

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMLERİYLE
BETONARME ÇERÇEVE TİPİ YAPILARIN YAPISAL
DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Giorgi ABUSELIDZE

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Tez Danışmanı : Dr. Öğretim Üyesi Muhammet Zeki ÖZYURT

Temmuz 2022

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞRUSAL ANALİZ YÖNTEMLERİYLE
BETONARME ÇERÇEVE TİPİ YAPILARIN YAPISAL
DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Giorgi ABUSELIDZE

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI

Bu tez .../.../2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Giorgi ABUSELIDZE

02.06.2022

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım araştırmanın planlanmasından yazılmasına kadar tüm aşamalarında yardımlarını esirgemeyen, teşvik eden, aynı titizlikte beni yönlendiren değerli danışman hocam Dr. Öğretim Üyesi Muhammet Zeki ÖZYURT'a teşekkürlerimi sunarım.

Tezim konusunda yardımlarını esirgemeyen ve her türlü zorlukta yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ	xiii
ÖZET	xvii
SUMMARY	xviii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Amaç ve Kapsam.....	1
1.2. İlgili Çalışmalar	2
BÖLÜM 2.	
GENEL TANIMLAMALAR.....	6
2.1. Yapıda Düzensizlik Durumları	6
2.1.1. Planda düzensizlik durumları.....	6
2.1.1.1. A1-Burulma düzensizliği	6
2.1.1.2. A2-Döşeme süreksizlikleri	7
2.1.1.3. A3-Planda çıkıntılar bulunması.....	8
2.1.2. Düşeyde düzensizlik durumları.....	9
2.1.2.1. B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği.....	9
2.1.2.2. B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği.....	9
2.1.2.3. B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği	11
2.2. Deprem Hesabında Kullanılan Yöntemler	12
2.2.1. Doğrusal analiz yöntemleri	12

2.2.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	12
2.2.1.1.1. Bina'nın hakim doğal titreşim periyodunun bulunması.....	15
2.2.1.2. Mod birleştirme yöntemi.....	15
2.2.1.3. Zaman tanım alanında mod toplama yöntemi.....	16
2.2.2. Doğrusal olmayan analiz yöntemleri	17
2.2.2.1. Tek modlu itme yöntemleri.....	18
2.2.2.1.1. Sabit tek modlu itme yöntemi.....	18
2.2.2.1.2. Değişken tek modlu itme yöntemi.....	18
2.2.2.2. Çok modlu itme analizi yöntemi	18
2.2.2.3. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi	19
2.3. Dolgu Duvarların Yapının Deprem Etkisi Altında Performansına Etkisi	19
2.3.1. Deprem etkisi altında dolgu duvarların modellenmesi	20
2.3.1.1. Sonlu elemanlar yöntemi.....	20
2.3.1.2. Eşdeğer basınç çubuğu ile modelleme yöntemi	21
 BÖLÜM 3.	
ÇALIŞMANIN TANITIMI VE SAP2000 MODELLEMESİ	23
3.1. Sap2000 Verilerinin Oluşturulması	24
3.2. Dolgu Duvarın Sap 2000 Programında Tanımlanması	30
3.3. Sap 2000 Modellemesinde Elde Edilen Verilerin İsimlendirilmesi	32
 BÖLÜM 4.	
ARAŞTIRMA SONUÇLARI	34
4.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Analiz Sonuçları	34
4.1.1. 4 katlı modellere ait sonuçlar	34
4.1.1.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi.....	34
4.1.1.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi.....	36
4.1.1.3. Burulma düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi	38

4.1.2. 8 katlı modellere ait sonuçlar	40
4.1.2.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi.....	40
4.1.2.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi.....	41
4.1.2.3. Burulma düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi.....	43
4.1.3. 11 katlı modellere ait sonuçlar	45
4.1.3.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi.....	45
4.1.3.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi.....	47
4.1.3.3. Burulma düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi.....	49
4.2. Mod Birleştirme Yöntemi Analiz Sonuçları.....	50
4.2.1. 4 katlı modellere ait sonuçlar	51
4.2.1.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi	51
4.2.1.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi.....	53
4.2.1.3. Burulma düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi	54
4.2.2. 8 katlı modellere ait sonuçlar	56
4.2.2.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi.....	56
4.2.2.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi.....	58
4.2.2.3. Burulma düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi.....	60
4.2.3. 11 katlı modellere ait sonuçlar	61
4.2.3.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi.....	61

4.2.3.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi.....	62
4.2.3.3. Burulma düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi.....	64
4.3. Modellerde Taban Kesme Kuvvetinin Bina Ağırlığına Oranı İle Maksimum Yer Değiştirmenin Kat Yüksekliğine Oranının Eşdeğere Deprem Yüğü Yöntemi İle Karşılaştırılması.....	65
4.3.1. Kat sayısının değişimine göre karşılaştırma	65
4.3.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin kat sayısının değişimine göre karşılaştırılması	65
4.3.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin kat sayısının değişimine göre karşılaştırılması	68
4.3.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin kat sayısının değişimine göre karşılaştırılması	71
4.3.2. Duvar durumuna göre karşılaştırma.....	73
4.3.2.1. 4 katlı modellerin karşılaştırılması	73
4.3.2.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	73
4.3.2.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	74
4.3.2.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	75
4.3.2.2. 8 katlı modellerin incelenmesi	75
4.3.2.2.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	75
4.3.2.2.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	76

4.3.2.2.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	77
4.3.2.3. 11 katlı modellerin karşılaştırılması	77
4.3.2.3.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	77
4.3.2.3.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	78
4.3.2.3.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	79
4.3.2.4. Tüm modellerin duvar durumuna göre karşılaştırılması	79
4.4.1. Kat adedi değişimine göre karşılaştırma	82
4.4.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin kat adedi değişimine göre karşılaştırılması	82
4.4.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin kat adedi değişimine göre karşılaştırılması	85
4.4.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin kat adedi değişimine göre karşılaştırılması	88
4.4.2. Duvar durumuna göre karşılaştırma.....	90
4.4.2.1. 4 katlı modellerin karşılaştırılması	90
4.4.2.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	90
4.4.2.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	91
4.4.2.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	92

4.4.2.2. 8 katlı modellerin karşılaştırılması	92
4.4.2.2.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	92
4.4.2.2.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	93
4.4.2.2.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	94
4.4.2.3. 11 katlı modellerin karşılaştırılması	94
4.4.2.3.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	94
4.4.2.3.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	95
4.4.2.3.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması	96
4.4.2.4. Tüm modellerin duvar durumuna göre karşılaştırılması	96
 BÖLÜM 5.	
SONUÇ VE ÖNERİLER	99
 KAYNAKLAR	101
ÖZGEÇMİŞ	103

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$\Delta F_{NE}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
μ	: Süneklik katsayısı
$\alpha_{nR}^{(X,Y)}(t)$	: Aynı anda (X) ve (Y) deprem yer hareketi bileşenlerinin ortak etkisi altında n'inci titreşim moduna ait zamana bağlı azaltılmış doğrusal modal sözde-ivme [m/s^2]
A_{sb}	: Dengeli donatı alanı
A_{sw}	: Etriye alanı
b	: Deney numunesinin genişliği, (mm)
$d_{fi}^{(X)}$	: X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yerdeğiştirme [m]
$F_{fi}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunun hesabında i'inci kata etki ettirilen fiktif yük [kN]
$F_{iE}^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda i'inci kat kütle merkezine etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
$f_{ixn}^{(X,Y)}$	: Aynı anda (X) ve (Y) deprem yer hareketi bileşenlerinin ortak etkisi altında n'inci titreşim modunda i'inci kata x doğrultusunda etkiyen modal deprem yükü'nün zamana göre değişimi [kN]
$f_{jE}^{(S)}$	: j'inci sonlu eleman düğüm noktasına etkiyen eşdeğer deprem yükü [kN]
g	: Yerçekimi ivmesi [m/s^2]
h_i	: i'inci katın yüksekliği [m]
H_N	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümünün toplam yüksekliği [m]
H_w	: Perde yüksekliği [m]
I	: Bina önem katsayısı
kN	: Kilonewton

m_i	: i'inci katın toplam kütlesi [t]
$m_{i\theta n^{(x)}}$	: (X) deprem doğrultusu için binanın z eksenini etrafında n'inci doğal titreşim moduna ait i'inci kat modal etkin kütle eylemsizlik momenti [tm ²]
$m_{ixn^{(x)}}$	: X deprem doğrultusu için binanın x eksenini doğrultusunda n'inci doğal titreşim moduna ait i'inci kat modal etkin kütlesi [t]
$m_{iyn^{(x)}}$	: X deprem doğrultusu için binanın y eksenini doğrultusunda n'inci doğal titreşim moduna ait i'inci kat modal etkin kütlesi
$m_{i\theta}$	: i'inci katın kütle eylemsizlik momenti [tm ²]
mm	: Milimetre
N	: Binanın bodrum katlarının üstündeki üst bölümdeki toplam kat sayısı
$r_n^{(X,Y)}(t)$	: Aynı anda (X) ve (Y) deprem yer hareketi bileşenlerinin ortak etkisi altında n'inci titreşim modunda herhangi bir davranış büyüklüğüne (yerdeğiştirme, göreceli kat öteleme, iç kuvvet bileşeni) karşı gelen tipik modal davranış büyüklüğü'nün zamana göre değişimi
s	: Saniye
$S_{aR}(T)$	: Azaltılmış tasarım spektral ivmesi [g]
S_{DS}	: Kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı [boyutsuz]
$T_p^{(X)}$	: (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodu [s]
$V_{txn}^{(X,Y)}(t)$	: Aynı anda (X) ve (Y) deprem yer hareketi bileşenlerinin ortak etkisi altında n'inci titreşim modunda, modal taban kesme kuvvetinin zamana göre değişimi
$\Gamma_n^{(x)}$	: (X) deprem doğrultusu için, n'inci titreşim moduna ait modal katkı çarpanı
η_{bi}	: i'inci katta burulma düzensizliği katsayısı
$\Phi_{i\theta}$	: i'inci katta z eksenini etrafında dönme olarak n'inci doğal titreşim mod şekli genliği
Φ_{ixn}	: i'inci katta x eksenini doğrultusunda n'inci doğal titreşim mod şekli genliği
Φ_{iyn}	: i'inci katta y eksenini doğrultusunda n'inci doğal titreşim mod şekli genliği
ΔM	: Moment değişimi
ϵ_{cu}	: TS500-2000'de verilen sargısız beton etkili birim kısalması
ϵ_{su}	: Donatı çeliği kopma birim şekil değiştirmesi

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Burulma düzensizliğine ait modelleme	7
Şekil 2.2. Döşeme süreksizliğine ait örnekler	8
Şekil 2.3. Planda çıkıntılar bulunması ile ilgili örnekler.....	9
Şekil 2.4. Yapıdaki yer değiştirmenin şematik çizimi	10
Şekil 2.5. Yumuşak kat düzensizliği sonucu yıkılan binalar.....	11
Şekil 2.6. B3 düzensizliğine ait örnekler	12
Şekil 2.7. Sonlu elemanlar yaklaşımı ile oluşturulan modelleme	21
Şekil 2.8. Eşdeğer basınç çubuğu modellemesi.....	21
Şekil 3.1 Sap 2000 programında malzeme seçim aşaması.....	24
Şekil 3.2. Sap 2000 programında malzeme seçim aşaması.....	25
Şekil 3.3. Çerçeve malzemesinin geometrik tipinin seçimi	25
Şekil 3.4. Yükleme tiplerinin seçimi	26
Şekil 3.5. Katların ayrı olarak tanımlanması işlemi adımı	27
Şekil 3.6. Yük çarpanlarının girilmesi adımı	27
Şekil 3.7. Yüklere ait periyotların belirlenmesi.....	28
Şekil 3.8. TBDY'ye göre yük değerlerinin sap 2000 programında oluşturulması.....	28
Şekil 3.9. Yük kombinasyonları.....	29
Şekil 3.10. Kolon ve Kiriş tanımlanması işlemi.....	29
Şekil 3.11. 4 katlı yapıya ait örnek modelleme	30
Şekil 3.12. Eşdeğer basınç çubuğunun tanımlanması.....	30
Şekil 3.13. Eşdeğer basınç çubuğunun en ve boy oranları.....	31
Şekil 3.14. Eşdeğer basınç çubuğunun mafsallı olarak tanımlanması	32
Şekil 4.1. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	66
Şekil 4.2. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	66
Şekil 4.3. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	67

Şekil 4.4. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	68
Şekil 4.5. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması ..	68
Şekil 4.6. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması ..	69
Şekil 4.7. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması ..	70
Şekil 4.8. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	70
Şekil 4.9. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	71
Şekil 4.10. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	72
Şekil 4.11. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	72
Şekil 4.12. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	73
Şekil 4.13. 4 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	74
Şekil 4.14. 4 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	74
Şekil 4.15. 4 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	75
Şekil 4.16. 8 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	76
Şekil 4.17. 8 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	76
Şekil 4.18. 8 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	77
Şekil 4.19. 11 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	78
Şekil 4.20. 11 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	78
Şekil 4.21. 11 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	79
Şekil 4.22. Duvarlı tüm modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi	80
Şekil 4.23. D-D aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi	81
Şekil 4.24. D-D ve 4- 4 aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi	81
Şekil 4.25. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	83
Şekil 4.26. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	83

Şekil 4.27. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	84
Şekil 4.28. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	85
Şekil 4.29. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	85
Şekil 4.30. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	86
Şekil 4.31. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	87
Şekil 4.32. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	87
Şekil 4.33. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	88
Şekil 4.34. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	89
Şekil 4.35. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	89
Şekil 4.36. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması	90
Şekil 4.37. 4 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	91
Şekil 4.38. 4 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	91
Şekil 4.39. 4 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	92
Şekil 4.40. 8 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	93
Şekil 4.41. 8 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	93
Şekil 4.42. 8 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	94
Şekil 4.43. 11 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırması.....	95
Şekil 4.44. 11 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	95
Şekil 4.45. 11 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma	96
Şekil 4.46. Duvarlı tüm modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi	97
Şekil 4.47. D-D aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi.....	98
Şekil 4.48. D-D ve 4- 4 aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi	98

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Deprem tasarım sınıfının belirlenmesi	13
Tablo 2.2. Bina yükseklik sınıfının belirlenmesi.....	13
Tablo 2.3. Eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği binalar	13
Tablo 3.1. Afad Türkiye deprem tehlike haritası sayfasından elde edilen veriler	23
Tablo 3.2. Projelendirmeye Esas Parametre ve Kabul Değerleri	23
Tablo 4.1. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri	34
Tablo 4.2. 4 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi	35
Tablo 4.3. Bina modellerinin X yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	36
Tablo 4.4. Bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	37
Tablo 4.5. Bina modellerinin X Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	38
Tablo 4.6. Bina modellerinin Y Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	39
Tablo 4.7. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri	40
Tablo 4.8. 8 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi	40
Tablo 4.9. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	42
Tablo 4.10. Bina modellerinin Y Yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	43

Tablo 4.11. Bina modellerinin X Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	43
Tablo 4.12. Bina modellerinin Y Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	44
Tablo 4.13. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri.....	46
Tablo 4.14. 11 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi.....	46
Tablo 4.15. 11 katlı bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi.....	47
Tablo 4.16. 11 katlı bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi.....	48
Tablo 4.17. 11 katlı bina modellerinin burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	49
Tablo 4.18. Bina modellerinin periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri.....	51
Tablo 4.19. 4 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi.....	52
Tablo 4.20. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	53
Tablo 4.21. 4 katlı bina modellerinin y yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi.....	54
Tablo 4.22. 4 katlı bina modellerinin X yönü burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	55
Tablo 4.23. 4 katlı Bina modellerinin Y Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi.....	55
Tablo 4.24. Bina modellerinin periyot, taban kesme (X-Y) ve maksimum deplasman değerleri.....	56
Tablo 4.25. 8 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi.....	57
Tablo 4.26. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	58

Tablo 4.27. Bina modellerinin Y yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	59
Tablo 4.28. Bina modellerinin burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	60
Tablo 4.29. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri.....	61
Tablo 4.30. 11 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi.....	61
Tablo 4.31. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	62
Tablo 4.32. Bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi	63
Tablo 4.33. Bina modellerinin X ve Y yönü burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi	64
Tablo 4.34. Referans modellere ait sonuçlar	65
Tablo 4.35. Tip 1 modellere ait sonuçlar	66
Tablo 4.36. Tip 2 modellere ait sonuçlar	67
Tablo 4.37. Tüm model tiplerine ait oranlar	67
Tablo 4.38. Referans modellere ait sonuçlar	68
Tablo 4.39. Tip 1 modellere ait sonuçlar	69
Tablo 4.40. Tip 2 modellere ait sonuçlar	69
Tablo 4.41. Tüm model tiplerine ait oranlar	70
Tablo 4.42. Referans modellere ait sonuçlar	71
Tablo 4.43. Tip 1 modellere ait sonuçlar	71
Tablo 4.44. Tip 2 modellere ait sonuçlar	72
Tablo 4.45. Tüm model tiplerine ait oranlar	73
Tablo 4.46. 4 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar	73
Tablo 4.47. 4 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar	74
Tablo 4.48. 4 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar	75
Tablo 4.49. 8 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar	75
Tablo 4.50. 8 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar	76
Tablo 4.51. 8 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar	77

Tablo 4.52. 11 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar	77
Tablo 4.53. 11 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar	78
Tablo 4.54. 11 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar	79
Tablo 4.55. Duvarlı tüm modellerin oransal değerleri.....	80
Tablo 4.56. D-D aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri	80
Tablo 4.57. D-D ve 4 -4 aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri	81
Tablo 4.58. Referans modellere ait sonuçlar	82
Tablo 4.59. Tip 1 modellere ait sonuçlar	83
Tablo 4.60. Tip 2 modellere ait sonuçlar	84
Tablo 4.61. Tüm model tiplerine ait oranlar	84
Tablo 4.62. Referans modellere ait sonuçlar	85
Tablo 4.63. Tip 1 modellere ait sonuçlar	86
Tablo 4.64. Tip 2 modellere ait sonuçlar	86
Tablo 4.65. Tüm model tiplerine ait oranlar	87
Tablo 4.66. Referans modellere ait sonuçlar	88
Tablo 4.67. Tip 1 modellere ait sonuçlar	88
Tablo 4.68. Tip 2 modellere ait sonuçlar	89
Tablo 4.69. Tüm model tiplerine ait oranlar	90
Tablo 4.70. 4 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar	90
Tablo 4.71. 4 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar	91
Tablo 4.72. 4 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar	92
Tablo 4.73. 8 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar	92
Tablo 4.74. 8 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar	93
Tablo 4.75. 8 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar	94
Tablo 4.76. 11 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar	94
Tablo 4.77. 11 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar	95
Tablo 4.78. 11 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar	96
Tablo 4.79. Duvarlı tüm modellerin oransal değerleri.....	97
Tablo 4.80. D-D aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri	97
Tablo 4.81. D-D ve 4 -4 aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri	98

ÖZET

Anahtar kelimeler: Yumuşak kat, burulma düzensizliği, tasarım, sap 2000, eşdeğer çapraz basınç çubuğu, taban kesme kuvveti, periyot

Yapılarda zemin katların işyeri, depo vb. şekilde kullanılması için zemin kat yüksekliklerinin arttırılması, ciddi deprem hasarlarının önemli nedenlerinden olan bina yapısal düzensizliğine yol açmaktadır. Tasarım ve yapısal kullanım amacıyla kaynaklanan bu düzensizliğe sahip binalar mühendisler tarafından depreme karşı daha zayıf yapılar olarak kabul edilmiştir. Türkiye bina deprem yönetmeliği (TBDY2018) açısından, düzensizlik durumları, yapısal tasarım ve analizlerde özel koşulların uygulanmasını gerektirmektedir. Kentsel imar düzenlemeleri incelendiğinde, birçok yapı özel değerlendirmeler gerektirmeyecek şekilde tasarlanmakta ve bazı durumlarda da yapısal düzensizliğe sahip binalar zorunlu olarak inşa edilmektedir. Bu çalışmada, zemin kat yüksekliğinin ve taşıyıcı olarak tasarlanmamış perde duvarların yapı düzensizliklerini nasıl etkilediği ve oluşan bu yapı düzensizliklerinin deprem etkisi altında yapıya olan etkileri incelenmiştir. Bu düzensizlik durumları yapı mühendisliğinin getirmiş olduğu yönetmelikler kapsamında ele alınmıştır. Bu çalışmada SAP 2000 programı kullanılarak 3 m, 5 m ve 7 m zemin kat yüksekliğine sahip 4, 8 ve 11 katlı binaların eşdeğer çapraz basınç çubukları bulunması durumuna göre periyot ve taban kesme kuvvetlerine bağlı olarak yumuşak kat düzensizliği hesaplanmıştır. Ayrıca burulma düzensizliği durumları da incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı yapının zemin kat yüksekliği ile kat sayısının değişimi ve farklı akslarda, eşdeğer çapraz basınç çubuğu bulunması durumlarında, deprem etkisi altında olası davranışları hakkında kıyaslamalarda bulunmak ve literatüre katkı sağlamaktır.

INVESTIGATION OF THE STRUCTURAL BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE FRAME TYPE STRUCTURES WITH LINEAR ANALYSIS METHODS

SUMMARY

Keywords: Soft fold, torsional irregularity, design, handle 2000, equivalent cross-pressure bar, base shear force, period,

Workplace, warehouse, etc. of the ground floors in the buildings. Increasing the ground floor heights in order to be used in an efficient manner is the structural irregularity of the building, which is one of the important causes of serious earthquake damage. Buildings with this irregularity, which are caused by design and structural use, have been accepted by engineers as weaker structures against earthquakes. In terms of Turkish building earthquake code (TBDY2018), irregularity situations require the application of special conditions in structural design and analysis. When urban zoning regulations are examined, many buildings are designed in such a way that they do not require special considerations, and in some cases, buildings with structural irregularity are necessarily built. In this study, how the height of the ground floor and shear walls that are not designed as load-bearing shear walls affect the structural irregularities and the effects of these structural irregularities on the structure under the influence of earthquakes are investigated. These irregularities are handled within the scope of the regulations brought by the structural engineering. In this study, using the SAP 2000 program, the period and base shear forces were calculated in order to obtain the soft storey irregularity, depending on the presence of equivalent diagonal compression bars for 4, 8 and 11 storey buildings with 3 m, 5 m and 7 m ground floor heights. In addition, torsional irregularity cases were also investigated. The aim of this study is to make comparisons about the possible behavior of the building under the influence of earthquakes and to contribute to the literature in cases where the ground floor height and the number of floors change and there are equivalent cross pressure bars on different axes.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

1.1. Amaç ve Kapsam

Yapıda oluşan hasarların, yapının kullanım amacına göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. Özellikle zemin ve bodrum katların ticarethane olarak değerlendirilmek istenmesi nedeniyle, birçok yapı, zemin ve bodrum kat yükseklikleri açısından diğer katlara nazaran daha yüksek olacak şekilde tasarlanır. Zemin kat yüksekliğinin arttırılması yapıda birçok düzensizliği de beraberinde getirmekte ve bu durum yapısal hasarların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Yapısal düzensizlikler binaların deprem etkisi altında performanslarını da olumsuz etkilemektedirler.

Aynı zamanda yapının performansını etkileyen bir diğer parametre dolgu duvarlardır. Dolgu duvarların tasarım aşamasında, yapısal performansa etkisinin az olduğu düşünülmektedir. Aslında yapısal tasarım ve yapı mühendisliğinde yapı tamamen bütün olarak incelenmelidir. Geçmiş depremlerde oluşan bina hasarları incelendiğinde, zemin katlarındaki yığma dolgu duvarları, üst katlardaki yığma dolgu duvarlara göre hiç veya çok az olan binaların, zemin kat hizasında büyük hasar gördüğüne şahit oluruz. Çünkü, yığma dolgu duvarları bulunmayan zemin katın yatay deplasmanlara karşı performansı, yığma dolgu duvarları bakımından zengin olan üst katlara göre çok daha azdır.

Çalışmalar kapsamında, zemin kat yüksekliğinin arttırılması yumuşak kat düzensizliğini ortaya çıkaracaktır. Yumuşak kat düzensizliğinin yapısal performansı olumsuz etkileyeceği ve dolgu duvarların tasarımı ile ilgili olarak yönetmeliklerde verilen bilgilerin, tasarım aşamasında ele alınmaması yapısal performansta zamanla belirli problemlere yol açacağı konusunda bir yargının oluşmasına neden olacaktır.

1.2. İlgili Çalışmalar

Suchita Hirde ve Ganga Tepugade (2014), zemin kat ve diğer katlardaki yumuşak katlı bir binanın performansını ele almışlardır. Çalışmalarında doğrusal olmayan statik itme analizini kullanmışlardır. Tasarım için kabul edilebilir bir kriter olmayan zemin kattaki, yumuşak kat düzensizliği bulunan kattaki kolonlarda esnek mafsalların geliştirilmesi gerektiği sonucuna varmışlardır. Yumuşak kat düzensizliğinin, daha yüksek esneklik seviyesi sağlandığında yer değiştirmenin azaldığını belirtmişlerdir [1].

Hiten L. Kheni ve Anuj K. Chandiwalla (2014), geçmişte deprem sırasında yıkılan birçok binanın tam ters yönde güçlü kiriş, zayıf kolon davranışı sergilediğini göstermişlerdir. Kirişler esas olarak yumuşak kat etkisinden dolayı kaymaya maruz kalmadan önce kolonların kesme kuvvetlerine yenildiğini belirtmişlerdir. Yumuşak katlı binaların kat rijitliğinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi için yazılım kullanılarak farklı modeller analiz edilmiştir. Sonuç olarak, kodal yanal yük modellerinin yer değiştirme tahminlerinin alt katlar için daha küçük, üst katlar için daha büyük olduğu ve modellerin toplam kat sayısından bağımsız olduğu gözlemlenmiştir [2].

Dhadde Santosh (2014), ETABS kullanılarak bina modellerine doğrusal olmayan itme analizinin incelenmesi ve güçlendirme yapılmamış normal binalar için değerlendirme yapılması ve dolgu duvar, zemin kat kolon rijitliğinin artırılması ve perde duvar gibi güçlendirme yöntemlerini önermişlerdir. Yumuşak kat modellerinde elde edilen kat öteleme değerleri diğer katlara göre maksimum değerlerde olup, kat öteleme değerleri tepeye doğru kademeli olarak azalmaktadır [3].

Rakshith Gowda K.R ve Bhavani Shankar (2014), Yumuşak katların farklı yük kombinasyonları için farklı seviyelerde sağlandığını araştırın ve RC binalarının modellenmesi ve analizi için ETABS kullanmışlardır. Sonuç olarak, düzenli yapıya kıyasla dikey düzensiz yapıda katlar arası ötelenmenin maksimum olduğunu gözlemlenmiştir [4].

Mr.D.Dhandapany (2014), Farklı zemin koşulları altında perde duvarlı ve perdesiz binaların sismik davranışını araştırmışlardır. Farklı zemin koşulları (sert, orta, yumuşak) için ETABS yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. İki çerçeve arasında Taban kesme, Eksenel kuvvet ve Yanal yer değiştirme değerleri karşılaştırılmıştır [5].

Susanta Banerjee, Sanjaya K Patro ve Praveena Rao (2014), göre zemin yer değiştirmesi, kat ötelenmesi ve taban kayması gibi analiz tepki parametrelerinden etkilenmektedir. Binanın modellenmesi ve analizi doğrusal olmayan analiz programı IDARC 2D ile yapılmaktadır. Sonuçlanan yan çatı yer değiştirmesi ve maksimum kat ötelenmesi, çıplak bir çerçeve yerine dolgu duvar etkisi dikkate alınarak azaltılabilir [6].

Bhakti N. Harne, R. R. Shinde (2015), “Yumuşak katlı çok katlı betonarme binanın sismik performansının gözden geçirilmesi” üzerinde çalışmışlardır. Açık zemin katın deprem sırasında çökmeye karşı savunmasız olduğunu vurgulamışlar, bir binadaki yumuşak kat, bir yapıda rijitlik düzensizliğine neden olduğunu, bu nedenle yapıların, eşit olmayan kat ötelenmesine ve nihayetinde çökmeye maruz kaldığını belirtmişlerdir. Dolgu duvarın varlığı, yanal kuvvetler altında binanın performansını iyileştirir. Yazarlar araştırmalarında statik ve dinamik analiz yoluyla yumuşak katın etkisini azaltmak için yapı üzerinde benimsenen önlemlerin kombinasyonuna odaklanmışlardır. Araştırmalarda incelenen parametreler kat ötelemesi, eksenel ve kesme kuvvetleri eğilme momenti, yer değiştirme, zaman periyodu, taban kesmedir. Ayrıca, dolgu duvarın bina performansı üzerindeki etkisini dikkate almak için eşdeğer payanda yaklaşımına odaklanmışlardır [7].

Vipin V Halde, Aditi H. Deshmukh (2016), “Yumuşak katın Yüksek Binaların Yapısal Tepkisi Üzerindeki Etkisi” üzerine çalışmışlardır. Aynı yapı planına sahip farklı modellerle çok katlı yüksek katlı binalar için yumuşak katın etkisini araştırmışlardır. Dolgu efekti oluşturmak için duvar yerine FEMA-273'te önerildiği gibi eşdeğer diyagonal destekler kullanmışlardır. Farklı modellerde farklı katlarda yumuşak kat seviyesi değiştirerek ve SAP 2000 analiz paketi kullanılarak eşdeğer statik analizler yapmışlardır. Zemini yumuşak olan binalar için birinci kat kolonlarındaki yer

değiştirme büyüklüğüne ve bu nedenle yumuşak birinci kattaki kolonların kapasitelerini iyileştirmek için gerekli önlemler alınmasına dikkat çekmişlerdir [8].

