

**DÖŞEME DÜZENSİZLİKLERİNİN TAŞIYICI
SİSTEM DAVRANIŞINA ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Alper BAŞARI
501041008**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 7 Mayıs 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 12 Haziran 2007**

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Turgut ÖZTÜRK

Diğer Jüri Üyeleri Prof.Dr. Tülay AKSU

Doç.Dr. Necdet TORUNBALCI

Haziran 2007

ÖNSÖZ

Bu çalışmada döşeme düzensizliklerinin taşıyıcı sistem davranışına etkisi incelenmiştir. Bu incelemelerde farklı döşeme düzensizliklerine sahip modeller oluşturulmuş, analiz sonuçlarına göre taşıyıcı sistemlerin davranışları anlaşılmaya çalışılmış ve birbirleriyle mukayese edilmiştir.

Çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan değerli hocam Doç. Dr. Turgut ÖZTÜRK'e, maddi manevi yardımlarını esirgemeyen aileme ve özellikle tezimin yazım aşamasında bana yardımcı olan, manevi desteğini esirgemeyen kız arkadaşım İnş. Yük. Müh. Selcen GÜRBÜZ'e teşekkür ederim.

Mayıs, 2007

Alper BAŞARI

İnş. Müh.

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	III
TABLO LİSTESİ	IV-V
ŞEKİL LİSTESİ	VI-VII
SEMBOL LİSTESİ	VIII-IX
ÖZET	X
SUMMARY	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı	2
1.2. Çalışmanın Kapsamı	3
2. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI	4
2.1. Depreme Dayanıklı Betonarme Taşıyıcı Sistem Tasarımı	5
2.2. Betonarme Taşıyıcı Sistem Tipleri	9
2.3. Betonarme Binalarda Karşılaşılan Düzensizlikler	11
2.3.1. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları	11
2.3.1.a. B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)	11
2.3.1.b. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)	12
2.3.1.c. B3- Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği	13
2.3.2. Planda Düzensizlik Durumları	15
2.3.2.a. A1-Burulma Düzensizliği	15
2.3.2.b. A2-Döşeme Süreksizlikleri	16
2.3.2.c. A3-Planda Çıkıntılar Bulunması	17
2.3.2.d. A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması(1998 Deprem Yönetmeliği)	17
2.4. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Döşemeler	19
2.4.1. Döşemelerin Yapıda Oynadığı Rol	19
2.4.2. Döşemelerin Deprem Mühendisliği Açısından İncelenmesi	23
3. DÖŞEME DÜZENSİZLİKLERİNİN TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞINA ETKİSİ	27
3.1. Hesaplarda İncelenen Binaların Özellikleri	27
3.2. Hesaplarda İzlenen Yol	31
3.3. Oluşturulan Modellere Ait Çözümler	32
3.3.1. Tip 1 İçin Çözümler	32
3.3.2. Tip 2 İçin Çözümler	38
3.3.3. Tip 3 İçin Çözümler	43
3.3.4. Tip 4 İçin Çözümler	48
3.3.5. Tip 5 İçin Çözümler	53
3.3.6. Tip 6 İçin Çözümler	58

4. MODELLERE AİT ANALİZ SONUÇLARININ İRDELENMESİ	63
4.1. Binalarda Oluşan Kat Kesme ve Taban Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi	63
4.2. Bina Yatay Öteleme Rijitliklerinin İrdelenmesi	65
4.3. Ortalama Göreceli Yer Değiştirmelerin İrdelenmesi	67
4.4. Burulma Katsayılarının İrdelenmesi	70
4.5. Kolonlarda Oluşan Kat Kesme Kuvvetinin İrdelenmesi	72
4.5.1. X Doğrultusu Depreminde Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi	72
4.5.2. Y Doğrultusu Depreminde Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi	74
4.6. Kolonlarda Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi	76
4.6.1.X Doğrultusu Depreminde Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi	76
4.6.2.Y Doğrultusu Depreminde Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi	78
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	81
KAYNAKLAR	85
ÖZGEÇMİŞ	86

KISALTMALAR

TS 500	: Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları
D.B.Y.B.H.Y.2006	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Hakkında Yönetmelik
SRSS	: Karelerin Toplamının Karekökü Yöntemi
CQC	: Tam Karesel Birleştirme Yöntemi

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1	Spektrum karakteristik periyotları 7
Tablo 2.2	Betonarme döşeme sistemlerinin ekonomik oldukları açıklıklar ve etkisinde kalacakları yükler..... 21
Tablo 3.1	Tip1' e ait periyotlar ve kütle katılımları 34
Tablo 3.2	Tip1' e ait X doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri..... 34
Tablo 3.3	Tip1' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri 36
Tablo 3.4	Tip2' ye ait periyotlar ve kütle katılımları..... 39
Tablo 3.5	Tip2' e ait X doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri..... 40
Tablo 3.6	Tip2' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri 41
Tablo 3.7	Tip3' ye ait periyotlar ve kütle katılımları..... 44
Tablo 3.8	Tip3' e ait X doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri..... 45
Tablo 3.9	Tip3' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri 46
Tablo 3.10	Tip4' ye ait periyotlar ve kütle katılımları..... 49
Tablo 3.11	Tip4' e ait X doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri..... 50
Tablo 3.12	Tip4' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri 51
Tablo 3.13	Tip5' ye ait periyotlar ve kütle katılımları..... 54
Tablo 3.14	Tip5' e ait X doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri..... 55
Tablo 3.15	Tip5' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri 56
Tablo 3.16	Tip6' ye ait periyotlar ve kütle katılımları..... 59
Tablo 3.17	Tip6' e ait X doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri..... 60
Tablo 3.18	Tip6' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremde dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri ve burulma momentleri 61
Tablo 4.1	Hesapta oluşan bina taban kesme kuvvetleri (X doğrultusu)..... 63
Tablo 4.2	Hesapta oluşan bina taban kesme kuvvetleri (Y doğrultusu)..... 63
Tablo 4.3	Hesapta kullanılan bina ağırlıkları 65
Tablo 4.4	Binalara ait X doğrultusu doğal periyotları 66
Tablo 4.5	Binalara ait Y doğrultusu doğal periyotları 66
Tablo 4.6	Binalara ait X doğrultusu yanıl ötelenme rijitlikleri..... 66
Tablo 4.7	Binalara ait Y doğrultusu yanıl ötelenme rijitlikleri..... 67
Tablo 4.8	X doğrultusunda binalara ait yanıl ötelenme katsayıları..... 67
Tablo 4.9	X doğrultusunda ortalama göreceli kat yer değıştirmeleri..... 68
Tablo 4.10	Y doğrultusunda binalara ait yanıl ötelenme katsayıları..... 68
Tablo 4.11	Y doğrultusunda ortalama göreceli kat yer değıştirmeleri..... 69

Tablo 4.12	X doğrultusunda binalara ait burulma katsayıları.....	70
Tablo 4.13	Y doğrultusunda binalara ait burulma katsayıları.....	71

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1 : Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği.....	14
Şekil 2.2 : Burulma düzensizliği.....	15
Şekil 2.3 : Döşeme süreksizlikleri.....	16
Şekil 2.4 : A3 türü düzensizlik durumu.....	17
Şekil 2.5 : Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu.....	17
Şekil 2.6 : Diyafram kabulleri.....	23
Şekil 2.7 : Boşluk çevresi donatı detaylandırması.....	24
Şekil 3.1 : Oluşturulan hesap modellerine ait kalıp planı resimleri.....	29
Şekil 3.2 : Tip1'e ait kalıp planı resmi.....	32
Şekil 3.3 : Tip1'e ait bir kesit görünüşü.....	33
Şekil 3.4 : Tip1 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	35
Şekil 3.5 : Tip1 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	35
Şekil 3.6 : Tip1 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	36
Şekil 3.7 : Tip1 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	37
Şekil 3.8 : Tip2' ye ait kalıp planı resmi.....	38
Şekil 3.9 : Tip2' e ait bir kesit görünüşü.....	39
Şekil 3.10 : Tip2 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	40
Şekil 3.11 : Tip2 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	41
Şekil 3.12 : Tip2 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	42
Şekil 3.13 : Tip2 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	42
Şekil 3.14 : Tip3' ye ait kalıp planı resmi.....	43
Şekil 3.15 : Tip3' e ait bir kesit görünüşü.....	44
Şekil 3.16 : Tip3 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	45
Şekil 3.17 : Tip3 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	46
Şekil 3.18 : Tip3 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	47
Şekil 3.19 : Tip3 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	47
Şekil 3.20 : Tip4' ye ait kalıp planı resmi.....	48
Şekil 3.21 : Tip4' e ait bir kesit görünüşü.....	49
Şekil 3.22 : Tip4 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	50
Şekil 3.23 : Tip4 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	50

Şekil 3.24	: Tip4'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	51
Şekil 3.25	: Tip4'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	52
Şekil 3.26	: Tip5' ye ait kalıp planı resmi.....	52
Şekil 3.27	: Tip5' e ait bir kesit görünüşü.....	53
Şekil 3.28	: Tip5'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	54
Şekil 3.29	: Tip5'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	55
Şekil 3.30	: Tip5'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	56
Şekil 3.31	: Tip5'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	57
Şekil 3.32	: Tip6' ye ait kalıp planı resmi.....	57
Şekil 3.33	: Tip6' e ait bir kesit görünüşü.....	58
Şekil 3.34	: Tip6'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	59
Şekil 3.35	: Tip6'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	60
Şekil 3.36	: Tip6'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri.....	61
Şekil 3.37	: Tip6'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri.....	62
Şekil 4.1	: X doğrultusunda her bir model için katlara gelen toplam kesme kuvvetleri.....	62
Şekil 4.2	: Y doğrultusunda her bir model için katlara gelen toplam kesme kuvvetleri.....	64
Şekil 4.3	: X doğrultusu ortalama göreceli kat yer değiştirmeleri.....	64
Şekil 4.4	: Y doğrultusu ortalama göreceli kat yer değiştirmeleri.....	68
Şekil 4.5	: X doğrultusu burulma burulma katsayıları.....	69
Şekil 4.6	: Y yönü doğrultusu burulma katsayıları.....	70
		71

SEMBOL LİSTESİ

$A(T)$	: Spektral İvme Katsayısı
A_0	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
B_a	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksen yönünde tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{ax}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksen yönünde, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{ay}	: Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksen yönünde, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_b	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksen yönünde tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü
B_{bx}	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksen doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
B_{by}	: Taşıyıcı sistem elemanının b asal eksen doğrultusunda, x'e dik y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s ²)
g_i	: Binanın i'inci katındaki toplam sabit yük
H_N	: Binanın temel üstünden itibaren ölçülen toplam yüksekliği
h_i	: Binanın i'inci katının kat yüksekliği
I	: Bina Önem Katsayısı
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i = w_i / g$)
m	: Yapının kütlesi
n	: Hareketli Yük Katılım Katsayısı
q_i	: Binanın i'inci katındaki toplam hareketli yük
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
$R_a(T)$	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
$S(T)$	: Spektrum Katsayısı
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T_1	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_n	: Yapının doğal periyodu
T_A, T_B	: Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
V_t	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
α	: Binanın deprem doğrultusundaki birinci doğal titreşim periyoduna ait kütle katılım katsayısı
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış göreceli kat ötelemesi

$(\Delta_i)_{ort}$	: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
η_{bi}	: i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı
η_{ci}	: i'inci katta tanımlanan Dayanım Düzensizliği Katsayısı
η_{ki}	: i'inci katta tanımlanan Rijitlik Düzensizliği Katsayısı

ÖZET

Bu çalışmada, taşıyıcı sistemi kolon, perde ve kirişli plak döşemelerden oluşan betonarme sistemlerde değişik boyut ve yerlerde oluşturulan döşeme düzensizliklerinin taşıyıcı sistem davranışına nasıl etki ettiğini görebilmek amaçlanmıştır. Bunun için mevcut bir mimariden yararlanarak tipik bir kalıp planı oluşturulmuş; bu kalıp planında farklı boyut ve yerlerde döşeme düzensizlikleri yaratılarak birbirinden farklı 6 bina ETABS programında modellenmiştir. Yapılan hesaplarda herhangi bir model için rijit diyafram ya da dışarıdan kütle tanımı yapılmamış, tüm kütleler birbirinden bağımsız olarak programca hesap edilmiştir. Hesap yapılırken seçilen yöntem ise eşdeğer deprem yükü yöntemi olmuştur. Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan hesapta, rijit bodrum perdeleri ile çevrili bodrum katların hesabı ile bodrum katları üzerindeki sisteme ait hesaplar her bir tip bina için birbirinden bağımsız olarak yapılmış, daha sonra hesapta bulunan kuvvetler doğru çözüm için birbirleriyle birleştirilmiştir. Yapılan analizlerden sonra, karşılaştırılan ana unsurlar; her bir tip bina için kolon elemanlarda oluşan kesme kuvvetleri ve burulma momentleri ile bina bazında; bina doğal periyotları ve kütle katılımları, ortalama göreceli kat deplasmanları, kat kesme kuvvetleri, yatay ötelenme rijitlikleri ve kat mertebelerinde oluşan burulma katsayıları olmuştur. Karşılaştırmada düşey yüklerden oluşan kuvvetler dikkate alınmamış; bunun yerine depremin her iki doğrultuda etkimesi durumunda oluşan yatay kesme ve burulma kuvvetleri birbirinden bağımsız olarak bulunmuş ve kullanılmıştır.

ABSTRACT

In this study the main aim is to determine the effects of different types of floor irregularities on joisted plate reinforced concrete systems. In this case, with the usage of a architectural plan, typical application plan was formed and six buildings; which has different types of floor irregularities , are formed with ETABS program. There is no rigid diaphragm acceptance or mass assignment in these calculations, on the contrary all mass calculations was made by the program. The equivalent earthquake method was used in this calculations. With the equivalent earthquake method; calculations of the rigid floors and upper sides of the rigid floors were made independently in each type of buildings. After that; forces found for upper and rigid parts of the buildings were combined for the exact solutions. After the analyses made, main things compared were; shear and torsional forces occurred in the earthquake force carrier coloumns and building vibration periods, mass participations, avarage relative story displacements, story shear forces, horizontal displacement rigidities, torsional constants composed in story levels for the typical buildings. In comparing, forces occurred from the vertical loads were'nt considered. In stead of this; shear and torsional forces occurred from the earthquake case for each way of the earthquake were taken into consideration.

1. GİRİŞ

Ülkemizde son yıllarda inşaat sektöründeki canlanma dikkat çekmektedir. Bunun en somut örneği ise son zamanlarda gazetelerde ve televizyonda sıkça rastladığımız toplu konut inşaatlarıdır. İnşaat sektöründeki bu canlanma ile birçok inşaat mühendisine inşaat sektörünün çeşitli alanlarında iş imkânı doğmuştur. Doğal olarak bu iş olanakları ile birlikte inşaat mühendislerinin üzerine alacakları sorumlulukları göz ardı etmemeleri gerekmektedir. Özellikle 1999 Kocaeli depremi sonrası verilen kayıplar; işin pazarlama ve yönetim kısmından çok proje ve şantiye kısımlarının üzerinde önemle durulması gerektiğini göstermiştir.

Depremlerden sonra bu bölgelerde yapılan mühendislik incelemelerinde o tarihte yürürlükte olan 1998 Afet Yönetmeliğinde yer alan birçok hususa uyulmadığı gözlenmiş, bu nedenle pek çok yapının hasar gördüğü ortaya çıkmıştır. [1] 1999 Kocaeli depremi sonrası yapılan çalışmalar sonrasında 1998 Afet yönetmeliğinin Betonarme ve özellikle Çelik yapılar kısımları yenilenmiş, 2006 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik [2] yürürlüğe girmiştir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında düzensiz binaların yapımından kaçınılmalıdır. Bu tip binaların yapılması zorunlu ise; yapının taşıyıcı sistemi oluşturulurken yapının mimarisi çok iyi incelenmeli, mümkün olduğunca yönetmeliklerdeki kural ve sınırlandırmalara uyulmalıdır.

1. 1. ÇALIŞMANIN AMACI

1999 Kocaeli depremiyle birlikte Türkiye’de inşaat sektöründe pek çok köklü değişimler olmuştur. Yapılarımızın deprem güvenliğinin olmadığı, pek çok imalat ve projelendirme hataları olduğu gözlenmiştir. Bununla birlikte hali hazırda kullanılan literatür ve teknik kaynakların yetersizliği bir kez daha anlaşılmıştır. 1999 Deprem yönetmeliğiyle birlikte yapılarımızı gerek mimari gerekse statik açıdan pek çok kısıtlama getirilmiştir. Özellikle 1. ve 2. Derece deprem bölgelerinde; yapıların imalat ve projelendirme esasları detaylı olarak bu yönetmelikte açıklanmıştır.

1999 ve 2006 deprem yönetmeliklerinde yapılardaki düzensizlik durumları tarif edilmiş ve bu düzensizliklerin kullanım ve sınır şartları açıklanmıştır.

Bu çalışmada; öncelikle döşeme düzensizlikleri ele alınmış, deprem yükleri altında döşeme boşluklarının taşıyıcı sistem davranışına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla taşıyıcı sistemleri aynı, fakat döşeme boşluk yerleri ve oranları farklı 5 katlı 6 tip yapı ETABS [3] programı yardımıyla modellenmiştir. Oluşturulan modeller ile döşeme düzensizliklerinin yapının dinamik davranışına, taşıyıcı elamanlardaki kuvvet dağılımına ve döşeme içerisindeki gerilme dağılımına etkisi araştırılmıştır.

1. 2. ÇALIŞMANIN KAPSAMI

İlk bölümde; çalışmayla ilgili genel bilgiler verilerek, çalışmanın amacı ve içeriği tanıtılmıştır.

İkinci bölümde; depreme dayanıklı betonarme taşıyıcı sistem tasarımı ve taşıyıcı sistem tipleri hakkında temel bilgiler verilmiş, betonarme yapılarda karşılaşılan düzensizlikler açıklanmıştır. Ayrıca betonarme taşıyıcı sistemlerde döşemelerin oynadığı rol üzerinde durulmuş ve deprem mühendisliği açısından döşemeler incelenmiştir.

Üçüncü bölümde; oluşturulan 3 boyutlu betonarme yapı modelleri tanıtılmış ve her bir modele ait hesap sonuçları verilmiştir.

Dördüncü bölümde; modellere ait analiz sonuçları irdelenmiştir.

Son bölümde ise hesap sonuçları birbirleri ile mukayese edilmiştir.

2. DEPREME DAYANIKLI YAPI TASARIMI

Depremler çok sık olmamakla birlikte özel bir tip felakettir ve dünyanın birçok bölgesinde yapının servis ömrü boyunca en az bir küçük deprem ile karşılaşma olasılığı çok yüksektir. Bir yapının ömrü boyunca şiddetli bir depremle karşılaşma olasılığı düşük olmasına rağmen ortaya çıkan can ve mal kaybı oldukça büyük olmaktadır.

Tüm dünyada kabul edilen depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesi şu üç kriterden oluşmaktadır;

- Yapının ömrü boyunca karşılaşma olasılığı çok fazla olan hafif şiddetli depremlerde yapısal olan ve olmayan elemanlarda oluşacak hasar önlenmelidir.
- Yapının ömrü boyunca karşılaşma olasılığı çok fazla olmayan orta şiddetli depremlerde yapısal olan ve olmayan elemanlarda oluşacak hasar onarılabilir düzeyde olmalıdır.
- Yapının ömrü boyunca karşılaşma olasılığı çok az olan şiddetli bir depremde can kaybı ve yapının göçmesi önlenmelidir.

Depreme dayanıklı yapılar tasarlanırken elemanların deprem kuvvetleri altındaki davranışları bilinmelidir. Depreme dayanıklı yapı sistemlerinin çok katlı ve ekonomik yapılmasında, taşıyıcı sistemin seçimi çok önemlidir. Depreme dayanıklı yapı tasarımında yapının daha çok düzgün çerçevelerden oluşması istenmektedir.

2. 1. DEPREME DAYANIKLI BETONARME TAŞIYICI SİSTEM TASARIMI

Tüm yapılarda olduğu gibi betonarme yapılar da üzerlerine etkiyen yükleri kendi içerisinde üç yönde dağıtarak temele kadar aktarırlar. Yapı sistemi içerisinde yüklerin üç yönde nasıl dağıldığı, yapının taşıyıcı sistemine bağlı olarak değişiklik gösterir. Betonarme sistemlerde taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların iki temel işlevi vardır;

- Yapı elemanı üzerine etkiyen yükü yeterli dayanım göstererek güvenli bir şekilde taşımalı,
- Yapı elemanı kendine etkiyen bu yükü mesnetlendiği diğer taşıyıcı elemanlara güvenle aktarabilmelidir.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında bir elemanın deprem yükünü diğer elemana güvenle aktarabilmesi çok önemlidir. Özellikle kat kütlelerinin toplandığı döşemelerin; mesnetlendiği kolon, kiriş perde gibi taşıyıcı elemanlarla olan ara kesitlerinin deprem durumunda oluşan kuvvetleri aktarabilecek yeterlilikte olması gerekmektedir. Örneğin kirişsiz döşemelerde; döşemelerin perdelerle mesnetlendiği bölgenin uzunluğu ve kalınlığı döşeme ile mesnetlendiği perdenin ara kesitini oluşturan iki ana boyuttur ve kuvvet aktarım tahkiki tanımlanan bu bölgede yapılır.

Depreme dayanıklı bir yapıda üç ana özellik bulunmalıdır. Bunlar yeterli süneklik, yeterli rijitlik ve yeterli dayanımdır.

Depremi yapıya bir enerji yükleme yaptığı bilinmektedir. Yapı maruz kaldığı bu enerjiyi kendi içinde tüketerek dengelemelidir. Bu nedenle; yapıda çökme veya göçme oluşturmayacak bazı bölgelerde enerji tüketimi olması istenmektedir. Bu enerji tüketimi yapının belirli bölgelerinde sünek davranış gösteren hasara izin verilerek sağlanır. Yapının yer değiştirmesi ile oluşan betonun çatlaması, donatının akması, eğilme ve kayma çatlaklarının oluşması durumları bu duruma örnek olarak verilebilir. Göçmeye neden olmayacak bu hasarların kirişlerde olması istenir ve hasarın düşey taşıyıcılarda oluşması engellenmeye çalışılır. Bunun literatürdeki adı da plastik mafsallardır. Yapının ek zorlanmalara maruz kalmasına izin vermemek için yapı, plastik mafsallar sadece kiriş uçlarında meydana gelecek şekilde boyutlandırılmalıdır. Bunun yanı sıra yapıda kesme kuvveti kırılması gibi gevrek kırılmaların oluşması yerine; eğilme kırılması gibi sünek davranış gösteren kırılmaların oluşması istenir. Bunun için gerek kirişlerde gerekse kolon ve

perdelerde, bu elemanların kesme kuvveti kapasiteleri eğilme kuvveti kapasitelerinin üzerinde tutulmalıdır.

Bir yapıdan süneklik düzeyi yüksek diye bahsedebilmek için ilk önce yapıda kullanılan malzemenin sünek olması gerekmektedir. Beton gevrek bir malzemedir. Yapıda sünekliği sağlayacak şey sünek bir malzeme olan çeliğin; yerinde ve uygun kullanımıdır. Bunun için dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır;

- Kolon ve kirişlerde sık etriye düzeni kullanılarak; betonun hem dayanımının hem de sünekliğinin artırılması. Örneğin depremde en çok zorlanması beklenen kolon kiriş birleşim bölgelerine yakın kiriş ve kolon kesitlerinde etriye sıklaştırması yapılması.
- Kirişlerde denge altı donatı durumu.
- Kesme kırılmasının moment kırılmasından önce oluşumunu önleyecek şekilde donatı yerleşimi. Örneğin kolon, kirişlerde ve kolon kiriş birleşim bölgelerinde gevrek güç tükenmesi ortaya çıkaran kesme kuvveti kapasitesinin sünek güç tükenmesi ortaya çıkaran eğilme momenti kapasitesinden daha yüksek tutulması.[4]
- Depreme dayanıklı betonarme taşıyıcı sistem tasarımında, yapının ve yapıyı oluşturan taşıyıcı elemanların yeterli sünekliğe sahip olmalarının yanı sıra; bu elemanların deprem yüklerini taşıyacak yeterlikte rijitlik ve dayanıma da ihtiyacı vardır.

Yeterli rijitlik ile belirtilmek istenen; deprem etkisi altında yapıda kat seviyelerinde oluşan görelî kat yer değiştirmelerini mümkün olduğu kadar küçük tutarak ikinci mertebe etkilerini azaltmaktır. Böylece yapı kullanılabilirlik sınır durumunda kalacaktır. Yapıda hafif ve orta şiddette depremler etkisi altında, yanal yer değiştirmeler kalıcı ve büyük olmamalıdır. Büyük depremlerde ise yapının yer değiştirme rijitliği küçülebilmeli; böylece doğal periyodu büyüterek yapıda oluşan sismik ivme ve dolayısıyla yapıya etkiyen deprem kuvveti küçülebilmelidir.

$$T_n = 2\pi(m/k)^{1/2} \quad (1)$$

T_n = Yapının doğal periyodu

m = Yapının kütlesi

k = Yapının rijitliği olmak üzere;

Taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan çatlamlar, plastik mafsallaşmalar ve kalıcı yer değiştirmeler sonucu, yapının taşıyıcı sistemi yanal yer değiştirmeye karşı yumuşar. Yapının yanal yer değiştirme rijitliği azalır. Ve yapı deprem hareketinin başındaki gibi elastik davranışını devam ettiremez. Yapının doğal periyodu büyür ve yapı depremin başlangıç anında oluşan ivmeye göre daha az bir ivme etkisinde kalır.

$$F = ma \quad (\text{Newton Kanunu}) \quad (2)$$

Toplam Eşdeğer Deprem yükü;

$$V_t = W \frac{A(T_1)}{R_a(T_1)} \geq 0.10 A_o IW \quad (3)$$

$$W = mg \quad (4)$$

$$A(T_1) = A_o IS(T_1) \quad (5)$$

Burada $F = ma$ ve $V_t = m[gA_o IS(T)/R_a]$ formülleri benzeştirildiğinde A_o ve I sabit katsayılar olması nedeniyle V_t deprem kuvvetinin $S(T)$ ve R_a 'ya bağlı olarak değiştiği görülmektedir.

Bu katsayılardan R_a 'da çok istisnai bir durum olmadığı sürece $T \geq T_A$ olacağı için 2006 Deprem Yönetmeliğinde bahsedilen katsayılar ile sabit bir değer alacaktır.

$$\begin{aligned} R_a(T) &= 1.5 + (R - 1.5) \frac{T}{T_A} & (0 \leq T \leq T_A) \\ R_a(T) &= R & (T_A < T) \end{aligned} \quad (6)$$

Yapının deprem durumundaki ivmesinin ana değişkeni spektrum ivmesi $S(T_1)$ olmaktadır. $S(T)$ katsayısı da yapının üzerinde bulunduğu zemin grubuna göre belli periyot değerleri için farklı değerler almaktadır.

Tablo 2.1: Spektrum karakteristik peryotları (T_A, T_B)

Zemin Grubu	T_A	T_B
Z_1	0.10	0.30
Z_2	0.15	0.40
Z_3	0.15	0.60
Z_4	0.20	0.90

Betonarme yapının taşıyıcı sistem tasarımı aşamasında yapıda olması gereken diğer bir nitelikte yeterli dayanımdır. Burada dayanımdan kasıt; yapının iskeletini oluşturan taşıyıcı elemanların, deprem durumunda oluşacak kuvvetleri taşıyabilecek mukavemette olmasıdır. Betonarme bir elemanın dayanımı bu elemanı oluşturan malzemenin özelliklerine ve bu elemanın kesit özelliklerine bağlıdır.(Kesit boyutları, kullanılan donatı miktarı ve yerleşim biçimi) Betonarme kesit içerisinde donatının detaylandırılması dayanım açısından büyük önem kazanmaktadır. Örneğin betonarme kesitin çalışan bölgesinde, gerekli donatı alanının yerleşimi.(Çapın büyük, adet az olması yahut çapın küçük adet fazla olması durumu) Kolon kiriş birleşim bölgelerinde oluşturulan etriye sıkılaştırma bölgeleri, donatıların kenetlenme boyları ve kenetlenme bölgeleri donatı detaylandırmasında akla ilk gelen diğer önemli noktalardır.

2. 2. BETONARME TAŞIYICI SİSTEM TİPLERİ

Pratikte taşıyıcı sistem olarak çerçevesel ve çerçeve+perde duvarlı sistemler kullanılmakla birlikte sadece perdelerden oluşan taşıyıcı sistemlerde vardır. Depreme dayanıklı bir yapının sahip olması gereken özellikler düşünüldüğünde sadece çerçevesel yapının yeterli dayanım ve yeterli süneklik sağlanabilse bile, yeterli rijitlik bakımından sadece perdeli ve karma sistemlere göre daha güvensiz olduğu gözden kaçmamaktadır. Bu durumda; bir yapının deprem güvenliğinin sağlanması için gerekli yerlerde yeterli sayıda perde kullanımı zorunlu olmaktadır.

Sistemleri ayrı olarak tanımaya çalışırsak;

✓ Çerçevesel sistemler;

Diğer taşıyıcı sistemlere benzer olarak planda döşeme (ve kirişlerden); düşeyde ise diğer taşıyıcı sistemlerden farklı olarak sadece kolonlardan oluşmaktadır. Çerçevesel sistemlerde düşey ve yatay yükler tamamen çerçeveler tarafından taşınmaktadır.

2006 Deprem Yönetmeliğinde madde 6.5.1.3.a gereğince birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde bulunan, taşıyıcı sistemi sadece çerçevelerden oluşan binalar süneklik düzeyi yüksek olarak tasarlanmalıdır. Bunun yanı sıra yine 2006 Deprem Yönetmeliği madde 6.5.1.4 gereğince; taşıyıcı sistemi sadece süneklik düzeyi normal çerçevelerden oluşan binalar üçüncü veya dördüncü derece deprem bölgesinde bulunması ve $H_N \leq 25m$ olması koşulu ile yapılabilir.

Süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan bir sistemde tasarım aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususlar şunlardır;

- Kuvvetli kolon – zayıf kiriş kontrolü,
- Kolon – Kiriş birleşim bölgesi kesme güvenliği kontrolü,
- Yeterli yer değiştirme rijitliğinin varlığı.

Kuvvetli kolon-zayıf kiriş kontrolü ile plastik mafsall oluşumunun kirişlerde oluşumu sağlanmaya çalışılmaktadır. Burada amaçlanan plastik mafsall oluşumunun kolon uç bölgelerinde değil, kiriş uç bölgelerinde oluşumudur. Gevrek göçmeye müsaade etmemek için birleşim bölgesinin kesme kuvveti dayanımı yüksek tutulmaktadır. Sistem sadece çerçevelerden oluştuğu için yer değiştirmeler, perdeli ya da karma sisteme göre daha fazla olacaktır. Hedeflenen, bu yer değiştirmeleri belirli sınırlarda

tutabilmektedir. Sadece süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan sistemlerin elastik enerji tüketme güçleri azdır. Bu tür sistemlerin; yüksek miktarda plastik enerji tüketme gücüne sahip olabilmeleri için donatı düzenine önem göstermek gerekmektedir.

✓ **Perde duvarlı sistemler;**

Planda döşeme (ve kirişlerden); düşeyde ise sadece perde duvarlardan oluşan sistemlerdir. Perde duvarlı sistemlerde düşey ve yatay yükler tamamen perdeler tarafından taşınmaktadır. Perde duvarlı yapılar çerçeveli yapılara göre çok daha rijittirler, yatay yer değiştirmeleri azdır ve elastik enerji tüketme güçleri çerçeveli yapıların elastik enerji tüketme güçlerine göre önemli miktarda yüksektir. Plastik enerji tüketme güçleri ise aynı düzeyde yüksek değildir. Perde duvarlı bir sistemin çerçeveli bir sisteme göre önemli bir dezavantajı daha az sünekliğe sahip olmasıdır.

✓ **Perde + çerçeve sistemler;**

Planda döşemelerden (ve kiriş); düşeyde ise hem perde hem de çerçevelerden oluşan sistemlerdir. Düşey ve yatay yükler hem perdeler hem de çerçeveler tarafından birlikte taşınmaktadır. Az katlı çerçeveli perde duvarlı yapılarda deprem yüklerinin büyük bir bölümünü perde duvarlar taşımakta iken çok katlı çerçeveli perde duvarlı yapılarda kat sayısı arttıkça üst katlarda perde duvarların yatay yüklerde aldığı pay azalmakta, çerçeveler ise daha etkili olmaktadır.

