
	<b>SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ</b> <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		
	<b>e-ISSN: 2147-835X</b> <b>Dergi sayfası: <a href="http://dergipark.gov.tr/saufenbilder">http://dergipark.gov.tr/saufenbilder</a></b>		
	<u>Geliş/Received</u> 24.03.2017 <u>Kabul/Accepted</u> 20.04.2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.300297	

## Betonarme yapılarda çerçeve süreksizliklerinin yapı davranışlarına etkisinin incelenmesi

Melike İlkun<sup>1</sup>, Hüseyin Kasap<sup>2</sup>

### ÖZ

Deprem bölgelerinde taşıyıcı sistem düzensizliklerinin olumsuz etkileri bilinmektedir. Ülkemizde betonarme binalarda özellikle kiriş süreksizliklerine sıkça rastlanmaktadır. Bu çalışmada, betonarme çerçeve taşıyıcı sistemlerde kiriş süreksizlikleri ve aks düzensizliklerinin yapı davranışına etkisi incelenmiştir. Bu amaçla; seçilen kolon ve/veya kirişlerin yerleşimi farklı 11 yapı tipi için 4 katlı betonarme yapılar üzerinde inceleme yapılmıştır. Yapı modellerinde, kolonlara gelen kesme kuvvetleri, moment değerleri ve yapılarda oluşan toplam yanal yer değiştirmelerin değişimi incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** çerçeve sistemler, yatayda süreksizlik, deprem etkisi, kesme kuvveti, moment değişimi, yatay yer değiştirme.

## Effects of irregularities in reinforced concrete structures on building behaviors

### ABSTRACT

The adverse effects of carrier system's irregularities in earthquake zones are known. Indefinite discontinuity of beams are frequently encountered, especially in the reinforced concrete buildings of our country. In this study, the effects of beam discontinuities and axle irregularities on structural behavior of reinforced concrete frame systems are investigated/ analyzed. For this purpose, the layout of the selected columns and / or beams was investigated on 4-storey reinforced concrete structures for 11 different building types. In the case of structural models, the variation of shear forces, moment values and total lateral displacements in the structures were investigated.

**Keywords:** framed systems, horizontal discontinuity, earthquake impact, shear force, moment change, horizontal displacement.

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

<sup>1</sup> Melike İlkun, Sakarya – cekicmelike@gmail.com

<sup>2</sup> Sakarya Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği, Sakarya – hkasap@sakarya.edu.tr

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Deprem yönetmeliğimizde, depreme dayanıklı yapı tasarımının temel ilkeleri yeterli rijitlik, yeterli kararlılık ve yeterli dayanım olarak belirtilse de bunlara ilave olarak yapılarda uygun geometri, yeterli süneklik ve yeterli sönüm de son derece önemli olmaktadır. Bu kavramlar kısaca aşağıda açıklanmıştır.

1- Yeterli Rijitlik; Taşıyıcı sistemlerin, seçilen kesit boyutları ile, yapıya etkileyen yatay yükler etkisi altında, bir katın alt kata göre yapmış olduğu görelî öteleme miktarının yönetmelikte verilen sınır değerlerini aşmaması gerekmektedir. Yapıdaki yatay kuvvetler altındaki yer değiştirmelerin hesabı yanal rijitliğinin belirlenmesiyle ilişkili olmaktadır [5].

2- Yeterli Kararlılık; Bir taşıyıcı sistemin her durumda dengede kalması için kararlı olması gerekmektedir. Kararsızlığın yetersiz olması durumunda, yapıda çok az bir sapma meydana geldiğinde sistemin aniden çökmesine sebep olmaktadır.

3- Yeterli Dayanım; Taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların, çeşitli yüklemeler etkisinde oluşan kesit zorlarını taşıma gücü aşılmadan taşıyabilmesi gerekmektedir.

4- Uygun Geometri; Yapı tasarımı basit ve düzenli yapıldığı takdirde, deprem esnasındaki davranışları incelemek ve buna göre bir çözümleme yapmak daha kolay olmaktadır. Simetrik olmayan yapılar, depremlerde simetrik yapılara oranla daha fazla hasar görmüşlerdir. Bununla birlikte her zaman simetrik olan yapılar için düzenli denilmemektedir [5].

5- Yeterli Süneklik; Yapılarda deprem sonucu hasar oluşması istenmiyorsa, yapı taşıyıcı elemanlarının elastik taşıma gücü çok büyük olmaktadır. Deprem esnasında oluşan enerjinin yapı taşıyıcı elemanlarında plastik evreye ulaşmadan, elastik evrede tüketilmelidir. Bu nedenle taşıyıcı elemanlarda kesitler büyük boyutlarda seçilmesi gerekmektedir. Süneklik değerinin fazla olduğu ve doğrusal olmayan şekil değiştirmelerin az bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan, eğilme şekil değiştirmelerinin plastik mafsal adı verilen kesitlerde toplandığı ve bunun dışındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal-elastik davrandığı varsayılmaktadır [6].

