

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PLANDA VE DÜŞEY DOĞRULTUDAKİ DÜZENSİZLİKLERİN
BETONARME PERDE-ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Sefa ORAK

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

HAZİRAN 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PLANDA VE DÜŞEY DOĞRULTUDAKİ DÜZENSİZLİKLERİN
BETONARME PERDE-ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet Sefa ORAK

(501101082)

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yapı Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK

HAZİRAN 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501101082 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet Sefa ORAK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**PLANDA VE DÜŞEY DOĞRULTUDAKİ DÜZENSİZLİKLERİN BETONARME PERDE-ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Kutlu DARILMAZ**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Nilgün AKTAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : **4 Mayıs 2012**

Savunma Tarihi : **6 Haziran 2012**

Aileme,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans öğrenimim boyunca, engin bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, özellikle tez çalışmam esnasında karşılaştığım güçlüklerde kıymetli zamanını benimle paylaşan değerli danışmanım Sayın Doç.Dr. Turgut ÖZTÜRK'e ve üzerimde emeği olan tüm öğretim üyelerine teşekkürü bir borç bilir, saygılarımı sunarım.

Bu günlere ulaşmamı sağlayan, benden desteklerini hiç esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkür ederim.

Haziran 2012

Mehmet Sefa ORAK
(İnşaat ve Matematik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR.....	xi
TABLO LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
SEMBOL LİSTESİ	xix
ÖZET.....	xxi
SUMMARY	xxiii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
2. YÖNETMELİKLER.....	3
2.1 Türk Deprem Yönetmeliği	3
2.1.1 Taşıyıcı sistem düzensizlikleri	3
2.1.1.1 Planda düzensizlik durumları	4
2.1.1.2 Düşey doğrultuda düzensizlik durumları	7
2.1.2 Yapı sistemlerinin depreme göre hesap yönteminin seçilmesi	9
2.1.2.1 Mod birleştirme yöntemi.....	9
2.2 International Building Code (2009)	13
2.2.1 Sismik yer hareketi değerleri	13
2.2.1.1 Zemin sınıfı	13
2.2.1.2 Zemin katsayıları ve uyarlanmış spektral tepki ivmesi parametreleri	13
2.2.1.3 Tasarım spektral ivme parametreleri.....	14
2.2.1.4 Tasarım spektrumu.....	14
2.2.1.5 Etkili bina ağırlığı	15
2.2.1.6 Haritalanmış ivme parametreleri.....	15
2.2.2 Planda düzensizlikler	15
2.2.2.1 Planda girinti ve çıkıntı düzensizliği	15
2.2.2.2 Burulma düzensizliği	16
2.2.2.3 Paralel olmayan sistem düzensizliği	16
2.2.2.4 Diyafram süreksizliği düzensizliği.....	16
2.3 EUROCODE 8	17
2.3.1 Güvenlik.....	17
2.3.1.1 Taşıma gücü sınır durumu.....	17
2.3.1.2 Kullanma sınır durumu	20
2.3.2 Deprem etkisi altında çözümlenme	22
2.3.2.1 Basitleştirilmiş modal çözümlenme	22
2.3.2.2 Çok modlu çözümlenme	22
2.3.3 Elastik deprem yükü.....	23
2.3.4 Deprem bölgesi	23
2.3.4.1 Bina kullanım türü.....	23

2.3.4.2 Bina titreşim periyodu	24
2.3.4.3 Bina ağırlığı	24
2.3.4.4 Spektrum	25
3. MATERİYAL VE METOT	27
3.1 Metot.....	27
3.2 Materyal.....	27
4. SONUÇLAR	35
4.1 Kurulan Modellerin TDY 2007'e Göre Analizi	35
4.1.1 8 katlı modeller.....	36
4.1.2 12 katlı modeller.....	42
4.1.3 16 katlı modeller.....	47
4.1.4 Döşeme boşluklarının kirişsiz olması durumu	53
4.1.5 Düşey doğrultuda perde süreksizliğinin yapının davranışına etkisi	58
4.1.6 Rijit diyafram kontrolü.....	61
4.2 Eurocode 8 Yönetmeliğine Göre Analizlerin İncelenmesi.....	68
4.3 IBC Yönetmeliğine Göre Analizlerin İncelenmesi	71
4.4 Döşeme Süreksizliği Bulunan Yapıların Yapılacağı Zemin Durumunun Üst Yapıya Etkileri	74
5. YORUMLAR VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ.....	81

KISALTMALAR

TDY 2007	: Türk Deprem Yönetmeliği 2007
IBC 2009	: International Building Code 2009
ASCE	: American Society of Civil Engineers
EC	: Eurocode
ENV	: European Prestandard

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1 : Zemin Katsayısı, F_a (IBC, 2009).	13
Tablo 2.2 : Zemin Katsayısı F_l (IBC, 2009).	14
Tablo 2.3 : Yük Arttırma Katsayıları (Celep ve Kumbasar, 2004).	19
Tablo 2.4 : Yük birleştirme katsayıları (Celep ve Kumbasar, 2004).	20
Tablo 2.5 : Yer değiştirme azaltma katsayısı v (ENV 1998-1-1, 1994).	22
Tablo 2.6 : Çözümleme yöntemi seçimi (Celep ve Kumbasar, 2004).	23
Tablo 2.7 : Elastik Spektrum Katsayıları (ENV 1998-1-1, 1994).	26
Tablo 3.1 : Oluşturulan modellerin adlandırmaları.	29

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Döşemelerin Kendi Düzlemleri İçinde Rijit Diyafram Olarak Çalışmaları Durumu.....	5
Şekil 2.2 : A2 Türü Düzensizlik Durumları.....	6
Şekil 2.3 : A3 Türü Düzensizlik Durumları.....	6
Şekil 2.4 : Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği.....	9
Şekil 2.5 : Kaydırılmış Kütle Merkezleri.....	10
Şekil 2.6 : Kaydırılmış Kütle Merkezi.....	11
Şekil 2.7 : IBC Tasarım Spektrumu.....	15
Şekil 3.1 : Genel kat planı.....	28
Şekil 3.2 : Simetrik yerleştirilmiş döşeme Süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.25, (D1-1.a).....	30
Şekil 3.3 : Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.33, (D1-2.a).....	30
Şekil 3.4 : Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.42, (D1-3.a).....	31
Şekil 3.5 : Tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.25, (D2-1.a).....	31
Şekil 3.6 : Tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme Süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.33, (D2-2.a).....	32
Şekil 3.7 : Tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.42, (D2-3.a).....	32
Şekil 3.8 : Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.25, (D3-1.a).....	33
Şekil 3.9 : Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.33, (D3-2.a).....	33
Şekil 3.10 : Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.42, (D3-3.a).....	34
Şekil 4.1 : D1 Durumunda X Yönü ve Y Yönündeki Taban Kesme Kuvvetler.....	35
Şekil 4.2 : D2 Durumunda X Yönü ve Y Yönündeki Taban Kesme Kuvvetleri.....	36
Şekil 4.3 : D3 Durumunda X Yönü ve Y Yönündeki Taban Kesme Kuvvetleri.....	36
Şekil 4.4 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	37
Şekil 4.5 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	37
Şekil 4.6 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	38
Şekil 4.7 : D1 durumunda boşluk oranlarına göre x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	38

Şekil 4.8 : D2 durumunda boşluk oranlarına göre x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	39
Şekil 4.9 : D3 durumunda boşluk oranlarına göre x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	39
Şekil 4.10 : D1 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	40
Şekil 4.11 : D2 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	40
Şekil 4.12 : D3 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	40
Şekil 4.13 : D1 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	41
Şekil 4.14 : D2 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	41
Şekil 4.15 : D3 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	42
Şekil 4.16 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	42
Şekil 4.17 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	43
Şekil 4.18 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	43
Şekil 4.19 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	44
Şekil 4.20 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	44
Şekil 4.21 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	44
Şekil 4.22 : D1 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	45
Şekil 4.23 : D2 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	45
Şekil 4.24 : D3 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	46
Şekil 4.25 : D1 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	46
Şekil 4.26 : D2 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	47
Şekil 4.27 : D3 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	47
Şekil 4.28 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	48
Şekil 4.29 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	48
Şekil 4.30 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	48
Şekil 4.31 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	49
Şekil 4.32 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	49

Şekil 4.33 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	50
Şekil 4.34 : D1 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	50
Şekil 4.35 : D2 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	51
Şekil 4.36 : D3 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	51
Şekil 4.37 : D1 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	52
Şekil 4.38 : D2 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	52
Şekil 4.39 : D3 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.....	52
Şekil 4.40 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının kiriş ile değişimi.....	53
Şekil 4.41 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının kiriş ile değişimi.....	54
Şekil 4.42 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının kiriş ile değişimi.....	54
Şekil 4.43 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin kiriş ile değişimi.....	55
Şekil 4.44 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin kiriş ile değişimi.....	55
Şekil 4.45 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin kiriş ile değişimi.....	56
Şekil 4.46 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki A1 katsayısının kiriş ile değişimi.....	56
Şekil 4.47 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki A1 katsayısının kiriş ile değişimi.....	57
Şekil 4.48 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki A1 katsayısının kiriş ile değişimi.....	57
Şekil 4.49 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının perde süreksizliği değişimi.....	58
Şekil 4.50 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının perde süreksizliği değişimi.....	59
Şekil 4.51 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının perde süreksizliği değişimi.....	59
Şekil 4.52 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin perde süreksizliği ile değişimi.....	60
Şekil 4.53 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin perde süreksizliği ile değişimi.....	60
Şekil 4.54 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin perde süreksizliği ile değişimi.....	61
Şekil 4.55 : D1-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.....	61
Şekil 4.56 : D1'-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.....	62
Şekil 4.57 : D2-3.c modelinde Y yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.....	63

Şekil 4.58 : D2'-3.c modelinde Y yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.	64
Şekil 4.59 : D3-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.	65
Şekil 4.60 : D3'-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.	66
Şekil 4.61 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	68
Şekil 4.62 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	69
Şekil 4.63 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	69
Şekil 4.64 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	70
Şekil 4.65 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	70
Şekil 4.66 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	70
Şekil 4.67 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	71
Şekil 4.68 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	72
Şekil 4.69 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.....	72
Şekil 4.70 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	73
Şekil 4.71 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	73
Şekil 4.72 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.....	73
Şekil 4.73 : TDY 2007'deki zemin sınıflarına göre D3-3.c modelinde oluşan kat deplasmanları.....	74
Şekil 4.74 : IBC 2009'daki zemin sınıflarına göre D3-3.c modelinde oluşan kat deplasmanları.	74
Şekil 4.75 : EC 8'deki zemin sınıflarına göre D3-3.c modelinde oluşan kat deplasmanları.	75

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Binanın ilk katındaki etkili kayma alanı
A_{Ed}	: Boyutlamaya esas deprem yükü
A_i	: Binanın ilk katında i. perdenin etkili kesiti
A_0	: Etkin yer ivmesi katsayısı
$A(T)$: Spektral ivme katsayısı
a_g	: Boyutlama yer ivmesi
C_d	: Gerilme veya şekil ve yer değiştirmenin kullanma durumunda müsaade edilen sınır değer
d	: Düşey yüklerin yatay olarak etkilmesi durumunda binanın en üst yer değiştirmesi
d_i	: Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme
d_r	: Rölatif ortalama kat yer değiştirmesi
E_d	: Boyutlamaya esas olan kesit etkileri
F_b	: Deprem taban kesme kuvveti
F_d	: Boyutlamaya esas yük değeri
F_i	: i. kata ait kat deprem kuvveti
F_k	: Karakteristik yük değeri
g	: Yerçekimi ivmesi
I	: Bina önem katsayısı
H_{wi}	: i. perdenin yüksekliği
k	: Etkin kütle ile ilgili koşul sağlanamazsa hesaba katılacak mod sayısı
k_1, k_2	: Periyodun T_C ve T_D 'den büyük olması durumunda spektrum değerlerini etkileyen katsayılar
k_D	: Süneklik düzeyini yansıtan katsayı
k_R	: Taşıyıcı sistemin plandaki düzensizlik durumunu yansıtan katsayı
k_W	: Taşıyıcı sistemin güç tükenmesi durumunu yansıtan katsayı
I_s	: Planda yapının atalet yarıçapı
I_{wi}	: i. perdenin deprem doğrultusundaki uzunluğu
M	: Kat kütle merkezi
n	: Toplam kat adedi
r	: Gözönüne alınacak bütün yatay doğrultular için minimum burulma yarıçapı
R_a	: Deprem yükü azaltma katsayısı
R_d	: Taşınabilecek kesit etkileri

q	: Davranış katsayısı
q_0	: Taşıyıcı sistem türünü yansıtan ana davranış katsayısı
S	: Kat rijitlik merkezi
$S_d(T)$: Boyutlama spektrumu
$S_e(T)$: Elastik davranış spektrumu
$S(T)$: Spektrum katsayısı
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu
T_B, T_C	: Spektral ivmenin sabit değerinin sınırları
T_D	: Sabit yer değiştirme spektrumunun başlangıcı
T_k	: İlgili modun titreşim periyodu
w_i	: i' inci katın deprem sırasındaki toplam ağırlığı
g_i	: Binanın i' inci katındaki toplam sabit yük
q_i	: Binanın i' inci katındaki toplam hareketli yük
W	: Toplam yapı ağırlığı
γ_F	: Etkiler için güvenlik katsayıları
γ_M	: Malzeme için güvenlik katsayıları
γ_I	: Bina önem katsayısı
ψ	: Birleştirme katsayıları
θ	: İkinci merteye gösterge değeri
ν	: Bina önem durumuna bağlı azaltma katsayısı
ϕ	: Yük azaltma katsayısı
β_0	: %5 sönüm için spektral büyütme katsayısı
η	: Sönüm düzeltme katsayısı
η_{bi}	: Burulma düzensizliği katsayısı
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi
F_a	: Kısa periyot zemin katsayısı
F_v	: Uzun periyot zemin katsayısı
S_S	: 0,2 saniyelik spektral tepki ivmeleri
S_1	: 1,0 saniyelik spektral tepki ivmeleri
S_{DS}	: Kısa periyotlu tasarım deprem spektral tepki ivme parametresi
S_{D1}	: 1,0 s periyotlu tasarım deprem spektral tepki ivme parametresi
C_S	: Sismik katsayı

PLANDA VE DÜŞEY DOĞRULTUDAKİ DÜZENSİZLİKLERİN BETONARME PERDE-ÇERÇEVELİ BİNALARIN DAVRANIŞINA ETKİSİ

ÖZET

Bu tez çalışmasında, betonarme perde-çerçevesel binalardaki plan ve düşey doğrultudaki düzensizliklerin farklı yönetmeliklere göre incelenerek davranışa etkisi araştırılmıştır. Deprem yüklerinin yatay yük taşıyan elemanlara güvenli bir şekilde aktarılması için döşemenin rijit bir davranış göstermesi gerekir. Plandaki süreksizlikler, döşemenin bu rijit diyafram davranışı göstermesini olumsuz yönde etkiler. Aynı zamanda plandaki süreksizlikler, sistemin rijitlik merkezi ile ağırlık merkezini ayrıştıracağından, binada istenmeyen burulma etkileri meydana getirebilmektedir. Bu olumsuzluklar ancak sistemdeki döşemelerin rijit diyafram etkisi göstermesini sağlayacak şekilde plandaki bu süreksizlikler konumlandırılarak ve burulma etkilerinin ilgili yönetmeliklerdeki değerlerin altında kalmasını sağlayarak aşılabilir. Döşemelerde bu süreksizliklerin oluşturulduğu yerlerde kirişin rijitleştirici etkisinden yararlanılması önemli faydalar sağlar. Eğer planda konumlandırılan bu süreksizlikler kirişsiz oluşturulursa sistemde olumsuz sonuçlar oluşturabilmektedir. Ayrıca, döşeme süreksizliği bulunan yapıların yapılacağı zemin durumunun üst yapıya etkileri de araştırılmıştır.

Perde duvarların koyulmasına belirli bir kattan sonra son verilerek oluşan düşey doğrultudaki süreksizliklerde binanın perde duvar olmayan katlarında perde duvarlı duruma göre daha olumsuz sonuçlar göstermiştir. Yani binanın perde-çerçeve sistem olarak çalışması birçok yönden olumlu sonuç vermektedir.

Bu çalışmada kurulan modellerde plandaki süreksizliklerin sisteme simetrik, tek eksene göre simetrik ve simetrik olmayarak yerleştirilmesinin farklı boşluk oranlarında ve farklı kat adetlerinde sistemin taşıyıcı elemanlarının davranışına etkisi araştırılmıştır. Aynı zamanda oluşturulan bu süreksizliklerde kirişin olup olmamasının binanın davranışına etkisinin nasıl olacağı irdelenmiştir. Düşey doğrultudaki perde duvarların toplam bina yüksekliğinin yarısında kesilerek oluşan süreksizliğin binanın deprem davranışı üzerindeki etkisi de incelenmiştir. Binaların modellemeleri ve analizi için ETABS programı kullanılmıştır. Çok modlu, mod birleştirme yöntemine göre yapılan çözümler TDY 2007, IBC 2009 ve EC 8 yönetmeliklerine göre karşılaştırılmıştır.

**THE EFFECT LATERAL AND VERTICAL TYPE OF IRREGULARITIES
IN THE SHEAR WALL–FRAME REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES**

SUMMARY

In this thesis study, the lateral and the vertical type of irregularities in the shear wall-frame reinforced concrete structures have been researched. Earthquake resistant structural design is a widely studied topic in the world. As a result, structures that are not rigid enough against earthquakes, lacking symmetry and having irregular geometries, are built. The selection of the wrong geometry and faulty arrangements because of the architectural design effect the building crucially under earthquake loads. Earthquake damage is sometimes directly related to architectural design. Structural system faults enclosure the building's positive response during earthquakes. That is why structural system design should be made according to convenient techniques. Buildings which should not be built or designed due to their unfavorable behaviour under earthquake loads are known as irregular buildings. Irregularities in buildings can be analyzed under two main title; Irregularities in the plan and vertical direction irregularities. Under earthquake loads, flat slab should show the rigid diaphragm behaviour to distribute the loads safely between the supporter elements. The irregularities that exist in the flat slab may harm the safety of the distribution of lateral loads with neglecting the diaphragm behaviour of the flat slab. Moreover, that lateral discontinuities cause to dissipate the rigidity center from the mass center of the system, so that bring about unexpected torsional effects. These complications can solve only to lead the flat slab behaves as a rigid body diaphragm and to keep the torsional effects under the codes' limit values. At the design we should take the benefit of the beams rigidity while designing the flat slabs that contain irregularities. If these flat slabs design without having beams, can effect the system in a bad way. However, the soil class that classify by the related standards can effect distinctly to these irregular structures' stability.

In the horizontal direction discontinuities that formed by the giving away the shear walls at a definite story, the shear wall-framed system has more constructive results than the the framed systems. The framed systems that exist at the higher level stories give inconvenient results. So, it is good to avoid framed systems when designing the multi-storey buildings.

In this study, the models generates to show the irregularities while placing symmetrically, symmetric to one axis and antisymmetrically, also different discontinuity ratios and different story numbers. In the vertical axis shear walls can placed only the half of the total building heights so that the behaviour of the irregular buildings under earthquake loading have been researched. These all cases modelised and analysed by the ETABS program. Models solved by the principle of Multi-Modal Response Spectrum Analysis. All the results have been compared and the

limit values according to different standards which are TEC 2007, IBC 2009 and EC 8.

In the Turkish Earthquake Code for buildings that are built in earthquake zones, slab gaps ratio is stated but the slab gaps position is not stated. If the slab gaps ratio is greater than 1/3 of the gross area of the storey there will be A2 type irregularity on the plan due to slab irregularities and that the slabs should be taken to be not to exhibit rigid diaphragm property. These A2 type irregularities located symmetrically, symmetric to one axis and antisymmetrically in the shear wall–frame system. The responses of these situations under earthquake loads were investigated. The earthquake codes of several other countries were analyzed along with Turkish Earthquake Code and the conditions that it brings for structural irregularities and slab discontinuities were discussed. Analyzed models formed for different positions and ratios of the gaps, the results of the analysis made by keeping in mind the effects of the number of storey, beam continuity, soil type and rigid diaphragm work on the structural system have been given as graphs.

If we summarise the results, In the analyzed buildings, the gap ratios higher and lower than the limit values given in the Turkish Earthquake Code, but in buildings which have slab discontinuity in the symmetric situation rigid diaphragm response has been observed. In spite of this, in structures for which the gap ratio is smaller than the limit value but the gap is not symmetric, there has not been any rigid mass movement. Accordingly, the location of the gap in the building is more important than the quantity of the gap ratio in terms of area. A good solution would be to stay away from irregular buildings and not to choose structures without symmetry. The 1/3 limit stated in Turkish Earthquake Code is a safe ratio for structures in which the gaps have been placed symmetrically. This ratio is 50% in IBC and no ratio is given in EC. In the codes, it is asked that the seismic forces should safely transferred to the vertical supporters.

If a slab discontinuity is necessary in the building due to architectural necessities, attention should be paid to placing it symmetrically in the plan. The effect of the slab discontinuity on the structure response should be determined beforehand and a design should be made for which the model would be valid.

The soil class on which the buildings having slab gaps are built is important from the point of view of slab and structural system response. Inconvenient soil classes put more strain on the slabs. The construction of buildings with irregular structural systems on weak soil types should be avoided. It is more suitable to build high storey buildings on strong soil conditions.

The formation of the floor beams inside the zone in which the slab opening is positioned and increasing their rigidity values have a positive effect on the earthquake behaviour of the building. Asymmetric slab gaps should be placed at different locations on each storey. This will decrease the affects of torsion. The highest torsional effects occur in structures in which slab gaps are not symmetric and that is why lateral displacements increase. In gap areas the torsional effects are more for situations where beams are not continuous.

Placing the rigidity centers on top of each other in structures should be avoided. In order not to have A1 torsional irregularity in structures in earthquake regions there should be a proper plan and the beams should be continuous. The rigidity of the beams can be increased for places where there are slab gaps. The limit of 1/3, mentioned in Turkish Earthquake Code 2007, is a safe proportion for the structures in which the opening is located symmetrically, the value of 1/2 presented in

International Building Code 2009 is also suitable. As regards the rigid diaphragm behaviour of the slab, the condition of the slab being symmetrical or asymmetrical comes into prominence as well as the slab not exceeding the limits presented in the regulations. The conditions about slab discontinuities which are included in Turkish Earthquake Resistant Design Code, formulation and methodology were explained in models with follow parts at different locations and at different hollow ratios slab are analyzed and the results are compared. The findings and conclusions are presented. Besides, the Earthquake ordinances of other countries are inspected and mentioned that obligations of them. The structure irregularity and especially slab discontinuities are placed in this study. Information about background of earthquake motion and its effects to structures were given includes irregularities in structures especially floor discontinuities. Slab discontinuities ratios and places are inspected in generating models also beam continuous and ground variations are considered. Integrity of limit value that shown at ordinance has checked by rigid diaphragm theory. The increase in the number of storeys and the poor nature of the soil do increase the negative effects of the slab openings on the structural system behaviour. The maximum torsion values occur for the buildings in which the slab openings are asymmetrical and the continuity of the beams is not enabled, lateral displacements also do increase in such buildings. The formation of the asymmetrical slab discontinuities in different zones for each storey becomes significant for decreasing the torsion effects. The results according to Eurocode 8, the worst soil class between the top three class is the C class soil type. However, the changes of the displacement related to the soil class are similar to Turkish Earthquake Code.

Finally, the structures that are built in earthquake zones should be built on the best soil properties and as regular as possible. If architectural design is need to be irregular, elements that are intercepting torsional effects should be placed.

1. GİRİŞ

Önemli bir deprem kuşağında bulunan Türkiye'nin alan olarak %92'si, nüfus olarak %95' i aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Büyük bir toprak kısmı bu kuşak üzerinde bulunan ülkemizde, oldukça sık deprem olmakta ve her depremde can ve mal kaybına uğranılmaktadır. Bundan dolayı depreme dayanıklı yapı tasarımı inşaat mühendisliği açısından en önemli bölümü oluşturmaktadır. Depreme dayanıklı mimari ve taşıyıcı sistem tasarımı depremlerde meydana gelen yapısal hasarların önüne geçmede temel aşamadır. Bu aşamada karşılaşılan en büyük zorluklardan biri de mimari olarak düzensiz binalardır. Depreme karşı davranışındaki olumsuzluklar nedeniyle tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken binalar düzensiz binalar olarak tanımlanır. Yapılarda düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere iki ana başlık altında incelenmekte ve bunlardan mümkün olduğunca kaçınılması tavsiye edilmektedir. Bu düzensizlik durumlarını kapsayacak şekilde depreme dayanıklı taşıyıcı sistem seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar ve düzensiz binalara ilişkin koşullar TDY 2007, EC8 ve IBC yönetmeliklerine göre ayrı ayrı incelenecektir.

1.1 Tezin Amacı

Bu tez çalışmasında farklı boşluk oranlarındaki döşeme süreksizliklerinin plandaki konumuna göre ve binada kat adedinin artmasıyla binanın davranışı üzerindeki etkisi incelenecektir. Aynı zamanda oluşturulan bu döşeme süreksizliklerinde kirişin rijitleştirici etkisinin ne düzeyde olduğu araştırılacaktır. İncelenecek olan modeller TDY 2007, IBC 2009 ve EC8 yönetmeliklerine göre ayrı ayrı analiz edilip, sonuçları karşılaştırılacaktır. Aynı zamanda, perde duvarlarının binanın toplam kat yüksekliğinin yarısında kesilerek oluşturulacak olan düşey doğrultudaki süreksizliklerde çerçeve sistem ve perde-çerçeve sistem arasındaki farklar irdelenecektir. Ayrıca döşeme süreksizliği bulunan binaların yapılacağı zemin durumunun üst yapıya etkileri araştırılacaktır.

2. YÖNETMELİKLER

Deprem yüklerini bir bütün olarak taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, kararlılık ve dayanım bulunmalıdır. Yapının yeterli rijitliğe sahip olmasının istenmesindeki amaç ikinci mertebe momentlerini mümkün olduğunca küçültmek, kullanılabilirlik sınır durumuna karşı gelen depremlerde, yapısal olmayan hasarları azaltmak ve deformasyonları önlemektir. Yapının denge konumunda yeterli kararlılıkta olması istenir ve yapının taşıyıcı sistem elemanlarının kendilerine etkileyen yük ya da yük etkileri nedeniyle kesit tesirlerini kırılmadan taşıyabilmeleri için yeterli dayanımda olması amaçlanır (TDY 2007).

2.1 Türk Deprem Yönetmeliği

2.1.1 Taşıyıcı sistem düzensizlikleri

Düzensiz yapıların depreme karşı davranışlarındaki olumsuzluklar nedeniyle tasarımından ve yapımından kaçınılması gerekir. Bu düzensizlikler planda ve düşey doğrultuda olmak üzere ikiye ayrılır;

A- Planda Düzensizlikler

A1- Burulma Düzensizliği

A2- Döşeme Süreksizliği

A3- Planda Çıkıntılar Bulunması

A4- Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması

B- Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

B1- Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

B2- Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

B3- Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

2.1.1.1 Planda düzensizlik durumları

2.1.1.1.1 Burulma düzensizliği durumu

Burulma düzensizliği, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta, maksimum görelî kat ötelemesinin ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak hesaplanan bir burulma düzensizliği katsayısına bağlı olarak tanımlanmaktadır. Bu burulma düzensizliği katsayısının (η_{bi}) sınır değeri 1,2 olarak belirtilmiştir.

$$\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{ort} > 1,2 \quad (2.1.a)$$

$$(\Delta_i)_{\max} = (d_i)_{\max} - (d_{i-1})_{\max} \quad (2.1.b)$$

$$(\Delta_i)_{\min} = (d_i)_{\min} - (d_{i-1})_{\min} \quad (2.1.c)$$

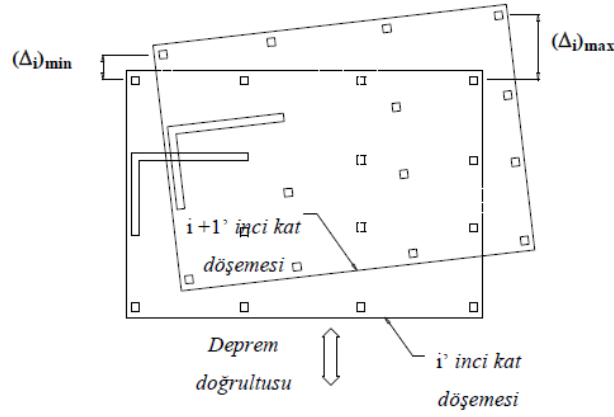
$$(\Delta_i)_{ort} = (d_i)_{ort} - (d_{i-1})_{ort} \quad (2.1.d)$$

$$(\Delta_i)_{ort} = (1/2) [(\Delta_i)_{\max} + (\Delta_i)_{\min}] \quad (2.1.e)$$

Δ_i : Binanın i'inci katındaki görelî kat ötelemesi

d_i : Binanın i'inci katında deprem yüklerine göre hesaplanan yer değiştirme

Görelî kat ötelemelerinin hesabı $\pm\%5$ eksantrik olarak yapıya etki ettirilmesiyle belirlenir.



Şekil 2.1 : Döşemelerin Kendi Düzlemleri İçinde Rijit Diyafram Olarak Çalışmaları Durumu.

Şekil 2.1’de görüldüğü gibi döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda deprem kuvveti etkisinde X ve Y yönlerinde her katta yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında kat burulmasından dolayı bir dönme bağımsız statik yerdeğiştirme bileşeni oluşur. A-1 Burulma Düzensizliğiyle beraber $1,2 < \eta_{bi} < 2,0$ olması durumunda, bu kata uygulanan $\pm\%5$ ek dışmerkezlik, her iki deprem doğrultusunda D_i katsayısı ile çarpılarak büyütülür.

