

**KAT ADETLERİ FARKLI BİNA TÜRÜ YAPILARIN DEPREM
PERFORMANSLARININ DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ
YÖNTEMLERİ İLE İRDELENMESİ**

Veysi TUTKAL

**Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Yusuf CALAYIR**

AĞUSTOS – 2018

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KAT ADETLERİ FARKLI BİNA TÜRÜ YAPILARIN DEPREM
PERFORMANSLARININ DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ
YÖNTEMLERİ İLE İRDELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Veysi TUTKAL

(122115110)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.06.2018
Tezin Savunulduğu Tarih : 27.07.2018

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Yusuf CALAYIR

Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zülfü Çınar ULUCAN

: Doç. Dr. Burak YÖN





AĞUSTOS – 2018

ÖNSÖZ

Tez çalışmamın başından sonuna kadar bilgi birikimiyle yardımlarını esirgemeyen ve tecrübeleriyle her konuda yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Yusuf CALAYIR'a desteği ve sonsuz anlayışı için gönülden teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca hep yanımda olan ve her konuda yardımcı olup beni bugünlere getiren anneme, babama, eşime ve kardeşlerime,

Tez çalışmam esnasında bana zamanını ayırıp yardımcı olan ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen Öğr. Gör. Mehmet Nuri KOLAK'a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Veysi TUTKAL

ELAZIĞ – 2018

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİL LİSTESİ	VII
ÇİZELGE LİSTESİ	XI
SEMBOLLER LİSTESİ	XIII
KISALTMALAR.....	XIV
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tez Çalışmasının Amacı	2
1.2. Daha Önce Yapılan Çalışmalar.....	2
2. KAT ADETLERİ FARKLI BİNA TÜRÜ YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ.....	4
2.1. Tasarımı Yapılan Yapıların Geometrik Ölçüleri	4
2.2. Seçilen Yapılarda Kullanılan Beton ve Donatı Özellikleri.....	6
2.3. Yapı Tasarımlarında Kullanılan Yükler	6
2.4. Taşıyıcı Sistemlerin Boyutlandırılması	6
2.5. Binaların Modal Kütle Oranları	11
2.6. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Bina Modellerinin Analizi.....	12
2.7. Kiriş, Kolon ve Perdelerde Plastik Mafsalların Tanımlanması	12
2.7.1. Kirişlere Plastik Mafsal Tanımlanması.....	12
2.7.2. Kolonlara Plastik Mafsal Tanımlanması.....	12
2.7.3. Perdelerle Plastik Mafsal Tanımlanması.....	13
2.8. Üç Farklı Binanın Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Performanslarının Değerlendirilmesi	13
2.9. Artımsal İtme Analizlerinin Sonucunda Statik İtme Eğrilerinin Elde Edilmesi.....	15
2.10. Binaların Performans Noktalarının Elde Edilmesi	19
2.11. Üç Farklı Bina İçin İtme Eğrilerinin Karşılaştırılması	23

2.12. Üç Tip Binanın Analizleri Sonucunda Oluşan Plastik Mafsal Durumları.....	24
2.13. Eleman Kesitlerinde Oluşan Hasarların Belirlenmesi	25
2.14. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	28
2.15. Eleman Kesitlerinde Oluşan Hasar Seviyelerinin Belirlenmesi	29
3. KAT ADETLERİ FARKLI BİNA TÜRÜ YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ	32
3.1 Analizde Kullanılacak Deprem İvme Kayıtlarının Seçilmesi.....	32
3.2 Analizlerde Elde Edilen Deplasman ve Taban Kesme Kuvvetleri	40
3.3 Üç Tip Binanın Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizleri Sonucunda Oluşan Plastik Mafsal Durumları	58
3.4 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	59
3.5 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması.....	60
3.5.1 Seçilen Yapıların Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması.....	60
3.5.2 Seçilen Yapıların Tepe Noktası Yer Değiştirmelerinin Karşılaştırılması.....	61
3.5.3 Seçilen Yapıların AEDYY Ve ZTADOA Yöntemleri Sonucunda Elde Edilen Taban Kesme Kuvvetleri Ve Tepe Yer Değiştirmelerinin Karşılaştırılması.....	62
4. SONUÇLAR.....	66
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	69

,

ÖZET

Ülkemizin deprem kuşağında yer alıyor olması binaların depreme dayanıklı olarak inşa edilmesini azami düzeyde önemli hale getirmektedir. Son yıllarda ülkemizde meydana gelen büyük depremlerden alınan dersler neticesinde, yeni inşa edilecek yapıların depreme dayanıklı tasarımı, mevcut yapıların ise deprem etkisinde oluşması beklenen hasar durumlarının belirlenmesi ile ilgili konular yeniden gözden geçirilmiştir. Bu çalışmaların sonucu olarak da performansa dayalı tasarım ve değerlendirmeyi esas alan bir çalışma alanı doğmuştur.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007’de (DBYBHY’07) doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleriyle yapıların deprem performanslarının belirlenmesi konusunda detaylı bilgiler verilmiştir.

Bu çalışmada Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları (TS500) ve DBYBHY’07 kurallarına uygun olarak tasarlanmış, kat planları aynı kat sayıları farklı 3 binanın Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (AEDYY) ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz yöntemleri (ZTADOA) ile deprem performans analizleri yapılmıştır. Yapı sistemlerinin analiz sonuçları kat adetlerinin etkisi açısından her bir yöntemle göre ayrı ayrı irdelenmiştir. Ayrıca aynı kat adedine sahip binalar için iki yöntemden elde edilen çözümler birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Çözümlerde SAP2000 programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Katlı Betonarme Yapı, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Yapının Deprem Performansı, Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz.

SUMMARY

Investigation of Earthquake Performances of Buildings with Different Number of Storeys by Using Nonlinear Analysis Methods

The fact that our country is located in the earthquake zone and the fact that buildings are built with stability is of utmost importance. As a result of the lessons learned from major earthquakes in our country in recent years, issues related to the determination of damage situations expected to occur during the earthquake impact of the existing buildings have been reviewed again. As a result of these studies, a study area based on performance-based design and evaluation emerged.

Detailed information was given about determination of earthquake performances of buildings with Linear and Nonlinear methods for Turkish Seismic Code 2007

In this study, earthquake performance analysis of three different buildings designed in accordance with TS500 and Turkish Seismic Code 2007 rules using Incremental Equivalent Earthquake Load Method (AEDYY) and Nonlinear Time History Analysis (ZTADOA) were performed. The analysis results of the building systems are assessed separately for each method in terms of the effect of storey number. Moreover, the solutions obtained from the two methods for the buildings with the same storey number are compared with each other. SAP2000 program is used in the analysis.

Key Words: Multi-story Reinforced Concrete Structure, Incremental Equivalent Earthquake Load Method, Earthquake Performance of Building, Nonlinear Time History Analysis

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2. 1 Betonarme yapıların düşey kesit görünüşleri.....	4
Şekil 2. 2 Kat planı ve Binaların 3 boyutlu modelleri.....	5
Şekil 2. 3 Kiriş kesit görünüşü ve donatı düzenleri.....	7
Şekil 2. 4 3 katlı bina için X yönü itme eğrisi.....	16
Şekil 2. 5 3 katlı bina için Y yönü itme eğrisi.....	17
Şekil 2. 6 5 katlı bina için X yönü itme eğrisi.....	17
Şekil 2. 7 5 katlı bina için Y yönü itme eğrisi.....	18
Şekil 2. 8 7 katlı bina için X yönü itme eğrisi.....	18
Şekil 2. 9 7 katlı bina için Y yönü itme eğrisi.....	19
Şekil 2. 10 3 katlı bina X yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.	20
Şekil 2. 11 3 katlı bina Y yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.	21
Şekil 2. 12 5 katlı bina X yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.	21
Şekil 2. 13 5 katlı bina Y yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.	22
Şekil 2. 14 7 katlı bina X yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.	22
Şekil 2. 15 7 katlı bina Y yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.	23
Şekil 2. 16 3 farklı bina için x yönü itme eğrilerinin karşılaştırması	23
Şekil 2. 17 3 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsallık dağılımı	24
Şekil 2. 18 5 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsallık dağılımı	24
Şekil 2. 19 7 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsallık dağılımı	25
Şekil 2. 20 K101 kirişine ait moment - eğrilik diyagramı.....	26
Şekil 3.1 Elastik spektral ivme spektrumu $S_{ae}(T)$	33
Şekil 3.2 Ham ve benzestirilmiş ivme- zaman grafikleri.....	34
Şekil 3.3 Imperial Valley ölçeklenmiş ivme kaydı	34
Şekil 3.4 Supersition Hills ölçeklenmiş ivme kaydı	35
Şekil 3.5 Northridge ölçeklenmiş ivme kaydı	35
Şekil 3.6 3 katlı bina için üçüncü şartın kontrol edilmesi	37
Şekil 3.7 5 katlı bina için üçüncü şartın kontrol edilmesi	37
Şekil 3.8 7 katlı bina için üçüncü şartın kontrol edilmesi	38
Şekil 3.9 Kullanılan deprem kayıtlarının ivme grafiklerinin karşılaştırılması.....	38
Şekil 3.10 Kullanılan deprem kayıtlarının hız grafiklerinin karşılaştırılması	39

Şekil 3.11 Kullanılan deprem kayıtlarının yer değiştirme grafiklerinin karşılaştırılması...	39
Şekil 3.12 3 katlı bina için Imperial Valley X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği.....	40
Şekil 3.13 Imperial Valley X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	40
Şekil 3.14 Imperial Valley Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	41
Şekil 3.15 Imperial Valley Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	41
Şekil 3.16 Northridge X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	42
Şekil 3.17 Northridge X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	42
Şekil 3.18 Northridge Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	43
Şekil 3.19 Northridge Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	43
Şekil 3.20 Supersition Hills X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	44
Şekil 3.21 Supersition Hills X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği.....	44
Şekil 3.22 Supersition Hills Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	45
Şekil 3.23 Supersition Hills Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği.....	45
Şekil 3.24 Imperial Valley X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	46
Şekil 3.25 Imperial Valley X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	46
Şekil 3.26 Imperial Valley Y doğrultusu D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	47
Şekil 3.27 Imperial Valley Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	47
Şekil 3.28 Northridge X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	48

Şekil 3.29 Northridge X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	48
Şekil 3.30 Northridge Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	49
Şekil 3.31 Northridge Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	49
Şekil 3.32 Supersition Hills X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	50
Şekil 3.33 Supersition Hills X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği.....	50
Şekil 3.34 Supersition Hills Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	51
Şekil 3.35 Supersition Hills Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği.....	51
Şekil 3.36 Imperial Valley X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	52
Şekil 3.37 Imperial Valley X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	52
Şekil 3.38 Imperial Valley Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	53
Şekil 3.39 Imperial Valley Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	53
Şekil 3.40 Northridge X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	54
Şekil 3.41 Northridge X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	54
Şekil 3.42 Northridge Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	55
Şekil 3.43 Northridge Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği	55
Şekil 3.44 Supersition Hills X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	56
Şekil 3.45 Supersition Hills X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği.....	56
Şekil 3.46 Supersition Hills Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği	57

Şekil 3.47 Supersition Hills Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği.....	57
Şekil 3.48 3 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı	58
Şekil 3.49 5 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı	58
Şekil 3.50 7 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı	58
Şekil 3.51 3 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen x yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması.....	62
Şekil 3.52 3 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen y yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması.....	63
Şekil 3.53 5 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen x yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması.....	63
Şekil 3.54 5 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen y yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması.....	64
Şekil 3.55 7 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen x yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması.....	64
Şekil 3.56 7 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen y yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması.....	65

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 2. 1. Kolon kesiti ve donatı düzenleri	7
Çizelge 2. 2. Perde kesiti ve donatı düzenleri	7
Çizelge 2. 3. 3 katlı binada kullanılan kiriş kesit tipleri ve donatı düzenleri	8
Çizelge 2. 4. 5 katlı binada kullanılan kiriş kesit tipleri ve donatı düzenleri	9
Çizelge 2. 5. 7 katlı binada kullanılan kiriş kesit tipleri ve donatı düzenleri	10
Çizelge 2. 6. Modal kütle oranları	11
Çizelge 2. 7. Binaların 1.titreşim modalarına ait etkin kütle oranları	13
Çizelge 2. 8. 3 katlı bina için burulma düzensizliği kontrolü.....	14
Çizelge 2. 9. 5 katlı bina için burulma düzensizliği kontrolü.....	14
Çizelge 2. 10. 7 katlı bina için burulma düzensizliği kontrolü	15
Çizelge 2. 11. 3 katlı bina X yönü spektral yer değiştirme oranı.	20
Çizelge 2. 12. 3 katlı bina Y yönü spektral yer değiştirme oranı.	20
Çizelge 2. 13. Beton ve çelik için birim şekil değiştirme sınır değerleri	25
Çizelge 2. 14. K101 kirişi beton ve donatıya ait birim şekil değiştirme değerleri.....	27
Çizelge 2. 15. Yapıların taban kesme kuvveti tepe noktası yer değiştirmesi karşılaştırmaları	28
Çizelge 2. 16. 3 katlı bina için eleman hasar durumları	29
Çizelge 2. 17. 5 katlı bina için eleman hasar durumları	30
Çizelge 2. 18. 7 katlı bina için eleman hasar durumları	31
Çizelge 3.1. Seçilen deprem ivme kayıtları.....	33
Çizelge 3.2. Seçilen ivme kayıtları.....	36
Çizelge 3.3. Seçilen deprem kayıtlarının ortalama ivme kontrolü	36
Çizelge 3.4. X eksenine ait 3 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi.....	59
Çizelge 3.5. Y eksenine ait 3 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi.....	59
Çizelge 3.6. X eksenine ait 5 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi.....	59
Çizelge 3.7. Y eksenine ait 5 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi.....	59
Çizelge 3.8. X eksenine ait 7 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi.....	59
Çizelge 3.9. Y eksenine ait 7 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi.....	60
Çizelge 3.10. X yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	60

Çizelge 3.11. Y yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması	61
Çizelge 3.12. X yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen tepe yer değiştirmelerinin karşılaştırılması	61
Çizelge 3.13. Y yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen tepe yer değiştirmelerinin karşılaştırılması	61

SEMBOLLER LİSTESİ

A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
E	: Elastisite modülü,
E_c	: Betonun elastisite modülü
E_s	: Çeliğin elastisite modülü
f_{ck}	: Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{ctk}	: Beton karakteristik çekme dayanımı
f_{yk}	: Donatı çeliği karakteristik akma dayanımı
I	: Yapı önem katsayısı
K	: Eleman rijitlik matrisi
$k(x)$	: Kesit rijitlik matrisi
l_p	: Plastik mafsalsal boyu
M	: Eğilme momenti
M_x, M_y	: x ve y eksenleri etrafındaki eğilme momenti
M_i, M_j	: Eleman noktasal eğilme momentleri
N	: Normal kuvvet
P	: Eleman noktasal kuvvet vektörü
S_a	: Spektral ivme
T_0	: Zemin hâkim periyodu
T_A	: Spektrum karakteristik periyodu
T_B	: İvme spektrumundaki karakteristik periyot
Δ	: Yer değiştirme
ε	: Birim boy değişmesi, kesit eksenel deformasyon
ε_{max}	: En büyük eksenel deformasyon değeri
ε_c	: Beton birim şekil değiştirmesi
ε_{cu}	: Beton ezilme birim kısalması
ε_e	: Akma şekil değiştirmesi
ε_s	: Donatı çeliği birim şekil değiştirmesi
ε_{su}	: Donatı çeliğinin kopma uzaması
ε_{sy}	: Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi
ϕ_p	: Plastik eğrilik talebi
ϕ_t	: Toplam eğrilik talebi
ϕ_u	: Güç tükenmesine karşı gelen toplam eğrilik
ϕ_y	: Eşdeğer akma eğriliği
θ_p	: Plastik dönme talebi
σ	: Gerilme
σ_e	: Akma gerilmesi
σ_p	: Orantı sınırı
σ_k	: Kopma gerilmesi

KISALTMALAR

TS-500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
SAP 2000	: Structural Analysis Program 2000
AEDYY	: Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
ZTADOA	: Zaman Anım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz
MHB	: Minimum Hasar Bölgesi
BHB	: Başlangıç Hasar Bölgesi
İHB	: İleri Hasar Bölgesi
GB	: Göçme Bölgesi
PEER	: Pacific Earthquake Engineering Research
SEISMOMATCH	: İvme Kayıtlarının Ölçeklenmesinde Kullanılan Yazılım
SEISMOSIGNAL	: İvme Kayıtlarının Filtrelenmesi ve Eksen Düzeltme İşleminde Kullanılan Yazılım
PROTASTRUCTURE	: Betonarme Yapıların Tasarımı ve Performans Hesabı İçin Kullanılan Yazılım
DBYBHY'07	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik 2007
TDY 2007	: Türk Deprem Yönetmeliğı 2007
ABYYHY 1998	: Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik 1998

1. GİRİŞ

Son yıllarda meydana gelen depremler ülkemizde maddi ve manevi zararlara neden olmuştur. Bu durum da mevcut yapılarımızın depreme dayanıklılığının sorgulanması ve yapı tasarımında performans konusunun önem kazanmasına sebebiyet vermiştir.

Yapıların yer değiştirmeye bağlı deprem performanslarının belirlenmesi ve tasarım kavramları, ilk olarak Amerika Birleşik Devletlerinde mevcut yapıların depreme karşı dayanıklılıklarının incelenmesi ve depreme dayanıklı olmayan yapıların güçlendirilmesi çalışmaları esnasında ortaya çıkmıştır.

Ülkemizde meydana gelen depremlerde oluşan hasarların en aza indirilmesi için Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY'07) [1] yürürlüğe girmiştir. DBYBHY'07 de yapıların deprem performans hesapları ve kullanım amaçlarına uygun yapı performans seviyeleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu yönetmelikte mevcut yapıların deprem performanslarının belirlenmesi ve deprem performansları yetersiz olan binaların güçlendirilmesi ile yeterli performans seviyelerine ulaştırılması hedeflenmektedir.

Yapıların performans durumlarına göre değerlendirilmesinde “doğrusal analiz yöntemleri ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri kullanılmaktadır. Doğrusal Analiz Yöntemleri kuvvet esaslı yöntemler olup binaya etkiyen deprem kuvvetlerinin elemanlar tarafından karşılanıp karşılanmadığını sorgulamaktadır. Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ise yer değiştirmeye dayalı olup, depremde yapıda meydana gelen yer değiştirme hesaplanarak, yapı elemanlarında meydana gelen elastik ötesi şekil değiştirmeleri belirlenir. Mevcut yapı elemanlarının plastik şekil değiştirme kapasitelerinin yeterli olup olmadığı kontrol edilir.

Bu tez çalışmasında doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ve zaman tanım alanında doğrusal olmayan analiz yöntemleri

kullanılarak 3 katlı, 5 katlı ve 7 katlı yapıların performans seviyeleri DBYBHY'07 yönetmeliğine göre irdelenmiştir.

1.1. Tez Çalışmasının Amacı

Bu çalışmada; TS500 [2] ve DBYBHY'07 kurallarına uygun olarak tasarlanmış, kat sayıları farklı aynı kat planına sahip 3 binanın Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi (AEDYY) ile Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analiz (ZTADOA) yöntemine göre deprem performans analizleri yapılarak yapıların performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

DBYBHY'07 ye göre tasarımı yapılan kat adetleri farklı aynı kat planına sahip 3 binanın doğrusal olmayan analiz sonuçları, binalar için elde edilen deprem performans hedefleri aralarında ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. İncelenen yapı sistemlerinin deprem performans hedefleri binaların kat adetlerinin farklı olması açısından da irdelenmiştir.

1.2. Daha Önce Yapılan Çalışmalar

Tüm dünyada son zamanlarda şekil değiştirme esaslı tasarım önem kazanmıştır. Doğrusal elastik yöntemler kullanılarak yapılan yapıların deprem güvenliklerini gerçeğe yakın şekilde belirlemek ve yeterli deprem güvenliği olmayan yapıların güçlendirilmesi gerekliliği yer değiştirmeye bağlı tasarımın ortaya çıkmasını sağlamıştır. Bu bölümde önceki yıllarda doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile yapılmış tez konusuna benzer çalışmalara yer verilmiştir.

Sezer vd. [3] 2007 yılında yaptıkları çalışmada; kat sayıları farklı ve aynı kat planına sahip, DBYBHY'07 yönetmeliğine göre tasarlanmış hastane binaları ele alınarak DBYBHY'07 deki değerlendirme yöntemleri sonucunda elde edilen deprem performansları ve bu yöntemler arasındaki uyum araştırılmıştır.

2006 yılında yapılan bir çalışmada tasarımı yapılmış betonarme binaların değerlendirilmesinde kullanılan AEDYY ile ZTADOA yöntemi sonuçları, kat adetlerinin deprem performansına olan etkisi bakımından karşılaştırılmıştır [4].

Moral [5] 2014 yılında yaptığı çalışmada; DBYBHY'07 e göre tasarımları ofis binası olarak yapılmış 3, 5 ve 7 katlı üç binanın, deprem performans hedefini sağlayıp sağlamadığı ve bina performans hedefine bina kat adedinin etkisi AEDYY ile ZTADOA yöntemleri incelenmiştir. Analizlerde Sap2000 programı kullanılmıştır.

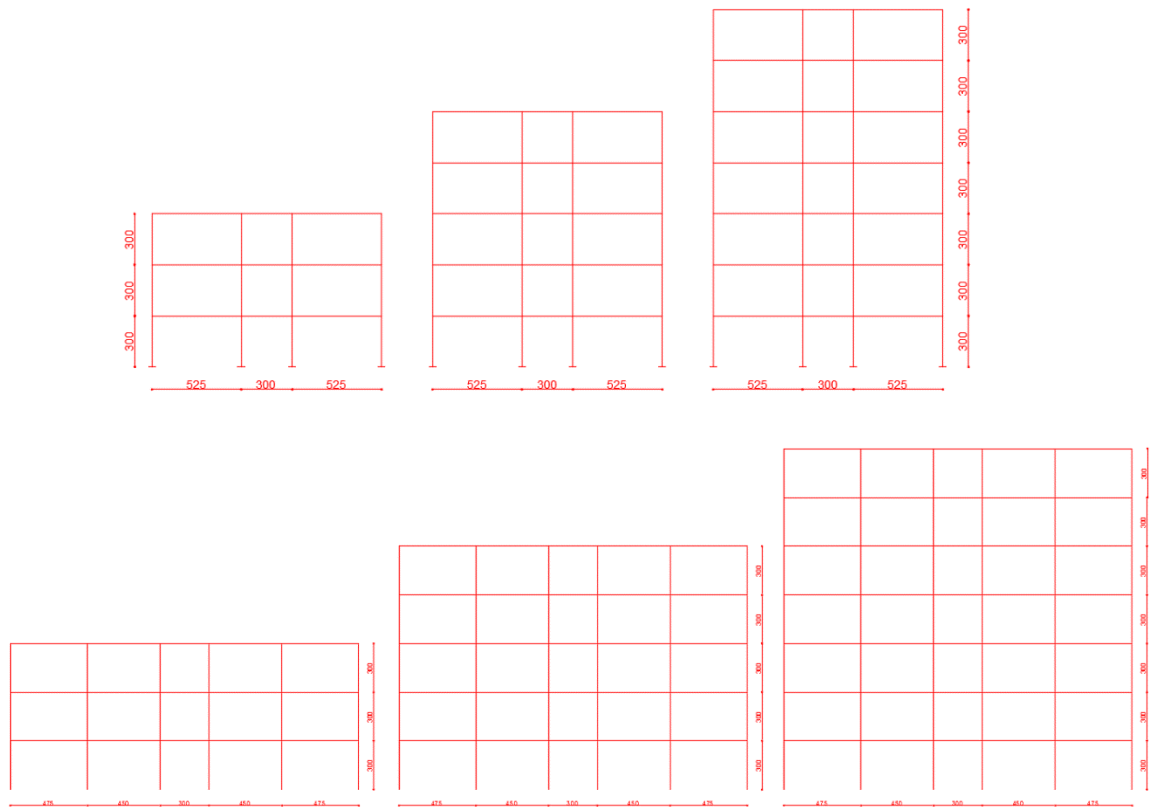
2011 yılında yapılan bir çalışmada ise seçilen üç adet uzay betonarme çerçeve için, AEDYY ile ZTADOA ve Eşdeğer Doğrusallaştırma yöntemleri kullanılarak yapılan analizlerin sonuçları birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Analizlerde Sap2000 programı kullanılmıştır [6].

2. KAT ADETLERİ FARKLI BİNA TÜRÜ YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ

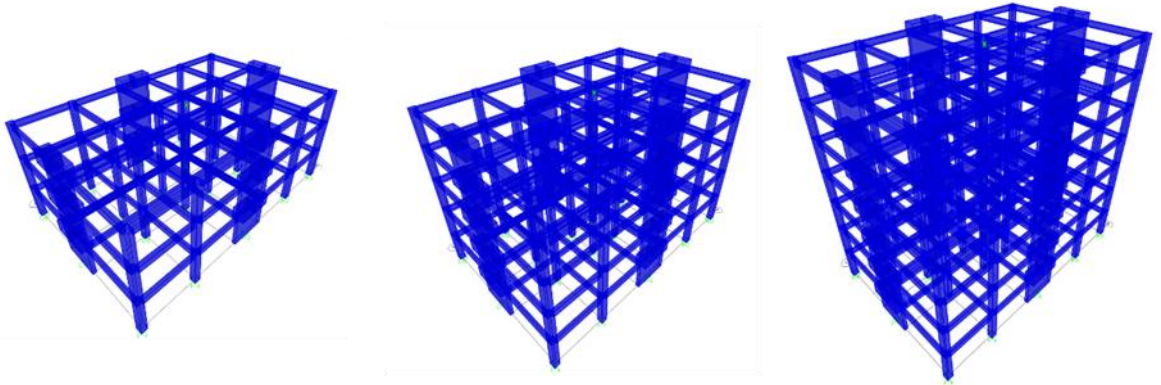
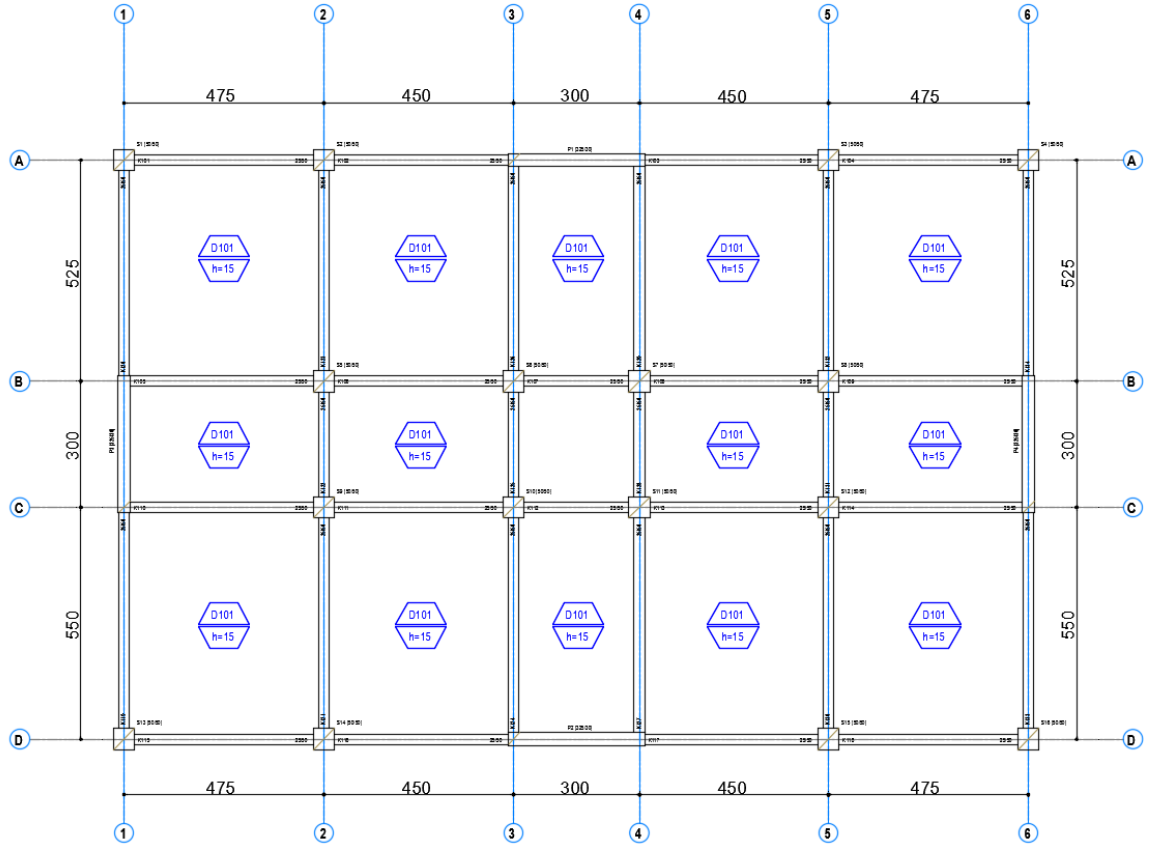
2.1. Tasarımı Yapılan Yapıların Geometrik Ölçüleri

Bu çalışmada 3 katlı 5 katlı ve 7 katlı üç adet betonarme ofis türü betonarme bina seçilmiştir. Şekil 2.1’de betonarme binalar için düşey kesit görünüşleri, Şekil 2.2’de ise kat planları verilmiştir.

