



**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Esra Zeynep ŞENSOY

**BETONARME YAPILARDA YUMUŞAK KAT
ETKİLERİNİN DOĞRUSAL ELASTİK
OLMAYAN ANALİZLE BELİRLENMESİ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

OSMANİYE – 2018

**T.C.
OSMANİYE KORKUT ATA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BETONARME YAPILARDA YUMUŞAK KAT
ETKİLERİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN
ANALİZLE BELİRLENMESİ**

Esra Zeynep ŞENSOY

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**OSMANİYE
ARALIK-2018**

TEZ ONAYI

BETONARME YAPILARDA YUMUŞAK KAT ETKİLERİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZLE BELİRLENMESİ

Esra Zeynep ŞENSOY tarafından Dr. Öğretim Üyesi Emrah MERAL danışmanlığında Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **İnşaat Mühendisliği** Anabilim Dalı'nda hazırlanan bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği/çokluğu ile **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Emrah MERAL
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, OKÜ

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Tarık BARAN
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, OKÜ

Üye: Dr. Öğretim Üyesi Mehmet PALANCI
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, İSTANBUL AREL ÜNİ.

Yukarıdaki jüri kararı Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve /..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Doç. Dr. Coşkun ÖZALP
Enstitü Müdürü, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, bu çalışma sonucunda elde edilmeyen her türlü bilgi ve ifade için ilgili kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını ve bu tezin Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlandığını bildiririm.

Esra Zeynep ŞENSOY



ÖZET

BETONARME YAPILARDA YUMUŞAK KAT ETKİLERİNİN DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ANALİZLE BELİRLENMESİ

Esra Zeynep ŞENSOY
Yüksek Lisans, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Emrah MERAL

Aralık 2018, 151 sayfa

Ülkemizdeki mevcut yapıların önemli kısmı orta yükseklikteki betonarme binalardan meydana gelmektedir. Bu yapıların zemin katlarının dükkan, otopark, banka, otel lobileri, depo vb. olarak kullanılması oldukça sık karşılaşılan bir durumdur. Zemin katların konut harici kullanımı sebebiyle zemin kat yükseklikleri binanın tüm katları için aynı olmamaktadır. Kat yüksekliklerinin farklılığından meydana gelen yumuşak kat düzensizliği zemin katı üst katlara göre zayıflatmakta ve deprem etkisinde binalarda hasarlara sebebiyet vermektedir. Bu çalışma kapsamında, ülkemizdeki yapı stoğunu temsil etmek amacıyla 4, 6 ve 8 katlı binalarda yumuşak kat düzensizliği incelenmiştir. 3 boyutlu çerçeve sistemli yapılar olarak modellenen 4, 6 ve 8 katlı yapılar için her biri 2.8m kat yüksekliğine sahip referans bina ve bunların ilk kat yüksekliği 3.5m, 4.5m ve 5.5m şeklinde değiştirilmiş yumuşak kat düzensizliğine sahip binalar olmak üzere toplam 12 çeşit model oluşturulmuştur. Modellerin analizinde SAP2000 programı ile gerçek yapı davranışını görmek amacıyla mafsal ataması yapılarak dinamik analiz yöntemi olarak Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Analizde farklı zemin sınıflarından 64 adet deprem ivme kaydı ile 12 çeşit bina türü ve binaların x ve y yönü olarak iki yönde incelenmesiyle 1536 tane analiz sonucu değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında yapılan analiz sonucunda, düzenli referans binalar ile yumuşak kat düzensizliği bulunan bina modellerinde oluşan Taban Kesme Kuvveti, Tepe Noktası Ötelenme Oranı ve Göreli Kat Ötelenme Oranını kapsayan çeşitli parametrelerin karşılaştırılması yapılmıştır. Taban kesme kuvveti, kat yüksekliği ile ters orantılı olarak değişmektedir ve referans binalara göre yumuşak katlı binalarda en düşük taban kesme kuvveti hesaplanmıştır. Yumuşak katlı binalarda ise deprem etkisinde 4

katlı binaların en çok etkilenen yapı grubu olduğu görülmüştür. Kat sayısı arttıkça tepe noktası ötelenme oranı değerlerinde artış olacağı bilinmekte ve yumuşak kat düzensizliğinin bina periyotlarını değiştirmesi ile analizlerde tepe noktası ötelenme oranı etkisi değişkenlik göstermekle birlikte genel olarak 4 katlı binalardaki değer artışı 6 ve 8 katlı yapılardan daha fazla olduğu hesap edilmiştir. Göreli kat ötelenmesi oranı sonuçları da tepe noktası ötelenme oranına benzer sonuçlar vermiştir. Modeller arasında; yumuşak kat yüksekliği 5.5m olan binalarda taban kesme kuvveti değerinin daha düşük, deplasman taleplerinin ise daha yüksek çıktığı görülmektedir.



Anahtar Kelimeler: Yumuşak Kat Düzensizliği, Orta Yükseklikteki Binalar, Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemi, Taban Kesme Kuvveti, Tepe Noktası Ötelenme Oranı, Göreli Kat Ötelenme Oranı

ABSTRACT

DETERMINATION OF SOFT STORY EFFECTS IN REINFORCED CONCRETE BUILDING USING NONLINEAR ANALYSIS

Esra Zeynep ŞENSOY
M.Sc., Department of Civil Engineering
Supervisor: Assist.Prof. Dr. Emrah MERAL

December 2018, 151 pages

The major part of the existing buildings in our country consists of mid-rise reinforced concrete buildings. It is a quite to use often ground floors in these buildings like shops, car parks, banks, hotel lobbies, warehouses. Ground floor heights are not the same for all floors of the building due to non-residential use. The soft story irregularity caused by the difference in floor heights weakens the ground floor compared to the upper floors and causes damage to the buildings under earthquake effect. In the scope of the present study, soft story irregularity was examined in 4, 6 and 8 storey buildings in order to represent the building stock in our country. A total of 12 types of models have been formed such as 4, 6 and 8 storey buildings modelled in 3D frame-system structures have reference buildings with a floor height of 2.8m each, and the first floor height of 3.5m, 4.5m ve 5.5m has been considered as soft storey buildings. In the analysis of the models, Non-Linear Elastic Time History Analysis Method as the dynamic analysis method was used in order to the aim of understanding real construction behavior by assigning joint with the SAP2000 program. In this analysis, 12 different types of buildings were evaluated in two directions as x and y directions with 64 earthquake acceleration records from different soil type, resulting in total 1536 analyses. As a result of the analysis carried out within the scope of the study, the comparison of various parameters including Base Shear Force, Roof Drift Ratio and Interstory Drift Ratio were performed in the building models with regular reference buildings and soft storey irregularities. The base shear force is inversely proportional to the floor height and the lowest base shear force is calculated in soft-story buildings according to the reference buildings.

In soft-storey buildings, it is observed that 4-storey buildings are the most affected building group. It is known that the roof drift ratio increased as the number of stories increase, and the effect of roof drift ratio on the analysis varies with the change in the building period of soft story irregularity, although in general, the increase in the value of the 4 storey buildings is estimated to be more than 6 and 8 storey buildings. The results of the interstory drift ratio yielded similar results to the roof drift ratio. Among models; it is seen that the base shear force value is lower and the displacement demands are higher in the buildings with soft floor height 5.5m.



Key Words: Soft Story Irregularity, Mid-Rise Buildings, Linear Non-Elastic Time History Analysis Method, Base Shear Force, , Roof Drift Ratio, Interstory Drift Ratio



Sevgili Anne ve Babama...

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tez konumun belirlenerek tez çalışmamın yürütülmesini üstlenen, çalışmalarım süresince değerli bilgi ve tecrübeleriyle katkılarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Emrah MERAL'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bölümdeki çalışmalarım süresince beni destekleyen diğer bölüm hocalarıma ve arkadaşlarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	
TEZ BİLDİRİMİ	
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
İTHAF SAYFASI	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı	2
1.2 Literatür Çalışmaları Özeti.....	3
1.3 Materyal ve Yöntem.....	7
2. YAPI ÖZELLİKLERİ, MODELLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ	8
2.1 Yapı Özellikleri.....	8
2.2 Analiz Yöntemleri.....	15
2.3 Doğrusal Elastik Olmayan Yapı Tasarımı ve Kavramlar	17
2.3.1 Yumuşak Kat Düzensizliği	17
2.3.2 Plastik Mafsallık Kavramı	19
2.3.3 Mafsallık Bölgeleri	19
2.3.4 Plastik Mafsallık Boyu.....	20
2.3.5 Mander Beton Modeli.....	21
2.3.6 Donatı Çeliği Modeli	22
2.3.7 Tanımlanan Plastik Mafsalların Analitik Model Üzerine Atanması	23
2.3.8 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi	24
2.3.9 Modelleme Yaklaşımı.....	24
3. İVME KAYITLARI	26
3.1 İvme Kayıtlarının Özellikleri	26
4. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ZAMAN TANIM ALANINDA ANALİZLER.....	39
4.1 Giriş	39
4.2 Analiz Parametreleri	39
4.3 Analiz Sonuçlarından Elde Edilen Değerler	40
4.4 Analiz Sonuçlarından Elde Edilen Bulgular	40

4.4.1	Taban Kesme Kuvveti	40
4.4.2	Tepe Noktası Ötelenmesi.....	49
5.	ANALİZLERİN SONUÇLARI.....	57
5.1	Giriş	57
5.2	Z1 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları.....	58
5.3	Z2 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları.....	72
5.4	Z3 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları.....	93
5.5	Z4 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları.....	114
5.6	Çalışma Kapsamında Kullanılan Deprem İvme Seti Gruplarının Yapı Davranışı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi	129
6.	SONUÇLAR.....	137
6.1	Genel Sonuçlar	137
6.2	Z1 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular	138
6.3	Z2 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular	139
6.4	Z3 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular	140
6.5	Z4 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular	141
6.6	Genel Bulgular	143
6.7	İlerleyen Zamanda Yapılabilecek Çalışmalar İle İlgili Öneriler	144
	KAYNAKLAR	146
	ÖZGEÇMİŞ	151

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Referans binaların tasarımında kullanılan değerler	8
Çizelge 2.2. Referans bina kolon ve kiriş ölçüleri	9
Çizelge 2.3. Referans bina kolon bilgileri.....	10
Çizelge 2.4. Referans bina kolon ve kiriş donatı bilgileri.....	10
Çizelge 2.5. 4,6 ve 8 Katlı referans model bina alan bilgileri.....	14
Çizelge 3.1. Zemin grupları (DBYBHY-2007)	26
Çizelge 3.2. Yerel zemin sınıfları (DBYBHY-2007).....	27
Çizelge 3.3. Çalışmada kullanılan Z1 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri.....	29
Çizelge 3.4. Çalışmada kullanılan Z2 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri.....	30
Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan Z3 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri.....	32
Çizelge 3.6. Çalışmada kullanılan Z4 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri.....	34
Çizelge 3.7. Bina ağırlıkları ve bina yükseklikleri bilgileri	36
Çizelge 3.8. Bina periyot bilgileri (s).....	36
Çizelge 5.1. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	58
Çizelge 5.2. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	59
Çizelge 5.3. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	59
Çizelge 5.4. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	61
Çizelge 5.5. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	61
Çizelge 5.6. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	62
Çizelge 5.7. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin göreceli kat ötelenme oranları (%).....	63

Çizelge 5.8. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	64
Çizelge 5.9. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	64
Çizelge 5.10. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	66
Çizelge 5.11. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	67
Çizelge 5.12. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	67
Çizelge 5.13. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	68
Çizelge 5.14. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	69
Çizelge 5.15. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	70
Çizelge 5.16. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	70
Çizelge 5.17. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	71
Çizelge 5.18. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	71
Çizelge 5.19. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	72
Çizelge 5.20. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	73
Çizelge 5.21. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	74
Çizelge 5.22. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	76
Çizelge 5.23. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	77
Çizelge 5.24. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	78

Çizelge 5.25. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	80
Çizelge 5.26. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	81
Çizelge 5.27. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	82
Çizelge 5.28. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	84
Çizelge 5.29. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	85
Çizelge 5.30. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	86
Çizelge 5.31. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	87
Çizelge 5.32. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	88
Çizelge 5.33. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	89
Çizelge 5.34. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	90
Çizelge 5.35. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	91
Çizelge 5.36. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	92
Çizelge 5.37. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	93
Çizelge 5.38. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	94
Çizelge 5.39. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	95
Çizelge 5.40. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	97
Çizelge 5.41. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	98

Çizelge 5.42. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	99
Çizelge 5.43. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	101
Çizelge 5.44. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	102
Çizelge 5.45. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	103
Çizelge 5.46. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	105
Çizelge 5.47. Çizelge 5.47 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları	106
Çizelge 5.48. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	107
Çizelge 5.49. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	108
Çizelge 5.50. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	109
Çizelge 5.51. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	110
Çizelge 5.52. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	111
Çizelge 5.53. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	112
Çizelge 5.54. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	113
Çizelge 5.55. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	114
Çizelge 5.56. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	115
Çizelge 5.57. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	116
Çizelge 5.58. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	117

Çizelge 5.59. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	118
Çizelge 5.60. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%).....	119
Çizelge 5.61. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	120
Çizelge 5.62. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	121
Çizelge 5.63. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%).....	122
Çizelge 5.64. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	123
Çizelge 5.65. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	124
Çizelge 5.66. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları.....	124
Çizelge 5.67. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	125
Çizelge 5.68. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	126
Çizelge 5.69. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları.....	126
Çizelge 5.70. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	127
Çizelge 5.71. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	128
Çizelge 5.72. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları.....	128
Çizelge 5.73. Taban kesme kuvveti ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı	131
Çizelge 5.74. Tepe noktası ötelenme ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı	134
Çizelge 5.75. Görelî kat ötelenme ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı	136

Çizelge 6.1. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi	139
Çizelge 6.2. Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi	140
Çizelge 6.3. Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi	141
Çizelge 6.4. Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi	142

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Türkiye deprem bölgeleri haritası	9
Şekil 2.2a. 4 Katlı referans modelin 3 boyutlu çizgisel görünüşü	11
Şekil 2.2b. 4 Katlı referans modelin 2 boyutlu x-z görünüşü	11
Şekil 2.2c. 4 Katlı referans model kalıp planı	11
Şekil 2.3a. 6 Katlı referans modelin 3 boyutlu çizgisel görünüşü	12
Şekil 2.3b. 6 Katlı referans modelin 2 boyutlu x-z görünüşü	12
Şekil 2.3c. 6 Katlı referans model kalıp planı	12
Şekil 2.4a. 8 Katlı referans modelin 3 boyutlu çizgisel görünüşü	13
Şekil 2.4b. 8 Katlı referans modelin 2 boyutlu x-z görünüşü	13
Şekil 2.4c. 8 Katlı referans model kalıp planı	13
Şekil 2.5. Analiz yöntemleri (Meral, 2010)	15
Şekil 2.6. Doğrusal ve doğrusal elastik olmayan dayanım-deplasman şekli	16
Şekil 2.7. Yumuşak kat düzensizliği hesabının şematik durumu.....	17
Şekil 2.8. Düzenli çerçeveli yapı ve Yumuşak kat düzensizliği olan yapının deprem etkisindeki davranışı (Ülker, 2013).....	18
Şekil 2.9. Düzenli çerçeve ve Yumuşak kat düzensizliği olan yapının deprem etkisinde mafsallaşma davranışı.....	18
Şekil 2.10. Kolon ve kiriş elemanlarda sargılama bölgeleri	19
Şekil 2.11. Gerilme-Şekil değiştirme ilişkisi, Mander Modeli	21
Şekil 2.12. Donatı çeliği davranış modeli	22
Şekil 2.13. Mafsalların eleman üzerine atanması.....	23
Şekil 3.1. Z1 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.10$ s, $T_B=0.30$ s).....	29
Şekil 3.2. Z2 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.15$ s, $T_B=0.40$ s).....	31
Şekil 3.3. Z3 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.15$ s, $T_B=0.60$ s).....	33
Şekil 3.4. Z4 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.20$ s, $T_B=0.90$ s).....	35
Şekil 3.5. Z1 Grubu deprem ivme kayıt ortalamasının %5 sönüm için elastik ivme spektrumu ve 4 katlı binaların periyotları	37

Şekil 3.6. Z1 Grubu deprem ivme kayıt ortalamasının %5 sönüm için elastik ivme spektrumu ve 6 katlı binaların periyotları	38
Şekil 3.7. Z1 Grubu deprem ivme kayıt ortalamasının %5 sönüm için elastik ivme spektrumu ve 8 katlı binaların periyotları	38
Şekil 4.1. Z1 Zemin grubundan IWATE_IWT010NS deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	41
Şekil 4.2. Z1 Zemin grubundan TOTTORI_OKYH07EW deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	42
Şekil 4.3. Z1 Zemin grubundan IWATE_IWT010NS deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	42
Şekil 4.4. Z1 Zemin grubundan CHICHI_HWA002-W deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	43
Şekil 4.5. Z2 Zemin grubundan SFERN_ORR021 deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	44
Şekil 4.6. Z2 Zemin grubundan CORINTH_COR--T deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	44
Şekil 4.7. Z2 Zemin grubundan CHUETSU_65041EW deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	45
Şekil 4.8. Z3 Zemin grubundan VICT_CHI192 deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	46
Şekil 4.9. Z3 Zemin grubundan IMPVALL.H_H-DLT352 deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	46
Şekil 4.10. Z3 Zemin grubundan COALINGA.H_H-Z15000 deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	47
Şekil 4.11. Z4 Zemin grubundan SUPER.A_A-IVW090 deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	47

Şekil 4.12. Z4 Zemin grubundan NIIGATA_NIG014EW deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	48
Şekil 4.13. Z4 Zemin grubundan DARFIELD_REHSS88E deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi	48
Şekil 4.14. Z1 Zemin grubundan TOTTORI_OKYH07NS deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	49
Şekil 4.15. Z1 Zemin grubundan CHICHI_HWA002-N deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	50
Şekil 4.16. Z1 Zemin grubundan IWATE_IWT010EW deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	50
Şekil 4.17. Z2 Zemin grubundan ITALY_B-BIS270 deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	51
Şekil 4.18. Z2 Zemin grubundan NORTHHR_GLE260 deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	51
Şekil 4.19. Z2 Zemin grubundan CORINTH_COR—L deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	52
Şekil 4.20. Z3 Zemin grubundan COALINGA.H_H-Z15000 deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	53
Şekil 4.21. Z3 Zemin grubundan VICT_CHI102 deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	53
Şekil 4.22. Z3 Zemin grubundan NORTHHR_WIL180 deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	54
Şekil 4.23. Z4 Zemin grubundan NIIGATA_NIG014NS deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi	54

Şekil 4.24. Z4 Zemin grubundan SUPER.B_B-IVW090 deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi.....	55
Şekil 4.25. Z4 Zemin grubundan TOTTORI_SMN002EW deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi.....	55
Şekil 5.1. 4 katlı bina modellerinin taban kesme kuvveti oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	129
Şekil 5.2. 6 katlı bina modellerinin taban kesme kuvveti oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	21
Şekil 5.3. 8 katlı bina modellerinin taban kesme kuvveti oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	130
Şekil 5.4. 4 katlı bina modellerinin tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	131
Şekil 5.5. 6 katlı bina modellerinin tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	132
Şekil 5.6. 8 katlı bina modellerinin tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	132
Şekil 5.7. 4 katlı bina modellerinin görelî kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	134
Şekil 5.8. 6 katlı bina modellerinin görelî kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	135
Şekil 5.9. 8 katlı bina modellerinin görelî kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu.....	135

SİMGELER ve KISALTMALAR

Δ_i	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelenmesi
h_i	Binanın i'inci katının kat yüksekliği
η_{ki}	i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı
h	Kesit yüksekliği
f_{cc}	Sargılı beton dayanımını
f_c	Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
f_e	Etkili sargılama basıncı
ϵ_c	Beton basınç birim şekil değiştirme
f_{co}	Sargısız betonun basınç dayanımı
ϵ_{cc}	Sargılanmış beton basınç dayanımına karşı gelen birim kısılma
E_c	Betonun elastisite modülü
f_s	Donatı çeliğindeki gerilme
f_{sy}	Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_{su}	Donatı çeliğinin kopma dayanımı
ϵ_{sy}	Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirme
ϵ_s	Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirme
ϵ_{su}	Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirme
L_p	Plastik mafsallık boyu
$h_{kiriş}$	Kiriş derinliđi
h_{kolon}	Kolonun, üzerine mafsallık atanan kirişe dik boyutu
ϵ_s	Donatı birim şekil değiştirme
ϵ_c	Beton birim şekil değiştirme
ρ_s	Mevcut enine donatının hacimsel oranı
ρ_{sm}	Kesitte bulunması gereken enine donatının hacimsel oranı
DBYBHY	Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
FEMA	Federal Emergency Management Agency
PGA	Peak Ground Acceleration
PGV	Peak Ground Velocity
PEER	Pasific Earthquake Engineering Research
KKO	Kattaki Kolon Alanının Kat Alanına Oranı
SEMAP	Sargı Etkisi Modelleme Analiz Programı
USGS	United States Geological Survey

1. GİRİŞ

Ülkemiz ve dünyamızın büyük bir kısmında doğal afetler arasında yer alan depremler çok ciddi etkilere yer açmakla birlikte yaygın olarak görülmektedir. Her yıl çok sayıda depremin meydana geldiği dünyamızda maddi kayıplar ve can kaybı sayılarla ölçülemeyecek boyutlara ulaşmaktadır. Depremlerden en fazla etkilenen ve müdahale edilebilir unsur olan yaşam alanını oluşturan yapılar, mevcut durumdaki düşük ve orta yükseklikteki betonarme binalardır.

Ülkemizdeki mevcut yapıların önemli kısmını temsil eden düşük ve orta yükseklikteki betonarme binalarda zemin katların dükkan, otopark, banka, otel lobileri, depo vb. olarak kullanılması yaygın bir uygulamadır. Bu gibi nedenlerle çeşitli kullanımlara bağlı olarak kat yükseklikleri binanın tüm katları için aynı olmayıp zemin katlarda değişkenlik göstermektedir. Betonarme yapılarda kat yüksekliklerinin farklılığı ve/veya duvar eksikliği nedeniyle yumuşak kat olarak adlandırılan bir düzensizlik türü karşımıza çıkmaktadır. Düşey doğrultuda düzensizlik tiplerinden olan ve DBYBHY-2007’de B2 tip Komşu Katlar Arasında Rijitlik (Yumuşak Kat) Düzensizliği, zemin katın üst katlara göre rijitliğini zayıflatmak olarak tanımlanır. Zemin katın yatay ötelenmelere karşı direnci zayıf kalmakla en çok hasar bu katta oluşan düzensizlik sebebiyle gerçekleşmektedir (DBYBHY-2007).

Yapıları yatay yönde zorlayan deprem ve rüzgar yükleri dinamik bir etkiye sahiptir. Bu yüklemeler zamana bağlı değişken şeklinde binaya etkir. Deprem yüklerinin yapıya doğrudan etkitildiği ve bu şekilde yapı davranışının en doğal ve gerçeğe en yakın olarak gözlemlendiği analiz şekli, DBYBHY-2007 yönetmenliğinde belirtildiği şekilde Zaman Tanım Alanında Dinamik Analizdir (Beşikçi, 2013). Yapı ve deprem hareketinin özelliklerine göre zaman tanım alanındaki dinamik analizler doğrusal veya doğrusal olmayan analizler olarak sınıflandırılır. Doğrusal dinamik analizde yapı her bir zaman artımında deprem hareketine karşı gelen sistemin iç kuvvetleri ve yer değiştirmeleri doğrusal elastik analizle bulunarak depremin tersinir etkisi çeşitli doğrusal varsayımlar üzerinden analiz edilir ve bu durum doğal yer hareketlerinin doğrusal olmadığı gerçeğini tam olarak yansıtmaz (Fahjan, vd. 2011). Böyle

durumlarda yapıların zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi ile analiz edilmesi gerekmektedir. Bu tür analiz, daha küçük hata payı içermektedir ve yeterli sayıda deprem kaydı duyarlılığı ile daha gerçekçi deplasman taleplerine ulaşılmaktadır.

Bu çalışmada, betonarme yapılarda zemin kat yüksekliklerinin farklı olduğu yumuşak katlı bina modelleri ile kat yükseklikleri aynı olan referans bina modellerinin kıyaslanmasında Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemini kullanılmıştır.

1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı

Çalışmanın amacı mevcut betonarme yapılarda zemin kat yüksekliklerinin farklı olması nedeniyle oluşabilecek yumuşak kat düzensizliğinin yapı davranışına etkisini belirleyebilmek için, Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemini kullanarak elde edilen talepleri referans bina değerleri ile kıyaslayarak değerlendirmektir.

Bina modellerinin orta yükseklikte ülkemizdeki mevcut binaları yansıtmaları amacıyla 4, 6 ve 8 katlı olmak üzere 3 boyutlu olarak çerçeve sistemli yapılar modellenmiştir. Bunların her biri için 2.8m kat yüksekliğine sahip referans bina simetrik olarak modellenip analizi yapılmıştır. Yumuşak kat düzensizliğinin etkisi ve değerlendirilmesi açısından seçilen bu 4, 6 ve 8 katlı binalar 3'er set halinde incelenmiştir. Her bir grupta düzensizliğe sebep olacak zemin kat yüksekliği 3.5m, 4.5m ve 5.5m olduğu durumların, betonarme binalardaki Taban Kesme Kuvvetleri, Göreli Kat Ötelenmeleri, Çatı (Tepe Noktası) Ötelenmeleri elde edilip karşılaştırmalı analizi incelenmiştir. Her bir grubun 3'er set halinde toplamda 12 bina modeli ile referans binaların modellenmesi, analizi ve karşılaştırmalı değerlendirilmesi yapılmıştır.

Betonarme binaların, kullanılacak deprem ivme kayıtlarıyla oluşacak deplasman taleplerinin tahmini amacıyla doğrusal olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılmıştır. SAP2000 yapısal analiz programında 3-B Modelleme

yapılarak binaların deplasman talepleri hesaplanmıştır (SAP2000 V-19 CSI). Kolon ve kirişlerin sargı etkisinin modellenmesinde ve sistemin doğrusal olmayan analiz biçiminde incelenmesinde mafsal ataması söz konusu olup bunun SAP2000 programına aktarılması işlemi SEMAp yazılımı kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir (SEMAp, 2008).

Betonarme binalar için seçilen kat yükseklikleri ülkemizdeki orta seviyedeki kat yüksekliğini genel anlamda temsil etmekle birlikte yaygın olarak rastlanan durumlardan olan zemin kat yüksekliğinin binanın diğer katlarından fazla olması, binaları depremde en çok hasara maruz bırakan etkenlerden biridir. Bu çalışmada elde edilen sonuçların değerlendirilmesi, binaların deprem etkisi altındaki davranışı ve depremi karşılayabilme performansı hakkında bilgi sahibi olunması sağlanır. Aynı zamanda yeni yapılacak binaların zemin kat yüksekliğinin farklı olması istendiğinde tasarım aşamasında nelere dikkat edilmesi gerektiği açısından önem teşkil eder.

1.2 Literatür Çalışmaları Özeti

Binaların giriş katlarındaki kat yükseklikleri, genellikle mağaza, depo, restaurant, banka v.b. maddi gelir getirici amaçlar sebebiyle diğer üst katlara nazaran daha yüksek inşa edilmiştir. Dolayısıyla, böyle binalarda, zemin katın yumuşak kat olması sebebiyle deprem ve rüzgar gibi yanal ötelenmeler etki ettiğinde, rijitlik az olacağı için deplasmanlar fazla olur (Tezcan, vd. 2007).

Bir binanın, bir veya birden fazla katının yatay rijitliğinin diğer katlara oranla önemli derecede az olmasının, ani rijitlik değişimine yol açmasıyla yumuşak kat düzensizliği deprem etkisinde betonarme binalara ciddi bir biçimde hasar vermektedir (Adalier ve Aydingün, 2001; Doğangün, 2004; Sezen, vd., 2003; The Bingöl Earthquake Of May 1, 2003; Building Damage Patterns In Bingöl-Turkey After The May 1st, 2003 Eartquake, 2004; Kütahya Simav Depremi ve Artçı Sarsıntıları İnceleme Raporu 19 Mayıs, 2011).

Bu çalışma kapsamında; yumuşak kat düzensizliğine sahip binaların deprem yanal kuvveti etkisiyle maruz kaldığı davranışın değerlendirilmesi, hasar durumlarına ait

daha gerçekçi bilgilerin elde edilmesine çalışılmış olup literatür taramasında Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz ile ilgili yapılmış bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

- 1- B. Borzi ve A.S. Elnashai (2000); yaptıkları çalışmalarda kat sayıları 7, 13, 17 ve 52 katlı binaların deplasmanlarını Eş Değer Tek Serbestlik Dereceli yöntem ile incelemişlerdir. Tek bir deprem kaydı kullanıp 4 katlı referans bina ile mevcut 4 çeşit yüksek katlı binaları karşılaştırmışlardır.
- 2- S.M. Wilkinson, R.A. Hiley (2005); çalışmalarında doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizi bir bina üzerinden yapmışlardır ve eleman bazında deplasman taleplerini değerlendirmişlerdir.
- 3- Korkmaz ve T. Uçar (2006); yumuşak kat düzensizliğinin betonarme binaların deprem davranışında etkisi isimli çalışmalarında 10 katlı çerçeve binayı dört tipte ele almışlardır.
 - * Yapısal düzensizlik bulunmayıp da dolgu duvarın etkisi,
 - * Dolgu duvar etkisi ile birlikte ilk kat kolon yükseklikleri diğer kat kolon yüksekliklerine göre daha fazla olması,
 - * Yumuşak kat etkisinin bulunmadığı bina
 - * Yumuşak kat etkisi ile birlikte ilk kat kolon yükseklikleri diğer kat kolon yüksekliklerine göre daha fazla olan yapıları karşılaştırmışlardır.

Doğrusal olmayan elastik teori ile yapılarda mafsallaşma kabulü kullanılmıştır. Doğrusal olmayan statik itme analizleri ile Taban Kesme Kuvvetleri, Tepe Yer Değiştirmesi, Plastik Dönme Değeri gibi yapı kapasitesini veren değerleri karşılaştırmalı incelemişlerdir. Dolgu duvarları esas alan çalışmalarında ABYYHY 1998'e göre boyutlandırma yapılmıştır (ABYYHY, 1998).

- 4- M. İnel, H. B. Özmen, H. Bilgin (2007); yaptıkları çalışmada 4 ve 7 katlı binalarda dolgu duvar olduğu durum ile dolgu duvarın olmadığı durumun

oluşturduğu yumuşak kat düzensizliğini Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Analiziyle incelemişlerdir.

- 5- M. İnel, H. B. Özmen (2008); orta yükseklikteki betonarme binalarda yumuşak kat davranışını dolgu duvarlar açısından incelemişlerdir. 4 ve 7 katlı binalarda referans bina, kat yüksekliğinin 2.8 m'den 4.0 m'ye çıkarılarak oluşturulan model, dolgu duvarların kaldırılması ile elde edilen model, hem kat yüksekliğinin arttırılıp hem de zemin katta dolgu duvarların olmadığı bina modellerini Doğrusal Olmayan Statik ve Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz ile karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir.
- 6- M. Y. Fahjan, S. Vatansever ve Z. Özdemir (2011); yaptıkları çalışmada ölçeklenmiş gerçek deprem kayıtları ile yapıların doğrusal ve doğrusal olmayan dinamik analizlerini incelemişlerdir. On iki katlı betonarme bir yapının Zaman Tanım Alanında Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Dinamik Analizlerinde Z2 ve Z4 zemin sınıfları için karşılaştırma yapılmak suretiyle kat yer değiştirmeleri ve göreceli kat ötelenmeleri deplasmanları hesaplanarak kaç tane deprem kaydının gerçekçi sonuç verdiği konusu işlenmiştir.
- 7- H. B. Özmen (2011); doktora tez çalışmasında düşük ve orta yükseklikteki betonarme yapıların deprem performanslarını etkileyen faktörleri araştırmış ve yumuşak kat ile kapalı çıkma konularını araştırmıştır. Kullanılan modellerin mevcut yapı stoğunu yansıtmaması amacıyla 475 mevcut bina projesini incelemiştir. Modellere ilişkin parametrelerin farklı değerlerine sahip 432 adet üç boyutlu bina modelinden artımsal itme analizi ile iki asal yönde 864 tane kapasite eğrisi elde edilip her bir kapasite eğrisi eşdeğer tek serbestlik dereceli sisteme indirgenmiştir. Farklı yer ivmesi ve özelliğine sahip 264 gerçek deprem ivme kaydı için doğrusal elastik olmayan yer değiştirme taleplerini 228096 adet zaman tanım alanında analizle hesaplanmıştır. Doğrusal elastik olmayan davranışı eleman uçlarında tanımlanan plastik mafsallar yoluyla modellenmiştir. 2, 4 ve 7 katlı modeller yumuşak kat düzensizliği (zemin katta dolgu duvar miktarının az olması, zemin kat yüksekliğinin fazla olması) ve kapalı çıkma düzensizliği bakımından incelemiştir.

- 8- M. İnel, S. Çelik, H. B. Özmen ve Ö. Önür (2011); düşük ve orta yükseklikteki betonarme binaları 2, 4 ve 7 katlı olarak temsil edip deplasman talepleri için 3-B Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında analiz yapmışlardır. Mevcut 500 bina esas alınarak oluşturulan 12 adet 3-B modeli plastik mafsallar atanması suretiyle çeşitli özellikteki 12 deprem ivme kaydı ile analiz etmişlerdir.
- 9- M. İnel, E. Meral ve H. B. Özmen (2013); mevcut binaları 2, 4 ve 7 kat olarak temsil edilmesiyle hesaplanması kolay olan Eşdeğer Tek Serbestlik Dereceli sistem modelleri ile yapının depreme karşı davranışını daha gerçekçi yansıtan 3-B Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında deplasman taleplerini karşılaştırmışlardır. Değerlendirmelerinde dolgu duvar etkisinin modellenmesinin deplasman taleplerini incelemişlerdir.
- 10- O. B. Beşikçi (2013); Düşük Ve Orta Yükseklikteki Yumuşak Katlı Binaların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Olmayan Analizle Tahmini isimli yüksek lisans çalışmasında ülkemizdeki yapıları 2, 4 ve 7 katlı 3-B bina temsil edilmesiyle mevcut yapıların modellerini oluştururken farklı deprem yönetmelikleri (ABYYHY-1975 ve ABYYHY-1998) kullanmıştır. Z3 zemin sınıfında yumuşak kat düzensizliğine sahip 2, 4 ve 7 katlı toplam 12 bina modeli oluşturmuştur. Doğrusal Olmayan Zaman Tanım Alanında Dinamik Analizi ile dolgu duvarların varlığı ve dolgu duvar olmadığı durumun sebep olduğu yumuşak kat düzensizliğinden kaynaklanan etkilerin farklı yönetmeliğe sahip binalar üzerindeki etkilerini Taban Kesme Kuvveti, Çatı Deplasmanı ve Maksimum Görelî Kat Ötelenme Oranı parametreleri ile kıyaslamıştır.

Yapılan literatür araştırmasında, genel olarak Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz kullanılarak yumuşak kat düzensizliğini içeren çalışmalar sınırlıdır. Doğrusal Elastik Olmayan analiz yöntemleri her ne kadar gerçeğe yakın sonuçlar verse de işlem hacmi ve hesap zorluğu nedeniyle bu alanda kapsamlı çalışmalar bulunmamaktadır. Bu çalışma ile referans bina modelleri ve yumuşak katlı bina modellerinin deprem etkisi altında Doğrusal Elastik Olmayan yöntemlerle

özümü yeni tasarlanacak yapılar hakkında tasarım ve modelleme açısından daha gerçekçi bilgi verilmiş olacaktır.

1.3 Materyal ve Yöntem

Orta yükseklikteki betonarme binaların kullanılacak deprem etkisiyle oluşacak deplasman taleplerini diğer yöntemlere göre daha gerçekçi yansıtan doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılmıştır. Modelleme aşamasında SAP2000 yapısal analiz programı kullanılmıştır. Kullanılacak bina modellerinin ülkemizdeki orta yükseklikte mevcut binaları yansıtmaları amacıyla 4, 6 ve 8 katlı olmak üzere seçilerek 3-B olarak modellenmiştir. Referans bina kat yükseklikleri 2.8 m olarak yazılıma girilmiştir.

Doğrusal olmayan analiz ile gerçeğe yakın değerler elde etmek istenildiğinden elemanlarda eğilme, kesme ve eksenel yük ile ilgili mafsallar tanımlanmıştır. Bina modellenmesinde 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılar Hakkında Yönetmelik şartları dikkate alınmıştır. Yumuşak kat düzensizliğinin incelenmesi için ilk kat yüksekliği sırasıyla her bir 4-6-8 katlı grup için 3.5 m, 4.5 m ve 5.5 m olarak belirlenmiştir. Geçmiş depremler dikkate alınarak hesaplanacak deplasman talebinin belirlenmesinde doğrusal olmayan zaman tanım alanında analizden faydalanılmıştır. Bu analiz için SAP2000 yapısal analiz programı ve mafsal atanmasında SEMAp yazılımı kullanılmıştır.

2. YAPI ÖZELLİKLERİ, MODELLEME VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

2.1 Yapı Özellikleri

Ülkemizdeki betonarme yapıları yansıtacak şekilde 4,6 ve 8 katlı çerçeve betonarme yapılar, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik dikkate alınarak tasarlanmıştır. 4 ve 6 katlı binalar tek yönde simetrik olup, 8 katlı bina ise tamamen simetrik yapı modelindedir. Beton sınıfı tüm modellerde aynı olup BS 25 kullanılmıştır. Döşeme kalınlığı 15 cm olarak belirlenmiştir. Yapı modellemesinde kolon ve kirişlerde donatı sınıfı için S420 (BÇIII) kullanılmıştır.

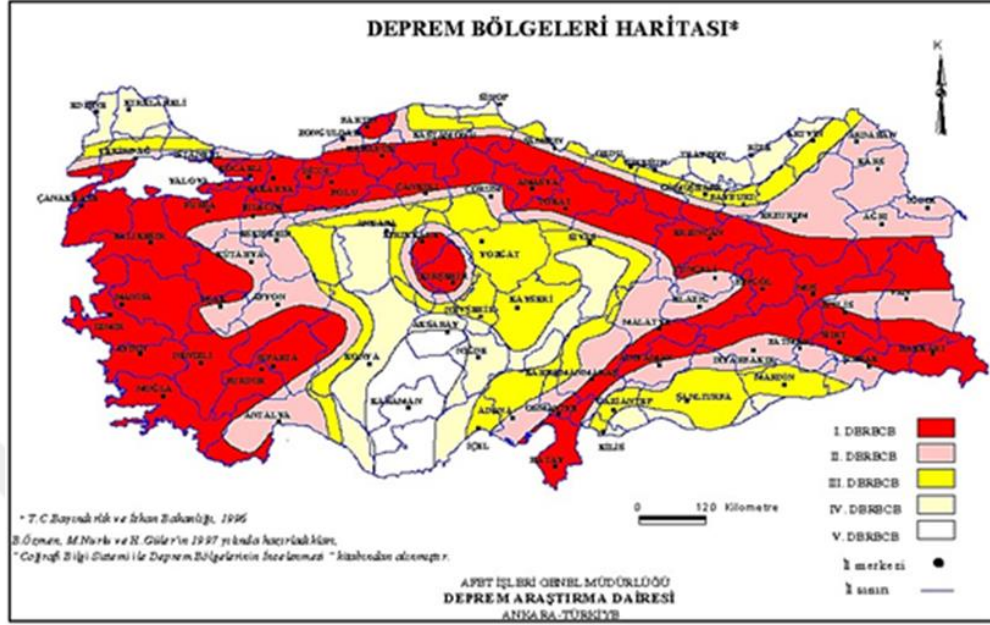
Hareketli yük katılım katsayısı binanın kullanım amacı konut olduğundan $n=0.30$ alınmıştır. Hareketli yükler TS498-1987 ve duvar yükleri TS-ISO9194-1997 yönetmeliğine göre seçilmiş olup Çizelge 2.1’ de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 Referans binaların tasarımında kullanılan değerler

Özellik Türü	Özellik	Değerler		
Kat Sayısı		4 katlı	6 katlı	8 katlı
Geometrik Özellikler	X-Boyut	16.25 m	16.00 m	18.90 m
	Y-Boyut	13.50 m	14.50 m	16.20 m
	Kat Yüksekliği	2.8 m	2.8 m	2.8 m
	Döşeme Kalınlığı	15 cm	15 cm	15 cm
Malzeme Özellikleri	Beton Sınıfı	BS 25		
	Çelik Sınıfı	S420 (BÇIII)		
Yük Tanımları	Hareketli Yük (Normal Kat)	0.200 t/m ²	0.200 t/m ²	0.200 t/m ²
	Hareketli Yük (Çatı Kat)	0.150 t/m ²	0.150 t/m ²	0.150 t/m ²
	Ölü Yük (Normal Kat)	0.375 t/m ²	0.375 t/m ²	0.375 t/m ²
	Ölü Yük (Çatı Kat)	0.375 t/m ²	0.375 t/m ²	0.375 t/m ²
	Duvar Yükü	0.450 t/m	0.450 t/m	0.450 t/m
	Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n)	0.3		
Zemin Özellikleri	Yerel Zemin Sınıfı	Z3		
Deprem Bölgesi	1. Derece	0.4g		

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelikte zemin sınıflarının sağlamdan zayıfa doğru sıralanışı Z1, Z2, Z3 ve Z4 olarak belirtilmiştir. Mevcut zeminin depremi ne kadar büyüyeceğinin belirlenmesinde zemin sınıfı olarak Z3 kabul edilmiştir. Deprem bölgesi olarak da 1.derece deprem bölgesi seçilmiştir

(Şekil2.1). Yönetmeliğe göre deprem bölgelerinde kabul edilen hesap ivmeleri, 1.derece için 0.4g alınmıştır.



Şekil 2.1 Türkiye deprem bölgeleri haritası

Modellenen binalara ilişkin kolon ve kiriş ölçüleri referans bina ve ilk kat yükseklikleri 3.5 m, 4.5 m ve 5.5 m olan yumuşak katlı yapılar için aynıdır. Binalarda kullanılan kolon ve kiriş boyutları Çizelge 2.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Referans bina kolon ve kiriş ölçüleri

Kat Bilgileri	4 Kath	6 Kath	8 Kath
Kolon Ölçüleri	30x60 cm	30x70 cm	35x80 cm
Kiriş Ölçüleri	25x60 cm	30x60 cm	30x70 cm

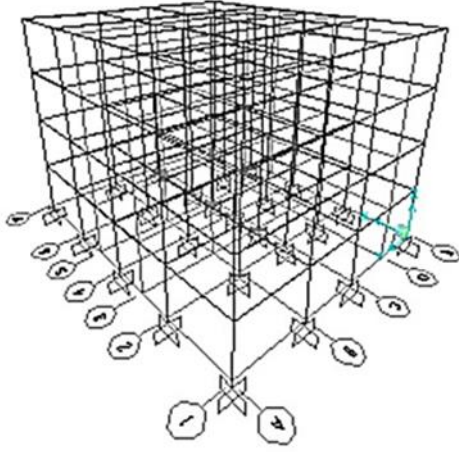
Yapılara ait kolonların isimlendirilmesi, X ve Y doğrultusundaki dağılımı ve bir kattaki toplam kolon sayısı Çizelge 2.3’ de, kolon ve kirişlerin donatı bilgileri ise Çizelge 2.4’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.3 Referans bina kolon bilgileri

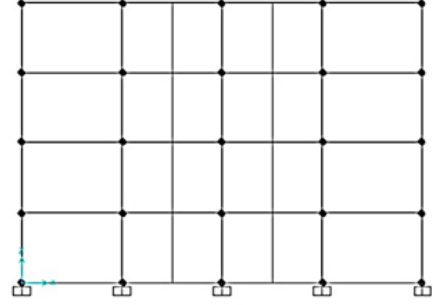
Bina Türü	Kolon No	Boyut	Kolon Sayısı	Toplam Kolon Sayısı
		X/Y		
4 Katlı	S1, S5, S7, S9, S11, S13, S15, S17, S18, S19, S20, S21, S25	30x60 cm	13	25
	S2, S3, S4, S6, S8, S10, S12, S14, S16, S22, S23, S24	60x30 cm	12	
6 Katlı	S3, S4, S7, S12, S13, S14, S17, S18, S19, S20, S23, S24	30x70 cm	12	26
	S1, S2, S5, S6, S8, S9, S10, S11, S15, S16, S21, S22, S25, S26	70x30 cm	14	
8 Katlı	S2, S5, S7, S8, S9, S10, S13, S17, S20, S21, S22, S23, S25, S28	35x80 cm	14	29
	S1, S3, S4, S6, S11, S12, S14, S15, S16, S18, S19, S24, S26, S27, S29	80x35 cm	15	

Çizelge 2.4 Referans bina kolon ve kiriş donatı bilgileri

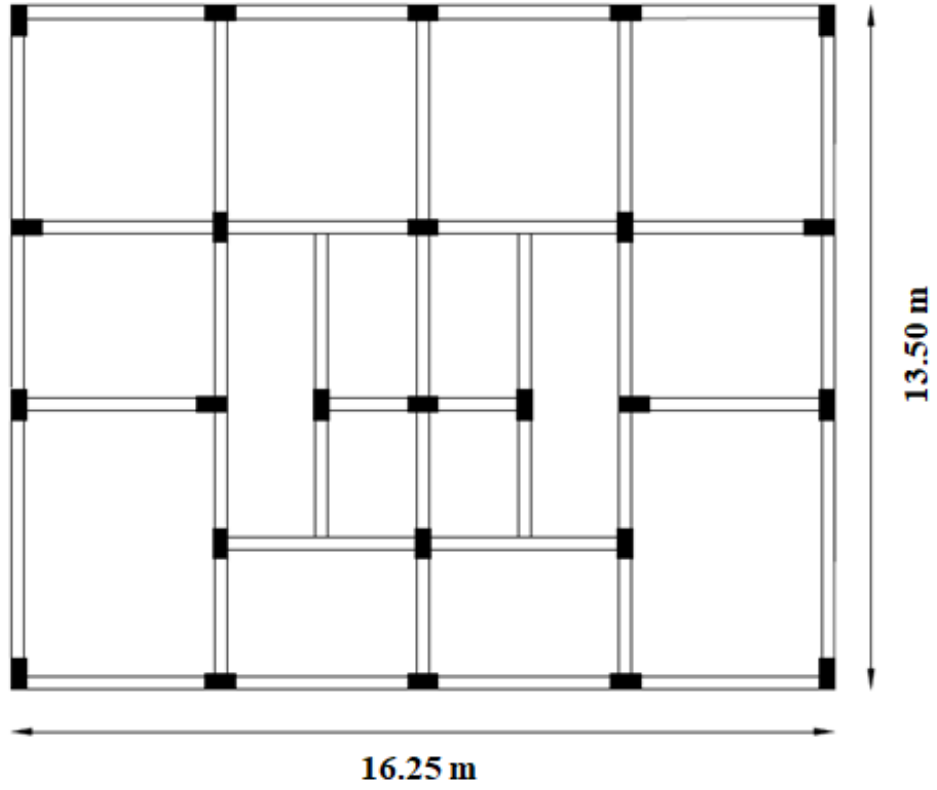
Bina Türü	Eleman Türü	Boyut	Donatı
		X/Y	Başlık + Gövde
4 Katlı	Kolon	30x60 cm	2x5 ϕ 14 + 2x1 ϕ 14
	Kolon	60x30 cm	2x3 ϕ 14 + 2x3 ϕ 14
	Kiriş	25x60 cm	2x4 ϕ 14 + 2x1 ϕ 14
6 Katlı	Kolon	30x70 cm	2x5 ϕ 16 + 2x1 ϕ 16
	Kolon	70x30 cm	2x3 ϕ 16 + 2x3 ϕ 16
	Kiriş	30x60 cm	2x5 ϕ 14 + 2x1 ϕ 14
8 Katlı	Kolon	35x80 cm	2x5 ϕ 18 + 2x1 ϕ 18
	Kolon	80x35 cm	2x3 ϕ 18 + 2x3 ϕ 18
	Kiriş	30x70 cm	2x5 ϕ 16 + 2x1 ϕ 16



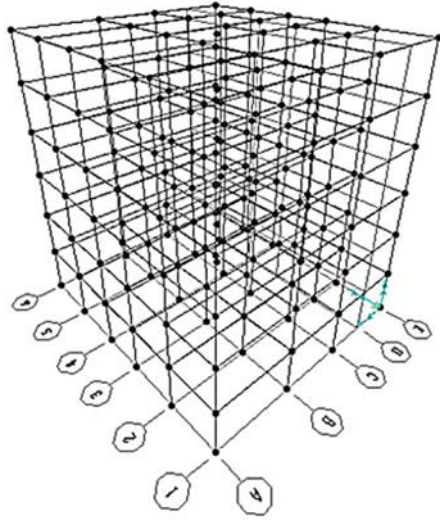
Şekil 2.2a 4 Katlı referans modelin
3 boyutlu çizgisel görünüşü



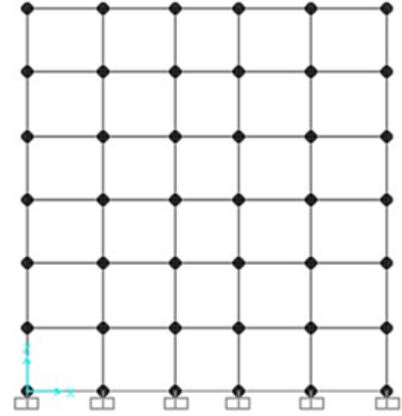
Şekil 2.2b 4 Katlı referans modelin
2 boyutlu x-z görünüşü



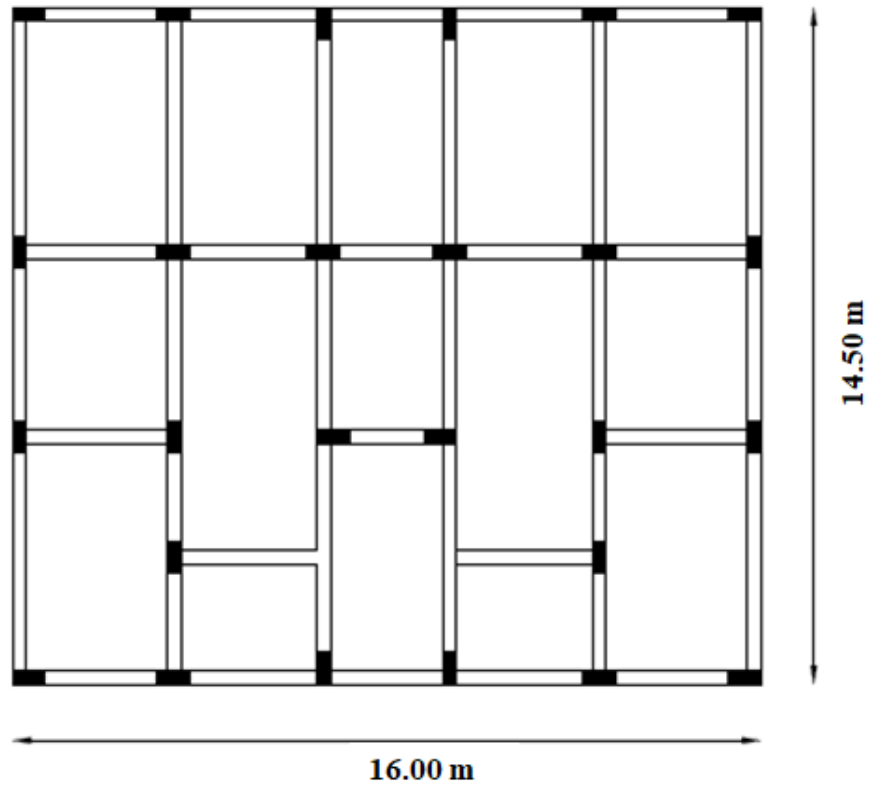
Şekil 2.2c 4 Katlı referans model kalıp planı



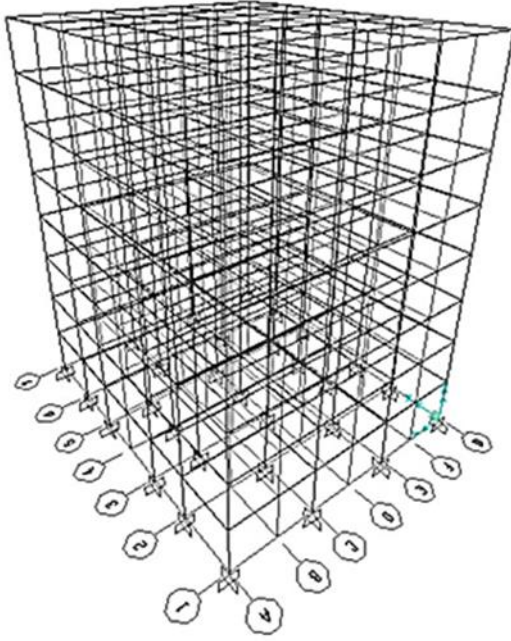
Şekil 2.3a 6 Katlı referans modelin
3 boyutlu çizgisel görünüşü



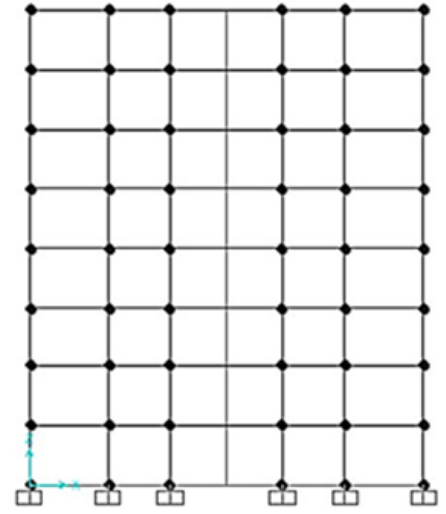
Şekil 2.3b 6 Katlı referans modelin
2 boyutlu x-z görünüşü



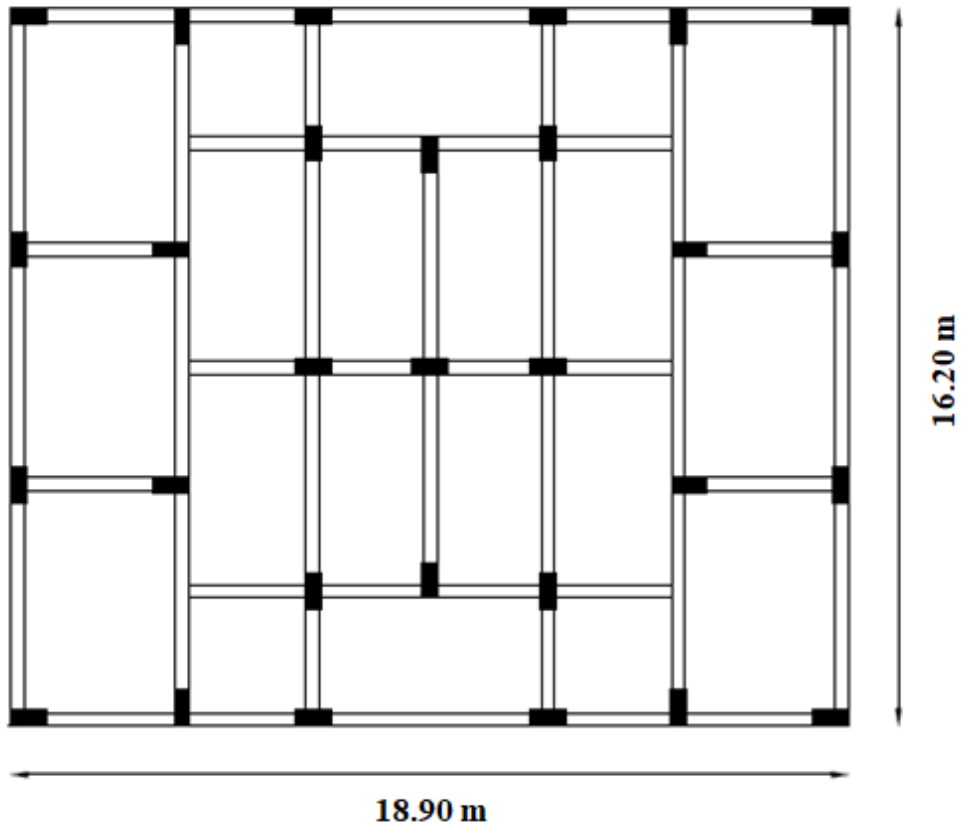
Şekil 2.3c 6 Katlı referans model kalıp planı



Şekil 2.4a 8 Katlı referans modelin
3 boyutlu çizgisel görünüşü



Şekil 2.4b 8 Katlı referans modelin
2 boyutlu x-z görünüşü



Şekil 2.4c 8 Katlı referans model kalıp planı

Referans bina modellerinden 4 katlı yapı için 3-B çizgisel görünüşü Şekil 2.2a, 2 boyutlu x-z görünüşü Şekil 2.2b ve kalıp planı Şekil 2.2c’de gösterilmiştir. 6 ve 8 katlı referans yapılar için bina planları ve görünüşleri Şekil 2.3a – Şekil 2.4c arasında yer almaktadır.

