



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2009, Volume: 4, Number: 2, Article Number: 1A0014

ENGINEERING SCIENCES

Received: October 2008

Accepted: March 2009

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2009 www.newwsa.com

Burak Yön

Erkut Sayın

University of Firat

burakyon@firat.edu.tr

Elazığ-Türkiye

**BURULMA DÜZENSİZLİĞİ OLAN YAPILARDA ZEMİN SINIFININ KOLONLARIN
DAVRANIŞLARINA ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada burulma düzensizliğine sahip bir yapıda farklı zemin sınıflarının meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Bu amaçla, Deprem Yönetmeliğimizde (DBYYHY-2007) belirtilen burulma düzensizliğine göre perdeli-çerçevesel çok katlı bir yapı tasarlanarak zemin sınıflarının bu yapının kolonlarındaki eğilme momenti ve kesme kuvvetine etkisi araştırılmıştır. Çözümler için deprem yönetmeliğimizdeki dört adet zemin sınıfına göre tepki spektrumları oluşturularak yapıların analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aynı geometriye sahip düzenli yapının kolonları ile karşılaştırılmıştır. Seçilen kolonlardaki eğilme momenti ve kolon kesme kuvveti değerleri grafikler ve tablolar halinde verilmiştir. Analizler sonucunda zemin sınıfının düzenli ve burulma düzensizliğine sahip yapının kolonlarında oluşan kesme kuvveti ve eğilme momentlerini yaklaşık aynı oranda arttırdığı gözlenmiştir. Çözümlerde SAP2000 yapı analiz programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Burulma Düzensizliği, Zemin Sınıfı, Eğilme Momenti, Kolon Kesme Kuvveti

**INVESTIGATION OF EFFECT OF LOCAL SITE CLASSES TO COLUMNS BEHAVIOR ON
STRUCTURES WITH TORSIONAL IRREGULARITY**

ABSTRACT

In this study, creating effects of different local site classes are investigated on torsional irregularity structure. For this purpose, shear wall-frame multi-storey structure is designed according to torsional irregularity indicated Turkish earthquake code and effect of local site classes are investigated to the bending moment and shearing force at columns of this structure. Analyses of structures are performed by composing to the response spectrum according to four local site classes in Turkish earthquake code for solves. Obtained results are compared with columns of same shaped regularity structure. Values of bending moment and shearing force at selected columns are represented on tables and graphics. After the analyses it is seen that local site classes increase same rate the shearing force and bending moment of structure columns. SAP2000 structure analysis program is performed in solves.

Keywords: Torsional Irregularity, Local site Class, Bending Moment, Column Shearing Force



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Son yıllarda meydana gelen büyük depremler, yapıları depreme dayanıklı olmayan ülkelerde çok sayıda can ve mal kaybına yol açmaktadır. Deprem hareketinin yeryüzünde meydana getirdiği etki depremin büyüklüğüne, çıkan enerji miktarına, deprem dalgasının yayıldığı bölgenin jeolojik yapısına ve göz önüne alınan bölgedeki zemin durumuna bağlıdır [1]. Deprem etkisini incelemek amacıyla yapılan çalışmalardan ve geçmiş depremlerden edinilen tecrübelerden yararlanılarak, ülkeler deprem yönetmeliklerini sürekli güncellemektedir. Bu kapsamda ülkemizde 1998 yılına kadar yürürlükte olan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik güncellenerek, Mart 2007 de Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik adıyla yürürlüğe girmiştir.

Yapıların depreme dayanıklı tasarımı yapılırken sadece depremden oluşacak olan yatay kuvvetlerin etkisi dikkate alındığında eksik bir hesap yapılmış olunur. Çünkü yapı planında bir düzensizlik durumu söz konusu ise yapıda ek burulma etkileri oluşacaktır [2]. Burulma düzensizliği esas olarak yapının planda kütle merkezi ile rijitlik merkezinin çakışmaması durumunda meydana gelir. Kütle merkezi ile rijitlik merkezi arasındaki mesafenin artması yapıda oluşacak burulma momentinin artmasına sebep olur.

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmada burulma düzensizliğine sahip çok katlı perdeli+çerçevesel yapılarda, zemin sınıfının yapıdaki düşey taşıyıcı elemanlarda meydana getirdiği ek kuvvetler incelenmiştir. Bu kapsamda, burulma düzensizliğine sahip bir yapı tasarlanarak deprem yönetmeliğimizde verilen zemin sınıflarına göre tepki spektrumları oluşturularak analizler yapılmıştır. Yapısal analizlerde SAP2000 yapı analiz programı kullanılmıştır.

Birçok ülkenin deprem yönetmeliğinde olduğu gibi deprem yönetmeliğimizde de en çok sözü edilen düzensizlik türü burulma düzensizliğidir[3]. Yapısal düzensizlikler içinde önemli bir yer tutan burulma düzensizliğinin birçok yönetmelikte tanımı verilerek bu tür düzensizliğe sahip yapılar için hesapların tekrarı, deprem yüklerinin artırılması veya dinamik analiz gibi ek hesapların yapılması öngörülürken bazı yönetmelikler hiçbir şekilde bu tür yapısal düzensizliğe izin vermemektedir.

