

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN BETONARME BİNALARIN  
DEPREM PERFORMANSLARININ DOĞRUSAL OLMAYAN  
ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SİNAN DEMİRBİLEK**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2014**

**T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN BETONARME BİNALARIN  
DEPREM PERFORMANSLARININ DOĞRUSAL OLMAYAN  
ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SİNAN DEMİRBİLEK**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2014**

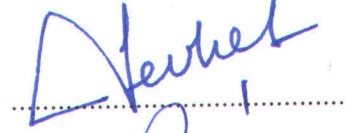
## KABUL VE ONAY SAYFASI

Sinan DEMİRBİLEK tarafından hazırlanan “ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN BETONARME BİNALARIN DEPREM PERFORMANSLARININ DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 24.07.2014 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği 3/3 oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza


Danışman  
Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL (PAÜ)



Üye  
Doç. Dr. Nihat ÇETİNKAYA (PAÜ)



Üye  
Yrd. Doç. Dr. Hayri Baytan ÖZMEN  
(UŞAK Ü.)



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun  
10/09/2014 tarih ve 36/23... sayılı kararıyla onaylanmıştır..

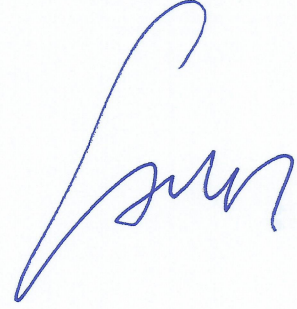


Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**

SİNAN DEMİRBILEK



## ÖZET

**ÇERÇEVELERDEN OLUŞAN BETONARME BİNALARIN DEPREM  
PERFORMANSLARININ DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ  
YÖNTEMLERİ İLE ARAŞTIRILMASI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
SİNAN DEMİRBİLEK  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI:DOÇ.DR. ŞEVKET MURAT ŞENEL)**

**DENİZLİ, TEMMUZ - 2014**

Ülkemizde son yıllarda yaşanan depremler sonucunda can kayıpları yaşanmış ve ülke ekonomisine büyük zararlar vermiştir. Bu durum dikkatleri mevcut yapıların sismik performansları üzerine yoğunlaştırmıştır. Ayrıca mevcut binaların büyük bir kısmının oluşturan düşük ve orta katlı binaların sismik performanslarının araştırılması önemli bir konu haline gelmiştir. Çalışmada mevcut binaları temsil eden 48 adet betonarme çerçeve belli bir periyot hedefi altında, AY1975 yönetmeliğine uygun olarak tasarlanmıştır. Binalar doğrusal olmayan analize tabi tutularak, kapasite eğrileri elde edilmiştir. Binaların farklı performans seviyelerine ait yerdeğiştirme kapasiteleri (hemen kullanım, can güvenliği ve göçme öncesi) ise DBYBHY-2007 kullanılarak belirlenmiştir. Tek serbestlik dereceli sisteme dönüştürülen binaların yerdeğiştirme talepleri, 364 adet gerçek ivme kaydından elde edilen 3 ayrı spektrum kullanılarak hesaplanmıştır. Sismik talepler DBYBHY-2007 ve Kapasite Spektrum Yöntemi (ATC40-1996) yaklaşımları kullanılarak belirlenmiştir. Her iki yöntemle hesaplanan yerdeğiştirme talepleri bina kapasiteleri ile kıyaslanarak elde edilen sonuçlar, yatay dayanım ve yapı periyodu ile ilişkisi açısından değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirmeler TIP2 modellerinin kötü performansa sahip olduğunu, KSY'nin DBYBHY'e göre daha kritik sonuçlar verdiğini ve artan ivme değerleriyle KSY/DBYBHY oranının arttığını göstermiştir. Bu çalışmanın mevcut yapıların sismik değerlendirilmesi ve durumu hakkında faydalı bilgiler sunduğu düşünülmektedir.

**ANAHTAR KELİMELEER:** Doğrusal Olmayan Analiz, Düşük ve Orta Katlı Binalar, Yapısal özellikler, Yapısal hasar

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF REINFORCED CONCRETE FRAME BUILDINGS BY MEANS OF NONLINEAR STRUCTURAL ANALYSIS METHODS**

**MSC THESIS**

**SİNAN DEMİRBİLEK**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**

**CİVİL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:ASSOC. PROF. ŞEVKET MURAT ŞENEL)**

**DENİZLİ, JULY 2014**

In Turkey, devastating earthquakes have caused extensive life and economic losses. This situation has increased the attention of evaluating seismic performance of existing RC buildings. Thus, seismic performance evaluation of low and mid rise buildings, which covers significant part of building stock of Turkey, has become important topic. In this study, 48 RC building frames are designed according to Turkish Earthquake Code 1975 by considering particular vibration period range. Capacity curve of RC buildings are determined by nonlinear analysis approach. Displacement capacity of distinct performance levels of buildings (immediate occupancy, life safety, collapse prevention) are determined by TEC-2007. Seismic displacement demand of buildings are calculated by using 3 different elastic spectrum derived from real 364 earthquake records. Seismic demands were determined by TEC-2007 and Capacity Spectrum Method (ATC-40). Seismic demands determined by two methods are compared with building capacities and results are evaluated in terms of lateral strength capacity and vibration periods of buildings. Evaluation of results have indicated that TIP2 building type has the poorest performance among all building types, CSM gives more critical results than TEC-2007 and ratio of CSM/TEC increases with an increasing acceleration values. In this study, it is hoped that seismic performance evaluation of existing buildings and useful information on building stock is provided.

**KEYWORDS:** Existing Buildings, Non-Linear Analysis, Structural properties, Structural Damage

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT .....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	viii
SEMBOL LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ.....	xi
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
1.1    Konu ve Kapsam .....	1
1.2    Tezin Amacı .....	2
<b>2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....</b>	<b>3</b>
<b>3. BETONARME ÇERÇEVELERİN TASARIMI.....</b>	<b>7</b>
3.1    Genel.....	7
3.2    Çerçeve Modelleri .....	7
3.3    Doğrusal Modelleme.....	10
3.3.1    Tasarım Kriterleri.....	12
3.3.1.1    Periyot Hedefi.....	13
3.3.1.2    Deprem Yüğü .....	15
3.3.1.3    Tipik Çerçeve Tasarımı.....	16
3.4    Doğrusal Olmayan Modelleme.....	18
3.4.1    Plastik Mafsal Kavramı .....	18
3.4.2    Moment-Eğrilik.....	19
3.4.3    Eğrilik-Dönme .....	20
3.4.4    Plastik Mafsal Bölgeleri .....	20
3.4.5    Plastik Mafsal Boyu .....	21
3.4.6    Plastik Mafsal Tanımlanması.....	23
3.4.7    Taşıyıcı Elemanlarda Hasar Bölgeleri.....	24
3.4.8    Kesme Mafsalı .....	26
3.5    Bina Performans Bölgeleri.....	26
<b>4. BETONARME ÇERÇEVELERİN DOĞRUSAL OLMAYAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ .....</b>	<b>29</b>
4.1    Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri .....	29
4.1.1    Doğrusal Olmayan Statik İtme Analizi .....	29
4.2    Betonarme Çerçeveleri Analiz Sonuçları.....	31
4.2.1    Betonarme Çerçevelerin Kapasite Eğrileri .....	32
4.2.2    Kapasite Eğrilerinin İki Doğrusal Hale Getirilmesi .....	33
4.3    Betonarme Çerçevelerin Performans Bölgeleri.....	34
4.3.1    Seçilen Örnek Çerçeveye Ait Performans Bölgeleri.....	35
<b>5. BETONARME ÇERÇEVELERİN YERDEĞİŞTİRME TALEPLERİNİN BELİRLENMESİ.....</b>	<b>36</b>
5.1    Kapasite Spektrumunun Elde Edilmesi .....	36
5.2    Talep Spektrumunun Elde Edilmesi .....	38
5.3    Kapasite Spektrum Yöntemi .....	41
5.4    DBYBHY-2007 Yöntemi.....	46
5.5    Seçilen Örnek Çerçeveye Ait Yerdeğıştirme Talep Hesabı.....	49

5.5.1	Kapasite Spektrum Yöntemi İle Yerdeğiştirme Talep Hesabı.....	49
5.5.2	DBYBHY-2007 Yöntemi İle Yerdeğiştirme Talep Hesabı.....	51
<b>6.</b>	<b>SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ .....</b>	<b>53</b>
6.1	Kapasite Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	53
6.1.1	Performans Seviyesi.....	53
6.1.2	Yatay Dayanım Oranı.....	55
6.1.3	Yerdeğiştirme Kapasitesi.....	58
6.2	Talep Hesaplarından Elde Edilen Sonuçlarının Değerlendirilmesi....	60
6.3	Talep ve Kapasitenin Karşılaştırılması.....	64
6.3.1	Bina Performans Değerlendirilmesi.....	64
6.3.2	Süneklik Taleplerinin CG Açısından Değerlendirilmesi.....	79
<b>7.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>84</b>
7.1	Sonraki Çalışmalara Öneriler .....	87
<b>8.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>88</b>
	EKLER .....	92
	EK A: Betonarme Çerçvelere Ait Kapasite Eğrileri ve Talepler .....	92
	EK B: Talep Spektrumlarını Oluşturan İvme Kayıtları.....	117
<b>9.</b>	<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>125</b>



## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 3.1: Seçilen çerçevenin plan görünüşü.....	8
Şekil 3.2: İki katlı çerçeve modelleri .....	8
Şekil 3.3: Beş katlı çerçeve modelleri.....	9
Şekil 3.4: Sekiz katlı çerçeve modelleri.....	10
Şekil 3.5: Doğrusal modelleme algoritması .....	11
Şekil 3.6: Kolonlara ait çatlamış kesit rijitliği.....	15
Şekil 3.7: TIP1N5T100 modeli eleman boyutları .....	17
Şekil 3.8: Konsol kolonda moment-eğrilik değişimi.....	19
Şekil 3.9: Eğrilik diyagramını idealleştirilmesi.....	20
Şekil 3.10 Kolon ve kirişlerde sargı bölgeleri.....	21
Şekil 3.11 Eğilme mafsallarının boyu ve yeri .....	22
Şekil 3.12 İdealize edilmiş dayanım-deformasyon eğrisi .....	23
Şekil 3.13 İdeal elasto-plastik davranış için moment-eğrilik ilişkisi.....	24
Şekil 3.14 DBYBHY-2007 de yer alan kesit hasar düzeyi/bölgesi tanımları ..	26
Şekil 4.1: Yük deseni şekilleri.....	30
Şekil 4.2: İtme şekli ve taban kesme kuvveti-çatı ötelenme grafiği .....	31
Şekil 4.3: TIP1N5T100 modeline ait hasar şekli.....	32
Şekil 4.4: TIP1N5T100 modeline ait kapasite eğrisi.....	33
Şekil 4.5: Kapasite eğrisinin idealleştirilmesi .....	33
Şekil 4.6: Normalize Kapasite eğrisi ve hasar sınırları.....	35
Şekil 5.1: MDOF sistemin SDOF sisteme dönüşümü .....	37
Şekil 5.2: Kapasite eğrisinin kapasite spektrumuna dönüşümü .....	38
Şekil 5.3: PGV1 grubuna ait ivme kayıtları .....	39
Şekil 5.4: PGV2 grubuna ait ivme kayıtları .....	39
Şekil 5.5: PGV3 grubuna ait ivme kayıtları .....	39
Şekil 5.6: Üç grup için elde edilen ortalama ivme spektrumları .....	40
Şekil 5.7: Üç grup için elde edilen ortalama ivme talep spektrumları.....	41
Şekil 5.8: Çevrimsel sönüme eşdeğer viskoz sönümün belirlenmesi .....	42
Şekil 5.9: Etkin sönüm oranına bağlı olarak elastik spektrumun indirgenmesi	44
Şekil 5.10: Talep yerdeğiştirme değerinin belirlenmesi .....	46
Şekil 5.11: Doğrusal olmayan yerdeğiştirme talebinin belirlenmesi.....	47
Şekil 5.12: $C_{R1}$ hesabının ilk adımı.....	48
Şekil 5.13: $C_{R1}$ hesabının ilk adımı ve talep yerdeğiştirmenin bulunması.....	49
Şekil 5.14: PGV1 grubuna ait yerdeğiştirme talebi .....	50
Şekil 5.15: PGV2 grubuna ait yerdeğiştirme talebi .....	50
Şekil 5.16: PGV3 grubuna ait yerdeğiştirme talebi .....	50
Şekil 5.17: PGV1 grubuna ait yerdeğiştirme talebi .....	51
Şekil 5.18: PGV2 grubuna ait yerdeğiştirme talebi .....	51
Şekil 5.19: PGV3 grubuna ait yerdeğiştirme talebi .....	52
Şekil 6.1: Tüm katlar için yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi .....	56
Şekil 6.2: 2 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi.....	56
Şekil 6.3: 5 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi.....	56
Şekil 6.4: 8 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi.....	57
Şekil 6.5: Yatay dayanım oranı ortalamaları-periyot ilişkisi .....	57

Şekil 6.6: HK performans seviyesi için yerdeğiştirme kapasitesi-periyot ilişkisi .....	58
Şekil 6.7: DBYBHY-2007'ye göre bulunan yerdeğiştirme talepleri ile periyot ilişkisi .....	61
Şekil 6.8: KSY'ne göre bulunan yerdeğiştirme talepleri ile periyot ilişkisi .....	61
Şekil 6.9: PGV1 Yerdeğiştirme taleplerinin oranları .....	62
Şekil 6.10: PGV2 Yerdeğiştirme taleplerinin oranları .....	63
Şekil 6.11: PGV3 Yerdeğiştirme taleplerinin oranları .....	63
Şekil 6.12: TIP1N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	66
Şekil 6.13: TIP2N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	66
Şekil 6.14: TIP3N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	67
Şekil 6.15: TIP4N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	67
Şekil 6.16: TIP1N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	69
Şekil 6.17: TIP2N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	69
Şekil 6.18: TIP3N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	70
Şekil 6.19: TIP4N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	70
Şekil 6.20: TIP1N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	72
Şekil 6.21: TIP2N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	72
Şekil 6.22: TIP3N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	73
Şekil 6.23: TIP4N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	73
Şekil 6.24: PGV1 grubu için performans seviyeleri .....	75
Şekil 6.25: PGV2 grubu için performans seviyeleri .....	75
Şekil 6.26: PGV3 grubu için performans seviyeleri .....	76
Şekil 6.27: DBYBHY için CG süreklilik talepleri-periyot .....	79
Şekil 6.28: KSY için CG süreklilik talepleri-periyot .....	80
Şekil 6.29: DBYBHY için süreklilik talebi-yatay dayanım oranı .....	81
Şekil 6.30: KSY için süreklilik talebi-yatay dayanım oranı .....	81
Şekil A. 1 : TIP1NT020 a) DBYBHY b) KSY .....	92
Şekil A. 2 : TIP1N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	93
Şekil A. 3 : TIP1N2T060 a) DBYBHY b) KSY .....	93
Şekil A. 4 : TIP1N5T060 a) DBYBHY b) KSY .....	94
Şekil A. 5 : TIP1N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	94
Şekil A. 6 : TIP1N5T100 a) DBYBHY b) KSY .....	95
Şekil A. 7 : TIP1N5T120 a) DBYBHY b) KSY .....	95
Şekil A. 8 : TIP1N8T080 a) DBYBHY b) KSY .....	96
Şekil A. 9 : TIP1N8T100 a) DBYBHY b) KSY .....	96
Şekil A. 10 : TIP1N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	97
Şekil A. 11 : TIP1N8T140 a) DBYBHY b) KSY .....	97
Şekil A. 12 : TIP1N8T160 a) DBYBHY b) KSY .....	98
Şekil A. 13 : TIP1N8T180 a) DBYBHY b) KSY .....	98
Şekil A. 14 : TIP2N2T020 a) DBYBHY b) KSY .....	99
Şekil A. 15 : TIP2N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	99
Şekil A. 16 : TIP2N2T060 a) DBYBHY b) KSY .....	100
Şekil A. 17 : TIP2N5T060 a) DBYBHY b) KSY .....	100
Şekil A. 18 : TIP2N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	101
Şekil A. 19 : TIP2N5T100 a) DBYBHY b) KSY .....	101
Şekil A. 20 : TIP2N5T120 a) DBYBHY b) KSY .....	102
Şekil A. 21 : TIP2N8T080 a) DBYBHY b) KSY .....	102
Şekil A. 22 : TIP2N8T100 a) DBYBHY b) KSY .....	103
Şekil A. 23 : TIP2N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	103

Şekil A. 24 : TIP2N8T140 a) DBYBHY b) KSY .....	104
Şekil A. 25 : TIP2N8T160 a) DBYBHY b) KSY .....	104
Şekil A. 26 : TIP3N2T020 a) DBYBHY b) KSY .....	105
Şekil A. 27 : TIP3N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	105
Şekil A. 28 : TIP3N2T060 a) DBYBHY b) KSY .....	106
Şekil A. 29 : TIP3N5T060 a) DBYBHY b) KSY .....	106
Şekil A. 30 : TIP3N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	107
Şekil A. 31 : TIP3N5T100 a) DBYBHY b) KSY .....	107
Şekil A. 32 : TIP3N5T120 a) DBYBHY b) KSY .....	108
Şekil A. 33 : TIP3N8T080 a) DBYBHY b) KSY .....	108
Şekil A. 34 : TIP3N8T100 a) DBYBHY b) KSY .....	109
Şekil A. 35 : TIP3N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	109
Şekil A. 36 : TIP3N8T140 a) DBYBHY b) KSY .....	110
Şekil A. 37 : TIP3N8T160 a) DBYBHY b) KSY .....	110
Şekil A. 38 : TIP4N2T040 a) DBYBHY b) KSY .....	111
Şekil A. 39 : TIP4N2T060 a) DBYBHY b) KSY .....	111
Şekil A. 40 : TIP4N5T060 a) DBYBHY b) KSY .....	112
Şekil A. 41 : TIP4N5T080 a) DBYBHY b) KSY .....	112
Şekil A. 42 : TIP4N5T100 a) DBYBHY b) KSY .....	113
Şekil A. 43 : TIP4N5T120 a) DBYBHY b) KSY .....	113
Şekil A. 44 : TIP4N8T100 a) DBYBHY b) KSY .....	114
Şekil A. 45 : TIP4N8T120 a) DBYBHY b) KSY .....	114
Şekil A. 46 : TIP4N8T140 a) DBYBHY b) KSY .....	115
Şekil A. 47 : TIP4N8T160 a) DBYBHY b) KSY .....	115
Şekil A. 48 : TIP4N8T180 a) DBYBHY b) KSY .....	116

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

Tablo 3.1: Modellemede sınır değerler .....	12
Tablo 3.2: Minimum ve maksimum sabit yükler .....	13
Tablo 3.3: Tüm modellere ait elde edilen periyotlar .....	14
Tablo 3.4 TIP1N5T100 modeline ait yük değerleri.....	16
Tablo 3.5: TIP1N5T100 modeline ait deprem yükleri.....	17
Tablo 3.6: DBYBHY-2007 hasar sınırlarına karşılık gelen şekildeğiştirmeler	25
Tablo 4.1: Kirişler için izin verilen en büyük hasar oranları .....	34
Tablo 4.2: Kolonlar için izin verilen en büyük hasar oranları.....	34
Tablo 4.3: Örnek çerçeveye ait performans seviyesi değerleri .....	35
Tablo 5.1 Spektrum özellikleri .....	40
Tablo 5.2 Yapı davranış türünün belirlenmesi (ATC-40 1996) .....	43
Tablo 5.3 Sönüm düzeltme katsayısı ( $\kappa$ ) (ATC-40 1996).....	43
Tablo 5.4 Minimum $SR_A$ ve $SR_V$ değerleri (ATC-40, 1996).....	45
Tablo 6.1: Tüm modellere ait performans seviye sınırları .....	54
Tablo 6.2: HK yerdeğiştirme kapasitesi.....	59
Tablo 6.3: CG yerdeğiştirme kapasitesi.....	59
Tablo 6.4: GÖ yerdeğiştirme kapasitesi.....	60
Tablo 6.5: Seçilen örnek çerçeveler.....	64
Tablo 6.6: Performans seviyeleri.....	74
Tablo 6.7: Performans Seviyelerini kontrol eden elemanlar .....	77
Tablo 6.8: P <sub>GV1</sub> grubu için tiplerin performans durumu.....	77
Tablo 6.9: P <sub>GV2</sub> grubu için tiplerin performans durumu .....	78
Tablo 6.10: P <sub>GV3</sub> grubu için tiplerin performans durumu.....	78
Tablo 6.11: CG performans hedefini sağlayan betonarme çerçeveler .....	79
Tablo 6.12: Tip ve katlara göre süneklik talepleri.....	81
Tablo 6.13: Tiplere göre maksimum ve minimum süneklik talepleri.....	82
Tablo B. 1: 364 İvme Kaydının Özellikleri.....	117

## SEMBOL LİSTESİ

$A_0$	:	Etkin yer ivmesi katsayısı
$A_c$	:	Beton alanı
$A_{ka}$	:	Zemin kat alanı
$A_{ko}$	:	Zemin katta kolon alanı
$a$	:	Modal ivme
$a_{y1}$	:	Birinci moda ait akma noktası
$C_{R1}$	:	Spektral yerdeğiştirme oranı
$d_1$	:	Birinci moda ait modal yerdeğiştirme
$d_1^{(p)}$	:	Birinci moda ait maksimum modal yerdeğiştirme
$EI_e$	:	Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$EI_0$	:	Çatlamamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
<b>ESDOF</b>	:	Eşdeğer tek serbestlik dereceli sistem
$f_c$	:	Beton dayanımı
$f_{cm}$	:	Mevcut beton dayanımı
$f_{yd}$	:	Donatı çeliği akma dayanımı
<b>G</b>	:	Ölü yük
$h$	:	Kesit boyutu
<b>H</b>	:	Bina yüksekliği
<b>I</b>	:	Yapı önem katsayısı
$L_p$	:	Plastik mafsal boyu
$m$	:	Bina kütlesi
<b>MDOF</b>	:	Çok serbestlik dereceli sistem
$M_y$	:	Akma moment kapasitesi
$N_D$	:	Kolonda oluşan aksenal kuvvet
$n$	:	Hareketli yük azaltma katsayısı
$P_{F1}$	:	Birinci mod katkı çarpanı
<b>PGV</b>	:	Pik yer hızı
<b>Q</b>	:	Hareketli yük
<b>R</b>	:	Taşıyıcı system davranış katsayısı
$S_a$	:	Spektral ivme
$S_{ae1}$	:	Birinci moda ait elastic spectral ivme
$S_{de}$	:	Elastik spektral yerdeğiştirme
$S_{di}$	:	Elastik olmayan yerdeğiştirme talebi
<b>T</b>	:	Çatlamış kesite sahip binanın birinci doğal periyodu
$T_e$	:	Çatlamamış kesite sahip binanın birinci doğal periyodu
$T_A, T_B$	:	Spektrum karakteristik periyotları
<b>V</b>	:	Kesme kuvveti
$V_t$	:	Bina yatay dayanımı
$V_y$	:	Bina akma dayanımı
$V_t/W$	:	Yatay dayanım oranı
<b>W</b>	:	Bina ağırlığı
$w_i$	:	i. katın ağırlığı
$\alpha$	:	Yapı birinci mod kütle katılım oranı
$\varepsilon$	:	Birim şekil değiştirme
$\varepsilon_{cu}$	:	Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi
$\varepsilon_{su}$	:	Donatı azami birim şekil değiştirmesi
$\Delta$	:	Bina çatı yerdeğiştirmesi

$\Delta_u$	:	Bina çatı nihai yerdeğiştirme değeri
$\Delta_y$	:	Bina çatı akma yerdeğiştirme değeri
$\Delta/L$	:	Ötelenme oranı
$\phi_y$	:	Akma eğriliği
$\phi_u$	:	Nihai eğrilik
$\theta_y$	:	Akma dönmesi
$\theta_u$	:	Nihai dönme
$\mu_\Delta$	:	Süneklilik
$\mu$	:	Varyasyon katsayısı

## ÖNSÖZ

Bu çalışmayı bana öneren ve çalışma sırasında bana her açıdan yardımcı olan, değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, danışmanım, değerli hocam Doç. Dr. Şevket Murat ŞENEL' e teşekkür ediyorum.

Mesleki ve akademik alanda hiçbir zaman desteğini esirgemeyen ve her zaman değerli bilgi ve birikimlerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan İnşaat Yüksek Mühendisi Mehmet PALANCI' ya teşekkürü bir borç bilirim.

Mesleki sohbetlerinden haz duyduğum ve desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Ali KALKAN' a teşekkürlerimi sunarım.

Lisans sonrası mesleki hayatımda tanıdığım, deneyimlerini bana aktaran ve her konuda fikir danıştığım İnşaat Mühendisi Şevket ERŞEN'e teşekkür ediyor, BENER inşaata da mesleki desteklerinden dolayı minnettar olduğumu belirtmek istiyorum.

Ayrıca, beni bugünlere getiren ve öğrenim hayatım boyunca her zaman yanımda olan aileme de şükranlarımı sunarım.

Tez çalışmasında gösterdiği sabır ve anlayıştan dolayı eşime teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Konu ve Kapsam

Son yıllarda ülkemizde yaşanan depremler can ve mal kayıplarına sebebiyet vermiştir. Ortaya çıkan kayıpların büyük bir bölümü “düşük ve orta yükseklikteki” binaların oluşturduğu, betonarme yapıların ciddi şekilde hasar görmesi ile olmuştur. (Adalier ve Aydingun, 2001; Doğangün, 2004; Ozcebe, 2004; Sezen ve diğ. 2003; Yakut ve diğ., 2005). Bu durumda mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Mevcut binaların performanslarını belirlemek amacıyla “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, içerisine bir bölüm eklenmiş ve yenilenen yönetmelik Mart 2007 de yürürlüğe girmiştir (DBYBHY-2007, 2007).

Düşük ve orta yükseklikteki binaların deprem performanslarını, bina kapasitesi ve depremin binadan talebi olmak üzere iki başlık altında değerlendirmek gerekmektedir. Deprem talebi Amerika’ da 1990 larda yaşanan yıkıcı depremlerin sonucunda binaların elastik ötesi davranışı ve şekil değiştirme kapasitelerine dikkatleri çekmiştir.

Ülkemizde mevcut bina stokunun büyük bir kısmını 1975 Deprem Yönetmeliği (ABYBHY-1975) dikkate alınarak inşa edilen binalar oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında mevcut betonarme binaları temsil ettiği düşünülen 2, 5 ve 8 katlı çerçeveler kullanılmıştır. Çerçeveler dört farklı taşıyıcı sistem tipine sahiptir ve hazırlanan bütün modellerin ABYBHY-1975 şartları altında tasarımı yapılmıştır. Çerçevelerin tasarımları sırasında önceden belirlenen periyot hedeflerinin tutturulmasına dikkat edilmiştir.

Düşük ve orta yükseklikteki mevcut binaların yatay dayanım ve yer değiştirme kapasiteleri hesaplanmış ve farklı iki yöntem kullanılarak hesaplanan yerdeğiştirme talepleri dikkate alınarak binaların deprem performansları



değerlendirilmiştir. Söz konusu değerlendirmeler yapılırken, farklı periyot ve taşıyıcı sistem tiplerine sahip binalardan elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

## 1.2 Tezin Amacı

Yapılan çalışmanın amacı, ülkemiz betonarme yapı stoğunun büyük kısmını oluşturan düşük ve orta yükseklikteki betonarme binaların deprem performanslarını, doğrusal olmayan hesap yöntemlerini kullanarak araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda mevcut betonarme bina stoğumuzu temsil eden 2 boyutlu çerçeve modelleri hazırlanmış ve bu modellerin doğrusal olmayan analizleri yapılarak deprem performansları belirlenmiştir. Periyot, yatay dayanım oranı gibi yapısal parametreler ile farklı taşıyıcı sistem konfigürasyonlarının performans üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Deprem performansının ilişkili olduğu yapı parametrelerinin ortaya konması amaçlanmıştır.

Ülkemizde yapılan çeşitli deprem senaryosu ve hasar tahmin çalışmalarında farklı ülkeler için geliştirilen yöntemler kullanılabilir (HAZUS, 1999; JICA, 2000). Bu metotlarla yapılan kapasite tahminlerinin ülkemiz yapılarına uygun olmadığı yönünde görüşler bulunmaktadır (Akkar ve diğ., 2005; Erberik, 2008; Inel ve diğ., 2008). Ülkemizdeki mevcut binalar dikkate alınarak yapılan bu çalışma ile kendi yapı stoğumuza uygun hasar değerlendirmeleri yapılmasına katkıda bulunulmuştur.

Mevcut binaları temsil eden çerçeve modellerinin dayanım, rijitlik ve süneklik kapasiteleri göz önünde bulundurulmuş ve yapısal parametreler ile deprem performansı arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Böylelikle hangi yapısal parametrenin bina performansı üzerinde daha etkili olduğu farklı seviyelerdeki deprem talepleri göz önüne alınarak irdelenmiştir.

Bu türden bir çalışmanın mevcut deprem yönetmeliği ile ilgili bilimsel çalışmaların zenginleştirilmesine ve bu yönetmeliğin değerlendirilmesi çalışmalarına katkı sağlanması hedeflenmiştir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Doğrusal olmayan statik itme analizi (pushover) gelişimi ile ilgili daha önceden yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Geçmişte yapılara ait doğrusal olmayan davranışların tespiti neredeyse imkânsızdı. Çünkü kullanılan diferansiyel bağıntıların sonlu elemanlar yöntemi ile çözülmesi oldukça uzun matematiksel işlemler gerektiriyor ve o dönemdeki bilgisayar teknolojisinin günümüzdeki kadar gelişmemiş olmasından dolayı çözümlenemiyordu. Doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin yaygın olarak kullanılması, son yıllarda bilgisayarların hesaplama hızlarının artmasıyla doğru orantılı olarak artmıştır. Doğrusal olmayan dinamik analizlerden elde edilen verilerin fazla olması söz konusu verilerin değerlendirilmesini güçleştirmektedir. Bu durum doğrusal olmayan statik analizlerin daha çok tercih edilmesine yol açmıştır. Doğrusal olmayan statik hesap yöntemleri temel olarak, yapının yatay yük taşıma kapasitesini ifade eden kapasite eğrisinin belirlenmesini, bu eğriden yararlanarak göz önüne alınan deprem için yapının elastik olmayan maksimum deplasmanının yani deplasman talebinin hesaplanmasını ve bu deplasman değerine kadar statik olarak itilmiş bir yapının performansının belirlenmesini içermektedir (Özer, 2006). Doğrusal olmayan yapı analiz ve tasarım yöntemleri hakkında özellikle son yıllarda önemli adımlar atılmış olmasına rağmen konunun gelişme ve ilerleme süreci günümüzde de devam etmektedir.

Doğrusal olmayan statik analizlerin uygulanabilmesi için çok serbestlik dereceli yapı sistemlerinin, tek serbestlik dereceli sistemlere indirgenmesine ihtiyaç vardır. Bu tek serbestlik dereceli sistem, çok serbestlik dereceli sistemin genel tepki karakteristiklerini tam olarak temsil edebilmelidir. Tek serbestlik dereceli sistemlerin deprem simülatörleri ile yapılan testleri sonucunda, rijitliği azaltılmış ve sünekliği artırılmış elastik bir tek dereceli sistem kullanılması ile sistemlerin elastik olmayan davranışlarının tanımlanmasının mümkün olduğu gösterilmiştir (Gülkan ve Sözen, 1974). Gülkan ve Sözen'in yöntemi daha sonraları Shibata ve Sözen (1976) tarafından geliştirilmiş ve çok serbestlik dereceli yapılar için Substitute - Structure Metodu önerilmiştir. Bu metod; betonarme çerçeveli yapılar için tasarım

kuvvetlerinin, tasarım spektrumu ile ifade edilen deprem enerjisi ve cinsine bağı olarak belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu yöntem aslında bir analiz yönteminden çok bir tasarım yöntemidir. Konusu ise yapı bileşenlerinin, izin verilen en büyük tepki deplasmanı değerini aşmadan gösterebilecekleri en kritik dayanımı bulmaktır. Bu yöntem daha sonra Priestley ve Kowalsky (2000) ve Priestley (1993; 2003) tarafından Doğrudan Deplasmana Dayalı Tasarım Yaklaşımı'nın geliştirilmesinde kullanılmıştır.

Saiidi ve Sözen (1981) tarafından Q modeli önerilmiştir. Bu yöntemde yapının her bir elemanındaki moment-eğrilik ilişkisinin, günümüzde kullanılan taban kesme kuvvetinin aksine yüksek serbestlik dereceli sistemlerin çatı deplasmanı-moment eğrisinden türetilbileceği gösterilmektedir. Bu eğri, tek serbestlik dereceli bir sistemin kuvvet deplasman karakteristiklerinden türetilen bir eğri ile temsil edilmektedir. Daha sonra Fajfar ve Fischinger (1988) Q modeline farklı bir yorum getirerek N2 Yöntemi'ni önermiştir. N2 yöntemi yapıların sismik analizi için yaklaşık ve basit bir elastik ötesi hesap yöntemidir. Burada N, doğrusal olmayan analizi; 2 ise iki matematiksel model olduğunu ifade eder. Bu yöntem çok serbestlik dereceli modellerde kullanılan Statik İtme (Pushover) analizi ile eşdeğer tek serbestlik dereceli modellerde kullanılan tepki spektrumu analizini birleştirmektedir.

Kapasite Spektrum Yöntemi ilk kez Puget Boğazı Askeri Tersanesindeki pilot sismik risk projesi için hızlı bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılmıştır (Freeman, 2005). Kapasite Spektrumu Yöntemi yapının yer hareketlerinin neden olduğu etkilere gösterdiği tepki yeteneğinin belirlenmesinde ve yapının performans tahmininde kullanılan bir elastik ötesi analiz yöntemidir. Yöntem kısaca; incelenecek binanın Kuvvet-Deplasman veya İvme-Deplasman eğrisinin hesabı ile talep spektrumuyla mukayesesini içermektedir (Mahaney ve ark., 1993). Daha sonra bazı çalışmalarda ise yüksek mod etkilerinin hesaplanması amacıyla basit bir Çoklu Modal Statik itme (Pushover) prosedürünün kullanılması önerilmiştir (Paret ve diğ, 1996; Sasaki ve diğ, 1998). Ayrıca, Chopra ve Goel (2001), bir Modal Pushover Analizi tekniği ortaya koymuştur.

Yakın zamanda, Artımsal Talep Spektrumu Analizi olarak bilinen; çatı deplasmanı, kat ötelenmeleri, plastik mafsallı dönmeleri gibi ana inelastik tepki niceliklerini daha doğru olarak hesaplayabilen ve birçok alternatif Statik İtme

(Pushover) analizi yönteminin gelişmesine katkı sağlayan bir yöntem, Aydınöğlu (2003) tarafından ortaya konmuştur. Bu yöntemin ardındaki ana fikir Gupta ve Kunnath (2000) tarafından geliştirilen prosedürün bir uygulamasıdır. Önerilen yöntem, modal histerik eğrisinin idealize edilmiş kısmında tanımlanan modal kapasite diyagramının yaklaşık olarak geliştirilmesine dayanmaktadır. Modal kapasite diyagramlarını kullanarak, doğrusal olmayan yerdeğıştirme talebinin belirlenmesinde kullanılır.

Doğrusal olmayan statik itme analizi (Pushover) hâlâ tartışmalara konu olmasına rağmen yakın zamanda en çok kullanılan analiz yöntemidir. Bu analiz yöntemi kullanılarak akademik çalışmalar devam etmektedir. Yukarıda çeşitli yöntemlerin gelişimi vurgulanmıştır. Konunun pratikteki hali aşağıda yapılan çalışmalar ile devam etmektedir.

Akkar vd., az ve orta katlı çerçeve taşıyıcı sisteme sahip betonarme yapılar için hasar görebilirlik bağıntıları önermişlerdir (Akkar vd 2005). Çalışmada 2 ve 5 kat arasında değışen 32 adet betonarme bina kullanılmıştır. Doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile kapasite eğrileri elde edilmiş. Yapıların akma ve göçme anındaki ötelenmeleri ve görelî ötelenmelerinin ortalama değerleri verilmiştir.

Kırçıl ve Polat 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarladıkları orta katlı betonarme yapılar için hasar görebilirlik analizi yapmışlardır (Kırçıl ve Polat 2006). Seçilen bir kalıp planı için 3, 5 ve 7 katlı üç adet yapı 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanmıştır. Bu yapılarda S420 ve S220 olmak üzere iki farklı donatı durumu dikkate alınarak iki asal ekseninde 12 adet kapasite eğrisi elde edilmiştir. Bu eğriler kullanılarak spektral ivme, spektral yer değıştirme ve maksimum yer ivmesi ile akma ve göçme durumları arasındaki ilişki belirlenmiştir.

İnel vd., Türkiye'de geçmiş depremlerde yaşanan bina hasarlarında malzeme ve yapısal düzensizlik etkilerinin değerlendirildiği bir çalışma yapmışlardır (İnel vd 2007). Bu amaçla yapı stoğunu yansıtmak üzere 1975 Afet Yönetmeliği'ne göre tasarlanan 4 ve 7 katlı iki adet yapının farklı yanal donatı ve malzeme özelliklerini yansıtan, farklı düzensizliklere sahip (yumuşak kat, kısa kolon, kapalı çıkma) olan ve olmayan binaların doğrusal olmayan statik analiz ile kapasite eğrilerini elde etmişlerdir. Toplam 88 adet kapasite eğrisi ve bu eğriler kullanılarak 37 adet

depremden elde edilen 1628 deprem talebini kullanarak yapı stoğu üzerine değerlendirmeler yapmışlardır.

Özmen, hızlı değerlendirme yöntemlerinde kullanılan parametrelerin yapı performansı üzerindeki etkilerini incelediği çalışmasında (Özmen 2005) düşük ve orta yükseklikteki binaları doğrusal olmayan statik ve doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemleriyle incelemiştir.

Girgin vd., yaptığı çalışmada, düzenli betonarme yapı sistemlerini temsil edecek şekilde seçilen, farklı kat sayılarına sahip çerçeve ve perde-ereve türü taşıyıcı sistemi olan binalar ele alan bir çalışma yapmışır. Bu binalar için DBYBHY-2007 ve FEMA440 da tanımlanan performans noktası belirleme yaklaşımları kullanılarak bulunan deprem talepleri, Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz ile elde edilen deprem talepleriyle karşılaştırılmışır. Bu talepler arasında tepe yerdeğiştirmesi, taban kesme kuvveti, görelî kat ötelemeleri bulunmaktadır. İncelenen sistemlerde, DBYBHY2007 ile belirlenen taleplerin zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz sonuçlarına daha yakın olduğu gözlenmiştir (Girgin ve diğ. 2012).

### **3. BETONARME ÇERÇEVELERİN TASARIMI**

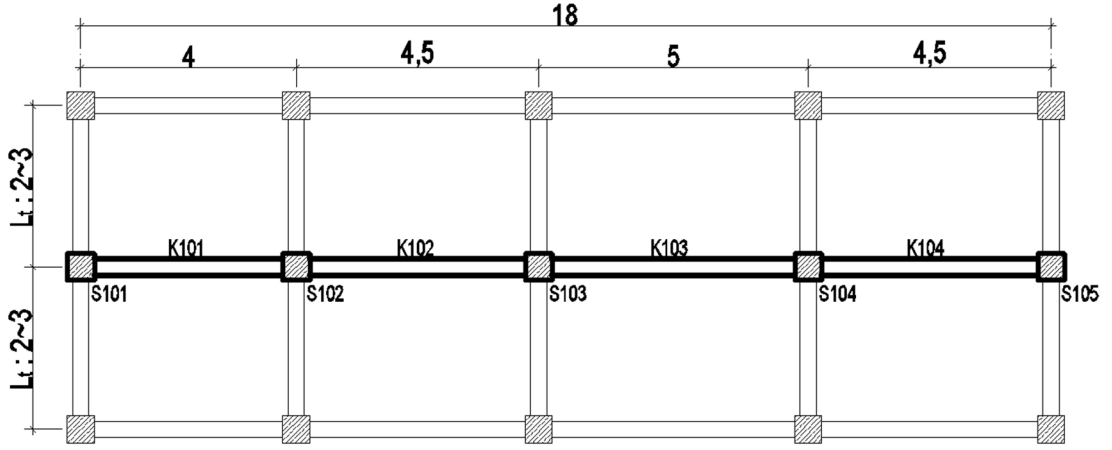
#### **3.1 Genel**

Çalışma kapsamında mevcut betonarme binaları temsil eden çerçevelerin geometrik şekilleri oluşturulmuştur. Oluşturan modellerin belli bir periyot hedefi yakalama amacı ile tasarımları gerçekleştirilmiştir. Söz konusu modeller mevcut binaları temsil ettiği 1975 tarihli Afet Yönetmeliği (ABYBHY-1975) dikkate alınarak tasarlanmıştır. Modellemeler Sap2000 (Sap2000, CSI) yapısal analiz programında yapılmıştır. Çalışmada tersten bir gidişat vardır. Modeller önce periyot hedefi yakalanmış daha sonra betonarme hesapları yapılarak, tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Betonarme çerçeveler orta ve düşük katlıları temsilen 2, 5 ve 8 katlı olmak üzere oluşturulmuştur. Söz konusu çerçeveler dört farklı tipe sahiptir. Böylelikle 12 tane birbirinden farklı model elde edilmiştir.

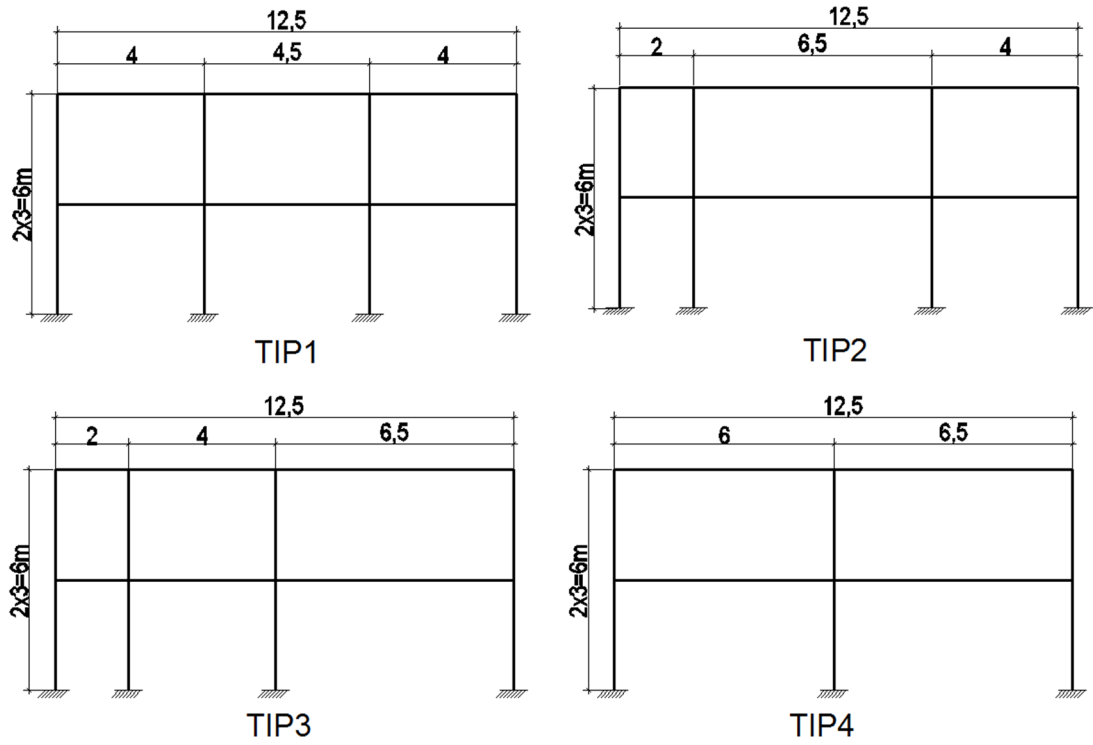
#### **3.2 Çerçeve Modelleri**

Çalışma kapsamında oluşturulan farklı kat sayılarına ve açıklıklara sahip çerçevelerin çeşitliliği daha da arttırılabilir. Ancak bu durumun bir sınırı olmadığı gibi elde edilen sonuçların değerlendirilmesi aşamasında sorun çıkaracağı düşünülmüştür. Betonarme çerçeve modelleri hazırlanırken üç akstan oluşan çerçeve sisteminin ortasındaki aks göz önüne alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Şekil 3.1' de görüldüğü üzere çerçeveye komşu her iki çerçevenin eşit uzaklıkta olduğu görülmektedir. Çalışma boyunca bu mesafe  $L_t$  olarak anılacaktır. Şekil 3.1' deki planının TİP1 beş katlı bir çerçeveye aittir.  $L_t$  önemi bu bölümde açıklanacaktır.



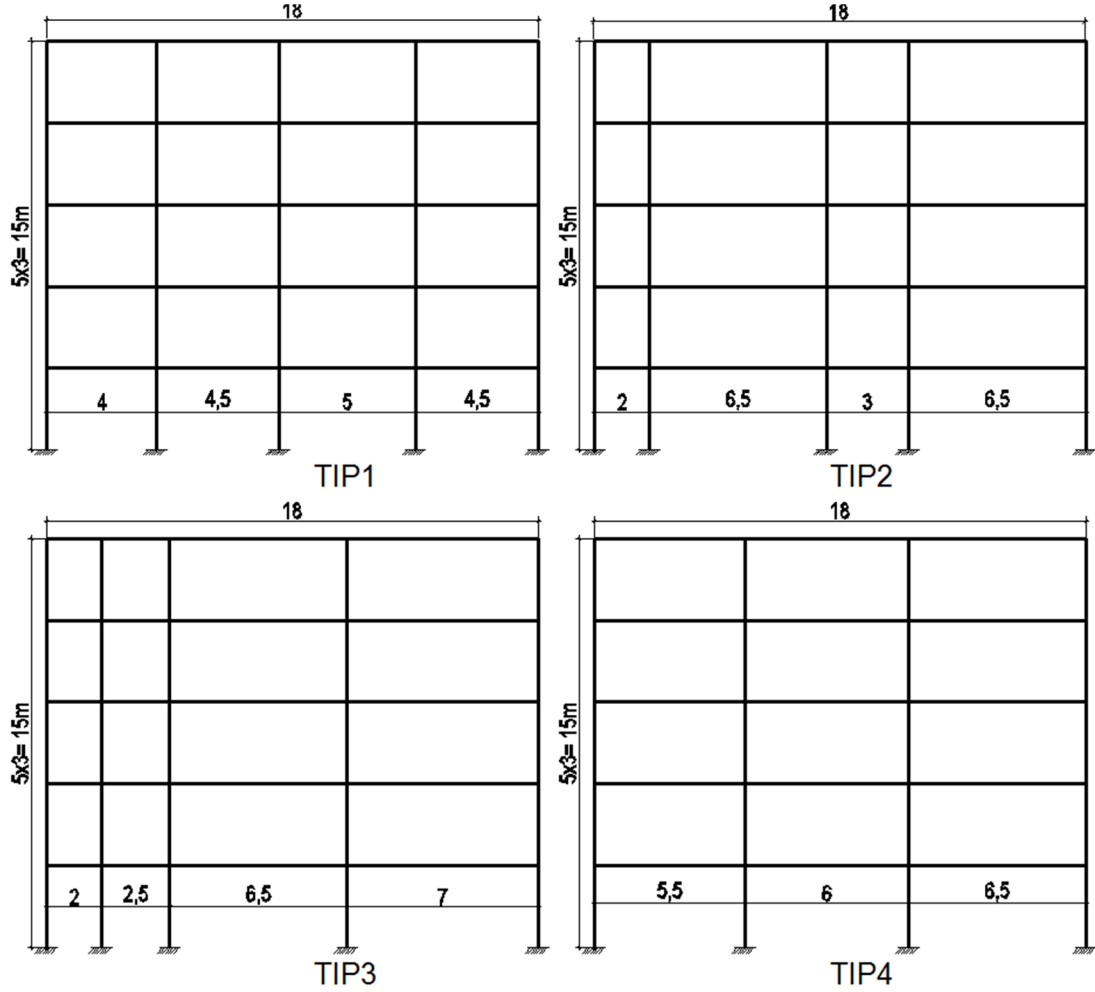
Şekil 3.1: Seçilen çerçevenin plan görünüşü

Farklı kat sayılarına sahip çerçevelerin açıklık mesafeleri değiştirilerek hazırlanan dört ayrı tip taşıyıcı sistem modeli oluşturulmuştur. 2 katlı binaları temsil eden 4 ayrı taşıyıcı sistem Şekil 3.2’ de görülmektedir. İki katlıların geometrik şekilleri incelendiğinde toplam çerçeve açıklığı 12,50m’ dir. TIP1, TIP2 ve TIP3 çerçeveleri üç açıklığa sahip iken TIP4 çerçevesi iki açıklığa sahiptir. Kolonlar arası mesafeler şekil üzerinde gösterilmiştir ve en büyük kiriş uzunluğu 6,50m’ dir.



