

Mevcut Binalardaki Geri Çekme Düzensizliği

Emre Çelebi

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Temmuz-2012

Set-Back Irregularity of Existing Buildings

Emre Çelebi

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Civil Engineering

July-2012

Mevcut Binalardaki Geri Çekme Düzensizliği

Emre Çelebi

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı
Yapı Bilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Danışman: Prof. Dr. Hasan GÖNEN

Temmuz-2012

ONAY

İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Emre Çelebi'nin YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Mevcut Binalardaki Geri Çekme Düzensizliği" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Hasan GÖNEN

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Prof. Dr. Hasan GÖNEN

Üye: Prof. Dr. Eşref ÜNLÜOĞLU

Üye: Doç. Dr. Nevzat KIRAÇ

Üye: Doç. Dr. Mizan DOĞAN

Üye: Yrd. Doç. Dr. Melih Cemal KUŞHAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Nimetullah BURNAK

Enstitü Müdürü

ÖZET

Günümüzde gelişmiş inşaat teknolojilerinin de yardımıyla çok katlı yapıların yapımı mümkün hale gelmiştir. Bu yapıların depreme karşı dayanıklılığının sağlanabilmesi için tasarım ve projelendirme aşamasında oldukça dikkatli davranılmalıdır. Bu nedenle inşaat mühendisi özellikle yapısal düzensizlik durumu da varsa binanın hesabında doğru yapı modelini seçmelidir. Dünyadaki birçok yönetmelik yapıların olası bir deprem karşısındaki davranışlarının belirsizliği ve çözüm yöntemindeki yaklaşıklardan dolayı yapısal düzensizliğe sahip binalar için bir takım kısıtlamalar ve yaptırımlar öngörmektedir. Bu çalışmada düşey geometrik düzensizliklerden biri olan geri çekme düzensizliği incelenmiştir. Bunun için bilgisayar ortamında değişik şekillerde yüksek yapı modelleri üretilmiştir. Üretilen bu yapı modellerinin yatay deprem kuvveti etkisi altında yaptıkları yer değiştirmeler ve bunlara bağlı olarak katlar arasındaki rölatif deplasman farklarının oranları (δ_{i+1}/δ_i) tablolar ve grafiklerle karşılaştırılarak incelenmiş ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca bu yapı modellerinin katlarındaki kolonların, iç kuvvetlerinde meydana gelen değişimler incelenmiş, sonuçlar tablolar ve grafiklerle değerlendirilmiştir. Tüm uygulamalar SAP2000 programı ile analiz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Geri çekme düzensizliği, düşey geometrik düzensizlik

SUMMARY

Today, with the help of developed construction technologies, it is possible to construct tall multi-storey buildings. In order to achieve the resistance of these buildings against earthquake, extreme caution is needed in design and projecting stages. Therefore construction engineer should select the correct construction model especially if there is a structural irregularity. Many regulations in the world include limitations and enforcements for buildings with structural irregularity due to their indefinite behaviors against earthquakes and approximations in solution method. In this study, set-back irregularity which is one of the vertical geometric irregularities is examined. For this, tall building models in different shapes were produced in computer environment. The displacements of these buildings under horizontal earthquake effect and in relation with that, the relative displacement difference ratios between storeys were comparatively examined by tables and graphs (δ_{i+1}/δ_i). Besides, the changes occurred in the internal forces of the columns in the storeys of these building models were examined and the results were evaluated by tables and graphs. All applications were analyzed by SAP2000 program.

Key Words: Set-back irregularity, vertical geometric irregularity

TEŞEKKÜR

Bu alıőmanın hazırlanmasında ve derslerimde bana yol gösteren ve yardımları ile alıőmalarımı yönlendiren danıőmanım Sayın Prof. Dr. Hasan Gönen'e, her konuda desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Sayın Doç. Dr. Mizan Doğan'a, bütün mesai arkadaşlarıma, çalıőmalarım sırasında beni maddi ve manevi olarak her zaman destekleyen değerli aileme en içten dileklerle teőekkürlerimi sunarım.

Emre Çelebi
Temmuz-2012

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Kapsamı	3
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	4
2.1. Dünya Yönetmeliklerinde Geri Çekme Kriterleri	4
2.1.1. Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY)	4
2.1.2. Eurocode 8: Earthquake Resistant Design of Structures	5
2.1.3. Uniform Building Code (UBC)	7
2.1.4. National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP)	8
2.1.5. Applied Technology Council (ATC)	9
2.1.6. Avustralya Yönetmeliği	10
2.1.7. Kanada Yönetmeliği	11
2.1.8. Hindistan Yönetmeliği	11
3. GERİ ÇEKME TEORİSİ	12
3.1. Geri Çekme Düzensizliğinin Tanımı	12
3.2. Geri Çekmeli Yapılar	13
4. SAYISAL ÖRNEKLER	16
4.1. Örnek 1	18
4.2. Örnek 2	20

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
4.3. Örnek 3	21
4.3.1. Örnek 3.1: Geri çekme katlarının açıklıklarının arttırılması	23
4.3.2. Örnek 3.2: Geri çekme katlarının arttırılması	26
4.3.2.1. Örnek 3.2.1: Bina ağırlıklarının dikkate alınarak geri çekme katlarının arttırılması	28
4.3.2.2. Örnek 3.2.2: Yapılardaki açıklıkların 6 metreye çıkarılması	31
4.3.2.2.1. Açıklığın 3 metre ve 6 metre olması durumunda bu yapıların tek tek karşılaştırılması	33
4.4. Örnek 4: Geri Çekme Kat Sayısının Arttırılması ve Dilatasyonlu Çözüm	37
4.4.1. Örnek 4.1: Dilatasyonlu durumda çarpışma etkisinin incelenmesi....	39
4.5. Örnek 5: Üstten Çıkmalı Yapılar	41
4.5.1.1. Örnek 5.1.1: Çıkma 2 metre ise	41
4.5.1.2. Örnek 5.1.2: Çıkma 4 metre ise	43
4.5.1.3. Örnek 5.1.2: Çıkma 6 metre ise	44
4.5.2.1. Örnek 5.2.1: Çıkma 2. kattan sonra ise	45
4.5.2.2. Örnek 5.2.1: Çıkma 4. kattan sonra ise	46
4.5.2.2. Örnek 5.2.1: Çıkma 8. kattan sonra ise	46
4.6. Örnek 6	47
4.6.1. Örnek 6.1.	49
5. SAYISAL ÖRNEKLER 2- KOLONLARDA MEYDANA GELEN İÇ KUVVETLERDEKİ DEĞİŞİM	50
5.1. Örnek 1	52
5.2. Örnek 2	53
5.3. Örnek 3	54
5.4. Örnek 4	56
5.5. Örnek 5	57
5.6. Örnek 6	58

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.7. Örnek 7: Bina Ağırlıkları Dikkate Alınarak Kolonlardaki Moment ve Kesme Kuvveti Değerlerinin İncelenmesi	61
5.8. Örnek 8: Yapılardaki Açıklıkların 6 Metreye Çıkarılması	64
5.8.1. Örnek 8A	64
5.8.1.1. Örnek 8A.1: Karşılaştırma	65
5.8.2. Örnek 8B	66
5.8.2.1. Örnek 8B.1: Karşılaştırma	67
5.8.3. Örnek 8C	68
5.8.3.1. Örnek 8C.1: Karşılaştırma	69
5.8.4. Örnek 8D	70
5.8.4.1. Örnek 8D.1: Karşılaştırma	71
5.9. Örnek 9	72
5.10. Örnek 10	73
5.11. Örnek 11	74
5.12. Örnek 12	77
5.13. Örnek 13	79
5.14. Örnek 14	80
5.14.1. Örnek 14.1	82
6. SONUÇLAR	84
KAYNAKLAR DİZİNİ	86

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 TDY geri çekme kriteri	5
2.2 Eurocode geri çekme kriterleri	6
2.3 Eurocode geri çekme kriterleri	6
2.4 Eurocode geri çekme kriterleri	7
2.5 UBC geri çekme kriterleri	7
2.6 NEHRP geri çekme kriterleri	
2.7 NEHRP geri çekme kriterleri	9
2.8 ATC geri çekme tipleri	9
2.9 Avustralya yönetmeliği geri çekme kriteri	10
2.10 Hindistan yönetmeliği geri çekme tipi	11
3.1 Uygulamada sık rastlanan geri çekme yapı tipleri	12
3.2 Geri çekme yapı tipleri	13
3.3 Uygulamada sık rastlanan geri çekme yapı tipleri	13
3.4 Uygulamada sık rastlanan geri çekme yapı tipleri	14
3.5 Geri çekmeli yapılan otel	15
3.6 Üstten çıkmalı yapı	15
4.1 Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı, b) tam (normal) yapı	18
4.2 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	19
4.3 Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı, b) tam (normal) yapı	20
4.4 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	20
4.5 Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı, b) tam (normal) yapı	21
4.6 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	22
4.7 2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	23
4.8 Geri çekme açıklıklarının arttırılması a) 3 açıklıklı, b) 5 açıklıklı, c) 7 açıklıklı	24
4.9 3 yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	24
4.10 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	25
4.11 Geri çekme kat sayısının arttırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d) 10 geri çekme ...	26
4.12 4 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	27

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
4.13	4 Yapının Yapmış Oldukları Rölatif Deplasman Farkları	28
4.14	Set-back kat sayısının arttırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d) 10 geri çekme ...	29
4.15	4 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar ..	29
4.16	4 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	30
4.17	Set-back kat sayısının arttırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d)10 geri çekme	31
4.18	4 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar ..	31
4.19	4 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları ...	32
4.20	2 yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar ...	33
4.21	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar ..	33
4.22	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar ..	34
4.23	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar ..	34
4.24	2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	35
4.25	2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	35
4.26	2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	36
4.27	2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	36
4.28	Geri çekme kat sayısının arttırılması ve dilatasyon konulması sonucu oluşan yapılar a) 4geri çekme, b) 8geri çekme, c) dilatasyonlu	37
4.29	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	38
4.30	3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	38
4.31	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	40
4.32	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	40
4.33	Üstten çıkmalı yapılar a) 2.kattan sonra çıkma, b) 4.kattan sonra çıkma, c) 8.kattan sonra çıkma	41
4.34	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	42
4.35	3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	42
4.36	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	43
4.37	3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	43
4.38	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	44
4.39	3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	44

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
4.40	Üstten çıkmalı yapılar a) çıkma 2 metre, b) çıkma 4 metre, c) çıkma 6 metre	45
4.41	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	45
4.42	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	46
4.43	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	46
4.44	Yapı tipleri a) geri çekmeli (set-back) yapı b) tam (normal) yapı	47
4.45	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	47
4.46	2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	48
4.47	3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	49
4.48	3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları	49
5.1	Geri çekme katı 3 açıklıklı	52
5.2	Geri çekme katı 5 açıklıklı	53
5.3	Geri çekme katı 7 açıklıklı	54
5.4	Kolonların başlangıcında moment değerleri	55
5.5	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	55
5.6	4 geri çekmeli yapı	56
5.7	8 geri çekmeli yapı	57
5.8	10 geri çekmeli yapı	58
5.9	Kolonların başlangıcında moment değerleri	59
5.10	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	60
5.11	Geri çekme kat sayısının artırılması ve dilatasyon konulması sonucu oluşan yapılar a) 4 geri çekme, b) 8 geri çekme, c) dilatasyonlu ...	61
5.12	Kolonların başlangıcında moment değerleri	62
5.13	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	63
5.14	2 geri çekmeli yapı	64
5.15	Kolonların başlangıcında moment değerleri	65
5.16	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	66
5.17	4 geri çekmeli yapı	66
5.18	Kolonların başlangıcında moment değerleri	67

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>		<u>Sayfa</u>
5.19	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	68
5.20	8 geri çekmeli yapı	68
5.21	Kolonların başlangıcında moment değerleri	69
5.22	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	70
5.23	10 geri çekmeli yapı	70
5.24	Kolonların başlangıcında moment değerleri	71
5.25	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	72
5.26	4 geri çekmeli yapı	72
5.27	8 geri çekmeli yapı	73
5.28	Dilatasyonlu yapı	74
5.29	Kolonların başlangıcında moment değerleri	75
5.30	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	76
5.31	Çekmenin bulunacağı kata dilatasyon konulması	77
5.32	Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı b) tam (normal) yapı	77
5.33	Kolonların başlangıcında moment değerleri	78
5.34	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	78
5.35	Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı b) tam (normal) yapı	79
5.36	Kolonların başlangıcında moment değerleri	79
5.37	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	80
5.38	Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı b) tam (normal) yapı	80
5.39	Kolonların başlangıcında moment değerleri	81
5.40	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	81
5.41	Kolonların başlangıcında moment değerleri	82
5.42	Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri	82

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>		<u>Sayfa</u>
4.1	Örneklerde incelenen yapı şekilleri	17
4.2	Katlarda meydana gelen deplasmanlar	19
4.3	Katlar Arası Rölatif Deplasman Farklarının Oranları	22
4.4	Katlar Arası Rölatif Deplasman Farklarının Oranları	27
4.5	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	39
4.6	2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar	40
5.1	Örneklerde incelenen yapı şekilleri	51
5.2	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	52
5.3	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	53
5.4	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	54
5.5	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	56
5.6	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	58
5.7	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	59
5.8	Kolonların başlangıcındaki moment değerleri	62
5.9	Kolonlardaki kesme kuvveti değerleri	63
5.10	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	65
5.11	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	67
5.12	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	69
5.13	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	71
5.14	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	73
5.15	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	74
5.16	Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri ..	75

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Deprem, yerini, zamanını ve büyüklüğünü belirleyemediğimiz büyük can ve mal kayıpları verdiğimiz bir doğa olayıdır. Ülkemiz yeryüzünün en güzel ve tabiat olarak en zengin yerlerinden birinde ancak jeolojik ve topografik yapısı nedeniyle deprem açısından oldukça şanssız bir konumda bulunmaktadır. Yer kabuğunun en aktif kırık hatlarından biri (KAF) Türkiye üzerinden geçmektedir. Bu nedenle ülkemizde sürekli depremler olmaktadır. Yüzölçümü olarak Türkiye'nin %42'si 1.derece, %25'i 2.derece, %18'i 3.derece, %13'ü 4.derece, %2'si 5.derece deprem bölgesindedir. Nüfusumuzun ise yaklaşık %70'i büyük bir deprem riski altındadır. Ülkemizde meydana gelen doğal afetlerin yol açtığı yapı hasarlarının büyük bir kısmının sebebi depremlerdir. Depremin yol açtığı ekonomik sıkıntı ise düşünülenin üstündedir. Bu gerçek, inşaat mühendislerini depreme dayanıklı yapılar tasarlamaya ve bu bilimin temel prensiplerini araştırmaya itmiştir. Her büyük depremin ardından geçmişte yapılar hatalar ortaya çıkar ve bu hataların ileride yapılmaması için çeşitli arayışlara girilir.

Yıllarca yapılan çalışmalar göstermiştir ki binaların depreme karşı güvenliğini etkileyen birçok faktör vardır. Bunların başında; zemin etüdünün doğru bir şekilde yapılmamış olması, doğru temel türünün seçilmemiş olması, hesap ve uygulama hatalarının yapılması, yanlış malzeme seçimi, yapının geometrisi yanlış seçilip yapının hatalı davranarak olası bir depremde hasar almasına veya toptan göçmesine neden olan çeşitli düzensizliklerin oluşması şeklinde sıralayabiliriz.

Ülkemizde, son yıllarda giderek önem kazanan çok katlı binalar özellikle nüfus yoğunluğunun arttığı büyük kentlerde gün geçtikçe daha yaygın bir biçimde karşımıza çıkan yapı sistemleri haline gelmiştir.

Çok katlı binaların yaygınlaşması, bu yapıların tasarımı ve projelendirilmesi aşamasında birçok sorunu ve dikkat edilmesi gereken değişik konuları beraberinde getirmektedir. Bunlardan en önemlisi olarak binanın yatay kuvvetlere karşı gösterdiği

dayanım ve davranıştır. Özellikle çok katlı yapıların sahip olduğu büyük yükseklikler deprem hesabının daha dikkatle irdelenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Hemen bütün deprem yönetmeliklerinde yapısal düzensizliklere değinilmekte ve çok katlı yapıların yatay yüklere göre hesabında bu düzensizliklerin göz önüne alınması gerektiği vurgulanmaktadır. Yönetmelikte düzensizlikler planda (A) ve düşey doğrultuda (B) olmak üzere 2 ayrı grupta incelenmektedir. Bunlar:

- 1) A1-Burulma düzensizliği
- 2) A2-Döşeme süreksizliği
- 3) A3-Planda çıkıntılarının bulunması
- 4) B1-Zayıf kat düzensizliği
- 5) B2-Yumuşak kat düzensizliği
- 6) B3-Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği

Tez çalışmasının ana konusunu, düşey doğrultuda geometrik düzensizliğe sahip yapılar oluşturmaktadır. Bu tür yapılar dünya literatüründe **Set-BACK** olarak isimlendirilmektedir. Çalışmada bu tür düzensizlik geri çekme düzensizliği olarak da isimlendirilmiştir. Geri çekmeli yapılar gerek yapısal zorunluluklar, gerekse mimari isteklerin ön plana çıkması ile birlikte karşımıza oldukça sık çıkan yapı tipleri haline gelmiştir.

Geri çekme düzensizliği, belirli bir kattan itibaren, aşağıya doğru bina genişliğinin belirli bir oranda artması olarak tanımlanmaktadır. Dünya deprem yönetmeliklerinin pek çoğunda yer alan ve her birinde farklı şekillerde kriterleri olarak karşımıza çıkan bu tür yapılar taşıyıcı sistem genişliğinde Ani Değişim Düzensizliği şeklinde de ifade edilebilir. Örneğin Türkiye Deprem Yönetmeliğinde (TDY) düşey geometrik süreksizlik başlığı altında verilmiş ve göz önüne alınan deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin herhangi bir katındaki uzunluğunun bir üst kattaki taşıyıcı sistem uzunluğundan %50 fazla olması durumu olarak tanımlanmıştır.

Bu çalışmada uygulamada sık rastlanan 10'ar katlı değişik şekillerde geri çekmeli yapı modelleri üretilmiştir. Bu yapıların yatay deprem kuvveti etkisi altındaki davranışları incelenmiş, yaptıkları yer değiştirmeler ve bunun sonucunda katlar arasındaki rölatif deplasman farklarının oranları grafiklerle karşılaştırılarak sonuçlar değerlendirilmiştir. Ayrıca üretilen bu yapı modellerinin katlarındaki kolonlarda meydana gelen iç kuvvet değişimi incelenerek elde edilen sonuçlar yine tablo ve grafiklerle birlikte değerlendirilmiştir. Değişik ülkelerde bulunan geri çekmeli yapıların kriterleri verilmiş ve geri çekmeli yapılara fotoğraflarla örnekler verilmiştir.

1.1. Çalışmanın Kapsamı

Çalışmanın 1. bölümünde bir giriş yapılmış ve çalışmada değinilen noktalar özetlenmiştir. 2. bölümde konu ile ilgili literatür araştırmalarına değinilmiş, Türkiye ve yurt dışında yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Değişik ülkelerde bulunan geri çekmeli yapıların kriterleri verilmiştir. 3. bölümde geri çekme teorisi hakkında bilgi verilmiş ve uygulamada sık rastlanan bu tür yapılara fotoğraflarla örnekler verilmiştir. 4. bölümde bilgisayar ortamında çeşitli yapı modelleri üretilerek, yatay deprem kuvveti sonucu üretilen bu yapıların katlarında meydana gelen yatay yer değiştirmeler ve katlar arası rölatif deplasman farklarının oranları incelenmiştir. 5. bölümde, 4. bölümde üretilen yapı modellerinin aynısı kullanılarak bu yapıların katlarındaki kolonlarda meydana gelen iç kuvvet değişimleri incelenmiştir. 6. bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu çalışmada geri çekme düzensizliği konusunda Kubilay Yalçın, 1997 tarafından yapılan “Çok Katlı Yapılarda Geri Çekme Düzensizliğinin Deprem Hesabına Etkisi” konulu tezden faydalanılmıştır. Bu tezde düşey geometrik düzensizliklerden biri olan geri çekme düzensizliği tanıtılmış ve parametrik bir sayısal deney yöntemi kullanılarak bu problemin deprem hesabına olan etkisi araştırılmıştır.

Hemen tüm çağdaş deprem yönetmeliklerinde, “Geri Çekme Düzensizliği” Bulunması halinde “Dinamik Hesap” yapılması gerektiği belirtilmektedir. Geri çekme düzensizliği konusunda bulabildiğimiz az sayıda araştırmada ise, bu tür düzensizliğin “Dinamik Hesap” yaptırımını gerektirecek nitelikte olduğunu kanıtlanmış değildir. (Aranda, Rascon ve Diaz 1982, Aranda ve Rascon 1986, Bonelli ve Cassis, 1994, Fajfar ve Kilar 1996, Mazzolani ve Piloso 1996).

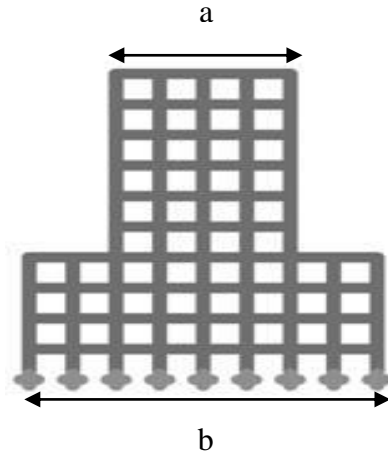
2.1. Dünya Yönetmeliklerinde Geri Çekme Kriterleri

Dünya yönetmelikleri dikkatle incelendiğinde düşey doğrultuda geometrik düzensizlik içeren yapılardan özellikle kaçınılması gerektiği, mümkün olduğunca yatayda ve düşeyde düzenli yapıların tasarımı önerilerinden söz edilmiştir. Geri çekmeli yapılar ile ilgili olarak birçok dünya deprem yönetmeliği çeşitli bölümler ayırmış, bazı kriterler verilmiş ve deprem hesabında izlenecek yollar açıklanmıştır.

2.1.1. Türkiye Deprem Yönetmeliği (TDY)

Deprem bölgelerinde yapılacak yapılar hakkındaki yönetmelikte geri çekme düzensizliğiyle ilgili şöyle bir tanımlama getirilmiştir:

Düsey Geometrik Süreksizlik: Göz önüne alınan deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin herhangi bir kattaki uzunluğunun bir üstteki taşıyıcı sistem uzunluğundan en az %50 fazla olması durumunda (tek çekme katın altındaki katın veya bodrum katın %50 daha uzun olması durumu hariç) yapının geri çekme düzensizliği tanımı altında incelenmesi gerektiği belirtilmiştir (Şekil 2.1.).



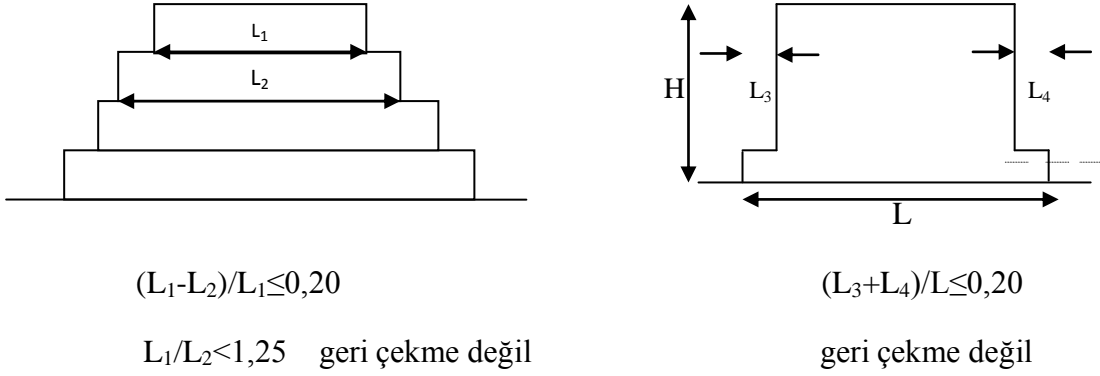
Şekil 2.1. TDY geri çekme kriteri

Yapı sisteminde bu tip düzensizliğin bulunması durumunda eşdeğer deprem yükü yöntemi uygulanamaz. Mutlaka dinamik çözüm, örneğin mod birleştirme veya zaman tanım alanında hesap yöntemlerinden biri uygulanacaktır.

2.1.2. Eurocode 8: Earthquake Resistant Design of Structures

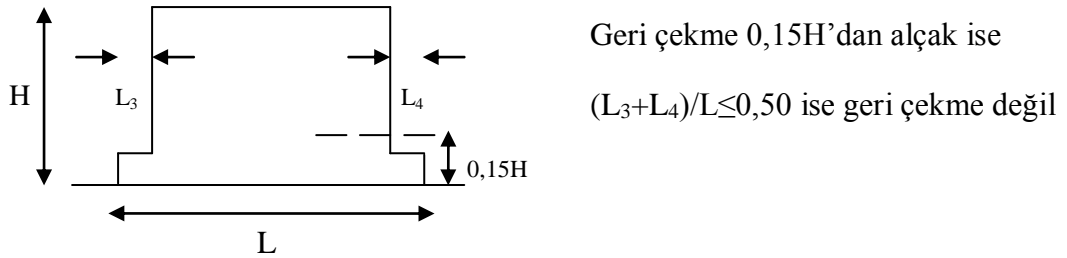
Bu yönetmelikte düşeyde geometrik düzensizliklere sahip yapıların yükseklik boyunca düzenlilik kriterleri verilmiştir.

a) Simetri ekseni boyunca kademeli olarak artan veya toplam yapı yüksekliğinin %15'den daha yüksek tekil geri çekme katına sahip yapılar Şekil 2.2.'de verilmiştir. Bu tip yapılarda geri çekme doğrultusunda plandaki değişim %20'den büyük değilse düşey doğrultuda düzensizliğin bulunmadığı kabulü yapılacaktır.



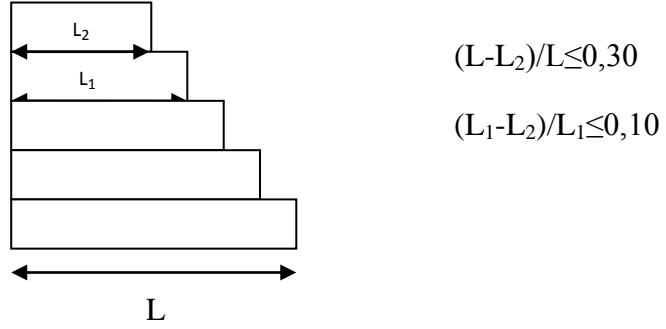
Şekil 2.2. Eurocode geri çekme kriterleri

b) Toplam yapı yüksekliğinin %15 den daha alçak tekil geri çekme katına sahip yapı sistemleri aşağıdaki Şekil 2.3.'de gösterilmiştir. Bu tip yapılarda geri çekme doğrultusunda plandaki değişim %50'den büyük olmaması durumunda düşey doğrultuda düzensizliğin olmadığı varsayılacaktır.



Şekil 2.3. Eurocode geri çekme kriterleri

c) Eksenel simetriyi korumayan geri çekmeli yapılarda, her bir geri çekme katının ilk geri çekme katına göre, geri çekme doğrultusunda plandaki değişimi %30'dan, ayrıca ardışık katlarda geri çekme doğrultusundaki değişim %10'dan büyük olmaması durumunda düşey doğrultuda düzensizliğin bulunmadığı varsayılacaktır. Şekil 2.4.'de bu yapı tiplerinin geometrik özellikleri ve kriterleri verilmiştir

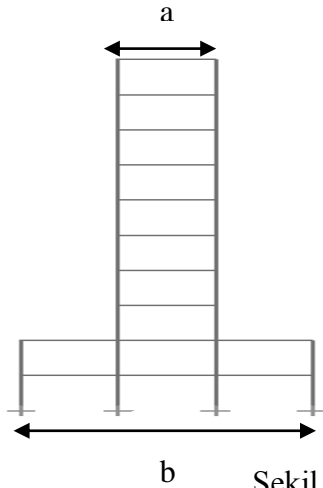


Şekil 2.4. Eurocode geri çekme kriterleri

Bu kriterleri sağlayan yapı sistemleri Eurocode 8'e göre düşey doğrultuda düzenli yapılar olarak tanımlanmıştır ve deprem hesabının yönetmelikte açıklanan statik bir hesap ile yapılabileceği, aksi durumda ise dinamik çözüme ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir.

2.1.3. Uniform Building Code (UBC)

UBC' ye göre düşey doğrultuda düzensizlik: Yatay yük taşıyan sistemde herhangi bir katın yataydaki boyutu ona komşu diğer katların yatay boyutunun %130'dan fazla ise bu sistemde düşey geometrik düzensizliğin bulunduğu belirtilmektedir (Şekil 2.5.). Ancak tek çekme kat durumu düşünülmemelidir.



$a \cdot 1,30 < b$ ve toplam kat sayısı > 5 veya toplam yapı yüksekliği > 20 m ise düşeyde düzensizlik vardır.

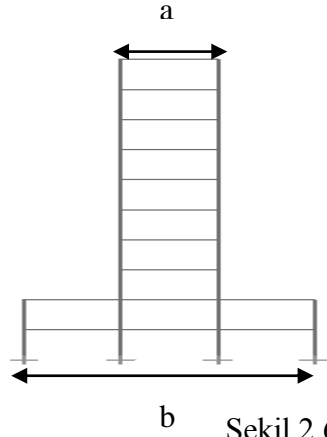
Şekil 2.5. UBC geri çekme kriterleri

Düşey doğrultuda düzensizliğe sahip ve toplam kat sayısı 5'den fazla veya bina toplam yüksekliği 20 metreden fazla ise deprem hesabı dinamik analiz yapılarak, diğer durumlarda ise statik hesapla yapılabileceği belirtilmektedir.

2.1.4. National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP)

NEHRP' ye göre geri çekme düzensizliği iki kısımda verilmiştir. Bunlar;

Kısım 1: Düşey doğrultuda düzensizlik: Yatay yük taşıyan sistemde herhangi bir katın yatay doğrultudaki boyutu ona bitişik diğer katların yatay boyutunun %130'dan fazla ise bu sistemde düşey doğrultuda düzensizliğin mevcut olduğu belirtilmektedir (Şekil 2.6.).



$a \cdot 1,30 < b$ ve toplam kat sayısı > 5 veya toplam yapı yüksekliği > 20 m ise düşeyde düzensizlik vardır.

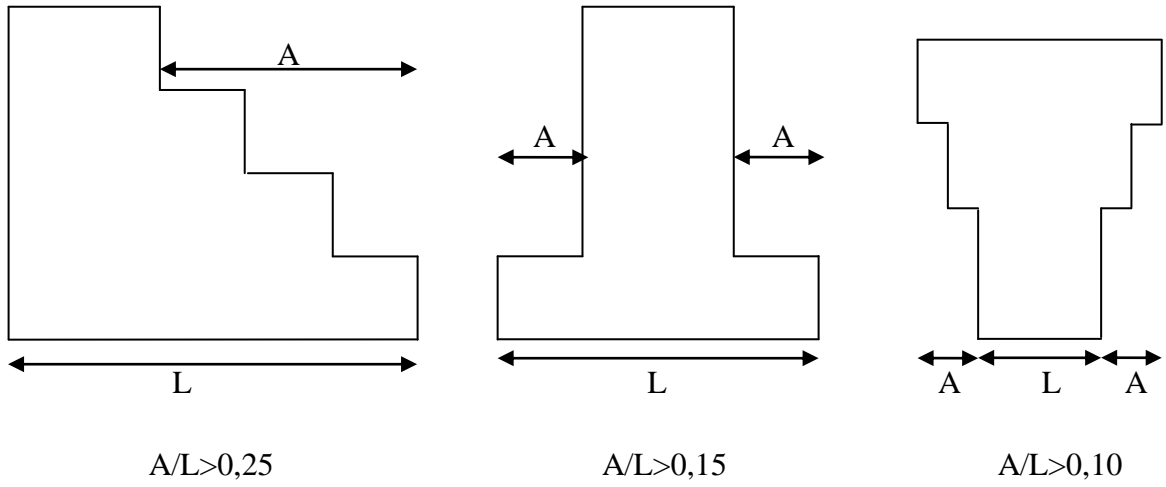
Şekil 2.6. NEHRP geri çekme kriterleri

Düşey doğrultuda düzensizliğe sahip ve toplam kat sayısı 5'den fazla veya bina toplam yüksekliği 20 metreden fazla ise deprem hesabı dinamik analiz yapılarak, diğer durumlarda ise statik hesapla yapılabileceği belirtilmektedir.

