

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

**ÇOK SAYIDA BİTİŞİK NİZAMLI YAPILAR ARASINDAKİ**  
**SİSMİK DAVRANIŞIN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SEMA KESKİN**

**DENİZLİ, ARALIK - 2023**

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



**ÇOK SAYIDA BİTİŞİK NİZAMLI YAPILAR ARASINDAKİ  
SİSMİK DAVRANIŞIN İNCELENMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SEMA KESKİN**

**DENİZLİ, ARALIK - 2023**

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

**SEMA KESKİN**

## ÖZET

### ÇOK SAYIDA BİTİŞİK NİZAMLI YAPILAR ARASINDAKİ SİSMİK DAVRANIŞIN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEMA KESKİN

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI:DR. ÖĞR. ÜYESİ BAYRAM TANIK ÇAYCI)

DENİZLİ, ARALIK - 2023

Gerçekleştirilen tezin amacı, yetersiz boşluk oranıyla inşa edilmiş çok sayıda düşük ve orta yükseklikte betonarme binaların sismik davranışlarının çekiçleme etkisi dikkate alınarak incelenmesidir. Bu kapsamda, mevcut yapı stokunun karakteristik özelliklerini yansıtan 5, 7 ve 9 katlı düzenli çerçeve bina modelleri oluşturulmuştur. Doğrusal olmayan 2 boyutlu yapı modelleri SAP2000 programı kullanılarak modellenmiştir. Gerçekleştirilen tez kapsamında 3 farklı model, 8 farklı kombinasyon oluşturulmuş zaman tanım alanında dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. 12 farklı ivme kaydı çiftinin kullanıldığı çalışmada görel kat ötelemeleri, tepe yer değiştirmeleri gibi birçok parametre dikkate alınarak detaylı inceleme gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre deplasman talepleri incelendiğinde 4'lü modeller kullanıldığında bir modelin diğer model üzerinde daha çok çarpışma kuvveti oluşturduğu görülmüştür. Mevcut yapı stokuna göre yan yana 2'li yapı modelinin bulunduğu durumların azlığı ve bunun aksine birden fazla binanın çokluğu göz önünde bulundurulduğunda 2'li modellerle çalışma yapılmasının çok gerçekçi sonuçlar doğurmayacağı görülmüştür. Bu birden fazla bina modelinin neden olduğu etkileşim nedeniyle taleplerde beklenenlerin üzerinde artışlar meydana gelmiştir. 4'lü modeller için hesaplanan görel kat ötelenme talepleri 2'li modellere oranla daha yüksek bulunmuştur.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Çekiçleme Etkisi, Bitişik Nizamlı Yapılar, Betonarme Binaların Deprem Performansı, Dinamik Analiz, Doğrusal Olmayan Davranış

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF SEISMIC BEHAVIOR OF MULTI-ADJACENT BUILDING STRUCTURES**

**MSC THESIS  
SEMA KESKİN**

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
CIVIL ENGINEERING**

**(SUPERVISOR:ASST. PROF. BAYRAM TANIK ÇAYCI)**

**DENİZLİ, DECEMBER 2023**

The aim of the thesis is to examine the seismic behavior of multiple low and medium height reinforced concrete buildings constructed with insufficient gap ratio, taking into account the pounding effect. For this purpose, regular frame building models constructed with 5-, 7- and 9-story, reflecting the characteristic properties of the existing building stock, were created. Nonlinear 2D building models were modeled using the SAP2000 program. Within the scope of the thesis, 3 different models and 8 different combinations were created, and time history analyzes were performed. In the study, in which 12 different groundmotion record pairs were used, a detailed examination was carried out by considering many parameters such as relative story drifts and peak displacements. When the displacement demands are examined, it is seen that four-building pounding models have higher ratio of pounding forces compared to two-building pounding models. It is concluded that considering only two building models in pounding analysis may lead misestimate occurred seismic demands since more than two buildings existed in adjacent construction. Due to the interaction caused by these multiple building models, increases in demands have occurred beyond expectations. The average IDR ratio values are found higher compared to two-building pounding cases.

**KEYWORDS:** Pounding Effects, Adjacent Buildings, Seismic Performance of RC Buildings, Dynamic Analysis, Nonlinear Analysis

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı .....	2
1.2 Literatür Özeti .....	3
<b>2. MODEL BİLGİLERİ</b> .....	<b>7</b>
2.1 Kullanılan Yapı Modelleri .....	7
2.2 Doğrusal Olmayan Modelleme .....	8
2.3 Çekiçleme Etkilerinin Modellenmesi .....	8
2.4 Model Kombinasyonlarının Oluşturulması .....	9
<b>3. İVME KAYITLARI</b> .....	<b>12</b>
<b>4. ANALİZ SONUÇLARI</b> .....	<b>13</b>
4.1 Yer Değiştirme Taleplerinin Elde Edilmesi .....	13
4.1.1 5-7 Katlı Model .....	14
4.1.1.1 5 Katlı Bina .....	14
4.1.1.2 7 Katlı Bina .....	16
4.1.2 5-9 Katlı Model .....	18
4.1.2.1 5 Katlı Bina .....	18
4.1.2.2 9 Katlı Bina .....	20
4.1.3 7-9 Katlı Model .....	22
4.1.3.1 7 Katlı Bina .....	22
4.1.3.2 9 Katlı Bina .....	24
4.1.4 9-5 Katlı Model .....	26
4.1.4.1 9 Katlı Bina .....	26
4.1.4.2 5 Katlı Bina .....	28
4.2 Görelî Kat Ötelenmelerinin Elde Edilmesi .....	30
4.2.1 5-7 Katlı Model .....	30
4.2.1.1 5 Katlı Bina .....	30
4.2.1.2 7 Katlı Bina .....	33
4.2.2 5-9 Katlı Model .....	35
4.2.2.1 5 Katlı Bina .....	35
4.2.2.2 9 Katlı Bina .....	37
4.2.3 7-9 Katlı Model .....	39
4.2.3.1 7 Katlı Bina .....	39
4.2.3.2 9 Katlı Bina .....	41
4.2.4 9-5 Katlı Model .....	43
4.2.4.1 9 Katlı Bina .....	43
4.2.4.2 5 Katlı Bina .....	45

4.3	Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Elde Edilmesi .....	47
4.3.1	5-7 Katlı Model .....	47
4.3.2	5-9 Katlı Model .....	49
4.3.3	7-9 Katlı Model .....	51
4.3.4	9-5 Katlı Model .....	53
4.4	Link Elemanları.....	55
<b>5.</b>	<b>ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>58</b>
5.1	Çatı Yer Değiştirme Taleplerinin Karşılaştırılması .....	58
5.1.1	5-7 Katlı Model .....	58
5.1.2	5-9 Katlı Model .....	60
5.1.3	7-9 Katlı Model .....	62
5.1.4	9-5 Katlı Model .....	64
5.2	Görelı Kat Ötelemesi Değerlerinin Karşılaştırılması.....	66
5.2.1	5-7 Katlı Model .....	66
5.2.2	5-9 Katlı Model .....	68
5.2.3	7-9 Katlı Model .....	70
5.2.4	9-5 Katlı Model .....	72
5.3	Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması .....	74
5.3.1	5-7 Katlı Model .....	74
5.3.2	5-9 Katlı Model .....	76
5.3.3	7-9 Katlı Model .....	78
5.3.4	9-5 Katlı Model .....	80
5.4	Link Elemanlarının Karşılaştırılması .....	82
<b>6.</b>	<b>SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>85</b>
6.1	Elde Edilen Bulgular .....	85
6.2	Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler.....	87
<b>7.</b>	<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>88</b>
<b>8.</b>	<b>ÖZGEÇMİŐ.....</b>	<b>90</b>

# ŞEKİL LİSTESİ

## Sayfa

Şekil 1.1: Denizli İli Halk Caddesinde Yer Alan Çok Sayıda Bitişik Nizamlı Betonarme Yapılar.....	2
Şekil 2.1: 5-7-9 Katlı Referans Model.....	7
Şekil 2.2: Moment-Alan Teoremi.....	8
Şekil 2.3: İkili Model Kombinasyonları.....	10
Şekil 2.4: Dörtlü Model Kombinasyonları.....	11
Şekil 4.1: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	15
Şekil 4.2: Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	17
Şekil 4.3: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	19
Şekil 4.4: Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	21
Şekil 4.5: Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	23
Şekil 4.6: Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	25
Şekil 4.7: Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	27
Şekil 4.8: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri ....	29
Şekil 4.9: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	32
Şekil 4.10: Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	34
Şekil 4.11: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	36
Şekil 4.12: Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	38
Şekil 4.13: Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	40
Şekil 4.14: Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	42
Şekil 4.15: Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	44
Şekil 4.16: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	46
Şekil 4.17: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri.....	49
Şekil 4.18: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri.....	51
Şekil 4.19: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri.....	53
Şekil 4.20: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri.....	55
Şekil 5.1: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	60
Şekil 5.2: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	62
Şekil 5.3: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	64
Şekil 5.4: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması.....	66
Şekil 5.5: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması.....	68



Şekil 5.6: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Göreli Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması .....	70
Şekil 5.7: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Göreli Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması .....	72
Şekil 5.8: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Göreli Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması .....	74
Şekil 5.9: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması .....	76
Şekil 5.10: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması .....	78
Şekil 5.11: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması .....	80
Şekil 5.12: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması .....	82
Şekil 5.13: 5-7 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları .....	83
Şekil 5.14: 5-9 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları .....	83
Şekil 5.15: 7-9 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları .....	84
Şekil 5.16: 9-5 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları .....	84

# TABLO LİSTESİ

## Sayfa

Tablo 2.1: 5-7-9 Katlı Modelin Taşıyıcı Elemanlarının Özellikleri Ve Bina Yükseklikleri.....	7
Tablo 2.2: Model Kombinasyonları.....	10
Tablo 3.1: İvme Kayıtları.....	12
Tablo 4.1: İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	14
Tablo 4.2: Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	14
Tablo 4.3: Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	15
Tablo 4.4: İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	16
Tablo 4.5: Dörtlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	16
Tablo 4.6: Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	17
Tablo 4.7: İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	18
Tablo 4.8: Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	18
Tablo 4.9: Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	19
Tablo 4.10: İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	20
Tablo 4.11: Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	20
Tablo 4.12: Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	21
Tablo 4.13: İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	22
Tablo 4.14: Dörtlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	22
Tablo 4.15: Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	23
Tablo 4.16: İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	24
Tablo 4.17: Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	24
Tablo 4.18: Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	25
Tablo 4.19: İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	26
Tablo 4.20: Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	26

Tablo 4.21: Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	27
Tablo 4.22: İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	28
Tablo 4.23: Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	28
Tablo 4.24: Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiş-tirmeleri (mm).....	29
Tablo 4.25: İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	30
Tablo 4.26: Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	31
Tablo 4.27: Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	31
Tablo 4.28: İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	33
Tablo 4.29: Dörtlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	33
Tablo 4.30: Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	34
Tablo 4.31: İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	35
Tablo 4.32: Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	35
Tablo 4.33: Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	36
Tablo 4.34: İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	37
Tablo 4.35: Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	37
Tablo 4.36: Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	38
Tablo 4.37: İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	39
Tablo 4.38: Dörtlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	39
Tablo 4.39: Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	40
Tablo 4.40: İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	41
Tablo 4.41: Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	41
Tablo 4.42: Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	42
Tablo 4.43: İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	43
Tablo 4.44: Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	43
Tablo 4.45: Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	44

Tablo 4.46: İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	45
Tablo 4.47: Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	45
Tablo 4.48: Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	46
Tablo 4.49: 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	47
Tablo 4.50: 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	48
Tablo 4.51: 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	50
Tablo 4.52: 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	50
Tablo 4.53: 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	52
Tablo 4.54: 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	52
Tablo 4.55: 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	54
Tablo 4.56: 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri .....	54
Tablo 4.57: 5-7 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri .....	56
Tablo 4.58: 5-9 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri .....	56
Tablo 4.59: 7-9 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri .....	57
Tablo 4.60: 9-5 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri .....	57
Tablo 5.1: 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	59
Tablo 5.2: 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	59
Tablo 5.3: 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	61
Tablo 5.4: 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	61
Tablo 5.5: 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	63
Tablo 5.6: 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	63
Tablo 5.7: 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	65
Tablo 5.8: 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması .....	65
Tablo 5.9: 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	67
Tablo 5.10: 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	67
Tablo 5.11: 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	69
Tablo 5.12: 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri .....	69

Tablo 5.13: 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	71
Tablo 5.14: 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	71
Tablo 5.15: 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	73
Tablo 5.16: 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görelî Kat Ötelenme Değerleri.....	73
Tablo 5.17: 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	75
Tablo 5.18: 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	75
Tablo 5.19: 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	77
Tablo 5.20: 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	77
Tablo 5.21: 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	79
Tablo 5.22: 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	79
Tablo 5.23: 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	81
Tablo 5.24: 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları .....	81

## ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının gerçekleştirilmesindeki destek ve katkıda bulunmasından dolayı danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Bayram Tanık ÇAYCI başta olmak üzere bu yolda üzerimde emeği geçmiş tüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca ve yüksek lisans eğitimi konusunda beni destekleyen aileme, eşim Serhat DURAS'a ve her zaman yanımda olan arkadaşlarım Deniz ÖZTÜRK ve Emine ÇETİNTAŞ'a da teşekkür ederim.

## 1. GİRİŞ

Türkiye sismik açıdan dünyanın en riskli coğrafyalarından birinde yer almaktadır. Son 30 yılda meydana gelen birçok şiddetli deprem binlerce can kaybı ve büyük ekonomik zarara neden olmuştur. Mevcut yapı stokunun karakteristik özellikleri incelendiğinde birçok yapısal eksikliğin olduğu bilinmektedir. Şiddetli depremler sonrası hasar düzeyini arttıran önemli etmenlerden birisi de mimari kaygılar nedeniyle konut tipi yapıların önemli bir kısmının aralarında yeterli deprem derzi bulunmadan bitişik nizamlı olarak inşa edilmesidir. Bitişik nizamlı olarak inşa edilen bu yapıların, sönüm, rijitlik, dayanım kapasitesi gibi yapısal parametreleri arasında büyük farklılıklar bulunabilmektedir. Bu durum sismik talepler altında yapıların dinamik davranışları arasında önemli farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Mevcut yönetmeliklerde çekiçleme etkilerinin önlenmesi için bitişik binalar arasında güvenli bir mesafenin bırakılması zorunludur. Ancak mimari kaygılar nedeniyle güvenli derz mesafesi bu binalar arasında çoğunlukla ya bırakılmamakta ya da yeterli düzeyde olmamaktadır. Ayrıca, yönetmeliklerce tanımlı güvenli boşluk mesafesi bırakılsa bile, hesap yönteminin statik analiz ilkelerine dayanması nedeniyle, komşu binaların çarpışma ihtimali bulunmaktadır.

Bitişik nizamlı yapılar incelendiğinde genellikle 4'ten fazla sayıda binadan oluştukları görülmektedir (Şekil 1.1). Literatürde çekiçleme davranışı ile ilgili yer alan çalışmaların neredeyse tamamında 2 ve 3 adet binanın dikkate alındığı görülmektedir. Bu çalışmalarda çekiçleme davranışının mevcut yapıların sismik davranışı üzerinde önemli etkileri olabileceği belirtilmektedir.



**Şekil 1.1:** Denizli İli Halk Caddesinde Yer Alan Çok Sayıda Bitişik Nizamlı Betonarme Yapılar

Ancak 3'ten fazla sayıda inşa edilmiş bitişik nizamlı yapıların davranış özellikleri bu çalışmalarda tam anlamıyla yansıtılamamaktadır. Çarpışan bina sayısı arttıkça, özellikle en dışta yer alan binalarda ilave ötelenme talepleri meydana gelebilmektedir. En dışta yer alan binalarda bu nedenle büyük kalıcı ötelenmeler meydana gelebilmekte, hatta yıkılabilmektedir.

Bu tip binalarda özellikle zemin katların ticari maksatlı kullanılması nedeniyle zemin kat yüksekliği diğer katlardan daha yüksek olmaktadır. Böyle bir durumda ise komşu binaların çarpışma etkileri daha da artabilmektedir.

## **1.1 Tezin Amacı ve Kapsamı**

Gerçekleştirilen tezin amacını, literatürde yer alan geçmiş çalışmaların aksine 3'ten daha fazla bitişik binanın birlikte incelenmesi oluşturmaktadır. Ayrıca sismik davranış özelliklerini en gerçekçi yansıtan analiz yöntemi olan zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemi kullanılarak araştırılmasıdır. Yapıların doğrusal olmayan davranış özellikleri de dikkate alınmıştır. Böylece sıralı binalarda çekiçleme etkilerinin sismik davranış üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde araştırılmış, pratik mühendislik uygulamalarına ve yönetmeliklere katkı ve öneri sunulmuştur.



12 farklı deprem kaydının dikkate alındığı çalışmada görelî kat ötelenmeleri, tepe yer değiştirmeleri, link (çarpışma) kuvvetleri olmak üzere birçok parametre dikkate alınarak detaylı bir inceleme gerçekleştirilmiştir.

## 1.2 Literatür Özeti

Yapıların deprem yükleri altındaki doğrusal olmayan davranışlarının belirlenmesinde doğrusal olmayan statik itme ve zaman tanım alanında dinamik analiz yöntemleri en çok kullanılan yöntemlerdir. Bu yöntemlerle ilgili literatürde birçok çalışmalar yapılmıştır.

Çekişleme etkilerinin incelenmesinde bağlantı elemanlarının özelliklerinin analiz sonuçları üzerindeki etkili olduğunu belirten birçok çalışma bulunmaktadır. Fakat 3'ten fazla sayıda inşa edilmiş bitişik nizamlı yapıların davranış özellikleri bu çalışmalarda tam anlamıyla yansıtılamamaktadır.

Son yıllarda ülkemizde meydana gelen yıkıcı depremler sonrasında çekişleme etkilerinin yapı davranışını ne ölçüde değiştirdiği ile ilgili birçok tez çalışması gerçekleştirilmiş bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar özetlenmiştir.

JANKOWSKI (2005) çalışmasında, depremler sırasında oluşan yapısal darbeyi analiz etmek için doğrusal olmayan viskoelastik çarpışma modeli kullanmıştır. Bu çarpışma modelinin etkinliğini gözlemek için farklı yapı türleri üzerinde oluşan yapısal darbelerin sayısal analiz ve deneysel sonuçları karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda diğer analiz modellerine kıyasla doğrusal olmayan viskoelastik modelin depremler sırasında oluşan yapısal darbeyi en kesin şekilde analiz ettiği görülmüştür.

DOğAN ve GÜNAYDIN (2009) çalışmasında, binalarda kullanılan yapı elemanlarının, çarpışma sonucunda ortaya çıkan çarpışma kuvveti sonucunda hangi etkilere maruz kaldığı ve bu etki sonucunda uğradığı deformasyonlar üzerine çalışma gerçekleştirilmiştir. Binalarda oluşan çarpışma kuvvetlerinin sönümlenmesi kullanılan yapısal elemanlar nedeniyle imkânsıza yakındır. Sonuç olarak yapılan hesaplamalarda çarpışma kuvvetlerinin çok büyük olmalarından dolayı tamamen absorbe edilemediği

fakat bitişik binalar arasına elastik malzemeler konulmasıyla veya yapısal sistemin yerinde döküm betonarme perdelerle güçlendirilmesiyle azaltılabildiği görülmüştür.

YE ve ZHU (2009) çalışmasında, doğrusal olmayan sönümlenme ile Hertz temas modelini incelemiştir. Bu incelemeye dayanarak, sönümlenme sabitini belirlemek için kullanılan formül, yay sertliği, çarpışan iki cismin yeniden yerleştirme katsayısı ve göreceli yaklaşma hızı yapısal mühendislikte vurma simülasyonu için yanlış olduğu gözlemlenmiştir. Bu sorunu düzeltmek için, sönümlenme sabiti için teorik olarak daha doğru bir yaklaşım formülü türetilmiştir. Türetilen analitik formülün doğruluğu sayısal simülasyonlarla %100 olarak doğrulanmıştır.

PANT ve WİJEYEWİCKREMA (2010) çalışmasında, kodla tasarlanmış betonarme binalar arasındaki sismik çarpmanın üç boyutlu simülasyonu, MKV ve MK kontak elemanı modelleri kullanılarak sunulmuştur. Dikkate alınan bina konfigürasyonu 2006 Uluslararası Yapı Koduna (IBC) göre tasarlanmış 8 katlı ve 10 katlı binalardan oluşmaktadır. Doğrusal temas elemanı modelinin son zamanlarda önerilen iki varyasyonu, yani Modifiye Kelvin-Voigt (MKV) modeli ve Modifiye Kelvin (MK) modeli karşılaştırılmıştır. Bitişik binaların bağıl performansı, dört deprem ve farklı boşluk oranları için maksimum katlar arası deplasman oranlarına göre değerlendirilmiştir. MKV modelinin, MK modeline kıyasla sismik darbeyi simüle etmek için daha rasyonel olduğu bulunmuştur. Çarpma etkisinin, binalar arasındaki boşluktan çok deprem özelliklerine bağlı olduğu bulunmuştur.

NASERKHAKİ vd. (2012) çalışmasında, deprem sırasında farklı kütlelere sahip bitişik binalar arasındaki çarpma üzerine sayısal çalışma yapmışlardır. Toplu kütle yöntemi ile modellenen binalar, vurma sırasında doğrusal viskoelastik temas kuvveti modeli ile bağlanmıştır. El-Centro deprem ivmesine maruz kalan bitişik binaların tepkileri elde edilmiştir. Sonuçlar tartışılmış ve karşılaştırılmıştır.

JAMEEL (2013) çalışmasında, farklı yükseklikteki bitişik binaların deprem sonucunda oluşan çekiçleme davranışlarının anlaşılmasını hedeflemiştir. Bu nedenle, binalar arasındaki boşluk mesafesinin etkisini incelemek için doğrusal olmayan dinamik analiz yapılmıştır. 4 ve 7 katlı modeller, enerji kaybını dikkate alan sönümlenme bağlantı elemanları ile birbirine bağlanarak çarpışmalı ve çarpışmasız şekilde modeller oluşturulmuştur. Geleneksel kolon-kiriş çubuk elemanlarla yapılan

model ile kolon-kiriş ve döşemenin olduğu modeller arasında deplasman taleplerinin değişim gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca çarpışma katının üzerindeki kat ötelenmelerinin arttığı, altındaki katlarda ise ötelenmenin sınırlandırıldığı vurgulanmıştır.

EHAB vd. (2014) çalışmasında, darbeden kaynaklanan ilave kuvvet dikkate alınmadan, bitişik yapıların yanal deprem yüklerine dayanacak şekilde tasarladıktan sonra çarpma etkisini sayısal olarak araştırmışlardır. Doğrusal olmayan dinamik analiz, Applied Element Method (AEM) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Farklı yapı sistemlerine, farklı ağırlık yüklerine ve farklı kat yüksekliğine sahip binaların çarpması incelenmiştir. Taban kesme kuvvetleri, taban eğilme momentleri ve vurma kuvvetleri açısından dinamik davranış, Mısır Uygulama Kuralları (ECP) tarafından belirlenen güvenli boşluk mesafesinden daha az olan farklı boşluk mesafeleri için incelenmiştir. Boşluk mesafesinin, binanın dinamik özelliklerinin, binanın yüksekliğinin ve yerçekimi yüklerinin darbeye bağlı oluşturduğu gerilme kuvvetleri üzerindeki etkisi tartışılmıştır.

SOLTYSİK ve JANKOWSKI (2015) çalışmasında, doğrusal olmayan sayısal verilerin sonuçlarını göstermeyi amaçlamışlardır. Deprem altındaki iki çelik bina arasındaki çarpmadan kaynaklanan hasar gözlemlenmiştir. Sayısal analiz, farklı kat sayısına sahip yapılar arasından çelik asimetrik modeller kullanılarak yapılmıştır. Vurma binalar arasındaki üç boyutlu boşluk-sürtünme elemanları kullanılarak kontrol edilmiştir. Dinamik özelliklerini belirlemek için yapıları incelendiğinde ilk olarak modal analiz yapılmıştır. Ardından, ayrıntılı doğrusal olmayan çarpışan yapıların dinamik analizi yapılmıştır. El-Centro depremi ivme kaydı sayısal analizde kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda çarpmanın çelik binaların tepkisini önemli ölçüde etkileyebileceği belirtilmiştir.

CHENNA ve RAMANCHARLA (2018) çalışmasında, yer hareketlerine maruz kalan yapılar üzerindeki tepki ve etkileri gözlemlemeyi amaçlamışlardır. Çalışma bitişik bina arasında eşit ve eşit olmayan yükseklikler olduğunda oluşacak hasarın anlaşılması için yapılmıştır. Doğrusal olmayan zaman tanım alanı analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılar bir yer hareketi döneminde titreşirse, esnek yapının tepkisi sert yapıdan daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.

KAMAL vd. (2018) çalışmasında, zaman tanım alanında dinamik analizler ile çekişlemenin düşük ve orta katlı mevcut yapıların sismik performansı üzerindeki etkilerinin incelenmesini amaçlamışlardır. Çalışmada bina modeli oluşturulurken 1975 ve 1998 deprem yönetmeliği olmak üzere iki farklı yönetmelik kullanılmıştır. Üç boyutlu (3-B) olarak modellenen 4 ve 7 katlı bina modelleri kat seviyelerinden doğrusal link (gap) elemanlarıyla birleştirilerek ikili yapı modeli elde edilmiştir. Çarpışmanın görülmediği referans ikili modeller arasında 400 mm boşluk mesafesi bırakılırken, yetersiz boşluk oranının temsil edildiği ikili modellerde ise 0 ve 20 mm mesafe bırakılmıştır. Çalışma sonucunda, çekişlemeden dolayı bina modellerinin sismik performansları ciddi oranda etkilendiği gözlemlenmiştir. Birçok ivme kaydı için modellerin yer değiştirme talebinin yönetmelik sınırlarını aştığı ve çarpışmanın etkisi ile ani talep değişimlerinin görece kat ötelenme oranlarında ciddi değişimlere neden olduğu gözlemlenmiştir. Son olarak çekişleme etkisi dikkate alınmazsa, mevcut yapıların sismik performansını doğru bir şekilde değerlendirmenin imkânsız olduğu ortaya konulmuştur.

ÇAYCI ve AKPINAR (2021) çalışmasında, toprak-yapı etkileşimini dikkate alarak tipik betonarme bina yapıları üzerinde deprem etkilerini incelemeyi amaçlamışlardır. 2018'de yayınlanan Türkiye'deki güncel deprem yönetmeliği bina performansını detaylı bir şekilde değerlendirmekte ancak çarpışma etkilerini göz ardı ettiği görülmüştür. Analizler, binaların yan yana konumlandırılmasıyla oluşan çarpışma etkilerinin, bina davranışındaki değişiklikleri göstermektedir. Yapısal elemanlardaki plastik deformasyon taleplerindeki değişiklikler, çarpışma etkilerinin yapısal hasar mekanizmasını etkilediğini göstermektedir. Çalışma, toprak-yapı etkileşimini doğrudan ele alan bir yöntemi kullanmaktadır.

Çalışma, çarpışma etkilerini önlemek için gerekli minimum mesafenin, bina yüksekliğinden çok etkilenmediğini göstermektedir. Ancak, genel değerlendirmelerin tek veya birkaç deprem kaydına dayanarak yapılmaması gerektiği vurgulanmaktadır.

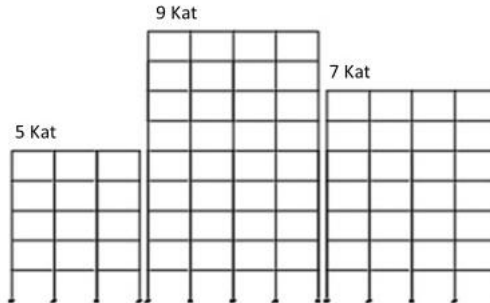
## 2. MODEL BİLGİLERİ

### 2.1 Kullanılan Yapı Modelleri

Tez çalışması kapsamında doğrusal elastik olmayan davranış özellikleri dikkate alınarak 5, 7 ve 9 katlı binalar modellenmiştir. Tasarlanan çerçeve yapılar farklı kombinasyonlar türetilerek ikili ve dördümlü modeller olarak tasarlanmıştır. Bu modeller doğrusal elastik olmayan özelliğe sahip olacak çerçeve modelleri iki boyutlu olarak SAP2000 programı kullanılarak modellenmiştir. Referans modellerin tipik görüntüsü Şekil 2.1’de verilmiştir. Yapılan analizlerde ikili bina modellerinin soluna iki yeni bina daha eklenerek 4’lü kombinasyonlar oluşturulmuştur. Böylece eklenen iki yeni bina ile türetilen dördümlü kombinasyonun sonuçları ne düzeyde etkilediği araştırılmıştır. 5, 7 ve 9 katlı binalara ait kolon ve kiriş elemanlarının bilgileri, binaların yükseklikleri Tablo 2.1’de yer almaktadır. Modellerin mevcut yapı stokunun karakteristik özelliklerini yansıtması planlanmaktadır.

**Tablo 2.1:** 5-7-9 Katlı Modelin Taşıyıcı Elemanlarının Özellikleri ve Bina Yükseklikleri

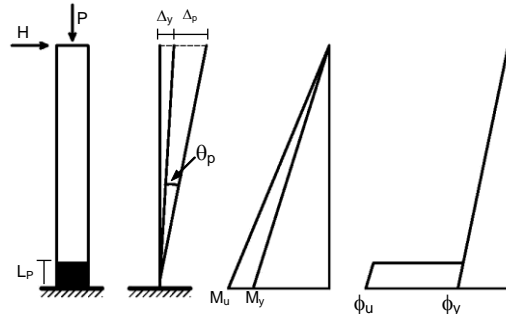
Bina Modeli	Kolon		Kiriş		Bina Yüksekliği (cm)
	b (cm)	h (cm)	b (cm)	h (cm)	
5 Kat	60	30	30	60	1550
7 Kat	70	30	30	60	2150
9 Kat	70	30	30	60	2750



**Şekil 2.1:** 5-7-9 Katlı Referans Model

## 2.2 Doğrusal Olmayan Modelleme

Analizler sırasında, bitişik nizamlı yapıların deplasman talepleri, görelî kat ötelenmeleri, kat kesme kuvvetleri elde edilmiştir. Analizler sismik davranışı daha gerçekçi yansıttığı için doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Doğrusal olmayan davranış özellikleri kolon ve kiriş eleman uçlarına tanımlanan plastik mafsallar kullanılarak modele yansıtılmıştır. Plastik mafsallar hesaplanırken SEMAp (Özmen vd. 2007; TÜBİTAK105M024) yazılımından yararlanılarak elde edilen kesit eğrilikleri kullanılarak moment-alan teoremi ile plastik dönmeler hesaplanmıştır. (Şekil 2.2). Analizlerde mevcut hasar düzeyleri ile ilgili herhangi bir değerlendirme yapılmadığı için kesit hasar sınırları tanımlanmamıştır.



Şekil 2.2: Moment-Alan Teoremi

## 2.3 Çekiçleme Etkilerinin Modellenmesi

Yapılan tez çalışmasında bina modellerinin çarpışmasız ve çarpışmalı durumlar için sismik etkiler altındaki davranışları incelemek için bina model kombinasyonları oluşturulmuştur.