Şekil 3.2: İki katlı çerçeve modelleri

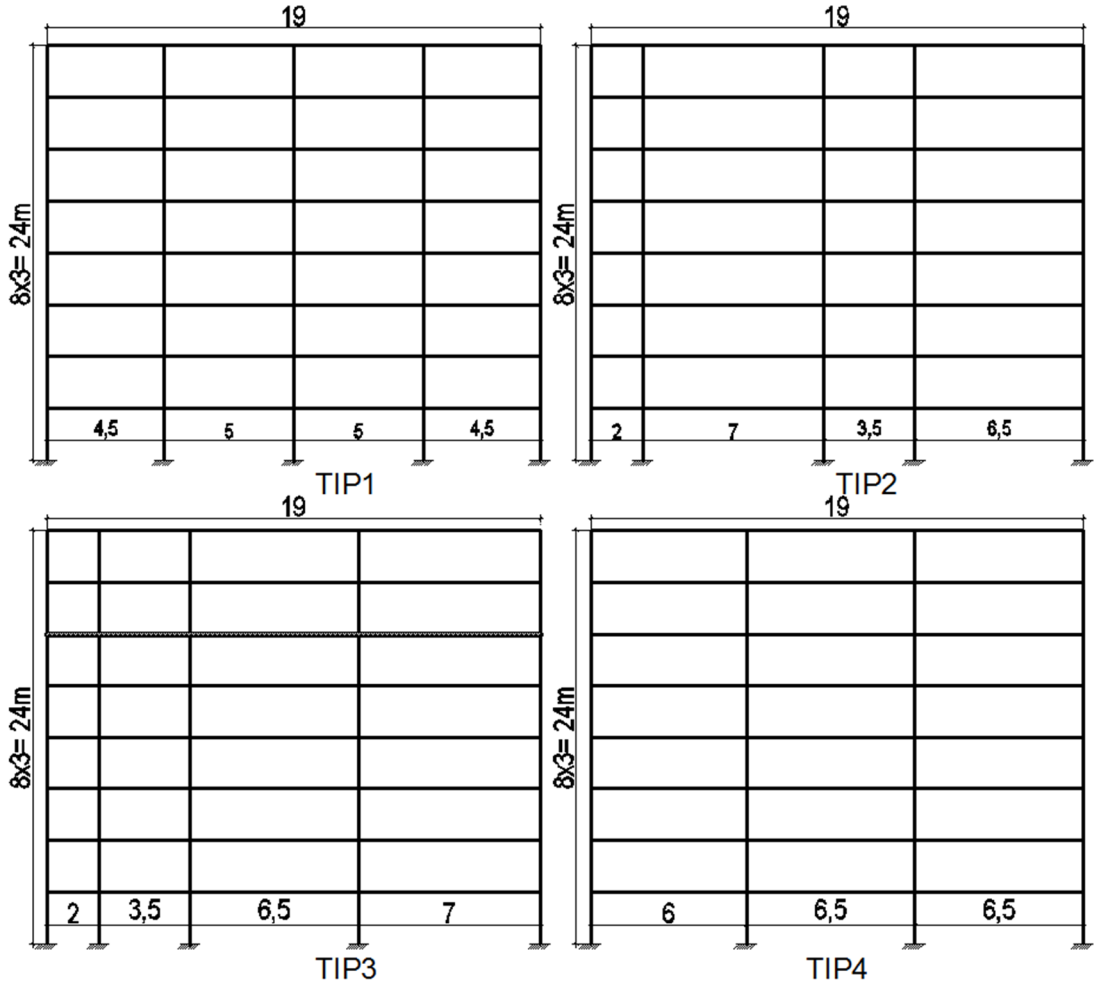
Beş katlı modelleri temsil eden taşıyıcı sistem tipleri Şekil 3.3’ te gösterilmiştir. Beş katlı modellerde de dört ayrı tip bulunmaktadır ve toplam çerçeve uzunluğu 18m’dir. TIP4 çerçevesi üç açıklık olmak üzere, diğerleri dört açıklıktan oluşmaktadır. Mesafeler şekilde görülmektedir. Beş katlı modellerde de kat yüksekliği 3m olarak sabit alınmıştır. En büyük kiriş açıklığı 7m ile TIP3’tedir. TIP2 ve TIP3’ te 2m uzunluğunda kısa kirişler bulunmaktadır.



Şekil 3.3: Beş katlı çerçeve modelleri

Şekil 3.4’de sekiz katlı çerçeve modellerini temsil eden taşıyıcı sistem tipleri gösterilmiştir. Diğer iki ve beş katlı modellerde olduğu gibi sekiz katlı modeller de dört ayrı tipten oluşmaktadır. TIP4 modeli üç açıklık diğer tüm modeller dört açıklıktan ibarettir. Kat yüksekliği sabit olup, 3m’dir. Toplam çerçeve uzunluğu 19m’dir. En büyük kiriş açıklığı ise 7m’dir. TIP2 ve TIP3 modellerinde 2m uzunluğunda kısa kirişler bulunmaktadır.





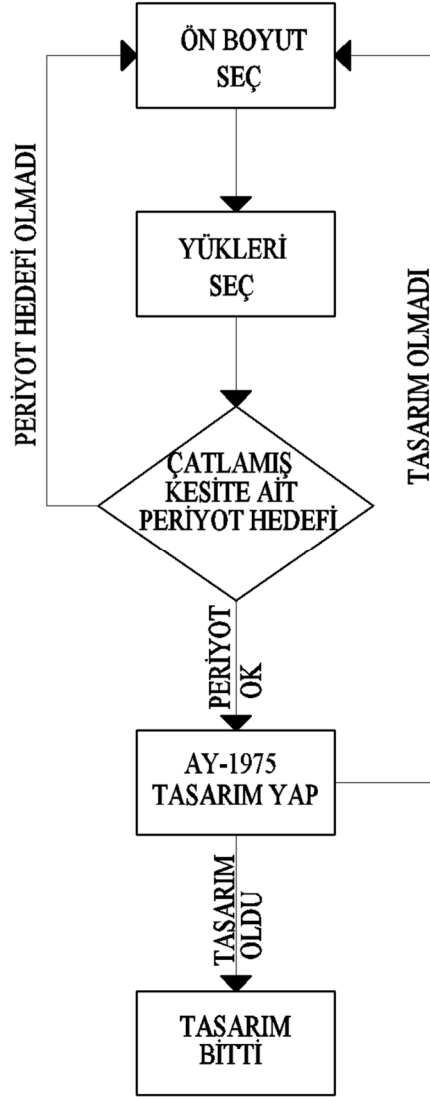
Şekil 3.4: Sekiz katlı çerçeve modelleri

Çalışma kapsamında modeller belli bir sistematığe göre isimlendirilmiştir. Bu isim tarifi; öncelikle modelin tipi, kat sayısı ve periyodu şeklinde yapılmıştır. Örnek olarak TIP3N5T120 modeli; Tip3, çerçevenin taşıyıcı sistem tipini ifade etmektedir.. N5 ifadesi kat sayısını, T120 ise bina periyodunun (T) 1.20 saniye olduğunu belirtmektedir.

### 3.3 Doğrusal Modelleme

Betonarme çerçeveler çalışma kapsamında iki aşamada modellenmiştir. İlk aşamada doğrusal analiz yöntemi kullanılarak ve binanın elastik periyodu esas alınarak yapı elemanlarının akmadan tasarıma esas yatay dayanım talebi belirlenmiş ve binanın tasarımı buna göre yapılmıştır. İkinci aşamada ise çerçevelerin doğrusal

olmayan taşıyıcı sistem modelleri hazırlanmıştır. İlk aşama olan doğrusal modelleme safhasında takip edilen yöntem özet olarak Şekil 3.5' te görülebilir.



Şekil 3.5: Doğrusal modelleme algoritması

Şekil 3.5' te verilen işlem adımlarını biraz daha açarsak;

1. Adımda kıstasları önceden belirlenmiş olan eleman boyutları seçilerek ön boyutlama işlemi gerçekleştirilir.
2. Adımda yükler minimum değerden başlanarak çerçeveye atanır. Hedeflenen periyodun altında bir değer ise artırılır tersi durumda ise eleman boyutları tekrardan değiştirilir.
3. Adımda her yük değeri için kolonlarda çatlama kesit rijitliği değişmektedir. Kirişlerde ise bu oran sabittir.

4. Yüklere ve eleman boyutları olan model analiz edilir. Periyot sağlanmış olur.

5. Elimizde hazır olan modelin tasarımını gerçekleştirmek açısından çatlama kesit rijitliği kullanılır.

6. Deprem yükleri ABYBHY-1975 koşulları altında hesap edilir. Deprem yükleri modele etkittirilir.

7. Kolon ve kirişlere ait tasarım betonarme hesaplar gerçekleşir. Göreli kat ötelenmeleri kontrolü yapılır. Böylece periyodu belli olan bir model hazırlanmış olmaktadır.

### 3.3.1 Tasarım Kriterleri

Doğrusal modellemenin bir aşaması olan periyodun tutturulmasında çeşitli sınır değerler göz önüne alınmıştır. Söz konusu değerler Tablo 3.1’ de görülmektedir.

Periyot kısaca kütle ve rijitliğin bir fonksiyonu olmasından dolayı, kütleli temsil eden yükler ve rijitliği temsil eden taşıyıcı eleman boyutları yönetmeliklere uygun alınmıştır.

Tablo 3.1: Modellemede sınır değerler

Kıstaslar	Minimum	Maksimum
$G_{döş}$ (kg/m <sup>2</sup> )	404	707
$Q_{döş}$ (kg/m <sup>2</sup> )	200	500
$Q_{çatı}$ (kg/m <sup>2</sup> )	150	150
$L_t$ (m)	2	3
$G_{dışduvar}$ (kg/m)	750	750
$G_{içduvar}$ (kg/m)	300	300
Kolon Boyutları	25/25	$B/H \leq 3$
Kiriş Boyutları	25/50	30/60

Sabit yüklerin minimum ve maksimum değerleri çalışmalar sonucu elde edilmiştir. Bunun için mevcut mimari projeler incelenmiş ve uygulamadan kaynaklanabilecek farklı değerleri yansıtabilecek şekilde hesaplamalar yapılmıştır (Tablo 3.2).

Tablo 3.2: Minimum ve maksimum sabit yükler

Minimum Döşeme Yükleri				Maksimum Döşeme Yükleri			
Malzeme	B.H.A(t/m <sup>3</sup> )	Kalınlık(m)	Ağırlık(ton)	Malzeme	B.H.A(t/m <sup>3</sup> )	Kalınlık(m)	Ağırlık(ton)
Döşeme Betonu	2.5	0.1	0.25	Döşeme Betonu	2.5	0.15	0.375
Sıva	2.2	0.02	0.044	Sıva	2.2	0.04	0.088
Tesviye	2	0.025	0.05	Tesviye	2	0.06	0.12
Kaplama harcı	2.2	0.02	0.044	Kaplama harcı	2.2	0.05	0.11
Kaplama	1.6	0.01	0.016	Kaplama	2	0.01	0.02
Toplam			0.404	Toplam			0.707

Tabloda minimum döşeme betonu kalınlığı 10cm, maksimum 15cm alınmıştır. Kaplama ağırlığının en küçük değeri için parke, en büyük değeri için ise seramik göz önüne alınmıştır..

Kolon ve kiriş boyutları belirlenirken ABYBHY-1975 minimum koşullarına uyulmuştur. Çerçeve davranışından uzaklaşmamak için kolon kesitlerinin yükseklik/genişlik oranlarının 3'ten küçük olmasına özen gösterilmiştir.

Zemin sınıfı Z3 alınmış ve yapıların 1. Derece deprem bölgesinde olduğu kabul edilmiştir. Malzeme özellikleri olarak C16 beton ve S220 (BÇI) sınıfı donatı kullanılmıştır.

Ayrıca ABYBHY-1975 te bir kıstasta görelî kat ötelenmeleri ile ilgilidir. Görelî kat ötelenmelerinin kat yüksekliğine oranları ( $\Delta/h_i$ ) 0.0025' ten küçük olması istenmektedir. Bu durum yumuşak kat olmaması için önemlidir.

### 3.3.1.1 Periyot Hedefi

Periyot kütle ve rijitliğe doğrudan bağlı olması hasebiyle binayı temsil eden önemli bir parametredir. Periyot hedefleri deneme yanılma yolu ile tutturulmuştur.

Periyotlar deneme yanılma sonucu elde edildiğinden dolayı bu çalışmanın en zaman alıcı kısmıdır. Oluşturulan modellere ait elde edilen periyotlar Tablo 3.3'te gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde her kat ve her tip için istenilen bütün periyot hedeflerine ulaşılmadığı ortadadır. Örneğin 8 katlı modellerde en fazla 1.80s periyoduna çıkılabilmektedir.

Tablo 3.3: Tüm modellere ait elde edilen periyotlar

TİP	PERİYOT(s)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
	KAT(N)									
TİP1	2	✓	✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8				✓	✓	✓	✓	✓	✓
TİP2	2	✓	✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8				✓	✓	✓	✓	✓	
TİP3	2	✓	✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8				✓	✓	✓	✓	✓	
TİP4	2		✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8					✓	✓	✓	✓	✓

Aslında bağıntı (3.1)' e bakıldığında teorik olarak istenilen bütün periyot hedeflerine ulaşılabilceği düşünülebilir. Ancak betonarme çerçeve modelleri belli bir tasarım kriteri altında gerçekleştiğinden dolayı bu mümkün olmamaktadır. Yani durumu kısıtlayan betonarme tasarım kurallarıdır.

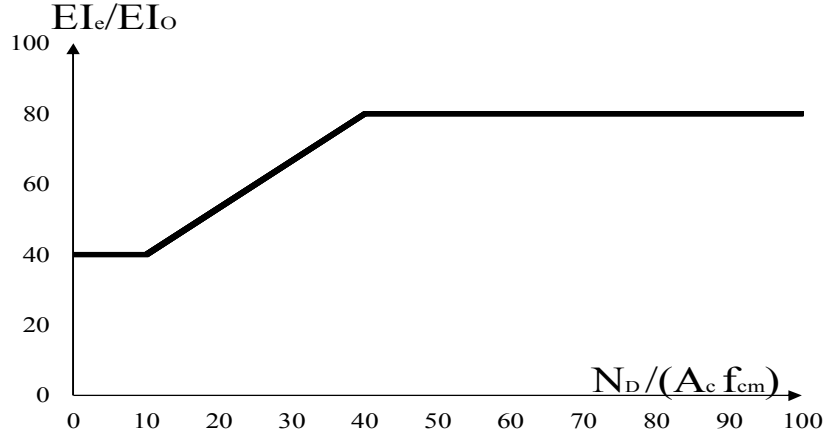
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3.1)$$

Denklem (3.1)'de “m” yapının sismik kütleini, “k” ise rijitliği ifade etmektedir. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007 (DBYBHY-2007) denklem 2.6' da ifade edilen sismik kütleyle karşılık gelen bina ağırlığı denklem (3.2)' de gösterilmiştir. Eşitlikte yer alan “n” ifadesi konut türü yapılar için 0.30 olarak anılmaktadır. Bu çalışma kapsamında yönetmeliğin bu koşulu göz önüne alınmıştır.

$$W = G + nQ \quad (3.2)$$

Kütlenin içinde döşeme öz yükü, döşeme hareketli yükü, dış duvar yükü, iç duvar yükü, çatı hareketli yükü yer almaktadır. Bunlardan duvar ve çatı hareketli yükü hariç gerisi değişken olarak düşünülmüştür. Bu değişkenlere getirilen sınırlamalarda gerçek durumu yansıtmaktadır. İki katlı Tip1, Tip2 ve Tip3 modellerinde 25 tane yük çeşidi varken Tip4 modelinde bu sayı 19'a düşmektedir. Bunun sebebi Tip4 modeli diğer modellere göre bir açıklık eksik olmasıdır.

Doğrusal olmayan analizler sırasında yapı elemanlarına ait (kolon, kiriş) çatlama kesit rijitlikleri kullanılmıştır. Çatlama kesit rijitlikleri DBYBHY-2007 hükümlerince elde edilmiştir. Söz konusu çatlama kesit rijitliği kirişler için  $0.4(EI)_o$  iken kolonlarda ve perdelerde bu durum eksenel yük seviyesine bağlı olarak değişmekte olup aşağıda Şekil 3.6’ da gösterilen grafik kolonlar ve perdeler için geçerlidir.



Şekil 3.6: Kolonlara ait çatlama kesit rijitliği

Şekil 3.6 incelendiğinde; kolon ve perdelerde,  $N_D / (A_c \cdot f_{cm}) \leq 0.10$  olması durumunda;  $(EI)_e = 0.40(EI)_o$ ,  $N_D / (A_c \cdot f_{cm}) \geq 0.40$  olması durumunda;  $(EI)_e = 0.80(EI)_o$  olarak tanımlanır. Görüldüğü üzere çatlama kesit rijitlikleri kirişlerde sabit bir oranda iken kolonlarda ve perdelerde eksenel yük seviyesi ile artmaktadır. Yük seviyesi arttıkça çatlama kesit rijitliği artmakta, tersi durumda da azalmaktadır.

### 3.3.1.2 Deprem Yüğü

Taşıyıcı elemanların tasarımında önemli etkiye sahip olan deprem kuvveti, ABYBHY-1975 Bölüm 13’te yer alan esaslara göre hesaplanmıştır. Aşağıda eşitlik (3.3)-(3.9)’a kadar ABYBHY-1975’te yer alan eşdeğer statik deprem yükü hesabını göstermektedir. Denklem (3.4)’te yer alan  $C_o$  deprem bölge katsayısı olup, çalışma kapsamında birinci dereceden deprem bölgeleri için 0.1 olarak alınmıştır. Zemin hakim periyodu olan ( $T_o$ ) Z3 zeminler için 0.60 saniye, bina önem katsayısı (I) 1.0 ve hareketli yük katılım katsayısı konut tipi yapılar için 0.30 olarak hesaplamalarda kullanılmıştır. Yatay yükün katlara dağıtılması ile ilgili denklem (3.8) kullanılırken,

son kata etki ettirilecek deprem kuvveti ise (3.9)'da yer alan eşitlik ile hesaplanmıştır. Aşağıda yer alan eşitlikler ABYBHY-1975'te açıklamaları ile beraber yer almaktadır. Burada özet şeklinde verilmeye çalışılmıştır.

$$F = C * W \quad (3.3)$$

$$C = C_o * K * S * I \quad (3.4)$$

$$S = \frac{1}{|0.8 + T - T_o|} \quad (3.5)$$

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.6)$$

$$w_i = G_i + n * Q_i \quad (3.7)$$

$$F_i = (F - F_t) \frac{w_i * h_i}{\sum w_i * h_i} \quad (3.8)$$

$$F_t = 0.004 * F * \left( \frac{H}{D} \right)^2 \quad (3.9)$$

Deprem kuvvetinin belirlenmesinden sonra hangi yük kombinasyonlarında yer alacağı, eleman tasarımları açısından önemlidir. Bilindiği üzere eleman tasarımı bir tane kombinasyon için yapılmaz, çeşitli yük kombinasyonlarında değişik sonuçlar elde etmek mümkündür. Çalışma kapsamında G+0.3Q, 1.4G+1.6Q, G+Q-E, G+Q+E, 0.9G-E ve 0.9G+E kombinasyonları göz önüne alınarak çerçevelerin tasarımı yapılmıştır. Görüldüğü üzere ilk iki kombinasyonda deprem etkileri yokken sonraki dört kombinasyon deprem kuvvetini içermektedir.

### 3.3.1.3 Tipik Çerçeve Tasarımı

Tasarım sırasında takip edilen yolu göstermek için TIP1N5T100 modeli örnek olarak seçilmiştir. Söz konusu model elde edilirken kullanılan yük değerleri Tablo 3.4'te görülmektedir.

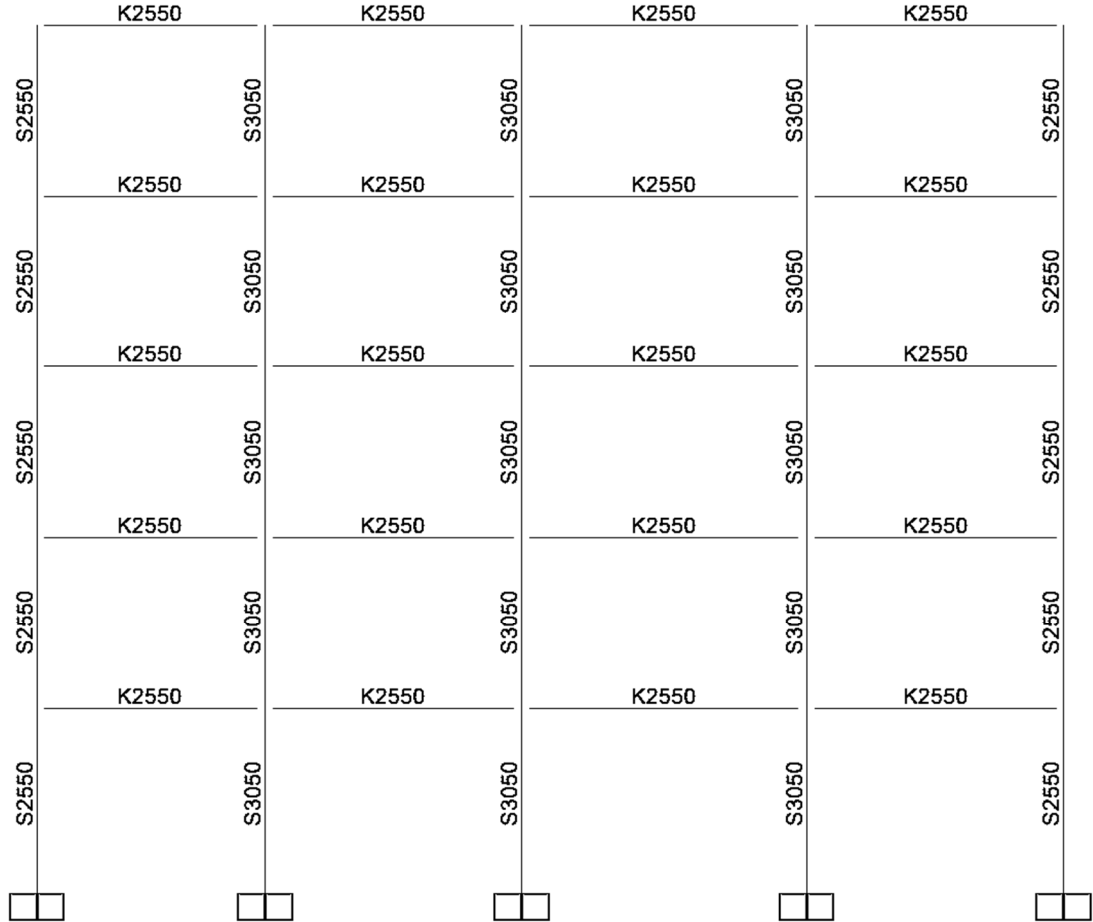
Tablo 3.4 TIP1N5T100 modeline ait yük değerleri

Lt (m)	Gdöş (t/m <sup>2</sup> )	Qdöş (t/m <sup>2</sup> )
2.85	0.404	0.20

Tablo 3.5: TIP1N5T100 modeline ait deprem yükleri

Kat	W <sub>i</sub> (ton)	H <sub>i</sub> (m)	W <sub>i</sub> *H <sub>i</sub>	$F_{fi} = \frac{W_i * H_i}{\sum(W_i * H_i)}$	F <sub>i</sub> =(F-F <sub>t</sub> )*F <sub>fi</sub>
				$\sum(W_i * H_i)$	
1	56.14	3	168.41	0.07	1.93
2	56.14	6	336.81	0.14	3.86
3	56.14	9	505.22	0.22	5.78
4	56.14	12	673.63	0.29	7.71
5	43.29	15	649.35	0.28	7.51
$\Sigma$	<b>267.83</b>		<b>2333.42</b>	<b>1</b>	<b>26.78</b>

Kat seviyesinden etki eden deprem yüklerine ait değerler ton cinsinden Tablo 3.5'te görülmektedir. Görüldüğü gibi deprem yükü yapı ağırlığının %10'u kadardır. Deprem yükleri ve düşey yükler altında gerçekleştirilen tasarım Şekil 3.7' de gösterilmiştir.



Şekil 3.7: TIP1N5T100 modeli eleman boyutları



### 3.4 Doğrusal Olmayan Modelleme

Betonarme elemanlardan oluşan yapı sistemlerinin, deprem etkilerine karşı koyabilmesi için doğrusal davranışının yanı sıra doğrusal ötesi davranışından da yararlanması gerekmektedir. Tasarım açısından bakıldığında, bina büyük bir kuvvete sadece doğrusal davranış göstererek cevap verebilecek şekilde tasarlanabilir. Ancak bu çözümün ekonomik olmayacağı açıkça ortadır. İstenilen durum ise binaların doğrusal ötesi yerdeğiştirmeler yaparak hasar görmesi ve bu sayede depremin enerjisini sönmüleyebilmesidir. Bu sönmü miktarı sünek bir davranış durumunda elastik sönmüme göre çok daha fazladır.

Yapı sistemlerinin dış yükler altındaki davranışlarının doğrusal olmaması genel olarak iki sebepten kaynaklanmaktadır:

1-) Malzemenin doğrusal-elastik olmaması nedeniyle, gerilme-şekildeğiştirme ( $\sigma$ - $\epsilon$ ) bağıntılarının doğrusal olmaması

2-) Geometri değişimleri nedeniyle denge denklemlerinin doğrusal olmaması

Doğrusal olmayan davranışı plastik mafsal kavramı ile açıklanabilir.

#### 3.4.1 Plastik Mafsal Kavramı

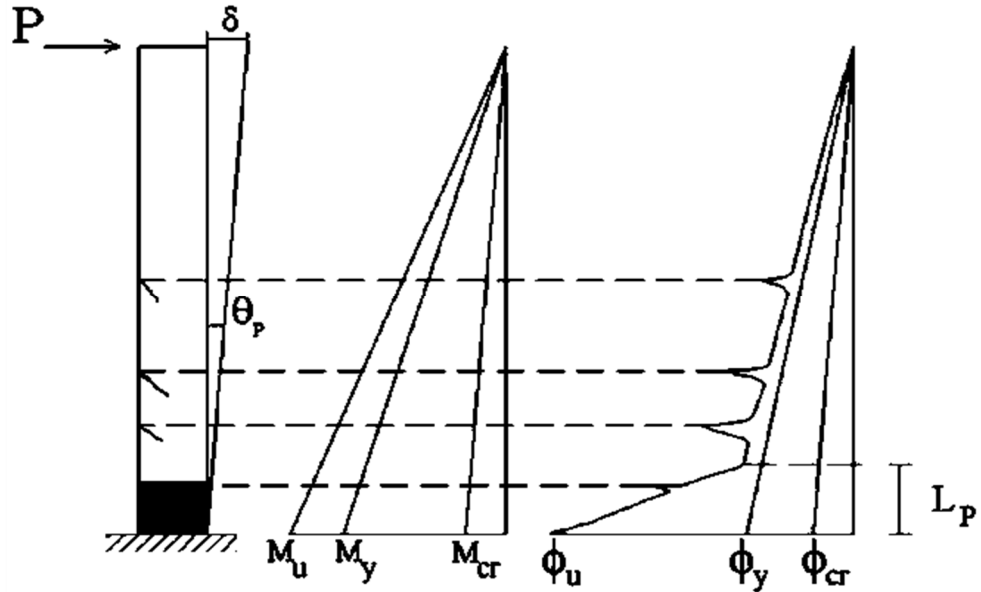
Malzeme bakımından doğrusal olmayan yapı sistemlerinde, doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı varsayılmaktadır. Plastik mafsallar eleman yüksekliği boyunca yığılı ve yayılı olarak modellenebilmektedir. Göçme anındaki toplam şekildeğiştirmelerin doğrusal şekildeğiştirmelere oranı olarak tanımlanan süneklik oranının büyük olduğu ve doğrusal olmayan eğilme şekildeğiştirmelerinin plastik mafsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde sistemin doğrusal-elastik davrandığı varsayılabilmektedir.

DBYBHY-2007 de yığılı plastik mafsal hipotezine yer verilmiştir. Bu çalışmada da bu yaklaşım kullanılmıştır. Sargılı beton davranışının modellenmesinde Geliştirilmiş Kent ve Park sargı modeli kullanılmıştır (Scott ve diğ., 1982).

Modellemede kullanılan SAP2000 yapısal analiz programında, Plastik mafsal özellikleri; eleman boyutları, boyuna donatı ve sargı donatısı oranları kullanılarak sargılı beton davranışının dikkate alınmasıyla oluşturulmuştur.

### 3.4.2 Moment-Eğrilik

Betonarme bir kesitte meydana gelen moment-eğrilik ilişkisi Şekil 3.8'e bakılarak incelenebilir. Şekil 3.8' de gösterilen konsol kolona etki eden P yükü arttıkça mesnet momenti çatlama anına kadar doğrusal olarak artmaktadır.  $M_{cr}$  (çatlama momenti) değerine ulaştığında kolon belirli noktalarda çatlamakta, çatlamanın noktalarında rijitlik kayıpları oluşmaktadır. Bu durum mesnette  $M_y$  (akma momenti) değerine ulaşılana kadar sürer.  $M_y$  değerinden sonra  $M_u$  (nihai moment) değerine ulaşılana kadar momentteki artış büyük çatlamalara ve eğrilik artışlarına neden olur ve böylece kesit göçme konumuna ulaşır.

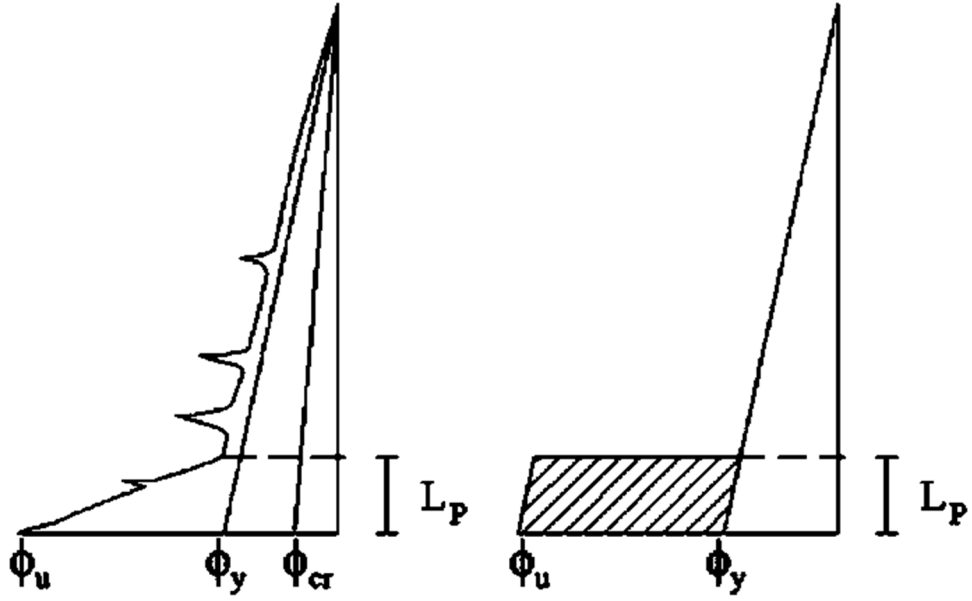


Şekil 3.8: Konsol kolonda moment-eğrilik değişimi

Göçmeden hemen önce çatlaklar kolonun alt ucunda yığılır ve hasarın olduğu bölgenin uzunluğu 'plastik mafsal boyu ( $L_p$ )' olarak adlandırılır. Kolon alt ucundan bir mafsaldeki dönmeye benzer bir dönme gerçekleştirir. Kolon tabanında oluşan bu mafsalın, normal mafsalın farklı dönmeye sabit bir moment altında olmasıdır.

### 3.4.3 Eğrilik-Dönme

Kolon tabanında meydana gelen eğrilik yoğunlaşması Şekil 3.9'da görülen idealleştirilmiş eğrilik grafiğiyle gösterilebilir. Plastik mafsallara kadar eğrilik moment diyagramı gibi doğrusal olarak artarken, plastik mafsallarda ani olarak artış gösterir. Grafikteki taranmamış alan akma anına kadar, taralı kısım ise akmadan sonra plastik mafsalda oluşan eğrilik değerlerini göstermektedir.



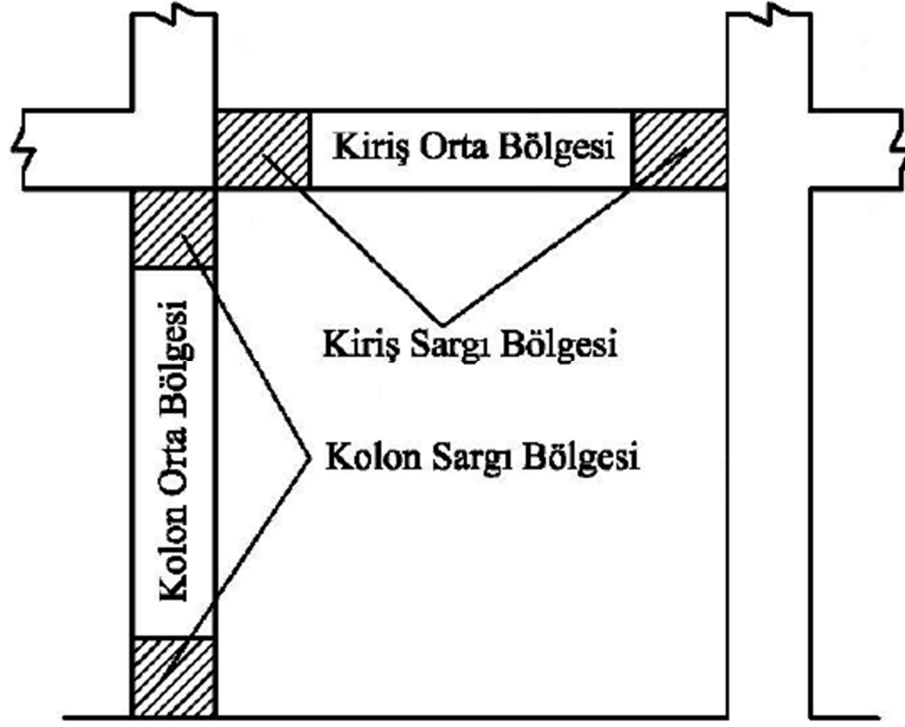
Şekil 3.9: Eğrilik diyagramının idealleştirilmesi

Kesitte meydana gelen eğrilik değerinin Şekil 3.9'da görülen idealleştirmede olduğu gibi plastik mafsallarda sabit kaldığını kabul edersek dönme değeri denklem (3.10)'da olduğu gibi eğrilik değerinin plastik mafsallarda boyuna çarpımına eşittir.

$$\theta = \phi L_p \quad (3.10)$$

### 3.4.4 Plastik Mafsallarda Bölgeleri

Kolon ve kirişlerde en büyük kesit tesirleri uç bölgelerde oluşmaktadır. Hasar ve doğrusal ötesi davranış bu bölgelerde oluşmasından dolayı plastik mafsallar bu bölgelerde tanımlanmıştır. Bu bölgeler DBYBHY-2007'de etriye sargı bölgesi olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.10).



Şekil 3.10 Kolon ve kirişlerde sargı bölgeleri

Plastik mafsalların tanımlanmasında kullanılan etriye aralıkları bu bölgeler aittir. Betonarme elemanların orta bölgelerinin elastik kalacağı varsayıldığından bu bölgelerde bulunan yanal donatı miktarının analizlerde önemi yoktur. Bu bölgelerde hasar beklenmesi durumunda bu noktalara da plastik mafsalları tanımlanmalıdır.

### 3.4.5 Plastik Mafsalları Boyu

Doğrusal olmayan analiz aynı zamanda binanın ne kadar sünek olduğu sorusuna da cevap vermektedir. Bilindiği üzere süneklik, bir kesitin veya bir elemanın veya bir taşıyıcı sistemin, dayanımında önemli bir değişim olmaksızın, elastik sınırın ötesinde şekil değiştirme, dolayısıyla yerdeğiştirme yapma yeteneği olarak tanımlanabilir. Süneklik üzerinde önemli etkisi olan plastik mafsalları boyu aşağıdaki parametrelere bağlıdır.

- Sargı etkisi,
- Kesit boyutları,
- Boyuna ve enine donatı çapı,
- Eksenel yük düzeyi

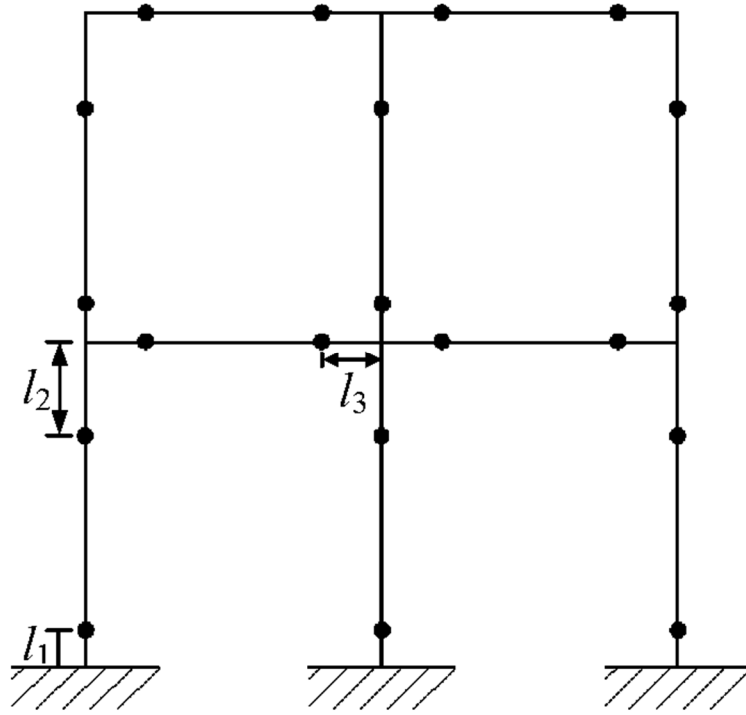
- Eğilme momentinin eleman boyunca değişimi,
- Mafsal ve moment sıfır noktası arası mesafe,
- Boyuna donatısının kenetlenme dayanımı.

Bu uzunluğun belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Baker ve Amarakone 1964, Mattock 1967, Park vd. 1982, Paulay and Priestly 1992, Sheikh and Khoury 1993). Yapılan tez çalışmasında DBYBHY-2007, Bölüm 7’de yer alan yığılı plastik davranış modeli dikkate alınmış ve kullanılmıştır. Denklem (3.11) ile plastik mafsal uzunluğu belirlenmiştir. Şekil 3.11’ de plastik mafsalların yeri daha iyi anlaşılmaktadır. Plastik mafsalın atandığı yer ise mesnetten  $0.25 \cdot h$  uzaklıktadır. Yani plastik mafsallar, plastik mafsal uzunluğunun ortasına tanımlanır.

$$L_p = 0.5 \cdot h \quad (3.11)$$

$L_p$  : Plastik mafsal boyu

$h$  : Eğilme doğrultusundaki kesit yüksekliğinin yarısı



Şekil 3.11 Eğilme mafsallarının boyu ve yeri

$$l_1 = \frac{L_p}{2} \quad (3.12)$$

$$l_2 = H_{kiriş} + \frac{L_p}{2} \quad (3.13)$$

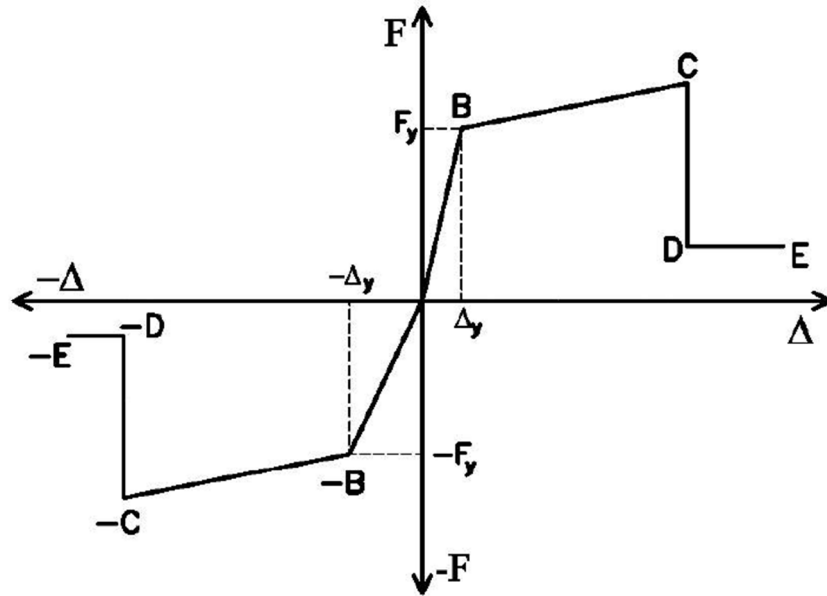
$$l_2 = \frac{H_{kolon}}{2} + \frac{L_p}{2} \quad (3.14)$$

$H_{kiriş}$  : Kiriş yüksekliği

$H_{kolon}$  : Kolonun, üzerine mafsalsız atılan kirişe dik boyutudur.

### 3.4.6 Plastik Mafsalsız Tanımlanması

Yapının performansının belirlenmesi amacı ile önceden her eleman için hazırlanmış ve taşıyıcı elemanlara atanmıştır. Plastik mafsalsız hazırlanırken kesite ait dayanım-deformasyon eğrisi kullanılmıştır (Şekil 3.12). Söz konusu eğri üzerinde aynı zamanda kesite ait hasar sınırları belirlenmiştir. Hasar sınırları tanımlanmasında 4 nokta (B,C,D,E) kullanılır. A noktası ise orjindir.



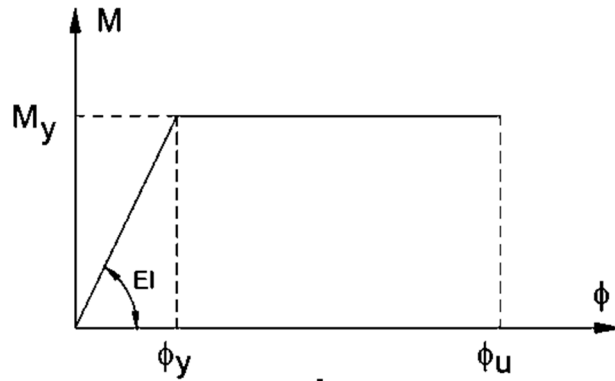
Şekil 3.12 İdealize edilmiş dayanım-deformasyon eğrisi

Kesitin akması “B” noktasında gerçekleşmektedir. Kesit akma noktasına ulaşır ve bu noktadan sonra doğrusal olmayan davranış başlar. B” - “C” noktaları

arasında kesit kapasitesini korur veya pekleşirken, “C” noktasında göçme konumuna ulaşmaktadır. Bu noktadan sonra kapasitede belli bir oranda düşme meydana gelir ve “D” noktasına ulaşılır. C” - “D” arasındaki kapasite kaybı için çeşitli kaynaklarda belirli oranlar verilmektedir. Bu çalışmada “D” noktasındaki dayanım değeri FEMA 356 ve ATC 40 dokümanlarında öngörüldüğü gibi akma dayanımının % 20’ si olarak belirlenmiştir. D” - “E” arasında düşen kapasitenin bir müddet daha korunduğu ve “E” noktasında kapasitenin tamamen kaybedildiği varsayılmaktadır.

### 3.4.7 Taşıyıcı Elemanlarda Hasar Bölgeleri

Eğilme etkisine maruz betonarme bir kesitin idealize edilmiş moment-eğrilik ilişkisinde iki tane davranışın olduğu görülür. Bunlar elastik ve plastik bölgelerdir. Şekil 3.13’ te  $\phi_y$  akma eğriliğini ve  $\phi_u$  ise maksimum eğrilik değerlerini ifade ederken,  $M_y$  kesitin moment taşıma kapasitesidir. Elastik bölgenin eğimi kesitin eğilme rijitliğini ( $EI$ ) ifade etmektedir. Akma eğriliği olan  $\phi_y$  plastik davranışın başladığı anı göstermektedir. Maksimum eğrilik ( $\phi_u$ ) elastik eğrilik ve plastik eğriliğin toplamı olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 3.13 İdeal elasto-plastik davranış için moment-eğrilik ilişkisi

Çalışmada maksimum eğrilik ( $\phi_u$ ) değeri DBYBHY-2007’de tanımlanan değerler kullanılmıştır. Beton ve donatı için tarif edilen bu değerler Tablo 3.6’ da görülmektedir. Beton ve donatıdan hangisi önce sınıra ulaşırsa, maksimum eğrilik o belirlemektedir.

Tablo 3.6: DBYBHY-2007 hasar sınırlarına karşılık gelen şekildeğişirmeler

Kesit Hasar Sınırı	Beton	Donatı
Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN)	$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0.0035$	$(\varepsilon_s)_{MN} = 0.01$
Kesit Güvenlik Sınırı (GV)	$(\varepsilon_{cu})_{GV} = 0.0035 + 0.01\left(\frac{\rho_s}{\rho_{sm}}\right) \leq 0.0135$	$(\varepsilon_s)_{GV} = 0.04$
Kesit Göçme Sınırı (GÇ)	$(\varepsilon_{cu})_{GÇ} = 0.004 + 0.014\left(\frac{\rho_s}{\rho_{sm}}\right) \leq 0.018$	$(\varepsilon_s)_{GÇ} = 0.06$

Tablo 3.6' te verilen:

- $\rho_s$  : Kesitte mevcut bulunan enine donatının hacimsel oranı  
 $\rho_{sm}$  : Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı  
 $\varepsilon_{cu}$  : Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğişirmesi

$\rho_{sm}$  değeri ile ilgili olarak çalışmada aşağıda yer alan kriterler göz önüne alınmıştır

$$\rho_{sm} \geq 0.6 \left( \frac{A_c}{A_{ck}} - 1 \right) \left( \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (3.15)$$

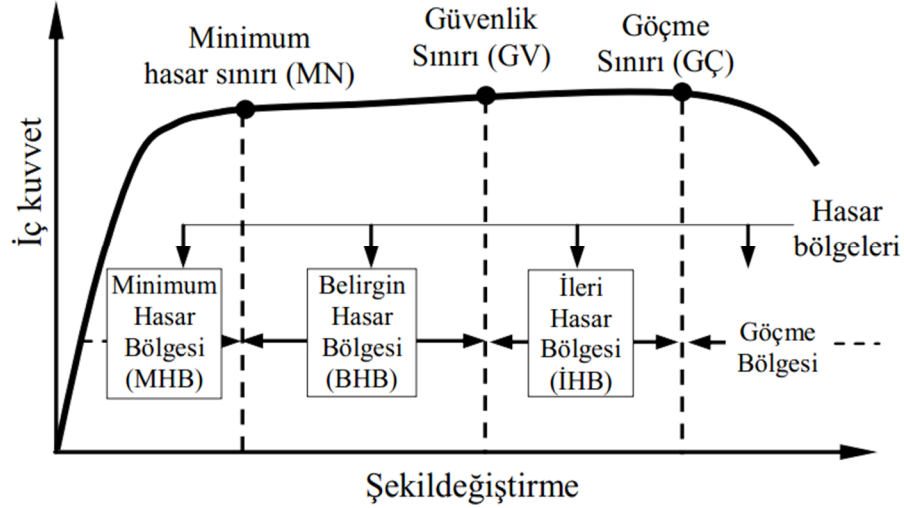
$$\rho_{sm} \geq 0.15 \left( \frac{f_{ck}}{f_{ywk}} \right) \quad (3.16)$$

- $A_{ck}$  : Paspayı çıkarılmış çekirdek beton alanı  
 $A_c$  : Beton kesit alanı;  
 $f_{ck}$  : Beton karakteristik basınç dayanımı  
 $f_{ywk}$  : Sargı donatısının karakteristik akma dayanımı.

Tablo 3.6'e dikkat edilecek olursa enine donatı miktarı betonun şekildeğişirmesine katkı sağlamaktadır.

DBYBHY-2007 ye göre; kesme kırılması ve yüksek eksenel yük nedeniyle oluşan gevrek kırılmalar dışında tüm elastik ötesi davranışlar için üç hasar sınırı ve dört hasar bölgesi tanımlanmıştır (Şekil 3.14).





Şekil 3.14 DBYBHY-2007 de yer alan kesit hasar düzeyi/bölgesi tanımları

### 3.4.8 Kesme Mafsalı

Özellikle etriye aralığı 20 cm olarak hazırlanan modellerde elemanların kesme dayanımlarının dikkate alınması oldukça önemlidir. Bu sebeple hazırlanan modellerde her bir eleman için kesme mafsalları da tanımlanmıştır. Yapılan kesme mafsalı tanımlarında elemanların kesme dayanımları malzeme faktörleri 1 alınarak TS 500'e göre hesaplanmıştır. Kesme davranışı için herhangi bir süneklik öngörülmemiş ve eleman üzerine gelen kesme kuvveti kesme dayanımı değerine ulaşır ulaşmaz elemanların göçeceği kabul edilmiştir.

