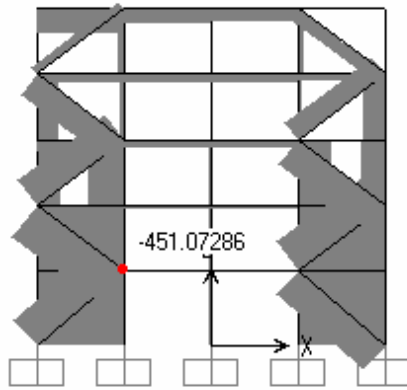


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.27. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

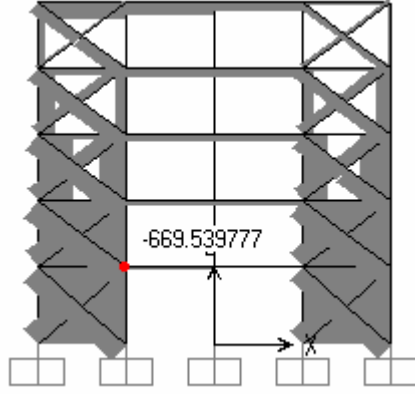


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

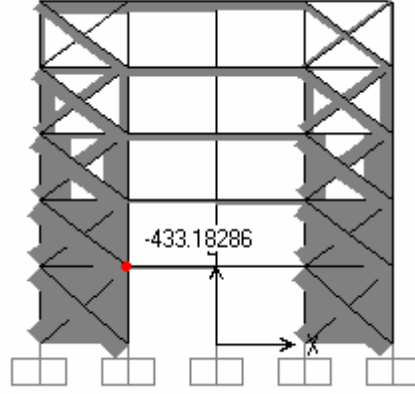


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.28. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

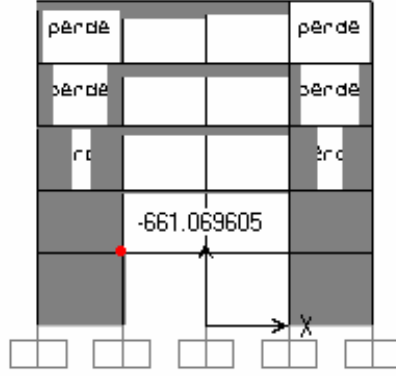


(a) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

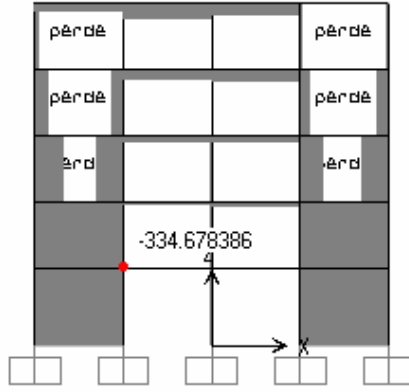


(b) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.29. Uygulanan yükler altında normal kuvvetler



(a) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

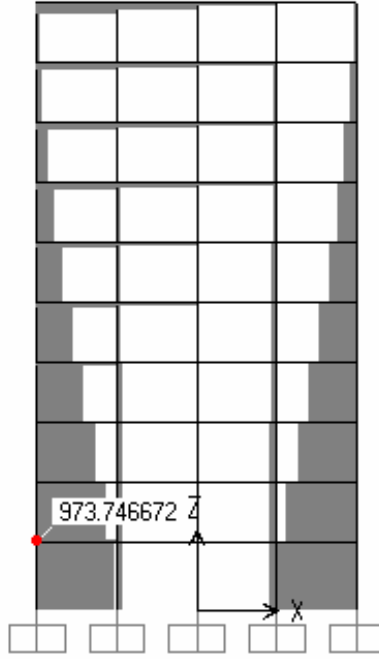


(b) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

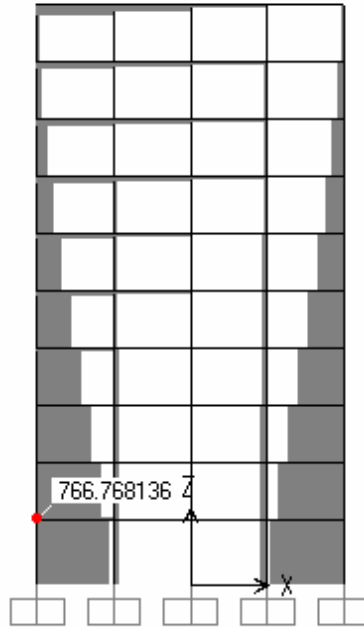
Şekil 2.30. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

Şekil 2.26, Şekil 2.27, Şekil 2.28, Şekil 2.29 ve Şekil 2.30'dan görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum normal kuvvet çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum normal kuvvet ise geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

Benzer şekilde 10 katlı sistemler için belirlenen normal kuvvet diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.31'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.32'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.33'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.34'de ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.35'de verilmektedir.

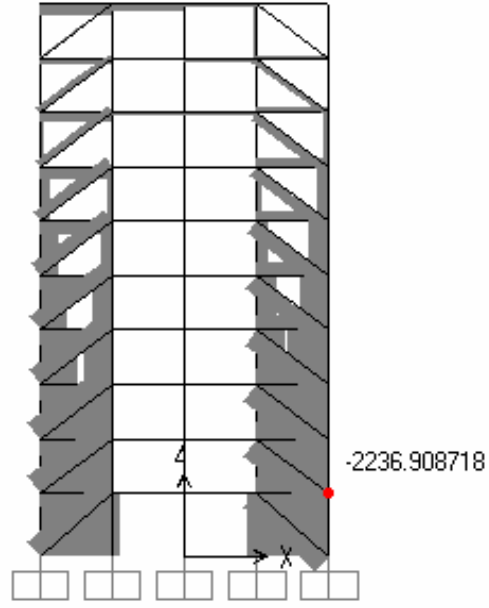


(a) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

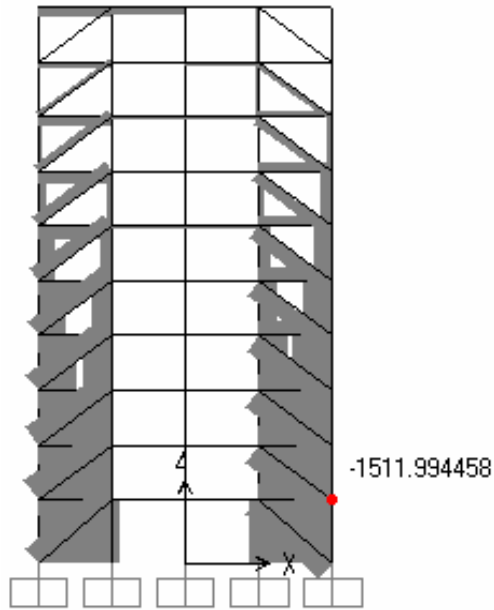


(b) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.31. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

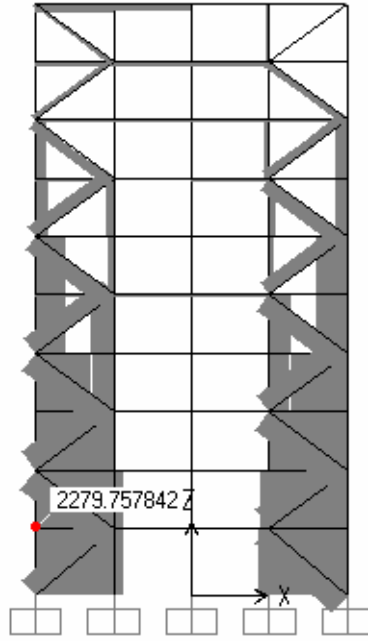


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

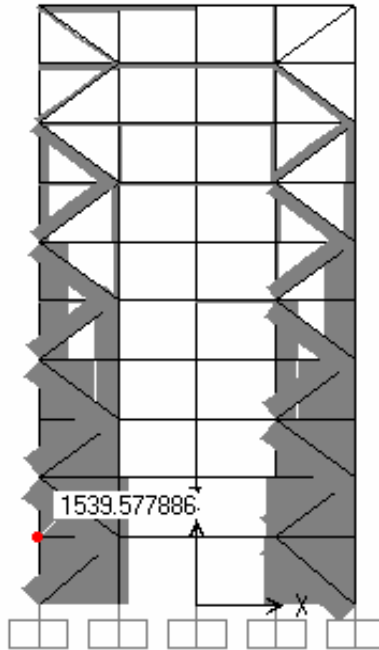


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.32. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

