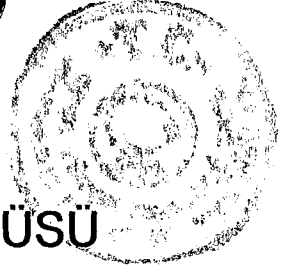


150360

T.C.

GEBZE YÜKSEK TEKNOLOJİ ENSTİTÜSÜ
MÜHENDİSLİK VE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



ÇELİK ÇERÇEVELERDE ÖTELEME
ANALİZLERİ VE PLASTİK MAFSAL
DÖNMESİ DEĞİŞİMLERİ

F.İlknur KARA
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DEPREM VE YAPI BİLİMLERİ
ANABİLİM DALI

TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Bülent AKBAŞ

GEBZE

2004

150360

..F.İLKAMUR...KARA.....'ın tez çalışması, GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .07./.06./2004... tarih ve 2004./23... sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından ...Deprem...ve...Yapı...Bilimleri..... Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE :
(Tez Danışmanı)

: *Bülent Akbulut*

ÜYE

: *M. Sami Ulu*

ÜYE

: Dr. Yasin M. Fahjan

Yasin M. Fahjan

ONAY

GYTE Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 23./07/2004. tarih ve 2004./31..... sayılı kararı.



Yrd. Doç. Dr. Ahmet ÇAPOĞLU
GYTE Mühendislik ve Fen Bil.
Enstitüsü Müdür Yardımcısı

Ahmet Capoğlu

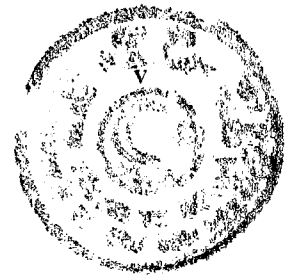


ÖZET

Depreme dayanıklı yapı tasarımında genel tasarım felsefelerinden bir tanesi, düşük performans seviyelerinde yapıların şiddetli depremler karşısında göçmeden hasar görerek yıkılmayacak şekilde tasarlanmasıdır. Bu ise yapıların doğrusal olmayan davranışını kabul etmek ve yapıları ona göre boyutlandırmak anlamına gelmektedir. Yapıların sismik davranışlarını belirlemekteki en gerçekçi yol doğrusal olmayan dinamik zaman artımı analizi olmasına rağmen bu yöntemin oldukça karmaşık olmasından dolayı son yıllarda öteleme analizi de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada alçak-, orta-, ve yüksek-katlı çelik çerçevelerde yapılan doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri değişik mukabele parametreleri yardımıyla öteleme analizi sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır.

Sonuçlar göstermiştir ki öteleme analizi sonuçları orta- ve yüksek-katlı çelik çerçevelerin gerçek depremler karşısındaki davranışlarını belirlemekte yetersiz kalmaktadırlar.

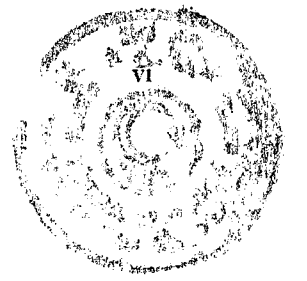


SUMMARY

One of the earthquake resistant design philosophies is to design the structure so that it will not collapse at low performance levels when subject to a severe earthquake ground motion. This is to accept the nonlinear behavior of the structures and to design them accordingly. The most accurate and reliable way to determine the seismic behavior of a structure is to carry out nonlinear dynamic time history analysis, which is quite complicated. As an alternative to this analysis method, pushover analysis has recently been used.

This study is intended to compare the nonlinear dynamic time history analyses and pushover analysis at low-, mid-, and high-rise steel moment resisting frames by using different response parameters.

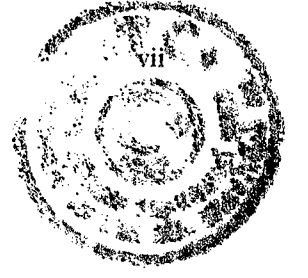
The results indicate that pushover analysis is inadequate in predicting the seismic response of mid-, and high-rise steel structures.



TEŞEKKÜR

Hayatım boyunca her türlü fedakarlığı benden esirgemeyen ve bugüne kadar kazanabildiğim her başarımın arkasındaki en büyük destekçilerim olan babam Ahmet GÖKÇE ve annem Naciye GÖKÇE'ye, öğrenciliğim boyunca her türlü kolaylığı sağlayan, bilgi birikimi ve vizyonuyl her zaman beni çalışmalarımda yönlendiren ve yanımda olan danışman hocam Yrd. Doç. Bülent AKBAŞ'a, tez süreci boyunca bana destek olan çalışma arkadaşım Araş.Gör. Ülgen MERT TUĞSAL'a, tez çalışmalarımın her aşamasında yanımda olan sevgi ve imkanlarını esirgemeyen, bana her zaman destek olan sevgili eşim Serdar KARA'ya, manevi destekleri ve anlayışlarıyla bu süreci tamamlamama yardımcı olan Sıdıka ve Server KARA'ya, teşekkürü bir borç bilirim.

Haziran 2004,
F.İlknur KARA



Tezimi sevgili kızım A.Gökçe KARA'ya ithaf ediyorum.

XX

İÇİNDEKİLER DİZİNİ



Sayfa

ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
TABLolar DİZİNİ	xvii
1. GİRİŞ	1
1.1 Genel	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve İçeriği	4
2. ÇELİK ÇERÇEVELERİN DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞI	6
2.1 Doğrusal Olmayan Analiz	6
2.1.1. Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz	6
2.1.2 Doğrusal Olmayan Statik Analiz	6
2.2 Süneklik, Enerji Ve Plastik Mafsal Kavramları	7
2.2.1 Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler	10
2.2.2 Süneklik, Enerji Ve Plastik Mafsal Özelliği	10
2.3 Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı	18
2.3.1 Depremi Yapı Üzerindeki Etkileri	20
2.3.2 Zemin Durumunun Deprem Hareketine Etkisi	20
2.3.3. Çerçevesi Sistem Davranışı	22
2.3.4 Depreme Dayanıklı Yapı Tasarım Kriterleri	22
2.3.5 Depreme Karşı Güvenlik	26
2.3.6 Göçme Modu	27
3. ANALİTİK ÇALIŞMA	28
3.1. Binaların Tanımı	28
3.2 Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizleri	32
3.3 Öteleme Analizleri	36
3.4 Analiz Sonuçları	36
3.4.1 V/W-u Değişimi	36
3.4.2 Plastik Mafsal Dönmelerinin Değişimi	38

3.4.2.1. 3-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	38
3.4.2.2. 9-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	49
3.4.2.3. 20-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	59
3.4.2.4. 3-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	76
3.4.2.5. 9-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Maksimum Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	86
3.4.2.6. 20-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Maksimum Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	96
3.4.2.7. 3-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	113
3.4.2.8. 9-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	123
3.4.2.9. 20-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	132
3.4.2.10. 3-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	141
3.4.2.11. 9-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	150
3.4.2.12. 20-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	159
3.4.2.13. 3-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Öteleme Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	168

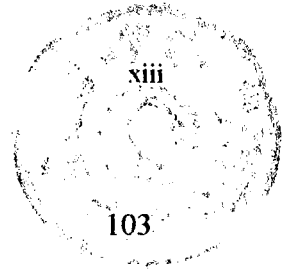
3.4.2.14. 9-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Öteleme Analizi	
Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	172
3.4.2.15. 20-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Öteleme Analizi	
Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri	176
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	180
4.1 V/W-u Değişimi	180
4.2 Plastik Mafsalsal Dönmelerinin Değişimi	180
4.3 Öneriler	181
KAYNAKLAR	183
ÖZGEÇMİŞ	187
EK- 1: Mod Şekilleri	
EK- 2: Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları	



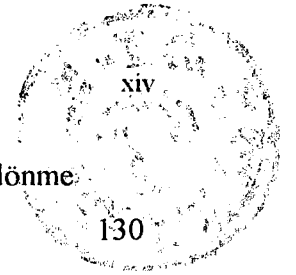
ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Sünek davranış	9
2.2. Kirişlerde plastik mafsal oluşumu	13
2.3. Plastikleşme ve akma momentlerinin oluşumu	14
2.4. I kesiti	16
2.5. Klasik mafsal ve plastik mafsal	16
2.6. Kirişlerde plastik mafsal oluşumu	17
2.7. Kirişlerde yük-deplasman değişimi	17
2.8. Kolon ve kiriş göçme mekanizmaları	19
3.1. 3 katlı yapının plan ve görünüşü	29
3.2. 9 katlı yapının plan ve görünüşü	30
3.3. 20 katlı yapının plan ve görünüşü	31
3.4. Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları	34
3.5. İvme zaman grafikleri	35
3.6. 3 katlı çerçevenin öteleme analizi sonuçlarının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için karşılaştırılması	37
3.7. 9 katlı çerçevenin öteleme analizi sonuçlarının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için karşılaştırılması	37
3.8. 20 katlı çerçevenin öteleme analizi sonuçlarının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için karşılaştırılması	38
3.9. 3 katlı yapının El Centro depremi plastik mafsal dönme değerleri	42
3.10. 3 katlı yapının İzmit NS depremi plastik mafsal dönme değerleri	43
3.11. 3 katlı yapının Miyagi EW depremi plastik mafsal dönme değerleri	44
3.12. 3 katlı yapının Miyagi NS depremi plastik mafsal dönme değerleri	45
3.13. 3 katlı yapının Northridge depremi plastik mafsal dönme değerleri	46
3.14. 3 katlı yapının Olympia depremi plastik mafsal dönme değerleri	47
3.15. 3 katlı yapının Parkfield depremi plastik mafsal dönme değerleri	48
3.16. 9 katlı yapının El Centro depremi plastik mafsal dönme değerleri	52
3.17. 9 katlı yapının İzmit NS depremi plastik mafsal dönme değerleri	53
3.18. 9 katlı yapının Miyagi EW depremi plastik mafsal dönme değerleri	54
3.19. 9 katlı yapının Miyagi NS depremi plastik mafsal dönme değerleri	55
3.20. 9 katlı yapının Northridge depremi plastik mafsal dönme değerleri	56

3.21. 9 katlı yapının Olympia depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	57
3.22. 9 katlı yapının Parkfield depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	58
3.23. 20 katlı yapının El Centro depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	62
3.24. 20 katlı yapının İzmit NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	64
3.25. 20 katlı yapının Miyagi EW depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	66
3.26. 20 katlı yapının Miyagi NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	68
3.27. 20 katlı yapının Northridge depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	70
3.28. 20 katlı yapının Olympia depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	72
3.29. 20 katlı yapının Parkfield depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	74
3.30. 3 katlı yapının El Centro depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	79
3.31. 3 katlı yapının İzmit NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	80
3.32. 3 katlı yapının Miyagi EW depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	81
3.33. 3 katlı yapının Miyagi NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	82
3.34. 3 katlı yapının Northridge depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	83
3.35. 3 katlı yapının Olympia depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	84
3.36. 3 katlı yapının Parkfield depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	85
3.37. 9 katlı yapının El Centro depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	89
3.38. 9 katlı yapının İzmit NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	90
3.39. 9 katlı yapının Miyagi EW depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	91
3.40. 9 katlı yapının Miyagi NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	92
3.41. 9 katlı yapının Northridge depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	93
3.42. 9 katlı yapının Olympia depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	94
3.43. 9 katlı yapının Parkfield depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	95
3.44. 20 katlı yapının El Centro depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	99
3.45. 20 katlı yapının İzmit NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	101



3.46. 20 katlı yapının Miyagi EW depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	103
3.47. 20 katlı yapının Miyagi NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	105
3.48. 20 katlı yapının Northridge depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	107
3.49. 20 katlı yapının Olympia depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	109
3.50. 20 katlı yapının Parkfield depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	111
3.51. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için El Centro depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	116
3.52. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için İzmit NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	117
3.53. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi EW depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	118
3.54. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	119
3.55. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Northridge depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	120
3.56. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Olympia depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	121
3.57. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Parkfield depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	122
3.58. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için El Centro depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	125
3.59. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için İzmit NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	126
3.60. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi EW depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	127
3.61. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	128
3.62. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Northridge depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	129



3.63. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Olympia depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	130
3.64. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Parkfield depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	131
3.65. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için El Centro depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	134
3.66. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için İzmit NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	135
3.67. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi EW depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	136
3.68. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi NS depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	137
3.69. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Northridge depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	138
3.70. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Olympia depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	139
3.71. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Parkfield depremi plastik mafsalsal dönme değerleri	140
3.72. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için El Centro depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	143
3.73. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için İzmit NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	144
3.74. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi EW depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	145
3.75. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	146
3.76. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Northridge depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	147
3.77. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Olympia depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	148
3.78. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Parkfield depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	149



3.79. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için El Centro depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	152
3.80. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için İzmit NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	153
3.81. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi EW depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	154
3.82. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	155
3.83. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Northridge depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	156
3.84. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Olympia depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	157
3.85. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Parkfield depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	158
3.86. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için El Centro depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	161
3.87. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için İzmit NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	162
3.88. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi EW depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	163
3.89. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Miyagi NS depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	164
3.90. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Northridge depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	165
3.91. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Olympia depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	166
3.92. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için Parkfield depremi birikimli plastik mafsalsal dönme değerleri	167
3.93. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için üçgen dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	169
3.94. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için dikdörtgen dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	170



3.95. 3 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için parabolik dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	171
3.96. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için üçgen dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	173
3.97. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için dikdörtgen dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	174
3.98. 9 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için parabolik dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	175
3.99. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için üçgen dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	177
3.100. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için dikdörtgen dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	178
3.101. 20 katlı yapının $\mu=2,4,6,8$ ve 10 için parabolik dağılım plastik mafsalsal dönme değerleri	179



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo

Sayfa

3.1. Depremelerin Özellikleri	33
3.2. 3 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi plastik mafsallık dönme değerleri	41
3.3. 9 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi plastik mafsallık dönme değerleri	51
3.4. 20 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi plastik mafsallık dönme değerleri	61
3.5. 3 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi birikimli plastik mafsallık dönme değerleri	78
3.6. 9 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi birikimli plastik mafsallık dönme değerleri	88
3.7. 20 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi birikimli plastik mafsallık dönme değerleri	98
3.8. 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi plastik mafsallık dönme değerleri	115
3.9. 9 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi plastik mafsallık dönme değerleri	124
3.10. 20 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi plastik mafsallık dönme değerleri	133
3.11. 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi birikimli plastik mafsallık dönme değerleri	142
3.12. 9 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi birikimli plastik mafsallık dönme değerleri	151
3.13. 20 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi birikimli plastik mafsallık dönme değerleri	160
3.14. 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için öteleme analizi plastik mafsallık dönme değerleri	168
3.15. 9 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için öteleme analizi plastik mafsallık dönme değerleri	172
3.16. 20 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için öteleme analizi plastik mafsallık dönme değerleri	176

1. GİRİŞ

1.1. Genel

Depremler, nadir olarak meydana gelen çok özel bir tip doğal felakettir dünyanın birçok bölgesinde yapının servis ömrü boyunca en az bir küçük depremle karşılaşma olasılığı çok yüksek, şiddetli bir depremle karşılaşma olasılığı çok düşük olmasına rağmen oluşan can ve mal kaybı oldukça büyük olmaktadır. “ Depremler oldukça nadir görülen ve meydana geldiğinde sonuçları yıkım ve acı ile sonuçlanan doğal hasarların çok özel bir tipidir” (Bertero,1994).

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

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

Yukarıdaki bu üç kriterlik depreme dayanıklı yapı tasarım felsefesi birkaç yıl öncesine kadar deprem yönetmeliklerinde sadece üçüncü madde ile kendini göstermekteydi, can güvenliği ve göçmenin önlenmesi; ilk iki madde ise imalı bir şekilde mimari kısıtlamalarla sağlanmaya çalışılmaktaydı. Son yıllarda gerek ülkemizde gerekse dünyada meydana gelen depremlerdeki (Nortridge, 1994; Kobe, 1995; İzmit, 1999) can ve mal kaybı deprem konusunda bilinmeyenlerin bilinenlerden daha fazla olduğunu göstermiştir. Elde edilen son veriler ışığında yapılan çalışmalar yukarıda bahsedilen üç maddenin de yapı tasarımında uygulanabilmesi ve mevcut yapıların sismik performanslarının değerlendirilebilmesi amacı ile özellikle Amerika’da deprem yönetmeliklerinde önemli ölçüde değişiklikler meydana getirmiştir(IBC-2000; FEMA-356; ATC-55).

Mevcut bir yapının, servis ömrü boyunca maruz kalabileceği farklı seviyelerdeki deprem hareketlerinde, performansının kabul edilebilirliği performansla dayalı kapsamlı depreme dayanıklı yapı tasarımı yaklaşımının konusudur. Bu nedenle mevcut yapı sistemlerinin (temelin etrafındaki zemin, temel yapısı, üst yapı ve yapısal olmayan elemanlar) gerçekçi matematiksel modellerinde 3 boyutlu doğrusal ve doğrusal olmayan zaman-geçmiş analizleri kullanılmaktadır (Bertero and Teran-Gilmore, 1994).

Düzgün olmayan bir konfigürasyona, planda düzensizliğe yada rijit veya yarı-rijit bir diyaframa sahip 3 boyutlu bir model dinamik analizle çözümlenebilir (Bertero and Teran-Gilmore, 1994). Her ne kadar mevcut deprem yönetmelikleri oluşabilecek burulma ve farklı yükleme etkilerine sebep olabilecek yapısal düzensizliğe dikkat çekecek ana noktaları belirtse de bunlar çoğu zaman belirsiz kalmakta ve çoğu tasarımcı bu noktaları ve her doğrultu için tahmin edilen dinamik taban kesme kuvvetleri ile statik taban kesme kuvvetlerini ölçeklendirmede yorumlama zorluğu çekmektedir. Bu nedenle tasarım taban kesme kuvvetleri her doğrultuda farklı olabileceğinden dolayı, deprem yönetmelikleri her doğrultuda analizlerde dinamik modların kullanılmasını gerekli görmektedir.

Yapının istenilen performansı sağlayabilecek şekilde tasarlanabilmesi için en ideal yöntem, yapısal elemanlar için gerçekçi 3 boyutlu doğrusal olmayan eleman modelleri oluşturmak ve bu modellerle oluşturulan yapıların dinamik zaman-geçmiş analizlerini yapmaktır. Şunu unutmamak gerekir ki çok serbestlik dereceli bir sistemin 3 boyutlu doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi sadece çok vakit almakla kalmayıp, yapılan bir çok kabulde belirsizlikler taşımaktadır (kullanılan modelin gerçekçiliği ve özellikle doğrusal olmayan bölgedeki davranışı, yer hareketinin özellikleri, vb.).

Yukarıda da bahsedildiği gibi son yıllarda doğrusal elastik davranışı esas alan deprem yönetmeliklerinde önemli değişiklikler yapılmıştır ve deprem yönetmelikleri performans esaslı olmaya doğru hızla ilerlemektedir (ATC-55, FEMA-356, IBC-2000). Son çıkarılan deprem yönetmeliklerinde, yapıların sismik performanslarının belirlenmesi amacıyla dört değişik performans seviyesi önerilmektedir. Bu performans seviyeleri yüksek performans seviyesinden sırasıyla düşük performans seviyesine doğru;

- İşlevsel seviye
- Hemen oturabilme seviyesi
- Can güvenliği seviyesi
- Göçmenin önlenmesi , seviyeleridir.

Düşük performans seviyelerinde (can güvenliği ve göçmenin önlenmesi) sismik taleplerin tahmin edilebilmesi için yapının doğrusal olmayan davranışının göz önüne alınması gerekmektedir.

Doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi yapıların sismik tasarımında ve değerlendirilmesinde giderek daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Bu analizin genel amacı belirli bir sismik harekete maruz kalan yapının davranışını daha iyi anlamaktır. (Roger Li and Mehran Pourzanjani,1999). Fakat, doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi gibi karmaşık analizler şu anda pratik olarak mühendislik ofislerinde kullanılmak için çok uygun değildir. Doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi sismik taleplerin tahmin edilebilmesi için en kesin çözümü vermesine rağmen, yönetmelikler (IBC-2000, FEMA-356, ATC-55) yüksek mod etkilerinin önemli olduğu yapılarda doğrusal olmayan statik yöntem (DOSY) veya diğer adıyla öteleme analizi (ÖA) yöntemini önermektedir. Öteleme analizi, yapıya gelen deprem etkilerini (yapısal elemanların doğrusal olmayan davranışları) tahmin etmek için yapıya monotonik artan yatay yükler etkilenen basit bir doğrusal olmayan statik analiz yöntemidir ve literatürde bu konuda sunulmuş değişik analiz yöntemleri mevcuttur (Saaidi ve Sözen, 1981; Qi ve Moehle, 1991, Fajfar and Gaspercis, 1996, Nicoletti, 1995; Kilar and Fajfar, 1996). Bu yöntemde sismik talepler, monotonik olarak yükseklik boyunca değişen yatay kuvvetlerin önceden belirlenen bir hedef yer değiştirmeye erişinceye kadar yapıya etki ettirilmesi ile bulunur. Yöntemin uygulanmasındaki iki anahtar adım yatay yük dağılımı ve hedef yer değiştirme esas olarak yapının mukabelesinin hakim moddan meydana geldiği ve mod şeklinin yapı aktıktan sonra da değişmediği kabulüne dayanır (Chopra and Goel, 2002). Yaygın olarak kullanılan modern bilgisayar programları (SAP2000, ADINA, DRAIN2DX, vb.) yardımıyla da öteleme analizlerini gerçekleştirmek mümkündür. Yönetmeliklerde yatay yük dağılımı için yapılan kabulün yapı akmaya başladıktan sonra ne kadar gerçekçi olup olmadığı ve öteleme analizi sonucu bulunan sonuçların

zaman geçmişi analizi ile bulunan sonuçları ne ölçüde temsil ettiği ise halen tam olarak cevaplanabilmiş değildir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve İçeriği

Alçak- ve orta-katlı elik yapılarda yaygın olarak kullanılan elik moment erevesleri (M), yatay yüklere karşı (deprem yükleri) en hakim taşıyıcı sistem olma özelliğini sürdürmektedir. Bu tip ereveslerin deprem yüklerini güvenli biçimde aktarabilmek için yaygın biçimde kullanılmalarının en önemli sebebi oldukça sünek davranış göstermeleridir. M'nin deprem hareketlerine maruz kalması durumundaki doğrusal olmayan davranışı uzun yıllar deneysel olarak ve modern bilgisayar programlarıyla çalışılmıştır. M'nin analizinde ve tasarımında davranış ve kiriş-kolon birleşimleriyle ilgili oldukça basit ve gerçekçi kabuller yapılmaktadır.

17 Ocak 1994 Northridge, California depreminden sonra elik ereve sistemlerinde oluşan binalarda herhangi bir göçme ve can kaybı olmamıştır. Buna rağmen, depremi takip eden birkaç hafta içinde yapılan incelemeler 100' den fazla elik çerçeveli yapıda, kaynaklı kolon kiriş birleşimlerinin kaynaklarında ve kaynağa yakın elik malzemede bazı çatlaklar oluştuğunu göstermiştir (Krawinkler ve Ali, 1996). Bu tür kaynak çatlaklarının tespit etmek oldukça gttr, çünkü bunlar yangın izolasyonu ve mimari detaylarca gizlenmektedir. Northridge depreminden sonra hiçbir yapısal çökme rapor edilmemesine karşı hasar onarımları milyonlarca dolar tutmuş ve ekonomiye büyük zara vermiştir. Northridge depremine kadar tekrarlanan sismik kuvvetlere karşı tasarlanmış özel kaynaklanmış elik moment erevesleri ideal olarak gösteriliyordu. Bu binaların enerji dağıtma kapasitelerinin yüksek olduğu tahmin ediliyordu. Kırılmalar tahmin edilen sünek davranışın aksine ani gerilme ve güç kaybına sebep olmuştur. elik moment ereveslerinin bu deprem sırasındaki davranışı mühendislerin bu taşıyıcı sisteme güvenlerini bir miktar sarsmıştır. Bu nedenle Amerika'da, endüstriyel kuruluşlar, niversiteler ve devlet organizasyonları, elik ereve sistemlerinin depreme karşı boyutlandırılmasında kullanılan yöntemlerin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar başlatmıştır. Yapılan çalışmalardaki ana sorulardan bir tanesi de analitik olarak elde edilen sismik talepler birleşimlerin performansını değerlendirmede ne ölçüye kadar kullanılabilir ve

birleşimlerdeki kırılmalar binaların güvenliği açısından ne gibi sakıncalar doğurabilir.

Bu çalışmanın amacı düşük, orta, ve şiddetli deprem hareketlerine maruz çelik moment çerçevelerinin sismik davranışlarının öteleme analizi yardımıyla ne ölçüde belirlenebileceğini araştırmaktır. Bu amaçla alçak-, orta-, ve yüksek-katlı yapıları temsil eden 3-, 9- ve 20-katlı üç adet çelik bina seçilmiştir. Seçilen binalar, deneysel amaçlı olarak düşey yükler, rüzgar ve deprem yüklerine göre tasarlanmış ve gerçekte inşa edilmemiştir. Bu yapılar üzerinde iki boyutlu öteleme analizleri ve doğrusal olmayan dinamik zaman geçmişi analizleri gerçekleştirilmiştir. Öteleme analizleri için üçgen, dikdörtgen ve parabolik yatay yük dağılımları, doğrusal olmayan dinamik zaman geçmişi analizleri için yedi değişik deprem hareketi kullanılmıştır. Deprem hareketlerinin maksimum yer ivmeleri 0.1g'den 0.8g'ye kadar 0.1g'lik artımlarla ölçeklenerek çelik çerçeveler etki ettirilmiştir. Bu çalışmada aşağıdaki temel sorulara cevap aranmaya çalışılmıştır.

1. Üçgen, dikdörtgen, ve IBC-2000 yatay yük dağılımları yardımıyla yapılan öteleme analizleri sonuçlarının taban kesme kuvveti / bina ağırlığı – çatı deplasmanı ve $\mu=2, 4, 6, 8, 10$ için karşılaştırılması,
2. Doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi sonuçlarına göre plastik mafsallık dönme değerleri,
3. Doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi sonuçlarına göre birikimli plastik mafsallık dönme değerleri,
4. Sabit süneklik için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi sonuçlarına göre plastik mafsallık dönme değerleri,
5. Sabit süneklik için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi sonuçlarına göre birikimli plastik mafsallık dönme değerleri,
6. Sabit süneklik için öteleme analizi sonuçlarına göre plastik mafsallık dönme değerleri.



2. ÇELİK ÇERÇEVELERİN DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞI

2.1 Doğrusal Olmayan Analiz

2.1.1 Doğrusal Olmayan Dinamik Analiz

Bu yöntemle yönetmeliklerdeki ana kuralların ötesine geçilerek deprem mühendisliği bilgileri ile gerçek veya üretilmiş bir deprem kaydının kullanılması gerekmektedir. Geçmiş depremlerin ivme kayıtlarının bu konuda önemli bir yeri vardır. Boyutlama sırasında gerçek deprem kaydının esas alınması, hesaba esas olan deprem büyüklüğü, merkez üssü ve odak uzaklığı, kaynak mekanizması ve zemin gerçek durumla en iyi bir şekilde uyuşturulması bakımından tercih edilir. Böylece pek çok belirsizlik önlenmiş olur. Deprem kaydının bulunmaması durumunda, deprem hareketini rasgele bir titreşim kabul ederek yapay deprem kayıtları elde edilir. Genellikle deprem hareketinin, başlangıç ve son devreleri dışındaki orta bölümü kararlı rasgele titreşim olarak alınır. Ancak bu durumda da yapay depremin büyüklüğü ve frekans içeriği hakkında kabuller yapmak gerekmektedir.

Zaman artımı yöntemi ile bir ana ait bilinen büyüklüklere bağlı olarak, bir adım sonraki ana ait, büyüklükler art arda tayin edilebilir. Zaman artımı yöntemi, belirli zaman artımlarında depremden meydana gelen tesirleri veya bunların maksimumlarını doğrudan doğruya tayin eden elastik olmayan dinamik yöntemlerdir.

2.1.2 Doğrusal Olmayan Statik Analiz

Statik doğrusal olmayan analiz veya basitçe öteleme analiz tekniği son yıllarda önem kazanmıştır. Bu analiz FEMA tarafından kabul edilen üç analizden biridir, ve Spektrum Kapasite Analiz Metodu'nu (ATC-40) büyük ölçüde kapsar. Uygun yöntemle yapının izin verilebilir performansını etkileyen yükler belirlenebilir. Yanlış kullanımı performans karakteristiklerinin hatalı anlaşılmasına sebep olur. Ne yazık ki birçok mühendis bu analiz sonuçlarından elde edilen ince detaylardan habersizdir.

Öteleme analizi yöntemi yapının bilgisayar modeli ile belirli bir şekle (dikdörtgen, üçgen, parabolik) sahip yatay yüklere tabi tutulduğu bir yöntemdir. Yatay yüklerin şiddeti yavaşça artırılır ve ardışık çatlama, akmalar ve oluşan plastik mafsallara dönümleri kaydedilir. Öteleme analizi yapının sismik performansında ki kayda değer zayıf bağlantıların belirlenmesini sağlar. Bir iterasyonda gözükten yapısal yetersizlikler, düzeltilmiş ve ardışık bir seri iterasyon gerektirmektedir. Bu iteratif analiz ve dizayn yöntemi yapı ön tasarım performans kriterlerini sağlayıncaya kadar devam eder. Öteleme analiz kriterleri genellikle yapı çatı deplasman değeri belirli bir değere varıncaya kadar yapılır.

Yapıdaki hasarların kontrollü olması için, yapı elemanlarının en fazla süneklik göstereceği kırılma modunda kapasitelerinin sağlanması gerekir. Kapasite tasarımı ile tüm yapı elemanlarının plastik deformasyon yapması ve yanal ötelemelerinin maksimum olması için eğilme kırılmasının sağlanması istenir. Kapasite tasarımında kirişlerin kolonlardan önce akma sınırına gelmesi istenir. Düğüm noktalarında kolonların akma kapasitelerinin toplamından büyük olmalıdır.

2.2. Süneklik, Enerji ve Plastik Mafsallı Kavramları

Kopma uzaması ve kopma aşamasında enkesitte meydana gelen ve 'büzülme' olarak da adlandırılan kesit daralması süneklik için göz önüne alınan önemli bir ölçüttür. Bunlar gevrek kırılma ve şekil verme açısından belirli bir anlam taşımaktadır. Öte yandan, bir malzemenin elastik şekil değiştirmesi için elastisite modülü bir ölçüttür. Elastisite modülünden başlangıç enkesitine etkiyen kuvvetinin, diğer bir deyişle gerilmenin (σ), tamamen elastik bölgede kalan uzaması sırasında ortaya çıkan birim boy değişimine olan oranı anlaşılmaktadır. Elastik birim uzama ϵ olmak üzere, E- elastisite modülü için $E = \sigma/\epsilon$ bağıntısı kullanılır. Bunun tersi ise elastik uzama sayısı α 'dır ve $\alpha=1/E$ olarak tanımlanır.

Taşıyıcı sistemin veya elemanlarının sünekliği, işaret değiştiren ve sistemi elastik sınırın ötesinde zorlayan etkiler altında taşıyıcı elemanların yardımlaşmasını sağlamak yanında enerji yutma sonucunu doğurduğundan, düşey yükler altındaki projelendirmeden daha çok dinamik deprem yüklerinin karşılanmasında önem kazanır.



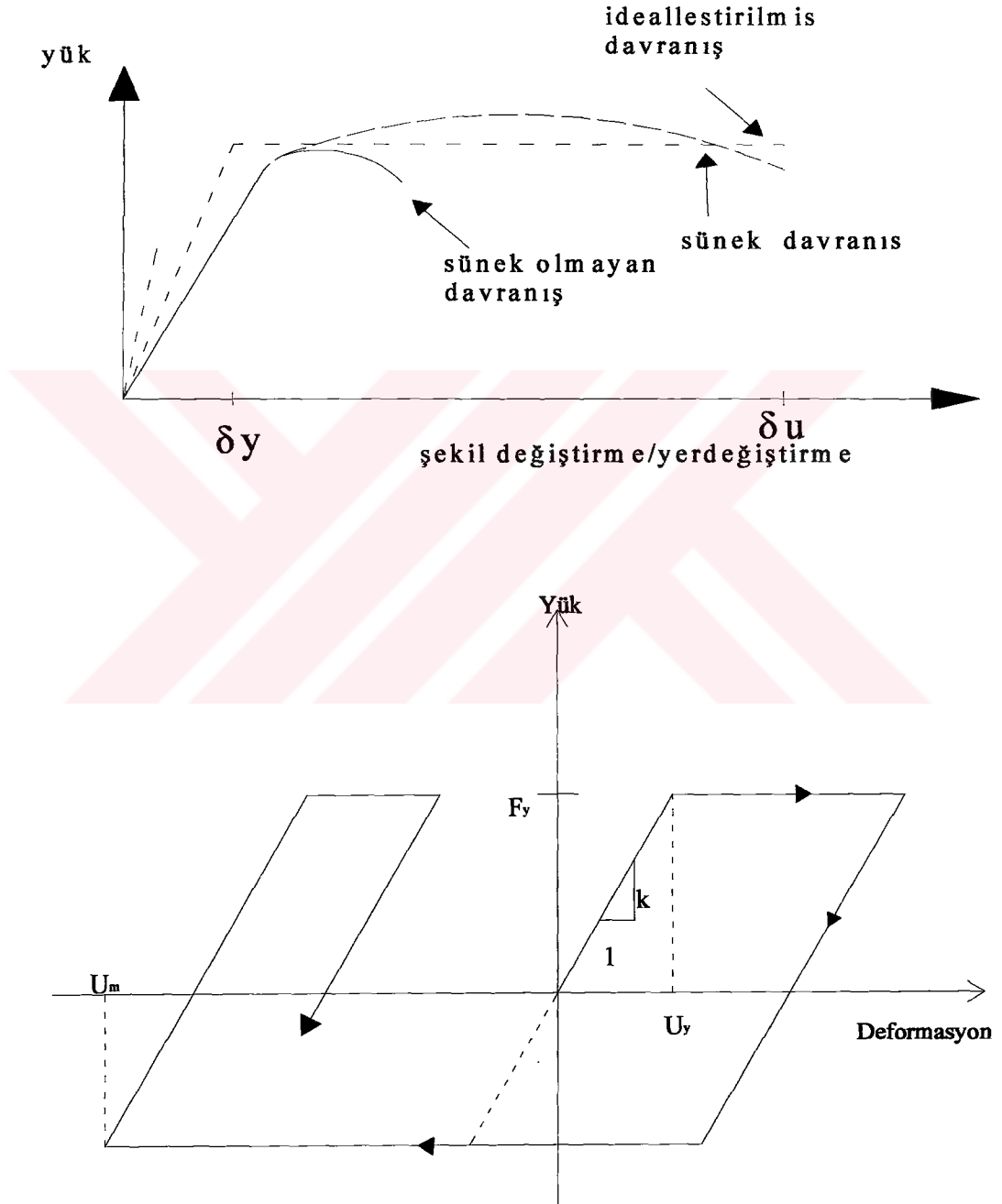
Seyrek meydana gelecek şiddetli deprem etkisini, yapının elastik davranışının üzerinde şekil değiştirerek karşılaması öngörülür. Böyle bir durumda ise elastik olmayan davranış önem kazanır. Yapının elastik sınırı geçip, sünerek kesit zorlarında önemli artmalar olmadan şekil değiştirme yapması arzu edilir. Bu yolla depremin dinamik etkisi elastik ve geri dönüşümlü olmayan enerji türüne dönüşerek yutulmakta ve sönümlenmektedir.

Süneklik güç tükenmesi sırasında elastik olmayan büyük şekil veya yer değiştirmelerin ortaya çıkması olarak ta görülebilir. Bir kesitin dönme şekil değiştirmesi göz önüne alınarak, kesit dönme sünekliği tanımlanabileceği gibi, bir taşıyıcı eleman için ve taşıyıcı sistem için uygun şekil veya yer değiştirme alınarak süneklik tanımlanabilir.

Bir yapı sünekse, deprem sırasında zeminden yapıya iletilen enerjinin büyük bir kısmı, elastik sınırın ötesindeki büyük genlikli titreşimler yapı dayanımını önemli bir kayba uğratmadan yutulur. Süneklik sayesinde, yüklemenin aşırı artmasında akmaya ulaşan kesitlerde plastik şekil değiştirmelerle enerji alınırken, iç kuvvetlerin daha az zorlanan kesitlere dağılması sağlanır. Bu arada, sünekliğin müsaade edilen hasarla orantılı olduğu unutulmamalıdır. İyi düzenlenmiş sünek bir taşıyıcı sistemde deprem enerjisi, kontrollü hasarlarla, göçmeden uzak kalınarak karşılanmış olur. Sünekliğin gereği olan plastikleşme bölgelerinin meydana gelebilmesi için sistemin yüksek mertebeden hiperstatik olması gerekir. Örneğin, tek başına duran kule ve bacalarda taşıyıcı sistem statikçe belirli olduğu için, önemli sünek şekil değiştirmeye müsaade edilmez.

Yapıda büyük hasarların ve toptan göçmenin önlenmesi, taşıyıcı sistemin yatay yük dayanımının büyük bir kısmını büyük elastik ötesi yerdeğiştirmelerde de devam ettirebilmesi ile mümkündür. Taşıyıcı sistemin veya elemanlarının veya kullanılan malzemelerin elastik ötesi davranışta da, şekil ve yer değiştirmeler artarken, dayanımının önemli bir kısmını sürdürme özelliği de sünekliğe bağlıdır. Sünek kavramı aynı zamanda büyük şekil ve yer değiştirme yapabilme, tekrarlı yüklemelerde enerji söndürebilme özelliğine de içerir. Şekil 2.1'de sünek olan ve sünek olmayan davranışa ait yük-yerdeğiştirme eğrilerinde de görüldüğü gibi, eğrinin yataya yakın olarak devam etmesi durumunda, göçme olmadan yapı yük taşımaya devam edecektir. Bu durumda sisteme giren enerjinin bir kısmı doğrusal olmayan davranış

sebebi ile söndürülürken, ortaya çıkan büyük şekil değiştirmeler elemanlar arası yardımlaşmaya imkan verecek taşıma kapasiteleri olan elemanların devreye girmesi sağlanacaktır. Depremlerde sünekliğin sağlanamaması büyük hasar nedenlerden biri olarak gözlenmiştir.



Şekil 2.1 : Sünek davranış

$$\mu = \frac{U_m}{U_y}$$

U_y Boyutlama sırasında kontrol edilen deplasmanı U_m ise yapının maksimum deplasman tepkisi. $\mu = \frac{U_m}{U_y}$ süneklik oranı olarak tanımlanır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında genel eğilim sünek taşıyıcı sistemlerin teşvik edilmesi şeklindedir. Bunun yanında yatay ve düşey kesitlerde düzenli yatay sistemin seçimi ve elemanların birleşim bölgelerinde gösterilecek özen önemle vurgulanır. Ayrıca taşıyıcı sistemde yatay yerdeğiştirmeleri sınırlandıracak rijitliğin oluşturulması ve bu suretle taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelebilecek hasarların azaltılması diğer önemli bir husustur.

2.2.1. Süneklik Düzeyi Yüksek Çerçeveler

Sünek çelik yapılar, özellikle 1994'de meydana gelen Northridge ve 1995'de meydana gelen Kobe depremlerinden sonra daha da önem kazanmıştır. Sünek bir yapının enerji yutma özelliği nedeniyle herhangi bir depremde maruz kalacağı yatay yüklerin şiddeti, süneklik düzeyi düşük bir yapıya göre çok daha azdır.

Çelik yapıların deprem etkisi altındaki sünek davranışını değerlendirirken, çeliğin deprem açısından çok önemli bir özelliği ve dört temel taşıyıcı elemanın depreme karşı davranışı incelenmelidir.

Bunlar şöyle sıralanabilir;

- Süneklik, enerji yutma kapasitesi ve plastik mafsallık özelliği
- Güçlendirilmiş çerçeve sistemleri
- Güçlendirilmemiş rijit çerçeve sistemleri

2.2.2. Süneklik, Enerji Yutma Kapasitesi ve Plastik Mafsallık Özelliği;

Çelik, elastik sınırın ötesinde plastik bölge içerisine yüklendiğinde, tekrarlı boşalma ve tekrarlı yüklenme esnasında çeşitli özellikler arz eder.

Çeliğin en önemli iki özelliği, sünekliliği ve tekrarlı inelastik yükleme altında enerji yutma kapasitesidir. Bir çelik elemanın plastik uzaması veya kısılması için ihtiyaç duyulan enerji, plastik kuvvet ile plastik deformasyonun çarpımı ile hesaplanır ve histeretik enerji olarak adlandırılır. Kinetik ve elastik deformasyon enerjisinin tersine, histeretik enerji geriye dönüşü olmayan, sarf edilmiş enerjidir.

İdeal bir depreme dayanıklı yapı tasarımının gereken rijitliği, dayanımı ve enerji tüketme kapasitesini sağlaması gereklidir. Yapıların depreme dayanıklı olarak tasarlanmasında genel olarak üç problem mevcuttur:

- 1) kritik yer hareketinin belirlenmesi
- 2) kritik yer hareketi sonucu yapıda oluşacak taleplerin belirlenmesi
- 3) yapının ve yapısal elemanların kapasitelerinin belirlenmesi.

Housner (1956) ilk defa depreme dayanıklı yapı tasarımında seçenек bir yöntem olarak enerjinin kullanılmasını önermiştir. Enerjiye dayalı depreme dayanıklı yapı tasarımındaki temel ilke, bir yer hareketi süresince oluşan enerji talebini tahmin etmek ve yapının veya yapısal elemanların enerji tüketme kapasitelerini belirlemektir.

Bir depremin şiddeti genellikle yer hareketinin maksimum yer ivmesi esas alınarak değerlendirilir. Halbuki yapılan çalışmalar göstermiştir ki maksimum yer ivmesiyle hasar arasında doğrudan bir ilişki yoktur (Zahrah, 1982) ve enerji parametreleri orta veya şiddetli depremlere maruz yapıların tasarımı için en umut verici parametrelerdir (Bertero and Teran-Gilmore, 1994). Yapılar, deprem sırasında yapıya giren bütün enerjiyi tüketmek zorundadır. Bu enerjinin bir kısmı elastik birim şekil değiştirme enerjisi ve kinetik enerji olarak depolanmaktadır, diğer kısmı ise yapısal ve yapısal olmayan elemanlar tarafından sönüm ve doğrusal olmayan davranış yoluyla tüketilmektedir (Berg and Thomaides, 1960). Depremler oldukça düzensiz yer hareketleri olmalarına karşın, yapıya giren enerji oldukça kararlı bir değerdir. Enerji girişi, yer hareketinin özelliklerinin (etkili yer hareketi süresi, genlik, frekans içeriği, vb.) ve yapısal özelliklerin (kütle, doğal periyod) bir fonksiyonudur ve yapının dayanımından çok az etkilenir (Akiyama, 1985). Yani, Housner (1956) tarafından ortaya atılan enerji kavramı depreme dayanıklı yapı tasarımı için bir temel

teşkil edebilir. Doğrusal olmayan sistemlere enerji girişini doğru bir şekilde belirleyebilmek için maksimum yer değiştirme değil, doğrusal olmayan yer değiştirme artımlarının kümülatif değerlerinin belirlenmesi gerekmektedir (Sucuoğlu ve diğ., 1994; Hadjian, 1982; Penzien, 1960). Herhangi bir yapı için enerji kavramları kullanılarak tasarım yapılması için *Enerji Talebi*'nin *Enerji Tüketme Kapasitesi*'ne küçük veya eşit olması gerekir. Diğer bir deyişle, bir deprem sonucu oluşacak yer hareketi süresince enerji talebinin tahmin edilmesi ve buna uygun enerji tüketme kapasitesine sahip yapıların tasarlanması gerekmektedir. Eğer enerji tüketme kapasitesi enerji talebinden büyükse depreme dayanıklı tasarım sağlanmış

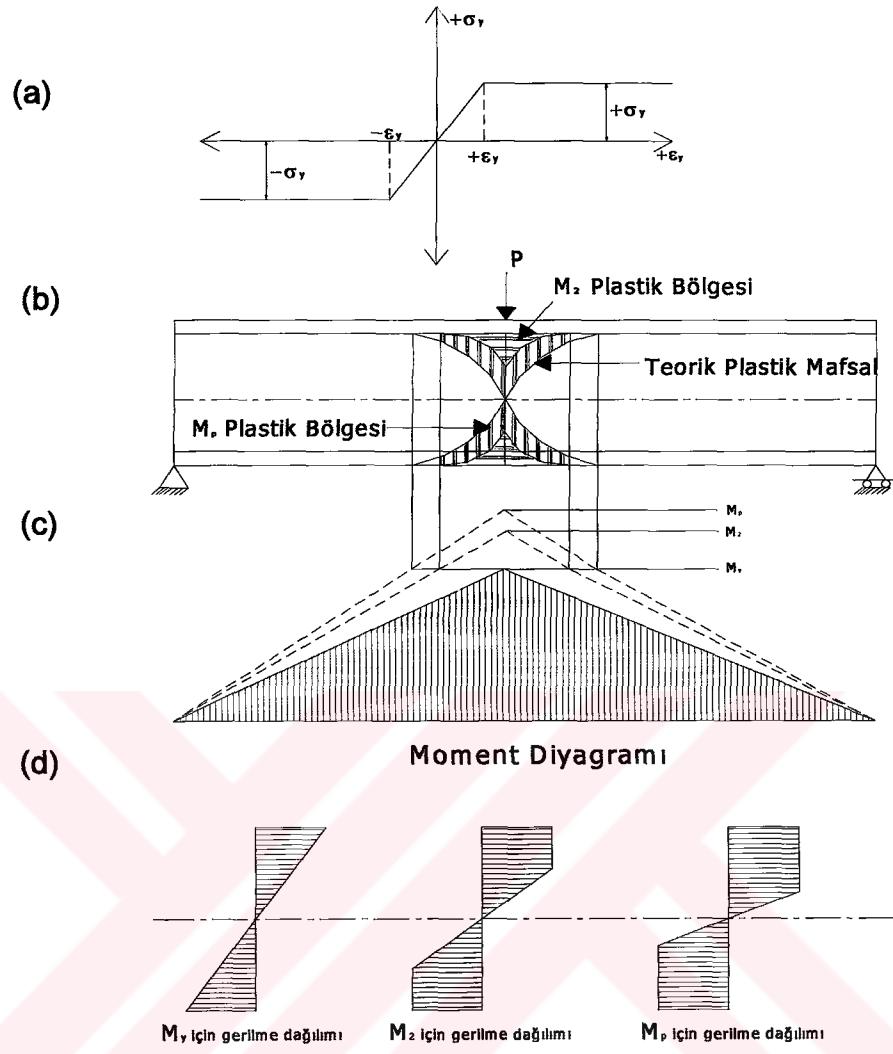
Enerji kavramlarının depreme dayanıklı yapı tasarımında bir kriter olarak kullanılmasında halen üç temel soru tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır (Akiyama, 1985).