Çarpışmalı durumda model kombinasyonlar oluşturulurken boşluk mesafesi 5 cm olarak kabul edilmiştir. Referans, 2'li ve 4'lü modeller arası etkileşimin gözlemlenebilmesi için SAP2000 programında Link (gap) elemanlar kullanılarak analiz modellerine tanımlanması yapılmıştır. Bu link elemanları sayesinde binalar arasında kalan boşluk miktarı tanımlanmıştır. Link elemanların tanımlanması sırasında

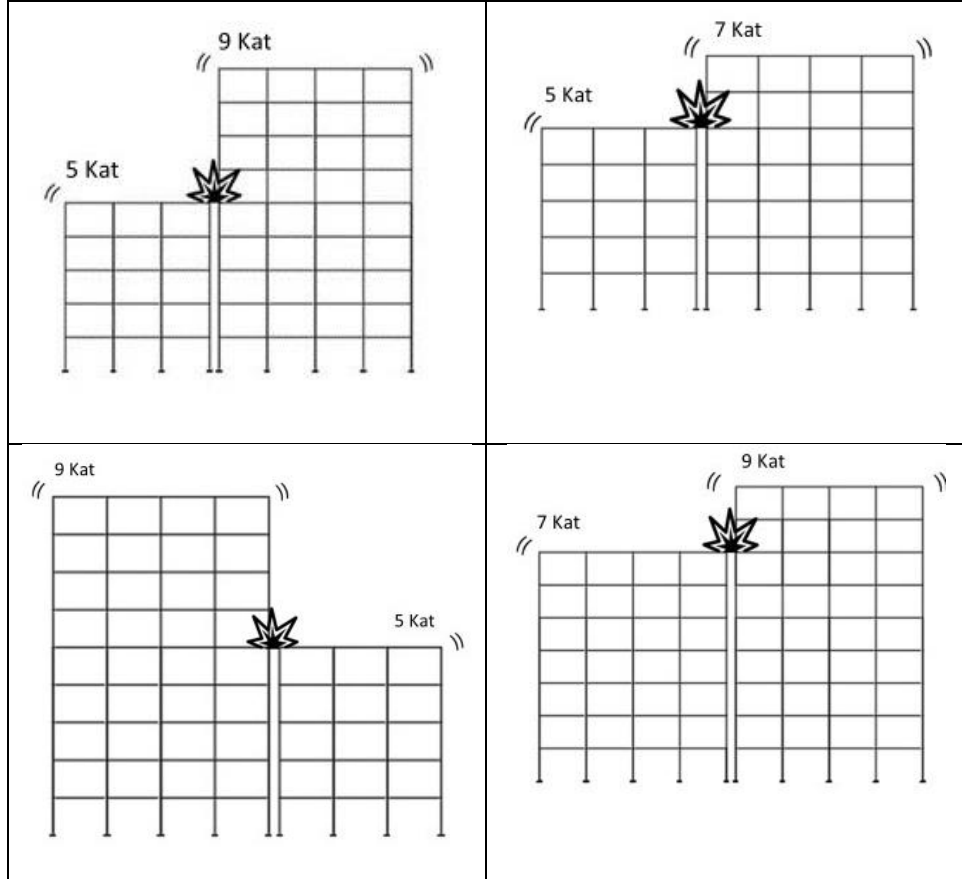
doğrusal (lineer) yay modellemesinden yararlanılmıştır. Yay rijitliği bağlı olan link elemanlarının aksenal rijitliklerinin toplamına karşılık gelmektedir. Modellemeler sonucunda boşluk oranı aşıldığı anda aşım miktarına göre kuvvetleri binaya iletir. Tanımlanan boşluk oranına bağlı olarak binalar arasındaki boşluk miktarı sıfırdan küçük olduğunda link elemanlarında kuvvet oluşur. Çarpışma gerçekleştiği sırada oluşan kuvvetler binalar arasında aktarılır. Bu prensiple çarpışmanın olduğu zaman ve bu çarpışma dolayısıyla oluşan kuvvet elde edilebilmektedir. (Akpınar, 2019). Tez çalışmasında link elemanlarının boşluk oranları mevcut derz mesafesi özellikleri dikkate alınarak 5 cm kabul edilmiştir. 5, 7 ve 9 katlı binalar kat seviyesinde birbirine bağlanmıştır. Modellerin analizleri sonucunda çarpışmasız ve çarpışmalı durumlar arasındaki davranış değişiklikleri incelenmiştir. Kullanılan link elemanlarında oluşan basınç kuvvetleri incelenmiştir.

## 2.4 Model Kombinasyonlarının Oluşturulması

Her bir ivme kaydı altında binaların birbirlerine göre yerleşimi dinamik yüklemenin karakteristik özelliklerine göre sonuçları önemli ölçüde değiştirebilmektedir. Bu nedenle analizler ivme kaydının eksi ile çarpılmış haliyle yenilenerek çarpışma etkilerinin daha şiddetli olduğu kritik deprem yüklemesi durumu dikkate alınmıştır. Kritik deprem yönüne göre tekli, 2'li ve 4'lü bina model kombinasyonları oluşturularak analizler yapılmıştır. Çarpışma olmayan referans model Şekil 2.1'de gösterilmiştir. 2'li model kombinasyonları Şekil 2.3'te gösterilmiştir. 4'lü model kombinasyonları Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Referans modelde kritik deprem yönüne göre 5-7 ve 9 katlı durumlarda tek tek analiz yapılmıştır. 2'li model kombinasyonları (5-7), (5-9), (7-9) ve (9-5) şeklinde oluşturulmuştur. Kritik deprem yönünde analizler yapılmıştır. Katlara göre analiz sonuçları karşılaştırılmıştır. 4'lü model kombinasyonları (5-9-7-9), (7-9-9-5), (9-7-5-7) ve (9-7-5-9) şeklinde oluşturulmuştur. Kritik deprem yönünde analizler yapılmıştır. Tablo 2.2'de oluşturulan kombinasyonlar gösterilmiştir. Şekil 2.3 ve 2.4'te ise hazırlanan bina kombinasyonlarının yerleşimleri yer almaktadır. Dörtlü modellerde daire içerisinde yer alan ikili model sonuçları araştırılmıştır. Tez kapsamında tüm kombinasyonlar için toplam 264 farklı zaman tanım alanında analiz gerçekleştirilmiştir.

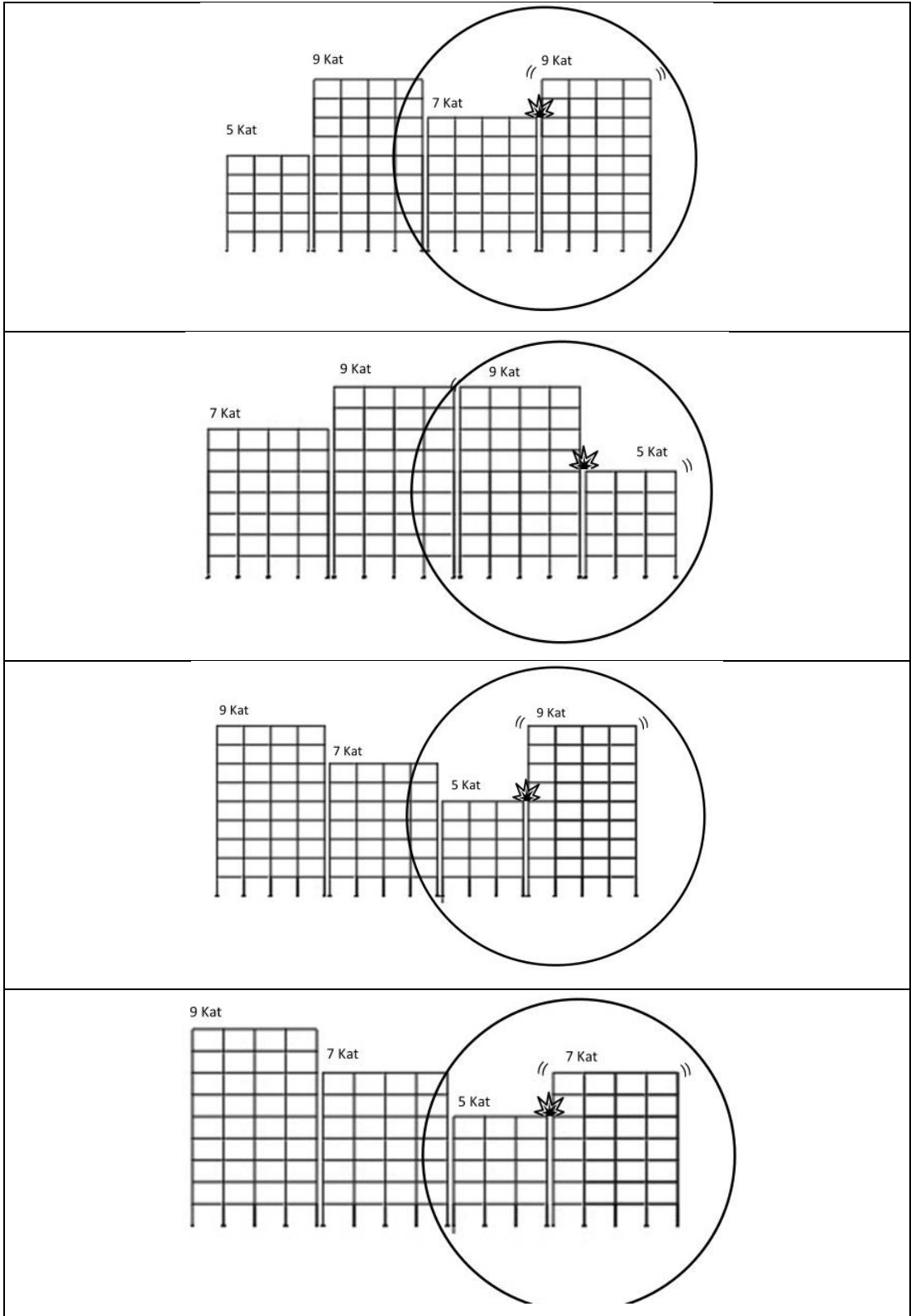
**Tablo 2.2:** Model Kombinasyonları

Model Kombinasyonları	Referans Model	2'li Model	4'lü Model
	5-7-9	(5-7)	(9-7-5-7)
	(5-9)	(9-7-5-9)	
	(7-9)	(5-9-7-9)	
	(9-5)	(7-9-9-5)	



**Şekil 2.3:** İkili Model Kombinasyonları





Şekil 2.4: Dörtlü Model Kombinasyonları

### 3. İVME KAYITLARI

Çalışmada kullanılan bina modelleri kat seviyesinde birbirine bağlanmıştır. 4'ten fazla sayıda bitişik nizamlı yapı modelleri 12 ivme kaydı kullanılarak zaman-tanım alanında dinamik analizleri SAP2000 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Kullanılan 12 adet ivme kaydı PEER yer hareketi arşivinden elde edilmiştir (PEER, 2021). Kullanılan ivme kayıtlarına ait bilgiler Tablo 3.1'de özetlenmiştir.

**Tablo 3.1:** İvme Kayıtları

Deprem Kodu	Deprem Adı	Tarih	İstasyon Adı	Bileşen	PGA (g)	PGV (m/s)	Vs30 (m/sn)
1	Capemend-Pet090	25.04.1992	Petrolia	090	0.662	0.224	712.8
2	Dzc-Bol090	12.11.1999	Bolu	090	0.474	0.374	326
3	Erz-Ew	13.03.1992	Erzincan	EW	0.822	0.620	274.5
4	Impvall-Bra315	15.10.1979	Brawley Air	315	0.608	0.654	208.7
5	Kobe-Tak090	16.01.1995	Takatori	090	0.509	0.372	256
6	Koc-Dzc270	17.08.1999	Düzce	270	0.358	0.473	276
7	Koc-Gbz000	17.08.1999	Gebze	000	0.244	0.531	792
8	Landers-Lcn275	28.06.1992	Luceme	275	0.721	0.977	684.9
9	Lomap-Lex090	18.10.1989	Los Gatos Lex	090	0.433	0.863	1070.3
10	Morgan-Cyc285	24.04.1984	C. Lake Dam	285	1.298	0.808	597.1
11	Northr-Nwh360	17.01.1994	Newhall F.	360	0.590	0.969	269.1
12	Northr-Syl090	17.01.1994	Sylmar Ol	090	0.604	0.781	440.5

## 4. ANALİZ SONUÇLARI

Gerçekleştirilen analizler sonucunda, çarpışmalı durum (5 cm derz) ve çarpışmasız durum (50 cm derz) için 12 gerçek ivme kaydı için zaman tanım alanında doğrusal olmayan dinamik analizler gerçekleştirilmiştir. Analizler sonucunda, çarpışmalı ve çarpışmasız durum için çatı deplasman talepleri, deplasman profilleri, görelî kat ötelenme oranları gibi birçok parametre karşılaştırılmıştır.

Her bir bina için tekli durum, ikili çekişleme kombinasyonu ve dörtlü çekişleme kombinasyonu bulunmaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçların daha iyi değerlendirilebilmesi amacıyla 5, 7 ve 9 katlı binaların tekli, ikili ve dörtlü durum davranış özellikleri aynı başlık altında karşılaştırılmıştır.

### 4.1 Yer Değiştirme Taleplerinin Elde Edilmesi

Her bir ivme kaydı altında hesaplanan maksimum çatı yer değiştirme talepleri bu bölümde tüm model kombinasyonları için mm cinsinden verilmektedir. Ayrıca yer değiştirme profilleri elde edilerek grafik olarak sunulmuştur. Yer değiştirme profilleri maksimum yer değiştirme meydana geldiği anda diğer katlarda hesaplanan yer değiştirme değerlerinin yapı yüksekliği boyunca değişimini göstermektedir. Analiz modellerinde ivme kayıtları +X ve -X doğrultuları için etkililmiş en kritik sonucu veren durum dikkate alınmıştır. Hesaplanan yer değiştirme değerleri her bir doğrultu için hesaplanan en büyük değeri temsil etmektedir.

Analiz sonuçlarında tanımlanan 9-5 katlı model kombinasyonunda ilk belirtilen bina solda ikinci belirtilen model sağda yer almaktadır. Sonuçlar verilirken ikili model olarak adlandırılmıştır. 4'lü model tanımı hazırlanan ikili modelin soluna iki farklı binanın eklenmesi durumuna karşılık gelmektedir. Referans bina tanımı çarpışmasız durumdan elde edilen sonuçları tarif etmektedir. Elde edilen sonuçlar incelenirken dikkate alınan her bir binada ikili ve dörtlü modelle oluşturulan durumlardaki elde edilen sismik taleplerin referans modele göre ne ölçüde değiştiği araştırılmıştır.

#### 4.1.1 5-7 Katlı Model

##### 4.1.1.1 5 Katlı Bina

İkili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.1-4.3'te yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.1'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.1:** İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

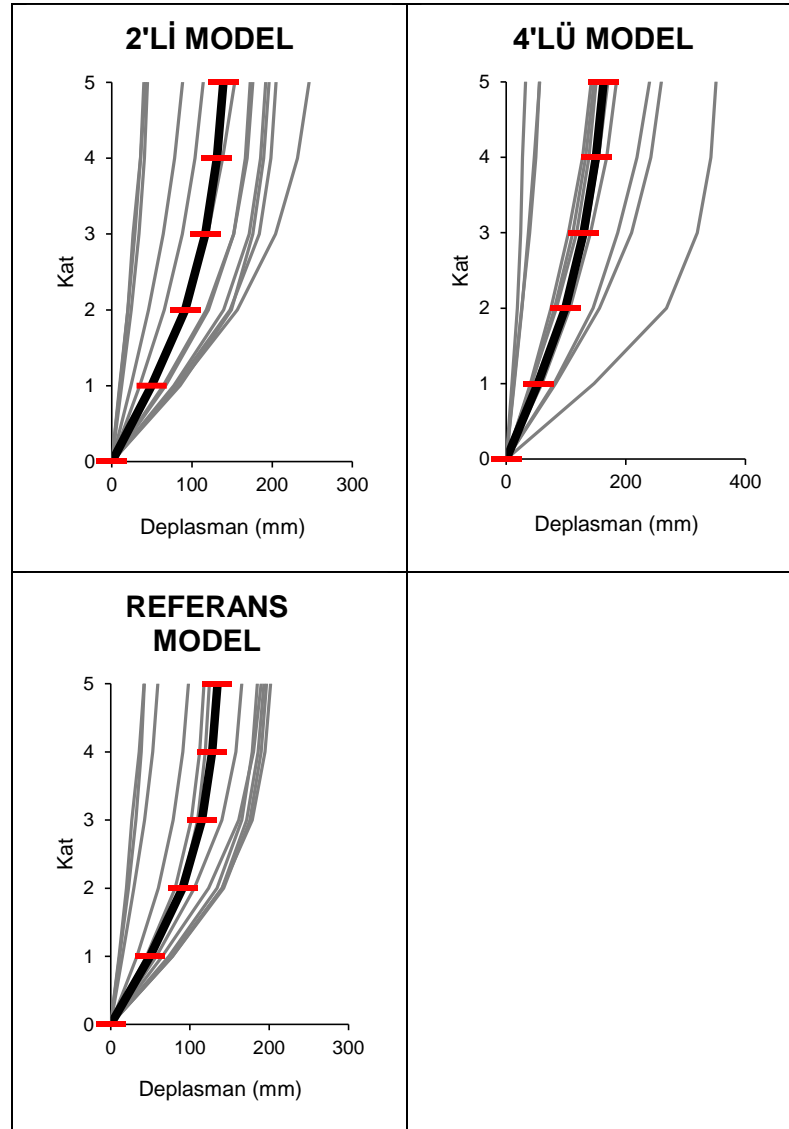
Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	42.22	35.96	26.58	19.90	10.51
2	172.65	166.56	151.86	120.53	67.07
3	153.31	138.25	119.53	89.54	47.06
4	44.60	40.74	33.93	24.21	12.24
5	196.02	189.35	175.85	149.14	85.18
6	113.94	103.61	88.01	65.35	34.80
7	40.03	35.70	28.78	20.00	9.78
8	88.26	78.23	64.02	45.83	23.77
9	246.17	231.59	204.09	156.68	82.34
10	175.91	168.80	152.18	118.02	64.22
11	191.80	185.62	171.44	139.57	77.27
12	204.78	198.54	183.92	147.51	79.67

**Tablo 4.2:** Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	32,25	27,17	24,19	18,61	9,50
2	184,29	167,74	140,85	106,74	59,73
3	150,29	138,48	117,53	83,86	41,66
4	55,86	46,74	36,86	26,33	13,33
5	350,85	342,03	319,25	267,78	146,83
6	147,02	132,79	111,28	80,99	42,62
7	55,67	49,35	39,00	26,06	12,65
8	142,36	127,41	104,17	74,74	40,51
9	259,22	241,72	209,65	155,85	82,48
10	170,20	154,04	129,52	96,63	51,70
11	239,45	218,66	186,30	145,18	79,91
12	165,02	153,88	133,39	100,75	55,00

**Tablo 4.3:** Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değişimleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	42,22	35,96	26,58	19,90	10,51
2	184,92	178,75	165,39	134,13	73,41
3	117,91	112,30	101,49	81,44	45,14
4	59,55	53,19	42,71	29,34	14,68
5	189,91	180,27	161,69	123,38	64,96
6	97,96	90,87	78,77	60,03	33,08
7	42,41	38,59	31,92	22,57	11,32
8	124,45	119,41	109,62	90,13	51,86
9	193,38	186,01	171,43	140,64	77,82
10	165,48	158,13	140,16	105,60	57,44
11	201,83	194,61	178,45	140,67	76,07
12	196,55	189,96	175,60	142,44	77,95



**Şekil 4.1:** Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değişirme Profilleri

#### 4.1.1.2 7 Katlı Bina

İkili, dörütlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değıştirme değeri Tablo 4.4-4.6'da yer almaktadır. Maksimum çatı yer değıştirme anı için hesaplanan yer değıştirme profilleri ise Şekil 4.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.4:** İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değıştirmeleri (mm)

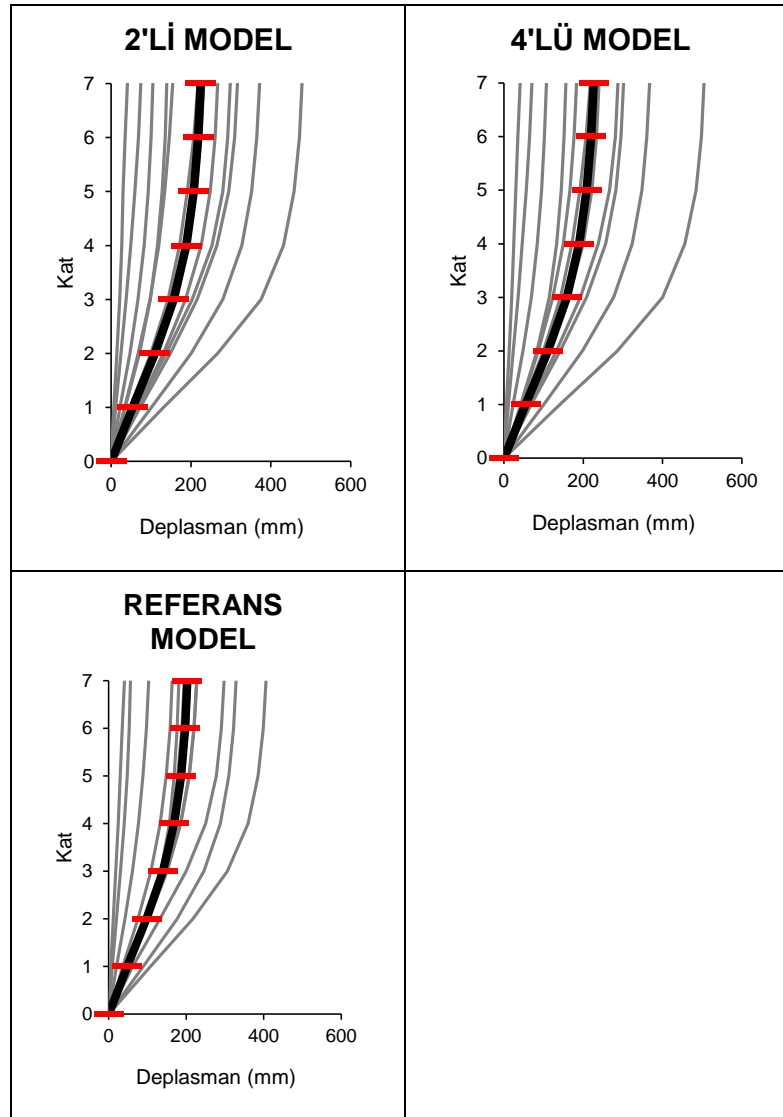
Deprem Kodu	7	6	5	4	3	2	1
1	41,06	35,10	29,92	26,42	21,56	14,68	6,79
2	316,07	309,07	294,25	264,58	215,29	148,29	72,15
3	231,76	224,72	212,21	190,38	155,09	106,58	51,13
4	104,83	100,24	93,20	82,61	67,48	47,09	22,32
5	477,81	471,25	458,23	431,55	375,60	266,93	130,97
6	153,98	146,02	134,18	119,20	97,67	67,51	33,60
7	74,43	68,33	59,66	49,44	37,71	24,64	11,18
8	139,60	135,40	127,94	116,22	98,25	70,86	35,00
9	371,45	364,58	351,94	327,41	279,61	200,43	100,83
10	217,99	206,92	190,77	171,58	142,55	99,41	47,72
11	298,40	292,21	279,54	252,31	203,25	137,78	66,63
12	266,57	260,16	248,12	225,43	186,12	130,96	65,10

**Tablo 4.5:** Dörütlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değıştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	7	6	5	4	3	2	1
1	41,05	35,11	29,91	24,45	19,42	13,14	6,06
2	287,54	280,75	266,24	238,06	192,79	132,27	64,18
3	236,90	229,22	215,74	192,92	156,79	107,70	51,80
4	106,81	102,13	94,95	84,19	68,81	48,02	22,79
5	504,10	497,70	484,10	456,16	399,99	285,81	140,65
6	182,93	176,80	166,17	149,29	122,94	86,77	43,21
7	70,31	64,55	56,11	46,15	35,59	23,56	10,93
8	155,98	151,79	144,45	132,85	114,04	83,53	42,07
9	366,93	360,18	347,77	323,70	276,59	198,03	99,72
10	217,92	207,07	191,14	171,71	142,51	99,41	47,78
11	301,65	295,00	282,24	256,24	208,34	141,61	68,41
12	239,54	233,31	221,60	199,95	163,81	113,72	55,58

**Tablo 4.6:** Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	7	6	5	4	3	2	1
1	41,06	35,10	29,92	24,45	18,20	11,98	5,58
2	209,01	203,44	191,55	168,78	137,13	97,29	47,70
3	227,16	219,79	207,04	185,38	150,76	103,41	49,49
4	103,41	97,19	88,22	76,62	61,52	42,37	20,11
5	405,96	398,66	385,36	359,29	306,10	217,33	107,92
6	194,82	188,78	178,19	160,98	134,64	96,68	48,67
7	56,36	53,12	47,78	40,24	30,78	20,05	9,03
8	181,33	176,86	169,18	156,47	134,55	98,34	49,54
9	328,64	321,96	310,07	288,04	245,83	176,39	89,08
10	227,52	220,51	207,97	185,91	149,32	100,14	46,82
11	297,49	290,86	277,55	249,88	199,54	132,42	61,94
12	163,77	158,32	148,61	133,02	109,23	75,65	36,36



**Şekil 4.2:** Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

## 4.1.2 5-9 Katlı Model

### 4.1.2.1 5 Katlı Bina

İkili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.7-4.9'da yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.7:** İekli Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	42,22	35,96	26,58	19,90	10,51
2	215,29	208,38	192,18	154,13	84,24
3	148,71	135,92	115,82	87,78	46,33
4	44,59	40,74	33,93	24,21	12,24
5	299,08	267,94	227,89	174,97	92,14
6	138,37	127,08	109,00	81,37	42,52
7	40,23	36,40	29,88	20,96	10,43
8	141,45	124,83	100,70	71,28	36,44
9	256,03	231,33	196,30	148,45	77,56
10	212,86	202,09	181,95	144,51	78,38
11	194,23	186,50	170,17	132,99	70,03
12	241,43	223,56	197,05	153,53	82,26

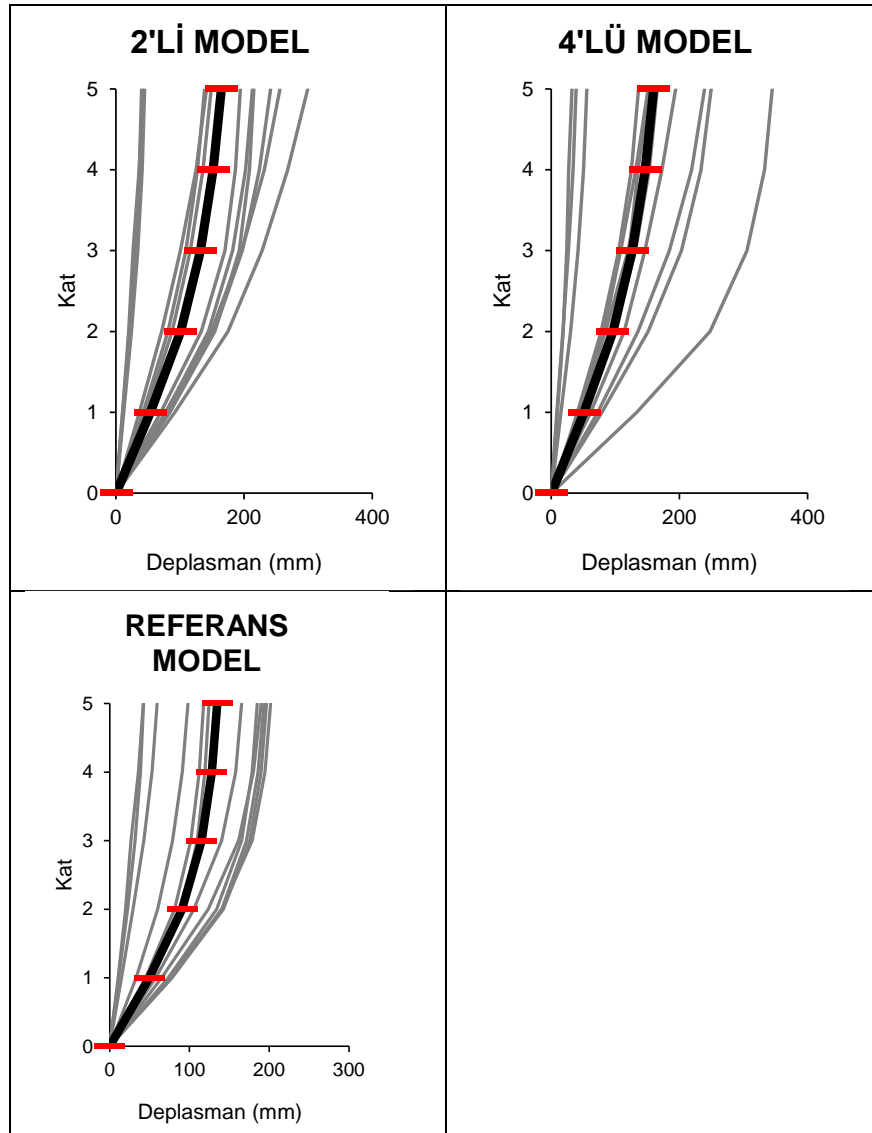
**Tablo 4.8:** Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	32,25	27,17	24,19	18,61	9,50
2	157,69	144,06	119,76	84,80	43,46
3	136,06	124,85	105,13	77,96	41,04
4	55,38	50,37	41,88	29,96	15,32
5	344,90	332,68	305,47	247,87	133,73
6	165,45	152,93	131,28	97,39	50,39
7	38,54	34,00	26,83	18,03	8,72
8	151,26	131,97	108,08	82,21	45,44
9	249,50	233,42	203,20	151,38	79,16
10	152,87	135,15	121,46	96,79	52,06
11	239,12	218,84	184,19	135,48	72,47
12	194,23	172,78	146,03	113,84	61,51



**Tablo 4.9:** Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	42,22	35,96	26,58	19,90	10,51
2	184,92	178,75	165,39	134,13	73,41
3	117,91	112,30	101,49	81,44	45,14
4	59,55	53,19	42,71	29,34	14,68
5	189,91	180,27	161,69	123,38	64,96
6	97,96	90,87	78,77	60,03	33,08
7	42,41	38,59	31,92	22,57	11,32
8	124,45	119,41	109,62	90,13	51,86
9	193,38	186,01	171,43	140,64	77,82
10	165,48	158,13	140,16	105,60	57,44
11	201,83	194,61	178,45	140,67	76,07
12	196,55	189,96	175,60	142,44	77,95



**Şekil 4.3:** Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

#### 4.1.2.2 9 Katlı Bina

İkili, dörütlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değıştirme değeri Tablo 4.10-4.12’de yer almaktadır. Maksimum çatı yer değıştirme anı için hesaplanan yer değıştirme profilleri ise Şekil 4.4’te gösterilmiştir.