Deprem Yönetmeliğinde birbirine dik iki deprem doğrultusunun her biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin, o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî kat ötelemesine oranını ifade eden burulma düzensizliği katsayısının 1.2'den büyük olması durumu ($\eta_{bi} > 1.2$) burulma düzensizliği olarak tanımlanmaktadır[4].

$$\eta_{bi} = \frac{(\Delta_i)_{maks}}{(\Delta_i)_{ort}} > 1.2 \quad (1)$$

Burada η_{bi} burulma düzensizliği katsayısını, $(\Delta_i)_{maks}$ ilgili kattaki maksimum görelî kat ötelemesini, $(\Delta_i)_{ort}$ ise ilgili kattaki ortalama görelî kat ötelemesini ifade etmektedir. Burulma düzensizliği katsayısının özellikle perdelerin kenar akslardan uzaklaşmaları halinde, aks ve kat sayısının azalması durumunda arttığı gözlenmiştir [5 ve 6].

3. ANALİTİK ÇALIŞMA (ANALYTICAL STUDY)

Bu çalışmada burulma düzensizliğine sahip zemin+6 katlı perdeli+çerçevesel yapılarda zemin sınıfının yapıdaki düşey taşıyıcı elemanlarda meydana getirdiği ek kuvvetler incelenmiştir. Bu kapsamda, burulma düzensizliğine sahip bir yapı tasarlanarak deprem yönetmeliğimizde verilen zemin sınıflarına göre tepki spektrumları oluşturularak analizler yapılmıştır. Yapısal analizlerde SAP2000 yapı analiz programı kullanılmıştır.

3.1. Zemin Tepki Spektrumunun Elde Edilmesi (Obtaining of Soil Response Spectra)

Spektrum Katsayısı $S(T)$, yerel zemin koşullarına ve bina doğal periyodu T 'ye bağlı olarak (2) denkleminde elde edilmiştir. Burada T_A ve T_B spektrum karakteristik periyotlarını göstermektedir.

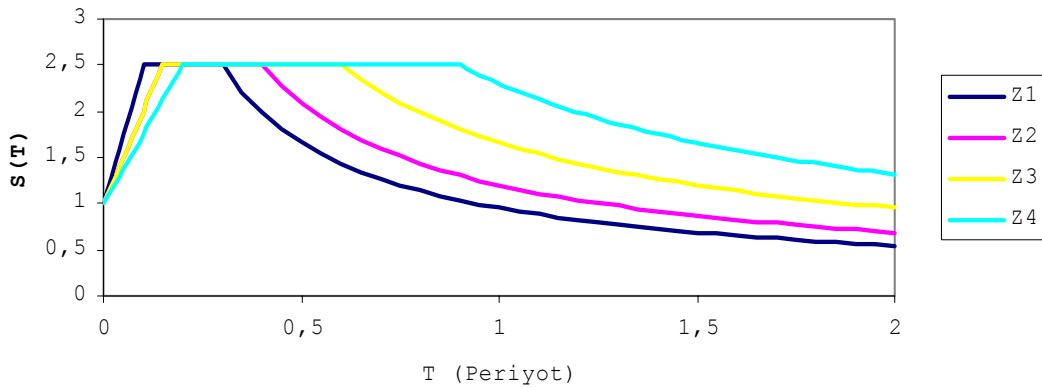
$$\begin{aligned} S(T) &= 1 + 1.5T/T_A & (0 \leq T \leq T_A) \\ S(T) &= 2.5 & (T_A < T \leq T_B) \\ S(T) &= 2.5(T_B/T)^{0.8} & (T > T_B) \end{aligned} \quad (2)$$

Tablo 1. Spektrum karakteristik periyotları
(Table 1. Spectrum characteristic periods)

Zemin Sınıfları	T_A (s)	T_B (s)
Z1	0.10	0.30
Z2	0.15	0.40
Z3	0.15	0.60
Z4	0.20	0.90

3.2. Zemin Tepki Spektrumu (Soil Response Spectra)

Deprem mühendisliğinde yapıların analizleri için tasarım tepki spektrumları kullanılmaktadır. Farklı zemin durumlarına ait spektrum eğrilerinin birbiriyle kıyaslanması amacıyla, önce spektrum eğrilerinin normalize edilmesi gerekir. Şekil 1 de normalize edilmiş dört tür yerel zemin durumunun spektrum eğrileri verilmiştir.