Ayrıca:

NEHRP kısım 2'ye göre:

Düşeyde düzensiz yapılar kavramına Şekil 2.7.'de verilen geometrik düzensizliklere sahip yapılar da girmektedir.

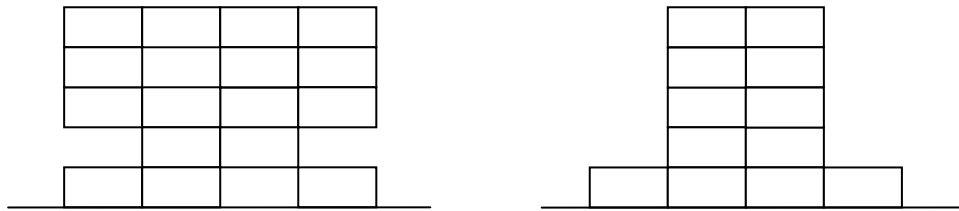


Şekil 2.7. NEHRP geri çekme kriterleri

2.1.5. Applied Technology Council (ATC)

Düşey Geometrik Düzensizlik: Yatay yük taşıyan sistemde herhangi bir katın yatay doğrultudaki boyutu o kata bitişik diğer katların yatay boyutunun %130'dan fazla ise bu sistemde düşey doğrultuda düzensizlik olduğu bu yönetmelikte belirtilmiştir. Tek çekme kat (çatı katı) durumu hariç tutulmaktadır.

ATC' ye göre geometrik düzensizlikler genellikle önemsenmesi gereken durumlardır. Alt katları üst katlarından daha geniş olan geri çekme yapılar en yaygın olarak rastlanmaktadır. Bununla birlikte diğer bir örnekte mimari nedenlerden dolayı çeşitli daralmalara sahip yapılardır. Bu yapılar aşağıdaki Şekil 2.8.'de gösterilmiştir.



Şekil 2.8. ATC geri çekme tipleri

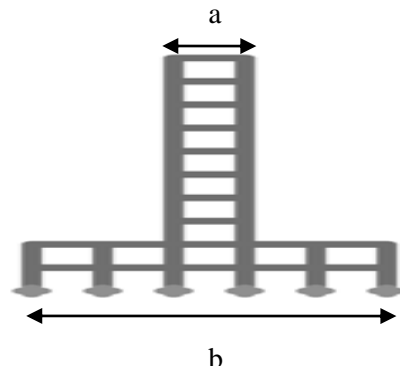
ATC de düşey doğrultudaki düzensizlik tanımındaki noksanlığın yapıdaki rijitlik kavramı olduğu belirtilmiştir. Düşey geometrik düzensizliğin mevcut olduğu yapılarda, deprem hesabı için dinamik çözüm uygulanabilir. Aksi durumda ancak statik çözüm uygulanabilir.

2.1.6. Avustralya Deprem Yönetmeliği

Avustralya deprem yönetmeliğinin ‘Yapı Analizi’ bölümünde deprem kuvvetlerinin tanımı, diğer kuvvetlerle karşılaştırılması ve çözüm metotları açıklanmıştır. Sismik kuvvetler etkisindeki bir yapının çözümde dinamik analiz veya yarı dinamik analiz metotlarından birine başvurulması gerektiği belirtilmiştir.

Set-Back-Geri Çekme Düzensizliği: Avustralya yönetmeliğinde geri çekme yapılar ile ilgili olarak; üst katların (kule kısmı) planda herhangi bir yöndeki boyutu taban boyutunun en az %75’i kadar olan geri çekme yapılar (Şekil 2.9.) düşey doğrultuda düzensizlik bulunmadığı varsayılarak (geri çekme katlar göz önüne alınmaksızın) eşdeğer statik yöntem kullanılarak çözüme gidilir.

Farklı durumlara sahip geri çekme yapılar ise, yapının üst kısmı (kule) ayrı bir bina gibi projelendirilir. Bu durumda yönetmelikte belirtilen deprem kat sayısının en büyük değeri alınır. Üst kule kısımdan gelen toplam kesme kuvveti ise yapının geri çekme kısmının en üst katına etki ettirilerek, alt kısım da bağımsız bir yapı gibi kendi yüksekliği ile hesaplanır.



$b \geq 0,75a$ ise geri çekme katları göz önüne alınmaz.

Şekil 2.9. Avustralya yönetmeliği geri çekme kriteri

2.1.7. Kanada Deprem Yönetmeliği

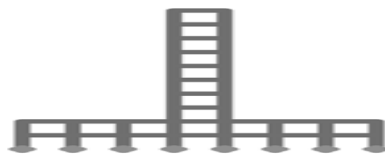
Kanada deprem yönetmeliğine göre geri çekme yapılar:

- a) Yapının plan boyutlarında veya yapı yüksekliği boyunca ani rijitlik değişimi olması şeklinde tanımlanmıştır. Dinamik yöntemler kullanılarak bu tip binalar incelenir. Küçük değişiklikler varsa, NBC’ de belirtilen statikçe eşdeğer yatay yük hesabı yeterli olmaktadır. Fakat bu durumda bile T periyodunun hesabı için Rayleigh Oranı veya benzeri bir hesap gerekmektedir.
- b) Geri çekme olan yapılarda yatay yükün tayininde özellikle ‘notch’ (ani değişim) etkisi de göz önüne alınmalıdır. Perde duvar gibi bir tasarım hem kule hem de tabanda kullanılmışsa 90 derecelik ani değişim bölgelerinde önemli gerilmeler oluşturulabilir.
- c) Bazı geri çekme yapılarda, geri çekme katları tek katlı bir sundurma biçiminde, bazılarında ise bütün yapının yüksekliği boyunca büyük bir kısmını oluşturabilir.

Hem dinamik etkileri, hem de ‘notch’ etkisini azaltmak için yatay yük alan elemanların bina yüksekliği boyunca geri çekme kısmı da dâhil olmak üzere temele kadar devam ettirilmelidir. Eğer bu devamlılık yoksa geri çekme koşullarını karşılamak üzere özel bir analiz yapılması tavsiye edilir.

2.1.8. Hindistan Deprem Yönetmeliği

Hindistan deprem yönetmeliğinde, düzensiz yapıların tanımları verilerek, bu tür binalarda modal analiz gerektiği belirtilmiştir. Geri çekmeli yapılarda ise dar kısmının (kule) plandaki boyutu taban boyutunun en az %75’i kadar ise (Şekil 2.10.) geri çekme etkisi göz önüne alınmadan eşdeğer statik yükleme yapılarak çözüm yapılabildiği belirtilmektedir. Aksi halde dinamik analiz gereklidir. 2 katı geçmeyen sundurma tipi yapılarda bu koşul aranmaz.



Rijitlikte ani değişime sahip yapılar olarak tanımlanmıştır.

Şekil 2.10.Hindistan yönetmeliği geri çekme tipi

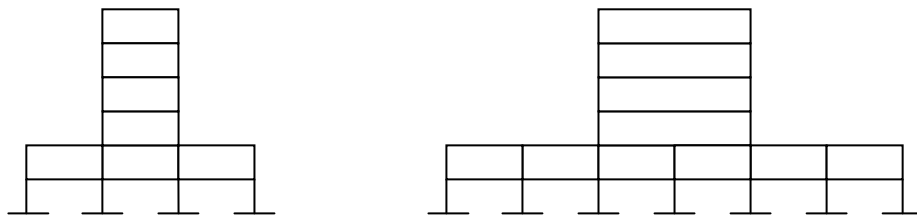
BÖLÜM 3

GERİ ÇEKME TEORİSİ

Tez çalışmasının ana konusunu, belirli bir kattan itibaren geri çekmeye uğrayan yani düşey doğrultuda geometrik düzensizliğe sahip yapılar oluşturmaktadır. Bu tür yapılar dünya literatüründe ‘Set-Back’ olarak isimlendirilmektedir. Çalışmada bu tür düzensizlik ‘Geri Çekme Düzensizliği’ olarak da isimlendirilmiştir. Geri çekmeli yapılar gerek yapısal zorunluluklar, gerekse mimari isteklerin ön plana çıkması ile birlikte karşımıza oldukça sık çıkan yapı tipleri haline gelmiştir.

3.1. Geri Çekme Düzensizliğinin Tanımı

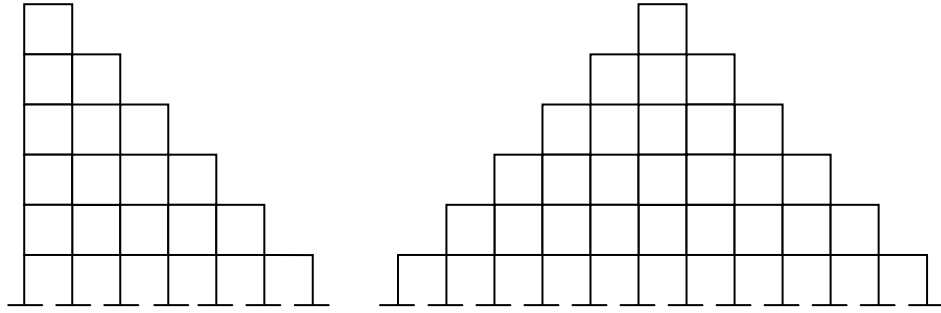
Geri çekme düzensizliği, belirli bir kattan itibaren, aşağıya doğru bina genişliğinin belirli bir oranda artması olarak tanımlanmaktadır. Dünya deprem yönetmeliklerinin pek çoğunda yer alan en kritik düzensizlik olarak karşımıza çıkan bu tür yapılar ‘Taşıyıcı Sistem Genişliğinde Ani Değişim Düzensizliği’ şeklinde de ifade edilebilir.



Şekil 3.1 Uygulamada sık rastlanan geri çekme yapı tipleri

Şekil 3.1.’de görülen geri çekmeli yapılar, çoğu dünya deprem yönetmeliklerinde yer alan geri çekme düzensizliğine sahip en yaygın yapı tipleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Pratikte daha değişik geri çekme tiplerinin de mevcut olduğu

bilinmektedir. Örneğin Şekil 3.2.'de çeşitli uygulama şekillerinin olduğu yapılar görülmektedir.



Şekil 3.2. Geri çekme yapı tipleri

3.2. Geri Çekmeli Yapılar

Uygulamada, çeşitli ihtiyaçlardan, imar mevzuatından, yapısal zorunluluklardan ve mimari isteklerin ön plana çıkması gibi nedenlerden dolayı geri çekmeli yapılar oldukça sık karşımıza çıkmaya başlamıştır. Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da bu yapılara çeşitli fotoğraflarla örnekler verilmiştir.



Şekil 3.3. Uygulamada sık rastlanan geri çekme yapı tipleri



Şekil 3.4. Uygulamada sık rastlanan geri çekme yapı tipleri



Şekil 3.5. Geri çekmeli yapılan otel



Şekil 3.6. Üstten çıkmalı yapı

BÖLÜM 4

SAYISAL ÖRNEKLER


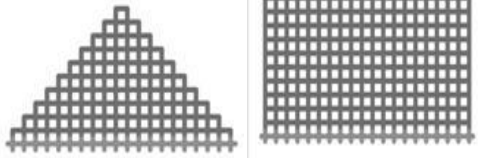
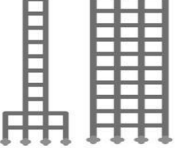

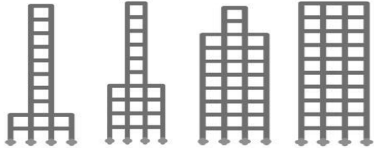

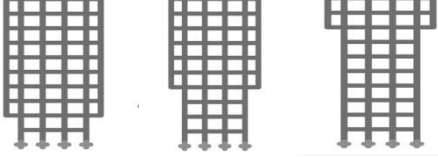
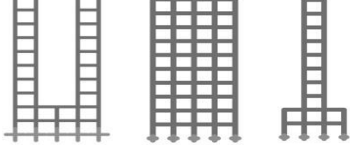
Bu bölümde, uygulamada sık rastlanan çeşitli şekillerde yapı modelleri üretilmiştir. Üretilen bu yapılara yatay deprem kuvvetleri etki ettirilerek, yapıların katlarında meydana gelen yatay yer değiştirmeler ve bunlara bağlı olarak katlar arasındaki rölatif deplasman farklarının oranları incelenmiştir. Aynı örneklerdeki yapıların sonuçları, aynı grafik ve tabloda gösterilerek karşılaştırma yapılmıştır.

Bu bölümde üretilen bütün yapı türleri 10'ar katlıdır. Yapılardaki kat yükseklikleri 3'er metre, açıklıklar bazı örneklerde 3'er metre, bazı örneklerde 6'şar metredir (örneklerde belirtilmiştir). Yapıların hepsinde;

Tüm kolonlar: 30*60 cm, tüm kirişler:25*50 cm, E: $2*10^8$, U: 0,3 olarak alınmıştır.

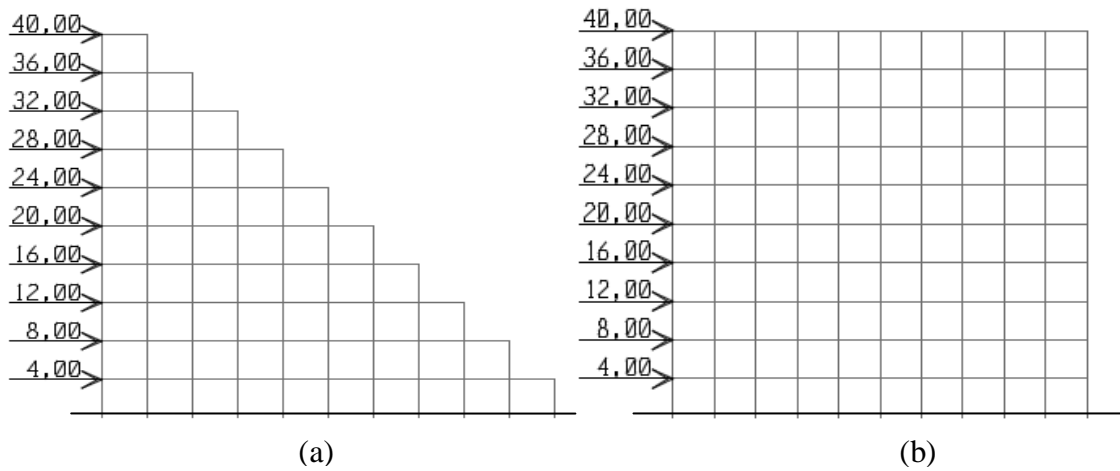
Örneklerde incelenen yapı türleri Çizelge 4.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Örneklerde incelenen yapı şekilleri

SAYISAL ÖRNEKLER	İNCELENEN YAPI ŞEKİLLERİ
4.1. ÖRNEK 1	
4.2. ÖRNEK 2	
4.3. ÖRNEK 3	
4.3.1. ÖRNEK 3.1.	
4.3.2. ÖRNEK 3.2 4.3.2.1. ÖRNEK 3.2.1. 4.3.2.2. ÖRNEK 3.2.2.	
4.4. ÖRNEK 4	
4.5. ÖRNEK 5	
4.6. ÖRNEK 6 4.6.1. ÖRNEK 6.1.	

4.1. ÖRNEK 1

Şekil 4.1.b' deki yapının üst katlara doğru her katında 1'er açıklık düşürülerek şekil 4.1.a' deki merdiven şeklindeki Set-Back'li (geri çekmeli) yapı elde edilmiştir. Bu yapılara kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde üst katlara doğru artan deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler Şekil 4.1a ve Şekil 4.1b'de gösterilmiştir.

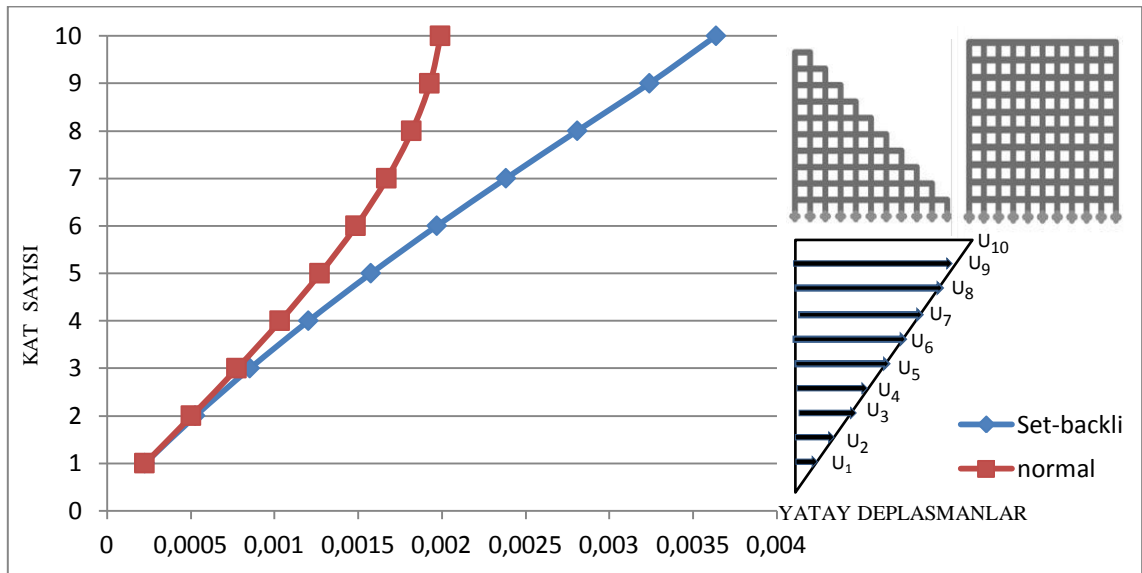


Şekil 4.1. Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı, b) tam (normal) yapı

Her iki yapı ayrı analiz edildikten sonra ortaya çıkan en dikkat verici sonuç katlarda meydana gelen yatay yer değiştirmelerde olmuştur. Bu yapılarda üst katlara doğru meydana gelen yer değiştirmeler yani deplasmanlar artmaktadır. Ancak geri çekmeli yapıda bu artış normal yapıya göre daha fazladır. Bunun en büyük nedeni de geri çekmeli yapının üst katlara doğru rijitliğinin giderek azalmasıdır. Rijitlikler arasındaki fark üst katlara doğru çıktıkça artmakta ve en üst katta maximum olmaktadır. Bu nedenle 2 yapı arasındaki en büyük yatay deplasman farkı en üst kattadır. Aşağıda bu yapıların yapmış oldukları yatay deplasman değerlerinin tablosu (Çizelge 4.2.) ve bu değerlerden oluşan grafik (Şekil 4.2.) gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Katlarda meydana gelen deplasmanlar

KATLAR	GERİ ÇEKME Lİ	NORMAL
1	0,000227	0,000225
2	0,000528	0,000503
3	0,000854	0,000775
4	0,001204	0,001033
5	0,001577	0,001271
6	0,001971	0,001486
7	0,002384	0,00167
8	0,00281	0,001819
9	0,003241	0,001927
10	0,003639	0,001991

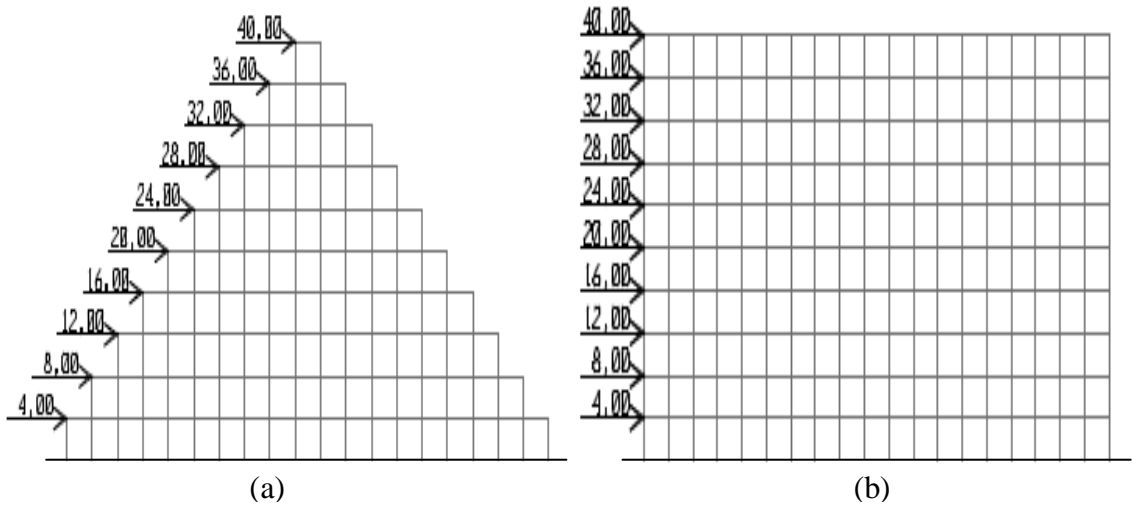


Şekil 4.2. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.2.'de x eksenini katlarda meydana gelen yatay deplasmanları y eksenini katları ifade etmektedir. Ayrıca grafik içerisinde katlardaki deplasmanlar sonucu oluşan ötelenmeler $U_1, U_2, U_3, \dots, U_{10}$ şeklinde gösterilmiştir. Bu iki yapının yapmış oldukları deplasmanlar arasındaki farkın üst katlara doğru arttığı grafikten net bir şekilde görülmektedir.

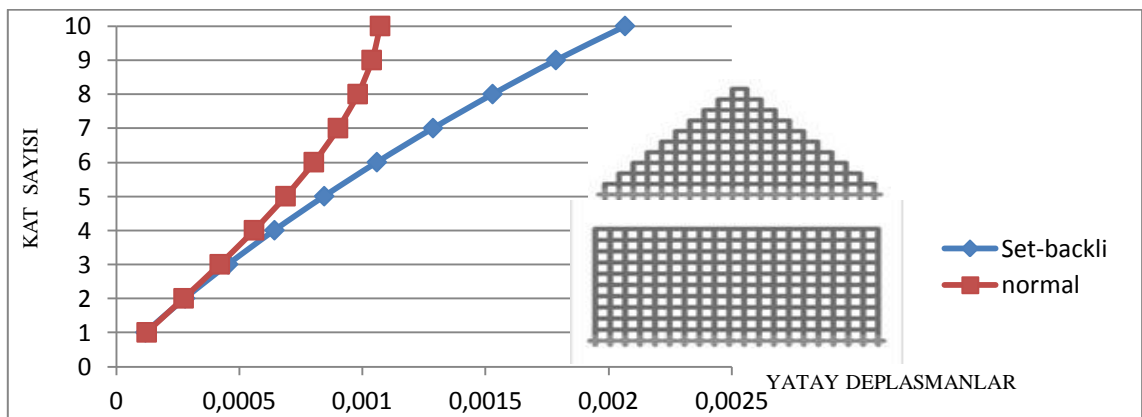
4.2. ÖRNEK 2

Şekil 4.3b' deki yapının üst katlara doğru her katında sağ ve sol uç kısımlarından birer açıklık düşürülerek Şekil 4.3a'daki piramit şeklindeki set-back'li (geri çekmeli) yapı elde edilmiştir. Yapılardaki açıklıklar 3'er metredir. Bu yapılara kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde üst katlara doğru artan deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler Şekil 4.3a ve Şekil 4.3b' de gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı, b) tam (normal) yapı

Bu 2 yapı ayrı analiz edilip sonuçlar incelenirse Örnek 1 ile benzer sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Katlarda meydana gelen deplasmanlar Şekil 4.4. üzerinden okunabilir.

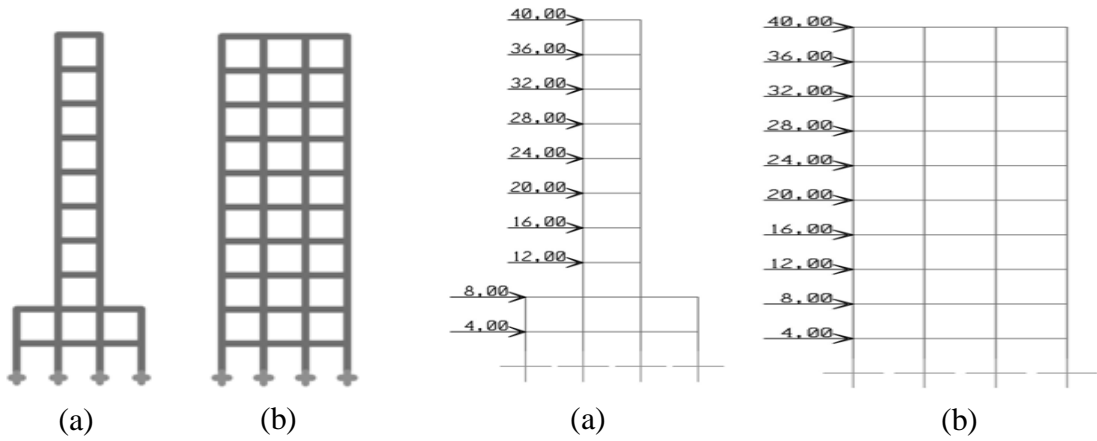


Şekil 4.4. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Geri çekmeli yapıda rijitlik azalmasına bağlı olarak üst katlarda daha fazla miktarda yatay yer değiştirme olduğu ve en üst katta bu farkın maximuma çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla bu tür yapılarda binanın geri çekilmesine bağlı olarak bu tür düzensizlik ortaya çıkmıştır. Bizler buna **geri çekme düzensizliği** ismini veriyoruz.

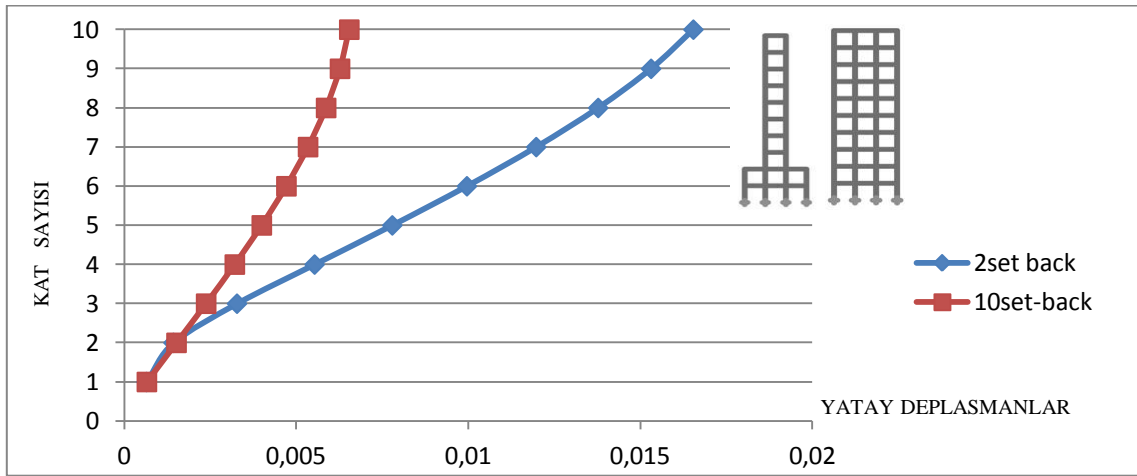
4.3. ÖRNEK 3

Bu örnekte Şekil 4.5b'deki yapının ilk 2 katı aynı alınıp 2. kattan sonraki katların yalnızca orta açıklığı devam ettirilerek şekil 4.5a'daki yapı oluşturulmuştur. Her iki yapıya da kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde üst katlara doğru artan yatay deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler Şekil 4.5a ve Şekil 4.5b'de gösterilmiştir. Yapılardaki açıklıklar 3'er metredir.



Şekil 4.5. Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı, b) tam (normal) yapı

Yapıların analizinden sonra yapıların katlarında meydana gelen yatay yer değiştirmeler Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

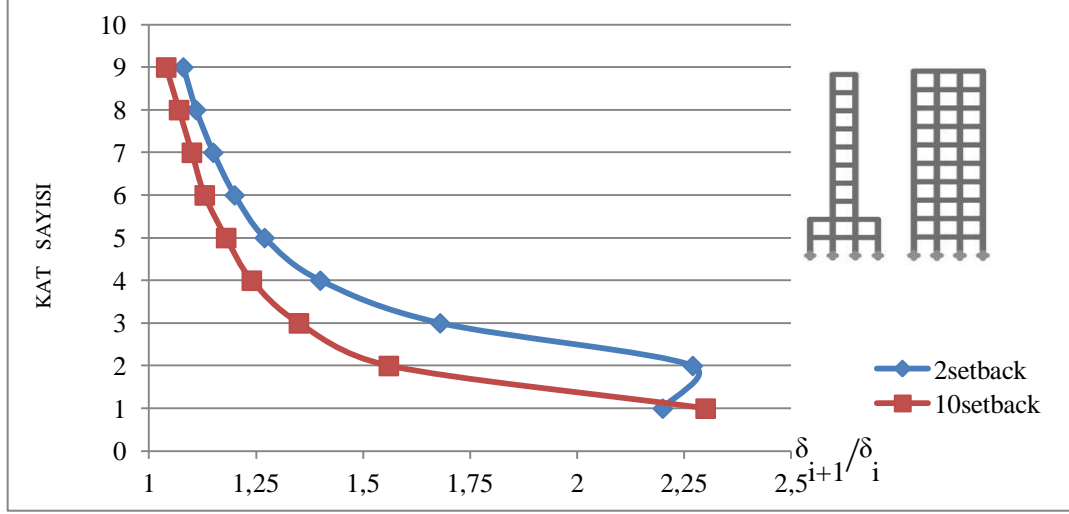


Şekil 4.6. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Yapıların analizinden sonra elde edilen sonuçlardan gözlenen en dikkati çekici sonuç rijit olan geri çekme katlarının daha az rijit olan kule kısmındaki katlardan çok daha az yatay deplasman yapmasıdır. Bundan dolayı şekil 1'deki 2 geri çekmeli yapının katlar arasındaki rölatif deplasman farklarının oranları, geri çekme katlarından kule kısmındaki katlara geçişte bir sıçrama yaparak büyük değerler almaktadır. Bu durum bütün katları 3 açıklıklı olan Şekil 4.5b.'deki 10 geri çekmeli yapı adında adlandırılan yapıda görülmemektedir. Çizelge 4.3.'de bu iki yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farklarının oranları verilmiştir.

Çizelge 4.3. Katlar arası rölatif deplasman farklarının oranları

Katlar	2setback	10setback
1	2,2	2,3
2	2,27	1,56
3	1,68	1,35
4	1,4	1,24
5	1,27	1,18
6	1,2	1,13
7	1,15	1,1
8	1,11	1,07
9	1,08	1,04

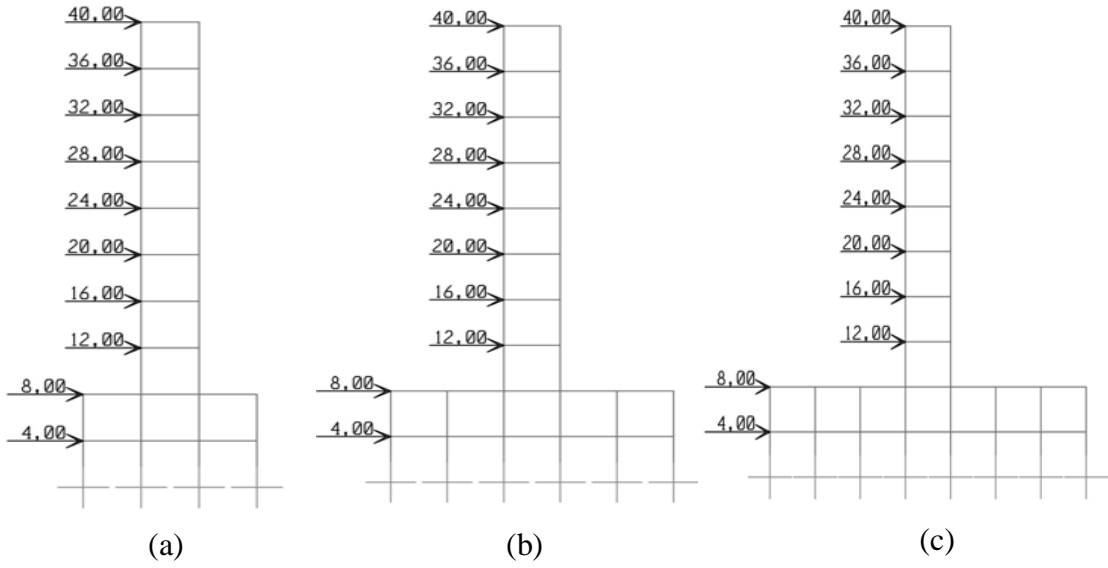


Şekil 4.7. 2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Yukarıdaki grafikte görüldüğü gibi, rölatif deplasman farklarının oranları üst katlara çıktıkça azalırken, geri çekme kat sayısı 2 olan yapının 2. katında bir sıçrama olmaktadır. Dolayısıyla 2. kat kritik kat ve bu oranda **Kritik Kat Deplasman Oranı** olarak kabul edilebilir. İşte bu kritik kat deplasman oranı geri çekme düzensizliğine sahip yapılar için bir kriter olarak düşünülebilir.

