

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

FARKLI RÜJİTLEŞTİRİCİ ELEMANLARA SAHİP DEPREM ETKİSİNDEKİ
YAPILARIN LİNEER DAVRANIŞLARININ ZEMİNİ DE DİKKATE ALARAK
KARŞILAŞTIRMALI OLARAK İNCELENMESİ

İnş. Müh. Yaprak I. ÖZDEMİR

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“İnşaat Yüksek Mühendisi”

Ünvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 5.01.2001

Tezin Savunma Tarihi : 25.01.2001

109842

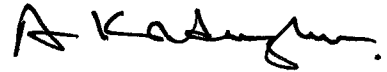
Tez Danışmanı : Doç. Dr. Yusuf AYVAZ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ahmet DURMUŞ

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Habip ASAN



Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Asım KADIOĞLU



Trabzon 2001

ÖNSÖZ

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak gerçekleştirilmiştir.

Farklı rijitleştirici elemanlara sahip deprem etkisindeki yapıların lineer davranışlarının zemini de dikkate alarak karşılaştırmalı olarak incelenmesi konusundaki bu çalışmadaki yönetici hocam Doç. Dr. Yusuf AYVAZ'a ve değerli zamanlarını ayırarak tezimi değerlendiren Prof. Dr. Ahmet DURMUŞ ve Doç. Dr. Habip ASAN'a teşekkür ederim. Ayrıca yetişmemde emeği geçen değerli hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmam sırasında bana bilgisayarını kullanarak, program bularak ve kütüphanedeki araştırmalarımda yardımcı olan sevgili arkadaşlarım İnş. Yük. Müh. Korhan ÖZGAN'a, İnş. Yük. Müh. Kemal HACİEFENDİOĞLU'na, İnş. Yük. Müh. Ertekin ÖZTEKİN'e, İnş. Yük. Müh. Zekeriya AYDIN'a, İnş. Yük. Müh. Barış KUKUL'a çalışmam sırasında desteğini gördüğüm İnş. Müh. Dilek KARA'ya, İnş. Yük. Müh. Şevket ATEŞ'e teşekkür ederim.

Ayrıca bugünlere gelmemde en büyük desteği bulunan sevgili babacığım İnş. Yük. Müh. Kayacan SÜMER'e, anneciğim Emine Leyla SÜMER'e, bu çalışmam boyunca bana verdikleri manevi desteklerinden dolayı ablam MİM. İpek Aslı SÜMER'e, kardeşim End. Müh. Ruhi SÜMER'e, eşim Elk. Müh. Ahmet Şükrü ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

Yaprak I. ÖZDEMİR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

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. Basitlik ve Simetri	2
1.3.2. Düzgünlük ve Süreklilik	3
1.3.3. Göçme Modu.....	5
1.3.4. Süneklik	6
1.3.5. Rijitlik ve Dayanım.....	8
1.3.6. Temel Zemini Koşulları	9
1.4. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Yapı Elemanları	12
1.4.1. Çerçeveler.....	12
1.4.2. Betonarme Perdeler.....	12
1.4.3. Eğik Elemanlar	13
1.4.4. Çekirdekler	14
1.4.5. Tüpler	15
1.4.6. Kompozit Elemanlar	15
1.5. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Sistemler.....	16
1.5.1. Çerçeve Sistemler	16

1.5.2. Betonarme Perde Sistemler	17
1.5.3. Eğik Elemanlı Sistemler.....	17
1.5.4. Tüp Sistemler	18
1.5.5. Kompozit Sistemler	18
1.5.6. Karışık Sistemler	19
1.6. Rijitleştirici Elemanların Düzenlenmesi	19
1.7. Yapılarda Yaygın Olarak Kullanılan Taşıyıcı Sistemlerin Deprem Açısından İncelenmesi	20
1.7.1. Çerçeve Sistem Betonarme Yapılar	20
1.7.2. Betonarme Perdeli Betonarme Yapılar	20
1.7.3. Betonarme Perdeli-Çerçevesel Betonarme Yapılar	21
1.8. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Konusunda Yapılan Çalışmalar.....	22
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	24
3. BULGULAR VE İRDELEME.....	33
3.1. Geleneksel Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:1) Ait Bulgular ve İrdelenmesi	34
3.2. Tek Eğik Elemanlı Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:2) Ait Bulgular ve İrdelenmesi	35
3.3. Tek Eğik Elemanlı Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:3) Ait Bulgular ve İrdelenmesi	37
3.4. İki Eğik Elemanlı Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:4) Ait Bulgular ve İrdelenmesi	39
3.5. Betonarme Perdeli Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:5) Ait Bulgular ve İrdelenmesi	40
3.6. Bulguların Karşılaştırılması	49
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	62
5. KAYNAKLAR.....	64
6. ÖZGEÇMİŞ	68

ÖZET

Yapıların taşıyıcı sistemlerinin uygun olarak seçilmesi depreme karşı dayanıklılıklarını artırmada önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle yapıların taşıyıcı sistemlerinin seçiminde olabildiğince özen gösterilmelidir.

Bu çalışmanın amacı geleneksel çerçeve sistem ile farklı olarak düzenlenen eğik elemanlarla ve betonarme perdelerle rijitleştirilmiş çerçeve sistem yapıların depreme karşı lineer davranışlarının zemini de dikkate alarak karşılaştırılması olarak incelenmesidir. Bu inceleme farklı kat adedi ve açıklıklı çerçeveler için yerdeğiştirme eğilme momenti ve normal kuvvet yönünden ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla birinci bölümde depreme dayanıklı yapı taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilecek hususlar, yapılarda kullanılan başlıca taşıyıcı yapı elemanları, taşıyıcı sistemler ve depreme dayanıklı yapı tasarımı konusunda yapılan çalışmalar hakkında genel bilgiler verilmektedir. İkinci bölümde çalışmanın amacı doğrultusunda SAP90 programı kullanılarak yapılan modelleme hakkında bilgi verilmektedir. Üçüncü bölümde çalışmada dikkate alınan çerçeve sistemlerden elde edilen bulgular, tablolar ve diyagramlar halinde verilerek irdelenmektedir. Dördüncü bölümde çalışmanın tümünden çıkartılabilen bazı sonuçlar ve öneriler verilmekte, bu bölümü kaynaklar listesi izlemektedir.

Elde edilen sonuçlar, bu çalışmada lineer analizi yapılan çerçeve sistem yapıların, geleneksel çerçeve sistem yapıya göre, dikkate alınan özellikler bakımından daha iyi davranış gösterdiğini ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Yapı, Rijitleştirici Eleman, Deprem, Zemin, Eğik Elemanlı Çerçeve Sistemler, Betonarme Perdeli Sistem, Geleneksel Çerçeve Sistem, Karşılaştırmalı İnceleme

SUMMARY

Comparative Study of Linear Behavior of Frame Structures Including Subsoil with Different Stiffening Members Subjected to Earthquake

It is essential to select the structural form of a structure in the earthquake resistant design. Therefore, the selection of the structural form of a structure, one must be made very carefully.

The purpose of this study is to investigate the linear behaviour of frame structures including subsoil with different stiffening members subjected to earthquake and to compare those results with those of moment-resisting frames. These comparison are made separately for displacement, bending moment and normal force for frames with different story and bay numbers. For this purpose, in the first chapter, general information about factors that should be considered in the selection of structural form of earthquake resistant design, structural form, members of structural form and studies made on earthquake resistant design are presented. In the second chapter, information about frame structures models used in SAP90 are given. In the third chapter, the result obtained from the study are presented in tabular forms and graphs and then discussed. In the fourth chapter, the conclusions drawn from the result are given and some recommendations for future studies are made. This chapter is followed by a list of references.

It is concluded that earthquake behavior of frame structures stiffened with different members is better than that of moment resisting frames from the characteristics considered point of view.

Keyword: Structure, Stiffening Members, Earthquake, Subsoil, Braced Frames, Frames with Shear Wall, Moment-Resisting Frames, Comparative Study

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Planda ani rijitlik değişimi ve simetri [Celep,Kumbasar, 1993].	3
Şekil 2.	Planda simetriden ayrılma ve simetri [Celep,Kumbasar, 1993].	3
Şekil 3.	Kirişe oturan kolonlar ve sürekli düşey taşıyıcılar [Celep,Kumbasar, 1993].	4
Şekil 4.	Kiriş sürekliliğinde belirsizlik ve iyi çerçeve düzeni [Celep,Kumbasar, 1993].	4
Şekil 5.	Çerçeve sistem yapılarıdaki plastik mafsallaşma örnekleri	5
Şekil 6.	Kiriş ve kolon uçlarında oluşan kesit etkileri	6
Şekil 7.	İdeal elasto-plastik gerilme-şekildeğiştirme diyagramı [Celep,Kumbasar, 1993].	7
Şekil 8.	Sünek ve sünek olmayan gerilme-şekildeğiştirme diyagramı [Celep,Kumbasar, 1993].	7
Şekil 9.	(a) Değişik rijitlikteki elemanlar ve (b) bu elemanların ayrımı [Celep,Kumbasar, 1993].	8
Şekil 10.	İki doğrultuda çok farklı rijitlikli ve dengeli rijitlikli yapı elemanları [Celep,Kumbasar, 1993].	9
Şekil 11.	Yapılarda geometri ve rijitlik dağılımı üzerine öneriler-1 [Celep,Kumbasar, 1993].	10
Şekil 12.	Yapılarda geometri ve rijitlik dağılımı üzerine öneriler-2 [Celep,Kumbasar, 1993].	11
Şekil 13.	Düzlem ve uzay çerçeve eleman örnekleri	12
Şekil 14.	Boşluksuz ve boşluklu betonarme perde	13
Şekil 15.	Eğik elemanların farklı açıklıklı ve farklı kat adedine sahip yapılarda kullanım örnekleri	14
Şekil 16.	Boşluklu ve boşluksuz perde ile teşkil edilen betonarme çekirdek örnekleri	15
Şekil 17.	Bir betonarme tüp eleman	15
Şekil 18.	Bir kompozit eleman	16

Şekil 19.	Ortogonal ve ortogonal olmayan çerçeve sistemler	16
Şekil 20.	Bir betonarme perde sistem	17
Şekil 21.	Tek veya çift eğik elemanlarla oluşturulmuş çerçeve sistemler	17
Şekil 22.	Bir tüp sistem	18
Şekil 23.	Bir kompozit sistem	18
Şekil 24.	Bir betonarme perde-çerçeve sistem	19
Şekil 25.	Bir betonarme perde-çerçeve-çekirdek sistem	19
Şekil 26.	Yaygın olarak kullanılan eğik eleman çeşitleri	20
Şekil 27.	Geleneksel çerçeveye ilave olarak çalışmada dikkate alınan çerçeve sistem türleri	25
Şekil 28.	Çalışmada dikkate alınan 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemler	26
Şekil 29.	Çalışmada dikkate alınan 10 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemler	27
Şekil 30.	Çalışmada dikkate alınan 7 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemler	28
Şekil 31.	Çalışmada dikkate alınan 7 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemler	29
Şekil 32.	Çalışmada dikkate alınan 5 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemler	30
Şekil 33.	Çalışmada dikkate alınan 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemler	31
Şekil 34.	13 Mart 1992 Erzincan depreminin Doğu-Batı doğrultusundaki ivme bileşeni [Ayvaz vd., 1997]	32
Şekil 35.	7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 2 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları	43
Şekil 36.	7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 3 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları	43
Şekil 37.	7 katlı ve 4 açıklıklı 5 nolu çerçeve sistemin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları	44
Şekil 38.	7 katlı ve 3 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları	44
Şekil 39.	7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alındığında elde edilen eğilme momenti diyagramları	45
Şekil 40.	5 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları	45
Şekil 41.	7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 2 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları	46

Şekil 42.	7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 3 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları	46
Şekil 43.	7 katlı ve 4 açıklıklı 5 nolu çerçeve sistemin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları	47
Şekil 44.	7 katlı ve 3 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen maksimum normal kuvvet diyagramları	47
Şekil 45.	7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alındığında elde edilen normal kuvvet diyagramları	48
Şekil 46.	5 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları	48
Şekil 47.	Dikkate alınan çerçeve sistemlerin frekans alanında çözümünden elde edilen maksimum yerdeğiştirmeler	50
Şekil 48.	Dikkate alınan çerçeve sistemlerin zaman alanında çözümünden elde edilen maksimum yerdeğiştirmeler	50
Şekil 49.	10 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri	52
Şekil 50.	7 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri	53
Şekil 51.	5 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri	53
Şekil 52.	İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri	54
Şekil 53.	İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri	54
Şekil 54.	İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri	55

Şekil 55.	İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri.....	55
Şekil 56.	10 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri	58
Şekil 57.	7 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri.....	59
Şekil 58.	5 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri.....	59
Şekil 59.	İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri.....	60
Şekil 60.	İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri.....	60
Şekil 61.	İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri.....	61
Şekil 62.	İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri.....	61

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Geleneksel çerçeve sisteme (Çerçeve no:1) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti, normal kuvvetler	34
Tablo 2. Tek eğik elemanlı çerçeve sisteme (Çerçeve no:2) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler.	36
Tablo 3. Tek eğik elemanlı çerçeve sisteme (Çerçeve no:3) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler.	37
Tablo 4. Çift eğik elemanlı çerçeve sisteme (Çerçeve no:4) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler	39
Tablo 5. Betonarme perdeli çerçeve sisteme (Çerçeve no:5) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler	41

SEMBOLLER DİZİNİ

E	: Elastisite modülü
FAÇ	: Frekans alanında çözüm
ZAÇ	: Zaman alanında çözüm
ZL	: Zemin dikkate alınarak
ZS	: Zemin dikkate alınmadan



1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

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 bilmesine 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.

Bu çalışmanın amacı farklı kat adedi ve açıklıktan oluşan geleneksel çerçeve sistem ve farklı olarak düzenlenen eğik elemanlar ve betonarme perdelerle rijitleştirilmiş çerçeve sistem yapıların depreme karşı lineer davranışlarının zemini de dikkate alarak karşılaştırılmalı olarak incelenmesi olduğundan bu bölümde, depreme dayanıklı yapı kavramı, depreme dayanıklı yapı taşıyıcı sisteminin seçiminde dikkat edilecek hususlar verildikten sonra sistemi oluşturan elemanların depreme dayanıklı tasarımı üzerinde durulmaktadır.

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 yönetmenliği, 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

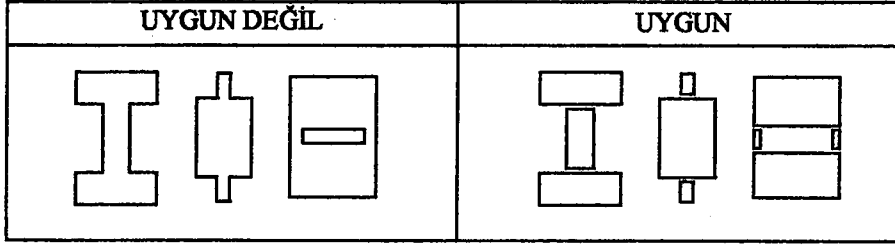
Depreme dayanıklı yapı tasarımında taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilecek hususlardan başlıcaları aşağıda ayrı ayrı incelenmektedir.

1.3.1. Basitlik ve Simetri

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 yapıları modellemek ve ek olarak ortaya çıkan burulma etkisini göz önüne almak daha uzun işlemler gerektirmektedir [Celep, Kumbasar, 1993, Özden, Kumbasar, 1993].

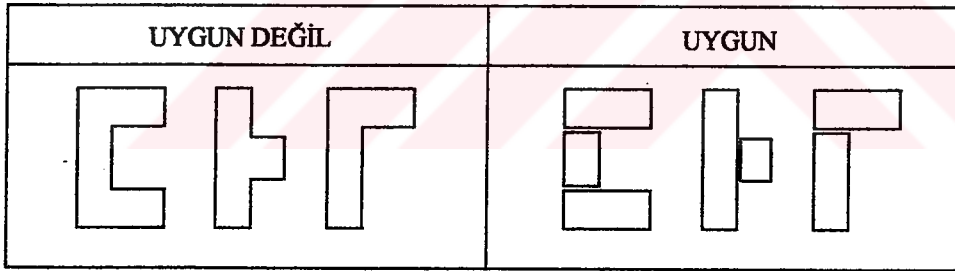
Benzer nedenlerden dolayı yapının planda iki doğrultuda simetriye sahip olması istenmektedir. Böylece çözümlenmede bulunan davranış şekli ile deprem altında meydana gelecek davranış şekilleri birbirine yakın olmaktadır. Plandaki şekli H, I, T, Y, şeklindeki binalar meydana gelen depremlerde önemli hasar görmüşlerdir. Simetri de her zaman yeterli olmayabilir; basitliğin de bulunması gerekmektedir (Şekil 1 ve 2)[Celep, Kumbasar, 1993, Özden, Kumbasar, 1993].



(a) Planda ani rijitlik değişimi

(b) Planda simetri

Şekil 1. Planda ani rijitlik değişimi ve simetri [Celep,Kumbasar, 1993].



(a) Planda simetriden ayrılma

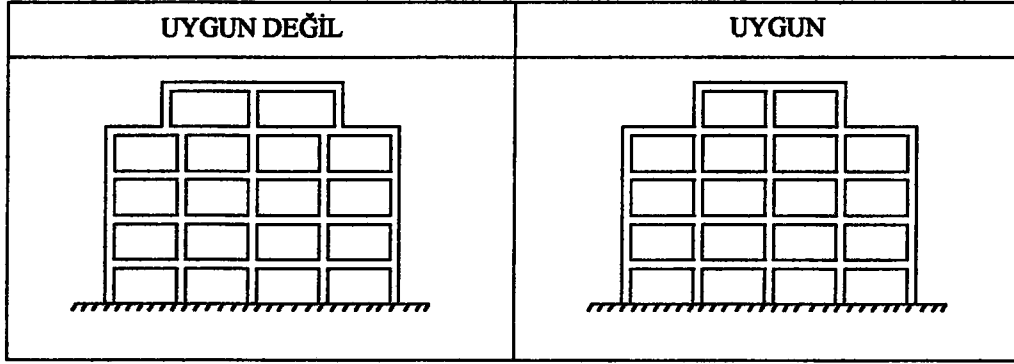
(b) Planda simetri

Şekil 2. Planda simetriden ayrılma ve simetri [Celep,Kumbasar, 1993].

1.3.2. 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

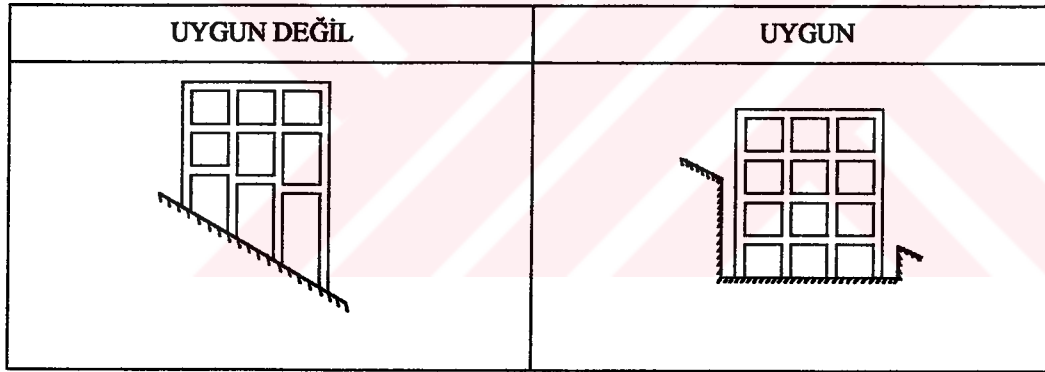
mesnetlerden kaçınılmalıdır. Taşıyıcı sistemde sürekliliğin sağlanması ile elemanların birbirine yardım etmesi sağlanırken, elastik davranışın ötesindeki taşıma kapasitesi artırılmış olmaktadır. Ayrıca ortaya çıkacak plastik mafsalların sayısı yapının enerji yutma kapasitesini artırmış olacaktır (Şekil 3 ve 4) [Celep,Kumbasar, 1993].



(a) Kirişe oturan kolonlar

(b) Sürekli düşey taşıyıcılar

Şekil 3.Kirişe oturan kolonlar ve sürekli düşey taşıyıcılar [Celep,Kumbasar, 1993].



(a) Kiriş sürekliliğinde belirsizlik

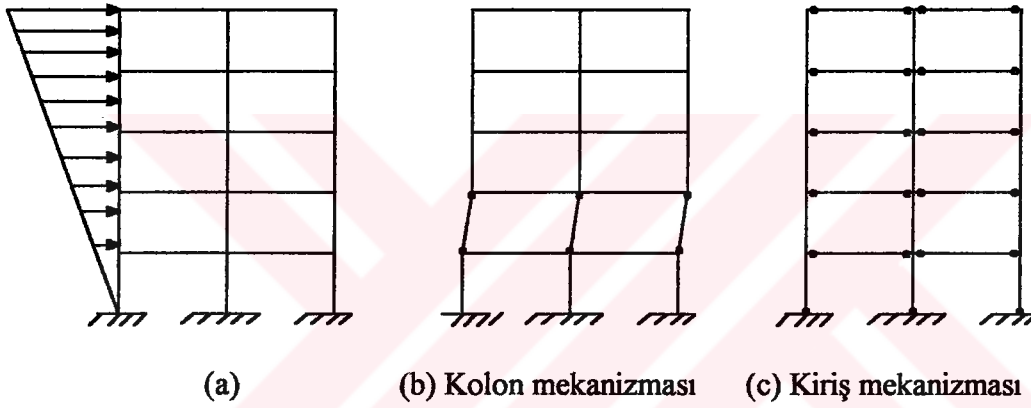
(b) İyi çerçeve düzeni

Şekil 4.Kiriş sürekliliğinde belirsizlik ve 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].

1.3.3. Göçme Modu

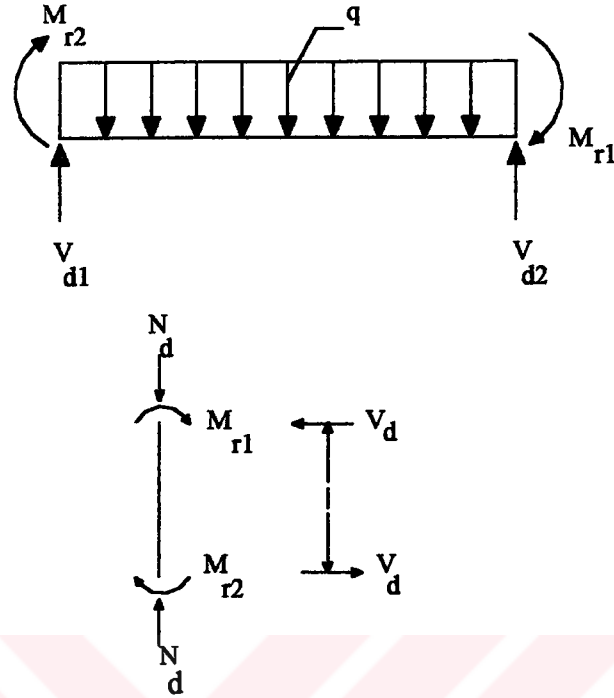
Etkiyen yükler altında sistemin elastik ötesi davranışı gözönüne alınarak göçme durumunun modellenmesi gerekmektedir. Düşey taşıyıcıların dayanımlarını kaybederek tüm sistemin göçmesinden veya burkulma gibi ani göçmeden uzak kalınması amacıyla yapıda kolon mekanizması yerine kiriş mekanizmasının oluşması sağlanmalıdır (Şekil 5). Kolon davranışı kirişe göre çok daha gevrek olduğundan, Şekil 5(b)'deki mekanizmanın oluşması alınacak önlemlerle önlenmeli, Şekil 5(c)'de gösterilen mekanizmanın oluşması sağlanmalıdır. Bunun için, kolonlar kirişe oranla daha kuvvetli yapılmalıdır. Birleşim noktasındaki kolonların taşıma gücü momentlerinin toplamı, kirişlerin taşıma gücü momentleri toplamından büyük olursa, kolon mekanizmasının oluşma olasılığı azaltılmış olmaktadır [Durmuş, 1997].



Şekil 5. Çerçeve sistem yapılarındaki plastik mafsallaşma örnekleri

Kolon boyutları seçilirken olabildiğince cömert davranmada büyük yarar bulunmaktadır. Kolon enkesitinin büyütülmesi ikinci mertbe 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 sağlarken 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 6)[Durmuş, 1997].



Şekil 6. Kiriş ve kolon uçlarında oluşan kesit etkileri

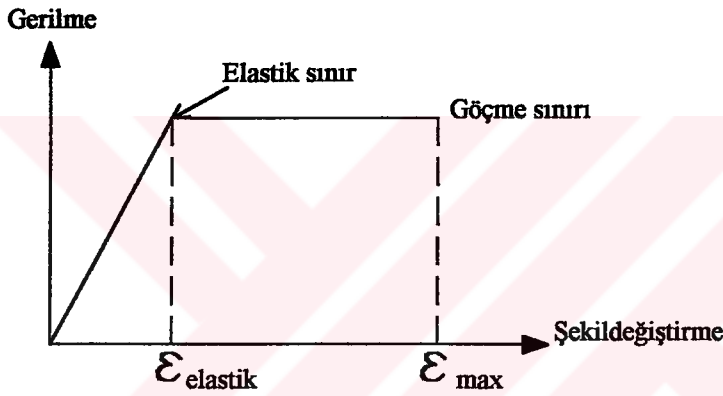
1.3.4. Süneklik

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

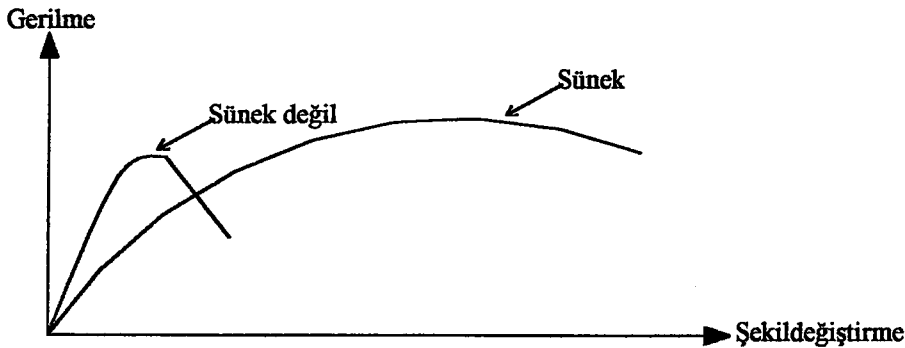
Seyrek meydana gelecek şiddetli deprem etkisini yapının elastik davranışının üzerinde şekil değiştirerek karşılaması öngörüldüğünden elastik olmayan davranış önem kazanmaktadır. Yapının elastik sınırı geçip sünerek kesit zorlarında önemli artmalar olmadan şekil değiştirme yapması istenmektedir. Bu şekilde depremin dinamik etkisi ısı enerjisine dönüşerek yutulmakta ve sönmelenmektedir. Sünme bölgesinin uzun olması şekil değiştirmeleri ve onun yanında sönmü artırdığından dolayı bu özelliğe sahip yapılar sünek olarak adlandırılmaktadırlar. Süneklik, göçme sırasında büyük ve elastik olmayan şekil değiştirmelerin ortaya çıkması olarak görülebilmektedir. Bir yapı sünekse, deprem sırasında zeminden yapıya iletilen enerjinin büyük bir kısmı, elastik sınırın ötesinde büyük

genlikli titreşimlerle, yapının dayanımını önemli bir kayba uğratmadan yutulmaktadır [Celep, Kumbasar, 1993; Kazaz, 1999].