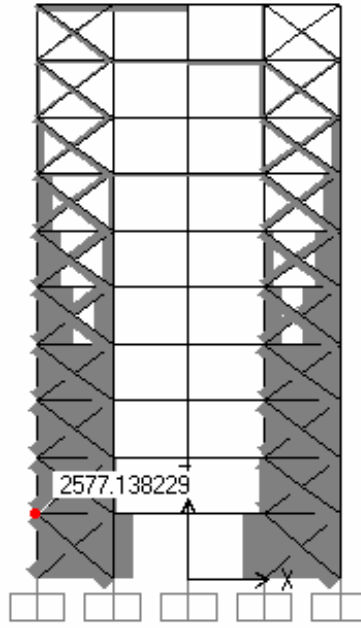


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

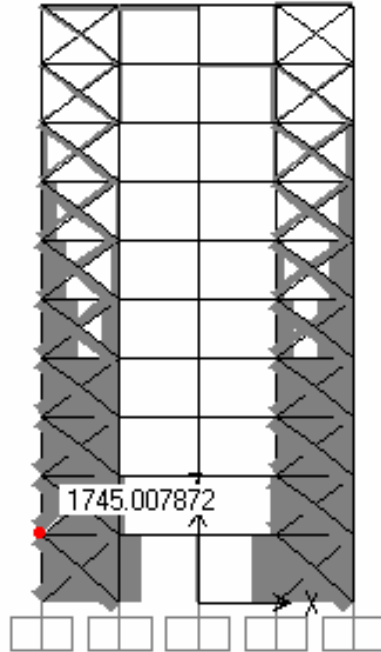


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.33. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

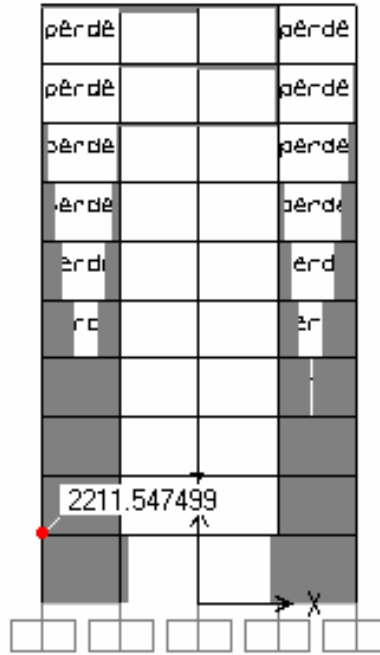


(a) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

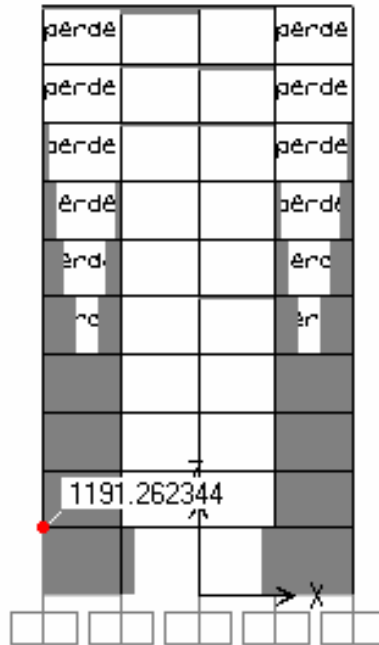


(b) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

Şekil 2.34. Uygulanan yükler altında normal kuvvetler



(a) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (T D Y)

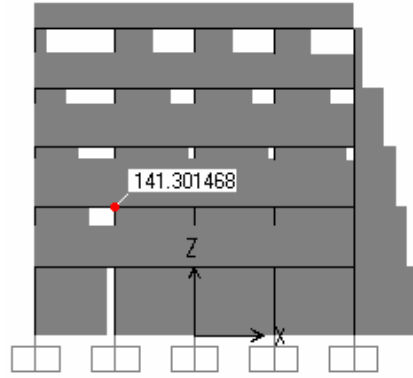


(b) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvet (İ D Y)

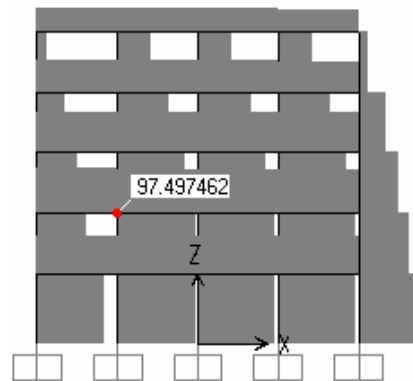
Şekil 2.35. Uygulanan yükler altında maksimum normal kuvvetler

Şekil 2.31, Şekil 2.32, Şekil 2.33, Şekil 2.34 ve Şekil 2.35'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum normal kuvvet çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum normal kuvvet ise geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

5 katlı sistemler için belirlenen kesme kuvveti diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.36'da, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.37'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.38'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.39'da ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.40'da verilmektedir.

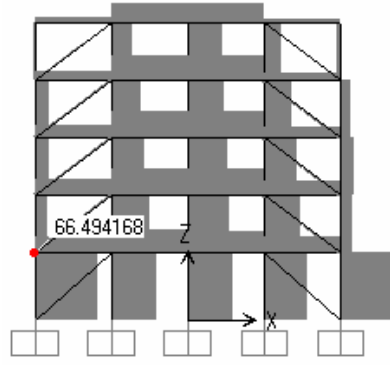


(a) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

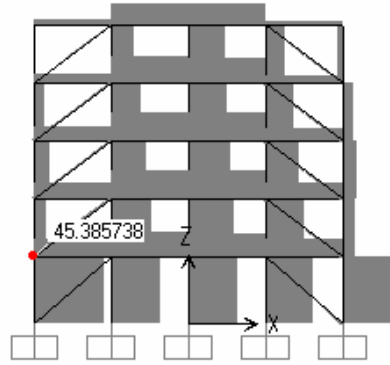


(b) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.36. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

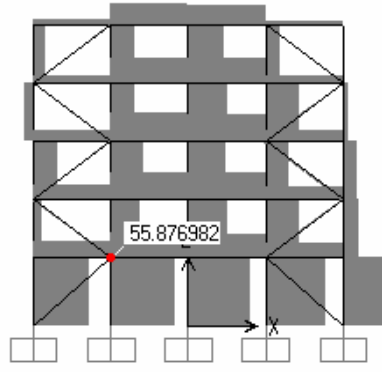


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

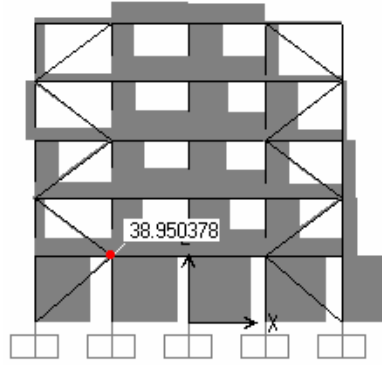


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.37. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

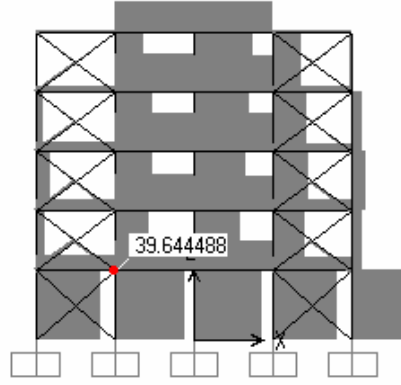


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

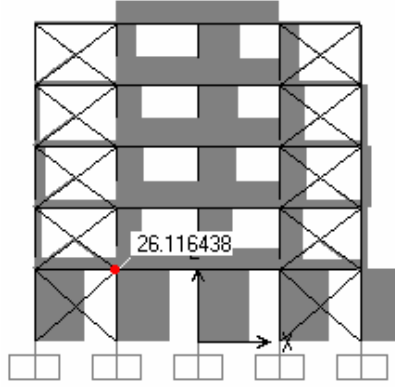


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.38. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