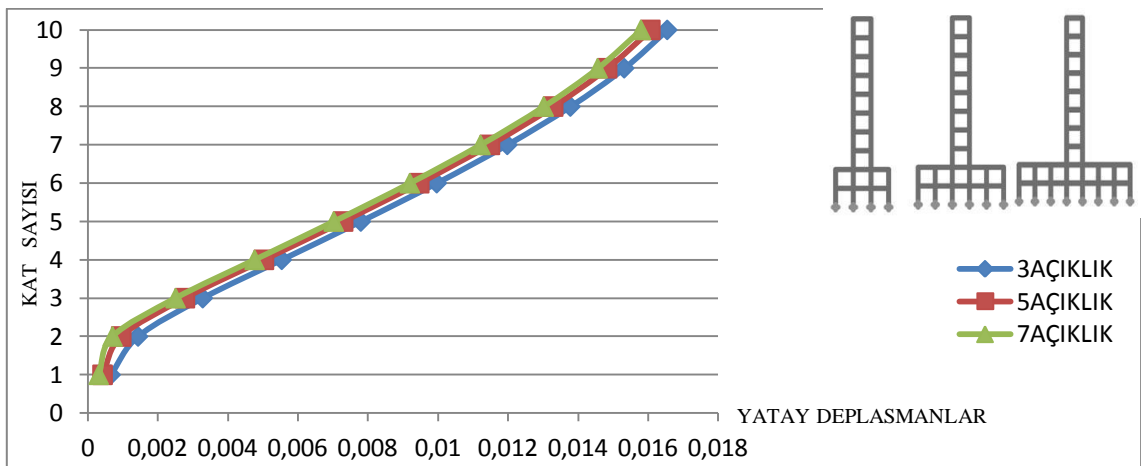
4.3.1. ÖRNEK 3.1: Geri Çekme Katlarının Açıklıklarının Arttırılması

Geri çekme düzensizliğinin yapının rijitliğine bağlı olması gerektiği gerçeğini ortaya koyabilmek amacıyla Örnek 3, Şekil 4.5a'deki yapının geri çekme katlarının daha rijit hale getirilmesi durumu ele alınmıştır. Bu amaçla Şekil 4.8a'deki 3 açıklıklı yapının her iki yanına 1'er açıklık ilave edilerek Şekil 4.8b'deki 5 açıklıklı yapı, 2'şer açıklık ilave edilerek Şekil 4.8c'deki 7 açıklıklı yapı elde edilmiştir. Yapılardaki açıklıklar 3'er metredir. Her üç yapıya da kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde deprem kuvvetleri verilmiştir. Şekil 4.8a, 4.8b ve 4.8c'de bu kuvvetler gösterilmiştir.



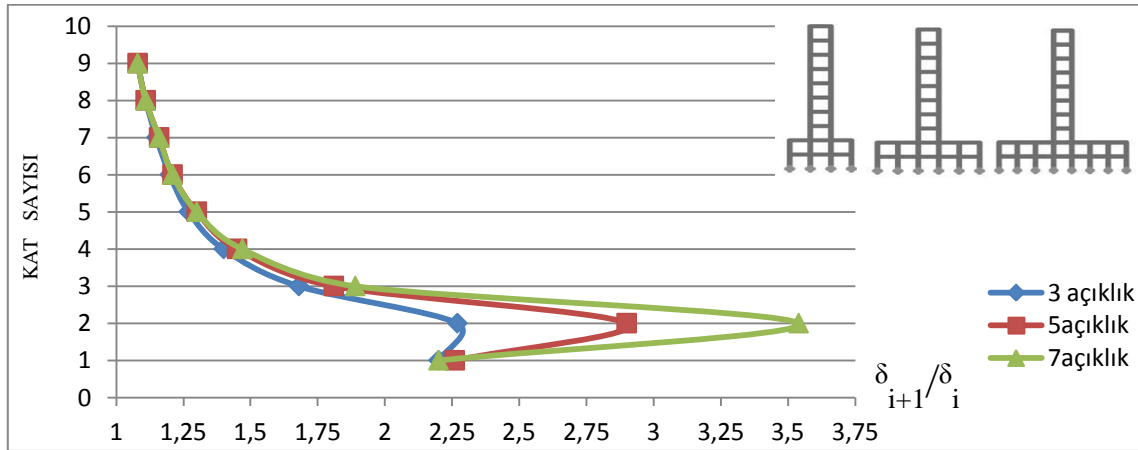
Şekil 4.8. Geri çekme açıklıklarının arttırılması a) 3 açıklıklı, b) 5 açıklıklı, c) 7 açıklıklı

Yapıların deprem kuvveti etkisi altındaki analizleri yapıldığında bu 3 yapıda da daha rijit durumda olan geri çekme katlarının, kule kısmındaki katlara oranla çok daha az yatay yer değiştirme yaptığı görülmektedir. Şekil 4.9.'de bu yapıların yapmış oldukları deplasmanların grafiği gösterilmiştir.



Şekil 4.9. 3 yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Bu 3 yapının katlar arası rölatif deplasman oranları incelenirse birbirinden farklı olduğu görülür. Aşağıda bu yapılara ait katlar arası rölatif deplasman oranlarını gösteren Şekil 4.10. bulunmaktadır.

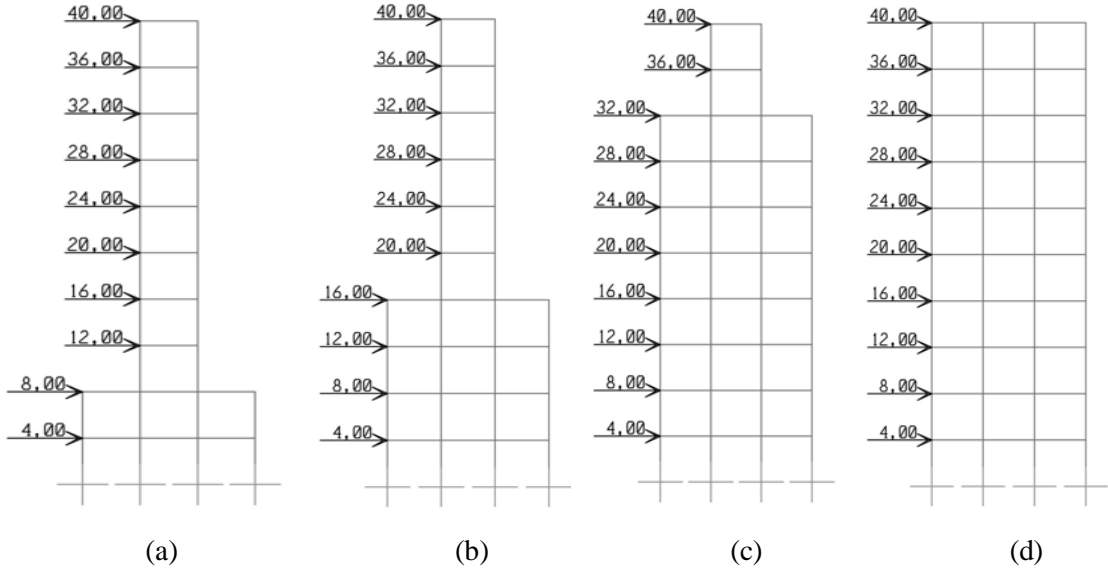


Şekil 4.10. 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Şekil 4.10. incelenirse bu 3 yapının kritik katı yani 2.katındaki rölatif deplasman farkları oranı bir başka deyişle kritik kat deplasman oranı birbirinden farklıdır. 7 açıklıklı yapının kritik kat deplasman oranı en büyük, 5 açıklıklı yapınınki de 3 açıklı yapınınkinden daha büyüktür. Bunun nedeni tamamıyla rijitlikle alakalıdır. Yapının geri çekme katları 7 açıklıklı hale getirilip rijitliği arttırılınca geri çekme katlarının yapmış oldukları yatay deplasman giderek azalmıştır. Dolayısıyla 3. katın yatay deplasman oranı/2. katın yatay deplasman oranı yani U_3/U_2 oranı artmıştır ve bu sonuç elde edilmiştir ($3,54 \geq 2,90 \geq 2,27$) (Değerler grafik üzerinden okunabilir). Bu sonuçta bize rölatif kat yer değiştirme oranı yani kritik kat yer değiştirme oranının düşey geometrik düzensizliklerden biri olan geri çekme düzensizliği için bir kriter olacağını kuvvetlendirmektedir.

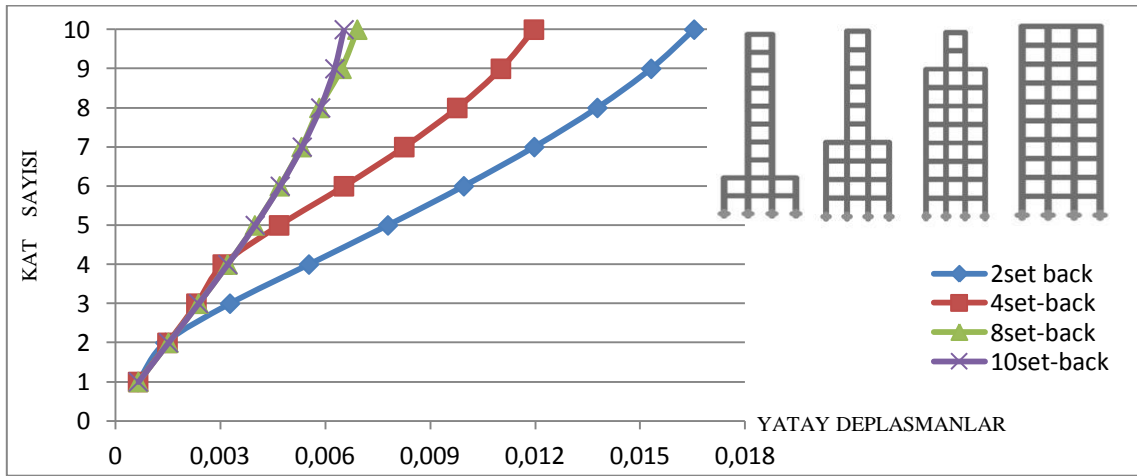
4.3.2. ÖRNEK 3.2: Geri Çekme Katlarının Arttırılması

Çalışmanın bu bölümünde geri çekme katlarında 3 açıklıklı, üst kule katlarında tek açıklıklı olarak düzenlenen 10 katlı yapıların geri çekme kat sayılarının arttırılması yoluna gidilmiştir. Şekil 4.11a' deki yapı 2 geri çekme, Şekil 4.11b' deki 4 geri çekme, Şekil 4.11c' deki 8 geri çekme olarak isimlendirilmiştir. Şekil 4.11d' deki yapıda tek açıklıklı kat bulunmamaktadır ve bu yapı da 10 geri çekme olarak adlandırılmıştır. Yapılardaki açıklıklar 3'er metredir. Yapılara Şekil 4.11a, Şekil 4.11b, Şekil 4.11c ve Şekil 4.11d'de gösterilen deprem kuvvetleri uygulanmıştır.



Şekil 4.11. Geri çekme kat sayısının arttırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar
a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d) 10 geri çekme

Yapıların analizleri yapıp sonuçları incelenmiştir. Bu yapılarda katlarda meydana gelen yatay yer değiştirmeler aşağıdaki Şekil 4.12.'de gösterilmiştir.

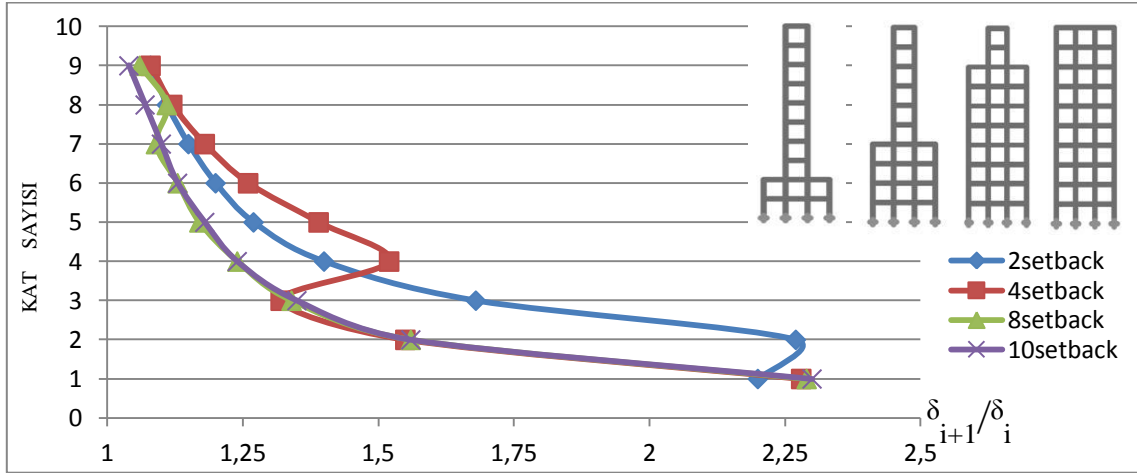


Şekil 4.12. 4 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.12. incelenirse ilk 2 kattaki deplasmanlar 4 yapıda da yaklaşık aynıdır. Daha sonra geri çekme kat sayısı 2 olan yapının, rijitliğinin azalmasına bağlı olarak yapmış olduğu yatay deplasmanda bir sıçrama olmaktadır. Şekil 2'deki yapıda 4. kattan sonra bu sıçrama, Şekil 3'teki yapıda ise 8. kattan sonra bu sıçrama olmaktadır. Dolayısıyla bu tür yapılarda böyle bir düzensizlik oluşmaktadır. Şekil 4'teki 10 geri çekme diye adlandırılan yapıda ise bu sıçrama olmamaktadır. Bu nedenle en son katta geri çekme kat sayısı 2 olan yapının yapmış olduğu yatay deplasman 4 geri çekmeli yapıdan, 4 geri çekmeli yapının 8 geri çekmeli yapıdan, 8 geri çekmeli yapının 10 geri çekmeli yapıdan daha fazladır. Çünkü rijitliği ilk azalan yapı 2 geri çekmeli yapıdır. Ayrıca bu yapıların katlar arası rölatif deplasman farkları oranları incelenirse,

Çizelge 4.4. Katlar arası rölatif deplasman farklarının oranları

Katlar	2geri çekme	4geri çekme	8geri çekme	10geri çekme
1	2,2	2,28	2,29	2,3
2	2,27	1,55	1,56	1,56
3	1,68	1,32	1,34	1,35
4	1,4	1,52	1,24	1,24
5	1,27	1,39	1,17	1,18
6	1,2	1,26	1,13	1,13
7	1,15	1,18	1,09	1,1
8	1,11	1,12	1,11	1,07
9	1,08	1,08	1,06	1,04

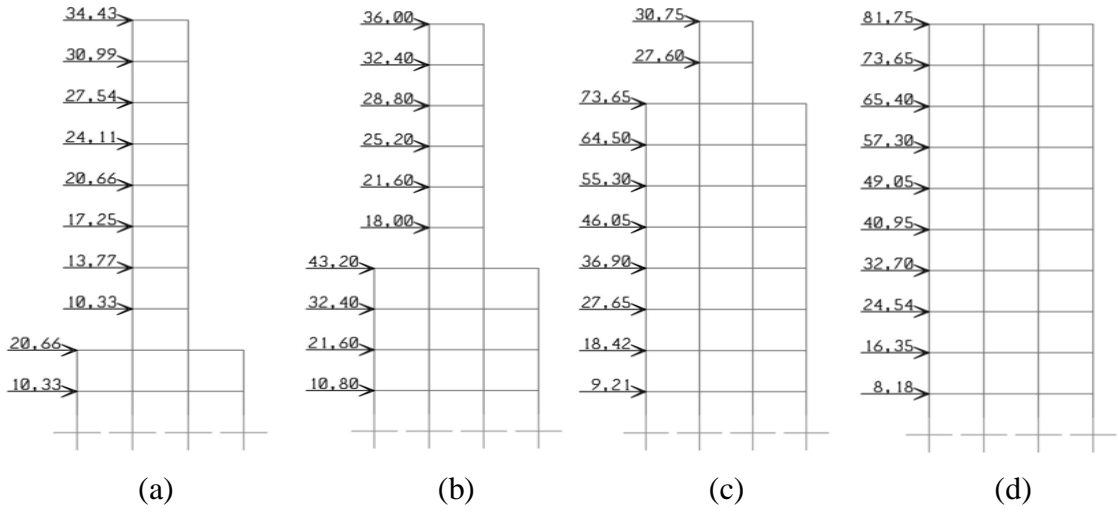


Şekil 4.13. 4 Yapının Yapmış Oldukları Rölatif Deplasman Farkları

Şekil 4.13. incelenirse 10 geri çekmeli yapı, yani hiçbir katında ani rijitlik değişimi olmayan yapının katlar arası rölatif deplasman farkı oranında ani bir değişim veya bir sıçrama olmadığı görülmektedir. Fakat 2 geri çekmeli yapının kritik katı olan 2.katta, 4 geri çekmeli yapının kritik katı 4.katta, 8 geri çekmeli yapının kritik katı olan 8.katta bir sıçrama yaparak düzensizlik oluşturduğu görülmektedir. Bunun nedeni de daha rijit olan son geri çekme katının yatay deplasman değerinin, daha az rijit olan bir üst kattaki yatay deplasman değerinden oldukça düşük olmasıdır. Katlardaki kritik kat deplasman oranları (KKDO) ise, 2.katta=2,27, 4.katta=1,52, 8.katta=1,11 değerini almaktadır. 10 geri çekmeli yapıda kritik kat olmadığından böyle bir değer bulunmamaktadır. KKDO değerinin de geri çekme kat sayısı arttıkça düştüğü görülmektedir ($1,11 < 1,52 < 2,27$).

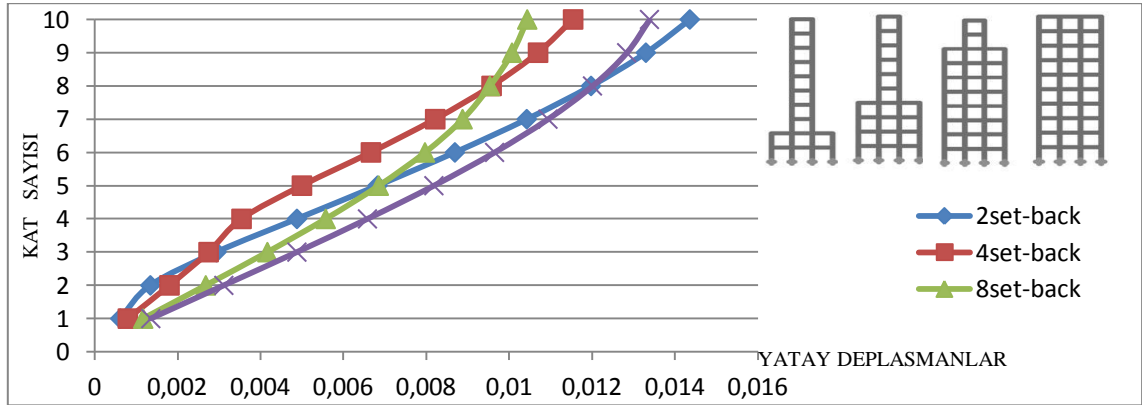
4.3.2.1. ÖRNEK 3.2.1: Bina Ağırlıklarının Dikkate Alınarak Geri Çekme Katlarının Arttırılması

Bundan önceki yapılan çalışmalarda bina ağırlıkları dikkate alınmadan direkt kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde deprem kuvvetleri verilmişti. Bu örnekte bina yükseklikleriyle birlikte bina ağırlıkları da dikkate alınarak deprem kuvvetleri hesaplanmıştır. Hesaplanan deprem kuvvetleri Şekil 4.14a, Şekil 4.14b, Şekil 4.14c ve Şekil 4.14d'de gösterilmiştir. Bu yapıların hepsinde, tüm açıklıklar 3 metredir.



Şekil 4.14. Geri çekme kat sayısının arttırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar
a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d) 10 geri çekme

Yapılara bu deprem kuvvetleri etkiyince katlarda meydana gelen deplasmanlar Şekil 4.15.'de gösterilmiştir.

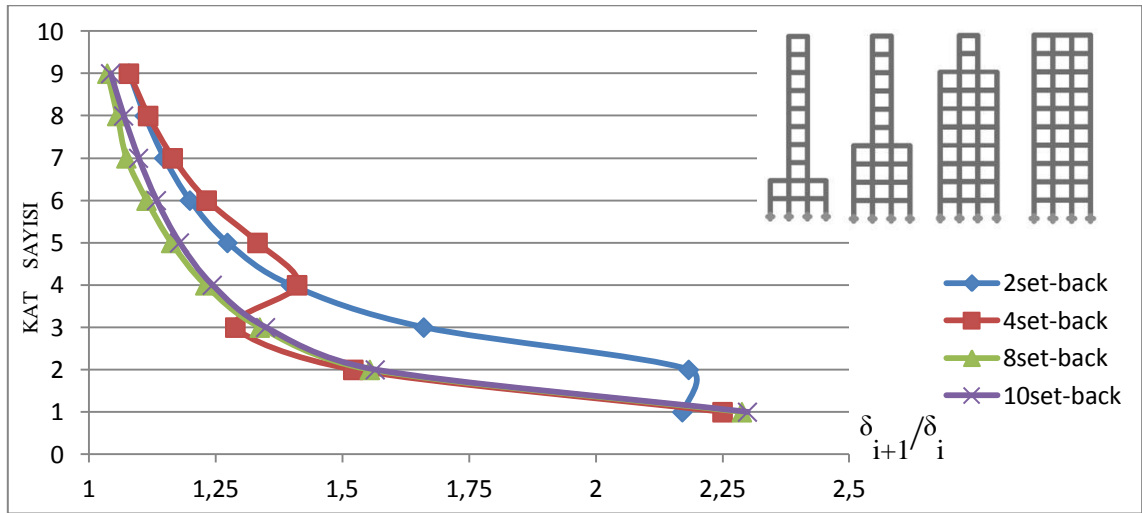


Şekil 4.15. 4 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Yapılarda meydana gelen yatay yer değiştirmeler incelenirse örnek 3.2.'den farklı olarak 2 geri çekmeli yapının bir anda diğerlerinden çok daha fazla deplasman yaptığı görülmektedir. Örneğin bina genişliği azalmayan Şekil 4'teki 10 geri çekmeli yapıyı ancak 8. katta, 8 geri çekmeli yapıyı 6. katta, 4 geri çekmeli yapıyı 3.

katta geçmektedir. Çünkü bu yapılara etkiyen deprem kuvvetleri aynı değildir. Şekil 4'teki yapıya en fazla deprem kuvveti etkimektedir. Bu yüzden aynı yapının bu örnekte yapmış olduğu deplasman, örnek 3.2.'de yapmış olduğu deplasmandan daha fazladır. Ama yinede bu yapının rijitliği fazla olduğu için, rijitliği az olan 2 geri çekmeli yapının son katlarda yaptığı yatay deplasman daha fazladır. 4 geri çekmeli yapıda kendisinden daha rijit olan 8 geri çekmeli yapıdan son katlarda daha fazla deplasman yapmıştır.

Ayrıca bu yapıların katlar arası rölatif deplasman farkları oranları incelenirse,

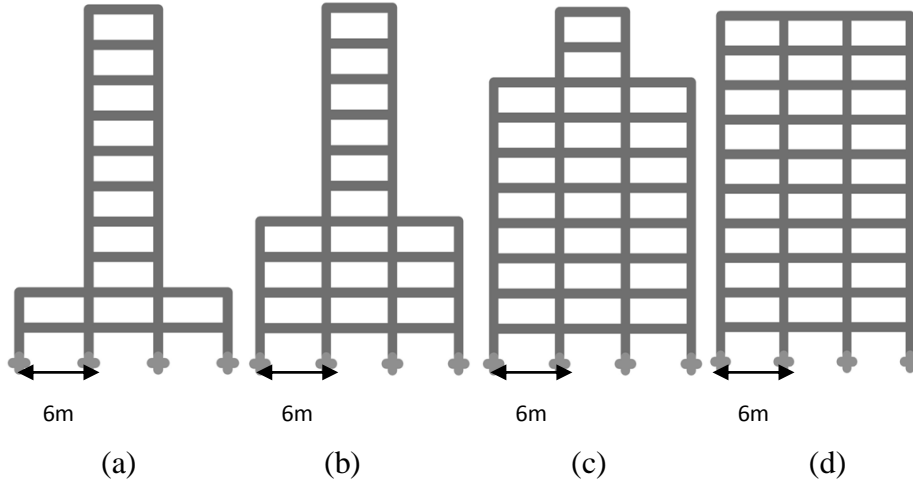


Şekil 4.16. 4 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Şekil 4.16. incelenirse örnek 3.2 ile benzer sonuçlarla karşılaşırız. Şekil 4.14.d' deki 10 geri çekmeli yapının rölatif deplasman farklarının oranı üst kata kadar azalmaktadır. Ancak 2geri çekmeli yapı kritik katı 2. katta, 4 geri çekmeli yapı kritik katı 4. katta sıçramalar yaparak düzensizlikler oluşturmaktadır. Bunun nedeni yine örnek 3.2' de olduğu gibi kritik katlarda meydana gelen ani rijitlik değişimidir (rijitliğin birdenbire azalmasıdır). Ayrıca KKDO ise 2 geri çekmeli yapıda 2,18, 4 geri çekmeli yapıda 1,41, 8 geri çekmeli yapıda 1,05 olduğu görülür. Dolayısıyla geri çekme kat sayısı arttıkça KKDO azaldığı burada da görülmektedir. Bu da bize rölatif kat yer değiştirme oranı ve kritik kat deplasman oranının geri çekme düzensizliğine sahip yapılar için bir kriter olduğunun kanıtıdır.

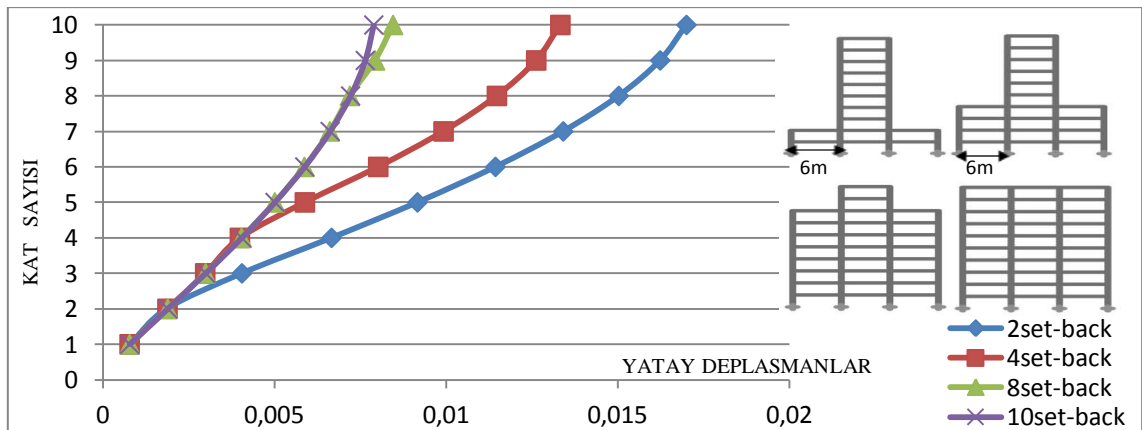
4.3.2.2. ÖRNEK 3.2.2: Yapılardaki Açıklıkların 6 Metreye Çıkarılması

Bu çalışmada, örnek 3.2.'de yapılan çalışmada kullanılan yapı tipleri kullanılmış, ancak her 4 yapıda da 3 metre olan açıklıklar 6 metreye çıkarılarak aradaki farklar incelenmiştir.



Şekil 4.17. Geri çekme kat sayısının arttırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar
a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d) 10 geri çekme

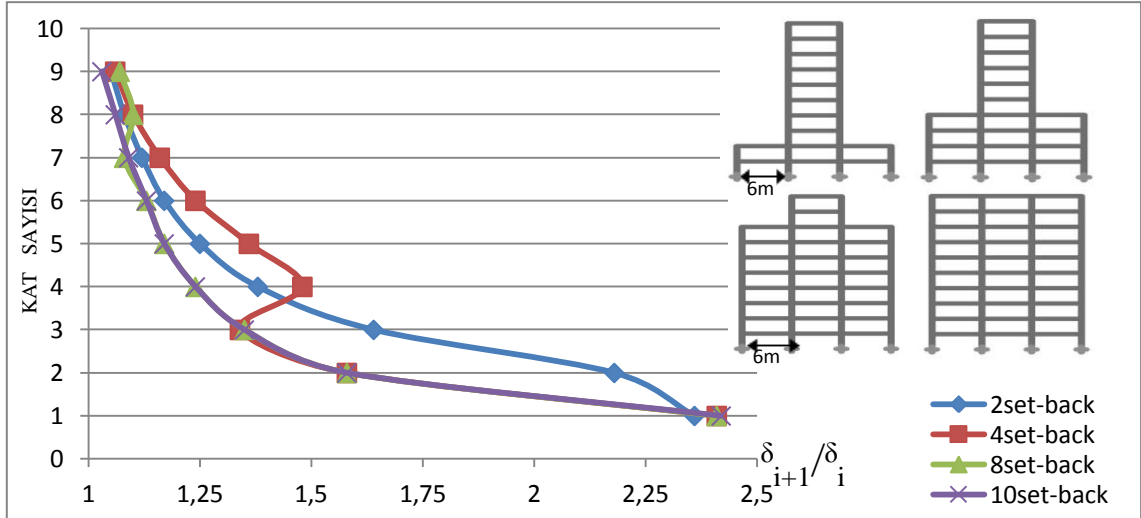
Binalara yine kat yükseklikleriyle doğru orantılı olan, örnek 3.2. deki aynı deprem kuvvetleri verilmiştir. Yapılara bu deprem kuvvetleri etkiyince yapıların katlarında meydana gelen yatay deplasmanlar sonucu oluşan grafik Şekil 4.18.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. 4 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.18. incelenirse örnek 3.2 ile benzer sonuçları görürüz. Burada da 4 yapının ilk 2 katta yapmış olduğu deplasmanlar yaklaşık aynıdır. 2. kattan sonra 2 geri çekme'li yapıda ani bir artış olmakta, 4. kattan sonra 4 geri çekmeli yapıda ani bir artış olmakta, 8. Kattan sonra da 8 geri çekmeli yapıda ani bir artış olmaktadır. 10 geri çekme'li yapıdaki artış ise normal düzeydedir. Bu yüzden en üst katta 2 geri çekmeli yapının yapmış olduğu yatay deplasman 4geri çekme'li yapıdan, 4 geri çekmeli yapının 8geri çekme'li yapıdan, 8 geri çekmeli yapının 10 geri çekmeli yapıdan daha fazladır ($0,017 > 0,013 > 0,0085 > 0,0079$). Dolayısıyla geri çekmeli yapılar yani geri çekmeli yapılar düşey geometrik düzensizliklerinden dolayı daha fazla deplasman yapmaktadırlar.