Gerçek malzeme Şekil 7' de verilen ideal elasto plastik davranıştan daha çok, Şekil 8' de verilen iki eğri arasındaki davranışa sahiptir. Süneklik sayesinde yüklemenin aşırı artmasından dolayı akmaya ulaşan kesitlerde plastik şekil değiştirmelerle enerji alınırken, iç kuvvetlerin daha az zorlanan kesitlere dağılması sağlanmaktadır. Ayrıca süneklik izin verilen hasarla orantılı olduğundan dolayı iyi düzenlenmiş sünek bir taşıyıcı sistemde deprem enerjisi, kontrollü hasarlarla, göçmeden uzak kalınarak karşılanmış olacaktır [Celep, Kumbasar, 1993].



Şekil 7. İdeal elasto-plastik gerilme-şekil değiştirme diyagramı [Celep, Kumbasar, 1993].



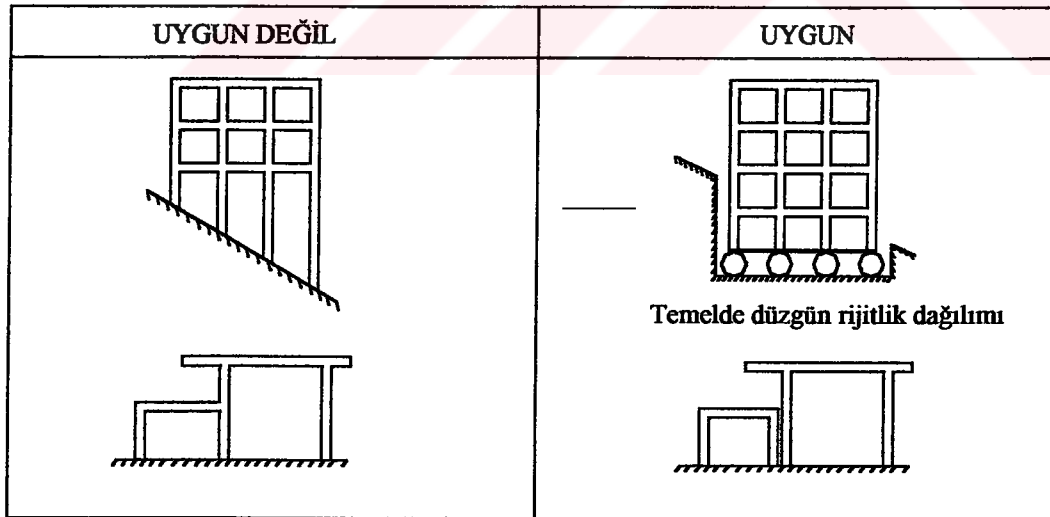
Şekil 8. Sünek ve sünek olmayan gerilme-şekil değiştirme diyagramı [Celep, Kumbasar, 1993].

1.3.5. 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 [Kazaz, 1999].

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 9 ve 10) [Celep, Kumbasar, 1993]

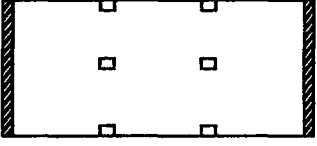
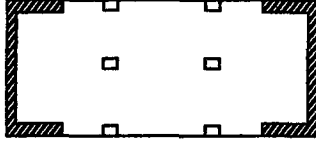
Eğimli bir araziye inşa edilen çerçeveli taşıyıcı sistemde zemin kattaki farklı boylardaki kolonlar nedeni ile yapının kolon boylarının daha kısa olduğu kısmı daha rijit, uzun olduğu kısmı ise daha esnek olduğu için zemin katta burulma olacaktır. Boylatı kısa olduğu kolonlarda kısa kolon davranışının oluşma olasılığı da yüksek olmaktadır.



(a) Değişik rijitlikteki elemanlar

(b) Değişik rijitlikteki elemanların ayrımı

Şekil 9.(a) Değişik rijitlikteki elemanlar ve (b) bu elemanların ayrımı [Celep,Kumbasar, 1993].

UYGUN DEĞİL	UYGUN
 <p data-bbox="316 539 603 573">İki doğrultudaki rijitlikler</p>	 <p data-bbox="820 539 1134 573">İki doğrultuda dengeli rijitlik</p>

(a) İki doğrultuda çok farklı rijitlikli yapı elemanı

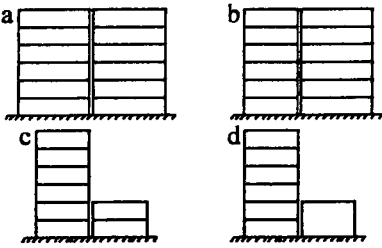
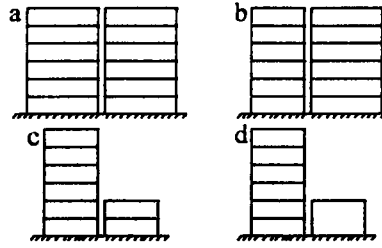
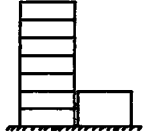
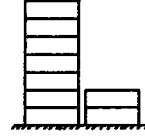
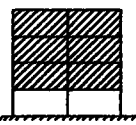
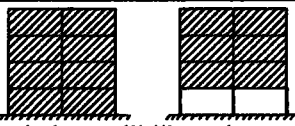
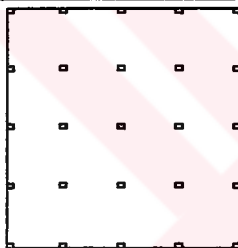
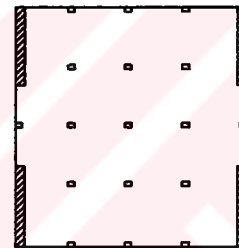

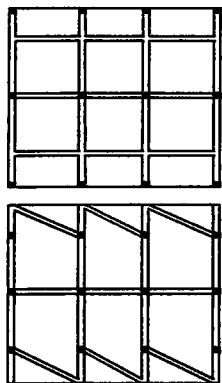
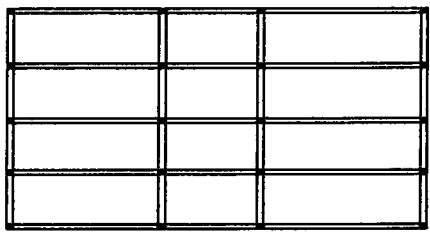
(b) Dengeli rijitlikli yapı elemanı

Şekil 10. İki doğrultuda çok farklı rijitlikli ve dengeli rijitlikli yapı elemanları [Celep,Kumbasar, 1993].

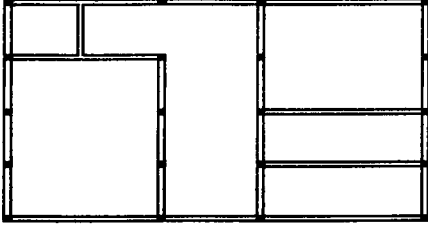
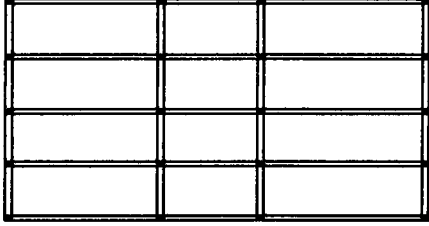
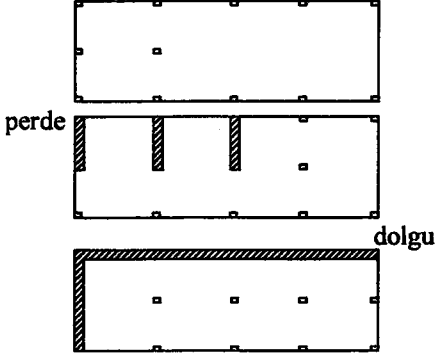
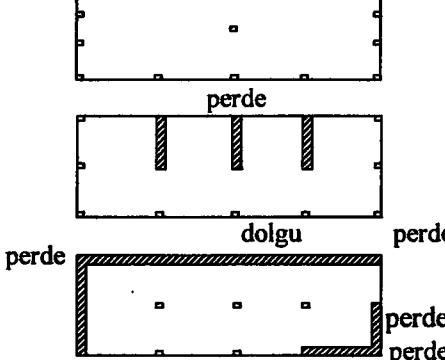


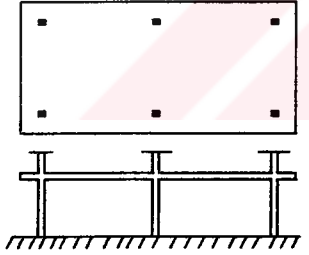
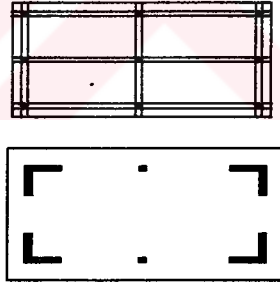
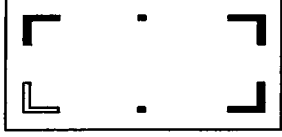
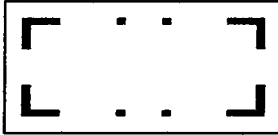
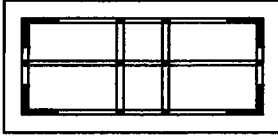
Yapılarda dikkat edilmesi gereken diğer bazı kurallar Şekil 11 ve Şekil 12' de verilmiştir.

1.3.6. Temel Zemini Koşulları

Yapıların normal kullanım koşullarını sağlaması için yapı temel zemininin dayanımının yüksek olması, aşırı oturma veya izin verilenden fazla farklı oturma yapmaması gibi bazı şartların sağlanması gerekmektedir. Temel zemininin dayanımının aşılması durumunda yapı güvenliği tehlikeye girip göçme meydana gelebilmektedir. Bu nedenle yapı taşıyıcı sistemi seçiminde temel zemininin gerekli koşulları sağlaması gerekmektedir. Temel zemini olarak kaya zemin gibi dayanımı yüksek olan ve diğer istenen şartları sağlayan zeminlerin seçilmesi uygun olmaktadır. Ayrıca deprem sırasında suya doygun kumlu zeminlerde meydana gelebilecek zeminde sıvılaşma gibi yapılarda sorun meydana getirecek zemin durumlarının da dikkate alınması gerekmektedir.

	UYGUN DEĞİL	UYGUN
1.	 <p>Yetersiz ara derz</p>	 <p>Yeterli ara derz</p>
2.	 <p>Farklı kat seviyeleri (çarpışmaya hassas)</p>	 <p>Eşit kat yüksekliği ve rijitleşme</p>
3.	 <p>Dolgu duvarlarında ani rijitlik değişimi</p>	 <p>Zemin katta rijitlik ve dayanım artışı Dolgu duvarlarında veya kolonlarda düzgün rijitlik değişimi</p>
4.	 <p>İki doğrultuda eşit rijitlik</p>	 <p>İki doğrultuda rijitliğin farklılığı</p>
5.	 <p>y doğrultusunda çerçeve yok dış merkez bileşimi</p>  <p>x doğrultusunda yetersiz çerçeve</p>	 <p>İki doğrultuda iyi çerçeve düzeni</p>

Şekil 11. Yapılarda geometri ve rijitlik dağılımı üzerine öneriler-1
[Celep,Kumbasar, 1993].

	UYGUN DEĞİL	UYGUN
6.	 <p>Açık olmayan çerçeve davranışı</p>	 <p>İki doğrultuda iyi çerçeve düzeni</p>
7.	 <p>Planda simetriden ayrılma sonucu oluşan burulma titreşimi</p>	 <p>Simetrik düzenleme ile burulma titreşiminde azalma</p>
8.	 <p>Perdelerin burulmaya katkısı küçük</p>	 <p>Perdelerin burulmaya katkısı büyük</p>
9.	 <p>Kirişsiz döşeme (Düşük süneklik ve zımbalama tehlikesi)</p>	 <p>Yatay etkileri karşılayan perdeler</p>
10.	 <p>Kirişsiz döşeme (Açık olmayan çerçeve davranışı)</p>	 <p>Kirişsiz döşeme</p>  <p>Perdeli ve kirişli döşeme</p> <p>İyi çerçeve davranışı</p>

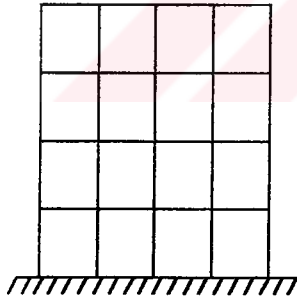
Şekil 12. Yapılarda geometri ve rijitlik dağılımı üzerine öneriler-2
[Celep,Kumbasar, 1993].

1.4.Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Yapı Elemanları

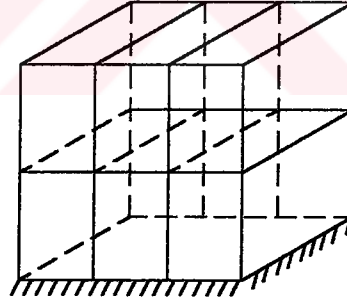
Aşağıdaki başlıklar altında betonarme yapılarda kullanılan başlıca taşıyıcı yapı elemanlarından söz edilmektedir.

1.4.1.Çerçeveseler

Çerçeveseler 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 kullanılabilirler [Çakıroğlu, 1989]. 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 13).



a) Bir düzlem çerçeve



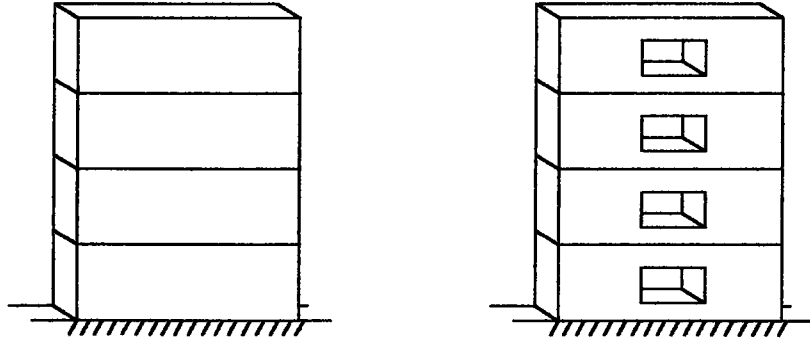
b) Bir uzay çerçeve

Şekil 13. Düzlem ve uzay çerçeve eleman örnekleri

1.4.2. Betonarme Perdeler

Perdeler enkesit boyutlarından büyüğünün küçüğüne oranı en az 4 olan düşey eksenli konsollardır [Kumbasar, Celep, 1993]. Betonarme perdelerin enkesiti genellikle dikdörgendir. Perdeler genellikle yükseklikleri 25 metreyi geçen yapıların rijitlik ve dayanımlarını artırmak dolayısıyla yanal yerdeğıştirmelerini sınırlandırmak amacıyla

kullanılan temele ankastre yada yarı ankastre olarak oturan konsol şeklinde çalışan, rijitlikleri yüksek, çerçevelerin aksine bağlı yerdeğiştirmeler üst katlara doğru giderek azalan boşluksuz yada boşluklu elemanlardır (Şekil 14). Boşluklu perdeler, aynı düzlem içinde bulunan birkaç perdenin kat kirişleriyle birleştirilmesinden meydana gelen elemanlar olarak da dikkate alınabilmektedir [Özmen, 1991; Kumbasar, Celep, 1993; Özden, Kumbasar, 1993; Kazaz, 1999].



a) Boşluksuz betonarme perde

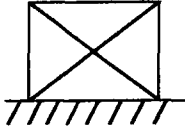
b) Boşluklu betonarme perde

Şekil 14. Boşluksuz ve boşluklu betonarme perde

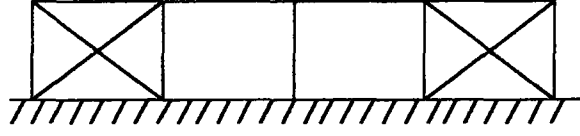
1.4.3. Eğik Elemanlar

Yapının rijitliğini arttırmak dolayısıyla da yatay yerdeğiştirmelerini azaltmak amacıyla kullanılan yatayla 90° den farklı açı 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].

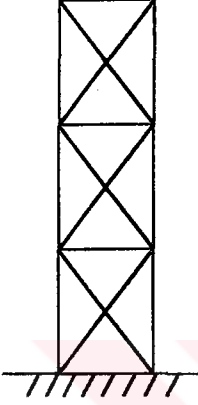
Eğik elemanlar, tek katlı tek açıklıklı, tek katlı çok açıklıklı ya da tek açıklıklı çok katlı yapılarda kullanılabilirler. En yaygın olarak ise çok katlı çok açıklıklı çerçevelerde kullanılmalarıdır. Bu tür sistemlerde açıklık boyunca köşegen elemanlar kullanılmaktadır (Şekil 15) [Ambrose, Vergun, 1985].



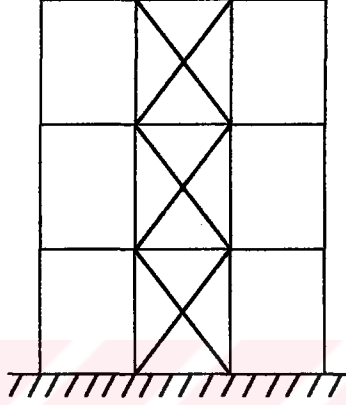
a) Bir katlı bir açıklıklı yapılarda
eğik elemanların kullanılması



b) Bir katlı çok açıklıklı yapılarda
eğik elemanların kullanılması



c) Çok katlı bir açıklıklı yapılarda
eğik elemanların kullanılması

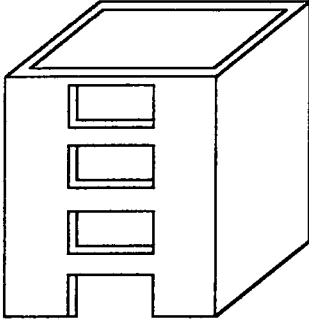


d) Çok katlı çok açıklıklı yapılarda
eğik elemanların kullanılması

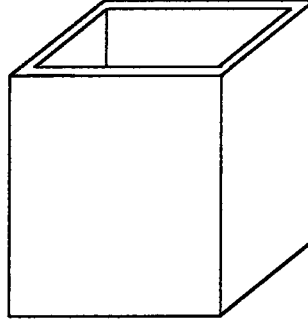
Şekil 15. Eğik elemanların farklı açıklıklı ve farklı kat adedine sahip yapılarda kullanım örnekleri

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 16)[Ersoy, Çıtıptıoğlu, 1988; Özden, Kumbasar, 1993].



a) Boşluklu perde ile teşkil edilen
betonarme bir çekirdek

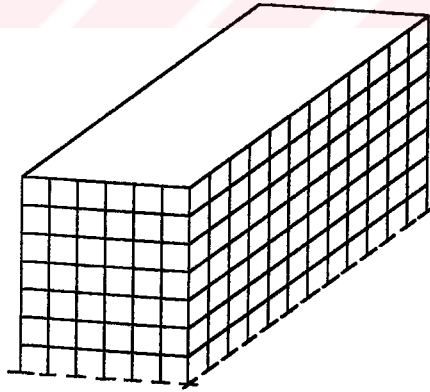


b) Boşluksuz perdelerle teşkil edilen
betonarme bir çekirdek

Şekil 16. Boşluklu ve 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 dikdörtgenkesitli, boşluklu duvar görünümündeki, süneklikleri, burulma rijitlikleri ve yatay yük taşıma kapasiteleri yüksek, dolayısıyla da çok yüksek yapıların inşasına imkan veren, elemanlardır (Şekil 17) [Çakıroğlu, 1989; Özden, Kumbasar, 1993].

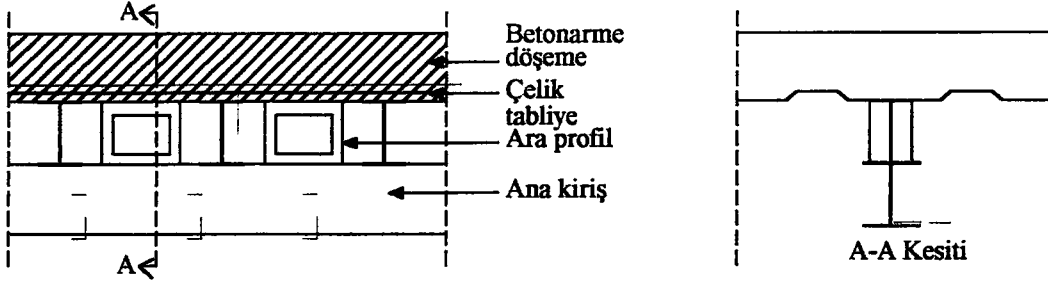


Şekil 17. Bir betonarme tüp eleman

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 18) [Özgen, 1989; Schueller, 1993].

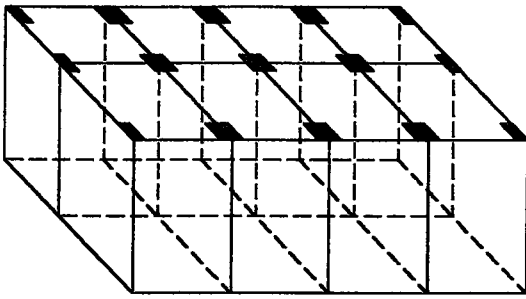


Şekil 18. Bir kompozit eleman

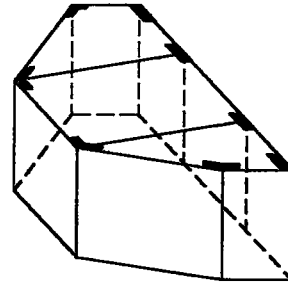
1.5. Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Sistemler

1.5.1. Çerçeve Sistemler

Kolon ve kirişlerle oluşturulan çerçevelerin birlikte kullanılmasıyla meydana gelen taşıyıcı sistemlerdir [Sungur, 1985]. Bunlar, ortogonal ve ortogonal olmayan sistemler olarak iki sınıfta toplanabilmekte ve yatay yüklerin etkisinde fazla miktarda yer değiştirmektedirler. Bu nedenle bu sistemlerde genellikle gevrek kesme kırılmaları oluşmamaktadır (Şekil 19) [Ayvaz vd., 1997].



a) Bir ortogonal çerçeve sistem

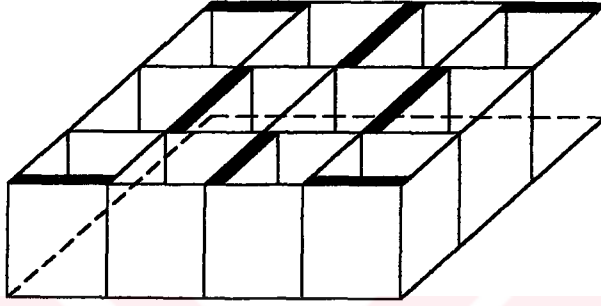


b) Bir ortogonal olmayan çerçeve sistem

Şekil 19. Ortogonal ve ortogonal olmayan çerçeve sistemler

1.5.2. Betonarme Perde Sistemler

Betonarme perdelerin kullanılmasıyla oluşturulan sistemlerdir [Kumbasar, Celep, 1993]. Çerçeve sistemler kadar olmasa da uygulamada yaygın olarak kullanılan betonarme perdeler, çok rijit olduklarından, yapılarda kesit etkilerinin oluşmasına neden olan katlar arasındaki rölatif yer değiştirmelerini sınırlandırmaktadırlar. Ancak bunlar bazı depremlerde görüldüğü üzere yapının bütününe emniyetini sağlamayabileceği gibi gevrek kesme kırılmalarına da neden olmaktadır (Şekil 20) [Dowrick, 1987].