**Tablo 4.10:** İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değıştirmeleri (mm)

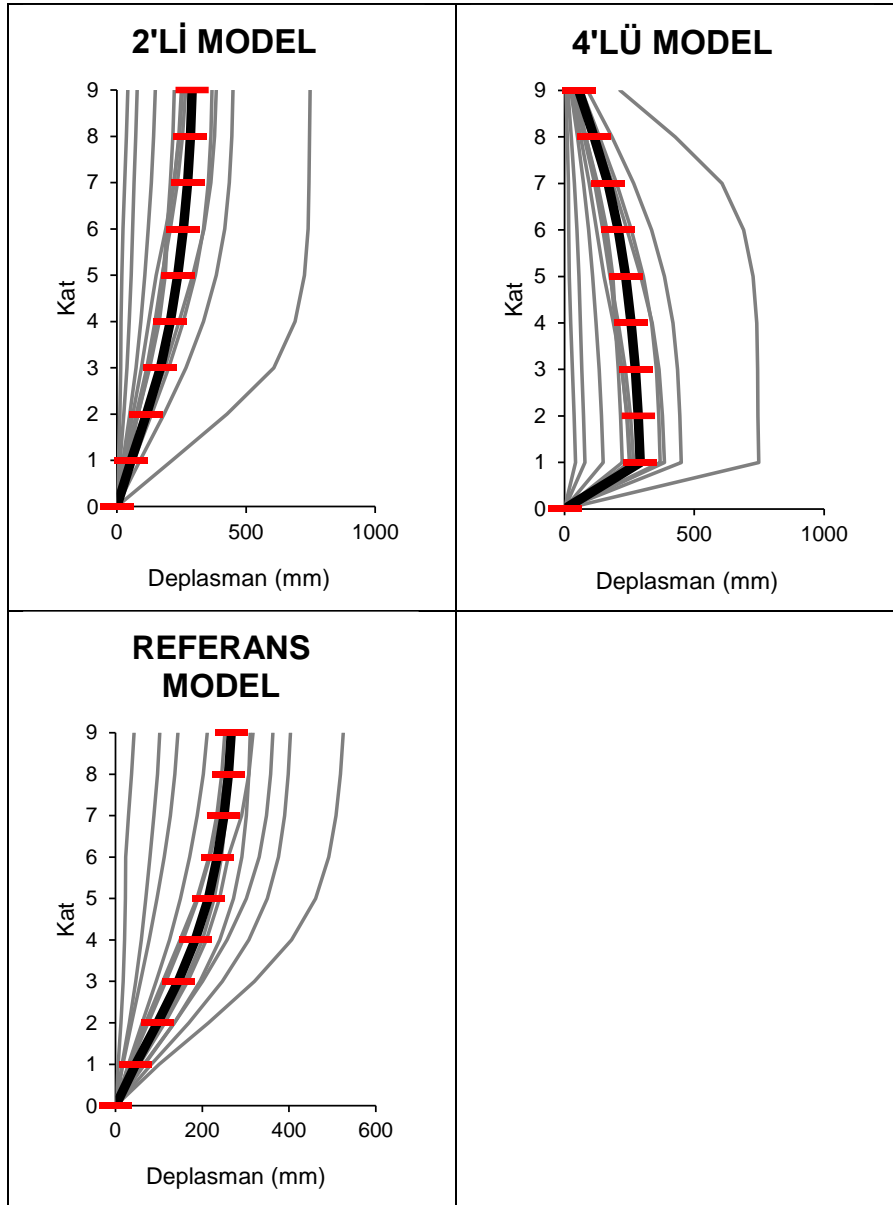
Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,59	36,72	29,92	23,65	18,69	16,25	14,67	11,07	5,57
2	222,45	216,38	207,15	194,73	178,63	156,27	123,87	82,25	41,37
3	254,00	241,71	221,08	188,96	152,29	123,28	94,91	61,85	27,31
4	148,86	142,69	133,24	121,06	107,96	92,58	73,66	50,25	23,48
5	748,06	745,56	743,68	740,35	725,89	690,42	607,20	426,74	213,43
6	250,12	239,99	221,01	197,44	186,62	163,65	127,26	81,98	36,74
7	78,35	73,35	66,63	60,92	55,28	48,11	38,62	26,60	12,64
8	280,88	277,57	271,64	260,51	240,78	209,97	167,59	114,80	55,85
9	449,78	444,79	435,56	417,46	385,00	335,06	266,97	182,75	89,05
10	266,08	254,35	234,85	206,74	175,18	147,93	115,84	75,12	34,18
11	385,07	377,66	363,66	337,86	293,64	241,02	185,51	122,19	56,51
12	368,28	363,36	353,71	335,27	303,57	257,55	200,18	134,92	65,55

**Tablo 4.11:** Dörütlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değıştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	5,57	11,07	14,67	16,25	18,69	23,65	29,92	36,72	42,59
2	41,37	82,25	123,87	156,27	178,63	194,73	207,15	216,38	222,45
3	27,31	61,85	94,91	123,28	152,29	188,96	221,08	241,71	254,00
4	23,48	50,25	73,66	92,58	107,96	121,06	133,24	142,69	148,86
5	213,43	426,74	607,20	690,42	725,89	740,35	743,68	745,56	748,06
6	36,74	81,98	127,26	163,65	186,62	197,44	221,01	239,99	250,12
7	12,64	26,60	38,62	48,11	55,28	60,92	66,63	73,35	78,35
8	55,85	114,80	167,59	209,97	240,78	260,51	271,64	277,57	280,88
9	89,05	182,75	266,97	335,06	385,00	417,46	435,56	444,79	449,78
10	34,18	75,12	115,84	147,93	175,18	206,74	234,85	254,35	266,08
11	56,51	122,19	185,51	241,02	293,64	337,86	363,66	377,66	385,07
12	65,55	134,92	200,18	257,55	303,57	335,27	353,71	363,36	368,28

**Tablo 4.12:** Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,59	36,72	29,92	23,65	22,56	21,21	17,83	12,42	5,81
2	211,76	202,36	188,42	170,78	149,68	124,33	93,68	61,73	29,95
3	252,19	244,90	233,31	215,27	187,57	148,99	108,88	69,07	30,77
4	143,95	137,03	126,44	112,37	95,72	77,29	57,50	37,07	17,36
5	525,15	518,75	508,27	491,38	461,27	406,13	320,61	213,92	101,00
6	310,97	307,53	301,71	291,22	272,02	240,59	195,05	135,80	67,58
7	102,29	96,76	88,74	79,36	69,85	59,34	46,74	31,71	14,90
8	263,88	260,51	254,61	244,50	227,56	200,29	160,85	110,47	53,86
9	403,10	398,27	390,13	375,81	349,89	307,38	246,01	168,69	82,66
10	265,10	254,56	239,04	218,03	190,26	155,77	116,42	74,83	34,19
11	317,07	307,69	290,91	259,84	239,70	209,45	166,72	113,56	54,78
12	362,58	357,50	348,21	331,08	301,35	256,92	200,41	135,42	65,55



**Şekil 4.4:** Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

### 4.1.3 7-9 Katlı Model

#### 4.1.3.1 7 Katlı Bina

İkili, dördlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.13-4.15'te yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.13:** İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

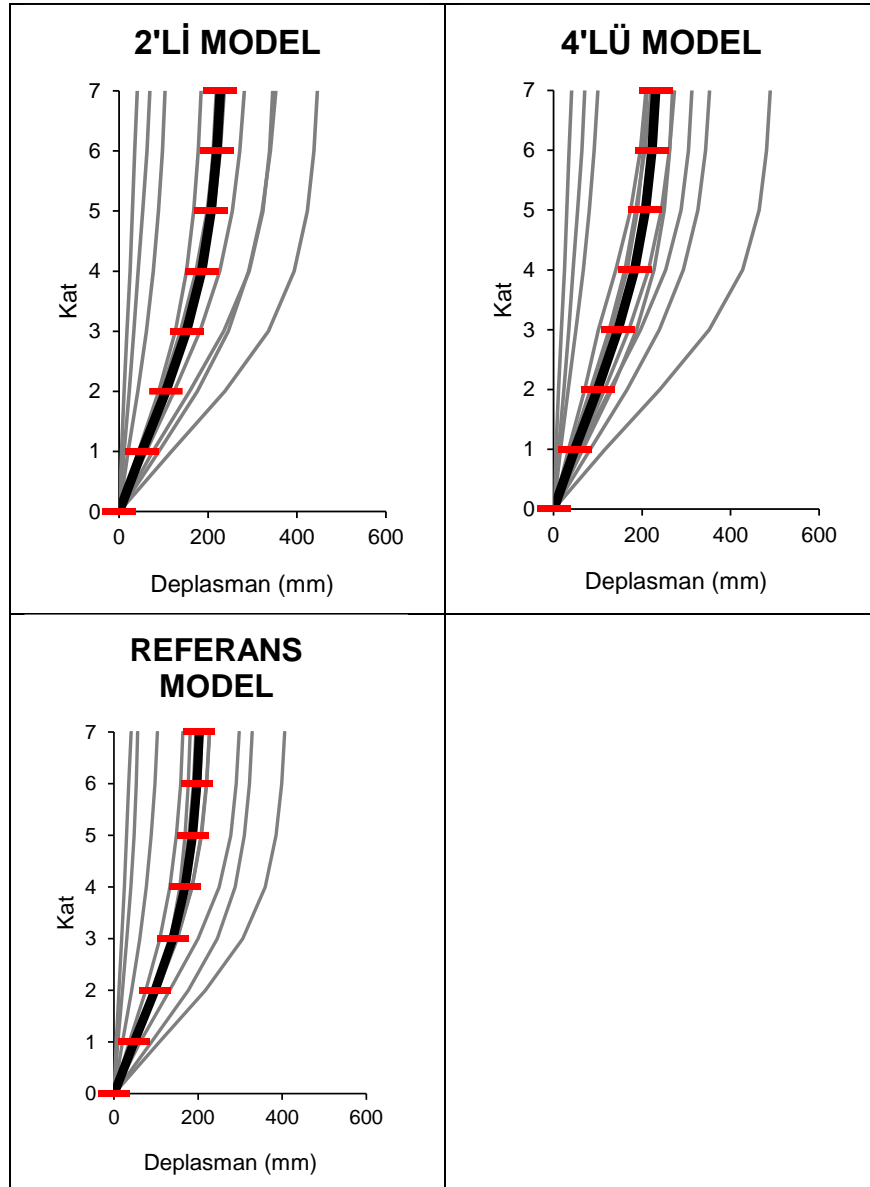
Deprem Kodu	7	6	5	4	3	2	1
1	41,06	35,10	29,92	24,45	17,82	11,39	5,58
2	184,11	177,92	167,43	151,29	126,45	89,33	43,49
3	218,40	211,51	200,33	180,78	147,74	101,68	48,88
4	103,41	97,19	88,22	76,62	61,52	42,37	20,11
5	445,95	438,27	423,27	393,80	335,76	237,53	117,24
6	236,65	227,81	213,01	187,66	149,37	101,86	49,30
7	69,11	62,68	53,19	42,90	33,34	23,04	11,21
8	222,45	213,33	198,09	172,88	138,28	95,75	47,50
9	352,27	340,47	321,64	291,43	245,38	176,08	89,08
10	227,52	220,51	207,97	185,91	149,32	100,14	46,82
11	345,45	338,45	323,69	292,32	235,38	158,58	75,81
12	281,34	271,18	254,62	226,01	181,80	124,16	60,54

**Tablo 4.14:** Dördlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	7	6	5	4	3	2	1
1	41,06	35,10	29,92	24,45	17,82	11,39	5,58
2	209,09	196,03	174,24	140,35	101,47	70,61	33,83
3	220,55	206,34	185,68	160,89	126,06	83,46	38,75
4	99,80	91,89	80,90	66,88	50,17	33,15	15,53
5	489,30	481,50	464,58	426,89	351,67	240,52	116,25
6	268,51	261,97	250,00	226,82	187,76	132,24	65,73
7	70,15	63,78	54,34	43,95	34,08	23,44	11,34
8	224,14	216,38	203,03	179,63	143,66	98,69	47,72
9	352,63	343,45	326,12	293,24	239,26	166,51	82,65
10	211,45	203,02	189,43	166,66	131,05	85,81	39,08
11	312,69	304,94	287,84	252,96	196,66	127,76	59,18
12	273,03	261,61	243,55	214,40	170,52	115,49	56,04

**Tablo 4.15:** Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	7	6	5	4	3	2	1
1	41,06	35,10	29,92	24,45	18,20	11,98	5,58
2	209,01	203,44	191,55	168,78	137,13	97,29	47,70
3	227,16	219,79	207,04	185,38	150,76	103,41	49,49
4	103,41	97,19	88,22	76,62	61,52	42,37	20,11
5	405,96	398,66	385,36	359,29	306,10	217,33	107,92
6	194,82	188,78	178,19	160,98	134,64	96,68	48,67
7	56,36	53,12	47,78	40,24	30,78	20,05	9,03
8	181,33	176,86	169,18	156,47	134,55	98,34	49,54
9	328,64	321,96	310,07	288,04	245,83	176,39	89,08
10	227,52	220,51	207,97	185,91	149,32	100,14	46,82
11	297,49	290,86	277,55	249,88	199,54	132,42	61,94
12	163,77	158,32	148,61	133,02	109,23	75,65	36,36



**Şekil 4.5:** Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

#### 4.1.3.2 9 Katlı Bina

İkili, dörütlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.16-4.18'de yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.6'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.16:** İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

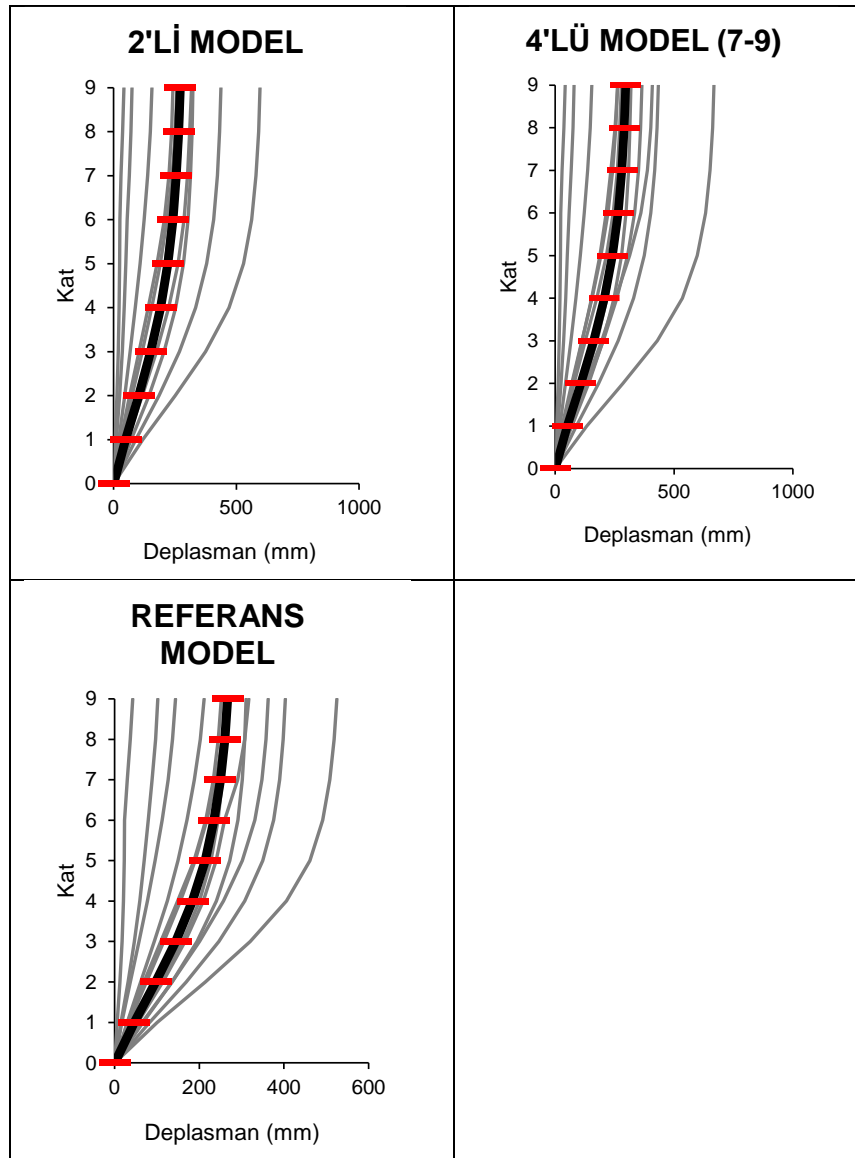
Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,59	36,72	29,92	25,47	24,95	22,99	19,11	13,27	6,22
2	242,35	236,51	225,83	207,28	177,25	140,67	103,33	65,53	28,75
3	280,84	274,55	264,07	247,65	223,17	187,51	142,51	92,42	42,02
4	156,55	149,44	138,74	124,67	107,91	88,77	67,30	45,19	21,22
5	597,03	590,95	580,61	562,68	529,59	470,05	375,01	250,52	118,86
6	323,31	319,67	313,61	303,22	284,48	252,96	206,30	144,50	72,22
7	75,10	70,73	63,89	55,38	49,74	43,41	35,35	24,82	12,00
8	258,64	250,48	242,57	233,40	218,00	193,01	157,39	110,59	55,13
9	437,80	432,42	423,37	407,58	379,71	334,59	268,79	184,89	90,67
10	265,10	254,56	239,04	218,03	190,26	155,77	116,42	74,83	34,19
11	262,50	253,43	241,39	228,31	210,91	184,85	149,34	103,62	51,67
12	317,59	310,41	301,44	286,94	262,68	224,90	174,57	116,70	55,88

**Tablo 4.17:** Dörütlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,22	36,41	29,51	23,69	22,15	20,67	17,36	12,13	5,73
2	262,66	255,27	242,45	221,99	192,59	155,19	112,82	69,44	29,26
3	278,23	272,03	261,71	244,37	215,96	174,59	127,13	79,94	36,61
4	154,27	147,18	136,48	122,48	105,81	86,92	65,86	43,61	20,51
5	668,00	662,01	651,51	632,63	597,95	535,60	430,05	285,31	133,47
6	318,55	314,78	308,52	297,85	278,81	247,31	201,34	140,86	70,34
7	79,94	75,25	68,00	58,66	51,32	44,42	35,86	24,94	12,00
8	287,47	283,32	276,43	265,29	247,22	218,04	175,84	121,64	59,98
9	433,99	428,36	418,91	402,76	374,77	329,84	264,78	182,27	89,70
10	263,31	251,44	233,82	214,62	188,08	153,17	113,76	72,59	32,94
11	408,56	401,83	387,98	360,39	313,00	254,18	195,54	128,19	59,48
12	364,85	359,78	350,77	334,11	304,42	259,53	202,10	136,26	65,98

**Tablo 4.18:** Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,59	36,72	29,92	23,65	22,56	21,21	17,83	12,42	5,81
2	211,76	202,36	188,42	170,78	149,68	124,33	93,68	61,73	29,95
3	252,19	244,90	233,31	215,27	187,57	148,99	108,88	69,07	30,77
4	143,95	137,03	126,44	112,37	95,72	77,29	57,50	37,07	17,36
5	525,15	518,75	508,27	491,38	461,27	406,13	320,61	213,92	101,00
6	310,97	307,53	301,71	291,22	272,02	240,59	195,05	135,80	67,58
7	102,29	96,76	88,74	79,36	69,85	59,34	46,74	31,71	14,90
8	263,88	260,51	254,61	244,50	227,56	200,29	160,85	110,47	53,86
9	403,10	398,27	390,13	375,81	349,89	307,38	246,01	168,69	82,66
10	265,10	254,56	239,04	218,03	190,26	155,77	116,42	74,83	34,19
11	317,07	307,69	290,91	259,84	239,70	209,45	166,72	113,56	54,78
12	362,58	357,50	348,21	331,08	301,35	256,92	200,41	135,42	65,55



**Şekil 4.6:** Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

#### 4.1.4 9-5 Katlı Model

##### 4.1.4.1 9 Katlı Bina

İkili, dördlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.19-4.21’de yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.19:** İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,59	36,72	29,92	23,65	18,69	16,25	14,67	11,07	5,57
2	222,45	216,38	207,15	194,72	178,63	156,27	123,87	82,18	40,92
3	254,00	241,89	221,45	189,50	152,90	123,86	95,31	61,95	27,25
4	148,86	142,69	133,24	121,06	107,96	92,58	73,66	50,25	23,48
5	750,58	748,08	746,19	743,09	728,98	693,72	610,13	428,42	214,13
6	250,12	239,99	221,01	197,44	186,62	163,65	127,26	81,98	36,74
7	78,35	73,35	66,63	60,92	55,28	48,11	38,62	26,60	12,64
8	248,07	237,04	218,88	192,66	163,09	137,76	112,16	78,96	38,64
9	447,60	442,62	433,45	415,54	383,36	333,75	265,96	182,10	88,77
10	266,02	254,48	235,10	207,11	175,62	148,29	115,97	75,07	34,18
11	391,61	383,88	369,08	341,45	294,58	244,20	187,74	123,73	57,36
12	373,84	368,97	359,33	341,12	309,69	263,31	205,12	138,72	67,46

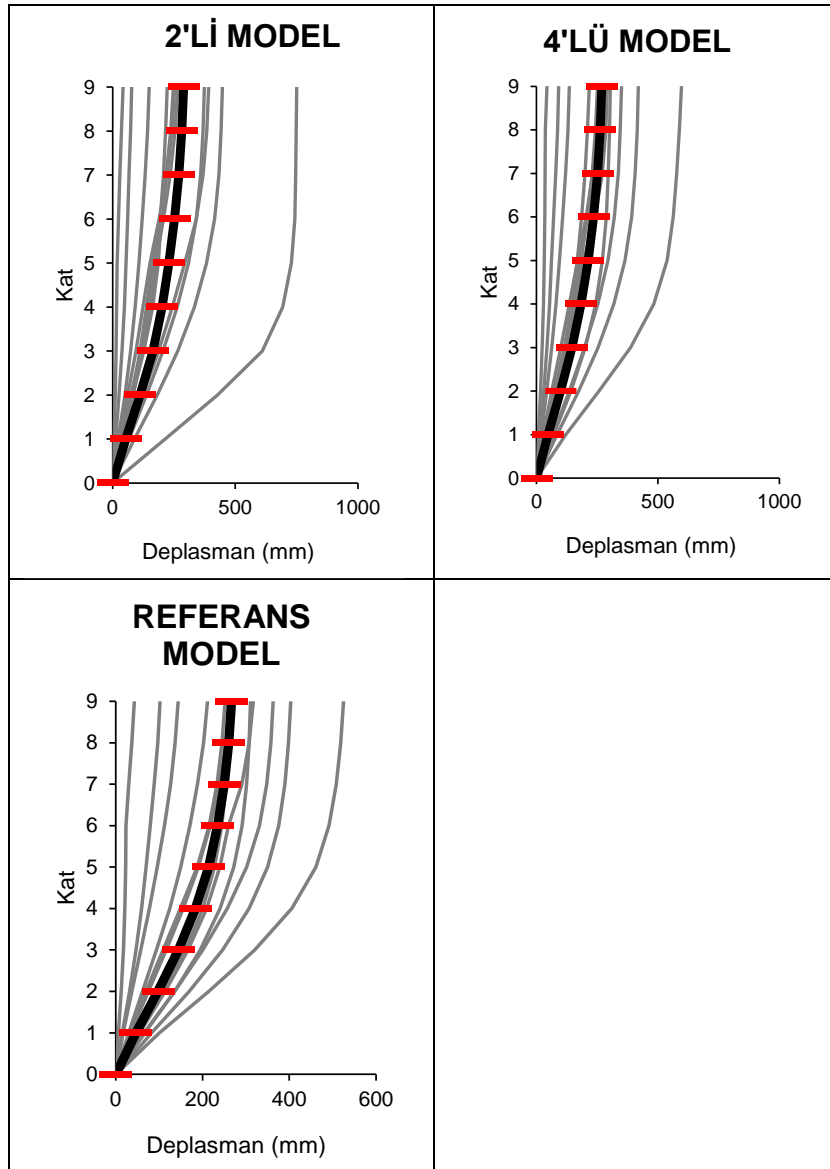
**Tablo 4.20:** Dördlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,58	36,73	34,97	33,54	31,41	28,39	23,45	16,11	7,39
2	216,82	209,81	199,27	185,35	168,27	145,70	114,38	75,19	35,34
3	259,80	249,14	231,53	204,16	169,23	134,84	99,99	63,03	27,40
4	135,54	129,26	119,70	107,52	94,58	79,65	62,12	41,79	19,62
5	596,72	588,44	576,87	563,14	537,81	483,17	387,00	256,90	120,66
6	303,97	300,83	295,72	287,14	271,68	243,95	200,92	141,89	71,23
7	91,62	86,61	78,92	69,73	61,96	53,68	43,20	29,86	14,28
8	251,76	242,78	228,90	208,96	183,97	155,37	121,09	81,02	38,27
9	418,88	414,44	406,69	392,31	364,10	318,08	253,69	173,74	85,03
10	265,93	254,41	235,40	209,00	177,99	148,60	116,07	75,04	34,21
11	292,35	285,45	271,03	240,24	194,44	161,59	136,74	100,89	52,91
12	349,92	344,97	336,48	320,92	294,00	252,45	197,94	134,64	66,29



**Tablo 4.21:** Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	42,59	36,72	29,92	23,65	22,56	21,21	17,83	12,42	5,81
2	211,76	202,36	188,42	170,78	149,68	124,33	93,68	61,73	29,95
3	252,19	244,90	233,31	215,27	187,57	148,99	108,88	69,07	30,77
4	143,95	137,03	126,44	112,37	95,72	77,29	57,50	37,07	17,36
5	525,15	518,75	508,27	491,38	461,27	406,13	320,61	213,92	101,00
6	310,97	307,53	301,71	291,22	272,02	240,59	195,05	135,80	67,58
7	102,29	96,76	88,74	79,36	69,85	59,34	46,74	31,71	14,90
8	263,88	260,51	254,61	244,50	227,56	200,29	160,85	110,47	53,86
9	403,10	398,27	390,13	375,81	349,89	307,38	246,01	168,69	82,66
10	265,10	254,56	239,04	218,03	190,26	155,77	116,42	74,83	34,19
11	317,07	307,69	290,91	259,84	239,70	209,45	166,72	113,56	54,78
12	362,58	357,50	348,21	331,08	301,35	256,92	200,41	135,42	65,55



**Şekil 4.7:** Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

#### 4.1.4.2 5 Katlı Bina

İkili, dörütlü ve referans model kombinasyonları için her bir kata ait ortalama maksimum yer değiştirme değerleri Tablo 4.22-4.24'te yer almaktadır. Maksimum çatı yer değiştirme anı için hesaplanan yer değiştirme profilleri ise Şekil 4.8'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.22:** İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

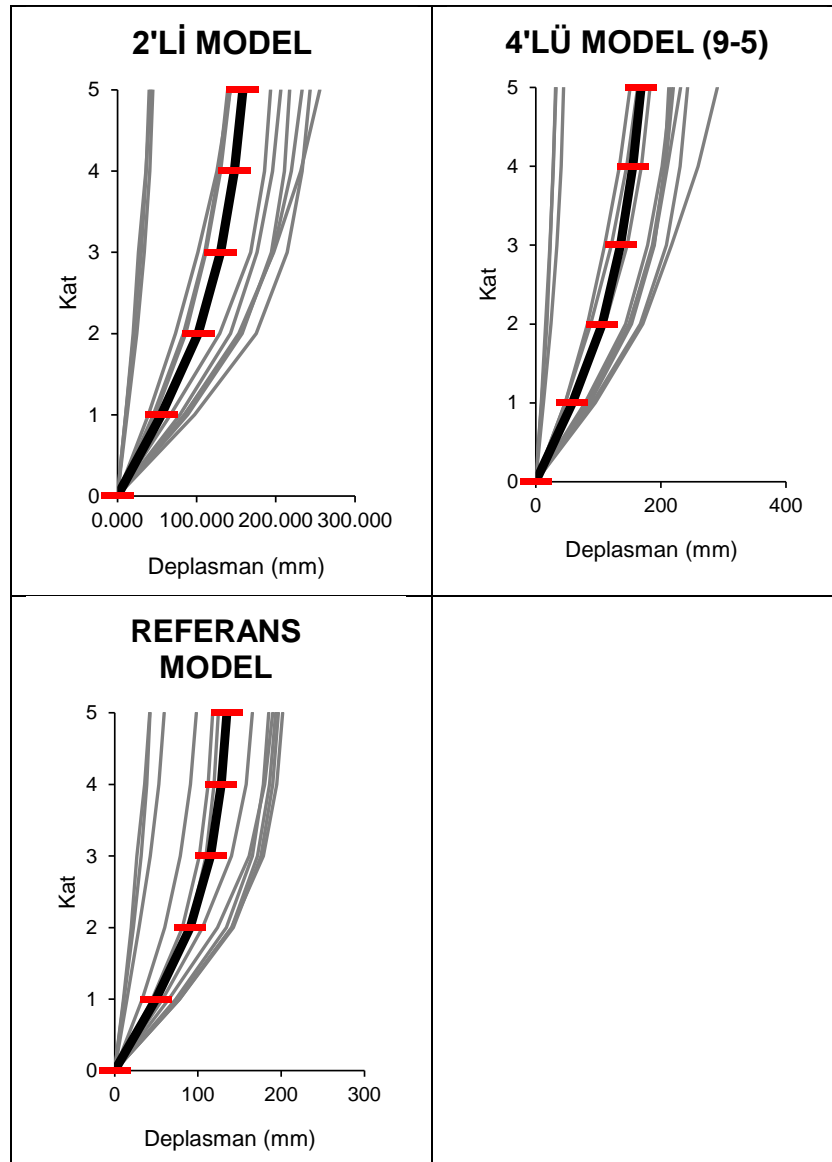
Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	42,22	35,96	26,58	19,90	10,51
2	217,59	210,94	194,63	157,31	88,67
3	142,36	130,27	111,55	86,10	47,72
4	44,60	40,74	33,93	24,21	12,24
5	243,20	233,34	214,37	175,16	97,23
6	139,36	128,25	110,42	83,57	45,48
7	40,23	36,40	29,88	20,96	10,44
8	142,51	125,56	101,57	73,32	39,11
9	255,71	231,33	197,34	153,29	84,69
10	206,32	195,69	176,23	142,81	78,90
11	193,31	185,68	168,34	129,06	66,97
12	233,20	219,60	196,55	156,16	84,44

**Tablo 4.23:** Dörütlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	32,30	27,68	23,05	18,05	9,38
2	212,68	206,06	189,76	153,03	86,42
3	150,99	133,74	109,98	82,73	47,20
4	44,60	40,74	33,93	24,34	12,24
5	219,95	207,60	186,43	149,81	84,69
6	182,55	169,17	146,18	110,60	59,73
7	31,63	28,12	22,42	15,72	8,86
8	162,87	145,32	120,89	88,03	47,15
9	290,55	259,55	217,21	171,24	95,34
10	217,27	202,05	178,79	143,47	78,68
11	231,87	210,58	188,86	149,34	81,74
12	242,96	230,66	208,81	167,07	90,77

**Tablo 4.24:** Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Kat Yer Değiştirmeleri (mm)

Deprem Kodu	5	4	3	2	1
1	42,22	35,96	26,58	19,90	10,51
2	184,92	178,75	165,39	134,13	73,41
3	117,91	112,30	101,49	81,44	45,14
4	59,55	53,19	42,71	29,34	14,68
5	189,91	180,27	161,69	123,38	64,96
6	97,96	90,87	78,77	60,03	33,08
7	42,41	38,59	31,92	22,57	11,32
8	124,45	119,41	109,62	90,13	51,86
9	193,38	186,01	171,43	140,64	77,82
10	165,48	158,13	140,16	105,60	57,44
11	201,83	194,61	178,45	140,67	76,07
12	196,55	189,96	175,60	142,44	77,95



**Şekil 4.8:** Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Yer Değiştirme Profilleri

## 4.2 Göreli Kat Ötelenmelerinin Elde Edilmesi

Katlar arası göreli kat ötelenmesi değeri yapıda meydana gelen talep dağılımının gözlenebilmesi için önemli bir göstergedir. Her bir katta meydana gelen yer değiştirmenin alt katında meydana gelen yer değiştirmeden farkının kat yüksekliğine bölünmesi ile elde edilmektedir. Bu bölümde tüm modeller için her katta meydana gelen maksimum göreli kat ötelenme oranlarının bina boyunca değişimi karşılaştırılmıştır.

### 4.2.1 5-7 Katlı Model

#### 4.2.1.1 5 Katlı Bina

Her kata ait göreli kat öteleme değerleri ikili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.25-4.27'de yer almaktadır. Hesaplanan göreli kat ötelemeleri Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.25:** İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Göreli Kat Ötelenme Değerleri

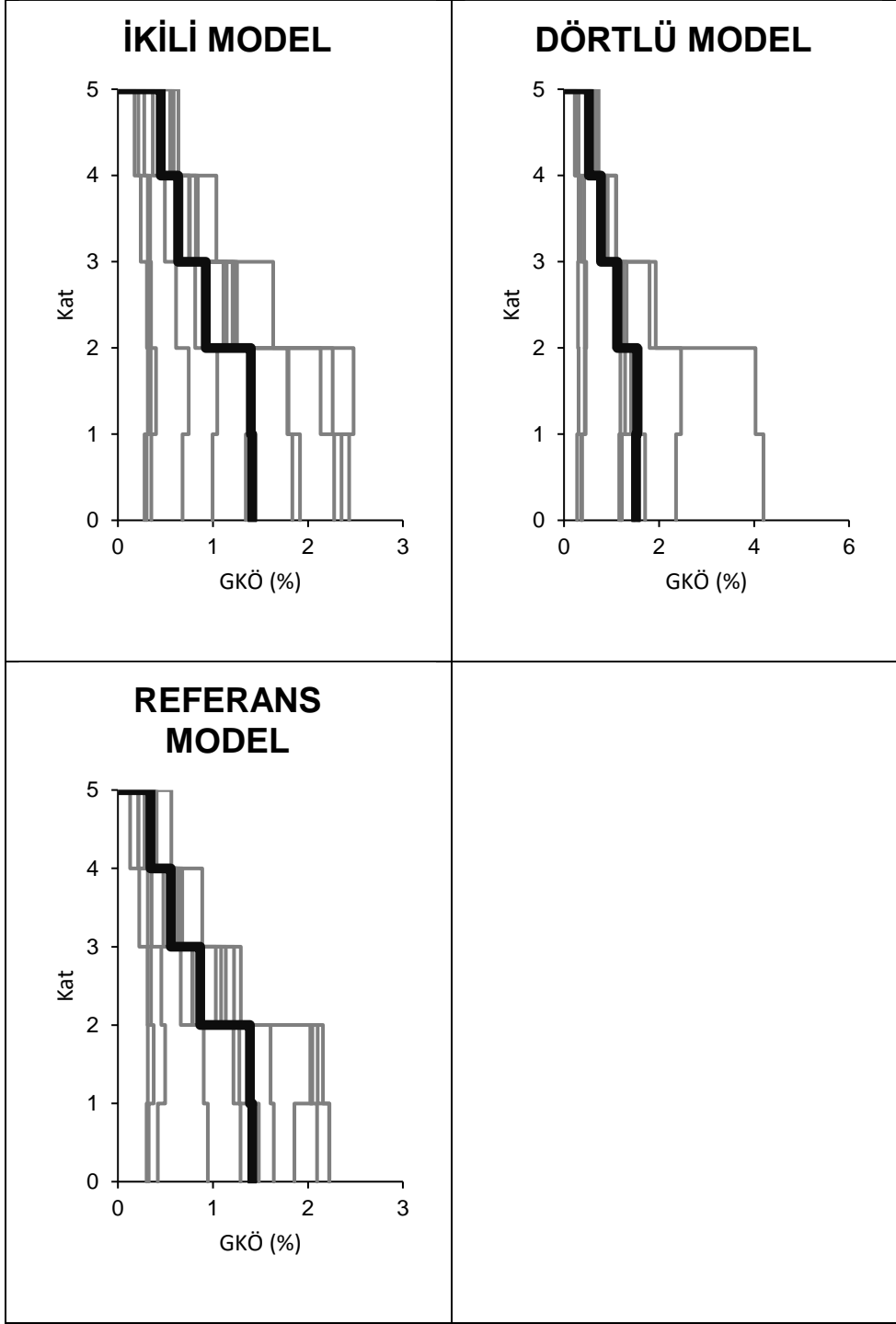
Deprem Kodu	2'li Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.314	0.348	0.313	0.300
2	0.478	0.755	1.145	1.782	1.916
3	0.570	0.819	1.109	1.422	1.345
4	0.276	0.339	0.328	0.400	0.350
5	0.585	0.748	1.228	2.132	2.434
6	0.476	0.648	0.812	1.044	0.994
7	0.175	0.240	0.306	0.343	0.280
8	0.367	0.492	0.610	0.745	0.679
9	0.636	1.037	1.633	2.480	2.353
10	0.548	0.841	1.206	1.795	1.835
11	0.639	0.691	1.099	2.081	2.208
12	0.440	0.669	1.254	2.261	2.276
<b>Ortalama</b>	<b>0.450</b>	<b>0.633</b>	<b>0.923</b>	<b>1.400</b>	<b>1.414</b>

**Tablo 4.26:** Dörtlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	4'lü Model				
	5	4	3	2	1
1	0.223	0.303	0.295	0.305	0.271
2	0.561	0.915	1.318	1.616	1.707
3	0.565	0.777	1.131	1.407	1.190
4	0.305	0.421	0.466	0.434	0.381
5	0.668	1.093	1.930	4.033	4.195
6	0.526	0.781	1.041	1.281	1.218
7	0.243	0.345	0.433	0.456	0.361
8	0.582	0.793	1.046	1.187	1.157
9	0.726	1.100	1.797	2.464	2.357
10	0.549	0.844	1.240	1.561	1.477
11	0.703	1.135	1.595	2.195	2.283
12	0.636	0.833	1.210	1.545	1.571
<b>Ortalama</b>	<b>0.524</b>	<b>0.778</b>	<b>1.125</b>	<b>1.540</b>	<b>1.514</b>

**Tablo 4.27:** Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.314	0.348	0.313	0.300
2	0.387	0.621	1.086	2.025	2.097
3	0.405	0.617	0.783	1.216	1.290
4	0.215	0.355	0.455	0.497	0.419
5	0.383	0.675	1.293	2.046	1.856
6	0.280	0.477	0.662	0.903	0.945
7	0.128	0.223	0.312	0.375	0.324
8	0.347	0.540	0.787	1.276	1.482
9	0.374	0.614	1.030	2.101	2.223
10	0.561	0.887	1.221	1.606	1.641
11	0.410	0.683	1.269	2.153	2.173
12	0.389	0.648	1.136	2.157	2.227
<b>Ortalama</b>	<b>0.341</b>	<b>0.555</b>	<b>0.865</b>	<b>1.389</b>	<b>1.415</b>



Şekil 4.9: Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

#### 4.2.1.27 Katlı Bina

Her kata ait görelî kat öteleme değeri ikili, dörütlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.28-4.30'da yer almaktadır. Hesaplanan görelî kat ötelemeleri Şekil 4.10'da gösterilmiştir.