### 3.5 Bina Performans Bölgeleri

Yapıların sismik performans seviyeleri, Tablo 3.6' te doğrusal olmayan hesaplamalarla belirlenen performans noktalarının dâhil olduğu hasar bölgesine göre belirlenmektedir. Yani yapıda deprem sebebi ile oluşacak hasar seviyesi performans noktası ile doğrudan bağlantılıdır. DBYBHY-2007'de dört ayrı performans seviyesi tanımlanmıştır (Şekil 3.14).

- **Hemen Kullanım Seviyesi (HK):** Minimum hasar bölgesi aralığına denk gelen bir yapının sahip olacağı performans seviyesidir. Taşıyıcı sistemdeki hasar miktarı yok denecek kadar azdır. Yapının deprem etkisinde davranışı elastik

sınıra ulaşmamış olup, yapısal elemanların rijitlik ve dayanım gibi özellikleri depremden önceki durumunu büyük ölçüde korumuş haldedir. Kat ötelemeleri ve elemanlardaki çatlamlar ihmal edilebilecek değerlerdedir. Meydana gelen hasarlar onarılabilecek düzeydedir. HK performans seviyesinin iki koşulu bulunmaktadır.

1) Yapının herhangi bir katındaki kirişlerin en fazla %10'u belirgin hasar bölgesinde bulunabilir.

2) Diğer tüm taşıyıcı elemanlar minimum hasar bölgesinde kalmaktadır.

- **Can Güvenliği Seviyesi (CG):** Bazı yapısal elemanlarda hasarlar görülmektedir. Ancak hasar gören bu elemanların yatay ve düşey dayanımlarında depremden önceki duruma göre önemli bir değişiklik yoktur. Yapıda doğrusal olmayan davranış az da olsa başlamıştır. Bazı kiriş ve kolonlarda kılcal çatlaklar oluşmuştur. Kat ötelenmesi ve elemanlardaki şekil değiştirmeler küçük değerlerdedir. Bir yapının Can Güvenliği Performans Seviyesine sahip olabilmesi için aşağıda verilen şartları sağlaması gerekmektedir.

1) Uygulanan her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki kirişlerin en fazla %30'u ileri hasar bölgesine geçebilir.

2) Herhangi bir katta İleri Hasar Bölgesi'ne geçmiş kolonların karşıladığı kesme kuvvetinin aynı kattaki kolonlar tarafından karşılanan toplam kesme kuvvetine oranı %20'den az olmalıdır. En üst kat kolonları için bu oran %40 olabilir.

3) Diğer taşıyıcı sistem elemanların tamamı Minimum Hasar Bölgesi'nde veya Belirgin Hasar Bölgesi'nde bulunmalıdır. Ancak, herhangi bir katta hem alt hem de üst kesitlerinde Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonların karşıladığı kesme kuvvetleri, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin %30'undan az olması koşulu vardır. Bu özellikleri taşıyan yapıların, gevrek elemanlarının güçlendirilmesi şartıyla Can Güvenliği Performans Seviyesinde bulunduğu söylenebilir.

4) Hiçbir eleman göçme seviyesinde olamaz.

- **Göçme Öncesi Seviyesi (GÖ):** Birçok taşıyıcı sistem elemanında belirgin hasarlar görülmeye başlar ve deprem öncesinde sahip oldukları yatay dayanım ve rijitliklerinin çoğunu kaybederler. Kolon ve kirişlerin bazıları dayanım kapasitesine ulaşmıştır. Yapının doğrusal olmayan davranışı belirgin hale gelmiştir. Bazı kolon - kiriş birleşim bölgelerinde düşük seviyeli plastik mafsal oluşumları görülür. Yapısal olmayan çoğu eleman hasar görmüş haldedir. Kat ötelenmeleri geri dönüşü olmayan seviyelerdedir. Bir yapının Göçme Öncesi Performans Seviyesine sahip olabilmesi için aşağıda verilen şartları sağlaması gerekmektedir.

1) Herhangi bir katta ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere,; uygulanan her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki kirişlerin en fazla %20'si göçme bölgesine geçebilir.

2) Kirişler hariç hiçbir eleman göçme bölgesinde olamaz.

3) Ancak, herhangi bir katta hem alt hem de üst kesitlerinde Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonların karşıladığı kesme kuvvetleri, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin %30'undan az olması koşulu vardır.

Yapının depremden sonra kullanılması can güvenliği açısından tehlikelidir. Maliyet hesaplarına göre yapının onarılması veya tamamen yıkılarak yeniden yapılması durumları karşılaştırılarak en elverişli seçeneğin uygulanması gerekir.

Bu özellikleri taşıyan ve tüm gevrek elemanlarının göçme bölgesinde olduğu kabul edilen bir yapının Göçme Öncesi Performans Seviyesi' ne sahip olduğu söylenebilir.

- **Göçme Seviyesi (GÇ):** Taşıyıcı elemanlarının çoğunun Göçme Öncesi Performans Seviyesini aştığı ve yapının göçme durumuna geldiği performans seviyesidir. Yapı yıkılmanın eşiğindedir. Kalıcı şekil ve yer değiştirmeler mevcuttur. Birçok kolon-kiriş birleşim bölgesinde dönme limitlerine ulaşılmıştır. Yapıda statik olarak kararlı bir durumdan söz edilemeyeceği için depremden sonra kullanılması can güvenliği bakımından tehlikelidir. Muhtemel bir artçı sarsıntıda yıkılma gerçekleşebilir. Bu performans seviyesinde taşıyıcı elemanların hasar durumları ve görece kat ötelenmeleri gibi özelliklerin kontrolü yapılmaz.

## **4. BETONARME ÇERÇEVELERİN DOĞRUSAL OLMAYAN KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Yapısal analizler doğrusal ve doğrusal olmayan analiz türleri olarak ayrılır. Bu ayırım eleman davranış özelliklerine bağlıdır. Doğrusal olan yöntemlerde elemanın akmadan sonraki davranışı ele alınmaz. Yani elemanın kısaca elastik olarak davrandığı varsayılmaktadır. Doğrusal ötesi yöntemlerde ise dayanım-deformasyon ilişkisi göz önüne alınarak elemanların kapasiteleri hesaplanır. Analiz süresince meydana gelebilecek rijitlik değişimleri hesaba dahi edilmiş olur.

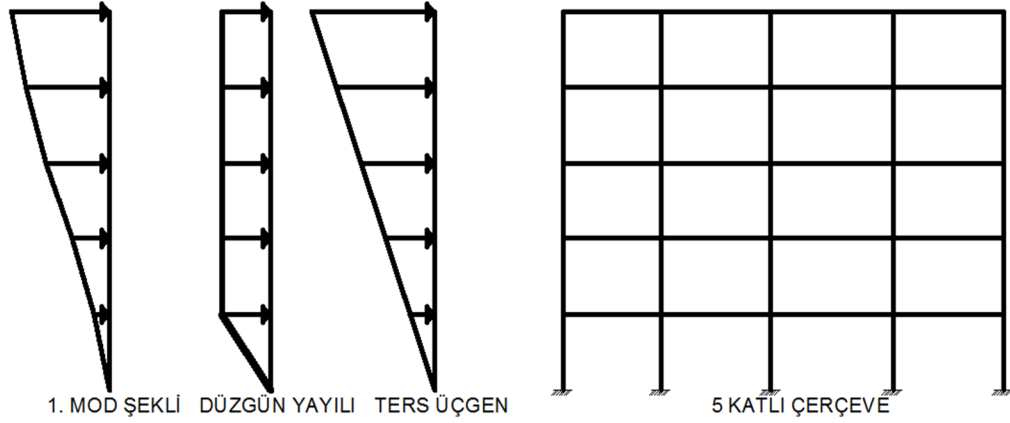
Analiz yöntemleri yükleme durumuna göre iki grupta incelenebilir. Bunlar statik ve dinamik analiz olarak ele alınır. Statik durumda yapıya etkilecek yük sabit kalabilir veya yapı rijitliğine bağlı olarak belirli bir seviyede artıp azalabilir. Dinamik analizde ise yük zamana bağlı olarak değişir ve yapıya pozitif veya negatif şekilde etkilir. Burada analiz yöntemlerinden kısaca bahsedilmiştir.

### **4.1 Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri**

Yapıların doğrusal olarak davrandığını kabul etmek gerçekçi olmamaktadır. Betonarme yapıyı oluşturan beton ve çelik malzemesinin her ikisinde de doğrusal olmayan bir davranış vardır. Yükleme açısından da doğrusal olmayan statik ve doğrusal olmayan dinamik analiz olarak ikiye ayrılmaktadır.

#### **4.1.1 Doğrusal Olmayan Statik İtme Analizi**

Çalışma kapsamında kullanılan bu analiz türünde; ilk olarak deprem sırasında yapıda var olduğu kabul edilen düşey yükler yapıya etkilir. Belirlenen yük deseni (Şekil 4.1) ile yapı ittirilmeye başlanır. Çalışmada 1. doğal titreşim mod şekli kullanılarak itme analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1: Yük deseni şekilleri

Binanın her bir kat seviyesine etki ettirilecek kuvvet Eşitlik (4.1)' de olduğu gibi her katın kütesinin sözü edilen moda ait yerdeğiştirme değeri ile çarpılmasıyla bulunur. Bu işlem tüm katlar için gerçekleştirildikten sonra taban kesmesi hesaplanan  $F_i$  değerleri oranında katlar arasında dağıtılır.

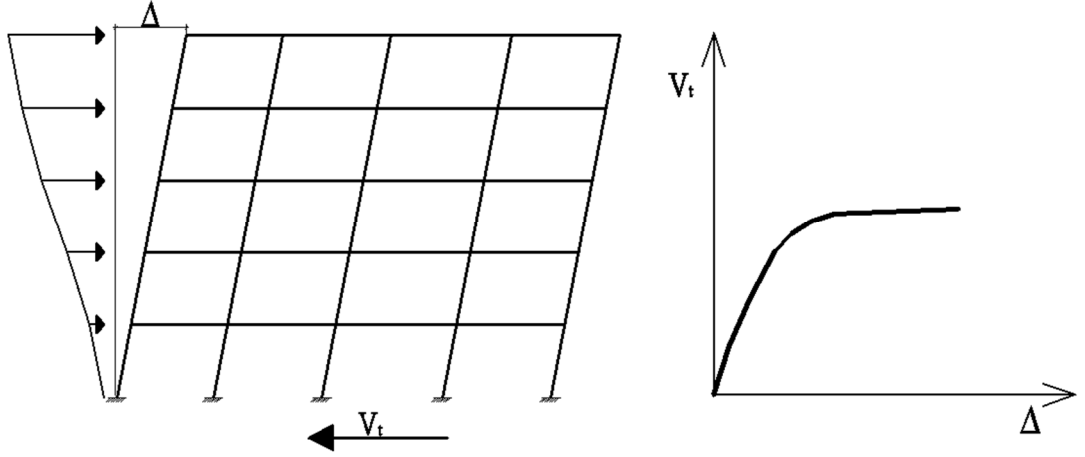
$$F_i = m_i * \phi_i \quad (4.1)$$

Burada;

$m_i$  : i. katın kütlesi

$\phi_i$  : i. kat için modal yerdeğiştirme değeri

Statik yatay yükler, her adımda aralarındaki oran sabit kalacak şekilde yapı belirli bir yer değıştırme veya göçme durumuna erişinceye kadar arttırılır ve yapıya ait yatay yük-tepe noktası yer değıştırmesi ilişkisi belirlenir. Arttırılan yatay yüklerin etkisiyle kesitlerin biri veya birkaçı taşıma kapasitelerine erişmekte ve bu kesitlerde plastik mafsallar oluşmaktadır. Plastik mafsal oluşan kesitler, taşıma güçlerinde değışme olmaksızın dönmeye devam etmektedir. Plastik mafsallar arasında elemanlar, doğrusal-elastik davranmaktadır. Yatay yükler arttırılmaya devam edilerek, yapının bir bölümünü veya tamamını mekanizma durumuna getiren göçme yüküne ulaşılmaktadır. Doğrusal olmayan statik artımsal itme analizinden elde edilen tipik bir yatay yük-tepe noktası yer değıştırmesi ilişkisi Şekil 4.2'de verilmektedir.



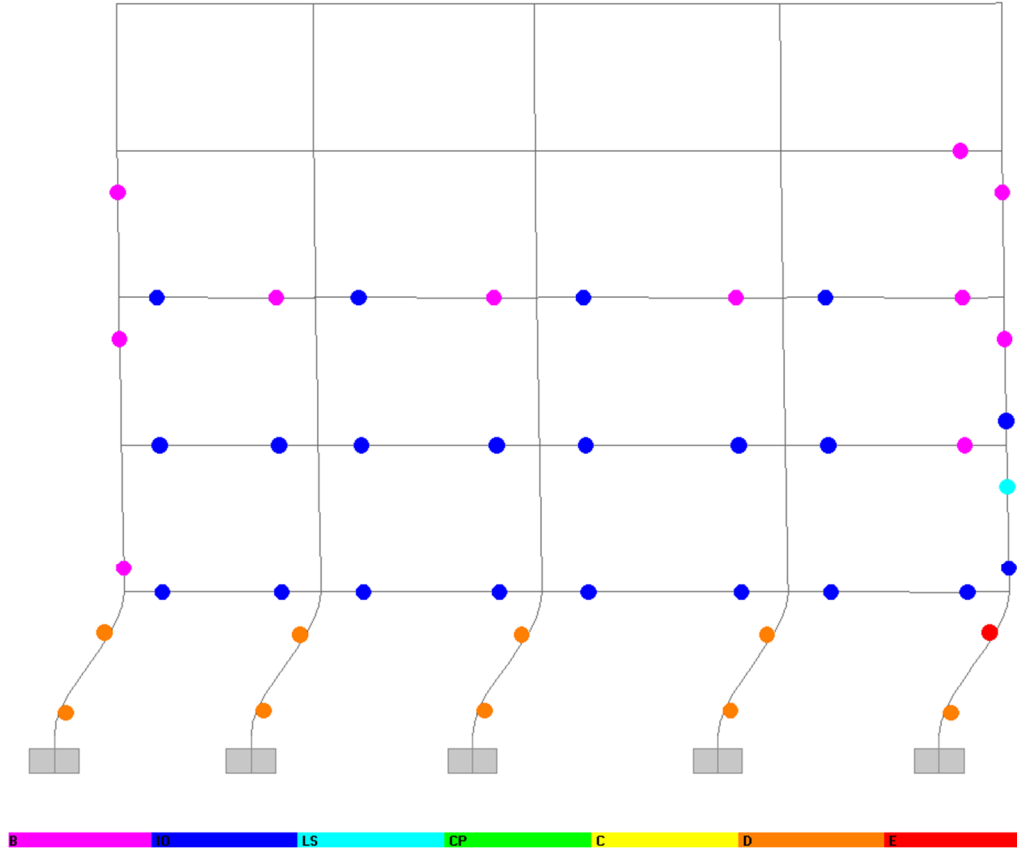
Şekil 4.2: İtme şekli ve taban kesme kuvveti-çatı ötelenme grafiği

Şekildeki taban kesme kuvveti-çatı ötelenmesi grafiği aynı zamanda kapasite eğrisi olarak ta adlandırılmaktadır. Kapasite eğrisi yapı performansının belirlenmesi açısından temel bilgileri barındırır. Doğrusal ötesi statik analiz ile bazı elemanların dayanım kayıplarının sistem davranışı üzerindeki etkileri, doğrusal ötesi ötelenme göstermesi ile enerji sönümleyen elemanlar üzerindeki deplasman talepleri, gevrek elemanlar üzerindeki gerçekçi kuvvet talepleri bulunur. Doğrusal ötesi statik analiz ile dayanım veya rijitlik düzensizlikleri ve ikinci mertebe ( $P-\Delta$ ) etkilerinin bulunmasında kullanılacak olan katlar arası ötelenmeler belirlenir.

## 4.2 Betonarme Çerçeveleri Analiz Sonuçları

Tezin kapsamında 48 adet betonarme çerçevenin doğrusal olmayan statik itme analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda her bir çerçeveye ait kapasite eğrileri elde edilmiştir. Örnek teşkil etmesi açısından analizi gerçekleştirilen TIP1N5T100 modelinde oluşan nihai plastik mafsalların yerleri (Şekil 4.3) model üstünde, şekil altındaki renk çubuğu ile plastik mafsalların hasar seviyeleri temsil edildikleri renge karşılık gelen hasar aralığı ile gösterilmiştir. Bu aralıklar, A-B: Doğrusal elastik davranış bölgesi (gösterilmez), B-IO: Elastik ötesi-hemen kullanım seviyesi aralığı (minimum hasar, pembe), IO-LS: Hemen kullanım-can güvenliği seviyesi aralığı (belirgin hasar, mavi), LS-CP: Can güvenliği-göçmenin önlenmesi seviyesi aralığı (ileri hasar, turkuaz), CP-C: Göçmenin önlenmesi-göçme sınırı aralığı (göçme öncesi hasar, yeşil), C-D: Gerilmenin boşalıp kırılmaların başladığı aralık (sarı), D-E: Göçme bölgesi (turuncu), E: Tamamen göçme noktası (kırmızı)

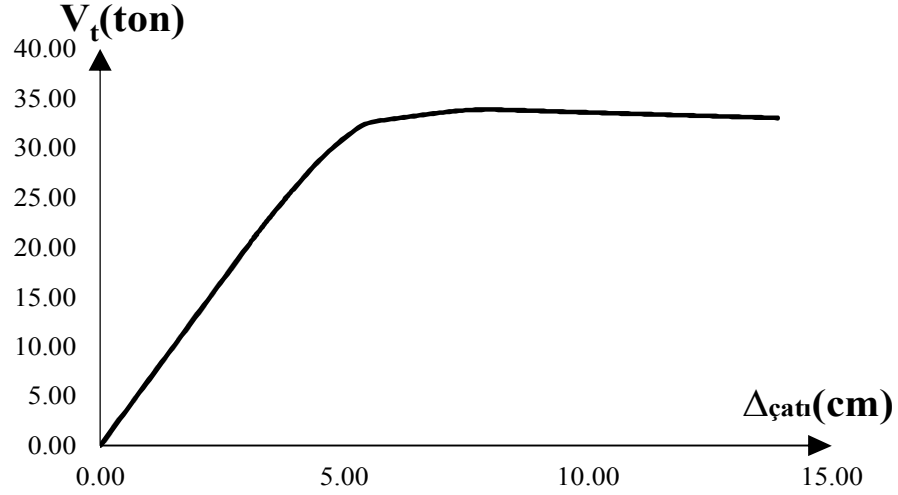
şeklinde ifade edilmektedir. Bu hasar aralıklarının FEMA-356 yönetmeliği ile uyumlu olduğu görülmektedir.



Şekil 4.3: TIP1N5T100 modeline ait hasar şekli

#### 4.2.1 Betonarme Çerçevelerin Kapasite Eğrileri

Doğrusal olmayan analiz sonucunda çerçevelere ait kapasite eğrileri elde edilmiştir. Tüm kapasite eğrileri EK-A' da verilmiştir. Kapasite eğrileri, taban kesme kuvveti çerçeve ağırlığı ile çatı ötelenmesi bina yüksekliği ile normalize edilerek verilmiştir. Çerçeveler iki boyutlu olmaları sebebiyle sadece bir yön için kapasite eğrileri hesaplanmıştır. Analizlerde C16 beton, S220 çelik ve 20cm etriye aralığı göz önüne alınarak TIP1N5T100 modeli için hesaplanan kapasite eğrisi Şekil 4.4'te görülmektedir. Kapasite eğrisi akma noktasına ulaşıldıktan sonra yatay seyir izlemektedir. Bunun sebebi plastik mafsalların oluşması ve çerçevenin sabit yük altında şekil değiştirebiliyor olmasıdır. Bu bölge çerçevenin sünekliğini göstermektedir. Çerçevenin kapasite eğrisi incelenecek olursa nihai taban kesme kuvveti 33,00ton ve nihai çatı ötelenmesinin 13,90cm olduğu görülebilir.

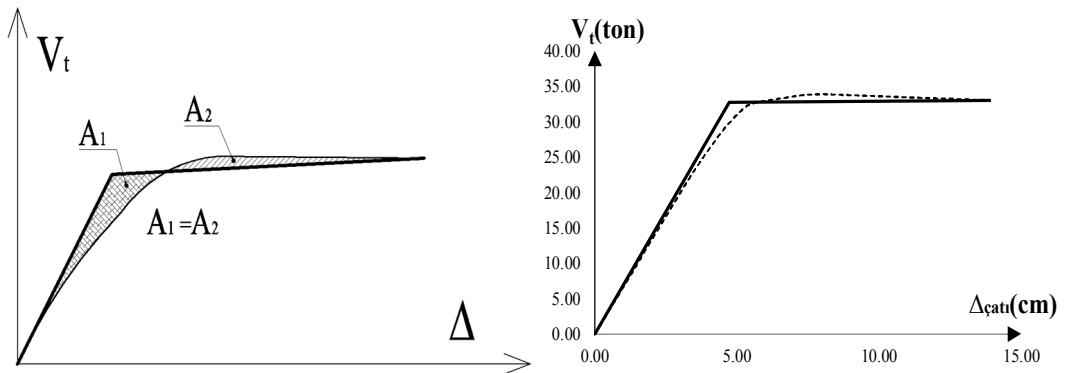


Şekil 4.4: TIP1N5T100 modeline ait kapasite eğrisi

Kapasite eğrisinin normalize edilerek  $(V_t/W)-(\Delta_{\text{çatı}}/H)$  birimsiz hale getirilmesi analiz sonuçlarını yorumlamada kolaylık sağlamıştır. Farklı tipler arasında karşılaştırmayı kolaylaştırmıştır.

#### 4.2.2 Kapasite Eğrilerinin İki Doğrulu Hale Getirilmesi

Bir sonraki aşama olan çerçevelere ait talep hesaplarının yapılması, süneklik kapasitesi gibi değerlerin elde edilmesi için kapasite eğrileri iki doğrulu hale getirilmiştir. Bu işlem ATC-40 (1996) da önerilen şekli ile kapasite eğrisinin altında kalan  $A_1$  alanı ve üstünde kalan  $A_2$  alanı eşitlenerek sağlanmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5: Kapasite eğrisinin idealleştirilmesi



### 4.3 Betonarme Çerçevelerin Performans Bölgeleri

Performans hesabı yapılırken DBYBHY-2007’de yer alan bina performans sınırları göz önüne alınmıştır. Bu hasar sınırları HK, CG ve GÖ olarak tanımlanmıştır. Bina performans bölgelerine ait açıklamalar 3. Bölümde yer almakla beraber burada kiriş ve kolonlar açısından değerlendirme yapılacağı için Tablo 4.1’ de kirişler için Tablo 4.2’ de ise kolonlar için bina performans düzeyini belirleyen sınırlar verilmiştir.

Tablo 4.1: Kirişler için izin verilen en büyük hasar oranları

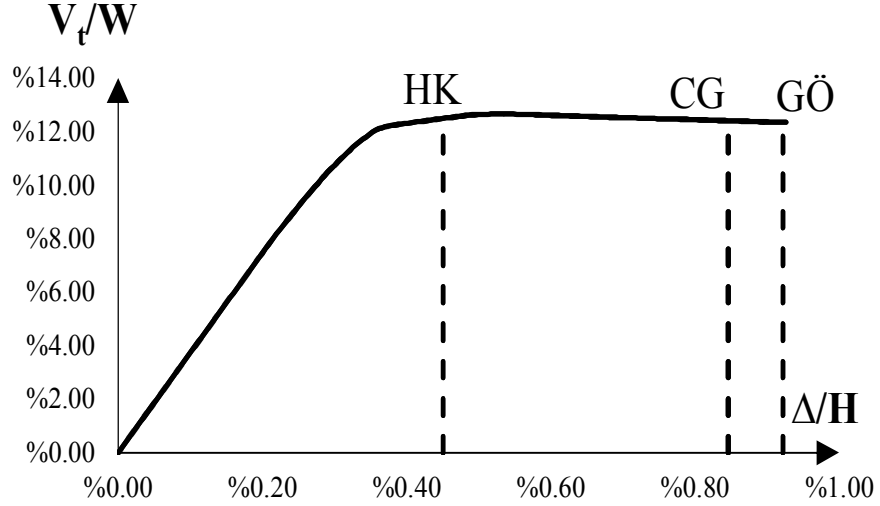
Kirişler için izin verilen azami hasar oranları				
Bina Performans Seviyesi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme
Hemen Kullanım	90%	10%		
Can Güvenliği	70%		30%	
Göçmenin Önlenmesi	80%			20%

Tablo 4.2: Kolonlar için izin verilen en büyük hasar oranları

Kolonlar için izin verilen azami hasar oranları				
Bina Performans Seviyesi	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme
Hemen Kullanım	100%			
Can Güvenliği	Kolon kesme kuvveti oranı >%80 (en üst katta >%60)		Kolon kesme kuvveti oranı <%20 (en üst katta <%40)	
Göçmenin Önlenmesi	Altında ve üstünde mafsallı oluşan kolon kesme kuvveti oranı >%70	Altında ve üstünde mafsallı oluşan kolon kesme kuvveti oranı <%30		

### 4.3.1 Seçilen Örnek Çerçeveye Ait Performans Bölgeleri

Yukarıda kapasite eğrisi verilmiş olan TIP1N5T100 çerçevesine ait performans bölgeleri örnek olması açısından gösterilmiştir. Örnek çerçeve yüksekliği 15m sismik ağırlığı ise 267,83 ton'dur. Bina sismik ağırlığı ve bina yüksekliği göz önüne alınarak birimsiz hale getirilmiş kapasite eğrisi Şekil 4.6' da gösterilmiştir.



Şekil 4.6: Normalize Kapasite eğrisi ve hasar sınırları

Hasar sınırları belirlenirken sırasıyla kiriş ve kolonlar için Tablo 4.1 ve Tablo 4.2' de verilen koşullar göz önüne alınmıştır. Statik itme analizinde HK kullanım performans sınırı 100. adımda kirişlerin %10'u minimum hasarı geçtiğinden dolayı oluşmuştur. CG sınırı ise kolonların %20'sinin ileri hasar bölgesine geçmesi ile oluşmaktadır. Kolonun bir tanesi göçme bölgesine geçmiş ve GÖ sınırı bu şekilde oluşmuştur. Grafikte yüzdelik olarak verilen değerler Tablo 4.3'te sayısal olarak verilmiştir.

Tablo 4.3: Örnek çerçeveye ait performans seviyesi değerleri

Bina ağırlığı	Yükseklik	HK		CG		GÖ	
		Δçatı (cm)	V <sub>t</sub> (ton)	Δçatı (cm)	V <sub>t</sub> (ton)	Δçatı (cm)	V <sub>t</sub> (ton)
267.83	1500.00	6.76	33.45	12.69	33.22	13.82	33.06

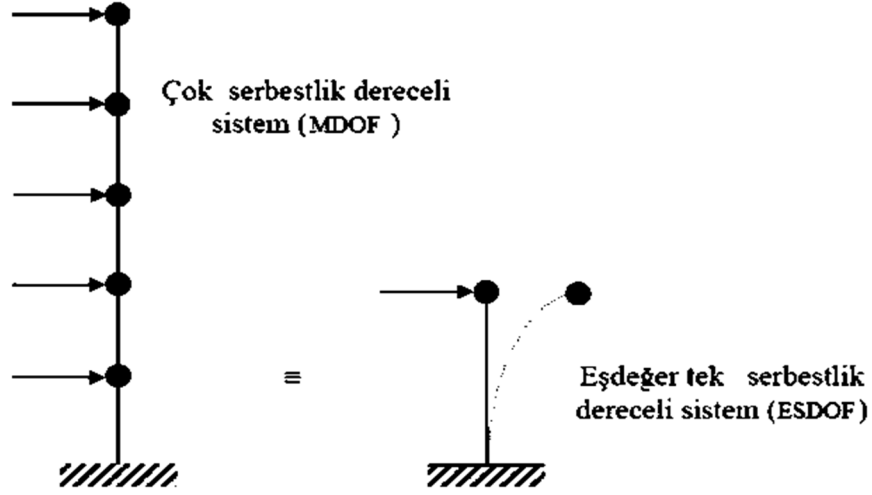
## **5. BETONARME ÇERÇEVELERİN YERDEĞİŞTİRME TALEPLERİNİN BELİRLENMESİ**

Deprem esnasında, yer hareketinin yönü ve büyüklüğü zamana bağlı olarak sürekli değişmektedir. Bu yön değiştirmeler sebebiyle, depreme maruz kalan bir yapıda oluşan yerdeğıştirmeler sürekli değişmektedir. Oluşan maksimum yerdeğıştirme değeri deprem sebebiyle oluşacak yerdeğıştirme talebini ifade etmektedir. Yer hareketi sonucu binanın vereceğı tepki yani yerdeğıştirme talebinin hesabı için kullanılan çeşitli yöntemler vardır.

Yerdeğıştirme talebinin belirlenmesinde Kapasite Spektrum Yöntemi (KSY) ve DBYBHY-2007' de tarif edilen yöntemler kullanılmıştır. Bu iki yöntemin ayrıntıları aşağıda açıklanmıştır.

### **5.1 Kapasite Spektrumunun Elde Edilmesi**

Çalışmanın 4. Bölümünde kapasite eğrilerinin nasıl hesaplandığı açıklanmıştır. Her iki yöntem kullanılarak yapılacak talep hesabında kullanılacak kapasite eğrisinin, kapasite spektrumuna dönüştürülmesi gerekmektedir. Bilindiğı üzere kapasite eğrisi taban kesme kuvveti ve çatı ötelenmesinden oluşmaktadır. Bu yöntemlerde performans noktası belirlenirken kapasite eğrisi ile talep spektrumunun karşılaştırılması gerekmektedir. Ancak, talep spektrumu tek serbestlik dereceli sisteme ait olduğundan, çok serbestlik dereceli sisteme ait kapasite eğrisinin eşdeğer tek serbestlik dereceli sisteme dönüştürülmesi gerekmektedir (Şekil 5.1).



Şekil 5.1: MDOF sistemin SDOF sisteme dönüşümü

Bu işlem, birinci doğal titreşim moduna ait modal kütle çarpanı ( $\alpha_1$ ) ve modal katılım çarpanı ( $PF_1$ ) kullanılarak (5.1), (5.2), (5.3) ve (5.4) bağıntıları ile belirlenebilir (Şekil 5.2)

$$PF_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \phi_i) / g}{\sum_{i=1}^n (W_i \phi_i^2) / g} \quad (5.1)$$

$$\alpha_1 = \frac{\left\{ \sum_{i=1}^n (W_i \phi_{i1}) / g \right\}^2}{\left\{ \sum_{i=1}^n (W_i) / g \right\} \left\{ \sum_{i=1}^n (W_i \phi_{i1}^2) / g \right\}} \quad (5.2)$$

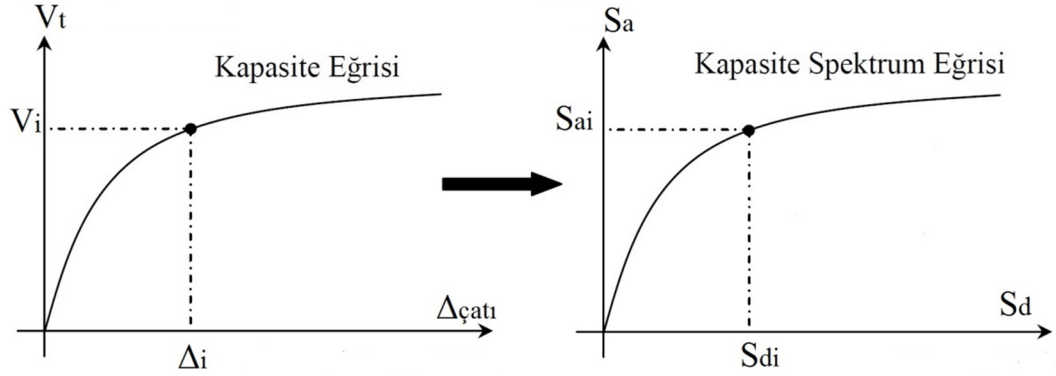
$$S_a = \left( \frac{V_t}{W} \right) \left( \frac{1}{\alpha_1} \right) \quad (5.3)$$

$$S_d = \frac{\Delta_{\text{çat1}}}{PF_1 \phi_{\text{çat1}}} \quad (5.4)$$

Burada ;

- $PF_1$  : Birinci moda ait katılım katsayısı  
 $\alpha_1$  : Modal kütle katsayısı,  
 $\phi_{i1}$  : Birinci moda ait yer değiştirme  
 $n$  : Kat adedi

- $V_t$  : Taban kesme kuvveti  
 $W$  : Yapı ağırlığı  
 $\Delta_{\text{çatı}}$  : Çatı yer değıştirmesi,  
 $S_a-S_d$  : Spektral ivme, Spektral yer değıştirme

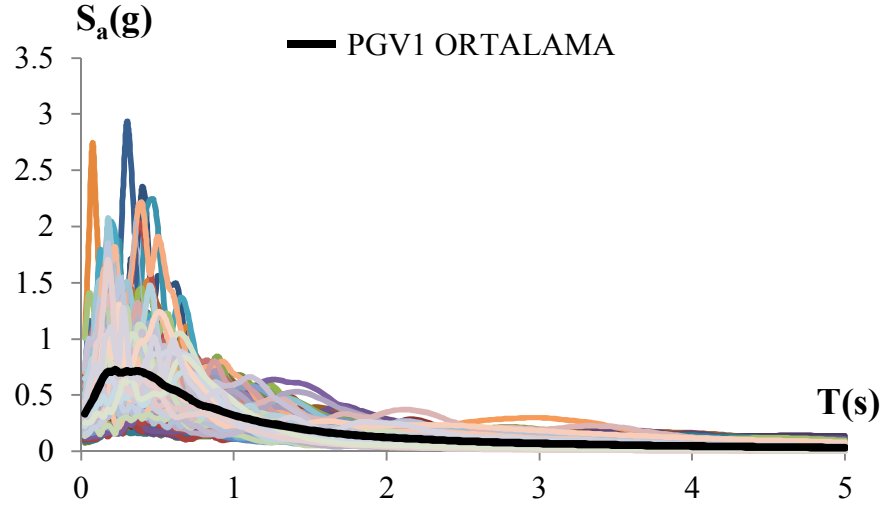


Şekil 5.2: Kapasite eğrisinin kapasite spektrumuna dönüşümü

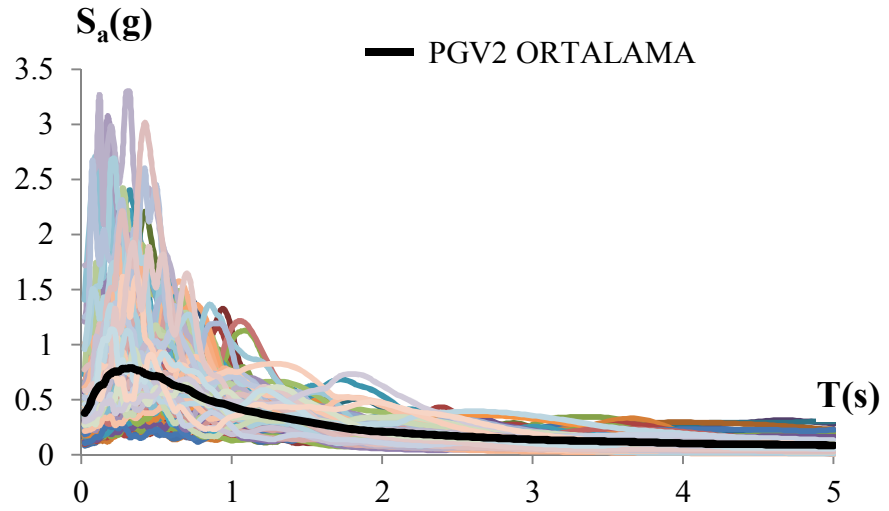
## 5.2 Talep Spektrumunun Elde Edilmesi

Talep hesapları yapılırken; tek serbestlik dereceli sistemlerde oluşan spektral ivme ve yerdeğıştirme taleplerini bir arada gösteren ivme-yerdeğıştirme tepki spektrumlarından faydalanılmıştır.

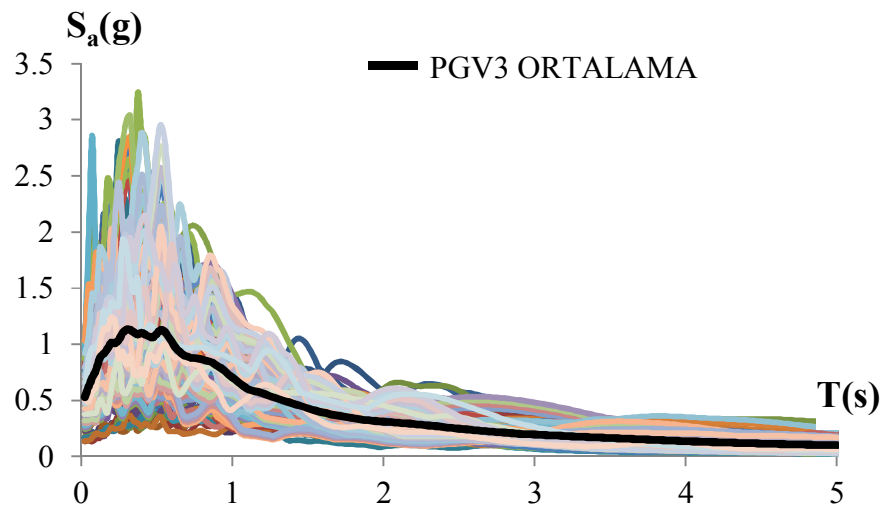
Çalışma kapsamında yönetmelikte verilen elastik ivme spektrumu yerine, 364 adet ivme kaydından üretilen ortalama spektrumlar kullanılmıştır. İvme kayıtları yer hızına bağlı olarak üç gruba ayrılmıştır. Sırasıyla PGV1 (20-40cm/s), PGV2 (40-60cm/s) ve PGV3(60-80cm/s) grupları ile deprem talepleri temsil edilmiştir. Bu üç grubun hafif şiddetli, orta şiddetli ve şiddetli depremleri temsil ettiği düşünülmüştür. PGV1, PGV2 ve PGV3 gruplarına ait ivme kayıtları Sa-T formatında sırasıyla Şekil 5.3, Şekil 5.4 ve Şekil 5.5'te ortalamları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 5.3: PGV1 grubuna ait ivme kayıtları



Şekil 5.4: PGV2 grubuna ait ivme kayıtları

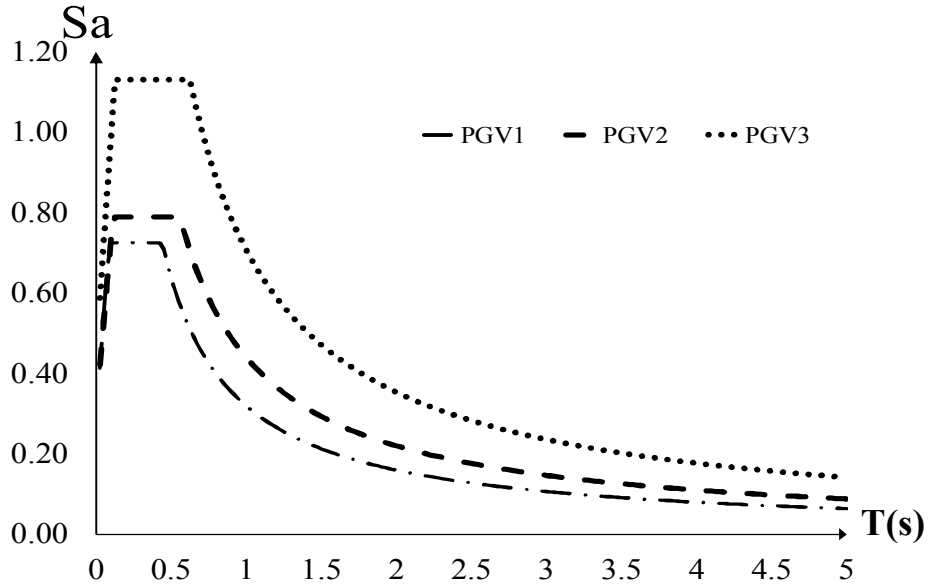


Şekil 5.5: PGV3 grubuna ait ivme kayıtları

İvme kayıtlarından elde edilen ortalama spektrumlar FEMA-356'ya göre normalize edilmiştir. Spektrumların karakteristik periyotları yine bu prosedüre göre elde edilmiştir. Spektrumlara ait karakteristik periyotlar ve sabit ivme bölgesi değerleri Tablo 5.1 Spektrum özellikleri'de görülmektedir. PGV1 ve PGV2 birbirine yakın iken PGV3 en yüksek ivme değerine sahiptir.

Tablo 5.1 Spektrum özellikleri

PGV	T <sub>A</sub> (sn)	T <sub>B</sub> (sn)	S <sub>a</sub> (g)
1	0.09	0.44	0.73
2	0.11	0.56	0.79
3	0.13	0.63	1.13

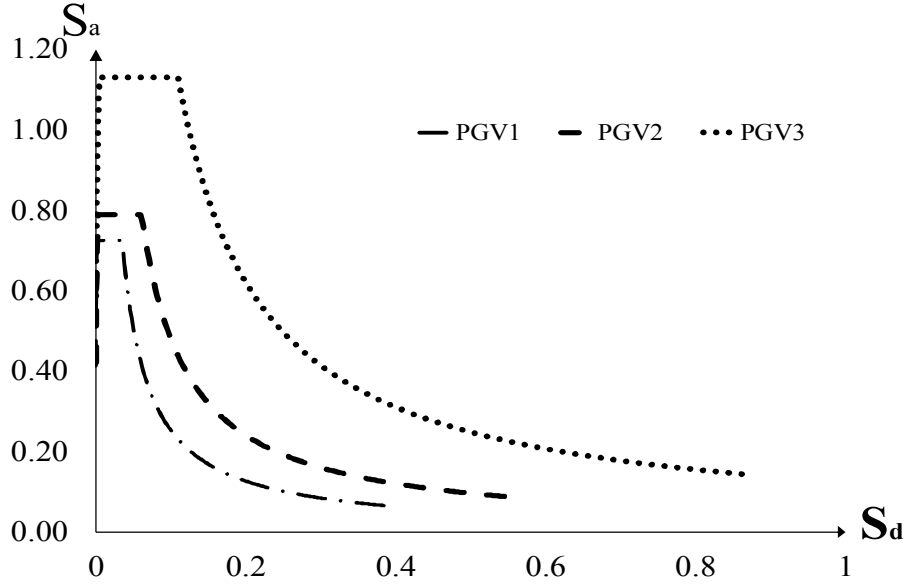


Şekil 5.6: Üç grup için elde edilen ortalama ivme spektrumları

Elde edilen elastik ivme spektrumları elastik yerdeğiştirme spektrumuna denklem (5.5) ile çevrilmektedir (Şekil 5.7).

$$S_{ai} = S_{ai} \frac{T^2}{4\pi^2} \quad (5.5)$$

Kullanılan ivme kayıtlarının detayları EK B de tablo halinde verilmiştir.

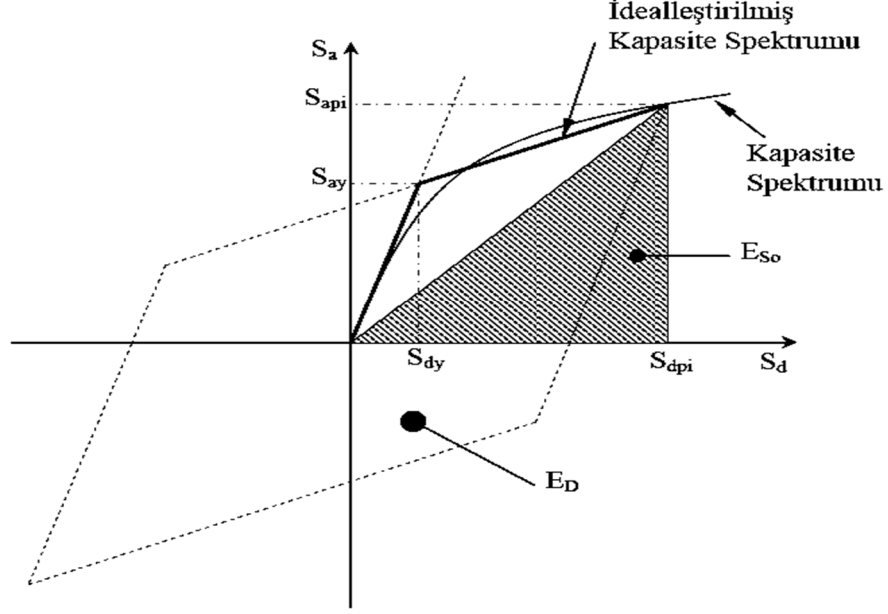


Şekil 5.7: Üç grup için elde edilen ortalama ivme talep spektrumları

### 5.3 Kapasite Spektrum Yöntemi

Bina için hesaplanan yerdeğiştirme talebi, ile kapasitenin karşılaştırılması deprem esnasında bina performansının tahmin edilmesi açısından son derece önemlidir. Deprem yükleri altındaki yapı elastik olmayan şekilde değişimler nedeniyle rijitlik kaybeder, elastik ötesi (kalıcı) deplasmanlar artar ve bina deprem enerjisini sönümler. Kapasite spektrumu yönteminde sönümlenen enerjiye karşılık gelen eşdeğer sönüm yaklaşık olarak hesaplanır. Bunun için öncelikle kapasite eğrisi üzerinde bir nokta performans noktası olarak tahmin edilir ve spektrum eğrisi iki doğru parçası ile idealleştirilir. Oluşan toplam sönüm, binanın doğasında olan viskoz sönümle çevrimsel sönümün bir kombinasyonu ile temsil edilir. Kapasite Spektrum Yöntemi indirgenmiş elastik spektrumu elde etmek için bu sönümü kullanmaktadır. Çevrimsel sönüm, binanın deprem kuvvetine (taban kesme kuvveti) karşı kritik yerdeğiştirme grafiği çizildiğinde oluşan çevrim içinde kalan alanla ilişkilidir (Şekil 5.8) (ATC-40 1996).





Şekil 5.8: Çevrimsel sönüme eşdeğer viskoz sönümün belirlenmesi

Denklem (5.6) ile hesaplanabilen çevrimsel sönüm, eşdeğer viskoz sönüm ile temsil edilebilir. Eşdeğer viskoz sönüm ( $\beta_{eq}$ )  $S_{dpi}$  yerdeğiştirmesi ile ilişkilidir ve (5.7) bağıntısıyla hesaplanabilmektedir, (ATC-40 1996).

$$\beta_o = \frac{1}{4\pi} \frac{E_D}{E_{so}} \quad (5.6)$$

$$\beta_{eq} = \beta_o + 5 \quad (5.7)$$

$$E_{so} = \frac{S_{api} S_{dpi}}{2} \quad (5.8)$$

$$E_D = 4(S_{ay} S_{dpi} - S_{dy} S_{api}) \quad (5.9)$$

Burada;

- $\beta_o$  : Eşdeğer viskoz sönüm olarak temsil edilen çevrimsel sönüm,
- $\beta_{eq}$  : Eşdeğer toplam sönüm
- $E_{so}$  : Maksimum şekil değiştirme enerjisi
- $E_D$  : Sönümlenen enerji (hareketin tek bir çevriminde yapı tarafından yutulan enerji olarak tanımlanmaktadır.) (ATC-40 1996).

Yapıdaki toplam eşdeğer sönüm değeri yüzde cinsinden yazılacak olursa, denklem (5.8) ve(5.9) değerleri (5.6) ifadesinde yerine yazılır ve (5.11) denklemini elde edilir.;

$$\begin{aligned} \% \beta_o &= \frac{1}{4\pi} \frac{4(S_{ay}S_{dpi} - S_{dy}S_{api})}{S_{api}S_{dpi} / 2} * 100 \\ &= \frac{63,7(S_{ay}S_{dpi} - S_{dy}S_{api})}{S_{api}S_{dpi} / 2} \end{aligned} \quad (5.10)$$

$$\% \beta_{eq} = \frac{63,7(S_{ay}S_{dpi} - S_{dy}S_{api})}{S_{api}S_{dpi} / 2} + 5 \quad (5.11)$$

Yeterli sünekliliğe sahip olmayan mevcut betonarme binalar, deprem etkisi altında rijitlik ve dayanım azalması vb. etkenlerden dolayı her zaman Şekil 5.8'teki gibi tam çevrim yapamazlar. Bu nedenle yeterli sünekliliğe sahip olmayan betonarme binalar için, denklem (5.7) ile hesaplanan sönüm olması gerekenden daha büyük seviyelere ulaşabilmektedir. Bu etkileri dikkate alarak ( $\kappa$ ) sönüm düzeltme çarpanı kullanılır. ATC-40 (1996) yönetmeliğinde yapı davranışına göre değişiklik gösteren  $\kappa$  katsayılarının belirlenebilmesi amacıyla Tablo 5.2 ve Tablo 5.3 önerilmiştir. Çalışma kapsamında Tip C durumu için hesaplar yapılmıştır.