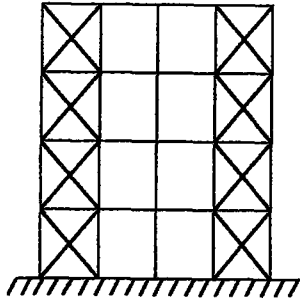


Şekil 20. Bir betonarme perde sistem

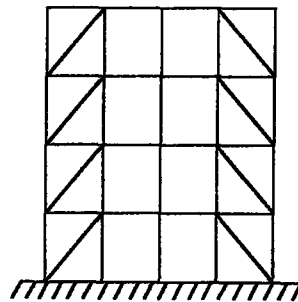
1.5.3. Eğik Elemanlı Sistemler

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 21).



a) Çift eğik eleman ile oluşturulmuş çerçeve sistem

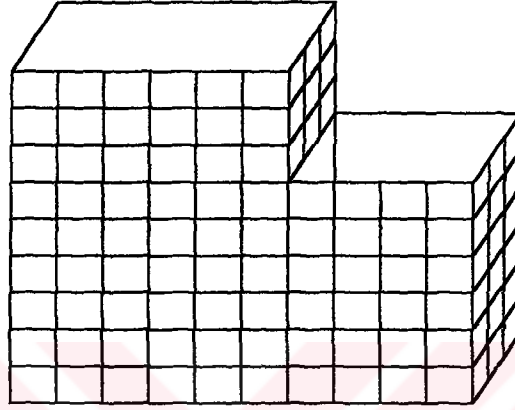


b) Tek eğik eleman ile oluşturulmuş çerçeve sistem

Şekil 21. Tek veya çift eğik elemanlarla oluşturulmuş çerçeve sistemler

1.5.4. Tüp Sistemler

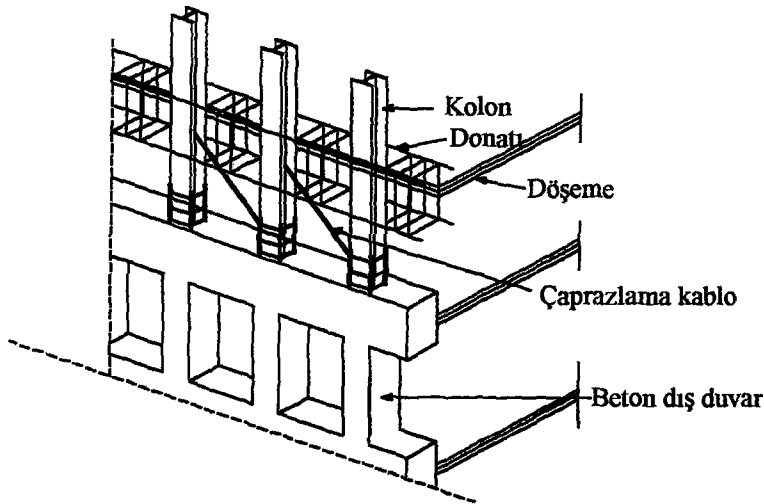
Bu tip yapılar genellikle çerçeve sistem ile betonarme perdelerin birlikte kullanılmasıyla yada sık olarak inşa edilen kolonların kirişlerle birlikte bağlanması suretiyle oluşturulmaktadır [Ersoy, Çıtıptıoğlu, 1998]. Bu nedenle bunlar çerçeve sistem ile betonarme perde sistem yapılar arasında bir sistem olarak dikkate alınmaktadır (Şekil 22) [Kazaz, 1999].



Şekil 22. Bir tüp sistem

1.5.5. Kompozit Sistemler

Kompozit sistemler, kompozit ya da betonarme ve çelik elemanların birlikte kullanılmasıyla meydana gelen taşıyıcı sistemlerdir (Şekil 23) [Amil, 1999].



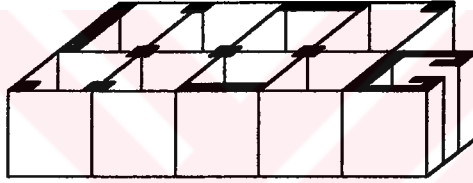
Şekil 23. Bir kompozit sistem

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 24) ile betonarme perde-çerçeve-çekirdek sistemlerdir (Şekil 25).



Şekil 24. Bir betonarme perde-çerçeve sistem



Şekil 25. Bir betonarme perde-çerçeve-çekirdek sistem

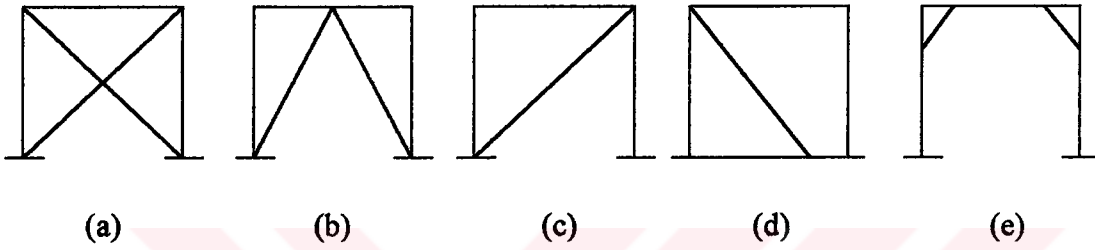
1.6. Rijitleştirici Elemanların Düzenlenmesi

Rijitleştirici elemanların düzenlenmesinde yapının burulma etkisinde kalmaması için simetrisinin korunması, mümkün mertebe bu elemanların yapının dış cephelerine yerleştirilmesi, yapının yüksekliği boyunca, ani rijitlik değişimi oluşturmamak için, sürekli olması gibi bir çok hususun dikkate alınması gerektiği bilinmektedir [Ersoy, Çıtıptıoğlu, 1988; Celep, Kumbasar, 1993].

Bu çalışmada Şekil 26'da verilen yaygın olarak kullanılan eğik eleman çeşitlerinden bazılarının kullanılmasıyla rijitleştirilmiş çerçeve sistem yapıların deprem davranışları incelendiğinden, burada eğik elemanların düzenlenmesi ve bu düzenlemede karşılaşılan güçlükler üzerinde durulmaktadır.

Eğik elemanların kullanımı, özellikle kapı, v.b. yerler için boşlukların bırakılmasında zorluk oluşturabileceğinden, sınırlı olmaktadır. Bu nedenle bu elemanlar ya tercih edilmemekte, yada yapılarda kısmi olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan bunların düzenlenmesinde, yatay yüklerin yön değiştirme ihtimalinin dikkate alınması ve çerçeve ile birleşim türünün uygun seçilmesi de gerekmektedir [Ambrose, Vergun, 1985].

Bu çalışmada eğik elemanlardan Şekil 26 (a) ve (c)'de verilen farklı düzenlemeleri dikkate alınmakta ve bu eğik elemanlarla oluşturulan çerçeve sistem yapıların lineer analizi yapılmaktadır.



Şekil 26. Yaygın olarak kullanılan eğik eleman çeşitleri

1.7. Yapılarda Yaygın Olarak Kullanılan Taşıyıcı Sistemlerin Deprem Açısından İncelenmesi

1.7.1. Çerçeve Sistem Betonarme Yapılar

Deprem enerjisinin kalıcı deformasyonlarla tüketilmesi yaklaşımı ile tasarlanırlar. Elastik enerji tüketme güçleri azdır. Yüksek miktarda plastik enerji tüketme gücünde olabilmeleri için donatı, aksenal yük ve boyut ayrıntılarına hem proje ve tasarımda hem de yapım sırasında özen göstermek gerekir. Elastik olarak dayandıkları yatay yük düzeyi ve ilk yapım bedelleri düşüktür [Bayülke, 1998].

1.7.2. Betonarme Perdeli Betonarme Yapılar

Elastik enerji tüketme güçleri salt çerçevesel yapılara göre önemli miktarda yüksektir. Plastik enerji tüketme güçleri aynı düzeyde yüksek değildir. Çerçevesel yapılara göre

süneklikleri daha azdır. Taşıyıcı sistemin ilk yapım bedeli çerçevesi yapıya göre daha yüksektir [Bayülke, 1998].

1.7.3. Betonarme Perdeli-Çerçevesi Betonarme Yapılar

Bu tür yapılarda yukarıda sayılan her iki taşıyıcı sistem bir arada bulunmaktadır. Burada perdelerin ve çerçevelerin yatay yükler altında farklı ötelenmeleri unutulmamalıdır. Az katlı perdeli-çerçevesi yapılarda deprem yatay yüklerinin büyük bir bölümü perdeler tarafından taşınmaktadır. Ancak çok katlı perdeli-çerçevesi yapılarda katlar çoğaldıkça üst katlarda betonarme perdelerin yatay yüklerden aldıkları pay giderek azalmaktadır. Bu nedenle çok katlı yapıların betonarme perdeli yapılmalarındaki amaç yatay yükleri taşımalarından çok yapıya rijitlik kazandırmaktır. 3-5 kata kadar olan perdeli-çerçevesi yapılarda betonarme perdeler kesme kuvvetlerinin büyük bölümünü taşımaktadırlar. Orta yada çok sayıda katı olan betonarme perdeli-çerçevesi yapılarda ise betonarme perdenin yatay yüklerden aldığı pay azalmakta ve bu nedenle bu yapılarda betonarme perdeler gerek kalmadığı gibi doğru olmayan bir izlenim bulunmaktadır. Ancak betonarme perdelerin varlığı yine de gerekli olmakta, zira betonarme perdeli-çerçevesi yapı genellikle 1. mod şeklinde davranış göstermektedir [Aoyama, 1986].

Betonarme perdeli-çerçevesi yapılar bütün deprem bölgeleri için önerilmektedir. Betonarme perdeli-çerçevesi yapılar ekonomiktirler. Salt çerçevesi yapılarda gereken süneklik koşullarını sağlamak kolon ve kiriş gibi elemanlarda donatı yerleştirme problemleri çıkarmakta, ekonomik ve estetik olmayan kesitler yapılması gerekmektedir. Az miktarda da olsa betonarme perdeli olan çerçevesi yapıda ise hem perdeler duvarlarda gizlenebilmekte hem de kolon ve kiriş boyutları küçülmekte ve eleman donatıları da sıklığa yol açmayacak miktarlarda konulmaktadır.

Betonarme perdeli-çerçevesi yapıların maliyetleri salt çerçevesi yapılardan biraz daha yüksektir. Ancak depremlerin sık olup büyük zararlar verdiği bu ülkede bu bedelin ödenmesi can ve mal kaybını azaltmak için gerekli olmaktadır.

1.8. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı Konusunda Yapılan Çalışmalar

Adeli, Hung (1989) yıkıcı depremlerden edilen bilgilerin yararlarını en üst düzeye çıkarmak amacıyla, uzman sistem yaklaşımı kullanarak depremde hasar gören yapıların davranışını ve performansını değerlendirilmesini sunmak için gerçekçi bir yaklaşım önermişlerdir.

Roesset (1997) depreme dayanıklı tasarımın bazı temel prensiplerini gözden geçirdikten sonra genel karakteristiklerini ve dinamik doğalarını irdelemiş ve farklı tür yapıların davranışlarını görmek için gerekli analitik modeller ile lineer ve lineer olmayan çözüm için mevcut analiz yöntemleri dikkate alınmıştır.

Bertero ve Bertero (1992) betonarme yüksek binaların depreme dayanıklı tasarımı için mevcut olan yöntemlerden daha güvenilir bir metodun formülasyonu çalışmasını sunmuştur.

Uang ve Bertero (1988) yapıların deprem etkisindeki davranışı için enerji denkleminin belirlenmesini gözden geçirerek fiziksel olarak daha anlamlı olan alternatif bir tanımla karşılaştırmışlardır. Çalışmalarında bir yapı elemanının enerji yutma kapasitelerinin tekliğini değerlendirmişler ve çelik kirişler, betonarme perdeler, kompozit kirişlerden oluşan üç tür yapı elemanının test sonuçlarını incelemişler ve bu inceleme sonucunda enerji yutma kapasitesinin tek olmadığını ancak yüksek oranda yüklemeye ve yerdeğiştirme şekline bağlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Whittaker (1996) depreme dayanıklı tasarım konusundaki mevcut yaklaşımları değerlendirerek yeni gerçekçi model sismik yönetmeliğinin gelişiminle dikkate alınması gerekenleri sağlaması amaçlanmıştır.

Bertero ve Miranda (1994) yapıların depreme dayanıklı tasarımında yerel koşulların etkilerini incelemişler ve enerji yaklaşımına dayalı projelendirmede kullanılan deprem yüklerinin hasar potansiyelini değerlendirmek için ümit veren yeni bir yöntemi ve hasar fonksiyonlarının veya hasar göstergelerinin kullanımını irdelemişlerdir.

Bertero (1986) yüksek deprem riski olan bölgelerde depreme dayanıklı yapı tasarımı konusundaki Amerika'daki özel problemleri gözden geçirdikten sonra bu problemlerin çözümünde gerekli olan uygulamaları tartıştıktan sonra genel gözlemleri ve sonuçları belirterek yapıların depreme dayanıklı tasarımında gelişmeler için iki çözüm önermektedir.

Fardis (1977) betonarme yapıların depreme dayanıklı tasarımları için modern yönetmelikleringerektirdikleri üzerinde durmaktadır. Çalışmada depreme dayanıklı tasarımın dört ana safhası, betonarme yapı elemanlarının tasarımı, modellenmesi ve analizleri, boyutlandırılması ve detaylandırılması ve taslak çizme kavramları ayrı ayrı anlatılmaktadır. Analizdeki seri işlemlerin, modern yönetmelik kararlarıyla tasarımın kabul ettirilmesinin, analizin bilgisayarlarla yapılması ihtiyacının, tasarım kararlarında tasarımcının olası maksimum rolü üzerinde durulmaktadır.

Fintel ve Ghosh (1977) yatay yük taşıyıcı betonarme yapı sistemlerini ve depreme dayanıklı yapı tasarımıyla ilgili kriterleri tanımlamıştır.

Roberto (1993) malzeme, yapı sistemleri, elemanların projelendirilmesi ve donatı detaylandırılması bakımından 1985 yılından sonra Meksika'daki betonarme yapıların tasarımı ve inşaat uygulamasındaki değişimi sunmuştur.

Pender (1996) deprem etkisindeki sığ ve derin temellerin projelendirmesindeki temel konulara değinmektedir.

Kato vd. (1995) tarafından bir açıklıklı betonarme duvarların depreme dayanıklı tasarımlarını gerçekleştirmişler, yeni ve rasyonel tasarım yöntemi için mevcut araştımayla etkili donatı detayları gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca taşıma gücüne dayalı bir yöntemle göre boşluklu betonarme perdelerin depreme dayanıklı tasarımını özetlemişlerdir.

Akiyama (1998) geleneksel yapılarının tasarımında esnek rijit elemanlı karma yapının uygulanabilirliğini tartışmaktadır.

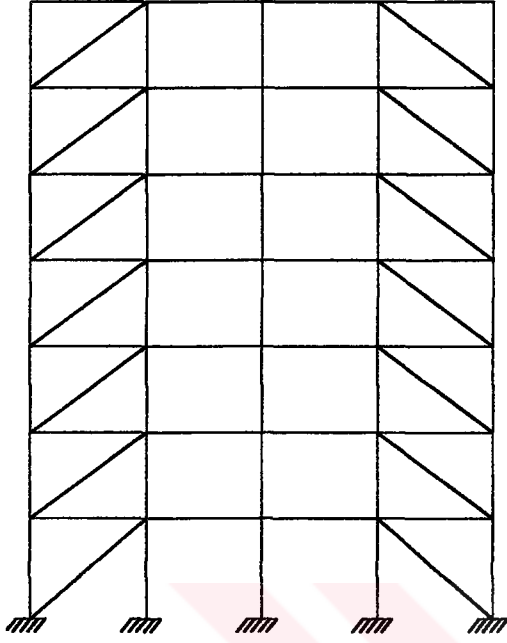
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Daha önce de belirtildiği gibi bu çalışmada farklı olarak düzenlenen eğik elemanlarla veya betonarme perdelerle rijitleştirilmiş çerçeve sistemlerin ve geleneksel çerçeve sistemin depreme karşı lineer davranışları karşılaştırılmalı olarak incelenmektedir. Bu inceleme hem geleneksel çerçeve sistemle eğik elemanlı ve betonarme perdeli çerçeve sistemlerin davranışlarının hem de farklı olarak düzenlenmiş eğik elemanlı çerçeve sistemlerin davranışlarının farklı kat adedi ve açıklık sayısına ilave olarak zeminli durumu da dikkate alınarak karşılaştırılmalı şekilde yapıldığından aşağıda çalışmada dikkate alınan bu çerçevelere ait veriler sunulmaktadır.

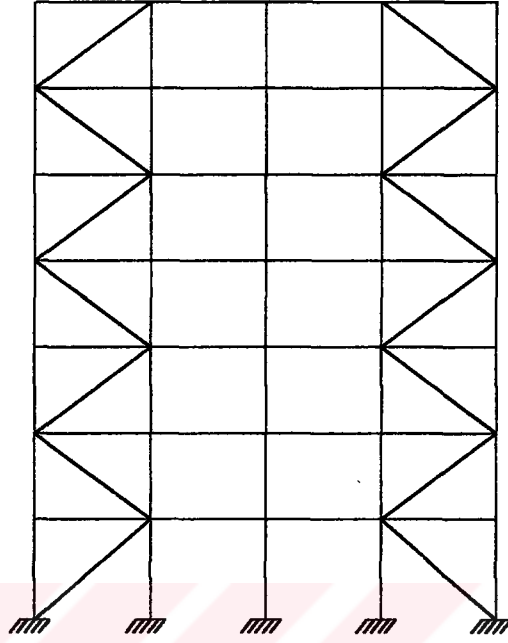
Bu çalışmada, biri geleneksel çerçeve sistem (çerçeve no:1, yaygın olarak bilindiğinden burada şekli verilmemiştir), ikisi eğik elemanların farklı olarak düzenlenmesiyle oluşturulan çerçeve sistemler (Şekil 27a, çerçeve no:2, Şekil-27b, çerçeve no:3), biri çift eğik elemanın kullanıldığı çerçeve sistem (Şekil 27c, çerçeve no:4), biri betonarme perde duvarların kullanılması ile oluşturulan çerçeve sistem (Şekil 27d, çerçeve no:5) olmak üzere 5 değişik çerçeve sistemin ve bu sistemlerin 4 ve 3 açıklıklısı, 10, 7 ve 5 katlısı kullanılmıştır. Tüm bu çerçevelerdeki kolon, kiriş ve eğik elemanların enkesit boyutları sırasıyla 400 mm x 900 mm, 250 mm x 500 mm, 300 mm x 300 mm olarak kullanılmıştır.

Çalışmada dikkate alınan 10 katlı, 4 açıklıklı, zeminsiz çerçeveler Şekil 28' de, 10 katlı, 3 açıklıklı, zeminsiz çerçeveler Şekil 29' da, 7 katlı, 4 açıklıklı, zeminsiz çerçeveler Şekil 30' da, 7 katlı, 3 açıklıklı, zeminsiz çerçeveler Şekil 31' de, 5 katlı, 4 açıklıklı, zeminsiz çerçeveler Şekil 32' de, 5 katlı, 3 açıklıklı, zeminsiz çerçeveler Şekil 33' de verilmektedir. Burada şekillerin çok yer tutmasını önlemek için incelenen çerçevelerin zeminli halleri ile geleneksel çerçevelerin şekilleri verilmemiştir

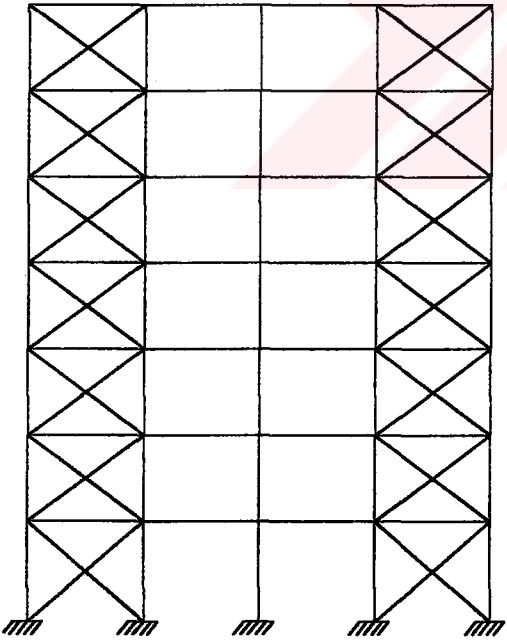
Çalışmada kullanılan çerçevelerde kolon enkesit boyutlarından büyüğünün eğilme doğrultusunda olduğu dikkate alınmıştır. Malzemenin elastisite modülü (E) $2.7 \cdot 10^7$ kN/m² olarak kullanılmış, betonarmenin birim ağırlığı ile poisson oranı (ν) TS 500'de önerildiği gibi sırasıyla 25 kN/m³ ve 0.2 alınmıştır. 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.



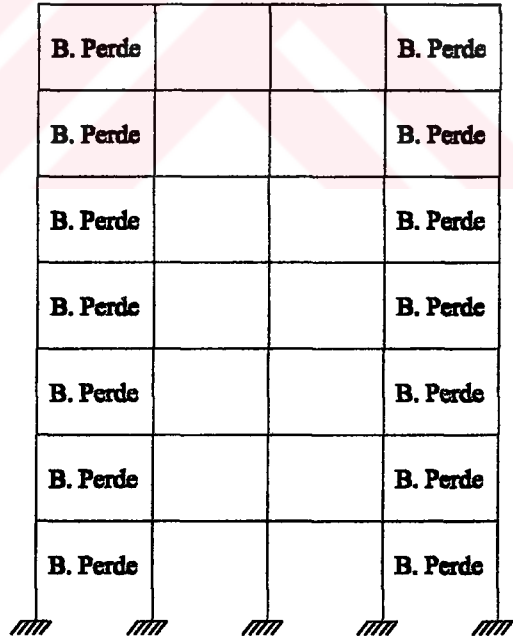
(a) Çerçeve no:2



(b) Çerçeve no:3

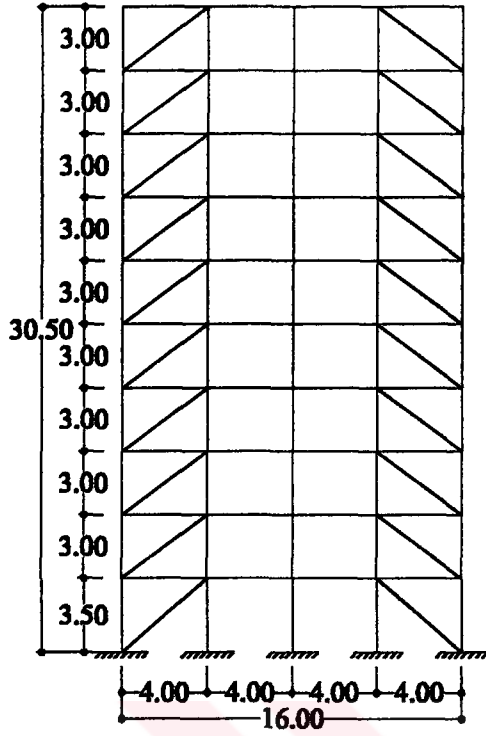


(c) Çerçeve no:4

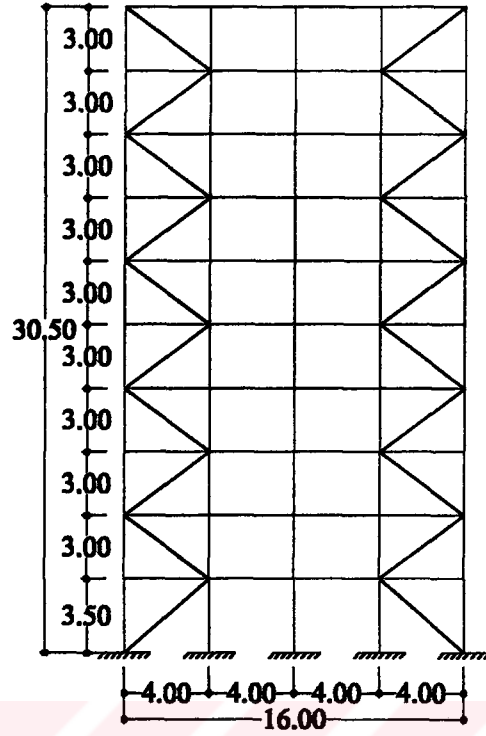


(d) Çerçeve no:5

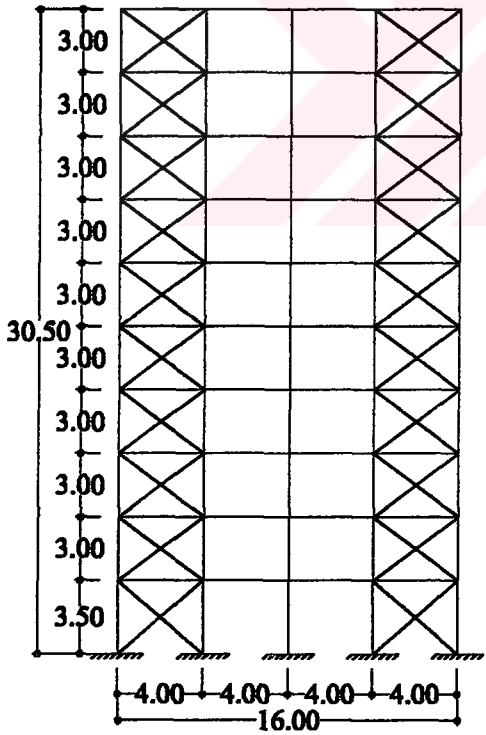
Şekil 27. Geleneksel çerçeveye ilave olarak çalışmada dikkate alınan çerçeve sistem türleri



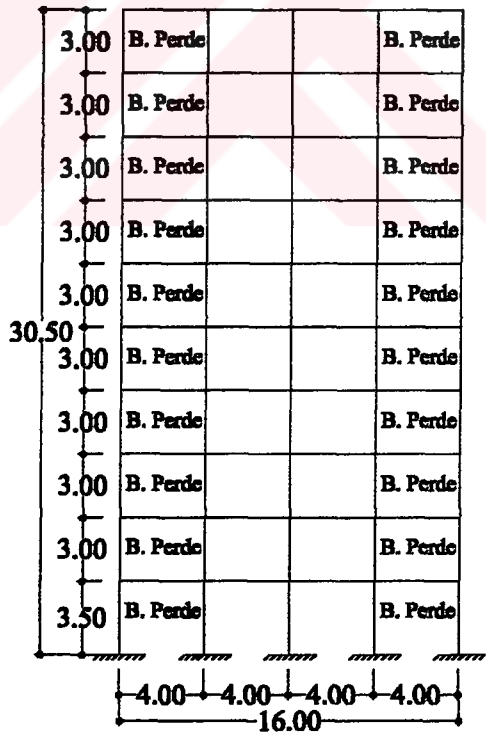
a) 10 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:2)