1. Depreme sırasında yapıya girecek olan enerjinin miktarı,
2. Yapıya giren enerjinin yapı tarafından nasıl tüketileceği,
3. Yapı elemanlarının enerji tüketme kapasiteleri.

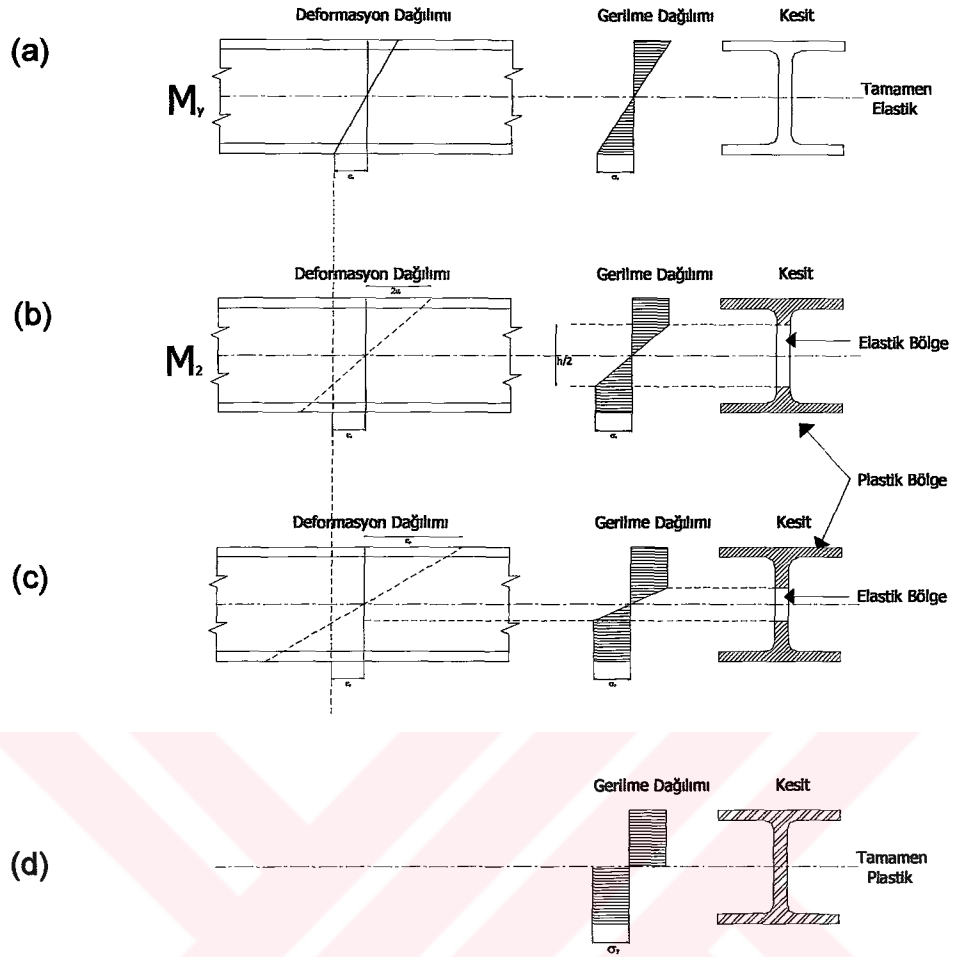
Yukarıdaki sorulara cevap bulunduğunda, bir yapıya enerji girişi ve enerji kapasitesini karşılaştırmak mümkün olacak ve böylece yapının depreme dayanıklılığı hesaplanabilecektir

Bu tanımlara dayanarak; bir taşıyıcı sisteme etkiyen deprem yükü, bu sisteme bir dış enerji uygular. Bu enerjinin karşılığı ise, sistemde harcanan plastik enerji ile depolanan deformasyon enerjisi ve kinetik enerjidir. Bu ise, çelik yapıların yüksek enerji yutma kapasitesinin, deprem etkisi altında yapının dinamik cevabını sağlayan kinetik ve elastik enerji birikimini azalttığı, bu şekilde de blast yükü veya deprem yükü etkisi altında yapıların dayanıklılığını artırdığı anlamına gelir.

Sünek çelik yapı tasarımını doğru anlayabilmek için plastik mafsallık kavramının bilinmesi gerekmektedir. Bunun için Şekil 2.2 (b)'de görülen, açıklık ortasından P tekil yükü ile yüklenmiş basit bir kirişi ele alalım.



Şekil 2.2 : Kirişlerde plastik mafsal oluşumu



Şekil 2.3 : Plastikleşme ve akma momentlerinin oluşumu

Ayrıca, Şekil 2.2 (a)'da verilmiş olan ve çelik yapıların elastik ve plastik tasarımında kullanılan idealleştirilmiş gerilme – deformasyon ilişkisini göz önünde tutalım. P yükünün belirli bir değerinde, kirişin en dış liflerinin akma sınır gerilmesine (σ_y) ulaştığını düşünelim Şekil 2.7 (b)(1). P yükünün değeri daha da artırılsa, bu sefer kesitin en dış liflerine ek olarak tarafsız eksene doğru daha başka lifleri de (σ_y) akma sınır gerilmelerine ulaşır Şekil 2.7 (b)(2). Bu durumda profil başlığının tamamı, gövdesinin ise bir bölümü plastikleşmiş durumdadır. Momentin biraz daha artırılması ile ulaşılan Şekil 2.7 (b)(3) noktasında ise kesitin tümü plastikleşmiş durumdadır. Bu duruma ait olan M_p momentine plastikleşme momenti (1) durumuna karşı gelen M_a momentine ise akma moment denmektedir, Şekil 2.2(d) ve Şekil 2.3'de açıkça izlenebilir. (σ_y) akma gerilme sınırına ulaşan kiriş liflerinde, Şekil 2.2 (d)'de verilen gerilme - deformasyon ilişkisi uyarınca, yükün artırılmasıyla gerilme akma sınır gerilmesinin üzerine çıkamaz. Buna karşılık, deformasyonlar çok

büyük değerlere ulaşabilir. Yani M_a akma momentine ulaştıktan sonra, momentteki küçük artımlar eğrilikte oldukça büyük artımlara neden olmaktadır. Kesit momenti M_p plastikleşme momentine ulaştıktan sonra, artık momentte herhangi bir artım söz konusu değildir. Buna karşılık sabit M_p momentinde eğrilik değeri sınırsız artımlar oluşur. Şekil 2.2 (b) ve 2.2 (c)'de görüldüğü gibi M_2 ve M_p momentleri (bu moment, tüm kesitin liflerinin (σ_y) akma sınır gerilmesine ulaştığı duruma karşılık gelir.) için plastikleşmiş kiriş bölgesi, gerçekte kiriş üzerine yayılı durumdadır.

Ancak, teorik plastik mafsallarda, M_p momentine karşılık gelen plastikleşme, bu momentin oluştuğu noktada yer alan kiriş kesitinde meydana geldiği kabul edilir. Maksimum momentin oluştuğu noktada bütün kesitin plastikleştiği hale karşı gelen M_p momentini oluşturan P yükü değeri tekrar artırılmaya çalışılırsa, M_p momentinin oluştuğu nokta, bu yük artırımı için gerçek bir mafsallık davranışı gösterir. Bu durumda, yani kesitin tümünün plastikleştiği ve M_p momentine ulaştığı anda, bu kesitin yer aldığı kiriş noktasında '*plastik mafsallık*' oluşmuştur denir.

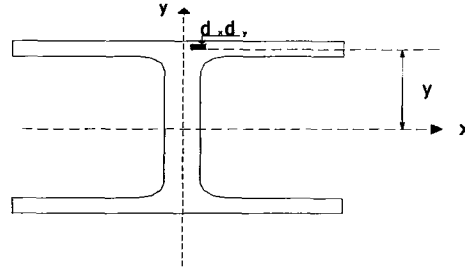
Plastik mafsallık ve buna karşı gelen plastik dönme, elemanın belirli noktalarında oluşur. Aslında plastik mafsallık, taşıyıcı elemanın üzerinde, değeri geometri ve yükleme şekline bağlı olan bir uzunlukta oluşur. Başka bir deyişle, plastik mafsallık uzunluğu taşıyıcı elemanın üzerinde, momentin M_a akma momentinden büyük olduğu parçasının uzunluğudur. Bir taşıyıcı sistemde plastik mafsallar;

- Tekil yüklerin etki ettiği noktalarda
- Düğüm noktalarına birleşen eleman uçlarında
- Yayılı yük etkisindeki açıklıkların kesme kuvvetinin sıfır olduğu noktalarda oluşur.

Burada M_p kesitin plastik moment taşıma kapasitesidir ve şöyle hesaplanır:

$$M_p = W_{px} \cdot \sigma_y$$

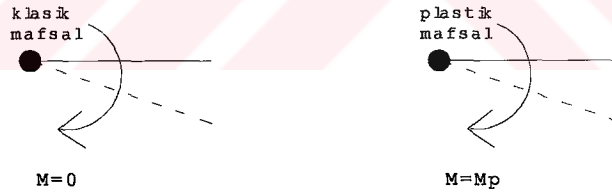
Bu ifadede, W_{px} kesitin plastik mafsall noktasında kesitin plastik moment mukavemetidir.



$$W_{px} = 2 S_x$$

Şekil 2.4 : I kesiti

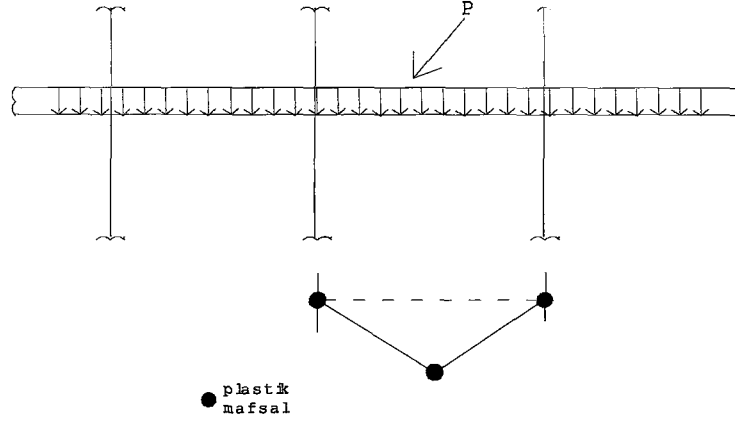
Bu ifadedeki S_x ele alınan kesitin (x-x) asal eksenine göre statik momentini, σ_y ise akma sınır gerilmesini ifade etmektedir.



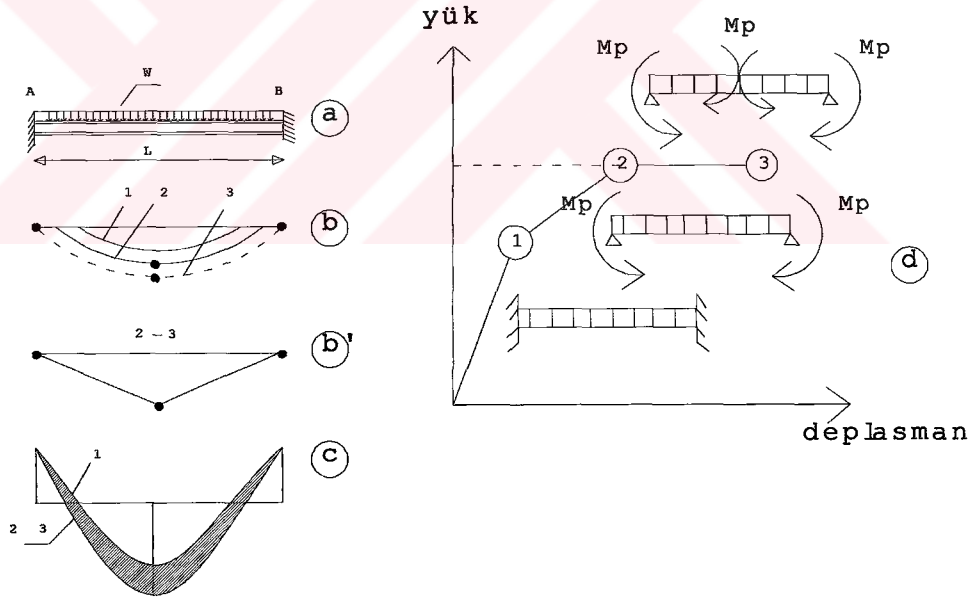
Şekil 2.5 : Klasik mafsall ve plastik mafsall

Kısaca plastik dönmelerin belirli bir bölgede yoğunlaştırılması *Plastik Mafsall* kabulü olarak adlandırılır. Plastik mafsallın klasik bir mafsaldan tek farkı, kesit dönmesinin eğilme momenti değerine erişmesiyle meydana gelmesidir. Yani serbest dönmenin sabit bir moment altında olmasıdır (akma momenti $\approx$ taşıma gücü) Şekil 2.5. Plastik mafsallaşma, yani sabit moment altında birim dönmenin hızla artması moment uyumuna yol açar, diğer bir kesitte moment artarken mafsallaşan kesitte sabit kalır. Kiriş göçme konumuna üç mafsall oluştuktan sonra ulaşır Şekil 2.6.

Göçme durumuna gelindiğinde oluşacak moment diyagramı doğrusal çözümlemenden elde edilecek diyagramdan çok farklı olabilir.



Şekil 2.6 : Kirişlerde plastik mafsall oluşumu



Şekil 2.7 : Kirişlerde yük-deplasman değişimi

Hiperstatik taşıyıcı sistemler, elastik sınırın ötesinde de yük taşıyabilmekte, ancak bu durumda dış yükler altındaki moment dağılımı elastik moment dağılımından farklı olmakta ve moment dağılımındaki bu farklılık, sisteme ek bir yük

taşıma kapasitesi sağlamaktadır. Çelik yapılar için çok önemli olan bu olgu Şekil 2.7’de iki ucundan ankastre ve düzgün yayılı yük etkisinde bulunan bir kiriş için incelenmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi, ankastre kirişte yük yavaş yavaş artırılıp belli bir değere ulaşıncaya mesnetler üzerinde plastik mafsallar oluşmakta, kiriş uçlarında plastik moment kapasitesi tamamen kullanıldığı halde, ortasında moment taşıma kapasitesi bulunmaktadır. Bu durumda yayılı yükün şiddeti arttığında, kiriş artık iki ucunda negatif M_p momenti olan basit bir kiriş gibi davranmaktadır. Yükün belli bir değere ulaşması halinde ise kirişin ortasında da bir mafsal oluşmakta ve bundan sonra yükün şiddetinde bir artma olmaksızın büyük deplasmanlar oluşmaktadır. Sistemde oluşacak plastik mafsal sayısı hiperstatiklik derecesine bağlıdır ve her bir plastik mafsalın oluşumu ile sistemin hiperstatikliği bir derece azalmaktadır.

Bir yapının yer hareketi altında incelenmesindeki ilk adım, basit bir modelle temsil edilmesidir. Bir yapının titreşim durumundaki konumunun belirlenmesi için gerekli olan parametre sayısı serbestlik derecesi olarak isimlendirilir.

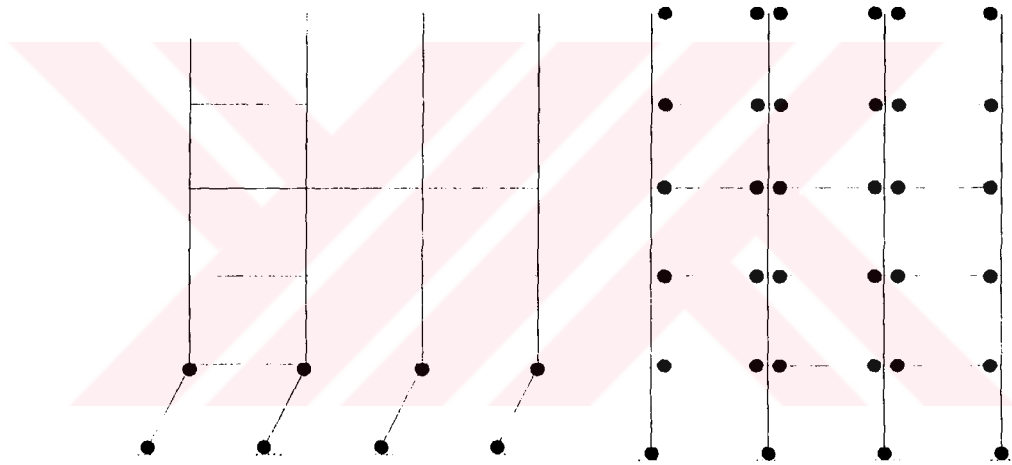
Plastik mafsallar arasında kalan kiriş parçaları yükün şiddetinde bir artışa gerek olmadan hareket edebilirler. Taşıyıcı sistemlerin bu haline mekanizma adı verilir. Bir mekanizma için yeterli sayıda plastik mafsal oluştuktan sonra taşıyıcı sistemin yapacağı ek bir hareket (mekanizma hareketi), gerçek mafsallara bağlı çubuklardan oluşan bir zincirinki gibi olmaktadır.

2.3. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı

Deprem yapıya etkisi düşey yük etkisinden çok değişiktir. Deprem dinamik bir olaydır ve depremin yapıya etkisi yer hareketinin özellikleri yanında yapının dinamik özelliklerine bağlıdır (rijitlik, periyot, sönüm v.b). yapının dinamik özelliklerini belirleyen rijitlik, bilindiği üzere malzemenin gerilme – deformasyon ilişkisi yanında eylemsizlik momentine bağlıdır.

Depreme dayanıklı yapı tasarımındaki temel varsayımlardan biri, yapının ender oluşan şiddetli bir deprem altında elastik sınırlar içinde kalamayacağı, çeşitli yerlerde plastik mafsallar oluşacağıdır. Bu tür depremde önemli olan insan hayatının kurtarılması olduğundan, yapının ayakta kalması önemlidir. Yapısal hasarın oluşması

doğaldır. Bu hasarında onarılabilecek düzeyde kalması elbette tercih edilir. Yapının bu konumda ayakta kalabilmesi yeterli enerjinin tüketilebilmesi ile mümkündür. Enerji tüketimi en fazla büyük dönmelerin oluştuğu plastik mafsallarda oluşur. Depreme dayanıklı yapı tasarımı yapılırken bu husus unutulmamalıdır. Bir çerçeve göçme konumuna yeterli sayıda plastik mafsal oluşması ile ulaşır. Göçme mekanizması Şekil 2.8’de gösterildiği gibi iki ayrı biçimde oluşabilir. Şekil 2.8 (a)’da gösterilen kolon mekanizmasıdır. Bu tür göçmede mekanizma kolon uçlarındaki plastik mafsallarda oluşur. Şekil 2.8 (b)’de gösterilen ise, kiriş mekanizmasıdır. Kolon (özellikle eksenel yük düzeyi yüksekse) kirişe göre çok daha gevrek bir davranış gösterdiğinden, Şekil’deki (b) mekanizması (a) mekanizmasına tercih edilmelidir. Yönetmeliklerde bu tercih “kuvvetli kolon – zayıf kiriş” ilkesi ile ifade



edilir.

● → Plastik Mafsal

Şekil 2.8 : Kolon ve kiriş göçme mekanizmaları

Şekil (a)’da gösterilen kolon göçme mekanizmasını biraz irdelersek bu mekanizma oluştuğunda, yapının üst kısmının adeta rijit cisim gibi deplasman yapmış olduğunu görürüz. Bu durum “yumuşak kat” olarak adlandırılmaktadır. Yani yumuşak kat, bir katın (özellikle zemin kat) diğerlerine göre daha az rijit olmasından kaynaklanır. Yumuşak katın en büyük dezavantajı, kolon mafsallaşması nedeni ile sünekliğin sınırlı kalması ve hasar sonrası onarım güçlüğüdür. Ayrıca tüm enerji tüketimi tek katta yoğunlaşmaktadır

Daha önce çok şiddetli bir deprem altında yapı elemanlarının elastik sınırlar içinde kalmasının mümkün olmadığını belirtilmişti. Bu durumda yapının ayakta kalabilmesinin ancak yeterli enerji tüketebilmesi ile mümkün olacağı da vurgulanmıştı. Enerjinin büyük bir yüzdesi oluşan plastik mafsallarda tüketildiğinden bu durumda plastik mafsalların büyük dönme yeteneğine sahip olmaları önemlidir. Süneklik, taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan enerji tüketebilme yeteneğidir.

2.3.1. Depremi Yapı Üzerindeki Etkileri

Deprem güvenliği olan yapıların tasarımı esasında bir belirsizlikler manzumesidir. Belirsizliklerin iki önemli kaynağı vardır. Birinci derecede önemli belirsizlik kaynağı, deprem yer hareketinin kendisidir. Hiçbir depremde birbirine benzeyen iki ayrı yer hareketi ölçülmemiştir. İkinci derecede önemli belirsizlik ise inşa edilmiş yapıların deprem etkileri altında gösterdiği gerçek dayanımdır. Zira analitik olarak hesapladığımız yapı dayanımı ile gerçek yapı dayanımı arasında önemli farklar olması için pek çok belirsizlik nedeni vardır.

Tıpkı patlayan bir bombanın tek bir patlayıcı miktarı olması ancak farklı konumlarda değişik basınç oluşturması gibi, her depreminde bir tane büyüklüğü olmasına karşın yer kabuğunun değişik noktalarında hissedilen yer değişimlerinin farklı şiddetleri vardır.

2.3.2. Zemin Durumunun Deprem Hareketine Etkisi

Depremin yer altındaki bir kaynaktan yayılan titreşim hareketi olduğu bilindiğine göre yeryüzündeki bir bölgede meydana getirdiği etkinin bağlı olduğu belli başlı parametreler;

- Depremin büyüklüğü
- Göz önüne alınan bölgenin enerjinin açığa çıktığı kaynağa olan uzaklığı
- Kaynaktan yayılan deprem dalgasının göz önüne alınan yere gelinceye kadar geçtiği ara bölgenin ara bölgenin jeolojik durumu
- Deprem enerjisinin kaynaktan açığa çıkma türü
- Ara bölgede bulunan faylarda veya serbest yüzeylerde deprem dalgasını kırılması ve yansıması

- Göz önüne alınan bölgedeki zemin durumu

olarak sıralanabilir.

Bir deprem hareketinde zemin ve yapı beraber hareket edecekler ve bu sırada birbirlerinin davranışlarını etkileyeceklerdir. Yapının ilk frekansının, yapının üzerinde bulunduğu zemin hakim frekansına oldukça yakın olduğu durumlarda yapılarda daha çok hasar meydana geldiği bilinmektedir. Bu durumda zemin-yapı ilişkisinden çok zeminin yapıya olan etkisini göstermektedir.

Bir bölgedeki yapının deprem davranışlarının ayrıntılı değerlendirilmesinde, zemin-yapı sisteminin dinamik özelliklerinin anlaşılması gereklidir. Zemin, yapının davranışını değişik şekillerde etkiler;

1. Yapının altındaki zemin, ana kayadaki deprem etkisini değiştirerek verir. Bu durum özellikle dolgu olan zeminlerde deprem etkisinin büyümesine sebep olur.
2. Zeminin de hareketi ile, yapının periyot ve mod şekilleri gibi dinamik özelliklerinde değişiklikler meydana gelir.
3. Yapıdaki titreşim enerjisinin önemli bir kısmı, zemine mesnetlenmenin rijit olmaması, zemindeki sönüm ve zeminde geri dönmeyen yayılma etkisi ile söner.
4. Yapının üzerinde bulunduğu zemin etkisiyle deprem sırasında taşıyıcı sistemde farklı oturmalar meydana gelebilir.

Genellikle zemin-yapı etkileşimi, 2.ve 3. maddelerde verilen olayların incelenmesi olarak ele alınır.

Bu iki durumda yapının davranışı kısmi olarak zeminden ve benzer şekilde zeminin davranışı da yapının varlığından etkilenir. Bunun gibi, zeminin yer hareketini büyütmesi olarak bilinen olayda, zemin yapı etkileşimi ile değişikliğe uğrar. Yapının temelinde meydana gelen hareketle, aynı yerde yapı olmadığında meydana gelecek olan serbest yüzey hareketi arasında fark ortaya çıkar. Ancak uygulamada bu ölçüde ayrıntılı inceleme, ender durumlarda göz önüne alınır. Genellikle, yapı zemine rijit olarak bağlı olarak kabul edilerek hesap yapılır. Bununla beraber bazı özel durumlar, zemin-yapı etkileşiminin göz önüne alınmasını gerektirir.

Yapı davranışının incelenmesinde ideal yol, deprem hareketinin ana kayaya uygulanmasını ve bunun üst zeminde ve yapıdaki etkilerinin hesaplanması olarak görülebilir. Ancak yer hareketi için elde edilen bilgilerin ana kayaya ait olmayıp, yeryüzü ölçümlerinden elde edildiği düşünülürse bunun gerçekçi olmadığı ortaya çıkar. Bunun üzerinde yapının temelinde yay ve sönüm olarak, deprem hareketinin yüzeyden etkidiğini kabul etmek daha uygun olabilir. Diğer bir yolda, zeminin dinamik karakteristiklerinin önceden belirlenip, zemin ve yapı davranışının beraberce incelenmesidir.

2.3.3. Çerçevesel Sistem Davranışı

Kiriş ve kolonların meydana getirdiği en basit ve çok serbestlik dereceleri taşıyıcı sistem düzlem çerçeve olarak görülebilir. Çerçeve için yapılacak en kısa modelde, kirişleri bağlayan kolonların kütsüz oldukları ve yapının kat kütlelerinin döşeme seviyelerinde toplu olduğu kabul edilir. Bu durumda elastik kolon ve kirişlerin oluşturduğu ve her kat seviyesinde toplu kütlesi bulunan bir çerçeve oluşur. Genellikle kolonların yatay yer değiştirme yapabildikleri ve düşey doğrultuda boy değiştirmedikleri varsayılır. Yapının mesnetlerinde yere rijit olarak bağlı olduğu da yapının diğer bir kabuldür. Çerçeve rölatif kat yer değiştirmesi, rijitliğine; kolonlardaki eğilme momenti şekil değiştirmesi yanında kolonların iki ucunun dönmesi de etkili olur. Kolon uçlarının dönmesi, kolonun iki uçta bağlandığı kirişlere göre olan rölatif rijitliği ile artar. Rijitliği küçük olan kirişlere bağlı kolon ucu ankastre mesnetlenmeye yakın bir davranış gösterir. Kolonun eğilme şekil değiştirmesinden doğan yatay yer değiştirme ise eğilme rijitliğine bağlı olarak ortaya çıkar. Kolondaki eğilme momentinin kesme kuvveti ile doğrudan ilişkili olduğundan kolon uçlarının rölatif yer değiştirmesi kolonun öteleme rijitliğine ve kolon kesme kuvvetine bağlanabilir. Bu durum çerçeveyi oluşturan kolonların yatay yer değiştirmesinde kesme kuvvetinin etkili olduğunu göstermektedir.

2.3.4. Depreme Dayanıklı Yapı Tasarım Kriterleri

Bir yapının tasarımı ve boyutlandırılması, genel olarak güç tükenmesi durumunda yeterli güvenliğin sağlanması ve kullanım durumunda karalılık, çatlama ve yer değiştirme gibi öngörülen koşulların yerine getirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu işlem öngörülen isteklerin belirtilmesi ve buna uygun olarak yapıda, gerekli

kapasitenin sağlanması şeklinde de ifade edilebilir. Öntasarım ve boyutlandırma işleminin sonuçlarının yorumlanmasıyla ve gerekirse yapılacak düzeltmelerle işlemin tekrarı sonucunda yapının kesin boyutları elde edilebilir. Depreme dayanıklı yapıda aşağıdaki genel özelliklere uyulması tavsiye edilir.

Yapı hafif olmalıdır

Depreme dayanıklı yapıya gelen yükler yapı ağırlıkları ile ilgilidir. Deprem etkisi kütle büyüdükçe artar. Deprem yükü yapı kütlesi ile direkt bağlantılıdır. Hafif yapı malzemesi kullanılması uygundur.

Yapı rijit olmalıdır

Kolon ve kirişlerin planda düzgün dağıtılması, sistemin belirli bölgelerinin aşırı zorlanmasını önler. Taşıyıcı sistemde süreklilik ile elemanların birbirlerine yardım etmesi sağlanırken, elastik davranışın ötesindeki taşıma kapasitesi artırılmış olur. Ayrıca, bu sırada ortaya çıkacak plastik mafsalların sayısı dolayısıyla dinamik enerjinin yutulan kısmı da büyütülmüş olur.

Elemanların sürekliliğinin yanında, rijitliklerinin de ani değişiklikler göstermeden devam etmesine gayret edilmelidir. Zemin katın rijitliği düşük tutularak yapının kuvvetli yer hareketinden az etkilenmesinin sağlanması düşünülebilir. Burada amaç yapıyı, kısa periyotlu zemin hareketinden korumaktır. Ancak bunun gerçekleşmesi için kolon uçlarında, güç tükenmesine erişmeden enerji yutabilen, ideal plastik mafsallar yanında büyük kat yer değiştirmesine ihtiyaç vardır. Birinci koşulun tam gerçekleşmemesi ve ikinci koşulda normal kuvvetten önemli ikinci mertebe etkiler ortaya çıktığı için, yumuşak zemin kat ilkesinin tam tersine kaçınılması gereken bir durum olduğu belirlenmiştir. Gerçekte de, bu tür binaların depremlerde çok kötü davrandıkları, bazı durumlarda toptan göçmenin meydana geldiği görülmüştür.

Yapı elemanlarının rijitliğini uygun seçerek; titreşim periyodunu belirli aralığa getirerek deprem etkilerini küçültmek mümkündür. Bunun için ilk yapılacak iş, spektrum eğrisinde bölgenin hakim periyodu ile yapınınkini uzak tutarak rezonans olayını önlemektir. Örneğin, uzun zaman periyotlarının hakim olduğu bölgede, kısa periyotlu rijit, az katlı yapılar uygun düşer. Genellikle bu tür bölgelerde derin

tabakalar halinde yumuşak zemin bulunur ve yer hareketinin yüksek frekanslı, bölümünü filtre ederek söndürür, geriye düşük frekanslı uzun periyotlu kısım kalır. Bunun karşısı olan kayalık sert zemin bölgelerinde yer hareketinin yüksek frekanslı kısmı hakim olur. Buralarda yüksek periyotlu, çok katlı yapılar uygun düşer. Alışlagelen yapılarda diğer başka isteklerin bulunmasından dolayı, yukarıdaki koşullar çoğu zaman sağlanamaz.

Yapının rijitliğini arttırarak, depremde meydana gelecek şekil ve yer değiştirmeleri azaltmak mümkündür. Bu suretle, taşıyıcı sistemle ona bağılı bulunan taşıyıcı olmayan kısımlardaki hasar azaltılabilir.

Deprem etkileri genellikle zemin kat seviyesinde en büyüktür. Bu katın kendi yatay yükü yanında üst katlardaki yatay yükleri taşıması gerekir. Benzer şekilde sabit ve hareketli düşey yük etkileri artarak, alt katta en büyük değerini alır. Bunun sonucu olarak bu kattaki elemanların dayanımlarının daha yüksek olması gerekir. Ancak kullanım şekli ve bazı mimari nedenlerden zemin katta hacimlerin geniş, taşıyıcı elemanların narin ve bölme duvarlarının az olması istenir. Böyle bir durumda uygun bir yaklaşımla gerekli olan ile istenenin dengelenmesi önemli olur. Bu amaçla zemin katlarda Düşey Taşıyıcı Eleman Yoğunluğu tanımlanabilir. Düşey taşıyıcı elemanların kesit elemanlarının toplam zemin kat alanına oranı olan bu yoğunluk 10-20 katlı çelik çerçeveli binalarda %1 civarındadır.

Yapı sünek olmalıdır

Düktil yapılar yıkılmada önce çok büyük salınımlar yapan ve hasar görebilen ve kolay kolay yıkılmayan yapılardır. Enerji tüketimi, elastik sınırlar dışında oluşacak deformasyonlarla sağlanır. Yapının belli bölgesinde oluşan plastik mafsallarda aşırı dönmeler olmadığı taktirde gerekli görülen enerji tüketimi sağlanamaz. Enerji tüketimine, büyük deplasmanlar yapan yapının artan sönüm özelliğı ve zemin-yapı etkileşimi de katkıda bulunacaktır. Plastik deformasyonlarla sağlanan enerji tüketimi için yapı elemanlarının sünek olması gerekir. Sünekliğin ölçüsü düktilite katsayısıdır (*Düktilite Katsayısı* = maksimum deformasyon/akma anındaki deformasyon).

Gerekli dayanım sağlanmalıdır

Deprem dinamik bir olaydır ve depremin yapıya etkisi düşey yüklerin yapıya etkisine benzemez. Dayanım, yapının depreme karşı sağlıklı bir davranış gösterebilmesi için zorunlu bir koşuldur. Yapı elemanlarında depremden oluşan kesit tesirlerine karşı dayanım sağlanmalıdır.

Yanal deplasmanlar sınırlandırılmalıdır

Depremlerde yapının yıkılması veya göçmesi kat arası relatif deplasmanların büyük olmasından kaynaklanmaktadır. Yapının stabil kalması, mal ve can kaybının en alt düzeyde olması için yanal ötelemelerin sınırlı olması gerekmektedir. Yapı süneklik gereği elastik sınır dışında deformasyon yapacaktır. Şiddetli depremlerde büyük yerdeğiştirmeler yapacaktır. Bu deplasmanların düşük düşük değerde tutulması için katlar arasındaki yer değiştirmeler sınırlandırılmalıdır.

Yapı malzemeleri ve işçilik

Kullanılan yapı malzemelerin gerekli standartlara uygun olması gerekmektedir.

Yapının göçmesi kirişlerin plastik göçme mekanizması ile oluşmalıdır

Yapının deprem tesirlerinden göçmesi, yapıda kirişlerde oluşan plastik mafsallaşma ile oluşmalıdır. Çerçeve sistemlerde iki şekilde plastik göçme mekanizması oluşmaktadır.

Kiriş mekanizması: Kiriş mekanizmasında eğilme momentinden kiriş uçlarında plastik mafsallar oluşmaktadır.

Kolon mekanizması: Kolon mekanizmasında plastik mafsallaşma kolon uçlarında olur.

Depreme dayanıklı yapı ilkelerine göre, plastikleşmenin kirişlerde eğilme dayanımının tükenmesi ile oluşması istenir. Daha rijit kolon ve daha sünek kiriş seçimine dikkat edilmelidir.

2.3.5. Depreme Karşı Güvenlik

Basit olarak güvenlik, yapının taşıyabileceği yükün taşınması beklenenden büyük olması şeklinde tanımlanabilir. Güvenliğin sağlanmasında, çözümlemenin verdiği sonuçlara uygun olarak boyutlandırma yapılır ve deneyimin işaret ettiği şekilde, yapının zorlanan kısımlarına özen gösterilir. Ayrıca, yapının bütünlüğüne veya kararlılığına olumsuz yönde etki edecek göçme biçimlerinin ortaya çıkmaması için önlem alınır. Ancak depreme dayanıklı tasarım ve boyutlamada düşey yüklere göre daha büyük belirsizliklerle karşılaşılır. Bu belirsizlikler, etkimesi beklenen yüklerin büyüklüğünün belirlenmesi yanında, yapı elemanlarının ve birleşim yerlerinin taşıma güçlerinin ve sünekliliğinin bulunmasında ortaya çıkar. Bu nedenle bir yapının ömrü boyunca etki altında kalması söz konusu olabilecek deprem yüklerine güvenlikle karşı koyabilme özelliği, yaygın deyimini ile sağlamlığı kesin olarak belirlenebilecek bir özellik değildir. Yüklerin ve dayanım özelliklerinin istatistiksel değerlerine bağlı olarak ancak istatistiksel anlamda belirlenebilir. Örneğin yapıya etkimesi beklenen yüklerin de kesin değerleri genellikle bilinmez, ancak istatistiksel yöntemlerle yükün belirli değeri aşma olasılığı hesaplanır.

Yapıyı zorlayan etkilerden biri olması nedeni ile dinamik yük olarak kabul edilen depremin de, şiddeti ve oluşumunun sıklığı istatistiksel olarak tahmin edilebilir. Bir yapının sabit yük, faydalı yük, sıcaklık etkisi gibi etkilere maruz kalma sıklığı ile karşılaşıldığında, depremin çok daha seyrek olduğu görülür. Bir çok yapı, bulunduğu bölgede beklenen şiddetteki beklenen depremi, hiç hasarsız ve düşey yükler için olduğu gibi elastik davranış sınırları içinde kalarak karşılaşmasını amaçlamak çok pahalı ve ülke ekonomisine büyük yük getiren bir çözümdür.

Depreme dayanıklı yapı tasarımında tüm dünyada uygulanan ilke, yapının sık ve küçük şiddetteki depremleri elastik sınırların ötesinde; orta şiddetteki depremleri elastik sınırların ötesinde, fakat taşıyıcı sistemde kolayca onarılabilecek önemsiz hasarlarla; çok şiddetli depremleri büyük hasarlarla fakat taşıyıcı sistem tamamen göçmeden, can kaybı olmaksızın kolayca karşılayabilmesidir. Bu anlayışla boyutlandırılan yapılarda; deprem ivmesi, şiddetli bir depremde yapıya etki edebilecek ivme azaltılarak kullanılabilir. Yapılan azaltma en önemli olarak yapının sünekliliğine ve elemanların birbiri ile yardımlaşma özelliğine bağlıdır.

2.3.6.Göçme Modu

Deprem etkisine karşı boyutlandırmada kesitler öngörülen etkilere karşı koyacak şekilde boyutlandırılırken, özellikle düşey taşıyıcıların dayanımlarını kaybederek tüm sistemin göçmesinden veya burkulma gibi ani göçmeden uzak kalınması istenir. Bu amaçla kuvvetli bir deprem durumunda, sistemin elastik ötesi davranışı göz önüne alınarak göçme durumunun incelenmesi gerekir. Bazı durumlarda, kolon gibi düşey yük taşıyan elemanların güç tükenmeleri ile kesme veya basınç kuvveti taşıyan elemanların göçmelerinin sünnek olmayacağı düşünülerek bu tür güç tükenmelerinin önlenmesi için önlem alınması yoluna gidilebilir. Genel olarak bir birleşim bölgesinde kolon yerine kirişlerin kesitlerinde plastik mafsallı olarak güç tükenmesinin ortaya çıkması tercih edilir. Ancak, kiriş kesitlerin katlar arasında fazla değişmemesi, bunun yanında kolon kesitlerinin üst katlara doğru küçülmesi veya açıklıkların büyük olması gibi koşullar bu özelliğin her zaman sağlanmasını engeller. Böyle bir durumda deprem yükleri arttırılarak boyutlama yapılması bir çözüm olabilir. Nitekim, deprem yönetmeliklerinin sünekliliği az olan sistemlerde daha büyük yatay yük katsayısı öngörmesi bu düşüncenin sonucudur.

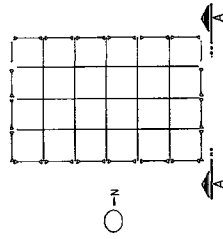
3. ANALİTİK ÇALIŞMA

3.1.Binaların Tanımı

Bu çalışmada kullanılan 3-, 9- ve 20- katlı çelik binalar, deneysel amaçlı olarak düşey yükler, rüzgar ve deprem yüklerine göre tasarlanmışlardır (Ohtori ve diğ., 2000). Gerçekte inşa edilmemiş olan bu yapılar, Los Angeles, ABD bölgesine ait deprem yönetmeliklerinin şartlarını sağlamakta ve alçak, orta ve yüksek katlı tipik yapıları temsil etmektedir. Tüm yapılar için taşıyıcı sistem moment aktaran dış çerçevelerden ve sadece düşey yük taşıyan iç çerçevelerden oluşmaktadır. Yatay yükler dış çerçevelerle taşınmakta, iç çerçevelerin deprem yüklerini karşılamakta katkısı bulunmamaktadır. Yapı düzlemleri simetriktir. 3 katlı yapı planda 36.60mx54.90m olup, K-G doğrultusunda 4, D-B doğrultusunda 6 adet 9.15m'lik açıklıklara sahiptir (Şekil 3.1). Kat yükseklikleri kiriş merkezinden kiriş merkezine 3.96m'dir. Kolonlar temele ankastre bağlıdır. 9 katlı yapı planda 45.75mx45.75m olup, K-G ve D-B doğrultularında 5'er adet 9.15m'lik açıklıklara sahiptir (Şekil 3.2). Yapının tek bodrum katı olup (B1), bodrum kat yüksekliği 3,65m, zemin kat yüksekliği 5,96m ve diğer tüm kat yükseklikleri 3,96m'dir. 20 katlı yapı planda 45,75mx54,90m olup, K-G doğrultusunda 5, D-B doğrultusunda 6 adet 6,10m'lik açıklıklara sahiptir (Şekil 3.3). İki bodrum katı olan binanın (B-1,B-2), bodrum kat yükseklikleri 3,65m, zemin kat yüksekliği 5,96m ve diğer tüm kat yükseklikleri 3,96m'dir. 9 ve 20 katlı yapılar B-1 ve B-2 seviyelerinden zemine oturtulmuşlardır. 9 ve 20 katlı yapılarda bodrum katlar toprak altında ve betonarme perde duvar ile çevrili olduklarından yapının zemin katında yatay yer değiştirmesinin önlendiği kabul edilmiştir.

Yapılardaki tüm kolonların akma dayanımları $F_y=345$ Mpa olarak belirtilmiştir.Kolonlar ve kirişler geniş başlıklı (W) profil olup, eleman boyutları 3-, 9- ve 20- katlı yapılar için sırasıyla Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3'de verilmiştir. Yapıların kat sistemi kompozit olarak tasarlanmış olup, döşeme ile birlikte kompozit olarak çalışan $F_y=248$ Mpa akma dayanımına sahip kirişlerden oluşmaktadır.