Üç binanın kat planları aynıdır. X doğrultusunda 6 adet aks (1-6) , y doğrultusunda ise 4 adet (A-D) aks vardır. Aks ölçüleri x doğrultusunda 5m, 4.5m, 3m, 4.5m, 5m, y doğrultusunda 5.5m, 3m, 5.5m’dir. Binalar x ekseninde toplam 22m, y ekseninde ise toplam 14m ‘dir. Kat yükseklikleri bütün binalarda 3m’dir. Bütün binalarda kolonlar 0.50m×0.50m, perdeler 0.3m*3.25m, kirişler 0.25m×0.50m, döşeme kalınlığı 0.15m boyutundadır.



Şekil 2. 1 Betonarme yapıların x ve y ekseninde düşey kesit görünüşleri



Şekil 2. 2 Kat planı ve Binaların 3 boyutlu modelleri

2.2. Seçilen Yapılarda Kullanılan Beton ve Donatı Özellikleri

Tasarımı yapılan binalarda kullanılan beton sınıfı C25, donatı sınıfı ise S420'dir.

Beton:

$$f_{ck}=25 \text{ Mpa}$$

$$E=30000 \text{ Mpa}$$

Donatı:

$$f_{yk}=420 \text{ Mpa}$$

$$E= 200000 \text{ Mpa}$$

2.3. Yapı Tasarımlarında Kullanılan Yükler

Tasarımı yapılan binalarda kullanılan yükler aşağıda verilmiştir. Ayrıca yapılan analizlerde yapı elemanlarının kendi ağırlıklarından dolayı oluşan yüklerde dikkate alınmıştır.

Betonun birim hacim ağırlığı (Donatılı) : 25 kN/m^3

Duvar Yüğü (19 cm) : 7.28 kN/m

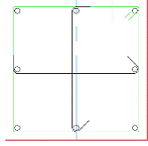
Sıva ve kaplama: $1,63 \text{ kN /m}^2$

Hareketli yük: 5 kN /m^2

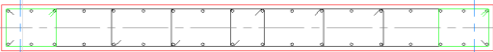
2.4. Taşıyıcı Sistemlerin Boyutlandırılması

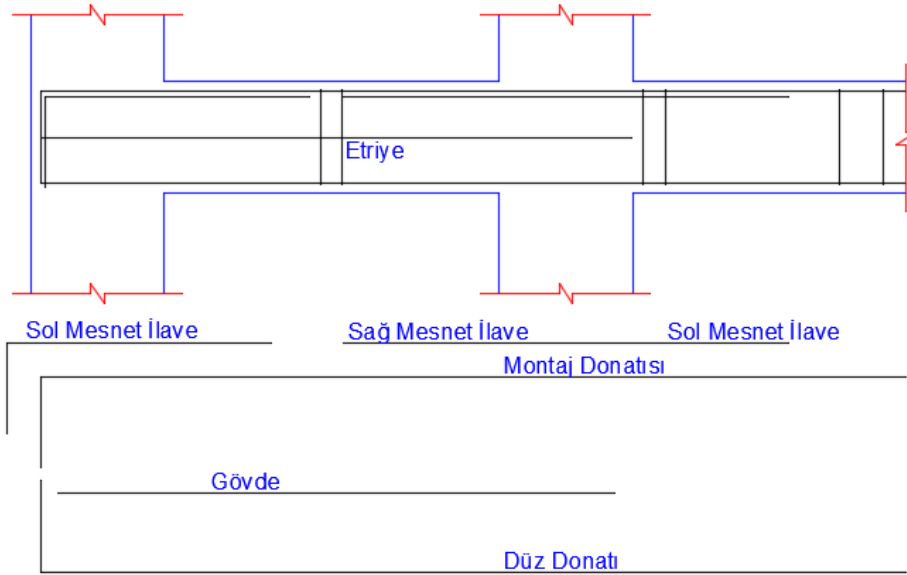
Taşıyıcı sistemlerin, yukarıda belirtilen özelliklere göre Prota Structure 2016 [7] paket programı doğrusal analizleri yapıp boyutlandırılmıştır. Doğrusal olmayana analizler Sap2000 v15 [8] paket programında yapılmıştır. Bu boyutlandırmalar, TS500 [2] ve DBYBHY'07 ye uygun olarak tasarlanmıştır. Analizler sonucunda elde edilen kiriş, kolon ve perde donatı düzenleri Çizelge 2.1, Çizelge 2.2 ve Şekil 2.3' te verilmiştir.

Çizelge 2. 1. Kolon kesiti ve donatı düzenleri

Tip No	Kolon Kesitleri	B-H (m)	Düşey Donatı	Yatay Donatı
Tip 1		0.5	8Ø20	Ø8/20/10

Çizelge 2. 2. Perde kesiti ve donatı düzenleri

Tip No	Perde Kesitleri	B-H (m)	Başlık	Gövde	Yatay Donatı
Tip 1		0.3x3.25	8Ø18	18Ø16	2x24Ø8/13
Tip 2		0.3x3.25	6Ø18	24Ø16	2x24Ø8/13



Şekil 2. 3 Kiriş kesit görünüşü ve donatı düzenleri

Modellerde kullanılan kiriş kesitleri ve donatıları Çizelge 2.3, Çizelge 2.4 ve Çizelge 2.5’te verilmiştir.

Çizelge 2. 3. 3 katlı binada kullanılan kiriş kesit tipleri ve donatı düzenleri

Kiris	Kat	Kesit	Montaj	Üst Sol İlave	Üst Sag İlave	Pilye	Alt Düz	Alt Sol İlave	Alt Sag İlave	Sol Etriye	Açk. Etriye	Sağ Etriye
K133	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K134	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K130	1	25/50	2ø14	2ø18	2ø18	1ø18	2ø18	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/15	1ø8/11
K131	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/15	1ø8/9
K132	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/16	1ø8/11
K115	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K116	1	25/50	2ø14	2ø14	3ø14		2ø14		1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K117	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø14		2ø14	1ø14		1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K118	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K127	1	25/50	2ø14	1ø14	4ø14	1ø18	2ø18		1ø14	1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K128	1	25/50	2ø14	4ø14	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K129	1	25/50	2ø14	3ø14		1ø18	2ø18	1ø14		1ø8/11	1ø8/16	1ø8/11
K124	1	25/50	2ø14	1ø14	4ø14	1ø18	2ø18		1ø14	1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K125	1	25/50	2ø14	4ø14	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K126	1	25/50	2ø14	3ø14		1ø18	2ø18	1ø14		1ø8/11	1ø8/16	1ø8/11
K110	1	25/50	2ø14		1ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K111	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K112	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø14		2ø14			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K113	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K114	1	25/50	2ø14	1ø14		1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K105	1	25/50	2ø14		1ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K106	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K107	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø14		2ø14			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K108	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K109	1	25/50	2ø14	1ø14		1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K121	1	25/50	2ø14	2ø18	2ø18	1ø18	2ø18	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/15	1ø8/11
K122	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/15	1ø8/9
K123	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/16	1ø8/11
K119	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K120	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14	1ø16	2ø16			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K101	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K102	1	25/50	2ø14	2ø14	3ø14		2ø14		1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K103	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø14		2ø14	1ø14		1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K104	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14			1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11

Çizelge 2. 4. 5 katlı binada kullanılan kiriş kesit tipleri ve donatı düzenleri

Kiris	Kat	Kesit	Montaj	Üst Sol İlave	Üst Sağ İlave	Pilye	Alt Düz	Alt Sol İlave	Alt Sağ İlave	Sol Etriye	Açk. Etriye	Sağ Etriye
K133	1	25/50	2ø14	3ø14	3ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K134	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø14	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K130	1	25/50	2ø14	4ø14	3ø16	1ø18	2ø18	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/12	1ø8/11
K131	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/14	1ø8/9
K132	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/8	1ø8/13	1ø8/8
K115	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø18		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K116	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø18		2ø14	1ø14	2ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K117	1	25/50	2ø14	3ø18	2ø18		2ø14	2ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K118	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K127	1	25/50	2ø14	1ø14	3ø16	1ø18	2ø18		1ø14	1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K128	1	25/50	2ø14	3ø16	2ø18		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K129	1	25/50	2ø14	2ø18	1ø14	1ø18	2ø18	1ø14		1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K124	1	25/50	2ø14	1ø14	3ø16	1ø18	2ø18		1ø14	1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K125	1	25/50	2ø14	3ø16	2ø18		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K126	1	25/50	2ø14	2ø18	1ø14	1ø18	2ø18	1ø14		1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K110	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/11	1ø8/17	1ø8/11
K111	1	25/50	2ø14	1ø16	2ø14	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K112	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14	1ø14		1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K113	1	25/50	2ø14	2ø14	1ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/10	1ø8/18	1ø8/10
K114	1	25/50	2ø14	1ø16	1ø14	1ø16	2ø16	1ø14		1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K105	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/11	1ø8/17	1ø8/11
K106	1	25/50	2ø14	1ø16	2ø14	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K107	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14	1ø14		1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K108	1	25/50	2ø14	2ø14	1ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/10	1ø8/18	1ø8/10
K109	1	25/50	2ø14	1ø16	1ø14	1ø16	2ø16	1ø14		1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K121	1	25/50	2ø14	4ø14	3ø16	1ø18	2ø18	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/12	1ø8/11
K122	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/14	1ø8/9
K123	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/8	1ø8/13	1ø8/8
K119	1	25/50	2ø14	3ø14	3ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K120	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø14	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K101	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø18		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K102	1	25/50	2ø14	2ø18	2ø20		2ø14	1ø14	2ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K103	1	25/50	2ø14	2ø20	2ø18		2ø14	2ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K104	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11

Çizelge 2. 5. 7 katlı binada kullanılan kiriş kesit tipleri ve donatı düzenleri

Kiris	Kat	Kesit	Montaj	Üst Sol İlave	Üst Sağ İlave	Pilye	Alt Düz	Alt Sol İlave	Alt Sağ İlave	Sol Etriye	Açk. Etriye	Sağ Etriye
K101	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K102	1	25/50	2ø14	2ø16	3ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K103	1	25/50	2ø14	3ø16	2ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K104	1	25/50	2ø14	2ø16	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K119	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø18	1ø16	2ø16	1ø14	2ø14	1ø8/10	1ø8/20	1ø8/10
K120	1	25/50	2ø14	4ø14	3ø14	1ø16	2ø16	2ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K121	1	25/50	2ø14	3ø18	3ø16	1ø18	2ø18	1ø14	1ø14	1ø8/7	1ø8/11	1ø8/7
K122	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/14	1ø8/9
K123	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø18	1ø16	2ø16	1ø14	2ø14	1ø8/8	1ø8/13	1ø8/8
K105	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K106	1	25/50	2ø14	1ø16	2ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K107	1	25/50	2ø14	2ø16	2ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K108	1	25/50	2ø14	2ø16	1ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K109	1	25/50	2ø14	1ø16	1ø14	1ø16	2ø16	1ø14		1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K110	1	25/50	2ø14	1ø14	1ø16	1ø16	2ø16		1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K111	1	25/50	2ø14	1ø16	2ø14	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K112	1	25/50	2ø14	2ø14	2ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K113	1	25/50	2ø14	2ø14	1ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K114	1	25/50	2ø14	1ø16	1ø14	1ø16	2ø16	1ø14		1ø8/10	1ø8/17	1ø8/10
K124	1	25/50	2ø14	2ø14	3ø16	1ø18	2ø18		1ø14	1ø8/11	1ø8/13	1ø8/11
K125	1	25/50	2ø14	3ø16	2ø18		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K126	1	25/50	2ø14	2ø18	1ø14	1ø18	2ø18	1ø14		1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K127	1	25/50	2ø14	2ø14	3ø16	1ø18	2ø18		1ø14	1ø8/11	1ø8/13	1ø8/11
K128	1	25/50	2ø14	3ø16	2ø18		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/16	1ø8/9
K129	1	25/50	2ø14	2ø18	1ø14	1ø18	2ø18	1ø14		1ø8/11	1ø8/14	1ø8/11
K115	1	25/50	2ø14	3ø14	2ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K116	1	25/50	2ø14	2ø16	3ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K117	1	25/50	2ø14	3ø16	2ø16	1ø16	2ø16	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K118	1	25/50	2ø14	2ø16	3ø14		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11
K130	1	25/50	2ø14	3ø18	3ø16	1ø18	2ø18	1ø14	1ø14	1ø8/7	1ø8/11	1ø8/7
K131	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø16		2ø14	1ø14	1ø14	1ø8/9	1ø8/14	1ø8/9
K132	1	25/50	2ø14	3ø16	3ø18	1ø16	2ø16	1ø14	2ø14	1ø8/8	1ø8/13	1ø8/8
K133	1	25/50	2ø14	2ø18	3ø18	1ø16	2ø16	1ø14	2ø14	1ø8/10	1ø8/20	1ø8/10
K134	1	25/50	2ø14	4ø14	3ø14	1ø16	2ø16	2ø14	1ø14	1ø8/11	1ø8/20	1ø8/11

2.5. Binaların Modal Kütle Oranları

SAP2000 [8] programıyla deprem performans analizleri yapılan binaların modal kütle oranları Çizelge 2.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 2. 6. Modal kütle oranları

Bina Tipi	Mod No	Periyot	Modal Kütle Oranları					
			UX	UY	RZ	Küm. UX	Küm. UY	Küm. RZ
3 Katlı	1	0.39859	0.00000	0.76371	0.41757	0.00000	0.76371	0.41757
	2	0.38445	0.76769	0.00000	0.23039	0.76769	0.76371	0.64796
	3	0.29959	0.00001	0.00000	0.11554	0.76771	0.76371	0.76350
	4	0.08674	0.00000	0.19409	0.10612	0.76771	0.95780	0.86963
	5	0.08578	0.19058	0.00000	0.05743	0.95829	0.95780	0.92705
	6	0.06130	0.00000	0.00000	0.03082	0.95829	0.95780	0.95787
	7	0.04030	0.00000	0.04220	0.02307	0.95829	1.00000	0.98094
5 Katlı	1	0.77006	0.00000	0.73298	0.40076	0.00000	0.73298	0.40076
	2	0.72995	0.73944	0.00000	0.22053	0.73944	0.73298	0.62129
	3	0.60458	0.00006	0.00000	0.11144	0.73950	0.73298	0.73273
	4	0.18555	0.00000	0.16958	0.09272	0.73950	0.90256	0.82545
	5	0.18115	0.16423	0.00000	0.04936	0.90372	0.90256	0.87482
	6	0.13455	0.00000	0.00000	0.02771	0.90372	0.90256	0.90253
	7	0.07913	0.00000	0.06401	0.03500	0.90372	0.96656	0.93753
	8	0.07843	0.06320	0.00000	0.01905	0.96693	0.96656	0.95658
	9	0.05562	0.00000	0.00000	0.01004	0.96693	0.96656	0.96661
	10	0.04711	0.00000	0.02639	0.01443	0.96693	0.99296	0.98105
	11	0.04692	0.02613	0.00000	0.00788	0.99305	0.99296	0.98892
	12	0.03522	0.00000	0.00704	0.00385	0.99305	1.00000	0.99278
7 Katlı	1	1.16848	0.00000	0.73076	0.39949	0.00000	0.73076	0.39949
	2	1.09492	0.73888	0.00000	0.21923	0.73888	0.73076	0.61872
	3	0.93491	0.00012	0.00000	0.11205	0.73899	0.73076	0.73077
	4	0.30492	0.00000	0.14856	0.08122	0.73899	0.87932	0.81199
	5	0.29396	0.14212	0.00000	0.04258	0.88111	0.87932	0.85457
	6	0.22752	0.00000	0.00000	0.02465	0.88111	0.87932	0.87922
	7	0.13344	0.00000	0.06211	0.03396	0.88111	0.94143	0.91318
	8	0.13137	0.06098	0.00000	0.01836	0.94209	0.94143	0.93153
	9	0.09506	0.00000	0.00000	0.00991	0.94209	0.94143	0.94144
	10	0.07600	0.00000	0.03193	0.01745	0.94209	0.97336	0.95889
	11	0.07537	0.03154	0.00000	0.00951	0.97364	0.97336	0.96840
	12	0.05337	0.00000	0.00000	0.00500	0.97364	0.97336	0.97340
	13	0.05128	0.00000	0.01684	0.00920	0.97364	0.99019	0.98260
	14	0.05105	0.01667	0.00000	0.00502	0.99031	0.99019	0.98763
	15	0.03933	0.00000	0.00773	0.00423	0.99031	0.99792	0.99185
	16	0.03923	0.00765	0.00000	0.00231	0.99796	0.99792	0.99416
	17	0.03592	0.00000	0.00000	0.00260	0.99796	0.99792	0.99676
	18	0.03365	0.00000	0.00208	0.00114	0.99796	1.00000	0.99790

2.6. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Bina Modellerinin Analizi

Önceki bölümlerde kullanılan yükler, bina geometrileri ve donatıları verilen yapıların deprem performans analizlerinin yapmak için SAP2000 v.15 programı kullanılmıştır. Sap2000 programında bina modellemede yapılan kabuller aşağıda sıralanmıştır:

- Modelde kolon kiriş ve perdeler çubuk elemanlar kullanılarak dizayn edilmiştir.
- Döşemelerin tüm katlarda rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir.
- Düşey yükler döşemelerden kirişlere üçgen veya trapez yayılı yük şeklinde aktarılmıştır.
- Bütün düğüm noktaları rijit alınmış, kolon ve perdelerin temele ankastre olarak mesnetlenmiştir.
- Yapı elemanlarındaki plastik şekil değiştirmelerin hesaplanabilmesi için yapı elemanların doğrusal olmayan davranışları yığılı plastik davranış modeli ile modellenmiştir.
- Performans analizleri güvenlik katsayıları kullanılmadan, malzemelerin karakteristik dayanımları dikkate alınarak yapılmıştır.
- Performans analizi değerlendirmesinde AEDYY'i kullanılmıştır.

2.7. Kiriş, Kolon ve Perdelerde Plastik Mafsalların Tanımlanması

2.7.1. Kirişlere Plastik Mafsal Tanımlanması

Kirişlerde plastik mafsal atanırken M3 moment etkisinin dikkate alınmıştır. Her kirişte, kiriş başlangıç ve bitişini ifade etmek üzere iki adet plastik mafsal tanımlaması yapılmıştır. Kirişlerde serbestlik derecesi olarak M3 seçilmiştir.

2.7.2. Kolonlara Plastik Mafsal Tanımlanması

Kolonlarda plastik mafsal ataması yapılırken kolon alt ucu ve kiriş yüksekliği hariç olacak şekilde kolonun üst ucuna atama yapılmasına dikkat edilmelidir. Kolonlarda P-M2-M3 serbestlik derecesi seçilmiştir.

2.7.3. Perdelerle Plastik Mafsal Tanımlanması

Perdeler çubuk model olarak tanımlandığı için kolonlarda olduğu gibi plastik mafsal ataması yapılacaktır, ancak perdelerde sadece kat hizasında perde alt ucuna plastik mafsal tanımlaması yapılmalıdır. Perdelerde de kolonlarda olduğu gibi P-M2-M3 serbestlik derecesi seçilmiştir.

2.8. Üç Farklı Binanın Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Performanslarının Değerlendirilmesi

AEDYY taşıyıcı sistemlere yatay yük etki edilerek uygulanmıştır. AEDYY’de etki edilen yüklerin kat seviyelerindeki oranının sabit olduğu bu yöntemde analizin başlangıç adımını düşey yüklere göre hesap oluşturmaktadır [1]. G+0.3Q yüklemesi AEDYY’nin başlangıç adımında dikkate alınmıştır. AEDYY’nin kullanılabilmesi için:

- Binanın kat sayısının bodrum hariç 8’den fazla olmaması gereklidir.
- Burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ olması gereklidir.
- Hesap yapılan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış ile hesaplanan 1.titreşim moduna ait etkin kütle oranının binanın toplam kütesine (bodrum kattaki rijit perdelerin kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması zorundadır.

Çizelge 2. 7. Binaların 1.titreşim modalarına ait etkin kütle oranları

Bina Tipi	Mod No	Periyot (s)	Modal Kütle Oranları	
			UX	UY
3 Kath	1	0.398592	4.47E-12	0.763712
	2	0.384449	0.767693	5.508E-12
5 Kath	1	0.770064	6.791E-12	0.732975
	2	0.729952	0.739441	1.02E-11
7 Kath	1	1.168478	0	0.730756
	2	1.094918	0.738877	0

Çizelge 2. 8. 3 katlı bina için burulma düzensizliği kontrolü

DX	δ_{min}	δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{max}	Δ_{ort}	$\eta_{bi} \leq 1.4$	
1	0.01184	0.01184	0.01184	0.01184	0.01184	1.00013	<1.4
2	0.03445	0.03446	0.02261	0.02262	0.02262	1.00011	<1.4
3	0.05838	0.05840	0.02393	0.02394	0.02393	1.00017	<1.4
DY	δ_{min}	δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{max}	Δ_{ort}	$\eta_{bi} \leq 1.4$	
1	0.01249	0.01249	0.01249	0.01249	0.01249	1.00000	<1.4
2	0.03677	0.03677	0.02429	0.02429	0.02429	1.00002	<1.4
3	0.06293	0.05277	0.02615	0.01600	0.02108	0.75912	<1.4

Çizelge 2. 9. 5 katlı bina için burulma düzensizliği kontrolü

DX	δ_{min}	δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{max}	Δ_{ort}	$\eta_{bi} \leq 1.4$	
1	0.01424	0.01424	0.01424	0.01424	0.01424	1.00014	<1.4
2	0.04389	0.04391	0.02966	0.02967	0.02966	1.00017	<1.4
3	0.07901	0.07904	0.03512	0.03514	0.03513	1.00023	<1.4
4	0.11350	0.11355	0.03449	0.03451	0.03450	1.00028	<1.4
5	0.14439	0.14446	0.03089	0.03091	0.03090	1.00032	<1.4
DY	δ_{min}	δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{max}	Δ_{ort}	$\eta_{bi} \leq 1.4$	
1	0.01462	0.01462	0.01462	0.01462	0.01462	1.00003	<1.4
2	0.04568	0.04568	0.03106	0.03106	0.03106	1.00000	<1.4
3	0.08314	0.08314	0.03746	0.03746	0.03746	1.00000	<1.4
4	0.12064	0.12064	0.03751	0.03751	0.03751	1.00000	<1.4
5	0.15496	0.15496	0.03432	0.03432	0.03432	1.00000	<1.4

Çizelge 2. 10. 7 katlı bina için burulma düzensizliği kontrolü

DX	δ_{min}	δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{max}	Δ_{ort}	$\eta_{bi} \leq 1.4$	
1	0.01543	0.01544	0.01543	0.01544	0.01544	1.00016	<1.4
2	0.04878	0.04880	0.03335	0.03336	0.03336	1.00019	<1.4
3	0.09029	0.09033	0.04151	0.04153	0.04152	1.00024	<1.4
4	0.13352	0.13358	0.04324	0.04326	0.04325	1.00028	<1.4
5	0.17438	0.17447	0.04086	0.04088	0.04087	1.00032	<1.4
6	0.21072	0.21084	0.03635	0.03637	0.03636	1.00039	<1.4
7	0.24215	0.24229	0.03143	0.03145	0.03144	1.00046	<1.4
DY	δ_{min}	δ_{max}	Δ_{min}	Δ_{max}	Δ_{ort}	$\eta_{bi} \leq 1.4$	
1	0.01586	0.01586	0.01586	0.01586	0.01586	1.00000	<1.4
2	0.05084	0.05084	0.03498	0.03498	0.03498	1.00000	<1.4
3	0.09513	0.09513	0.04429	0.04429	0.04429	1.00000	<1.4
4	0.14207	0.14207	0.04694	0.04694	0.04694	1.00000	<1.4
5	0.18726	0.18726	0.04520	0.04520	0.04520	1.00000	<1.4
6	0.22836	0.22836	0.04110	0.04110	0.04110	1.00000	<1.4
7	0.26478	0.26478	0.03642	0.03642	0.03642	1.00000	<1.4

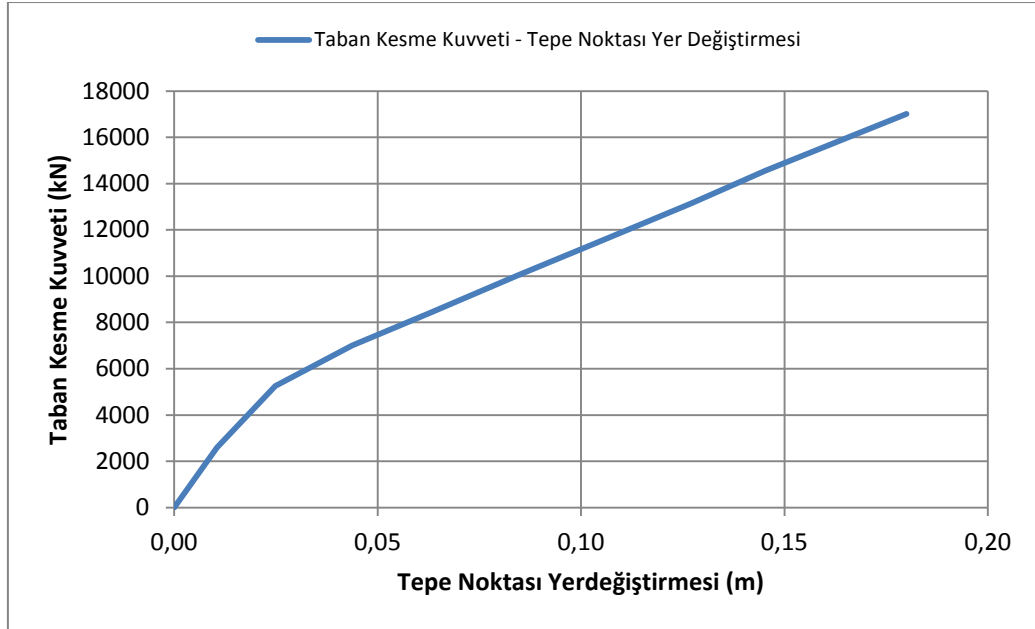
Çizelge 2.7, 2.8, 2.9 ve 2.10 da görüldüğü gibi birinci titreşim moduna ait etkin kütle oranlarının toplam bina kütlelerine oranı 0.70 den fazladır. Binaların kat sayıları bodrum kat hariç 8 den fazla değildir ve planda burulma düzensizliği yoktur. AEDYY kullanılarak analizlerin yapılabilmesi için gereken 3 şart bu çalışmadaki bütün binalar için sağlanmaktadır.

2.9. Artımsal İtme Analizlerinin Sonucunda Statik İtme Eğrilerinin Elde Edilmesi

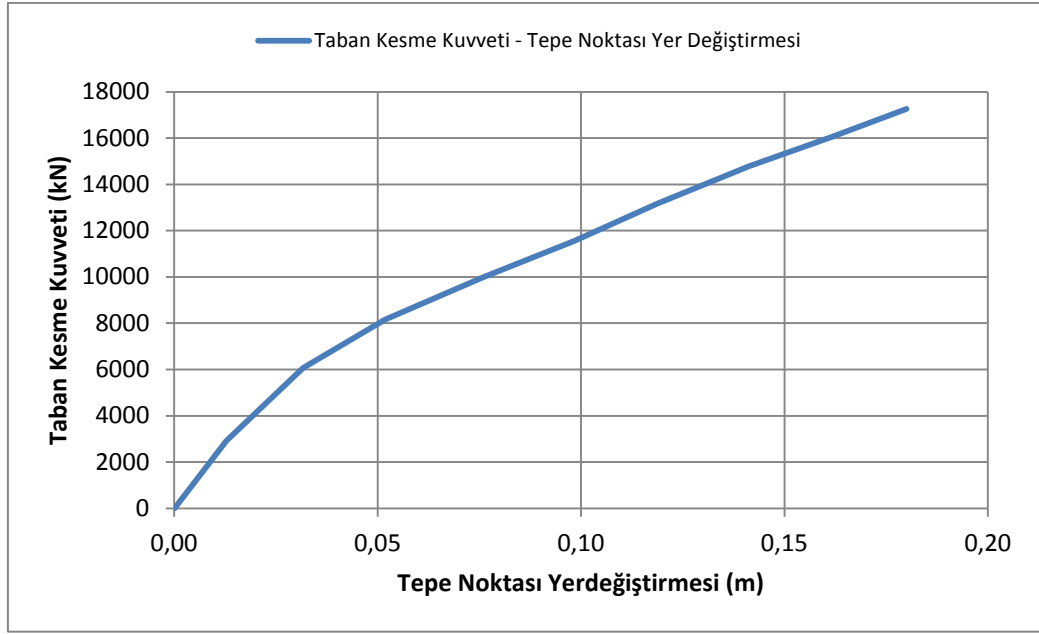
Aralarındaki oran sabit kalacak şekilde yapıların kat seviyelerinden etkiyen yatay yükler adım adım artırılır. Yatay yüklerin arttırılmasına bağlı olarak taşıyıcı elemanlarda kalıcı şekil değiştirmeler meydana gelir. Bu şekil değiştirmeler sonucunda plastik mafsallar oluşur. Plastik mafsalların oluşmasından dolayı taşıyıcı sistem elemanlarının yatay yüklere karşı direnci azalır. Statik itme eğrisinde yataylaşmaya sebep olan bu durum taşıyıcı sistemde güç tükenmesinin olması ile son bulur. Adım adım arttırılan yükler sonucunda yapılarda oluşan taban kesme kuvveti ve tepe yer değiştirmeleri elde edilir. Bu verilerin kat seviyelerine etkiyen yatay yüklerin aralarındaki oran sabit olacak şekilde adım adım artırılması sonucu her bir adımda taşıyıcı sistemde oluşan taban kesme kuvveti ve tepe yer değiştirmesi değerlerinin eksen takımına yerleştirilmesi ile statik itme

eğrisi elde edilmiş olur. Statik itme eğrisini incelendiğinde; yük değerinin küçük olduğu başlangıç durumunda taşıyıcı sistem elemanlarının elastik davranış gösterdiği, yük artmasına bağlı olarak plastik mafsalların oluşmasıyla doğrusal olmayan davranışa geçildiği görülebilir.