İrtem ve ark. (2005) düzensiz betonarme binaların deprem performanslarının irdelenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada betonarme yapı tasarlanmış ve bu yapı yönetmeliklere uygun şekilde boyutlandırılmıştır. ABYYHY’de belirtilen düzensizlik şekillerine göre düzensizlikler belirlenmiştir. Meydana gelen düzensizliklerin yapısal performansa etkilerinin sorgulanması ve yapı taşıyıcı sistem maliyetine etkisinin azaltılması amacıyla, düzensizlik durumlarını azami şekilde giderecek uygun farklı yapısal düzenlemeler öngörülen bina yeniden tasarlanmıştır. Elde edilen sonuçlarına göre tasarlanan her bir betonarme binanın deprem etkisi altındaki yapısal performansları kıyaslanmış ve taşıyıcı sistem maliyetleri karşılaştırılmıştır [9].

Özmen (2004) çok katlı yapılarda burulma düzensizliğini incelemişlerdir. Bu çalışmada 8 tip yapı seçilmiş ve bu yapıların kat ve aks sayıları parametrik olarak değiştirilmiş, bu parametrelerin burulma düzensizliğine etkisi araştırılmıştır. Ayrıca yapılara simetrik olmayan fakat ağırlık merkezine yakın olacak şekilde perdeler tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda perdelerin, yapının ağırlık merkezine yaklaştıkça burulma düzensizliğinin arttığı, perdeli sistemlerde kat sayısının azalması durumunda burulma düzensizliğinde artış olduğu gözlemlenmiş ve perde konumlandırmasının binanın burulma düzensizliğine etkisinin yadsınamaz olduğu sonucuna varmışlardır [10].

Doğan ve Bakırcı Er (2011) hareketli yük ve dolgu duvarların burulma düzensizliğine olan etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada 5 katlı, 12x32 m ebatlarında, plan geometrisi simetrik ve kolon tasarımı düzgün olan fakat kat içerisinde hareketli yükleri ve dolgu duvarları simetrik ve asimetrik olan yapı modelleri kullanmışlardır. Çalışma sonucunda yapının belli bir bölümünde kaldırılan dolgu duvarların kütle ve rijitlik merkezini değiştirdiği için burulma düzensizliği katsayısında da artış meydana getirmiştir. Kat ekseninde düzgün yayılı olmayan hareketli yük ise burulma düzensizliği katsayısını arttırmıştır. Aynı zamanda dış merkezliğin artması kat ötelenmesini de aynı şekilde arttırdığı görülmüştür [11].

Erdem (2016) burulma düzensizliğinin betonarme yapılarda kirişler ve kolonlar üzerine olan etkisini incelemiştir. Bu çalışmada öncelikle burulma düzensizliğine sahip olmayan bir yapı belirlenmiştir. Bir sonraki aşamada yapının kolon boyutları değiştirilmiş ve rijitlik merkezi aynı olmayan burulma düzensizliğine sahip taşıyıcı sistemler oluşturulmuştur. İdeCad7 programı ile yapılar çözümlenmiş, düzensizlik durumları, iç kuvvet etkisi ve donatı miktarları gibi parametreler kıyaslanmıştır [12].

Merter ve Uçar (2009) yapıda perde konumlandırmasının betonarme perde-çerçevesel binalarda deprem performansına olan etkisini incelemiştir. Bu çalışmada planında simetrik olarak tasarlanmış dikdörtgen şeklindeki perdelerin, binanın iç bölümüne veya dış bölümüne koyulmasının, binaların deprem etkisi altındaki davranışına olan etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda deprem hesabı yapıldığında kesme kuvvetlerinin yaklaşık %70'i perdeler tarafından karşılandığı, perdelerin binanın iç veya dış bölümlerinde bulunmuş olmaları bu elemanların karşıladıkları yatay yükü etkilemediği görülmüştür [13].

Özyer ve Özkal yapısal düzensizliklere sahip betonarme binalarda, simetrik perdelerin, yapının performansına etkisini incelemiştir. Bu çalışmada tasarlanan betonarme yapılar üzerinde farklı plan yapısı, kat adedi, zemin kat yüksekliği, betonarme perde eklenmesi gibi özelliklere göre yapıda ortaya çıkacak yumuşak kat düzensizliği ve süreksizlik düzensizliği parametreleri incelenmiş, bu durumun birbiriyle arasındaki bağlantılar araştırılmıştır. Çalışma sonucunda açıklık sayısı arttıkça yumuşak kat düzensizliği ve kat ötelenme değerlerinde artış görüldüğü ortaya çıkmıştır [14].

BÖLÜM 2. GENEL TANIMLAMALAR

2.1. Yapıda Düzensizlik Durumları

Yapıları etkileyen yatay ve düşey yüklerin, bir bütün olarak temele kadar aktarılması, yapı performansı yönünden büyük önem arz etmektedir. Özellikle yapılarda kolon, kiriş, perde ve kat yüksekliklerinin farklı olması durumunda yapıların deprem performansı, simetrik ve düzenli binalar kadar iyi olmadığı bilinmektedir. Bu nedenle planda ve düşeyde düzensizlik içeren yapılar için Türkiye bina deprem yönetmeliğinde bazı sınır şartlar bulunmaktadır.

Bu sınır şartlar Türkiye bina deprem yönetmeliğinde planda ve düşeyde düzensizlik durumları başlığı altında verilmiş ve bizlere tanımlanmıştır.

2.1.1. Planda düzensizlik durumları

Planda düzensizlik durumları 3 farklı şekilde tanımlanmış ve bu tanımlamalar aşağıda belirtilmiştir.

2.1.1.1. A1-Burulma düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısının 1.2'den büyük olması durumu olarak tanımlanmıştır [15].

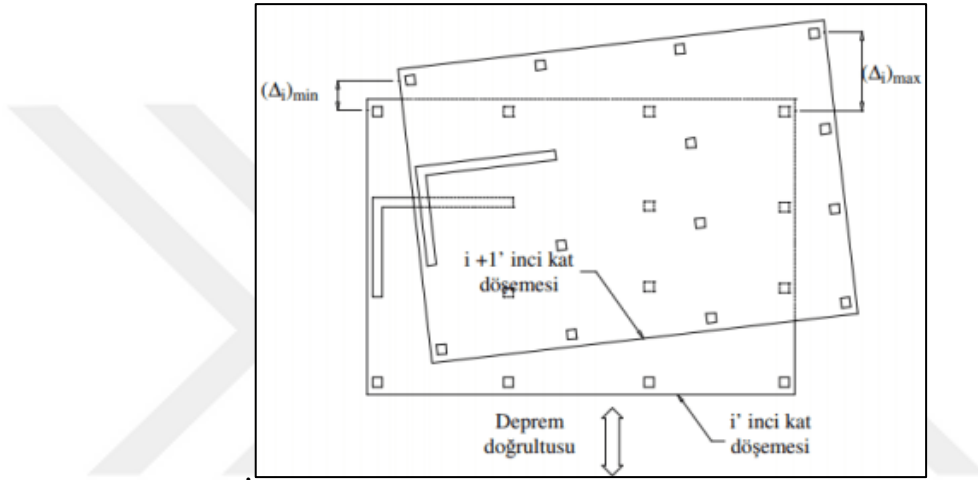
Depremden etkisi ile oluşan yatay kuvvet, yapının rijitlik merkezine etki ettiğinden, yapıyı ağırlık merkezinden geçen düşey eksen etrafında döndürme eğilimi

oluşturmaktadır. Bu durum kolon ve perdelerde kesit zorlanmaları meydana getirmekte ve bu durum burulma düzensizliği olarak açıklanmaktadır.

Burulma düzensizliğine ait yönetmelik şartı Denklem (2.1)'de gösterilmiştir.

$$\eta_{bi} = (\Delta_i(x))_{\max} / (\Delta_i(x))_{\text{ort}} > 1.2 \quad (2.1)$$

Burulma düzensizliği ile ilgili görsel Şekil 2.1.'de verilmiştir.



Şekil 2.1. Burulma düzensizliğine ait modelleme [15]

2.1.1.2. A2-Döşeme süreksizlikleri

Yapıların birçoğunda havalandırma veya asansör boşluğu gibi boşluklar bulunmaktadır. Döşemde brüt alanın 1/3'ünden fazla boşluk bulunduğu durumlarda döşeme yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalışmadığı kabul edilir.

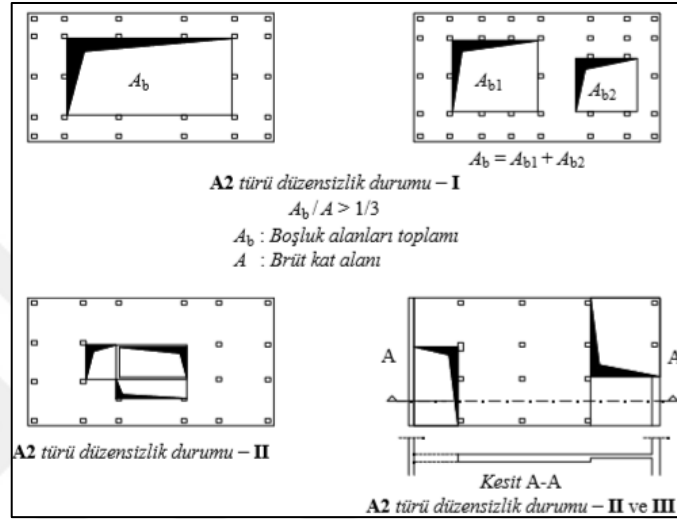
Bu düzensizliğe sahip yapılarda döşemeler, düzlem içi yer değiştirmelere ilişkin serbestlik derecelerini içermek üzere iki boyutlu sonlu elemanlar ile çözümlenmelidir.

Herhangi bir kattaki döşemede;

1. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu

2. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu
3. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu döşeme süreksizliği olarak tanımlanmaktadır [15].

Döşeme süreksizliğine ait örnekler Şekil 2.2.'de verilmiştir.

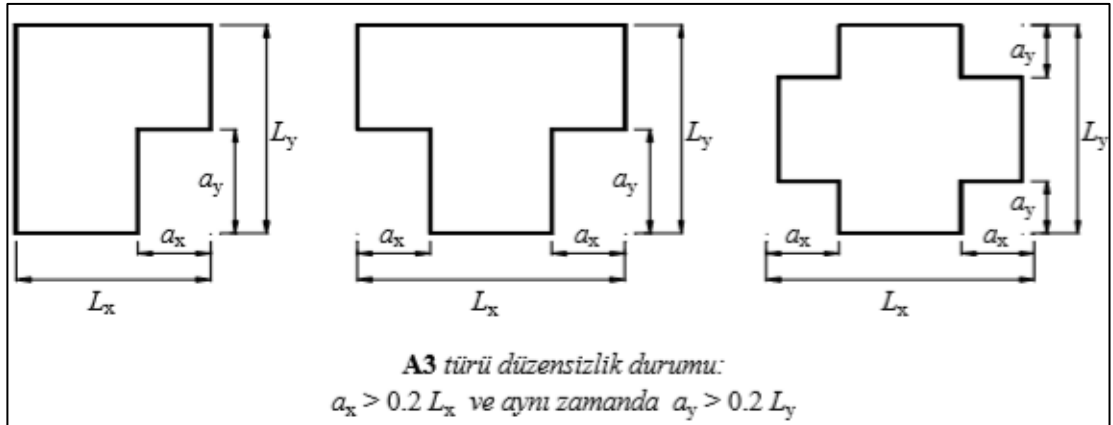


Şekil 2.2. Döşeme süreksizliğine ait örnekler [15]

2.1.1.3. A3-Planda çıkıntılar bulunması

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinde, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu döşeme süreksizliği olarak tanımlanmaktadır [15].

Planda çıkıntılar bulunması ile ilgili örnekler Şekil 2.3.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Planda çıkıntılar bulunması ile ilgili örnekler [15]

2.1.2. Düşeyde düzensizlik durumları

Düşeyde düzensizlik durumları ile ilgili Türkiye bina deprem yönetmeliğinde 3 şekilde tanımlanmıştır. Bu tanımlamalara ait bilgiler alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

2.1.2.1. B1- Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (Zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki toplam etkili kesme alanının, bir üst kattaki toplam etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu B1 Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat Düzensizliği) olarak adlandırılır [15].

Zayıf kat ile ilgili sayısal tanımlama Denklem (2.2)' de belirtilmiştir.

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (2.2)$$

2.1.2.2. B2-Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (Yumuşak kat)

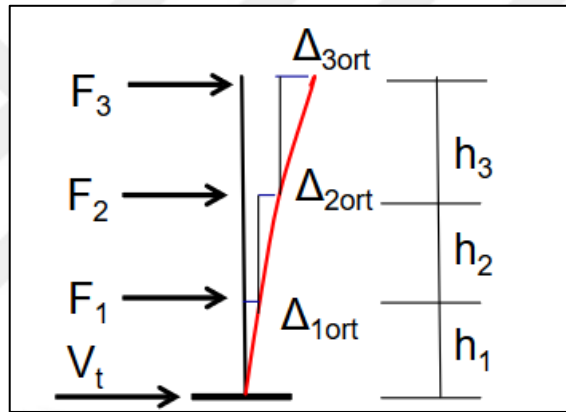
Yapıda katlar arasındaki rijitlik farklılığının neden olduğu yetersizlikten ortaya çıkan yumuşak kat, deprem yönetmeliğinde komşu katlar arası rijitlik düzensizliği (yumuşak kat) B2 türü düzensizlik olarak tanımlanmaktadır.

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan rijitlik düzensizliği Katsayısı η_{ki} 'nin 2.0'den fazla olması durumu komşu katlar arası rijitlik düzensizliği olarak isimlendirilir [15].

Yumuşak kat düzensizliğine ait sayısal tanımlama denklem (2.3)' de verilmiştir.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i(x) / h_i)_{ort} / (\Delta_{i-1}(x) / h_{i-1})_{ort} > 2.0 \quad (2.3)$$

Yapıdaki yer değiştirmeye ait şematik çizim Şekil 2.4.'de verilmiştir.



Şekil 2.4. Yapıdaki yer değiştirmenin şematik çizimi

$$\eta_{k2} = [(\Delta_2 / h_2)_{ort} / (\Delta_3 / h_3)_{ort}] > 2.0 \quad (2.4)$$

$$\eta_{k2} = [(\Delta_2 / h_2)_{ort} / (\Delta_1 / h_1)_{ort}] > 2.0 \quad (2.5)$$

Yukarıdaki şematik çizim ele alındığında, Denklem (2.4) ve Denklem (2.5) durumlarından birisinin olması yapıda yumuşak kat düzensizliği oluşturmaktadır.

Yumuşak kat kavramı karşımıza deprem sonrası yapılarda oluşan hasarlarla gündemimize gelmekte ve bu konuda tasarım aşamasında bu konuda iyileştirmelerin yapılması büyük önem arz etmektedir.

Deprem sonrası yumuşak kat nedeniyle meydana gelmiş yıkımlar ile ilgili görseller Şekil 2.5.'de gösterilmiştir.

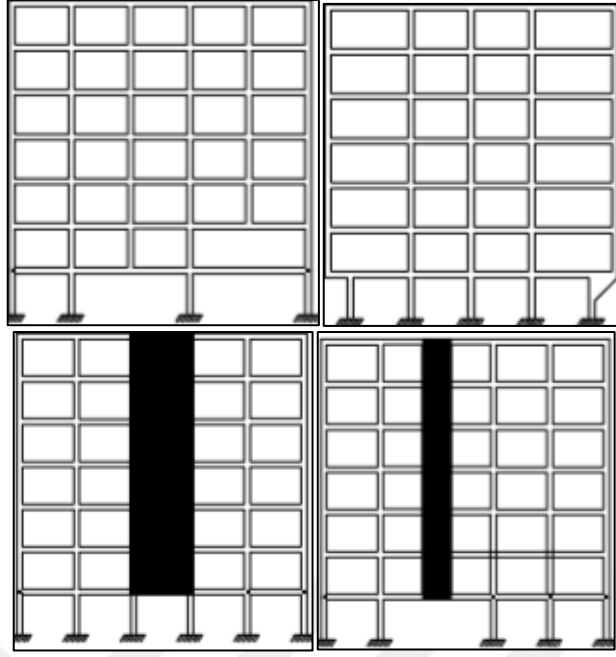


Şekil 2.5. Yumuşak kat düzensizliği sonucu yıkılan binalar

2.1.2.3. B3- Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği olarak adlandırılmaktadır [15].

B3 düzensizlik durumuna ait örnekler Şekil 2.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. B3 düzensizliğine ait örnekler

2.2. Deprem Hesabında Kullanılan Yöntemler

Deprem hesabı yaparken yönetmelik gereği lineer ve nonlinear tasarım olmak üzere iki tür analiz yöntemi belirlenmiş ve bu yöntemlerin her biri kendi altında farklı hesap yöntemleri yapılacak şekilde ayrılmıştır.

2.2.1. Doğrusal analiz yöntemleri

Lineer analiz yöntemleri kendi içinde 3 başlığa ayrılmış ve tanımlamaları ayrı başlıklar halinde verilmiştir.

2.2.1.1. Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Bu yöntemde binanın birinci modu esas alınır ve katlara etkiyen deprem kuvvetlerinin kat kütlesi ve katın temelden yüksekliği ile orantılı olduğu kabul edilir. Titreşim periyodunun hesabında ve deprem yükünün dağıtılmasında binanın kütlesi hesaba katıldığı için bu yöntem yapının birinci serbestlik derecesini esas alan dinamik bir yöntem olarak kabul edilebilir [16].

Eşdeğer deprem yükü hesabının kullanılması için bina yükseklik sınıfının bilinmesi gerekmektedir. Türkiye bina deprem yönetmeliğinde bina yükseklik sınıfı, deprem tasarım sınıfına ve bina yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir.

TBDY uygun olarak Bina Kullanım Sınıfları (BKS) ve DD-2 için tanımlanan kısa periyot tasarım spektral ivme katsayısı, SDS parametrelerine esas alınarak Tablo 2.1.'e göre Deprem Tasarım Sınıfı (DTS) belirlenir.

Tablo 2.1. Deprem tasarım sınıfının belirlenmesi

DD-2 Deprem Yer Hareketi Düzeyinde Kısa Periyot Spektral İvme Katsayısı (S_{DS})	Bina Kullanım Sınıfı	
	BKS=1	BKS=2,3
$S_{DS} < 0,33$	DTS= 4a	DTS=4
$0,33 < S_{DS} < 0,50$	DTS= 3a	DTS=3
$0,50 < S_{DS} < 0,75$	DTS= 2a	DTS=2
$0,75 < S_{DS}$	DTS= 1a	DTS=1

Deprem tasarım sınıflarına bağlı olarak bina yükseklik sınıfı belirlenir. Bina yükseklik sınıfı Tablo 2.2.'de verilmiştir.

Tablo 2.2. Bina yükseklik sınıfının belirlenmesi [15]

Bina Yükseklik Sınıfı	Bina Yükseklik Sınıfları Ve Deprem Tasarım Sınıflarına Göre Tanımlanan Bina Yükseklik Aralıkları (m)		
	DTS=1, 1a, 2a	DTS=3, 3a	DTS=4, 4a
BYS=1	$H_N > 70$	$H_N > 91$	$H_N > 105$
BYS=2	$56 < H_N \leq 70$	$70 < H_N \leq 91$	$91 < H_N \leq 105$
BYS=3	$42 < H_N \leq 56$	$56 < H_N \leq 70$	$56 < H_N \leq 91$
BYS=4	$28 < H_N \leq 42$		$42 < H_N \leq 56$
BYS=5	$17,5 < H_N \leq 28$		$28 < H_N \leq 42$
BYS=6	$10,5 < H_N \leq 17,5$		$17,5 < H_N \leq 28$
BYS=7	$7 < H_N \leq 10,5$		$10,5 < H_N \leq 17,5$
BYS=8	$H_N \leq 7$		$H_N \leq 10,5$

Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabileceği binalar Tablo 2.3.'de belirtilmiştir.

Tablo 2.3. Eşdeğer deprem yükünün uygulanabileceği binalar [15]

Bina Türü	İzin Verilen Bina Yükseklik Sınıfı	
	DTS=1, 1a, 2, 2a	DTS=3, 3a, 4, 4a
Her bir katta burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} \leq 2$ koşulunu sağladığı ve ayrıca B2 türü düzensizliğinin olmadığı binalar	$BYS \geq 4$	$BYS \geq 5$
Diğer Tüm Binalar	$BYS \geq 5$	$BYS \geq 6$

Eşdeğer deprem yükü yöntemi, birbirine dik (X) ve (Y) deprem doğrultularında binaya etkiyen depremler için ayrı ayrı uygulanmalıdır.

X deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen toplam eşdeğer deprem yükü (taban kesme kuvveti) $V_{te}^{(X)}$, azaltılmış tasarım spektral ivmesi ve yapının ağırlığı ile çarpılması ile belirlenmektedir.

Bu tanımlamaya ait Denklem (2.6)' da verilmiştir.

$$V_{te}(X) = m_t S_{aR}(T_p(X)) \geq 0,04 m_t I SDS g \quad (2.6)$$

$S_{aR}(T_p)$ ise binanın hakim doğal titreşim periyodu olarak tanımlanan T_p ' ye göre hesaplanmış, azaltılmış tasarım spektral ivmesini göstermektedir. Denklem (2.6)'da gösterilen m_t binanın toplam kütesine karşılık gelmekte ve buna ait Denklem (2.7)'de verilmiştir.

$$m_t = \sum_{i=1}^N m_i \quad (2.7)$$

Denklem (2.6) ile hesaplanan toplam eşdeğer deprem yükü, bina katlarına etkiyen eşdeğer deprem yüklerinin toplamı olarak Denklem (2.8) ile ifade edilir.

$$V_{te}(x) = \Delta F_{ne}(x) + \sum_{i=1}^N F_{ie}(X) \quad (2.8)$$

Binanın N' inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü $\Delta F_{ne}(x)$ 'in değeri Denklem (2.9) ile belirlenecektir.

$$\Delta F_{NE}(X) = 0.0075 N V_{te}(x) \quad (2.9)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün $\Delta F_{NE}(X)$ dışında geri kalan kısmı N' inci kat dahil olmak üzere, bina katlarına Denklem (2.10) ile dağıtılacaktır.

$$F_{ie}(x) = (V_{te}(x) - \Delta F_{NE}(X)) \frac{m_i H_i}{\sum_{i=1}^N m_i H_i} \quad (2.10)$$

Kat döşemelerinin rijit diyafram olarak modellenmesi durumunda Denklem (2.10) ile hesaplanan $F_{ie}(x)$ eşdeğer deprem yükü, i'inci kattaki ana düğüm noktasına göz önüne alınan deprem doğrultusunda etki ettirilecektir [15].

2.2.1.1.1. Binanın hakim doğal titreşim periyodunun bulunması

Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulandığı tüm binalarda Denklem (2.6)'da yer alan ve göz önüne alınan (X) deprem doğrultusunda binanın hakim doğal titreşim periyodunu ifade eden $T_p(X)$, daha kesin bir hesap yapılmadıkça, Denklem (2.11) ile hesaplanacaktır.

$$TP(X) = \sqrt[2]{2\pi \frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^{(x)2}}{\sum_{i=1}^N F_{fi}^{(x)} d_{fi}^{(x)}}} \quad (2.11)$$

$F_{fi}(x)$, i'inci kata etki ettirilen fiktif yükü [kN], $d_{fi}(x)$, i'inci kata etki ettirilen fiktif yükten oluşan yer değiştirmeyi [m], m_i , i'inci kat döşemesinin toplam kütesini göstermektedir.

Burada i'inci kata etkiyen fiktif yükü gösteren $F_{fi}(X)$, Denklem (2.10)'da ($V_tE(X) - \Delta FNE(X)$) yerine herhangi bir değer konularak elde edilecektir. Binanın Denklem (2.11) ile hesaplanan hakim doğal titreşim periyodu $T_p(X)$ 'in deprem hesabında göz önüne alınacak en büyük değeri verilen T_{pA} periyodunun 1.4 katından daha fazla olmayacaktır [15].

2.2.1.2. Mod birleştirme yöntemi

Eşdeğer deprem yükünde sadece birinci mod şekline ait periyot dikkate alınıp çözümleme yapılırken, mod birleştirme yönteminde, her kat için belirlenen mod şekline göre hesap yapılır.

Mod birleştirme yönteminde verilen bir deprem doğrultusunda yatay elastik tasarım spektrumunda yararlanılır ve göz önüne alınan her titreşim modunda davranış büyüklüklerinin en büyük değerleri modal hesap yöntemi olarak hesaplara dahil edilir. Titreşim modu için hesaplanan ancak eş zamanlı olmayan en büyük modal davranış büyüklükleri birleştirilerek en büyük davranış büyüklükleri 'nin yaklaşık değerleri elde edilir.

Modal hesap işlemleri eşdeğer deprem yükünde olduğu gibi sadece X yönünde verilecektir. Y yönünde deprem hesabı, X yönündeki deprem hesabının benzeri şekilde tanımlanabilir.

Verilen (X) deprem doğrultusu için, n'inci titreşim moduna ait modal katkı çarpanı $\Gamma_n^{(x)}$ ile binanın x eksenli doğrultusundaki taban kesme kuvveti modal etkin kütlesi $m_{txn}^{(x)}$, Denklem (2.12) ile tanımlanmıştır.

$$\Gamma_n^{(x)} = \frac{\sum_{i=1}^N m_i \phi_{i(x)n}}{\sum_{i=1}^N (m_i \phi_{ixn}^2 + m_i \phi_{iyn}^2 + m_i \theta)} \quad (2.12)$$

(X) Deprem doğrultusu için tipik bir n'inci titreşim modunda, yapının serbestlik derecelerine ait kat modal etkin kütleleri Denklem (2.13) 'de belirtilmiştir.

$$m_{ixn}^{(x)} = m_i \phi_{ixn} \Gamma_n^{(x)} ; \quad m_{iyn}^{(x)} = m_i \phi_{iyn} \Gamma_n^{(x)} ; \quad m_{i\theta n}^{(x)} = m_i \theta \phi_{i\theta n} \Gamma_n^{(x)} \quad (2.13)$$

(X) deprem doğrultusu için tipik bir n'inci titreşim modunda, taşıyıcı sistemin x eksenli doğrultusunda en büyük modal taban kesme kuvveti $V_{txn,max}^{(x)}$ Denklem (2.14) ve buna karşı gelen en büyük taban devrilme momenti $M_{oxn,max}^{(x)}$ Denklem (2.15) ile hesaplanır.

$$V_{txn,max}^{(x)} = \sum_{i=1}^N f_{ixn,max}^{(x)} = m_{txn}^{(x)} S_{aR}(T_n) \quad (2.14)$$

$$M_{oxn,max}^{(x)} = \sum_{i=1}^N f_{ixn,max}^{(x)} H_i \quad (2.15)$$

2.2.1.3. Zaman tanım alanında mod toplama yöntemi

Zaman tanım alanında mod toplama yönteminde, depremin eş zamanlı olarak dik iki yatay doğrultuda etkiğinin göz önüne alınması durumunda, her bir titreşim moduna ait modal davranış değerleri zaman tanım alanında mod toplama yöntemi ile hesaplanır. Yeteri düzeyde titreşim modu için hesaplanan modal davranış değerleri zaman tanım alanında direk olarak toplanarak davranış büyüklüklerinin zamana göre değişimi ve tasarımda kullanılmak üzere maksimum değerleri elde edilir.

Mod toplama yönteminde, mod katkıları direk olarak, zaman tanım alanında toplandığından istatistiksel mod birleştirme kurallarının uygulanmasına gerek duyulmamaktadır.

Birbirine dik yatay yer hareketi bileşenleri göz önüne alındığı için yaklaşık doğrultu birleştirmesi kurallarının uygulanmasına da gerek duyulmamaktadır.

(X) ve (Y) doğrultularında etkiyen deprem için seçilen bir n'inci titreşim modunda, herhangi bir davranış değerine (yer değiştirme, görel kat ötelemesi, iç kuvvet bileşenleri) karşılık gelen tipik modal davranış değerinin zamana göre değişimi, $r_n^{(X,Y)}(t)$, Denklem (2.16)'da verilmiştir.

$$r_n^{(X,Y)}(t) = \bar{r}_n(X) a_{nR}^{(X,Y)}(t) \quad (2.16)$$

Burada $r_n^{(X)}$, hesap referans doğrultusu olarak seçilen (X) deprem doğrultusu için modal davranış büyüklüğünü, $a_{nR}^{(X,Y)}(t)$ ise n'inci titreşim modu için aşağıdaki denklem ile zamana bağlı olarak tanımlanan azaltılmış modal sözde-ivme'ye karşı gelmektedir.

(X) ve (Y) doğrultularında tanımlanan depremin etkisi altında bir n'inci titreşim modunda, taşıyıcı sistemin x eksen doğrultusunda modal taban kesme kuvveti denklem (2.17) ve buna karşı gelen taban devrilme momentinin zamana göre değişimleri denklem (2.18)'e göre hesaplanır.

$$V_{txn}^{(X,Y)}(t) = \sum_{i=1}^N f_{ixn}^{(X,Y)}(t) = m_{txn}^{(X)} a_{nR}^{(X,Y)}(t) \quad (2.17)$$

$$M_{oxn}^{(X,Y)}(t) = \sum_{i=1}^N f_{ixn}^{(X,Y)}(t) H_i \quad (2.18)$$

2.2.2. Doğrusal olmayan analiz yöntemleri

Doğrusal olmayan analiz yöntemleri TBDY' de şekil değiştirmeye göre değerlendirme ve tasarım yaklaşımı olarak ele alınmıştır.

2.2.2.1. Tek modlu itme yöntemleri

Tek modlu itme yöntemleri, doğrusal mod birleştirme yönteminin tek modlu uygulamasının doğrusal olmayan arttırımsal karşılığıdır.

Tek modlu itme yöntemi metodunun uygulanabilmesi için;

4. Herhangi bir katta ek dış merkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması gereklidir [15].
5. Göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci titreşim moduna ait taban kesme kuvveti etkin kütesinin toplam bina oranının en az 0.70 olması zorunludur [15].

2.2.2.1.1. Sabit tek modlu itme yöntemi

Sabit tek modlu itme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir itme adımında katlara etkiyen deprem yükü arttırmaları, deprem dışı yüklemelerden sonraki birinci adımda belirlenen ve itme hesabı boyunca hiç değiştirilmeyen sabit mod şekli ile orantılı olarak tanımlanırlar [15].