2006 Deprem Yönetmeliği madde 6.5.2, madde 6.5.3 ve madde 6.5.4' de; taşıyıcı sistem davranış katsayısı R 'nin hesabı hakkında bilgiler verilmiştir. Yapı ne kadar sünek olursa R katsayısı o kadar büyük olur ve yapı daha küçük kuvvetlere göre tasarlanarak yapının daha ufak kuvvetler altında elastik ötesi davranış yapmasına müsaade edilir. Bunun nedeni yapının sünek olarak tasarlandığı sürece enerji harcayabilme kapasitesinin yüksek olduğunun bilinmesidir.

2. 3. BETONARME BİNALARDA KARŞILAŞILAN DÜZENSİZLİKLER

İnsanların içinde yaşadıkları yapılardan beklentilerinin artması, daha fonksiyonel yapıların istenmesi ve arsa koşulları düzensizlik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kimi zaman estetik kaygılar, kimi zaman da ekonomik kaygılar bu tip yapı problemlerini ortaya çıkarmaktadır.

Betonarme bir yapı tasarlanırken taşıyıcı sistemi mümkün olduğu kadar basit seçilmelidir. Taşıyıcı sistem ne kadar karmaşık olursa deprem durumunda yapının davranışı o oranda belirsizleşir. Mühendislikte yapılan hesapların hiçbiri kesin doğru değildir. Amaçlanan mümkün olduğu kadar doğruya yakın hesaptır.

Betonarme bir yapının deprem durumunda davranışını etkileyecek düzensizlikleri planda ve düşeyde olan düzensizlikler olarak iki grupta inceleyebiliriz.

2.3.1. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları

2.3.1. a. B1-Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde herhangi bir kattaki etkili kesme alanının bir üst kattaki etkili kesme alanına oranı olarak tanımlanan dayanım düzensizliği katsayısı η_{ci} 'nin 0.80 den küçük olması durumudur.

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \text{ ve} \quad (7)$$

$$\eta_{ci} = (\sum A_e)_i / (\sum A_e)_{i+1} < 0.80 \quad (8)$$

$\sum A_e$ = Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusunda etkili kesme alanı.

$\sum A_g$ = Herhangi bir katta göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel doğrultuda perde olarak çalışan taşıyıcı sistem elemanlarının en kesit alanlarının toplamı.

$\sum A_w$ = Herhangi bir katta, kolon en kesiti etkin gövde alanları A_w 'ların toplamı.

$\sum A_k$ = Herhangi bir katta, göz önüne alınan deprem doğrultusuna paralel kâgir dolgu duvar alanlarının toplamı.(kapı ve pencere boşlukları hariç)

Deprem durumunda yapıda kat seviyesinde oluşan kesme kuvvetleri ve de buna bağlı olarak eğilme momentleri yapının en üst katından aşağıya doğru inildikçe artmaktadır. Bu kuvvetlerin varlığı dikkate alındığında yapıda oluşan bu kesme kuvvetlerini taşıyacak elemanlar kolon perde gibi düşey taşıyıcı elemanlar olacaktır.

Artan kuvvetlerle doğru orantılı olarak yapıda üst katlardan aşağı katlara inildikçe bu taşıyıcı elemanların boyutlarının da büyümesi gerekmektedir. Böylece olası bir deprem durumunda oluşacak tesirler yapıda dengeli olarak dağılacaktır. Düşey taşıyıcı elemanlarda kat mertebesinde ani bir rijitlik değişimi olmadığı sürece (örneğin zemin kattan rijit bodrum perdeleri ile çevrili bodrum kata geçiş sırasında) üst ve alt katta aynı hizada bulunan düşey taşıyıcı eleman ile benzer kapasitede çalışacaktır.

Kolon ve perde gibi düşey taşıyıcı elemanların yanı sıra, bir katın yatay kuvvet taşıma kapasitesini arttıran diğer bir etkende o katta bulunan kâgir duvarlardır. Üst üste bulunan iki katta kolon ve perde kesitlerinde önemli değişiklikler olmasa da alttaki katta kâgir duvarların bulunmaması deprem hasarının bu katta oluşmasına sebep olur. Bu tür düzensizliğin bulunduğu binalarda alt kattaki dolgu duvarların alanlarının toplamı bir üst kattakine göre daha fazla ise dayanım düzensizliği katsayısının hesabında dolgu duvarları göz önüne alınmayacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu binalarda eğer $0.60 < \eta_{ci} < 0.80$ ise 2006 Deprem Yönetmeliği madde 6.5’de verilen taşıyıcı sistem davranış katsayısı $1.25\eta_{ci}$ 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 arttırılarak deprem hesabı tekrarlanacaktır. Ayrıca bu tür düzensizliği olan yapılarda kolon sarılma bölgesindeki eninde donatı kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilecektir.

2.3.1. b. B2-Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için herhangi bir i’nci kattaki ortalama görelî kat ötelemesinin bir üst kattaki ortalama görelî kat yer değiştirmesine oranı olarak tanımlanan rijitlik düzensizliği katsayısı η_{ki} ’nin 1.5 dana fazla olması durumudur.

$$\eta_{ki} = (\Delta_i / h_i)_{ort} / (\Delta_{i+1} / h_{i+1})_{ort} > 2.0 \text{ veya} \quad (9)$$

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

Ülkemizde yumuşak kat düzensizliğine; özellikle ticari amaçlarla kat yüksekliği yüksek tutulmuş zemin katlarda rastlanılmaktadır. Katlara gelen deprem kuvveti yapının üst katlarından aşağıya doğru inildikçe artmaktadır. Bu nedenle yapının alt

katlarında bu kuvvetleri taşıyacak yeterli rijitlik bulunmalıdır. Yumuşak kat düzensizliğinin nedeni olabilecek başlıca durumlar şunlardır;

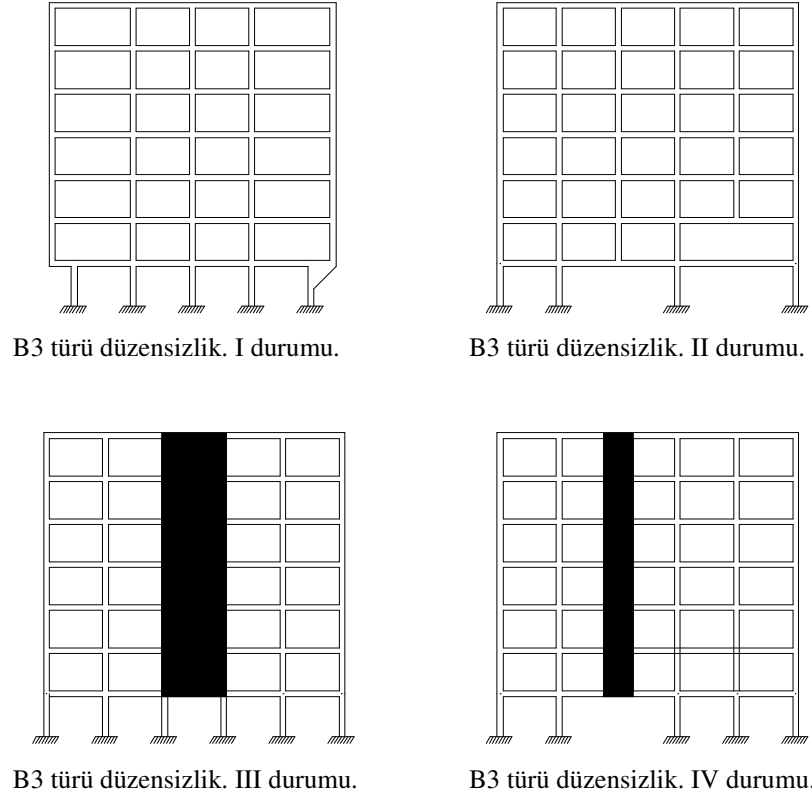
- I. Zemin katta artan kuvvetlerle birlikte doğru orantılı olarak artması gereken düşey taşıyıcı eleman boyutları veya kesit değiştirilmediyse bu kesite yerleştirilen donatılar arttırılmamıştır.
- II. Zemin katın yüksekliği diğer katlara oranla çok büyüktür. Bu durumda taşıyıcı elamanın boyutları arttırılsa bile kat yüksekliğindeki artış taşıyıcı elamanın rijitliğinde bir azalmaya; dolayısı ile bu kattaki yatay yer değiştirmelerin artışına neden olmuştur. Artan yer değiştirmeler ile de 2. mertebe etkiler artmış ve bu kattaki düşey taşıyıcı elemanlarda ağır hasarlar oluşmuştur.
- III. Yatay yer değiştirmelerin sınırlandırılmasında az da olsa etkisi olan taşıyıcı olmayan duvarların geniş alanlar kullanımı amacı ile örülmemiştir.

Yapıda yumuşak kat oluşumuna elverişli kat bulunuyorsa olası bir deprem durumunda yumuşak zemin katın üstündeki katlarda görelî yer değiştirmeler çok az olacak ve binada olacak olan yer değiştirmenin hemen hemen hepsi bu yumuşak katta meydana gelecektir. Özellikle 17 Ağustos 1999 Kocaeli depreminde yumuşak katı tamamen yıkılmış olsa da üst katlarında hiçbir hata oluşmamış birçok yapıya rastlanmıştır.

2006 Deprem Yönetmeliğinde dinamik hesap taşıyıcı sistemin davranışının belirlenmesinde daha etkili bir yöntem kabul edildiği için, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa edilen ve toplam yüksekliği 25 m ile 40 m arasında olan bu tür düzensizliğe sahip binalar için dinamik hesap zorunlu kılınmıştır. Bu yüksekliğin 40m 'den yüksek olmasında ise binanın sahip olduğu düzensizliklere bakılmaksızın dinamik hesap yapılması gerekmektedir.

2.3.1. c. B3-Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara veya kirişlere oturtulması durumudur.



Şekil 2.1: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

2006 Deprem Yönetmeliğinde bu tip düzensizliği bulunan yapılara ilişkin bazı koşullar vermiştir;

- I. Bütün deprem bölgelerinde, kolonların binanın herhangi bir katında konsol kirişlerin veya alttaki kolonlarda oluşturulan guselerin üstüne veya ucuna oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.
- II. Kolonun iki ucuna mesnetli bir kirişe oturması durumunda kirişin bütün kesitlerinde ve ayrıca göz önüne 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 artırılabacaktır.
- III. Üst kattaki perdenin her iki ucundan altta kolonlara oturtulması durumunda bu kolonlarda düşey yükler ve depremin ortak etkisinden oluşan tüm iç kuvvet değerleri % 50 oranında artırılabacaktır. Bu tür düzensizliğin bulunduğu betonarme binalarda üst katlardaki perdelerin altta oturduğu kolonlarda, kolon sarılma bölgesine konulan enine donatı kolon orta bölgesinde de aynen devam ettirilecektir.

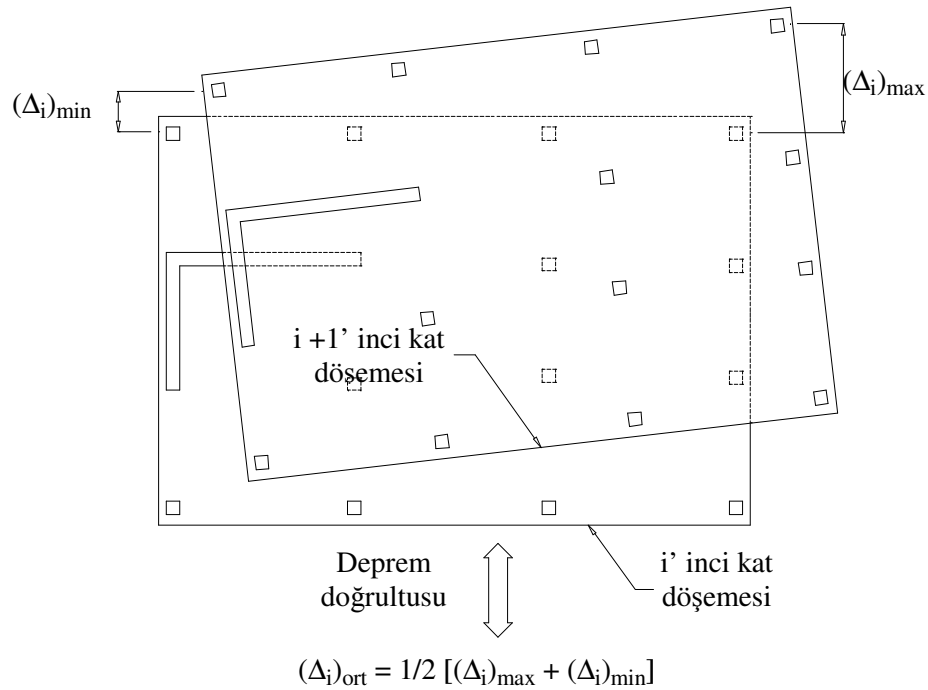
IV. Perdelerin binanın herhangi bir katında, kendi düzlemleri içinde kirişlerin üstüne açıklık ortasında oturtulmasına hiçbir zaman izin verilmez.

2.3.2. Planda Düzensizlik Durumları

2.3.2. a. A1-Burulma Düzensizliği

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir kattaki en büyük görel kat yer değiştirmenin o katta aynı doğrultudaki ortalama görel kat yer değiştirmeye oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 'nin 1.2 den büyük olması durumudur.

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



Burulma düzensizliği katsayısı : $\eta_{bi} = (\Delta_i)_{\max} / (\Delta_i)_{\text{ort}}$

Burulma düzensizliği durumu : $\eta_{bi} > 1.2$

Şekil 2.2: Burulma düzensizliği

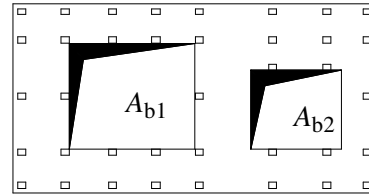
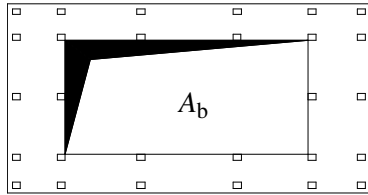
Düşey ve yatay taşıyıcı elemanları planda simetrik olarak dağılmayan yapılarda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin aynı yerlerde olmaması nedeniyle önemli kat burulmaları oluşabilir. Bunun sonucu olarak taşıyıcı elemanlarda oluşan eğilme momentlerinin yanı sıra burulma momentleri de dikkate alınması gereken düzeye ulaşabilir. Bu durumda eğilme ve kesme kuvveti etkisini taşıyabilecek şekilde

donatılandırılan betonarme eleman burulma momenti sonucu ek tesirlere maruz kalabilir ve deprem durumunda yetersiz kalabilir. Bu nedenle yapının tasarlanırken mümkün olduğunca burulma tesirlerine maruz kalmayacak şekilde tasarlanması istenir.

2.3.2. b. A2-Döşeme Süreksizlikleri

Herhangi bir kattaki döşemede;

- I. Merdiven ve Asansör boşlukları dâhil boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3 ünden fazla olması durumu,
- II. Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
- III. Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu.



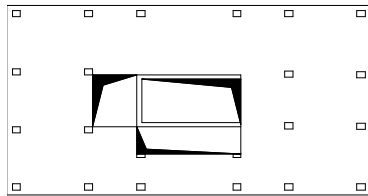
$$A_b = A_{b1} + A_{b2}$$

A2 türü düzensizlik durumu – I

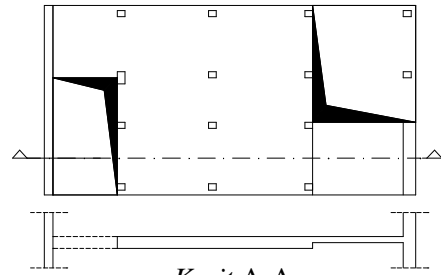
$$A_b / A > 1/3$$

A_b : Boşluk alanları toplamı

A : Brüt kat alanı



A2 türü düzensizlik durumu – II



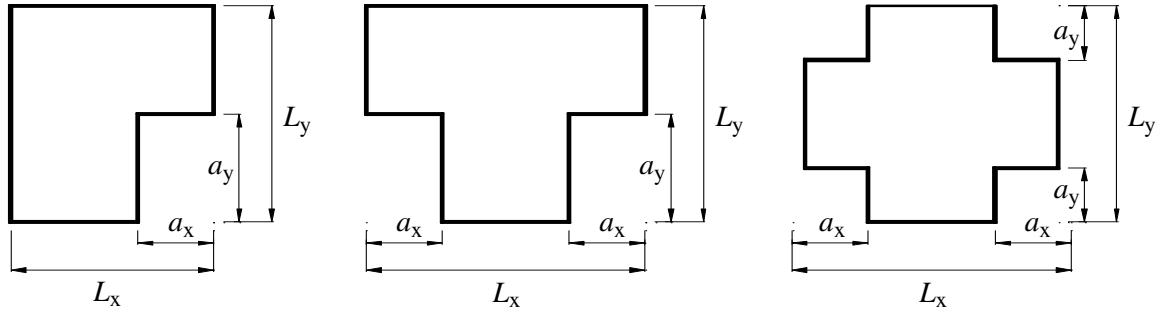
Kesit A-A

A2 türü düzensizlik durumu – II ve III

Şekil 2.3: Döşeme süreksizlikleri

2.3.2. c. A3-Planda Çıkıntılar Bulunması

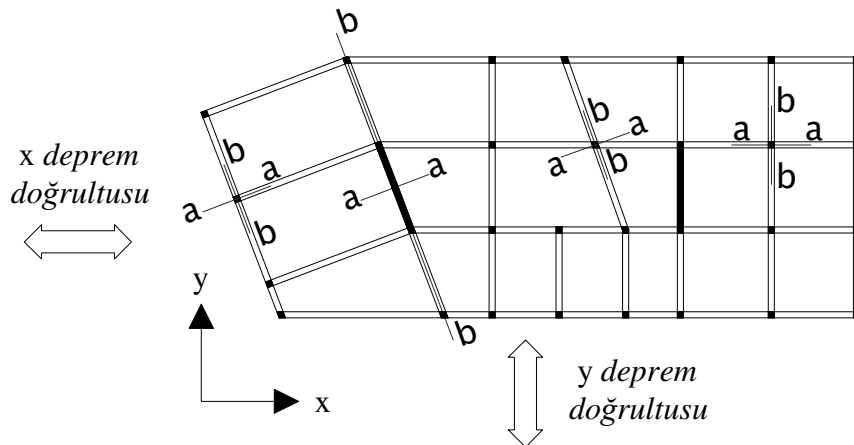
Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'nden daha büyük olması durumunu konu edinmiştir.



Şekil 2.4: A3 türü düzensizlik durumu: $a_x > 0.2 L_x$ ve aynı zamanda $a_y > 0.2 L_y$

2.3.2.d. A4-Taşıyıcı Eleman Eksenlerinin Paralel Olmaması (1998 Deprem Yönetmeliği)

Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının plandaki asal eksenlerinin göz önüne alınan birbirine dik yatay deprem doğrultularına paralel olmaması durumudur. 1998 Deprem yönetmeliğinde planda düzensizlik durumları bölümünde yer alırken; 2006 Deprem yönetmeliğinde bu bölümden çıkartılarak, madde 2.7.5. olarak yeni bir madde olarak verilmiştir.



Şekil 2.5: Taşıyıcı eleman eksenlerinin paralel olmaması durumu.

Günümüzde yapılan yapıların çoğunda taşıyıcı sistem elemanları birbirine dik iki doğrultuda yerleştirilerek ortogonal taşıyıcı sistemler oluşturulmaktadır. Bu sistemlerde deprem yüklerinin birbirine dik bu iki doğrultuda ayrı ayrı etkidiği

düşünülür ve taşıyıcı sistem elemanları birbirine dik bu iki deprem durumuna göre boyutlandırılır. Taşıyıcı sistem elemanları ile depremin etkidiği yönler birbirine paralel ya da dik olursa taşıyıcı sistem elemanlarında oluşan burulma tesirleri önemli derecelere ulaşmaz. A4 tipi düzensizliğin olduğu yapılarda ise ilaveten bir burulma momenti ve bu momentin oluşturduğu kesme kuvvetleri oluşur. Bu düzensizliğin getirdiği olumsuz etkileri dikkate almak için aşağıdaki çözümleme yapılarak; elemanların asal eksenleri doğrultusundaki iç kuvvetler, denklemlerden en elverişsiz olanına göre belirlenecektir.

$$\begin{aligned} B_a &= \pm B_{ax} \pm 0.30 B_{ay} & \text{veya} & B_a = \pm 0.30 B_{ax} \pm B_{ay} \\ B_b &= \pm B_{bx} \pm 0.30 B_{by} & \text{veya} & B_b = \pm 0.30 B_{bx} \pm B_{by} \end{aligned} \quad (10)$$

a ve b taşıyıcı sistem doğrultuları,

B_a = Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksen doğrultusunda tasarıma esas iç kuvvet büyüklüğü.

B_{ax} = Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksen doğrultusunda, x doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğü.

B_{ay} = Taşıyıcı sistem elemanının a asal eksen doğrultusunda, y doğrultusundaki depremden oluşan iç kuvvet büyüklüğüdür.

2.4. BETONARME TAŞIYICI SİSTEMLERDE DÖŞEMELER

2.4. 1. Döşemelerin Yapıda Oynadığı Rol

Döşemeler, öncelikle düşey yükleri taşıyan ve bu yükleri kolon, kiriş perde ve taşıyıcı duvar gibi düşey yük taşıyan elemanlara ileten, bunun dışında yatay deprem yüklerinin düşey taşıyıcı elemanlara dağıtılmasını sağlayan bir boyutu (kalınlığı) diğer iki boyutuna göre çok küçük olan, düzlemine dik doğrultuda yüklenmiş taşıyıcı elemanlardır. Döşeme tiplerini sınıflandırmaya çalışırsak kirişli, kirişsiz ve dişli döşeme olarak üç ana başlık altında sınıflandırabiliriz.

Kirişli döşeme sistemi betonarme yapılarda en çok kullanılan döşeme sistemidir. Döşemeler dört tarafından olduğu gibi iki ya da üç tarafından da mesnetli olabilir. Döşemeler üzerlerine gelen yükün paylaşımına göre bir doğrultuda ve iki doğrultuda çalışan döşemeler olmak üzere iki gruba ayrılır. Döşemenin uzun ve kısa açıklıklarının oranları ikiyi geçiyorsa tek doğrultuda çalışan döşeme olarak adlandırılır ve yüklerinin tamamının kısa açıklık boyunca kirişlere aktarıldığı kabul edilir. İkidenden küçük olması durumunda ise döşemenin iki doğrultuda çalıştığı kabul edilir.[5]

Kirişli ve dişli döşemelerde döşemenin yükü ona mesnetlik yapan kirişler yoluyla kolonlara iletilir. Döşemenin ve mesnetlik yapan kirişlerin boyutlandırılması genellikle birbirinden ayrı olarak gerçekleştirilir. Kirişli döşemelerde kiriş nedeniyle kat yüksekliği önemli derecede azalmaktadır. Kullanılacak mekânda havalandırma yada klima kanallarının bulunması halinde bu kat yüksekliği önemli derecede azalmaktadır. Bu durum büro ve iş yeri gibi mekânların etkin kullanımını engellemektedir. Mekânları rahat ve etkin kullanma isteği döşeme sistemini kirişsiz olarak seçmede etkili olan parametrelerin başında gelmektedir.

Kirişsiz döşemelerde ise deprem etkisi nedeniyle kenar ve özellikle köşe kolonlarına etkiyen eğilme momentinin büyük olması ve zımbalama yüzeyinin daha küçük olması bu kolonlardaki zımbalama riskini arttırmaktadır. Bu durumda önlem olarak çevre kirişinin yapılması alternatif bir çözümdür.

Kirişsiz döşemelerin kirişli döşemelere göre üstünlükleri;

- I. Isı ve ses yalıtımının daha iyi olması,
- II. Kalıp imalatının az olması,

- III. Kalıp, döşeme ve beton dökümü işçiliğinin daha basit olması,
- IV. Mekânların, etkin ve rahat kullanılmasını sağlamasını sayabiliriz.

Bu tip döşemelerin zayıf tarafları ise;

- a. Depremde davranışlarının kötü olması,
- b. Zımbalama olasılığının yüksek olması,
- c. Daha fazla donatı ve beton alanı gerektirmesi,
- d. Perde duvar gibi yatay yük taşıyıcı elemanlara daha fazla gerek duyması olarak sayılabilir.[6]

2006 Deprem Yönetmeliğinde bu tip döşemelerin binada betonarme perde duvar kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve yapı toplam yüksekliğinin $H_N \leq 13m$ olduğu durumlarda yapılabileceği belirtilmektedir. Bu durumda birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa edilecek yapılarda kirişsiz döşeme sisteminin kullanılması durumunda meydana gelebilecek hasarları sınırlamak için betonarme perde duvarlar kullanmak gerekmektedir.

Dişli döşemeler; serbest açıklıkları 0.70 m'i geçmeyen ana kirişlere mesnetli sık birbirine paralel kirişlerden (dişlerden) ve ince bir tabladan oluşan döşemeler dişli döşeme olarak adlandırılmaktadır. Bu tip döşemelerde yük dişler vasıtasıyla ana kirişlere iletilir. Geçilecek olan döşeme açıklıklarının büyük olması durumunda kirişli döşemelerde plak kalınlığı arttığından bu döşemeler ekonomik olmayabilir ve gereksiz yere yapı ağırlığını arttırabilir. Dişli döşemelerin diğer tip döşemelere göre göze çarpabilecek bir üstün tarafı; boşluk oluşturmanın kolay olması ve oluşturulan bu boşluklardan dolayı oluşan ani rijitlik kaybının diğer döşeme tiplerinde oluşabilecek rijitlik kaybına göre daha az olmasıdır.[6]

2006 Deprem Yönetmeliğinde süneklik düzeyi yüksek kolonlar, kirişler ve kolon-kiriş bölgeleri için verilen koşullardan herhangi birini sağlamayan dolgulu veya dolgusuz dişli ve kaset döşemeli sistemlerin, süneklik düzeyi normal sistemler olarak göz önüne alındığı belirtilmektedir. Ayrıca bu sistemlerin binada perde kullanılmaması durumunda, sadece üçüncü ve dördüncü derece deprem bölgelerinde ve yapı toplam yüksekliğinin $H_N \leq 13m$ olması durumunda yapılabileceği de belirtilmiştir. Dişli döşemelerin birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde inşa

edilebilmesi için yapıda mutlaka tekniğine uygun olarak yerleştirilmiş betonarme perde duvarlar bulunması gerekmektedir. Bu tip döşemelerde dişler arası boş bırakılabileceği gibi, çeşitli dolgu malzemeleriyle de doldurularak düz bir yüzey elde etmek mümkündür. Dişler arası boş bırakılanlar dişli döşeme, dolgulu olanlar ise asmolen döşeme olarak adlandırılır. Deprem açısından bakıldığında asmolen döşemenin davranışının, dişli döşemeye göre daha kötü olduğu söylenebilir. Ayrıca dolgu malzemelerinin asmolen döşemede döşeme ağırlığını ve döşemede kullanılacak donatı miktarını arttıracak ve de döşemenin taşıma gücüne hiçbir açıdan katkısı bulunmayacağı unutulmamalıdır.

Döşeme tiplerini sınıflandırdıktan ve her bir tip için bilinmesi gereken genel açıklamaları yaptıktan sonra döşeme sisteminin seçiminde etkili olan parametrelere göz atarsak başlıca parametreler şunlardır;

a. Bölgenin depremselliği:

Deprem bölgelerinde davranış açısından en uygun döşeme sisteminin tekniğine uygun olarak yapılmış kirişli döşeme olduğu söylenebilir. Kirişsiz döşemelerde meydana gelen zımbalama olayı bu tip döşemelerin deprem bölgelerinde kullanılmasında tereddütler oluşturmaktadır. Döşeme sistemleri içinde asmolen döşemeler depremlerde maalesef kötü bir performans göstermektedir. Bu döşemeler hem rijitlik açısından büyük yer değiştirmelere neden olmakta hem de dayanım eksikliği göstermektedir.

b. Geçilecek açıklık miktarı ve hareketli yük:

Betonarme döşeme sistemlerinin daha ekonomik oldukları açıklıklar ve etkisinde kalacakları hareketli yükler aşağıdaki çizelgede verilmiştir.

Tablo 2.2: Betonarme döşeme sistemlerinin ekonomik oldukları açıklıklar ve etkisinde kalacakları yükler.

Döşeme Sistemi	Ekonomik Olduğu Açıklık (m)	Hareketli Yük(kN/m ²)
Bir doğrultuda çalışan kirişli döşeme	3~6	1.25~2.00
İki doğrultuda çalışan kirişli döşeme	6~9	1.25~2.50
Dişli döşemeler	6~9	1.50~2.50
Tablasız ve başlıksız kirişli döşeme	6~7	1.25~2.00
Başlıklı kirişsiz döşemeler	6~9	1.50~3.00
Kaset döşemeler	9~14	1.50~3.00

Daha büyük açıklıklarda betonarme taşıyıcı sistemler ekonomik olmaktan çıkmakta, bunun yerine öngerilmeli ya da başka taşıyıcı sistemler tercih edilmektedir.

c. Etkiyen yükün büyüklük ve çeşidi:

Döşemelerde kalıcı ve hareketli yüklerin dışında bazen duvar yükü gibi şerit yükler ya da tekil yükler de etkiyebilmektedir. Yükün büyük olması yada tekil yük bulunması durumunda dişli döşemeler, diğer döşemelere göre daha uygun olmaktadır.

d. Yapının plan geometrisi:

Dişli döşemeler genelde dörtgen dışındaki plan geometrileri için uygun olmamaktadır. Bazen bu döşemelerin dörtgen planlara yerleştirilmesinde bile kirişlerin kolonlara merkezi bir şekilde oturtulamamasından dolayı sorunlarla karşılaşmaktadır.

e. Yapının kullanım amacı:

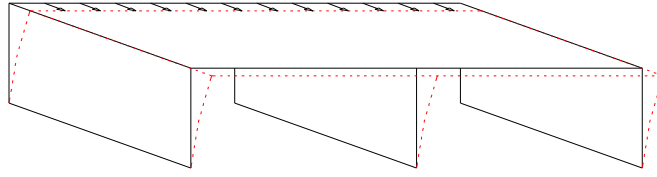
Kat yüksekliğini azaltan kirişli döşemeler, geniş bir kullanım alanı isteniyorsa, yada mimari olarak talebe karşılık veremiyorsa tercih edilmez. Bunun yerine kirişsiz döşeme sistemi tercih edilir.

f. Konsol döşemelerin varlığı:

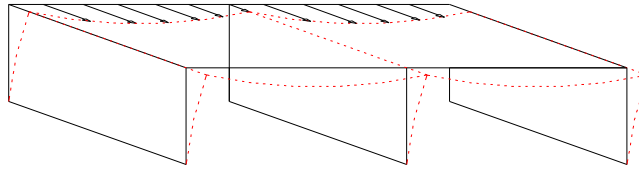
Kat planında konsol döşeme sistemleri bulunuyorsa bunların açıklıkları ile doğrultuları; komşu döşemeler için seçilecek sistemi etkiler. [4]

2.4. 2. Döşemelerin Deprem Mühendisliği Açısından İncelenmesi

Döşemelerin öncelikli görevinin düşey yükleri taşımak olduğu açıktır, fakat bunun yanı sıra deprem durumunda da yüklerinin kolon, perde gibi düşey elemanlara dağıtılması da döşemeler tarafından yapılır. Bu durumda döşemeler düzlemleri içindeki yüklere maruz kalırlar ve yük aktarmaları diyafram davranışı ile ortaya çıkar. Döşemelerin yatay yükü aktarma işlemi diyafram etkisidir. Yatay döşeme plaklarının, yatay yüklerin karşılanmasında dayanım göstermesine diyafram tesiri denir.