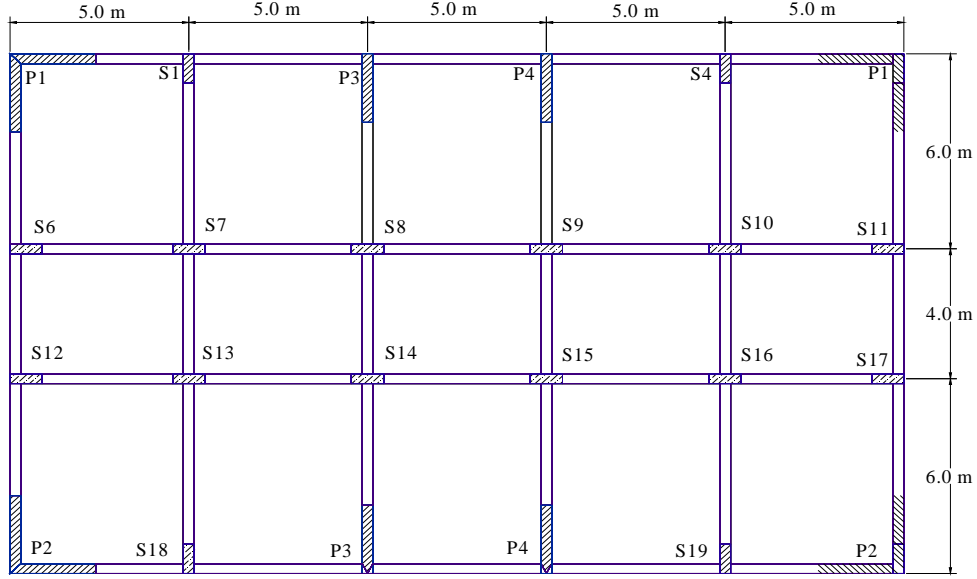


Şekil 1. Zemin tepki spektrumu (Figure 1. Soil response spectra)

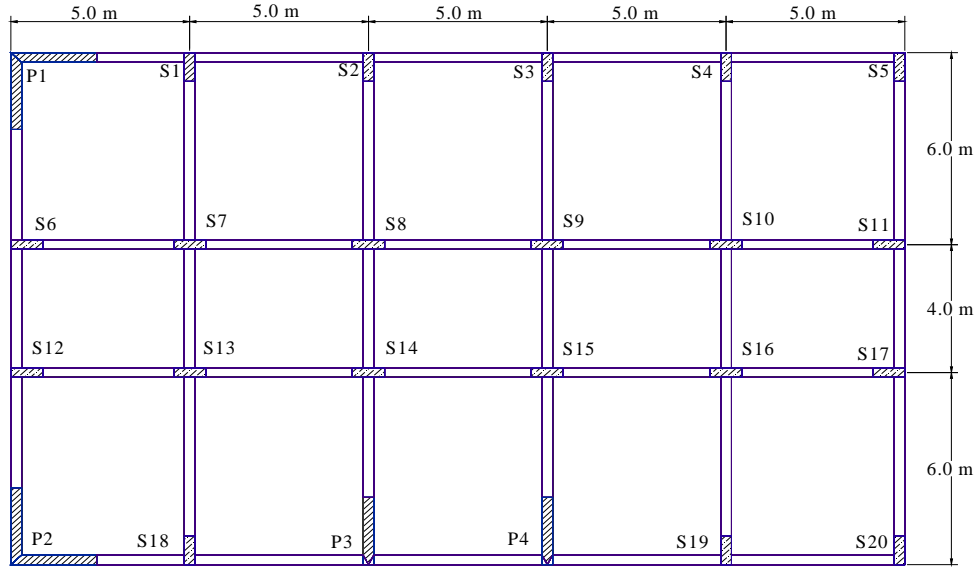
3.3. Sayısal Uygulama (Numerical Application)

Analizlerde kullanılan yapılar zemin+6 katlı olarak seçilmiştir. Yapıda düşey taşıyıcı sistem olarak perde ve kolonlar kullanılmıştır. Tüm

modellerde yapı yüksekliği 3m, kolonlar 30x90 cm ve 90x30 cm, perdeler 30x240 cm, kirişler 30x60 cm ve döşeme kalınlığı 12 cm olarak alınmıştır. Beton sınıfı C20, donatı ise S420 olarak seçilmiştir. Modellerin 1.derece deprem bölgesinde bulunduğu ve farklı zemin sınıfına sahip olduğu düşünülmüştür. Bina önem katsayısı $I=1$ olarak alınmıştır. Sistemin döşemelerinin rijit diyafram olarak çalıştığı kabul edilmiştir. Seçilen düzenli yapının ve burulma düzensizliğine sahip yapının kat planı Şekil 2 ve 3'de verilmiştir.