**Tablo 4.28:** İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değeri

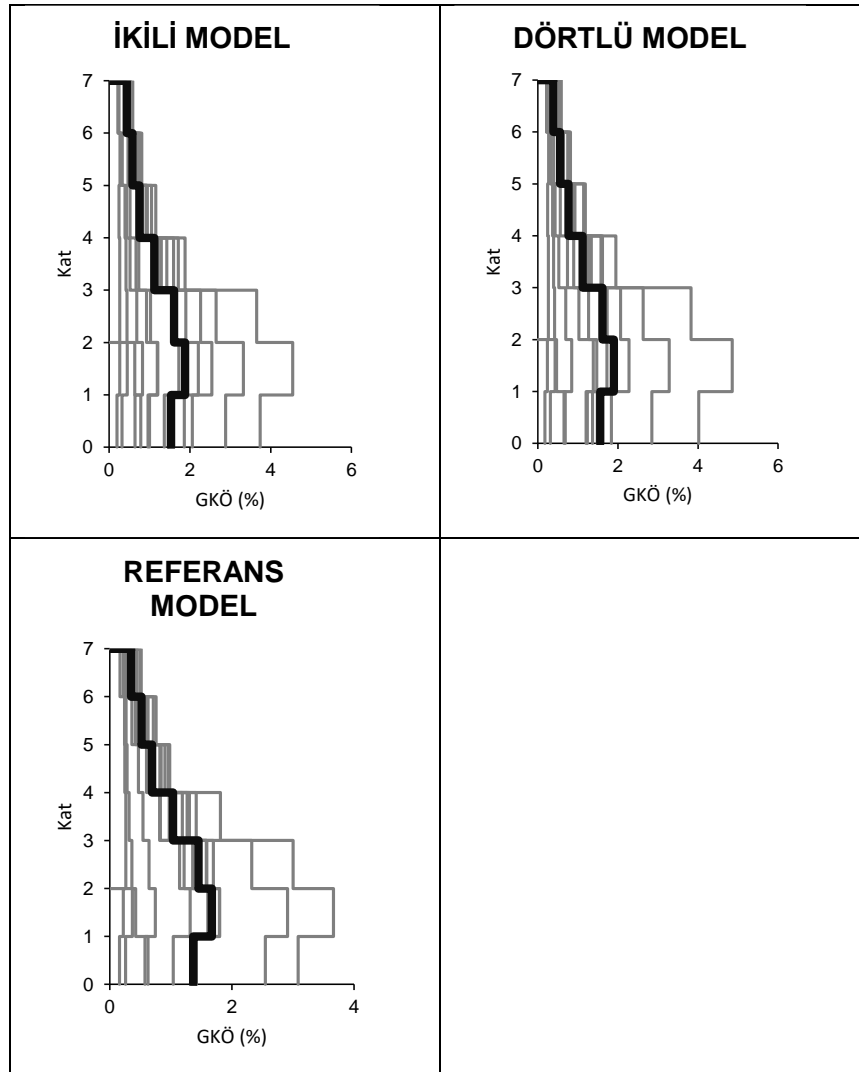
Deprem Kodu	2'li Model						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0.219	0.265	0.243	0.262	0.262	0.263	0.194
2	0.524	0.775	1.152	1.710	2.262	2.542	2.061
3	0.390	0.598	0.833	1.214	1.618	1.848	1.461
4	0.221	0.319	0.427	0.516	0.680	0.826	0.638
5	0.585	0.807	1.049	1.880	3.652	4.548	3.742
6	0.571	0.711	0.684	0.733	1.024	1.189	0.960
7	0.241	0.318	0.391	0.416	0.440	0.450	0.319
8	0.392	0.464	0.515	0.661	0.924	1.200	1.000
9	0.411	0.559	0.945	1.597	2.650	3.324	2.881
10	0.525	0.748	0.934	1.293	1.587	1.725	1.364
11	0.630	0.784	0.926	1.696	2.251	2.403	1.904
12	0.521	0.607	0.918	1.427	1.898	2.207	1.860
<b>Ortalama</b>	<b>0.436</b>	<b>0.580</b>	<b>0.751</b>	<b>1.117</b>	<b>1.604</b>	<b>1.877</b>	<b>1.532</b>

**Tablo 4.29:** Dörütlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değeri

Deprem Kodu	4'lü Model						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0.218	0.265	0.243	0.262	0.262	0.236	0.173
2	0.545	0.813	1.144	1.615	2.064	2.279	1.834
3	0.389	0.600	0.836	1.220	1.640	1.864	1.480
4	0.217	0.322	0.431	0.521	0.693	0.841	0.651
5	0.584	0.785	1.187	1.945	3.828	4.853	4.019
6	0.424	0.637	0.807	0.893	1.263	1.472	1.235
7	0.219	0.302	0.364	0.388	0.416	0.431	0.312
8	0.289	0.394	0.556	0.736	1.026	1.384	1.202
9	0.374	0.541	0.864	1.574	2.629	3.282	2.849
10	0.525	0.747	0.923	1.269	1.555	1.723	1.365
11	0.463	0.683	0.895	1.651	2.267	2.468	1.955
12	0.391	0.575	0.872	1.334	1.731	1.950	1.588
<b>Ortalama</b>	<b>0.386</b>	<b>0.555</b>	<b>0.760</b>	<b>1.117</b>	<b>1.615</b>	<b>1.899</b>	<b>1.555</b>

**Tablo 4.30:** Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0.219	0.265	0.243	0.262	0.262	0.219	0.159
2	0.515	0.758	0.982	1.302	1.589	1.655	1.363
3	0.384	0.592	0.820	1.185	1.580	1.798	1.414
4	0.231	0.360	0.469	0.543	0.642	0.743	0.575
5	0.493	0.712	0.955	1.812	3.001	3.662	3.083
6	0.389	0.566	0.656	0.971	1.358	1.604	1.391
7	0.166	0.240	0.280	0.316	0.358	0.368	0.258
8	0.259	0.416	0.599	0.814	1.214	1.627	1.415
9	0.334	0.542	0.900	1.414	2.325	2.911	2.545
10	0.443	0.623	0.840	1.267	1.696	1.793	1.338
11	0.420	0.623	0.936	1.696	2.241	2.361	1.770
12	0.337	0.507	0.626	0.827	1.143	1.317	1.039
<b>Ortalama</b>	<b>0.349</b>	<b>0.517</b>	<b>0.692</b>	<b>1.034</b>	<b>1.451</b>	<b>1.671</b>	<b>1.362</b>



**Şekil 4.10:** Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri



## 4.2.2 5-9 Katlı Model

### 4.2.2.1 5 Katlı Bina

Her kata ait görelî kat öteleme değeri ikili, dörüü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.31-4.33'te yer almaktadır. Hesaplanan görelî kat ötelemeleri Şekil 4.11'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.31:** İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Öteleme Değeri

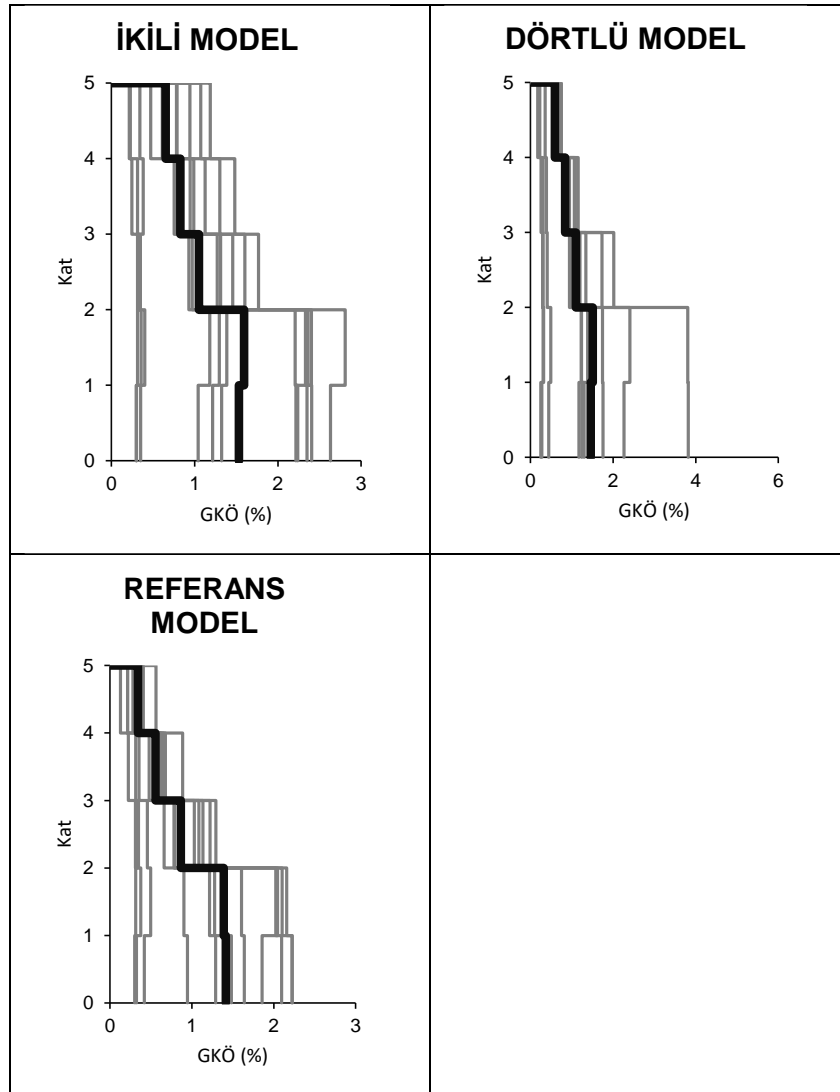
Deprem Kodu	2'li Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.314	0.348	0.313	0.300
2	0.470	0.776	1.313	2.332	2.407
3	0.787	0.946	0.970	1.386	1.324
4	0.340	0.381	0.328	0.400	0.350
5	1.188	1.483	1.768	2.808	2.633
6	0.611	0.755	0.930	1.295	1.215
7	0.226	0.246	0.314	0.356	0.298
8	0.622	0.825	1.064	1.182	1.041
9	0.943	1.302	1.603	2.363	2.216
10	0.781	0.988	1.272	2.206	2.239
11	0.547	0.804	1.242	2.098	2.001
12	1.074	1.125	1.457	2.403	2.350
<b>Ortalama</b>	<b>0.650</b>	<b>0.829</b>	<b>1.051</b>	<b>1.595</b>	<b>1.531</b>

**Tablo 4.32:** Dörüü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Öteleme Değeri

Deprem Kodu	4'lü Model				
	5	4	3	2	1
1	0.223	0.303	0.295	0.305	0.271
2	0.651	0.909	1.196	1.383	1.242
3	0.714	0.944	0.945	1.232	1.172
4	0.353	0.383	0.401	0.488	0.438
5	0.745	1.157	2.018	3.809	3.821
6	0.666	0.905	1.142	1.568	1.440
7	0.175	0.253	0.306	0.318	0.249
8	0.647	0.931	1.055	1.226	1.298
9	0.741	1.085	1.728	2.407	2.262
10	0.719	0.930	0.982	1.492	1.487
11	0.707	1.171	1.738	2.150	2.071
12	0.734	1.063	1.341	1.744	1.757
<b>Ortalama</b>	<b>0.590</b>	<b>0.836</b>	<b>1.096</b>	<b>1.510</b>	<b>1.459</b>

**Tablo 4.33:** Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.314	0.348	0.313	0.300
2	0.387	0.621	1.086	2.025	2.097
3	0.405	0.617	0.783	1.216	1.290
4	0.215	0.355	0.455	0.497	0.419
5	0.383	0.675	1.293	2.046	1.856
6	0.280	0.477	0.662	0.903	0.945
7	0.128	0.223	0.312	0.375	0.324
8	0.347	0.540	0.787	1.276	1.482
9	0.374	0.614	1.030	2.101	2.223
10	0.561	0.887	1.221	1.606	1.641
11	0.410	0.683	1.269	2.153	2.173
12	0.389	0.648	1.136	2.157	2.227
<b>Ortalama</b>	<b>0.341</b>	<b>0.555</b>	<b>0.865</b>	<b>1.389</b>	<b>1.415</b>



**Şekil 4.11:** Tümü Modellerde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

#### 4.2.2.2 9 Katlı Bina

Her kata ait görelî kat öteleme değeri ikili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.34-4.36'da yer almaktadır. Hesaplanan görelî kat ötelemeleri Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.34:** İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değeri

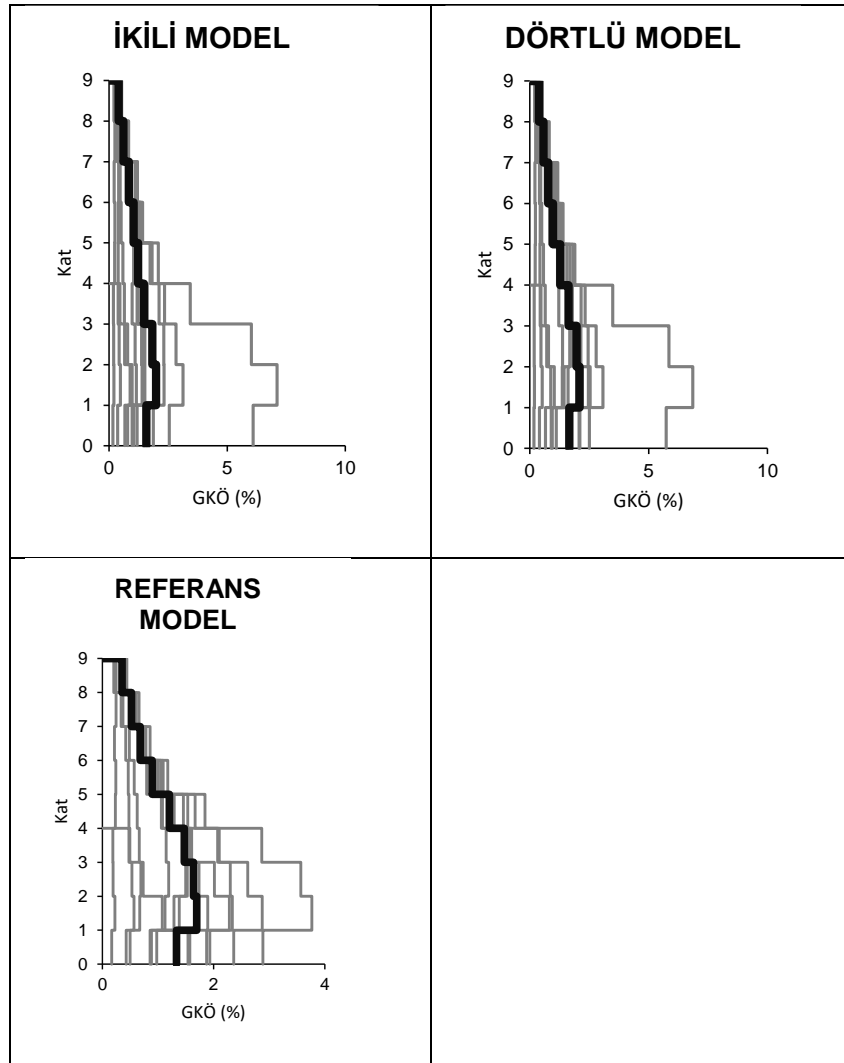
Deprem Kodu	2'li Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.203	0.244	0.217	0.241	0.231	0.185	0.186	0.198	0.159
2	0.429	0.648	0.850	1.049	1.216	1.187	1.412	1.487	1.182
3	0.424	0.716	1.094	1.251	1.040	0.976	1.102	1.154	0.780
4	0.254	0.370	0.469	0.513	0.579	0.643	0.780	0.892	0.671
5	0.527	0.828	1.136	1.157	2.077	3.436	6.017	7.112	6.098
6	0.515	0.806	1.193	1.348	1.116	1.219	1.509	1.510	1.050
7	0.236	0.336	0.398	0.394	0.383	0.384	0.428	0.471	0.361
8	0.381	0.558	0.735	0.943	1.232	1.614	1.841	1.971	1.596
9	0.390	0.613	0.905	1.312	1.816	2.345	2.834	3.127	2.544
10	0.501	0.727	1.197	1.412	1.246	1.200	1.377	1.397	0.977
11	0.451	0.657	0.972	1.494	2.076	2.288	2.177	2.189	1.615
12	0.456	0.682	0.895	1.254	1.731	2.116	2.309	2.328	1.873
<b>Ortalama</b>	<b>0.397</b>	<b>0.599</b>	<b>0.838</b>	<b>1.031</b>	<b>1.229</b>	<b>1.466</b>	<b>1.831</b>	<b>1.986</b>	<b>1.575</b>

**Tablo 4.35:** Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değeri

Deprem Kodu	4'lü Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.200	0.241	0.215	0.234	0.227	0.184	0.182	0.193	0.166
2	0.481	0.690	0.999	1.227	1.558	1.783	1.677	1.437	0.898
3	0.380	0.583	0.786	1.040	1.389	1.697	1.702	1.609	1.115
4	0.246	0.351	0.451	0.502	0.570	0.644	0.780	0.878	0.661
5	0.510	0.811	1.118	1.162	1.896	3.491	5.847	6.851	5.736
6	0.363	0.535	0.641	0.832	1.209	1.658	2.147	2.462	2.072
7	0.220	0.326	0.399	0.429	0.428	0.433	0.469	0.516	0.401
8	0.415	0.560	0.671	0.839	1.160	1.571	1.830	1.966	1.611
9	0.386	0.615	0.905	1.308	1.808	2.320	2.793	3.071	2.508
10	0.520	0.705	1.174	1.393	1.243	1.215	1.375	1.362	0.941
11	0.467	0.711	1.030	1.575	2.185	2.424	2.310	2.276	1.730
12	0.449	0.664	0.828	1.140	1.676	2.151	2.446	2.539	2.103
<b>Ortalama</b>	<b>0.386</b>	<b>0.566</b>	<b>0.768</b>	<b>0.973</b>	<b>1.279</b>	<b>1.631</b>	<b>1.963</b>	<b>2.097</b>	<b>1.662</b>

**Tablo 4.36:** Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.203	0.244	0.217	0.241	0.231	0.185	0.189	0.224	0.166
2	0.407	0.602	0.745	0.871	1.060	1.145	1.192	1.124	0.856
3	0.348	0.538	0.732	0.962	1.292	1.547	1.498	1.284	0.879
4	0.242	0.370	0.485	0.571	0.625	0.660	0.690	0.670	0.496
5	0.406	0.606	0.780	1.006	1.843	2.866	3.569	3.768	2.886
6	0.373	0.550	0.710	0.937	1.247	1.604	2.013	2.282	1.931
7	0.227	0.336	0.419	0.463	0.478	0.492	0.528	0.565	0.426
8	0.346	0.505	0.647	0.793	1.078	1.474	1.736	1.893	1.539
9	0.355	0.542	0.750	1.051	1.532	2.100	2.613	2.874	2.362
10	0.398	0.560	0.700	1.090	1.455	1.580	1.527	1.381	0.977
11	0.476	0.734	1.075	1.573	1.953	1.920	1.801	1.959	1.565
12	0.440	0.658	0.855	1.176	1.664	2.073	2.297	2.337	1.873
<b>Ortalama</b>	<b>0.352</b>	<b>0.520</b>	<b>0.676</b>	<b>0.895</b>	<b>1.205</b>	<b>1.470</b>	<b>1.638</b>	<b>1.697</b>	<b>1.330</b>



**Şekil 4.12:** Tümü Modellerde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

### 4.2.3 7-9 Katlı Model

#### 4.2.3.1 7 Katlı Bina

Her kata ait görel kat öteleme değerleri ikili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.37-4.39'da yer almaktadır. Hesaplanan görel kat ötelemeleri Şekil 4.13'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.37:** İkili Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görel Kat Ötelenme Değerleri

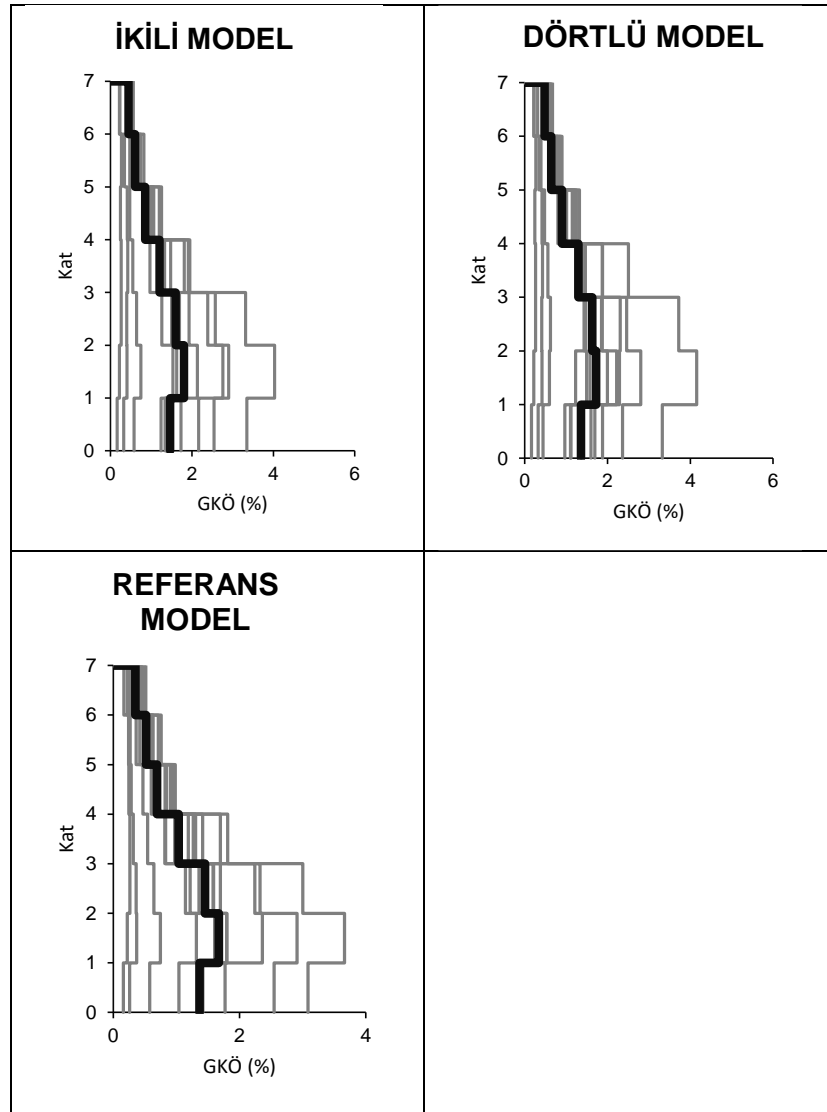
Deprem Kodu	2'li Model						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0.219	0.265	0.243	0.262	0.262	0.219	0.159
2	0.519	0.743	0.919	0.965	1.259	1.529	1.243
3	0.468	0.592	0.820	1.185	1.580	1.771	1.397
4	0.398	0.470	0.473	0.543	0.642	0.743	0.575
5	0.519	0.817	1.256	1.945	3.317	4.028	3.350
6	0.560	0.709	0.945	1.326	1.648	1.753	1.408
7	0.227	0.340	0.412	0.423	0.399	0.405	0.320
8	0.482	0.609	0.860	1.251	1.500	1.628	1.357
9	0.421	0.676	1.198	1.813	2.387	2.901	2.545
10	0.535	0.686	1.018	1.304	1.696	1.793	1.338
11	0.489	0.656	1.061	1.913	2.571	2.759	2.166
12	0.476	0.633	0.981	1.476	1.932	2.133	1.730
<b>Ortalama</b>	<b>0.443</b>	<b>0.600</b>	<b>0.849</b>	<b>1.201</b>	<b>1.599</b>	<b>1.805</b>	<b>1.466</b>

**Tablo 4.38:** Dörtlü Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görel Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	4'lü Model						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0.219	0.265	0.243	0.262	0.262	0.219	0.159
2	0.672	0.864	1.148	1.449	1.478	1.230	0.967
3	0.563	0.713	0.986	1.309	1.436	1.493	1.107
4	0.308	0.394	0.478	0.560	0.621	0.598	0.444
5	0.487	0.683	1.319	2.508	3.718	4.155	3.321
6	0.459	0.655	0.975	1.381	1.874	2.223	1.878
7	0.226	0.339	0.413	0.428	0.408	0.414	0.324
8	0.489	0.615	0.803	1.252	1.590	1.699	1.363
9	0.594	0.797	1.247	1.874	2.461	2.805	2.361
10	0.619	0.745	0.933	1.227	1.569	1.575	1.116
11	0.639	0.898	1.205	1.877	2.304	2.290	1.691
12	0.483	0.680	1.013	1.463	1.857	1.998	1.601
<b>Ortalama</b>	<b>0.480</b>	<b>0.637</b>	<b>0.897</b>	<b>1.299</b>	<b>1.631</b>	<b>1.725</b>	<b>1.361</b>

**Tablo 4.39:** Referans Modelde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model						
	7	6	5	4	3	2	1
1	0.219	0.265	0.243	0.262	0.262	0.219	0.159
2	0.515	0.758	0.982	1.302	1.589	1.655	1.363
3	0.384	0.592	0.820	1.185	1.580	1.798	1.414
4	0.231	0.360	0.469	0.543	0.642	0.743	0.575
5	0.493	0.712	0.955	1.812	3.001	3.662	3.083
6	0.389	0.566	0.656	0.971	1.358	1.604	1.391
7	0.166	0.240	0.280	0.316	0.358	0.368	0.258
8	0.259	0.416	0.599	0.814	1.214	1.627	1.415
9	0.334	0.542	0.900	1.414	2.325	2.911	2.545
10	0.443	0.623	0.840	1.267	1.696	1.793	1.338
11	0.420	0.623	0.936	1.696	2.241	2.361	1.770
12	0.337	0.507	0.626	0.827	1.143	1.317	1.039
<b>Ortalama</b>	<b>0.349</b>	<b>0.517</b>	<b>0.692</b>	<b>1.034</b>	<b>1.451</b>	<b>1.671</b>	<b>1.362</b>



**Şekil 4.13:** Tüm Modellerde 7 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

#### 4.2.3.2 9 Katlı Bina

Her kata ait görelî kat öteleme değeri ikili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.40-4.42’de yer almaktadır. Hesaplanan görelî kat ötelemeleri Şekil 4.14’te gösterilmiştir.