Bina modellemesine ilişkin kattaki kolon alanlarının kat alanına oranını veren KKO yüzdesi 2 civarında alınmıştır (Özmen, 2011). Binaya etki eden yatay yükler etkisinde kat yer değiştirmelerinin sınırlandırılması ile birlikte ikinci mertebe momentlerini azaltmak için kolon veya perdelerin kullanılması oldukça etkili olmaktadır (Sakcalı, vd. 2016). Literatürde yukarıda bahsedilen çalışmalarda, yatay yüklerin karşılanmasında düşey taşıyıcı elemanların plandaki yerleşimleri kadar kattaki kolon alanlarının kat alanlarına oranının da önemli olduğunu göstermiştir. Referans model 4,6 ve 8 katlı yapılarda bina alan bilgileri Çizelge 2.5’ te verilmiştir.

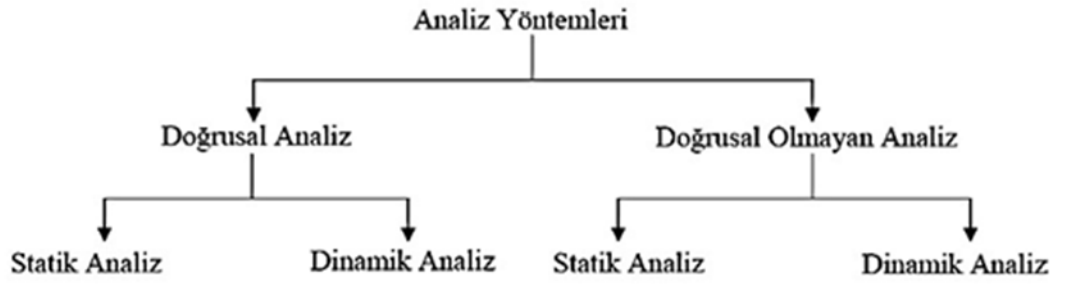
Çizelge 2.5 4,6 ve 8 Katlı referans model bina alan bilgileri

Bina Türü	Doğrultu	Kolon Boyutu	Bina Boyutu	Kat Kolon Sayısı	1 Adet Kolon Alanı	Bina Kat Alanı	KKO
		cm	cm		m ²	m ²	%
4 Katlı	X	30x60	1625	25	0.18	219.37	2.05
	Y	60x30	1350				
6 Katlı	X	30x70	1600	26	0.21	224	2.4
	Y	70x30	1450				
8 Katlı	X	35x80	1890	29	0.28	306.18	2.6
	Y	80x35	1620				

2.2 Analiz Yöntemleri

Bir yapının değerlendirilmesinde yapı elemanının davranışları önemli rol oynamaktadır. Yapının analizi, doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemleri olarak Şekil 2.5’ de gösterildiği gibi iki grupta incelenir.

Analiz yöntemleri yapıya uygulanan yükleme şekline göre de iki gruba ayrılabilir: statik ve dinamik analiz yöntemleri. Statik analizde yük analiz boyunca sabit kalabilir veya yapı kapasitesine göre belirli bir düzende artıp azalabilmektedir. Dinamik analizde ise deprem veya rüzgâr yükü altında yapı davranışının incelenmesi amaçlandığından yükleme zamana bağlı olarak değişken biçimdedir. Belirli zaman dilimlerinde pozitif veya negatif yönde farklı değerlerde olabilir (Meral, 2010).



Şekil 2.5 Analiz yöntemleri (Meral, 2010)

Statik analiz daha az hesap gücü gerektirmesi, basit kabullere dayanması sebebiyle yaygın olarak kullanılmasına rağmen gerçeğe biraz uzak sonuçlar vermektedir. Dinamik analizde depremin dinamik alınması nedeniyle gerçeğe yakın sonuçlar elde edilmektedir. Elde edilen veri miktarının büyüklüğü ve yorumlanması zaman almaktadır.

Doğrusal Elastik Analiz,

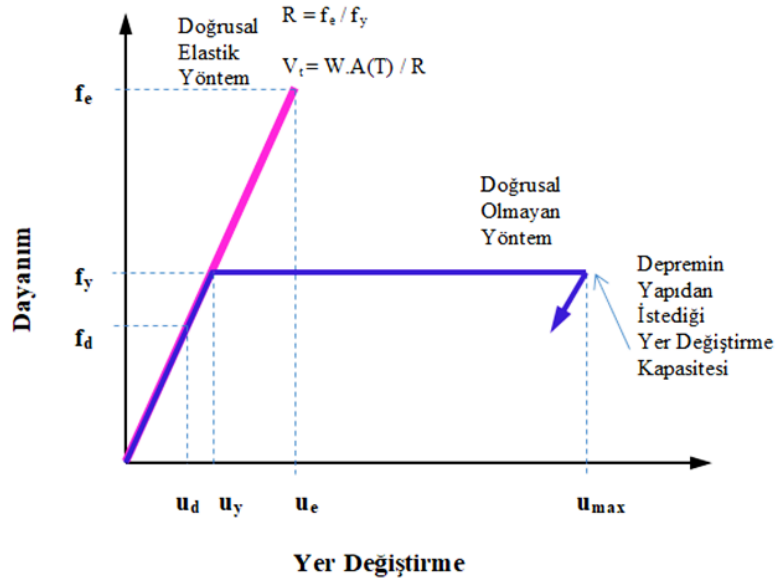
- Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- Mod Birleştirme Yöntemi

Doğrusal Elastik Olmayan Analiz,

- Artımsal Eşdeğer Yatay Yüğü Yöntemi (İtme analizi)

- Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi
- Zaman Alanında Artımsal Hesap Yöntemi şeklinde yer almaktadır.

Eş enerji yönteminin kullanıldığı bu diyagramda doğrusal olmayan analiz akma anına kadar doğrusal, akma anından sonra ise daha fazla kuvvet taşımadan yatay olarak sadece deplasman etme kabiliyetini göstermiştir. Doğrusal elastik yöntem de ise eğimin rijitliğe eşit olduğu doğrusal bir çizgi şeklindedir ve doğrusal olarak ulaşabildiği maksimum dayanıma ve deplasmana ulaşır. Doğrusal analiz ile bulunan maksimum kesme kuvveti bir R katsayısına bölünerek yapının kuvvet taşıma kapasitesini sabitleyip, deplasman yapma özelliği verilmiştir, kısaca yapının hasar almasına olanak verilmiştir. Bu iki analiz arasındaki en belirli fark doğrusal olmayan analizin kuvvet değil deplasman tabanlı bir yöntem olmasıdır (Önür, 2011). Doğrusal ve doğrusal elastik olmayan dayanım-deplasman grafiği Şekil 2.6' da gösterilmektedir.



Şekil 2.6 Doğrusal ve doğrusal elastik olmayan dayanım-deplasman şekli

Bu çalışmada doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri tercih edilmiştir. Doğrusal olmayan analizde elemanların dayanım değerine ulaşması durumu dikkate alınır. Artan yük etkileri, plastik deformasyon yaparak karşılanır. Akma dayanımına ulaşan elemanlardan sistem içindeki diğer elemanlara yük aktarımı sağlanır. Plastik mafsallar yardımıyla bu durum gerçekleşir.

2.3 Doğrusal Elastik Olmayan Yapı Tasarımı ve Kavramlar

2.3.1 Yumuşak Kat Düzensizliği

Yapı düzensizliklerinden olan yumuşak kat, bir binada, birbirini izleyen katlar arasındaki rijitlik farklılığının sebep olduğu yetersizlikten ortaya çıkmaktadır. Deprem yönetmeliğinde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2 türü düzensizlik olarak yer almaktadır. Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görel kat ötelenmesi oranının bir üst veya bir alt kattaki görel kat ötelenmesi oranına bölünmesi ile tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısının (η_{ki}) 2.0'den fazla olması durumudur (DBYBHY-2007, 2007).

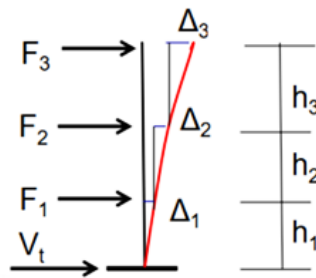
$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i / h_i)_{ort}}{(\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort}} > 2.0 \quad (2.1)$$

$$\eta_{ki} = \frac{(\Delta_i / h_i)_{ort}}{(\Delta_{i-1} / h_{i-1})_{ort}} > 2.0 \quad (2.2)$$

Δ_i : Binanın i'inci katındaki azaltılmış görel kat ötelenmesi

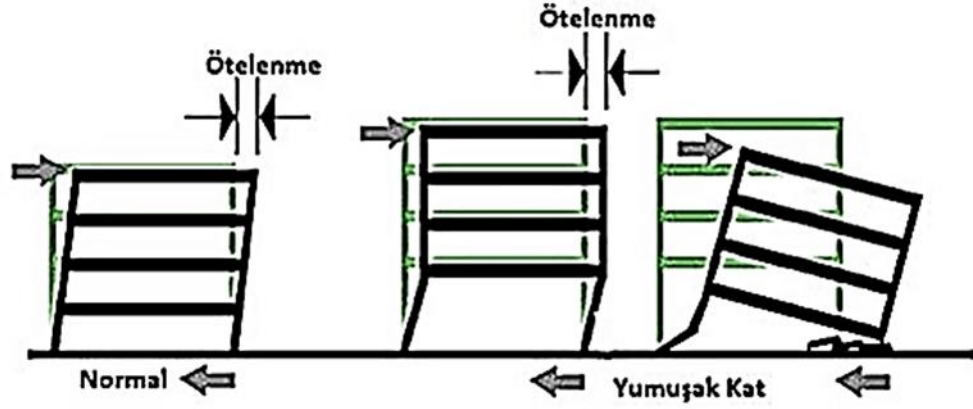
h_i : Binanın i'inci katının kat yüksekliği

η_{ki} : i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı



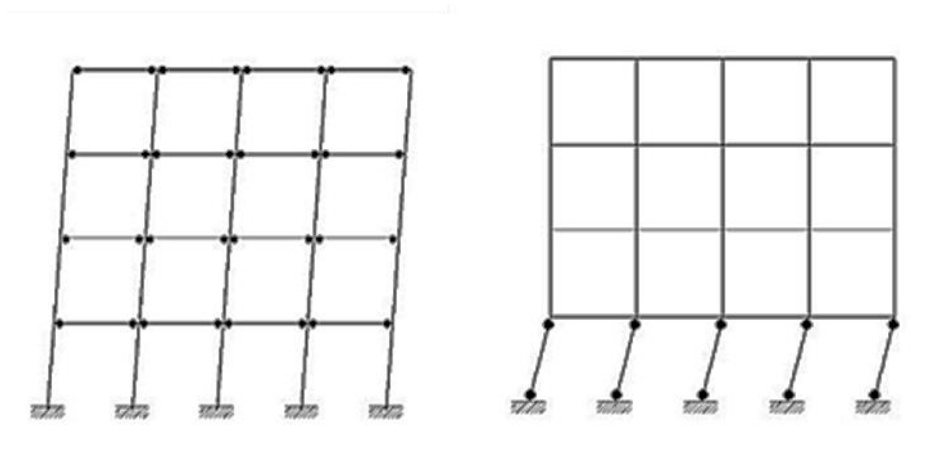
Şekil 2.7 Yumuşak kat düzensizliği hesabının şematik durumu

Yumuşak kat düzensizliği hesabının şematik durumu, yapıların deprem etkisindeki davranışı sırasıyla Şekil 2.7 ve Şekil 2.8' de gösterilmektedir.



Şekil 2.8 Düzenli çerçevesel yapı ve Yumuşak kat düzensizliği olan yapının deprem etkisindeki davranışı (Ülker, 2013)

Uygulamada yumuşak kat düzensizliği, kullanım amacına göre zemin kat yüksekliğinin arttırıldığı yapılarda daha çok görülmektedir. Banka, otopark, iş yeri olarak kullanılmak üzere kat yüksekliğinin normal katlara göre arttırılması ile zemin katta rijitlik düzensizliğine yol açılmaktadır. Binaya deprem yüklerinin etkimesi sonucu, yapıda aşırı deplasman talepleri meydana gelmektedir. Bu durumda deprem, enerjisini düzensizlik bulunan katlar arasında tüketmek istemektedir. Yumuşak kat düzensizliği bulunan bir binada daha az mafsallaşma ile yapı stabilitesinin bozulduğu görülmektedir (Şekil 2.9). Buna kıyasla düzenli çerçevesel sistemde deprem esnasında düzenli plastik mafsal oluşumu ile deprem enerjisi sönmülenebilmektedir.



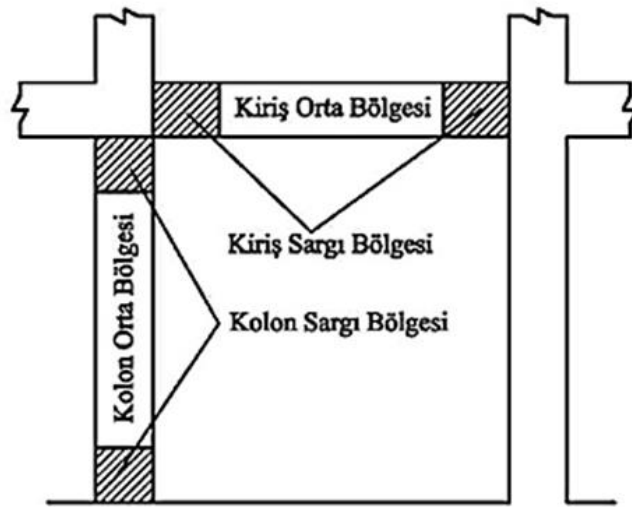
Şekil 2.9 Düzenli çerçeve ve Yumuşak kat düzensizliği olan yapının deprem etkisinde mafsallaşma davranışı

2.3.2 Plastik Mafsal Kavramı

Binaya gelen yatay yük miktarının artması durumunda ve bunun güvenli bir şekilde karşılanabilmesi için yapıdaki bağlantı bölgelerinde mafsal etkisi görülmesi kısmen istenen bir şeydir. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde yer alan mesnet donatıları, yatay yük etkisi altında mesnet momentlerini karşılamaktadır. Yatay yük miktarının artmasıyla moment taşıma kapasitesinin üstündeki yük değeri komşu elemanlara ve birleşim bölgesine aktarılmaktadır. Yapı elemanları taşıyabileceği kapasiteye ulaştıktan sonra plastik şekil değiştirmelere maruz kalır. Bu şekil değiştirmeler kalıcı hasarlar demektir. Elastik sınırın üzerine geçilmiştir, donatıda akma meydana gelmiştir. Oluşan bu durum plastik mafsallaşmadır. Klasik mafsal moment almadan dönme yapabiliyorken, plastik mafsal ortalama sabit bir moment değerinde dönme yapıp kapasitesi kadar yük taşımakta ve fazlasını birleşim bölgesine aktarmaktadır.

2.3.3 Mafsal Bölgeleri

Betonarme yapılarda deprem yükü etkisi altında hasar gören ve değişime uğrayan bölgeler yapı elemanlarının uç bölgeleridir. Bundan dolayı plastik mafsalların oluşacağı kesitlerin birleştiği yerlerde etriye sıklaştırılması şartı deprem yönetmeliğinde belirtilmiştir. Şekil 2.10’ da kolon ve kirişlerin sargılama bölgeleri gösterilmiştir.



Şekil 2.10 Kolon ve kiriş elemanlarda sargılama bölgeleri

Plastik mafsallara sahip elamanların birleşim bölgelerinde artan yük altında deformasyona uğrayarak enerjiyi sönümleyebilmesi için sünekliği arttırıcı olacak şekilde kuşatılması gerekmektedir. Betonarme elemanların orta bölgeleri elastik kalacağı varsayımıyla orta alanlarda yanal donatı miktarının hesaplama sonucuna pek bir etkisi olmayacaktır. Genellikle kiriş uçlarında söz konusu olan mafsallaşmaya karşıt olarak, yapı elemanlarının orta bölgelerinde de hasar beklenmesi durumunda bu noktalarda da plastik mafsal tanımlanmaktadır. Bu çalışmada eksenel yük ve kesme hasarlarının kontrolü için sistem elemanlarının hem uç ve hem de orta bölgelerinde plastik mafsallar tanımlanmıştır (Meral, 2010).

2.3.4 Plastik Mafsal Boyu

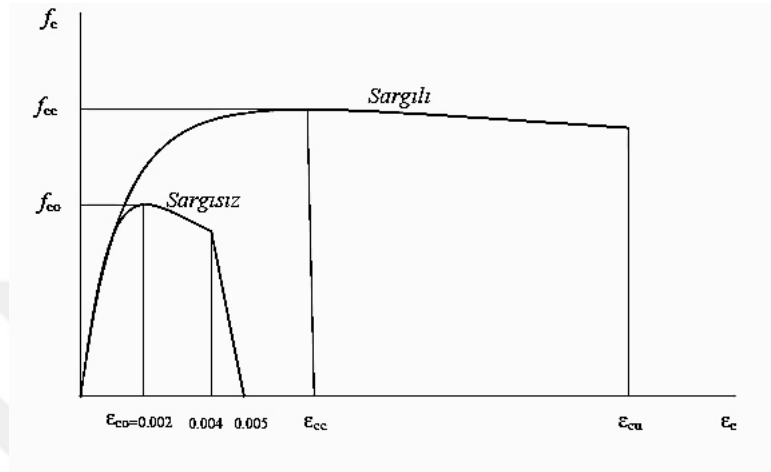
Plastik mafsal boyunu etkileyen birçok faktör vardır. Mafsal ve moment başlangıç noktası arasındaki mesafe, kesit üzerindeki eksenel yük, beton dayanımı, boyuna ve enine donatının çapı ve mekanik özellikleri, plastik mafsal bölgesine aktarılan kesme kuvveti, mafsal bölgesindeki sargı donatısının durumu gibi özellikler plastik mafsal boyunu ve sünekliği etkilemektedir.

Plastik mafsal boyu için literatürde çeşitli bağıntılar yer almaktadır (Park ve Paulay 1975, Park vd 1982, Paulay and Priestley 1992, Priestley vd 1996). DBYBHY–2007 de doğrusal elastik olmayan davranışın idealleştirilmesi konusu altında “plastik mafsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesi uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)’nin yarısına eşit alınacaktır.” şeklinde ifade edilmiştir (DBYBHY–2007). Bu tez çalışmasında plastik mafsal boyu deprem yönetmeliğinde belirtildiği gibi alınmıştır.

$$L_p=0.5h \quad (2.3)$$

2.3.5 Mander Beton Modeli

Doğrusal elastik olmayan yöntemler ile performans değerlendirmesinde başka bir model seçilmediği takdirde, beton modeli olarak DBYBHY-2007 tarafından önerilen Mander gerilme-şekil değiştirme bağıntıları kullanılmıştır.



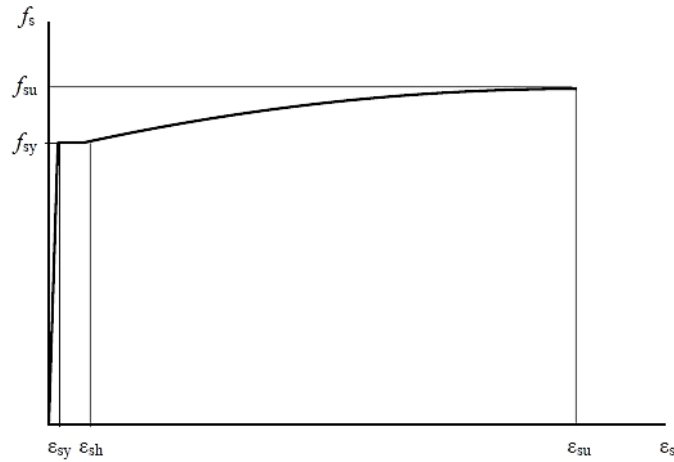
Şekil 2.11 Gerilme-Şekil değiştirme ilişkisi, Mander Modeli

- f_{cc} : Sargılı beton dayanımını
- f_c : Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
- f_e : Etkili sargılama basıncı
- ϵ_c : Beton basınç birim şekil değiştirmesi
- f_{co} : Sargısız betonun basınç dayanımı
- ϵ_{cc} : Sargılanmış beton basınç dayanımına karşı gelen birim kısalma
- E_c : Betonun elastisite modülü

Mander beton modeli bağıntıları sargılı ve sargısız beton için geçerlidir. Sargısız beton için eğri 0.004 değerine kadar parabolik olarak devam eder (Şekil 2.11). Bu değerden sonra, 0.004-0.005 aralığında gerilme-şekil değiştirme ilişkisi doğrusal olmakta ve 0.005 değerine ulaştığında beton dayanımı sıfır olmaktadır. Sargılı modelde ise sargı etkisi ile karşılayabildiği gerilme değeri yükselmekte ve daha büyük şekil değiştirme değerine ulaşan beton ile karşılaşılmaktadır.

2.3.6 Donatı Çeliği Modeli

DBYBHY-2007’de Doğrusal Elastik Olmayan Yöntemler ile performans değerlendirmesinde kullanılmak üzere, donatı çeliği için elastiklik modülü $E_s=2*10^5$ MPa olarak belirtilmiştir.



Şekil 2.12 Donatı çeliği davranış modeli

f_s = Donatı çeliğindeki gerilme

f_{sy} = Donatı çeliğinin akma dayanımı

f_{su} = Donatı çeliğinin kopma dayanımı

ϵ_{sy} = Donatı çeliğinin akma birim şekil değiştirmesi

ϵ_s = Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi

ϵ_{su} = Donatı çeliğinin kopma birim şekil değiştirmesi

S220 donatı çeliğinin akma dayanımı 220 MPa, kopma dayanımı 330 MPa, akma uzaması 0.0011, pekleşmenin başladığı birim uzama 0.01 ve kopma uzaması 0.18 olarak kabul edilmiştir. S420 donatı çeliğinin akma dayanımı 420 MPa, kopma dayanımı 550 MPa, akma uzaması 0.0021, pekleşmenin başladığı birim uzama 0.01 ve kopma uzaması 0.10 olarak kabul edilmiştir (TS500, 2000). Donatı çeliği davranış modeli Şekil 2.12’ de yer almaktadır.

2.3.7 Tanımlanan Plastik Mafsalların Analitik Model Üzerine Atanması

Tez çalışmasında yığılı plastik bölge kabulü yapılmış, L_p uzunluğu boyunca oluşan mafsal plastikleşme bölgesinin ortasında tek bir nokta olarak modellenmiştir. Bu nedenle tanımlanan her bir mafsal elemanların mafsallaşması beklenen uç noktalarına Şekil 2.13’de gösterilen ve Denklem 2.4-2.6’da tanımlanan uzaklıklara yerleştirilmiştir.

$$l_1 = \frac{L_p}{2} \quad (2.4)$$

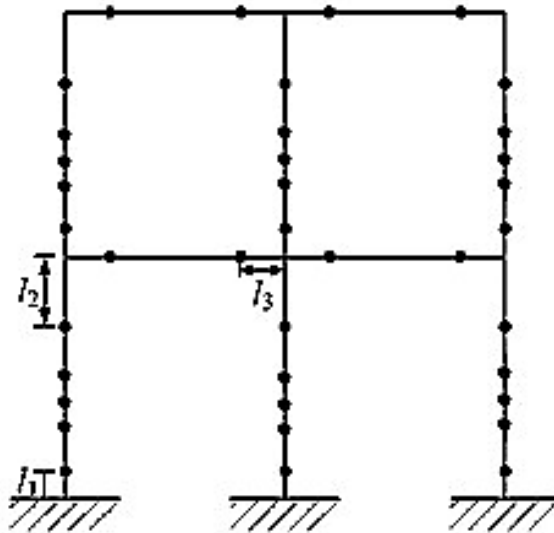
$$l_2 = h_{kiriş} + \frac{L_p}{2} \quad (2.5)$$

$$l_3 = \frac{h_{kolon}}{2} + \frac{L_p}{2} \quad (2.6)$$

L_p : Plastik mafsal boyu

$h_{kiriş}$: Kiriş derinliğini

h_{kolon} : Kolonun, üzerine mafsal atanan kirişe dik boyutudur.



Şekil 2.13 Mafsalların eleman üzerine atanması

2.3.8 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi' nin amacı, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır (DBYBHY-2007).

Deprem yönetmeliğine göre, deprem hesabı için, yapay yollarla üretilen, daha önce kaydedilmiş veya benzeştirilmiş deprem yer hareketleri kullanılabilir. Bu çalışmada kaydedilmiş deprem hareketleri kullanılmıştır. Yerel zemin koşulları göz önüne alınarak sınıflandırılıp süresi 15 saniyeden kısa olmayan depremler seçilmiştir. Her bir ivme kaydı için %5 sönüm oranı şartı sağlanmıştır.

2.3.9 Modelleme Yaklaşımı

Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri kabullerinden, Çatlamış betonarme kesit rijitlikleri kirişler için $0.4 \cdot EI_0$ kabulü, kolonlar için eksenel yük seviyesine göre $(0.4-0.8) \cdot EI_0$ kabulü dikkate alınmıştır. Doğrusal elastik olmayan davranış eleman uçlarındaki plastik mafsallar ile tanımlanmıştır. Mafsal tanımlamada, kritik kesitlerin moment-eğrilik ilişkileri için Mander Sargılı Beton Modeli kullanılmıştır (Mander vd., 1988). Moment-eğrilik ilişkileri, nihai deformasyon durumu Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik (DBYBHY-2007) kullanılarak belirlenmiştir. Plastik mafsal boyu kesit derinliğinin yarısı olarak alınmıştır ($L_p = h/2$).

Her kat seviyesi için rijit diyafram tanımlaması yapılmıştır. Yapının yatay kuvvet etkisi altında döşeme sistemlerinin rijit diyafram gibi çalıştığı kabul edilmiştir. Rijit diyafram kabulü olarak isimlendirilen bu sistemde, rijitliğin düzgün dağıldığı ve döşemenin gelen yüklerle kolonlara eşit dağıtıldığı ifade edilmektedir. Bu kabulün getirmiş olduğu kolaylıklar açısından, döşeme diyaframları dış yükler altında rijit cisim hareketi yapacağından, kat kütleleri bu diyaframın kütle merkezinde

tanımlanabilmektedir. Aynı zamanda bilinmeyen sayısı azalacağından sistemin çözümü kolaylaşmaktadır. Döşemeler, birbirine dik iki yatay ötelenme ve bir düzlem normali etrafında dönme olmak üzere üç serbestlik derecesine sahiptirler. Yatay yüklemeler; yapıya gelen deprem kuvvetinin yatay bileşeni olup, depremin düşey bileşeni çok küçük değerde olduğundan, hesaplarda ihmal edilmektedir.

Mafsal tanımlaması SEMAp yazılımı ile oluşturulduktan sonra SAP2000 programında her bir eleman için mafsal ataması yapılmıştır. Deprem verileri belirli bir standart çerçevesinde seçilip veri ayıklaması ve düzenlemesi sonucu her bir bina modeline etki ettirilmiştir. Deprem özelliklerini yansıtan adım sayısı, analiz tipi ve deprem yüklemesi gibi ayarlar yapılmıştır.



3. İVME KAYITLARI

3.1 İvme Kayıtlarının Özellikleri

Bu çalışmada değişik özelliklere sahip 64 adet ivme kaydı kullanılmıştır. Kullanılan ivme kayıtları PEER (Pacific Earthquake Engineering Center) Kuvvetli Yer Hareketi Veritabanı web sitesinden alınmıştır (www.peer.berkeley.edu).

Zemin sınıfının davranış üzerinde etkilerini görmek için USGS (United States Geological Survey) Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (www.usgs.gov) zemin sınıflandırılması esas alınarak B, C, D ve E grubu zeminler üzerinde kaydedilen ivme kayıtları seçilmiştir. USGS' de verilen B, C, D ve E grubu zeminlerin sınıflandırması, DBYBHY-2007' de belirtilen Z1, Z2, Z3 ve Z4 grubu (Çizelge 3.1–3.2) zeminlerle birebir aynı olmamakla birlikte seçilen deprem kayıtlarının her iki standartı sağlayacak biçimde benzer aralıkta olmasına özen gösterilmiştir.

Çizelge 3.1 Zemin grupları (DBYBHY-2007)

Zemin Grubu	Zemin Grubu Tanımı	Stand. Penetr. (N/30)	Relatif Sıkılık (%)	Serbest Basınç Direnci (kPa)	Kayma Dalgası Hızı (m/s)
(A)	1. Masif volkanik kayalar ve ayrışmamış sağlam metamorfik kayalar, sert çimentolu tortul kayalar....	—	—	> 1000	> 1000
	2. Çok sıkı kum, çakıl.....	> 50	85–100	—	> 700
	3. Sert kil ve siltli kil.....	> 32	—	> 400	> 700
(B)	1. Tüf ve aglomera gibi gevşek volkanik kayalar, süreksizlik düzlemleri bulunan ayrışmış çimentolu tortul kayalar....	—	—	500–1000	700–1000
	2. Sıkı kum, çakıl.....	30–50	65–85	—	400–700
	3. Çok katı kil ve siltli kil...	16–32	—	200–400	300–700
(C)	1. Yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar.....	—	—	< 500	400–700
	2. Orta sıkı kum, çakıl.....	10–30	35–65	—	200–400
	3. Katı kil ve siltli kil.....	8–16	—	100–200	200–300
(D)	1. Yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu yumuşak, kalın alüvyon tabakaları....	—	—	—	< 200
	2. Gevşek kum.....	< 10	< 35	—	< 200
	3. Yumuşak kil, siltli kil....	< 8	—	< 100	< 200

Çizelge 3.2 Yerel zemin sınıfları (DBYBHY-2007)

<i>Yerel Zemin Sınıfı</i>	<i>Tablo 6.1'e Göre Zemin Grubu ve En Üst Zemin Tabakası Kalınlığı (h_1)</i>
Z1	(A) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (B) grubu zeminler
Z2	$h_1 > 15$ m olan (B) grubu zeminler $h_1 \leq 15$ m olan (C) grubu zeminler
Z3	$15 \text{ m} < h_1 \leq 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 \leq 10$ m olan (D) grubu zeminler
Z4	$h_1 > 50$ m olan (C) grubu zeminler $h_1 > 10$ m olan (D) grubu zeminler

İvme kayıt aralığını belirleme ölçütü, zemin relatif sıklığı, dayanım, rijitlik, zeminin ilk 30 m kesme dalgası hızı ve en üst zemin tabakası kalınlığıdır. USGS sınıflandırma sisteminde A grubu, kesme dalgası hızı 1500 m/s ve üstü özelliğindedir. B grubu zemini belirleyici kesme dalgası hızı 750-1500 m/s aralığıdır. C zemin grubunun belirleyici özelliği 350-750 m/s kesme dalgası hızı, D grubu zemin özelliği için 200-350 m/s, E sınıfı ise 200 m/s altı kesme dalgası hızı olarak belirtilmiştir. Bu şartlar altında Z1 grubunu B grubu, Z2 grubunu C grubu, Z3 grubunu D grubu ve Z4 grubunu E grubu temsil etmektedir.

İvme kayıtları PEER web sitesinden, DBYBHY-2007' de belirtilen Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin grubu aralıklarını sağlamak üzere Z1 grubu için kesme dalgası hızı 751-1500 m/s, Z2 grubu için kesme dalgası hızı 360-750 m/s, Z3 grubu için kesme dalgası hızı 200-350 m/s ve Z4 grubu için kesme dalgası hızı 0-180 m/s olacak şekilde filtreleme yapılmıştır. Yer hareketinin şiddetli bir biçimde etkili olduğu süre aralığı ise 15-60 saniye olarak seçilmiştir.

Hedef ivme spektrumu ile uyumlu olacak şekilde deprem kayıtlarının seçilmesi hususunda yapılan çalışma sonucu öngörülen ölçek faktör sınırlandırması 0.5-4 aralığında seçilmiştir (Kayhan, 2012). Kayhan yaptığı çalışmada, oransal göreceli hatanın ölçek faktörü 0.5-2.00 arasında seçildiğinde; 0.25-4.00 arasında seçildiğindeki sonuçtan yüksek çıkması sebebiyle ölçek faktörü aralığını geniş tutmanın hata oranının az olması sebebi ile ideal olduğu sonucuna varmıştır. Benzer şekilde Bommer ve Acevedo da yaptıkları çalışmada doğrusal olmayan yöntemi çalışırken daha gerçekçi sonuçlar almak açısından deprem sayısının fazla olması ve

ölçek faktörünün geniş aralıkta olmasının hedef ivme spektrumuna yakın değerler elde etmek açısından önemli olduğunu belirtmişlerdir (Bommer, Acevedo, 2004).

PEER Kuvvetli Yer Hareketi Veritabanı web sitesinde Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıfları için sisteme yüklenen periyot süreleri ve ivmelerden oluşan dosyaya ait hedef spektrumları sonrası; deprem kayıtlarına ilişkin deprem şiddeti, kesme dalgası hızı, depremin etkili olduğu süre aralığı, istasyonlara uzaklık, ölçek faktörü gibi filtreleme seçimleri yapılmıştır. Seçim sonrasında birçok deprem kayıtları listelenmektedir. Bu kayıtlardan, düşeydeki değil yatayda etkili olan deprem kayıtları esas alınmıştır. Aynı depremin farklı istasyonlarına ait kayıtlarından eleme yapılırken, ölçek faktörüne göre eleme yapılmıştır. Hedef spektrumuna yakın sonuç veren depremler seçilip bunların ölçek faktörleri ile çalışılmıştır (Watson-Lamprey, Abrahamson, 2006).

Z1 grubu zemin sınıfından 6 adet, Z2 grubu zemin sınıfından 24 adet, Z3 grubu zemin sınıfından 22 adet, Z4 grubu zemin sınıfından 12 adet deprem ivme kaydı mevcuttur. Bu çalışmada kullanılan deprem ivme kayıtları ve özellikleri Çizelge 3.3-3.6'da yer almaktadır.

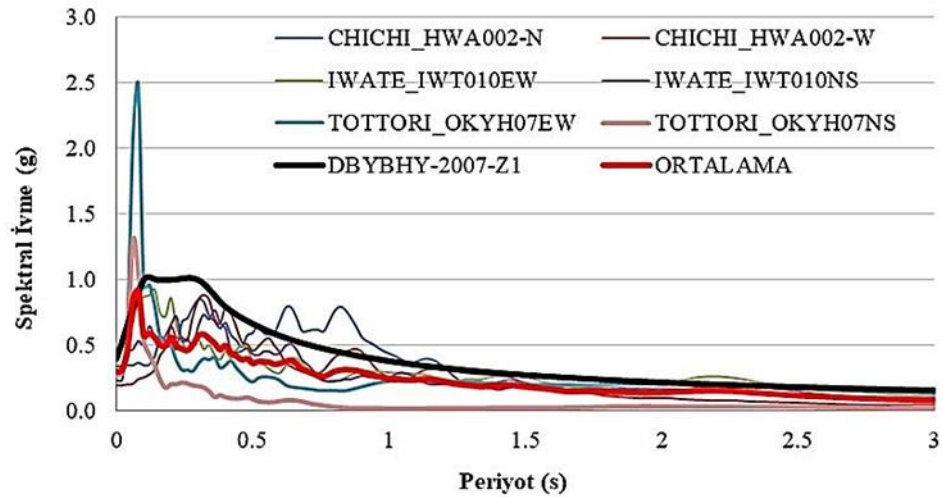
Değişik zemin grupları üzerindeki deprem ivme kaydı seçilirken, PGA değerinin çeşitliliğine dikkat edilmiştir. Seçilen aralıkta en büyük ve en küçük ivme kaydının çok uç değerler olmamasına özen gösterilmiştir. Z2 ve Z3 grubu zemin tipinde deprem ivme kayıtları sayısı çok olmakla birlikte, Z1 ve Z4 grubunda kayıt sayısı daha az miktardadır. Fakat bu gruplarda da çeşitlilik sağlanmıştır.

Modeller konut olarak tasarlandığı için DBYBHY-2007 Tablo 7.7'de yer alan CG (Can Güvenliği) performans düzeyini sağlayan 50 yıl içinde aşılma olasılığı %10 olan deprem (Tasarım Depremi) etkisi durumu esas alınmıştır.

Çizelge 3.3 Çalışmada kullanılan Z1 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri

Zemin Türü	No	Deprem Adı	Bileşen	Yıl	İstasyon	Ölçek Faktörü	PGA (g)	PGV (cm/s)	V _{s30} (m/s)
Z1	1	Chi-Chi, Taiwan	CHICHI_HWA002-N	1999	HWA002	0.3787	0.343	40.7	789.2
	2	Chi-Chi, Taiwan	CHICHI_HWA002-W	1999	HWA002	3.7787	0.196	25.8	789.2
	3	Iwate, Japan	IWATE_IWT010EW	2008	IWT010	1.0462	0.302	26.8	825.8
	4	Iwate, Japan	IWATE_IWT010NS	2008	IWT010	1.0462	0.236	22.8	825.8
	5	Tottori, Japan	TOTTORI_OKYH07EW	2000	OKYH07	3.5394	0.453	44.4	940.2
	6	Tottori, Japan	TOTTORI_OKYH07NS	2000	OKYH07	3.5394	0.270	18.3	940.2

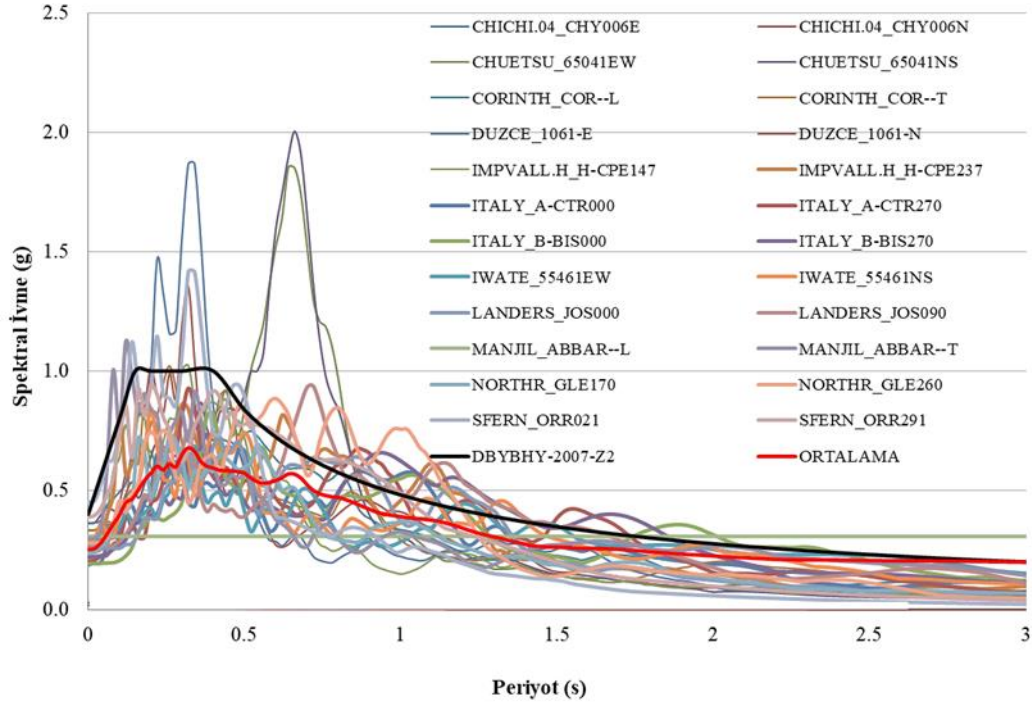
Şekil 3.1’ de Z1 grubuna ait deprem ivme kayıtlarının elastik ivme spektrumu çizilmiştir. Z1 grubuna ait deprem ivme kayıtlarından TOTTORI_OKYH07EW kaydına ait ivme spektrumu çok düşük bir periyotta 2.47g gibi yüksek bir spektral ivme değerini göstermektedir. Bu kayda ait maksimum spektral değer diğer kayıtlara göre yüksek olduğundan ortalamayı da kendi büyüklük ölçüsünde etkilemiştir. Spektral ivmenin yüksek değerlerde olduğu periyot aralığında, ortalama spektrum DBYBHY-2007’nin spektrumundan uzaklaşmıştır.



Şekil 3.1 Z1 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.10$ s, $T_B=0.30$ s)

Çizelge 3.4 Çalışmada kullanılan Z2 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri

Zemin Türü	No	Deprem Adı	Bileşen	Yıl	İstasyon	Ölçek Faktörü	PGA (g)	PGV (cm/s)	V _{S30} (m/s)
Z2	1	Chi-Chi, Taiwan-04	CHICHI.04_CHY006E	1999	CHY006	2.3106	0.030	1.0	438.2
	2	Chi-Chi, Taiwan-04	CHICHI.04_CHY006N	1999	CHY006	2.3106	0.018	0.4	438.2
	3	Chuetsu-oki,	CHUETSU_65041EW	2007	Yamakoshi Takezawa	1.0189	0.331	36.6	655.5
	4	Chuetsu-oki,	CHUETSU_65041NS	2007	Yamakoshi Takezawa	1.0189	0.363	32.5	655.5
	5	Corinth, Greece	CORINTH_COR--L	1981	Corinth	1.1261	0.267	24.4	361.4
	6	Corinth, Greece	CORINTH_COR--T	1981	Corinth	1.1261	0.333	26.9	361.4
	7	Duzce, Turkey	DUZCE_1061-E	1999	Lamont 1061	2.7553	0.361	33.0	481.0
	8	Duzce, Turkey	DUZCE_1061-N	1999	Lamont 1061	2.7553	0.278	30.5	481.0
	9	Imperial Valley-06	IMPVALL.H_H-CPE147	1979	Cerro Prieto	1.5442	0.259	17.5	471.5
	10	Imperial Valley-06	IMPVALL.H_H-CPE237	1979	Cerro Prieto	1.5442	0.242	29.7	471.5
	11	Irpinia, Italy-01	ITALY_A-CTR000	1980	Calitri	1.4933	0.188	25.9	455.9
	12	Irpinia, Italy-01	ITALY_A-CTR270	1980	Calitri	1.4933	0.203	28.0	455.9
	13	Irpinia, Italy-02	ITALY_B-BIS000	1980	Bisaccia	3.0924	0.193	36.8	496.5
	14	Irpinia, Italy-02	ITALY_B-BIS270	1980	Bisaccia	3.0924	0.221	37.6	496.5
	15	Iwate, Japan	IWATE_55461EW	2008	Yuzawa Town	1.2448	0.241	33.6	655.5
	16	Iwate, Japan	IWATE_55461NS	2008	Yuzawa Town	1.2448	0.296	26.1	655.5
	17	Landers	LANDERS_JOS000	1992	Joshua Tree	0.9229	0.253	25.0	379.3
	18	Landers	LANDERS_JOS090	1992	Joshua Tree	0.9229	0.262	39.2	379.3
	19	Manjil, Iran	MANJIL_ABBAR--L	1990	Abbar	0.5957	0.307	25.3	724.0
	20	Manjil, Iran	MANJIL_ABBAR--T	1990	Abbar	0.5957	0.296	30.2	724.0
	21	Northridge-01	NORTHR_GLE170	1994	Sunland - Mt	1.7849	0.237	28.1	402.2
	22	Northridge-01	NORTHR_GLE260	1994	Sunland - Mt	1.7849	0.280	28.1	402.2
	23	San Fernando	SFERN_ORR021	1971	Castaic - Old	1.4143	0.453	24.1	450.3
	24	San Fernando	SFERN_ORR291	1971	Castaic - Old	1.4143	0.389	40.5	450.3

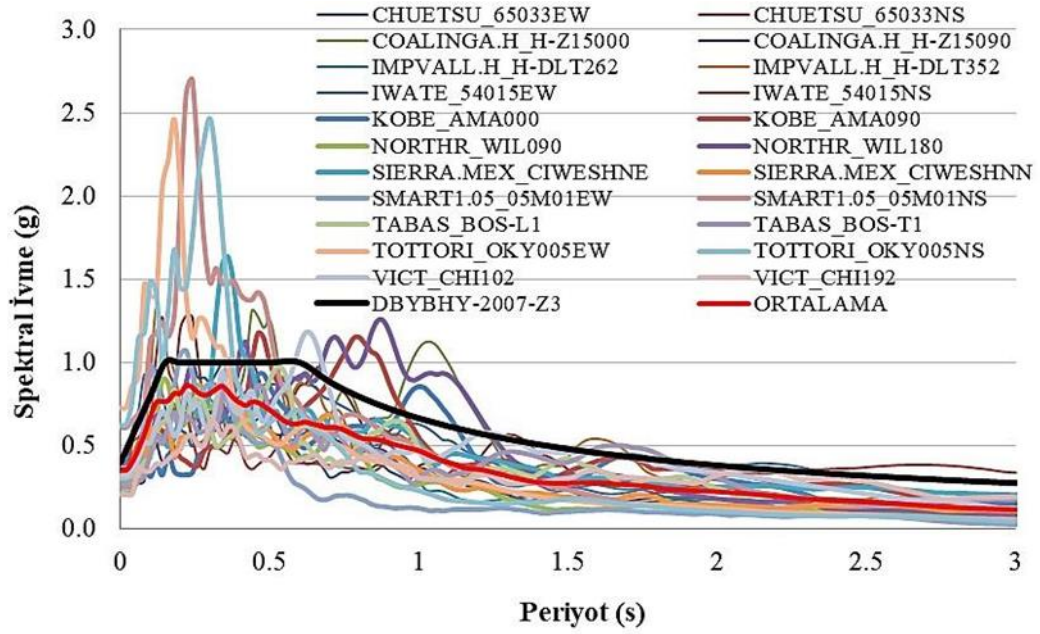


Şekil 3.2 Z2 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme Spektrumları ($T_A=0.15$ s, $T_B=0.40$ s)

Şekil 3.2' de Z2 grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ve bunların ortalamaları gösterilmektedir. Z2 grubuna ait deprem ivme kaydının sayısı daha fazla olduğu için çeşitlilik fazla olmaktadır. DBYBHY-2007' ye ait spektruma oldukça yakın çıkan spektrum eğrileri olduğu gibi, bunun oldukça üstünde kalan spektral eğriler de mevcuttur. Böylece ortalama spektral eğri DBYBHY-2007' ye olabildiğince benzemektedir. İvme kayıtlarının spektrumlarına bakıldığında, düşük periyotlarda ani yükselmeler oluşturmaktadır. CHUETSU_65041NS deprem ivme kaydının periyot değeri 0.66s olduğu anda 2.0g spektral ivme değeri ile ani bir yükselme yaptığı görülmektedir. Deprem ivme kayıtlarına ait spektral ivmelerin ortalamasın, DBYBHY-2007' ye ait spektral eğrinin altında kaldığı görülmektedir.

Çizelge 3.5 Çalışmada kullanılan Z3 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri

Zemin Türü	No	Deprem Adı	Bileşen	Yıl	İstasyon	Ölçek Faktörü	PGA (g)	PGV (cm/s)	V _{S30} (m/s)
Z3	1	Chuetsu-oki, Japan	CHUETSU_65033	2007	Sanjo Shinbori	1.129	0.296	20.5	278.1
	2	Chuetsu-oki, Japan	CHUETSU_65033	2007	Sanjo Shinbori	1.129	0.365	32.7	278.1
	3	Coalinga-01	COALINGA.H_H-Z15000	1983	Parkfield Fault	2.1119	0.408	39.9	307.6
	4	Coalinga-01	COALINGA.H_H-Z15090	1983	Parkfield Fault	2.1119	0.262	27.5	307.6
	5	Imperial Valley-06	IMPVALL.H_H-DLT262	1979	Delta	1.1226	0.265	27.9	242.1
	6	Imperial Valley-06	IMPVALL.H_H-DLT352	1979	Delta	1.1226	0.393	37.0	242.1
	7	Iwate, Japan	IWATE_54015EW	2008	Iwadeyama	1.1308	0.400	41.8	345.6
	8	Iwate, Japan	IWATE_54015NS	2008	Iwadeyama	1.1308	0.304	55.3	345.6
	9	Kobe, Japan	KOBE_AMA000	1995	Amagasaki	0.9201	0.254	30.7	256.0
	10	Kobe, Japan	KOBE_AMA090	1995	Amagasaki	0.9201	0.301	40.4	256.0
	11	Northridge-01	NORTHR_WIL090	1994	Hollywood Willoughby	1.5705	0.213	20.0	347.7
	12	Northridge-01	NORTHR_WIL180	1994	Hollywood Willoughby	1.5705	0.394	42.5	347.7
	13	El Mayor-Cucapah, Mexico	SIERRA.MEX_CIWESHNE	2010	Westside Elementary School	1.0525	0.296	54.8	242.0
	14	El Mayor-Cucapah, Mexico	SIERRA.MEX_CIWESHNN	2010	Westside Elementary School	1.0525	0.268	58.3	242.0
	15	Taiwan SMART1 (5)	SMART1.05_05M01EW	1981	SMART1 M01	3.4295	0.279	16.5	268.4
	16	Taiwan SMART1 (5)	SMART1.05_05M01NS	1981	SMART1 M01	3.4295	0.609	54.5	268.4
	17	Tabas, Iran	TABAS_BOS-L1	1978	Boshrooyeh	2.8812	0.304	38.3	324.6
	18	Tabas, Iran	TABAS_BOS-T1	1978	Boshrooyeh	2.8812	0.244	44.5	324.6
	19	Tottori, Japan	TOTTORI_OKY00	2000	OKY005	2.1535	0.726	42.7	293.4
	20	Tottori, Japan	TOTTORI_OKY00	2000	OKY005	2.1535	0.622	26.9	293.4
	21	Victoria, Mexico	VICT_CHI102	1980	Chihuahua	2.1138	0.319	55.0	242.1
	22	Victoria, Mexico	VICT_CHI192	1980	Chihuahua	2.1138	0.206	39.1	242.1

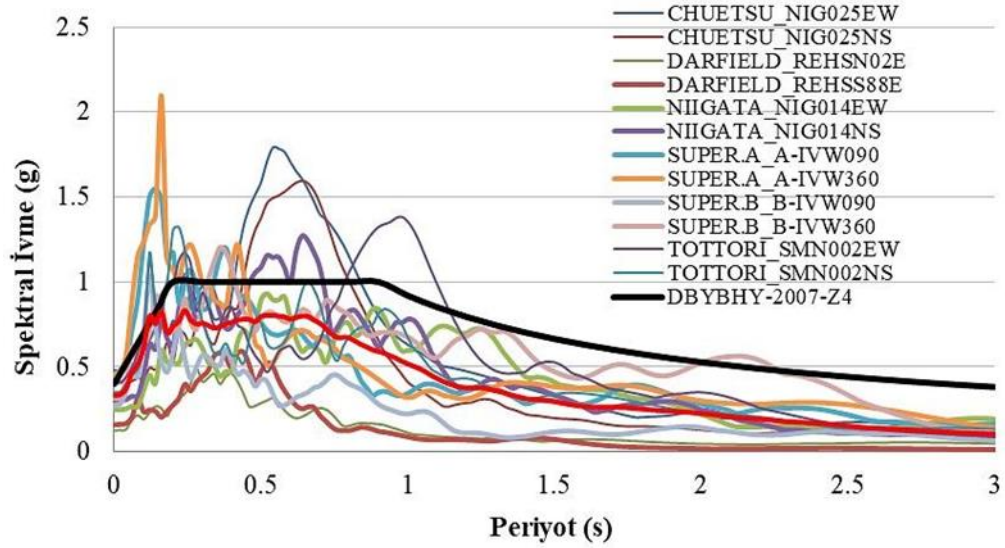


Şekil 3.3 Z3 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.15$ s, $T_B=0.60$ s)

Şekil 3.3’ de Z3 grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları gösterilmektedir. Çalışmada Z3 grubunu temsil eden 22 adet deprem ivme kaydı kullanılmaktadır. Bu depremlerin bir kısmı benzer şekilde düşük değerli spektral eğriler göstermekteyken, bir kısmı da kendi arasında benzer şekilde yüksek spektral değerler göstermektedir. Z3 grubu zemini temsil eden deprem ivme kayıtlarının ortalama spektral eğrisinin, DBYBHY-2007’nin 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan Z3 zeminine ait ivme spektrumuna benzemektedir. Bunun sebeplerinden biri ortalamalarını temsil eden spektral eğrinin altında kalanlar ve üstünde kalanlar olarak ayrılan iki grubun kendi içinde çok benzeşmesidir. SMART1.05_05M01NS deprem ivme kaydının 0.24s’ de 2.69g spektral ivme değerinde ani yükselme yakaladığı görülmektedir. TOTTORI_OKY005EW deprem ivme kaydı da 0.18s’de yüksek spektral değer almaktadır.