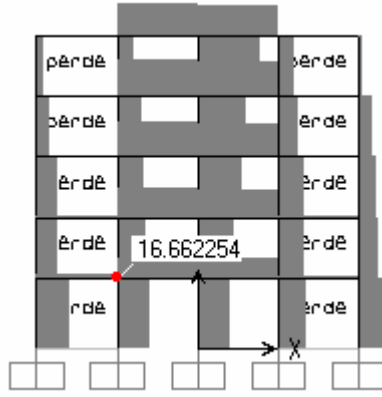


(a) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

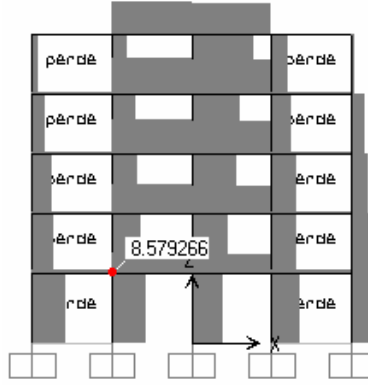


(b) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.39. Uygulanan yükler altında kesme kuvvetleri



(a) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

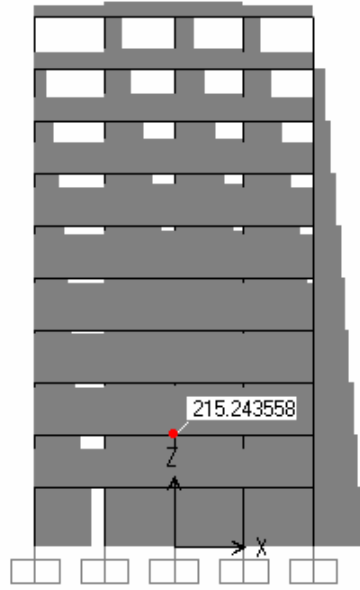


(b) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

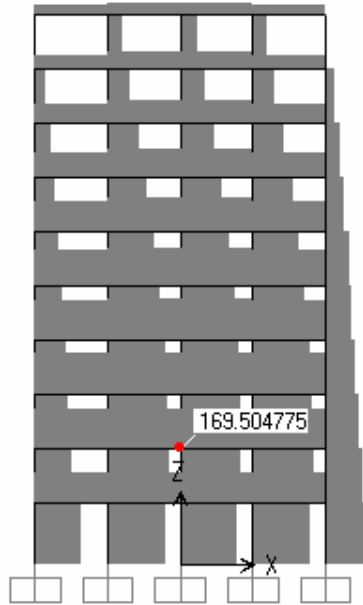
Şekil 2.40. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

Şekil 2.36, Şekil 2.37, Şekil 2.38, Şekil 2.39 ve Şekil 2.40'dan görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum kesme kuvveti geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum kesme kuvveti ise Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

Benzer şekilde 10 katlı sistemler için belirlenen kesme kuvveti diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.41'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.42'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.43'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.44'de ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.45'de verilmektedir.

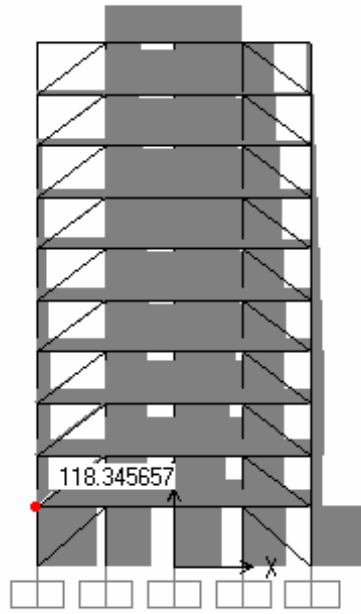


(a) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

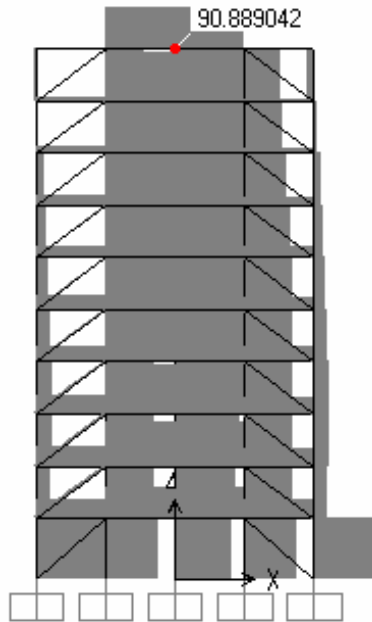


(b) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.41. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

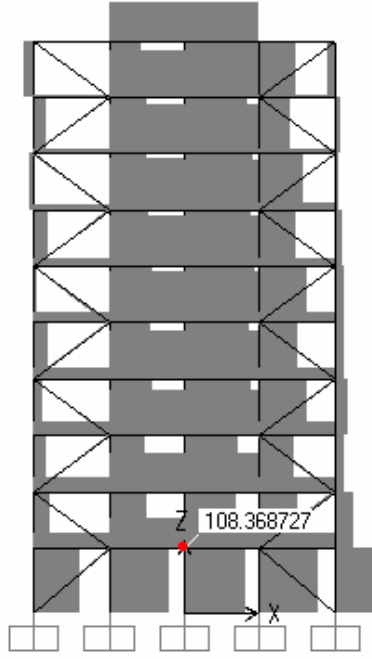


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

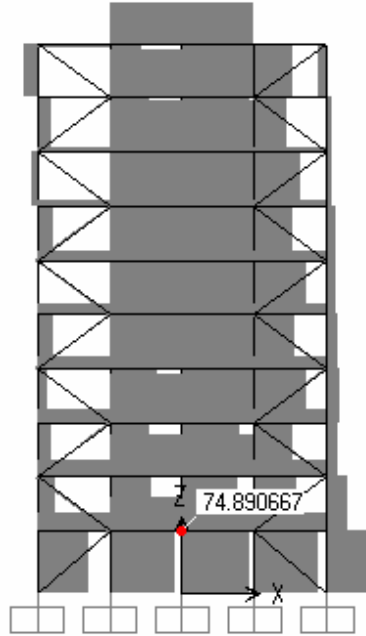


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.42. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

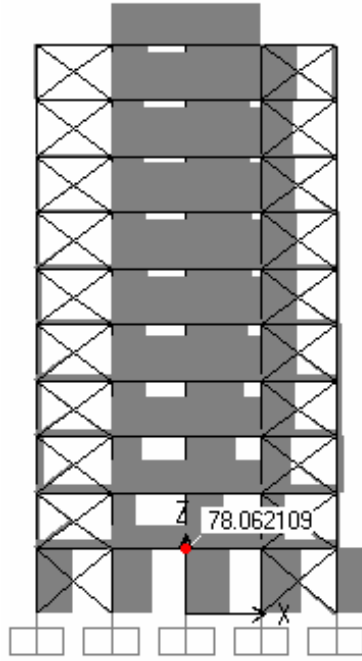


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

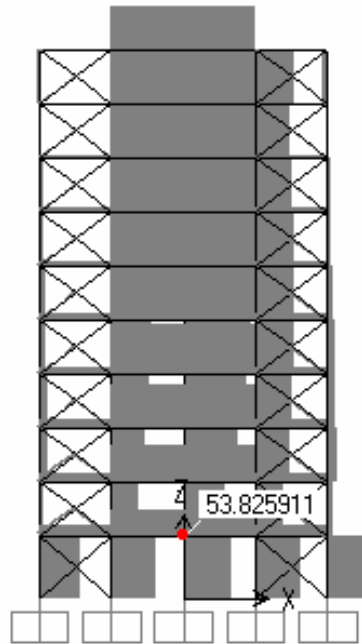


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.43. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