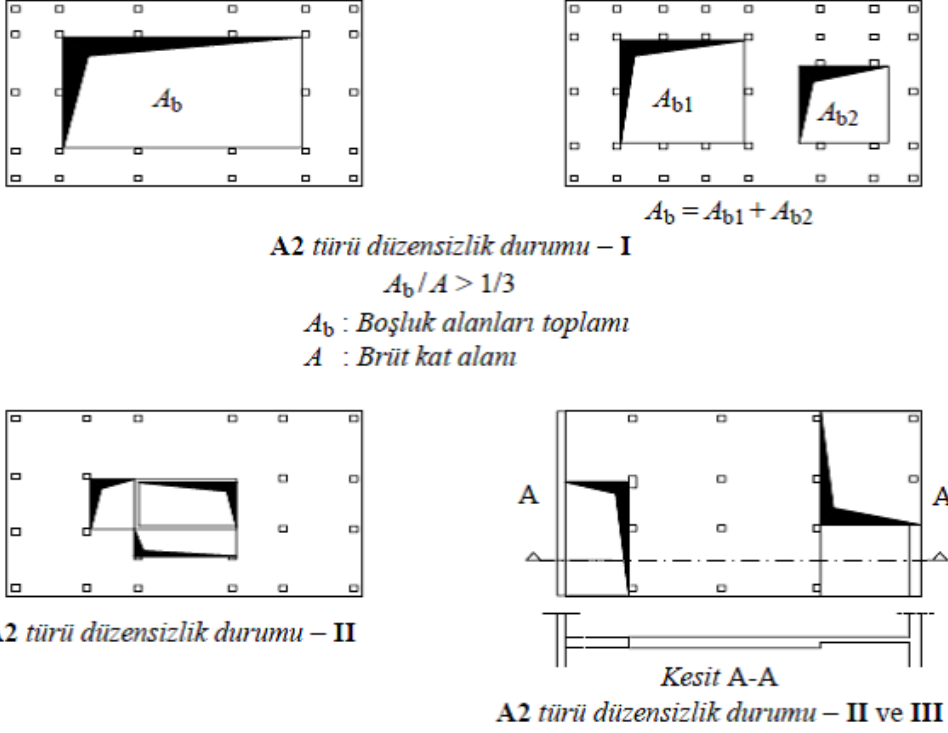
$$D_i = (\eta_{bi} / 1,2)^2 \quad (2.2)$$

$\eta_{bi} > 2,0$ olması durumunda sistemde dinamik analiz yapılır.

2.1.1.1.2 Döşeme süreksizliği durumu

Herhangi bir kattaki döşemede (Şekil 2.2);

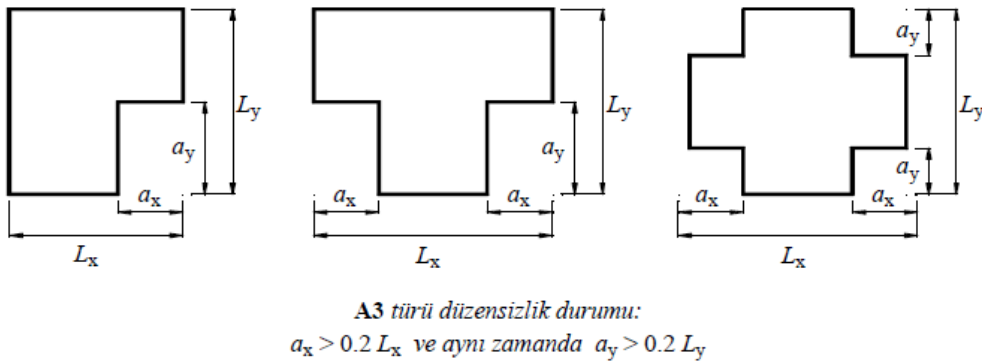
- I. Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanlarının toplamının kat brut alanının 1/3’ünden fazla olması,
- II. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması,
- III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu olarak tanımlanmıştır.



Şekil 2.2 : A2 Türü Düzensizlik Durumları.

2.1.1.1.3 Planda çıkıntılar bulunması durumu

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımlarının birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu olarak tanımlanmıştır. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3 : A3 Türü Düzensizlik Durumları.

A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde, kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerinin güvenle aktarabildiğinin hesapla doğrulanması gereklidir.

2.1.1.2 Düşey doğrultuda düzensizlik durumları

2.1.1.2.1 Komşu katlar arası dayanım düzensizliği (zayıf kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki etkili kesme alanı'nın, bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı η_{ci} 'nin 0,80'den küçük olması durumudur.

$$\eta_{ci} = \left(\sum A_e \right)_i / \left(\sum A_e \right)_{i+1} < 0,80 \quad (2.3)$$

Herhangi bir katta etkili kesme alanının tanımı:

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0,15 \sum A_k \quad (2.4)$$

İfadesi ile hesaplanacaktır. Bu bağıntılarda;

$\sum A_e$: Kolonun veya perde uç bölgesinin brüt en kesit alanları toplamını (etkili kesme alanı),

$\sum A_w$: Depreme dik doğrultudaki kolon çıkıntılarının alanları hariç herhangi bir kattaki kolon enkesiti etkin gövde alanları toplamını,

$\sum A_g$: Binada herhangi bir katta, hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamını,

$\sum A_k$: Binada herhangi bir katta, kapı ve pencere boşlukları çıkarıldıktan sonra hesap yapılan deprem doğrultusuna paralel kagir dolgu duvar alanlarının toplamını göstermektedir.

Komşu katlar arası dayanım düzensizliği bulunan binalarda, gözönüne alınan i'inci kattaki dolgu duvarı alanlarının toplamı bir üst kattakine göre fazla ise, η_{ci} 'nin hesabında dolgu duvarları gözönüne alınmayacaktır. $0,60 < (\eta_{ci})_{\min} < 0,80$ aralığında ise; taşıyıcı sistem davranış katsayısı, $1,25(\eta_{ci})_{\min}$ değeri ile çarpılarak her iki deprem doğrultusunda da binanın tümüne uygulanacaktır. Ancak hiçbir zaman $\eta_{ci} < 0,60$ olmayacaktır. Aksi durumda, zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır.

2.1.1.2.2 Komşu katlar rijitlik düzensizliği (yumuşak kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} 'nin 2,0'den fazla olması durumudur.

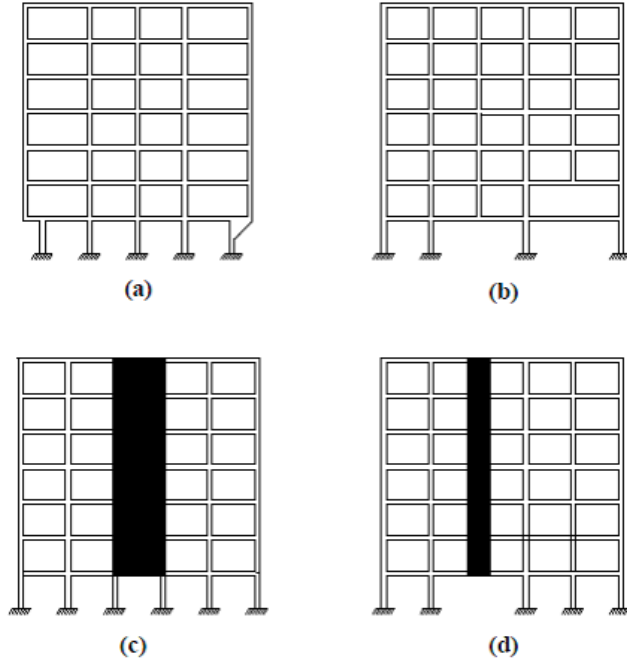
$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2,0 \quad (2.5)$$

Görelî kat ötelemeleri Δ_i , $\pm\%5$ ek dışmerkezlîk etkileri de gözönüne alınarak belirlenecektir.

2.1.1.2.3 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 durumudur. (Şekil 2.4).

- a) Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- b) Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda, bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 arttırılacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda ayrıca sarılma bölgelerinde yönetmelikte verilen koşullar uygulanmalıdır.
- c) Kolonun iki ucundan mesnetli bir kirişe oturması durumunda, kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca dikkate alınan deprem doğrultusunda bu kirişin bağlandığı düğüm noktalarına birleşen diğer kiriş ve kolonların bütün kesitlerinde, düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri %50 oranında arttırılacaktır.
- d) Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.



Şekil 2.4 : Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği.

2.1.2 Yapı sistemlerinin depreme göre hesap yönteminin seçilmesi

Binalara ve bina türü yapılara etkiyen deprem yüklerinin hesabında kullanılacak hesap yöntemlerinin seçimine yönelik sınırlamalar deprem yönetmeliğinde verilmektedir. Yapıların deprem hesabı üç şekilde yapılabilir;

- a) Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi
- b) Mod Birleştirme Yöntemi
- c) Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bu yöntemlerin uygulama sınırlarına göre mod birleştirme yöntemi sistemimize uygun olduğundan hesaplar bu yöntem ile yapılmıştır.

2.1.2.1 Mod birleştirme yöntemi

Bu yöntemde maksimum iç kuvvetler ve yerdeğişimler, binada yeterli sayıda doğal titreşim modunun herbiri için hesaplanan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi ile elde edilir.

2.1.2.1.1 İvme spektrumu

Herhangi bir n'inci titreşim modunda gözönüne alınacak azaltılmış ivme spektrumu ordinatı aşağıdaki Denk.(2.6) ile belirlenecektir.

$$S_{aR}(T_n) = \frac{S_{ae}(T_n)}{R_a(T_n)} \quad (2.6)$$

Gerekli durumlarda elstatik tasarım ivme spektrumunu, yerel deprem ve zemin koşulları gözönüne alınarak yapılacak özel araştırmalarla da belirlenebilir. Ancak, bu şekilde belirlenecek ivme spektrumunu ordinatlarına karşı gelen spektral ivme katsayıları, tüm periyotlar için, ilgili karakteristik periyotlar gözönüne alınarak;

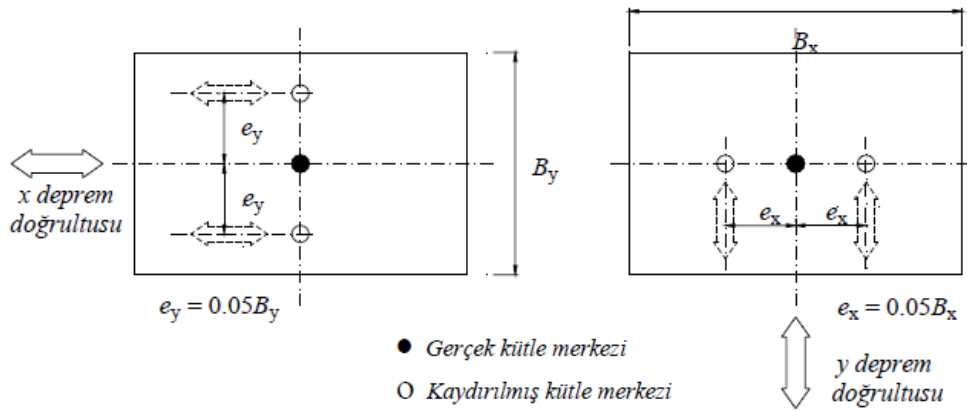
$$S_{ae}(T) = A(T)g \quad (2.7.a)$$

$$A(T) = A_o I S(T) \quad (2.7.b)$$

Denklemlerinden bulunacak değerlerden hiçbir zaman daha küçük olmayacaktır. Elastik tasarım ivme spektrumunun özel olarak belirlenmesi halinde, Denk.(2.6)'da $S_{ae}(T_n)$ yerine, ilgili özel spektrum ordinatı gözönüne alınacaktır.

2.1.2.1.2 Dikkate alınacak dinamik serbestlik dereceleri

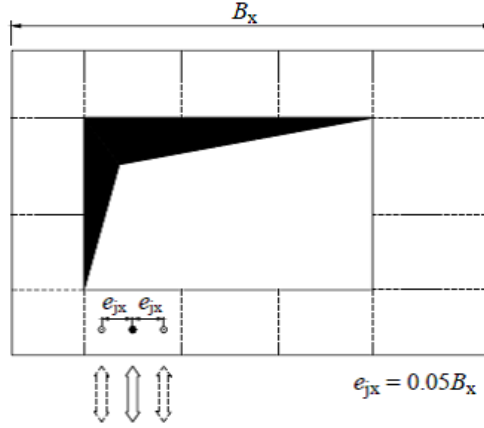
Döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her bir katta, birbirine dik doğrultularda iki yatay serbestlik derecesi ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme serbestlik derecesi dikkate alınacaktır. Her katta modal deprem yükleri bu serbestlik dereceleri için hesaplanacak, ancak ek dışmerkezlilik etkisi'nin hesaba katılabilmesi amacı ile, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun $\pm\%5$ kadar kaydırılması ile belirlenen noktalara ve ek bir yükleme olarak kat kütle merkezine uygulanacaktır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Kaydırılmış Kütle Merkezleri.

Döşeme süreksizliğinin bulunduğu ve döşemelerin rijit diyafram olarak çalışmadığı yapılarda, döşemelerin kendi düzlemleri içindeki şekil değiştirmelerinin dikkate alınmasını sağlayacak yeterlikte dinamik serbestlik derecesi gözönüne alınacaktır.

Ek dışmerkezlik etkisinin hesaba katılabilmesi için, her katta çeşitli noktalarda dağılı bulunan tekil kütlelere etkiyen modal deprem yüklerinin her biri, deprem doğrultusuna dik doğrultudaki kat boyutunun $\pm 5\%$ 'i kadar kaydırılacaktır (Şekil 2.6).



- j ' inci döşeme parçasının gerçek kütle merkezi
- j ' inci döşeme parçasının kaydırılmış kütle merkezi

Şekil 2.6 : Kaydırılmış Kütle Merkezi.

2.1.2.1.3 Hesaba katılacak yeterli titreşim modu sayısı

Hesaba katılması gereken yeterli titreşim modu sayısı, Y , gözönüne alınan birbirine dik x ve y yatay deprem doğrultularının her birinde, her bir mod için hesaplanan etkin kütlelerin toplamının hiçbir zaman bina toplam kütlelerinin 90% 'inden daha az olmaması kuralına göre belirlenecektir.

$$\sum_{n=1}^Y M_{xn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{xn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (2.8.a)$$

$$\sum_{n=1}^Y M_{yn} = \sum_{n=1}^Y \frac{L_{yn}^2}{M_n} \geq 0.90 \sum_{i=1}^N m_i \quad (2.8.b)$$

Yukarıdaki denklemlerde yer alan L_{xn} ve L_{yn} ile modal kütle M_n 'nin ifadeleri, kat döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı binalar için aşağıda verilmiştir.

$$L_{xn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{xin} \quad ; \quad L_{yn} = \sum_{i=1}^N m_i \Phi_{yin} \quad (2.9.a)$$

$$M_n = \sum_{i=1}^N (m_i \Phi_{xin}^2 + m_i \Phi_{yin}^2 + m_{\theta i} \Phi_{\theta in}^2) \quad (2.9.b)$$

Bodrum katlarında rijitliği üst katlara oranla çok büyük olan betonarme çevre perdelerinin bulunduğu ve bodrum kat döşemelerinin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binaların hesabında, sadece bodrum katların üstündeki katlarda etkin olan titreşim modlarının gözönüne alınması ile yetinilebilir.

2.1.2.1.4 Mod katkılarının birleştirilmesi

Binaya etkiyen toplam deprem yükü, kat kesme kuvveti, iç kuvvet bileşenleri, yerdeğıştirme ve görelî kat ötelemesi gibi büyüklüklerin her biri için ayrı ayrı uygulanmak üzere, her titreşim modu için hesaplanan ve eşzamanlı olmayan maksimum katkıların istatistiksel olarak birleştirilmesi için uygulanacak olan kurallar Türk Deprem Yönetmeliğinde şu şekilde verilmiştir;

$T_m < T_n$ olmak üzere, gözönüne alınan herhangi iki titreşim moduna ait doğal periyotların daima $T_m / T_n < 0,80$ koşulunu sağlaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Karelerin Toplamının Kare Kökü Kuralı uygulanabilir. Bu durumun sağlanamaması durumunda, maksimum mod katkılarının birleştirilmesi için Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı uygulanacaktır. Bu kuralın uygulanmasında kullanılacak çapraz korelasyon katsayılarının hesabında, modal sönüm oranları bütün titreşim modları için %5 olarak alınacaktır.

2.1.2.1.5 Hesaplanan büyüklüklere ilişkin altsınır değerleri

Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, yukarıda anlatılanlara göre birleştirilerek elde edilen bina toplam deprem yükü V_{tB} 'nin, Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile hesaplanan bina toplam deprem yükü V_t 'ye oranının aşağıda tanımlanan β değerinden küçük olması durumunda, Mod Birleştirme Yöntemi ile bulunan tüm iç kuvvet ve yerdeğıştirme büyüklükleri aşağıdaki denkleme göre büyütülecektir.

$$B_D = \frac{\beta V_t}{V_{tB}} B_B \quad (2.10)$$

A1,B2 veya B3 türü düzensizliklerden en az birinin binada bulunması durumunda $\beta = 0,90$, bu düzensizliklerden hiçbirinin bulunmaması durumunda ise $\beta = 0,80$ alınacaktır.

2.2 International Building Code (2009)

IBC' ye göre her türlü yapı ASCE7' de belirtilen deprem yüklerini güvenli bir şekilde taşıyacak şekilde tasarlanmalı ve inşa edilmelidir (IBC, 2009).

2.2.1 Sismik yer hareketi değerleri

2.2.1.1 Zemin sınıfı

Zeminler, zeminin özelliklerine bağlı olarak A, B, C, D ve E olarak sınıflandırılmaktadır. Zemin özelliklerinin yeteri kadar bilinmediği durumlarda zemin sınıfı 'D' olarak seçilebilir (Celep ve Kumbasar, 2004).

2.2.1.2 Zemin katsayıları ve uyarlanmış spektral tepki ivmesi parametreleri

Kısa periyotlu S_{MS} ve 1,0 s periyotlu S_{M1} spektral tepki ivmeleri zemin sınıflarına göre uyarlanır:

$$S_{MS} = F_a S_S \quad (2.11.a)$$

$$S_{M1} = F_l S_1 \quad (2.11.b)$$

Burada:

F_a : Kısa periyot zemin katsayısı (0.2 s)

F_l : Uzun periyot zemin katsayısı (1.0 s)

Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de bu zemin katsayıları verilmektedir.

Tablo 2.1 : Zemin Katsayısı, F_a (IBC, 2009).

Zemin Sınıfı	F_a				
	$S_S \leq 0,25$	$S_S = 0,50$	$S_S = 0,75$	$S_S = 1,00$	$S_S \geq 1,25$
A	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,20	1,20	1,10	1,00	1,00
D	1,60	1,40	1,20	1,10	1,00
E	2,50	1,70	1,20	0,90	0,90

Tablo 2.2 : Zemin Katsayısı, F_I (IBC, 2009).

Zemin Sınıfı	F_I				
	$S_I \leq 0,10$	$S_I = 0,20$	$S_I = 0,30$	$S_I = 0,40$	$S_I \geq 0,50$
A	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
B	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
C	1,70	1,60	1,50	1,40	1,30
D	2,40	2,00	1,80	1,60	1,50
E	3,50	3,20	2,80	2,40	2,40

2.2.1.3 Tasarım spektral ivme parametreleri

Kısa periyotlu S_{DS} ve 1 s periyotlu S_{D1} tasarım deprem spektral tepki ivme parametreleri aşağıdaki denklemler yardımıyla hesaplanabilir.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \quad (2.12.a)$$

$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \quad (2.12.b)$$

2.2.1.4 Tasarım spektrumu

Tasarım spektrumu eğrisi aşağıdaki şekilde oluşturulur:

$$S_a = S_{DS} \left(0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right) \quad 0 < T \leq T_0 \quad (2.13.a)$$

$$(2.13.b)$$

$$S_a = S_{DS} \quad T_0 \leq T \leq T_s$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad T_s < T \leq T_L \quad (2.13.c)$$

$$S_a = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad T > T_L \quad (2.13.d)$$

Burada:

T : Yapı doğal periyodu

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

T_L : Geçiş periyodu

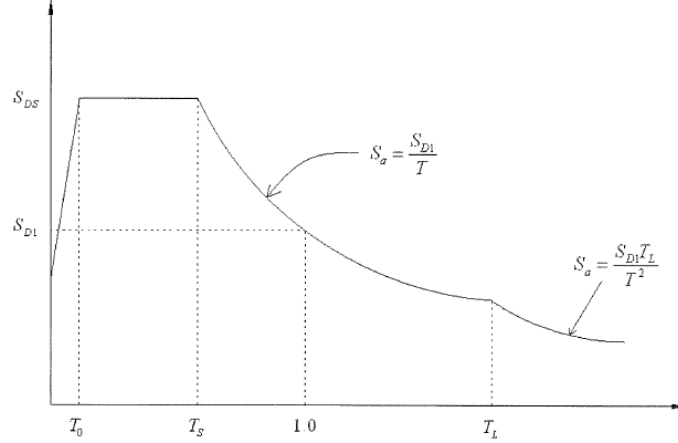
2.2.1.5 Etkili bina ağırlığı

Bir binanın etkili ağırlığı, toplam ölü yük ve aşağıdaki yükler toplamından oluşmaktadır:

- Depo amaçlı kullanılan alanlarda hareketli yükün en az %25' i
- Sabit ekipman yükü

2.2.1.6 Haritalanmış ivme parametreleri

S_s ve S_1 parametreleri yönetmelikte bulunan 0.2 ve 1.0 saniyelik spektral tepki ivmeleri haritalarından elde edilecektir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7 : IBC Tasarım Spektrumu.

2.2.2 Planda düzensizlikler

2.2.2.1 Planda girinti ve çıkıntı düzensizliği

Plandaki her iki doğrultudaki girinti veya çıkıntılar ilgili dış boyutun % 25 ini geçmemelidir. Bu düzensizlik durumunda, yatay yük taşıyıcı elemanlarının kat diyaframlarına bağlantı noktalarındaki kesit tesir kuvvetleri % 25 oranında arttırılarak betonarme hesabı yapılmalıdır.

2.2.2.2 Burulma düzensizliği

Herhangi bir kattaki maksimum görelİ kat ötelemesi değeri nin o kattaki ortalama görelİ kat ötelemesine oranının 1,2' den büyük olduğu durumdur. Bu tür düzensizliğe sahip yapılarda mutlaka aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır;

- Yapılar mutlaka üç boyutlu modellenip, her kata en az üç serbestlik derecesi verilerek analizleri yapılmalıdır
- Yatay yük taşıyıcı elemanlarının kat diyaframlarına bağlantı noktalarındaki kesit tesir kuvvetleri % 25 oranında arttırılarak betonarme hesabı yapılmalıdır
- %5' lik dışmerkezlikten oluşan burulma momenti değeri A_s katsayısı ile büyütölerek betonarme hesabı yapılmalıdır:

$$A_s = \left(\frac{d_{\max}}{1,2d_{\text{ort}}} \right)^2 \quad (2.14)$$

Burada;

d_{\max} : İlgilenilen kattaki maksimum yer değiştirme değeri

d_{ort} : İlgilenilen kattaki ortalama yer değiştirme değeri

- Binanın herhangi bir katındaki maksimum görelİ kat ötelemesi değeri o kat yüksekliğinin % 2 sini geçmemelidir.

2.2.2.3 Paralel olmayan sistem düzensizliği

Yatay yük taşıyıcı elemanların birbirine paralel veya ana eksenlere göre birbirine simetrik olmadığı düzensizlik durumudur. Bu durumda, yapılar mutlaka üç boyutlu modellenip, her kata en az üç serbestlik derecesi verilerek analizleri yapılmalıdır

2.2.2.4 Diyafram süreksizliği düzensizliği

Döşeme boşluklarının toplam döşeme alanının % 50 sinden fazla olduğu ya da bir kattaki diyafram rijitliğinin diğer komşu kata göre % 50 den fazla değiştiği düzensizlik durumudur. Bu durumda da yine taşıyıcı elemanların diyaframa bağlantı noktalarındaki kesit tesir kuvvetleri % 25 oranında arttırılmalıdır.

2.3 EUROCODE 8

2.3.1 Güvenlik

Hesap kabullerindeki yaklaşıklık yanında; yük, taşıyıcı sistem ve malzeme dayanımlarındaki yaklaşıklıklar, boyutlamada kullanılan güvenlik katsayıları ile gözönüne alınır:

γ_F : etkiler için güvenlik katsayıları

γ_M : malzeme için güvenlik katsayıları

ψ : birleştirme katsayıları

Beton ve çelikte belirli sınır gerilmelerinin elde edilmesindeki ihtimal farklı olduğu için, iki malzeme için farklı malzeme güvenlik katsayısı γ_M kullanılır. Bunun gibi, sabit ve değişken yükün türüne göre, etki güvenlik katsayısı γ_F ve birleştirme katsayısı ψ farklı değerler alır. Bu şekilde her iki yük türünün de çeşitlendirilmesi ve bunların değişik şekillerde birleştirilmesi, şimdiye kadar alışlagelenden daha çok sayıda yük birleştirme durumunun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Yapının boyutlandırmasında, Taşıma Gücü Sınır Durumu ve Kullanma Sınır Durumu olmak üzere iki sınır durumu gözönüne alınır. Bu iki durumda değişik yük birleştirme katsayıları kullanılır. Sınır durumlarında etkidiği kabul edilen yükler ise sürekli (G_k), değişken (Q_k) ve deprem etkisi (A_{Ed}) olmak üzere üç sınıfta toplanabilir (ENV, 1998).

2.3.1.1 Taşıma gücü sınır durumu

Taşıma gücü olarak tanımlanan sınır durumunda yapı elemanlarında meydana gelen kesit etkilerinin güvenli bir şekilde karşılanması gerektiği açıktır. Bunun yanında, yer değiştirmelerin büyümesi nedeniyle ikinci mertebe etkilerinin büyüyerek elemanda stabilite kaybının ortaya çıkmaması da gerekir. Güvenlik, bu sınır durumunda meydana gelen kesit etkilerinin karşılandığı gösterilerek sağlanır:

- E_d : çeşitli yüklerin ilgili γ_F güvenlik katsayıları ve ψ birleştirme katsayıları ile çarpılması sonucu bulunan boyutlamaya esas olan kesit etkileri
- R_d : malzeme dayanımlarının ilgili γ_M malzeme katsayıları (beton için γ_c ve donatı için γ_s) ile bölünmesi sonucu elde edilen taşınabilecek kesit etkileri olmak üzere;

$$E_d \leq R_d \quad (2.15)$$

gerçekleştirilmesiyle güvenliğin sağlandığı kabul edilir.

Yüklerin karakteristik değerleri kullanılarak taşınması gerekli etkiler ve malzeme parametrelerinin karakteristik değerleri kullanılarak taşınabilecek etkiler hesap edilir. Bu değerlerin belirlenmesinde ilgili büyüklüklerin karakteristik değerlerinden hareket edilir.

Boyutlamaya esas olan E_d taşınması gerekli kesit etkilerinin elde edilmesi sırasında,

- Sürekli yüklere göre boyutlama durumu
- Geçici yüklere göre boyutlama durumu
- Alışılmış dışı yüklere göre boyutlama durumu

gözönüne alınır. İlk iki boyutlama durumu için etkilerin birleştirilmesinde iki imkân söz konusudur:

- Kesin ana yük birleştirme durumu
- Basitleştirilmiş ana yük birleştirme durumu

Basitleştirilmiş birleştirme durumu her zaman güvenli tarafta bulunmamakla beraber, iki durum birbiri ile eşdeğer olarak verilmiş olup, istenilen seçilebilir. İki durumun sonuçları arasında genel olarak kabul edilebilecek küçük farklar vardır.

2.3.1.1.1 Ana birleştirme durumu

Boyutlamaya esas olan F_d yük değeri, F_k karakteristik değer veya ψF_k temsili değerinin, γ_F arttırma katsayısı ile büyütülmesi ile elde edilir:

$$F_d = \gamma_F F_k, \quad (2.16.a)$$

$$G_d = \gamma_G G_k, \quad (2.16.b)$$

$$Q_d = \gamma_Q Q_k, \quad (2.16.c)$$

Bu işlem sabit ve değişken yükte ayrı ayrı yapılır (Tablo 2.3). Değişken olan yüklerin en büyük şiddetleri ile hep beraber etkimesine çok ender olarak rastlanacağı için, bu yüklerin bulunmasında, birleştirme katsayıları kullanılır. Böylece, herhangi bir Q_k yükünün ψQ_k temsili değeri elde edilir. Bu katsayılar kullanılarak, değişken yükün birleştirme değeri ($\psi_0 Q_k$), sık ortaya çıkan değeri ($\psi_1 Q_k$) ve sürekli sayılabilecek değeri ($\psi_2 Q_k$) bulunur (Tablo 2.4).

Tablo 2.3 : Yük Arttırma Katsayıları (Celep ve Kumbasar, 2004).