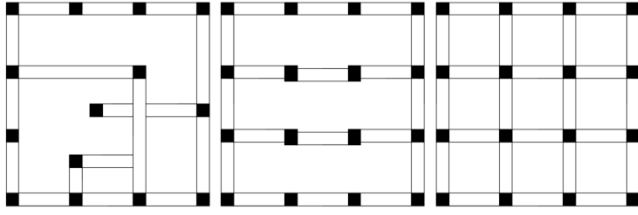
6- Yeterli Sönüm; Bir yapının sönüm değerini belirlemek pek mümkün olmamaktadır. Yapıda kullanılan malzemelerin sönüm özellikleri bilinse bile yapılarda oluşan mikro çatlakların açılıp kapanması ile enerji açığa çıkması sönümü etkileyen sebepler olup hesaplanması mümkün olmamaktadır. Yapının sönümünü artırmak için taşıyıcı sisteme sönümleyici elemanlar yerleştirilmektedir.

Taşıyıcı sistem seçiminde en önemli husus hiç şüphesiz yapının güvenliği olmaktadır. Bu durum, yapıya etki eden düşey yükler (döşeme ağırlığı, kiriş ağırlığı, duvar ağırlığı, kolon ağırlığı, eşya yükleri, kar yükleri, insan yükleri vb.), yatay yükler (deprem yükleri, rüzgar yükleri, toprak itkisi, sıvı yükü vb.) ve diğer yükler (sıcaklık farkından dolayı oluşan yük, sünmeden dolayı oluşan yük büzülmeden dolayı oluşan yük, buz yükü, patlama yükü, farklı oturmalarından dolayı oluşan yük, vb.) için, yapı sisteminin kararlı ve yeterli dayanıma sahip olması ile sağlanmaktadır.

Yapı taşıyıcı sistemi betonarme çerçevesel sistemler, perde duvarlı sistemler, boşluklu perde duvarlı sistemler, eğik elemanlı çerçevesel sistemler, perde duvarlı-çerçevesel sistemler, sismik izolasyonlu sistemler ve tüp sistemler olarak seçilmektedir. Ülkemizde ve dünyada son yıllarda meydana gelen şiddetli depremlerin ardından binalarda yapılan incelemeler doğrultusunda, perdeli binaların depreme karşı olan direncinin çerçevesel sistemlere oranla çok daha iyi olduğu ve daha az hasar gördüğü tespit edilmiştir [8]. Çerçevesel sistemlerde düşey taşıyıcı olan ve kirişleri bağlayan kolonların kütlesiz oldukları kabul edilmektedir. Yapının kat kütlelerinin döşeme seviyelerinde toplu olduğu kabul edilmektedir. Böylece elastik kolon ve kirişlerin oluşturduğu ve her kat seviyesinde toplu kütlesi bulunan bir çerçeve meydana gelmektedir [2]. Çerçevesel sistemler deprem sırasında, yatay yükleri düğüm noktalarındaki elemanların rijitlikleri ile orantılı olarak karşılamaktadır. Betonarme çerçevesel sistemler yatay yük etkisi altında fazla miktarda yer değiştirme yapmaktadır. Çerçevesel betonarme taşıyıcı sistemler, süneklik, dayanım ve rijitlik özellikleri ile yatay yüklerin taşınmasını sağlamaktadır [3].