**Tablo 4.40:** İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değeri

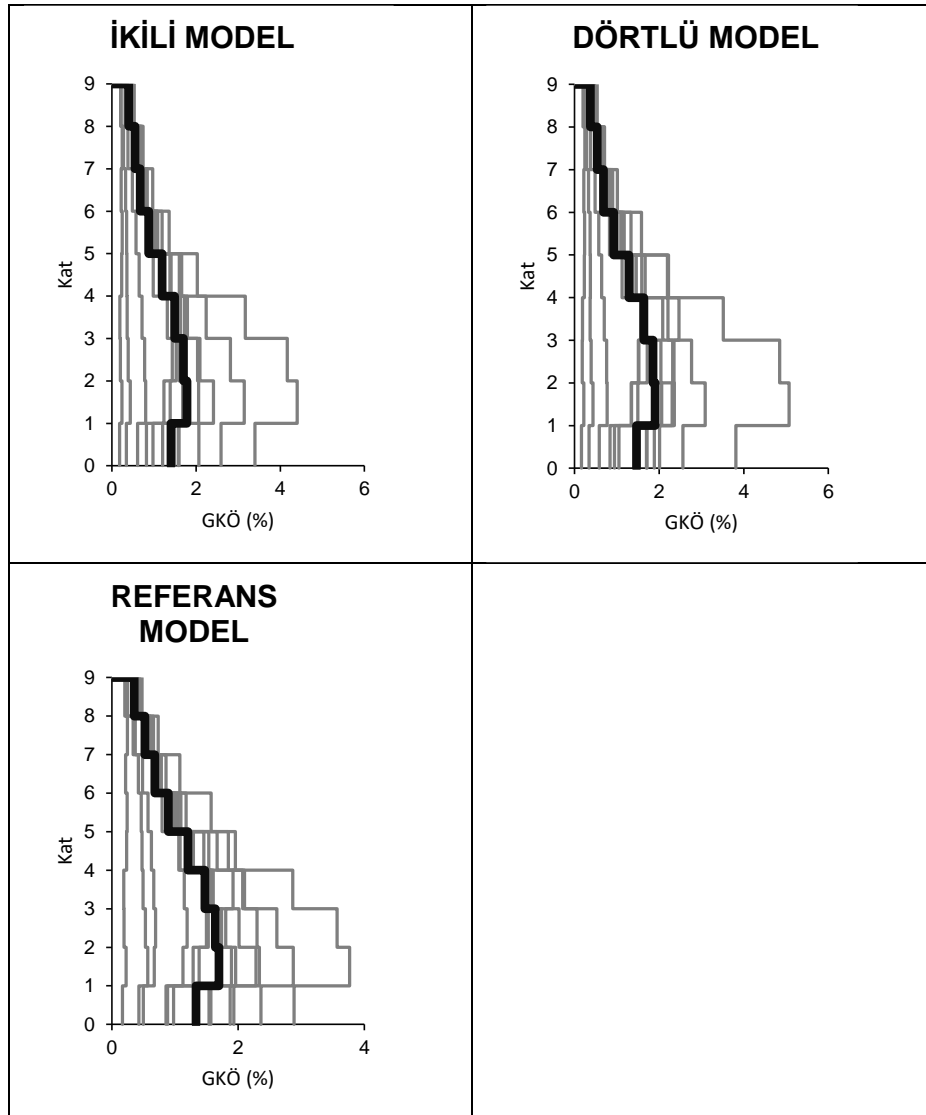
Deprem Kodu	2’li Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.203	0.244	0.217	0.241	0.231	0.185	0.202	0.238	0.178
2	0.467	0.638	0.837	1.079	1.396	1.593	1.436	1.234	0.821
3	0.373	0.569	0.764	1.011	1.394	1.725	1.733	1.681	1.201
4	0.310	0.376	0.487	0.573	0.644	0.715	0.777	0.799	0.606
5	0.461	0.650	0.778	1.190	2.027	3.169	4.166	4.400	3.396
6	0.365	0.533	0.671	0.895	1.244	1.632	2.087	2.414	2.063
7	0.218	0.274	0.323	0.347	0.356	0.360	0.384	0.432	0.343
8	0.506	0.608	0.654	0.809	0.978	1.315	1.657	1.849	1.575
9	0.358	0.560	0.787	1.083	1.601	2.237	2.813	3.144	2.591
10	0.490	0.678	0.743	0.958	1.393	1.588	1.527	1.381	0.977
11	0.482	0.706	0.965	1.360	1.655	1.542	1.596	1.760	1.476
12	0.530	0.739	0.805	0.973	1.377	1.794	2.034	2.057	1.596
<b>Ortalama</b>	<b>0.397</b>	<b>0.548</b>	<b>0.669</b>	<b>0.876</b>	<b>1.191</b>	<b>1.488</b>	<b>1.701</b>	<b>1.782</b>	<b>1.402</b>

**Tablo 4.41:** Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değeri

Deprem Kodu	4’lü Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.200	0.241	0.215	0.234	0.227	0.184	0.182	0.217	0.164
2	0.467	0.697	0.902	1.135	1.459	1.667	1.519	1.339	0.836
3	0.369	0.566	0.762	1.005	1.379	1.702	1.717	1.494	1.046
4	0.251	0.375	0.486	0.570	0.639	0.704	0.760	0.772	0.586
5	0.536	0.707	0.856	1.336	2.222	3.518	4.850	5.074	3.813
6	0.362	0.531	0.674	0.901	1.243	1.611	2.041	2.356	2.010
7	0.237	0.282	0.331	0.367	0.373	0.369	0.392	0.436	0.343
8	0.317	0.480	0.652	0.822	1.120	1.563	1.867	2.061	1.714
9	0.386	0.577	0.791	1.091	1.585	2.208	2.767	3.088	2.563
10	0.474	0.658	0.741	0.890	1.281	1.563	1.504	1.347	0.941
11	0.460	0.695	1.009	1.580	2.195	2.470	2.348	2.307	1.699
12	0.390	0.588	0.803	1.171	1.669	2.083	2.319	2.351	1.885
<b>Ortalama</b>	<b>0.371</b>	<b>0.533</b>	<b>0.685</b>	<b>0.925</b>	<b>1.283</b>	<b>1.637</b>	<b>1.856</b>	<b>1.904</b>	<b>1.467</b>

**Tablo 4.42:** Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.203	0.244	0.217	0.241	0.231	0.185	0.189	0.224	0.166
2	0.407	0.602	0.745	0.871	1.060	1.145	1.192	1.124	0.856
3	0.348	0.538	0.732	0.962	1.292	1.547	1.498	1.284	0.879
4	0.242	0.370	0.485	0.571	0.625	0.660	0.690	0.670	0.496
5	0.406	0.606	0.780	1.006	1.843	2.866	3.569	3.768	2.886
6	0.373	0.550	0.710	0.937	1.247	1.604	2.013	2.282	1.931
7	0.227	0.336	0.419	0.463	0.478	0.492	0.528	0.565	0.426
8	0.346	0.505	0.647	0.793	1.078	1.474	1.736	1.893	1.539
9	0.355	0.542	0.750	1.051	1.532	2.100	2.613	2.874	2.362
10	0.398	0.560	0.700	1.090	1.455	1.580	1.527	1.381	0.977
11	0.476	0.734	1.075	1.573	1.953	1.920	1.801	1.959	1.565
12	0.440	0.658	0.855	1.176	1.664	2.073	2.297	2.337	1.873
<b>Ortalama</b>	<b>0.352</b>	<b>0.520</b>	<b>0.676</b>	<b>0.895</b>	<b>1.205</b>	<b>1.470</b>	<b>1.638</b>	<b>1.697</b>	<b>1.330</b>



**Şekil 4.14:** Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri



## 4.2.4 9-5 Katlı Model

### 4.2.4.1 9 Katlı Bina

Her kata ait görel kat öteleme değerleri ikili, dörtlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.43-4.45'te yer almaktadır. Hesaplanan görel kat ötelemeleri Şekil 4.15'te gösterilmiştir.

**Tablo 4.43:** İkili Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görel Kat Ötelenme Değerleri

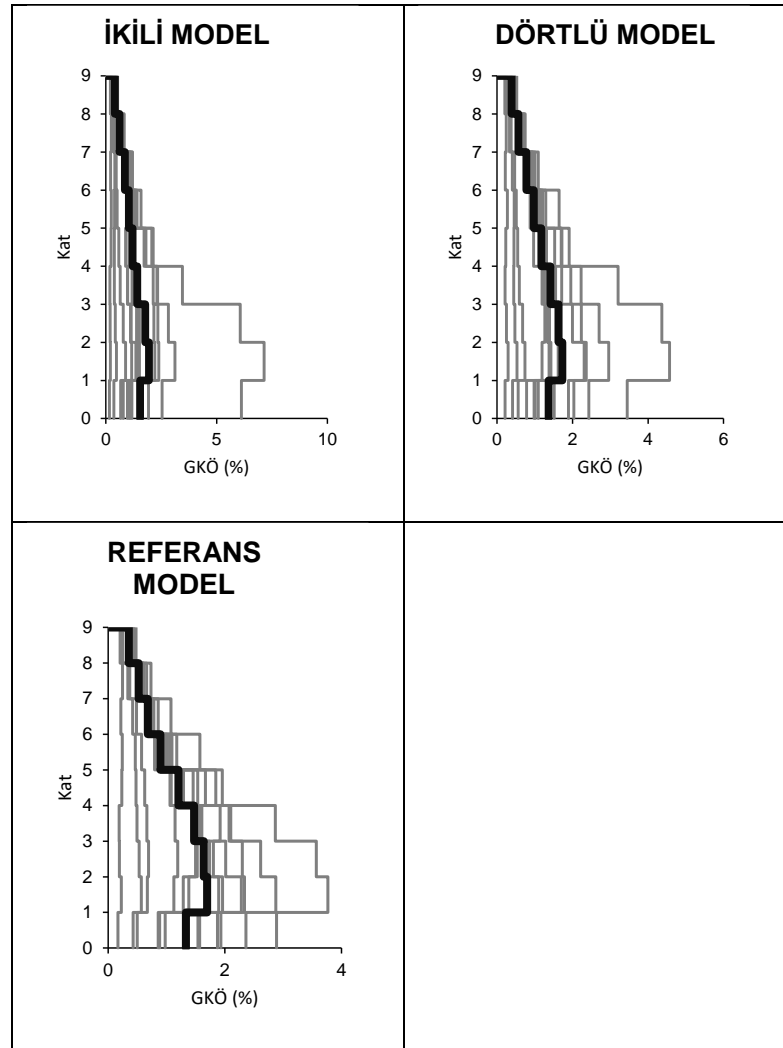
Deprem Kodu	2'li Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.203	0.244	0.217	0.241	0.231	0.185	0.186	0.198	0.159
2	0.429	0.648	0.850	1.049	1.216	1.187	1.412	1.487	1.169
3	0.421	0.712	1.089	1.248	1.038	0.980	1.112	1.159	0.779
4	0.254	0.370	0.469	0.513	0.579	0.643	0.780	0.892	0.671
5	0.525	0.821	1.125	1.149	2.073	3.452	6.058	7.144	6.118
6	0.515	0.806	1.193	1.348	1.116	1.219	1.509	1.510	1.050
7	0.236	0.336	0.398	0.394	0.383	0.384	0.428	0.471	0.361
8	0.469	0.688	0.930	0.997	0.886	0.968	1.144	1.350	1.104
9	0.388	0.609	0.897	1.301	1.805	2.334	2.823	3.114	2.536
10	0.500	0.724	1.196	1.410	1.244	1.197	1.384	1.397	0.977
11	0.451	0.678	1.007	1.581	2.139	2.307	2.171	2.212	1.639
12	0.481	0.707	0.898	1.234	1.725	2.135	2.351	2.386	1.928
<b>Ortalama</b>	<b>0.406</b>	<b>0.612</b>	<b>0.856</b>	<b>1.039</b>	<b>1.203</b>	<b>1.416</b>	<b>1.780</b>	<b>1.943</b>	<b>1.541</b>

**Tablo 4.44:** Dörtlü Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görel Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	4'lü Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.202	0.244	0.217	0.273	0.231	0.209	0.247	0.291	0.211
2	0.435	0.664	0.881	1.101	1.309	1.361	1.332	1.374	1.010
3	0.356	0.594	0.932	1.165	1.195	1.250	1.264	1.191	0.783
4	0.254	0.370	0.469	0.510	0.549	0.590	0.678	0.739	0.560
5	0.521	0.745	1.002	1.143	1.910	3.206	4.365	4.573	3.447
6	0.379	0.559	0.796	0.873	1.186	1.548	1.999	2.361	2.035
7	0.223	0.326	0.403	0.454	0.448	0.440	0.474	0.525	0.408
8	0.465	0.645	0.826	0.929	0.970	1.193	1.373	1.426	1.093
9	0.387	0.592	0.837	1.210	1.698	2.224	2.702	2.961	2.429
10	0.468	0.637	0.949	1.291	1.307	1.317	1.388	1.396	0.977
11	0.477	0.723	1.091	1.646	1.718	1.710	1.556	1.619	1.512
12	0.468	0.699	0.871	1.078	1.526	1.955	2.231	2.308	1.894
<b>Ortalama</b>	<b>0.386</b>	<b>0.566</b>	<b>0.773</b>	<b>0.973</b>	<b>1.171</b>	<b>1.417</b>	<b>1.634</b>	<b>1.730</b>	<b>1.363</b>

**Tablo 4.45:** Referans Modelde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1	0.203	0.244	0.217	0.241	0.231	0.185	0.189	0.224	0.166
2	0.407	0.602	0.745	0.871	1.060	1.145	1.192	1.124	0.856
3	0.348	0.538	0.732	0.962	1.292	1.547	1.498	1.284	0.879
4	0.242	0.370	0.485	0.571	0.625	0.660	0.690	0.670	0.496
5	0.406	0.606	0.780	1.006	1.843	2.866	3.569	3.768	2.886
6	0.373	0.550	0.710	0.937	1.247	1.604	2.013	2.282	1.931
7	0.227	0.336	0.419	0.463	0.478	0.492	0.528	0.565	0.426
8	0.346	0.505	0.647	0.793	1.078	1.474	1.736	1.893	1.539
9	0.355	0.542	0.750	1.051	1.532	2.100	2.613	2.874	2.362
10	0.398	0.560	0.700	1.090	1.455	1.580	1.527	1.381	0.977
11	0.476	0.734	1.075	1.573	1.953	1.920	1.801	1.959	1.565
12	0.440	0.658	0.855	1.176	1.664	2.073	2.297	2.337	1.873
<b>Ortalama</b>	<b>0.352</b>	<b>0.520</b>	<b>0.676</b>	<b>0.895</b>	<b>1.205</b>	<b>1.470</b>	<b>1.638</b>	<b>1.697</b>	<b>1.330</b>



**Şekil 4.15:** Tüm Modellerde 9 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

#### 4.2.4.2 5 Katlı Bina

Her kata ait görelî kat öteleme değerleri ikili, dörütlü ve referans model kombinasyonları için Tablo 4.46-4.48’de yer almaktadır. Hesaplanan görelî kat ötelemeleri Şekil 4.16’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.46:** İkili Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

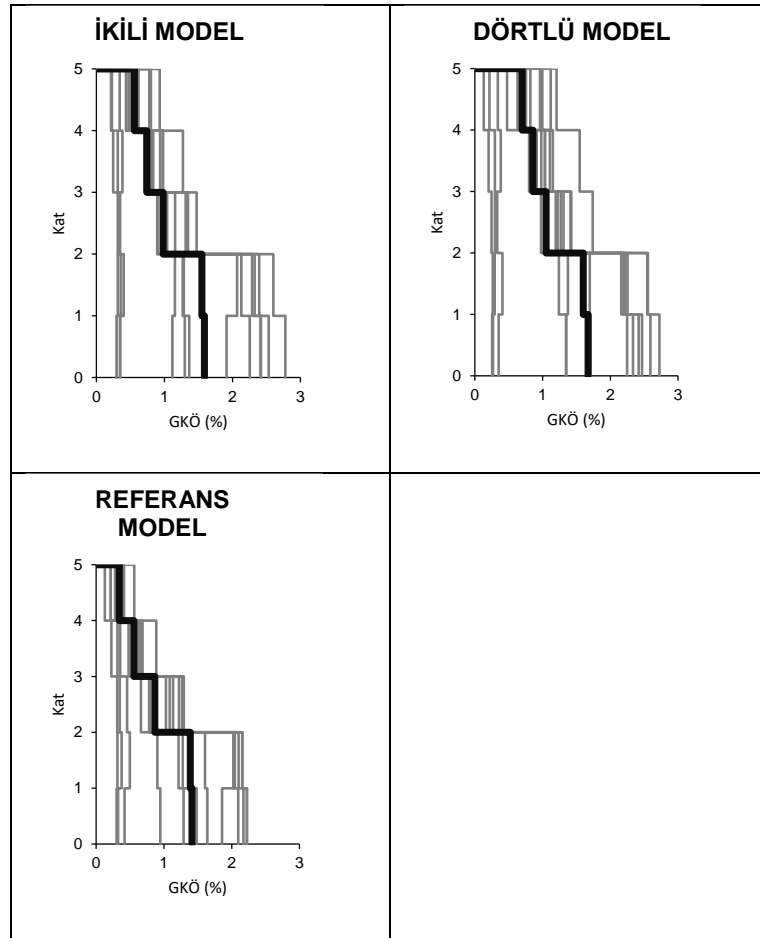
Deprem Kodu	2’li Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.314	0.348	0.313	0.300
2	0.471	0.797	1.327	2.289	2.533
3	0.780	0.936	0.894	1.283	1.363
4	0.340	0.381	0.328	0.400	0.350
5	0.500	0.713	1.332	2.603	2.778
6	0.611	0.751	0.903	1.270	1.299
7	0.226	0.246	0.314	0.356	0.298
8	0.616	0.833	1.040	1.154	1.117
9	0.929	1.272	1.473	2.325	2.420
10	0.779	0.977	1.156	2.130	2.254
11	0.434	0.710	1.311	2.069	1.914
12	0.801	0.976	1.346	2.394	2.413
<b>Ortalama</b>	<b>0.558</b>	<b>0.742</b>	<b>0.981</b>	<b>1.549</b>	<b>1.587</b>

**Tablo 4.47:** Dörütlü Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	4’lü Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.296	0.296	0.291	0.268
2	0.475	0.800	1.310	2.221	2.469
3	0.996	1.151	0.978	1.242	1.349
4	0.339	0.380	0.328	0.406	0.350
5	0.630	0.833	1.269	2.194	2.420
6	0.709	0.913	1.221	1.697	1.707
7	0.131	0.202	0.246	0.263	0.253
8	0.753	1.032	1.193	1.374	1.347
9	1.207	1.547	1.740	2.554	2.724
10	0.962	1.109	1.206	2.162	2.248
11	1.120	0.981	1.409	2.254	2.335
12	0.820	1.034	1.423	2.544	2.593
<b>Ortalama</b>	<b>0.696</b>	<b>0.857</b>	<b>1.052</b>	<b>1.600</b>	<b>1.672</b>

**Tablo 4.48:** Referans Modelde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Görelî Kat Ötelenme Değerleri

Deprem Kodu	Referans Model				
	5	4	3	2	1
1	0.214	0.314	0.348	0.313	0.300
2	0.387	0.621	1.086	2.025	2.097
3	0.405	0.617	0.783	1.216	1.290
4	0.215	0.355	0.455	0.497	0.419
5	0.383	0.675	1.293	2.046	1.856
6	0.280	0.477	0.662	0.903	0.945
7	0.128	0.223	0.312	0.375	0.324
8	0.347	0.540	0.787	1.276	1.482
9	0.374	0.614	1.030	2.101	2.223
10	0.561	0.887	1.221	1.606	1.641
11	0.410	0.683	1.269	2.153	2.173
12	0.389	0.648	1.136	2.157	2.227
<b>Ortalama</b>	<b>0.341</b>	<b>0.555</b>	<b>0.865</b>	<b>1.389</b>	<b>1.415</b>



**Şekil 4.16:** Tüm Modellerde 5 Katlı Bina İçin Hesaplanan Maksimum Görelî Kat Ötelenme Değerleri

### 4.3 Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Elde Edilmesi

Doğrusal elastik olmayan davranış özellikleri dikkate alınarak modellenen binalar seçilen gerçek deprem ivme kayıtları ile zaman tanım alanında doğrusal olmayan analizleri sonucu maksimum taban kesme kuvveti değerleri elde edilmiştir.

#### 4.3.1 5-7 Katlı Model

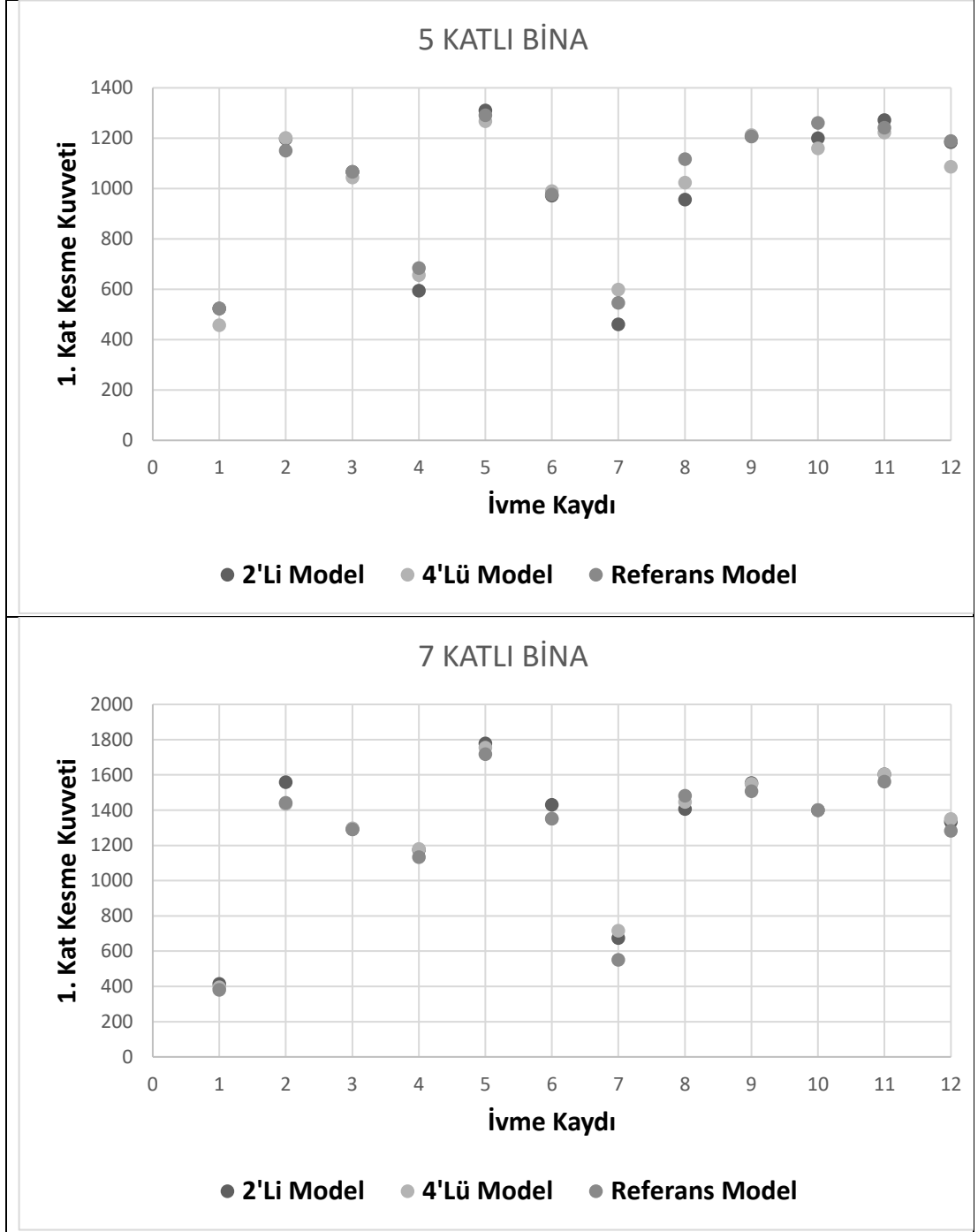
İkili, dördü ve referans modele ait taban kesme kuvvetleri Tablo 4.49-4.50'de yer almaktadır. Şekil 4.17'de ise hesaplanan taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

**Tablo 4.49:** 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	523.24	457.06	523.24
2	1197.91	1201.74	1150.21
3	1065.82	1044.25	1065.82
4	594.33	655.81	683.93
5	1310.09	1267.72	1291.23
6	971.80	989.63	976.42
7	460.58	599.10	546.22
8	956.16	1023.44	1116.89
9	1207.84	1212.97	1206.91
10	1200.45	1159.72	1261.31
11	1272.49	1223.05	1241.57
12	1184.15	1086.72	1188.51
<b>Ortalama</b>	<b>995.40</b>	<b>993.43</b>	<b>1021.02</b>

**Tablo 4.50:** 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

<b>Deprem Kodu</b>	<b>2'li Model</b>	<b>4'lü Model</b>	<b>Referans Model</b>
	<b>1. Kat</b>	<b>1. Kat</b>	<b>1. Kat</b>
<b>1</b>	414.43	394.78	381.44
<b>2</b>	1558.99	1434.60	1441.79
<b>3</b>	1292.15	1297.75	1290.89
<b>4</b>	1175.62	1179.51	1133.12
<b>5</b>	1778.96	1754.34	1717.15
<b>6</b>	1431.32	1351.10	1351.32
<b>7</b>	675.02	715.78	550.88
<b>8</b>	1405.98	1447.01	1481.57
<b>9</b>	1553.69	1549.57	1507.15
<b>10</b>	1400.57	1400.87	1400.57
<b>11</b>	1603.65	1604.32	1562.38
<b>12</b>	1334.40	1349.96	1282.48
<b>Ortalama</b>	<b>1302.07</b>	<b>1289.97</b>	<b>1258.40</b>



Şekil 4.17: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri

### 4.3.2 5-9 Katlı Model

İkili, dörtlü ve referans modele ait taban kesme kuvvetleri Tablo 4.51-4.52’de yer almaktadır. Şekil 4.18’de ise hesaplanan taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

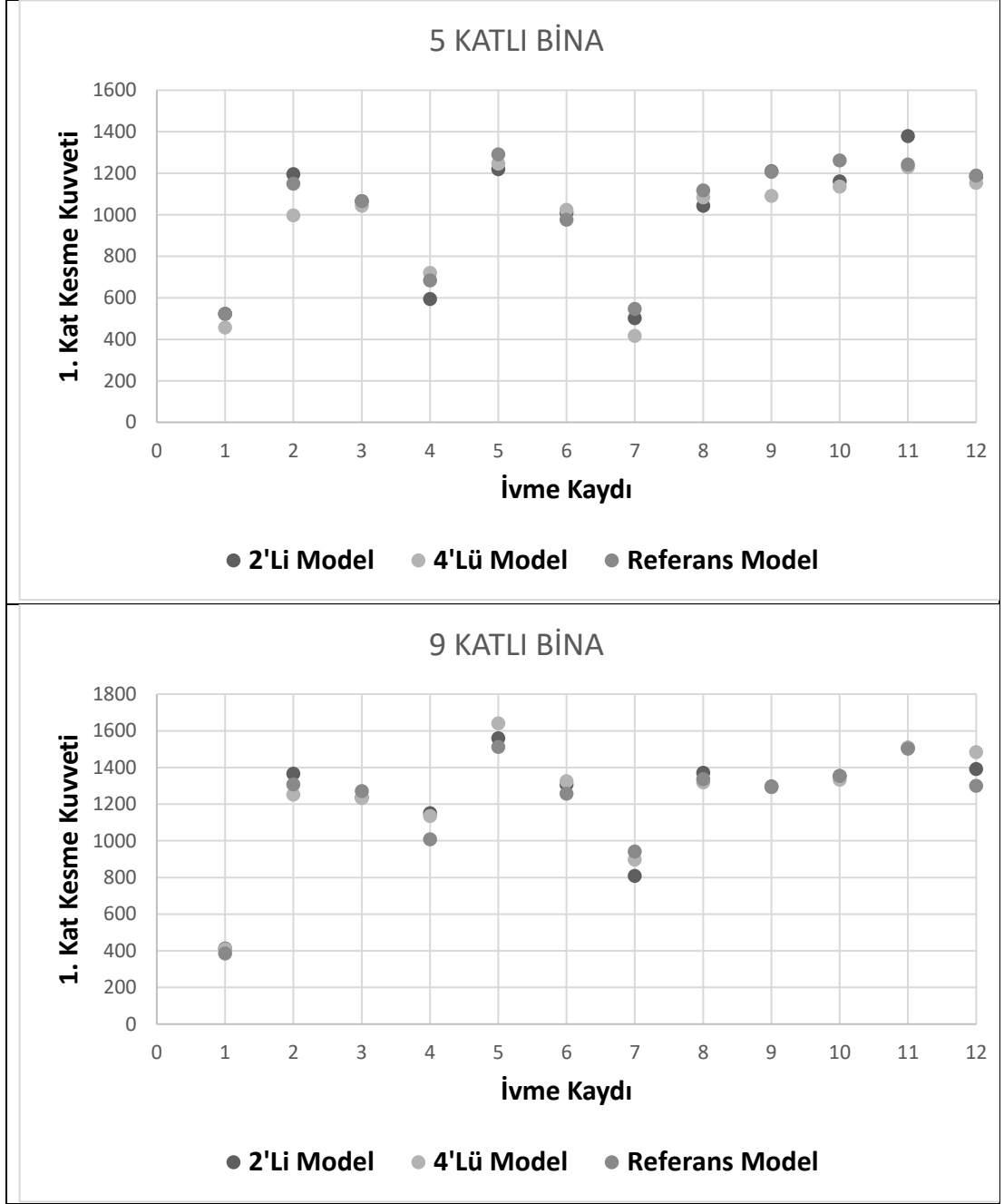
**Tablo 4.51:** 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	523.24	457.06	523.24
2	1195.31	996.37	1150.21
3	1065.82	1043.19	1065.82
4	594.33	719.99	683.93
5	1219.34	1245.62	1291.23
6	1009.31	1024.14	976.42
7	501.96	416.44	546.22
8	1043.31	1084.34	1116.89
9	1209.90	1091.09	1206.91
10	1160.76	1136.15	1261.31
11	1379.54	1228.61	1241.57
12	1183.38	1153.55	1188.51
<b>Ortalama</b>	<b>1007.18</b>	<b>966.38</b>	<b>1021.02</b>

**Tablo 4.52:** 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	412.25	409.64	386.46
2	1366.33	1252.46	1307.13
3	1237.06	1233.06	1271.77
4	1150.35	1134.98	1007.84
5	1560.27	1641.07	1512.81
6	1307.50	1325.01	1257.81
7	809.51	897.43	941.35
8	1371.12	1318.97	1336.52
9	1296.47	1292.75	1293.40
10	1353.44	1333.14	1353.44
11	1507.92	1508.75	1502.07
12	1391.01	1484.29	1299.15
<b>Ortalama</b>	<b>1230.27</b>	<b>1235.96</b>	<b>1205.81</b>





Şekil 4.18: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri

### 4.3.3 7-9 Katlı Model

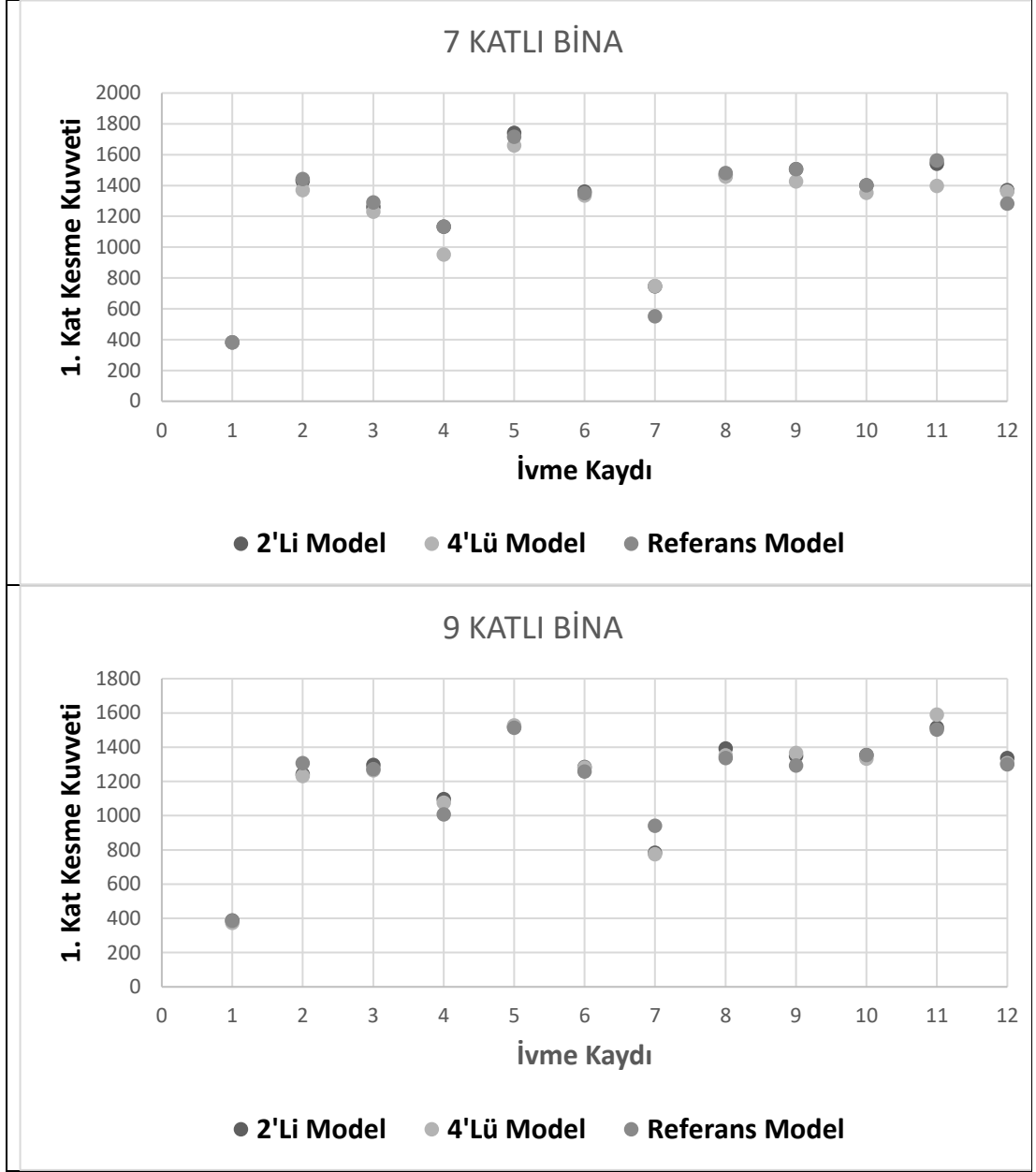
İkili, dördü ve referans modele ait taban kesme kuvvetleri Tablo 4.53-4.54'te yer almaktadır. Şekil 4.19'da ise hesaplanan taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

**Tablo 4.53:** 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	381.44	381.44	381.44
2	1431.17	1369.69	1441.79
3	1260.70	1230.51	1290.89
4	1133.12	951.17	1133.12
5	1741.38	1660.50	1717.15
6	1360.07	1334.90	1351.32
7	746.13	748.61	550.88
8	1468.65	1457.63	1481.57
9	1507.16	1426.76	1507.15
10	1400.57	1352.30	1400.57
11	1542.02	1397.76	1562.38
12	1369.61	1360.13	1282.48
<b>Ortalama</b>	<b>1278.50</b>	<b>1222.62</b>	<b>1258.40</b>

**Tablo 4.54:** 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	387.24	373.22	386.46
2	1241.30	1231.91	1307.13
3	1295.60	1265.40	1271.77
4	1096.10	1075.66	1007.84
5	1518.36	1527.49	1512.81
6	1283.41	1281.36	1257.81
7	782.87	774.34	941.35
8	1392.38	1352.02	1336.52
9	1348.89	1366.53	1293.40
10	1353.44	1333.14	1353.44
11	1516.00	1590.09	1502.07
12	1337.24	1307.16	1299.15
<b>Ortalama</b>	<b>1212.74</b>	<b>1206.53</b>	<b>1205.81</b>