<i>Etki Türü</i>	γ_G (<i>sabit yük G_k</i>)	γ_Q (<i>değişken yük Q_k</i>)
<i>Arttırıcı</i>	1,35	1,50
<i>Azaltıcı</i>	1	0

Yukarıda verilen yük katsayıları kullanılarak,

$$\sum(\gamma_G G_k) + \gamma_Q Q_{k,1} + \sum_{i>1}(\gamma_Q \psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad (2.17)$$

elde edilen yük altındaki statik çözümlene sonucu, E_d boyutlamaya esas olan değer bulunabilir. Görüldüğü gibi, ilk terimde sürekli yüklerin ve ikinci terimle değişken yüklerden birisinin karakteristik değerleri ilgili güvenlik katsayısı ile arttırılmaktadır. Son terimde de birinci değişken yüklerle beraber etkiyebilecek diğer değişken yüklerin arttırılmış karakteristik değerleri birleştirme katsayıları ile azaltılarak gözönüne alınmaktadır. Farklı azaltma katsayılarından dolayı pek çok yükleme durumunda, baştan hangi yükleme durumunun elverişsiz olduğunun bilinmesi hemen hemen mümkün değildir. Bu nedenle, en elverişsiz durumun bulunması için bütün muhtemel yükleme durumlarının incelenmesi gerekir.

2.3.1.1.2 Basitleştirilmiş birleştirme durumu

Bir tane değişken yük bulunması durumunda

$$\sum(\gamma_G G_k) + 1,5Q_{k,1} \quad (2.18)$$

birden fazla değişken yük bulunması durumunda

$$\sum(\gamma_G G_k) + \sum_{i>1} 1,35Q_{k,i} \quad (2.19)$$

basitleştirilmiş yük birleştirilmesi kullanılabilir. Elde edilen sonuçlardan elverişsiz olanı kullanılacaktır.

2.3.1.1.3 Deprem etkisi durumu yük birleştirmesi

Bu tür durumda, A_{Ed} deprem etkisini göstermek üzere, yük birleştirmesi

$$\sum (G_k) + \gamma_I A_{Ed} + \psi_{1.1} Q_{k.1} + \sum_{i>1} (\psi_{2.i} Q_{k.i}) \quad (2.20)$$

olarak kabul edilir. Burada, γ_I bina önem katsayısı olup, ψ değerleri ilgili tablodan alınacaktır.

Tablo 2.4 : Yük birleştirme katsayıları (Celep ve Kumbasar, 2004).

Yük Şekli	ψ_0	ψ_1	ψ_2
<i>Döşemelerde değişken yük</i>			
<i>*Konutlar, bürolar, 50 m² 'e kadar satış alanları, koridorlar, balkonlar, hastaneler</i>	0,7	0,5	0,3
<i>*Toplantı odaları, garajlar, jimnastik salonları, tribünler, okul koridorları, kütüphaneler, arşivler</i>	0,8	0,8	0,5
<i>*Sergi ve satış yerleri, ticari yerler ve depolar</i>	0,8	0,8	0,8
<i>Rüzgar yükü</i>	0,6	0,5	0
<i>Kar yükü</i>	0,7	0,2	0
<i>Diğer tür yükler</i>	0,8	0,7	0,5

Eğer taşıyıcı sistemin bütün katlarında İkinci Mertebe Gösterge Değeri:

$$\theta = \frac{P_{top} d_r}{V_{top} h} \leq 0,10 \quad (2.21)$$

ise ikinci mertebe etkilerinin ($P-\Delta$ etkileri) gözönüne alınmasına gerek yoktur. Burada, P_{top} deprem durumunda gözönüne alınan katta ve üstündeki toplam düşey yükler, d_r rölatif ortalama kat yer değiştirmesi, V_{top} toplam deprem kat kesme kuvveti, h kat yüksekliğidir. Hesaplanan bu değerin $0,1 < \theta \leq 0,2$ olması durumunda, deprem etkileri $1/(1-\theta)$ katsayısı ile arttırılarak ikinci mertebe etkilerinin ayrıntılı biçimde hesaplanması gerekir. $\theta > 0,3$ olmasına izin verilmez ve bu durumda kesit rijitliklerinin arttırılması gerekir.

2.3.1.2 Kullanma sınır durumu

Yapının kullanma durumunda da zamanla güvenliğini zedeleyecek bir durumun ortaya çıkmaması gerekir. Özellikle elemanlarda meydana gelen çatlaklar donatının çevre koşullarından olumsuz yönde etkilenmesine ve güvenliğin zedelenmesine sebep olur. Bunun gibi, büyük şekil değiştirmeler yapının kullanımını sınırlayabilir.

Ayrıca, hem geniş çatlaklar ve hem de büyük yer değiştirmeler yapıya karşı bir güvensizlik hissinin doğmasına sebep olur. Bu amaçla kullanım durumunda

- Gerilme ve şekil değiştirmelerin sınırlandırılması
- Çatlak oluşumunun sınırlandırılması söz konusu olur.

Bu durumda güvenlik, bu sınır durumunda meydana gelen kesit etkisinin veya şekil değiştirmenin, müsaade edilenden daha küçük kaldığının gösterilmesi şeklinde sağlanır (Celep ve Kumbasar, 2004):

$$E_d \leq C_d \quad (2.22)$$

Burada,

E_d : çeşitli yüklerin ilgili ψ birleştirme katsayıları ile çarpılması sonucu bulunan kesit etkisi, gerilme veya şekil ve yer değiştirme,

C_d : kesit etkisi, gerilme veya şekil ve yer değiştirmenin kullanma durumunda müsaade edilen sınır değer.

Kullanım Sınır Durumu'nda üç yük birleştirmesi gözönüne alınır:

- Seyrek oluşabilecek yük birleştirme durumu;

$$\sum G_k + Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{0,i} Q_{k,i}) \quad (2.23.a)$$

- Sık oluşabilecek yük birleştirme durumu;

$$\sum G_k + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.23.b)$$

- Sürekli oluşabilecek yük birleştirme durumu;

$$\sum G_k + \sum_{i \geq 1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.23.c)$$

Seyrek ve sık oluşabilecek yük birleştirme durumu çok katlı yapılarda, elverişsiz olanı esas olmak üzere, aşağıdaki gibi basitleştirilebilir:

- Bir tek değişken yük varsa;

$$\sum G_k + Q_{k,1} \quad (2.24.a)$$

- Birden fazla değişken yük varsa;

$$\sum G_k + 0,9 \sum_{i \geq 1} Q_{k,i} \quad (2.24.b)$$

Deprem etkisi durumu yük birleştirmesi, taşıma gücü durumunda olduğu gibi:

$$\sum (G_k) + \gamma_I A_{Ed} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} (\psi_{2,i} Q_{k,i}) \quad (2.25)$$

şeklindedir. Deprem etkisi durumunda, eğer yapısal olmayan gevrek elemanlar taşıyıcı sisteme bağlı ise, d_r rölatif ortalama kat yer değiştirmesi ve v bina önem durumuna bağlı azaltma katsayısı (Tablo 2.5) olmak üzere,

$$d_r / v \leq 0,004h \quad (2.26.a)$$

ve eğer yapısal olmayan elemanlar taşıyıcı sistemin yer değiştirmesi ile etkileşimde değilse,

$$d_r / v \leq 0,006h \quad (2.26.b)$$

olmalıdır.

Tablo 2.5 : Yer değiştirme azaltma katsayısı v (ENV 1998-1-1, 1994).

Bina önem sınıfı	I	II	III	IV
Azaltma katsayısı v	2,5	2,5	2,0	2,0

2.3.2 Deprem etkisi altında çözümleme

Deprem etkisi altındaki bina türünden yapıların taşıyıcı sisteminde boyutlamaya esas olacak kesit etkilerinin bulunarak, diğer yüklenme durumlarından elde edilenlerle birleştirilmesi için, doğrusal elastik davranış kabul edilerek çözüm yapılır. Taşıyıcı sistemin durumuna göre aşağıda verilen çözümlerlerden biri seçilir:

2.3.2.1 Basitleştirilmiş modal çözümleme

Yüksek modların etkisinin ihmal edildiği bu yöntem, her iki doğrultuda düzlemsel çözümleme yapılarak uygulanır. Bunun için binada planda girinti ve çıkıntı düzensizliğinin olmaması ve döşeme süreksizliği düzensizliğinin olmaması gerekir. Analizini yaptığımız yapı modelleri için uygun değildir.

2.3.2.2 Çok modlu çözümleme

Yapı dinamiği kurallarına göre çok sayıda modun gözönüne alınmasıyla yapılır ve her türlü taşıyıcı sisteme uygulanabilecek bir yöntemdir.

Bu iki yöntem, taşıyıcı sistemin planda ve düşey kesitte düzgün olmasına bağlı olarak düzlemsel veya üç boyutlu olarak uygulanır. Tablo 2.6'de gösterildiği gibi, boyutlama spektral değerinin hesabında taşıyıcı sistem davranış katsayısının değeri taşıyıcı sistem düzensizlik durumuna bağlı olarak azaltılabilir. Bu suretle yapıya etkiyen deprem kuvveti büyütölmüş olur.

Tablo 2.6 : Çözümleme yöntemi seçimi (Celep ve Kumbasar, 2004).

<i>Taşıyıcı sistem düzensizliği</i>		<i>İzin verilen basitleştirme durumu</i>		<i>Taşıyıcı sistem davranış katsayısı</i>
<i>Planda</i>	<i>Düşeyde</i>	<i>Model</i>	<i>Çözümleme</i>	
<i>düzenli</i>	<i>düzenli</i>	<i>düzlemsel</i>	<i>basitleştirilmiş</i>	<i>tablo değeri</i>
<i>düzenli</i>	<i>düzensiz</i>	<i>düzlemsel</i>	<i>çok modlu</i>	<i>azaltılabilir</i>
<i>düzensiz</i>	<i>düzenli</i>	<i>üç boyutlu</i>	<i>çok modlu</i>	<i>tablo değeri</i>
<i>düzensiz</i>	<i>düzensiz</i>	<i>üç boyutlu</i>	<i>çok modlu</i>	<i>azaltılabilir</i>

Yukarıda açıklanan yöntemlerden biri ile deprem etkisinde bulunan A_{Ed} kesit tesirlerinin düşey yüklerle beraber bulunduğu kabul edilerek aşağıdaki yük birleştirilmesi boyutlamada esas alınır.

$$\sum(G_{kj}) + \gamma_1 A_{Ed} + \sum \psi_{2i} Q_{ki} \quad (2.27)$$

Burada G_{kj} sabit yüklerin karakteristik değeri, γ_1 bina önem katsayısı, A_{Ed} deprem etkisi, Q_{ki} değişken yükler, ψ_{2i} ilgili değişken yükün birleştirme değeridir.

2.3.3 Elastik deprem yükü

Yapının tamamen elastik davrandığı kabul edilerek bulunacak toplam deprem yükü, yapının bulunduğu bölge ve zemin türü yanında yapının kütleline ve periyoduna bağlıdır. Bu hususlar toplam deprem kuvvetinin belirlenmesinde etkili olurlar.

2.3.4 Deprem bölgesi

Deprem bölgesi, etkili maksimum deprem yer ivmesinin kaya veya sıkı zeminde tanımlanması ile tarif edilir. Boyutlama yer ivmesi olarak da adlandırılan bu değer 475 yıllık dönüşüm periyodu olan deprem ve önem katsayısı $\gamma_1 = 1.0$ bina esas alınarak belirlenir. Boyutlama yer ivmesi 0.05g den daha küçük olan bölgeler düşük deprem tehlikesi olan bölge olarak isimlendirilir ve buradaki bazı tür binalar için basitleştirilmiş işlemlerin yapılması yeterli olur. Buna karşılık boyutlama yer ivmesinin 0.02g den daha küçük olduğu durumlarda ise, EC8 in kayıtlarının uygulanmasına gerek yoktur.

2.3.4.1 Bina kullanım türü

Binalar, büyüklüğüne, toplumun güvenliği ile ilgili değerine ve önemine, ve yıkılma durumunda ortaya çıkabilecek can kaybı ihtimaline bağlı olarak dört gruba ayrılır ve bunlara farklı önem katsayıları karşı getirilir.

2.3.4.2 Bina titreşim periyodu

Binanın titreşim periyodu yapı dinamiği kuralları kullanılarak hesaplanacaktır. Ancak, ön boyutlama durumları için aşağıdaki basitleştirilmiş ifadeler kullanılabilir.

Binanın Birinci Doğal Titreşim Periyodu $T_1(s)$

$$T_1 = C_t h^{0,75} \quad (2.28)$$

olarak hesap edilebilir. Burada $h(m)$ bina yüksekliği ve $C_t = 0,075$ (0,050) moment karşılayan üç boyutlu betonarme çerçevelerde (diğer binalarda) alınacaktır. Betonarme ve yığma duvarlı binalarda,

$$C_t = \frac{0,075}{\sqrt{A_c}} \leq 0,05 \quad (2.29.a)$$

$$A_c = \sum_i A_i \left[0,2 + \left(\frac{l_{wi}}{h} \right)^2 \right] \quad (2.30.b)$$

$$\frac{l_{wi}}{h} \leq 0,9 \quad (2.30.c)$$

olarak hesaplanabilir. Burada $A_c (m^2)$ binanın ilk katındaki etkili kayma alanı, $A_i (m^2)$ binanın ilk katında i . perdenin etkili kesiti ve $l_{wi} (m)$ deprem doğrultusundaki uzunluğudur.

Titreşim Periyodu $T_1(s)$

$$T_1 = 2\sqrt{d} \quad (2.31)$$

olarak da tahmin edilebilir. Burada $d(m)$ düşey yüklerin yatay olarak etkilmesi durumunda binanın en üst yer değiştirmesidir.

2.3.4.3 Bina ağırlığı

Binaya etkiyen toplam deprem yükünün hesaplanmasında kullanılacak W toplam yapı ağırlığı,

$$W = \sum G_{kj} + \sum \psi_{Ei} Q_{ki} \quad (2.32)$$

olarak hesaplanır. Burada; Q_i yükünün deprem sırasında binada sürekli bulunmama ihtimali ψ_{Ei} azaltma katsayısı ile gözönüne alınmaktadır:

$$\psi_{Ei} = \varphi \psi_{2i} \quad (2.33)$$

2.3.4.4 Spektrum

Yerel zemin koşullarının deprem etkisi A, B, C, D ve E zemin türleri gözönüne alınarak yapılır (Tablo 2.7).

Elastik davranış spektrumu $S_e(T)$ olarak aşağıdaki ifade kullanılacaktır.

$$0 \leq T \leq T_B \quad S_e(T) = \left[1 + 1,5 \frac{T}{T_B} \right] \quad (2.34.a)$$

$$T_B \leq T \leq T_C \quad S_e(T) = 2,5 \quad (2.34.b)$$

$$T_C \leq T \leq T_D \quad S_e(T) = 2,5 \left[\frac{T_C}{T} \right] \quad (2.34.c)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = 2,5 \left[\frac{T_C T_D}{T^2} \right] \quad (2.34.d)$$

Burada:

$S_e(T)$: elastik davranış spektrumu

T : doğrusal tek serbestlik dereceli sistemin periyodu

T_B, T_C : spektral ivmenin sabit değerinin sınırları

T_D : sabit yer değiştirme spektrumunun başlangıcı

Taşıyıcı sistemler elastik ötesi doğrusal olmayan davranışları nedeniyle daha büyük taşıma kapasitelerine sahiptir. Bu sebepten doğrusal elastik davranışa göre daha küçük kuvvetlerin gözönüne alınması mümkündür. Doğrusal olmayan çözümlenmeden kaçınmak ve yapının sünekliğini ve enerji yutma kapasitesini hesaba katmak için, deprem spektrumu azaltılarak doğrusal çözümlenme yapılır. Bu azaltma davranış katsayısı q' tanımlanarak yapılır;

$$q' = \begin{cases} 1 + (T/T_B)(q_y - 1) & T < T_B \\ q_y & T \geq T_B \end{cases}$$

Burada:

$$q_y = q / 1,5$$

q katsayısı taşıyıcı sistem türüne göre 1,5 ve 8 arasında değişmektedir. Analizi yapılan yapılar yüksek süneklikte betonarme perde-çerçevelerden meydana geldiği için q katsayısı '7' seçilmiştir.

Tablo 2.7 : Elastik Spektrum Katsayıları (ENV 1998-1-1, 1994).

<i>Zemin Sınıfı</i>	<i>S</i>	<i>T_B</i>	<i>T_C</i>	<i>T_D</i>
<i>A</i>	<i>1,00</i>	<i>0,15</i>	<i>0,40</i>	<i>2,00</i>
<i>B</i>	<i>1,20</i>	<i>0,15</i>	<i>0,50</i>	<i>2,00</i>
<i>C</i>	<i>1,15</i>	<i>0,20</i>	<i>0,60</i>	<i>2,00</i>
<i>D</i>	<i>1,35</i>	<i>0,20</i>	<i>0,80</i>	<i>2,00</i>
<i>E</i>	<i>1,40</i>	<i>0,15</i>	<i>0,50</i>	<i>2,00</i>

3. MATERYAL VE METOT

Betonarme perde-çerçeve sistemlerinden oluşan yapılarda, döşeme süreksizlikleri (A2) ve taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği (B3) türü düzensizliğin bulunduğu durumlar ETABS programı yardımı ile modellenerek ve analiz edilerek bu modellerin deprem davranışları incelenmiştir. Oluşturulan yapı modellerinde boşlukların simetrik ve antisimetrik yerleştirilmesi, farklı boşluk oranları, zemin cinsi, kat adedi ve kiriş sürekliliği parametreleri dikkate alınmıştır. Modeli kurulan yapılar TDY 2007, IBC 2009 ve EC 8 yönetmeliklerine göre ayrı ayrı analiz edilip, sonuçları karşılaştırılmıştır.

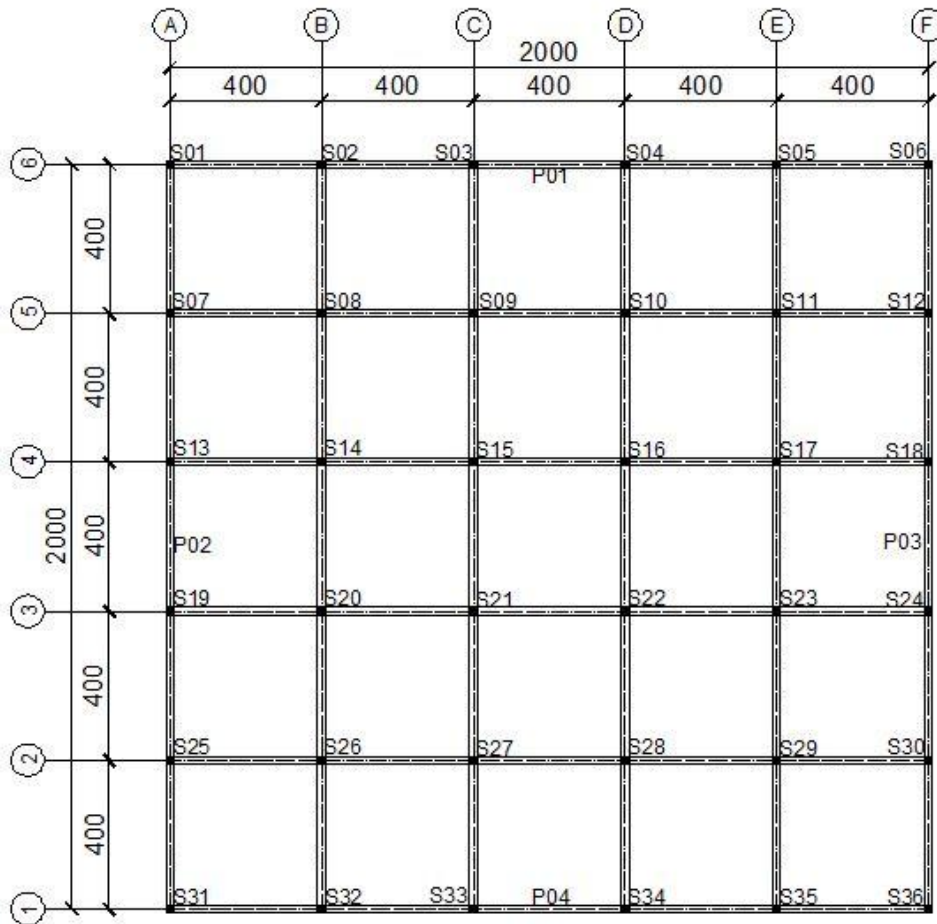
3.1 Metot

Hesaplarda bina türü yapı sistemi modellerinin incelenmesi, analizi ve boyutlandırılması için geliştirilmiş olan ETABS programı kullanılmıştır. Kurulan modellerde perde duvarlar ve döşemeler sonlu eleman, kiriş ve kolonlar çubuk eleman olarak tanımlanmıştır. Bütün sonlu elemanlar 1,0m x 1,0m boyutlarında olacak şekilde parçalara ayrılarak çözülmüştür.

3.2 Materyal

- Tüm kat yükseklikleri 3,0 m, tüm kolon boyutları 60 cm x 60 cm, perde kalınlığı 30 cm, döşeme kalınlığı 12 cm ve tüm kiriş boyutları 40 cm x 60 cm olarak seçilmiştir.
- Hareketli yükler tüm katlarda $2,0 \text{ kN/m}^2$, dolgu duvar yükü olarak bütün akslardaki kirişler boyunca $1,0 \text{ kN/m}$, döşeme kaplama yükü olarak ta $1,5 \text{ kN/m}^2$ seçilmiştir.
- Yapıların analizinde çok modlu çözümleme yöntemi ile Mod Birleştirme Yöntemi kullanılmıştır.

- Modeli kurulan yapılar süneklik düzeyi yüksek yapı olarak kabul edilmiştir ve kullanılan malzeme olarak C30 ve S420 seçilmiştir.
- Yapıların hesabı 1. derece deprem bölgesi için yapıp, farklı zemin türlerine göre incelendikten sonra bunlardan en elverişsiz olan zemin sınıfı ile analize devam edilmiştir.
- Model adlandırmalarındaki D1 simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliğini, D2 tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliğini ve D3 simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği durumlarını belirtmektedir. Adlandırmadaki ikinci rakamlar 1,2 ve 3 sırasıyla 0,25, 0,33 ve 0,42 boşluk oranlarını gösterip, isimlendirmedeki en son harf a, b ve c sırasıyla 8, 12 ve 16 kat adetlerini belirtmektedir.

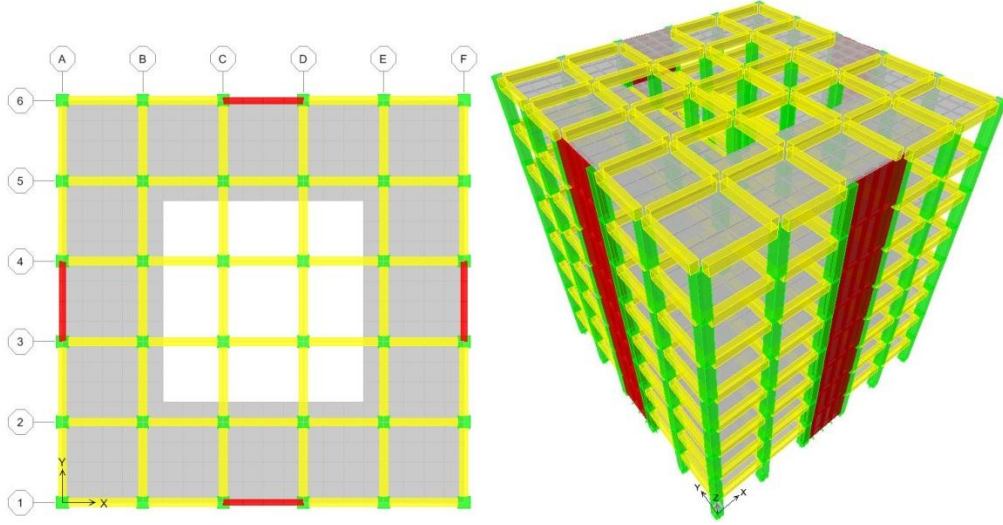


Şekil 3.1 : Genel kat planı.

Tablo 3.1 : Oluşturulan modellerin adlandırmaları.

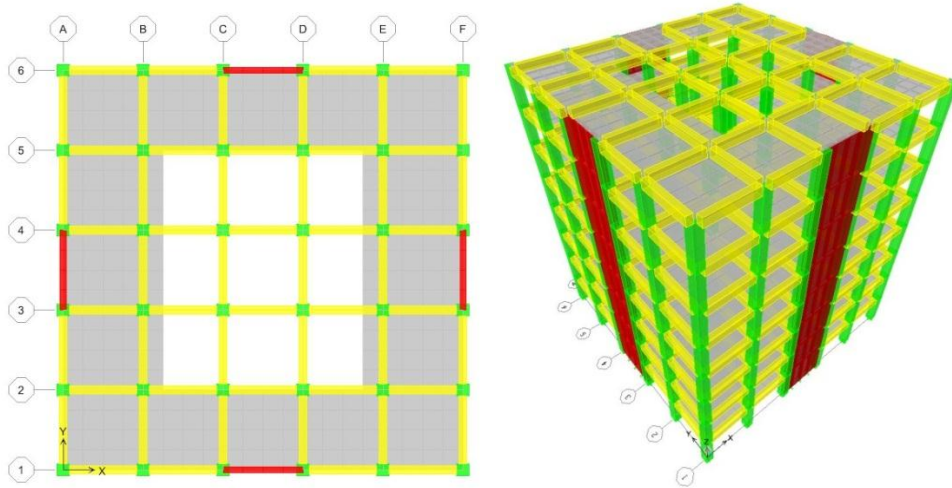
DR.a	8 Katlı, süreksizlik olmayan referans durum
DR.b	12 Katlı, süreksizlik olmayan referans durum
DR.c	16 Katlı, süreksizlik olmayan referans durum
D1-1.a	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.25 (Şekil 3.2)
D1-1.b	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.25
D1-1.c	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.25
D1-2.a	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.33 (Şekil 3.3)
D1-2.b	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.33
D1-2.c	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.33
D1-3.a	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.42 (Şekil 3.4)
D1-3.b	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.42
D1-3.c	Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.42
D2-1.a	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.25 (Şekil 3.5)
D2-1.b	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.25
D2-1.c	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.25
D2-2.a	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.33 (Şekil 3.6)
D2-2.b	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.33
D2-2.c	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.33
D2-3.a	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.42 (Şekil 3.7)
D2-3.b	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.42
D2-3.c	Tek Eksene Göre Simetrik Yerleştirilmiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.42
D3-1.a	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.25 (Şekil 3.8)
D3-1.b	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.25
D3-1.c	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.25
D3-2.a	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.33 (Şekil 3.9)
D3-2.b	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.33
D3-2.c	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.33
D3-3.a	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 8 Katlı, Boşluk Oranı 0.42 (Şekil 3.10)
D3-3.b	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 12 Katlı, Boşluk Oranı 0.42
D3-3.c	Simetrik Yerleştirilmemiş Döşeme Süreksizliği, 16 Katlı, Boşluk Oranı 0.42

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,25 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana simetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.2’de gösterilmiştir.



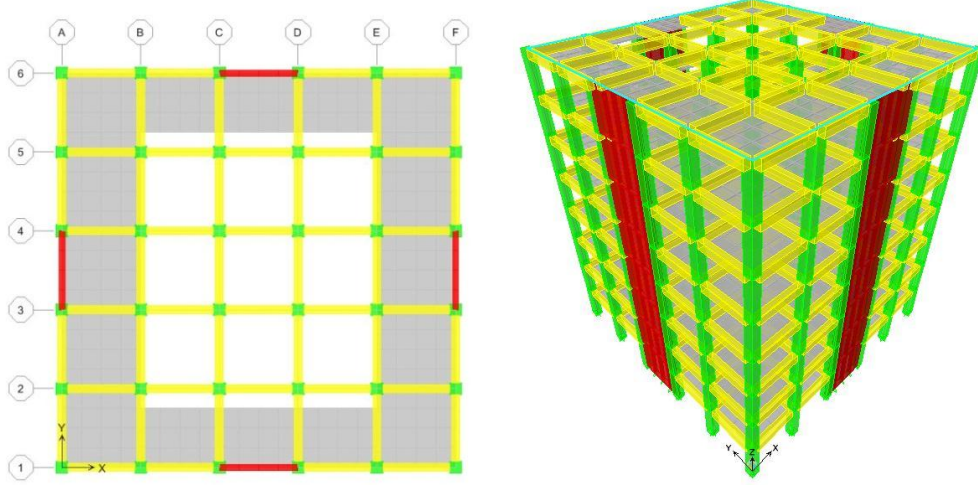
Şekil 3.2 : Simetrik yerleştirilmiş döşeme Süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.25, (D1-1.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,33 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana simetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.3’de gösterilmiştir.



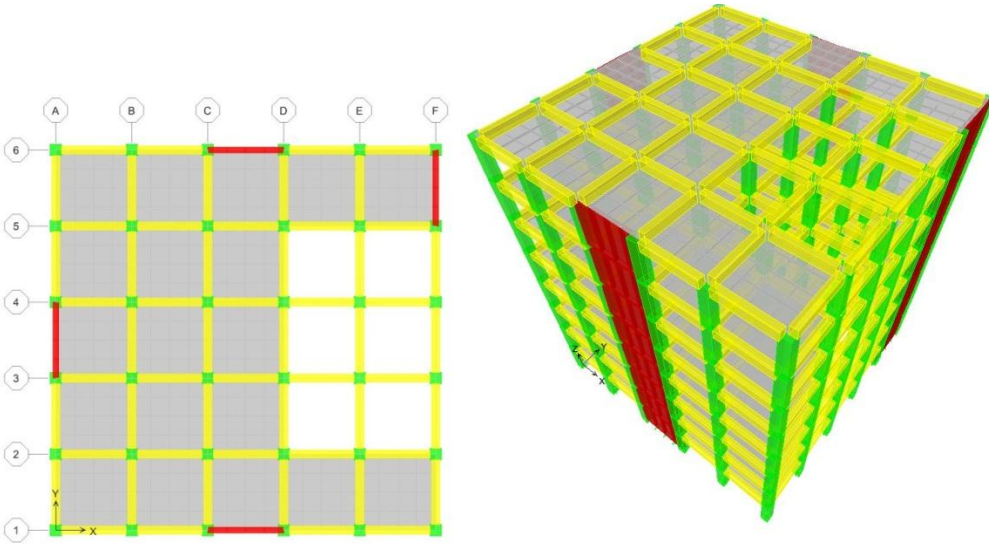
Şekil 3.3 : Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.33, (D1-2.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,42 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana simetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.4’de gösterilmiştir.