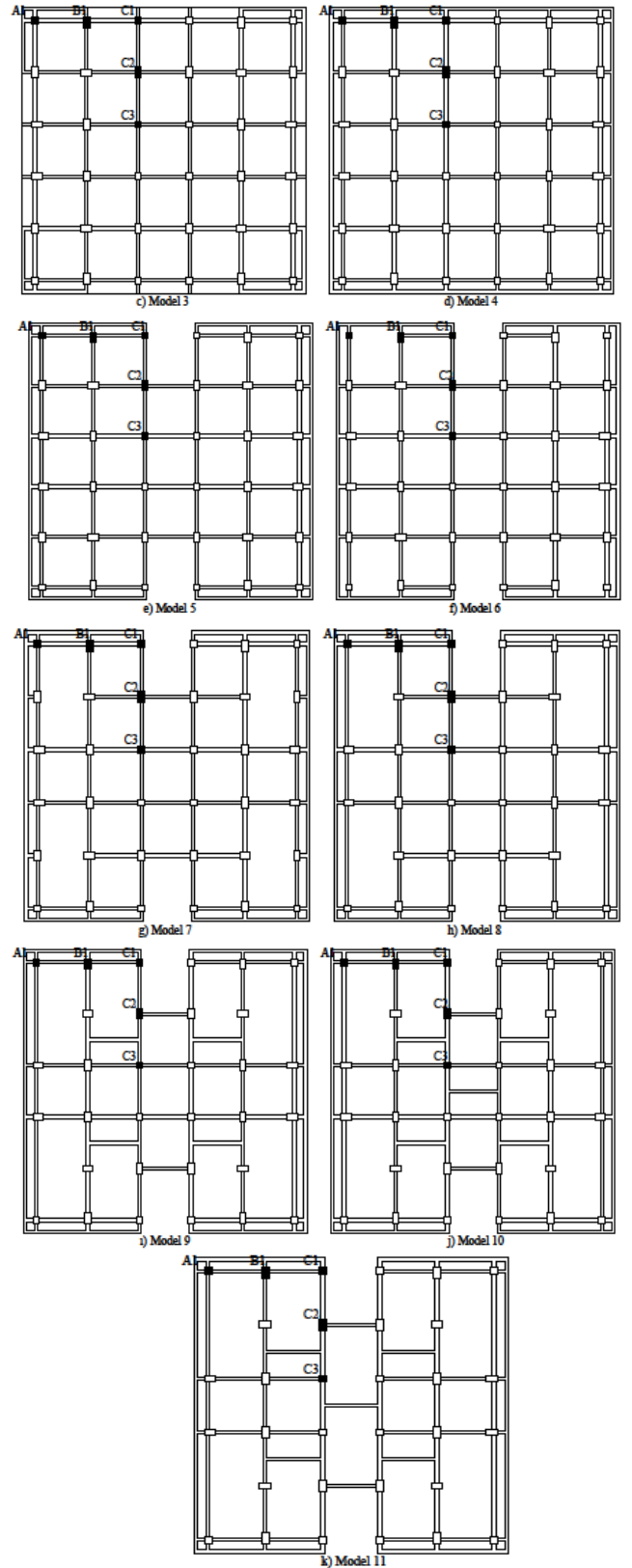
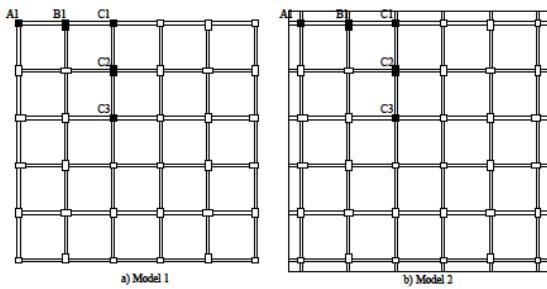
Kolon ve kirişlerden oluşan betonarme çerçevesel sistemlerde, aks sisteminin düzensiz oluşu deprem etkilerinin artmasına neden olmaktadır (Şekil 1). Ayrıca aksları düzensiz olan çerçevesel sistemlerde kısa kirişler oluşmaktadır ve bu kirişlerde deprem kuvveti altında oldukça büyük kesme kuvveti ve

eğilme momentleri meydana gelmektedir [7]. Bunun için yapıların aks sistemleri düzenli olarak tasarlanmalı, eğer mimari açıdan kısa kirişin oluşması önlenemiyor ise bu kirişlerin yüksekliklerinin azaltılması gerekmektedir.



Şekil 1. Çerçeve sistemlerin yanlış ve doğru uygulanişına örnekler

Bu çalışmada, çerçeve taşıyıcı sisteme sahip 4 katlı konut ve işyeri türündeki betonarme yapıların kolon ve/veya kiriş sistemi değiştirilerek, sistemde meydana gelen süreksizlik sonucu, kolonlarda oluşan kesme kuvvetleri ve moment değerlerinin değişimleri incelenmiştir. Ayrıca incelenen yapılarda, deprem etkisinde oluşan yatay yer değiştirmelerin değişimleri incelenmiştir. İncelenen yapılarda, zemin katta kolon boyutları, köşelerde 50cm/50cm ve diğerleri 50cm/80cm olarak seçilmiştir. Kesitlerin her katta 5 cm küçültülerek daralması sonucunda son katta bu boyutlar 35cm/35cm ve 35/80cm olmaktadır. İncelenen yapıların kat yüksekliği 3 metre, kolon aks açıklıkları 4 metredir. Kirişlerin ebatları ise 25cm/60cm boyutlarındadır. İncelenen yapı modellerinin kolon, kiriş yerleşimleri ve ele alınan kolonlar taralı olarak Şekil 2’de verilmektedir.



Şekil 2. Yapı modelleri

## 2. 2. DÜZENSİZ BİNALAR (IRRAGULAR BUILDINGS)

Bina taşıyıcı sistemlerindeki düzensizler iki grupta ele alınmaktadır. Bunlar planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlik durumlarıdır.

## 2.1. Planda Düzensiz Yapılar (Irregular building structures in a plan)

Bir taşıyıcı sistemi oluştururken düzensiz binaların tasarımından ve yapımından kaçınmamız gerekmektedir. Taşıyıcı sistem planda simetrik veya simetriğe yakın düzenlenmelidir. Tasarımından ve yapımından kaçınılması gereken planda düzensizlik durumları aşağıda özetlenmiştir.