Tablo 5.2 Yapı davranış türünün belirlenmesi (ATC-40 1996)

Deprem Süresi	Genel olarak yeni bina	Ortalama Mevcut Bina	Zayıf Mevcut Bina
Kısa Süreli	Tip A	Tip B	Tip C
Uzun süreli	Tip B	Tip C	Tip C

Tablo 5.3 Sönüm düzeltme katsayısı ( $\kappa$ ) (ATC-40 1996)

Yapı Davranış Türü	Tip A	Tip B	Tip C
Düzeltilme katsayısı ( $\kappa$ )	1	0,67	0,33

Böylece ( $\kappa$ ) sönüm düzeltme çarpanı değeri kullanılarak, etkin sönüm ( $\beta_{eff}$ ), (5.12) bağıntısıyla hesaplanmıştır.

$$\% \beta_{\text{eff}} = \frac{63,7\kappa(S_{ay}S_{dpi} - S_{dy}S_{api})}{S_{api}S_{dpi} / 2} + 5 \quad (5.12)$$

Yapıdaki toplam sönümün bulunmasından sonra talep spektrumu sönüm nispetinde azaltılmıştır. Azaltma işlemi talep spektrumunun toplam etkin sönüm oranına bağlı olarak bulunan  $SR_A$  ve  $SR_V$  katsayıları ile yapılmakta, böylece yapıdaki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınmaktadır (ATC-40 1996).  $SR_A$  talep spektrumunun sabit ivme bölgesinde,  $SR_V$  ise sabit hız bölgesinde kullanılan katsayıları temsil etmektedir (Şekil 5.9). Bu katsayılar, toplam etkin sönüm oranı ( $\beta_{\text{eff}}$ ) yüzde cinsinden yazılırsa, (5.13) (5.14) denklemleri ile ifade edilebilirler.

$$SR_A = \frac{3,21 - 0,68 \ln(\beta_{\text{eff}})}{2,12} \quad (5.13)$$

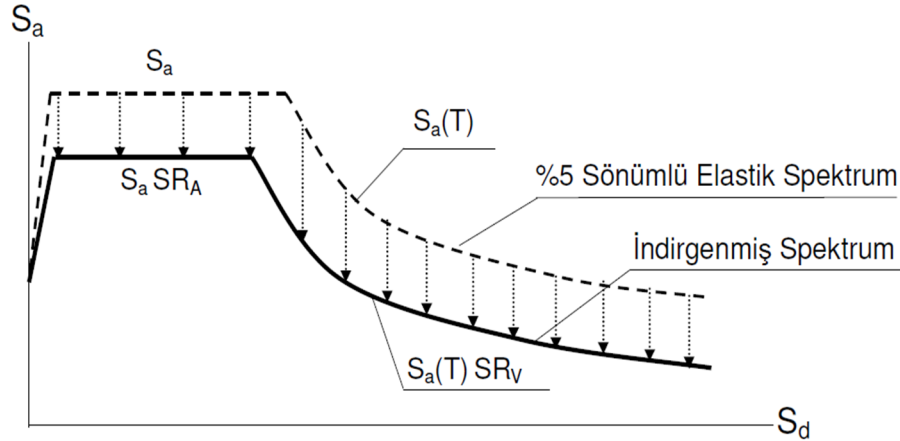
$$SR_V = \frac{2,31 - 0,41 \ln(\beta_{\text{eff}})}{1,65} \quad (5.14)$$

Burada;

$\beta_{\text{eff}}$  : Etkin sönüm,

$SR_A$  : Spektrumun sabit ivme bölgesindeki indirgeme katsayısı,

$SR_V$  : Spektrumun sabit hız bölgesindeki indirgeme katsayısı



Şekil 5.9: Etkin sönüm oranına bağlı olarak elastik spektrumun indirgenmesi

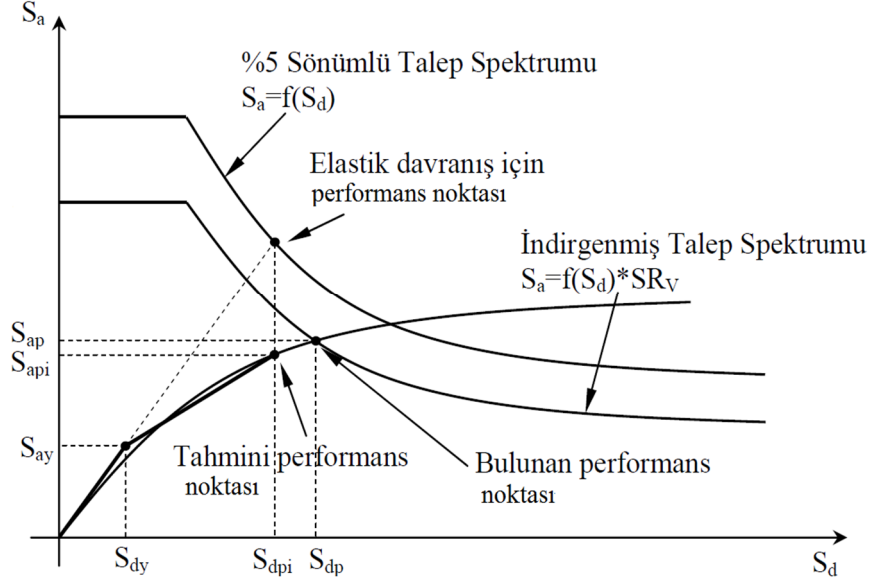
Spektral indirgeme katsayıları için yapısal davranış tipine bağlı olarak minimum  $SR_A$  ve  $SR_V$  indirgeme katsayısı değerleri ATC 40'ta verilmiştir (Tablo 5.4).

Tablo 5.4 Minimum  $SR_A$  ve  $SR_V$  değerleri (ATC-40, 1996)

Yapı davranış tipi	$SR_A$	$SR_V$
Tip A	0,33	0,5
Tip B	0,44	0,56
Tip C	0,56	0,67

Performans noktası, yapının deprem etkilerine karşı vereceği tepkiyi temsil eder ve Spektral İvme - Spektral Deplasman diyagramında üst üste çizilen kapasite spektrumu ile azaltılmış talep spektrum eğrilerinin kesiştiği nokta olarak tanımlanır (ATC-40, 1996). Yapının asıl performans noktası ise bu noktaların esas alınmasıyla yapılacak ardışık hesaplamalarla bulunur.

Kapasite spektrumunun ilk eğim doğrultusunun talep spektrum eğrisini kestiği nokta bulunur. Bu nokta yapının elastik davranışta sahip olacağı performans noktasını gösterir. Eşit yer değiştirme kabulü sonucu, bulunan bu performans noktası ile aynı spektral deplasman değerine sahip olan kapasite spektrum eğrisi üzerindeki nokta, tahmini performans noktası ( $S_{dpi}$ ,  $S_{api}$ ) olarak kabul edilebilir. Talep spektrumu bu noktaya bağlı olarak bulunan  $SR_A$  ve  $SR_V$  katsayıları ile azaltılır. Kapasite spektrum eğrisi ve azaltılmış talep spektrumu eğrisinin kesişim noktası ( $S_{dp}$ ,  $S_{ap}$ ) belirlenir. Belirlenen bu nokta ile sönümün bulunmasında kullanılan tahmini performans noktası arasındaki mesafe kabul edilebilir olması için genelde tahmini performans noktasının  $\pm\%5$ 'i kadar alınır ( $0,95S_{dpi} \leq S_{dp} \leq 1,05 S_{dpi}$ ). Bu nokta performans noktası olarak alınır (Şekil 5.10). Aksi durumda bulunan kesişim noktası yeter derecede yakın değil ise işlem tekrarlanır. Bulunan değerler spektral değerler olduğundan dolayı denklem (5.3) ve (5.4) kullanılarak toplam taban kesme kuvveti ( $V_t$ ) ve maksimum tepe yerdeğiştirmesi ( $\Delta_{\text{çatı}}$ ) elde edilir.



Şekil 5.10: Talep yerdeğiştirme değerinin belirlenmesi

#### 5.4 DBYBHY-2007 Yöntemi

Bölüm 5.1 ve Bölüm 5.2’ de elde edilen kapasite spektrumu ve talep spektrumu bu yöntemde de gereklidir.

DBYBHY-2007 EK-7C’ de önerilmiş olan yöntem esasen eşit yerdeğiştirme ve eş enerji kurallarını kullanmaktadır. Yönetmelikte deprem talebinin hesabı, birinci doğal titreşim periyodu zemin karakteristik periyodundan kısa olan binalar için eş enerji, uzun periyotlu olan binalar için ise eşit yerdeğiştirme kuralı ile belirlenmektedir.

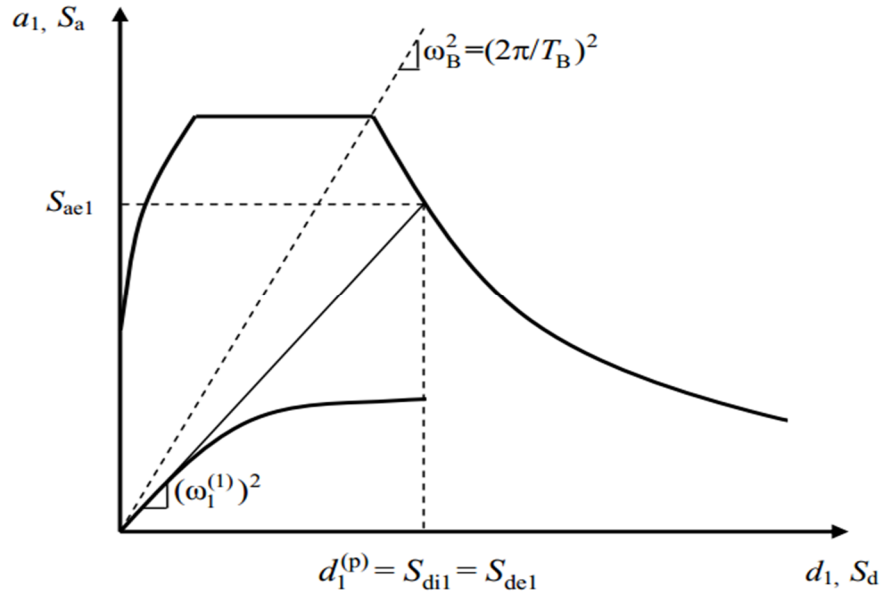
- $T_1 < T_B$  ise eşit yerdeğiştirme kuralı geçerlidir.

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değıştirme, “ $S_{di1}$ ” itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci titreşim moduna ait  $T_1$  başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik spektral yer değıştirme  $S_{del}$ ’e bağılı olarak denklem (5.15) ile elde edilir:

$$S_{di1} = C_{R1} S_{del} \quad (5.15)$$

$$S_{de1} = \frac{T^2 S_{ae1}}{4\pi^2} \quad (5.16)$$

Görüldüğü üzere  $C_{R1}$  elastik yerdeğiştirme talebi ile elastik olmayan yerdeğiştirme talebi arasında bir orandır. Bu durumda doğrusal elastik olmayan spektral yer değıştirme  $S_{di1}$ , eşit yer değıştirme kuralı uyarınca doğal periyodu yine  $T_1$  olan eşlenik doğrusal elastik sistem'e ait lineer elastik spektral yer değıştirme  $S_{de1}$ 'e eşit alınacaktır (Şekil 5.11).



Şekil 5.11: Doğrusal olmayan yerdeğiştirme talebinin belirlenmesi

- $T_1 < T_B$  ise eş enerji kuralı geçerlidir.

$T_1$  başlangıç periyodunun, tanımlanan talep spektrumundaki karakteristik periyod  $T_B$ 'den daha kısa olması durumunda ise, denklem (5.15)'teki spektral yer değıştirme oranı  $C_{R1}$ , ardışık yaklaşımla aşağıdaki şekilde hesaplanır:

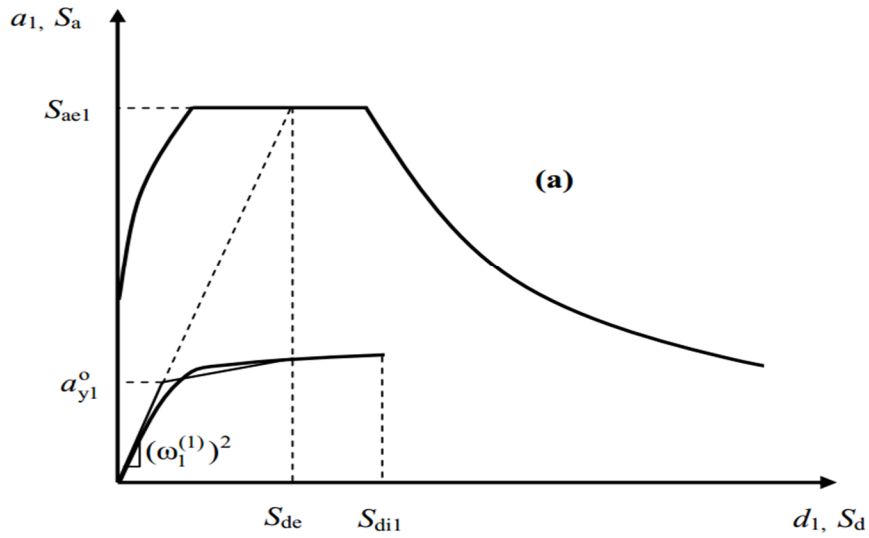
İlk adımında  $C_{R1} = 1$  kabulü yapılarak, eşdeğer akma noktası'nın koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir. Şekil 5.12'da görülen  $a_{y1}^0$  esas alınarak  $C_{R1}$  denklem (5.17) ile tanımlanır.

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1)T_B / T_1^{(1)}}{R_{y1}} \geq 1 \quad (5.17)$$

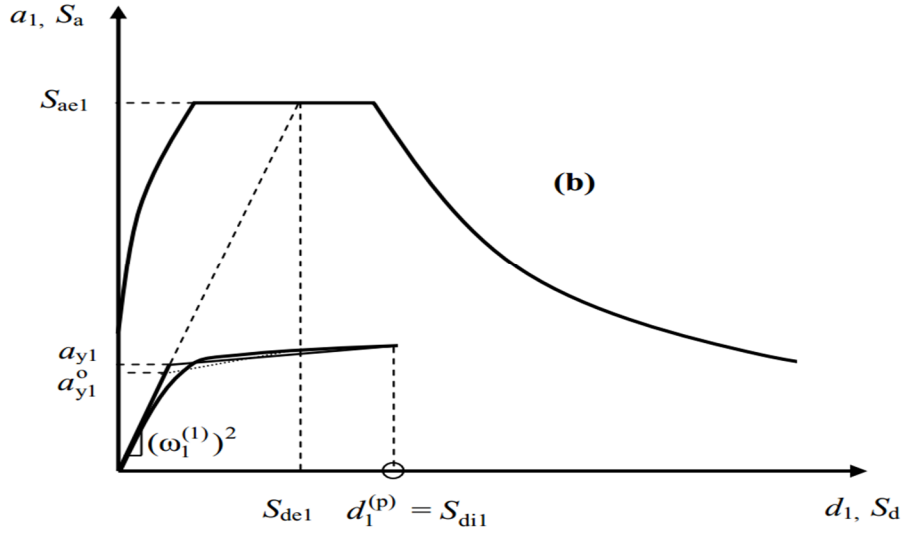
Bu denklemde  $R_{y1}$  birinci doğal titreşim moduna ait dayanım azaltma katsayısını göstermektedir.

$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \geq 1 \quad (5.18)$$

Denklem (5.17)'den bulunan  $C_{R1}$  kullanılarak, denklem (5.15)'e göre hesaplanan  $S_{d1}$  esas alınarak eşdeğer akma noktası'nın koordinatları, Şekil 5.13'da gösterildiği üzere, eşit alanlar kuralı ile yeniden belirlenir ve bunlara göre  $a_{y1}$ ,  $R_{y1}$  ve  $C_{R1}$  tekrar hesaplanır. Ardışık iki adımda elde edilen sonuçların kabul edilebilir ölçüde birbirlerine yaklaştıkları adımda ardışık yaklaşıma son verilir ve yerdeğiştirme talebi hesaplanmış olur.



Şekil 5.12:  $C_{R1}$  hesabının ilk adımı



Şekil 5.13:  $C_{R1}$  hesabının ilk adımı ve talep yerdeğiştirmenin bulunması

## 5.5 Seçilen Örnek Çerçeveye Ait Yerdeğiştirme Talep Hesabı

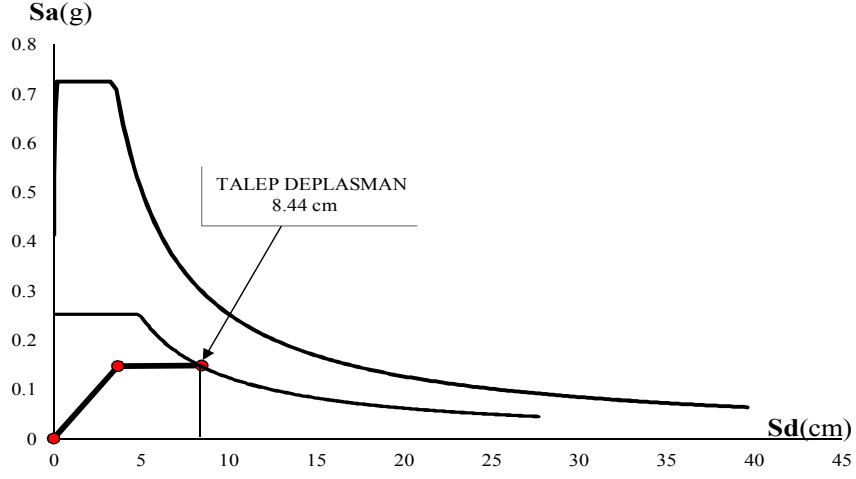
Seçilen TIP1N5T100 çerçevesine ait yerdeğiştirme talebi iki yöntem kullanılarak hesaplanmıştır. Üç tane ivme grubunun, her grup için ortalama talep spektrumları ve iki tane hesap yöntemi düşünöldüğünde toplamda altı tane yerdeğiştirme talebi hesabı yapılmıştır.

### 5.5.1 Kapasite Spektrum Yöntemi İle Yerdeğiştirme Talep Hesabı

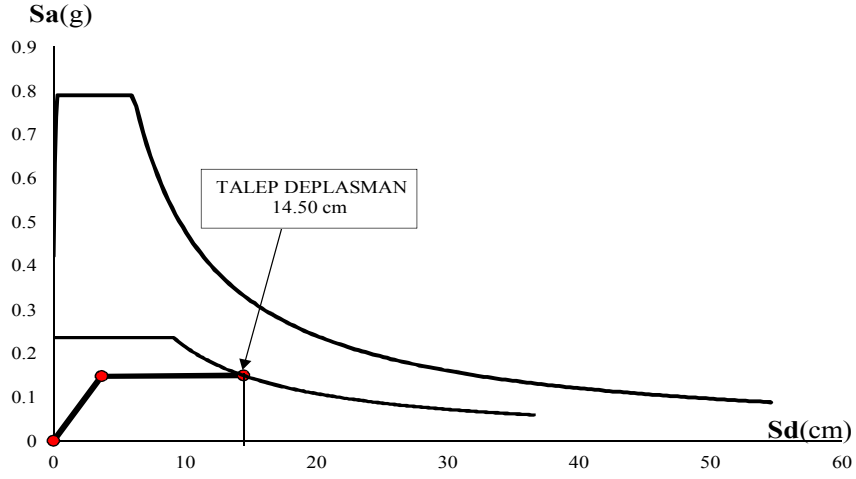
TIP1N5T100 modeline ait yapılan hesaplamalarda elde edilen sonuç grafik şeklinde gösterilmiştir. Burada 3 PGV grubu içinde ayrı ayrı grafiklerle verilmiştir.

Aşağıda Şekil 5.14' de göröldüğü üzere PGV1 grubuna ait yerdeğiştirme talep değeri görölmektedir. Aynı biçimde PGV2 ve PGV3 grupları içinde Şekil 5.15 ve Şekil 5.16' te görölmektedir.

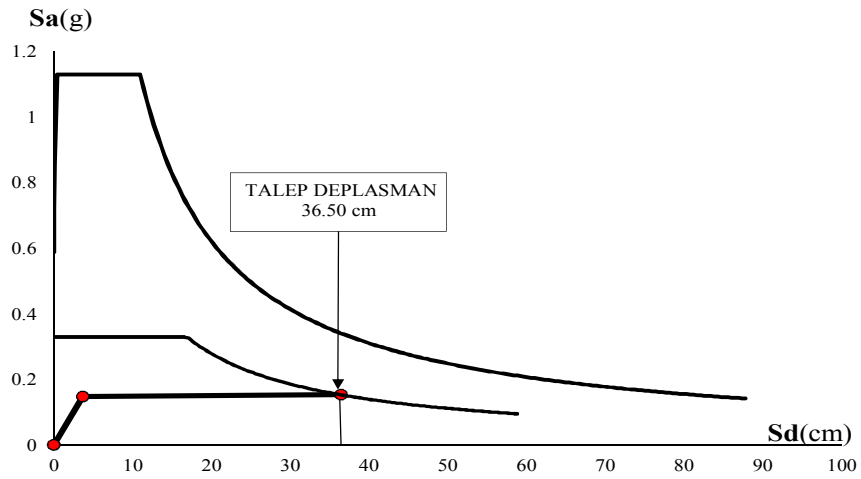




Şekil 5.14: PGV1 grubuna ait yerdeğiştirme talebi



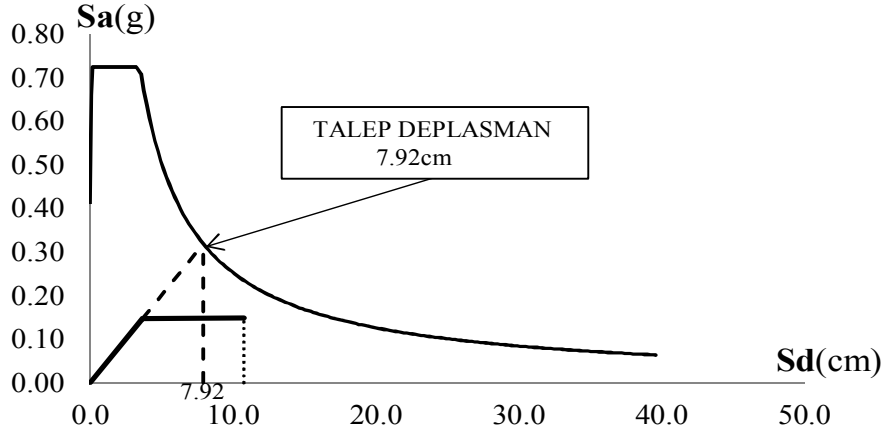
Şekil 5.15: PGV2 grubuna ait yerdeğiştirme talebi



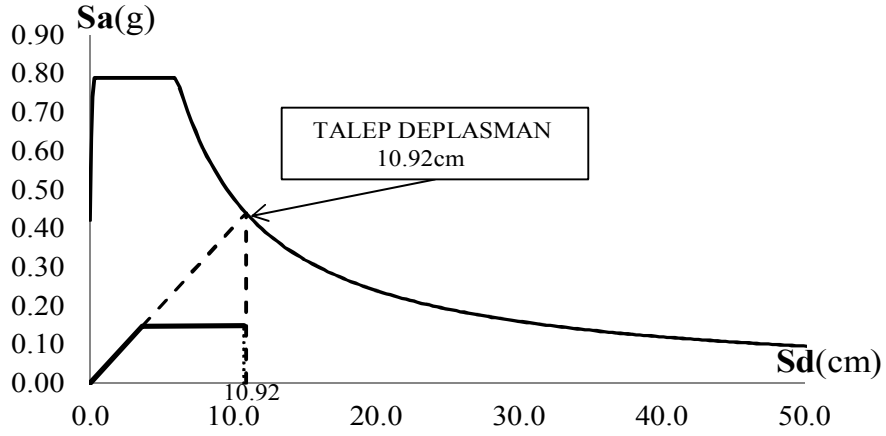
Şekil 5.16: PGV3 grubuna ait yerdeğiştirme talebi

### 5.5.2 DBYBHY-2007 Yöntemi İle Yerdeğiştirme Talep Hesabı

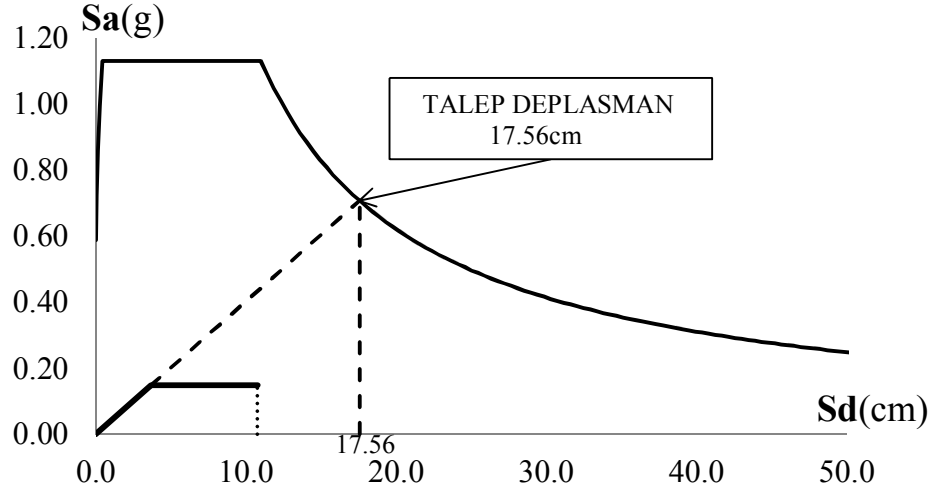
TIP1N5T100 modeline ait yapılan hesaplamalarda elde edilen sonuç grafik şeklinde gösterilmiştir. PGV1, PGV2 ve PGV3 grupları için sırasıyla Şekil 5.17, Şekil 5.18 ve Şekil 5.19 yerdeğiştirme talepleri görülmektedir.



Şekil 5.17: PGV1 grubuna ait yerdeğiştirme talebi



Şekil 5.18: PGV2 grubuna ait yerdeğiştirme talebi



Şekil 5.19: PGV3 grubuna ait yerdeğiştirme talebi

Seçilen örnek modelin periyodu 1.00s olduğu ve bu periyodun üç adet PGV grubuna ait spektrumların  $T_B$  değerlerinden büyük olmasından dolayı eşit yerdeğiştirme kuralı geçerli olmaktadır.

## 6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Betonarme çerçevelere ait kapasite ve talep sonuçları bu bölümde toplu olarak değerlendirilmiştir. Yapı parametreleri ile sonuçlar arasındaki bağlantılara değinilmiştir.

### 6.1 Kapasite Sonuçlarının Değerlendirilmesi

#### 6.1.1 Performans Seviyesi

Çalışmada kullanılan 48 adet betonarme çerçevenin performans seviyelerine ait çatı yerdeğiştirmesi ve taban kesme kuvvetleri ulaşması, binadaki kirişlerin %25'nin göçmesi anlamına gelmekte ve bina GÖ performans seviyesine ulaşmaktadır.

Tablo 6.1'de verilmiştir. Tablo 6.1'in ikinci sütunda GÖ performans seviyesine erişilmesinde hangi taşıyıcı elemanın hasarı sonucu oluştuğu görülmektedir. 48 tane çerçeveden 15 tanesinin GÖ performans seviyesini kirişler belirlemiştir.

TIP1, TIP2 ve TIP3'te iki katlı çerçevelerde periyodu 0.20s olan modeller kirişten dolayı GÖ performansına ulaşmıştır. Bu binalarda periyodun düşük olmasının esas sebebi kolon boyutlarının büyük olmasıdır. Bu yüzden göreceli olarak daha zayıf olan kirişlerin göçmesi beklenen bir sonuçtur.

Beş katlı çerçevelerde ise sadece TIP2' ye ait olanlar periyot gözetmeksizin kirişlerden dolayı GÖ performans seviyesine erişmiştir. TIP2 de beş katlı çerçeveler incelenecek olursa ilk açıklığın 2 metre olduğu ve yanındaki açıklığın 6,5m olduğu görülmektedir. Kısa açıklığa sahip olan kirişler eğilmeden ziyade kesmeden dolayı hasar almışlardır. Çerçevede 4 tane kiriş olduğundan bir tanesinin dahi göçme seviyesine ulaşması, binadaki kirişlerin %25'nin göçmesi anlamına gelmekte ve bina GÖ performans seviyesine ulaşmaktadır.

Tablo 6.1: Tüm modellere ait performans seviye sınırları

Performans Seviyesi			HK		CG		GÖ	
Model Adı	Bina ağırlığı	GÖ Hasar Şekli	$\Delta$ (cm)	V(ton)	$\Delta$ (cm)	V(ton)	$\Delta$ (cm)	V(ton)
TIP1N2T020	53.27	kiriş	2.49	32.91	10.42	33.11	15.76	34.78
TIP1N2T040	82.07	kolon	2.94	23.84	10.14	24.33	12.01	23.97
TIP1N2T060	97.37	kolon	3.07	14.87	3.27	14.78	3.27	14.78
TIP2N2T020	53.86	kiriş	1.94	34.88	7.91	35.35	12.02	36.44
TIP2N2T040	95.53	kolon	2.91	33.99	8.45	35.12	10.05	35.02
TIP2N2T060	100.16	kolon	2.49	14.08	3.24	13.85	3.32	13.81
TIP3N2T020	53.09	kiriş	2.01	34.12	8.11	34.56	12.21	35.11
TIP3N2T040	89.72	kolon	2.47	28.43	8.74	32.77	10.20	32.63
TIP3N2T060	101.58	kolon	3.09	20.42	4.42	20.99	4.42	20.99
TIP4N2T040	64.64	kolon	3.26	20.18	11.86	20.04	13.79	20.05
TIP4N2T060	67.36	kolon	2.65	9.99	3.38	9.75	3.38	9.75
TIP1N5T060	211.24	kolon	5.30	40.13	17.70	41.98	20.57	41.84
TIP1N5T080	232.05	kolon	6.43	36.15	9.16	36.12	10.23	35.91
TIP1N5T100	267.83	kolon	6.76	33.45	12.69	33.22	13.82	33.06
TIP1N5T120	344.50	kolon	6.70	36.51	8.77	38.99	8.77	38.99
TIP2N5T060	198.41	kiriş	1.87	23.58	1.97	24.85	1.97	24.85
TIP2N5T080	225.02	kiriş	3.27	25.73	3.43	27.00	3.43	27.00
TIP2N5T100	239.65	kiriş	5.17	28.80	5.64	30.27	5.64	30.27
TIP2N5T120	346.29	kiriş	6.48	35.35	6.74	36.15	6.74	36.15
TIP3N5T060	174.96	kolon	5.47	40.13	14.41	42.34	14.41	42.34
TIP3N5T080	199.46	kolon	7.40	37.08	11.86	37.66	12.33	37.69
TIP3N5T100	316.21	kolon	6.58	43.46	9.11	45.91	9.18	45.95
TIP3N5T120	320.01	kolon	6.83	34.29	7.89	36.21	7.89	36.21
TIP4N5T060	204.28	kolon	6.13	43.36	16.13	43.68	18.93	43.87
TIP4N5T080	190.36	kolon	7.75	32.92	13.85	32.60	15.75	32.40
TIP4N5T100	225.50	kolon	7.87	32.44	12.97	32.59	14.57	32.33
TIP4N5T120	249.53	kolon	7.13	27.89	9.43	29.05	9.43	29.05
TIP1N8T080	364.65	kolon	8.50	58.00	31.46	61.45	36.20	61.23
TIP1N8T100	374.58	kolon	10.68	55.07	24.83	54.84	27.97	54.51
TIP1N8T120	376.37	kolon	10.20	50.60	12.87	50.49	14.27	50.37
TIP1N8T140	416.87	kolon	10.39	45.13	11.13	45.40	11.13	45.40
TIP1N8T160	435.18	kolon	10.47	37.35	10.87	37.50	10.87	37.50
TIP1N8T180	559.63	kolon	10.80	40.35	11.20	40.22	11.20	40.22
TIP2N8T080	357.44	kiriş	2.83	33.46	2.89	34.24	2.89	34.24
TIP2N8T100	351.90	kiriş	4.93	38.14	5.03	38.89	5.03	38.89
TIP2N8T120	385.32	kiriş	6.32	37.89	6.56	39.23	6.56	39.23
TIP2N8T140	387.49	kiriş	6.93	31.71	7.20	32.93	7.20	32.93
TIP2N8T160	472.20	kiriş	8.43	34.26	8.73	35.43	8.73	35.43
TIP3N8T080	382.72	kiriş	2.90	36.31	3.00	37.56	3.00	37.56
TIP3N8T100	355.71	kiriş	4.90	34.86	5.00	35.57	5.00	35.57
TIP3N8T120	373.76	kiriş	5.80	31.11	6.00	32.18	6.00	32.18
TIP3N8T140	388.69	kolon	9.97	41.73	14.07	45.38	14.87	45.28
TIP3N8T160	404.82	kolon	11.25	37.30	14.85	40.91	14.85	40.91
TIP4N8T100	334.75	kolon	11.90	52.25	26.38	52.24	30.24	51.98
TIP4N8T120	331.85	kolon	13.00	47.35	20.14	47.43	22.86	47.69
TIP4N8T140	336.84	kolon	13.86	41.32	17.29	41.27	19.29	41.17
TIP4N8T160	371.22	kolon	12.73	39.15	15.40	39.68	16.82	39.44
TIP4N8T180	390.21	kolon	13.06	34.68	15.73	36.41	16.53	36.25

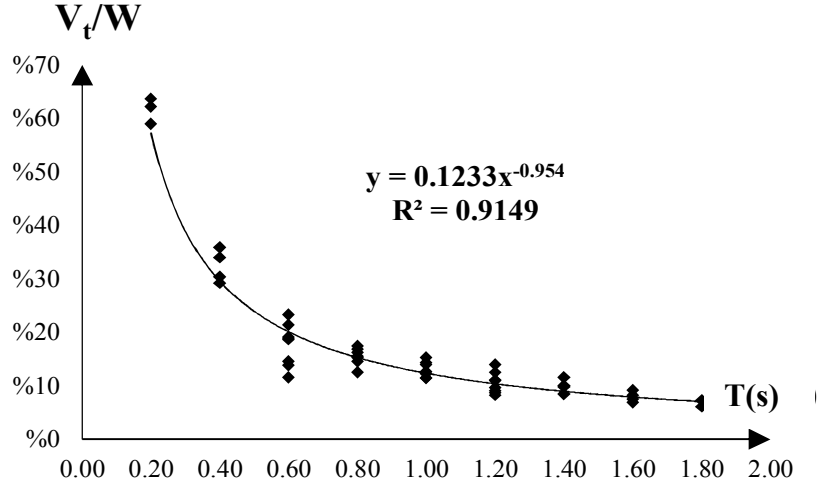
Sekiz katlı çerçevelerde TIP2 modellerine ait tüm periyotlar ile TIP3 modellerine ait düşük periyotlu çerçeveler ( $T=0.80s$ ,  $1.00s$  ve  $1.20s$ ) kiriş şartından dolayı GÖ performans seviyesine ulaşmıştır. TIP2 ve TIP3 binalarına ait

çerçevelerde bulunan kısa kirişler ( $L=2m$ ), hasarında bu elemanlarda yoğunlaşmasına sebep olmakta ve binalar göçme durumuna kiriş hasarları sebebi ile ulaşmaktadır. Bu durum bina içindeki eleman boyutlarının değişiminin ve dağılımının performans üzerindeki öneminin göstermektedir. Mevcut yapılarda kısa kirişler binanın performansını olumsuz yönde etkilemektedir. TIP2'ye ait yapılarda kısa kirişlerin yanında uzun kirişlerin de olması, kirişlerin daha hızlı hasar görmesine sebep olmuştur. TIP3 binalarında bulunan kısa kirişlerin yan yana kullanılması, bu kısımda bölgesel bir rijitlik yoğunluğu oluşturmaktadır. Bu durum ise TIP3 binalarının performansının, TIP2 binalarına göre bir miktar daha artmasına sebep olmuştur.

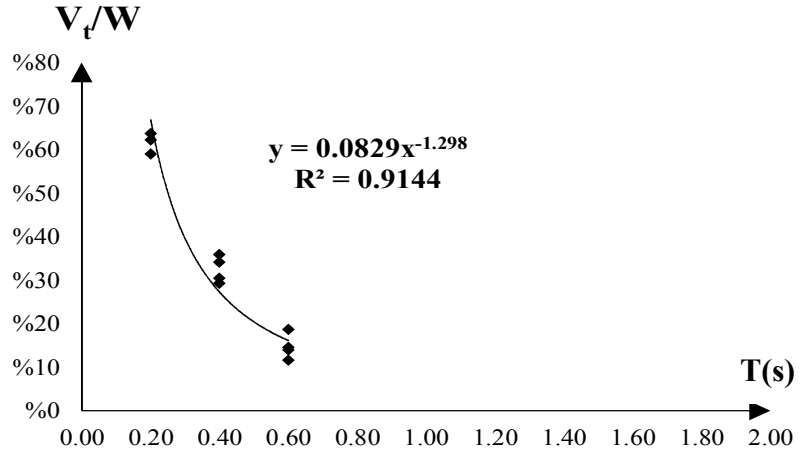
TIP1 ve TIP4'te ise kısa kirişlerden bahsetmek mümkün değildir. Modellere ait açıklıklar birbirine yakındır. Bu modellerde GÖ performan seviyesine kolonların hasar alması ile ulaşılmıştır.

### **6.1.2 Yatay Dayanım Oranı**

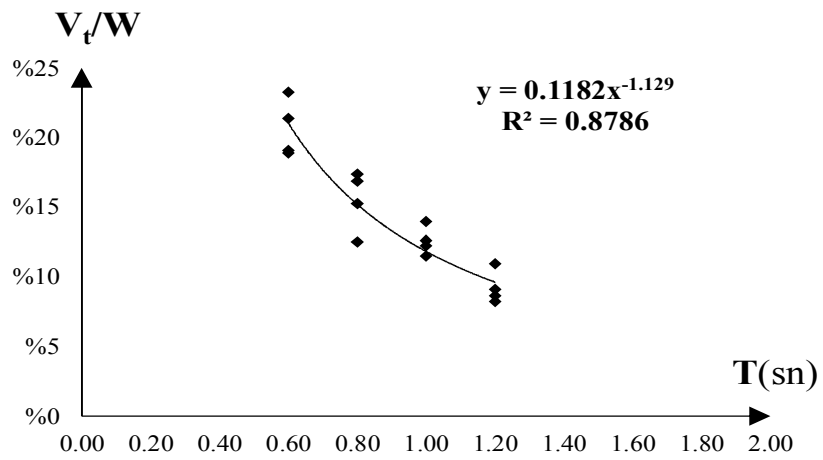
Betonarme çerçevelerin yatay dayanım oranının (akma dayanımı / sismik ağırlık) periyot ile olan ilişkisi Şekil 6.1'de görülmektedir. Veri grubuna tanımlanan üssel bir denklem ile eğri tarif edilmiştir. Bu eğri Yatay dayanım oranı ile periyot arasında yüksek korelasyon ( $R^2=0,9149$ ) olduğunu göstermektedir. Periyot değeri azaldıkça bina yatay dayanımı artmaktadır. Periyot değeri arttıkça bina yatay dayanımı azalmakta ve %10 seviyesinde yatay bir seyir izlemektedir. Yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi 2, 5 ve 8 katlılar için sırasıyla Şekil 6.2, Şekil 6.3 ve Şekil 6.4'te görülebilir.



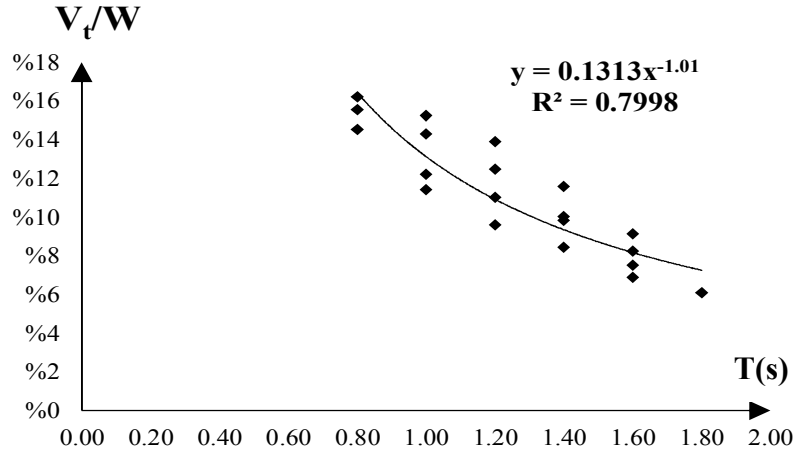
Şekil 6.1: Tüm katlar için yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi



Şekil 6.2: 2 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi



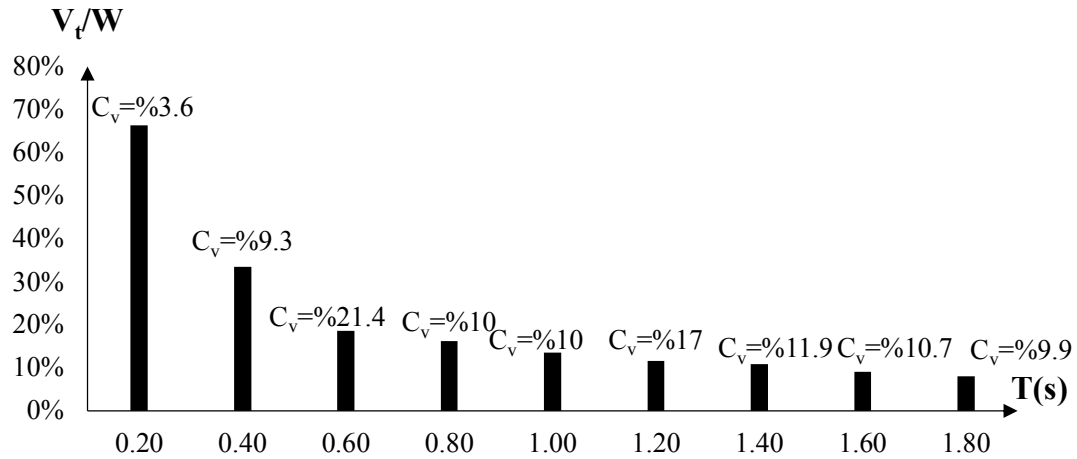
Şekil 6.3: 5 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi



Şekil 6.4: 8 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı-periyot ilişkisi

Yatay dayanım oranı, kat sayısı arttıkça düşmektedir. Bu da düşük katlı çerçevelerin yatay dayanımının daha yüksek olduğu söylenebilir. Sırasıyla 2, 5 ve 8 katlı binalara ait ortalama yatay dayanım oranları %34, %14 ve %11’ dir.

Aynı periyoda sahip çerçeve modellerinin yatay dayanım oranları, kat sayısı gözetmeksizin hesaplanmış ve elde edilen ortalama değerler Şekil 6.5’ te verilmiştir.



Şekil 6.5: Yatay dayanım oranı ortalamaları-periyot ilişkisi

Şekil 6.5’ te verilen grafik üzerinde gösterilen C<sub>v</sub> değerleri varyasyon katsayılarını belirtmektedir. Varyasyon katsayısı, dağılımdaki değerlerin ortalamaya göre değişimini ifade etmektedir. Görüldüğü üzere en büyük varyasyon katsayısının 0.6s ve 1.20s periyotlu modellere aittir. Bu durum 0.60s hem 2 hem de 5 katlı çerçevelerde bulunmasından kaynaklanmaktadır. Aynı biçimde 1.20s periyoduna sahip 5 ve 8 katlı çerçevelerin bulunması bu periyoda ait varyasyonu



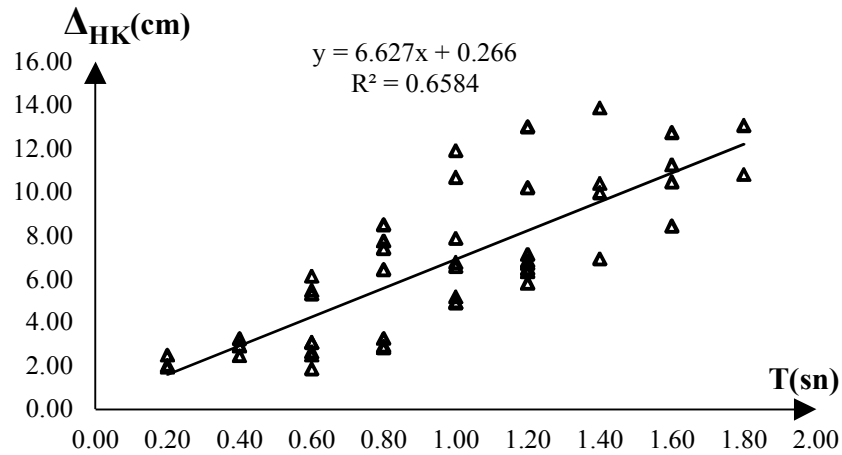
arttırmaktadır. 0.20s periyoduna sahip çerçeveler en büyük yatay dayanım oranına ve en düşük varyasyon katsayısına sahiptirler.

### 6.1.3 Yerdeğiştirme Kapasitesi

Deprem yüklerine karşı yerdeğiştirme kapasitesinin yeterli güvenlikte olması gerekmektedir. Yerdeğiştirme kapasitesi daha çok süneklilikle beraber düşünülebilir. Çalışmada performans seviyeleri için hesaplanmış yerdeğiştirme kapasiteleri aşağıda şekil ve tablolarla anlatılmıştır. Karşılaştırmalar tiplere ve performans seviyelerine göre yapılmıştır.

- **HK Performan Seviyesi**

Yerdeğiştirme kapasitesi Şekil 6.6'da görülmektedir. Şekil 6.6 incelendiğinde 2cm ile 14cm aralığında değişen yerdeğiştirmeler görülebilir. Periyodun artmasıyla yerdeğiştirme kapasitesinde artış görülmektedir. Yerdeğiştirme kapasitesi ile periyot arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmüştür.



Şekil 6.6: HK performans seviyesi için yerdeğiştirme kapasitesi-periyot ilişkisi

HK performans seviyesine ait yerdeğiştirme kapasiteleri bina yüksekliği ile normalize edilmiş, her kat için bulunan ortalama değerler Tablo 6.2'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde katsayısının artmasıyla beraber görece yerdeğiştirme kapasitesinde düşüş olduğu görülmektedir.

Tablo 6.2: HK yerdeştirme kapasitesi

$\Delta_{HK} / H$				
N	2	5	8	ORT.
<b>TIP 1</b>	0.47%	0.42%	0.42%	0.44%
<b>TIP 2</b>	0.41%	0.28%	0.25%	0.31%
<b>TIP 3</b>	0.42%	0.44%	0.29%	0.38%
<b>TIP 4</b>	0.49%	0.48%	0.54%	0.50%
<b>ORT.</b>	0.45%	0.40%	0.37%	0.41%

Elde edilen ortalama değerler kısa kirişlere sahip olmayan TIP1 ve TIP4 binalarının, TIP2 ve TIP3 binalarına göre daha yüksek ötelenme oranlarına ulaştığını göstermektedir. TIP2 binaları tüm katlar için en düşük göreli yerdeğtirme kapasitesine sahiptir. Bunun sebebi ise TIP2 modelinde kısa kiriş olmasıdır. HK performans seviyesinde 48 modelin ortalama yerdeğtirme kapasitesi oranı %0.41'dir.

- **CG Performan Seviyesi**

CG performans seviyesinde yerdeğtirme kapasiteleri ile periyot arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Hesaplanan yerdeğtirme kapasiteleri bina yüksekliği ile normalize edilmiş, her tip için katlara ait ortalama öteleme oranları Tablo 6.3'te verilmiştir. CG performans seviyesi açısından bakıldığında da benzer bir sonuç ile karşılaşılmıştır. Kısa kirişlere sahip olmayan TIP1 ve TIP4 binalarının daha büyük ötelenme oranlarına ulaşabildikleri anlaşılmaktadır. Kısa kirişlerin ard arda yer aldığı TIP3 binalarının, kısa kirişlerin bir arada bulunmadığı TIP2 binalarına göre daha yüksek ötelenme seviyelerine ulaştığı görülmektedir.

