

T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



FAY HATTINA YAKIN OLAN BETONARME YAPILARININ KOLON VE  
KİRİŞ EBATLARININ GÜÇLENDİRME AMACIYLA İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHRAN KAMIARFAR

(Y1313.090027)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

İnşaat Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sepanta NAİMİ

ŞUBAT- 2017



## ONAY FORMU



T.C.  
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

### Yüksek Lisans Tez Onay Belgesi

Enstitümüz İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı İnşaat Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programı Y1313.090027 numaralı öğrencisi Mehran KAMIARFAT'ın "FAY HATTINA YAKIN OLAN BETONERME YAPILARININ KOLON VE KİRİŞ EBATLARININ GÜÇLENDİRME AMACIYLA İNCELENMESİ" adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 10.01.2017 tarih ve 2017/01 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından *uygunluk* ile Tezli Yüksek Lisans tezi olarak *kabul* edilmiştir.

Öğretim Üyesi Adı Soyadı

İmzası

Tez Savunma Tarihi :01/02/2017

1)Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Sepanta NAİMİ

*[Signature]*

2) Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet Fatih ALTAN

*[Signature]*

3) Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. İsmail Cengiz YILMAZ

*[Signature]*

Not: Öğrencinin Tez savunmasında **Başarılı** olması halinde bu form **imzalanacaktır**. Aksi halde geçersizdir.



## **YEMİN METNİ**

Yüksek Lisans olarak sunduğum “Fay Hattına Yakın Olan Betonarme Yapılarının Kolon Ve Kiriş Ebatlarının Güçlendirme Amacıyla İncelenmesi” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.(01.02.2017)

**Mehran KAMIARFAR**



## **ÖNSÖZ**

Çalışmalarında beni yönlendiren ve yardımlarıyla bana destek olan danışman hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Sepanta Naimi' a teşekkürlerimi sunarım.  
Yüksek lisans eğitimim sürecinde bana destek olan ailem ve kayınpederim, sayın Prof. Dr. Mohammad Ali Torabi' ya teşekkürlerimi sunarım.

**Şubat2017**

**Mehran KAMIARFAR**





## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER .....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xv
ABSTRACT .....	xvii
<b>1 GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>
1.1 Çalışma ile İlgili Genel Bilgiler .....	3
1.1.1 Araştırma amacı .....	3
1.1.1.1 Genel amaçlar.....	3
1.1.1.2 Özel amaçlar.....	3
1.1.2 Yöntem.....	4
1.1.3 Araştırma hipotezi.....	4
1.1.4 Araştırma anketi .....	4
1.2 Beton Yapılar.....	4
1.2.1 Geçmiş.....	5
1.2.2 Beton yapıların avantajları .....	6
1.2.3 Betonarme yapılar tasarım metotları .....	6
<b>2 ARAŞTIRMA GEÇMİŞİ.....</b>	<b>9</b>
2.1 Yapılan Önceki Araştırmalar.....	9
2.1.1 I. Araştırma .....	9
2.1.2 II. Araştırma .....	10
2.1.3 III. Araştırma.....	10
2.1.4 IV. Araştırma.....	10
2.1.5 V. Araştırma.....	11
2.1.6 VI. Araştırma.....	11
2.1.7 VII. Araştırma .....	11
2.1.7.1 Seçkin modeller, yapılar analizi ve tasarımı .....	11
2.1.7.2 Araştırmada kullanılan depremler.....	13
2.1.7.3 Sonuç.....	14
2.1.8 VIII. Araştırma .....	14
2.1.8.1 EBF çerçeve modeli .....	15
2.1.8.2 Faya yakın ve uzak depremlerde ivme kayıtları .....	15
2.1.8.3 Sonuçlar.....	15
2.1.9 IX. Araştırma.....	16
2.1.9.1 Sonuçlar.....	21
2.1.10 X araştırma .....	22
2.1.10.1 zaman geçmişi analizi .....	23
2.1.10.2 sonuçlar .....	24
2.1.11 IX araştırma .....	24
2.1.11.1 Metodoloji.....	24

2.1.11.2	Sonuçlar.....	24
2.1.12	VI Araştırma.....	24
2.1.12.1	Metodoloji.....	24
2.1.12.2	Sonuçlar.....	25
<b>3</b>	<b>METODLAR.....</b>	<b>27</b>
3.1	Optimizasyon Talimatları ve Yönetmeliklere Bakış.....	28
3.1.1	Genel bakış.....	28
3.1.2	Ülkelerde deprem incelemesi talimatı ve belgeleri.....	30
3.1.2.1	İran’da bulunan binalar deprem optimizasyon talimatları.....	30
3.1.2.2	Yeni Zelanda yönetmenlik taslağı- deprem riski karşısında binaların yapısalılığı yükseltmek ve değerlendirmek (NZDC).....	32
3.1.2.3	Mevcut binalar performans dayanıklılık değerlendirme talimatı ve dayanıklılık yükseltmek için tavsiyeler (Hint SERC raporu).....	33
3.1.2.4	Depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri ve tavsiyeleri, I ve IV bölüm binalar dayanıklılık ve tamiri genel kuralları(Eurocode8).....	33
3.1.3	Değerlendirme süreçleri karşılaştırma.....	34
3.1.3.1	Yapılandırmayla ilgili kontroller.....	34
3.1.3.2	Dayanıklılık kontrolü.....	37
3.1.4	Genel açıklamalar.....	40
3.2	Modelleme.....	41
3.2.1	Modeller tanımı.....	41
3.2.2	Malzeme tanımı.....	43
3.2.3	Üyeler ve tavan kesimi.....	45
3.2.4	Yükleme.....	45
3.2.5	Yapı tasarımı ve analizi.....	45
3.2.6	Pushover nonlinear statik analiz.....	45
3.2.6.1	Nonlinear statik analiz metodu hipotezleri.....	46
3.2.6.2	Nonlinear statik metodu avantajları ve kusurları.....	47
3.2.6.3	Yazılımda nonlinear statik analiz süreci.....	47
3.2.6.4	Pushover analiz ve kusurları.....	47
3.2.6.5	Pushover nonlinear statik analize yazılımı verileri.....	48
3.2.7	Time History Analizi.....	49
3.2.7.1	Fay hattına yakın depremler.....	50
3.2.7.2	Fay hattına yakın kayıtlar seçim kriterleri.....	55
3.2.7.3	Yapılarda fay hattına yakın depremlerin etkileri.....	56
3.2.7.4	Depremlerden elde edilen kayıtlar karşılaştırma.....	58
3.2.7.5	Zaman tanım alanında analiz.....	65
<b>4</b>	<b>ARAŞTIRMA VE TARTIŞMA.....</b>	<b>66</b>
4.1	Sonuçların Analizi.....	66
4.1.1	Yapısal yer değişim incelemesi.....	66
4.2	Temel Kesim Karşılaştır.....	70
<b>5</b>	<b>SONUÇLAR, ÖNERİLER.....</b>	<b>75</b>
5.1	Sonuçlar.....	75
5.2	Öneriler.....	75
	<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>77</b>
	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>81</b>

## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 2.1:</b> Deprem yan güçler muhasebesiyle ilgili katsayıları(18).....	12
<b>Çizelge 2.2:</b> Toplamla mod sayı sallanma periyodu(18).....	13
<b>Çizelge.2.3:</b> Çalışmada kullanılan kayıtlar özelliği(7) .....	19
<b>Çizelge 3.1:</b> Faydan uzak seçilmiş ivme kayıtların özellikleri .....	59
<b>Çizelge 3.2:</b> Faya yakın seçilmiş ivme kayıtların özellikleri.....	61



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Fay yakını ve uzakta iki istasyon deprem hızı haritası.....	2
Şekil 2.1: 15-20 katlı çelik çerçeve sistemi görünümü.....	12
Şekil 2.2: 3 ağızlı ve 2 çerçeveli geometri.....	15
Şekil 2.4: Yapı modeli özellikleri ve geometri kesit şekli(7).....	17
Şekil 2.5: İvme zaman geçmişi ve arazi değişikliği Chi Chi, Tayvan (1999) depreminde TCU68 istasyonu.....	20
Şekil 2.6: Faya yakın ve uzak ortalama spektrum artı standart sapmanın 2800, 3. Baskı standart spektrum ile karşılaştırması.....	21
Şekil 3.1: Modeller planı.....	42
Şekil 3.2: Üç Boyutlu Plan.....	42
Şekil 3.3: Kullanılan Betunun Özellikleri.....	43
Şekil 3.4: Kullanılan Boyuna Donatların Özellikleri.....	44
Şekil 3.5: Enine Donatların Özellikleri.....	44
Şekil 3.6: Kuvvet Yer Değişim Diyagramı.....	46
Şekil 3.7: Puş Yük Tanıtımı.....	49
Şekil 3.8: A ve B yapı üzerinde fay kırılma yönünün etkileri.....	51
Şekil 3.9: Loma prieta 1989 depreminde yer değişim geçmişi.....	52
Şekil 3.10: kayma eğimi ve kayma yönü faylanması için, yer değişim ( Fling step), Pals yönleri.....	53
Şekil 3.11: Kompa yönlendirme (Rupture Directivity) etkilerine, etken parametreler....	55
Şekil 3.12: Sert toprakların üzerinde faya yakın depremlerde PGA'nın PGV'ye bağımlılığı.....	55
Şekil 3.13: Faydan uzak ivme kayıtların ivme diyagramı.....	61
Şekil 3.14: Faydan uzak ivme kayıtların hız diyagramı.....	62
Şekil 3.15: Faydan uzak ivme kayıtların yer değişim diyagramı.....	62
Şekil 3.16: Faydan uzak ivme kayıtların ivme spektrum diyagramı.....	63
Şekil 3.17: Faya yakın ivme kayıtların ivme diyagramı.....	63
Şekil 3.18: Faya yakın ivme kayıtların hız diyagramı.....	64
Şekil 3.19: Faya yakın ivme kayıtların yer değişim diyagramı.....	64
Şekil 3.20: Faya yakın ivme kayıtların ivme spektrum.....	65
Şekil 4.1: 5 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması.....	66
Şekil 4.2: 5 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması.....	67
Şekil 4.3: 6 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması.....	67
Şekil 4.4: 6 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması.....	68
Şekil 4.5: 8 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması.....	68
Şekil 4.6: 8 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması.....	69
Şekil 4.7: 10 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması.....	69
Şekil 4.8: 10 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması.....	70
Şekil 4.9: 5 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti.....	70
Şekil 4.10: 5 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti.....	71
Şekil 4.11: 6 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti.....	71

<b>Şekil 4.12:</b> 6 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti .....	72
<b>Şekil 4.13:</b> 8 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti .....	72
<b>Şekil 4.14:</b> 8 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti .....	73
<b>Şekil 4.15:</b> 10 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti .....	73
<b>Şekil 4.16:</b> 10 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti .....	74

## FAY HATTINA YAKIN OLAN BETONARME YAPILARININ KOLON VE KİRİŞ EBATLARININ GÜÇLENDİRME AMACIYLA İNCELENMESİ

### ÖZET

Kuvvetli yer titreşimlerinin incelemesi ve açıklaması; Yapı mühendisliği (yapı davranış analiz) ve deprem mühendisliği (yer davranışları analiz) olarak iki dalda incelenmektedir ve çok önem taşımaktadır. Deprem riskinin belirlenmesi ve depreme dayanıklı yapı yapılması, yapıların büyük deprem karşısında riskleri en aza indirmek kuvvetli yer titreşimleri şiddetinin analizini yapmak günümüzde daha da önem kazanmıştır.

Fay hattına yakın depremlerin çeşitli özellikleri bulunup fay hattından uzak sismiklerden farklıdır. Fay hattına yakın titreşimler ve depremler yüksek hız, uzak fay hattı depremleri yüksek sınırlı frekanslara göre düşük frekans taşırlar. Bu depremlerin kayıtları daha kuvvetli alanla yüksek periyodik darbeleri bulunup genellikle başlangıçta deprem rekoru görülür. Sunumda çerçeve sistemli yapılar güçlendirmek ve uygulanması incelenmiştir. Çerçeve sistemli yapıları güçlendirmeyi incelemek için 4, 5, 6, 8 ve 10 katlı modeller kullanılmıştır ve veriler SAP2000 yazılımıyla analiz yapıp ilgili analizleri çıkartılmıştır. Sonra nonlineer istatistik analizler fay hattına yakın ve uzak kayıtlarla ve fay hattından uzak sismik analizler sonucu güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş yapılar konum ve temel kesikleri dikkate alınarak karşılaştırılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** *Deprem, Fay, Yapı, Betonarme, Güçlendirme*





**STUDY OF CHANGES IN POLE AND COLUMN DIMENSIONS FOR THE  
SAKE OF STRENGTHENING CONCRETE STRUCTURE IN PLACES  
CLOSE TO THE FAULT**

**ABSTRACT**

Research and explanation of powerful vibration of the earth within two branches of structural engineering (i.e. structure behavior viewpoint) and earthquake engineering (i.e. earthquake analysis viewpoint) are utmost importance. It should be noted that in order to minimize the destruction caused by great earthquakes, the specification, generalization, and development of analytic viewpoints about the powerful vibrations of the earth, seems to be an urgent necessity. The earthquakes of close to the fault have special characteristics that make them distinct from the earthquakes of far from the fault ones. The earthquakes of close to the fault have higher acceleration rate and limited frequency (in high frequency quantity) than the earthquakes of close far from the fault ones. Graphs of these earthquakes have high period pulses with powerful amplitude which are observable in the initial record of the quake. In the Present research, the reinforcement of bending frame structures and the way of their implementation will be discussed. To study the reinforcement of the structures with bending frame system, four heights of 5, 6, 8 and 10 modellings are carried out; then, after the analysis of the data, using SAP 2000 software, the related diagram will be shown. Static non-Linear analysis will be carried out to evaluate the function of the structures (and then the structures are reinforced). Then dynamic non-linear analysis will be carried out to evaluate the function of the structures (and then the structures are reinforced). Then, non-linear analysis with accelerate graphs of close to the fault and far from the fault will be carried out and the result of the analysis, resulting from the earthquakes of far from the fault and reinforced and non-reinforced structures will be analyzed with special regards to the place shifts and basic cuts.

**Keywords:** *Earthquake, Fault, Structure, Reinforced, Retrofitting*



# 1 GİRİŞ

Güçlü sismik titreşimleri inceleme ve yorumlanması

a-Yapı davranış analizi

b-Zemin davranış analiz

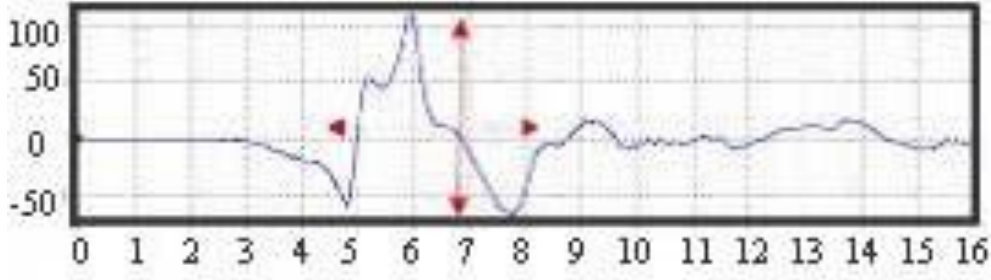
Olarak iki mühendislik dalında önem taşımaktadır. Büyük depremlerde yoğun tahribatı minimuma indirme açısından, arazi güçlü sismik açılarına karşı analitik görüşlerinin geliştirilmesi ve eklenmesi daha fazla belirlenmesi gerekir.

Tanınmış iki büyük depremlerden sayılan Kaliforniya eyaleti depremi, deprem merkezi yakını arazi güçlü titreşim ve hareket niteliği araştırma temeli ve konusudur. Bu iki büyük deprem 1966 Parkfield depremi ve 1971 Sanfernando depremi ismiyle anılır.

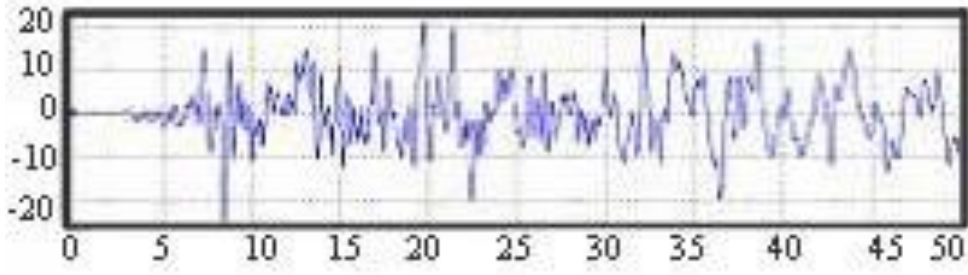
Ayrıca fay hattı yakınında bulunan yakın tarihteki depremler (1994 Northridge-Kobe 1995, Chichi 1999) yoğun hasarlar oluşturmuştur. Bu depremlerin ağır yıkımı, fay hattı yakını depremleri, arazi parametrelerinin farklılıkları ve fay hattı yakını yapı davranışlarının farklılığı deprem mühendisliği ve sismoloji görüşleri açısından çok önemlidir.

Fay yakını depremlerde hız kayıtların da özek konu, arazi büyük büyüme hız oluşunda uzun süreli darbelerde ivme oluşumudur. Bu etkilerin örneği büyük sallanma yer değiştirme formundadır ki arazi yer değişimi kayıtları görünür. Büyük miktarları fay yakını arazi hareketi parametrelerinin bulunması, Northridge, Kobe, Chichi depremleri gibi büyük depremlerin belirgin deprem kayıdır ve fay hattına yakın depremlerde veya diğer deyişle sismik fay oranına az mesafeli depremlerdir(1).

Yakın alan depremleri belirgin özelliklere taşımaktadırlar uzan alan sismiklerden farkları. Yakın alan depremlerinde yüksek ivme ve uzak sismiklere karşı sınırlı ve yüksek frekans taşırlar. Bu depremlerin haritaları yüksek periyodu palsları güçlü alanları bulunur ve genellikle deprem kaydı görünür (2).



A) Fay mesafesi 0,6 km, faya yakın, El-sentro



B) Fay mesafesi 43,6 km, faydan uzak, El-Sentro (Delta)

**Şekil 1.1:** Fay yakını ve uzakta iki istasyon deprem hızı haritası

Ülkelerde son yıllarda deprem karşısında binalarda hasarın en aza indirilmesi en önemli çalışmalardan biridir sürekli yetkililerin ve karar vericilerin zihninde bulunur. Gerçekte günümüzde yalnız büyük kentlerde depremlerdeki yıkım ve büyük felaketler oluştu, ilgili konuyu daha belirginleştirir(3).

Planlama zamanı Lateral(yan) kuvvetlerin güçlendireceği dikkate alınması gerekir.

Bu genel kuvvetler lateral taşıyıcı sistemleriyle kontrol olunur. Her katta lateral kuvvetler etki uygulaması kurumsal yeri, yapıda kattaki kütle merkezidir. Her katın kütle merkezi, yapının toplanmış kütlesi etik yerdir. Lateral kuvvetlerinin uygulanmasında sonra yan taşıyıcı sistemi dayanıklı gösteren ve güvenilir şekilde lateral kuvvetlerin temele transfer yapar. Deprem güçleri karşısında oluşan her katta Lateral taşıyıcı sistem tarafından reaksiyonu Rijitlik merkezinde kuvvet şeklindeki güç görünür. Rijitlik merkezi düşey taşıyıcı elemanlarda, yatay yüklerden dolayı oluşan kesme kuvvetlerinin bileşkesinin kesiştiği nokta olarak tanımlanır(4).

Geçmiş yıllarda güçlü depremlerin etkilerinin incelediğimizde faya yakın bölgeler uzak mesafeli faylara göre etkin süreliği daha düşük ve fay yakın hız haritaları

bir veya birden büyük ve periyodik tekrarlı darbe mevcuttur. Faya yakın depremlerde sert yapılarda Plastisiteliği yükseltilmesine neden olur. Ayrıca arazi hareket palslar periyoduna karşı yükselmesi yapı dayanıklılığının bırakılması, nonlinear distorsiyon ve yapı hasarlarının yükselmesine sebep olur.

Bina alt katlarda deformatörlerin yoğunlaşması P- $\Delta$  etki göstermesine neden olur. Yakın alanlarda depremin dikey bileşeni incelenmeleri gösterir ki yapıların dikey titreşim periyodu kısalığı onların deprem dikey bileşen yüksek frekans dalgalarına karşı hasara oluşturur.

Faya yakın arazilerde frekansların kaydı yüksektir, nedeni ise sismik dalgalar kısa mesafede yüksek frekans miktarına damping kayıtları yeterli zaman sağlamamaktadır. Buna ek olarak, bölgede NFE kayıtları ileriye karşı dağılıma yönünden uzun dönemli büyük hız palslar alanı oluşturur. Bu özellik yüksek frekansa karşılık yapı uzun dönemini etkiler(6).

Sunum, faya yakın çerçeve sistemli çerçeveler konusunda mevcut makalelerle dikkate alarak yapılmıştır. Faya yakın yapılarda davranışlar incelenip dayanıklılığı yükseltme konusu üzerinde çalışılmış. Yapı güçlendirmek incelemesine modelleme yapıp, analiz ve tasarım yapıldıktan sonra faya yakın lineer olmaya dinamik analizler değerlendirir ve sonuçlar faydan uzak arazi sismiklerinde karşılaştırılır(7).

## **1.1 Çalışma ile İlgili Genel Bilgiler**

### **1.1.1 Araştırma amacı**

#### **1.1.1.1 Genel amaçlar**

Araştırma amacı faya yakın ve uzak alanlarda çerçeve sistemli beton yapıların davranışının incelenmesidir.

#### **1.1.1.2 Özel amaçlar**

Çalışmamızın amacı,

1. Faya yakın çerçeve sistemin davranışının incelenmesi
2. Çerçeve sistem yapılarının güçlendirilmesi ve güçlendirilmemiş yapıların davranış farklılıklarının incelenmesi
3. farklı katlarda modelleme ve faya yakın ve uzak kayıt ivmelerinin incelenmesi

4. faya yakın ve uzak alanlarda çerçeve sistemli yapıların farklılıklarının incelenmesi

### **1.1.2 Yöntem**

Önce çalışma faya yakın çerçeve sistemler alanında yapılabilecek mevcut farklılıklar uzak ve yakın alanlarda önceki makalelere dayanarak incelenmektedir. Sonra büküm kalıplar takviye ve uygulaması konusuna çalışılır. Yapı güçlendirme konusunda 5, 6, 8 ve 10 katlı dört modelde büküm kalıp sistemi modelleme yapılabilecek sonra SAP 2000 yazılımıyla veri analizleri ve ilgili diyagramlar yapılabilecektir. Yapı performansı değerlendirmek için nonlineer statik analizi uygulanarak yapılarda güçlendirme yapılır. Sonra faya yakın ve uzak ivme kaydıyla nonlineer dinamik analiz yapılır ve faydan uzak sismik sonuçlar ve güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş yapılar yer değişiminin dikkate alınarak temel kesitleri karşılaştırılır.

### **1.1.3 Araştırma hipotezi**

1. Faya yakın alanlarda beton binaların iç kuvvetleri çerçeve sistemi faydan uzak alanlarda daha fazladır.
2. Çerçeve sistemli beton binalarda yanal deplasman oranı ve katların sürüklenmesi faya yakın alanlarda faya uzak alanlarda miktarı daha fazladır.
3. Çerçeve sistemli beton binalar, temel kesit kuvveti faya yakın alanlarda aynı binalar kesit gücüyle faya uzak alanlar da daha fazladır.

### **1.1.4 Araştırma anketi**

1. Faya yakın ve uzak alanlarda yapı davranışlarının farklılıkları nelerdir?
2. Çerçeve sistemli yapılarda güçlendirme yapı davranışları parametrelerinde nasıl etki bırakır?
3. Yakın ve uzak alanlarda yapılar güçlendirilmesi hangi farklılıkları taşır?

## **1.2 Beton Yapılar**

Betonun çelik kullanılmak suretiyle güçlendirilerek imal edilen yapı malzemelerinden yapılan binalardır(çimento, kum, çakıl ve çelik). Betonarme

yapı malzemelerin de bulunan beton ve çelik birlikte kolonlar, kiriş ve temel bölümlerinde bulunan binalar beton yapı sayılır.

Günümüzde birçok köprü betonarmeden yapılır. Yüksek köprülerde kullanılan ve köprü temel mesafelerindeki kirişlerde kullanılır.

Betonarme veya donatılmış betona betonun çelik kullanılmak suretiyle güçlendirilerek imal edilen yapı malzemesine denilir. Betonu donatı ve güçlendirilmesinde elementler, demir bar, takviye filo ağları, metal levhalarla güçlendirilmiş lifler kullanılır. Betonarme kullanım esas gayesi, beton daha çok basınç gerilmelerini karşılar, çelik ise daha çok çekme gerilmelerini karşılar böylece beton çatlamasına karşılık önlem alır. Betonun gerilim dayanıklılığı 0,1 basınç dayanıklılığıdır.

Bu tür beton 1849 yılında Fransız bahçıvan Joseph Monir tarafından bulunmuş, 1867 yılında patenti alınmıştır. Demir Beton (Ferro Concrete) yalnız demir ve çelikle donatılmıştır. Diğer elementler organik ve anorganik lifler örneğin farklı şekillerde kapasiteler beton takviyesi için kullanılır. Beton iyice basınca güçlerin dayanır ve gerilmelere maruz kalır. Bundan ilave, beton davranış itibariyle gerilimde kırılması çok düşüktür, güçlendirme ile açıklıkların daha küçük kesitlerle geçilmesi olanaklı olmuştur. Sağlam bina oluşturmak için esneklik ve elastiklik kazandırmak betonda bulunan elementler aşağıdaki özellikler taşıması gerekir:

- Yüksek dayanıklılık
- Fazla gerilme gerginliği
- Betonla iyice uyumluluğu
- Yüksek ısıyla uyumu
- Beton alanında yüksek kalıcılık

Birçok konuda, beton dayanıklılığın yükseltmek için beton donatım için çelik kullanılır.

### **1.2.1 Geçmiş**

1875 yılında Amerika Birleşik Devletleri, New York kentinde birinci kez Vilyam Word, ilk betonarme binayı inşa etti. Ayrıca, önce avukat olan Tadios Hayt, 1850 yılında betonarme kiriş üzerinden birkaç deneyim yaptı. Kiriş gerilim

bölümlerinde demir çelik kullanarak basınç noktalarını sınırlandırdı. Ayrıca dikey çelikleri dayanağa yakın kesitlerde kullandı. Hayt 1877 yılında konu araştırmalarını 28 sayfada yaydı.

### **1.2.2 Beton yapıların avantajları**

1. Beton hammaddesi kum ve çakıldır kolay bulunur ve ucuzdur
2. Betonarme yapılacak binalar hakkında Yönetmelikle tasarlanıp uygulanmışsa, sert çevre şartları karşısında diğer malzemelerden daha dayanıklıdır.
3. Betonun yüksek esnekliği, köprü, kolon vs. gibi beton inşaatlar farklı formlarda olasılık sağlar.
4. Beton yapılar yüksek ısıya maruz kaldıklarında daha dayanıklıdırlar. Bir tür betonarme örneğinde bin dereceye maruz kalan ısı testlerinde, en az bir saat beton içi çelik erimesine kadar 2,5 cm beton kalınlığıyla kapatılmış 500 dereceye ulaşabilir.