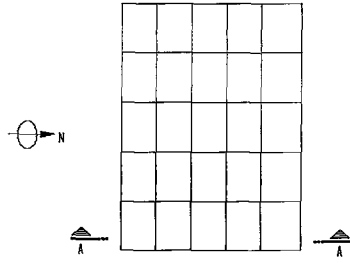
BİNA PLANI



KIRISLER KOLONLAR		Fy=248 Mpa Fy=345 Mpa		3 KATLI CELİK CERCEVE		Sismik Kütleler 1.-2. Katlar 3. Kat Tüm Yopi		9.57x10E5 kg 1.04x10E6 kg 2.95x10E6 kg		
W610x101	W610x101	W610x101	W610x101	W610x101	W530X66	W530X66	W530X66	W530X66	W530X66	3. Kat
W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	W760x173	2. Kat
W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	W840X176	1. Kat
W360X382	W4X311	W4X311	W4X311	W4X311	W360X382	W360X382	W360X101 (20'if aks)	W360X101 (20'if aks)	W360X101 (20'if aks)	Zemin Kol
3.96m	3.96m	3.96m	3.96m	3.96m	9.15m	9.15m	9.15m	9.15m	9.15m	

Şekil 3.1: 3 katlı yapının plan ve görünüşü

BINA PLANI



KIRISLER $F_y=248$ Mpa
KOLONLAR $F_y=345$ Mpa

9 KATLI CELIK CERCEVE

Sismik Kütüpheler

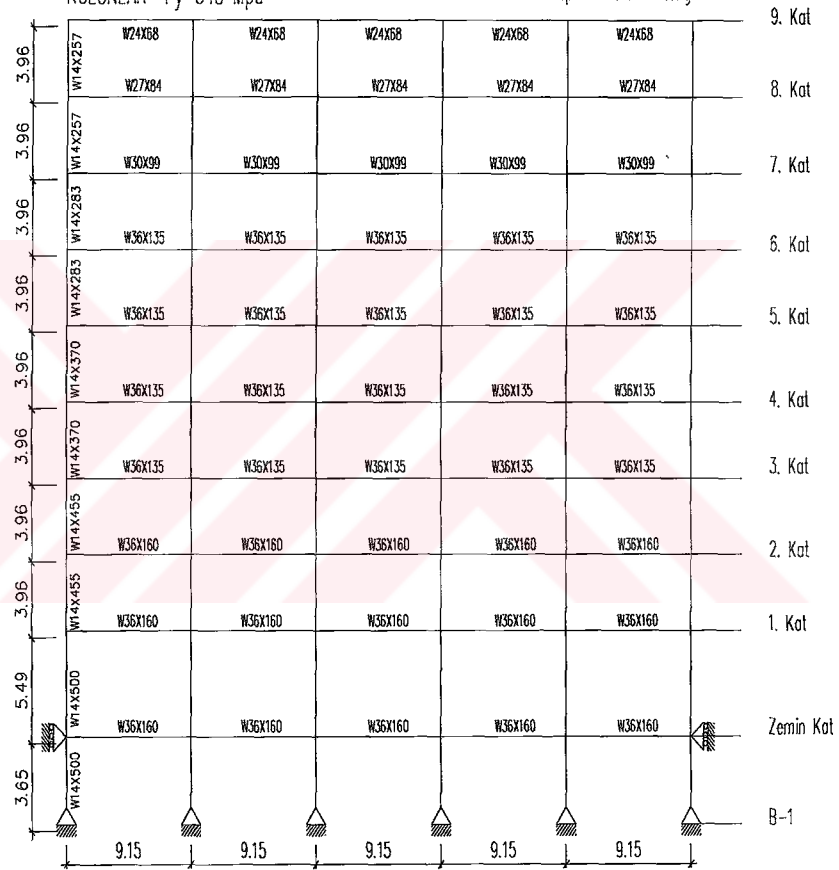
Zemin Kat 9.65×10^6 kg

1. Kat 1.01×10^6 kg

2.-8. Katlar 9.89×10^6 kg

9. Kat 1.07×10^6 kg

Turn Yapi 9.00×10^6 kg



Şekil 3.2: 9 katlı yapının plan ve görünüşü



Şekil 3.3: 20 katlı yapının plan ve görünüşü

3.2. Doğrusal Olmayan Zaman Geçmiş Analizleri

Yapıların kat sistemlerinin diyafram etkisi gösterdiği ve yatay düzlemde rijit olduğu kabul edilmiştir. Tüm yapılarda her kat seviyesinde oluşan atalet etkilerinin moment çerçeveleri tarafından karşılandığı kabul edilmiştir. Dolayısıyla moment çerçeveleri her doğrultuda yapının sismik kütlelerinin yarısını taşımaktadır. Bu sismik kütleler 3-, 9- ve 20- katlı yapı için sırasıyla 2950t, 9000t ve 11100t olarak verilmiştir. 3-, 9- ve 20- katlı binaların iki boyutlu modelleri doğrusal olmayan dinamik analiz programı DRAIN-2DX (Prakash ve diğ., 1993) kullanılarak oluşturulmuştur. DRAIN2DX programı olaydan-olaya yöntemiyle doğrusal olmayan analizleri gerçekleştirmektedir. Bu yöntemde, yapının herhangi bir noktasında meydana gelen rijitlik değişimi olay olarak adlandırılmakta ve iki olay arası doğrusallaştırılarak çözüm yapılmaktadır. Ayrıca statik analizlerde, olaydan-olaya yöntemi iki adım arasında yapılan doğrusallaştırmadan ve olayların tam olarak belirlenebilmesinden dolayı herhangi bir dengelenmemiş kuvvet doğurmamaktadır. Zaman geçmişi analizleri ise ortalama ivme yöntemiyle çözülmektedir. Analizlerde kiriş-kolon elemanları kullanılmıştır. Doğrusal olmayan etkiler eleman uç noktalarındaki plastik mafsallarda göz önüne alınmıştır. Kolon elemanlarının akma yüzeyleri olarak, AISC-LRFD(1999) tarafından önerilen eksenel yük-moment etkileşim ilişkileri kullanılmıştır. Analizlerde panel bölgesi etkileri ihmal edilmiş ve 9- ve 20- katlı yapılar için $P-\Delta$ (büyük deformasyon) etkileri göz önüne alınmıştır. 3-, 9- ve 20- katlı çerçevelerin birinci titreşim periyotları sırasıyla 1.0109sn, 2.2862sn ve 3.7863sn olarak bulunmuştur.

Seçilen binalarda doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri yapmak için yedi ayrı deprem hareketi, El Centro, İzmit NS, Miyagi EW, Miyagi NS, Northridge New-360, Olympia N04W ve Parkfield N65E kullanılmıştır. Seçilen bu depremler farklı zemin şartlarında kaydedilmiş olup, değişik etkin yer hareketi sürelerine, frekans içeriklerine ve maksimum zemin ivmelerine sahiptirler (Tablo 3.1).

Bir zaman eksenini üzerinde çizilmiş bulunan bir kayda, zaman geçmişi denilir. Zamana bağlı taban ivmesi şeklinde deprem yükü üretilir. Zaman tanım alanı dönüştürülerek davranış spektrumu üretilir. Zaman tanım alanı belirli zaman dilimlerinde, belirli bir yönde depreme ait ivmelerin kayıdır. Kayıt genellikle

normalize edilir. Mutlaka yerçekimi ivmesi (g) veya uygun bir katsayı ile çarpılmalıdır. Ölçek faktörü davranış spektrumunu normalize etmek için kullanılır.

Tablo 3.1: Depremlerin Özellikleri

Adı	Yeri	Tarih	ML	Odak Der. (km)	MrkzÜst. Mes. (km)	PGA (g)	Tg (sn)	tD (sn)	Zemin
El Centro SE	El Centro Imperial Walley	18/05/1940	7	16	12	0.3417	0.431	24.46	Sert Kil
İzmit NS	İzmit Meteoloji İstasyonu	17/08/1999	7.2	18	10	0.171	1	34.08	Sert Kil
Miyagi EW	Miyagi	12/06/1978	7.4	30	100	0.2063	1.12	24.78	Alüvyon
Miyagi NS	Miyagi	12/06/1978	7.4	30	100	0.2636	0.95	17.75	Alüvyon
Northridge New-360	California	17/01/1994	6.4	19	19.2	0.5963	0.68	5.50	Organik Kaya
Olympia N04W	Western Washington	13/04/1949	7.1	N/A	39	0.1661	1.18	21.64	N/A
Parkfield N65E	California Earthquake	27/06/1966	6.1	N/A	7	0.4911	0.68	6.44	Kaya

Bu depremlerin normalleştirilmiş mukabele spektrumları Şekil 3.4'te, ivme zaman grafikleri Şekil 3.5'te verilmiştir. Seçilen bu depremlerin maksimum yer ivmeleri, g yer ivmesi olmak üzere, $\ddot{u}_{g0} = 0,1g$ 'den $\ddot{u}_{g0} = 0,8g$ 'ye $0.1g$ 'lik artımlarla ölçeklendirilmiştir. Bu sayede çelik çerçevelere düşük, orta şiddetli ve şiddetli depremlerin etkimesi durumunda her üç çerçevenin de sismik mukabelelerini belirlemek mümkün olmuştur. Daha sonra doğrusal olmayan zaman geçmişi analizi için bütün çerçeveler bu artan maksimum yer ivmelerine sahip deprem yer hareketlerine maruz bırakılmıştır. Kütlenin düğüm noktalarında yığıldığı kabul edilmiştir. Sönüm oranı %5 olarak alınıp, 3-, 9- ve 20- katlı çerçeveler için Rayleigh

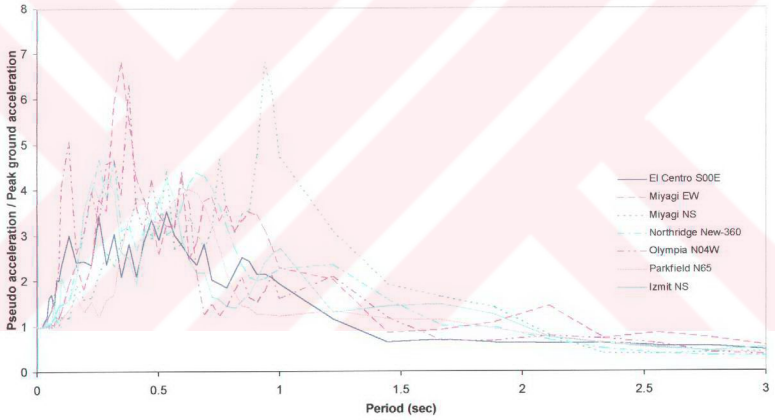
sönüm oranları sırasıyla, birinci ve üçüncü, ikinci ve dördüncü, üçüncü ve altıncı doğal frekanslar alınarak hesap edilmiştir.

Rayleigh sönüm oranı matrisi şu şekilde çözümlenebilir (Chopra, 2000);

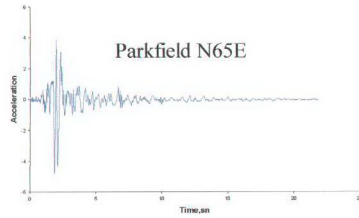
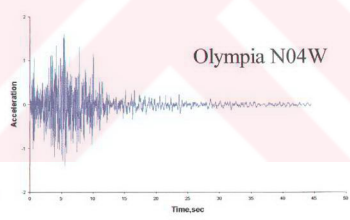
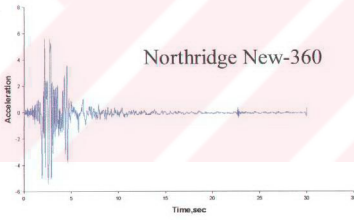
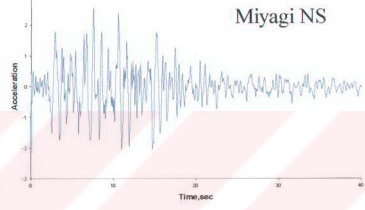
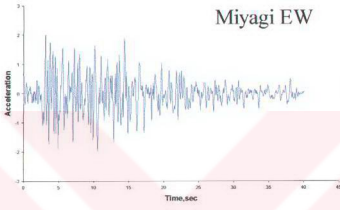
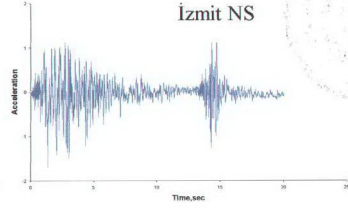
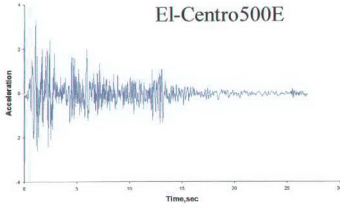
$$c = cm + \beta k$$

Eşitliğin sağ tarafındaki ilk terim kütle-orantılı sönüm, ikinci terim rijitlik-orantılı sönümdür. α ve β değerleri sırasıyla i.inci ve j.inci modlara ait ζ_i ve ζ_j sönüm oranları kullanılarak elde edilmiştir.

$$\alpha = \zeta \frac{2\omega_i \omega_j}{\omega_i + \omega_j} \quad \beta = \zeta \frac{2}{\omega_i + \omega_j}$$



Şekil 3.4 : Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



Şekil 3.5 : İvme – Zaman Grafikleri

3.3. Öteleme Analizleri

Öteleme analizleri için üçgen, dikdörtgen ve parabolik (IBC-2000) yatay yük dağılımları kullanılmıştır. Bu analiz sonucunda hangi dağılımın V/W oranını daha iyi tahmin ettiği araştırılmıştır. Yatay yükler 3-, 9- ve 20-katlı çerçeveler için sırasıyla çatı deplasmanı 2.00m, 2.60m ve 6.00m değerine ulaşana kadar artırılmıştır.

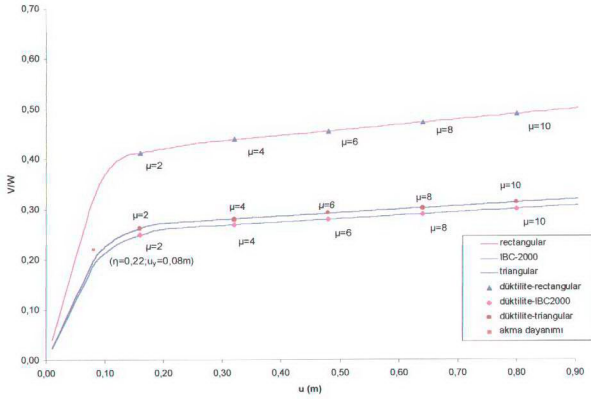
3.4. Analiz Sonuçları

Bu bölümde öteleme ve doğrusal olmayan zaman geçmişi analizlerinden elde edilen sonuçlar aşağıdaki mukabele parametreleri yardımıyla sunulmuştur.

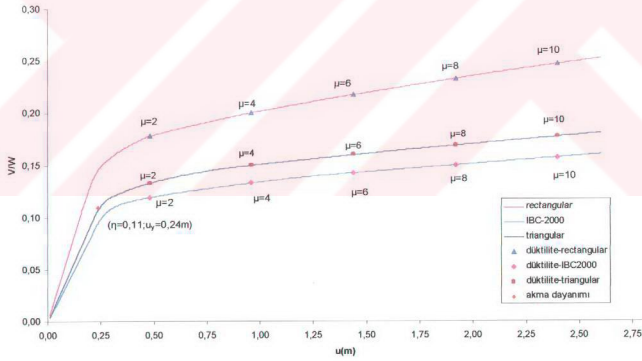
- a) V/W – u değişimi : Öteleme analizlerinden elde edilen sonuçlar toplam taban kesme kuvveti(V) / bina ağırlığı(W) - çatı deplasmanı(u) grafikleri formunda sunulmuştur.
- b) Plastik mafsalsal dönmelerinin değişimi : Doğrusal olmayan dinamik zaman geçmişi ve öteleme analizlerinden elde edilen girişlerdeki ve kolonlardaki maksimum plastik mafsalsal ve birikimli plastik mafsalsal dönmelerinin değişimleri verilmiştir.

3.4.1. V/W – u Değişimi

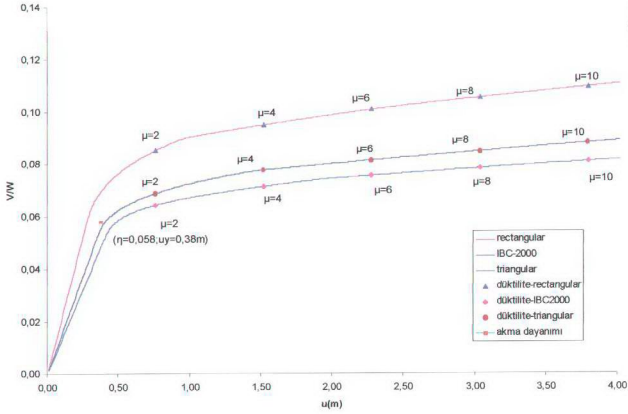
Öteleme analizlerinden elde edilen maksimum taban kesme kuvveti (V) / bina ağırlığı (W) - çatı deplasmanı (u) grafikleri 3-, 9-, ve 20-katlı çerçeveler için sabit süneklilik ($\mu = 2, 4, 6, 8, 10$) sırasıyla Şekil 3.6, 3.7, ve 3.8'de sunulmuştur. Üçgen dağılım, dikdörtgen dağılım ve IBC-2000 dağılımları kullanılarak yapılan öteleme analiz sonuçlarında dikdörtgen dağılımın V/W oranını daha iyi tahmin ettiği gözlenmiştir.



Şekil 3.6 : 3 katlı çerçevenin $\mu=2,4,6,8$, ve 10 için öteleme analizlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.7 : 9 katlı çerçevenin $\mu=2,4,6,8$, ve 10 için öteleme analizlerinin karşılaştırılması



Şekil 3.8 : 20 katlı çerçevenin $\mu=2,4,6,8$, ve 10 için öteleme analizlerinin karşılaştırılması

3.4.2. Plastik Mafsallı Dönmelerin Değişimi

3.4.2.1. 3-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmiş Analizi Maksimum Plastik Mafsallı Dönme Değerleri;

El Centro depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallı oluşmuştur. 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde %2'den daha az, kolonlarda %1'den daha az, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.9.

İzmit NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallı oluşmuştur. 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde %2'den daha az, kolonlarda %1'den daha az, 0.7g'de kirişlerde %3'den kolonlarda %2'den ve 0.8g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %3'den az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.10.

Miyagi EW depreminde 0.1g ve 0.2g'de kırışlerde %1'den 0.3g'de kırışlerde %2'den az, kolonlarda plastik mafsall oluşmamıştır. 0.4g ve 0.5g'de kırışlerde %3'den kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g'de kırışlerde %4'den az ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g ve 0.8g' de kırışlerde %4'den daha az, kolonlarda %2'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.11.

Miyagi NS depreminde 0.1g'de kırışlerde %1'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g ve 0.4g'de kırışlerde %2'den, kolonlarda %1'den plastik mafsall oluşmuştur. 0.5g'de kırışlerde %3'den kolonlarda %2'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g'de kırışlerde %4'den az ve kolonlarda %3'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g' de kırışlerde %5'den daha az, kolonlarda %4'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. 0.8g'de ise kırışlerde %5'den daha büyük, kolonlarda ise %4'den daha küçük plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.12.

Northridge depreminde 0.1g'de kırışlerde %1'den, 0.2g'de %2'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.3g'de ve 0.4g'de kırışlerde %2'den, kolonlarda %1'den plastik mafsall oluşmuştur. 0.5g'de kırışlerde %3'den kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g'de kırışlerde %4'den az ve kolonlarda %2'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g' de kırışlerde %5'den daha az, kolonlarda %2'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. 0.8g'de ise kırışlerde %5'den daha büyük, kolonlarda ise %2'den daha küçük plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.13.

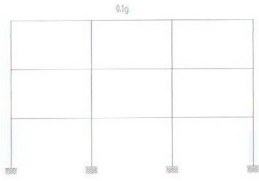
Olympia depreminde 0.1g'de kırışlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g'de kırışlerde %1'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g ve 0.5g'de kırışlerde %2'den kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g'de kırışlerde ve kolonlarda %2'den az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g ve 0.8g'de kırışlerde %3'den daha az, kolonlarda %2'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.14.

Parkfield depreminde 0.1g'de kırışlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g'de kırışlerde %1'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kırışlerde %2'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda plastik

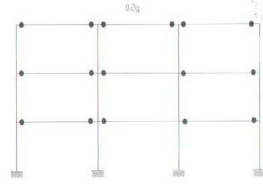
mafsallaşma olmamıştır. 0.5g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g kirişlerde %4'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g'de kirişlerde %5'den, kolonlarda %3'den küçük ve 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.2, Şekil 3.15.

Tablo 3.2: 3 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum plastik dönmeye değerleri

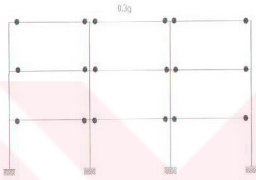
3 Kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
0.1 g	-	-	-	-	< %1	-	< %1	-	< %1	-	-	-	-	-
0.2 g	< %1	-	< %1	-	< %1	-	< %2	< %1	< %2	-	< %1	-	< %1	-
0.3 g	< %1	-	< %1	-	< %2	-	< %2	< %1	< %2	< %1	< %1	-	< %1	-
0.4 g	< %1	< %1	< %2	< %1	< %3	< %1	< %2	< %1	< %2	< %1	< %2	< %1	< %2	-
0.5 g	< %2	< %1	< %2	< %1	< %3	< %1	< %3	< %2	< %3	< %1	< %2	< %1	< %3	< %1
0.6 g	< %2	< %1	< %2	< %1	< %4	< %1	< %4	< %3	< %4	< %2	< %2	< %2	< %4	< %1
0.7 g	< %3	< %1	< %3	< %2	< %4	< %2	< %5	< %4	< %5	< %2	< %3	< %2	< %5	< %3
0.8 g	< %3	< %1	< %4	< %3	< %4	< %2	< %5	< %4	< %5	< %2	< %3	< %2	< %5	< %4



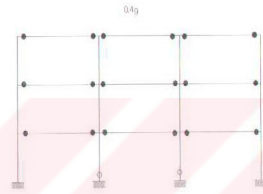
(a)



(b)



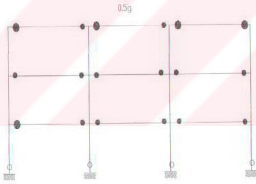
(c)



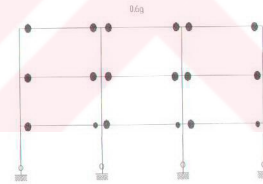
(d)

Kısmi Kiriş

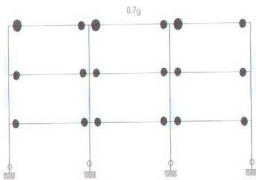
○	●	-0.01
○	●	-0.02
○	●	-0.03
○	●	-0.04
○	●	-0.05
○	●	-0.06
○	●	0.05



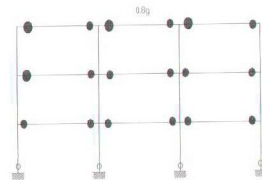
(e)



(f)

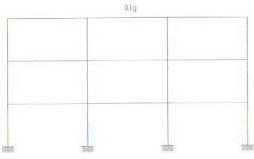


(g)

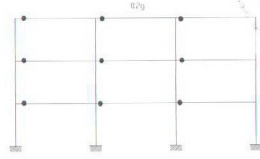


(h)

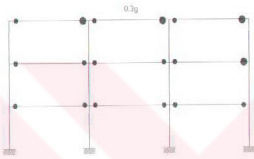
Şekil 3.9: El Centro Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



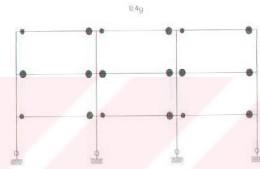
(a)



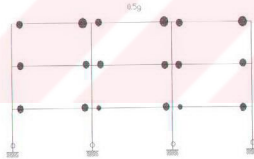
(b)



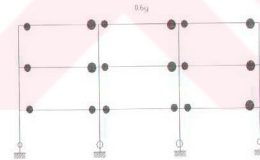
(c)



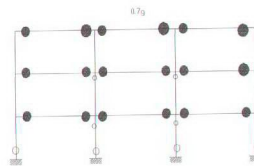
(d)



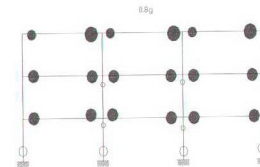
(e)



(f)

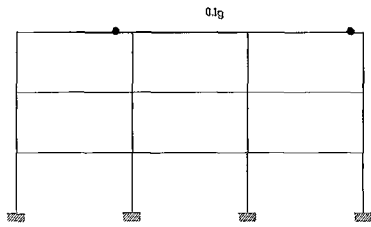


(g)

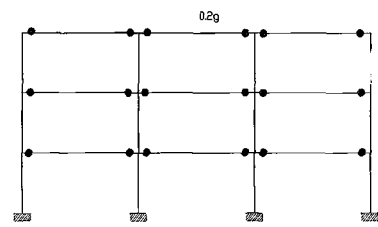


(h)

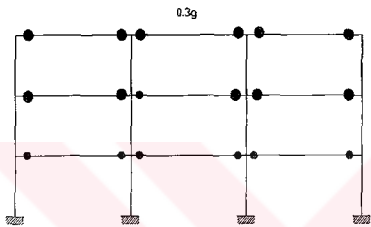
Şekil 3.10: İzmit N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



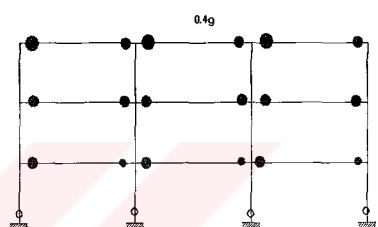
(a)



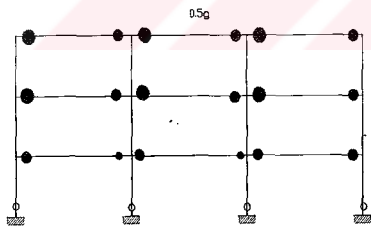
(b)



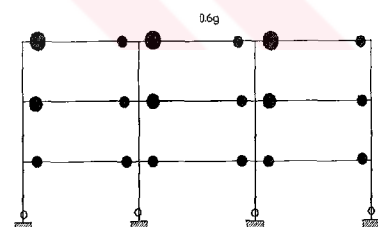
(c)



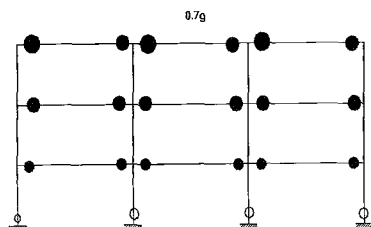
(d)



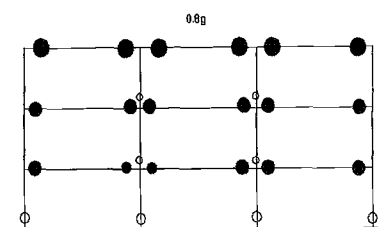
(e)



(f)

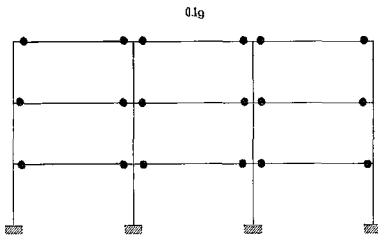


(g)

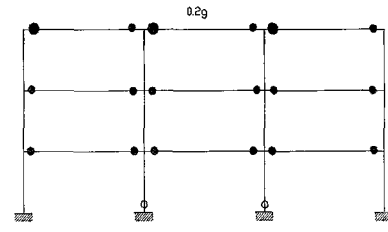


(h)

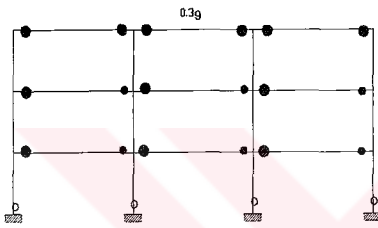
Şekil 3.11: Miyagi E-W Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



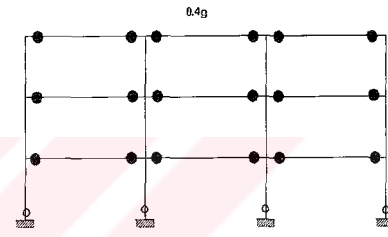
(a)



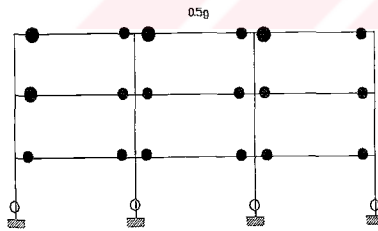
(b)



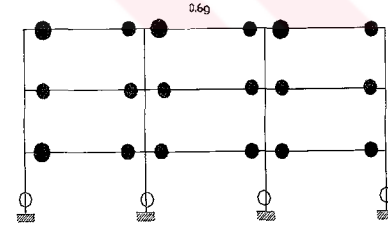
(c)



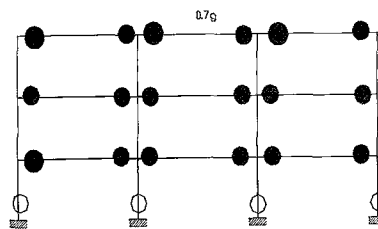
(d)



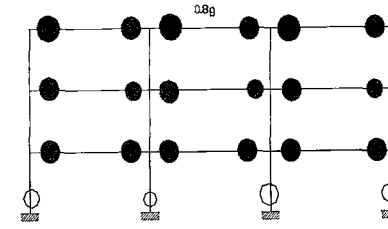
(e)



(f)

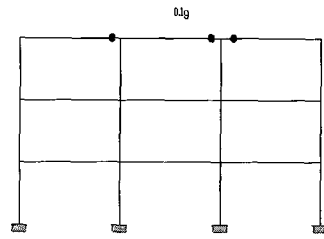


(g)

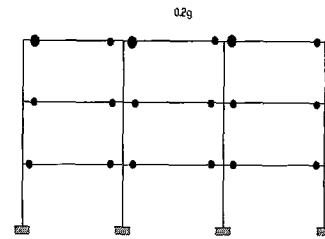


(h)

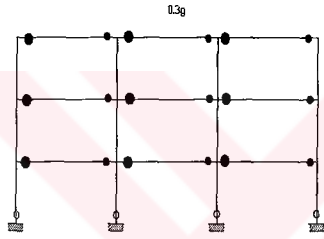
Şekil 3.12: Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



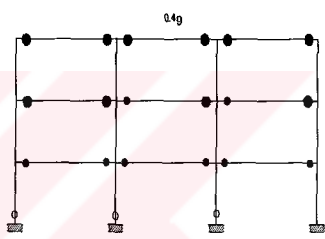
(a)



(b)



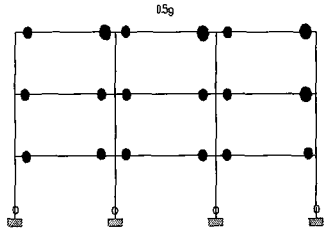
(c)



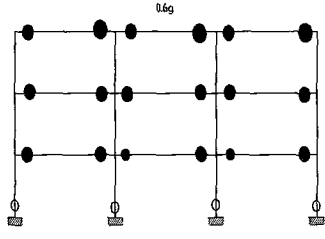
(d)

Kısa Kısa

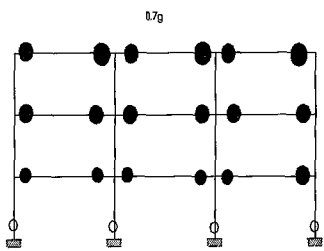
- ● -0.01
- ● -0.02
- ● -0.03
- ● -0.04
- ● -0.05
- ● -0.05



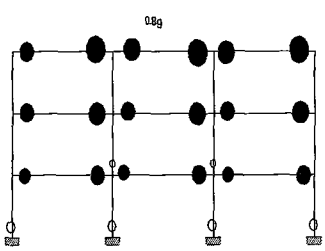
(e)



(f)

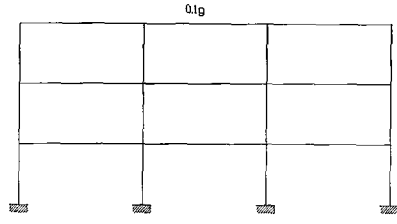


(g)

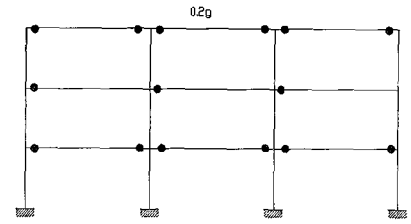


(h)

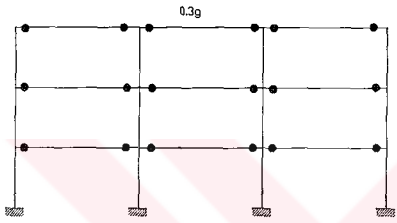
Şekil 3.13: Northridge Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



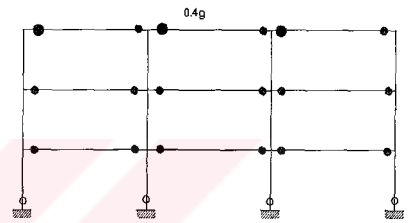
(a)



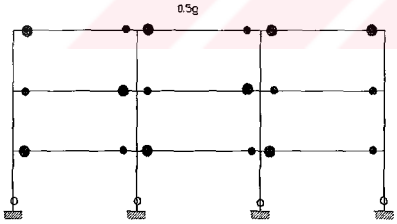
(b)



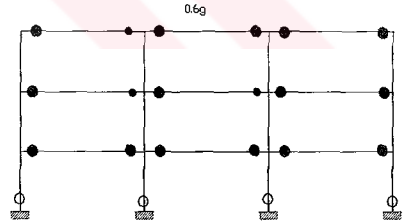
(c)



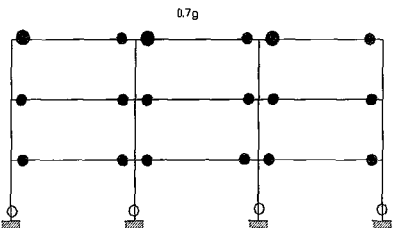
(d)



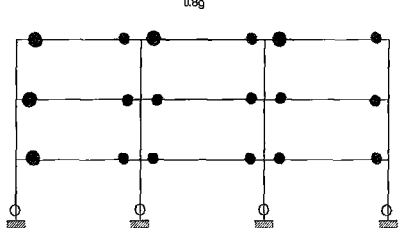
(e)



(f)



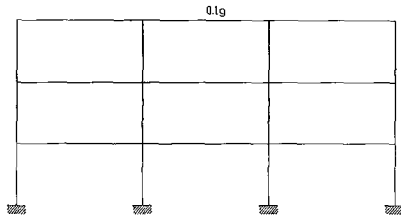
(g)



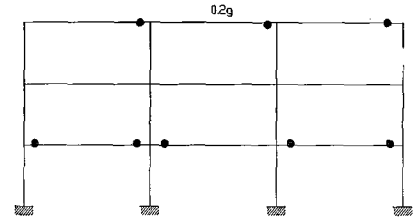
(h)

Kolon	Kiriş
○	● -0.01
○	● -0.02
○	● -0.03
○	● -0.04
○	● -0.05
○	● -0.05

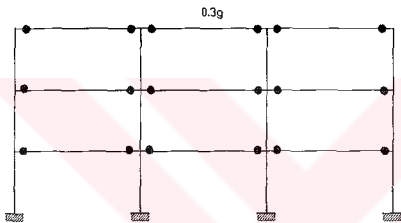
Şekil 3.14: Olympia Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



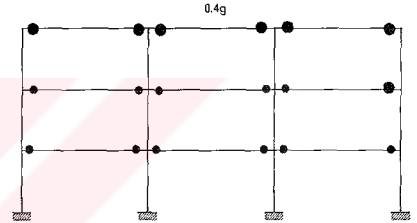
(a)



(b)

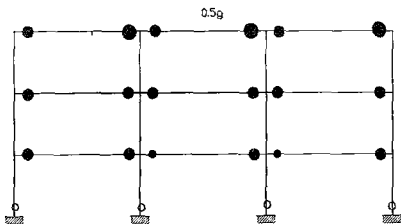


(c)

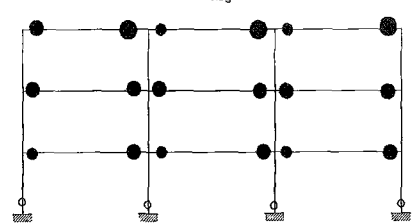


(d)

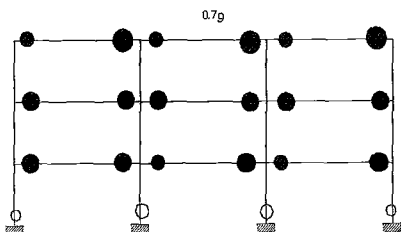
Kolon	Kiriş
○	● -0.01
○	● -0.02
○	● -0.03
○	● -0.04
○	● -0.05
○	● -0.05



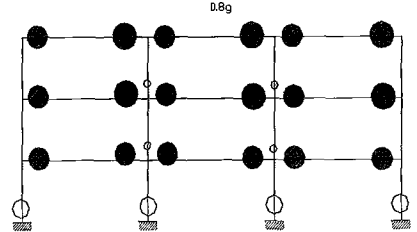
(e)



(f)



(g)



(h)

Şekil 3.15: Parkfield Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri

3.4.2.2. 9-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsallık Dönme Değerleri

El Centro depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g, 0.3g, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.6g'de kirişlerde %2'den az plastik mafsallık oluşmuş ve kolonlarda oluşmamıştır. 0.7g ve 0.8g' de kirişlerde %2'den daha az, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.16.

İzmit NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.6g' de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %1'den daha az, 0.7g'de kirişlerde %3'den kolonlarda %1'den ve 0.8g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %2'den az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.17.

Miyagi EW depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamış ve 0.5g'de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.6g, 0.7g ve 0.8g' de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.18.

Miyagi NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.5g, 0.6g ve 0.7g'de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.8g' de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.19.

Northridge depreminde 0.1g ve 0.2g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.6g'de kirişlerde %3'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma

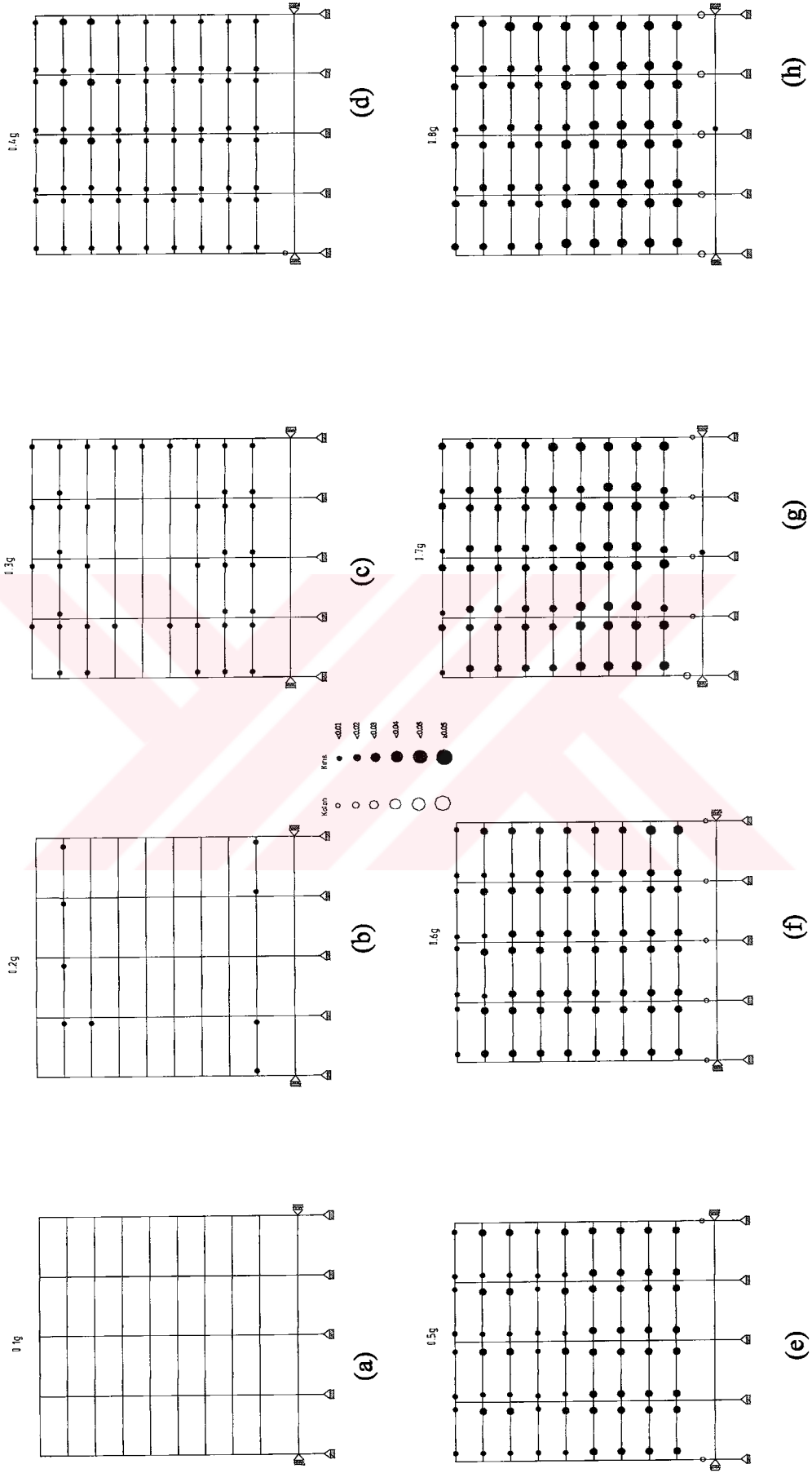
olmamıştır, 0.7g ve 0.8g' de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.20.

Olympia depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsal oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.6g'de kirişlerde %2'den daha az ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.7g'de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den ve 0.8g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsal oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.21.

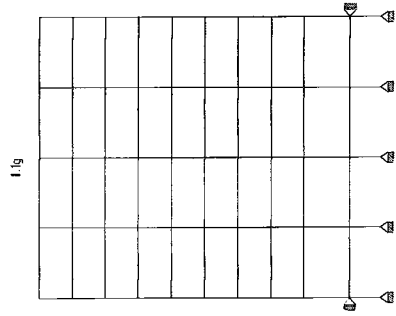
Parkfield depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsal oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den az plastik mafsal oluşmuş, 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.7g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %2'den küçük ve 0.8g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %2'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.3, Şekil 3.22.