Şekil 4.19: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri

#### 4.3.4 9-5 Katlı Model

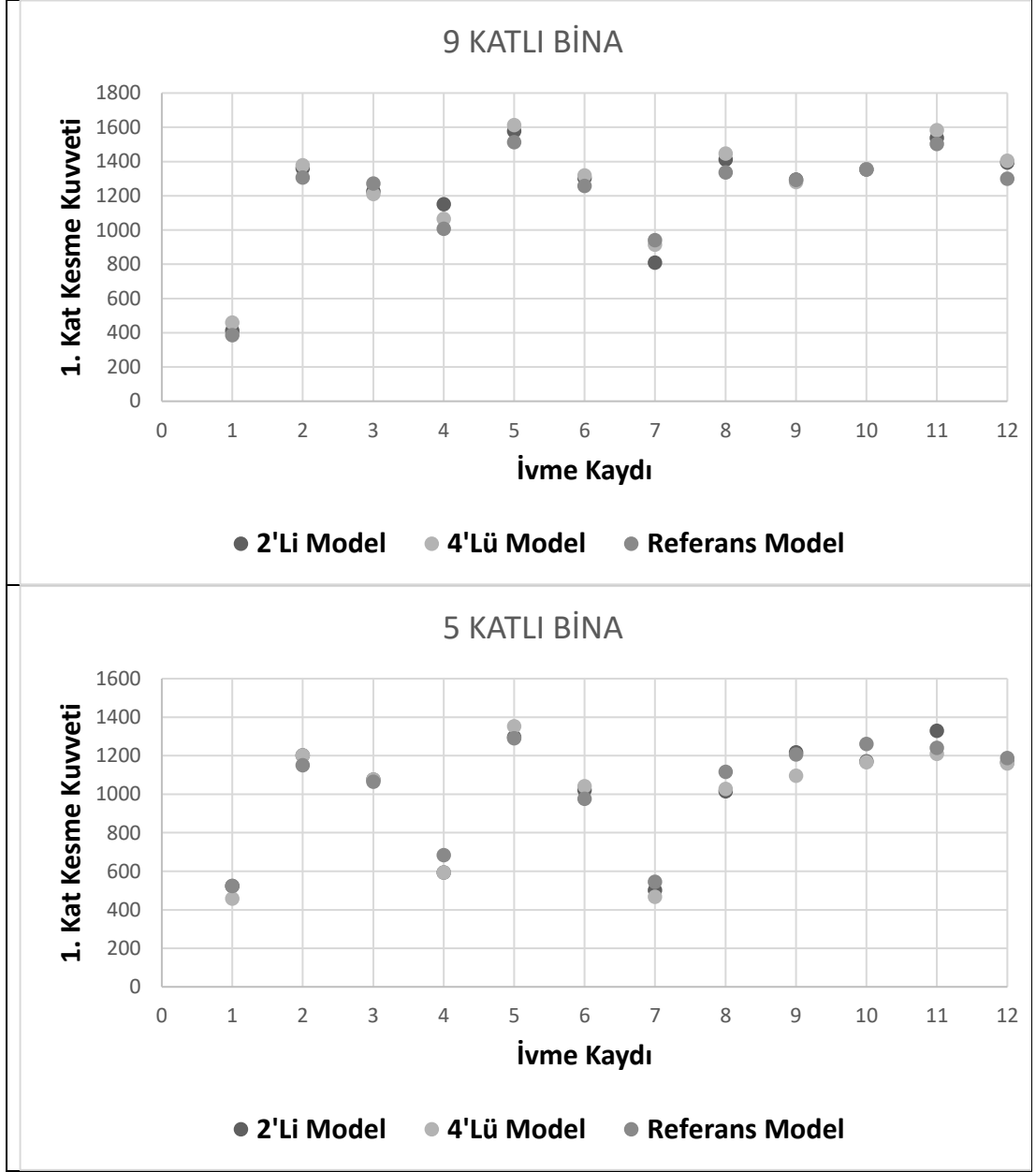
İkili, dördü ve referans modele ait taban kesme kuvvetleri Tablo 4.55-4.56'da yer almaktadır. Şekil 4.20'de ise hesaplanan taban kesme kuvveti değerlerinin karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

**Tablo 4.55:** 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	412.24	460.00	386.46
2	1361.43	1378.48	1307.13
3	1225.28	1209.57	1271.77
4	1150.34	1064.25	1007.84
5	1578.01	1612.20	1512.81
6	1303.01	1318.19	1257.81
7	809.52	915.19	941.35
8	1411.45	1447.29	1336.52
9	1295.07	1279.54	1293.40
10	1353.44	1354.89	1353.44
11	1537.44	1583.86	1502.07
12	1394.54	1405.30	1299.15
<b>Ortalama</b>	<b>1235.98</b>	<b>1252.40</b>	<b>1205.81</b>

**Tablo 4.56:** 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	1. Kat	1. Kat	1. Kat
1	523.25	458.40	523.24
2	1201.89	1201.58	1150.21
3	1075.92	1075.93	1065.82
4	594.31	594.31	683.93
5	1297.01	1353.07	1291.23
6	1022.30	1042.60	976.42
7	501.93	468.25	546.22
8	1014.63	1027.46	1116.89
9	1217.26	1096.10	1206.91
10	1170.72	1166.17	1261.31
11	1330.14	1209.91	1241.57
12	1165.78	1160.66	1188.51
<b>Ortalama</b>	<b>1009.59</b>	<b>987.87</b>	<b>1021.02</b>



Şekil 4.20: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Kesme Kuvveti Değerleri

#### 4.4 Link Elemanları

Çarpışma etkilerinin detaylı incelenebilmesi için 5, 7 ve 9 katlı binalar arasında yer alan link elemanlardan okunan kuvvet büyüklükleri 5-7, 5-9, 7-9 ve 9-5 kombinasyonları için Şekil 4.57-4.60'te verilmiştir.

**Tablo 4.57:** 5-7 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	5-7 Katlı Model									
	2'li Model					4'lü Model				
	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat
1	1089	525	394	0	0	350	350	235	0	0
2	2467	675	917	160	0	1438	1621	927	379	0
3	1600	0	0	0	0	367	0	226	449	0
4	1897	1119	850	202	0	887	217	310	0	0
5	3983	2954	2098	0	0	1913	1084	1789	726	0
6	2451	1791	910	365	0	1257	1114	857	0	0
7	2027	1124	697	0	0	724	546	299	0	0
8	2389	926	936	0	0	1055	439	438	0	0
9	1097	118	0	0	0	1646	1093	668	646	0
10	1548	0	0	0	0	1682	748	730	538	0
11	1572	666	2884	1223	0	3218	346	887	666	0
12	1219	664	304	252	0	3196	1263	1032	540	0

**Tablo 4.58:** 5-9 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	5-9 Katlı Model									
	2'li Model					4'lü Model				
	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat
1	847	299	205	0	0	1021	308	242	0	0
2	2744	2941	2389	372	0	1396	893	1033	514	0
3	595	464	709	469	0	1230	553	684	712	0
4	1603	1332	1438	122	0	733	443	350	0	0
5	3649	698	0	0	0	2849	2096	1372	635	121
6	2225	0	219	0	0	1871	1311	0	0	0
7	1626	946	890	0	0	1381	579	590	0	0
8	1624	900	810	0	0	1121	767	658	0	0
9	2253	25	0	0	0	1193	1413	1111	458	0
10	251	0	0	0	0	1746	1056	1395	516	0
11	2597	0	0	0	0	2571	0	0	0	0
12	3103	1617	765	1827	0	1238	773	1137	894	0

**Tablo 4.59:** 7-9 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	7-9 Katlı Model													
	2'li Model							4'lü Model						
	7. Kat	6. Kat	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat	7. Kat	6. Kat	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat
1	483	255	368	375	0	0	0	203	41	222	192	0	0	0
2	1446	636	623	0	0	0	0	885	638	798	737	317	0	0
3	2244	1491	1386	1314	1410	500	0	805	362	476	583	464	0	0
4	1657	794	859	417	0	0	0	784	401	478	180	0	0	0
5	1714	898	654	24	0	0	0	1471	1322	792	450	0	0	0
6	1094	50	48	0	0	0	0	678	304	803	623	566	0	0
7	1250	588	364	210	0	0	0	547	314	181	0	0	0	0
8	1183	964	563	763	411	0	0	938	349	355	214	115	0	0
9	1075	90	50	39	0	0	0	1367	723	816	870	1048	0	0
10	410	0	0	0	0	0	0	1013	649	660	462	431	1	0
11	1062	498	48	0	0	0	0	1986	494	480	125	0	0	0
12	1281	909	1752	822	1021	556	0	944	383	687	455	76	0	0

**Tablo 4.60:** 9-5 Katlı Modelde Elde Edilen Link Kuvveti Değerleri

Deprem Kodu	5-9 Katlı Model									
	2'li Model					4'lü Model				
	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat	5. Kat	4. Kat	3. Kat	2. Kat	1. Kat
1	1433	784	525	0	0	1136	597	439	0	0
2	1556	293	487	0	0	2046	309	353	0	0
3	3160	573	402	0	0	1996	926	648	0	0
4	1325	895	274	0	0	1858	1254	516	0	0
5	1127	533	0	0	0	2261	1532	0	0	0
6	1880	1351	974	19	0	2506	1238	583	128	0
7	1277	519	241	0	0	937	539	268	0	0
8	1083	697	404	0	0	1300	765	582	0	0
9	2555	798	26	0	0	4480	980	59	0	0
10	2226	0	0	0	0	1772	289	0	0	0
11	1280	175	778	485	0	3105	0	240	120	0
12	1774	2265	1035	130	0	4585	2023	775	16	0

## 5. ANALİZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

### 5.1 Çatı Yer Değiştirme Taleplerinin Karşılaştırılması

Tez kapsamında tüm modeller için elde edilen yer değiştirme talepleri bu bölümde detaylı olarak karşılaştırılmıştır.

#### 5.1.1 5-7 Katlı Model

İkili, dörtlü ve referans modele ait maksimum çatı katı ötelenme oranları Tablo 5.1-5.2'de yer almaktadır. Şekil 5.1'de ise hesaplanan çatı ötelenme oranlarının karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çatı yer değiştirme taleplerinde önemli oranda bir artış olduğu görülmektedir.

5-7 katlı modelde 5 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %3, 4'lü model için %20 artmıştır.

5-7 katlı modelde 7 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %10, 4'lü model için %11 artmıştır.

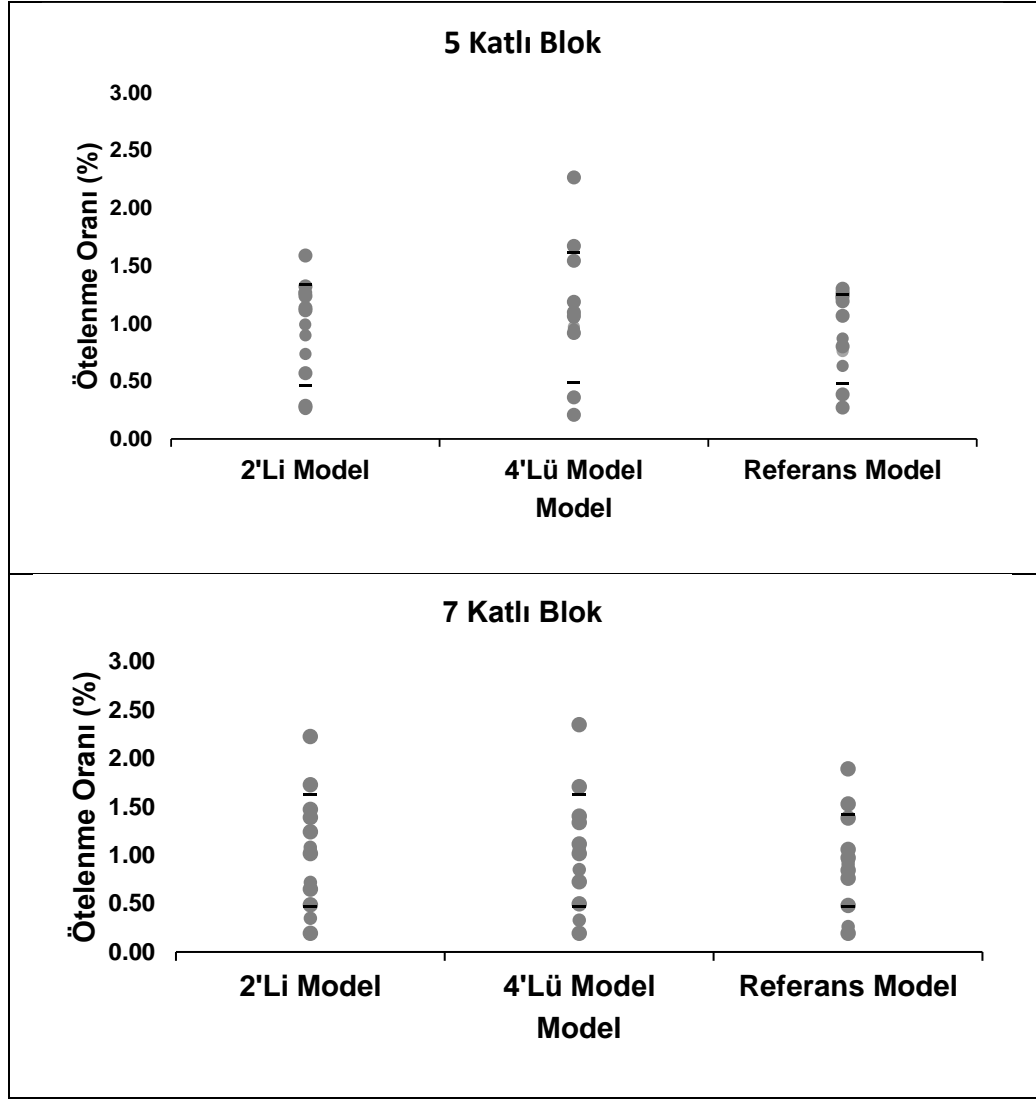


**Tablo 5.1:** 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model/Referans Model	4'lü Model/Referans Model
1	0.27	0.21	0.27	1.00	0.76
2	1.11	1.19	1.19	0.93	1.00
3	0.99	0.97	0.76	1.30	1.27
4	0.29	0.36	0.38	0.75	0.94
5	1.26	2.26	1.23	1.03	1.85
6	0.74	0.95	0.63	1.16	1.50
7	0.26	0.36	0.27	0.94	1.31
8	0.57	0.92	0.80	0.71	1.14
9	1.59	1.67	1.25	1.27	1.34
10	1.13	1.10	1.07	1.06	1.03
11	1.24	1.54	1.30	0.95	1.19
12	1.32	1.06	1.27	1.04	0.84
<b>Ort</b>	<b>0.90</b>	<b>1.05</b>	<b>0.87</b>	1.03	1.21
<b>Ort+Std</b>	<b>1.34</b>	<b>1.61</b>	<b>1.25</b>	1.07	1.29
<b>Ort-Std</b>	<b>0.46</b>	<b>0.49</b>	<b>0.48</b>	0.95	1.00
<b>Std Sapma</b>	<b>0.44</b>	<b>0.56</b>	<b>0.39</b>	1.14	1.47

**Tablo 5.2:** 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model/Referans Model	4'lü Model/Referans Model
1	0.19	0.19	0.19	1.00	1.00
2	1.47	1.34	0.97	1.51	1.38
3	1.08	1.10	1.06	1.02	1.04
4	0.49	0.50	0.48	1.01	1.03
5	2.22	2.34	1.89	1.18	1.24
6	0.72	0.85	0.91	0.79	0.94
7	0.35	0.33	0.26	1.32	1.25
8	0.65	0.73	0.84	0.77	0.86
9	1.73	1.71	1.53	1.13	1.12
10	1.01	1.01	1.06	0.96	0.96
11	1.39	1.40	1.38	1.00	1.01
12	1.24	1.11	0.76	1.63	1.46
<b>Ort</b>	<b>1.04</b>	<b>1.05</b>	<b>0.94</b>	1.11	1.11
<b>Ort+Std</b>	<b>1.62</b>	<b>1.63</b>	<b>1.42</b>	1.14	1.15
<b>Ort-Std</b>	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	<b>0.47</b>	1.00	1.01
<b>Std Sapma</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>	<b>0.48</b>	1.20	1.21



Şekil 5.1: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

### 5.1.2 5-9 Katlı Model

İkili, dördü ve referans modele ait maksimum çatı katı ötelenme oranları Tablo 5.3-5.4'te yer almaktadır. Şekil 5.2'de ise hesaplanan çatı ötelenme oranlarının karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çatı yer değiştirme taleplerinde önemli oranda bir artış olduğu görülmektedir.

5-9 katlı modelde 5 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %22, 4'lü model için %18 artmıştır.

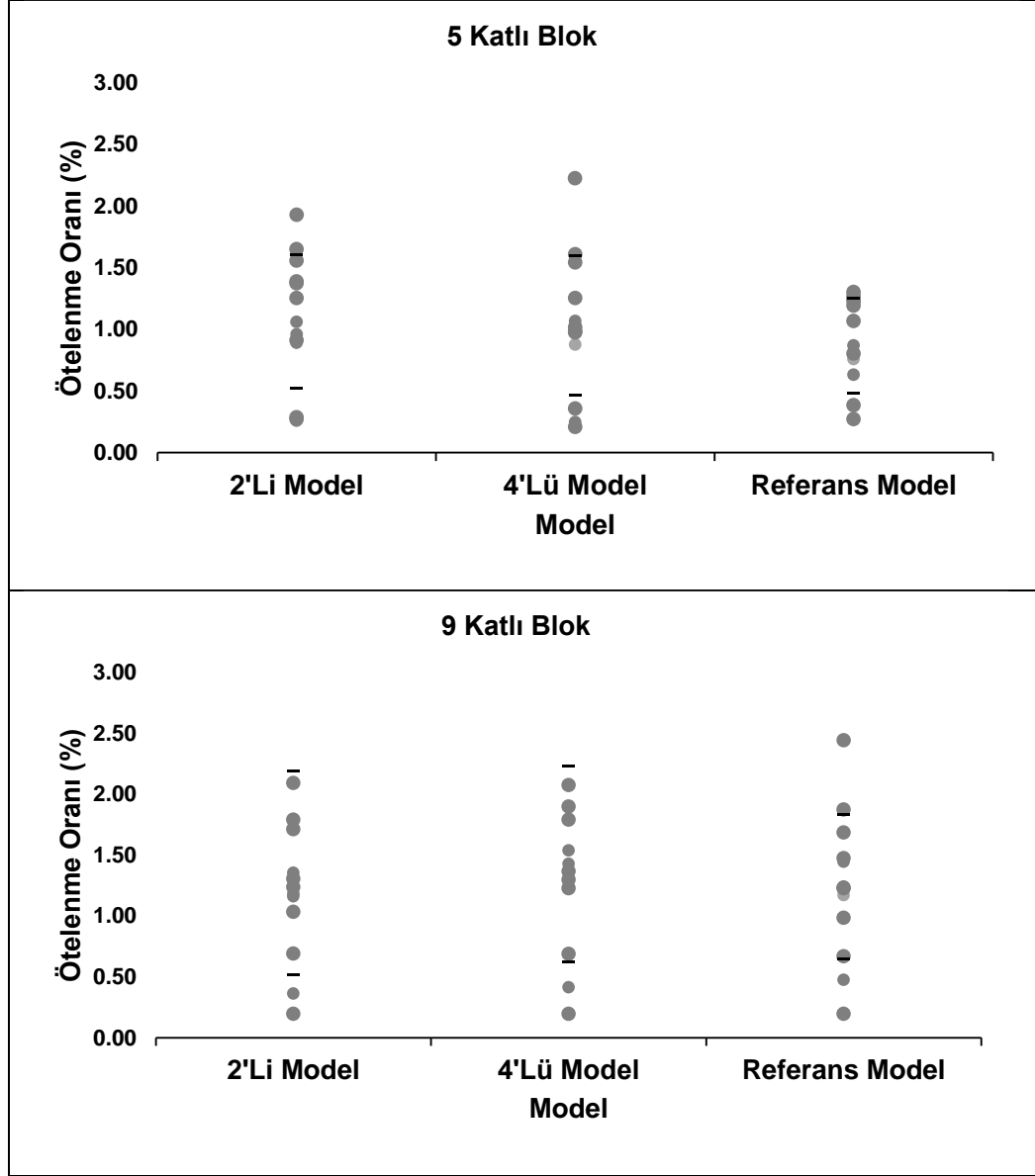
5-9 katlı modelde 9 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %9, 4'lü model için %15 artmıştır.

**Tablo 5.3:** 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model/Referans Model	4'lü Model/Referans Model
1	0.27	0.21	0.27	1.00	0.76
2	1.39	1.02	1.19	1.16	0.85
3	0.96	0.88	0.76	1.26	1.15
4	0.29	0.36	0.38	0.75	0.93
5	1.93	2.23	1.23	1.57	1.82
6	0.89	1.07	0.63	1.41	1.69
7	0.26	0.25	0.27	0.95	0.91
8	0.91	0.98	0.80	1.14	1.22
9	1.65	1.61	1.25	1.32	1.29
10	1.37	0.99	1.07	1.29	0.92
11	1.25	1.54	1.30	0.96	1.18
12	1.56	1.25	1.27	1.23	0.99
<b>Ort</b>	<b>1.06</b>	<b>1.03</b>	<b>0.87</b>	1.22	1.19
<b>Ort+Std</b>	<b>1.60</b>	<b>1.60</b>	<b>1.25</b>	1.28	1.27
<b>Ort-Std</b>	<b>0.52</b>	<b>0.46</b>	<b>0.48</b>	1.07	0.96
<b>Std Sapma</b>	<b>0.54</b>	<b>0.57</b>	<b>0.39</b>	1.41	1.47

**Tablo 5.4:** 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model/Referans Model	4'lü Model/Referans Model
1	0.20	0.20	0.20	1.00	0.99
2	1.03	1.37	0.98	1.05	1.39
3	1.18	1.29	1.17	1.01	1.10
4	0.69	0.69	0.67	1.03	1.03
5	3.48	3.37	2.44	1.42	1.38
6	1.16	1.54	1.45	0.80	1.06
7	0.36	0.41	0.48	0.77	0.87
8	1.31	1.30	1.23	1.06	1.06
9	2.09	2.07	1.87	1.12	1.11
10	1.24	1.23	1.23	1.00	1.00
11	1.79	1.90	1.47	1.21	1.29
12	1.71	1.79	1.69	1.02	1.06
<b>Ort</b>	<b>1.35</b>	<b>1.43</b>	<b>1.24</b>	1.09	1.15
<b>Ort+Std</b>	<b>2.19</b>	<b>2.23</b>	<b>1.83</b>	1.19	1.22
<b>Ort-Std</b>	<b>0.52</b>	<b>0.63</b>	<b>0.65</b>	0.81	0.97
<b>Std Sapma</b>	<b>0.83</b>	<b>0.80</b>	<b>0.59</b>	1.41	1.36



Şekil 5.2: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

### 5.1.3 7-9 Katlı Model

İkili, dörtlü ve referans modele ait maksimum çatı katı ötelenme oranları Tablo 5.5-5.6'da yer almaktadır. Şekil 5.3'te ise hesaplanan çatı ötelenme oranlarının karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çatı yer değiştirme taleplerinde önemli oranda bir artış olduğu görülmektedir.

7-9 katlı modelde 7 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %12, 4'lü model için %14 artmıştır.

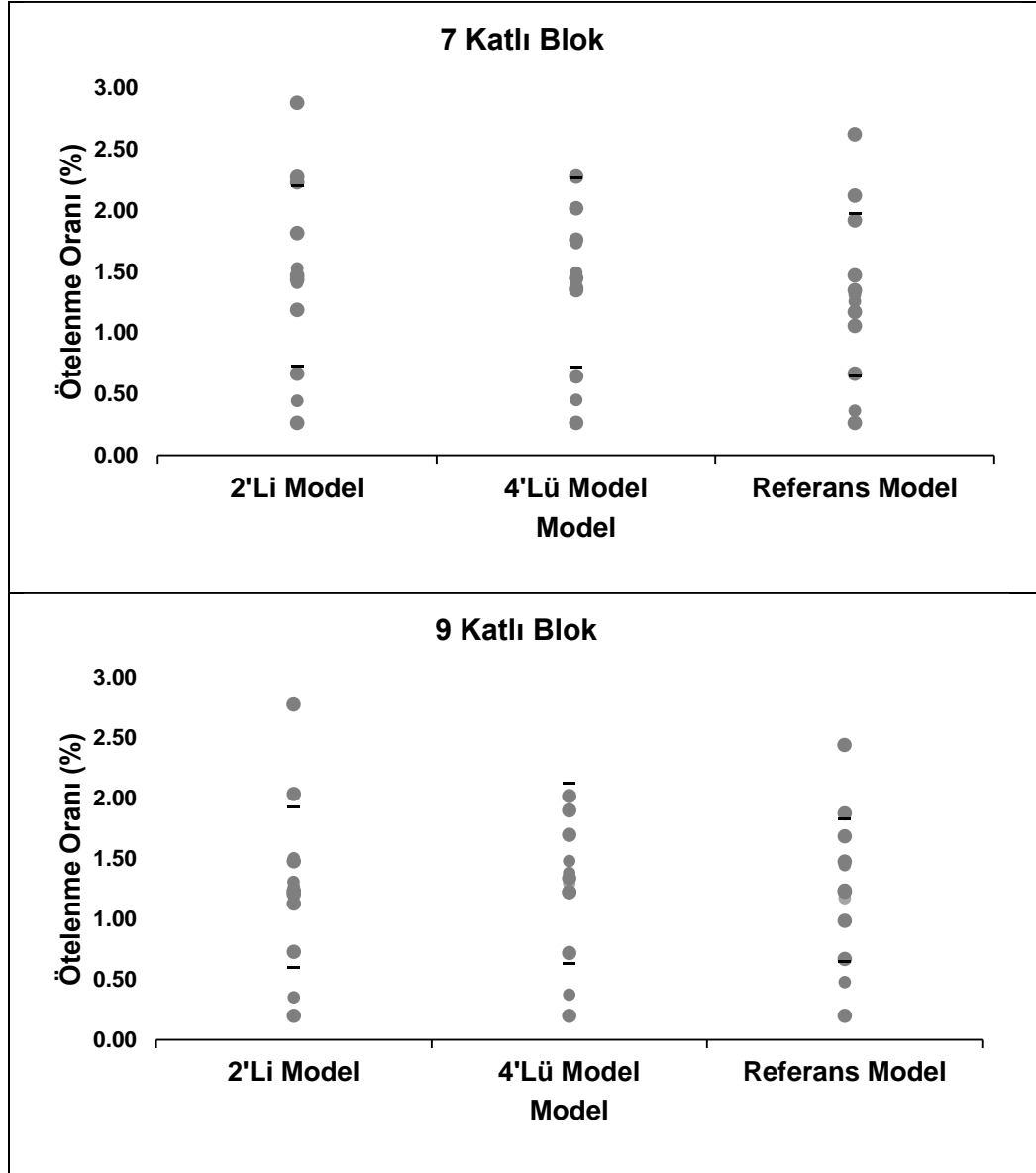
7-9 katlı modelde 9 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %2, 4'lü model için %11 artmıştır.

**Tablo 5.5:** 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model/Referans Model	4'lü Model/Referans Model
1	0.26	0.26	0.26	1.00	1.00
2	1.19	1.35	1.35	0.88	1.00
3	1.41	1.42	1.47	0.96	0.97
4	0.67	0.64	0.67	1.00	0.97
5	2.88	3.16	2.62	1.10	1.21
6	1.53	1.73	1.26	1.21	1.38
7	0.45	0.45	0.36	1.23	1.24
8	1.44	1.45	1.17	1.23	1.24
9	2.27	2.28	2.12	1.07	1.07
10	1.47	1.36	1.47	1.00	0.93
11	2.23	2.02	1.92	1.16	1.05
12	1.82	1.76	1.06	1.72	1.67
<b>Ort</b>	<b>1.47</b>	<b>1.49</b>	<b>1.31</b>	1.12	1.14
<b>Ort+Std</b>	<b>2.21</b>	<b>2.26</b>	<b>1.97</b>	1.12	1.15
<b>Ort-Std</b>	<b>0.73</b>	<b>0.72</b>	<b>0.65</b>	1.13	1.11
<b>Std Sapma</b>	<b>0.74</b>	<b>0.77</b>	<b>0.66</b>	1.11	1.16

**Tablo 5.6:** 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model/Referans Model	4'lü Model/Referans Model
1	0.20	0.20	0.20	1.00	0.99
2	1.13	1.22	0.98	1.14	1.24
3	1.31	1.29	1.17	1.11	1.10
4	0.73	0.72	0.67	1.09	1.07
5	2.78	3.11	2.44	1.14	1.27
6	1.50	1.48	1.45	1.04	1.02
7	0.35	0.37	0.48	0.73	0.78
8	1.20	1.34	1.23	0.98	1.09
9	2.04	2.02	1.87	1.09	1.08
10	1.23	1.22	1.23	1.00	0.99
11	1.22	1.90	1.47	0.83	1.29
12	1.48	1.70	1.69	0.88	1.01
<b>Ort</b>	<b>1.26</b>	<b>1.38</b>	<b>1.24</b>	1.02	1.11
<b>Ort+Std</b>	<b>1.93</b>	<b>2.13</b>	<b>1.83</b>	1.05	1.16
<b>Ort-Std</b>	<b>0.60</b>	<b>0.63</b>	<b>0.65</b>	0.93	0.98
<b>Std Sapma</b>	<b>0.66</b>	<b>0.75</b>	<b>0.59</b>	1.12	1.26



Şekil 5.3: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

#### 5.1.4 9-5 Katlı Model

İkili, dördü ve referans modele ait maksimum çatı katı ötelenme oranları Tablo 5.7-5.8'de yer almaktadır. Şekil 5.4'te ise hesaplanan çatı ötelenme oranlarının karşılaştırması ve saçılımları gösterilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, çatı yer değiştirme taleplerinde önemli oranda bir artış olduğu görülmektedir.

9-5 katlı modelde 9 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %9, 4'lü model için %1 artmıştır.

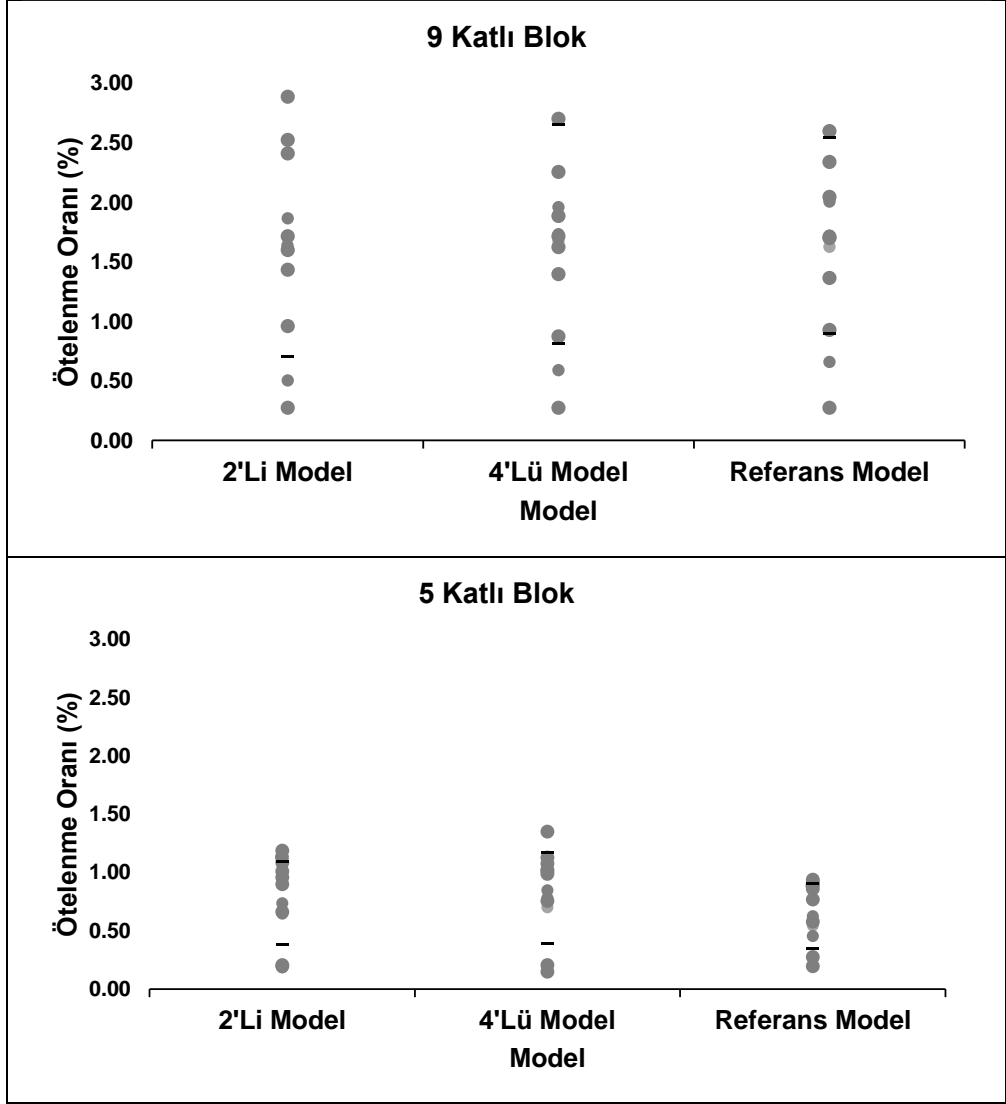
9-5 katlı modelde 5 katlı bina için referans modele göre deplasman değeri, 2'li model için %19, 4'lü model için %25 artmıştır.