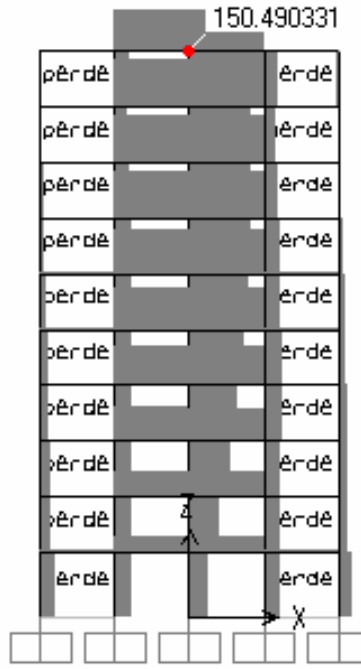


(a) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

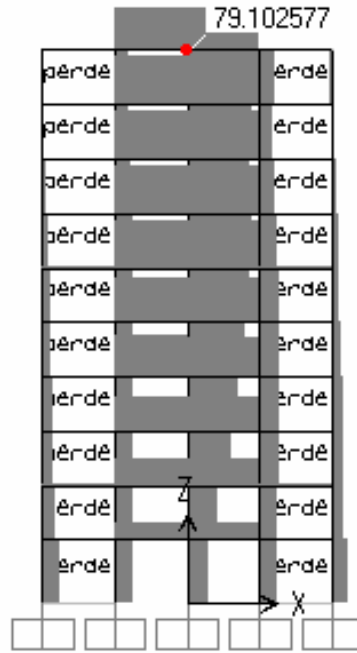


(b) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

Şekil 2.44. Uygulanan yükler altında kesme kuvvetleri



(a) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (T D Y)

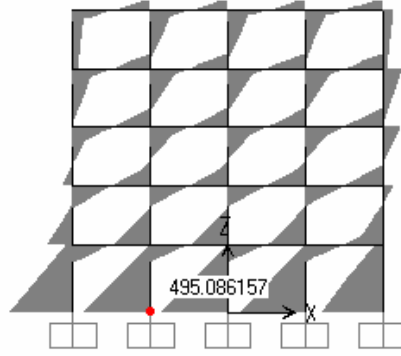


(b) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvveti (İ D Y)

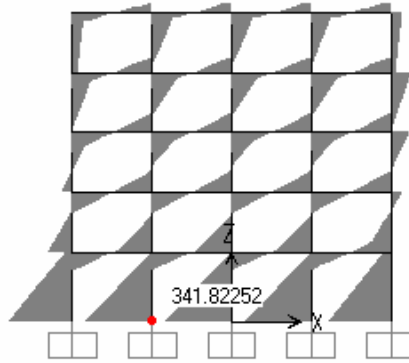
Şekil 2.45. Uygulanan yükler altında maksimum kesme kuvvetleri

Şekil 2.41, Şekil 2.42, Şekil 2.43, Şekil 2.44 ve Şekil 2.45'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum kesme kuvveti geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum kesme kuvveti ise çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

5 katlı sistemler için belirlenen eğilme momenti diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.46'da, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.47'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.48'de, çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.49'da ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.50'de verilmektedir.

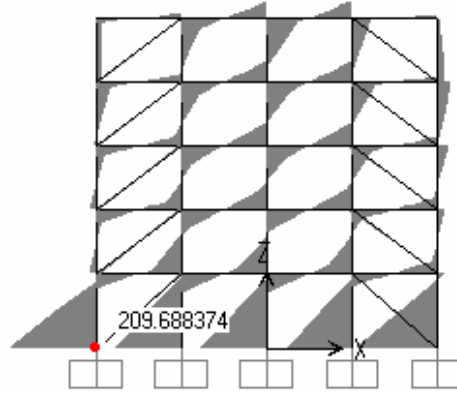


(a) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

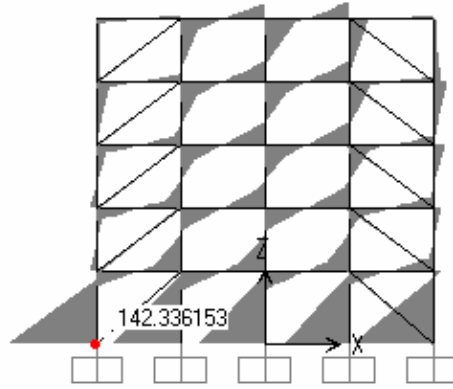


(b) 5 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.46. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

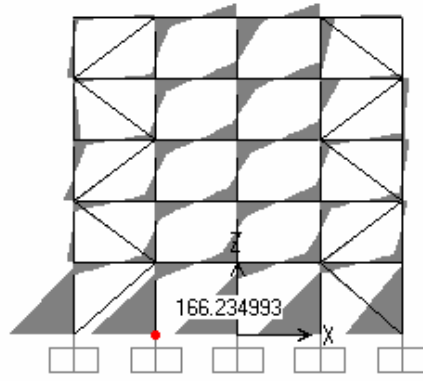


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

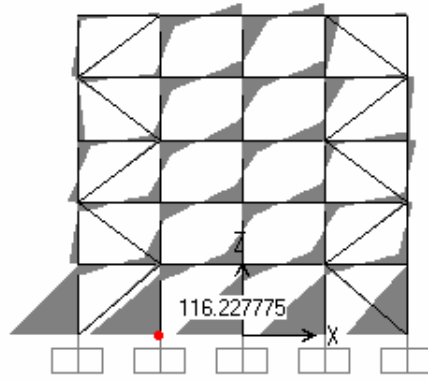


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.47. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

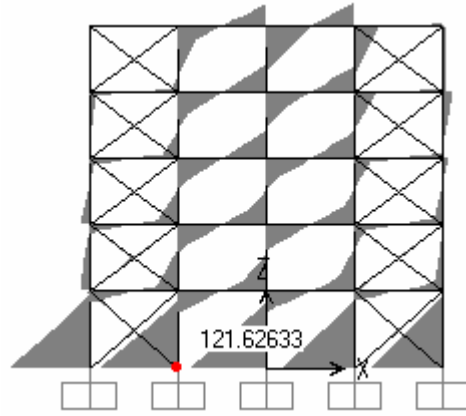


(a) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

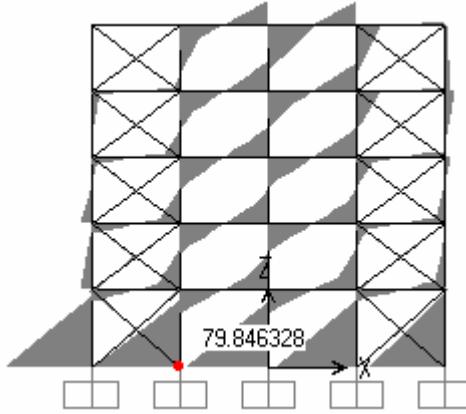


(b) 5 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (I D Y)

Şekil 2.48. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

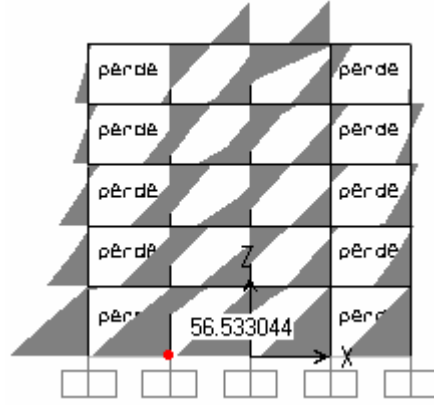


(a) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

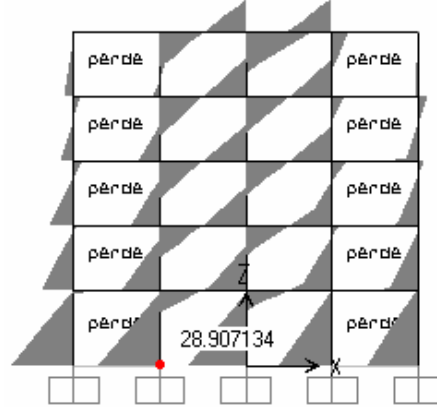


(b) 5 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.49. Uygulanan yükler altında eğilme momentleri



(a) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)