Tablo 3.3: 9 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum plastik mafsal dönme değerleri

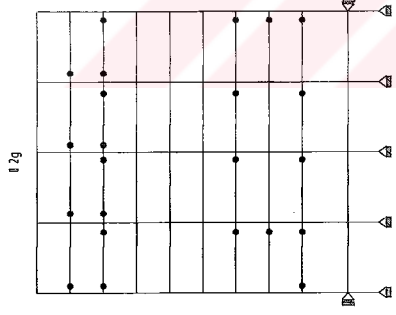
9 Kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
0.1 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 g	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	-	-	<%1	-	<%1	-
0.3 g	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-
0.4 g	<%1	-	<%2	<%1	<%2	-	<%2	-	<%2	-	<%1	-	<%2	<%1
0.5 g	<%1	-	<%2	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1	<%2	-	<%1	-	<%3	<%1
0.6 g	<%2	-	<%3	<%1	<%3	<%1	<%2	<%1	<%3	-	<%2	-	<%3	<%1
0.7 g	<%2	<%1	<%3	<%1	<%3	<%1	<%2	<%1	<%3	<%1	<%2	<%1	<%3	<%2
0.8 g	<%2	<%1	<%3	<%2	<%3	<%1	<%3	<%1	<%3	<%1	<%3	<%1	<%4	<%2



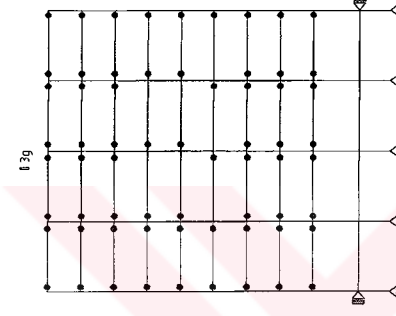
Şekil 3.17: İzmit N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



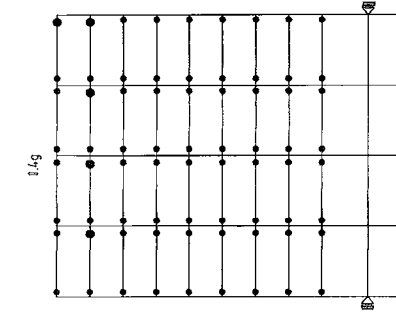
(a)



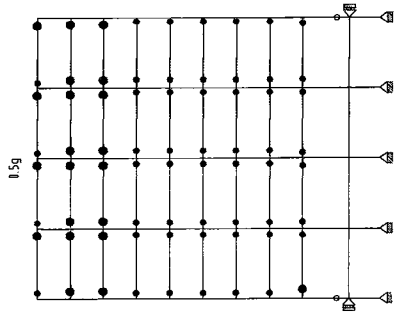
(b)



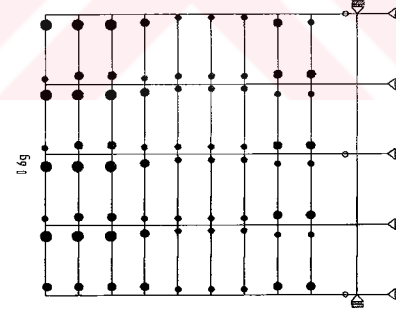
(c)



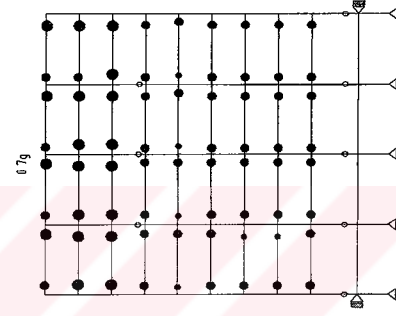
(d)



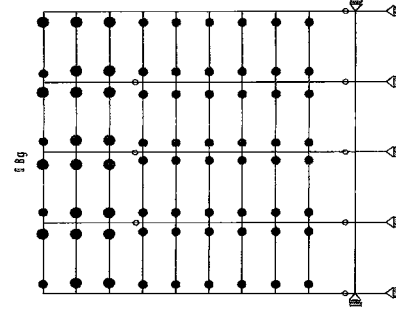
(e)



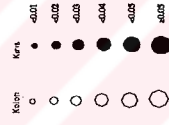
(f)



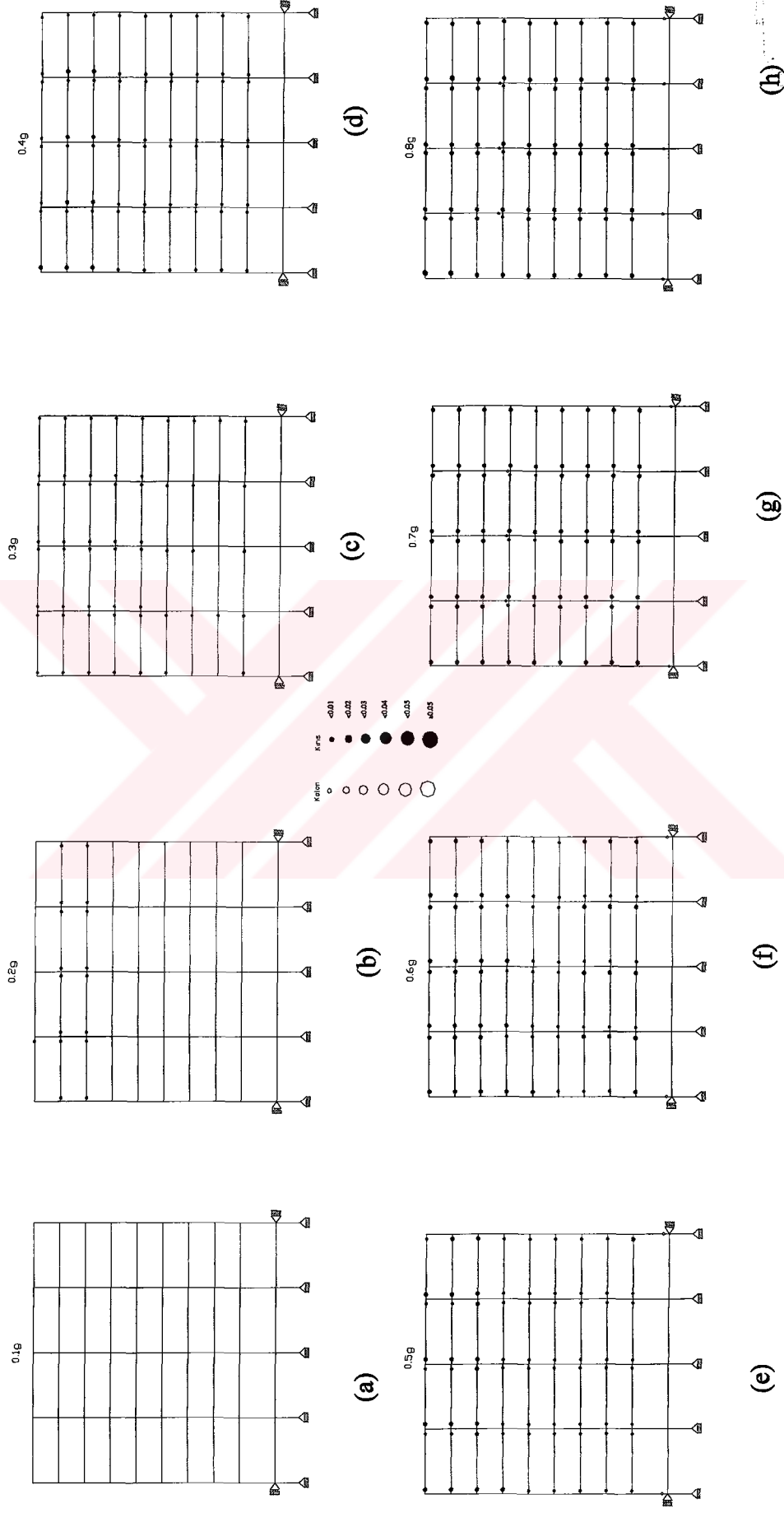
(g)



(h)



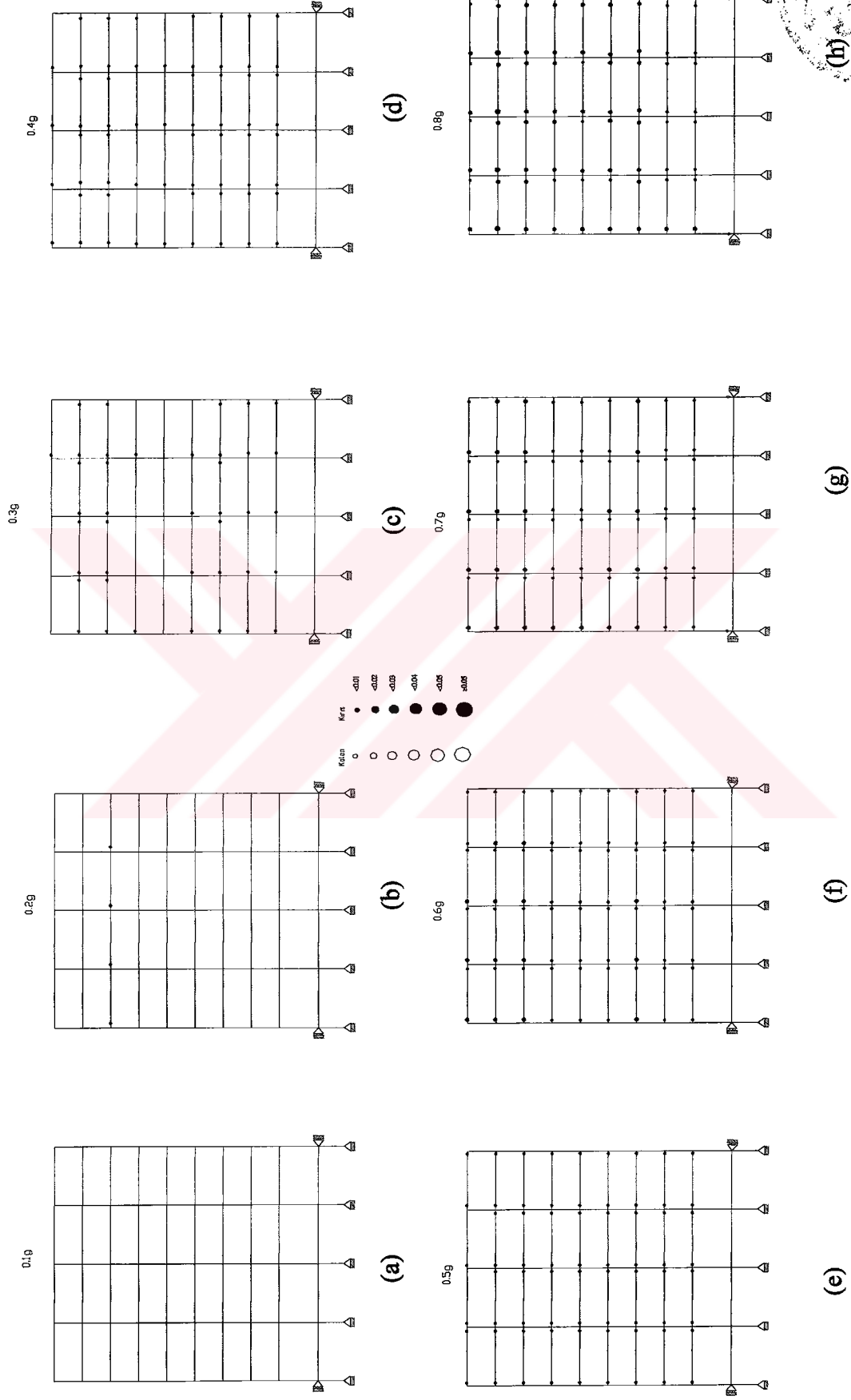
Şekil 3.18: Miyagi E-W Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



Şekil 3.19: Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

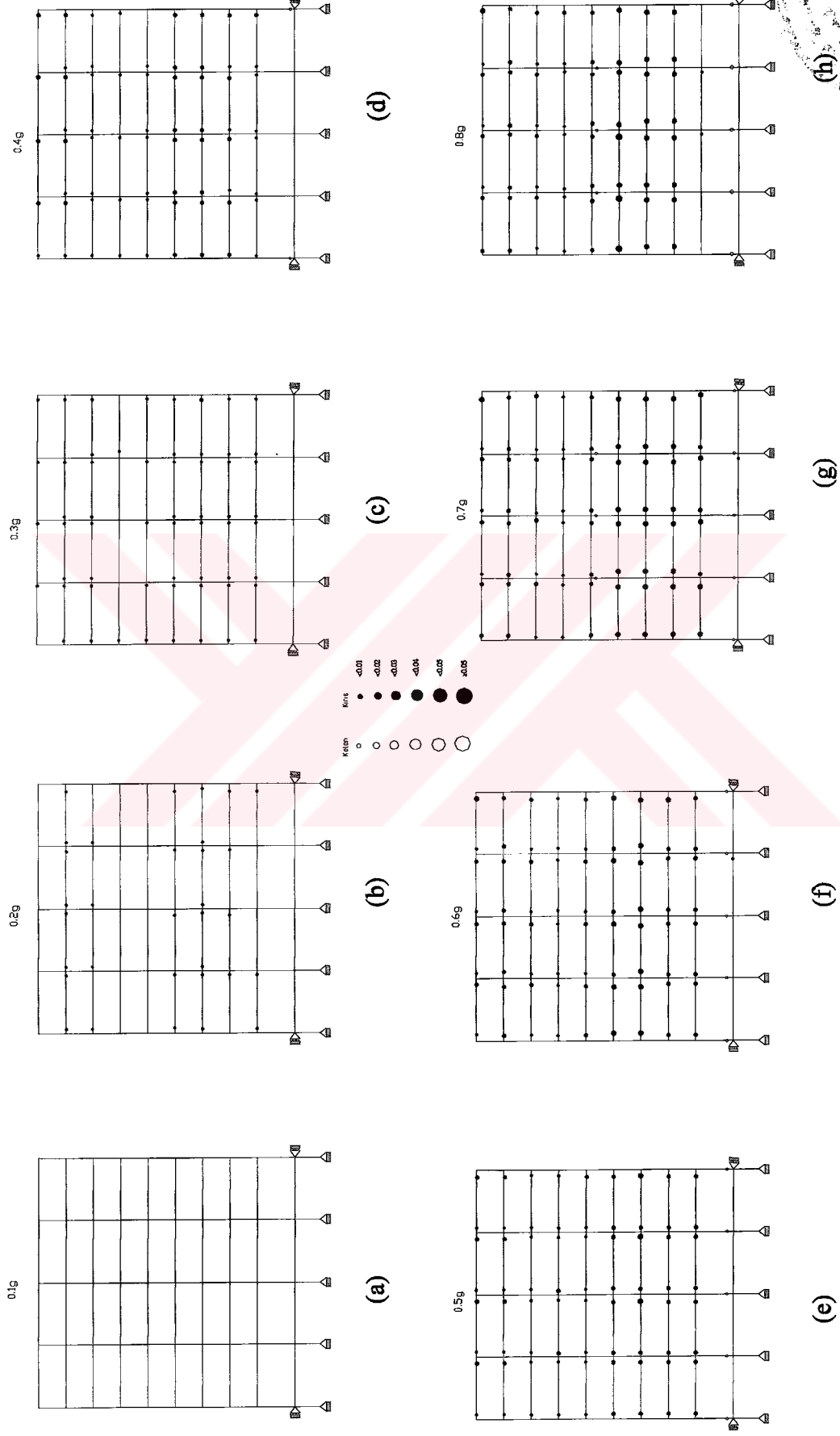


Şekil 3.20: Northridge Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



Şekil 3.21: Olympia Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri





Şekil 3.22: Parkfield Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

3.4.2.3. 20-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsallık Dönme Değerleri

El Centro depreminde 0.1g, 0.2g ve 0.3g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.4g, 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde ve kolonlarda %1'den az plastik mafsallık oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.23.

İzmit NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.6g'de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %1'den daha az, 0.7g'de kirişlerde %3'den kolonlarda %2'den ve 0.8g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %2'den az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.24.

Miyagi EW depreminde 0.1g ve 0.2g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.3g, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.6g'de kirişlerde ve kolonlarda %1'den az, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %2'den daha az, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.25.

Miyagi NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda %1'den az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g ve 0.7g'de kirişlerde ve kolonlarda %2'den, az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.8g'de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %2'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.26.

Northridge depreminde 0.1g ve 0.2g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.3g'de kirişlerde %1'den 0.4g'de %2'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.5g'de kirişlerde %2'den ve kolonlarda %1'den az mafsallaşma oluşmuştur. 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %3'den daha az, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.27.

Olympia depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g'de kirişlerde %1'den az kolonlarda oluşmamıştır. 0.3g, 0.4g ve

0.5g'de kirişlerde ve kolonlarda %1'den az plastik mafsall oluşmuştur. 0.6g'de kirişlerde %2'den ve kolonlarda %1'den daha az, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %3'den kolonlarda %1'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.28.

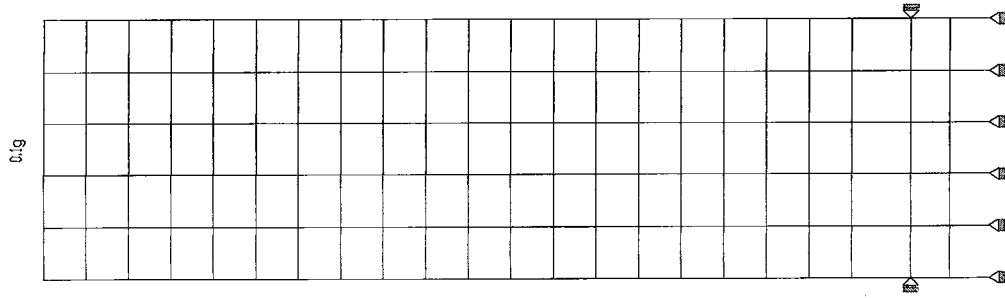
Parkfield depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den az plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.4, Şekil 3.29.



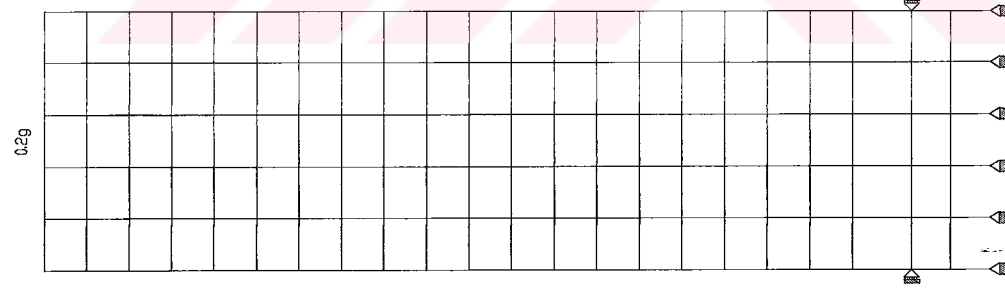
Tablo 3.4: 20 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmiş analizleri maksimum plastik mafsal dönme değerleri

20 Kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
g														
0.1 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 g	-	-	<%1	-	-	<%1	<%1	<%1	-	<%1	-	<%1	<%1	-
0.3 g	-	-	<%1	-	<%1	<%1	<%1	<%1	-	<%1	<%1	<%1	<%1	-
0.4 g	<%1	-	<%2	<%1	<%1	<%1	<%2	<%1	-	<%1	<%1	<%1	<%1	-
0.5 g	<%1	-	<%2	<%1	<%1	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1	<%1	<%1	<%1	-
0.6 g	<%1	-	<%3	<%1	<%1	<%1	<%2	<%2	<%3	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1
0.7 g	<%1	<%1	<%3	<%2	<%2	<%1	<%2	<%2	<%3	<%1	<%3	<%1	<%2	<%1
0.8 g	<%1	<%1	<%4	<%2	<%2	<%1	<%3	<%2	<%3	<%1	<%3	<%1	<%2	<%1

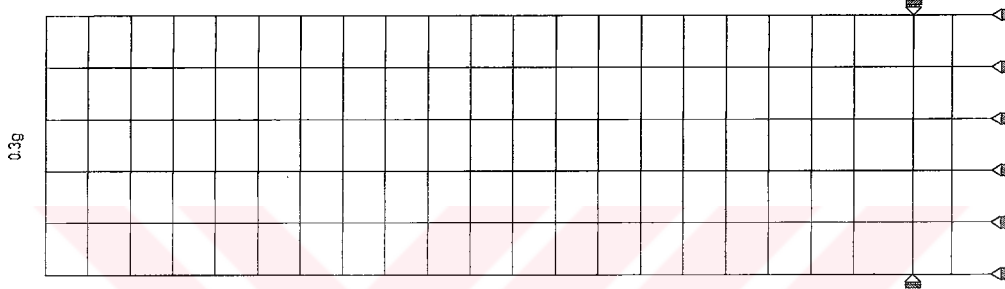




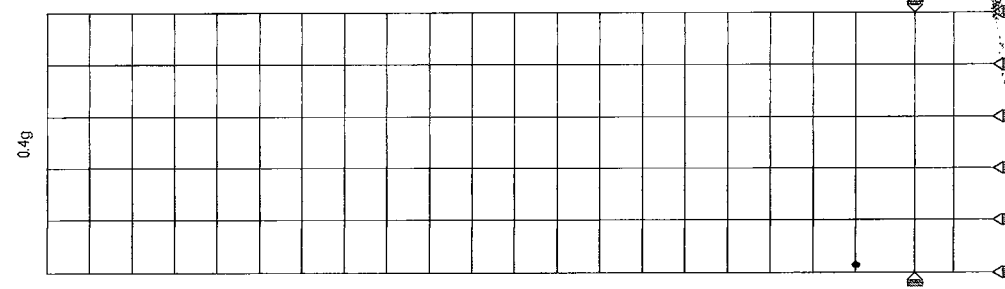
(a)



(b)



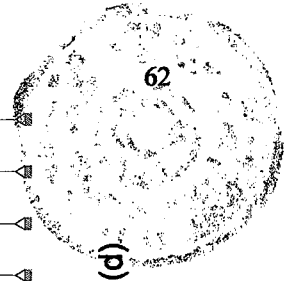
(c)



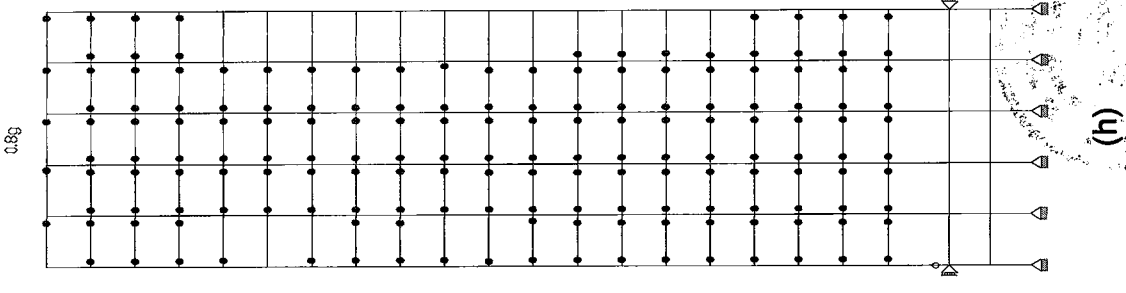
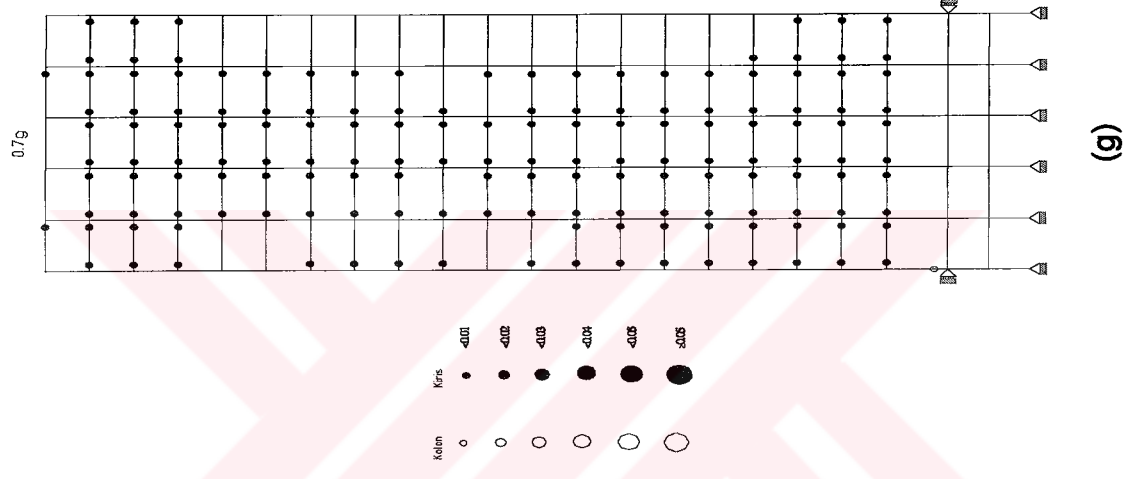
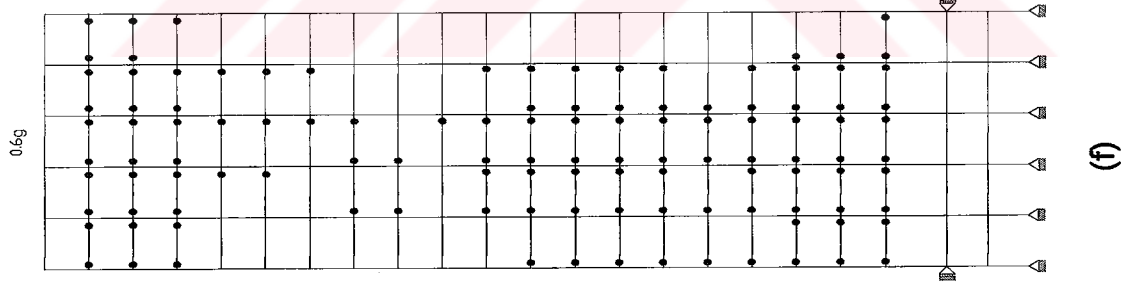
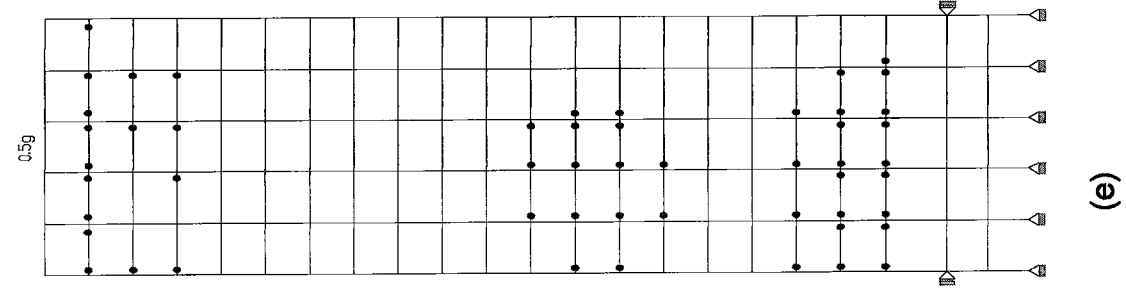
(d)

Kalan	Kırık
○	●
○	●
○	●
○	●
○	●
○	●
○	●

● <0.01
● <0.02
● <0.03
● <0.04
● <0.05
● <0.05

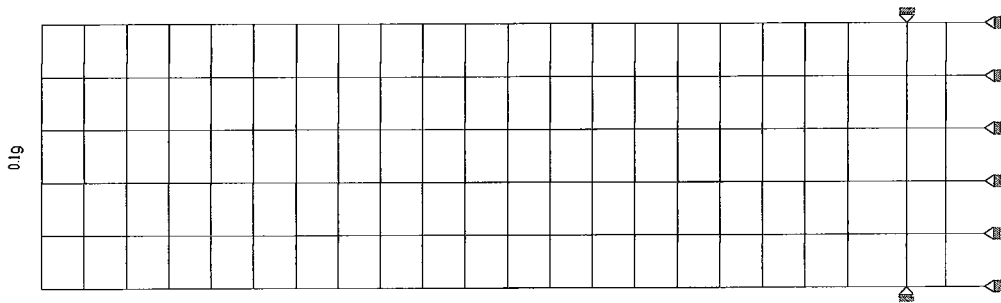


Şekil 3.23: El Centro Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

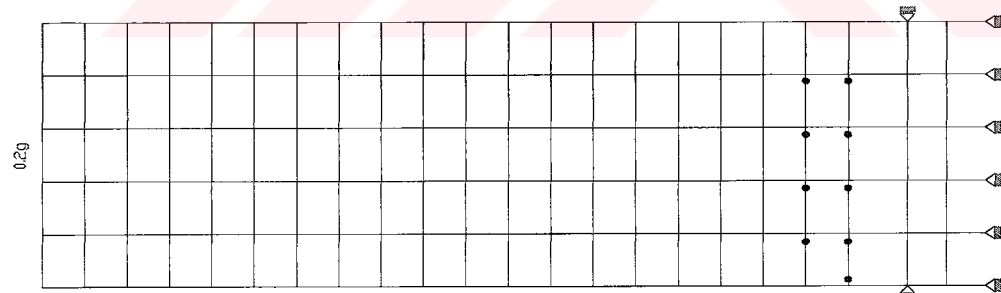


Kalan	Kırs
○	●
○	●
○	●
○	●
○	●
○	●

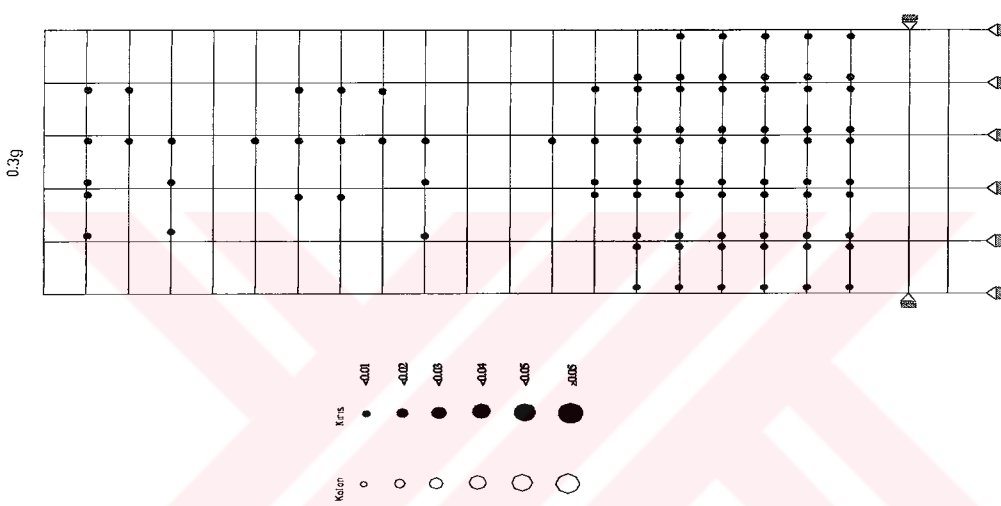
Şekil 3.23 (devam) : El Centro Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



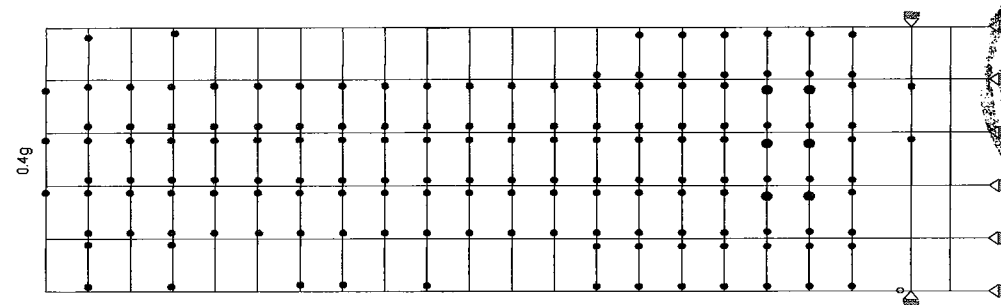
(a)



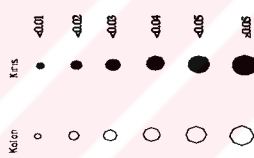
(b)



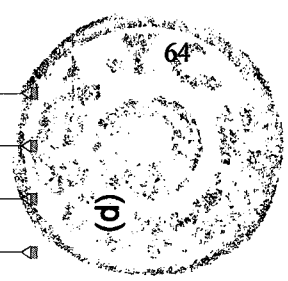
(c)

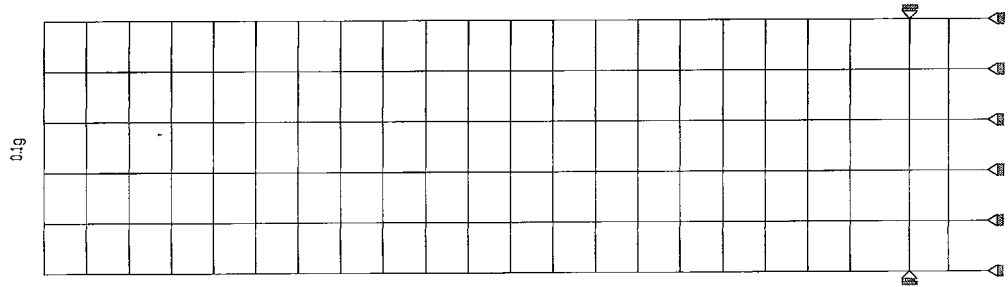


(d)

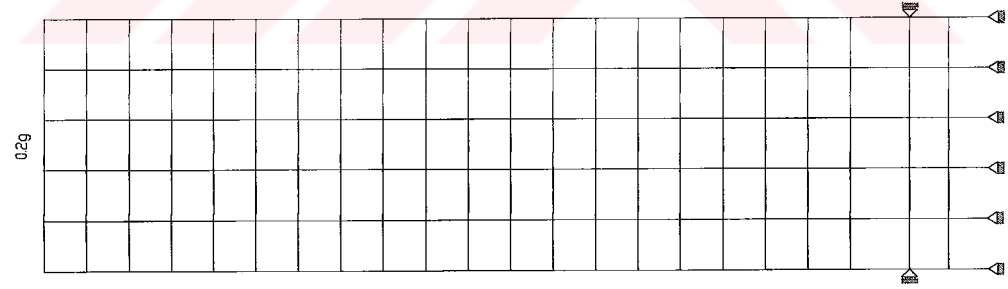


Şekil 3.24: İzmit N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

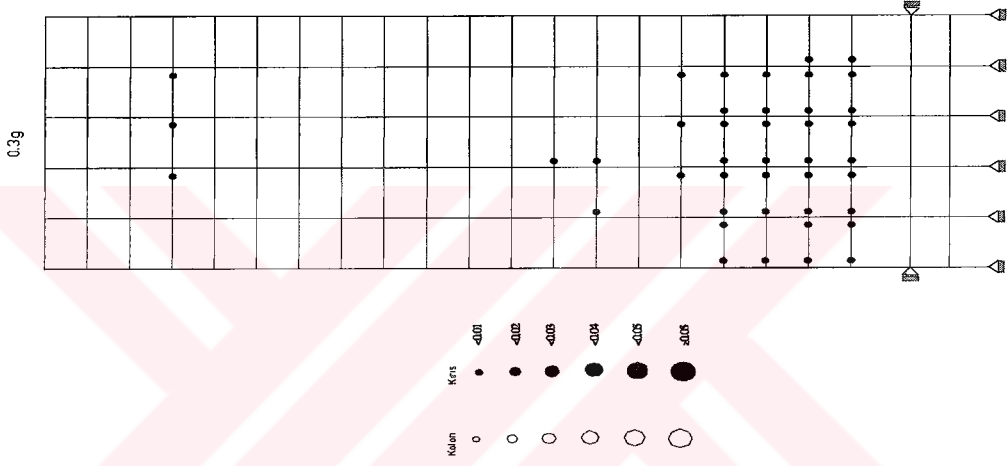




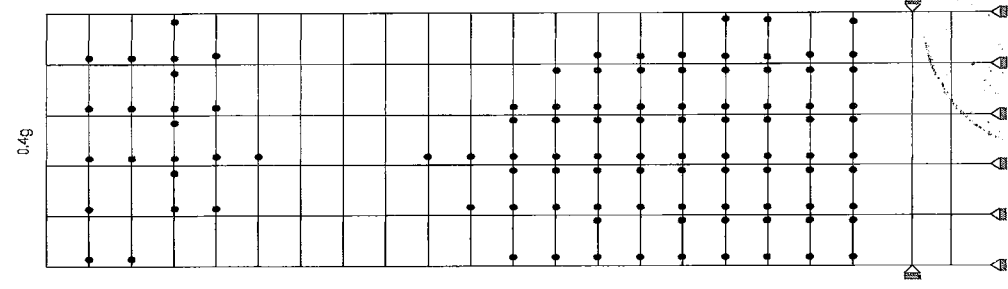
(a)



(b)

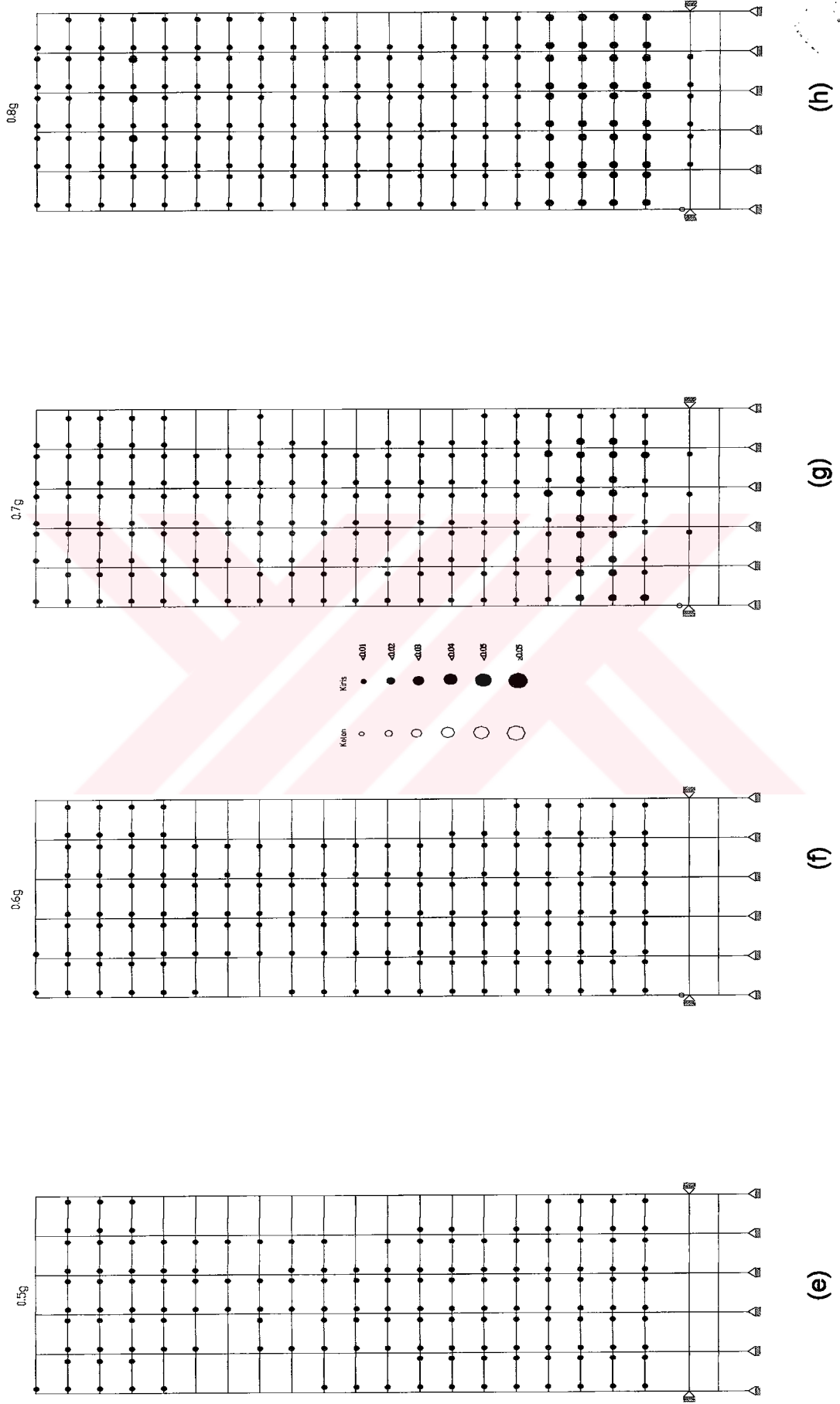


(c)

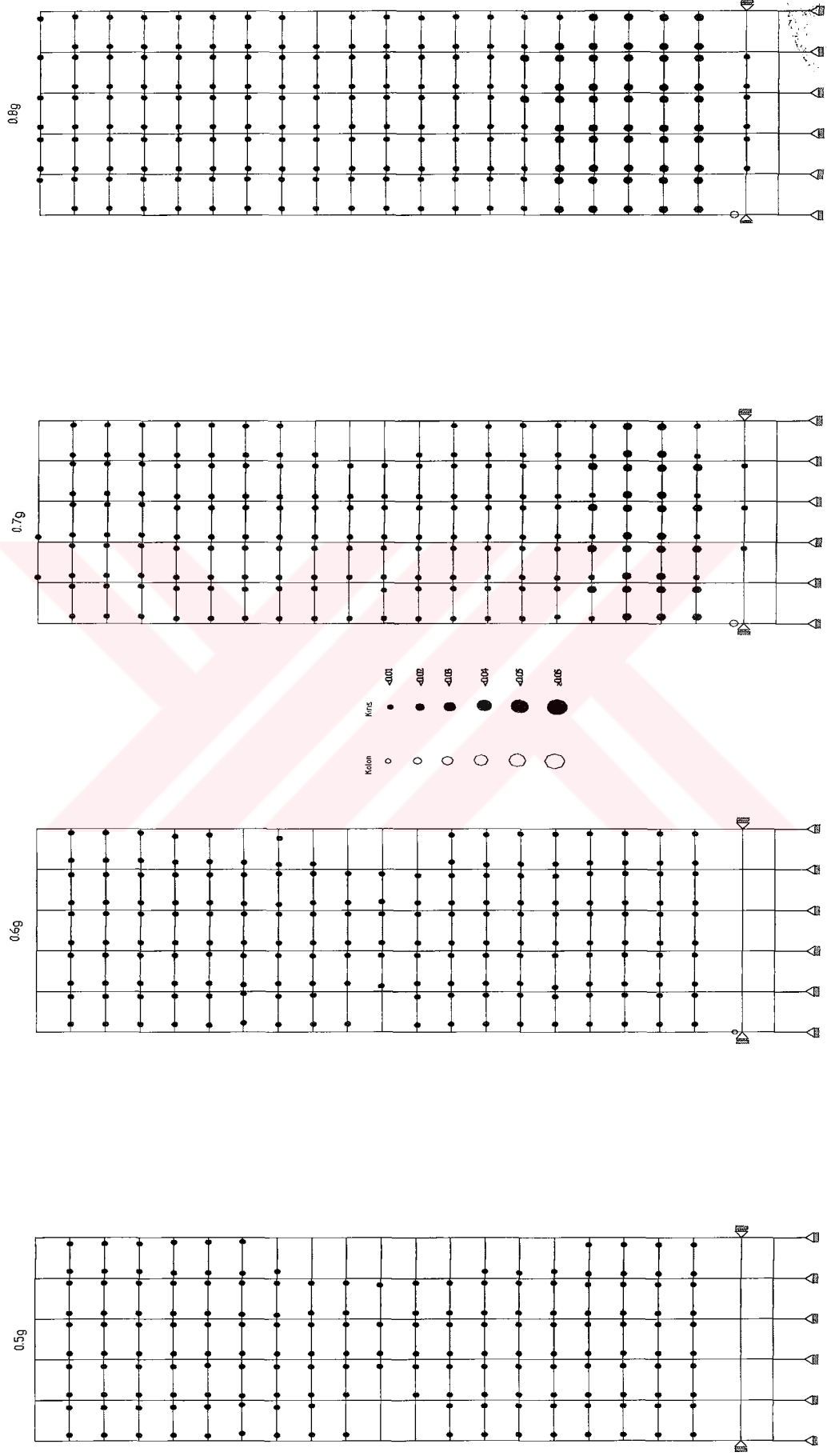


(d)

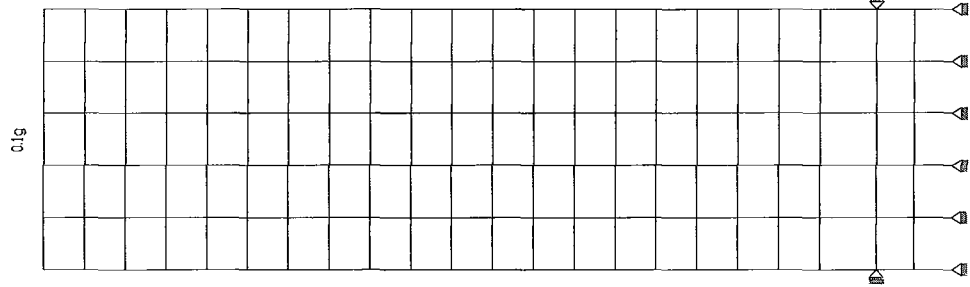
Şekil 3.25: Miyagi E-W Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



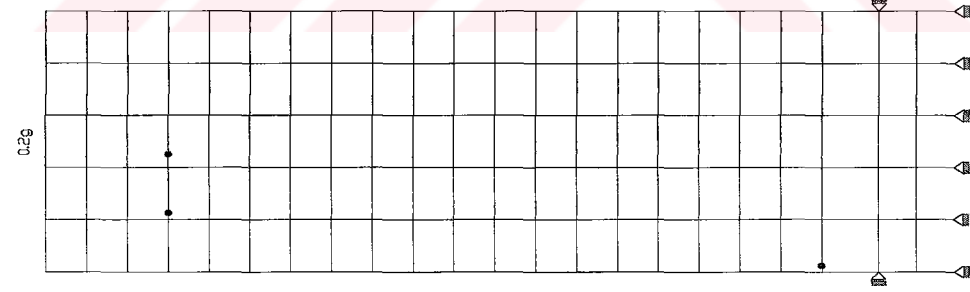
Şekil 3.25 (devam) : Miyagi E-W Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



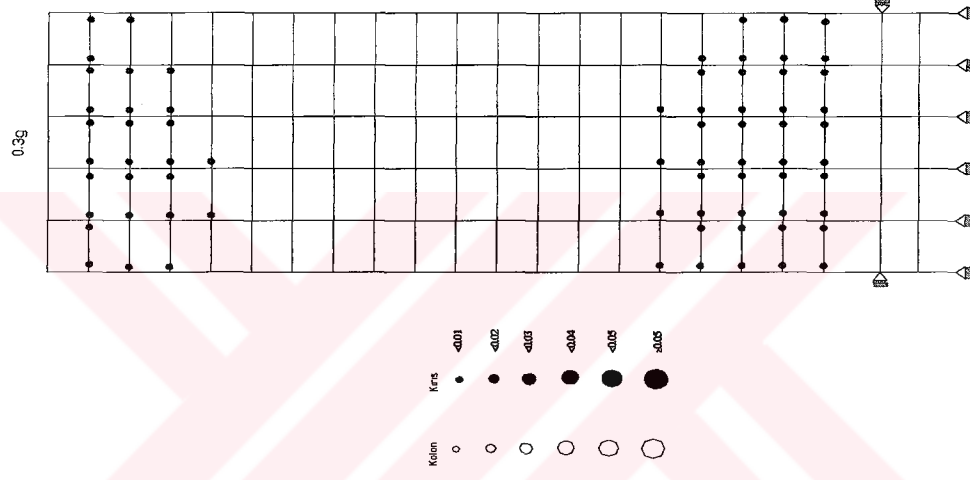
Şekil 3.26 (devam) : Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



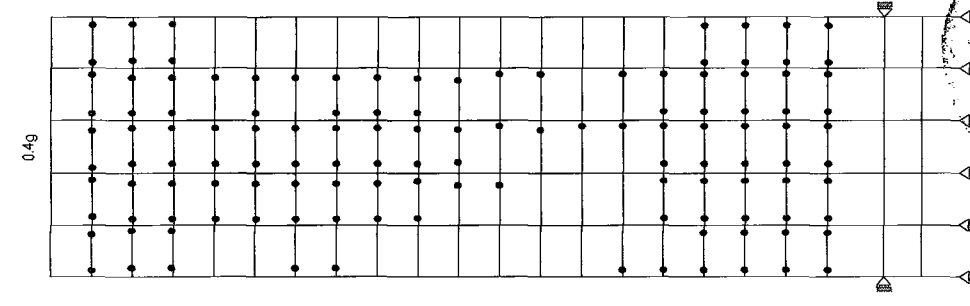
(a)



(b)

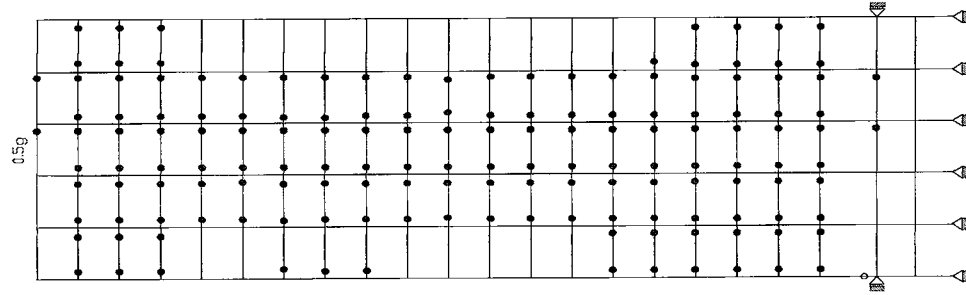


(c)

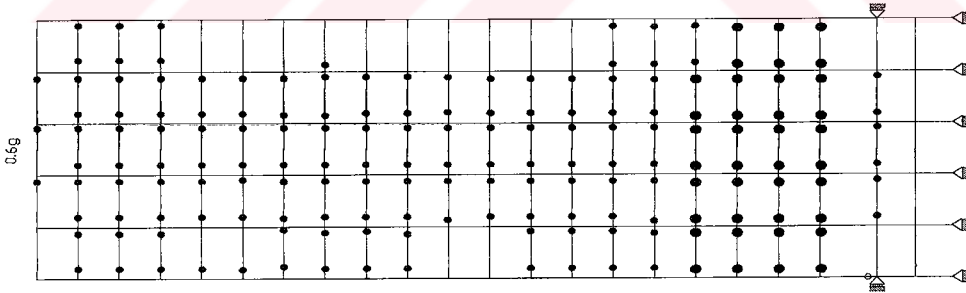


(d)