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

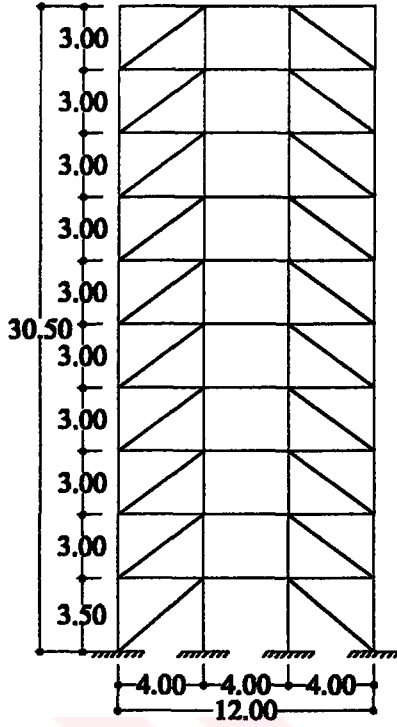


c) 10 katlı, 4 açıklıklı, çift eğik elemanlı çerçeve (No:4)

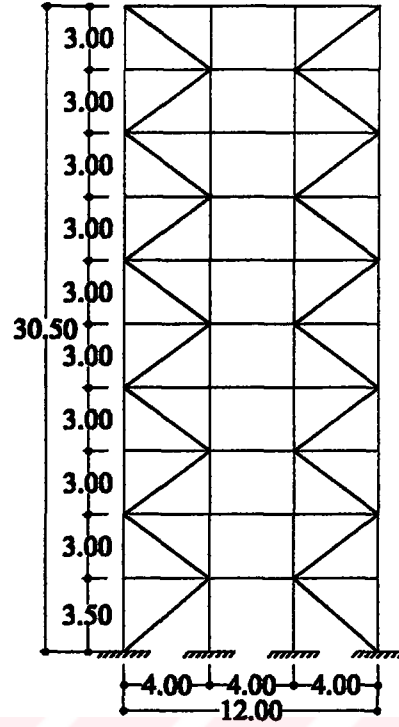


b) 10 katlı, 4 açıklıklı, betonarme perdeli çerçeve (No:5)

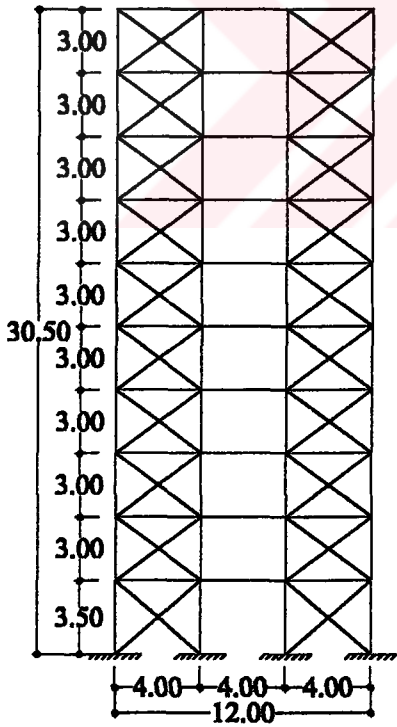
Şekil 28. Çalışmada dikkate alınan 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemler



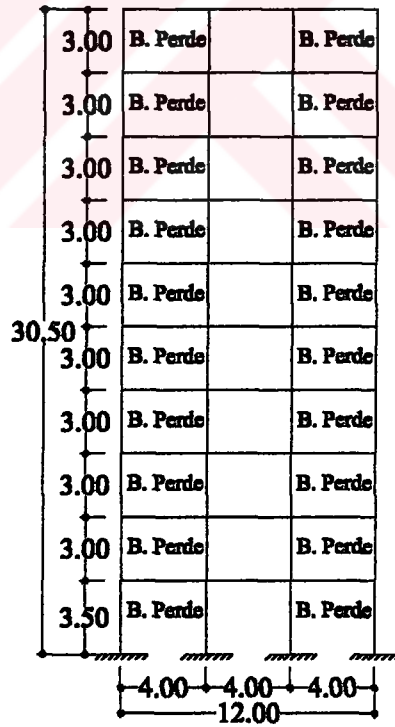
a) 10 katlı, 3 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:2)



b) 10 katlı, 3 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:3)

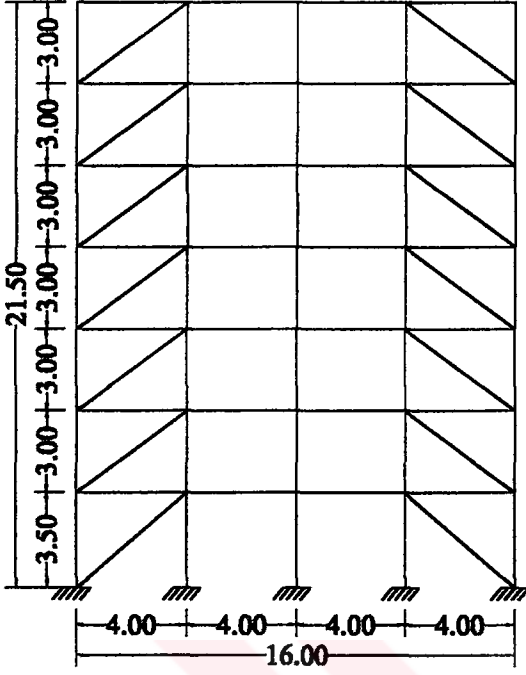


c) 10 katlı, 3 açıklıklı, çift eğik elemanlı çerçeve (No:4)

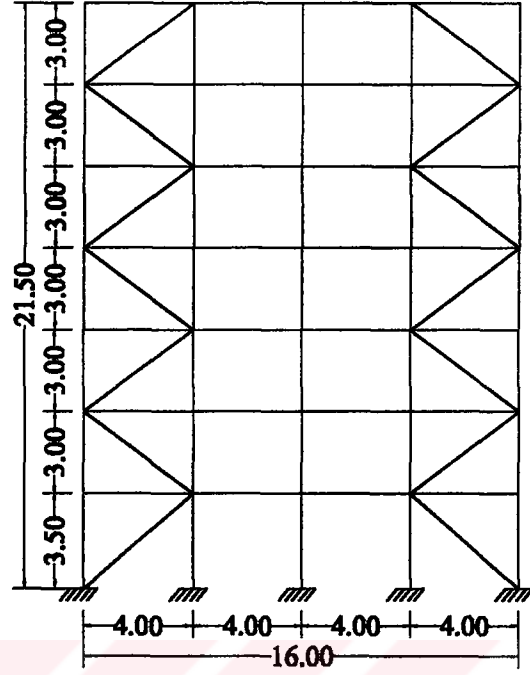


b) 10 katlı, 3 açıklıklı, betonarme perdeli çerçeve (No:5)

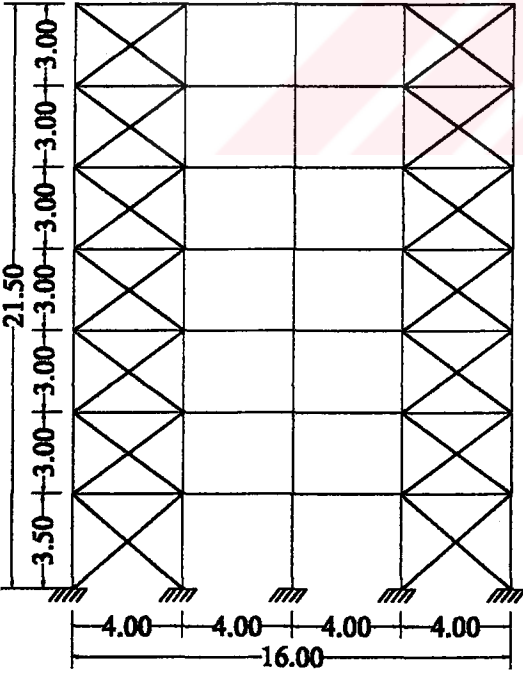
Şekil 29. Çalışmada dikkate alınan 10 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemler



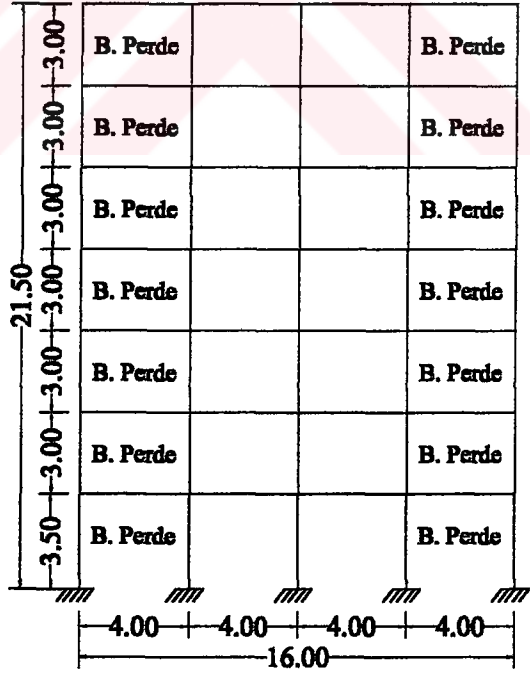
a) 7 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:2)



b) 7 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:3)

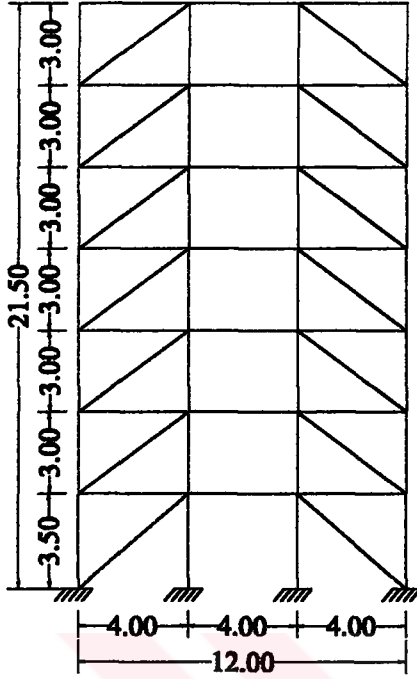


c) 7 katlı, 4 açıklıklı, çift eğik elemanlı çerçeve (No:4)

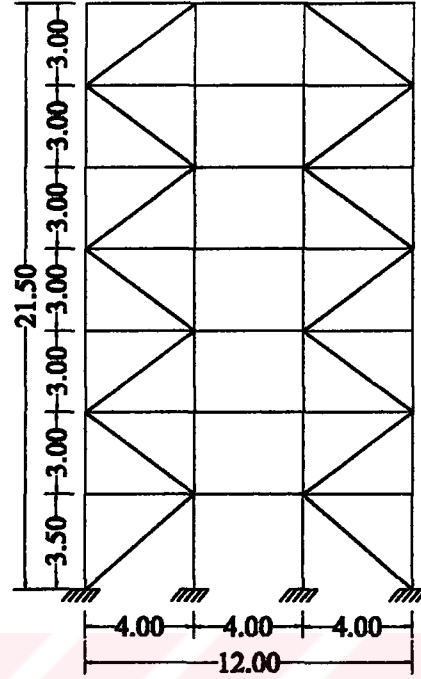


d) 7 katlı, 4 açıklıklı, betonarme perdeli çerçeve (No:5)

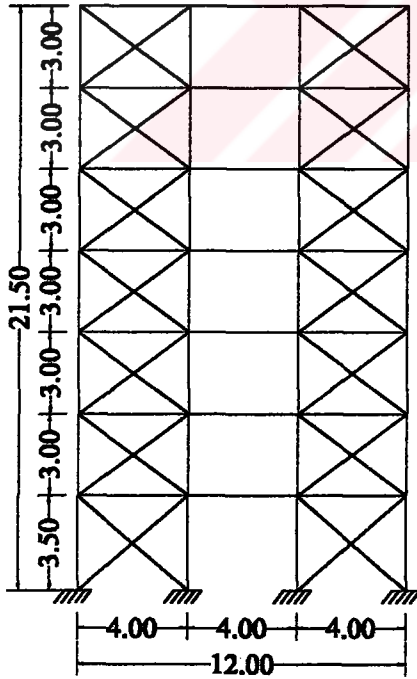
Şekil 30. Çalışmada dikkate alınan 7 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemler



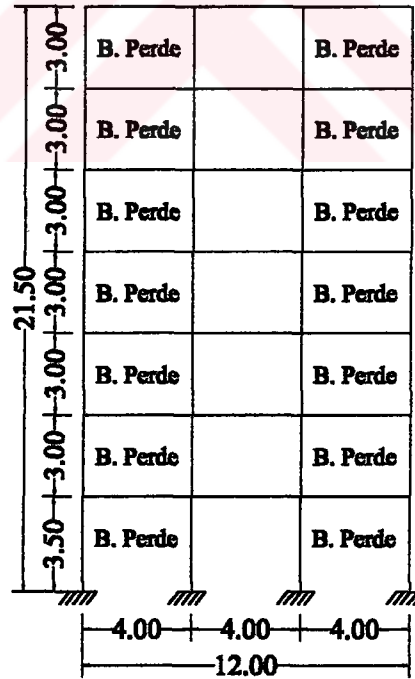
a) 7 katlı, 3 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:2)



b) 7 katlı, 3 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:3)

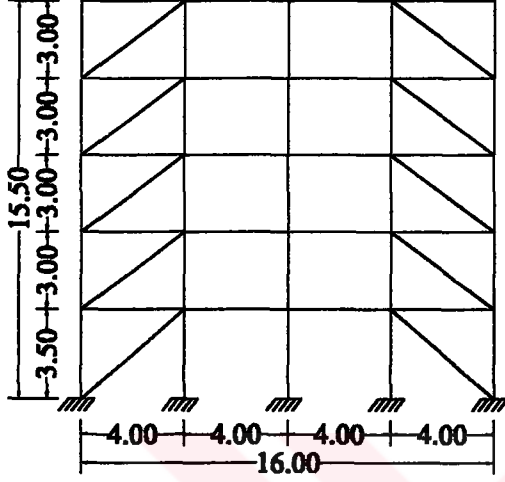


c) 7 katlı, 3 açıklıklı, çift eğik elemanlı çerçeve (No:4)

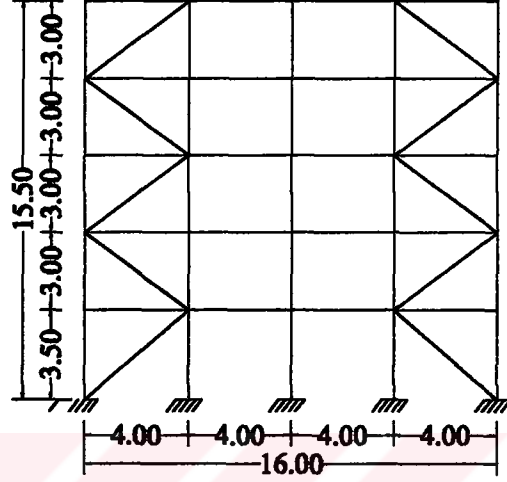


d) 7 katlı, 3 açıklıklı, betonarme perdeli çerçeve (No:5)

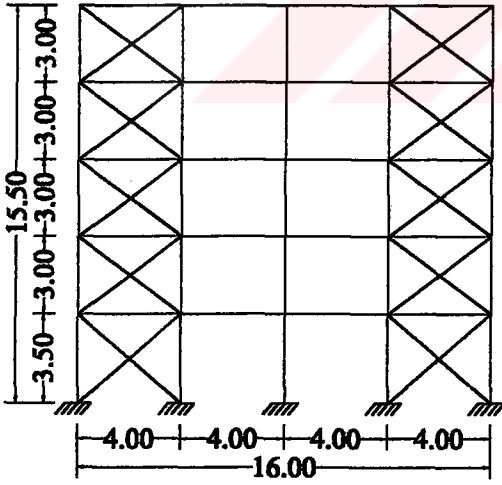
Şekil 31. Çalışmada dikkate alınan 7 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemler



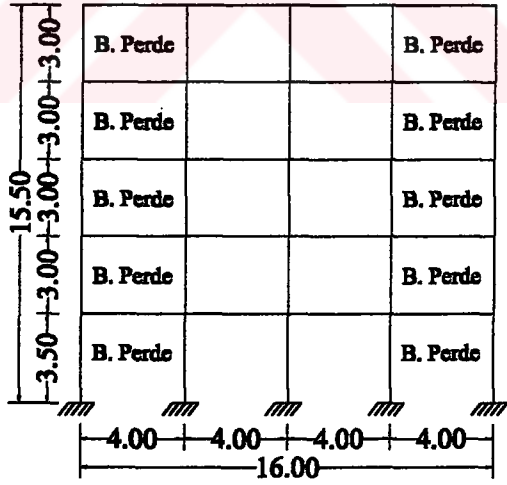
a) 5 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:2)



b) 5 katlı, 4 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:3)

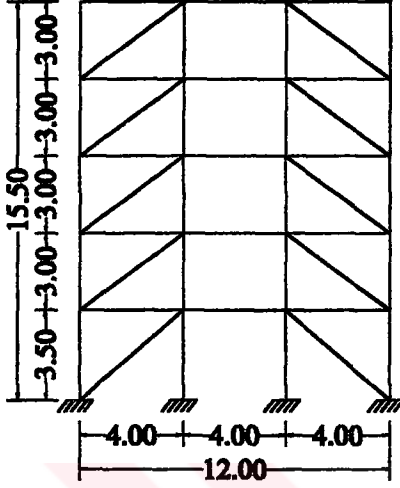


c) 5 katlı, 4 açıklıklı, çift eğik elemanlı çerçeve (No:4)

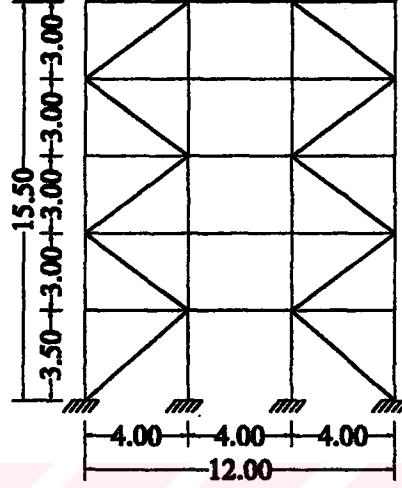


d) 5 katlı, 4 açıklıklı, betonarme perdeli çerçeve (No:5)

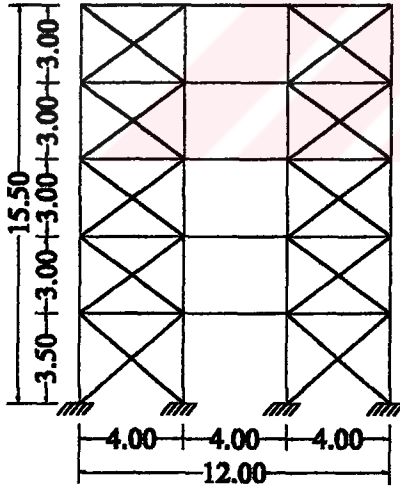
Şekil 32. Çalışmada dikkate alınan 5 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemler



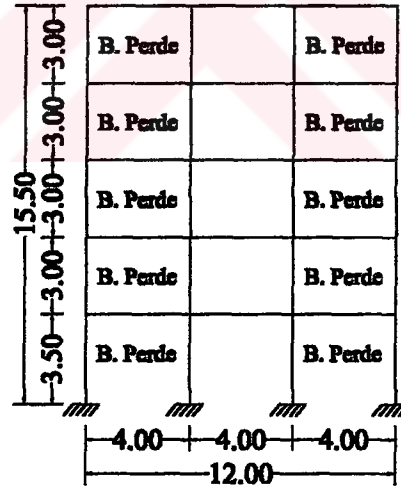
a) 5 katlı, 3 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:2)



b) 5 katlı, 3 açıklıklı, tek eğik elemanlı çerçeve (No:3)



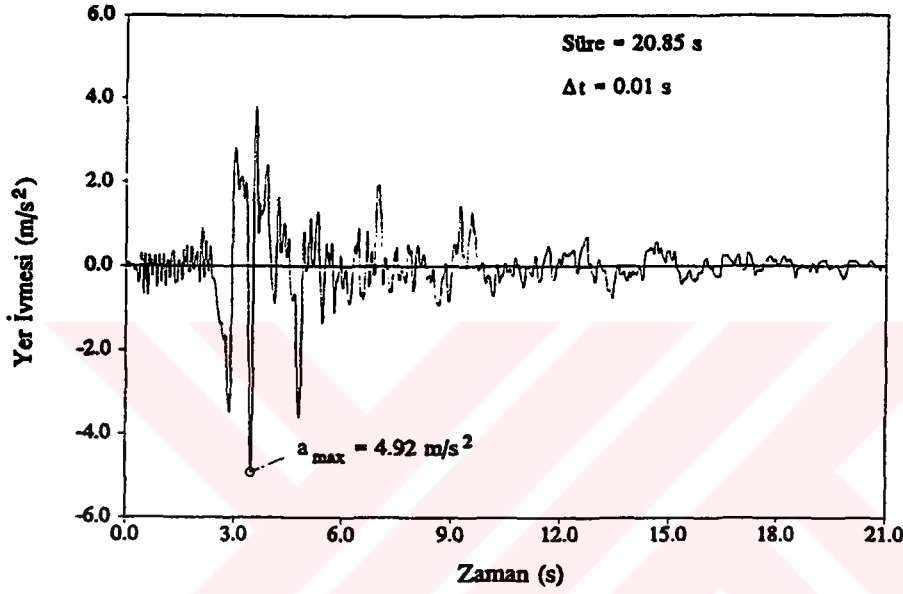
c) 5 katlı, 3 açıklıklı, çift eğik elemanlı çerçeve (No:4)



d) 5 katlı, 3 açıklıklı, betonarme perdeli çerçeve (No:5)

Şekil 33. Çalışmada dikkate alınan 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemler

Bu çalışmada dikkate alınan tüm çerçevelerin yapısal çözümlemesinde yük olarak 13 Mart 1992 Erzincan depreminin Doğu-Batı doğrultusundaki ivme bileşeninin ilk 6 sn'lik kısmı kullanılmıştır (Şekil 29). Zira söz konusu bileşenin tepe noktası bu bölgede oluşmakta daha sonra ivmenin şiddeti azalmaktadır..



Şekil 34. 13 Mart 1992 Erzincan depreminin Doğu-Batı doğrultusundaki ivme bileşeni [Ayvaz vd., 1997]

Diğer sayısal yöntemlerde olduğu gibi bu çalışmada kullanılan yapısal çözümleme programı SAP90' da dikkate alınan sonlu elemanlar yöntemi ile elde edilen sonuçlarda da bir hata payı bulunmaktadır. Zaman artımına ve kullanılan sonlu eleman ağına bağlı olan bu hata payının mühendislikte kabul edilebilir olması yanında harcanan bilgisayar zamanının da uygun sınırlar içinde kalması bakımından 0.01 sn'lik zaman artımı ile beraber kolon kiriş ve eğik elemanların her biri birer eleman olarak dikkate alınmış ayrıca iki eğik elemanın kullanılmasıyla oluşturulan çerçevelerde eğik elemanların kesişim yerleri de düğüm noktası olarak alınmıştır.

3. BULGULAR VE İRDELEME

Daha önceden belirtildiği gibi bu çalışmanın temel amacı geleneksel çerçeve sistem ve farklı olarak düzenlenen eğik elemanlarla ve betonarme perdelerle rijitleştirilmiş çerçeve sistem yapıların zemini de dikkate alarak depreme karşı lineer davranışlarının karşılaştırılması olarak incelenmesidir. Bu inceleme aynı tür çerçeve sistemler kat adedi ile açıklık sayısına bağlı olarak kendi aralarında ve diğer çerçeve sistemlerle karşılaştırılması olarak yapılmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda bu bölümde, her bir çerçeve sistemden elde edilen maksimum yerdeğiştirme, maksimum eğilme momenti ve maksimum normal kuvvet diyagramları çok yer işgal edeceğinden burada ilk önce her bir tür çerçeve sistemin kat adedi, açıklık sayısı ve zemin durumuna bağlı olarak mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, mutlak değerce maksimum eğilme momenti ve mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri tablolar halinde verildikten sonra kat adedinin, açıklık sayısının değişimine ve zeminin dikkate alınıp alınmamasına bağlı olarak sözkonusu etkilerin diyagramlarının değişiminin daha iyi görülebilmesi amacıyla sadece 7 katlı, 4 açıklıklı, zemin dikkate alınmadan (ZS) çözülen çerçeve sistemlerin tamamına ait, 7 katlı 3 açıklıklı, zemin dikkate alınmadan çözülen 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait, 7 katlı 4 açıklıklı, zemin dikkate alınarak (ZL) çözülen 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait ve 5 katlı 4 açıklıklı, zemin dikkate alınmadan çözülen 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait maksimum eğilme momenti, 7 katlı, 4 açıklıklı, zemin dikkate alınmadan çözülen çerçeve sistemlerin tamamına ait, 7 katlı 3 açıklıklı, zemin dikkate alınmadan çözülen 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait, 7 katlı 4 açıklıklı, zemin dikkate alınarak çözülen 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait ve 5 katlı 4 açıklıklı, zemin dikkate alınmadan çözülen 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait maksimum normal kuvvet diyagramları verilmekte ve daha sonra tüm çerçevelere ait yerdeğiştirme ve sözkonusu etkilerin mühendislikte önem arzeden mutlak değerce maksimumları sunulmaktadır.

Aşağıda her bir çerçeve sistem için elde edilen maksimum yerdeğiştirme ve mutlak değerce maksimum eğilme momenti ile mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri tablolar ve grafikler halinde verilmekte ve irdemeleri yapılmaktadır.

3.1. Geleneksel Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:1) Ait Bulgular ve İrdelenmesi

Bu çalışmada dikkate alınan geleneksel çerçeve sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, mutlak değerce maksimum eğilme momenti ve mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri kat adedi, açıklık sayısı ve zemin durumuna bağlı olarak frekans alanında çözüm (FAÇ) ve zaman alanında çözüm (ZAÇ) yöntemleri için Tablo 1' de verilmektedir.