Tablo 6.3: CG yerdeğtirme kapasitesi

$\Delta_{CG} / H$				
N	2	5	8	ORT.
<b>TIP 1</b>	1.32%	0.81%	0.71%	0.95%
<b>TIP 2</b>	1.09%	0.30%	0.25%	0.55%
<b>TIP 3</b>	1.18%	0.72%	0.36%	0.75%
<b>TIP 4</b>	1.27%	0.87%	0.79%	0.98%
<b>ORT.</b>	1.22%	0.67%	0.53%	0.81%

- **GÖ Performan Seviyesi**

GÖ performans seviyesinde de CG'de olduğu gibi yerdeğiştirme kapasitesi ile periyot arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Tablo 6.4'te görel yerdeğiştirme kapasiteleri görülmektedir. CG performans seviyesi için yapılan değerlendirmelerin, GÖ performans seviyesi için de aynen geçerli olduğu görülmüştür. Hesaplanan ötelenme oranları bir miktar daha artmakta, fakat bina tipleri hakkında yapılan değerlendirmeler geçerliliğini korumaktadır.

Tablo 6.4: GÖ yerdeğiştirme kapasitesi

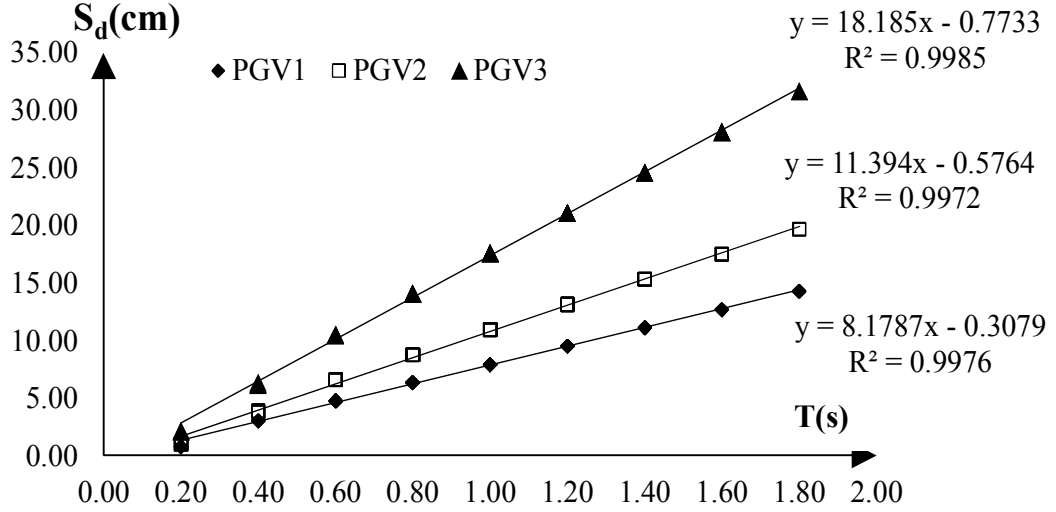
N	$\Delta_{GÖ} / H$			ORT.
	2	5	8	
<b>TIP 1</b>	1.72%	0.89%	0.78%	1.13%
<b>TIP 2</b>	1.41%	0.30%	0.25%	0.65%
<b>TIP 3</b>	1.49%	0.73%	0.36%	0.86%
<b>TIP 4</b>	1.43%	0.98%	0.88%	1.10%
<b>ORT.</b>	1.51%	0.72%	0.57%	0.94%

Bütün bu bulgular HK, CG ve GÖ performans seviyelerine karşılık gelen ötelenme kapasiteleri üzerinde taşıyıcı sistem elemanlarının boyutlarının ve yerleşiminin ne denli önemli olduğunu göstermektedir. Doğru taşıyıcı sistem konfigürasyonunun belirlenmesi bina performansının yükseltilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

## 6.2 Talep Hesaplarından Elde Edilen Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Betonarme çerçevelere ait yerdeğiştirme talepleri KSY (ATC40-1996) ve DBYBHY-2007 EK-C' de önerilen yöntemler kullanılarak elde edilmiştir. Yerdeğiştirme talepleri hesaplanırken, maksimum yer hızlarına göre sınıflandırılan 364 adet ivme kaydından faydalanılmıştır. Talep spektrumlarına ait bilgiler çalışmanın 5.2 bölümünde anlatılmıştır. Talep hesabı her hız grubu için ayrı ayrı yapılmış ve bulunan sonuçlar değerlendirilmiştir.

DBYBHY-2007 yöntemine göre hesaplanan yerdeğiştirme talepleri Şekil 6.7' de görülmektedir.

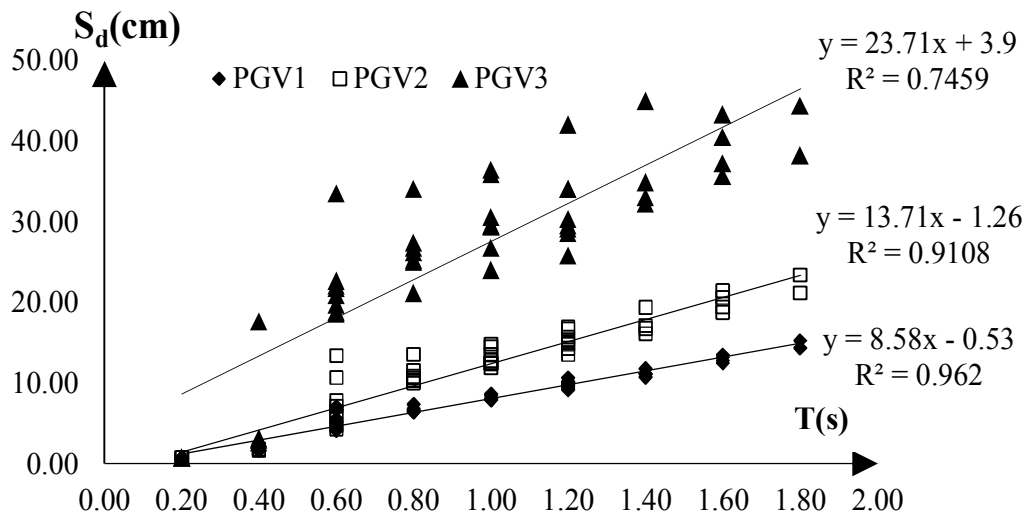


Şekil 6.7: DBYBHY-2007'ye göre bulunan yerdeğiştirme talepleri ile periyot ilişkisi

Şekil 6.7' de artan periyot değerleri ile beraber yer değiştirme taleplerinin de arttığı görülmektedir. Yerdeğiştirme talepleri küçükten büyüğe sırasıyla PGV1, PGV2 ve PGV3 gruplarına aittir. Periyodun artmasıyla beraber PGV grupları arasındaki fark belirginleşmektedir.

Yerdeğiştirme talebi ile periyot arasında doğrusal bir ilişki tespit edilmiştir. Şekil 6.7' de görüldüğü üzere 3 PGV grubu için hesaplanan korelasyon katsayıları oldukça yüksektir.

KSY ile hesaplanan yerdeğiştirme talepleri ile periyot arasındaki ilişki Şekil 6.8' de görülmektedir.



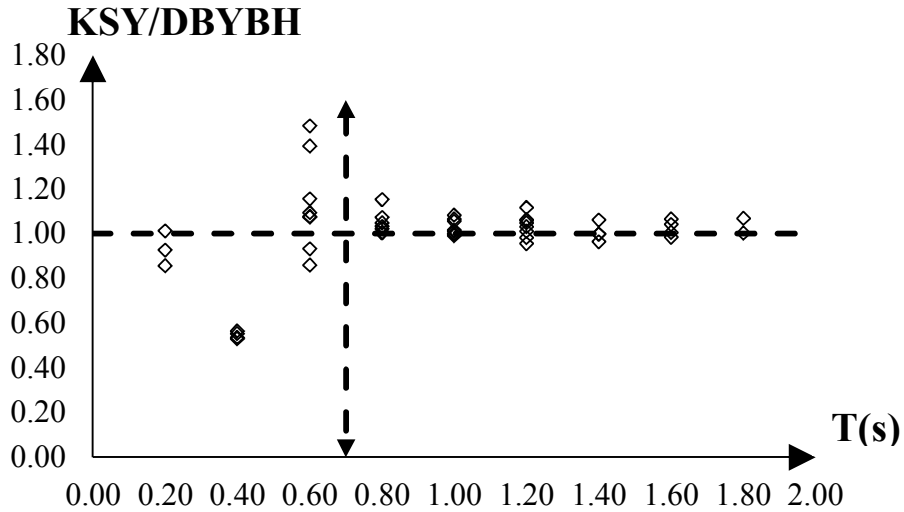
Şekil 6.8: KSY'ne göre bulunan yerdeğiştirme talepleri ile periyot ilişkisi

KSY ile bulunan yerdeğiştirme talepleri daha fazla saçılım göstermiştir. Burada da periyot arttıkça yerdeğiştirme talebinin arttığı gürılmektedir.

KSY ile hesaplanan yerdeğiştirme talepleri ile periyot arasında doğrusal bir ilişki elde edilmiştir. PGV1 ve PGV2 gruplarına ait yerdeğiştirme taleplerinde korelasyon katsayısı 0.90'ın üzerinde iken PGV3 için 0.74 mertebelerindedir. PGV3 grubunda saçılımlar daha fazladır.

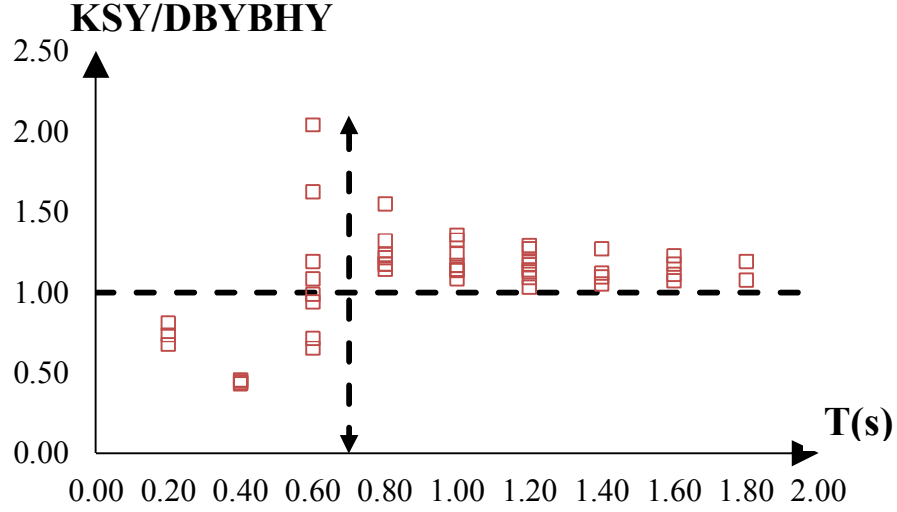
Yerdeğiştirme talep hesaplarında kullanılan her iki yöntem aşağıda karşılaştırılmıştır. Bunun için KSY ile bulunan sonuçlar DBYBHY yönteminden bulunan sonuçlara bölünmüştür. Yöntemlerin kıyaslanması her PGV grubu için yapılmıştır. Bulunan sonuçlar PGV1, PGV2 ve PGV3 için sırasıyla Şekil 6.9, Şekil 6.10 ve Şekil 6.11' de verilmiştir.

PGV1 grubu için yapılan karşılaştırmadan elde edilen sonuçlar Şekil 6.9'da gürsterilmiştir. 0.70s öncesi için bir ortalama değer söylenemezken, 0.70s sonrasında ise oran 1.00 olarak hesaplanmıştır.



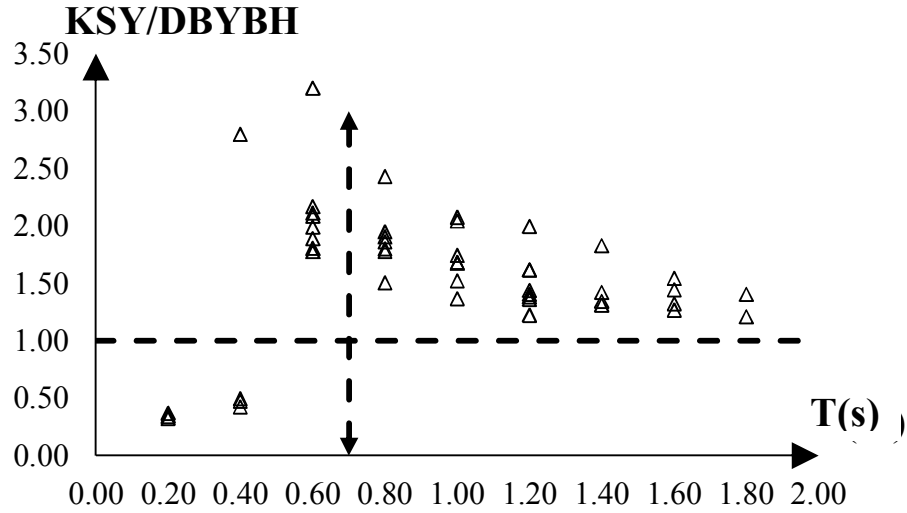
Şekil 6.9: PGV1 Yerdeğiştirme taleplerinin oranları

PGV2 grubu için elde edilen oranlar Şekil 6.10'da verilmiştir. Burada da PGV1 grubunda olduğu gibi 0.70s öncesinde saçılımlar fazladır. 0.70s sonrasında ise oranların ortalaması 1.18 olarak bulunmuştur.



Şekil 6.10: PGV2 Yerdeğiştirme taleplerinin oranları

PGV3 grubu için elde edilen oranlar Şekil 6.11’de verilmiştir. Burada da diğer PGV gruplarında olduğu gibi 0.70s öncesinde saçılımlar görülmektedir. 0.70s sonrasında ise oranların ortalaması 1.61 olarak bulunmuştur.



Şekil 6.11: PGV3 Yerdeğiştirme taleplerinin oranları

Her iki yöntem ile bulunan yerdeğiştirme talepleri ivme değerlerinin artmasıyla artmaktadır. Genel olarak KSY yöntemi DBYBHY göre daha yüksek sonuçlar vermektedir. Düşük periyotlarda ise bu durum aksini göstermektedir. Bunun sebebi ise düşük periyotlarda DBYBHY-2007 yöntemindeki  $C_{R1}$  katsayısının hızla büyümesidir.

### 6.3 Talep ve Kapasitenin Karşılaştırılması

#### 6.3.1 Bina Performans Değerlendirilmesi

Yerdeğiştirme kapasitesi ve yerdeğiştirme talebinin bir arada değerlendirilmesi ile çerçevelere ait performans noktaları belirlenmiştir. 48 adet betonarme çerçeveye ait kapasiteler bulunmuş ve kapasite eğrileri üzerinden DBYBHY-2007 şartları doğrultusunda performans seviyeleri tespit edilmiştir.

Tüm betonarme çerçevelere ait yerdeğiştirme talepleri 3 adet talep spektrumu ve 2 adet hesap yöntemi (KSY, DBYBHY) ile hesaplanmıştır. Böylece bir model için 6 adet yerdeğiştirme talebi elde edilmiştir. Böylelikle 6 ayrı performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

48 adet betonarme çerçeveyi temsil etmesi açısından farklı kat sayılarına ve tiplerine sahip birer adet çerçeve seçilmiş, yani toplamda 12 tane betonarme çerçevenin performans seviyesi belirlenmiştir. Diğer çerçeveler ait sonuçlar tablo halinde verilmiştir. Seçilen bu 12 çerçeve Tablo 6.5’ te işaretlenmiştir. Bu modeller seçilirken her tipten aynı kat sayısına ve periyoda sahip binaların ayıklanmasına çalışılmıştır.

Tablo 6.5: Seçilen örnek çerçeveler

TİP	PERİYOT(s) KAT(N)	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80
TİP1	2	✓	✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8				✓	✓	✓	✓	✓	✓
TİP2	2	✓	✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8				✓	✓	✓	✓	✓	
TİP3	2	✓	✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8				✓	✓	✓	✓	✓	
TİP4	2		✓	✓						
	5			✓	✓	✓	✓			
	8					✓	✓	✓	✓	✓

TIP1, TIP2, TIP3 ve TIP4 binalarının 2 katlı modellerine ait performans seviyeleri ve yerdeğiştirme talepleri sırasıyla Şekil 6.12, Şekil 6.13, Şekil 6.14 ve Şekil 6.15'te gösterilmiştir. Yerdeğiştirme talepleri her iki yöntem için de gösterilmiştir. Seçilen 2 katlı modelleri temsilen sadece periyodu 0.40s olan modeller esas alınmıştır. Tüm tiplerde aynı periyoda sahip modellerin alınması tipler arasında kıyaslama imknı sağlamıştır.

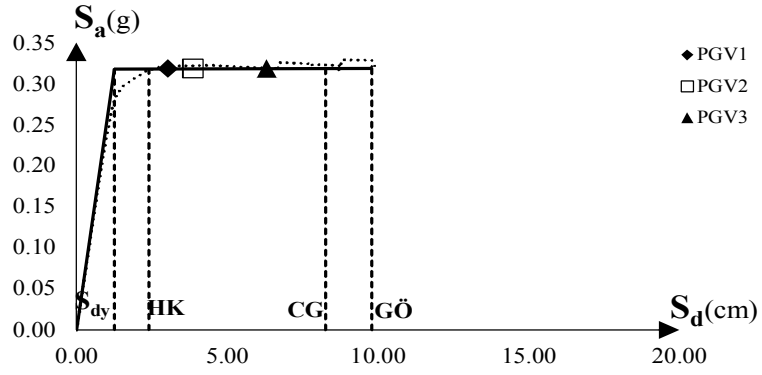
İlk bakışta çerçevelere ait performans seviyelerine bakılacak olursa; HK performans seviyesinin akma noktasına yakın olduğu, CG ve G performans seviyelerinin ise birbirine yakın olduğu görülmektedir. TIP4 erevesinin performans seviyeleri diğer modellere göre daha ileridedir.. Aslında bir açıklık daha az olan TIP4 erevesi için 0.40s periyodu hesaplanan en düşük periyottur.

KSY ile hesaplanan PGV1 ve PGV2 grupları için hesaplanan yerdeğiştirme talepleri; 4 bina tipi için de HK sınırını aşamamaktadır. PGV3 için ise TIP1 modeli hariç diğer bütün bina tipleri için CG performans seviyesi sağlanmaktadır. TIP1 modeli göçme bölgesine geçmiştir.

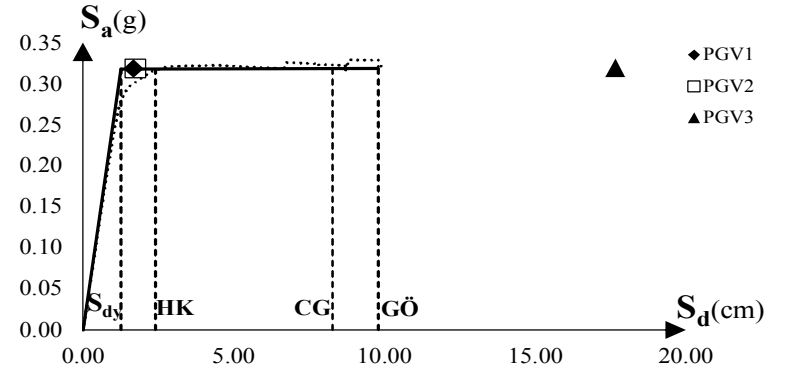
DBYBHY-2007 yöntemi ile hesaplanan yerdeğiştirme talepleri 3 PGV grubu içinde CG performans seviyesini sağlamaktadır.

2 katlı modeller için KSY yöntemi ile hesaplanan yerdeğiştirme taleplerinin DBYBHY-2007' ye göre daha düşük sonuçlar verdiği daha nze zaten açıklanmıştı (Şekil 6.9-Şekil 6.11) Burada gösterilen sonuçlar ile bu durum daha detaylı biçimde ifade edilmiştir.



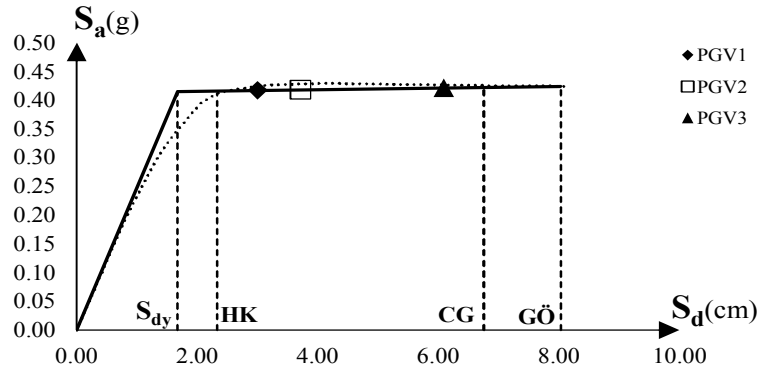


a)

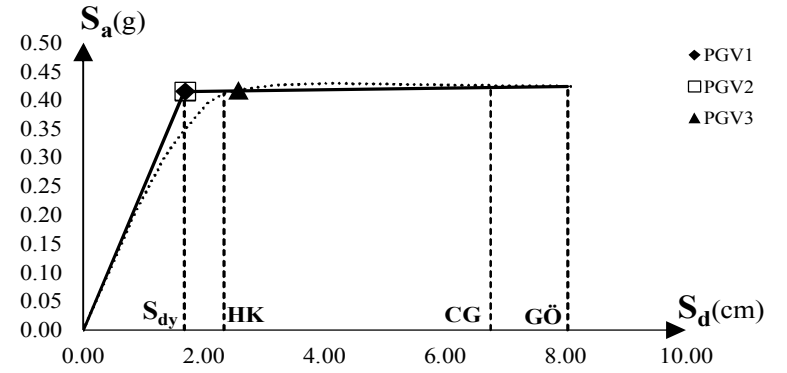


b)

Şekil 6.12: TIP1N2T040 a) DBYBHY b) KSY

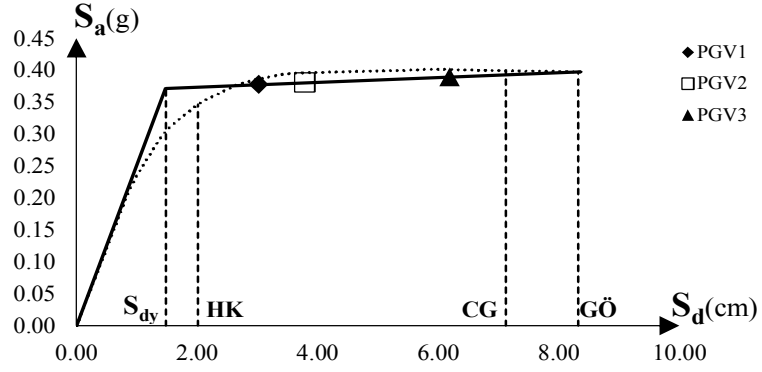


a)

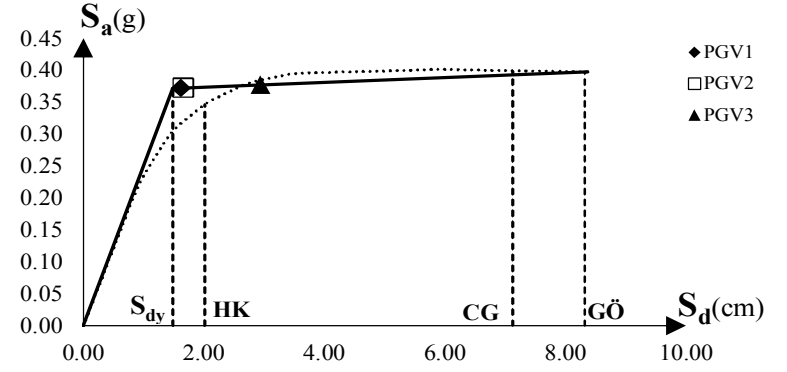


b)

Şekil 6.13: TIP2N2T040 a) DBYBHY b) KSY

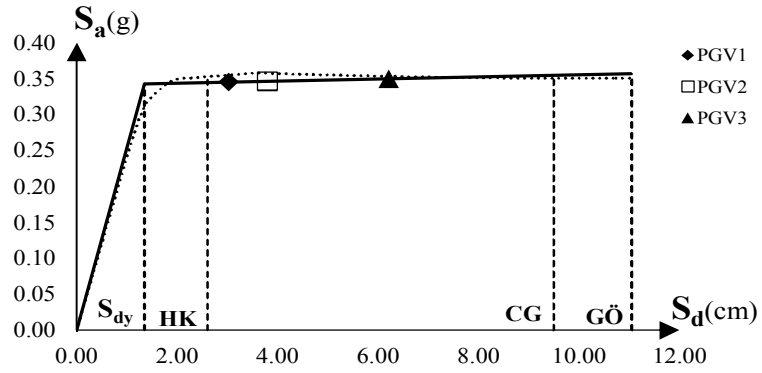


a)

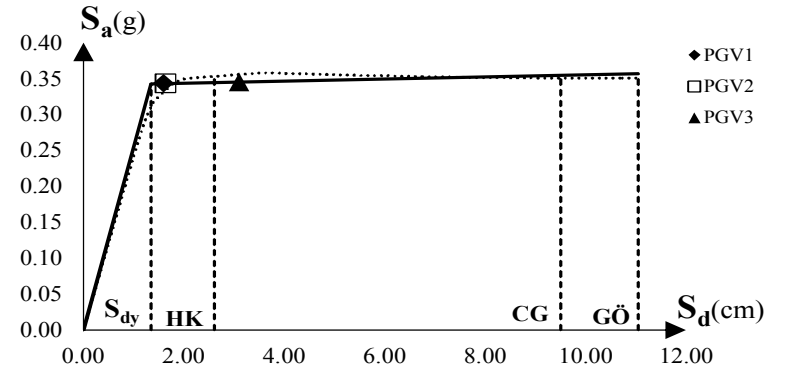


b)

Şekil 6.14: TIP3N2T040 a) DBYBHY b) KSY



a)



b)

Şekil 6.15: TIP4N2T040 a) DBYBHY b) KSY

5 katlı TIP1, TIP2, TIP3 ve TIP4 binaları için hesaplanan performans sınırları ve yerdeğiştirme talepleri sırasıyla Şekil 6.16, Şekil 6.17, Şekil 6.18 ve Şekil 6.19' da verilmiştir Seçilen 5 katlı modelleri temsilen sadece periyodu 0.80s olan modeller baz alınmıştır.

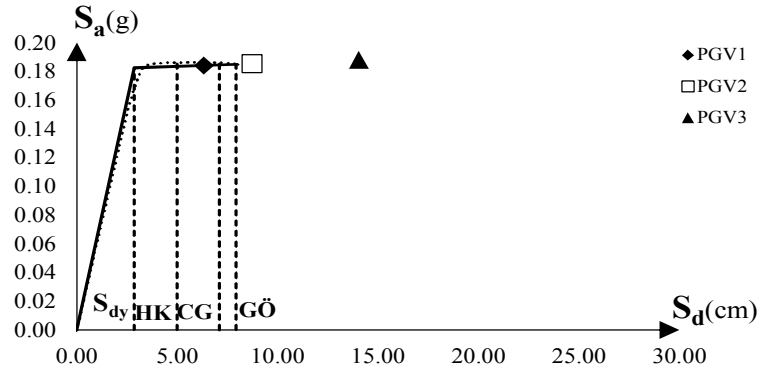
TIP1 modelinde HK performans seviyesi akma noktasına yakındır, CG ve GÖ performans noktaları ise birbirine yakın çıkmıştır.

TIP2 modelinde performans seviyeleri birbirine çok yakındır. Hatta CG ve GÖ aynı noktadadır. Bu modelde kısa kirişin göçme seviyesine ulaşmasıyla CG ve GÖ aynı noktada oluşmuştur. HK ise akma noktasına yakın çıkmıştır. Betonarme ereve elastik bir davranış göstermiştir.

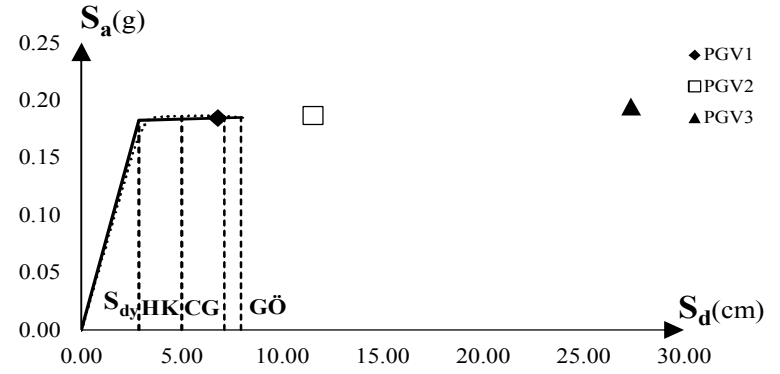
TIP3 modelinde CG ve GÖ birbirine yakın olsa da ayrı değerlere sahiptir. TIP4 modelinde ise CG ve GÖ noktaları birbirine yakın çıkmıştır.

Talepler açısından grafikler incelendiğinde, KSY ile bulunan taleplerin DBYBHY yöntemi ile bulunan yerdeğiştirme taleplerinden daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır.

PGV3 için tüm modellerde KSY ve DBYBHY yöntemleri ile yapılan talep hesapları bu binaların göçme durumunda olduğunu göstermiştir. TIP1' de sadece PGV1 grubunda her iki yöntem için CG sağlanmaktadır. TIP2 binaları tüm talep gruplarında göçme durumundadır. TIP3 binalarında PGV1 grubu için iki yöntem ile CG seviyesi sağlanırken, PGV2 için sadece DBYBHY yöntemi ile CG sağlanmaktadır. KSY ile yapılan hesaba göre ise binalar göçme durumuna geçmektedir. TIP4 binalarında PGV1 ve PGV2 grupları ile her iki yöntem her iki yöntem kullanılarak yapılan hesaplamalar binaların CG performans seviyesini sağladığını göstermiştir.

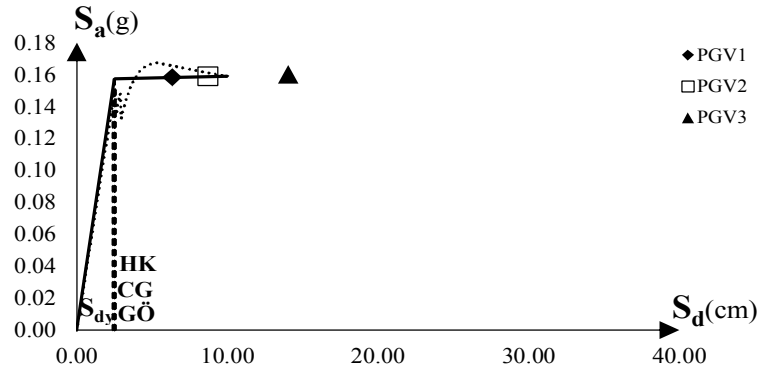


a)

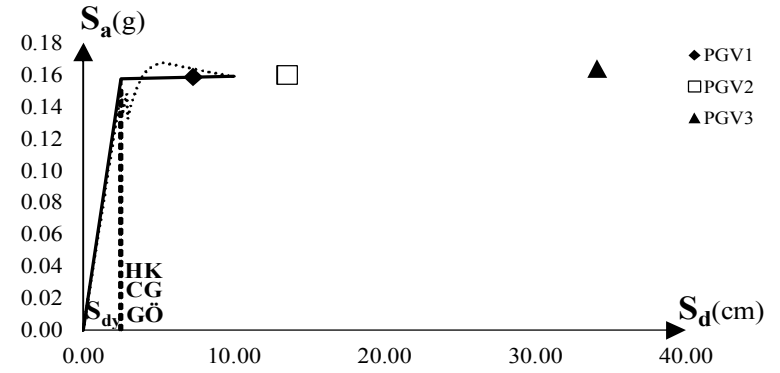


b)

Şekil 6.16: TIP1N5T080 a) DBYBHY b) KSY

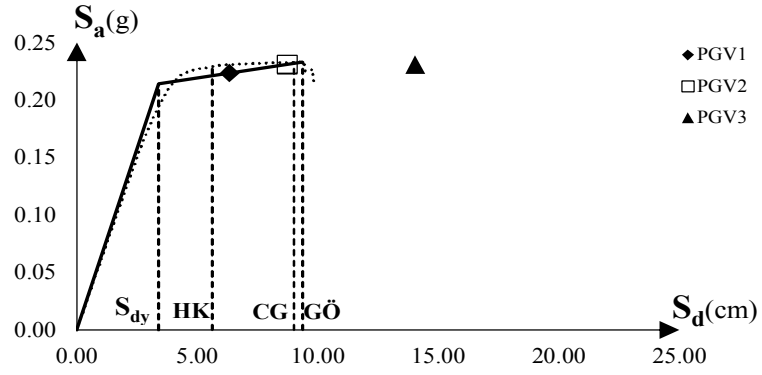


a)

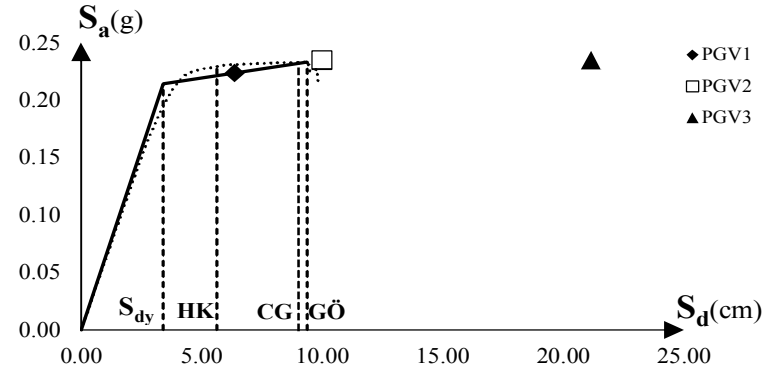


b)

Şekil 6.17: TIP2N5T080 a) DBYBHY b) KSY

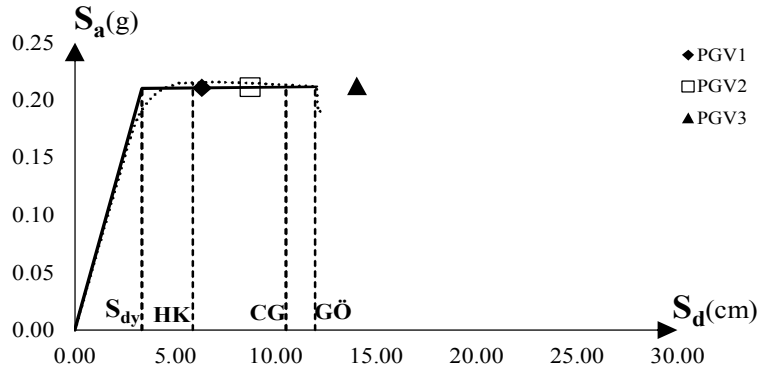


a)

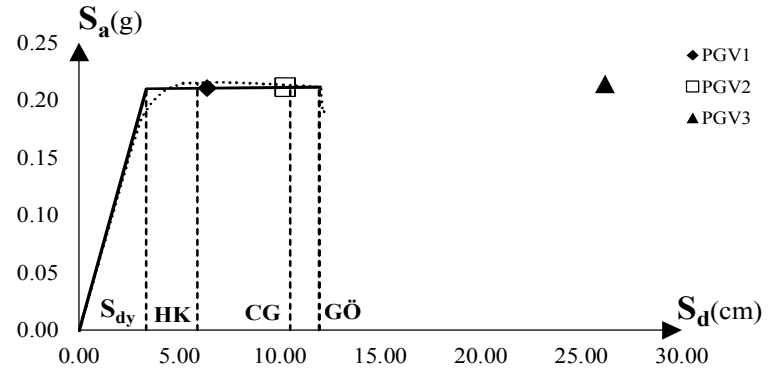


b)

Şekil 6.18: TIP3N5T080 a) DBYBHY b) KSY



a)



b)

Şekil 6.19: TIP4N5T080 a) DBYBHY b) KSY

8 katlı TIP1, TIP2, TIP3 ve TIP4 binaları için elde edilen performans sınırları ve yerdeğiştirme talepleri sırasıyla Şekil 6.20, Şekil 6.21, Şekil 6.22 ve Şekil 6.23' te verilmiştir. Yerdeğiştirme talepleri iki yöntem içinde gösterilmiştir. Seçilen 8 katlı modelleri temsilen sadece periyodu 1.20s olan modeller ele alınmıştır.

TIP2 ve TIP3 binaları kısa kirişlere sahip modellerdir. Kirişlerin göçme bölgesine geçmesi ile tüm performans seviyeleri hemen hemen aynı noktada oluşmaktadır. TIP1 ve TIP4 modelleri ise kolondan dolayı göçmeye ulaşmıştır. Kolonlarda kısa kirişlerde olduğu gibi ani göçme oluşumu olmadığı için performans sınırları aynı noktada çıkmamıştır. 2 ve 5 katlı binalarda olduğu gibi CG ve G sınırları birbirine yakın iken, HK sınırı akma noktasına yakın bölgelerdedir.

erevelere ait performanslar değerlendirildiğinde ise;

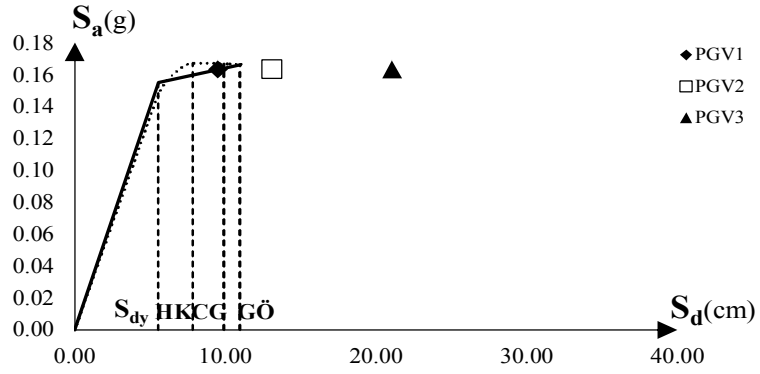
PGV3 için hesaplanan taleplere bakılacak olursa her 4 tip içinde G seviyesine ulaşmıştır.

TIP2 ve TIP3 modelleri her 3 PGV grubu için de G performans seviyesine ulaşmıştır.

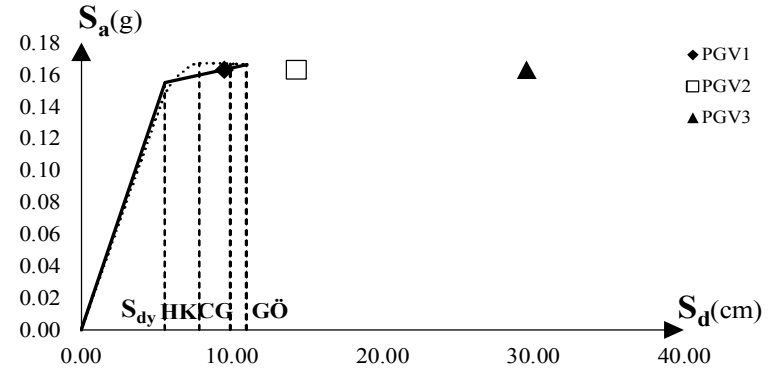
TIP1 binalarında, sadece PGV1 grubunda her iki yöntem için de CG performans seviyesi sağlanmaktadır.

TIP4 binaları ise PGV1 için HK performans seviyesini, PGV2 için ise CG performans seviyesini sağlamıştır.

TIP4 için seçilen 1.20s periyodu 8 katlı binaları temsil eden ikinci en küçük periyot değeridir. Bu yüzden performans durumu hem KSY, hem de DBYBHY için diğer tiplere oranla daha iyi durumdadır. Periyodu 1.40s olan 8 katlı binada Tablo 6.6' da grldğuzere sadece PGV1 grubu için CG sağlamaktadır. Diğer PGV grupları için bina göçme durumuna gelmektedir.

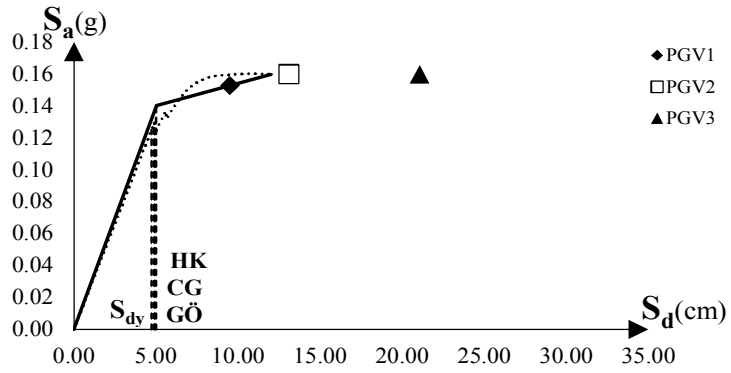


a)

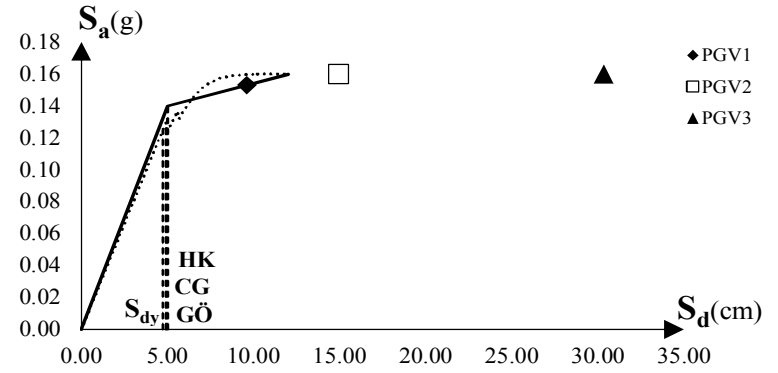


b)

Şekil 6.20: TIP1N8T120 a) DBYBHY b) KSY

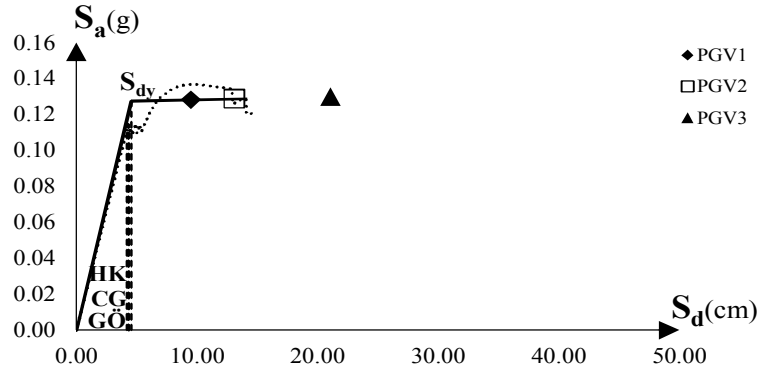


a)

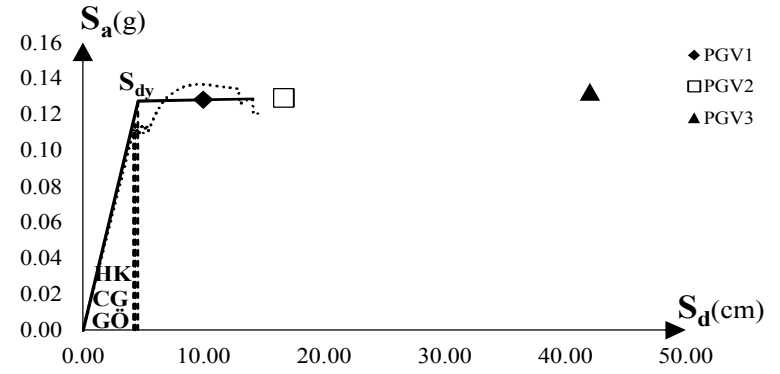


b)

Şekil 6.21: TIP2N8T120 a) DBYBHY b) KSY

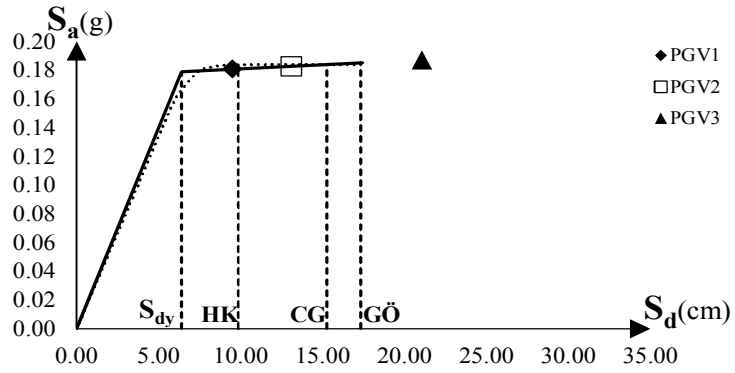


a)

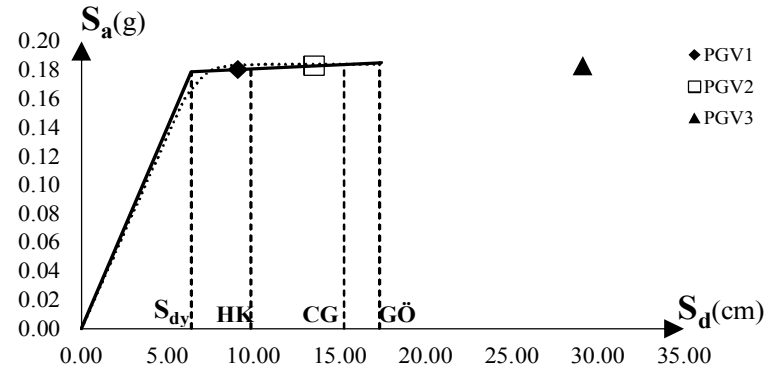


b)

Şekil 6.22: TIP3N8T120 a) DBYBHY b) KSY



a)



b)

Şekil 6.23: TIP4N8T120 a) DBYBHY b) KSY

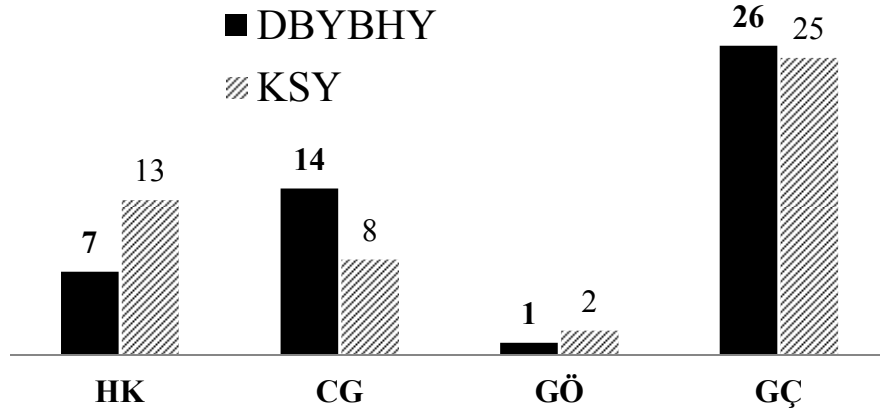


Tablo 6.6' da tüm modellere ait performans seviyeleri görülmektedir.

Tablo 6.6: Performans seviyeleri

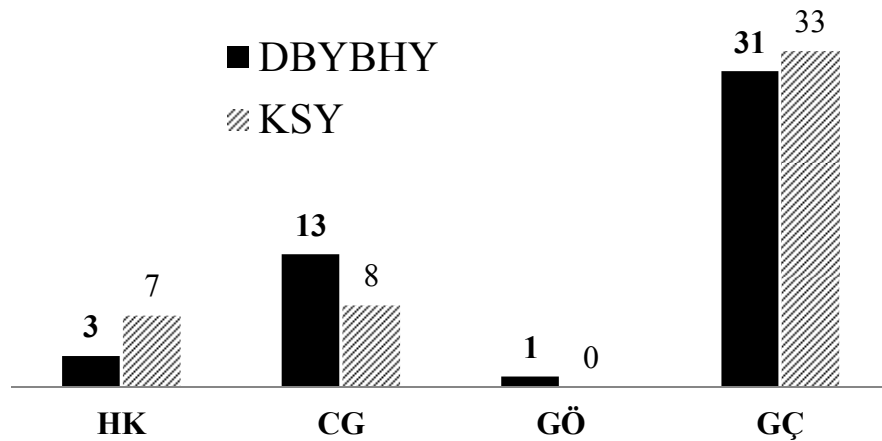
Talep Spektrumu	PGV1		PGV2		PGV3	
	DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY
TIP1N2T020	HK	HK	HK	HK	CG	HK
TIP1N2T040	CG	HK	CG	HK	CG	GÇ
TIP1N2T060	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N5T060	CG	CG	CG	CG	CG	GÇ
TIP1N5T080	CG	CG	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N5T100	CG	CG	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N5T120	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N8T080	HK	HK	CG	CG	CG	GÖ
TIP1N8T100	HK	HK	CG	CG	CG	GÇ
TIP1N8T120	CG	CG	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N8T140	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N8T160	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP1N8T180	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N2T020	HK	HK	HK	HK	CG	HK
TIP2N2T040	CG	HK	CG	HK	CG	CG
TIP2N2T060	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N5T060	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N5T080	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N5T100	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N5T120	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N8T080	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N8T100	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N8T120	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N8T140	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP2N8T160	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N2T020	HK	HK	HK	HK	CG	HK
TIP3N2T040	CG	HK	CG	HK	CG	CG
TIP3N2T060	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N5T060	CG	HK	CG	CG	CG	GÇ
TIP3N5T080	CG	CG	CG	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N5T100	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N5T120	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N8T080	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N8T100	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N8T120	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N8T140	GÖ	GÖ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP3N8T160	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP4N2T040	CG	HK	CG	HK	CG	CG
TIP4N2T060	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP4N5T060	CG	HK	CG	CG	CG	GÇ
TIP4N5T080	CG	CG	CG	CG	GÇ	GÇ
TIP4N5T100	CG	CG	GÖ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP4N5T120	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP4N8T100	HK	HK	CG	CG	CG	GÇ
TIP4N8T120	HK	HK	CG	CG	GÇ	GÇ
TIP4N8T140	CG	CG	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP4N8T160	GÇ	GÖ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ
TIP4N8T180	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ	GÇ

Tablo 6.6 ile gösterilen sonuçların dağılımı PGV1, PGV2 ve PGV3 grupları için sırasıyla Şekil 6.24, Şekil 6.25 ve Şekil 6.26’ da verilmiştir.