2.2.2.1.2. Değişken tek modlu itme yöntemi

Değişken tek modlu itme yönteminde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda katlara etkiyen deprem yükü arttırmaları ile bunlarla uyumlu kat yer değiştirme arttırmaları, deprem dışı yüklemelerden sonraki her bir itme adımında, daha önce oluşan plastik mafsallar göz önüne alınarak yenilenen serbest titreşim hesabından elde edilen değişken mod şekli ile orantılı olarak tanımlanırlar [15].

2.2.2.2. Çok modlu itme analizi yöntemi

Çok modlu itme analizi yöntemi arttırımsal spektrum analizi, her bir itme adımında oluşan plastik mafsallar ile uyumlu mod şekillerinin göz önüne alan bir yöntemdir.

arttırımsal spektrum analizi doğrusal spektrum analizine dayanan yer değiştirme kontrollü bir itme analizi yöntemidir. Yani her değeri belli olan sistemin her bir modunun her bir adımında yapacağı yer değiştirme değeri spektrumdan okunmaktadır. Daha sonra oluşan iç kuvvetler ayrı ayrı bulunmakta ve elde edilen sonuçlar (yer değiştirmeler, momentler vb.) adım sonunda birleştirilmektedir.

2.2.2.3. Zaman tanım alanında doğrusal olmayan hesap yöntemi

Doğrusal olmayan zaman tanım alanında dinamik analiz, belirli bir yer hareketinin zaman tanım alanındaki ivme kaydı ile yapıda meydana gelen elastik ötesi davranışı elde etmek için kullanılmaktadır [17].

Doğrusal olmayan zaman tanım alanı hesap yönteminde, deprem etkisi ile oluşan ivme kayıtları kullanılmaktadır. Hareket denklemleri, yapının kütle ve rijitlik değerlerinin tanımlanabilmesi için gerekli olan serbestlik derecesi kadar kurulabilir. Mesela, deprem sırasında yapılarda oluşan en büyük tepe yer değiştirmeleri, genellikle yapının hakim moduyla belirlenebilmektedir. Matematiksel olarak doğrudan entegrasyon modeliyle zaman tanım alanında analiz yapılabilmektedir.[18]

2.3. Dolgu Duvarların Yapının Deprem Etkisi Altında Performansına Etkisi

Dolgu duvarlar betonarme yapılarda hemen hemen her yerde kullanılmasına karşın, yapının doğal titreşim periyodunun bulunmasında veya yapıların sayısal hesaplama ve modellemesinde çok az yer almaktadır. Betonarme yapılarda genellikle yapı bölümlerini ayırmak için kullanılan dolgu duvarlar, yapıların yatay yük etkisi altındaki kapasitesini değiştirme konusunda ciddi öneme sahiptir. Ayrıca dolgu duvarların yapının rijitliğini artırdığı da bilinen bir olgudur.

Dolgu duvarlar büyük düzlem içi rijitliklere sahip olmaları dolayısıyla yapısal davranışa yatay deprem yükleri etkisi altında başlangıçta önemli katkı sağlamakta, daha sonrasında ise gevrek olmaları nedeni ile kırılarak katkıları azalmaktadır. Bu nedenle dolgu duvarlar yapının doğal periyodu üzerinde önemli yere sahiptir.

Literatür taramasından da elde edilen sonuçlar ışığında dolgu duvarlı ve dolgu duvarsız betonarme yapılar karşılaştırıldığında dolgu duvarlı yapıların kat kesme kuvvetlerinin dolgu duvarsız yapılardan daha büyük olduğu ortaya çıkmıştır.

2.3.1. Deprem etkisi altında dolgu duvarların modellenmesi

Dolgu duvarların yatay deprem yükleri etkisi altındaki davranışları ve yapısal sisteme etkisi incelenmiş ve bu araştırmalar sonucunda dolgu duvarlı çerçeve sistemli yapıların analizi için geliştirilen yöntemler 2 başlık halinde ele alınmıştır.

2.3.1.1. Sonlu elemanlar yöntemi

Sonlu elemanlar yönteminde dolgu duvarlar kabuk eleman olarak düşünülmekte ve küçük parçalara bölünerek hesap modelinde gösterilmektedir. Seçilen parçaların boyutları azaldıkça, analiz sonuçları daha olumlu olacak fakat buna karşın işlem yükü ve analiz süresi uzayacaktır.

Dolgu duvar ile betonarme çerçeve arasındaki bağlantının düzgün bir şekilde oluşturulması sonlu elemanlar ile modelleme yönteminde önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Dolgu duvar üzerinden sadece basınç kuvvetleri iletileceğinden, bu bağlantıyı sağlamak için çekme kuvvetlerini taşımayan boşluk eleman tanımlanabilir. Bu tarz bir modellemede boşluk elemanının rijitliğinin bilinmesi gerekmektedir.

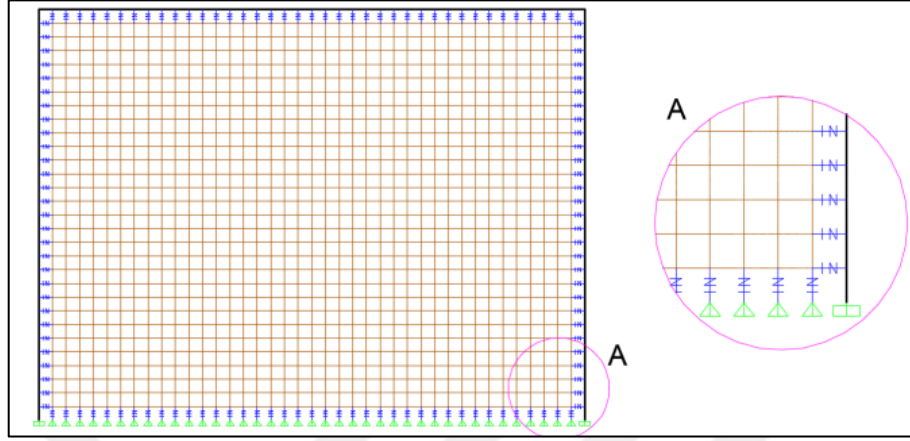
Literatür çalışmaları sonucu boşluk elemanın rijitliğine ait Dorji ve Thambiratnam [19] tarafından Denklem (2.19) ve Denklem (2.20) önerilmiştir.

$$k_i = t_{inf}E \quad (2.19)$$

$$k_g = 0.0378k_i + 347 \quad (2.20)$$

Denklem (2.19) ve Denklem (2.20)' de tanımlanan k_i dolgu duvarın rijitliğini, k_g ise boşluk elemanın rijitliğini temsil etmektedir.

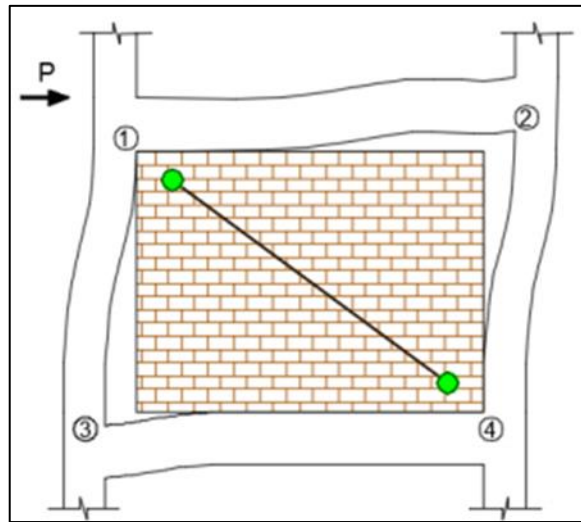
Şekil 2.10.'da tek katlı ve tek açıklıklı bir çerçevenin sonlu elemanlar yaklaşımı ile oluşturulan modellenmesi gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Sonlu elemanlar yaklaşımı ile oluşturulan modelleme

2.3.1.2. Eşdeğer basınç çubuğu ile modelleme yöntemi

Eşdeğer basınç çubuğu modelleme yöntemini şekil üzerinden açıklamak daha doğru olacağından bu modellemeye ait şekil, Şekil 2.11.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. Eşdeğer basınç çubuğu modellemesi

Eşdeğer basınç çubuğu ile modelleme yöntemi, P yükü etkisindeki çerçeve sistem Şekil 2.11.'deki gibi bir hareket izleyeceğinden, dolgu duvarın çerçeve ile olan bütünlüğü 2 ve 3 numaralı köşelerde kesilecektir. Duvar üzerindeki yükün iletimi, kesişmesi devam eden 1 ve 4 numaralı noktalar arasında olacağından ve dolgu

duvarların çekme dayanımının genellikle ihmal edilecek kadar düşük olması sebebiyle, 1 ve 4 numaralı noktalar arasında yalnızca basınç kuvveti taşıyabilen diyagonal bir çubuk olarak tanımlanabilir.

Bu çalışmada eşdeğer basınç çubuğu yöntemi kullanılmış ve buna bağlı elde edilen değerler bu modelleme üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu modelleme yöntemine ait denklemler aşağıda verilmiştir.

$$\lambda_1 = \sqrt[4]{\frac{E_{me} t_{inf} \sin 2\theta}{4 E_{fe} I_{col} h_{inf}}} \quad (2.21)$$

$$r_{inf} = \sqrt[2]{L_{inf} + h_{inf}} \quad (2.22)$$

$$\alpha = 0.175 (\lambda_1 h_{col})^{-0.4} r_{inf} \quad (2.23)$$

Söz konusu denklemlerde;

- E_{me} : Dolgu duvarın elastisite modülü
- E_{fe} : Çerçeve elemanlarının elastisite modülü
- t_{inf} : Dolgu duvarın ve eşdeğer basınç çubuğunun kalınlığı
- θ : Eşdeğer basınç çubuğunun yatayla yaptığı açı
- I_{col} : Kolonların atalet momenti
- h_{inf} : Dolgu duvarın yüksekliği
- L_{inf} : Dolgu duvarın uzunluğu
- r_{inf} : Eşdeğer basınç çubuğunun uzunluğu
- h_{col} : Kiriş orta eksenleri arasında kalan kolon yüksekliği
- λ_1 : Dolgu duvar ile çerçeve rijitliğini temsil eden katsayı
- α : Eşdeğer basınç çubuğu genişliği olarak ifade edilmiştir.

BÖLÜM 3. ÇALIŞMANIN TANITIMI VE SAP2000 MODELLEMESİ

Sayısal çalışmaya referans olacak hesaplamalara ve yönetmeliklere ait parametreler AFAD 'Türkiye Deprem Haritaları İnteraktif Web Uygulaması'' üzerinden enlem, boylam, yerel zemin sınıfı ve deprem yer hareketi düzeyi parametreleri sisteme girilerek elde edilmiştir. Buna göre bu değerler interaktif web uygulamasından sayısal olarak Tablo 3.1.'de görüldüğü gibi uygulama tarafından ilgili girdi büyüklüklerini girmek suretiyle hesaplanmıştır.

Tablo 3.1. Afad Türkiye deprem tehlike haritası sayfasından elde edilen veriler

Ss	St	PGA[g]	PGV[cm/s]
0.773	0.221	0.320	20.044

Burada;

Ss: Kısa Periyot Harita Spektral İvme Katsayısı(boyutsuz)

St:1 Saniye Periyot İçin Harita Spektral İvme Katsayısı (boyutsuz)

PGA: En Büyük Yer İvmesi (Yerçekimi İvmesi Cinsinden) [g]

PGV: En Büyük Yer Hızı [cm/s] şeklinde tanımlanmaktadır.

Projelendirmeye esas tüm parametreler modelleme yapılmadan önce belirlenmiş ve Tablo 3.2.'de gösterilmiştir.

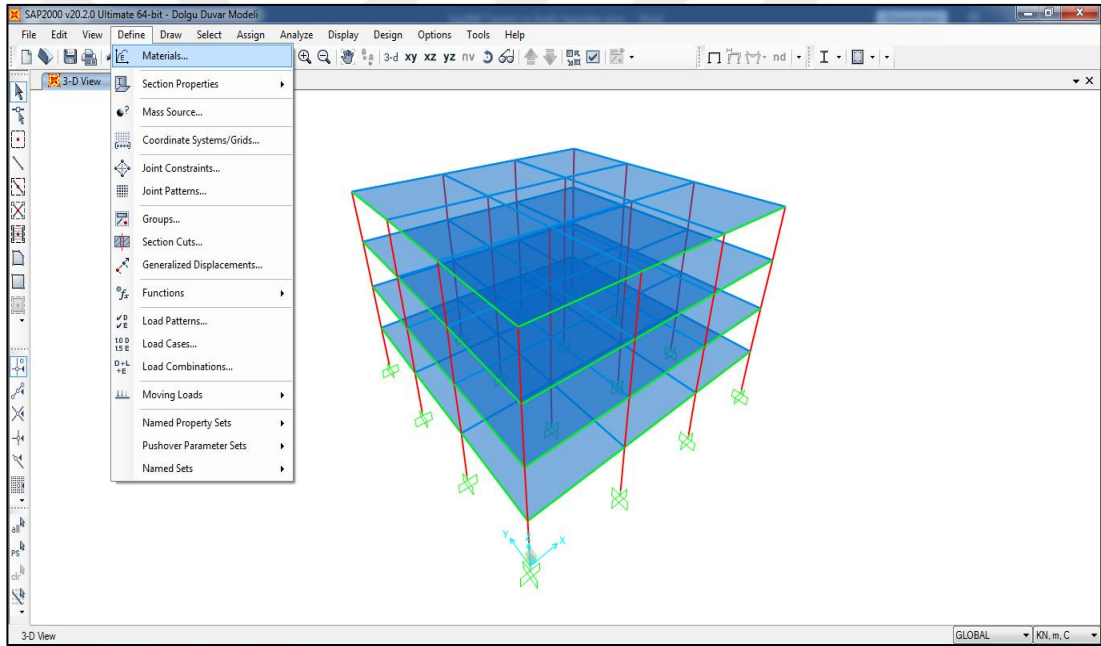
Tablo 3.2. Projelendirmeye Esas Parametre ve Kabul Değerleri

Zemin Sınıfı Kabulü	TBDY 2018; DD-2;
Kat Adeti	4; 8; 11;
Zemin kat yüksekliği: (m)	3; 5; 7
Kolon Boyutları [cm x cm]	40x40
Kiriş Boyutları [cm x cm]	30x50
Bina kullanım sınıfı (BKS)	1
Beton sınıfı	C25
Donatı sınıfı	S420

3.1. Sap2000 Verilerinin Oluşturulması

Yönetmeliklerden parametreler seçildikten sonra, yapının SAP2000 programında modeli oluşturulmuştur. Model oluşturulurken diğer katlara örnek oluşturması açısından her adım ayrıntılı biçimde ve ekran görüntüsü alınarak anlatımda kolaylık oluşturacak şekilde adım ve seçim öncesi teker teker gösterilmiştir. Bilgisayar programında modelleme yapılırken ilk olarak malzemenin tanımı Tablo 3.2.'deki değerler baz alınarak gerçekleştirilmiştir

Malzeme tanımlanmasına (define sekmesinden material bölümünde 25 kN/m2 olarak seçim yapılmış) ait işlem basamağının ekran görüntüsü Şekil 3.1. de verilmiştir.



Şekil 3.1 Sap 2000 programında malzeme seçim aşaması

Beton seçimine ait kabul edilecek parametreler Şekil 3.2.'de verilmiştir.

Şekil 3.2. Sap 2000 programında malzeme seçim aşaması

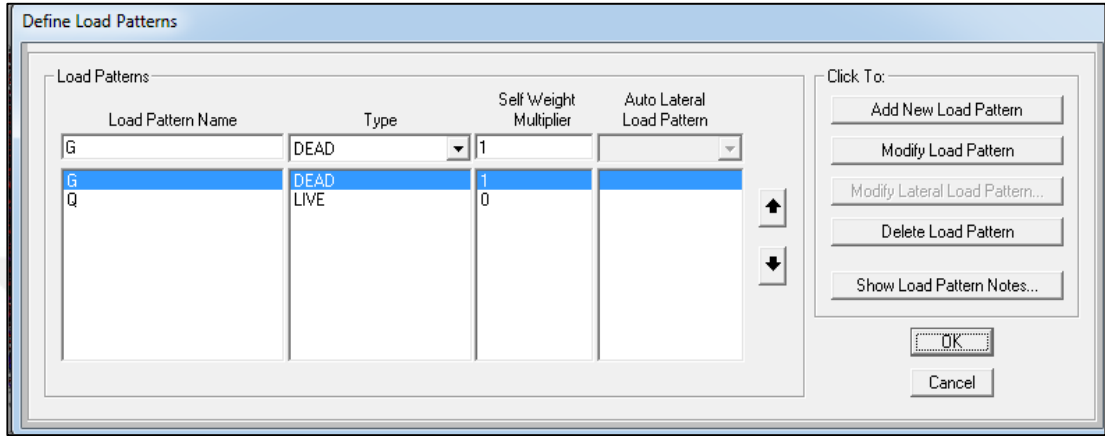
Malzeme seçiminin ardından çerçeve malzemesinin geometrisinin seçimi gereklidir. Bunun için “Frame Section Property Type (Çubuk Kesit Tipleri)” seçim kutusundan “Concrete (beton)” seçeneği seçilerek “Rectangular (Dikdörtgen)” seçeneği seçilir.

Bu seçime ait adımın ekran görüntüsü Şekil 3.3.’de verilmiştir.

Şekil 3.3. Çerçeve malzemesinin geometrik tipinin seçimi

Malzeme tipi ve geometrisi seçildikten sonra yükleme tiplerine ait opsiyonlar seçilir. Bu işlem için "Define" sekmesinden "Load Patterns" seçilerek G ve Q yüklemeleri tanımlanır.

Bu adıma ait görsel Şekil 3.4.'de verilmiştir.

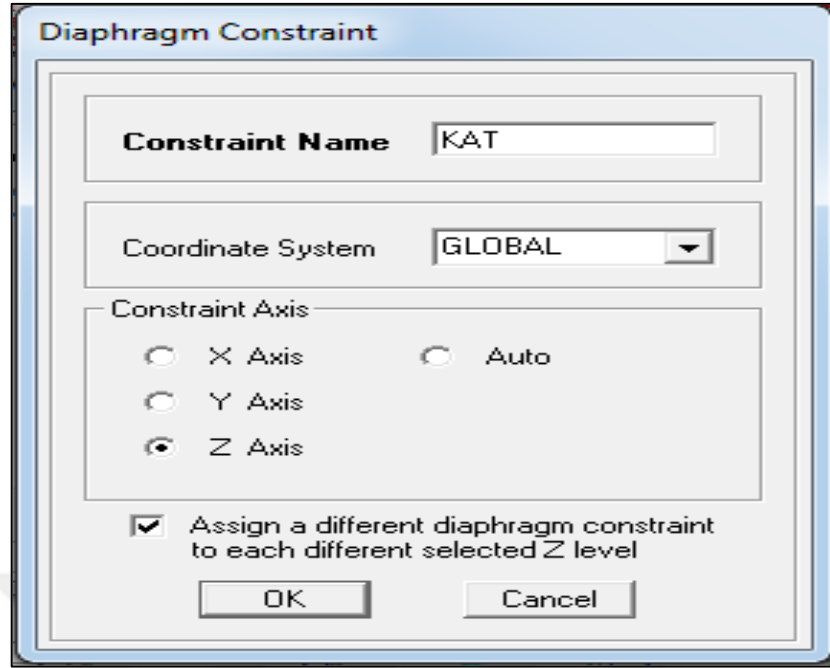


Şekil 3.4. Yükleme tiplerinin seçimi

Yükleme davranışlarının seçimi ile birlikte, yapıdaki kirişler kolon olarak tanımlanmış ve malzeme ataması tamamlanmıştır. Ardından sistemin geometrisi 1 kat için oluşturularak, kesit ve yükler tanımlanır. Daha sonra replicate (kopyalama) seçeneği yardımıyla katlar çoğaltılır.

Yapılar çoğaltıldıktan sonra her kat ayrı ayrı tanımlaması yapılır. "Assign" menüsünden "JointConstraints" komutları seçilir. Ekrana gelen "Assign Diaphragm Constraints" penceresi açılır ve "Constraints Name" kısmına kat yazılır.

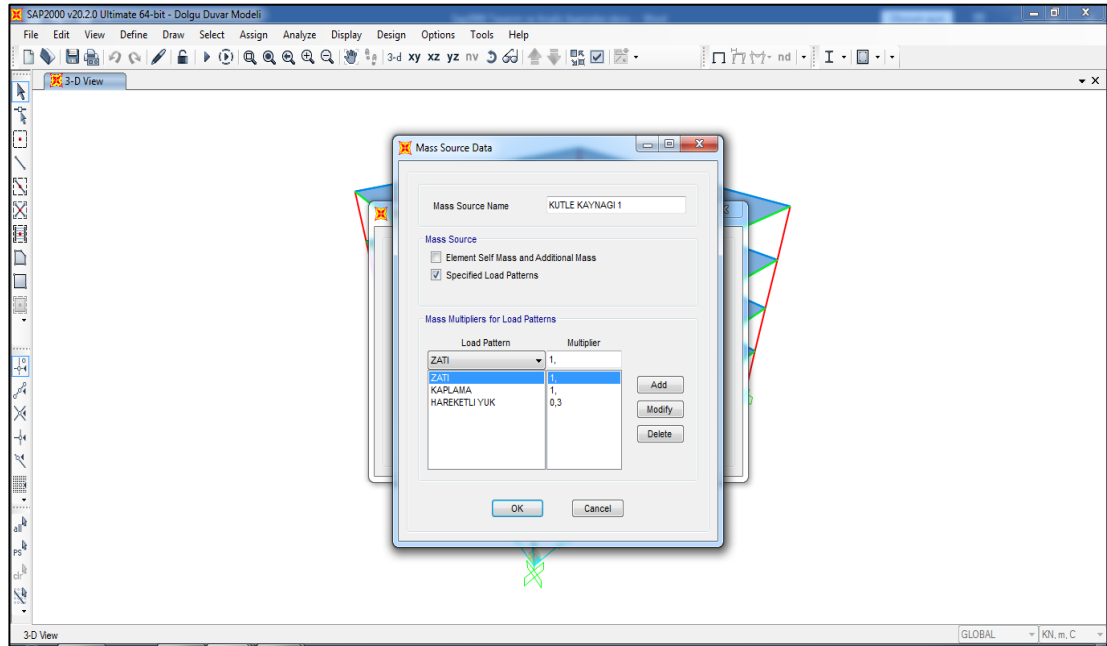
Yapılan adımın işlem görseli Şekil 3.5.'de görüldüğü gibidir.



Şekil 3.5. Katların ayrı olarak tanımlanması işlemi adımı

Ardından kat kütlelerinin sisteme atanması yapılır. Yapının kütlelerinin belirlenmesinde “Mass Source” özelliği kullanılacaktır. “Define Mass Source ” penceresi açılarak yük çarpanları girilir.

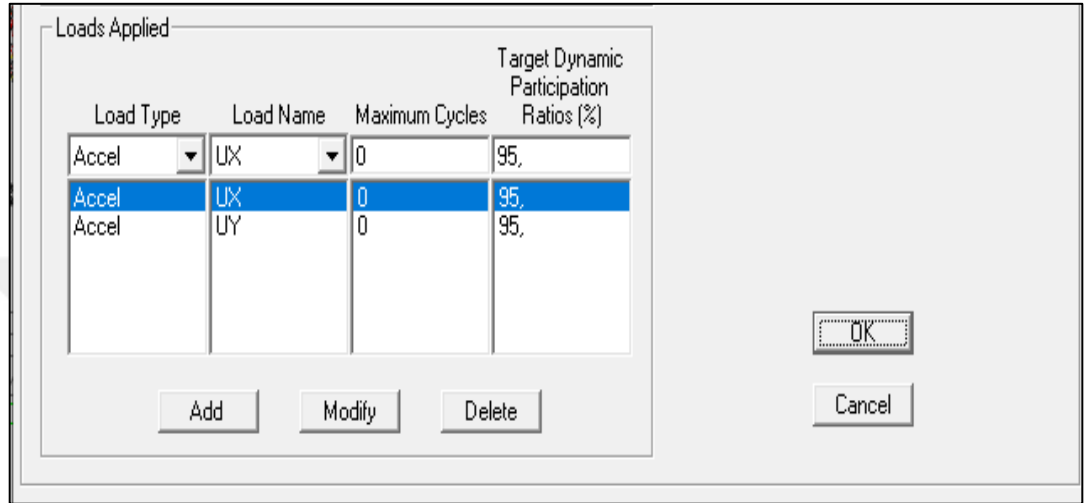
Yük çarpanlarının girilmesine ait adım Şekil 3.6.’da görüldüğü gibidir.



Şekil 3.6. Yük çarpanlarının girilmesi adımı

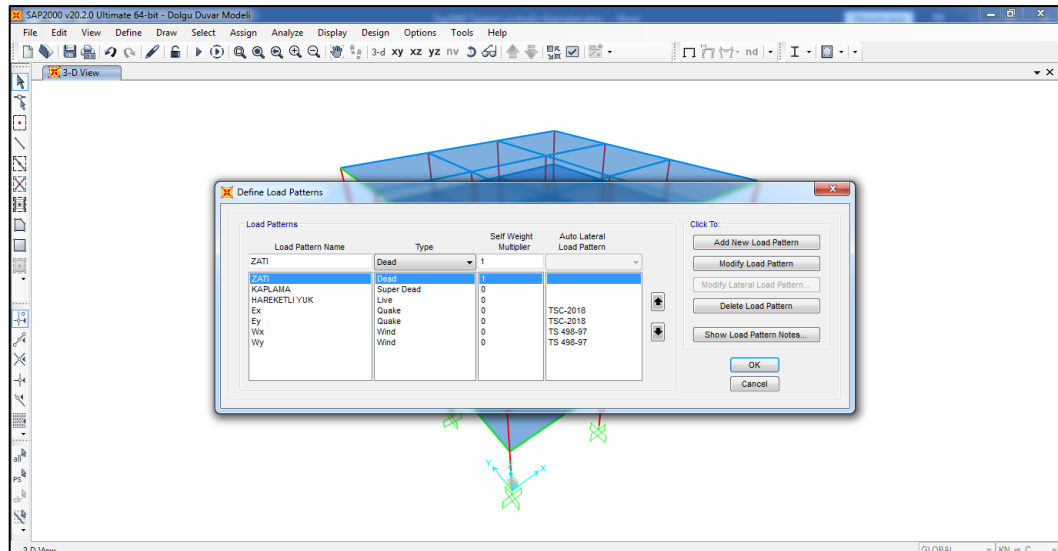
Yük çarpanlarından sonra periyotlar belirlenir .Bu işlemi gerçekleştirmek için ‘‘Define Load Cases Modal ‘‘bölümüne tıklanarak ‘‘Modify/Show Load Case’’ düğmesine basılır ve periyotlar girilir.

Bu işleme ait görsel Şekil 3.7.’de gösterildiği gibidir.



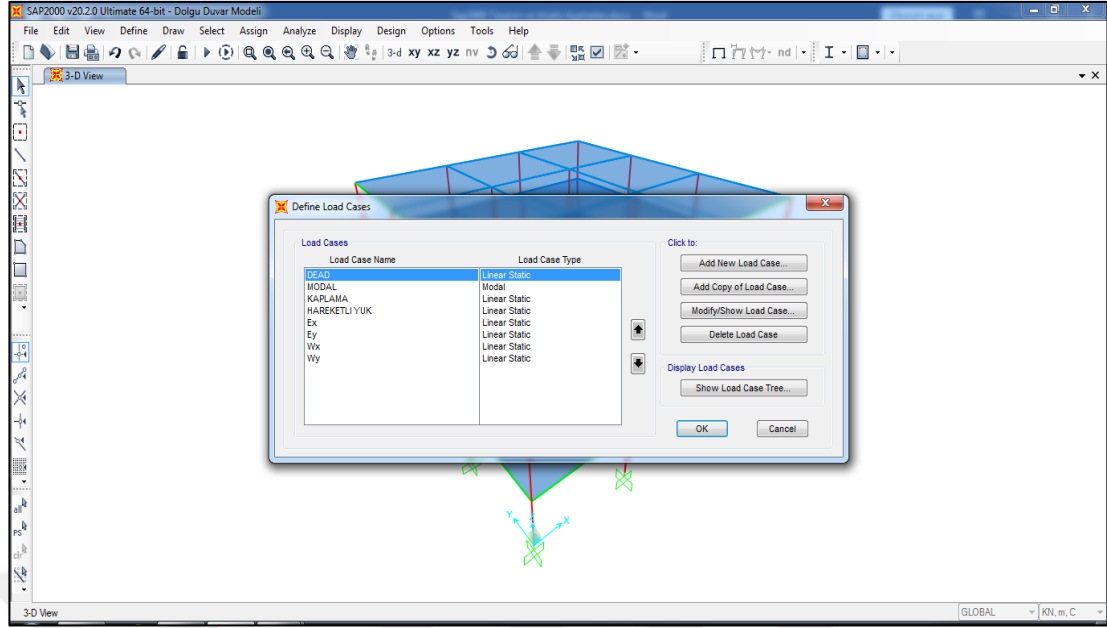
Şekil 3.7. Yüklere ait periyotların belirlenmesi

TBDY ‘ye göre olan hesaplama yönteminin SAP 2000 programında oluşturulması Şekil 3.8.’de gösterildiği gibidir.



Şekil 3.8. TBDY’ye göre yük değerlerinin sap 2000 programında oluşturulması

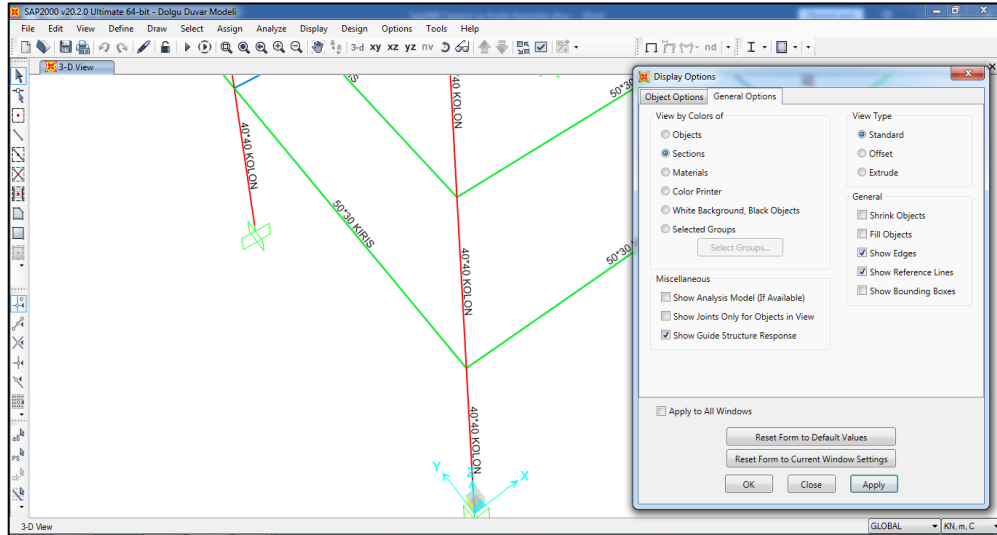
Yük kombinasyonlarına ait son durum Şekil 3.9.’da verilmiştir.