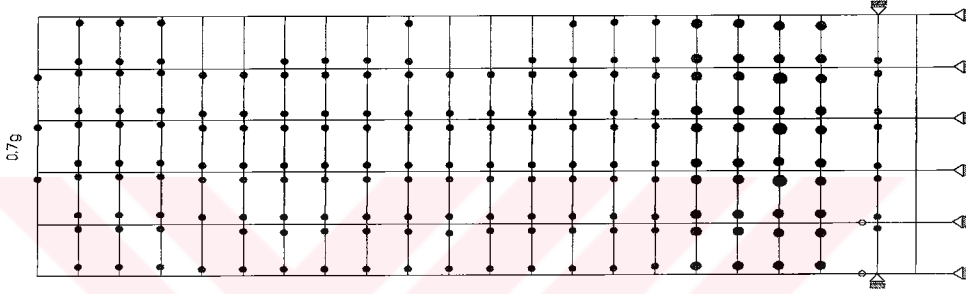
Şekil 3.27: Northridge Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



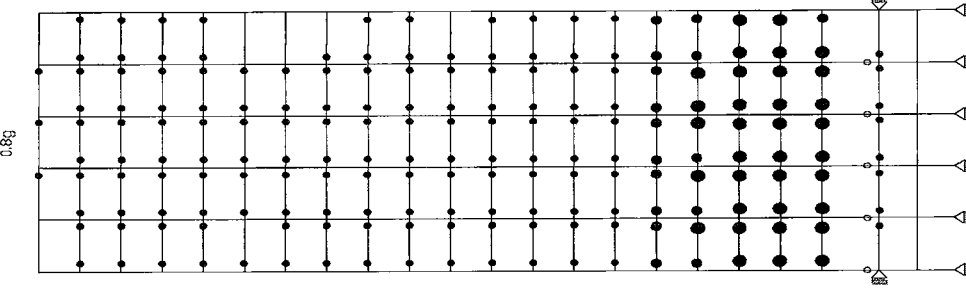
(e)



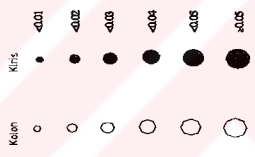
(f)



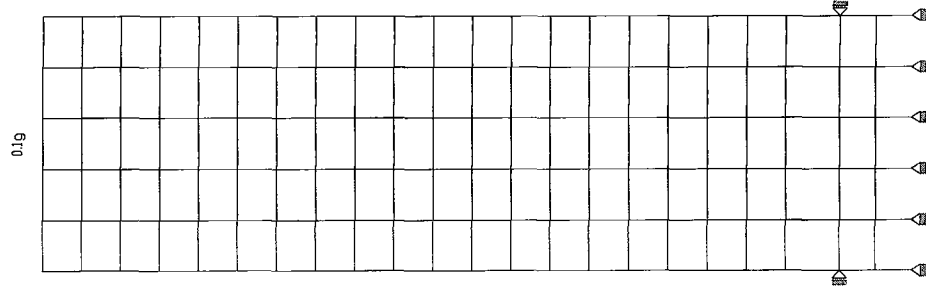
(g)



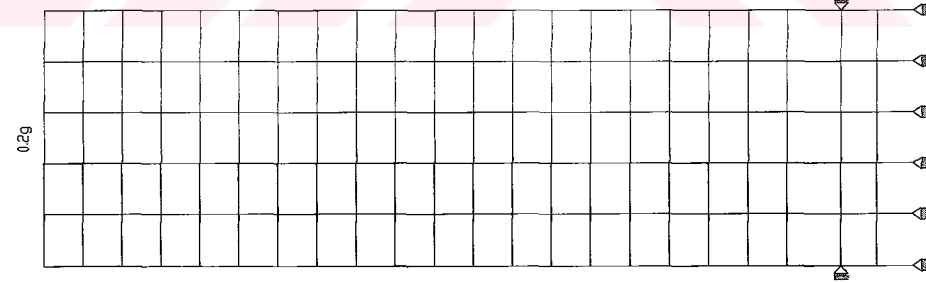
(h)



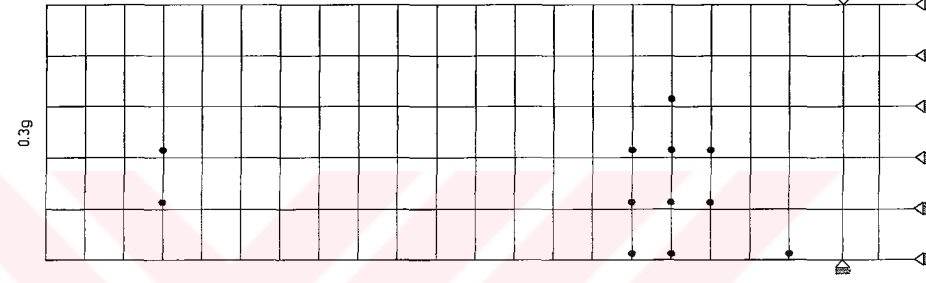
Şekil 3.27 (devam) : Northridge Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



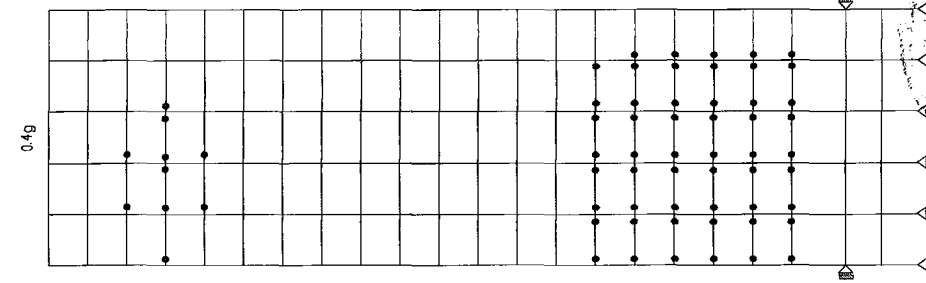
(a)



(b)



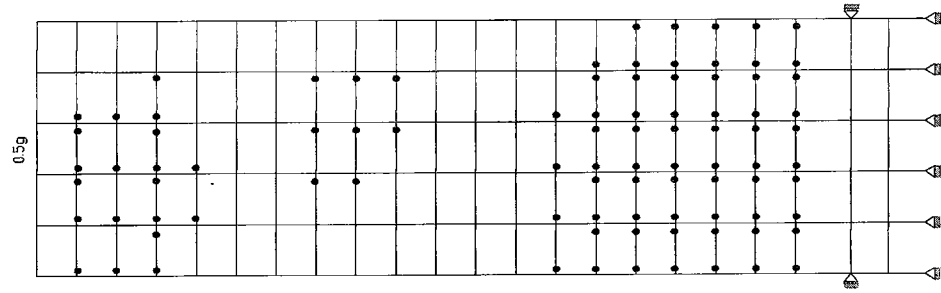
(c)



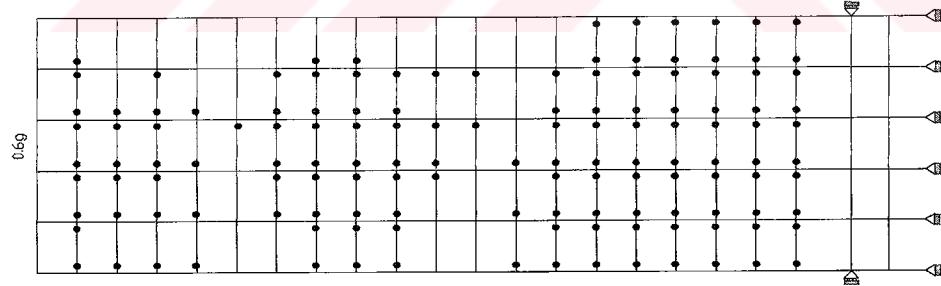
(d)



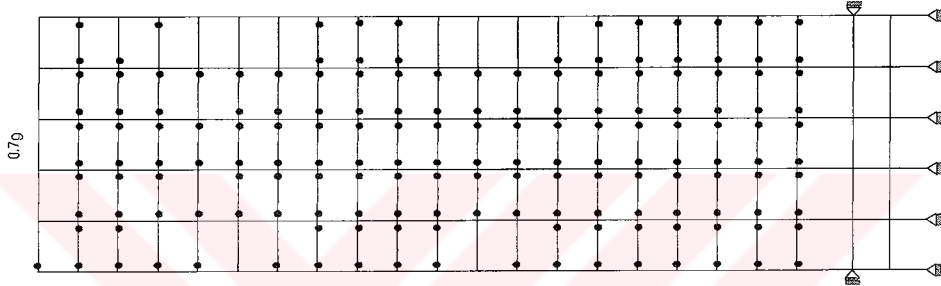
Şekil 3.28: Olympia Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



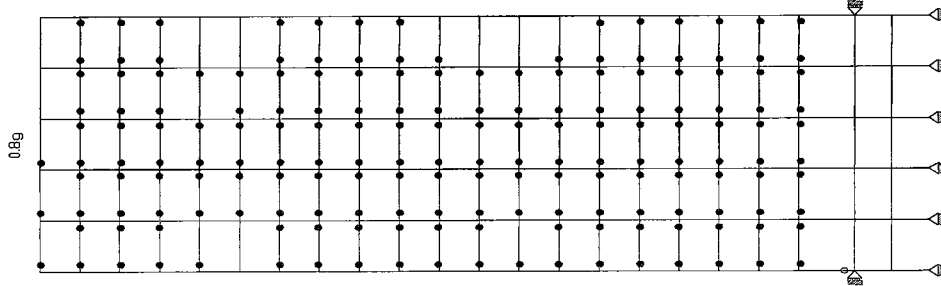
(e)



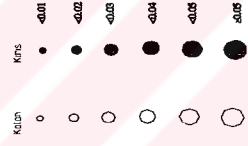
(f)



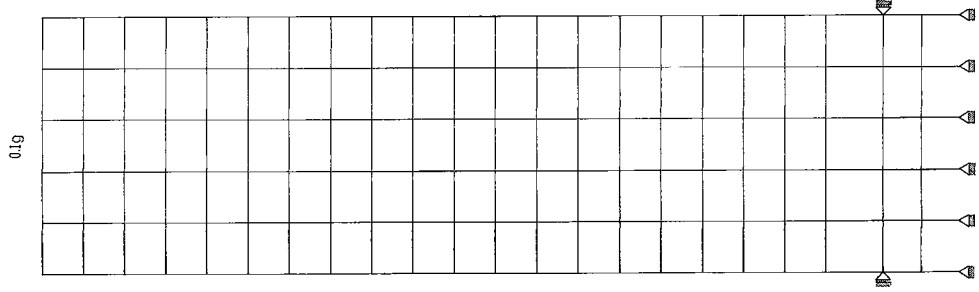
(g)



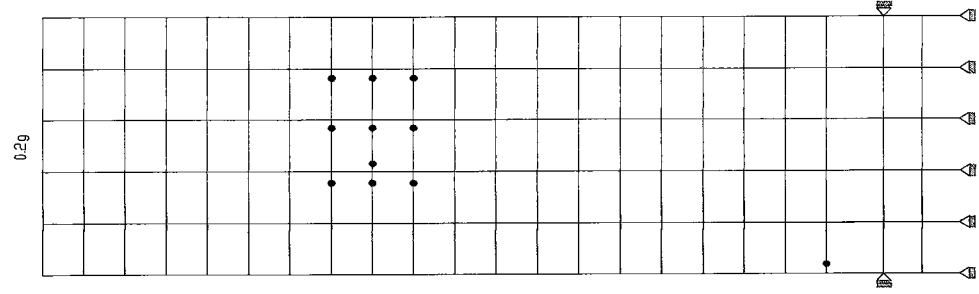
(h)



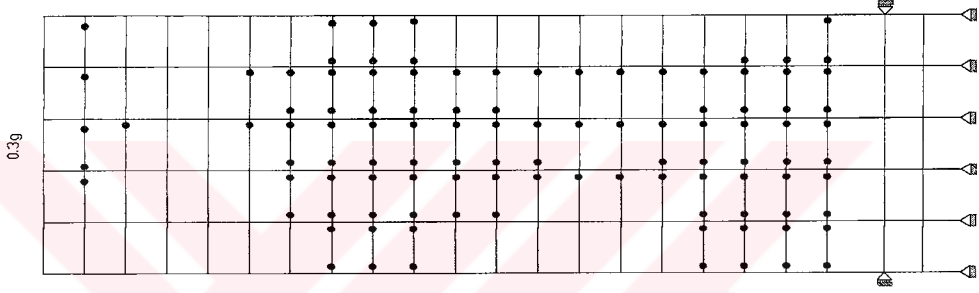
Şekil 3.28 (devam) : Olympia Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



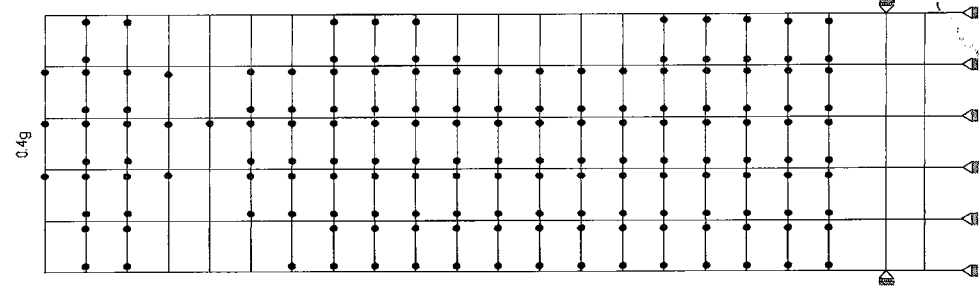
(a)



(b)

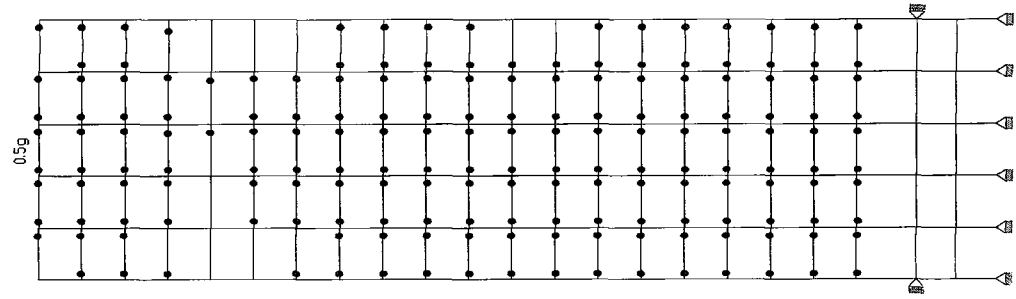


(c)

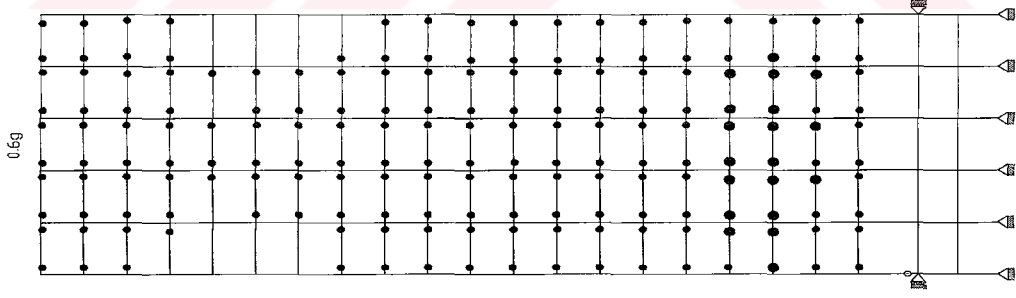


(d)

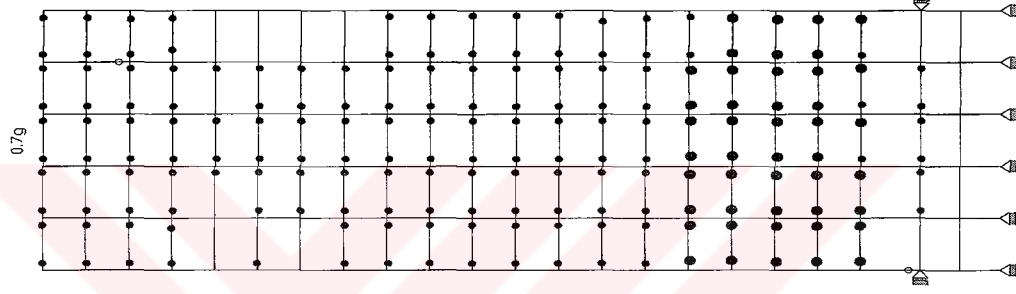
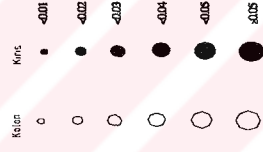
Şekil 3.29: Parkfield Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



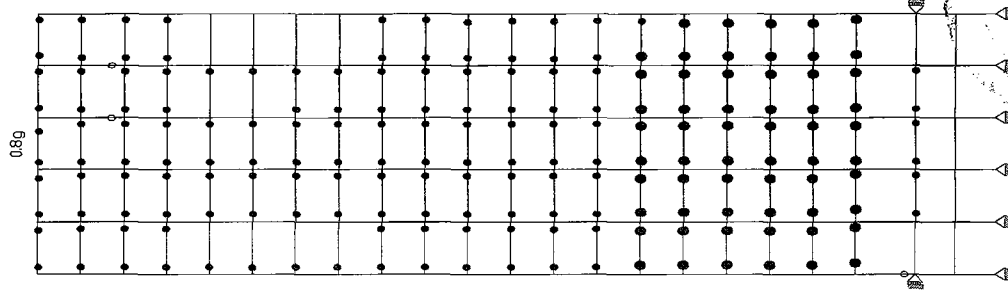
(e)



(f)



(g)



(h)

Şekil 3.29(devam): Parkfield Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

3.4.2.4. 3-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsallı Dönme Değerleri

El Centro depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallı oluşmuştur. 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde %2'den daha az, kolonlarda %1'den daha az, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.30.

İzmit NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, kirişlere baktığımızda 0.2g'de %1'den, 0.3g'de %2'den, 0.4g'de %3'den az olup kolonlarda plastik mafsallaşma oluşmamıştır. 0.5g'de kirişlerde %5'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuştur. 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den fazla ve kolonlarda sırasıyla %2, %3 ve %4'den daha az plastik mafsallı oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.31.

Miyagi EW depreminde 0.1g ve 0.2g'de kirişlerde sırasıyla %1 ve %2'den daha az plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.3g'de kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda plastik mafsallı oluşmamıştır. 0.4g, 0.5g, 0.6g, 0.7g kirişlerde oluşan plastik mafsallar %5'den büyük olup kolonlardaki plastik mafsallar sırasıyla; %1, %1, %3, %4'den daha az plastik mafsallı oluşmuş ve 0.8g'de kirişlerde ve kolonlarda %5'den daha büyük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.32.

Miyagi NS depreminde 0.1g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsallı oluşmuş, kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g'de kirişlerde %5'den, kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsallar oluşmuştur. 0.3g ve 0.4g 0.5g, 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük plastik mafsallar oluşmuştur, kolonlarda 0.3g'de %1'den, 0.4g'de %2'den 0.5g'de %4'den daha küçük ve 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de %5'den daha büyük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.33.

Northridge depreminde 0.1g'de kirişlerde %1'den, 0.2g'de %2'den az plastik mafsallı oluşmuş, kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.3g'de ve 0.4g'de kirişlerde sırasıyla %3 ve %4'den, kolonlarda %1'den plastik mafsallı oluşmuştur. 0.5g'de kirişlerde %5'den kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş,

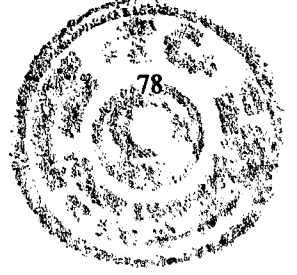
0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den fazla ve kolonlarda sırasıyla %2, %3 ve %4'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.34.

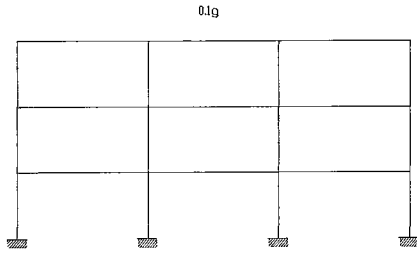
Olympia depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g'de kirişlerde sırasıyla %1 ve %2'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kirişlerde %2'den kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.5g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %2'den az plastik mafsall oluşmuştur. 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den daha büyük, kolonlarda sırasıyla %2, %3 ve %4'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.35.

Parkfield depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kirişlerde %2'den az plastik mafsall oluşmuş, kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.5g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.6g kirişlerde %5'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda sırasıyla %2 ve %4'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.5, Şekil 3.36.

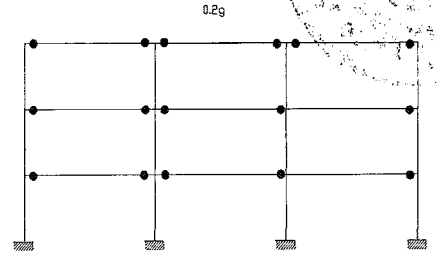
Tablo 3.5: 3 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum birikimli plastik mafsal dönme değerleri

3 kat g	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
0.1 g	-	-	-	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	-	-	-	-
0.2 g	<%1	-	<%1	-	<%2	-	<%5	<%1	<%2	-	<%1	-	<%1	-
0.3 g	<%1	-	<%2	-	>%5	-	>%5	<%1	<%3	<%1	<%2	-	<%1	-
0.4 g	<%2	<%1	<%3	-	>%5	<%1	>%5	<%2	<%4	<%1	<%2	<%1	<%2	-
0.5 g	<%3	<%1	<%5	<%1	>%5	<%1	>%5	<%4	<%5	<%1	<%4	<%2	<%4	<%1
0.6 g	<%4	<%1	>%5	<%2	>%5	<%3	>%5	>%5	>%5	<%2	>%5	<%2	<%5	<%1
0.7 g	>%5	<%1	>%5	<%3	>%5	<%4	>%5	>%5	>%5	<%3	>%5	<%3	>%5	<%2
0.8 g	>%5	<%1	>%5	<%4	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%4	>%5	<%4	>%5	<%4

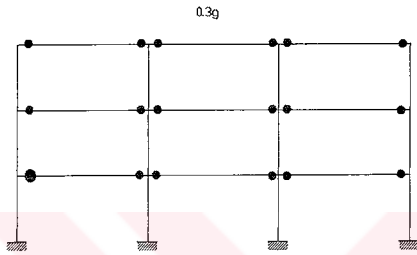




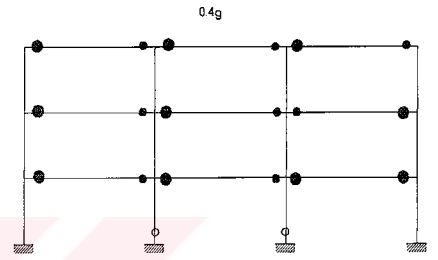
(a)



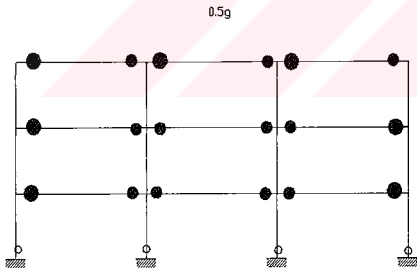
(b)



(c)

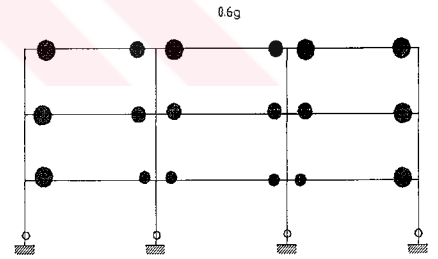


(d)

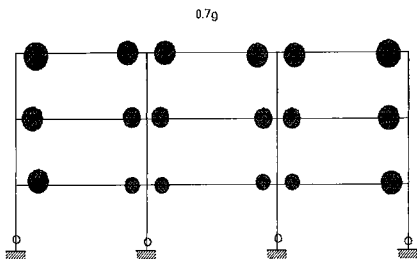


(e)

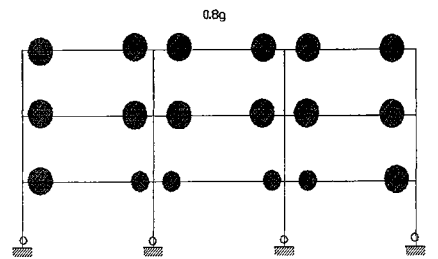
Kolon	Kiriş
○	● -0.01
○	● -0.02
○	● -0.03
○	● -0.04
○	● -0.05
○	● ≥0.05



(f)

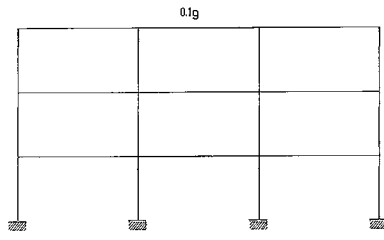


(g)

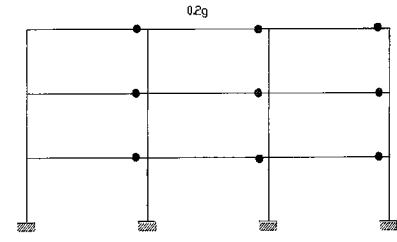


(h)

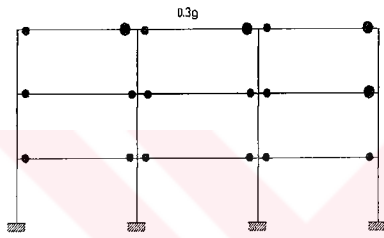
Şekil 3.30: El Centro Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



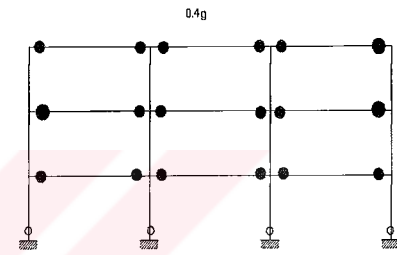
(a)



(b)

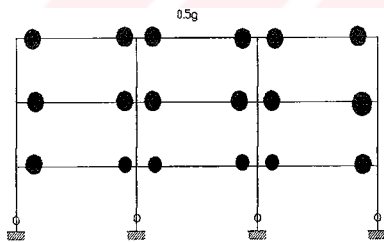


(c)

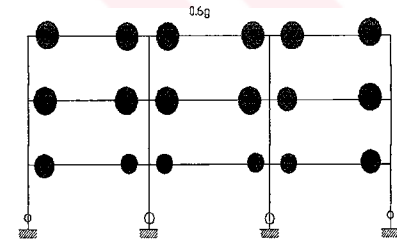


(d)

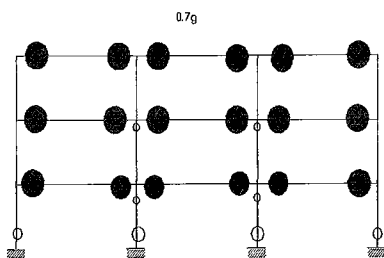
Kolon Kiriş



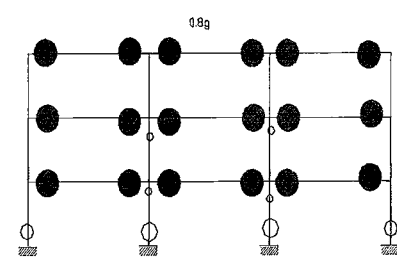
(e)



(f)

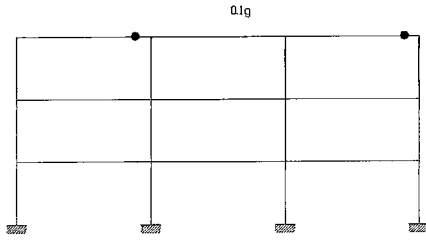


(g)

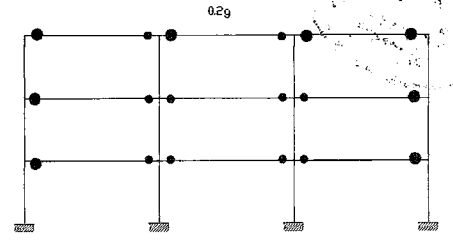


(h)

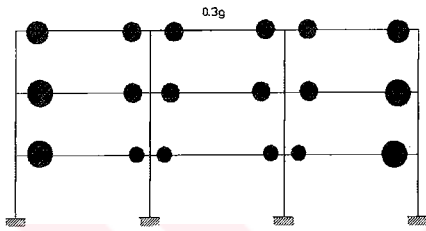
Şekil 3.31: İzmit N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



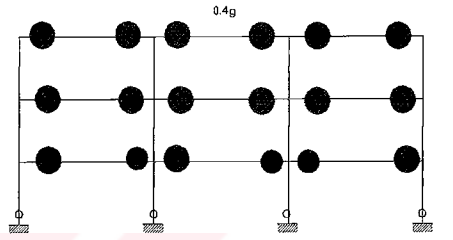
(a)



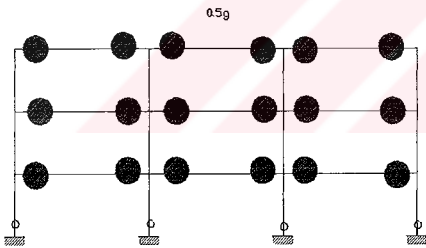
(b)



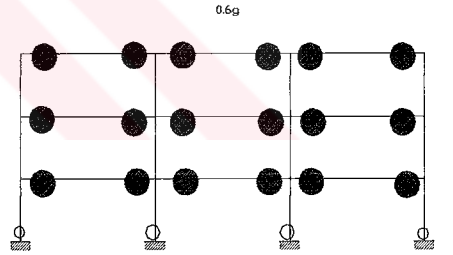
(c)



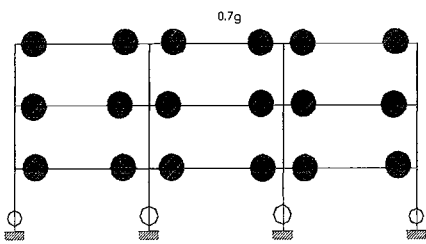
(d)



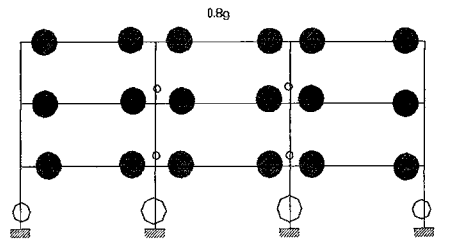
(e)



(f)



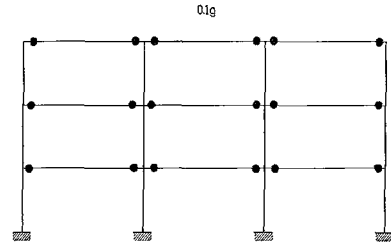
(g)



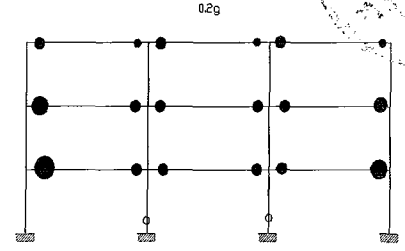
(h)

Kolon	Kiriş
○	● <-0.01
○	● <-0.02
○	● <-0.03
○	● <-0.04
○	● <-0.05
○	● >0.05

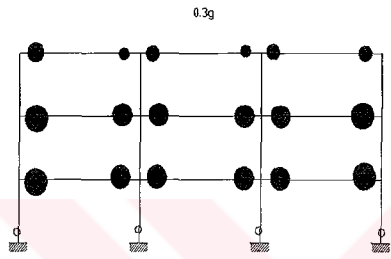
Şekil 3.32: Miyagi E-W Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



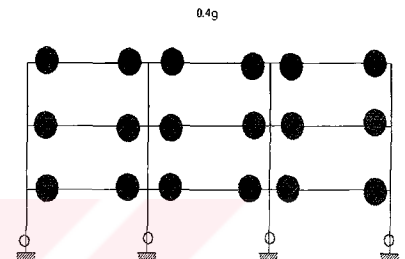
(a)



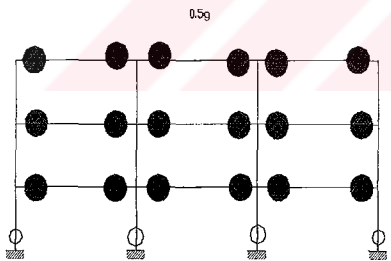
(b)



(c)

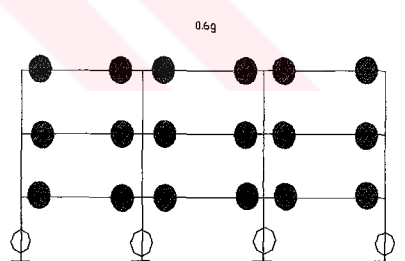


(d)

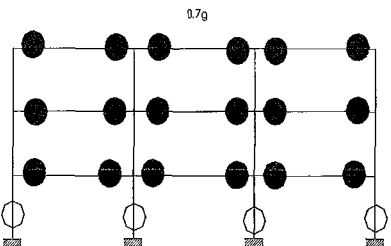


(e)

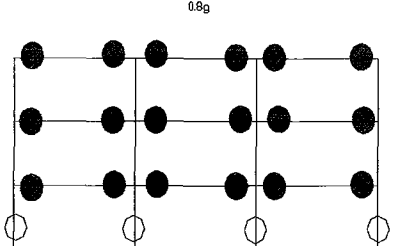
Kolon	Kiriş
○	● -0.01
○	● -0.02
○	● -0.03
○	● -0.04
○	● -0.05
○	● ≥0.05



(f)

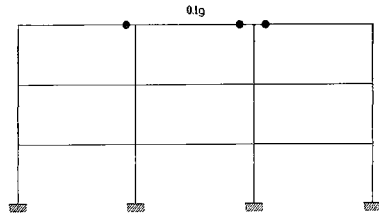


(g)

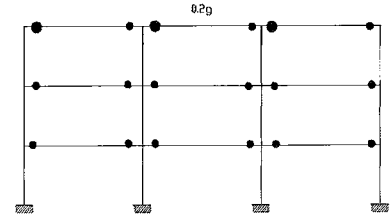


(h)

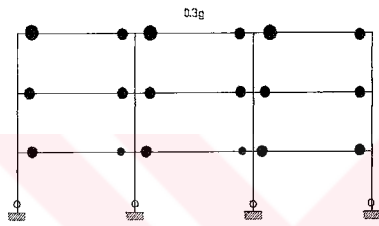
Şekil 3.33: Miyagi N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



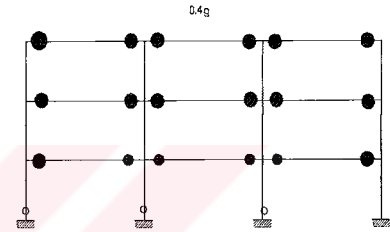
(a)



(b)



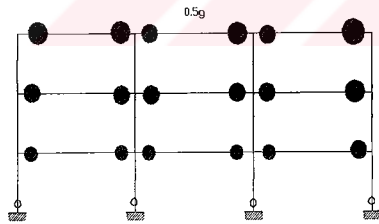
(c)



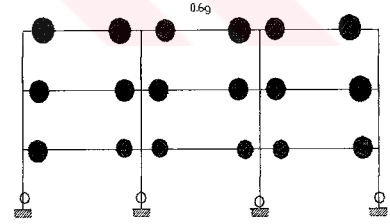
(d)

Kolon Kiriş

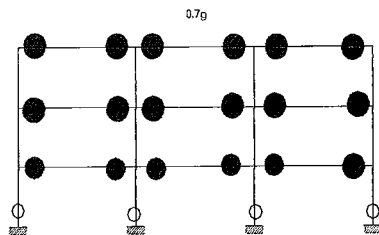
- | | | |
|---|---|--------|
| ○ | ● | <-0.01 |
| ○ | ● | <-0.02 |
| ○ | ● | <-0.03 |
| ○ | ● | <-0.04 |
| ○ | ● | <-0.05 |
| ○ | ● | >0.05 |



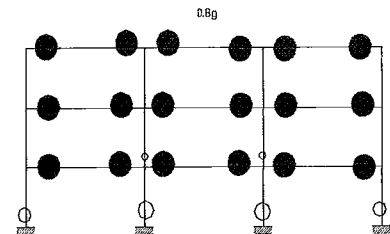
(e)



(f)

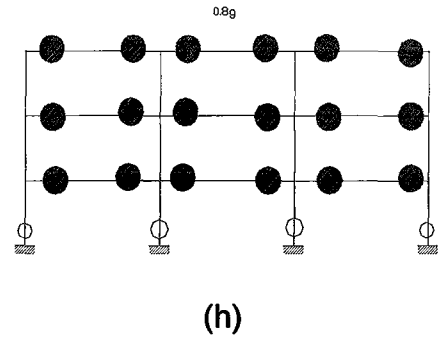
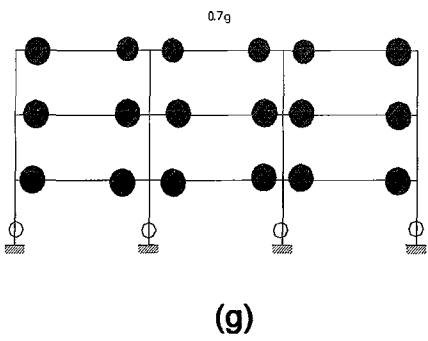
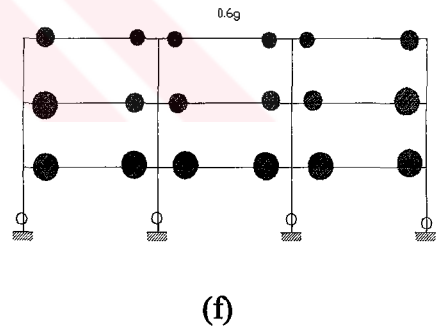
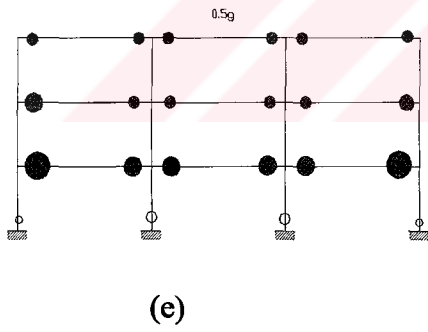
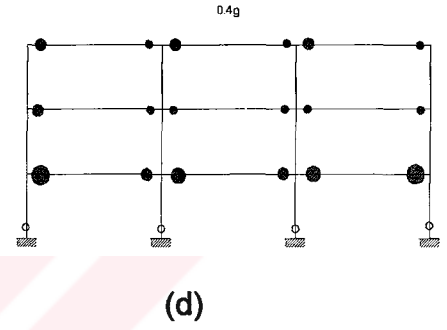
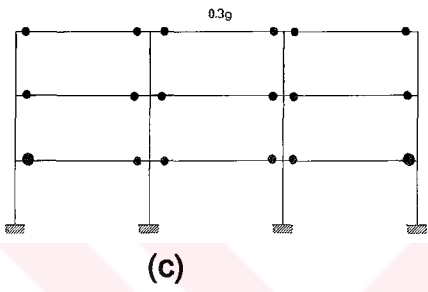
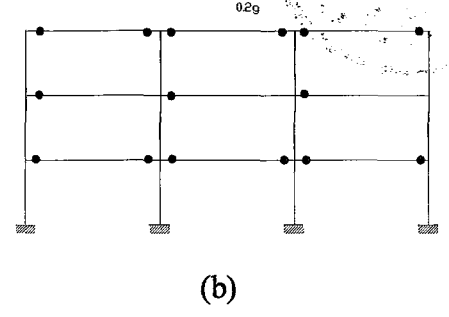
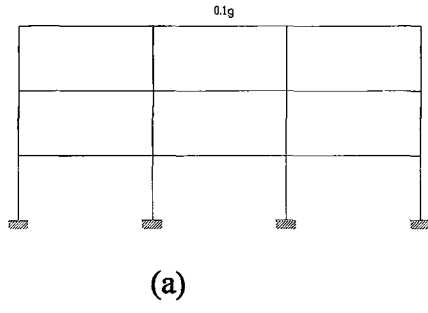


(g)

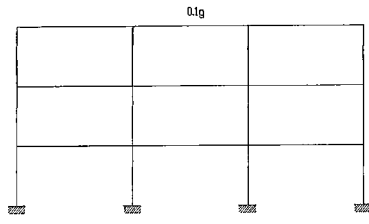


(h)

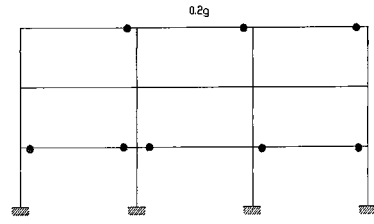
Şekil 3.34: Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



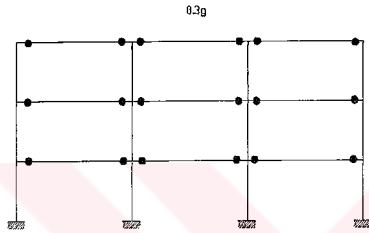
Şekil 3.35: Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



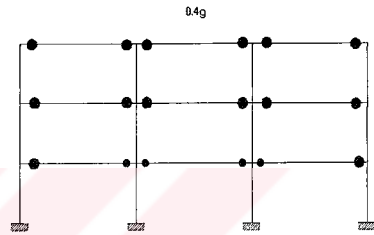
(a)



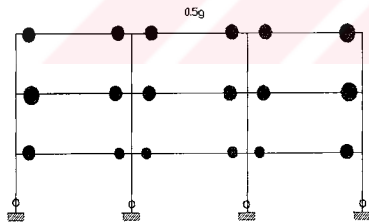
(b)



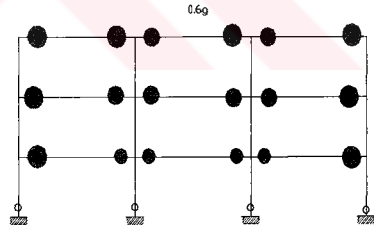
(c)



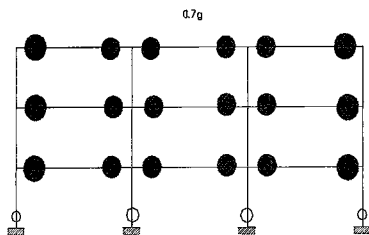
(d)



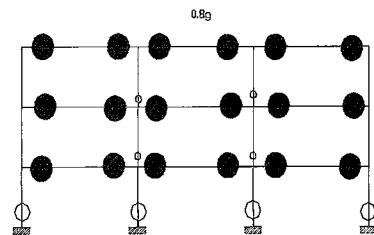
(e)



(f)



(g)



(h)

Kolon Kiriş



Şekil 3.36: Parkfield Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

3.4.2.5. 9-Katlı Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Maksimum Birikimli Plastik Mafsallarda Dönme Değerleri

El Centro depreminde 0.1g ve 0.2g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.3g, 0.4g, 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde sırasıyla %1, %2, %2 ve %3'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.6g'de kirişlerde %2'den az plastik mafsall oluşmuş ve kolonlarda oluşmamıştır. 0.7g ve 0.8g' de kirişlerde %4'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.37.

İzmit NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g, 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde sırasıyla %2, %3 ve %3'den az ve kolonlarda %1'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. 0.7g' de kirişlerde %4'den daha az, kolonlarda %2'den daha az, 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük kolonlarda %2'denküçük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.38.

Miyagi EW depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde %3'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamış ve 0.5g, 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.39.

Miyagi NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g, 0.3g'de kirişlerde sırasıyla %1 ve %3'den daha küçük plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g'de kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.5g, 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %5'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsall oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.40.