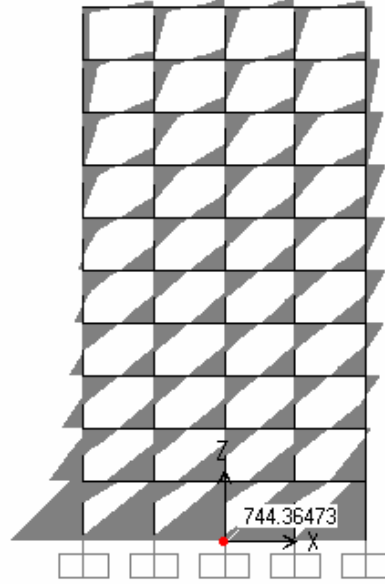
(b) 5 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.50. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

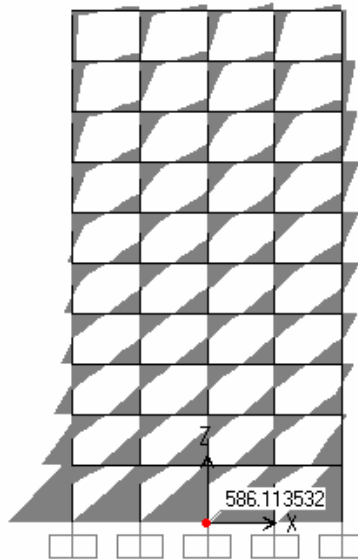
Şekil 2.46, Şekil 2.47, Şekil 2.48, Şekil 2.49 ve Şekil 2.50'den görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum eğilme momenti geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum eğilme momenti ise Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

Benzer şekilde 10 katlı sistemler için belirlenen eğilme momenti diyagramları geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) için Şekil 2.51'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) Şekil 2.52'de, tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) Şekil 2.53'de, çift eğik elemanlı

sistem (çerçeve no:4) Şekil 2.54'de ve betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) için Şekil 2.55'de verilmektedir.

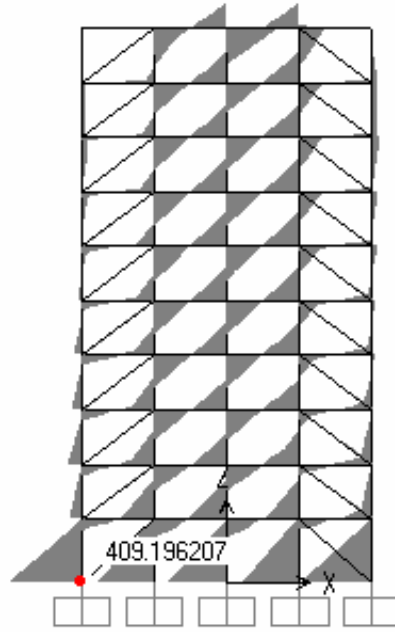


(a) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

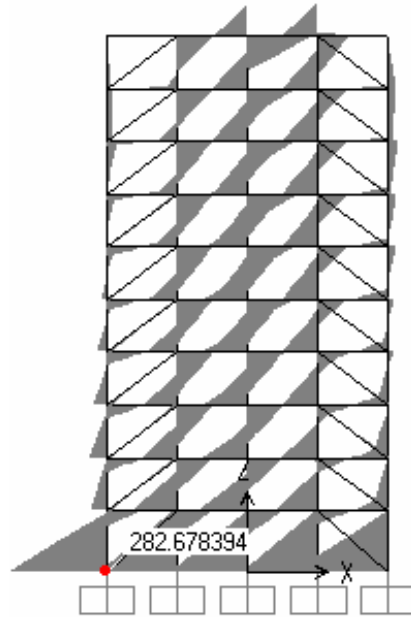


(b) 10 katlı geleneksel çerçeve (çerçeve no:1) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.51. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

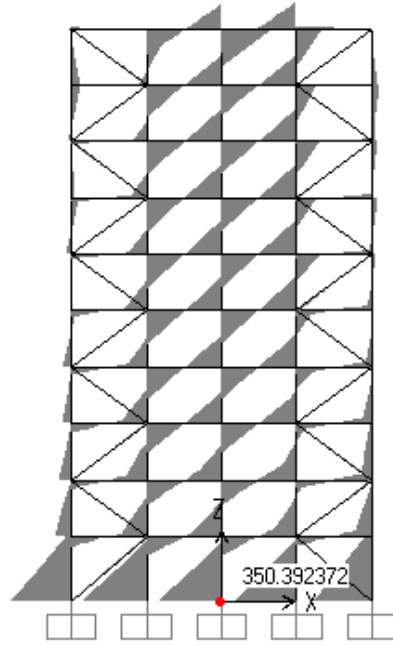


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

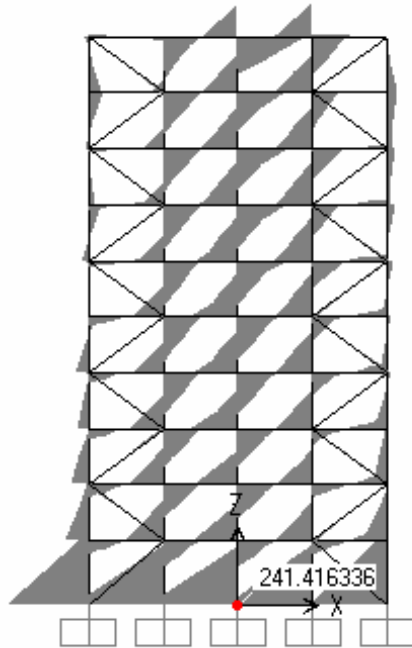


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:2) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.52. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

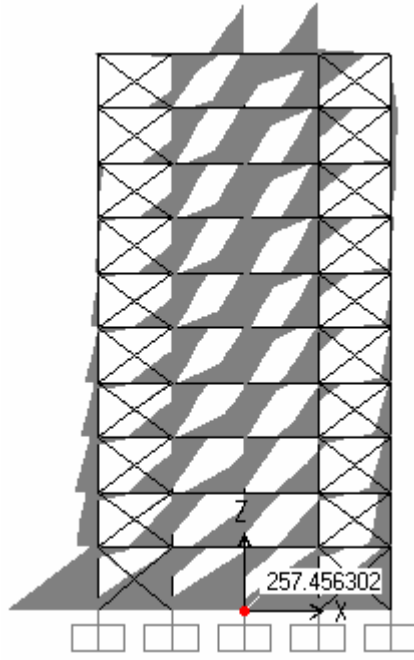


(a) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

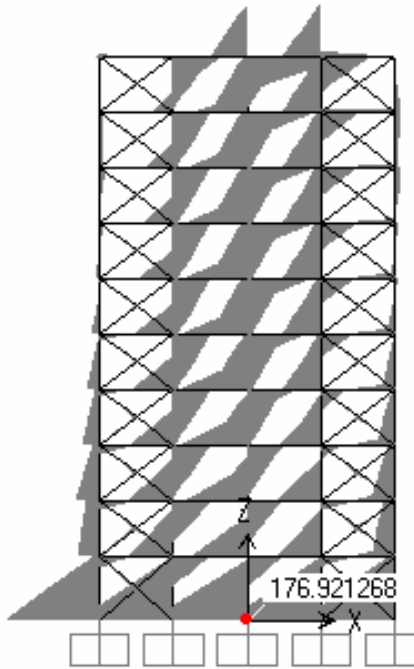


(b) 10 katlı tek eğik elemanlı sistem (çerçeve no:3) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

Şekil 2.53. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

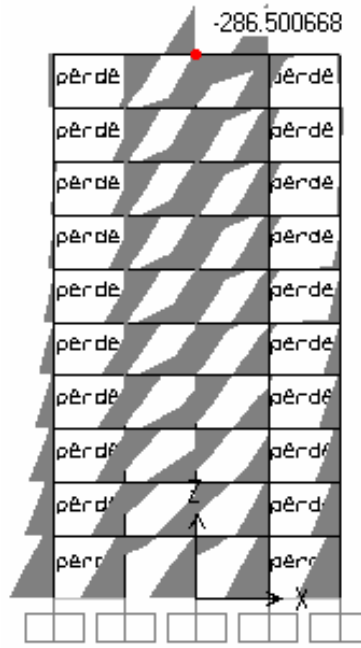


(a) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)