Şekil 3.9. Yük kombinasyonları

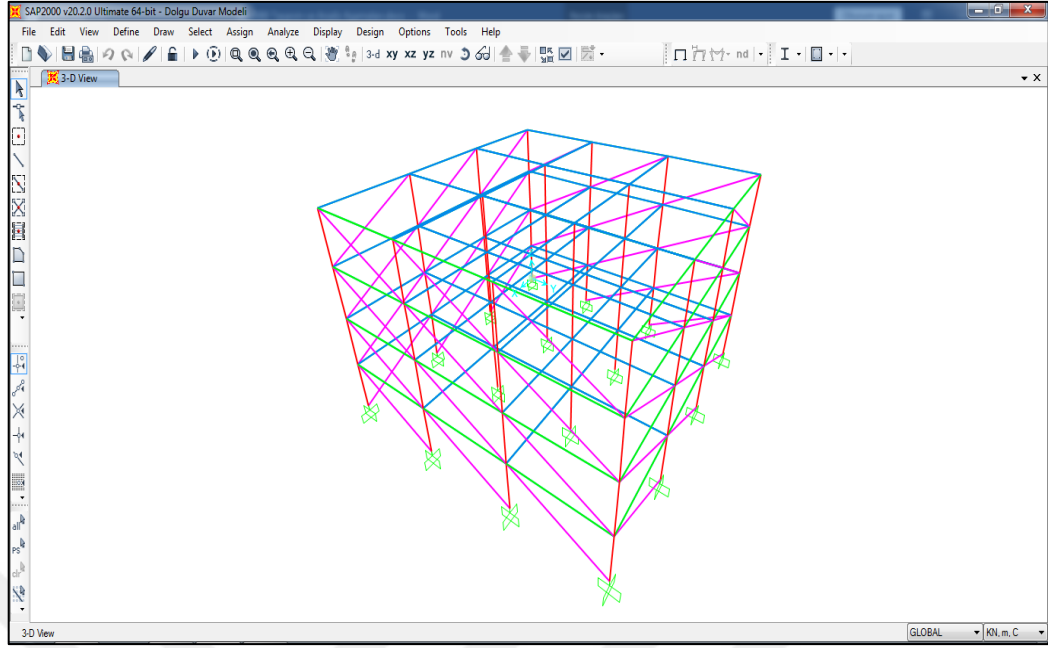
En son aşamada girilen parametrelerle birlikte 4,8 ve 11 katlı yapıların çizim işlemi yapılır.

Kolon ve kiriş tanımlanması ait görsel Şekil 3.10.'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Kolon ve Kiriş tanımlanması işlemi

Örnek modelleme olarak 4 katlı yapıya ait görsel Şekil 3.11.'de verilmiştir.

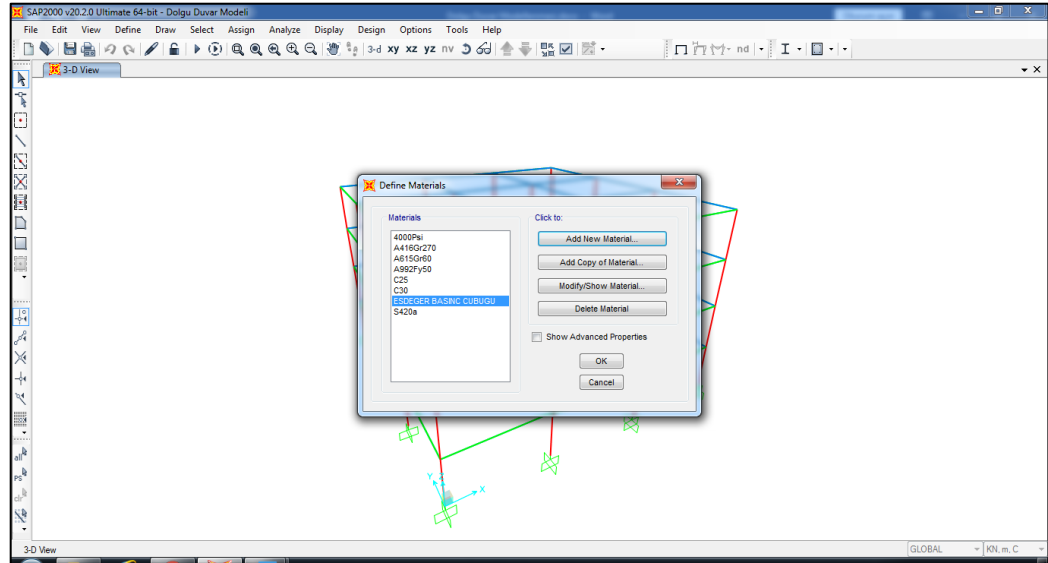


Şekil 3.11. 4 katlı yapıya ait örnek modelleme

3.2. Dolgu Duvarın Sap 2000 Programında Tanımlanması

Sap 2000 programında dolgu duvarları tanımlama işlemi yapılırken eşdeğer basınç çubuğu olarak tanımlama yapılmıştır.

Bu tanımlama işlemine ait görseller Şekil 3.12.'de verilmiştir.



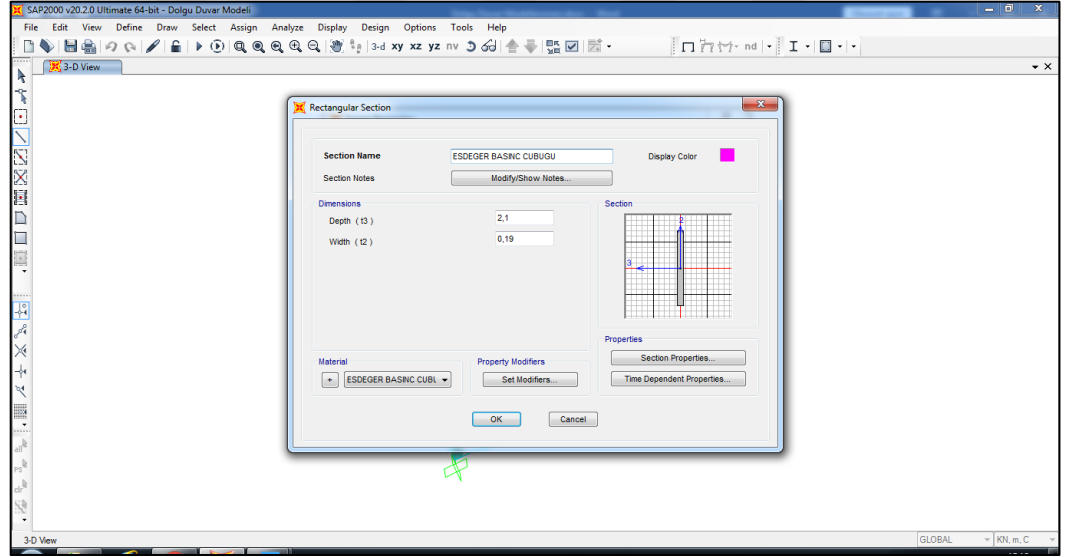
Şekil 3.12. Eşdeğer basınç çubuğunun tanımlanması

Malzeme tanımı olarak, dolgu duvar malzemenin birim hacim ağırlığı ve elastisite modülü kullanılmıştır.

Dolgu duvar birim hacim ağırlığı olarak programda $2240,679 \text{ kg/m}^3$ kullanılmış ve elastisite modülü $1000\text{MPa}(\text{N/mm}^2)$ alınmıştır

Eşdeğer basınç çubuğunun yüksekliğini formüllerden 2,1m olarak bulmuştuk. Eşdeğer basınç çubuğunun genişliği ise duvar kalınlığı olan 19cm olarak belirlenmiştir.

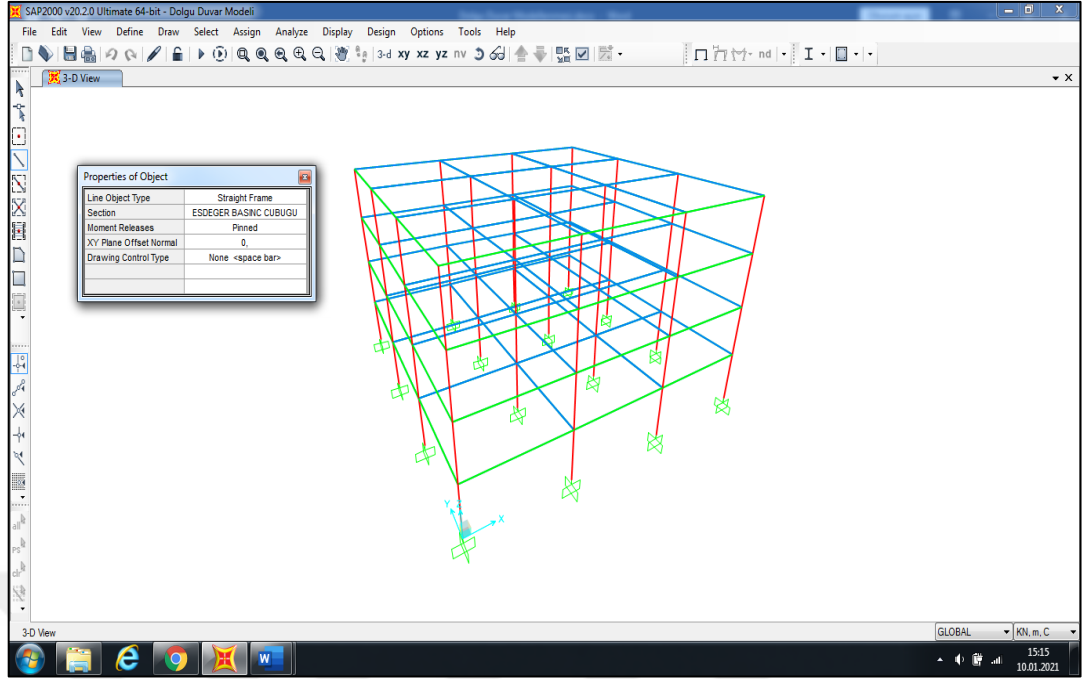
Eşdeğer basınç çubuğunun uzunluk ve kalınlığına ait sap 2000 modelleme görseli şekil 3.13.'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Eşdeğer basınç çubuğunun en ve boy oranları

Eşdeğer basınç çubuğunun sisteme ataması ise mafsallı olacak şekilde yapılmıştır.

İlgili görsel Şekil 3.14.'de verilmiştir.



Şekil 3.14. Eşdeğer basınç çubuğunun mafsallı olarak tanımlanması

3.3. Sap 2000 Modellemesinde Elde Edilen Verilerin İsimlendirilmesi

Araştırma sonuçları verilmeden önce yapıların özelliklerini daha kolay anlatılmasını sağlamak amacıyla her değişken özellik için farklı isimlendirmeler verilmiş ve bu isimlendirmelere göre kıyaslamalar yapılmıştır. Binalar isimlendirilirken belirli akslarında duvar olup olmaması, zemin kat yükseklikleri ve kat adetlerine göre isimlendirilmiştir.

İsimlendirme yapılma aşamaları aşağıda maddeler halinde sunulmuş ve örneklendirmesi yapılmıştır.

1. 4 katlı binalar isimlendirilirken 4F, 8 katlı binalar isimlendirilirken 8F, 11 katlı binalar isimlendirilirken 11F şeklinde ifade edilmiştir.
2. Binalarda duvar bulunması durumu 'W' harfi ile, duvar bulunmaması durumu ise 'NW' olarak ifade edilmiştir.
3. Aks isimlendirmeleri sap2000 modellemesindeki aks isimlendirilmesiyle aynı olup, kıyaslama yapılacak aks D-D aksı ise 'DD', 4-4 aksı ise '44' olarak ifade edilmiştir.

4. Zemin kat yükseklikleri 3,5 ve 7 m olduğundan bu durum direk 3,5 ve 7 olarak ifade edilmiştir.
5. Örneğin seçilen bina 4F-NWDD44-3 ise, bunun tanımlanması, 4 katlı, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan zemin kat yüksekliği 3 m olan bina olacak şekilde ifade tanımlanır.



BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

4.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi Analiz Sonuçları

Bina modelleri 4 katlı, 8 katlı ve 11 katlı olarak planlanmıştır. Ayrıca zemin kat yükseklikleri 3 metre, 5 metre ve 7 metre olarak bina modellerinde değişmektedir. Diğer bir değişken olan duvarlı, D-D aksı duvarsız ve D-D / 4-4 aksı duvarsız olarak bina modellerinde karşılaştırmaları yapılacaktır.

4.1.1. 4 katlı modellere ait sonuçlar

4.1.1.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi

Üç farklı zemin yüksekliği durumu için göz önüne alınan modellerin her biri üç farklı dolgu duvar durumu için incelenmiştir. Bunlardan birincisi Duvarlı, diğer bina modelinde D-D aksından duvarlar kaldırılarak modellenmiştir. En son modelde ise D-D ve 4-4 aksından duvarlar kaldırılmıştır.

Bu binalara ait periyot, taban kesme kuvvetleri, tepe noktasındaki yer değiştirmeleri ve bina ağırlıkları elde edilmiş ve bu değerler Tablo 4.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri

Model İsmi	Periyot (s)	Taban Kesme Kuvvetleri (X) (kN)	Taban Kesme Kuvvetleri (Y) (kN)	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Bina Ağırlığı W (ton)	Bina Yüksekliği H (m)
4F-W-3	0.44	2212	2212	0.013	974.7	12
4F-NWDD-3	0.54	1716	2150	0.018	954.0	12
4F-NWDD44-3	0.6	1773	1773	0.021	882.0	12
4F-W-5	0.54	1817	1817	0.014	1350	14
4F-NWDD-5	0.71	1767	1313	0.021	1291	14
4F-NWDD44-5	0.85	1398	1398	0.027	882.6	14
4F-W-7	0.68	1478	1478	0.016	1011	16
4F-NWDD-7	0.94	1437	1193	0.027	948.4	16
4F-NWDD44-7	1.22	1128	1128	0.038	885	16

Referans olarak 4 katlı, duvarlı olan bina alınmış ve periyot açısından yüzdelik değişim hesaplanmıştır. Hesaplamaya esas sonuçlar Tablo 4.2.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. 4 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi

Model İsmi	Periyot (s)	Yüzdesel Artış %	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Yüzdesel Artış %
4F-W-3	0,44	-	0,013	-
4F-NWDD-3	0,54	18,51851	0,018	27,77777
4F-NWDD44-3	0,60	26,66666	0,021	38,09523
4F-W-5	0,54	-	0,014	-
4F-NWDD-5	0,71	23,94366	0,021	33,33333
4F-NWDD44-5	0,85	36,47058	0,027	48,14814
4F-W-7	0,68	-	0,016	-
4F-NWDD-7	0,94	27,65957	0,027	40,74074
4F-NWDD44-7	1,22	44,26229	0,038	57,89473

Tablo 4.2.'de belirtilen sonuçlar incelendiğinde;

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri karşılaştırıldığında, D-D aksında duvar bulunmayan binanın, duvarlı binaya göre periyodunun %18,5, tepe noktasındaki yer değiştirme değerinin ise %27,78 arttığı görülmüştür. Hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmayan binanın periyodu referans binaya göre %26,67, tepe noktasındaki yer değiştirme değeri ise %38,1 artmıştır.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri karşılaştırıldığında, D-D aksında duvar bulunmayan binanın, duvarlı binaya göre periyodunun %23,94, tepe noktasındaki yer değiştirme değerinin ise %33,33 arttığı görülmüştür. Hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmayan binanın periyodu referans binaya göre %36,47, tepe noktasındaki yer değiştirme değeri ise %48,15 artmıştır.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri karşılaştırıldığında, D-D aksında duvar bulunmayan binanın, duvarlı binaya göre periyodunun %27,66, tepe noktasındaki yer değiştirme değerinin ise %40,74 arttığı görülmüştür. Hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmayan binanın periyodu referans binaya göre %44,26, tepe noktasındaki yer değiştirme değeri ise %57,9 artmıştır.

4.1.1.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi

Daha önce Bölüm 2.1.'de yapısal düzensizliklerden yumuşak kat düzensizliği incelenmiş ve hesaplama yöntemi Denklem (2.3)'de verilmişti. Modellenen binalara ait yumuşak kat düzensizliği katsayısı hesaplanmış, referans olarak 4 katlı, duvarlı olan bina alınmış ve periyot açısından yüzdelik değişim hesaplanmıştır.

Bu hesaplara ait sonuçları Tablo 4.3.'de verilmiştir.

Tablo 4.3. Bina modellerinin X yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Göreli Kat Ötelemesi ($\bar{I}+1$).	$H_{(i+1)}$	Ortalama Göreli Kat Ötelemesi $\bar{I}$.	$H_{(i)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0,032	3	0,036	3	0,88888	-
4F-NWDD-3	0,04	3	0,044	3	0,90909	2,2231
4F-NWDD44-3	0,041	3	0,045	3	0,91111	3,2967
4F-W-5	0,026	3	0,036	5	1,20	-
4F-NWDD-5	0,026	3	0,036	5	1,21	-0,8264
4F-NWDD44-5	0,033	3	0,046	5	1,19	-0,8403
4F-W-7	0,027	3	0,036	7	1,75	-
4F-NWDD-7	0,027	3	0,037	7	1,70	-2,9411
4F-NWDD44-7	0,034	3	0,046	7	1,72	-1,7441

Tablo 4.3.'de belirtildiği üzere incelenen sonuçlarının Denklem (2.3)' de belirtilen sınır değerinden küçük olduğu gözlemlenmiştir. Dört katlı modellerin hiçbirinde yumuşak kat düzensizliği bulunmamaktadır. Zemin kat yüksekliklerinin artması sonucu yumuşak kat düzensizliğine olan yakınlık artmıştır.

Tablo 4.2'de görüldüğü üzere;

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri kıyaslandığında, referans olarak aldığımız duvarlı modele göre, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinde yumuşak kat düzensizliği katsayısı %2,22'artmış, D-D ve 4-4 aksından duvar bulunmayan bina modelinde ise yumuşak kat düzensizliği katsayısında %3,29 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri kıyaslandığında, referans olarak aldığımız duvarlı modele göre, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinde

yumuşak kat düzensizliği katsayısı %0,82’azalmış, D-D ve 4-4 aksından duvar bulunmayan bina modelinde ise yumuşak kat düzensizliği katsayısında %0,84 azalış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri kıyaslandığında, referans olarak aldığımız duvarlı modele göre, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinde yumuşak kat düzensizliği katsayısı %2,94’azalmış, D-D ve 4-4 aksından duvar bulunmayan bina modelinde ise yumuşak kat düzensizliği katsayısında %1,74 azalış meydana gelmiştir.

Y yönünde bina modellerinin yumuşak kat düzensizliği incelenmiş ve yüzdesel artışları Tablo 4.4.’de verilmiştir.

Tablo 4.4. Bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi (İ+1).	H _(İ+1)	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi İ.	H _(İ)	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0.033	3	0.036	3	0.91666	-
4F-NWDD-3	0.035	3	0.036	3	0.97222	6,18556
4F-NWDD44-3	0.043	3	0.046	3	0.93478	1,93842
4F-W-5	0.024	3	0.036	5	1.11111	-
4F-NWDD-5	0.046	3	0.048	5	1.59722	30,50425
4F-NWDD44-5	0.044	3	0.045	5	1.62962	31,88596
4F-W-7	0.027	3	0.036	7	1.75	-
4F-NWDD-7	0.035	3	0.048	7	1.70138	-2,94117
4F-NWDD44-7	0.035	3	0.045	7	1.814814815	3,57117

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri referans modele göre karşılaştırıldığında sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %6,2, D-D aksı ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %1,93 artış göstermiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri referans modele göre karşılaştırıldığında sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %30,5, D-D aksı ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %31,89 artış göstermiştir

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri referans modele göre karşılaştırıldığında sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği

katsayısı %2,94 azalmış, D-D aksı ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %3,57 artış göstermiştir.

4.1.1.3. Burulma düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi

Burulma düzensizliğine ait genel ve temel bilgiler Bölüm 2.1.'de verilmişti. Burulma düzensizliğe ait Denklem (2.1)'de belirtilmişti. Tasarımı yapılan bina modellerinin burulma düzensizliği katsayılarının yüzdesel değişimi incelenmiş ve Tablo 4.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.5. Bina modellerinin X Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik artış %
4F-W-3	0,00400	0,00390	1,02564	-
4F-NWDD-3	0,00500	0,00430	1,16279	11,79490
4F-NWDD44-3	0,00560	0,00450	1,24444	17,57955
4F-W-5	0,00732	0,00723	1,01146	-
4F-NWDD-5	0,00705	0,00703	1,00284	-0,85955
4F-NWDD44-5	0,01500	0,01000	1,50000	32,56933
4F-W-7	0,01080	0,01070	1,00934	-
4F-NWDD-7	0,01050	0,01040	1,00961	0,02674
4F-NWDD44-7	0,02800	0,01900	1,47368	31,50887

Tablo 4.5. incelendiğinde D-D ile 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modellerinin tümün Denklem (2.1)'i sağlamamış ve burulma düzensizliği ortaya çıkmıştır.

Yüzdesel değişim durumuna bakıldığında ise zemin kat yüksekliği 3 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısındaki artış %11,8 olurken, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle yine burulma düzensizliği katsayısında %17,58 artış meydana getirmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısında %0,85 azalış meydana gelmiş, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle burulma düzensizliği katsayısında referans modele göre %32,56 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısındaki artış %0,026 olurken, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle yine burulma düzensizliği katsayısında %31,51 artış meydana getirmiştir.

Y yönünde meydana gelen burulma düzensizliği katsayısının duvar durumuna göre yüzdesel değişimi Tablo 4.6.'da verilmiştir.

Tablo 4.6. Bina modellerinin Y Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Göreli Kat Ötelemesi	Ortalama Göreli Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0,00400	0,00390	1,02564	-
4F-NWDD-3	0,00390	0,00370	1,05405	2,75142
4F-NWDD44-3	0,00560	0,00450	1,24444	17,742
4F-W-5	0,00732	0,00723	1,01146	-
4F-NWDD-5	0,00705	0,00703	1,00284	-0,79840
4F-NWDD44-5	0,01400	0,01000	1,4	27,85714
4F-W-7	0,01080	0,01070	1,00934	-
4F-NWDD-7	0,01049	0,01040	1,00865	-0,0684
4F-NWDD44-7	0,02800	0,01900	1,47368	31,508

Yine Y yönü burulma düzensizliği katsayısında her iki aksta da duvar bulunmaması durumunda burulma düzensizliği oluştuğu görülmüştür.

Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapılarda burulma düzensizliği katsayısındaki yüzdesel artış, tek yönde duvar bulunmaması durumunda %2,75, her iki yönde de duvar bulunmaması durumunda ise %17,7 artmıştır.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapılarda ise burulma düzensizliği katsayısında tek yönde duvar bulunmaması durumunda %,0,79 azalma, çift yönde duvar bulunmaması durumunda ise %27,86 artış oluşturmuştur.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan yapılarda ise burulma düzensizliği katsayısında tek yönde duvar bulunmaması durumunda %,0,0684 azalma, çift yönde duvar bulunmaması durumun da ise %31,5 artış oluşturmuştur.

Dolgu duvarların tek yönde kaldırılmış olması burulma düzensizliğine çok etki etmese de her iki yönde de kaldırılmış olması burulma düzensizliğini ciddi şekilde arttırmıştır.

4.1.2. 8 katlı modellere ait sonuçlar

4.1.2.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi

8 katlı 9 adet örnek bina elde edilmek istenen verilere göre tasarlanmış ve binalara ait periyot, taban kesme kuvvetleri, tepe noktasındaki yer değiştirmeleri ve bina ağırlıkları elde edilmiş ve bu değerler Tablo 4.7.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.7. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri

Model İsmi	Periyot (s)	Taban Kesme Kuvvetleri (X) (kN)	Taban Kesme Kuvvetleri (Y) (kN)	Tepe Noktası Yerdeğiştirmesi (m)	Bina Ağırlığı W (kN)	Bina Yüksekliği H (m)
8F-W-3	0,88	2258	2258	0,029	2063	24
8F-NWDD-3	1,09	2193	1776	0,041	1932	24
8F-NWDD44-3	1,19	1795	1795	0,046	1800	24
8F-W-5	0,99	2031	2031	0,030	2062	26
8F-NWDD-5	1,27	1971	1784	0,051	1930	26
8F-NWDD44-5	1,46	1683	1683	0,055	1800	26
8F-W-7	1,14	1895	1895	0,034	2066	28
8F-NWDD-7	1,54	1793	1793	0,069	1934	28
8F-NWDD44-7	1,92	1691	1691	0,081	1804	28

8 katlı binalar için periyot ve tepe noktalarındaki yer değiştirmeleri Tablo 4.7.'den çekilmiş ve bunlara ait dolgu duvarların yapı üzerindeki etkisinin yüzdesel değişimleri Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. 8 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi

Model İsmi	Periyot (s)	Yüzdesel Artış %	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Yüzdesel Artış %
8F-W-3	0,88	-	0,029	-
8F-NWDD-3	1,09	19,26605	0,041	29,26829
8F-NWDD44-3	1,19	26,05042	0,046	36,95652
8F-W-5	0,99	-	0,030	-
8F-NWDD-5	1,27	22,04724	0,051	41,17647
8F-NWDD44-5	1,46	32,19178	0,055	45,45454
8F-W-7	1,14	-	0,034	-
8F-NWDD-7	1,54	25,97402	0,069	50,72463
8F-NWDD44-7	1,92	40,62500	0,081	58,02469

8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %19,26'luk bir artış, 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar

bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %26'lık bir artış söz konusudur. 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %29,26'luk bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %36,96'lık bir artış söz konusudur.

8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %22'lik bir artış, 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %32,2'lik bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %41,17'lik bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %45,45'lik bir artış söz konusudur.

8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %25,97'lik bir artış, 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %40,63'lik bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %50,72'lik bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %58'lik bir artış söz konusudur

4.1.2.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi

Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı modellerin dolgu duvar etkisi ve zemin kat yüksekliği değişimi etkisiyle birlikte yumuşak kat düzensizliği katsayısı analiz sonuçları Tablo 4.9. ve Tablo 4.10.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi ($\bar{I}+1$)	$H_{(I+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $\bar{I}$	$H_{(I)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
8F-W-3	0.026	3	0.022	3	1.18181	-
8F-NWDD-3	0.033	3	0.025	3	1.32	10,6060
8F-NWDD44-3	0.033	3	0.025	3	1.32	10,6060
8F-W-5	0.026	3	0.026	5	1.66666	-
8F-NWDD-5	0.026	3	0.026	5	1.66666	0
8F-NWDD44-5	0.032	3	0.032	5	1.66666	0
8F-W-7	0.026	3	0.026	7	2.33333	-
8F-NWDD-7	0.026	3	0.027	7	2.24691	4,01785
8F-NWDD44-7	0.032	3	0.033	7	2.26262	2,97796

8 katlı modellerin zemin kat yüksekliğinin artışı oranında yumuşak kat düzensizliği artışı gözlemlenmiştir. Ayrıca duvarların sırasıyla modellerden kaldırılması sonucu yumuşak kat düzensizliğine olan yakınlık artmıştır.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat katsayısı açısından %10,60'lık bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %10,60'lık bir artış söz konusudur.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapı modellerinde tek yönde veya çift yönde duvar bulunmaması yumuşak kat düzensizliği açısından herhangi bir değişim getirmemiştir.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat katsayısı açısından %4'lük bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %2,97'lik bir artış söz konusudur.

Ayrıca elde edilen sonuçlar gözlemlendiğinde zemin kat yüksekliğinin 7 m olduğu tüm bina modellerinde yumuşak kat düzensizliği gözlemlenmiştir. Bu durum zemin kat yüksekliğinin yumuşak kat durumuna etkisini ortaya koymuştur.

Tablo 4.10.'da Y yönünde yumuşak düzensizliği katsayısı ve bu katsayıya bağlı yüzdesel değişim verilmiştir.

Tablo 4.10. Bina modellerinin Y Yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi ($\bar{I}+1$).	$H_{(i+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $\bar{I}$.	$H_{(i)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdesel Artış %
8F-W-3	0,026	3	0,022	3	1,18181	-
8F-NWDD-3	0,027	3	0,024	3	1,25	5,6
8F-NWDD44-3	0,024	3	0,028	3	1,32152	10,60
8F-W-5	0,026	3	0,026	5	1,66666	-
8F-NWDD-5	0,034	3	0,034	5	1,66666	0
8F-NWDD44-5	0,032	3	0,032	5	1,66666	0
8F-W-7	0,026	3	0,026	7	2,33333	-
8F-NWDD-7	0,04	3	0,035	7	2,66666	12,40
8F-NWDD44-7	0,051	3	0,043	7	2,76744	15,80

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında Yumuşak kat katsayısı açısından %5,6'lık bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %10,6'lık bir artış söz konusudur.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında Yumuşak kat katsayısı açısından %12,40'lık bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %15,80'lik bir artış söz konusudur.

4.1.2.3. Burulma düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi

Burulma düzensizliği açısından sekiz katlı modellerin dolgu duvar etkisi ve zemin kat yüksekliği değişimi etkisiyle birlikte analiz sonuçları Tablo 4.11. ve Tablo 4.12. 'de verilmiştir.