Tablo 1. Geleneksel çerçeve sisteme (Çerçeve no:1) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti, normal kuvvetler

Kat Adedi	Açıklık Sayısı	Zemin Durumu	Mutlak Değerce Mak. Yerdeğiştirme (m)		Mutlak Değerce Mak. Eğilme Momenti (kNm)		Mutlak Değerce Mak. Normal Kuvvet (kN)	
			FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ
10	4	ZS	0.489	0.2657	5293	3061	6795	3688
10	3	ZS	0.4949	0.2680	5127	2924	6880	3725
10	4	ZL	0.4903	0.2660	5282	3039	6778	3674
10	3	ZL	0.4964	0.2683	5115	2897	6863	3710
7	4	ZS	0.2323	0.2233	3762	3625	3387	3267
7	3	ZS	0.2333	0.2237	3654	3537	3409	3278
7	4	ZL	0.2326	0.2234	3755	3619	3379	3254
7	3	ZL	0.2336	0.2238	3646	3529	3401	3264
5	4	ZS	0.1067	0.1072	2531	2585	1613	1625
5	3	ZS	0.1059	0.1068	2443	2492	1605	1624
5	4	ZL	0.1071	0.1075	2535	2586	1614	1625
5	3	ZL	0.1063	0.1071	2447	2491	1607	1624

Tablo 1' den görüldüğü gibi geleneksel çerçeve sistemler içinde en büyük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme 10 katlı ve 3 açıklıklı çerçevede zemin dikkate alındığında FAÇ' den 49.64 cm olarak, en küçük maksimum yerdeğiştirme ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçevede zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 10.59 cm olarak elde edilmiştir. İzin verilen maksimum yerdeğiştirme değerleri ($2.5 \times \text{yapı yüksekliği} / 1000$) 10 katlılar için 76,25 mm, 7 katlılar için 53,75 mm ve 5 katlılar için 38,75 mm olduğundan çalışmada dikkate alınan geleneksel çerçeve sistemlerin hiçbiri normal kullanım koşulunu sağlamamaktadır.

Yine Tablo 1' den görüldüğü gibi dikkate alınan geleneksel çerçeve sistemlerde, en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 6880 kN olarak, en küçük mutlak değerce maksimum normal kuvvet ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında yine FAÇ' den 1605 kN olarak oluşmaktadır.

En büyük mutlak değerce maksimum eğilme momenti değeri 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçevede zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 5293 kNm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum eğilme momenti ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçevede zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 2443 kNm olarak oluşmaktadır (bkz. Tablo 1).

3.2. Tek Eğik Elemanlı Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:2) Ait Bulgular ve İrdelenmesi

Bu çalışmada dikkate alınan tek eğik elemanlı çerçeve sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, mutlak değerce maksimum eğilme momenti ve mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri kat adedi, açıklık sayısı ve zemin durumuna bağlı olarak, Tablo 2' de verilmektedir.

Tablo 2. Tek eğik elemanlı çerçeve sisteme (Çerçeve no:2) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler.

Kat Adedi	Açıklık Sayısı	Zemin Durumu	Mutlak Değerce Mak. Yerdeğiştirme (m)		Mutlak Değerce Mak. Eğilme Momenti (kNm)		Mutlak Değerce Mak. Normal Kuvvet (kN)	
			FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ
10	4	ZS	0.2604	0.2533	2392	2451	15300	14590
10	3	ZS	0.1857	0.1834	1654	1830	11160	11140
10	4	ZL	0.2567	0.2553	2446	2649	14580	14220
10	3	ZL	0.1973	0.1983	1804	2014	11460	11650
7	4	ZS	0.03651	0.04841	621.8	865	2947	3907
7	3	ZS	0.04001	0.04153	682.2	750.8	3279	3399
7	4	ZL	0.03835	0.05102	668.2	929.6	2977	3955
7	3	ZL	0.03841	0.0414	664	759.4	3030	3260
5	4	ZS	0.04067	0.04306	1180	1308	4669	4992
5	3	ZS	0.01951	0.02244	578.9	716.3	2191	25 51
5	4	ZL	0.04623	0.04798	1358	1465	5038	5261
5	3	ZL	0.02285	0.02576	681.1	818	2438	2774

Tablo 2' den görüldüğü gibi dikkate alınan tek eğik elemanlı çerçeve sistemler (çerçeve no:2) içinde en büyük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 26,04 cm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 1,95 cm olarak elde edilmiştir. Tek eğik elemanlı bu çerçeve sistemlerden 10 katlıların tümü ile 5 katlıların 4 açıklıklı olanları normal kullanım koşulunu sağlamamaktadır. 7 katlıların tümü ile 5 katlıların 3 açıklıklı olanları normal kullanım koşulunu sağlamaktadır.

Yine Tablo 2' den görüldüğü gibi dikkate alınan tek eğik elemanlı çerçeve sistemlerde en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet, 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistem de zemin dikkate alındığında FAÇ' den 15300 kN olarak, en küçük mutlak değerce maksimum normal kuvvet ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alındığında FAÇ' de 2191 kN olarak oluşmuştur.

Çalışmada dikkate alınan bu çerçevelerde, en büyük mutlak değerce maksimum moment 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında ZAÇ' den 2649 kNm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum eğilme momenti ise 7 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 664 kNm olarak oluşmuştur (bkz. Tablo 2).

3.3. Tek Eğik Elemanlı Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:3) Ait Bulgular ve İrdelenmesi

Bu çalışmada dikkate alınan tek eğik elemanlı çerçeve sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, mutlak değerce maksimum eğilme momenti, mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri kat adedi, açıklık sayısı ve zemin durumuna bağlı olarak, Tablo 3' de verilmektedir.

Tablo 3. Tek eğik elemanlı çerçeve sisteme (Çerçeve no:3) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler.

Kat Adedi	Açıklık Sayısı	Zemin Durumu	Mutlak Değerce Mak. Yerdeğiştirme (m)		Mutlak Değerce Mak. Eğilme Momenti (kNm)		Mutlak Değerce Mak. Normal Kuvvet (kN)	
			FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ
10	4	ZS	0.2502	0.2499	2564	2609	13930	13840
10	3	ZS	0.2037	0.2069	2017	2122	11650	11830

10	4	ZL	0.2492	0.2484	2586	2625	13440	13420
10	3	ZL	0.2202	0.2207	2212	2198	12200	12190
7	4	ZS	0.04002	0.05276	744.2	1086	2960	3899
7	3	ZS	0.03734	0.04169	689.6	773.9	2812	3138
7	4	ZL	0.04206	0.05478	781.9	1119	3004	3905
7	3	ZL	0.03692	0.04262	684	790.7	2687	3100
5	4	ZS	0.05293	0.05473	1652	1753	5317	5517
5	3	ZS	0.02937	0.03256	917.5	1073	2866	3202
5	4	ZL	0.05488	0.05712	1701	1804	5257	5490
5	3	ZL	0.03213	0.03508	998.1	1144	2991	3288

Tablo 3' den görüldüğü gibi dikkate alınan tek eğik elemanlı çerçeve sistemler içinde (Çerçeve no:3) en büyük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 25.02 cm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 2.94 cm olarak elde edilmiştir. Tek eğik elemanlı bu çerçeve sistemlerden 10 katlıların tamamı ve 7 katlıların 4 açıklıklı olanları zemin dikkate alındığında ve 5 katlıların 4 açıklıklı olanlarının tamamı normal kullanım koşullarını sağlamamaktadır. Bu çerçeve sistemlerden sadece 5 katlıların 3 açıklıklı ve 7 katlıların yukarıda belirtilen hariç tamamı normal kullanım koşullarını sağlamaktadır.

Yine Tablo 3' den görüldüğü gibi dikkate alınan tek eğik elemanlı çerçeve sistemler içinde (Çerçeve no:3) en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 13930 kN olarak, en küçük mutlak değerce maksimum normal kuvvet ise 7 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alındığında FAÇ' den 2687 kN olarak oluşmaktadır.

Çalışmada dikkate alınan bu çerçeve sistemlerde, en büyük mutlak değerce maksimum eğilme momenti 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında ZAC' den 2625 kNm olarak, mutlak değerce en küçük maksimum eğilme

momenti ise 7 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alındığında FAÇ' den 684 kNm olarak belirlenmiştir (bkz. Tablo 3).

3.4. Çift Eğik Elemanlı Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:4) Ait Bulgular ve İrdelenmesi

Bu çalışmada dikkate alınan çift eğik elemanlı çerçeve sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, mutlak değerce maksimum eğilme momenti, mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri kat adedi, açıklık sayısı ve zemin durumuna bağlı olarak, Tablo 4' de verilmektedir.

Tablo 4. Çift eğik elemanlı çerçeve sisteme (Çerçeve no:4) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler

Kat Adedi	Açıklık Sayısı	Zemin Durumu	Mutlak Değerce Mak. Yerdeğiştirme (m)		Mutlak Değerce Mak. Eğilme Momenti (kNm)		Mutlak Değerce Mak. Normal Kuvvet (kN)	
			FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ
10	4	ZS	0.2136	0.2177	1682	1692	15490	15720
10	3	ZS	0.1525	0.1418	1064	921.2	11270	10390
10	4	ZL	0.2370	0.2340	1842	1829	16450	15900
10	3	ZL	0.1637	0.1494	1212	1164	11600	10570
7	4	ZS	0.04006	0.04248	555.9	588.8	4449	4703
7	3	ZS	0.05714	0.05675	785.5	780.9	6446	6457
7	4	ZL	0.03847	0.04249	562.6	616.7	4054	4450
7	3	ZL	0.05479	0.05278	781.7	771.1	5872	5720
5	4	ZS	0.01669	0.01979	420.5	532.5	2644	3163
5	3	ZS	0.02035	0.02399	518	601.1	3269	3862
5	4	ZL	0.01902	0.02207	495.1	609.8	2841	3321
5	3	ZL	0.01875	0.02171	485.1	549.3	2844	3293

Tablo 4' den görüldüğü gibi dikkate alınan çift eğik elemanlı çerçeve sistemler içinde (çerçeve no:4) en büyük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 23.7 cm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme ise 5 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 1.669 cm olarak bulunmuştur. Çift eğik elemanlı bu çerçeve sistemlerden 10 katlıların tamamı, 7 katlıların 4 açıklıklı olanlarının tamamı, ayrıca 3 açıklıkların 1 tanesi hariç tamamı normal kullanım koşulunu sağlamaktadır. 5 katlı çerçeve sistemlerin tamamı ile 7 katlıların sadece 3 açıklıklı olanlardan zemin dikkate alındığında ZAÇ' den elde edilen sonuçlar normal kullanım koşulunu sağlamaktadır. Bunların haricindeki çerçeve sistemler normal kullanım koşulunu sağlamamaktadır.

Yine Tablo 4' den görüldüğü gibi dikkate alınan çift eğik elemanlı çerçeve sistemler içinde (Çerçeve no:4) en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 16450 kN olarak, en küçük mutlak değerce maksimum normal kuvvet ise 5 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alındığında FAÇ' den 2644 kN olarak elde edilmiştir.

Çalışmada dikkate alınan çift eğik elemanlı çerçeve sistemlerde en büyük mutlak değerce maksimum moment 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında ZAÇ' den 1829 kNm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum eğilme momenti ise 5 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 420.5 kNm olarak elde edilmiştir (bkz. Tablo 4).

3.5. Betonarme Perdeli Çerçeve Sisteme (Çerçeve no:5) Ait Bulgular ve İrdelenmesi

Bu çalışmada dikkate alınan betonarme perdeli çerçeve sistemlere ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, mutlak değerce maksimum eğilme momenti, mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri kat adedi, açıklık sayısı ve zemin durumuna bağlı olarak, Tablo 5' de verilmektedir.

Tablo 5. Betonarme perdeli çerçeve sisteme (Çerçeve no:5) ait mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvetler

Kat Adedi	Açıklık Sayısı	Zemin Durumu	Mutlak Değerce Mak. Yerdeğiştirme (m)		Mutlak Değerce Mak. Eğilme Momenti (kNm)		Mutlak Değerce Mak. Normal Kuvvet (kN)	
			FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ	FAÇ	ZAÇ
10	4	ZS	0.1109	0.1125	1083	526.6	8318	8582
10	3	ZS	0.06334	0.07229	473.8	331.5	4817	5597
10	4	ZL	0.1225	0.08919	1167	709	8608	8607
10	3	ZL	0.07593	0.08556	550.5	498.8	5410	6175
7	4	ZS	0.05838	0.06158	837.6	545	7488	7897
7	3	ZS	0.03298	0.03638	362.5	323.4	4269	4748
7	4	ZL	0.0614	0.06287	855.3	680.5	7229	7399
7	3	ZL	0.04172	0.04461	442.9	478.1	4966	5326
5	4	ZS	0.00926	0.01152	183.4	212.4	1930	2480
5	3	ZS	0.00663	0.00318	112.1	140.4	1400	743.2
5	4	ZL	0.01442	0.01643	282.9	344.3	2704	3149
5	3	ZL	0.00707	0.00363	137.5	170.7	1347	734.6

Tablo 5' den görüldüğü gibi dikkate alınan betonarme perdeli çerçeve sistemler içinde (Çerçeve no:5) en büyük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında ZAÇ' den 11,25 cm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alınmadığında ZAÇ' den 3,182 cm olarak elde edilmiştir. Betonarme perdeli bu çerçeve sistemlerden 10 katlıların 4 açıklıklıların tamamı, 10 katlıların 3 açıklıklıların sadece zemin dikkate alınmaların ZAÇ' e tabi tutulanlar ve 7 katlıların içinde 4 açıklıklı olanların tamamı normal kullanım koşullarını sağlamamaktadır. Fakat 10 katlıların 3 açıklıklıların yukarıda belirtilen hariç diğerlerinin tamamı, 7 katlıların 3 açıklıklı olanların tamamı ve 5 katlıların tamamı normal kullanım koşulunu sağlamaktadır.

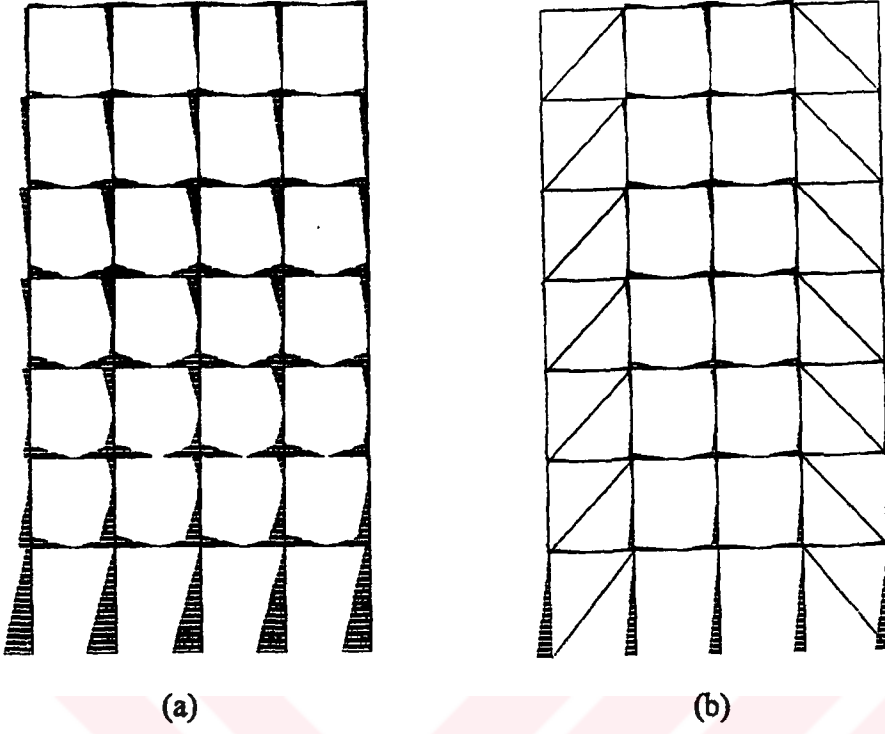
Yine Tablo 5' den görüldüğü gibi dikkate alınan betonarme perdeli çerçeve sistemlerde içinde (çerçeve no:2) en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 8608 kN olarak, en küçük mutlak değerce maksimum normal kuvvet ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde yine zemin dikkate alındığında ZAÇ' den 734,6 kN elde edilmiştir .

Çalışmada dikkate alınan betonarme perdeli çerçevelerde, en büyük mutlak değerce maksimum eğilme momenti 10 katlı ve 4 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alındığında FAÇ' den 1167 kNm olarak, en küçük mutlak değerce maksimum eğilme momenti ise 5 katlı ve 3 açıklıklı çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında FAÇ' den 112.1 kNm olarak elde edilmiştir (bkz. Tablo 5).

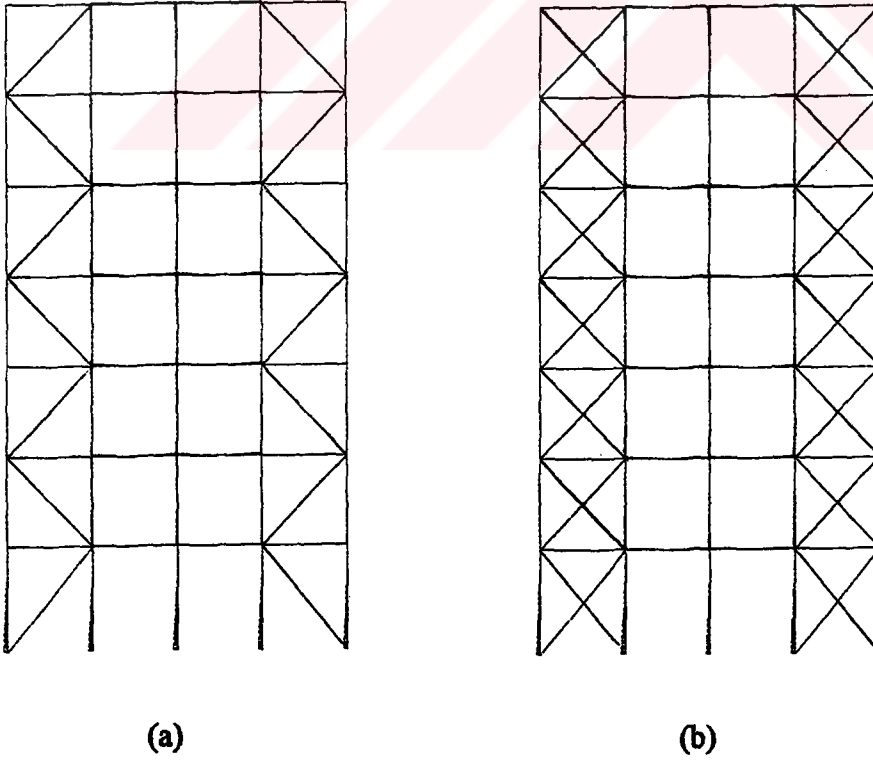
Bu çalışmada incelenen 7 katlı, 4 açıklıklı, zeminin dikkate alınmadığı çerçeve sistemlerin tamamına ait, 7 katlı 3 açıklıklı, zeminin dikkate alınmadığı 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait, 7 katlı 4 açıklıklı, zeminin dikkate alındığı 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait ve 5 katlı 4 açıklıklı, zeminin dikkate alınmadığı 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait eğilme momenti diyagramları sırasıyla Şekil 35, Şekil 36, Şekil 37, Şekil 38, Şekil 39 ve Şekil 40' da, 7 katlı, 4 açıklıklı, zeminin dikkate alınmadığı çerçeve sistemlerin tamamına ait, 7 katlı 3 açıklıklı, zeminin dikkate alınmadığı 1 ve 3 nolu çerçeve sistemlere ait, 7 katlı 4 açıklıklı zeminin dikkate alındığı 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait ve 5 katlı 4 açıklıklı, zeminin dikkate alınmadığı 1 ve 4 nolu çerçeve sistemlere ait normal kuvvet diyagramları sırasıyla Şekil 41, Şekil 42, Şekil 43, Şekil 44, Şekil 45 ve Şekil 46' da verilmiştir

Bu şekillerden görüldüğü gibi sistemi rijitleştirmek amacıyla kullanılan eğik elemanlar ve betonarme perdeler kolonlarda oluşan eğilme momentlerini azaltmasına rağmen normal kuvvetleri arttırmaktadır.

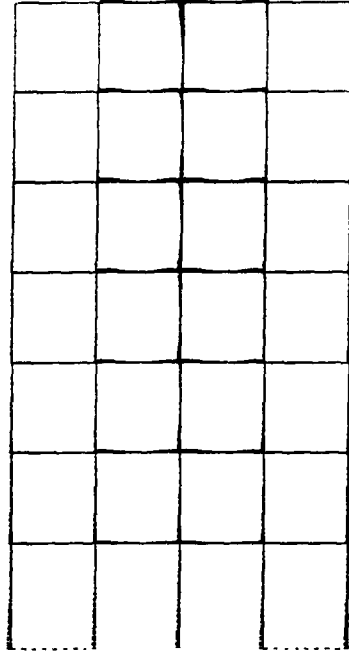
Bu çalışmada kullanılan tüm rijitleştirici elemanlar, yatay yükleri daha çok normal kuvvete aktarmak yoluyla taşıdıklarından, eğilme momentini azaltmaktadırlar. Bu durum, projelendirilmeleri dikkatli olarak yapılmazsa, kolonların taşıma güçlerini basınç kırılması şeklinde kaybetmesine sebep olabilmektedir.



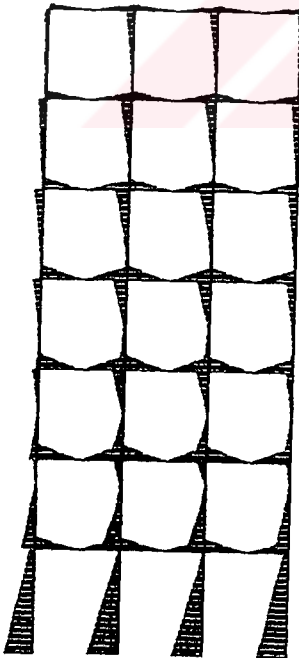
Şekil 35. 7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 2 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları



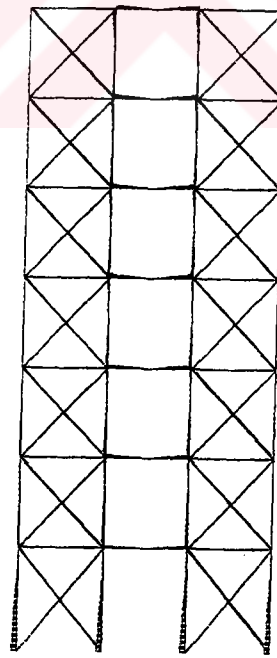
Şekil 36. 7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 3 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları



Şekil 37. 7 katlı ve 4 açıklıklı 5 nolu çerçeve sistemin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları

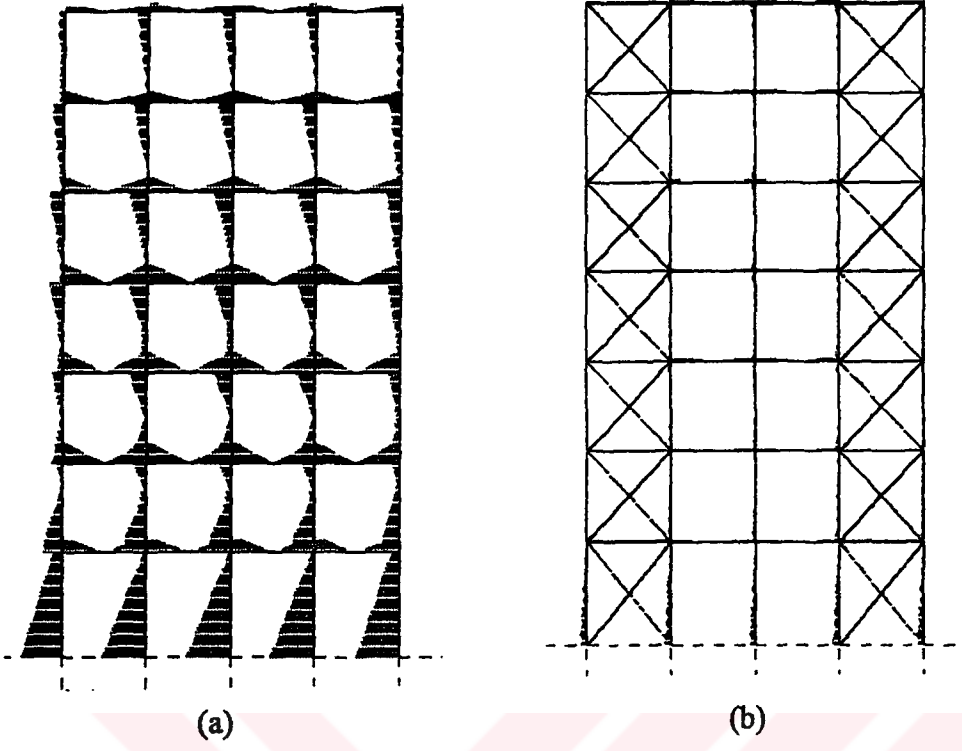


(a)

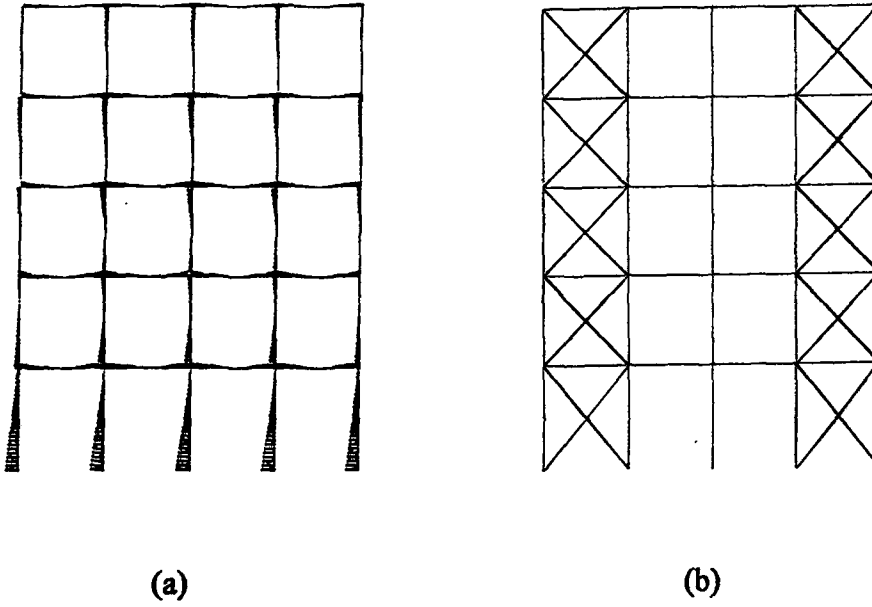


(b)