Çizelge 3.6 Çalışmada kullanılan Z4 zemin türü deprem ivme kayıtları ve özellikleri

Zemin Türü	No	Deprem Adı	Bileşen	Yıl	İstasyon	Ölçek Faktörü	PGA (g)	PGV (cm/s)	V _{S30} (m/s)
Z4	1	Chuetsu-oki, Japan	CHUETSU_NIG025EW	2007	NIG025	2.098	0.479	57.1	134.5
	2	Chuetsu-oki, Japan	CHUETSU_NIG025NS	2007	NIG025	2.098	0.407	48.9	134.5
	3	Darfield, New Zealand	DARFIELD_REH N02E	2010	Christchurch Resthaven	1.1184	0.126	19.1	141.0
	4	Darfield, New Zealand	DARFIELD_REH S88E	2010	Christchurch Resthaven	1.1184	0.159	15.2	141.0
	5	Niigata, Japan	NIIGATA_NIG014EW	2004	NIG014	2.5222	0.248	37.2	128.1
	6	Niigata, Japan	NIIGATA_NIG014NS	2004	NIG014	2.5222	0.303	36.6	128.1
	7	Superstition Hills-01	SUPER.A_A-IVW090	1987	Imperial V.Wildlife Liquefaction Array	3.4509	0.452	43.9	179.0
	8	Superstition Hills-01	SUPER.A_A-IVW360	1987	Imperial V.Wildlife Liquefaction Array	3.4509	0.459	49.9	179.0
	9	Superstition Hills-02	SUPER.B_B-IVW090	1987	Imperial V.Wildlife efaction Array	1.5243	0.273	20.0	179.0
	10	Superstition Hills-02	SUPER.B_B-IVW360	1987	Imperial V.Wildlife Liquefaction Array	1.5243	0.317	55.1	179.0
	11	Tottori, Japan	TOTTORI_SMN002EW	2000	SMN002	2.2858	0.409	50.3	138.8
	12	Tottori, Japan	TOTTORI_SMN002NS	2000	SMN002	2.2858	0.352	49.4	138.8



Şekil 3.4 Z4 Grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları ($T_A=0.20$ s, $T_B=0.90$ s)

Şekil 3.4’ de Z4 grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm elastik ivme spektrumları gösterilmektedir. Z4 grubunu temsilen 12 adet deprem ivme kaydı kullanılmıştır.

Şekil 3.4’ de de görüldüğü gibi Z4 grubuna ait deprem ivme kayıtlarının ortalamalarının ivme spektrumu DBYBHY-2007’ ye ait 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan Z4 zemin tipinin ivme spektrumunun oldukça altında kalmaktadır. Sabit ivme bölgesinin başlangıcında, periyot değerleri 0.1-0.3 arasındayken SUPER.A_A-IVW360 deprem ivme kaydının 2.09g gibi bir değere ulaşarak yükselme yaptığı görülmektedir. Benzer şekilde SUPER.A_A-IVW090 deprem ivme kaydı da aynı aralıkta yüksek bir spektral eğri çizmektedir. Bu yükselmeler ile genel anlamda ortalamanın yakalanmış olduğu açıkça görülmektedir. CHUETSU_NIG025EW deprem ivme kaydının 0.54s’ de 1.79g spektral ivme değerine sahip olması ve CHUETSU_NIG025EW ivme kaydıyla TOTTORI_SMN002EW ivme kayıtlarının yaptığı yükselmeler ortalamanın DBYBHY-2007’nin sabit ivme kaydını yakalamasına yetmemiştir.

Çalışmada yer alan 4, 6 ve 8 katlı modellere ait bina ağırlıkları ve bina yükseklikleri Çizelge 3.7’ de verilmiştir. Bina ağırlık bilgileri kullanılarak yapının periyotlarının hesap sonucu Çizelge 3.8’ de gösterilmiştir. Deprem kuvvetlerinin etki etmesiyle yapıların birden fazla titreşim periyotları bulunur, ancak birinci titreşim periyodu yapı davranışına en fazla etki eden periyottur. Dinamik davranış etkisinde bina yüksekliğine bağlı olarak yapı analizinde birinci periyoda ilave olarak kullanılacak periyotlar da değişmektedir. 4 katlı modelde 1. ve 3. mod, 6 katlı modelde de 1. ve 3. mod, 8 katlı modelde ise 1. ve 4. mod doğal titreşim periyotları kullanılmıştır.

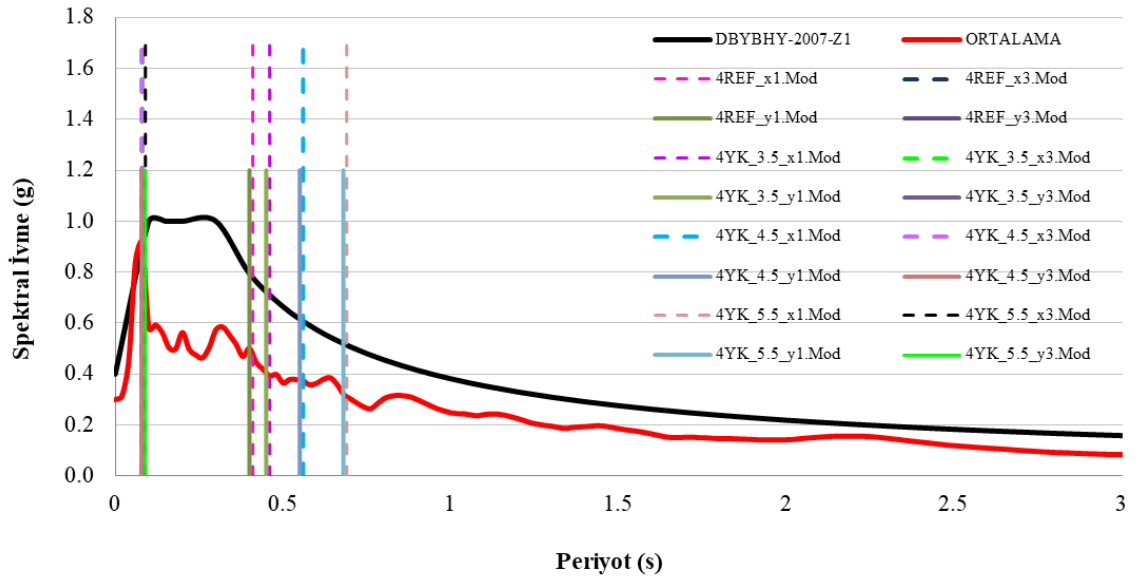
Çizelge 3.7 Bina ağırlıkları ve bina yükseklikleri bilgileri

Model Türü	Bina Bilgisi	REF	YK_3.5	YK_4.5	YK_5.5
4 Katlı Model	Bina Ağırlığı (kN)	9678.48	9757.23	9869.71	9982.29
	Bina Yüksekliği (m)	11.2	11.9	12.9	13.9
6 Katlı Model	Bina Ağırlığı (kN)	15997.1	16092.62	16229.13	16365.64
	Bina Yüksekliği (m)	16.8	17.5	18.5	19.5
8 Katlı Model	Bina Ağırlığı (kN)	30186.93	30329.03	30532.03	30735.03
	Bina Yüksekliği (m)	22.4	23.1	24.1	25.1

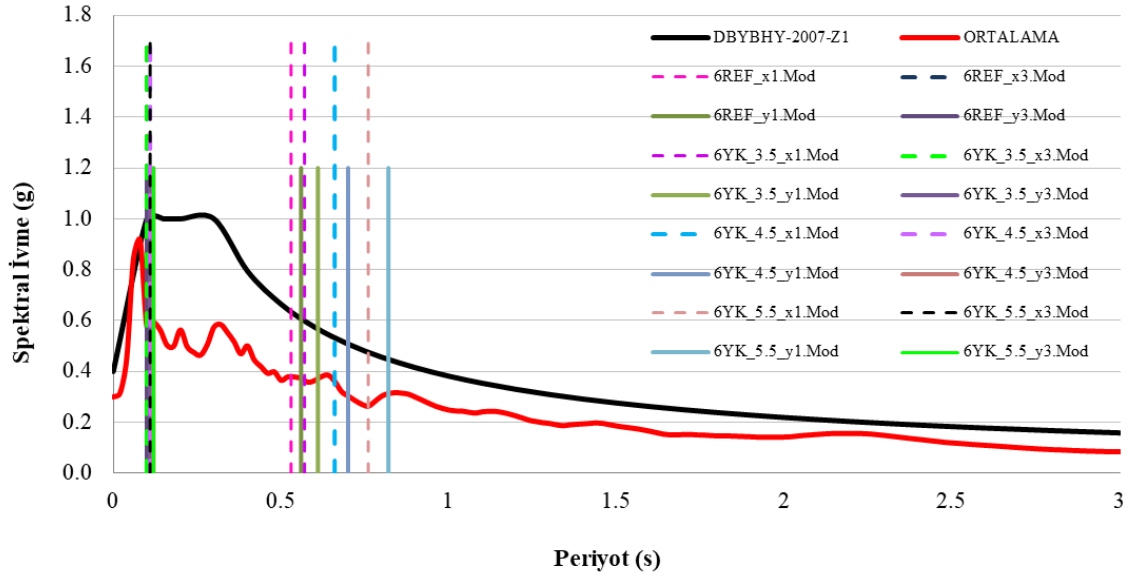
Çizelge 3.8 Bina periyot bilgileri (s)

Model Türü	Yön	Seçilen Mod	REF	YK_3.5	YK_4.5	YK_5.5
4 KATLI MODEL	x yönü	1. Mod	0.41	0.46	0.56	0.69
		3. Mod	0.08	0.08	0.08	0.09
	y yönü	1. Mod	0.40	0.45	0.55	0.68
		3. Mod	0.08	0.08	0.08	0.09
6 KATLI MODEL	x yönü	1. Mod	0.53	0.57	0.66	0.76
		3. Mod	0.10	0.10	0.11	0.11
	y yönü	1. Mod	0.56	0.61	0.70	0.82
		3. Mod	0.10	0.11	0.12	0.12
8 KATLI MODEL	x yönü	1. Mod	0.62	0.66	0.73	0.82
		4. Mod	0.08	0.09	0.09	0.09
	y yönü	1. Mod	0.67	0.71	0.78	0.87
		4. Mod	0.08	0.09	0.09	0.09

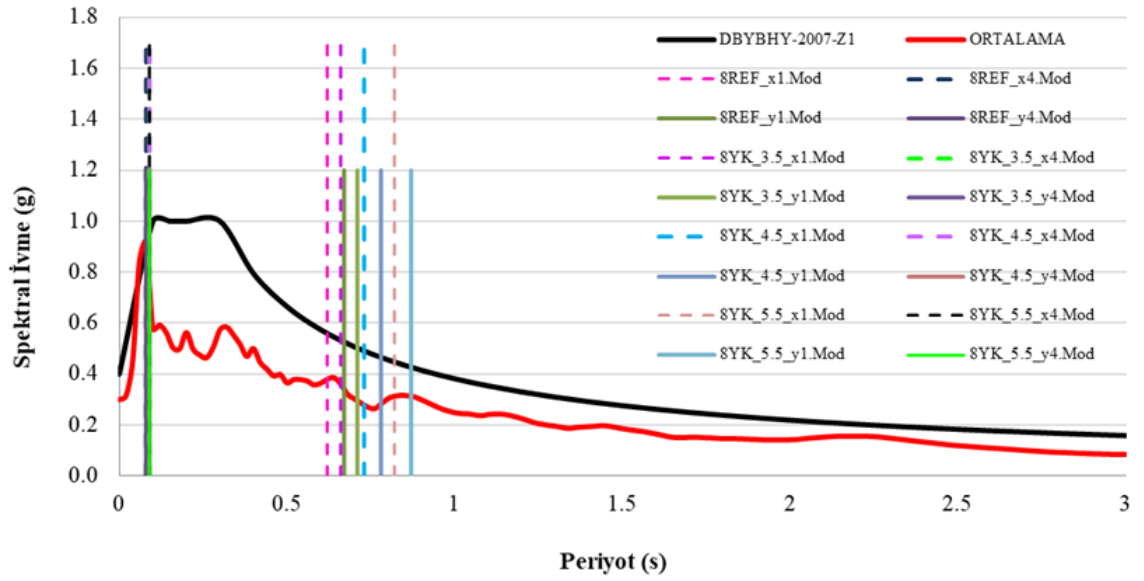
Çalışmada kullanılan 4, 6 ve 8 katlı modeller ve her birinin yumuşak kata sahip formlarına ait periyotlarının x ve y yönü için spektrum üzerinde gösterimi Şekil 3.5 - Şekil 3.7' de yer almaktadır. Şekillerde örnek olarak sadece Z1 zemin grubuna ait deprem ivme kayıtlarının ortalaması ve DBYBHY-2007 ait spektrumların üzerinde periyotların kesiştiği yerler mevcuttur. Bina yüksekliği arttıkça binaların dinamik etki altındaki salınım süreleri artmakta ve periyotlarda artışlar görülmektedir. 4 katlı referans binada x yönündeki periyot değeri 1. mod için 0.41 s değerindeyken, 3.5m yumuşak katlı bina için 0.46 s değerinde, 4.5m yumuşak katlı bina için 0.56 s değerinde, 5.5m yumuşak katlı bina için 0.69 s değerindedir. Benzer durumlar 6 ve 8 katlı binalardaki yumuşak kat yüksekliğinin artışında da söz konusudur. Spektrum grafiğinden görüldüğü gibi, periyot süresi arttıkça spektral ivme değeri pik değerlerden daha düşük değerlere doğru yönelim göstermektedir.



Şekil 3.5 Z1 Grubu deprem ivme kayıt ortalamasının %5 sönüm için elastik ivme spektrumu ve 4 katlı binaların periyotları



Şekil 3.6 Z1 Grubu deprem ivme kayıt ortalamasının %5 sönüm için elastik ivme spektrumu ve 6 katlı binaların periyotları



Şekil 3.7 Z1 Grubu deprem ivme kayıt ortalamasının %5 sönüm için elastik ivme spektrumu ve 8 katlı binaların periyotları

4. DOĞRUSAL ELASTİK OLMAYAN ZAMAN TANIM ALANINDA ANALİZLER

4.1 Giriş

Çalışma kapsamında DBYBHY-2007 dikkate alınarak kat sayısı, zemin kat yüksekliği, kalıp planı gibi parametreler farklıyla 12 adet 3-B bina modeli, x ve y olmak üzere iki asal doğrultusunda doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analize tabi tutulmuştur. Böylece toplamda 24 adet model analiz edilmiştir. Zemin gruplarına göre Z1 grubundan 6, Z2 grubundan 24, Z3 grubundan 22 ve Z4 grubundan 12 adet olmak üzere toplamda 66 adet deprem ivme kaydı kullanılmıştır.

4.2 Analiz Parametreleri

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yapılan modellerde, öncelikle SAP2000 programı yardımıyla yalnızca modal analiz yapılarak serbest titreşim periyotları elde edilmiştir. Çalışma kapsamında, 4 katlı modellerde 1. Mod Doğal Titreşim Periyodu ve 3. Mod Doğal Titreşim Periyodu, 6 katlı modellerde 1. Mod Doğal Titreşim Periyodu ve 3. Mod Doğal Titreşim Periyodu, 8 katlı modellerde 1. Mod Doğal Titreşim Periyodu ve 4. Mod Doğal Titreşim Periyodu esas alınarak dinamik analizlerde %5 sönüm için kütle ve rijitlik orantılı sönüm katsayıları tanımlanmıştır. Her modelin x ve y yönlerindeki doğal titreşim periyodu farklı olduğu göz önünde bulundurularak periyot tanımlamada buna dikkat edilmiştir.

Doğrusal olmayan sistemlerin çözümünde, seri sayısal integrasyon metodu olan Newmark Ortalama İvme Metodu kullanılmıştır. Zaman integrasyon parametreleri olan $\gamma=0.5$ (Gamma) ve $\beta=0.25$ (Beta) tanımlanmıştır. Çözüm tipi olarak doğrusal olmayan zaman tanım analizinde modal analiz ile doğrusal integrasyon kullanılmıştır.

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yapılırken P-Delta etkileri gözönünde bulundurulmamıştır. Analiz başlangıcında modellere düşey yükler uygulandıktan sonra deprem yükleri x ve y yönü olmak üzere iki yönden etkitilmiştir.

4.3 Analiz Sonuçlarından Elde Edilen Değerler

Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yapılan modellerden sonuçlar elde edilmiş ve değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda Taban Kesme Kuvveti, Tepe Noktası Ötelenmeleri, Katlararası Görelî Kat Ötelenmeleri, Taban Kesme Kuvvetinin ve Tepe Noktası Ötelenmesinin maksimum olduğu anlardaki katlara gelen kuvvet dağılımı analizlerden elde edilmiştir ve tablolar halinde hazırlanmıştır.

Elde edilen verilerden, mutlak değerce en büyük taban kesme kuvvetinin bina ağırlığına oranlanmasıyla Taban Kesme Kuvveti Oranı bulunmuştur. Mutlak değerce en büyük tepe noktası ötelenmesi bina yüksekliğine bölünerek Tepe Noktası Ötelenme Oranı; katlararası ötelenme oranlarının en büyüğü kat yüksekliğine bölünerek Görelî Kat Ötelenme Oranı elde edilmiştir.

4.4 Analiz Sonuçlarından Elde Edilen Bulgular

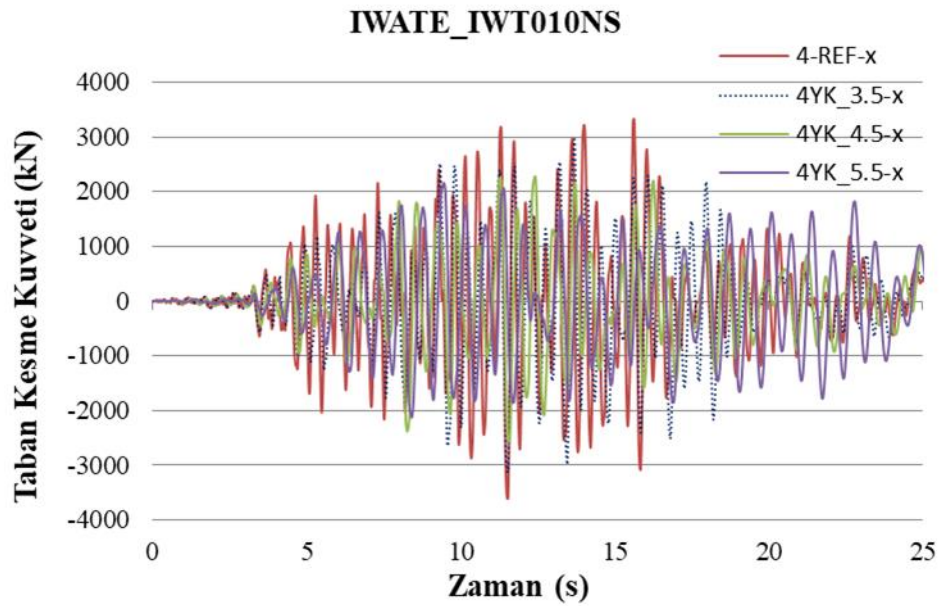
Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analize tabi tutulan 4, 6 ve 8 katlı bina modelleri ile elde edilen sonuçlar, kullanılan deprem gruplarına göre değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar arasında ivme kaydının etkidiği zaman içerisinde oluşan Taban Kesme Kuvveti ve Tepe Noktası Ötelenmesinin değerleri grafiklerle gösterilmiştir. Referans bina modelleri ile yumuşak kat 3.5 m, 4.5 m ve 5.5 m zemin kat yüksekliğine sahip modeller Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin gruplarının her biri içinde kıyaslamalı olarak gösterilmiştir.

4.4.1 Taban Kesme Kuvveti

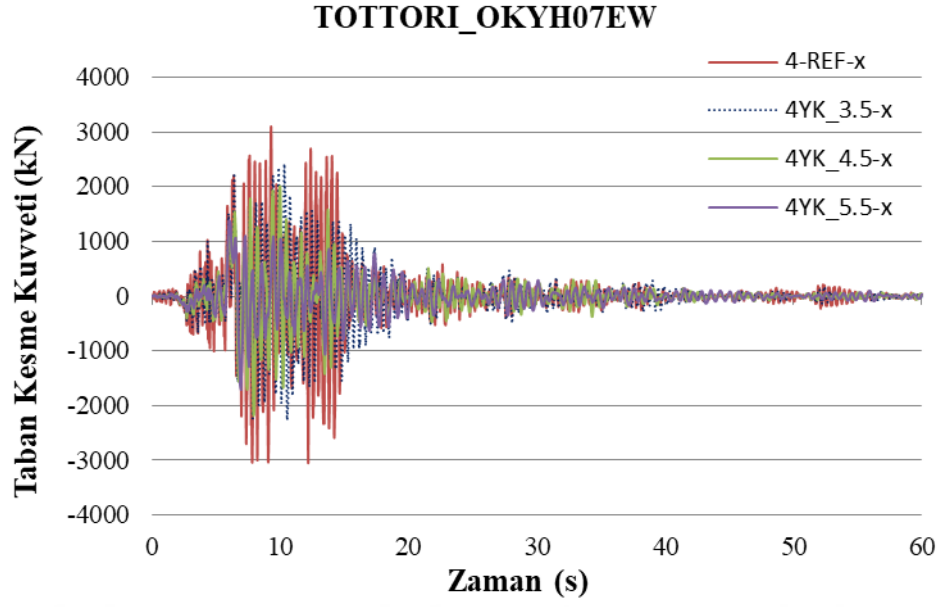
Taban kesme kuvveti değerinin her grubun ve modelin kendi arasında değişimi grafiklerle gösterilmiştir. Taban kesme kuvveti karşılaştırmaları maksimum değerler üzerinden değerlendirilmiştir. Z1, Z2, Z3 ve Z4 her bir zemin grubu için kendi aralarında referans bina modeli ve 3.5m, 4.5m, 5.5m yumuşak kat yüksekliğine sahip bina modelleri kıyaslamalı olarak grafiklerde yer almaktadır. 4 ve 6 katlı binalar

sadece tek eksenle simetrik olup bunların x ve y yönlerindeki taban kesme kuvvetlerinin birbirinden farkı olmadığından grafiklerde tek yöndeki gösterimi yer almaktadır. 8 katlı bina modeli hem x hem de y eksen yönünde simetrik ve bu model de tek eksen taban kesme kuvveti değişim sonucu grafiklerde yer almıştır. 4, 6 ve 8 katlı referans ve bina modellerine ait hem x hem de y taban kesme kuvveti sonuçları tablolar halinde kıyaslamalı olarak ilerleyen bölümlerde açıklanmıştır.

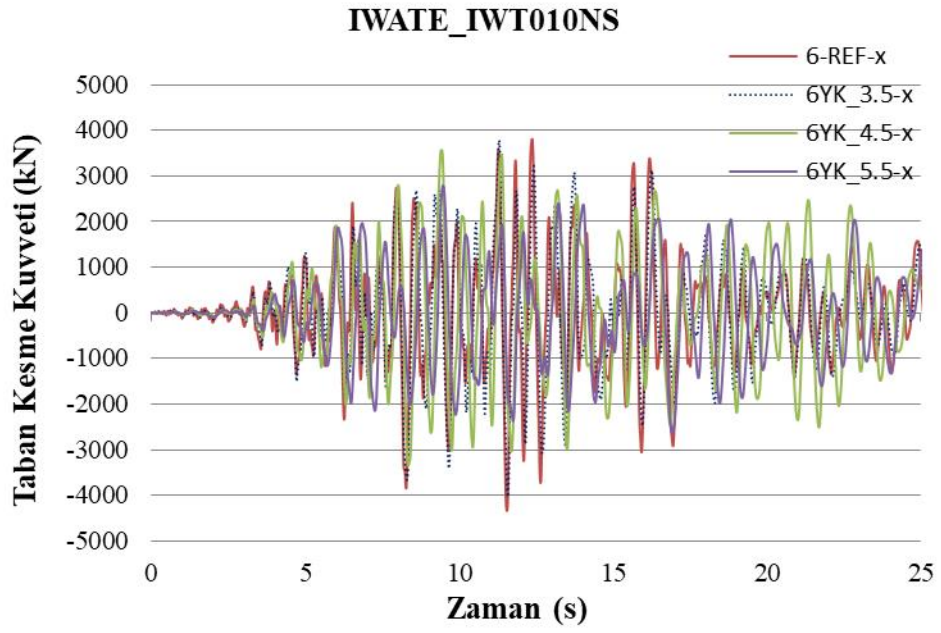
Zemin sınıfı Z1 için IWATE_IWT010NS ve TOTTORI_OKYH07EW depremine ait taban kesme kuvvetleri 4 katlı modeller için Şekil 4.1 - 4.2 'de gösterilmiştir. IWATE_IWT010NS depremi için referans binaya ait taban kesme kuvvetinin yumuşak katlı modellere göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. TOTTORI_OKYH07EW depremi taban kesme kuvveti değerleri referans model ile yumuşak katlı modeller arasında oldukça belirgin fark vardır. TOTTORI_OKYH07EW depremi Z1 zemin sınıfı içinde yüksek PGA değerine sahip olması ile taban kesme kuvvetinin modellere etkisi açıklanabilmektedir.



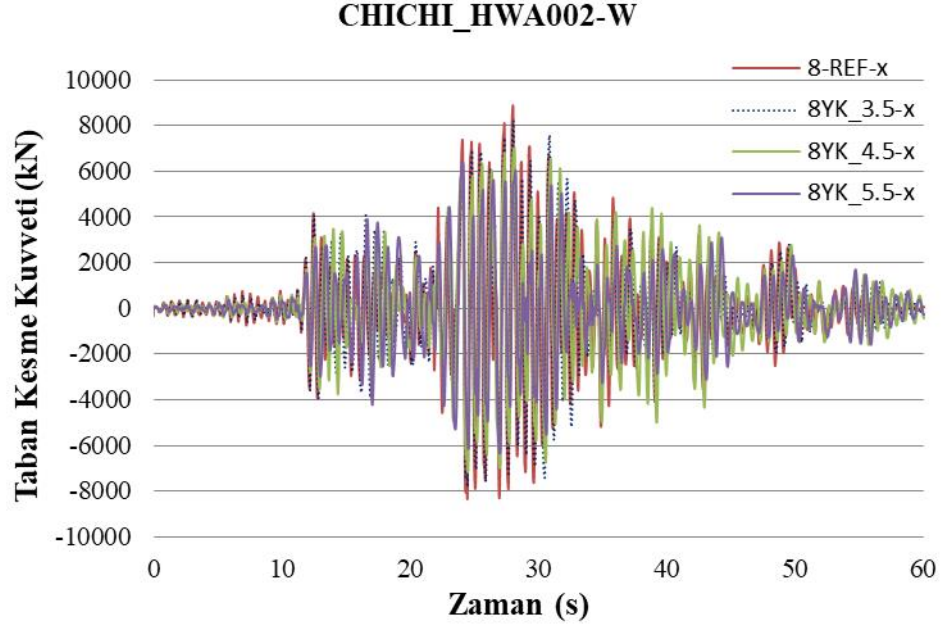
Şekil 4.1 Z1 Zemin grubundan IWATE_IWT010NS deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



Şekil 4.2 Z1 Zemin grubundan TOTTORI_OKYH07EW deprem ivme kaydının
4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



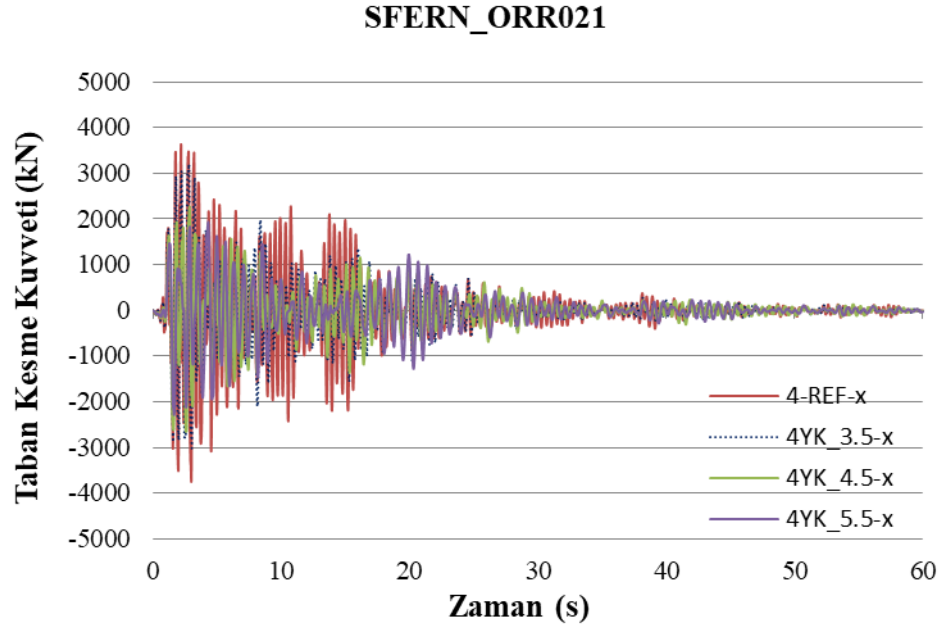
Şekil 4.3 Z1 Zemin grubundan IWATE_IWT010NS deprem ivme kaydının
6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



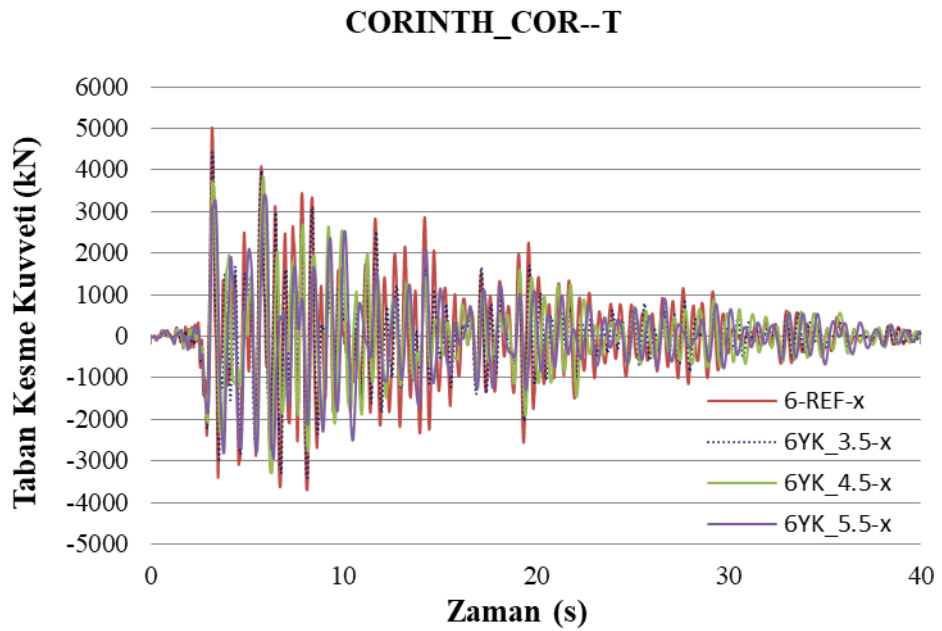
Şekil 4.4 Z1 Zemin grubundan CHICHI_HWA002-W deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi

6 ve 8 katlı modeller için Z1 zemin grubundan IWATE_IWT010NS ve CHICHI_HWA002-W depremleri taban kesme kuvvetleri Şekil 4.3 - 4.4' de yer almaktadır. IWATE_IWT010NS ve CHICHI_HWA002-W ivme kaydı için deprem ivmesinin devam ettiği sürenin büyük bir bölümünde taban kesme kuvvetlerinin düzenli olarak referans modeli takip ettiği görülmekle birlikte, yumuşak katlı modellerde taban kesme kuvveti değerlerinin referans modele göre bir miktar azaldığı da dikkat çekmektedir.

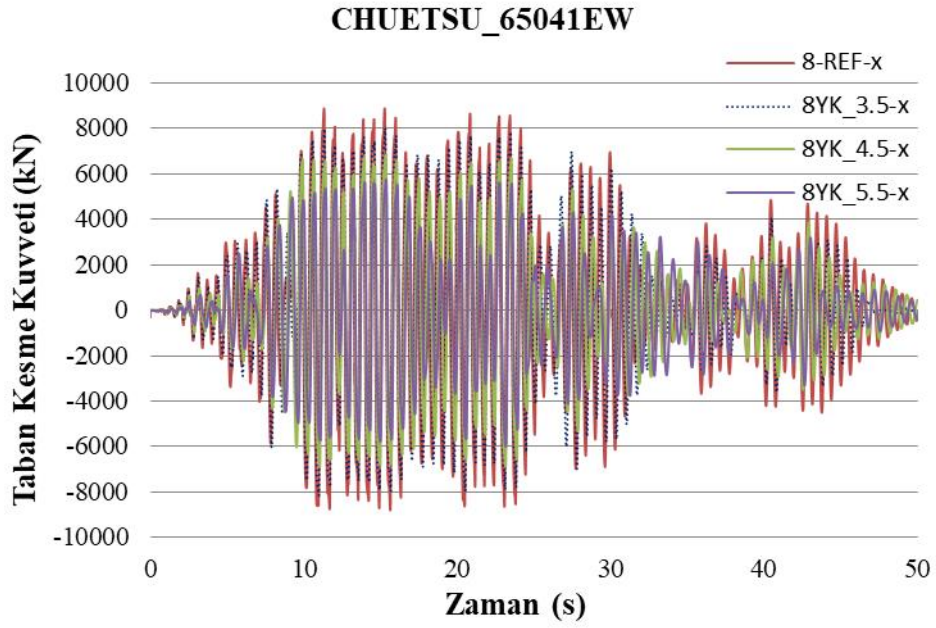
Z2 Zemin grubundan SFERN_ORR021 deprem ivme kaydının 4 katlı modele ilişkin etkisine bakıldığında Şekil 4.5' den görüldüğü üzere taban kesme kuvveti değerleri, referans modelde 3000 kN' u geçtiği, yumuşak katlı modellerde ise 2000 kN değeri civarında ve aşağısında kalmaktadır. 6 katlı model için Z2 zemin grubundan CORINTH_COR—T deprem ivmesi etkisi sonucu Şekil 4.6' da yumuşak katlı ve referans modellerde oluşan taban kesme kuvvetleri arasında belirgin bir fark görülmemektedir. Şekil 4.7' de yer alan Z2 zemin grubundan CHUETSU_65041EW deprem ivme kaydına ait 8 katlı modeldeki taban kesme kuvveti değerleri yumuşak kat ve referans model arasında düzenli bir biçimde olmak üzere yumuşak katlı modellerde azalma göstermektedir.



Şekil 4.5 Z2 Zemin grubundan SFERN_ORR021 deprem ivme kaydının
4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



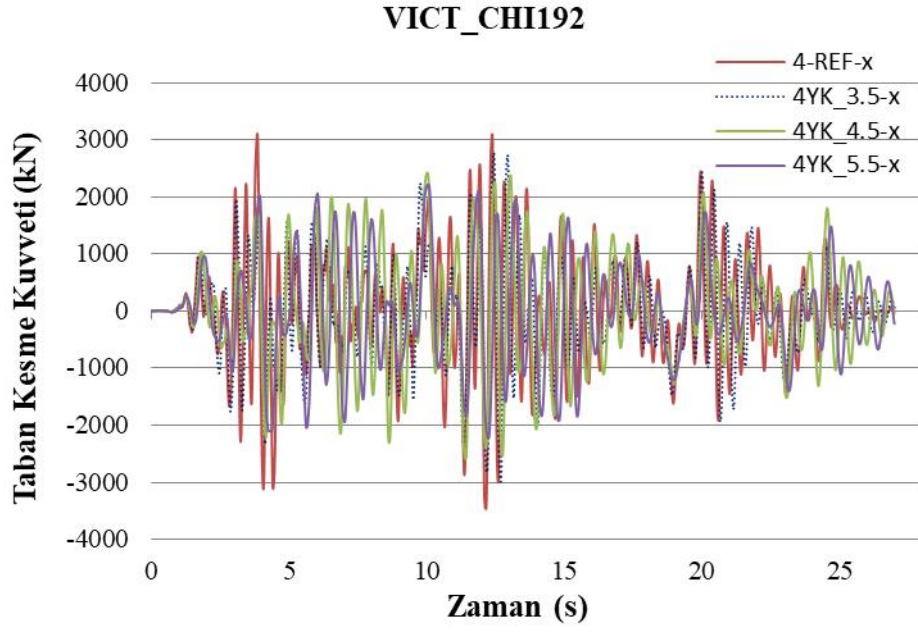
Şekil 4.6 Z2 Zemin grubundan CORINTH_COR--T deprem ivme kaydının
6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



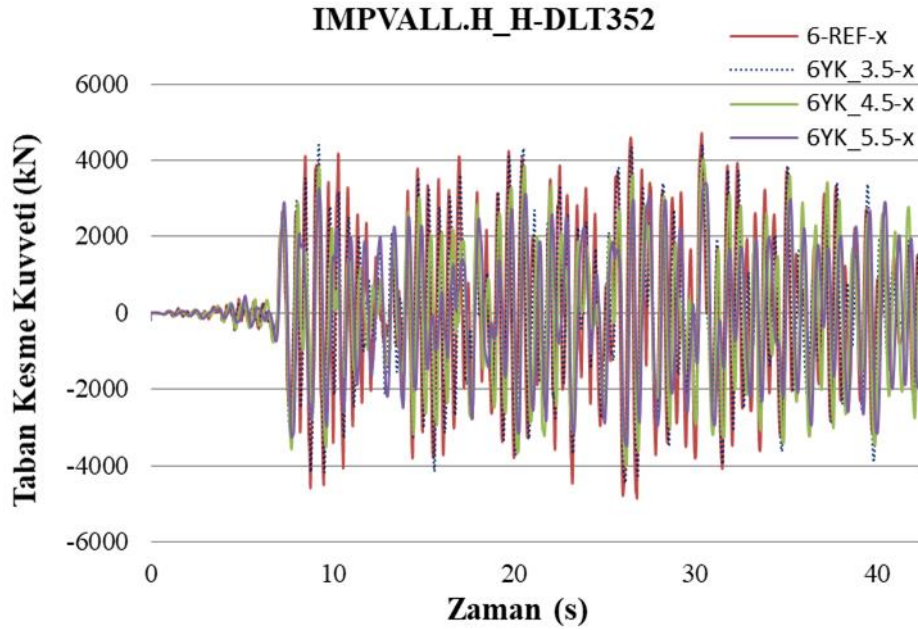
Şekil 4.7 Z2 Zemin grubundan CHUETSU_65041EW deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi

Z3 zemin sınıflandırmasında 4 katlı model için taban kesme kuvvetleri değerleri Şekil 4.8’ de VICT_CHI192 depremi için gösterilmiştir. 6 katlı modeller için taban kesme kuvvetleri Şekil 4.9’ da, 8 katlı modeller için taban kesme kuvvetleri Şekil 4.10’ da yer almaktadır. Taban kesme kuvvetleri deprem ivmesinin etki ettiği zaman içerisinde yumuşak katlı modeller için referans modele göre yer yer yüksek değerlerde gözükse de maksimum ve minimum taban kesme kuvveti değerlerinde çok fark olmamaktadır.

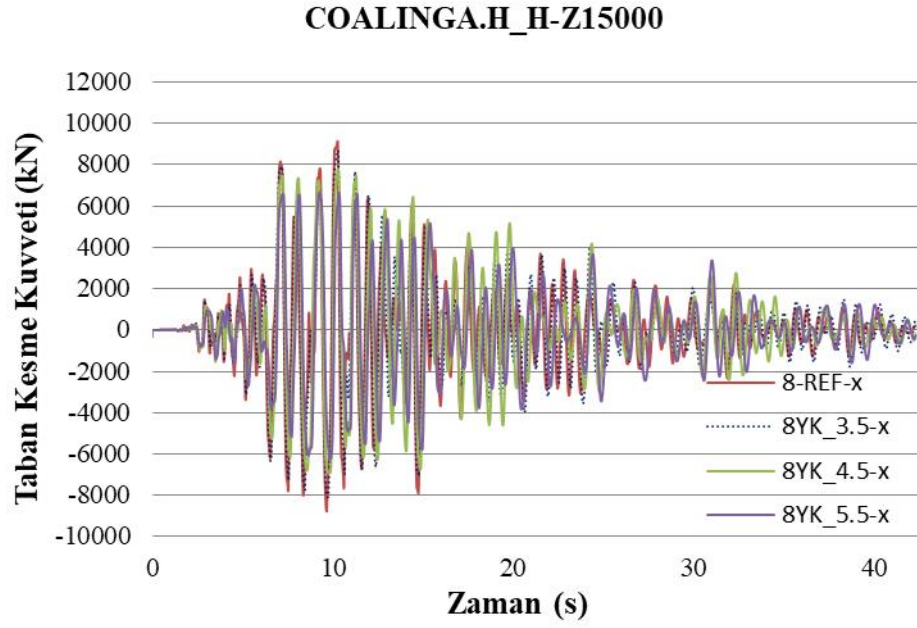
Kısıtlı sayıda olan Z4 zemin sınıfı deprem ivme kayıtları için 4, 6 ve 8 katlı modellere ait taban kesme kuvvetleri Şekil 4.11 – 4.13 aralığında gösterilmektedir. Z4 zemin sınıfına ait SUPER.A_A-IVW090 ve NIIGATA_NIG014EW deprem ivme kaydı için referans bina ile yumuşak katlı modeller arasında taban kesme kuvvetinin belirgin fark oluşturduğu grafiklerden görülmektedir. Yumuşak katlı modellerde daha düşük değerler yer almaktadır. DARFIELD_REHSS88E deprem ivme kaydı için 8 katlı referans model ile yumuşak katlı modellerin taban kesme kuvveti değerleri arasındaki fark çok net olmamaktadır.



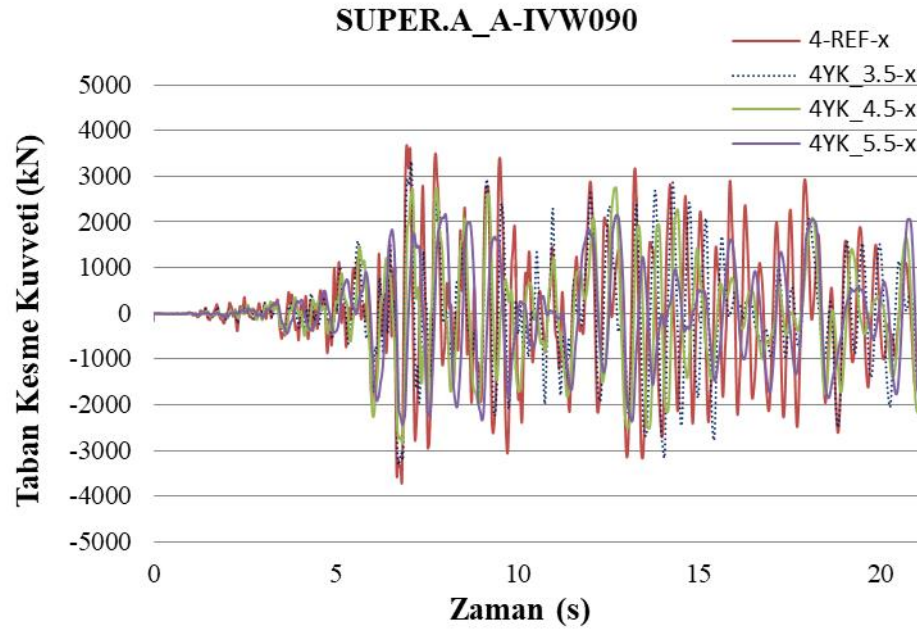
Şekil 4.8 Z3 Zemin grubundan VICT_CHI192 deprem ivme kaydının
4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



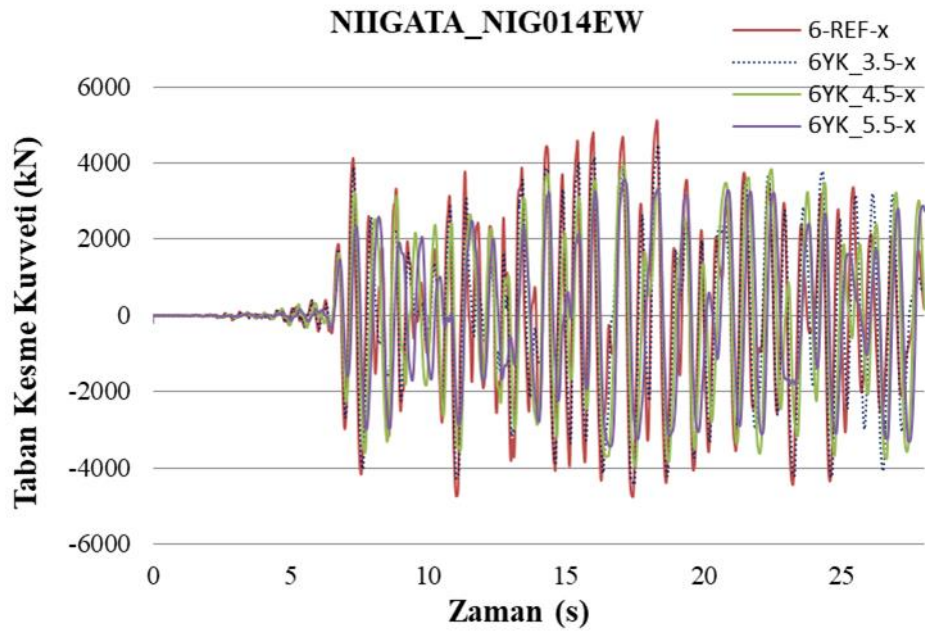
Şekil 4.9 Z3 Zemin grubundan IMPVALL.H_H-DLT352 deprem ivme kaydının
6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



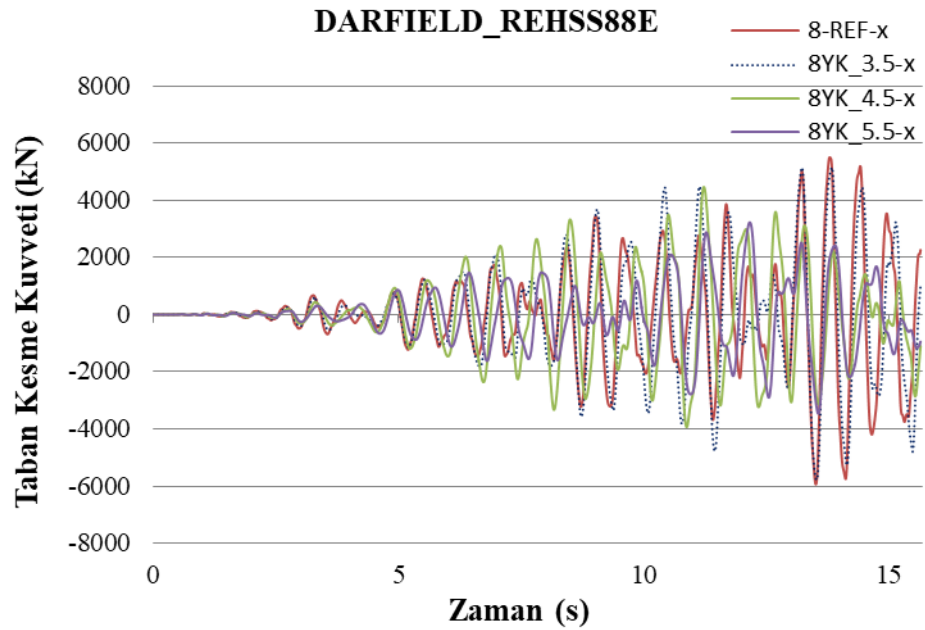
Şekil 4.10 Z3 Zemin grubundan COALINGA.H_H-Z15000 deprem ivme kaydının
8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



Şekil 4.11 Z4 Zemin grubundan SUPER.A_A-IVW090 deprem ivme kaydının
4 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



Şekil 4.12 Z4 Zemin grubundan NIIGATA_NIG014EW deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi



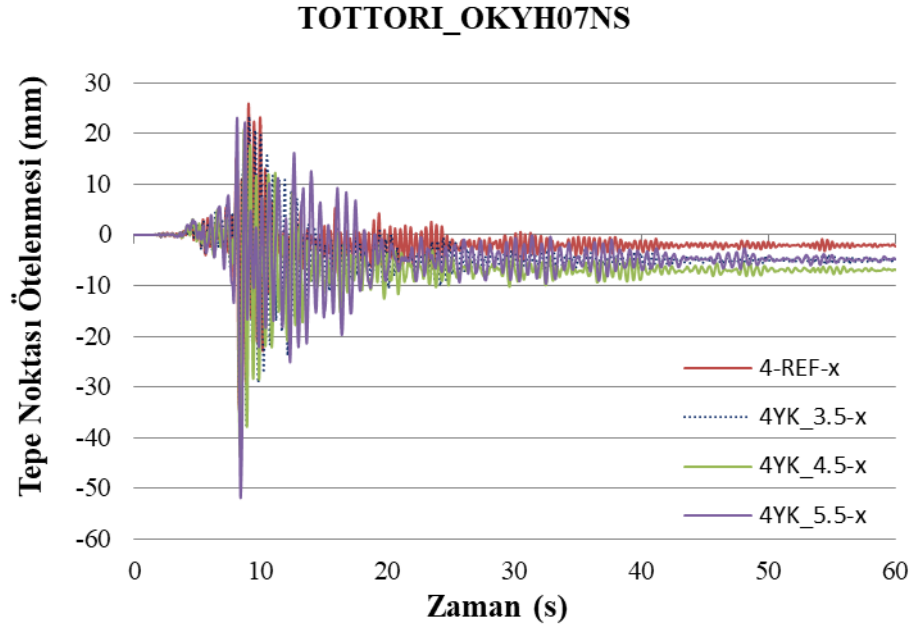
Şekil 4.13 Z4 Zemin grubundan DARFIELD_REHSS88E deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait taban kesme kuvvetleri değişimi

Çalışmada incelenen tüm zemin grupları ve depremler bir arada değerlendirildiğinde, modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça taban kesme kuvveti değerinin azaldığı görülmüştür.

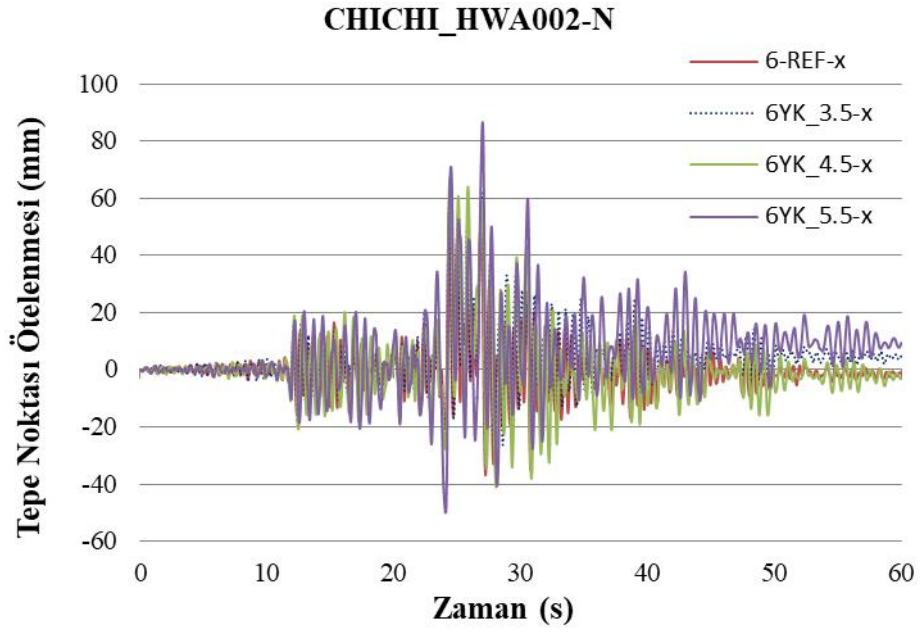
4.4.2 Tepe Noktası Ötelenmesi

Zemin katta kat yüksekliğinin arttırılarak yumuşak kata sahip bina modelleri ile referans bina modellerinin deprem etkisi altında tepe noktası ötelenme değerlerinin zamanla değişimleri grafiklerle gösterilmiştir.