### **1.2.3 Betonarme yapılar tasarım metotları**

Genel olarak yapı tasarımının amacı, yıkılma karşısında güvenliği sağlamak ve işletme zamanı uygun performans garantilemektir. Bir yapının gerçek dayanıklılığını önceden tahmin edilebilirse ve yapı yükleyicilerine ve onların iç etkiler dikkatlice belirlenme olasılığı durumunda, güvenliği sağlamak yalnız hafif şekilde yük kapasitesi oluşturularak yüklenecekler miktarın bulmak mümkündür. Ama bina tasarım ve inşaat sırasında bilinmeyen faktörler ve analizlerde sayısız olası hatalardan dolayı bina güvenliği planlaması gerektirir. Hataların önde gelen kaynak ve kökenlerini şöyle sıralanır:

- A) Yapı üzerinde yüklerin bulunması ayrıca olası yüklerin binaya uygulayacak gerçek dağılımının farklılığı
- B) Yapının gerçek davranışı ve yapı teorik davranışıyla farklılığı (kullanılan malzemenin güçleriyle hesaplanan, yapının gerçek davranışı ve yapı teorik davranışıyla farklılığı)
- C) Hesaplanan malzeme dayanıklılığı miktarlarının gerçek malzeme dayanıklılığıyla farkı olması
- D) Kullanılmış demir çeliklerin gerçek yerinde ve boyut parçalarda hesaplarla uyumlu ve farklı olması



Böylece, uygun güvenlik sınır seçimi çok zordur ve planlama metotlarının esas özelliği olarak üç metotta yapılır:

1. İzinli gerilim
2. Nihai dayanıklılık
3. Limit durumlara üzerinden planlama metodu



## 2 ARAŞTIRMA GEÇMİŞİ

Fay yakınında sismik güçler üzerinde kayıtları incelendiğimizde ve farklı yapılar üzerinde etkilerini araştırdığımızda ayrıca yapılar üzerinde kayıtlar ve etkilerin dikkate alındığı durumda, son yirmi yılda araştırmalar önem kazanmıştır. Yürütülen araştırmalar genellikle iki gruba ayrılır.

**Birinci grup** fay yakınında bulunan güçlü sismik hareketler de yapılan kayıt üzerinde ilgili farklı parametreler ve özellikler faya yakın kayıtlarda yapılmış, kesin toplama veriler üzerinde genel kayıt oluşturur, araştırmacı ve bilirkişilere fay yakın depremlerin bilgilerine sunulmuştur.

**İkinci grup** araştırmalar faya yakın kayıtlardır farklı yapıların davranışlarını içerir. Faydan uzak ile Faya yakın depremlerin kesik dalgalı özelliği ve bu dalgaların fay istikametinde etkili yoğunlaşması bulunur.

Kayıt önünde bulunan darbe gibi hareketli yüksek periyodikler, faya paralel faktörün oranına göre fay istikametinde dikey faktörünün büyüklüğü, enerji yoğunlaşması ve kısa sürede devri, kopma ileri istikametinde bulunan yapılara darbe gibi geçişlerin maruz kalması, yüksek ivme maksimumu oranı ile hız maksimumu ve hız, ivme yer değiştirme maksimumunun yükseklik farklılığı, faya yakın deprem kayıtlarında önem taşır(9).

### 2.1 Yapılan Önceki Araştırmalar

#### 2.1.1 I. Araştırma

Fay hattına yakın depremlerin etkisi özellikle kırılmanın ilerleyen istikametinde yüksek döngülü süreyle darbe gibi aktiflik yüksek periyodlardan dolayı yapılarda ciddi hasarlar oluşturur. Düzce, Chi Chi, Kobe, Northridge ve Kocaeli deneyimlerde de bunu gösterir bundan dolayı kent yapımı biliminde önemli etken ve faktörlerden bir sayılır. 1996 yılı Sayın Raucch ve Smolka makalelerinde Kaliforniya Northridge depremini inceleyip 1994 yılı modern ve büyük kentlerinden sayılan Japon- Kobe depreminin hasarların incelemiştirlerdir. Önemli ve sürekli devam edilen faktörlerden gelecek kentlerin seçim ve gelişimi, büyük

kentlerin planlamasında fay hattına yakın etkenin ve fay hattı kırılma istikametine binaların inşası gösterilmiştir(10).

### **2.1.2 II. Araştırma**

Yönetmenlik kodların düzeltme metotlarının sunulması ve yapı tüm davranış modifiyeli kolay metotların kullanılması araştırma alanlarındandır ki birçok tetkikat üzerinde yapılmıştır. 1996 yılında Iwan tarafından yapısal vardiya davranış düzeltilmesi için sunmuştur bu araştırma yeni kriterle yapı isteği tümüne güçlü sismik hareket etkilerinde sunmaktadır(11).

### **2.1.3 III. Araştırma**

Andre ve filiatrult (1998) nonlineer dinamik analizlerinde, çelik çerçeve sistemler enerji emme olasılığını çelik çerçeve sistemlerde gerçek davranışların inceleyerek kullanmış 6 katlı normal bir yapıda analizini yapmış. 6 katlı normal bir yapıdaki analiz çelik bükme çerçeveye geçerli yönetmenlik kodlara dayanarak yapılmış. İlgili yapı farklı iki amortisör sistemle fay hattına yakın temsilcisi olarak Losanceles bölgesi kayıtları altında yüzde on ve yüzde elli yılda olasılıkla yapılmış iki sistemin davranışı enerji emmede ve enerji amorti olduğunu sistemde incelemiş oldular(12).

### **2.1.4 IV. Araştırma**

Diğer bir araştırma 1999 yılında Nicolas ve Allin Cornell tarafında çelik çerçeve sistemi bağlantılarında yapılmıştır. Bu araştırmada önce çerçeve sistemli bağlantıları ayrılması faya yakın sismik ivme rekorlarla ektili incelenmiş devamında diğer metotları çelik çerçeve sistem bağlantıları davranışı iyileştirilmesi için faya yakın arazide sunulmuştur(13).

Faya yakın depremlere karşı yapıların davranışıyla ilgili araştırmalara göre Time History analizler, Spektum daha iyidir. Zira sismik frekans alanı özellikleri süreci sunmaktadır ortalama ölçüm zamanı sürecinde ortalama uyumluluk taşır. Bundan dolayı enerji birkaç darbeye odaklanır, davranış tümünde beklenen rezonans oluşmak için zaman bulmamaktadır(14).

### **2.1.5 V. Araştırma**

Ayrıca Northridge 1994, Kobe 1995 ve İzmit 1999 yılı depremden dolayı yapılarda oluşan hasarlar gösterdi ki fay hattına uzak ve yakın depremlerde yapı davranışıyla farklılık daha yüksek ve belirgindir(15).

### **2.1.6 VI. Araştırma**

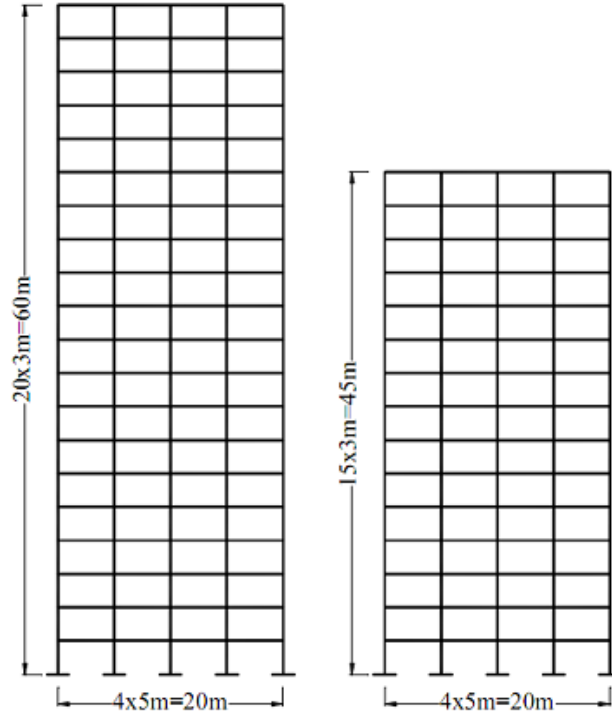
Yapılan araştırmalar ve tetkikat gösterir ki Northridge 1994 ve Kobe 1995 depremlerinden sonra fay hattına yakın depremlerde yer değişikliği daha yüksektir. Bu eylem gösterir ki kısa sürede daha yoğun enerji bir arada fay hattına yakın tabelalarda görünür. Bu durumda yapı davranışı bitişik alanda dalga yayılması karşısında elastik-plastiğe benzerdir(16).

### **2.1.7 VII. Araştırma**

M. Tehranizadeh ve H. Movahed kendi araştırmalarında yüksek binalarda çelik çerçeve sistemler performansını fay hattına yakın alanlarda incelemişler(18). Bu sunumda yüksek binalarda çelik bükümlü çerçevelerin performansı fay hattına yakın alanda değerlendirilmiştir. Çelik 15 ve 20 katlı çerçeve sistemde normal, orta ve özel açıklama mevcut deprem şartları 3-2800 yönetmenliği uyarınca planlanmış ve çelik binalarda uygulanmaktadır. Performans parametreleri ve Nonlinear statik analizlerde belirleme bağlantıların dönme kapasitesi, performans seviyesi belirlemek için nonlinear zaman süreci dinamik analizi ve yapı elementlerinin deformasyon miktarı, fay hattına yakın ve uzak alanlarda sismik etkilerin tasarlanan modelde uygulanmıştır. Kat yer değişim maksimumları, kat sürüklenmesi, tavan ve temel kesitlerinin yer değişimi gösterilmiştir. Ayrıca çerçeve sistemler davranışı farklı formalarda karşılaştırarak değerlendirilmiştir.

#### **2.1.7.1 Seçkin modeller, yapılar analizi ve tasarımı**

Yapılar iki boyutlu çerçeveler formunda 15-20 katlı modellerde normal, orta ve özel forma çerçevenmeyle seçilmişler. Toplamda altı iki boyutlu model çelik büküm çerçeveler tasarlandı. Gözler sayısı 4 adet ve kat yüksekliği 3 m, göz uzunluğu 5 metre kat ve tavan ölü yükü 3 T/m gerçek yük 1t/m ve tavan gerçek yük ağırlığı 0.57 t/m olarak göz önünde bulunduruldu. (1-2 şekil. Seçilen modeller görünümü sunulmuş.



**Şekil 2.1:** 15-20 katlı çelik çerçeve sistemi görünümü

Yan ve diğer tasarım güçler hesap metodu önceki sunumda verilmiştir. Planı ivmesi  $A=0.53$  ve bina davranış faktörü normal çelik çerçeve sistemlerde  $R=9$ , orta  $R=7$  ve özelde  $R=10$ , bina önem faktörü  $I=1$ , arazi tipi türü II dir. 1-2 tabelada ilgili faktörler seçilen modeller için gösterilmiştir.

**Çizelge 2.1:** Deprem yan güçler muhasebesiyle ilgili katsayıları(18)

Kat sayısı	Bölme çerçeve türü (14)	C	V (ton)
15	OMRF	0.088	96.33
	IMRF	0.063	67.59
	SMRF	0.044	46.81
20	OMRF	0.077	113.98
	IMRF	0.055	80.18
	SMRF	0.0385	55.43

Çerçeve tasarımı süreci bitiğinden sonra, etkili kütle yüzde doksandan fazla modlar sayı ilgili sallanan periyodlarda miktarı çizelge 2-2 verilmiştir.

**Çizelge 2.2:** Toplamla mod sayı sallanma periyodu(18)

Katlar sayısı	Bölme çerçeve türü	T1	T2	T3	T4
15	OMRF	2.123	0.826	0.491	-
	IMRF	2.386	0.926	0.555	-
	SMRF	2.743	1.074	0.629	-
20	OMRF	2.689	1.017	0.611	-
	IMRF	2.978	1.129	0.686	-
	SMRF	3.338	1.279	0.782	0.551

20 katlı çerçeve yüksekliğinde yetkili sınırdan fazladır ve yönetmenlikler lineer statik analiz yetkili bilir.

Böylece planlama ve yan güçler dağıtımını 20 katlı çerçeve spektral Dinamikleri analizleri kullanılır. Uygulamada 3-2800 yönetmenlik standartları palan spektrali kullanılır ve temek kesit spektral analiz metotta ve lineer statik analiz temel kesitle eşleşir.

Sütunlar planlamaları kutu bölümleri ve klonlarda I formlu bölümler kaynaklı saç kullanılır.

#### **2.1.7.2 Araştırmada kullanılan depremler**

Araştırmada İran ve dünyada kayıt yapılmış depremler üç grupta kullanılmıştır. Yakın alanlarda depremler hızlı pals, yakın alan depremler hızlı darbesiz ve uzak alan depremleriyle. Yakın alan depremleri sınıflandırması hızlı darbe kriteriyle, yapı davranışlarında ilgili darbeler etkilerin göstermek için farklı sallanan periyodlardadır. Hızlı darbe yakın alan depremleriyle hızlı darbesiz depremler farklılığı maksimum hız miktarı ve maksimum mekân değişimindedir(19, 20, 21).

### 2.1.7.3 Sonuç

Sunumda faya yakın alanda yüksek binalarda çelik çerçeve sistemlerde deprem performansı incelenmiştir. Bundan dolayı normal, orta ve özel tasarımla Şekillendirilebilen çelik 15-20 katlı tasarımla ve nonlinear statik analiz ve nonlinear zamanla geçmişi dinamik analiz, yakın ve uzak alan depremlerin etkisin tasarlanan modellerde uygulanmış. Kat mekân değişimi mekanizmi, kat sürüklenmeleri, tavan ve temel kesiti mekân değişimi gösterilmiştir.

Ayrıca farklı esneklik bükme çerçeveler davranışında karşılaştırılıp değerlendirme yapılmış.

Analizlerin sonuçları gösterir ki elastiklik yükselmesi çelik çerçeve sistemler tasarımında, güçlü depremler etkisinde bağlantılarda ve yapı elementlerinde enerji tüketimine ve elementler davranış transferi gayri elastik sınırları sağlar. Belirtmek gerekir yapılarda bu olasılığı sağlamakla hızlı güç darbesi yakın alan depremlerde ve mekân değişimi etkisinde bulunur. Yapılarda enerji tüketimine neden olursa bile yapı elementlerin fazlasıyla ilerlemeye elastik olmayan gruplarda neden olur. Bu sürecin oluşumu şöyledir sınırlı haddinden daha elastiktir ve yapı elementleri mümkündür kendi performansın yeterince sağlamayasınlar. Bundan dolayı büyük deforme karşısın almak için ve katların sürüşme kontrolü, yüksek çelik özel bölme çerçeveler faya yakın alanda teklif olmuştur.

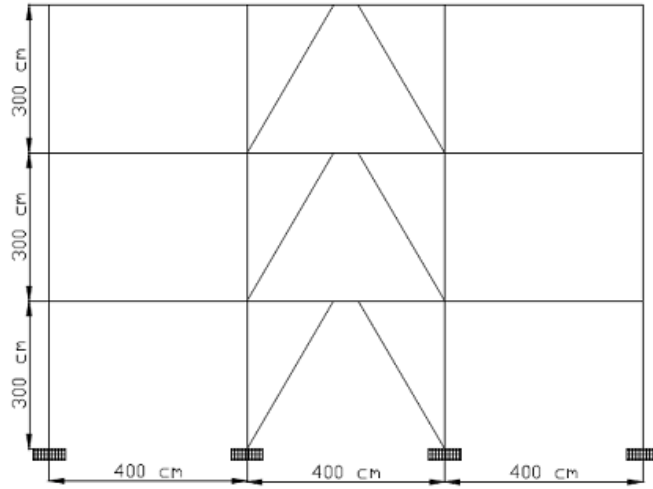
### 2.1.8 VIII. Araştırma

F. Daneshju ve B. Badrlu, fay hattına yakın deprem etkisinde dışarı şaftı çelik çerçeveler nonlinear dinamik davranışı isimli makale sunmuşlardır(23). Sunumda inşaat dışarı şaftı çelik çerçeve davranışı (EBF) faya yakın ve uzak tabelalar etkisi incelenmiştir. Bunu gerçekleştirmek için inşaat çelik çerçeveleri iki boyutlu 3-6 ve 12 katlı modeller yapılmış ve her birine üç farklı bağlantılı kirişler ön görülmüştür. Çerçevelerin tasarımında bağlantı kirişlerde kesme eklem oluştururdu. EBF davranışı 4 çift faya yakın ve uzak rekor etkisinde analiz oldu. Her çerçeve grupta yer değişim oranı ve tahmini elastiklik yakın ve uzak rekorlarda hesap yapılip karşılaştırıldı.



### 2.1.8.1 EBF çerçeve modeli

Bu araştırmada 3 gözlü çapraz bağlantı çerçeveler 3 katta düşük katlı çerçeve olarak ve 6 katlı orta çerçevesi ve 12 katlı yüksek bina olarak tüm katlarda 3 m eşit yükseklikle seçilmiştir her ilgili çerçeve modelleme ve tasarımdan sonra kapasite plan ilkeleri ve UBC-ASD97 yönetmenlik kurallarına uygun RAM performans 3DS nonlineer yazılımla 3 m farklı bağlantılı kirişler uzunluğuyla (0.5, 0.7 ve 0.9) faya yakın ve uzak kayıtlar zaman geçmişiyle nonlineer olarak analiz yapılmıştır. Geometri örnek olarak ve 3 katlı çerçeve boyutları 2-2 şekil. Gösterilmiştir.



Şekil 2.2: 3 ağızlı ve 2 çerçevesi geometri

### 2.1.8.2 Faya yakın ve uzak depremlerde ivme kayıtları

Fay hattına yakın ve uzak dört çift ivme seçilip tüm incelenen kayıtlar II tür toprakta kayıt yapıldı (İran 2008 standartları sınıflandırmaları çerçevesinde). İlgili ivme kayıtları 2008 standartlarında sunulan metotlarla nonlineer dinamik analizle karşılaştırma yapıldı.

### 2.1.8.3 Sonuçlar

Araştırma sonuçları gösterir ki faya yakın kayıt özellikleri, yapılarda farklı davranış sergilemektedirler. Araştırmada elde edilmiş sayısal sonuçlar planlanan çerçeveler özelliğine ve kayıtlar ve inşaat yapım şartları gibi diğer faktörlere bağlıdır ama bununla bile genellikle farklı davranış kayıtları etkileri altına yapılarda da çerçevesi bilir.

Fay hattına yakın kayıtlar yer değiştirme fay hattından uzak kayıtlar yer değiştirme karşılaştırması gerekliliği daha yüksektir fay hattına yakın ortalama mekân değişiklik maksimumu çerçeveselerde 3-6 katta birinci kat ve 12 kat çerçeveselerde orta katlarda (7.kat) yüz verir. Bunun nedeni modelde  $T_p/T$  yükselişi, yapı davranışlarında yüksek modlarda etki ve ortaklık miktarının yüksektir. Bundan dolayı fay hattına yakın depremlerde yüksek frekans içeriği yüksek katlarda daha etkilidir.

Lineer ve nonlineer dinamik analizlerden sağlanan temel kesit miktarı zaman sürecinde fay hattına yakın kayıtlarda fay hattından uzak kayıtlardan daha yüksektir. Bu yüzden eğer aynı çerçeveseler statik analizlerde denkleşmesi gerekirse temel kesitleri fay hattına yakın durumunda yüksek planlanmalı. Araştırmada 3-6 ve 12 katlı çerçeveselerde oluşan büyüme faktörü sırayla 1.65-1.64 ve 1.85 olur ki UBC97 ynetmenliğiyle iyi uyumluluk sağlamaktadır.

Fay hattına yakın depremlerde elastiklik fay hattından uzak depremlerde elastiklik karşılaştırma daha yüksektir. Bundan dolayı fay hattına yakın depremlerde dayanıklılığı yükseltmek için yapılar daha elastik planlanmalıdır.

Temel kesit büyüme faktörü yapı periyodu yükselişiyle  $T_p/T$  büyümesiyle sonuçlanır, belirli bir deprem için yükselir. Bu yüzden UBC97 yönetmenliğinde bile n görülmüş konu daha çok fay hattına yakın ve uzak modellerle analiz yapılması ve yönetmenlikte dikkate alınması teklif olunur.

Tüm çerçeveselerde fay hattına yakın kayıtlarda atık döngü gösterir ki yüksek enerji eylemi fay hattından uzak kayıtlarda karşılaştırıldığında yüksek enerji tüketen yapıların inşasını vurgulamaktadır.

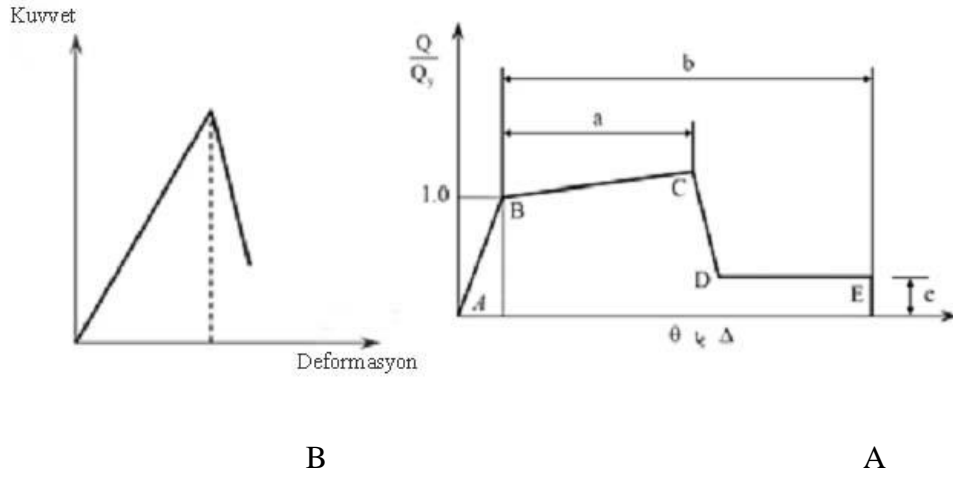
### **2.1.9 IX. Araştırma**

M. Gerami ve as. ‘‘Fay hattına yakın depremlere karşı yapı davranış’’ sunumlarında inceleme yapmışlar(7). Fay hattına yakın alan deprem düşey faktörleri incelemesi gösterir ki yapı düşey titreşim periyodu kısıalığı, deprem dikey faktör titreşim periyod dalgası karşısında daha savunmasızdır.

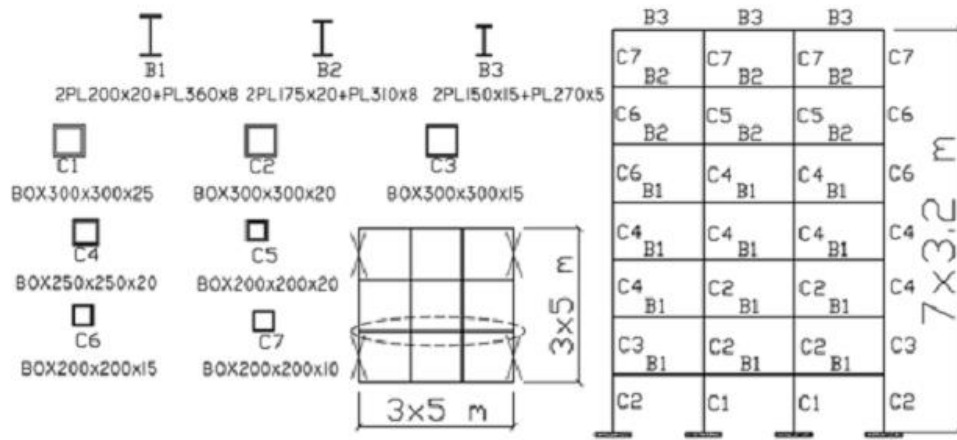
#### **2.1.9.1. Faya yakın 7 katlı çerçevenin doğrusal olmayan davranışının araştırması**

2800 standart III. Düzeltme 1-3-1 bendine dayanarak aktif fay hattına yakın bina inşaatlarında gerekir arazı kırılma olasılığını deprem zamanı kaçınılmazdır ve fay

alanında bulunduğu durumda, inşaat yapılması gerekirse, 2800 standartları uygulamakla beraber, özel teknik düzenlemeler 2800 standartlarında ön görülmemiş konular uygulanması gerekir. Çalışmada 2800 standartları şartları dayanarak çelik çerçeve sistemler davranışı tasarımı fay hattına yakın depremlerde, yedi katlı çerçevede 2800 standartlarına uygun ve bina ulusal kurallar onuncu bölüm şartlarına uygun planlanmalı ve modelleme ve optimizasyon talimatları nonlineer dinamik analizleri kullanarak Perform 3-D v 4.0.1 yazılımıyla incelenmiştir. 3-2. Tabelada plastik eklem özellikleri elementler kontrol yapılmış deforme ve kontrol yapılmış elementler optimizasyon talimatlı kriterleriyle gösterilmiştir.



**Şekil 2.3:** A) Elastik elementler davranış eğimi B) kırılğan elementler davranış eğimi(7)



**Şekil 2.4:** Yapı modeli özellikleri ve geometri kesit şekli(7)

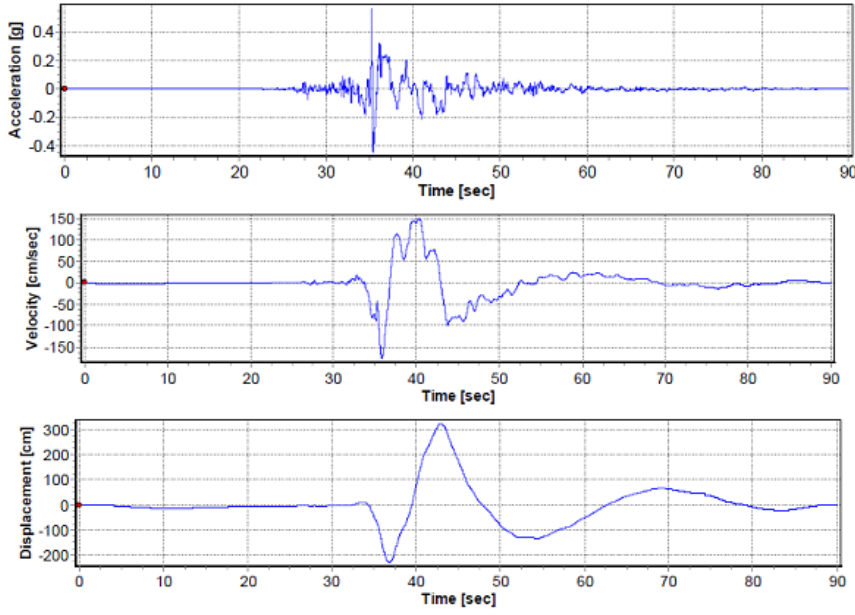
2-3. A şeklinde A noktasından B noktasına ittirici ve lineer sınırlı elementler davranışı ve B den C noktasına kadar hamur bölge elementi ve plastik eklem oluşur. Nihai olarak C noktasında element yüksek şekilde dayanıklılık düşmesine ve E noktasına kırılır. 2.3.B şeklinde kırılğan elementler teslim noktasına kadar lineer davranışı taşır ve teslim noktasında (kesik çizgili) kırılma oluşur. Yedi katlı çerçeve modelleme ve kullanılan kesitlerin öğeleri bu çalışmada gösterilmiştir. Yedi katlı konut inşaatı modellemenin bir bölümü düz dörtgen şeklinde planda A`dan B noktasına lineer sınırlı elementler davranışlar ve B`den C noktasına hamur bölge giriş elementi ve plastik bağlam formu bulur ve nihayet C noktasında yüksek dayanıklılık düşmesine sebep olur ve E noktasında kırılma oluşur. 2-4 şeklinde yedi katlı çerçeve model yapı ve kullanılan bölüm öğeleri çalışmada gösterilmiştir. Planda düz dörtgen yedi katlı bina yapı modeli (düzenli bina I=1 önem faktörüyle) ve üç adet 5 m gözlenir. Bir yönde kiriş ve kolonlar eklem bağlantılı desteklenen civar yük taşıyıcı sistemler ve diğer yandan orta çelik eğrim çerçevesi yan yük taşıyıcı sistemler (R=7) sert bağlantılıdır. Ayrıca kompozitöre karma dallarda yeterli kalınlıkla yan yüklere karşı göz önünde bulundurulur ve tüm analiz aşamalarda ve diyafram tasarımında sert olarak kabul edilmiştir. P-Δ etkisi için yerçekimi yükü ve zemin yük etkisinin eğrim çerçeve kireçlerle kendine ayırır. Model canlı ve ölü ve civar yüklet etkileri bina ulusal kuralları altıncı bölüm kurallarına dayanarak tasarlanmıştır. Böylece canlı ve ölü yükler birinci kattan altıncı kata kadar sırayla 1000 kg/m ve 2500 kg/m ve son katta kar yüküyle 750 kg/m ve ölü yük 2083 kg/m olur. Bundan dolayı depremde civar yükler etkisinin tasarım ve analizinde lineer statik analiz metodu kullanılır. Yapı tasarımı üçüncü düzeliş 2800 standartlarına dayanarak üçüncü tür arazide yüksek oranlı riskli bölgelerde deforme sınırlandırmaları ve öğeler gerginliği yapılmış yapının dinamik analizinde fay hattına yakın on kayıt ve uzak kayıt kullanılmış özellikleri 3-2 tabelada verileri kullanılmıştır.