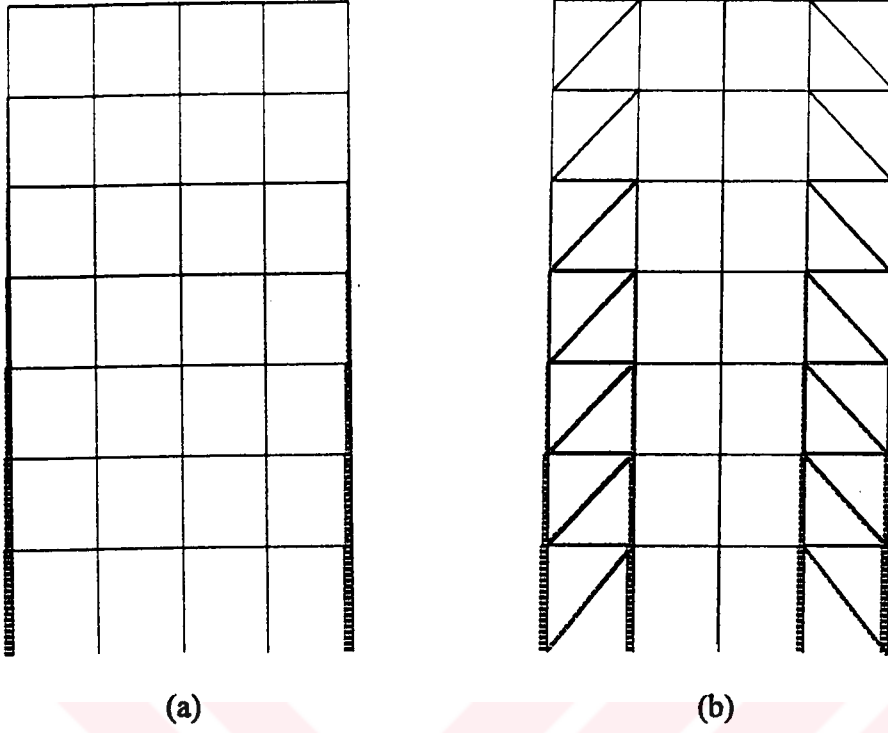
Şekil 38. 7 katlı ve 3 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları



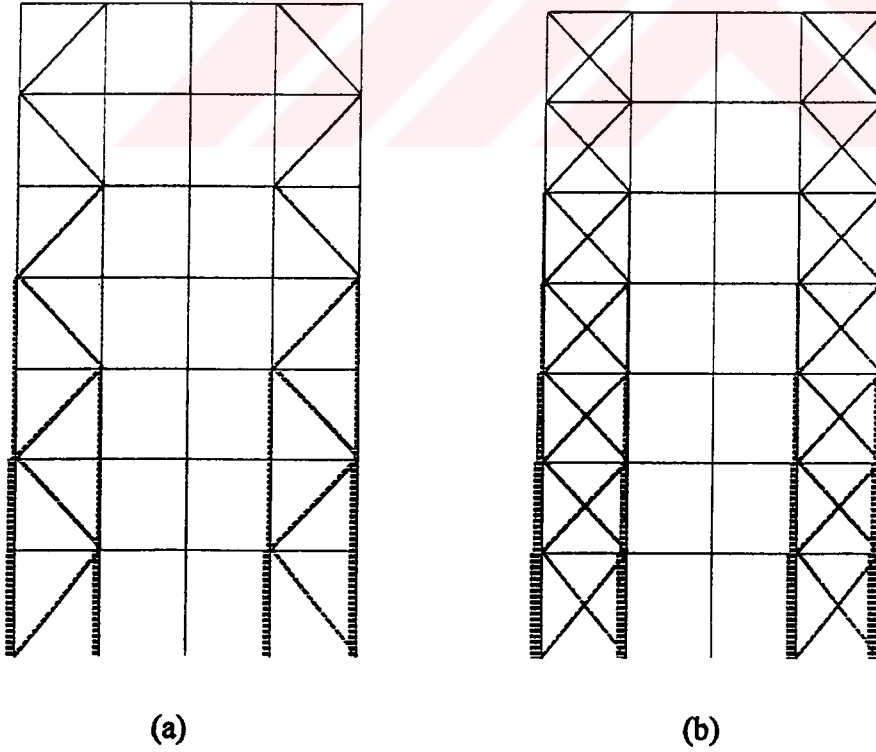
Şekil 39. 7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alındığında elde edilen eğilme momenti diyagramları



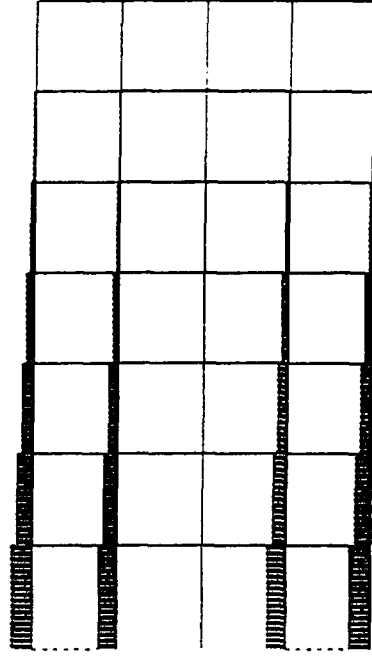
Şekil 40. 5 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen eğilme momenti diyagramları



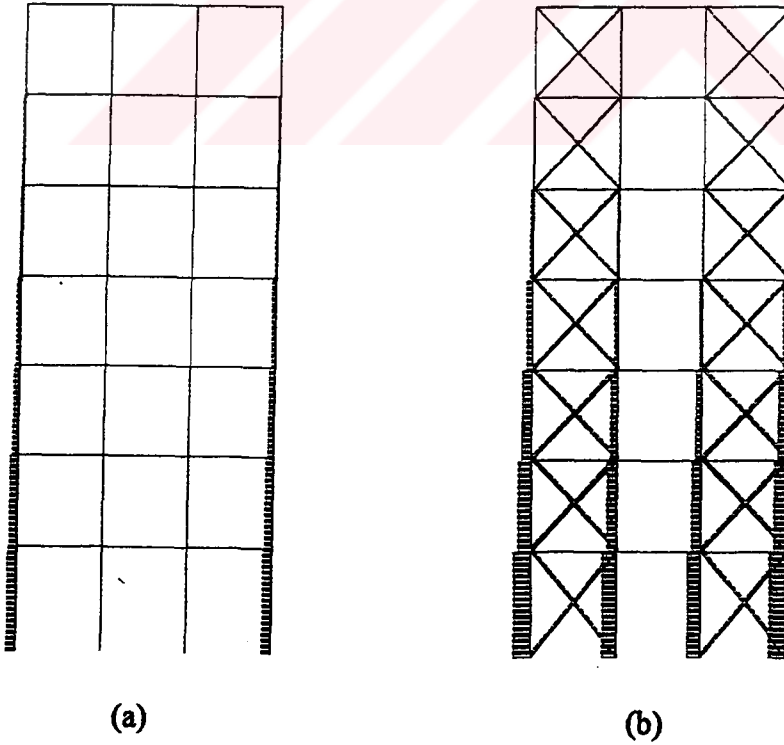
Şekil 41. 7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 2 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları



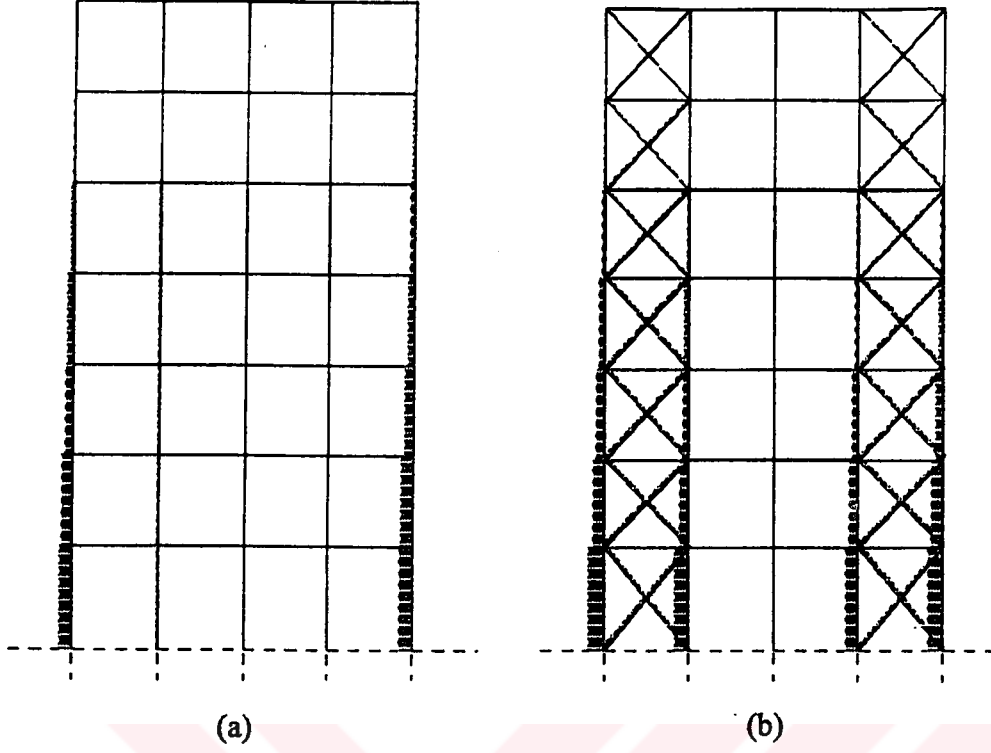
Şekil 42. 7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 3 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları



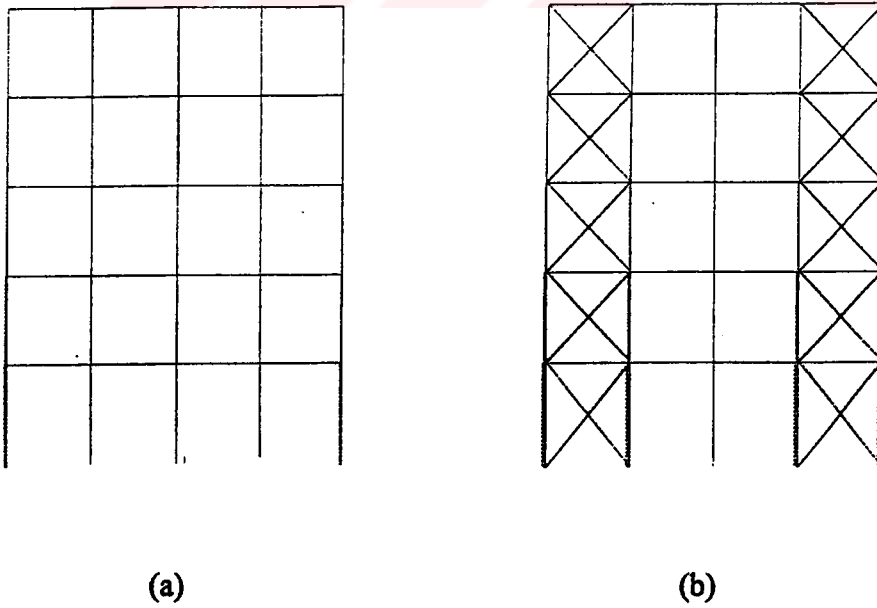
Şekil 43. 7 katlı ve 4 açıklıklı 5 nolu çerçeve sistemin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları



Şekil 44. 7 katlı ve 3 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen maksimum normal kuvvet diyagramları



Şekil 45. 7 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alındığında elde edilen normal kuvvet diyagramları



Şekil 46. 5 katlı ve 4 açıklıklı (a) 1 ve (b) 4 nolu çerçeve sistemlerin zemin dikkate alınmadığında elde edilen normal kuvvet diyagramları

Ayrıca tek eğik elemanın farklı olarak düzenlenmesiyle oluşturulan çerçeve sistemlerde elde edilen bulgular farklı olduğundan eğik elemanın düzenlenmesi önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır.

3.6. Bulguların Karşılaştırılması

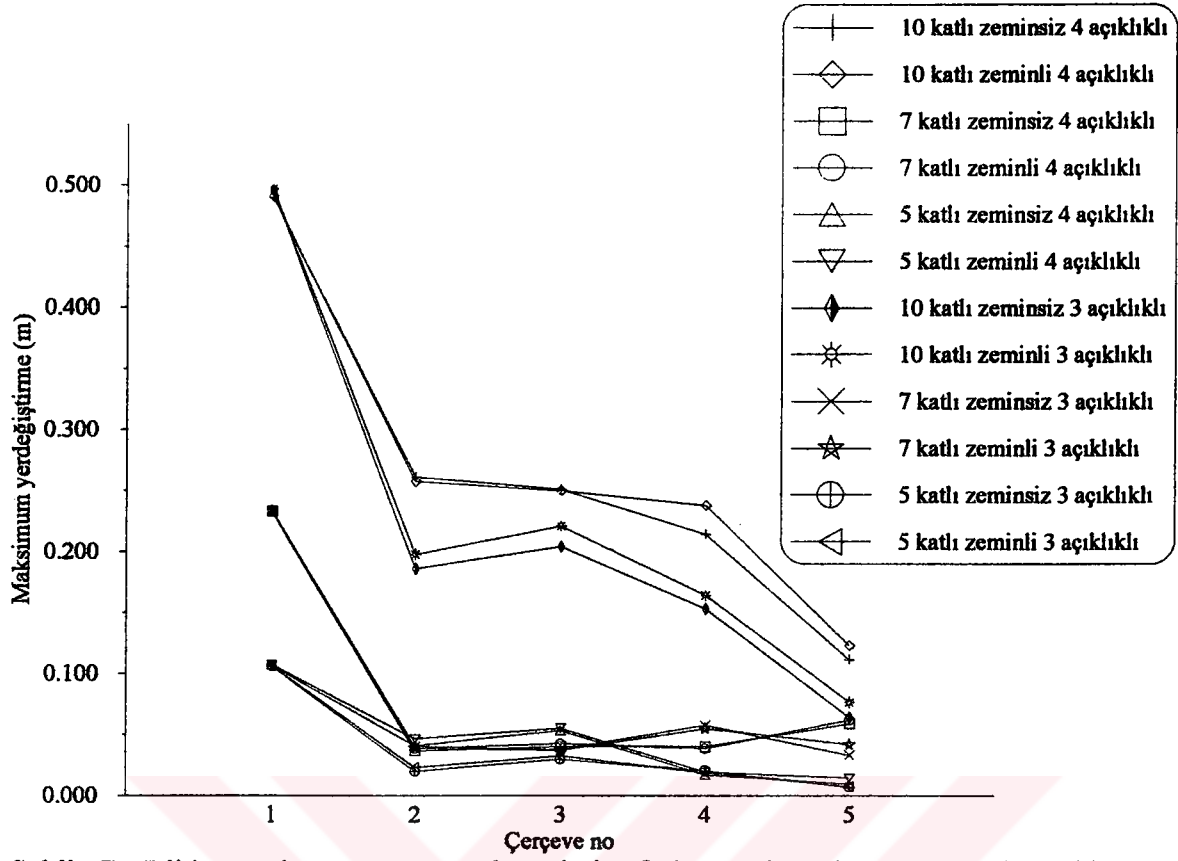
Bu çalışmada dikkate alınan çerçeve sistemler için frekans ve zaman alanında çözümlerden elde edilen mutlak değerce maksimum yerdeğiştirme değerleri sırasıyla Şekil 47 ve Şekil 48'de verilmektedir.

Şekil 47' den görüldüğü gibi en büyük maksimum yerdeğiştirme 1 nolu çerçeve sistemlerde oluşurken en küçük maksimum yerdeğiştirme ise betonarme perde ile rijitleştirilmiş 5 nolu çerçeve sistemlerde oluşmaktadır. 7 katlı çerçeve sistemlerde maksimum yerdeğiştirme 4 açıklıklılardan 4 nolu çerçeve sistemlerde, 3 açıklıklılardan 5 nolu çerçeve sistemlerde, en küçük maksimum yerdeğiştirme ise 4 açıklıklılardan 4 nolu çerçeve sistemlerde, 3 açıklıklılardan 5 nolu çerçeve sistemlerde oluşmaktadır. 5 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde en büyük maksimum yerdeğiştirme ise 1 nolu çerçeve sistemlerde, en küçük maksimum yerdeğiştirme ise 5 nolu çerçeve sistemlerde oluşmaktadır.

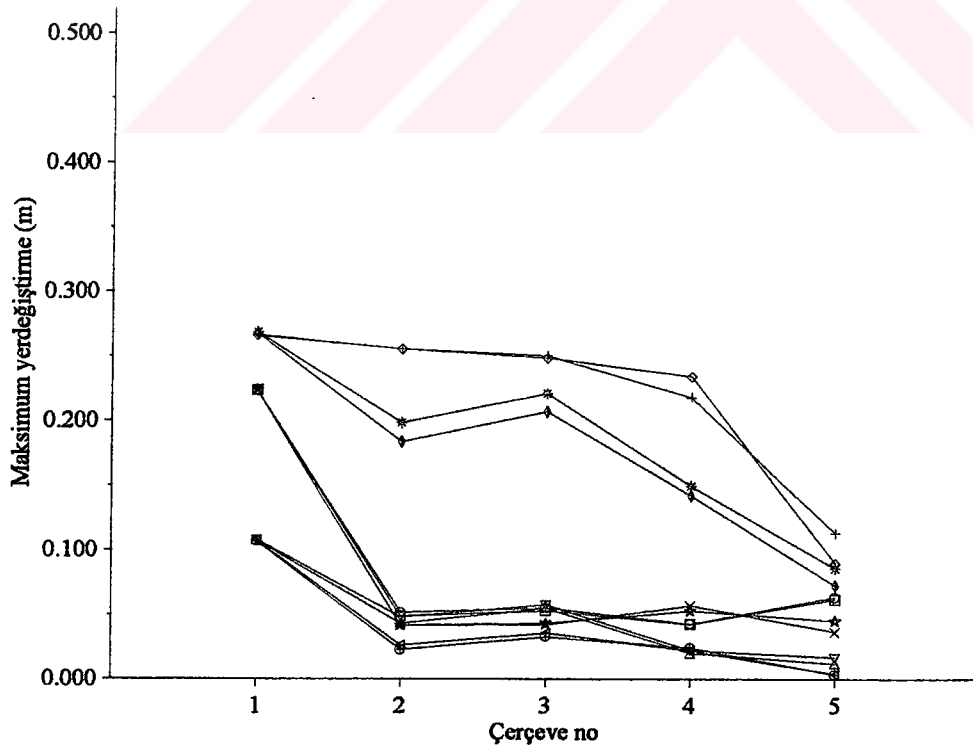
Yine bu şekilden görüldüğü gibi, genel olarak, zemin dikkate alınarak elde edilen yerdeğiştirme değerleri zemin dikkate alınmadan elde edilen değerlerden daha büyüktür.

Şekil 48' den görüldüğü gibi ZAÇ'den elde edilen bulguların çerçeve sistemlere bağlı olarak değişimi FAÇ'den elde edilenlere benzerdir.

Bu iki şekilden görüldüğü gibi yerdeğiştirme bakımından 5 nolu çerçeve sistemler diğerlerine göre daha iyi sonuç vermektedir. Sadece eğik elemanlarla rijitleştirilmiş 7 katlı, 4 açıklıklı çerçeve sistemler yerdeğiştirme bakımından diğerlerinden daha iyi sonuç vermiştir. Eğik elemanlı çerçeve sistemler içinde ise genelde 4 nolu çerçeve sistem daha iyi sonuç vermiştir.



Şekil 47. Dikkate alınan çerçeve sistemlerin frekans alanında çözümünden elde edilen maksimum yerdeğiştirmeler



Şekil 48. Dikkate alınan çerçeve sistemlerin zaman alanında çözümünden elde edilen maksimum yerdeğiştirmeler

10 katlı çerçeve sistemlerde elde edilen maksimum eğilme momenti değerleri her durum için Şekil 49'da verilmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi, 10 katlı geleneksel çerçeve sistemde oluşan maksimum eğilme momenti diğer çerçeve sistemlerde oluşandan daha büyük, betonarme perdeli çerçeve sistemde oluşan maksimum eğilme momenti ise diğer sistemlerde oluşandan daha küçüktür. Eğik elemanların kullanıldığı çerçeve sistemler arasında ise en küçük eğilme momenti 4 nolu çerçeve sistemde oluşmaktadır.

Bu çalışmada dikkate alınan 7 katlı çerçeve sistemlerde zeminin dikkate alındığı ve alınmadığı durumlarda frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen maksimum eğilme momenti değerleri her durum için Şekil 50'de verilmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi, 7 katlı geleneksel çerçeve sistemde oluşan maksimum eğilme momenti diğer çerçeve sistemlerde oluşandan daha büyüktür. Diğer 4 çerçeve sistemde oluşan maksimum eğilme momenti değeri birbirine çok yakındır. Betonarme perdeli sistemde oluşan maksimum eğilme momenti ise diğer çerçeve sistemlerde oluşandan daha küçüktür. En küçük maksimum eğilme momenti ise 3 açıklıklı 5 nolu çerçeve sistemde zemin dikkate alınmadığında oluşmaktadır. Burada en küçük maksimum eğilme momentinin 7 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde 4 nolu çerçeve sistemde, 7 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde ise 5 nolu çerçeve sistemde oluştuğu belirtilmelidir. Eğik elemanlı çerçeve sistemler arasında en küçük eğilme momenti 4 açıklıklı 4 nolu çerçeve sistemde, en büyük eğilme momenti ise 3 nolu çerçeve sistemde oluşmaktadır. 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde ise en küçük maksimum eğilme momenti 2 nolu, en büyük maksimum eğilme momenti ise 4 nolu çerçeve sistemde oluşmaktadır.

Bu çalışmada dikkate alınan 5 katlı çerçeve sistemlerin zeminin dikkate alındığı ve alınmadığı durumlarda frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen maksimum eğilme momenti değerleri her durum için Şekil 51'de verilmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi, en büyük maksimum eğilme momenti geleneksel çerçeve sistemde en küçük maksimum eğilme momenti ise betonarme perdeli çerçeve sistemde oluşmaktadır. Eğik elemanlı çerçeve sistemlerde ise en küçük maksimum eğilme momenti 4 nolu çerçeve sistemde, en büyük maksimum eğilme momenti ise 3 nolu çerçeve sistemde oluşmaktadır.

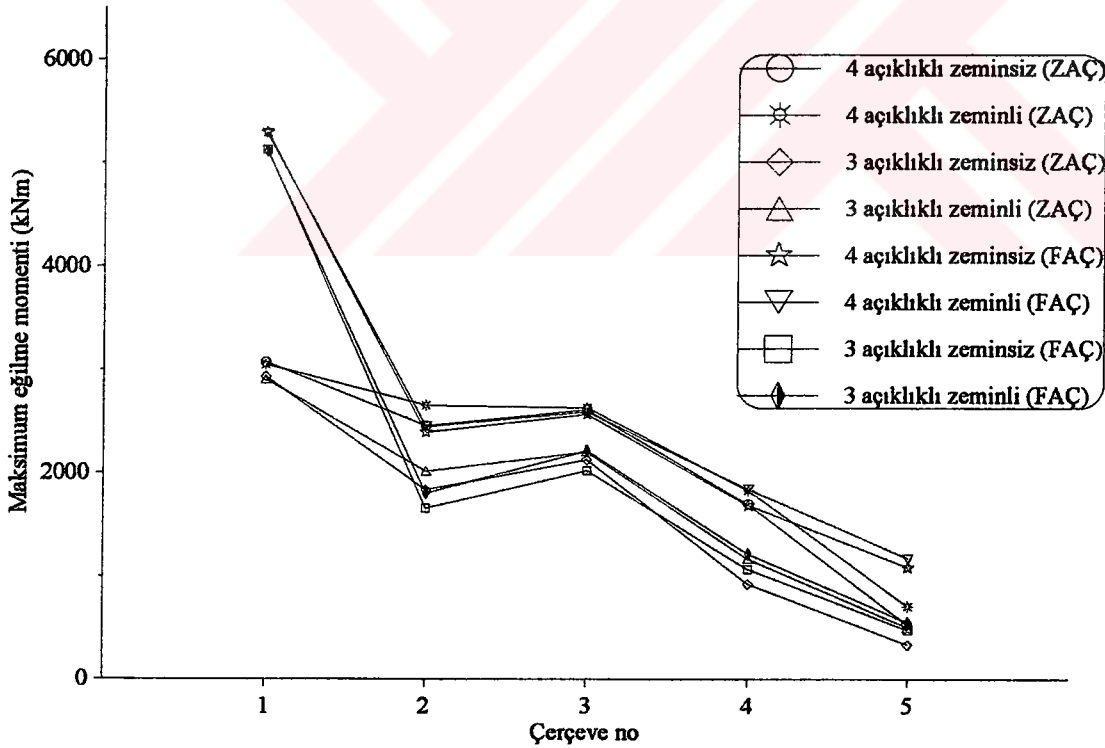
Zeminin dikkate alındığı ve alınmadığı durumlarda frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen maksimum eğilme momentleri 4 açıklıklı çerçeve sistemler için

sırasıyla Şekil 52 ve Şekil 53' de, 3 açıklıklı çerçeve sistemler için ise sırasıyla Şekil 54 ve Şekil 55' de verilmektedir.