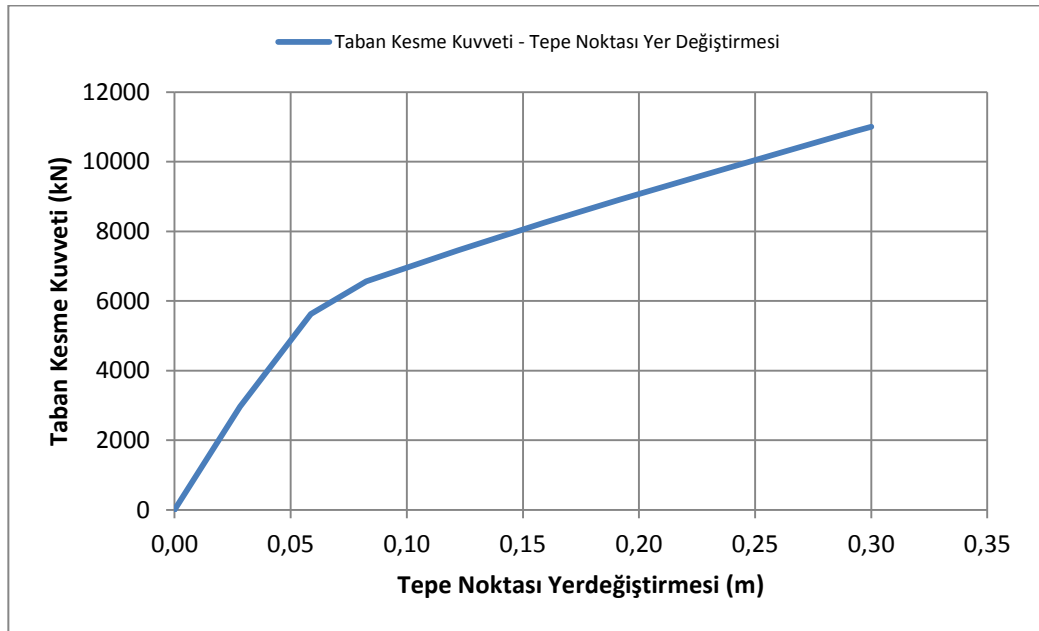
Yapılan analizler sonucunda 3, 5 ve 7 katlı yapılar için statik itme eğrileri elde edilmiştir. Elde edilen bu eğriler Şekil 2.4, Şekil 2.5, Şekil 2.6, Şekil 2.7, Şekil 2.8 Şekil 2.9’da gösterilmiştir.



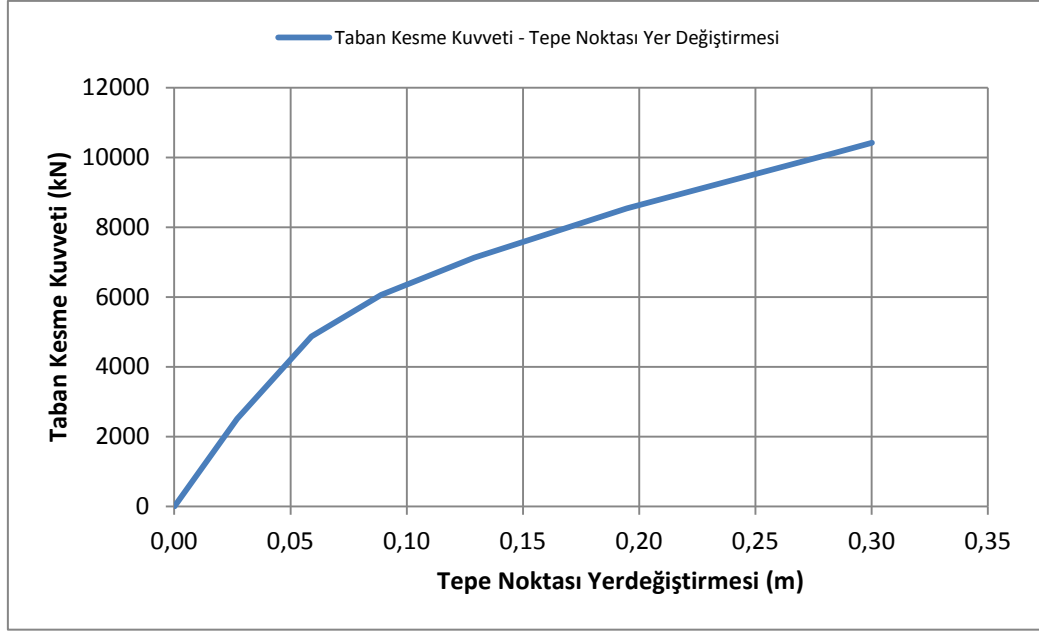
Şekil 2. 4 3 katlı bina için X yönü itme eğrisi



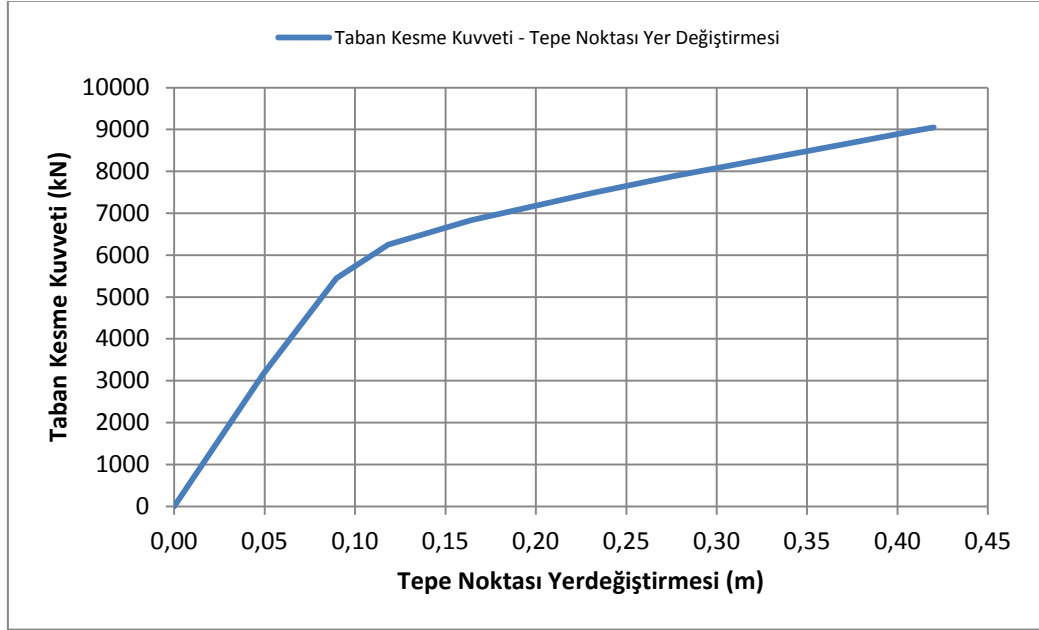
şekil 2. 5. 3 katlı bina için Y yönü itme eğrisi



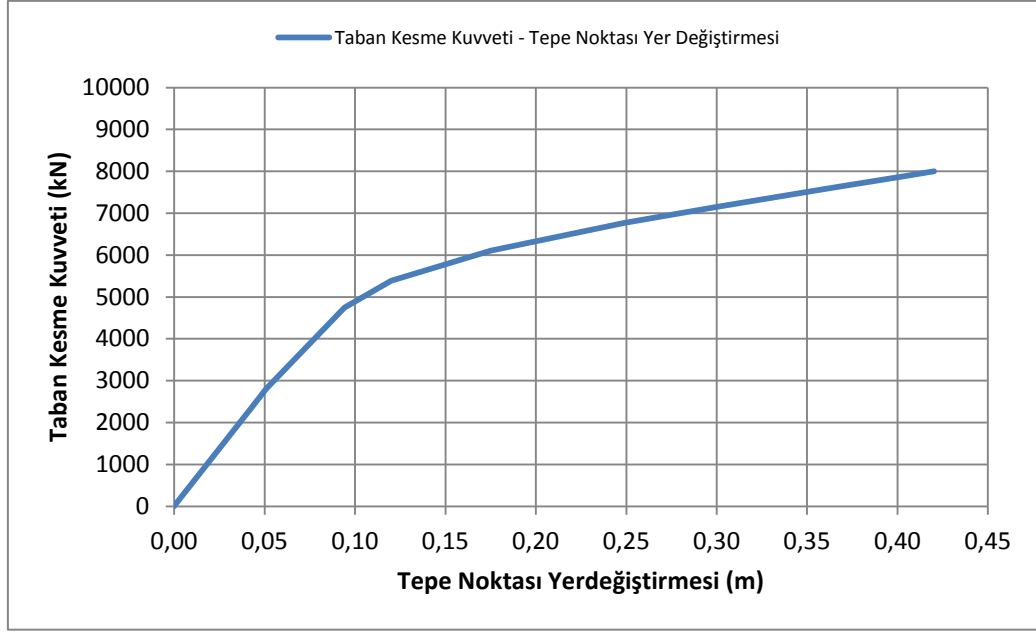
şekil 2. 6. 5 katlı bina için X yönü itme eğrisi



Şekil 2. 7. 5 katlı bina için Y yönü itme eğrisi



Şekil 2. 8. 7 katlı bina için X yönü itme eğrisi



Şekil 2. 9. 7 katlı bina için Y yönü itme eğrisi

2.10. Binaların Performans Noktalarının Elde Edilmesi

Kat adedi farklı 3 bina için tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti grafikleri elde edildikten sonra performans noktalarının bulunabilmeleri koordinat dönüşümlerinin yapılması gerekmektedir. Gerekli dönüşümler elastik spektrum eğrisi ve statik itme eğrisinde için yapıldıktan sonra modal yer değiştirme ve modal ivme elde edilmiştir. Daha sonra elastik ivme spektrum eğrisine de eksen dönüşümü uygulanmış ve spektral ivme ve spektral yer değiştirmenin grafikleri çizilmiştir.

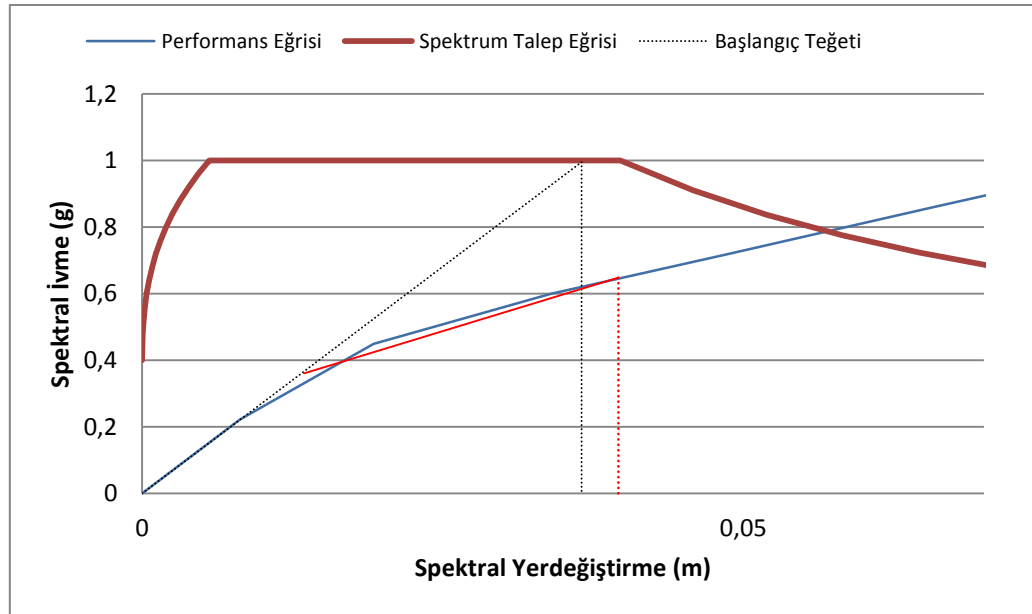
3 farklı bina için kapasite eğrileri ile talep eğrileri aynı grafik üzerinde çizilmiş olup, DBYBHY'07 deki yapı performans noktaları belirlenmiştir. Şekil 2.10, Şekil.2.11, Şekil.2.12, Şekil 2.13, Şekil 2.14 ve Şekil 2.15'de her üç binanın x ve y eksenleri doğrultusunda Spektral İvme - Spektral Yer Değiştirmenin grafikleri gösterilmiştir. X ve Y yönü spektral yer değiştirme oranları Çizelge 2.11 ve Çizelge 2.12 de gösterilmiştir.

Çizelge 2. 11. 3 katlı bina X yönü spektral yer değiştirme oranı.

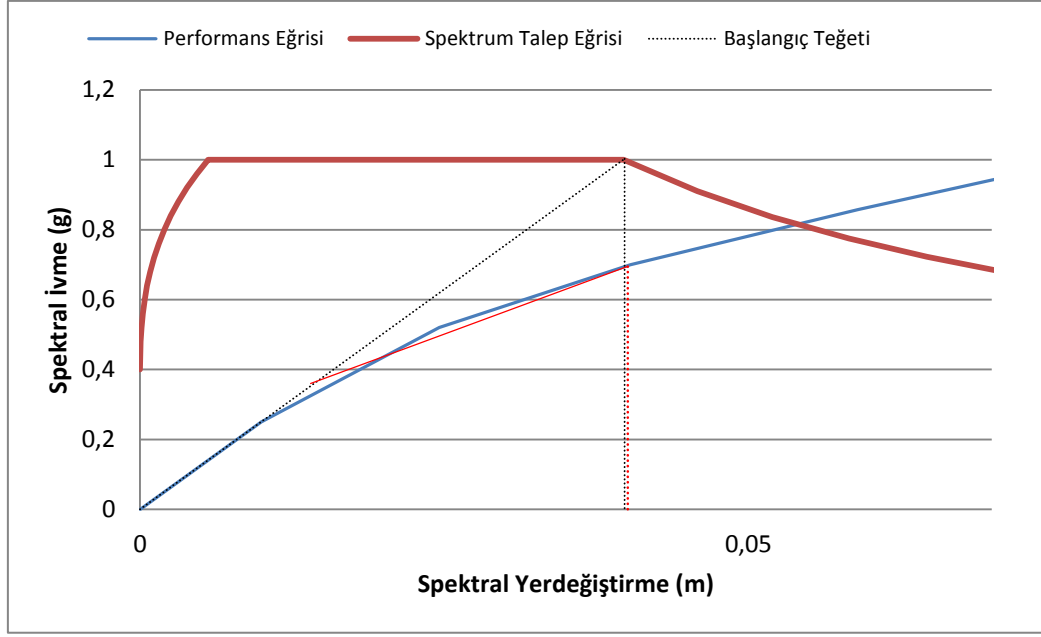
T_1	T_B	S_{de1}	ω_1	a_{y1}	R_{y1}	C_{R1}	S_{di1}
0.3844	0.4	0.0367	16.3454	0.390	25.1538	1.0390	0.03814
0.3844	0.4	0.0367	16.3454	0.361	27.2500	1.0391	0.03815

Çizelge 2. 12. 3 katlı bina Y yönü spektral yer değiştirme oranı.

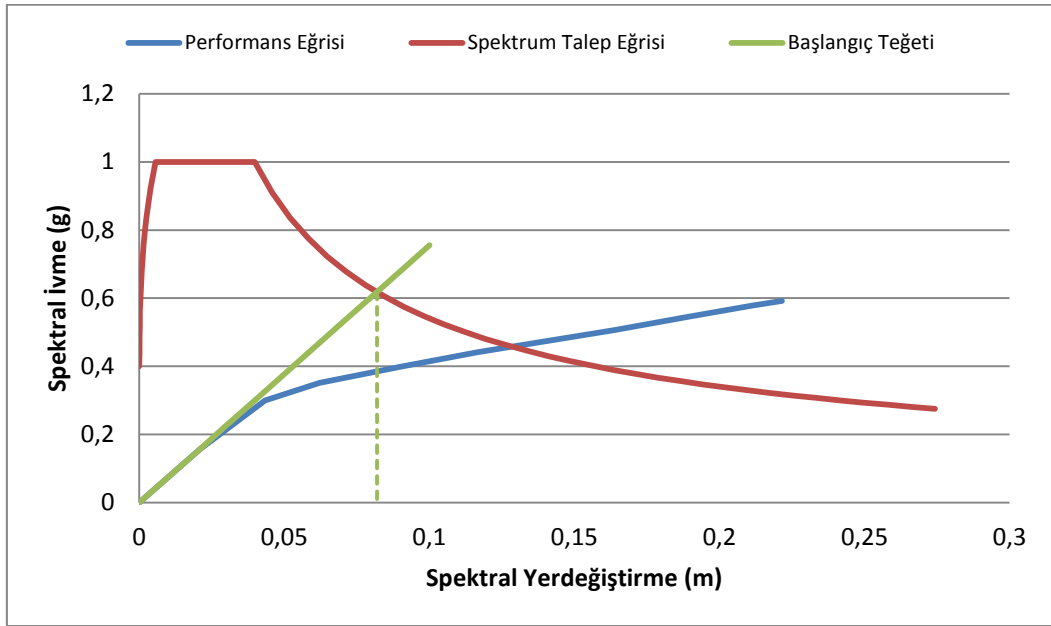
T_1	T_B	S_{de1}	ω_1	a_{y1}	R_{y1}	C_{R1}	S_{di1}
0.3986	0.4	0.0398	15.7635	0.408	24.0441	1.0034	0.0400
0.3986	0.4	0.0398	15.7635	0.360	24.5250	1.0034	0.0401



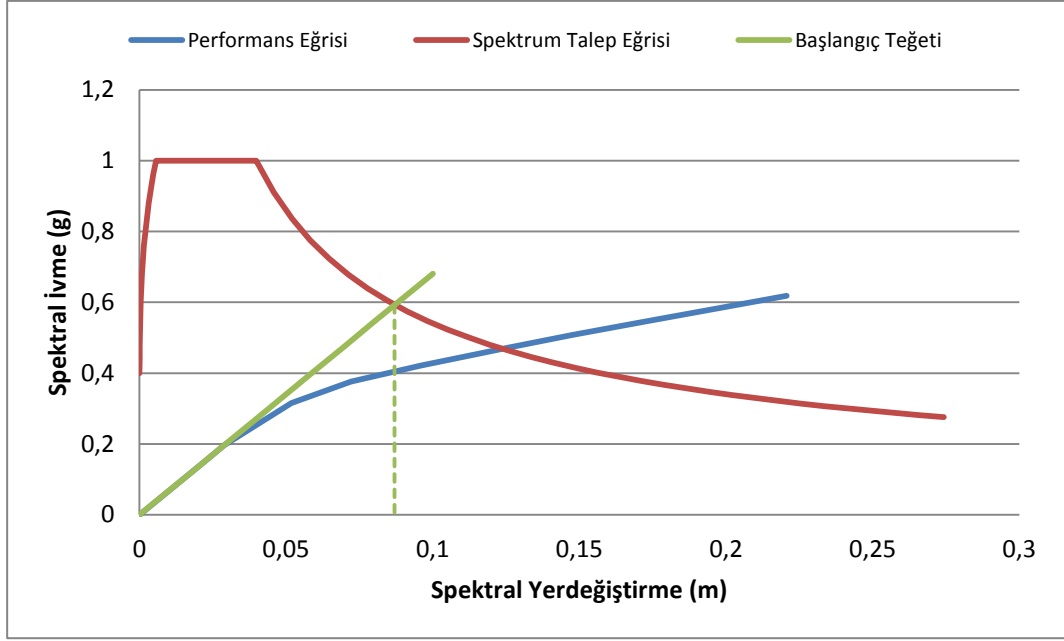
Şekil 2. 10. 3 katlı bina X yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



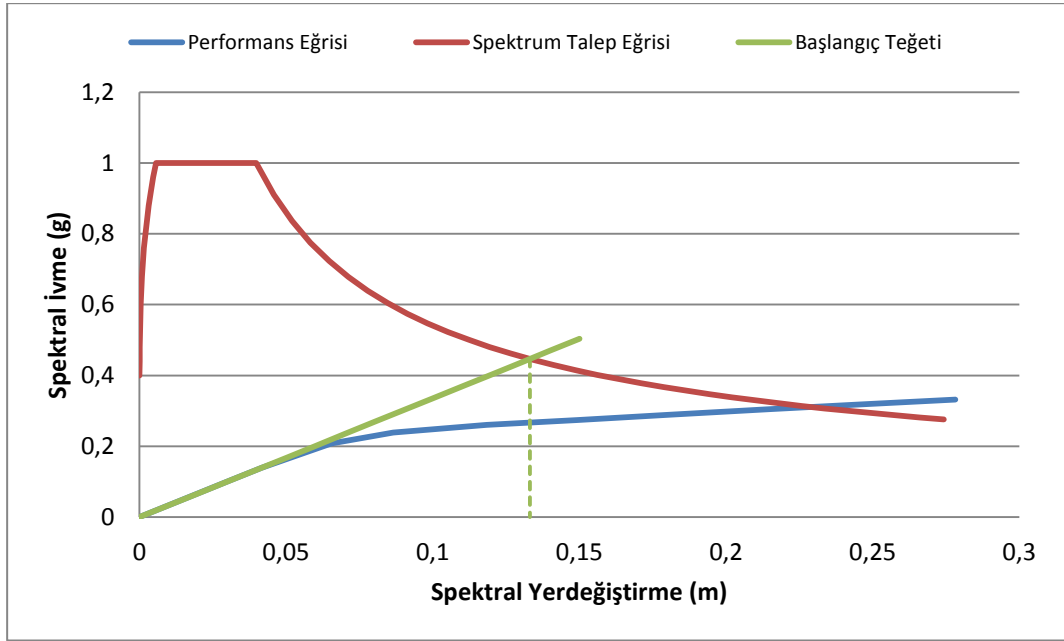
Şekil 2. 11. 3 katlı bina Y yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



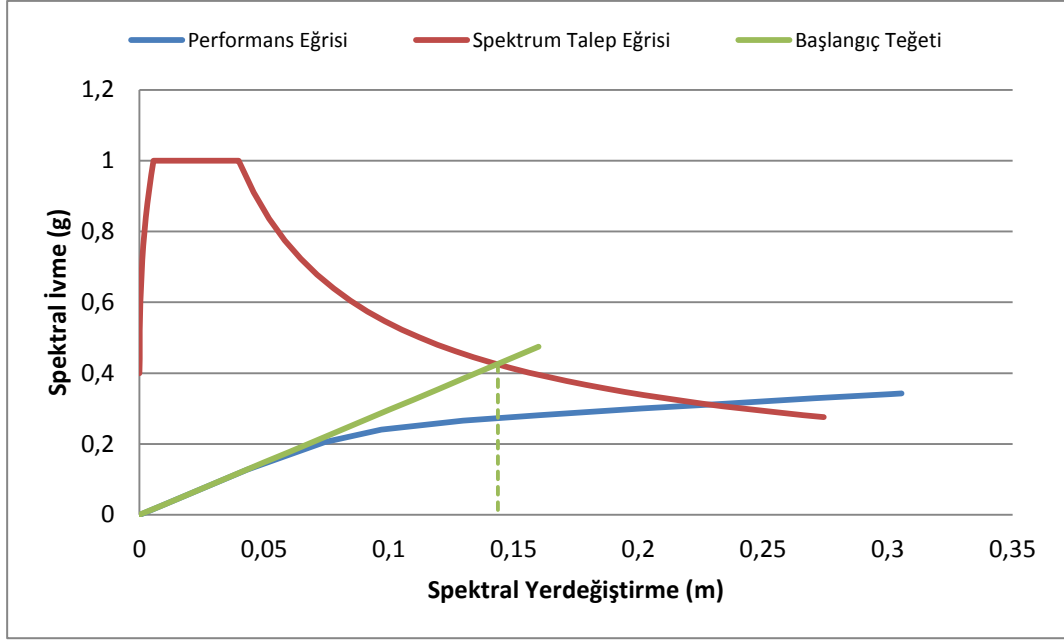
Şekil 2. 12. 5 katlı bina X yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



Şekil 2. 13. 5 katlı bina Y yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.

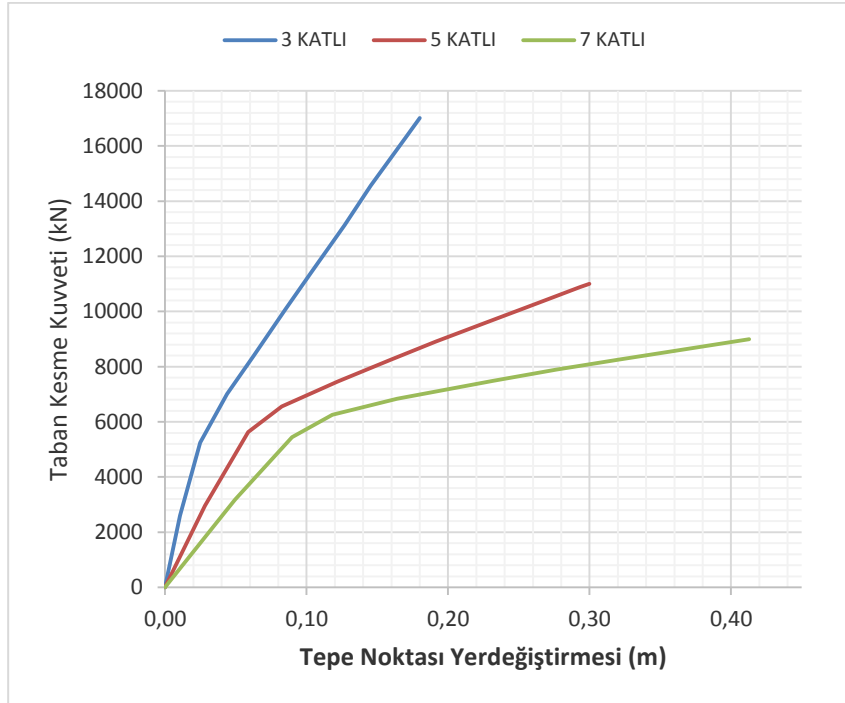


Şekil 2. 14. 7 katlı bina X yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.



Şekil 2. 15. 7 katlı bina Y yönü için kapasite ve talep eğrilerinin kesiştirilmesi.

2.11. Üç Farklı Bina İçin İtme Eğrilerinin Karşılaştırılması

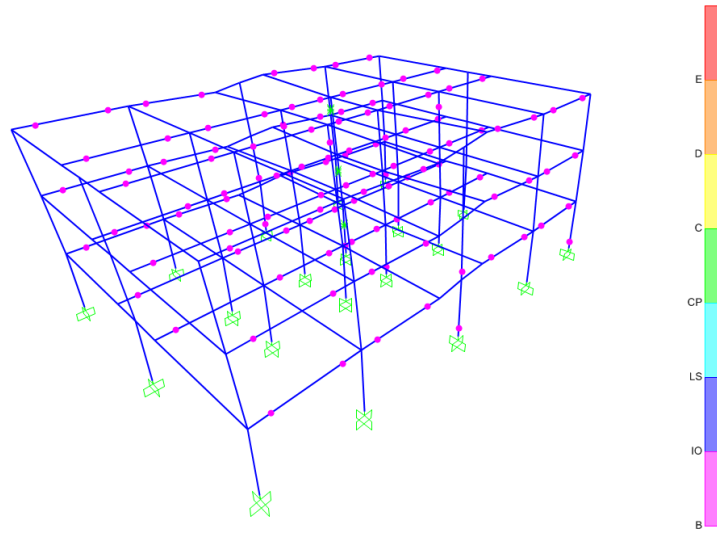


Şekil 2. 16. 3 farklı bina için x yönü itme eğrilerinin karşılaştırması

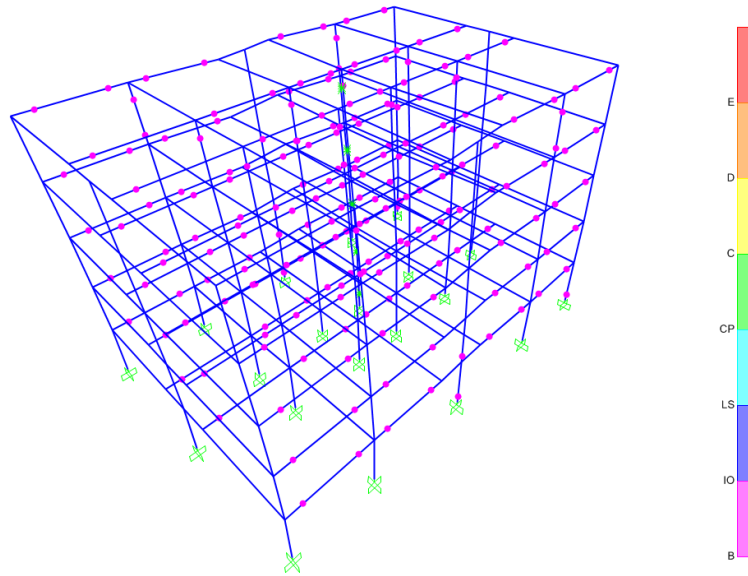
Şekil 2.16’da 3, 5 ve 7 katlı binaların statik itme eğrileri aynı grafik üzerinde belirtilmiştir. Taşıyıcı sistemlerin gösterdiği rijit davranışın kat sayısı arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir.