**Çizelge 2.3:** Çalışmada kullanılan kayıtlar özelliği(7)

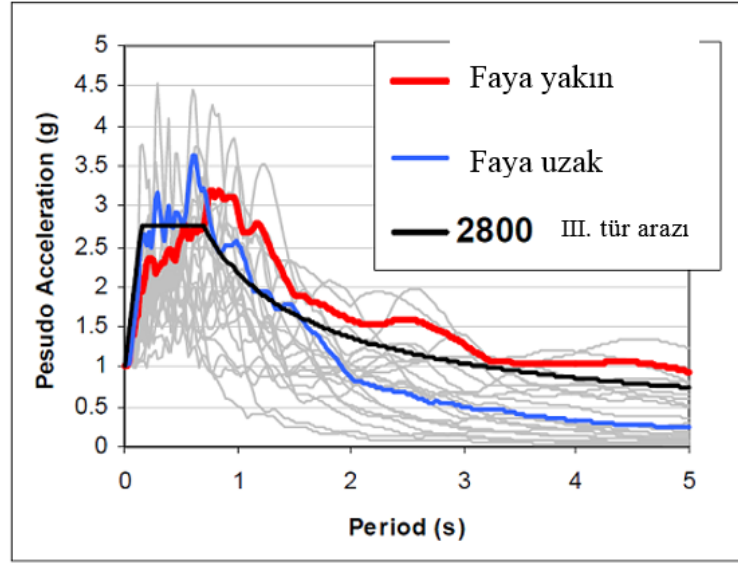
	Faya Uzak Kayıtlar					Faya Yakın Kayıtlar				
	Yer	Yıl	İstasyon	Ze mi n	Mes afe( Km )	Yer	Yıl	İstasyon	Ze min	Mes afe (Km )
1	Chi Chi, Tayvan	19 99	CHY06 5	III	/43 83	Denali, Alaska	20 03	PumpSt ation	III	2/74
2	Chi Chi, Tayvan	19 99	TAP09 5	III	/01 109	Bam, Iran	20 03	Bam	III	---
3	Loma Prieta	19 98	CDMG 58224	III	7/2 2	Chi-Chi, Taiwan	19 99	CHY10 1	III	9/96
4	Loma Prieta	19 98	CDMG 58472	III	/26 74	Chi-Chi, Taiwan	19 99	TCU06 8	III	0/32
5	Kobe, Japon	19 95	HIK	III	/72 95	Imperial Valley	19 79	CDMG 5158	III	1/35
6	Loma Prieta	19 89	CDMG 58223	III	/65 58	Northrid ge	19 94	DWP 74	III	5/35
7	Manjil, Iran	19 90	Qazvin	III	/97 49	Silakhor ,Iran	20 06	Chalan Choolan	---	---
8	Northri- dge	19 94	CDMG 13122	III	/32 82	Kocaeli, Turkey	19 99	Yarimca	III	4/83
9	Tabas, Iran	19 78	Ferdow s	III	/14 91	Zanjiran ,Iran	19 94	meyman d	---	---

1	Kocaeli,	19	Bursa	III	/43	Kobe,	19	Takatori	III	1/47
0	Turkey	99	Tofas		60	Japan	95			

Tüm kayıtlar PGA=0.35 g eşit olmuşlar. Fay yakını kayıtlar büyük depremlerde kopma yönü bir veya iki darbeye hız kayıtlarında faydan en fazla 10 km sınırında seçilmiştir. 2-5 şeklinde fay hattına yakın kayıta ivme zaman süreci, hız ve mekân değişikliği gösterilmiştir. Ayrıca fay hattından uzak kayıtlarda hiçbir kayıt PGA, 0,1 g az değildir. 2.6 şeklinde ortalama davranış spektrumu artı fay hattına yakın standartları sapması ile fay hattında uzak karşılaştırılmıştır. Spektrum miktarı (ortalama artı standart sapma) fay hattına yakın 0,7 S periyodla faya yakın faydan uzak spektrum miktarından ve 2800 spektrumdan fazladır ve 2 S periyodla fay hattına yakın spektrum miktarı faydan uzakta yaklaşık iki kata çıkıyor.



**Şekil 2.5:** İvme zaman geçmişi ve arazi değişikliği Chi Chi, Tayvan (1999) depreminde TCU68 istasyonu



**Şekil 2.6:** Faya yakın ve uzak ortalama spektrum artı standart sapmanın 2800, 3. Baskı standart spektrum ile karşılaştırması

### 2.1.9.1 Sonuçlar

Yakın havzalarda yapılan çalışmalara göre faya dikey yatay kayıtlar uzun periyodik darbelerdir ki böyle kayıtlar yapılar üzerinde daha fazla etkilidirler. Sonuçlara göre temel kesiti ve mekân değişimi oranı katlarda daha fazladır. Yapılan araştırmalara dayanarak statik metodundan sağlanan temel kesiti 2800 yönetmenliği uyarınca yakın ve uzak kayıtlarda nonlinear dinamik analizden sağlanan temel kesitindedir. Ayrıca kesit dağıtım örneği 2800 standartları ve optimizasyon talimatı nonlinear dinamik analizde kesit dağıtımına iyi uyumludur. Orantılı yer değişimi karşılaştırmasında gerçek orantılı yer değişimi maksimumu 2800 standart ve optimizasyon talimatı lineer metotlarla nonlinear dinamik analizlerden daha azdır ve orantılı yer değişimi muhasebesi lineer metotla bazı katlarda tahminen fazla ve bazı katlarda nonlinear dinamik analizden daha düşüktür. Bundan dolayı yapı değerlendirmelerinde özellikle yakın havzalarda nonlinear dinamik metot kullanımı teklif olunur.

Yakın havzalarda depremler ki mevcut hız darbeleri daha yüksektir veya darbe süresi daha fazladır yapı davranışın yükseltir ( $T/T_p$  oranı daha düşük). Bundan dolayı depreme yakın yapılar daha estetiklik taşımalarıdır böylece davranışı düşüre bilirler. Fay hattına yakın darbe periyodu incelendiğinde yapı doğal periyod oranı sismik hareket periyod yükselme görünür. Ayrıca yapı teslim dayanıklılık oranı zemin ivmesi yükselmesi nonlinear davranış ve yapıya hasar

yükselmesin neden olur. Nitekim fay hattına yakın etkiler yüksek periyod sınırlarında yükselir ve yumuşaklık ve yapının ana periyodu fay hattına yakın etkilerin yükselmesine sebep olur.

Şöyle ki yüksek frekans yapılarında (düşük periyod dönem) lineer sınırdaki yerleşir fay hattına yakın depremlerde ki dışa frekans içerir daha büyük davranış sergiler. Ama yapılar nonlinear sınırdaysa, onların frekansları az ve periyodu yükselir. Bu durumda fay hattına yakın depremler daha tehlikelidirler. Gerçekte yapı davranışı için deprem frekans içeriğiyle yapının ana frekans arasındaki önemli faktörlerdendir. Fay hattına yakın depremlerin diğer özellikleri arazi yüzeyine dikey olmasıdır. Yapılan çalışmalara gösterir ki binaların dikey periyod dönemi genellikle kısadır ve fay hattına yakın depremlerde zemin yüzeyine yakın dikey titreşimler tam frekansına yalındır. Bu nedenle eğer, yapı performansı için önemliyse, gerekir zemin yüzeyine dikey faktörü belirlenip tahmin edilebilsin.

Yürütülen çalışmalara göre yakı yüksekliği, yan sertliği ve bağlantı türü faktörleri yapı davranışında çok önemlidir ve sağlam bağlantılar, kırılan bağlantılarda kalan dayanıklılık ve dikey davranış, kirişler eksen dayanıklılığı, gravity çerçevelerin basit bağlantı dayanıklılığı, çelik dayanıklılığı ve sertlik gerginliği önemli faktörlerdendir kaynak kırılma yapıldıktan sonra yapı dayanıklılığına neden olur. Keza bağlantı kırılma yüksek gerginliği ve bağlantılarda kırılmadan sonra kalan dayanıklılık, yapı dayanıklılığında etkilidir. Çelik çerçeveler performans desteklemek ve değerlendirmek, , gravity çerçevelerin yan dayanıklılığı, bağlantı davranışı, kırılan bağlantılarda kalan dayanıklılık, uygulamada gerçek uzunluk, bağlantı akım etkisi vb. göz önünde bulundurmak teklif olunur. Böyle modeller binalar yeni tasarımlarda daha muhafazakâr ama mevcut binalar veya hasar görmüş binalarda değerlendirmesi için teklif edilmez.

#### **2.1.10 X araştırma**

Araş Choutine, “Kısıtlanmış eğrim çerçevesi faya yakın depremler kayıt uygulama ve zamanı geçmişi analizi” isimli makalesinde darbeli modeli araştırmıştır. Faydan 15 km az mesafelere faya yakın mesafe denilir. Faya yakın deprem özellikleri araştırıldığında ve fay hattına yakın kayıtlar sayı düşüklüğünden önce fay hattına yakın depremlerde gerçek kayıtlar incelenip ve basit modeller kullanarak böyle depremlerde kayıtlar darbe gibi oluşturur. Bu araştırma KAZEROUN fayları üzerinde farklı dönemlerde yapılmış sonuçta Sap



2000 yazılımında kısıtlanmış eğrim çerçeve zaman süreci aynı ekseninde yapılmış temel kesiti, tavan nokta yer değişimi, kat değişimi gibi yapı davranışları incelenir ve faya yakın kayıtlar oluşumu darbe gibi modeline uygun sunulmuştur(24).

#### **2.1.10.1 Zaman geçmişi analizi**

Araştırmada üç Northridge deprem kaydı La'dam istasyonunda ve Coalinga depremi Transmitter istasyonunda ayrıca sönümlü sinüs ve Sorumlu sinüs modellerden oluşan deprem kayıtları hız rekorlarıyla oluşan rekorlarla KAZEROUN fayında eş eksenli kısıtlanmış 6 katlı çerçeve modelde İran 2800 yönetmenliği ve 519 yükleme uygulanmıştır. Modelleme ve analiz Sap 2000 yazılımıyla yapılmıştır. Yapıda bu rekorlardan oluşan Temel kesit cevapları, çatı nokta yer değiştirme ve yan mekân değişimi incelenmiştir.

#### **2.1.10.2 Sonuçlar**

Oluşan kayıtlar zemin hızının maksimum miktarı kullanılarak (PGV) modellenir. Gerçek kayıtlar hususunda cevapların uygunluğu ve temel kesitinde sönümlü sinüs ve özellikle katların orantılı yer değişimi uygun ve gerekli örtünü sağlar.

Sönümlü sinüs model cevap uygunluğu ve gerçek rekorlar fay hattına yakın rekorlarda simülasyon için sönümlü sinüs modelinin uygunluk göstergesi sayılır.

Çeşitli bina elementlerin yer değişim geçmişi gerçek rekorlar ve sönümlü sinüs tepkisinde uygun uyuşumu maksimum miktarlar içerir.

Sinüs darbe gibi modellerden sağlanan cevaplar gerçek olmayıp rekor oluşturma modeli için uygun değildir.

Sunulan sönümlü sinüsü model KAZEROUN fayı için, 1.0 ve 2.0sönümlü ilişkilerle çok farklı değildir cevaplar da oluşturmamaktadır, ama 2.0 sönümlü rekorla maksimum cevap 6 katlı çerçeve için fazladır.

6 katlı çerçeve faydan uzaklaştıkça cevap ve davranış miktarı düşmekte ama cevap uyumluluk miktarı farklı sonuçlarla KAZEROUN rekorlar hususunda azalır. Uyumsuzluk durumu sınırlı fayda uygunluk modelinde 10 kilometre mesafede fazladır.

### **2.1.11 IX Araştırma**

A.Ghobarah “Fay yakını arazisinde harekete yapı davranışın” isimli makalede incelemiştir(25). (NFE) Fay hattına yakın deprem rekorlarında yüksek frekansta zengindir zira sismik dalgaların hareket kısalık mesafesi yüksek frekans miktarına yeterli zaman tanımamaktadır. Bundan ilave, bölgede NFE yayılması için mümkündür yüksek hız darbeye uzun dönem alan taşır. Bu özellik yüksek frekans davranış ve yapı uzun dönemde etki bırakır.

#### **2.1.11.1 Metodoloji**

Sunumun amacı fay hattına yakın rekorların açıklaması ve hız darbe detayları rekorların idealleştirme ve yapı davranış etkisini incelemek değişmek ve hasar şartlarındadır. Beton donatılmış dört çerçeve, 3, 6, 12, 20 kat tasarlanmıştır ve idealleştirilmiş darbelere maruz bırakılmış fay hattına yakın deprem rekorlar toplamı elde edilmiştir. Statik nonlinear cevap ve dinamik kalıp esnek olmayan zaman analizi kullanılarak belirlenmiştir.

#### **2.1.11.2 Sonuçlar**

İncelemeler gösterir ki yapı davranışı fay hattına yakın zemin hareketi genellikle uzak deprem rekorları davranışıyla farklıdır. Bu yüzden temel kesit statik analiz yapı yer değişiminde muhafaza kar tahmin sağlar. Nonlinear statik metod özellikle yapı yer değişimi tasarımlarda NFE uygundur. Yapıda ideal darbeler uzun süreli dönemlerle yapı davranışı ile NFE rekorlara cevap karşılaştırıla bilir. Kısa süreli periyodu yapılarda sonuçlar onun gibi doğru değildirler.

### **2.1.12 VI Araştırma**

R. Sehati ve yardımcıları zemin hareketi faya hattına yakın ve çok katlı yapılarda aynı oranlı darbeleri incelemiş ve değerlendirmişler(27). Makalede çok katlı binalarda yapı davranışı fay hattına yakın zemin hareketi incelenmiştir. Basit yapı darbelerin yapı davranışı etkilerin sorusuna cevap verir.

#### **2.1.12.1 Metodoloji**

İlerleyen darbe etkileri değerlendirmekte çoğalan dinamik analizler çok katlı yapılar davranışı faya yakın bölgede kullanılır. Üç çok katlı tür bina faya hattına yakın elli dört zemin hareketine maruz konulmuştur. Oluşumu yer değişimi maksimumu mühendislik isteği parametresi seçilmiştir.

### **2.1.12.2 Sonuçlar**

Öne ileri darbe gibi zemin hareketi sonuçları gösterir ki, normal zemin hareketi oranına büyüklük formlaşma yapıya dayatır. Bundan ilave, öne ileri hareket yapı davranışı, birinci mod döneminde normal zemin hareketinde yapı davranışı oranı daha yüksektir. Öne ileri hareket yapı davranışı oranlı darbe modeli kullanarak Mocik Gabor darbeye dayanarak düzeltilip, üretilmiştir. Basit darbe parametrelerin mevcut ilişkiler kullanarak tahmin yapmak olur ve olası sismik risk analizi sismik güvenlik olasılığı analizi kullanılır. Sonuçta, azalan oranlı etkili ve  $P-\Delta$  öne ileri zemin hareketinde, incelenmektedir. Azalan oranında değişim etkisi oluşumunda çok azdır aksine  $P-\Delta$  etkisi oluşumunda önemlidir.



### 3 METODLAR

Genelde Fay hattına yakın sınırlar 15-60 km faydan mesafede bulunup öne ileri yönelme, zeminde dikey titreşimlerin, yatay yönde oluşumu fay uzantısında olur. Büyük dikey darbe şeklindedir faya göre paralel dikey faktörden büyüktür. İleri yönelme etkisi faya ve kaynak arası açı küçülmesiyle büyümekte ve kırılma yüzeyi kaynak ve fayda büyümektedir. Böyle darbeler yapılarda şekillenme gerekliliklerin yükselmesine neden olur böylece faya yakında davranışlar yapılarda daha büyük ve şekillenme fazlaşır. Dikey yatay faktörü faya yakın havzalarda etkindir bu yüzden yapıların yönelmesi fay hattına yakın bölgede önemlidir. Yapılan araştırmalara göre binaların tahribatı faya yakın bölgede ve 2800 standartlarına uygun kurallar değerlendirilmediği için fay hattına yakın yapılarda sismik değerlendirmeler daha önemli ve gereklidir.

Son 50 yıl içerisinde sismoloji ve deprem mühendisliği konusunda ileri teknolojiler örneğin bilgisayarlar, lineer ve nonlineer sayısal metotlar gelişimi, kalite optimizasyonleri, deprem kayıtlarında analiz ve nitelikler, yapılarda esnek olma yan yetkili forma değişimlerin kavraması ve uygulanması, elementlerde değişiklikler gibi keskin kırılmaların karşısın alarak metotlar kullanımı vs. dayanıklılığı yükseltir. Mühendislik bilimi ve yapı dayanıklılığı etkili parametreleri kavramasına neden olur böylece araştırmacılar fay hattına yakın ve uzak bölgelerde deprem etkilerinin farklılıklarını anlamaya çalışırlar. Kaliforniya Parkofild 1966 depremi ve Sanfernando Pakoyama 1971 depremlerinden sonra, 1975 yılında Bolt tarafından fay hattına yalın sözcüğü sunulmuştur(28). Fay hattına yakın etkileri önceden belirlendiği halde, bu konunun önemliliği mühendislik tasarımlarında iyice anlaşılmamıştı. 1992 Landers ve 1994 Northridge, 1995 Kobe, 1999 Tayvan Chi Chi depremlerinden sonra bu oluşum ortaya atıldı. İran'da Tahran gibi kentler fay hattına yakın bölgeye yerleşmiş. Sunum ve çalışma fay hattına yakın kayıtların özellikleri ve beton binaların yapılara etkisini ve sismik değerlendirmeleri incelemeye çalışır.

### **3.1 Optimizasyon Talimatları ve Yönetmeliklere Bakış**

Tahribata ve insanların ölümüne neden olan İran'da ve dünyanın diğer bölgelerinde depremler, binaların dağıtıcı depremler karşısında dayanıklılık güçleri olmadığını gösterir. Bu yüzden son on yılda deprem bölgesinde bulunan ülkelerde çeşitlik kurumlar ülkeye has ekonomi, sosyal ve teknik açılardan özel yönetmenlikler düzenlemeye çalışırlar.

Uluslararası sismologlar ve İran deprem mühendisleri de ülke yönetimi ve planlamalarının siparişlerine dayanarak talimatlar düzenlemeye çalışırlar böylece gerekli binalar sismik dayanıklılığı değerlendirmek ve ardınca dayanıklılığı sağlamaya çalışırlar. Talimatın girişinde de belirttiğimiz gibi bu belgelerde ABD beklenmedik olaylar tarafından düzenlenen FEMA raporlar ve optimizasyon talimatları kullanılır. Bu yönetmenlikleri standartlar hala tebliğ yapılmıştır, söylendiği gibi proje sahipleri tarafından isteğe bağlı olarak kullanılmaktadır. Belgelerin hazırlanma amacı, sismik değerlendirmeler ve binaların dayanıklılığını yükseltmekte eşit çerçeve tanımıdır. Burada ABD, Yeni Zelanda, Hindistan ve Avrupa talimatların vermeye çalışırız. Yukarıdaki talimatların İran talimatlarıyla karşılaştırması gelecekte düzenlenecek talimatlar için uygun zemin sağlar. Talimatların güçlü ve zayıf tarafları özellikle benzerlikler ekonomik ve teknik açıdan özellikle gelişmekte olan diğer ülkelerle ekonomik ve basit metotlarla güvenilir ve güçlü halde mevcut kaynaklara dayanarak ve ülke tasarımcı mühendisler bilimsen seviyeleriyle ülkede bilimsel çözümlerle sonuçlana bilir.

#### **3.1.1 Genel bakış**

Deprem karşısında mevcut binaların yeterli dayanıklılığı üç aşamada sınıflandırılır:

- 1-** Nitelik değerlendirmesi (Muhtasar ve objektif)
- 2-** Nicelik değerlendirmesi (mevcut duruma göre detaylı muhasebe)
- 3-** Birinci ve ikinci aşamada yetersizlikleri optimizasyon planının sunulması. Şuna dikkat etmememiz gerekir bu üç aşamanın amacı diğer aşamaya geçmeden ve optimizasyon planı uygulayarak temel yapı yeterliliğine ulaşsın.

Birinci aşama yapıldıktan sonra yapı deprem davranışı tahmini ve eşit ideal yapılar karşılaştırıldığında etüt uygulaması aşamasında önemli problem olmazsa ayrıca mevcut sismik plan yönetmenliği planlama zamanı yönetmenlikle aynıysa bina uygun plan ve uygulamayla yapılır. Ama can güvenliğinden performansı güçlü deprem altında yüksek, eşitse veya yönetmenlik uygulama süresince değişirse, ikinci aşama optimizasyon talimatları uygulanır.

Yazara göre ikinci aşama uygulanması birinci aşamadan sonra derhal uygulanması gerekmez. Örneğin büyük projelerde deprem yönetmenliğinin benzer performans veya tahmin edilen performans deprem yönetmenliği ve işletme süresince değişmediyse, doğru planlama ve uygulama farzıyla görünen kusurlar giderince ilk plastisite ve dayanıklılık temini görünenlere dayanarak uygulanır sonra uygun fırsatta özel bütçeyle gerekli önceliklerle ikinci aşama uygulanır.

Yukarıdaki konuların uygulanması için hazırlanan belgelerin yalnız bazıları birinci aşama ve bazıları her üç aşama için gereken kurallarla uygulanır. İran optimizasyon talimatları görüş çerçevesinde EMA 356 belgesine dayanarak düzenlenmiş gerçekte ikinci aşama yani nitelik değerlendirmeye dayalıdır. Birinci ve ikinci aşama fazla kullanılmamaktadır. Belki bu konuda en güvenilir belge ABD`de kullanılan binalar deprem incelemesiyle düzenlenmiştir. İstersek her birini ayrıntılı olarak üç aşamalı sınıflandırma şöyle olur:

Birinci aşamaya dayalı belgeler:

,NZDC, SERC, EC8, FEMA154 (1988), FEMA178 (1992), FEMA310(1998), ASCE11-99

ASCE31-03 (2003)

İkinci aşamaya dayalı belgeler

İran İyileştirme talimatı, NZDC, SERC, EC8 ,ATC40 (1996), FEMA273/27 (1997), FEMA356 (2000), FEMA440 (2005)

Üçüncü aşamaya dayalı belgeler

FEMA172 (1992), FEMA74 (1994)

Birinci aşama yalnız binanın deprem dayanıklılığının genel tahminlerini içerir, bir haldeki ikinci aşamanın temeli karmaşık hesaplamalar çalışır yapı potansiyelin olası deprem karşısında etkilerin bulsun. Unutulmamalı ki birinci

aşamalı belgeler ikinci aşamayla ilgili kuralları ve ikinci aşamalı belgelerde üçüncü aşamayla ilgili konulmuştur.

Nitelikli biçime ülkemizde sismik optimizasyon talimatların mukayese için önce Amerikan (ASCE31-3 ve FENA356. Belge), Yeni Zelanda (NZDC) Hindistan (SERC) ve Avrupa (EC8) gibi ülkelerin incelemeleri ve çalışmaları gerekli eksikleri ve avantajları ulusal talimat düzenlemelerini sağlar.

### **3.1.2 Ülkelerde deprem incelemesi talimatı ve belgeleri**

#### **3.1.2.1 İran'da bulunan binalar deprem optimizasyon talimatları**

Talimatın ana gövdesi FEMA356 ve FEMA274 güçlendirme talimatına dayalıdır ikinci belgeler açıklamalar bölümü hazırlamasında kullanılmıştır. Girişte anlattığımız gibi belgeler genellikle nitelik ve dayanıklılık metotları tanımıyla ilgilidirler. Bu yüzden performans düzeyi ilk adımda danışmalar ve işveren tarafından optimizasyonu amacıyla bulundurulur. Performans düzeyi ve yapılar davranışı deprem karşısında göz önünde bulundurarak belirlenir. FEMA356 ana belgeler aksine nitelik kontrolüne dayalı optimizasyon konusunu eklemek 2800 deprem yönetmenliklerine uygun ilgili talimatta büyük ve çarpıcı farklılık yaratır. Şöyle ki ana belgelerde yapı performans belirlemek amacı belirlenmiş kurallardır ve üyeler detayları istenilen performansını düzeltmek yönündedir. Yapı kontrol optimizasyon talimatları rutinine göre bulunan deprem yönetmenliklere dayalı gösterir ki ilgili kriterler ve uyumu hiçbir zaman deprem etkileri karşısında tasarlanan yapı performansın göstermemektedir. Bir haldeki İran optimizasyon talimatları planlamada 2800 yönetmenliğine uygun yapı can güvenliği performansı sağlayacağı yönünde yüzde 10 tahmini risk ve 50 sene ömürle tasarlanmıştır. Talimatların kullanımı o zaman yetkilidir performans veya tahmin edilen yüksek risk seviyesi mevcut yapı 2800 yönetmenliğine uygun olsun. Diğer temel sorun bu talimatta çelik yapılar optimizasyon de dir ki ulusal kurallar 10 bölüm talimatına irca edilmiştir. Yapısal elementlerin yeterlilik kontrol çerçevesi deprem isteyene göre kesit kapasite yükselişine dayalıdır. Ulusal kuralların 10. Bölüm ilişkileri izinli gerginlik temeli ile olduğundan dolayı kapasite muhasebesi için yeterlik ilişkilerden yoksundur ve bu konular 2800 yönetmenlik ikinci eki temelinde izinli miktarlar katsayılar uygulanarak nihai miktarlara çevrilir gerekli kapsamlı taşımamaktadır.



ASCE/SEI 31-30 bulunan binalar deprem inceleme talimatı

Standartlar 2003 yılı Amerikan sivil mühendisler derneği tarafından hazırlanmış ve 1998 FEMA310 ile değiştirilmiştir. Belirtmemiz gerekir ilgili belgeler önce FEMA178 binalar deprem inceleme kılavuzu olarak kullanılırdı. Belgelerde binalar öğeleri, yapısal ve gayri yapısal elementlere bölünür. İlgili elementlere hasar miktarı, belirli depremlerle belirlenmiş ve açıklanacak hasar miktarı performans düzeyi belirlenerek karşılaştırılır. Hasar miktarı belirli miktardan düşükse, performans sırasında üyelerin davranışı ön görülür. İki yan ve hizmet güvenlik performansı düzeyi sürekli deprem etkisinde belirlidir. Benzer performans düzey tarifleri optimizasyon talimatında aynı performans düzeyinde bulunur. İlgili talimatlar mevcut binada deprem incelemesini üç aşamalı süreçte kullanılır. Her üç aşama önceki aşamaya göre daha detaylı değerlendirilip güvenlilik marjını azaltır. Bu aşamaları şöyle sıralamak mümkündür:

**1. Aşama-** objektif değerlendirme- bu aşamada incelenmekte olan bina ve hasar potansiyeli ve beklenen davranış tanımlanır. Bu yüzden kolayca bina özellikleri talimat kurallarına uygun olup olmadığı belirlenir. Değerlendirme formülü(çek listesi) performans düzeyi ve kaynak deprem bina sistemlerine dayalı, yapısal olmayan elementler ve temellere göre hazırlanır sistematik değerlendirmede yardım eder. Formlar tamamlandıktan sonra, tüm kusurlar listesi tüm uyumsuzluk ve yönetmenlikte gerektiren uyumluluklar nişanlanmış bina belirlenip daha incelemek ve sonraki aşamaya girmeyi belirler.

**2. Aşama-** ilk nitelik değerlendirme: bu aşamada iki seçenikle karşı karşıyayız,

1) birinci aşamada bulunan binanın tüm kusurların analizi

2) kusurların yalnız analizi.