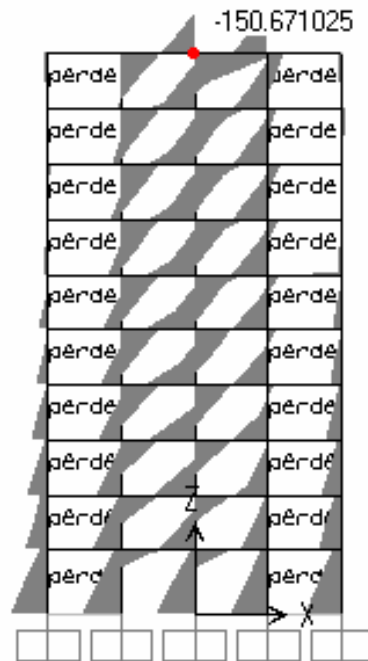


(b) 10 katlı çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (I D Y)

Şekil 2.54. Uygulanan yükler altında eğilme momentleri



(a) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (T D Y)



(b) 10 katlı Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) uygulanan yükler altında maksimum eğilme momenti (İ D Y)

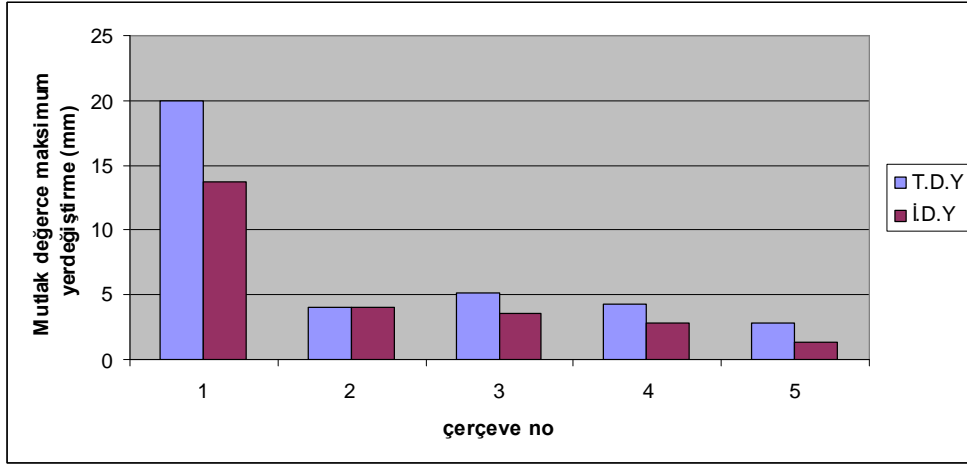
Şekil 2.55. Uygulanan yükler altında maksimum eğilme momentleri

Şekil 2.51, Şekil 2.52, Şekil 2.53, Şekil 2.54 ve Şekil 2.55'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum eğilme momenti geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum eğilme momenti ise Betonarme perdeli sistem (çerçeve no:5) İran Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

Şu ana kadar çalışmada dikkate alınan tüm sistemlerden elde edilen yerdeğiştirme ile kesit etkileri grafikleri sunulmuştur. Ancak mühendislikte bu değerlerin maksimumları önem arz ettiğinden mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme,normal kuvvet,kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri Tablo 2.1'de verilmektedir.Sunulan bu değerlerin karşılaştırmasının daha kolay yapılabilmesi amacıyla ayrıca mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme için Şekil 2.56 ve Şekil 2.57'de, mutlak değerce maksimum normal kuvvet için Şekil 2.58 ve Şekil 2.59'da, mutlak değerce maksimum kesme kuvveti için Şekil 2.60 ve Şekil 2.61'de,ve mutlak değerce maksimum eğilme momenti için Şekil 2.62 ve Şekil 2.63'de, verilmektedir.

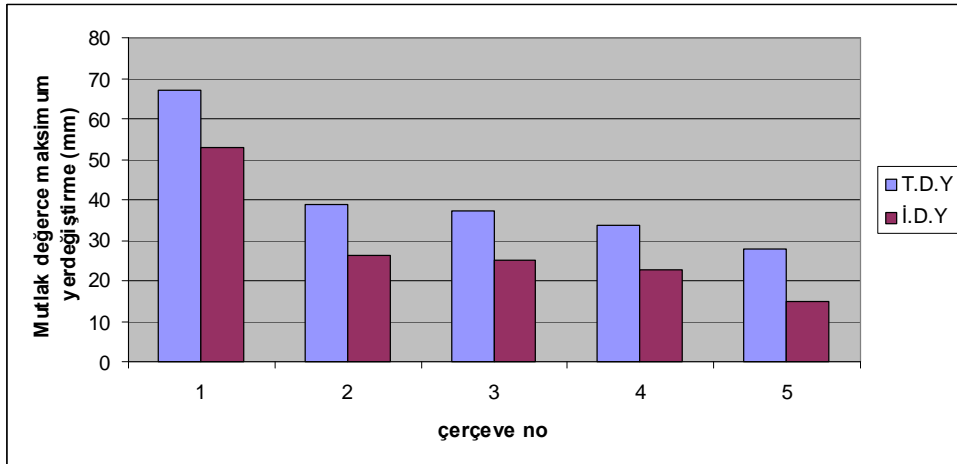
Tablo 2.1. Çalışmada dikkate alınan sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme normal kuvvet kesme kuvveti ve eğilme momenti değerleri

Çerçeve No	Deprem Yönetmeliği	Kat Adedi	Yerdeğiştirme (mm)	Normal Kuvvet (KN)	Kesme Kuvveti (KN)	Eğilme Momenti (KN)
1	Türkiye	5	20	320.44	141.30	495.08
		10	67.2	973.74	215.24	744.36
	İran	5	13.7	219.19	97.50	341.82
		10	52.9	766.77	169.50	586.11
2	Türkiye	5	4.1	631.24	66.49	209.68
		10	38.9	2236.91	118.35	409.19
	İran	5	4.1	419.61	45.38	142.33
		10	26.1	1511.99	90.0	282.68
3	Türkiye	5	5.2	645.19	55.87	166.24
		10	37.2	2279.76	108.37	350.39
	İran	5	3.6	451.07	38.95	116.23
		10	25	1539.60	74.89	241.42
4	Türkiye	5	4.3	669.54	39.64	121.62
		10	33.9	2527.13	78.06	257.46
	İran	5	2.8	433.18	26.11	79.85
		10	22.8	1745.01	53.83	176.92
5	Türkiye	5	2.8	661.07	16.66	56.53
		10	27.9	2211.55	150.49	286.50
	İran	5	1.4	334.68	8.58	28.91
		10	14.8	1191.26	79.10	150.67



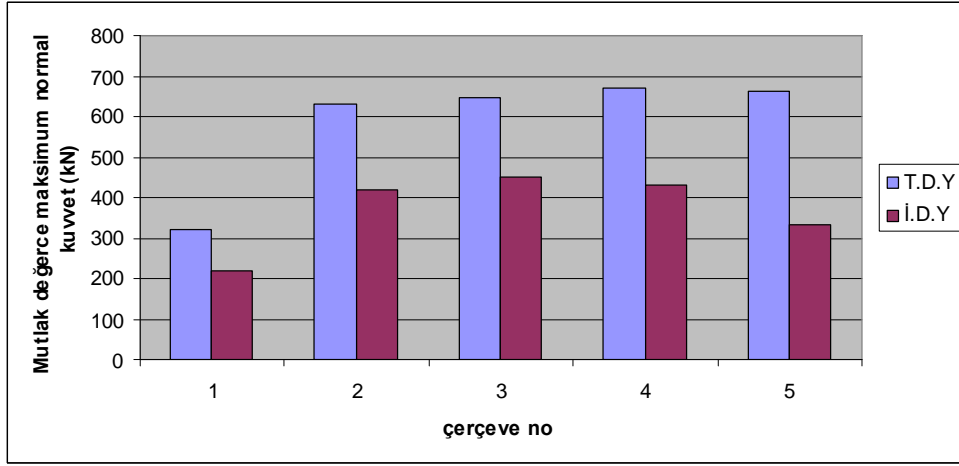
Şekil 2.56. Mutlakdeğerce maksimum yerdeğiştirmenin çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.56'dan görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum yerdeğiştirme geleneksel ęeręeve sistemde (ęeręeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre zm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum yerdeğiştirme ise betonarme perdeli (ęeręeve no:5) sistemde İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre zm yapıldığında elde edilmektedir.