Tablo 4.11. Bina modellerinin X Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
8F-W-3	0,004	0,0039	1,02564	-
8F-NWDD-3	0,005	0,0043	1,16279	11,63
8F-NWDD44-3	0,0056	0,0045	1,24444	17,74
8F-W-5	0,00732	0,00723	1,01146	-
8F-NWDD-5	0,00705	0,00703	1,00284	-0,813
8F-NWDD44-5	0,015	0,01	1,5	32,666
8F-W-7	0,0108	0,0107	1,00934	-
8F-NWDD-7	0,0105	0,0104	1,00961	0,0267
8F-NWDD44-7	0,028	0,019	1,47368	31,360

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre burulma düzensizliği katsayısı %11,63 artmıştır.

D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %17,74'lük bir artış gözlemlenmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre burulma düzensizliği katsayısı %0,81 azalmıştır.

D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %32,66'luk bir artış gözlemlenmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre burulma düzensizliği katsayısı %0,026 artmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %31,36'luk bir artış gözlemlenmiştir.

Aynı zamanda her iki aksta duvar bulunmaması durumunda burulma düzensizliği bu kriteri sağlayan her binada görülmüştür.

Tablo 4.12. Bina modellerinin Y Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
8F-W-3	0,004	0,0039	1,02564	-
8F-NWDD-3	0,0039	0,0037	1,05405	2,857
8F-NWDD44-3	0,0056	0,0045	1,24444	17,741
8F-W-5	0,00732	0,00723	1,01146	-
8F-NWDD-5	0,00705	0,00703	1,00284	-0,7139
8F-NWDD44-5	0,014	0,01	1,4	27,857
8F-W-7	0,0108	0,0107	1,00934	-
8F-NWDD-7	0,01049	0,0104	1,00865	-0,0684
8F-NWDD44-7	0,028	0,019	1,47368	31,360

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre burulma düzensizliği katsayısı %2,86 artmıştır.

D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %17,74'lük bir artış meydana getirmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre burulma düzensizliği katsayısı %0,71 azalmıştır.

D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %27,85'lik bir artış meydana getirmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre burulma düzensizliği katsayısı %0,068 azalmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %31,36'lık bir artış oluşturmuştur.

4.1.3. 11 katlı modellere ait sonuçlar

4.1.3.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi

11 katlı yapılarda diğer yapı modellerinde olduğu gibi 9 adet bina modeli oluşturulmuş ve bu modellere ait yumuşak kat, periyot, burulma düzensizliği, tepe noktası yer değiştirmesi gibi parametrelerde kıyaslamalar yapılmıştır.

Tablo 4.13.'de bina modellerine ait periyot, taban kesme kuvvetleri, tepe noktasındaki yer değiştirmeleri ve bina ağırlıkları verilmiştir.

Tablo 4.13. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri

Model İsmi	Periyot (s)	Taban Kesme Kuvvetleri (X) (kN)	Taban Kesme Kuvvetleri (Y) (kN)	Tepe Noktası Yerdeğiştirmesi (m)	Bina Ağırlığı W (kN)	Bina Yüksekliği H (m)
11F-W-3	1,24	2591	2591	0,049	2858	33
11F-NWDD-3	1,52	2452	2452	0,083	2673	33
11F-NWDD44-3	1,65	2312	2312	0,085	2489	33
11F-W-5	1,34	2600	2600	0,054	2853	35
11F-NWDD-5	1,7	2460	2460	0,098	2666	35
11F-NWDD44-5	1,93	2319	2319	0,1	2486	35
11F-W-7	1,5	2611	2611	0,063	2857	37
11F-NWDD-7	1,98	2470	2470	0,12	2672	37
11F-NWDD44-7	2,41	2327	2327	0,14	2485	37

Tablo 4.13. yorumlandığında 11 katlı yapılarda zemin kat yüksekliğinin artması periyot, taban kesme kuvvetini ve tepe nokta yer değiştirmelerini arttırmıştır. En olumsuz koşulun her iki yönde de dolgu duvarların kaldırılması sonucu olduğu Tablo 4.13.'de açıkça ortaya konulmuştur.

11 katlı binalar için periyot ve tepe noktalarındaki yer değiştirmeleri Tablo 4.13.'den çekilmiş ve bunlara ait dolgu duvarların periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yapı üzerindeki etkisinin yüzdesel değişimleri Tablo 4.14.'de verilmiştir.

Tablo 4.14. 11 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi

Model İsmi	Periyot (s)	Yüzdesel Artış %	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Yüzdesel Artış %
11F-W-3	1,24	-	0,049	-
11F-NWDD-3	1,52	18,42105	0,083	40,96385
11F-NWDD44-3	1,65	24,84848	0,085	42,35294
11F-W-5	1,34	-	0,054	-
11F-NWDD-5	1,7	21,17647	0,098	44,89795
11F-NWDD44-5	1,93	30,56994	0,1	46
11F-W-7	1,5	-	0,063	-
11F-NWDD-7	1,98	24,24242	0,12	47,5
11F-NWDD44-7	2,41	37,75933	0,14	55

Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapılarda, D-D aksında duvar bulunmayan bina modeli, referans olarak belirlenen duvarlı modele göre periyodunda %18,42'lik bir artış olmuştur. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelde ise %24,85 artış meydana gelmiştir. Tepe noktası yer değiştirme açısından karşılaştırıldığında, D-D aksında duvar bulunmayan binada %40,96, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise tepe noktası yer değiştirmesi değeri %42,35 artmıştır.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapılarda, D-D aksında duvar bulunmayan bina modeli, referans olarak belirlenen duvarlı modele göre periyodunda %21,17'lik bir artış olmuştur. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelde ise %30,57 artış meydana gelmiştir. Tepe noktası yer değiştirme açısından karşılaştırıldığında, D-D aksında duvar bulunmayan binada %44,9, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise tepe noktası yer değiştirmesi değeri %46 artmıştır.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan yapılarda, D-D aksında duvar bulunmayan bina modeli, referans olarak belirlenen duvarlı modele göre periyodunda %24,24'lük bir artış olmuştur. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelde ise %37,76 artış meydana gelmiştir. Tepe noktası yer değiştirme açısından karşılaştırıldığında, D-D aksında duvar bulunmayan binada %47,5, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise tepe noktası yer değiştirmesi değeri %55 artmıştır.

4.1.3.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi

Yumuşak kat düzensizliği açısından onbir katlı modellerin dolgu duvar etkisi ve zemin kat yüksekliği değişimi etkisiyle birlikte analiz sonuçları Tablo 4.15. ve Tablo 4.16.'da verilmiştir.

Tablo 4.15. 11 katlı bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi (İ+1).	H _(i+1)	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi İ.	H _(i)	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
11F-W-3	0,022	3	0,013	3	1,69230	-
11F-NWDD-3	0,028	3	0,017	3	1,64705	-3,04842
11F-NWDD44-3	0,028	3	0,016	3	1,75	3,42857
11F-W-5	0,022	3	0,02	5	1,83333	-
11F-NWDD-5	0,022	3	0,02	5	1,83333	0
11F-NWDD44-5	0,028	3	0,025	5	1,86666	1,61290
11F-W-7	0,025	3	0,022	7	2,65151	-
11F-NWDD-7	0,024	3	0,023	7	2,43478	-9,05349
11F-NWDD44-7	0,027	3	0,027	7	2,33333	-13,73390

Duvarların sırasıyla modellerden kaldırılması sonucu yumuşak kat düzensizliğine olan yakınlık artmıştır. Zemin kat yüksekliği 7 m olan yapıların tümünde yumuşak kat düzensizliği meydana gelmiştir.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %3'lük bir azalma söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %3'lük bir artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından bir değişim meydana gelmemiştir. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %1,6'lık bir artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %9 bir azalma söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %13,73'lük bir azalma söz konusudur.

Tablo 4.16. 11 katlı bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi ($I+1$).	$H_{(I+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi I .	$H_{(I)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
11F-W-3	0,022	3	0,013	3	1,69230	-
11F-NWDD-3	0,022	3	0,013	3	1,69230	0
11F-NWDD44-3	0,029	3	0,024	3	1,20833	40,83333
11F-W-5	0,023	3	0,019	3	1,21052	-
11F-NWDD-5	0,032	3	0,027	5	1,97530	38,57868
11F-NWDD44-5	0,036	3	0,028	5	2,14285	43,45794
11F-W-7	0,025	3	0,022	7	2,65151	-
11F-NWDD-7	0,056	3	0,045	7	2,90370	8,62068
11F-NWDD44-7	0,07	3	0,06	7	2,72222	-2,57352

Zemin kat yüksekliği 5 olan yapılardan her iki yönde de dolgu duvar bulundurmamayan bina modelinde ve zemin kat yüksekliği 7 m olan yapıların tümünde yumuşak kat düzensizliği meydana gelmiştir.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından değişim söz konusu olmamıştır. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m

olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %40,8 artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %38,57 artış meydana gelmiştir. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %43,45'lik bir artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %8,62 artış söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %2,57 azalma söz konusudur.

4.1.3.3. Burulma düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi

11 katlı bina modellerinde son olarak eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılarak burulma düzensizliği incelenmiş ve bu bina modellerinde X ve Y yönünde burulma düzensizlikleri yüzdesel olarak birbiri ile benzer sonuçlar verdiği için dolayı tek yönde burulma düzensizliğine ait veriler oluşturulmuştur.

Bina modellerinin burulma düzensizliği açısından yüzdesel değişimi Tablo 4.17.'de verilmiştir.

Tablo 4.17. 11 katlı bina modellerinin burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
11F-W-3	0,00480	0,0046	1,04478	-
11F-NWDD-3	0,00737	0,0063	1,17047	11,111
11F-NWDD44-3	0,0074	0,00608	1,21710	14,049
11F-W-5	0,0107	0,0105	1,01904	-
11F-NWDD-5	0,01018	0,01	1,0188	-0,0235
11F-NWDD44-5	0,025	0,018	1,38888	26,0869
11F-W-7	0,0194	0,0193	1,00518	-
11F-NWDD-7	0,0185	0,0183	1,01092	0,4950
11F-NWDD44-7	0,059	0,0403	1,46401	31,1643

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %11 artış söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %14'lük bir artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %0,023 azalma söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %26 artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %0,49 artış söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %31 artış söz konusudur.

Ayrıca her iki aksdan da kaldırılan duvarların bulunduğu bina modellerinde 1.2 sınır değeri olan burulma düzensizliği açısından geçtiği gözlemlenmiştir. Duvarların Taşıyıcı sisteme katkısı Tablo 4.17.'de bir kez daha ortaya konulmuştur.

4.2. Mod Birleştirme Yöntemi Analiz Sonuçları

Daha önce 4, 8, 11 katlı bina modellerinin dolgu duvar durumuna göre yapısal performansına olan etkilerini eşdeğer deprem yükü yöntemi ile hesaplamıştık. Bu bölümde tüm hesaplamalar mod birleştirme yöntemi ile tekrar hesaplanmış ve bölümler halinde aşağıda verilmiştir.

4.2.1. 4 katlı modellere ait sonuçlar

4.2.1.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi

Her bir yapı modeli için mod birleştirme yöntemine esas periyot, taban kesme kuvveti, tepe noktasındaki yer değiştirme ve bina ağırlığı gibi parametreler programdan çekilmiş ve Tablo 4.18.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.18. Bina modellerinin periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri

Model İsmi	Periyot (s)	Taban Kesme Kuvvetleri (X) (kN)	Taban Kesme Kuvvetleri (Y) (kN)	Tepe Noktası Yerdeğiştirmesi (m)	Bina Ağırlığı W (kN)	Bina Yüksekliği H (m)
4F-W-3	0,44	1711	1711	0,01	1004	12
4F-NWDD-3	0,54	1187	1657	0,014	980,5	12
4F-NWDD44-3	0,59	913	922	0,011	910,4	12
4F-W-5	0,55	1464	1464	0,011	1372,5	14
4F-NWDD-5	0,72	953	1436	0,017	1298,4	14
4F-NWDD44-5	0,85	628	713	0,014	883,8	14
4F-W-7	0,69	1189	1189	0,013	1024	16
4F-NWDD-7	0,95	739	1154	0,021	988,6	16
4F-NWDD44-7	1,23	549	549	0,017	890	16

Yukarıda isimlendirilen bina modellerinde periyot değerleri açısından karşılaştırma yapıldığında kaldırılan duvar oranıyla periyot değerinin paralel bir artış yaptığı gözlemlenmiştir.

Periyotun kütle ile doğru orantılı rijitlik kat sayısı ile ters orantılı olduğu bilindiğinden duvarların kaldırılması ile periyotun artması bina modellerinin rijitliklerinin azaldığını göstermektedir. Bu durum kaldırılan duvarların deprem durumunda olumsuz sonuçlar doğurduğunu ortaya koymuştur. Taban kesme kuvveti ve deplasman açısından incelendiğinde, bina modellerinde hangi yönden kaldırılan duvar olursa o yönde deplasman değerleri artarken taban kesme kuvvetlerinin yaklaşık olarak azaldığını göstermektedir.

Tablo 4.19.'da bina modellerinin dolgu duvar etkisinin periyot ve tepe noktası yer değiştirmesine ait yüzdesel değişimi verilmiştir.

Tablo 4.19. 4 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi

Model İsmi	Periyot (s)	Yüzdesel Artış %	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Yüzdesel Artış %
4F-W-3	0,44	-	0,01	-
4F-NWDD-3	0,54	18,51851	0,014	28,87142
4F-NWDD44-3	0,59	25,42372	0,011	9,090909
4F-W-5	0,55	-	0,011	-
4F-NWDD-5	0,72	23,61111	0,017	35,29411
4F-NWDD44-5	0,85	35,29411	0,014	21,42857
4F-W-7	0,69	-	0,013	-
4F-NWDD-7	0,95	27,36842	0,021	38,09523
4F-NWDD44-7	1,23	43,90243	0,017	23,52941

Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapılar incelendiğinde D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre periyodunda %18,5, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %25,4 artış meydana gelmiştir. Tepe noktalarındaki yer değiştirmeler incelendiğinde ise D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre %28,8, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %9 oranında bir artış oluşmuştur.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapılar incelendiğinde D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre periyodunda %23,6, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %35,3 artış meydana gelmiştir. Tepe noktalarındaki yer değiştirmeler incelendiğinde ise D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre %35,3, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %21,42 oranında bir artış oluşmuştur.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan yapılar incelendiğinde D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre periyodunda %27,36, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %43,9 artış meydana gelmiştir. Tepe noktalarındaki yer değiştirmeler incelendiğinde ise D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre %38, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %23,5 oranında bir artış oluşmuştur.

4.2.1.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi

Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı modellerin dolgu duvar etkisi ve zemin kat yüksekliği değişimi etkisiyle birlikte mod birleştirme yöntemi ile analiz sonuçları Tablo 4.20.'de verilmiştir.

Tablo 4.20. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $(\bar{I}+1)$.	$H_{(i+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $\bar{I}$.	$H_{(i)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0,00631	3	0,00308	3	2,04273	-
4F-NWDD-3	0,00493	3	0,0023	3	2,14739	4,67289
4F-NWDD44-3	0,0044	3	0,0021	3	2,09523	2,39234
4F-W-5	0,0086	3	0,00598	5	2,39687	-
4F-NWDD-5	0,00711	3	0,005	5	2,37166	-0,84388
4F-NWDD44-5	0,0057	3	0,004	5	2,375	-0,63157
4F-W-7	0,011	3	0,0089	7	2,88389	-
4F-NWDD-7	0,0095	3	0,0079	7	2,80590	-2,85714
4F-NWDD44-7	0,0081	3	0,0066	7	2,86363	-0,69930

4 katlı tüm yapılarda mod birleştirme yöntemiyle hesap yapıldığında tüm bina modellerinde yumuşak kat oluştuğu görülmüştür.

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri kıyaslandığında, referans olarak aldığımız duvarlı modele göre, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinde yumuşak kat düzensizliği katsayısı %4,67'artmış, D-D ve 4-4 aksından duvar bulunmayan bina modelinde ise yumuşak kat düzensizliği katsayısında %2,39 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri kıyaslandığında, referans olarak aldığımız duvarlı modele göre, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinde yumuşak kat düzensizliği katsayısı %0,84'azalmış, D-D ve 4-4 aksından duvar bulunmayan bina modelinde ise yumuşak kat düzensizliği katsayısında %0,63 azalış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri kıyaslandığında, referans olarak aldığımız duvarlı modele göre, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinde yumuşak kat düzensizliği katsayısı %2,85'azalmış, D-D ve 4-4 aksından duvar

bulunmayan bina modelinde ise yumuşak kat düzensizliği katsayısında %0,69 azalış meydana gelmiştir.

Tablo 4.21.'de Y yönü yumuşak kat düzensizliğine ait sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.21. 4 katlı bina modellerinin y yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $(\bar{I}+1)$	$H_{(I+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $\bar{I}$	$H_{(I)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0,00617	3	0,00293	3	2,10183	-
4F-NWDD-3	0,0059	3	0,0028	3	2,10714	0,25342
4F-NWDD44-3	0,0069	3	0,0031	3	2,22580	5,61797
4F-W-5	0,0084	3	0,0058	5	2,41379	-
4F-NWDD-5	0,0083	3	0,0056	5	2,47023	2,42914
4F-NWDD44-5	0,01	3	0,0079	5	2,10970	-14,76190
4F-W-7	0,01	3	0,0088	7	2,65151	-
4F-NWDD-7	0,01	3	0,0085	7	2,74509	3,28467
4F-NWDD44-7	0,015	3	0,013	7	2,69230	1,48698

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri referans modele göre karşılaştırıldığında sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %,025, D-D aksı ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %5,61 artış göstermiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri referans modele göre karşılaştırıldığında sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %2,42 artış, D-D aksı ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %14,76 azalma göstermiştir

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri referans modele göre karşılaştırıldığında sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %3,28 artmış, D-D aksı ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelinin yumuşak kat düzensizliği katsayısı %1,48 artış göstermiştir.

4.2.1.3. Burulma düzensizliği açısından dört katlı bina modellerinin incelenmesi

Burulma düzensizliği açısından dört katlı modellerin dolgu duvar etkisi ve zemin kat yüksekliği değişimi etkisiyle birlikte analiz sonuçları Tablo 4.22.'de verilmiştir.

Tablo 4.22. 4 katlı bina modellerinin X yönü burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0,00308	0,003	1,02966	-
4F-NWDD-3	0,00412	0,003	1,375	25,81818
4F-NWDD44-3	0,00314	0,0024	1,31125	22,13740
4F-W-5	0,00592	0,0059	1,00423	-
4F-NWDD-5	0,0097	0,0072	1,34722	25,07462
4F-NWDD44-5	0,0073	0,0052	1,40384	28,57142
4F-W-7	0,0089	0,0088	1,01136	-
4F-NWDD-7	0,0157	0,0116	1,35344	25,18518
4F-NWDD44-7	0,0135	0,0093	1,45161	30,34482

Zemin kat yüksekliği 3 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısındaki artış %25,81 olurken, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle yine burulma düzensizliği katsayısında %22,13 artış meydana getirmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısında %25,07 artış meydana gelmiş, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle burulma düzensizliği katsayısında referans modele göre %28,57 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısındaki artış %25,18 olurken, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle yine burulma düzensizliği katsayısında %30,34 artış meydana getirmiştir.

Y yönünde meydana gelen burulma düzensizliği katsayısının duvar durumuna göre yüzdesel değişimi Tablo 4.23.'de verilmiştir.

Tablo 4.23. 4 katlı Bina modellerinin Y Yönü Burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
4F-W-3	0,00308	0,003	1,02966	-
4F-NWDD-3	0,00412	0,003	1,375	25,81818
4F-NWDD44-3	0,00314	0,0024	1,31125	22,13740
4F-W-5	0,00592	0,0059	1,00423	-
4F-NWDD-5	0,0097	0,0072	1,34722	25,07462
4F-NWDD44-5	0,0073	0,0052	1,40384	28,57142
4F-W-7	0,0089	0,0088	1,01136	-
4F-NWDD-7	0,0157	0,0116	1,35344	25,18518
4F-NWDD44-7	0,0135	0,0093	1,45161	30,34482

Zemin kat yüksekliği 3 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısındaki artış %25,81 olurken, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle yine burulma düzensizliği katsayısında %22,13 artış meydana getirmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısında %25,07 artış meydana gelmiş, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle burulma düzensizliği katsayısında referans modele göre %28,57 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan modellerde sadece D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin burulma düzensizliği katsayısındaki artış %25,18 olurken, hem D-D aksında hem de 4-4 aksında duvar bulunmaması nedeniyle yine burulma düzensizliği katsayısında %30,34 artış meydana getirmiştir.

4.2.2. 8 katlı modellere ait sonuçlar

4.2.2.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi

8 katlı 9 adet bina modellere ait mod birleştirme yöntemine esas periyot, taban kesme kuvveti, tepe noktasındaki yer değiştirme ve bina ağırlığı gibi parametreler programdan çekilmiş ve Tablo 4.24.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.24. Bina modellerinin periyot, taban kesme (X-Y) ve maksimum deplasman değerleri

Model İsmi	Periyot (s)	Taban Kesme Kuvvetleri (X) (KN)	Taban Kesme Kuvvetleri (Y) (KN)	Tepe Noktası Yerdeğiştirmesi (m)	Bina Ağırlığı W (KN)	Bina Yüksekliği H (m)
8F-W-3	0,88	1643	1643	0,019	2087,3	24
8F-NWDD-3	1,09	1182	1589	0,028	2014,5	24
8F-NWDD44-3	1,2	908	908	0,022	1876	24
8F-W-5	1	1526	1526	0,021	2088	26
8F-NWDD-5	1,28	1054	1484	0,032	1987	26
8F-NWDD44-5	1,46	794	787	0,025	1892	26
8F-W-7	1,16	1370	1370	0,023	2085	28
8F-NWDD-7	1,55	892	1332	0,037	1995,3	28
8F-NWDD44-7	1,92	662	665	0,03	1857	28

Tablo 4.25.'de bina modellerinin dolgu duvar etkisinin periyot ve tepe noktası yer değiştirmesine ait yüzdesel değişimi verilmiştir.

Tablo 4.25. 8 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi

Model İsmi	Periyot (s)	Yüzdesel Artış %	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Yüzdesel Artış %
8F-W-3	0,88	-	0,019	-
8F-NWDD-3	1,09	19,26605	0,028	32,14285
8F-NWDD44-3	1,2	26,66667	0,022	13,63636
8F-W-5	1	-	0,021	-
8F-NWDD-5	1,28	21,875	0,032	34,375
8F-NWDD44-5	1,46	31,50684	0,025	16
8F-W-7	1,16	-	0,023	-
8F-NWDD-7	1,55	25,16129	0,037	37,83783
8F-NWDD44-7	1,92	39,58333	0,03	23,33333

8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %19,26'lık bir artış, 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %26,66'lık bir artış söz konusudur. 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %32,14'lük bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %13,63'lık bir artış söz konusudur.

8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %21,88'lik bir artış, 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %31,50'lik bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %34,37'lik bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %16'lık bir artış söz konusudur

8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %25,16'lık bir artış, 8 katlı, duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında periyot açısından %39,58'lik bir artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %37,83'lik bir artış, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında tepe noktası yer değiştirmesi açısından %23,33'lük bir artış söz konusudur.

4.2.2.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi

Yumuşak kat düzensizliği açısından 8 katlı bina modellerine ait yumuşak kat düzensizliğinin duvar durumuna göre yüzdelik değişimi x ve y yönünde ayrı ayrı belirtilmiş Tablo 4.26. ve Tablo 4.27.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.26. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Göreli Kat Ötelemesi $(\bar{I}+1)$.	$H_{(I+1)}$	Ortalama Göreli Kat Ötelemesi $\bar{I}$.	$H_{(I)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
8F-W-3	0,0064	3	0,003	3	2.13333	-
8F-NWDD-3	0,0052	3	0,0024	3	2.16666	1,38888
8F-NWDD44-3	0,0046	3	0,0021	3	2.19047	2,73972
8F-W-5	0,0094	3	0,0063	5	2.48677	-
8F-NWDD-5	0,0082	3	0,0056	5	2.44047	-1,63934
8F-NWDD44-5	0,007	3	0,0047	5	2.48226	-0,18168
8F-W-7	0,013	3	0,01	7	3.03333	-
8F-NWDD-7	0,01183	3	0,0095	7	2.90561	-4,482
8F-NWDD44-7	0,0099	3	0,0079	7	2.92405	-3,62339

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %1,39 artmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %2,74'lük bir artış gözlemlenmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği

katsayısı %1,64 azalmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %0,18'azalma meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %4,48 azalmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %3,62'azalma meydana gelmiştir.

Aynı zamanda tüm bina modellerinde yumuşak kat düzensizliği oluşmuştur.

Tablo 4.27. Bina modellerinin Y yönü yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $(\dot{I}+1)$.	$H_{(i+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $\dot{I}$.	$H_{(i)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
8F-W-3	0,0062	3	0,0028	3	2,21428	-
8F-NWDD-3	0,006	3	0,0027	3	2,22222	0,45045
8F-NWDD44-3	0,0074	3	0,0032	3	2,3125	4,32900
8F-W-5	0,0093	3	0,0061	5	2,54098	-
8F-NWDD-5	0,009	3	0,0059	5	2,54237	0,05467
8F-NWDD44-5	0,013	3	0,0093	5	2,32974	-9,48275
8F-W-7	0,013	3	0,01	7	3,03333	-
8F-NWDD-7	0,01275	3	0,01	7	2,975	-2,02020
8F-NWDD44-7	0,02	3	0,017	7	2,74509	-10,58394

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat katsayısı açısından %0,45 artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %4,32 artış söz konusudur.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat katsayısı açısından %0,054 azalma, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %9,48'lik bir azalma söz konusudur.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat katsayısı açısından %2 azalma, 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında

duvar bulunmayan bina modelleri arasında yumuşak kat düzensizliği katsayısı açısından %10,59'luk bir azalma söz konusudur

4.2.2.3. Burulma düzensizliği açısından sekiz katlı bina modellerinin incelenmesi

8 katlı bina modellemelerine ait burulma düzensizliği incelenmiş ve bu düzensizlik durumunun X ve Y yönünde aynı olduğu görülmüş ve buna ait referans binaya göre yüzdelik değişim Tablo 4.28.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.28. Bina modellerinin burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
8F-W-3	0,003	0,0029	1.03448	-
8F-NWDD-3	0,0041	0,0031	1.32258	21,96969
8F-NWDD44-3	0,0032	0,0025	1.28	19,53125
8F-W-5	0,0063	0,00619	1.01777	-
8F-NWDD-5	0,01086	0,0081	1.34074	24,62686
8F-NWDD44-5	0,009	0,0065	1.38461	26,81159
8F-W-7	0,104	0,1	1.04	-
8F-NWDD-7	0,0192	0,0142	1.35211	22,96296
8F-NWDD44-7	0,0171	0,0117	1.46153	28,767

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %21,96 artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %19,53 artış söz konusudur.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %24,62 artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %26,8 artış söz konusudur.

8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %22,96 artış söz konusudur. 8 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 8

katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %28,76 artış söz konusudur.

Ayrıca sadece referans modellerde X yönünde burulma düzensizliği görülmemiştir.

4.2.3. 11 katlı modellere ait sonuçlar

4.2.3.1. Periyot, kat deplasman ve taban kesme kuvveti açısından sonuçların incelenmesi

Yapılara ait tasarımlar sonucu her bir modelin periyotları, taban kesme kuvvetleri ve yer değiştirmeleri bulunmuştur.

Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri Tablo 4.29.'da verilmiştir.

Tablo 4.29. Bina modellerinin Periyot, taban kesme (X-Y) ve Maksimum deplasman değerleri

Model İsmi	Periyot (s)	Taban Kesme Kuvvetleri (X) (kN)	Taban Kesme Kuvvetleri (Y) (kN)	Tepe Noktası Yerdeğiştirmesi (m)	Bina Ağırlığı W (kN)	Bina Yüksekliği H (m)
11F-W-3	1,24	1649	1649	0,026	2914	33
11F-NWDD-3	1,52	1185	1594	0,04	2699	33
11F-NWDD44-3	1,65	925	917	0,032	2512	33
11F-W-5	1,36	1561	1561	0,029	2898	35
11F-NWDD-5	1,71	1082	1516	0,044	2766	35
11F-NWDD44-5	1,93	825	814	0,035	2569	35
11F-W-7	1,52	1423	1423	0,031	2922	37
11F-NWDD-7	2	943	1380	0,045	2725	37
11F-NWDD44-7	2,4	702	691	0,039	2503	37

Yüzdelik değişimlere ait veriler Tablo 4.30.'da verilmiştir.

Tablo 4.30. 11 katlı binaların duvar durumuna göre periyot ve tepe noktası yer değiştirmesinin yüzdelik değişimi

Model İsmi	Periyot (s)	Yüzdesel Artış %	Tepe Noktası Yer değiştirmesi (m)	Yüzdesel Artış %
11F-W-3	1,24	-	0,026	-
11F-NWDD-3	1,52	18,42105	0,04	35
11F-NWDD44-3	1,65	24,84848	0,032	18,75
11F-W-5	1,36	-	0,029	-
11F-NWDD-5	1,71	20,46783	0,044	34,09090
11F-NWDD44-5	1,93	29,53367	0,035	17,14285
11F-W-7	1,52	-	0,031	-
11F-NWDD-7	2	24	0,045	31,1111
11F-NWDD44-7	2,4	36,66666	0,039	20,51282

Zemin kat yüksekliği 3 m olan yapılar incelendiğinde D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre periyodunda %18,42, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %24,84 artış meydana gelmiştir. Tepe noktalarındaki yer değiştirmeler incelendiğinde ise D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre %35, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %18,75 oranında bir artış oluşmuştur.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan yapılar incelendiğinde D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre periyodunda %20,46, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %29,53 artış meydana gelmiştir. Tepe noktalarındaki yer değiştirmeler incelendiğinde ise D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre %34, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %17 oranında bir artış oluşmuştur.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan yapılar incelendiğinde D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre periyodunda %24, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %36,6 artış meydana gelmiştir. Tepe noktalarındaki yer değiştirmeler incelendiğinde ise D-D aksında duvar bulunmayan modelin duvarlı referans modele göre %31, D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modelin yine duvarlı referans modele göre %20,5 oranında bir artış oluşmuştur.