Seçim birinci aşamada gerekliliğine bağlıdır. İkinci aşama analizi, yan dayanıklılık sistem yeterliliğini inceler. Analiz yalnız statik dinamiği içerir. Bunlar yalnız inşaat yapılarında şekillendirilebilir zeminle özel metotla talimatta tanımlanarak kullanılır. İran optimizasyon talimatı benzer metotlar yapısal elemanları yeterliliği için istenilen ve kapasite miktarına dayalı M katsayı kullanılarak şekillendirme ve öğelerin davranışı gerçek depremden dolayı kullanılmıştır.

**3. Aşama-** ayrıntılı nicelik değerlendirmesi- bu aşama ikinci aşama yetersizliği durumunda veya değerlendirici teşhisiyle tapılır. 1 ve 2 aşamaları muhafazakâr olup daha ekonomik ayrıntılı yapılması gerekir. Bu aşamada kullanılan analiz statik ve dinamik çerçevelerde elastik ve elastik olmayan analiz yapılmıştır. Beklenen performans, İran optimizasyon talimatlarına benzer elemanları karşılaştırarak belirlenmiştir.

Belgede dikkat edilecek konu kullanılan güçler seviyesi güvenlik düşürmekte 2 ve 3 aşamada yaklaşık yeni bina tasarımında kullanılan miktarın 0.75`dir. Bu kararın nedeni

A) elementlerin gerçek miktarı değerlendirilmiş miktardan büyüktür.

B) mevcut binanın kalan ömrü yeni binadan azsa mevcut binada aynı seviyededir.

### **3.1.2.2 Yeni Zelanda yönetmenlik taslağı- deprem riski karşısında binaların yapısallığı yükseltmek ve değerlendirmek (NZDC)**

Taslak Yeni Zelanda deprem mühendisleri derneği tarafından hazırlanmış çerçeve kusurları giderildiğinde uygulanması gerekir. Bu değerlendirme 1975 öncesi yapılan binalar için uygulanır. NZDC, ATC21 (1998) Objektif değerlendirme hızlı süreçle başlanır. Objektif değerlendirme sonuçları yaklaşık on dört bin yapı kriterleri yapısal puanlamayla yapılmış ve hasar potansiyeli gösterir. Yapısal puanlama geneli iki bölümdür

1) Temel yapı puanı temel planlama ve çeşitli binalarda hasar potansiyelinde kullanılan standartlar deprem sınırına göre az, orta ve çoktur

2) Temel puan düzeltilmesi binada istenilen özelliklerle

Güvenlilik açığı düzeltme katsayıları amacı, yüksek güvenlilik açığı bulunan binalarda gerekli güvenliliğe ulaşmaktır. Belgeler çoğunlukla burulma, zayıf katlar gibi yapısal düzensizliği güvenlik açığı sürecini inceler. Belgelerde meraklı konu yapısal puanlamada yapı düzey, ikamet yapan nüfus sayısıdır bu yüzden enkaz durumunda ölüm sayısı çok ola bilir. Yapısal elemanlar seviyesindeki detaylı yapısal değerlendirmeler bu belgelerde tahmin ve ön görülmüştür. K uyarı katsayımı İran optimizasyon talimatlarına yapı özelliklerinde bilgi güvenliği miktarını gösterir kullanılır. Her iki yer değiştirme ve yöntemleri değerlendirmede kullanılır.

### **3.1.2.3 Mevcut binalar performans dayanıklılık değerlendirme talimatı ve dayanıklılık yükseltmek için tavsiyeler (Hint SERC raporu)**

Bu rapor SERC mühendisleri tarafından Delhi inşaat malzeme teknoloji geliştirme derneği siparişiyle beton binalar için veya inşaat malzemeleriyle yapılan binalar için hazırlanmıştır. Talimat yapılar inşaat malzemeleri ve betonarme çok katlı binaları içerir. Güçlendirmek planları için gerekli tavsiyeler deprem güçleri karşısında dayanıklılığı yükseltmek belgede yerleştirilmiştir. Binalar aşağıdaki sistematik şekilde beş gruba ayrılmış ve yumuşaklık, enerji giderme kapasitesine bölünür.

- Donatılmamış inşaat malzemeleri binalar (n=1)
- Sert diyaframa ile donatılmış inşaat malzemeleri binalar (n=2)
- Betonarme çerçeve sistemi (n =3)
- İnşaat kesit dolgulu duvarlarla betonarme çerçeve(n=4)
- Kesit duvarla betonarme binalar (n=5)

### **3.1.2.4 Depreme dayanıklı yapı tasarım ilkeleri ve tavsiyeleri, I ve IV bölüm binalar dayanıklılık ve tamiri genel kuralları(Eurocode8)**

Belge Avrupa ön standardı olarak 1995 yılı CEN tarafından onaylanmıştır. Belgeye bakışta, deprem öncesi ve sonrası yapıların sismik fonksiyonlarında gerekli kriterler tanımlanmıştır. İnceleme süreci hızlı inceleme süreci ile deprem dayanıklılık kanıtlama (I. Seviye) FEMA154(1988) sürecine benzer ve başlanır. Binayla ilgili toplanan verilere dayanarak, yapı puanlaması (s) bölge sismiği, bina ömrü ve kat sayısı, merkezden çıkış, toprak türü ve temelle hesaplama yapılır. Puan iki kısımdan civar temel yapı puanı (SB) ve düzeltilmiş yapı puandan oluşur. Yapı puanı 1`den büyükse yapı analizinin ikinci seviyesi yapılır. Analizin ikinci seviyesi için, güvenlik değerlendirme süreci tüm beş tür bina için tarif olunur. Süreç FEMA310 birinci aşamasına benzerdir, lakin temel kesimi IS1893 deprem standartlarına dayanarak cevap azaltma faktörü  $(1+n/2)$  değişir.

Mevcut hasar görmüş ve sağlam bina ömür zaman sürecinde sismik ve gayri sismik etkileri göz önünde bulundurulur. Mevcut binaların yeniden analiz ve tasarımı mümkündür davranış ve güvenlik faktörünün düzeltilmesi (yeni binalara tasarımı ile karşılaştırmada). Bina az ömrü ve yüksek güvenlik ölü yükler miktarı

malzemeler göz önünde bulundurulur. Analizde mümkündür belirsizlik faktörüyle ilgili fazla belirsizliklerin tanımıdır yapı analizinde kullanılabilir. Büyük miktarlar yüksek hasar yüzeylerde kullanılabilir. Binanın gerçek şartlarını incelemek için dinamik nonlineer analizden yararlanmak gerekir. Statik nonlineer analiz donatılmamış kerpiç binalarda kullanılır.

Yapı elementleri üzerinde analiz yapıldıktan sonra öge bölümlerin yeterlilik incelemesi yapılır. Zamanı geçmiş analiz durumunda, elastik olmayan deformasyonlar benzer miktarlardan büyük olması gerekir ve tahmin yapılmış hasar seviyesi her iki yapısal ve gayri yapısal elementleri için çerçevesinde sınırda olması gerekir. Sonunda gerekli süreçler dayanıklılık veya tamir bina onarımı için sunulur.

### **3.1.3 Değerlendirme süreçleri karşılaştırma**

Tüm süreç değerlendirmesi iki gruptur

**A) yapılandırma**

**B) dayanıklılık kontrolü**

Birinci aşama bina deprem dayanıklılığı hızlı değerlendirmesi ve hasar potansiyeli ve güvenlik açığı bulunan binalarda belirlenmiş amaçla kusurlar tanımıdır. İkinci aşama dikkatli analizle yapıyı değerlendirir. Bir haldeki birinci aşama bina genelini değerlendirir ikinci aşama genel seviye ve elementler ve öğeleri incelemek ve değerlendirmektedir.

#### **3.1.3.1 Yapılandırmayla ilgili kontroller**

Gerçek depreme karşı dayanıklı binalarda bile öge kalitesi uygulama detayları uygulansın, yapıda düzensizlik bulunduğu gerçeğe deprem etkileri karşısında binada tahmin yapılmış davranışı bulunsun. Talimatta bulunan konular aşağıdaki kontrollerle şöyle sıralanır.

## **Yük yönü**

Deprem hızı etkisi sonucundan yapı kütlelerine uygulanan eylemsizlik kuvveti, gerekir aralıksız biçimde kütleden temele kadar yer devri etsin. Binada bulunan elementler dayanıklılığı hariç ilgili yönde aralık bulunursa, bina deprem gücünün karşısında dayanamaz. Tüm FEMA356, EC8, NZDC, SERC, ASCE31-03 ve optimizasyon talimatları belgeleri deprem güçleri devri yönünün komple şartını göz önünde bulundurur.

## **Zayıf kat**

Kat dayanıklılığı, katta yan dayanıklı elementlerin tümünün dayanmanın genel toplamı göz önünde bulundurulmuş yöndedir. Zayıf kat bileşenlerinin dikey kesitlerinde veya yapı boyutları kesit dayanıklılığı azalan yerde mevcuttur. Zayıf katlar Elastik olmayan deformasyonlara neden olur sonuçta katın kısmen veya tamamen yıkılmasına neden olur. SERC, ASCE31-03`ye göre katlarda yan dirençli sistem dayanıklılığı civar, üst ve aşağı katların dayanıklılığından yüzde seksenden az olmamalıdır. Eurocode 8`de katların kütlesi sabit olması gerekir ve aşağıdan üste azalır ve yan kütlelerde ani değişiklik oluşmaz. İyileştirme talimatı FEMA356`da zayıf katların bulunması yapı kontrolü için lineer metot kullanılarak incelenmektedir. Buna dayanarak civar yük taşıyıcı sisteminde kesit yükseklikte planda bulunursa veya kesim kuvvet oranı ortalaması her kat öge kesit faktörü yüzde yirmi beşten kesim gücü ortalaması üst kat veya alt kat kesit faktöründen farklı bulunursa mevcut kat zayıf sayılır ve sismik kontrolü için nonlineer metot kullanılmalıdır.

## **Yumuşak kat**

Yumuşak kat olarak adlandırılan düzensizlik kısaca aşağıdaki durumların olması durumunda söz konusu olmaktadır. Bina giriş katı yüksekliğinin, bir üst kattaki kat yüksekliğinden farklı olması veya bina katında dolgu duvarların olmaması bir üst kata oranla çok az olması. NZDC, SERC, ASCE31-03`a göre civar dayanıklı elementler sertliği her katta civar kat sertliğinden yüzde 70 az olmamalı yukarı ve aşağıda yüzde seksenden ortalama üç kat üst ve aşağı kattan ortalama sertlik göz önünde bulundurulur. Avrupa konu 8`e göre katların civar sertliğinde fazla farklılık bulunmaması gerekir, her kat deprem güçlerin yönünde hareket ortalama hareketten maksimumu yüzde 20 olması gerekir. İyileştirme talimatları

FEMA356 yumuşak katın bulunmasının statik lineer metot kullanımında fazla şart olarak önermiştir. Buna dayanarak her katta civar ortalama yer değişiminin bulunması yüzde 50`den fazla fark üst veya aşağı katla, yumuşak katı bulunmasıdır analiz için statik lineer metot kullanılamaz.

### **Geometri**

Geometrik düzensizlik genellikle civar katlar dayanıklılık sistemi değişimi karşılaştırmasıyla incelenmektedir. ASCE31-03 ve SERC bina geometri kontrolünde değer metotları kullanır. Onlara göre civar dayanıklılık sistemi dikey boyutları civarı katla 30% oranından fazla değişmemesi gerekir. NZDC dayanarak kütle düzensizlik bölümü kontrolü ile ilişkin L, T ve E şeklinde kanatlar köşeler boyutu için kuralları bulunmaktadır. Avrupa konu 8` dayanarak gerekir bina yaklaşık sert bölüm ve külte oranına göre simetrik planı iki ana yönde bulundurması gerekir. İyileştirme yönetmenliği ve FEMA356`a göre bu konu yumuşak ve zayıf kat kontrolü gibi statik lineer metot kullanımına olasılık sağlar. Yukarıdaki ilgili metot kullanımını höyük binalar hariç katlarda değişme boyutu %40 değişir.

### **Etkili kütle**

Kütlenin düzensiz dağlımı katlarda yapılsa dinamik reaksiyona neden olur bu yüzden tahmin yapılmış etki yukarı katlarda yüksek modlar gerektirir. Kütlenin dağılımında düzensizlik kontrolü katların ağırlılığıyla karşılaştırılması. ASCE31-03 ve SERC dayanarak etkili kütle civar katlarda yüzde elliden fazla değişmemesi gerekir. NZDC`ye dayanarak kat kütlesi civar kata %30 oranında değişirse önemli düzensizlik yüksekliklerde oluşacaktır. Avrupa Kodu 8 yalnız konu niteliğin gösterir ve şöyle düzenleme yapar katların kütlesi sabit veya kademeli bir şekilde düşürülmeli. İyileştirme talimatı ve FEMA356 bu konura özel kurallar bulundurmuyorlar.

### **Burulma**

Binada yüksek miktarda burulma, diyafram burulmasında dolaylı dikey üyelerde fazla orantılı yer değişimi yapılmasındandır. Deprem güçleri muhasebe yönetmenliklerinde burulma etkisi tahmin yapılır, ama fazla burulma binanın uygun performansın etkilendirir. ASCE31-03 ve SERC göre kütle merkezinden sertlik merkezine mesafe göz önünde bulundurulan bina yönünde %20 fazla

olsun. Avrupa Kodu 8`de kap ya duvar sistemi en düşük burulma sertliği taşıması gerekir. İyileştirme talimatı ve FEMA356 burulma hesaplamasının sert ve yarı sert diyafram sınırlandırmışlar. Yumuşak diyafram binalarda burulma muhasebesi gerekmez.

### **Çarpışma**

Yan binayı çarpışma deprem sürecinde her iki binanın dinamik davranışım etkilesin ve her iki binada fazla eylemsizlik kuvvetini oluşturur. Böyle durumlarda hasar potansiyeli ciddi ve hatta dağıtıcıdır. ASCE31-03 tavsiye yapar ki iki bina arasında bu durum oluşmaması için yaklaşık yükseklik %4 yakın olmamalı. NZDC kat yüksekliği %2`den az mesafe iki binanın çarpışmasına neden olur der. İyileştirme talimatı 2800 yönetmenliğe müracaat yaparak an fazla mesafe miktarın zemin yüksekliği %1 oranındadır bir haldeki FEMA356 bu miktar %4 oranındadır. Avrupa kodu 8 ve SERC bu konuyla ilgili kuralları bulunmamaktadır.

#### **3.1.3.2 Dayanıklılık kontrolü**

Bina genel özelliklerin kontrolünden ilave, duvarlar, kolonlar ve diğer dayanıklı dikey elemanlarda yük devrim kapasitesi değerlendirmesiyle ilgili talimatlar ve yönetmenlikler mevcuttur. Değerlendirme süreçleri basit metotlardan karmaşık metotlar kullanarak deprem hesaplamaları için iki düzeyde yapısal ve yerel her eleman için bulunur. Aşğıda farklı metot türleri karşılaştırılır.

#### **Dayanıklılık analizinde güçlerin seviyesi**

NZDC, SERC, Avrupa konu 8 yan güçleri hesaplamasında, depremden dolayı binada elastik davranışı gösteren planı davranış düşürme faktörün (R) göz önünde bulundurup, bir halde ki ASCE31—30 öğelerde analiz seviyesi elastik davranışım faktörüyle elastik öğeler için, kontrol olmuş şekilde göz önünde bulundurur ve deprem güçlerinin genel miktarından elastik davranış tahminiyle bina genelinde analizde kullanılır. Tanımlanan tüm süreçler deprem değerlendirmede güç seviyesi belirlemek gerekir bina ömrünün kalanına göre azalan. Bununla birlikte, bu işlemin öğeleri farklıdır. Örneğin ASCE31-03 güçler seviyesi yeni bina tasarımdan güç seviyesi oranı %75 belirli şekilde üçüncü aşamada ve ikinci aşamada m faktörlerinde birlikte etki değerlendirilir. NZDC %67 göz önünde bulundurur. Avrupa kodu 8, yukarıdaki etki yönünde zemin, maksimum etkili hız

azaltımını göz önünde bulundurur ama belirli miktar sunulmamaktadır. SERC`de yukarıdaki etkiyi tahmin yapmış. İyileştirme talimatı ve FEMA356`de ASCE31-03 ile aynıdır ama faydalı ömür süreci azaltma etkisi deprem karşısından göz önünde bulundurmamıştır.

### **Genel seviyede kontörler**

Bu haldeki birinci aşamada binaların sismik yeterliliği inceleme belgesi hızlı kontrolde binanın genel zayıflarıyla ilgilidir ikinci aşamayla ilgili belgeler elemanlar seviyesinde daha karmaşık ve dikkatli kurallar son araştırmalara dayanarak yerleştirilmiştir. Genel seviyede birinci aşama belgeleri, normal binaların kesit ve eksen davranışların kontrol yapar. İkinci aşamayla ilgili belge tahmin yapılan deprem seviyesi ihtiyaç karşılaştırması yapısal elemanlar kapasitesine göre iç güçlerin karışımıyla birlikte kontrol uygulanır. Aşağıda birinci aşama belgelerine dayanarak kontroller karşılaştırılır.

### **Kesit kontrolü**

Kesit kontrolü genel ihtiyaçlar belirlemek için hızı değerlendirme gerekir. ASCE31-03 dayanarak beton kolonlarda kesit gerginliği  $Mpa0.68$ `den az ve donanımsız inşaat duvarlarda  $Mpa0.2$ `den olması gerekir. NZDC kesit kontrolü ögelerde bulundurmayıp, SERC`de kesit gerginliği beton kolonlarda  $MPa0.7$ `den az ve donanımsız inşaat duvarlarda  $Mpa0.1$ `den düşük olması gerekir.

### **Eksen gerginlik kontrolü**

Genellikle dikey yüklere tasarlanan kolonlar, depremden dolayı fazla yükler için sınırlı kapasiteye dayanırlar. Depremden dolayı dengeleyici eksen güçler ilgili kolonlara eklenirse, çifte güçlerden dolayı kırılğan tahribatla sonuçlana bilir. Deprem güçlerinden dolayı devşirme gerginliği hesaplaması hatta az miktarda bile, hızlı biçimde kolonlarda yeterlilik yüklerin fazlasını belirtir.

ASCE31-03 dayanarak, toplama geçlerinden dolayı eksen gerginlikleri gerekir  $f^c0.3$ `den az olsun. Bir haldeki SERC`de bu miktar  $f^c0.25$ `dir. NZDC`de eksen gerginlikleri ögeler yüzeyinde tek analizde değişime dayanarak kontrol yapar.



## **Üyeler yüzeyinde analiz**

Binalarda Üyeler üzerinde analiz daha detaylı ve dakik değerlendirme sunar ve binanın zayıf noktaların bulmada yardımcıdır. Değerlendirme elemandan elemana yapılır. Ögelerin davranışı güç vasıtasıyla kontrol yapılabilir ve deforme olarak iki bölüme bölünür. Kontrol yapılabilir davranış deforme vasıtasıyla karşılıklı bulunan deforme teslim miktarına yetkili bulunan miktara denilir. Karşıda bulunan maksimum deformedede form bulma kapasitesindeki sınırlanır. Güç vasıtasıyla kontrol yapılabilir davranışta karşılıklı deformeye teslim miktarından yetkili bulunmamasına denilir. Davranışlar sınırlı esneklikler güç vasıtasıyla kontrol yapılabilir bölümünde yerleşir. İyileştirme talimatı, FEMA365 ve ASCE31-03 çerçevesine bilir kriterler güç vasıtasıyla kontrol yapılabilir davranış bölmeleriyle veya deforme ile yapılır. Üyelerden beklenen dayanıklılık yer çekim gücü yükü ve depremle karşılaştırılır. Güç vasıtasıyla kontrol yapılabilir davranışlarda, güm düşme faktörü etkilenmez, bir haldeki lineer metotta m faktörü deforme vasıtasıyla kontrol yapılabilir davranışta talep bölümünde çarpılar böylece istenilen üyelerde hesaplama yapılır. NZDC güç metodunda dayanıklılığa ve esnek olmayan deforme kriz mekanizmi olası elastiklik civar dayanıklı elemanlardır. Metotlar doğrudan hareketliliği vurgulamak ile nihai hareket kapasitesi civar dayanıklı elemanlardadır. Yapılan değerlendirmeler hareketlilik metodu doğrudan gerçek özelliklerin gösterilerek kullanılır. Nihai değerlendirme Avrupa kodu 8`de gerekli plan kapasitesi kalitesine dayanarak yapı elemanlarının enlem düzeyindedir. SERC`de detaylı analiz elemanlar seviyesinde mevcut değildir.

## **Güçlendirme yöntemleri**

Birinci aşama belgeleri yükseltme ve inşaat ögeleri güçlendirme tanımın içerir. ikinci aşama belgeleri tanım şeklinde ve üçüncü aşama belgeleri güçlendirmek için gereken teknolojiler incelemektedir. ASCE31-03 ilgili metotlar içermemektedir. İran optimizasyon talimatları, FEMA356, NZDC, SERC ve Avrupa kodu 8 aşağıdaki metotları yapı geneli ve detayları performans yükseltmesi için görünür.

Dayanıklılık yükseltmek veya elastiklikle elemanların yerel davranışın düzeltme rijitlik veya yapı genel dayanıklılığın yükseltmek

Düzensiz veya kopukluklar azaltmak

Ayırıcı sistemler veya damper kullanmak

### **3.1.4 Genel açıklamalar**

Birinci aşama belgelerinde binalar deprem değerlendirmeleri süreci dayanıklılık ve gövde ile ilgili kontrol birleşmelerine bağlıdır. Gövde değerlendirilmesindeki esas farklılık incelenen belgelerde mevcut değildir, ama dayanıklılık değerlendirilmesinde açık ve belirgin farkları görünür. Bina gövdesinde düzensizlik incelemesinde belirgin kriterler tüm belgelerde mevcuttur. Yapı geneli seviyesi ve yerler elemanlardaki dayanıklılık kontrolü veya her ikisi örneğin ASCE31-03 gibi yapılır. Bu haldeki optimizasyon talimatı ve FEMA356 her türlü düzensizliği açıklanarak, uygun analiz metotları ile gövdede karmaşık biçimde üyelerin yeterlilik kontrolünü elemanlar seviyesi ve ögelerde yapmaktadırlar. Böyle incelemenin zayıflarından biri ön görülen performans ögelerde yetersizlik yapının genel performansını etkiler ve gerekli yeterlilik taşıyan üyelerde sorgulanır.

Değerlendirme teknikleri ASCE31-03 v NZDC ile birinci aşama belgeleri karşılaştırıldığında birçok detaya sahiptir. Örneğin Avrupa kodu 8 değerlendirme ilkeleri ve belirgin zayıflıklar vurgulamakta bu yüzden uygulamada problemlerle karşılaşır. Bundan ilave birçok parametrede mevcuttur ki kılavuzda hiçbir unvan altında verilmemiş v yargılama denetleyiciye bırakılmıştır. ASCE31-03`dan başka tüm değerlendirme süreçlerinde gerekir binadan belirli bir sınıflandırma bulunur. Bu yüzden karmaşık sistemlerde veya diğer değerlendirme uygulamalar belirsizdir. Örneğin yapısal sistemle esasında bina sınıflandırılmazsa, birinci aşama değerlendirme ASCE31-03 kullanılır. Üyeler inceleme seviyesinde, ASCE31-03 belirli sınırlama, elastiklik seviyeleri birinci farz ve yapı elemanları çok fonksiyonludur. Ama gerçekte böyle fonksiyonlar yoktur ve bular için belirgin kural konulmamıştır.

Birinci aşama belgelerinin kaldırılması binalarda ön ve hızlı inceleme için ikinci aşama belgelerine müracaat yapılır, böylece yapısal fonksiyon kontrolü ve yapı detayları zaafı tanımlar ve yapıların deprem değerlendirme çalışmaları uzamasına neden olur. Bu değerlendirme sürecinde hatta az değerli yapılarda veya yeni inşa yapılmış binalarda ikinci aşama güçlendirme projeleri uzun sürer. Birinci aşama

belgeleri kullanılmak özellikle ASCE31-03 belgeleri binalar değerlendirmesinde inşaatın hızlı incelemesine ve yeterlilik kazanmayan binalar bu aşamada kanıtlanır, daha detaylı inceleme FEMA356 gibi ikinci aşamada yapılır.

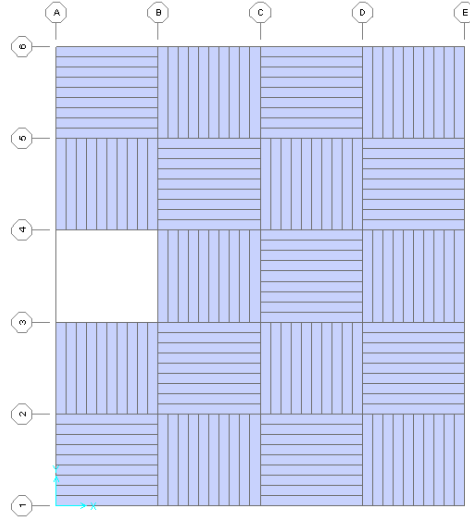
Farklı değerlendirme sũreęleri gũsterir ASCE31-03 ve NZDC kullanımı dũzenlenen ũlkelerde mevcut binaları sınıflandırmaya ayrıca onların kapasitesi gerekli gũveni hesaplamaya uygundur.

ASCE31-03 deprem değerlendirmesinin için genel kapsamlı sũreęler tanımlar farklı karmaşık alanda kullanılır. Bu talimatın uygulanması daha dikkatli ve kapsamlı muhasebe gerektirir. Diğer yandan NZDC uygulaması daha belirgin ve yeni binalar tasarımına uygulaması benzer ilkeleri taşır ama tanım sũreęleri ASCE31-03 kapsamında değildir. Avrupa kodu 8 belirgin değerlendirme taşımamaktadır ve kullanıcıya bırakır. ASCE31-03 ve NZDC birleşiminden birinci aşama deprem etkileri İnan depremleri için değerlendirmede yararlı olabilir.

## **3.2 Modelleme**

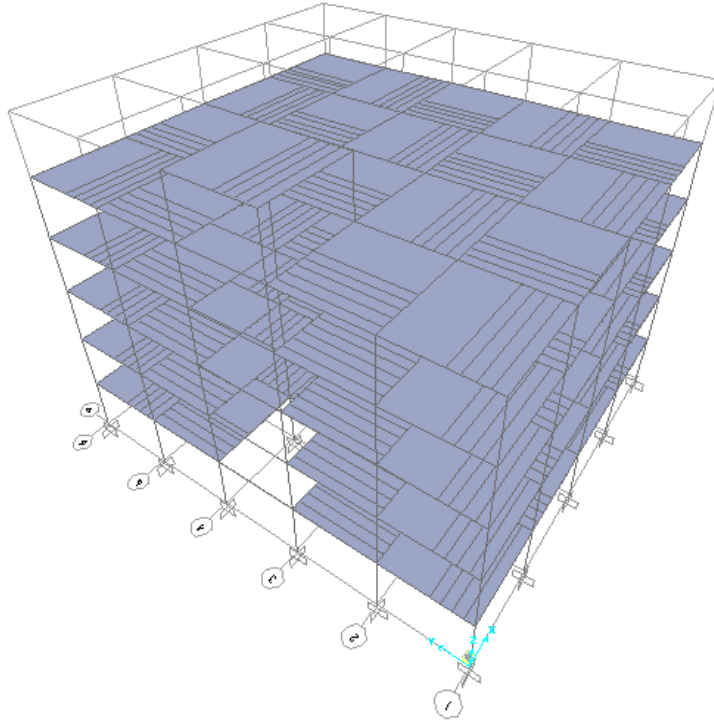
### **3.2.1 Modeller tanımı**

1-3 nolu şekilde ilgili binalar ũç boyutlu ve planda gũsterilir ve modelleme yapılmıştır. Modelin kat yũkseklilięi 3 metredir. Yapı katları 5, 6, 8 ve 10 artı bir bũyũk binadan oluşur. İyi simũlasyon için modellerde kolonda kullanılmıştır. Kolon modellemesi için T kolonu kullanılıp 0,5 m mesafede yerleşir. Kolonlar ũzeri 5 sm Sheel kat beton model yapılmış. Modellerin planı x istikametinde 5 metre mesafe ile 5 aks ve y istikametinde 4.5 metre mesafe ile 6 akstan oluşur. Yapı kolon ayağı çeręeve sistemi olduğundan dolayı, ankastre tasarlanmıştır. Yapılar İnan 2800 standartlarına uygun SPA2000 yazılımıyla analiz ve tasarlanmıştır. Analiz ve tasarımdan sonra fay hattına yakın ve uzak depremler kayıt hızı yapılmıştır.