Şekil 6.24: PGV1 grubu için performans seviyeleri

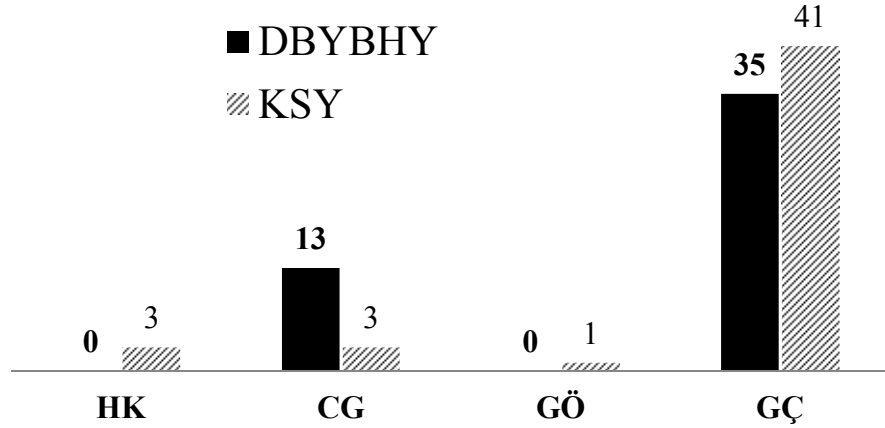
Şekil 6.24 incelendiğinde 48 adet betonarme çerçeveden 21 tanesi hem DBYBHY hem de KSY’ ne göre CG performans seviyesini sağlamıştır. GÖ performans seviyesinde DBYBHY ile yapılan hesap sonucunda bir adet çerçeve bulunurken, KSY ile yapılan hesap sonucu bulunan bina sayısı 2 tanedir. Göçme durumunda olan bina sayısı KSY ve DBYBHY ile yapılan hesaplamalar sonucunda sırasıyla 25 ve 26 olarak bulunmuştur. CG performans seviyesini sağlayan çerçeveler Tablo 6.6’da görüldüğü üzere periyodu düşük olan çerçevelerdir.



Şekil 6.25: PGV2 grubu için performans seviyeleri

Şekil 6.25’te PGV2 ivmeleri bina performanslarının dağılımı görülmektedir. Bulunan sonuçlar DBYBHY ve KSY ile yapılan hesaplamalar sonucunda sırasıyla 16 ve 15 adet binanın CG performansını sağladığını göstermiştir. GÖ ve GÇ

durumunda bulunan binaların sayısı ise her iki yöntem ile benzer seviyelerdedir. PGM2 grubu için elde edilen sonuçlar CG performansına sahip olmayan binaların, bu performansı sağlayan binalardan yaklaşık olarak 2 kat daha fazla olduğunu göstermiştir.



Şekil 6.26: PGM3 grubu için performans seviyeleri

PGM3 grubu için elde edilen bina performanslarının dağılımı ise Şekil 6.26'da gösterilmiştir. Bulunan sonuçlar özellikle PGM3 grubu ivmeler için KSY'nin çok daha kritik sonuçlar verdiğini göstermektedir. DBYBHY ile yapılan hesap sonucunda, CG performans hedefini sağlayan 13 bina bulunmasına rağmen KSY ile yapılan hesap sonucunda bu değer 4'e düşmektedir. DBYBHY ve KSY ile yapılan hesap binaların büyük çoğunluğunun göçme durumunda olduğunu göstermiştir.

Görüldüğü üzere her PGM grubu içinde göçme durumunda olan betonarme çerçeve sayısı oldukça fazladır. KSY ile yapılan değerlendirme DBYBHY'e göre daha kritik sonuçlar vermektedir.

Performans seviyesi HK olan betonarme çerçeveler periyodu en düşük olan çerçevelerdir. Periyot arttıkça binaların performansı CG seviyesine doğru azalmaktadır. Periyodun daha da artması sonuçları daha da kritik hale getirmektedir.

Dikkati çeken bir diğer durum ise GÖ performans seviyesinde az sayıda çerçeve bulunmasıdır. Bulunan sonuçlar çerçevelerin CG durumundan GÇ durumuna hızlı bir geçiş yaptığını göstermektedir.

Performans sınırlarını hangi taşıyıcı elemanların kontrol ettiği Tablo 6.7’de gösterilmiştir.

Tablo 6.7: Performans Seviyelerini kontrol eden elemanlar

ELEMAN	HK	CG	GÖ
KİRİŞ	29	15	15
KOLON	19	33	33

Tablo 6.7 incelendiğinde HK performans seviyesinin çoğunluğunu kiriş koşulundan dolayı oluştuğu görülebilir. CG ve GÖ performans seviyelerini ise kolonların kontrol ettiği görülmektedir.

Tipler arasındaki performans durumları PGV1, PGV2 ve PGV3 grupları için sırasıyla Tablo 6.8, Tablo 6.9 ve Tablo 6.10’ da gösterilmiştir. Burada tipler arasındaki farklar daha açık şekilde gösterilmiştir.

Tablo 6.8’de PGV1 grubuna ait performans seviyelerinin durumları görülmektedir. DBYBHY ile hesaplanan sonuçlar KSY ile bulunan sonuçlardan daha iyi durumdadır. En iyi durum TIP1 binaları iken, en kötü durumda TIP2 binalarıdır.

Tablo 6.8: PGV1 grubu için tiplerin performans durumu

DBYBHY	HK		CG		GÖ		GÇ	
	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)
TIP1	3	43%	5	36%	0	0%	5	19%
TIP2	1	14%	1	7%	0	0%	10	38%
TIP3	1	14%	3	21%	1	100%	7	27%
TIP4	2	29%	5	36%	0	0%	4	15%
$\Sigma$	7	100%	14	100%	1	100%	26	100%

KSY	HK		CG		GÖ		GÇ	
	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)	Adet	Oran (%)
TIP1	4	31%	4	50%	0	0%	5	20%
TIP2	2	15%	0	0%	0	0%	10	40%
TIP3	3	23%	1	13%	1	50%	7	28%
TIP4	4	31%	3	38%	1	50%	3	12%
$\Sigma$	13	100%	8	100%	2	100%	25	100%

Tablo 6.9’da PGV2 grubu için bulunan sonuçlar görülmektedir. TIP1 ve TIP4 binaları aynı seviyelerde iken, TIP2 binaları en kötü durumdadır.

Tablo 6.9: PGV2 grubu için tiplerin performans durumu

DBYBHY	HK		CG		GÖ		GÇ	
	TIP1	1	33%	4	31%	0	0%	8
TIP2	1	33%	1	8%	0	0%	10	32%
TIP3	1	33%	3	23%	0	0%	8	26%
TIP4	0	0%	5	38%	1	100%	5	16%
Σ	3	100%	13	100%	1	100%	31	100%

KSY	HK		CG		GÖ		GÇ	
	TIP1	2	29%	3	38%	0	0%	8
TIP2	2	29%	0	0%	0	0%	10	30%
TIP3	2	29%	1	13%	0	0%	9	27%
TIP4	1	14%	4	50%	0	0%	6	18%
Σ	7	100%	8	100%	0	0%	33	100%

Tablo 6.10 incelenirse PGV3 grubu için HK performansında neredeyse bina yoktur Binaların çoğu GÇ performans seviyesine yığılmış durumdadır.

Tablo 6.10: PGV3 grubu için tiplerin performans durumu

DBYBHY	HK		CG		GÖ		GÇ	
	TIP1	0	0%	5	38%	0	0%	8
TIP2	0	0%	2	15%	0	0%	10	29%
TIP3	0	0%	3	23%	0	0%	9	26%
TIP4	0	0%	3	23%	0	0%	8	23%
Σ	0	0%	13	100%	0	0%	35	100%

KSY	HK		CG		GÖ		GÇ	
	TIP1	1	33%	0	0%	1	100%	11
TIP2	1	33%	1	33%	0	0%	10	24%
TIP3	1	33%	1	33%	0	0%	10	24%
TIP4	0	0%	1	33%	0	0%	10	24%
Σ	3	100%	3	100%	1	100%	41	100%

DBYBHY-2007' de konut türü yapılar için sadece CG performans hedefinin sağlanması gerekmektedir. Tablo 6.11'de bina tiplerine göre CG performans seviyesini sağlayan betonarme çerçeveler görülmektedir.

Tablo 6.11: CG performans hedefini sağlayan betonarme çerçeveler

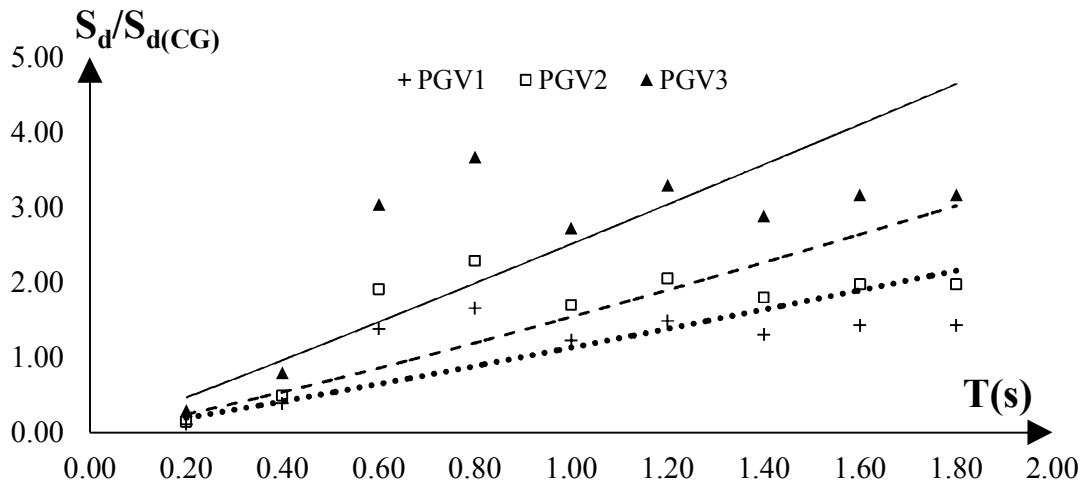
	PGV1		PGV2		PGV3	
	DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY
<b>TIP1</b>	67%	67%	42%	42%	42%	8%
<b>TIP2</b>	17%	17%	17%	17%	17%	17%
<b>TIP3</b>	33%	33%	33%	25%	25%	17%
<b>TIP4</b>	58%	58%	42%	42%	25%	8%
<b>TOPLAM</b>	44%	44%	33%	31%	27%	13%

Tablo 6.11 incelendiğinde DBYBHY-2007 sonuçları ile yapılan değerlendirmede tüm PGV grupları için CG performans seviyesini en çok TIP1 sonrasında TIP4 binalarının sağladığı görülmektedir. Kısa kirişleri bulunan TIP2 ve TIP3 binalarının CG performans hedefinin sağlama oranı çok daha düşüktür.

KSY yöntemi ile elde edilen sonuçlar PGV1 ve PGV2 grupları için DBYBHY ile benzer iken, PGV3 daha büyük hasar tahminlerine işaret etmektedir.

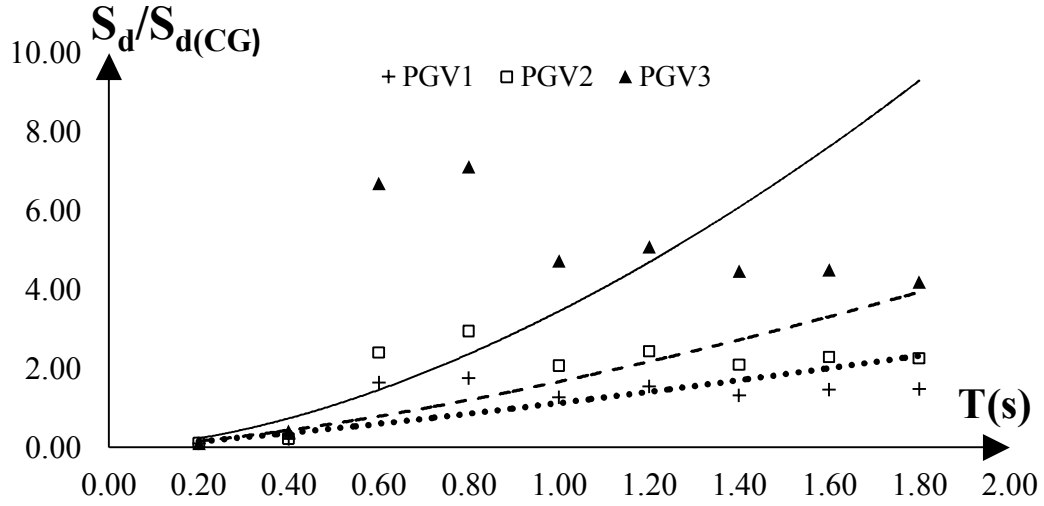
### 6.3.2 Süneklik Taleplerinin CG Açısından Değerlendirilmesi

Betonarme çerçevelere ait yerdeğiştirme kapasiteleri ve talepleri hesaplanmıştır. Her bir betonarme çerçevede her PGV grubu için hesaplanan talep/kapasite (CG) oranları verilmiştir. Talep/kapasite oranları her periyot için ortalama değerler ile temsil edilmiştir (Şekil 6.27 ve Şekil 6.28).



Şekil 6.27:DBYBHY için CG süneklik talepleri-periyot

Şekillerde her PGV grubu için eğilim çizgileri verilmiştir. Eğilim çizgilerinin verilme sebebi periyot ile süneklik talebi arasındaki ilişkinin daha açık gözlenmesidir. Amaç eğilim çizgilerinin denklemleri ve korelasyon katsayılarının elde edilmesi olmadığından bu değerler verilmemiştir.

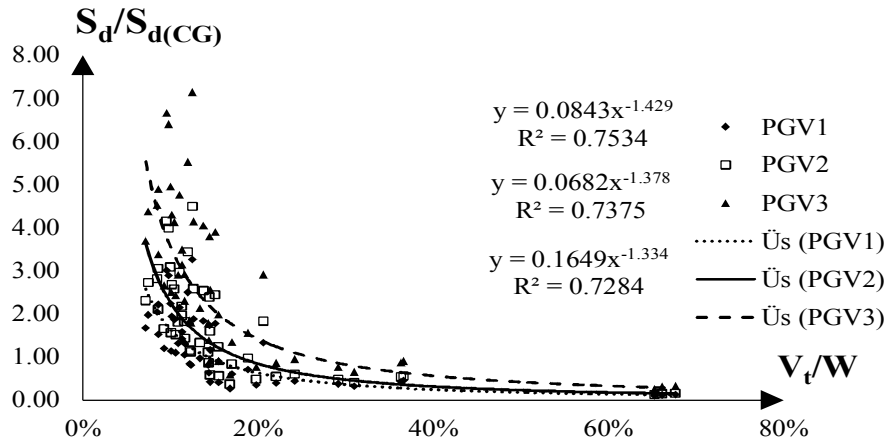


Şekil 6.28: KSY için CG süneklik talepleri-periyot

Şekil 6.27 ve Şekil 6.28 incelendiğinde süneklik talepleri PGV1 ve PGV2 ivme gruplarının birbirine daha yakın süneklik taleplerine işaret ettiği, PGV3 grubu ivmelerinin çok daha büyük yerdeğiştirme talepleri oluşturduğu görülmüştür.

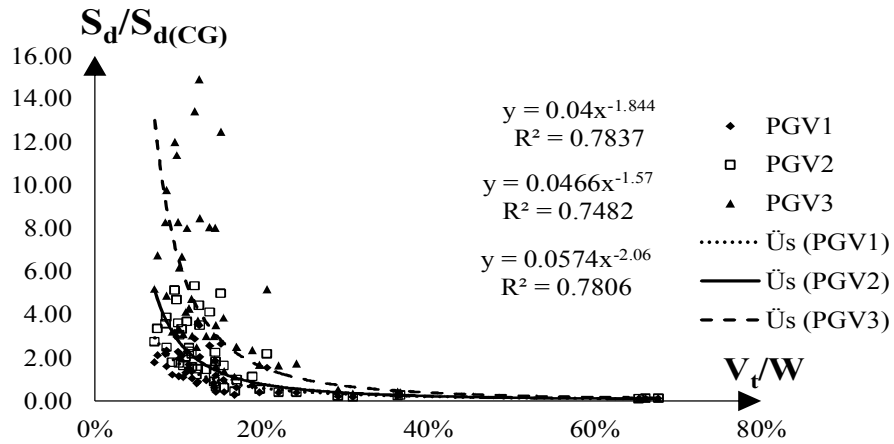
Süneklik taleplerinin yatay dayanım oranı ile ilişkileri Şekil 6.29 ve Şekil 6.30'da gösterilmiştir.

Şekil 6.29'da DBYBHY yöntemi ile bulunan süneklik taleplerinin yatay dayanım oranı ile ilişkisi görülmektedir. Elde edilen sonuçlar her ivme grubu için elde edilen üssel ilişkiye ait korelasyon katsayısının seviyesi 0.70 seviyesini aştığını göstermektedir.



Şekil 6.29: DBYBHY için süneklik talebi-yatay dayanım oranı

Şekil 6.30'da ise KSY yöntemi ile hesaplanan süneklik taleplerinin yatay dayanım oranları ile olan ilişkisi görülmektedir. Burada da DBYBHY ile benzer üssel bir ilişki elde edilmiştir. En yüksek süneklik talebi PGV3'e ait iken en düşük PGV1 grubu ivmelerde oluşmaktadır.



Şekil 6.30: KSY için süneklik talebi-yatay dayanım oranı

Yerdeğiştirme sünekliği taleplerinin ivme gruplarına (PGV1, PGV2, PGV3), bina tiplerine, kat sayılarına ve farklı hesap yöntemlerine göre belirlenmesinden elde edilen sonuçlar Tablo 6.12' de verilmiştir.

Tablo 6.12: Tip ve katlara göre süneklik talepleri



	KAT	PGV1		PGV2		PGV3	
		DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY
TIP1	2	0.74	0.97	1.01	1.75	1.64	4.89
	5	0.87	0.92	1.19	1.48	1.92	3.37
	8	1.02	1.05	1.41	1.63	2.27	3.31
TIP2	2	0.80	0.97	1.08	1.49	1.76	2.85
	5	2.37	2.62	3.26	4.14	5.23	10.86
	8	2.22	2.33	3.06	3.74	4.92	8.23
TIP3	2	0.62	0.62	0.83	0.84	1.36	1.90
	5	0.97	0.98	1.33	1.44	2.14	2.96
	8	1.90	1.94	2.62	3.09	4.21	7.15
TIP4	2	1.02	1.01	1.39	1.20	2.22	4.17
	5	0.78	0.78	1.07	1.20	1.72	2.96
	8	0.83	0.82	1.15	1.22	1.84	2.41
ORTALAMA	2	0.64	0.72	0.86	1.06	1.40	2.76
	5	1.00	1.06	1.37	1.65	2.20	4.03
	8	1.19	1.23	1.65	1.94	2.65	4.22

PGV1'den PGV3'e doğru artan bir süreklilik talebi görülmektedir. Kat sayısının artmasıyla süreklilik talebinde artış görülmektedir. KSY ait süreklilik talepleri DBYBHY'den daha yüksektir. PGV1'den PGV3'e doğru aradaki fark belirginleşmektedir.

Yukarıda sayılarla verilen durumun değerlendirilmesini daha da basitleştirmek için aşağıda Tablo 6.13'da maksimum ve minimum süreklilik talebinin hangi tiplerde olduğu gösterilmiştir.

Tablo 6.13: Tiplere göre maksimum ve minimum süreklilik talepleri

	KAT	PGV1		PGV2		PGV3	
		DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY	DBYBHY	KSY
MAKS.	2	TIP4	TIP4	TIP4	TIP1	TIP4	TIP1
	5	TIP2	TIP2	TIP2	TIP2	TIP2	TIP2
	8	TIP2	TIP2	TIP2	TIP2	TIP2	TIP2
MİN.	2	TIP3	TIP3	TIP3	TIP3	TIP3	TIP3
	5	TIP4	TIP4	TIP4	TIP4	TIP4	TIP4
	8	TIP4	TIP4	TIP4	TIP4	TIP4	TIP4

Görüldüğü üzere 5 ve 8 katlılarda maksimum süneklik talebi TIP2 binalarında oluşmaktadır. Minimum süneklik talepleri TIP4 binalarındadır. TIP1 ve TIP4 binaları için hesaplanan yerdeğiştirme talepleri birbirine yakın değerler vermektedir.

2 katlı binalarda minimum süneklik talebi TIP3'tedir. En büyük talepler ise PGV1 grubu için TIP4, PGV2 ve PGV3 gruplarında DBYBHY için TIP4, KSY için ise TIP1 binalarında oluşmaktadır.

## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması kapsamında 2, 5 ve 8 katlı çerçevelerden oluşan 4 farklı tipte 48 adet betonarme bina modeli oluşturulmuştur. Betonarme çerçevelerin ABYBHY-1975'e göre tasarımı yapılmıştır. Beton sınıfı C16 ve çelik sınıfı S220 alınmıştır. Betonarme çerçevelerin mevcut düşük ve orta yükseklikteki binaları temsil ettiği düşünülerek, belli bir periyot hedefine göre tasarım gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada betonarme çerçevelere ait doğrusal olmayan taşıyıcı sistem modelleri hazırlanmıştır. Statik itme analizi uygulanmış ve modellere ait kapasite eğrileri elde edilmiştir. Kapasite eğrileri çerçeveye ait sismik ağırlık ve çerçeve yüksekliği ile normalize edilmiştir. Betonarme çerçevelere ait performans seviyeleri DBYBHY 7. Bölümde tarif edilen koşullar dâhilin de bulunmuştur.

Betonarme çerçeve modellerine ait yerdeğiştirme talepleri, farklı maksimum yer hızlarına sahip 364 adet ivme kaydından türetilen spektrumlar kullanılarak, DBYBHY yaklaşımı ve kapasite spektrum yöntemi ile elde edilmiştir. Elde edilen yerdeğiştirme talepleri ile betonarme çerçevelere ait kapasiteler ile talepler karşılaştırılmış, her model için performans seviyesi bulunmuştur.

Elde edilen sonuçlar betonarme çerçevelerin yerdeğiştirme kapasitesi üzerinde çerçeve konfigürasyonunun önemli derecede etkili olduğunu göstermiştir. Kısa kirişlere sahip TIP2 ve TIP3 binaları, bu kirişlerde meydana gelen ani ve ileri derecedeki deformasyonlar sebebiyle göçme durumuna gelmektedir. Özellikle kısa kirişten dolayı hasar alan modellerde performans seviyeleri neredeyse bir noktada toplanmaktadır. Periyodu düşük olan modellerde bu nokta akma noktasından önce oluşurken periyodun artmasıyla beraber akma noktasından sonraki bölgelerde oluşmuştur. Kısa kirişlerin bulunmadığı TIP1 ve TIP4 binaları için ise böyle bir durum söz konusu değildir.

Çalışmada yapı periyodu ile diğer yapısal parametreler arasındaki ilişkiler araştırılmıştır.

Bulunan sonuçlar bina periyodu arttıkça yatay dayanım oranının hızla düştüğünü göstermektedir. 2 katlı çerçevelerde yatay dayanım oranı yüksek iken kat sayısı arttıkça bu oran azalmaktadır. Artan kat sayısı ile yatay dayanım ve periyot arasındaki ilişkinin zayıfladığı görülmüştür. Sırasıyla 2, 5 ve 8 katlı binalara ait yatay dayanım oranı ortalamaları %36, %15 ve %11 olarak hesaplanmıştır.

Doğrusal olmayan yerdeğiştirme kapasitelerinde HK performans seviyesi için periyot ile doğrusal bir ilişki bulunmuştur. CG ve GÖ için ise herhangi bir ilişki kurulamamıştır. Kat sayısının artmasıyla beraber görelî yerdeğiştirme kapasitelerinde düşüş gözlenmiştir.

Yerdeğiştirme kapasiteleri bina yüksekliği normalize edilmiştir. HK sınırı için TIP1 ve TIP4 binalarının (%0.44 ve %0.50) birbirine yakın sonuçlar verdiği belirlenirken ve TIP2 binalarında bu değerin çok daha düşük olduğu (%0.31) tespit edilmiştir.

CG performans sınırı için yapılan hesaplar sonucu, TIP1 ve TIP4 binalarının birbirine yakın sonuçlar verdiğini göstermiştir. Kısa kirişlere sahip TIP2 binaları en kötü sonuca sahiptir.

Özellikle kısa kirişleri olan 5 ve 8 katlı TIP2 ve TIP3 binalarından elde edilen sonuçlar, kısa kirişlerde meydana gelen hasarlar sebebiyle yerdeğiştirme kapasitelerinin düştüğünü göstermektedir. Kısa kirişlerin hızlı bir şekilde göçme durumuna gelmesi sebebiyle bu binalarda CG ve GÖ ve hatta göçme sınırları birbirine çok yakın seviyelerde oluşmaktadır.

Bulunan sonuçlar yerdeğiştirme talebi ile periyot arasında doğrusal bir ilişki olduğunu göstermiştir. Periyodun artmasıyla beraber yerdeğiştirme taleplerinde artış gözlenmiştir.

PGV1, PGV2 ve PGV3 grupları için hesaplanan yerdeğiştirme talepleri arasındaki fark periyodun artmasıyla artmaktadır. Düşük periyotlar için hesaplanan yerdeğiştirme taleplerinin birbirine yakın sonuçlar verdiği görülmüştür.

Kapasite spektrum yöntemi ve DBYBHY yaklaşımına göre bulunan yerdeğiştirme talepleri arasındaki orana (KSY/DBYBHY) bakılarak iki yöntemin

verdiği sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bulunan sonuçlar, 0.70s'den daha büyük periyoda sahip binalar için elde edilen sonuçlar PGV1, PGV2 ve PGV3 ivme grupları için sırasıyla 1.00, 1.18 ve 1.61 olduğunu göstermiştir. Görüldüğü üzere artan ivme değerleri ile beraber aradaki fark artmaktadır. 0.70s öncesinde saçılım fazla olduğundan ortalamaya dahil edilmemiştir.

Yerdeğiştirme taleplerinin ve kapasitenin karşılaştırılması ile betonarme çerçevelere ait performans seviyeleri belirlenmiştir. HK performans seviyesini kirişlerin, CG ve GÖ performans seviyelerinin ise kolonların kontrol ettiği belirlenmiştir.

Tipler arasında genel olarak TIP1 ve TIP4 göreceli olarak iyi durumdadır. En kötü performansı TIP2 ve sonrasında TIP3 binaları göstermiştir (Bkz. Tablo 6.13) PGV1'den PGV3 ivmelerine doğru performanslar kötüleşmektedir. KSY ile bulunan sonuçlar, DBYBHY yaklaşımına göre bulunan sonuçlardan daha kritiktir.

Periyodun artmasıyla süneklik talebinde artış gözlenmektedir. Bu durum yüksek periyotlu yapılarda sismik riskin arttığını göstermektedir.

Süneklik talebi ile yatay dayanım oranı arasında üssel bir ilişki bulunmuştur. %20 yatay dayanımdan sonra süneklik talebi 1.00 mertebesinde sabitlenme eğilimi göstermektedir.

Kapasite spektrum yöntemi ile bulunan süneklik taleplerinin DBYBHY ile hesaplanan süneklik taleplerine oranı PGV1, PGV2 ve PGV3 ivme grupları için sırasıyla 1.06, 1.19 ve 1.71 olarak hesaplanmıştır. Talep spektrumunun artmasıyla aradaki fark artmaktadır.

Yapılan değerlendirmeler en yüksek süneklik taleplerinin 5 ve 8 katlı TIP2 binalarında oluştuğunu göstermiştir. En düşük talepler önce TIP4, sonrasında ise TIP1 binalarında oluşmaktadır. 2 katlı binalarda ise en düşük süneklik talebi TIP3 binalarında, en yüksek talep ise TIP4 binalarında oluşmaktadır.

Bulunan sonuçlar periyot arttıkça süneklik talebinin arttığını göstermektedir. Aynı zamanda aperiyyot arttıkça yatay dayanım oranı da azalmaktadır. Yatay dayanım oranı azaldıkça süneklik talebi artmaktadır.

## 7.1 Sonraki Çalışmalara Öneriler

Yapılan bu çalışma kapsamında hazırlanan bina modelleri kuramsal modellerdir. Daha somut ve gerçekçi değerlerin elde edilebilmesi için bu çalışmanın 3 boyutlu olarak modellenen çok sayıda mevcut betonarme bina ile yapılması gerekmektedir. Bu çalışmanın yapılabilmesi için çok sayıda binaya ait bilgilerin toplanacağı envanter çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada göz önüne alınmayan yapısal düzensizliklerin de göz önüne alınması ile birlikte bina performansı üzerinde etkili olabilecek diğer hususların ve düzensizliklerin araştırılması mümkün olacaktır.

## 8. KAYNAKLAR

ABYYHY-1975, 1975. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

ADALIER K, AYDINGUN, O., 2001. Structural engineering aspects of the June 27, 1998 Adana–Ceyhan (Turkey) earthquake, *Engineering Structures*, 23(4),343-355.

Akkar S, Sucuoglu H, Yakut A., Displacement based fragility functions for low- and mid-rise ordinary concrete buildings. *Earthquake Spectra*, 2005; 21(4):901-927.

Applied Technology Council, ATC-40. Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings, vols 1 and 2. California; 1996.

Aslankara,Y, İnel, M, ve Toprak,S., Kent Ölçeğinde Senaryo Depremde Oluşacak Bina Hasarlarının Tahmini, Kocaeli Deprem Sempozyumu, 2005

Aydinoglu, M.N., 2003. An incremental response spectrum analysis procedure based on inelastic spectral deformation for multi-mode seismic evaluation. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 1 (1): 3-36.

Bal,İ.E.,Tezcan,S.,S.,Gülay,F.G., Betonarme Binaların Göçme Riskinin Belirlenmesi İçin P25 Hızlı Değerlendirme Yöntemi,UDMK , 2007

Blume, J.A., Newmark, N.M., Corning, L.H., 1961. Design of multistory reinforced concrete buildings for earthquake motions. Portland Cement Association, 318 s. Washington DC.

Celep, Z., 2007. Betonarme sistemlerde doğrusal olmayan davranış: plastik mafsal kabulü ve çözümlenme. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Çağrılı bildiriler: 167-180, İstanbul.

DBYYHY-2007, “Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik”, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007.

Dogangun A., Performance of reinforced concrete buildings during the May 1 2003 Bingöl earthquake in Turkey, *Engineering Structures*, 2004; 26(6): 841-856.

Federal Emergency Management Agency (FEMA), HAZUS. Earthquake loss Estimation methodology technical manual. National Institute of Building Sciences for FEMA; 1999.

Federal Emergency Management Agency, FEMA-356. Prestandard and commentary for seismic rehabilitation of buildings, Washington (D.C); 2000.

Federal Emergency Management Agency, FEMA-440. Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures. Washington (D.C); 2005.

Gupta, B. and Kunnath S.K., 2000. Adaptive spectra-based pushover procedure for seismic evaluation of structures. *Earthquake Spectra* 16(2), 367–392.

İLKİ, A., CELEP, Z., 2007. Betonarme Yapıların Deprem Güvenliği, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Ankara.

KORKMAZ A., KAYHAN A.H., 2007. Yer Değiştirme Esaslı Yöntemlerin Elastik ve Zaman Tanım Alanında Dinamik Analiz Yöntemleriyle Karşılaştırılması, Denizli.

Ozcebe,G., Deprem Güvenliğinin Saptanması İçin Yöntemler Geliştirilmesi, TUBİTAK İÇTAG YMAÜ İ574 Numaralı Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Ankara, 2004

Özmen,H.B., Kent Hızlı Değerlendirme Yöntemlerinde Kullanılan Parametrelerin Yapı Performansı Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Denizli, 2005

Sezen H, Whittaker AS, Elwood KJ, Mosalam KM., Performance of reinforced concrete buildings during the August 17, 1999 Kocaeli, Turkey earthquake, and seismic design and construction practice in Turkey. *Engineering Structures*, 2003; 25(1):103-114.

Yakut A, Gulkan P, Bakır BS, Yılmaz MT., Re-examination of damage distribution in Adapazari: structural considerations. *Engineering Structures*, 2005; 27(7): 990-1001.

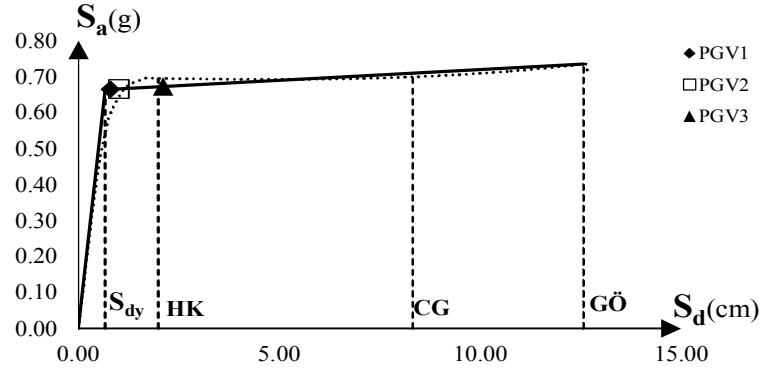


Yakut, A., Preliminary Seismic Assessment Procedure for Existing RC Buildings, Engineering Structures, 2004; 26: 1447-1461.

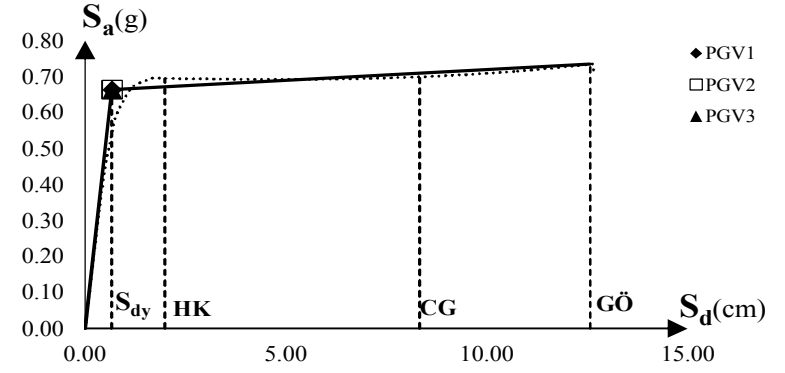
# **EKLER**

## EKLER

### EK A: Betonarme Çerçevelere Ait Kapasite Eğrileri ve Talepler

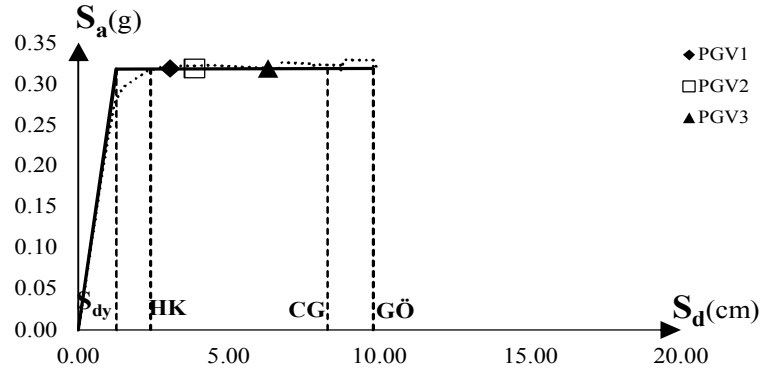


a)

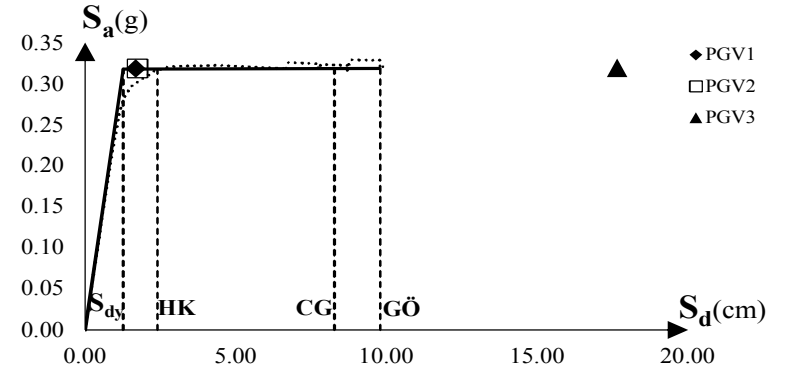


b)

Şekil A. 1 : TIP1NT020 a) DBYBHY b) KSY

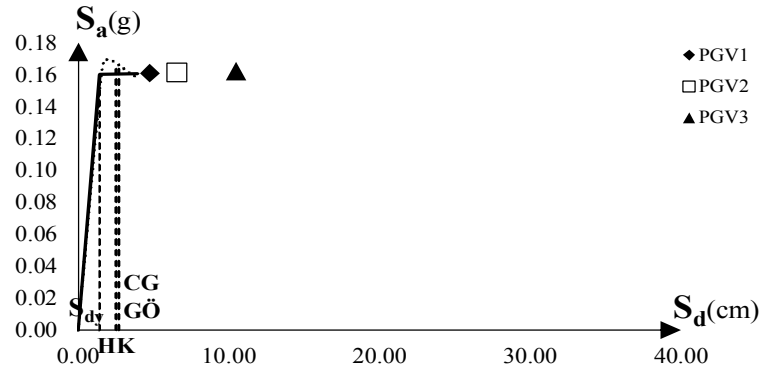


a)

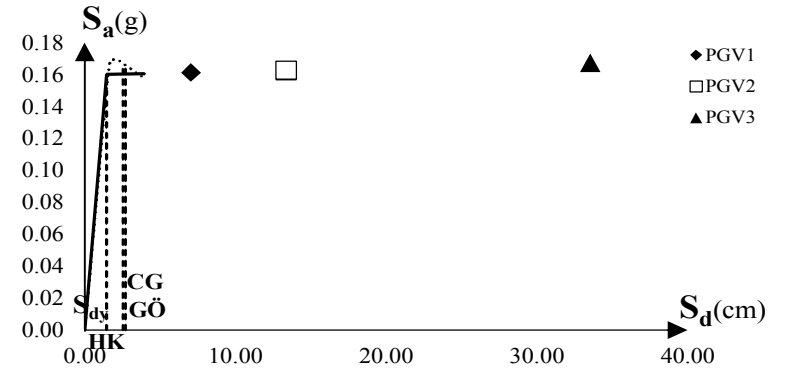


b)

Şekil A. 2 : TIP1N2T040 a) DBYBHY b) KSY

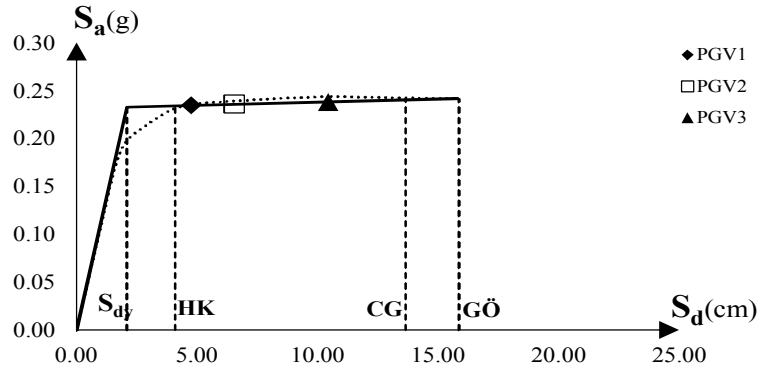


a)

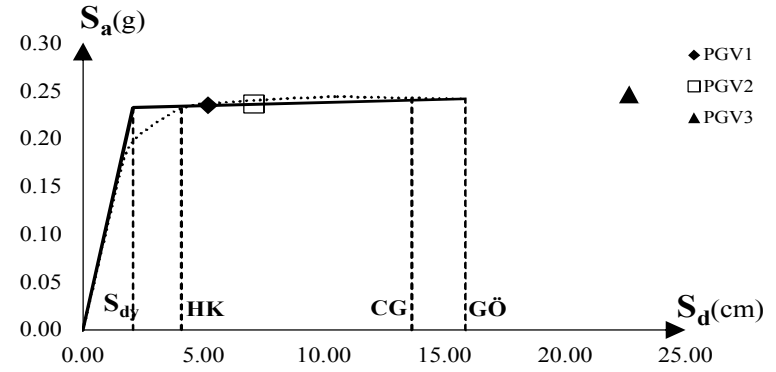


b)

Şekil A. 3 : TIP1N2T060 a) DBYBHY b) KSY

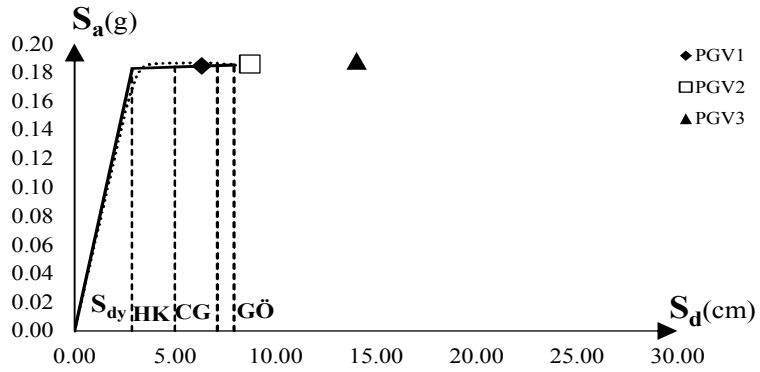


a)

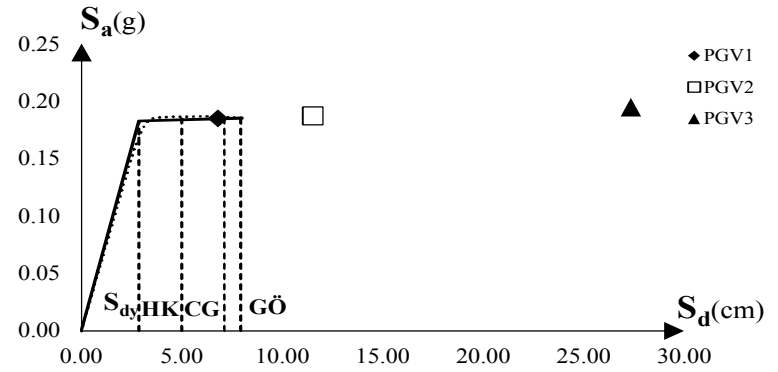


b)

Şekil A. 4 : TIP1N5T060 a) DBYBHY b) KSY

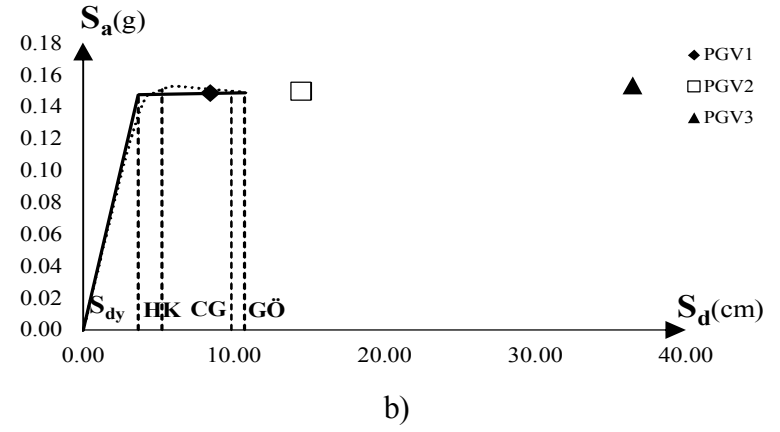
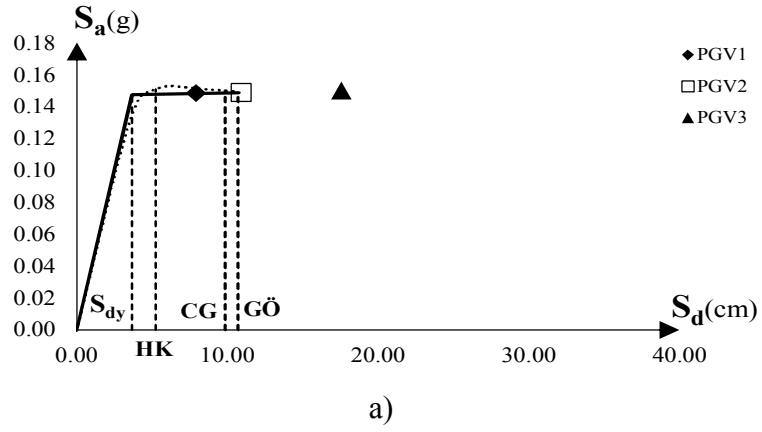


a)

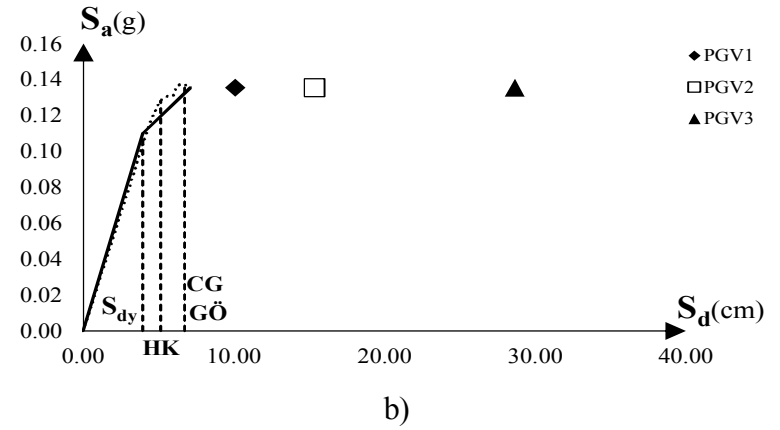
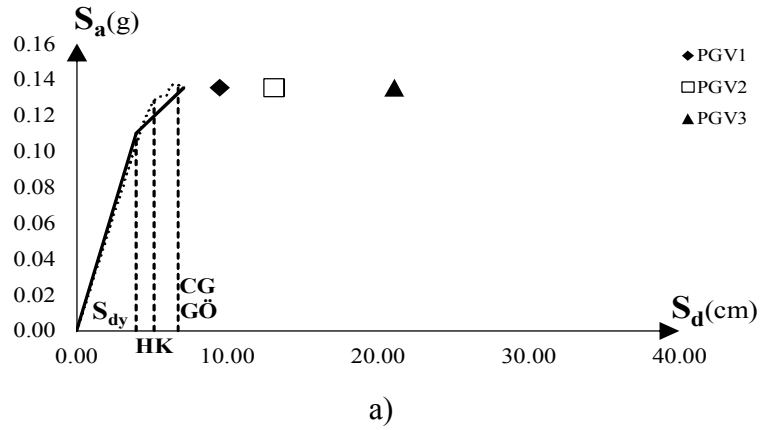


b)

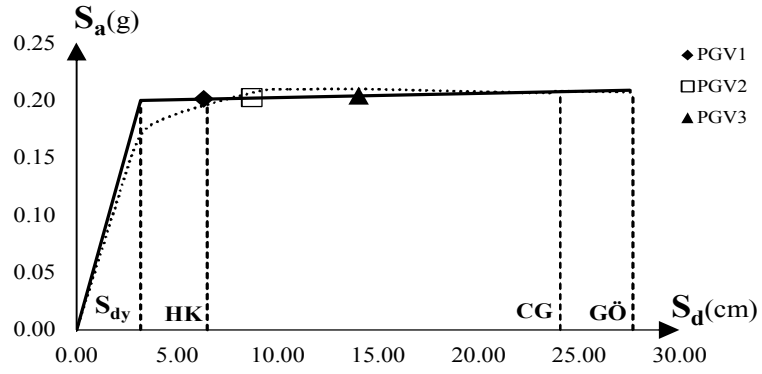
Şekil A. 5 : TIP1N5T080 a) DBYBHY b) KSY