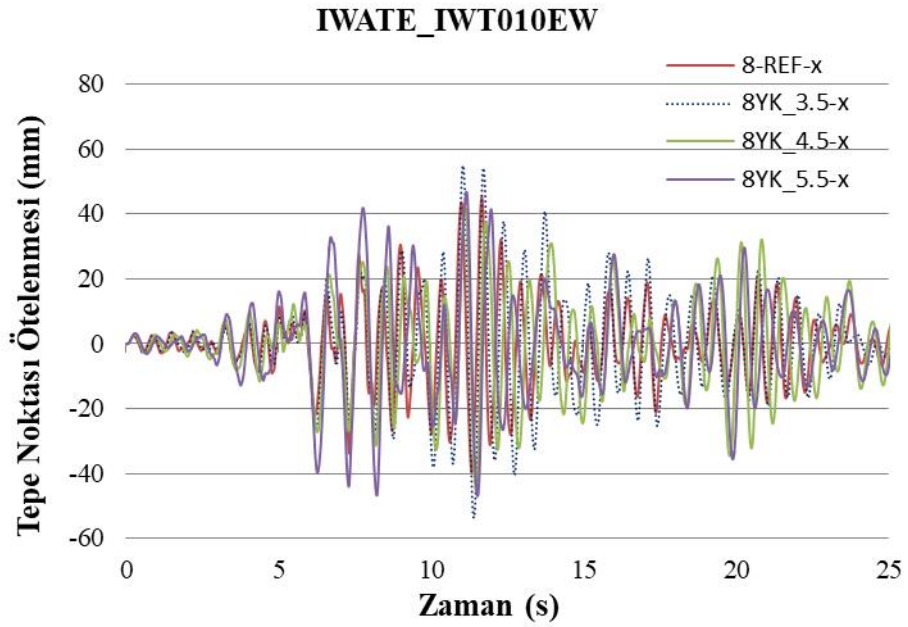
Z1 zemin grubundan TOTTORI_OKYH07NS deprem ivme kaydının 4 katlı modele etkisini olan tepe noktası ötelenmesinin zamanla değişimi Şekil 4.14’ de yer almaktadır. 4 katlı referans modelde ve yumuşak katlı modellerde tepe noktası ötelenmesi oldukça belirgin bir biçimdedir. 6 katlı model için tepe noktası ötelenmesi CHICHI_HWA002-N depremi ile Şekil 4.15’ de gösterilmiştir. 8 katlı modelin Z1 zemin grubuna ait tepe noktası ötelenme grafikleri ise Şekil 4.16’ da verilmiştir.



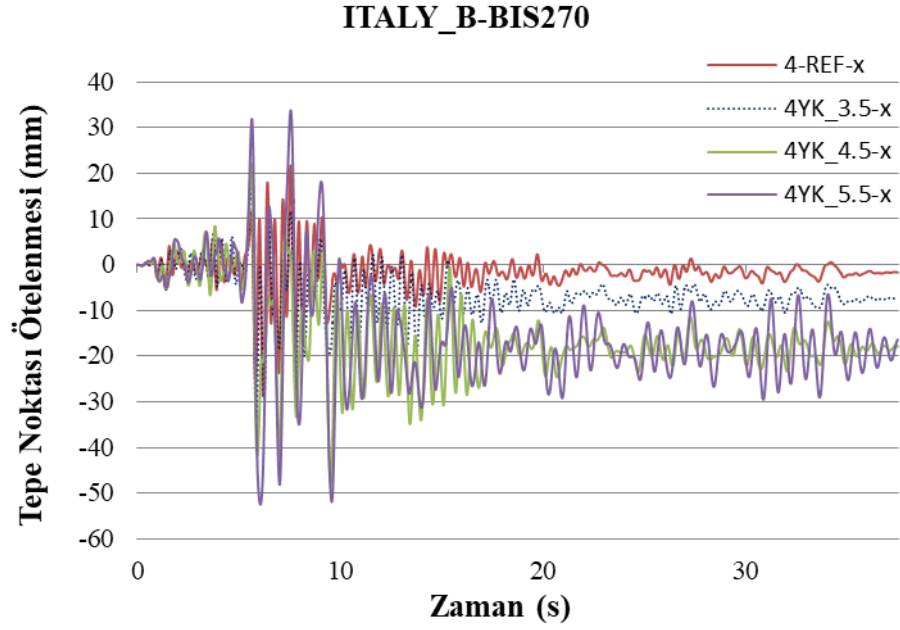
Şekil 4.14 Z1 Zemin grubundan TOTTORI_OKYH07NS deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



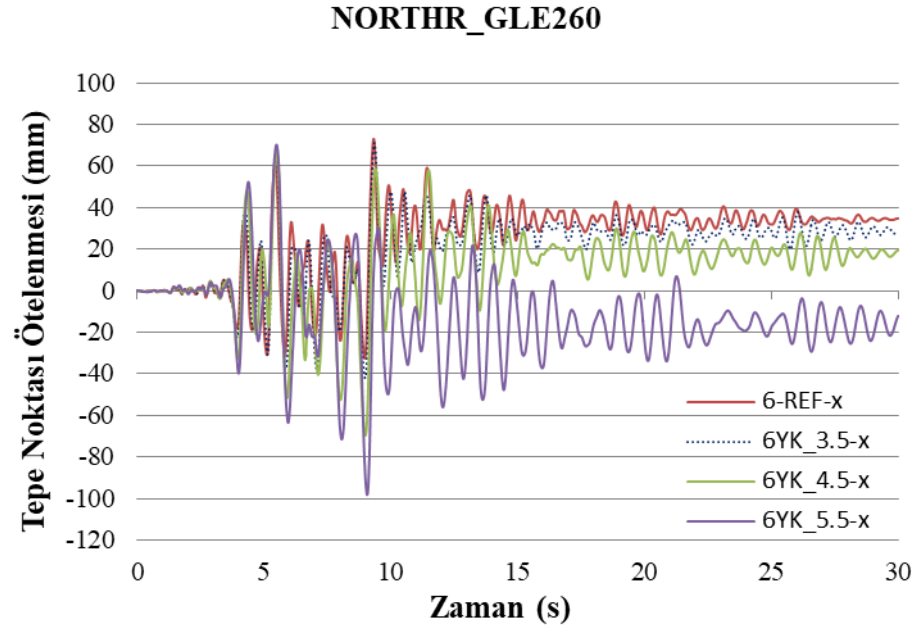
Şekil 4.15 Z1 Zemin grubundan CHICHI_HWA002-N deprem ivme kaydının
6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



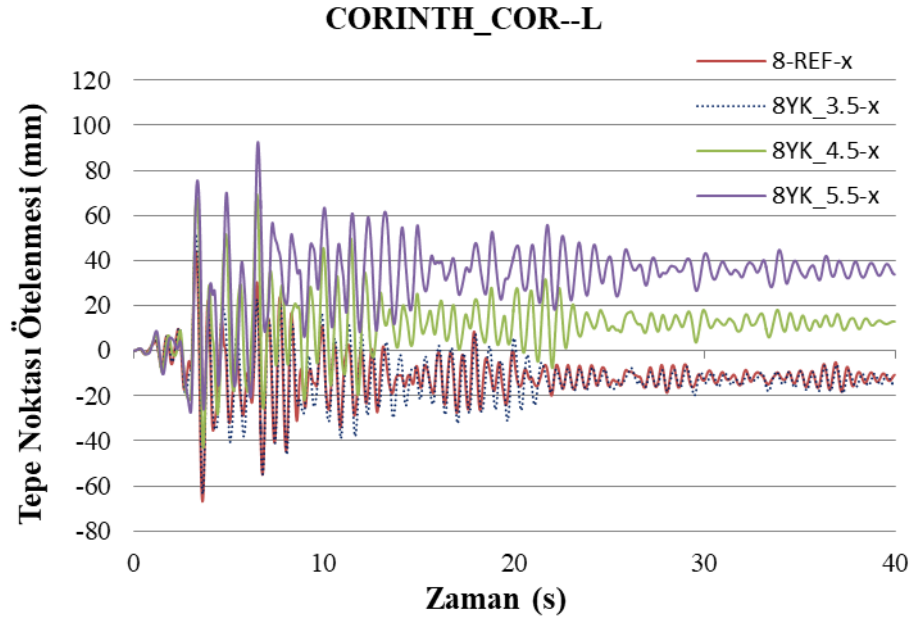
Şekil 4.16 Z1 Zemin grubundan IWATE_IWT010EW deprem ivme kaydının
8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



Şekil 4.17 Z2 Zemin grubundan ITALY_B-BIS270 deprem ivme kaydının
4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



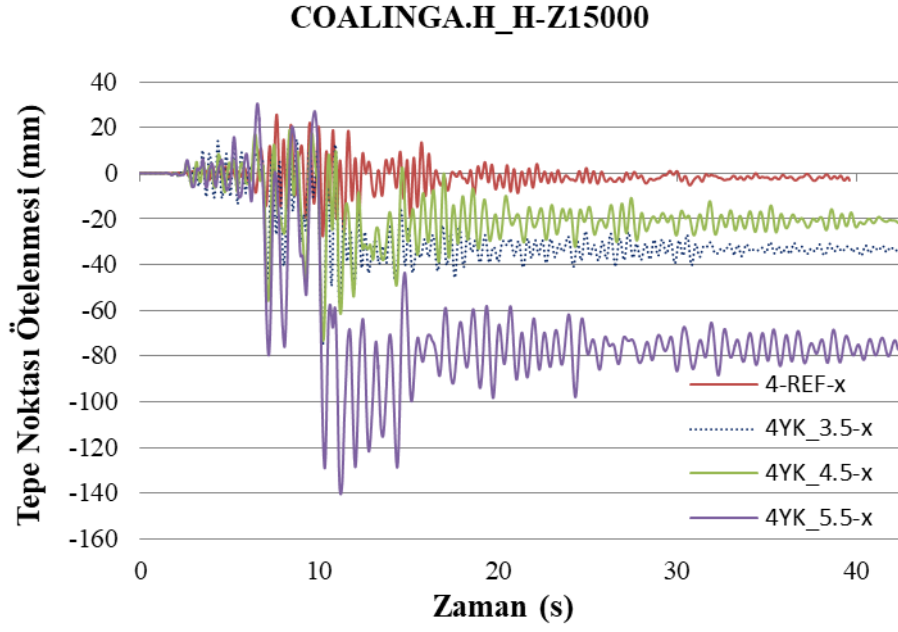
Şekil 4.18 Z2 Zemin grubundan NORTHR_GLE260 deprem ivme kaydının
6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



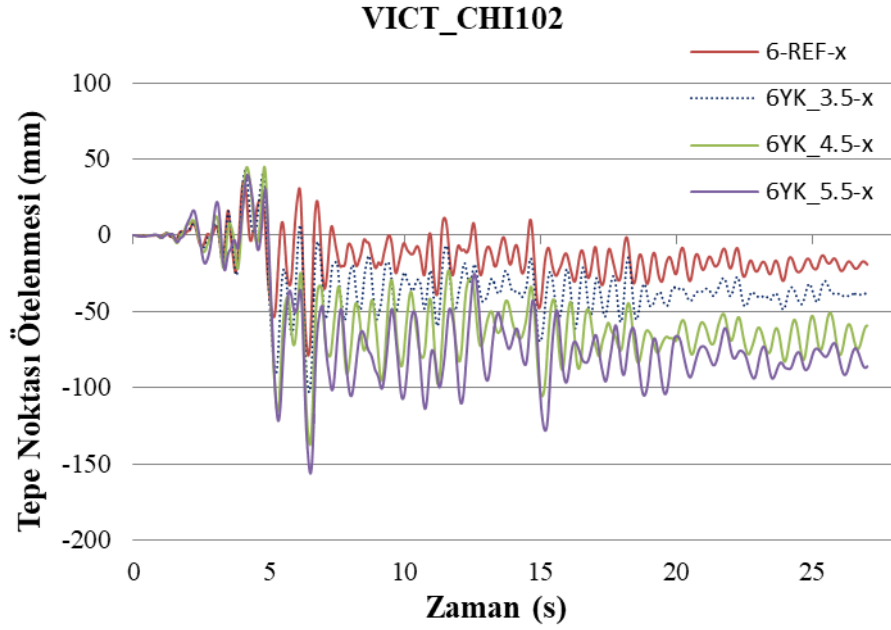
Şekil 4.19 Z2 Zemin grubundan CORINTH_COR—L deprem ivme kaydının 8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi

Z2 zemin grubun ait ITALY_B-BIS270 deprem ivme kaydının 4 katlı referans model ve yumuşak katlı modeller üzerinde zamana bağlı olarak yaptığı tepe noktası ötelenmeleri Şekil 4.17’ de gösterilmiştir. Tepe noktası ötelenmesi değerinin zamanla değişimi yumuşak katlı modellerde zemin kat yüksekliği arttıkça 20 mm ile 50 mm aralığında olmaktadır. 6 ve 8 katlı modellere ait NORTH_GLE260, CORINTH_COR—L deprem ivme kayıtlarının etkisi Şekil 4.18 – 4.19’ da yer almaktadır. Grafıklere bakıldığında kalıcı deformasyonlar dikkat çekmektedir.

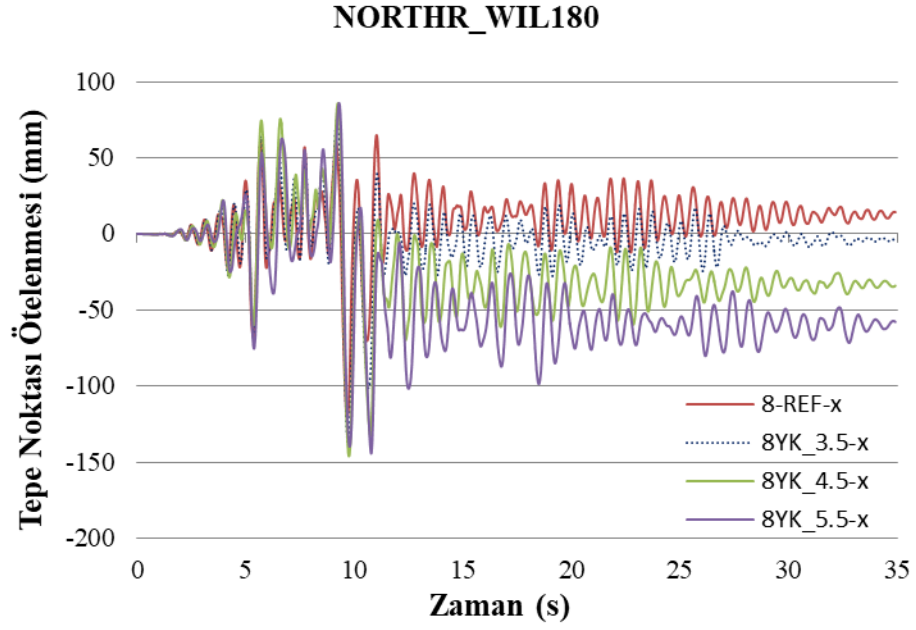
Z3 zemin grubundan COALINGA.H_H-Z15000 deprem ivme kaydının 4 katlı modellere ait tepe noktası ötelenmesi değişimi Şekil 4.20’ de yer almaktadır. 6 katlı modellere ait VICT_CHI102 deprem ivme kaydının grafikleri Şekil 4.21’ de gösterilmiştir. 8 katlı modellerin NORTH_WIL180 deprem ivme kaydı için Şekil 4.22’ de görüldüğü gibi yumuşak katlı modellerin yüksekliği arttıkça referans modele göre tepe noktası ötelenmesinde artış gösterdiği anlaşılmaktadır.



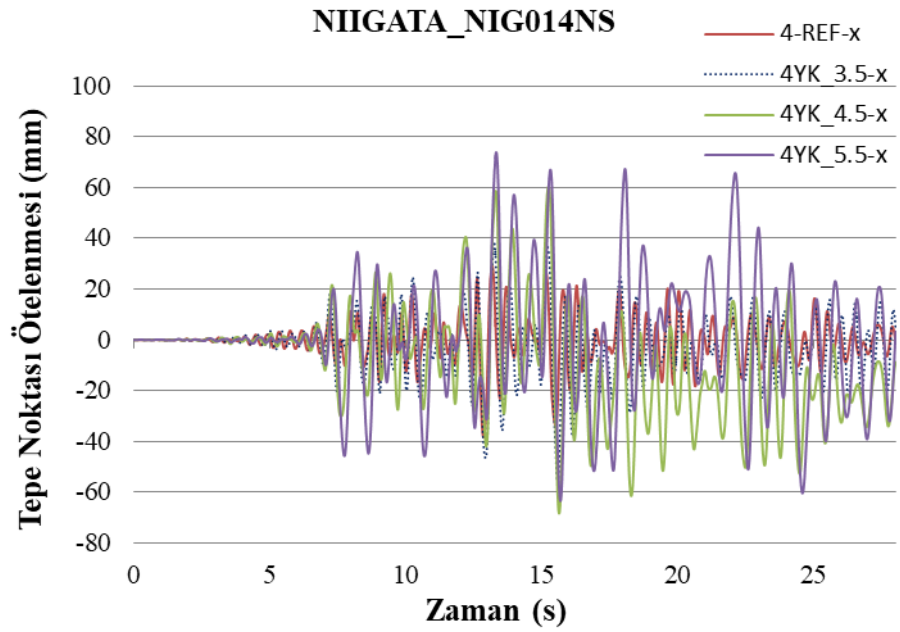
Şekil 4.20 Z3 Zemin grubundan COALINGA.H_H-Z15000 deprem ivme kaydının 4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



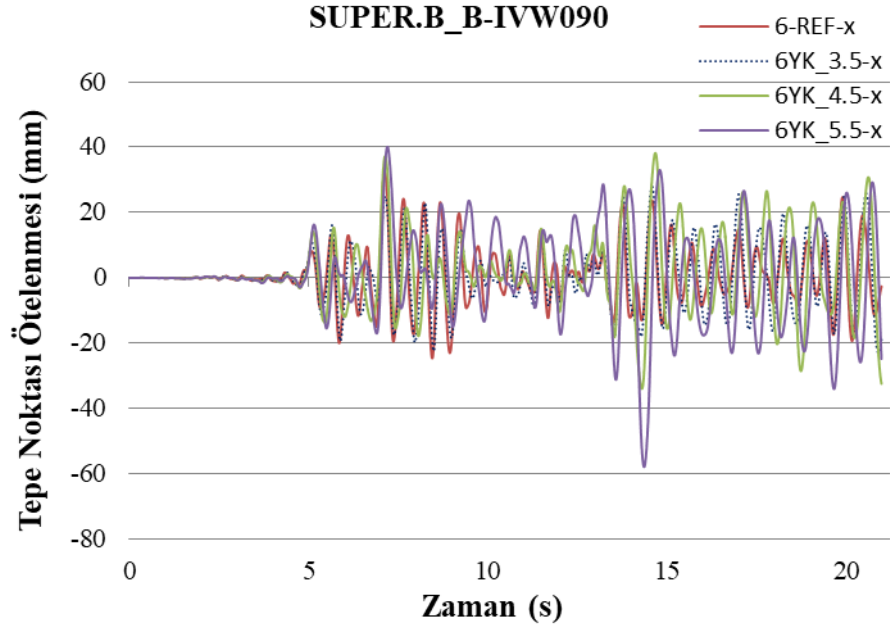
Şekil 4.21 Z3 Zemin grubundan VICT_CHI102 deprem ivme kaydının 6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



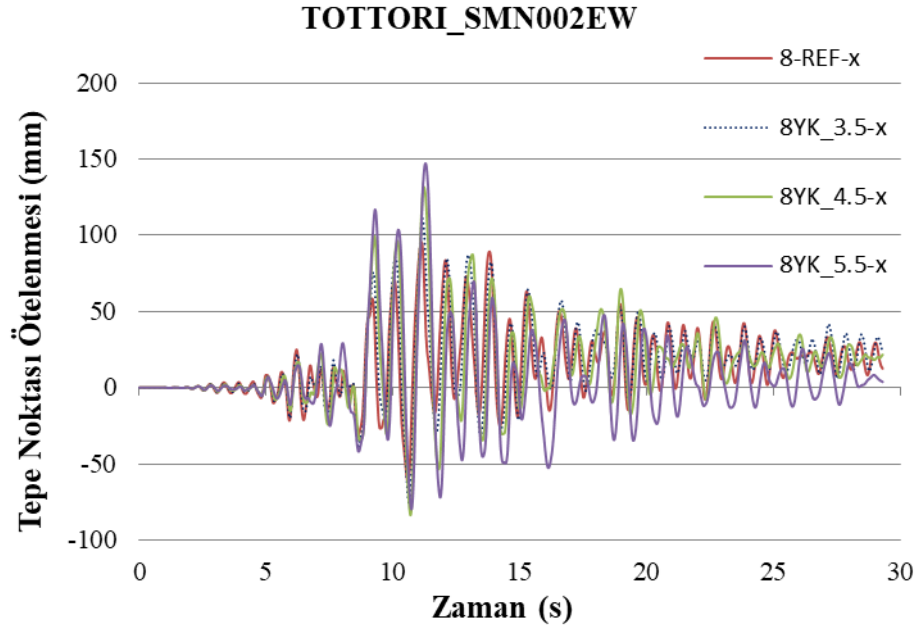
Şekil 4.22 Z3 Zemin grubundan NORTHR_WIL180 deprem ivme kaydının
8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



Şekil 4.23 Z4 Zemin grubundan NIIGATA_NIG014NS deprem ivme kaydının
4 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



Şekil 4.24 Z4 Zemin grubundan SUPER.B_B-IVW090 deprem ivme kaydının
6 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi



Şekil 4.25 Z4 Zemin grubundan TOTTORI_SMN002EW deprem ivme kaydının
8 kat x yönü bina modellerine ait tepe noktası ötelenmesi değişimi

Z4 zemin sınıfından 4 katlı modeller için NIIGATA_NIG014NS deprem ivme kaydının tepe noktası ötelenmesi grafikleri Şekil 4.23' de yer almaktadır. Ötelenmelerin referans bina ve yumuşak katlı binalar için birbirine yakın oldukları grafiklerden görülmektedir. 6 katlı modellerde SUPER.B_B-IVW090 deprem ivme kaydı için Şekil 4.24' e bakıldığında referans bina modelinin yumuşak kat yüksekliği 3.5m olan binaya kıyasla tepe noktası ötelenmelerinin zamanla değişimi maksimum 30 mm değerlerindeyken yumuşak kat yüksekliği 5.5m olan bina için 60 mm değerine ulaşmaktadır. 8 katlı modeller için TOTTORI_SMN002EW deprem ivme kaydının grafikleri Şekil 4.25' te gösterilmiştir.

Çalışma kapsamında Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıflarından deprem ivme kayıt örnekleri; 4, 6 ve 8 katlı referans bina modelleri ve yumuşak katlı modellerin tepe noktası ötelenmeleri kıyaslamalı olarak grafiklerle verilmiştir. Grafikler incelendiğinde yumuşak katlı ve referans binaların her ikisinde de kat yüksekliği arttıkça tepe noktası ötelenmesi değerinin de arttığı görülmüştür. Ayrıca tepe noktası ötelenmesi değişiminde zemin türü ve deprem özellikleri de etkili olmaktadır.

5. ANALİZLERİN SONUÇLARI

5.1 Giriş

Türkiye’ de yaygın olarak bulunan binaları temsil etmesi amacıyla 4, 6 ve 8 katlı binalar modellenmiş olup zemin kat yüksekliği arttırılmak suretiyle bunlardan yumuşak katlı yapılar oluşturulmuştur. SAP2000 programında referans ve yumuşak katlı modellere daha önceden meydana gelmiş deprem ivme kayıtları kullanılarak Zaman Tanım Alanında Doğrusal Elastik Olmayan Analiz uygulanmıştır. Çalışmada USGS’ de kullanılan zemin sınıflandırmasından, DBYBHY-2007’ de verilen zemin sınıf aralığını sağlayan deprem kayıtları filtrelenerek seçilmiştir. PEER veri havuzundan farklı zemin ve özelliklerdeki 64 adet deprem ivme kaydı ile çalışılmıştır. Bu kapsamda Z1 zemin grubundan 6 adet, Z2 zemin grubundan 24 adet, Z3 zemin grubundan 22 adet ve Z4 zemin grubundan 12 adet deprem ivme kaydı ile analizler yapılmıştır. 4, 6, ve 8 katlı referans bina modellerinin kat yükseklikleri 2.8m olarak planlanmış, yumuşak katlı modellerde zemin kat yükseklikleri 3.5m, 4.5m ve 5.5m olarak değiştirilmiştir.

Yapılan analizlerden elde edilen Taban Kesme Kuvvetleri, Tepe Noktası Ötelenmeleri ve Göreli Kat Ötelenmeleri elde edilmiştir. Bu verilerden Taban Kesme Kuvveti Oranları, Tepe Noktası Ötelenme Oranları ve Göreli Kat Ötelenme Oranları hesaplanmıştır. Her modelde her bir deprem modelin x ve y yönü doğrultusunda etki ettirilmiştir.

Analizler sonucunda yumuşak katlı bina modellerinden elde edilen sonuçlar referans bina modelleriyle kıyaslanmış ve tablolarda gösterilmiştir. Tablolarda yer alan minimum, maksimum, ortalama değer, standart sapma ve varyasyon katsayıları gibi değerler ile modeller kıyaslanarak yorumlanmıştır.

5.2 Z1 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları

Betonarme binaların düşey taşıyıcılığı kadar yatay kuvvetleri karşılayabilmesi de önemlidir. Yatay kuvvetlerden deprem etkisi sonucu taban kesme kuvvetleri hesabı; binanın doğal titreşim periyoduna, bina ağırlığına ve zemin özelliklerine bağlı olduğu deprem yönetmeliğinde yer almaktadır. Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına ait taban kesme kuvvetlerinin bina ağırlığına bölünmesiyle elde edilen taban kesme kuvveti oranları tablolar halinde 4, 6 ve 8 katlı yapılar için sırasıyla Çizelge 5.1, Çizelge 5.2 ve Çizelge 5.3’ te gösterilmiştir.

Taban kesme kuvveti oranlarına bakıldığında, referans binaların taban kesme kuvveti oranı değerlerinin yumuşak katlı modellere göre yüksek olduğu görülmektedir. 4 katlı referans binaların taban kesme kuvveti oranları %32 ile %41 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %17 ile %24 aralığında değişmektedir. 6 katlı modelde referans binaların taban kesme kuvveti oranları %21 ile %31 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modeller ise %14 ile %22 aralığında değişmektedir. 8 katlı modelde referans binaların taban kesme kuvveti oranları %18 ile %29 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %14 ile %20 aralığında kalmaktadır.

Çizelge 5.1 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z1	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.372	0.398	0.332	0.340	0.300	0.307	0.240	0.248
CHICHI_HWA002-W	0.372	0.398	0.332	0.340	0.300	0.307	0.240	0.248
IWATE_IWT010EW	0.360	0.380	0.320	0.340	0.237	0.249	0.226	0.237
IWATE_IWT010NS	0.373	0.395	0.321	0.320	0.261	0.273	0.216	0.227
TOTTORI_OKYH07EW	0.321	0.320	0.248	0.265	0.221	0.230	0.171	0.173
TOTTORI_OKYH07NS	0.396	0.417	0.344	0.355	0.287	0.299	0.233	0.245
Minimum	0.321	0.320	0.248	0.265	0.221	0.230	0.171	0.173
Maksimum	0.396	0.417	0.344	0.355	0.300	0.307	0.240	0.248
Ortalama	0.365	0.385	0.316	0.327	0.268	0.277	0.221	0.229
Standart Sapma	0.025	0.034	0.034	0.032	0.034	0.032	0.026	0.029
Varyasyon Katsayısı	0.068	0.088	0.109	0.099	0.126	0.117	0.118	0.126

Çizelge 5.2 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z1	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6-REF-x	6-REF-y	6YK_3.5-x	6YK_3.5-y	6YK_4.5-x	6YK_4.5-y	6YK_5.5-x	6YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.305	0.314	0.289	0.286	0.244	0.241	0.221	0.218
CHICHI_HWA002-W	0.305	0.314	0.289	0.286	0.244	0.241	0.221	0.218
IWATE_IWT010EW	0.259	0.237	0.228	0.247	0.221	0.213	0.182	0.174
IWATE_IWT010NS	0.271	0.268	0.250	0.248	0.220	0.211	0.171	0.176
TOTTORI_OKYH07EW	0.234	0.211	0.204	0.175	0.166	0.161	0.141	0.150
TOTTORI_OKYH07NS	0.309	0.302	0.269	0.253	0.223	0.222	0.189	0.179
Minimum	0.234	0.211	0.204	0.175	0.166	0.161	0.141	0.150
Maksimum	0.309	0.314	0.289	0.286	0.244	0.241	0.221	0.218
Ortalama	0.281	0.274	0.255	0.249	0.220	0.215	0.187	0.186
Standart Sapma	0.031	0.043	0.034	0.040	0.029	0.029	0.031	0.027
Varyasyon Katsayısı	0.110	0.158	0.134	0.162	0.131	0.137	0.163	0.143

Çizelge 5.3 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z1	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.294	0.261	0.271	0.267	0.235	0.200	0.209	0.206
CHICHI_HWA002-W	0.294	0.292	0.271	0.267	0.235	0.235	0.209	0.206
IWATE_IWT010EW	0.260	0.261	0.251	0.219	0.198	0.195	0.174	0.178
IWATE_IWT010NS	0.260	0.269	0.251	0.241	0.206	0.184	0.174	0.169
TOTTORI_OKYH07EW	0.180	0.184	0.180	0.160	0.148	0.147	0.149	0.156
TOTTORI_OKYH07NS	0.262	0.253	0.242	0.234	0.216	0.187	0.172	0.157
Minimum	0.180	0.184	0.180	0.160	0.148	0.147	0.149	0.156
Maksimum	0.294	0.292	0.271	0.267	0.235	0.235	0.209	0.206
Ortalama	0.258	0.253	0.244	0.231	0.206	0.191	0.181	0.179
Standart Sapma	0.042	0.037	0.034	0.040	0.032	0.028	0.024	0.023
Varyasyon Katsayısı	0.162	0.145	0.138	0.171	0.157	0.149	0.131	0.127

Taban kesme kuvveti oranlarında, yumuşak kat yüksekliklerinin artmasıyla standart sapma değerlerinin azaldığı görülmektedir. 4 katlı binalarda referans bina standart sapma değerlerinin x ve y yönü ortalaması 0.029, yumuşak kat 3.5m binalarda standart sapma değerlerinin ortalaması 0.033, yumuşak kat 4.5m binalarda standart sapma değerlerinin ortalaması 0.033, yumuşak kat 5.5m binalarda standart sapma

değerlerinin ortalaması 0.027 değerindedir. 6 katlı binalarda referans bina standart sapma değerlerinin ortalaması 0.037 değerindeyken, 5.5m yumuşak katlı binalarda bu değer 0.029 değerindedir. Benzer şekilde standart sapma değerindeki azalma 8 katlı binalarda da görülmektedir.

Standart sapmanın ortalama göre yüzdelik değişimini ile tanımlanan ve bu dağılımın yaygınlığını gösteren varyasyon katsayısı değerleri incelendiğinde, taban kesme kuvveti oranları için net bir genellemeye ulaşılamamaktadır. Standart sapma ve ortalamaların çok geniş bir aralıkta dağılıyor olması sebebiyle net bir yaklaşım mümkün olmamaktadır.

Değerlendirmede istatistiki bilgilerden farklı bir başka çalışma olarak maksimum değerinin minimum değerine oranlanması (maksimum/minimum) ile değişimlerin etkisi araştırılmıştır. Z1 zemin sınıfında, 4 katlı binalarda x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri üzerinden taban kesme kuvveti oranları incelendiğinde, referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya doğru gittikçe bir artış göstermiştir. Bu değer referans binada 1.27 iken, 5.5m yumuşak kat binada 1.42 olarak hesaplanmıştır.

6 katlı binalarda taban kesme kuvveti oranları için x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri 4 katlıdakine benzer bir eğilim göstermiştir. Referans binanın x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değeri daha düşük bir değer iken bu 5.5m yumuşak katlı binada daha yüksek bir değer olarak karşımıza çıkmaktadır.

8 katlı binalarda taban kesme kuvveti oranları incelendiğinde x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri referans binadan 5.5m yumuşak kat binaya doğru gittikçe, diğer iki kattakinin aksine bir azalış göstermiştir. Bu değer referans binada 1.609 iken, 5.5m yumuşak katlı binada 1.360 olarak hesaplanmıştır.

Tepe noktası ötelenme oranları hesabı Z1 zemin grubuna ait deprem ivme kayıtları sonucu; 4 katlı yapılar için Çizelge 5.4’ de, 6 katlı yapılar için Çizelge 5.5’ de ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.6’ da yer almaktadır.

Çizelge 5.4 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z1	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4- REF-x	4- REF-y	4YK_ 3.5-x	4YK_ 3.5-y	4YK_ 4.5-x	4YK_ 4.5-y	4YK_ 5.5-x	4YK_ 5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.266	0.261	0.320	0.301	0.480	0.439	0.489	0.486
CHICHI_HWA002-W	0.266	0.261	0.320	0.301	0.480	0.439	0.489	0.486
IWATE_IWT010EW	0.196	0.193	0.242	0.241	0.242	0.243	0.278	0.289
IWATE_IWT010NS	0.231	0.231	0.225	0.221	0.268	0.272	0.290	0.308
TOTTORI_OKYH07EW	0.174	0.168	0.162	0.163	0.191	0.186	0.168	0.163
TOTTORI_OKYH07NS	0.309	0.294	0.315	0.310	0.338	0.328	0.373	0.375
Minimum	0.174	0.168	0.162	0.163	0.191	0.186	0.168	0.163
Maksimum	0.309	0.294	0.320	0.310	0.480	0.439	0.489	0.486
Ortalama	0.241	0.235	0.264	0.256	0.333	0.318	0.348	0.351
Standart Sapma	0.050	0.047	0.065	0.058	0.123	0.104	0.127	0.125
Varyasyon Katsayısı	0.208	0.201	0.247	0.227	0.370	0.328	0.366	0.356

Çizelge 5.5 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z1	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6- REF-x	6- REF-y	6YK_ 3.5-x	6YK_ 3.5-y	6YK_ 4.5-x	6YK_ 4.5-y	6YK_ 5.5-x	6YK_ 5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.327	0.345	0.353	0.392	0.362	0.394	0.444	0.451
CHICHI_HWA002-W	0.327	0.345	0.353	0.392	0.362	0.394	0.444	0.451
IWATE_IWT010EW	0.188	0.193	0.186	0.213	0.227	0.230	0.205	0.222
IWATE_IWT010NS	0.198	0.219	0.195	0.253	0.232	0.232	0.208	0.220
TOTTORI_OKYH07EW	0.127	0.157	0.148	0.153	0.124	0.138	0.140	0.157
TOTTORI_OKYH07NS	0.262	0.270	0.269	0.287	0.295	0.285	0.238	0.225
Minimum	0.127	0.157	0.148	0.153	0.124	0.138	0.140	0.157
Maksimum	0.327	0.345	0.353	0.392	0.362	0.394	0.444	0.451
Ortalama	0.238	0.255	0.251	0.282	0.267	0.279	0.280	0.288
Standart Sapma	0.081	0.079	0.089	0.096	0.092	0.101	0.131	0.129
Varyasyon Katsayısı	0.340	0.310	0.354	0.342	0.343	0.363	0.468	0.448

Çizelge 5.6 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z1	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.316	0.216	0.308	0.334	0.322	0.178	0.316	0.384
CHICHI_HWA002-W	0.316	0.330	0.308	0.334	0.322	0.384	0.316	0.384
IWATE_IWT010EW	0.190	0.230	0.209	0.194	0.166	0.176	0.181	0.232
IWATE_IWT010NS	0.219	0.222	0.221	0.219	0.192	0.169	0.176	0.214
TOTTORI_OKYH07EW	0.119	0.119	0.111	0.120	0.114	0.125	0.127	0.167
TOTTORI_OKYH07NS	0.238	0.261	0.249	0.248	0.224	0.205	0.184	0.177
Minimum	0.119	0.119	0.111	0.120	0.114	0.125	0.127	0.167
Maksimum	0.316	0.330	0.308	0.334	0.322	0.384	0.316	0.384
Ortalama	0.233	0.230	0.234	0.242	0.223	0.206	0.216	0.260
Standart Sapma	0.076	0.069	0.074	0.084	0.085	0.091	0.080	0.099
Varyasyon Katsayısı	0.327	0.300	0.314	0.346	0.378	0.441	0.368	0.382

Tepe noktası ötelenme oranlarına bakıldığında referans binaların tepe noktası ötelenme oranı değerlerinin yumuşak katlı modellere göre daha düşük değerde olduğu görülmektedir. 4 katlı referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %16 ile %30 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %16 ile %48 aralığında değişmektedir. 6 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %12 ile %34 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modeller ise %14 ile %45 aralığında değişmektedir. 8 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %11 ile %33 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %12 ile %38 aralığında kalmaktadır.

İstatistiki bilgilerden ortalama değerlerin incelenmesinde; 4 ve 6 katlı modeller referans binadan sırasıyla 5.5m yumuşak katlı binaya geçişte tepe noktası ötelenme oranında hep bir artış söz konusudur. Ancak 8 katlı modelde, referans binadan itibaren bu değerler sırasıyla 0.231, 0.238, 0.214 ve 0.238 şeklindedir. Kat yüksekliği arttıkça periyottaki artış, spektrumda yer değiştirmeye sebep olabilmektedir. Spektrum eğrisinin azalan eğri bölgesindeki periyot değerine karşılık gelen ivme, tepe noktası ötelenme değerinde bir azalma gerçekleştirmektedir. 8 katlılardaki ötelenme oranı değerlerinin 4 ve 6 katlılardan fazla çıkmamasındaki sebep, artan periyot değerlerine bağlı olarak bazı deprem kayıtlarına ait spektral ivme değerlerinin düşük çıkmasıdır.

Tepe noktası ötelenme oranlarında, x ve y ortalaması standart sapma değerleri referans binadan yumuşak katlı binalara geçerken artış göstermektedir. Bu artış, hem 4, 6 ve 8 katlılarda kendi içinde geçerlidir hem de 4, 6 ve 8 katlı modeller arasında geçerlidir.

Tepe noktası ötelenme oranı için varyasyon katsayısı değerleri; 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans binadan yumuşak katlı binalara geçerken artış eğilimindedir.

Z1 zemin sınıfında; 4, 6 ve 8 katlı binalarda tepe noktası ötelenme oranları için x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri incelenmiştir. Bu değer 4 ve 6 katlı binaların referans binasından 5.5m yumuşak katlı binasına doğru gittikçe bir artış, 8 katlı binalarda ise azalış görülmektedir. 8 katlı binanın referans binası için tepe noktası ötelenme oranları için x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değeri 2.71 iken, 5.5m yumuşak katlı binada bu değer yumuşak katlı binanın periyoduna karşılık gelen spektral ivme değerinin düşmesi sebebi ile 2.38 şeklindedir.

Görelî kat ötelenme oranı değerleri 4 katlı modeller için Çizelge 5.7' de, 6 katlı modeller için Çizelge 5.8' de ve 8 katlı modeller için Çizelge 5.9' da yer almaktadır.

Çizelge 5.7 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z1	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.383	0.365	0.523	0.477	0.998	0.896	1.001	1.000
CHICHI_HWA002-W	0.383	0.365	0.523	0.477	0.998	0.896	1.001	1.000
IWATE_IWT010EW	0.263	0.266	0.395	0.404	0.370	0.375	0.534	0.560
IWATE_IWT010NS	0.326	0.324	0.374	0.327	0.479	0.486	0.528	0.552
TOTTORI_OKYH07EW	0.231	0.226	0.210	0.214	0.296	0.289	0.297	0.293
TOTTORI_OKYH07NS	0.474	0.455	0.513	0.512	0.682	0.667	0.710	0.725
Minimum	0.231	0.226	0.210	0.214	0.296	0.289	0.297	0.293
Maksimum	0.474	0.455	0.523	0.512	0.998	0.896	1.001	1.000
Ortalama	0.343	0.334	0.423	0.402	0.637	0.601	0.679	0.688
Standart Sapma	0.089	0.081	0.124	0.113	0.308	0.261	0.282	0.278
Varyasyon Katsayısı	0.259	0.243	0.292	0.282	0.484	0.433	0.416	0.404

Çizelge 5.8 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z1	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6-REF-x	6-REF-y	6YK_3.5-x	6YK_3.5-y	6YK_4.5-x	6YK_4.5-y	6YK_5.5-x	6YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.568	0.582	0.677	0.642	0.765	0.813	0.998	1.066
CHICHI_HWA002-W	0.568	0.582	0.677	0.642	0.765	0.813	0.998	1.066
IWATE_IWT010EW	0.308	0.280	0.267	0.339	0.434	0.432	0.420	0.441
IWATE_IWT010NS	0.346	0.375	0.336	0.433	0.428	0.432	0.395	0.430
TOTTORI_OKYH07EW	0.214	0.230	0.215	0.200	0.230	0.251	0.261	0.309
TOTTORI_OKYH07NS	0.465	0.476	0.468	0.489	0.570	0.531	0.476	0.422
Minimum	0.214	0.230	0.215	0.200	0.230	0.251	0.261	0.309
Maksimum	0.568	0.582	0.677	0.642	0.765	0.813	0.998	1.066
Ortalama	0.412	0.421	0.440	0.458	0.532	0.545	0.591	0.622
Standart Sapma	0.146	0.150	0.202	0.173	0.211	0.226	0.323	0.347
Varyasyon Katsayısı	0.354	0.357	0.460	0.379	0.396	0.415	0.546	0.558

Çizelge 5.9 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z1	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHICHI_HWA002-N	0.571	0.323	0.533	0.579	0.753	0.371	0.855	1.162
CHICHI_HWA002-W	0.571	0.512	0.533	0.579	0.753	1.015	0.855	1.162
IWATE_IWT010EW	0.303	0.353	0.346	0.296	0.309	0.340	0.384	0.505
IWATE_IWT010NS	0.365	0.382	0.324	0.350	0.356	0.318	0.368	0.392
TOTTORI_OKYH07EW	0.165	0.178	0.161	0.172	0.182	0.213	0.253	0.338
TOTTORI_OKYH07NS	0.395	0.411	0.422	0.359	0.372	0.312	0.340	0.342
Minimum	0.165	0.178	0.161	0.172	0.182	0.213	0.253	0.338
Maksimum	0.571	0.512	0.533	0.579	0.753	1.015	0.855	1.162
Ortalama	0.395	0.360	0.386	0.389	0.454	0.428	0.509	0.650
Standart Sapma	0.158	0.110	0.142	0.161	0.241	0.292	0.272	0.401
Varyasyon Katsayısı	0.399	0.306	0.367	0.415	0.530	0.682	0.534	0.617

Z1 zemin grubundaki görelî kat ötelenme oranı sonuçlarına bakıldığında 4 katlı model referans bina için değerler %22 ve %47 aralığında değişmektedir. Yumuşak katlı modelde 5.5m yumuşak kat yüksekliğine ulaşıldığında bu değerlerin oldukça arttığı görülmektedir. Benzer durumlar 6 ve 8 katlı yapılarda da geçerlidir.

Görelî kat ötelenme oranı standart sapma için x ve y yönü ortalamaları değeri 4 katlı modelde referans binada 0.085 iken, 5.5m yumuşak katlı binada 0.280 olmaktadır. 6 katlı modelde referans bina standart sapma değeri 0.148, 5.5m yumuşak kat için 0.335 değerindedir. 8 katlı modelde standart sapma değeri 0.134 iken yumuşak kat artışıyla bu değeri 0.339 değerine ulaşmaktadır. Standart sapma değerlerinin görelî kat ötelenme oranı üzerindeki etkisi artış şeklindedir.

Görelî kat ötelenme oranı için x ve y yönü varyasyon katsayılarının ortalaması ile referans binadan 5.5m yumuşak kat yüksekliği olan binaya etkisinde bir artış gösterdiği çizelgeden görülmektedir. 4 katlı modelde x ve y yönü varyasyon katsayısı ortalaması; referans binadaki 0.251 değerinden 0.410 değerine artmıştır. 6 katlı modelde x ve y yönü varyasyon katsayısı ortalaması 0.355 değerinden 0.552 değerine, 8 katlı modelde ise 0.352 değerinden 0.575 değerine ulaşmıştır.

Görelî kat ötelenme oranlarında Z1 zemin sınıfında x ve y eksenî üzerinde ortalamaların maksimum/minimum değeri 4, 6 ve 8 katlı modellerin hepsinde referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçişlerde artış göstermiştir.

Yapılan bir başka çalışmada Z1 zemin sınıfında x ve y eksenî üzerinde ortalamaların görelî kat ötelenme oranının tepe noktası ötelenme oranına bölünmesinden (GKÖÖ/TNÖÖ) elde edilen değeri 4, 6 ve 8 katlı binalarda referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçildiğinde artan bir değişim göstermiştir. 4 katlı binalarda GKÖÖ/TNÖÖ oranı referans binada 1.422 olarak saptanırken, bu değeri 5.5m yumuşak katlı binada 1.955 şeklindedir. 6 katlı binalarda GKÖÖ/TNÖÖ oranı referans bina ile 5.5m yumuşak katlı binalara geçişte 1.689 ile 2.135 aralığında değişim göstermiştir. Bu aralık 8 katlı binalarda ise 1.628 ile 2.434 şeklinde değişmektedir. Bu oransal analize bakıldığında en çok etkilenen modeller 5.5m yumuşak katlı binalardır.

Yumuşak katlı binaların referans binalar üzerinde etkisinin değerlendirilmesi, bir normalizasyon hesabı ile açıklanabilmektedir. Bu hesaplamada yumuşak katlı yapılara ait taban kesme kuvveti oranı değeri, referans bina modeline ait taban kesme kuvveti oranı değerlerine bölünmesi ile gerçekleştirilmektedir. Benzer şekilde

yumuşak katlı yapıların tepe noktası ötelenme oranı değerleri, referans modelin tepe noktası ötelenme oranı değerlerine bölünmesi ile etkiler açıklanabilmektedir. Göreli kat ötelenme oranı etkileri için yumuşak katlı bina değerleri, referans binaya ait değerlere bölünebilir.

Çizelge 5.10 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z1	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	0.892	0.854	0.807	0.771	0.646	0.623
CHICHI_HWA002-W	0.892	0.854	0.807	0.771	0.646	0.623
IWATE_IWT010EW	0.889	0.896	0.659	0.655	0.627	0.624
IWATE_IWT010NS	0.860	0.811	0.699	0.692	0.580	0.575
TOTTORI_OKYH07EW	0.774	0.827	0.690	0.718	0.534	0.540
TOTTORI_OKYH07NS	0.868	0.851	0.725	0.716	0.589	0.586
Minimum	0.774	0.811	0.659	0.655	0.534	0.540
Maksimum	0.892	0.896	0.807	0.771	0.646	0.624
Ortalama	0.862	0.849	0.731	0.721	0.604	0.595
Standart Sapma	0.045	0.029	0.063	0.045	0.044	0.034
Varyasyon Katsayısı	0.053	0.034	0.086	0.063	0.073	0.058

Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtlarının yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı etkisi Çizelge 5.10' da 4 katlı model için verilmiştir. Tabloya bakıldığında 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı referans modele göre x yönü için %13 civarında, y yönü için %15 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %26 civarında, y yönü için %27 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %39, y yönü için ise %37 civarında azalma göstermiştir.

Z1 zemin grubunda 6 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.11' de yer almaktadır. 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı referans modele göre x ve y yönleri için %9 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için %21 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban

kesme kuvveti oranı x yönü için %33, y yönü için ise %31 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.11 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z1	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	0.947	0.909	0.801	0.768	0.723	0.693
CHICHI_HWA002-W	0.947	0.909	0.801	0.768	0.723	0.693
IWATE_IWT010EW	0.879	1.043	0.853	0.900	0.703	0.737
IWATE_IWT010NS	0.924	0.927	0.812	0.787	0.630	0.658
TOTTORI_OKYH07EW	0.870	0.830	0.707	0.763	0.602	0.711
TOTTORI_OKYH07NS	0.869	0.836	0.721	0.736	0.612	0.592
Minimum	0.869	0.830	0.707	0.736	0.602	0.592
Maksimum	0.947	1.043	0.853	0.900	0.723	0.737
Ortalama	0.906	0.909	0.782	0.787	0.666	0.681
Standart Sapma	0.038	0.077	0.057	0.058	0.057	0.051
Varyasyon Katsayısı	0.042	0.085	0.072	0.074	0.086	0.074

Çizelge 5.12 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z1	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	0.921	1.022	0.799	0.764	0.711	0.789
CHICHI_HWA002-W	0.921	0.913	0.799	0.804	0.711	0.705
IWATE_IWT010EW	0.964	0.838	0.760	0.745	0.670	0.680
IWATE_IWT010NS	0.967	0.895	0.793	0.685	0.667	0.627
TOTTORI_OKYH07EW	0.999	0.873	0.823	0.799	0.828	0.852
TOTTORI_OKYH07NS	0.922	0.926	0.824	0.740	0.656	0.622
Minimum	0.921	0.838	0.760	0.685	0.656	0.622
Maksimum	0.999	1.022	0.824	0.804	0.828	0.852
Ortalama	0.949	0.911	0.800	0.756	0.707	0.713
Standart Sapma	0.033	0.062	0.023	0.044	0.064	0.091
Varyasyon Katsayısı	0.034	0.068	0.029	0.058	0.090	0.128

Z1 zemin grubunda 8 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.12’ de yer almaktadır. Tablo incelendiğinde 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranının referans model x yönü için %5 civarında, y yönü için %8 civarında azalma gösterdiği görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %20 civarında, y yönü için %24 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %29, y yönü için ise %28 civarında azalma göstermiştir.

Tepe noktası ötelenme oranı değerleri açısından yumuşak katlı modeller ile referans model arasındaki etki 4, 6 ve 8 katlı binalar için Z1 zemin grubu olarak Çizelge 5.13 – 5.15’ te yer almaktadır.

Çizelge 5.13 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z1	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	1.201	1.150	1.803	1.678	1.835	1.857
CHICHI_HWA002-W	1.201	1.150	1.803	1.678	1.835	1.857
IWATE_IWT010EW	1.231	1.249	1.232	1.258	1.416	1.496
IWATE_IWT010NS	0.976	0.954	1.161	1.177	1.256	1.331
TOTTORI_OKYH07EW	0.932	0.970	1.098	1.108	0.963	0.967
TOTTORI_OKYH07NS	1.020	1.052	1.095	1.115	1.207	1.274
Minimum	0.932	0.954	1.095	1.108	0.963	0.967
Maksimum	1.231	1.249	1.803	1.678	1.835	1.857
Ortalama	1.093	1.087	1.366	1.336	1.418	1.464
Standart Sapma	0.132	0.116	0.343	0.271	0.354	0.350
Varyasyon Katsayısı	0.121	0.106	0.251	0.203	0.249	0.239

Z1 zemin grubunda 4 katlı binaların referans model ile 3.5m yumuşak katlı modelde yumuşak katın tepe noktası ötelenme oranı etkisi, yumuşak katlı binada x yönü için %9 civarında, y yönü için %8 civarında ötelenme artışı olarak görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda tepe noktası ötelenme oranı x yönü için %36 ve y yönü için %33 civarında artış şeklindedir. Tepe noktası ötelenme oranı etkisi 5.5m yumuşak katlılarda x ve y yönleri için ise sırasıyla %41 ve %46 civarında artış göstermiştir.

Tepe noktası ötelenme oranının 6 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.14' e bakıldığında, 3.5m yumuşak katlı modelde x yönü için %5 civarında, y yönü için %9 civarında bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde x yönü için %11 civarında, y yönü için %7 civarında bir artış göstermektedir. Yumuşak katlı yapılardan kat yüksekliği 5.5m olan binada x yönü için %14 civarında, y yönü için %10 civarında bir artış meydana gelmiştir.

Tepe noktası ötelenme oranının 8 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.15' te; 3.5m yumuşak katlı modelde x yönü için %0.7 değerinde, y yönü için %5 civarında bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde bir artış gözlenmemekle birlikte, kat yüksekliği 5.5m olan binada y yönünde bir artış söz konusudur. Tepe noktası ötelenme oranı değerinin 4.5m yumuşak katlı binada x ve y yönü ortalama değerlerinin ve 5.5m yumuşak katlı bina x yönündeki değerinin düşük çıkmasındaki sebep Şekil 3.7' deki grafikte açıklanabilmektedir. Spektral ivme grafiğinde referans binanın periyot değeri düşük iken yumuşak katlı binanın periyodu yüksek değerde çıkmasına karşın, her birinin karşılık geldiği spektral ivme değerlerindeki farktan kaynaklanmaktadır. Çünkü yumuşak katlı binanın periyot değeri, referans binaya göre daha düşük spektral ivme değerine karşılık gelmektedir.