Şekil 2. Düzenli yapının kat planı
(Figure 2. Floor plan of regular structure)



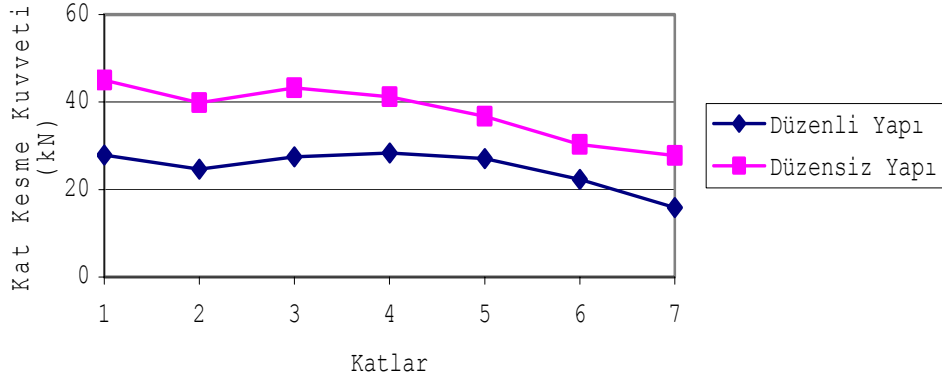
Şekil 3. Burulma düzensizliğine sahip yapının kat planı
(Figure 3. Floor plan of torsional irregularity structure)

4. BULGULAR (FINDINGS)

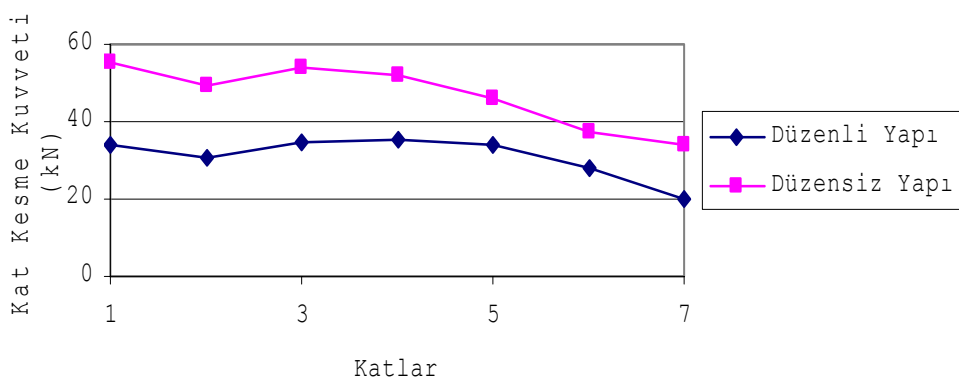
Yapılan analizlerde S11 köşe kolonu ile S14 iç kolonundan elde edilen kesme ve eğilme momenti değerleri Tablo 2, 3, 4 ve 5 ile Şekil 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 ve 19'da verilmektedir.

Tablo 2. S11 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Table 2. Floor shearing forces of S11 column)

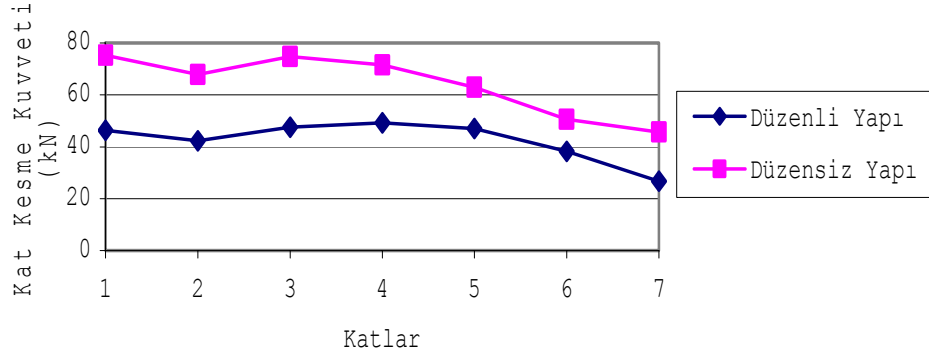
Katlar	Z1		Z2		Z3		Z4	
	Kesme Kuvveti (kN)							
	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli
7	27.8	15.9	33.9	19.7	45.6	26.8	47.6	27.4
6	30.3	22.3	37.3	27.8	50.5	38.2	52.7	39.1
5	36.7	27.1	45.9	34.1	62.9	47.1	65.8	48.1
4	41.2	28.3	51.8	35.6	71.5	49.2	74.8	50.3
3	43.2	27.5	54.3	34.5	74.8	47.6	78.3	48.6
2	39.8	24.6	49.6	30.6	67.9	42.2	71.1	42.9
1	45.0	27.9	55.5	34.0	75.3	46.4	78.7	47.5



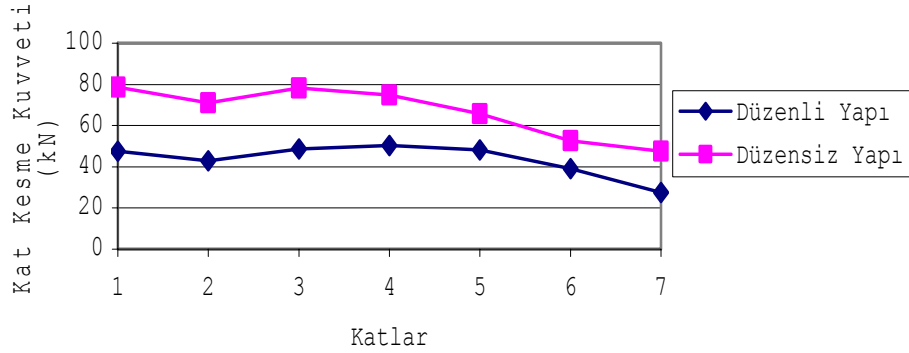
Şekil 4. Z1 zemin sınıfında S11 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 4. Floor shearing forces of S11 column at Z1 local site class)