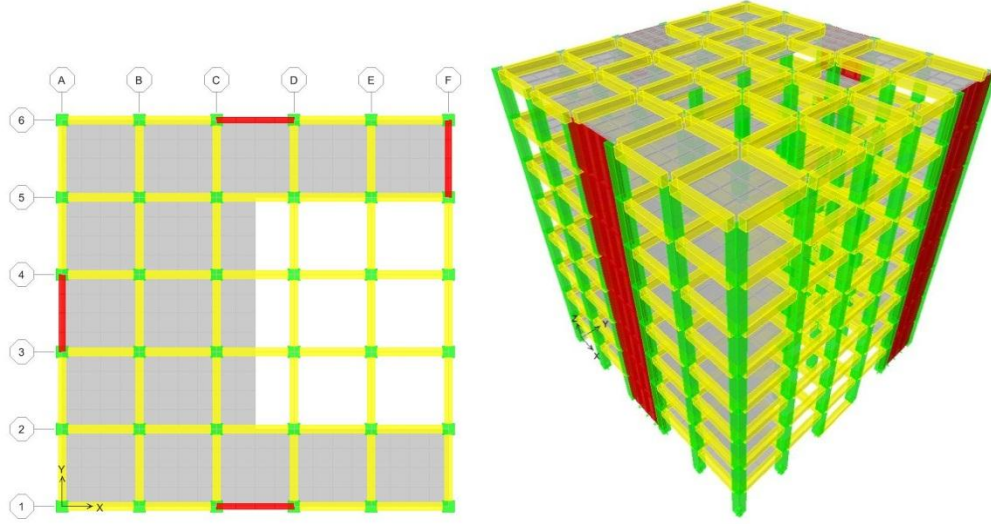
Şekil 3.4 : Simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.42, (D1-3.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,25 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana tek eksene göre simetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.5’de gösterilmiştir.



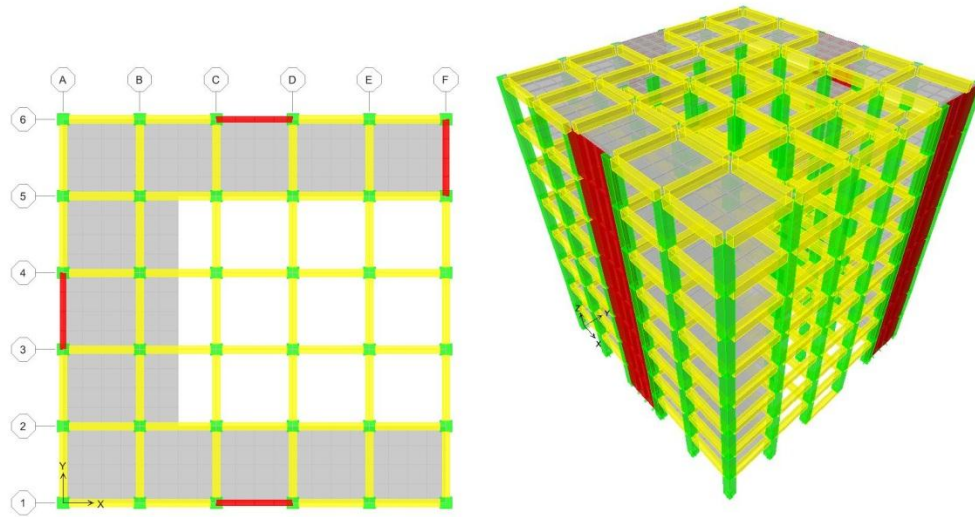
Şekil 3.5 : Tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.25, (D2-1.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,33 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana tek eksene göre simetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.6'da gösterilmiştir.



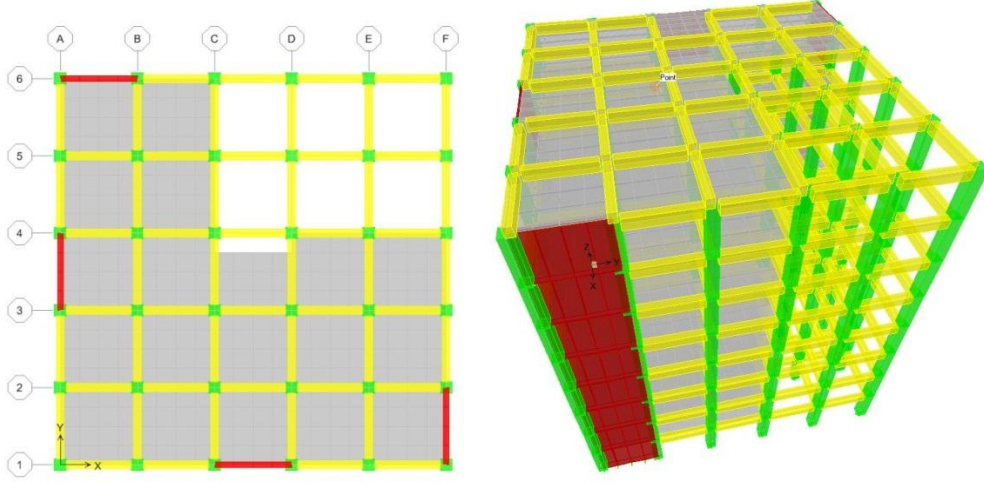
Şekil 3.6 : Tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme Süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.33, (D2-2.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,42 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana tek eksene göre simetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.7'de gösterilmiştir.



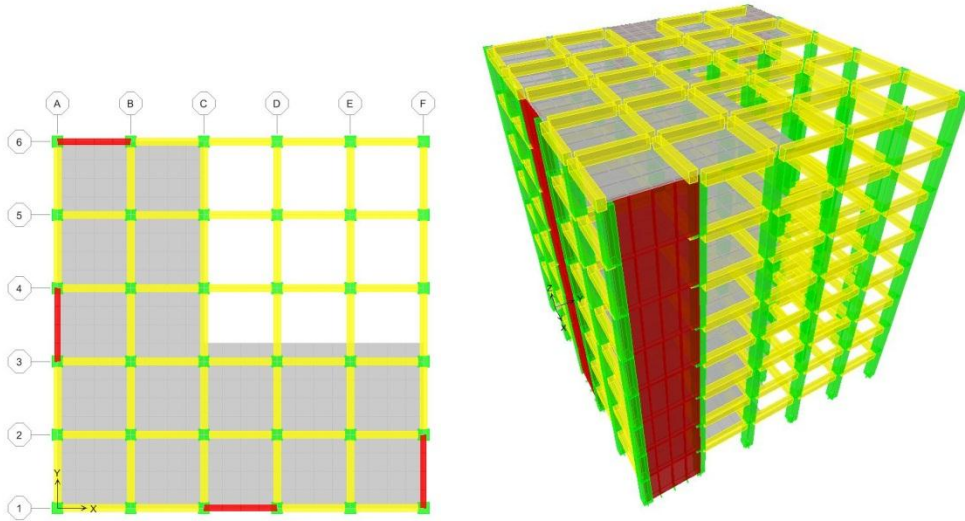
Şekil 3.7 : Tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.42, (D2-3.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,25 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana antisimetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.8’de gösterilmiştir.



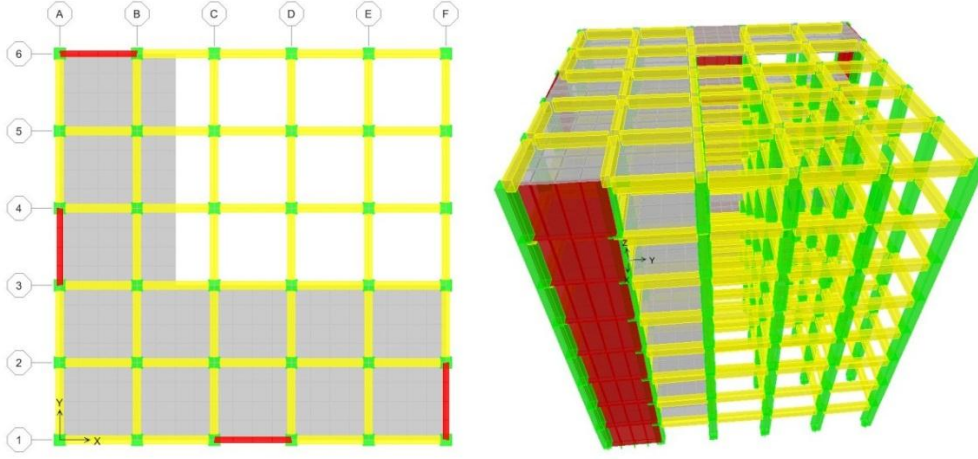
Şekil 3.8 : Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.25, (D3-1.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,33 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana antisimetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.9’da gösterilmiştir.



Şekil 3.9 : Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.33, (D3-2.a).

ETABS programı kullanılarak oluşturulmuş, 8 katlı, 0,42 boşluk oranına sahip, döşeme süreksizliklerinin plana antisimetrik olarak yerleştirildiği durumun kat planı ve üç boyutlu görünümü Şekil 3.10'da gösterilmiştir.



Şekil 3.10 : Simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği, 8 katlı, boşluk oranı 0.42, (D3-3.a).

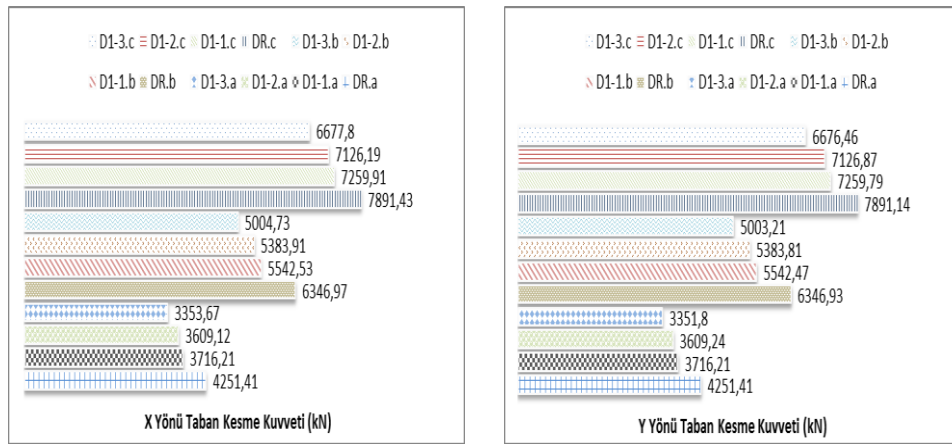
4. SONUÇLAR

4.1 Kurulan Modellerin TDY 2007'e Göre Analizi

Analizlerin incelenmesi sırasında, taban kesme kuvvetleri hariç, farklı kat adetli yapılar ayrı ayrı kısımlarda incelenmiştir.

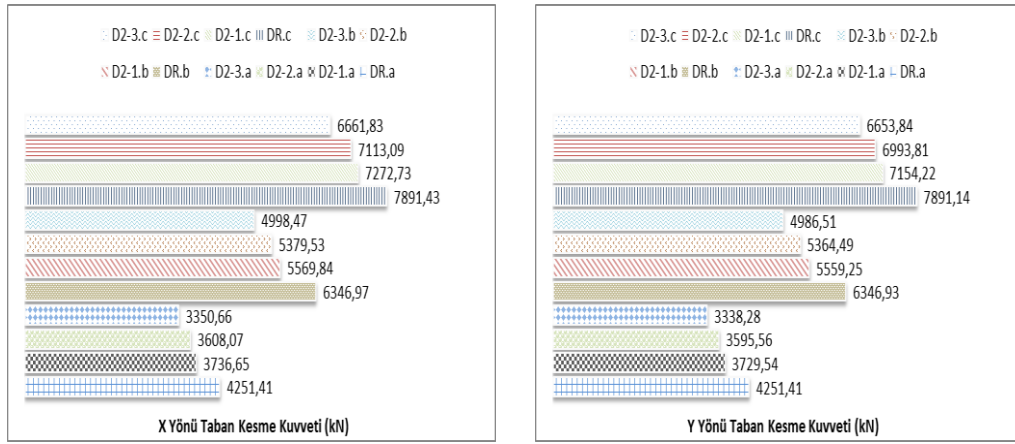
- Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması

Bu bölümde, bar türü grafikler ile taban kesme kuvvetinin planda bulunan döşeme süreksizliklerinin bulunduğu yere, boşluk oranı ve kat sayısının artmasıyla nasıl değiştiği gösterilmiştir. Şekil 4.1'de görüldüğü gibi döşeme süreksizliklerinin simetrik yerleştirildiği durumda x ve y yönündeki taban kesme kuvvet değerleri aynıdır. Boşluk oranı arttıkça kat ağırlıkları azaldığından, taban kesme kuvveti değeri de azalmıştır.



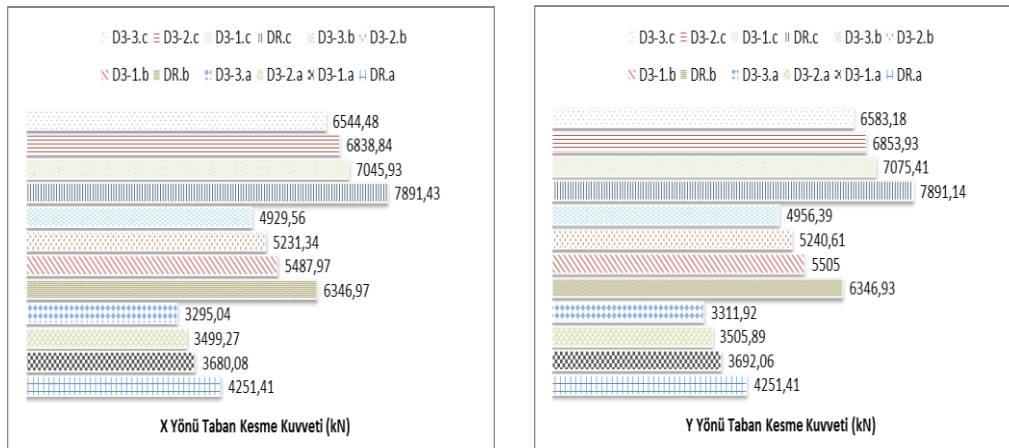
Şekil 4.1 : D1 Durumunda X Yönü ve Y Yönündeki Taban Kesme Kuvvetler.

Döşeme süreksizliklerinin tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumda Şekil 4.2'de görüldüğü gibi Şekil 4.1'e benzer davranış gösterdiği söylenebilir. Fakat burada binanın simetrisi bozulduğundan x ve y yönündeki değerler farklıdır. Y yönündeki taban kesme kuvveti değerleri x yönüne göre daha az çıkmıştır.



Şekil 4.2 : D2 Durumunda X Yönü ve Y Yönündeki Taban Kesme Kuvvetleri

Döşeme süreksizliklerinin simetrik yerleştirilmediği durumda Şekil 4.3’de görüldüğü gibi kendi içinde, Şekil 4.2’deki duruma benzer davranış göstermiş olup, taban kesme kuvveti değerleri göreceli olarak en az bu durumda gözlenmiştir.



Şekil 4.3 : D3 Durumunda X Yönü ve Y Yönündeki Taban Kesme Kuvvetleri.

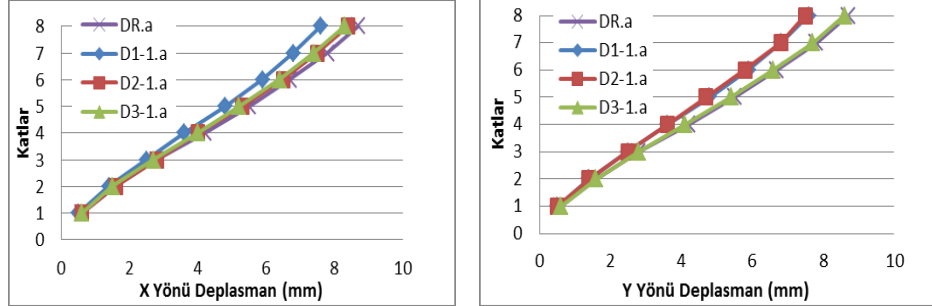
Taban kesme kuvveti değerinin, boşluk oranının artması ve dolayısıyla kat ağırlıklarının azalmasından ötürü ters orantılı değişimi sözkonusudur.

4.1.1 8 katlı modeller

- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

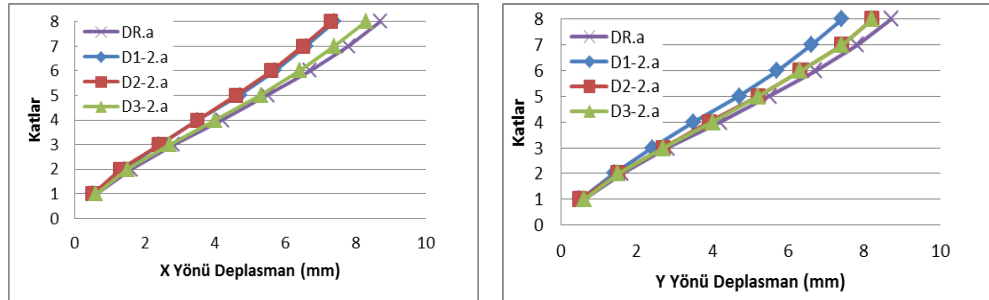
Karşılaştırma esnasında döşeme süreksizliğinin sisteme göre simetrik, tek eksene göre simetrik ve simetrik olmadığı durumlarda yerleştirilmesi sonucu oluşacak farkların incelenmesi için aşağıdaki grafikler gözönüne alınmıştır. Kat deplasmanları Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, x yönündeyken simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği durumunda en küçük değerler gözlenip, süreksizliğin sisteme tek eksene göre simetrik ve antisimetrik yerleştirildiği durumlarda benzer davranış göstermiştir.

Y yönündeki kat deplasmanları, döşeme süreksizliklerinin sisteme simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumlarda aynı olup, süreksizliklerin sisteme antisimetrik yerleştirilmesi ile süreksizliğin olmadığı referans durumu benzer davranış göstermiştir.



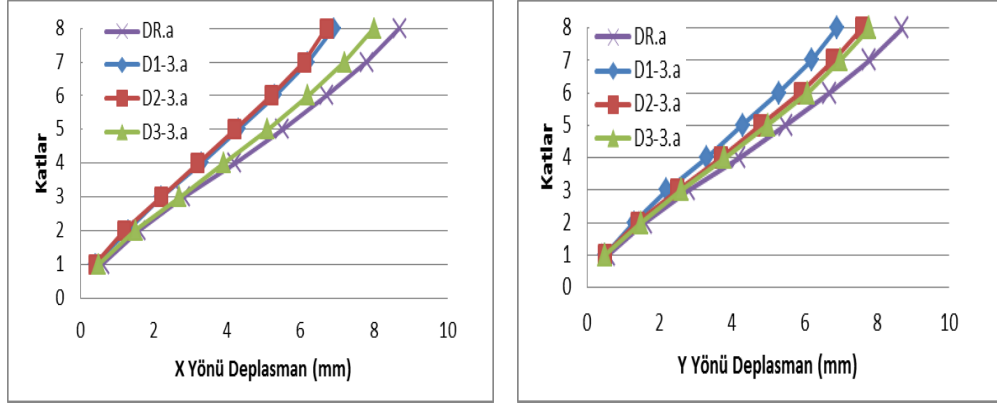
Şekil 4.4:Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Kat deplasmanları, x yönünde boşluk oranı 0,33 olduğu durumda Şekil 4.5'de görüldüğü gibi D1 ve D2 durumlarında benzer davranış gözlenip, kat deplasmanları sırasıyla D3 ve referans durumu olan süreksizliğin olmadığı durumdan daha az çıkmıştır. Y yönündeki deplasmanlar ise D1 durumunda en az olmak üzere, D2 ve D3 durumları benzer davranış göstermişlerdir.



Şekil 4.5 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Boşluk oranı 0,42 olduğu durumda (Şekil 4.6) ise kat deplasmanları Şekil 4.5'e benzer davranış göstermiştir.

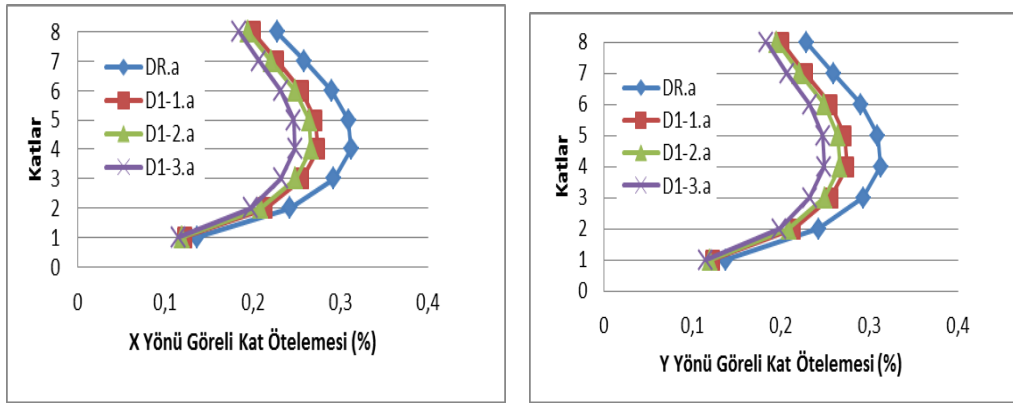


Şekil 4.6 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Döşeme süreksizliği oranının artmasıyla yapıların kat ağırlıklarının azalması ve dolayısıyla yapılara gelen deprem kuvveti azaldığından depremin her iki doğrultusu için katların deplasman değerleri azalmıştır.

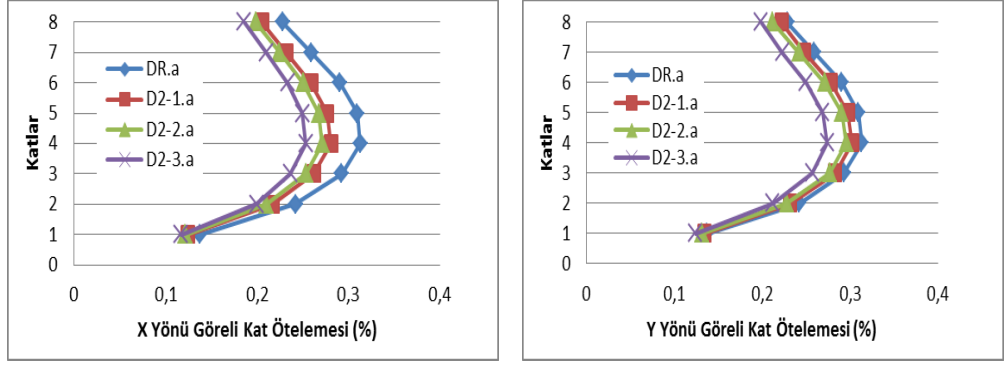
- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliklerinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda görelî kat ötelemelerinin değişimi Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Görelî kat ötelemelerinin x ve y yönündeki değişimleri aynı olup, boşluk oranının değişimi ile ters orantılı bir davranış sergilemiştir.



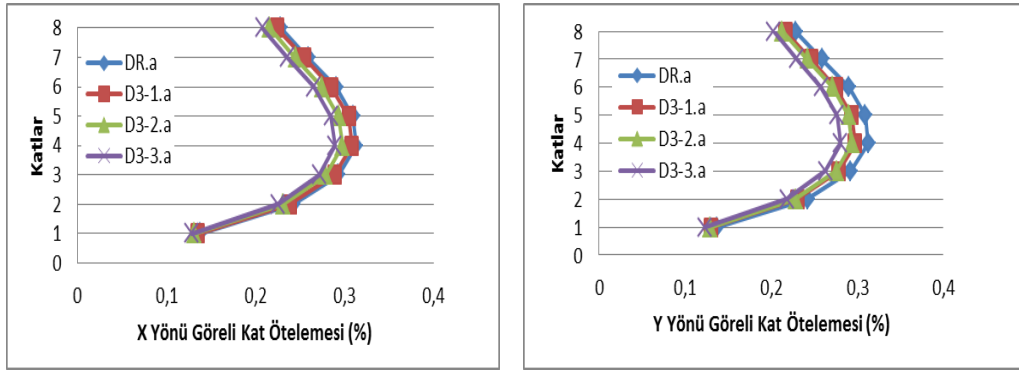
Şekil 4.7 : D1 durumunda boşluk oranlarına göre x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.

Döşeme süreksizliklerinin tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumda Şekil 4.8’e benzer davranış gösterip, değerler arasındaki fark azalmıştır.



Şekil 4.8 : D2 durumunda boşluk oranlarına göre x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

Boşluk oranı ile görel kat ötelemeleri arasındaki ilişki, döşeme süreksizliklerinin sisteme antisimetrik olarak yerleştirildiği durumda, Şekil 4.9’da olduğu gibi en aza inmiştir ve sistemde süreksizlik olmadığı durum ile benzer davranış göstermiştir.

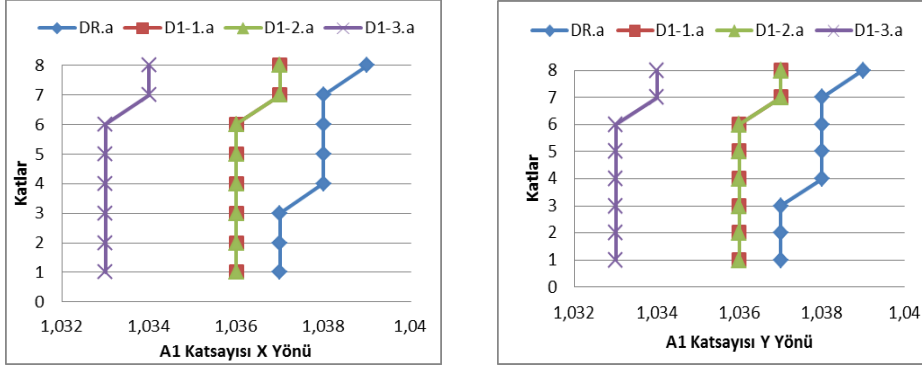


Şekil 4.9 : D3 durumunda boşluk oranlarına göre x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

İncelenen durumlarda, görel kat ötelemesinin, döşeme süreksizliğinin simetrik yerleştirildiği durumda boşluk oranının artmasıyla görel kat ötelemeleri azalmıştır. Görel kat ötelemelerinde oluşan bu değişim döşeme süreksizliğinin sisteme tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumda azalmış ve simetrik olmadığı durumda boşluk oranları değişimi ile görel kat ötelemelerinde oluşan fark en aza inmiştir.

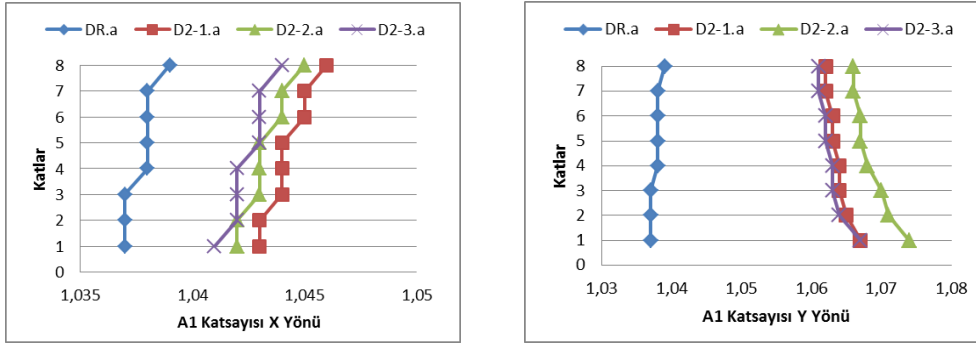
- A1 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliğinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda boşluk oranları ile burulma düzensizliği katsayısında Şekil 4.10’da görüldüğü gibi kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir.



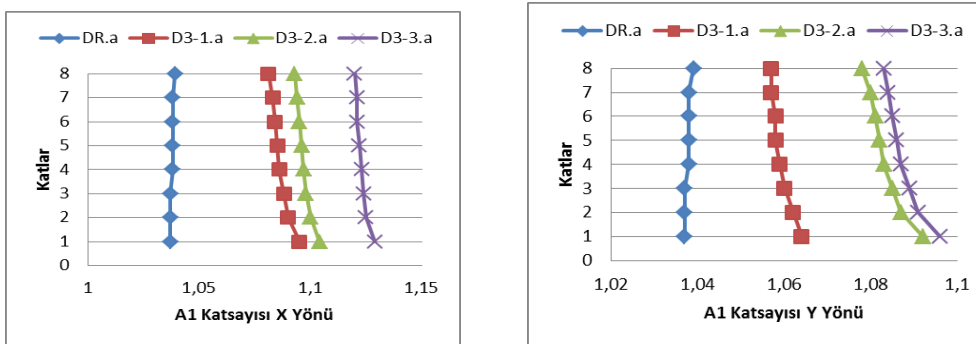
Şekil 4.10 : D1 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Burulma düzensizliği katsayısı, süreksizliğin tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumda Şekil 4.11’de görüldüğü gibi, x yönünde y yönüne göre katlar arası daha sık değişim gözlenirse, önemli bir değişim söz konusu değildir.