2.12. Üç Tip Binanın Analizleri Sonucunda Oluşan Plastik Mafsal Durumları

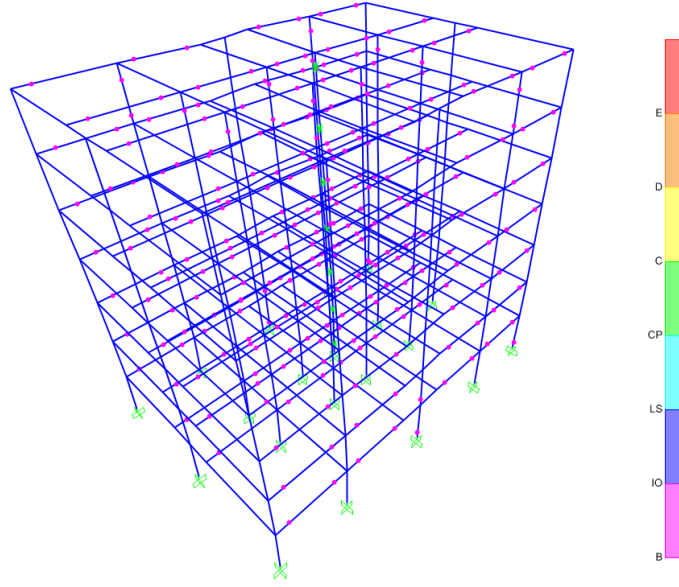
3, 5 ve 7 katlı binaların plastik mafsal dağılımları Şekil 2.17, Şekil 2.18 ve Şekil 2.19 da gösterilmiştir.



Şekil 2. 17. 3 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı



Şekil 2. 18. 5 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı



Şekil 2. 19. 7 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı

2.13. Eleman Kesitlerinde Oluşan Hasarların Belirlenmesi

DBYBHY'07 de tanımlanan malzeme birim şekil değiştirme sınır değerleri dikkate alınarak kirişlerin birim şekil değiştirmeleri, eğrilikler ve bunlara bağlı olarakta plastik dönme sınır değerleri elde edilmiştir. Plastik dönmedeki hasar sınır değerleri belirlenerek kirişlerin hasar seviyelerine bulunmuştur. Beton ve çelik için birim şekil değiştirme sınır değerleri Çizelge 2.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 2. 13. Beton ve çelik için birim şekil değiştirme sınır değerleri

Şekil Değiştirme Sınırı	Hasar Sınırı	
	Betonda Birim Kısılma ϵ_{cu}	Donatıda Birim Kısılma ve Uzama ϵ_{su}
Minimum Hasar Sınırı	$\epsilon_{cu}=0.0035$	0.010
Güvenlik Sınırı	$(\epsilon_{cu})_{GV}=0.0035+0.01(\rho_s/\rho_{sm})\leq 0.0135$	0.040
Göçme Sınırı	$(\epsilon_{cu})_{GC}=0.0035+0.01(\rho_s/\rho_{sm})\leq 0.0180$	0.060

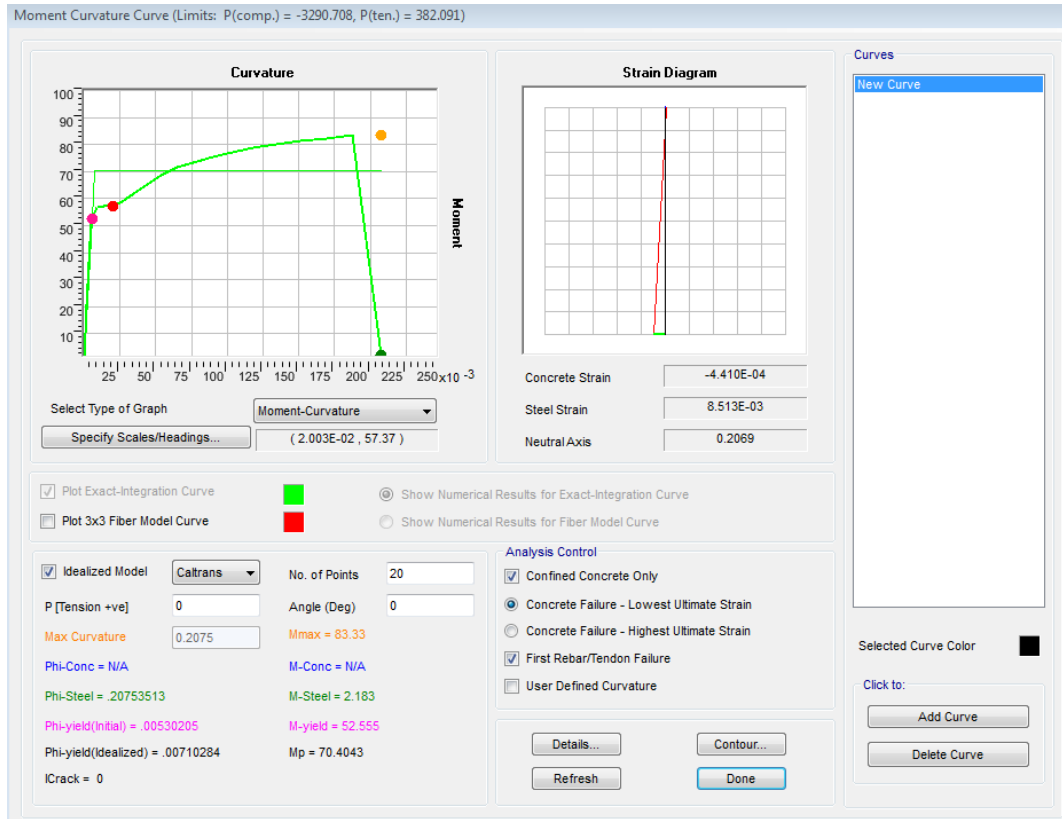
Analiz sonucunda bulunan plastik dönme değerinin plastik mafsal boyuna bölünmesiyle plastik eğrilik değeri elde edilir. Plastik mafsal boyu kirişler için kiriş yüksekliğinin yarısı, kolon ve perdeler için ilgili yöndeki eleman boyunun yarısı olarak alınır.

$$\phi_p = \theta_p / L_p \quad (2.1)$$

Section designer'dan kiriş kesiti için elde ettiğimiz plastik eğrilik değerleri, akma eğriliği değerleri ile toplanarak toplam eğriliği değeri bulunur.

$$\phi_t = \phi_p + \phi_y \quad (2.2)$$

Sap2000 Section Designer [8] programı kullanılarak 3 katlı binaya ait 30x50 kesitine sahip K101 kirişine ait beton ve donatı birim şekil değiştirme değerleri moment eğrilik diyagramından okunmuştur. K101 kirişine ait moment - eğrilik diyagramı Şekil 2.20'de gösterilmiştir.



Şekil 2. 20. K101 kirişine ait moment - eğrilik diyagramı

K101 kirişine ait beton ve donatı birim şekil değiştirme değerlerinin hesabı Çizelge 2.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 2. 14. K101 kirişi beton ve donatıya ait birim şekil değiştirme değerleri

Kesit Adı	θ_p (rad)	h (m)	$L_p = 0.5 \cdot h$ (m)	ϕ_p (rad/m)	ϕ_y (rad/m)	ϕ_t (rad/m)	ϵ_c	ϵ_s	Beton Hasar	Çelik Hasar
K101 Sağ Uç	0.003215	0.5	0.25	0.01286	0.005302	0.0181621	0.000430	0.007685	MH	MH
K101 Sol Uç	0.002437	0.5	0.25	0.009748	0.005302	0.0150501	0.000413	0.006316	MH	MH

AEDYY analizleri sonucu bulunan plastik dönme değeri kullanılarak beton ve donatı birim şekil değiştirme değerleri Section Designer'da bulunmuştur. AEDYY sonucu K101 kirişi plastik dönme değerlerine karşılık gelen birim şekil değiştirme değerleri, yönetmelikte belirlenen birim şekil değiştirme sınır değerleriyle karşılaştırılarak hasar durumu tespiti yapılmıştır.

Sağ ve Sol uçlar için K101 kirişi minimum birim şekil değiştirme değerleri, Çizelge 2.13'te verilen birim şekil değiştirme sınır değerlerinin altında kaldığı için minimum hasar bölgesinde çıkmıştır.

$$\epsilon_{c \text{ sağ uç}} = 0.000413 < \epsilon_{c \text{ MN}} = 0.0035$$

$$\epsilon_{s \text{ sağ uç}} = 0.006316 < \epsilon_{s \text{ MN}} = 0.01$$

$$\epsilon_{c \text{ sol uç}} = 0.000430 < \epsilon_{c \text{ MN}} = 0.0035$$

$$\epsilon_{s \text{ sol uç}} = 0.007685 < \epsilon_{s \text{ MN}} = 0.01$$

Benzer şekilde tüm kiriş, kolon, ve perdeler için gerekli hesaplar yapılarak x ve y yönündeki hasar durumları tespit edilmiştir. (Çizelge 2.16, Çizelge 2.17, Çizelge 2.18).

2.14. Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Taban kesme kuvveti, tepe noktası yer değiştirmesi sonuçları ile performans noktaları 3 farklı bina için Çizelge 2.15’de detaylı olarak gösterilmiştir.

Çizelge 2. 15. Yapıların taban kesme kuvveti tepe noktası yer değiştirmesi karşılaştırmaları

	3 KATLI		5 KATLI		7 KATLI	
	PUSHX	PUSHY	PUSHX	PUSHY	PUSHX	PUSHY
Taban Kesme Kuvveti (kN)	7588.527	8096.736	7247.985	6876.350	7029.125	6409.043
Tepe Noktası Yer Değiştirmesi (m)	0.05110	0.05161	0.11102	0.11816	0.18165	0.19987
	3 KATLI		5 KATLI		7 KATLI	
	PUSHX	PUSHY	PUSHX	PUSHY	PUSHX	PUSHY
Spektral İvme (g)	0.64800	0.69500	0.38555	0.36900	0.26870	0.24500
Spektral Yer Değiştirme (m)	0.03960	0.04010	0.08196	0.08694	0.13314	0.14650

2.15. Eleman Kesitlerinde Oluşan Hasar Seviyelerinin Belirlenmesi

3, 5 ve 7 katlı binalar için X ve Y yönünde AEDYY’i sonucunda her katta kolon, perde ve kirişlerdeki hasar durumları Çizelge 2.16, 2.17 ve 2.18’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. 16. 3 katlı bina için eleman hasar durumları

3 KATLI BİNA			MHB	BHB	İHB	GB
X Doğrultusu	Kirişler	1.Kat	82%	18%		
		2.Kat	65%	35%		
		3.Kat	65%	35%		
	Kolonlar	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
	Perdeler	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
Y Doğrultusu	Kirişler	1.Kat	88%	12%		
		2.Kat	59%	41%		
		3.Kat	82%	18%		
	Kolonlar	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
	Perdeler	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			

Çizelge 2. 17. 5 katlı bina için eleman hasar durumları

5 KATLI BİNA			MHB	BHB	İHB	GB
X Doğrultusu	Kirişler	1.Kat	88%	12%		
		2.Kat	76%	24%		
		3.Kat	50%	50%		
		4.Kat	47%	53%		
		5.Kat	65%	35%		
	Kolonlar	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	99%	1%		
	Perdeler	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			
Y Doğrultusu	Kirişler	1.Kat	88%	12%		
		2.Kat	71%	29%		
		3.Kat	65%	35%		
		4.Kat	65%	35%		
		5.Kat	71%	29%		
	Kolonlar	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			
	Perdeler	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			

Çizelge 2. 18. 7 katlı bina için eleman hasar durumları

7 KATLI BİNA			MHB	BHB	İHB	GB
X Doğrultusu	Kirişler	1.Kat	88%	12%		
		2.Kat	65%	35%		
		3.Kat	47%	53%		
		4.Kat	47%	53%		
		5.Kat	53%	47%		
		6.Kat	47%	53%		
		7.Kat	73%	27%		
	Kolonlar	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			
		6.Kat	100%			
		7.Kat	98%	2%		
	Perdeler	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			
		6.Kat	100%			
		7.Kat	100%			
Y Doğrultusu	Kirişler	1.Kat	88%	12%		
		2.Kat	76%	24%		
		3.Kat	59%	41%		
		4.Kat	53%	47%		
		5.Kat	59%	41%		
		6.Kat	59%	41%		
		7.Kat	71%	29%		
	Kolonlar	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			
		6.Kat	100%			
		7.Kat	100%			
	Perdeler	1.Kat	100%			
		2.Kat	100%			
		3.Kat	100%			
		4.Kat	100%			
		5.Kat	100%			
		6.Kat	100%			
		7.Kat	100%			

3. KAT ADETLERİ FARKLI BİNA TÜRÜ YAPILARIN DEPREM PERFORMANSLARININ ZAMAN TANIM ALANINDA DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMİ İLE İRDELENMESİ

Bu çalışmada 3 farklı bina için DBYBHY'07 de belirtilen şartları sağlayacak şekilde ZTADOA yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Binalarda ZTADOA yöntemi kullanılarak deprem performanslarının incelemesi için 3 farklı deprem ivme kaydı kullanılmıştır. DBYBHY'07 de belirtildiği gibi üç adet deprem ivme kaydı kullanıldığı için elde edilen sonuçların en büyüğü dikkate alınmıştır.

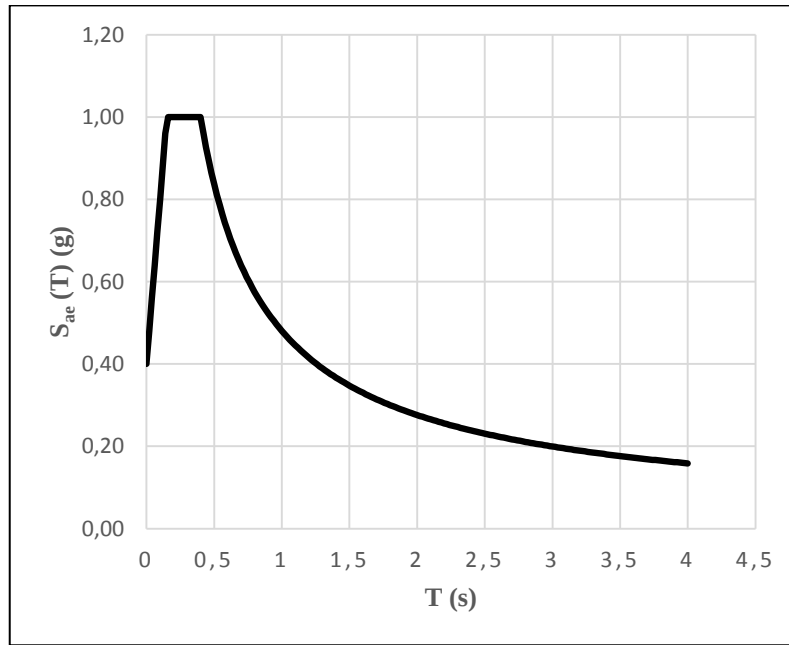
Başlangıçta, analizde kullanılacak deprem ivme kayıtlarının mevcut yönetmelik şartlarına uygun olup olmadığı denetlenmiştir. Seçilen 3 deprem ivme kaydı DBYBHY'07 ye göre benzeştirilmiştir. ZTADOA yapılarak elde edilen sonuçlar AEDYY sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Son olarak 3 bina türü için AEDYY ve ZTADOA yöntemi ile elde edilen tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti grafikleri karşılaştırılmıştır.

3.1 Analizde Kullanılacak Deprem İvme Kayıtlarının Seçilmesi

Analizlerde kullanılacak, 3 adet depremin, deprem ivme kayıtlarının uyması gereken şartlar DBYBHY'07 nin 2.9.1 bölümünde belirtilmiştir [1].

1. Kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır.
2. Deprem yer hareketlerinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_{0g} 'den daha küçük olmayacaktır.
3. Her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için bulunan spektral ivme değerlerinin ortalaması, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyot T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için, yönetmelikte tasarım için bölüm 2.4'te tanımlanan spektrumun $S_{ae(t)}$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır.

ZTADOA yönteminde kullanılacak olan 3 adet deprem ivme kaydının, 1994 yılında oluşan Northridge depremi, 1987 yılında oluşan Supersition Hill depremi ve 1979 yılında oluşan Imperial Valley depremi dikkate alınarak Seismomatch [9] ve Seismosignal [10] programları yardımıyla 1.derece deprem bölgesi ve Z2 zemin sınıfına ait elastik tasarım ivme spektrumuna göre benzeştirilmiştir [11]. Bu ivme spektrumu Şekil 3.1 de gösterilmiştir.

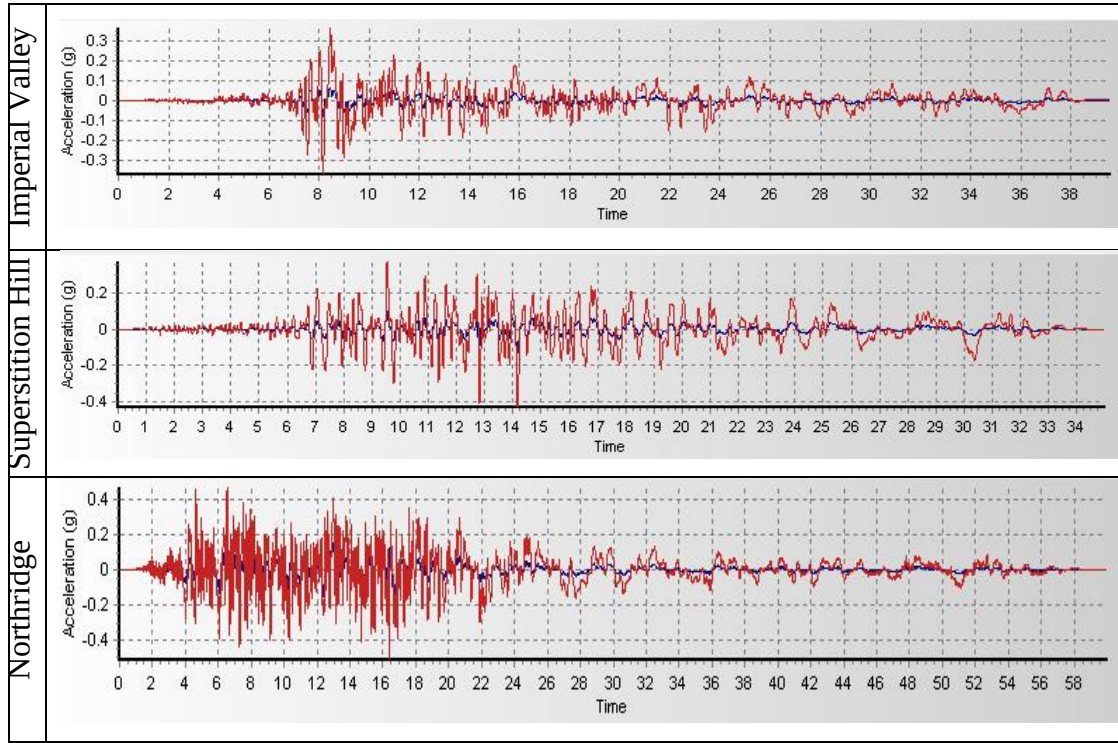


Şekil 3.1. Elastik spektral ivme spektrumu Sae(T)

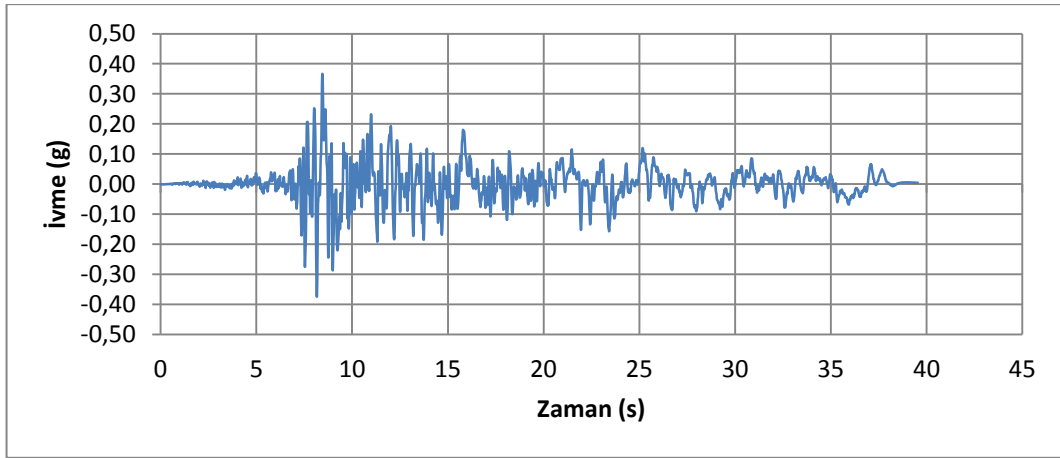
Imperial Valley, Supersition Hills ve Northridge deprem ivme kayıtları kullanılarak oluşturulan deprem kayıtlarının benzeştirilmiş ve ham halleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir. Ölçeklenmiş ivme kayıtları Şekil 3.3, Şekil 3.4 ve Şekil 3.5’te gösterilmiştir. Seçilen deprem ivme kayıtları Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Seçilen deprem ivme kayıtları

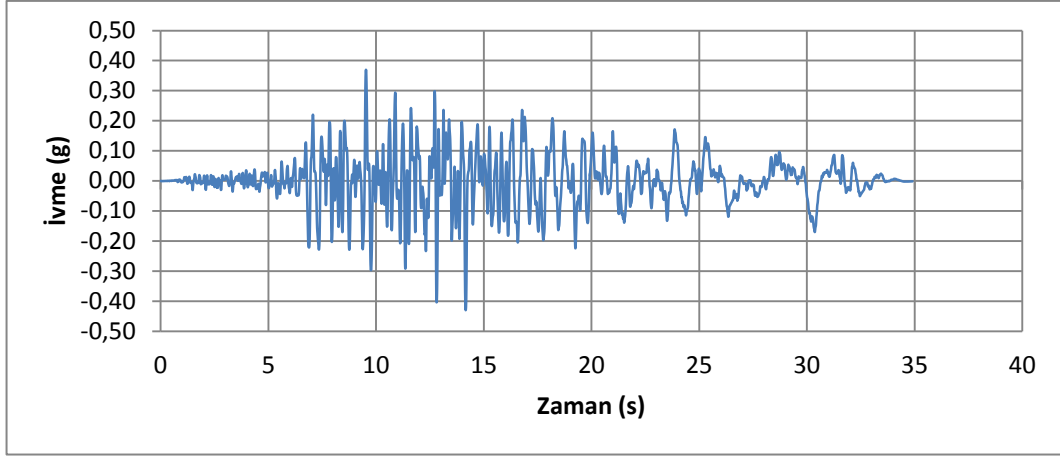
Deprem Adı	Tarih	Kayıt İstasyonu	Kayıt Adı	Kayıt Süresi (s)	Anlamlı Süre (s)
Imperial Valley	15.10.1979	Calipatria Fire Station	H-CAL315	39.5	23.28
Supersition Hill	24.11.1987	Westmorland Fire Station	B-WSM090	40	31.28
Northridge	17.01.1994	El Monte - Fairview Av	FAI095	35	21.43



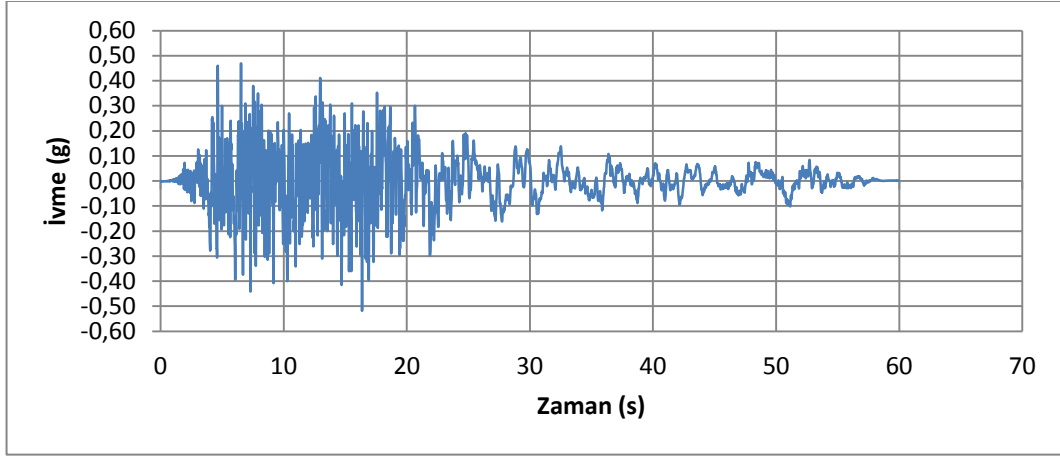
Şekil 3.2. Ham ve benzseştirilmiş ivme- zaman grafikleri



Şekil 3.3. Imperial Valley ölçeklenmiş ivme kaydı



Şekil 3.4. Supersition Hills ölçeklenmiş ivme kaydı



Şekil 3.5. Northridge ölçeklenmiş ivme kaydı

Benzeştirilmiş ivme kayıtlarının ve spektrum eğrilerinin sağlaması gereken üç şart vardır. Aşağıda sırası ile bu şartlar irdelenmiş ve sonuçta benzeştirilen yeni ivme kayıtlarının ZTADOA’larda kullanılabilir olduğu kanıtlanmıştır.

Birinci şart; kuvvetli yer hareketi kısmının süresi, binanın birinci doğal titreşim periyodunun 5 katından ve 15 saniyeden daha kısa olmayacaktır. Çizelge 3.2’de benzeştirilmiş ivme kayıtlarının kuvvetli yer hareketi kısımlarının süresinin birinci şartları sağladığı gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Seçilen ivme kayıtları

Deprem Adı	Tarih	Kayıt İstasyonu	Kayıt Adı	Kayıt Süresi (s)	Anlamlı Süre (s)
Imperial Valley	15.10.1979	Calipatria Fire Station	H-CAL315	39.5	23.28
Supersition Hills	24.11.1987	Westmorland Fire Station	B-WSM090	40	31.28
Northridge	17.01.1994	El Monte - Fairview Av	FAI095	35	21.43

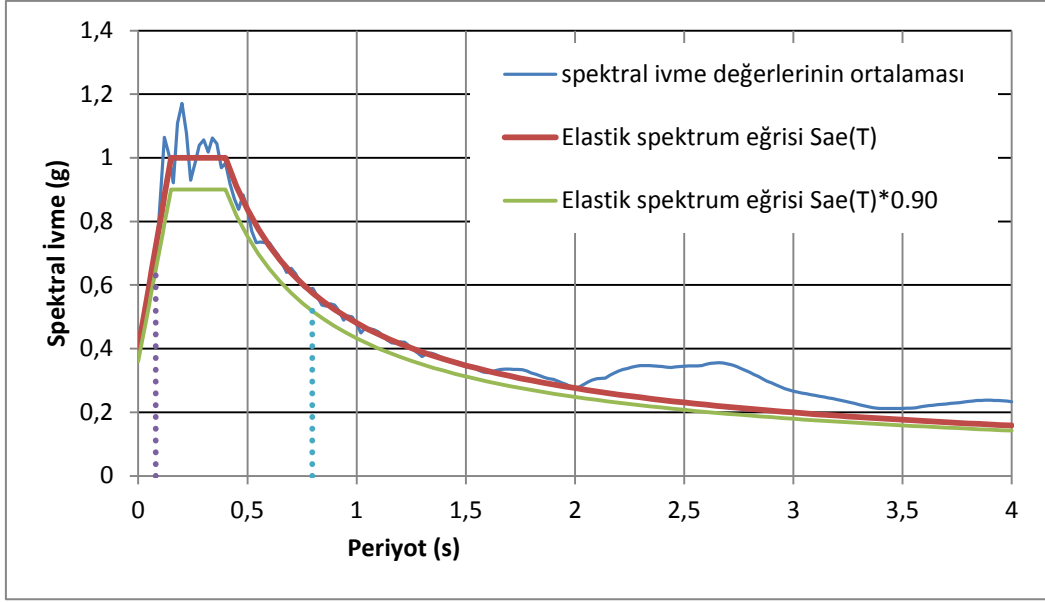
İkinci şart; üretilen deprem yer hareketinin sıfır periyoda karşı gelen spektral ivme değerlerinin ortalaması A_{og} 'den daha küçük olmayacaktır.