Rijit Diyafram Kabülü



Elastik Diyafram Kabülü

Şekil 2.6: Diyafram kabulleri

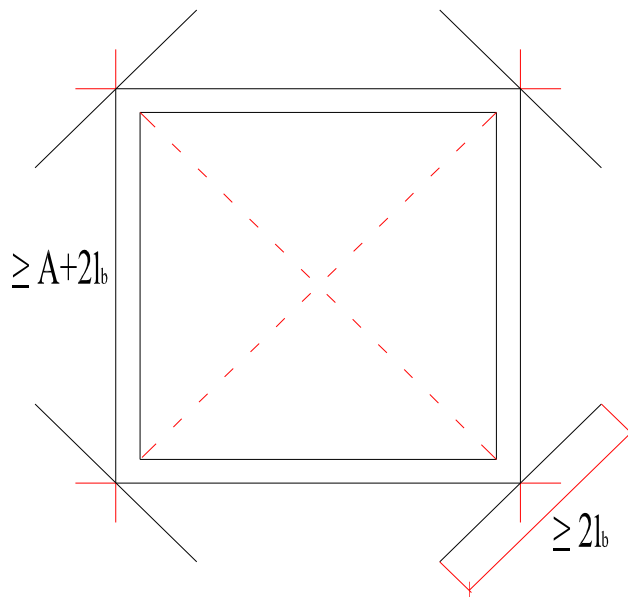
Bu kabul döşemelerin rijit diyafram davranışı yaptığını kabul etmektedir. Bu kabulün yanı sıra döşemelerin düzlemleri içinde kayda değer şekil değiştirmeler yaptığı da düşünülebilir. Bu durumda döşemeler; yatayda, düşey elemanlara mesnetli sürekli kiriş elemanlar olarak davranırlar ve elastik mesnetli sürekli kiriş gibi yaklaşık olarak hesap edebilirler. Döşemelerin yatay deprem kuvvetlerinden oluşan kesme ve eğilme kuvvetlerini güvenle taşıdığı gösterilmelidir. Düşey taşıyıcı elemanlar planda düzgün ve simetrik olarak dağılmışsa, ayrıca döşemeler düşey taşıyıcı elemanlara kirişler vasıtası ile bağlanmışsa ek tesirler dikkate alınmayacak kadar ufak olur. Fakat düşey taşıyıcı elemanlar planda düzgün ve simetrik olarak dağılmamışsa, döşemeler direkt olarak kolon veya perdelere mesnetleniyorsa (kirişsiz sistemler), döşemelerin düşey taşıyıcı elemanlara birleştiği bölgelerde yersel döşeme boşlukları bulunuyorsa, bu bölgelerde ek gerilme yığılmaları ve zorlanmalar oluşması kaçınılmazdır.[7]

2006 Deprem Yönetmeliği madde 6.3.2.2’de;

A2 ve A3 türü düzensizliklerin bulunduğu binalarda, birinci ve ikinci derece deprem bölgelerinde kat döşemelerinin kendi düzlemleri içinde deprem kuvvetlerini düşey taşıyıcı sistem elemanları arasında güvenle aktarabildiği hesapla doğrulanması istenmektedir. Özellikle bu durum döşeme başlıklarının düşey taşıyıcı elemanlara yakın olduğu durumlarda ve komşu döşemeler arası ani rijitlik değişimi ve açıklık farkının büyük olduğu durumlarda dikkate alınmalıdır. Bu bölgelere, burada oluşan ek kayma, eğilme ve normal kuvvetler dikkate alınarak ekstra gerilmelerin oluşturabileceği kuvvetler düşünülerek gereken miktarda ve doğrultuda donatı yerleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca döşemelerin maruz kaldıkları yatay kuvvetler altında sürekli kiriş gibi davrandığı hatırlanırsa döşemelerin köşelerine ek eğilme donatılarına ihtiyaç duyulabileceği unutulmamalıdır.[7]

Döşeme boşlukları çok sık karşılaşılan bir durumdur, bundan kaçınılmaz. Merdiven boşluğu, asansör boşluğu, tesisat boşluğu, havalandırma boşluğu, döşeme boşluklarına verilebilecek en iyi örneklerdir. Döşeme boşluğunun bulunduğu bölgedeki köşeler en zayıf yerlerdir. Boşluğun çevresinde alttaki şekle uygun bir donatı düzeni yapmak bu bölgelerin rijitliğini arttıracaktır.

Boşluk nedeniyle devam ettirilemeyen, kesilen donatılar, boşluk çevresinde oluşturulan bu sıklaştırma bölgesinde yerleştirilmelidir.(altta ve üstte minimum $\varnothing 12$ gereklidir)



Şekil 2.7: Boşluk çevresi donatı detaylandırması

Burada;

Ib: kenetlenme boyunu,

A: döşeme boşluğunun donatı yerleştirilen doğrultudaki genişliğini ifade etmektedir.

Bir döşemede oluşturulan boşluğu düşey yükler altında inceleyecek olursak boşluğun köşelerinde yersel yüksek moment artışları oluşurken, bu durum döşemenin genel moment diyagramını ve moment dağılımını etkilememektedir. Hatta şunu söyleyebiliriz ki döşeme boşluğu nedeniyle oluşan yük kaybı genel moment diyagramında döşeme kenarlarına doğru moment azalmasına bile neden olabilir. Gerçekte önemli olan bu boşlukların deprem etkisi altında döşeme davranışını nasıl etkileyeceğidir. Günümüzde yapı sistemleri, döşemelerin rijit diyafram olarak çalıştığı kabulü yapılarak çözülmektedir. Bu kabule göre; döşemelerin düzlem içerisindeki hareketi iki yöndeki yatay yer değiştirme (U_x ve U_y) ile düşey eksen etrafındaki dönmedir. (θ_z) Bu kabulün doğruluğu için, döşemenin kendi içinde her iki yatay yönde de büyük rijitlik kayıplarına uğramaması gerekir. Döşemeler her iki yönde büyük rijitlik kayıplarına uğrasa bile, döşemenin düşey eksen etrafındaki dönmesi yani yapının burulması her iki yönde de az tutularak döşeme boşluğu çevresindeki kayma gerilmesi artışı az tutulmalıdır.[8]

Bu duruma önlem olarak döşeme boşluğu çevresinde, yükü mesnetlere ileten, bir nevi kiriş görevi gören kuvvetli bantlar oluşturulabilir.(strong bands) Kuvvetli bantlar; döşeme boşluğu doğrultusunda, döşeme boyunca uzanan yoğun bir şekilde donatılandırılmış, ince uzun şeritlerdir. Bu şeritler eğer gerekirse; tasarım momentinin karşılanması amacıyla kalınlaştırılabilir. Bu yöntem özellikle boşta ucu olan döşemelerde moment dağılımını sağlamak amacıyla çok faydalıdır.

Çoğu mimari nedenlerden dolayı günümüzde bu tip yapılar hala yapılabilir. Burada dikkat edilmesi gereken husus böyle bir düzensizliğe izin verilen yapıda; yapının gövdesi ile çıkıntı oluşturan kısmının deprem durumunda farklı yer değiştirmeler yapmalarını engelliyerek mümkün olduğu kadar yapının gövdesi ile çıkıntı oluşturan kısmı arasındaki kesitte gerilme yığılmalarını azaltabilmektir. Tasarım aşamasında yapının kolon perde gibi düşey taşıyıcıları binanın gövdesi ve çıkıntı oluşturan bölgesinin kütleleri ve deprem durumundaki muhtemel hareketleri düşünülerek yerleştirilmelidir. Kütlelerin yoğun olacağı gövde bölgesinin yer

değiştirmeleri sınırlamak elbette ki çıkıntılı bölgesine göre daha zor olacaktır. Bu nedenle kütlenin yoğun olarak toplandığı bu bölgede yer değiştirme rijitliği daha yüksek olan taşıyıcı elemanlar koymak daha doğru olacaktır. Projei bazen ihtiyacı olan yer değiştirme rijitliğini mimari nedenlerle sağlayamayabilir. Bu durumda olası bir seçim ise yer değiştirmeleri eşitlemek amacıyla çıkıntı bölgesine ait düşey taşıyıcı elemanların yer değiştirme rijitliğini azaltmaktır. Kesinlikle unutulmaması gereken bir hususta; rijitliklerde yapılan bu oynamanın izin verilen yer değiştirme sınırları içinde kalmasıdır. Eğer denge bu şekilde de kurulamıyorsa yapılabilecek en uygun şey yapının bu iki bölümünün derz ile birbirinden ayrılarak birbirlerinden farklı olarak çalışmalarını sağlamaktır. Bu sistemi uygularken yapıların aralarında bırakılacak derz de yapıların deprem durumundaki olası yer değiştirmeleri hesap edilerek yapıların çarpışmasına müsaade etmeyecek şekilde seçilmelidir.

3. DÖŞEME DÜZENSİZLİKLERİNİN TAŞIYICI SİSTEM DAVRANIŞINA ETKİSİ

Bu bölümde tez kapsamında incelenen, taşıyıcı sistemleri aynı fakat döşeme boşluklarının yerleri ve büyüklükleri farklı 6 tip çerçeveli & perdeli yapı sistemi; oluşturulan 3 boyutlu bilgisayar modelleri ile çözülerek sonuçları irdelenmiştir. Oluşturulan modellerde literatürde bolca kullanılan; rijit diyafram, yayılı kütleli esnek diyafram ya da kütlelerin kolon veya perde uçlarında toplandığı yaklaşımlarından hiçbiri kullanılmamış; modeldeki her bir elemanın kütlesi diğer elemanlardan bağımsız olarak hesap programı vasıtası ile oluşturulmuş ve deprem hesabında etkin olan kütle buna göre alınmıştır.

3.1. HESAPLARDA İNCELENEN BİNALARIN ÖZELLİKLERİ

Öncelikle yapılarda kolon kiriş perde ve döşeme gibi taşıyıcı elemanların boyutları bir ön boyutlandırma safhasıyla yaklaşık olarak seçilmiş, yapılan çözümler ve iterasyonlar ile boyutlar kesin olarak belirlendikten sonra taşıyıcı sistemi belirli olan yapıların davranışını mümkün olduğunca gerçeğe yakın elde edebilmek amacıyla ETABS [9] programı kullanılmıştır.

Yapıda deprem yüklerinin tamamı her iki yönde de perde + çerçeve sistemiyle taşınmaktadır. Bu nedenle yapı süneklik düzeyi yüksek sistem olarak tasarlanmıştır. Yapıya ait genel bilgiler sırası ile aşağıda verilmiştir;

Yapıların Özellikleri:

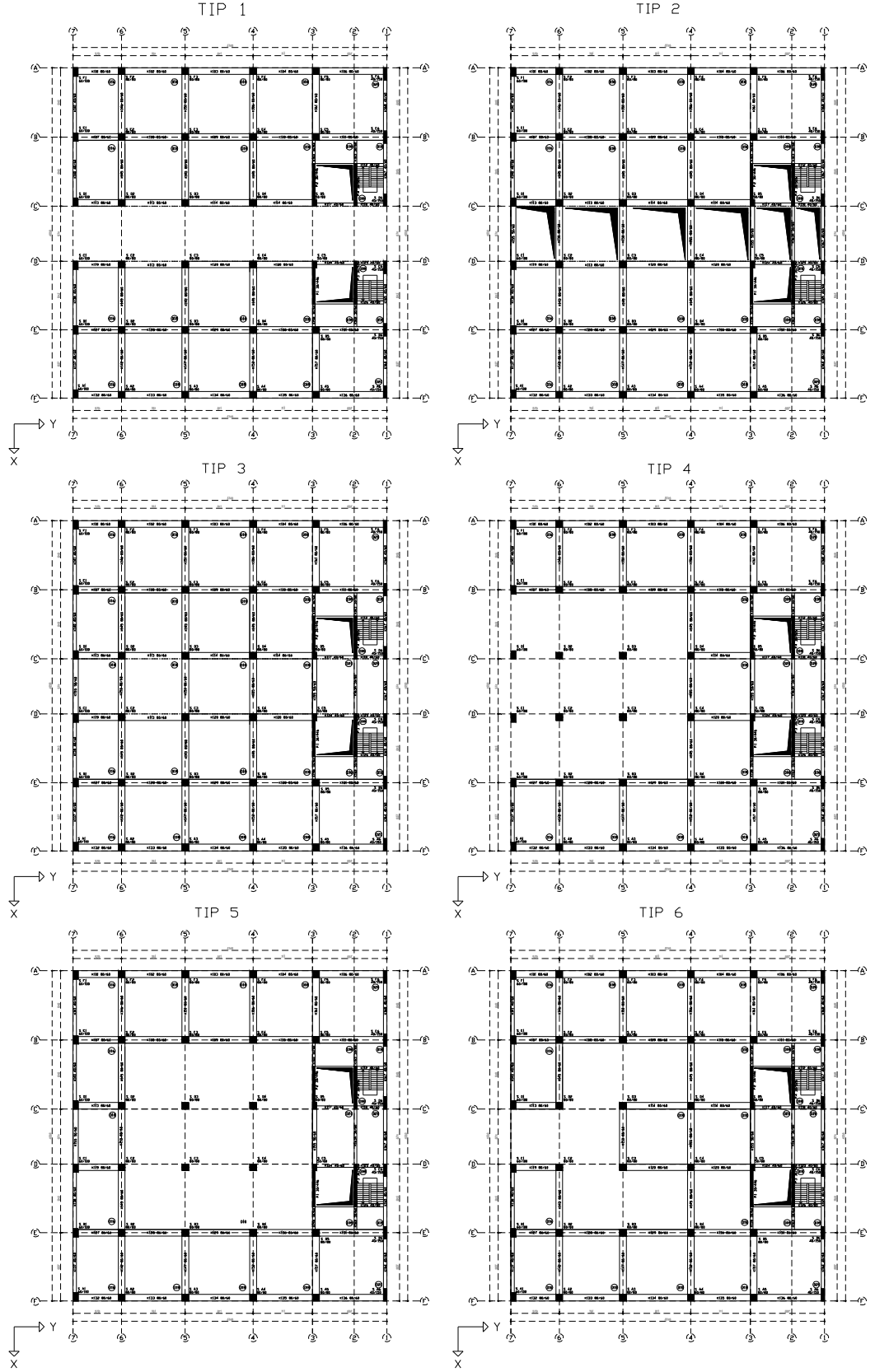
Kat Sayısı:	2 adet bodrum katı 1 adet zemin kat 4 adet normal kat
Kat Yüksekliği:	Bodrum katlarda; 4.50 m Zemin katta; 4.00 m Normal katlarda; 3.20 m
Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_0):	0.40
Deprem Bölgesi:	1
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı (R):	7.00
Yapı Önem katsayısı (I):	1.00
Spektrum Karakteristik Periyotları:	0.15~0.60 sn (Z3 yerel zemin sınıfı)
Hareketli Yük Azaltma Katsayısı (n):	0.60
Beton Sınıfı:	B30
Çelik Sınıfı:	S420

1. Yapılarda Eleman Boyutları:

Yapılarda 1 aksı boyunca 40cmx150cm, 4-5 ve 6 aksları boyunca 80cmx80cm, 3 aksı boyunca 50cmx80cm ve 80cmx80 cm, 7 aksı boyunca ise 60cmx100cm boyutlarında kolonlar bulunmaktadır. Bu taşıyıcı elemanların yanı sıra 2 ve 3 aksları üzerinde 30 cm kalınlığında asansör perdeleri ve yapıların bodrum katlarında yapıyı dıştan çevreleyen 40 cm kalınlığında toprak perdeleri bulunmaktadır.

Yapılarda 80cmx60cm boyutundaki girişler çoğunlukta olmak üzere kullanılan diğer girişlerin boyutları; 50x60, 40x60, 30x60 ve 40x100 dür.

TS 500 [10] madde 11.4.2 gereğince döşeme kalınlıkları, açıklıklar ve mesnetlenme şekilleri dikkate alınarak belirlenmiştir. Döşeme kalınlıkları kat hizalarında aynı olmakla birlikte plan düzleminde 16, 18 ve 20cm olarak değişiklik göstermektedir. Temelde ise kolon ve perdelerin aldıkları kuvvetler dikkate alınarak zımbalama tahkiki yapılmış ve temel kalınlığı 120cm olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.1: Oluşturulan hesap modellerine ait kalıp planı resimleri

2. Hesapta Alınan Yükler:

Yükler TS 498' e [11] göre verilmiş olup; kirişler üzerindeki yükler kat yükseklikleri ile birlikte değişmektedir. Kiriş zerine gelen yük;

$(H_{kat} - H_{kiriş}) * G_{duvar}$ (kN/m²) şeklinde hesaplanmıştır. Burada dış cephe duvarları 30cm kalınlığında gaz beton duvar, iç duvarlar ise 20cm kalınlığında tuğla duvar olarak kabul edilmiştir;

a. d = 30 cm gaz beton duvar:

$$\begin{aligned} \text{Dış + iç sıva:} & 0.06 \times 22 = 1.32 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Gaz beton bloklar:} & \underline{0.30 \times 8.0 = 2.40 \text{ kN/m}^2} \\ & G = 3.72 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

b. d = 20 cm tuğla duvar:

$$\begin{aligned} \text{Sıva:} & 0.040 \times 220 = 0.88 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Boşluklu tuğla duvar:} & \underline{0.20 \times 14.0 = 2.80 \text{ kN/m}^2} \\ & G = 3.68 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Dşeme ve temel yükleri:

atı plağında;

$$\begin{aligned} 1. \text{ Kar :} & = 0.75 \text{ kN/m}^2 \\ 2. \text{ Oturtma atı :} & = 1.00 \text{ kN/m}^2 \\ 3. \text{ İzolasyon :} & = 0.20 \text{ kN/m}^2 \\ 4. \text{ Sıva:} & \underline{0.02 \times 21.0 = 0.42 \text{ kN/m}^2} \\ \text{Sabit yük:} & G = 2.37 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Hareketli yük:} & P = 1.50 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Normal katlar ve zemin katında;

$$\begin{aligned} 1. \text{ şap+kaplama:} & 0.07 \times 22.0 = 1.54 \text{ kN/m}^2 \\ 2. \text{ Sıva:} & \underline{0.02 \times 21.0 = 0.42 \text{ kN/m}^2} \\ \text{Sabit yk:} & G = 1.96 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Hareketli yk:} & P = 5.00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Bodrum katında;

$$\begin{aligned} 1. \text{ şap+kaplama:} & 0.12 \times 22.0 = 2.64 \text{ kN/m}^2 \\ 2. \text{ Sıva:} & \underline{0.02 \times 21.0 = 0.42 \text{ kN/m}^2} \\ & G = 3.06 \text{ kN/m}^2 \\ & P = 5.00 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Temelde;

$$\begin{aligned} 1. \text{ şap+kaplama:} & \underline{0.12 \times 22.0 = 2.64 \text{ kN/m}^2} \\ & G = 2.64 \text{ kN/m}^2 \\ & P = 5.00 \text{ kN/m}^2 \text{ olarak tayin edilmiştir.} \end{aligned}$$

3.2. HESAPLARDA İZLENEN YOL

Altı tip yapı için de hem düşey yük hem de deprem yükü hesabı yapılmış fakat sadece deprem etkilerinden oluşan kuvvetler için modeller birbirleriyle karşılaştırılmışlardır. Elde edilen sonuçlarda kolonlar; kesme kuvvetleri (V), burulma kesmesi kuvvetleri (T) ve eğilme momentleri (M); döşemeler ise düzlem içi gerilmeleri bakımından karşılaştırılmıştır. Hesaplarda ETABS programı kullanılmıştır.

Döşemeler kabuk elemanlar yardımıyla modellenmiş, yeterli sıklıkta ağırlara bölünmüş; böylece kirişlerin tablalı kiriş olarak modellenmelerine lüzum kalmamıştır. Döşemelerin kabuk elemanlarla modellenmesindeki tercih sebebi bu elemanların hem düzlem içi levha rijitliğini (membran davranış) hem de düzlem dışı plak rijitliklerini bulundurması ve 3 boyutlu modellemeler için daha gerçekçi çözümler sağlamalarıdır.

Dinamik analizlerde, dinamik hesap modeli seçeneği olarak Eigen vektörleriyle hesap seçilmiş, her bir model için kütle katılım yüzdesi %90'ı sağlayacak sayıda mod göz önüne alınmıştır.

Deprem hesapları DBYBHY' de açıklanan eşdeğer deprem yükü yöntemiyle ve mod birleştirme yöntemiyle yapılmıştır. Sönüm oranı %5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. CQC yönteminin SRSS (karelerin toplamının karekökü) yöntemine üstünlüğü kaynak [12] ' de şu şekilde açıklanmıştır.

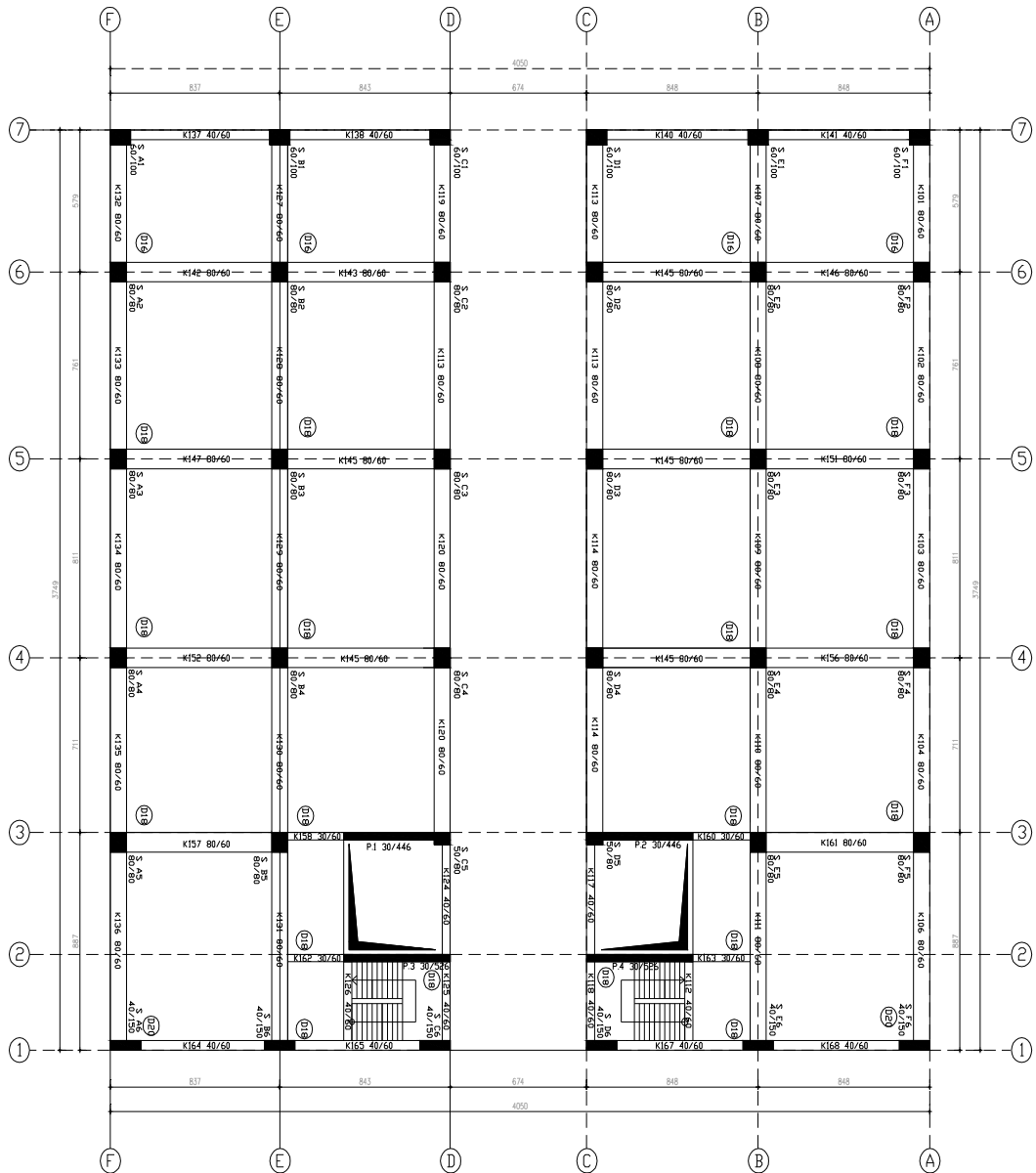
Bir yapıdaki kuvvet veya yer değiştirmenin pik değerini tahmin etmek için kullanılan en güvenilir yöntem, modal davranış büyüklüklerinin mutlak değerlerinin toplamını kullanmaktır. Bu yaklaşım, bütün modlar için maksimum mod değerlerinin aynı anda oluştuğunu kabul eder. Bir diğer çok yaygın yaklaşım ise, yer değiştirme veya kuvvetlerin değerlerini tahmin etmek için, maksimum mod değerlerinin karelerinin toplamının karekökünü kullanmaktır (SRSS). SRSS yöntemi, bütün maksimum mod değerlerinin istatistiksel olarak bağımsız olduklarını kabul eder. Çok sayıda frekansın hemen hemen özdeş olduğu üç boyutlu yapılarda bu kabul doğrulanmaz. Nispeten yeni mod birleştirme yöntemi, Tam Kare Birleştirme (CQC) olup, bu yöntem 1981 de Wilson, Der Kiureghian ve Bayo tarafından yayınlanmıştır. CQC yöntemi mod katkılarını birleştirirken, modal sönüm etkileri nedeniyle birbirine yakın değerler

alan modların istatistiksel çiftleşmelerini göz önüne alır. CQC yönteminin, davranış spektrumunda terimlerin birbirine göre olan (bağıl) işaretlerini göz önüne alma yeteneği, SRSS yöntemindeki hataların giderilmesini sağlamıştır.

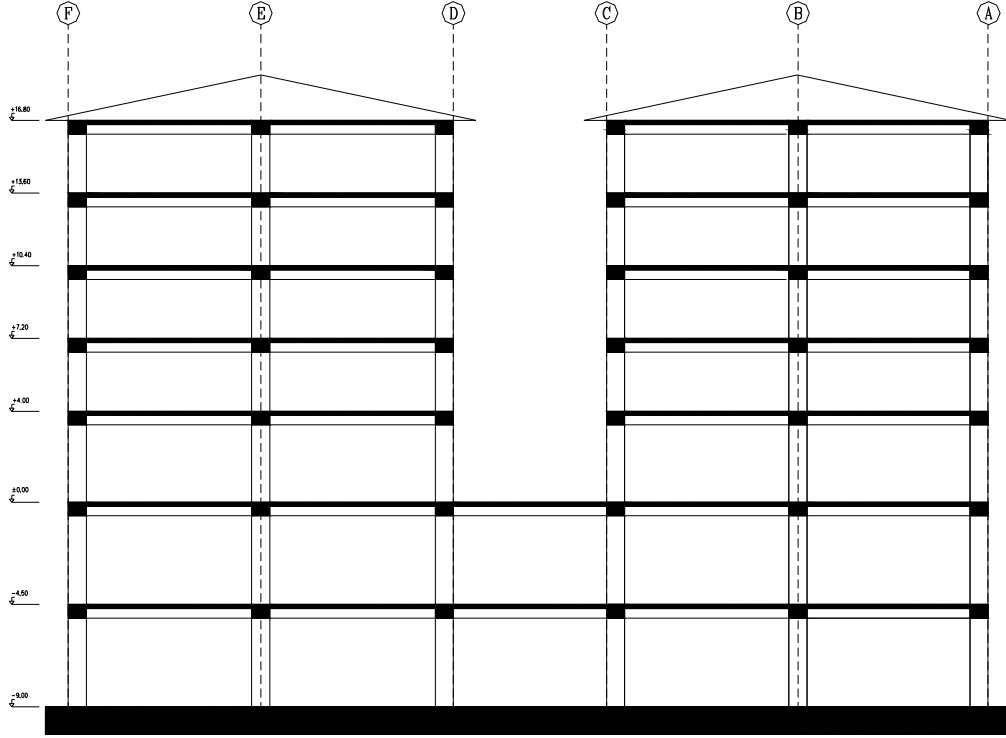
Kat seviyelerinde herhangi bir diyafram tarifi yapılmadığı ve tanımlanan her bir elemanın kütlesi birbirinden bağımsız olduğu için ek bir dış merkezlik etkisi oluşturulan modellere girilmemiştir.

3.3. OLUŞTURULAN MODELLERE AİT ÇÖZÜMLER

3.3.1. Tip 1 İçin Çözümler



Bu modelde yapı; zemin katı ve üstünde birbirinden bağımsız yükselen iki binadan oluşmaktadır. Bu iki bina arasında herhangi bir geçiş ya da bağlantı bulunmamaktadır.



Şekil 3.3: Tip1' e ait bir kesit görünüşü

Çözümlerde deprem hareketinin düşey bileşeni ihmal edilmiştir. Yapının alt iki bodrum katına ait deprem hesabı ile rijit bodrum kattan çıktığı zemin katı ve üstündeki normal katlara ait deprem hesapları birbirinden ayrı olarak yapılmıştır. Rijit bodrum katlara ait deprem hesabında sadece bodrum kat ağırlıkları göz önüne alınmış, spektrum katsayısı olarak $S(T)=1$ ve deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)=1.5$ alınmıştır. Üst yapıya ait çözümde ise deprem yükü azaltma katsayısı $R_a(T)=7.0$ alınmış, spektrum katsayısı $S(T)$ ise D.B.Y.B.H.Y. madde 2.4.3.1 gereğince yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyoduna göre belirlenmiştir.

Oluşturulan her bir modelde de yapının bodrum katlarına ait herhangi bir değişim olmaması ve bunun da hesaba yansması nedeniyle oluşturulan her bir modelde üst yapılara dair karşılaştırmalar yapılmıştır. Tip1 e ait yapılan analizde X doğrultusundaki birincil periyot T_{x1} 0.822 sn, Y doğrultusundaki birincil periyot T_{y1} ise 0.813 sn olarak bulunmuştur. X doğrultusundaki birincil periyot ile kütle

katılımının % 55.8' i sağlanmış, Y doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 68.7'si sağlanmıştır.

Tablo 3.1: Tip1' e ait periyotlar ve kütle katılımları

T _x (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.822	55.80
0.717	5.30
0.552	10.90
0.354	16.70
0.316	10.70

T _y (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.813	68.70
0.343	30.40

Bu çözüm modeli için Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile; X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tx}=10275.1$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{ty}=10369.1$ kN olarak hesaplanmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesapta da X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBx}=10525.4$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_t=12183.5$ kN olarak hesaplanmıştır.

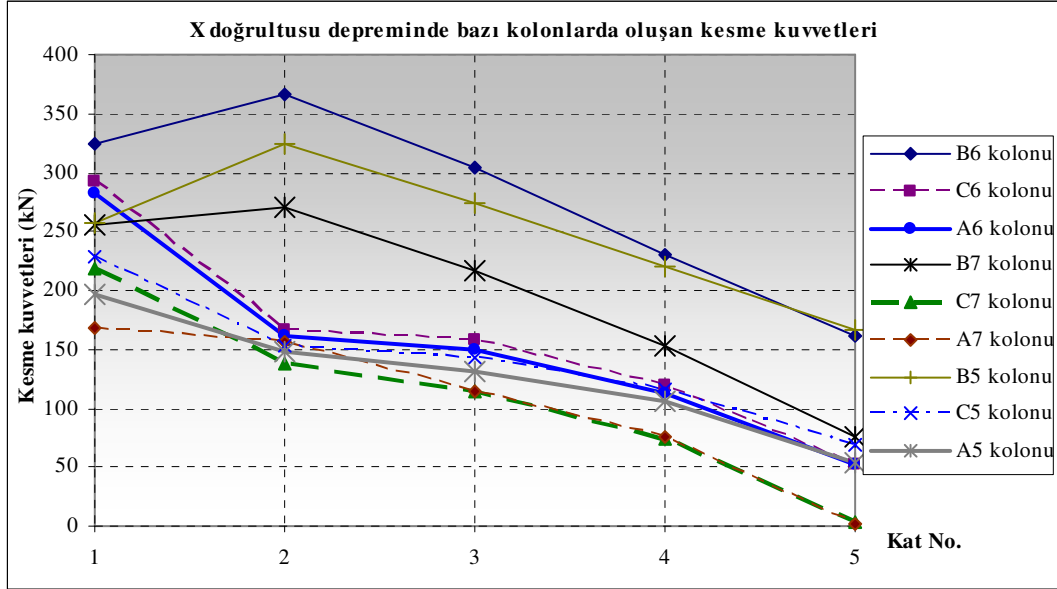
Yapılan dinamik hesapta; Z3 zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu kullanılmış, Spektrum ölçek katsayısı $A_0 \times g = 3.924$, Yük kombinezonu katsayısı $I / R_a = 0.143$ olarak alınmıştır.

Bunların yanı sıra hesaplarda eigen vektörleri kullanılmış, sönüm oranı % 5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. Deprem yükleri etkisindeki yapıda oluşan kolon kesme kuvveti ve burulma momentleri Tablo 4.2' de verilmiştir.