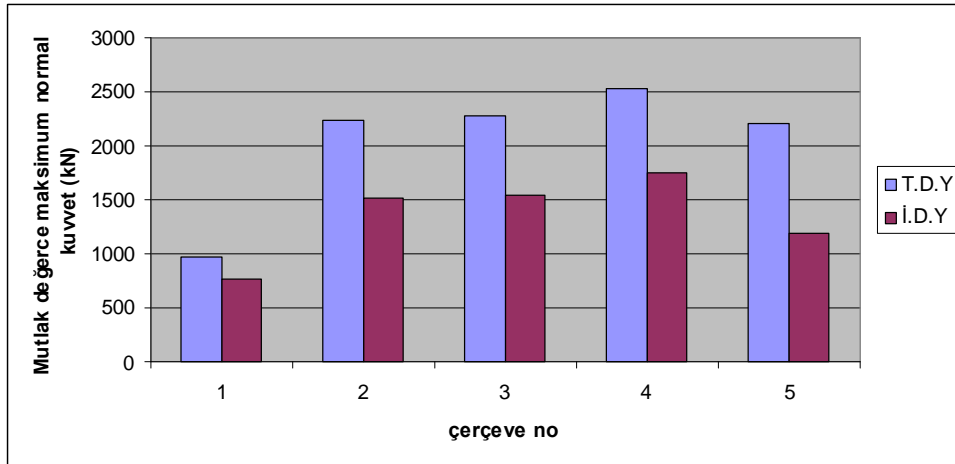
Şekil 2.57. Mutlakdeğerce maksimum yerdeğiştirmenin çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.57'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum yerdeğiştirme geleneksel ęeręeve sistemde (ęeręeve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre zm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum yerdeğiştirme ise betonarme perdeli (ęeręeve no:5) sistemde İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre zm yapıldığında elde edilmektedir.



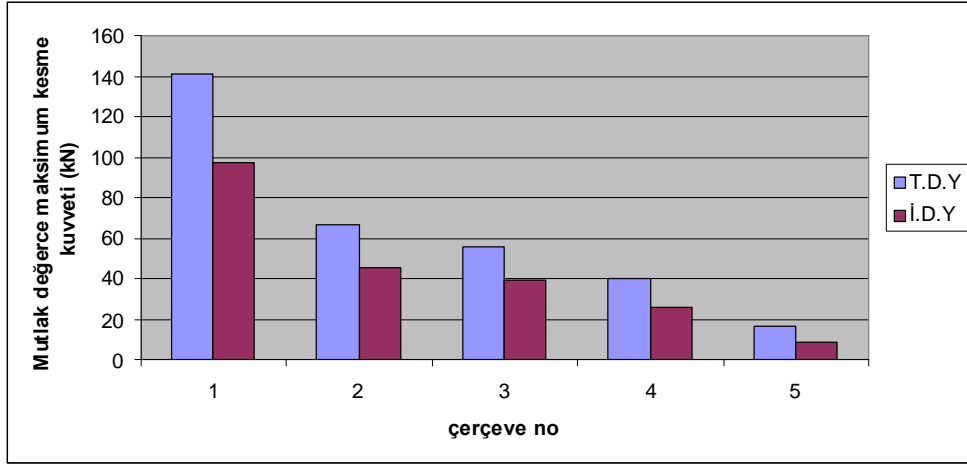
Şekil 2.58. Mutlakdeğerce maksimum normal kuvvetin çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.58'den görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum normal kuvvet çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum normal kuvvet ise geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.



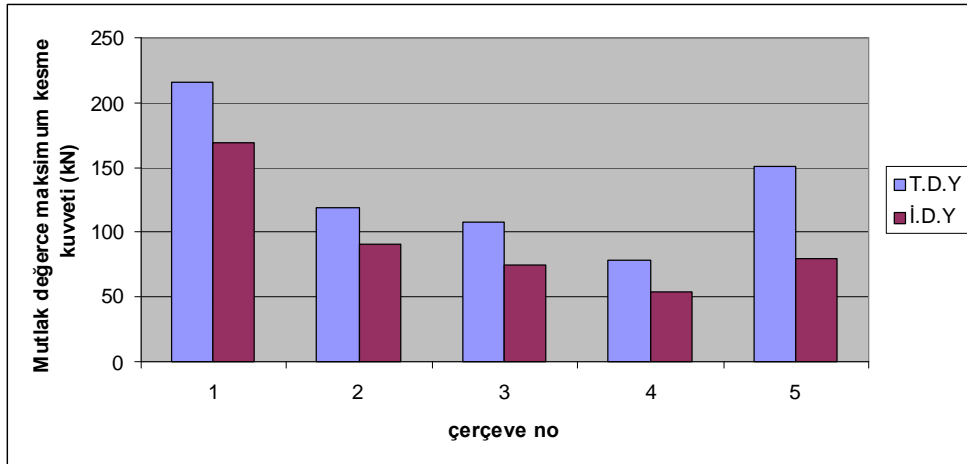
Şekil 2.59. Mutlakdeğerce maksimum normal kuvvetin çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.59'dan görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum normal kuvvet çift eğik elemanlı sistem (çerçeve no:4) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum normal kuvvet ise geleneksel çerçeve sistemde (çerçeve no:1) İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.



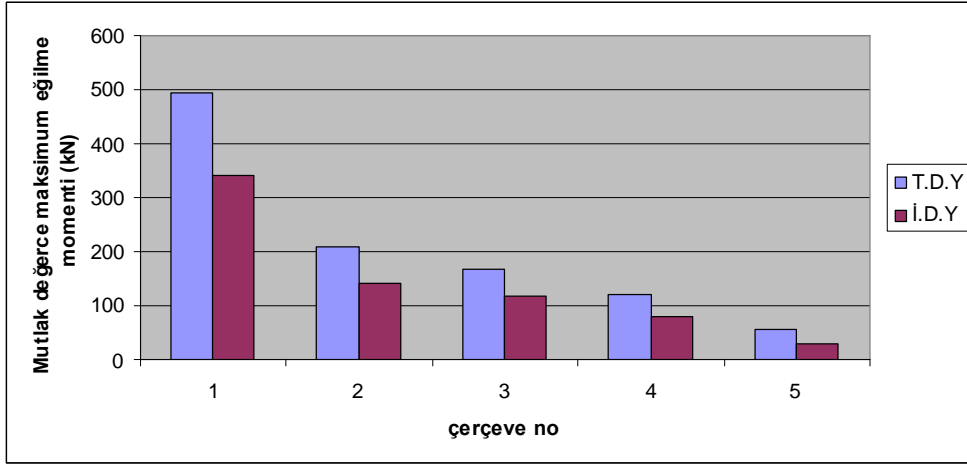
Şekil 2.60. Mutlakdeğerce maksimum kesme kuvveti çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.60'dan görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum kesme kuvveti geleneksel ereve sistemde (ereve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum kesme kuvveti ise Betonarme perdeli sistem (ereve no:5) İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.