Şekil 5. Z2 zemin sınıfında S11 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 5. Floor shearing forces of S11 column at Z2 local site class)



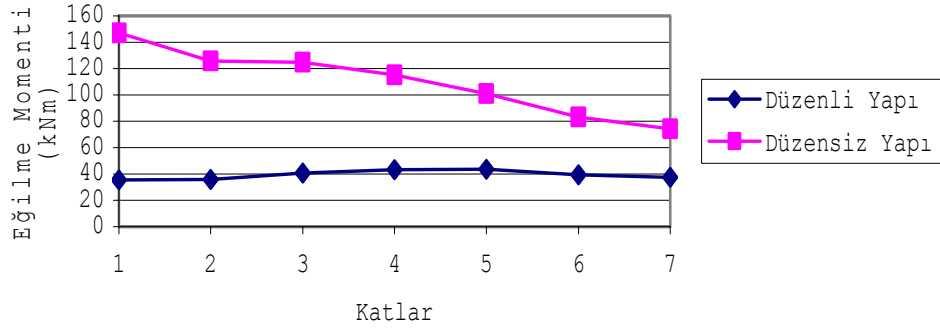
Şekil 6. Z3 zemin sınıfında S11 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 6. Floor shearing forces of S11 column at Z3 local site class)



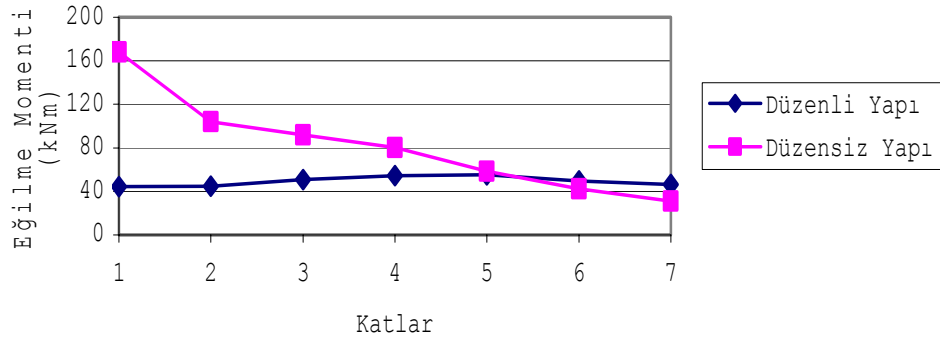
Şekil 7. Z4 zemin sınıfında S11 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 7. Floor shearing forces of S11 column at Z4 local site class)

Tablo 3. S11 kolonunun eğilme momentleri
(Table 3. Bending moment of S11 column)

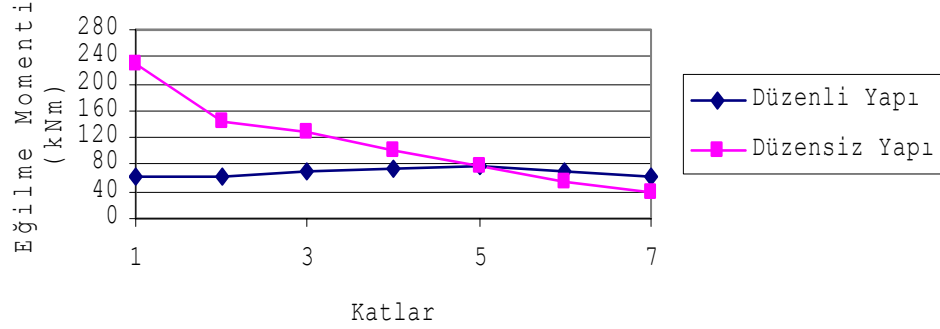
Katlar	z1		z2		z3		z4	
	Eğilme Momenti (kNm)							
	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli
7	26.0	37.3	31.1	46.2	40.8	63.1	42.6	64.5
6	35.9	39.4	42.5	49.7	55.5	68.1	57.8	69.6
5	48.1	43.7	58.4	55.1	78.3	76.1	81.8	77.8
4	60.3	43.3	80.1	54.5	102.6	75.3	107.2	77.1
3	73.1	40.7	91.9	50.9	126.8	70.1	132.6	71.6
2	83.9	35.9	104.1	44.7	143.5	61.1	150.2	62.5
1	135.2	35.6	168.1	44.2	229.5	60.3	239.8	61.7