Çizelge 5.14 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z1	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	1.082	1.136	1.108	1.142	1.359	1.305
CHICHI_HWA002-W	1.082	1.136	1.108	1.142	1.359	1.305
IWATE_IWT010EW	0.990	1.104	1.212	1.192	1.095	1.151
IWATE_IWT010NS	0.982	1.157	1.169	1.058	1.050	1.006
TOTTORI_OKYH07EW	1.163	0.975	0.981	0.878	1.104	1.000
TOTTORI_OKYH07NS	1.029	1.065	1.128	1.055	0.909	0.833
Minimum	0.982	0.975	0.981	0.878	0.909	0.833
Maksimum	1.163	1.157	1.212	1.192	1.359	1.305
Ortalama	1.055	1.095	1.118	1.078	1.146	1.100
Standart Sapma	0.068	0.067	0.078	0.112	0.179	0.188
Varyasyon Katsayısı	0.065	0.061	0.070	0.104	0.156	0.171

Çizelge 5.15 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z1	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	0.975	1.546	1.020	0.823	1.000	1.776
CHICHI_HWA002-W	0.975	1.012	1.020	1.162	1.000	1.162
IWATE_IWT010EW	1.103	0.847	0.878	0.766	0.956	1.013
IWATE_IWT010NS	1.008	0.986	0.877	0.760	0.802	0.962
TOTTORI_OKYH07EW	0.936	1.008	0.959	1.051	1.068	1.404
TOTTORI_OKYH07NS	1.044	0.948	0.941	0.783	0.771	0.677
Minimum	0.936	0.847	0.877	0.760	0.771	0.677
Maksimum	1.103	1.546	1.020	1.162	1.068	1.776
Ortalama	1.007	1.058	0.949	0.891	0.933	1.166
Standart Sapma	0.060	0.247	0.064	0.172	0.119	0.383
Varyasyon Katsayısı	0.059	0.233	0.067	0.193	0.128	0.328

Görelî kat ötelenme oranı etkilerinin referans bina ile yumuşak katlı binalardaki değişimi Z1 zemin grubuyla 4 katlı model için Çizelge 5.16’ da, 6 katlı model için Çizelge 5.17’ de ve 8 katlı model için Çizelge 5.18’ de verilmiştir.

Çizelge 5.16 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları

Z1	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	1.366	1.305	2.606	2.452	2.615	2.737
CHICHI_HWA002-W	1.366	1.305	2.606	2.452	2.615	2.737
IWATE_IWT010EW	1.499	1.516	1.403	1.407	2.027	2.104
IWATE_IWT010NS	1.146	1.008	1.469	1.501	1.618	1.704
TOTTORI_OKYH07EW	0.912	0.948	1.282	1.280	1.288	1.298
TOTTORI_OKYH07NS	1.083	1.126	1.440	1.465	1.499	1.594
Minimum	0.912	0.948	1.282	1.280	1.288	1.298
Maksimum	1.499	1.516	2.606	2.452	2.615	2.737
Ortalama	1.228	1.201	1.801	1.760	1.944	2.029
Standart Sapma	0.219	0.213	0.627	0.541	0.573	0.606
Varyasyon Katsayısı	0.178	0.178	0.348	0.308	0.295	0.299

Çizelge 5.17 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z1	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	1.192	1.105	1.346	1.398	1.756	1.833
CHICHI_HWA002-W	1.192	1.105	1.346	1.398	1.756	1.833
IWATE_IWT010EW	0.867	1.209	1.408	1.542	1.364	1.573
IWATE_IWT010NS	0.972	1.156	1.238	1.152	1.141	1.148
TOTTORI_OKYH07EW	1.005	0.869	1.075	1.089	1.218	1.342
TOTTORI_OKYH07NS	1.007	1.029	1.225	1.117	1.023	0.886
Minimum	0.867	0.869	1.075	1.089	1.023	0.886
Maksimum	1.192	1.209	1.408	1.542	1.756	1.833
Ortalama	1.039	1.079	1.273	1.283	1.377	1.436
Standart Sapma	0.129	0.119	0.120	0.187	0.314	0.381
Varyasyon Katsayısı	0.124	0.110	0.094	0.146	0.228	0.266

Çizelge 5.18 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z1	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI_HWA002-N	0.933	1.791	1.320	1.146	1.498	3.593
CHICHI_HWA002-W	0.933	1.131	1.320	1.981	1.498	2.268
IWATE_IWT010EW	1.142	0.837	1.020	0.963	1.267	1.429
IWATE_IWT010NS	0.887	0.915	0.974	0.832	1.008	1.025
TOTTORI_OKYH07EW	0.973	0.967	1.105	1.198	1.532	1.899
TOTTORI_OKYH07NS	1.070	0.872	0.944	0.760	0.861	0.831
Minimum	0.887	0.837	0.944	0.760	0.861	0.831
Maksimum	1.142	1.791	1.320	1.981	1.532	3.593
Ortalama	0.990	1.086	1.114	1.147	1.277	1.841
Standart Sapma	0.097	0.360	0.168	0.443	0.286	1.011
Varyasyon Katsayısı	0.098	0.332	0.151	0.386	0.224	0.549

Görelî kat ötelenme oranında her model setinin kendi içinde değerlendirilmesinde; referans bina ile yumuşak katlı binalardaki değişiminden en fazla 5.5m yumuşak katlı binaların etkilendiği görülmektedir.

5.3 Z2 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları

Çalışmada kullanılan ve analizleri yapılan 4, 6 ve 8 katlı yapıların Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına ait taban kesme kuvvetlerinin bina ağırlığına bölünmesiyle elde edilen taban kesme kuvveti oranları tablolar halinde sırasıyla Çizelge 5.19, Çizelge 5.20 ve Çizelge 5.21’ de gösterilmiştir.

Çizelge 5.19 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z2	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.375	0.393	0.319	0.340	0.260	0.270	0.220	0.228
CHICHI.04_CHY006N	0.345	0.350	0.289	0.292	0.239	0.241	0.232	0.234
CHUETSU_65041EW	0.409	0.433	0.372	0.383	0.299	0.311	0.239	0.248
CHUETSU_65041NS	0.417	0.439	0.384	0.399	0.300	0.311	0.236	0.244
CORINTH_COR--L	0.387	0.403	0.336	0.351	0.280	0.291	0.239	0.245
CORINTH_COR--T	0.389	0.407	0.334	0.350	0.276	0.286	0.232	0.245
DUZCE_1061-E	0.364	0.379	0.307	0.325	0.240	0.253	0.197	0.207
DUZCE_1061-N	0.372	0.389	0.338	0.347	0.254	0.269	0.205	0.210
IMPVALL.H_H-CPE147	0.389	0.406	0.343	0.343	0.276	0.286	0.220	0.231
IMPVALL.H_H-CPE237	0.393	0.407	0.328	0.342	0.287	0.296	0.240	0.247
ITALY_A-CTR000	0.371	0.382	0.333	0.345	0.261	0.279	0.228	0.235
ITALY_A-CTR270	0.362	0.379	0.330	0.343	0.285	0.293	0.237	0.245
ITALY_B-BIS000	0.403	0.425	0.345	0.359	0.274	0.286	0.229	0.233
ITALY_B-BIS270	0.362	0.362	0.332	0.345	0.285	0.293	0.237	0.245
IWATE_55461EW	0.352	0.368	0.338	0.348	0.277	0.284	0.237	0.246
IWATE_55461NS	0.385	0.407	0.345	0.359	0.270	0.283	0.229	0.235
LANDERS_JOS000	0.394	0.415	0.343	0.356	0.272	0.281	0.234	0.241
LANDERS_JOS090	0.366	0.369	0.321	0.337	0.283	0.288	0.245	0.253
MANJIL_ABBAR--L	0.339	0.356	0.299	0.310	0.256	0.266	0.231	0.239
MANJIL_ABBAR--T	0.356	0.377	0.330	0.343	0.259	0.272	0.214	0.224
NORTHR_GLE170	0.389	0.402	0.340	0.353	0.285	0.296	0.234	0.243
NORTHR_GLE260	0.406	0.422	0.363	0.380	0.298	0.309	0.248	0.253
SFERN_ORR021	0.387	0.406	0.328	0.345	0.268	0.282	0.229	0.237
SFERN_ORR291	0.432	0.445	0.376	0.386	0.296	0.306	0.236	0.244
Minimum	0.339	0.350	0.289	0.292	0.239	0.241	0.197	0.207
Maksimum	0.432	0.445	0.384	0.399	0.300	0.311	0.248	0.253
Ortalama	0.381	0.397	0.336	0.349	0.274	0.285	0.230	0.238
Standart Sapma	0.023	0.026	0.022	0.023	0.017	0.017	0.012	0.012
Varyasyon Katsayısı	0.061	0.066	0.066	0.065	0.063	0.061	0.051	0.049

Taban kesme kuvveti oranlarına bakıldığında 4 katlı referans binaların taban kesme kuvveti oranı değerlerinin yumuşak katlı modellerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Referans binaların taban kesme kuvveti oranları %33 ile %44 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %19 ve %25 aralığında değişmektedir. 6 katlı modelde referans binaların taban kesme kuvveti oranları %22 ve %33 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modeller ise %15 ile %22 aralığında değişmektedir. 8 katlı modelde referans binaların taban kesme kuvveti oranları %22 ile %31, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %16 ile %21 aralığında kalmaktadır.

Çizelge 5.20 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z2	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6-REF-x	6-REF-y	6YK_3.5-x	6YK_3.5-y	6YK_4.5-x	6YK_4.5-y	6YK_5.5-x	6YK_5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.288	0.253	0.234	0.232	0.215	0.213	0.185	0.173
CHICHI.04_CHY006N	0.244	0.254	0.239	0.253	0.224	0.232	0.197	0.201
CHUETSU_65041EW	0.322	0.332	0.293	0.298	0.246	0.243	0.201	0.194
CHUETSU_65041NS	0.321	0.325	0.293	0.291	0.249	0.237	0.205	0.195
CORINTH_COR--L	0.297	0.293	0.267	0.264	0.238	0.240	0.215	0.209
CORINTH_COR--T	0.314	0.306	0.275	0.269	0.236	0.231	0.208	0.205
DUZCE_1061-E	0.222	0.252	0.234	0.248	0.219	0.185	0.155	0.184
DUZCE_1061-N	0.275	0.268	0.240	0.221	0.204	0.206	0.190	0.196
IMPVALL.H_H-CPE147	0.274	0.277	0.258	0.260	0.214	0.206	0.168	0.176
IMPVALL.H_H-CPE237	0.300	0.311	0.284	0.287	0.242	0.240	0.204	0.198
ITALY_A-CTR000	0.270	0.253	0.235	0.260	0.232	0.240	0.214	0.216
ITALY_A-CTR270	0.285	0.304	0.274	0.274	0.238	0.242	0.209	0.207
ITALY_B-BIS000	0.286	0.287	0.259	0.263	0.227	0.231	0.212	0.211
ITALY_B-BIS270	0.280	0.291	0.269	0.269	0.239	0.244	0.213	0.210
IWATE_55461EW	0.272	0.287	0.266	0.260	0.240	0.236	0.199	0.184
IWATE_55461NS	0.268	0.263	0.241	0.235	0.205	0.223	0.193	0.199
LANDERS_JOS000	0.271	0.290	0.268	0.287	0.245	0.243	0.207	0.204
LANDERS_JOS090	0.299	0.312	0.284	0.299	0.259	0.258	0.216	0.211
MANJIL_ABBAR--L	0.284	0.299	0.271	0.273	0.226	0.228	0.195	0.197
MANJIL_ABBAR--T	0.303	0.290	0.256	0.253	0.196	0.214	0.203	0.200
NORTHR_GLE170	0.292	0.294	0.269	0.264	0.231	0.225	0.196	0.192
NORTHR_GLE260	0.326	0.319	0.291	0.288	0.249	0.253	0.220	0.214
SFERN_ORR021	0.274	0.267	0.250	0.233	0.216	0.219	0.194	0.185
SFERN_ORR291	0.316	0.308	0.286	0.281	0.245	0.243	0.213	0.210
Minimum	0.222	0.252	0.234	0.221	0.196	0.185	0.155	0.173
Maksimum	0.326	0.332	0.293	0.299	0.259	0.258	0.220	0.216
Ortalama	0.287	0.289	0.264	0.265	0.231	0.231	0.200	0.199
Standart Sapma	0.025	0.024	0.019	0.021	0.016	0.017	0.015	0.012
Varyasyon Katsayısı	0.086	0.083	0.074	0.080	0.070	0.073	0.076	0.060

Çizelge 5.21 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z2	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremier	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.228	0.234	0.228	0.222	0.203	0.191	0.173	0.175
CHICHI.04_CHY006N	0.267	0.283	0.260	0.250	0.222	0.208	0.192	0.193
CHUETSU_65041EW	0.294	0.285	0.269	0.257	0.226	0.222	0.195	0.185
CHUETSU_65041NS	0.295	0.283	0.266	0.256	0.227	0.219	0.193	0.188
CORINTH_COR--L	0.267	0.267	0.255	0.255	0.234	0.226	0.204	0.194
CORINTH_COR--T	0.277	0.268	0.256	0.248	0.233	0.229	0.204	0.196
DUZCE_1061-E	0.265	0.234	0.225	0.196	0.179	0.178	0.174	0.174
DUZCE_1061-N	0.226	0.236	0.222	0.227	0.211	0.215	0.195	0.195
IMPVALL.H_H-CPE147	0.264	0.249	0.239	0.214	0.190	0.185	0.173	0.160
IMPVALL.H_H-CPE237	0.294	0.290	0.271	0.265	0.230	0.220	0.195	0.190
ITALY_A-CTR000	0.271	0.283	0.265	0.264	0.233	0.229	0.207	0.204
ITALY_A-CTR270	0.287	0.273	0.262	0.262	0.235	0.236	0.208	0.195
ITALY_B-BIS000	0.265	0.246	0.241	0.247	0.231	0.234	0.210	0.205
ITALY_B-BIS270	0.270	0.276	0.263	0.269	0.242	0.237	0.211	0.203
IWATE_55461EW	0.266	0.273	0.259	0.257	0.229	0.214	0.186	0.186
IWATE_55461NS	0.245	0.251	0.239	0.245	0.216	0.217	0.200	0.191
LANDERS_JOS000	0.297	0.293	0.274	0.263	0.232	0.224	0.198	0.198
LANDERS_JOS090	0.305	0.315	0.290	0.288	0.252	0.242	0.212	0.202
MANJIL_ABBAR--L	0.284	0.276	0.259	0.258	0.228	0.218	0.195	0.181
MANJIL_ABBAR--T	0.266	0.236	0.231	0.245	0.216	0.219	0.199	0.188
NORTHR_GLE170	0.271	0.266	0.251	0.248	0.224	0.214	0.193	0.183
NORTHR_GLE260	0.291	0.290	0.274	0.268	0.242	0.239	0.207	0.202
SFERN_ORR021	0.228	0.236	0.219	0.252	0.211	0.208	0.180	0.167
SFERN_ORR291	0.289	0.288	0.270	0.271	0.242	0.239	0.211	0.205
Minimum	0.226	0.234	0.219	0.196	0.179	0.178	0.173	0.160
Maksimum	0.305	0.315	0.290	0.288	0.252	0.242	0.212	0.205
Ortalama	0.271	0.268	0.254	0.251	0.225	0.219	0.196	0.190
Standart Sapma	0.022	0.023	0.019	0.020	0.017	0.017	0.012	0.012
Varyasyon Katsayısı	0.081	0.085	0.075	0.079	0.074	0.076	0.062	0.064

Z2 zemin grubundan taban kesme kuvveti oranı istatistiki değerlerinden ortalama değerlerine bakıldığında 4, 6 ve 8 katlı modellerin her birinde referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçişte taban kesme kuvveti ortalama değerlerinin azaldığı görülmektedir.

Standart sapma değeri x ve y yönü ortalamalarının yumuşak katlı binalarda taban kesme kuvveti oranı açısından etkisi azalma yönündedir.

Varyasyon katsayıları, standart sapma ve ortalamalara bağılı bir değer olduğundan Z2 zemini için belirgin bir yönelim göstermektedir. Taban kesme kuvveti oranı değerlerinin varyasyon katsayısı 4 katlı modelde referans binada %6 değerlerindeki yumuşak katlı binalarda bu değer %5 değerine düşmektedir. 6 ve 8 katlı referans binalarda %8 değerlerindeki yumuşak katlı binalarda %6 değerine yaklaşmakta ve böylece standart sapma dağılımının ortalamadan uzaklaşan geniş bantını daraltmaktadır.

Z2 zemin sınıfında, 4, 6 ve 8 katlı binalarda taban kesme kuvveti oranları incelendiğinde x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya doğru geçtikçe çok fazla miktarda olmasa da bir azalış göstermiştir. 4 katlı modelde referans binada bu oran 1.27 seviyesinde iken 5.5m yumuşak katlı binada 1.24 değerindedir. 6 katlı modelde referans binada maksimum/minimum oranı 1.38 değerinde, 5.5m yumuşak katlı binada 1.32 değerindedir. 8 katlı modelde ise 1.34 değerinden 1.25 değerine dönüşüm olmuştur.

Tepe noktası ötelenme oranları hesabı Z2 zemin grubuna ait deprem ivme kayıtları sonucu 4 katlı yapılar için Çizelge 5.22' de, 6 katlı yapılar için Çizelge 5.23' de ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.24' de yer almaktadır.

Tepe noktası ötelenme oranlarına bakıldığında referans binaların tepe noktası ötelenme oranı değerlerinin yumuşak katlı modellere göre daha düşük değerde olduğu görülmektedir. 4 katlı referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %19 ile %35 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %22 ile %63 aralığında değişmektedir. 6 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %15 ile %57 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modeller ise %16 ile %50 aralığında değişmektedir. 8 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %14 ile %44 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %16 ile %41 aralığında kalmaktadır.

Çizelge 5.22 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z2	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.264	0.256	0.254	0.258	0.268	0.271	0.302	0.292
CHICHI.04_CHY006N	0.214	0.225	0.188	0.193	0.174	0.168	0.319	0.286
CHUETSU_65041EW	0.292	0.299	0.391	0.378	0.516	0.494	0.509	0.544
CHUETSU_65041NS	0.321	0.313	0.508	0.502	0.515	0.518	0.436	0.435
CORINTH_COR--L	0.284	0.281	0.270	0.266	0.347	0.343	0.414	0.386
CORINTH_COR--T	0.261	0.265	0.305	0.299	0.361	0.345	0.428	0.417
DUZCE_1061-E	0.339	0.345	0.326	0.344	0.221	0.227	0.224	0.234
DUZCE_1061-N	0.248	0.244	0.259	0.250	0.242	0.240	0.280	0.265
IMPVALL.H_H-CPE147	0.274	0.283	0.261	0.261	0.358	0.352	0.300	0.316
IMPVALL.H_H-CPE237	0.278	0.273	0.257	0.255	0.350	0.334	0.440	0.411
ITALY_A-CTR000	0.229	0.228	0.236	0.234	0.246	0.263	0.327	0.307
ITALY_A-CTR270	0.273	0.262	0.261	0.257	0.350	0.328	0.394	0.382
ITALY_B-BIS000	0.310	0.304	0.327	0.327	0.288	0.292	0.336	0.318
ITALY_B-BIS270	0.256	0.256	0.281	0.269	0.370	0.349	0.377	0.364
IWATE_55461EW	0.207	0.209	0.283	0.265	0.317	0.301	0.426	0.439
IWATE_55461NS	0.350	0.346	0.291	0.293	0.270	0.275	0.313	0.292
LANDERS_JOS000	0.343	0.321	0.359	0.341	0.283	0.277	0.395	0.372
LANDERS_JOS090	0.201	0.199	0.230	0.231	0.313	0.282	0.629	0.634
MANJIL_ABBAR--L	0.237	0.246	0.239	0.239	0.255	0.243	0.311	0.316
MANJIL_ABBAR--T	0.268	0.272	0.277	0.267	0.276	0.277	0.264	0.246
NORTHR_GLE170	0.291	0.285	0.285	0.282	0.391	0.387	0.342	0.342
NORTHR_GLE260	0.309	0.306	0.340	0.340	0.523	0.529	0.571	0.488
SFERN_ORR021	0.261	0.269	0.386	0.380	0.378	0.375	0.361	0.339
SFERN_ORR291	0.333	0.320	0.400	0.402	0.424	0.423	0.425	0.428
Minimum	0.201	0.199	0.188	0.193	0.174	0.168	0.224	0.234
Maksimum	0.350	0.346	0.508	0.502	0.523	0.529	0.629	0.634
Ortalama	0.277	0.275	0.301	0.297	0.335	0.329	0.380	0.369
Standart Sapma	0.043	0.039	0.070	0.069	0.092	0.091	0.095	0.095
Varyasyon Katsayısı	0.154	0.143	0.232	0.231	0.276	0.277	0.251	0.258

Çizelge 5.23 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z2	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6- REF-x	6- REF-y	6YK_ 3.5-x	6YK_ 3.5-y	6YK_ 4.5-x	6YK_ 4.5-y	6YK_ 5.5-x	6YK_ 5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.198	0.224	0.201	0.222	0.223	0.240	0.229	0.234
CHICHI.04_CHY006N	0.151	0.153	0.143	0.187	0.235	0.299	0.278	0.310
CHUETSU_65041EW	0.395	0.516	0.389	0.444	0.393	0.386	0.332	0.345
CHUETSU_65041NS	0.421	0.575	0.390	0.510	0.352	0.416	0.328	0.350
CORINTH_COR--L	0.288	0.343	0.293	0.339	0.275	0.345	0.430	0.457
CORINTH_COR--T	0.262	0.286	0.286	0.314	0.325	0.346	0.370	0.386
DUZCE_1061-E	0.202	0.201	0.181	0.192	0.160	0.186	0.165	0.210
DUZCE_1061-N	0.177	0.195	0.167	0.169	0.200	0.249	0.272	0.278
IMPVALL.H_H-CPE147	0.240	0.304	0.275	0.292	0.231	0.243	0.189	0.238
IMPVALL.H_H-CPE237	0.253	0.345	0.278	0.318	0.340	0.381	0.310	0.337
ITALY_A-CTR000	0.234	0.211	0.194	0.232	0.247	0.287	0.409	0.460
ITALY_A-CTR270	0.230	0.299	0.275	0.272	0.276	0.350	0.349	0.382
ITALY_B-BIS000	0.252	0.265	0.225	0.254	0.233	0.306	0.397	0.436
ITALY_B-BIS270	0.226	0.264	0.269	0.271	0.264	0.309	0.385	0.425
IWATE_55461EW	0.189	0.257	0.241	0.260	0.318	0.343	0.285	0.262
IWATE_55461NS	0.232	0.241	0.218	0.227	0.192	0.253	0.250	0.300
LANDERS_JOS000	0.220	0.234	0.228	0.284	0.291	0.338	0.314	0.329
LANDERS_JOS090	0.220	0.280	0.274	0.409	0.464	0.483	0.469	0.447
MANJIL_ABBAR--L	0.174	0.203	0.193	0.203	0.220	0.245	0.267	0.274
MANJIL_ABBAR--T	0.190	0.216	0.198	0.241	0.212	0.238	0.269	0.279
NORTHR_GLE170	0.269	0.306	0.295	0.318	0.266	0.287	0.273	0.295
NORTHR_GLE260	0.435	0.439	0.406	0.430	0.376	0.493	0.503	0.476
SFERN_ORR021	0.279	0.302	0.291	0.273	0.273	0.288	0.302	0.332
SFERN_ORR291	0.369	0.412	0.359	0.396	0.329	0.361	0.332	0.353
Minimum	0.151	0.153	0.143	0.169	0.160	0.186	0.165	0.210
Maksimum	0.435	0.575	0.406	0.510	0.464	0.493	0.503	0.476
Ortalama	0.254	0.295	0.261	0.294	0.279	0.320	0.321	0.342
Standart Sapma	0.077	0.103	0.072	0.089	0.072	0.077	0.083	0.078
Varyasyon Katsayısı	0.304	0.349	0.275	0.302	0.258	0.240	0.257	0.228

Çizelge 5.24 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z2	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.195	0.211	0.187	0.212	0.201	0.205	0.189	0.195
CHICHI.04_CHY006N	0.146	0.230	0.193	0.268	0.249	0.238	0.255	0.290
CHUETSU_65041EW	0.357	0.410	0.355	0.390	0.328	0.337	0.285	0.281
CHUETSU_65041NS	0.343	0.362	0.326	0.348	0.299	0.332	0.274	0.290
CORINTH_COR--L	0.298	0.339	0.275	0.300	0.288	0.387	0.369	0.364
CORINTH_COR--T	0.255	0.289	0.269	0.296	0.284	0.312	0.311	0.339
DUZCE_1061-E	0.158	0.183	0.155	0.172	0.162	0.160	0.168	0.230
DUZCE_1061-N	0.142	0.192	0.173	0.236	0.209	0.249	0.232	0.278
IMPVALL.H_H-CPE147	0.246	0.255	0.220	0.226	0.191	0.185	0.190	0.197
IMPVALL.H_H-CPE237	0.243	0.307	0.254	0.314	0.300	0.284	0.254	0.279
ITALY_A-CTR000	0.202	0.274	0.216	0.278	0.231	0.312	0.350	0.367
ITALY_A-CTR270	0.213	0.261	0.226	0.325	0.286	0.312	0.305	0.305
ITALY_B-BIS000	0.229	0.264	0.222	0.251	0.267	0.334	0.333	0.374
ITALY_B-BIS270	0.223	0.250	0.228	0.275	0.274	0.322	0.334	0.380
IWATE_55461EW	0.208	0.320	0.274	0.311	0.270	0.247	0.203	0.240
IWATE_55461NS	0.200	0.239	0.200	0.252	0.217	0.237	0.232	0.255
LANDERS_JOS000	0.240	0.315	0.259	0.305	0.264	0.309	0.262	0.322
LANDERS_JOS090	0.307	0.440	0.375	0.456	0.398	0.420	0.339	0.349
MANJIL_ABBAR--L	0.176	0.234	0.186	0.261	0.222	0.268	0.234	0.246
MANJIL_ABBAR--T	0.205	0.193	0.189	0.201	0.191	0.242	0.223	0.243
NORTH_R_GLE170	0.249	0.252	0.234	0.242	0.223	0.235	0.230	0.251
NORTH_R_GLE260	0.348	0.371	0.328	0.400	0.437	0.443	0.373	0.410
SFERN_ORR021	0.219	0.242	0.227	0.244	0.231	0.266	0.255	0.232
SFERN_ORR291	0.344	0.395	0.333	0.382	0.304	0.344	0.287	0.324
Minimum	0.142	0.183	0.155	0.172	0.162	0.160	0.168	0.195
Maksimum	0.357	0.440	0.375	0.456	0.437	0.443	0.373	0.410
Ortalama	0.239	0.285	0.246	0.289	0.264	0.291	0.270	0.293
Standart Sapma	0.064	0.072	0.060	0.069	0.064	0.070	0.059	0.060
Varyasyon Katsayısı	0.266	0.251	0.245	0.237	0.242	0.240	0.218	0.205

Z2 zemin grubu için tepe noktası ötelenme oranı x ve y yönü için ortalama değeri, referans binadan yumuşak kata geçişte artmakta olduğu çizelgelerden görülmektedir. Yumuşak kat olarak en fazla etkilenen model 4 katlı yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. 4 katlı modelde tepe noktası ötelenme oranı x ve y yönü için ortalama değeri, referans binada 0.27 değerlerindeyken 5.5m yumuşak kata geçişte 0.37 değerine ulaşmaktadır. 6 ve 8 katlı modellerdeki artış 4 katlı modeldeki kadar yüksek değildir.

Z2 zemin grubu tepe noktası ötelenme oranı x ve y yönü için standart sapma değeri ortalaması, 4 katlı modelde en yüksek değişime sahiptir. 4 katlı modelde referans binada standart sapma değeri x ve y ortalaması %4 değerindeyken 5.5m yumuşak katlı binada %9 değerindedir. 6 ve 8 katlı modellerde 4 katlı modeldeki kadar yüksek değişimler söz konusu değildir. Z2 zemin sınıfı için ilgili modelin periyodunun karşılık geldiği ivme değerinin etkisi ile açıklanabilir.

Tepe noktası ötelenme oranı için varyasyon katsayısındaki değişim, standart sapma değerinin değişimine benzerlik göstermektedir.

Tepe noktası ötelenme oranları için x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri Z2 zemin grubu için de incelenmiştir. Bu değer, 6 ve 8 katlı modellere ait referans binalardan 5.5m yumuşak katlı binaya geçişte bir azalma şeklinde karşımıza çıkmaktadır. 4 katlı binalarda ise bu değerde %58' lik oranda bir artış görülmektedir. Z2 zemin grubunun 6 ve 8 katlı modellerine ait referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçişte, x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerlerindeki artış sırasıyla %21 ve %12' dir.

Çizelge 5.25 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları (%)

Z2	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4- REF-x	4- REF-y	4YK_ 3.5-x	4YK_ 3.5-y	4YK_ 4.5-x	4YK_ 4.5-y	4YK_ 5.5-x	4YK_ 5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.383	0.363	0.402	0.408	0.445	0.451	0.560	0.543
CHICHI.04_CHY006N	0.296	0.316	0.272	0.264	0.313	0.292	0.604	0.535
CHUETSU_65041EW	0.473	0.492	0.758	0.745	1.055	0.161	1.025	1.115
CHUETSU_65041NS	0.558	0.564	0.996	1.010	1.068	1.094	0.863	0.871
CORINTH_COR--L	0.413	0.398	0.472	0.449	0.679	0.679	0.814	0.755
CORINTH_COR--T	0.384	0.374	0.515	0.521	0.689	0.664	0.810	0.799
DUZCE_1061-E	0.524	0.526	0.468	0.503	0.365	0.373	0.388	0.403
DUZCE_1061-N	0.351	0.335	0.471	0.531	0.427	0.438	0.482	0.454
IMPVALL.H_H-CPE147	0.414	0.413	0.402	0.390	0.694	0.675	0.546	0.595
IMPVALL.H_H-CPE237	0.407	0.382	0.420	0.410	0.698	0.670	0.862	0.802
ITALY_A-CTR000	0.326	0.315	0.417	0.398	0.448	0.494	0.610	0.578
ITALY_A-CTR270	0.397	0.370	1.111	0.376	0.691	0.643	0.760	0.744
ITALY_B-BIS000	0.487	0.492	0.589	0.583	0.539	0.551	0.627	0.590
ITALY_B-BIS270	0.364	0.364	0.476	0.450	0.716	0.671	0.716	0.710
IWATE_55461EW	0.286	0.293	0.491	0.445	0.604	0.560	0.838	0.872
IWATE_55461NS	0.522	0.510	0.557	0.561	0.502	0.518	0.592	0.548
LANDERS_JOS000	0.540	0.519	0.658	0.626	0.527	0.510	0.742	0.694
LANDERS_JOS090	0.278	0.275	0.378	0.377	0.603	0.531	1.327	1.350
MANJIL_ABBAR--L	0.337	0.345	0.343	0.335	0.423	0.405	0.597	0.585
MANJIL_ABBAR--T	0.383	0.381	0.434	0.434	0.461	0.465	0.472	0.449
NORTHR_GLE170	0.429	0.405	0.506	0.483	0.749	0.744	0.663	0.664
NORTHR_GLE260	0.499	0.480	0.662	0.691	1.062	1.098	1.177	0.984
SFERN_ORR021	0.390	0.395	0.632	0.634	0.723	0.725	0.651	0.632
SFERN_ORR291	0.603	0.570	0.807	0.804	0.829	0.836	0.800	0.812
Minimum	0.278	0.275	0.272	0.264	0.313	0.161	0.388	0.403
Maksimum	0.603	0.570	1.111	1.010	1.068	1.098	1.327	1.350
Ortalama	0.418	0.412	0.552	0.518	0.638	0.594	0.730	0.712
Standart Sapma	0.090	0.086	0.201	0.168	0.212	0.218	0.219	0.220
Varyasyon Katsayısı	0.214	0.210	0.364	0.325	0.332	0.367	0.300	0.309

Çizelge 5.26 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları (%)

Z2	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6- REF-x	6- REF-y	6YK_ 3.5-x	6YK_ 3.5-y	6YK_ 4.5-x	6YK_ 4.5-y	6YK_ 5.5-x	6YK_ 5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.322	0.337	0.325	0.343	0.412	0.457	0.474	0.463
CHICHI.04_CHY006N	0.230	0.251	0.249	0.312	0.415	0.598	0.583	0.718
CHUETSU_65041EW	0.720	0.947	0.768	0.922	0.881	0.779	0.729	0.684
CHUETSU_65041NS	0.752	1.010	0.710	0.946	0.711	0.865	0.749	0.757
CORINTH_COR--L	0.518	0.611	0.514	0.587	0.586	0.747	0.954	1.015
CORINTH_COR--T	0.474	0.520	0.517	0.548	0.631	0.639	0.783	0.843
DUZCE_1061-E	0.297	0.279	0.242	0.292	0.361	0.305	0.319	0.458
DUZCE_1061-N	0.286	0.302	0.260	0.266	0.365	0.406	0.562	0.584
IMPVALL.H_H-CPE147	0.405	0.505	0.493	0.473	0.411	0.397	0.369	0.475
IMPVALL.H_H-CPE237	0.436	0.614	0.487	0.613	0.742	0.801	0.682	0.722
ITALY_A-CTR000	0.407	0.342	0.316	0.371	0.498	0.652	0.910	1.066
ITALY_A-CTR270	0.403	0.540	0.485	0.492	0.585	0.791	0.725	0.859
ITALY_B-BIS000	0.459	0.465	0.392	0.427	0.466	0.624	0.878	0.985
ITALY_B-BIS270	0.377	0.454	0.467	0.458	0.563	0.685	0.828	0.956
IWATE_55461EW	0.311	0.438	0.423	0.422	0.688	0.710	0.613	0.519
IWATE_55461NS	0.360	0.356	0.328	0.333	0.343	0.509	0.527	0.660
LANDERS_JOS000	0.342	0.392	0.385	0.544	0.629	0.775	0.692	0.778
LANDERS_JOS090	0.399	0.489	0.508	0.806	1.003	1.066	1.035	0.972
MANJIL_ABBAR--L	0.259	0.348	0.328	0.386	0.434	0.519	0.555	0.636
MANJIL_ABBAR--T	0.324	0.347	0.313	0.335	0.321	0.427	0.584	0.636
NORTHR_GLE170	0.500	0.513	0.523	0.513	0.525	0.560	0.582	0.637
NORTHR_GLE260	0.790	0.758	0.791	0.828	0.827	1.172	1.158	1.155
SFERN_ORR021	0.452	0.472	0.464	0.430	0.461	0.502	0.611	0.649
SFERN_ORR291	0.665	0.700	0.670	0.702	0.714	0.784	0.747	0.829
Minimum	0.230	0.251	0.242	0.266	0.321	0.305	0.319	0.458
Maksimum	0.790	1.010	0.791	0.946	1.003	1.172	1.158	1.155
Ortalama	0.437	0.500	0.457	0.515	0.566	0.657	0.694	0.752
Standart Sapma	0.155	0.196	0.157	0.198	0.182	0.208	0.200	0.197
Varyasyon Katsayısı	0.354	0.392	0.343	0.385	0.322	0.317	0.289	0.262

Çizelge 5.27 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z2	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremier	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHICHI.04_CHY006E	0.301	0.305	0.298	0.307	0.358	0.363	0.397	0.417
CHICHI.04_CHY006N	0.273	0.417	0.367	0.431	0.537	0.429	0.575	0.736
CHUETSU_65041EW	0.661	0.725	0.667	0.661	0.660	0.651	0.604	0.631
CHUETSU_65041NS	0.636	0.644	0.572	0.629	0.669	0.722	0.683	0.698
CORINTH_COR--L	0.546	0.553	0.465	0.472	0.695	0.898	0.942	0.875
CORINTH_COR--T	0.455	0.450	0.458	0.464	0.605	0.742	0.826	0.816
DUZCE_1061-E	0.262	0.279	0.247	0.270	0.242	0.286	0.369	0.470
DUZCE_1061-N	0.222	0.288	0.248	0.340	0.379	0.510	0.501	0.700
IMPVALL.H_H-CPE147	0.415	0.375	0.365	0.301	0.288	0.309	0.391	0.396
IMPVALL.H_H-CPE237	0.489	0.570	0.528	0.584	0.739	0.619	0.610	0.675
ITALY_A-CTR000	0.350	0.489	0.406	0.542	0.589	0.765	0.926	1.033
ITALY_A-CTR270	0.379	0.417	0.384	0.602	0.718	0.828	0.776	0.832
ITALY_B-BIS000	0.395	0.413	0.378	0.410	0.654	0.891	0.911	1.060
ITALY_B-BIS270	0.382	0.424	0.408	0.516	0.692	0.850	0.833	1.018
IWATE_55461EW	0.353	0.558	0.510	0.552	0.615	0.515	0.467	0.574
IWATE_55461NS	0.292	0.317	0.285	0.356	0.411	0.524	0.627	0.682
LANDERS_JOS000	0.465	0.603	0.551	0.580	0.650	0.705	0.666	0.903
LANDERS_JOS090	0.567	0.823	0.842	0.948	0.943	1.045	0.865	0.977
MANJIL_ABBAR--L	0.360	0.429	0.351	0.458	0.517	0.605	0.599	0.556
MANJIL_ABBAR--T	0.300	0.267	0.249	0.340	0.391	0.498	0.580	0.601
NORTHR_GLE170	0.405	0.394	0.395	0.381	0.498	0.510	0.576	0.612
NORTHR_GLE260	0.663	0.711	0.714	0.820	1.147	1.199	1.047	1.144
SFERN_ORR021	0.341	0.342	0.338	0.357	0.388	0.493	0.508	0.409
SFERN_ORR291	0.627	0.709	0.648	0.742	0.799	0.943	0.825	0.970
Minimum	0.222	0.267	0.247	0.270	0.242	0.286	0.369	0.396
Maksimum	0.663	0.823	0.842	0.948	1.147	1.199	1.047	1.144
Ortalama	0.422	0.479	0.445	0.503	0.591	0.662	0.671	0.741
Standart Sapma	0.133	0.159	0.157	0.173	0.208	0.235	0.192	0.221
Varyasyon Katsayısı	0.315	0.332	0.354	0.343	0.352	0.354	0.285	0.298

Z2 zemin grubuna ait görelî kat ötelenme oranı sonuçları Çizelge 5.25 - 5.27' de verilmiştir. 4, 6 ve 8 katlı modeller için kendi içindeki yumuşak kat yüksekliği 3.5m' den 4.5m ve 5.5m' e arttırıldıkça görelî kat ötelenme değeri referans binaya göre artış göstermektedir. 4 katlı modelde referans bina için bu değeri %27 ve %60 civarında, 5.5m yumuşak katlı bina için %38 ve %1.35 civarında değişmektedir. 6 ve 8 katlı modeller için de benzer durum söz konusudur; referans binadan yumuşak katlı binaya geçildikçe görelî kat ötelenme oranı değeri artış göstermektedir.

Görelî kat ötelenme oranı istatistiki bilgilerine bakıldığında 4 katlı modeller için ortalama değeri; referans binada %41 civarında iken, 5.5m zemin kat yüksekliğine sahip yumuşak katlı modelde %70 değerlerine ulaşmaktadır. 6 katlı modellerde ortalama değeri; referans binada %40 - %50 değerlerindeyken, 5.5m zemin kat yüksekliğine sahip yumuşak katlı modelde %69 - %75 değerlerindedir. 8 katlı model için %42 değerlerinden %74'lere artış görülmektedir.

Z2 zemin grubunda görelî kat ötelenme oranı x ve y yönü standart sapma değeri ortalaması; 4 katlı modelde referans binada %8 iken 5.5m yumuşak katlı binada %21 değerine ulaşmıştır. 6 katlı modelde %17' den %19' a ve 8 katlı modelde %14' den %20' ye değışim mevcuttur. Z2 zemin sınıfı için görelî kat ötelenme oranı açısından yumuşak katın en fazla etkilendiğı model 4 katlı modeldir.

Son olarak, Z2 zemin sınıfında x ve y eksenî üzerinde ortalamaların görelî kat ötelenme oranının tepe noktası ötelenme oranına bölünmesinden (GKÖÖ/TNÖÖ) elde edilen değeri 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçiş incelendiğinde, artan bir değışim göstermiştir. Bu artışlar 4, 6 ve 8 katlılarda sırası ile %28, %27 ve %45 şeklindedir.

Yumuşak katlı binaların referans binalar üzerinde etkisinin değeriendirilmesi; diğeri bir deyişle normalizasyonu için Çizelge 5.28 - 5.30' a bakıldığında taban kesme kuvveti etkisi yer almaktadır. Tepe noktası ötelenme oranı değeriinin yumuşak katlı yapılara etkisi 4, 6 ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.31 - 5.33' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.28 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z2	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	0.851	0.865	0.693	0.687	0.588	0.581
CHICHI.04_CHY006N	0.837	0.835	0.694	0.688	0.671	0.669
CHUETSU_65041EW	0.909	0.884	0.731	0.718	0.583	0.572
CHUETSU_65041NS	0.919	0.909	0.719	0.709	0.565	0.557
CORINTH_COR--L	0.869	0.873	0.723	0.724	0.617	0.608
CORINTH_COR--T	0.858	0.861	0.709	0.704	0.597	0.603
DUZCE_1061-E	0.842	0.858	0.658	0.668	0.541	0.547
DUZCE_1061-N	0.907	0.892	0.684	0.692	0.552	0.539
IMPVALL.H_H-CPE147	0.882	0.845	0.710	0.706	0.566	0.570
IMPVALL.H_H-CPE237	0.833	0.840	0.730	0.727	0.610	0.607
ITALY_A-CTR000	0.898	0.903	0.705	0.730	0.616	0.614
ITALY_A-CTR270	0.910	0.903	0.787	0.773	0.653	0.645
ITALY_B-BIS000	0.858	0.845	0.680	0.673	0.568	0.549
ITALY_B-BIS270	0.918	0.954	0.787	0.810	0.656	0.677
IWATE_55461EW	0.960	0.946	0.787	0.772	0.672	0.669
IWATE_55461NS	0.898	0.881	0.701	0.697	0.596	0.577
LANDERS_JOS000	0.872	0.858	0.692	0.677	0.596	0.580
LANDERS_JOS090	0.876	0.913	0.772	0.779	0.669	0.685
MANJIL_ABBAR--L	0.880	0.873	0.755	0.749	0.680	0.671
MANJIL_ABBAR--T	0.927	0.911	0.727	0.723	0.602	0.595
NORTHR_GLE170	0.874	0.878	0.733	0.735	0.602	0.603
NORTHR_GLE260	0.894	0.900	0.734	0.733	0.611	0.600
SFERN_ORR021	0.848	0.849	0.693	0.694	0.591	0.583
SFERN_ORR291	0.871	0.868	0.686	0.688	0.547	0.550
Minimum	0.833	0.835	0.658	0.668	0.541	0.539
Maksimum	0.960	0.954	0.787	0.810	0.680	0.685
Ortalama	0.883	0.881	0.720	0.719	0.606	0.602
Standart Sapma	0.032	0.032	0.036	0.037	0.042	0.045
Varyasyon Katsayısı	0.036	0.036	0.050	0.051	0.069	0.075

Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtlarının yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı etkisi Çizelge 5.28’ de 4 katlı model için verilmiştir. Tabloya bakıldığında 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı, referans modele göre x ve y yönleri için %11 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için %28 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için ise %39 civarında azalma görülmektedir.

Çizelge 5.29 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z2	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	0.813	0.920	0.745	0.843	0.640	0.684
CHICHI.04_CHY006N	0.980	1.000	0.916	0.916	0.809	0.791
CHUETSU_65041EW	0.908	0.899	0.764	0.733	0.623	0.584
CHUETSU_65041NS	0.913	0.895	0.774	0.729	0.637	0.599
CORINTH_COR--L	0.898	0.902	0.799	0.818	0.722	0.712
CORINTH_COR--T	0.877	0.878	0.753	0.754	0.664	0.670
DUZCE_1061-E	1.054	0.985	0.990	0.734	0.699	0.730
DUZCE_1061-N	0.873	0.822	0.741	0.770	0.690	0.731
IMPVALL.H_H-CPE147	0.940	0.938	0.781	0.741	0.614	0.635
IMPVALL.H_H-CPE237	0.946	0.923	0.807	0.772	0.679	0.636
ITALY_A-CTR000	0.873	1.028	0.861	0.947	0.794	0.853
ITALY_A-CTR270	0.962	0.900	0.833	0.796	0.734	0.681
ITALY_B-BIS000	0.905	0.916	0.792	0.806	0.742	0.736
ITALY_B-BIS270	0.963	0.922	0.854	0.837	0.759	0.723
IWATE_55461EW	0.979	0.905	0.882	0.821	0.731	0.642
IWATE_55461NS	0.899	0.894	0.765	0.847	0.719	0.755
LANDERS_JOS000	0.992	0.990	0.904	0.838	0.764	0.703
LANDERS_JOS090	0.949	0.957	0.866	0.827	0.724	0.676
MANJIL_ABBAR--L	0.955	0.911	0.795	0.762	0.688	0.657
MANJIL_ABBAR--T	0.846	0.870	0.648	0.739	0.669	0.688
NORTHR_GLE170	0.919	0.899	0.790	0.767	0.669	0.655
NORTHR_GLE260	0.893	0.901	0.766	0.793	0.676	0.671
SFERN_ORR021	0.912	0.875	0.787	0.822	0.708	0.694
SFERN_ORR291	0.906	0.912	0.775	0.789	0.674	0.683
Minimum	0.813	0.822	0.648	0.729	0.614	0.584
Maksimum	1.054	1.028	0.990	0.947	0.809	0.853
Ortalama	0.923	0.918	0.808	0.800	0.701	0.691
Standart Sapma	0.052	0.046	0.071	0.056	0.051	0.059
Varyasyon Katsayısı	0.056	0.050	0.088	0.070	0.073	0.085

Z2 zemin grubunda 6 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.29’ da yer almaktadır. 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı referans modele göre x yönü için %7 ve y yönü %8 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %19 ve y yönü için %20 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %29, y yönü için ise %30 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.30 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z2	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	0.998	0.950	0.890	0.818	0.757	0.749
CHICHI.04_CHY006N	0.974	0.884	0.833	0.736	0.722	0.682
CHUETSU_65041EW	0.913	0.902	0.768	0.779	0.663	0.651
CHUETSU_65041NS	0.901	0.904	0.770	0.774	0.653	0.664
CORINTH_COR--L	0.957	0.953	0.877	0.845	0.766	0.726
CORINTH_COR--T	0.927	0.924	0.843	0.853	0.736	0.730
DUZCE_1061-E	0.848	0.841	0.674	0.762	0.658	0.745
DUZCE_1061-N	0.979	0.962	0.932	0.911	0.861	0.827
IMPVALL.H_H-CPE147	0.904	0.860	0.720	0.743	0.654	0.643
IMPVALL.H_H-CPE237	0.921	0.911	0.783	0.757	0.662	0.653
ITALY_A-CTR000	0.977	0.932	0.859	0.807	0.764	0.719
ITALY_A-CTR270	0.914	0.958	0.821	0.864	0.725	0.715
ITALY_B-BIS000	0.910	1.004	0.871	0.949	0.792	0.835
ITALY_B-BIS270	0.975	0.975	0.897	0.859	0.783	0.735
IWATE_55461EW	0.976	0.942	0.862	0.785	0.699	0.680
IWATE_55461NS	0.974	0.974	0.882	0.862	0.815	0.762
LANDERS_JOS000	0.923	0.896	0.779	0.765	0.666	0.676
LANDERS_JOS090	0.950	0.915	0.824	0.770	0.695	0.644
MANJIL_ABBAR--L	0.911	0.936	0.805	0.792	0.686	0.656
MANJIL_ABBAR--T	0.869	1.037	0.814	0.926	0.749	0.794
NORTHR_GLE170	0.925	0.931	0.827	0.806	0.712	0.687
NORTHR_GLE260	0.942	0.927	0.831	0.824	0.712	0.696
SFERN_ORR021	0.960	1.065	0.925	0.881	0.789	0.707
SFERN_ORR291	0.935	0.941	0.836	0.831	0.729	0.711
Minimum	0.848	0.841	0.674	0.736	0.653	0.643
Maksimum	0.998	1.065	0.932	0.949	0.861	0.835
Ortalama	0.936	0.938	0.830	0.821	0.727	0.712
Standart Sapma	0.037	0.051	0.061	0.059	0.056	0.054
Varyasyon Katsayısı	0.040	0.054	0.074	0.071	0.077	0.076

Z2 zemin grubunda 8 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.30’ da yer almaktadır. Tablo incelendiğinde 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranının referans model x ve y yönleri için %6 civarında azalma gösterdiği görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için %17 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %27, y yönü için ise %28 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.31 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z2	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	0.962	1.007	1.012	1.057	1.142	1.139
CHICHI.04_CHY006N	0.879	0.855	0.813	0.747	1.491	1.270
CHUETSU_65041EW	1.339	1.263	1.767	1.651	1.741	1.815
CHUETSU_65041NS	1.583	1.603	1.605	1.654	1.358	1.387
CORINTH_COR--L	0.951	0.946	1.221	1.221	1.457	1.373
CORINTH_COR--T	1.170	1.126	1.385	1.300	1.641	1.571
DUZCE_1061-E	0.960	0.995	0.653	0.657	0.661	0.679
DUZCE_1061-N	1.045	1.023	0.973	0.983	1.125	1.085
IMPVALL.H_H-CPE147	0.953	0.920	1.308	1.242	1.097	1.114
IMPVALL.H_H-CPE237	0.925	0.935	1.261	1.222	1.585	1.505
ITALY_A-CTR000	1.030	1.027	1.074	1.153	1.428	1.345
ITALY_A-CTR270	0.958	0.981	1.283	1.249	1.442	1.458
ITALY_B-BIS000	1.054	1.074	0.929	0.960	1.084	1.044
ITALY_B-BIS270	1.094	1.049	1.443	1.360	1.470	1.420
IWATE_55461EW	1.367	1.264	1.531	1.436	2.060	2.097
IWATE_55461NS	0.833	0.847	0.772	0.795	0.896	0.843
LANDERS_JOS000	1.045	1.062	0.826	0.865	1.151	1.158
LANDERS_JOS090	1.146	1.160	1.559	1.418	3.129	3.189
MANJIL_ABBAR--L	1.012	0.971	1.078	0.989	1.316	1.286
MANJIL_ABBAR--T	1.032	0.981	1.028	1.018	0.983	0.905
NORTHR_GLE170	0.978	0.989	1.345	1.357	1.175	1.199
NORTHR_GLE260	1.098	1.110	1.691	1.728	1.845	1.594
SFERN_ORR021	1.478	1.414	1.446	1.392	1.382	1.262
SFERN_ORR291	1.204	1.257	1.274	1.322	1.277	1.338
Minimum	0.833	0.847	0.653	0.657	0.661	0.679
Maksimum	1.583	1.603	1.767	1.728	3.129	3.189
Ortalama	1.087	1.077	1.220	1.199	1.414	1.378
Standart Sapma	0.188	0.177	0.306	0.287	0.480	0.491
Varyasyon Katsayısı	0.173	0.164	0.251	0.239	0.339	0.356

Z2 zemin grubunda 4 katlı binaların referans model ile 3.5m yumuşak katlı modelde yumuşak katın tepe noktası ötelenme oranı etkisi, yumuşak katlı binada x yönü için %8 civarında, y yönü için %7 civarında ötelenme artışı olarak görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda tepe noktası ötelenme oranı x yönü için %22 ve y yönü için %19 civarında artış şeklindedir. Tepe noktası ötelenme oranı etkisi 5.5m yumuşak katlılarda x yönü için %41 ve y yönü için ise %37 civarında artış göstermiştir. LANDERS_JOS090 depremi, tepe noktası ötelenme oranı bakımından 5.5m yumuşak katı en fazla etkileyen deprem olarak ön plana çıkmaktadır.

Çizelge 5.32 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z2	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	1.013	0.990	1.125	1.073	1.157	1.043
CHICHI.04_CHY006N	0.949	1.226	1.558	1.958	1.840	2.029
CHUETSU_65041EW	0.983	0.861	0.993	0.747	0.840	0.669
CHUETSU_65041NS	0.927	0.888	0.835	0.724	0.780	0.609
CORINTH_COR--L	1.016	0.991	0.955	1.008	1.493	1.333
CORINTH_COR--T	1.094	1.098	1.244	1.209	1.415	1.352
DUZCE_1061-E	0.894	0.955	0.791	0.924	0.816	1.047
DUZCE_1061-N	0.940	0.870	1.126	1.280	1.531	1.430
IMPVALL.H_H-CPE147	1.145	0.961	0.963	0.798	0.788	0.784
IMPVALL.H_H-CPE237	1.099	0.923	1.342	1.106	1.225	0.979
ITALY_A-CTR000	0.828	1.097	1.057	1.360	1.750	2.180
ITALY_A-CTR270	1.194	0.910	1.200	1.174	1.515	1.279
ITALY_B-BIS000	0.890	0.958	0.923	1.153	1.574	1.646
ITALY_B-BIS270	1.188	1.028	1.166	1.171	1.700	1.611
IWATE_55461EW	1.279	1.010	1.684	1.332	1.508	1.018
IWATE_55461NS	0.940	0.942	0.831	1.046	1.081	1.244
LANDERS_JOS000	1.038	1.211	1.321	1.441	1.429	1.406
LANDERS_JOS090	1.248	1.464	2.113	1.729	2.134	1.599
MANJIL_ABBAR--L	1.104	0.998	1.263	1.208	1.531	1.347
MANJIL_ABBAR--T	1.039	1.116	1.115	1.100	1.416	1.288
NORTHR_GLE170	1.099	1.039	0.990	0.938	1.016	0.965
NORTHR_GLE260	0.934	0.981	0.865	1.124	1.157	1.085
SFERN_ORR021	1.044	0.905	0.977	0.954	1.082	1.102
SFERN_ORR291	0.971	0.961	0.890	0.877	0.898	0.856
Minimum	0.828	0.861	0.791	0.724	0.780	0.609
Maksimum	1.279	1.464	2.113	1.958	2.134	2.180
Ortalama	1.036	1.016	1.139	1.143	1.320	1.246
Standart Sapma	0.118	0.136	0.307	0.287	0.365	0.386
Varyasyon Katsayısı	0.114	0.133	0.269	0.251	0.276	0.310

Tepe noktası ötelenme oranının 6 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.32' ye bakıldığında, 3.5m yumuşak katlı modelde x yönü ve y yönü için sınırlı miktarda bir artış söz konusudur. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde x yönü için %13 civarında, y yönü için %14 civarında bir artış göstermektedir. Yumuşak katlı yapılardan kat yüksekliği 5.5m olan binada x yönü için %32 civarında, y yönü için %24 civarında bir artış meydana gelmiştir.