**Şekil 3.1:** Modeller planı

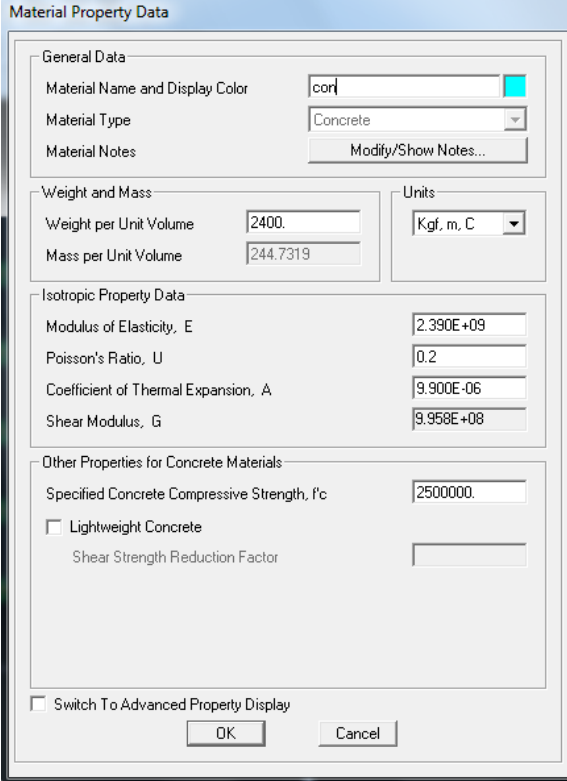
Model planlandıktan sonra nonlineer statik analiz kullanarak güçlendirilmiş ve planlanan yapılar ilgili yönetmenlikle karşılaştırılmış. 2-3 No 5 katlı üç boyutlu cepheyi gösterir. Plan açısından eşit olup yalnız kat açısından farklıydı.



**Şekil 3.2:** Üç Boyutlu Plan

### 3.2.2 Malzeme tanımı

Araştırmada piyasada bulunan beton ve çelik kullanılmıştır. Yazılıma tanıtılan beton özellikleri 3-3 nolu şekilde verilmiştir. İlgili beton 250kg/sm<sup>2</sup> basınç dayanıklılığı göz önünde bulundurulmuş. Beton kolonlar ve kirişler kullanılmış. 4-3 şeklinde yazılıma tanımlanan veriler boylam demir çelik için ve 5-3 şekilde enine donatılar gösterilmiştir. Çelikler sırayla 4000kg/cm<sup>3</sup> ve 3000kg/sm<sup>3</sup> basınç dayanıklıdır. Veriler Define bölümünde ve Material Property Data ekranlarında tanımlanmıştır.



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" for defining concrete material properties. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color is set to "con", Material Type is "Concrete", and there is a "Modify/Show Notes..." button.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume is 2400, Mass per Unit Volume is 244.7319, and Units are set to "Kgf. m. C".
- Isotropic Property Data:** Modulus of Elasticity, E is 2.390E+09; Poisson's Ratio, U is 0.2; Coefficient of Thermal Expansion, A is 9.900E-06; Shear Modulus, G is 9.958E+08.
- Other Properties for Concrete Materials:** Specified Concrete Compressive Strength, f'c is 2500000. There is an unchecked checkbox for "Lightweight Concrete" and a corresponding "Shear Strength Reduction Factor" field.
- Switch To Advanced Property Display:** This checkbox is also unchecked.

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Şekil 3.3: Kullanılan Betonun Özellikleri

**Material Property Data**

General Data

Material Name and Display Color: Rebar-fy ■

Material Type: Rebar

Material Notes:

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7850

Mass per Unit Volume: 800.4772

Units: Kgf. m. C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.100E+10

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 8.077E+09

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 40000000

Minimum Tensile Stress, Fu: 56000000

Expected Yield Stress, Fye: 44000000

Expected Tensile Stress, Fue: 62000000

Switch To Advanced Property Display

**Şekil 3.4:** Kullanılan Boyuna Donatların Özellikleri

**Material Property Data**

General Data

Material Name and Display Color: Rebar-fys ■

Material Type: Rebar

Material Notes:

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7850

Mass per Unit Volume: 800.4772

Units: Kgf. m. C

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2.100E+10

Poisson's Ratio, U: 0.3

Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 8.077E+09

Other Properties for Rebar Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 30000000

Minimum Tensile Stress, Fu: 44000000

Expected Yield Stress, Fye: 33000000

Expected Tensile Stress, Fue: 48000000

Switch To Advanced Property Display

**Şekil 3.5:** Enine Donatların Özellikleri

### **3.2.3 Üyeler ve tavan kesimi**

Mevrut kiriş kesitleri yapıda 50\*40, 35\*35, 40\*40, 45\*40, 45\*55 santimetredir. Kolonlar farklı kesitlerdedir mevcut planlamaya göre kullanılmış. Daha dakik modelleme ve İran'da kullanımda bulunan modele benzer tavanda kiriş kullanılmış. Kirişler T modelli ve 0.5 metre mesafeyle yerleştirilmiştir. Üzerine 5 cm kalınlık katla kapatılmıştır.

### **3.2.4 Yükleme**

Yükleme bölümünde üç ölü, hareketli ve deprem yükü kullanılmıştır. Tüm yapılarda katlara bulunan ölü yük 600kg/m<sup>2</sup> ve diri yük 200kg/m<sup>2</sup> ön görülür. Tavan diri ve ölüm düzeyde yayılmış yükler sırayla 500kg/m<sup>2</sup> v 150kg/m<sup>2</sup> olur. Ağırlık yükleri civar duvarları kenar kirişlerde kat ve tavanda sırayla 500 kg/m<sup>2</sup> ve 200 kg/m<sup>2`</sup> dir.

Deprem yanal yükleme 2800 standartları üçüncü düzenlemeye uygun planlanmış bölgesel yüksek riskle 3. Tüm toprakla konut kullanımla orta büküm kapla modele tanımlanmıştır. Bu yapılarla ilgili deprem etkileri bulunması faya yakın ve uzak kayıtlar hız etkisi incelenmiş.

### **3.2.5 Yapı tasarımı ve analizi**

Yapı analizi üçboyutlu ve ACI318-99 yönetmenliğe yüklemeye dayanarak tasarlanmıştır. Yapısal planlamalar düzenli olduğundan ve 50 m az yükseklik 2800 yönetmenliğe uygun deprem analizi farklı faktörlerle yapılmıştır. Birleşim bölümünde yükleme ACI yükleme kombinasyonu kullanılmış.

Yapı tasarlandıktan sonra Pushover ve Time history şeklinde analiz yapılmış. Aşağıda bunları açıklamaya alınmıştır.

### **3.2.6 Pushover nonlinear statik analiz**

POA -Pushover Analysis or NSP-Nonlinear Static Pushover Analysis

Pushover İnşaat mühendislerinin ve özellikle deprem mühendislerinin yapıların nonlinear davranışlarda dayanımlılarını analiz etmeye deniyor. Yapıyı yavaş yavaş ittiriyorsunuz, yani bir şekilde yapının dinamik hareketini statik parçalara bölüyorsunuz. Bunun sonucunda oluşan mafsalları takip ediyorsunuz, ta ki son mafsal oluşana veya yapı stabilitesini kaybedene kadar fonksiyonuna bağlıdır.

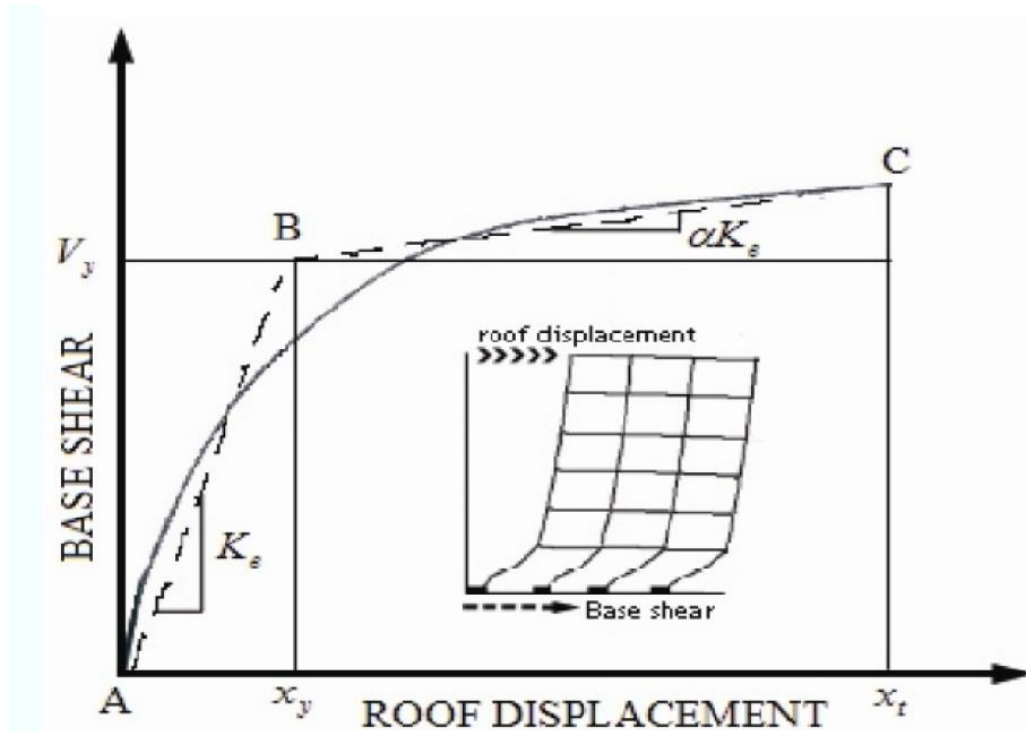
Bu tahminler önemli parametreler tanımlara dayanarak civar mekân değişimi, üyelerin ortalama şekil değişimi, bağlantılar vs. içerir. Analiz metotları plana yapısal deprem optimizasyon ve fonksiyonuna bağlı tasarlanmış genellikle nonlineer statik analize dayalıdır.

Analizin önemliliği nedeni, hızlı uygulama, basit sonuçlar ve çerçeve edilebilirliğidir. Bu bir haldedir ki karmaşık analiz özel konular hariç veya yeterli bilgiler yükün devri doğru davranışı, yapısal üyelerin deformesi ekonomik açıdan açıklana bilmez.

Analizin önemli sonucu yük, yer değişimi veya kapasite sapma diyagramı temel kesit güçleri belirlenerek ve civar yer değişimi tavan düzeyinde her aşama ve çizimde karşılaştırılarak sağlanır Pushover eğimi tanımlanır.

### 3.2.6.1 Nonlineer statik analiz metodu hipotezleri

Pushover analizinde, genel uygulamada mevcut yapıların incelenmesi amacına yönelik olarak kullanılan performans analizi yöntemleri yeni yapılacak yapılar için de kullanılabilir bir hesap yöntemidir.



Şekil 3.6: Kuvvet Yer Değişim Diyagramı



### **3.2.6.2 Nonlinear statik metodu avantajları ve kusurları**

Nonlinear statik analiz metodu, civar yük kademeli olarak ön görülen belirli noktaya kadar yer değiştirmeye göre yükselir. Civar yük yükseltildiğinde deforme ve iç güçler sürekli kontrol yapılır. Bu metot lineer istatistik analiz metoduna benzerdir bu farkla ki:

1. elementlerin ve ögelerin her biri nonlinear davranışta analiz yapılır.
2. deprem etkileri belirli yük uygulaması yerine, deforme değişimine göre tahmin yapılır.

Nonlinear, nonlinear de zaman süreci analizi kullanılır. Böyle projelerde nonlinear istatistik analiz yalnız yapı birinci sallanma moda dayalıdır. Bu konu nonlinear statik analizlerinin sonuçların dikkatsizliğine, özellikle yüksek yapılarda neden olur.

Ancak nonlinear statik analiz metodunda analizin hızlı yapılması ve sonuçların basit açıklaması nonlinear dinamik analiz metoduyla karşılaştırıldığına hızla mühendisler tarafından çerçvelenebilir.

### **3.2.6.3 Yazılımda nonlinear statik analiz süreci**

- Sismik ihtiyaçları hesaplanması için nonlinear statik metotla, yapı yönetmenliğe uygun yük dağılımı örneklerine tabi yanal yükleme kullanılır, çerçeve yanal yer değişimi kadar inceleme yapılır.
- Yapısal sismik ihtiyaçları tahmini bu metotta fonksiyon noktası belirlenmeyle yapılır. Metotta Performans noktası çatı hareketidir. Güçler, yer değişimi v iç çalışmaların hepsi bu noktada muhasebe yapılır.
- Yer değiştirme belirlemek Sistemin nonlinear hareket özgürlüğü aynı ölçüde yapılır belirler.
- 360 dergi kurallarına dayanarak, yazılım otomatik olarak yapının son katı noktası kontrol noktası olarak tutar ve yanal yer değişimi maksimum yaklaşık %2 yapı yüksekliği analiz kriterin varsayar.

### **3.2.6.4 Pushover analiz ve kusurları**

Analizden elde edilen miktarlar fazla yükü dikkatli biçimde bulduğu halde RHA metoduyla uygundur. Analizin kusurlarını şöyle sıralamak gerekir:

- yüksek yapılarda ikinci ve üçüncü modlar yapı davranışı etkisinde kalır v birinci mod kullanım olasılığı daha dikkatlidir. Eylemsizlik gücü kuvveti dağılım yükü ve titreşim özellikleri değişimi yapı nonlinear aşamasına girdiğinde görünmemektedir.

- Elastik nonlinear statik analiz metodu ile zaman geçmişi nonlinear analiz metodu düşük depremlerde daha dikkatlidir ama yüksek depremlerde fazla farklıdır. Böyle durumda yanal yükleme örneği yapısal plastik modlarına dayanarak ilk yer değişimin sonunda yapı için uygulanması teklif olunur.

- Gidiş geliş nedeniyle yapı öğelerinin nonlinear davranışı doğrudan hesaplanmaz. Bu metotta yalnız titreşimin periyod dönemi dörtte biri incelenir. Böylece güçlerin muhasebesi ve hamur formulu değişim tahmini hatalı yapılır özellikle hamur formulu değişim yüksekliğinden dolayı modların etkisi çerçevesine bilir.

### **3.2.6.5 Pushover nonlinear statik analize yazılım verileri**

Analiz yapımı için kolonlar ve kirişler yönetmeliklerle açıklanır. Kirişler için güçlü eksen çevresi büküm eklem kirişin iki sonu tanımlanır. Kolonları için P-M-N üç eklem kolonda kullanılır. Sonra Load cas data nonlinear statik ölü yük oluşturur. Bu bölümden Pushover açıklanır. Yük için nonlinear statik durum seçilir. 7-3 şeklinde veri uygulama gösterilmiştir. Eklem kontrolü yapısal yer değişimiyledir. Bu kontrolü yapmak için yapı son katında bir nokta göz önünde bulundurulur. Pushover yükü X ve Y yönünde açıklanır.

Yapıların Pushover analizinden sonra, yapılar analizi kullanarak iyileştirilmeye çalışılır. Binada daha çabuk plastik eklem oluşan yerlerde kiriş ya kolon ölçüleri 5 m artırılır. Dikkat edilmesi gereken konu yapıda kiriş kaideleri zayıf ve kolonlar güçlülüğü korumasıdır.

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSH-X [Set Def Name] Notes: [Modify/Show...]

Load Case Type: Static [Design...]

Initial Conditions:
 

- Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State
- Continue from State at End of Nonlinear Case GRAV [Important Note: Loads from this previous case are included in the current case]

Analysis Type:
 

- Linear
- Nonlinear
- Nonlinear Staged Construction

Modal Load Case: All Modal Loads Applied Use Modes from Case MODAL

Geometric Nonlinearity Parameters:
 

- None
- P-Delta
- P-Delta plus Large Displacements

Mass Source: Previous

Loads Applied:

Load Type	Load Name	Scale Factor
Accel	UX	-1.
Accel	UX	-1.

[Add] [Modify] [Delete]

Other Parameters:
 

- Load Application: Displ Control [Modify/Show...]
- Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]
- Nonlinear Parameters: Default [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Şekil 3.7: Puş Yük Tanıtımı

### 3.2.7 Time History Analizi

Yapı modellerinde değişkenlerden birinin sistemdeki bir diğer değişkene etkisinin veya tepkisinin olup olmadığını araştırmak için yapılan analizdir. Metotta doğrudan yapıya belirli kayıt hız uygulanan genel yer değişimi, belirlenir ve tahmin için teorik- deneysel ilişkilere dayalı parametreler gerektirmez. Sismik hareketler kayıtları hızı etkisinde yapının elastik olmayan ihtiyaçların değerlendirmek için karmaşık ama daha dakik metottur. Tepki tarihi analizinde, yüksek modların etkisi ve deprem sırasına yapıdaki yumuşama nedeniyle eylemsizlik gücü yük örnekleri değişikliklerde otomatik göz önünde bulundurulur. Nonlineer dinamik analiz metodu yapılar için kullanılabilir. Metottan sağlanan sonuçlar seçilen kayıt hızı seçmede malzemelerin nonlineer davranış modeli içindir. Analiz metodu zaman alan ve karmaşıktır.

### **3.2.7.1 Fay hattına yakın depremler**

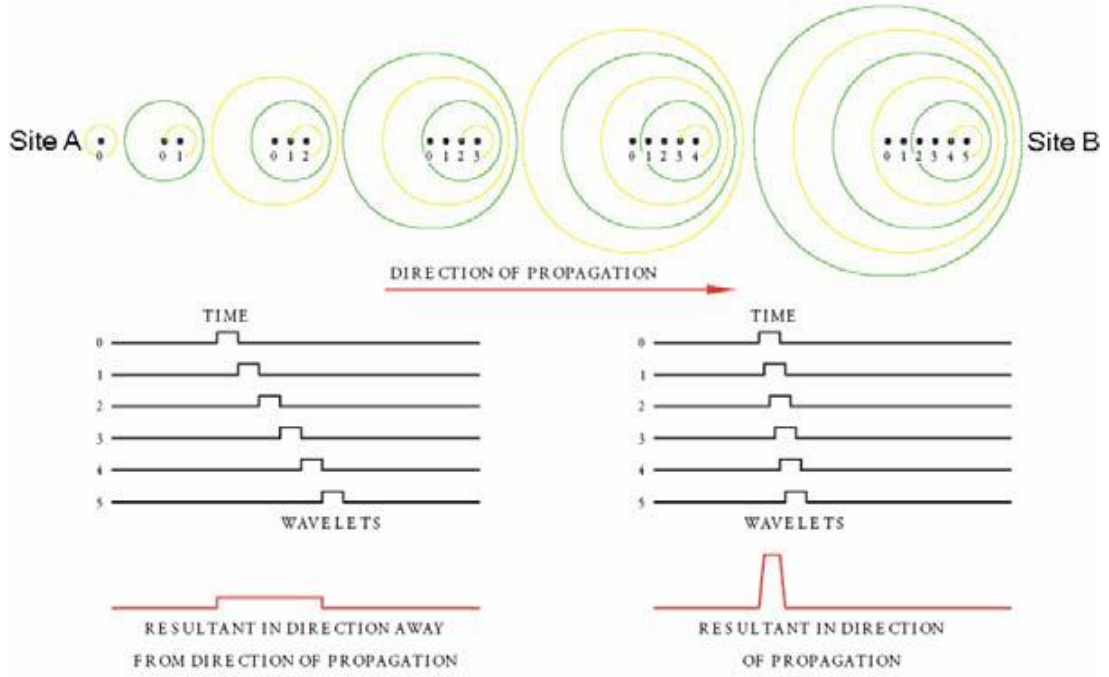
#### **Fay hattına yakın sismiklerin bileşenlerin özellikleri**

Bu bölümde yatay bileşenler özellikleri fay hattına yakın yatay deprem bileşenleri incelenerek üstün bileşenleri yapıda belirlenecek.

#### **A) Yatay yer titreşim bileşenler özellikleri**

Genellikle fay hattına yakın sınırlarda aktif faydan yaklaşık 15-60 km mesafe demektir. Bu sınırdaki genellikle kırılma mekanizmalı depremler, kırılma dağılım yönü kaynağa ve daimi yer değişimine göre bağlı faylar titreşimlere bağlıdır. Parametre kopma yönü (Rupture Directivity) ve Fırlama adım (Fling step) iki etkiye neden olur. Kopma yönü iki ilerleyen yönlü (Forward Directivity) ve gerileyen yönlü (Backward Directivity) etki içerir. Fay kırıldığı zaman, fay üzerinde bulunan noktadan başlar ve başlanışa göre fay başı veya sonu veya her iki yönde yayılır. Bu durumda fay kırılması kaynak yönündeyse, ilerleyen yönlü deprem oluşur ve oluşan darbe kesilme dalga hızı kırılma dağılım hızına yakın olduğundan dolayı deprem kaynağı kayasına yakın olur. Genellikle kırılma hızı kesilme dalgası hızından bir az düşüktür. 3.8 figürde kırılmada deprem enerjisi fay boyunca sıkışır ve nihayet büyük titreşim darbeye beraber kesim dalgası kaynak yönünde ilerler ve şok darbesi gibi dikey yönde fay boyunca kendini gösterir.

Böyle kayıtlar genellikle kısa sürelidir, özel darbeye geniş yayım ve orta ve yüksek periyod dönemlidir. Kaynak deprem merkezine yakınsa v kırılma dağılımı uzak yönde ise bu durum gerileyen yönlü olur. Gerileyen yönde deprem uzun süreli ve kısa periyod dönemli ve küçük genişlik taşır deprem enerjisi titreşimde dağılır(31).

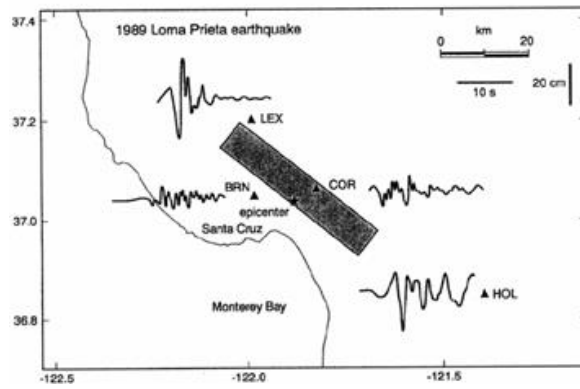


**Şekil 3.8:** A ve B yapı üzerinde fay kırılma yönünün etkileri

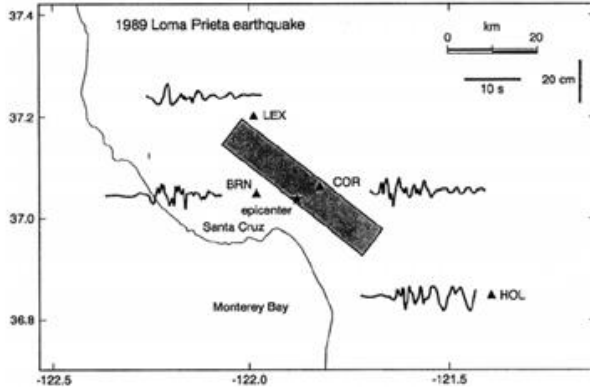
Fay hattına yakın depremlerde önce kesit dalga sonra kırılma kaynak yönünde yayılır bundan dolayı önce kayıtlar yatay şekilde geniş dağılımlıdır, ilerleyen yöndeki darbelerde fay boyu dikey yönündedir. Kırılma Site A 1 noktasından yakından başlayarak Site B 5 noktasına yakın devam eder. Bu durumda B kaynağında ilerleme yönlü etkisi ve A kaynağında gerileme etkisi görünür. A kaynağında deprem enerjisi dağınık şekilde ve B kaynağında öncü titreşim büyük dağılımla bir darbeyle oluşur.

Kaynak mesafesi deprem kaynağından uzaksa ve gerileme yönlü sınırı dışındaysa, bu durumda depremler fay hattına uzak veya nötr yönde sınırlıdır. 3.9 figürde zemin hareketi tepki tarihi 1989 Loma prieta depremi birkaç yerde gösterilmiştir. Cor ve Brn istasyonları deprem merkezine yakın yer yatay hareketinde bulunup dikey ve yatay ve paralel bileşimi fay hattı niteliğindedir. Fay kaymasından sonra, sismik kırılma fayın başı ve sonuna ilerler, bu durumda Cor v Brn istasyonları gerileme yönü sınırında yerleşir ve Lex ve Hol istasyonları ilerleyen yönünde yerleşirler. 3.9 figürde dikey yönde deprem yatay titreşimler etkisinde fay hattı yönündedir. Lex ve Hol istasyonlarda yatay bileşimler fayı yönünde dikeydir fayın yatay bileşimine paralel olarak daya büyüktür. Bu konu yatay bileşimi fay yönünde dikeyi Cor ve Brn istasyonlarında de geçerlidir.

Basit şekilde, gerileyen yön etkisi darbeler yatay bileşimi fay yönünde dikey olarak olur, böylece iki paralel yatay ve dikey bileşim fay boyunca gerileyen yönde ve genellikle büyüktür. Ayrıca ilerleyen yön durumunda fay hattı boyu dikey yatay bileşeni fay hattı boyu paralel bileşimden belirli şekilde büyüktür, her iki olay ilerleyen yönün de kayma boyu ve kayma eğiminde görünür. Kayma eğimi mekanizminde gerileyen yönün fayın üst kısmında planda oluşur. Ayrıca kayma boyu mekanizminde, ters fayda kesim hareket bölümü örneği, titreşim darbeleri fay kayma boyu dikey yönünde oluşur (Saorol ve yardımcıları, (1997)(31).



A)Fay hattına yatay bileşim dikey

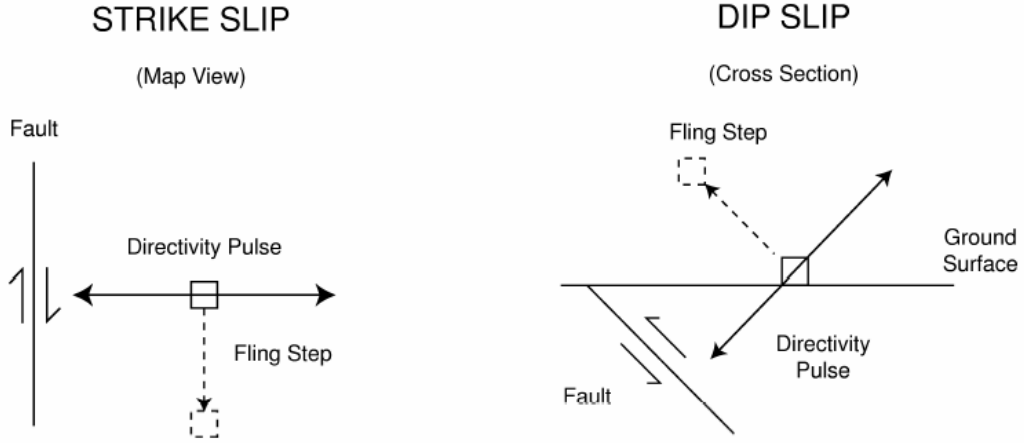


B)Fay hattına yatay bileşim paralel

**Şekil 3.9:** Loma prieta 1989 depreminde yer değişim geçmişi

Fay hattına yakın depremlerde deprem alanında kalıcı ve sabit hareketler göze çarpmaktadır ki bu değişime Fling step (adımlı) denilir. Fling step kısa zamanlarla fay kaymasında oluşur. Fling step değişimleri fayın kayma dereceleridir. Bundan dolayı genellikle kırılma yönünde birleşmemekte. Kayma yönünde faylarda ilerleme yönlü darbeler etkisi fay kayması dikey istikametinde

ve Fling step mekân değişimi fay kaymaya paralel yöndedir. Kayma eğim faylarında dikey yönlü darbeler ve Fling step yer değişimi fay kaymaya paralel yöndedir(31).