Bu yapılardaki rölatif kat yer değıştirme oranları incelenip grafiğe dökülürse;



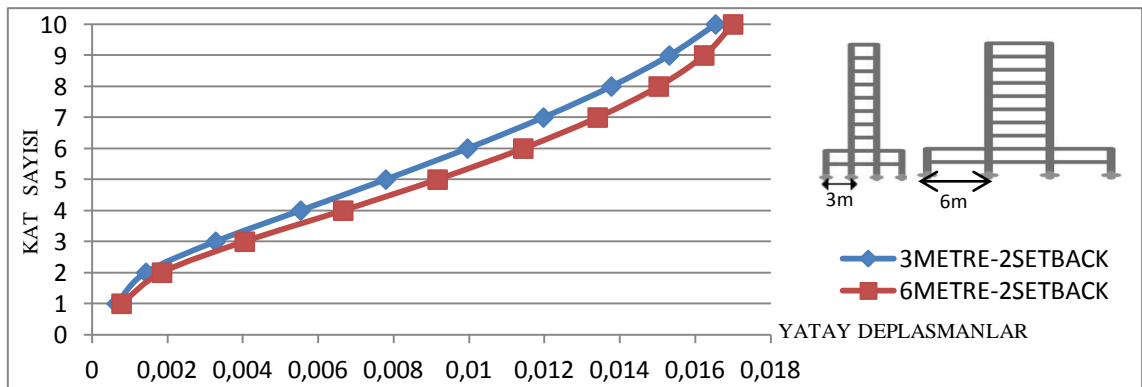
Şekil 4.19. 4 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

olduğu görülür. Bu yapılardaki KKDO ise, 2 geri çekmeli yapıda: 2,18, 4 geri çekmeli yapıda: 1,48, 8 geri çekmeli yapıda: 1,1 olmuştur. Geri çekme kat sayısı arttıkça bu oranın azaldığı burada da görülmüştür.

4.3.2.2.1. Açıklığın 3 metre ve 6 metre olması durumunda bu yapıların tek tek karşılaştırılması

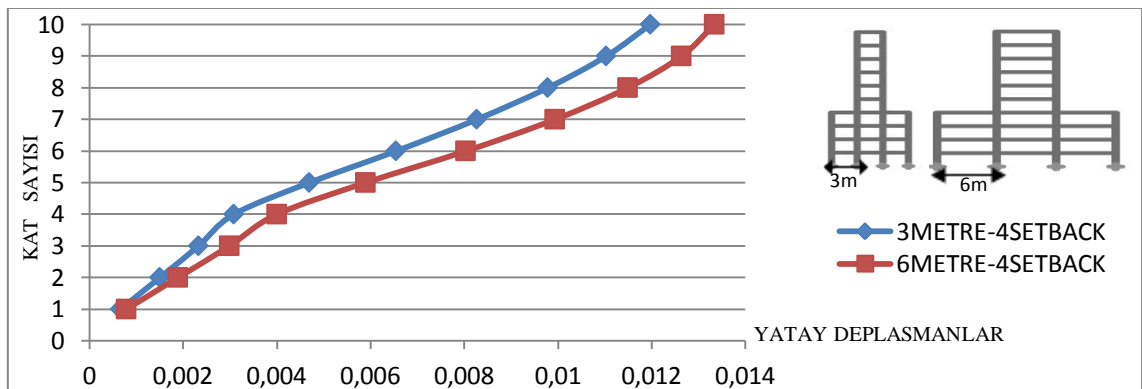
Bu çalışmada 4.3.2. örnek 3.2. ile 4.3.2.2. örnek 3.2.2.'de kullanılan yapıların karşılaştırılması yapılmıştır. Geri çekmeye aynı katta uğrayan yapılar birlikte karşılaştırılmıştır. Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22 ve Şekil 4.23'te karşılaştırılan bu yapıların yaptıkları deplasmanlar birlikte gösterilmiştir.

a) Geri çekme katsayısı 2 ise, yapılardaki deplasmanlar incelenirse Şekil 4.20 oluşmaktadır.



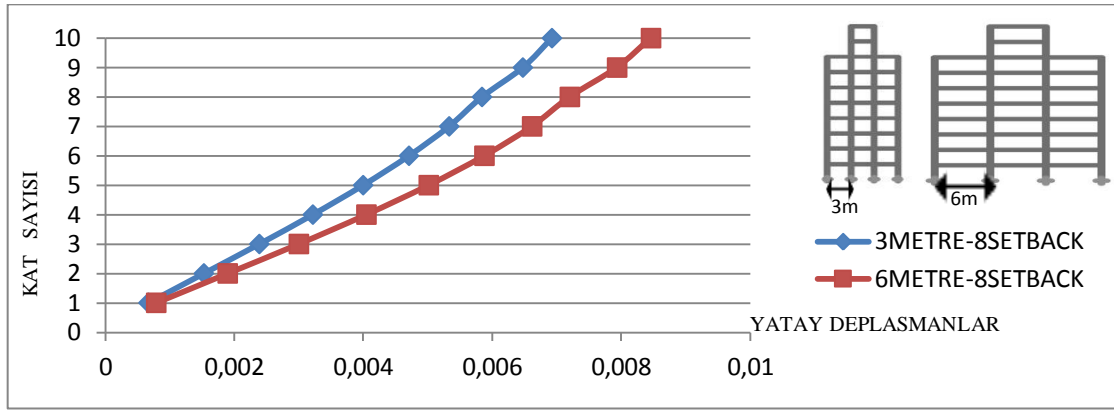
Şekil 4.20. 2 yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

b) Geri çekme katsayısı 4 ise, yapılardaki deplasmanlar incelenirse Şekil 4.21 oluşmaktadır.



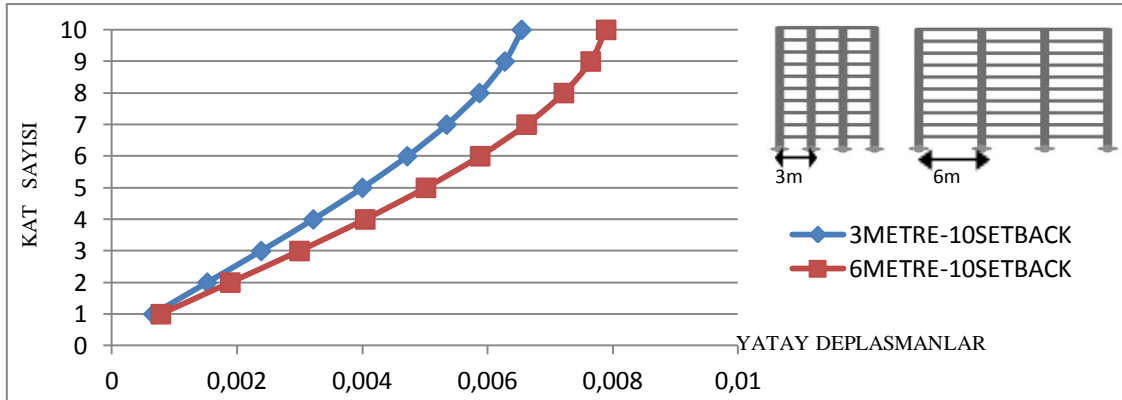
Şekil 4.21. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

c) Geri çekme katsayısı 8 ise, yapılardaki deplasmanlar incelenirse Şekil 4.22. oluşmaktadır.



Şekil 4.22. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

d) Geri çekme katsayısı 10 ise yapılardaki deplasmanlar incelenirse Şekil 4.23. oluşmaktadır.

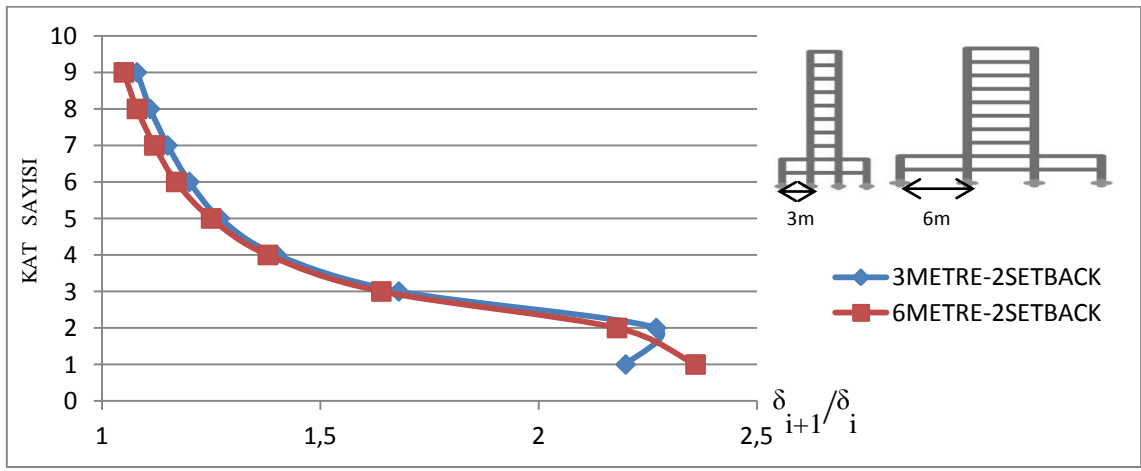


Şekil 4.23. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.20, Şekil 4.21, Şekil 4.22, Şekil 4.23. incelenirse her 4 türlü yapıda da açıklığın 3 metreden 6 metreye çıkarıldığında yapmış oldukları yatay deplasmanların arttığı görülmektedir.

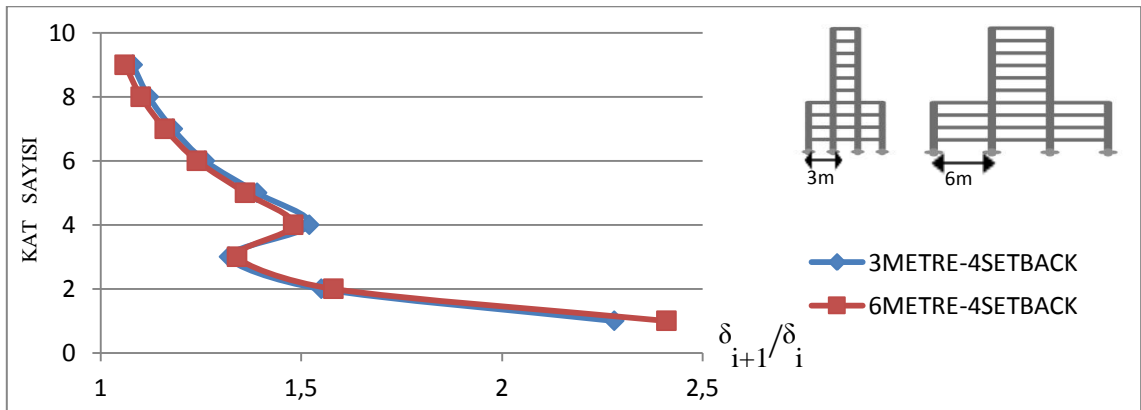
Bu yapılardaki rölatif deplasman farklarının oranları incelenirse, Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27'deki garfikler oluşmaktadır.

a) Geri çekme katsayısı 2 ise, yapılardaki rölatif deplasman farklarının oranları incelenirse Şekil 4.24 elde edilmektedir.



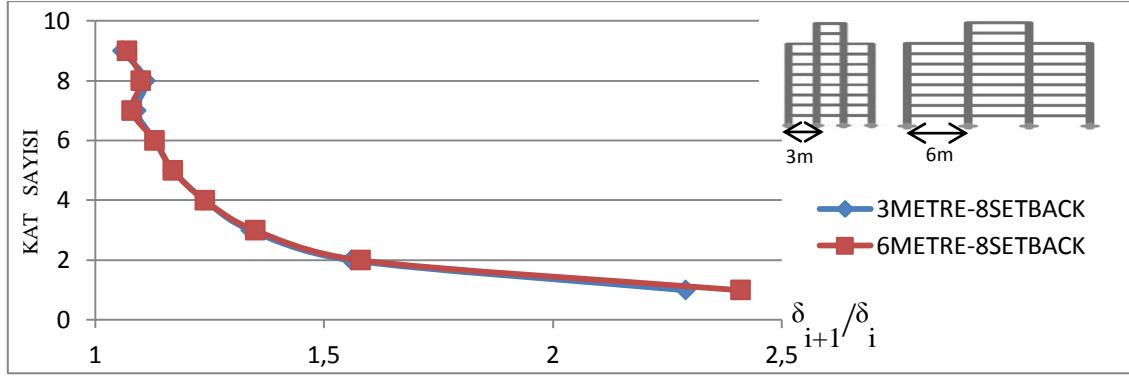
Şekil 4.24. 2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

b) Geri çekme katsayısı 4 ise yapılardaki rölatif deplasman farklarının oranları incelenirse Şekil 4.25 elde edilmektedir.



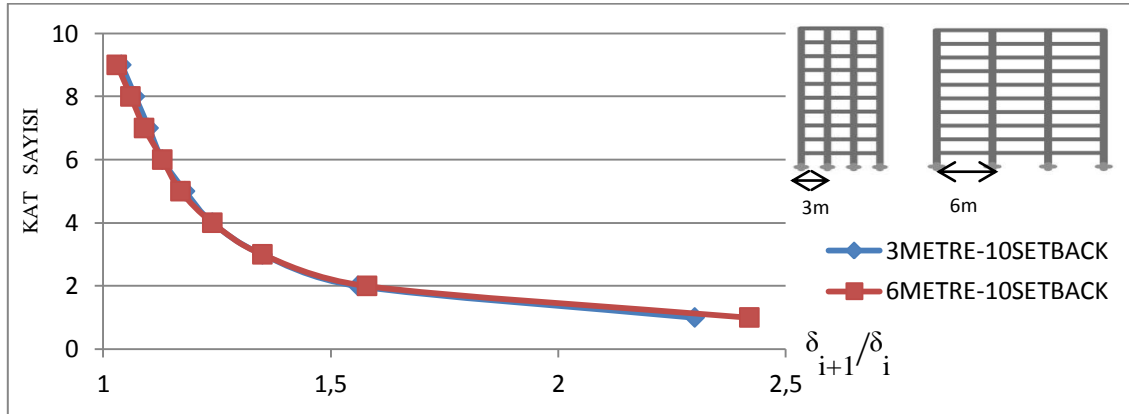
Şekil 4.25.=2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

c) Geri çekme katsayısı 8 ise yapılardaki rölatif deplasman farklarının oranları incelenirse Şekil 4.26 elde edilmektedir.



Şekil 4.26. 2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

d) Geri çekme katsayısı 10 ise yapılardaki rölatif deplasman farklarının oranları incelenirse Şekil 4.27 elde edilmektedir.

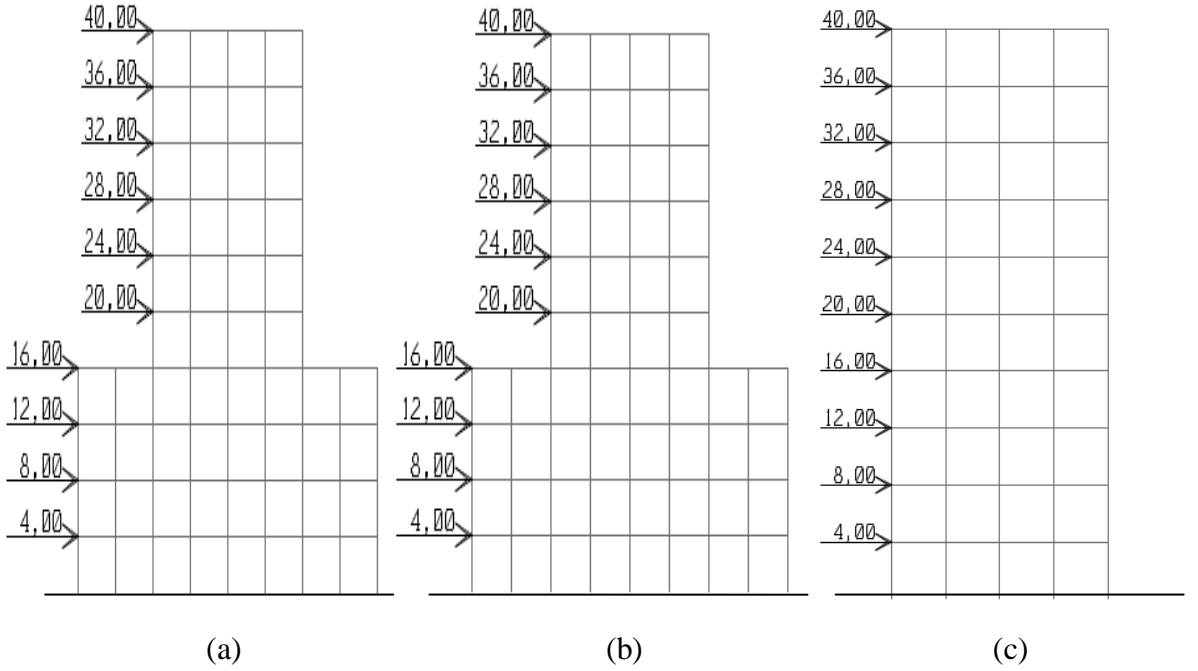


Şekil 4.27. 2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Şekil 4.24, Şekil 4.25, Şekil 4.26 ve Şekil 4.27 incelenirse, açıklık 6 metre olsa dahi katlar arası rölatif yer değiştirmelerde 1. kat dışında çok fazla değişiklik olmamıştır. Çünkü katın yapmış olduğu deplasman artsada bir üst katınki de arttığı için oran (δ_{i+1}/δ_i) değişmemiştir.

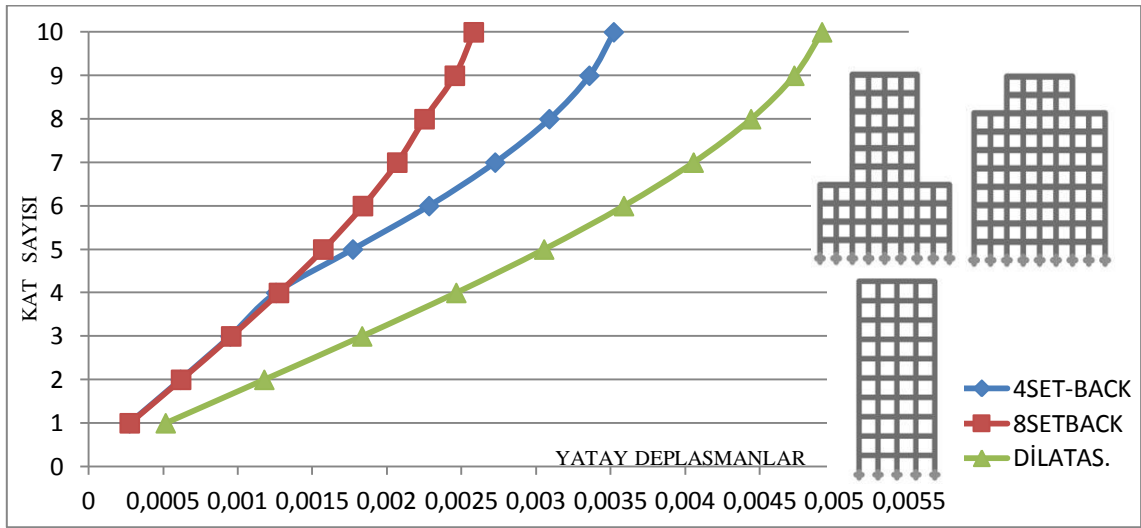
4.4. ÖRNEK 4: Geri Çekme Kat Sayısının Arttırılması ve Dilatasyonlu Çözüm

Bu çalışmada açıklık sayısı 8'e çıkarılmış ve geri çekme kat sayısı 4 olan Şekil 4.28a, 8 olan Şekil 4.28b'deki yapılarla birlikte sağ ve sol uçtan 2'şer açıklık sonra dilatasyon konulmuş gibi düşünülerek elde edilen Şekil 4.28c'deki yapılar incelenmiştir. Bu yapılardaki tüm açıklıklar 3'er metredir. Yapılara kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde, diğer örneklerdeki deprem kuvvetleriyle aynı deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler Şekil 4.28a, Şekil 4.28b ve Şekil 4.28c' de gösterilmiştir.



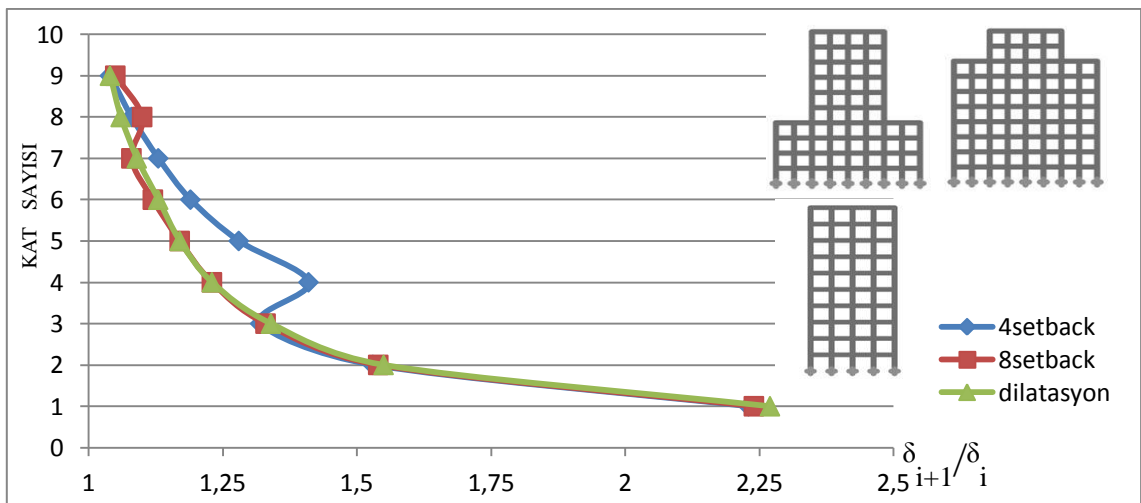
Şekil 4.28. Geri çekme kat sayısının arttırılması ve dilatasyon konulması sonucu oluşan yapılar a) 4geri çekme, b) 8 geri çekme, c) dilatasyonlu

Yapıların analizden sonra yapmış oldukları yatay deplasman değerlerinden oluşan grafik Şekil 4.29.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.29. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.29. incelenirse rijitliği çok daha az olan Şekil 4.28.c' deki dilatasyonlu yapının yapmış olduğu deplasman çok daha fazladır. Şekil 4.28.a ve Şekil 4.28.b' deki yapıların ilk 4 katındaki yapmış oldukları deplasmanlar yaklaşık aynıdır. Ancak 4. kattan sonra şekil 4.28.a'deki 4 geri çekmeli yapıda geri çekme düzensizliği başlamış ve rijitliği azalarak yaptığı deplasman Şekil 4.28.b' deki 8 geri çekmeli yapıya göre artmıştır. Bu yapıları katlar arası rölatif deplasman farkları incelenirse Şekil 4.30.'deki grafik elde edilir.

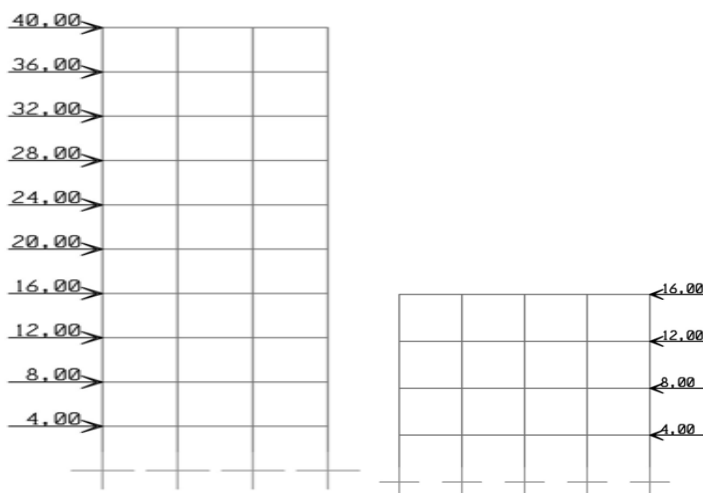


Şekil 4.30. 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Şekil 4.30. incelenirse geri çekme kat sayısı 4 olan 4 geri çekmeli Şekil 4.28.a' deki yapının kritik katı olan 4. katta, kritik katı 8 olan 8 geri çekmeli yapının kritik katı 8. katta bir sıçrama yaptığı görülmektedir. Bu nedenle bu yapılarda geri çekme düzensizliği dediğimiz düzensizlik oluşmaktadır. Böyle bir durum ise Şekil 4.28.c' deki dilatasyonlu yapıda oluşmamaktadır. 4 geri çekmeli yapıda KKDO: 1,41 iken 8 geri çekmeli yapıda ise: 1,1'dir. Yani geri çekme kat sayısı arttıkça KKDO' nun azaldığı burada da görülmektedir.

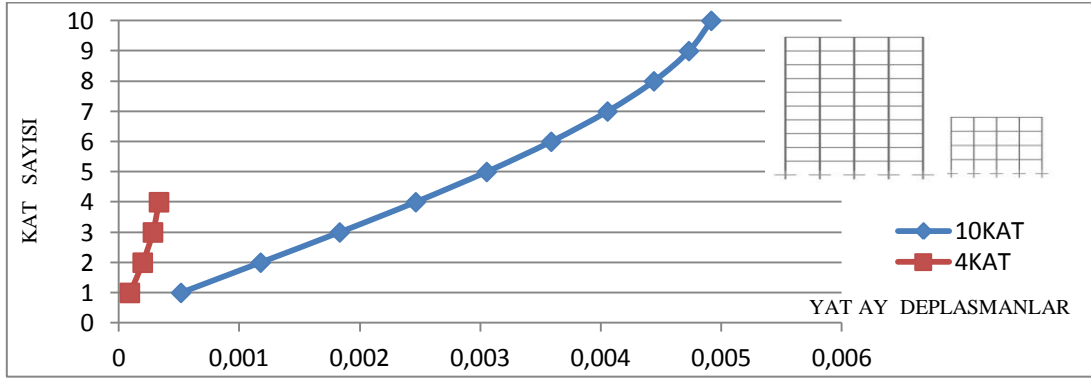
4.4.1. ÖRNEK 4.1: Dilatasyonlu Durumda Çarpışma Etkisinin İncelenmesi

Bu örneklerde Şekil 4.28a ve Şekil 4.28b'deki yapıların son 2 açıklıklarına dilatasyon konularak oluşturulmuş 4 katlı ve 8 katlı yapılar çözümlenerek bu yapıların yapmış oldukları deplasmanlar incelenmiştir. Ayrıca dilatasyonun diğer tarafındaki 10 katlı yapıda çözümlenerek yaptıkları deplasmanlar grafik ve tablo üzerinde karşılaştırılmıştır. Böylece bu yapılarda meydana gelen herhangi bir yatay kuvvet etkisi altında yaptıkları deplasmanlar nedeniyle birbirleriyle çarpışıp çarpışmayacağı gözlemlenmiştir

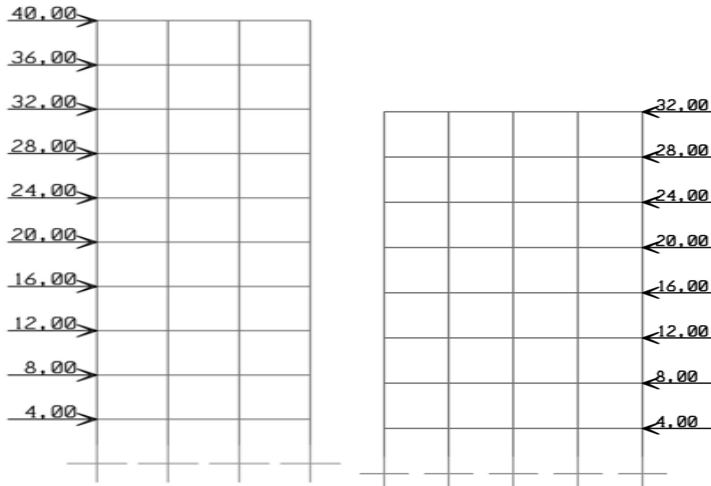


Çizelge 4.5. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

KATLAR	10KAT	4KAT
1	0,000518	-0,000093
2	0,001179	-0,0002
3	0,001835	-0,000285
4	0,002466	-0,000335
5	0,003055	
6	0,00359	
7	0,004057	
8	0,004442	
9	0,004732	
10	0,004918	

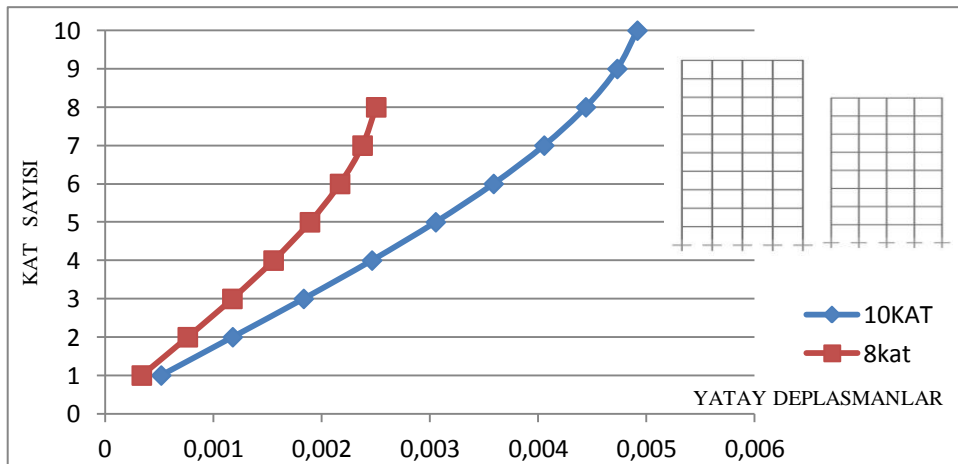


Şekil 4.31. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar



Çizelge 4.6. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

KATLAR	10KAT	8kat
1	0,000518	-0,000338
2	0,001179	-0,000763
3	0,001835	-0,001175
4	0,002466	-0,001556
5	0,003055	-0,001892
6	0,00359	-0,00217
7	0,004057	-0,002378
8	0,004442	-0,002504
9	0,004732	
10	0,004918	



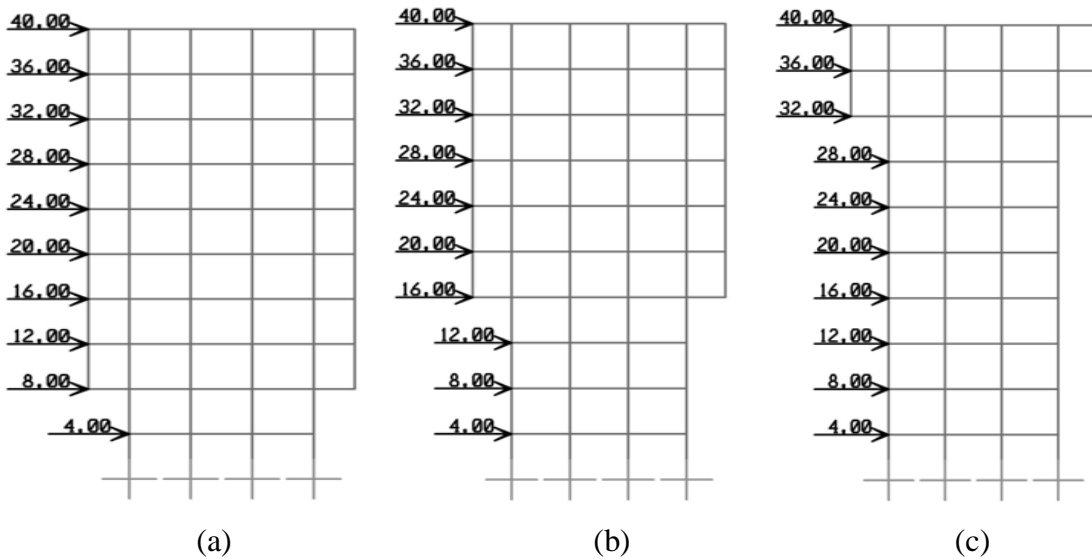
Şekil 4.32. 2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

4.5. ÖRNEK 5: Üstten Çıkmalı Yapılar

Bundan önce yapılan bütün çalışmalarda, seçilen yapı tiplerinde üst katlara doğru bina genişliğinin belirli bir oranda azalması vardı. Bu örnekte ise üst katlara doğru bina genişliğinin artması durumu göz önüne alınmıştır.