### 2.1.1. Burulma Düzensizliği (Torsional irregular)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden *Burulma Düzensizliği Katsayısı*  $\eta_{bi}$ 'nin 1.2'den büyük olması durumudur. Yapılarda genel olarak burulma düzensizliği, plan geometrisinin veya taşıyıcı eleman rijitlik dağılımının simetrik olmaması nedeniyle oluşmaktadır [9].

Tamamen simetrik bir yapıda, burulma düzensizliği beklenmemesi gerekmektedir. Fakat malzeme özelliklerindeki değişimler, yapı elemanlarının kesitlerinde hesaplanandan daha farklı imal edilmesi gibi nedenlerle, depremin oluşturduğu etki yapıda farklı sonuçlar meydana getirebilmektedir.

### 2.1.2. Döşeme Süreksizliği (Pavement discontinuity)

Herhangi bir katta döşemede;

- 1- Merdiven ve asansör boşlukları dahil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu,
- 2- Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu,
- 3- Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumudur.

Boşluklar sebebiyle yatay deprem yüklerinin, düşey taşıyıcı elemanlara güvenli aktarılabilmesi güçleşebilmekte ya da ani rijitlik azalması olabilmektedir.

Deprem kuvvetinin yapıda kütlelerin yoğun olarak bulunduğu döşemelerde meydana geldiği kabul edildiği için, bu yüklerin döşemelere mesnetlik yapan kiriş, kolon ve perde gibi elemanlara aktarılması son derece önemlidir [10].

### 2.1.3. Planda Çıkıntılar Bulunması (Protrusion in a plan)

Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinde de, binanın o katının aynı doğrultudaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumudur.

## 2.2. Düşey Doğrultuda Düzensizlik Durumları (Irregularity in vertical direction)

Düşey doğrultuda düzensizlik durumları üç alt başlıkta incelenir.

### 2.2.1. Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Strength irregularity among neighboring floors)

Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki *etkili kesme alanı*'nın, bir üstteki kattaki *etkili kesme alanına* oranı olarak tanımlanan *Dayanım Düzensizliği Katsayısı*  $\eta_{ci}$ 'nin 0.80'den küçük olması durumudur.

Herhangi bir katta etkili kesme alanı;

$$\sum A_e = \sum A_w + \sum A_g + 0.15 \sum A_k \quad (1)$$

olarak ifade edilmektedir.

Taşıyıcı sistemde ele alınan  $i$ 'inci kattaki dolgu duvarlar alanlarının toplamı bir üstteki kata göre fazla ise  $\eta_{ci}$ 'nin hesabında dolgu duvarları dikkate almayız.  $0.60 < (\eta_{ci}) < 0.80$  aralığında ise taşıyıcı sistem davranış katsayısı,  $1.25 (\eta_{ci})_{min}$  değeri ile çarpılarak deprem doğrultusu olan X ve Y yönlerinde binanın tamamına uygulanmaktadır. Fakat  $\eta_{ci} < 0.60$  olmaması gerekir. Olduğu durumlarda ise komşu katlar arasındaki zayıf katın dayanımı ve rijitliği artırılarak deprem hesabı tekrar yapılmalıdır.

### 2.2.2. Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Stiffness irregularity among neighboring floors)

Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir  $i$ 'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan *Rijitlik Düzensizliği Katsayısı*  $\eta_{ki}$ 'nin 2.0'den fazla olması durumudur.

Binanın taşıyıcı sistemi tasarlanırken gelen düşey doğrultuda ani rijitlik değişimlerinden kaçınılmalıdır. Betonarme bir sistemde yumuşak kat oluşumuna elverişli kat bulunuyorsa olası bir deprem durumunda yumuşak zemin katın üstündeki katlarda görelî yer değiştirmeler çok az olur ve binada olacak olan yer değiştirmenin

büyük bir kısmı yumuşak katta meydana gelmektedir [11].

### 2.2.3. Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği (Carrier system discontinuity of vertical elements)

Binanın taşıyıcı sisteminin bütün düşey elemanları (kolonlar ve perdeler) binanın en üst katından temele kadar sürekli olarak tasarlanmalıdır. Kolonlar konsol kirişlere oturtulmamalıdır. Perdeler de kirişlere veya kolonlara oturtulmamalıdır.

## 3. DEPREM ETKİSİ ALTINDA ÇÖZÜMLEME (ANALYSIS UNDER THE EFFECT OF EARTHQUAKE)

Betonarme yapılar tasarlanırken, yönetmeliklerde yer alan ve yapıların yatay yükler altındaki çözümleri için kullanılmakta olan yöntemler dikkate alınmaktadır ve yapıların deprem etkileri altında doğrusal elastik davranış göstereceği kabul edilmektedir [4].

### 3.1. Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü ( $V_t$ )'nin Hesaplanması (Total Equivalent Earthquake Load Calculation)

Deprem sırasında yapıya etki eden yüklerin hesabında, kullanılan yöntemler iki ana başlıkta toplanmıştır.