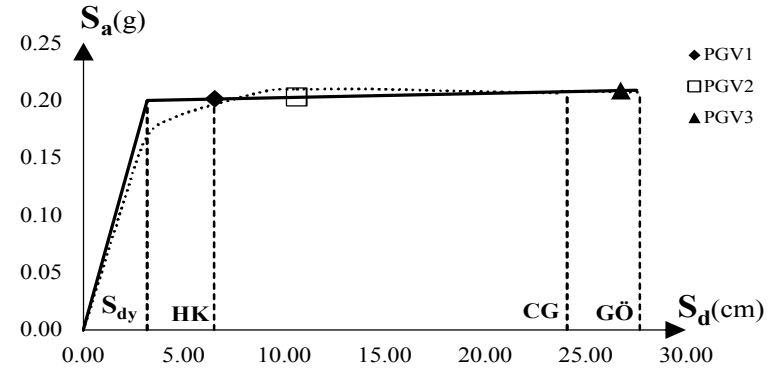
Şekil A. 6 : TIP1N5T100 a) DBYBHY b) KSY



Şekil A. 7 : TIP1N5T120 a) DBYBHY b) KSY

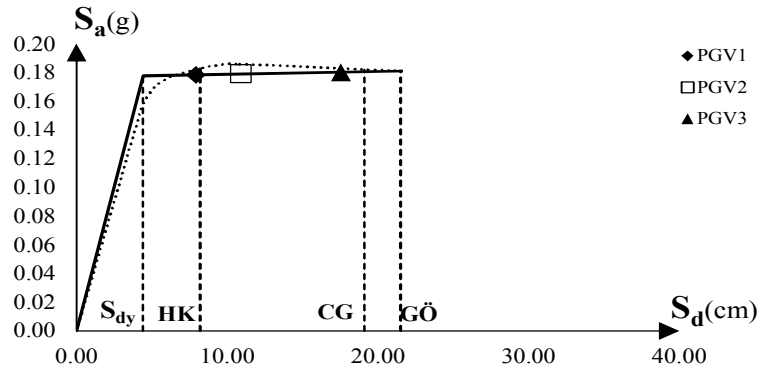


a)

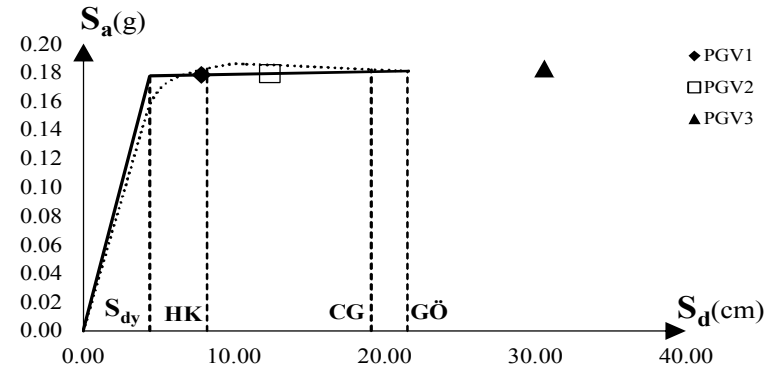


b)

Şekil A. 8 : TIP1N8T080 a) DBYBHY b) KSY

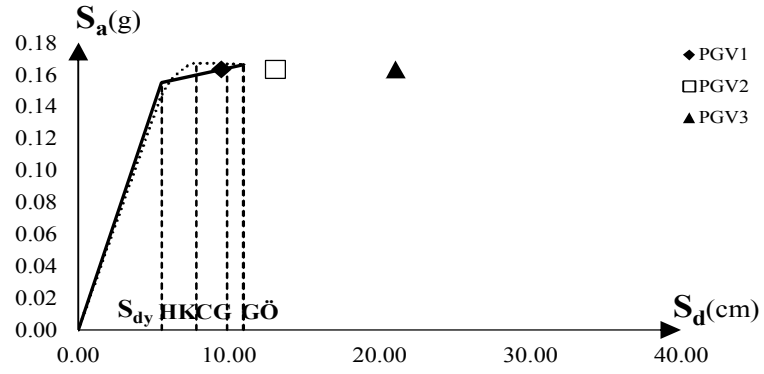


a)

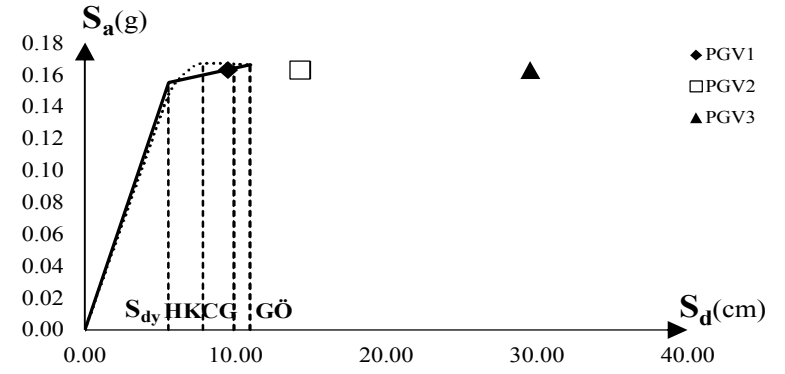


b)

Şekil A. 9 : TIP1N8T100 a) DBYBHY b) KSY

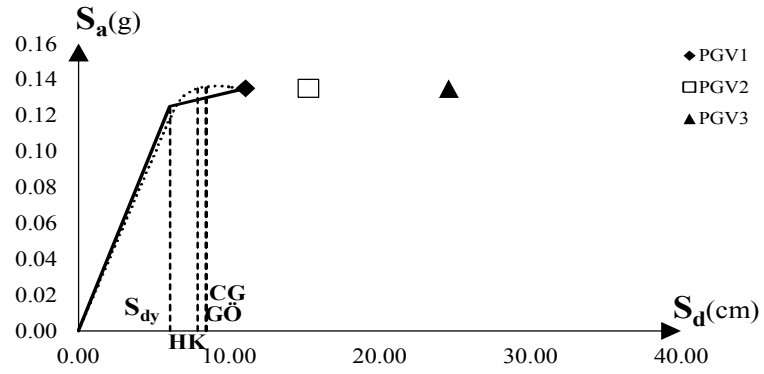


a)

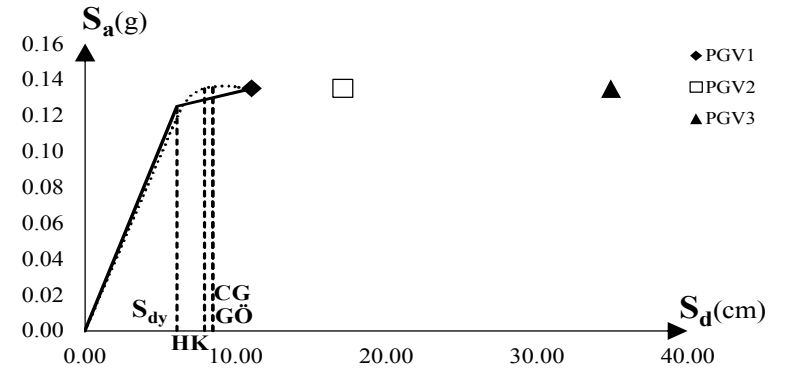


b)

Şekil A. 10 : TIP1N8T120 a) DBYBHY b) KSY



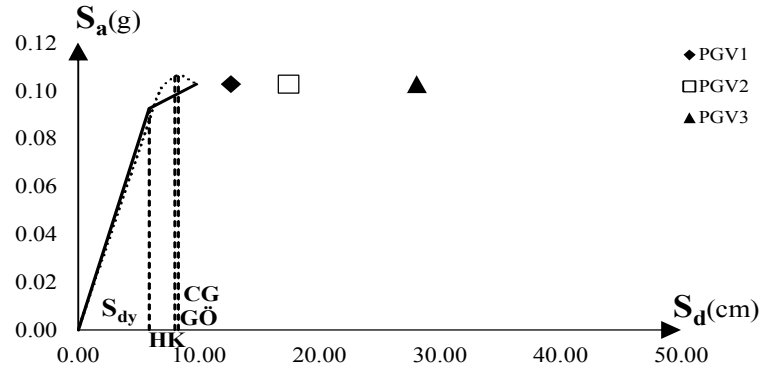
a)



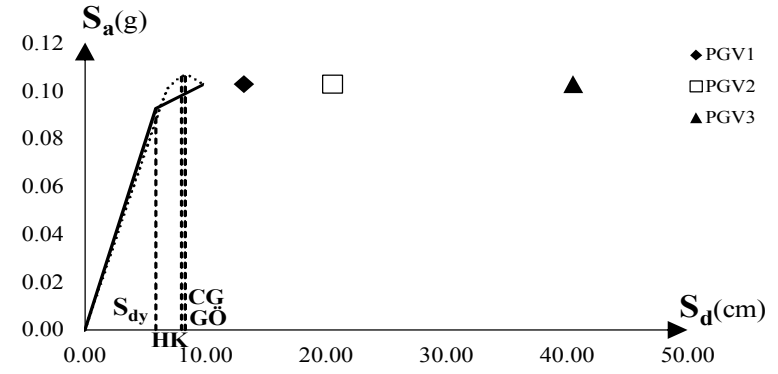
b)

Şekil A. 11 : TIP1N8T140 a) DBYBHY b) KSY



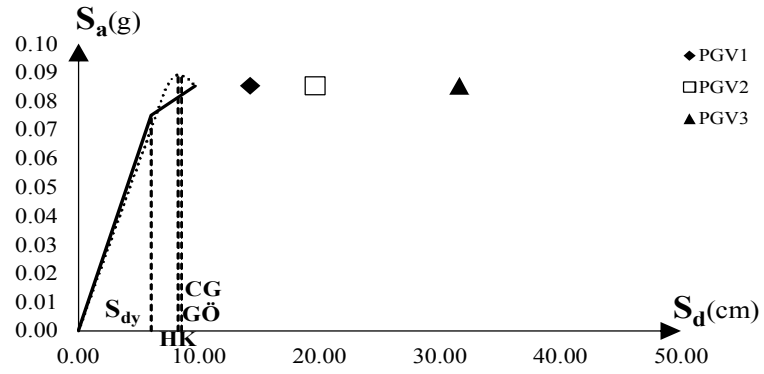


a)

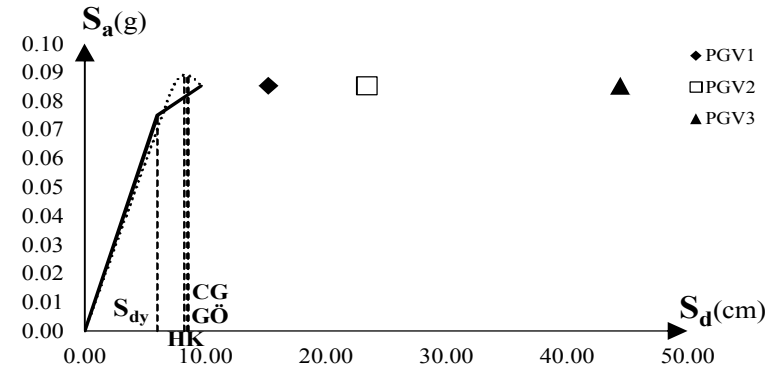


b)

Şekil A. 12 : TIP1N8T160 a) DBYBHY b) KSY

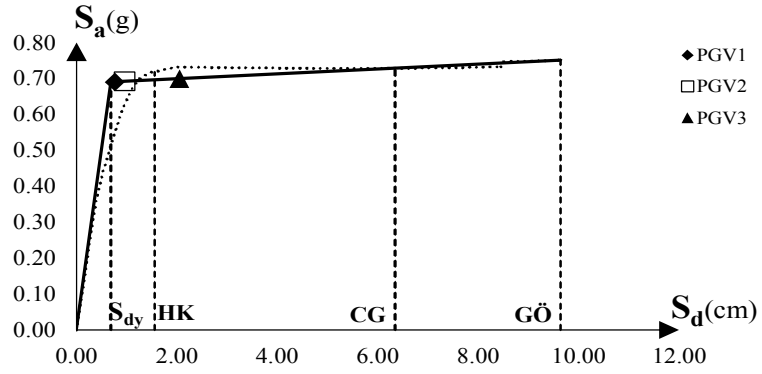


a)

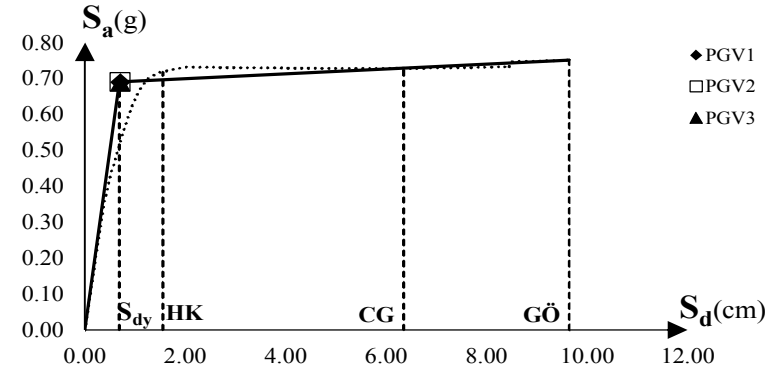


b)

Şekil A. 13 : TIP1N8T180 a) DBYBHY b) KSY

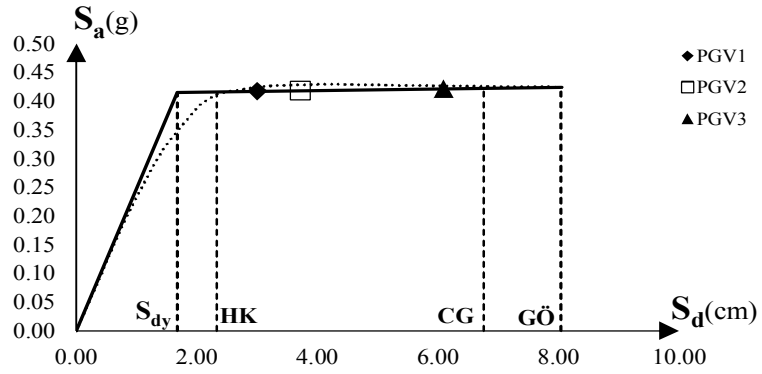


a)

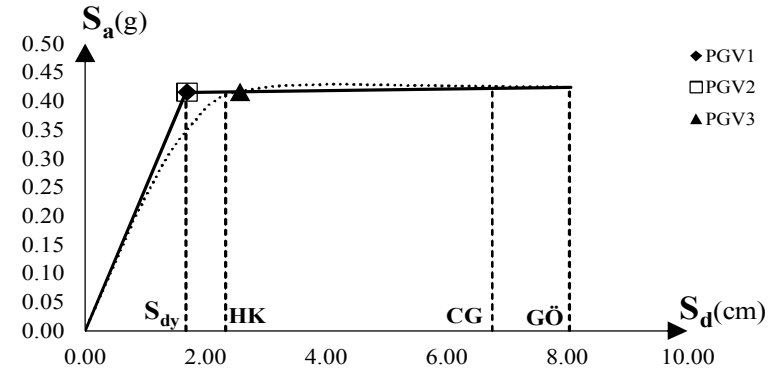


b)

Şekil A. 14 : TIP2N2T020 a) DBYBHY b) KSY

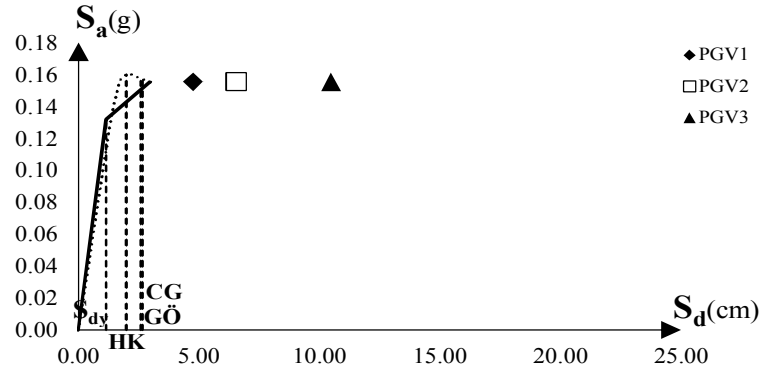


a)

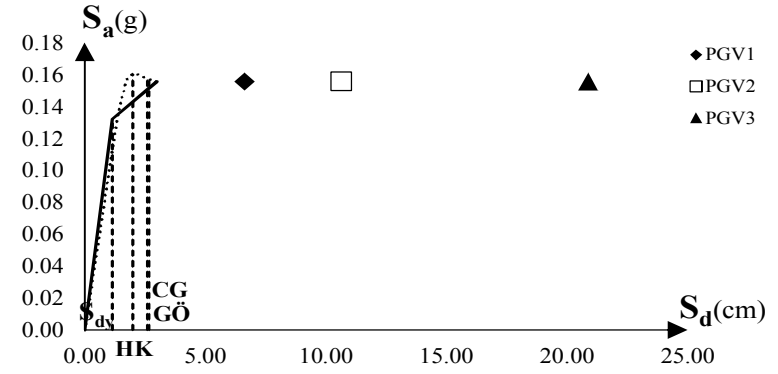


b)

Şekil A. 15 : TIP2N2T040 a) DBYBHY b) KSY

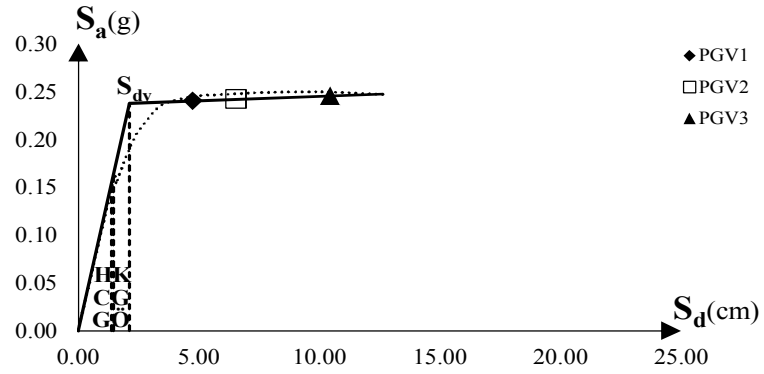


a)

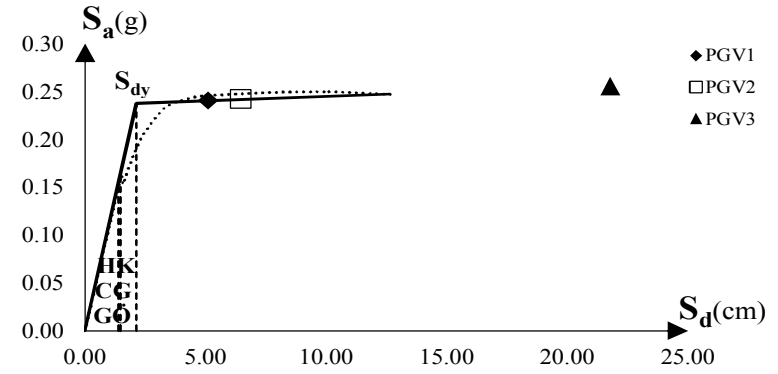


b)

Şekil A. 16 : TIP2N2T060 a) DBYBHY b) KSY

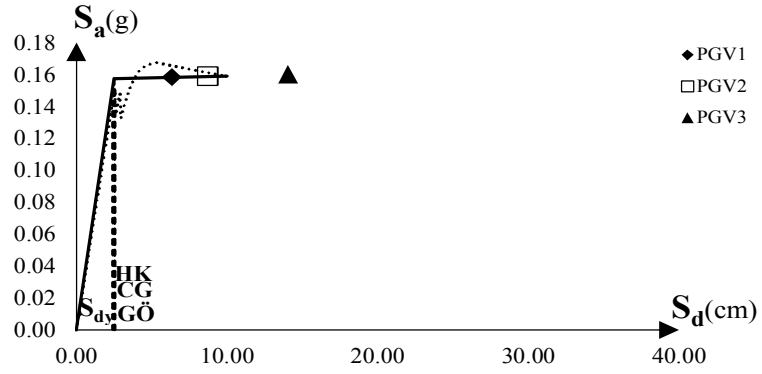


a)

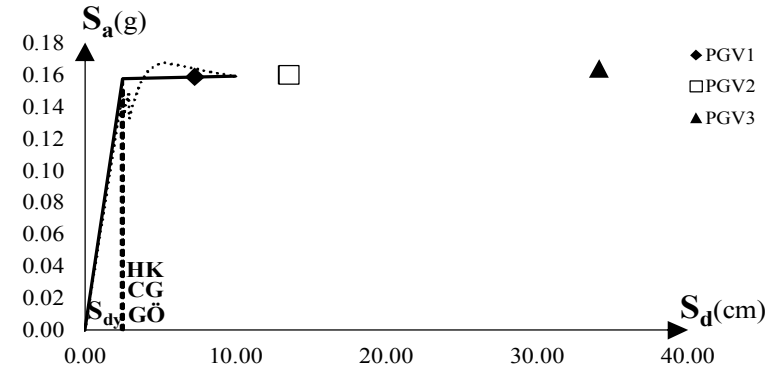


b)

Şekil A. 17 : TIP2N5T060 a) DBYBHY b) KSY

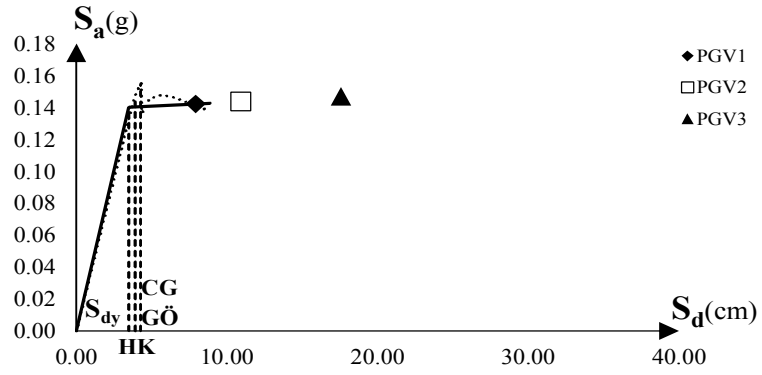


a)

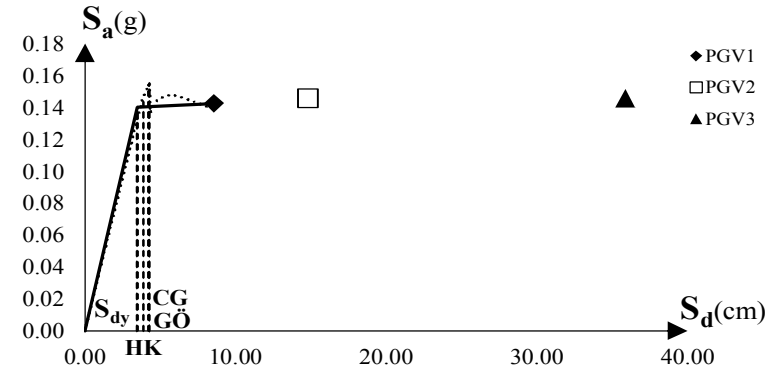


b)

Şekil A. 18 : TIP2N5T080 a) DBYBHY b) KSY

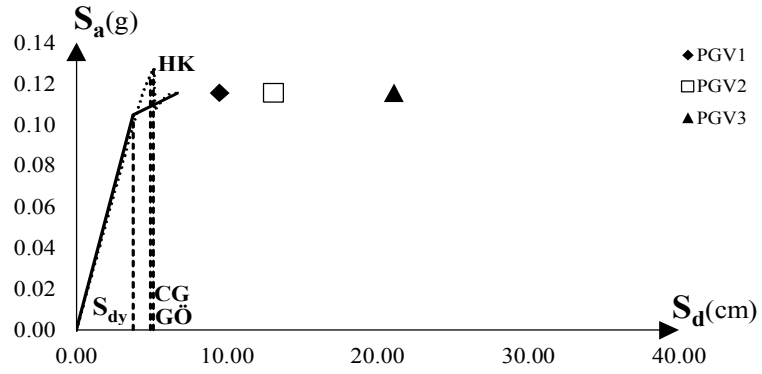


a)

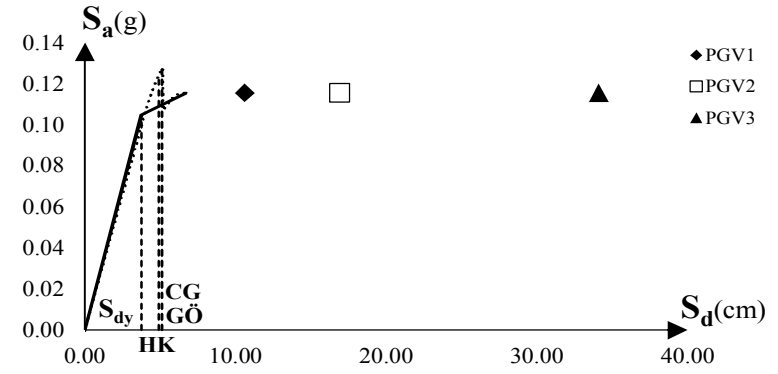


b)

Şekil A. 19 : TIP2N5T100 a) DBYBHY b) KSY

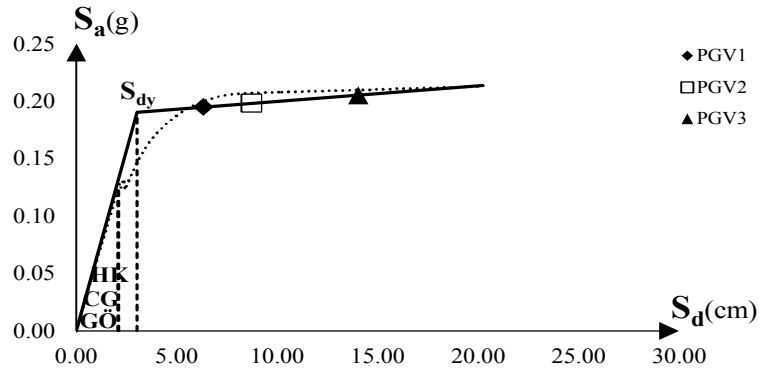


a)

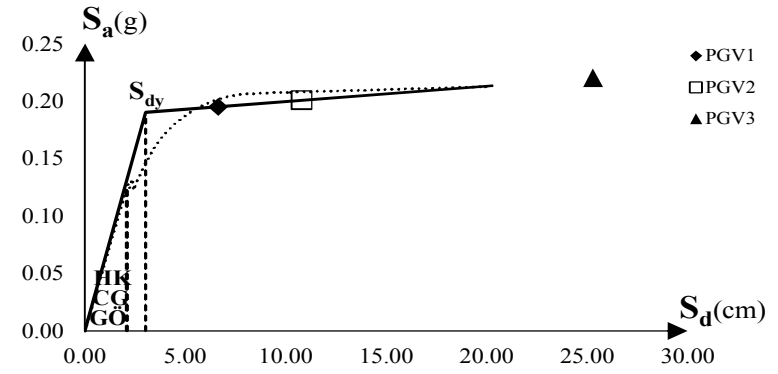


b)

Şekil A. 20 : TIP2N5T120 a) DBYBHY b) KSY

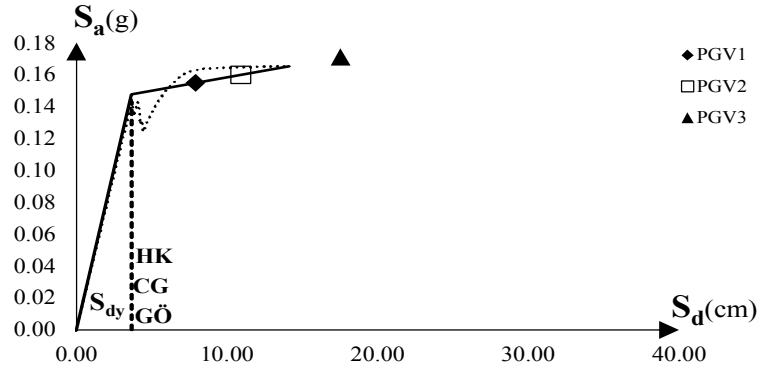


a)

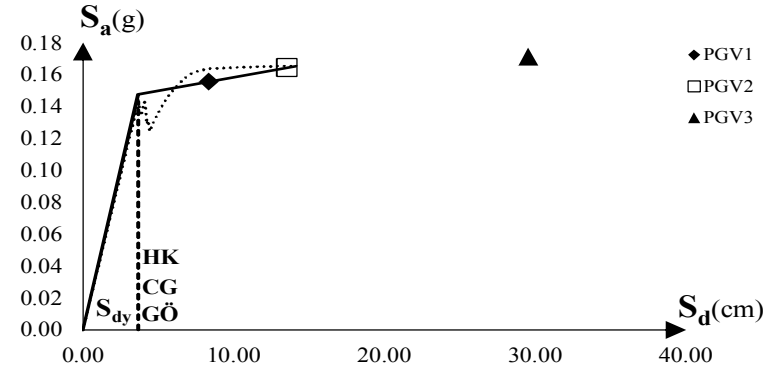


b)

Şekil A. 21 : TIP2N8T080 a) DBYBHY b) KSY

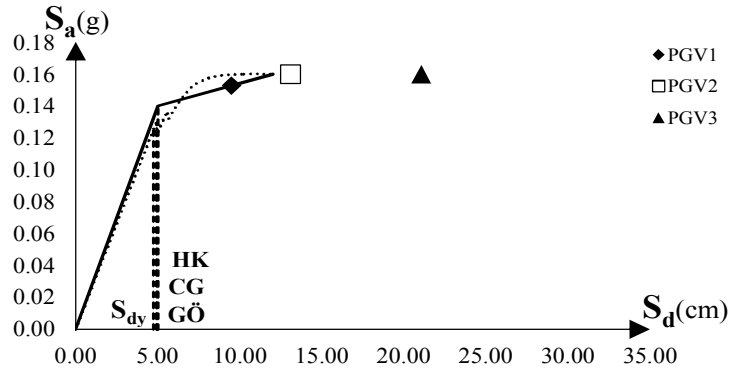


a)

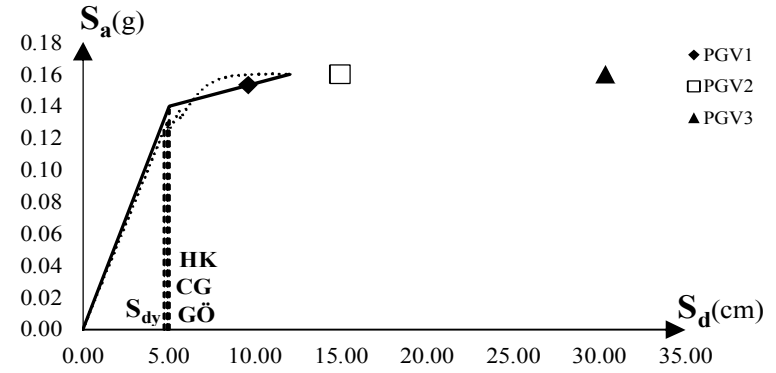


b)

Şekil A. 22 : TIP2N8T100 a) DBYBHY b) KSY

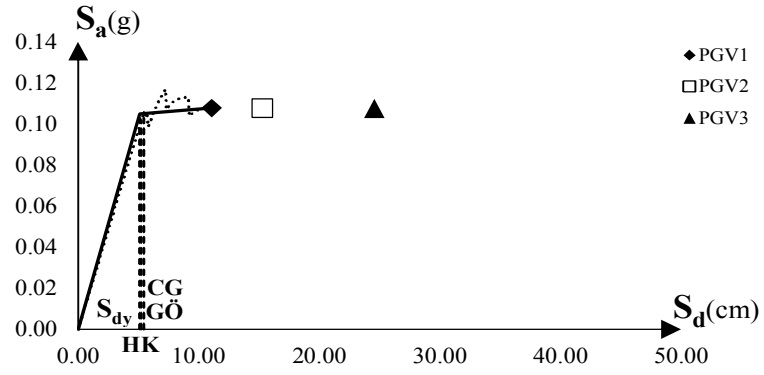


a)

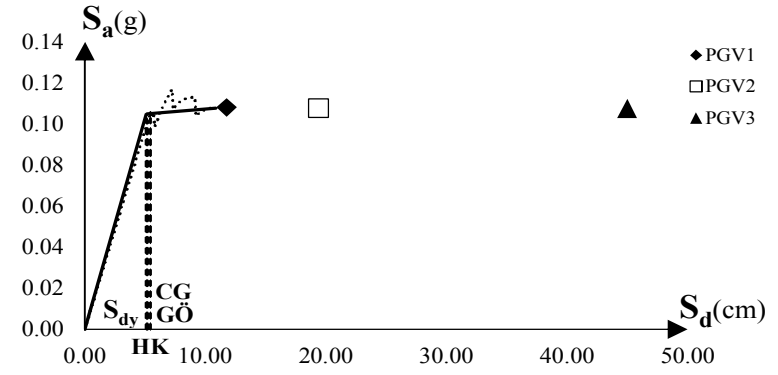


b)

Şekil A. 23 : TIP2N8T120 a) DBYBHY b) KSY

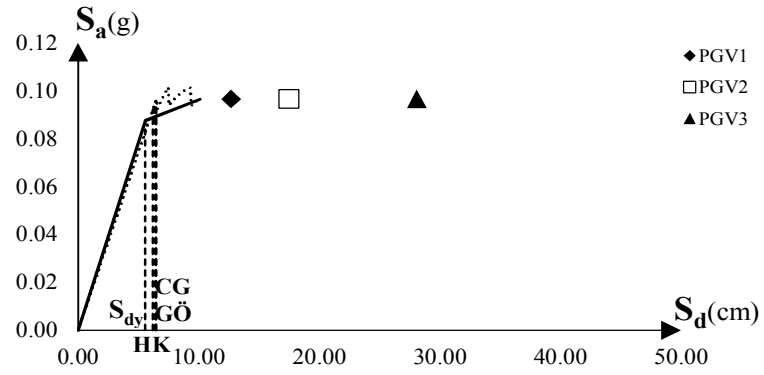


a)

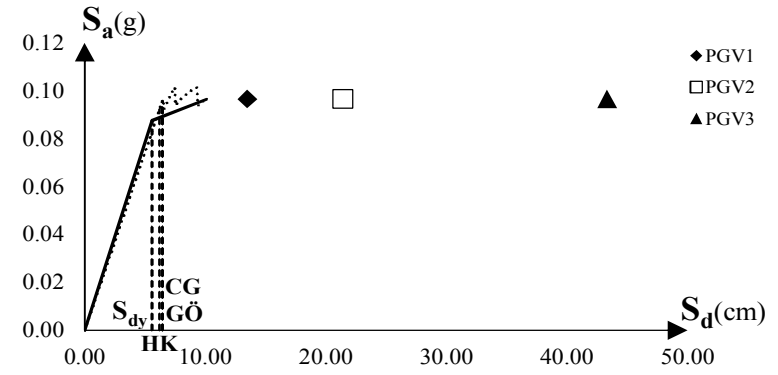


b)

Şekil A. 24 : TIP2N8T140 a) DBYBHY b) KSY

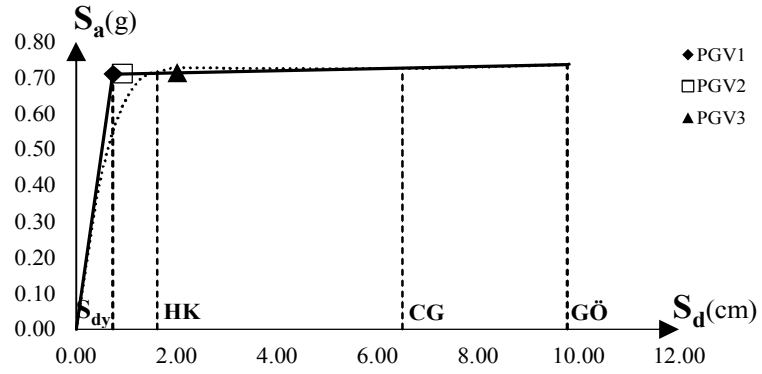


a)

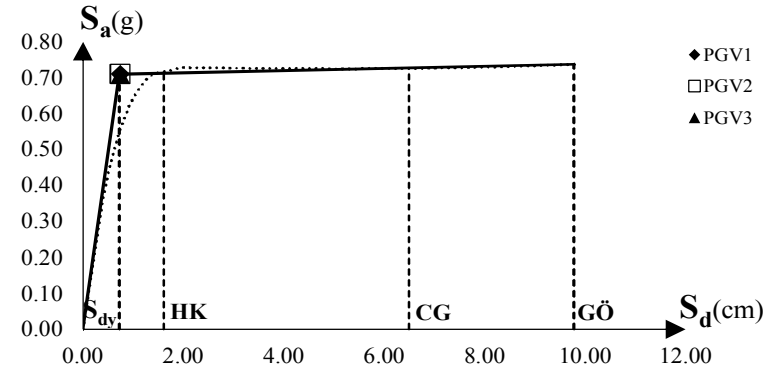


b)

Şekil A. 25 : TIP2N8T160 a) DBYBHY b) KSY

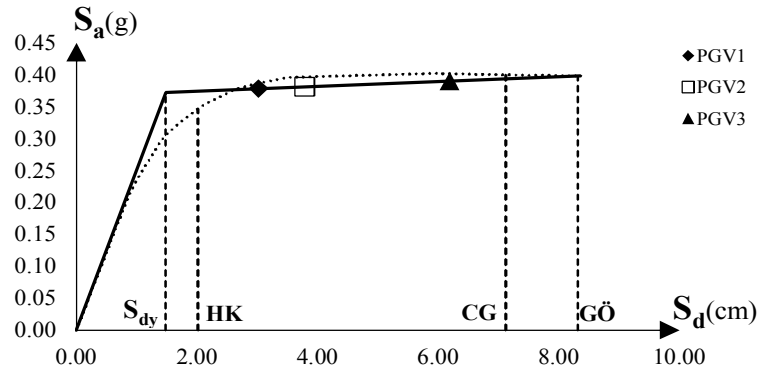


a)

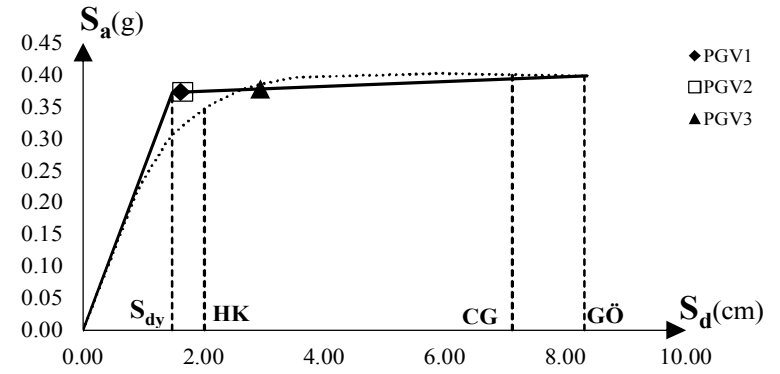


b)

Şekil A. 26 : TIP3N2T020 a) DBYBHY b) KSY



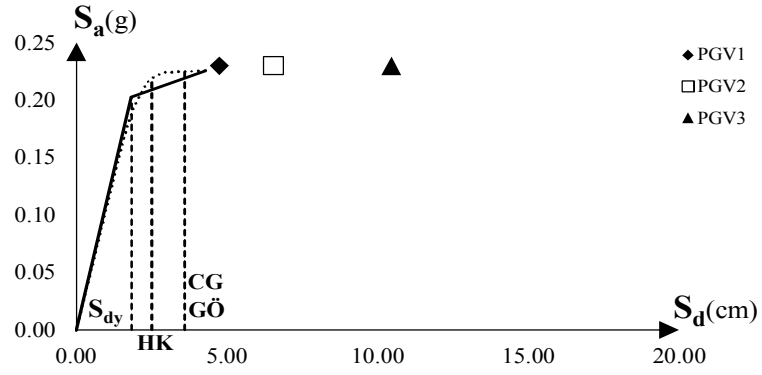
a)



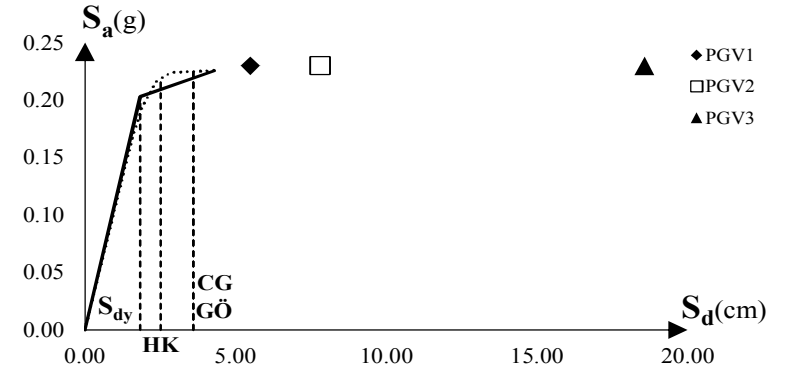
b)

Şekil A. 27 : TIP3N2T040 a) DBYBHY b) KSY



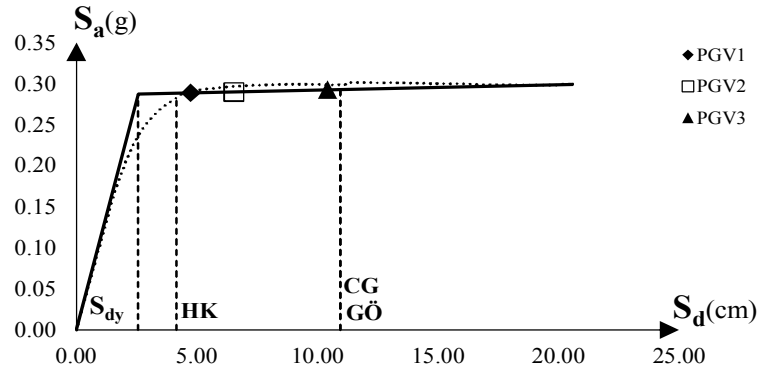


a)

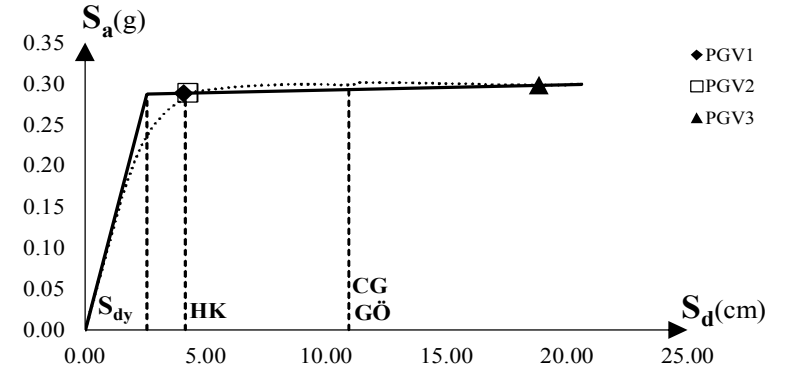


b)

Şekil A. 28 : TIP3N2T060 a) DBYBHY b) KSY

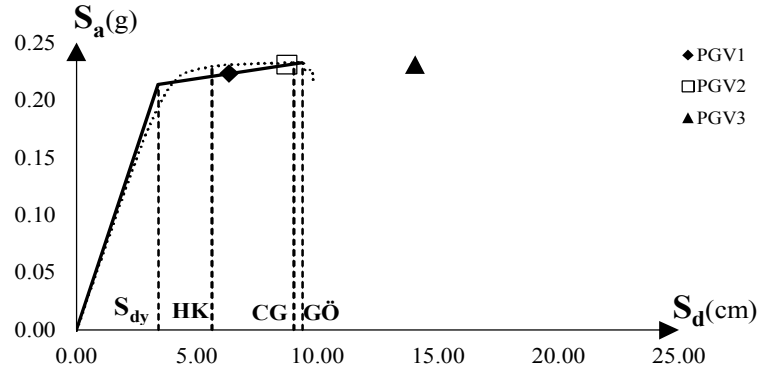


a)

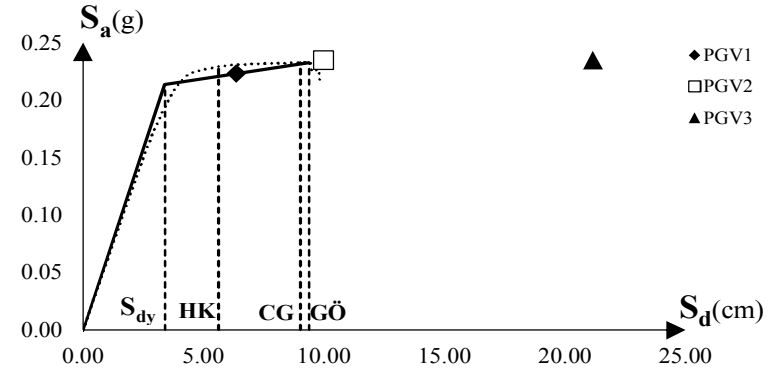


b)

Şekil A. 29 : TIP3N5T060 a) DBYBHY b) KSY

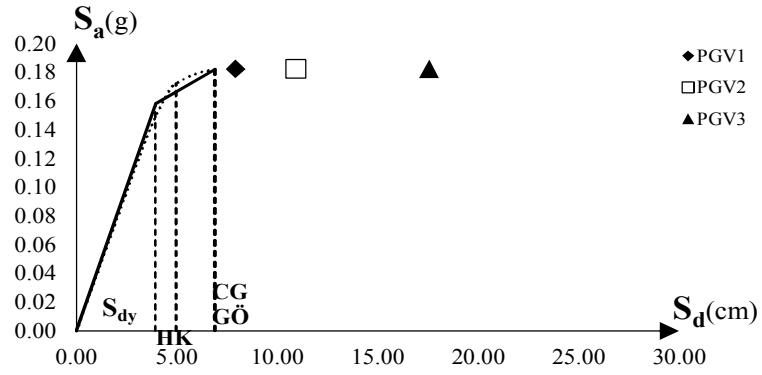


a)

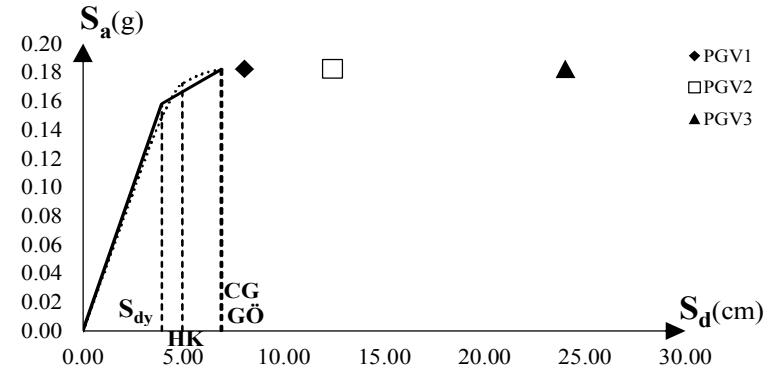


b)

Şekil A. 30 : TIP3N5T080 a) DBYBHY b) KSY

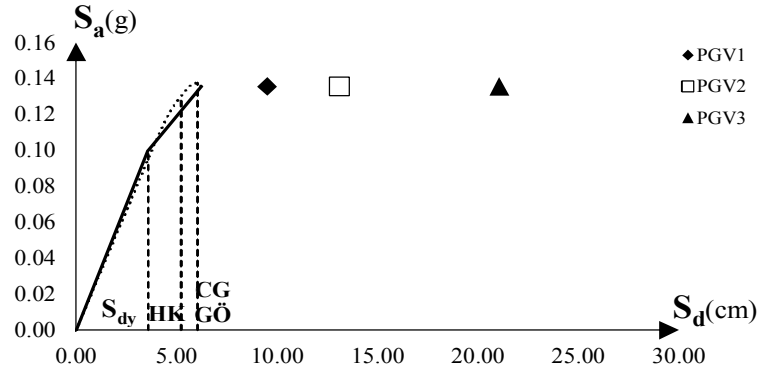


a)

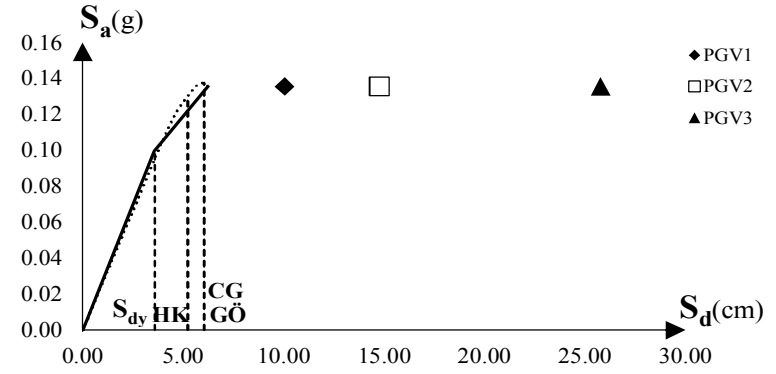


b)