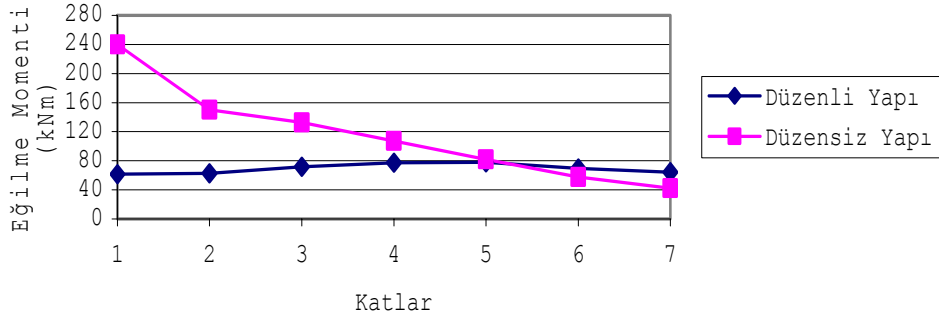
Şekil 8. Z1 Zemin sınıfında S11 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 8. Bending moments of S11 column at Z1 local site class)



Şekil 9. Z2 Zemin sınıfında S11 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 9. Bending moments of S11 column at Z2 local site class)



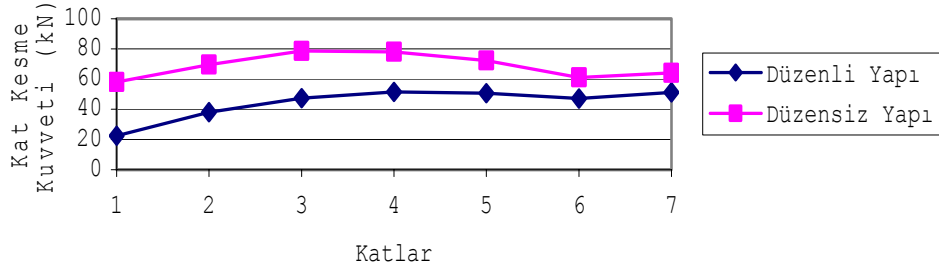
Şekil 10. Z3 Zemin sınıfında S11 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 10. Bending moments of S11 column at Z3 local site class)



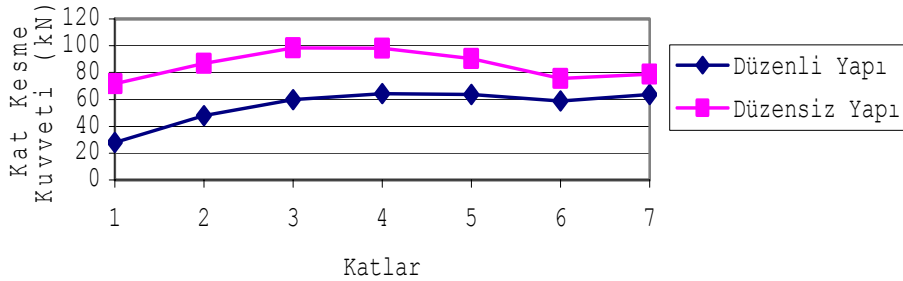
Şekil 11. Z4 Zemin sınıfında S11 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 11. Bending moments of S11 column at Z4 local site class)

Tablo 4. S14 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Table 4. Floor shearing forces of S14 column)

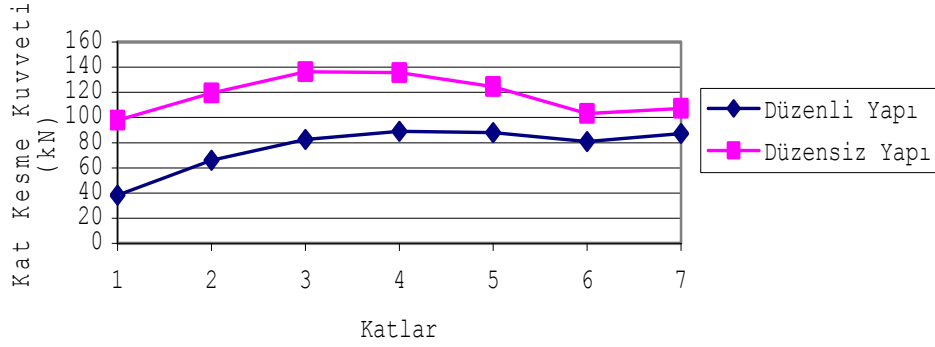
Katlar	Z1		Z2		Z3		Z4	
	Kesme Kuvveti (kN)							
	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli
7	64.1	51.3	78.9	63.8	107.2	87.4	112.1	89.4
6	61.2	47.1	75.7	58.8	103.3	80.7	108.1	67.3
5	72.3	50.8	90.4	63.7	124.4	87.8	130.3	84.4
4	78.1	51.4	98.2	64.2	135.6	88.8	142.2	90.8
3	78.5	47.5	98.6	59.7	136.2	82.6	142.8	84.4
2	69.6	38.2	86.9	47.8	119.5	65.8	125.3	67.3
1	58.0	22.5	71.7	27.9	97.7	38.1	102.3	39.0