Northridge depreminde 0.1g ve 0.2g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %2'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma oluşmamıştır. 0.6g'de kirişlerde %3'den az ve kolonlarda plastik mafsallaşma oluşmamıştır, 0.7g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den daha az plastik

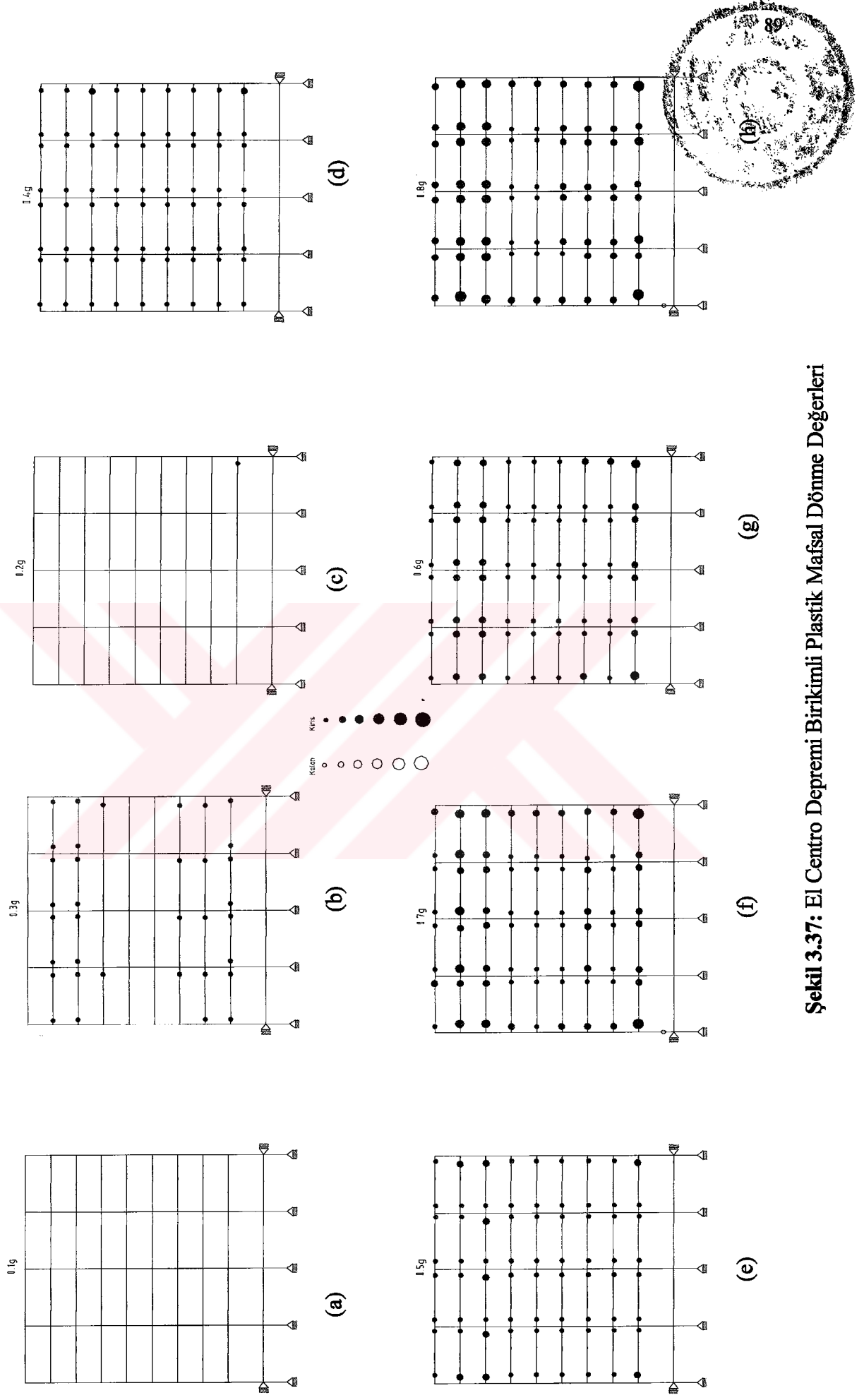
mafsallar oluşmuştur. 0.8g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.41.

Olympia depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g, 0.4g ve 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde sırasıyla %1, %1, %2, %3 ve %4'den küçük plastik mafsal oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.7g'de kirişlerde %5'den, kolonlarda %1'den daha küçük ve 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsal oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.42.

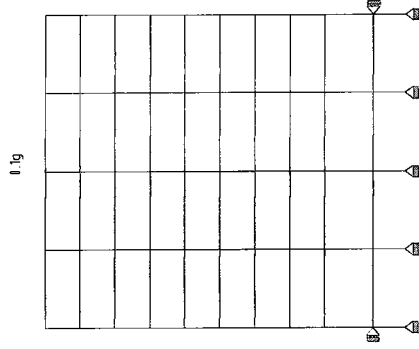
Parkfield depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g'de kirişlerde sırasıyla %1'den az plastik mafsal oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den az plastik mafsal oluşmuş, 0.5g ve 0.6g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %4'den, kolonlarda %2'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.6, Şekil 3.43.

Tablo 3.6: 9 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum birikimli plastik mafsal dönme değerleri

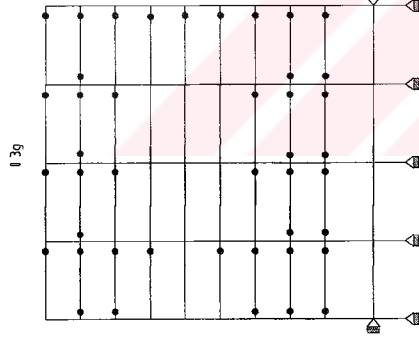
9 kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
g	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiri	Kolon	Kiri	Kolon	Kiriş	Kolon
0.1 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 g	-	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	-	-	< 0.1	-	<%1	-
0.3 g	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<%3	-	<	-	< 0.1	-	<%1	-
0.4 g	<%2	-	<%2	<%1	<%3	-	>%5	-	< 0.1	-	< 0.1	-	<%2	<%1
0.5 g	<%2	-	<%3	<%1	>%5	<%1	>%5	<%1	< 0.2	-	< 0.2	-	<%3	<%1
0.6 g	<%3	-	<%3	<%1	>%5	<%1	>%5	<%1	< 0.2	-	< 0.2	-	<%3	<%1
0.7 g	<%4	<%1	<%4	<%2	>%5	<%1	>%5	<%1	< 0.2	<%1	< 0.2	<%1	<%4	<%2
0.8 g	<%4	<%1	>%5	<%2	>%5	<%1	>%5	<%1	< 0.2	<%1	> 0.2	<%1	<%4	<%2



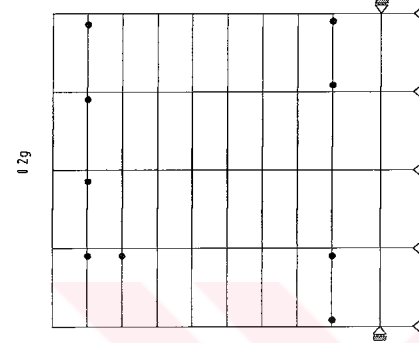
Şekil 3.37: El Centro Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



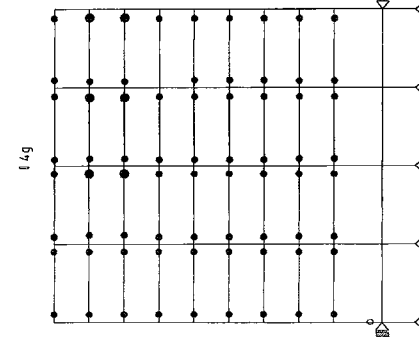
(a)



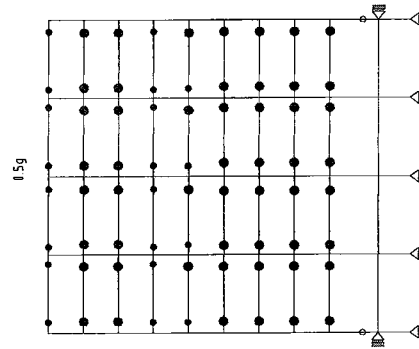
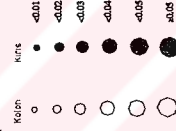
(b)



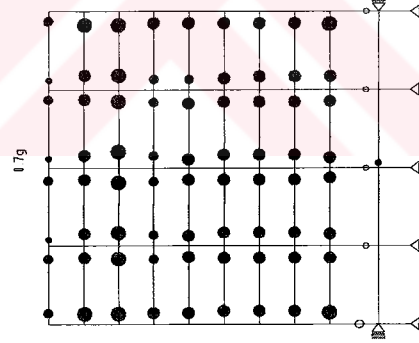
(c)



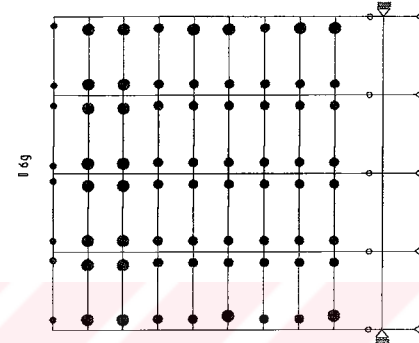
(d)



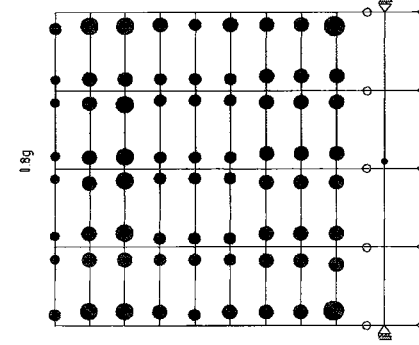
(e)



(f)

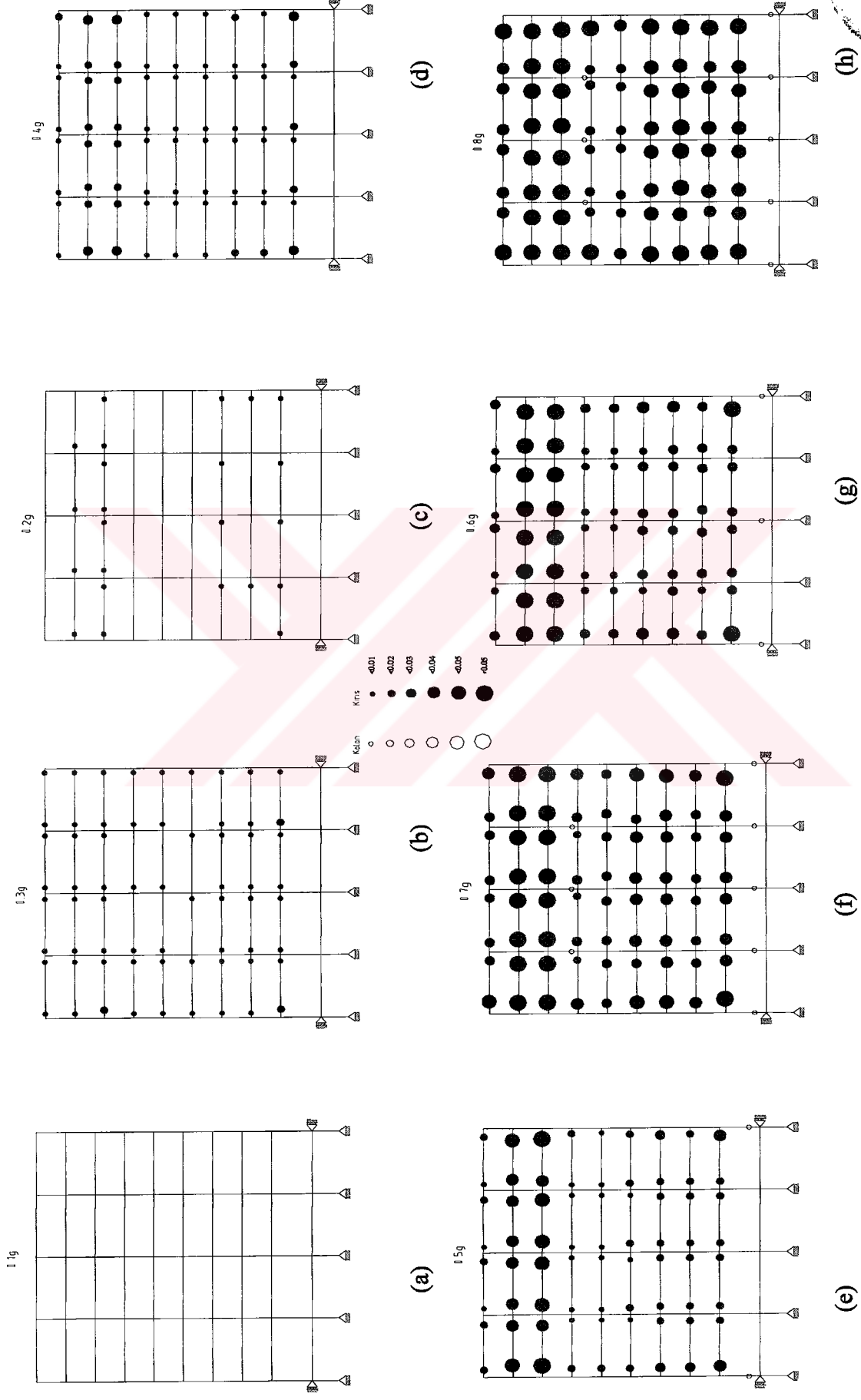


(g)

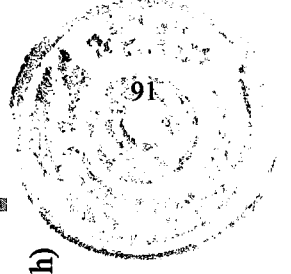


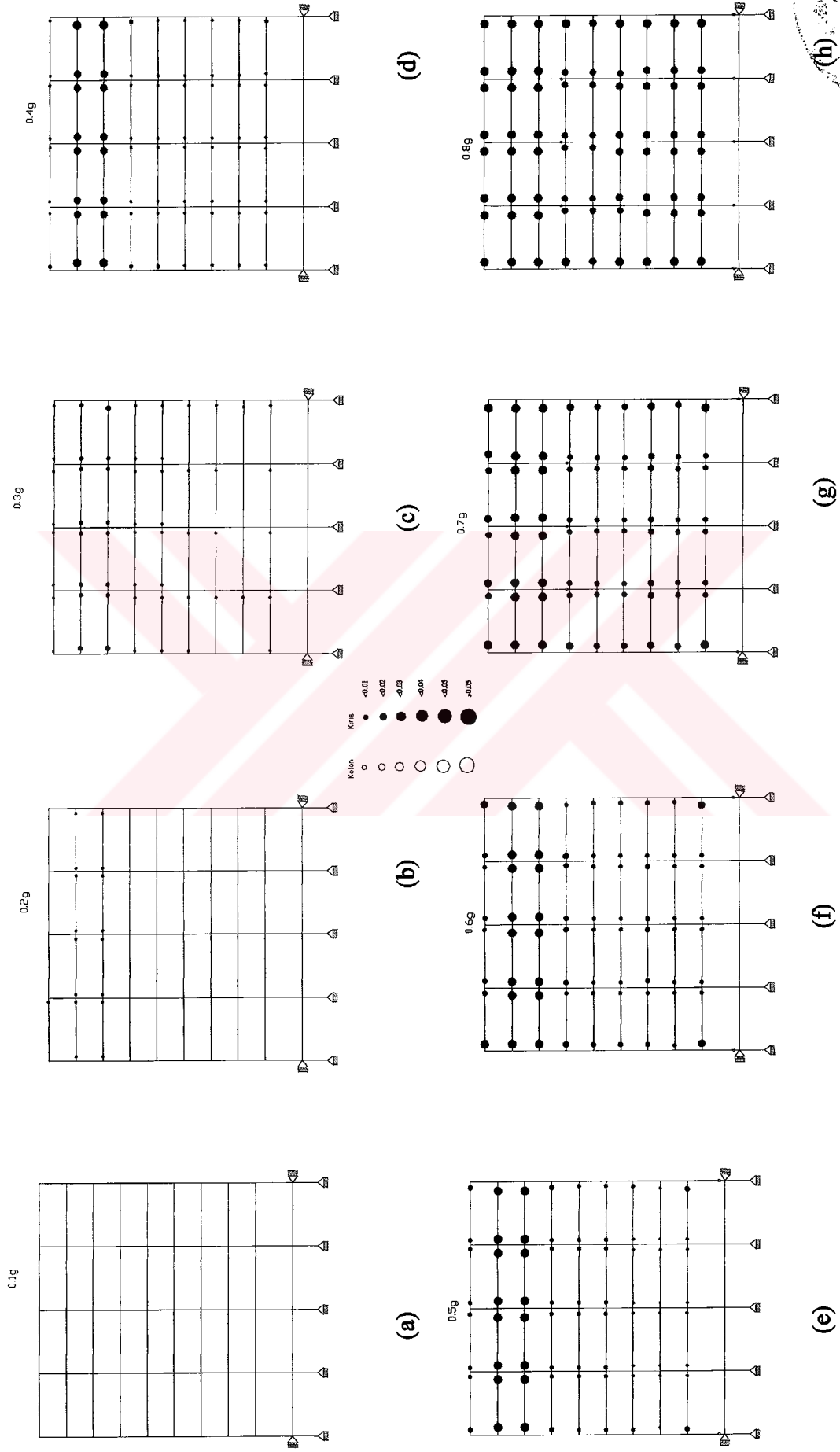
(h)

Şekil 3.38: İzmit N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

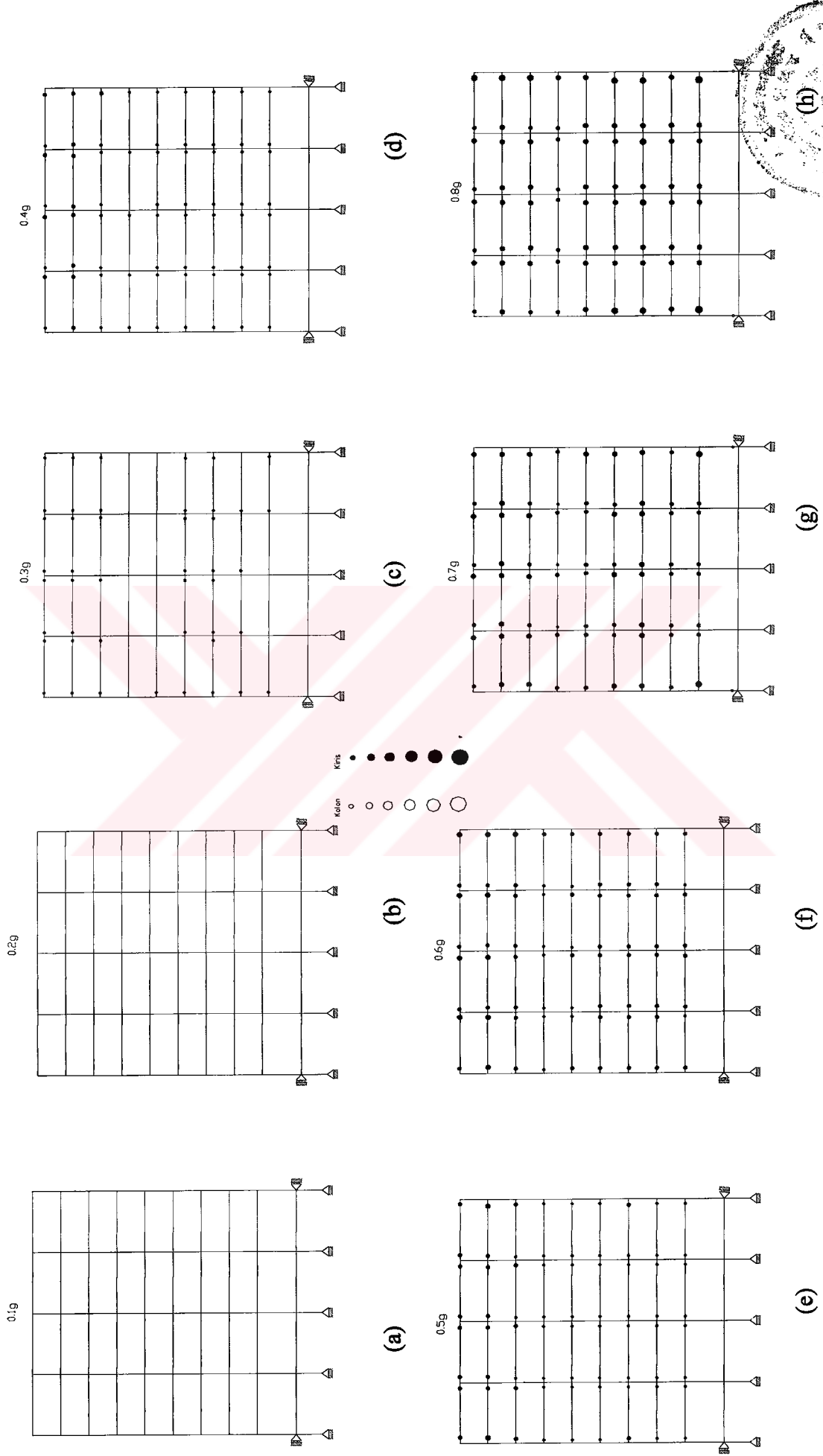


Şekil 3.39: Miyagi E-W Depremi Birikimli Plastik Mafsallı Dönme Değerleri

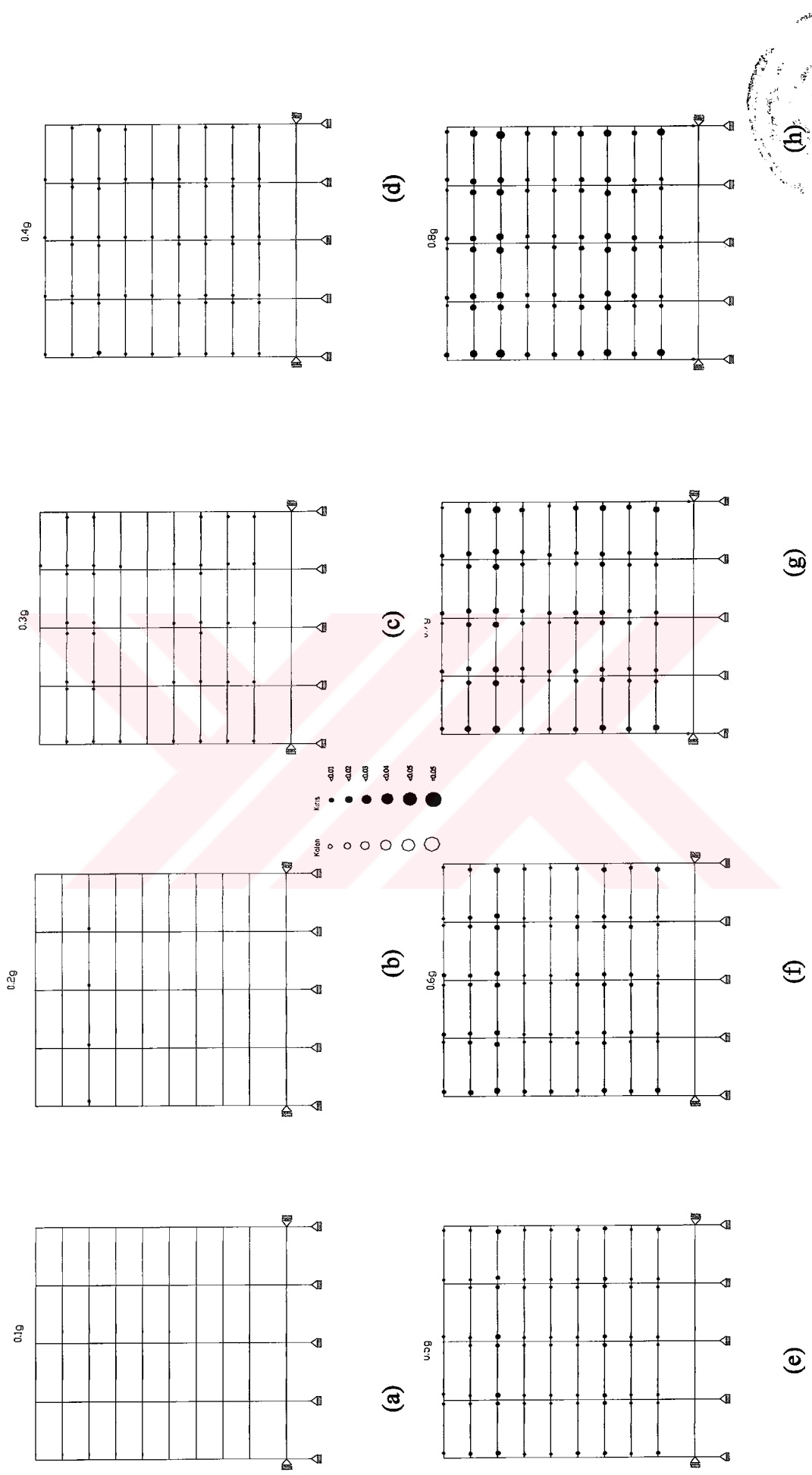




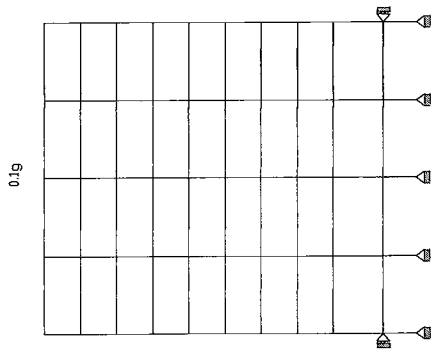
Şekil 3.40: Miyagi N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsallı Dönme Değerleri



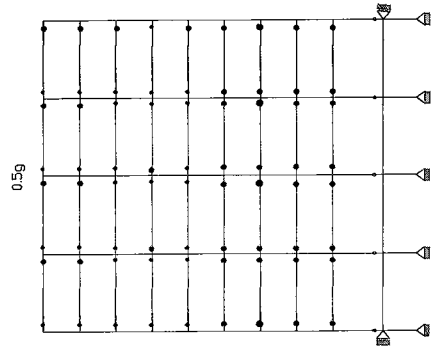
Şekil 3.41: Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsallı Dönme Değerleri



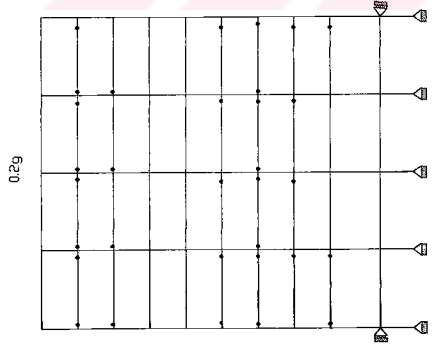
Şekil 3.42: Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



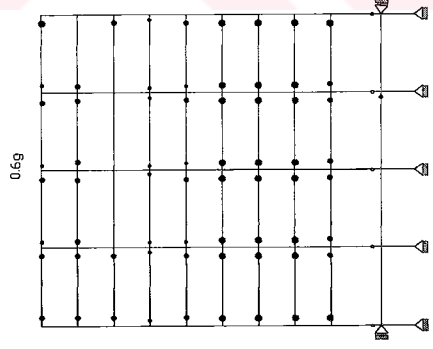
(a)



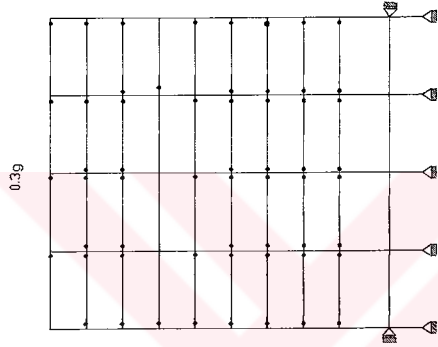
(e)



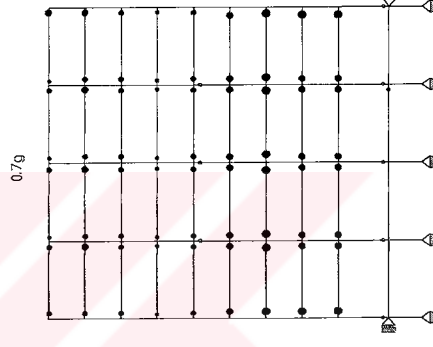
(b)



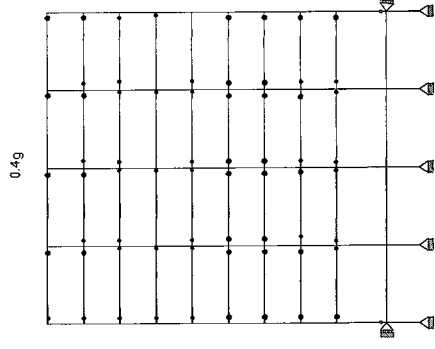
(f)



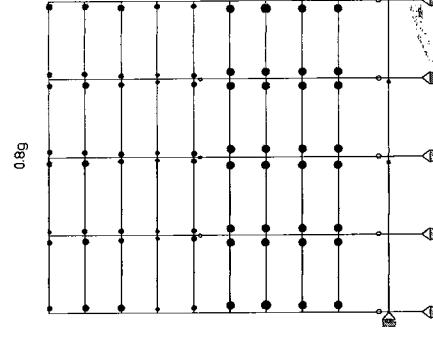
(c)



(g)



(d)



(h)



Şekil 3.43: Parkfield Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

3.4.2.6. 20-Kath Yapının Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Maksimum Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

El Centro depreminde 0.1g, 0.2g ve 0.3g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma oluşmamış, 0.4g, 0.5g, 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde sırasıyla %1, %1, %1, %2 ve %2'den daha küçük plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda oluşmamıştır. Tablo 3.7, Şekil 3.44.

İzmit NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma oluşmamış, 0.2g, 0.3g'de kirişlerde %1'den daha küçük plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %2'den , kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. 0.6g, 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde sırasıyla %3, %4 ve %5'den, kolonlarda sırasıyla %1, %2, %2'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.7, Şekil 3.45.

Miyagi EW depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g, ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha az plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda olmamış, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde sırasıyla %2 ve %3'den küçük plastik mafsallar oluşmuş ve kolonlarda oluşmamıştır. 0.6g ve 0.7g'de kirişlerde %4 ve %5'den daha küçük, kolonlarda %1'den daha az plastik mafsallar oluşmuştur. 0.8g'de kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.7, Şekil 3.46.

Miyagi NS depreminde 0.1g'de kolon ve kirişlerde plastik mafsallaşma olmamış, 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den daha küçük plastik mafsallaşma olmuş, kolonlarda plastik mafsallaşma oluşmamıştır. 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde sırasıyla %2 ve %3'den daha küçük plastik mafsallaşma oluşmuş ve kolonlarda plastik mafsallaşma oluşmamıştır. 0.6g ve 0.7g'de kirişlerde sırasıyla %4 ve %5'den, kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsall oluşmuştur. 0.8g' de kirişlerde %5'den daha büyük, kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.7, Şekil 3.47.

Northridge depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g ve 0.3g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kirişlerde %2'den az plastik mafsallaşma oluşmuş,

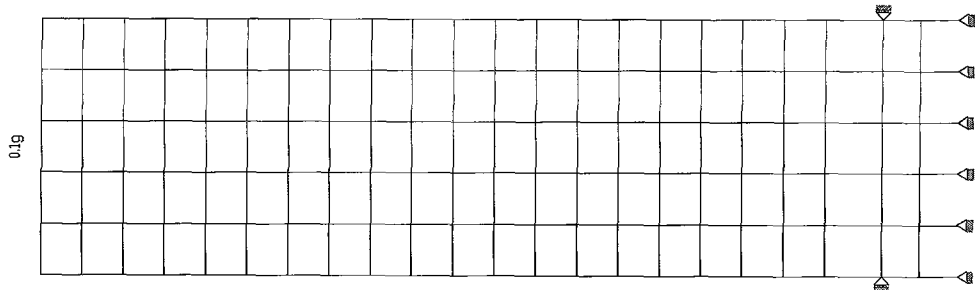
kolonlarda oluşmamıştır. 0.5g, 0.6g ve 0.7g'de kirişlerde %3'den ve kolonlarda %1'den az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.8g'de kirişlerde %4'den ve kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.7, Şekil 3.48.

Olympia depreminde 0.1g ve 0.2g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.3g, 0.4g ve 0.5g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.4g'de kirişlerde %2'den az plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.6g ve 0.7g'de kirişlerde %2'den ve kolonlarda %1'den az plastik mafsallık oluşmuştur. 0.8g'de kirişlerde %3'den ve kolonlarda %1'den daha küçük plastik mafsallık oluşmuştur. Tablo 3.7, Şekil 3.49.

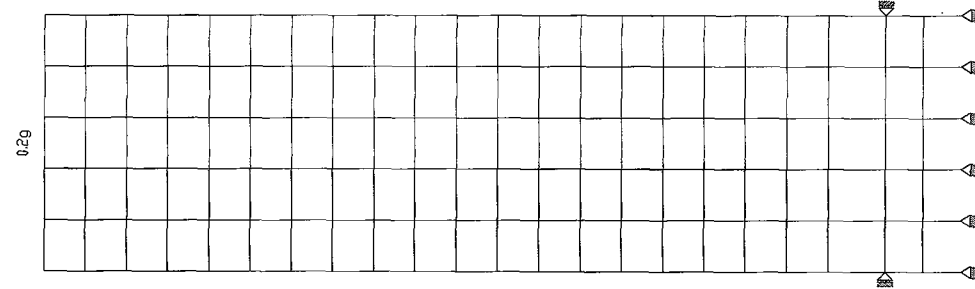
Parkfield depreminde 0.1g'de kirişlerde ve kolonlarda plastik mafsallaşma olmamıştır. 0.2g, 0.3g, ve 0.4g'de kirişlerde %1'den az plastik mafsallık oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. 0.5g'de kirişlerde %2'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda mafsallaşma oluşmamıştır. 0.6g' de kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. 0.7g ve 0.8g'de kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den az plastik mafsallık oluşmuştur. Tablo 3.7, Şekil 3.50.

Tablo 3.7: 20 katlı yapı doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum birikimli plastik mafsal dönme değerleri

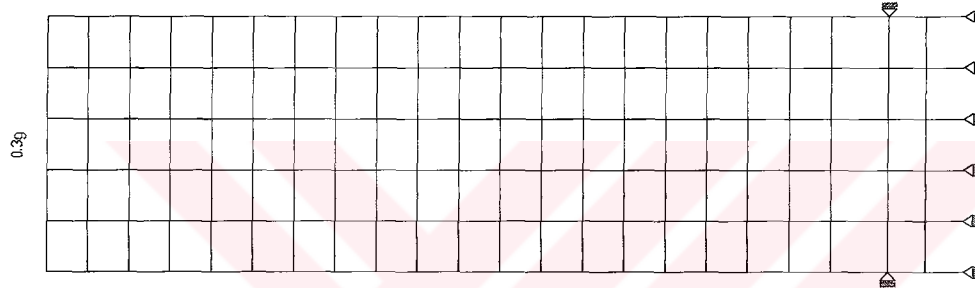
20kata g	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiri	Kolon	Kiri	Kolon	Kiriş	Kolon
0.1 g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.2 g	-	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<	-	-	-	<%1	-
0.3 g	-	-	<%1	-	<%1	-	<%1	-	<	-	<	-	<%1	-
0.4 g	<%1	-	<%2	<%1	<%2	-	<%2	-	<	-	<	-	<%1	-
0.5 g	<%1	-	<%2	<%1	<%3	-	<%3	-	<	<%1	<	-	<%2	-
0.6 g	<%1	-	<%3	<%1	<%4	<%1	<%4	<%1	<	<%1	<	<%1	<%2	<%1
0.7 g	<%2	-	<%4	<%2	<%5	<%1	<%5	<%1	<	<%1	<	<%1	<%3	<%1
0.8 g	<%2	-	<%5	<%2	>%5	<%1	>%5	<%1	<	<%1	<	<%1	<%3	<%1



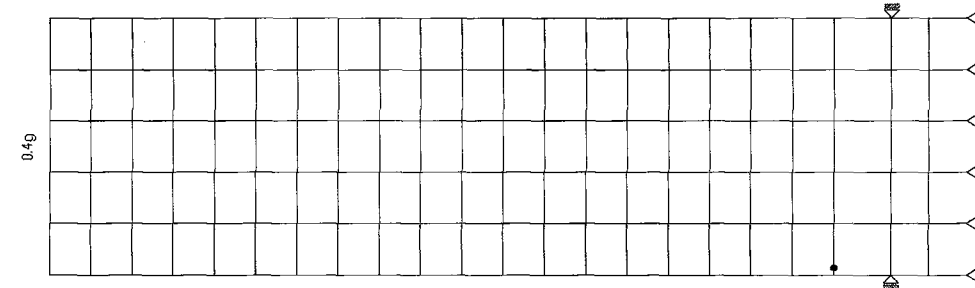
(a)



(b)



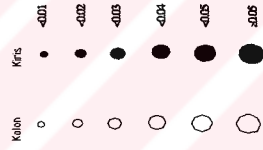
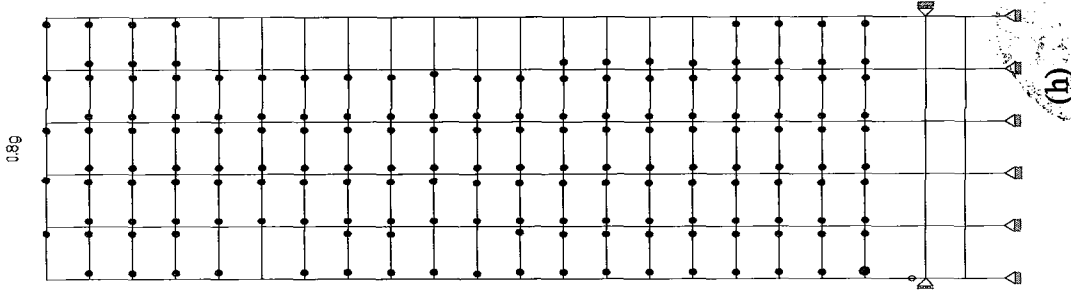
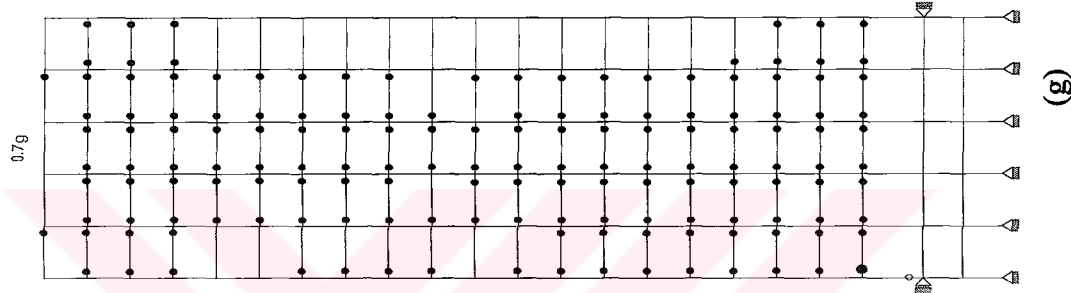
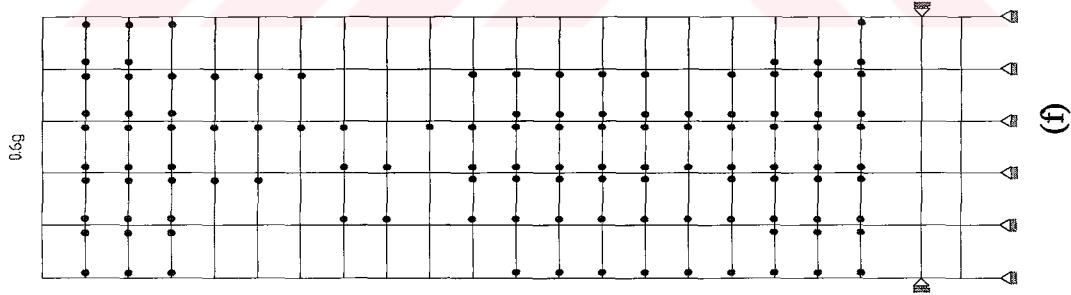
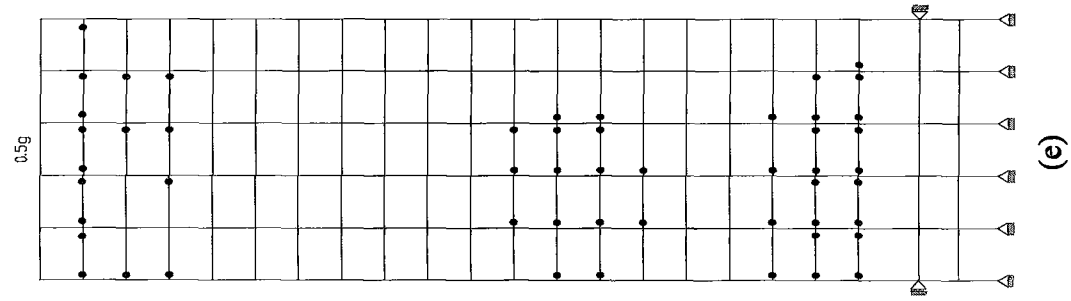
(c)



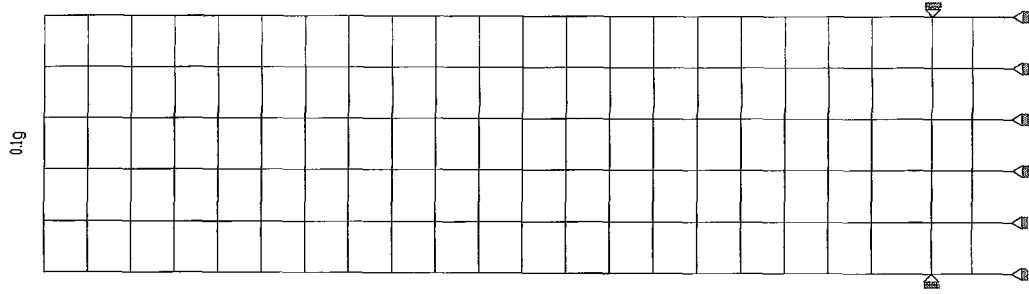
(d)



Şekil 3.44: El Centro Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



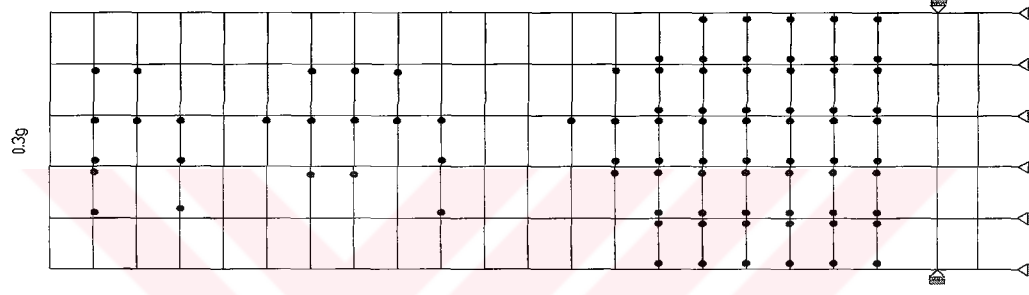
Şekil 3.44 (devam) : El Centro Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



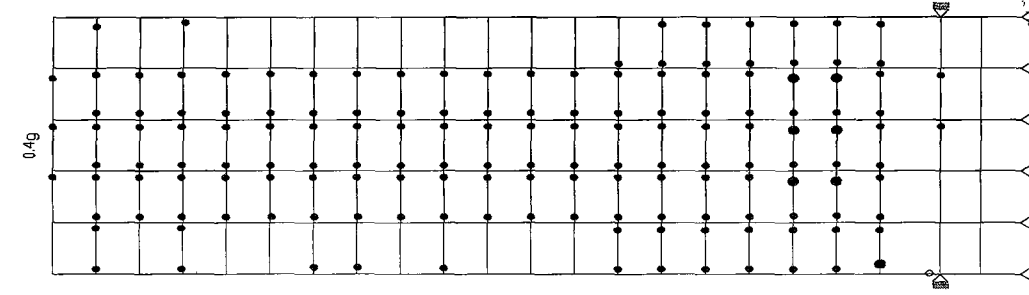
(a)



(b)



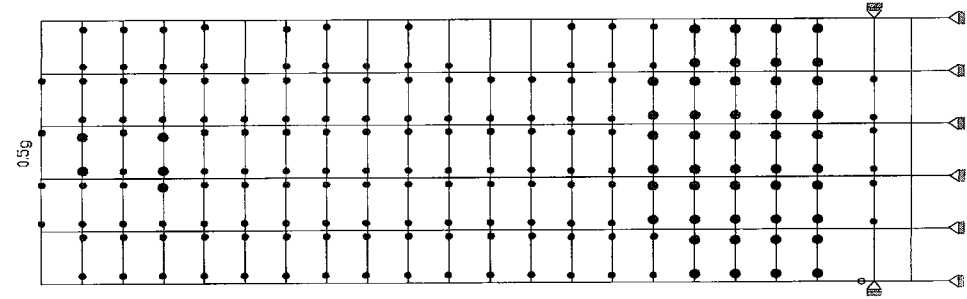
(c)



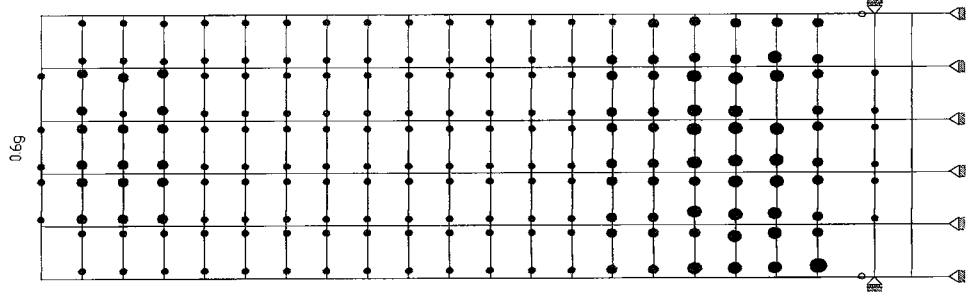
(d)

Kolon	Kiriş
○	•
○	•
○	•
○	•
○	•
○	•

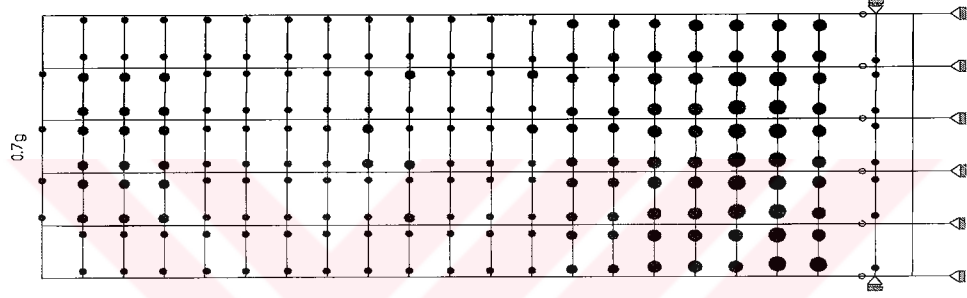
Şekil 3.45: İzmit N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