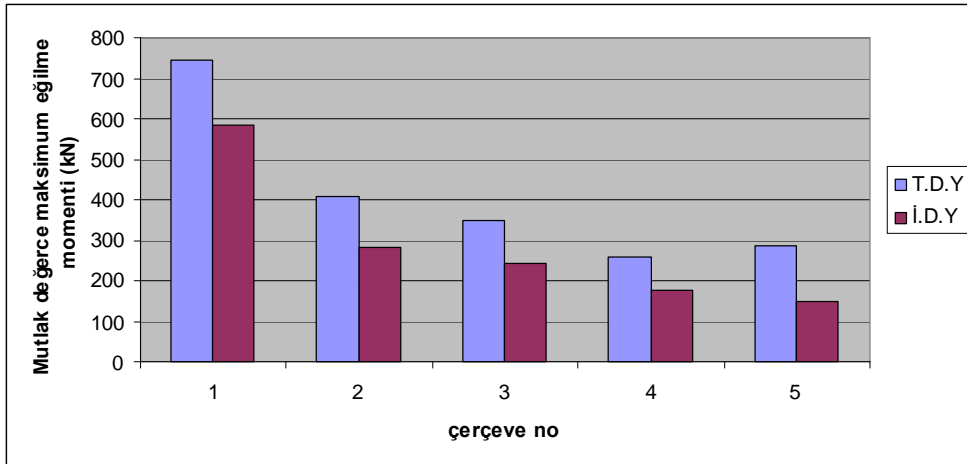
Şekil 2.61. Mutlakdeğerce maksimum kesme kuvveti çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.61'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum kesme kuvveti geleneksel ereve sistemde (ereve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum kesme kuvveti ise çift eğik elemanlı sistem (ereve no:4) İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.



Şekil 2.62. Mutlakdeğerce maksimum eğilme momenti çalışmada dikkate alınan 5 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.62'den görüldüğü gibi, 5 katlı sistemlerden maksimum eğilme momenti geleneksel ereve sistemde (ereve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum eğilme momenti ise Betonarme perdeli sistem (ereve no:5) İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.



Şekil 2.63. Mutlakdeğerce maksimum eğilme momenti çalışmada dikkate alınan 10 katlı sistemlere göre değişimi

Şekil 2.63'den görüldüğü gibi, 10 katlı sistemlerden maksimum eğilme momenti geleneksel ereve sistemde (ereve no:1) Türkiye Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir. Minimum eğilme momenti ise Betonarme perdeli sistem (ereve no:5) İnan Deprem Yönetmeliği'ne göre çözüm yapıldığında elde edilmektedir.

3. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmadaki amaç, İran ve Türkiye deprem yönetmeliğini kullanarak farklı çerçeve sistemlerini Eşdeğer deprem yükü yönteminde çözüp, sistemlerin bu iki deprem yönetmeliğine göre farklarını ortaya koymaktır. Bu amaç doğrultusunda SAP 2000 programı kullanılarak modelleme yapılmış ve her bir çerçeve sistem için yer değiştirme, eğilme momenti, normal kuvvet ve kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ve bunlara göre yapılan irdelemelerden çıkarılabilecek bazı sonuçlar aşağıda verilmektedir.

1. Hareketli yük katılım katsayısı (n) konut tipi yapılarda Türkiye deprem yönetmeliğinde $n=0.3$, İran Deprem Yönetmeliğinde ise $n=0.2$ dir. Bu da ağırlıkların hesabında ve buna bağlı olarak yüklerin hesabında fark yaratmaktadır. Buna göre Türkiye deprem yönetmeliğinde Hareketli yük katılım katsayısı(n) deki 0.1'lik fark Türkiye deprem yönetmeliğine göre hesaplanan çerçevelerde daha fazla ağırlığın ve buna bağlı olarak daha fazla yükün çerçevelere gelmesine neden olmakta ve böylece kesit tesirlerinin de daha büyük değerler almasına neden olmuştur.
2. Aynı zamanda etkin yer ivmesi katsayısının (A_0) Türkiye deprem yönetmeliğinde birinci deprem bölgesinde 0.4 olması aksine İran deprem yönetmeliğinde ise birinci deprem bölgesinde 0.35 olması toplam taban kesme kuvvetinin Türkiye deprem yönetmeliğine göre daha büyük hesaplanmasına neden olmuştur.
3. Genel olarak en küçük maksimum normal kuvvet geleneksel sistemlerde oluşmaktadır. Ve normal kuvvetler bakımından, genel olarak, geleneksel çerçeveli sistemler diğerlerine göre daha iyi sonuç vermektedir.
4. Aynı eğik elemanın farklı şekilde düzenlenmesiyle elde edilen sistemlerde farklı değerler elde edildiğinden eğik elemanın düzenlenmesi önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır.
5. Yer değiştirme bakımından, beklenildiği gibi, betonarme perdeli çerçeve sistemler diğerlerine göre daha iyi sonuç vermiştir.
6. Geleneksel çerçeve sistemlerde oluşan maksimum eğilme momenti her durumda diğer çerçeve sistemlerde oluşanlardan daha büyüktür.

7. Ayrıca 5 katlı çerçeve sistemlerin yer değiştirmeleri birbirine yakın olmasına rağmen 10 katlı çerçevelerin yer değiştirmeleri diğerlerinden oldukça farklıdır.
8. Bu çalışmada lineer analiz kullanılmıştır. Benzer çalışmanın lineer olmayan analiz kullanılarak yapılmasında fayda bulunmaktadır.

Özetle hareketli yük katılım katsayısı ve etkin yer ivmesi katsayısı farklılıklarından dolayı genellikle Türkiye deprem yönetmeliğine göre çözümden elde edilen değerler İran deprem yönetmeliğine göre elde edilenlerden daha büyük olmaktadır.

4. KAYNAKLAR

- Aka, İ., Keskinel, F., Çılı, F. ve Çelik, O.C., 2001. 'BETONARME', Birsen Yayınevi, İstanbul,
- Ayvaz, Y. ve Durmuş, A., 2004. Betonarme Ders Notları, KTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Ayvaz, Y., Doğangün, A. ve Durmuş, A., 1997. Farklı Rijitleştirici Elemanlara Sahip Yapıların Deprem Göre Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Türkiye, İnşaat Mühendisliği 14. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, İzmir, 325-336.
- Bayülke, N., 1998. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 27, 4. Baskı, İzmir.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N., 1993. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Deprem Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sema Matbaacılık, İstanbul.
- Çakıroğlu, A., 1989. Yatay Yükleri Taşıyan Yapı Elemanları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul.
- DBYBHY, 2007. "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007", Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.
- Durmuş, A. 2004. "Deprem Mühendisliğine Giriş Ders Notları", İnşaat Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Dowrick, D.J., 1987. Earthquake Resistant Design For Engineers and Architects, Secand Edition, John Wiley and Sons Ltd., New York.
- Ersoy, U. ve Özcebe, G, 2001. "Betonarme ", Evrim Yayınevi ve Tic. Ltd. Şti.,
- Ersoy, U. ve Çıtıptıoğlu, E., 1988. Yüksek Yapıların Tasarımı ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir.
- Fardis, MN., Reinforced Concrete Structures, Advances in Earthquake Engineering, January 1, 1997; V:3, pp. 441_532, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000.
- İranian Code Of Practice For Seismic Resistanat Design Of Buildings Standard No. 2008-05.
- Masoud Pourbaba, Behrooz Dadmand, " Applied Loading Of Structures " 2008.
- Özden, K. ve Kumbasar, N., 1993. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Deprem Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sema Matbaacılık, İstanbul.

- Özgen, A., 1989. Çok Katlı Yüksek Yapıların Tarihsel Gelişimi ve Son Aşama: Tübüler Sistem, Yapı Dergisi, 89.
- Özmen, G., 1991. Depreme Dayanıklı Çok Katlı Yapılarda Tasarım ve Üretim, İstanbul Deprem Sempozyumu, İstanbul Bildiriler Kitabı, 120-129.
- Pender, M.J., 1996. Earthquake Resistant Design of Foundation, Bulletin of The Newzealand National Society For Earthquake Engineering, September 1, 29, 155-171.
- SAP 2000, 2005. İntegrated Software For Structural Analysis & Design, Barkeley, California.
- Yaprak, I., Farklı Rijitleştirici Elemanlara Sahip Deprem Etkisindeki Yapıların Lineer Davranışlarının Zemini de Dikkate Alarak Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

Ali NAİMİ 1980 yılında İran'ın Tebriz şehrinde doğdu. İlkokulu Tebriz 'de Tebriz ilkokulunda, Ortaokul Azadegan'da ve liseyi Tali gani lisesi'nde tamamladı. 2002 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat bölümü'ne girdi. Lisans öğrenimini 2006 yılında tamlayarak İnşaat Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Aynı yıl yine Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Çok iyi derecede Farsça ve iyi derecede İngilizce bilmektedir.