#### 3.1.1. Kesin Hesap Metodu (Precise Calculation Method)

Zaman tanım alanı hesap yöntemi; Gerçek yer ivme kayıtları kullanılarak analiz yapılmaktadır.

#### 3.2.2. Yaklaşık Hesap Metodu (Approximate Calculation Method)

Mod birleştirme yöntemi: Dinamik analiz yöntemi ile türetilmiş fonksiyonlar göz önüne alınmaktadır. Kütlelerin yapı katlarının düğüm noktalarında toplandığı varsayılmaktadır.

Eşdeğer deprem yükü yöntemi: Bu yöntemde yapının birinci doğal titreşim periyodu kullanılmaktadır. Kat ağırlıkları, kat seviyesinde toplanmış olduğu kabul edilmektedir. Deprem hesabı yapılacak binalarda, Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için deprem yönetmeliğindeki koşulları sağlaması gerekmektedir.

Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü  $V_t$ 'yi belirlerken, yönetmelikteki esaslar dikkate alınarak çözümlene yapılmaktadır.

## 4. İNCELENEN YAPILARIN DEPREM ETKİSİ ALTINDAKİ ANALİZİ (ANALYSIS OF EXAMINED STRUCTURES UNDER THE EARTHQUAKE EFFECT)

Bu çalışmada incelenen yapıların hesabında esas alınan değerler Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yapı Bilgileri

Yapı Bilgileri	
Zemin Gurubu	D
Yerel Zemin Sınıfı	Z4
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	0.40
Bina Önem Katsayısı	1.0
Spektral İvme Katsayısı	$A(T) = A_0 \cdot I \cdot S(T)$
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	8
Spektrum Katsayısı	$T_A \leq T \leq T_B \rightarrow S(T) = 2.5$

### 4.1. Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yüğüleri ( $F_i$ )'nin Belirlenmesi (Investigation of Equivalent Loads Affecting Floors)

Bu çalışmada seçilen taşıyıcı sistem modelleri için yukarıda deprem yönetmeliğindeki bağıntılar kullanılarak döşeme hizalarında katlara etkiyen yatay deprem kuvveti her taşıyıcı sistem modeli için ayrı ayrı hesaplanmıştır (Tablo 2).

Taşıyıcı sisteme etkiyen herhangi bir deprem doğrultusu için; binanın  $i$ 'inci katındaki düşey taşıyıcı elemanlarda, hesaplanan  $\delta_i$  etkin göreceli kat ötelemelerinin kat içindeki en büyük değeri  $(\delta_i)_{\max}$  yönetmelikte belirtildiği gibi aşağıda verilen koşulu sağlaması gerekmektedir [1].

$$(\delta_i)_{\max}/h_i \leq 0.02 \quad (2)$$

Tablo2.Katlara etkiyen eşdeğer deprem yükleri

Yapı Tipi	Kat Yeri	Katın Temel üst kotundan Yüksekliği (h <sub>i</sub> ) (m)	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri F <sub>i</sub> (kN)	Yapı Tipi	Kat Yeri	Katın Temel üst kotundan Yüksekliği (h <sub>i</sub> ) (m)	Katlara Etkiyen Eşdeğer Deprem Yükleri F <sub>i</sub> (kN)
1	2	3	4	5	6	7	8
Model 1	Z	3	214.89	Model 7	Z	3	245.64
	1	6	429.78		1	6	491.29
	2	9	642.53		2	9	734.48
	3	12	855.27		3	12	980.13
Model 2	Z	3	242.05	Model 8	Z	3	240.76
	1	6	486.55		1	6	481.52
	2	9	733.49		2	9	719.88
	3	12	975.55		3	12	960.64
Model 3	Z	3	252.45	Model 9	Z	3	240.84
	1	6	504.90		1	6	481.68
	2	9	757.35		2	9	720.11
	3	12	1007.28		3	12	960.95
Model 4	Z	3	263.65	Model 10	Z	3	241.77
	1	6	527.30		1	6	483.54
	2	9	788.31		2	9	722.90
	3	12	1051.97		3	12	964.67
Model 5	Z	3	249.28	Model 11	Z	3	239.86
	1	6	498.57		1	6	479.72
	2	9	745.36		2	9	717.18
	3	12	994.64		3	12	957.04
Model 6	Z	3	244.69				
	1	6	489.39				
	2	9	731.64				
	3	12	976.33				

Seçilen taşıyıcı sistem modelleri için yapılan hesap sonucu katların yaptıkları toplam yer değiştirmeler her bir taşıyıcı sistemlerin x ve y

yönleri için aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 3). Tablodan görüldüğü gibi (2) bağıntısı sağlanmaktadır.