Çizelge 5.33 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z2	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	0.962	1.005	1.035	0.971	0.970	0.923
CHICHI.04_CHY006N	1.323	1.169	1.711	1.036	1.750	1.261
CHUETSU_65041EW	0.993	0.951	0.916	0.822	0.798	0.686
CHUETSU_65041NS	0.948	0.961	0.870	0.915	0.798	0.799
CORINTH_COR--L	0.922	0.885	0.966	1.141	1.236	1.074
CORINTH_COR--T	1.055	1.024	1.111	1.079	1.219	1.172
DUZCE_1061-E	0.981	0.942	1.022	0.876	1.062	1.258
DUZCE_1061-N	1.224	1.229	1.474	1.297	1.641	1.446
IMPVALL.H_H-CPE147	0.894	0.887	0.777	0.726	0.773	0.773
IMPVALL.H_H-CPE237	1.048	1.023	1.236	0.927	1.046	0.910
ITALY_A-CTR000	1.070	1.015	1.141	1.137	1.733	1.338
ITALY_A-CTR270	1.062	1.243	1.342	1.191	1.432	1.167
ITALY_B-BIS000	0.971	0.949	1.167	1.265	1.459	1.416
ITALY_B-BIS270	1.022	1.100	1.229	1.287	1.497	1.519
IWATE_55461EW	1.316	0.973	1.296	0.773	0.973	0.751
IWATE_55461NS	1.001	1.053	1.085	0.992	1.162	1.067
LANDERS_JOS000	1.080	0.971	1.103	0.983	1.092	1.023
LANDERS_JOS090	1.223	1.036	1.299	0.955	1.104	0.792
MANJIL_ABBAR--L	1.058	1.112	1.260	1.145	1.330	1.051
MANJIL_ABBAR--T	0.925	1.041	0.934	1.257	1.089	1.261
NORTHR_GLE170	0.941	0.960	0.897	0.933	0.923	0.997
NORTHR_GLE260	0.942	1.077	1.254	1.193	1.072	1.105
SFERN_ORR021	1.038	1.008	1.055	1.100	1.167	0.960
SFERN_ORR291	0.968	0.965	0.884	0.870	0.835	0.821
Minimum	0.894	0.885	0.777	0.726	0.773	0.686
Maksimum	1.323	1.243	1.711	1.297	1.750	1.519
Ortalama	1.040	1.024	1.128	1.036	1.173	1.065
Standart Sapma	0.119	0.094	0.215	0.166	0.288	0.236
Varyasyon Katsayısı	0.115	0.092	0.190	0.161	0.245	0.222

Tepe noktası ötelenme oranının 8 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.33’ de; 3.5m yumuşak katlı modelde x yönü için %4 değerinde, y yönü için %2 civarında bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde x yönü için %12 civarında, y yönü için %3 civarında artış gözlenmektedir. Yumuşak kat yüksekliği 5.5m olan binada x yönü için %17 civarında ve y yönü için %6 civarında bir artış mevcuttur. Tepe noktası ötelenme oranı değerleri ortalamaları için, referans binaya bölünmesi şeklinde bir kıyaslama sonucunda; her modelin kendi referans bina modelinden 5.5m yumuşak katlı örneğine geçişte artışların olduğu görülmektedir.

Görelî kat ötelenme oranı etkilerinin referans bina ile yumuşak katlı binalardaki değişimi Z2 zemin grubuyla 4, 6 ve 8 katlı modeller için sırasıyla Çizelge 5.34 - 5.36’ da verilmiştir.

Çizelge 5.34 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları

Z2	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	1.049	1.125	1.161	1.243	1.461	1.496
CHICHI.04_CHY006N	0.920	0.837	1.057	0.923	2.040	1.693
CHUETSU_65041EW	1.603	1.514	2.233	0.326	2.169	2.266
CHUETSU_65041NS	1.787	1.791	1.915	1.940	1.549	1.545
CORINTH_COR--L	1.143	1.129	1.644	1.706	1.971	1.898
CORINTH_COR--T	1.339	1.396	1.794	1.778	2.108	2.138
DUZCE_1061-E	0.892	0.957	0.696	0.709	0.740	0.766
DUZCE_1061-N	1.343	1.582	1.218	1.306	1.375	1.353
IMPVALL.H_H-CPE147	0.970	0.946	1.676	1.636	1.317	1.442
IMPVALL.H_H-CPE237	1.031	1.073	1.715	1.752	2.116	2.098
ITALY_A-CTR000	1.278	1.265	1.373	1.568	1.870	1.834
ITALY_A-CTR270	2.800	1.018	1.742	1.738	1.915	2.011
ITALY_B-BIS000	1.207	1.186	1.107	1.120	1.286	1.200
ITALY_B-BIS270	1.310	1.236	1.969	1.847	1.969	1.952
IWATE_55461EW	1.720	1.518	2.112	1.908	2.932	2.975
IWATE_55461NS	1.069	1.101	0.962	1.017	1.135	1.075
LANDERS_JOS000	1.220	1.206	0.976	0.982	1.374	1.337
LANDERS_JOS090	1.360	1.370	2.169	1.929	4.777	4.902
MANJIL_ABBAR--L	1.020	0.970	1.258	1.172	1.775	1.693
MANJIL_ABBAR--T	1.134	1.139	1.203	1.220	1.232	1.178
NORTH_R_GLE170	1.179	1.194	1.746	1.838	1.545	1.643
NORTH_R_GLE260	1.325	1.439	2.127	2.287	2.357	2.050
SFERN_ORR021	1.622	1.603	1.855	1.834	1.669	1.598
SFERN_ORR291	1.339	1.410	1.376	1.467	1.327	1.425
Minimum	0.892	0.837	0.696	0.326	0.740	0.766
Maksimum	2.800	1.791	2.233	2.287	4.777	4.902
Ortalama	1.319	1.250	1.545	1.469	1.834	1.815
Standart Sapma	0.397	0.242	0.440	0.467	0.784	0.803
Varyasyon Katsayısı	0.301	0.194	0.285	0.318	0.427	0.442

Görelî kat ötelenme oranı değerlerinde, 4 katlı modelde ortalamalar üzerinden referans bina ile oranlamada LANDERS_JOS090 depreminin etkisinin büyük olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.35 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z2	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	1.009	1.020	1.279	1.359	1.471	1.374
CHICHI.04_CHY006N	1.083	1.240	1.806	2.381	2.538	2.857
CHUETSU_65041EW	1.067	0.974	1.223	0.823	1.012	0.722
CHUETSU_65041NS	0.944	0.937	0.946	0.857	0.996	0.749
CORINTH_COR--L	0.992	0.961	1.131	1.222	1.841	1.661
CORINTH_COR--T	1.091	1.053	1.332	1.229	1.652	1.621
DUZCE_1061-E	0.815	1.048	1.215	1.092	1.072	1.642
DUZCE_1061-N	0.909	0.879	1.276	1.342	1.968	1.933
IMPVALL.H_H-CPE147	1.216	0.937	1.014	0.785	0.910	0.940
IMPVALL.H_H-CPE237	1.115	0.998	1.702	1.304	1.562	1.176
ITALY_A-CTR000	0.777	1.084	1.224	1.906	2.234	3.115
ITALY_A-CTR270	1.204	0.911	1.454	1.464	1.801	1.590
ITALY_B-BIS000	0.855	0.918	1.017	1.341	1.915	2.118
ITALY_B-BIS270	1.239	1.010	1.496	1.509	2.197	2.107
IWATE_55461EW	1.359	0.963	2.211	1.620	1.972	1.184
IWATE_55461NS	0.912	0.935	0.955	1.429	1.465	1.853
LANDERS_JOS000	1.126	1.387	1.838	1.977	2.024	1.984
LANDERS_JOS090	1.274	1.648	2.513	2.180	2.595	1.987
MANJIL_ABBAR--L	1.266	1.110	1.675	1.492	2.140	1.831
MANJIL_ABBAR--T	0.967	0.964	0.990	1.230	1.800	1.832
NORTHR_GLE170	1.048	1.000	1.050	1.093	1.165	1.243
NORTHR_GLE260	1.002	1.092	1.047	1.547	1.466	1.524
SFERN_ORR021	1.025	0.911	1.019	1.064	1.350	1.374
SFERN_ORR291	1.007	1.003	1.074	1.120	1.123	1.185
Minimum	0.777	0.879	0.946	0.785	0.910	0.722
Maksimum	1.359	1.648	2.513	2.381	2.595	3.115
Ortalama	1.054	1.041	1.354	1.390	1.678	1.650
Standart Sapma	0.151	0.171	0.414	0.404	0.488	0.576
Varyasyon Katsayısı	0.144	0.165	0.306	0.290	0.291	0.349

4, 6 ve 8 katlı modellerde görelî kat ötelenme oranı değerlerinin her bir model setinde katlar arasında kıyaslanmasında, 5.5m yumuşak katlı binanın referans modele göre en fazla değeri aldığı görülmektedir.

Çizelge 5.36 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z2	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHICHI.04_CHY006E	0.992	1.009	1.191	1.191	1.318	1.370
CHICHI.04_CHY006N	1.343	1.033	1.964	1.028	2.102	1.765
CHUETSU_65041EW	1.008	0.912	0.998	0.898	0.913	0.871
CHUETSU_65041NS	0.900	0.977	1.052	1.121	1.075	1.084
CORINTH_COR--L	0.850	0.855	1.273	1.624	1.724	1.582
CORINTH_COR--T	1.007	1.032	1.330	1.650	1.817	1.815
DUZCE_1061-E	0.942	0.967	0.923	1.025	1.406	1.685
DUZCE_1061-N	1.119	1.180	1.712	1.771	2.260	2.432
IMPVALL.H_H-CPE147	0.882	0.804	0.696	0.824	0.942	1.056
IMPVALL.H_H-CPE237	1.080	1.025	1.511	1.087	1.247	1.184
ITALY_A-CTR000	1.161	1.108	1.686	1.565	2.650	2.113
ITALY_A-CTR270	1.013	1.445	1.896	1.987	2.047	1.998
ITALY_B-BIS000	0.958	0.993	1.656	2.155	2.306	2.566
ITALY_B-BIS270	1.068	1.219	1.810	2.006	2.180	2.404
IWATE_55461EW	1.442	0.989	1.740	0.923	1.321	1.029
IWATE_55461NS	0.975	1.124	1.405	1.654	2.146	2.153
LANDERS_JOS000	1.185	0.962	1.397	1.169	1.432	1.498
LANDERS_JOS090	1.484	1.152	1.663	1.270	1.524	1.188
MANJIL_ABBAR--L	0.975	1.068	1.437	1.411	1.666	1.297
MANJIL_ABBAR--T	0.828	1.274	1.302	1.863	1.929	2.250
NORTHR_GLE170	0.974	0.967	1.229	1.294	1.423	1.553
NORTHR_GLE260	1.077	1.153	1.730	1.686	1.578	1.609
SFERN_ORR021	0.992	1.046	1.140	1.443	1.491	1.198
SFERN_ORR291	1.034	1.047	1.275	1.330	1.316	1.369
Minimum	0.828	0.804	0.696	0.824	0.913	0.871
Maksimum	1.484	1.445	1.964	2.155	2.650	2.566
Ortalama	1.054	1.056	1.417	1.416	1.659	1.628
Standart Sapma	0.169	0.138	0.328	0.379	0.460	0.494
Varyasyon Katsayısı	0.160	0.130	0.231	0.268	0.277	0.304

5.4 Z3 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları

Çalışmada kullanılan ve analizleri yapılan 4, 6 ve 8 katlı yapıların Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına ait taban kesme kuvvetleri oranları Çizelge 5.37 – 5.39’ da gösterilmiştir.

Çizelge 5.37 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z3	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.357	0.362	0.321	0.336	0.271	0.282	0.224	0.233
CHUETSU_65033NS	0.407	0.421	0.367	0.377	0.296	0.307	0.246	0.254
COALINGA.H_H-Z15000	0.449	0.472	0.379	0.397	0.303	0.312	0.250	0.257
COALINGA.H_H-Z15090	0.366	0.385	0.331	0.002	0.276	0.284	0.240	0.249
IMPVALL.H_H-DLT262	0.395	0.408	0.368	0.381	0.279	0.288	0.234	0.245
IMPVALL.H_H-DLT352	0.401	0.418	0.355	0.364	0.284	0.297	0.242	0.250
IWATE_54015EW	0.420	0.436	0.372	0.383	0.300	0.309	0.246	0.254
IWATE_54015NS	0.345	0.356	0.330	0.334	0.272	0.287	0.229	0.239
KOBE_AMA000	0.383	0.398	0.354	0.371	0.280	0.291	0.250	0.258
KOBE_AMA090	0.425	0.439	0.380	0.397	0.306	0.315	0.249	0.257
NORTH_WIL090	0.370	0.388	0.316	0.335	0.258	0.267	0.237	0.243
NORTH_WIL180	0.438	0.464	0.369	0.380	0.310	0.318	0.253	0.263
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.433	0.454	0.371	0.385	0.295	0.302	0.242	0.249
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.404	0.420	0.360	0.374	0.285	0.291	0.235	0.243
SMART1.05_05M01EW	0.356	0.370	0.321	0.334	0.239	0.254	0.164	0.166
SMART1.05_05M01NS	0.455	0.472	0.384	0.398	0.299	0.307	0.244	0.251
TABAS_BOS-L1	0.388	0.412	0.350	0.363	0.274	0.287	0.235	0.241
TABAS_BOS-T1	0.406	0.425	0.359	0.371	0.277	0.286	0.242	0.249
TOTTORI_OKY005EW	0.420	0.440	0.340	0.357	0.285	0.294	0.239	0.248
TOTTORI_OKY005NS	0.376	0.390	0.321	0.334	0.266	0.277	0.224	0.236
VICT_CHI102	0.433	0.449	0.373	0.387	0.304	0.313	0.252	0.259
VICT_CHI192	0.358	0.379	0.307	0.318	0.263	0.275	0.223	0.232
Minimum	0.345	0.356	0.307	0.002	0.239	0.254	0.164	0.166
Maksimum	0.455	0.472	0.384	0.398	0.310	0.318	0.253	0.263
Ortalama	0.399	0.416	0.351	0.349	0.283	0.293	0.236	0.244
Standart Sapma	0.032	0.035	0.024	0.081	0.018	0.017	0.019	0.020
Varyasyon Katsayısı	0.081	0.084	0.068	0.233	0.063	0.056	0.079	0.080

Çizelge 5.38 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z3	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6-REF-x	6-REF-y	6YK_3.5-x	6YK_3.5-y	6YK_4.5-x	6YK_4.5-y	6YK_5.5-x	6YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.290	0.311	0.268	0.265	0.220	0.219	0.192	0.188
CHUETSU_65033NS	0.316	0.312	0.284	0.289	0.259	0.251	0.221	0.219
COALINGA.H_H-Z15000	0.316	0.316	0.290	0.302	0.267	0.267	0.233	0.225
COALINGA.H_H-Z15090	0.286	0.300	0.260	0.270	0.244	0.239	0.201	0.204
IMPVALL.H_H-DLT262	0.285	0.291	0.272	0.276	0.237	0.235	0.206	0.207
IMPVALL.H_H-DLT352	0.304	0.307	0.277	0.287	0.248	0.254	0.213	0.210
IWATE_54015EW	0.326	0.325	0.292	0.292	0.254	0.252	0.218	0.215
IWATE_54015NS	0.290	0.280	0.255	0.248	0.230	0.226	0.199	0.208
KOBE_AMA000	0.303	0.303	0.279	0.288	0.259	0.262	0.225	0.223
KOBE_AMA090	0.324	0.340	0.309	0.318	0.269	0.271	0.227	0.226
NORTHR_WIL090	0.257	0.264	0.245	0.254	0.232	0.242	0.203	0.193
NORTHR_WIL180	0.337	0.347	0.313	0.320	0.276	0.273	0.235	0.227
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.309	0.317	0.289	0.288	0.251	0.256	0.220	0.220
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.297	0.300	0.278	0.291	0.242	0.242	0.209	0.194
SMART1.05_05M01EW	0.256	0.243	0.221	0.216	0.178	0.154	0.155	0.143
SMART1.05_05M01NS	0.324	0.327	0.296	0.294	0.253	0.244	0.223	0.212
TABAS_BOS-L1	0.293	0.292	0.272	0.278	0.243	0.239	0.206	0.205
TABAS_BOS-T1	0.277	0.280	0.260	0.260	0.244	0.248	0.215	0.211
TOTTORI_OKY005EW	0.316	0.307	0.276	0.277	0.235	0.223	0.209	0.217
TOTTORI_OKY005NS	0.322	0.321	0.286	0.267	0.219	0.220	0.192	0.187
VICT_CHI102	0.330	0.348	0.314	0.321	0.270	0.267	0.231	0.224
VICT_CHI192	0.258	0.271	0.251	0.248	0.225	0.221	0.190	0.190
Minimum	0.256	0.243	0.221	0.216	0.178	0.154	0.155	0.143
Maksimum	0.337	0.348	0.314	0.321	0.276	0.273	0.235	0.227
Ortalama	0.301	0.305	0.277	0.279	0.243	0.241	0.210	0.207
Standart Sapma	0.024	0.026	0.023	0.026	0.022	0.026	0.018	0.019
Varyasyon Katsayısı	0.080	0.087	0.082	0.091	0.089	0.106	0.087	0.093

Çizelge 5.39 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z3	Taban Kesme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremier	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.276	0.264	0.241	0.241	0.221	0.216	0.187	0.176
CHUETSU_65033NS	0.309	0.298	0.287	0.272	0.241	0.234	0.218	0.210
COALINGA.H_H-Z15000	0.303	0.308	0.287	0.285	0.256	0.247	0.217	0.206
COALINGA.H_H-Z15090	0.280	0.271	0.260	0.253	0.226	0.230	0.206	0.196
IMPVALL.H_H-DLT262	0.284	0.284	0.261	0.256	0.224	0.225	0.205	0.191
IMPVALL.H_H-DLT352	0.300	0.289	0.272	0.276	0.244	0.227	0.209	0.202
IWATE_54015EW	0.297	0.299	0.279	0.278	0.249	0.237	0.209	0.201
IWATE_54015NS	0.256	0.265	0.249	0.249	0.221	0.215	0.206	0.204
KOBE_AMA000	0.309	0.314	0.292	0.285	0.253	0.243	0.217	0.209
KOBE_AMA090	0.325	0.323	0.299	0.292	0.255	0.248	0.219	0.210
NORTHR_WIL090	0.266	0.284	0.259	0.267	0.232	0.217	0.192	0.175
NORTHR_WIL180	0.318	0.319	0.298	0.290	0.255	0.247	0.219	0.210
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.298	0.299	0.279	0.275	0.245	0.238	0.213	0.206
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.298	0.298	0.274	0.263	0.231	0.219	0.193	0.189
SMART1.05_05M01EW	0.242	0.230	0.224	0.186	0.171	0.147	0.141	0.106
SMART1.05_05M01NS	0.322	0.326	0.288	0.287	0.235	0.225	0.199	0.189
TABAS_BOS-L1	0.290	0.272	0.265	0.256	0.234	0.230	0.202	0.201
TABAS_BOS-T1	0.268	0.288	0.268	0.273	0.242	0.232	0.207	0.198
TOTTORI_OKY005EW	0.300	0.280	0.257	0.246	0.225	0.234	0.213	0.206
TOTTORI_OKY005NS	0.283	0.274	0.246	0.255	0.216	0.206	0.180	0.171
VICT_CHI102	0.332	0.319	0.299	0.289	0.256	0.242	0.214	0.205
VICT_CHI192	0.259	0.272	0.254	0.251	0.223	0.215	0.194	0.190
Minimum	0.242	0.230	0.224	0.186	0.171	0.147	0.141	0.106
Maksimum	0.332	0.326	0.299	0.292	0.256	0.248	0.219	0.210
Ortalama	0.292	0.290	0.270	0.265	0.234	0.226	0.203	0.193
Standart Sapma	0.024	0.023	0.020	0.024	0.019	0.021	0.018	0.023
Varyasyon Katsayısı	0.081	0.081	0.076	0.089	0.082	0.094	0.087	0.118

4 katlı referans binaların taban kesme kuvveti oranı değerlerinin yumuşak katlı modellerine göre yüksek olduğu tablolarda mevcuttur. Referans binaların taban kesme kuvveti oranları %34 ile %47 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %16 ve %26 aralığında değişmektedir. 6 ve 8 katlı modellerde referans binaların taban kesme kuvveti oranları yumuşak katlılardan fazla olduğu görülmektedir.

Z3 zemin grubunda 4 katlı modelin taban kesme kuvveti oranı x ve y yönü ortalamasının ortalama değeri, referans binada 0.4 değerlerindeyken 5.5m yumuşak katlı binada 0.24 seviyelerine düşmüştür. 6 katlı modelde ise bu ortalama değer 0.3

değerinden 0.2 seviyelerine, 8 katlı modelde 0.2 seviyelerinden 0.1 seviyelerine değişim göstermiştir. Taban kesme kuvveti oranı değerinin, bina yüksekliği arttıkça azalma gösterdiği açıktır.

Standart sapma değerleri açısından incelendiğinde; 4, 6 ve 8 katlı yapılarda referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçişte bir azalan değer durumu söz konusudur.

Varyasyon katsayısının taban kesme kuvveti oranı değeri üzerinde net bir değişimi söylenememektedir. Modellerin x ve y yönü varyasyon katsayısı değeri ortalamaları alındığından, her bir binaya etkiyen depremlerin x ve y yönünün etkisi Z3 zemini için oldukça farklı sonuçlar ortaya çıkarmaktadır. Minimum ve maksimum değerlerinin aşırı uçlarda gezmesinden kaynaklanan bu dalgalanma, x ve y değerleri ortalaması ve standart sapmasını etkilemekte ve bunlarla elde edilen varyasyon katsayısı sonuçlarını belirlemektedir.

Modellerin x ve y ortalamasının maksimum değerinin, x ve y ortalamasının minimum değerine bölünmesindeki genel durum; taban kesme kuvveti oranı değerlerinin referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya geçişte artış göstermesidir. 4 katlı modelde taban kesme kuvveti oranı değerinin tüm minimum değerler içinden en küçük değerde olması, 3.5m yumuşak kat yüksekliğine sahip binaya etkiyen COALINGA.H_H-Z15090 depreminin y koordinat yönündeki sonucudur. Modelde referans bina ve yumuşak katlı binalara etkiyen depremler sonucu taban kesme kuvveti oranı için x ve y yönündeki minimum ortalamaların ve maksimum ortalamaların kendi içindeki dağılımı kat yüksekliği ile ters orantılı kalacak biçimdedir. COALINGA.H_H-Z15090 depremi, bu değer düşüşünü hızlandırıcı etkide bulunmuştur. 6 ve 8 katlı modellerdeki taban kesme kuvveti oranı değerine ilişkin minimum ve maksimum değerlerin referans bina ve yumuşak katlı binalar arasındaki geçişi daha düzenli bir azalış göstermektedir. Kat yüksekliğine bağlı olarak taban kesme kuvveti oranlarındaki en fazla düşüş 4 katlı binalarda görülürken, maksimum değerlerinin minimum değerlere oranlanması ile taban kesme kuvveti oranı değerindeki en fazla farkın 8 katlı modelde olduğu hesap edilmiştir.

Tepe noktası ötelenme oranları hesabı Z3 zemin grubuna ait deprem ivme kayıtları sonucu 4 katlı yapılar için Çizelge 5.40’ da, 6 katlı yapılar için Çizelge 5.41’ de ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.42’ de yer almaktadır.

Çizelge 5.40 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z3	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.238	0.248	0.268	0.274	0.316	0.312	0.306	0.304
CHUETSU_65033NS	0.303	0.297	0.444	0.414	0.523	0.523	0.556	0.549
COALINGA.H_H-Z15000	0.611	0.574	0.630	0.605	0.568	0.546	1.009	0.863
COALINGA.H_H-Z15090	0.229	0.244	0.266	0.002	0.304	0.281	0.487	0.489
IMPVALL.H_H-DLT262	0.283	0.276	0.369	0.355	0.315	0.296	0.431	0.452
IMPVALL.H_H-DLT352	0.314	0.294	0.333	0.310	0.332	0.359	0.482	0.435
IWATE_54015EW	0.338	0.317	0.439	0.410	0.598	0.571	0.724	0.713
IWATE_54015NS	0.223	0.228	0.218	0.210	0.305	0.301	0.314	0.307
KOBE_AMA000	0.266	0.246	0.334	0.338	0.334	0.310	0.667	0.609
KOBE_AMA090	0.395	0.376	0.531	0.533	0.740	0.672	0.632	0.665
NORTHR_WIL090	0.249	0.245	0.255	0.238	0.270	0.254	0.362	0.333
NORTHR_WIL180	0.451	0.456	0.482	0.442	0.758	0.700	0.936	0.941
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.413	0.412	0.413	0.415	0.428	0.383	0.497	0.466
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.297	0.287	0.311	0.303	0.354	0.339	0.408	0.390
SMART1.05_05M01EW	0.263	0.265	0.244	0.251	0.206	0.214	0.169	0.164
SMART1.05_05M01NS	0.451	0.430	0.499	0.474	0.471	0.448	0.486	0.475
TABAS_BOS-L1	0.254	0.249	0.308	0.297	0.325	0.347	0.377	0.369
TABAS_BOS-T1	0.312	0.306	0.332	0.329	0.302	0.296	0.500	0.478
TOTTORI_OKY005EW	0.309	0.301	0.321	0.308	0.408	0.401	0.492	0.483
TOTTORI_OKY005NS	0.343	0.331	0.331	0.318	0.400	0.379	0.388	0.408
VICT_CHI102	0.491	0.435	0.528	0.512	0.693	0.633	1.033	1.002
VICT_CHI192	0.231	0.237	0.210	0.213	0.253	0.257	0.306	0.307
Minimum	0.223	0.228	0.210	0.002	0.206	0.214	0.169	0.164
Maksimum	0.611	0.574	0.630	0.605	0.758	0.700	1.033	1.002
Ortalama	0.330	0.321	0.367	0.343	0.418	0.401	0.526	0.509
Standart Sapma	0.100	0.090	0.114	0.130	0.161	0.144	0.229	0.214
Varyasyon Katsayısı	0.304	0.281	0.311	0.380	0.385	0.358	0.435	0.421

Tepe noktası ötelenme oranlarına bakıldığında referans binaların tepe noktası ötelenme oranı değerlerinin yumuşak katlı modellere göre daha düşük değerde olduğu görülmektedir. 4 katlı referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %22

ile %61 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %16 ile %103 aralığında değişmektedir. 4 katlı yapılarda bu kadar yüksek tepe noktası ötelenmesi görülmesinde COALINGA.H_H-Z15000 depremi ve VICT_CHI102 depremi etkisinin büyük olduğu görülmektedir. 6 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %16 ile %58 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modeller ise %15 ile %80 aralığında değişmektedir. 8 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %12 ile %67 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %12 ile %62 aralığında kalmaktadır.

Çizelge 5.41 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z3	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6-REF-x	6-REF-y	6YK_3.5-x	6YK_3.5-y	6YK_4.5-x	6YK_4.5-y	6YK_5.5-x	6YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.220	0.256	0.231	0.225	0.231	0.242	0.246	0.263
CHUETSU_65033NS	0.317	0.374	0.429	0.464	0.436	0.441	0.485	0.584
COALINGA.H_H-Z15000	0.425	0.415	0.485	0.516	0.653	0.788	0.672	0.657
COALINGA.H_H-Z15090	0.224	0.261	0.255	0.317	0.362	0.367	0.324	0.398
IMPVALL.H_H-DLT262	0.268	0.256	0.281	0.355	0.356	0.320	0.327	0.369
IMPVALL.H_H-DLT352	0.330	0.309	0.286	0.350	0.315	0.388	0.396	0.449
IWATE_54015EW	0.434	0.450	0.468	0.499	0.534	0.555	0.560	0.561
IWATE_54015NS	0.249	0.244	0.228	0.258	0.241	0.268	0.309	0.390
KOBE_AMA000	0.279	0.282	0.293	0.360	0.470	0.534	0.598	0.636
KOBE_AMA090	0.441	0.547	0.600	0.642	0.551	0.535	0.536	0.581
NORTH_WIL090	0.209	0.216	0.212	0.238	0.242	0.271	0.284	0.274
NORTH_WIL180	0.464	0.588	0.618	0.754	0.754	0.785	0.692	0.740
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.285	0.364	0.371	0.441	0.366	0.426	0.449	0.488
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.268	0.268	0.289	0.361	0.297	0.373	0.374	0.353
SMART1.05_05M01EW	0.168	0.168	0.148	0.165	0.140	0.155	0.155	0.159
SMART1.05_05M01NS	0.369	0.381	0.375	0.427	0.386	0.376	0.421	0.434
TABAS_BOS-L1	0.300	0.288	0.244	0.272	0.276	0.307	0.348	0.407
TABAS_BOS-T1	0.239	0.292	0.262	0.293	0.351	0.418	0.411	0.439
TOTTORI_OKY005EW	0.278	0.323	0.319	0.370	0.361	0.379	0.379	0.392
TOTTORI_OKY005NS	0.313	0.346	0.349	0.349	0.311	0.300	0.297	0.334
VICT_CHI102	0.469	0.587	0.588	0.689	0.743	0.765	0.801	0.789
VICT_CHI192	0.180	0.220	0.197	0.245	0.240	0.290	0.253	0.295
Minimum	0.168	0.168	0.148	0.165	0.140	0.155	0.155	0.159
Maksimum	0.469	0.588	0.618	0.754	0.754	0.788	0.801	0.789
Ortalama	0.306	0.338	0.342	0.390	0.392	0.422	0.424	0.454
Standart Sapma	0.092	0.117	0.136	0.154	0.165	0.175	0.162	0.161
Varyasyon Katsayısı	0.299	0.348	0.396	0.394	0.422	0.415	0.383	0.354

Çizelge 5.42 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z3	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Deprem	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.192	0.243	0.218	0.220	0.196	0.201	0.190	0.235
CHUETSU_65033NS	0.362	0.403	0.371	0.348	0.346	0.376	0.458	0.599
COALINGA.H_H-Z15000	0.359	0.486	0.434	0.558	0.647	0.634	0.547	0.581
COALINGA.H_H-Z15090	0.263	0.327	0.301	0.322	0.290	0.291	0.317	0.376
IMPVALL.H_H-DLT262	0.292	0.364	0.312	0.328	0.259	0.309	0.270	0.276
IMPVALL.H_H-DLT352	0.288	0.364	0.252	0.332	0.332	0.307	0.335	0.374
IWATE_54015EW	0.400	0.446	0.419	0.462	0.442	0.489	0.436	0.449
IWATE_54015NS	0.212	0.241	0.214	0.248	0.208	0.257	0.300	0.349
KOBE_AMA000	0.297	0.414	0.363	0.467	0.460	0.501	0.501	0.558
KOBE_AMA090	0.514	0.508	0.448	0.445	0.395	0.470	0.480	0.525
NORTH_R_WIL090	0.203	0.273	0.224	0.266	0.211	0.265	0.221	0.220
NORTH_R_WIL180	0.539	0.672	0.599	0.658	0.606	0.617	0.575	0.625
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.319	0.327	0.284	0.345	0.332	0.353	0.378	0.415
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.296	0.313	0.248	0.338	0.308	0.319	0.276	0.285
SMART1.05_05M01EW	0.130	0.126	0.122	0.135	0.132	0.153	0.134	0.126
SMART1.05_05M01NS	0.333	0.367	0.301	0.336	0.319	0.362	0.349	0.395
TABAS_BOS-L1	0.233	0.267	0.245	0.247	0.224	0.293	0.334	0.332
TABAS_BOS-T1	0.251	0.336	0.296	0.365	0.342	0.368	0.330	0.345
TOTTORI_OKY005EW	0.296	0.313	0.294	0.329	0.316	0.343	0.322	0.344
TOTTORI_OKY005NS	0.282	0.295	0.268	0.264	0.239	0.268	0.270	0.283
VICT_CHI102	0.560	0.578	0.599	0.566	0.604	0.588	0.621	0.545
VICT_CHI192	0.198	0.249	0.225	0.266	0.224	0.223	0.228	0.288
Minimum	0.130	0.126	0.122	0.135	0.132	0.153	0.134	0.126
Maksimum	0.560	0.672	0.599	0.658	0.647	0.634	0.621	0.625
Ortalama	0.310	0.360	0.320	0.357	0.338	0.363	0.358	0.387
Standart Sapma	0.112	0.123	0.119	0.125	0.139	0.133	0.129	0.136
Varyasyon Katsayısı	0.362	0.342	0.374	0.350	0.413	0.367	0.360	0.351

Z3 zemin grubunda tepe noktası ötelenme oranı istatistiki bilgilerinden 4 katlı modelde ortalama değerleri x ve y ortalaması, referans binada 0.325 değerindeyken 5.5m yumuşak katlı binada 0.517 değerinde artış şeklindedir. 6 katlı modelde 0.322 değerinden 0.439 değerine, 8 katlı modelde ise 0.335 değerinden 0.372 değerine bir artış gözlemlenmiştir. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere Z3 zemin grubu için en fazla ötelenme miktarı 4 katlı yapılarda mevcuttur. Z3 zemin sınıfında yer alan depremlerin ortalama spektrumuna karşılık gelen 4 katlı yapıların periyot değerleri, genel olarak spektral ivmeyi grafiğin sabit ivme bölgesinde kesmektedir ve yumuşak

katlı yapılarda periyot değerleri 6 ve 8 katlı yapılardaki kadar çok yüksek olmamakla birlikte spektral ivmenin yüksek olduğu değerlere denk gelmektedir. 4 katlı yapılardaki spektral ivmenin yüksek olması sebebiyle, tepe noktası ötelenme oranı değerinin yüksek olması beklenen bir sonuçtur.

Tepe noktası ötelenme oranları x ve y ortalamaları standart sapma değerleri; 4 katlı model için referans binada 0.095 ve 5.5m yumuşak katlı yapıda ise 0.221 değerindedir. 6 katlı modelde x ve y ortalaması standart sapma değeri; referans binada 0.104, yumuşak katlı modelde 0.161 değerindedir. 8 katlı modelde de 0.117 değerinden 0.132 değerine bir artış söz konusudur.

Varyasyon katsayısı değeri; tepe noktası ötelenme oranı açısından incelendiğinde 4 katlı modelde referans binada 0.29 seviyelerinde iken 5.5m yumuşak katlı binada 0.42 seviyelerindedir. Varyasyon katsayısı; 6 katlı model için 0.32 seviyelerinden 0.36 seviyelerinde bir artış şeklinde hesaplanmıştır. 8 katlı modelde ise belirgin bir artış gözlemlenmemiştir. Değişimden en çok etkilenen modelin tepe noktası ötelenme oranı olarak 4 katlı model olduğu söylenebilir.

Z3 zemin grubunda tepe noktası ötelenme oranları için maksimum/minimum değerleri; 4 katlı modelde referans yapıda bu oran 2.62 iken, 5.5m yumuşak katlı yapıda 6.11' dir. 6 katlı modelde referans yapı ile 5.5m yumuşak katlı yapı kıyaslandığında maksimum/mininmum değerinde bir artış olduğu, 8 katlı modelde ise bir azalış olduğu görülmektedir. Her bir modelin 3.5m ve 4.5m yumuşak katlı yapı örneğinde görülen dalgalanma; 4, 6 ve 8 katlı modellerdeki değişimin lineer artan olmadığını sergilemektedir. Modellerin periyot değerlerinin değişmesi ile yapıya etkiyecek olan spektral ivmenin değişmesi ve deprem yüklerinin değişmesi tepe noktası ötelenmesinde önemli rol oynamakta, yer yer düşüşlere sebep olmaktadır.

Çizelge 5.43 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları (%)

Z3	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4- REF-x	4- REF-y	4YK_ 3.5-x	4YK_ 3.5-y	4YK_ 4.5-x	4YK_ 4.5-y	4YK_ 5.5-x	4YK_ 5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.334	0.346	0.409	0.432	0.591	0.580	0.574	0.575
CHUETSU_65033NS	0.447	0.426	0.868	0.805	1.057	1.064	1.133	1.119
COALINGA.H_H-Z15000	1.158	1.114	1.248	1.240	1.193	1.152	2.290	1.962
COALINGA.H_H-Z15090	0.320	0.339	0.453	0.003	0.581	0.852	0.989	1.008
IMPVALL.H_H-DLT262	0.413	0.405	0.746	0.727	0.630	0.588	0.839	0.900
IMPVALL.H_H-DLT352	0.467	0.414	0.633	0.561	0.652	0.731	0.980	0.875
IWATE_54015EW	0.600	0.564	0.881	0.836	1.274	1.231	1.558	1.540
IWATE_54015NS	0.288	0.298	0.371	0.335	0.558	0.581	0.597	0.567
KOBE_AMA000	0.387	0.346	0.636	0.658	0.628	0.626	1.424	1.289
KOBE_AMA090	0.701	0.674	1.002	1.050	1.604	1.468	1.332	1.430
NORTH_R_WIL090	0.366	0.344	0.391	0.369	0.463	0.429	0.688	0.627
NORTH_R_WIL180	0.826	0.865	0.950	0.877	1.670	1.563	2.099	2.124
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.757	0.778	0.823	0.833	0.866	0.769	0.990	0.930
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.423	0.408	0.620	0.607	0.697	0.659	0.774	0.743
SMART1.05_05M01EW	0.396	0.384	0.368	0.361	0.349	0.367	0.292	0.278
SMART1.05_05M01NS	0.860	0.834	1.031	0.999	0.965	0.919	0.952	0.942
TABAS_BOS-L1	0.367	0.370	0.540	0.517	0.606	0.660	0.690	0.681
TABAS_BOS-T1	0.447	0.438	0.642	0.614	0.581	0.559	1.008	0.960
TOTTORI_OKY005EW	0.533	0.513	0.592	0.583	0.797	0.783	0.969	0.958
TOTTORI_OKY005NS	0.545	0.523	0.476	0.439	0.718	0.676	0.709	0.760
VICT_CHI102	0.889	0.798	1.049	1.036	1.505	1.379	2.339	2.275
VICT_CHI192	0.325	0.327	0.322	0.320	0.461	0.463	0.572	1.373
Minimum	0.288	0.298	0.322	0.003	0.349	0.367	0.292	0.278
Maksimum	1.158	1.114	1.248	1.240	1.670	1.563	2.339	2.275
Ortalama	0.539	0.523	0.684	0.646	0.838	0.823	1.082	1.087
Standart Sapma	0.231	0.223	0.264	0.296	0.385	0.344	0.557	0.519
Varyasyon Katsayısı	0.429	0.426	0.386	0.459	0.459	0.418	0.515	0.477

Çizelge 5.44 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları (%)

Z3	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6- REF-x	6- REF-y	6YK_ 3.5-x	6YK_ 3.5-y	6YK_ 4.5-x	6YK_ 4.5-y	6YK_ 5.5-x	6YK_ 5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.375	0.429	0.391	0.376	0.438	0.436	0.488	0.515
CHUETSU_65033NS	0.576	0.625	0.769	0.849	0.961	1.001	1.097	1.346
COALINGA.H_H-Z15000	0.764	0.756	0.939	1.135	1.442	1.854	1.557	1.621
COALINGA.H_H-Z15090	0.389	0.417	0.440	0.544	0.786	0.819	0.712	0.885
IMPVALL.H_H-DLT262	0.479	0.439	0.494	0.680	0.748	0.699	0.686	0.830
IMPVALL.H_H-DLT352	0.610	0.556	0.508	0.669	0.706	0.888	0.906	1.031
IWATE_54015EW	0.793	0.835	0.916	1.051	1.182	1.298	1.274	1.346
IWATE_54015NS	0.424	0.410	0.401	0.426	0.474	0.519	0.646	0.899
KOBE_AMA000	0.485	0.478	0.511	0.669	0.997	1.172	1.304	1.473
KOBE_AMA090	0.812	1.041	1.182	1.340	1.166	1.183	1.141	1.349
NORTHR_WIL090	0.342	0.345	0.345	0.359	0.484	0.630	0.609	0.610
NORTHR_WIL180	0.864	1.141	1.224	1.695	1.674	1.838	1.539	1.759
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.527	0.673	0.710	0.837	0.782	0.996	0.993	1.132
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.494	0.464	0.527	0.750	0.631	0.818	0.837	0.758
SMART1.05_05M01EW	0.293	0.261	0.224	0.246	0.250	0.236	0.317	0.306
SMART1.05_05M01NS	0.690	0.675	0.769	0.930	0.887	0.856	0.980	1.034
TABAS_BOS-L1	0.491	0.441	0.416	0.488	0.601	0.671	0.707	0.895
TABAS_BOS-T1	0.401	0.463	0.453	0.467	0.749	0.929	0.928	1.018
TOTTORI_OKY005EW	0.520	0.557	0.536	0.640	0.791	0.779	0.833	0.901
TOTTORI_OKY005NS	0.503	0.540	0.539	0.568	0.490	0.496	0.565	0.634
VICT_CHI102	0.845	1.059	1.178	1.457	1.647	1.813	1.840	1.892
VICT_CHI192	0.276	0.363	0.325	0.386	0.479	0.541	0.497	0.598
Minimum	0.276	0.261	0.224	0.246	0.250	0.236	0.317	0.306
Maksimum	0.864	1.141	1.224	1.695	1.674	1.854	1.840	1.892
Ortalama	0.543	0.590	0.627	0.753	0.835	0.931	0.930	1.038
Standart Sapma	0.180	0.242	0.294	0.382	0.387	0.449	0.389	0.416
Varyasyon Katsayısı	0.331	0.411	0.469	0.508	0.463	0.482	0.419	0.400

Çizelge 5.45 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z3	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHUETSU_65033EW	0.348	0.336	0.343	0.339	0.401	0.478	0.454	0.510
CHUETSU_65033NS	0.669	0.744	0.890	0.706	0.905	0.978	1.261	1.816
COALINGA.H_H-Z15000	0.708	0.968	1.037	1.359	1.669	1.762	1.585	1.671
COALINGA.H_H-Z15090	0.455	0.549	0.554	0.542	0.658	0.693	0.771	0.966
IMPVALL.H_H-DLT262	0.550	0.688	0.614	0.579	0.575	0.652	0.737	0.723
IMPVALL.H_H-DLT352	0.550	0.634	0.505	0.740	0.806	0.677	0.947	1.095
IWATE_54015EW	0.772	0.848	0.898	0.922	1.139	1.226	1.208	1.210
IWATE_54015NS	0.359	0.380	0.354	0.386	0.459	0.521	0.818	1.014
KOBE_AMA000	0.597	0.854	0.872	1.146	1.251	1.419	1.463	1.714
KOBE_AMA090	1.029	1.062	1.094	1.084	1.068	1.388	1.361	1.616
NORTHR_WIL090	0.312	0.478	0.383	0.525	0.702	0.586	0.571	0.489
NORTHR_WIL180	1.143	1.400	1.481	1.596	1.682	1.807	1.614	1.942
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.597	0.628	0.647	0.783	0.907	0.973	1.052	1.264
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.575	0.593	0.524	0.652	0.772	0.712	0.679	0.659
SMART1.05_05M01EW	0.202	0.231	0.211	0.191	0.220	0.225	0.247	0.207
SMART1.05_05M01NS	0.696	0.611	0.606	0.605	0.733	0.744	0.866	0.928
TABAS_BOS-L1	0.452	0.477	0.485	0.453	0.592	0.702	0.789	0.861
TABAS_BOS-T1	0.421	0.598	0.535	0.768	0.873	0.922	0.910	0.930
TOTTORI_OKY005EW	0.561	0.599	0.588	0.550	0.564	0.700	0.809	0.957
TOTTORI_OKY005NS	0.475	0.424	0.392	0.389	0.429	0.482	0.549	0.511
VICT_CHI102	1.112	1.198	1.366	1.340	1.624	1.591	1.769	1.605
VICT_CHI192	0.297	0.345	0.367	0.421	0.475	0.475	0.559	0.691
Minimum	0.202	0.231	0.211	0.191	0.220	0.225	0.247	0.207
Maksimum	1.143	1.400	1.481	1.596	1.682	1.807	1.769	1.942
Ortalama	0.585	0.666	0.670	0.731	0.841	0.896	0.955	1.063
Standart Sapma	0.253	0.292	0.338	0.369	0.416	0.447	0.411	0.487
Varyasyon Katsayısı	0.432	0.439	0.504	0.505	0.494	0.499	0.430	0.459

Z3 zemin grubuna ait görelî kat ötelenme oranı sonuçları Çizelge 5.43 - 5.45' te verilmiştir. 4, 6 ve 8 katlı modeller için kendi içindeki yumuşak kat yüksekliği 3.5m' den 4.5m ve 5.5m' e arttırıldıkça görelî kat ötelenme değerleri referans binaya göre artış göstermektedir. 4 katlı modelde referans bina için bu değerler %28 ve %115 civarında, 5.5m yumuşak katlı bina için %27 ve %233 civarında değişmektedir. 6 ve 8 katlı modeller için de benzer durum söz konusudur; referans binadan yumuşak katlı binaya geçildikçe görelî kat ötelenme oranları değerleri artış göstermektedir.

Görelî kat ötelenme oranı istatistiki bilgilerine bakıldığında 4 katlı modeller için ortalama değeri; referans binada %52 civarında iken, 5.5m zemin kat yüksekliğine sahip yumuşak katlı modelde %108 değerlerine ulaştığı görülmektedir. 6 katlı modellerde ortalama değeri; referans binada %54 - %59 değerlerindeyken, 5.5m zemin kat yüksekliğine sahip yumuşak katlı modelde %93 - %103 değerlerindedir. 8 katlı modelde 0.585-0.666 değerinden 0.955-1.063 değerine yükselmiştir.

Görelî kat ötelenme oranında, 4 katlı modelde referans bina için x ve y yönlerinin standart sapma ortalaması 0.227 değerinden 5.5m yumuşak kata geçildiğinde 0.538 değerine yükselmiştir. 6 ve 8 katlı modellerde de benzer şekilde bir artış söz konusudur.

Z3 zemin grubuna ait deprem kayıtlarının binalara etkisi sonucu elde edilen hesaplamalardan varyasyon katsayısı değerlerinin referans binadan 5.5m yumuşak katlı binalara geçişinde genel olarak bir artış mevcuttur, fakat bazı 3.5m ve 4.5m yumuşak katlı binalarda pik değere ulaşmıştır. 4 katlı yapılarda düzenli bir biçimde artışın sebebi 4 katlı modelin referans ve yumuşak katlı binalarının periyot değerlerinin ortalama spektrumda geçişte eğri üzerindeki farkın çok açılmamasındandır ve bu değerlerin karşılık geldiği spektral ivmelerin düzenli bir seyir almasıdır. 6 ve 8 katlı modellerde periyot değerlerinin karşısındaki spektral ivmedeki geçişlerinin oluşturduğu fark nedeniyle değişimlerde dalgalanma oluşmuştur.

Z1 ve Z2 için yapılan çalışmalar aynı şekilde Z3 zemin sınıfında da yapıldığında; görelî kat ötelenme oranının tepe noktası ötelenme oranına bölünmesiyle (GKÖÖ/TNÖÖ) değerleri kat yüksekliği ile doğru orantılı bir artış gösterdiği hesaplamalarla görülmektedir. Bu durumdan en fazla etkilenen yapı modeli, %45' lik artışla 8 katlı modeldir.

Yumuşak katlı binaların referans binalar üzerinde etkisinin değerlendirilmesi olan normalizasyonu için Çizelge 5.46 - 5.48' e bakıldığında taban kesme kuvveti etkisi yer almaktadır. Tepe noktası ötelenme oranı değerinin yumuşak katlı yapılara etkisi 4, 6 ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.49 - 5.51' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.46 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z3	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	0.898	0.928	0.759	0.781	0.627	0.645
CHUETSU_65033NS	0.903	0.895	0.728	0.728	0.605	0.602
COALINGA.H_H-Z15000	0.845	0.842	0.675	0.660	0.558	0.545
COALINGA.H_H-Z15090	0.904	0.004	0.754	0.736	0.656	0.647
IMPVALL.H_H-DLT262	0.932	0.933	0.708	0.705	0.594	0.599
IMPVALL.H_H-DLT352	0.885	0.872	0.707	0.710	0.604	0.598
IWATE_54015EW	0.887	0.879	0.716	0.710	0.586	0.583
IWATE_54015NS	0.958	0.938	0.789	0.806	0.665	0.671
KOBE_AMA000	0.924	0.930	0.732	0.730	0.654	0.646
KOBE_AMA090	0.894	0.905	0.719	0.718	0.585	0.587
NORTHR_WIL090	0.855	0.864	0.697	0.687	0.642	0.626
NORTHR_WIL180	0.843	0.818	0.708	0.685	0.579	0.566
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.858	0.848	0.681	0.666	0.559	0.549
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.890	0.890	0.704	0.694	0.580	0.578
SMART1.05_05M01EW	0.903	0.902	0.671	0.687	0.460	0.448
SMART1.05_05M01NS	0.844	0.844	0.657	0.650	0.535	0.532
TABAS_BOS-L1	0.903	0.879	0.706	0.696	0.604	0.585
TABAS_BOS-T1	0.883	0.873	0.681	0.672	0.595	0.585
TOTTORI_OKY005EW	0.810	0.812	0.678	0.669	0.570	0.564
TOTTORI_OKY005NS	0.854	0.856	0.707	0.709	0.596	0.604
VICT_CHI102	0.861	0.860	0.703	0.696	0.581	0.577
VICT_CHI192	0.857	0.840	0.734	0.726	0.623	0.612
Minimum	0.810	0.004	0.657	0.650	0.460	0.448
Maksimum	0.958	0.938	0.789	0.806	0.665	0.671
Ortalama	0.881	0.837	0.710	0.705	0.594	0.589
Standart Sapma	0.034	0.189	0.031	0.037	0.045	0.047
Varyasyon Katsayısı	0.039	0.226	0.044	0.053	0.076	0.081

Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtlarının yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı etkisi Çizelge 5.46’ da 4 katlı model için verilmiştir. Tabloya bakıldığında 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı, referans modele göre x yönü için %11 civarında ve y yönü için %16 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için %29 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için ise %40 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.47 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z3	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	0.925	0.854	0.758	0.705	0.662	0.604
CHUETSU_65033NS	0.899	0.926	0.821	0.805	0.698	0.702
COALINGA.H_H-Z15000	0.916	0.953	0.844	0.845	0.738	0.712
COALINGA.H_H-Z15090	0.911	0.899	0.853	0.796	0.703	0.681
IMPVALL.H_H-DLT262	0.952	0.949	0.832	0.807	0.723	0.711
IMPVALL.H_H-DLT352	0.913	0.934	0.815	0.827	0.702	0.685
IWATE_54015EW	0.895	0.898	0.780	0.774	0.669	0.661
IWATE_54015NS	0.881	0.886	0.793	0.806	0.685	0.742
KOBE_AMA000	0.924	0.949	0.857	0.864	0.745	0.736
KOBE_AMA090	0.955	0.934	0.829	0.796	0.700	0.664
NORTHR_WIL090	0.951	0.965	0.900	0.920	0.788	0.734
NORTHR_WIL180	0.930	0.921	0.819	0.786	0.699	0.655
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.935	0.907	0.813	0.808	0.712	0.692
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.934	0.970	0.815	0.807	0.702	0.649
SMART1.05_05M01EW	0.865	0.889	0.697	0.637	0.605	0.588
SMART1.05_05M01NS	0.914	0.898	0.780	0.747	0.687	0.649
TABAS_BOS-L1	0.926	0.951	0.828	0.819	0.702	0.702
TABAS_BOS-T1	0.937	0.928	0.881	0.886	0.774	0.754
TOTTORI_OKY005EW	0.873	0.902	0.742	0.727	0.661	0.705
TOTTORI_OKY005NS	0.887	0.833	0.681	0.687	0.597	0.581
VICT_CHI102	0.952	0.925	0.819	0.767	0.701	0.643
VICT_CHI192	0.970	0.912	0.871	0.815	0.734	0.702
Minimum	0.865	0.833	0.681	0.637	0.597	0.581
Maksimum	0.970	0.970	0.900	0.920	0.788	0.754
Ortalama	0.920	0.917	0.810	0.792	0.699	0.680
Standart Sapma	0.028	0.034	0.055	0.064	0.045	0.048
Varyasyon Katsayısı	0.031	0.037	0.067	0.081	0.064	0.070

Z3 zemin grubunda 6 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.47’ de yer almaktadır. 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı referans modele göre x ve y yönleri için %8 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %19 ve y yönü için %20 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %30, y yönü için ise %32 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.48 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z3	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	0.871	0.911	0.801	0.816	0.677	0.665
CHUETSU_65033NS	0.929	0.913	0.779	0.786	0.704	0.704
COALINGA.H_H-Z15000	0.947	0.927	0.845	0.803	0.717	0.669
COALINGA.H_H-Z15090	0.929	0.935	0.805	0.849	0.736	0.722
IMPVALL.H_H-DLT262	0.920	0.903	0.788	0.794	0.723	0.672
IMPVALL.H_H-DLT352	0.905	0.955	0.812	0.786	0.695	0.700
IWATE_54015EW	0.939	0.929	0.837	0.794	0.705	0.674
IWATE_54015NS	0.972	0.938	0.864	0.809	0.805	0.768
KOBE_AMA000	0.946	0.910	0.819	0.776	0.704	0.666
KOBE_AMA090	0.921	0.905	0.783	0.768	0.673	0.650
NORTHR_WIL090	0.973	0.940	0.872	0.765	0.723	0.617
NORTHR_WIL180	0.939	0.910	0.801	0.775	0.689	0.659
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.935	0.917	0.819	0.795	0.715	0.688
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.921	0.883	0.776	0.737	0.650	0.634
SMART1.05_05M01EW	0.927	0.811	0.707	0.641	0.582	0.460
SMART1.05_05M01NS	0.893	0.881	0.728	0.691	0.619	0.581
TABAS_BOS-L1	0.914	0.941	0.806	0.846	0.696	0.737
TABAS_BOS-T1	1.000	0.946	0.903	0.806	0.772	0.686
TOTTORI_OKY005EW	0.858	0.879	0.749	0.835	0.711	0.737
TOTTORI_OKY005NS	0.871	0.933	0.764	0.753	0.636	0.625
VICT_CHI102	0.901	0.908	0.770	0.760	0.645	0.642
VICT_CHI192	0.980	0.924	0.859	0.791	0.750	0.701
Minimum	0.858	0.811	0.707	0.641	0.582	0.460
Maksimum	1.000	0.955	0.903	0.849	0.805	0.768
Ortalama	0.927	0.914	0.804	0.781	0.697	0.666
Standart Sapma	0.036	0.031	0.048	0.047	0.050	0.063
Varyasyon Katsayısı	0.039	0.034	0.059	0.061	0.072	0.095

Z3 zemin grubunda 8 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.48’ de yer almaktadır. Tablo incelendiğinde 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranının referans model x yönü için %7 civarında, y yönü için %8 civarında azalma gösterdiği görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %19 ve y yönü için %21 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %30, y yönü için ise %33 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.49 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z3	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	1.127	1.102	1.330	1.255	1.287	1.222
CHUETSU_65033NS	1.465	1.393	1.728	1.758	1.838	1.846
COALINGA.H_H-Z15000	1.030	1.053	0.929	0.951	1.651	1.503
COALINGA.H_H-Z15090	1.161	0.010	1.325	1.154	2.124	2.008
IMPVALL.H_H-DLT262	1.307	1.287	1.114	1.072	1.524	1.639
IMPVALL.H_H-DLT352	1.061	1.052	1.059	1.219	1.539	1.478
IWATE_54015EW	1.299	1.292	1.772	1.799	2.145	2.248
IWATE_54015NS	0.975	0.921	1.368	1.317	1.404	1.345
KOBE_AMA000	1.255	1.376	1.253	1.262	2.507	2.479
KOBE_AMA090	1.343	1.416	1.872	1.785	1.599	1.766
NORTHR_WIL090	1.023	0.970	1.082	1.038	1.454	1.359
NORTHR_WIL180	1.070	0.970	1.682	1.535	2.076	2.063
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.999	1.007	1.035	0.928	1.203	1.131
SIERRA.MEX_CIWESHNN	1.046	1.056	1.191	1.182	1.373	1.360
SMART1.05_05M01EW	0.928	0.946	0.783	0.809	0.644	0.621
SMART1.05_05M01NS	1.108	1.102	1.046	1.043	1.078	1.104
TABAS_BOS-L1	1.213	1.195	1.277	1.393	1.483	1.484
TABAS_BOS-T1	1.064	1.074	0.970	0.966	1.604	1.563
TOTTORI_OKY005EW	1.039	1.023	1.318	1.330	1.592	1.604
TOTTORI_OKY005NS	0.966	0.960	1.167	1.146	1.133	1.231
VICT_CHI102	1.075	1.177	1.410	1.453	2.104	2.301
VICT_CHI192	0.909	0.901	1.093	1.086	1.322	1.295
Minimum	0.909	0.010	0.783	0.809	0.644	0.621
Maksimum	1.465	1.416	1.872	1.799	2.507	2.479
Ortalama	1.112	1.058	1.264	1.249	1.577	1.575
Standart Sapma	0.146	0.282	0.287	0.279	0.425	0.445
Varyasyon Katsayısı	0.131	0.266	0.227	0.224	0.270	0.282

Z3 zemin grubunda 4 katlı binaların referans model ile 3.5m yumuşak katlı modelde yumuşak katın tepe noktası ötelenme oranı etkisi, yumuşak katlı binada x yönü için %11 civarında, y yönü için %5 civarında ötelenme artışı olarak görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda tepe noktası ötelenme oranı x ve yönü için ortalama %25 oranında artış şeklindedir. Tepe noktası ötelenme oranı etkisi 5.5m yumuşak katlılarda x ve y yönleri için ise %57 civarında artış göstermiştir. Referans yapıya göre tepe noktası ötelenme oranından en fazla etkilenen yapı 5.5m yumuşak katlı binadır.