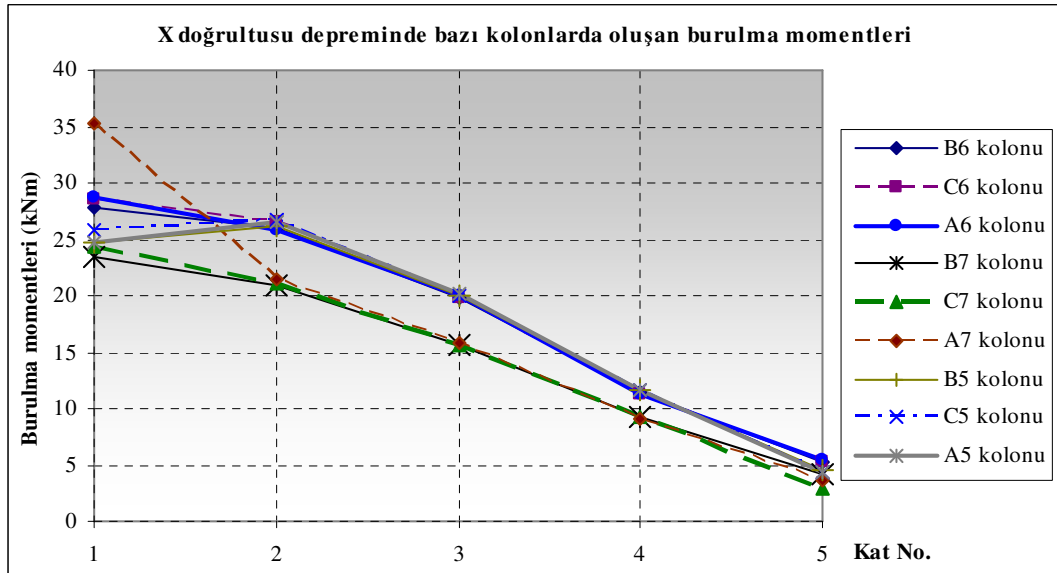
Tablo 3.2: Tip1' e ait X doğrultusunda etkiyen depremten dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	161.5	51.3	51.3	75.7	2.7	2.5	166.9	69.7	54.0
4. Kat	231.0	119.1	112.3	153.3	74.7	75.5	220.3	116.8	106.3
3. Kat	304.4	157.8	150.1	216.4	114.0	114.8	273.5	143.4	131.1
2. Kat	367.2	166.4	161.6	270.3	138.1	156.3	323.7	153.7	147.7
1. Kat	324.4	293.0	282.7	255.6	217.7	167.5	257.8	228.3	196.5

Burulma momentleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	5.3	5.2	5.4	4.1	2.9	3.6	4.5	4.3	4.3
4. Kat	11.5	11.3	11.3	9.2	9.2	9.1	11.6	11.6	11.6
3. Kat	19.8	19.9	20.0	15.6	15.6	15.9	20.0	20.0	20.1
2. Kat	26.0	26.5	25.9	20.9	21.1	21.5	26.1	26.7	26.6
1. Kat	27.8	28.5	28.7	23.5	24.4	35.3	24.8	25.9	24.8



Şekil 3.4: Tip1 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri

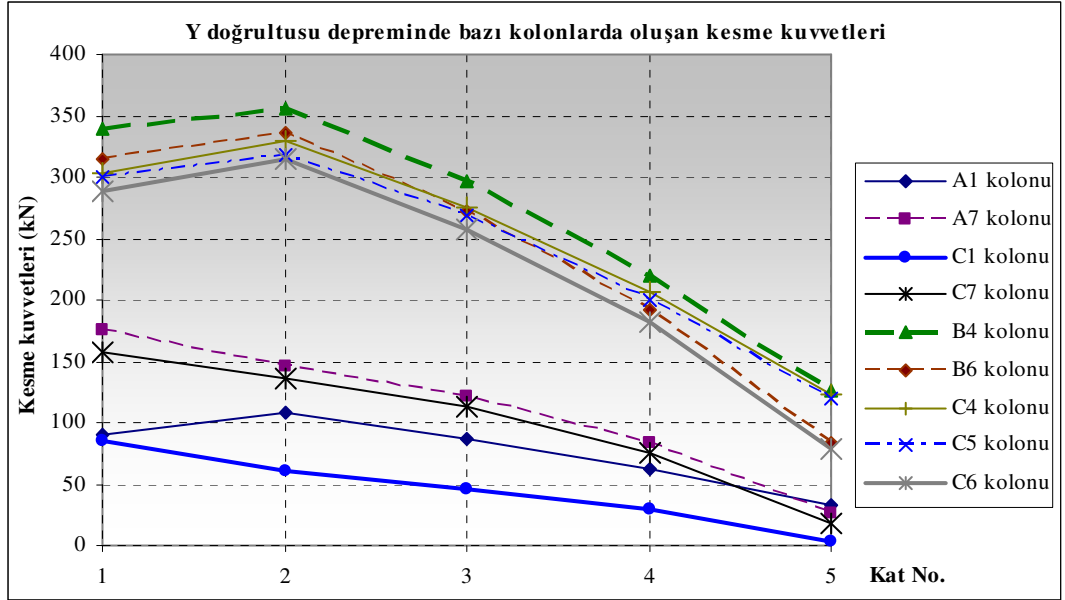


Şekil 3.5: Tip1 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

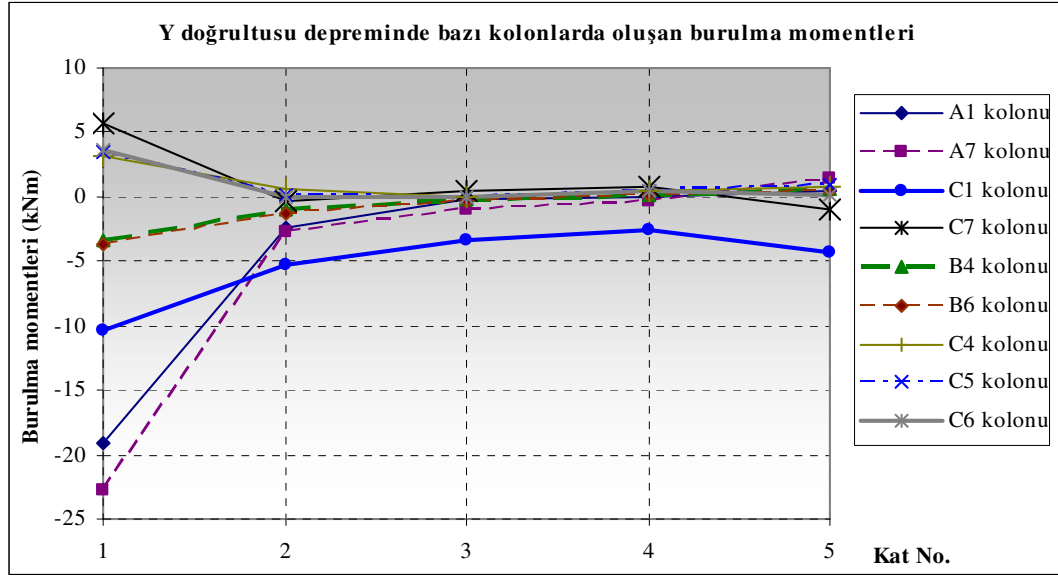
Tablo 3.3: Tip1' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremten dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	33.0	26.0	3.3	18.0	126.4	83.0	122.9	120.4	78.6
4. Kat	62.6	82.9	30.3	76.2	219.0	191.4	206.8	200.4	181.4
3. Kat	86.2	121.6	45.9	113.8	296.9	271.9	275.5	268.8	257.2
2. Kat	107.7	145.9	60.7	135.4	355.0	336.0	328.8	318.1	314.6
1. Kat	89.5	176.0	85.5	157.9	339.1	314.9	303.9	299.9	288.7

Burulma momentleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	0.5	1.4	-4.3	-1.0	0.6	0.5	0.8	0.9	0.2
4. Kat	0.0	-0.4	-2.5	0.7	0.2	0.2	0.4	0.4	0.5
3. Kat	-0.2	-0.9	-3.4	0.4	-0.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
2. Kat	-2.4	-2.8	-5.2	-0.4	-1.0	-1.3	0.6	0.2	0.0
1. Kat	-19.1	-22.7	-10.4	5.7	-3.3	-3.7	3.2	3.5	3.6



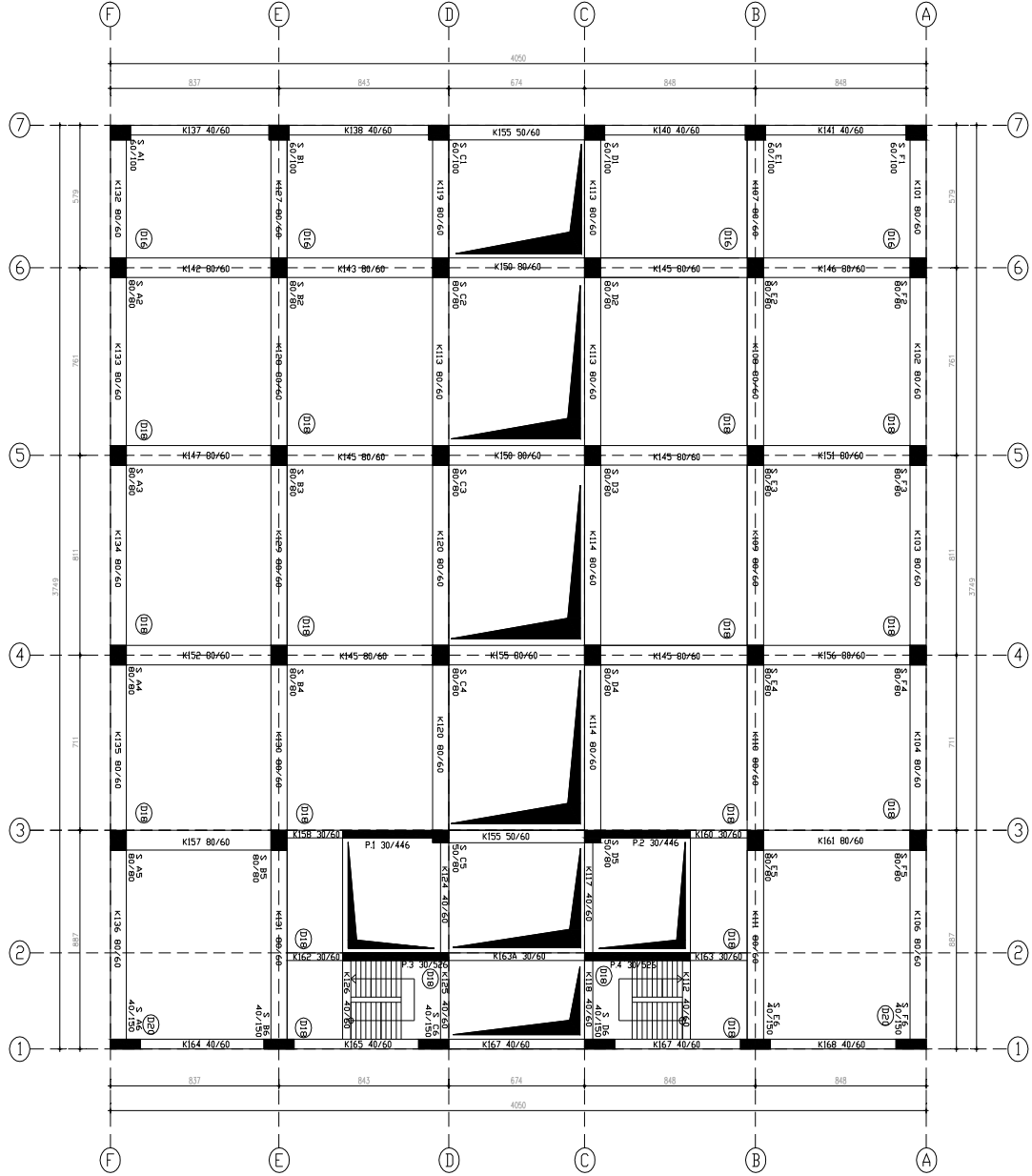
Şekil 3.6: Tip1 'de Y doğrultusu depremde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri



Şekil 3.7: Tip1 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

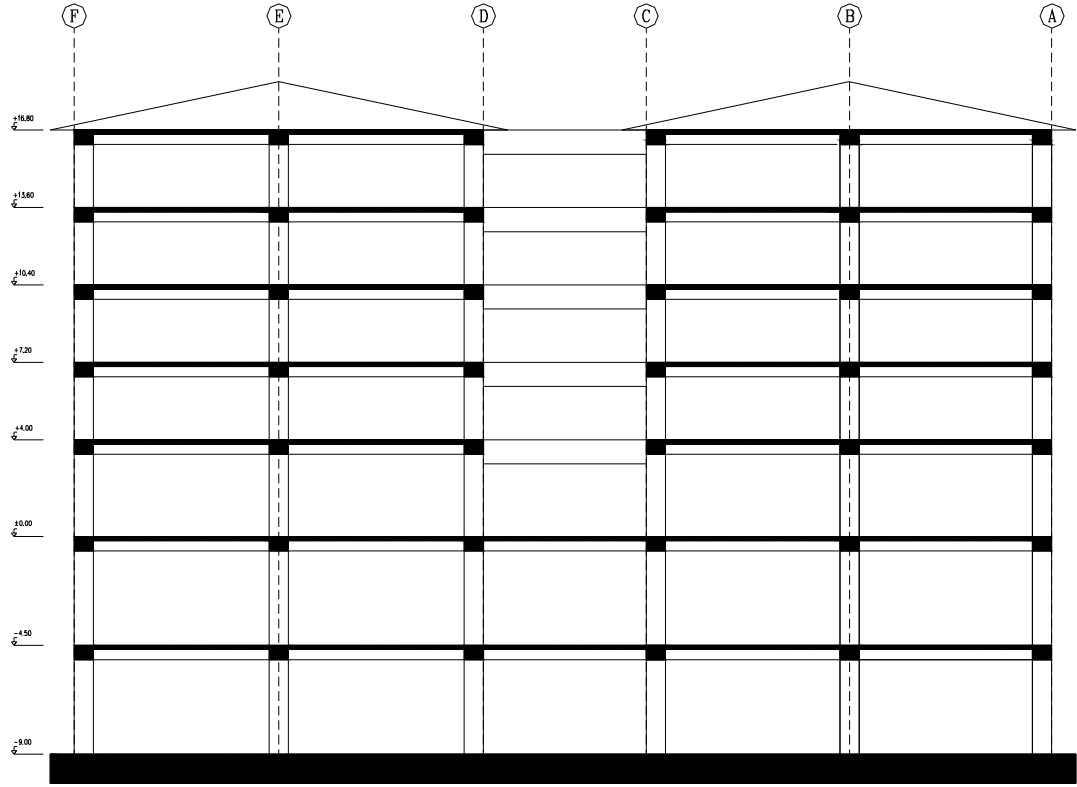
3.3.2. Tip 2 İçin Çözümler

Bu modelde; zemin katından itibaren birbirinden bağımsız olarak yükselen iki bina; kat seviyelerinde birbirlerine kirişler vasıtasıyla bağlanmış, fakat döşeme sürekliliği sağlanmamıştır.



Şekil 3.8: Tip2' ye ait kalıp planı resmi

Tip2' ye ait yapılan analizde X doğrultusundaki birincil periyot T_{x1} 0.742 sn, Y doğrultusundaki birincil periyot T_{y1} ise 0.825 sn olarak bulunmuştur. X doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 54.6' ü sağlanmış, Y doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 68.9'u sağlanmıştır.



Şekil 3.9: Tip2' ye ait bir kesit görünüşü

Tablo 3.4: Tip2' ye ait periyotlar ve kütle katılımları

T_x (sn)	Kütle katılım oranları (%)	T_y (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.742	54.64	0.825	68.88
0.658	23.83	0.344	30.22
0.333	9.43		
0.300	11.70		

Bu çözüm modeli için Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile; X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tx}=11494.3$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{ty}=10557.8$ kN olarak hesaplanmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesapta da X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBx}=12448.8$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBy}=12351.9$ kN olarak hesaplanmıştır.

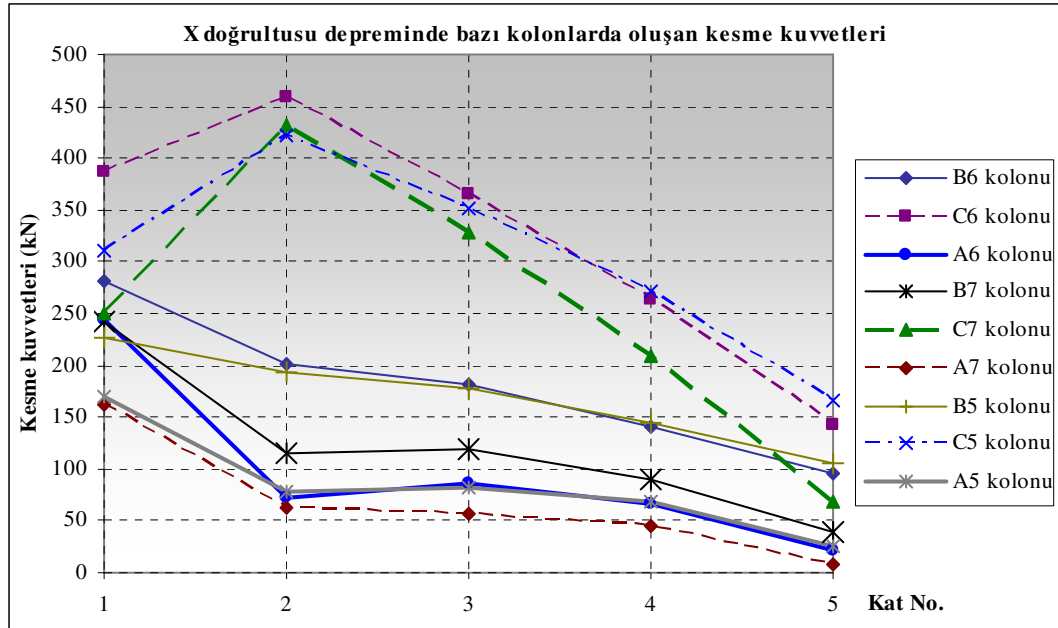
Yapılan dinamik hesapta; Z3 zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu kullanılmış, Spektrum ölçek katsayısı $A_0 \times g = 3.924$, Yük kombinezonu katsayısı $I / R_a = 0.143$ olarak alınmıştır.

Bunların yanı sıra hesaplarda eigen vektörleri kullanılmış, sönüm oranı % 5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. Deprem yükleri etkisindeki yapıda oluşan kolon kesme kuvveti ve burulma momentleri Tablo 4.4’ de verilmiştir.

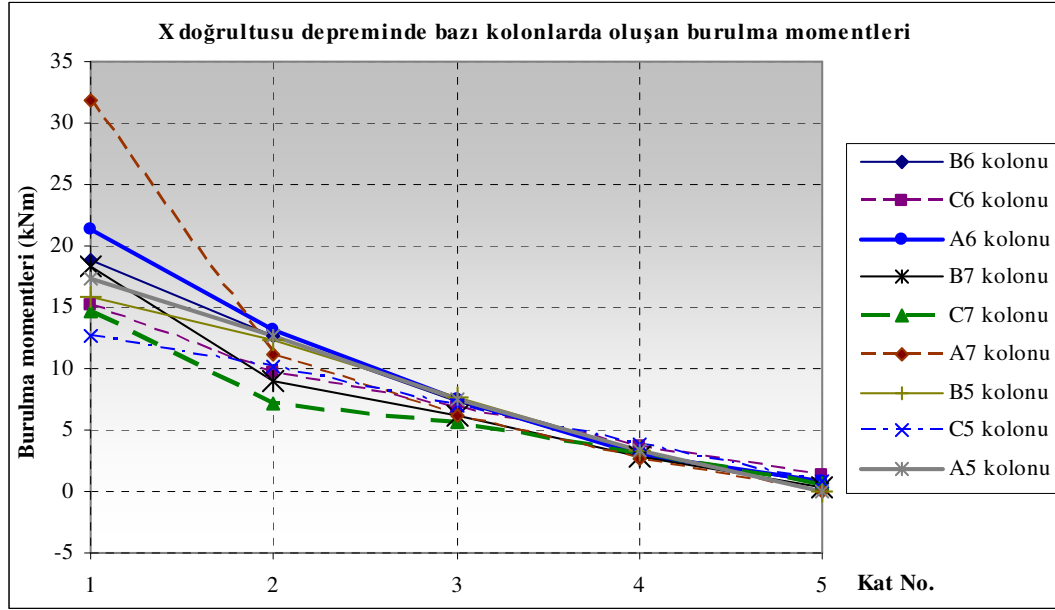
Tablo 3.5: Tip2’ ye ait X doğrultusunda etkiyen depremden dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V – kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	95.6	142.3	22.0	39.3	69.0	7.9	106.3	166.9	25.8
4. Kat	140.8	263.1	66.7	89.7	208.3	44.5	144.5	270.9	67.6
3. Kat	181.5	366.0	85.1	118.5	327.7	56.2	176.8	351.7	81.3
2. Kat	200.4	459.7	73.0	115.5	431.7	62.5	194.2	421.5	78.6
1. Kat	280.9	387.0	243.4	242.6	250.8	162.2	226.4	310.6	170.7

Burulma momentleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	0.7	1.4	0.8	0.4	0.7	0.0	0.0	0.9	0.0
4. Kat	3.2	3.7	3.0	2.8	3.2	2.7	3.3	3.8	3.3
3. Kat	7.4	6.8	7.5	6.1	5.6	6.2	7.6	7.0	7.5
2. Kat	12.7	9.6	13.1	9.0	7.1	11.1	12.4	10.2	12.7
1. Kat	18.9	15.2	21.3	18.4	14.6	31.9	15.9	12.6	17.3



Şekil 3.10: Tip2 ‘de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri

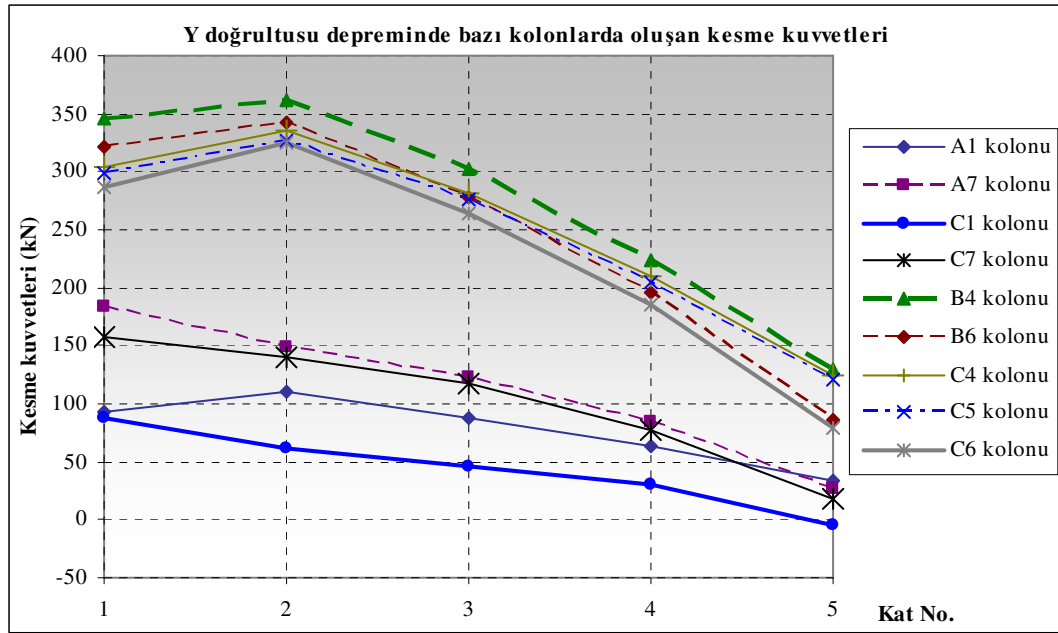


Şekil 3.11: Tip2 ‘de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

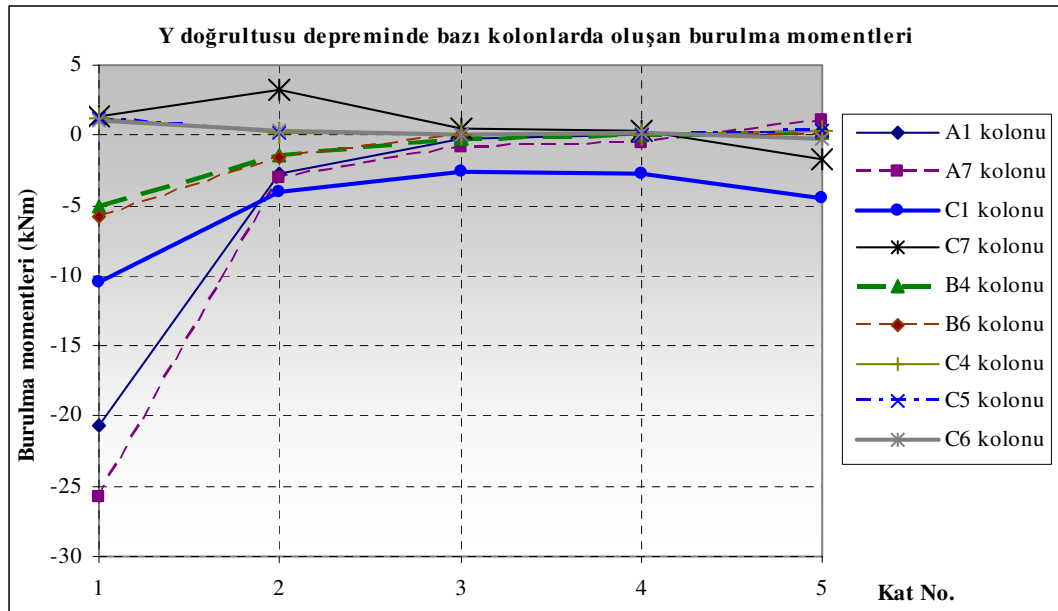
Tablo 3.6: Tip2’ ye ait Y doğrultusunda etkiyen depremten dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	34.4	27.5	-4.2	18.5	129.6	85.5	124.2	121.4	79.8
4. Kat	64.1	84.8	31.0	78.1	223.7	195.7	210.6	204.1	185.4
3. Kat	87.9	123.0	46.8	117.7	302.9	277.6	282.2	275.4	264.4
2. Kat	110.2	148.2	61.4	140.2	361.8	342.0	336.0	326.3	324.6
1. Kat	92.8	183.1	87.5	157.4	346.7	322.2	303.5	298.6	286.4

Burulma momentleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	0.3	1.0	-4.5	-1.7	0.2	0.0	0.3	0.4	-0.3
4. Kat	0.0	-0.6	-2.8	0.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2
3. Kat	-0.3	-0.8	-2.6	0.5	-0.2	0.0	0.0	0.1	0.1
2. Kat	-2.8	-3.0	-4.0	3.2	-1.4	-1.5	0.2	0.2	0.3
1. Kat	-20.6	-25.8	-10.5	1.3	-5.0	-5.8	1.2	1.2	1.0



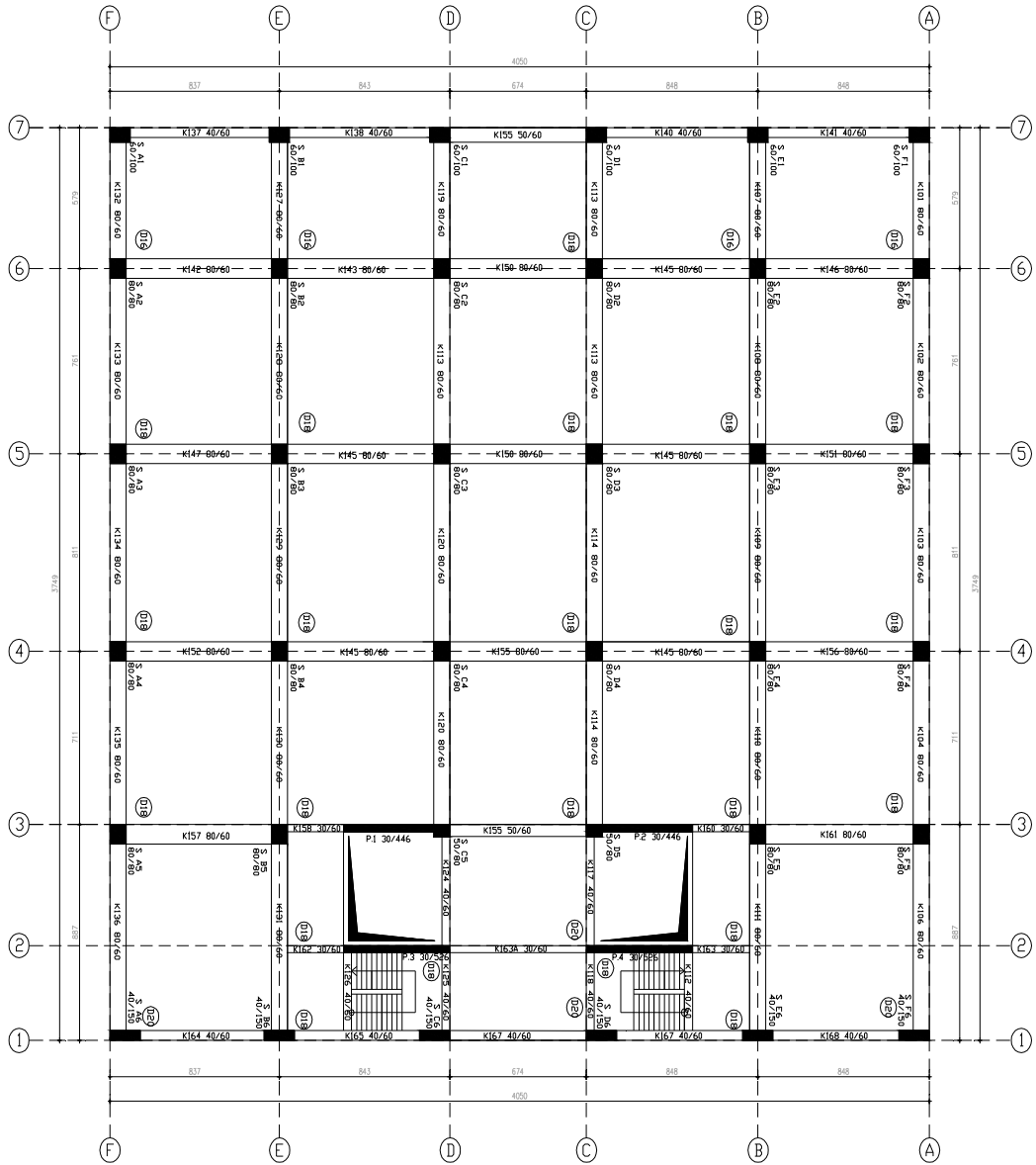
Şekil 3.12: Tip2 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri



Şekil 3.13: Tip2 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

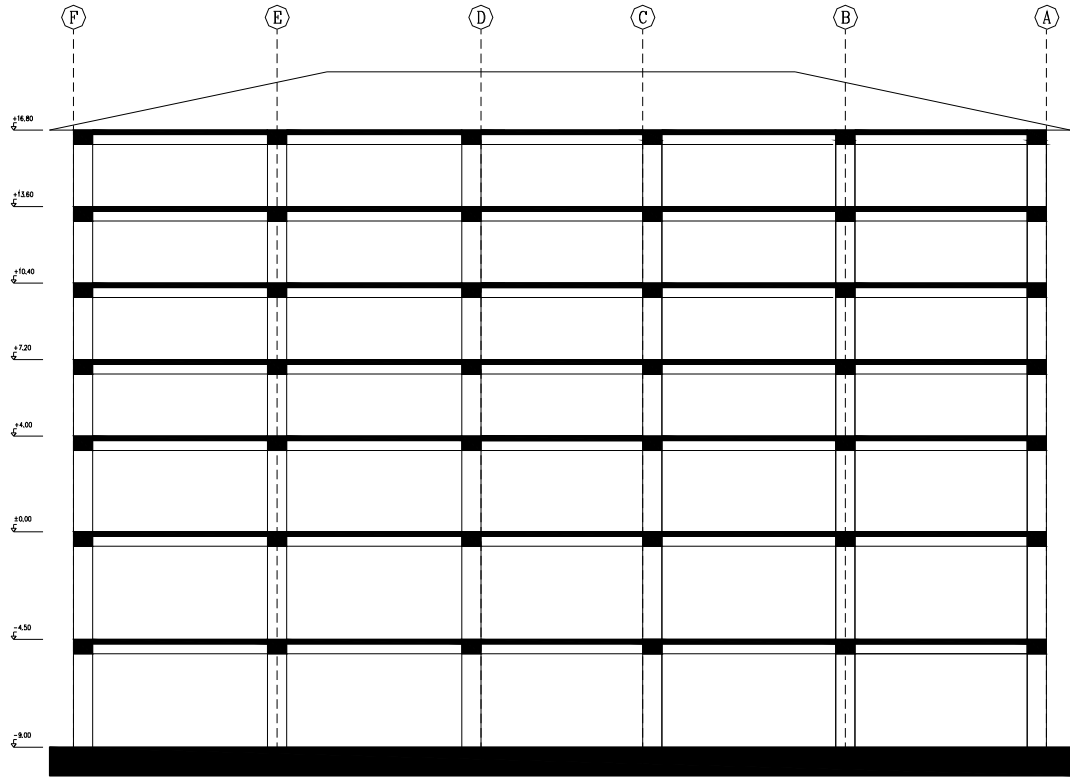
3.3.3. Tip 3 İçin Çözümler

Bu modelde ± 0.00 kotundan sonra birbirinden bağımsız olarak yükselen iki bina; kat seviyelerinde birbirlerine hem kirişler hem de döşemeler vasıtasıyla bağlanmıştır. Tip 2’den farklı olarak kat seviyelerinde kirişler arasında döşeme sürekliliği sağlanmıştır.



Şekil 3.14: Tip 3’e ait kalıp planı resmi

Tip3’ e ait yapılan analizde X doğrultusundaki birincil periyot T_{x1} 0.745 sn, Y doğrultusundaki birincil periyot T_{y1} ise 0.800 sn olarak bulunmuştur. X doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 65.9’ u sağlanmış, Y doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 74 ’ü sağlanmıştır.