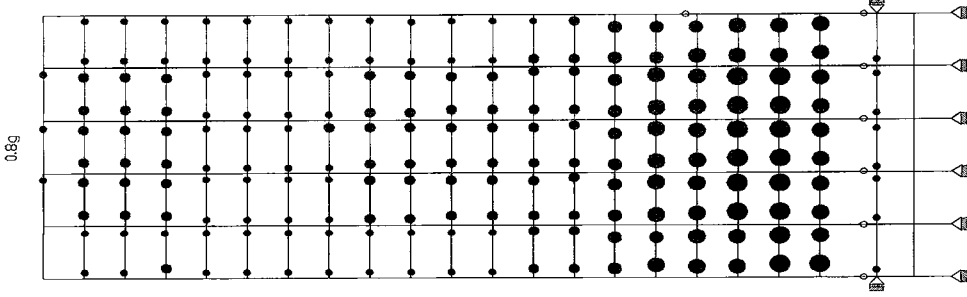
(e)



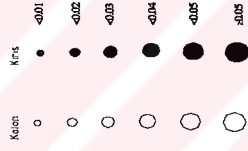
(f)



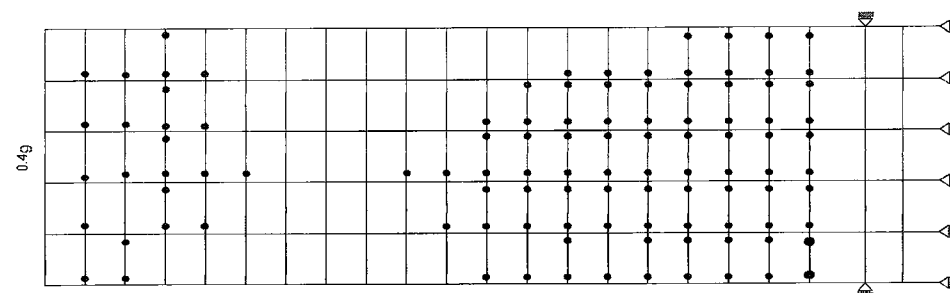
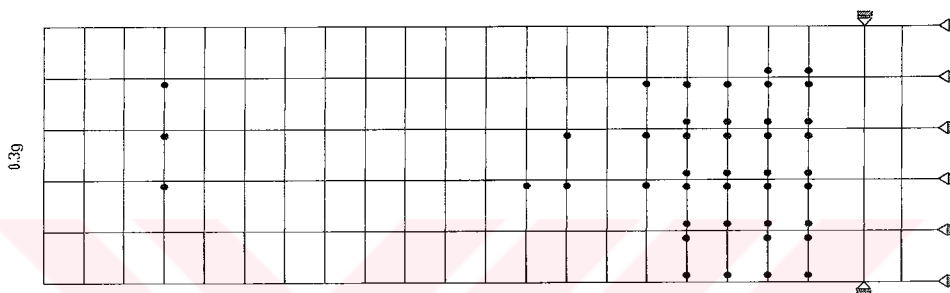
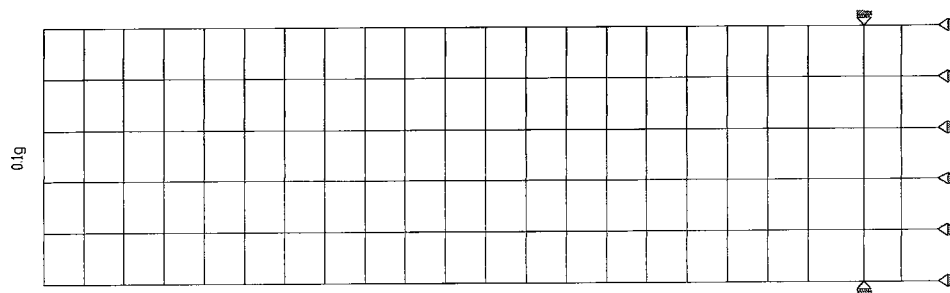
(g)



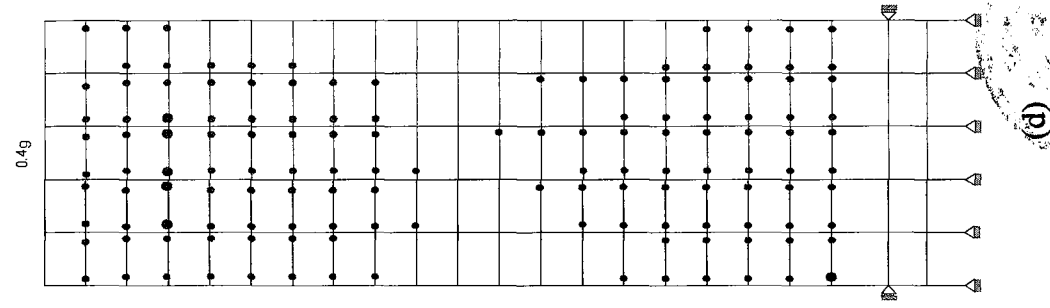
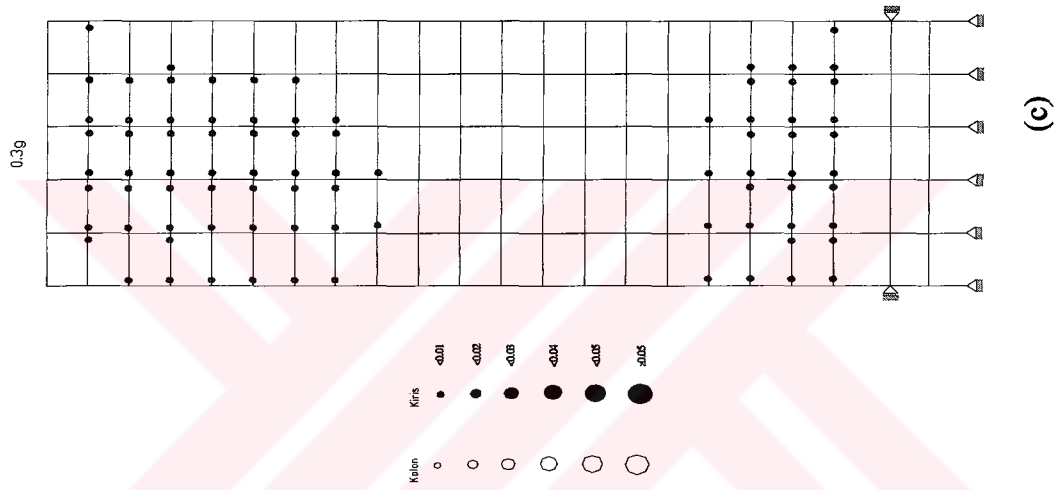
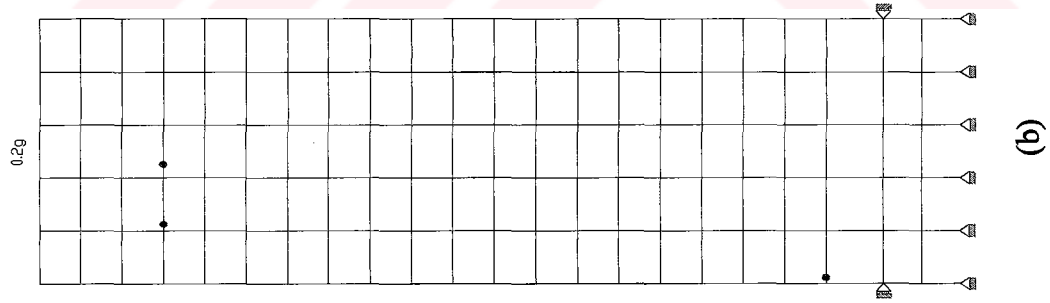
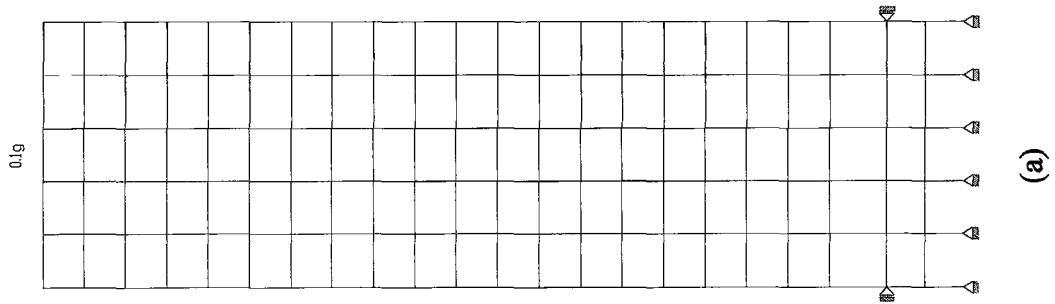
(h)



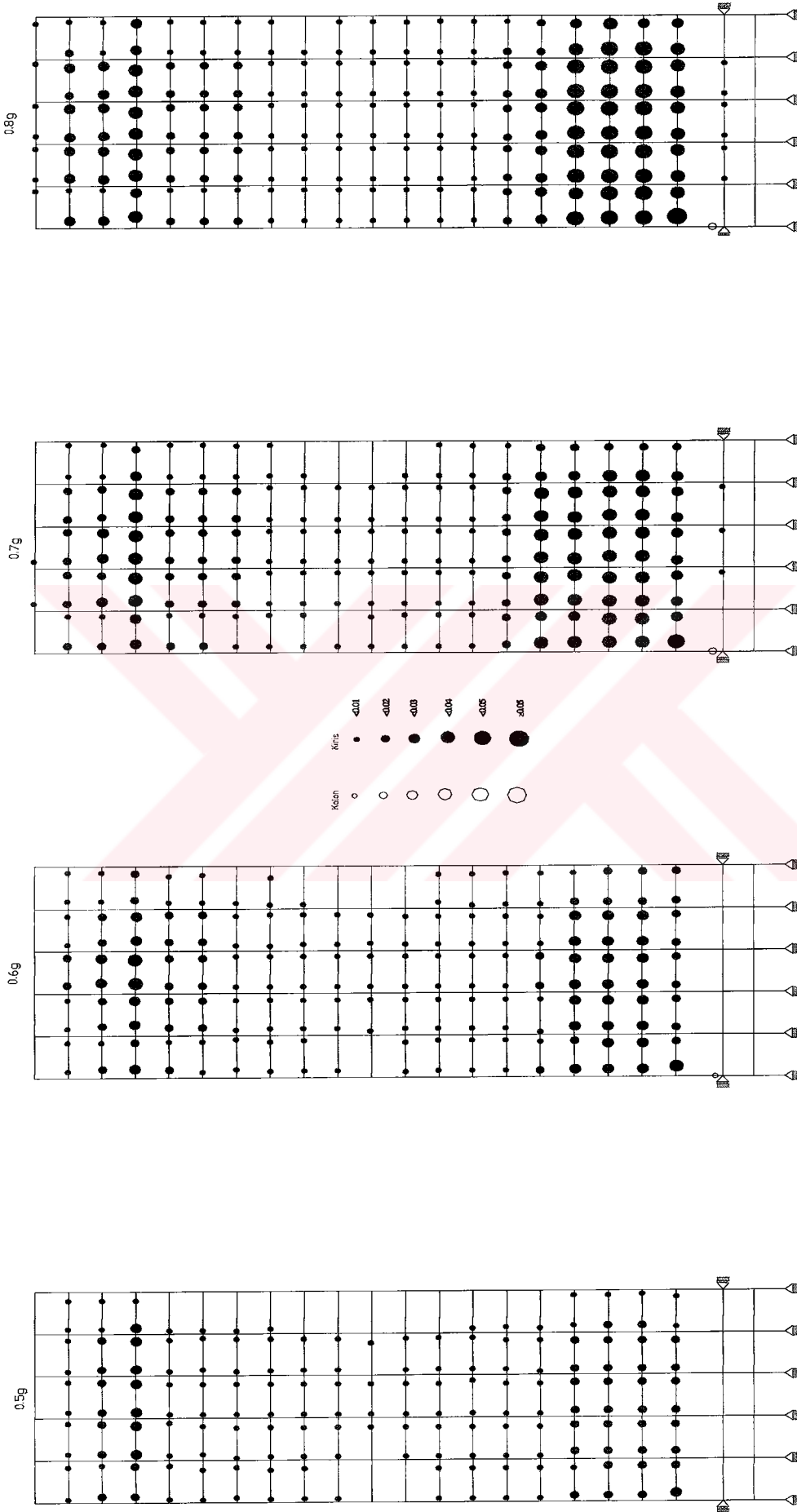
Şekil 3.45 (devam) : İzmit N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



(b) (c)



Şekil 3.47: Miyagi N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

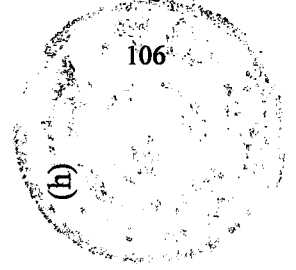


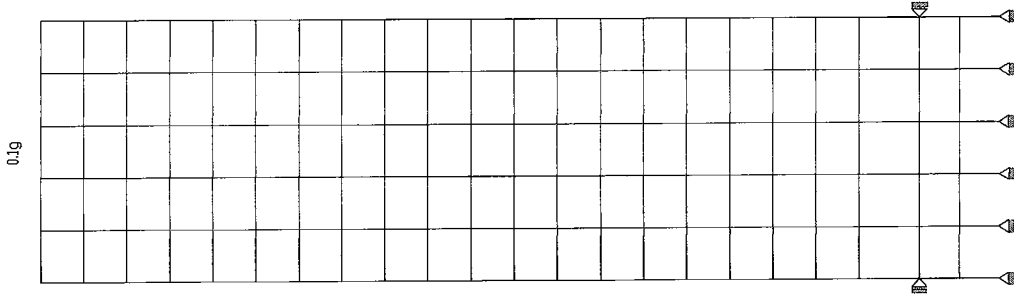
(g)

(f)

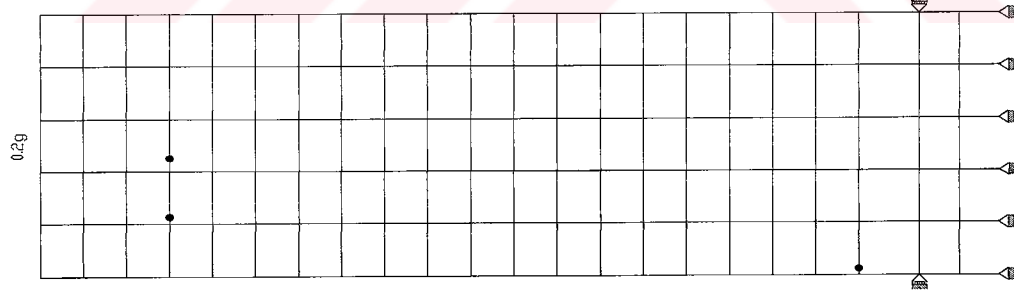
(e)

Şekil 3.47 (devam) : Miyagi N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

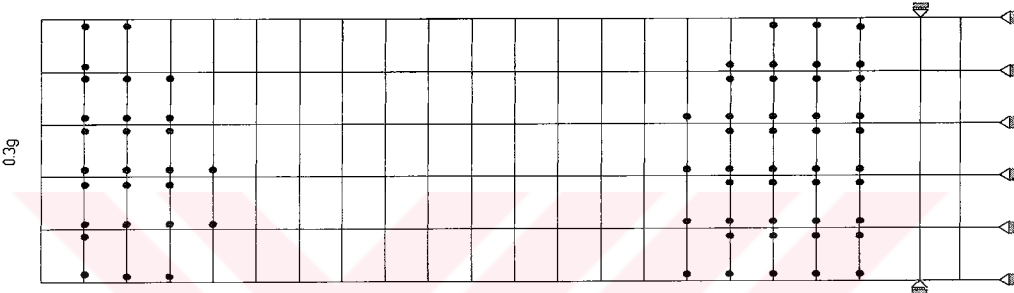




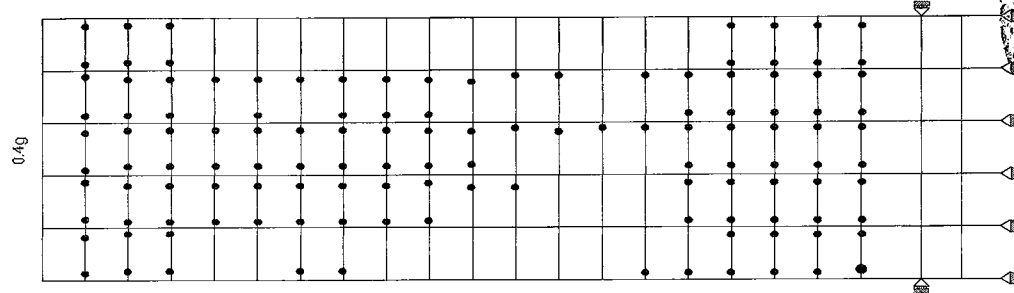
(a)



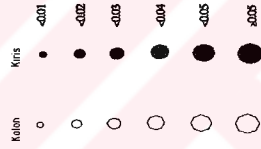
(b)



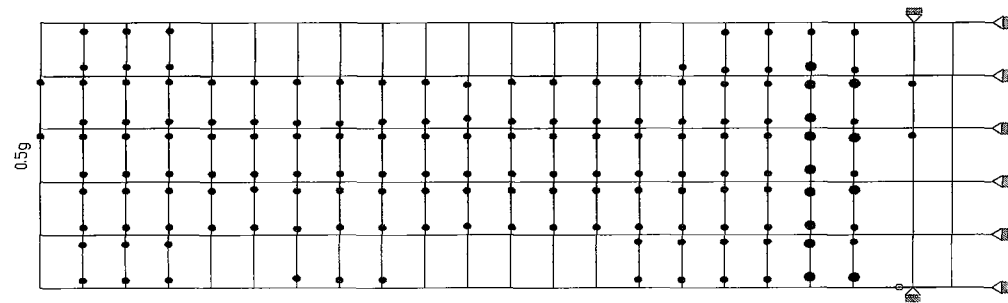
(c)



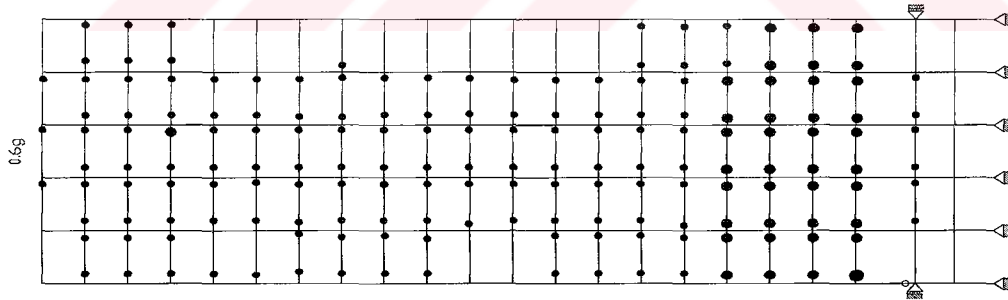
(d)



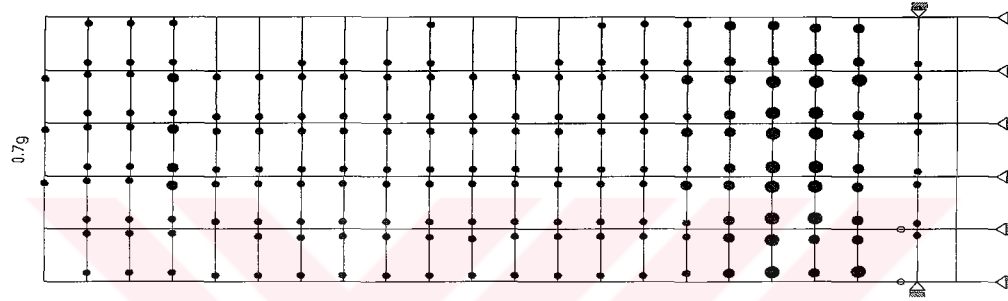
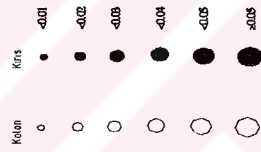
Şekil 3.48: Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



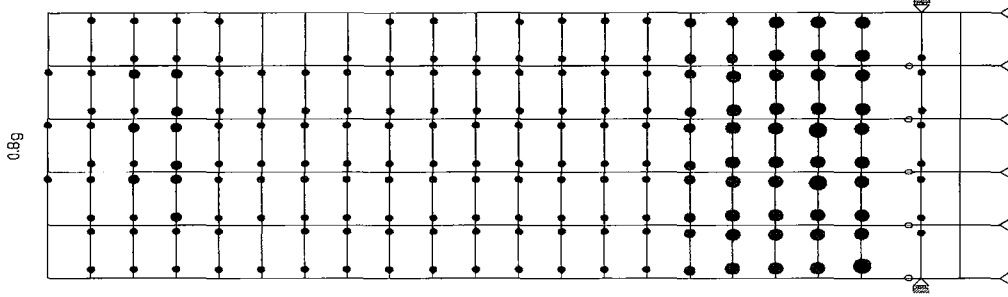
(e)



(f)

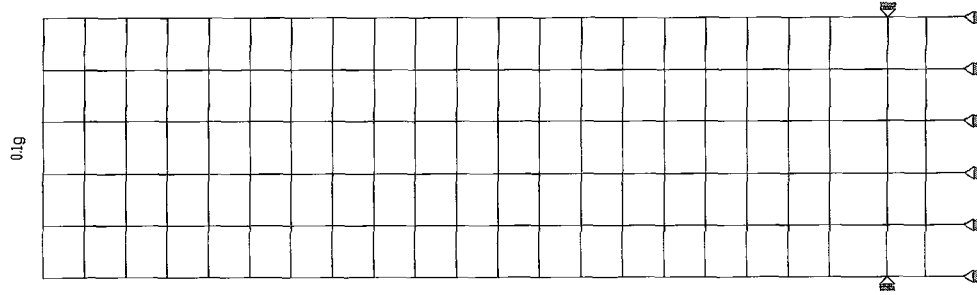


(g)



(h)

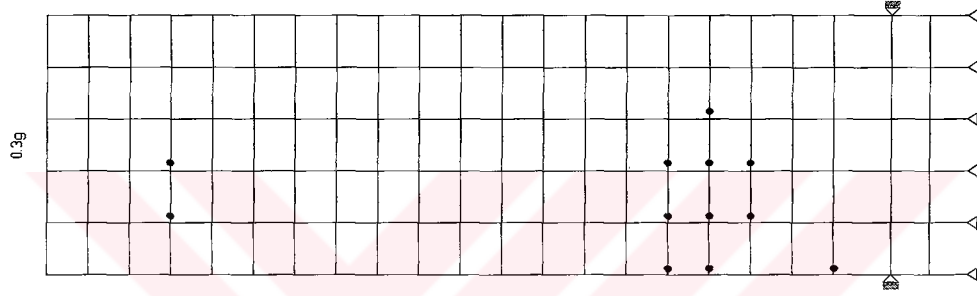
Şekil 3.48 (devam): Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



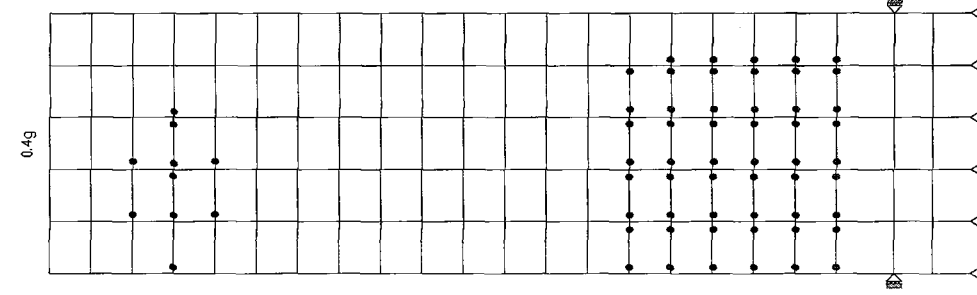
(a)



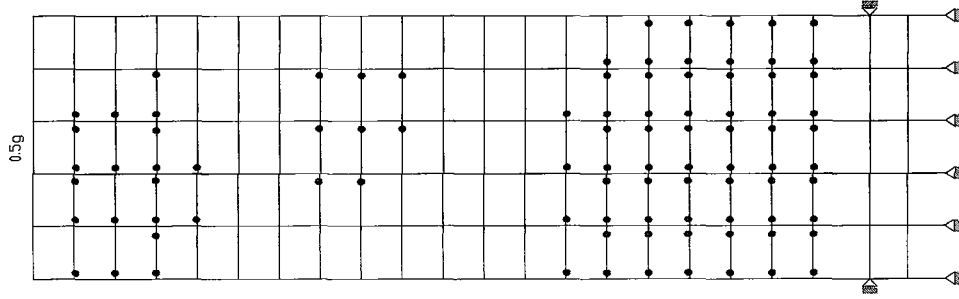
(b)



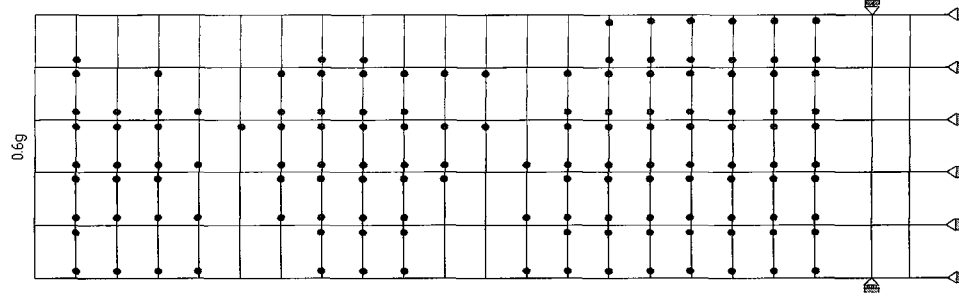
(c)



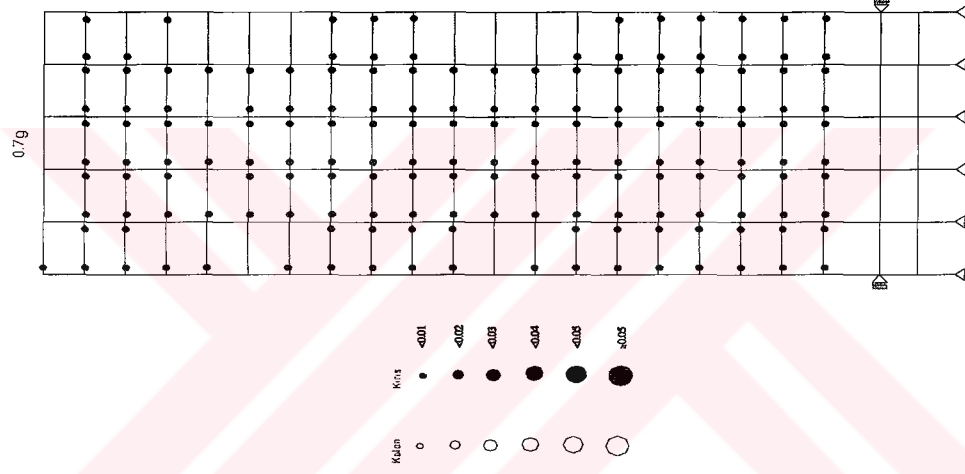
Şekil 3.49: Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri



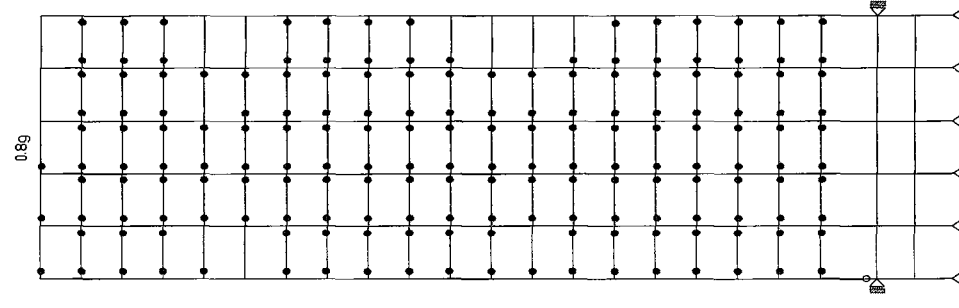
(e)



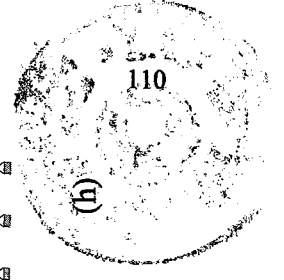
(f)



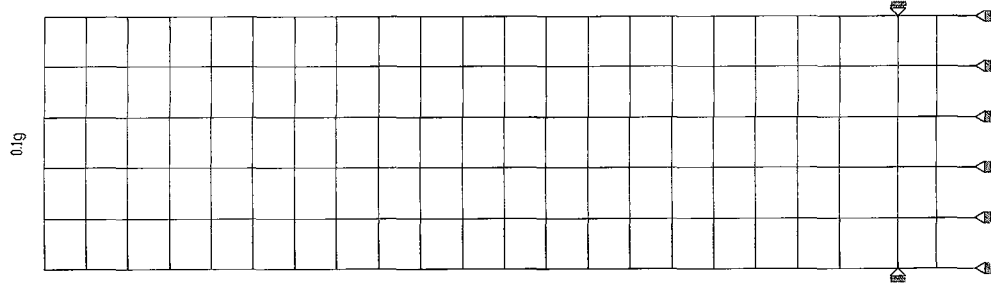
(g)



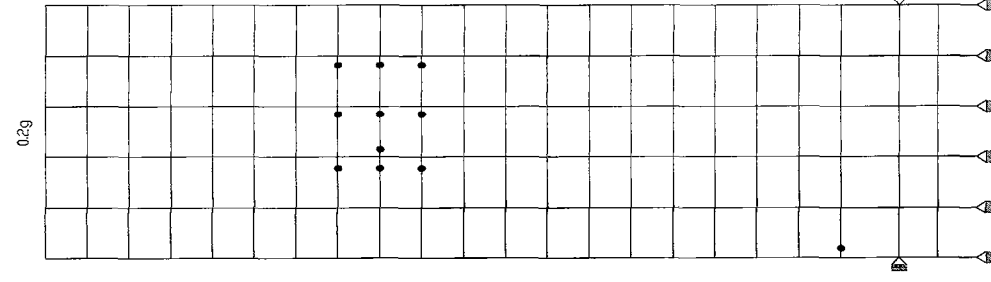
(h)



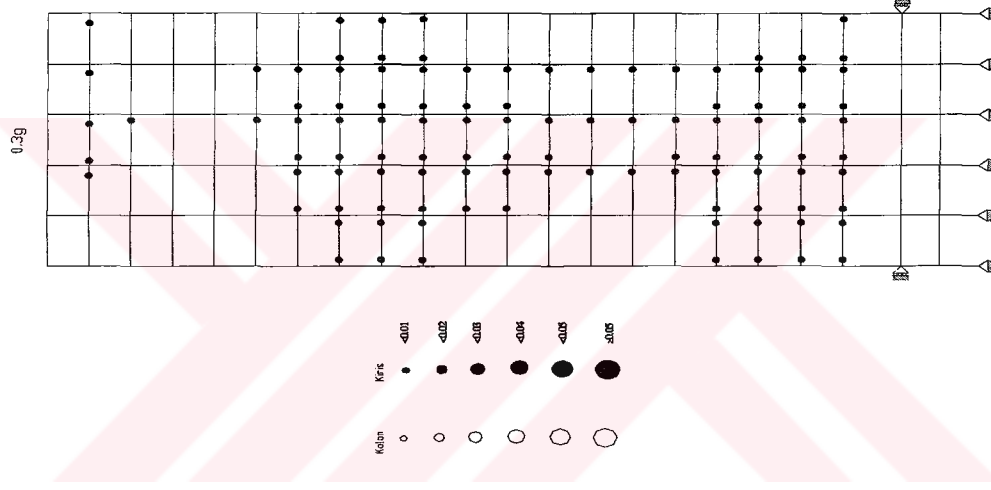
Şekil 3.49 (devam) : Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



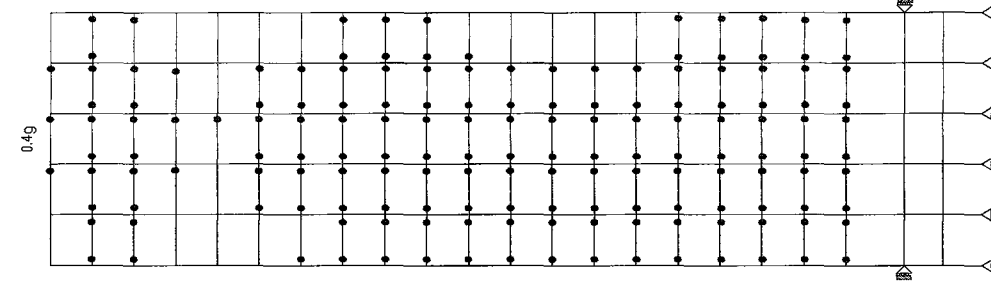
(a)



(b)

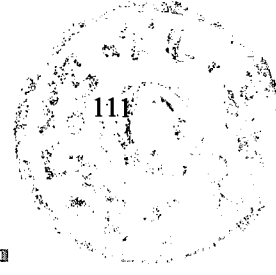


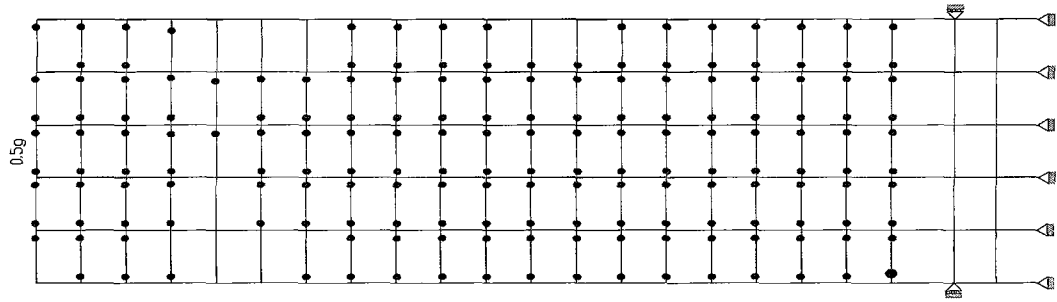
(c)



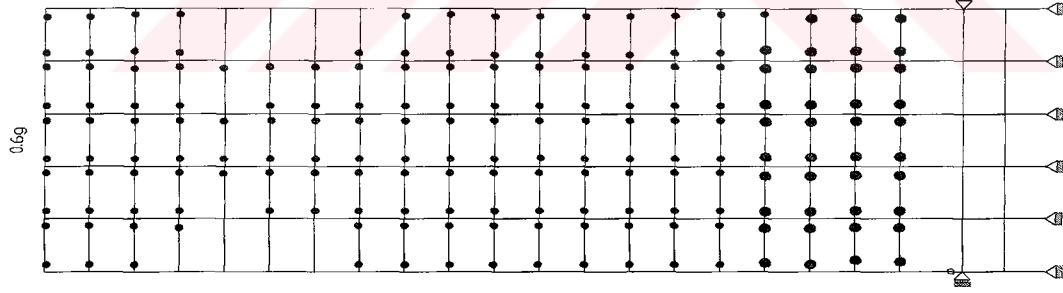
(d)

Şekil 3.50: Parkfield Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

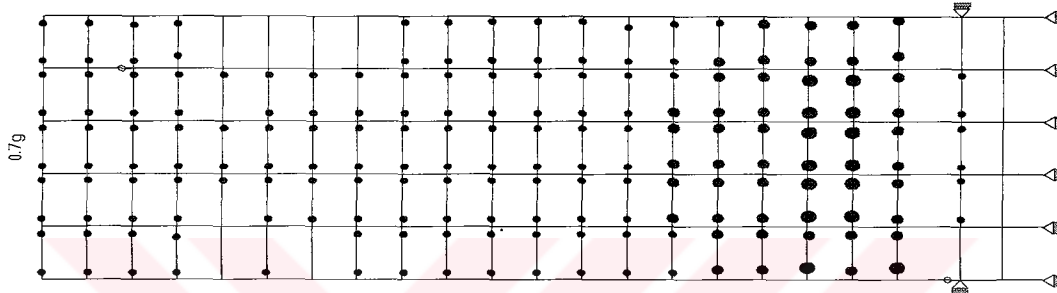




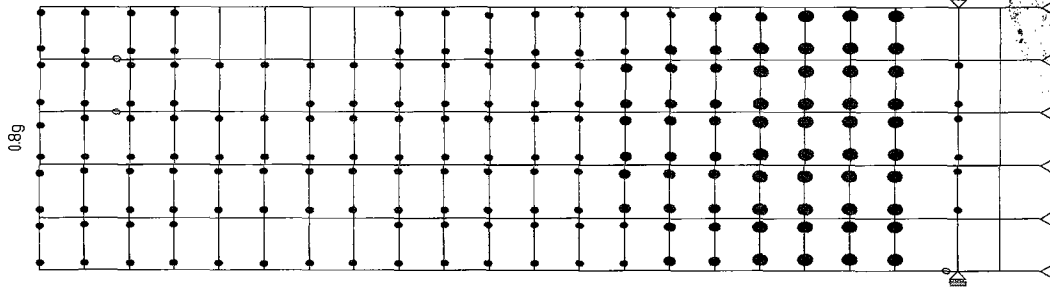
(e)



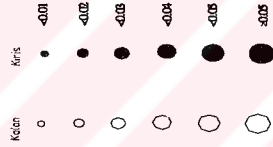
(f)



(g)



(h)



Şekil 3.50 (devam) : Parkfield Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

3.4.2.7. 3-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsal Dönme Değerleri

El Centro depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda % 2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %2'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.51.

İzmit NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda % 2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %3'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.52.

Miyagi EW depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda % 2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %3'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda sırasıyla %4'den küçük ve %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.53.

Miyagi NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda % 2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %4'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda sırasıyla %5'den küçük ve %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.54.

Northridge depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda % 2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %2'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda sırasıyla %4'den küçük ve %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.55.

Olympia depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %3'den kolonlarda % 2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %4'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük,

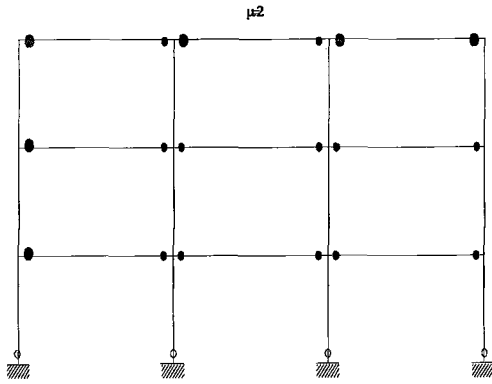
kolonlarda sırasıyla %5'den küçük ve %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.56.

Parkfield depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %1'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %3'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda %5'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.8, Şekil 3.57.