Çizelge 3.3'de benzeştirilmiş ivme kayıtlarının %5 sönüm oranına göre çizilmiş spektrum eğrisinde, $T=0$ periyoduna denk gelen spektral ivme değeri ve ortalamaları verilmiştir.

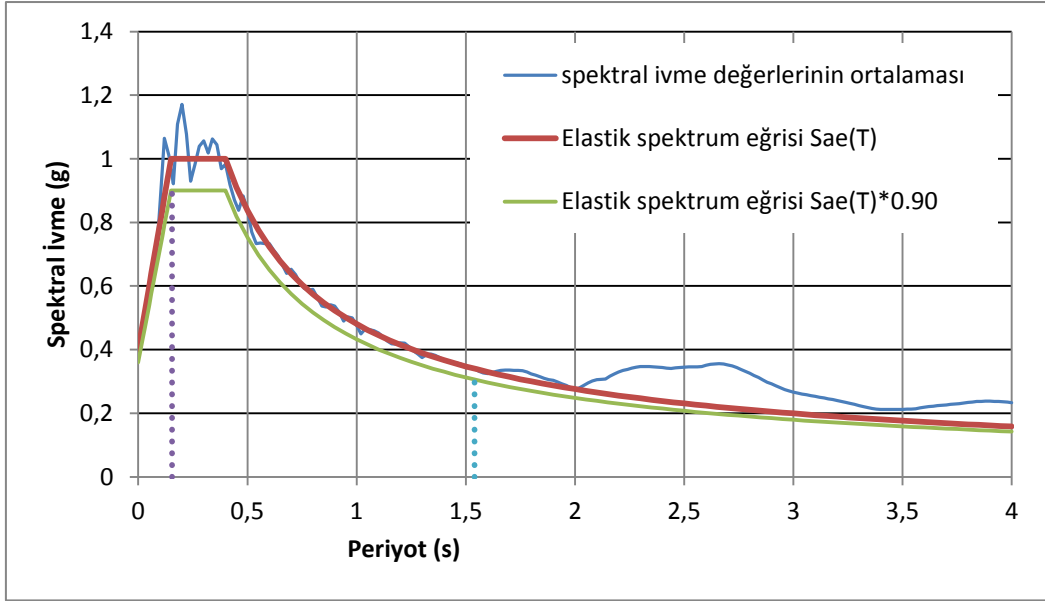
Çizelge 3.3. Seçilen deprem kayıtlarının ortalama ivme kontrolü

Kayıt No	Kayıt Adı	Spektral İvme (g) ($T=0$)	Ortalama İvme (g)
1	Imperial Valley	0.37486	0.44114g > 0.4g
2	Supersition Hills	0.43009	
3	Northridge	0.51848	

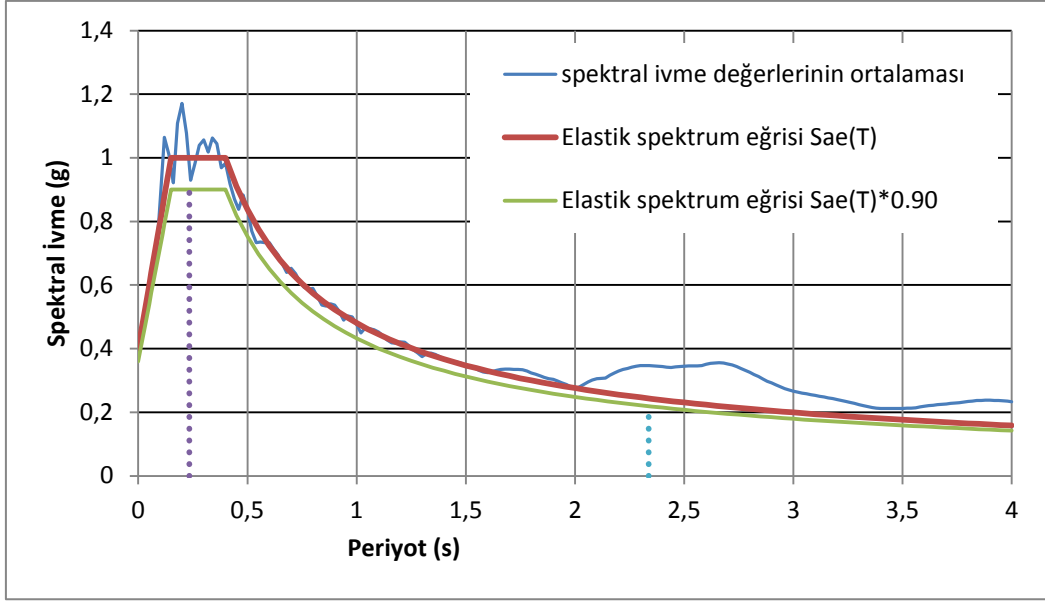
Üçüncü Şart; yapay olarak üretilen her bir ivme kaydına göre %5 sönüm oranı için yeniden bulunacak spektral ivme değerlerinin ortalaması, göz önüne alınan deprem doğrultusundaki birinci (hakim) periyot T_1 'e göre $0.2T_1$ ile $2T_1$ arasındaki periyotlar için, $S_{ae}(T)$ elastik spektral ivmelerinin %90'ından daha az olmayacaktır. Bu şart binalar için Şekil 3.6, Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de gösterilmiştir. Kullanılan deprem kayıtlarının ivme, hız ve yer değiştirme grafiklerinin karşılaştırılması Şekil 3.9, Şekil 3.10 ve Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



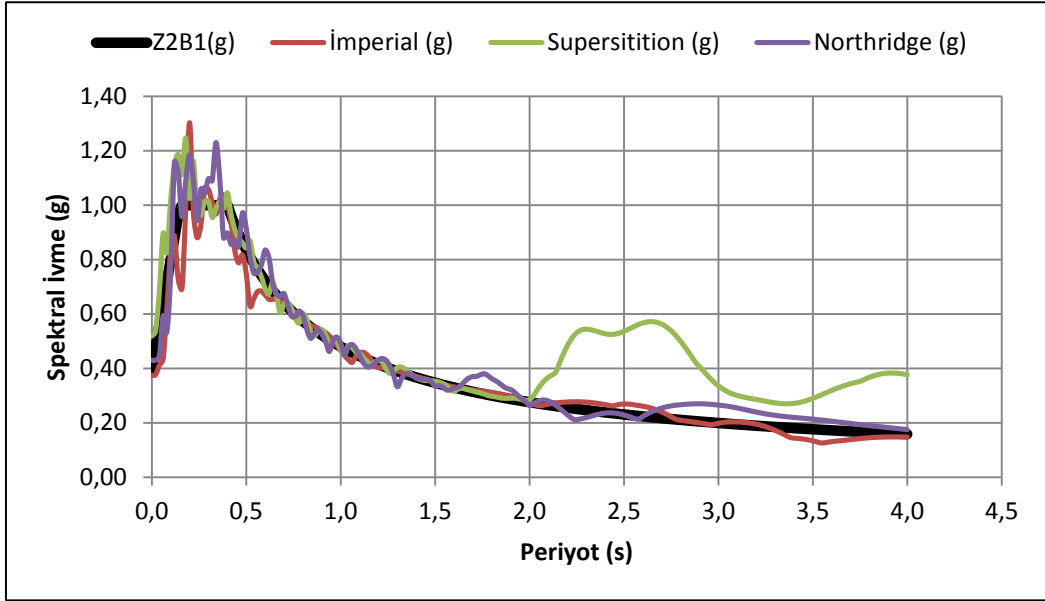
Şekil 3.6. 3 katlı bina için üçüncü şartın kontrol edilmesi



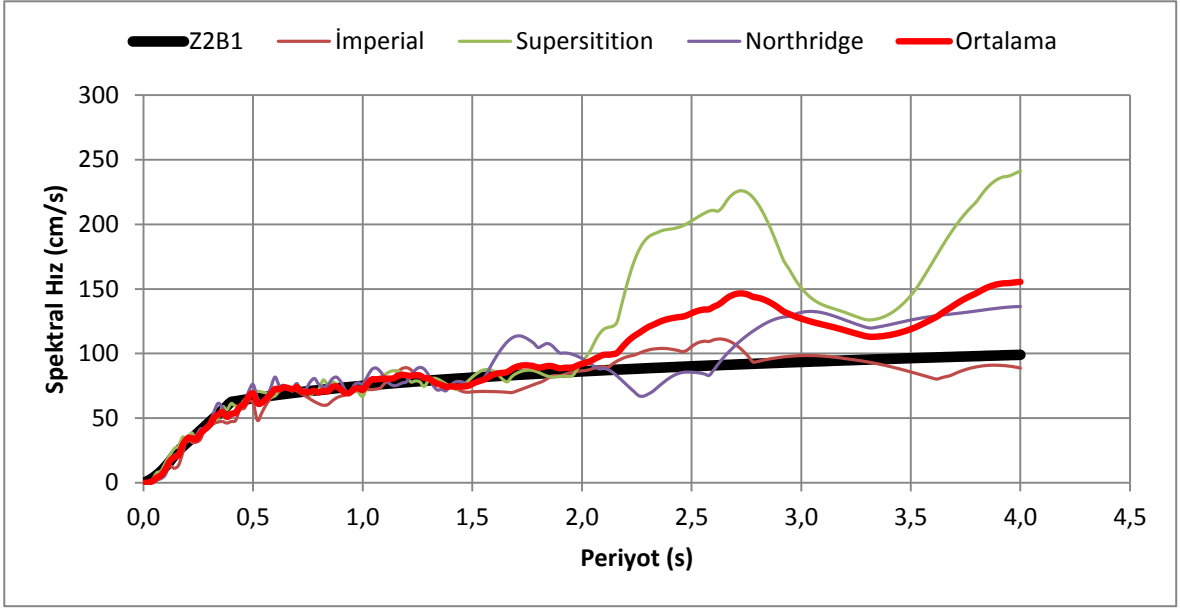
Şekil 3.7. 5 katlı bina için üçüncü şartın kontrol edilmesi



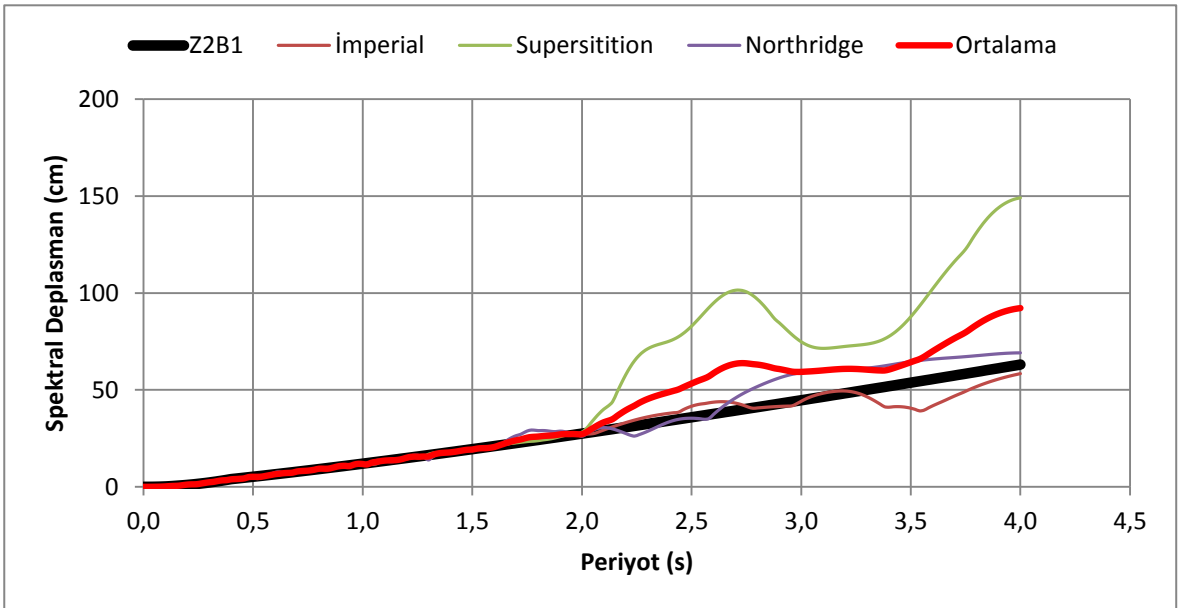
Şekil 3.8. 7 katlı bina için üçüncü şartın kontrol edilmesi



Şekil 3.9. Kullanılan deprem kayıtlarının ivme grafiklerinin karşılaştırılması



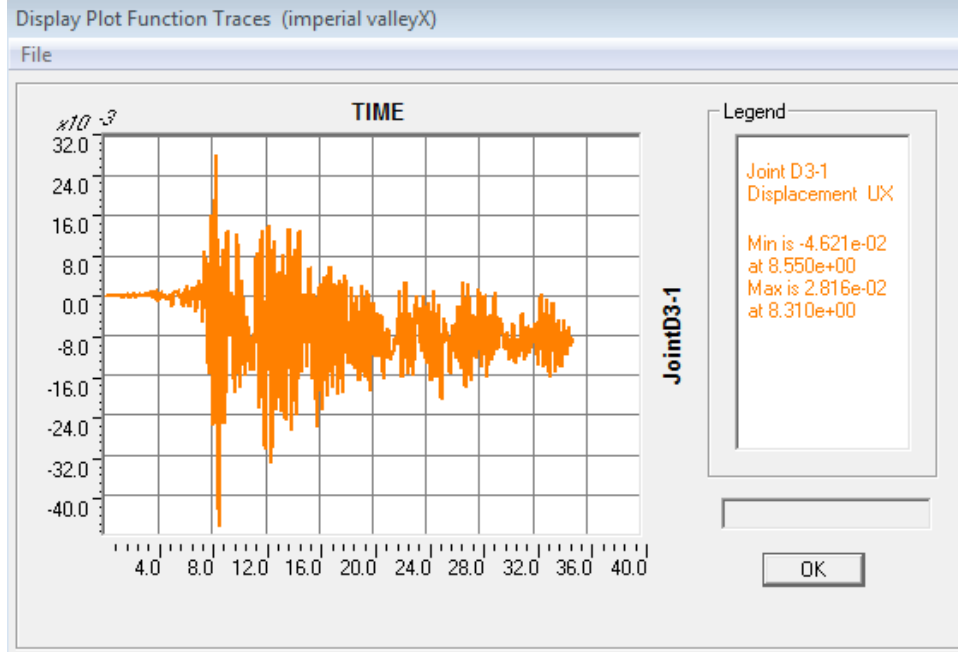
Şekil 3.10. Kullanılan deprem kayıtlarının hız grafiklerinin karşılaştırılması



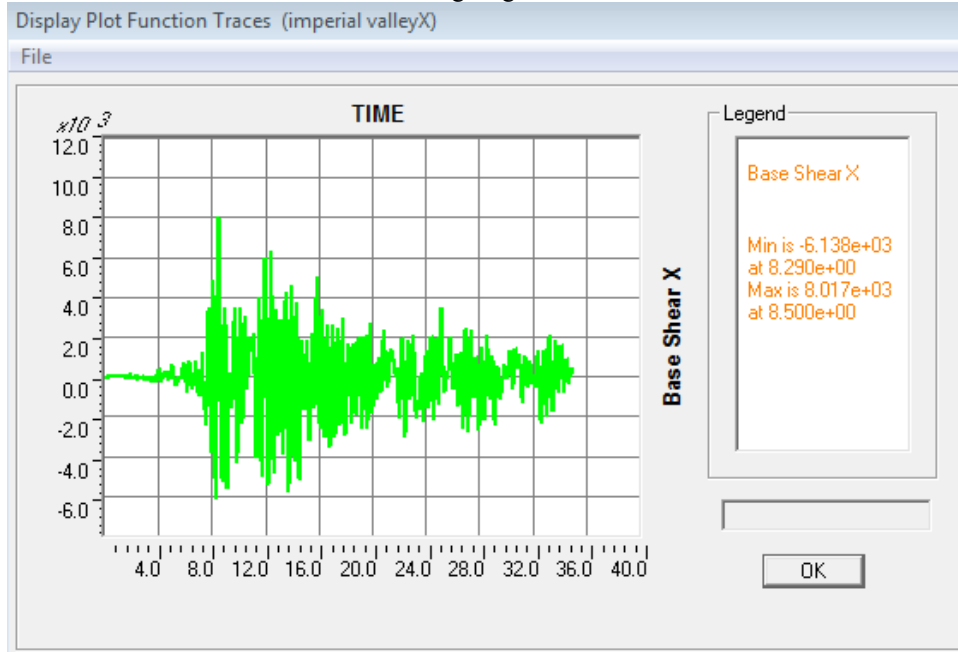
Şekil 3.11. Kullanılan deprem kayıtlarının yer değiştirme grafiklerinin karşılaştırılması

3.2 Analizlerde Elde Edilen Deplasman ve Taban Kesme Kuvvetleri

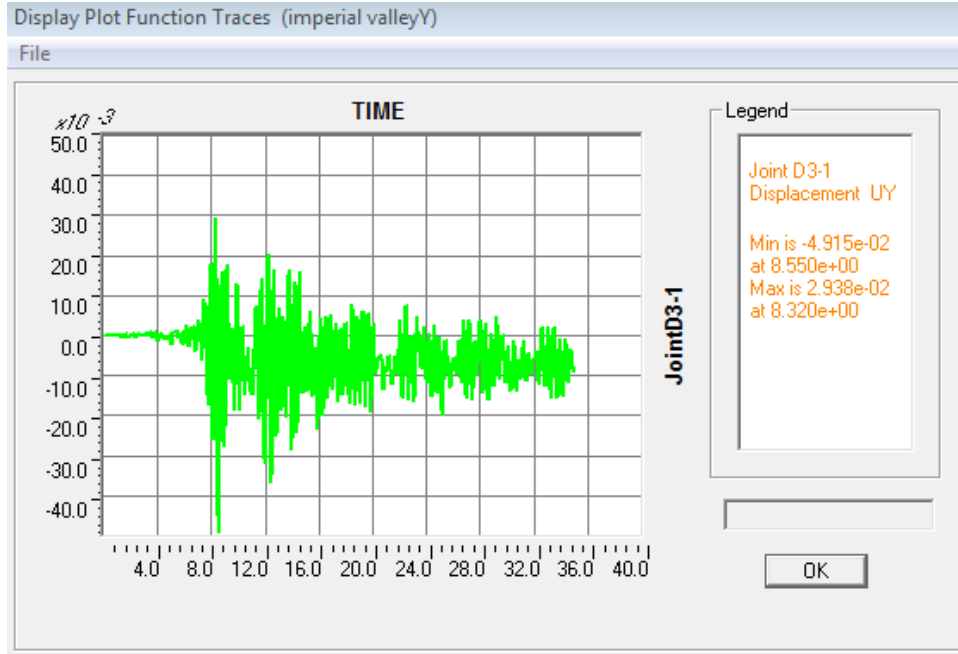
ZTADOA yöntemi ile taban kesme kuvvetleri ve tepe yer değiştirmeleri 3 farklı bina için hesaplanmıştır. Analizlerde 3 farklı ivme kaydı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarında elde edilen değerler Şekil 3.12- Şekil 3.47’de gösterilmiştir.



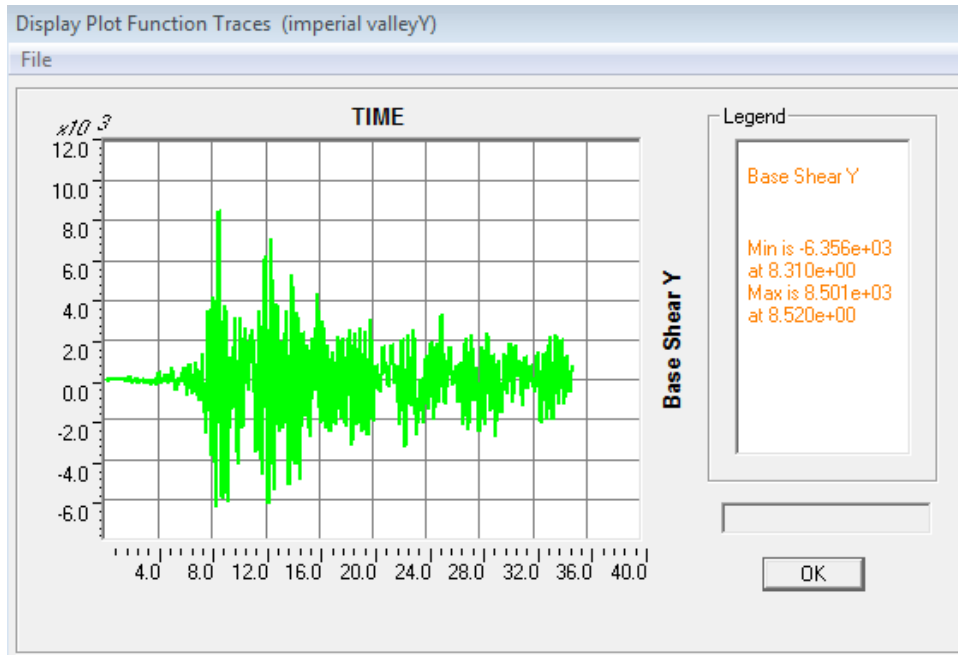
Şekil 3.12. 3 katlı bina için Imperial Valley X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



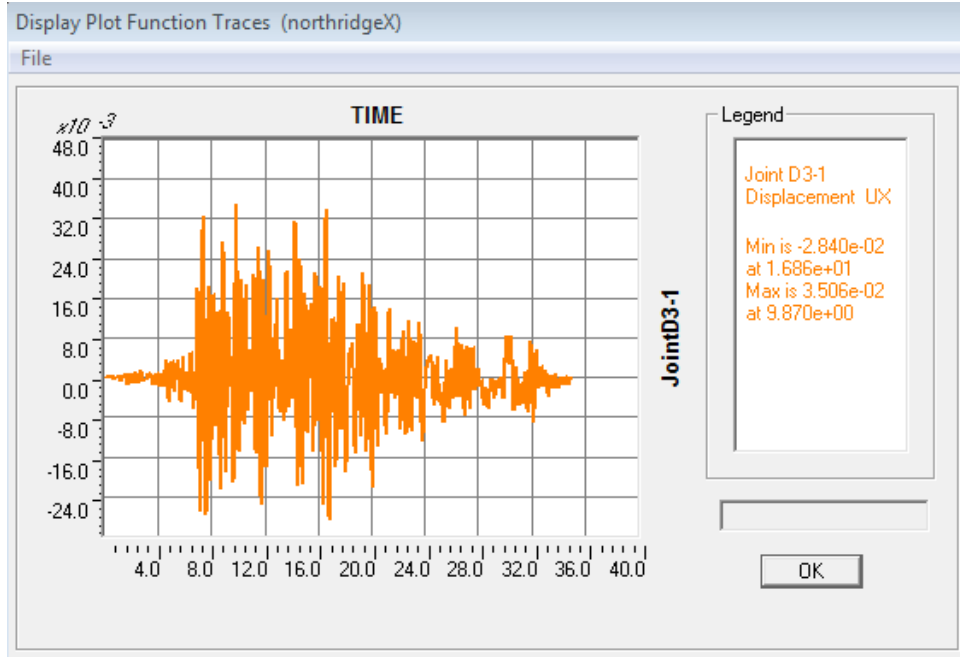
Şekil 3.13. Imperial Valley X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



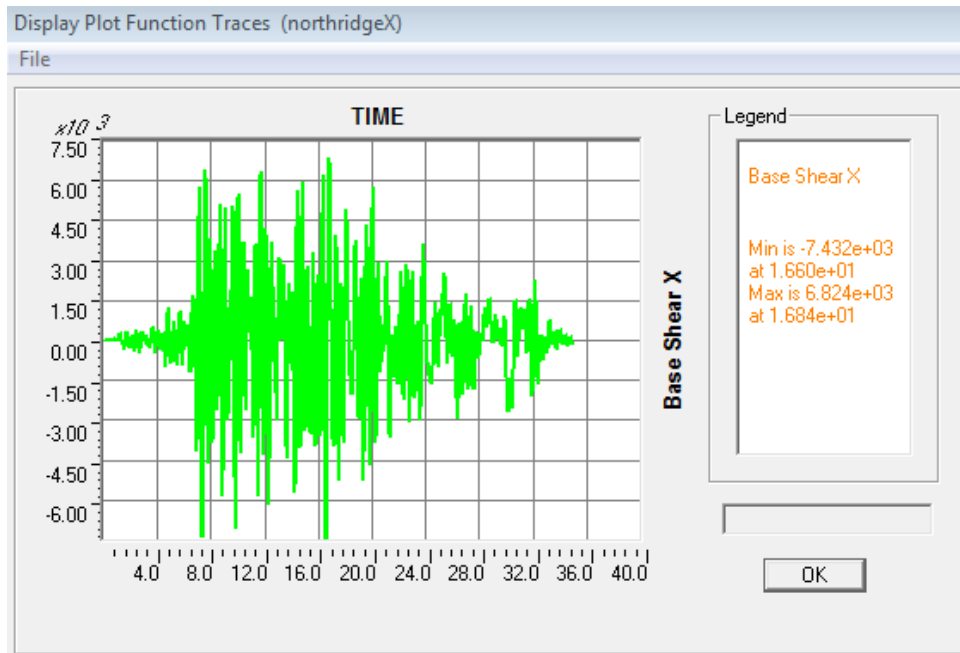
Şekil 3.14 Imperial Valley Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



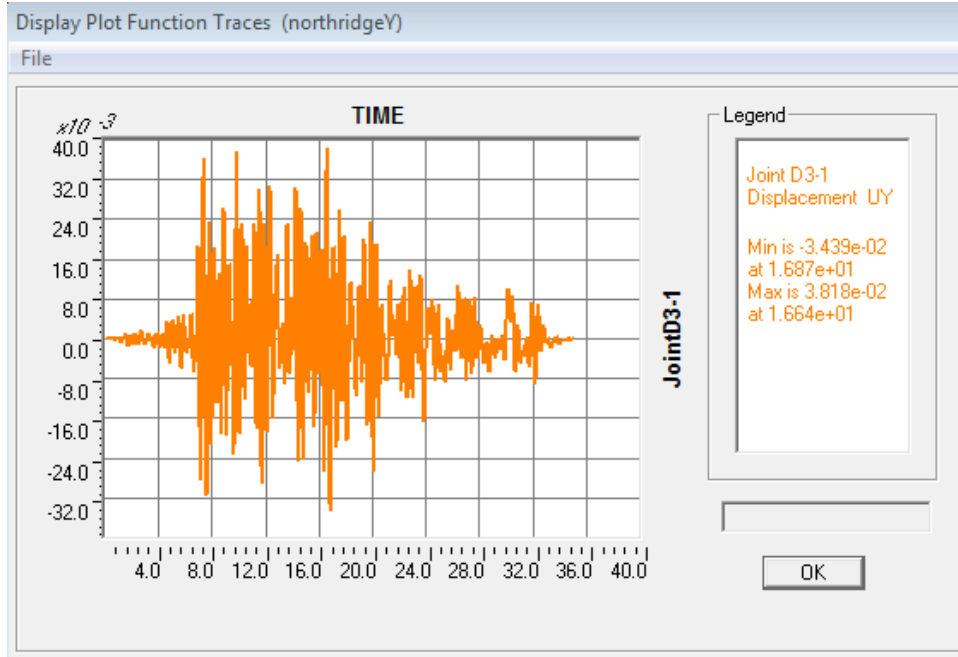
Şekil 3.15 Imperial Valley Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



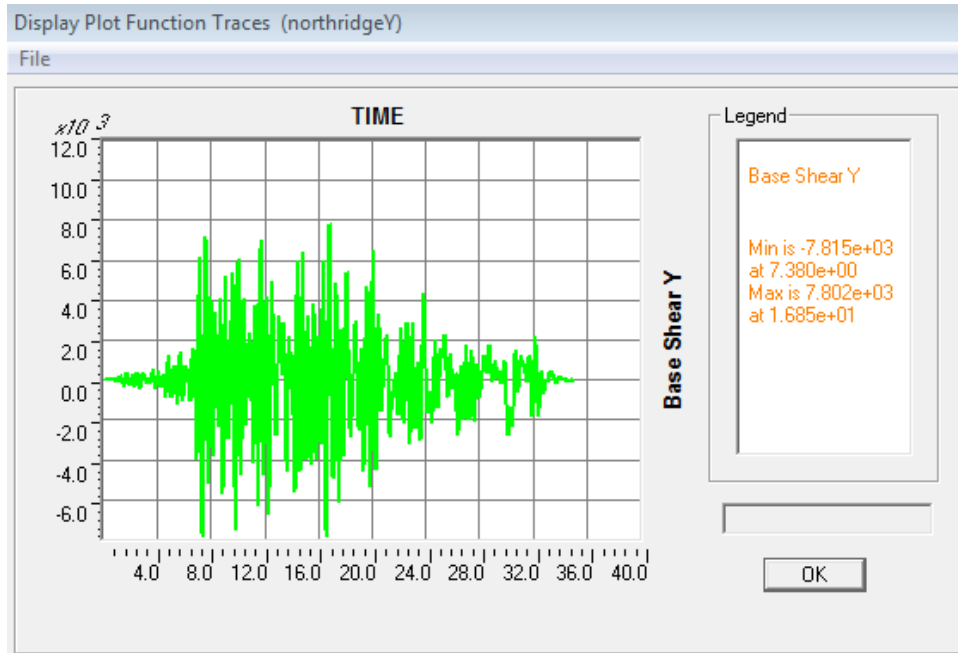
Şekil 3.16. Northridge X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