Şekil 3.15: Tip3'e ait bir kesit görünüşü

Tablo 3.7: Tip3' e ait periyotlar ve kütle katılımları

T_x (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.745	65.90
0.652	14.00
0.325	11.50
0.292	8.30

T_y (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.800	74.00
0.329	25.30

Bu çözüm modeli için Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile; X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tx}=12506.0$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{ty}=11796.0$ kN olarak hesaplanmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesapta da X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBx}=13733.6$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBy}=13922.0$ kN olarak hesaplanmıştır.

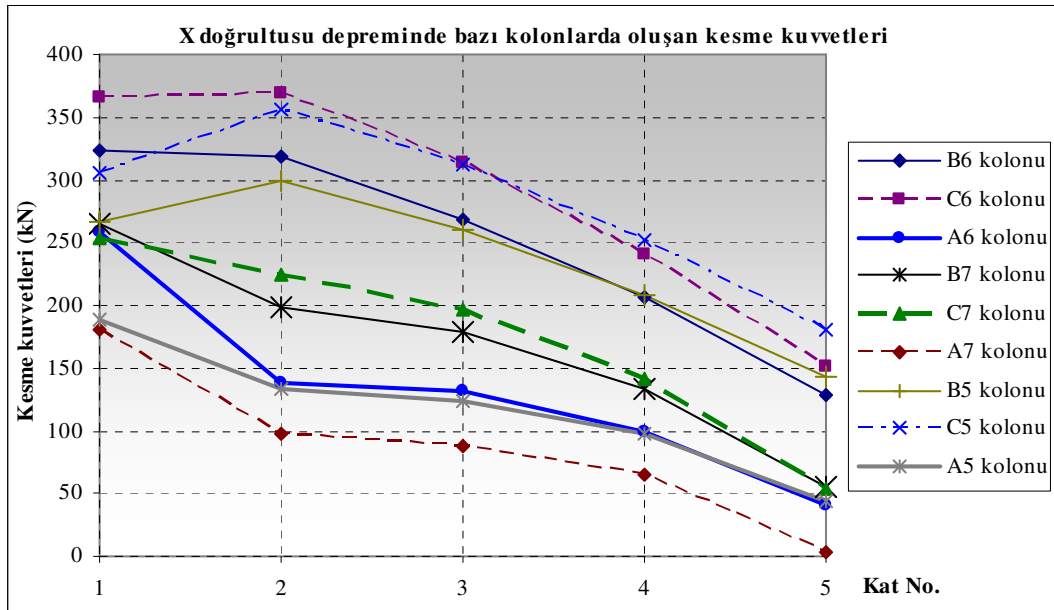
Yapılan dinamik hesapta; Z3 zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu kullanılmış, Spektrum ölçek katsayısı $A_0 \times g = 3.924$, Yük kombinezonu katsayısı $I / R_a = 0.143$ olarak alınmıştır. Bunların yanı sıra hesaplarda eigen vektörleri kullanılmış, sönüm oranı % 5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır.

Deprem yükleri etkisindeki yapıda oluşan kolon kesme kuvveti ve burulma momentleri Tablo 4.6’ da verilmiştir.

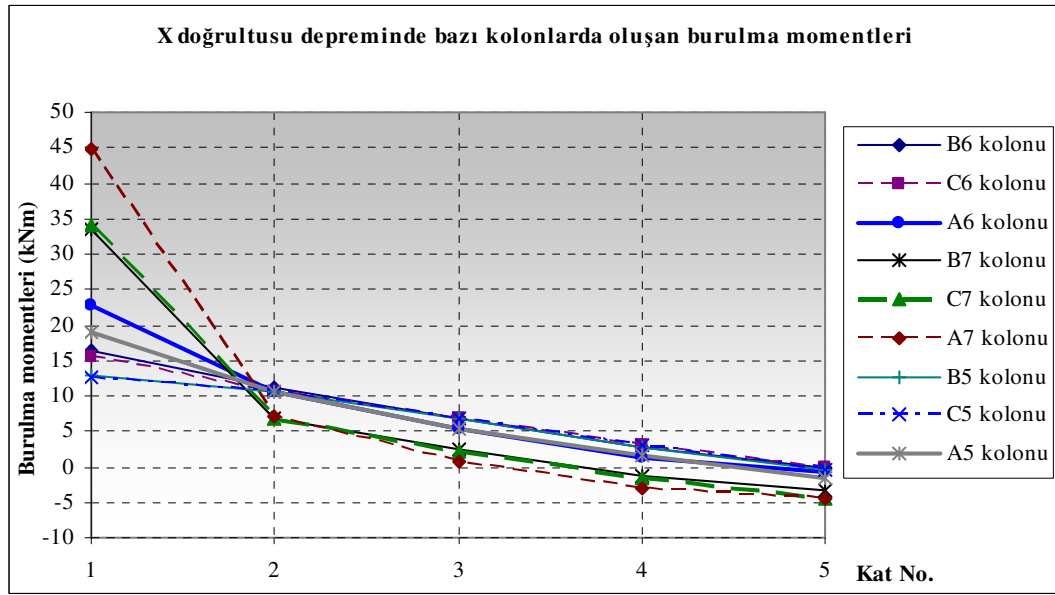
Tablo 3.8: Tip3’ e ait X doğrultusunda etkiyen depremden dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	129.0	151.6	40.5	54.5	53.6	2.5	143.7	181.0	43.8
4. Kat	205.8	240.2	100.0	134.1	142.2	65.1	207.5	252.0	97.5
3. Kat	268.7	313.9	131.3	178.6	196.0	87.0	259.5	312.6	123.1
2. Kat	318.1	368.5	139.0	198.9	225.0	97.0	298.4	356.8	134.1
1. Kat	322.9	366.3	258.9	264.9	253.4	181.1	266.5	306.1	189.1

Burulma momentleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	0.0	-0.2	-0.7	-3.3	-4.4	-4.6	-0.4	-0.4	-1.5
4. Kat	2.8	3.0	1.4	-1.2	-1.5	-3.0	2.8	2.9	1.5
3. Kat	6.7	6.8	5.5	2.4	2.2	0.8	6.7	6.8	5.5
2. Kat	11.1	10.7	10.6	6.8	6.9	7.2	10.7	10.5	10.5
1. Kat	16.3	15.5	22.8	33.5	34.0	44.7	13.0	12.7	19.1



Şekil 3.16: Tip3 ‘de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri

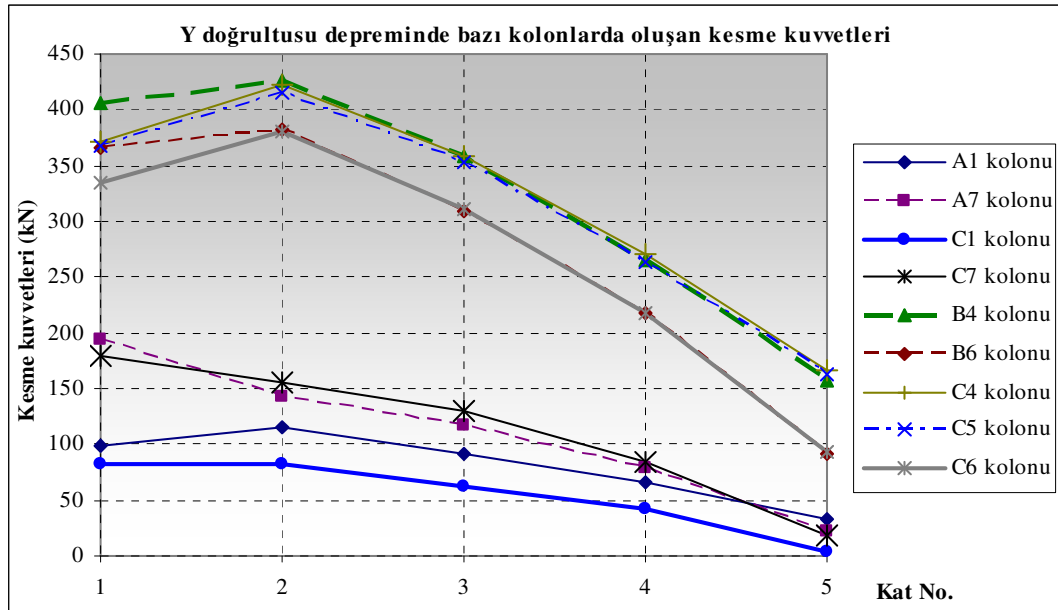


Şekil 3.17: Tip3 'de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

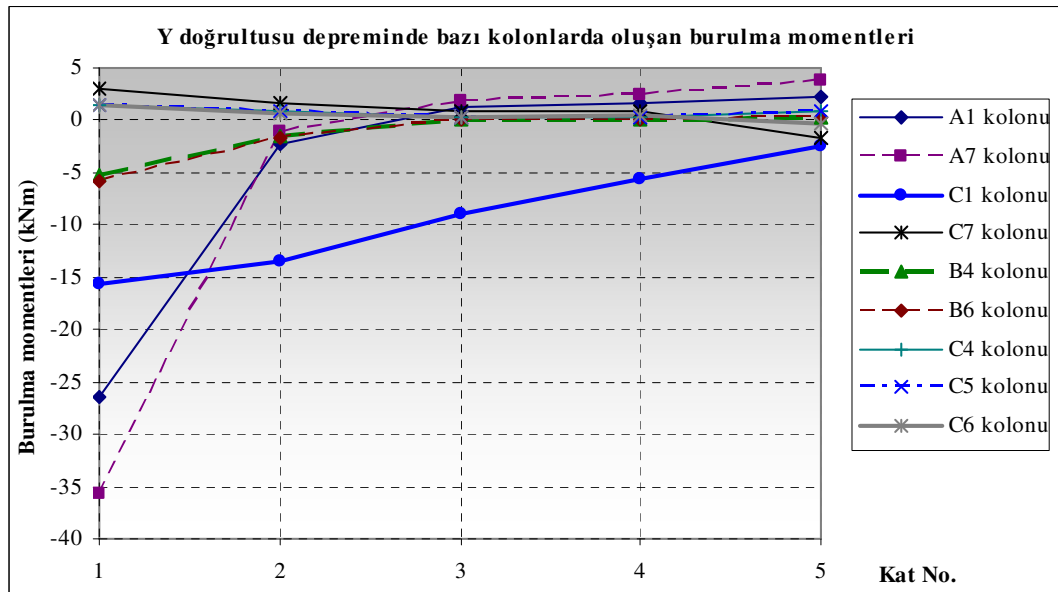
Tablo 3.9: Tip3' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremten dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V – kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	33.5	22.0	3.8	17.4	156.6	92.3	166.4	162.8	92.8
4. Kat	65.8	79.5	41.2	84.5	265.9	216.8	270.5	264.1	217.4
3. Kat	91.3	117.7	62.7	129.6	358.1	309.5	358.9	353.2	311.1
2. Kat	115.6	141.8	82.5	155.3	426.8	382.0	422.2	414.8	379.6
1. Kat	99.3	193.5	81.9	178.8	406.9	366.0	371.4	367.2	334.7

Burulma momentleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	2.2	3.8	-2.5	-1.6	0.2	0.2	0.8	0.8	-0.3
4. Kat	1.7	2.5	-5.7	0.8	0.1	0.1	0.3	0.2	0.4
3. Kat	1.3	1.8	-8.9	0.8	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3
2. Kat	-2.3	-1.0	-13.4	1.7	-1.5	-1.7	0.9	0.9	0.7
1. Kat	-26.5	-35.6	-15.6	3.1	-5.2	-5.9	1.4	1.4	1.5



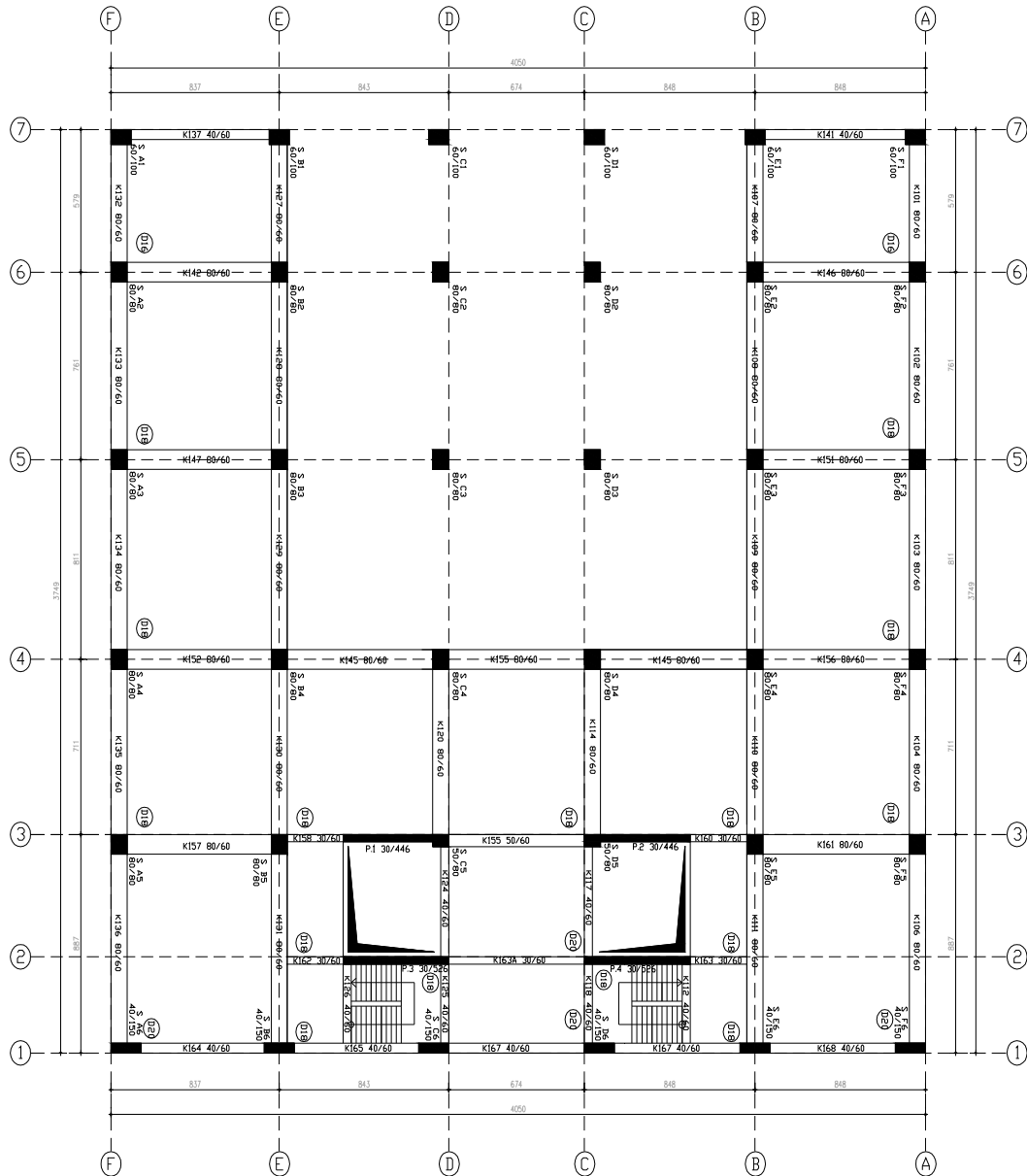
Şekil 3.18: Tip3 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri



Şekil 3.19: Tip3 'de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

3.3.4 Tip 4 İçin Çözümler

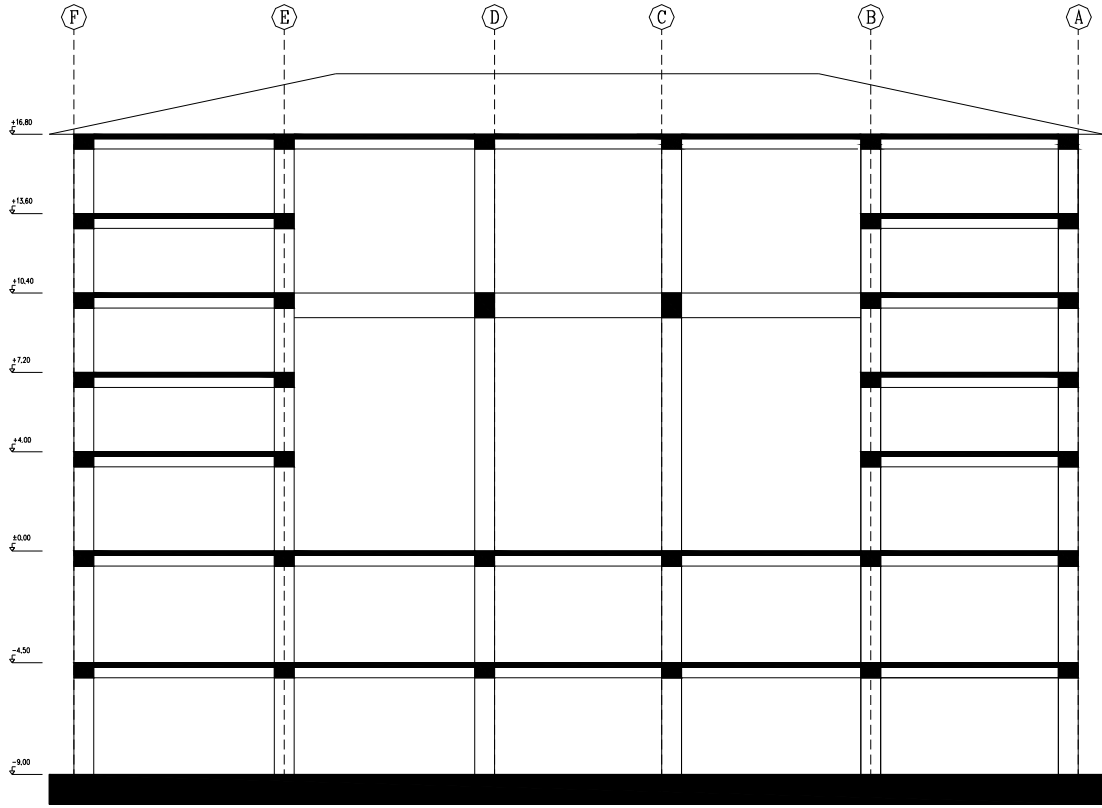
Bu modelde ± 0.00 kotundan sonra birbirinden bağımsız olarak yükselen iki bina yerine planda bakıldığında yapının 7 ve 4 aksları ile B ve E aksları arasında yapı yüksekliği boyunca devam eden 9 modüllük bir boşluğu bulunan bir bina kullanılmıştır. Bu binada en üst katta döşeme boşluğu bulunmamakta, $+10.40$ kotunda ise boşluktaki kolonlar rijit kirişler ile birbirlerine ve sisteme bağlanmıştır.



Şekil 3.20: Tip 4'e ait kalıp planı resmi

Tip 4' e ait yapılan analizde X doğrultusundaki birincil periyot T_{x1} 0.718 sn, Y doğrultusundaki birincil periyot T_{y1} ise 0.770 sn olarak bulunmuştur. X

doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 56.3' i sağlanmış, Y doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 69.4 'ü sağlanmıştır.



Şekil 3.21: Tip 4'e ait bir kesit görünüşü

Tablo 3.10: Tip 4' e ait periyotlar ve kütle katılımları

T_x (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.791	56.31
0.680	19.23
0.347	14.98
0.311	9.17

T_y (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.770	69.36
0.335	30.00

Bu çözüm modeli için Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile; X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tx} = 10394.0$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{ty} = 9828.2$ kN olarak hesaplanmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesapta da X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBx}=11733.4$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBy}=11955.3$ kN olarak hesaplanmıştır.

Yapılan dinamik hesapta; Z3 zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu kullanılmış,

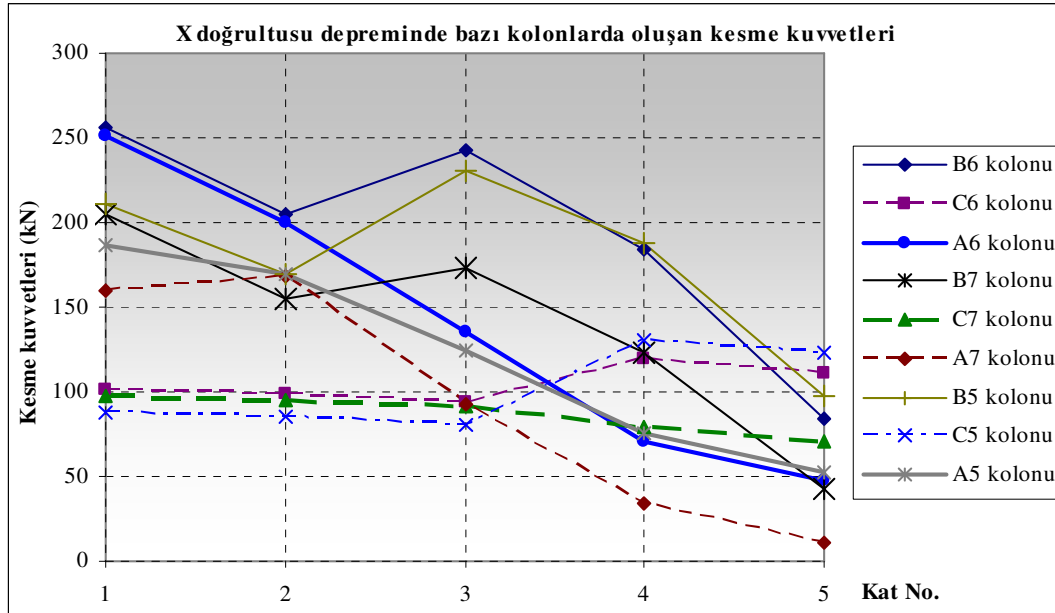
Spektrum ölçek katsayısı $A_0 \times g = 3.924$, Yük kombinezonu katsayısı $I / R_a = 0.43$ olarak alınmıştır.

Bunların yanı sıra hesaplarda eigen vektörleri kullanılmış, sönüm oranı % 5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. Deprem yükleri etkisindeki yapıda oluşan kolon kesme kuvveti ve burulma momentleri Tablo 4.8’ de verilmiştir.

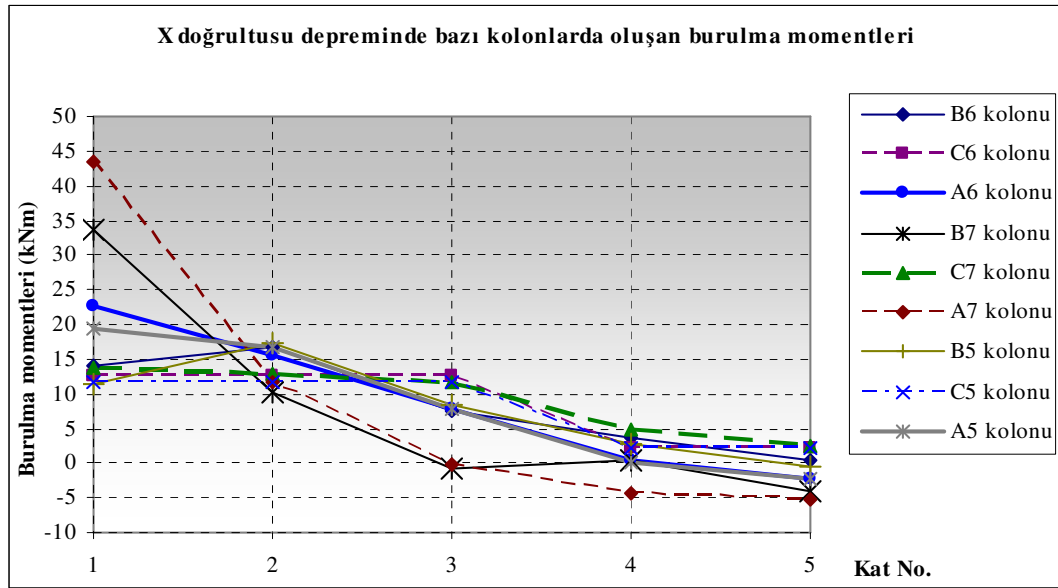
Tablo 3.11: Tip4’ e ait X doğrultusunda etkiyen depremden dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	83.9	111.5	47.8	42.9	71.1	11.1	97.6	122.6	52.2
4. Kat	183.8	119.8	70.9	123.6	78.8	33.8	187.4	130.9	75.7
3. Kat	242.4	94.3	135.7	173.4	91.2	92.7	230.9	80.9	124.0
2. Kat	204.6	98.7	199.4	155.4	95.3	167.7	169.3	85.3	169.9
1. Kat	256.6	101.5	251.3	204.3	97.9	160.2	211.5	88.0	187.0

Burulma momentleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	0.3	2.2	-2.2	-4.1	2.5	-5.3	-0.4	2.3	-2.3
4. Kat	3.8	2.2	0.4	0.4	4.9	-4.4	2.9	2.3	0.0
3. Kat	7.6	2.2	7.8	-0.8	11.8	-0.3	8.4	11.6	7.9
2. Kat	16.8	12.6	15.6	10.3	13.0	11.8	17.2	11.6	16.8
1. Kat	14.0	12.6	22.8	33.8	13.8	43.6	11.5	11.6	19.4



Şekil 3.22: Tip4’ de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri

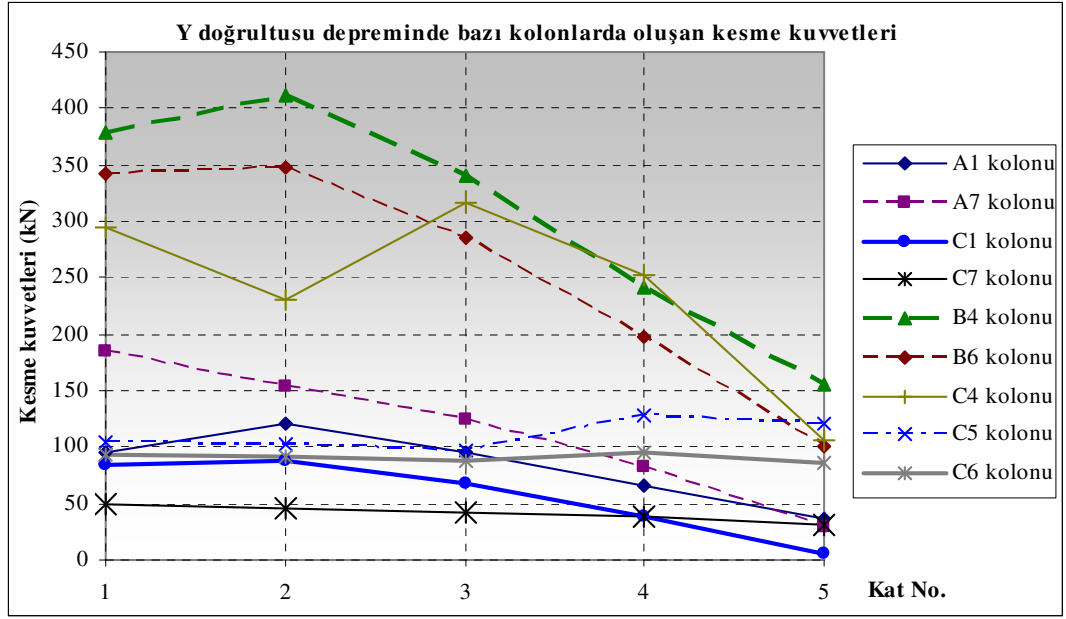


Şekil 3.23: Tip4' de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

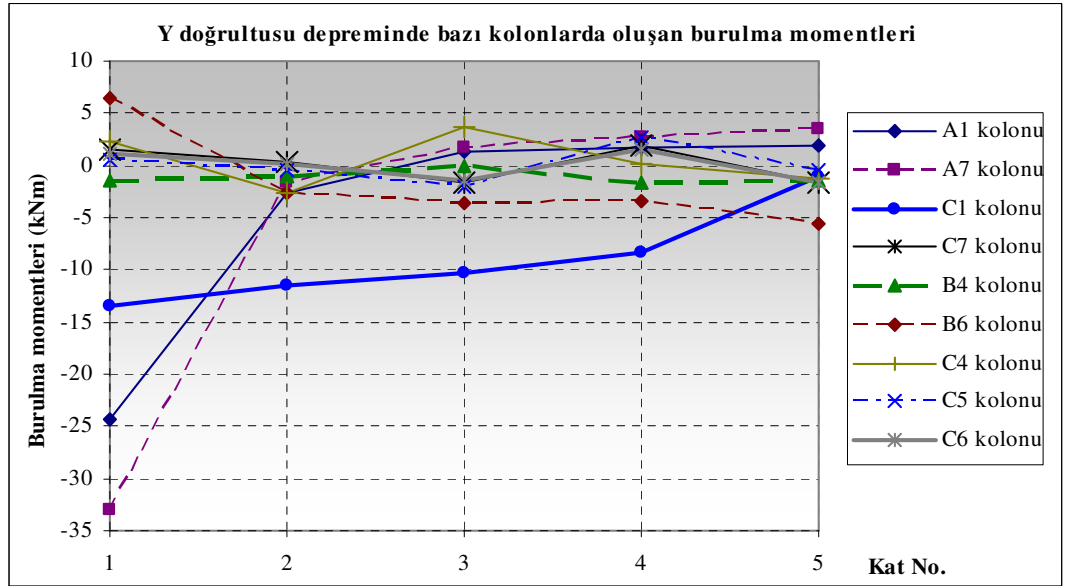
Tablo 3.12: Tip4' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremten dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	36.4	29.3	6.0	30.8	155.1	101.1	107.0	120.5	86.6
4. Kat	66.4	82.2	38.7	38.1	241.3	198.4	252.2	128.3	94.4
3. Kat	94.4	125.1	68.3	42.4	340.4	285.3	316.2	97.4	87.1
2. Kat	120.1	152.9	88.0	46.3	411.3	348.3	230.3	101.6	91.3
1. Kat	94.7	185.3	84.4	48.7	379.3	342.6	293.8	104.2	93.9

Burulma momentleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	2.0	3.5	-1.1	-1.7	-1.4	-5.5	-1.2	-0.4	-1.6
4. Kat	1.7	2.7	-8.4	2.0	-1.7	-3.4	0.2	2.7	1.5
3. Kat	1.3	1.8	-10.4	-1.7	-0.1	-3.6	3.6	-2.1	-1.5
2. Kat	-2.6	-1.6	-11.5	0.3	-1.1	-2.7	-2.6	-0.5	0.2
1. Kat	-24.3	-33.1	-13.4	1.5	-1.4	6.5	2.4	0.6	1.2



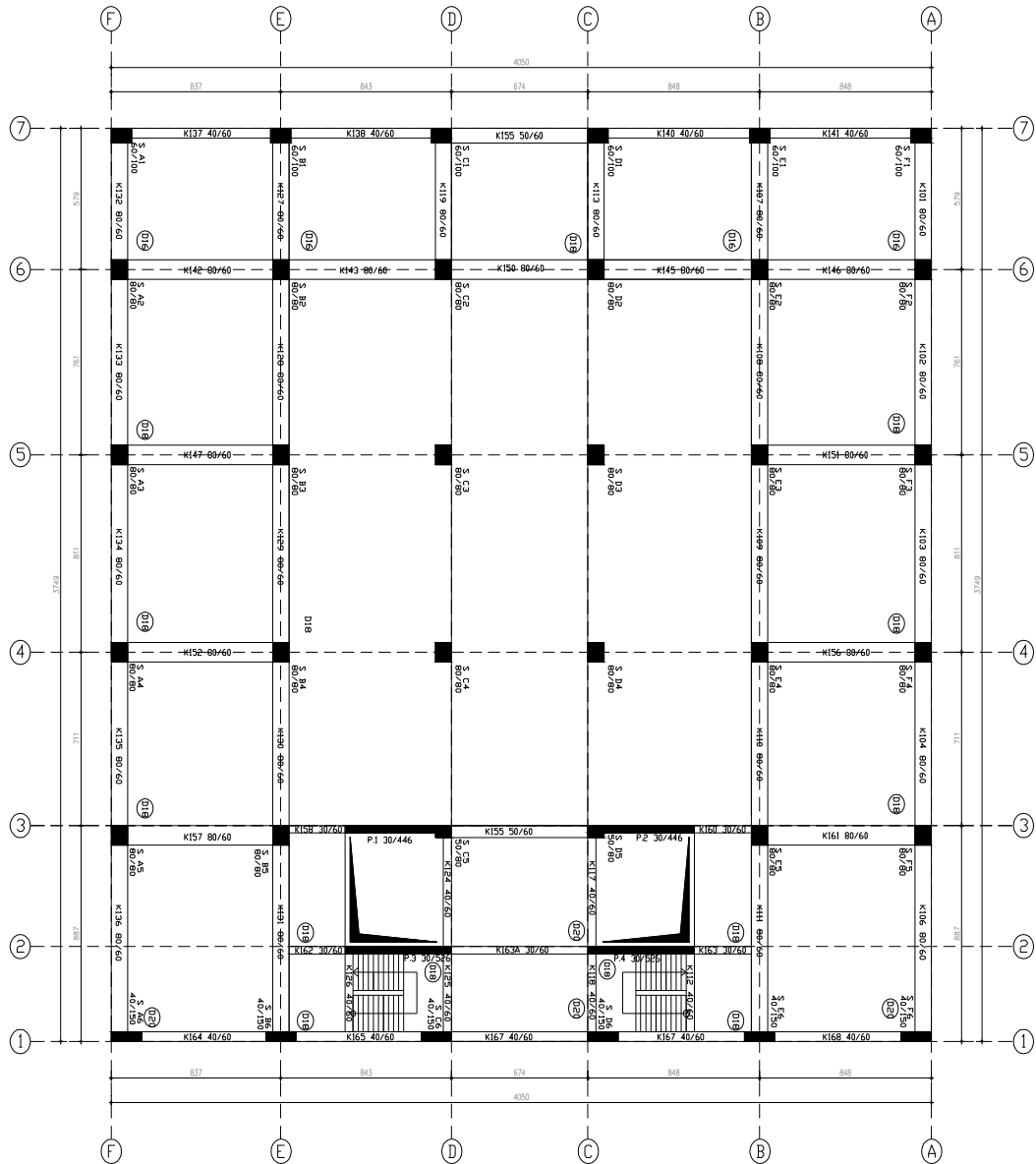
Şekil 3.24: Tip4' de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri



Şekil 3.25: Tip4' de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

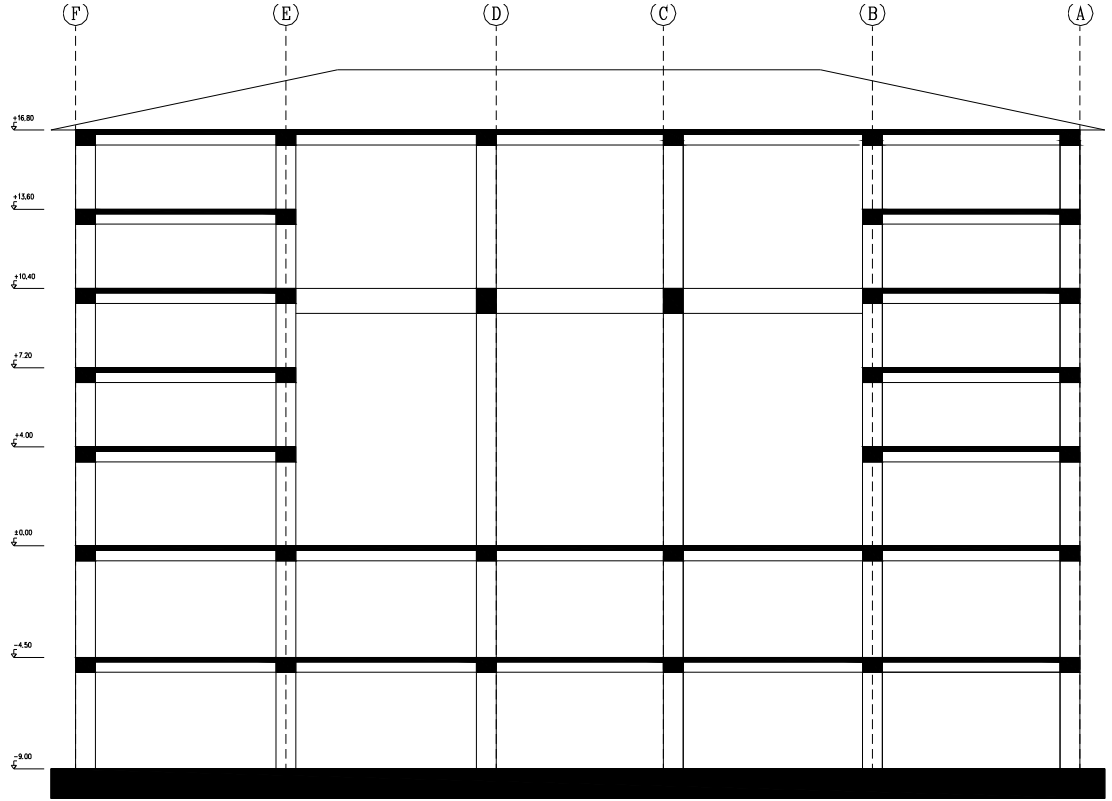
3.3.5 Tip 5 İçin Çözümler

Bu modelde de tip 4 e benzer şekilde 9 modüllük bir döşeme boşluğu bulunmakta, tip 4 ten farklı olarak boşluk yeri planda binanın tam ortasında yer alacak şekilde kaydırılmaktadır. En üst katta döşeme boşluğu bulunmamakta, +10.40 kotunda rijit kirişler ile sistem bağlantısı sağlanmaktadır.