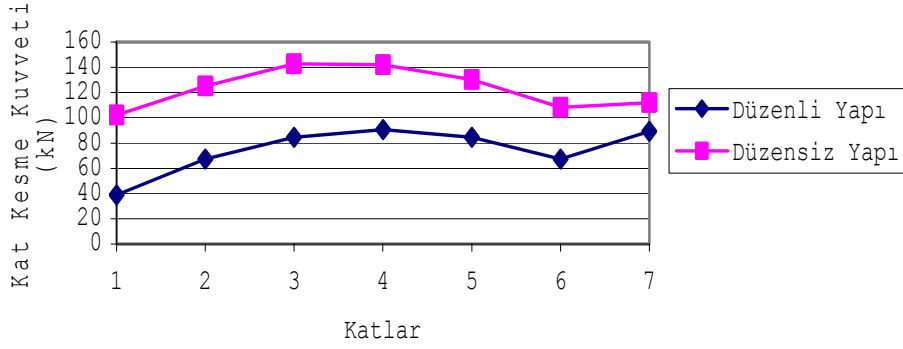
Şekil 12. Z1 Zemin sınıfında S14 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 12. Floor shearing forces of S14 column at Z1 local site class)



Şekil 13. Z2 Zemin sınıfında S14 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 13. Floor shearing forces of S14 column at Z2 local site class)



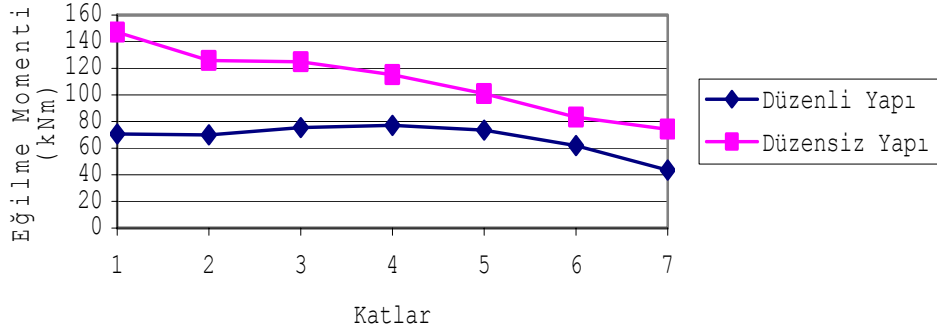
Şekil 14. Z3 Zemin sınıfında S14 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 14. Floor shearing forces of S14 column at Z3 local site class)



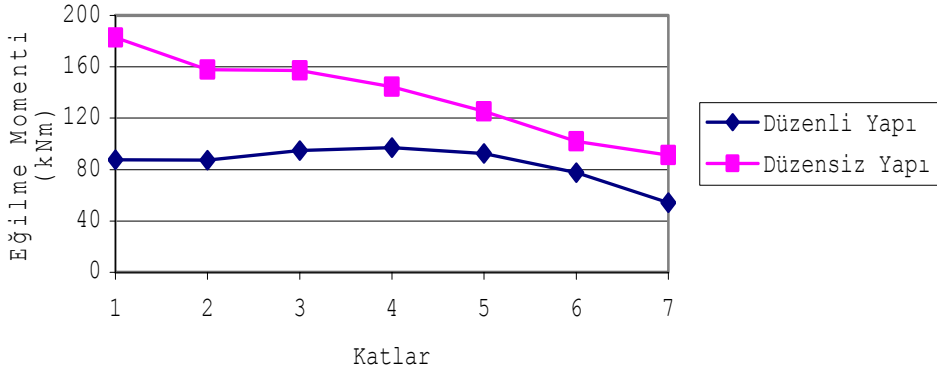
Şekil 15. Z4 Zemin sınıfında S14 kolonunun kat kesme kuvvetleri
(Figure 15. Floor shearing forces of S14 column at Z4 local site class)

Tablo 5. S14 kolonunun eğilme momentleri
(Table 5. Bending moments of S14 column)