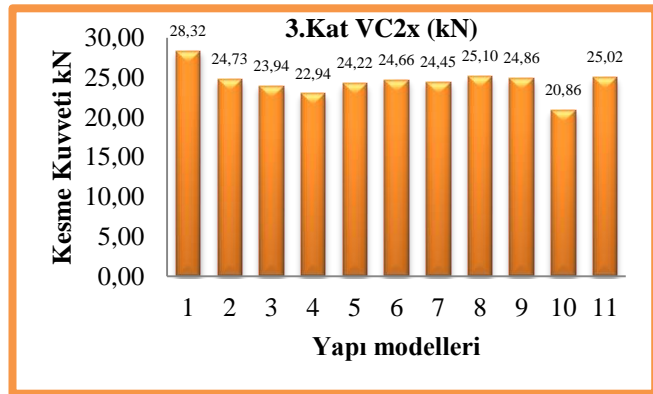
Tablo 3. Toplam yatay yer değiştirmeler

Yapı Model	Kat Yeri	Kat Deplasmanı Y yönü (m)	Kat Deplasmanı X yönü (m)	Yapı Model	Kat Yeri	Kat Deplasmanı X yönü (m)	Kat Deplasmanı Y yönü (m)
1	2	3	4	5	6	7	8
Model 1	Z	0.00072	0.00061	Model 7	Z	0.00092	0.00069
	1	0.00171	0.00145		1	0.00225	0.00164
	2	0.00253	0.00216		2	0.00338	0.00244
	3	0.00304	0.00260		3	0.00413	0.00294
Model 2	Z	0.00082	0.00069	Model 8	Z	0.00093	0.00083
	1	0.00192	0.00164		1	0.00225	0.00199
	2	0.00282	0.00242		2	0.00337	0.00296
	3	0.00336	0.00290		3	0.00410	0.00356
Model 3	Z	0.00084	0.00071	Model 9	Z	0.00104	0.00083
	1	0.00199	0.00168		1	0.00260	0.00199
	2	0.00295	0.00250		2	0.00394	0.00296
	3	0.00355	0.00301		3	0.00485	0.00356
Model 4	Z	0.00088	0.00074	Model 10	Z	0.00105	0.00083
	1	0.00208	0.00175		1	0.00260	0.00200
	2	0.00307	0.00260		2	0.00395	0.00297
	3	0.00370	0.00313		3	0.00487	0.00358
Model 5	Z	0.00084	0.00070	Model 11	Z	0.00106	0.00083
	1	0.00200	0.00167		1	0.00265	0.00198
	2	0.00297	0.00247		2	0.00403	0.00295
	3	0.00359	0.00298		3	0.00497	0.00355
Model 6	Z	0.00087	0.00069				
	1	0.00211	0.00164				
	2	0.00315	0.00243				
	3	0.00381	0.00293				

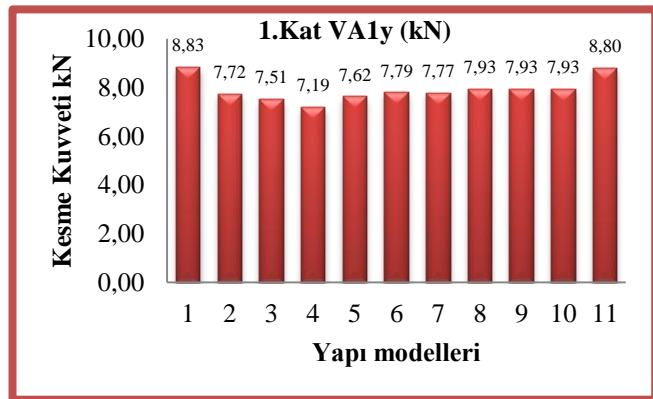
## 4.2. Kolonlarda Kesme Kuvveti ve Moment Değerlerinin Dağılımı (Distribution of Shear Force and Moment Values in Columns)

Bu çalışmada incelenen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının dış cepesindeki dış köşeden (A1), köşelerden bir aks içerdeki kenar akslarından (B1) ve orta akslardan (C1, C2) seçilmiştir.

Elde edilen bu çalışma doğrultusunda, katlara gelen kesme kuvvetlerinin seçilen kolonlara dağılımı irdelenmiş olup, kesme kuvveti dağılımı yönlerine göre tüm yapı modellerinde incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda değişimi fazla olan C2 ve A1 kolonlarında meydana gelen kesme kuvvetleri grafik olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 3 – Şekil 4).

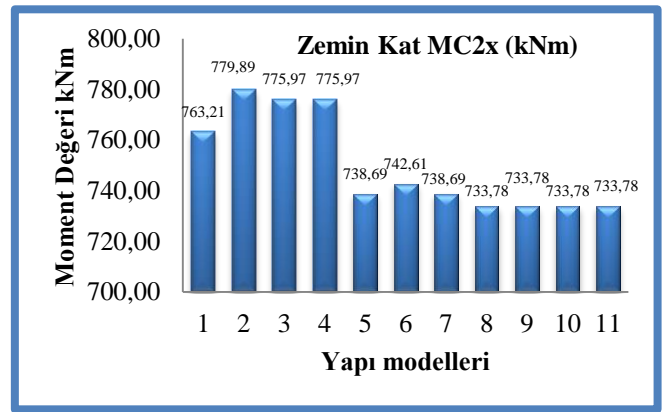


Şekil 3. C2 kolonlarında yapı modellerine göre x doğrultusunda kesme kuvveti değişimi