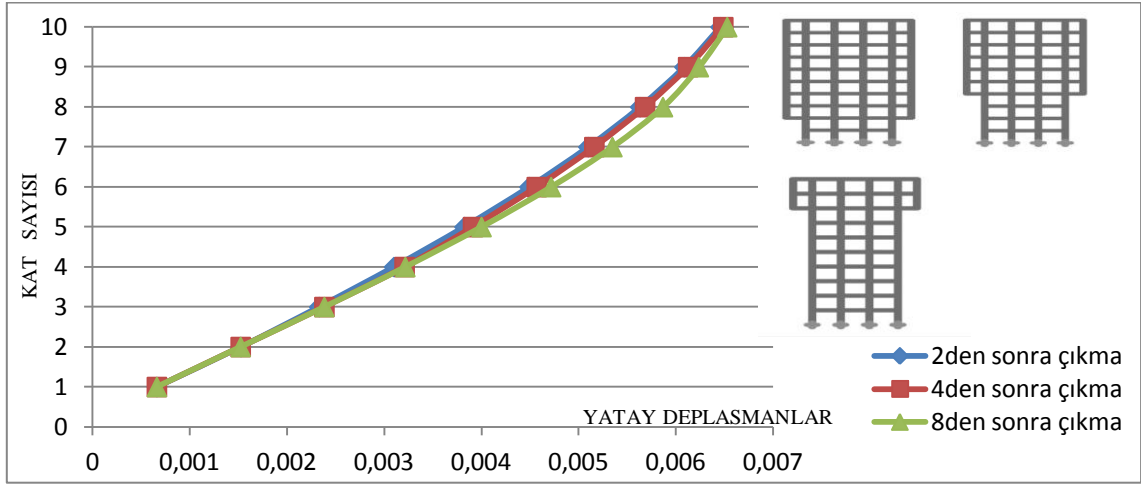
4.5.1.1. ÖRNEK 5.1.1: Çıkma 2 Metre İse

Şekil 4.33a'da 2. kattan sonra, Şekil 4.33b'de 4. kattan sonra, Şekil 4.33c'de ise 8. kattan sonra 2'şer metre sağ ve sol uçlara birer açıklık çıkmalar yapılmıştır. Yapılardaki açıklıklar 3 metredir Yapılara bundan önceki örneklerde olduğu gibi kat yükseklikleriyle doğru orantılı aynı deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler şekiller üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.33. Üstten çıkmalı yapılar a) 2.kattan sonra çıkma, b) 4.kattan sonra çıkma, c) 8.kattan sonra çıkma

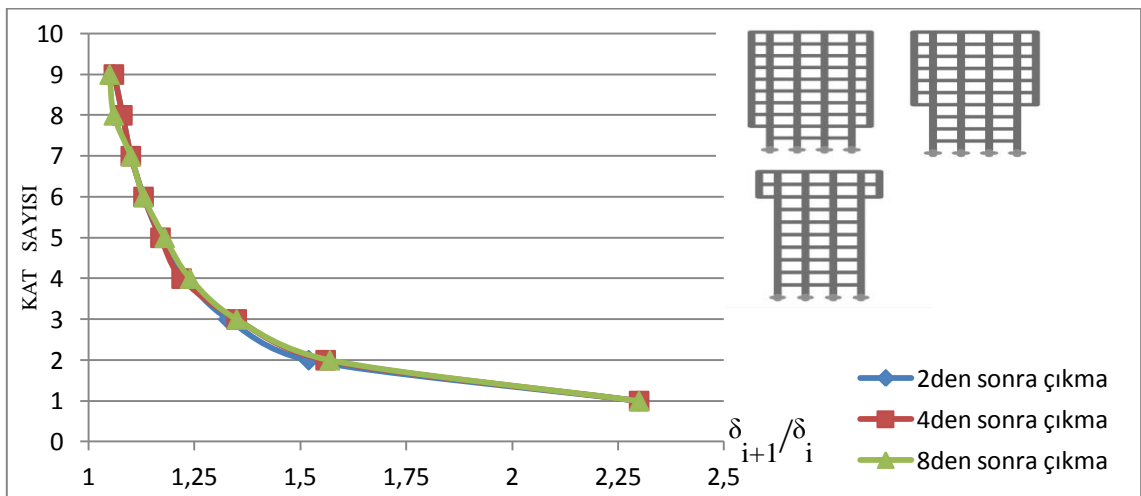
Yapıların analizi yapıldıktan sonra yapılarda meydana gelen yatay deplasmanlardan oluşan grafik Şekil 4.34.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.34. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.34. incelenirse üst katlara doğru çıktıkça artan deprem kuvvetinin etkisiyle katlarda meydana gelen yatay deplasmanlar artmaktadır. 2. kattan sonra çıkma başlayan yapı rijitliği ilk artan yapı olduğu için yatay deplasmanında meydana gelen artış diğer 2 yapınınkinden daha azdır. Aynı şekilde 4. kattan sonra çıkma başlayan yapının ki de 8. kattan sonra çıkma başlayan yapınınkinden daha azdır. Ancak bu fark oldukça azdır.

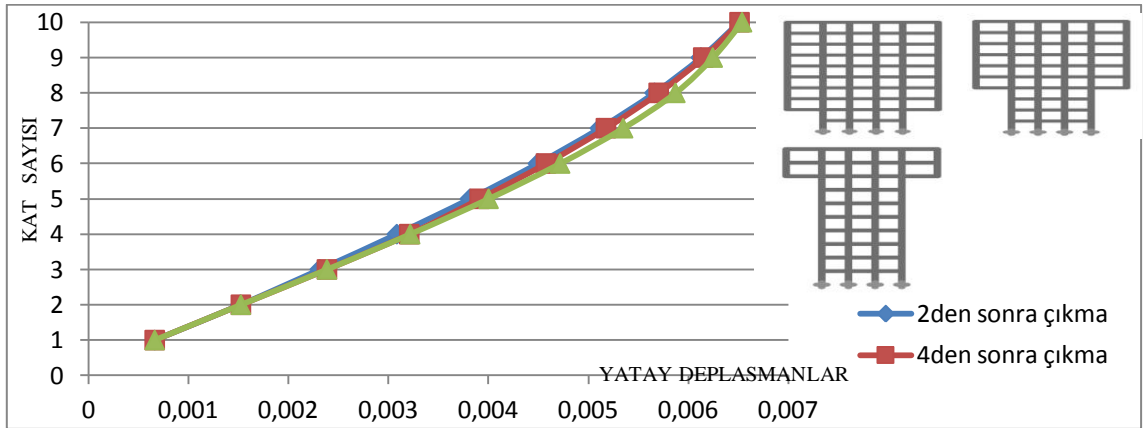
Bu yapılardaki katlar arası rölatif deplasman farkları incelenirse;



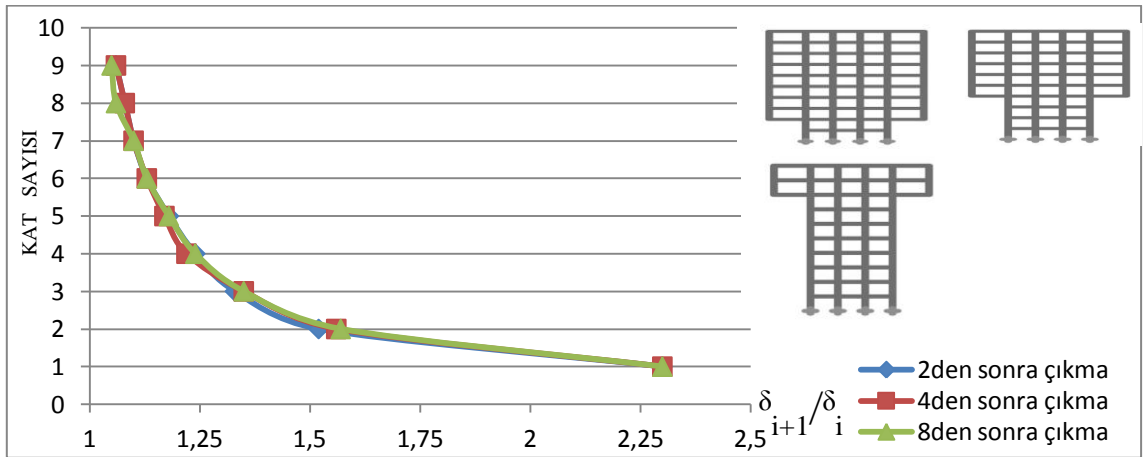
Şekil 4.35. 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Şekil 4.35. incelenirse, üst katlara doğru çıktıkça katlar arası rölatif kat yer değıştirme oranları azalmaktadır. Örnek 3 ve örnek 4'teki sıçramalar bu yapılarda görülmemektedir. Çünkü bu yapıların rijitliğinde diğer örneklerde olduğu gibi ani bir azalma yoktur. Bundan sonraki 2 örnekte aynı şekilde yapılar ele alınmıştır. Farklı olarak ise çıkmalar 4 metre ve 6 metreye çıkarılmıştır. Bu örneklerdeki tüm kabuller Örnek 5.1.1 ile aynı alınmıştır. Aşağıda bu örneklerde, katlarda meydana gelen deplasmanlar ve katlar arası rölatif kat yer değıştirme oranlarından oluşan grafikler verilmiştir.

4.5.1.2. ÖRNEK 5.1.2: Çıkma 4 Metre İse

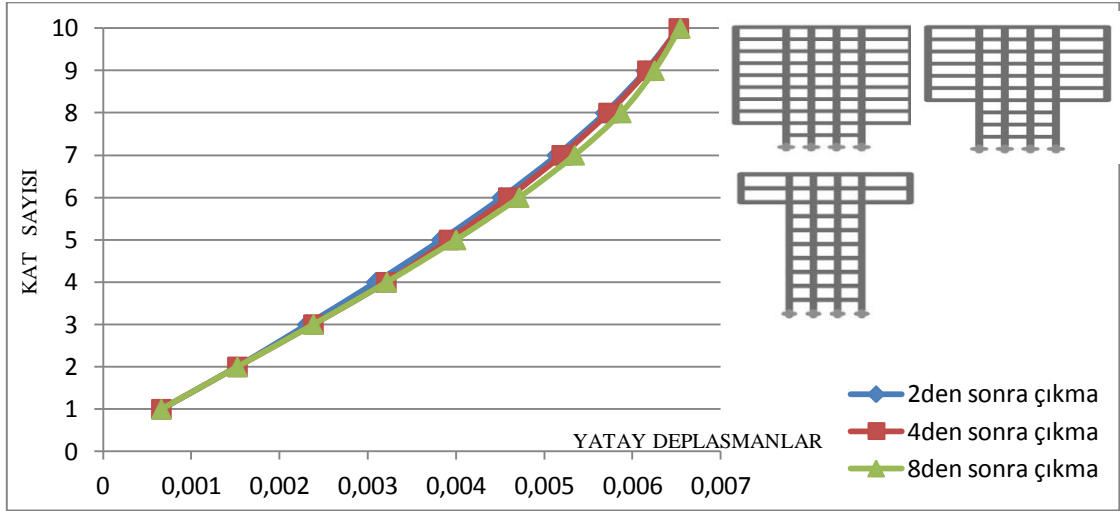


Şekil 4.36. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

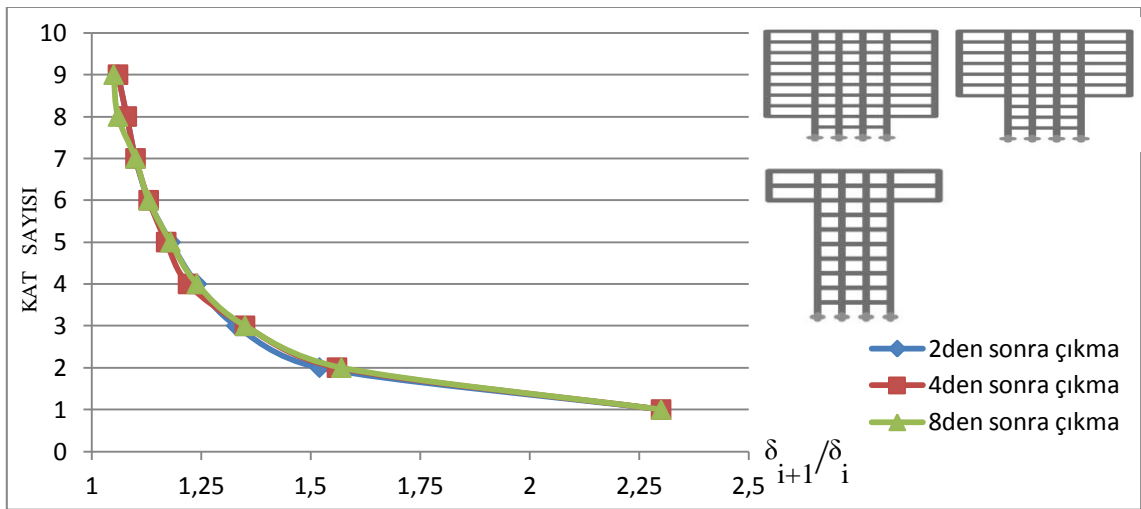


Şekil 4.37. 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

4.5.1.3. ÖRNEK 5.1.3: Çıkma 6 Metre İse



Şekil 4.38. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

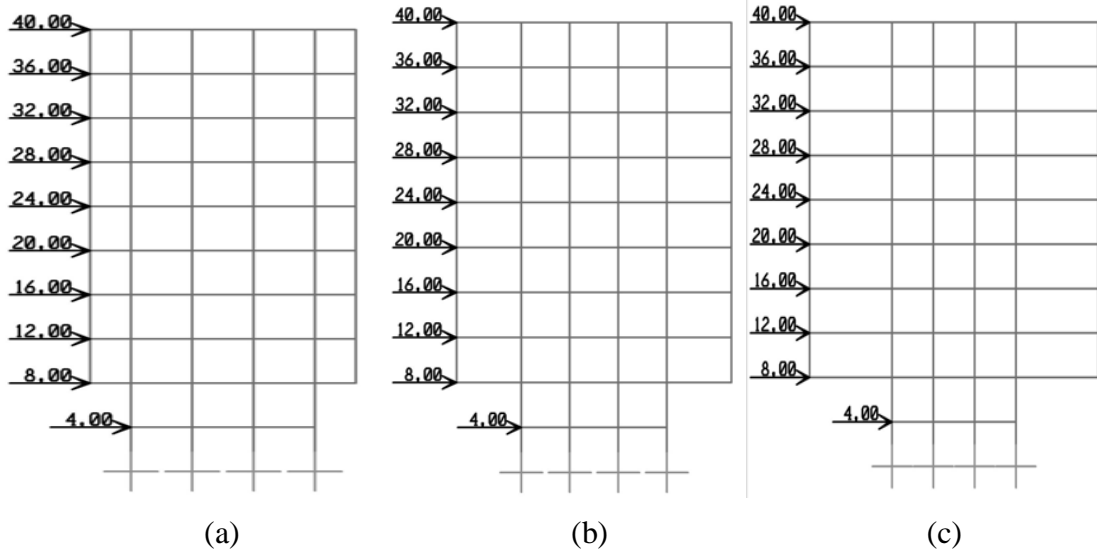


Şekil 4.39. 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

4.5.2.1. ÖRNEK 5.2.1: Çıkma 2. Kattan Sonra İse

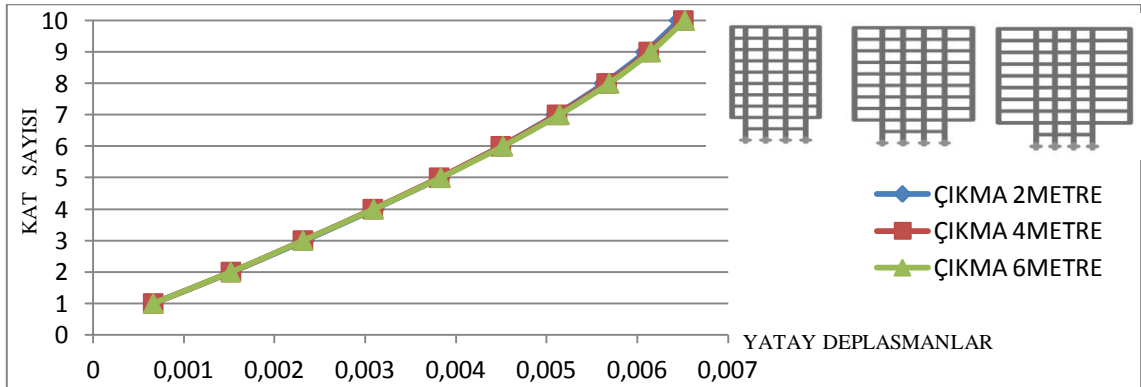
Örnek 5.1.1, 5.1.2 ve 5.1.3'te yapılar karşılaştırılırken çıkma uzunlukları aynı tutulurken çıkmanın olacağı katlar değiştirilmiştir. Bu ve bundan sonraki 2 örnekte ise çıkma katları sabit tutulurken çıkma uzunlukları değiştirilip karşılaştırma yapılmıştır.

Şekil 4.40a, Şekil 4.40b ve Şekil 4.40c'deki yapılarda açıklıklar 3 metredir. Bu yapılara, diğer örneklerdeki yapılara etkiyen deprem kuvvetlerinin aynısı verilmiştir. Bu kuvvetler şekiller üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.40. Üstten çıkmalı yapılar a) çıkma 2 metre, b) çıkma 4 metre, c) çıkma 6 metre

Yapılara bu kuvvetler etkiyince katlardaki deplasmanlardan oluşan grafik Şekil 4.41.'de gösterilmiştir.

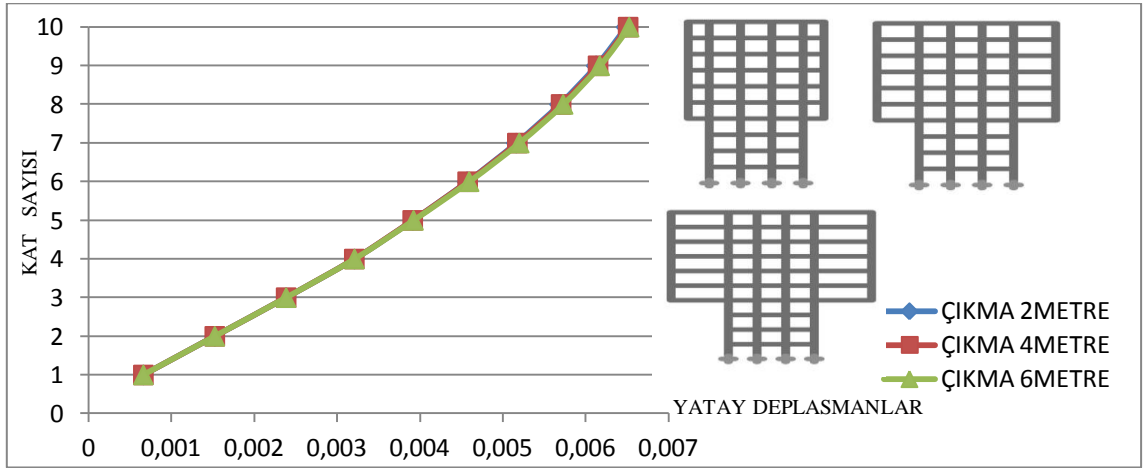


Şekil 4.41. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.41. incelenirse, üst katlara doğru çıkma açıklığı arttıkça yapılarda meydana gelen deplasmanların arttığı görülmektedir. Ancak bu artış çok küçük bir değerdedir. Örneğin en üst katta, çıkma 2 metre ise meydana gelen yatay deplasman 0,006461 metre, 4 metre ise 0,006509 metre, 6 metre ise 0,006526 metre'dir.

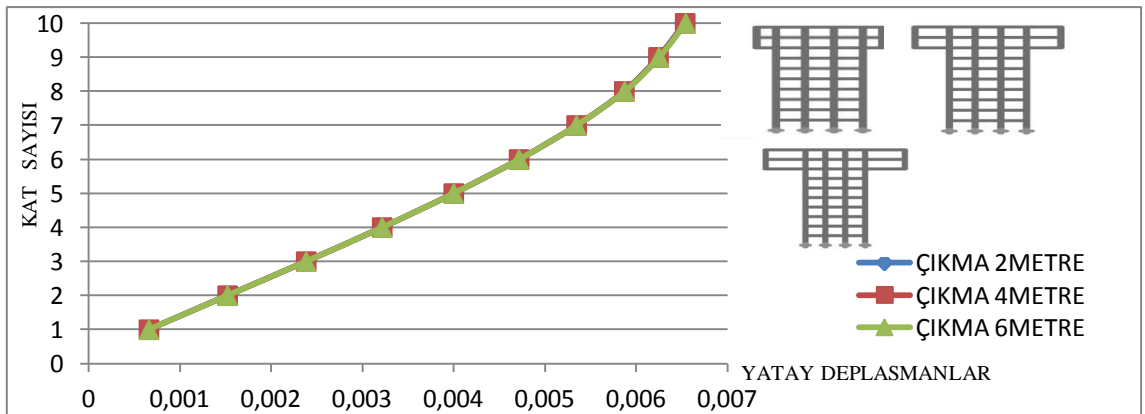
Bundan sonra iki örnekte bu örnekle benzer şekilde olacaktır. Sadece burada 2. kattan sonra olan çıkmalar diğer örneklerde 4.katta ve 8.katta olacaktır. Oradaki grafikler incelenirse sonuçların benzer olduğu görülecektir.

4.5.2.2. ÖRNEK 5.2.2: Çıkma 4. Kattan Sonra İse



Şekil 4.42.=3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

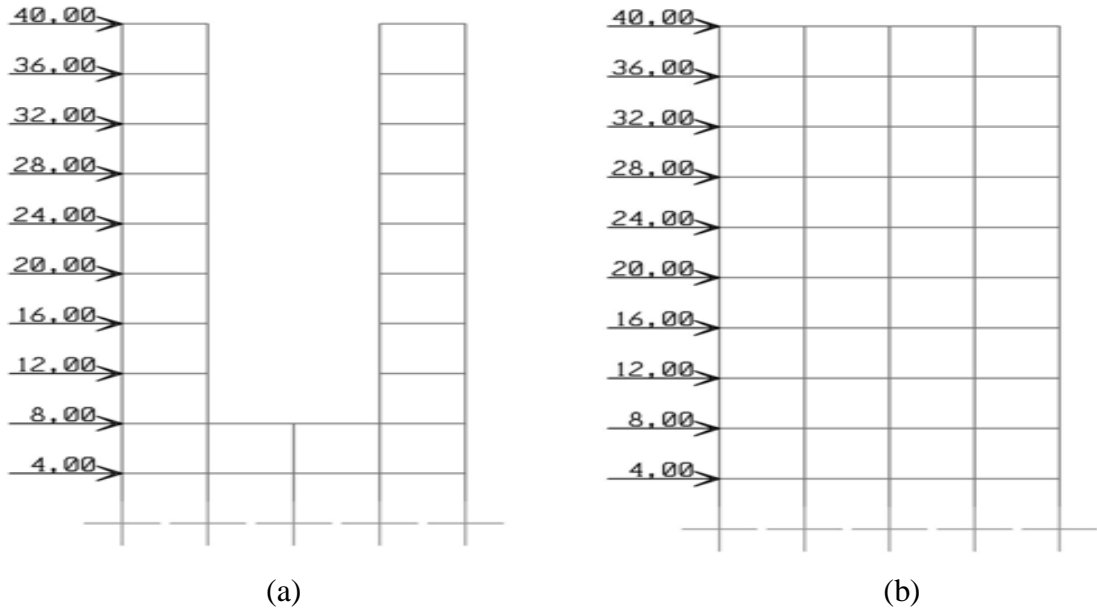
4.5.2.3. ÖRNEK 5.2.3: Çıkma 8. Kattan Sonra İse



Şekil 4.43. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

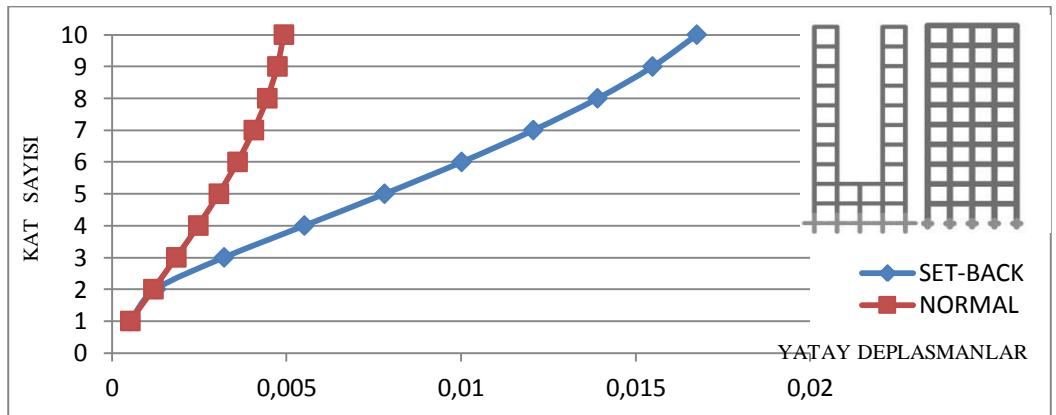
4.6. ÖRNEK 6

Bu örnekte Şekil 4.44b'deki yapının ilk 2 katı aynı alınıp, 2. kattan sonraki katların yalnızca 2 kenar açıklıkları devam ettirilerek ortadaki 2 açıklık devam ettirilmemiştir. Böylece Şekil 4.44a'daki geri set-back'li (geri çekmeli) yapı ortaya çıkmıştır. Bu örnekte, yapılardaki açıklıklar 3 metredir. Her iki yapıya da kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde üst katlara doğru artan yatay deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler şekillerin üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4.44. Yapı tipleri a) set-back'li (geri çekme) yapı b) tam (normal) yapı

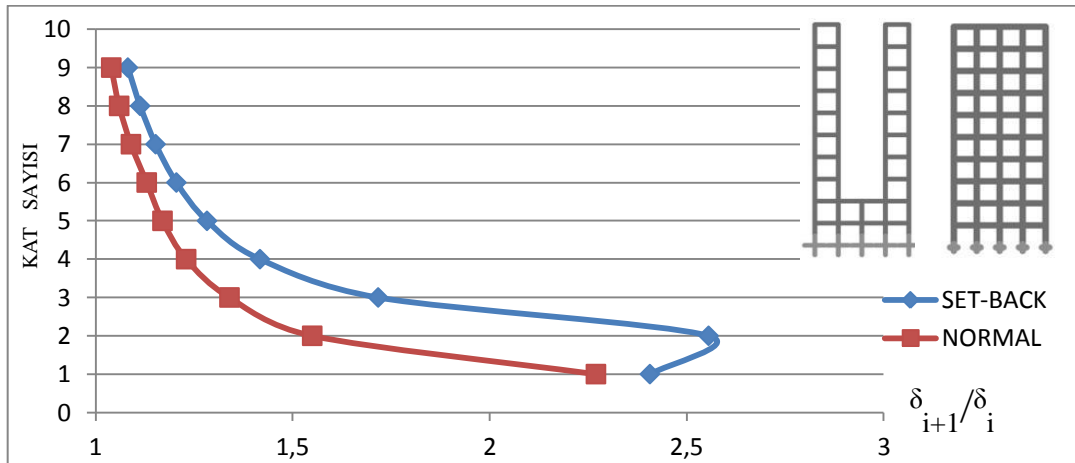
Yapıların analizinden sonra yapıların katlarında meydana gelen yatay yer değiştirmeler Şekil 4.45.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.45. =2 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar

Şekil 4.45 incelenirse her iki yapının da ilk iki katta yapmış oldukları deplasmanların yaklaşık aynı olduğu görülmektedir. Ancak 2.kattan sonra orta açıklıkları devam etmeyen geri çekmeli 2. şekildeki yapının, yapmış olduğu deplasmanın aniden bir artış gösterip diğer yapıya göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Bu yüzden düşey taşıyıcı sistemi sürekli olmayan geri çekme'li yapıda geri çekmeye bağlı geri çekme düzensizliği oluşmuştur. Nitekim son katta geri çekme'li yapı 0,016747 metre deplasman yaparken normal yapı 0,004918 metre deplasman yapmıştır.

Bu iki yapının katlar arası rölatif deplasman farkları incelenirse aşağıdaki grafik oluşmaktadır.



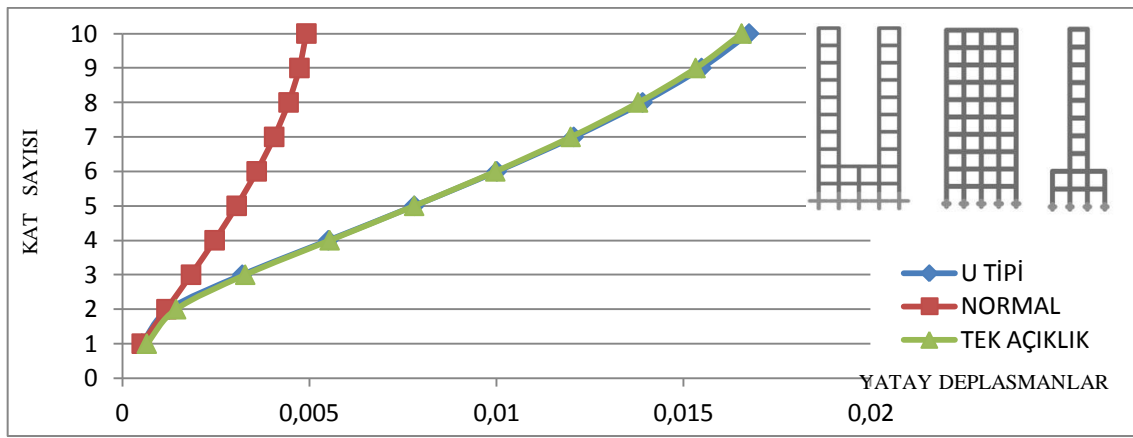
Şekil 4.46. 2 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Şekil 4.46. incelenirse geri çekmeli yapının orta açıklıkları 2.kattan sonra devam etmeyip geri çekilmiştir. Dolayısıyla 2.kat kritik kattır ve bu kattaki rölatif kat deplasman oranının bir sıçrama yaparak düzensizlik oluşturduğu görülmektedir. Bu sıçramanın nedenine ani rijitlik değişiminden kaynaklanmaktadır. Set back katları yani ilk 2 kattaki yatay deplasman değerleri oldukça düşüktür. 3.katta rijitlik azalınca bu yapının yapmış olduğu deplasman değeri birden büyük bir artış göstermiştir. Bu yüzden U_3/U_2 değeri artmıştır. Diğer üst katlarda rijitliklerde bir değişim olmadığı için bu sıçrama görülmemektedir. Şekil 2'deki normal yapının rijitliği bütün katlarda aynı

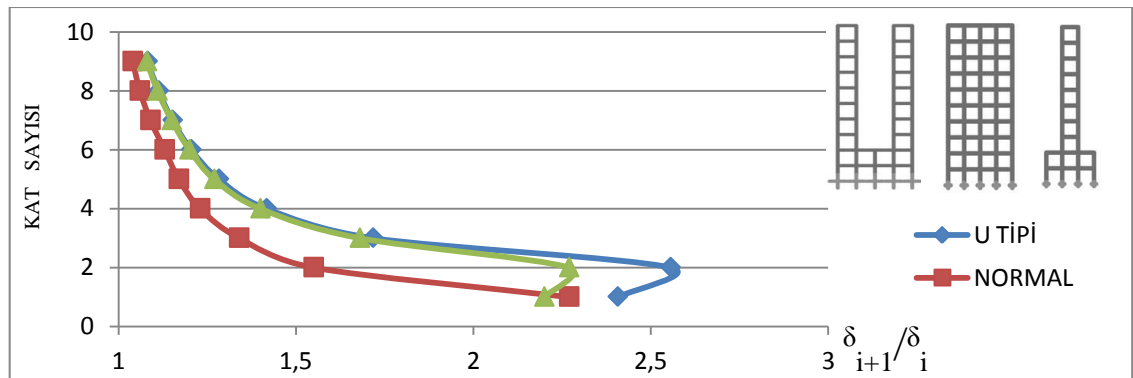
olduğu için bu sıçrama görülmemektedir. Bu yüzden yapılarda mümkün olduğu kadar düşey taşıyıcı sistemi sürekli kılmak uygundur.

4.6.1. ÖRNEK 6.1.