**şekil 3.10:** Kayma eğimi ve kayma yönü faylanması için, yer değişim ( Fling step), Pals yönleri( Directivity)

#### B)Düşey bileşen depreminde fay hattına yakın etkileri

Yatay titreşim P baskılı dalgaları ve S kesimi dalgasıyla oluşur. Eğer fay hareketi yataysa, oluşan kesme dalgası yatay kesme dalgası türündendir ve eğer fay hareketi yataysa, oluşan yatay dalgası yatay kesme dalgası olur. Bu yüzden dikey ve yatay kesme dalgalar her zaman mevcuttur. Araştırmalar gösterir ki fay hattına Sismolojik istasyon yakın depremler hariç genellikle yatay titreşim P dalgalarına aittir. Fay normal veya ters türündeysse, bu durumda yatay titreşimler genellikle yatay kesim dalgalarındandır. Bu bileşim deprem kaynağından uzaklaşarak hızla depremin yatay bileşimine göre düşer(33). Yapılan analize göre Kaliforniya yatay titreşimler, periyodik dönemler sınırında hacimsel dalgalarda 0.1 s`den azdır ve P dalgaları, büyük periyodlarda kesim dalgası 0.1 s`den azdır ya S dalgası depremin yatay bileşimine ektilidir(Bersni ve yardımcıları, 2002). Zemin yüzeyine yatay bileşim frekans içeriğinde yüksek frekans taşır(34). Bozorgnia, 12 binanın yatay frekansın ölçerek binaların yatay ana periyodları 0.076-0.2 s olur. Kalir ve Elnaşı(2001) Binaların 4 çerçeve yatay ana periyod yaklaşık 0.07 s olur. Bu miktarlar binaların yatay periyod dönemi genellikle kısadır ve fay hattına yakın depremlerde yer yüzeyinde yatay titreşimler frekansına yakındır(33-34).

### **Fay hattı sınırına bina davranışında etkili bileşimler**

Fay hattına yakın depremlerde bina davranışıyla ilgili çalışmalar faya dikey yatay bileşimine odaklanmıştır(Alevi ve Koroyank, 2000). Bazen fay hattına paralel hareket bileşimi de önemlidir. Örneğin toprak sertliği yumuşaklığı büyük hareket bileşiminde gerginliğin çoğu fay hattına paralel yöndedir bu durumda toprak fay hattına paralel hareket bileşimi karşısına davranış gösterir. Toprak davranışı Nonlineer analizler iki yönde gösterir ki topağın yerel şartları hız darbesi ve zaman açısından iki yönde etkilidir.

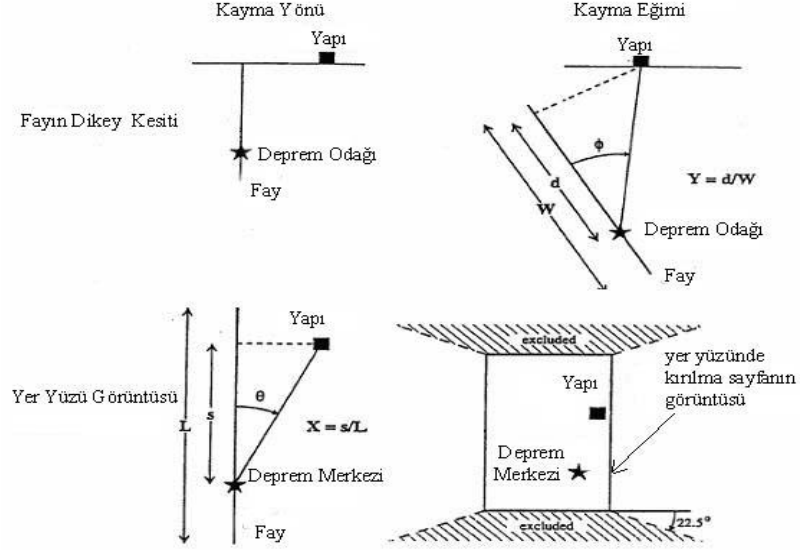
Ayrıca yapı performansına önemliyse, yüzeyde yatay titreşimler fay hattına yakın bölgelerde gereklidir. Bu durumda yüzeyde yatay bileşimler tahmin yapılmalıdır(31). İlgili konuya dayanarak fay hattına yakın depremler dinamik davranışı hızlı büyük darbeler ve yüksek periyodlarla fay titreşimine dikey yatay bileşimle oluşur(30). Bu bileşim faylarda kayma yönündedir ama kayma eğim faylarda da görünür(2). Fay hattına dikey yatay bileşimi etkisi ilerleme yönünde önemlidir(31).

### **Fay hattına yakın depremlerde etkili parametreler**

Yönelme değişimleri iki parametreye bağlıdır(Samervil ve yardımcıları, 1997). Birinci parametre kırılma yönündeki açı ve faydan deprem dalgaları hareket yönünden kaynağadır.  $\Theta$  Kayma yönüne faylar ve  $\emptyset$  kayma eğim faylar için, ikinci parametre fay kırılma yüzeyinde deprem kaynağı ve kaynakta bulunur, X kayma eğim faylar ve Y kayma yönünde faylar içindir. (3.11 figür)

Çalışmada ilerleyen yönlü etkileri genellikle fay ve kaynak arasına ki küçük açılar ve kırılma yüzeyde deprem merkezi ve kaynağı daha büyük oluşur. Fay ve kaynak açısı küçülmekle diğer yandan kaynak ve fay arası kırılma yüzeyi büyümesiyle ilerleyen yön etkisi çoğalır. Ayrıca jeolojik şartlar ilerleme yönüm için oluşmuşsa, ilerleme yönüm etkisi mümkündür oluşmasın. Zaman durumunda kırılma yeri mesafesi istasyona kadar çok az olur(3)(3.11 figür).



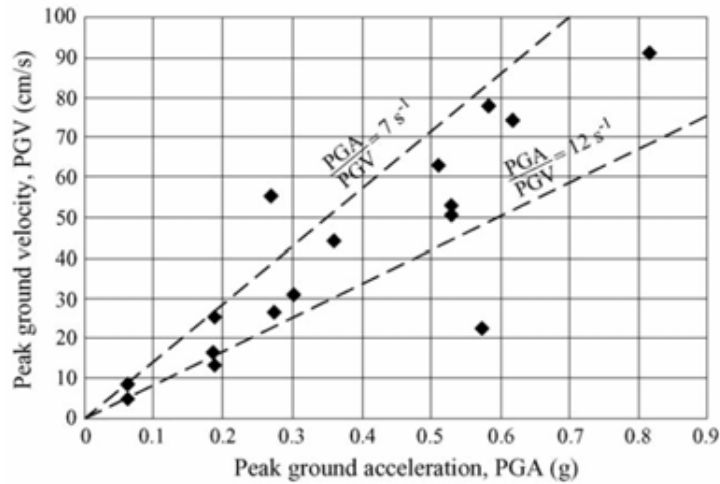


**Şekil 3.11:** Kompa yönleme (Rupture Directivity) etkilerine, etken parametreler

### 3.2.7.2 Fay hattına yakın kayıtlar seçim kriterleri

2004 yılı Kitado ve yardımcıları, incelediği 62 kayıttan yalnız 16 kaydı nükleer tesisat yapılar analizi için kullandılar. Seçilen kayıtlar özel hususiyetleri örneğin kısa süre, yönelme şiddetli etkililiği, hız kaydına az frekanslı darbeleri titreşimler, iki ilişkide bulunan analiz seçilmiştir(3-12 figür). Figürde büyük etkiler ve deprem merkezi mesafesi göz önünde bulundurulmamıştır. Galal ve Goara(2005) tarafından yapılan diğer bir çalışma yapılmıştır.

Kayıtlar özelliği yaklaşık fay hattının 20 km mesafesinde yapılmış, fay hattına dikey yatay bileşimi göz önünde bulundurularak, ilerleyen yönelme etki sınırında bulunduğu ve büyük deprem kayıtları seçim yapılmıştır.



**Şekil 3.12:** Sert toprakların üzerinde faya yakın depremlerde PGA'nın PGV'ye bağımlılığı (Kitada ve yardımcıları 2004)

### 3.2.7.3 Yapılarda fay hattına yakın depremlerin etkileri

2800 standardı 1.3.1 bendine ve üçüncü düzeltmeye dayanarak aktif fay hattı yakınında bina inşaatı yasaktır, gerektiği durumda 2800 standartlara uymakla beraber ek özel teknik konularda göz önünde bulundurmak gerekir. UBC7 yönetmenliği fay hattına yakın etkilerin 15 kilometreden yakın alanda fazla kesme gücü çerçevesindedir. Yönetmenlikte fay yakın etkileri iki yatay bileşimle orta etkide uyumludur, şöyle ki doğrudan büyük depremlerde kayma ile dikey yatay bileşim etkisi tahmin yapılmamıştır(34)(Sarovil, 1998). İBC2000 kesin olarak fay hattına yakın faktörleri belirtmemiştir. Yönetmenlikte fay hattına yakın özellikleri yapay metotlar elde etmemiş ve fay hattına yakın etkileri doğrudan bulmak için faya dikey yatay bileşimi plan miktarını çerçevesinebilir yargılamayla büyük depremlerde bulmaya çalışır. Lakin İBC2000 sismik kurallar kriterleri, USGS2000 haritalarıdır. Haritalar kesin şekilde yönelme etkilerin içermemekte. Bu etkiler, yalnız fay hattına yakın depremler miktarları standart sapmayla sunulur(34).

Fay hattına yakın oluşan darbeler büyük elastik yer değişim ihtiyaçları yapıda oluşturur(34). Fay hattına yakın depremlerde baskın bileşim yapılarında fay hattı yönünde bulunması da önemlidir. Aloyi ve Krolinkler tüm bileşimlerin etkilerin ve 45 derece açılarda sonuç bularak genellikle bir bileşim etkisi üstün olduğunu göstermişler. Ayrıca bazen sonuç bileşim etkisinde üstündür. Yapılan çalışmalara göre Bam depremi (2003) fay hattına dikey yönde bükme kaplar zemin katlarda ciddi yan deforme oluşmuştur. Bir halde ki fay yönünde paralel kaplar camlar bile kırılmamıştır(36).

Bertro Mihin (1976) büyük depremlerde sismik hareket uzun periyod darbelerin tahribatın ana faktörü olarak açıklamışlar, bu darbeler büyük davranışlar ve yapıda elastikliğe etken sayılırlar. Gerçekte yapıda oluşan hasarlar birkaç darbe hareketinden dolayı oluşur. Bu halde ki fay hattından uzak depremlerde yapıda sürekli gidiş gelişler tahribat nedenidir. Ayrıca onlara göre, yapı elastik olmayan davranışın maksimumu belirlemek için fay hattına yakın depremlerde elastik davranışı güvenilir değildir. Anderson ve Bertro(1976) yapılsa davranışları darbe hareketleriyle incelemişler bu yüzden on katlı çelik yapı ve üç göz Emperyalval(1979) depremi etkisiyle inceleyerek, yer hareketi darbe periyodu ile yapının doğal periyodu ayrıca yapı teslim dayanaklılığı ile yer hızı oranı artışın

göstererek nonlineer davranış ve yapıda oluşan hasar yükselişine neden olduğunu kanıtlamışlar.

Onların çalışmalarına dayanarak binanın alt katlarına taşıyıcı yükleri bulunan kolonlarda deforme, alt katlarda P- $\Delta$  etkisi oluşumuna neden olur. Böylece hasat zemin darbelerinden dolayı alt katlara odaklanır. Keza fay hattına yakın depremler rijit binalar için fazla deformeye sebep sayılır. Hal(1995) yürürlükte bulunan yönetmenliklere dayanarak ve fay hattına yakın deprem davranışlarına yakın yap planlayarak yüksek periyod ve elastiklikle yapı dayanıklılığı isteği veya izole yapılar oldukça kapasitesinden yüksekti(33).

Bina inşaatlarında yıkıcı etkiler fay hattına yakın depremlerde faya dikey yatay bileşimlere ciddi hasarlar oluştura bilir. Bundan dolayı geçerli yönetmenlikler ayrıca UBC97 ve IBC2000 kurallarına uygun doğrudan ve dolaylı faya yakın açıklanmıştır. 2800 yönetmenliği ve ikinci ve üçüncü düzeltmeler kuralları fay hattına yakın depremleri için yapılar için plan göstermemiştir. Lakin son yıllarda sayısız yapı 2800 yönetmeliğine dayanarak deprem bölgelerinde ve fay hattına yakın bölgelerinde yapılmıştır. Bu nedenle, fay hattına yakın bulunan binalara titreşim fay kayıtları kriterlerine uygun önemlidir ve 2800 standartlarına dayanarak binaların dayanıklılığı tasarlamak 2800 standartlarının zaafı ve güçlülüklerin düzeltmekte yardımcı olur.

Fay hattına yakın depremler incelemeleri gösterir ki genellikle aktif fay, fay hattına yakın yöneleme 15-60 kilometredir. Bu bölge ciddi şekilde fay açısı küçüldükçe ve kaynak ve kaynakla kırılma yüzeyi büyüdükçe ilerleme yönleme etkisi büyümektedir. İlerleme yönmeden dolayı baskın titreşim dikey yönde yatay titreşimler fay yönünde büyük yatay darbelerle oluşur. Bu yüzden yapıların yönü fay hattına yakın sınırlarda önemlidir. Fay hattına yakın darbeler elastik olmayan yer değişimi gereği yükselmeye neden olur, fay hattına yakın yapıda büyük davranış ve plastiklik oluşturur. Fay hattına yakın yapıda oluşan hasar birkaç büyük darbe değişim oluşturur. Fay hattına yakın depremlerin öneminden dolayı UBC97 ve IBC2000 yönetmenlikler özel kurallar ve şartlar sunmuşlar bu haldeki 2800 yönetmenliği özel kurallar yapı planlaması için sunmamıştır. Son yıllarda fay hattına yakın bölgelerde birçok yapı 2800 yönetmenliğe uygun planlanmış ve inşa edilmiştir. İran ülkesi deprem bölgesinde bulunduğundan

dolayı ve fay hattına yakın bölgelerde bulunan iller kesinlikle değerlendirmek kaçınılmaz bir konudur.

#### **3.2.7.4 Depremlerden elde edilen kayıtlar karşılaştırma**

Depremlerden elde edilen kayıtlar zemin hareketleri etkisini belirlemek için kullanılır. Gerekli amaçlara ulaşmak için depremlerden elde edilen kayıtların en azı üç çifti yatay bileşimler farklı depremlerde aşağıdaki özellikler seçilmiştir:

A) depremlere ait kayıt hızları gerekir planın deprem şartların karşılaması gerekir bu durumda etkiler, büyük, faydan mesafeli, sismik kaynaktan işlevi açıklanır.

B) Depremlerden Elde Edilen Kayıtlar kaynağı gerekir jeolojik, tektonik, sismik ve özellikle toprak katları açısından benzerlik taşımaları gerekir.

P) yer hareket süresi depremlerden elde edilen kayıtlarda en azı 10 saniye veya yapının ana aralık süresinin üç katı fazla olması gerekir. Depremlerden elde edilen kayıtlar zaman süreci enerji dağılımı metodu gibi geçerli metotları belirlenmesi.

Depremden elde edilen kayıtların üç şekilde kayıt yapıldıktan sonra eldeki özelliklerle uymazsa, daha uygun benzer deprem kayıtları yapay şekilde kullanılır.

Seçilen deprem kayıtlar çifti aşağıdaki metotlarla mukayese yapılır:

A) Tüm deprem kayıtları maksimum miktarda karşılaştırılır. Böyle maksimum ivmelerin hepsi yer çekim ivmesiyle eşit olması gerekir.

B) Karşılaştırılan deprem kayıtları çiftlerinin spektral ivme %5 zayıflama oranı belirlenmesi gerekir.

P) Karşılaştırılan deprem kayıtları çiftlerinin spektral ivme karelerinin toplamının karekökünü kullanarak birleştirilir ve birim birleşimi her çift için oluşturulur.

T) deprem kayıtları çift üçlü birleşim davranışı, ortalama yapılır ve T1.5, T 0.2 süreç içinde standart planlarla karşılaştırılır. Ölçek faktörü öyle belirlenir ki ortalama miktarları sınırı hiçbir durumda 1.4 az olmaması gerekir.

S)Belirlenen karşılaştırma faktörler karşılaştırılan deprem kayıtları A bölümünde çarpılıp dinamik analizlerde kullanılır.

Yapı dinamik analizi yer çekimi etkisiyle, zaman faktörü olarak, bina temel dengeleri ve yapısal dinamik hesap kullanımı yapılır. Arazi ivmesi deprem kayıtları şartlarına dayanarak belirlenir. Sunulan her depremden elde edilen kayıtların her çifti aynı anda birbirine iki dikey yönde, yapının ana boyunca etkilendirilir ve yapı yansımaları zaman faktörü gibi belirlenir. Yapının nihai yansıması zaman süresinde depremden elde edilen kayıtlar üçlü çifte analizinden yansımanın maksimumu açıklanır.

Bu analiz metodunda, üçlü çift kayıt yedi depremden elde edilen kayıtları çift yedili belirlenen özelliklerle kullanılsın ve ortalama yansıma miktarı elde edilir. Bu durumda nihai yansıma çerçevesi edilir.

Araştırmada 1999, Tayvan, Chi Chi ve 1992, Cape Mendocino ve 1999 Düzce Türkiye deprem kayıtları kullanılmıştır ki tümünde fay hattına yakın ve uzak iki depremden elde edilen kayıtları bulunur. Depremden elde edilen kayıtların seçilme nedeni büyük ve şiddetli depremler olduğundan dolayıdır. Yapılarda depremin gerçek değerleri bulmamız için, elde edilen ölçek faktörler deprem kayıtları için yükselmeyen faktörler olacaktır ve lg ölçeği yani  $9.81\text{m/s}^2$  uygulanır ki yazılımın Scale Factor bölümünde tanımlanmış. 3.1 ve 3.2 tabelada seçilen deprem özellikleri zaman geçmişi analizi için verilmiştir.

**Çizelge 3.1:** Faydan uzak seçilmiş ivme kayıtların özellikleri

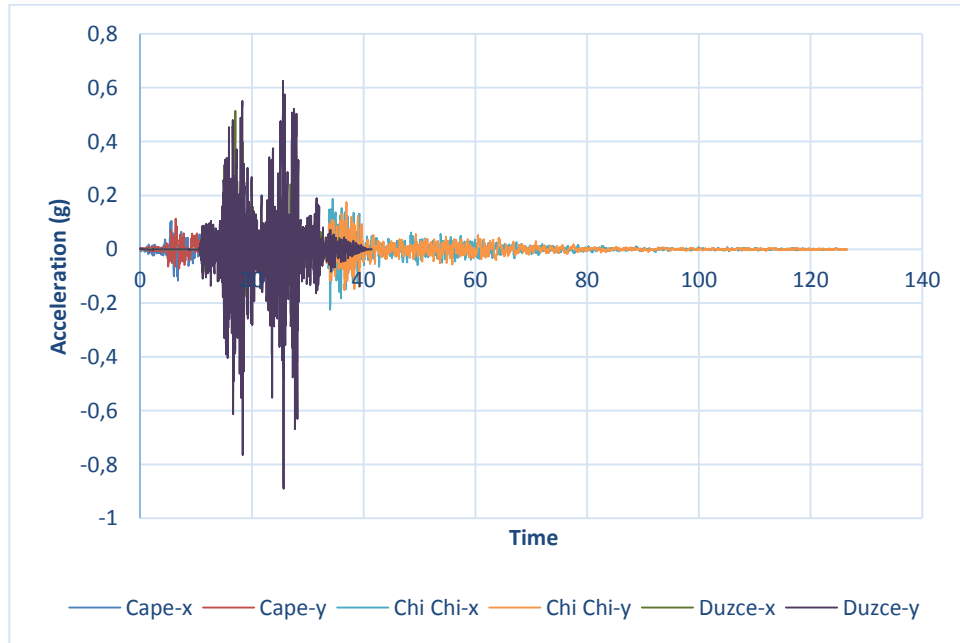
	5-95% Süre (sec)	Deprem ısmı	Yıl	İstasyon ısmı	Magn itude	Mekanizm	Rrup (km)	Vs30 (m/sec)
1	18.7	"Cape Mendocino"	199 2	"Fortuna - Fortuna Blvd"	7.01	Reverse	19.95	457.06
2	29.8	"Chi Chi Tayvan"	199 9	"CHY010"	7.62	Reverse Oblique	19.96	538.69
3	20.5	"Düzce Türkiye"	199 9	"Lamont 362"	7.14	strike slip	23.41	517



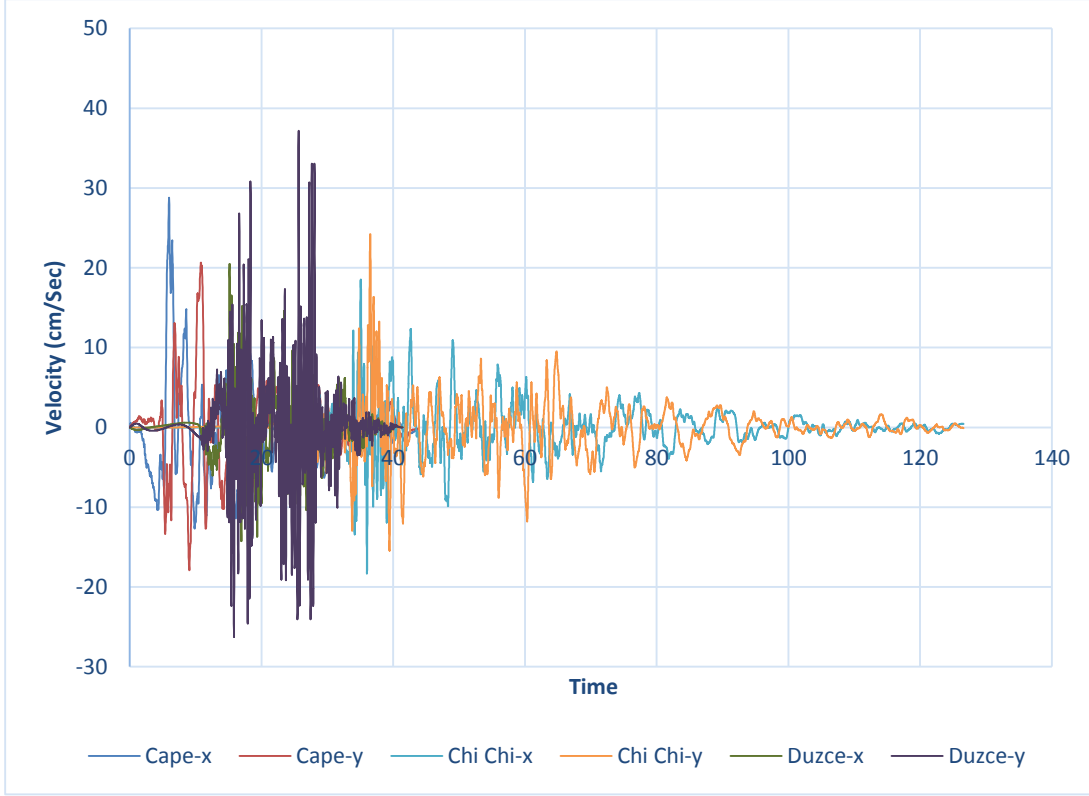
**Çizelge 3.2:** Faya yakın seçilmiş ivme kayıtların özellikleri

Num	5-95% Süre (sec)	Deprem ismi	Yıl	İstasyon ismi	Magnitude	Mekanizm	Rrup (km)	Vs30 (m/sec)
1	17.7	"Cape Mendocino "	199 2	"Petrolia "	7.01	Reverse	8.18	422.17
2	22	"Chi Chi Tayvan"	199 9	"CHY08 0"	7.62	Reverse Oblique	2.69	496.21
3	13.1	"Düzce Türkiye"	199 9	"Lamont 375"	7.14	strike slip	3.93	454.2

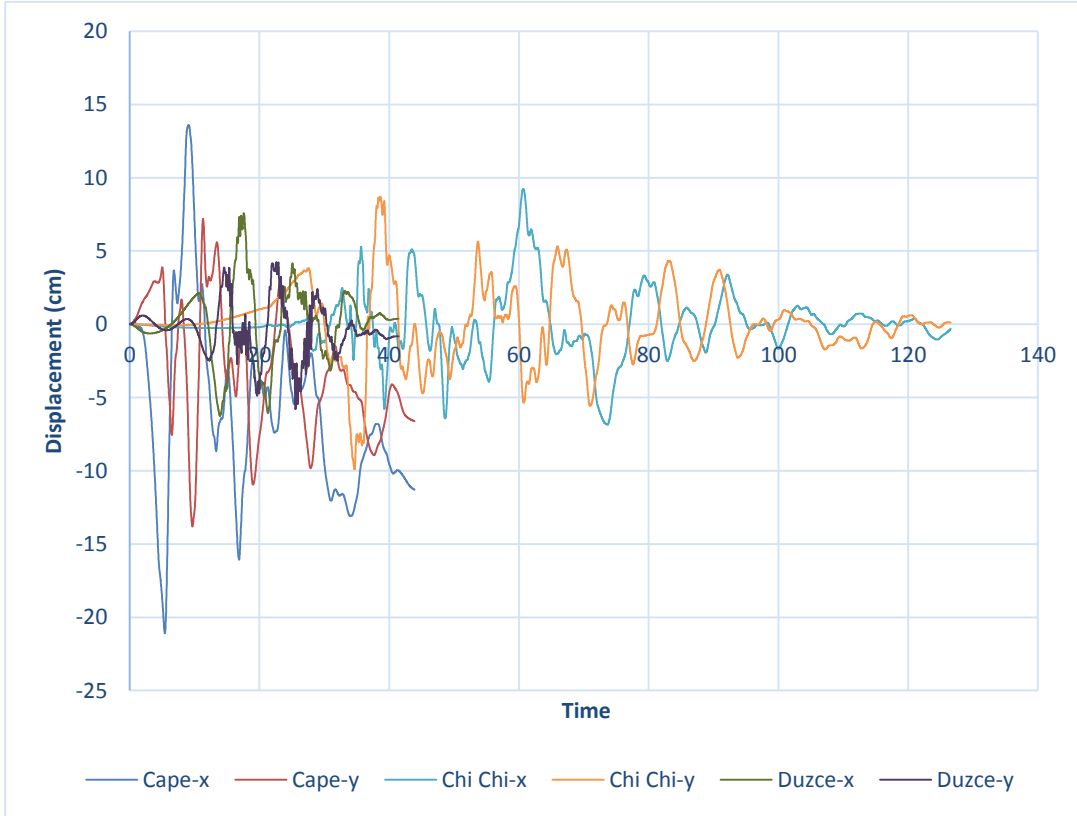
3.13-3.16 figür diyagramlarına sırayla ivme, hız, yer değişimi ve fay hattından uzak depremden elde edilen kayıtlar gösterilmiştir. Üçüncü tür toprak için 2800 ivme faktör ilgili grafiği verilmiştir. Grafikler fay hattına yakın depremden elde edilen kayıtlar için 3.17-3.20 figürlerde gösterilmiştir.