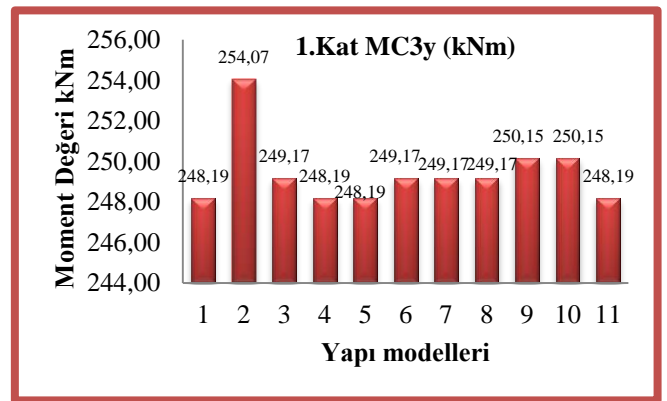


Şekil 4. A1 kolonlarında yapı modellerine göre y doğrultusunda kesme kuvveti değişimi

Seçilen kolonlara gelen moment değerlerinin yüzde olarak dağılımı tüm yapı modellerinde her iki yönde incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda değişimi fazla C2 ve C3 kolonlarında meydana gelen momentler grafik olarak aşağıda verilmiştir (Şekil 5 - Şekil 6).



Şekil 5. C2 kolonlarında yapı modellerine göre x doğrultusunda moment değişimi



Şekil 6. C3 kolonlarında yapı modellerine göre y doğrultusunda moment değişimi

## 5. DEĞERLENDİRMELER (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada, plan üzerinde taşıyıcı sistemi birbirinden farklı 11 yapı modeli incelenmiştir. Ele alınan taşıyıcı sistem içerisinde kolon boyutları zemin katta kare kesitli kolonlar için 50cm/50cm, dikdörtgen kesitli kolonlar 50cm/80cm olarak seçilmiş olup her katta 5 cm küçültülerek son katta kare kolonlar 35cm/35cm, dikdörtgen kolonlar ise 35cm/80cm olmaktadır.

İncelenen yapıların, birinci derece deprem bölgesi olduğu, Z4 sınıfı elverişsiz zemin olduğu ve yapıların kullanım amacının konut veya işyeri olduğu varsayılmaktadır. Katlardaki kolonların kesitlerinin değişmesi sonucu meydana gelen kesme kuvveti, moment dağılımları incelenmiş ve toplam yatay yer değiştirmeleri araştırılmıştır. Bunun sonucunda ortaya çıkan sonuçlar aşağıda verilmektedir.

Bu çalışmada seçilen kolonların taşıyıcı sistemdeki yerleri; yapının dış cephesindeki köşeden, köşelerden bir aks içerideki kenar akslarından ve orta akslardan seçilmektedir.

Yapılan analizler sonucunda; yapının dış cephesindeki köşe akstaki kolon zemin katlarda 50cmx50cm başlayıp diğer katlarda kesitleri küçülerek en üst katta 35cmx35cm olmaktadır. Kare kesitli köşe akslardaki kolonların aldığı kesme kuvveti, bu kolonların yatay öteleme rijitliği azaldığı için aldığı kesme kuvveti de azalmaktadır. Moment değerleri zemin katta % 24 azalırken bu azalma oranının üst katlarda yaklaşık olarak %30'a çıktığı görülmektedir.

Köşe ve köşelerden bir aks içeri kenar akslarında bulunan kolonlar ise zemin katlarda 50cmx80cm başlayıp diğer katlarda küçülerek en üst katta 35x80 cm olmaktadır. Bu dikdörtgen kesitli kolonlarda kesme kuvveti x ve y doğrultusunda tüm modellerin zemin katlarında % 10'a varan bir artış gösterirken, üst katlarda ise bu artış oranı %45'e vardığı gözlemlenmektedir. Moment değerlerinin ise zemin katta %17'lik bir azalış gözlenirken bu değer üst katlarda bu değer % 28'lere ulaşmaktadır.

Orta akslardaki kare kolonlar, zemin katlarda 50cmx50cm cm başlayıp diğer katlarda kesitleri küçülerek 35cmx35cm olmaktadır. Kare kesitli orta akstaki kolonlarda kesme kuvveti değeri zemin katlarda %10'a varan bir azalış göstermektedir.

Moment değerlerinde ise farklı modellerde yapının düzensizleşmesi sonucunda %40 azalma göstermektedir.