Bu örnekte örnek 6'daki yapılarla birlikte örnek 3 Şekil 4.5a'daki yapı da karşılaştırılmıştır. Bu üç yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar Şekil 4.47.'de, katlar arası rölatif deplasman farkları da Şekil 4.48.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.47. 3 Yapının yapmış oldukları yatay deplasmanlar



Şekil 4.48. 3 Yapının yapmış oldukları rölatif deplasman farkları

Grafikten görüldüğü gibi 2.katında geri çekmesi olan U tipi ve üst katları tek açıklıklı olan geri çekmeli yapıların rölatif kat yer değiştirme oranları 2.katta sıçrama yapmaktadır. U tipi yapının daha fazla sıçrama yapmasının nedeni alt geri çekme katlarının daha rijit olması nedeniyle yapmış olduğu yatay deplasmanın daha az olmasıdır. Dolayısıyla U_3/U_2 oranı daha yüksektir.

BÖLÜM 5

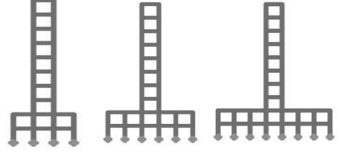
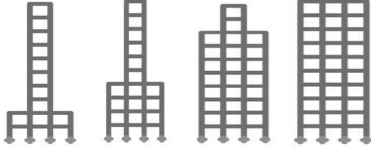
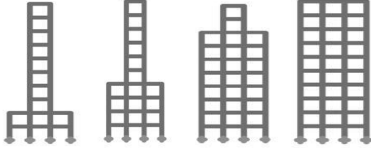
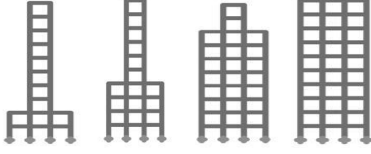

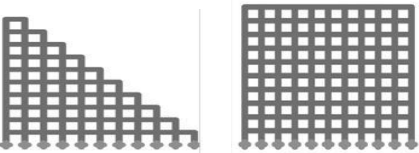
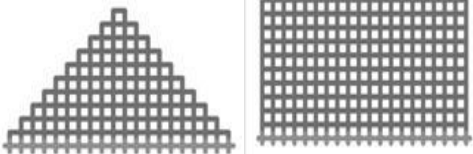
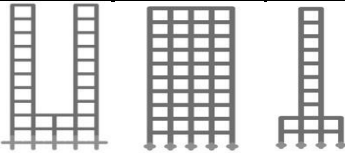
SAYISAL ÖRNEKLER 2

KOLONLARDA MEYDANA GELEN İÇ KUVVETLERDEKİ DEĞİŞİM

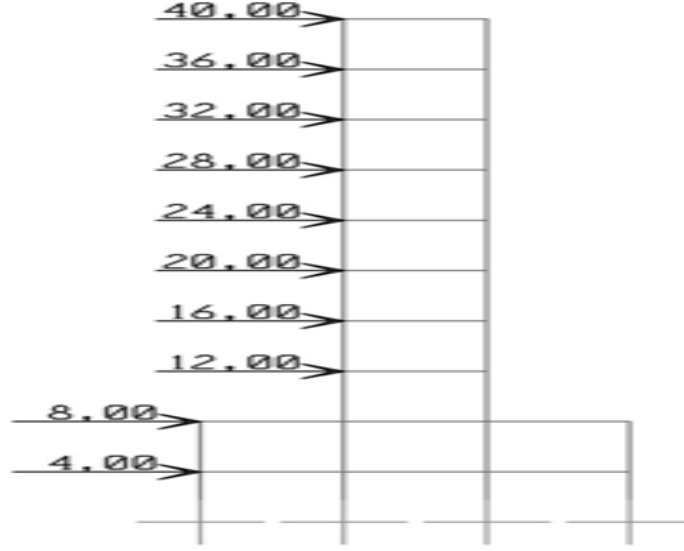
Bu bölümde çeşitli yapı modelleri seçilerek, seçilen bu yapıların katlarındaki kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri irdelenmiştir. Seçilen bütün yapı tipleri, yapıdaki kesitlerin boyutları ve yapıya etkiyen deprem kuvvetleri bir önceki bölümdekilerle aynıdır. Bu yüzden yapıya ilişkin bilgiler ve uygulanan deprem kuvvetleri sadece 5.1. örnek 1’de verilecektir. Diğerlerinde hatırlatma yapılacaktır.

Çizelge 5.1.’de, bu bölümde çözülen örnekler ve bu örneklerde kullanılan yapı şekilleri verilmiştir. Çizelgede verilen yapı şekilleri önce kendi içinde ayrı incelenmiş, sonuçlar aynı örnek içerisinde tablolarla verilmiştir. Daha sonra Çizelge 5.1.’de yan yana verilen yapılar aynı grafik içerisinde birlikte incelenmiştir.

Çizelge 5.1. Örneklerde incelenen şekiller

SAYISAL ÖRNEKLER	İNCELENEN YAPI ŞEKİLLERİ
5.1.ÖRNEK 1- 5.2.ÖRNEK 2- 5.3.ÖRNEK 3	
5.1.ÖRNEK 1- 5.4.ÖRNEK 4- 5.5.ÖRNEK 5- 5.6.ÖRNEK 6	
5.7.ÖRNEK 7	
5.8.1.ÖRNEK 8A- 5.8.2.ÖRNEK 8B- 5.8.3.ÖRNEK 8C- 5.8.4.ÖRNEK 8D	
5.9.ÖRNEK 9- 5.10.ÖRNEK 10 – 5.11.ÖRNEK 11	
5.12.ÖRNEK 12	
5.13.ÖRNEK 13	
5.14.ÖRNEK 14 5.14.1.ÖRNEK 14.1.	

5.1. ÖRNEK 1



Şekil 5.1. Geri çekme katı 3 açıklıklı

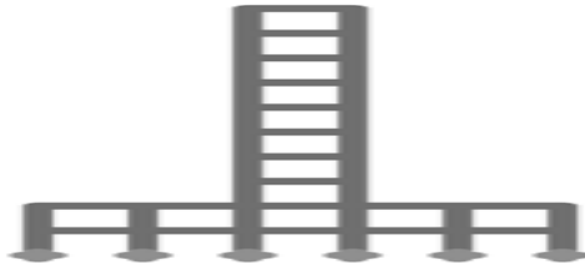
Yukarıdaki yapıdaki tüm açıklıklar: 3 metre, kat yükseklikleri: 3 metre, tüm kolonlar: 30*60 cm, tüm kirişler: 25*50 cm, $E: 2 \cdot 10^8$, $U: 0,3$ alınmıştır. Yapıya kat yükseklikleriyle doğru orantılı olan Şekil 5.1. üzerindeki deprem kuvvetleri verilmiştir. Yapıya yandaki deprem kuvvetleri etkiyince kolonlarda meydana gelen moment değerleri ve kesme kuvveti değerleri incelenmiştir. İncelenen bu değerler tablo halinde verilmiştir. Kesme kuvveti kolonun her noktasında aynıdır. Ancak momentler değişmektedir. Bu yüzden tablolarda, kolonun başlangıcı (0 metre), ortası (1,5 metre) ve sonundaki (3 metre) moment değerleri yazılmıştır.

Çizelge 5.2. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	88,09	13,44	-61,21	49,77
2	81,85	-12,14	-106,14	62,66
3	180,3	24,29	-131,72	104
4	150,66	3,66	-143,34	98
5	135,66	0,65	-134,35	90
6	119,13	-0,87	-120,88	80
7	99,82	-2,18	-104,18	68
8	77,66	-3,35	-84,35	54
9	52,67	-4,33	-61,33	38
10	25,25	-4,75	-34,76	20

Çizelge 5.2. incelenirse kolonda, son geri çekme katı 2. kattan tek açıklıklı 3. kata geçtikten sonra moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış yaparak düzensizlik meydana geldiği görülmektedir. Kolonun başlangıç noktasında yani 0. metrede moment değeri 2.katta 81,85 kNm iken birden 180,3 kNm, yine aynı noktada kesme kuvveti değeri 2.katta 62,66 kN iken birden 104 kN olmuştur. 3.kattan sonra ise ani bir durum göstermeden azaldığı görülmektedir. Bu değerler geri çekmeli bu yapılarda bir düzensizlik olduğunu açıkça göstermektedir. Bu yüzden geri çekme düzensizliği için iç kuvvetlerde meydana gelen ani değişimler bir kriter olarak kullanılabilir.

5.2. ÖRNEK 2



Şekil 5.2. Geri çekme katı 5 açıklıklı

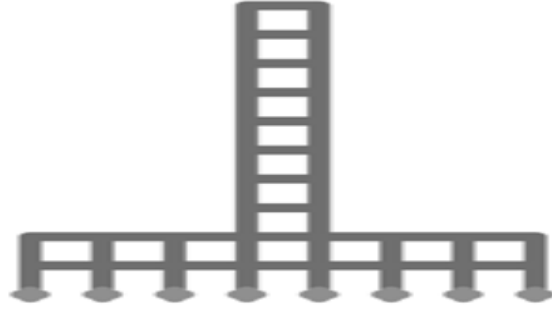
Bu örnekte bir önceki bölümdeki yani bölüm 4'deki örnek-3.1. Şekil 4.8b'deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 5.3.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	56,5	9,06	-38,38	31,63
2	41,88	-1,9	-45,69	29,19
3	181,73	25,73	-130,28	104
4	150,78	3,77	-143,23	98
5	135,66	0,65	-134,35	90
6	119,13	-0,87	-120,88	80
7	99,82	-2,18	-104,18	68
8	77,66	-3,35	-84,35	54
9	52,67	-4,33	-61,33	38
10	25,25	-4,75	-34,76	20

Çizelge 5.3 incelenirse örnek 1'deki sonuçlarla burada da karşılaşmaktayız. Geri çekme katları tamamlanıp bir üst kata yani 3.kata geçildiğinde kolonda moment ve kesme kuvvetinde ani bir artış olmaktadır. Örneğin kolonun başlangıç noktasında moment değeri 41,88 kNm' den 181,73 kNm' ye, kesme kuvveti değeri de 29,19 kN' dan 104 kN' a çıkmaktadır. Bu durum da düzensizlik oluşturmaktadır. 3 kattan sonra böyle bir durum olmadığı için bu değerlerde ani bir artış olmayıp, üst katlara doğru azalmaktadır.

5.3. ÖRNEK 3



Şekil 5.3. Geri çekme katı 7 açıklıklı

Bu örnekte bölüm 4, örnek 3.1, Şekil 4.8c'deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda Çizelge 5.4.'de gösterilmiştir.

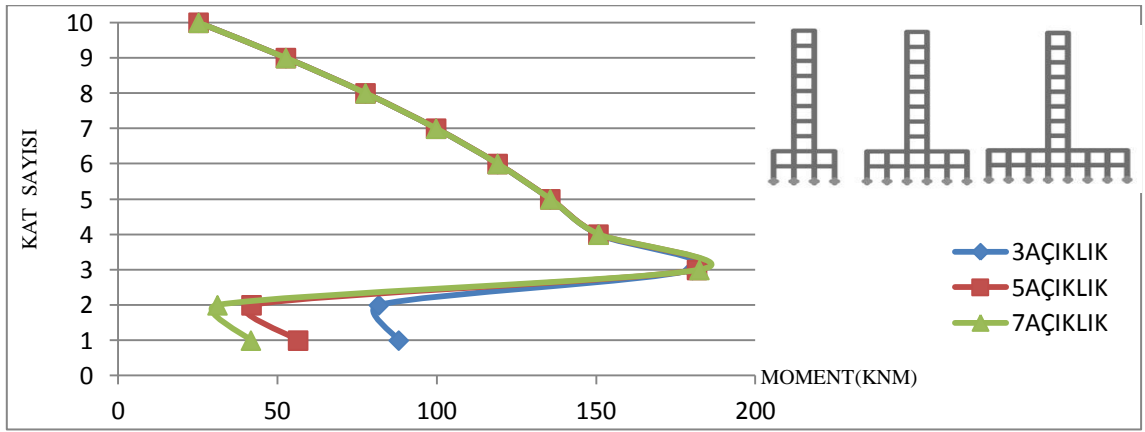
Çizelge 5.4. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	41,69	6,8	-28,08	23,26
2	31,19	-2,63	-36,45	22,55
3	182,48	26,47	-129,53	104
4	150,84	3,83	-143,17	98
5	135,66	0,65	-134,35	90
6	119,13	-0,87	-120,88	80
7	99,82	-2,18	-104,18	68
8	77,66	-3,35	-84,35	54
9	52,67	-4,33	-61,33	38
10	25,25	-4,75	-34,76	20

Çizelge 5.4.'deki değerler incelenirse örnek 1 ve örnek 2'deki sonuçlara benzer sonuçlarla burada da karşılaşmaktayız. Geri çekme katları bittikten sonra bir üst kattaki ilk kule katına geçildiğinde moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış oluşarak düzensizlik meydana gelmektedir. Bu durum geri çekmeli yapılarda yani geri çekme yapılarında geri çekme düzensizliği dediğimiz düzensizliğin meydana geldiği düşüncesini iyice kuvvetlendirmektedir.

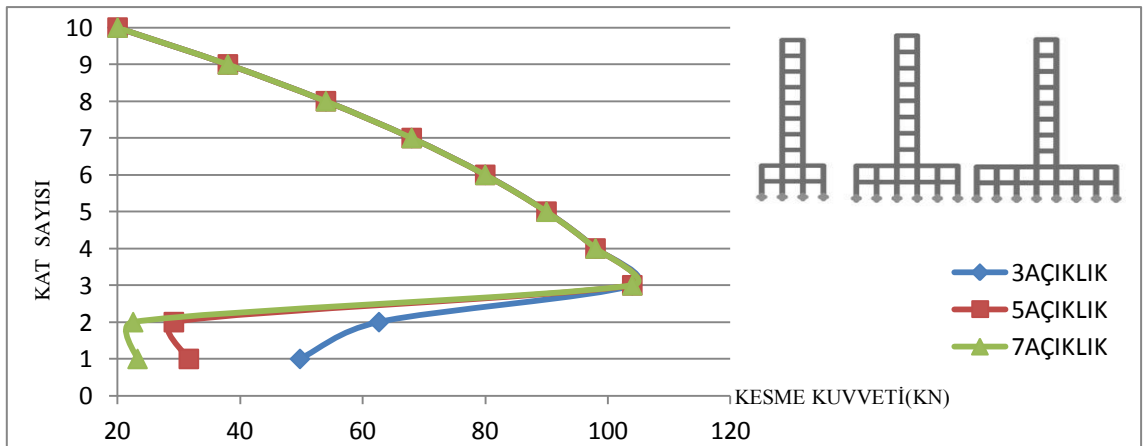
Örnek 1, örnek 2 ve örnek 3 tek bir grafik üzerinde incelenirse;

Kolonların başlangıcındaki **moment** değerleri;



Şekil 5.4. Kolonların başlangıcında moment değerleri

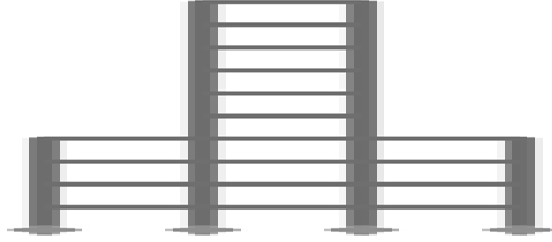
Kolonlardaki **kesme kuvveti** değerleri;



Şekil 5.5. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.4. ve Şekil 5.5’de bu üç türlü yapının kolonlarındaki moment ve kesme kuvveti değerlerinin değişimi birlikte gösterilmiştir. 3 yapıda da geri çekme kat sayısı 2’dir. Bu yapıların hepsinde de geri çekme katları bitip ilk kule katı yani 3.kata geçildiğinde kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani artışlar olmaktadır. Bu durumun 3 yapıda da olması, kolonların iç kuvvetlerinde meydana gelen bu değişimlerin geri çekme düzensizliği için bir kriter olduğu düşüncesini kuvvetlendirmektedir. Yapılara aynı deprem kuvveti verildiği için ilk 2 kattaki moment ve kesme kuvveti değerleri üç açıklıklı yapıda beş açıklıklı yapıya göre, beş açıklıklı yapıda da yedi açıklıklı yapıya göre daha fazladır.

5.4. ÖRNEK 4



Şekil 5.6. 4 Geri çekmeli yapı

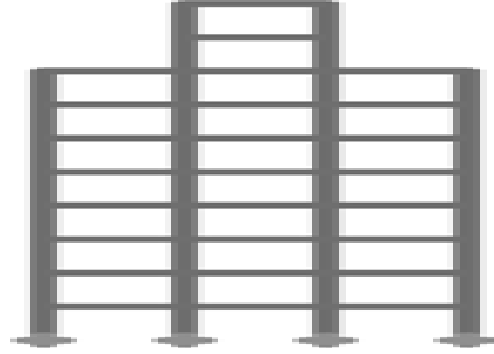
Bu örnekte bölüm 4, örnek-3.2, Şekil 4.11b’deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda tabloda gösterilmiştir.

Çizelge 5.5. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT(kNm)			KESME KUVVETİ(kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	88,54	13,63	-61,27	49,94
2	67,94	-0,36	-68,66	45,53
3	67,3	-0,06	-67,43	44,91
4	75,17	-10,85	-96,87	57,35
5	154,31	19,31	-115,7	90
6	120,61	0,6	-119,4	80
7	99,94	-2,06	-104,07	68
8	77,67	-3,34	-84,34	54
9	52,67	-4,33	-61,33	38
10	25,25	-4,75	-34,76	20

Yukarıdaki yapıda geri çekme kat sayısı 4'tür. Tablo incelenirse kolonda, son geri çekme katı 4. kattan tek açıklıklı 5. kata geçtikten sonra moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış yaparak düzensizlik meydana geldiği görülmektedir. Örneğin moment değeri 4.katta 75,17 kNm iken 5.katta 154,31 kNm olmuş, aynı şekilde kesme kuvveti değeri de 57,35 kN iken 90 kN'a çıkmıştır. 5.kattan sonra ise ani bir durum göstermeden azaldığı görülmektedir. İlk üç örnekte ise geri çekme kat sayısı ikiydi. O örneklerde de 3. kata geçildiğinde artış meydana gelmekteydi. Geri çekme katları tamamlanıp bir üst kata geçildiğinde böyle bir artış meydana gelip düzensizlik oluştuğu görülmektedir. Bu yüzden mümkün olduğu kadar düşeyde taşıyıcı sistemi sürekli kılmak gerekmektedir. Bu yüzden geri çekme düzensizliğine **düşey geometrik düzensizlik veya süreksizlik** adı da verilmektedir.

5.5. ÖRNEK 5



Şekil 5.7. 8 Geri çekmeli yapı

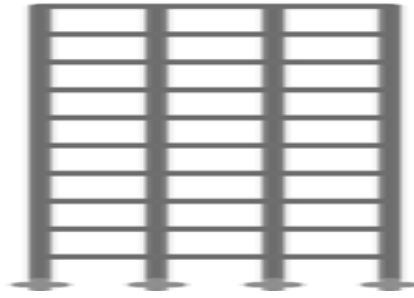
Bu örnekte bölüm 4, örnek-3.2, Şekil 4.11c'deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 5.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.6. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	87,83	14,6	-58,63	48,82
2	63,75	0,79	-62,17	41,97
3	60,43	0,03	-60,36	40,26
4	56,02	-0,47	-56,95	37,66
5	50,81	-0,88	-52,56	34,46
6	44,65	-1,31	-47,28	30,65
7	37,2	-1,36	39,92	25,71
8	31,46	-4,74	-40,94	24,13
9	59,51	2,51	-54,5	38
10	25,8	-4,21	-34,22	20

Yukarıdaki yapıda geri çekme kat sayısı sekizdir. Tablo incelenirse 1.kattan itibaren üst katlara doğru moment ve kesme kuvveti değerlerinin azaldığı görülmektedir. Ancak son geri çekme katı olan 8.kattan sonra ilk kule katı 9.kata gelindiğinde, moment ve kesme kuvveti değerlerinin aniden artarak bir düzensizlik olduğu görülmektedir. 8.katta kolonda moment değeri 31,46 kNm iken 9.katta 59,51 kNm olmuş, kesme kuvveti değeri ise 24,13 kN iken 38 kN olmuştur.

5.6. ÖRNEK 6



Şekil 5.8. 10 geri çekmeli yapı

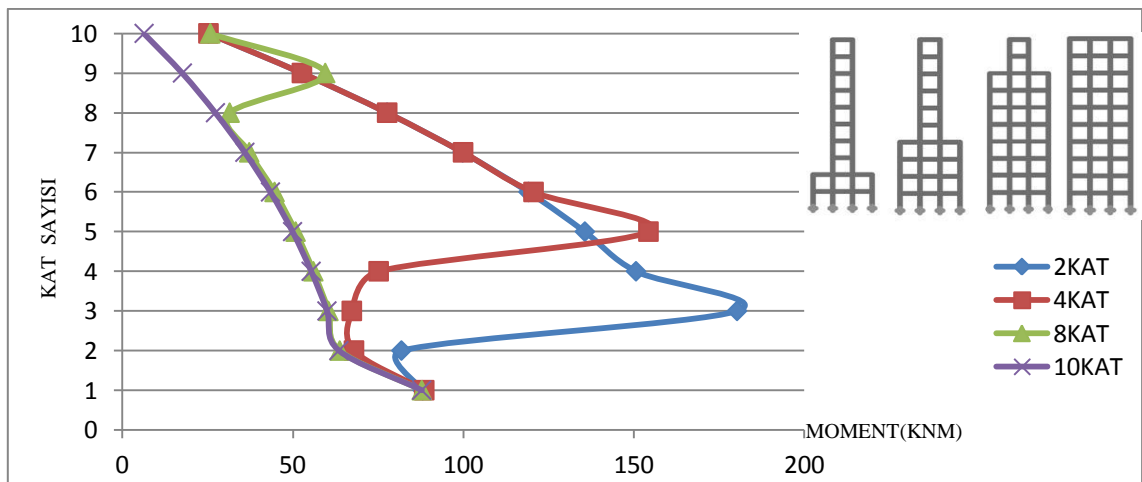
Bu örnekte bölüm 4, örnek-3.2, Şekil 4.11d'deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 5.7. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	87,79	14,65	-58,48	48,76
2	63,5	0,85	-61,83	41,78
3	60	0,1	-59,81	39,94
4	55,37	-0,4	-56,17	37,18
5	49,92	-0,8	-51,52	33,81
6	43,44	-1,18	-45,81	29,75
7	35,92	-1,54	-39	24,98
8	27,3	-1,87	-31,05	19,45
9	17,61	-2,23	-22,07	13,22
10	6,38	-1,82	-10,02	5,46

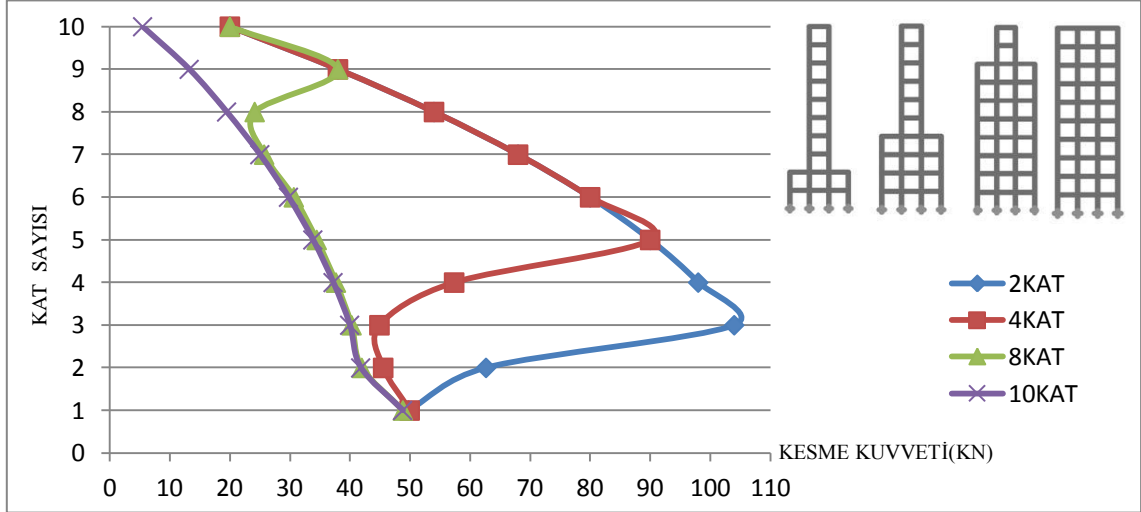
Yukarıdaki yapıda herhangi bir kattan itibaren ani bir rijitlik değişimi bulunmamaktadır. Bütün katlardaki açıklıklar 3 açıklıklıdır. Bu yapı 10geri çekme diye adlandırılmıştır. Tablo incelenirse momentlerde ve kesme kuvvetlerinde üst katlara doğru çıktıkça bir azalma olduğu ve örnek 1, örnek 4 ve örnek 5'teki ani artışların olmadığı görülür. Daha iyi anlaşılması için örnek 1, örnek 4, örnek 5 ve örnek 6'daki yapılardaki kolonların başlangıç noktasındaki moment değerleri ve kolonlardaki kesme kuvveti değerlerinden oluşan grafikler birlikte verilmiştir.

Kolonların başlangıcındaki **moment** değerleri



Şekil 5.9. Kolonların başlangıcında moment değerleri

Kolonlardaki **kesme kuvveti** değerleri;

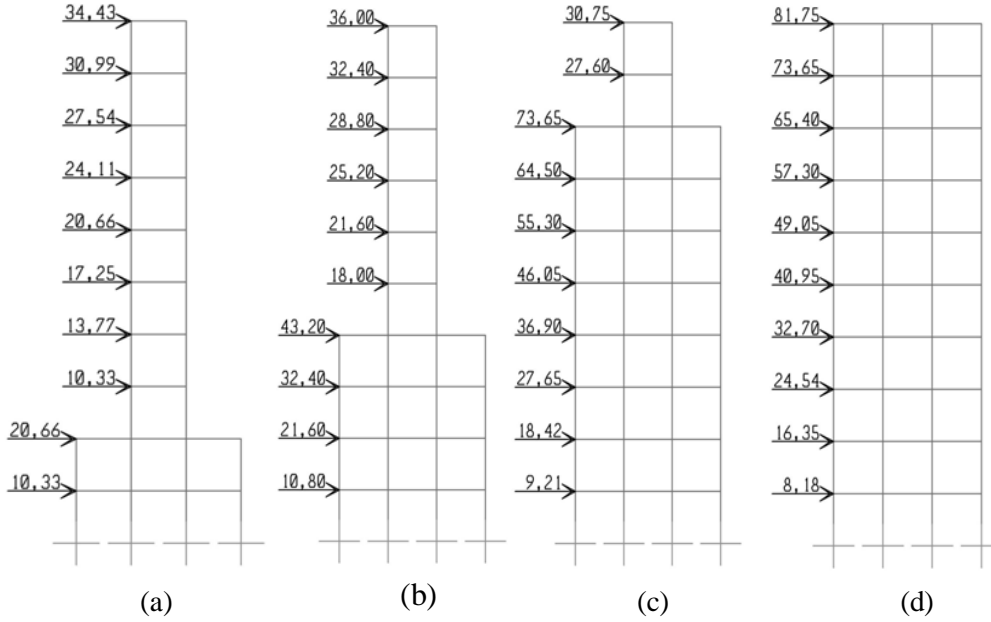


Şekil 5.10. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.9. ve Şekil 5.10.'da bu 4 yapının kolonlarında meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerlerinde meydana gelen değişimler gösterilmiştir. Bu grafikler incelenirse 10 geri çekmeli yapının kolonlarındaki moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış olmadan üst katlara doğru giderek azaldığı görülmektedir. Ancak 2 geri çekmeli yapıda 2.kat bittikten sonra 3.katta, 4 geri çekmeli yapıda 4.kat bittikten sonra 5.katta, 8 geri çekmeli yapıda 8.kat bittikten sonra 9.katta ani bir artış olup bir düzensizlik olduğu görülmektedir. Bu düzensizlik düşeyde taşıyıcı sistemi sürekli olan 10 geri çekmeli yapıda olmamaktadır. Taşıyıcı sistemin düşeyde sürekli olmaması yapılarda bu tür düzensizliklere neden olmaktadır. Bu yüzden **geri çekme düzensizliğine düşey geometrik süreksizlik veya düzensizlik** adı da verilir. Ayrıca bu yapılara aynı deprem kuvveti etki ettirildiği için ilk kattaki moment ve kesme kuvveti değerleri aynıdır. Katlardaki ani artış değerleri de düşey taşıyıcı sistemi ve rijitliği ilk değişen 2 geri çekmeli yapıda 4 geri çekmeli yapıya göre 4 geri çekmeli yapıda da 8 geri çekmeli yapıya göre daha fazladır. Yani geri çekme kat sayısı arttıkça kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerlerindeki ani artış değerleri azalmaktadır.

5.7. ÖRNEK 7: Bina Ağırlıkları Dikkate Alınarak Kolonlardaki Moment ve Kesme Kuvveti Değerlerinin İncelenmesi

Bundan önceki örneklerde kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri incelenirken yapılara kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde aynı deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu örnekte, bir önceki bölümdeki örnek 3.2.1'deki yapı tipleri, kesitlerin boyutları ve hesaplanan deprem kuvvetleriyle aynıdır. Bu kuvvetler Şekil 5.11a, Şekil 5.11b, Şekil 5.11c ve Şekil 5.11d üzerinde gösterilmiştir.

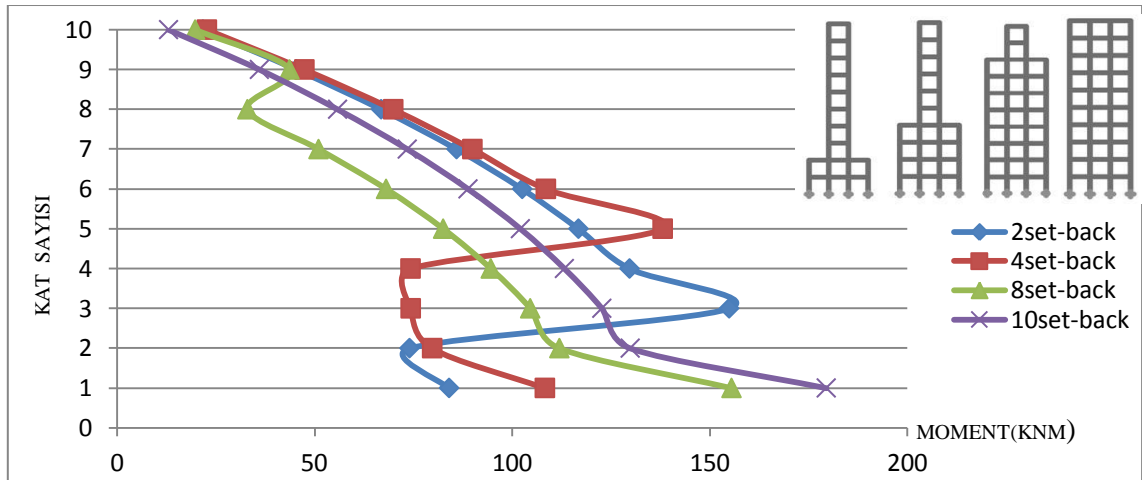


Şekil 5.11. Geri çekme kat sayısının artırılmasıyla oluşan geri çekmeli yapılar
a) 2 geri çekme, b) 4 geri çekme, c) 8 geri çekme, d) 10 geri çekme

Yapılara bu deprem kuvvetleri etkiyince yapılardaki kolonların başlangıç noktasındaki momentleri ve kolonlardaki kesme kuvveti değerleri tablo ve grafiklerde birlikte gösterilmiştir.