4.2.3.2. Yumuşak kat düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi

Yumuşak kat düzensizliği açısından dört katlı modellerin dolgu duvar etkisi ve zemin kat yüksekliği değişimi etkisiyle birlikte analiz sonuçları Tablo 4.31.'de verilmiştir.

Tablo 4.31. Bina modellerinin X Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $(I+1)$.	$H_{(I+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi I .	$H_{(I)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
11F-W-3	0,0065	3	0,003	3	2,16666	-
11F-NWDD-3	0,0053	3	0,0024	3	2,20833	1,81818
11F-NWDD44-3	0,004702	3	0,0021	5	3,73174	42,09115
11F-W-5	0,0098	3	0,006482	5	2,51979	-
11F-NWDD-5	0,0085	3	0,0058	5	2,44252	-2,86885
11F-NWDD44-5	0,0072	3	0,0048	7	3,5	28,28571
11F-W-7	0,014	3	0,01	7	3,26666	-
11F-NWDD-7	0,01265	3	0,01	7	2,95166	-10,50847
11F-NWDD44-7	0,01	3	0,0083	7	2,81124	-16,01423

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %1,81 artmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %42'lik bir artış gözlemlenmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %2,86 azalmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %28 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %10,5 azalmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %16 azalma meydana gelmiştir.

Bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi Tablo 4.32.'de verilmiştir.

Tablo 4.32. Bina modellerinin Y Yönü Yumuşak kat düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $(\bar{I}+1)$	$H_{(I+1)}$	Ortalama Görelî Kat Ötelemesi $\bar{I}$	$H_{(I)}$	Yumuşak Kat Düzensizliği Kat Sayısı	Yüzdelik Artış %
11F-W-3	0,0063	3	0,0028	3	2,25	-
11F-NWDD-3	0,0061	3	0,0027	3	2,25925	0,41
11F-NWDD44-3	0,0077	3	0,0033	5	3,88888	42,0103
11F-W-5	0,0096	3	0,0063	5	2,53968	-
11F-NWDD-5	0,0093	3	0,0061	5	2,54098	0,3937
11F-NWDD44-5	0,013	3	0,0098	7	3,09523	18,1229
11F-W-7	0,014	3	0,01	7	3,26666	-
11F-NWDD-7	0,013	3	0,01	7	3,03333	-7,59
11F-NWDD44-7	0,022	3	0,019	7	2,70175	-20,74

Zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %0,41 artmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %42'lik bir artış gözlemlenmiştir.

Zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği

katsayısı %0,39 artmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %18 artış meydana gelmiştir.

Zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modelleri arasında, D-D aksında duvar bulunmayan bina modelinin duvarlı referans modele göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı %7,59 azalmıştır. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda ise burulma düzensizliği katsayısı referans modele göre %20,74 azalma meydana gelmiştir

4.2.3.3. Burulma düzensizliği açısından onbir katlı bina modellerinin incelenmesi

11 katlı bina modellerinde X ve Y yönü burulma düzensizliği değerleri elde edilmiş ve düzensizliklerin her iki yönde aynı modeller için eşit olduğu görülmüş ve yüzdelik değişimler Tablo 4.33.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.33. Bina modellerinin X ve Y yönü burulma düzensizliği açısından değerlendirilmesi

Model İsmi	En Büyük Görelî Kat Ötelemesi	Ortalama Görelî Ötelemesi	Burulma Düzensizliği Katsayısı	Yüzdelik Artış %
11F-W-3	0.104	0.1	1.04	-
11F-NWDD-3	0.0192	0.0142	1.352112676	22,96
11F-NWDD44-3	0.0171	0.0117	1.461538462	28,76
11F-W-5	0.003034	0.0029	1.046206897	-
11F-NWDD-5	0.004149	0.0032	1.2965625	19,37
11F-NWDD44-5	0.003288	0.002573	1.277885736	18,11
11F-W-7	0.006482	0.0064	1.0128125	-
11F-NWDD-7	0.0111	0.0083	1.337349398	24,06
11F-NWDD44-7	0.0096	0.0068	1.411764706	28,36

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %22,96 artış söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %28,76 artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 5 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %19,37 artış söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %18,11 artış söz konusudur.

11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %24 artış söz konusudur. 11 katlı duvarlı zemin kat yüksekliği 3 m olan bina modeli ile 11 katlı D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan bina modelleri arasında burulma düzensizliği katsayısı açısından %28,36 artış söz konusudur.

4.3. Modellerde Taban Kesme Kuvvetinin Bina Ağırlığına Oranı İle Maksimum Yer Değiştirmenin Kat Yüksekliğine Oranının Eşdeğere Deprem Yüğü Yöntemi İle Karşılaştırılması

Elde edilen veriler ışığında tüm yapıların kat adedi ve duvar durumunun değişmesi durumuna göre taban kesme kuvvetleri (V) bina ağırlığına (W) oranlanmış daha sonrasında elde edilen maksimum yer değiştirme (Δ) ile bina kat yükseklikleri (H) oranlanmış ve bu iki sonuca ait değerler grafikler halinde gösterilmiştir.

4.3.1. Kat sayısının değişimine göre karşılaştırma

4.3.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin kat sayısının değişimine göre karşılaştırılması

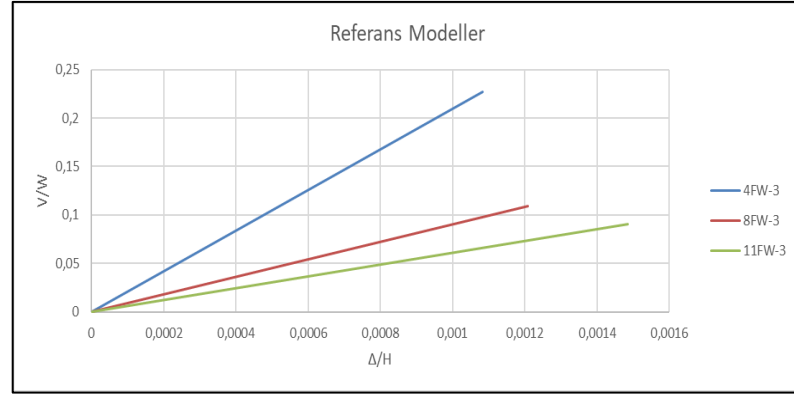
Tüm modellerde tek değişken kat sayısı olarak belirlenmiş, duvarlı modellemeler daha önceki kıyaslamalarda olduğu gibi referans bina olarak ele alınmıştır. D-D aksında duvar bulunmayan yapılar Tip 1 şeklinde, her iki yönde de yani hem D-D aksında hem 4-4 aksında duvar bulunmayan modeller Tip 2 şeklinde ifade edilmiştir.

Duvar bulunan modellere ait oranlar Tablo 4.34.'de verilmiştir.

Tablo 4.34. Referans modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	2212	974,7	0,226942	0,013	12	0,001083
8F-W-3	2258	2063	0,109452	0,029	24	0,001208
11F-W-3	2591	2858	0,090658	0,049	33	0,001485

Yukarıda belirtilen sonuçlara ait grafik Şekil 4.1.'de verilmiştir.



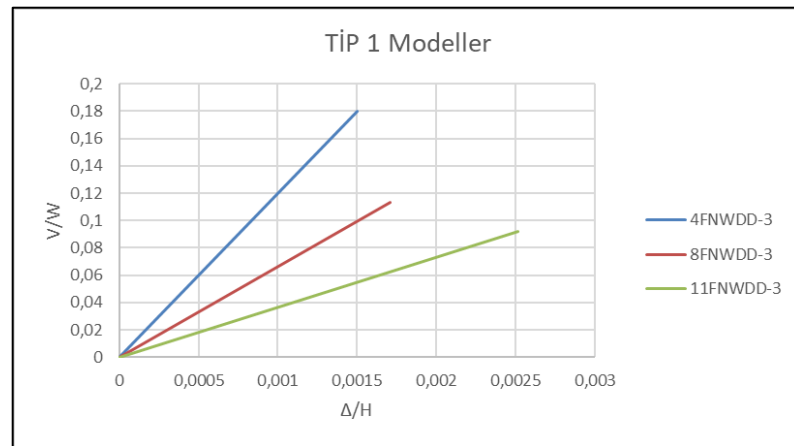
Şekil 4.1. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 1 (D-D aksında duvar bulunmayan) modellemelerine ait taban kesme kuvveti, bina ağırlığı ve bu iki verinin birbirine oranı ile maksimum yer değiştirme ve kat yüksekliği ve bu iki değerin birbirine oranlamaları Tablo 4.35’de verilmiştir.

Tablo 4.35. Tip 1 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-3	1716	954	0,179874	0,018	12	0,0015
8F-NWDD-3	2193	1932	0,113509	0,041	24	0,001708
11F-NWDD-3	2452	2673	0,091732	0,083	33	0,002515

Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.2.’de verilmiştir.



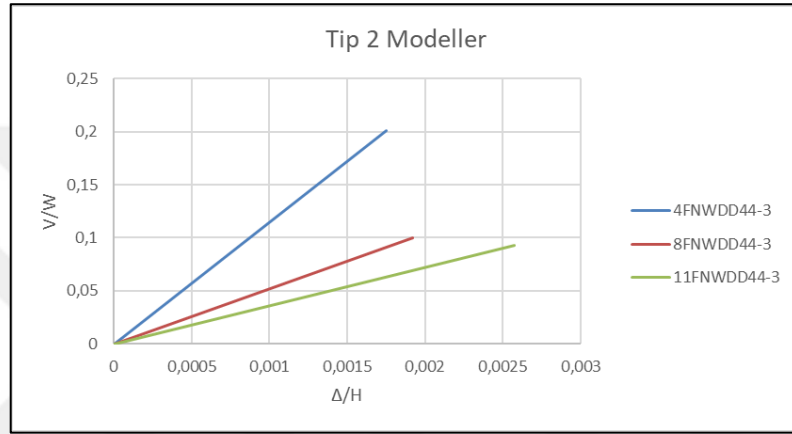
Şekil 4.2. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 2 modellerine ait oranlar Tablo 4.36.’da verilmiştir.

Tablo 4.36. Tip 2 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-3	1773	882	0,20102	0,021	12	0,00175
8F-NWDD44-3	1795	1800	0,099722	0,046	24	0,001917
11F-NWDD44-3	2312	2489	0,092889	0,085	33	0,002576

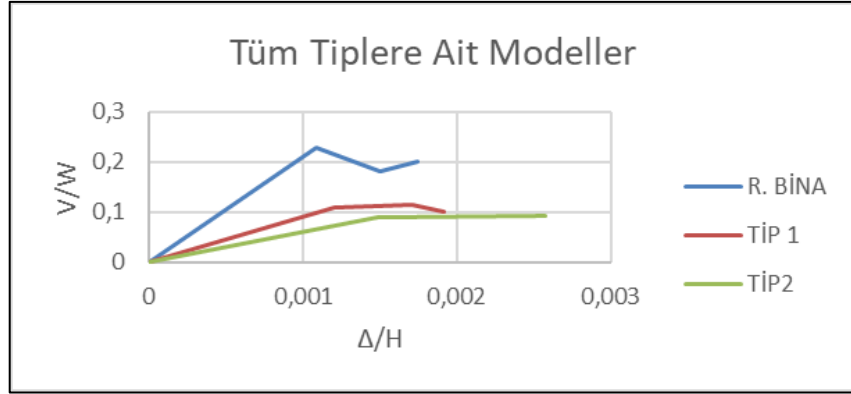
Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.3.'de verilmiştir.

Şekil 4.3. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tüm modellere ait karşılaştırmalar Tablo 4.37.'de belirtilmiş buna ait grafik Şekil 4.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.37. Tüm model tiplerine ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	2212	974,7	0,22694	0,013	12	0,00108
8F-W-3	2258	2063	0,10945	0,029	24	0,00120
11F-W-3	2591	2858	0,09065	0,049	33	0,00148
4F-NWDD-3	1716	954	0,17987	0,018	12	0,0015
8F-NWDD-3	2193	1932	0,11350	0,041	24	0,00170
11F-NWDD-3	2452	2673	0,09173	0,083	33	0,00251
4F-NWDD44-3	1773	882	0,20102	0,021	12	0,00175
8F-NWDD44-3	1795	1800	0,09972	0,046	24	0,00191
11F-NWDD44-3	2312	2489	0,09288	0,085	33	0,00257



Şekil 4.4. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

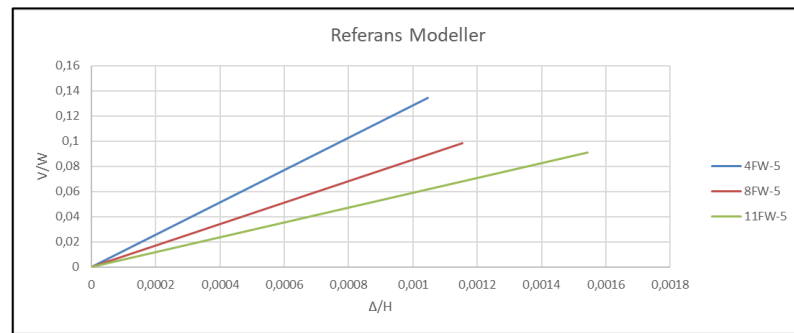
4.3.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin kat sayısının değişimine göre karşılaştırılması

Duvar bulunan modellere ait oranlar Tablo 4.38.'de verilmiştir.

Tablo 4.38. Referans modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-5	1817	1350	0,13459	0,014648	14	0,00104
8F-W-5	2031	2062	0,09849	0,03	26	0,00115
11F-W-5	2600	2853	0,09113	0,054	35	0,00154

Yukarıda belirtilen sonuçlara ait grafik Şekil 4.5.'de verilmiştir.



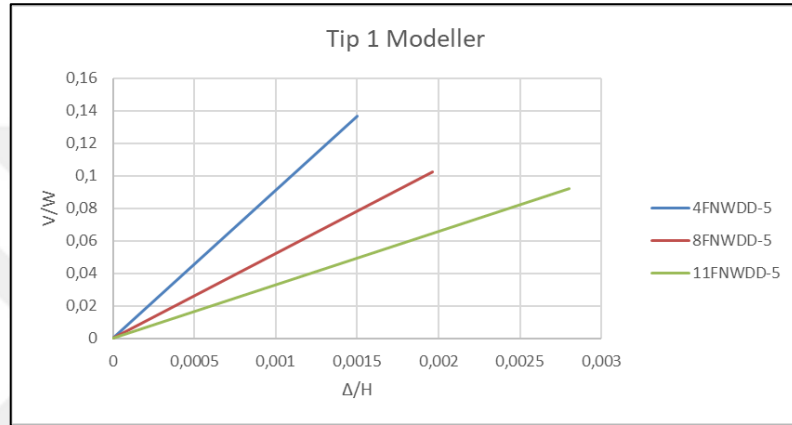
Şekil 4.5. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 1 (D-D aksında duvar bulunmayan) modellemelerine ait veriler Tablo 4.39.'da verilmiştir.

Tablo 4.39. Tip 1 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-5	1767	1291	0,13687	0,021	14	0,0015
8F-NWDD-5	1971	1930	0,10212	0,051	26	0,00196
11F-NWDD-5	2460	2666	0,09227	0,098	35	0,0028

Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.6.'da verilmiştir.

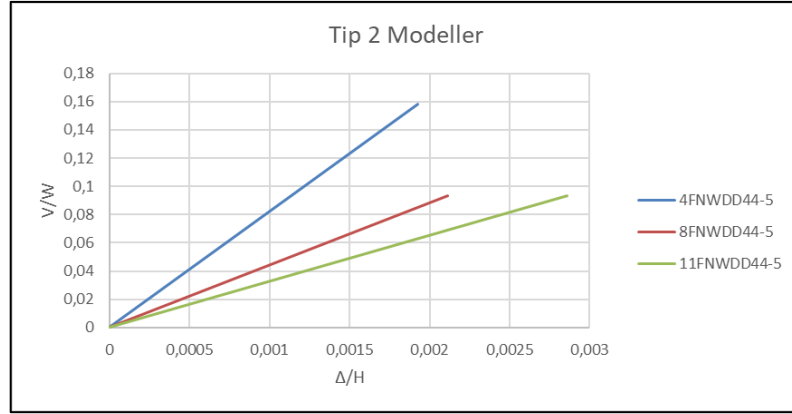
Şekil 4.6. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 2 modellerine ait oranlar Tablo 4.40.'da verilmiştir.

Tablo 4.40. Tip 2 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-3	1398	882,6	0,15839	0,027	14	0,00192
8F-NWDD44-3	1683	1800	0,0935	0,055	26	0,00211
11F-NWDD44-3	2319	2486	0,09328	0,1	35	0,00285

Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.7.'de verilmiştir.

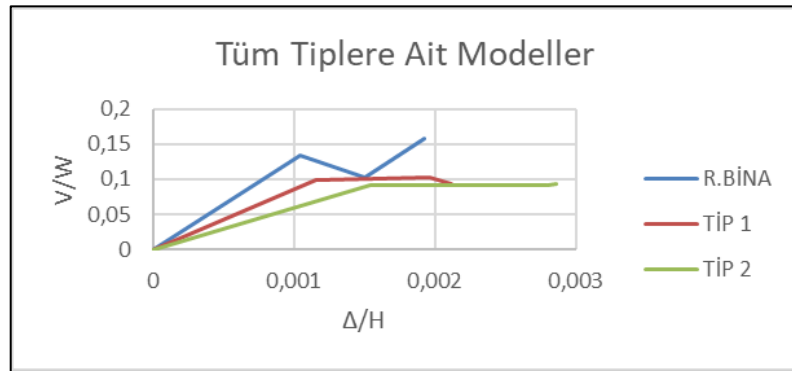


Şekil 4.7. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tüm modellere ait karşılaştırmalar Tablo 4.41.'de belirtilmiş buna ait grafik Şekil 4.8.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.41. Tüm model tiplerine ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-5	1817	1350	0,134593	0,014648	14	0,001046
8F-W-5	2031	2062	0,098497	0,03	26	0,001154
11F-W-5	2600	2853	0,091132	0,054	35	0,001543
4F-NWDD-5	1767	1291	0,136871	0,021	14	0,0015
8F-NWDD-5	1971	1930	0,102124	0,051	26	0,001962
11F-NWDD-5	2460	2666	0,092273	0,098	35	0,0028
4F-NWDD44-5	1398	882,6	0,158396	0,027	14	0,001929
8F-NWDD44-5	1683	1800	0,0935	0,055	26	0,002115
11F-NWDD44-5	2319	2486	0,093282	0,1	35	0,002857



Şekil 4.8. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

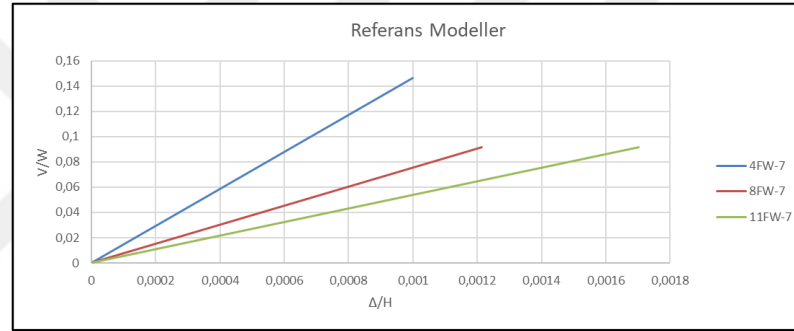
4.3.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin kat sayısının değişimine göre karşılaştırılması

Duvar bulunan modellere ait oranlar Tablo 4.42.'de verilmiştir.

Tablo 4.42. Referans modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-7	1478	1011	0,146192	0,016	16	0,001
8F-W-7	1895	2066	0,091723	0,034	28	0,001214
11F-W-7	2611	2857	0,09139	0,063	37	0,001703

Yukarıda belirtilen sonuçlara ait grafik Şekil 4.9.'da verilmiştir.



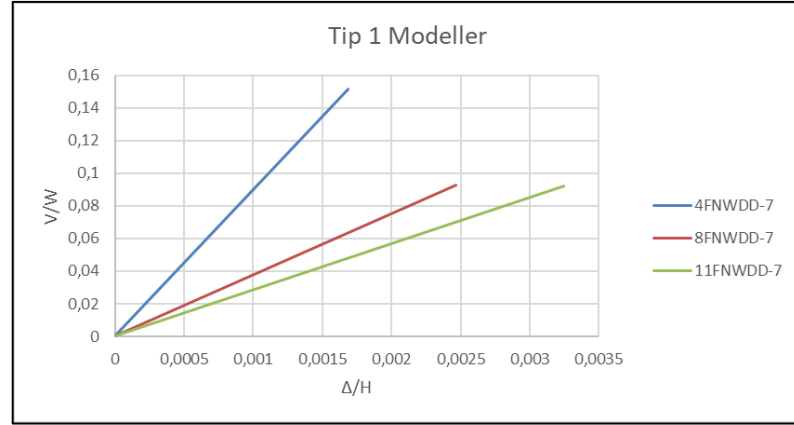
Şekil 4.9. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 1 (D-D aksında duvar bulunmayan) modellemelerine ait veriler Tablo 4.43.'de verilmiştir.

Tablo 4.43. Tip 1 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-7	1437	948,4	0,151518	0,027	16	0,001688
8F-NWDD-7	1793	1934	0,092709	0,069	28	0,002464
11F-NWDD-7	2470	2672	0,09244	0,12	37	0,003243

Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.10.'da verilmiştir.



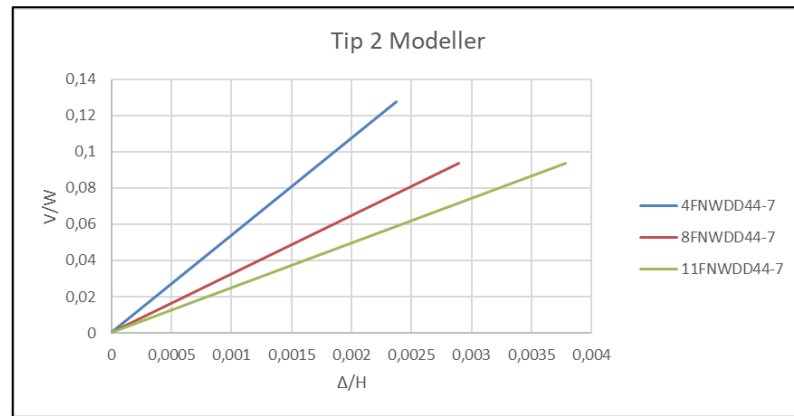
Şekil 4.10. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 2 modellerine ait oranlar Tablo 4.44.'da verilmiştir.

Tablo 4.44. Tip 2 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-7	1128	885	0,127458	0,038	16	0,002375
8F-NWDD44-7	1691	1804	0,093736	0,081	28	0,002893
11F-NWDD44-7	2327	2485	0,093642	0,14	37	0,003784

Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.11.'de verilmiştir.

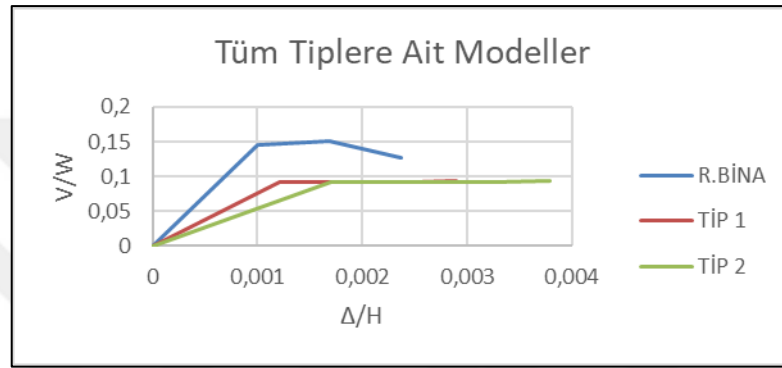


Şekil 4.11. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tüm modellere ait karşılaştırmalar Tablo 4.45.'de belirtilmiş buna ait grafik Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.45. Tüm model tiplerine ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-7	1478	1011	0,146192	0,016	16	0,001
8F-W-7	1895	2066	0,091723	0,034	28	0,001214
11F-W-7	2611	2857	0,09139	0,063	37	0,001703
4F-NWDD-7	1437	948,4	0,151518	0,027	16	0,001688
8F-NWDD-7	1793	1934	0,092709	0,069	28	0,002464
11F-NWDD-7	2470	2672	0,09244	0,12	37	0,003243
4F-NWDD44-7	1128	885	0,127458	0,038	16	0,002375
8F-NWDD44-7	1691	1804	0,093736	0,081	28	0,002893
11F-NWDD44-7	2327	2485	0,093642	0,14	37	0,003784

Şekil 4.12. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

4.3.2. Duvar durumuna göre karşılaştırma

Tek değişken duvar durumu kabul edilmiş ve bu duruma göre V/W, Δ/H değerleri elde edilmiştir.

4.3.2.1. 4 katlı modellerin karşılaştırılması

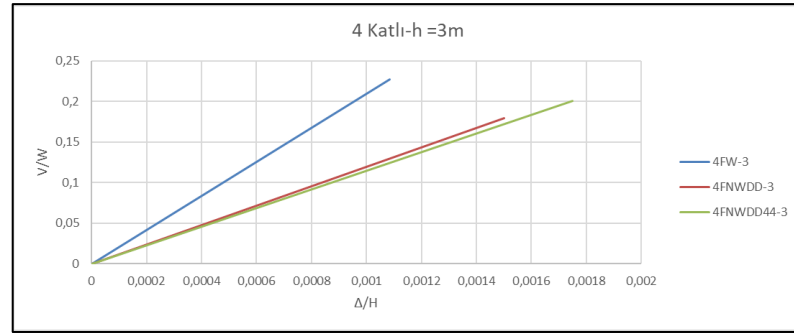
4.3.2.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 3 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.46.'da verilmiştir.

Tablo 4.46. 4 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	2212	974,7	0,22694	0,013	12	0,00108
4F-NWDD-3	1716	954	0,17987	0,018	12	0,0015
4F-NWDD44-3	1773	882	0,20102	0,021	12	0,00175

Yukarıdaki modellere ait grafik Şekil 4.13.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.13. 4 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

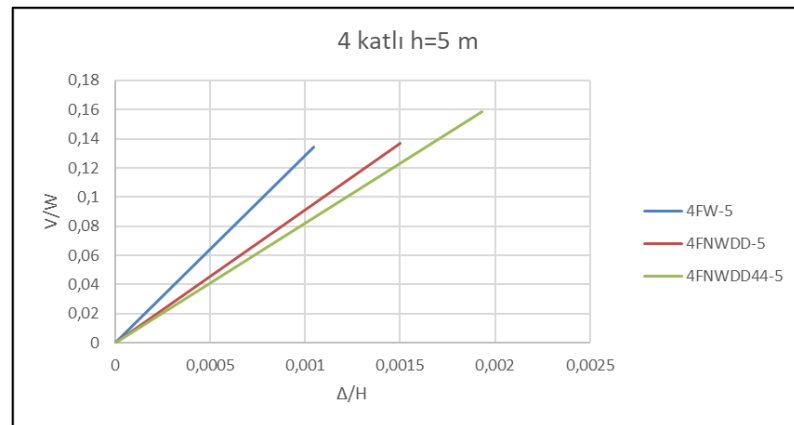
4.3.2.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 5 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.47.'de verilmiştir.

Tablo 4.47. 4 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-5	1817	1350	0,13459	0,014648	14	0,00104
4F-NWDD-5	1767	1291	0,13687	0,021	14	0,0015
4F-NWDD44-5	1398	882,6	0,15839	0,027	14	0,00192

Tablo 4.47.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.14.'de verilmiştir.



Şekil 4.14. 4 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

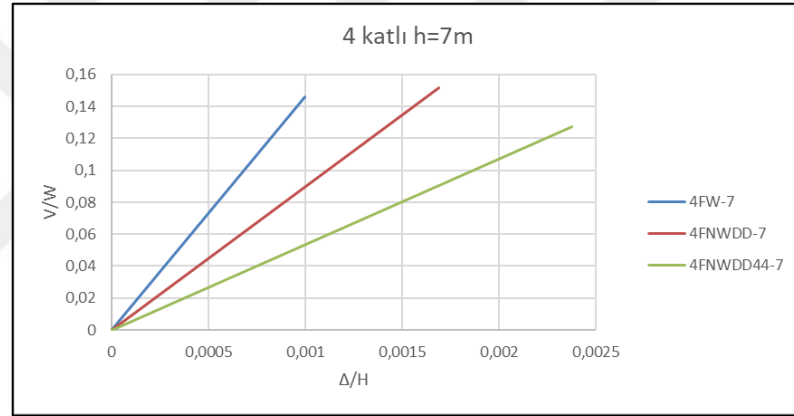
4.3.2.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 7 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.48.'de verilmiştir

Tablo 4.48. 4 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-7	1478	1011	0,146192	0,016	16	0,001
4F-NWDD-7	1437	948,4	0,151518	0,027	16	0,001688
4F-NWDD44-7	1128	885	0,127458	0,038	16	0,002375

Tablo 4.48.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.15.'de verilmiştir.



Şekil 4.15. 4 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

4.3.2.2. 8 katlı modellerin incelenmesi

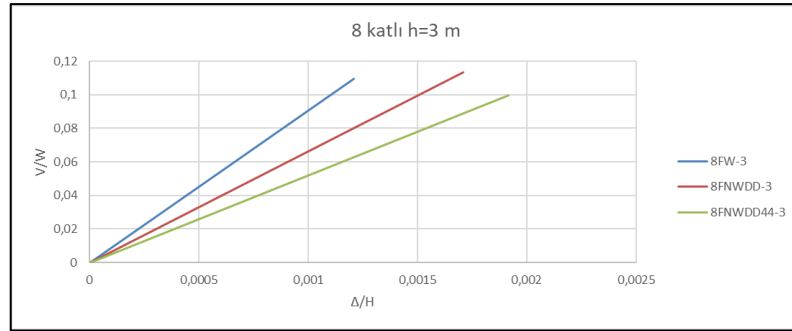
4.3.2.2.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 3 m olan 8 katlı modellere ait değerler Tablo 4.49.'da verilmiştir.