Şekil 3.26: Tip 5'e ait kalıp planı resmi

Tip 5' e ait yapılan analizde X doğrultusundaki birincil periyot T_{x1} 0.765 sn, Y doğrultusundaki birincil periyot T_{y1} ise 0.809 sn olarak bulunmuştur. X doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 44.9' u sağlanmış, Y doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 64.9 'u sağlanmıştır.



Şekil 3.27: Tip 5'e ait bir kesit görünüşü

Tablo 3.13: Tip 5' e ait periyotlar ve kütle katılımları

T_x (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.765	44.86
0.668	26.48
0.346	15.48
0.311	12.64

T_y (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.809	64.94
0.345	34.00

Bu çözüm modeli için Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile; X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tx} = 9663.1$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{ty} = 9238.3$ kN olarak hesaplanmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesapta da X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBx}=10201.1$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBy}=10947.3$ kN olarak hesaplanmıştır.

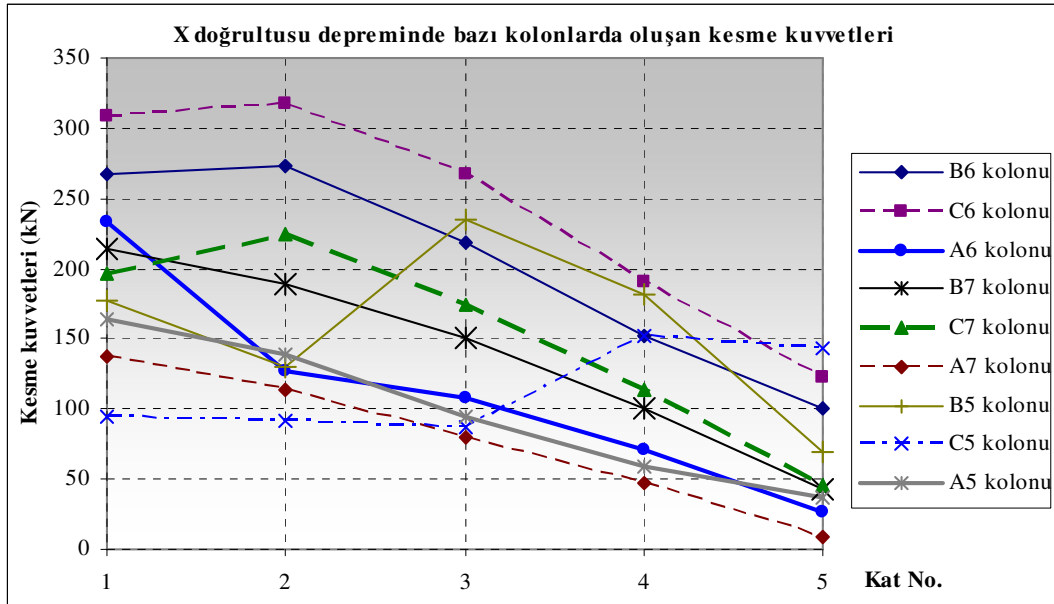
Yapılan dinamik hesapta; Z3 zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu kullanılmış, Spektrum ölçek katsayısı $A_0 \times g = 3.924$, Yük kombinezonu katsayısı $I / R_a = 0.143$ olarak alınmıştır.

Bunların yanı sıra hesaplarda eigen vektörleri kullanılmış, sönüm oranı % 5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. Deprem yükleri etkisindeki yapıda oluşan kolon kesme kuvveti ve burulma momentleri Tablo 4.14’ da verilmiştir.

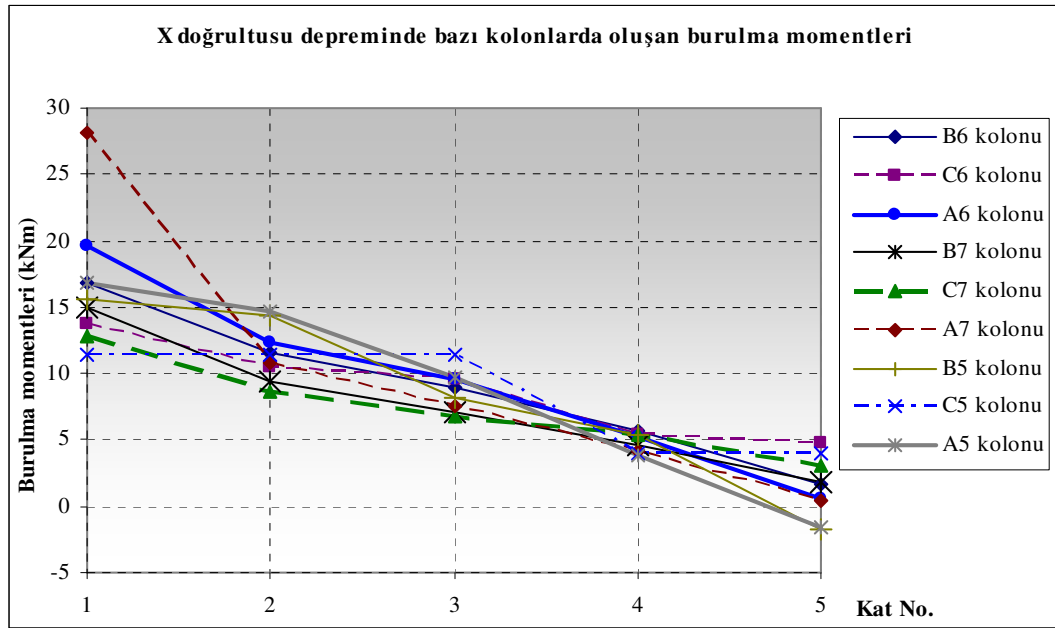
Tablo 3.14: Tip 5’ e ait X doğrultusunda etkiyen depremden dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	100.8	123.2	27.2	42.6	45.3	9.0	69.5	143.6	37.3
4. Kat	151.4	191.0	70.2	100.2	113.9	47.5	181.8	151.5	59.8
3. Kat	218.0	268.0	107.7	150.8	173.8	79.1	235.0	87.2	95.0
2. Kat	273.0	317.6	127.3	189.4	224.5	113.5	129.5	91.3	139.1
1. Kat	268.0	308.7	233.4	214.6	196.8	137.3	177.1	94.0	164.5

Burulma momentleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	1.7	4.8	0.6	1.8	3.0	0.4	-1.8	4.0	-1.6
4. Kat	5.7	5.4	5.2	4.6	5.4	4.2	5.4	4.0	3.9
3. Kat	9.0	9.5	9.5	7.1	6.8	7.6	8.1	11.4	9.7
2. Kat	11.5	10.5	12.3	9.4	8.6	10.8	14.4	11.4	14.6
1. Kat	16.9	13.7	19.7	15.0	12.8	28.1	15.6	11.4	16.9



Şekil 3.28: Tip5’ de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri

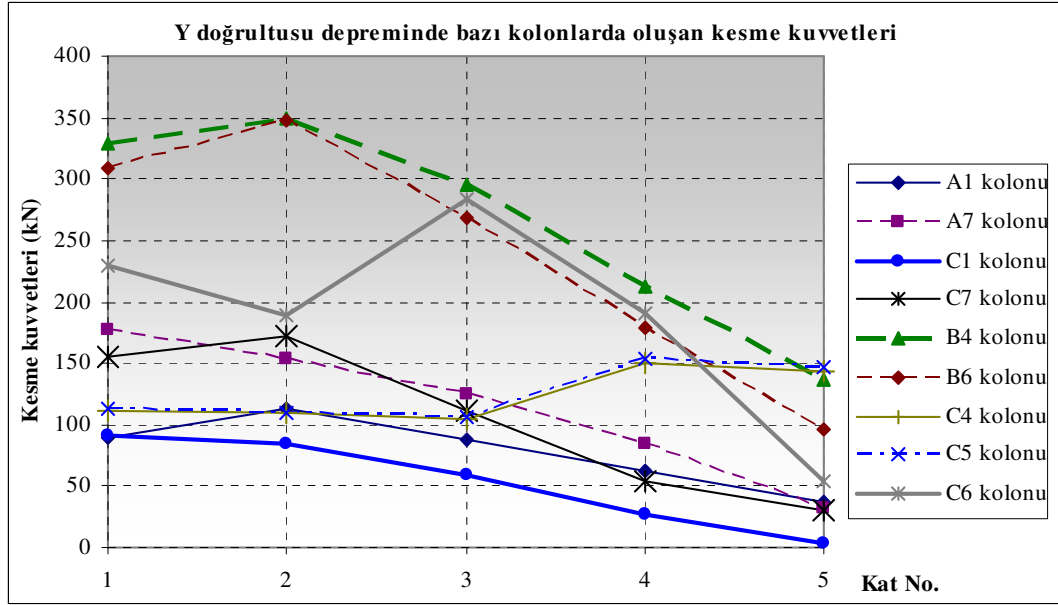


Şekil 3.29: Tip5' de X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

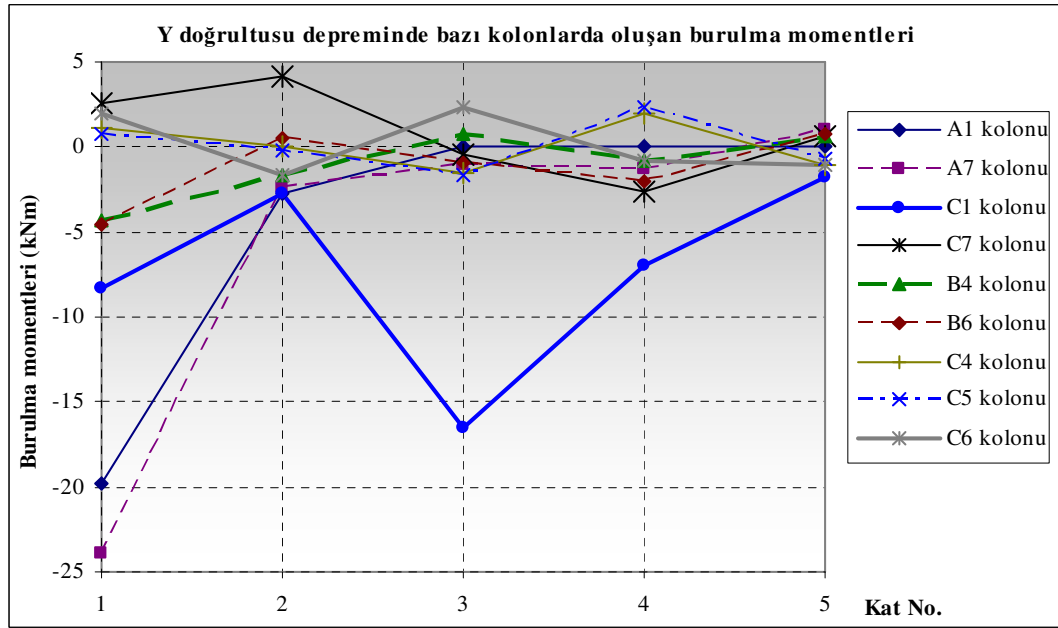
Tablo 3.15: Tip5' e ait Y doğrultusunda etkiyen depremden dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	37.0	31.9	3.5	31.1	136.0	95.5	142.9	146.2	53.4
4. Kat	63.0	83.8	27.0	53.4	212.1	179.1	150.4	153.7	190.6
3. Kat	88.0	124.6	58.6	111.6	294.7	268.1	105.3	105.9	283.5
2. Kat	113.4	154.3	84.1	172.2	348.9	347.3	109.3	109.9	189.7
1. Kat	90.2	177.0	91.3	155.9	329.4	309.6	111.8	112.4	230.1

Burulma momentleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	0.1	1.0	-1.8	0.7	0.6	0.8	-1.0	-0.7	-1.1
4. Kat	0.0	-1.3	-7.0	-2.6	-0.8	-2.0	2.0	2.3	-0.8
3. Kat	0.0	-1.1	-16.5	-0.5	0.8	-0.9	-1.5	-1.7	2.3
2. Kat	-2.8	-2.4	-2.8	4.2	-1.6	0.5	0.0	-0.2	-1.6
1. Kat	-19.8	-23.9	-8.3	2.6	-4.3	-4.6	1.1	0.8	2.0



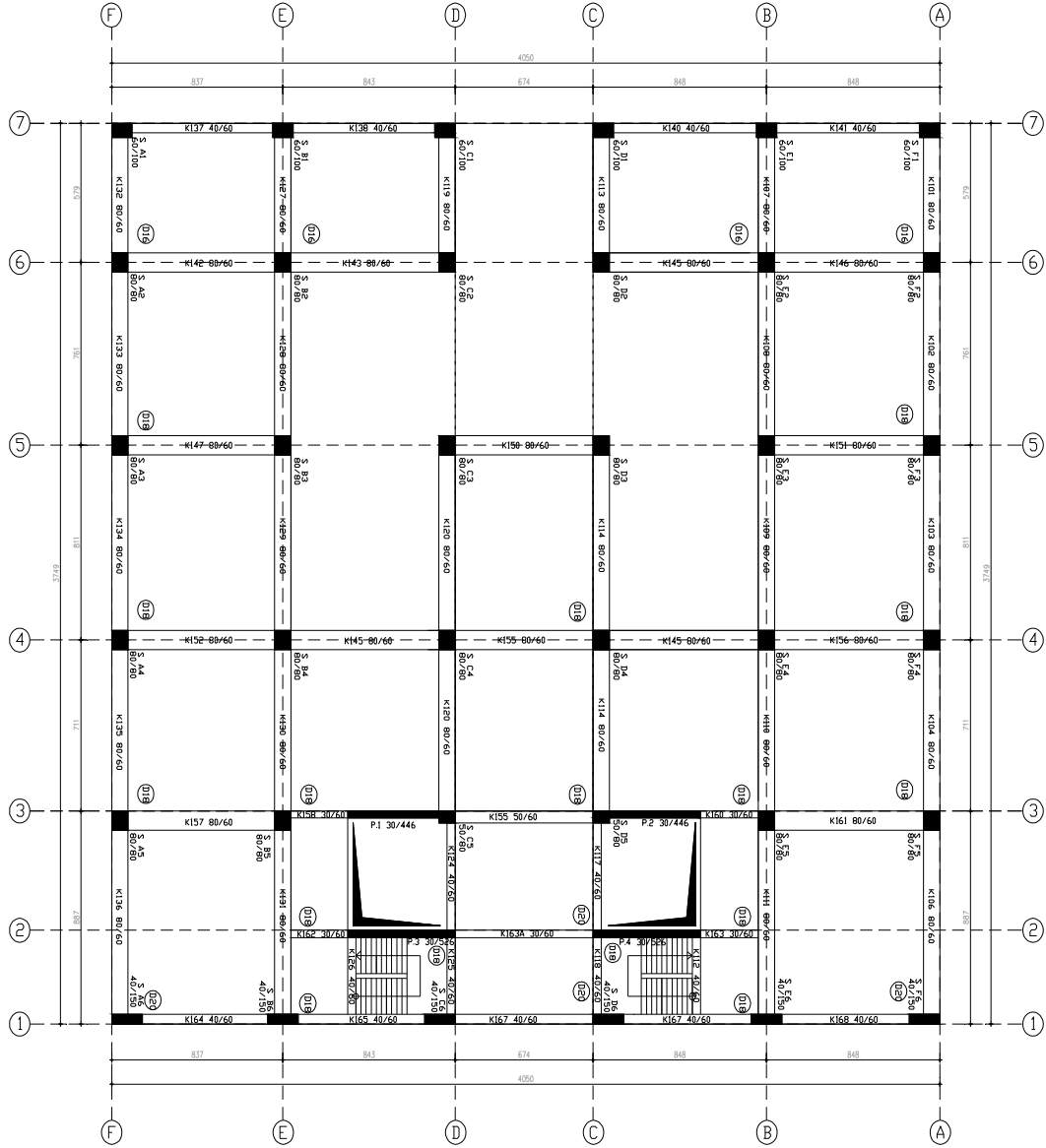
Şekil 3.30: Tip5' de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri



Şekil 3.31: Tip5' de Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

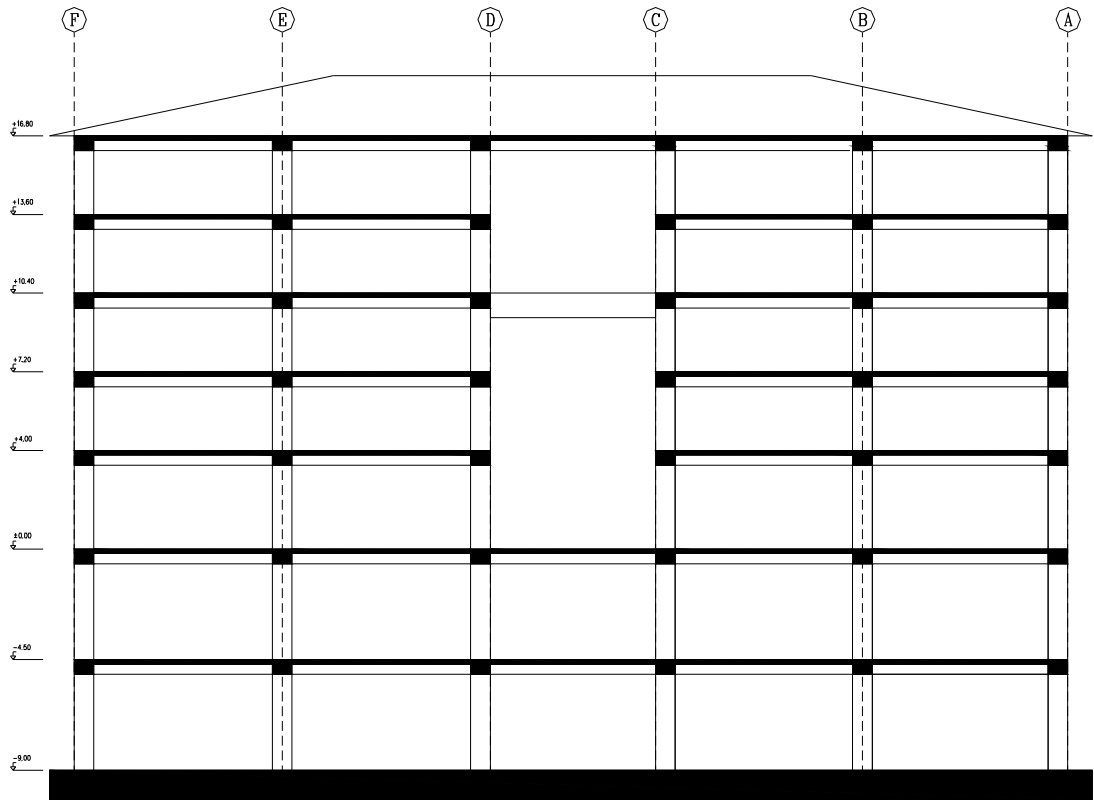
3.3.6. Tip 6 İçin Çözümler

Bu modelde ± 0.00 kotundan sonra birbirinden bağımsız olarak yükselen iki bina; kat seviyelerinde birbirlerine hem kirişler hem de döşemeler vasıtasıyla bağlanmıştır. Fakat döşeme ve kiriş sürekliliği planda her bölgede bulunmamakla birlikte, yapının ortasında yapı yüksekliği boyunca devam eden altı modüllük bir döşeme boşluğu bulunmaktadır.



Şekil 3.32: Tip 6'ya ait kalıp planı resmi

Tip 6' ya ait yapılan analizde X doğrultusundaki birincil periyot T_{x1} 0.724 sn, Y doğrultusundaki birincil periyot T_{y1} ise 0.777 sn olarak bulunmuştur. X doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 61.6' sı sağlanmış, Y doğrultusundaki birincil periyot ile kütle katılımının % 71.9' u sağlanmıştır.



Şekil 3.33: Tip 6'ya ait bir kesit görünüşü

Tablo 3.16: Tip 6' ya ait periyotlar ve kütle katılımları

T_x (sn)	Kütle katılım oranları (%)	T_y (sn)	Kütle katılım oranları (%)
0.724	61.57	0.777	71.94
0.650	16.40	0.332	27.34
0.330	12.87		
0.293	8.81		

Bu çözüm modeli için Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile; X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tx}=11305.0$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{ty}=10687.0$ kN olarak hesaplanmıştır. Mod birleştirme yöntemi ile yapılan hesapta da X doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBx}=12740.2$ kN, Y doğrultusundaki deprem için toplam deprem yükü $V_{tBy}=12875.0$ kN olarak hesaplanmıştır.

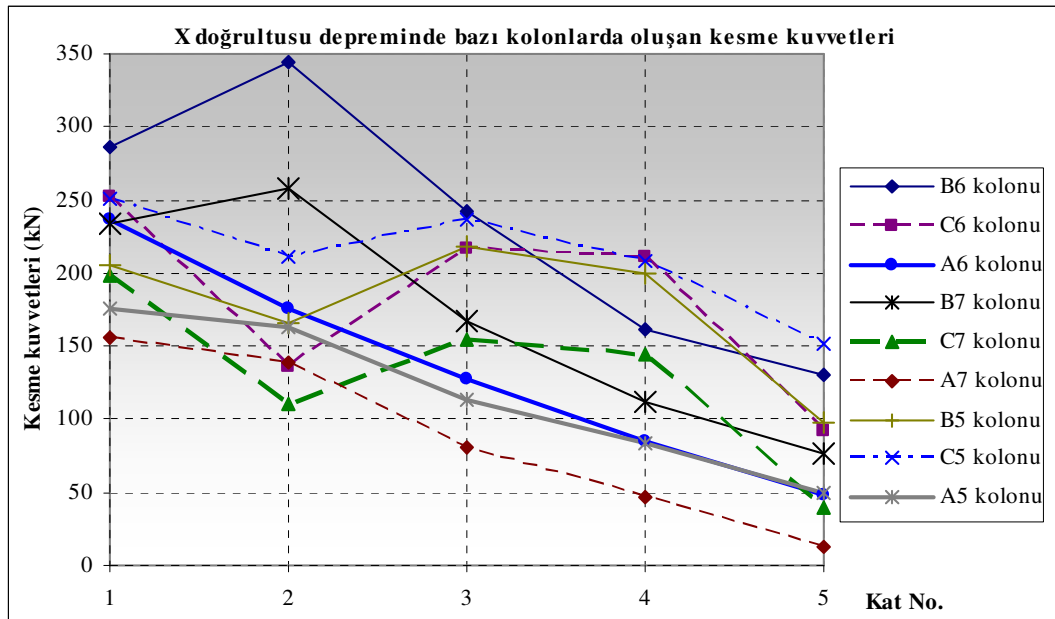
Yapılan dinamik hesapta; Z3 zemin sınıfına ait elastik ivme spektrumu kullanılmış, Spektrum ölçek katsayısı $A_0 \times g = 3.924$, Yük kombinezonu katsayısı $I / R_a = 0.143$ olarak alınmıştır.

Bunların yanı sıra hesaplarda eigen vektörleri kullanılmış, sönüm oranı % 5 alınmış ve mod katkılarının birleştirilmesi için CQC (tam karesel birleştirme) yöntemi kullanılmıştır. Deprem yükleri etkisindeki yapıda oluşan kolon kesme kuvveti ve burulma momentleri Tablo 4.12’ de verilmiştir.

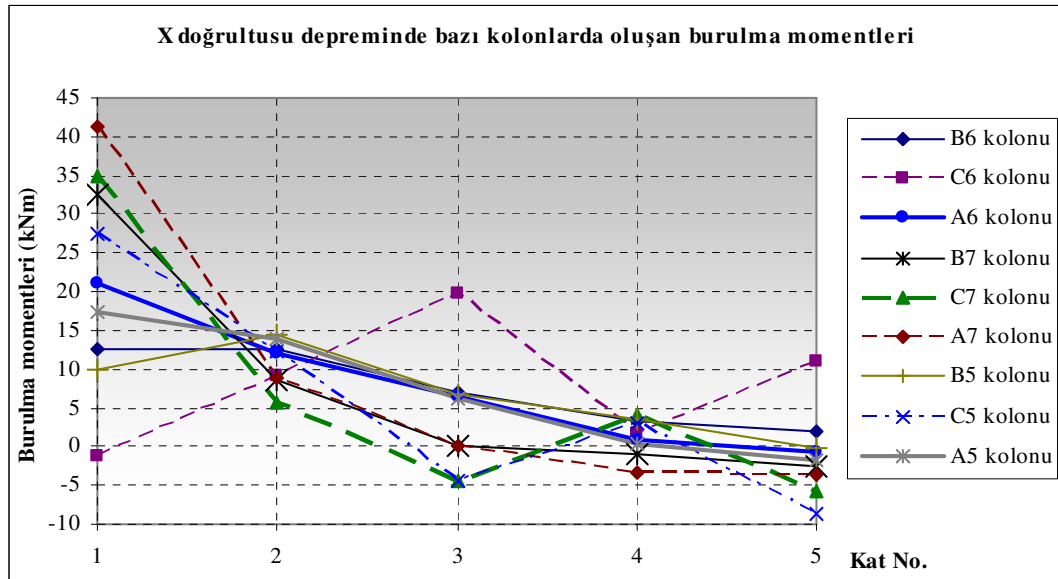
Tablo 3.17: Tip 6’ ya ait X doğrultusunda etkiyen depremden dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	130.0	91.5	48.6	76.9	40.3	12.9	98.1	151.4	49.9
4. Kat	162.0	211.6	84.6	111.7	144.4	47.2	199.8	208.4	83.9
3. Kat	242.9	217.1	127.5	167.4	155.1	81.4	217.6	236.5	114.0
2. Kat	344.4	135.9	176.1	257.4	111.2	138.9	165.9	210.8	163.4
1. Kat	285.8	252.3	236.2	233.9	199.0	155.6	205.0	251.3	176.1

Burulma momentleri	B6 kolonu	C6 kolonu	A6 kolonu	B7 kolonu	C7 kolonu	A7 kolonu	B5 kolonu	C5 kolonu	A5 kolonu
5. Kat	2.0	10.9	-0.8	-2.5	-5.7	-3.7	-0.2	-8.7	-1.7
4. Kat	3.4	1.8	1.0	-0.9	4.1	-3.3	3.5	3.1	0.4
3. Kat	7.0	19.7	6.4	0.0	-4.4	0.2	6.8	-4.3	6.3
2. Kat	12.7	9.1	12.1	8.5	5.8	8.9	14.4	12.3	13.8
1. Kat	12.7	-1.1	21.1	32.4	34.8	41.2	9.9	27.4	17.5