Çizelge 5.8. Kolonların başlangıcındaki moment değerleri;

KATLAR	MOMENT DEĞERLERİ (kNm)			
	2geri çekme	4geri çekme	8geri çekme	10geri çekme
1	84,04	108,29	155,53	179,51
2	74,03	79,77	111,96	129,89
3	154,93	74,33	104,58	122,7
4	129,72	74,29	94,6	113,23
5	116,79	138,11	82,54	102,09
6	102,55	108,54	68,1	88,83
7	85,93	89,94	51	73,46
8	66,84	69,9	32,99	55,82
9	45,34	47,41	43,65	36,02
10	21,74	22,73	19,76	13,03



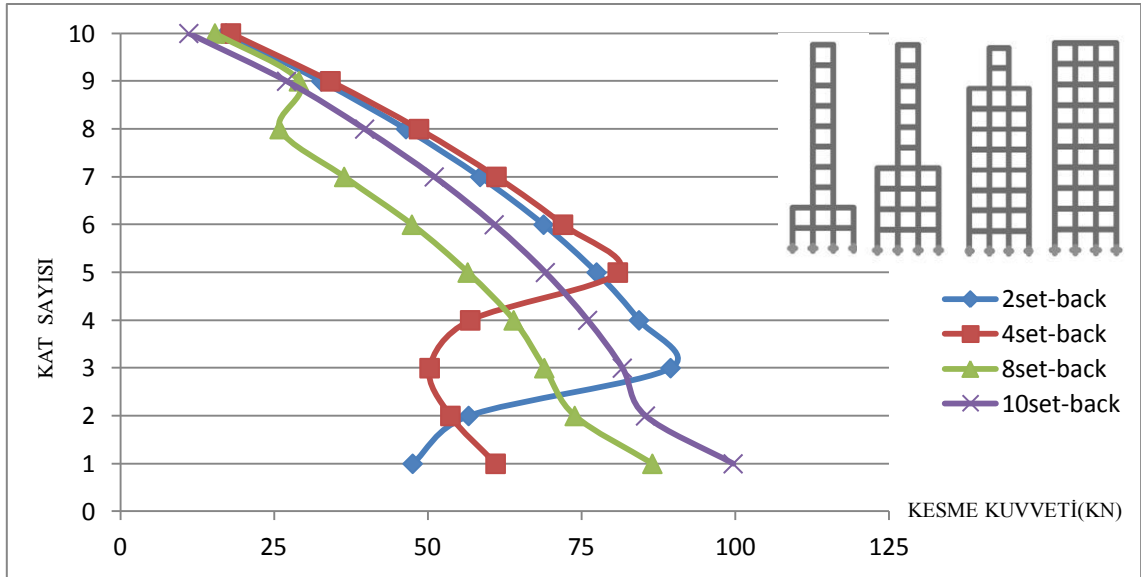
Şekil 5.12. Kolonların başlangıcında moment değerleri

Şekil 5.12. ve Çizelge 5.8. incelenirse gelen deprem kuvvetlerinin farklı olması nedeniyle ilk katta en büyük moment, ağırlığı en büyük olan ve bu yüzden en fazla deprem kuvvetinin etkisinde kalan, bütün katlardaki açıklıkları 3 açıklıklı olan 10 geri çekmeli yapıda olmaktadır. 10 geri çekmeli yapıda üst katlara doğru çıktıkça gelen moment belli bir oranda azalmaktadır. 2 geri çekmeli yapıda ise geri çekme katları bitip ilk kule katına yani 3.kata geçildiğinde bir sıçrama olmaktadır. Aynı şekilde 4 geri çekmeli yapıda 4.kat bitip 5.katta geçişte, 8 geri çekmeli yapıda 8.kat bitip 9.katta bir

artış olarak düzensizlik oluşturduğu görülmektedir. Bu düzensizliğin adı da **geri çekme düzensizliğidir**.

Çizelge 5.9. Kolonlardaki kesme kuvveti değerleri;

KATLAR	KESME KUVVETİ DEĞERLERİ (kN)			
	2geri çekme	4geri çekme	8geri çekme	10geri çekme
1	47,57	61,06	86,56	99,7
2	56,67	53,71	73,93	85,44
3	89,52	50,33	68,98	81,67
4	84,39	56,93	64	76,03
5	77,49	80,94	56,52	69,15
6	68,87	72,02	47,45	60,83
7	58,54	61,2	36,43	51,08
8	46,48	48,6	25,93	39,76
9	32,71	34,2	29,07	27,05
10	17,22	18	15,41	11,16



Şekil 5.13. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.13. ve Çizelge 5.9. incelenirse momentlerde meydana gelen sonuçlara benzer sonuçların çıktığı görülür. En fazla deprem kuvveti gelen 10geri çekme’li yapıda ilk katta meydana gelen kesme kuvveti maksimumdur. 10geri çekme’li yapıda üst katlara doğru çıkıldıkça kolonlardaki kesme kuvveti azalmaktadır. Ancak geri çekme’li yapılarda, geri çekme katlarından kule katlarına geçildiğinde kolonlardaki

altında kalınca, yapıdaki kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

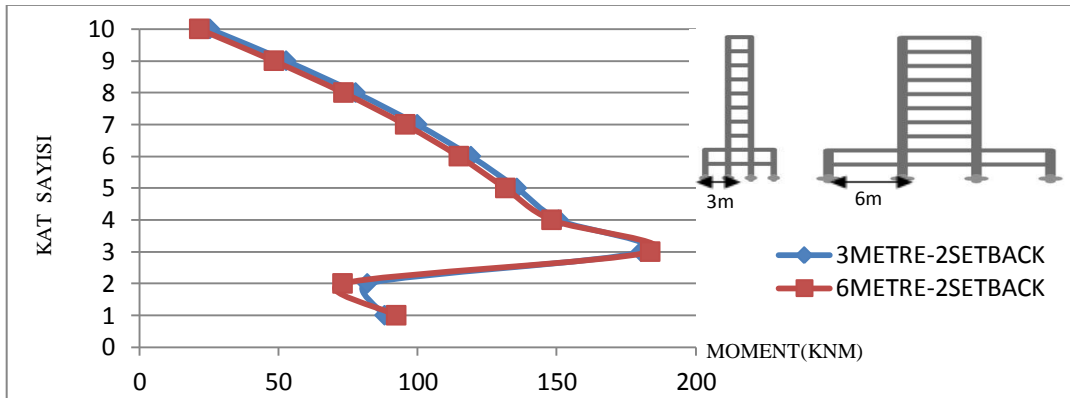
Çizelge 5.10. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	92,26	23,55	-45,17	45,81
2	72,97	-11,93	-96,82	56,6
3	183,61	27,6	-128,42	104
4	148,15	1,14	-145,86	98
5	131,52	-3,48	-138,49	90
6	114,81	-5,2	-125,2	80
7	95,51	-6,5	-108,5	68
8	73,31	-7,69	-88,7	54
9	48,31	-8,7	-65,7	38
10	21,46	-8,55	-38,56	20

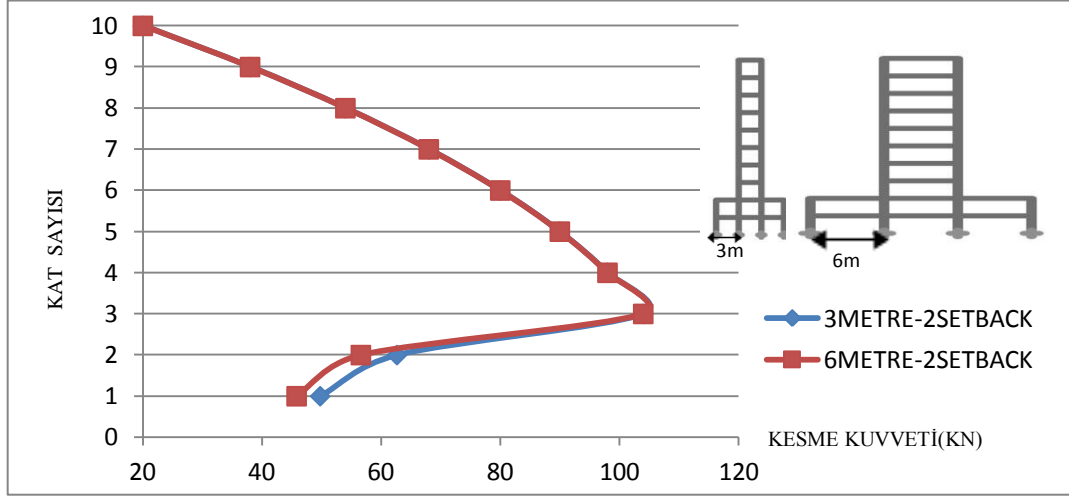
Bu örnekte de örnek 1 ile benzer sonuçlarla karşılaşırız. Yine geri çekme katları bittikten sonra ilk kule katının yani 3.katın kolonunda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir sıçrama olduğu görülür. Yani açıklığı arttırınca bu tür yapılarda bu düzensizlik devam etmektedir.

5.8.1.1. ÖRNEK 8A-1: Karşılaştırma

Bu örnekte, örnek 1 ile örnek 8-Anın karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun için katlardaki kolonların başlangıç noktasındaki momentleri ile kolonlardaki kesme kuvvetleri aynı grafikte gösterilmiştir.



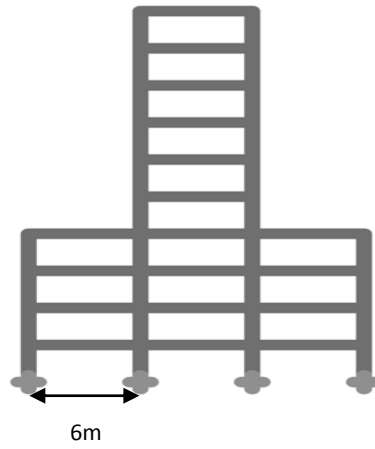
Şekil 5.15. Kolonların başlangıcında moment değerleri



Şekil 5.16. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.15. ve Şekil 5.16. incelenirse geri çekme katlarının bitimine kadar yani 2.kata kadar olan kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri 3 açıklıklı yapıda daha fazladır. Kule katlarında ise, kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri yaklaşık aynıdır.

5.8.2. ÖRNEK 8B



Şekil 5.17. 4 Geri çekmeli yapı

Yukarıdaki yapı 5.4.örnek 4'teki yapının açıklıklarının 6 metreye çıkarılmasıyla oluşturulmuş yapıdır. Açıklıklar dışında kabul edilen bütün kesitler, yapıya gelen deprem kuvvetleri tamamıyla örnek 4'le aynıdır. Yapı bu deprem kuvvetlerinin etkisi altında kalınca, yapıdaki kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 5.11.'de gösterilmiştir.

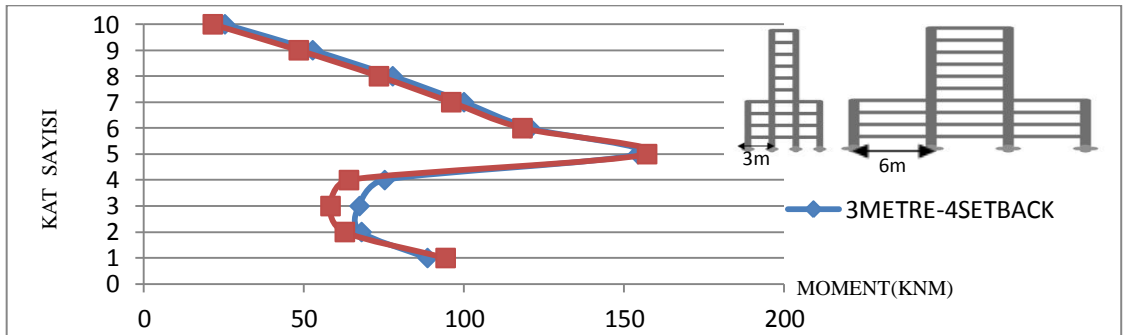
Çizelge 5.11. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	94,2	22,1	-50	48,07
2	62,71	0,64	-61,43	41,38
3	58,23	0,72	-56,79	38,34
4	64	-12,44	-88,89	50,97
5	157,14	22,13	-112,88	90
6	118,2	-1,8	-121,81	80
7	95,96	-6,05	-108,05	68
8	73,37	-7,63	-88,64	54
9	48,32	-8,69	-65,69	38
10	21,46	-8,55	-38,56	20

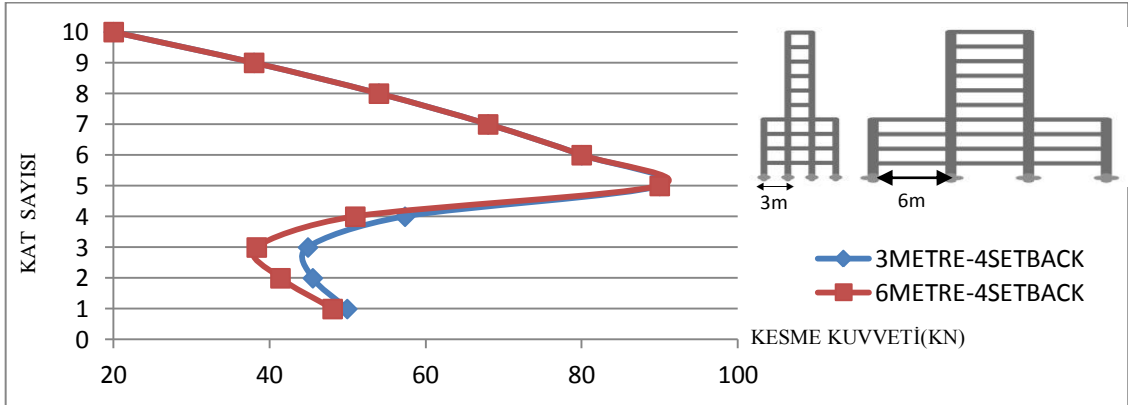
Bu örnekte de örnek 4 ile benzer sonuçlarla karşılaşırız. Yine geri çekme katları bittikten sonra ilk kule katının kolonunda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir sıçrama olduğu görülür. Bu durum da düzensizlik oluşturmaktadır.

5.8.2.1. ÖRNEK 8B-1:Karşılaştırma

Bu örnekte, örnek 4 ile örnek 8-B' nin karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun için katlardaki kolonların başlangıç noktasındaki momentleri ile kolonlardaki kesme kuvvetleri aynı grafikte gösterilmiştir.



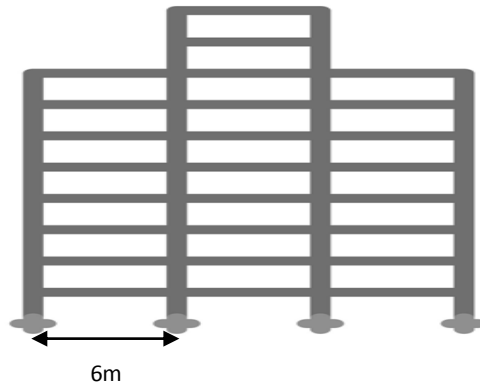
Şekil 5.18. Kolonların başlangıcında moment değerleri



Şekil 5.19. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.18. ve Şekil 5.19. incelenirse geri çekme katlarının bitimine kadar yani 4.kata kadar olan kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri 3 açıklıklı yapıda daha fazladır. Kule katlarında ise, kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri yaklaşık aynıdır.

5.8.3. ÖRNEK 8-C



Şekil 5.20. 8 Geri çekmeli yapı

Yukarıdaki yapı 5.5.örnek 5'teki yapının açıklıklarının 6 metreye çıkarılmasıyla oluşturulmuş yapıdır. Açıklıklar dışında kabul edilen bütün kesitler, yapıya gelen deprem kuvvetleri tamamıyla örnek 5'le aynıdır. Yapı bu deprem kuvvetlerinin etkisi altında kalınca, yapıdaki kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

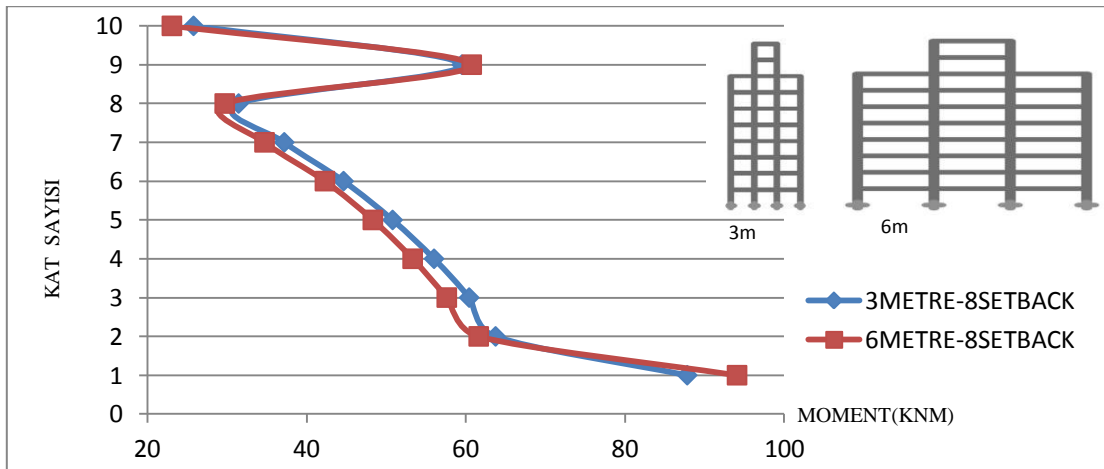
Çizelge 5.12. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	94,09	22,32	-49,45	47,85
2	61,63	1,12	-59,39	40,34
3	57,62	-0,71	-59,03	38,88
4	53,33	-1,41	-56,16	36,5
5	48,33	-1,89	-52,1	33,48
6	42,31	-2,45	-47,21	29,84
7	34,72	-2,25	-39,22	24,65
8	29,72	-6,99	-43,7	24,48
9	60,75	3,73	-53,28	38
10	23,08	-6,93	-36,94	20

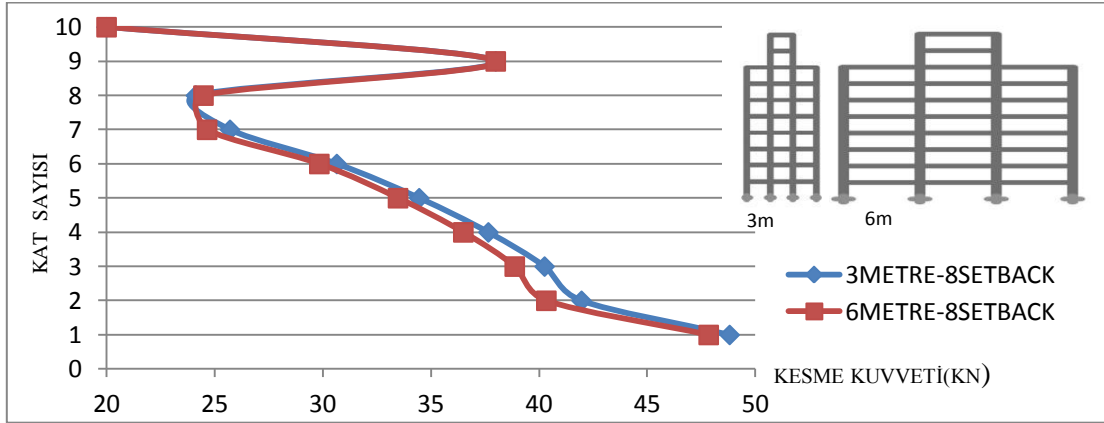
Bu örnekte de örnek 5 ile benzer sonuçlarla karşılaşırız. Yine geri çekme katları bittikten sonra ilk kule katının kolonunda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir sıçrama olduğu görülür. Örneğin kolonun başlangıç noktasındaki moment değeri 8.katta 29,72 kNm iken 9.katta 60,75 kNm olmuştur. Kesme kuvveti değeri ise 8.katta 24,48 kN iken 9.katta 38 kN olmuştur. Bu artış oranları geri çekme kat sayısı arttıkça azalmaktadır.

5.8.3.1. ÖRNEK 8C-1:Karşılaştırma

Bu örnekte, örnek 5 ile örnek 8-C' nin karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun için katlardaki kolonların başlangıç noktasındaki momentleri ile kolonlardaki kesme kuvvetleri aynı grafikte gösterilmiştir.



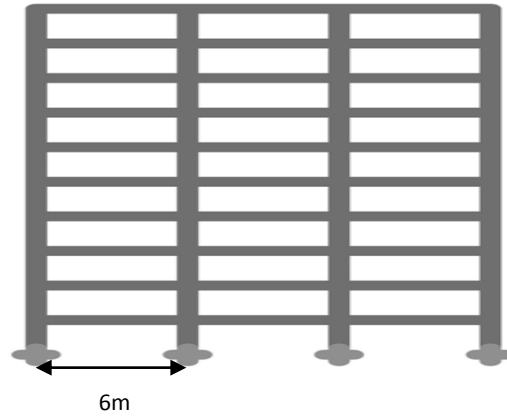
Şekil 5.21. Kolonların başlangıcında moment değerleri



Şekil 5.22. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.21. ve Şekil 5.22. incelenirse geri çekme katlarının bitimine kadar yani 8.kata kadar olan kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri 3 açıklıklı yapıda çok az fazladır. Kule katlarında ise, kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri yaklaşık aynıdır.

5.8.4. ÖRNEK 8-D



Şekil 5.23. 10 Geri çekmeli yapı

Yukarıdaki yapı 5.6.örnek 6'daki yapının açıklıklarının 6 metreye çıkarılmasıyla oluşturulmuş yapıdır. Açıklıklar dışında kabul edilen bütün kesitler, yapıya gelen deprem kuvvetleri tamamıyla örnek 6'la aynıdır. Yapı bu deprem kuvvetlerinin etkisi

altında kalınca, yapıdaki kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri Çizelge 5.13.'de gösterilmiştir.

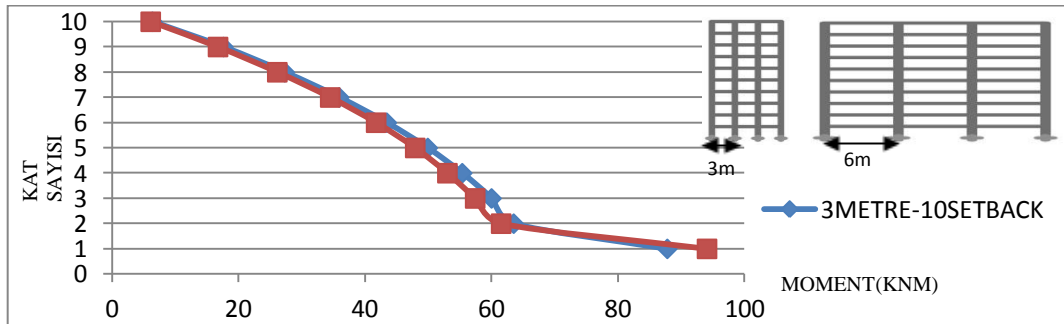
Çizelge 5.13. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	94,07	22,35	-49,37	47,82
2	61,52	1,15	-59,22	40,25
3	57,41	-0,67	-58,76	38,72
4	53,02	-1,38	-55,78	36,27
5	47,93	-1,86	-51,66	33,2
6	41,75	-2,34	-46,42	29,39
7	34,49	-2,81	-40,1	24,86
8	26,12	-3,25	-32,63	19,58
9	16,75	-3,75	-24,24	13,66
10	6,11	-3,25	-12,61	6,24

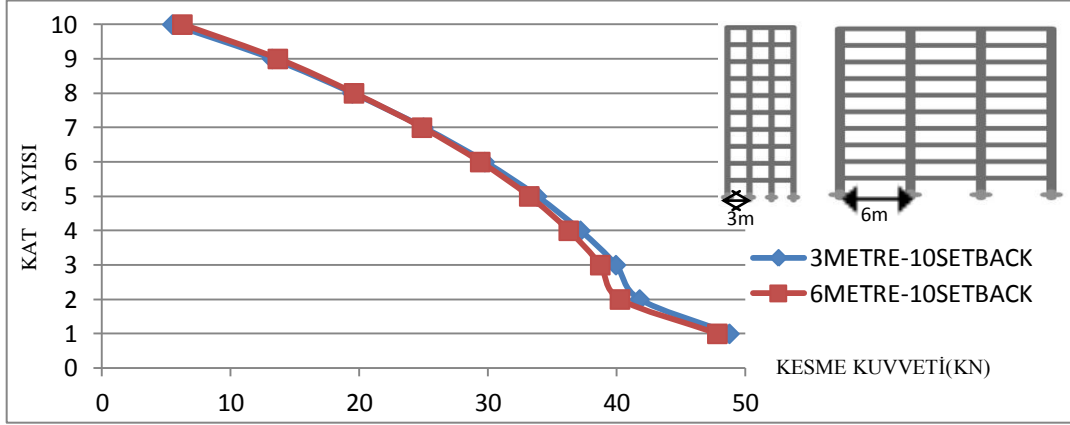
Çizelge 5.13. incelenirse örnek 6'da olduğu gibi katlardaki kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerlerinin üst kata çıktıkça azaldığı diğer örneklerden farklı olarak herhangi bir katta ani bir artış meydana gelerek düzensizlik oluşmadığı görülmektedir. Çünkü düşey taşıyıcı sistem süreklidir ve düşey geometrik düzensizlik yani geri çekme düzensizliği oluşmamaktadır.

5.8.4.1. ÖRNEK 8D-1: Karşılaştırma

Bu örnekte örnek 6 ile örnek 8-D'nin karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun için katlardaki kolonların başlangıç noktasındaki momentleri ile kolonlardaki kesme kuvvetleri aynı grafikte gösterilmiştir.



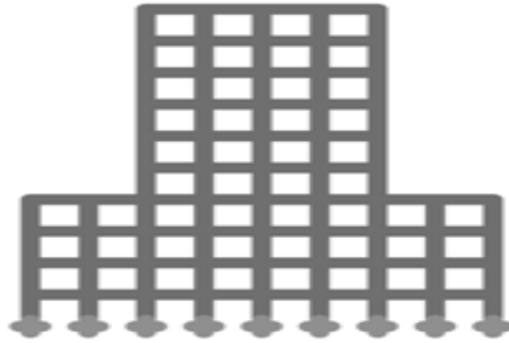
Şekil 5.24. Kolonların başlangıcında moment değerleri



Şekil 5.25. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.24 ve Şekil 5.25.'deki grafikler incelenirse açıklığın 6 metreye çıkarılmasıyla çok da büyük bir değişimin olmadığı görülmektedir. Bu tür yapılarda diğer geri çekmeli yapılardan farklı olarak bu değerlerin birden artarak ani bir değişim göstermemesidir. Bu durum da geri çekme'li yapılarda geri çekme düzensizliğinin varlığının kanıtı sayılabilir.

5.9. ÖRNEK 9



Şekil 5.26. 4 Geri çekmeli yapı

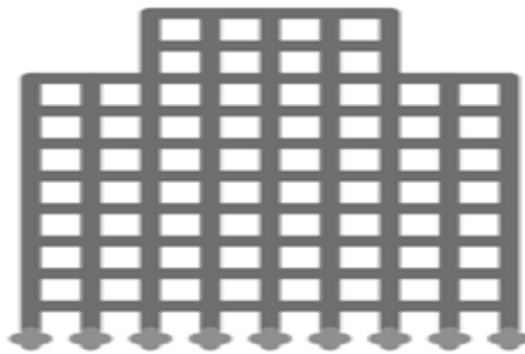
Bu örnekte bölüm 4, örnek-4, Şekil 4.28a'deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda Çizelge 5.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.14. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	37,03	5,87	-25,29	20,78
2	25,36	0,01	-25,34	16,9
3	24,13	-0,11	-24,35	16,16
4	23,3	-1,71	-26,72	16,67
5	52,78	5,56	-41,66	31,48
6	33,03	-1,15	-35,34	22,79
7	28,06	-1,13	-30,31	19,46
8	21,06	-1,44	-23,94	15
9	13,46	-1,71	-16,89	10,12
10	4,66	-1,42	-7,51	4,06

Yukarıdaki yapıda geri çekme kat sayısı 4'tür. Çizelge 5.14. incelenirse kolonda, son geri çekme katı 4. kattan tek açıklıklı 5. kata geçtikten sonra moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış yaparak düzensizlik meydana geldiği görülmektedir. Örneğin moment değeri 4.katta 23,3 kNm iken 5.katta 52,78 kNm olmuş, aynı şekilde kesme kuvveti değeri de 16,67 kN iken 31,48 kN'a çıkmıştır. 5.kattan sonra ise ani bir durum göstermeden azaldığı görülmektedir.

5.10. ÖRNEK 10



Şekil 5.27. 8 Geri çekmeli yapı

Bu örnekte bölüm 4, örnek-4, Şekil 4.28b'deki yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti

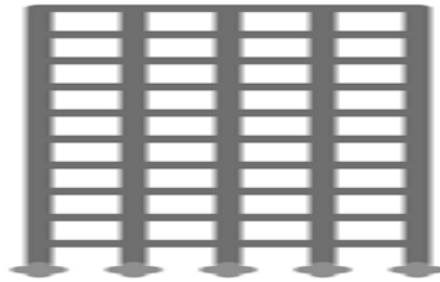
etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda Çizelge 5.15.'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.15. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	36,97	5,97	-25,03	20,67
2	25,03	0,1	-24,82	16,62
3	23,52	-0,08	-23,66	15,73
4	21,41	-0,25	-21,9	14,44
5	19,93	-0,4	-19,82	12,95
6	16,28	-0,53	-17,34	11,21
7	13,17	-0,66	-14,49	9,22
8	9,82	-1,1	-12	7,28
9	21,57	1,1	-19,38	13,65
10	6,5	-1,74	-9,98	5,49

Yukarıdaki yapıda geri çekme kat sayısı sekizdir. Çizelge 5.15. incelenirse 1.kattan itibaren üst katlara doğru moment ve kesme kuvveti değerlerinin azaldığı görülmektedir. Ancak son geri çekme katı olan 8.kattan sonra ilk kule katı 9.kata gelindiğinde moment ve kesme kuvveti değerlerinin aniden artarak bir düzensizlik olduğu görülmektedir. 8.katta kolonda moment değeri 9,82 kNm iken 9.katta 21,57 kNm olmuş, kesme kuvveti değeri ise 7,26 kN iken 13,65 kN olmuştur.