Çizelge 5.50 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z3	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	1.050	0.880	1.048	0.944	1.118	1.025
CHUETSU_65033NS	1.354	1.241	1.376	1.181	1.532	1.563
COALINGA.H_H-Z15000	1.142	1.245	1.537	1.899	1.581	1.583
COALINGA.H_H-Z15090	1.137	1.212	1.614	1.405	1.447	1.521
IMPVALL.H_H-DLT262	1.050	1.389	1.328	1.251	1.221	1.443
IMPVALL.H_H-DLT352	0.869	1.134	0.957	1.255	1.200	1.453
IWATE_54015EW	1.078	1.109	1.229	1.233	1.290	1.246
IWATE_54015NS	0.914	1.056	0.968	1.100	1.243	1.599
KOBE_AMA000	1.052	1.277	1.686	1.897	2.147	2.258
KOBE_AMA090	1.360	1.173	1.249	0.979	1.216	1.061
NORTHR_WIL090	1.016	1.103	1.158	1.256	1.361	1.267
NORTHR_WIL180	1.333	1.282	1.627	1.336	1.492	1.260
SIERRA.MEX_CIWESHNE	1.302	1.211	1.285	1.171	1.574	1.342
SIERRA.MEX_CIWESHNN	1.078	1.345	1.111	1.388	1.397	1.314
SMART1.05_05M01EW	0.879	0.984	0.832	0.924	0.923	0.943
SMART1.05_05M01NS	1.017	1.118	1.046	0.986	1.143	1.138
TABAS_BOS-L1	0.813	0.943	0.920	1.067	1.160	1.413
TABAS_BOS-T1	1.099	1.003	1.470	1.433	1.722	1.504
TOTTORI_OKY005EW	1.148	1.145	1.298	1.170	1.362	1.213
TOTTORI_OKY005NS	1.114	1.010	0.994	0.867	0.948	0.966
VICT_CHI102	1.253	1.175	1.583	1.304	1.706	1.345
VICT_CHI192	1.095	1.109	1.334	1.317	1.406	1.338
Minimum	0.813	0.880	0.832	0.867	0.923	0.943
Maksimum	1.360	1.389	1.686	1.899	2.147	2.258
Ortalama	1.098	1.143	1.257	1.244	1.372	1.354
Standart Sapma	0.154	0.130	0.255	0.267	0.277	0.281
Varyasyon Katsayısı	0.140	0.114	0.203	0.214	0.202	0.207

Tepe noktası ötelenme oranının 6 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.50' ye bakıldığında, 3.5m yumuşak katlı modelde x ve y yönü ortalaması için %11 civarında bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde x ve y yönü ortalaması için %24 civarında bir artış göstermektedir. Yumuşak katlı yapılardan kat yüksekliği 5.5m olan binada ise ortalaması %36 civarında artış gerçekleşmektedir.

Çizelge 5.51 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z3	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	1.133	0.904	1.021	0.827	0.991	0.966
CHUETSU_65033NS	1.023	0.863	0.955	0.933	1.265	1.488
COALINGA.H_H-Z15000	1.209	1.148	1.801	1.305	1.524	1.195
COALINGA.H_H-Z15090	1.144	0.984	1.105	0.891	1.207	1.150
IMPVALL.H_H-DLT262	1.071	0.901	0.887	0.848	0.924	0.756
IMPVALL.H_H-DLT352	0.874	0.911	1.151	0.843	1.163	1.029
IWATE_54015EW	1.049	1.036	1.104	1.097	1.091	1.007
IWATE_54015NS	1.013	1.032	0.982	1.066	1.419	1.448
KOBE_AMA000	1.220	1.129	1.549	1.210	1.685	1.348
KOBE_AMA090	0.871	0.876	0.770	0.925	0.934	1.034
NORTHR_WIL090	1.103	0.975	1.038	0.971	1.087	0.805
NORTHR_WIL180	1.111	0.980	1.124	0.918	1.065	0.930
SIERRA.MEX_CIWESHNE	0.890	1.056	1.041	1.078	1.185	1.270
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.838	1.078	1.040	1.019	0.933	0.909
SMART1.05_05M01EW	0.933	1.074	1.016	1.217	1.030	1.000
SMART1.05_05M01NS	0.906	0.917	0.960	0.987	1.048	1.078
TABAS_BOS-L1	1.053	0.924	0.963	1.097	1.435	1.242
TABAS_BOS-T1	1.176	1.087	1.360	1.094	1.313	1.026
TOTTORI_OKY005EW	0.992	1.052	1.068	1.098	1.088	1.099
TOTTORI_OKY005NS	0.949	0.895	0.848	0.909	0.958	0.961
VICT_CHI102	1.069	0.980	1.078	1.018	1.109	0.942
VICT_CHI192	1.136	1.068	1.130	0.895	1.151	1.157
Minimum	0.838	0.863	0.770	0.827	0.924	0.756
Maksimum	1.220	1.148	1.801	1.305	1.685	1.488
Ortalama	1.035	0.994	1.090	1.011	1.164	1.084
Standart Sapma	0.115	0.086	0.227	0.130	0.204	0.190
Varyasyon Katsayısı	0.111	0.087	0.208	0.129	0.175	0.175

Tepe noktası ötelenme oranının 8 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.51’ de; 3.5m yumuşak katlı modelde ortalama %1 değerinde bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde ortalama %5 civarında bir artış gözlenmektedir. Yumuşak kat yüksekliği 5.5m olan binada ise ortalama %12 civarında bir artış söz konusudur. Kat yüksekliğinin artmasıyla yumuşak katlı binanın tepe noktası ötelenme etkinliği de referans yapıya göre artmaktadır.

Görelî kat ötelenme oranı etkilerinin referans bina ile yumuşak katlı binalardaki değişimi Z3 zemin grubuyla 4, 6 ve 8 katlı modeller için sırasıyla Çizelge 5.52 - 5.54’ de verilmiştir.

Çizelge 5.52 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları

Z3	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	1.228	1.248	1.773	1.675	1.722	1.661
CHUETSU_65033NS	1.940	1.890	2.362	2.499	2.533	2.629
COALINGA.H_H-Z15000	1.078	1.113	1.030	1.034	1.977	1.761
COALINGA.H_H-Z15090	1.416	0.010	1.815	2.514	3.092	2.976
IMPVALL.H_H-DLT262	1.807	1.796	1.526	1.452	2.033	2.222
IMPVALL.H_H-DLT352	1.355	1.354	1.396	1.764	2.098	2.111
IWATE_54015EW	1.469	1.481	2.124	2.180	2.598	2.728
IWATE_54015NS	1.288	1.123	1.939	1.949	2.072	1.903
KOBE_AMA000	1.641	1.904	1.621	1.811	3.676	3.727
KOBE_AMA090	1.429	1.557	2.287	2.177	1.900	2.121
NORTHR_WIL090	1.069	1.073	1.265	1.250	1.877	1.826
NORTHR_WIL180	1.150	1.014	2.022	1.807	2.542	2.455
SIERRA.MEX_CIWESHNE	1.087	1.071	1.144	0.989	1.307	1.196
SIERRA.MEX_CIWESHNN	1.466	1.488	1.649	1.614	1.831	1.820
SMART1.05_05M01EW	0.930	0.940	0.880	0.957	0.738	0.725
SMART1.05_05M01NS	1.199	1.197	1.123	1.102	1.108	1.129
TABAS_BOS-L1	1.469	1.398	1.650	1.786	1.879	1.843
TABAS_BOS-T1	1.438	1.401	1.301	1.277	2.258	2.191
TOTTORI_OKY005EW	1.112	1.135	1.495	1.526	1.818	1.867
TOTTORI_OKY005NS	0.874	0.840	1.318	1.293	1.301	1.454
VICT_CHI102	1.179	1.298	1.692	1.727	2.630	2.849
VICT_CHI192	0.991	0.978	1.420	1.415	1.759	4.198
Minimum	0.874	0.010	0.880	0.957	0.738	0.725
Maksimum	1.940	1.904	2.362	2.514	3.676	4.198
Ortalama	1.301	1.241	1.583	1.627	2.034	2.154
Standart Sapma	0.273	0.405	0.400	0.454	0.654	0.811
Varyasyon Katsayısı	0.210	0.326	0.252	0.279	0.322	0.377

Görelî kat ötelenme oranının referans yapıya göre etkinliğinde, en fazla fark yaratan 5.5m yumuşak katlı yapıdır.

Çizelge 5.53 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z3	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	1.044	0.875	1.169	1.015	1.302	1.200
CHUETSU_65033NS	1.335	1.358	1.670	1.601	1.905	2.153
COALINGA.H_H-Z15000	1.230	1.501	1.889	2.452	2.039	2.144
COALINGA.H_H-Z15090	1.130	1.303	2.020	1.963	1.830	2.120
IMPVALL.H_H-DLT262	1.033	1.547	1.564	1.592	1.433	1.889
IMPVALL.H_H-DLT352	0.834	1.203	1.159	1.596	1.486	1.854
IWATE_54015EW	1.156	1.259	1.491	1.555	1.606	1.612
IWATE_54015NS	0.945	1.039	1.118	1.266	1.521	2.192
KOBE_AMA000	1.054	1.399	2.055	2.453	2.689	3.083
KOBE_AMA090	1.456	1.287	1.437	1.136	1.406	1.295
NORTHR_WIL090	1.009	1.041	1.417	1.828	1.782	1.770
NORTHR_WIL180	1.417	1.486	1.938	1.611	1.781	1.542
SIERRA.MEX_CIWESHNE	1.347	1.243	1.484	1.479	1.884	1.681
SIERRA.MEX_CIWESHNN	1.067	1.617	1.278	1.763	1.696	1.633
SMART1.05_05M01EW	0.767	0.942	0.856	0.903	1.083	1.173
SMART1.05_05M01NS	1.114	1.378	1.285	1.269	1.420	1.532
TABAS_BOS-L1	0.846	1.107	1.223	1.522	1.439	2.030
TABAS_BOS-T1	1.130	1.009	1.869	2.007	2.317	2.199
TOTTORI_OKY005EW	1.031	1.150	1.522	1.399	1.602	1.618
TOTTORI_OKY005NS	1.072	1.052	0.974	0.919	1.124	1.174
VICT_CHI102	1.395	1.376	1.951	1.712	2.178	1.787
VICT_CHI192	1.177	1.064	1.735	1.490	1.799	1.647
Minimum	0.767	0.875	0.856	0.903	1.083	1.173
Maksimum	1.456	1.617	2.055	2.453	2.689	3.083
Ortalama	1.118	1.238	1.505	1.570	1.697	1.788
Standart Sapma	0.189	0.207	0.352	0.416	0.384	0.439
Varyasyon Katsayısı	0.169	0.167	0.234	0.265	0.226	0.245

Çizelge 5.54 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z3	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_65033EW	0.986	1.010	1.154	1.423	1.304	1.517
CHUETSU_65033NS	1.331	0.949	1.353	1.314	1.886	2.441
COALINGA.H_H-Z15000	1.465	1.403	2.358	1.820	2.240	1.725
COALINGA.H_H-Z15090	1.217	0.989	1.446	1.263	1.694	1.760
IMPVALL.H_H-DLT262	1.117	0.841	1.045	0.948	1.341	1.051
IMPVALL.H_H-DLT352	0.919	1.167	1.464	1.068	1.721	1.725
IWATE_54015EW	1.164	1.087	1.476	1.446	1.566	1.427
IWATE_54015NS	0.986	1.015	1.276	1.370	2.276	2.666
KOBE_AMA000	1.460	1.342	2.095	1.662	2.451	2.008
KOBE_AMA090	1.062	1.020	1.038	1.307	1.323	1.522
NORTHR_WIL090	1.227	1.098	2.248	1.225	1.827	1.022
NORTHR_WIL180	1.296	1.140	1.472	1.291	1.412	1.387
SIERRA.MEX_CIWESHNE	1.083	1.245	1.519	1.548	1.763	2.011
SIERRA.MEX_CIWESHNN	0.912	1.099	1.343	1.201	1.182	1.111
SMART1.05_05M01EW	1.046	0.830	1.089	0.976	1.221	0.899
SMART1.05_05M01NS	0.870	0.990	1.053	1.217	1.244	1.519
TABAS_BOS-L1	1.073	0.949	1.309	1.472	1.744	1.805
TABAS_BOS-T1	1.272	1.283	2.075	1.542	2.164	1.555
TOTTORI_OKY005EW	1.048	0.919	1.006	1.170	1.442	1.599
TOTTORI_OKY005NS	0.825	0.916	0.903	1.136	1.154	1.203
VICT_CHI102	1.229	1.119	1.460	1.328	1.590	1.340
VICT_CHI192	1.237	1.220	1.602	1.376	1.884	2.001
Minimum	0.825	0.830	0.903	0.948	1.154	0.899
Maksimum	1.465	1.403	2.358	1.820	2.451	2.666
Ortalama	1.128	1.074	1.445	1.323	1.656	1.604
Standart Sapma	0.178	0.156	0.412	0.211	0.382	0.443
Varyasyon Katsayısı	0.158	0.145	0.285	0.160	0.231	0.276

5.5 Z4 Zemin Grubu Deprem İvme Kayıtları

Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları sayısı sınırlı olmakla birlikte çalışmada kullanılan ve analizleri yapılan 4, 6 ve 8 katlı yapıların ait taban kesme kuvvetleri oranları Çizelge 5.55 – 5.57’ de gösterilmiştir.

4 katlı referans binaların taban kesme kuvveti oranı değerlerinin yumuşak katlı modellerine göre yüksek olduğu görülmektedir. Referans binaların taban kesme kuvveti oranları %32 ile %49 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %19 ve %26 aralığında değişmektedir. 6 ve 8 katlı modellerde referans binaların taban kesme kuvveti oranları yumuşak katlılardan fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 5.55 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z4	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	0.472	0.491	0.407	0.422	0.313	0.325	0.252	0.261
CHUETSU_NIG025NS	0.450	0.463	0.393	0.406	0.310	0.320	0.240	0.250
DARFIELD_REHSN02E	0.324	0.335	0.237	0.255	0.224	0.242	0.202	0.207
DARFIELD_REHSS88E	0.358	0.369	0.296	0.319	0.248	0.263	0.191	0.204
NIIGATA_NIG014EW	0.382	0.389	0.356	0.365	0.290	0.305	0.242	0.247
NIIGATA_NIG014NS	0.418	0.436	0.386	0.396	0.301	0.315	0.243	0.252
SUPER.A_A-IVW090	0.384	0.403	0.341	0.361	0.288	0.293	0.243	0.252
SUPER.A_A-IVW360	0.436	0.456	0.367	0.385	0.293	0.302	0.243	0.252
SUPER.B_B-IVW090	0.357	0.376	0.309	0.324	0.233	0.243	0.218	0.226
SUPER.B_B-IVW360	0.414	0.433	0.359	0.368	0.297	0.304	0.246	0.254
TOTTORI_SMN002EW	0.401	0.416	0.351	0.362	0.304	0.312	0.254	0.261
TOTTORI_SMN002NS	0.362	0.381	0.360	0.370	0.296	0.305	0.249	0.255
Minimum	0.324	0.335	0.237	0.255	0.224	0.242	0.191	0.204
Maksimum	0.472	0.491	0.407	0.422	0.313	0.325	0.254	0.261
Ortalama	0.397	0.412	0.347	0.361	0.283	0.294	0.235	0.243
Standart Sapma	0.044	0.045	0.047	0.045	0.030	0.029	0.020	0.020
Varyasyon Katsayısı	0.110	0.109	0.136	0.124	0.107	0.097	0.086	0.082

4 katlı modelde x ve y yönü standart sapma ortalaması; referans binada 0.044 iken 5.5m yumuşak katlı yapıda 0.020 değerindedir. 6 katlı modelde x ve y yönü standart

sapma ortalaması; referans binada 0.04 seviyelerinden 5.5m yumuşak katlı yapıya geçildiğinde 0.03 seviyelerine düşmektedir. 8 katlı modelde ise 6 katlı modeldekine benzer durum görülmektedir. Taban kesme kuvveti oranı, az katlı modellerde daha yüksek değerlerdedir. Kat ve bina yüksekliği arttıkça yapının rijit davranışı değişmekte, yapının periyodu etkilenmektedir. Kat ve bina yüksekliğinin artması periyot süresini yükseltir ve yapıların depremden etkilenmesinin bir yansıması olan taban kesme kuvveti değerinin azalması şeklinde kendini gösterir.

Z4 zemin grubunda taban kesme kuvveti oranı için x ve y ekseninde ortalamaların maksimum/minimum değerleri referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya bakıldığında 4 ve 8 katta azalırken, 6 katlılarda artmaktadır. 6 katlı modelde maksimum ve minimum dağılım aralığının dar olması bu sonucu etkilemektedir.

Çizelge 5.56 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z4	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6-REF-x	6-REF-y	6YK_3.5-x	6YK_3.5-y	6YK_4.5-x	6YK_4.5-y	6YK_5.5-x	6YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	0.344	0.330	0.305	0.305	0.264	0.265	0.227	0.220
CHUETSU_NIG025NS	0.332	0.335	0.307	0.303	0.248	0.243	0.211	0.204
DARFIELD_REHSN02E	0.212	0.187	0.180	0.157	0.178	0.186	0.138	0.143
DARFIELD_REHSS88E	0.256	0.239	0.231	0.209	0.185	0.161	0.108	0.116
NIIGATA_NIG014EW	0.320	0.319	0.278	0.278	0.245	0.251	0.218	0.218
NIIGATA_NIG014NS	0.331	0.335	0.298	0.297	0.254	0.248	0.223	0.219
SUPER.A_A-IVW090	0.313	0.323	0.295	0.288	0.235	0.225	0.208	0.203
SUPER.A_A-IVW360	0.315	0.325	0.290	0.292	0.249	0.252	0.212	0.208
SUPER.B_B-IVW090	0.250	0.217	0.225	0.238	0.217	0.220	0.199	0.195
SUPER.B_B-IVW360	0.321	0.330	0.294	0.290	0.252	0.251	0.215	0.215
TOTTORI_SMN002EW	0.326	0.339	0.306	0.310	0.272	0.274	0.237	0.230
TOTTORI_SMN002NS	0.314	0.321	0.289	0.288	0.254	0.260	0.219	0.218
Minimum	0.212	0.187	0.180	0.157	0.178	0.161	0.108	0.116
Maksimum	0.344	0.339	0.307	0.310	0.272	0.274	0.237	0.230
Ortalama	0.303	0.300	0.275	0.271	0.238	0.236	0.201	0.199
Standart Sapma	0.040	0.053	0.040	0.046	0.030	0.033	0.038	0.034
Varyasyon Katsayısı	0.134	0.177	0.147	0.171	0.125	0.142	0.191	0.173

Çizelge 5.57 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z4	Taban Kesme Kuvveti Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	0.308	0.306	0.282	0.280	0.247	0.239	0.211	0.203
CHUETSU_NIG025NS	0.294	0.282	0.267	0.259	0.231	0.217	0.197	0.187
DARFIELD_REHSN02E	0.158	0.191	0.189	0.189	0.174	0.139	0.145	0.141
DARFIELD_REHSS88E	0.197	0.184	0.191	0.163	0.146	0.103	0.113	0.116
NIIGATA_NIG014EW	0.291	0.292	0.270	0.271	0.243	0.238	0.212	0.204
NIIGATA_NIG014NS	0.300	0.293	0.274	0.271	0.241	0.236	0.208	0.200
SUPER.A_A-IVW090	0.295	0.285	0.261	0.262	0.229	0.230	0.206	0.193
SUPER.A_A-IVW360	0.301	0.301	0.280	0.278	0.239	0.234	0.198	0.196
SUPER.B_B-IVW090	0.249	0.253	0.246	0.245	0.219	0.216	0.191	0.179
SUPER.B_B-IVW360	0.301	0.300	0.276	0.273	0.240	0.242	0.211	0.203
TOTTORI_SMN002EW	0.326	0.333	0.304	0.298	0.261	0.255	0.225	0.212
TOTTORI_SMN002NS	0.308	0.307	0.279	0.272	0.243	0.243	0.215	0.206
Minimum	0.158	0.184	0.189	0.163	0.146	0.103	0.113	0.116
Maksimum	0.326	0.333	0.304	0.298	0.261	0.255	0.225	0.212
Ortalama	0.277	0.277	0.260	0.255	0.226	0.216	0.194	0.187
Standart Sapma	0.051	0.046	0.035	0.039	0.033	0.046	0.033	0.029
Varyasyon Katsayısı	0.182	0.165	0.136	0.154	0.146	0.214	0.168	0.157

Tepe noktası ötelenme oranları hesabı Z4 zemin grubuna ait deprem ivme kayıtları sonucu 4 katlı yapılar için Çizelge 5.58’ de, 6 katlı yapılar için Çizelge 5.59’ da ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.60’ da yer almaktadır.

Tepe noktası ötelenme oranlarına bakıldığında; referans binaların tepe noktası ötelenme oranı değerlerinin, yumuşak katlı modellere göre daha düşük değerde olduğu görülmektedir. 4 katlı referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %19 ile %76 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %21 ile %100 aralığında değişmektedir. 4 katlı yapılarda bu kadar yüksek tepe noktası ötelenmesi görülmesini, CHUETSU_NIG025EW depremi etkisinin büyüklüğü ile açıklamak mümkündür. Z4 zemin grubuna ait deprem ivme kayıtlarının %5 sönüm için elastik ivme spektrumları için Şekil 3.4’ te CHUETSU_NIG025EW depreminin 4 katlı modelin referans bina ve yumuşak katlı bina çeşitlerinin periyotları boyunca pik değerde kaldığı açık bir biçimde görülmektedir.

Çizelge 5.58 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z4	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Deprem	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	0.769	0.738	0.817	0.807	0.803	0.783	1.002	1.002
CHUETSU_NIG025NS	0.520	0.489	0.591	0.573	0.765	0.752	0.539	0.527
DARFIELD_REHSN02E	0.195	0.195	0.143	0.149	0.196	0.201	0.241	0.228
DARFIELD_REHSS88E	0.231	0.221	0.213	0.221	0.225	0.232	0.216	0.225
NIIGATA_NIG014EW	0.245	0.223	0.345	0.309	0.403	0.408	0.483	0.424
NIIGATA_NIG014NS	0.341	0.329	0.471	0.450	0.529	0.571	0.531	0.536
SUPER.A_A-IVW090	0.306	0.315	0.352	0.345	0.400	0.370	0.570	0.574
SUPER.A_A-IVW360	0.385	0.377	0.376	0.378	0.391	0.357	0.504	0.506
SUPER.B_B-IVW090	0.229	0.237	0.212	0.224	0.191	0.203	0.284	0.276
SUPER.B_B-IVW360	0.282	0.288	0.301	0.304	0.434	0.400	0.502	0.497
TOTTORI_SMN002EW	0.319	0.305	0.310	0.287	0.600	0.537	0.885	0.866
TOTTORI_SMN002NS	0.228	0.224	0.310	0.303	0.396	0.396	0.537	0.494
Minimum	0.195	0.195	0.143	0.149	0.191	0.201	0.216	0.225
Maksimum	0.769	0.738	0.817	0.807	0.803	0.783	1.002	1.002
Ortalama	0.337	0.328	0.370	0.363	0.445	0.434	0.524	0.513
Standart Sapma	0.162	0.153	0.184	0.179	0.201	0.194	0.233	0.233
Varyasyon Katsayısı	0.481	0.466	0.498	0.493	0.453	0.447	0.444	0.454

Z4 zemin grubu 6 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %15 ile %73 aralığında değişmekte, 5.5m yumuşak katlı modeller ise %13 ile %73 aralığında değişmektedir. 8 katlı modelde referans binaların tepe noktası ötelenme oranları %11 ile %75 aralığında, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %10 ile %60 aralığında kalmaktadır.

Tepe noktası ötelenme oranı x ve y yönleri ortalama değerleri; 4 katlı model referans binada 0.33 değerindeyken 5.5m yumuşak katlı binada 0.51 değerine, 6 katlı modelde 0.36 değerinden 0.41 değerine yükselmektedir. Ancak 8 katlı modelde referans bina ortalama değeri 0.35 iken yumuşak katlı binalarda 0.34 değerine düşüş görülmektedir. 8 katlı modelde görülen bu düşüşün sebebi; bina yüksekliğinin artması ile periyot değerinin artması ve spektral eğride buna karşılık gelen spektral ivmedeki azalma olarak gösterilebilir.

Çizelge 5.59 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z4	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6- REF-x	6- REF-y	6YK_ 3.5-x	6YK_ 3.5-y	6YK_ 4.5-x	6YK_ 4.5-y	6YK_ 5.5-x	6YK_ 5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	0.695	0.736	0.991	0.772	0.752	0.801	0.683	0.691
CHUETSU_NIG025NS	0.595	0.616	0.592	0.575	0.409	0.422	0.403	0.431
DARFIELD_REHSN02E	0.157	0.167	0.148	0.141	0.149	0.195	0.144	0.166
DARFIELD_REHSS88E	0.196	0.198	0.170	0.180	0.163	0.160	0.113	0.135
NIIGATA_NIG014EW	0.322	0.326	0.313	0.368	0.320	0.398	0.471	0.487
NIIGATA_NIG014NS	0.474	0.518	0.405	0.462	0.431	0.470	0.526	0.534
SUPER.A_A-IVW090	0.276	0.339	0.346	0.442	0.437	0.461	0.382	0.372
SUPER.A_A-IVW360	0.259	0.307	0.308	0.331	0.361	0.369	0.357	0.375
SUPER.B_B-IVW090	0.193	0.159	0.159	0.199	0.206	0.237	0.297	0.315
SUPER.B_B-IVW360	0.297	0.365	0.348	0.398	0.386	0.426	0.428	0.452
TOTTORI_SMN002EW	0.370	0.436	0.515	0.565	0.653	0.676	0.701	0.733
TOTTORI_SMN002NS	0.329	0.338	0.299	0.338	0.369	0.424	0.418	0.447
Minimum	0.157	0.159	0.148	0.141	0.149	0.160	0.113	0.135
Maksimum	0.695	0.736	0.991	0.772	0.752	0.801	0.701	0.733
Ortalama	0.347	0.375	0.383	0.398	0.386	0.420	0.410	0.428
Standart Sapma	0.164	0.177	0.234	0.183	0.179	0.183	0.179	0.179
Varyasyon Katsayısı	0.474	0.471	0.611	0.460	0.464	0.436	0.436	0.417

Çizelge 5.60 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları (%)

Z4	Tepe Noktası Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	0.651	0.756	0.675	0.748	0.638	0.638	0.560	0.607
CHUETSU_NIG025NS	0.482	0.488	0.386	0.410	0.344	0.392	0.344	0.350
DARFIELD_REHSN02E	0.113	0.151	0.132	0.177	0.164	0.128	0.134	0.141
DARFIELD_REHSS88E	0.144	0.172	0.156	0.134	0.118	0.106	0.107	0.126
NIIGATA_NIG014EW	0.294	0.346	0.311	0.319	0.337	0.352	0.350	0.428
NIIGATA_NIG014NS	0.377	0.486	0.375	0.439	0.368	0.408	0.415	0.393
SUPER.A_A-IVW090	0.350	0.401	0.375	0.386	0.354	0.350	0.306	0.303
SUPER.A_A-IVW360	0.256	0.330	0.279	0.325	0.281	0.315	0.282	0.297
SUPER.B_B-IVW090	0.166	0.232	0.191	0.238	0.230	0.268	0.250	0.231
SUPER.B_B-IVW360	0.327	0.378	0.325	0.399	0.366	0.404	0.378	0.384
TOTTORI_SMN002EW	0.426	0.512	0.481	0.527	0.546	0.545	0.586	0.588
TOTTORI_SMN002NS	0.294	0.342	0.296	0.372	0.314	0.389	0.376	0.429
Minimum	0.113	0.151	0.132	0.134	0.118	0.106	0.107	0.126
Maksimum	0.651	0.756	0.675	0.748	0.638	0.638	0.586	0.607
Ortalama	0.323	0.383	0.332	0.373	0.338	0.358	0.341	0.356
Standart Sapma	0.152	0.166	0.148	0.162	0.144	0.150	0.144	0.151
Varyasyon Katsayısı	0.469	0.435	0.447	0.435	0.427	0.419	0.421	0.423

Z4 zemin grubunda tepe noktası ötelenme oranı standart sapma ortalaması değeri, modellerin istatistiki değer olan ortalama ile benzerlik göstermektedir.

Varyasyon katsayısı değerinde 4 katlı modelde 3.5m yumuşak katlı bina değeri pik değer yapmıştır. 6 katlılarda da aynı durum mevcuttur. Varyasyon katsayılarının değişiminde 8 katlı modelde ise referans binadan yumuşak katlı binalara geçildiğinde sürekli bir biçimde azalma meydana gelmektedir. 4 ve 6 katlı modellerde 3.5m yumuşak katlı modelde CHUETSU_NIG025EW depreminin etkinliğinin fazla olması sebebiyle bu grupta ortalama ve standart sapma değerlerinin pik yapması ile karşılaşmıştır.

Z4 zemin grubuna ait görelî kat ötelenme oranı sonuçları Çizelge 5.61 - 5.63' te verilmiştir.

4, 6 ve 8 katlı modeller için kendi içindeki yumuşak kat yüksekliği 3.5m' den 4.5m ve 5.5m' e arttırıldıkça görelî kat ötelenme değerleri referans binaya göre artış göstermektedir. 4 katlı modelde referans bina için bu değerler %26 ve %140 civarında, 5.5m yumuşak katlı bina için %37 ve %222 civarında değişmektedir. 6 ve 8 katlı modeller için de benzer durum söz konusudur; referans binadan yumuşak katlı binaya geçildikçe görelî kat ötelenme oranları değerleri artış göstermektedir.

Çizelge 5.61 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z4	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	4-REF-x	4-REF-y	4YK_3.5-x	4YK_3.5-y	4YK_4.5-x	4YK_4.5-y	4YK_5.5-x	4YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	1.400	1.348	1.617	1.665	1.838	1.828	2.215	2.221
CHUETSU_NIG025NS	0.910	0.868	1.142	1.127	1.713	1.709	1.097	1.076
DARFIELD_REHSN02E	0.265	0.266	0.205	0.213	0.311	0.326	0.425	0.399
DARFIELD_REHSS88E	0.327	0.305	0.303	0.326	0.381	0.403	0.372	0.392
NIIGATA_NIG014EW	0.353	0.302	0.656	0.575	0.812	0.808	0.951	0.822
NIIGATA_NIG014NS	0.567	0.560	0.889	0.856	1.042	1.182	1.081	1.101
SUPER.A_A-IVW090	0.488	0.495	0.559	0.535	0.790	0.716	1.192	1.207
SUPER.A_A-IVW360	0.705	0.705	0.751	0.778	0.794	0.728	0.996	1.014
SUPER.B_B-IVW090	0.325	0.336	0.331	0.327	0.317	0.326	0.518	0.505
SUPER.B_B-IVW360	0.440	0.423	0.532	0.541	0.859	0.776	0.981	0.970
TOTTORI_SMN002EW	0.492	0.478	0.560	0.510	1.290	1.128	1.960	1.926
TOTTORI_SMN002NS	0.317	0.308	0.611	0.590	0.825	0.837	1.080	0.987
Minimum	0.265	0.266	0.205	0.213	0.311	0.326	0.372	0.392
Maksimum	1.400	1.348	1.617	1.665	1.838	1.828	2.215	2.221
Ortalama	0.549	0.533	0.680	0.670	0.914	0.897	1.072	1.052
Standart Sapma	0.326	0.315	0.391	0.400	0.496	0.490	0.552	0.555
Varyasyon Katsayısı	0.594	0.591	0.576	0.597	0.542	0.546	0.515	0.527

Çizelge 5.62 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları (%)

Z4	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	6- REF-x	6- REF-y	6YK_ 3.5-x	6YK_ 3.5-y	6YK_ 4.5-x	6YK_ 4.5-y	6YK_ 5.5-x	6YK_ 5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	1.269	1.383	1.366	1.627	1.643	1.868	1.560	1.658
CHUETSU_NIG025NS	1.091	1.163	1.206	1.255	0.917	0.935	0.936	0.993
DARFIELD_REHSN02E	0.228	0.231	0.202	0.180	0.264	0.326	0.270	0.309
DARFIELD_REHSS88E	0.327	0.985	0.272	0.268	0.289	0.259	0.197	0.244
NIIGATA_NIG014EW	0.588	0.574	0.563	0.649	0.676	0.914	1.028	1.119
NIIGATA_NIG014NS	0.878	0.974	0.805	0.984	0.969	1.086	1.223	1.275
SUPER.A_A-IVW090	0.442	0.516	0.594	0.748	0.845	0.826	0.757	0.788
SUPER.A_A-IVW360	0.463	0.547	0.544	0.653	0.768	0.839	0.728	0.796
SUPER.B_B-IVW090	0.304	0.240	0.242	0.313	0.383	0.454	0.643	0.681
SUPER.B_B-IVW360	0.543	0.631	0.685	0.773	0.851	0.956	0.979	0.991
TOTTORI_SMN002EW	0.688	0.768	1.019	1.123	1.382	1.476	1.520	1.651
TOTTORI_SMN002NS	0.589	0.555	0.543	0.567	0.836	0.964	0.921	1.039
Minimum	0.228	0.231	0.202	0.180	0.264	0.259	0.197	0.244
Maksimum	1.269	1.383	1.366	1.627	1.643	1.868	1.560	1.658
Ortalama	0.618	0.714	0.670	0.762	0.819	0.908	0.897	0.962
Standart Sapma	0.319	0.353	0.372	0.428	0.408	0.453	0.422	0.444
Varyasyon Katsayısı	0.516	0.494	0.555	0.562	0.499	0.499	0.470	0.461

Çizelge 5.63 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları (%)

Z4	Görelî Kat Ötelenme Oranı							
	Yapı Modelleri							
Depremler	8-REF-x	8-REF-y	8YK_3.5-x	8YK_3.5-y	8YK_4.5-x	8YK_4.5-y	8YK_5.5-x	8YK_5.5-y
CHUETSU_NIG025EW	1.212	1.452	1.474	1.624	1.659	1.701	1.574	1.776
CHUETSU_NIG025NS	0.935	0.898	0.738	0.739	0.833	0.866	0.886	0.835
DARFIELD_REHSN02E	0.151	0.216	0.197	0.243	0.246	0.197	0.246	0.289
DARFIELD_REHSS88E	0.208	0.236	0.222	0.190	0.184	0.145	0.189	0.224
NIIGATA_NIG014EW	0.538	0.637	0.649	0.688	0.904	0.940	0.928	1.260
NIIGATA_NIG014NS	0.696	0.843	0.709	0.788	0.903	1.038	1.136	1.104
SUPER.A_A-IVW090	0.624	0.655	0.677	0.592	0.605	0.705	0.748	0.739
SUPER.A_A-IVW360	0.485	0.633	0.631	0.712	0.684	0.738	0.696	0.758
SUPER.B_B-IVW090	0.287	0.357	0.330	0.371	0.493	0.563	0.593	0.533
SUPER.B_B-IVW360	0.621	0.751	0.734	0.810	0.912	0.915	0.904	1.068
TOTTORI_SMN002EW	0.881	1.087	1.119	1.342	1.465	1.550	1.575	1.800
TOTTORI_SMN002NS	0.554	0.668	0.646	0.822	0.866	1.131	1.056	1.286
Minimum	0.151	0.216	0.197	0.190	0.184	0.145	0.189	0.224
Maksimum	1.212	1.452	1.474	1.624	1.659	1.701	1.575	1.800
Ortalama	0.599	0.703	0.677	0.743	0.813	0.874	0.878	0.973
Standart Sapma	0.309	0.351	0.357	0.412	0.432	0.464	0.435	0.511
Varyasyon Katsayısı	0.515	0.499	0.527	0.555	0.531	0.531	0.495	0.526

Görelî kat ötelenme oranı x ve y yönü ortalamasının ortalama değeri; kat ve bina yüksekliğinin artması ile doğru orantılı olarak artmaktadır. 4 katlı modelde referans binada ortalama değeri 0.541' den yumuşak katlı binada 1.062 değerine kadar artış göstermiş olup %96 oranıyla en fazla ötelenme gerçekleşen modeldir. 6 katlı modeldeki ortalama değeri artışı %39 ve 8 katlı modelde ise %42 oranında bir artış mevcuttur.

Görelî kat ötelenme oranı standart sapma değerleri; 4, 6 ve 8 katlı modeller için kat ve bina yüksekliğinin artmasıyla lineer bir artış şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

Görelî kat ötelenme oranının tepe noktası ötelenme oranına bölünmesi (GKÖÖ/TNÖÖ) sonucu; 4, 6 ve 8 katlı binalarda referans binadan 5.5m yumuşak katlı binaya doğru gittikçe bir artış şeklini almıştır.

Yumuşak katlı binaların referans binalar üzerinde etkisinin değerlendirilmesi olan normalizasyonu için Çizelge 5.64 - 5.66' ya bakıldığında taban kesme kuvveti etkisi yer almaktadır. Tabloda 4 katlı model verilerine bakıldığında 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı, referans modele göre x ve y yönleri için %12 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için %28 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için ise %40 civarında azalma göstermiştir. Z4 zemin grubunda 6 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.65' te yer almaktadır. 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranı referans modele göre x ve y yönleri için %9 civarında azalma göstermiştir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %21 ve y yönü için %20 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x ve y yönleri için %33 civarında azalma göstermiştir.

Çizelge 5.64 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z4	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	0.862	0.860	0.664	0.663	0.534	0.533
CHUETSU_NIG025NS	0.875	0.877	0.688	0.691	0.533	0.540
DARFIELD_REHSN02E	0.731	0.761	0.692	0.720	0.625	0.616
DARFIELD_REHSS88E	0.827	0.865	0.693	0.713	0.534	0.552
NIIGATA_NIG014EW	0.932	0.937	0.760	0.783	0.634	0.635
NIIGATA_NIG014NS	0.922	0.908	0.720	0.721	0.582	0.577
SUPER.A_A-IVW090	0.889	0.896	0.749	0.728	0.633	0.624
SUPER.A_A-IVW360	0.841	0.846	0.673	0.662	0.558	0.552
SUPER.B_B-IVW090	0.865	0.861	0.654	0.647	0.610	0.601
SUPER.B_B-IVW360	0.866	0.850	0.717	0.702	0.593	0.586
TOTTORI_SMN002EW	0.876	0.869	0.757	0.749	0.632	0.628
TOTTORI_SMN002NS	0.993	0.970	0.817	0.801	0.686	0.669
Minimum	0.731	0.761	0.654	0.647	0.533	0.533
Maksimum	0.993	0.970	0.817	0.801	0.686	0.669
Ortalama	0.873	0.875	0.715	0.715	0.596	0.593
Standart Sapma	0.063	0.052	0.048	0.047	0.049	0.043
Varyasyon Katsayısı	0.072	0.059	0.067	0.066	0.082	0.073

Çizelge 5.65 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z4	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	0.887	0.925	0.768	0.803	0.660	0.667
CHUETSU_NIG025NS	0.925	0.905	0.747	0.726	0.636	0.610
DARFIELD_REHSN02E	0.847	0.837	0.837	0.992	0.648	0.762
DARFIELD_REHSS88E	0.900	0.874	0.721	0.672	0.422	0.485
NIIGATA_NIG014EW	0.869	0.871	0.764	0.786	0.682	0.685
NIIGATA_NIG014NS	0.900	0.887	0.767	0.739	0.675	0.652
SUPER.A_A-IVW090	0.942	0.891	0.749	0.695	0.664	0.628
SUPER.A_A-IVW360	0.918	0.897	0.790	0.774	0.671	0.639
SUPER.B_B-IVW090	0.903	1.101	0.869	1.015	0.796	0.899
SUPER.B_B-IVW360	0.917	0.880	0.786	0.762	0.670	0.654
TOTTORI_SMN002EW	0.937	0.914	0.834	0.806	0.725	0.678
TOTTORI_SMN002NS	0.919	0.897	0.808	0.810	0.697	0.679
Minimum	0.847	0.837	0.721	0.672	0.422	0.485
Maksimum	0.942	1.101	0.869	1.015	0.796	0.899
Ortalama	0.905	0.907	0.787	0.798	0.662	0.670
Standart Sapma	0.028	0.065	0.043	0.105	0.087	0.097
Varyasyon Katsayısı	0.030	0.072	0.055	0.132	0.131	0.144

Çizelge 5.66 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin taban kesme kuvveti oranları

Z4	Taban Kesme Kuvveti Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	0.915	0.915	0.803	0.779	0.687	0.663
CHUETSU_NIG025NS	0.908	0.916	0.786	0.770	0.670	0.663
DARFIELD_REHSN02E	1.197	0.988	1.102	0.727	0.917	0.734
DARFIELD_REHSS88E	0.969	0.887	0.743	0.559	0.573	0.629
NIIGATA_NIG014EW	0.928	0.929	0.834	0.813	0.727	0.698
NIIGATA_NIG014NS	0.916	0.922	0.804	0.806	0.695	0.683
SUPER.A_A-IVW090	0.884	0.920	0.777	0.807	0.699	0.677
SUPER.A_A-IVW360	0.929	0.923	0.795	0.779	0.658	0.650
SUPER.B_B-IVW090	0.991	0.968	0.883	0.851	0.770	0.707
SUPER.B_B-IVW360	0.916	0.912	0.798	0.806	0.702	0.678
TOTTORI_SMN002EW	0.933	0.895	0.801	0.766	0.691	0.636
TOTTORI_SMN002NS	0.908	0.886	0.789	0.793	0.701	0.672
Minimum	0.884	0.886	0.743	0.559	0.573	0.629
Maksimum	1.197	0.988	1.102	0.851	0.917	0.734
Ortalama	0.949	0.922	0.826	0.771	0.708	0.674
Standart Sapma	0.083	0.030	0.093	0.073	0.080	0.030
Varyasyon Katsayısı	0.087	0.033	0.113	0.095	0.114	0.044

Z4 zemin grubunda 8 katlı binalar için yumuşak katın taban kesme kuvveti oranı ile referans model etkisi Çizelge 5.66' da yer almaktadır. Tablo incelendiğinde 3.5m yumuşak katlı yapıların taban kesme kuvvetleri oranının referans model x yönü için %5 civarında, y yönü için %7 civarında azalma gösterdiği görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %17 ve y yönü için %22 civarında azalma şeklindedir. 5.5m yumuşak katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı x yönü için %29, y yönü için ise %32 civarında azalma göstermiştir.

Tepe noktası ötelenme oranı değerinin yumuşak katlı yapılara etkisi 4, 6 ve 8 katlı yapılar için Çizelge 5.67 - 5.69' da gösterilmiştir. 4 katlı binaların referans model ile 3.5m yumuşak katlı modelde yumuşak katın tepe noktası ötelenme oranı etkisi, yumuşak katlı binada x ve y yönleri için %9 civarında ötelenme artışı olarak görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda tepe noktası ötelenme oranı x yönü için %33 ve y yönü için %34 civarında artış şeklindedir. Tepe noktası ötelenme oranı etkisi 5.5m yumuşak katlılarda x yönü için %61 ve y yönü için %60 civarında artış göstermiştir.

Çizelge 5.67 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z4	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	1.063	1.095	1.045	1.061	1.304	1.358
CHUETSU_NIG025NS	1.135	1.172	1.470	1.536	1.036	1.076
DARFIELD_REHSN02E	0.731	0.764	1.006	1.034	1.234	1.173
DARFIELD_REHSS88E	0.924	1.002	0.976	1.053	0.936	1.022
NIIGATA_NIG014EW	1.409	1.389	1.645	1.833	1.972	1.906
NIIGATA_NIG014NS	1.381	1.369	1.551	1.737	1.557	1.629
SUPER.A_A-IVW090	1.150	1.094	1.308	1.175	1.862	1.824
SUPER.A_A-IVW360	0.975	1.004	1.017	0.947	1.309	1.341
SUPER.B_B-IVW090	0.925	0.944	0.837	0.855	1.240	1.162
SUPER.B_B-IVW360	1.070	1.057	1.543	1.390	1.784	1.728
TOTTORI_SMN002EW	0.973	0.939	1.883	1.758	2.776	2.836
TOTTORI_SMN002NS	1.361	1.354	1.742	1.769	2.360	2.206
Minimum	0.731	0.764	0.837	0.855	0.936	1.022
Maksimum	1.409	1.389	1.883	1.833	2.776	2.836
Ortalama	1.092	1.098	1.335	1.346	1.614	1.605
Standart Sapma	0.208	0.193	0.349	0.366	0.556	0.536
Varyasyon Katsayısı	0.191	0.176	0.262	0.272	0.344	0.334

Çizelge 5.68 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z4	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	1.426	1.048	1.082	1.088	0.984	0.939
CHUETSU_NIG025NS	0.996	0.934	0.688	0.686	0.677	0.700
DARFIELD_REHSN02E	0.940	0.844	0.952	1.173	0.916	0.994
DARFIELD_REHSS88E	0.867	0.911	0.832	0.807	0.575	0.683
NIIGATA_NIG014EW	0.972	1.129	0.995	1.223	1.463	1.495
NIIGATA_NIG014NS	0.855	0.893	0.909	0.908	1.110	1.031
SUPER.A_A-IVW090	1.255	1.307	1.588	1.361	1.385	1.099
SUPER.A_A-IVW360	1.189	1.077	1.394	1.201	1.379	1.219
SUPER.B_B-IVW090	0.827	1.248	1.071	1.490	1.540	1.979
SUPER.B_B-IVW360	1.170	1.089	1.299	1.166	1.440	1.239
TOTTORI_SMN002EW	1.392	1.296	1.766	1.549	1.895	1.680
TOTTORI_SMN002NS	0.908	0.999	1.120	1.256	1.270	1.322
Minimum	0.827	0.844	0.688	0.686	0.575	0.683
Maksimum	1.426	1.307	1.766	1.549	1.895	1.979
Ortalama	1.067	1.065	1.141	1.159	1.219	1.198
Standart Sapma	0.212	0.158	0.316	0.258	0.380	0.382
Varyasyon Katsayısı	0.199	0.148	0.277	0.223	0.312	0.319

Çizelge 5.69 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin tepe noktası ötelenme oranları

Z4	Tepe Noktası Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	1.038	0.989	0.981	0.844	0.860	0.803
CHUETSU_NIG025NS	0.801	0.840	0.713	0.804	0.713	0.718
DARFIELD_REHSN02E	1.163	1.170	1.442	0.842	1.183	0.932
DARFIELD_REHSS88E	1.081	0.778	0.818	0.619	0.743	0.733
NIIGATA_NIG014EW	1.056	0.922	1.145	1.016	1.191	1.236
NIIGATA_NIG014NS	0.993	0.903	0.975	0.839	1.100	0.808
SUPER.A_A-IVW090	1.070	0.963	1.010	0.873	0.872	0.756
SUPER.A_A-IVW360	1.089	0.986	1.096	0.956	1.100	0.900
SUPER.B_B-IVW090	1.149	1.025	1.384	1.154	1.500	0.994
SUPER.B_B-IVW360	0.994	1.057	1.119	1.069	1.156	1.018
TOTTORI_SMN002EW	1.128	1.028	1.282	1.065	1.376	1.148
TOTTORI_SMN002NS	1.006	1.086	1.070	1.136	1.281	1.253
Minimum	0.801	0.778	0.713	0.619	0.713	0.718
Maksimum	1.163	1.170	1.442	1.154	1.500	1.253
Ortalama	1.048	0.979	1.086	0.935	1.090	0.942
Standart Sapma	0.096	0.108	0.213	0.159	0.247	0.191
Varyasyon Katsayısı	0.092	0.110	0.196	0.170	0.227	0.203

Tepe noktası ötelenme oranının 6 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.68' e bakıldığında, 3.5m yumuşak katlı modelde x ve y yönleri için %6 civarında bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde x yönü için %14 civarında, y yönü için %15 civarında bir artış göstermektedir. Yumuşak katlı yapılardan kat yüksekliği 5.5m olan binada x yönü için %21 civarında, y yönü için %19 civarında bir artış meydana gelmiştir. Tepe noktası ötelenme oranının 8 katlılardaki etkisi için Çizelge 5.69' da; 3.5m yumuşak katlı modelde x yönü için %4 değerinde bir artış görülmektedir. 4.5m yumuşak katlı yapılarda etkisinde modelde x yönü için %8 civarında, y yönü için herhangi bir artış söz konusu değildir. Yumuşak kat yüksekliği 5.5m olan binada da sadece x yönü için %9 civarında bir artış görülmektedir.

Görelî kat ötelenme oranı etkilerinin referans bina ile yumuşak katlı binalardaki değişimi Z4 zemin grubuyla 4, 6 ve 8 katlı modeller için sırasıyla Çizelge 5.70 - 5.72' de verilmiştir.