Tablo 4.49. 8 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
8F-W-3	2258	2063	0,109452	0,029	24	0,001208
8F-NWDD-3	2193	1932	0,113509	0,041	24	0,001708
8F-NWDD44-3	1795	1800	0,099722	0,046	24	0,001917

Yukarıdaki modellere ait grafik Şekil 4.16.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.16. 8 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

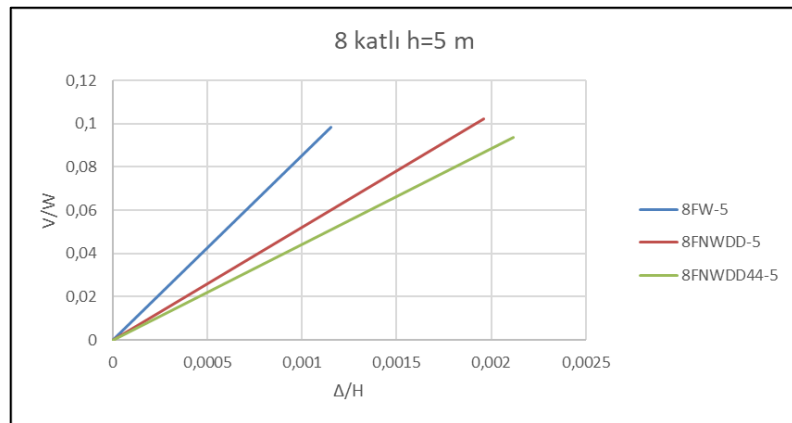
4.3.2.2.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 5 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.50.'de verilmiştir.

Tablo 4.50. 8 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
8F-W-5	2031	2062	0,09849	0,03	26	0,00115
8F-NWDD-5	1971	1930	0,10212	0,051	26	0,00196
8F-NWDD44-5	1683	1800	0,0935	0,055	26	0,00211

Tablo 4.50.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.17.'de verilmiştir.



Şekil 4.17. 8 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

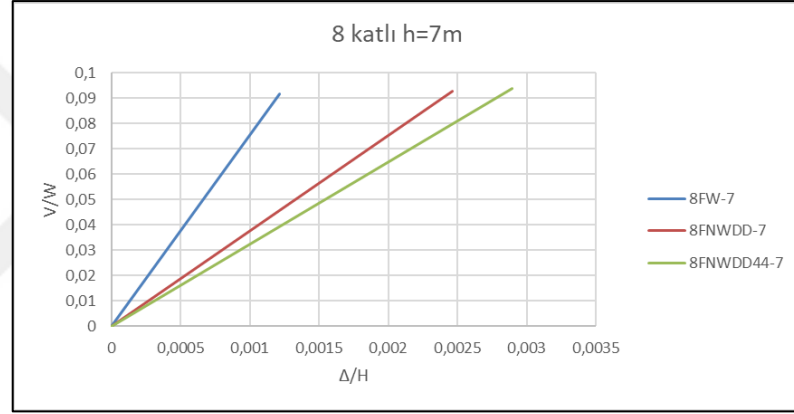
4.3.2.2.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 7 m olan 8 katlı modellere ait değerler Tablo 4.51.'de verilmiştir

Tablo 4.51. 8 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
8F-W-7	1895	2066	0,091723	0,034	28	0,001214
8F-NWDD-7	1793	1934	0,092709	0,069	28	0,002464
8F-NWDD44-7	1691	1804	0,093736	0,081	28	0,002893

Tablo 4.51.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.18.'de verilmiştir.



Şekil 4.18. 8 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

4.3.2.3. 11 katlı modellerin karşılaştırılması

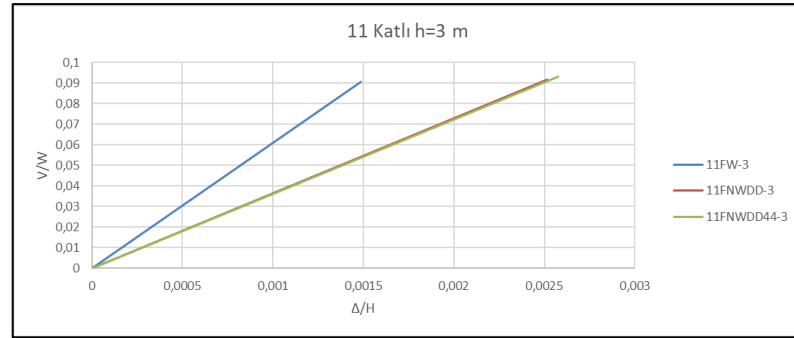
4.3.2.3.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 3 m olan 11 katlı modellere ait değerler Tablo 4.52.'de verilmiştir.

Tablo 4.52. 11 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
11F-W-3	2591	2858	0,090658	0,049	33	0,001485
11F-NWDD-3	2452	2673	0,091732	0,083	33	0,002515
11F-NWDD44-3	2312	2489	0,092889	0,085	33	0,002576

Yukarıdaki modellere ait grafik Şekil 4.19.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.19. 11 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

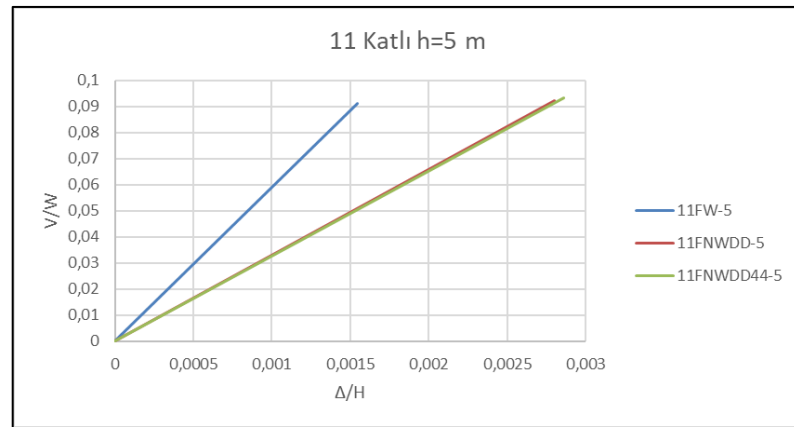
4.3.2.3.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 5 m olan 11 katlı modellere ait değerler Tablo 4.53.'de verilmiştir.

Tablo 4.53. 11 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
11F-W-5	2600	2853	0,091132	0,054	35	0,001543
11F-NWDD-5	2460	2666	0,092273	0,098	35	0,0028
11F-NWDD44-5	2319	2486	0,093282	0,1	35	0,002857

Tablo 4.53.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.20.'de verilmiştir.



Şekil 4.20. 11 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

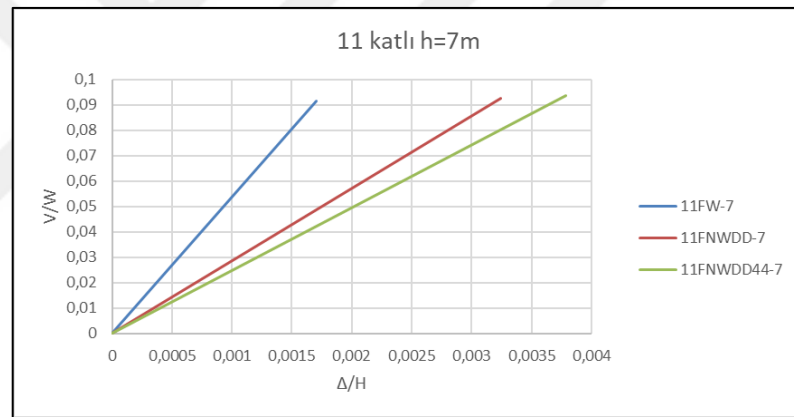
4.3.2.3.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 7 m olan 11 katlı modellere ait değerler Tablo 4.54.'de verilmiştir.

Tablo 4.54. 11 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
11F-W-7	2611	2857	0,09139	0,063	37	0,001703
11F-NWDD-7	2470	2672	0,09244	0,12	37	0,003243
11F-NWDD44-7	2327	2485	0,093642	0,14	37	0,003784

Tablo 4.54.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.21.'de verilmiştir.



Şekil 4.21. 11 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

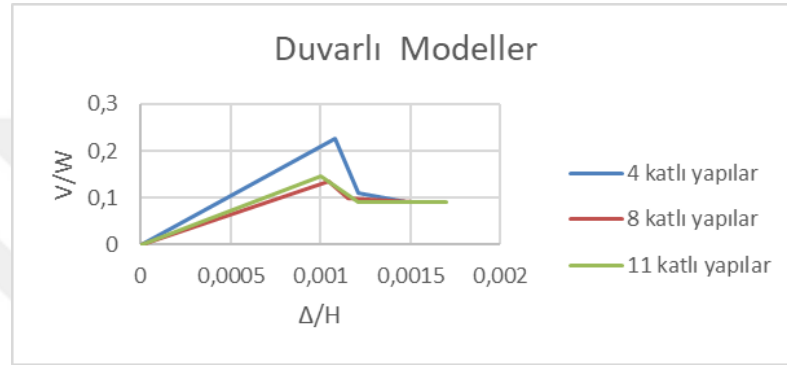
4.3.2.4. Tüm modellerin duvar durumuna göre karşılaştırılması

Daha önce 4, 8, 11 katlı modellerin her birine ait duvar koşuluna göre V/W ile Δ/H oranlarını incelemiştik.

Tablo 4.55.'de duvarlı tüm modellerin oransal değerleri verilmiş duvarlı tüm modellerin grafiksel gösterimi Şekil 4.22.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.55. Duvarlı tüm modellerin oransal değerleri

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	2212	974,7	0,22694	0,013	12	0,00108
4F-W-5	1817	1350	0,13459	0,014648	14	0,00104
4F-W-7	1478	1011	0,14619	0,016	16	0,00100
8F-W-3	2258	2063	0,10945	0,029	24	0,00120
8F-W-5	2031	2062	0,09849	0,03	26	0,00115
8F-W-7	1895	2066	0,09172	0,034	28	0,00121
11F-W-3	2591	2858	0,09065	0,049	33	0,00148
11F-W-5	2600	2853	0,09113	0,054	35	0,00154
11F-W-7	2611	2857	0,09139	0,063	37	0,00170



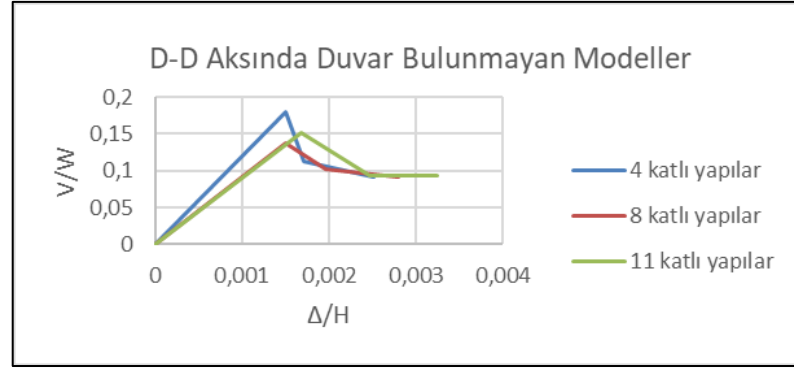
Şekil 4.22. Duvarlı tüm modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi

Tablo 4.56.'da D-D aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri verilmiştir.

Tablo 4.56. D-D aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-3	1716	954	0,17987	0,018	12	0,0015
4F-NWDD-5	1767	1291	0,13687	0,021	14	0,0015
4F-NWDD-7	1437	948,4	0,15151	0,027	16	0,00168
8F-NWDD-3	2193	1932	0,11350	0,041	24	0,00170
8F-NWDD-5	1971	1930	0,10212	0,051	26	0,00196
8F-NWDD-7	1793	1934	0,09270	0,069	28	0,00246
11F-NWDD-3	2452	2673	0,09173	0,083	33	0,00251
11F-NWDD-5	2460	2666	0,09227	0,098	35	0,0028
11F-NWDD-7	2470	2672	0,09244	0,12	37	0,00324

D-D aksında duvar bulunmayan modellere ait grafiksel gösterim Şekil 4.23.'de belirtilmiştir.



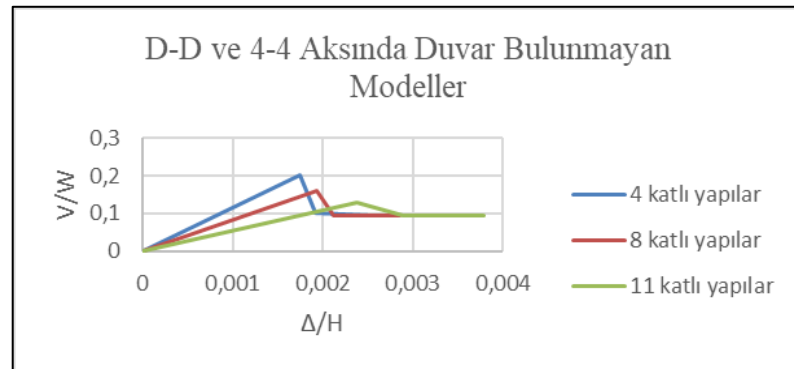
Şekil 4.23. D-D aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi

Tablo 4.57.'de D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri verilmiştir.

Tablo 4.57. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-3	1773	882	0,20102	0,021	12	0,00175
4F-NWDD44-5	1398	882,6	0,158396	0,027	14	0,001929
4F-NWDD44-7	1128	885	0,127458	0,038	16	0,002375
8F-NWDD44-3	1795	1800	0,099722	0,046	24	0,001917
8F-NWDD44-5	1683	1800	0,0935	0,055	26	0,002115
8F-NWDD44-7	1691	1804	0,093736	0,081	28	0,002893
11F-NWDD44-3	2312	2489	0,092889	0,085	33	0,002576
11F-NWDD44-5	2319	2486	0,093282	0,1	35	0,002857
11F-NWDD44-7	2327	2485	0,093642	0,14	37	0,003784

D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellere ait grafiksel gösterim Şekil 4.24.'de belirtilmiştir.



Şekil 4.24. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi

4.4. Modellerde Taban Kesme Kuvvetinin Bina Ağırlığına Oranı İle Maksimum Yer Değiştirmenin Kat Yüksekliğine Oranının Mod Birleştirme Yöntemi İle Karşılaştırılması

Daha önce eşdeğer deprem yükü ile elde edilen sonuçlar bu başlık altında mod birleştirme yöntemi ile tekrar ele alınmış ve kıyaslamalar yapılmıştır.

4.4.1. Kat adedi değişimine göre karşılaştırma

4.4.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin kat adedi değişimine göre karşılaştırılması

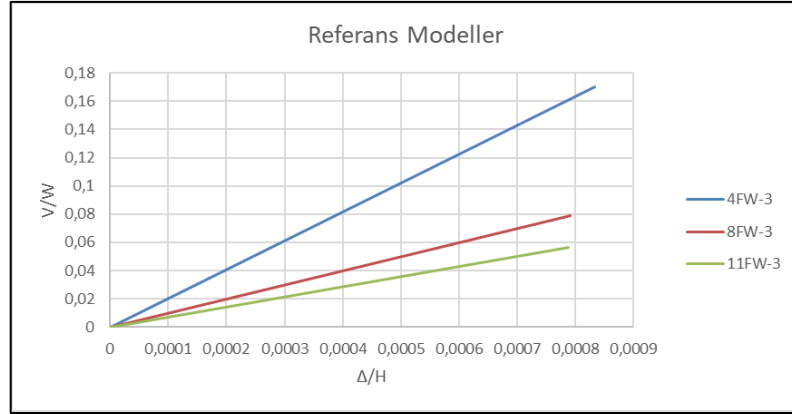
Tüm modellerde tek değişken kat adedi olarak belirlenmiş, eşdeğer deprem yükü yöntemin olduğu gibi duvarlı modellemeler referans bina olarak ele alınmıştır. D-D aksında duvar bulunmayan yapılar Tip 1 şeklinde, her iki yönde de yani hem D-D aksında hem 4-4 aksında duvar bulunmayan modeller Tip 2 şeklinde ifade edilmiştir.

Duvar bulunan modellere ait oranlar Tablo 4.58.'de verilmiştir.

Tablo 4.58. Referans modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	1711	1004	0,170418	0,01	12	0,000833
8F-W-3	1643	2087,3	0,078714	0,019	24	0,000792
11F-W-3	1649	2914	0,056589	0,026	33	0,000788

Yukarıda belirtilen sonuçlara ait grafik Şekil 4.25.'de verilmiştir.



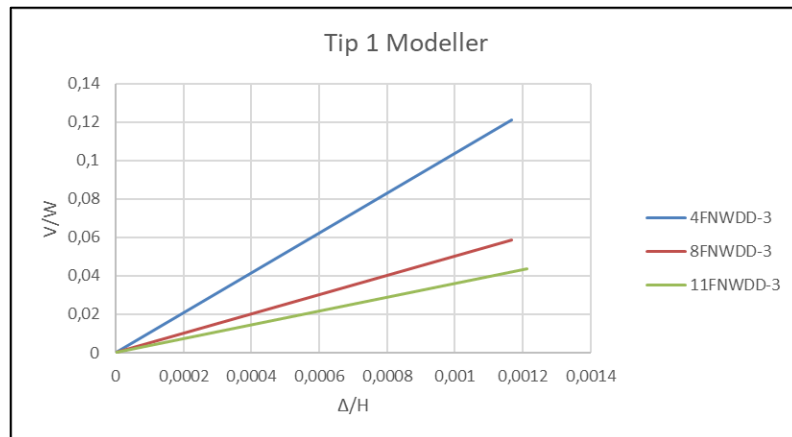
Şekil 4.25. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 1 (D-D aksında duvar bulunmayan) modellemelerine ait taban kesme kuvveti, bina ağırlığı ve bu iki verinin birbirine oranı ile maksimum yer değiştirme ve kat yüksekliği ve bu iki değerin birbirine oranlamaları Tablo 4.59.'da verilmiştir.

Tablo 4.59. Tip 1 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-3	1187	980,5	0,121061	0,014	12	0,001167
8F-NWDD-3	1182	2014,5	0,058675	0,028	24	0,001167
11F-NWDD-3	1185	2699	0,043905	0,04	33	0,001212

Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.26.'de verilmiştir.



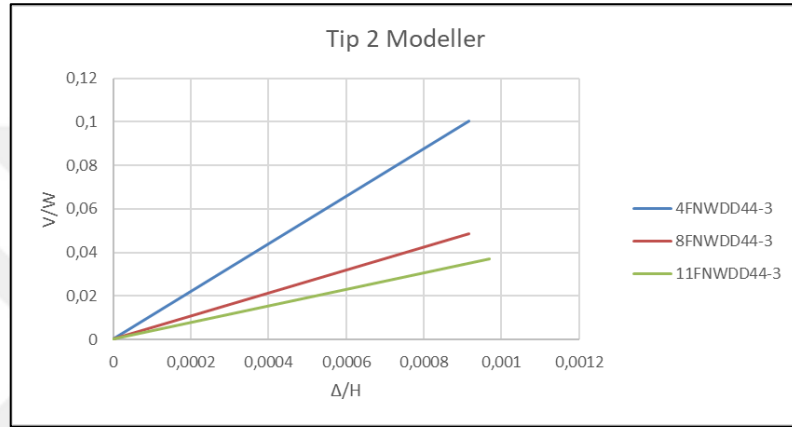
Şekil 4.26. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 2 modellerine ait oranlar Tablo 4.60.'da verilmiştir.

Tablo 4.60. Tip 2 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-3	913	910,4	0,10028	0,011	12	0,00091
8F-NWDD44-3	908	1876	0,04840	0,022	24	0,00091
11F-NWDD44-3	925	2512	0,03682	0,032	33	0,00097

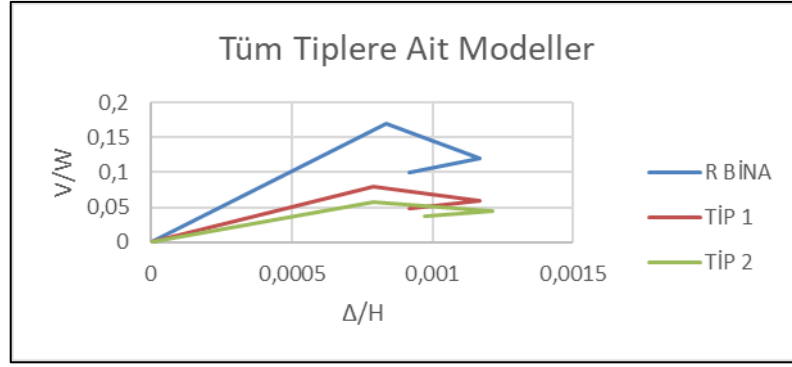
Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.27.'de verilmiştir.

Şekil 4.27. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tüm modellere ait karşılaştırmalar Tablo 4.61.'de belirtilmiş buna ait grafik Şekil 4.28.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.61. Tüm model tiplerine ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	1711	1004	0,17041	0,01	12	0,00083
8F-W-3	1643	2087,3	0,07871	0,019	24	0,00079
11F-W-3	1649	2914	0,05658	0,026	33	0,00078
4F-NWDD-3	1187	980,5	0,12106	0,014	12	0,00116
8F-NWDD-3	1182	2014,5	0,05867	0,028	24	0,00116
11F-NWDD-3	1185	2699	0,04390	0,04	33	0,00121
4F-NWDD33-3	913	910,4	0,10028	0,011	12	0,00091
8F-NWDD33-3	908	1876	0,04840	0,022	24	0,00091
11F-NWDD33-3	925	2512	0,03682	0,032	33	0,00097



Şekil 4.28. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

4.4.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin kat adedi değişimine göre karşılaştırılması

Duvar bulunan modellere ait oranlar Tablo 4.62.'de verilmiştir.

Tablo 4.62. Referans modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-5	1464	1372,5	0,10666	0,011	14	0,00078
8F-W-5	1526	2088	0,07308	0,021	26	0,00080
11F-W-5	1561	2898	0,05386	0,029	35	0,00082

Yukarıda belirtilen sonuçlara ait grafik Şekil 4.29.'da verilmiştir.



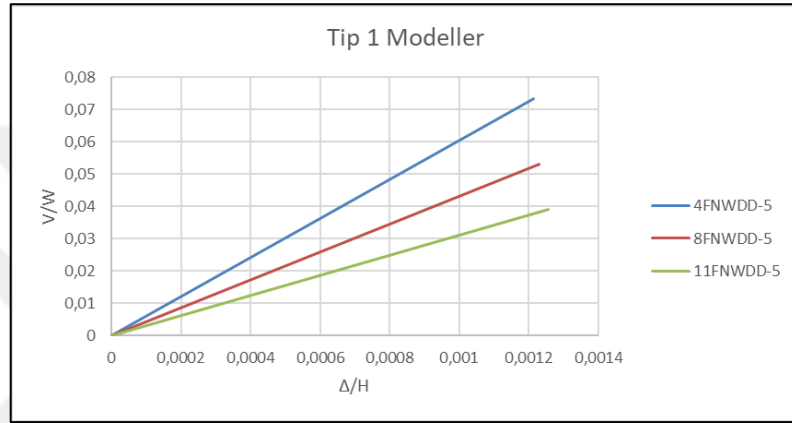
Şekil 4.29. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 1 (D-D aksında duvar bulunmayan) modellemelerine ait veriler Tablo 4.63.'de verilmiştir.

Tablo 4.63. Tip 1 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-5	953	1298,4	0,07339	0,017	14	0,00121
8F-NWDD-5	1054	1987	0,05304	0,032	26	0,00123
11F-NWDD-5	1082	2766	0,03911	0,044	35	0,00125

Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.30.'da verilmiştir.

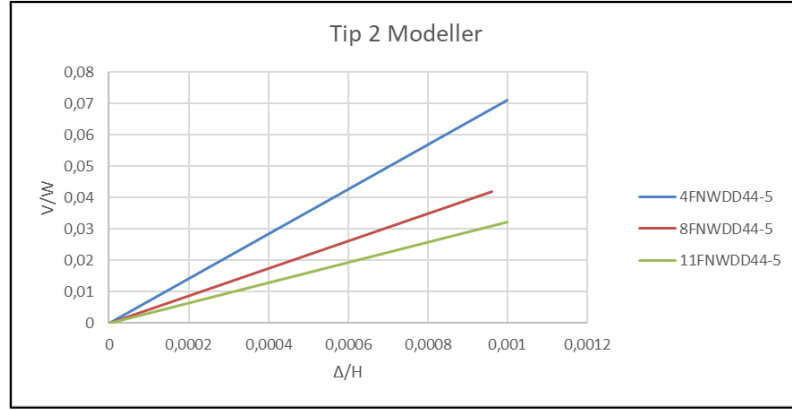
Şekil 4.30. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 2 modellerine ait oranlar Tablo 4.64.'da verilmiştir.

Tablo 4.64. Tip 2 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-3	628	883,8	0,07105	0,014	14	0,001
8F-NWDD44-3	794	1892	0,04196	0,025	26	0,00096
11F-NWDD44-3	825	2569	0,03211	0,035	35	0,001

Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.31.'de verilmiştir.

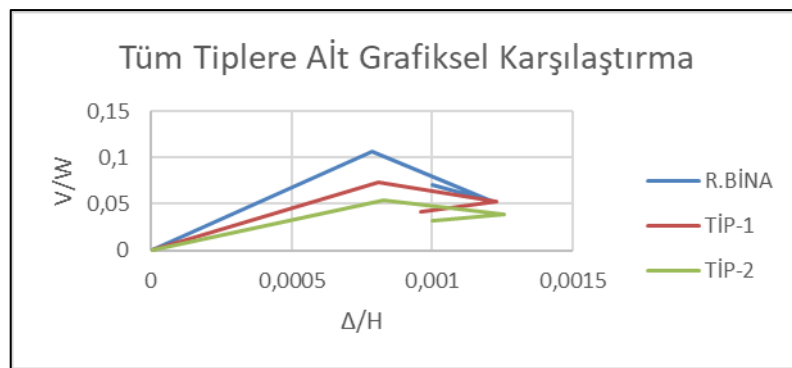


Şekil 4.31. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tüm modellere ait karşılaştırmalar Tablo 4.65.'de belirtilmiş buna ait grafik Şekil 4.32.'de gösterilmiştir.

Tablo 4.65. Tüm model tiplerine ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-5	1464	1372,5	0,10666	0,011	14	0,00078
8F-W-5	1526	2088	0,07308	0,021	26	0,00080
11F-W-5	1561	2898	0,05386	0,029	35	0,00082
4F-NWDD-5	953	1298,4	0,07339	0,017	14	0,00121
8F-NWDD-5	1054	1987	0,05304	0,032	26	0,00123
11F-NWDD-5	1082	2766	0,03911	0,044	35	0,00125
4F-NWDD44-5	628	883,8	0,07105	0,014	14	0,001
8F-NWDD44-5	794	1892	0,04196	0,025	26	0,00096
11F-NWDD44-5	825	2569	0,03211	0,035	35	0,001



Şekil 4.32. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

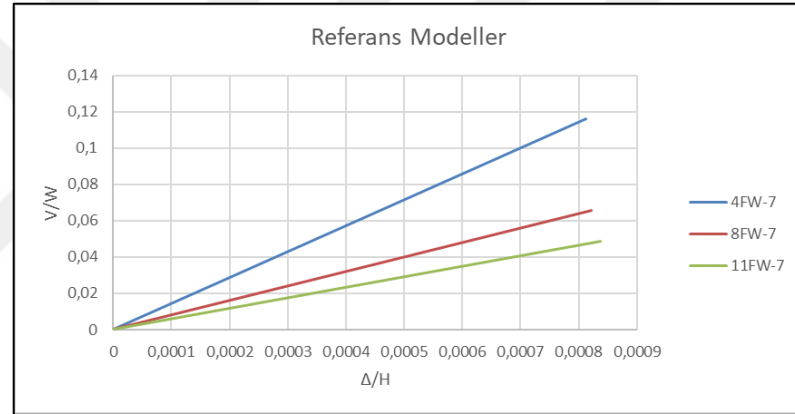
4.4.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin kat adedi değişimine göre karşılaştırılması

Duvar bulunan modellere ait oranlar Tablo 4.66.'da verilmiştir.

Tablo 4.66. Referans modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-7	1189	1024	0,11611	0,013	16	0,00081
8F-W-7	1370	2085	0,06570	0,023	28	0,00082
11F-W-7	1423	2922	0,0487	0,031	37	0,00083

Yukarıda belirtilen sonuçlara ait grafik Şekil 4.33.'da verilmiştir.



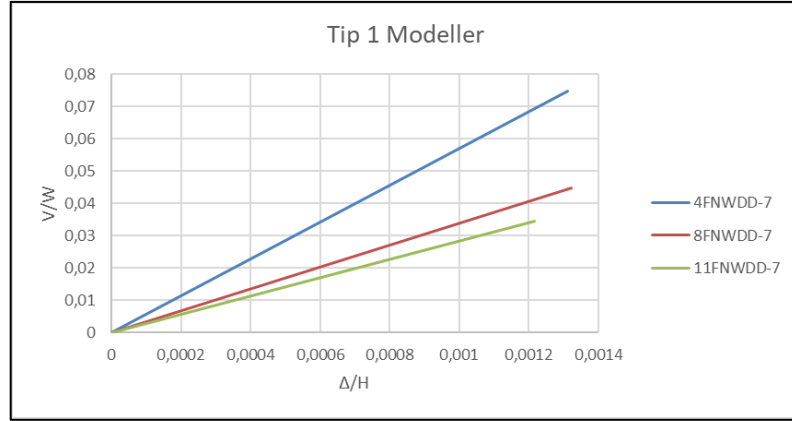
Şekil 4.33. Referans modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 1 (D-D aksında duvar bulunmayan) modellemelerine ait veriler Tablo 4.67.'de verilmiştir.

Tablo 4.67. Tip 1 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-7	739	988,6	0,07475	0,021	16	0,00131
8F-NWDD-7	892	1995,3	0,04470	0,037	28	0,00132
11F-NWDD-7	943	2725	0,03460	0,045	37	0,00121

Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.34.'de verilmiştir.