Şekil 4.11 : D2 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Döşeme süreksizliğin antisimetrik yerleştiği durumda ise Şekil 4.12’de görüldüğü gibi boşluk oranı arttıkça A1 katsayısı artmıştır.

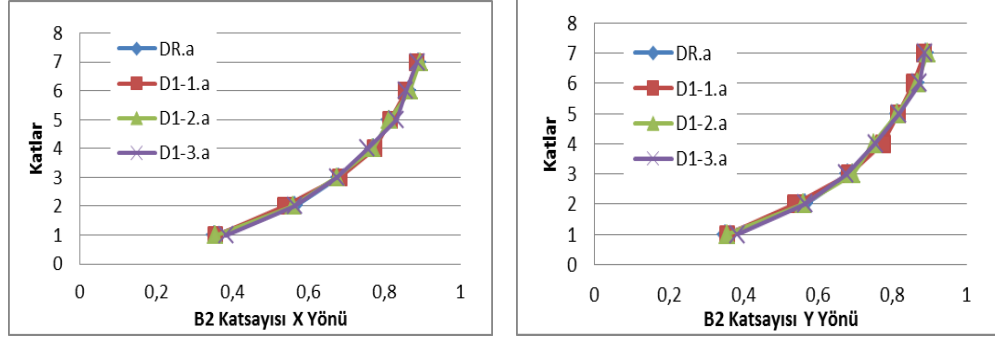


Şekil 4.12 : D3 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D1, D2 ve D3 durumlarında boşluk oranları ile burulma düzensizliği arasında önemli bir ilişki olmasa da boşluk oranı arttıkça artmıştır. Bütün durumlarda TDY 2007'deki 1,2 sınır değerinin altında kalmıştır.

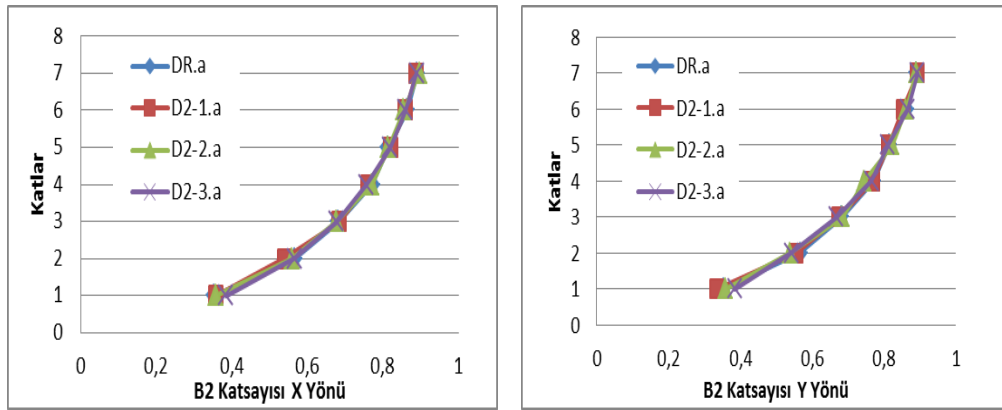
- B2 Rijitlik Düzensizliğinin Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliğinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda, boşluk oranı ile dayanım düzensizliği katsayısı arasında Şekil 4.13'de görüldüğü gibi önemli bir ilişki yoktur.



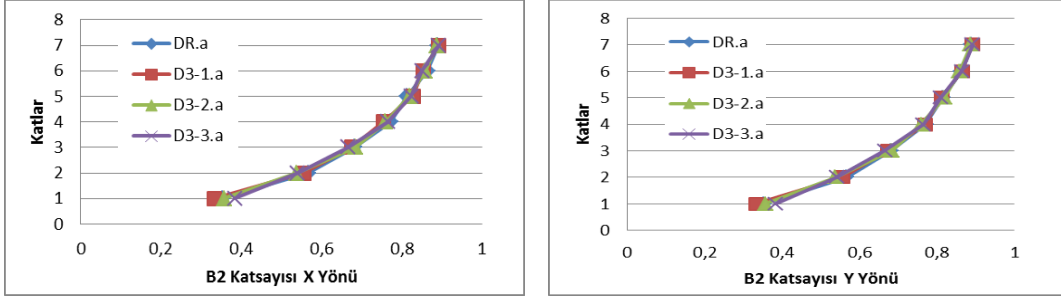
Şekil 4.13 : D1 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D2 durumunda rijitlik düzensizliği katsayısı boşluk oranı ile değişmemiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 : D2 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D3 durumunda da dayanım düzensizliği katsayısı boşluk oranı ile değişmemiştir (Şekil 4.15).



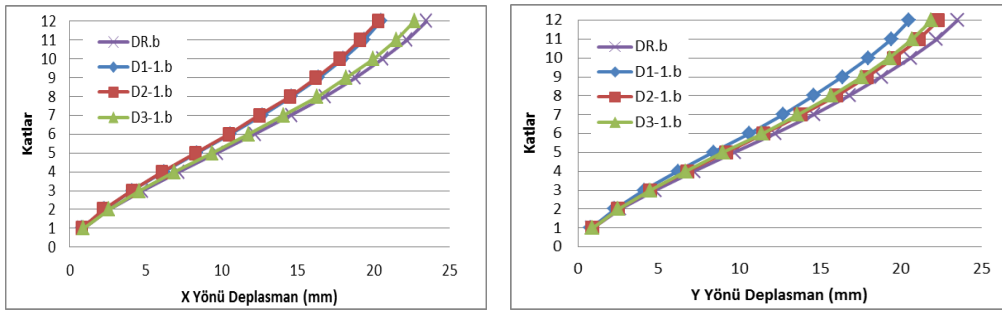
Şekil 4.15 : D3 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Bütün sistemlerde dayanım düzensizliği katsayısı ile boşluk oranı arasında önemli bir değişim olmamıştır. Üst katlara doğru TDY 2007’de verilen 0,8 değerinin aşıldığı gözlenmiştir.

4.1.2 12 katlı modeller

- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

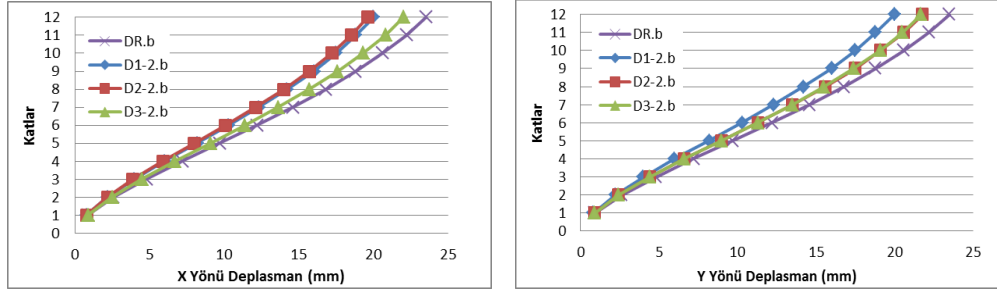
Kat deplasmanları Şekil 4.16’da görüldüğü gibi, y yönündeyken simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği durumunda en küçük değerler gözlenip, süreksizliğin sisteme tek eksene göre simetrik ve antisimetrik yerleştirildiği durumlarda benzer davranış göstermiştir. X yönündeki kat deplasmanları, döşeme süreksizliklerinin sisteme simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumlarda aynı olup, süreksizliklerin sisteme antisimetrik yerleştirilmesi ile süreksizliğin olmadığı referans durumu benzer davranış göstermiştir.



Şekil 4.16 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

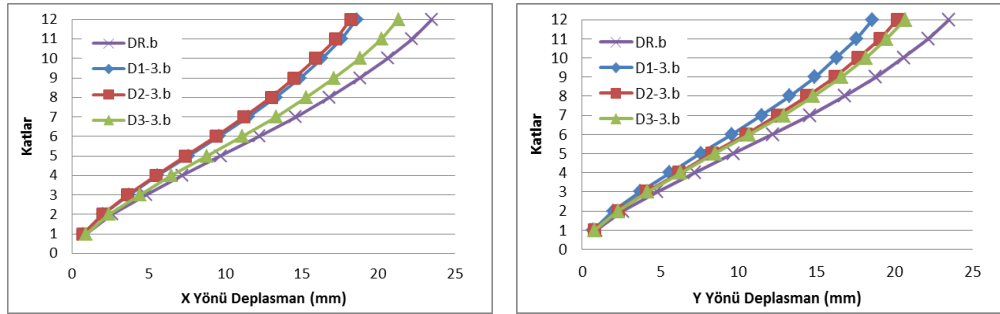
Kat deplasmanları, x yönünde boşluk oranı 0,33 olduğu durumda Şekil 4.17’de görüldüğü gibi D1 ve D2 durumlarında benzer davranış gözlenip, kat deplasmanları sırasıyla D3 ve referans durumu olan süreksizliğin olmadığı durumdan daha az

çıkılmıştır. Y yönündeki deplasmanlar ise D1 durumunda en az olmak üzere, D2 ve D3 durumları benzer davranış göstermişlerdir.



Şekil 4.17 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Boşluk oranı 0,42 olduğu durumda (Şekil 4.18) ise kat deplasmanları Şekil 4.17'ye benzer davranış göstermiştir.

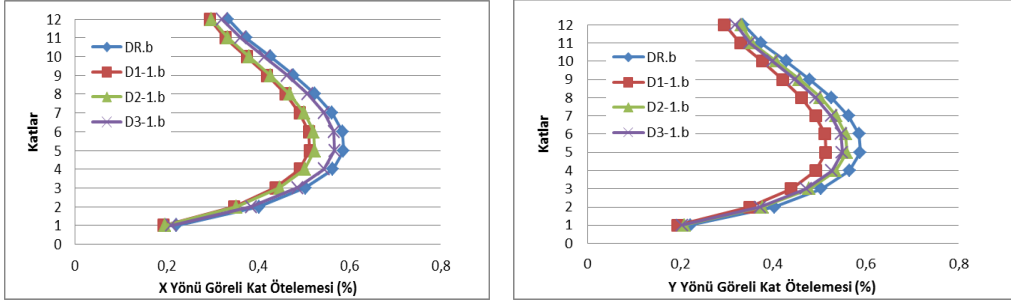


Şekil 4.18 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Modellerin kat sayısının artmasıyla, kat deplasmanları artmıştır. Döşeme süreksizliği oranının artmasıyla yapıların kat ağırlıklarının azalması ve dolayısıyla yapılara gelen deprem kuvveti azaldığından depremin her iki doğrultusu için katların deplasman değerleri azalmıştır.

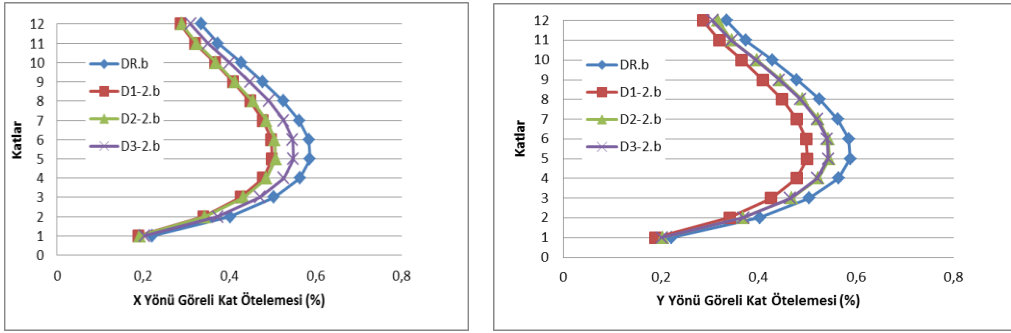
- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Boşluk oranının 0,25 olduğu durumda, döşeme süreksizliklerinin konumuna göre değişimi Şekil 4.19'da gösterilmiştir. X yönünde görelî kat ötelemelerinin, süreksizliklerin simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumlarda değişimleri aynı olup, süreksizliklerin antisimetrik yerleştirildiği durumda süreksizliğin olmadığı referans durum ile aynı davranışı gösterip, daha büyük değerler almışlardır.



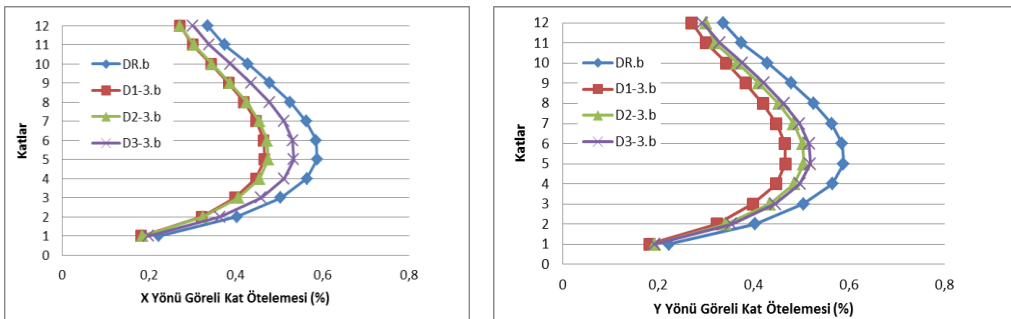
Şekil 4.19 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görece kat ötelemeleri.

Boşluk oranı 0,33 olduğu durumda (Şekil 4.20) ise Şekil 4.19 ile benzer davranış göstermiştir.



Şekil 4.20 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görece kat ötelemeleri.

Boşluk oranı 0,42 olduğunda (Şekil 4.21), y yönünde süreksizliklerin antisimetrik yerleştirildiği durum ile süreksizlik olmayan durum arasındaki fark artmıştır. Diğer özellikleri Şekil 4.20 ile benzerdir.

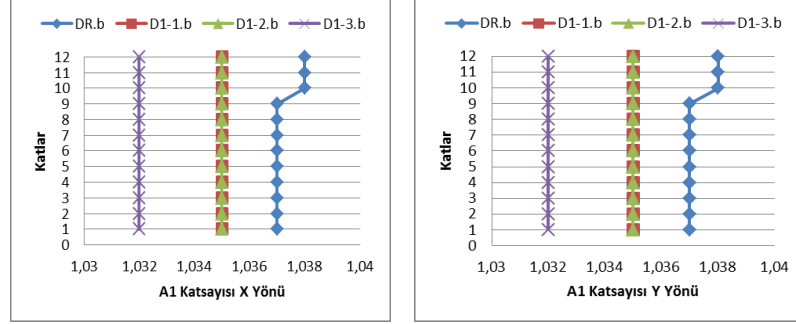


Şekil 4.21 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görece kat ötelemeleri.

İncelenen durumlarda, görece kat ötelemesinin, döşeme süreksizliğinin yerleştirildiği konuma göre simetrisi bozulduka görece kat ötelemelerinin değeri artmıştır.

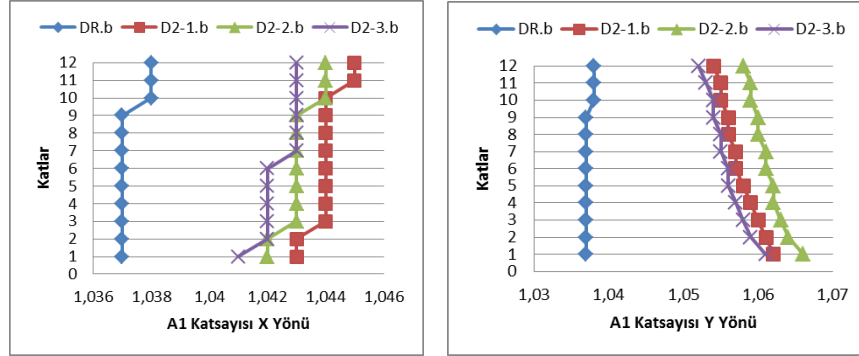
- A1 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliğinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda boşluk oranları ile burulma düzensizliği katsayısında Şekil 4.22’de görüldüğü gibi kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir.



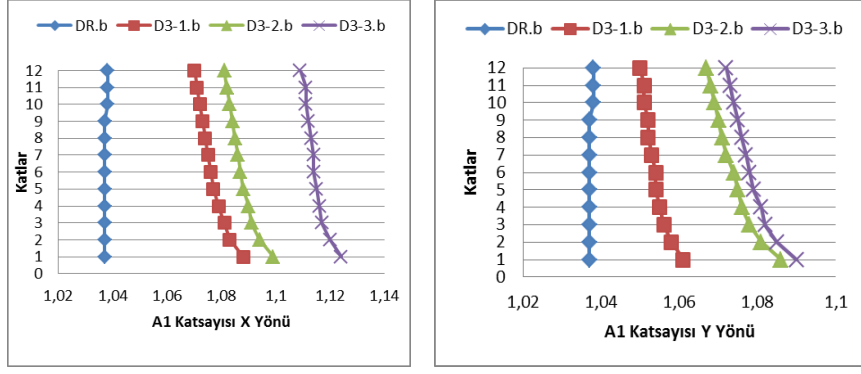
Şekil 4.22 : D1 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Burulma düzensizliği katsayısı, süreksizliğin tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumda Şekil 4.11’de görüldüğü gibi, x yönünde y yönüne göre katlar arası daha sık değişim gözlense de, önemli bir değişim söz konusu değildir.



Şekil 4.23 : D2 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Döşeme süreksizliğinin antisimetrik yerleştiği durumda ise Şekil 4.24’de görüldüğü gibi boşluk oranı arttıkça A1 katsayısı artmıştır.

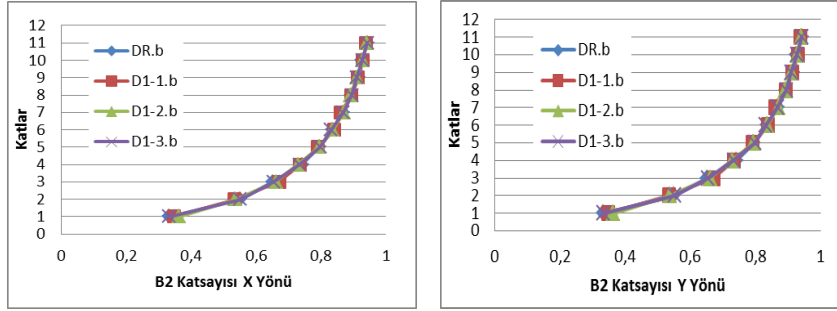


Şekil 4.24 : D3 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D1, D2 ve D3 durumlarında boşluk oranları ile burulma düzensizliği arasında önemli bir ilişki olmasa da boşluk oranı arttıkça artmıştır. Bütün durumlarda TDY 2007'deki 1,2 sınır değerinin altında kalmıştır.

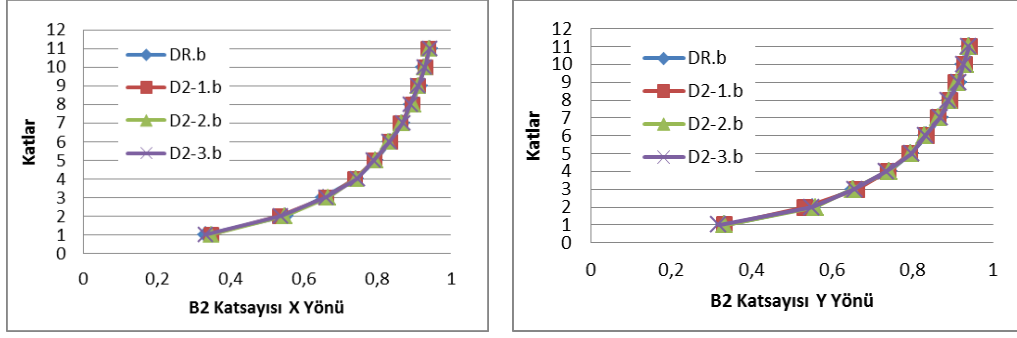
- B2 Rijitlik Düzensizliğinin Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliğinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda, boşluk oranı ile dayanım düzensizliği katsayısı arasında Şekil 4.25'de görüldüğü gibi önemli bir ilişki yoktur.



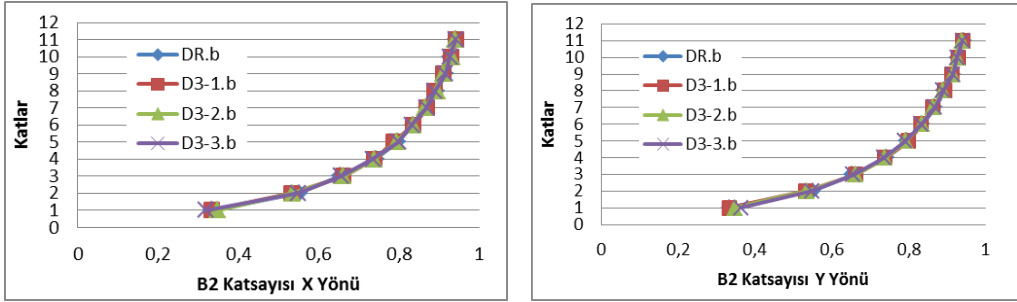
Şekil 4.25 : D1 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D2 durumunda rijitlik düzensizliği katsayısı boşluk oranı ile değişmemiştir (Şekil 4.26).



Şekil 4.26 : D2 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D3 durumunda da dayanım düzensizliği katsayısı boşluk oranı ile değişmemiştir (Şekil 4.27).



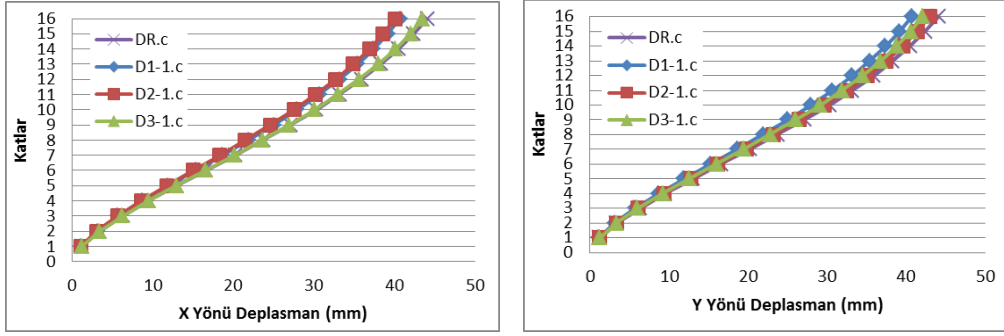
Şekil 4.27 : D3 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Bütün sistemlerde dayanım düzensizliği katsayısı ile boşluk oranı arasında önemli bir değişim olmamıştır. Önceki duruma göre kat sayısının artmasıyla, üst katlara doğru TDY 2007’de verilen 0,8 değerinin daha çok aşıldığı gözlenmiştir.

4.1.3 16 katlı modeller

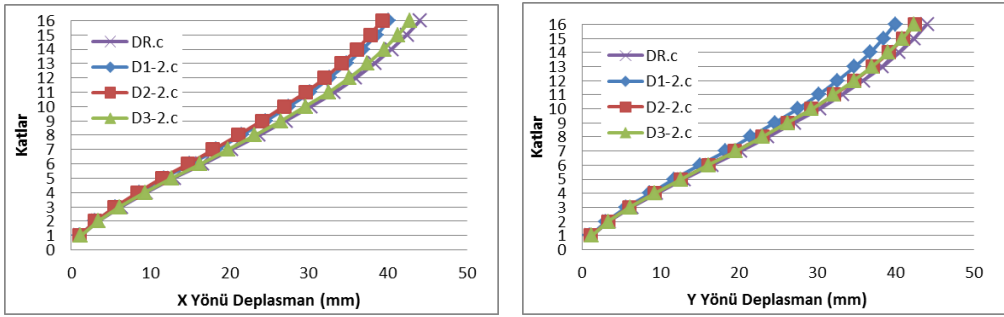
- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

Kat deplasmanları Şekil 4.28’de görüldüğü gibi, y yönündeyken simetrik yerleştirilmiş döşeme süreksizliği durumunda en küçük değerler gözlenip, süreksizliğin sisteme tek eksene göre simetrik ve antisimetrik yerleştirildiği durumlarda benzer davranış göstermiştir. X yönündeki kat deplasmanları, döşeme süreksizliklerinin sisteme simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumlarda aynı olup, süreksizliklerin sisteme antisimetrik yerleştirilmesi ile süreksizliğin olmadığı referans durumu benzer davranış göstermiştir.



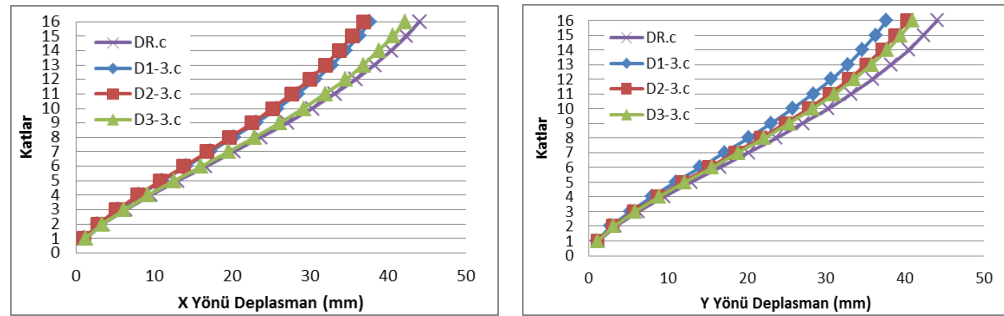
Şekil 4.28 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Kat deplasmanları, x yönünde, boşluk oranı 0,33 olduğu durumda, Şekil 4.29’da görüldüğü gibi D1 ve D2 durumlarında benzer davranış gözlenip, kat deplasmanları sırasıyla D3 ve referans durumu olan süreksizliğin olmadığı durumdan daha az çıkmıştır. Y yönündeki deplasmanlar ise D1 durumunda en az olmak üzere, D2 ve D3 durumları benzer davranış göstermişlerdir.



Şekil 4.29 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Boşluk oranı 0,42 olduğu durumda (Şekil 4.30) ise kat deplasmanları Şekil 4.29’a benzer davranış göstermiştir.

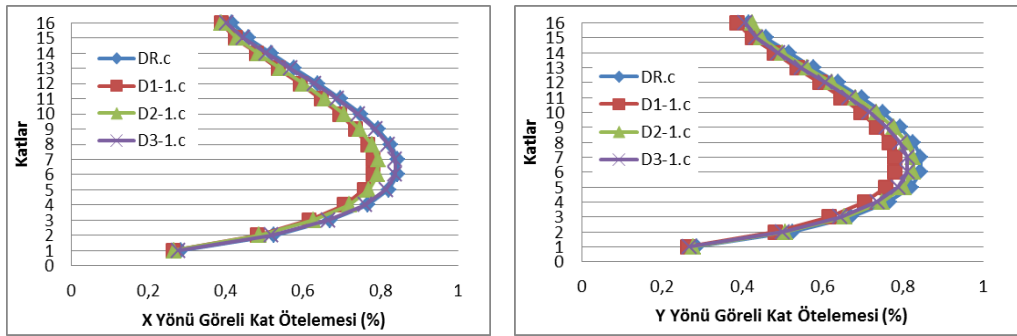


Şekil 4.30 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

Modelde, önceden gösterilmiş olan a ve b durumlarına göre kat sayısının artmasıyla, kat deplasmanları artmıştır. Döşeme süreksizliği oranının artmasıyla yapıların kat ağırlıklarının azalması ve dolayısıyla yapılara gelen deprem kuvveti azaldığından depremin her iki doğrultusu için katların deplasman değerleri azalmıştır.

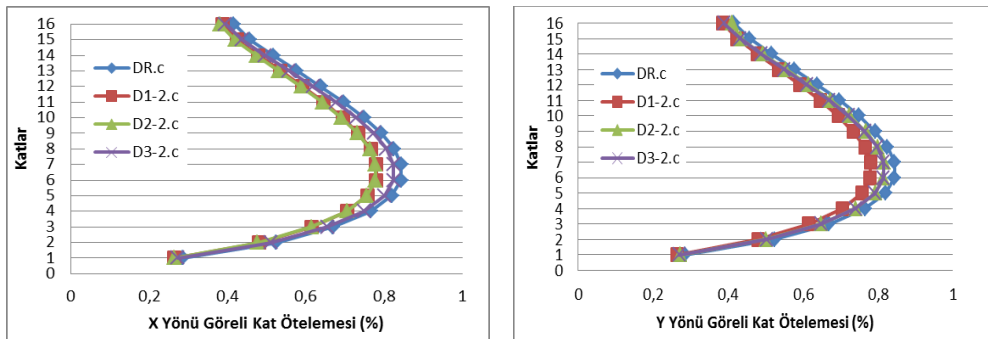
- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Boşluk oranının 0,25 olduğu durumda, döşeme süreksizliklerinin konumuna göre değişimi Şekil 4.31’de gösterilmiştir. X yönünde görelî kat ötelemelerinin, süreksizliklerin simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumlarda değişimleri aynı olup, süreksizliklerin antisimetrik yerleştirildiği durumda süreksizliğin olmadığı referans durum ile aynı davranışı gösterip, daha büyük değerler almışlardır.



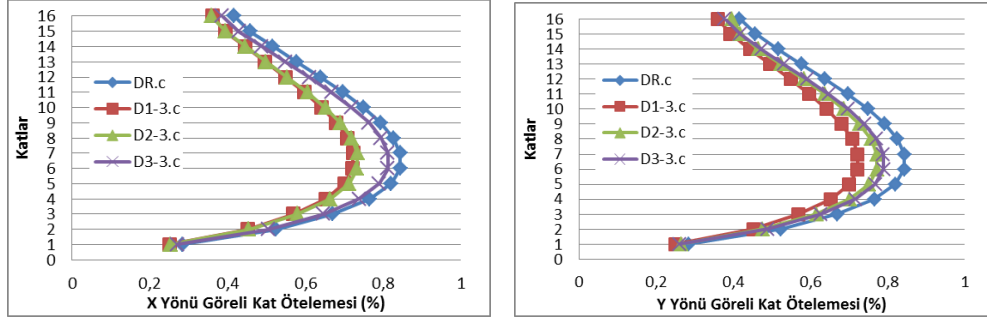
Şekil 4.31 : Boşluk oranı 0,25 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.