Şekil 3.34: Tip6’ da X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri

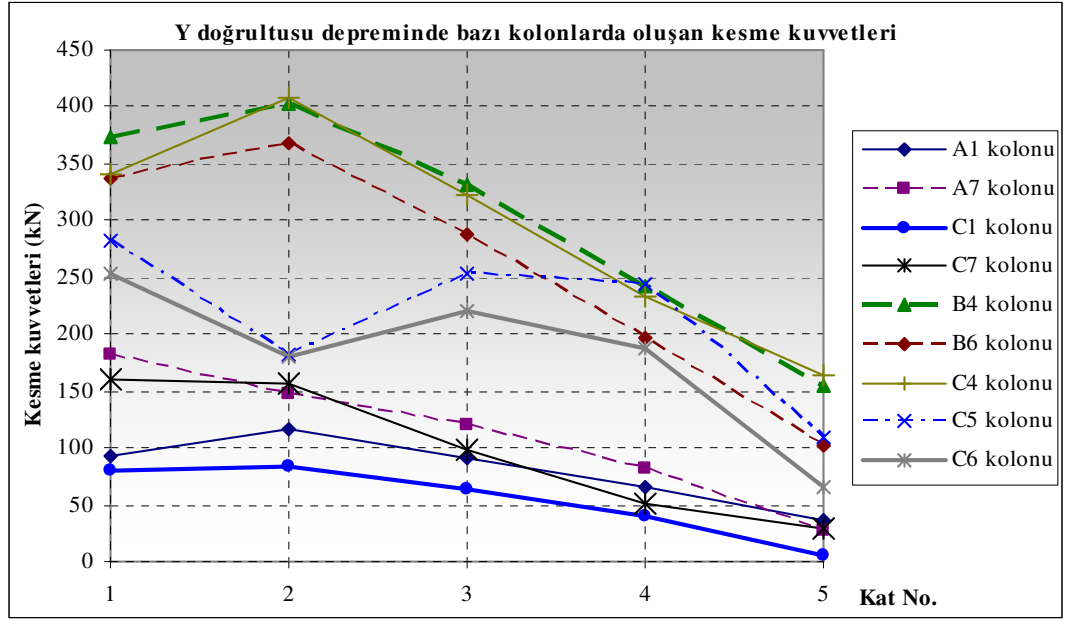


Şekil 3.35: Tip6' da X doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

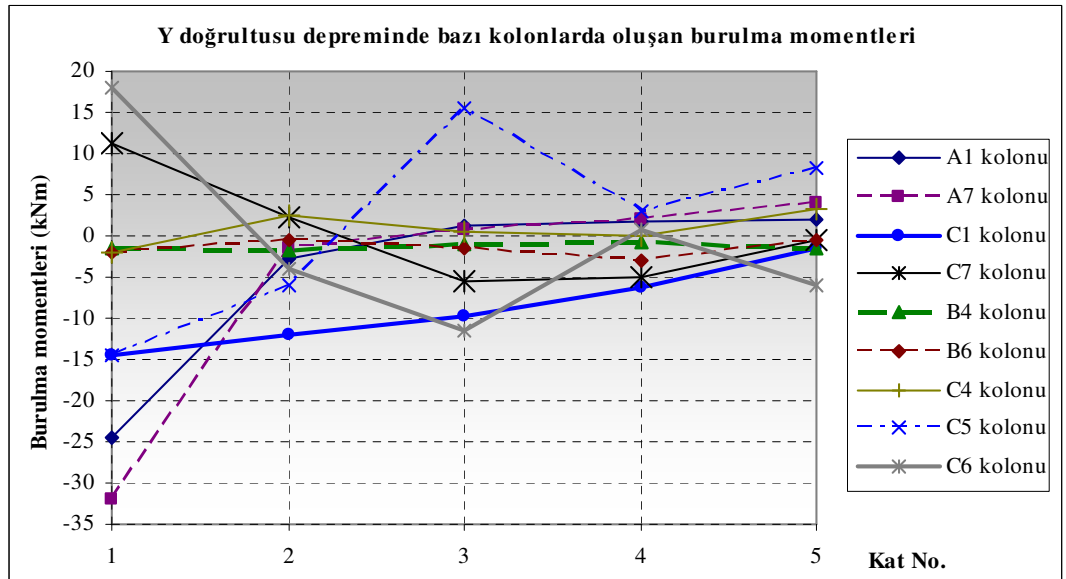
Tablo 3.18: Tip6' ya ait Y doğrultusunda etkiyen depremten dolayı oluşan kolon kesme kuvvetleri (V– kN) ve burulma momentleri (T – kN.m)

Kesme kuvvetleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	36.0	26.7	6.0	30.0	155.5	102.2	163.3	108.8	65.7
4. Kat	65.7	81.1	39.7	50.5	242.1	196.7	233.3	245.0	188.4
3. Kat	91.8	120.9	63.4	98.6	331.4	287.4	322.5	253.8	220.8
2. Kat	116.9	146.7	84.5	156.3	403.0	367.6	407.4	181.4	179.7
1. Kat	93.4	181.3	79.5	159.9	373.2	336.7	341.4	282.8	252.7

Burulma momentleri	A1 kolonu	A7 kolonu	C1 kolonu	C7 kolonu	B4 kolonu	B6 kolonu	C4 kolonu	C5 kolonu	C6 kolonu
5. Kat	2.0	4.1	-1.5	-0.4	-1.5	-0.5	3.3	8.3	-6.1
4. Kat	1.7	1.9	-6.2	-5.1	-0.8	-3.0	-0.1	3.0	0.8
3. Kat	1.2	0.8	-9.8	-5.4	-1.0	-1.6	0.6	15.6	-11.5
2. Kat	-2.7	-1.5	-12.1	2.3	-1.8	-0.6	2.5	-6.0	-4.0
1. Kat	-24.5	-31.9	-14.4	11.2	-1.6	-1.9	-1.9	-14.6	17.9



Şekil 3.36: Tip6' da Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan kat kesme kuvvetleri



Şekil 3.37: Tip6' da Y doğrultusu depreminde bazı kolonlarda oluşan burulma momentleri

4. MODELLERE AİT ANALİZ SONUÇLARININ İRDELENMESİ

4.1. BİNALARDA OLUŞAN KAT KESME VE TABAN KESME KUVVETLERİNİN İRDELENMESİ

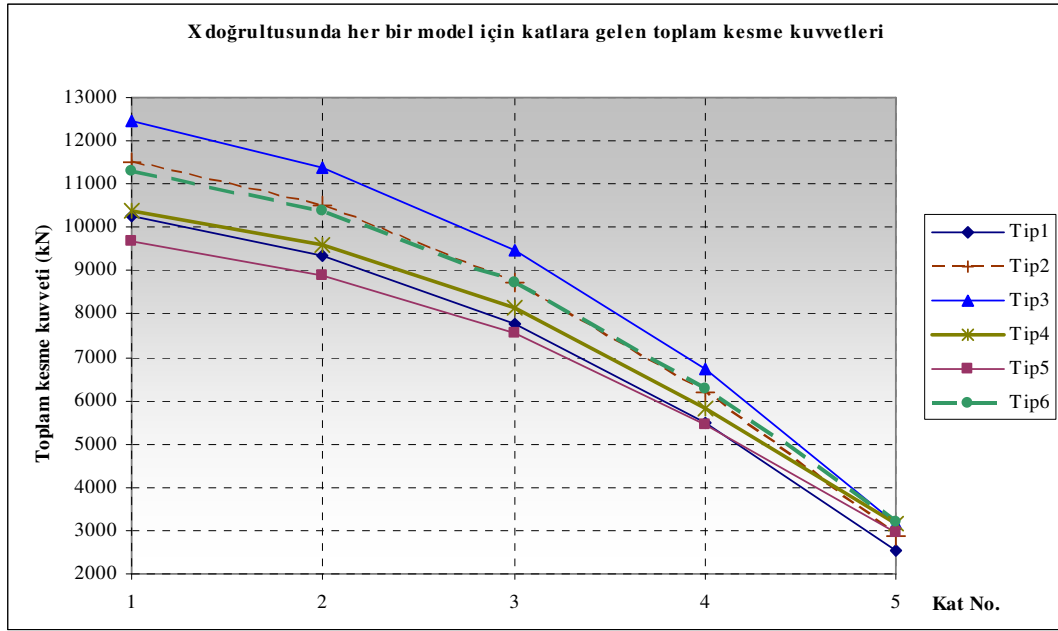
Binalarda; rijit bodrum katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü ile üstteki katlara etkiyen eşdeğer deprem yükü ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu nedenle üst yapıya ait taban kesme kuvvetlerinin irdelenmesi için binalarda zemin kat seviyesinde oluşan kat kesme kuvvetleri kullanılmıştır. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre yapılan hesapta bulunan üst yapı taban kesme kuvvetleri her bir deprem doğrultusu için Tablo 4.1 ve Tablo 4.2 'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Hesapta oluşan bina taban kesme kuvvetleri (kN) (X doğrultusu)

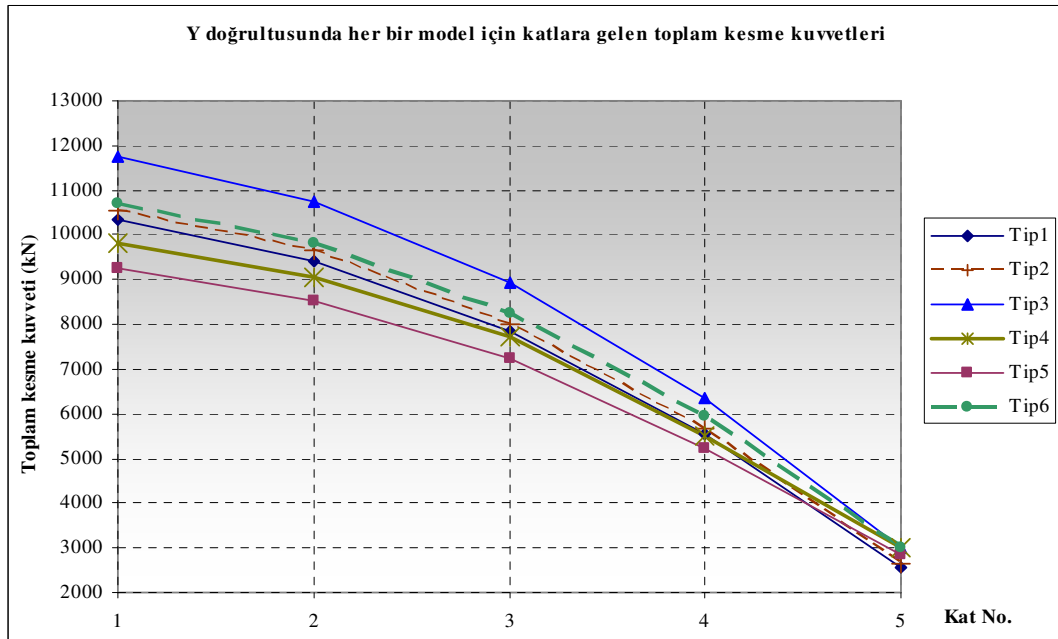
Kat No.	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
5. Kat	2537.0	2876.5	3176.2	3163.1	2966.0	3193.0
4. Kat	5496.5	6187.8	6748.5	5828.0	546.0	6272.0
3. Kat	7765.5	8726.0	9486.3	8158.2	757.0	8727.5
2. Kat	9343.6	10491.2	11389.7	9581.0	8902.0	1037.0
1. Kat	10241.0	11494.3	12469.4	10394.0	9663.1	11305.0

Tablo 4.2: Hesapta oluşan bina taban kesme kuvvetleri (kN) (Y doğrultusu)

Kat No.	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
5. Kat	2560.0	2642.0	2996.0	2991.0	2835.7	3018.0
4. Kat	5547.0	5683.6	6365.0	5511.0	5220.0	5929.0
3. Kat	7836.5	8015.1	8947.4	7714.2	7237.4	8250.2
2. Kat	9429.0	9636.4	10742.6	9060.0	8511.0	9803.0
1. Kat	10334.7	10557.8	11761.0	9828.2	9238.3	10686.6



Şekil 4.1: X doğrultusunda her bir model için katlara gelen toplam kesme kuvvetleri



Şekil 4.2: Y doğrultusunda her bir model için katlara gelen toplam kesme kuvvetleri

Tablolar incelendiğinde; maksimum taban kesme kuvvetinin (zemin kata ait toplam kesme kuvveti) üçüncü tip modelde olduğu gözlenmiştir. Bunun yanı sıra; her modelde katlara ait kat kesme kuvvetlerine bakıldığında, 5. kata ait kat kesme kuvveti haricinde en büyük kat kesme kuvvetlerinin üçüncü tip modelde olduğu gözlenmiştir. Bunun en büyük nedeni de; kat planında boşluk alanı yok denecek

kadar az olan bu binanın, deprem hesabına esas etkin kütesinin diğer modellere göre daha fazla olmasıdır.

Tablo 4.3: Hesapta kullanılan bina ağırlıkları (kN)

Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
92544	95642.3	104031.0	84296.3	82423.2	92275.1

Benzer şekilde kat kesme kuvvetleri ve üst yapıya ait taban kesme kuvveti; boşluk alanının en fazla olduğu, kat kütesinin en az olduğu beşinci tip modelde minimum değerlerini almıştır. Fakat bu noktada binaların kat planındaki boşluk alanı ile oluşan kat kesme ve taban kesme kuvvetlerinin ters orantılı olduğu düşünmek tam olarak doğru olmayacaktır. Y doğrultusu depreminde boşluk alanının en fazla olduğu dördüncü ve beşinci modellerde toplam taban kesme kuvvetinin bunu doğrular şekilde minimum değerler aldığı gözlenmiştir. Fakat X doğrultusu depreminde kat kesme kuvvetinin minimum değerler aldığı modellere bakılırsa birinci model, beşinci modelden sonra taban kesme kuvvetinin en az olduğu model olmuştur. Birinci tip model ile dördüncü model mukayese edildiğinde, boşluk alanının birinci tip modelde daha az olmasına rağmen kat kesme kuvvetinin dördüncü tipe göre daha az olduğu gözlenmektedir. Bu duruma verilebilecek başka bir örnekte boşluk alanı hemen hemen aynı olan birinci ve ikinci modellerde X doğrultusu depreminde oluşan kat kesme kuvvetlerinin ve taban kesme kuvvetlerinin birbirleriyle farklılık göstermeleridir.

Buradan anlaşılmaktadır ki; oluşan kat kesme kuvveti, boşluğun plandaki boyutuyla doğrudan doğruya ilişkilendirilemez. Kat kesme kuvvetinin büyüklüğünde; boşluğun boyutundan çok, boşluğun yeri ve şeklinin etkin olduğu görülmektedir.

4.2. BİNA YATAY ÖTELENME RİJİTLİKLERİNİN İRDELENMESİ

Binaların dinamik davranışları incelendiğinde ilk göze çarpan şey; %90'lık kütle katılım oranının tüm binalarda, X doğrultusu için 4. modda Y doğrultusu için ise 2. modda sağlanmış olmasıdır. Binalara ait periyot değerleri Tablo 4.4. ve Tablo 4.5.'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Binalara ait X doğrultusu doğal periyotları (sn)

	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
T _{x1}	0,822	0,742	0,745	0,718	0,765	0,724
T _{x2}	0,717	0,658	0,652	0,649	0,668	0,65
T _{x3}	0,552	0,333	0,325	0,336	0,346	0,33
T _{x4}	0,354	0,3	0,292	0,293	0,312	0,293

Tablo 4.5: Binalara ait Y doğrultusu doğal periyotları (sn)

	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
T _{y1}	0,813	0,825	0,8	0,77	0,809	0,777
T _{y2}	0,343	0,344	0,329	0,335	0,345	0,332

Binalara ait yanal ötelenme rijitliği aşağıdaki formülden hesaplanmıştır.

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m^* \alpha}{k}} \quad (11)$$

Burada; T_1 yapının birinci doğal titreşim periyodu, m binanın toplam kütlesi ve k binanın yanal ötelenme rijitliğidir. Formüldeki α katsayısı ise binanın deprem doğrultusundaki birinci doğal titreşim periyoduna ait kütle katılım katsayısıdır. Her bir binanın birinci doğal titreşim periyoduna ait kütle katılım oranları, Bölüm 3.3 Oluşturulan Modellere Ait Çözümler kısmında verilmiştir. Hesapta kullanılan bina ağırlıklarına ise Tablo 4.3.'ten bakılabilir.

Tablo 4.6: Binalara ait X doğrultusu yanal ötelenme rijitlikleri (kN/m)

	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
k	7790.5	10155.4	12591.0	9384.2	6446.2	11054.0

Binalarda X doğrultusunda oluşan periyotlar ve binaların deprem hesabına esas alınan kütleleri incelenirse bu yöndeki en büyük yanal ötelenme rijitliklerinin 3. ve 2. tip modellerde olduğu görülmektedir. Bunun nedeni bu modellerde X doğrultusundaki hiçbir aksta taşıyıcı kiriş eleman süreksizliği bulunmamasıdır. Eğer döşeme boşluğunun yanal ötelenme rijitliğine etkisini incelemek istersek 1. ve 2. modeller karşılaştırmak bize fikir verecektir. Döşeme boşluk alanları birbirine çok yakın olan bu modellerin yanal ötelenme rijitliklerinin birbirine göre çok farklı olmasının nedeni, C-D aksları arasında bina boyunca her aksta devam eden rijit kirişlerdir. Deprem durumunda 1. modeldeki bina 1. kattan itibaren en üst kata kadar

birbirinden bağımsız hareket eden iki bina şeklinde davranmaktadır. 2. modelde ise bu binalar rijit kirişler nedeniyle tek bir bina gibi davranış göstermektedir. Bu durumda döşeme boşluğunun büyüklüğünden çok düşey taşıyıcı elemanların sürekliliğinin önem kazandığı görülmektedir.

Tablo 4.7: Binalara ait Y doğrultusu yanal ötelenme rijitlikleri (kN/m)

	Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
K	9805.2	9869.3	12261.5	10058.1	8331.5	11202.1

Y doğrultusunda oluşan periyotlar ve binaların deprem hesabına esas olan kütleleri incelenirse 1., 2. ve 4. modellerin yanal ötelenme rijitliklerinin birbirine çok yakın olduğu, en büyük yanal ötelenme rijitliklerinin 3. ve 6. modellerde olduğu gözlenmiştir. Burada dikkat çeken husus X doğrultusundaki deprem durumunda 1. ve 2. tip modellerin yanal ötelenme rijitliklerinin açık bir şekilde birbirlerinden farklı olmasına neden olan C-D aksları arasındaki kirişlerin Y doğrultusu depreminde 2. modelin yatay ötelenme rijitliğine hiçbir katkıda bulunmamasıdır.

4.3. ORTALAMA GÖRECELİ YER DEĞİŞTİRMELERİN İRDELENMESİ

Binaların deprem hareketine karşı koyan yanal ötelenme rijitliklerini daha önceki bölümde incelemiştik. X doğrultusu depremi için binaların deprem hesabında esas olan etkin kütleleri ile bu doğrultudaki yanal ötelenme rijitlikleri oranlanırsa, binalarda oluşacak olan yanal yer değiştirmelerin birbirleriyle mukayese edilebilmesini kolaylaştıracak katsayılar bulunacaktır. Bu yanal yer değiştirme katsayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

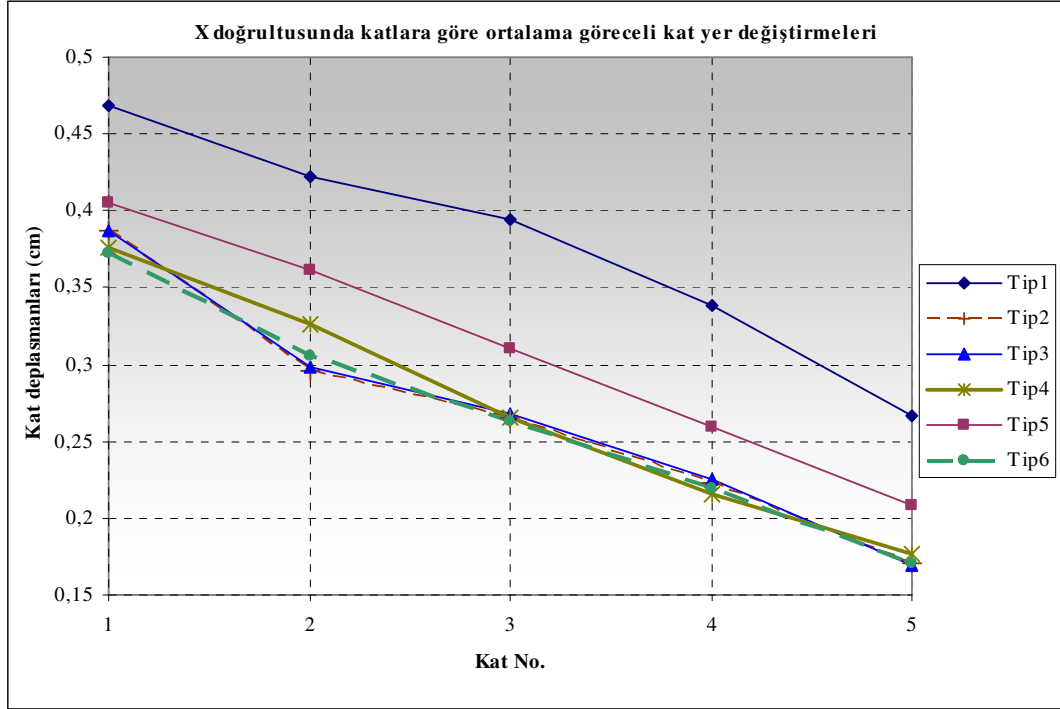
Tablo 4.8: X doğrultusunda binalara ait yanal ötelenme katsayıları

Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
1,21	0,96	0,84	0,92	1,30	0,85

Bu katsayılar bakıldığında, maksimum değerlerin 1. ve 5. tip modellerde olduğu diğer tip modellerdeki yanal yer değiştirme katsayılarının ise birbirlerine yakın olduğu gözlenmiştir. Analiz sonucunda oluşan yanal yer değiştirmeler ile bu katsayılar karşılaştırıldığında mertebelerin birbirine benzer olduğu fark edilmiştir. X doğrultusu depreminde binalarda oluşan ortalama yanal yer değiştirmeler aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.9: X doğrultusunda ortalama göreceli kat yer değiştirmeleri (cm)

	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat	5. Kat
Tip1	0,469	0,422	0,394	0,338	0,267
Tip2	0,387	0,296	0,265	0,223	0,171
Tip3	0,387	0,298	0,268	0,225	0,169
Tip4	0,376	0,326	0,266	0,216	0,177
Tip5	0,405	0,361	0,31	0,259	0,208
Tip6	0,373	0,305	0,263	0,219	0,171



Şekil 4.3: X doğrultusu ortalama göreceli kat yer değiştirmeleri

Tablo 4.11 incelendiğinde 1., 4. ve 5. modellere ait yer değiştirmelerin kat yüksekliği boyunca lineer mertebelerde azaldığı görülmüştür. Bunun haricinde 2. ve 3. modellere ait yer değiştirmelerin neredeyse aynı olduğu ve 6. modele ait yer değiştirmelerin ise 1., 4. ve 5. modellere ait yer değiştirmelere yakın olduğu fark edilebilir.

Y doğrultusu deprem için binalara ait yanal yer değiştirme katsayıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

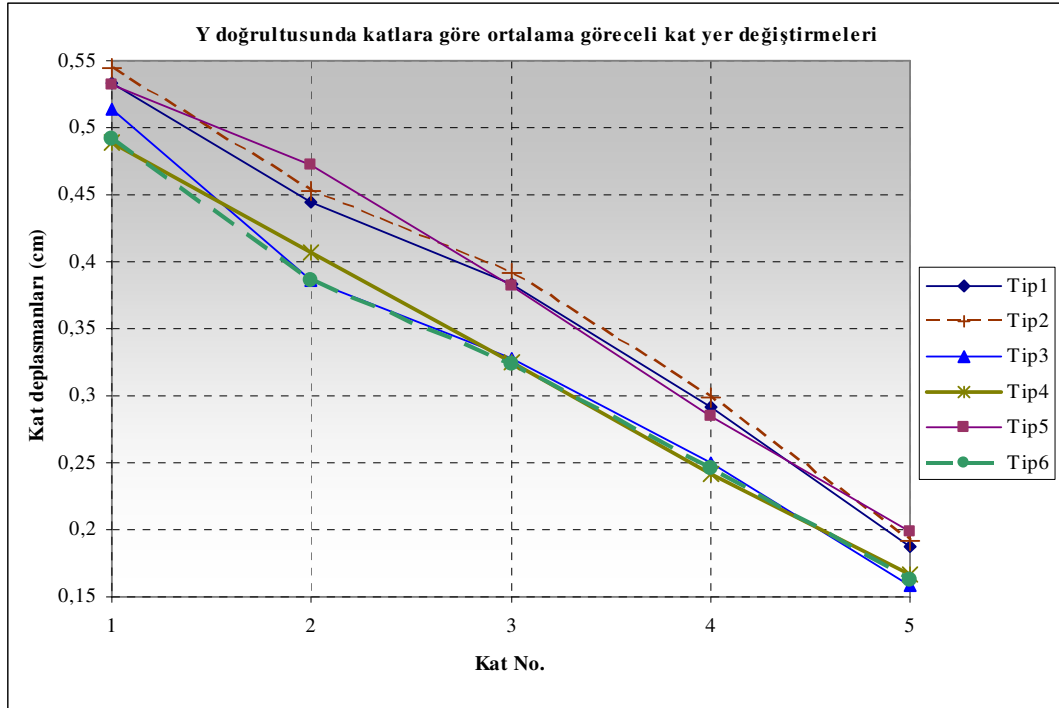
Tablo 4.10: Y doğrultusunda binalara ait yanal ötelenme katsayıları

Tip1	Tip2	Tip3	Tip4	Tip5	Tip6
0,96	0,99	0,87	0,85	1,00	0,84

Yanal yer değiştirme katsayılarına bakıldığında bu değerlerin 1., 2. ve 5. modellerde maksimum ve birbirleriyle aynı değerler aldığı gözlenmiştir. Fark edilen başka bir durumda 3., 4. ve 6. modellere ait yanal yer değiştirme katsayılarının da birbirleriyle aynı değerler aldığıdır. Y doğrultusu depreminde binalarda oluşan yanal yer değiştirmeler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.11: Y doğrultusunda ortalama göreceli kat yer değiştirmeleri (cm)

	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat	5. Kat
Tip1	0,534	0,444	0,384	0,292	0,187
Tip2	0,544	0,453	0,391	0,298	0,191
Tip3	0,514	0,386	0,328	0,25	0,158
Tip4	0,489	0,407	0,325	0,241	0,166
Tip5	0,532	0,472	0,382	0,285	0,198
Tip6	0,491	0,386	0,323	0,246	0,162



Şekil 4.4: Y doğrultusu ortalama göreceli kat yer değiştirmeleri

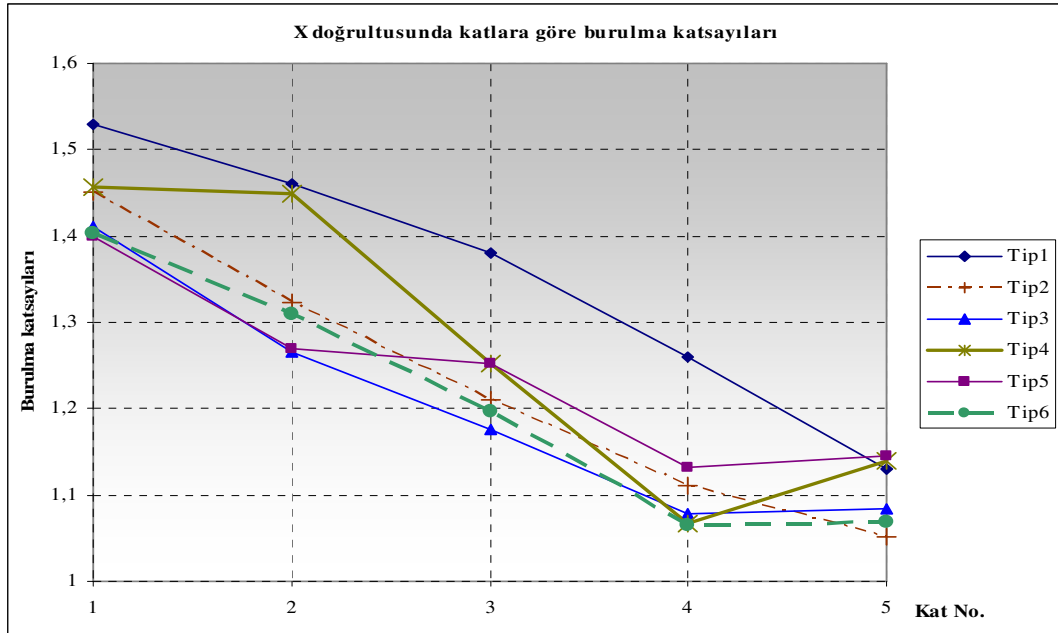
Tablo 4.13 incelendiğinde 2. kattaki ufak oynamalar haricinde tüm modellerde ortalama yer değiştirmelerin kat yüksekliği boyunca lineer bir şekilde azaldığı gözlenmiştir. Bunun haricinde; yanal yer değiştirme katsayılarına benzer şekilde ortalama yer değiştirmelerde de 1., 2. ve 5. modellerde de ortalama yer değiştirmelerin neredeyse aynı değerler aldığı ve bu durumun 3., 4. ve 6. modellerde de oluştuğu gözlenmiştir.

4.4. BURULMA KATSAYILARININ İRDELENMESİ

Her bir tip için X doğrultusundaki depremde oluşan yer değiştirmeler incelenmiş aşağıdaki tabloda yer alan burulma katsayıları hesaplanmıştır. 1. ve 2. tip modellerde bina yüksekliği boyunca burulma katsayılarında lineer bir azalma olmuştur. Benzer şekilde 3. ve 6. tip modellerde de lineer bir azalma gözlenirken en üst kata gelindiğinde bu azalma ortadan kalkmakta, burulma katsayısı 4. kat ile neredeyse aynı değeri almaktadır. 4. ve 5. modellerde ise burulma katsayısında inişler ve çıkışlar gözlenmektedir. Tüm binalarda burulma katsayısı değeri izin verilen değeri aşmıştır. ($\eta_{bi} \leq 1.2$)

Tablo 4.12: X doğrultusunda binalara ait burulma katsayıları

	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat	5. Kat
Tip1	1,53	1,46	1,38	1,26	1,13
Tip2	1,451	1,322	1,211	1,11	1,052
Tip3	1,411	1,265	1,175	1,079	1,084
Tip4	1,457	1,449	1,252	1,067	1,139
Tip5	1,4	1,27	1,253	1,131	1,146
Tip6	1,404	1,309	1,197	1,065	1,069



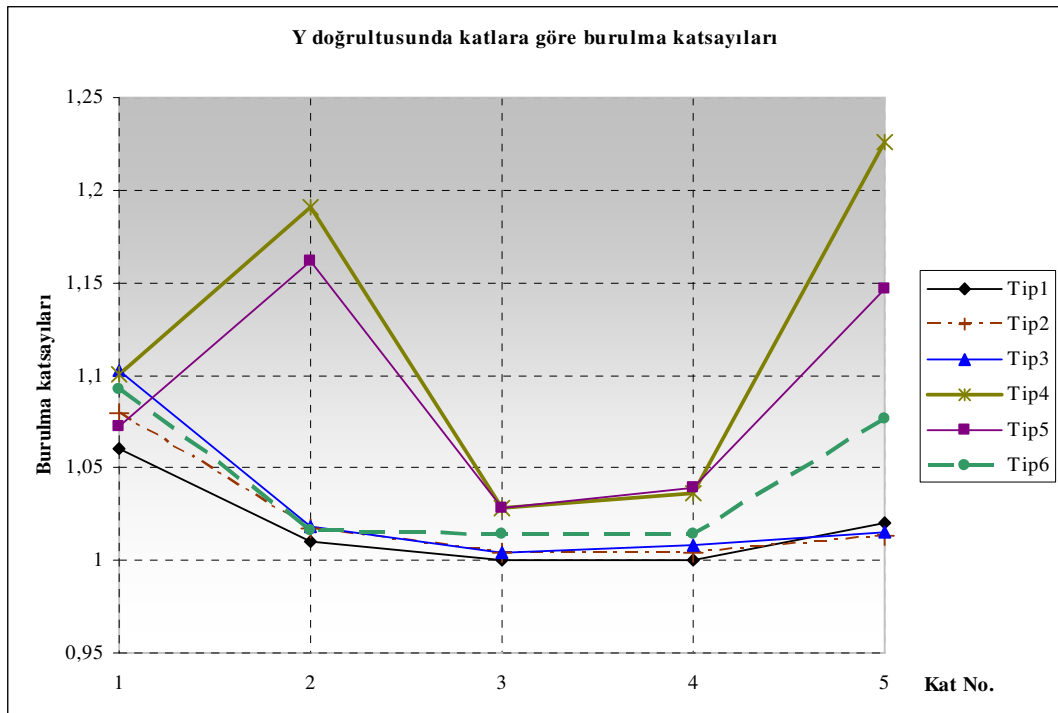
Şekil 4.5: X doğrultusu burulma katsayıları

Y doğrultusundaki depremde oluşan yer değiştirmeler incelenmiş ve aşağıdaki tabloda yer alan burulma katsayıları hesaplanmıştır. Döşeme boşluklarının en büyük olduğu 4. ve 5. tip binalarda burulma katsayılarında ani inişler ve çıkışlar

gözlenirken diğer binalarda burulma katsayıları benzer davranış göstermiştir. Burulma katsayısının en büyük değerini aldığı modeller 4. ve 5. tipler olmuş; 4. modelin en üst katında burulma katsayısı izin verilen değeri aşmıştır. ($\eta_{bi} \leq 1.2$) Ayrıca döşeme boşluğunun olduğu kattan, döşeme boşluğunun bulunmadığı en üst kata geçişte burulma katsayılarında olan ani yükselişler 4., 5. ve 6. tip modellerde gözlenebilmektedir.

Tablo 4.13: Y doğrultusunda binalara ait burulma katsayıları

	1. Kat	2. Kat	3. Kat	4. Kat	5. Kat
Tip1	1,06	1,01	1,00	1,00	1,02
Tip2	1,079	1,017	1,004	1,004	1,013
Tip3	1,103	1,018	1,004	1,008	1,015
Tip4	1,101	1,191	1,028	1,036	1,226
Tip5	1,072	1,162	1,028	1,039	1,147
Tip6	1,092	1,016	1,014	1,014	1,076



Şekil 4.6: Y doğrultusu burulma katsayıları

4.5. KOLONLARDA OLUŞAN KAT KESME KUVVETLERİNİN İRDELENMESİ

Döşeme süreksizliklerinin olduğu ve olmadığı tüm modellerde x ve y doğrultusunda sistem simetrisi sağlanmıştır. Bu simetriden yararlanarak kolonlarda oluşan kuvvetleri irdelerken modellerin taşıyıcı sistemlerinde oluşan tüm kolon kuvvetleri tablolanmamış bunun yerine simetrideki bir kolona ait kuvvetleri tablolamak yeterli görülmüştür.