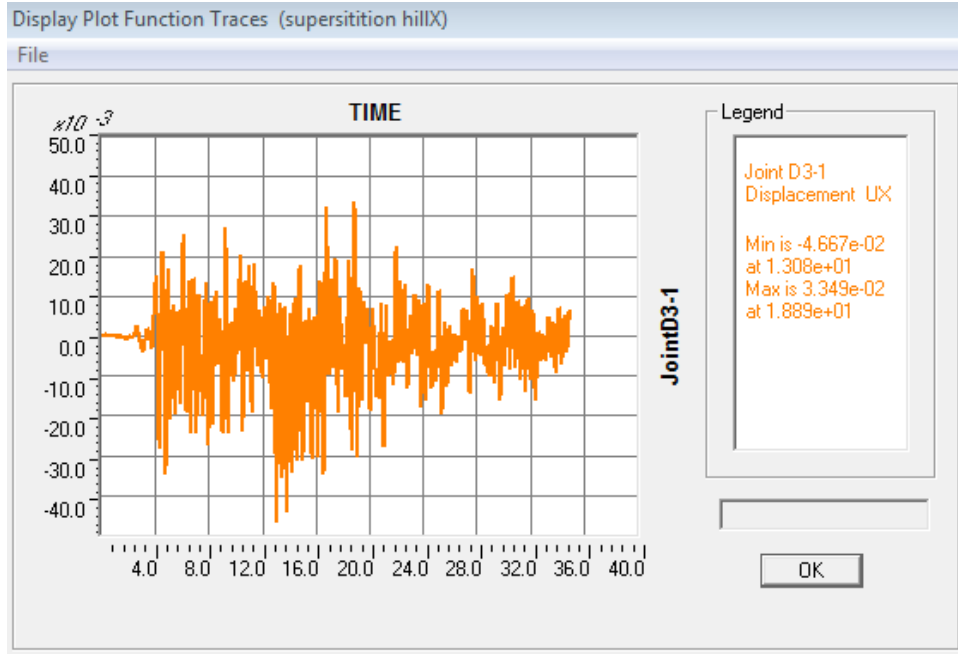
Şekil 3.17. Northridge X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



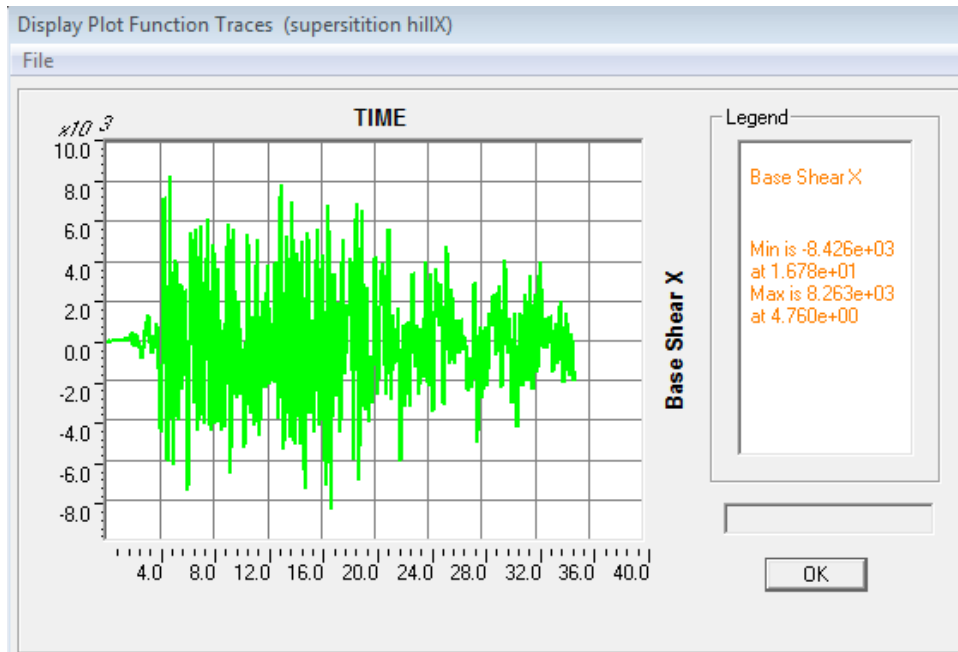
Şekil 3.18. Northridge Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



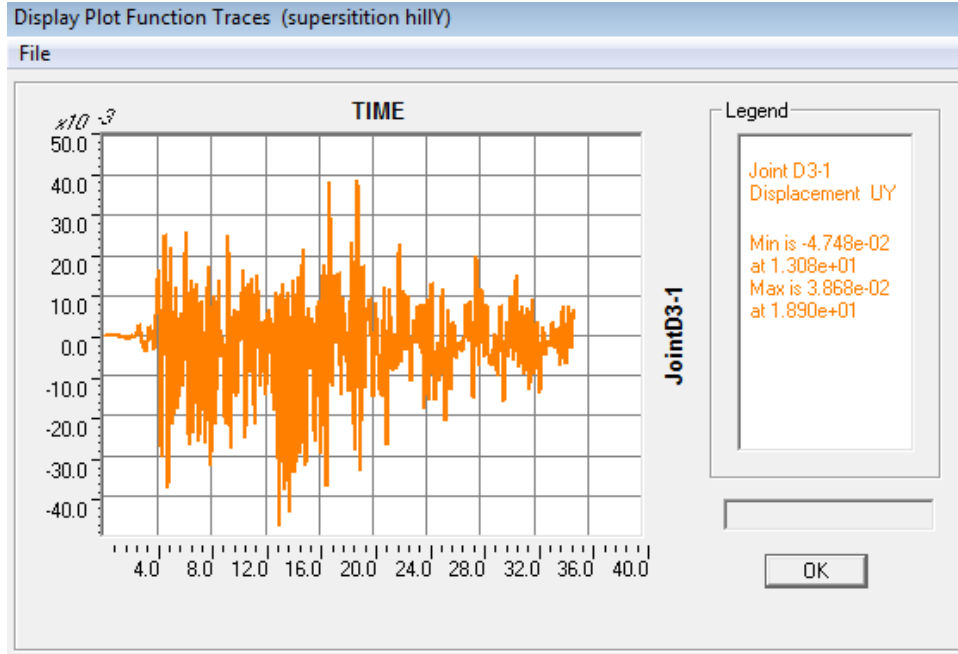
Şekil 3.19. Northridge Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



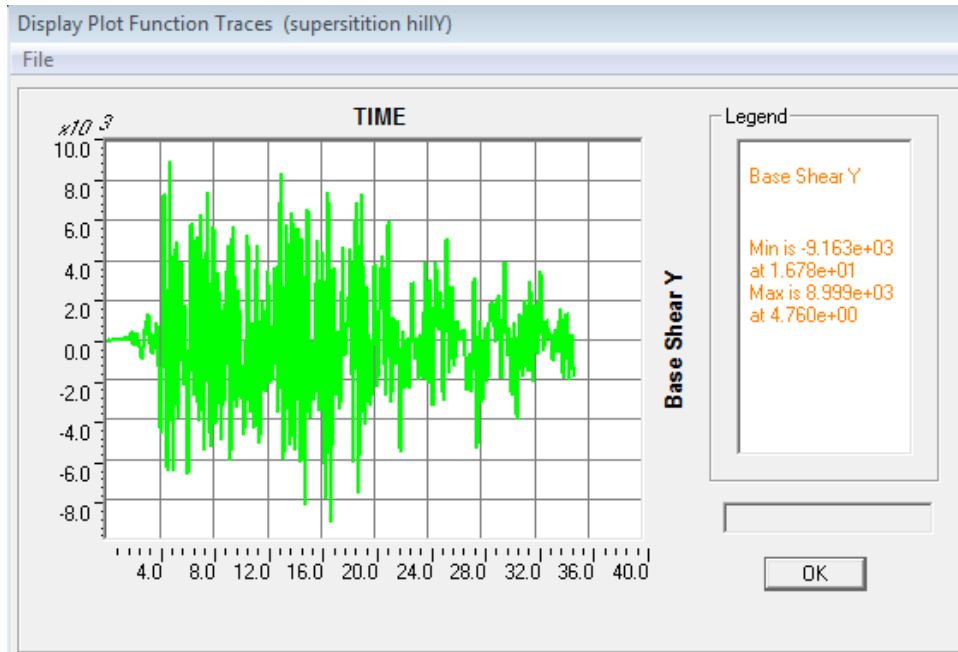
Şekil 3.20. Supersition Hills X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



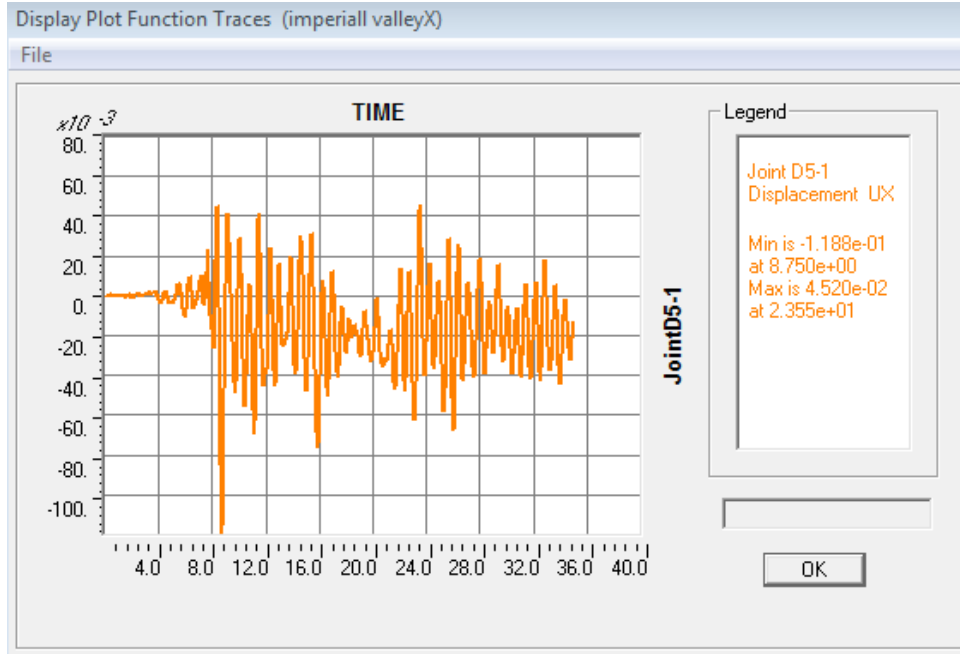
Şekil 3.21. Supersition Hills X yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



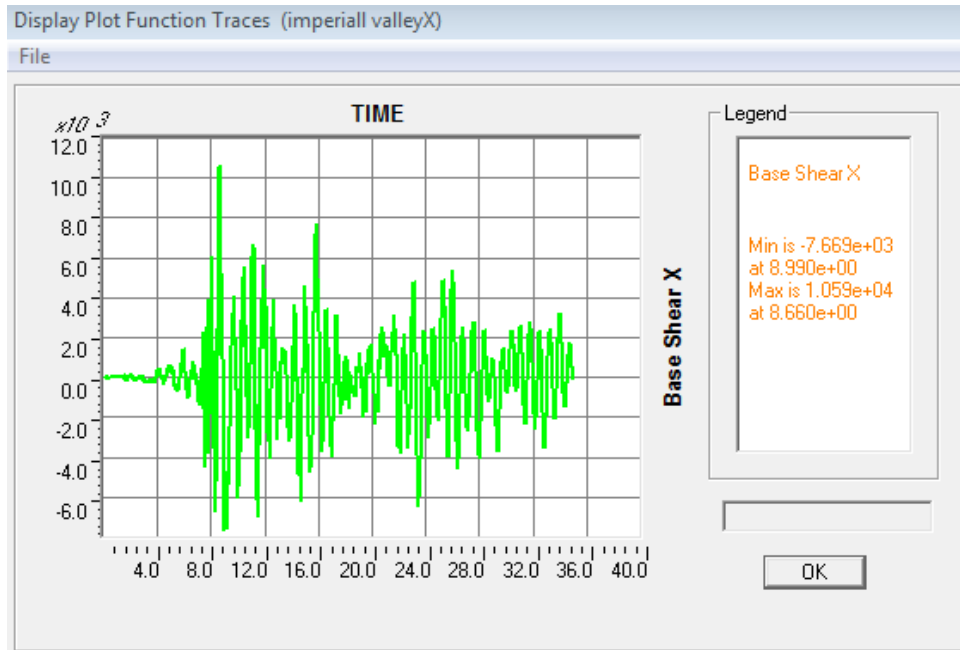
Şekil 3.22. Supersition Hills Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



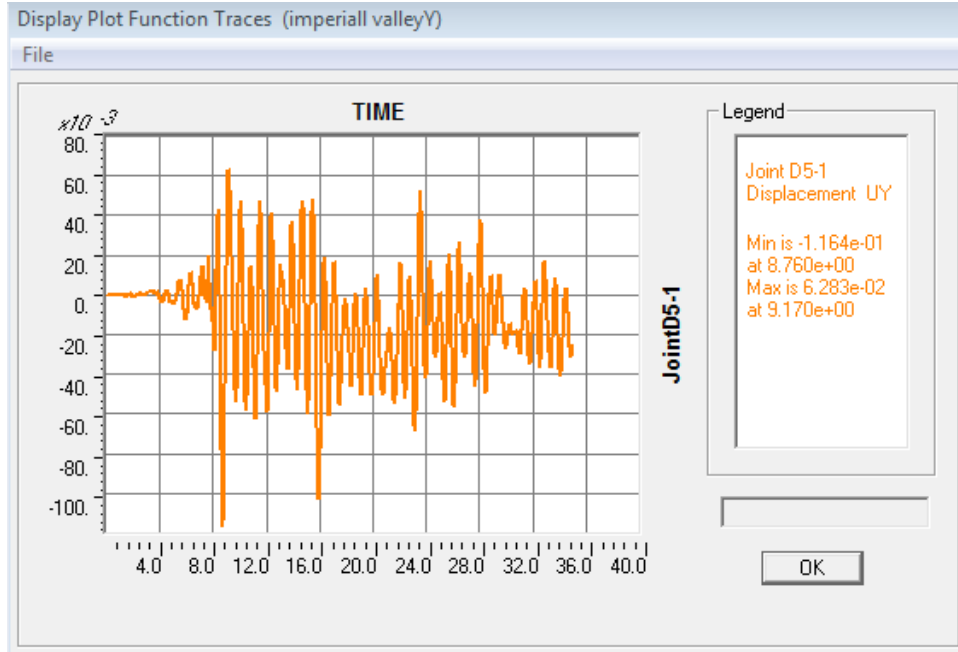
Şekil 3.23. Supersition Hills Y yönü D3-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



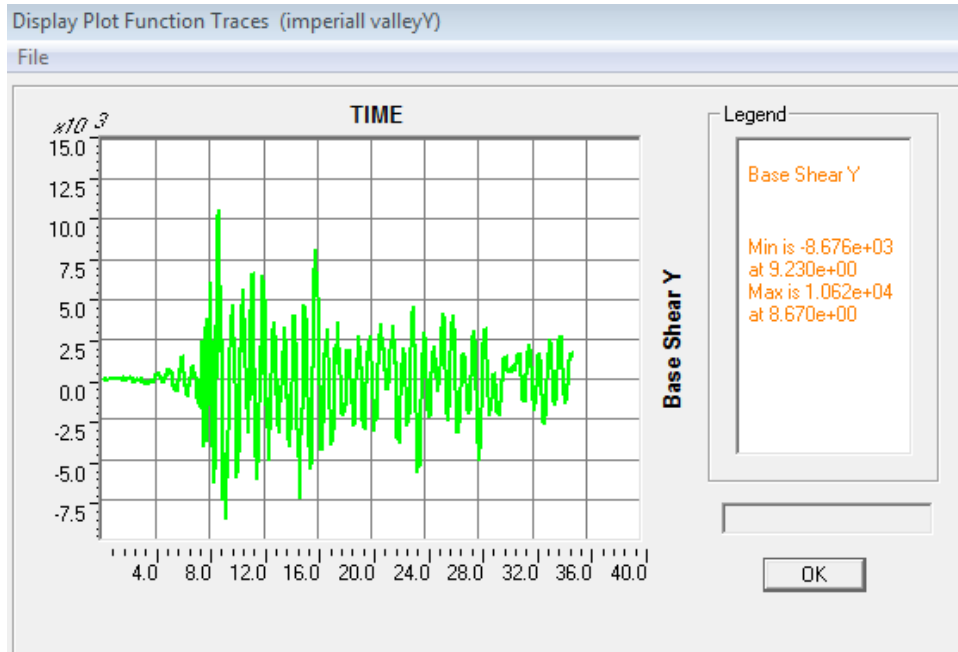
Şekil 3.24. Imperial Valley X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



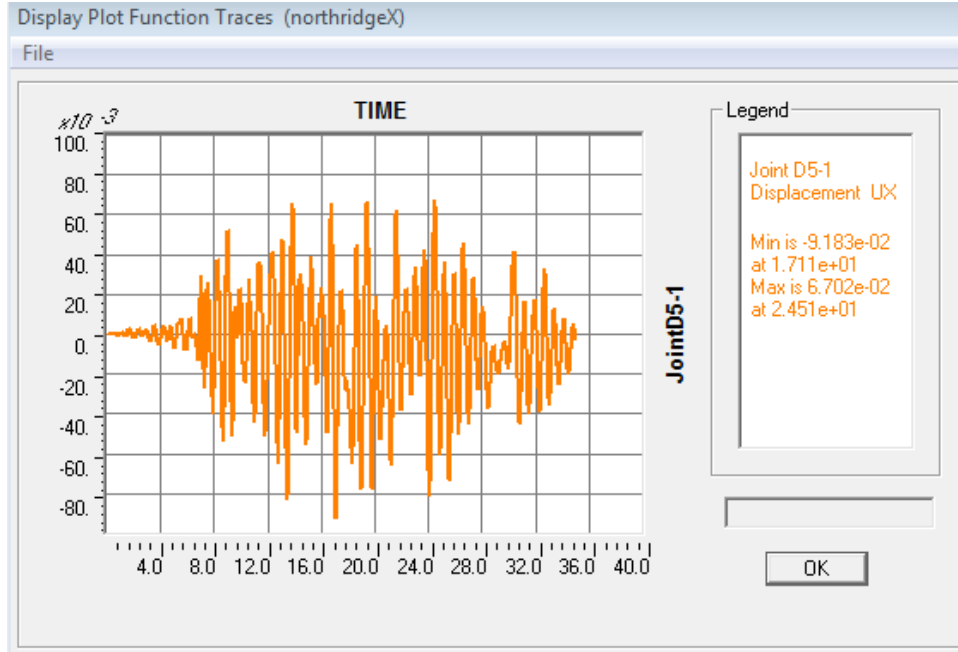
Şekil 3.25. Imperial Valley X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



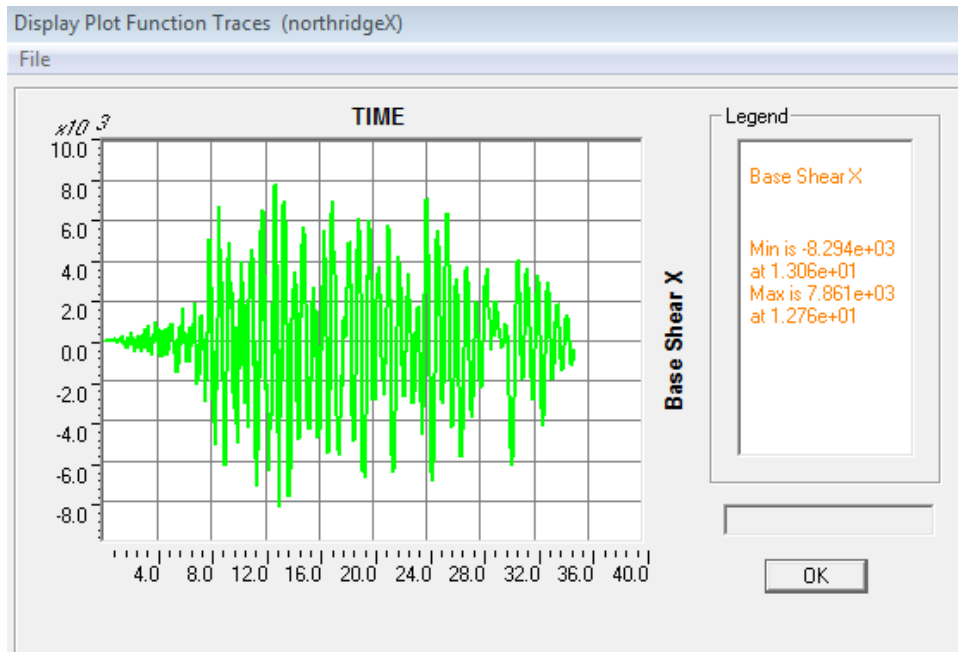
Şekil 3.26. Imperial Valley Y doğrultusu D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



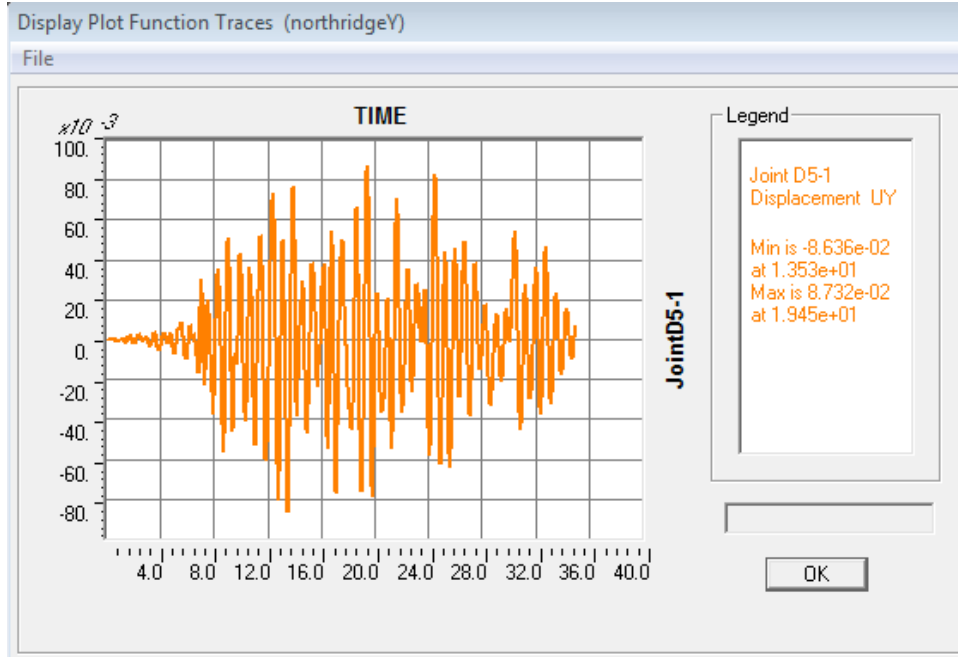
Şekil 3.27. Imperial Valley Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



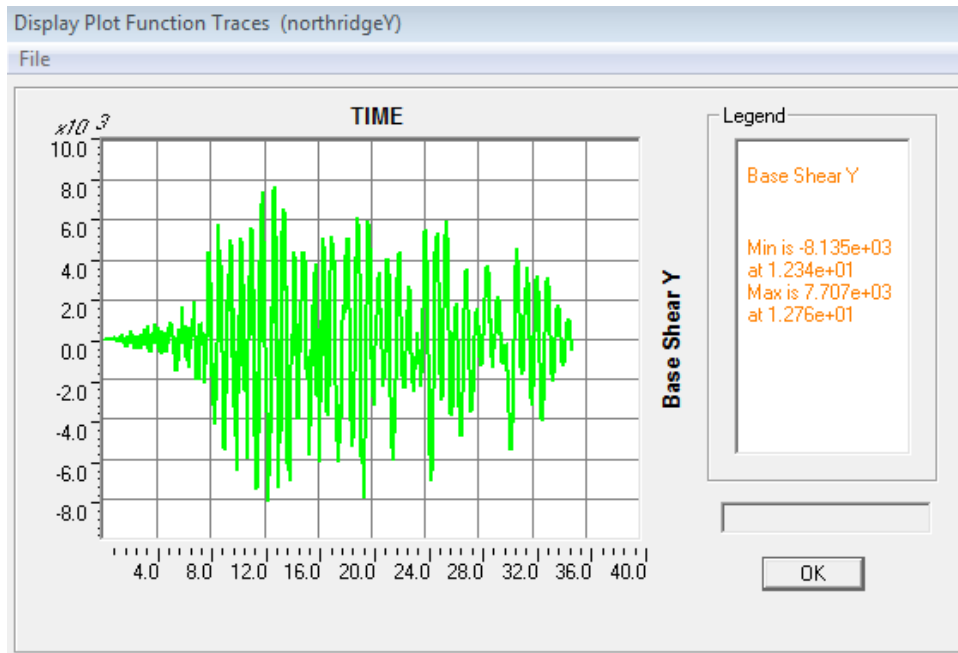
Şekil 3.28. Northridge X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



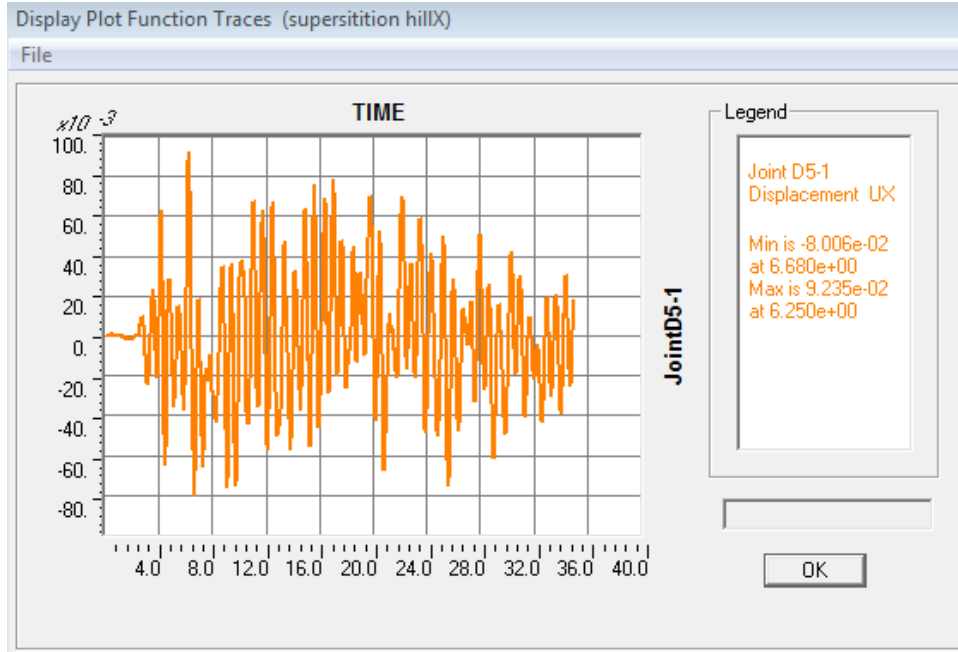
Şekil 3.29. Northridge X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



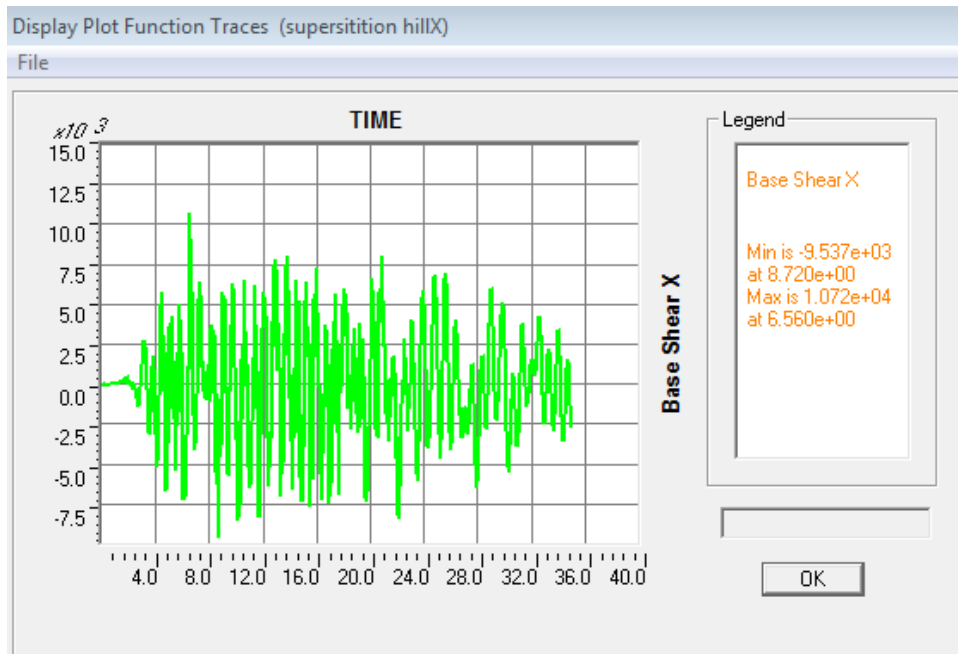
Şekil 3.30. Northridge Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