**Tablo 5.7:** 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

<b>Deprem Kodu</b>	<b>2'li Model</b>	<b>4'lü Model</b>	<b>Referans Model</b>	<b>2'li Model/Referans Model</b>	<b>4'lü Model/Referans Model</b>
1	0.27	0.27	0.27	1.00	1.00
2	1.44	1.40	1.37	1.05	1.02
3	1.64	1.68	1.63	1.01	1.03
4	0.96	0.87	0.93	1.03	0.94
5	4.84	3.85	3.39	1.43	1.14
6	1.61	1.96	2.01	0.80	0.98
7	0.51	0.59	0.66	0.77	0.90
8	1.60	1.62	1.70	0.94	0.95
9	2.89	2.70	2.60	1.11	1.04
10	1.72	1.72	1.71	1.00	1.00
11	2.53	1.89	2.05	1.24	0.92
12	2.41	2.26	2.34	1.03	0.97
<b>Ort</b>	<b>1.87</b>	<b>1.73</b>	<b>1.72</b>	1.09	1.01
<b>Ort+Std</b>	<b>3.03</b>	<b>2.65</b>	<b>2.54</b>	1.19	1.04
<b>Ort-Std</b>	<b>0.70</b>	<b>0.82</b>	<b>0.90</b>	0.78	0.91
<b>Std Sapma</b>	<b>1.16</b>	<b>0.92</b>	<b>0.82</b>	1.42	1.11

**Tablo 5.8:** 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Ötelenme Oranlarının (%) Tüm Modeller İçin Karşılaştırılması

<b>Deprem Kodu</b>	<b>2'li Model</b>	<b>4'lü Model</b>	<b>Referans Model</b>	<b>2'li Model/Referans Model</b>	<b>4'lü Model/Referans Model</b>
1	0.20	0.15	0.20	1.00	0.77
2	1.01	0.99	0.86	1.18	1.15
3	0.66	0.70	0.55	1.21	1.28
4	0.21	0.21	0.28	0.75	0.75
5	1.13	1.02	0.88	1.28	1.16
6	0.65	0.85	0.46	1.42	1.86
7	0.19	0.15	0.20	0.95	0.75
8	0.66	0.76	0.58	1.15	1.31
9	1.19	1.35	0.90	1.32	1.50
10	0.96	1.01	0.77	1.25	1.31
11	0.90	1.08	0.94	0.96	1.15
12	1.08	1.13	0.91	1.19	1.24
<b>Ort</b>	<b>0.74</b>	<b>0.78</b>	<b>0.63</b>	1.18	1.25
<b>Ort+Std</b>	<b>1.09</b>	<b>1.17</b>	<b>0.90</b>	1.21	1.30
<b>Ort-Std</b>	<b>0.38</b>	<b>0.39</b>	<b>0.35</b>	1.09	1.12
<b>Std Sapma</b>	<b>0.36</b>	<b>0.39</b>	<b>0.28</b>	1.28	1.41



Şekil 5.4: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Çatı Ötelenme Oranı Değerlerinin Karşılaştırılması

## 5.2 Görelî Kat Öteleme Değerlerinin Karşılaştırılması

Tez kapsamında tüm modeller için elde edilen görelî kat öteleme değerleri bu bölümde detaylı olarak karşılaştırılmıştır.

### 5.2.1 5-7 Katlı Model

İkili, dördü ve referans modele ait görelî kat ötelenme oranları Tablo 5.9-5.10'da yer almaktadır. Görelî kat ötelenme oranları karşılaştırılması Şekil 5.5'te gösterilmiştir.



5-7 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 2'li modelde, 5. katta %32, 4. katta %14, 3. katta %7, 2. katta %1, artmış ve 1. katta %0.05 azalmıştır.

5-7 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 2'li modelde, 7. katta %24, 6. katta %12, 5. katta %9, 4. katta %8, 3. katta %10, 2. katta %12, 1 katta %12 artmıştır.

5-7 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 5. katta %53, 4. katta %40, 3. katta %30, 2. katta %10, 1.katta %7 artmıştır.

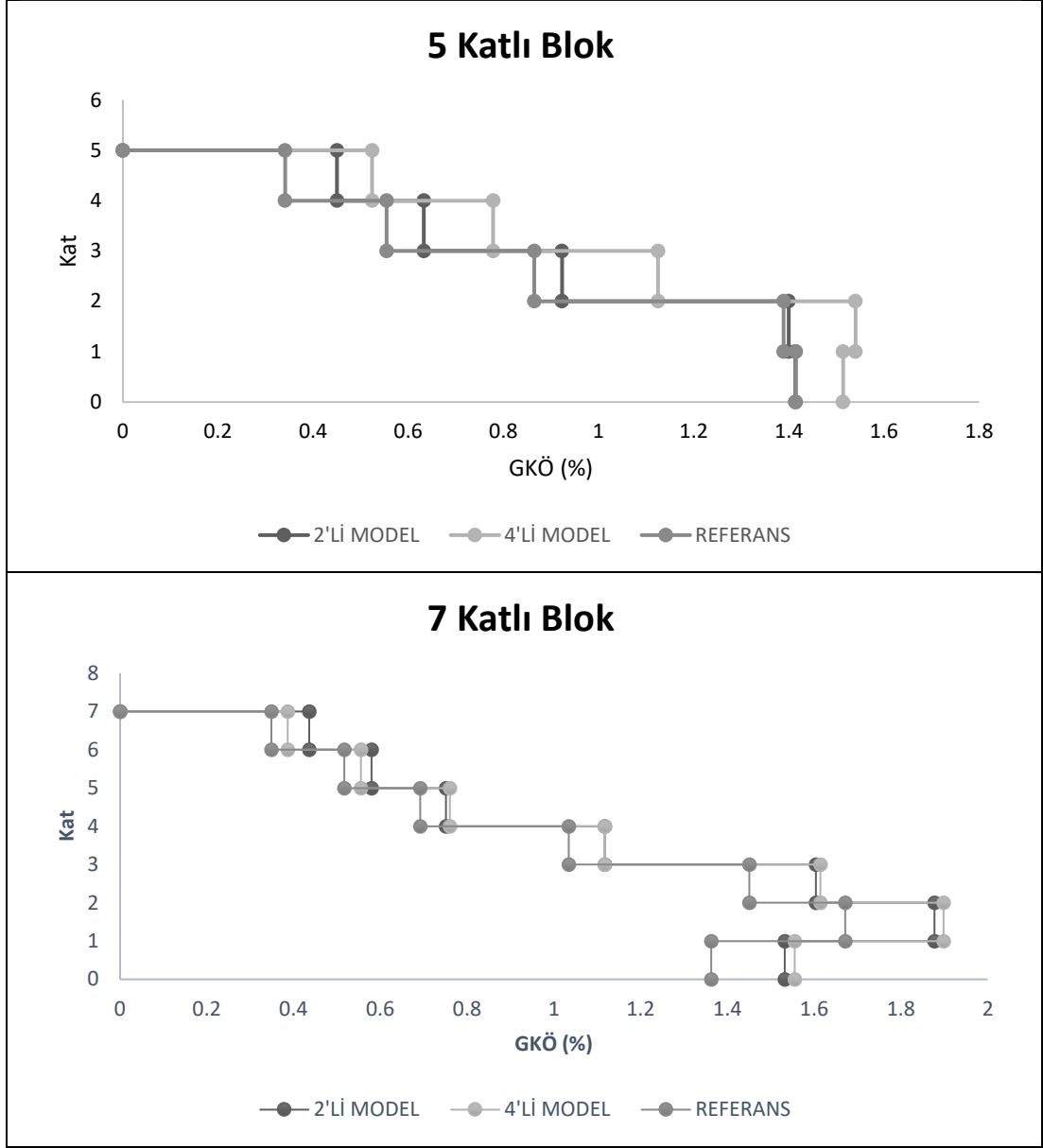
5-7 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 7. katta %10, 6. katta %7, 5. katta %9, 4. katta %8, 3. katta %11, 2. katta %14, 1 katta %14 artmıştır.

**Tablo 5.9:** 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
5	0.45	0.52	0.34
4	0.63	0.78	0.55
3	0.92	1.13	0.87
2	1.40	1.54	1.39
1	1.41	1.51	1.41

**Tablo 5.10:** 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
7	0.44	0.39	0.35
6	0.58	0.56	0.52
5	0.75	0.76	0.69
4	1.12	1.12	1.03
3	1.60	1.61	1.45
2	1.88	1.90	1.67
1	1.53	1.56	1.36



Şekil 5.5: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması

### 5.2.2 5-9 Katlı Model

İkili, dördlü ve referans modele ait görelî kat ötelenme oranları Tablo 5.11-5.12'de yer almaktadır. Görelî kat ötelenme oranları karşılaştırılması Şekil 5.6'da gösterilmiştir.

5-9 modeli için ortalama görelî kat ötelenme oranları 2'li modelde, 5. katta %90, 4. katta %49, 3. katta %21, 2. katta %14, 1. katta %8 artmıştır.

5-9 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 2'li modelde, 9. katta %12, 8. katta %15, 7. katta %24, 6. katta %15, 5. katta %2 artmış, 4. katta %0.3 azalmış, 3. katta %12, 2. katta %17, 1 katta %18 artmıştır.

5-9 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 5. katta %72, 4. katta %50, 3. katta %27, 2. katta %9, 1.katta %3 artmıştır.

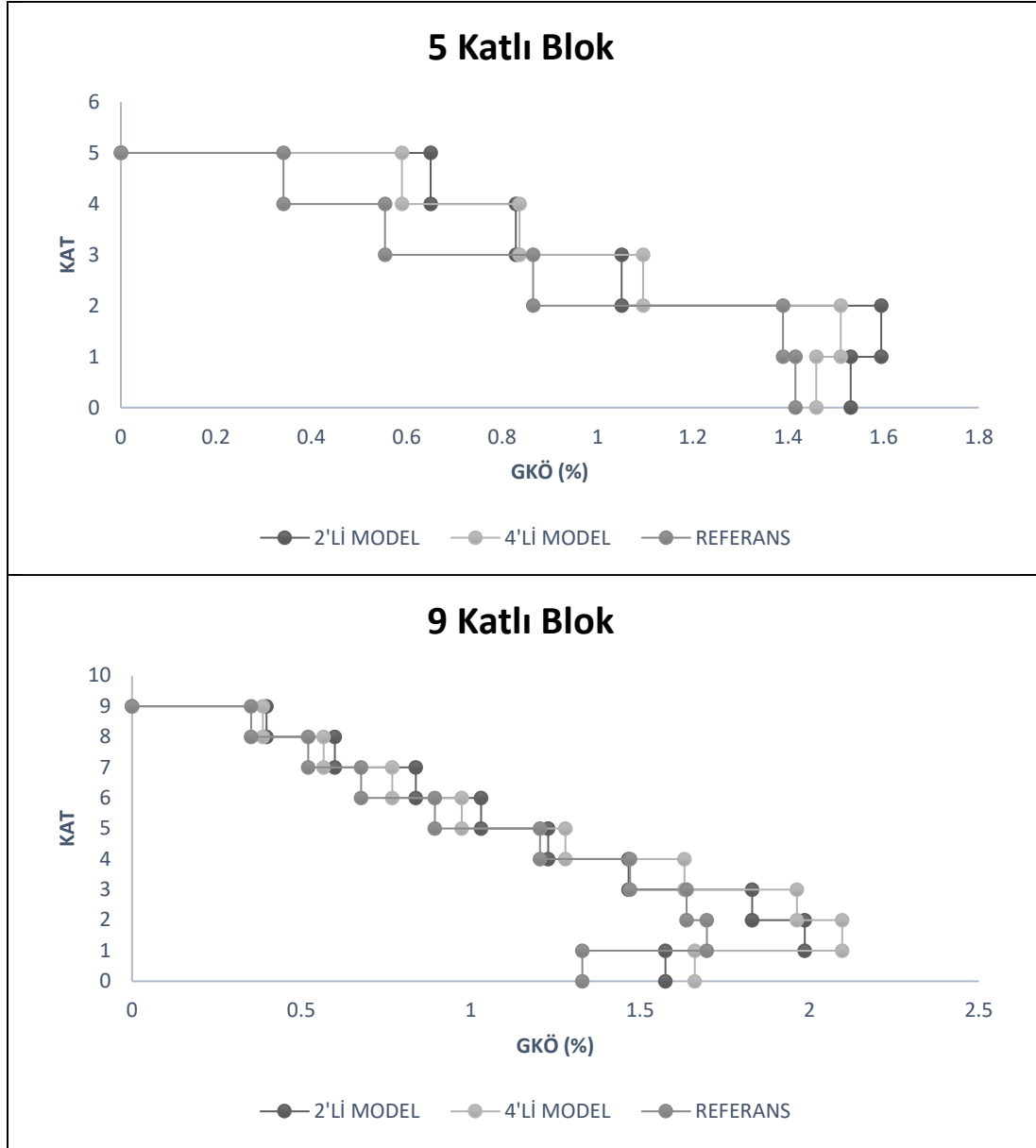
5-9 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 9. katta %10, 8. katta %9, 7. katta %14, 6. katta %9, 5. katta %6, 4. katta %11, 3. katta %20, 2. katta %23, 1 katta %25 artmıştır.

**Tablo 5.11:** 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
5	0.65	0.59	0.34
4	0.83	0.84	0.55
3	1.05	1.10	0.87
2	1.60	1.51	1.39
1	1.53	1.46	1.41

**Tablo 5.12:** 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
9	0.40	0.39	0.35
8	0.60	0.57	0.52
7	0.84	0.77	0.68
6	1.03	0.97	0.89
5	1.23	1.28	1.20
4	1.47	1.63	1.47
3	1.83	1.96	1.64
2	1.99	2.10	1.70
1	1.58	1.66	1.33



Şekil 5.6: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması

### 5.2.3 7-9 Katlı Model

İkili, dördlü ve referans modele ait görelî kat ötelenme oranları Tablo 5.13-5.14'te yer almaktadır. Görelî kat ötelenme oranları karşılaştırılması Şekil 5.7'de gösterilmiştir.

7-9 modeli için ortalama görelî kat ötelenme oranları 2'li modelde, 7. katta %2, 6. katta %16, 5. katta %23, 4. katta %16, 3. katta %10, 2. katta %8, 1 katta %7 artmıştır.

7-9 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 2'li modelde, 9. katta %12, 8. katta %5 artmış ve 7. katta %1, 6. katta %2, 5. katta %1 azalmış ve, 4. katta %1, 3. katta %4, 2. katta %5, 1 katta %5 artmıştır.

7-9 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 7. katta %37, 6. katta %23, 5. katta %30, 4. katta %26, 3. katta %12, 2. katta %3, artmış ve 1 katta %0.09 azalmıştır.

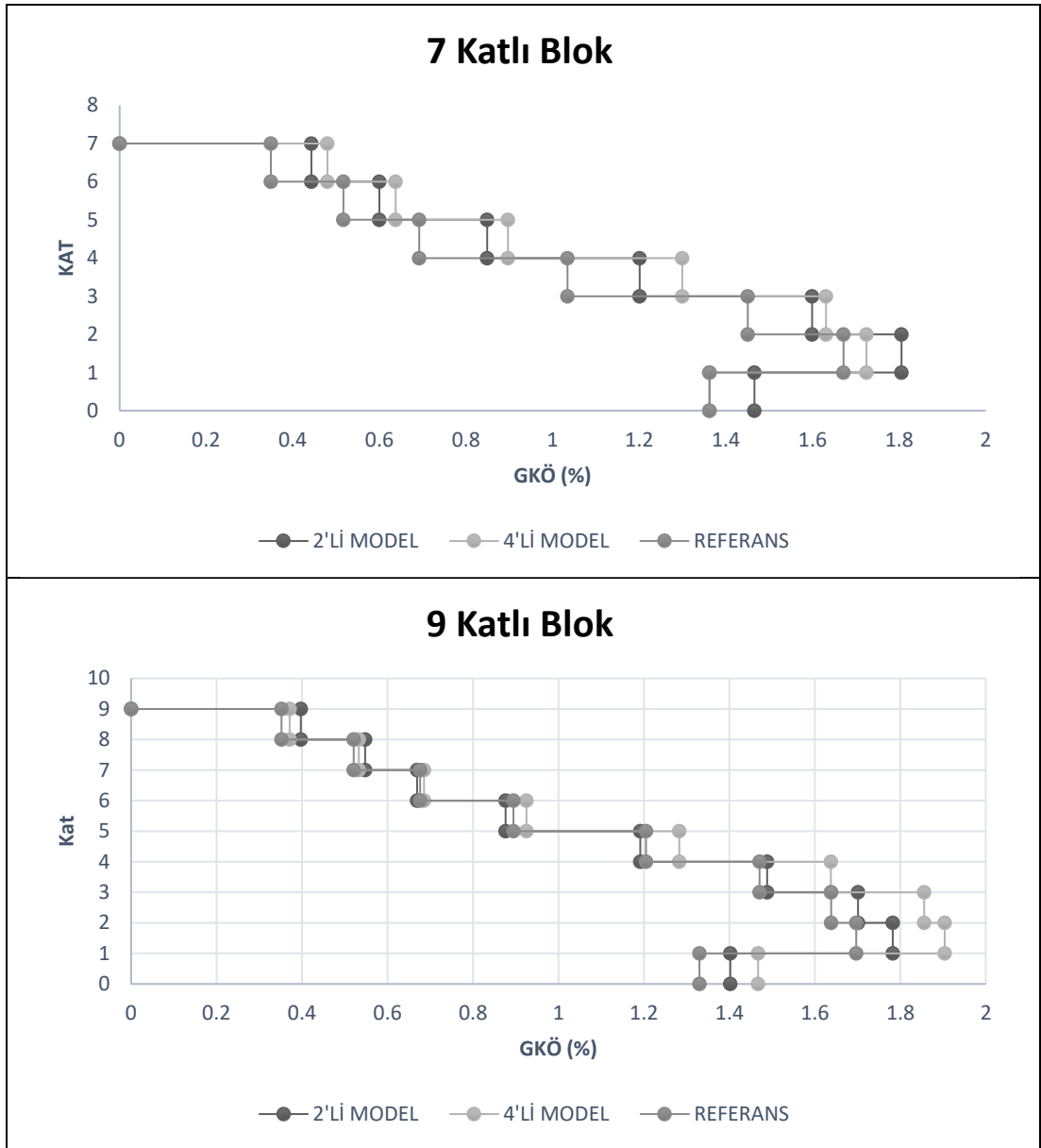
7-9 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 9. katta %5, 8. katta %2, 7. katta %1, 6. katta %3, 5. katta %6 artmış, 4. katta %11, 3. katta %13, 2. katta %12, 1 katta %10 artmıştır.

**Tablo 5.13:** 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
7	0.44	0.48	0.35
6	0.60	0.64	0.52
5	0.85	0.90	0.69
4	1.20	1.30	1.03
3	1.60	1.63	1.45
2	1.81	1.72	1.67
1	1.47	1.36	1.36

**Tablo 5.14:** 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
9	0.40	0.37	0.35
8	0.55	0.53	0.52
7	0.67	0.69	0.68
6	0.88	0.93	0.89
5	1.19	1.28	1.20
4	1.49	1.64	1.47
3	1.70	1.86	1.64
2	1.78	1.90	1.70
1	1.40	1.47	1.33



Şekil 5.7: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması

#### 5.2.4 9-5 Katlı Model

İkili, dördü ve referans modele ait görelî kat ötelenme oranları Tablo 5.15-5.16'da yer almaktadır. Görelî kat ötelenme oranları karşılaştırılması Şekil 5.8'de gösterilmiştir.

9-5 modeli için ortalama görelî kat ötelenme oranları 2'li modelde, 9. katta %15, 8. katta %18, 7. katta %26, 6. katta %16 artmış ve 5. katta %0.15, 4. katta %3 azalmış ve 3. katta %9, 2. katta %14, 1 katta %16 artmıştır.

9-5 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 2'li modelde, 5. katta %63, 4. katta %33, 3. katta %13, 2. katta %11, 1. katta %12 artmıştır.

9-5 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 9. katta %9, 8. katta %8, 7. katta %14, 6. katta %8 artmış ve 5. katta %3, 4. katta %4, 3. katta %0.2 azalmış, 2. katta %2, 1 katta %3 artmıştır.

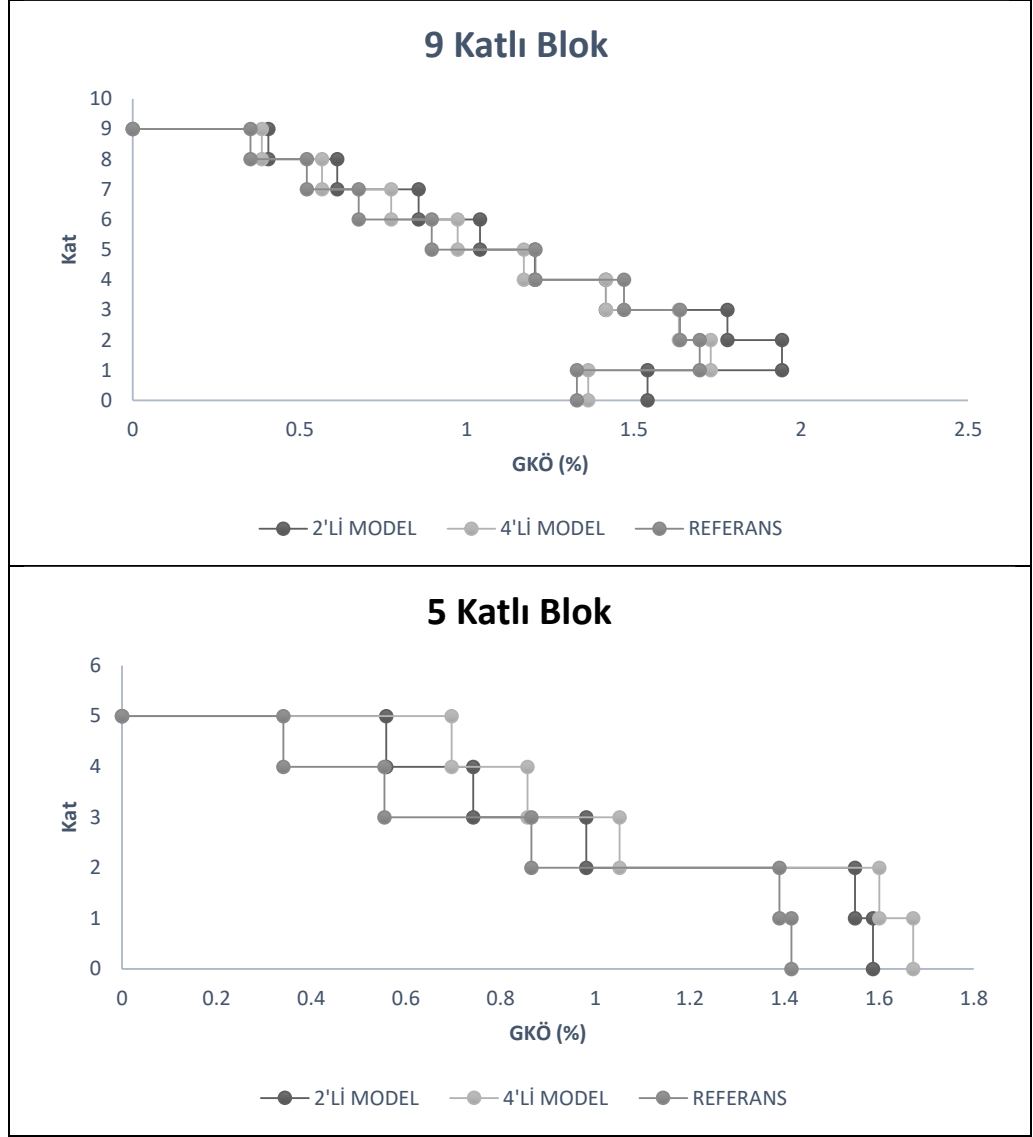
9-5 modeli için ortalama görel kat ötelenme oranları 4'lü modelde, 5. katta %104, 4. katta %54, 3. katta %21, 2. katta %14-5, 1. katta %18 artmıştır.

**Tablo 5.15:** 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
9	0.41	0.39	0.35
8	0.61	0.57	0.52
7	0.86	0.77	0.68
6	1.04	0.97	0.89
5	1.20	1.17	1.20
4	1.42	1.42	1.47
3	1.78	1.63	1.64
2	1.94	1.73	1.70
1	1.54	1.36	1.33

**Tablo 5.16:** 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Ortalama Görel Kat Ötelenme Değerleri

Kat	2'li Model	4'lü Model	Referans Model
	(%)		
5	0.56	0.70	0.34
4	0.74	0.86	0.55
3	0.98	1.05	0.87
2	1.55	1.60	1.39
1	1.59	1.67	1.41



Şekil 5.8: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Görelî Kat Ötelenmesi Profillerinin Karşılaştırılması

### 5.3 Taban Kesme Kuvveti Değerlerinin Karşılaştırılması

Tez kapsamında tüm modeller için elde edilen taban kesme kuvveti değerleri bu bölümde detaylı olarak karşılaştırılmıştır.

#### 5.3.1 5-7 Katlı Model

İkili, dörtlü ve referans modele ait taban kesme kuvveti değerleri ve referans modele oranları Tablo 5.17-5.18'de yer almaktadır. Taban kesme kuvveti oranlarının karşılaştırılması Şekil 5.9'da gösterilmiştir.



5-7 katlı modelde 5 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %2,5 ve 4'lü model için %2,7 azalmıştır.

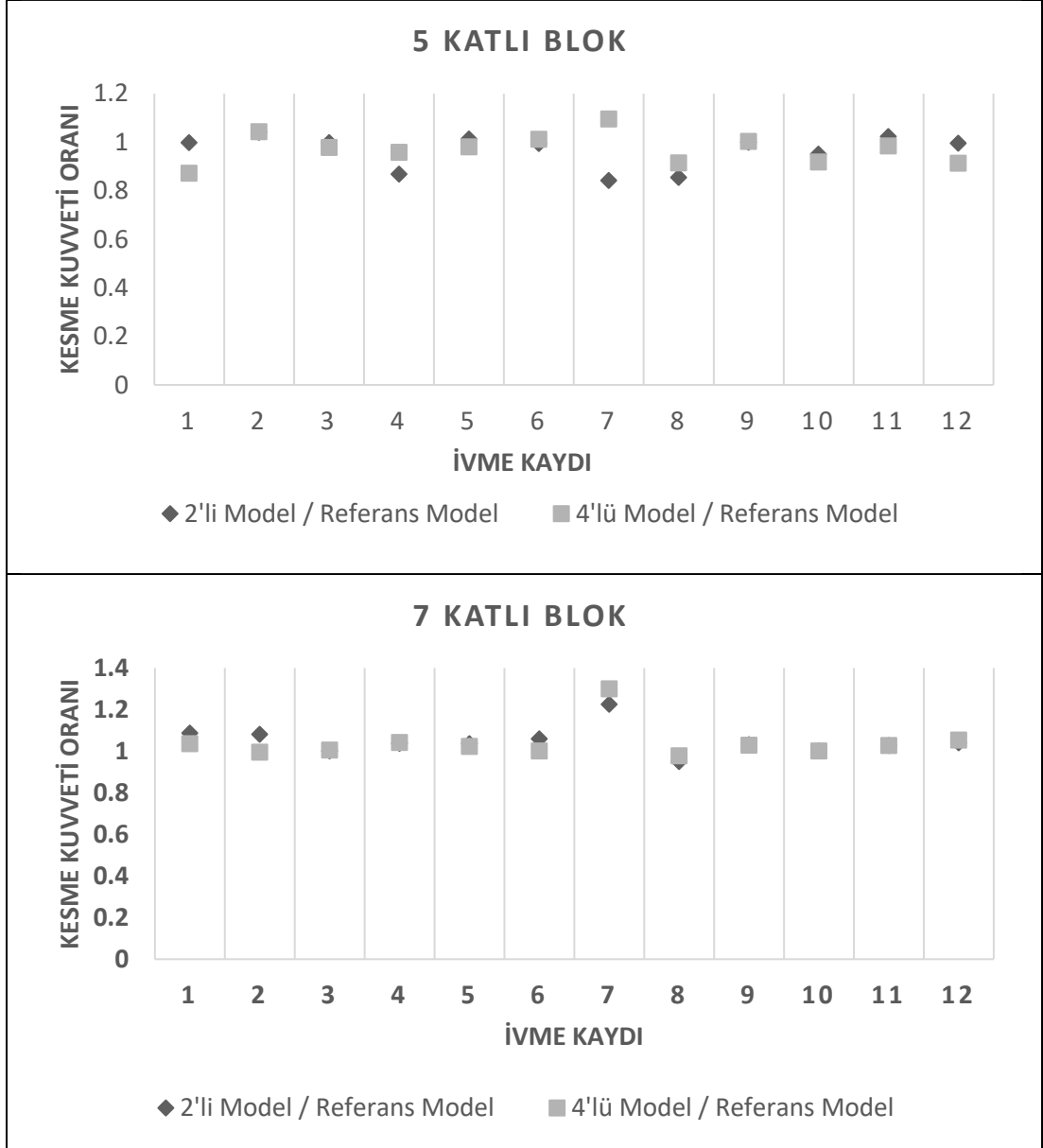
5-7 katlı modelde 7 katlı için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %3,5 ve 4'lü model için %2,5 artmıştır.

**Tablo 5.17:** 5-7 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	523.24	457.06	523.24	1.000	0.874
2	1197.91	1201.74	1150.21	1.041	1.045
3	1065.82	1044.25	1065.82	1.000	0.980
4	594.33	655.81	683.93	0.869	0.959
5	1310.09	1267.72	1291.23	1.015	0.982
6	971.80	989.63	976.42	0.995	1.014
7	460.58	599.10	546.22	0.843	1.097
8	956.16	1023.44	1116.89	0.856	0.916
9	1207.84	1212.97	1206.91	1.001	1.005
10	1200.45	1159.72	1261.31	0.952	0.919
11	1272.49	1223.05	1241.57	1.025	0.985
12	1184.15	1086.72	1188.51	0.996	0.914

**Tablo 5.18:** 5-7 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	414.43	394.78	381.44	1.086	1.035
2	1558.99	1434.60	1441.79	1.081	0.995
3	1292.15	1297.75	1290.89	1.001	1.005
4	1175.62	1179.51	1133.12	1.038	1.041
5	1778.96	1754.34	1717.15	1.036	1.022
6	1431.32	1351.10	1351.32	1.059	1.000
7	675.02	715.78	550.88	1.225	1.299
8	1405.98	1447.01	1481.57	0.949	0.977
9	1553.69	1549.57	1507.15	1.031	1.028
10	1400.57	1400.87	1400.57	1.000	1.000
11	1603.65	1604.32	1562.38	1.026	1.027
12	1334.40	1349.96	1282.48	1.040	1.053



Şekil 5.9: 5-7 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması

### 5.3.2 5-9 Katlı Model

İkili, dörtlü ve referans modele ait taban kesme kuvveti değerleri ve referans modele oranları Tablo 5.19-5.20'de yer almaktadır. Taban kesme kuvveti oranlarının karşılaştırılması Şekil 5.10'da gösterilmiştir.

5-9 katlı modelde 5 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %1,4 ve 4'lü model için %5,3 azalmıştır.