5.11. ÖRNEK 11



Şekil 5.28. Dilatasyonlu yapı

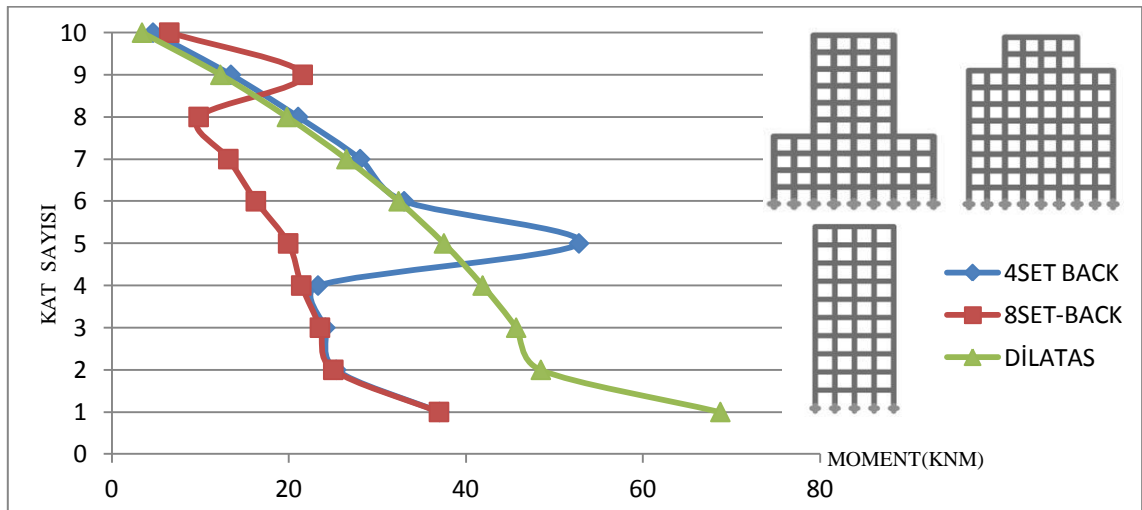
Bu örnekte bölüm 4, örnek-4, Şekil 4.28c'deki dilatasyonlu yapı aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri aşağıda Çizelge 5.16.'de gösterilmiştir

Çizelge 5.16. Kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri

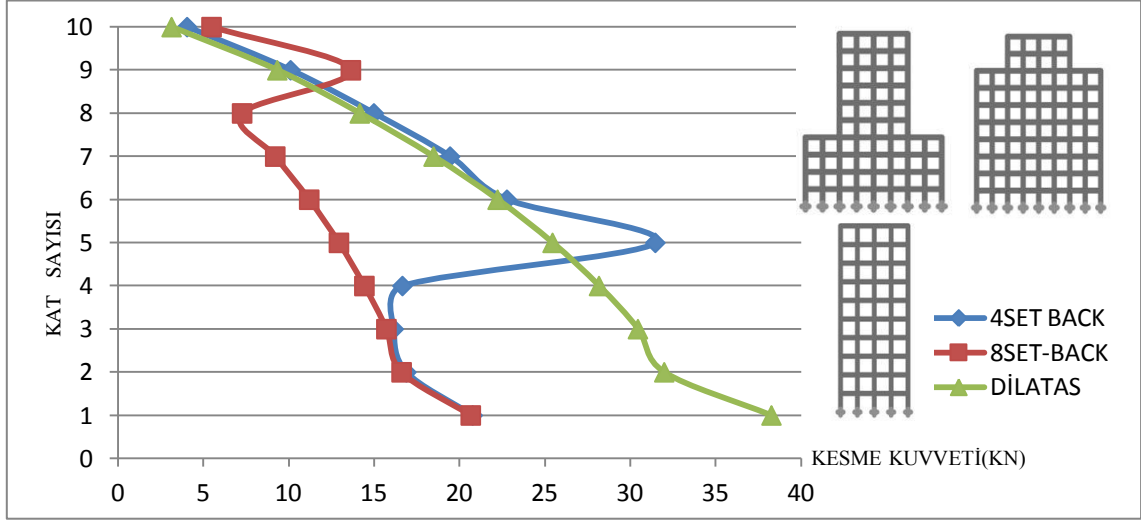
KAT	MOMENT (kNm)			KESME KUVVETİ (kN)
	0metre	1,5metre	3metre	
1	68,76	11,35	-46,06	38,28
2	48,48	0,48	-47,53	32
3	45,69	-0,01	-45,69	30,46
4	41,9	-0,37	-42,64	28,18
5	37,53	-0,66	-38,86	25,46
6	32,41	-0,95	-34,31	22,24
7	26,51	-1,22	-28,95	18,49
8	19,79	-1,46	-22,71	14,17
9	12,27	-1,74	-15,76	9,34
10	3,42	-1,31	-6,04	3,15

Çizelge 5.16 incelenirse hiçbir katında ani rijitlik değişimi olmayan dilatasyonlu yapıda üst katlara doğru çıktıkça normal şekilde kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri azalmıştır. Dolayısıyla örnek 9 ve 10'da meydana gelen düzensizlikler yaşanmamıştır.

Aşağıda örnek 9, örnek 10 ve örnek 11'deki yapıların grafikleri birlikte verilmiştir.



Şekil 5.29. Kolonların başlangıcında moment değerleri



Şekil 5.30. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

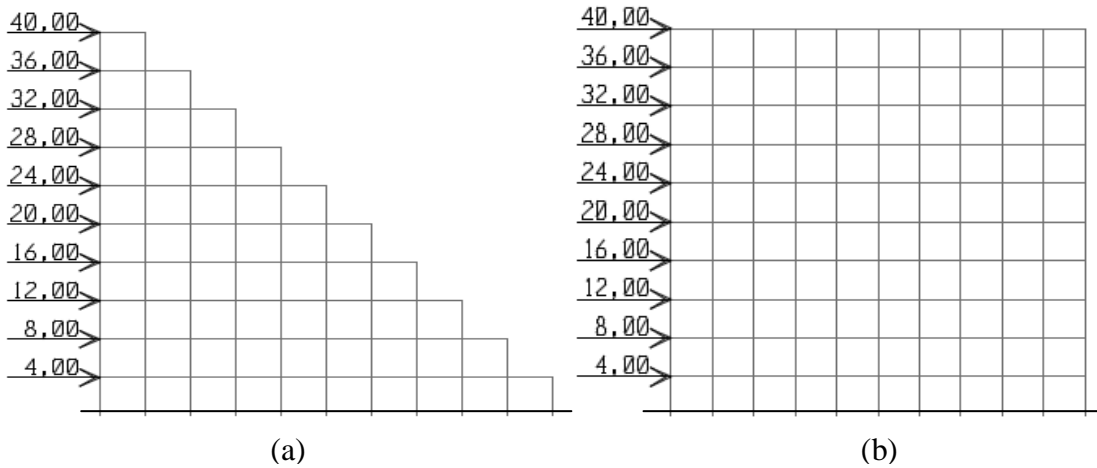
Şekil 5.29. ve Şekil 5.30. incelenirse 4. ve 8.katında ani rijitlik değişimi yaşayan 4 geri çekme ve 8 geri çekmeli yapılarda bu katlardan bir üst katlara geçildiğinde kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış meydana geldiği gözlemlenir. Bu durum da bu tür yapılarda geri çekme düzensizliği oluşturmaktadır. Dilatasyonlu yapıda ise böyle bir durum gözlenmemiştir. Çünkü düşey taşıyıcı sistem süreklidir. Geri çekme düzensizliği olmaması için mümkün olduğu kadar düşey taşıyıcı sistemin üst katlara kadar devam ettirilmesi yani düşey geometrik süreksizlik olmaması gerekir. Ayrıca bu yapılara aynı deprem kuvveti etki ettirildiği için geri çekmeli yapılarda geri çekme olana kadar kolonlardaki moment ve kesme kuvveti değerleri dilatasyonlu yapıdan daha düşüktür. Bu değerler 4geri çekme'li yapıda 4.kattan sonra, 8geri çekmeli yapıda 8.kattan sonra dilatasyonlu yapınkileri geçmektedir. Bu değerlerdeki değişim geri çekme kat sayısı arttıkça azalmaktadır. Grafik incelenirse bu sıçramalar arasındaki farklar görülmektedir.



Şekil 5.31. Çekmenin bulunacağı kata dilatasyon konulması

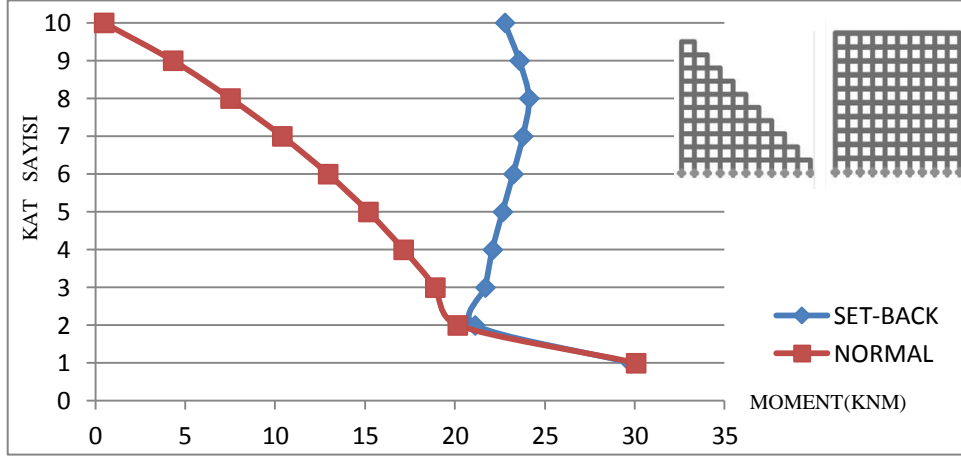
5.12. ÖRNEK 12

Bu örnekte bölüm 4, örnek 1'deki yapılar aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında (şekiller üzerinde gösterilen) kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri incelenmiştir.

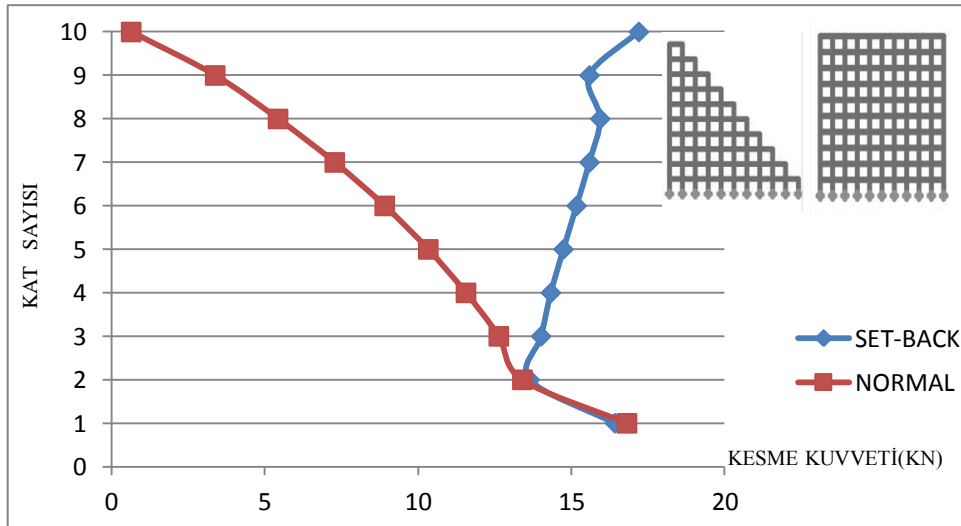


Şekil 5.32. Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı b) tam (normal) yapı

Bu değerlerden oluşan grafikler aşağıdaki Şekil 5.33 ve Şekil 5.34.'da gösterilmiştir.



Şekil 5.33. Kolonların başlangıcında moment değerleri

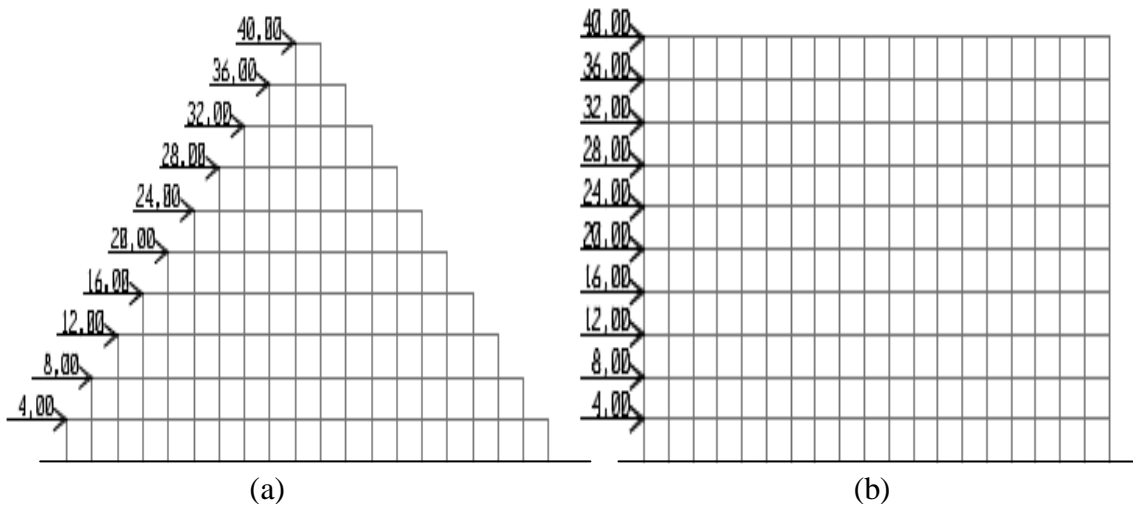


Şekil 5.34. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Yukarıdaki grafikler incelenirse normal yapıda üst katlara doğru çıktıkça normal olarak moment ve kesme kuvveti değerlerinin azaldığı görülmektedir. Ancak geri çekmeli yapıda ise üst katlara doğru çıktıkça bu değerlerin arttığı görülmektedir. Çünkü üst katlara doğru çıktıkça taşıyıcı sistem geri çekilmekte yani düşeyde taşıyıcı sistemin belli bir kısmı devam etmemektedir. Bu yüzden geri çekme düzensizliğine **düşey geometrik düzensizlik** adı da verilmektedir.

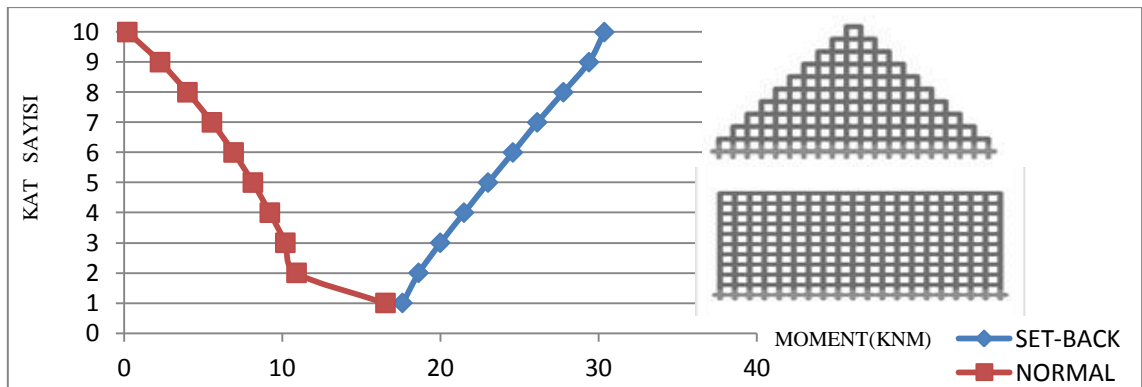
5.13. ÖRNEK 13

Bu örnekte bölüm 4, örnek 2'deki yapılar aynen ele alınarak bu yapıdaki kolonlarda meydana gelen değişimler incelenmiştir. Aynı deprem kuvveti etkisi altında (şekiller üzerinde gösterilen) kolonlarda meydana gelen moment ve kesme kuvveti değerleri incelenmiştir.

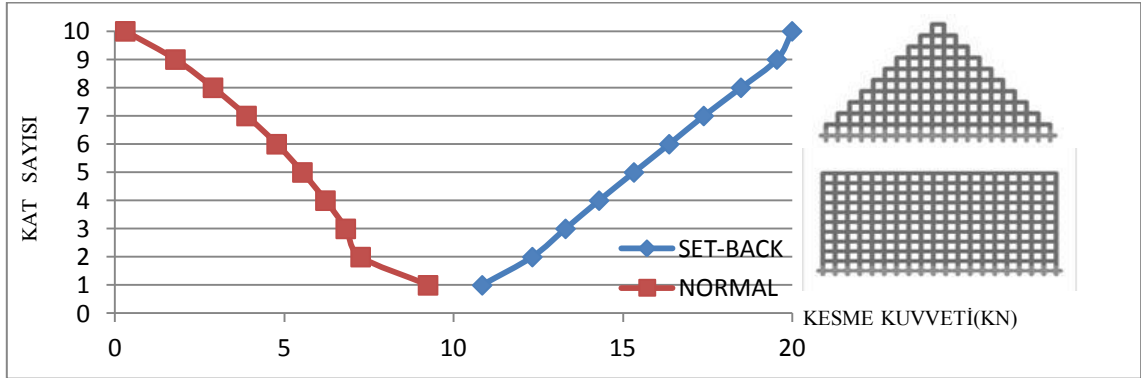


Şekil 5.35. Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı b) tam (normal) yapı

Bu değerlerden oluşan grafikler aşağıda Şekil 5.36 ve Şekil 5.37.'de gösterilmiştir.



Şekil 5.36. Kolonların başlangıcında moment değerleri

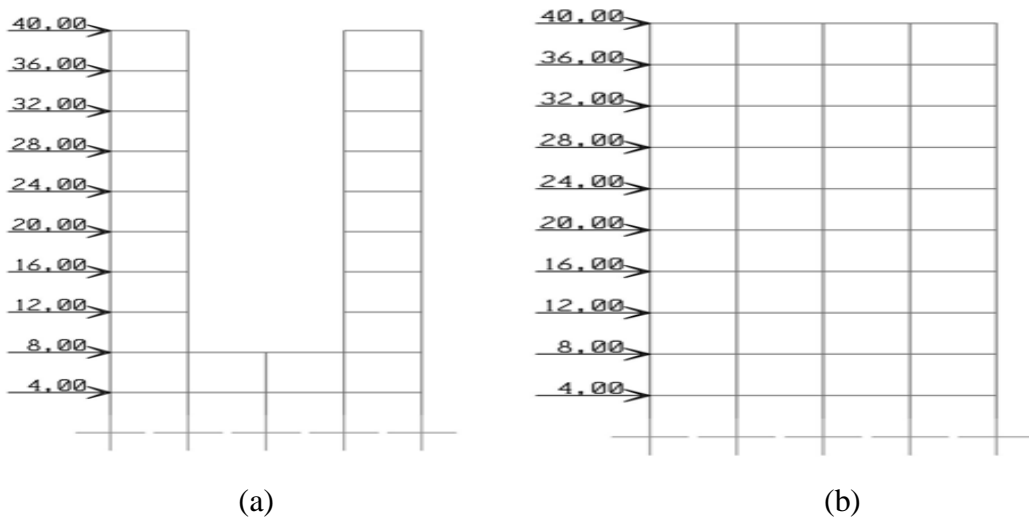


Şekil 5.37. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Grafikler incelenirse örnek 12 ile benzer sonuçlarla karşılaşırız. Normal yapıda üst katlara doğru çıkıldıkça moment ve kesme kuvveti değerleri azalırken geri çekmeli yapıda bu değerler artmaktadır. Çünkü her katta geri çekme durumu vardır.

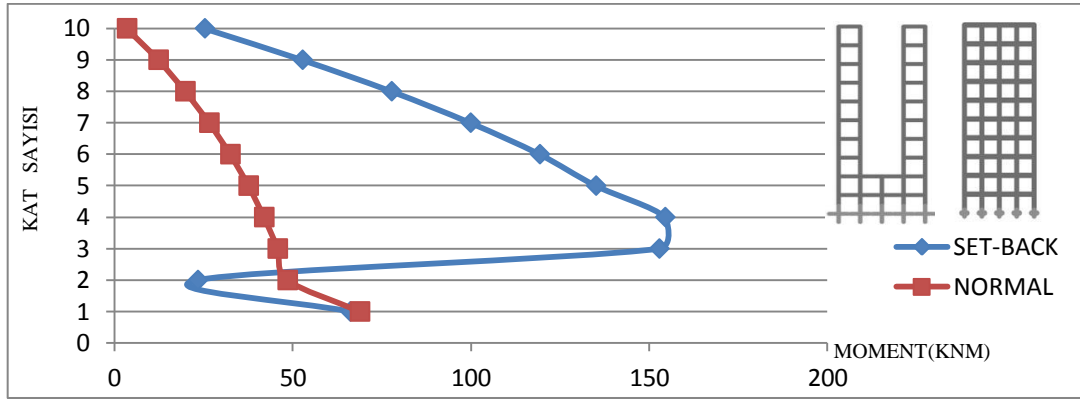
5.14. ÖRNEK 14

Bu örnekte Şekil 5.38b'deki yapının ilk 2 katı aynı alınıp 2. Kattan sonraki katların yalnızca 2 kenar açıklıkları devam ettirilerek ortadaki 2 açıklık devam ettirilmemiştir. Böylece Şekil 5.38a'deki geri çekmeli yapı ortaya çıkmıştır. Bu örnekte, yapıdaki açıklıklar 3 metredir. Her iki yapıya da kat yükseklikleriyle doğru orantılı olacak şekilde üst katlara doğru artan yatay deprem kuvvetleri verilmiştir. Bu kuvvetler Şekil 5.38a ve Şekil 5.38b'de gösterilmiştir.

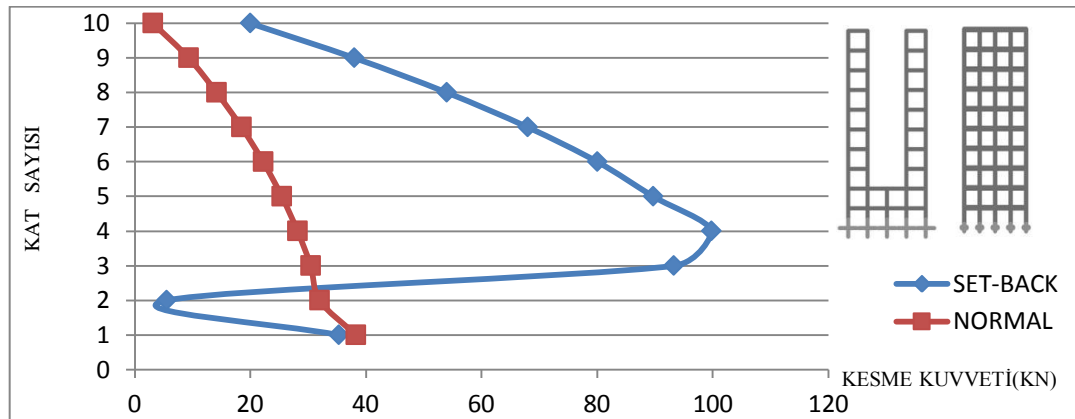


Şekil 5.38. Yapı tipleri a) geri çekmeli yapı b) tam (normal) yapı

Yapıların analizinden sonra kolonlardaki kesme kuvveti değerleri ile kolonların başlangıcındaki moment değerleri incelenerek grafik üzerinde birlikte gösterilmiştir. Buna göre;



Şekil 5.39. Kolonların başlangıcında moment değerleri



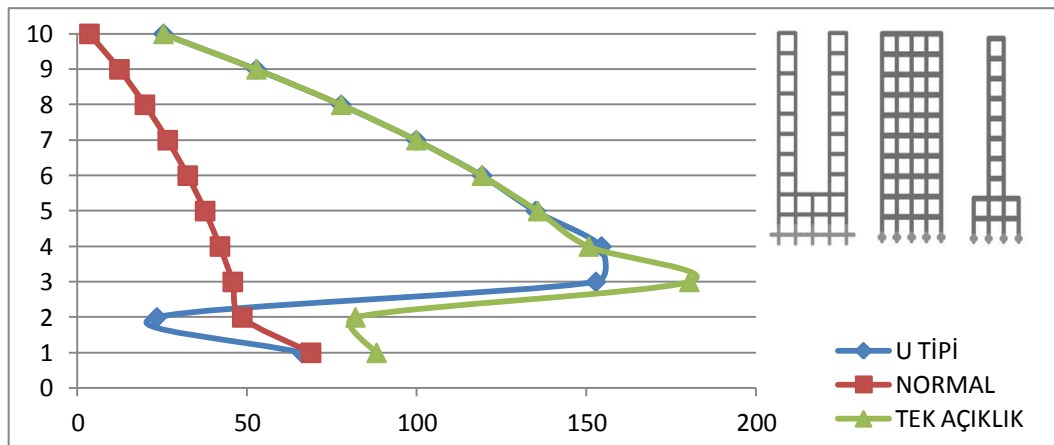
Şekil 5.40. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.39. ve Şekil 5.40. incelenirse, düşey taşıyıcı sistemi hiçbir katta değişmeyen Şekil 2'deki yapının moment ve kesme kuvveti değerlerinin üst katlara çıktıkça giderek azaldığı görülmektedir. Şekil 1'deki yapıda ise ilk 2 katta moment ve kesme kuvveti değerleri azalmaktadır. Ancak 2.kattan sonra orta açıklıklar devam etmeyip geri çekilmiştir. Yani düşey taşıyıcı sistem üst katlara doğru sürekliliğini kaybetmiştir. Bu kattan itibaren moment ve kesme kuvveti değerlerinde ani bir artış meydana gelmiştir. 2.kattaki moment değeri 23,31 kNm iken 3. katta bu değer 152,74 kNm' ye çıkmıştır. Aynı şekilde 2.kattaki kesme kuvveti değeri 5,53 kN iken 3.katta bu değer 93,28 kN'a çıkmıştır. Bu değerler yukarıda grafik üzerinden okunabilir.

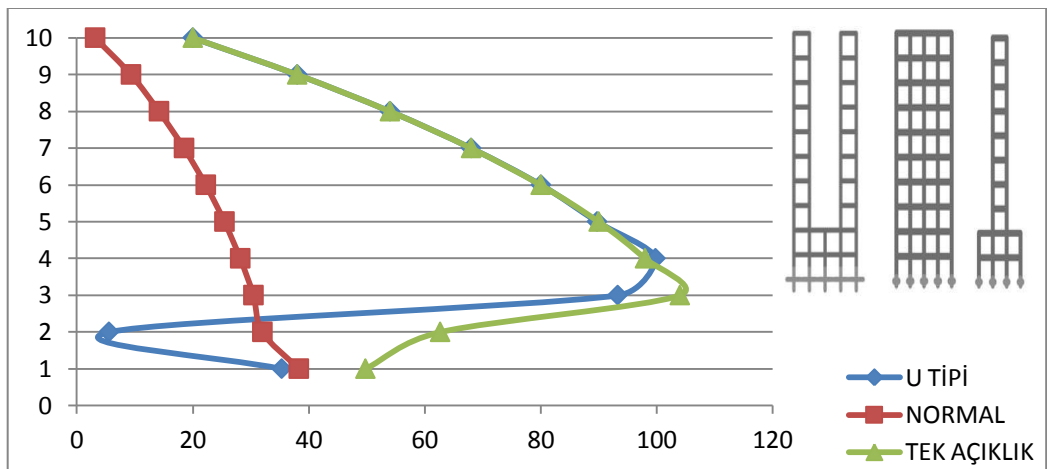
Grafikten görüldüğü gibi moment ve kesme kuvvetinde meydana gelen bu ani sıçramalar bu tür yapılarda yani geri çekme'li yapılarda geri çekme düzensizliğine (set-back irregularity) neden olmaktadır.

5.14.1. ÖRNEK 14-1

Bu örnekte, 5.14.örnek 14'deki yapılarla birlikte 5.1.örnek 1'deki yapı da karşılaştırılmıştır. Bu üç yapının almış oldukları deprem kuvveti sonucunda, katlarındaki kolonlarda meydana gelen moment değerlerinden oluşan grafik Şekil 5.41.'de, kesme kuvveti değerlerinden dolayı oluşan grafik Şekil 5.42'de gösterilmiştir.



Şekil 5.41. Kolonların başlangıcında moment değerleri



Şekil 5.42. Kolonlarda meydana gelen kesme kuvveti değerleri

Şekil 5.41. ve 5.42. incelenirse normal yapıdaki moment ve kesme kuvveti değerlerinin üst katlara çıktıkça azaldığı görülmektedir. Ancak U tipi ve 2.kattan sonra tek açıklıklı hale dönüşen yapının kritik katı yani 2.katı bitip 3.kata geçtiğinde bu değerlerinde sıçrama yaptığı görülmektedir. Bu yapılarda geri çekme 2.kattan sonra oluşmaktadır. Dolayısıyla bu yapılarda geri çekme düzensizliği bulunmaktadır. Moment ve kesme kuvveti değerleri ilk katlarda üst katları tek açıklıklı olan yapıda daha fazladır.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR

Birçok dünya deprem yönetmeliklerinde geri çekme düzensizliği olan yapıları belirleyebilmek için geometrik boyutlara bağlı olarak bazı ölçütler tanımlanmıştır. Bu tip yapılarda bir yaptırım olarak dinamik çözüm önerilmiştir.

Bu çalışmada geri çekme düzensizliğinin, yapının geometrik boyutlarından ziyade yükseklik boyunca rijitlik dağılımı ile ilgili olduğu görülmektedir. Bu nedenle yapı rijitliği ile doğrudan doğruya ilişkili olan yatay yer değiştirmeler ve rölatif kat yer değiştirme oranlarının değişimi incelenmiştir. Bilgisayar ortamında oluşturulan yapı modelleri üzerinde yapılan sayısal çözümlerinde de açıkça görülebileceği gibi, geri çekmeli yapılarda rijit olan geri çekme katları daha az rijit olan üst kule kısımlarına oranla çok daha az yatay deplasman yapmaktadır. Bu nedenle yapılarda ani rijitlik değişimi olan geri çekme geçiş bölgelerinde yani geri çekmenin başladığı yerlerde rölatif kat yer değiştirme oranlarında ani değişimler olmakta ve bu değerler sıçrama yaparak artmaktadır. Bu durum geri çekme düzensizliğiyle birlikte B2 (Yumuşak kat düzensizliğine) de neden olabilmektedir. Bölüm 4, Örnek 3.2.'de görülebileceği gibi rölatif kat yer değiştirme oranı, 2 geri çekmeli yapıda geri çekme geçiş bölgesi 2. katta 2.2'den 2.27'ye, 4 geri çekmeli yapıda 4. katta 1,32'den 1,52'ye, 8 geri çekmeli yapıda 8. katta 1,09'dan 1,11'e çıkmıştır. 10 geri çekmeli yapıda ise ani bir artış değeri olmamıştır. Geri çekme kat sayısı arttıkça bu sıçrama değerinin azaldığı ve geri çekmesi olmayan tam yapılarda böyle bir sıçramanın olmadığı görülmektedir. Ayrıca geri çekmeli yapılarda geri çekmenin başlayacağı bölüme dilatasyon konularak sıçramanın önlenebileceği de görülmüştür.

Sayısal örneklerde iç kuvvetlerde meydana gelen değişimlerin geri çekme düzensizliği için bir kriter olup olmayacağı incelenmiştir. Örneklerde açıkça görülmüştür ki katlardaki kolonlara gelen moment ve kesme kuvveti değerleri, üst katlara doğru çıktıkça azalırken, geri çekmenin başladığı bölgede aniden bir artışa uğramıştır. Bölüm 5, Örnek 1'de 2 geri çekmeli yapıda görülebileceği gibi, geri çekme

geçiş bölgesinde kolonların başlangıcındaki moment değeri 81,85 kNm' den 180,3 kNm' ye, kesme kuvveti değeri ise 62,66 kN' dan 104 kN' a çıkmıştır. Geri çekme kat sayısı arttıkça bu ani artış değerinin azaldığı ve geri çekmesi olmayan tam yapılarda olmadığı görülmüştür. Bu yüzden mümkün olduğu kadar geri çekmeli yapılardan kaçınılmalı, yapılıyorsa da geri çekmenin daha üst katlarda yapılması yani geri çekme kat sayısının daha fazla olmasına çalışılmalıdır.

Geri çekmeli yapılarda taşıyıcı sistem düşeyde sürekli değildir ve bu durum da düzensizlik oluşturmaktadır. Bu yüzden geri çekme düzensizliğine düşey geometrik düzensizlik adı da verilmektedir.

Bu konu daha geniş 3 boyutlu olarak incelenirse bu belirsizliğin ortadan kaldırılabileceği düşüncesindeyim.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- İmar ve İskân Bakanlığı, 1996, Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Ankara, 85 s.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, 2007, Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Deprem Araştırma Dairesi, 159s.
- Applied Technology Council, 1989, Evaluating the seismic resistance of existing buildings (ATC-22), Federal Emergency Management Agency, FEMA-178, Washington.
- A World List, 1992, International Association for Earthquake Engineering, Earthquake Resistant Regulations, Tokyo.
- C.E.N., 1993, Eurocode 8: Earthquake Resistant Design of Structures, 229 p.
- C.S.I., SAP 2000 Advanced v11.0.7 (Structural Analysis Program), Computers and Structures Inc.
- D.C., 1991, Building Seismic Safety Council, Recommended provisions for the development of seismic regulations for new buildings (NEHRP), Washington.
- I.C.B.O., 1991, Uniform Building Code (UBC), International Conference of Building Officials, 545 p.
- Celep, Z., Kumbasar, N., 1997, Deprem Mühendisliğine giriş ve depreme dayanıklı yapı tasarımı, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 422 s.
- Doğan, M., 2007, Depreme dayanıklı yapı tasarımı ders notları, 677 s.
- Özbaşaran, H., 2007, Deprem esnasında çok katlı yapıların çarpışma etkisi, Eskişehir, 83 s.
- Özmen, G., Pala, S., Orakdöğen, E., Gülay, G., 1996, Çok katlı yapılarda düzensizliklerin deprem hesabına etkisi, Tübitak, İntag 546.
- Yalçın, K., 1997, Çok katlı yapılarda geri çekme düzensizliğinin deprem hesabına etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları, İstanbul, 113 s.
- Uğur, N., 2006, Eskişehir'deki mevcut yapıların depremselliği, Eskişehir, 55 s.

<http://www.afet.gen.tr/>

<http://www.belgeler.com/>

<http://www.e-kutuphane.imo.org.tr/pdf/12018.pdf>

<http://gunayozmen.blogspot.com/p/makaleler-ve-bildiriler.html>

<http://www.deprem.gov.tr/sarbis/Shared/Default.aspx>