Boşluk oranı 0,33 olduğu durumda (Şekil 4.32) ise Şekil 4.31 ile benzer davranış göstermiştir.



Şekil 4.32 : Boşluk oranı 0,33 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görelî kat ötelemeleri.

Boşluk oranı 0,42 olduğunda (Şekil 4.33), y yönünde süreksizliklerin antisimetrik yerleştirildiği durum ile süreksizlik olmayan durum arasındaki fark artmıştır. Diğer özellikleri Şekil 4.32 ile benzerdir.

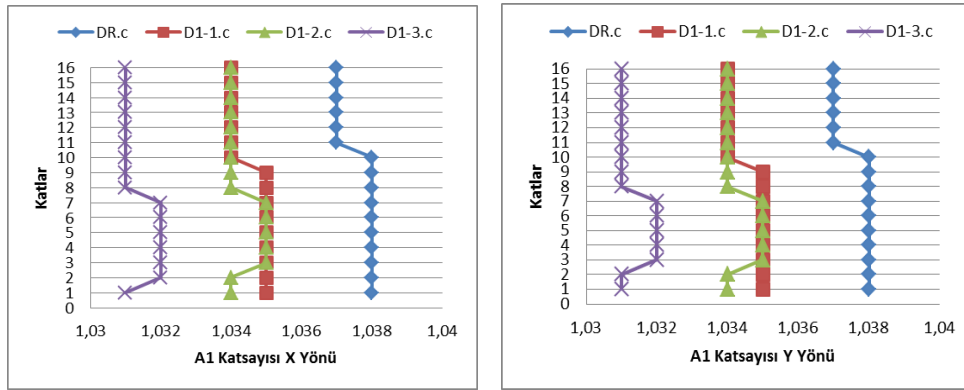


Şekil 4.33 : Boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

İncelenen durumlarda, görel kat ötelemesinin, döşeme süreksizliğinin yerleştirildiği konuma göre simetrisi bozuldukça görel kat ötelemelerinin değerleri artmıştır. Ayrıca, kat sayısının artmasıyla, önceki a ve b durumlarına göre görel kat ötelemeleri artmıştır.

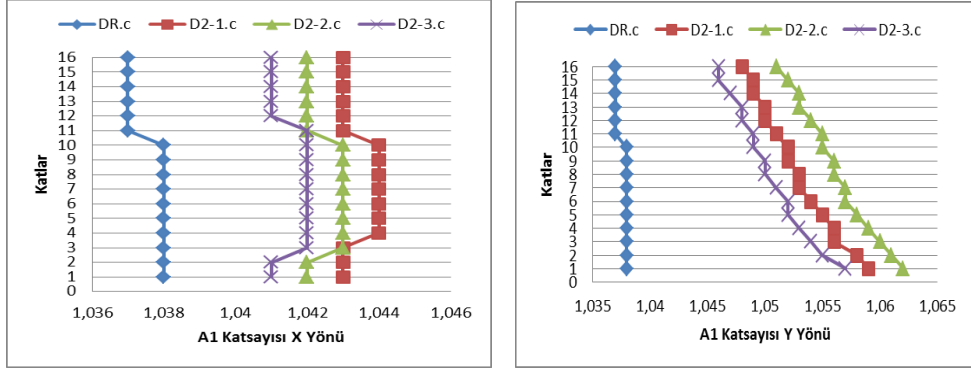
- A1 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliğinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda boşluk oranları ile burulma düzensizliği katsayısında Şekil 4.34’de görüldüğü gibi değişim binde mertebesinde olduğundan, kayda değer bir değişiklik gözlenmemiştir.



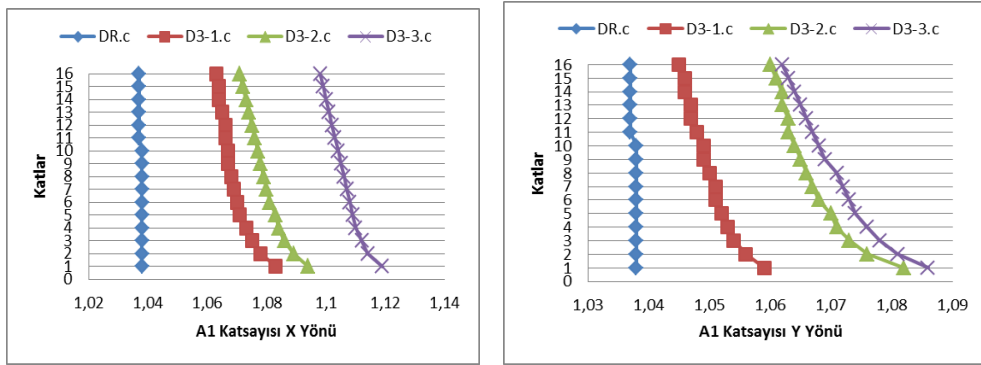
Şekil 4.34 : D1 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Burulma düzensizliği katsayısı, süreksizliğin tek eksene göre simetrik yerleştirildiği durumda Şekil 4.35’de görüldüğü gibi, x yönünde y yönüne göre katlar arası daha sık değişim gözlense de, önemli bir değişim söz konusu değildir.



Şekil 4.35 : D2 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

Döşeme süreksizliğinin antisimetrik yerleştiği durumda ise Şekil 4.36’da görüldüğü gibi boşluk oranı arttıkça A1 katsayısı artmıştır.

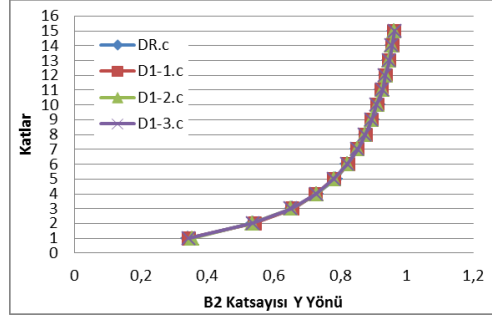
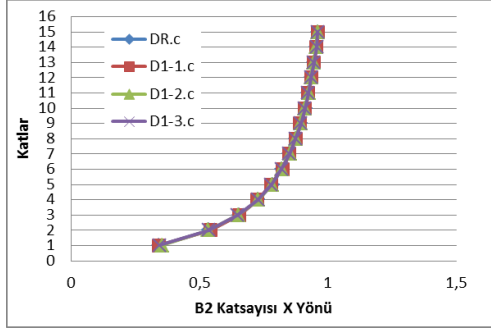


Şekil 4.36 : D3 durumunda boşluk oranı ile A1 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D1, D2 ve D3 durumlarında boşluk oranları ile burulma düzensizliği arasında önemli bir ilişki olmasa da boşluk oranı arttıkça artmıştır. Bütün durumlarda TDY 2007’deki 1,2 sınır değerinin altında kalmıştır.

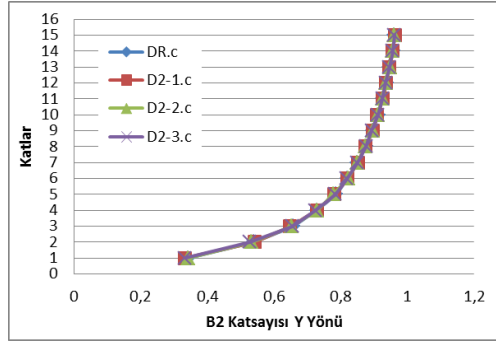
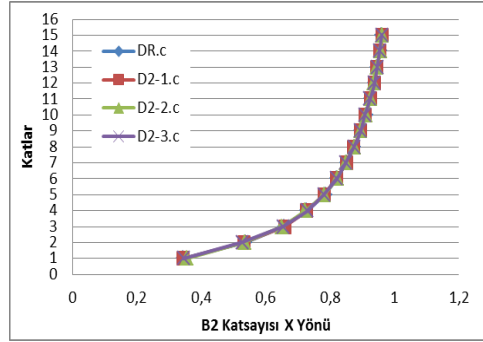
- B2 Rijitlik Düzensizliğinin Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliğinin sisteme simetrik yerleştirildiği durumda, boşluk oranı ile dayanım düzensizliği katsayısı arasında Şekil 4.37’de görüldüğü gibi önemli bir ilişki yoktur.



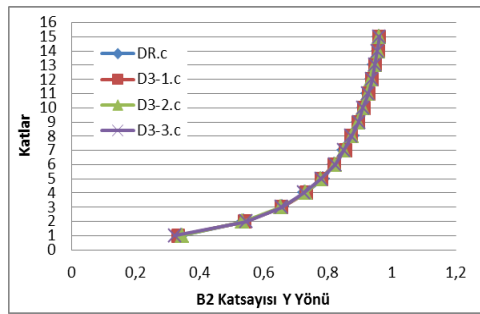
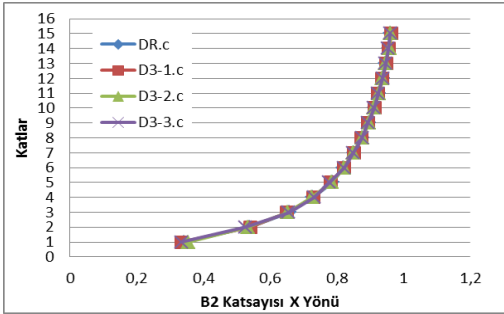
Şekil 4.37 : D1 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D2 durumunda rijitlik düzensizliği katsayısı boşluk oranı ile değişmemiştir (Şekil 4.38).



Şekil 4.38 : D2 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

D3 durumunda da dayanım düzensizliği katsayısı boşluk oranı ile değişmemiştir. (Şekil 4.39)



Şekil 4.39 : D3 durumunda boşluk oranı ile B2 katsayısının x ve y yönündeki değişimi.

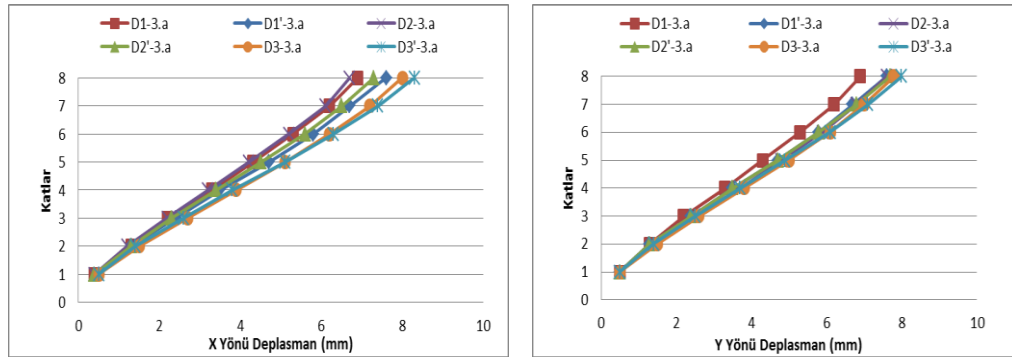
Bütün sistemlerde dayanım düzensizliği katsayısı ile boşluk oranı arasında önemli bir değişim olmamıştır. Önceki duruma göre kat sayısının artmasıyla, üst katlara doğru TDY 2007’de verilen 0,8 değerinin daha çok aşıldığı gözlenmiştir.

4.1.4 Döşeme boşluklarının kirişsiz olması durumu

Bu bölümde, modellerde oluşturulan döşeme süreksizliklerindeki kirişler kaldırılarak planda büyük boşluklar oluşturulup, plandaki süreksizlerde kirişin etkisi araştırılmıştır. Önceki durumlarda kurulan D1, D2 ve D3 modelleri aynı modelde boşluklardaki kirişler kaldırılarak D1' , D2' ve D3' durumlarına dönüştürülmüştür.

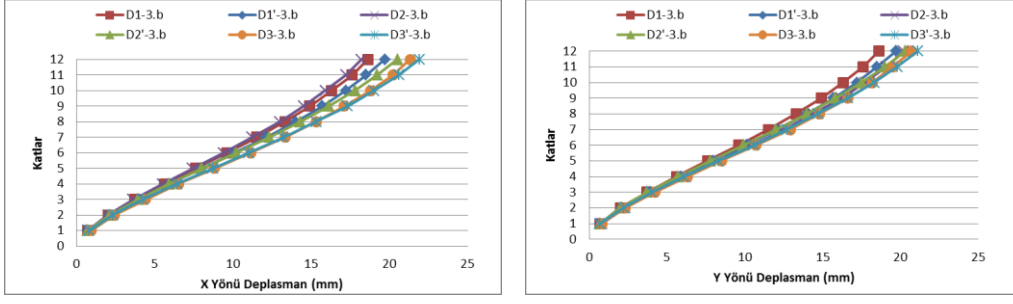
- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

8 katlı modellerde, döşeme süreksizliklerinde kirişin olmaması durumunda oluşan kat deplasmanları Şekil 4.40'da gösterilmiştir. X yönünde oluşan deplasmanlarda, simetrik yerleştirilmiş kirişsiz döşeme ile kirişin bulunduğu durum arasında oluşan fark tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş durum ile benzerdir. Döşeme süreksizliklerinin antisimetrik yerleştirildiği durumda kirişin olduğu durum ile olmadığı durum arasındaki fark azdır. Y yönünde oluşan kat deplasmanlarında ise kirişin etkisi en fazla D1 durumunda görülmüştür. Diğer durumlarda kirişin oluşturduğu etki az olmuştur.



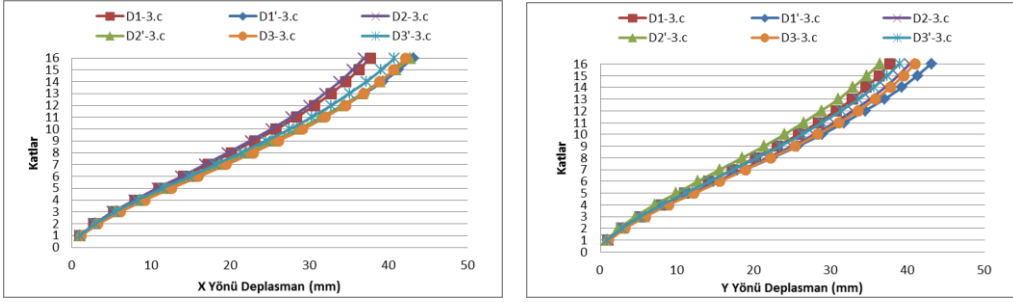
Şekil 4.40 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının kiriş ile değişimi.

12 katlı modellerde, döşeme süreksizliklerinde kirişin olmaması durumunda oluşan kat deplasmanları Şekil 4.41'de gösterilmiştir. X yönünde oluşan deplasmanlarda, simetrik yerleştirilmiş kirişsiz döşeme ile kirişin bulunduğu durum arasında oluşan fark kat sayısının artması ile değişmeyip, tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş durumda kirişin oluşturduğu etki artmıştır. Döşeme süreksizliklerinin antisimetrik yerleştirildiği durumda kirişin olduğu durum ile olmadığı durum arasındaki fark kat sayısı ile değişmemiştir. Y yönünde oluşan kat deplasmanlarında ise kirişin etkisi en fazla D1 durumunda görülmüş olup kat sayısının artması ile değişmemiştir. Diğer durumlarda kirişin oluşturduğu etki kat sayısı ile değişmemiştir.



Şekil 4.41 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının kiriş ile değişimi.

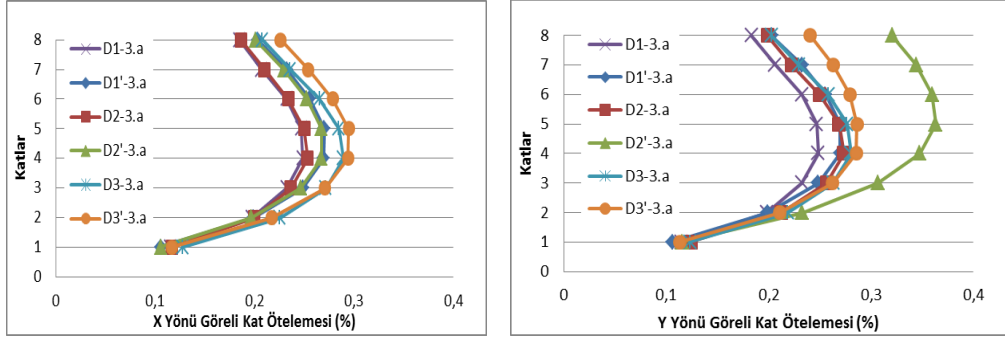
16 katlı modellerde, döşeme süreksizliklerinde kirişin olmaması durumunda oluşan kat deplasmanlar Şekil 4.42'de gösterilmiştir. X yönünde oluşan deplasmanlarda, simetrik yerleştirilmiş kirişsiz döşeme ile kirişin bulunduğu durum arasında oluşan fark ile tek eksene göre simetrik yerleştirilmiş durumda kirişin oluşturduğu etki, kat sayısının artması ile artmıştır. Döşeme süreksizliklerinin antisimetrik durumda kirişin olmadığı durumda olduğu duruma göre daha az kat deplasmanı oluşmuştur. Y yönünde oluşan kat deplasmanlarında ise D2 ve D3 durumlarında kirişin olmadığı durumda daha az deplasman oluşmuştur. D1 durumunda ise kat sayısının artması ile kirişin olduğu durum ile olmadığı durum arasındaki fark artmıştır ve kirişsiz olduğu durum daha elverişsiz durum oluşturmuştur.



Şekil 4.42 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının kiriş ile değişimi.

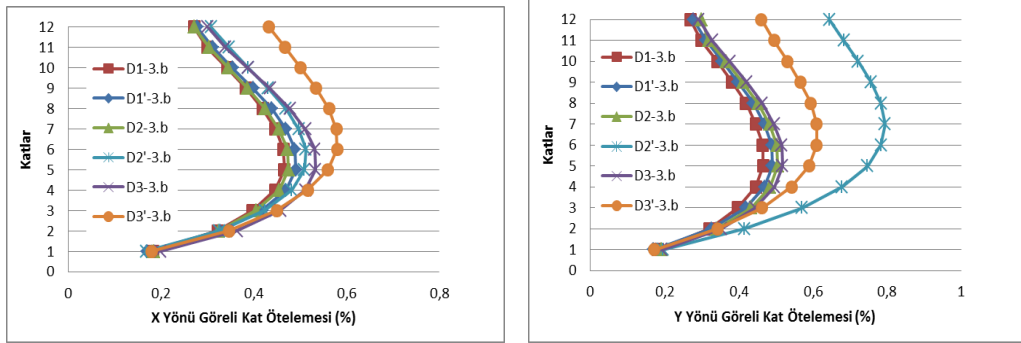
- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliklerinde kirişin görelî kat ötelemeleri üzerindeki etkisi 8 katlı modeller için Şekil 4.43'de gösterilmiştir. X yönünde süreksizliklerin plana simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlarda kirişli ve kirişsiz durumlar arasındaki fark benzerdir ve simetrik olmayan duruma göre daha fazladır. Y yönünde ise kirişin görelî kat ötelemeleri üzerinde oluşturduğu etki en fazla D2 durumunda gözlenip, bu fark sırasıyla D1 ve D3 durumlarına doğru azalmıştır.



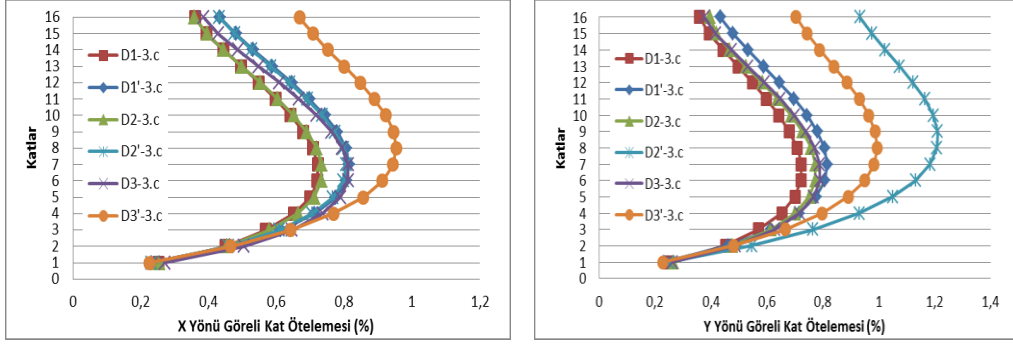
Şekil 4.43 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin kiriş ile değişimi.

Döşeme süreksizliklerinde kirişin görelî kat ötelemeleri üzerindeki etkisi 12 katlı modeller için Şekil 4.44'de gösterilmiştir. X yönünde süreksizliklerin plana antisimetrik yerleştiği durumda kirişsiz durumun oluşturduğu fark diğer durumlara göre daha fazladır. Süreksizliklerin plana simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlarda kirişli ve kirişsiz durumlar arasındaki fark benzerdir. Y yönünde ise kirişin görelî kat ötelemeleri üzerinde oluşturduğu etki en fazla D2 durumunda gözlenip, bu fark sırasıyla D3 ve D1 durumlarına doğru azalmıştır.



Şekil 4.44 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki görelî kat ötelemelerinin kiriş ile değişimi.

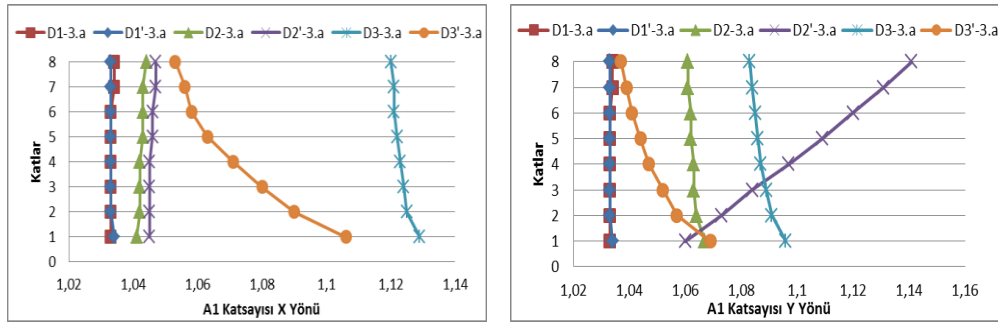
Döşeme süreksizliklerinde kirişin görelî kat ötelemeleri üzerindeki etkisi 16 katlı modeller için Şekil 4.45'de gösterilmiştir. X ve Y yönünde süreksizliklerde kirişin etkisi Şekil 4.44'e benzerdir.



Şekil 4.45 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki görel kat ötelemelerinin kiriş ile değişimi.

- A1 Burulma Düzensizliği Katsayılarının Karşılaştırılması

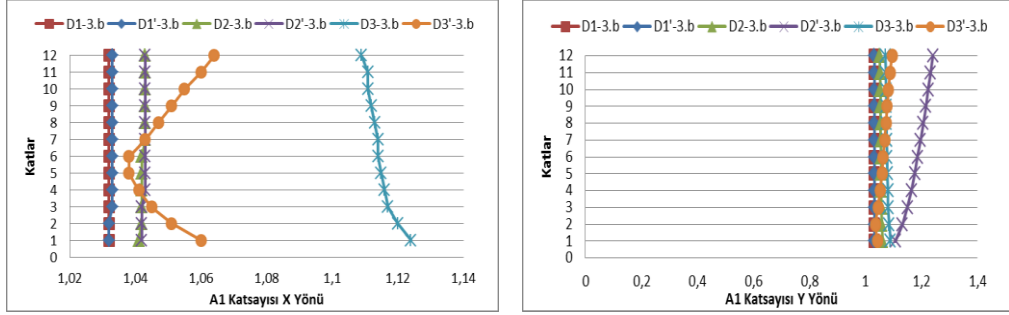
8 katlı modellerde, burulma düzensizliği katsayısının plandaki süreksizliklerde kirişin olup olmaması ile ilişkisi Şekil 4.46'da gösterilmiştir. X yönünde simetrik yerleştirilen süreksizliklerde kirişin A1 katsayısına etkisi yoktur. Tek eksene göre simetrik yerleştirilen durumda D1'e göre daha büyük fark olmasına rağmen önemli bir etkiden söz edilemez. Döşeme süreksizliklerinin antisimetrik yerleştirildiği durumda ise boşlukların kirişli olup olmaması A1 katsayısı üzerinde görünür bir etki oluşturmuştur. Y yönünde ise D1 durumu aynı davranışı sergilerken, D2 durumunda binada katlar arası değişim oluşmazken D2' durumunda binada yukarı çıkıldıkça A1 katsayısı lineer bir artış göstermiştir. D3 durumunda kirişsiz durumda daha büyük A1 katsayısı gözlenirken katlar arası katsayıdaki değişim benzer bir davranış göstermiştir.



Şekil 4.46 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki A1 katsayısının kiriş ile değişimi.

12 katlı modellerde, burulma düzensizliği katsayısının plandaki süreksizliklerde kirişin olup olmaması ile ilişkisi Şekil 4.47'de gösterilmiştir. X yönünde döşeme süreksizliğinin simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlarda, boşlukta kirişin olup olmaması A1 katsayısı üzerinde herhangi bir etki oluşturmamıştır. Fakat

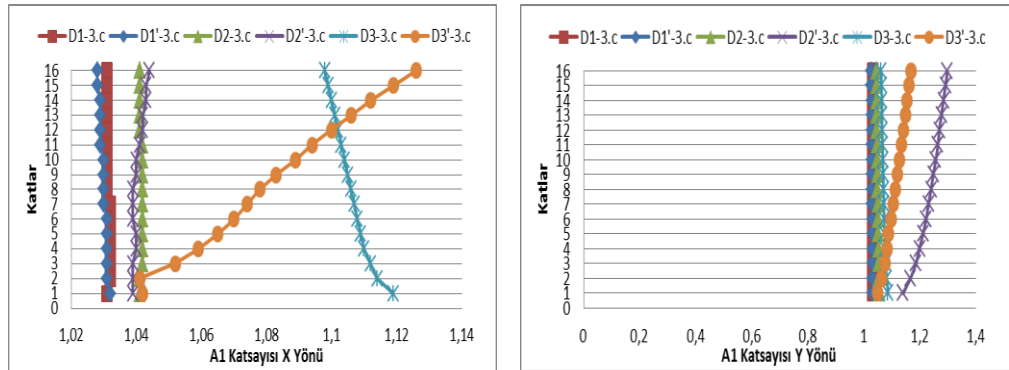
süreksizliklerin antisimetrik yerleştiği durumda, boşlukların kirişsiz olması binada daha küçük A1 katsayısının oluşmasını sağlamıştır ve A1 katsayısı binada orta katlara gidildikçe en küçük değerine düşmüştür. Y yönünde ise yine D1 ve D2 durumlarında kirişli ile kirişsiz durumun A1 katsayıları arasında değişme gözlenmezken, D3 durumunda boşlukların kirişsiz olduklarında hesaplanan A1 katsayıları kirişli durumdan daha küçük olup üst katlara doğru A1 katsayısında oluşan bu fark artmıştır.



Şekil 4.47 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki A1 katsayısının kiriş ile değişimi.

16 katlı modellerde, burulma düzensizliği katsayısının plandaki süreksizliklerde kirişin olup olmaması ile ilişkisi

Şekil 4.48'de gösterilmiştir. X yönünde döşeme süreksizliğinin simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlarda, boşlukta kirişin olup olmaması A1 katsayısı üzerinde herhangi bir etki oluşturmamıştır. Fakat süreksizliklerin antisimetrik yerleştiği durumda, binada 12. kata kadar boşlukların kirişsiz olması kirişli duruma göre daha küçük A1 katsayılarını oluştururken üst katlarda boşlukların kirişli olduğu durumda oluşan A1 katsayıları daha küçüktür.



Şekil 4.48 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki A1 katsayısının kiriş ile değişimi.

Y yönünde ise yine D1 ve D2 durumlarında kirişli ile kirişsiz durumun A1 katsayıları arasında değişme gözlenmezken, D3 durumunda boşlukların kirişsiz olduklarında ortaya çıkan A1 katsayıları kirişli durumdan daha küçük olup üst katlara doğru A1 katsayısında oluşan bu fark artmıştır.

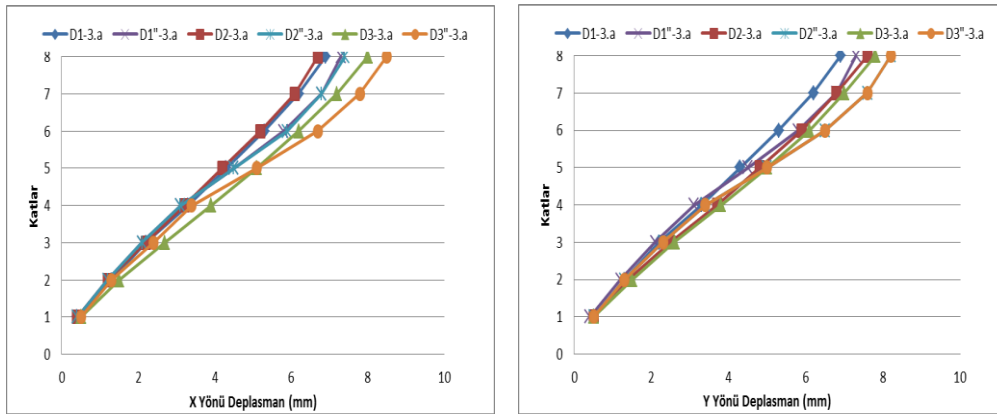
4.1.5 Düşey doğrultuda perde süreksizliğinin yapının davranışına etkisi

Bu bölümde binada düşey doğrultuda yerleştirilen perde duvarlarındaki süreksizliklerinin bina üzerinde oluşturduğu etkiler araştırılacaktır. Burada önceki modellerde kurulan perde duvarların bütün katlarda olduğu D1, D2 ve D3 durumları ile perde duvarların yerleştirilmesine bütün sistemlerde binanın orta katlarında kesilmesi sonucu oluşan D1'' , D2'' ve D3'' durumları arasındaki farklar incelenmiştir. Bütün durumlar en elverişsiz durumu oluşturan 0,42 boşluk oranı için hesaplanmıştır.

- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

Perde duvarların süreksizliğinin, kurulan 8 katlı modellerde, kat deplasmanları üzerindeki etkisi Şekil 4.49'da gösterilmiştir. X yönünde D1, D2 ve D3 durumlarında perde duvarlarının olduğu orta katlara kadar sistemin perde-çerçeve sistem olarak çalışması binada daha az kat deplasmanlarının oluşmasına, üst katlarda ise modelin çerçeve sistem olarak çalışması sonucu daha büyük kat deplasmanları oluşmuştur.

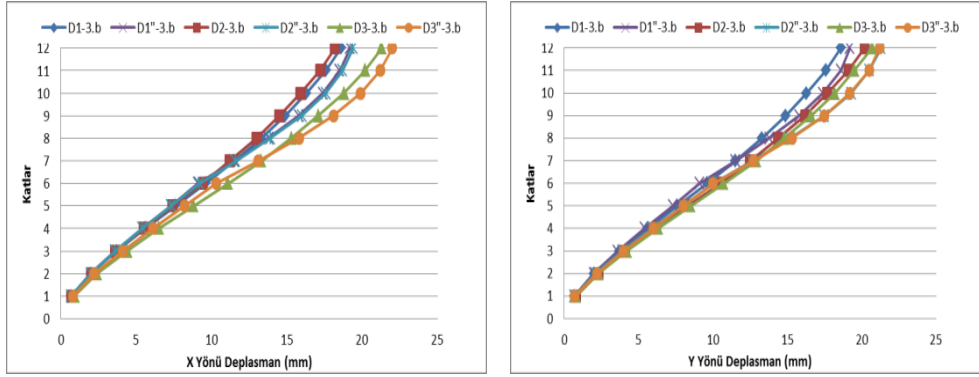
çalışması sonucu daha büyük kat deplasmanları oluşmuştur. Y yönünde ise perde duvarın süreksizliğinin etkisi x yönündeki benzer olmuştur.



Şekil 4.49 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının perde süreksizliği değişimi.

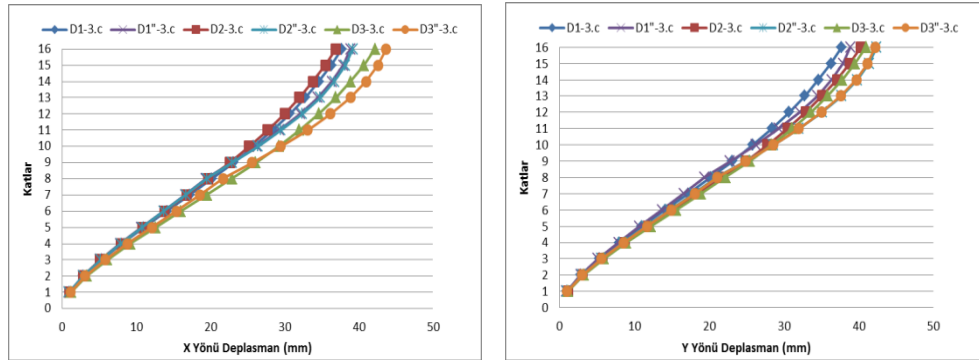
Perde duvarların süreksizliğinin, kurulan 12 katlı modellerde, kat deplasmanları üzerindeki etkisi Şekil 4.50'de gösterilmiştir.

Her iki doğrultuda da kat sayısının artmasıyla perde süreksizliğinin etkisi daha belirginleşip üst katlara doğru bu fark artmıştır. Diğer türlü davranışları Şekil 4.49'dakine benzerdir.



Şekil 4.50 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının perde süreksizliği değişimi.

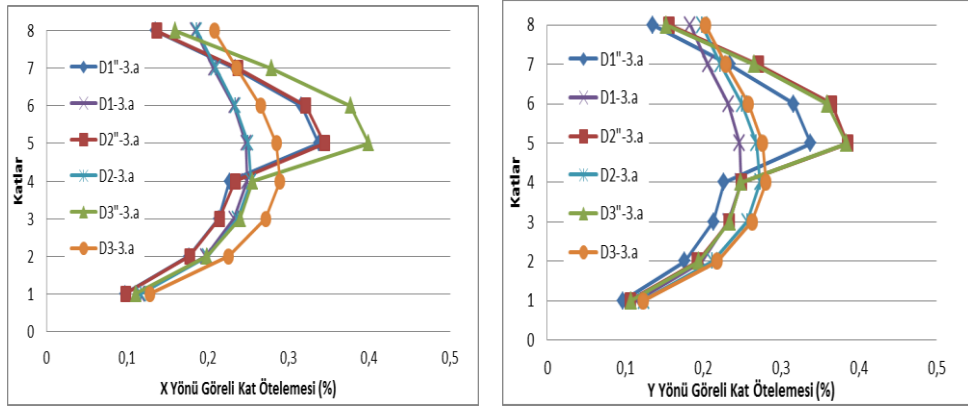
Perde duvarların süreksizliğinin, kurulan 16 katlı modellerde, kat deplasmanları üzerindeki etkisi Şekil 4.51'de gösterilmiştir. Her iki doğrultuda da kat sayısının artmasıyla perde süreksizliğinin etkisi daha belirginleşip üst katlara doğru bu fark artmıştır. Diğer türlü davranışları Şekil 4.50'dekine benzerdir.



Şekil 4.51 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki kat deplasmanlarının perde süreksizliği değişimi.

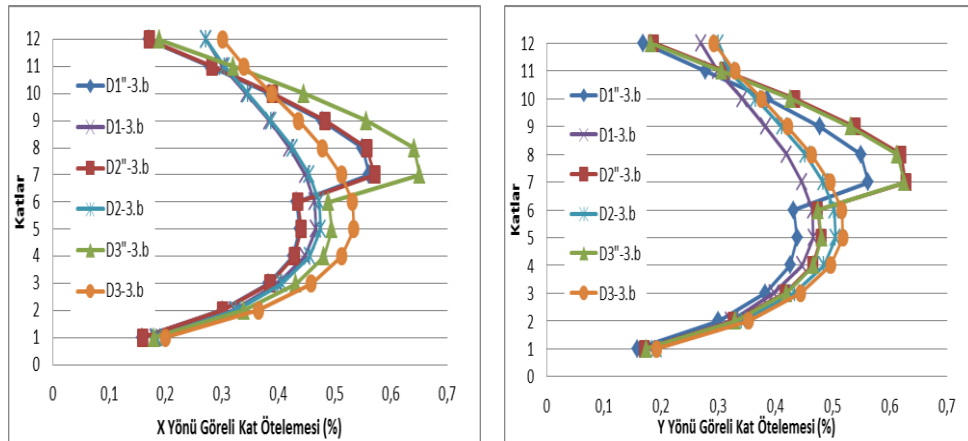
- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Düşey doğrultuda süreksizlik olarak perde duvarlarının 8 katlı modellerde orta katlarda kesilmesi sonucu görelî kat ötelemelerinde oluşan fark Şekil 4.52'de verilmiştir. X ve Y yönünde D1, D2 ve D3 durumlarında perde süreksizliğinin oluşturduğu etki aynı olup, modelin çerçeve sistem olarak çalıştığı üst katlarda görelî kat ötelemeleri artmıştır. D3 modelinde x yönündeki perde duvarı süreksizliğinin oluşturduğu fark y yönüne göre daha fazladır.



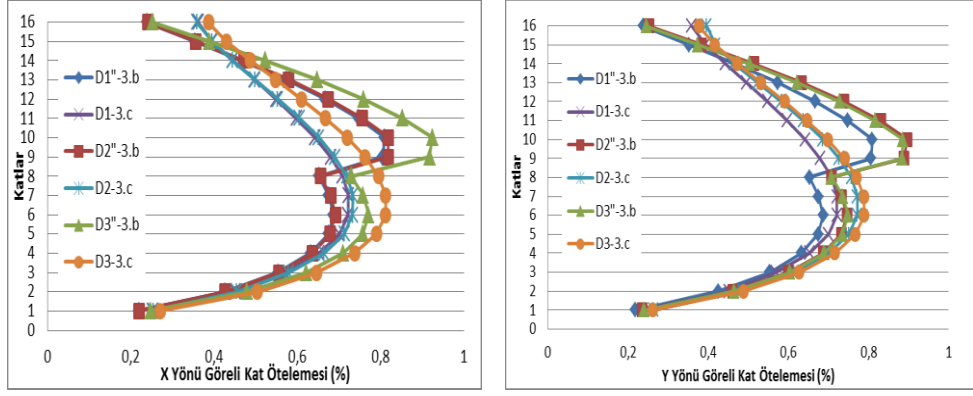
Şekil 4.52 : 8 katlı binalarda, x ve y yönündeki görel kat ötelemelerinin perde süreksizliği ile değişimi.

Düşey doğrultuda süreksizlik olarak perde duvarlarının 12 katlı modellerde orta katlarda kesilmesi sonucu görel kat ötelemelerinde oluşan fark Şekil 4.53’de verilmiştir. X ve Y yönünde Şekil 4.52’dekine benzer davranış göstermiştir. Kat sayısının artmasıyla gözlenen bu farklar da artmıştır.



Şekil 4.53 : 12 katlı binalarda, x ve y yönündeki görel kat ötelemelerinin perde süreksizliği ile değişimi.

Düşey doğrultuda süreksizlik olarak perde duvarlarının 16 katlı modellerde orta katlarda kesilmesi sonucu görel kat ötelemelerinde oluşan fark Şekil 4.54’de verilmiştir. X ve Y yönünde Şekil 4.53’dekine benzer davranış göstermiştir. Kat sayısının artmasıyla gözlenen bu farklar da artmıştır.

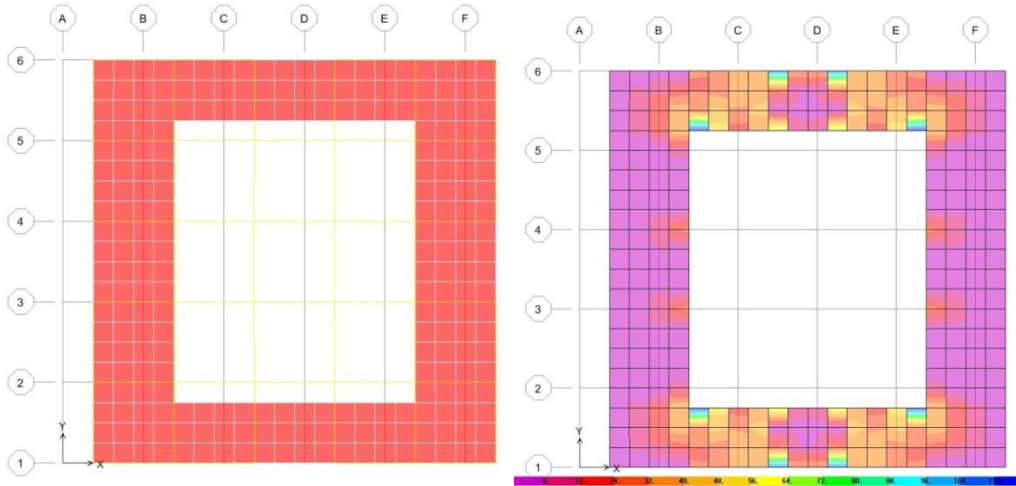


Şekil 4.54 : 16 katlı binalarda, x ve y yönündeki görece kat ötelemelerinin perde süreksizliği ile değişimi.

4.1.6 Rijit diyafram kontrolü

Rijit diyafram kontrolleri, modellerde en olumsuz durumu oluşturan, 16 katlı, boşluk oranının 0,42 olduğu durumlarda yapılmıştır. Bu bölümde modellerdeki değişkenler olarak boşluğun planda simetrik, tek eksene göre simetrik ve simetrik olmayarak yerleştiği durumlar ile boşluklarda oluşturulan kirişin etkisi araştırılmıştır.

- Boşluklarda kirişin bulunduğu D1-3.c modeli



Şekil 4.55: D1-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.

Şekil 4.55'de gösterilen D1-3.c modelinde X yönünde oluşan en olumsuz deprem kuvveti;

$$V = 749,35 \text{ kN}$$

Kontrolü yapılacak olan C-D/5-6 aksları arasında kalan döşeme plağına etkiyen yük;

$$V = 110,84 \text{ kN}$$

Bu yük 4,0 m genişlikli plakta yayılı yüke çevrilirse;

$$q = \frac{110,84}{4} = 27,71 \text{ kN} / \text{m} \text{ olur.}$$

Döşeme açıklık ortasında oluşan moment;

$$M = 27,71 \times \frac{4^2}{8} = 55,42 \text{ kNm} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Döşemede kesme kuvveti (V) altında kesinlikle kesme çatlakları oluşmamalıdır. Bunun kontrolü için; döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti (TS 500);

$$V_c = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1250 \times 0,12 \times 4 = 312,00 \text{ kN}$$

$V = 110,84 \text{ kN} < V_c$ olduğundan döşemede kesme çatlakları oluşmamaktadır.

Döşemede M momentinden dolayı eğilme çatlama oluşmaması gerekir. Bunun kontrolü için;

Döşeme plağı mukavemet momenti;

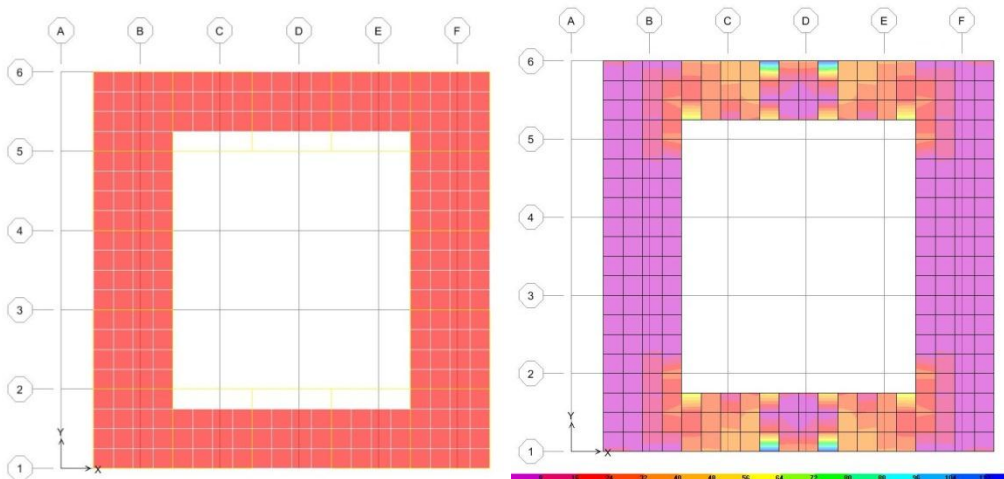
$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,12 \times 4^2}{6} = 0,32$$

Döşemede meydana gelen gerilme;

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{55,42}{0,32} = 173,19 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$\sigma = 173,19 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_{ctd} = 1250 \text{ kN} / \text{m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlakları oluşmaz.

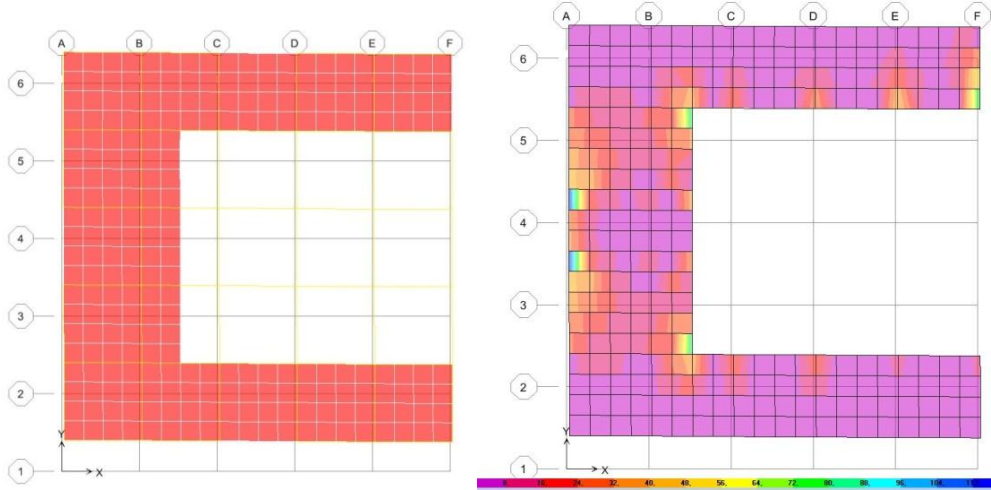
- Boşluklarda kirişin bulunmadığı D1'-3.c modeli



Şekil 4.56: D1'-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.

Döşeme süreksizliklerinin simetrik yerleştiği durumda, boşluklarda kirişin olup olmaması döşeme plağının yatay yükleri aktarmasındaki davranışında önemli bir etki oluşturmamıştır (Şekil 4.56). Diğer taraftan döşeme plaklarında oluşan gerilmeler benzer olduğundan kesme çatlağı ve eğilme çatlağı kontrolüne gerek yoktur.

- Boşluklarda kirişin bulunduğu D2-3.c modeli



Şekil 4.57: D2-3.c modelinde Y yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.

Şekil 4.57'de gösterildiği gibi D2-3.c modelinde Y yönünde oluşan en olumsuz deprem kuvveti;

$$V = 732,74 \text{ kN}$$

Kontrolü yapılacak olan A-B/3-4 aksları arasında kalan döşeme plağına etkiyen yük

$$V = 114,96 \text{ kN}$$

Bu yük 4,0 m genişlikli plakta yayılı yüke çevrilirse;

$$q = \frac{114,96}{4} = 28,74 \text{ kN / m} \text{ olur.}$$

Döşeme açıklık ortasında oluşan moment;

$$M = 28,74 \times \frac{4^2}{8} = 57,48 \text{ kNm} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Döşemede kesme kuvveti (V) altında kesinlikle kesme çatlağı oluşmamalıdır. Bunun kontrolü için; döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti (TS 500);

$$V_c = 0,8 \times 0,65 f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1250 \times 0,12 \times 4 = 312,00 \text{ kN}$$

$V = 114,96 \text{ kN} < V_c$ olduğundan döşemede kesme çatlağı oluşmamaktadır.

Döşemede M momentinden dolayı eğilme çatlama oluşmaması gerekir. Bunun kontrolü için;

Döşeme plağı mukavemet momenti;

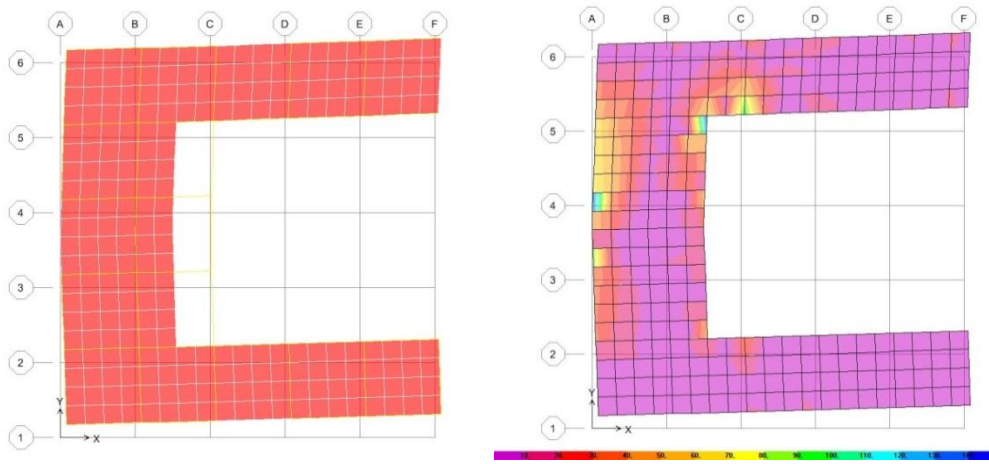
$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,12 \times 4^2}{6} = 0,32$$

Döşemede meydana gelen gerilme;

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{57,48}{0,32} = 179,63 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$\sigma = 179,63 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_{ctd} = 1250 \text{ kN} / \text{m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlak oluşmaz.

- Boşluklarda kirişin bulunmadığı D2'-3.c modeli



Şekil 4.58: D2'-3.c modelinde Y yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.

Şekil 4.58'de gösterildiği gibi D2'-3.c modelinde Y yönünde oluşan en olumsuz deprem kuvveti;

$$V = 547,56 \text{ kN}$$

Kontrolü yapılacak olan A-B/4-5 aksları arasında kalan döşeme plağına etkiyen yük;

$$V = 135,13 \text{ kN}$$

Bu yük 4,0 m genişlikli plakta yayılı yüke çevrilirse;

$$q = \frac{135,96}{4} = 33,99 \text{ kN} / \text{m} \text{ olur.}$$

Döşeme açıklık ortasında oluşan moment;

$$M = 33,99 \times \frac{4^2}{8} = 67,98 \text{ kNm} \text{ olarak hesaplanır.}$$

Döşemede kesme kuvveti (V) altında kesinlikle kesme çatlakları oluşmamalıdır. Bunun kontrolü için; döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti (TS 500);

$$V_c = 0,8 \times 0,65 f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1250 \times 0,12 \times 4 = 312,00 \text{ kN}$$

$V = 135,13 \text{ kN} < V_c$ olduğundan döşemede kesme çatlakları oluşmamaktadır.

Döşemede M momentinden dolayı eğilme çatlakları oluşmaması gerekir. Bunun kontrolü için;

Döşeme plağı mukavemet momenti;

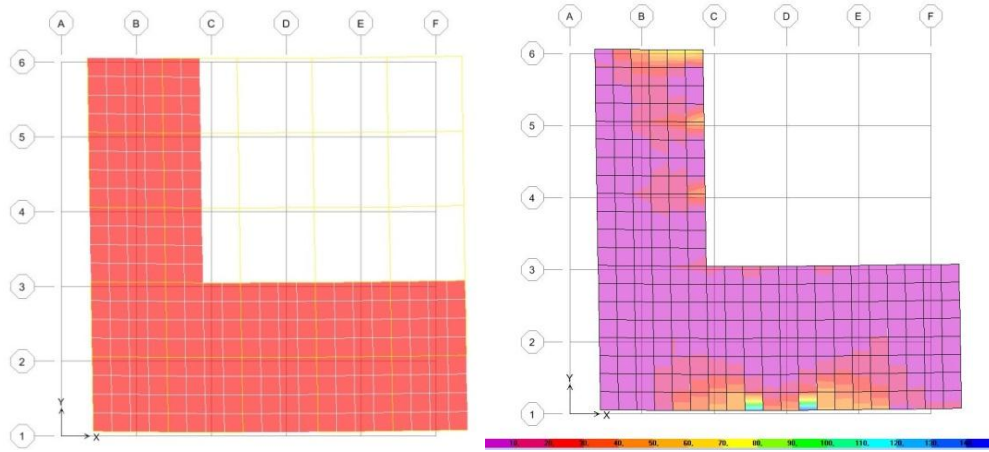
$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,12 \times 4^2}{6} = 0,32$$

Döşemede meydana gelen gerilme;

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{67,98}{0,32} = 212,44 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$\sigma = 212,44 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_{ctd} = 1250 \text{ kN} / \text{m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlakları oluşmaz.

- Boşluklarda kirişin bulunduğu D3-3.c modeli



Şekil 4.59: D3-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.

Şekil 4.59'da gösterildiği gibi D3-3.c modelinde X yönünde oluşan en olumsuz deprem kuvveti;

$$V = 710,88 \text{ kN}$$

Kontrolü yapılacak olan C-D/1-2 aksları arasında kalan döşeme plağına etkiyen yük;

$$V = 142,30 \text{ kN}$$

Bu yük 4,0 m genişlikli plakta yayılı yüke çevrilirse;

$$q = \frac{142,30}{4} = 35,58 \text{ kN / m } \text{ olur.}$$

Döşeme açıklık ortasında oluşan moment;

$$M = 35,58 \times \frac{4^2}{8} = 71,16 \text{ kNm } \text{ olarak hesaplanır.}$$

Döşemede kesme kuvveti (V) altında kesinlikle kesme çatlakları oluşmamalıdır. Bunun kontrolü için; döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti (TS 500);

$$V_c = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1250 \times 0,12 \times 4 = 312,00 \text{ kN}$$

$V = 142,30 \text{ kN} < V_c$ olduğundan döşemede kesme çatlakları oluşmamaktadır.

Döşemede M momentinden dolayı eğilme çatlama oluşmaması gerekir. Bunun kontrolü için;

Döşeme plağı mukavemet momenti;

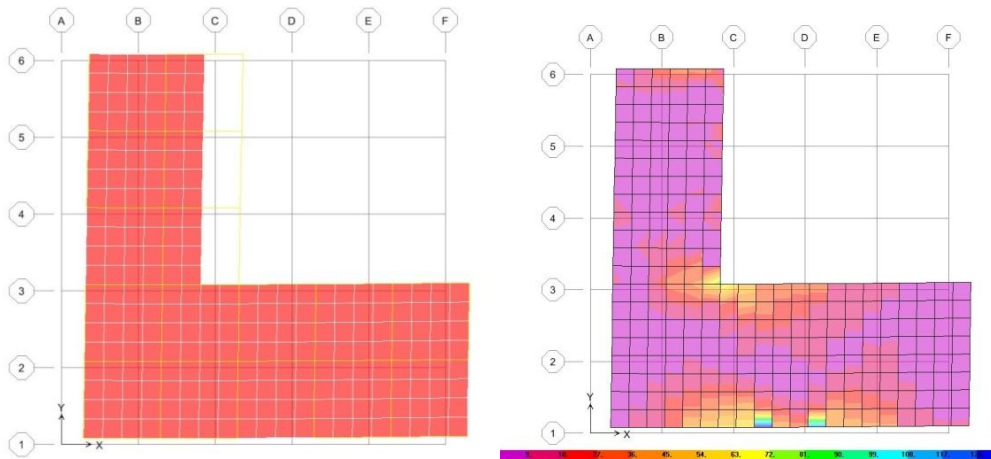
$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,12 \times 4^2}{6} = 0,32$$

Döşemede meydana gelen gerilme;

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{71,16}{0,32} = 222,38 \text{ kN / m}^2$$

$\sigma = 222,38 \text{ kN / m}^2 < f_{ctd} = 1250 \text{ kN / m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlakları oluşmaz.

- Boşluklarda kirişin bulunmadığı D3'-3.c modeli



Şekil 4.60: D3'-3.c modelinde X yönündeki deprem kuvveti ile döşeme plağında oluşan şekil değiştirme ve yer değiştirmeler.

Şekil 4.60'da gösterildiği gibi D3'-3.c modelinde X yönünde oluşan en olumsuz deprem kuvveti;

$$V = 584,46 \text{ kN}$$

Kontrolü yapılacak olan C-D/1-2 aksları arasında kalan döşeme plağına etkiyen yük;

$$V = 126,82 \text{ kN}$$

Bu yük 4,0 m genişlikli plakta yayılı yüke çevrilirse;

$$q = \frac{126,82}{4} = 31,71 \text{ kN / m olur.}$$

Döşeme açıklık ortasında oluşan moment;

$$M = 31,71 \times \frac{4^2}{8} = 63,42 \text{ kNm olarak hesaplanır.}$$

Döşemede kesme kuvveti (V) altında kesinlikle kesme çatlağı oluşmamalıdır. Bunun kontrolü için; döşemenin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti (TS 500);

$$V_c = 0,8 \times 0,65 \cdot f_{ctd} \cdot b_w \cdot d = 0,8 \times 0,65 \times 1250 \times 0,12 \times 4 = 312,00 \text{ kN}$$

$V = 126,82 \text{ kN} < V_c$ olduğundan döşemede kesme çatlağı oluşmamaktadır.

Döşemede M momentinden dolayı eğilme çatlaması oluşmaması gerekir. Bunun kontrolü için;

Döşeme plağı mukavemet momenti;

$$W = \frac{bh^2}{6} = \frac{0,12 \times 4^2}{6} = 0,32$$

Döşemede meydana gelen gerilme;

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{63,42}{0,32} = 198,19 \text{ kN / m}^2$$

$\sigma = 198,19 \text{ kN / m}^2 < f_{ctd} = 1250 \text{ kN / m}^2$ olduğundan döşemede eğilme çatlağı oluşmaz.

Bütün durumlar eğilme ve kesme çatlağı kontrollerini sağladığından 12,00 cm'lik döşeme kalınlığı yeterlidir.