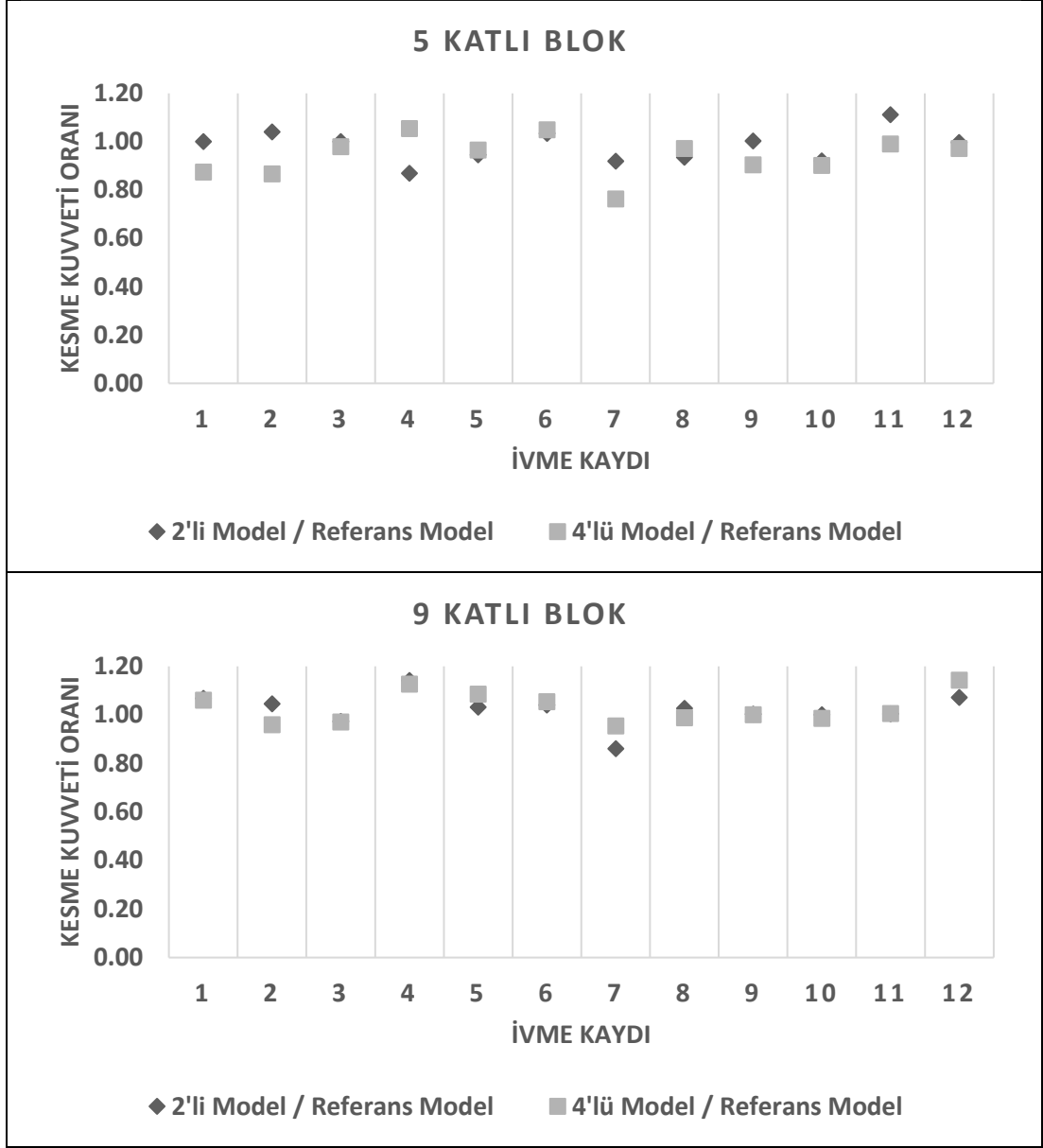
5-9 katlı modelde 9 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %2 ve 4'lü model için %2,5 artmıştır.

**Tablo 5.19:** 5-9 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	523.24	457.06	523.24	1.000	0.874
2	1195.31	996.37	1150.21	1.039	0.866
3	1065.82	1043.19	1065.82	1.000	0.979
4	594.33	719.99	683.93	0.869	1.053
5	1219.34	1245.62	1291.23	0.944	0.965
6	1009.31	1024.14	976.42	1.034	1.049
7	501.96	416.44	546.22	0.919	0.762
8	1043.31	1084.34	1116.89	0.934	0.971
9	1209.90	1091.09	1206.91	1.002	0.904
10	1160.76	1136.15	1261.31	0.920	0.901
11	1379.54	1228.61	1241.57	1.111	0.990
12	1183.38	1153.55	1188.51	0.996	0.971

**Tablo 5.20:** 5-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	412.25	409.64	386.46	1.067	1.06
2	1366.33	1252.46	1307.13	1.045	0.96
3	1237.06	1233.06	1271.77	0.973	0.97
4	1150.35	1134.98	1007.84	1.141	1.13
5	1560.27	1641.07	1512.81	1.031	1.08
6	1307.50	1325.01	1257.81	1.039	1.05
7	809.51	897.43	941.35	0.856	0.95
8	1371.12	1318.97	1336.52	1.026	0.99
9	1296.47	1292.75	1293.40	1.002	1.00
10	1353.44	1333.14	1353.44	1.000	0.99
11	1507.92	1508.75	1502.07	1.004	1.00
12	1391.01	1484.29	1299.15	1.071	1.14



Şekil 5.10: 5-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması

### 5.3.3 7-9 Katlı Model

İkili, dördlü ve referans modele ait taban kesme kuvveti değerleri ve referans modele oranları Tablo 5.21-5.22’de yer almaktadır. Taban kesme kuvveti oranlarının karşılaştırılması Şekil 5.11’de gösterilmiştir.

7-9 katlı modelde 7 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2’li model için %0,3 ve 4’lü model için %4,7 azalmıştır.

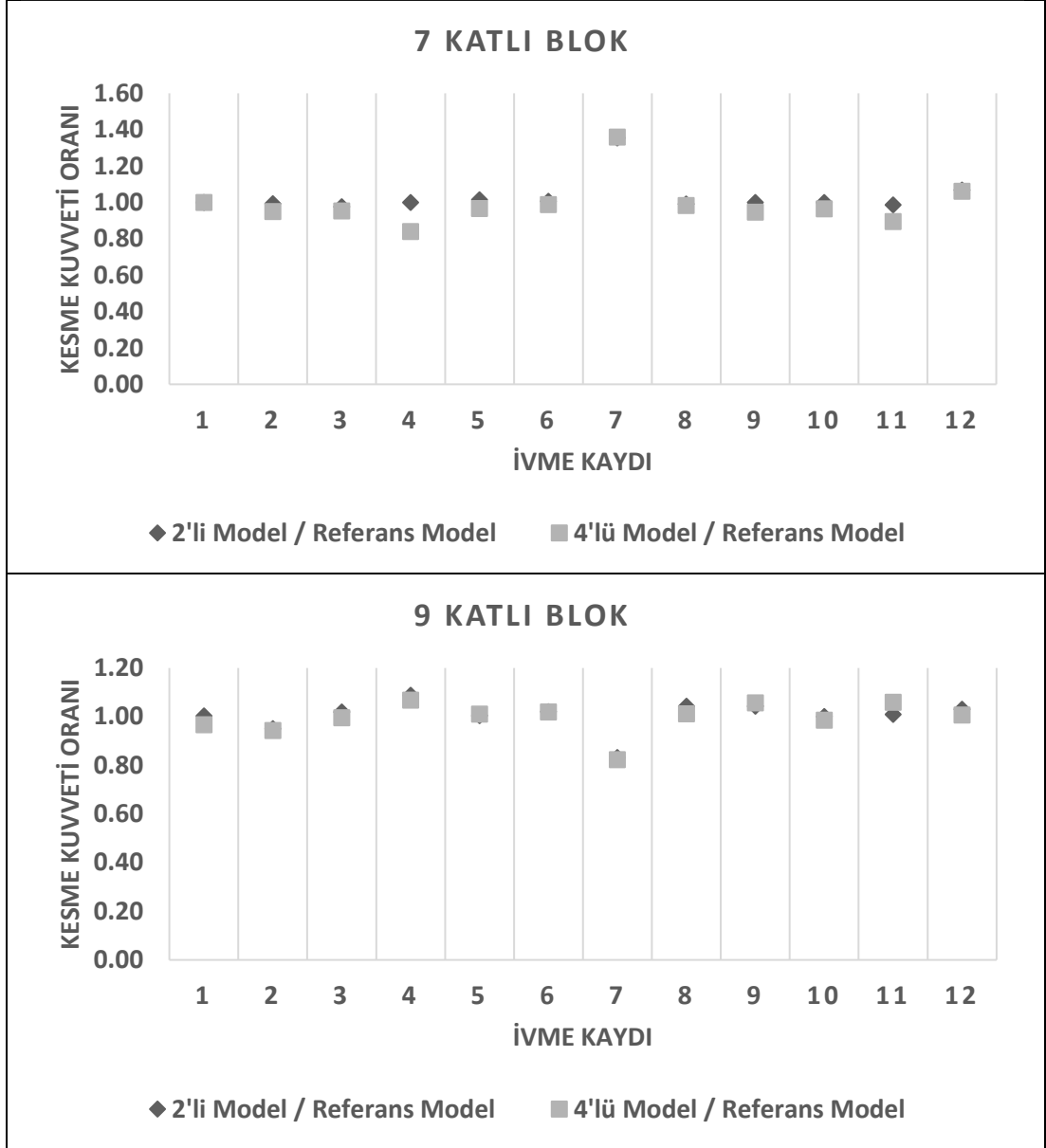
7-9 katlı modelde 9 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %0,5 ve 4'lü model için %0,1 artmıştır.

**Tablo 5.21:** 7-9 Katlı Modelde 7 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	381.44	381.44	381.44	1.000	1.000
2	1431.17	1369.69	1441.79	0.993	0.950
3	1260.70	1230.51	1290.89	0.977	0.953
4	1133.12	951.17	1133.12	1.000	0.839
5	1741.38	1660.50	1717.15	1.014	0.967
6	1360.07	1334.90	1351.32	1.006	0.988
7	746.13	748.61	550.88	1.354	1.359
8	1468.65	1457.63	1481.57	0.991	0.984
9	1507.16	1426.76	1507.15	1.000	0.947
10	1400.57	1352.30	1400.57	1.000	0.966
11	1542.02	1397.76	1562.38	0.987	0.895
12	1369.61	1360.13	1282.48	1.068	1.061

**Tablo 5.22:** 7-9 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	387.24	373.22	386.46	1.002	0.966
2	1241.30	1231.91	1307.13	0.950	0.942
3	1295.60	1265.40	1271.77	1.019	0.995
4	1096.10	1075.66	1007.84	1.088	1.067
5	1518.36	1527.49	1512.81	1.004	1.010
6	1283.41	1281.36	1257.81	1.020	1.019
7	782.87	774.34	941.35	0.832	0.823
8	1392.38	1352.02	1336.52	1.042	1.012
9	1348.89	1366.53	1293.40	1.043	1.057
10	1353.44	1333.14	1353.44	1.000	0.985
11	1516.00	1590.09	1502.07	1.009	1.059
12	1337.24	1307.16	1299.15	1.029	1.006



Şekil 5.11: 7-9 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması

### 5.3.4 9-5 Katlı Model

İkili, dördlü ve referans modele ait taban kesme kuvveti değerleri ve referans modele oranları Tablo 5.23-5.24'te yer almaktadır. Taban kesme kuvveti oranlarının karşılaştırılması Şekil 5.12'de gösterilmiştir.

9-5 katlı modelde 9 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %2,5 ve 4'lü model için %3,9 artmıştır.

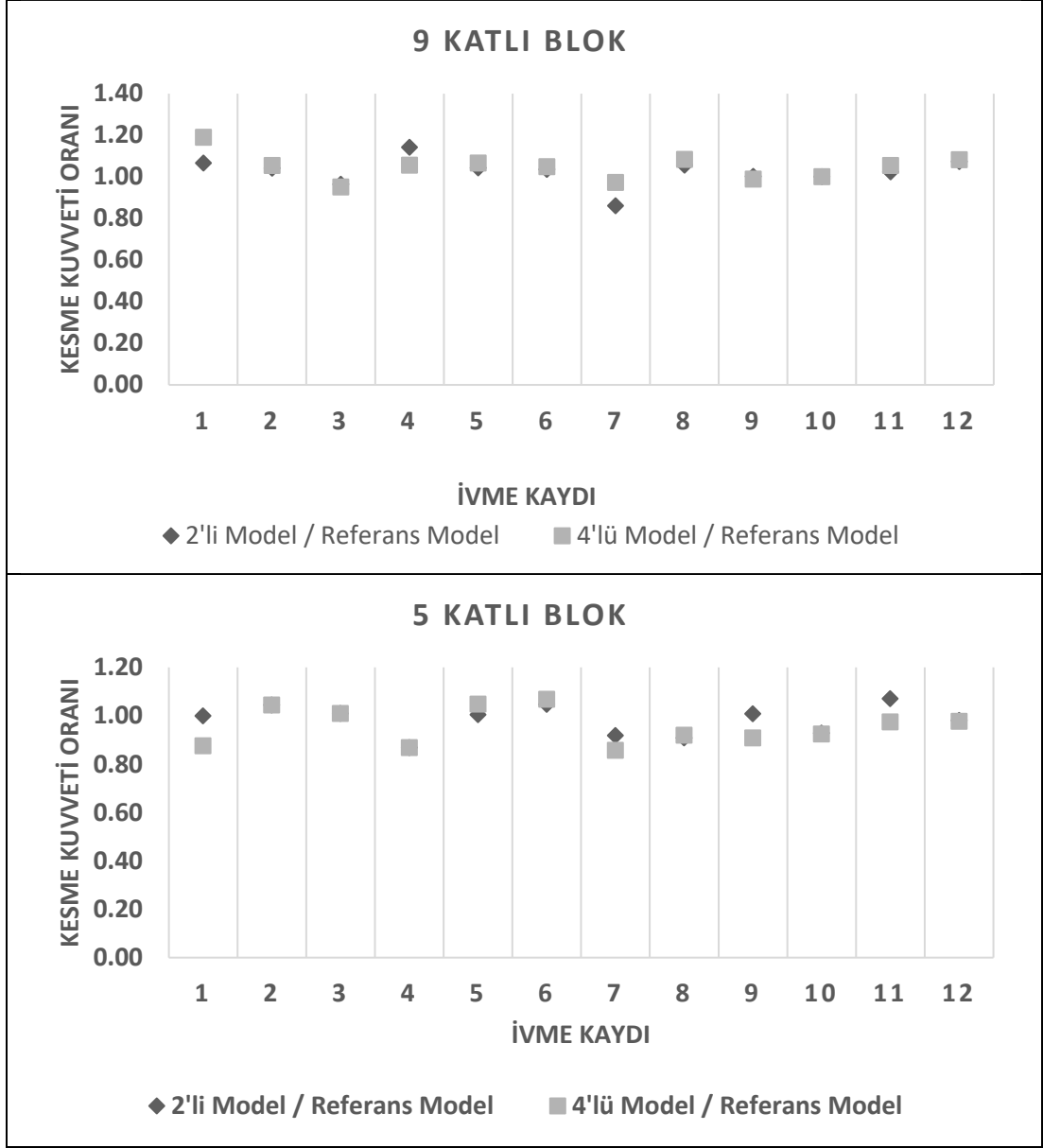
9-5 katlı modelde 5 katlı bina için referans modele göre taban kesme kuvveti değeri, 2'li model için %1,1 ve 4'lü model için %3,3 azalmıştır.

**Tablo 5.23:** 9-5 Katlı Modelde 9 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	412.24	460.00	386.46	1.067	1.190
2	1361.43	1378.48	1307.13	1.042	1.055
3	1225.28	1209.57	1271.77	0.963	0.951
4	1150.34	1064.25	1007.84	1.141	1.056
5	1578.01	1612.20	1512.81	1.043	1.066
6	1303.01	1318.19	1257.81	1.036	1.048
7	809.52	915.19	941.35	0.860	0.972
8	1411.45	1447.29	1336.52	1.056	1.083
9	1295.07	1279.54	1293.40	1.001	0.989
10	1353.44	1354.89	1353.44	1.000	1.001
11	1537.44	1583.86	1502.07	1.024	1.054
12	1394.54	1405.30	1299.15	1.073	1.082

**Tablo 5.24:** 9-5 Katlı Modelde 5 Katlı Bina İçin Elde Edilen Taban Kesme Kuvveti Değerleri ve Oranları

Deprem Kodu	2'li Model	4'lü Model	Referans Model	2'li Model /Referans Model	4'lü Model /Referans Model
1	523.25	458.40	523.24	1.000	0.876
2	1201.89	1201.58	1150.21	1.045	1.045
3	1075.92	1075.93	1065.82	1.009	1.009
4	594.31	594.31	683.93	0.869	0.869
5	1297.01	1353.07	1291.23	1.004	1.048
6	1022.30	1042.60	976.42	1.047	1.068
7	501.93	468.25	546.22	0.919	0.857
8	1014.63	1027.46	1116.89	0.908	0.920
9	1217.26	1096.10	1206.91	1.009	0.908
10	1170.72	1166.17	1261.31	0.928	0.925
11	1330.14	1209.91	1241.57	1.071	0.975
12	1165.78	1160.66	1188.51	0.981	0.977



Şekil 5.12: 9-5 Katlı Modelde Tüm Binalar İçin Taban Kesme Kuvveti Oranlarının Karşılaştırılması

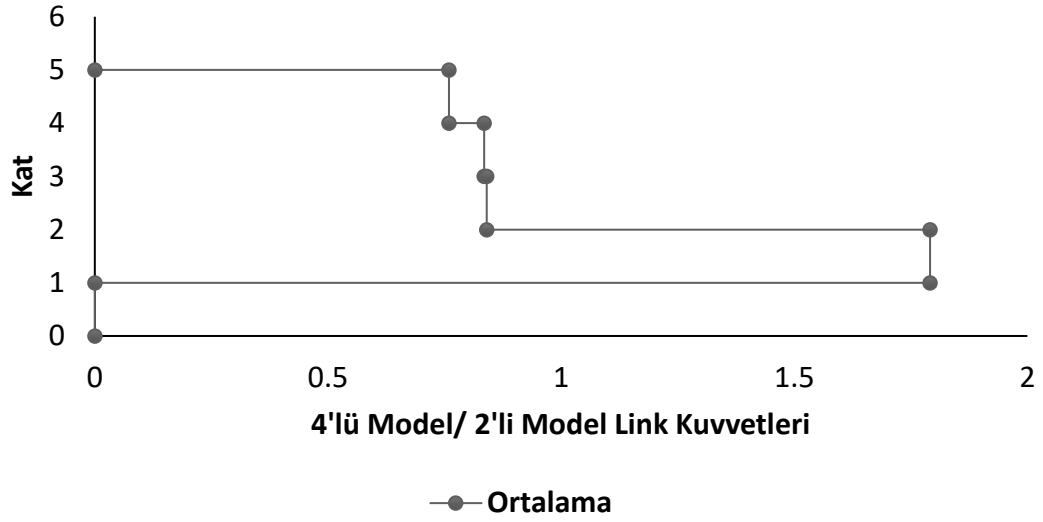
#### 5.4 Link Elemanlarının Karşılaştırılması

Link kuvveti değerleri çarpışmanın şiddetinin doğrudan bir ölçüsüdür. Bu nedenle model kombinasyonlarındaki değişikliklerin daha iyi incelenebilmesi için bu bölümde incelenmiştir. Şekil 5.13-5.16'ta 4'lü ve 2'li modeller için hesaplanan maksimum link kuvveti değerlerinin oranları ortalamalar cinsinden yer almaktadır. Elde edilen değerler incelendiğinde 4'lü bağlanan modeller için hesaplanan link kuvveti değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. 5-7, 5-9, 7-9 ve 9-5 bina kombinasyonları için 4'lü model maksimum link kuvveti değerlerinin 2'li model link kuvveti değerlerine oranları sırasıyla ortalama 1.79, 1.20, 1.79 ve 1.35 bulunmuştur.



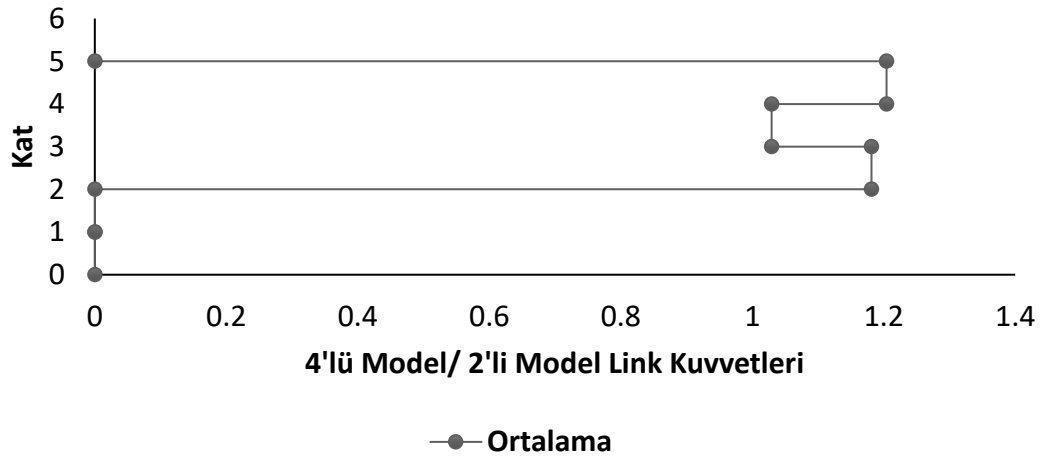
Çarpışma şiddeti beklendiği gibi üst katlarda daha yüksektir. Bu nedenle 4'lü ve 2'li model link kuvveti büyüklükleri arasındaki farklar da artmaktadır.

### (5-7) KAT KOMBİNASYONU



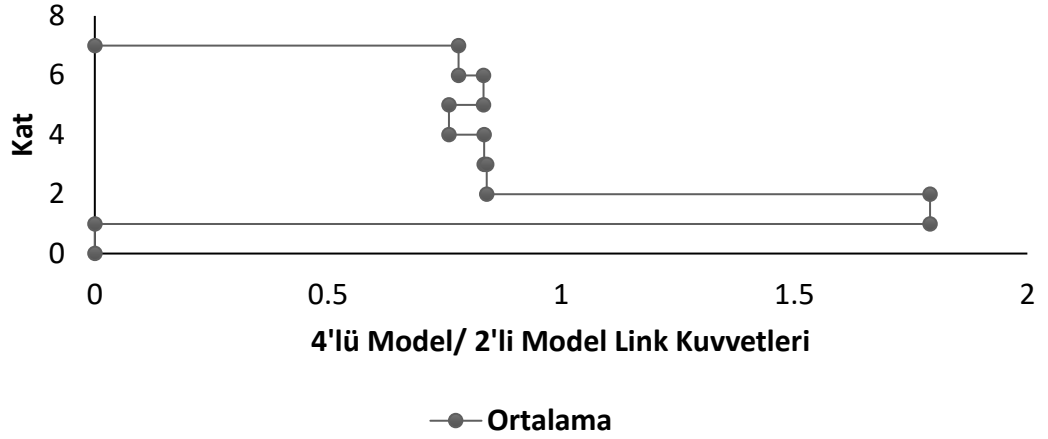
Şekil 5.13: 5-7 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları

### (5-9) KAT KOMBİNASYONU



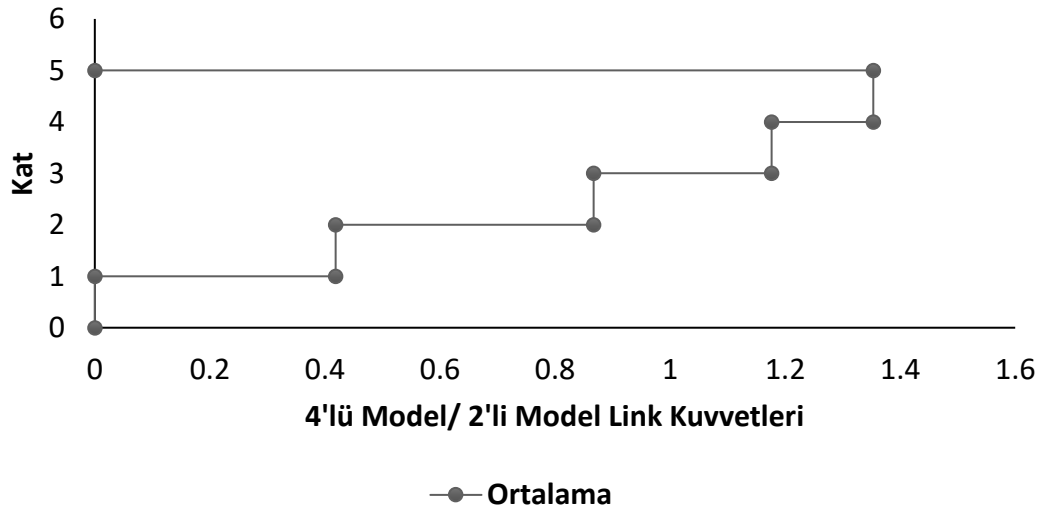
Şekil 5.14: 5-9 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları

### (7-9) KAT KOMBİNASYONU



Şekil 5.15: 7-9 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları

### (9-5) KAT KOMBİNASYONU



Şekil 5.16: 9-5 Katlı Modelde Ortalama Link Kuvveti Oranları

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1 Elde Edilen Bulgular

Gerçekleştirilen çalışmada çekiçleme etkilerinin sıralı binaların davranış özelliklerini ne ölçüde değiştirdiği araştırılmıştır. Bu kapsamda ikili ve dördü olarak modellenen bitişik yapılardan elde edilen talepler çarpışmasız duruma karşılaştırılmıştır.

Tez çalışması kapsamında doğrusal elastik olmayan davranış özellikleri dikkate alınarak 5-7 ve 9 katlı binalar modellenmiştir. Tasarlanan çerçeve yapılar farklı kombinasyonlar türetilerek ikili ve dördü modeller olarak tasarlanmıştır. Bu modeller doğrusal elastik olmayan özelliğe sahip olacak çerçeve modelleri SAP2000 programı kullanılarak modellenmiştir. Analizler sismik davranışı daha gerçekçi yansıttığı için doğrusal elastik olmayan zaman tanım alanında analiz yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada ivme kayıtları artı ve eksi yönde ayrı ayrı etkiltilerek her bina modeli için kritik doğrultu dikkate alınmıştır.

12 farklı deprem kaydı çifti dikkate alındığı çalışmada görelî kat ötelenmeleri, tepe yer değiştirmeleri, taban kesme kuvveti, link (çarpışma) kuvvetleri olmak üzere birçok parametre dikkate alınarak detaylı bir inceleme gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ortalamalar cinsinden maksimum çatı katı oranı değerlerinde anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ancak ivme kayıtları tek tek incelendiğinde 4'lü bina modellerinin dikkate alındığı durumda %70'in üzerinde artışlar gözlenebilmektedir. Benzer şekilde ivme kaydının karakteristik özelliklerine bağlı olarak ikili model taleplerinin daha yüksek bulunduğu durumlar da bulunmaktadır. Elde edilen tüm sonuçlar için standart sapma değerleri bu nedenle çok yüksek bulunmuştur.

Ortalamalar cinsinden hesaplanan en büyük fark 7-9 bina kombinasyonunda 9 katlı bina modeli için hesaplanmıştır. 2'li durumda ortalama çatı katı ötelenme oranı %1.26 iken 4'lü durumda 1.38 bulunmuştur. İncelenen yapıların yüksekliği arttıkça

çarpışma etkileriyle daha büyük ötelenmelerin meydana gelebileceği değerlendirilmiştir.

Görelî kat ötelenmeleri dikkate alındığında ise ortalama değerler açısından farklar dikkat çekicidir. Genel olarak yan yana duran iki binada 4'lü durumun dikkate alındığı durumda serbest doğrultudaki model maksimum görelî ötelenme oranları ortalama %10 düzeyinde artarken diğer bina için %10 azalmaktadır. Her bir ivme kaydı için görelî kat ötelenme oranları için de standart sapma değerinin yüksek olduğu bulunmuştur.

Dikkat çeken bir başka durum da yalnızca maksimum değerler açısından değil, 4 binanın dikkate alındığı durumda taleplerin katlar boyunca dağılımının değişmeye başlamasıdır.

Analiz modelleri için ortalama maksimum link kuvveti değerlerinin 4'lü modelde önemli düzeyde artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum 4 binanın birlikte dikkate alınması halinde çarpışmanın şiddetinin arttığının göstergesidir. Çarpışma şiddetinin ortalama %80'e kadar arttığı kombinasyonlar bulunmaktadır. Tüm modeller için maksimum link kuvveti değeri ortalama 1.53 kat artmıştır.

Kat kesme kuvvetleri açısından da referans modele oranla hem 2'li modelde hem de 4'lü modelde anlamlı değişiklikler bulunmamaktadır. Çarpışmanın başladığı anda elemanların önemli bir kısmının akma kapasitesine ulaşmış olması nedeniyle maksimum kesme kuvveti talepleri beklendiği gibi sınırlı ölçüde değişmektedir.

Tez kapsamında yapılan incelemeler sonucunda 2'den fazla binanın dikkate alındığı durumda çarpışma etkilerinin de değişmeye başladığı görülmektedir. Kullanılan modeller benzer yapısal özelliklere sahiptir ve 4'lü model kombinasyonlarında yerleşim dışında başka düzensizlikler dikkate alınmamıştır. Ancak maksimum görelî ötelenme oranlarının ortalama %10 düzeyinde artış gösterdiği dikkate alındığında yapılar arasında davranış özelliklerinin değişmesi durumunda çok daha büyük farkların ortaya çıkabileceği söylenebilir.

Her bir ivme kaydı için değişkenliğin yüksek olması dinamik analizde bölgenin karakterine uygun kayıt seçiminin önemini vurgulamaktadır.

## 6.2 Gelecek Çalışmalar İçin Öneriler

Gelecekteki çalışmaların konusu olarak sıralı binaların sayısı artırılabilir. Kullanılan deprem ivme kaydının sayısı artırılabilir ve değişik tiplerde elde edilmiş deprem ivme kayıtları kullanılabilir.

3 Boyutlu modeller kullanılarak burulma düzensizliğinin yansıtılabileceği modeller oluşturulabilir. Böylece burulma düzensizliği ile birlikte çekişme davranışının etkileri birlikte incelenebilir.

Modellerde gerçekleşen maksimum çarpışma kuvvetinin olduğu an için her bir katta oluşan kesme kuvveti değişimleri incelenebilir.

Zemin-yapı etkileşimi dikkate alınarak analiz yöntemi geliştirilebilir ve daha gerçekçi sonuçlar elde edilebilir.

Çalışma kapsamında kullanılan modellerde herhangi bir düzensizlik bulunmamaktadır ve modeller arası davranış değişiklikleri kat sayısı farkı ile orantılıdır. Yumuşak kat, kısa kolon gibi düzensizlikler ya da ötelenme desenleri taşıyıcı sistem farkı nedeniyle değişkenlik gösteren modeller kullanıldığında çarpışma etkilerinin de artacağı söylenebilir.

## 7. KAYNAKLAR

Chenna, R., and Ramancharla, P.K., “Damage Assessment Due To Pounding Between Adjacent Structures With Equal And Unequal Heights”, *J. Civ. Struct. Health Monit.*, 635-648, (2018).

Çaycı ve Akpınar, “Seismic Pounding Effects On Typical Building Structures Considering Soil-Structure İnteraction”, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Pamukkale University, (2021).

Doğan, M. ve Günaydın, A. “Pounding of Adjacent RC Buildings During Seismic Loads”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, XXII, (2009).

Ehab, M., Salem, H., Mostafa, H., Yehia, N. “Earthquake Pounding Effect on Adjacent Reinforced Concrete Buildings”, *Int. J. Comput. Appl.*, Vol.106-9, 0975 – 8887 (2014).

Jameel, M., Saiful Islam A.B.M., Hussain R.R., Hasan S.D. and Khaleel M., “Non-Linear FEM Analysis of Seismic Induced Pounding Between Neighbouring Multi-Storey Structures”, *Lat. Am. J. Solids Struct.*, 10, 921-939, (2013).

Jankowski, R., “Non-linear Viscoelastic Modelling of Earthquake-induced Structural Pounding”, *Earthquake Engineering And Structural Dynamics*, 595-611, (2005).

Kamal, M., Çaycı, B.T., İnel, M. “Düşük ve Orta Yükseklikteki Binalarda Çekişleme Etkisi”, *Eskişehir Teknik Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi B- Teorik Bilimler*, 141-151, (2018).

Naserkhaki, S., Ghorbani, S.D., Tolloei, D.H. “Heavier Adjacent Building Pounding Due To Earthquake Excitation”, *Asian J. Civ. Eng.*, Vol.14-2, (2012).

Pant, D.R. and Wijeyewickrema, A.C., “Seismic Pounding Between Reinforced Concrete Buildings: A Study Using Two Recently Proposed Contact Element Models”, Department of Civil Engineering, Tokyo Institute of Technology, Japan, (2010).

Peer, 2014, <http://peer.berkeley.edu>, (2011).

SAP2000, CSI., Integrated Finite Element Analysis and Design of Structures Basic Analysis Reference Manual, Berkeley, USA, (2013).

Sołtysik, B. and Jankowski, R., “Building Damage Due To Structural Pounding During Earthquakes”, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 628, (2015).

TBDY, Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği, İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi, Ankara (2018).

Ye, K., Li, L., Zhu, H., “A Note On The Hertz Contact Model With Nonlinear Damping For Pounding Simulation”, *Earthquake Engineering And Structural Dynamics*, 1135-1142 (2009).