**Şekil 3.13:** Faydan uzak ivme kayıtların ivme diyagramı

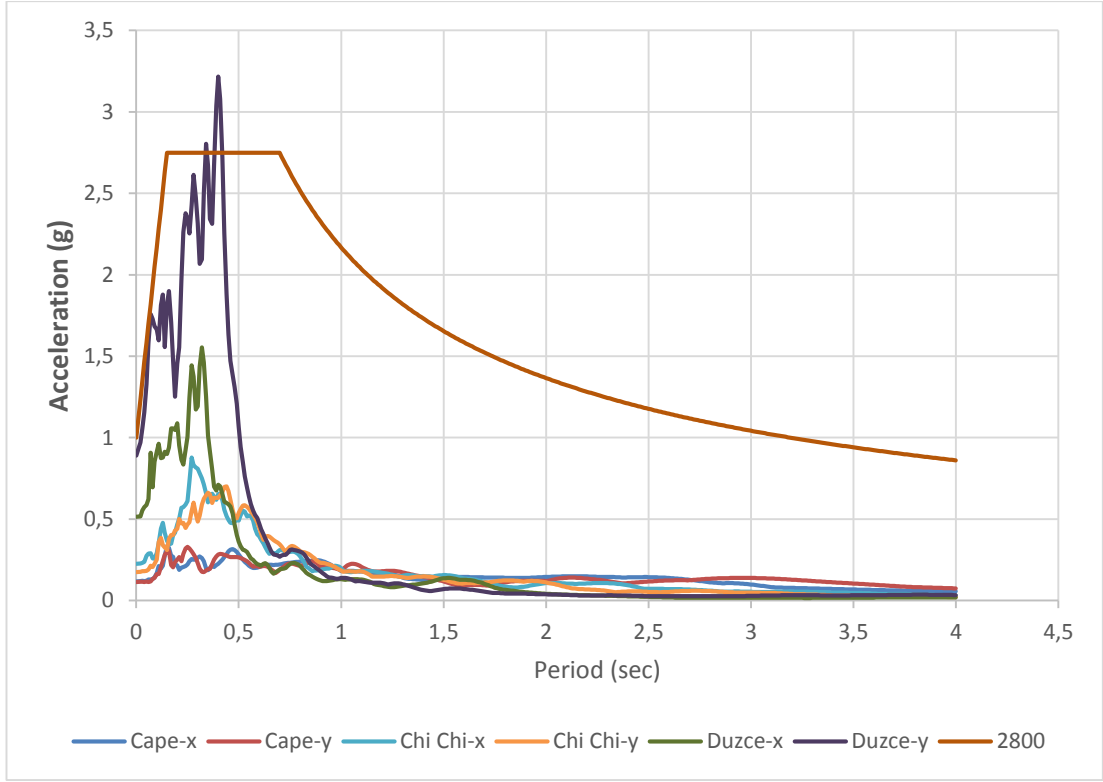


**Şekil 3.14:** Faydan uzak ivme kayıtların hız diyagramı

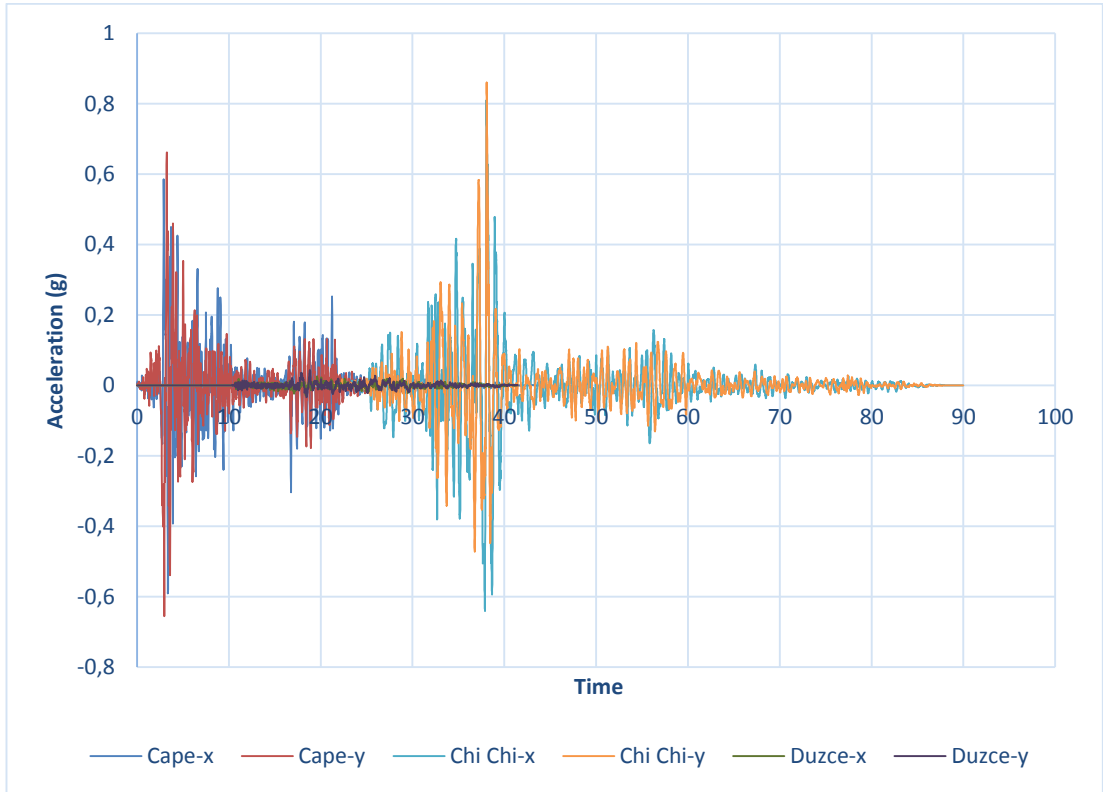


**Şekil 3.15:** Faydan uzak ivme kayıtların yer değişim diyagramı

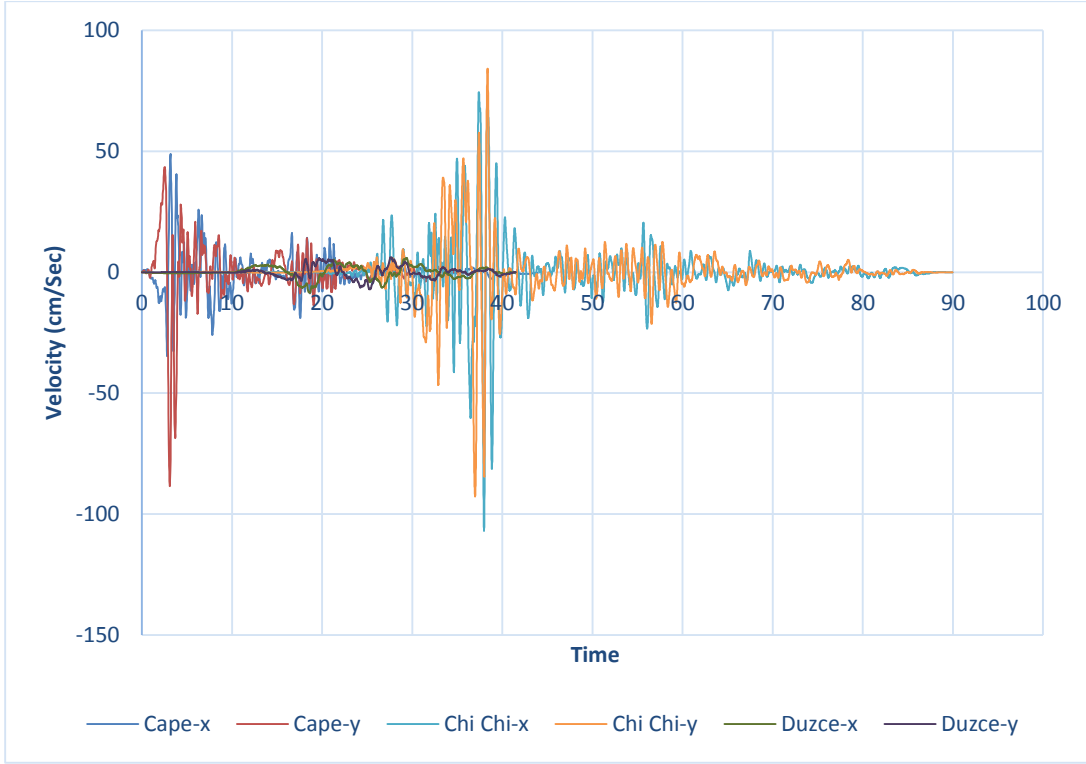




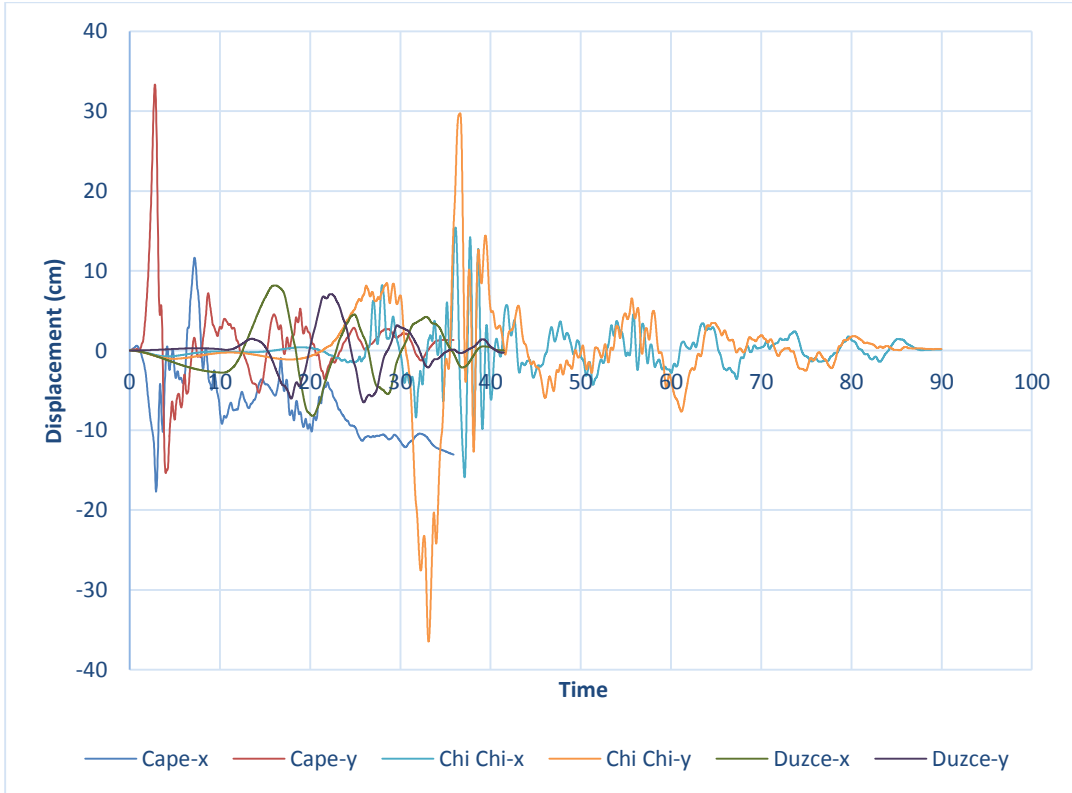
Şekil 3.16: Faydan uzak ivme kayıtların ivme spektrum diyagramı



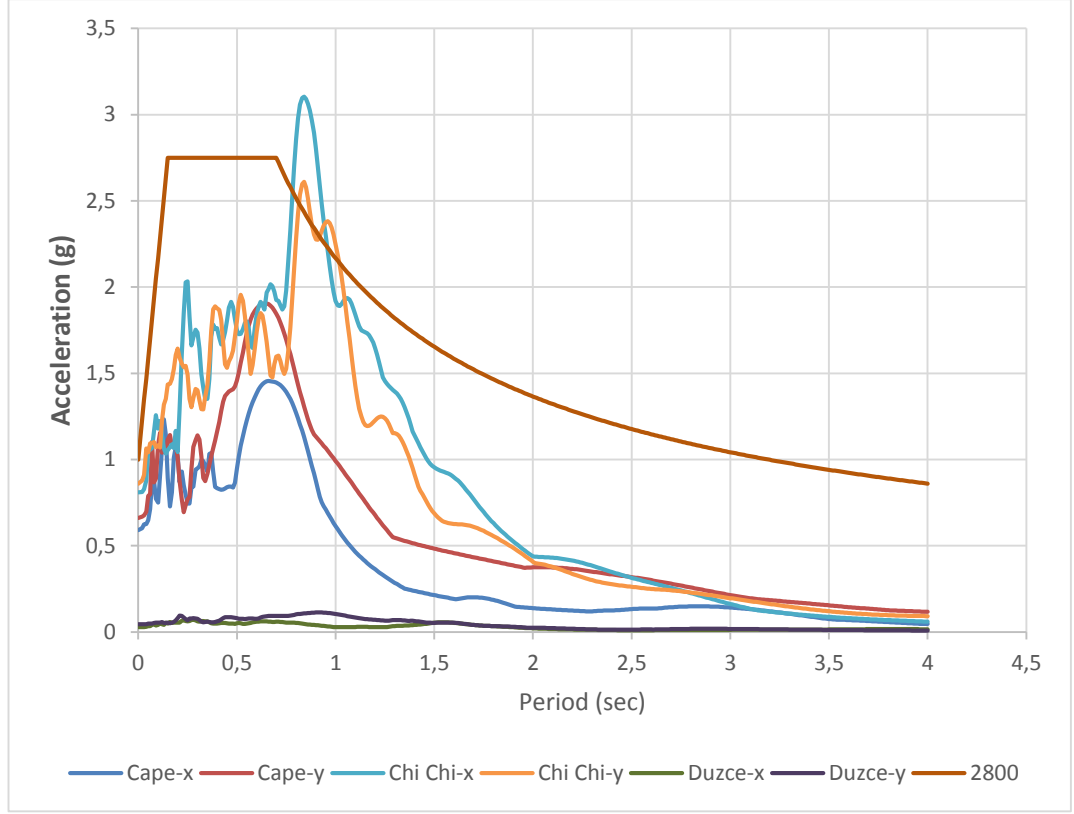
Şekil 3.17: Faya yakın ivme kayıtların ivme diyagramı



**Şekil 3.18:** Faya yakın ivme kayıtların hız diyagramı



**Şekil 3.19:** Faya yakın ivme kayıtların yer değişim diyagramı



Şekil 3.20: Faya yakın ivme kayıtların ivme spektrum

### 3.2.7.5 Zaman tanım alanında analiz

Araştırmada 1999, Tayvan, Chi Chi ve 1992, Cape Mendocino ve 1999 Düzce Türkiye deprem kayıtları kullanılmıştır. Analiz yapmak için yazılımın Function bölümünde depremden elde edilen kayıtlar tanımlanması. Bu bölümde depremden elde edilen kayıtlar ve zaman mesafeleri kayıt yapılır. Sona Load Case bölümünde lineer zaman tanım alanı tanımlanır. Bölümde lineer durum, ölçek faktörü, adım zamanları mesafesi analiz ve adım sayıları analiz yapılır. Zaman tanım alanında analiz bir kere X yönünde ve bir kere Y yönünde açıklanır. Analiz doğrudan yapıda ilgili sismik etkileri gösterir.

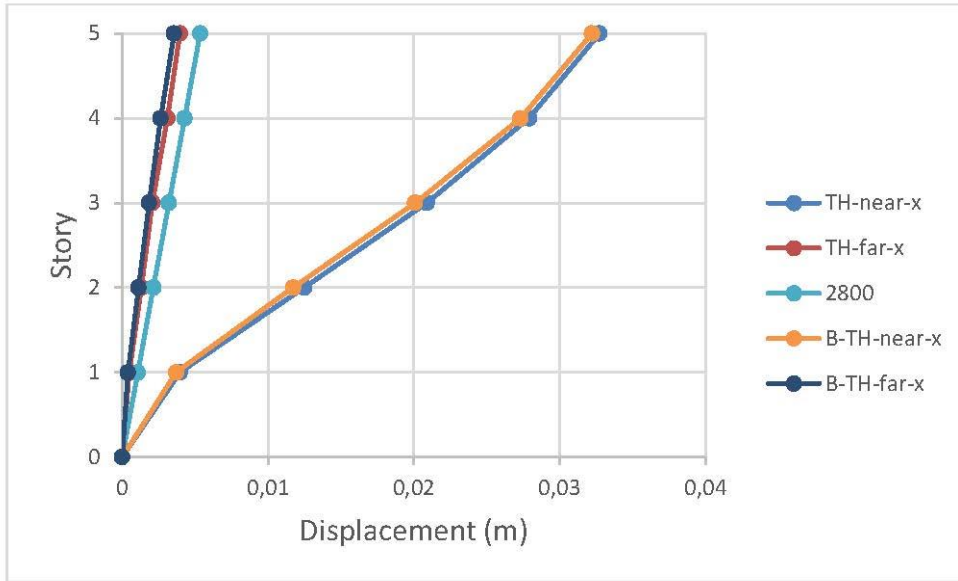
## 4 ARAŞTIRMA VE TARTIŞMA

Tezde tüm yapılar kat yer değişimi ile temel kesim güçleri karşılaştırılır. Yapılar bir kere X yönlüde ve bir kere Y yönünde sismik güçleriyle karşılaştırılır. Yılların yer değişim miktarı yapı rijitliği ve temel kesim gücünü bağlıdır ve sertlik yükselişi düşerek güç yükselişiyle yükselir. Fay hattından uzak ve yakın güçlendirilmiş ve güçlendirilmemiş yapılarda yer değişim miktar diyagramı karşılaştırılıp, yetkili 2800 standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Sonra yapısal temel kesti çizilen grafiklerle karşılaştırılmıştır.

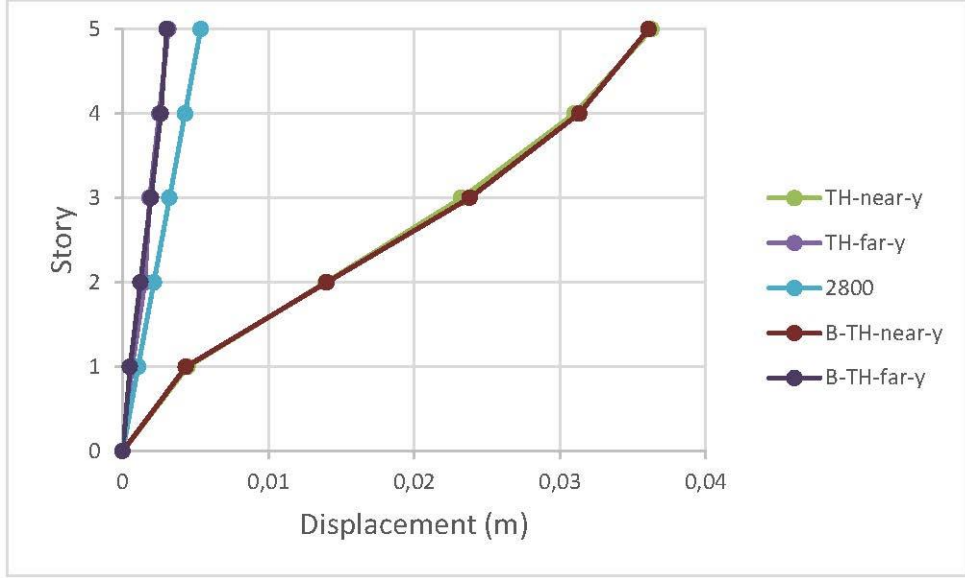
### 4.1 Sonuçların Analizi

#### 4.1.1 Yapısal yer değişim incelemesi

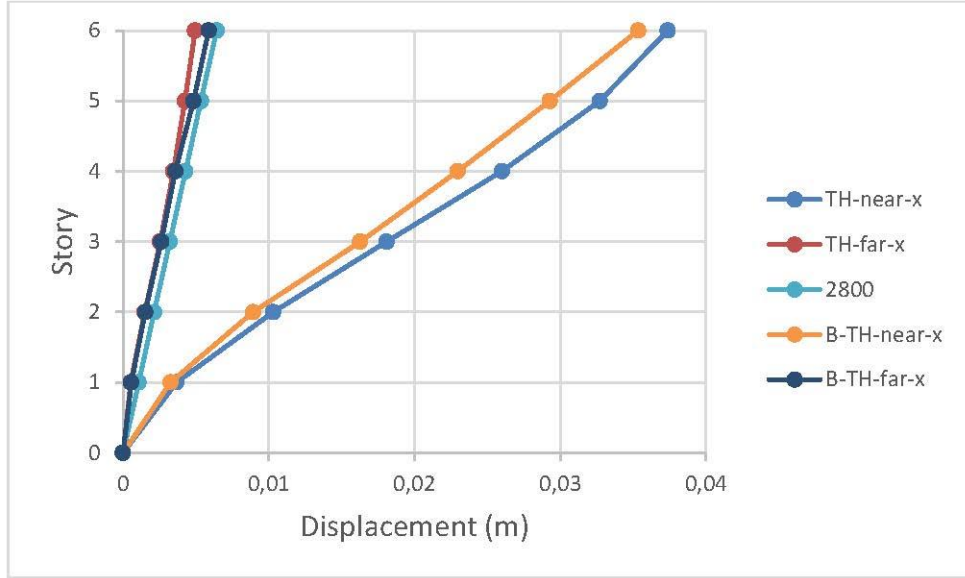
Yapı yer değişimi karşılaştırmak için 4.1-4.8 diyagramları kullanılmıştır. Diyagramlarda yatay eksen yapısal yer değişimini ve dikey eksen yapı katların metreyle gösterilir. Sonuçlar bir kere X yönünde ve bir kere Y yönünde çizilmiştirler. Çizimlerde 2800 çizgisi 2800 standartlarında yetkili ölçekler yapıda yer değişimini gösterir.



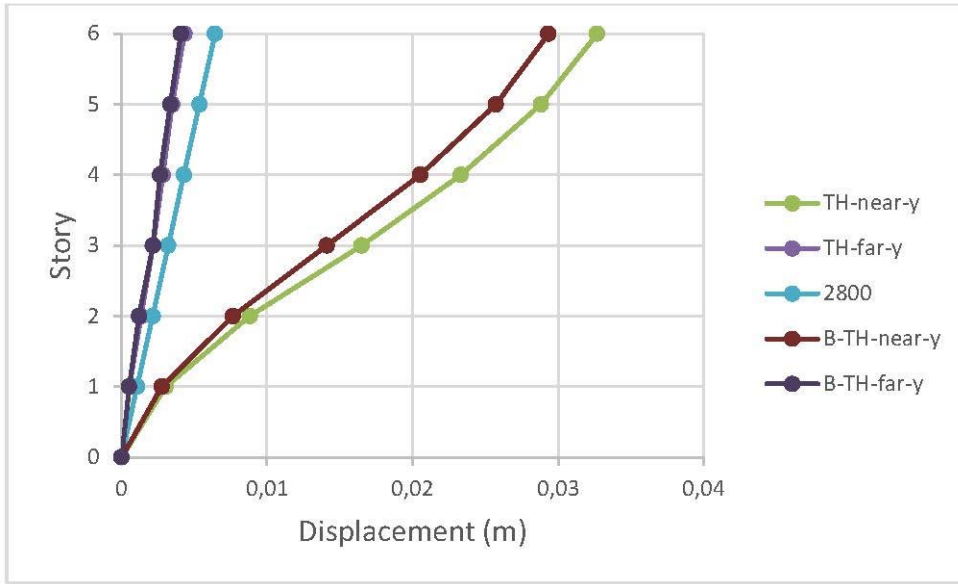
Şekil 4.1: 5 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması



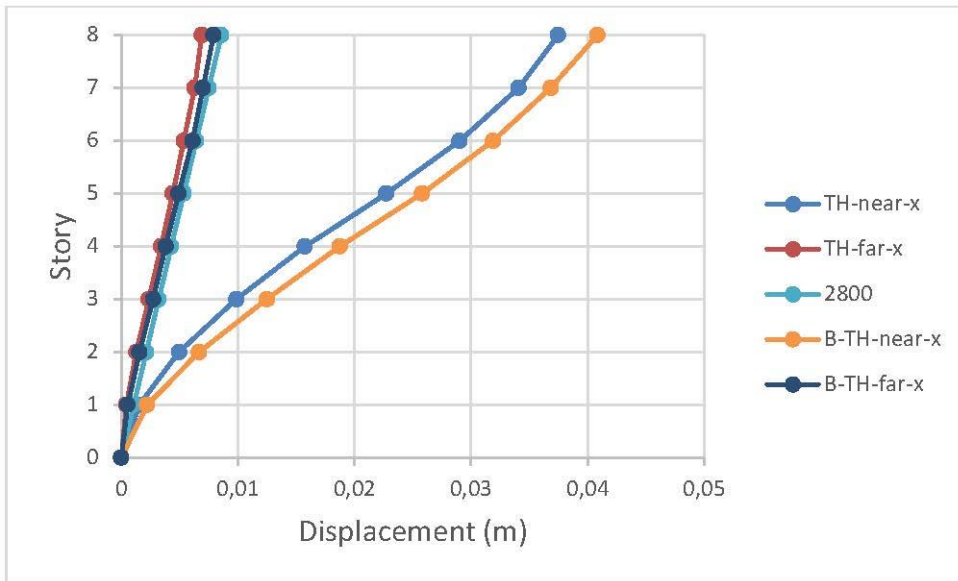
Şekil 4.2: 5 katlı yapıların Y yönünde yer değişme karşılaştırması



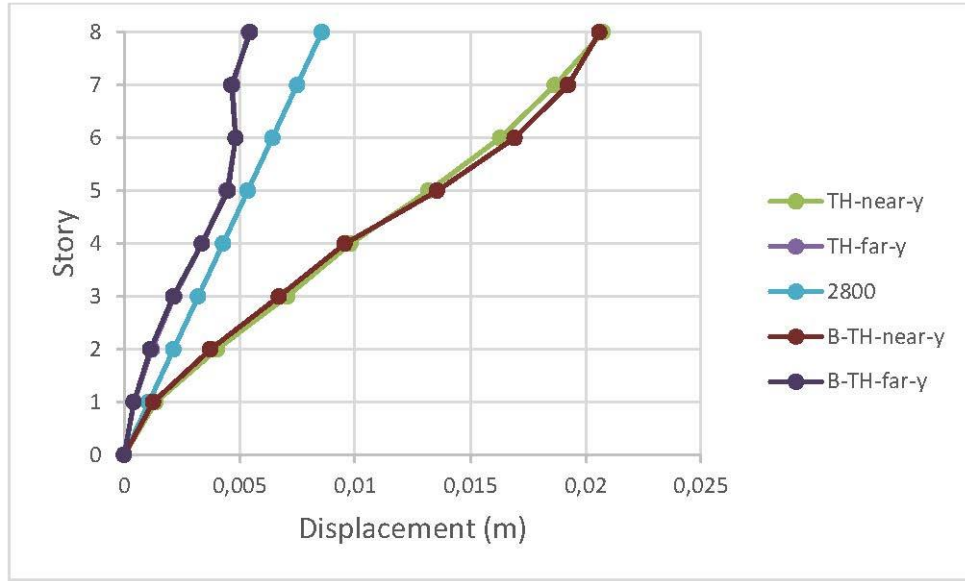
Şekil 4.3: 6 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması



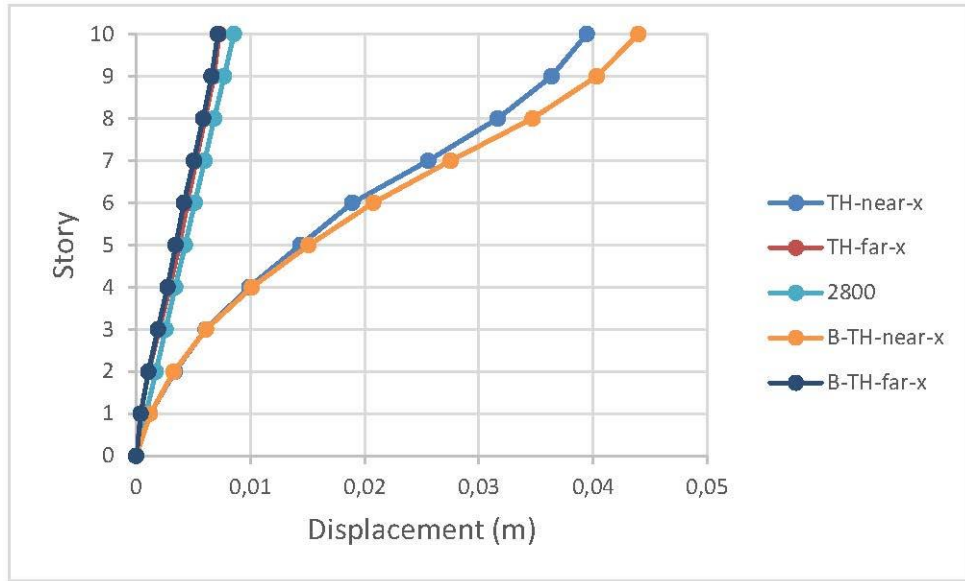
Şekil 4.4: 6 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması



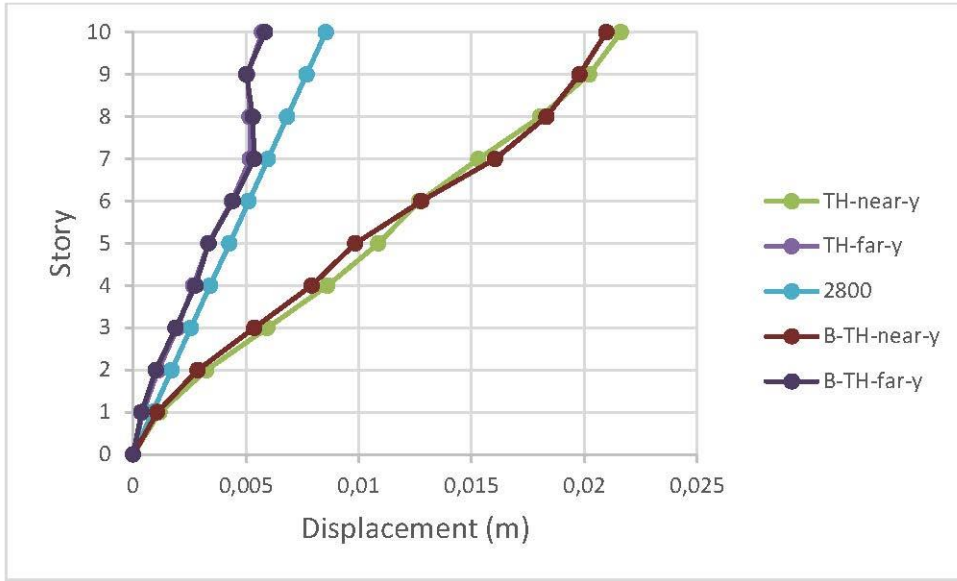
Şekil 4.5: 8 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması



Şekil 4.6: 8 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması



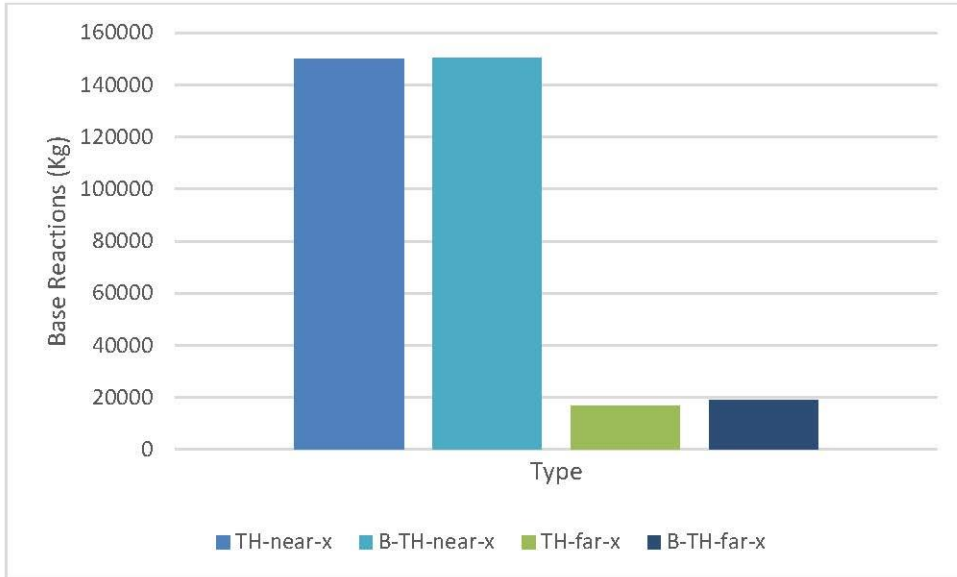
Şekil 4.7: 10 katlı yapıların X yönünde yer değişim karşılaştırması



Şekil 4.8: 10 katlı yapıların Y yönünde yer değişim karşılaştırması

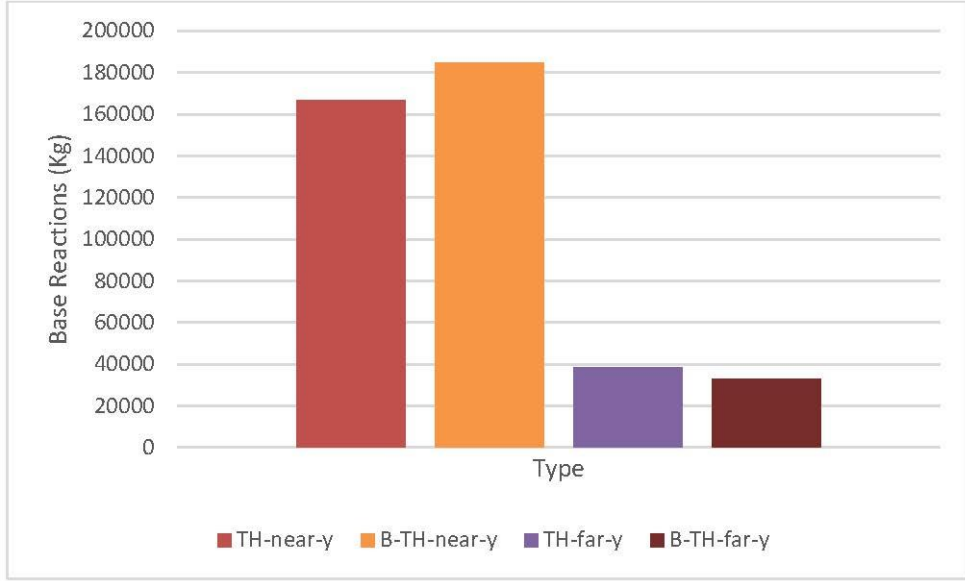
#### 4.2 Temel Kesim Karşılaştır

Temel kesim karşılaştırma sonuçları zaman tanımını analizleri ise bölümde incelenmiştir. 4.9 ve 4-16 figürlerde X ve Y yönlerinde deprem güçlerinin tahmin yapılmıştır. Yatay eksen kullanılan kolon türü v dikey esken yapı temel güç kesimini kilogramla gösterir.

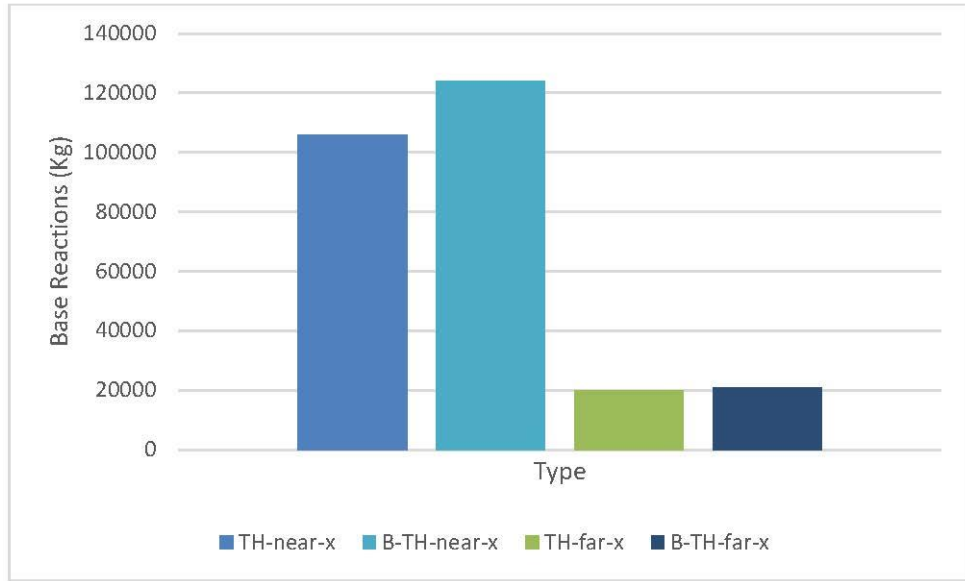


Şekil 4.9: 5 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti

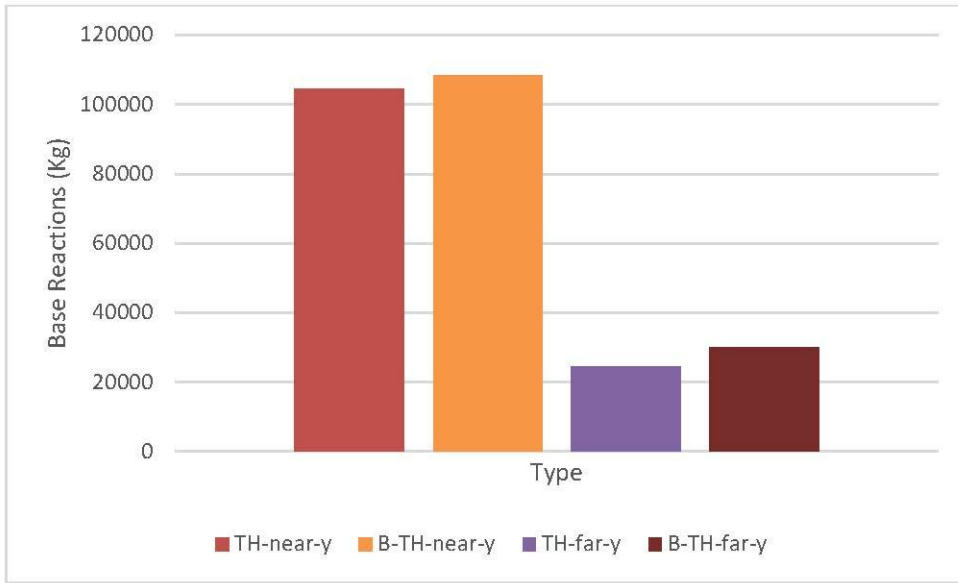




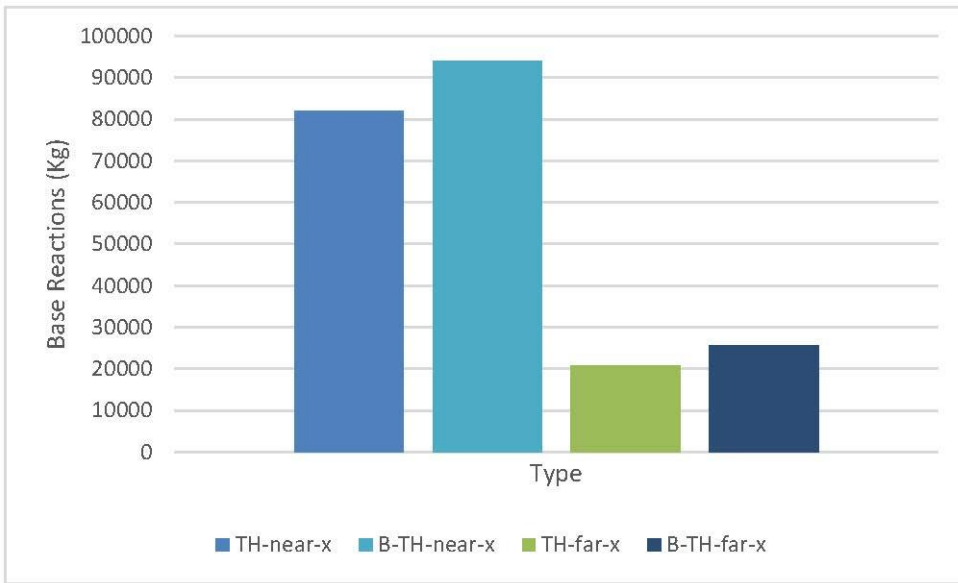
**Şekil 4.10:** 5 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti



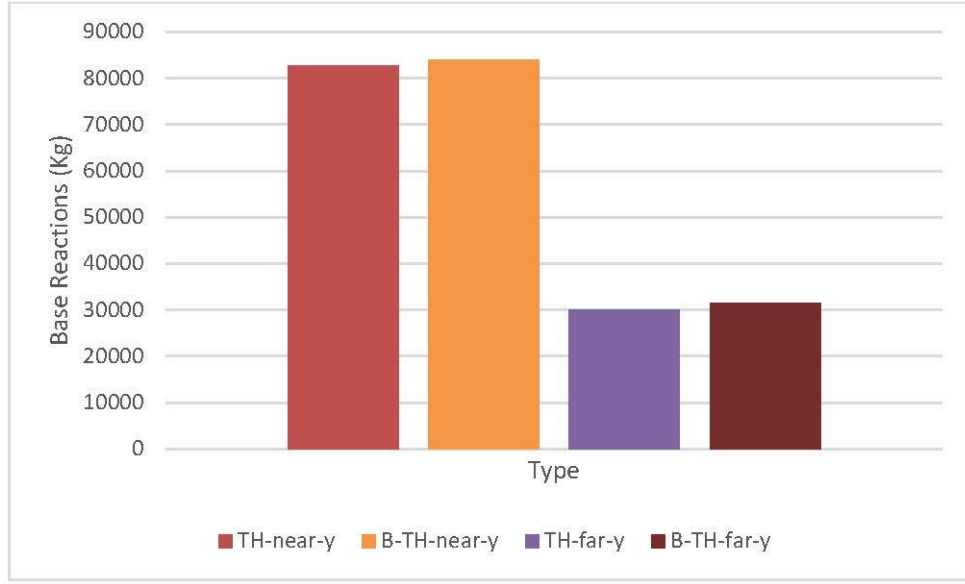
**Şekil 4.11:** 6 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti



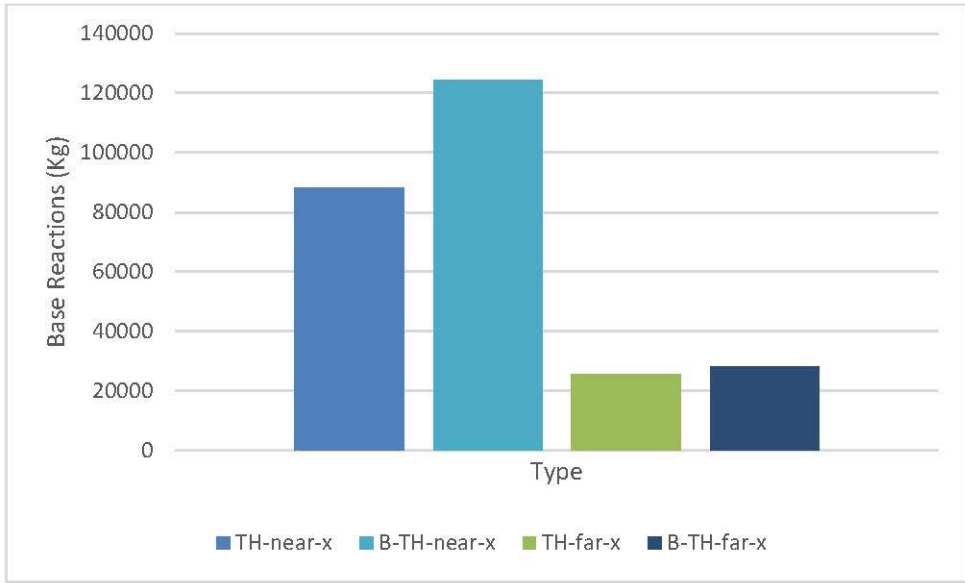
**Şekil 4.12:** 6 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti



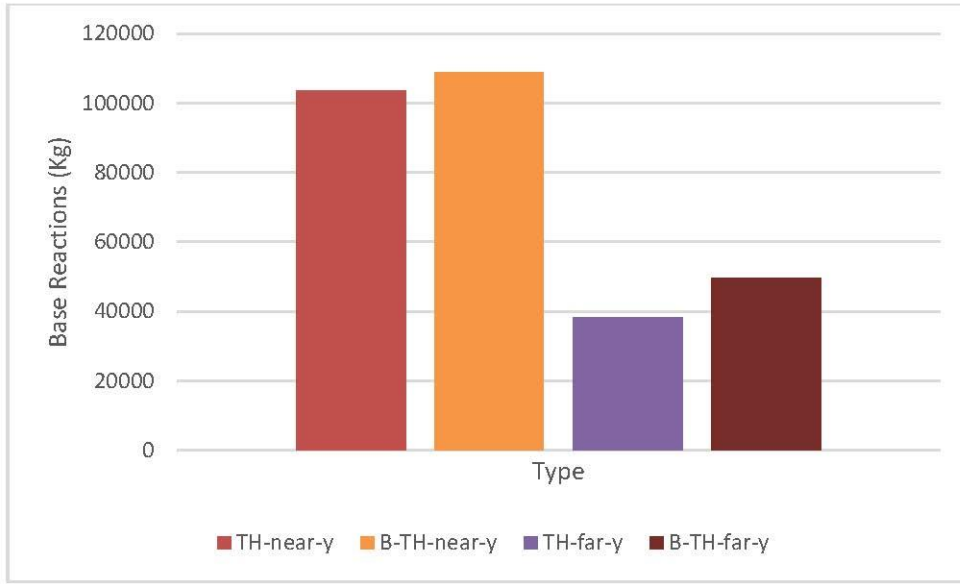
**Şekil 4.13:** 8 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti



**Şekil 4.14:** 8 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvveti



**Şekil 4.15:** 10 katlı yapı için X yönünde temel kesme kuvveti



**Şekil 4.16:** 10 katlı yapı için Y yönünde temel kesme kuvvet

## **5 SONUÇLAR, ÖNERİLER**

### **5.1 Sonuçlar**

- Tüm yapılarda yer değiştirme değerleri fay hattından uzak depremden elde edilen kayıtları yönetmenlikte belirlenen maksimum miktardan azdır.
- Tüm yapılarda yer değiştirme değerleri fay hattına yakın ivme kayıtları etkisi altında, yönetmelikte belirlenen maksimum miktardan daha fazladır.
- Güçlendirmekle yapısal yer değiştirme miktarı azalır ama yönetmenliğin yetkili bölümünde yer değiştirme miktarı olmamaktadır.
- Güçlendirme sırasında yapı rijitliği yükseldiğinden dolayı yer değişimi normal görünür lakin göze çarpan değildir.
- yapılarda temel kesme kuvveti fay hattından uzak olan ivme kayıtlarında, faya yakın olana göre daha azdır.
- Yapı güçlendirmeleri yapısal rijitlik yükselişiyle temel kesme kuvveti yükselmesine neden olur.
- Yapı yükselişiyle güçlendirme etkileri yapı davranışında önem kazanır.

### **5.2 Öneriler**

- Araştırma çelik yapılar üzerinde çeşitli yapısal sistemlerde uygulanabilir.
- Tezdeki beton çerçeve sistemler incelenmesi diğer sistemlerde kullanılabilir.
- Diğer denemeden elde edilen ivme kayıtlarından yapısal incelemelerde de kullanılabilir.
- Araştırmada yanal yer değiştirme ve temel kesme kuvveti iki değişken olarak incelenmiştir, diğer farkı değişkenlerde de incelenebilir.



## KAYNAKLAR

1. **Papageorgiou, A.S.**, *The Charactrr of Near Source Ground Motion and Related Seismic Design Issues*, Proc. Of the Structural Engineers World Congress, San Francisco California, 1998, s: 18-23.
2. **Housner, G. W. and Trifunak, M. D.**, *Analysis of accelerograms – Parkfield earthquake*. Bull. Of the Seismo. Society of America , Vol. 57, 1967, s: 1193-1220.
3. **Berhordari, Mohammed Ali, Keyvan Hasani, Alireza Ghanuni**, *Berresi-ye Amalkard-e Divar-e Boreşi Betoni der Bergirende der Behsazi-ye Sakhteman-haye Fuladi-ye Dor Baz*, Evvelin Hamayeş-e Beynolmemali-ye Melli-ye Sazeh- Zelzeleh- Jeoteknik, Mazenderan, 1389 Hş. CODE: S2140
4. İstandard 2800 İran
5. **Mehdad Ma’asum, Sarvestani Huşang**, *Moghayese-ye Teyf-e Nazdik-e Gosal-e Zelzele-ye Bam ba Teyf Ayın Nameye 2800 ber Esas-e Niruye Varede ber Sazeha-ye Boland ve Kutah ber Esas-e Moşakhasate Zelzele-ye Bam*, 6. Kongreye Melli Mohandesi Omran, 1390 Hş.
6. **Haşemi Şaker, Şekib Hamzeh**, *Berresi-ye Anva-e Rekordha-ye Nazdik-e Gosal Şamel-e Rekord-haye Vaghe-yı, Mesnoyı ve Modelhaye Palsguneh-ye Caygozin*, 7. Kongreye Melli Mohandesi Omran, 1385 Hş
7. **Gerami Mohsen, Vaseghi Akbar, Ebdullah Zadeh Davud**, *Berresi-ye Raftar-e Sazeh-ha Tahte Zelzel-ye Hoze-ye Nazdik*, 4. Kongreye Milli Mohandesi Omran, 1387 Hş.
8. **Mahmud Naderi, Ali Reza Rezayian, Maryam Tanur Saz**, *Arzyabi-ye Şakhese Asibpaziri-ye Ghabha-ye Khomşi Fuladi Ghabl ve ba 'a ez Behsaziye Larzha-ye Ba Mahar Bandi-haye Fuladi ve Divar-e Boreşi*, Naşriye-ye Elmi ve Pejuheşi Saze ve Fulad 17, 6. No: 8.
9. **John F. Hall**, *Parameter Sruudy of the Response of Moment Resisting Steel Frame Building to near Source Ground Motion*, Report NO. EERI, 1995, s: 95-08.
10. **Smolka, A; Rauch. E**, *The Earthquake of Northridge 1994 and Kobe 1995- Lessons for Risk Assessment and loss Prevention with Special Reference to Earthquake Insurance*, Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Pergamon, Elsevier Scince Ltd, [Oxford, England] ,Disc 4, Paper NO1847.
11. **Iwan,W.D**, *The Drift Demand Spectrum and its Application to Structural Design and Analysis*, Eleventh World Conference on Earthquake Engineering, Pergamon, Elsevier Scince Ltd, [Oxford, England], Disc 2, Paper NO1116, 1996.
12. **Filiatrault, A.; Tremblay, R**, *Seismic Retrofit of Steel Moment Resisting Frames with Passive Friction Energy Dissipating Systems*, *Proceedings Of the NEHREP Conference and Workshop on Research on the Northridge*, California Earthquake January 17, 1994, California Universities for Research

in Earthquake Engineering (CUREe), Richmond, California, pp III-554---III-561.

13. **Cornell, C., L., Nicolas,** *The Effect of Connection Fractures on Steel Moment Resisting Frame Seismic Demands and Safety*, A Report on SAC Phase II Task 5.4.6, Final Draft, 1999.
14. **Somerville, P.,** *Characterizing Near-Fault Ground Motion for the Design and Evaluation of Bridges*, *Principal Seismologist*. URS Corp. Pasadena CA 91101, 2001.
15. **A., Sinan ,Gulkan P.,** *A Near-Fault Design Spectrum and its Drift Limits*, Fourth International Conference of Earthquake Engineering and Seismology, CD-ROM, p.BS-17. 2003.
16. **Decanini, L., Mollaioli, F., Saragoni, R.,** *Energy and Displacement Demand Imposed by Near-Source Ground Motions*, 12WCEE. New Zealand. Paper 1136, 2000.
17. UBC-97 (Uniform Building Code ), Volume 2, Structural engineering design provisions.
18. **Tehranizadeh, M, Movahed,** *Berresi-ye Amalkardeh Ghabha-ye Khomši der Sazeha-ye Boland der Hoze-ye Nazdik be Gosal*, Neşriye-ye Mohandesi-ye Omran ve Nakşe Bardari, Daneşgahe Fanni, 44, no: 5, 1389 Hş, s: 621-633
19. **Malhotra, P. K.,** *Response of buildings to near-field pulse like ground motion*. *Earth. Eng. Struct. Dyn.*, Vol. 28, 1999, s: 1309-1326.
20. **Tehranizadeh, M. and Meshkatodini, A.,** *Torsional response of tall buildings subjected to near-field earthquake records and use of neural networks*. PhD Dissertation, Amir-Çerçevir University of Technology, Tehran, 2008.
21. **Jafari, A. and Jalali, A.,** *Assessment of performance based parameters in near fault tall buildings*. *J. of Applied Sciences*, Vol. 9, No. 22, 2009, s: 4044-4049.
22. Standard No. 2800-84, Iranian code of practice for seismic resistant design of buildings. 3th Edition, Tehran, 2005.
23. **Çubineh, A,** *Raftare Dinamiki-ye Gheyre Khati-ye Ghabha-ye Fuladi-ye Burun Mehvar Tahte Tasir-e Zelzeleha-ye Nazdik-e Gosal*, Naşriye-ye Elmi Pajuheşi Sazeh ve Fulad, 4. Yıl, no:4, 1384 Hş.
24. **Badrlu, F,** *Tahlile Tarihçe-ye Zamani ve Emal-e Rekord-e Zelzele-ye Nazdike Gosal be Ghane Khomši Mahar Bandi Şodeh ba Estefadeh ez Modelha-ye Palsgune*, Hamayeş-e Milli-e No Yafteha-ye Novin der Mohandesi, 1389 Hş.
25. **GHOBARAH,** *Response Of Structures to Nearfault Ground Motion*, 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B.C., Canada, 2004.
26. **Vaseghi Amiri, J., Davoodi, M.R, Sahafi, A.,** *Simulation of Near-Fault Ground Motions With Equivalent Pulses & Compare Their Effects on MRF Structures*, The 14 th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 2008.



27. **Sehhati, R., Rodriguez-Marek, A., ElGawady, M., F, Cofer, W.,** *Effects of near-fault ground motions and equivalent pulses on multi-story structures*, ScienceDirect. 2008.
28. **Bruce A. Bolt,** *Seismic input motions for nonlinear structural analysis*, Journal of Earthquake Technology , No: 448, 2004.
29. **In-Kil Choi, Min Kyu Kim, Young-Sun Choun, and Jeong-Moon Seo,** *Shaking table test of steel frame structures subjected to scenario earthquakes*, Journal of the Nuclear Engineering and Technology, Vol.37 No.2, 2005.
30. **K.Galal, A.Ghobarah,** *Effect of near-fault earthquakes on North American nuclear design spectra*, Nuclear Engineering and Design, Elsevier, 2006.
31. **Jonathan P. Stewart, Shyh-Jeng Chiou, Jonathan D. Bray, Robert W. Graves, Paul G. Somerville, and Norman A. Abrahamson,** *Ground Motion Evaluation Procedures for Performance-Based Design, A report on research conducted under grant no. EEC-9701568 from the National Science Foundation*, PEER, 2001.
32. **Farzad Naeim,** *The Seismic Design Hand Book*, 2nd Edition, Published by Kluwer Academic Publishers, 2001.
33. **Ebdullah Zadeh, Davud,** *Berresi-ye Esar-e Zelzele-haye Nazdik-e Gosal bar Sazeha*, Mohandesi-ye Omran Gerayeşe Zelzele, 1385 Hş.
34. **Bozorgnia, Yousef,** *Earthquake Engineering: From Engineering Seismology to Performance-Based Engineering*, Published by CRC Press LLC, 2004.
35. **Babak alavi and Helmut Krawinkler,** *Effects of near-fault ground motions on frame structures, A report of The John A. Blume Earthquake Engineering.*
36. **Soltan Zadeh, Hamid Reza, Morad Ali Vahebi,** *Mekanism-e Kharabi-ye Şahr-e Bam ve Raveş-haye Kasb-e Amadegi dar Moghabel-e Zelzele*, Sazeman-e Nezam-e Mohandesi-ye Khuzestan, 1383 Hş.
37. **John F. Hall,** *Seismic response of steel frame buildings to near-fault ground motions*, A report of the California Institute of Technology, Report No.EERL 97-05, Pasadena, California, 1997.



## ÖZGEÇMİŞ

AD: MEHRAN

SOYAD: KAMIARFAR

DOĞUM TARİHİ VE YERİ: 1977, TEBRİZ, İRAN

GSM: 05380534997

E-MAIL: mehran\_kamyar@yahoo.com

ÜNİVERSİTELER:

LİSANS: ELMİ KARBORDİ-E AZERBAYCAN

YÜKSEK LİSANS: İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ