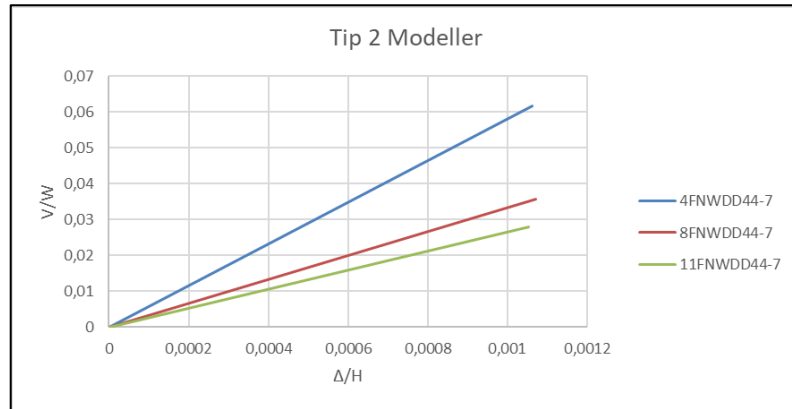
Şekil 4.34. Tip 1 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tip 2 modellerine ait oranlar Tablo 4.68.'de verilmiştir.

Tablo 4.68. Tip 2 modellere ait sonuçlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-7	549	890	0,06168	0,017	16	0,00106
8F-NWDD44-7	662	1857	0,03564	0,03	28	0,00107
11F-NWDD44-7	702	2503	0,02804	0,039	37	0,00105

Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması Şekil 4.35.'de verilmiştir.

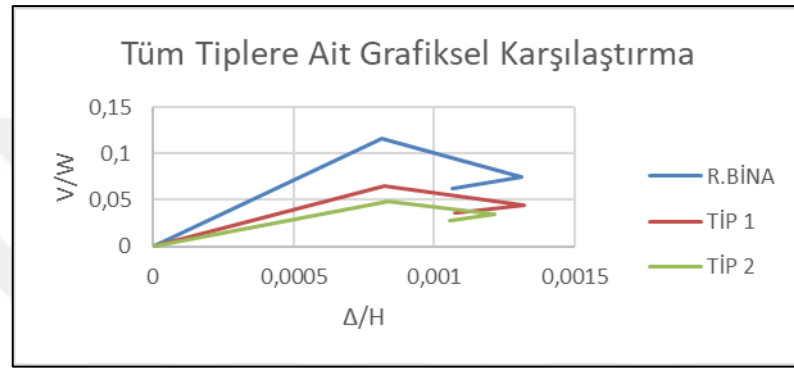


Şekil 4.35. Tip 2 modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

Tüm modellere ait karşılaştırmalar Tablo 4.69.'de belirtilmiş buna ait grafik Şekil 4.36.'da gösterilmiştir.

Tablo 4.69. Tüm model tiplerine ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-7	1189	1024	0,116113	0,013	16	0,000813
8F-W-7	1370	2085	0,065707	0,023	28	0,000821
11F-W-7	1423	2922	0,0487	0,031	37	0,000838
4F-NWDD-7	739	988,6	0,074752	0,021	16	0,001313
8F-NWDD-7	892	1995,3	0,044705	0,037	28	0,001321
11F-NWDD-7	943	2725	0,034606	0,045	37	0,001216
4F-NWDD44-7	549	890	0,061685	0,017	16	0,001063
8F-NWDD44-7	662	1857	0,035649	0,03	28	0,001071
11F-NWDD44-7	702	2503	0,028046	0,039	37	0,001054

Şekil 4.36. Tüm tiplere ait modellerde V/W oranı ile Δ/H oranının grafiksel karşılaştırılması

4.4.2. Duvar durumuna göre karşılaştırma

Tek değişken duvar durumu kabul edilmiş ve bu duruma göre V/W, Δ/H değerleri elde edilmiştir.

4.4.2.1. 4 katlı modellerin karşılaştırılması

4.4.2.1.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 3 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.70.'de verilmiştir.

Tablo 4.70. 4 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	1711	1004	0,170418	0,01	12	0,000833
4F-NWDD-3	1187	980,5	0,121061	0,014	12	0,001167
4F-NWDD44-3	913	910,4	0,100286	0,011	12	0,000917

Yukarıdaki modellere ait grafik Şekil 4.37.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. 4 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

4.4.2.1.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 5 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.71.'de verilmiştir.

Tablo 4.71. 4 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-5	1464	1372,5	0,106667	0,011	14	0,000786
4F-NWDD-5	953	1298,4	0,073398	0,017	14	0,001214
4F-NWDD44-5	628	883,8	0,071057	0,014	14	0,001

Tablo 4.71.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.38.'de verilmiştir.



Şekil 4.38. 4 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

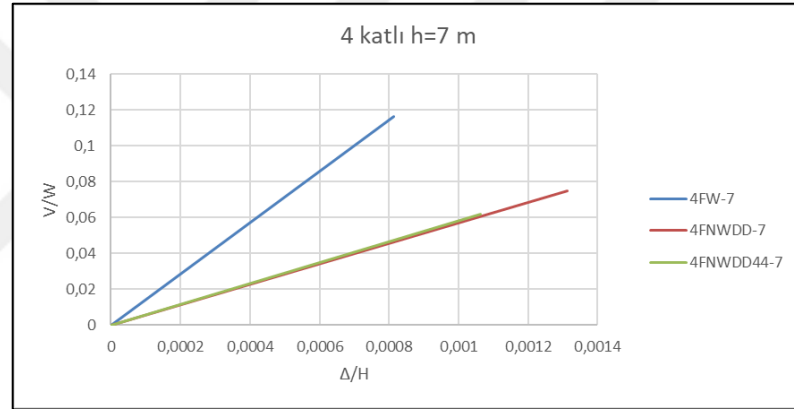
4.4.2.1.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 7 m olan 4 katlı modellere ait değerler Tablo 4.72.'de verilmiştir

Tablo 4.72. 4 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-7	1189	1024	0,116113	0,013	16	0,000813
4F-NWDD-7	739	988,6	0,074752	0,021	16	0,001313
4F-NWDD44-7	549	890	0,061685	0,017	16	0,001063

Tablo 4.48.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.39.'da verilmiştir.



Şekil 4.39. 4 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

4.4.2.2. 8 katlı modellerin karşılaştırılması

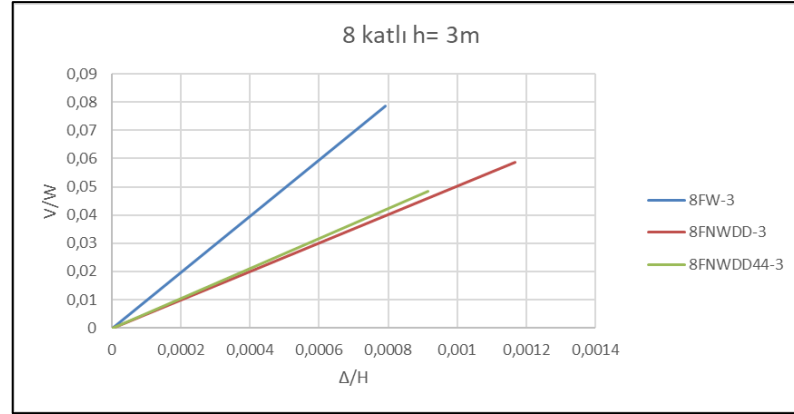
4.4.2.2.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 3 m olan 8 katlı modellere ait değerler Tablo 4.73.'de verilmiştir.

Tablo 4.73. 8 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
8F-W-3	1643	2087,3	0,078714	0,019	24	0,000792
8F-NWDD-3	1182	2014,5	0,058675	0,028	24	0,001167
8F-NWDD44-3	908	1876	0,048401	0,022	24	0,000917

Yukarıdaki modellere ait grafik Şekil 4.40.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.40. 8 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

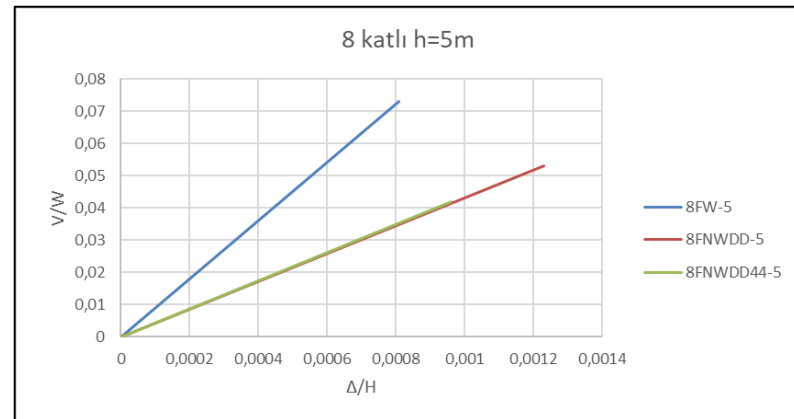
4.4.2.2.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 5 m olan 8 katlı modellere ait değerler Tablo 4.74.'de verilmiştir.

Tablo 4.74. 8 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
8F-W-5	1526	2088	0,073084	0,021	26	0,000808
8F-NWDD-5	1054	1987	0,053045	0,032	26	0,001231
8F-NWDD44-5	794	1892	0,041966	0,025	26	0,000962

Tablo 4.74.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.41.'de verilmiştir.



Şekil 4.41. 8 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

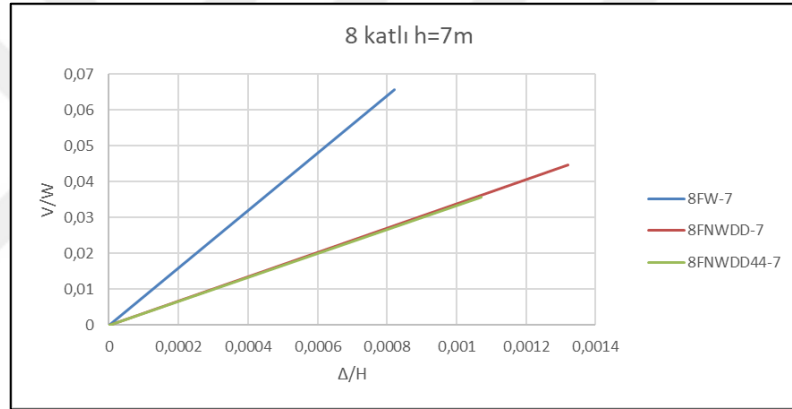
4.4.2.2.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 7 m olan 8 katlı modellere ait değerler Tablo 4.75.'de verilmiştir

Tablo 4.75. 8 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
8F-W-7	1370	2085	0,065707	0,023	28	0,000821
8F-NWDD-7	892	1995,3	0,044705	0,037	28	0,001321
8F-NWDD44-7	662	1857	0,035649	0,03	28	0,001071

Tablo 4.75.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.42.'de verilmiştir.



Şekil 4.42. 8 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

4.4.2.3. 11 katlı modellerin karşılaştırılması

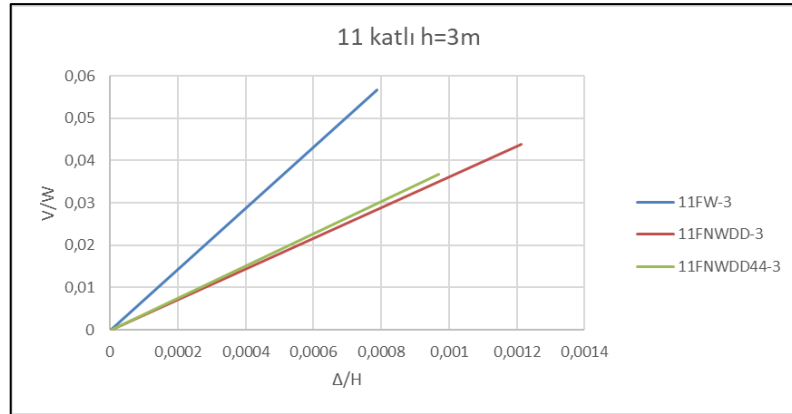
4.4.2.3.1. Zemin kat yüksekliği 3 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 3 m olan 11 katlı modellere ait değerler Tablo 4.76.'da verilmiştir.

Tablo 4.76. 11 katlı h=3 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
11F-W-3	1649	2914	0,056589	0,026	33	0,000788
11F-NWDD-3	1185	2699	0,043905	0,04	33	0,001212
11F-NWDD44-3	925	2512	0,036823	0,032	33	0,00097

Yukarıdaki modellere ait grafik Şekil 4.43.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.43. 11 katlı, h=3 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırması

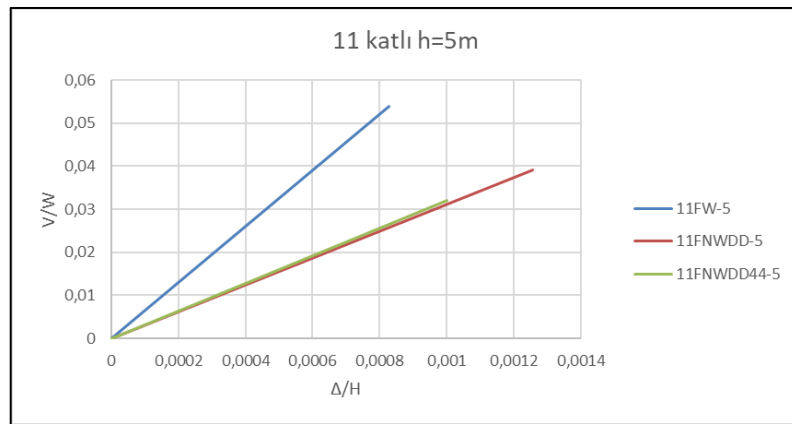
4.4.2.3.2. Zemin kat yüksekliği 5 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 5 m olan 11 katlı modellere ait değerler Tablo 4.77.'de verilmiştir.

Tablo 4.77. 11 katlı h=5 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
11F-W-5	1561	2898	0,053865	0,029	35	0,000829
11F-NWDD-5	1082	2766	0,039118	0,044	35	0,001257
11F-NWDD44-5	825	2569	0,032114	0,035	35	0,001

Tablo 4.77.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.44.'de verilmiştir.



Şekil 4.44. 11 katlı, h=5 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

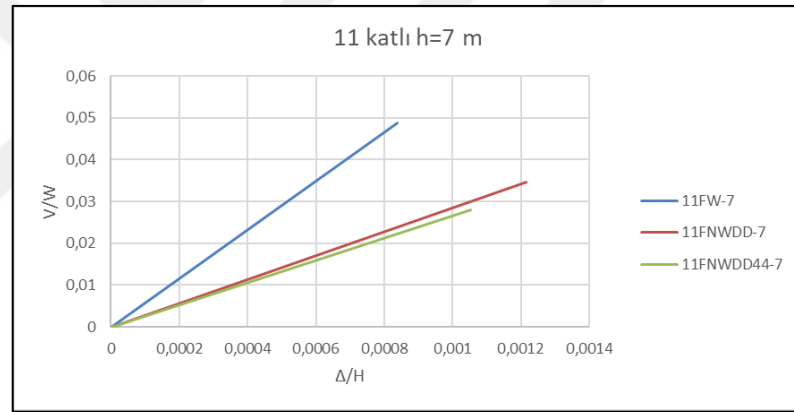
4.4.2.3.3. Zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerin duvar durumunun değişimine göre karşılaştırılması

Zemin kat yüksekliği 7 m olan 11 katlı modellere ait değerler Tablo 4.78.'de verilmiştir.

Tablo 4.78. 11 katlı h=7 m olan modellere ait oranlar

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
11F-W-7	1423	2922	0,0487	0,031	37	0,000838
11F-NWDD-7	943	2725	0,034606	0,045	37	0,001216
11F-NWDD44-7	702	2503	0,028046	0,039	37	0,001054

Tablo 4.78.'de verilen değerlere ait karşılaştırmalı grafik Şekil 4.45.'de verilmiştir.



Şekil 4.45. 11 katlı, h=7 m olan modellere ait grafiksel karşılaştırma

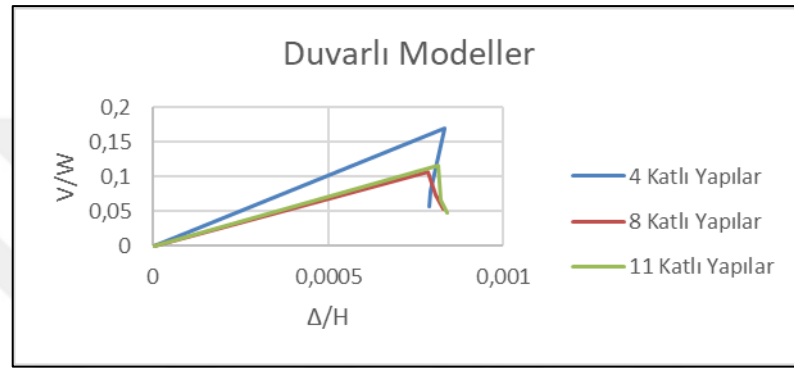
4.4.2.4. Tüm modellerin duvar durumuna göre karşılaştırılması

Daha önce 4, 8, 11 katlı modellerin her birine ait duvar koşuluna göre V/W ile Δ/H oranlarını eşdeğer deprem yükü yönteminde ele alıp incelemiştik. Bu başlık altında mod birleştirme yöntemine göre tüm yapı modellerinin kıyaslamaları yapılmış ve bunlar grafikler halinde gösterilmiştir.

Tablo 4.79.'da duvarlı tüm modellerin oransal değerleri verilmiş duvarlı tüm modellerin grafiksel gösterimi Şekil 4.46.'de belirtilmiştir.

Tablo 4.79. Duvarlı tüm modellerin oransal değerleri

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-W-3	1711	1004	0,170418	0,01	12	0,000833
4F-W-5	1464	1372,5	0,106667	0,011	14	0,000786
4F-W-7	1189	1024	0,116113	0,013	16	0,000813
8F-W-3	1643	2087,3	0,078714	0,019	24	0,000792
8F-W-5	1526	2088	0,073084	0,021	26	0,000808
8F-W-7	1370	2085	0,065707	0,023	28	0,000821
11F-W-3	1649	2914	0,056589	0,026	33	0,000788
11F-W-5	1561	2898	0,053865	0,029	35	0,000829
11F-W-7	1423	2922	0,0487	0,031	37	0,000838



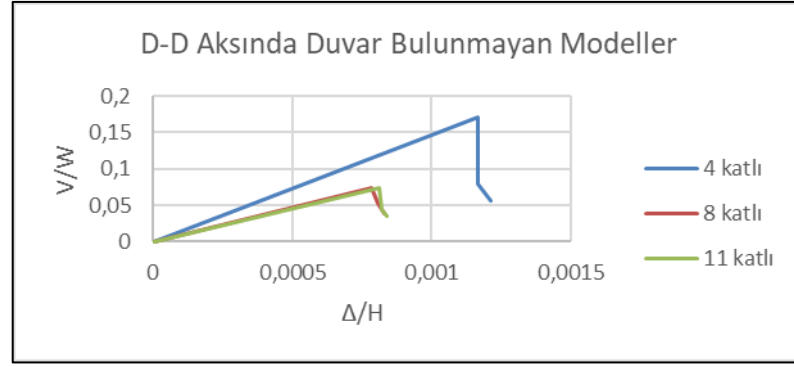
Şekil 4.46. Duvarlı tüm modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi

Tablo 4.80.'de D-D aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri verilmiştir.

Tablo 4.80. D-D aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD-3	1187	980,5	0,121061	0,014	12	0,001167
4F-NWDD-5	953	1298,4	0,073398	0,017	14	0,001214
4F-NWDD-7	739	988,6	0,074752	0,021	16	0,001313
8F-NWDD-3	1182	2014,5	0,058675	0,028	24	0,001167
8F-NWDD-5	1054	1987	0,053045	0,032	26	0,001231
8F-NWDD-7	892	1995,3	0,044705	0,037	28	0,001321
11F-NWDD-3	1185	2699	0,043905	0,04	33	0,001212
11F-NWDD-5	1082	2766	0,039118	0,044	35	0,001257
11F-NWDD-7	943	2725	0,034606	0,045	37	0,001216

D-D aksında duvar bulunmayan modellere ait grafiksel gösterim Şekil 4.47.'de belirtilmiştir.



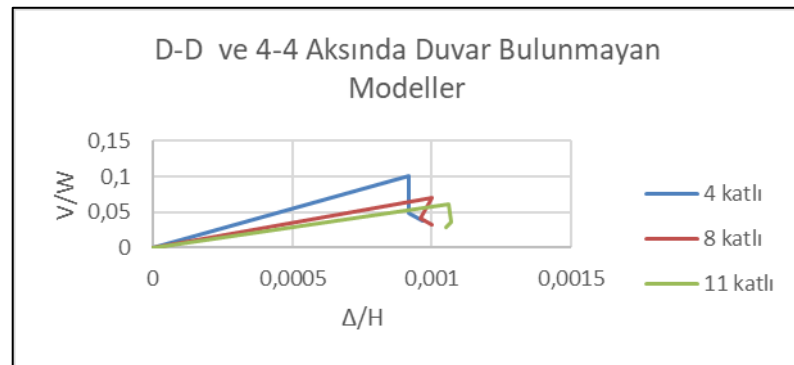
Şekil 4.47. D-D aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi

Tablo 4.81.'de D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri verilmiştir.

Tablo 4.81. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellerin oransal değerleri

Model İsmi	Taban Kesme Kuvveti (V)	Bina Ağırlığı (W)	V/W	Maksimum Yer Değiştirme (Δ)	Kat Yüksekliği (H)	Δ/H
4F-NWDD44-3	913	910,4	0,100286	0,011	12	0,000917
4F-NWDD44-5	628	883,8	0,071057	0,014	14	0,001
4F-NWDD44-7	549	890	0,061685	0,017	16	0,001063
8F-NWDD44-3	908	1876	0,048401	0,022	24	0,000917
8F-NWDD44-5	794	1892	0,041966	0,025	26	0,000962
8F-NWDD44-7	662	1857	0,035649	0,03	28	0,001071
11F-NWDD44-3	925	2512	0,036823	0,032	33	0,00097
11F-NWDD44-5	825	2569	0,032114	0,035	35	0,001
11F-NWDD44-7	702	2503	0,028046	0,039	37	0,001054

D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellere ait grafiksel gösterim Şekil 4.48.'de belirtilmiştir.



Şekil 4.48. D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmayan modellere ait kat adedi etkisinin grafiksel gösterimi

BÖLÜM 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışması sonucunda yapıların dolgu duvarlarının yapı performansına olan etkileri ele alınmıştır. Tez kapsamında 27 adet bina modellemesi yapılmış bu modellerde kat adedi, zemin kat yüksekliği, ve dolgu duvarların tek aksta, tek yönlü veya çift yönlü bulunması yada bulunmaması durumuna göre incelemeler yapılmış ve bina modelleri bu parametrelere göre karşılaştırılmıştır.

Bina modellemeleri yapılırken sap 2000 programında dolgu duvar eşdeğer basınç çubuğu olarak tanımlanmış ve hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Bu kapsamda tablolar üzerinde periyot, kesme kuvveti, maksimum yer değiştirmeler gibi veriler işlenmiş, yüzdesel değerler hesaplanmış ve yapılara ait yumuşak kat ve burulma düzensizliği gibi yapısal düzensizlikler incelenmiştir.

Günümüz koşullarında dolgu duvarların, yapısal problemlerde büyük etkisi olduğu kaçınılmaz bir gerçeklik olarak ortaya çıkmakta ve yapı mühendisliği açısından bu etkinin hesaplamalarda daha detaylı biçimde kullanılması gerekmektedir. Elde edilen sonuçlar bu tez çalışmasının ilerdeki çalışmalara ışık tutması açısından büyük önem arz etmektedir.

Bu tez kapsamında elde edilen sonuçlar şu şekildedir;

Yapı modellerinde kat sayısı arttıkça periyottaki değerlerde artış söz konusu olmuştur. Kat ötelemeleri de aynı oranda kat sayısı arttıkça, artış göstermektedir. Aynı zamanda zemin kat yüksekliğinin değişmesi de periyotu etkilemektedir. Zemin kat yüksekliği arttıkça yapının rijitliği azalmış olup bunun tersi yönünde periyot değerlerinde de artış olmuştur.

Yapıların karşılayabileceği taban kesme kuvveti duvar bulunan modellerde en yüksek değere sahipken 2 yönde duvar kaldırılması taban kesme kuvveti değerini önemli ölçüde azaltmıştır. Aynı zamanda zemin kat yüksekliği arttıkça taban kesme kuvveti azalış göstermiştir. Maksimum yer değiştirme değeri dolgu duvarların her iki yönde de kaldırılması durumunda artmıştır.

Zemin kat yüksekliği arttıkça yine paralel bir şekilde maksimum yer değiştirmeler artmıştır.

4 katlı modeller incelendiğinde zemin kat yüksekliği 7 metre olan modellerde D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması durumunda periyot %44 artış göstermiş aynı durumda maksimum yer değiştirme değeri ise %57 artmıştır. Bu 4 katlı modellerde en yüksek değerler olarak göze çarpmış ve dolgu duvarların yapısal performansa etkisini de tekrar ispatlamıştır. Yine 4 katlı modellerde Y yönünde yumuşak kat düzensizliği incelendiğinde en elverişsiz durum zemin kat yüksekliği 7 m olan bina modellerinde görülmüştür. Bu modellerde yumuşak kat düzensizliği %30 oranında artış göstermiştir. Burulma düzensizliğine bakıldığında D-D ve 4-4 aksında duvar bulunmaması ortalama %23 burulma düzensizliğinde artış meydana getirmiştir.

8 katlı ve 11 katlı modellerde benzer şekilde artışlar gözlemlenmiştir. Dolgu duvar, yapı performansına olumlu katkıda bulunmuş ve hesaplarda daha detaylı kullanılmasının gerekliliği ortaya konmuştur. Tüm modellerde performans kapasitesi incelendiğinde duvarlı modeller diğer modellere göre en iyi performansı göstermişlerdir.

Bu çalışma kapsamında özetle anlaşılan sonuç; yapının yüksekliği, yapıdaki kat sayısı gibi yapıdaki rijitliği etkileyen her parametreye ait değişiklik periyodu etkilemekte ve dolayısıyla yer değiştirme miktarlarını da değiştirmektedir.

Aynı zamanda benzer çalışmalara ışık tutması açısından kat adedi, zemin kat yükseklikleri ve duvar konumları değişken olarak kabul edilebilir. Bu değişkenlerin yapısal performansa olan etkileri birçok parametre açısından ele alınabilir. Tümünüyle bakıldığında dolgu duvarların konumlandırılması, kat sayısının azalması ve zemin kat yüksekliğinin azaltılması yapı performansına olan etkisinin olumlu olduğunu göstermiştir.

KAYNAKLAR

- [1] Hirde, S., Tepugade, G., Seismic performance of multistorey building with soft storey at different level with RC shear wall. International Journal of Current Engineering and Technology E-ISSN, 2277, 4106, 2014.
- [2] Hiten, L. K., Anuj, K., Chandiwalla, Seismic response of rc building with soft stories. International Journal of Engineering Trends and Technology, 10 Number 12,2014.
- [3] Santosh, D., Evaluation and Strengthening of Soft Storey Building. International Journal of Ethics in Engineering & Management Education, 2014.
- [4] Rakshith Gowda, K. R., Shankar, B., Seismic analysis comparison of regular and vertically irregular RC building with soft storey at different level. International Journal of Emerging Technologies and Engineering, 2014.
- [5] Dhandapany, M. D., Comparative study of and analysis of earthquake G+ 5 storey building with RC shear wall. Int. J. Engineering Research and Advanced Technology, 2(3), 167-171, 2014.
- [6] Banerjee, S., Patro, S. K., Rao, P., Inelastic seismic analysis of reinforced concrete frame building with soft storey. International Journal of Civil Engineering Research, 5(4), 373-378. 2014.
- [7] Harne, B., & Shinde, R. Review on Seismic Performance of Multi-Storied RC Building with Soft Storey. International Journal of Research in Engineering and Technology, 4(5), 2014.
- [8] Vipin, V. Halde, A., Deshmukh, H. Effect of soft storey on structural response of high rise building. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, 5, 1, 2016.
- [9] Barut, H.B., Oğuz, C., İrtem, E., Yardımoğlu, F. Antalya yöresinin inşaat mühendisliği sorunları kongresi. Antalya, 1, 348-35822 ,2005.
- [10] Özmen, G. Çok katlı yapılarda burulma düzensizliği. İmo Teknik Dergi, 3131-3144, 210, 2004.

- [11] Doğan, O., Bakırcı, E.R.Ş., Hareketli yük ve dolgu duvar dağılımının burulma düzensizliğine etkisi. *International Journal of Engineering Research and Development*, 3, 2, 2011.
- [12] Erdem, H., Burulma düzensizliğinin betonarme kirişler ve kolonlar üzerine etkileri. *Nigde University Journal of Engineering Sciences*, 5, 2, 148-156, 2016.
- [13] Uçar, T., Merter, O., Planda perde yerleşiminin betonarme perde-çerçeve binaların deprem davranışına etkisi. *Deü Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11, 2, 11-18, 2009.
- [14] Özyer, S., Özkal, F., Rijitlik ve süreksizlik düzensizliklerine sahip betonarme binalarda simetrik perdelerle yapısal davranışın iyileştirilmesi. *Çukurova University, Congress Center*, 3742-3749, 2016.
- [15] Afet ve acil durum yönetimi başkanlığı, Türkiye bina deprem yönetmeliği, 142-312, 2018.
- [16] Celep, Z., Kumbasar, N., Deprem mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı. *İstanbul: Beta Dağıtım*, 2004.
- [17] *Buildings And Other Structures Part 2: Provision*, NEHRP, Washington, D.C. USA ,FEMA 440, 2005.
- [18] Korkmaz, A., Düzgün, M., Doğrusal olmayan yapısal analiz yöntemlerinin değerlendirilmesi. *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 6, 3, 2007.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Gıorgı ABUSELIDZE

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / İnşaat Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Batumi Shota Rustaveli State University / Mühendislik Fakültesi / İnşaat Mühendisliği	2014
Lise	Kharauli Public School	2010

YABANCI DİL

İngilizce

ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)

1. Özyurt, M.Z., Abuselidze, G. Yumuşak kat düzensizliği olan binaların deprem karşısındaki davranışları: 5 katlı bina modelleri üzerinde amprik çalışma. *TURAN: Stratejik Arastirmalar Dergisi*, 13(51), 88-95, 2021.

HOBİLER

Futbol oynamak, Kitap okumak, Müzik dinlemek