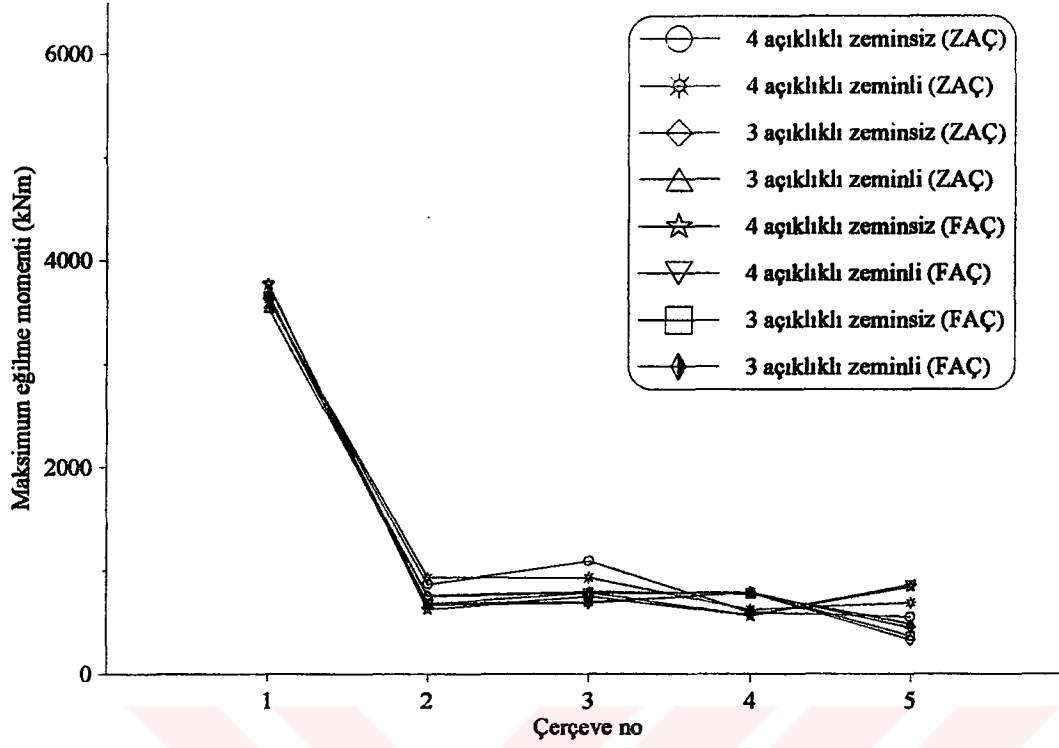
Bu şekillerden görüldüğü gibi, her durumda maksimum eğilme momenti geleneksel çerçeve sistemlerde, en küçük maksimum eğilme momenti ise, 7 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistem hariç, betonarme perdeli çerçeve sistemde oluşmaktadır. 7 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemde ise 4 nolu çerçeve sistemlerde en küçük maksimum eğilme momenti oluşmaktadır.

Yine bu şekillerden görüldüğü gibi maksimum eğilme momenti, beklenildiği gibi, 10 katlı çerçeve sistemlerde oluşmaktadır. Ancak 2 ve 3 nolu çerçeve sistemlerin 5 katlılarında oluşan maksimum eğilme momenti 7 katlılarında oluşandan daha büyük olmaktadır

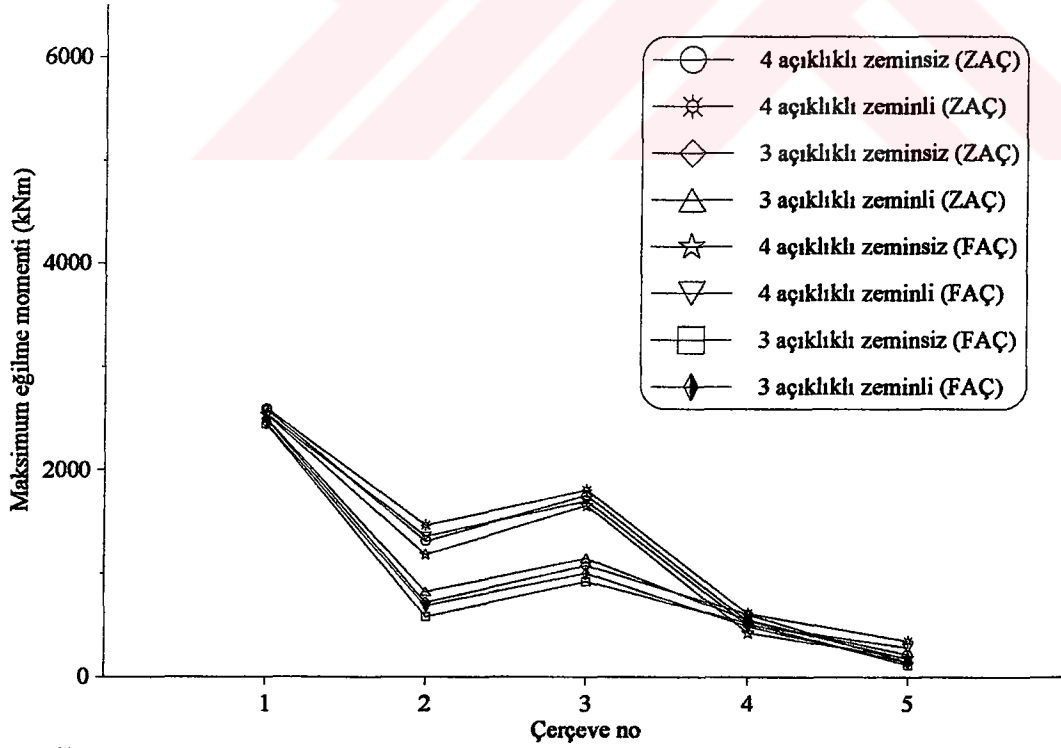
Açıklık sayısının 4'ten 3'e düşürülmesi bütün sistemlerde önemli bir değişikliğe neden olmamakta, elde edilen eğilme momenti değerleri pratik olarak aynı kalmaktadır.



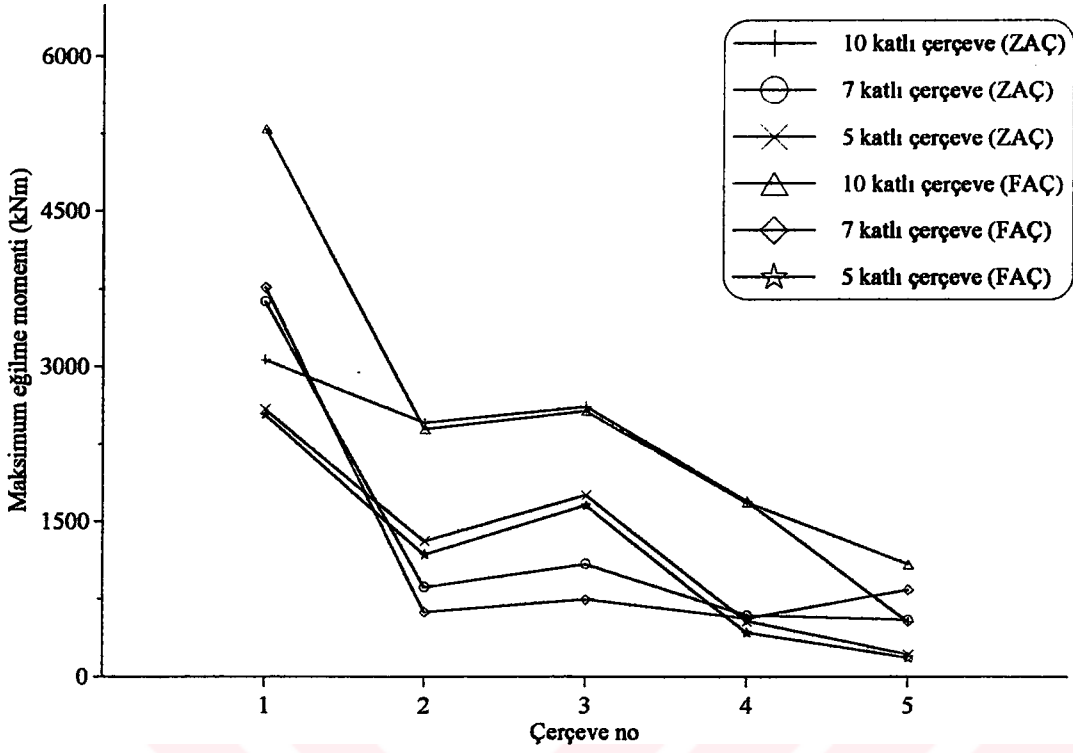
Şekil 49. 10 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri



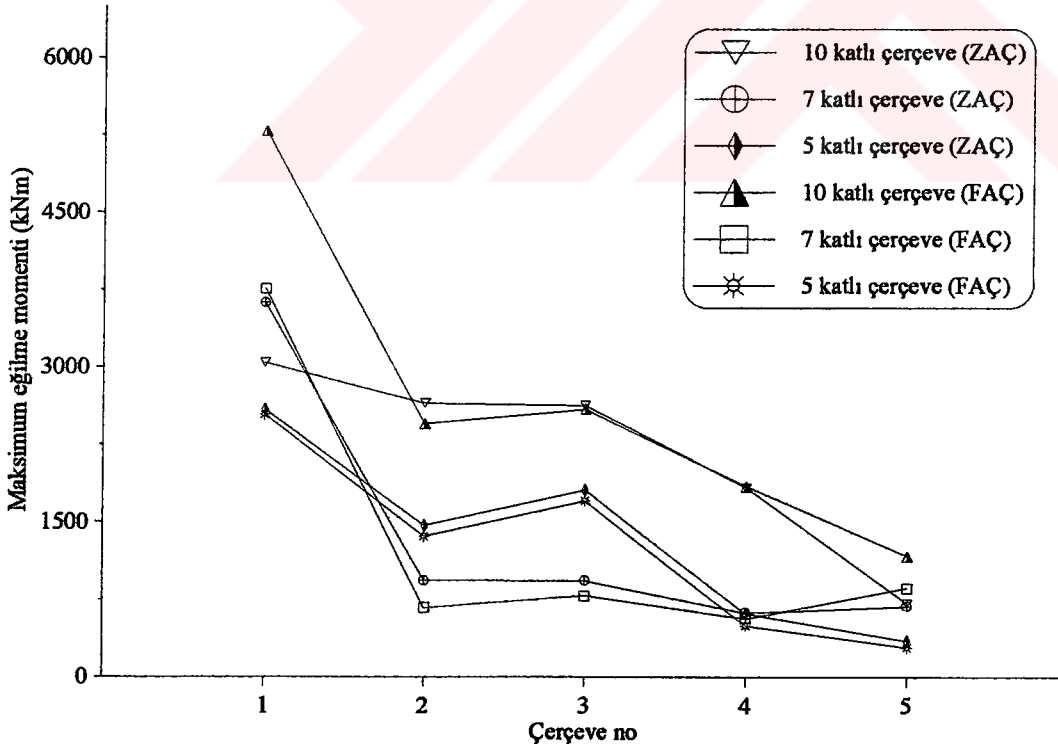
Şekil 50. 7 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri



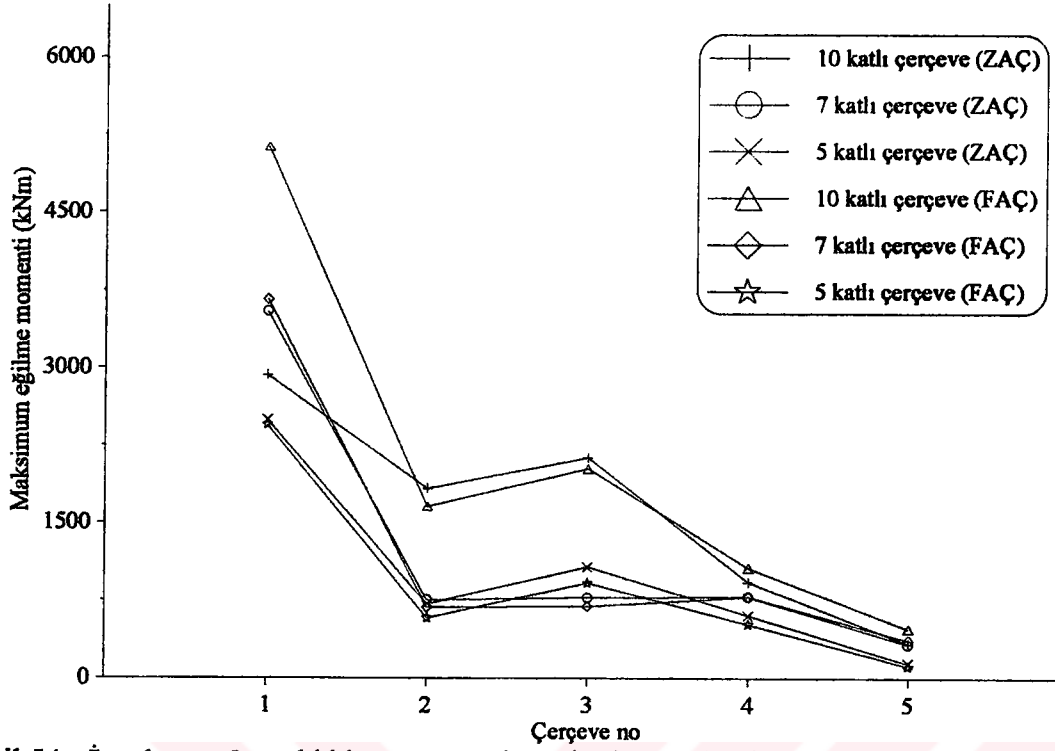
Şekil 51. 5 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri



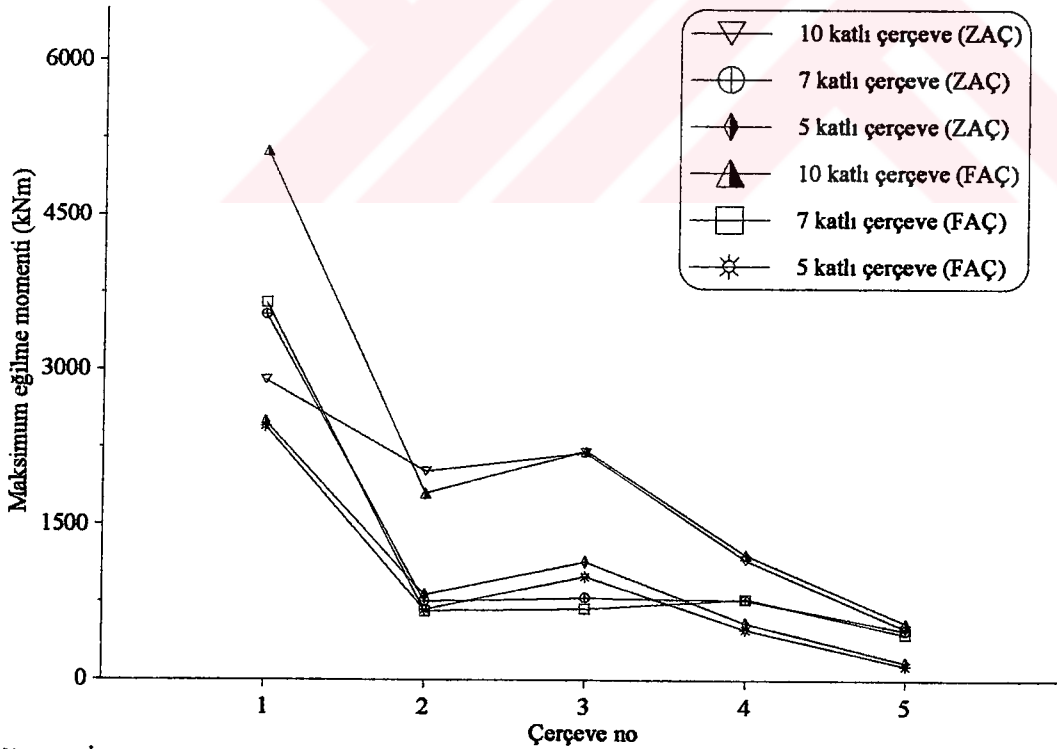
Şekil 52. İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri



Şekil 53. İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri



Şekil 54. İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri



Şekil 55. İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum eğilme momentleri

Çalışmada dikkate alınan 10 ve 7 katlı çerçeve sistemlerde her bir durum için elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri sırasıyla Şekil 56 ve Şekil 57' de verilmektedir.

Şekil 56' dan görüldüğü gibi 4 ve 3 açıklıklı 10 katlı çerçeve sistemlerin mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri oldukça farklıdır. 10 katlı çerçeve sistemlerde en küçük maksimum normal kuvvet geleneksel çerçeve ve betonarme perdeli sistemlerde elde edilmektedir. En büyük maksimum normal kuvvet ise 4 açıklıklı çerçeve sistemlerden 4 nolu da, 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden ise 3 nolu da oluşmaktadır.

Şekil 57'den görüldüğü gibi, 10 katlı çerçeve sistemlerin aksine, 7 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde mutlak değerce maksimum normal kuvvet 5 nolu çerçeve sistemde, en küçük normal kuvvet ise 3 nolu çerçeve sistemde elde edilmiştir. 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 4 nolu da, en küçük maksimum normal kuvvet ise 3 noluda elde edilmiştir.

Çalışmada dikkate alınan 5 katlı çerçeve sistemlerin her bir durum için frekans ve zaman alanında çözümünden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerleri Şekil 58' de verilmektedir. Bu şekilden görüldüğü gibi en küçük maksimum normal kuvvet 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin 1 ve 5 nolularında en büyük maksimum normal kuvvet ise 3 noluda elde edilmektedir. 5 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde ise en küçük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 5 nolu çerçeve sistemde, en büyük mutlak değerce maksimum normal kuvvet 4 noluda oluşmaktadır.

Şekillerin genel değerlendirilmesinden; 10 katlı çerçeve sistemlerde geleneksel çerçeve sistemde ve betonarme perdeli çerçeve sistemde oluşan mutlak değerce maksimum normal kuvvetlerin 2, 3 ve 4 nolu çerçeve sistemlerden çok daha küçük olduğu görülmektedir. Benzer davranış 5 katlı çerçeve sistemlerde de görülmektedir. Yalnız mutlak değerce maksimum normal kuvvetler arasındaki fark 10 katlı çerçeve sistemler kadar olmamaktadır. Dikkate alınan 7 katlı çerçeve sistemlerde ise 4 ve 3 açıklıklı betonarme perdeli çerçeve sistemlerdeki mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 ve 5 katlı çerçeve sistemlerden değişim bakımından çok farklı olmaktadır. Bu iki çerçeve sistemin mutlak değerce maksimum normal kuvvet değeri diğer çerçeve sistemlerden yine

çok farklı değer almaktadır. Bu çerçeve sistemlerde diğerlerinin aksine (10 ve 5 katlı çerçeveler) mutlak değerce maksimum normal kuvvet 4 açıklıklı durumda 5 nolu çerçeve sistemlerde oluşmakta, 3 açıklıklı durumda 5 nolu çerçeve sistemler maksimum değere çok yakın değerler almaktadır.

Çalışmada dikkate alınan çerçeve sistemlerden, zeminin dikkate alınmadığı ve alındığı durumlarda frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetler 4 açıklıklı çerçeve sistemler için sırasıyla Şekil 59 ve Şekil 60' da, 3 açıklıklı çerçeve sistemler için ise sırasıyla Şekil 61 ve Şekil 62' de verilmektedir.

Şekil 59 ve Şekil 60'dan görüldüğü gibi zeminin dikkate alınmadığı ve alındığı durumlarda mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemlerden 4 nolu çerçeve sistemde, 7 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemlerden 5 nolu çerçevede sistemde, 5 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemlerden ise 3 nolu çerçevede sistemde oluşmaktadır.

Şekil 61 ve Şekil 62'den görüldüğü gibi zeminin dikkate alınmadığı ve alındığı durumlarda mutlak değerce maksimum normal kuvvet, 10 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden 4 nolu çerçeve sistemde, 7 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden 5 nolu çerçeve sistemde, 5 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden ise 3 nolu çerçeve sistemde oluşmaktadır.

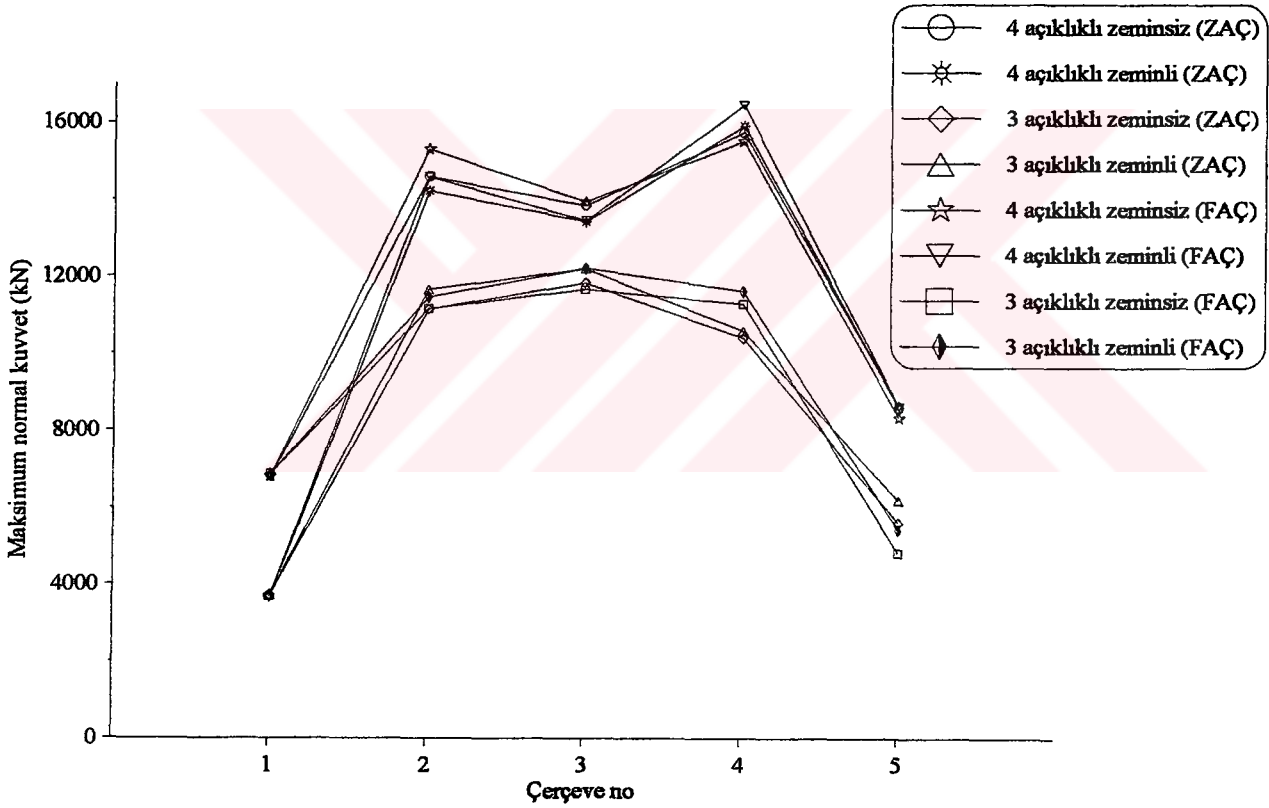
Yine bu son dört şekilden görüldüğü gibi, kat adedine göre, mutlak değerce maksimum normal kuvvet 10 katlı çerçeve sistemlerde oluşmaktadır. 7 ve 5 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde ise 5 katlıların 2 ve 3 nolu çerçeve sistemlerinde oluşan mutlak değerce maksimum normal kuvvet 7 katlılarda oluşandan daha büyük olmakta, ancak 5 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerin 2 ve 3 nolarında oluşan mutlak değerce maksimum normal kuvvet ise aynı nolu çerçeve sistemlerin 7 katlılarında oluşana yakın değerler almaktadır.

Ayrıca 4 açıklıklı 2 ve 3 nolu çerçeve sistemlerde kat adedinin 7' den 5' e indirgenmesi ile çerçevelerin mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden 2 ve 3 nolu olanlarda ise kat

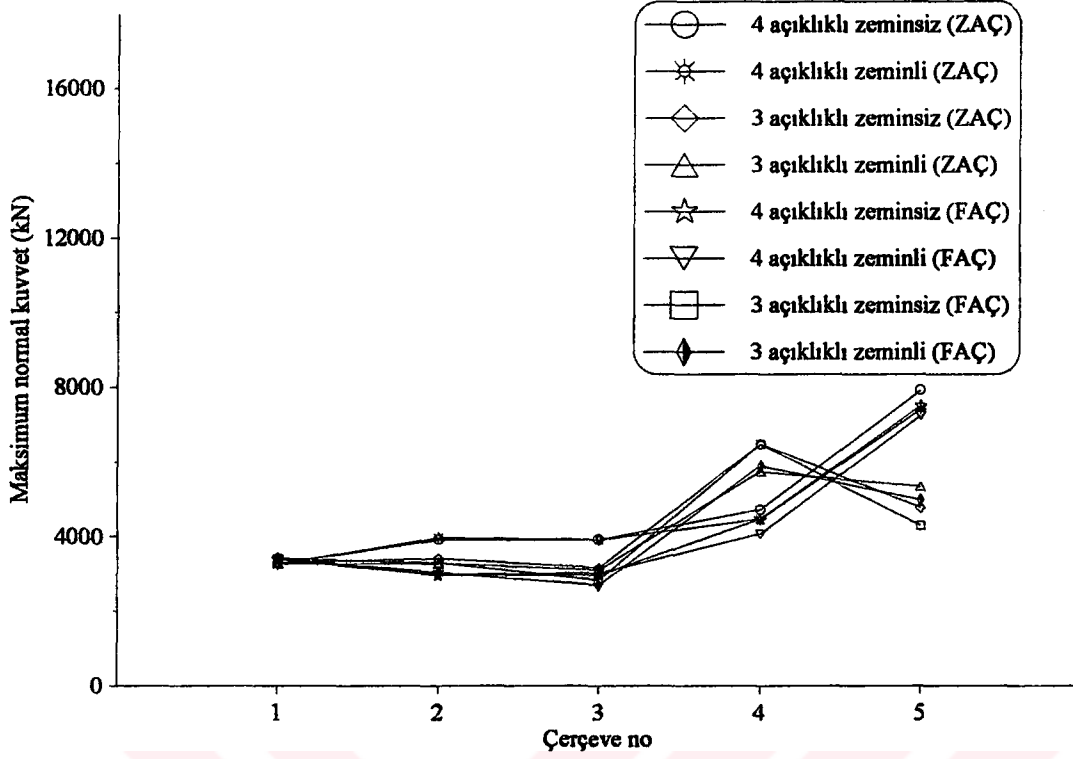
adedinin düşürülmesi mutlak değerce maksimum normal kuvvet değerinde büyük bir değişim oluşturmamaktadır.