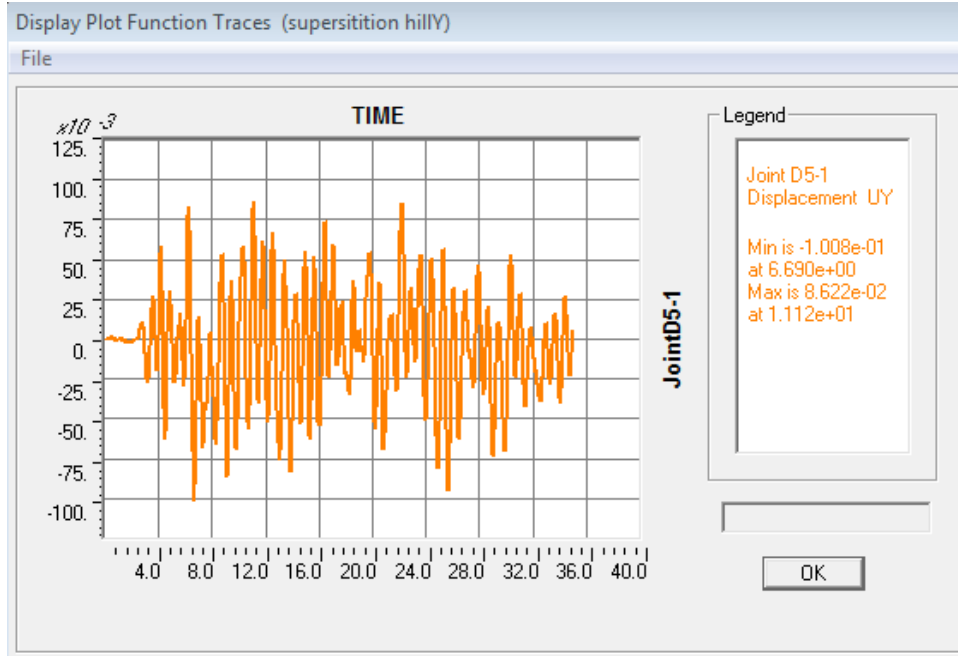
Şekil 3.31. Northridge Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



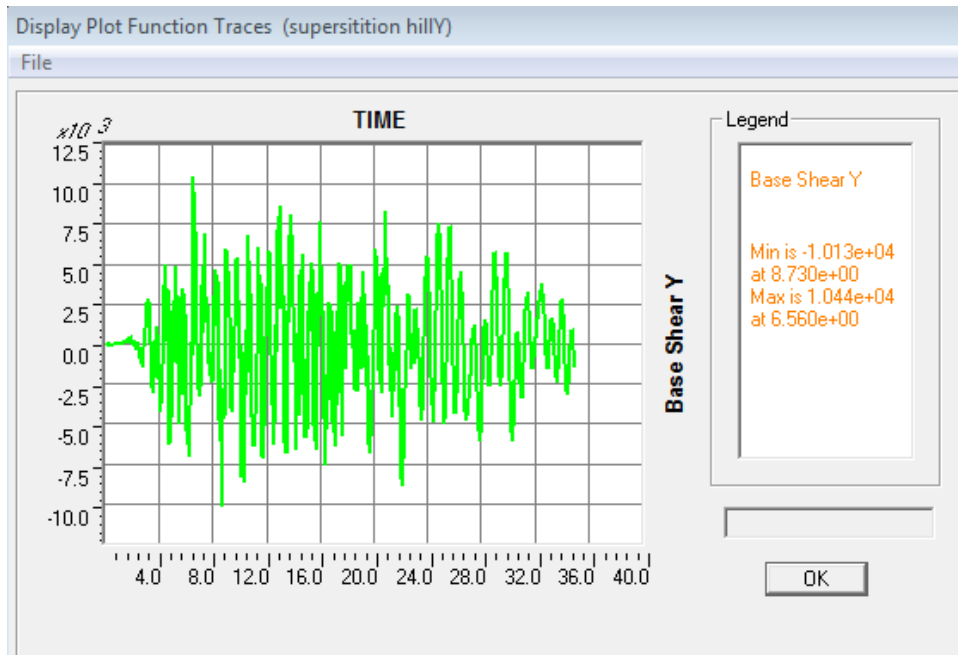
Şekil 3.32. Supersition Hills X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



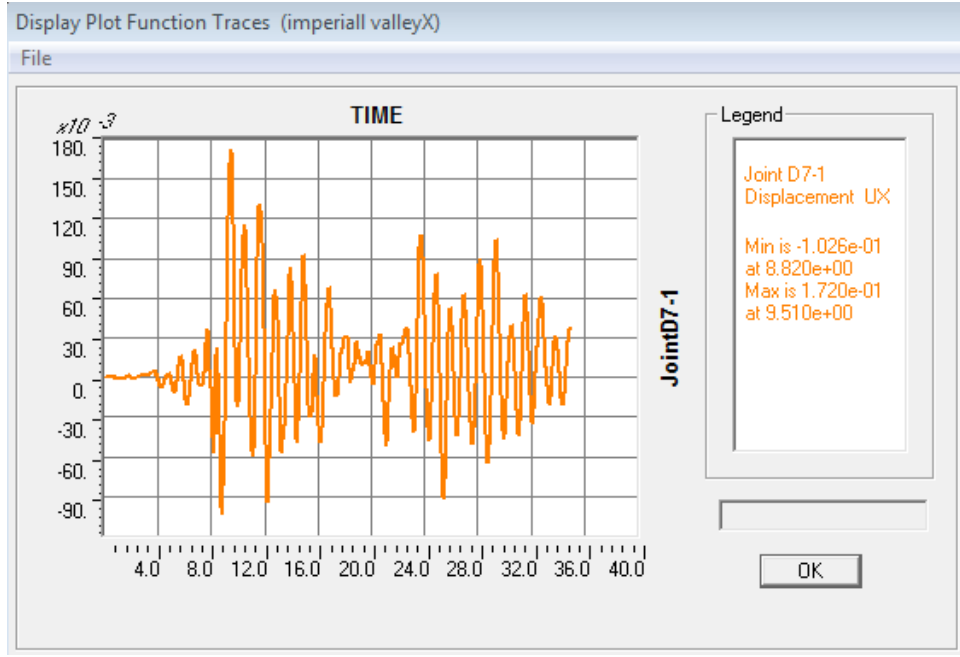
Şekil 3.33. Supersition Hills X yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



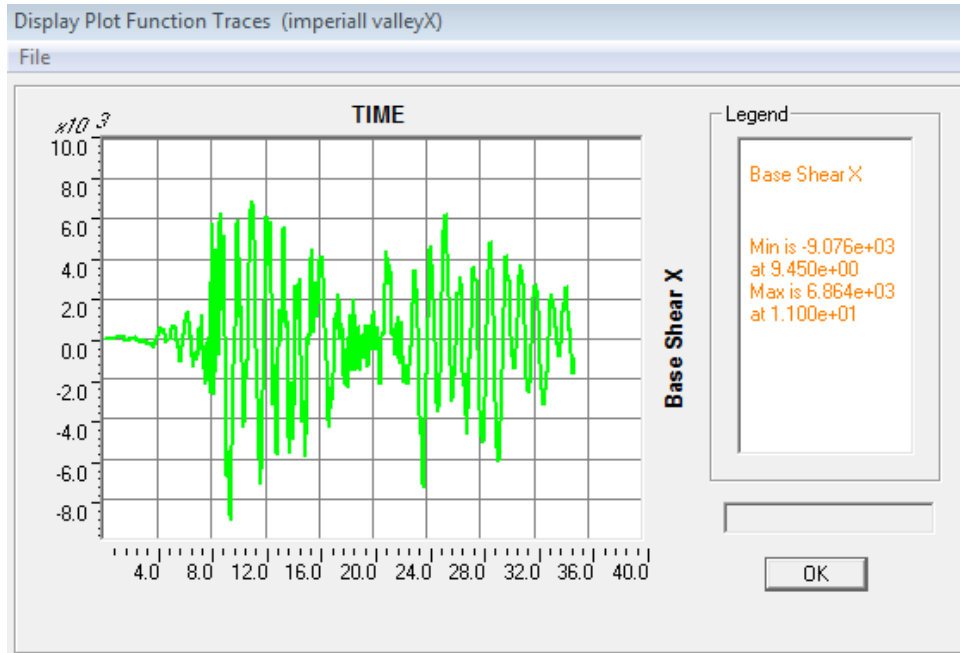
Şekil 3.34. Supersition Hills Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



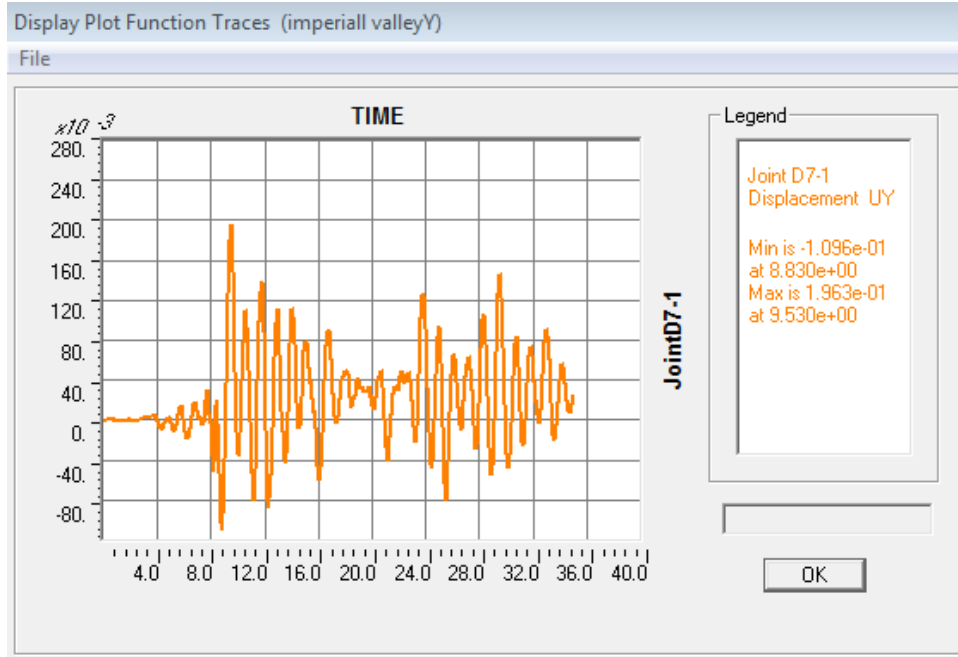
Şekil 3.35. Supersition Hills Y yönü D5-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



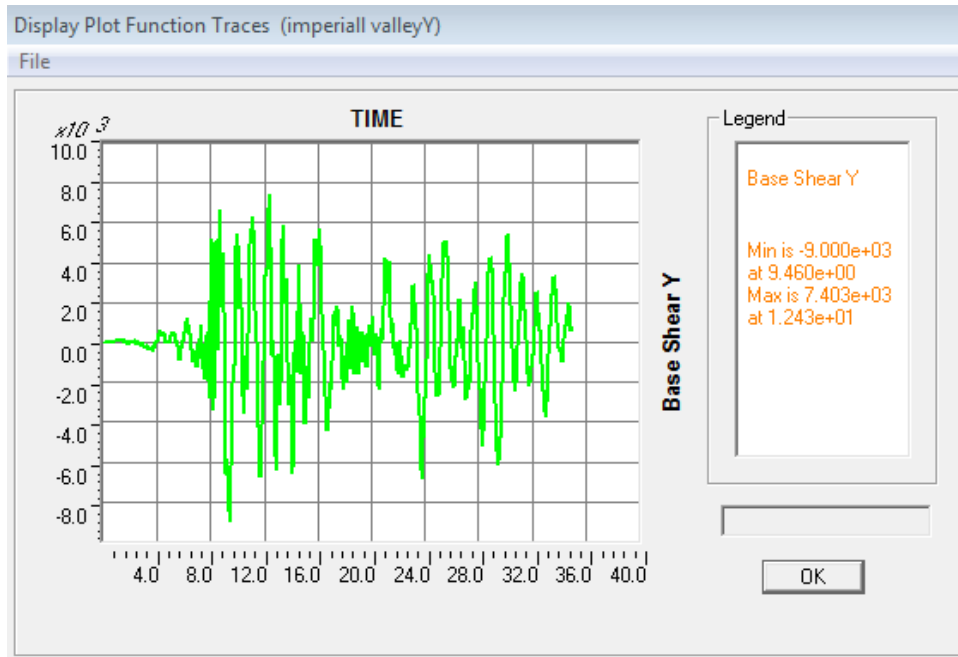
Şekil 3.36. Imperial Valley X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



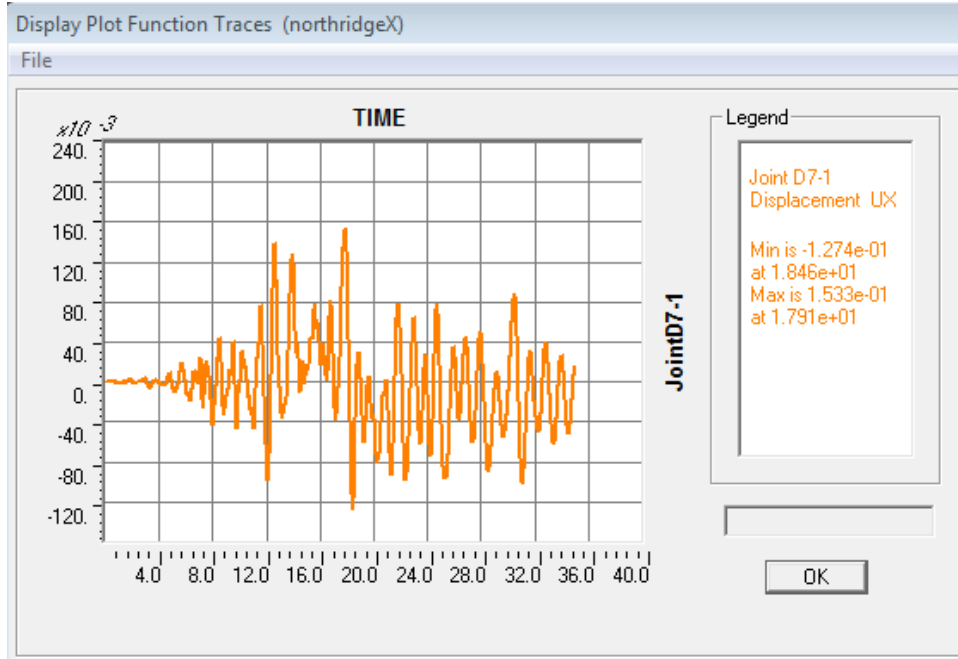
Şekil 3.37. Imperial Valley X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



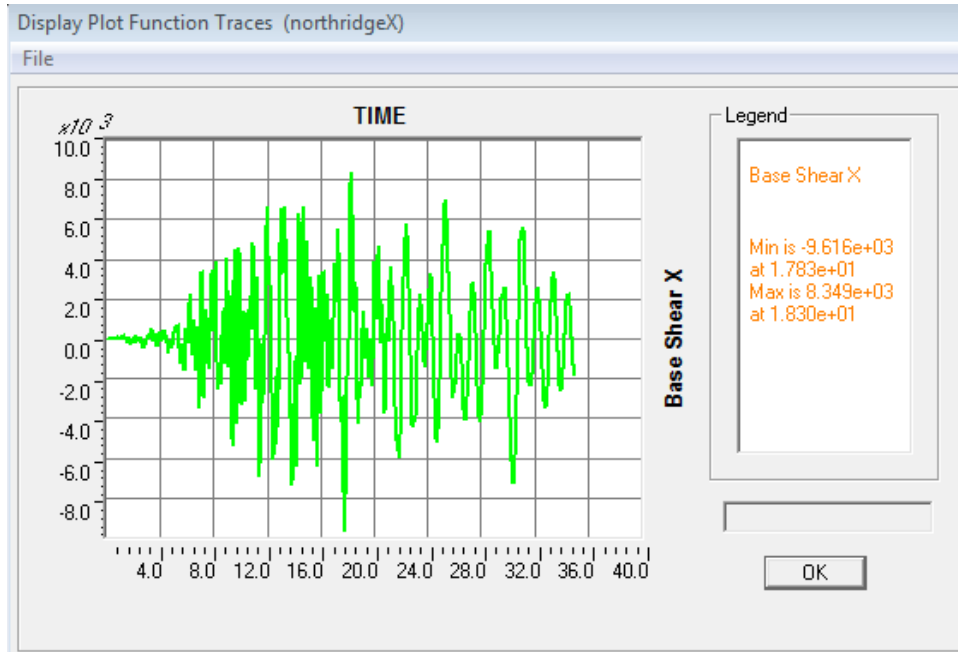
Şekil 3.38. Imperial Valley Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



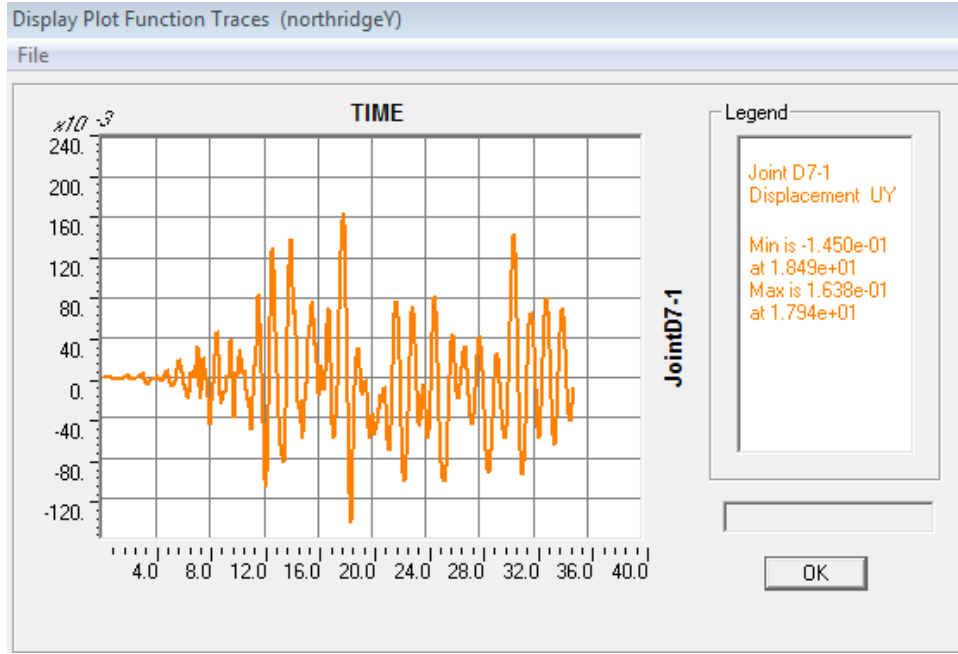
Şekil 3.39. Imperial Valley Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



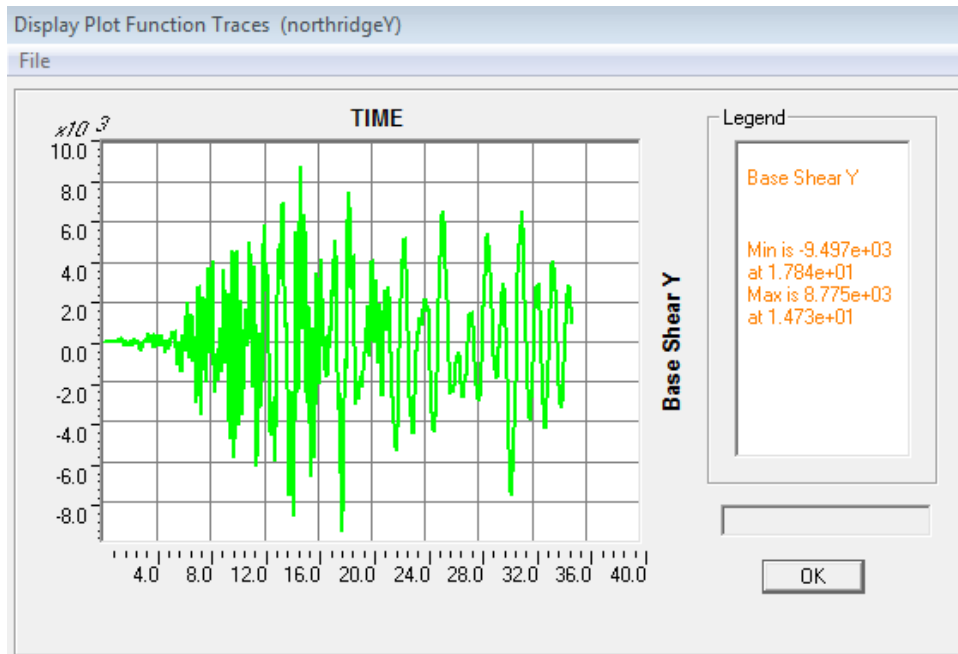
Şekil 3.40. Northridge X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



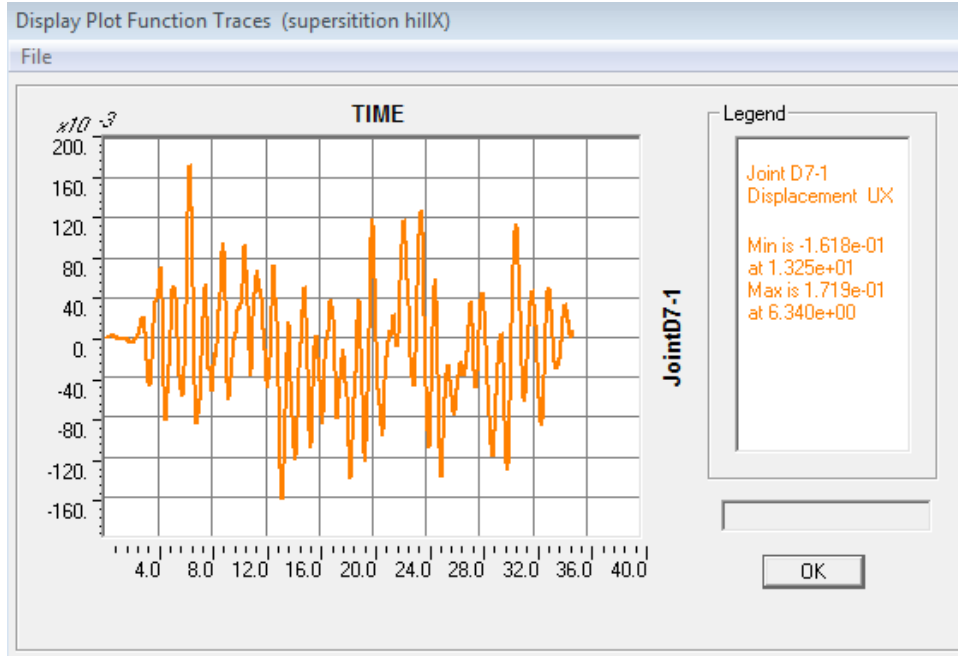
Şekil 3.41. Northridge X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



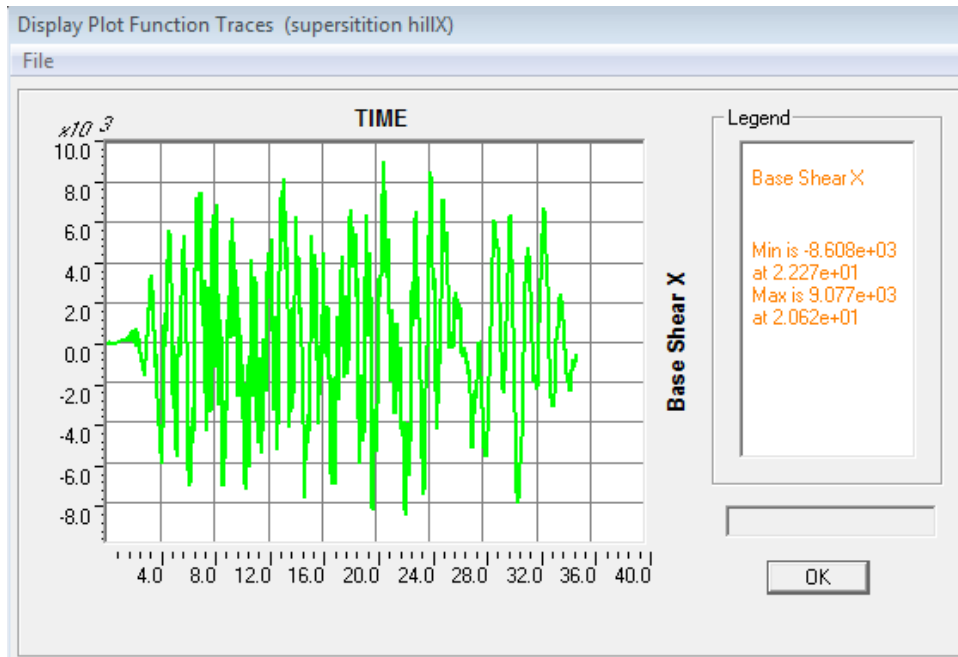
Şekil 3.42. Northridge Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



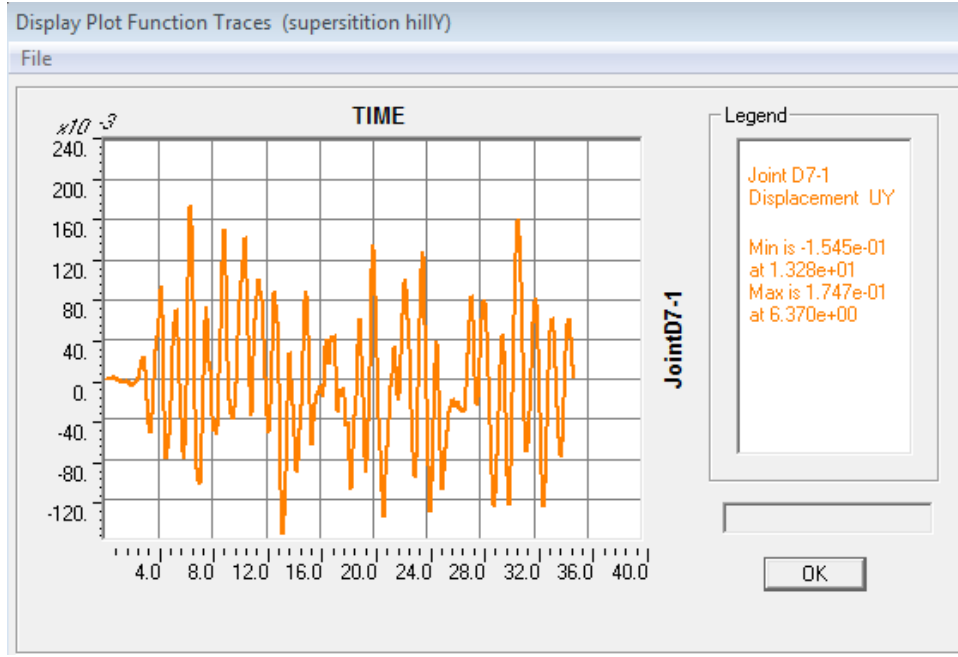
Şekil 3.43. Northridge Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği



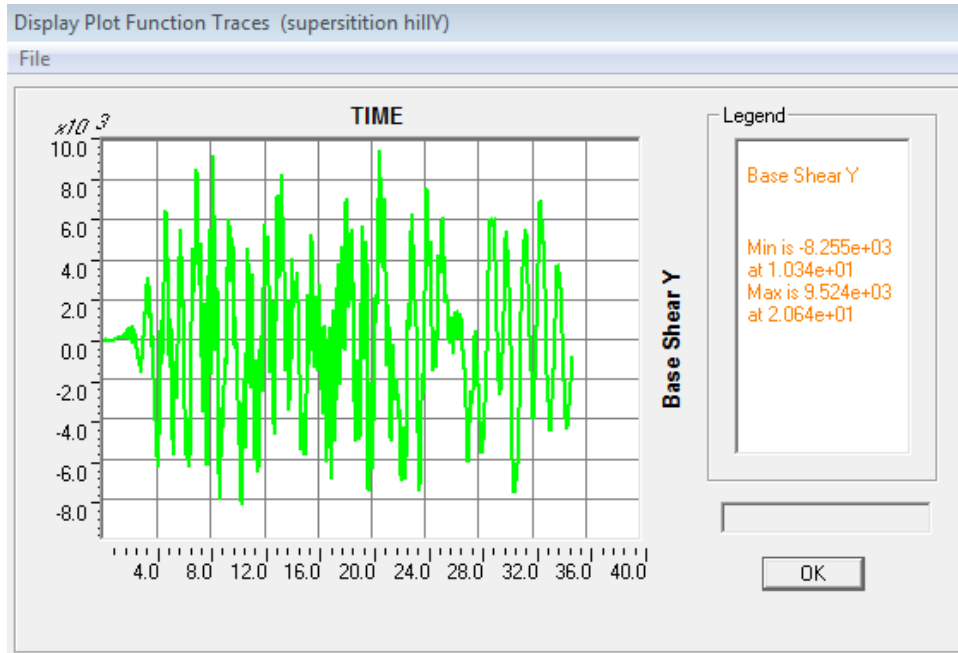
Şekil 3.44. Supersition Hills X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği



Şekil 3.45. Supersition Hills X yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği

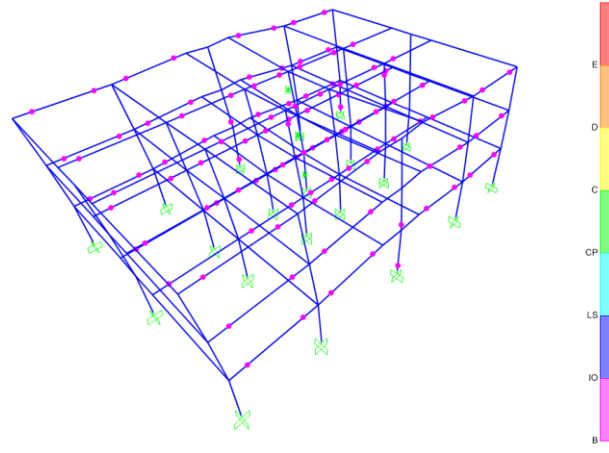


Şekil 3.46. Supersition Hills Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının yerdeğiştirme-zaman grafiği

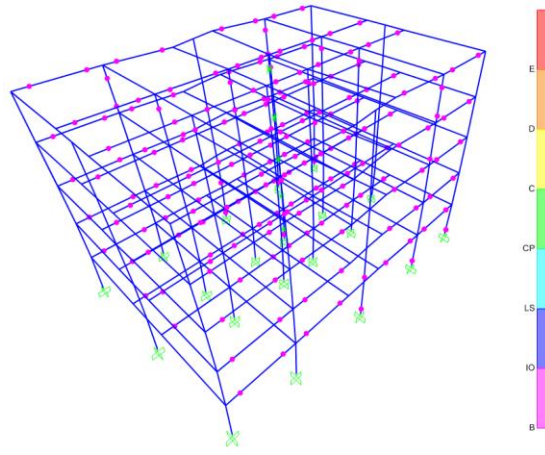


Şekil 3.47. Supersition Hills Y yönü D7-1 nolu düğüm noktasının taban kesme kuvveti-zaman grafiği

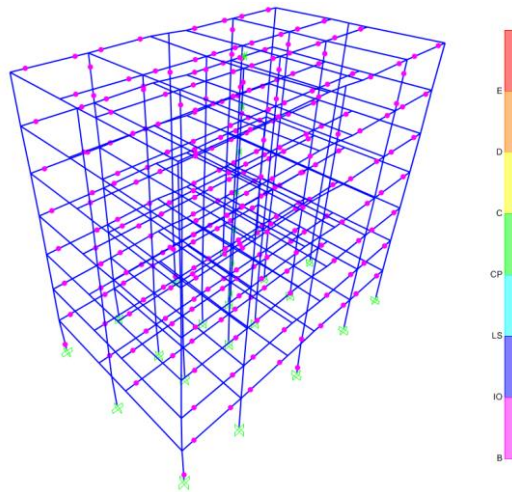
3.3 Üç Tip Binanın Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Analizleri Sonucunda Oluşan Plastik Mafsal Durumları



Şekil 3.48. 3 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı



Şekil 3.49. 5 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı



Şekil 3.50. 7 katlı yapı sisteminin analizi sonucunda oluşan plastik mafsal dağılımı

3.4 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

ZTADOA yöntemi sonucunda 3 farklı binada x ve y eksenleri doğrultusunda oluşan taban kesme kuvvetleri ve tepe yer değiştirmesi sonuçları Çizelge 3.4, Çizelge 3.5, Çizelge 3.6, Çizelge 3.7, Çizelge 3.8 ve Çizelge 3.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. X eksenine ait 3 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi

Yüklem Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yer Değiştirmesi (m)
Imperial Valley	7525.6552	0.04621
Northridge	6027.4910	0.03506
Supersitition Hill	7440.1847	0.04667

Çizelge 3.5. Y eksenine ait 3 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi

Yüklem Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yer Değiştirmesi (m)
Imperial Valley	8199.7226	0.04915
Northridge	7060.4260	0.03810
Supersitition Hill	8084.1423	0.04748

Çizelge 3.6. X eksenine ait 5 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi

Yüklem Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yer Değiştirmesi (m)
Imperial Valley	5620.5760	0.04520
Northridge	4565.4439	0.09183
Supersitition Hill	6821.9080	0.09235

Çizelge 3.7. Y eksenine ait 5 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi

Yüklem Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yer Değiştirmesi (m)
Imperial Valley	6795.7730	0.06283
Northridge	7097.1690	0.08732
Supersitition Hill	6004.9240	0.08622

Çizelge 3.8. X eksenine ait 7 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi

Yüklem Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yer Değiştirmesi (m)
Imperial Valley	7438.6600	0.1720
Northridge	5796.7330	0.1533
Supersitition Hill	4198.0970	0.1719

Çizelge 3.9. Y eksenine ait 7 katlı taban kesme kuvveti tepe yer değiştirmesi

Yüklemesi Adı	Taban Kesme Kuvveti (kN)	Tepe Yer Değiştirmesi (m)
Imperial Valley	7284.9670	0.1963
Northridge	5175.0720	0.1638
Supersition Hill	3995.1550	0.1747

3.5 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

3.5.1 Seçilen Yapıların Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Analizlerde üç farklı deprem ivme kaydı kullanıldığı için değerlendirmede sonuçların maksimumu esas alınmıştır. AEDYY ve ZTADOA yöntemleri sonucunda elde edilen taban kesme kuvvetleri karşılaştırıldığında;

Yapılarda X yönü için ZTADOA yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvvetlerinin AEDYY ile elde edilen taban kesme kuvvetlerinden 3 katlı ve 5 katlı yapılarda daha küçük olduğu, 7 katlı yapıda ise daha büyük olduğu görülmektedir. Ayrıca 5 katlı yapıda elde edilen sonuçların arasındaki farkın daha fazla olduğu görülmektedir. Taban kesme kuvveti sonuçlarının arasındaki farkın en az olduğu sistem 3 katlı yapıdır. 3 farklı yapı için ZTADOA ve AEDYY ile elde edilen taban kesme kuvvetleri Çizelge 3.10’da gösterilmiştir. Y yönü için ise 3 farklı binada , ZTADOA ile elde edilen taban kesme kuvvetlerinin daha büyük olduğu görülmektedir. Ayrıca 7 katlı yapıda elde edilen sonuçlar arasındaki farkın daha fazla olduğu görülmektedir. Taban kesme kuvveti sonuçlarının arasındaki farkın en az olduğu sistem 3 katlı yapıdır. 3 farklı yapı için ZTADOA ve AEDYY ile elde edilen taban kesme kuvvetleri Çizelge 3.10 ve Çizelge 3.11’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.10. X yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

Taban Kesme Kuvvetleri (kN)			
Analiz Yöntemi	3 Katlı	5 Katlı	7 Katlı
AEDYY	7588.5270	7247.9850	7029.125
ZTADOA	7440.1847	6821.9080	7438.6600
(AEDYY-ZTADOA)/ ZTADOA	0.0199	0.0625	-0.0551

Çizelge 3.11. Y yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen taban kesme kuvvetlerinin karşılaştırılması

Taban Kesme Kuvvetleri (kN)			
Analiz Yöntemi	3 Katlı	5 Katlı	7 Katlı
AEDYY	8096.7360	6876.3500	6409.0430
ZTADOA	8199.7226	7097.1690	7284.9670
(AEDYY-ZTADOA)/ ZTADOA	-0.0126	-0.0311	-0.1202

3.5.2 Seçilen Yapıların Tepe Noktası Yer Değiştirmelerinin Karşılaştırılması

Analizlerde üç farklı deprem ivme kaydı kullanıldığı için değerlendirmede sonuçların maksimumu esas alınmıştır. AEDYY ve ZTADOA yöntemleri sonucunda elde edilen tepe noktası yer değiştirmesi değerlerini karşılaştırıldığında;

Yapılarda X ve Y yönleri için ZTADOA yöntemi ile elde edilen tepe noktası yer değiştirmelerinin AEDYY ile elde edilen tepe yer değiştirmelerinden daha küçük olduğu görülmüştür. Ayrıca 5 katlı yapıda elde edilen sonuçların arasındaki farkın daha fazla olduğu görülmektedir. Tepe yer değiştirmeleri sonuçlarının arasındaki farkın en az olduğu sistem 7 katlı yapıdır. 3 farklı yapı için ZTADOA ve AEDYY ile elde edilen tepe noktası yer değiştirmeleri Çizelge 3.12 ve Çizelge 3.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.12. X yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen tepe yer değiştirmelerinin karşılaştırılması

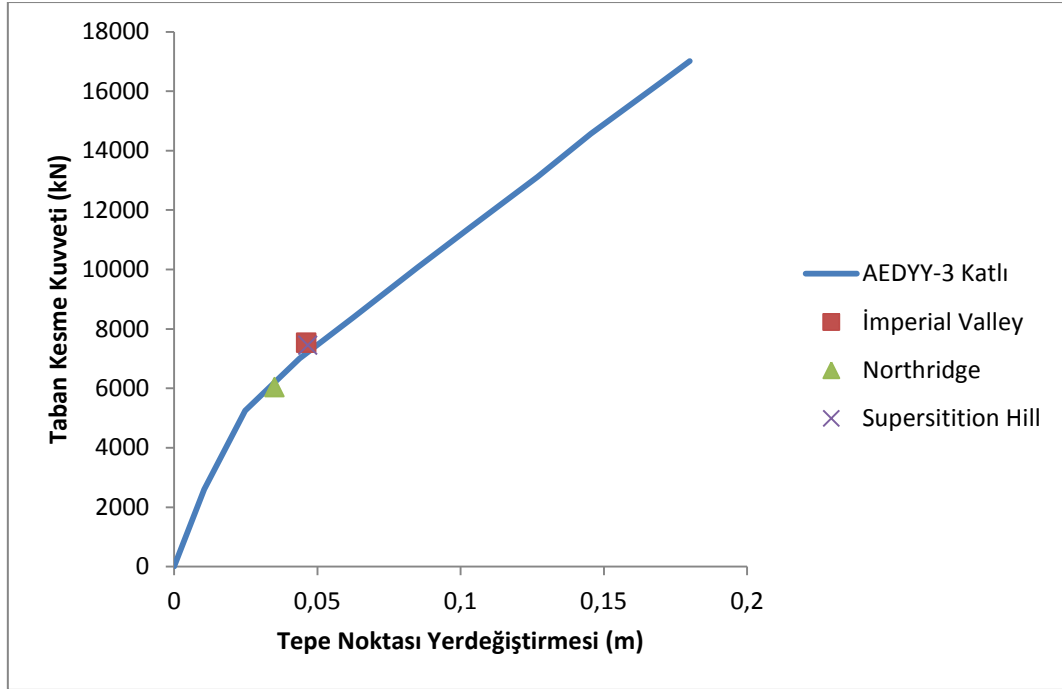
Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri (m)			
Analiz Yöntemi	3 Katlı	5 Katlı	7 Katlı
AEDYY	0.05110	0.11102	0.18165
ZTADOA	0.04667	0.09235	0.1720
(AEDYY-ZTADOA)/ ZTADOA	0.0949	0.2022	0.0561

Çizelge 3.13. Y yönü AEDYY ve ZTADOA yöntemi sonucu elde edilen tepe yer değiştirmelerinin karşılaştırılması

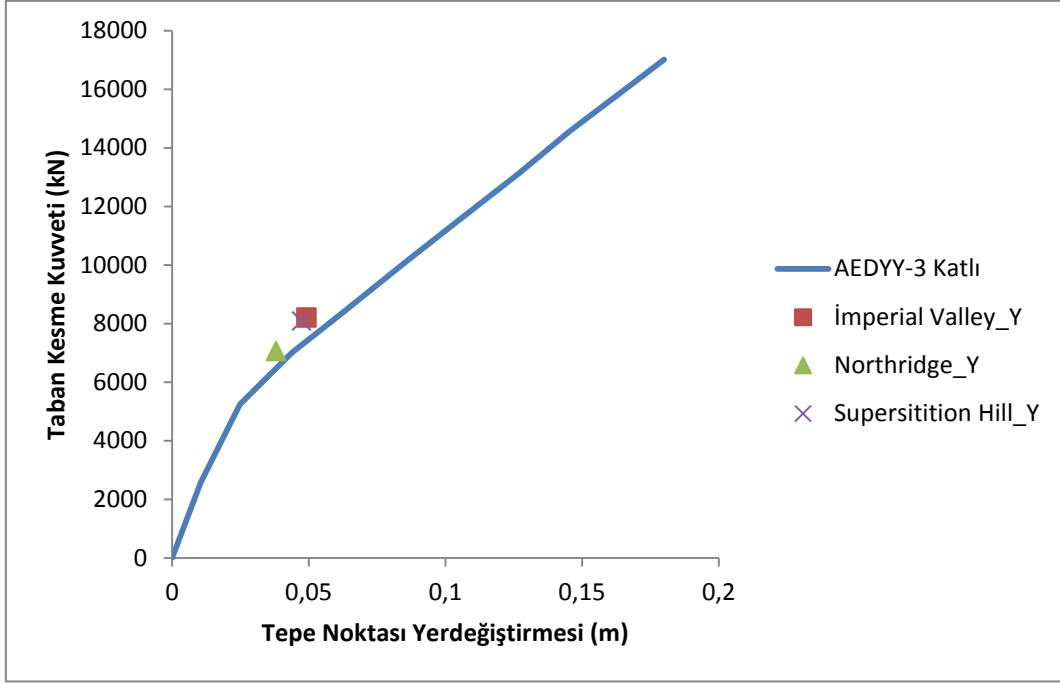
Tepe Noktası Yer Değiştirmeleri (m)			
Analiz Yöntemi	3 Katlı	5 Katlı	7 Katlı
AEDYY	0.05161	0.11816	0.19987
ZTADOA	0.04915	0.08732	0.19630
(AEDYY-ZTADOA)/ ZTADOA	0.0501	0.3532	0.0182

3.5.3 Seçilen Yapıların AEDYY Ve ZTADOA Yöntemleri Sonucunda Elde Edilen Taban Kesme Kuvvetleri Ve Tepe Yer Değiştirmelerinin Karşılaştırılması

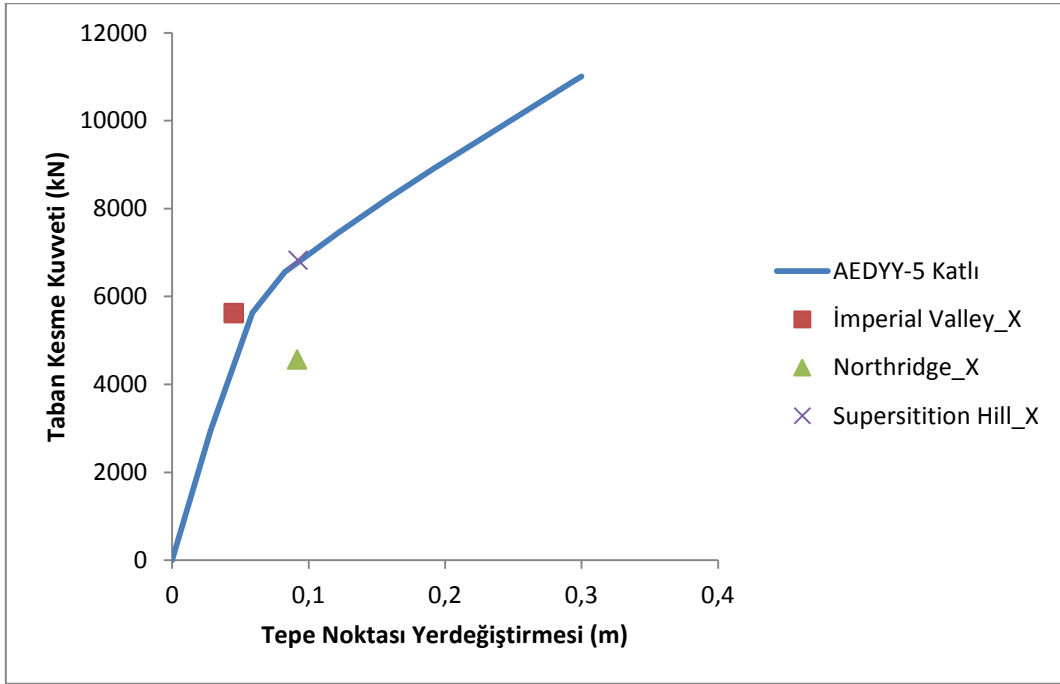
Şekil 3.51, Şekil 3.52, Şekil 3.53, Şekil 3.54, Şekil 3.55 ve Şekil 3.56’da 3 farklı yapının ZTADOA yöntemi sonucunda elde edilen maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerleri AEDYY itme eğrisi üzerinde gösterilmektedir. AEDYY ve ZTADOA yöntemi ile elde edilen taban kesme kuvveti ve tepe noktası yer değiştirme değerlerinin 3 katlı yapıda daha yakın olduğu görölmüştür. Kat adedi arttıkça her iki yöntem sonuçları arasındaki farkın arttığı ilgili şekillerden izlenmektedir.



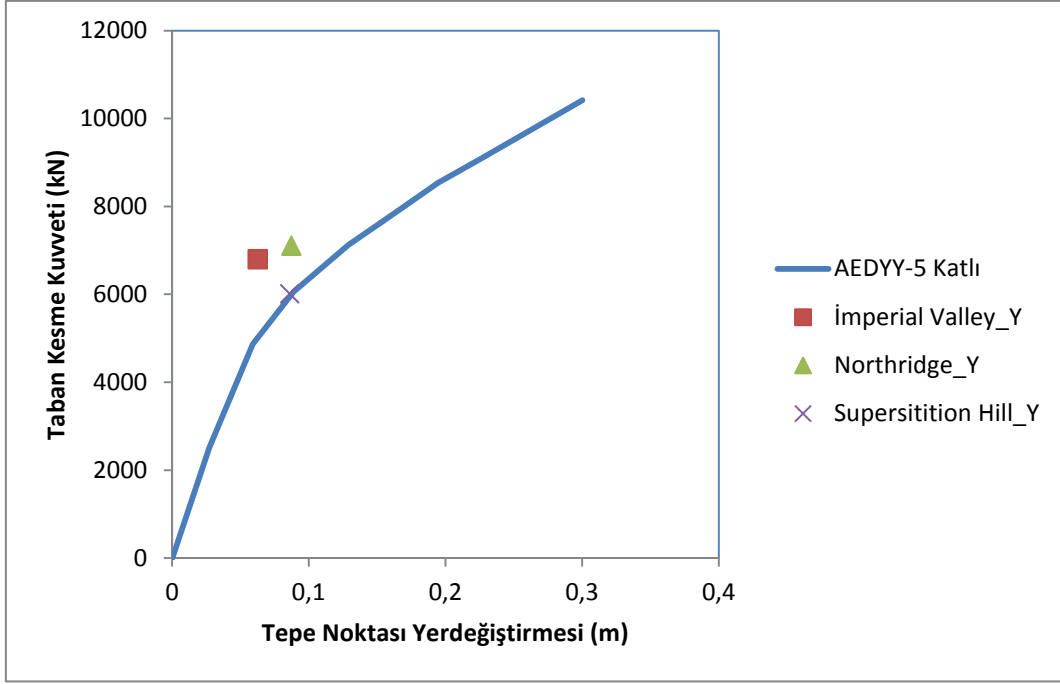
Şekil 3.51. 3 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen x yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması



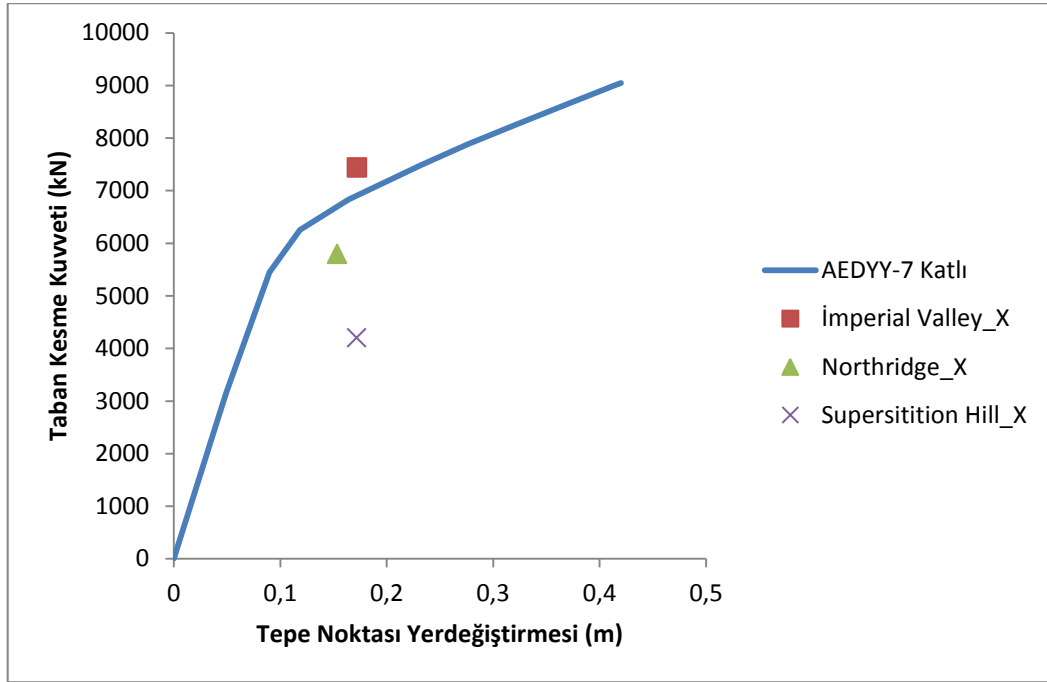
Şekil 3.52. 3 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen y yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması



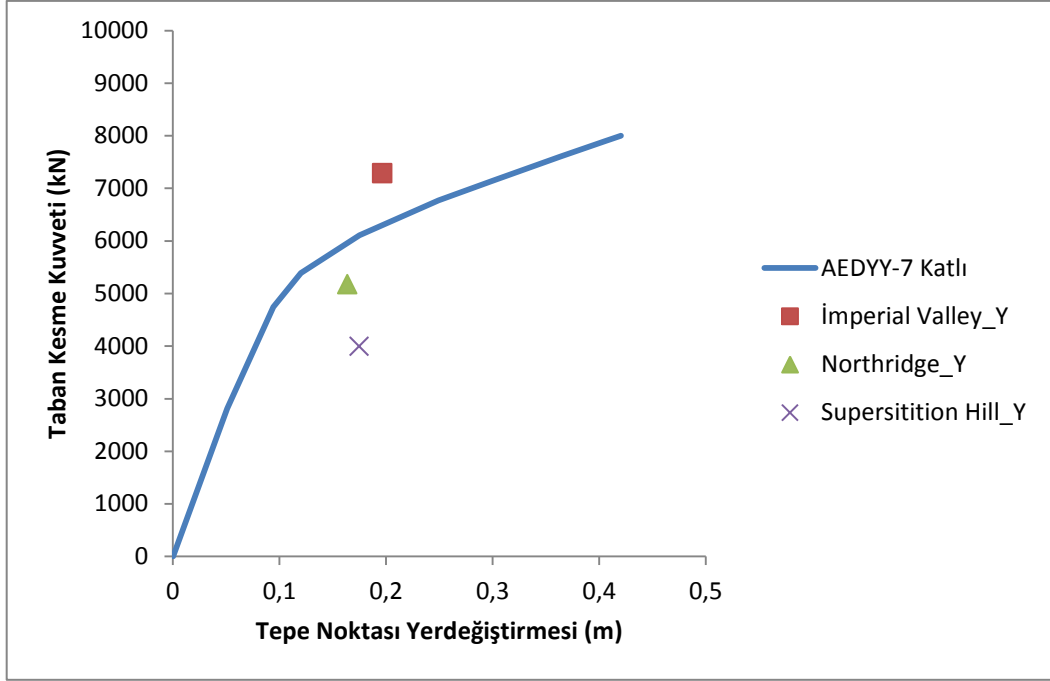
Şekil 3.53. 5 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen x yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması



Şekil 3.54. 5 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen y yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması



Şekil 3.55. 7 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen x yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması



Şekil 3.56. 7 katlı yapının ZTADOA yöntemi ile elde edilen y yönü maksimum tepe noktası yer değiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerlerinin AEDYY itme eğrisi ile karşılaştırılması

4. SONUÇLAR

Bu tezde DBYBHY'07 ye göre ofis binası olarak tasarlanan 3, 5 ve 7 katlı olmak üzere seçilen üç betonarme binanın ZTADOA ve AEDYY ile deprem performansları araştırılmıştır.

2. Bölümde kat planları aynı kat sayıları farklı 3 betonarme binanın Sap2000 programında AEDYY ile analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. 3.Bölümde sözü edilen binaların ZTADOA yöntemi ile Sap2000 programında analizleri yapılmış ve sonuçlar birbirleri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca aynı kata sahip binalar için ZTADOA ve AEDYY ile elde edilen çözümler birbirleri ile karşılaştırılmıştır.

ZTADOA yöntemi ile elde edilen maksimum tepe noktası yer değiştirme ve taban kesme kuvveti değerleri AEDYY itme eğrisi üzerine her 3 yapı için ayrı ayrı olmak üzere çizilmiştir. 3 katlı yapıda her iki yöntemin çözümleri birbirine daha yakın çıkmakta, kat adedi arttıkça söz konusu fark artmaktadır.

DBYBHY'07 ye göre ofis olarak tasarımı yapılan 3, 5 ve 7 katlı binaların Can Güvenliği Performans hedefini, AEDYY'ne göre değerlendirildiğinde sağladıkları görülmüştür.

Analiz sonuçlarının tez kapsamında incelenen taşıyıcı sistemler için geçerli olduğu unutulmamalıdır.

KAYNAKLAR

- [1] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik**, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı, Ankara, 2007
- [2] **TS500**, (2000). Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
- [3] **Sezer, F., Gençoğlu, M., Celep, Z.** (2007). Betonarme Binaların Deprem Güvenliğinin Değerlendirilmesinde Deprem Yönetmeliği 2007’de Kurallarına Örnekle Kıyaslamalı Bir Bakış, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı
- [4] **Korkmaz, A.K., Düzgün, M.** (2006). Statik Artımsal İtme Analizinde Kullanılan Yük Dağılımlarının Değerlendirilmesi, İMO Teknik Dergi
- [5] **Moral, A.R.** (2014). Kat Adetleri Farklı Binaların Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- [6] **Karabulut, A.** (2011). TDY2007 Yönetmeliği Ve FEMA 440 Raporunda Tanımlanan doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinin Mevcut Betonarme Binalar için Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü
- [7] **Prota Inc.**, Ankara, Turkey
- [8] **SAP2000 v.15.1.0**, Computers and Structures Inc., Berkeley, USA
- [9] **SEİSMOSIGNAL v. 2016**, Seismo Soft, Pavia, Italy.
- [10] **SEİSMOMATCH v. 2016**, Seismo Soft, Pavia, Italy.
- [11] **Y. M. Fahjan.** DBYBHY 2007 Tasarım İvme Spektrumuna Uygun Gerçek Deprem Kayıtlarının Seçilmesi ve Ölçeklenmesi
- [12] **Kıran, F.** (2010). Binaların Performans Analizi için Kullanılan Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- [13] **Aydınoglu, M.N., Celep, Z., Özer, E., Sucuoğlu, H.** (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (2007) Açıklamalar Ve Örnekler El Kitabı, Bayındırlık ve İskân Bakanlığı
- [14] **Celep, Z.**, (2013). Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul
- [15] **Celep, Z.**, (2014). Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.

[16] Yılmaz, M.B. (2008). Betonarme Bir Taşıyıcı Sistemin Deprem Performansının Karşılaştırmalı Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

[17] İlki, A. (1999). Sargılı Beton Gerilme-Şekil Değiştirme Modelleri Üzerine Bir Derleme, Türkiye Deprem Vakfı, İstanbul.

[18] Keski, İ. (2013). Deprem Yönetmeliği'nde Öngörülen Taşıyıcı Sistem Güvenlik Düzeyi Konusunda karşılaştırmalı sayısal inceleme, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü

ÖZGEÇMİŞ

Veysi TUTKAL, 1988 yılında Bingöl ili Solhan ilçesinde doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise öğrenimini Bingöl’de tamamladı. 2008 yılında Cumhuriyet Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümüne girmeye hak kazandı ve 2012 yılında lisans eğitimini tamamladı. 2013 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Mekanik Programında yüksek lisans öğrenimine başladı.