Sonuç olarak, plandaki döşeme süreksizliklerinin simetrik yerleştiği durumlarda, boşluklarda kirişin olmaması durumu, döşemenin rijit diyafram çalışmasına engel teşkil etmemiştir. Döşeme süreksizliklerinin planda, tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlarda, referans alınan eksene dik olarak etkiyen deprem doğrultusundaki boşluklarda kirişin varlığı, rijit diyafram davranışı açısından önem taşımaktadır. Tasarımlarda, döşeme süreksizliklerinin simetrik yerleştirilmediği

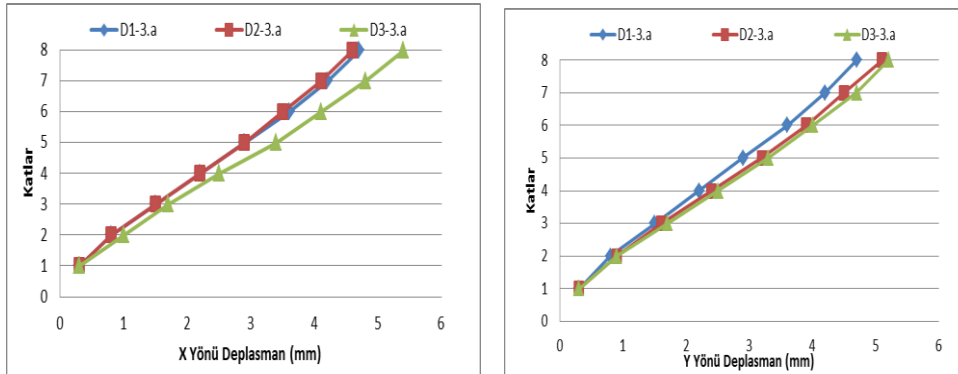
durumlarda da kirişin rijitleştirici etkisinden yararlanılmalıdır. Ayrıca, sonlu elemanlar spektrum analizi sonucunda, döşeme süreksizliklerinin tek eksene göre simetrik ve antisimetrik olarak yerleştiği durumlarda, döşemeler rijit kütle hareketi yapmamış olup, aks doğrultularının birleşim yerlerindeki açılar 90 derece değerlerini korumadan döşemenin plan geometrisi değiştirmiştir. Bu şekilde, döşeme süreksizliklerine sahip yapılarda boşluk oranı arttıkça ve süreksizliklerin sonucunda ağırlık merkezi ile rijitlik merkezi birbirinden uzaklaştıkça burulma katsayıları artmaktadır. Özellikle yanal yer değiştirmeler büyük artış göstermektedir. Bu nedenle döşeme süreksizliğinin simetrik olmayarak yerleştiği durumlarda boşluk oranı, taşıyıcı sistem davranışı üzerinde önemli ölçüde etkiye sahiptir. Bu duruma çözüm olarak, döşeme süreksizliklerinin her katta farklı yerlerde oluşturulması ile ağırlık ve rijitlik merkezleri kesiştirilip, A1 burulma düzensizliği katsayısı ve buna bağlı olan yanal yer değiştirmeler sınırlandırılmış olunur.

4.2 Eurocode 8 Yönetmeliğine Göre Analizlerin İncelenmesi

Bu bölümde Eurocode 8 yönetmeliğine göre plandaki süreksizliklerin oluşturdukları etkiler araştırılmıştır. İncelenen durumlar önceki bölümlerde oluşturulan aynı modeller olup, bütün durumlar en elverişsiz durumu oluşturan 0,42 boşluk oranı için incelenmiştir.

- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

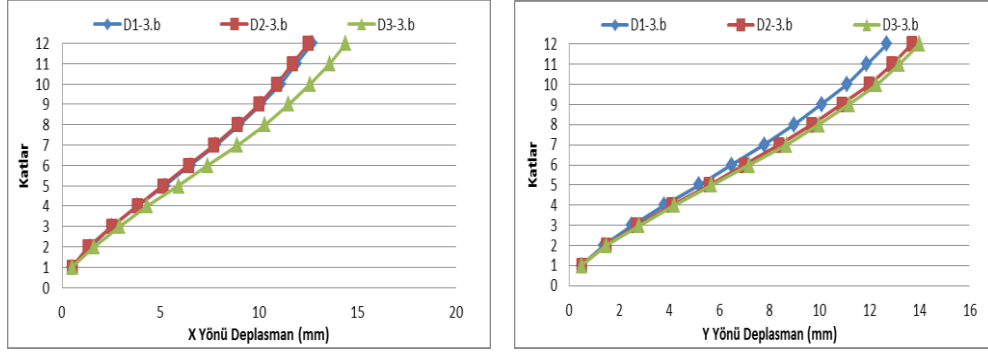
8 katlı modellerde, oluşturulan döşeme süreksizliklerinin plandaki konumunun kat deplasmanlarında oluşturduğu etki Şekil 4.61’de gösterilmiştir.



Şekil 4.61 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1, D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

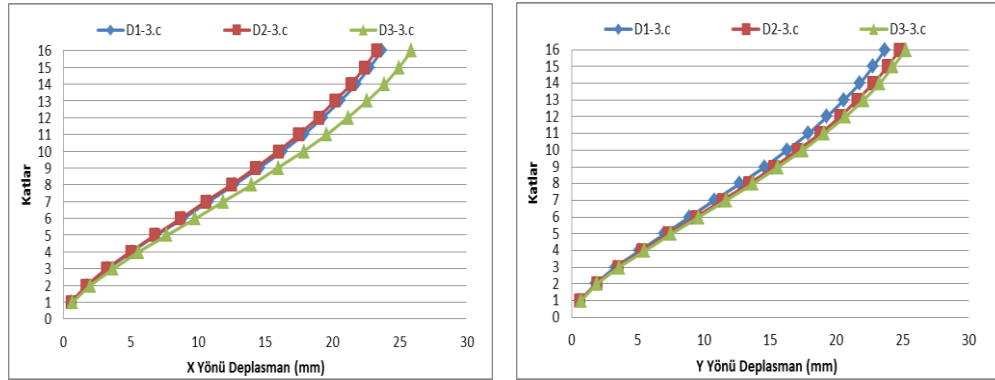
X yönünde döşeme süreksizliğinin simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlar benzer davranış gösterirken, süreksizliklerin antisimetrik yerleştiği durumda daha büyük kat deplasmanları oluşmuştur. Y yönünde ise D1 durumu x yönündekiyle aynı olup, D2 ve D3 durumları benzer davranışı göstermişlerdir.

12 katlı modellerde, oluşturulan döşeme süreksizliklerinin plandaki konumunun kat deplasmanlarında oluşturduğu etki Şekil 4.62’de gösterilmiştir. Kat sayısının artmasıyla modeller arasında önemli bir değişiklik oluşmamıştır.



Şekil 4.62 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

16 katlı modellerde, oluşturulan döşeme süreksizliklerinin plandaki konumunun kat deplasmanlarında oluşturduğu etki Şekil 4.63’de gösterilmiştir. Kat sayısının artmasıyla modeller arasında Şekil 4.62’deki gibi bir fark oluşmamıştır.

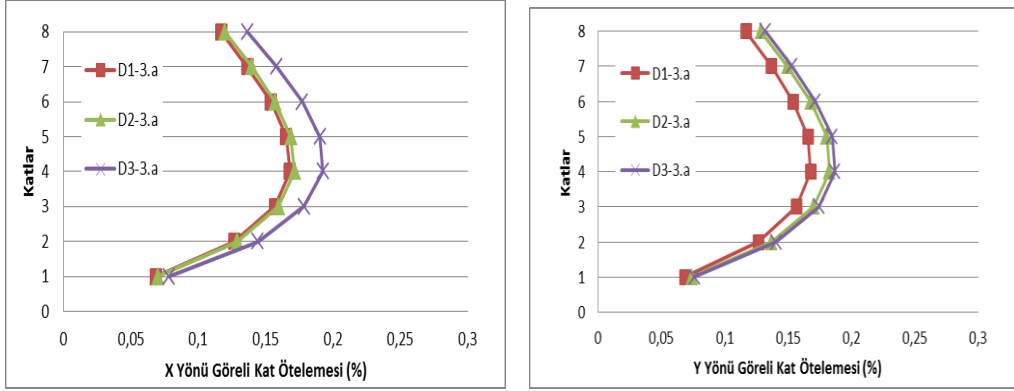


Şekil 4.63 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3’de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

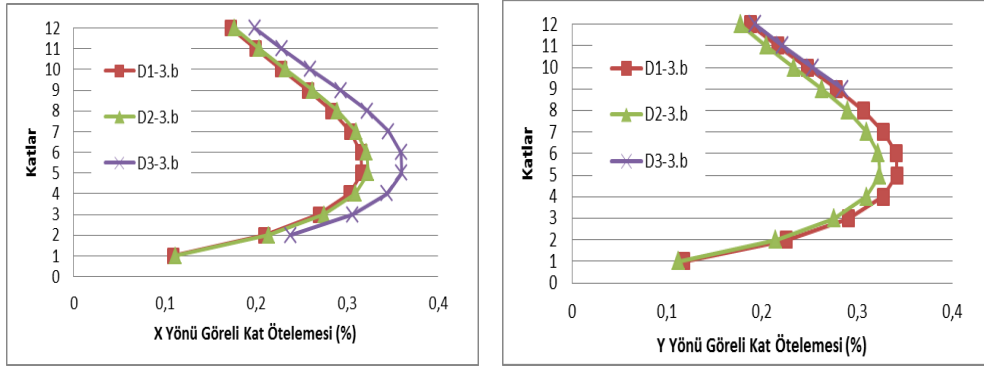
Döşeme süreksizliklerinin plan içinde bulunduğu konuma göre gösterdiği farklılıklar, 8 katlı modeller için, Şekil 4.64’de verilmiştir. X yönünde süreksizliklerin plana simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlar benzer görelî kat ötelemelerini verirken, antisimetrik yerleştirilmiş süreksizliklerin oluşturduğu görelî

kat ötelemeleri daha büyük çıkmıştır. Y yönünde ise D1 durumunun görel kat ötelemesi değişmeyip, D2 ve D3 durumu benzerlik göstermiştir.

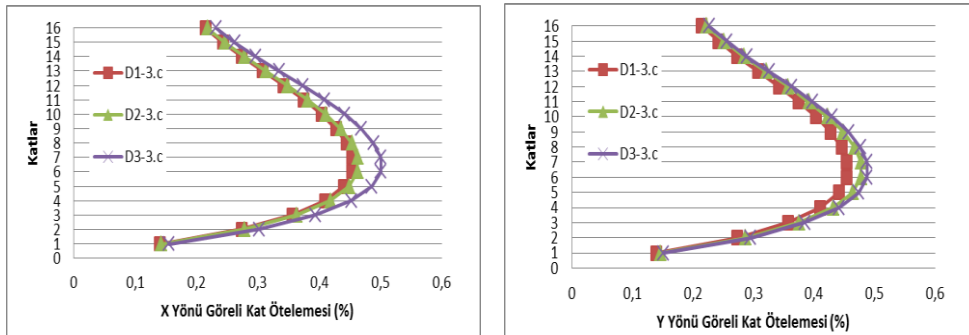


Şekil 4.64 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

Döşeme süreksizliklerinin plan içinde bulunduğu konuma göre gösterdiği farklılıklar, 12 katlı modeller için, Şekil 4.65'de verilmiştir. Kat sayısının artmasıyla modeller arasında önemli bir değişiklik oluşmamıştır.



Şekil 4.65 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.



Şekil 4.66 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

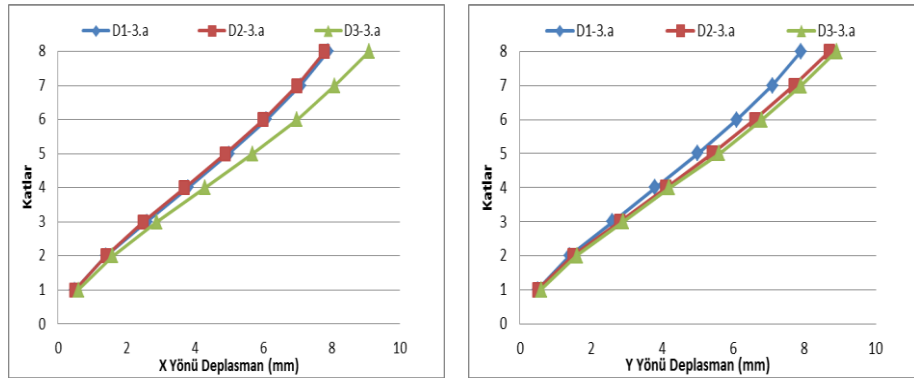
Döşeme süreksizliklerinin plan içinde bulunduğu konuma göre gösterdiği farklılıklar, 16 katlı modeller için, Şekil 4.66'da verilmiştir. Durumlar Şekil 4.65'dekine benzerlik göstermiştir.

4.3 IBC Yönetmeliğine Göre Analizlerin İncelenmesi

Bu bölümde IBC 2009 yönetmeliğine göre plandaki süreksizliklerin oluşturdukları etkiler araştırılmıştır. İncelenen durumlar önceki bölümlerde oluşturulan aynı modeller olup, bütün durumlar en elverişsiz durumu oluşturan 0,42 boşluk oranı için incelenmiştir.

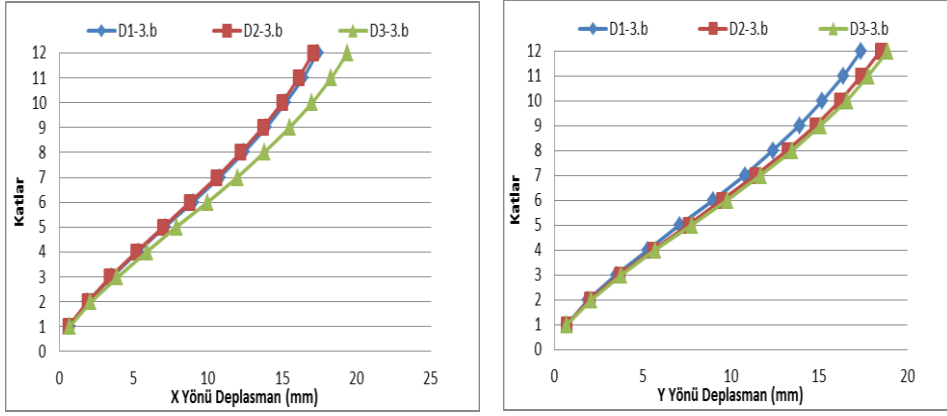
- Kat Deplasmanlarının Karşılaştırılması

8 katlı modellerde, oluşturulan döşeme süreksizliklerinin plandaki konumunun kat deplasmanlarında oluşturduğu etki Şekil 4.67'de gösterilmiştir. X yönünde döşeme süreksizliğinin simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlar benzer davranış gösterirken, süreksizliklerin antisimetrik yerleştiği durumda daha büyük kat deplasmanları oluşmuştur. Y yönünde ise D1 durumu x yönündekiyle aynı olup, D2 ve D3 durumları benzer davranışı göstermişlerdir.



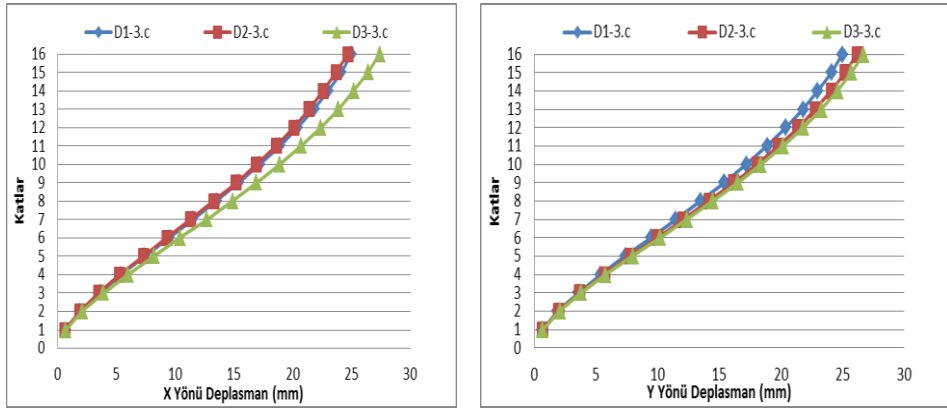
Şekil 4.67 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

12 katlı modellerde, oluşturulan döşeme süreksizliklerinin plandaki konumunun kat deplasmanlarında oluşturduğu etki Şekil 4.68'de gösterildiği gibi kat sayısının artmasıyla modeller arasında önemli bir değişiklik oluşmamıştır.



Şekil 4.68 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

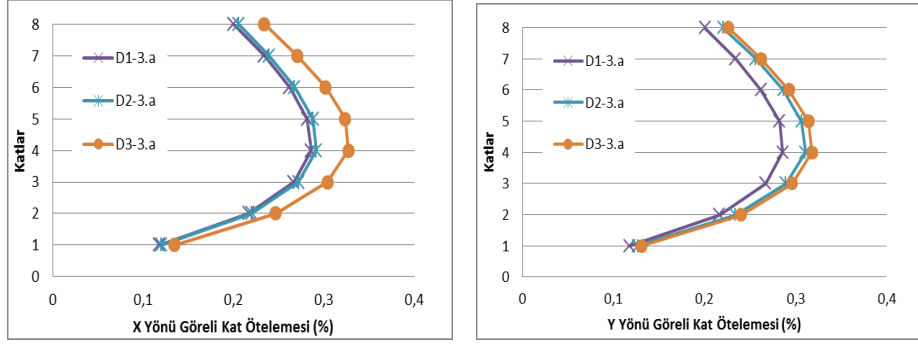
16 katlı modellerde, oluşturulan döşeme süreksizliklerinin plandaki konumunun kat deplasmanlarında oluşturduğu etki Şekil 4.69'da gösterilmiştir. Kat sayısının artmasıyla modeller arasında Şekil 4.68'deki gibi bir fark oluşmamıştır.



Şekil 4.69 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3'de x ve y yönündeki kat deplasmanları.

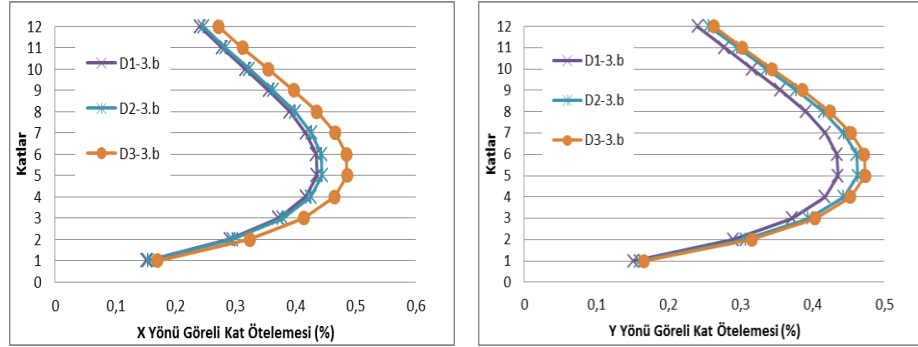
- Görelî Kat Ötelemelerinin Karşılaştırılması

Döşeme süreksizliklerinin plan içinde bulunduğu konuma göre gösterdiği farklılıklar, 8 katlı modeller için, Şekil 4.70'de verilmiştir. X yönünde süreksizliklerin plana simetrik ve tek eksene göre simetrik yerleştiği durumlar benzer görelî kat ötelemelerini verirken, antisimetrik yerleştirilmiş süreksizliklerin oluşturduğu görelî kat ötelemeleri daha büyük çıkmıştır. Y yönünde ise D1 durumunun görelî kat ötelemesi değişmeyip, D2 ve D3 durumu benzerlik göstermiştir.

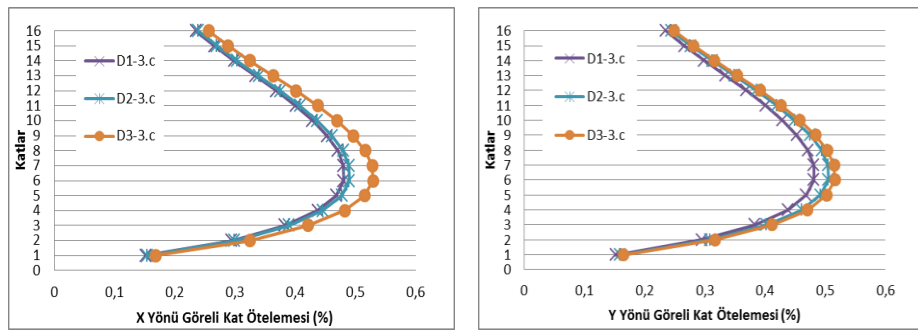


Şekil 4.70 : 8 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3' de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

Döşeme süreksizliklerinin plan içinde bulunduğu konuma göre gösterdiği farklılıklar, 12 katlı modeller için, Şekil 4.71' de verildiği gibi kat sayısının artmasıyla modeller arasında önemli bir değişiklik oluşmamıştır.



Şekil 4.71 : 12 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3' de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.



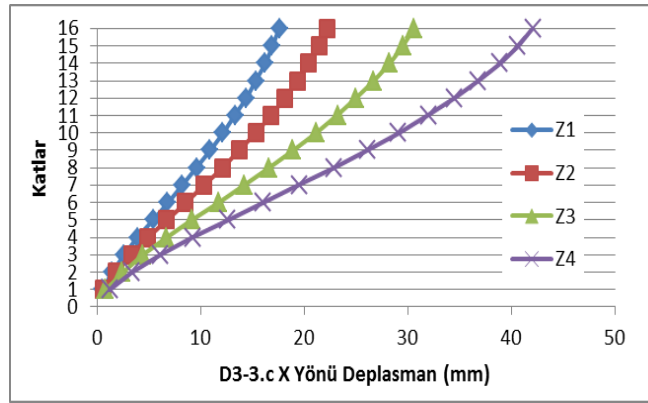
Şekil 4.72 : 16 katlı, boşluk oranı 0,42 için D1,D2 ve D3' de x ve y yönündeki görel kat ötelemeleri.

Döşeme süreksizliklerinin plan içinde bulunduğu konuma göre gösterdiği farklılıklar, 16 katlı modeller için, Şekil 4.72' de verilmiştir. Durumlar Şekil 4.71' dekine benzerlik göstermiştir.

4.4 Döşeme Süreksizliği Bulunan Yapıların Yapılacağı Zemin Durumunun Üst Yapıya Etkileri

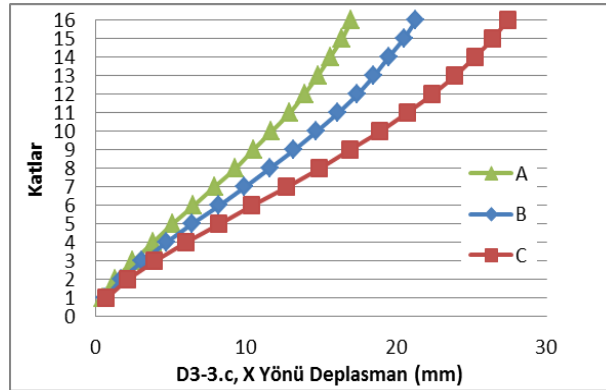
Bu bölümde TDY 2007, IBC 2009 ve EC8 yönetmeliklerinde belirtilen zemin sınıflarına göre önceden oluşturulmuş olan ve en elverişsiz durumu veren 16 katlı, 0,42 boşluk oranına sahip simetrik yerleştirilmemiş döşeme süreksizliği olan modelde incelemeler yapılmıştır.

D3-3.c adlı modelin TDY 2007 yönetmeliğinde olan Z1, Z2, Z3 ve Z4 zemin cinslerine göre ayrı ayrı analizleri Şekil 4.73'de gösterilmiştir. İncelenen modelde deplasmanlar Z1 sınıfından Z4 sınıfına doğru artmıştır.



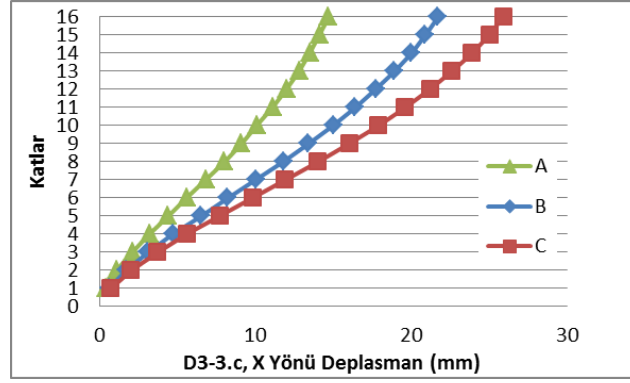
Şekil 4.73 : TDY 2007'deki zemin sınıflarına göre D3-3.c modelinde oluşan kat deplasmanları.

D3-3.c adlı modelin IBC 2009 yönetmeliğinde en sık kullanılan A, B, C zemin sınıflarına göre ayrı ayrı analizleri Şekil 4.74'de gösterilmiştir. İncelenen modelde deplasmanlar A sınıfından C sınıfına doğru artmıştır ve zemin cinslerinden kaynaklı bu fark Şekil 4.73'dekine benzer davranış göstermiştir.



Şekil 4.74 : IBC 2009'daki zemin sınıflarına göre D3-3.c modelinde oluşan kat deplasmanları.

D3-3.c adlı modelin EC 8 yönetmeliğinde en sık kullanılan A, B, C zemin sınıflarına göre ayrı ayrı analizleri Şekil 4.75’de gösterilmiştir. İncelenen modelde deplasmanlar A sınıfından C sınıfına doğru artmıştır. A ve B zemin cinslerindeki arasındaki bu fark Şekil 4.74’dekenden fazladır.



Şekil 4.75 : EC 8’deki zemin sınıflarına göre D3-3.c modelinde oluşan kat deplasmanları.

5. YORUMLAR VE ÖNERİLER

- Döşeme süreksizliklerinin plana simetrik, tek eksene göre simetrik ve antisimetrik yerleştiği durumlarda kat deplasmanları ve görelî kat ötelemeleri farklılık göstermiş olup, en büyük deplasmanlar sisteme simetrik olmayarak yerleştirilen süreksizliklerden meydana gelmiştir.
- Planda yatay doğrultudaki süreksizliklerin antisimetrik yerleştirilmesi sonucu diğer durumlara göre daha büyük burulmalar gözlenmiştir. Süreksizliklerdeki kirişlerin kaldırılması ile burulmalar daha çok artmıştır.
- Düşey doğrultudaki perde duvarlarından kaynaklı süreksizliklerde, binada perde duvarının olduğu katlar perde-çerçeve sistem olarak çalışması sadece çerçeve sistem olarak çalıştığı duruma göre daha az yanal yerdeğiştirme yapmıştır.
- Binaların tasarımı yapılırken rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışmasına ve kirişlerin rijitleştirici etkisi gözönüne alınarak sürekli tutulması halinde binada meydana gelen deplasmanlar ve burulma düzensizliği açısından olumlu sonuçlar verecektir.
- Binada rijitlik merkezi ile kütle merkezini çakıştırmak için yerleştirilecek döşeme süreksizlikleri her katta farklı yerlere koyularak burulma etkileri azaltılabilir.
- İncelenen yönetmelikler arasında, zemin sınıfı analizlerinde en büyük yerdeğiştirmeler EC 8 yönetmeliğinde “C” sınıfında meydana gelmiştir.
- Zemin sınıfı analizi sırasında TDY 2007 ve IBC 2009 yönetmeliklerine göre elde edilen sonuçlar benzerlik gösterirken EC 8 yönetmeliğine göre bulunan sonuçlar daha büyük çıkmıştır.
- Planda yerleştirilen süreksizliklerde kiriş çıkarılıp, kirişin rijitleştirici etkisinden yararlanılmadığı durumlarda burulma etkileri artmıştır ve binaların burulma katsayısı sınır değerin üzerine çıkmıştır.

Bundan dolayı oluşturulan süreksizliklerde kiriş yerleştirilmeli ve gerektiğinde kirişin rijitliğini arttırmak suretiyle döşemenin rijit diyafram davranışı göstermesi sağlanır.

- Döşeme süreksizliği her katta farklı yerlere gelecek şekilde konumlandırılıp, rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışması sağlanabilir ve böylece burulma etkileri azaltılabilir.
- İncelenen modellerde boşluk oranı büyük fakat simetrik yerleştirilen süreksizliklerin rijit diyafram etkisi gösterip, boşluk oranı az, antisimetrik yerleşen durumdan daha olumlu sonuçlar meydana gelmiştir. Kısacası, döşeme süreksizliğinin oranı kadar konumu da önemlidir.
- Binada kat adedinin artmasıyla döşeme süreksizliklerinin etkisi daha çok belirginleştiğinden üst katlarda döşeme süreksizliğinden kaçınılmalıdır.
- Yüksek katlı binaları perde-çerçeve taşıyıcı sistemli, simetrik planlı ve iyi zemin sınıfı koşullarında projelendirmeye gayret edilmelidir.
- Mimari açıdan mecbur kalınan döşeme süreksizliklerinde de burulmayı önleyici elemanlar tasarlamak olumlu sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

- Türk Deprem Yönetmeliği**, (2007). Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, *Bayındırlık ve İskân Bakanlığı*, Ankara.
- IBC**, (2009). International Building Code, *International Code Council*, United States of America.
- ASCE**, (2006). Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, *American Society of Civil Engineers*, United States of America.
- ENV 1998-1-1**, (1994). Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures Part 1-1 : General Rules – Seismic actions and General Requirements for Structures, *European Committee for Standardization*, Brussels.
- ENV 1998-1-2**, (1994). Design Provisions for Earthquake Resistance of Structures Part 1-2 : General Rules - General Rules for Buildings, *European Committee for Standardization*, Brussels.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, (2004). Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, İstanbul.
- Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, (2005). Betonarme Yapılar, *Beta Dağıtım*, İstanbul
- Özmen, O., Orakdöğen, E. ve Darılmaz, K.**, (2005). Örneklerle Etabs, *Birsen Yayınevi*, İstanbul.
- Celep, Z.**, (2011). Yapı Dinamiği, *Beta Dağıtım*, İstanbul.
- Chopra, Anil K.**, (2007). Dynamics of Structures, Theory and Applications to Earthquake Engineering.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Mehmet Sefa ORAK

Doğum Yeri ve Tarihi : Dörtyol, 24.11.1988

Adres : Üsküdar, İstanbul

E-Posta : orakms@gmail.com

Lisans : İTÜ İnşaat Mühendisliği, İTÜ Matematik Mühendisliği