Yine bu şekillerden görüldüğü üzere en büyük maksimum normal kuvvet 7 katlı çerçeve sistemlerden 4 nolu da, 10 katlı, 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde 4 nolu da, 10 katlı, 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden 3 nolu da, 5 katlı 3 açıklıklı çerçeve sistemlerden ise 4 nolu da oluşmaktadır.

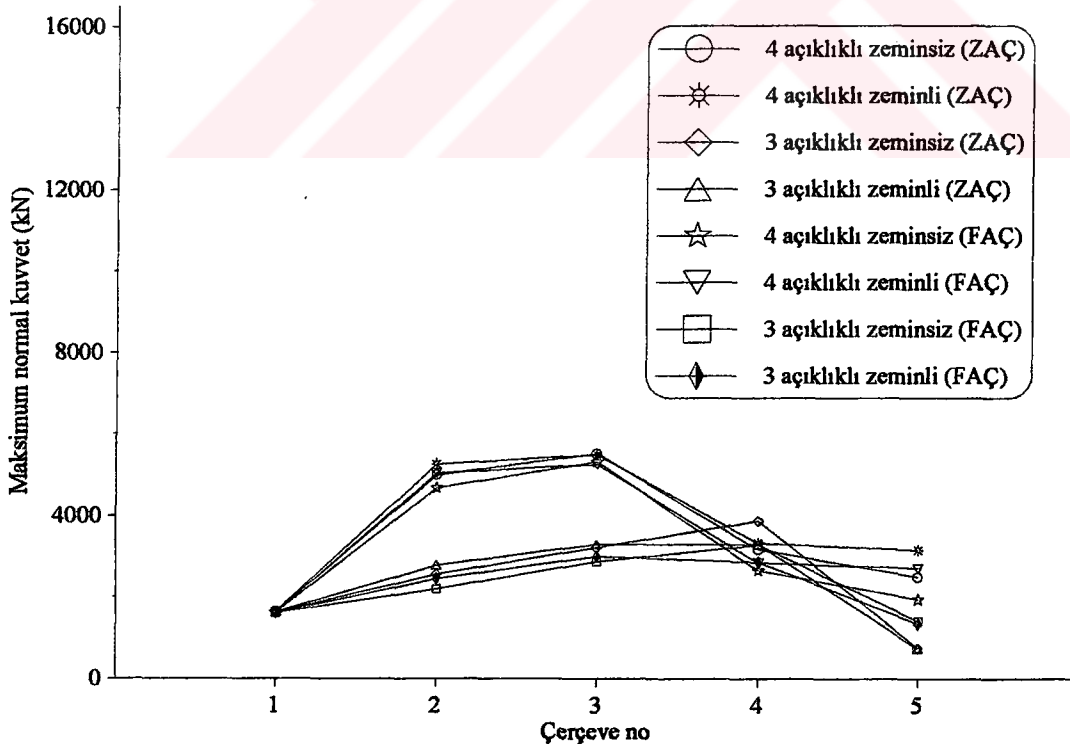
Genel olarak maksimum normal kuvvetin geleneksel çerçeve sistemden eğik elemanlarla oluşturulan çerçeve sistemlere geçerken arttığı ancak daha sonra betonarme perdeli sisteme doğru tekrar azalarak pratik olarak geleneksel çerçeve sistemin normal kuvvet seviyesine indiği görülmektedir.



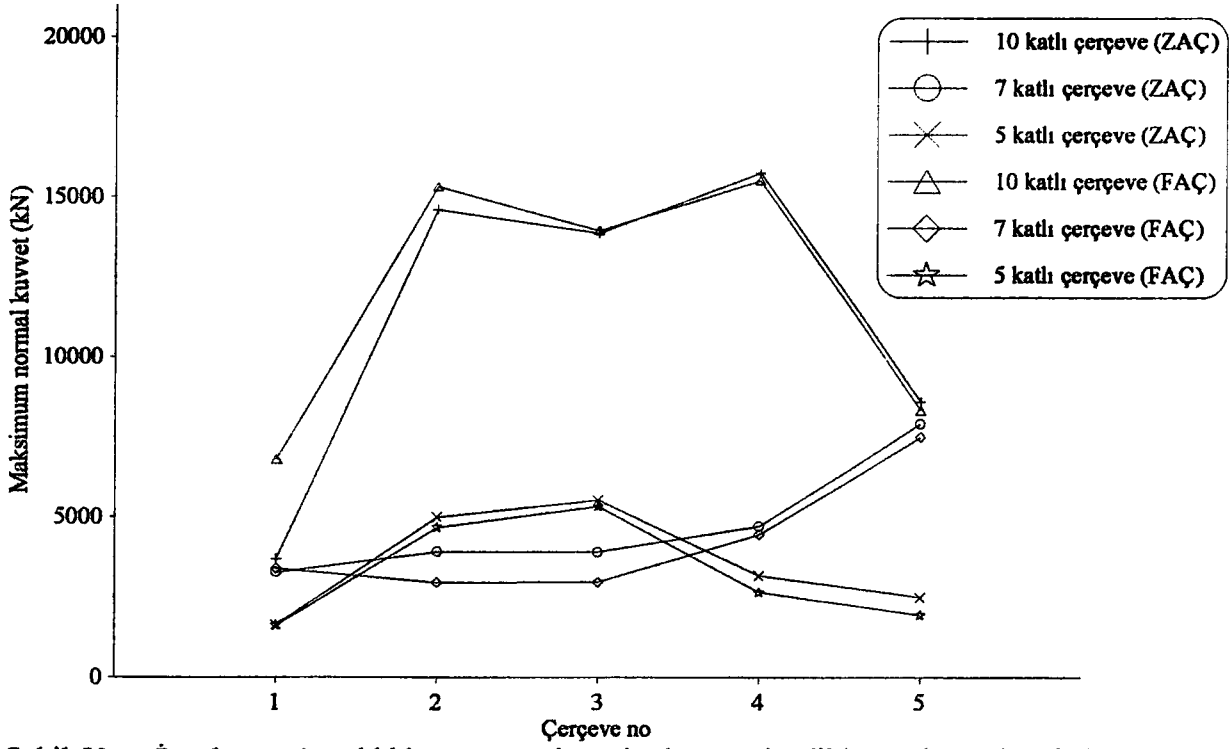
Şekil 56. 10 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri



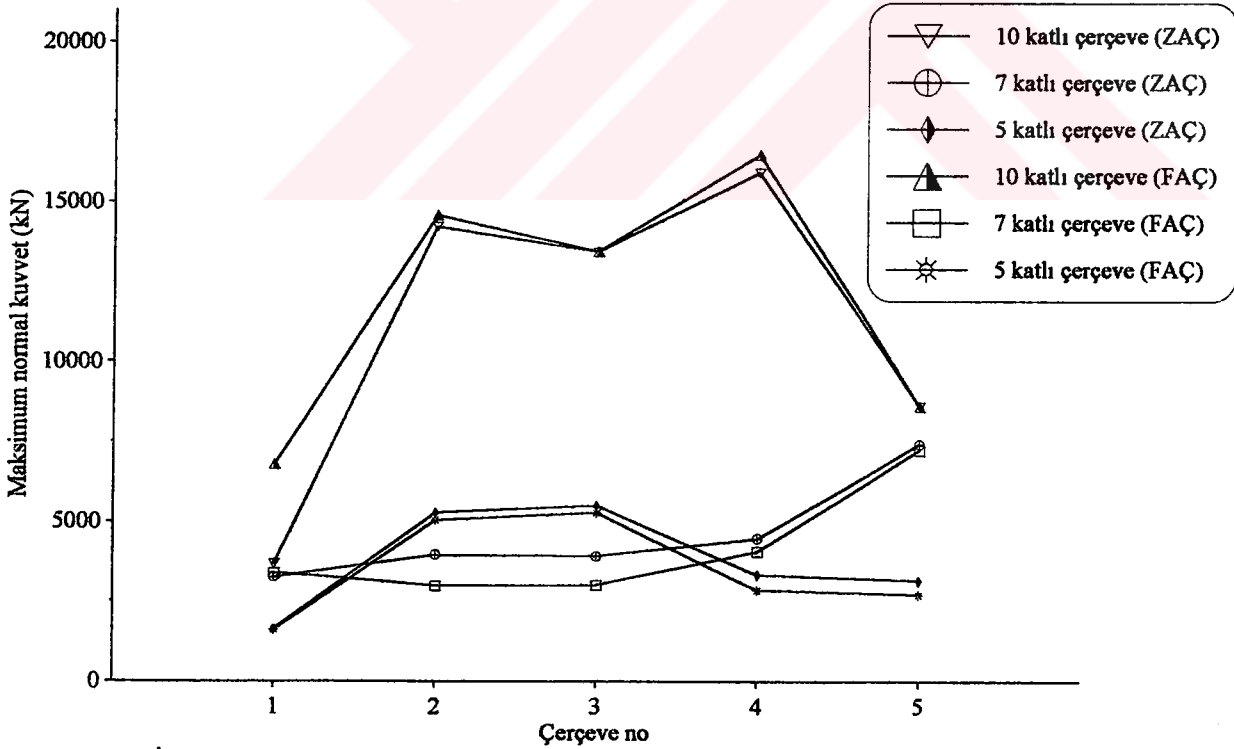
Şekil 57. 7 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri



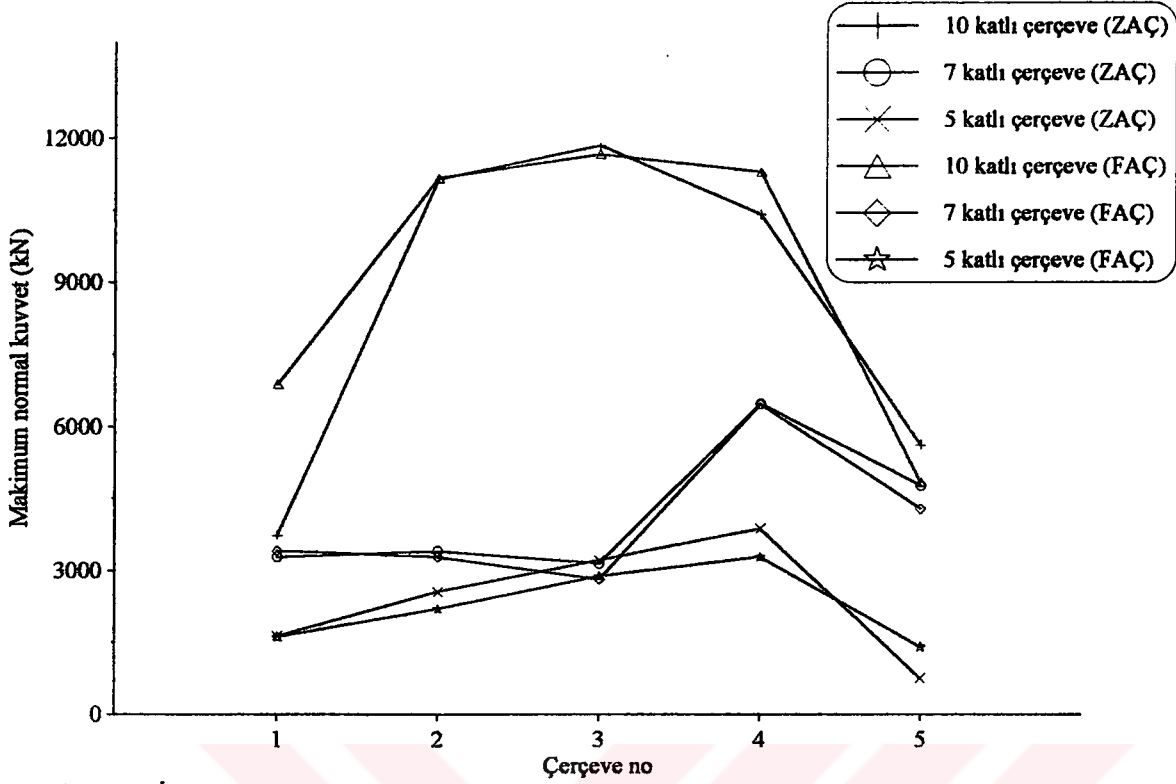
Şekil 58. 5 katlı 3 ve 4 açıklıklı çerçeve sistemlerin frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri



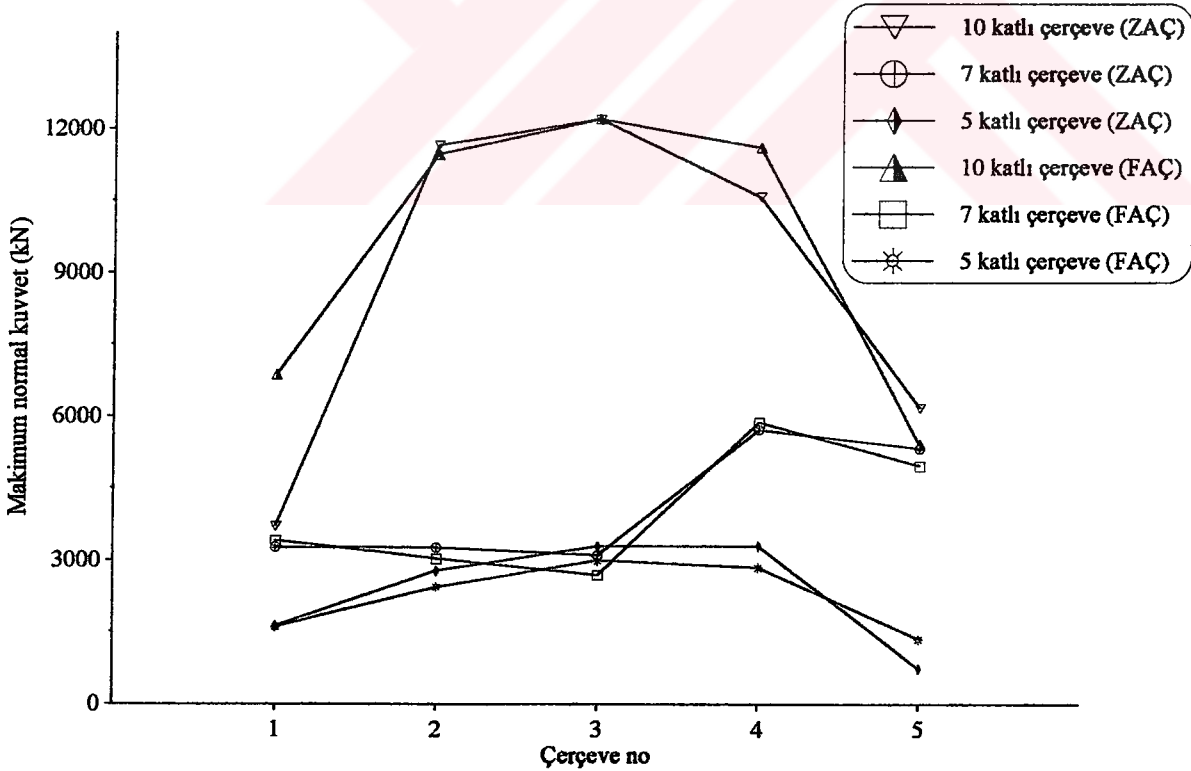
Şekil 59. İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri



Şekil 60. İncelenen 4 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri



Şekil 61. İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınmadan frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri



Şekil 62. İncelenen 3 açıklıklı çerçeve sistemlerde zemin dikkate alınarak frekans ve zaman alanında çözümden elde edilen mutlak değerce maksimum normal kuvvetleri

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın temel amacı deprem etkisindeki geleneksel çerçeve sistem ile eğik elemanlarla ve betonarme perde ile rijitleştirilmiş çerçeve sistem yapıların lineer davranışlarının zemini de dikkate alarak karşılaştırılmalı olarak incelenmesinden ibaretti. Bu amaç doğrultusunda SAP90 programı kullanılarak modelleme yapılmış ve her bir çerçeve sistem için yerdeğiştirme, eğilme momenti ve normal kuvvet yönünden bulgular elde edilmiştir. Bu çalışmadan elde edilen bulgular ve bunlara göre yapılan irdelemelerden çıkarılabilecek bazı sonuçlar ve öneriler aşağıda verilmektedir.

1. Yerdeğiştirme yönünden bu çalışmayı konu alan hiçbir geleneksel çerçeve sistem normal kullanım koşulunu sağlamamaktadır.

2. 5 ve 7 katlı çerçeve sistemlerin yerdeğiştirmeleri birbirine yakın olmasına rağmen 10 katlı çerçevelerin yerdeğiştirmeleri diğerlerinden oldukça farklıdır.

3. Genel olarak zemin dikkate alınarak elde edilen yerdeğiştirme değerleri zemin dikkate alınmadan elde edilen değerlerden daha büyüktür.

4. Yerdeğiştirme bakımından, genel olarak, betonarme perdeli çerçeve sistemler diğerlerine göre daha iyi sonuç vermiştir.

5. Geleneksel çerçeve sistemlerde oluşan maksimum eğilme momenti her durumda diğer çerçeve sistemlerde oluşanlardan daha büyüktür.

6. Eğik elemanlı çerçeve sistemler arasında maksimum eğilme momenti genel olarak, 4 nolu çerçeve sistemde en küçük, 3 nolu çerçeve sistemde ise en büyük olmaktadır.

7. Betonarme perdeli 5 nolu çerçeve sistemlerde en küçük mutlak değerce maksimum eğilme momenti, 7 katlı 4 açıklıklı çerçeve sistem hariç, oluşmaktadır.

8. Genel olarak en küçük maksimum normal kuvvet geleneksel çerçeve sistemlerde oluşmaktadır.

9. Eğik elemanlı çerçeve sistemler arasında maksimum normal kuvvet en büyük değerini, genel olarak, 4 nolu çerçeve sistemlerde almaktadır. En küçük değeri ise bazen 2 ve bazen de 3 nolu çerçeve sistemlerde oluşmaktadır.

10. Normal kuvvetler bakımından, genel olarak, geleneksel çerçeve sistemler diğerlerine göre daha iyi sonuç vermektedir.

11. Bu çalışmada kullanılan tüm rijitleştirici elemanlar, yatay yükleri daha çok normal kuvvete aktarmak yoluyla taşıdıklarından, eğilme momentini azaltmaktadırlar. Bu durum, projelendirilmeleri dikkatli olarak yapılmazsa, kolonların taşıma güçlerini basınç kırılması şeklinde kaybetmesine sebep olabilmektedir.

12. Aynı eğik elemanın farklı şekilde düzenlenmesiyle elde edilen sistemlerde farklı değerler elde edildiğinden eğik elemanın düzenlenmesi önemli bir parametre olarak ortaya çıkmaktadır.

13. Maksimum rölatif yerdeğiştirmelerde ve dikkate alınan kesit etkilerinde geleneksel çerçeve sisteme göre meydana gelen artış yada azalmaların büyüklüğü rijitleştirici eleman türüne bağılı olarak değiştiğinden, amacın gerçekleştirilmesinde bunların seçimi önemli olmaktadır.

14. Bu çalışmada incelenen sistemler simetrik olarak seçilmiştir. Benzer çalışmanın sonuçların genellenebilmesi bakımından simetrik olmayan sistemler üzerinde de yapılması yararlı olacaktır.

15. Bu çalışmada lineer analiz kullanılmıştır. Benzer çalışmanın lineer olmayan analiz kullanılarak yapılmasında fayda bulunmaktadır.

5. KAYNAKLAR

Adeli, H., Hung, S.L., Knowledge-Based Assistant for Earthquake Resistant Design, Civil-Comp 89- The Fourth International Conference On Civil and Structural Engineering Computing, Edinburg, Scotl, 13080, 01/01/1989, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Akiyama, H., Prospect for Future Earthquake-Resistant Design, Engineering Structures, 01/04/1998, V.20, pp. 447-451, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Ambrose, J., Vergun, D., 1985, Seismic Design of Building, John Wiley and Sons, Inc.

Amil, A.P., Ağustos 1999, Betonarme Yapılarda Kullanılan Başlıca Taşıyıcı Sistemler ve Dolgu Duvarların Olumlu Etkilerini Arttıran Köşegen Elemanların Betonarme Perdelerle Karşılaştırılması Olarak İncelenmesi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

Aoyama, H., 1986, Earthquake Resistant Design of Reinforced Concrete Frame Buildings With Flexural Walls, Proceeding of The 2nd Us-Japan Workshop on The Improvement of Building Seismic Design and Construction Practices, In San Fransisco, California, pp. 5-6, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Ayvaz, Y., Doğançün, A., Durmuş, A., Ekim 1997, Farklı Rijitleştirici Elemanlara Sahip Yapıların Depreme Göre Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi, Türkiye İnşaat Mühendisliği 14. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, İzmir, pp. 325-336

Bayülke, N., 1998, Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Yayın No:27, 4. Baskı, İzmir

Bertero, V.V., Implications of Recent Earthquakes and Research on Earthquake-Resistant Design and Constructions of Buildings, National Science Foundation, Directorate for Engineering, University of California Earthquake Engineering Research Central

Berkeley, Report Number(S):Ucb/Eerc-86/03, Mar. 1986, 85 p, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Bertero, R.D., Bertero, V.V., Tall Reinforced Concrete Buildings:Conceptual Earthquake- Resistant Design Methodology, University of California Earthquake Engineering Research Central, Berkeley, Report Number(S):Ucb/Eerc-92/16, Dec. 1992, 271 p, <http:// trial.global.epnet.com>, 21/04/2000

Bertero, R.D., Bertero, V.V., Redundancy in Earthquake-Resistant Design, Journal of Structural Engineering, January 1999, U. 125, pp. 81-88, <http:// trial.global.epnet.com>, 21/04/2000

Bertero, V.V, Miranda, E., Effects of Site Conditions on Earthquake Resistant Design of Structures, Proceeding of The Structures Congress'94, Atlanta, Ga, Usa, 20480, 1994, <http:// trial.global.epnet.com>, 21/04/2000

Celep, Z., Kumbasar, N., 1993, Deprem Mühendisliğine Giriş Ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Sema Matbaacılık, İstanbul

Çakıroğlu, A., Aralık 1989, Yatay Yükleri Taşıyan Yapı Elemanları, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, İstanbul

Dowrick, D.J., 1987, Earthquake Resistant Design for Engineers and Architects, Secand Edition, John Wiley and Sons Ltd., New York

Durmuş, A., 1997, Deprem Mühendisliği Ders Notları, KTÜ İnşaat Müh. Böl., Trabzon, (yayınlanmamış).

Ersoy, U., Çıtıptıoğlu, E., 1988, Yüksek Yapıların Tasarım Ve Yapımında İzlenecek Temel İlkeler, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, İzmir

Fardis, M.N., Reinforced Concrete Structures, Advances in Earthquake Engineering, January 1, 1997; V:3, pp. 441-532, <http:// trial.global.epnet.com>, 21/04/2000

Fintel, M., Ghosh, S.K., Structural Systems for Earthquake Resistant Concrete Buildings, Research Applications Directorate, 1977, 38p, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Kato, D., Kabeyasawo, T., Otani, S., Aoyama, H., Earthquake-Resistant Design of Shearwalls With One Opening, *Acı Materials Journal*, July 1, 1995, V. 92, pp. 495-500, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Kazaz, Y., Farklı Rijitleştirici Elemanlara Sahip Deprem Etkisindeki Yapıları Lineer Olmayan Davranışlarının Karşılaştırılmalı Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ktü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon

Newmark, N.M., Rosenblueth, E., 1971, *Fundamentals of Earthquake Engineering*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, N.J.

Özden, K., Kumbasar, N., 1993, *Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı*, Sema Matbaacılık, İstanbul

Özgen, A., Nisan 1989, Çok Katlı Yüksek Yapıların Tarihsel Gelişimi ve Son Aşama: Tübüler Sistem, *Yapı Dergisi*, No:89

Özmen, G., Mayıs 1991, Depreme Dayanıklı Çok Katlı Yapılarda Tasarım ve Üretim, İstanbul Deprem Sempozyumu, İstanbul Bildiriler Kitabı, 120-129

Pender, M.J., Earthquake Resistant Design of Foundations, *Bulletin of The New Zealand National Society for Earthquake Engineering*, September 1, 1996; V.29, pp. 155-171

Roberto, M., Earthquake Resistant Design and Construction of Reinforced Concrete Buildings 'The Practice in Mexico After 1985', *Proceedings of The Symposium on Structural Engineering in Natural Hazards Mitigation*, Irvine, Ca, Usa, 18602, 01/04/1993, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Roesset, J.M., Principles of Earthquake Resistant Design, Advances in Earthquake Engineering, January 1, 1997, V.3, pp. 333-368, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Rojahn, C., Whittaker, A., Critical Evaluation of Current Approaches to Earthquake-Resistant Design, Proceedings of The Conference on Natural Disaster Reduction, December 1, 1996, pp. 331-332, [http:// trial.global.epnet.com](http://trial.global.epnet.com), 21/04/2000

Rosenblueth, E., 1980, Design of Earthquake Resistant Structures, Pentech. Press

Schueller, İstanbul 1993, Yüksek Yapı Taşıyıcı Sistemleri, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Üniversite Yayın No:27

Uang, C.M., Bertero, V.V., Use of Energy As A Design Criterion In Earthquake-Resistant Design, National Science Foundation, Directorate for Engineering, Report Number(S): Ucb/Eerc-88/18, Nov 88, 57 P.

6. ÖZGEÇMİŞ

Yaprak İtir ÖZDEMİR 1975 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokulu Trabzon'da Cudibey ilkokulu'nda, ortaokul ve liseyi Trabzon Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1993 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 1996 yılında evlendi. Lisans öğrenimini 1997 yılında tamamlayarak İnşaat Mühendisi Bölümü'nden onur öğrencisi olarak mezun oldu. Aynı yıl mezun olduğu bölümde Yüksek Lisans Öğrenimine başladı. 1998 yılında özel bir şirkette İnşaat Mühendisi olarak çalışmaya başladı. Evli ve bir çocuk annesi olan ÖZDEMİR, İngilizce bilmekte ve halen bu görevini sürdürmektedir.