Çizelge 5.70 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 4 katlı modellerin görelî kat ötelenme oranları

Z4	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	1.154	1.235	1.312	1.356	1.582	1.647
CHUETSU_NIG025NS	1.255	1.299	1.882	1.970	1.206	1.241
DARFIELD_REHSN02E	0.775	0.803	1.175	1.226	1.607	1.504
DARFIELD_REHSS88E	0.928	1.070	1.168	1.320	1.140	1.284
NIIGATA_NIG014EW	1.861	1.902	2.302	2.672	2.696	2.717
NIIGATA_NIG014NS	1.570	1.529	1.839	2.112	1.908	1.967
SUPER.A_A-IVW090	1.145	1.081	1.617	1.446	2.441	2.437
SUPER.A_A-IVW360	1.066	1.103	1.126	1.032	1.413	1.438
SUPER.B_B-IVW090	1.019	0.975	0.975	0.973	1.593	1.504
SUPER.B_B-IVW360	1.208	1.279	1.952	1.834	2.228	2.291
TOTTORI_SMN002EW	1.137	1.067	2.620	2.361	3.982	4.033
TOTTORI_SMN002NS	1.925	1.919	2.599	2.722	3.402	3.209
Minimum	0.775	0.803	0.975	0.973	1.140	1.241
Maksimum	1.925	1.919	2.620	2.722	3.982	4.033
Ortalama	1.254	1.272	1.714	1.752	2.100	2.106
Standart Sapma	0.355	0.349	0.580	0.617	0.891	0.867
Varyasyon Katsayısı	0.283	0.274	0.338	0.352	0.424	0.412

Çizelge 5.71 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 6 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

Z4	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	1.077	1.176	1.295	1.351	1.230	1.199
CHUETSU_NIG025NS	1.105	1.079	0.841	0.803	0.858	0.853
DARFIELD_REHSN02E	0.883	0.782	1.156	1.411	1.182	1.340
DARFIELD_REHSS88E	0.831	0.272	0.883	0.263	0.603	0.248
NIIGATA_NIG014EW	0.957	1.130	1.149	1.592	1.748	1.949
NIIGATA_NIG014NS	0.917	1.011	1.104	1.116	1.392	1.310
SUPER.A_A-IVW090	1.342	1.450	1.911	1.602	1.712	1.529
SUPER.A_A-IVW360	1.175	1.195	1.658	1.533	1.572	1.455
SUPER.B_B-IVW090	0.796	1.304	1.260	1.889	2.113	2.836
SUPER.B_B-IVW360	1.262	1.225	1.567	1.516	1.802	1.571
TOTTORI_SMN002EW	1.481	1.462	2.008	1.922	2.208	2.151
TOTTORI_SMN002NS	0.922	1.022	1.419	1.738	1.565	1.874
Minimum	0.796	0.272	0.841	0.263	0.603	0.248
Maksimum	1.481	1.462	2.008	1.922	2.208	2.836
Ortalama	1.062	1.092	1.354	1.395	1.499	1.526
Standart Sapma	0.217	0.320	0.372	0.474	0.475	0.653
Varyasyon Katsayısı	0.204	0.293	0.275	0.340	0.317	0.428

Çizelge 5.72 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtları için 8 katlı modellerin görelî kat
ötelenme oranları

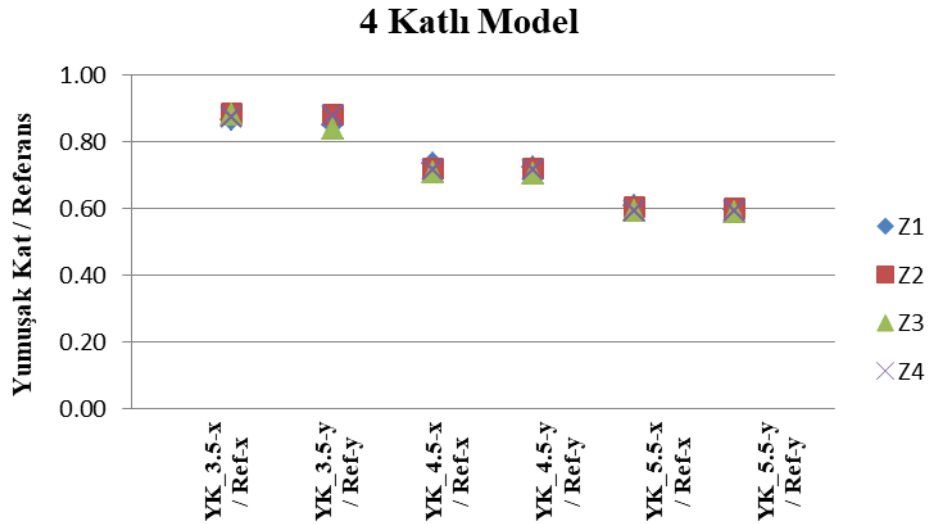
Z4	Görelî Kat Ötelenme Oranı					
	Yapı Modelleri					
	YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Depremler	x	y	x	y	x	y
CHUETSU_NIG025EW	1.216	1.119	1.369	1.172	1.299	1.223
CHUETSU_NIG025NS	0.789	0.823	0.891	0.965	0.948	0.930
DARFIELD_REHSN02E	1.305	1.122	1.628	0.913	1.628	1.337
DARFIELD_REHSS88E	1.067	0.804	0.882	0.616	0.910	0.950
NIIGATA_NIG014EW	1.207	1.079	1.681	1.476	1.725	1.978
NIIGATA_NIG014NS	1.019	0.934	1.298	1.230	1.633	1.309
SUPER.A_A-IVW090	1.084	0.903	0.969	1.075	1.198	1.128
SUPER.A_A-IVW360	1.300	1.126	1.411	1.166	1.436	1.198
SUPER.B_B-IVW090	1.150	1.039	1.718	1.575	2.066	1.490
SUPER.B_B-IVW360	1.182	1.079	1.469	1.218	1.456	1.422
TOTTORI_SMN002EW	1.271	1.235	1.664	1.426	1.789	1.656
TOTTORI_SMN002NS	1.166	1.230	1.563	1.694	1.904	1.926
Minimum	0.789	0.804	0.882	0.616	0.910	0.930
Maksimum	1.305	1.235	1.718	1.694	2.066	1.978
Ortalama	1.146	1.041	1.379	1.210	1.499	1.379
Standart Sapma	0.144	0.145	0.309	0.303	0.362	0.339
Varyasyon Katsayısı	0.126	0.139	0.224	0.250	0.242	0.246

5.6 Çalışma Kapsamında Kullanılan Deprem İvme Seti Gruplarının Yapı Davranışı Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi

Çalışma kapsamında kullanılan deprem ivme setlerinin bina modellerine etki ettirilmesi sonucu hesaplamalardan, zemin sınıfının etkinliğini her bir 4, 6 ve 8 katlı modellerdeki yumuşak katın referans binaya göre gösterdiği tepkiyi araştırmak üzere ortalama değerler üzerinden taban kesme kuvveti oranı, tepe noktası ötelenmesi oranı ve göreceli kat ötelenmesi oranı grafiklerle gösterilmiştir.

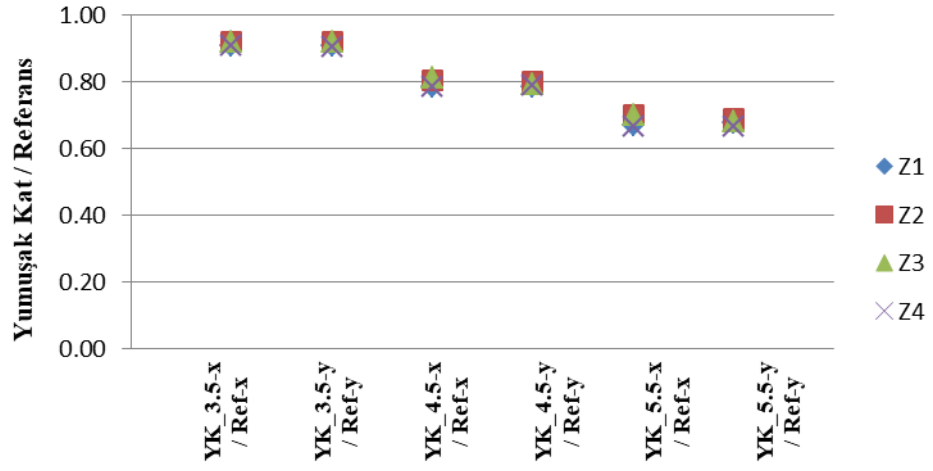
Taban kesme kuvveti üzerinde yumuşak katlı binanın etkisini belirlemek için her yumuşak kata sahip bina ve referans bina analizlerinden elde edilen taban kesme kuvveti oranı değerleri normalize edilerek; Şekil 5.1, Şekil 5.2 ve Şekil 5.3’de zemin sınıflandırmalarına göre gösterilmiştir.

Zemin gruplarının 4, 6 ve 8 katlı yapılarda taban kesme kuvveti oranı üzerinde açık bir etkisinin bulunmadığı görülmektedir. Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin grupları, her bir yumuşak katın referans modele oranlanmasında aynı derecede etkili kalmaktadır.



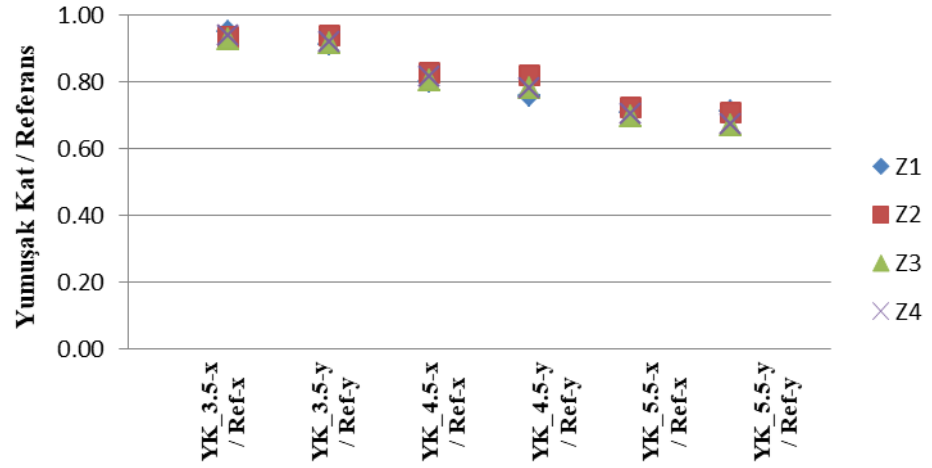
Şekil 5.1 4 katlı bina modellerinin taban kesme kuvveti oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu

6 Katlı Model



Şekil 5.2 6 katlı bina modellerinin taban kesme kuvveti oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu

8 Katlı Model



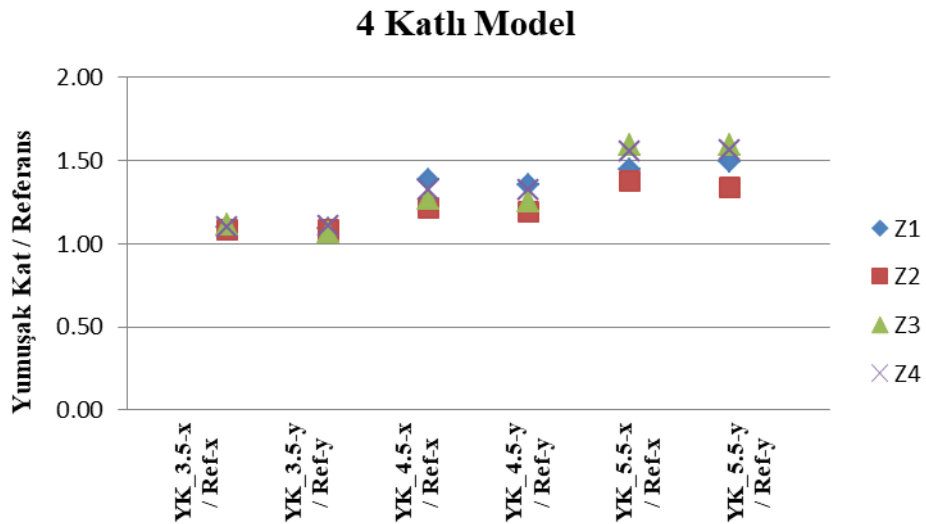
Şekil 5.3 8 katlı bina modellerinin taban kesme kuvveti oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu

Çizelge 5.73 Taban kesme kuvveti ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı

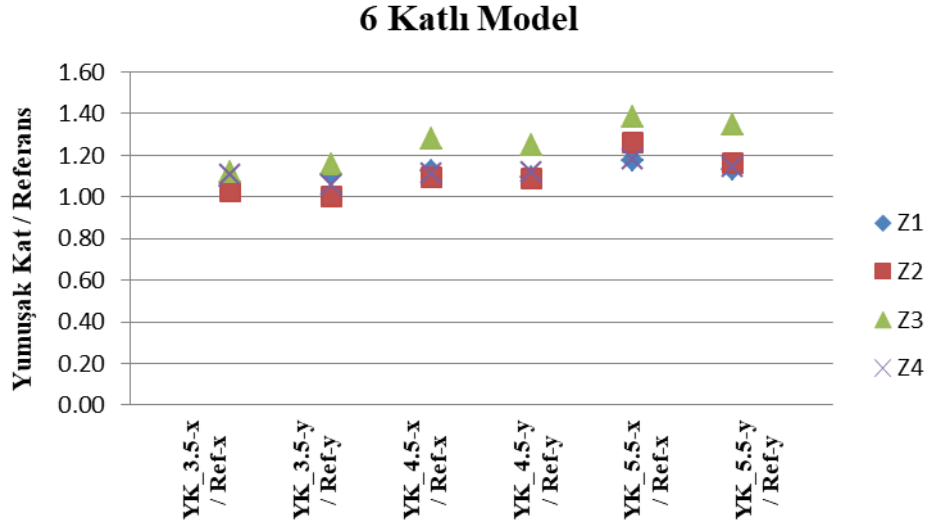
		Taban Kesme Kuvveti Ortalamalarına Göre YK / REF																	
		4 Kath Model						6 Kath Model						8 Kath Model					
		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
		x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Zemin Sınıfı	Z1	0.86	0.85	0.73	0.72	0.61	0.60	0.91	0.91	0.78	0.78	0.67	0.68	0.95	0.91	0.80	0.76	0.71	0.71
	Z2	0.88	0.88	0.72	0.72	0.60	0.60	0.92	0.92	0.80	0.80	0.70	0.69	0.93	0.94	0.83	0.82	0.72	0.71
	Z3	0.88	0.84	0.71	0.70	0.59	0.59	0.92	0.92	0.81	0.79	0.70	0.68	0.93	0.91	0.80	0.78	0.70	0.67
	Z4	0.87	0.88	0.71	0.71	0.59	0.59	0.91	0.90	0.78	0.79	0.66	0.66	0.94	0.92	0.82	0.78	0.70	0.67

Tüm modellerde yumuşak kat yüksekliği 3.5m olan binanın, referans binaya taban kesme kuvveti oranı davranışı; tüm zemin gruplarında yaklaşık olarak aynı derecede azalma göstermiştir. Çizelge 5.73’ teki bu durum yumuşak kat yüksekliğinin 4.5m ve 5.5m olduğu durumlarda da azalma göstermekle birlikte zemin grupları açısından benzer bir yaklaşımdır.

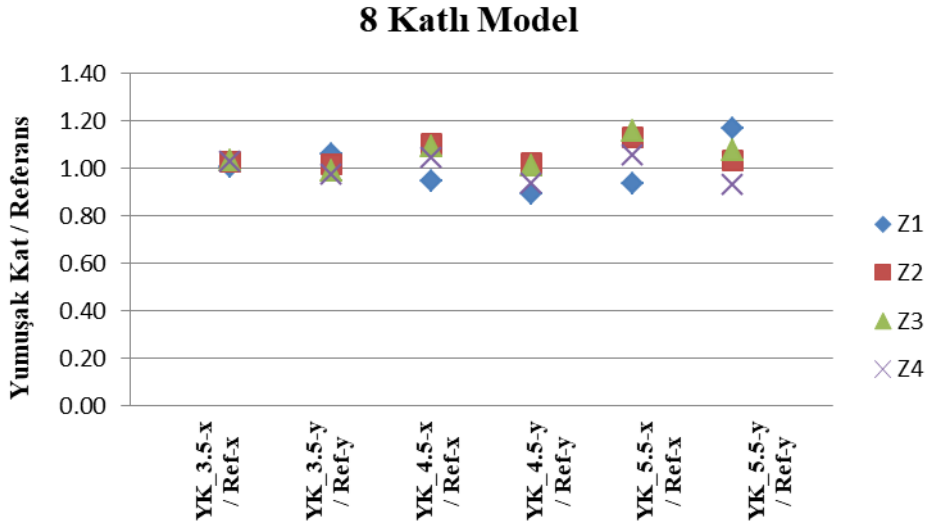
Tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu 4 katlı model için Şekil 5.4, 6 katlı model için Şekil 5.5 ve 8 katlı model için Şekil 5.6’ da yer almaktadır.



Şekil 5.4 4 katlı bina modellerinin tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu



Şekil 5.5 6 katlı bina modellerinin tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu



Şekil 5.6 8 katlı bina modellerinin tepe noktası ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu

Yumuşak kat etkisinin tepe noktası ötelenme oranları üzerindeki etkisi incelendiğinde 4 katlı modelde 3.5m yumuşak kat için zemin grupları arasında belirgin bir etki söz konusu değildir. 4.5m yumuşak katlı modelde %20-30 civarında bir artış, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %50 civarında bir artış görülmektedir.

Zemin sınıfının etkisi tepe noktası ötelenme oranı açısından 5.5m yumuşak katlı modelde göze çarpmaktadır. Z1, Z3 ve Z4 zemin gruplarındaki tepe noktası ötelenme oranlarındaki artış Z2 zemin grubuna göre bir miktar daha fazladır.

6 katlı modelde yumuşak katın tepe noktası ötelenme oranında zemin sınıfının etkisi, 3.5m yumuşak kat için net bir etki söz konusu değildir. 4.5m yumuşak katlı modelde %20-30 civarında bir artış, 5.5m yumuşak katlı modelde ise %40' lara varan bir artış görülmektedir. Z3 zemin sınıfının tepe noktası ötelenme oranını arttırdığı grafikten okunmaktadır.

8 katlı modelde tepe noktası ötelenme oranının, zemin grupları arasında 3.5m yumuşak kat için belirgin etkiye sahip olmadığı görülmektedir. 4.5m yumuşak kat etkisi için %10' a varan bir tepe noktası ötelenme oranı artışı görülürken Z1 zemin sınıfı ötelenmede azalma şeklinde etki etmiştir. 5.5m yumuşak kat etkisinde ise genel anlamda bir artış söz konusuysa, Z1 zemin sınıfının etkisi göze çarpmaktadır.

Tüm modellerde yumuşak kat yüksekliği 3.5m olan binanın, referans binaya tepe noktası ötelenme oranı davranışı; tüm zemin gruplarında yaklaşık olarak aynı durumdadır. Çizelge 5.74' e bakıldığında 4 katlı modelde yumuşak kat yüksekliğinin 4.5m olduğu durumda Z1 ve Z4 etkisinin yüksek olduğu ve tepe noktası ötelenme oranı değerlerini yükselttiği görülmektedir. 4 katlı modelin 5.5m yumuşak kat etkisinde ise Z2 zemin sınıfındaki artış, diğer zemin sınıflarındaki kadar yüksek olmamaktadır.

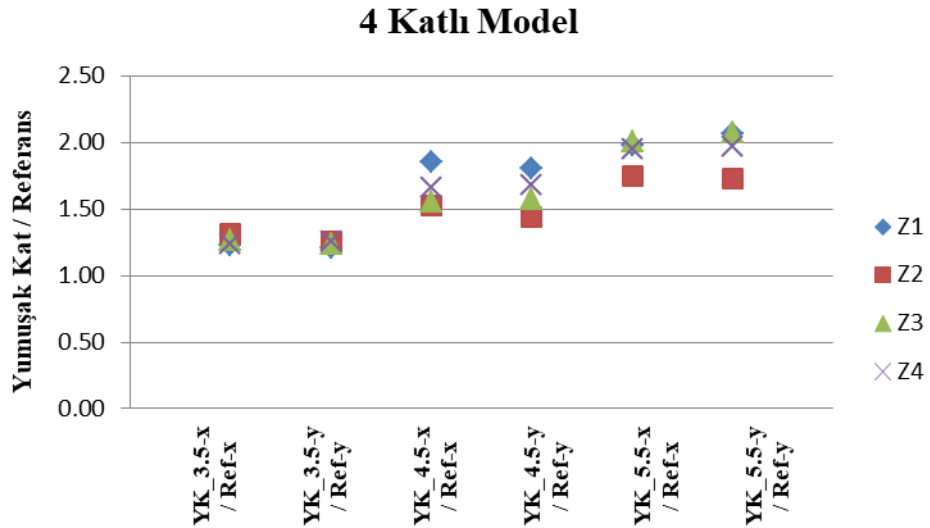
6 katlı modelde 4.5m yumuşak kat etkisindeki tepe noktası ötelenme oranında genel bir artış söz konusu olmakla birlikte Z3 etkisi ile %28' lere varan bir artış görülmektedir. Benzer zemin etkisi durumu 6 katlı modelin 5.5m yumuşak kat tepe noktası ötelenme oranında da mevcuttur.

8 katlı modelde 3.5m yumuşak kat tepe noktası ötelenme oranı zemin grupları açısından ihmal edilebilecek derecede küçük değerlerdir. 4.5m ve 5.5m yumuşak katlı modelde tepe noktası ötelenme oranında değerler bakımından çok yüksek olmasa da zemin gruplarının etkisinin daha belirgin olduğu görülmektedir.

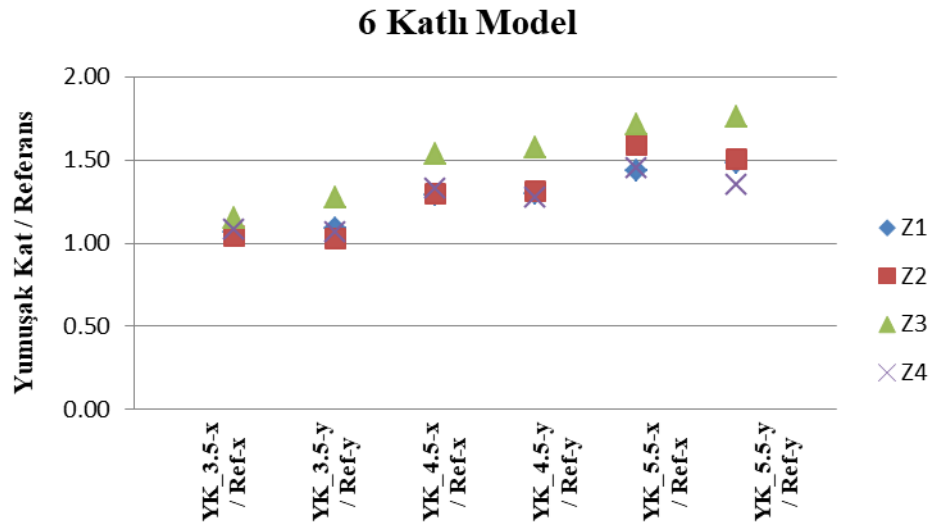
Çizelge 5.74 Tepe noktası ötelenme ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı

		Tepe Noktası Ötelenme Ortalamalarına Göre YK / REF																	
		4 Katlı Model						6 Katlı Model						8 Katlı Model					
		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
Zemin Sınıfı		x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Z1		1.10	1.09	1.39	1.35	1.45	1.49	1.05	1.11	1.12	1.09	1.18	1.13	1.01	1.06	0.95	0.89	0.93	1.17
Z2		1.09	1.08	1.21	1.19	1.37	1.34	1.03	1.00	1.10	1.09	1.26	1.16	1.03	1.02	1.10	1.02	1.13	1.03
Z3		1.11	1.07	1.27	1.25	1.59	1.59	1.12	1.16	1.28	1.25	1.39	1.34	1.03	0.99	1.09	1.01	1.15	1.08
Z4		1.10	1.10	1.32	1.32	1.55	1.56	1.10	1.06	1.11	1.12	1.18	1.14	1.03	0.97	1.05	0.93	1.05	0.93

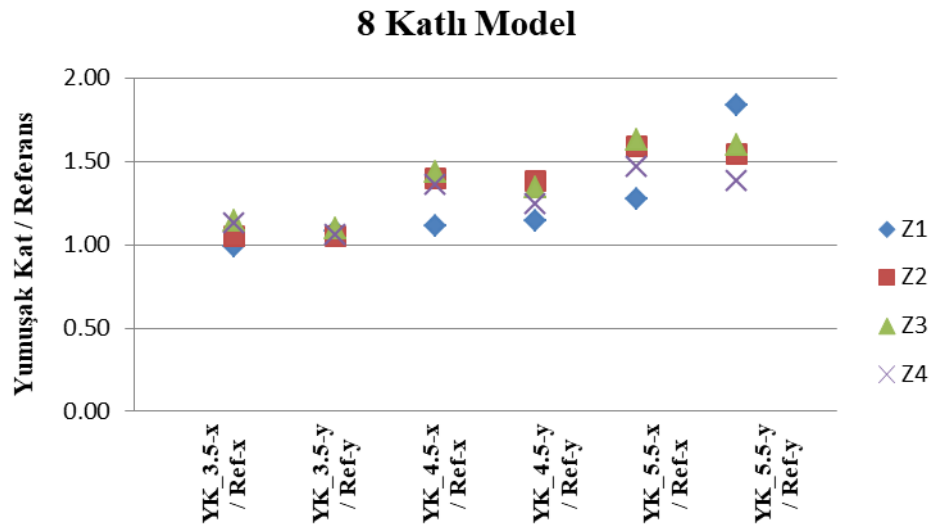
Görelî kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu 4, 6 ve 8 katlı modeller için sırasıyla Şekil 5.7 - 9' da yer almaktadır. Her bir modelde yumuşak kat yükseklikleri 3.5m' den 4.5m ve 5.5m' ye arttırıldığında görelî kat ötelenme oranları da artış göstermektedir. Artış miktarı 4 katlı modelde yumuşak kat yüksekliğinin artmasına göre sırasıyla %30, %80 ve %100' lere kadar ulaşmaktadır. Benzer şekilde 6 katlı modelde artış miktarı 4 katlı model kadar yüksek olmasa da %30, %50 ve %70 dolaylarındadır. 6 katlı modelde Z3 zemin sınıfının etkisi göze çarpmaktadır. 8 katlı modelde yumuşak kat 4.5m ve 5.5m olan binalarda görelî kat ötelenme oranı artışı görülmekle birlikte zemin gruplarının meydana getirdiği farklılıklar söz konusudur.



Şekil 5.7 4 katlı bina modellerinin görelî kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu



Şekil 5.8 6 katlı bina modellerinin görece kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu



Şekil 5.9 8 katlı bina modellerinin görece kat ötelenme oranlarının deprem ivme setlerine göre durumu

Görece kat ötelenme ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı Çizelge 5.75’ te özet olarak verilmektedir. Görece kat ötelenme oranlarının 4 katlı modelde ciddi oranlarda arttığı, 6 ve 8 katlı modelde ise zemin gruplarının etkisiyle artışta değişkenlik gösterdiği anlaşılmaktadır.

Çizelge 5.75 Görelî kat ötelenme ortalamalarına göre yumuşak katlı yapının referans yapıya oranı

		Görelî Kat Ötelenmesi Ortalamalarına Göre YK / REF																	
		4 Katlı Model						6 Katlı Model						8 Katlı Model					
		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF		YK_3.5 / REF		YK_4.5 / REF		YK_5.5 / REF	
		x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Zemin Sınıfı	Z1	1.23	1.20	1.86	1.80	1.98	2.06	1.07	1.09	1.29	1.30	1.44	1.48	0.99	1.09	1.11	1.15	1.28	1.84
	Z2	1.32	1.26	1.52	1.44	1.75	1.73	1.04	1.03	1.29	1.32	1.59	1.51	1.05	1.05	1.40	1.38	1.59	1.55
	Z3	1.27	1.23	1.56	1.57	2.01	2.08	1.15	1.28	1.54	1.58	1.71	1.76	1.14	1.10	1.44	1.35	1.63	1.60
	Z4	1.24	1.26	1.67	1.68	1.95	1.97	1.09	1.07	1.33	1.27	1.45	1.35	1.13	1.06	1.36	1.24	1.46	1.38

6. SONUÇLAR

6.1 Genel Sonuçlar

Çalışmada, düşük ve orta yükseklikte betonarme binaları temsil etmesi amacıyla 4, 6 ve 8 katlı yapılar için 3 ayrı plan çerçeve sistemli olarak modellenmiş ve zemin kat yüksekliğinin arttırılması ile oluşturulan yumuşak kat düzensizliğinin yapı davranışına etkisi incelenmiştir. Hiçbir düzensizlik içermeyen binalar, referans model olarak adlandırılmıştır ve referans modelin her bir kat yüksekliği 2.8m olup, yumuşak kat etkisi için zemin kat yükseklikleri 3.5m, 4.5m ve 5.5m olarak değiştirilmiştir. DBYBHY-2007' ye göre 1. derece deprem bölgesinde ve Z3 zemin sınıfında yer alacak şekilde tasarlanmıştır.

SAP2000 programında değişik özelliklere sahip 64 adet ivme kaydı modellere etki ettirilerek Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanım Alanında Analiz Yöntemini kullanılmıştır. Deprem ivme kayıtları; hem USGS' de verilen B, C, D ve E grubu zeminlerin sınıflandırması, hem de DBYBHY-2007' de belirtilen Z1, Z2, Z3 ve Z4 grubunu sağlayacak biçimde benzer aralıkta seçilmiştir. Seçilen zemin sınıflandırmasına göre; Z1 grubu zemin sınıfından 6 adet, Z2 grubu zemin sınıfından 24 adet, Z3 grubu zemin sınıfından 22 adet, Z4 grubu zemin sınıfından 12 adet deprem ivme kaydı mevcuttur.

4, 6 ve 8 katlı modellerin referans binaları ile her bir grupta yumuşak kat düzensizliğine sebep olan zemin kat yüksekliği 3.5 m, 4.5 m ve 5.5 m olduğu yapıların, Taban Kesme Kuvvetleri, Göreli Kat Ötelenmeleri, Çatı (Tepe Noktası) Ötelenmeleri elde edilip karşılaştırmalı analizi incelenmiştir.

Analizler sonucunda Taban Kesme Kuvveti Oranı, Tepe Noktası Ötelenmesi Oranı, Göreli Kat Ötelenmesi Oranı değerleri de hesaplanmıştır, istatistiki verilerden ortalama, standart sapma, varyasyon katsayıları elde edilmiştir.

6.2 Z1 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular

Z1 zemin grubundaki 6 adet deprem ivme kaydına ait elastik ivme spektrum grafikleri elde edilmiş ve Bölüm 3' te gösterilmiştir. Sınırlı sayıda deprem verisi içeren bu gruptaki ivme kayıtlarının spektrumları geniş bir saçılıma sahip olmakla birlikte, TOTTORI_OKYH07EW kaydına ait ivme spektrumu çok düşük bir periyotta yüksek bir spektral ivme değerine sahiptir. Bu gruptaki ivme kayıt sayısının az olması, bu deprem ivme kaydının etkinliğini önemli derecede arttırmaktadır. Bu ivme kaydının yüksek etkisi altındaki ilk saniyelerde ortalama spektral eğri ile DBYBHY-2007' ye ait spektral eğri çakışmakta, sonrasında ise ortalama eğri biraz daha düşük değerlerde ama DBYBHY-2007 spektral eğrisine benzer bir biçimde seyretmektedir.

Taban kesme kuvvetinde yumuşak katlı binaların referans modelde meydana getirdiği değişimlerin özeti Çizelge 6.1' dedir. Yumuşak kat yüksekliği arttıkça taban kesme kuvveti yüzdesel değişimleri daha da düşük değerler almaktadır. 4 katlı referans modele göre taban kesme kuvveti, kat yüksekliği 3.5m' den 4.5m ve 5.5m' ye geçtikçe bu değerler %40' a kadar düşmektedir. 6 ve 8 katlı modeller için de aynı durum söz konusudur. Modeller arasındaki durum incelendiğinde, 4 katlı modelde taban kesme kuvveti 6 ve 8 katlı modele göre daha yüksek değer almaktadır. En düşük taban kesme kuvveti değerlerine 8 katlı modelde rastlanmaktadır.

Tepe noktası ötelenmesi yüzdesel değerleri; referans modelden yumuşak kat yüksekliği 3.5m, 4.5m ve 5.5m' ye geçtikçe artış göstermektedir. En belirgin ötelenme %44 değerlerinde 4 katlı modelde olup, 6 katlı modelde %12 seviyesinde olmuştur. 8 katlı modelde ise referans binaya göre tepe noktası ötelenmesi ciddi seviyelerde değildir. 8 katlı modelde TOTTORI_OKYH07EW deprem ivme kaydının etkisi açık bir şekilde göze çarpmaktadır.

Görelî kat ötelenme oranı etkisi, tepe noktası ötelenme değerleri gibi artış göstermektedir. En belirgin artış 4 katlı modelde %99 seviyelerinde olmakla birlikte 6 katlı modelde %41' lere, 8 katlı modelde ise %56' ya kadar artmaktadır.

Çizelge 6.1 Z1 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi

Z1	4 Katlı Model			6 Katlı Model			8 Katlı Model		
	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF
Taban Kesme Kuvveti (%)	-14	-27	-40	-9	-22	-33	7	-22	-29
Tepe Noktası Ötelenmesi (%)	1	35	44	8	10	12	3	-8	5
Görelî Kat Ötelenmesi (%)	21	78	99	6	28	41	4	13	56

6.3 Z2 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular

Z2 zemin grubunda 24 adet deprem ivme kaydı ile spektrum çeşitliliğe sahip olmakla DBYBHY-2007 spektrumu ile ortalama spektrum eğrisi birbirine benzemektedir (Şekil 3.2).

Taban kesme kuvveti oranları; x ve y yönleri ortalama değerleri üzerinden tablolastırılıp, yumuşak katlı binaların referans modele oranla ne kadar etkilendiğini Çizelge 6.2 ortaya koymaktadır. Referans model için taban kesme kuvveti, yüksek değerlerde hesaplanmış olup yumuşak kat yüksekliği arttıkça bu oranlar daha da düşük değerler almaktadır. 4 katlı model türlerinde taban kesme kuvvetinden en fazla etkilenen %40 değerinde bir azalma ile 5.5m yumuşak katlı binadır. 6 katlı modelde taban kesme kuvveti, 5.5m yumuşak katlı bina %30 oranında bir azalma gerçekleştirmiştir. 8 katlı model de benzer bir yaklaşım izlemektedir. 4 katlı modelin kat ve bina yüksekliği fazla olan modellere göre sahip olduğu yüksek rijitlik sebebiyle, kendisine etkiyen deprem yüklerinin karşılığı da fazla olmaktadır. Kat ve bina yüksekliklerinin artması ile taban kesme kuvvetleri yüzdesel değişimleri fazla miktarda azalma gösterecektir.

Tepe noktası ötelenme oranı değerleri; referans modelde daha az olmakla birlikte yumuşak kat yüksekliği arttıkça artmaktadır. 4 katlı modelde artış değeri %8- %40

aralığında, 6 katlı modelde %3 - %28 aralığında, 8 katlı modelde ise %3 - %12 aralığında değişmektedir. En fazla artış 4 katlı modelde meydana gelmiştir.

Çizelge 6.2 Z2 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi

Z2	4 Katlı Model			6 Katlı Model			8 Katlı Model		
	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF
Taban Kesme Kuvveti (%)	-12	-28	-40	-8	-20	-30	-6	-17	-28
Tepe Noktası Ötelenmesi (%)	8	21	40	3	14	28	3	8	12
Görelî Kat Ötelenmesi (%)	28	51	82	5	37	66	6	42	64

Görelî kat ötelenme oranı etkisi; referans binadan, yumuşak kat düzensizliği olan binalarda 3.5m, 4.5m ve 5.5m' ye geçişlerde artmaktadır. Yumuşak kat yüksekliği 5.5m olduğu durumlarda 4 katlı yapılarda %82 şeklinde artış göstermektedir. 6 katlı modelde ise artış %5 - %66 ve 8 katlı modelde %6 - %64 seviyelerindedir. En belirgin artış 4 katlı modelde görülmektedir.

6.4 Z3 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular

Z3 zemin grubu için PEER web sitesinden seçilen 22 adet deprem ivme kaydı ile elde edilen elastik ivme spektrumları Şekil 3.3' de yer almaktadır. Deprem ivme kaydı sayısının fazlalığı spektrum çeşitliliği sağlamaktadır. Bazı kayıtlarının ilk saniyelerde yüksek spektral ivme değerlerine sahip olmasının, ortalama spektrum eğrisinin DBYBHY-2007 spektrumu ile çok yakın bir grafik oluşmasında etkili olduğu görülmektedir.

Çalışmada yer alan yapı modellerinde, referans modele göre yumuşak katlı binadaki etkiler Çizelge 6.3' de özetlenmiştir. Taban kesme kuvveti yüzdesel değerleri, yumuşak kat yüksekliği arttıkça daha da düşük değerler almaktadır. 4 katlı model

için taban kesme kuvveti değişimi %41 civarında, 6 katlı model için %31 ve 8 katlı model için %32 civarında azalma olarak hesaplanmıştır.

Tepe noktası ötelenme oranı değerleri; referans modelden yumuşak kat yüksekliği 3.5m, 4.5m ve 5.5m' ye geçtikçe artış göstermektedir. 4 katlı modelde en belirgin artış 5.5m yumuşak katlı binada %58 değerlerinde, 6 katlı modelde %36 değerlerinde, 8 katlı modelde ise %12 civarında bir artış söz konusudur. 4 katlı modelde bu kadar yüksek tepe noktası ötelenmesi değerleri görülmesinde COALINGA.H_H-Z15000 depremi ve VICT_CHI102 depremi etkisinin büyük olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.3 Z3 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi

Z3	4 Katlı Model			6 Katlı Model			8 Katlı Model		
	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF
Taban Kesme Kuvveti (%)	-14	-29	-41	-8	-20	-31	-8	-21	-32
Tepe Noktası Ötelenmesi (%)	9	26	58	12	25	36	1	5	12
Görelî Kat Ötelenmesi (%)	27	61	109	18	54	74	10	38	63

Görelî kat ötelenme oranı etkisi; referans binadan, yumuşak kat yüksekliği arttırılmış binalara geçildikçe tepe noktası ötelenme oranı etkisi gibi bir artış göstermektedir. En belirgin artış, referans binaya göre yumuşak katlı modeldeki etki 4 katlı modelde %100 seviyesinin üstündedir. 6 katlı modelde %74' lerde, 8 katlı modelde ise %63' e artmaktadır.

6.5 Z4 Zemin Grubu İle İlgili Bulgular

Z4 zemin grubunu sağlayacak biçimde seçilen deprem ivme kayıtları sayısı PEER arşivinden 12 adet olarak bulunmuştur ve bu deprem ivme kaydının spektrum grafikleri Şekil 3.4' de yer almaktadır. Kısıtlı sayıda olmasına rağmen çok çeşitli salınımları içeren spektral ivmelerle, ortalama spektrum eğrisinin DBYBHY-2007

spektrumu ile benzerlik içerdiği görülmektedir. İlk saniyelerdeki yüksek spektral ivme artışı gerçekleştiren deprem ivme kayıtları, ortalama spektrum eğrinin DBYBHY-2007 spektrumu ile çakışmasını sağlamıştır.

4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina üzerinde yumuşak katlı bina parametrelerinin değişimleri Çizelge 6.4’ de verilmiştir. Bina yüksekliği arttıkça taban kesme kuvveti yüzdesel değişiminin düştüğü görülmektedir. 4 katlı modeldeki yumuşak katın taban kesme kuvvetine göre etkisi %41, 6 katlı modelde %33 seviyelerine kadar düşmektedir. 8 katlı modeller için de benzer durum söz konusudur. Modeller arasındaki durum incelendiğinde, 4 katlı modelde taban kesme kuvveti 6 ve 8 katlı modele göre daha yüksek değer almaktadır. En düşük taban kesme kuvveti değerlerine 8 katlı modelde rastlanmaktadır.

Çizelge 6.4 Z4 zemin grubu deprem ivme kayıtlarına göre 4, 6 ve 8 katlı modellerde referans bina ve yumuşak katlı bina parametrelerinin değerlendirilmesi

Z4	4 Katlı Model			6 Katlı Model			8 Katlı Model		
	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF	YK_3.5 / REF	YK_4.5 / REF	YK_5.5 / REF
Taban Kesme Kuvveti (%)	-13	-28	-41	-9	-21	-33	-6	-20	-31
Tepe Noktası Ötelenmesi (%)	10	34	61	7	15	21	1	1	2
Görelî Kat Ötelenmesi (%)	26	73	110	8	37	51	9	29	44

Tepe noktası ötelenmesi yüzdesel etkileri; referans modelden yumuşak kat yüksekliği 3.5m, 4.5m ve 5.5m’ ye değişikçe artış göstermektedir. En belirgin artış %51 değerlerinde 4 katlı modelde olup, 6 katlı modelde %21 değerlerindedir. 8 katlı modelde ise kayda değer bir artış söz konusu değildir.

Görelî kat ötelenme oranı etkisi; referans binadan, yumuşak kat düzensizliği olan binalara geçişlerde artmaktadır. En belirgin artış 4 katlı modelde görülmektedir.

6.6 Genel Bulgular

Yapılardaki düzensizlikler, deprem kuvveti altında binada ciddi hasarlar bırakmaktadır. Bu çalışma kapsamında, ülkemizde çokça kullanılan bir uygulama olan zemin katın kat yüksekliğinin arttırılması suretiyle oluşturulan yumuşak katlı binalar incelenmiştir. Kat ve/veya bina yüksekliği arttıkça binanın periyot değeri artmaktadır. Periyot değeri arttıkça sabit ivme bölgesinden sonraki sabit hız bölgesine karşılık gelen spektral ivmeler düştüğü için depremin etkisi azalacak ve bu durum binanın taban kesme kuvveti değerlerini ve deplasman talebini azaltabilmektedir. Analizler sonucunda yumuşak katlı modelin; taban kesme kuvveti, tepe noktası ötelenmesi ve görelî kat ötelenmesi değerlerinin referans bina değerleriyle kıyaslanması sonucu elde edilen bulgular aşağıda özetlenmiştir.

- Yumuşak katlı binalarda taban kesme kuvveti, referans modele göre daha düşük değerlerdedir. 4, 6 ve 8 katlı modellerde en yüksek taban kesme kuvveti değerleri 4 katlı modeldedir. Taban kesme kuvveti yüksek olan model daha etkin biçimde deprem etkilerine maruz kalacağından 4 katlı model daha çok etkilenir.
- Yumuşak katlı binalarda tepe noktası ötelenme oranı değeri, referans modele göre daha yüksek değerlerdedir. Aynı modelde yumuşak kat yüksekliğinin artması, tepe noktası ötelenmesinin artışına sebep olmaktadır. 4 katlı modelde yumuşak kat etkisinin, 6 ve 8 katlı modele göre daha fazla hissedildiği sonuçlardan görülmektedir. 4 katlı modellerin periyot değerlerinin diğer modellere göre düşük kalması ve bu periyotlara karşılık gelen spektral ivmenin yüksek değere karşılık gelmesiyle, tepe noktası ötelenme oranı değeri yüksek olabilmektedir.
- Yumuşak kat oluşturulan modellerin periyot değerlerinin referans binaya kıyasla daha fazla olduğu hesaplanmıştır. 6 ve 8 katlı yapılarda periyot süresi arttıkça spektral ivme değeri pik değerlerden daha düşük değerlere doğru yönelim göstermektedir. Doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında dinamik analizde periyot değerlerine karşılık gelen spektral ivme

değerlerindeki bu düşüş, tepe noktası ötelenme oranlarındaki değişime benzer şekilde görelî kat ötelenmesinde de söz konusudur. Özer, vd.' nin yaptıkları çalışmada; kat sayısı arttıkça periyot değerinin artması ile spektral ivmedeki azalmadan dolayı görelî kat ötelenme oranında düşüş olduğu görülmektedir (Özer, Kamal, İnel, 2017).

- Yumuşak katlı binalarda görelî kat ötelenmesi, genel olarak en fazla 4 katlı modelde etkili olurken 8 katlı modelde bu kadar yüksek derecede etkili değildir.
- Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin sınıflandırmasında ölçeklendirilmiş depremler kullanıldığı için taban kesme kuvveti açısından çok belirgin bir fark bulunmamıştır. Fakat bu sınıflandırmanın, tepe noktası ötelenme oranı ve görelî kat ötelenmesini daha fazla etkilediği sonucuna varılmıştır.

6.7 İlerleyen Zamanda Yapılabilecek Çalışmalar İle İlgili Öneriler

Tez kapsamında zemin kat yüksekliğinin arttırılması suretiyle oluşturulan yumuşak katlı modeller incelenmiş olup, sonraki çalışmalarda başka düzensizliklerin ilave edilmesiyle çalışma genişletilebilir.

Ülkemizde yaygın olarak tercih edilen betonarme malzeme ile sonuçları alınan bu çalışmada, malzeme farkının etkisi değerlendirilmek suretiyle kıyaslamalı olarak yeni çalışmalar yapılabilir.

Yumuşak katlı modellerin incelendiği bu çalışmada, çerçeve sistem kullanılmış olup sonraki çalışmalar betonarme perde ilaveleri ile nasıl değişkenlik gösterebileceği incelenebilir.

Tez kapsamında 4, 6 ve 8 katlı bina modellerinde yumuşak katın bazı parametrelerle incelenmesi, farklı kat sayıları ile değerlendirilebilir.

Çalışmada kullanılan modeller kendi zeminlerinde bağımsız olarak değerlendirilmiş olup bitişik nizamlı projelerde yapı zemin etkileşiminin de dahil edilerek yumuşak katlı binaların değişiminin etkisi daha kompleks bir biçimde araştırılabilir.



KAYNAKLAR

Adalıer, K., Aydıngün, O., Structural Engineering Aspects Of The June 27, 1998 Adana–Ceyhan (Turkey) Earthquake, Engineering Structures, 23(4):343-355, 2001.

Beşikçi, O. B., Düşük Ve Orta Yükseklikteki Yumuşak Katlı Binaların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Olmayan Analizle Tahmini, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 178, 2013.

Bommer, J. J., Acevedo ,A. B., The Use Of Real Earthquake Accelerograms As Input To Dynamic Analysis, Journal Of Earthquake Engineering, Special Issue, 8(1):43–91, 2004.

Borzi, B., Elnashai, A. S., Assessment Of Inelastic Response Of Buildings Using Force-And Displacement-Based Approaches, London SW7, UK, 2000.

DBYBHY-2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık Ve İskan Bakanlığı, Ankara, 2007.

Doğangün, A., Performance Of Reinforced Concrete Buildings During The May 1, 2003 Bingöl Earthquake In Turkey, Engineering Structures, 26(6), 841-856, 2004.

Fahjan, Y. M., Vatansever, S., Özdemir, Z., Ölçeklenmiş Gerçek Deprem Kayıtları İle Yapıların Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Dinamik Analizleri, 1. Türkiye Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı 11-14 Ekim, ODTÜ, Ankara, 2011.

FEMA-356, Prestandard And Commentary For Seismic Rehabilitation Of Buildings, Federal Emergency Management Agency, Washington, 2000.

İnel, M., Çelik, S., Özmen, H., Önür, Ö., İleri Yönlenmeli Deprem Kayıtları Etkisindeki Mevcut Betonarme Binaların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Olmayan Zaman Tanim Alanında Analizle Değerlendirilmesi, Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 30 Mayıs-3 Haziran, İstanbul, 2011.

İnel, M., Meral, E., Özmen, H., Betonarme Binalarda Eşdeğer Tek Serbestlik Dereceli Sistem Ve 3-B Doğrusal Elastik Olmayan Dinamik Analiz Deplasman Taleplerinin Karşılaştırılması, 2. Türkiye Deprem Mühendisliği Ve Sismoloji Konferansı 25-27 Eylül, MKÜ, Hatay, 2013.

İnel, M., Özmen, H. B., Akyol, E., Çaycı, B. T., 19 Mayıs 2011 Kütahya Simav Depremi Ve Artçı Sarsıntıları İnceleme Raporu, . İMO Denizli Şubesi: Denizli, 2011.

Kayhan, A. H., Armoni Araştırması İle İvme Kaydı Seçimi Ve Ölçeklendirme, İMO Teknik Dergi, Yazı 368, 5751-5775, 2012.

Korkmaz, A., Uçar, T., Yumuşak Kat Düzensizliğinin Betonarme Binaların Deprem Davranışında Etkisi, Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt 11, Sayı 2, Bursa, 2006.

Mander, J. B., Priestley, M. J. N., Park, R., Theoretical Stress-Strain Model For Confined Concrete, ASCE Journal Of Structural Engineering, 114:1804-1826, 1988.

Meral, E., Düşük Ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Sismik Deplasman Taleplerinin Değerlendirilmesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 111, 2010.

Önür, Ö., Düşük Ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deplasman Taleplerinin Doğrusal Elastik Zaman Tanım Alanında Analizle Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Denizli, 98, 2011.

Özmen H. B., Düşük Ve Orta Yükseklikteki Betonarme Yapıların Deprem Performanslarını Etkileyen Faktörlerin İrdelenmesi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Denizli, 281, 2011.

Özer, E., Kamal, M., İnel, M., Comparison Of Linear And Nonlinear Seismic Behavior Of 2D And 3D RC Buildings, International Journal Of Engineering & Applied Sciences, Vol.9, Issue 4, 17-27, 2017.

Park, R., Paulay, T., Reinforced Concrete Structures, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 769 pp., 1975.

Park, R., Priestley, M .J. N., Gill, W. D., Ductility Of Square-Confined Concrete Columns, Journal Of Structural Division, ASCE, 108, No. ST4, Apr., pp. 929-950, 1982.

Paulay, T., Priestley, M. J. N., Seismic Design Of Reinforced Concrete And Masonary Buildings, John Willey & Sons, New York, NY, USA, 744p, 1992.

PEER, 2018, <http://peer.berkeley.edu> , Erişim Tarihi: 01.11.2017.

Priestley, M. J. N., Seible, F., Calvi G. M. S., Seismic Design And Retrofit Of Bridges, John Wiley & Sons, New York, NY, USA, 1996.

Sakcalı, G. B., Tekeli, H., Demir, F., Betonarme Binalardaki Perde Duvar Miktarının Bina Performansına Etkisi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sakarya, 2016.

SAP2000 V-14 CSI., Integrated Finite Element Analysis And Design Of Structures Basic Analysis Reference Manual, Berkeley, USA, 2010.

SEMAp, (2008) Sargı Etkisi Modelleme Analiz Programı, Tübitak Proje No: 105M024.

Sezen, H., Whittaker, A. S., Elwood, K. J., Mosalam, K. M., Performance Of Reinforced Concrete Buildings During The August 17, 1999 Kocaeli, Turkey Earthquake, And Seismic Design And Construction Practice In Turkey. Engineering Structures, 25(1), 103-114, 2003.

Sharma, A., Biswobhanu, B., Seismic Analysis And Design Of Vertically Irregular RC Building Frames, National Institute of Technology Rourkela, India, 60, 2013.

Tezcan, S., Yazıcı, A., Özdemir, Z., ve Erkal, A., Zayıf Kat – Yumuşak Kat Düzensizliği, Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, İstanbul, 2007.

TS-ISO9194, Yapıların Projelendirilme Esasları-Taşıyıcı Olan Ve Olmayan Elemanlar Depolanmış Malzemeler-Yoğunluk, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1997.

TS-498, Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1987.

TS-500, Betonarme Yapıların Tasarım Ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2000.

Turer, A., Yakut, A., Akyüz, U., Building Damage Patterns In Bingöl-Turkey After The May 1st, 2003 Earthquake, 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver, B. C., Canada, 2004.

USGS, 2018, <https://www.usgs.gov> , Erişim Tarihi: 01.11.2017.

Ülker, K., Düzensizliklerin Karşılaştırılması, Selçuk Üniversitesi, Sunum, Konya, 2013.

Watson-Lamprey, J., Abrahamson, N., Selection Of Ground Motion Time Series And Limits On Scaling, Soil Dynamics And Earthquake Engineering 26, 477–482, 2006.

Wilkinson, S. M., Hiley, R. A., A Non-Linear Response History Model For The Seismic Analysis Of High-Rise Framed Buildings, New Castle, UK, 2005.

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : Esra Zeynep ŞENSOY

2. Ünvanı : İnşaat Mühendisi

3. Öğrenim Durumu :

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Bitirme Yılı
Lisans	Matematik	Uludağ Üniversitesi	2002-2006
Yüksek Lisans	Uygulamalı Matematik İstatistik	Marmara Üniversitesi	2006 - 2009
Önlisans	İnşaat Teknolojisi	Kocaeli Üniversitesi	2009 - 2011
FULBRIGHT Değişim Programı	Construction Management	Northampton Community College	2011 - 2012
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Dokuz Eylül Üni.	2012 - 2013
Lisans	İnşaat Mühendisliği	Pamukkale Üni.	2013 - 2015

5. Akademik Ünvanlar:

Görevi	Bölümü	Kurumu	Yıl
Araştırma Görevlisi	İnşaat Mühendisliği	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2016 - ...

6. İş Tecrübesi:

Görev Unvanı	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Özel Sektör - İstanbul	2006 - 2011
İnşaat Mühendisi	Özel Sektör - İstanbul	2015 - 2016
Araştırma Görevlisi	Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	2016 - ...

7. Yayınlar:

Nonlinear Lojistik Regresyon ve Uygulaması,

Danışman: Prof. Dr. Müjgan TEZ, Prof. Dr. Aydın ERAR

Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2009

8. Yazılan uluslar arası kitaplar veya kitaplarda bölümler:

9. Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:

10. Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitabında basılan bildiriler:

Poster Presentation: Segmented Logistic Regression Study, by Supervised:
Prof. Dr. Aydın ERAR, 2009

5th Conference of the Eastern Mediterranean Region of the International
Biometric Society (EMR-IBS)

11. Diğer yayınlar:

12. Projeler:

13. Bilimsel Kuruluşlara Üyelikler: İMO, ASCE

14. Ödüller:

- Fulbright Scholarship, 2011-2012.
- Invitation to Structures Congress, Chicago, USA, 2012.
- Community College Initiative Program, Certificate of Completion of a Program of Study and Professional Development, Certificate from The United States Department of State, 2012.
- CCID Global Leadership and Development Program, Certificate from Center for International Education, Northampton Community College and The United States Department of State, 2012.
- Intensive English as a Second Language and American Culture & Conversational English, Certificate from Center for International Education, Northampton Community College, 2012.