Plan üzerinde kolon-kiriş yerleşimi farklı 11 yapı tipinde kolon-kiriş yerlerinin değişmesi sonucunda, yapıların toplam yatay yer değiştirmelerine baktığımızda; zemin katta x yönünde oluşan yatay yerdeğiştirme, taşıyıcı sistemde düzenli bir yerleşime sahip Model 1'de 0.61 mm olurken kiriş süreksizliklerinin en fazla olduğu Model 11'de ise 0.83 mm olmaktadır. Zemin katta y yönünde oluşan yatay yer değiştirmelerin taşıyıcı sistemde düzenli bir yerleşime sahip Model 1'de 0.72 mm olurken kiriş süreksizliklerinin en fazla olduğu Model 11 de ise 1.06 mm olmaktadır. Bunun sonucunda;

yapılarda kolon-kiriş yerlerinin değişmesi ile süreksizliğin artması ile toplam yatay yerdeğiştirmelerin de buna bağlı olarak arttığı görülmektedir.

Sonuç olarak; düşey taşıyıcı eleman olan kolonların plandaki yerleşimi ve boyutlarındaki değişimin kesme kuvveti dağılımına ve moment değişimine etkili olduğu görülmektedir. Burada, yapının dış cephesinde ve köşelerden bir aks içeri kenar aksları kadar olan kolonlarda kesme kuvveti daha fazla olduğu görülmüştür.

Taşıyıcı sistemlerin süreksizliklerinin simetrik olmaması sonucunda; toplam yatay yer değiştirmeler farklılık göstermiş olup, en büyük deplasmanlar sisteme simetrik olmayan süreksiz sistemlerde meydana gelmektedir.

Planda yatay taşıyıcı olan kirişlerin kaldırılması sonucunda; kirişlerin rijitleştirici etkisinden yararlanılmadığı durumlarda sistemde iç kuvvetlerde önemli bir değişme olmadığı görülmektedir.

Geçmiş yıllarda ülkemizde birçok yıkıcı depremler meydana gelmiştir ve iler ki senelerde de olacağı bir gerçektir. Bunun sonucunda da yine can ve mal kaybına uğrayacağımız tahmin edilmektedir. Taşıyıcı sistemi oluştururken Deprem Yönetmeliği ve TS500 standardını dikkate almalıyız. Bununla beraber düşey taşıyıcı elemanların eksenleri olabildiğince düzenli olmalıdır. Düşey yükler temele en kısa yoldan aktarılmalı ve kolonlar temele kadar kesintisiz devam etmelidir. Deprem etkisi en fazla alt katlarda olduğundan ani rijitlik değişimlerinden kaçınılmalıdır.

Taşıyıcı sistemin planda simetrik ve kiriş sistemlerinin kesintisiz sürekli bir şekilde düzenlenmesi, deprem sırasında oluşan etkileri önemli ölçüde azaltmaktadır.

## 6. KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007.
- [2] Kasap H., Özyurt Z., "Perde En Kesit Şeklinin ve Planda Perde Yerinin Değişmesinin, Perdeler ve Çerçeveler Arasındaki Kesme



Kuvveti Dağılımına Etkisi’’, SAÜ Fen Bilimleri Enstitü Dergisi , Sakarya, 2002.

- [3] Celep Z., ve Kumbasar N.,“Deprem Mühendisliğine Giriş ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı ” , Beta Dağıtım, İstanbul, 2004.
- [4] Kasap H., Şahin Ö., “1975 Yönetmeliğine Göre Yapılmış Yapıların Yeni Deprem Yönetmeliğine Göre Performans Değerlendirmesi’’, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Kütüphanesi, Sakarya, 2009.
- [5] Gülay G., Bahçecioglu A., “ Planda Düzensiz Yapıların Deprem Etkileri Altındaki Davranışı ”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Kütüphanesi İstanbul, 2005.
- [6] Arslan M., Köroğlu M., Köken A. “Binaların Yapısal Performansının Statik İtme Analizi ile Belirlenmesi’’, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Konya, 2008.
- [7] Özkul T.,Gezmiş M.,“Planda Taşıyıcı Sistemi Düzenli ve Düzensiz Olan Betonarme İki Yapının Davranışının İncelenmesi ”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Kütüphanesi İstanbul, 2012.
- [8] Öztürk T., Yılmaz T., “Betonarme Yapılarda Taşıyıcı Sistem ve Donatı Düzenleme İlkeleri ”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul, 2006.
- [9] Döndüren M., Karaduman A., Çöğürücü M., Altın M. “Yapılarda Burulma Düzensizliği’’, Teknik-Online Dergisi Sayı 1-2007,Konya, 2007.
- [10] Özyurt Z., Kanıcı M.,“Betonarme Yapılarda A2 Türü Düzensizliği Üzerine Parametrik Bir İnceleme’’, Yüksek Lisans Tezi, SAÜ Kütüphanesi, Sakarya, 2006.
- [11] ÖztürkT., Başarı A., “Döşeme Düzensizliklerinin Taşıyıcı Sistem Davranışlarına Etkisi ”, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Kütüphanesi, İstanbul, 2007.