Şekil A. 31 : TIP3N5T100 a) DBYBHY b) KSY

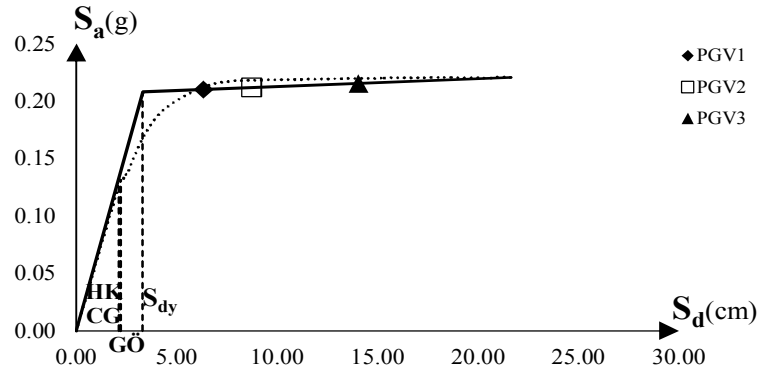


a)

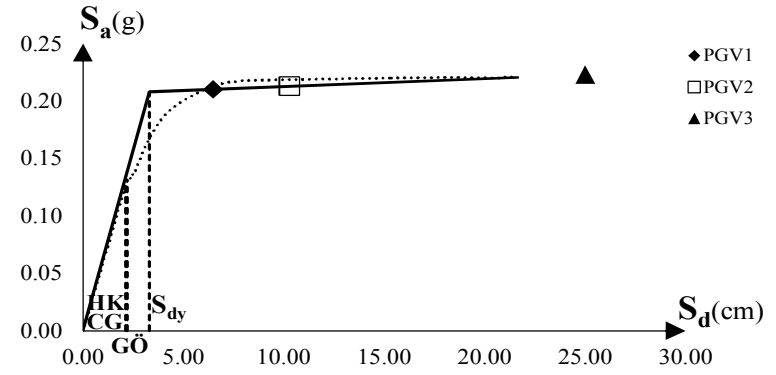


b)

Şekil A. 32 : TIP3N5T120 a) DBYBHY b) KSY

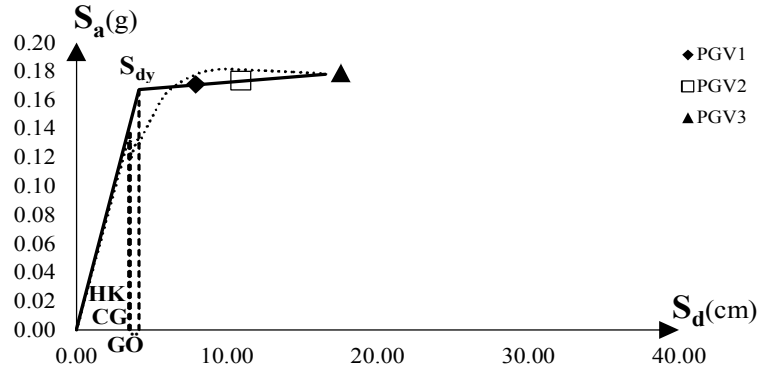


a)

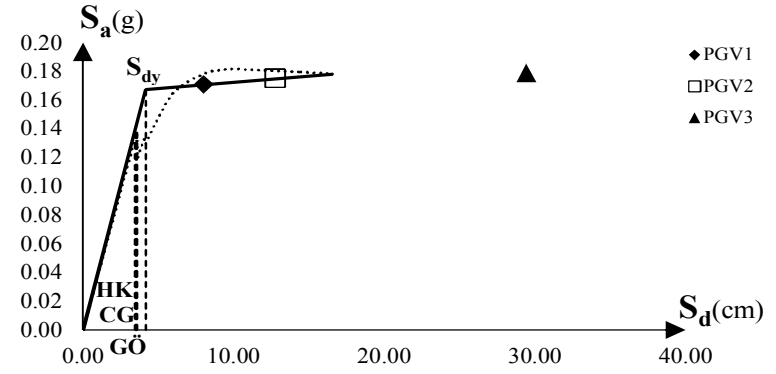


b)

Şekil A. 33 : TIP3N8T080 a) DBYBHY b) KSY

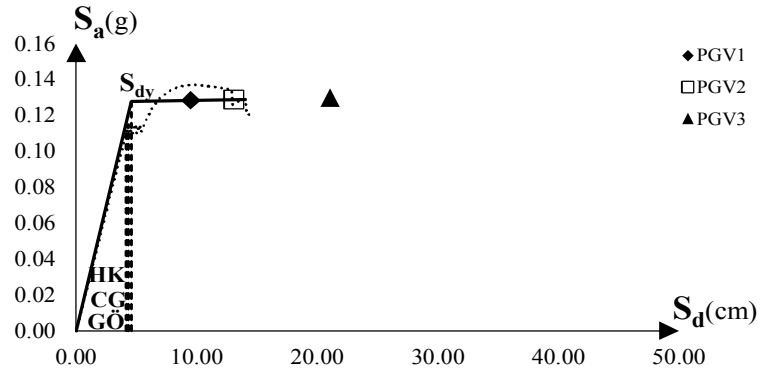


a)

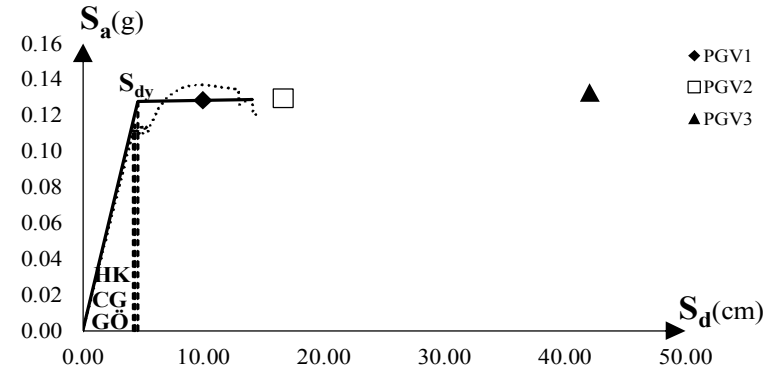


b)

Şekil A. 34 : TIP3N8T100 a) DBYBHY b) KSY

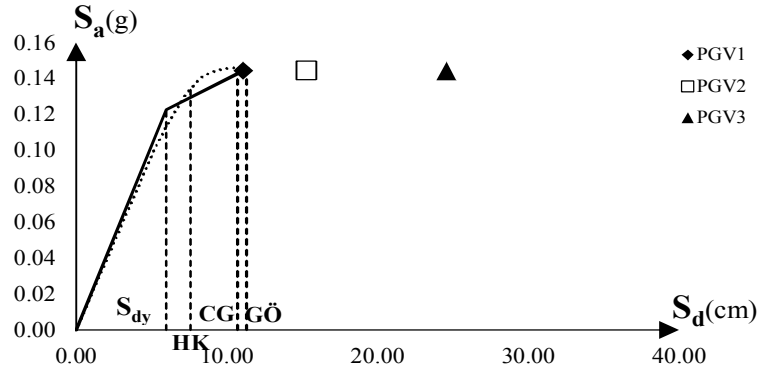


a)

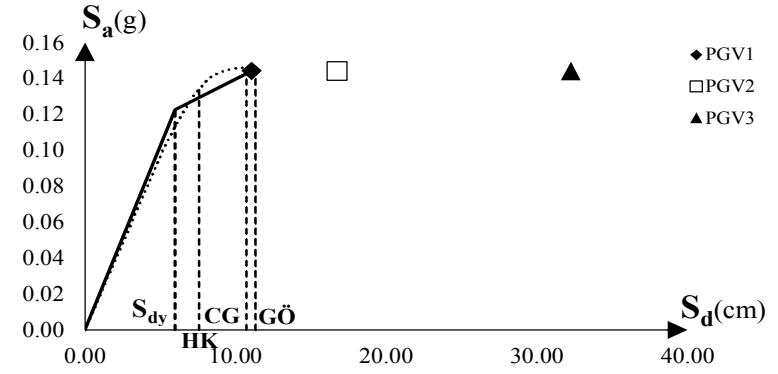


b)

Şekil A. 35 : TIP3N8T120 a) DBYBHY b) KSY

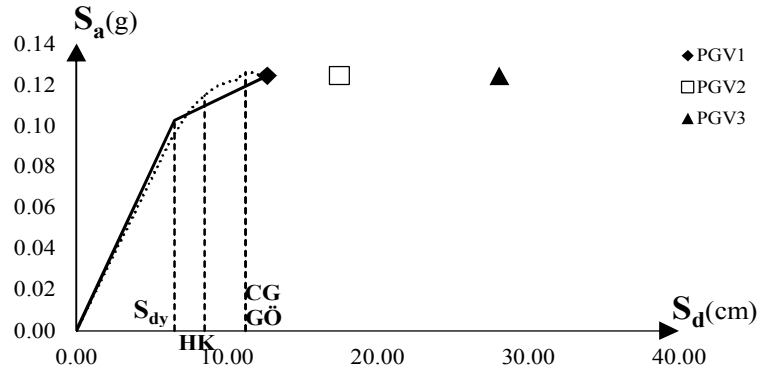


a)

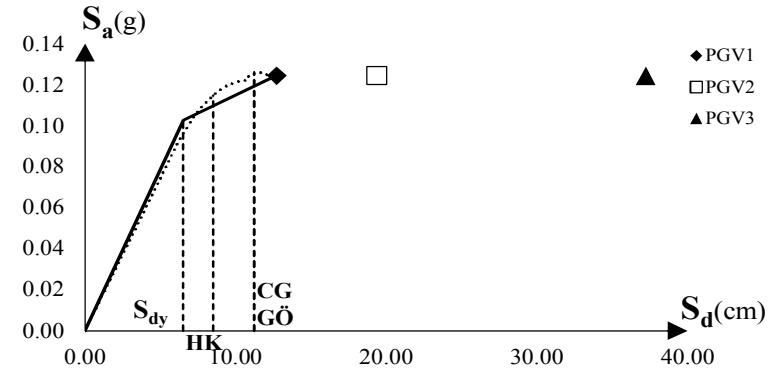


b)

Şekil A. 36 : TIP3N8T140 a) DBYBHY b) KSY

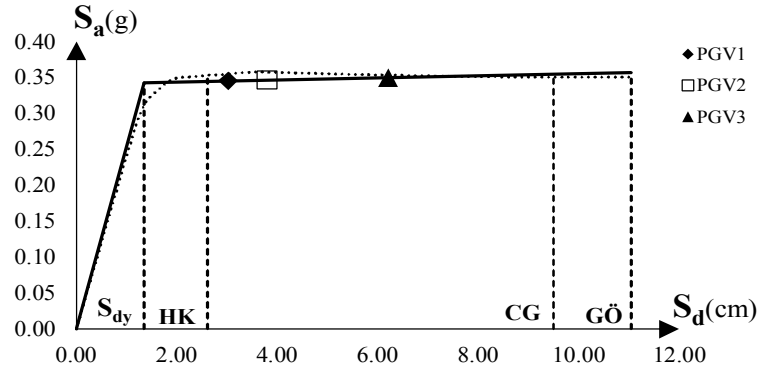


a)

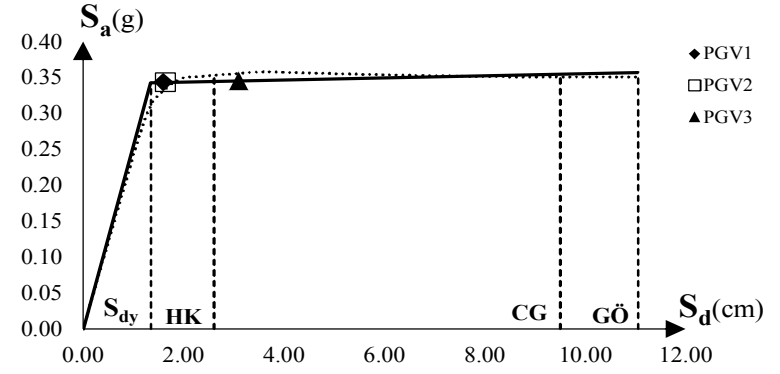


b)

Şekil A. 37 : TIP3N8T160 a) DBYBHY b) KSY

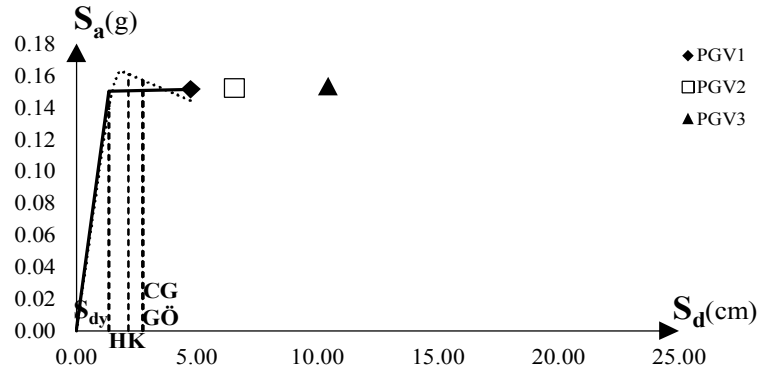


a)

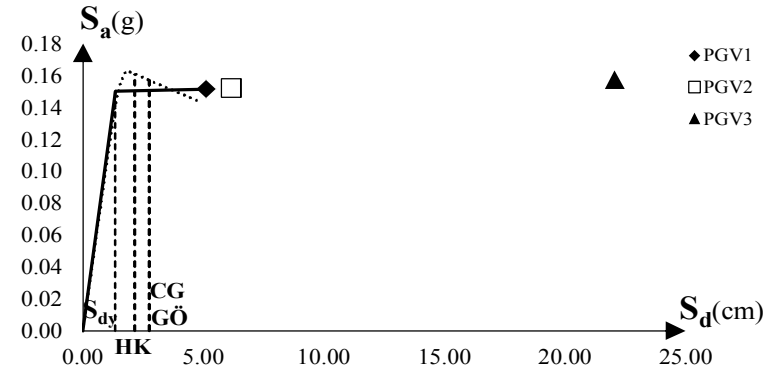


b)

Şekil A. 38 : TIP4N2T040 a) DBYBHY b) KSY

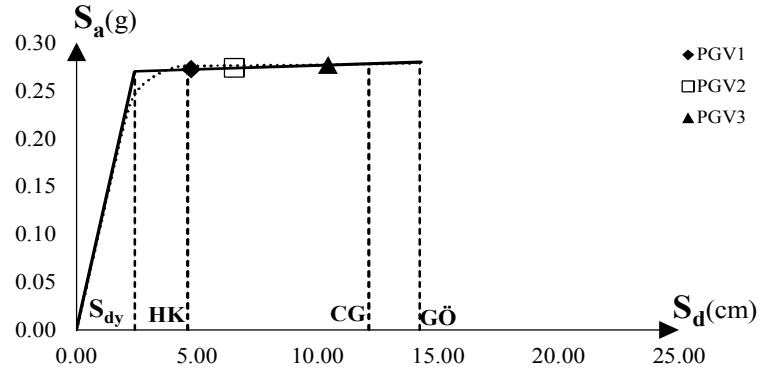


a)

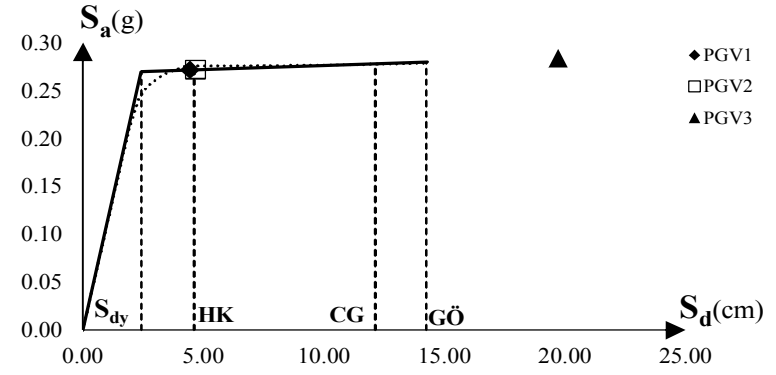


b)

Şekil A. 39 : TIP4N2T060 a) DBYBHY b) KSY

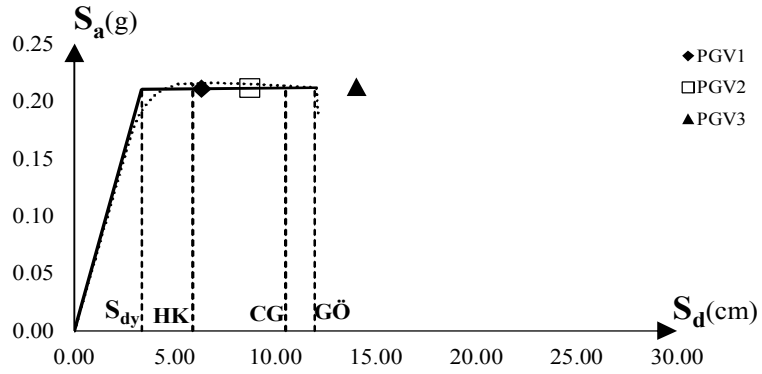


a)

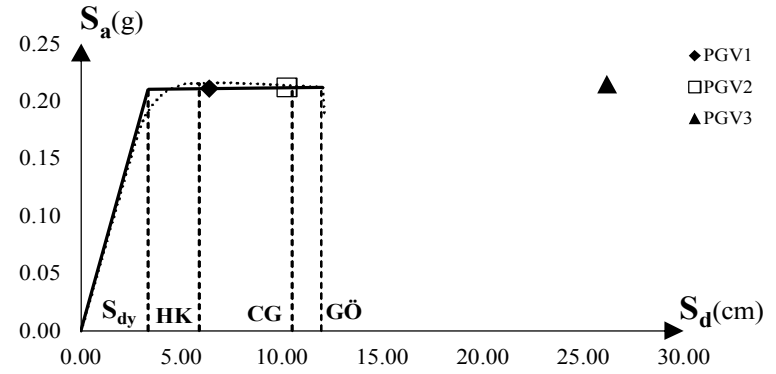


b)

Şekil A. 40 : TIP4N5T060 a) DBYBHY b) KSY

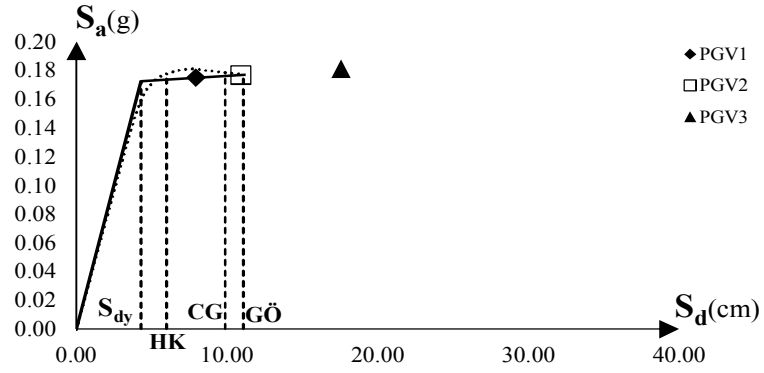


a)

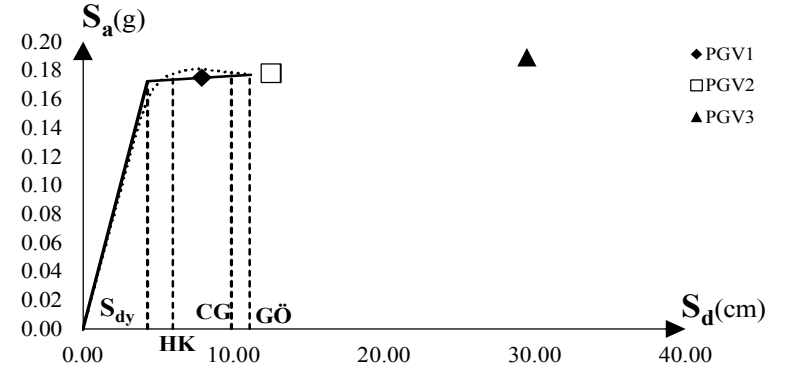


b)

Şekil A. 41 : TIP4N5T080 a) DBYBHY b) KSY

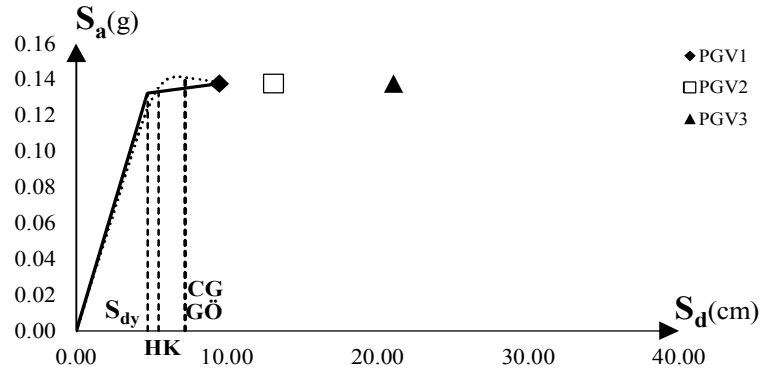


a)

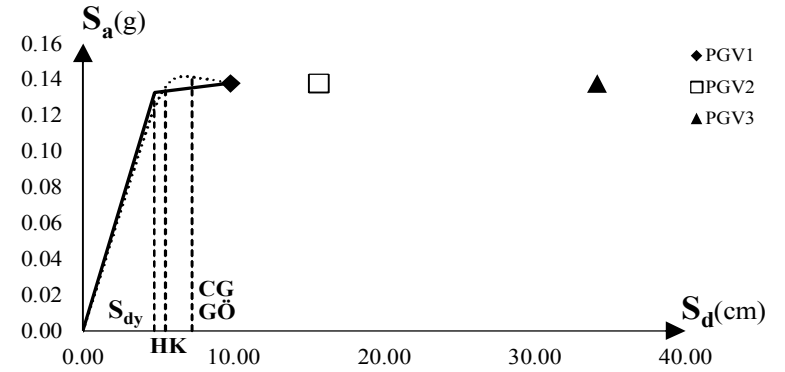


b)

Şekil A. 42 : TIP4N5T100 a) DBYBHY b) KSY



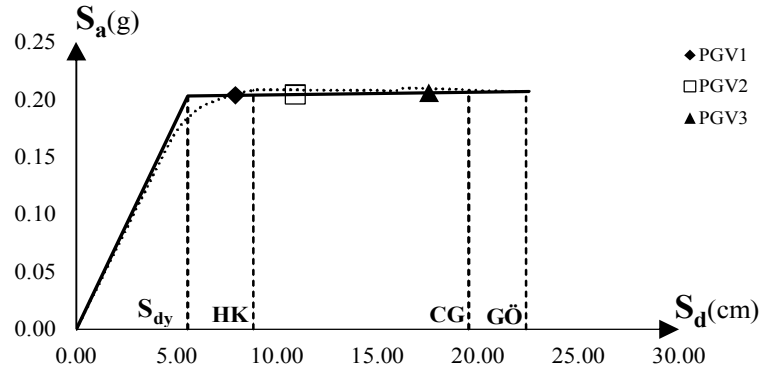
a)



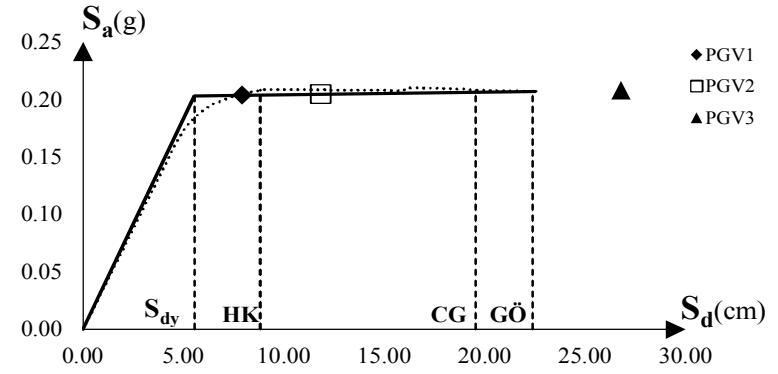
b)

Şekil A. 43 : TIP4N5T120 a) DBYBHY b) KSY



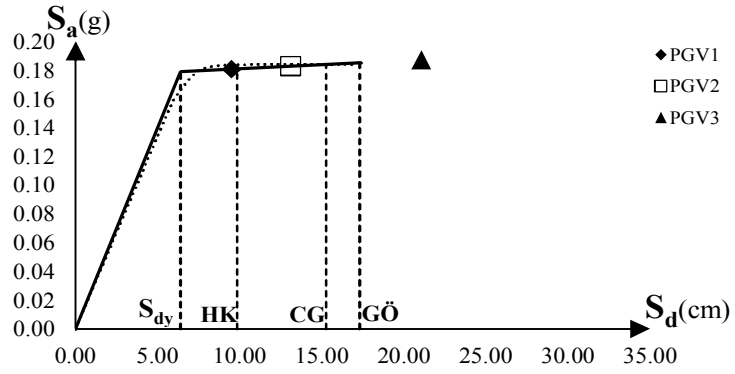


a)

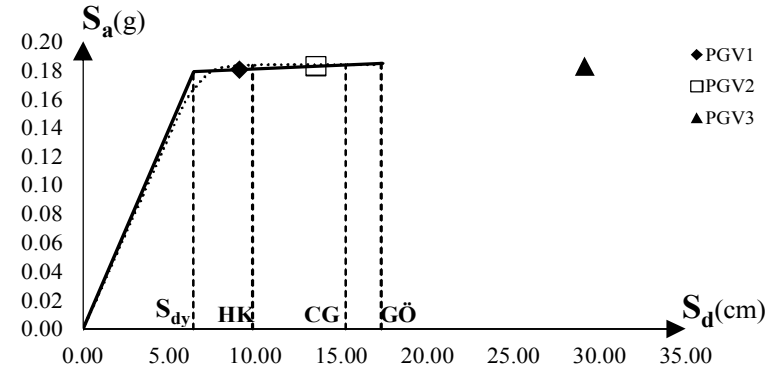


b)

Şekil A. 44 : TIP4N8T100 a) DBYBHY b) KSY

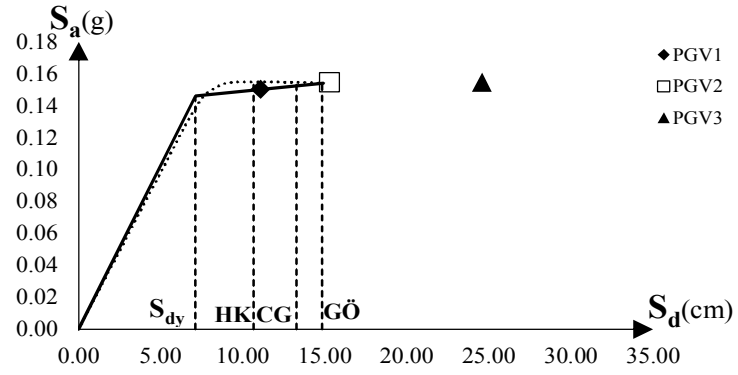


a)

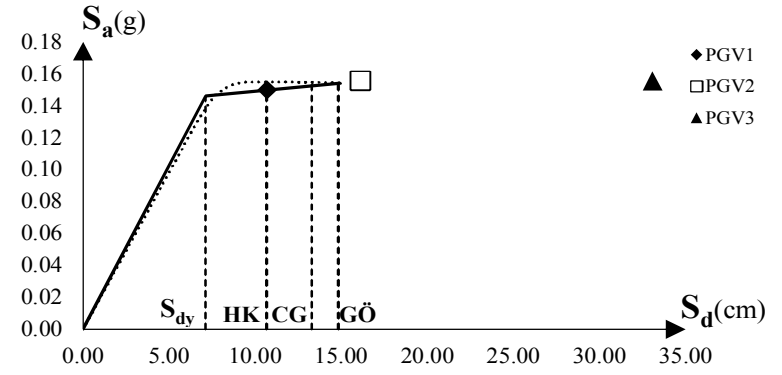


b)

Şekil A. 45 : TIP4N8T120 a) DBYBHY b) KSY

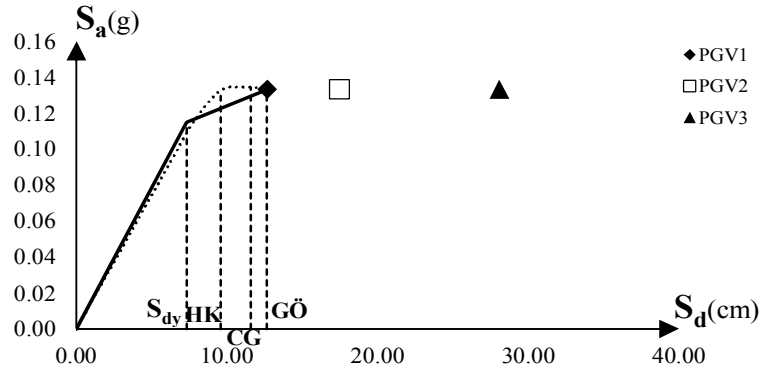


a)

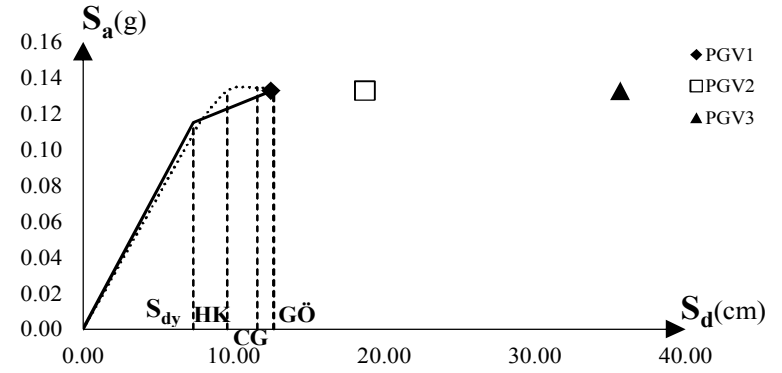


b)

Şekil A. 46 : TIP4N8T140 a) DBYBHY b) KSY

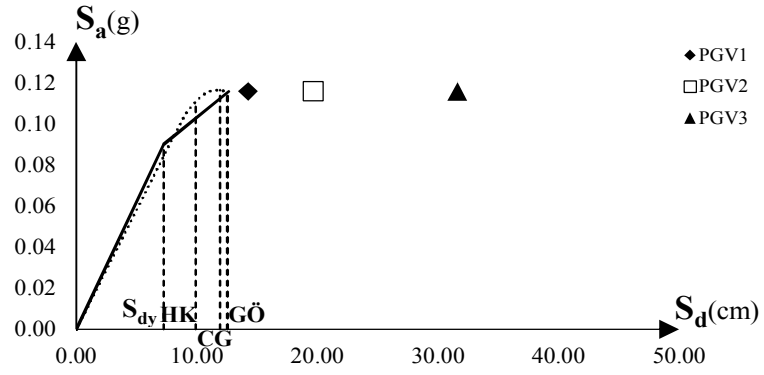


a)

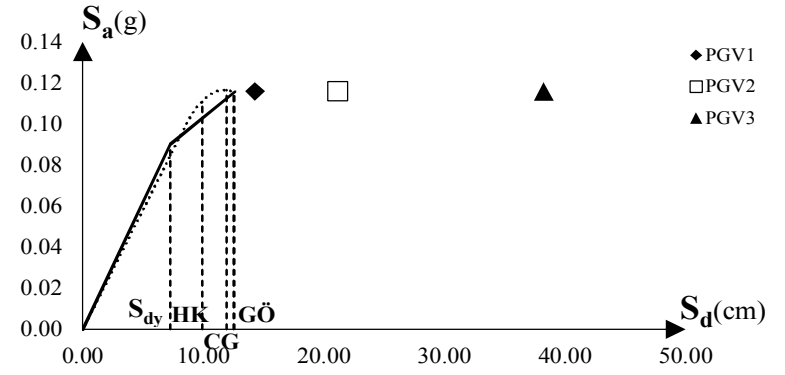


b)

Şekil A. 47 : TIP4N8T160 a) DBYBHY b) KSY



a)



b)

Şekil A. 48 : TIP4N8T180 a) DBYBHY b) KSY

## EK B: Talep Spektrumlarını Oluşturan İvme Kayıtları

Tablo B. 1: 364 İvme Kaydının Özellikleri

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
1	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY041-W	20.4	7.62
2	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G06320	24.5	5.74
3	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-SHP000	19.6	6.53
4	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/IZT180	22.6	7.51
5	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/ABY090	20	7.28
6	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/DSP000	20.2	7.28
7	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRK090	20.9	6.93
8	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLD285	22.6	6.93
9	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GIL337	22.3	6.93
10	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/UCL090	22	6.69
11	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/UCL360	22.2	6.69
12	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C05355	21.8	6.19
13	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-ALH180	22	5.99
14	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-GRN180	23	5.99
15	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-OBR360	22.9	5.99
16	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CWC270	22.2	6.69
17	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/TMB205	21.5	6.19
18	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/FOR090	21.7	7.01
19	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-CAK270	23.6	6.36
20	1	Friuli, Italy 1976/05/06 20:00	FRIULI/A-TMZ000	22	6.5
21	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E12230	21.8	6.53
22	1	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-BIS000	23.6	6.9
23	1	Livermore 1980/01/24 19:00	LIVERMOR/A-DVD246	20.5	5.8
24	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-PLS135	20.6	6.54
25	1	Tabas, Iran 1978/09/16	TABAS/DAY-LN	20.6	7.35
26	1	Victoria, Mexico 1980/06/09 03:28	VICT/CPE315	19.9	6.33
27	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY046-N	21	7.62
28	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY010-N	21.9	7.62
29	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY047-E	21.1	7.62
30	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G02140	24.9	5.74
31	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G03140	28.8	5.74
32	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-AEP315	24.9	6.53
33	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-LN	25.6	7.28
34	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/JOS000	27.5	7.28
35	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GIL067	28.6	6.93
36	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SFO000	25.5	6.93
37	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SFO090	27.9	6.93
38	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC090	28.9	6.69
39	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKF/C05085	24.7	6.19
40	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/AND250	25.3	6.19
41	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/AND340	27.6	6.19
42	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/DSP000	29.5	6.06
43	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CWC180	25	6.69
44	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PV1090	27.6	6.36
45	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-Z14090	28.3	6.36
46	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-DLT262	26	6.53
47	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/KAK090	27.6	6.9
48	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/SHI090	27.9	6.9
49	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CAP090	29.3	6.93
50	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP090	29.1	6.93

Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
51	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WAH000	27.2	6.93
52	1	Mammoth Lakes 1980/05/27 14:51	MAMMOTH/L-LUL000	28.9	5.94
53	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CHL160	27.1	6.69
54	1	San Fernando 1971/02/09 14:00	SFERN/ORR291	25.9	6.61
55	1	Spitak, Armenia 1988/12/07	SPITAK/GUK000	28.6	6.77
56	1	Tabas, Iran 1978/09/16	TABAS/DAY-TR	26.5	7.35
57	1	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/PTS315	26.6	5.9
58	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-DEL000	28.5	5.99
59	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-DWN180	28.8	5.99
60	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU141-N	28.1	7.62
61	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E11140	34.5	6.53
62	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E02140	31.5	6.53
63	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-SHP270	30.9	6.53
64	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ATS090	33.2	7.51
65	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ270	29.7	7.51
66	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/IZT090	29.8	7.51
67	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/LCN000	31.9	7.28
68	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER360	29.7	7.28
69	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/A02133	34.3	6.93
70	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G01000	31.6	6.93
71	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G01090	33.9	6.93
72	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G02000	32.9	6.93
73	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/TRI090	32.8	6.93
74	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/WWT270	31.5	6.06
75	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP106	32.1	6.69
76	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-SUP045	32.5	6.54
77	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY029-W	30.3	7.62
78	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH045	31.4	6.06
79	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/NPS300	33.8	6.06
80	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PKC090	31.4	6.69
81	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/FOR000	30	7.01
82	1	Friuli, Italy 1976/05/06 20:00	FRIULI/A-TMZ270	30.8	6.5
83	1	Mammoth Lakes 1980/05/27 14:51	MAMMOTH/L-LUL090	33.9	5.94
84	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAC265	31.3	6.69
85	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WIL180	33.5	6.69
86	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-IVW090	29.9	6.54
87	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-IVW360	34.5	6.54
88	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-KRN360	31.1	6.54
89	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-POE360	32.8	6.54
90	1	Victoria, Mexico 1980/06/09 03:28	VICT/CPE045	31.6	6.33
91	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-OR2010	32.9	5.99
92	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU046-N	30.9	7.62
93	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU112-N	33.4	7.62
94	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU118-N	33.5	7.62
95	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY041-N	39.5	7.62
96	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU045-N	39	7.62
97	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU045-W	36.7	7.62
98	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU051-N	38.4	7.62
99	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY135	36.4	6.36
100	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC002	37.5	6.53

Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
101	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E04140	37.4	6.53
102	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/NIS000	37.3	6.9
103	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/NIS090	36.6	6.9
104	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ARC090	39.5	7.51
105	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G02090	39.1	6.93
106	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03000	35.7	6.93
107	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/G06090	36.7	6.19
108	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/HVR240	39.4	6.19
109	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/WWT180	34.7	6.06
110	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY029-N	35.2	7.62
111	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-BRA225	35.9	6.53
112	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-BRA315	38.9	6.53
113	1	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU000	37	6.9
114	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/SHI000	37.8	6.9
115	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HDA255	35.6	6.93
116	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/SVL360	36	6.93
117	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/KAT090	37.8	6.69
118	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SCR090	38	6.69
119	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STN020	34.6	6.69
120	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-POE270	35.7	6.54
121	1	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/PTS225	39.2	5.9
122	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-BIR180	37.8	5.99
123	1	Whittier Narrows 1987/10/01 14:42	WHITTIER/A-EJS048	38.1	5.99
124	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY036-W	38.9	7.62
125	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO270	43.9	7.01
126	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO360	42.1	7.01
127	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU074-N	40.9	7.62
128	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WNT-N	42	7.62
129	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-AEP045	42.8	6.53
130	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E11230	42.1	6.53
131	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03230	39.9	6.53
132	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA360	40.8	6.53
133	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/ATS000	40	7.51
134	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-TR	42.3	7.28
135	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/JOS090	43.2	7.28
136	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/STG000	41.2	6.93
137	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/STG090	42.6	6.93
138	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC090	40.9	6.54
139	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-PTS315	43.9	6.54
140	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-SUP135	42.2	6.54
141	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH135	40.9	6.06
142	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-Z14000	40.9	6.36
143	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CYC285	39.7	6.93
144	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/GOF090	42	6.93
145	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HDA165	43.9	6.93
146	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/KAT000	40.9	6.69
147	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LOS000	43	6.69
148	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MU2035	40.8	6.69
149	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STM090	41.7	6.69
150	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU046-W	39.8	7.62

Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
151	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU061-N	43.6	7.62
152	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU112-W	41.3	7.62
153	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU123-W	40.6	7.62
154	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU141-E	43.3	7.62
155	1	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/PET000	48.4	7.01
156	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU049-W	47.9	7.62
157	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU051-W	49.3	7.62
158	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU095-N	49.1	7.62
159	1	Coyote Lake 1979/08/06 17:05	COYOTELK/G06230	49.2	5.74
160	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	46.8	6.53
161	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E05140	46.9	6.53
162	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E07140	47.6	6.53
163	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E08230	49.1	6.53
164	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC270	46.4	7.51
165	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLS090	45.2	6.93
166	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03090	44.7	6.93
167	1	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	46.4	6.54
168	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E10050	47.5	6.53
169	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP225	48.8	6.53
170	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN090	44.6	6.93
171	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HCH180	45	6.93
172	1	Nahanni, Canada 1985/12/23	NAHANNI/S1010	46	6.76
173	1	Nahanni, Canada 1985/12/23	NAHANNI/S1280	46.1	6.76
174	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LOS270	45.1	6.69
175	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAC175	45.6	6.69
176	1	Westmorland 1981/04/26 12:09	WESTMORL/WSM090	48.7	5.9
177	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY025-W	48.4	7.62
178	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU038-N	44.9	7.62
179	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU038-W	48.9	7.62
180	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU048-N	48.3	7.62
181	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY034-N	48.5	7.62
182	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU104-N	47.2	7.62
183	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU106-W	46.6	7.62
184	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU107-N	47.4	7.62
185	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU070-W	52.1	7.62
186	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E08140	54.3	6.53
187	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	50.3	7.51
188	1	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	51.5	7.28
189	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/A02043	53.6	6.93
190	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/LGP090	51	6.93
191	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PKC360	51.5	6.69
192	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR090	52.1	6.69
193	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	52.2	6.69
194	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP315	49.8	6.53
195	1	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	52.7	6.9
196	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	51.3	6.93
197	1	Morgan Hill 1984/04/24 21:15	MORGAN/CYC195	51.6	6.19
198	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LDM334	50.8	6.69
199	1	San Fernando 1971/02/09 14:00	SFERN/PCD254	54.3	6.61
200	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY024-W	52.9	7.62

Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
201	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU029-N	54	7.62
202	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU036-N	50.2	7.62
203	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU039-N	54	7.62
204	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU039-W	50	7.62
205	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU040-N	50.3	7.62
206	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU040-W	50.9	7.62
207	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU055-N	51.5	7.62
208	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU064-N	54	7.62
209	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY002-N	52.9	7.62
210	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY104-E	52.6	7.62
211	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU109-N	53.1	7.62
212	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU109-W	50.8	7.62
213	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU115-W	54	7.62
214	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU117-N	54.4	7.62
215	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU082-W	58.4	7.62
216	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	58.8	7.51
217	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/CLS000	55.2	6.93
218	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	59	6.69
219	1	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	56.4	7.14
220	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PUL104	55.7	6.69
221	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU054-W	59.4	7.62
222	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU059-N	56.2	7.62
223	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU059-W	59.4	7.62
224	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU063-W	59	7.62
225	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU072-N	56.3	7.62
226	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY006-E	55.4	7.62
227	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY092-E	54.8	7.62
228	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY104-N	55.2	7.62
229	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU110-N	54.9	7.62
230	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU111-W	57.8	7.62
231	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU117-W	57.8	7.62
232	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU136-E	55.8	7.62
233	1.23	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	57.5	6.53
234	1.44	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03230	57.5	6.53
235	1.09	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	57.5	6.9
236	1.41	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/MVH135	57.5	6.06
237	1.24	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	57.5	6.54
238	1.41	Superstn Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC090	57.5	6.54
239	1.31	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO270	57.5	7.01
240	1.37	Cape Mendocino 1992/04/25 18:06	CAPEMEND/RIO360	57.5	7.01
241	1.36	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/CLW-TR	57.5	7.28
242	1.12	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	57.5	7.28
243	1.24	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC270	57.5	7.51
244	1.14	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	57.5	7.51
245	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU049-N	61.2	7.62
246	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU070-N	62.3	7.62
247	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU076-N	64.2	7.62
248	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU076-W	62.6	7.62
249	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU095-W	62	7.62
250	1	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY045	60.2	6.36



Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
251	1	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	60	7.14
252	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT330	62.1	7.51
253	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	60.8	6.69
254	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	61.5	6.69
255	1	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	62.1	7.14
256	1	Erzincan, Turkey 1992/03/13	ERZIKAN/ERZ-EW	64.3	6.69
257	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	62.4	6.93
258	1	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	61.5	6.93
259	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/LDM064	63.7	6.69
260	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	62.8	6.69
261	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU036-W	59.6	7.62
262	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU079-W	61.2	7.62
263	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU103-W	61.9	7.62
264	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU120-W	63.1	7.62
265	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU129-W	60	7.62
266	1.34	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	62.5	6.53
267	1.26	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-HVP315	62.5	6.53
268	1.19	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	62.5	6.9
269	1.35	Superstitt Hills(B) 1987/11/24 13:16	SUPERST/B-ICC000	62.5	6.54
270	1.22	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	62.5	6.93
271	1.21	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	62.5	7.28
272	1.06	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	62.5	7.51
273	1.24	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	62.5	7.51
274	1.11	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	62.5	7.14
275	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY028-N	67	7.62
276	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WNT-E	68.8	7.62
277	1	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ000	65.4	6.8
278	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	68.8	6.53
279	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E06140	64.9	6.53
280	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/TAZ000	68.3	6.9
281	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT060	65.7	7.51
282	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WPI316	67.4	6.69
283	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU067-N	66.6	7.62
284	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU071-N	69.4	7.62
285	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU101-W	67.9	7.62
286	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU110-W	67.5	7.62
287	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU128-N	68.8	7.62
288	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WGK-E	69	7.62
289	1.44	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E03140	67.5	6.53
290	1.28	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	67.5	6.9
291	1.51	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/G03090	67.5	6.93
292	1.32	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	67.5	6.93
293	1.08	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	67.5	6.93
294	1.31	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	67.5	7.28
295	1.3	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR090	67.5	6.69
296	1.29	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	67.5	6.69
297	1.14	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	67.5	6.69
298	1.07	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	67.5	6.69
299	1.11	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	67.5	6.69
300	1.1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	67.5	6.69

Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
301	1.15	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	67.5	7.51
302	1.34	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	67.5	7.51
303	1.2	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	67.5	7.14
304	1.09	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	67.5	7.14
305	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY028-W	72.8	7.62
306	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU074-W	73.3	7.62
307	1	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ090	71.6	6.8
308	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EMO000	71.7	6.53
309	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA270	71.2	6.53
310	1	N. Palm Springs 1986/07/08 09:20	PALMSPR/NPS210	73.3	6.06
311	1	Kobe 1995/01/16 20:46	KOBE/KJM090	74.3	6.9
312	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/RRS318	73	6.69
313	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/CHY101-W	70.6	7.62
314	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU063-N	73.1	7.62
315	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU072-W	71.7	7.62
316	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU128-W	73	7.62
317	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/WGK-N	74.4	7.62
318	1.11	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ000	72.5	6.8
319	1.05	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	72.5	6.53
320	1.38	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	72.5	6.9
321	1.2	Coalinga 1983/05/02 23:42	COALINGA/H-PVY045	72.5	6.36
322	1.16	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/HSP000	72.5	6.93
323	1.18	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	72.5	6.93
324	1.39	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/ORR360	72.5	6.69
325	1.23	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	72.5	6.69
326	1.15	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	72.5	6.69
327	1.19	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	72.5	6.69
328	1.18	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	72.5	6.69
329	1.23	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	72.5	7.51
330	1.44	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	72.5	7.51
331	1.1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/YPT060	72.5	7.51
332	1.21	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	72.5	7.14
333	1.29	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	72.5	7.14
334	1.17	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	72.5	7.14
335	1	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-E04230	76.6	6.53
336	1	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/SKR090	79.5	7.51
337	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/NWH090	75.5	6.69
338	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SPV360	76.6	6.69
339	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SYL090	78.2	6.69
340	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU065-N	78.8	7.62
341	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU067-W	79.5	7.62
342	1	Parkfield 1966/06/28 04:26	PARKE/C02065	75.1	6.19
343	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/PAR-L	75.2	6.69
344	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/SCE288	74.6	6.69
345	1	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/TAR360	77.6	6.69
346	1	Chi-Chi, Taiwan 1999/09/20	CHICHI/TCU102-N	77.1	7.62
347	1.08	Gazli, USSR 1976/05/17	GAZLI/GAZ090	77.5	6.8
348	1.13	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-ECC092	77.5	6.53
349	1.09	Imperial Valley 1979/10/15 23:16	IMPVALL/H-EDA270	77.5	6.53
350	1.47	Irpinia, Italy 1980/11/23 19:34	ITALY/A-STU270	77.5	6.9

Tablo B.1' in devamı

Sıra	Ölçek Kat.	Deprem Adı	Kayıt/ Bileşen	MYH (cm/s)	Mw
351	1.51	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/BRN000	77.5	6.93
352	1.26	Loma Prieta 1989/10/18 00:05	LOMAP/WVC270	77.5	6.93
353	1.5	Landers 1992/06/28 11:58	LANDERS/YER270	77.5	7.28
354	1.31	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL009	77.5	6.69
355	1.23	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/MUL279	77.5	6.69
356	1.27	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/CNP196	77.5	6.69
357	1.15	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/WPI316	77.5	6.69
358	1.26	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/STC180	77.5	6.69
359	1.06	Northridge 1994/01/17 12:31	NORTHR/RRS318	77.5	6.69
360	1.32	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/DZC180	77.5	7.51
361	1.54	Kocaeli, Turkey 1999/08/17	KOCAELI/GBZ000	77.5	7.51
362	1.29	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/DZC180	77.5	7.14
363	1.37	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL000	77.5	7.14
364	1.25	Duzce, Turkey 1999/11/12	DUZCE/BOL090	77.5	7.14

## 9. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sinan DEMİRBILEK

Doğum Yeri ve Tarihi : MUŞ 01.05.1987

Lisans Üniversite : PAMUKKALE

Elektronik posta : sinandbl@gmail.com

İletişim Adresi : İsmetpaşa mah. 3/2 sok. No:6B Dikili/İZMİR