4.5.1. X Doğrultusu Depreminde Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Kalıp planına bakıldığında x doğrultusundaki deprem durumunda sistemin hareketi tahmin edilebilmektedir. 1 aksında 40x150 cm boyutunda rijit kolonlar, 2 ve 3 akslarında ise rijit perdeler bulunmaktadır. Diğer akslarda yanal ötelenme rijitlikleri neredeyse aynıdır. Bina deprem durumunda rijit perdelerin bulunduğu akslar çevresinde burulmaya çalışacak ve 3 aksından en dıştaki 7 aksına gidildikçe yatay yer değiştirmeler artacaktır. Bu durum binada kayda değer burulma kuvvetlerinin oluşumuna neden olacaktır. Bu nedenle burulma kuvvetlerinin maksimum değerler alacağı 5, 6 ve 7 aksı taşıyıcı elamanlarına ait kuvvetler irdelenmiştir.

4.5.1.a. Tip1’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Kütlenin yoğun olarak toplandığı B aksı kolonlarında en üst kattan alt katlara inildikçe kat kesme kuvvetlerinde lineer bir artış olduğu gözlenmiştir. Fakat 1. kata gelindiğinde, üst kata ait kolon kesme kuvvetine göre bir azalış gözlemlenmiştir. Bu durumla ilişkili olabilecek bir durum A ve C aksı kolonlarında gözlenmiş, A ve C akslarında; kolonlara ait kat kesme kuvvetleri 5. kattan aşağıya katlara inildikçe lineer bir şekilde artarken 1. kata gelindiğinde kesme kuvvetlerinde yüksek mertebelerde artışlar gözlemlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.4 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.5.1.b. Tip2’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Rijit kirişlerin yerleştirildiği bu modelde, C aksı kolonlarında kat kesme kuvvetleri en üst kattan aşağı inildikçe yaklaşık lineer şekilde artmış, fakat 1. kata gelindiğinde

kat kesme kuvvetlerinde mertebelerde azalış gözlemlenmiştir. Bu durumla ilişkili olabilecek bir durumda A ve B aksı kolonlarında gözlemlenmiş, A ve B aksı kolonlarında kesme kuvvetleri en üst kattan alt katlara inildikçe lineer bir şekilde artarken 1. katta kolonlarda oluşan kesme kuvvetlerinde yüksek mertebelerde artışlar gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.10 'te grafik olarak verilmiştir.

4.5.1.c. Tip3'de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Bu modelde planda herhangi bir döşeme ya da kiriş süreksizliği durumu söz konusu değildir. Tip2'den farklı olarak C-D aksları arası döşeme tabliyeleri mevcuttur ve iki binayı birleştiren 1.00 m derinliğindeki rijit kirişler yerine kat kirişleriyle aynı derinlikte kirişler kullanılmıştır. C aksı kolonlarında en üst kattan aşağı doğru inildikçe lineer bir artış gözlenmiş, fakat 1. kata kesme kuvvetlerindeki lineer artış yerine; bazı kolonlarda beklenen artışın altında bir artış, bazılarında düşüş gözlenmiş, bazı kolonlardaki kat kesme kuvveti de değişmemiştir. A aksı kolonları 2. modeldeki A aksı kolonlarına benzer bir davranış göstermiş fakat 1. katta gözlemlenen artış 2. modelde olduğu gibi yüksek mertebelerde olmamıştır. B aksı kolonlarında kesme kuvveti en üst katlardan alt katlara inildikçe lineer bir artış göstermiş; 1. katta ise lineer davranış bozulmuştur. Bu kuvvetler Şekil 3.16 'te grafik olarak verilmiştir.

4.5.1.d. Tip4'de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

A7 kolonu hariç A aksı kolonlarında en üst kattan alt katlara inildikçe lineer olmayan bir artış gözlenmektedir. A7 kolonunda ise 1. kata gelindiğinde kolon kesme kuvveti bir artış göstermemiş, tersine bu katta kolon kesme kuvvetinde ufak bir azalma olmuştur. C7 kolonu haricindeki C aksı kolonlarında kütlenin yoğun olduğu en üst katta ve 4. katta kolon kesme kuvvetleri diğer katlara göre yüksektir. C7 kolonunda ise tam tersine üst iki katta oluşan kolon kesme kuvvetleri alt katlara göre daha az çıkmıştır. B aksı kolon kesme kuvvetlerinde en üst kattan alt katlara inildikçe gözlenen lineer olmayan artış, 2. kata gelindiğinde durmuştur. Bu kuvvetler Şekil 3.22 'te grafik olarak verilmiştir.

4.5.1.e. Tip5'de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Kütlenin sadece en üst katta yoğun olduğu C5 kolonunda tip4 kolonlarına benzer şekilde üst 2 kata ait kolon kesme kuvvetleri alt katlara göre daha yüksektir. C6 ve

C7 kolonlarında en üst kattan alt katlara inildikçe lineer artan kolon kesme kuvvetleri 1. kata gelindiğinde yüksek mertebelerde olmasa da bir azalış göstermektedir. A6 kolonu haricindeki A aksı kolonlarında en üst kattan alt katlara gelindiğinde lineer bir artış gözlemlenmekte, A6 kolonunda 1. kata gelindiğinde kolon kesme kuvvetlerinde yüksek mertebelerde artışlara rastlanmaktadır. B5 kolonu haricindeki B aksı kolonlarında deprem durumunda kolon kesme kuvvetleri en üst kattan alt katlara gelindiğinde artarken, B5 kolonunda kesme kuvveti 2. kata gelindiğinde azalmıştır. Bu kuvvetler Şekil 3.29 'te grafik olarak verilmiştir.

4.5.1.f. Tip6'de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

A aksı kolonlarında en üst kattan alt katlara inildikçe kolon kesme kuvvetlerinde lineer bir artış gözlemlenmektedir. B5 kolonu haricindeki B aksı kolonlarında en üst katlardan alt katlara gelindiğinde oluşan kesme kuvvetlerindeki lineere yakın artış 1. kata gelindiğinde düşüşe dönüşürken, B5 kolonunda bu durum 2. kata gelindiğinde gözlemlenmiştir. C aksı kolonlarında ise en üst kattan alt katlara gelindiğinde gözlemlenen kesme kuvvetlerindeki artış 2. kata gelindiğinde durmuş, üst kata göre kesme kuvvetlerinde bir azalım gözlemlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.34 'te grafik olarak verilmiştir.

4.5.2. Y Doğrultusu Depreminde Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Sistemin ortagonal olması ve oluşturulan süreksizliklerin sistem simetrisini bozmayacak şekilde olması nedeniyle, kalıp planlarına bakıldığında binaların Y doğrultusunda deprem durumunda nasıl davranacağı yaklaşık olarak tahmin edilebilir. İlk bakışta deprem durumunda binaların rijit asansör perdelerinin olduğu bölge çevresinde dönebileceği düşünülse de perdelerin kuvvetli eksenlerinin X doğrultusunda olduğu ve bu bölgede yer alan asansör ile merdiven boşluklarının bölgenin yanal ötelenme rijitliğinin düşürdüğü düşünülürse, Y doğrultusu depremindeki burulma hareketinin x doğrultusuna göre daha az mertebeler de olduğu görülebilir.

4.5.2.a. Tip1’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Sisteme genel olarak bakıldığında kolonlardaki kesme kuvvetlerinin en üst kattan alt katlara inildikçe lineer artan bir davranış gösterdiği gözlenmiştir. Bu artış 1. kata gelindiğinde bazı kolonlarda devam etmiştir. Fakat kolonların çoğunluğunda kat kesme kuvvetlerinde 1. kata gelindiğinde azalma gözlenirken köşe kolonlarda lineer artış devam etmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.6 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.5.2.b. Tip2’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Bu modelde kolonlarda oluşan kesme kuvvetleri 1. modeldeki kolonlar ile neredeyse aynı değerleri almıştır. Çoğu kolonda 1. katta görülen kesme kuvvetlerindeki azalma bu modelde de görülmüştür. Bu kuvvetler Şekil 3.12 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.5.2.c. Tip3’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Bu modelde taşıyıcı sistemin davranışı 1. ve 2. modellere benzer şekilde olmuş birçok kolonda 1. kata gelindiğinde oluşan keme kuvveti düşüşü bu modelde de meydana gelmiştir. 1. ve 2. modelden farklı olarak kolon kesme kuvvetleri bu modelde daha büyük değerler almıştır. Bu kuvvetler Şekil 3.18 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.5.2.d. Tip4’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Bu modelde A aksında yer alan A1 ve A7 kolonlarının kesme kuvvetleri 1., 2. ve 3. modellerdeki A1 ve A7 kolonlarının kesme kuvvetleriyle neredeyse aynı değerleri almıştır. Boşluğun bulunduğu bölgede yer alan C aksı kolonları incelendiğinde C5 kolonu hariç diğer kolonlarda kat geçişlerinde kesme kuvvetlerinde herhangi bir değişim olmadığı, C5 kolonunda ise rijit kirişlerin bulunduğu 3. kata geçişte kesme kuvvetinde düşüş gözlenmiştir. C4 kolonunda da C5 kolonuna benzer bir durum gözlenmiş, üst katlardan alt katlara gelindiğinde lineer bir şekilde artan kolon kesme kuvveti rijit kirişlerin olduğu 3. kata gelindiğinde düşüş göstermiştir. Kütlenin yoğun olarak bulunduğu B4 kolonunda da üst katlardan alt katlara inildikçe artan kesme kuvveti 1. kata gelindiğinde azalmıştır. Bu kuvvetler Şekil 3.24 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.5.2.e. Tip5’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Bu modelde boşluğu bulunduğu bölgede yer alan C4 ve C5 kolonlarında neredeyse birbirinin aynı kuvvetler oluşmuştur. Bu kolonlarda üst katlarda oluşan kesme kuvvetleri rijit kirişlerin olduğu 3. kata gelindiğinde azalmıştır ve 1. kata kadar sabit devam etmiştir. B4 ve B6 kolonlarında üst katlardan alt katlara gelindikçe lineere yakın artan kesme kuvveti 1. kata gelindiğinde azalma göstermektedir. C7 ve A1 kolonlarında da benzer şekilde lineer artan kesme kuvveti, 1. kata gelindiğinde azalma göstermiştir. Diğer kolonlardan farklı olarak C6 kolonunda kesme kuvveti 1. katta değil 2. katta azalmış 1. kata gelindiğinde kesme kuvvetinde tekrardan bir artış gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.30 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.5.2.f. Tip6’de Oluşan Kolon Kesme Kuvvetlerinin İrdelenmesi

Bu modelde kütleli yoğun olduğu B4, B6 ve C4 kolonlarında üst katlardan alt katlara gelindiğinde kolon kesme kuvvetlerinde lineer bir artış gözlenmiş, fakat 1. kata inildiğinde kesme kuvvetlerinde bir azalma görülmüştür. Benzer durum A1 ve C1 kolonlarında da görülmüştür. C5 ve C6 kolonlarında lineer olmayan bir şekilde artan kolon kesme kuvvetleri 2. katta azalmakta 1. katta ise tekrar artmaktadır. Bu kuvvetler Şekil 3.37 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.6. KOLONLARDA OLUŞAN BURULMA MOMENTLERİNİN İRDELENMESİ

Döşeme düzensizliklerinin olduğu ve olmadığı tüm modellerde X ve Y doğrultusunda sistem simetrisi sağlanmıştır. Bu sistem simetrisinden yararlanarak kolonlarda oluşan kuvvetleri irdelerken, taşıyıcı sistemlere ait tüm kolon kuvvetleri tablolanmamış, simetrideki bir kolona ait kuvvetleri tablolamak yeterli olmuştur.

4.6.1. X Doğrultusu Depreminde Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Daha önceki bölümlerde belirtildiği gibi yapılar X doğrultusundaki deprem durumunda burulma müsait bir taşıyıcı sisteme sahiptir. Bu nedenle; taşıyıcı elemanlarda burulmaya dair oluşan kuvvetleri göz ardı etmemek gerekir. Günümüzde yapılar hesapların birçoğunda taşıyıcı elemanların boyutlandırılmasında ve donatılmasında burulma kuvvetleri dikkate alınmamaktadır. Oluşturulan

modeller incelendiğinde ortagonal olan basit bir yapıya yerleştirilen asansör perdelerinin taşıyıcı elemanlarda oluşturduğu ilave burulma kuvvetlerinin mertebeleri görülebilir. Deprem durumunda burulmanın en fazla olacağı 5, 6 ve 7 akslarındaki kolon elemanlara ait burula momentleri irdelenmiştir.

4.6.1.a. Tip1’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Kolon burulma momentleri incelendiğinde 6 ve 7 aksı kolonlarında burulma momentleri üst katlardan alt katlara inildikçe lineer bir şekilde artarken 5 aksı kolonlarında 1. kata gelindiğinde kolon burulma momentlerindeki lineere yakın artış durmuş azalma gözlenmiştir. Burulma momenti değerlerine baktığımızda 5 ve 6 aksı kolonlarına ait değerlerin 1. katlar hariç neredeyse aynı olduğu gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.5 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.6.1.b. Tip2’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

1. modelde oluşan burulma momentleriyle 2. modeldeki burulma momentleri mukayese edildiğinde C-D aksları arasına yerleştirilen rijit kirişlerin burulma momentlerinin kayda değer şekilde azalttığı gözlenmektedir. Değerler incelendiğinde 5 ve 6 akslarındaki kolonlarda oluşan burulma momentlerinin 1. kat hariç neredeyse birbirleriyle aynı olduğu, 7 aksındaki kolon burulma momentlerinin de A7 kolonunun 1. kat hariç 5 ve 6 aksı kolonlarının burulma momentlerinden az değerler aldığı gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.11 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.6.1.c. Tip3’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde de 2. modele benzer şekilde 5 ve 6 aksı kolonlarında üst katlardan alt katlara gelindiğinde kolon burulma momentlerinde artış gözlenmiştir. Bu artış 5 aksı kolonlarında lineer olurken 6 aksı kolonlarında lineer artış 1. kata gelindiğinde bozulmuştur. 7 aksı kolonlarında ise üst katlarda oluşan burulma momentleri 5 ve 6 aksı kolonlarından az değer alırken 1. kata gelindiğinde kolon burulma momentlerinde yüksek mertebelerde artışlar gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.17 ‘te grafik olarak verilmiştir.

4.6.1.d. Tip4’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde döşeme boşluğunun bulunduğu bölgedeki kolonlarda burulma momentleri; kolonların rijit kirişlerle sisteme bağlandığı katta bir artış göstermiş alt katlarda bu burulma momenti değişim göstermemiştir. Diğer modellere benzer şekilde 5 ve 6 aksı kolonlarında 1. kat hariç benzer momentler oluşurken 7 aksı kolonlarında oluşan ufak burulma momenti değerleri 1. kata gelindiğinde yüksek mertebelerde artışlar göstermiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.23’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.1.e. Tip5’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde de döşeme boşluğunun bulunduğu bölgede yer alan C5 kolonunda rijit kirişlerin olduğu katta burulma momentinde artışlar olmuş, alt katlarda bu moment sabit kalmıştır. 5 aksı kolonlarında üst katlardan alt katlara gelindikçe artan burulma momentinde 2. kata gelindiğinde ani bir yükseliş gözlenmiş ve 1. katta bu yükseliş devam etmiştir. 7 aksı kolonlarında ise bu ani artış 1. katta gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.29’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.1.f. Tip6’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde 7 aksı kolonlarında burulma momentleri üst katlardan alt katlara inildikçe az mertebelerde değişken değerler alırken, 1. kata gelindiğinde yüksek mertebeli artışlar gözlenmiştir. 5 ve 6 aksı kolonlarında ise burulma momenti değerlerinde diğer modellere benzer şekilde bir artış gözlenememiş kimi katlarda artışlar kimi katlarda azalmalar görülmüştür. Bu kuvvetler Şekil 3.35’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.2. Y Doğrultusu Depreminde Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Sistemin ortagonal olması ve oluşturulan süreksizliklerin sistem simetrisini bozmayacak şekilde olması nedeniyle, kalıp planlarına bakıldığında binaların Y doğrultusunda deprem durumunda nasıl davranacağı yaklaşık olarak tahmin edilebilir. İlk bakışta deprem durumunda binaların rijit asansör perdelerinin olduğu bölge çevresinde dönebileceği düşünülse de perdelerin kuvvetli eksenlerinin x doğrultusunda olduğu ve bu bölgede yer alan asansör ile merdiven boşluklarının bölgenin yanal ötelenme rijitliğinin düşürdüğü düşünülürse, y doğrultusu

depremindeki burulma hareketinin x doğrulusuna göre daha az mertebeler de olduğu gör÷lebilir.

4.6.2.a. Tip1’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modele bakıldığında burulma momentlerinin çok büyük değerler almadığı sadece köşe kolonlarda 1. kata gelindiğinde ani bir artış olduğu gözlenmiştir. Bu artış, A1 ve A7 kolonlarında C1 ve C7 kolonlarına göre daha belirgin bir şekilde olmuştur. Bu kuvvetler Şekil 3.7’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.2.b. Tip2’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde burulma momentleri 1. modele benzer çıkmıştır. C4, C5 ve C6 kolonlarında burulma momenti değerleri 1. katta 1. modeldeki değerlere göre daha az çıkmıştır. C7 kolonunda ise 1. modelden farklı olarak 2. kata gelindiğinde burulma momentinde gözlenen artış 1. kata gelindiğinde azalmaya dönüşmüştür. A ve B aksı kolonlarındaki değerlerde 1. modeldeki burulma momenti değerlerine göre çok fazla bir artış gözlenmemiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.13’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.2.c. Tip3’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde C1 kolonu hariç diğer C aksı kolonlarında kayda değer burulma momenti değerleri oluşmamıştır. C1 kolonunda üst katlarda alt katlara inildikçe lineere yakın bir burulma momenti artışı gözlenmektedir. A1 ve A7 kolonlarına bakıldığında 2. kata gelindiğinde burulma momentlerinde ufak bir düşüş, 1. katta ise burulma momentlerinde ani bir artış gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.19’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.2.d. Tip4’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde A1 ve A7 kolonlarının davranışı ve kolonlarda oluşan burulma momentleri 3. modele benzerdir. Döşeme boşluğunun bulunduğu C5, C6 ve C7 kolonlarında burulma momentleri çok ufak değerler almış, C1 kolonunda burulma momentleri üst katlardan alt katlara gelindikçe lineere yakın bir şekilde artış göstermiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.25’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.2.e. Tip5’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde C1 kolonu hariç C aksı kolonlarında ufak denilebilecek burulma momenti değerleri oluşurken; C1 kolonunda üst katlardan alt katlara gelindikçe artan burulma momentleri 2. kata gelindiğinde azalma göstermiş, 1. katta tekrardan artmıştır. A1 ve A7 aksı kolonlarında ise diğer modellerdeki davranışa benzer şekilde, 1. kata gelindiğinde burulma momentlerinde ani bir artış gözlenmiştir. Bu kuvvetler Şekil 3.31’te grafik olarak verilmiştir.

4.6.2.f. Tip6’de Oluşan Burulma Momentlerinin İrdelenmesi

Bu modelde A1 ve A7 kolonlarında burulma momenti değerleri diğer modellere benzer şekilde 1. kata gelindiğinde ani bir artış göstermiştir. C5, C6 ve C7 kolonlarında burulma momenti değerleri 2. kata gelindiğinde yön değiştirmiş ve 1. katta kayda değer değerler almıştır. B4 ve B6 kolonlarındaki burulma momentleri ise ufak mertebelerdedir. Bu kuvvetler Şekil 3.37’te grafik olarak verilmiştir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Tüm örnekler incelenmiş ve aşağıdaki kıyaslamalara varılmıştır.

- **Binalarda Oluşan Kat ve Taban Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması**

Binalarda oluşan kat kesme kuvvetleri ve taban kesme kuvvetleri incelendiğinde en büyük kuvvetlerin; deprem hesabına esas kütlesi en büyük olan 3. modelde, en düşük kuvvetlerin ise boşluk alanı en fazla olan 5. modelde olduğu gözlenmiştir. Fakat depremde oluşan kesme kuvvetlerinin, bina kütleleri ile doğru orantılı olduğunu söylemek tam olarak doğru olmayacaktır. Çünkü X doğrultusu depreminde kesme kuvvetleri, 5. modelden sonra kütlesi en az olan 4. modelde değil 1. modelde olmuştur. Bu göstermektedir ki; oluşan kesme kuvvetleri boşluğun boyutundan ziyade boşluğun yeri, şekli ve taşıyıcı sistemde oluşturduğu süreksizliklere bağlıdır.

- **Binaların Dinamik Davranışlarının Karşılaştırılması**

X ve Y doğrultusundaki periyotlar incelendiğinde; farklı binalarda farklı tipte süreksizlikler ve düzensizlikler mevcut olmasına rağmen %90'lık kütle katılımı tüm binalarda X doğrultusu için 4, Y doğrultusu için 2 modda sağlanmıştır. Bu durum, oluşturulan döşeme düzensizliklerinin yerinin, boyutunun ve şeklinin %90'lık modal kütle katılımı üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını göstermektedir.

- **Binaların Yatay Ötelenme Rijitliklerinin Karşılaştırılması**

Binalarda X ve Y doğrultusundaki periyotları ve deprem hesabına esas olan kütleleri incelendiğinde en büyük ötelenme rijitliğinin 3. modelde, en düşük yatay ötelenme rijitliğinin ise 5. modelde olduğu gözlenmiştir. Bu durum göstermektedir ki; taşıyıcı eleman süreksizliği olmayan sistemlerde yatay ötelenme rijitliği büyük iken, döşeme ve taşıyıcı sistem süreksizliği yüksek olan sistemlerde yanal ötelenme rijitliği düşük olmaktadır. Döşeme boşluklarının bulunmasından ziyade taşıyıcı kiriş eleman süreksizlikleri yanal rijitliği azaltan önemli bir nedendir.

- **Binalarda Oluşan Ortalama Göreceli Yer Değiştirmelerin Karşılaştırılması**

Daha önceki bölümlerde anlatıldığı üzere binaların kütleleri ile yanal ötelenme rijitlikleri mukayese edilerek bir yanal yer değiştirme katsayısı bulunmuştur. Bu yanal yer değiştirme katsayıları ile analiz sonucunda bulunan ortalama göreceli yer

değiştirmeler karşılaştırıldığında birbirleriyle orantılı oldukları görölmüştür. Deprem durumunda maksimum yer değiştirmelerin 1. ve 5. modellerde, minimum yer değiştirmelerin ise 3. ve 6. modellerde olduğu gözlenmiştir. Döşeme ve taşıyıcı eleman süreksizliği bulunan modellerde ortalama göreceli yer değiştirmelerin maksimum değerler aldığı, aksi durumda ise yer değiştirmelerin minimum değerler aldığı görölmüştür. Döşeme boşluklarından ziyade taşıyıcı kiriş elemanların sürekliliği yer değiştirmelerin azalmasına önemli bir etken olmaktadır.

- **Binalarda Oluşan Burulma Katsayılarının Karşılaştırılması**

Daha önceki bölümde de belirtildiği üzere binaların taşıyıcı sisteminden dolayı X yönündeki deprem durumunda oluşan burulma katsayılarının Y yönündeki burulma katsayılarına göre daha büyük değerler aldığı görölmüştür. Herhangi bir katında döşeme yada taşıyıcı sistem süreksizliği bulunmayan binalarda alt katlardan üst katlara gelindiğinde burulma katsayılarında lineer bir azalış gözlemlenirken, kat bazında süreksizlik ve/veya düzensizlik gösteren 4., 5. ve 6. tip modellere benzer binalarda burulma katsayılarında beklenmeyen iniş ve çıkışlar gözlemlenebilmektedir.

- **Kolonlarda Oluşan Burulma Momentlerinin Karşılaştırılması**

X Doğrultusu

Tip1'e ait sonuçlar incelendiğinde 5, 6 ve 7 akslarında yer alan kolonlarda oluşan burulma momentlerinin her bir aks için kat seviyelerinde birbirlerine çok yakın değerler aldığı gözlenmiştir. Düzenli ortagonal alan bir yapıda burulma momenti değerlerinin; burulma davranışının en yoğun şekilde olduğu bina en dış aks kolonlarında bile düzenli bir artış ya da azalış gösterebileceği bu model ile görölmüş olmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken husus kat yüksekliğinin arttığı, yanal ötelenme rijitliğinin azaldığı zemin katında burulma davranışında beklenmeyen değişimlerin olabileceğidir. 5 aksı kolonlarında zemin katta oluşan burulma momentlerinde ki düşüşü; bu duruma örnek verebiliriz. Tip2'yi incelersek binaların arasına yerleştirilen rijit kirişlerin kolonlarda oluşan burulma momenti değerlerini oldukça düşürdüğü gözlenmiştir. Burulma momentlerindeki düşüşlerin en fazla olduğu kolonlar rijit kirişlerin yerleştirildiği C aksı üzerindeki kolonlar olmuştur. Dış akslara doğru gidildikçe B ve A aksı üzerindeki kolon elemanlardaki burulma momentlerindeki düşüşlerde azalmıştır. Tip3'e bakıldığında Tip2'den farklı olarak

döşemelerde yer alan boşluklardan ziyade, azalan kiriş yüksekliği ve yanal ötelenme rijitliğinin burulma davranışını nasıl değiştirebileceği gözlenebilmektedir. 5 ve 6 aksı kolonlarında burulma değerleri Tip2'ye benzer çıkarken binaların en dışta yer alan aksı olan 7 aksında zemin kata gelindiğinde ani artışlar görülmüştür. Tip4 incelenirse; döşeme boşluğunun bulunduğu bölgede yer alan C5, C6 ve C7 kolonlarında rijit kat kirişlerinin olduğu kata geçişte burulma momenti değerlerinde ufak bir artış olduğu daha sonra sabit olarak devam ettiği gözlenmektedir. Yalnızca C7 kolonunda bu değerler değişmektedir. Değişen kat yüksekliğinin burulma davranışına etkisi tekrardan B5 ve B6 kolonlarında gözlenmektedir. Tip5 incelendiğinde binanın ortasında yer alan boşluğun 6-7 aksları ile 1-3 aksları arasındaki bölgelerin birbirinden bağımsız olarak davranmasına ve burulma davranışının kolonlarda daha düzenli olarak oluşmasına yardımcı olduğu fark edilmiştir. Diğer tip modellerde zemin katı kolonlarında gözlenen burulma momentlerindeki düşüş Tip5 kolonlarında gözlenmemiştir. Boşluğun binada simetrik olarak dağılması kat seviyelerinde kolonlarda oluşan burulma momentlerinin birbirlerinden çok farklı değerler almasını engellemiştir. Tip6 incelendiğinde homojen olarak dağılmayan boşluğun burulma momenti değerlerinde tahmin edilmesi güç bir davranışa neden olduğu gözlenmiştir. Özellikle en dışta yer alan 7 aksı kolonlarında zemin kata gelindiğinde burulma momentlerinde oluşan ani artış gözden kaçmamalıdır.

Y Doğrultusu

Taşıyıcı sitem bu doğrultuda X doğrultusuna göre burulmaya daha az müsait bir yapıya sahiptir. Bu nedenle bu doğrultuda taşıyıcı elemanların burulma momenti değerlerinde gözlenen değişimler X doğrultusunda olduğu kadar fazla olmayacaktır.

Tip1 incelenirse; zemin kata gelene kadar kolonlarda oluşan burulma momentlerinin sifıra yakın değerler aldığı gözlenmiştir. Bu doğrultudaki deprem durumunda da X doğrultusuna benzer şekilde burulma momenti değerleri zemin katta artışlar göstermiştir. Bu artışların en fazla olduğu kolonlar ise köşe kolonlar olmuştur. Tip2'de depreme dik doğrultuda yerleştirilen kirişlerin sistemin davranışını genel olarak etkilemediği yalnızca rijit kirişlerin yerleştirildiği C aksı kolonlarının burulma momenti değerlerinin zemin katta ufakta olsa azaldığı, A ve B aksı kolonlarında ise yine zemin katta ufakta olsa artışlar olduğu gözlenmiştir. Tip3 incelendiğinde azalan kiriş yüksekliğinin sistemde değiştirdiği tek durumun zemin katta binanın köşe

kolonlarında oluşturulduğu burulma momenti artışları olduğu gözlenmektedir. Tip4 ve 5 incelendiğinde diğer tip binalar benzer şekilde zemin kat köşe kolonları hariç diğer kolonlarda burulma momenti değerlerinin ufak olduğu gözlenmiştir. Diğer modellerden farklı olarak Tip6'da gözlenen farklı bir durum ise A1, A7 ve C7 kolonlarına ilave olarak C5 ve C6 kolonlarının da köşe kolon gibi davranmış olması ve zemin katta bu kolonlarda da burulma momenti değerlerinde artışlar gözlenmiş olmasıdır. Gözlemlenen başka bir durum ise köşe kolon gibi davranan kolonlarda rijit kat kirişlerinin olduğu +10.40 kotunda burulma momenti değerlerinde ufakta olsa beklenmeyen artış ve düşüşlerin gözlenmedir. Bu durum diğer modellerde de gözlemlenebilmektedir.

- **Kolonlarda Oluşan Kat Kesme Kuvvetlerinin Karşılaştırılması**

İlk üç model incelendiğinde deprem doğrultusunda orta kolon gibi davranan kolonlarda oluşan kat kesme kuvveti; kenar kolon davranışı gösteren kolonlara göre daha büyük değerler almıştır. Kolonu yanal ötelenme rijitliğini arttıracak çerçeve davranışı ne kadar iyi olursa kolon o kadar yatay yük alacaktır. Bunun Tip2 C aksı kolonlarında görebiliriz. Döşeme boşluklarının kolon kesme kuvvetlerindeki en somut etkisi boşluğun bulunduğu bölgedeki kolondaki oluşan kat kesme kuvvetinin daha az olmasıdır. Boşluğun bulunduğu bölgedeki kolonlar ufak kat kesme kuvvetlerine maruz kalmaktadırlar. Bu duruma örnek olarak Tip4'deki C5, C6 ve C7 kolonlarını, Tip5'te ise C4 ve C5 kolonlarını verebiliriz. Binalarda oluşan kesme kuvvetlerine genel olarak bakılırsa, binadaki boşluğun büyüklük ve yerine göre kat kesme kuvvetlerinde kat seviyelerinde iniş ve çıkışlar gözlenmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] **Ersoy, U.**, 1992. Erzincan Depremi ve Betonarme Yapılar, Evrim yayınevi, İstanbul.
- [2] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik.**, 2006. İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, Maya Basın Yayın, İstanbul.
- [3] **Etabs**, 1195. .Modeling and Optimized Design of Concrete Structures Using ETABS, Computers and Structures, Inc, , Berkeley, California.
- [4] **Özden, K. ve Kumbasar, N.**, 1993, Betonarme Yüksek binalar, İTÜ Yayınevi, İstanbul.
- [5] **Celep, Z ve Kumbasar , N.**, 2001. Betonarme yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [6] **Doğangün, A.**, Ekim 2002. Betonarme Yapıların Hesap ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [7] **Celep, Z ve Kumbasar , N.**, 2004. Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Beta Dağıtım, İstanbul.
- [8] **Park, R. ve Gamble , W.**, 2000. Reinforced Concrete Slabs, John Wiley & Sons, Inc.
- [9] **Özmen, G., Orakdöğen, E. Ve Darılmaz, K.**, 2005. Örneklerle ETABS., Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [10] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [11] **TS-498**, 1997. Yapı Elemanlarının Boyutlandırılmasında Alınacak Yüklerin Hesap Değerleri, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [12] **Ayrancı, M.**, 2004. Döşeme süreksizliği olan B/A yapı sistemlerinin farklı bilgisayar modelleri ile analizi ve karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Alper BAŞARI

Doğum Tarihi	20.03.1982
Doğum Yeri	İstanbul
Lise	1996 – 1999 Beşiktaş Devlet Lisesi
Lisans	1999 – 2001 Yıldız Teknik Üniv. İnş. Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü 2001 – 2004 İstanbul Teknik Üniv. İnş. Fak. İnşaat Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans	2004 – 2007 İstanbul Teknik Üniv. Fen Bilimleri Ens. İnşaat Müh. Ana Bilim Dalı, Yapı Müh. Programı
Çalıştığı Kurumlar	2005 – 2006 Probi İnş. Proje Bilgi İşlem Merkezi A.Ş. 2006 – 2007 Emir Mühendislik 2007 – Erdemli Proje