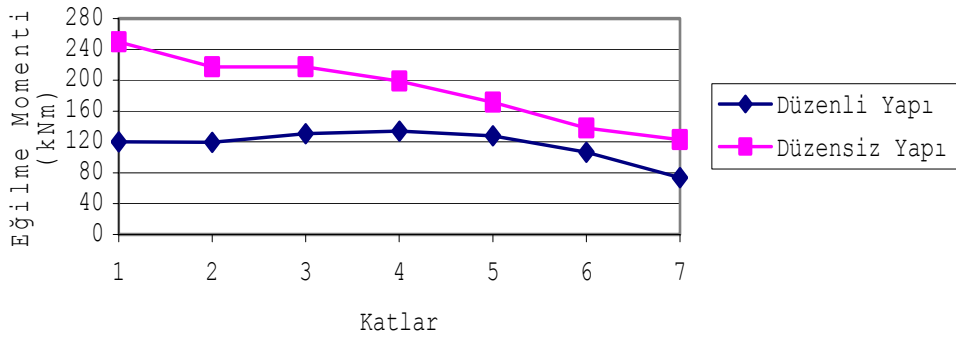
Katlar	Z1		Z2		Z3		Z4	
	Eğilme Momenti (kNm)							
	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli	Düzensiz	Düzenli
7	74.2	43.6	91.1	54.2	123.1	74.0	128.3	75.8
6	83.2	61.8	102.1	77.5	137.8	106.8	144.2	109.2
5	101.1	73.5	125.4	92.5	171.3	127.8	179.4	130.7
4	115.2	77.2	144.5	97.1	199.0	134.1	208.6	137.1
3	124.9	75.6	157.1	94.7	217.2	130.6	227.7	133.5
2	125.8	70.1	157.8	87.4	217.5	119.8	228.1	122.6
1	147.1	70.5	182.8	87.6	250.0	119.9	261.9	122.7



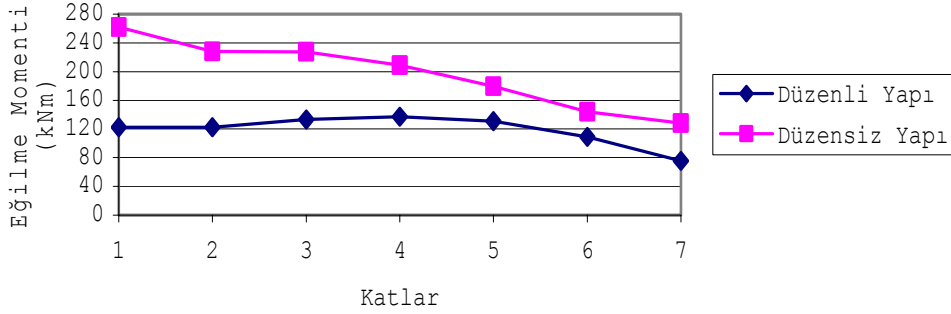
Şekil 16. Z1 Zemin sınıfında S14 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 16. Bending moments of S14 column at Z1 local site class)



Şekil 17. Z2 Zemin sınıfında S14 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 17. Bending moments of S14 column at Z2 local site class)



Şekil 18. Z3 Zemin sınıfında S14 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 18. Bending moments of S14 column at Z3 local site class)



Şekil 19. Z4 Zemin sınıfında S14 kolonunun eğilme momentleri
(Figure 19. Bending moments of S14 column at Z4 local site class)

5. SONUÇ (CONCLUSION)

Bu çalışmada burulma düzensizliğine sahip bir yapıda farklı zemin sınıflarının meydana getirdiği etkiler incelenmiştir. Yapının kolonlarındaki kesme kuvveti ve eğilme momenti büyüklüklerinin bulunmasında tepki spektrumu yöntemi kullanılmıştır. Sayısal uygulama olarak aynı geometrili düzenli ve burulma düzensizliğine sahip perde+çerçevesiz 7 katlı iki yapı tasarlanmıştır. Her bir zemin sınıfı değişimi için bu yapıların çözümlerinden elde edilen eğilme momenti ve kesme kuvveti değerlerinin ilgili yapıya etkisi incelenmiştir. Yapılan analizler neticesinde zemin sınıfının düzenli ve burulma düzensizliğine sahip yapının kolonlarında oluşan kesme kuvveti ve eğilme momentlerini yaklaşık aynı oranda etkilediği belirlenmiştir. Aynı zemin sınıfına sahip düzenli ve düzensiz yapıların kolonlarındaki kesme kuvveti ve eğilme momentlerindeki farkın burulma momentinden kaynaklandığı görülmüştür.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Celep, Z. ve Kumbasar, N., (2004). Deprem Mühendisliğine Giriş, İstanbul, Beta Dağıtım.
2. Güney, D. ve Boduroğlu, M.H., (2006). Deprem Etkisi Altındaki Simetrik ve Asimetrik Yapıların, Lineer Olmayan Tepkilerine Dolgu Duvarlarının Katkısı, itüdergisi/d mühendislik, Cilt:5, Sayı:3, ss:165-174.
3. Livaoğlu, R. ve Doğançün, A., (2003). Burulma Düzensizliği Olan Çok Katlı Yapılarda Rijit ve Esnek Taraflarda Bulunan Elemanların Davranışlarının İrdelenmesi, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, No: AT-102, 26-30 Mayıs 2003, İstanbul.
4. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik, 2007.
5. Özmen, G., (2004). Çok Katlı Yapılarda Aşırı Burulma Düzensizliği, İMO Teknik Dergi, Cilt:15, Sayı:1, ss:3131-3144.
6. Özmen, G. and Gülay, G., (2002). An Investigation of Torsionally Irregular Multi-Story Buildings Under Earthquake Loading, Structural Engineering and Mechanics, No:14(2).