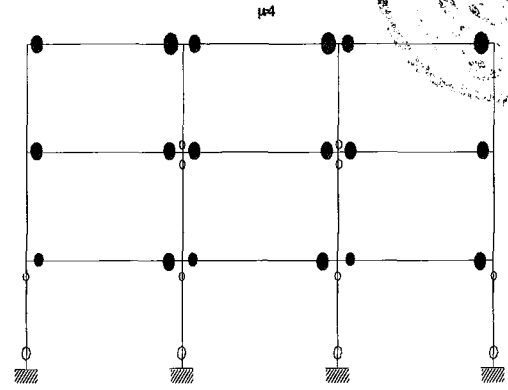


Tablo 3.8: 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum plastik mafsal dönme değerleri

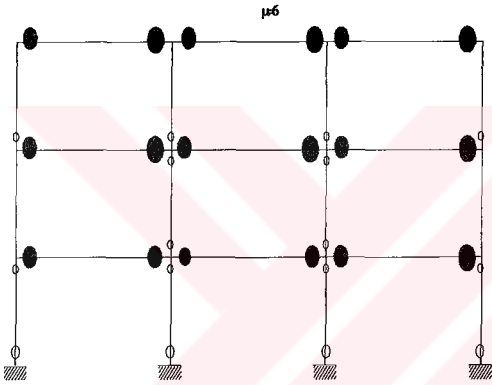
3 kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
2	<%2	<%1	<%2	-	<%2	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1	<%2	-
4	<%4	<%2	<%4	<%2	<%4	<%2	<%4	<%2	<%4	<%2	<%3	<%2	<%4	<%1
6	<%5	<%2	<%5	<%3	<%5	<%3	<%5	<%4	>%5	<%2	<%5	<%4	<%5	<%3
8	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%4	>%5	<%5	>%5	<%4	>%5	<%5	>%5	<%4
>%5	>%5	>%5	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	<%5	



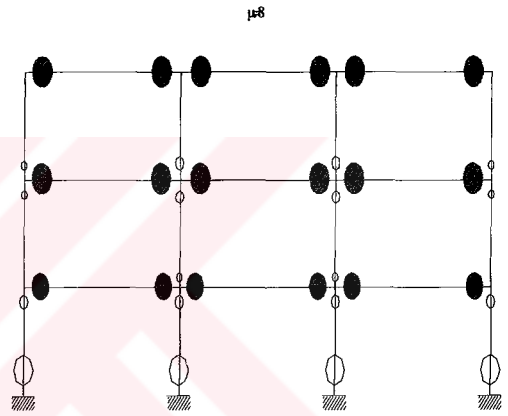
(a)



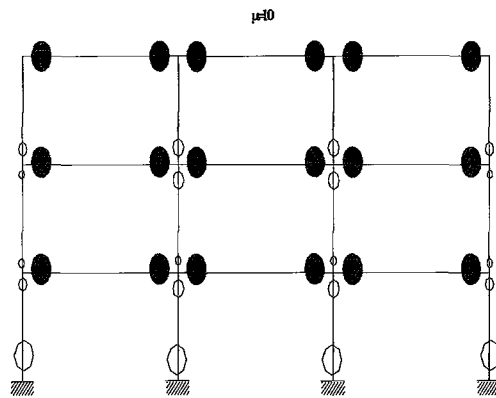
(b)



(c)



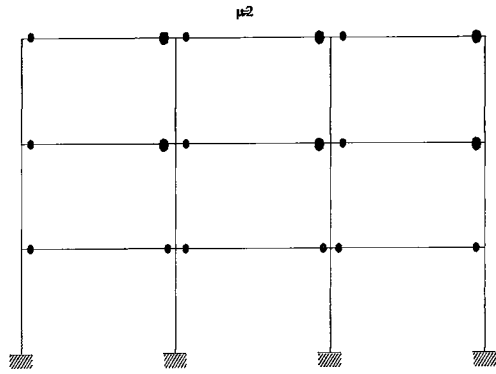
(d)



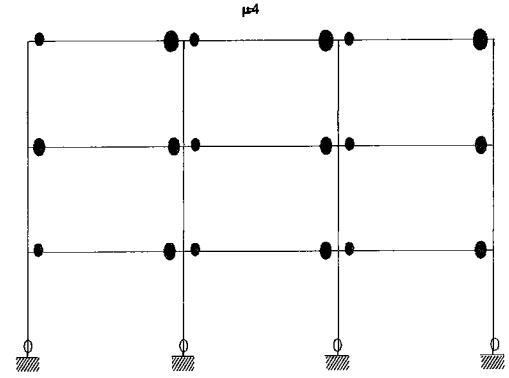
(e)

Kısm	Kritik
0	• <0.01
0	• <0.02
0	• <0.03
0	• <0.04
0	• <0.05
0	• <0.05

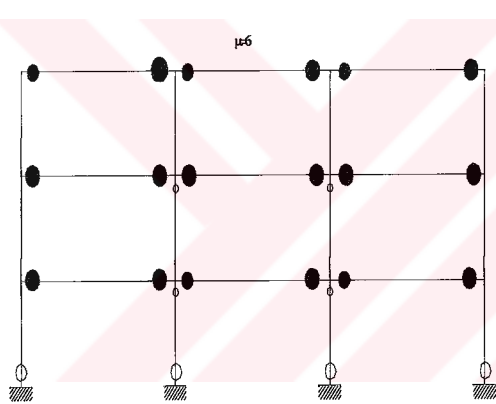
Şekil 3.51: $\mu=2,4,6,8,10$ için El Centro Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



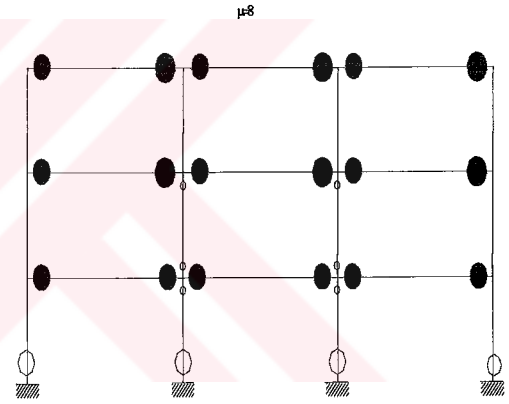
(a)



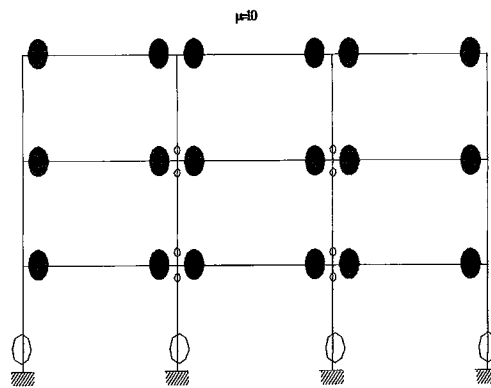
(b)



(c)



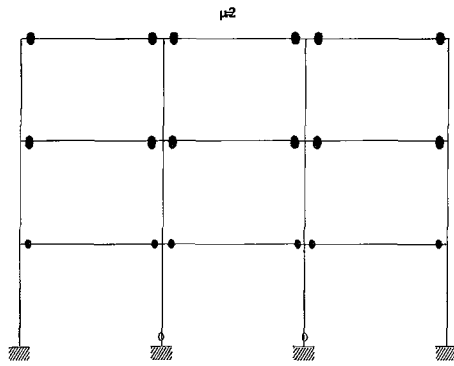
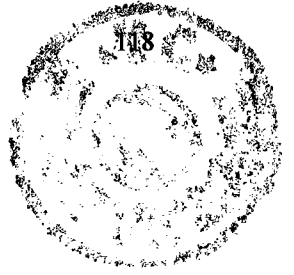
(d)



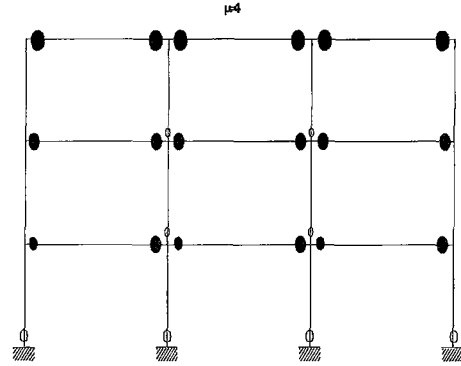
(e)

Kısm	Kış
0	• -0.01
0	• -0.02
0	• -0.03
0	• -0.04
0	• -0.05
0	• -0.05

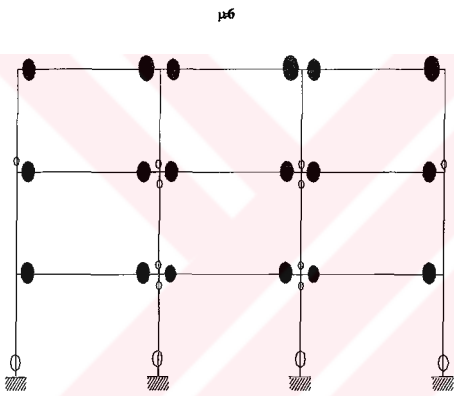
Şekil 3.52: $\mu=2,4,6,8,10$ için İzmit N-S Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



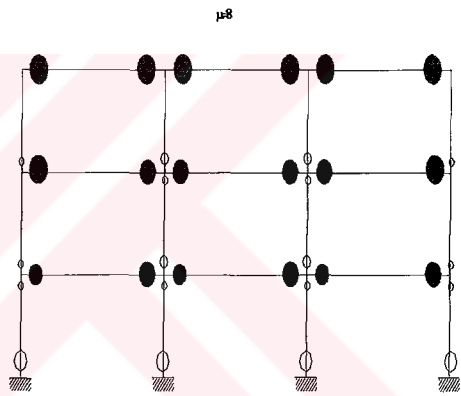
(a)



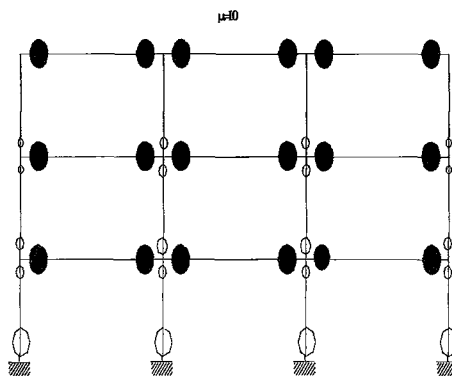
(b)



(c)



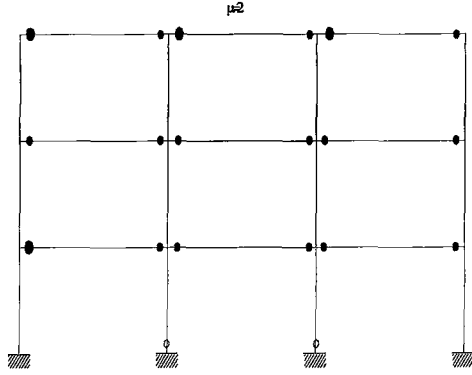
(d)



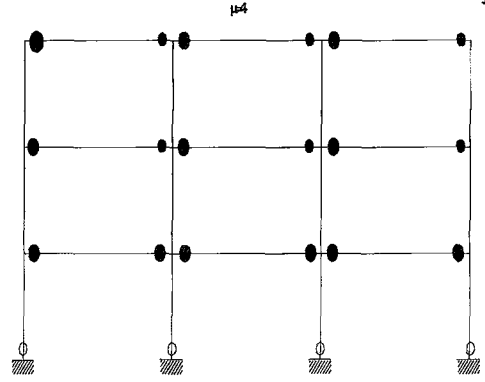
(e)

Kısm	Kış
0	• -0.01
0	• -0.02
0	• -0.03
0	• -0.04
0	• -0.05
0	• -0.06
0	• -0.07

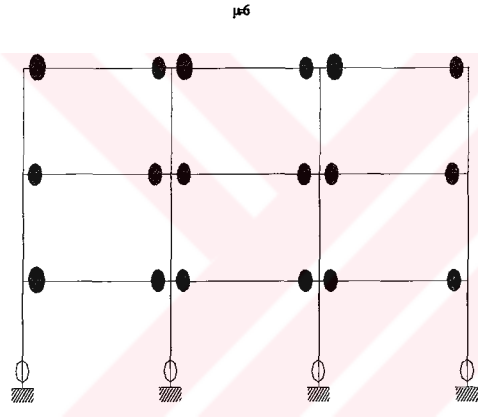
Şekil 3.53: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi E-w Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



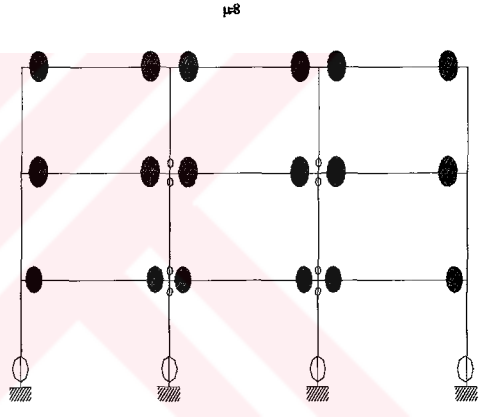
(a)



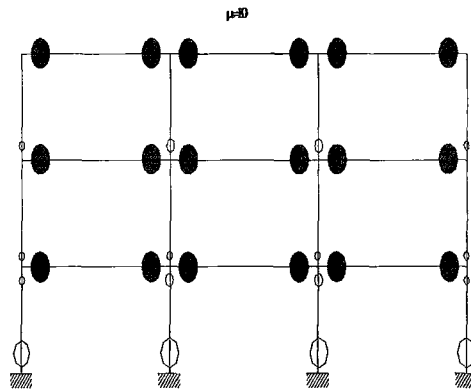
(b)



(c)



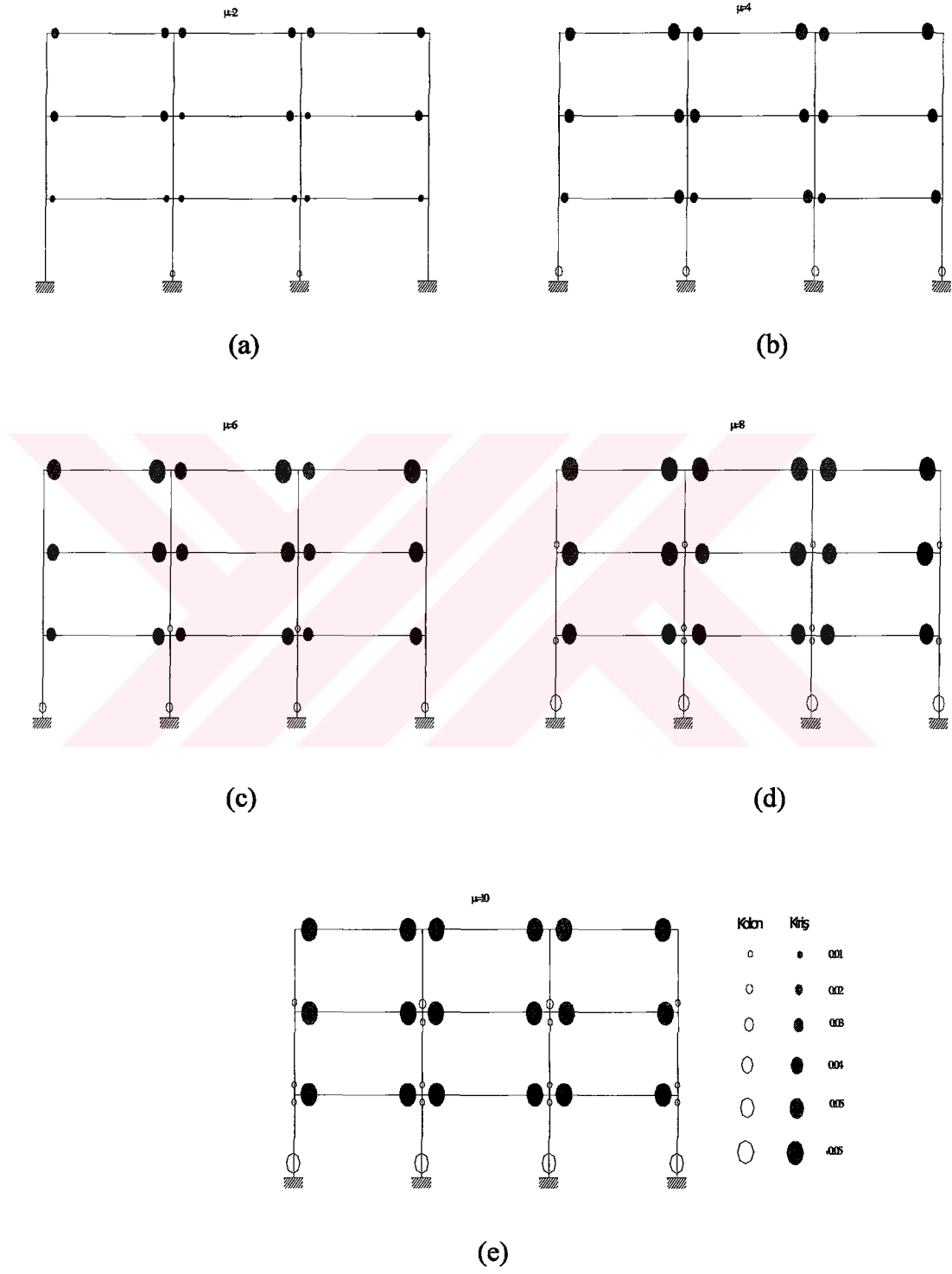
(d)



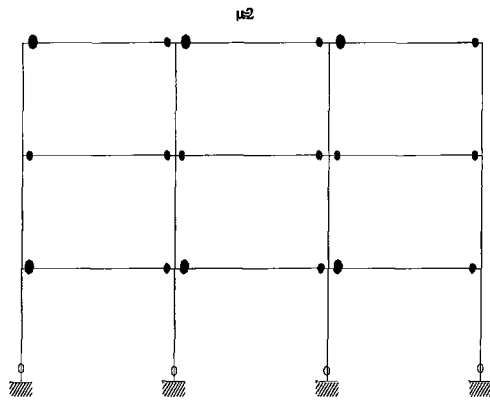
(e)

Kısm	Kısm	
0	•	<0.01
0	•	<0.02
0	•	<0.03
0	•	<0.04
0	•	<0.05
0	•	<0.05

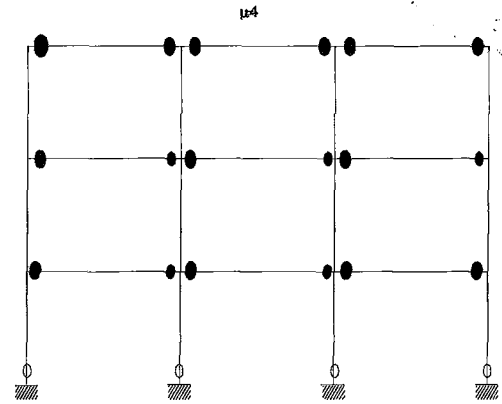
Şekil 3.54: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



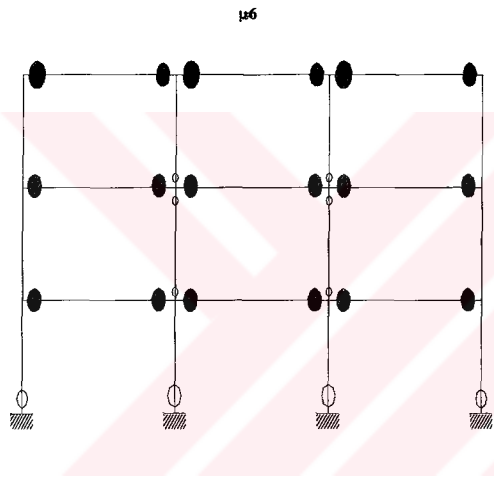
Şekil 3.55: $\mu=2,4,6,8,10$ için Northridge Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



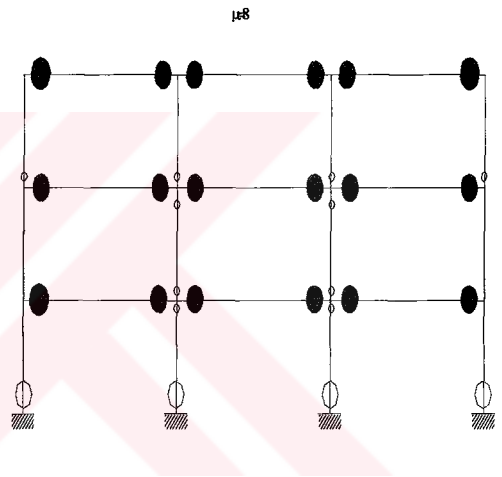
(a)



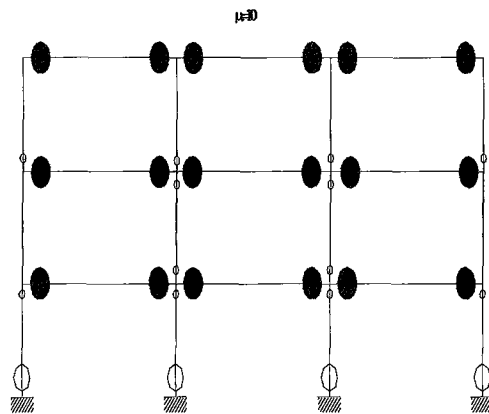
(b)



(c)



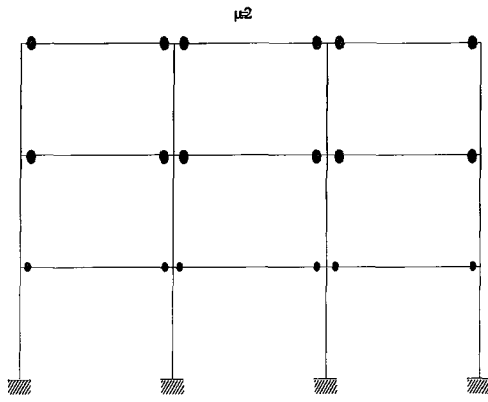
(d)



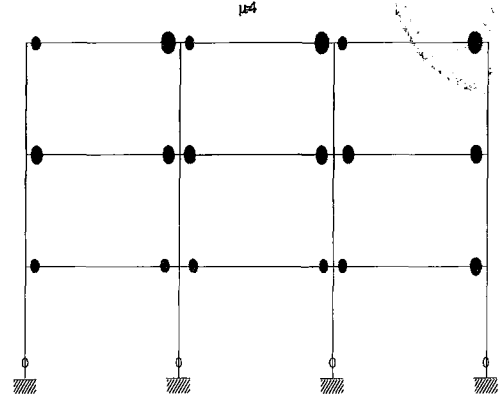
(e)

K _{den}	K _{is}
○	● -0.01
○	● -0.02
○	● -0.03
○	● -0.04
○	● -0.05
○	● -0.06

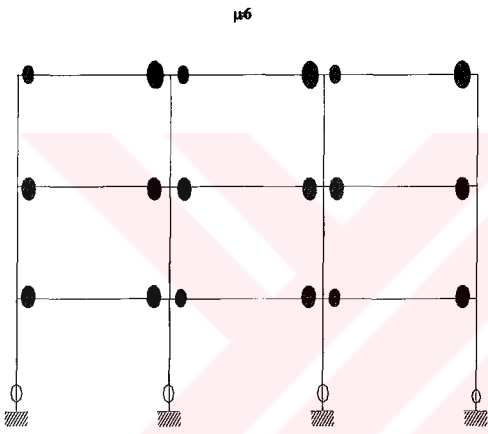
Şekil 3.56: $\mu=2,4,6,8,10$ için Olympia Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



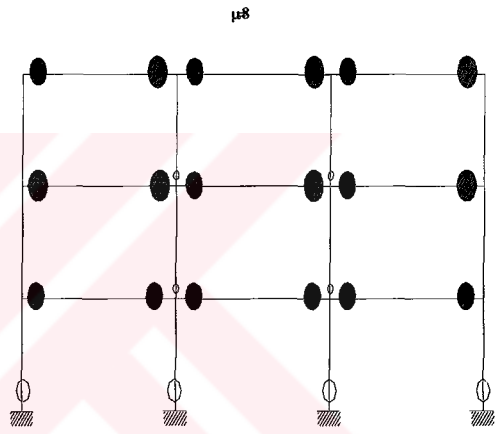
(a)



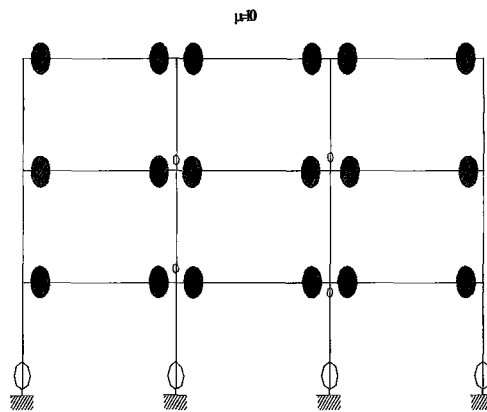
(b)



(c)



(d)



(e)

Kısm	Kısm
0	• -0.01
0	• -0.02
0	• -0.03
0	• -0.04
0	• -0.05
0	• -0.06

Şekil 3.57: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parkfield Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri

3.4.2.8. 9-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmiş Analizi Maksimum Plastik Mafsallık Dönme Değerleri

El Centro depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %4'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.58.

İzmit NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$ için kirişlerde %3'den kolonlarda %2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %4'den küçük plastik mafsallık oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.59.

Miyagi EW depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %2'den küçük plastik mafsallık oluşmuştur. $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %5'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.60.

Miyagi NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=4$ için kirişlerde %4'den küçük, kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.61.

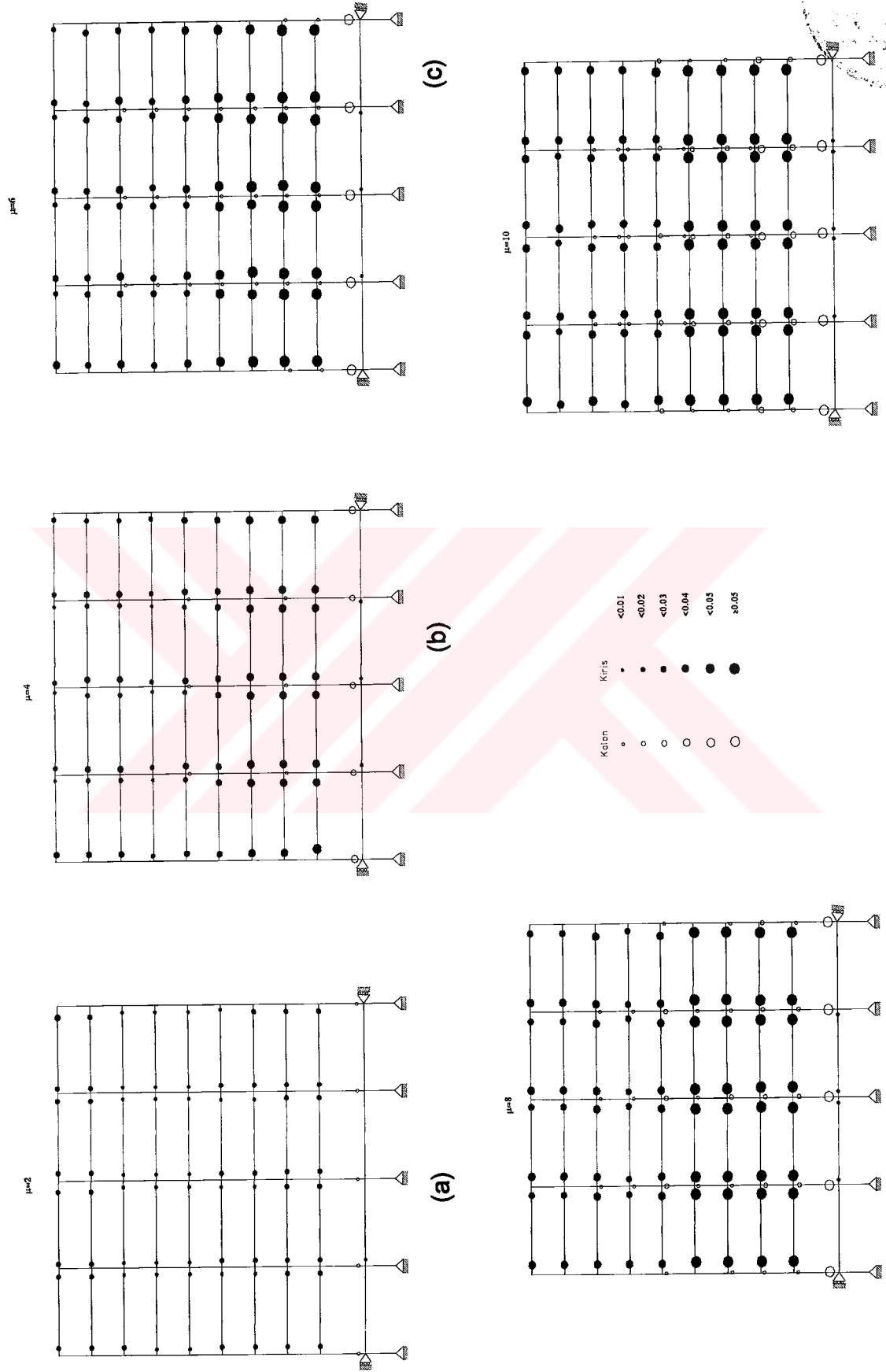
Northridge $\mu=2$ için kirişlerde %3'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %3'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.62.

Olympia depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %3'den kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.63.

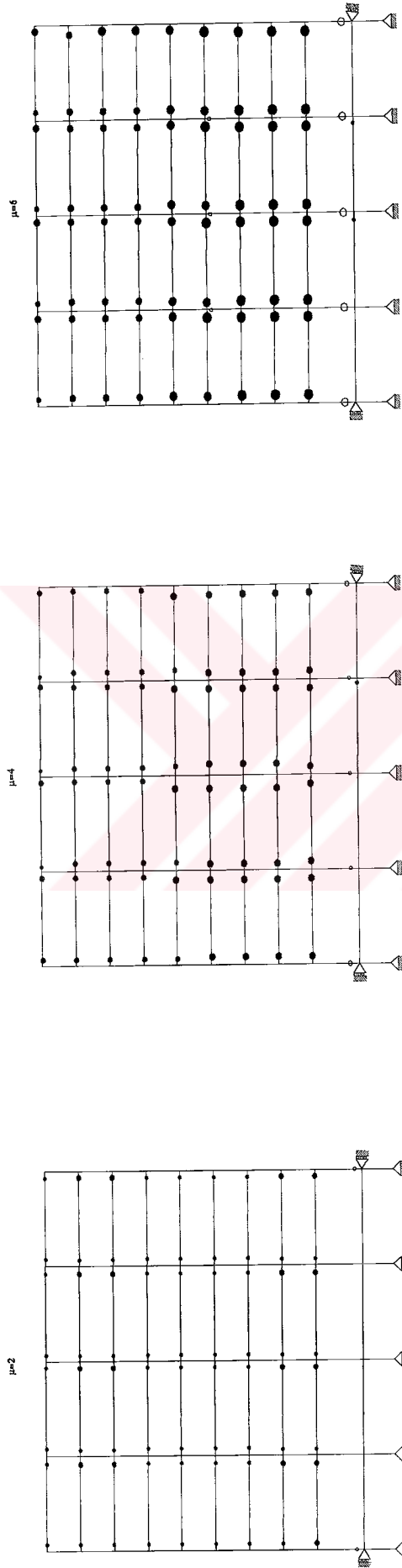
Parkfield depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %3'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.64.

Tablo 3.9: 9 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum plastik mafsal dönme değerleri

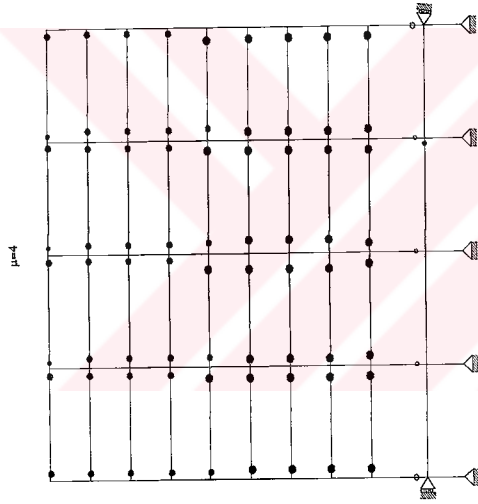
9 kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
2	<%3	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1	<%2	<%1	<%3	-	<%2	<%1	<%2	<%1
4	<%5	<%4	<%3	<%2	<%4	<%2	<%4	>%5	<%4	<%3	<%3	<%1	<%4	<%3
6	>%5	>%5	<%5	<%4	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5
8	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5
10	>%5	>%5	>%5	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5



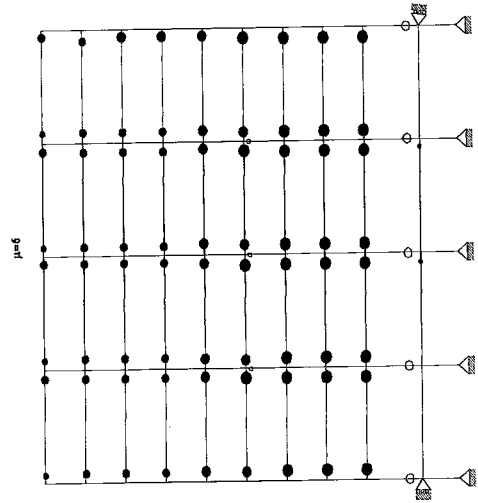
Şekil 3.58: $\mu=2,4,6,8,10$ için El Centro Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



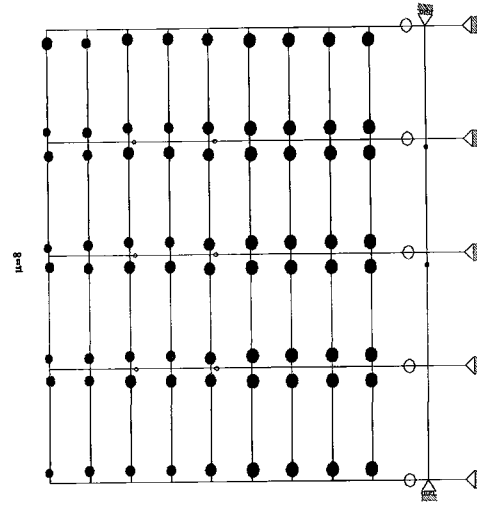
(a)



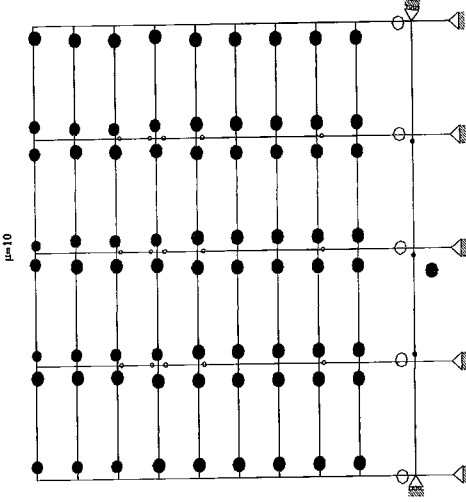
(b)



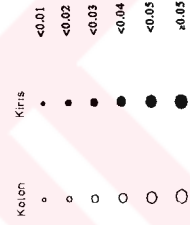
(c)



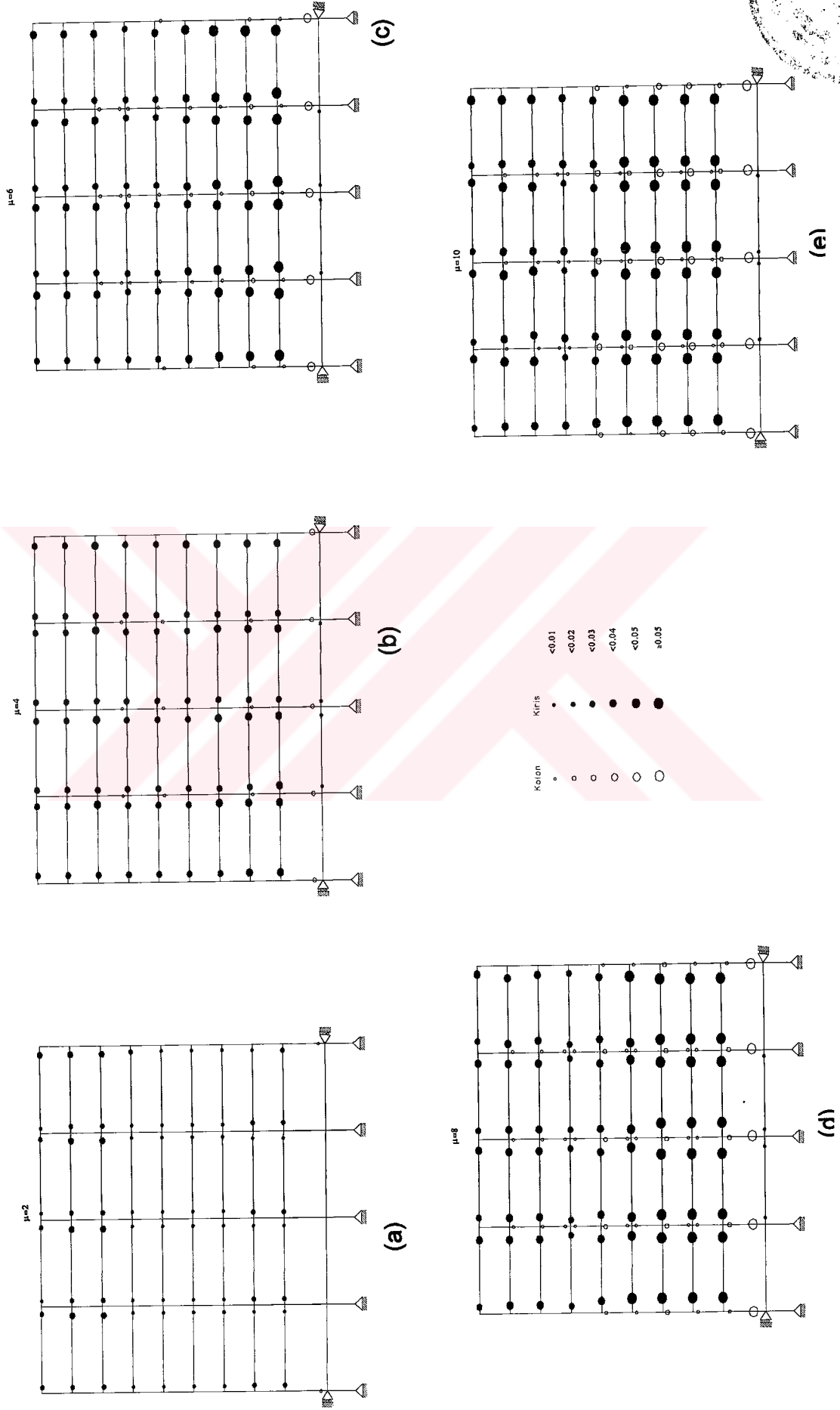
(d)



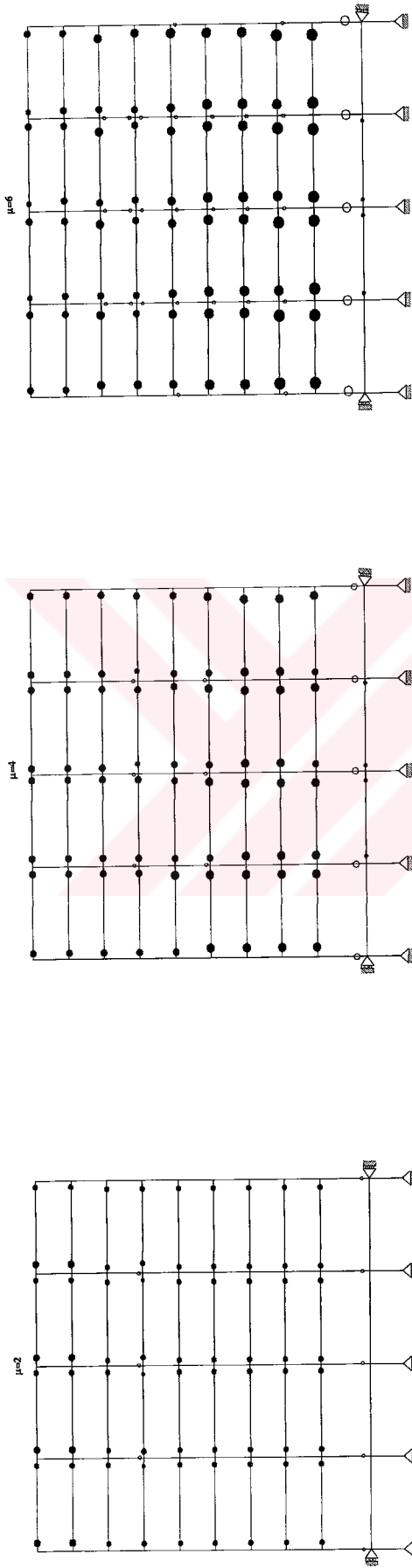
(e)



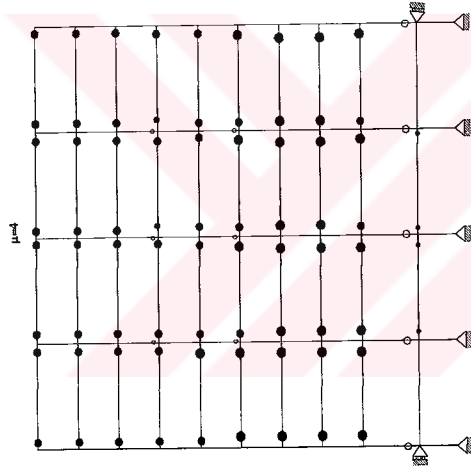
Şekil 3.59: $\mu=2,4,6,8,10$ için İzmit N-S Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



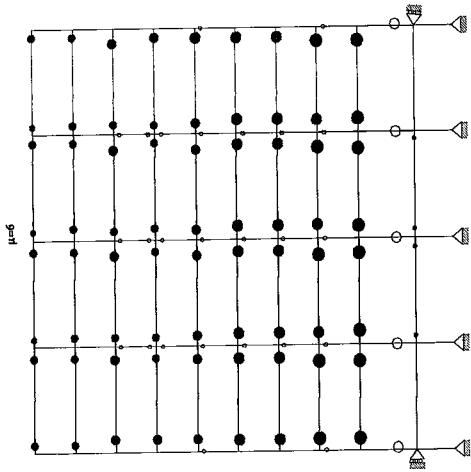
Şekil 3.60: $\mu=2, 4, 6, 8, 10$ için Miyagi E-W Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



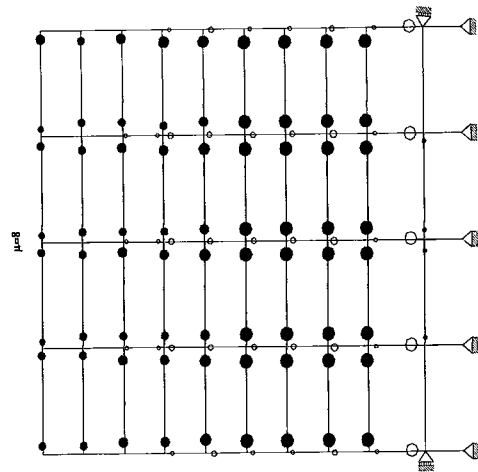
(a)



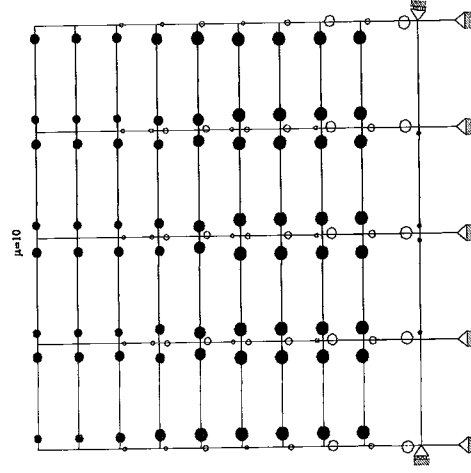
(b)



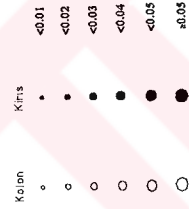
(c)



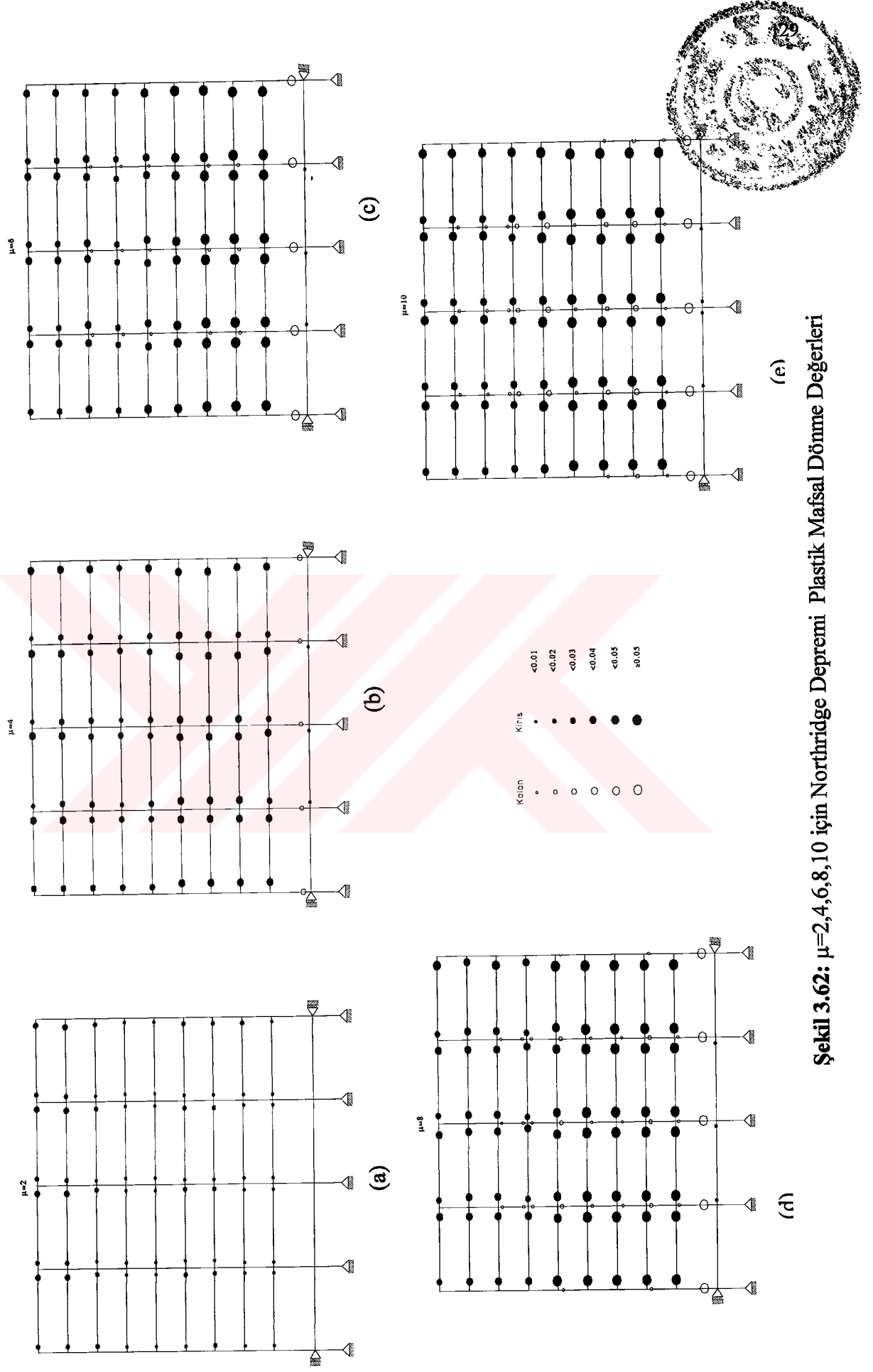
(d)



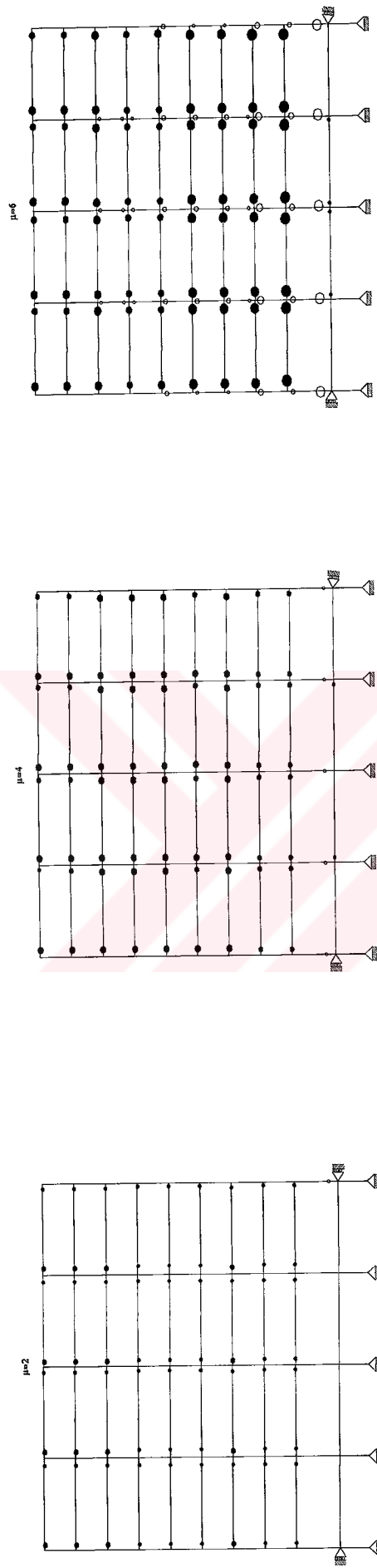
(e)



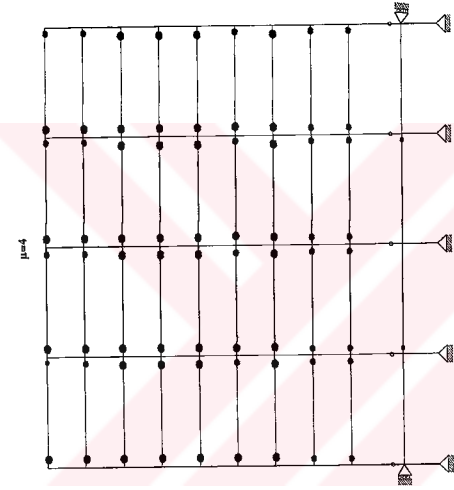
Şekil 3.61: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



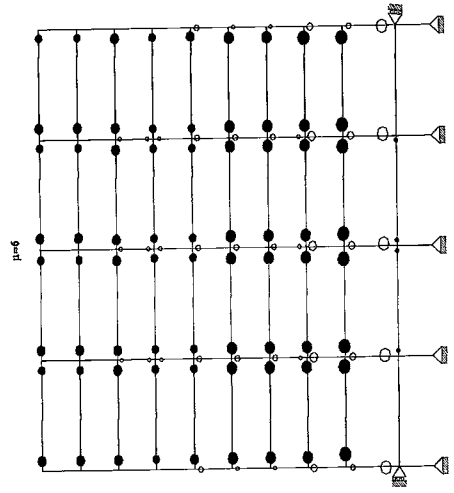
Şekil 3.62: $\mu=2,4,6,8,10$ için Northridge Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



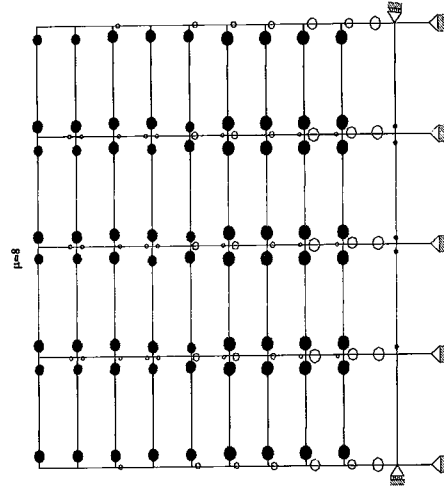
(a)



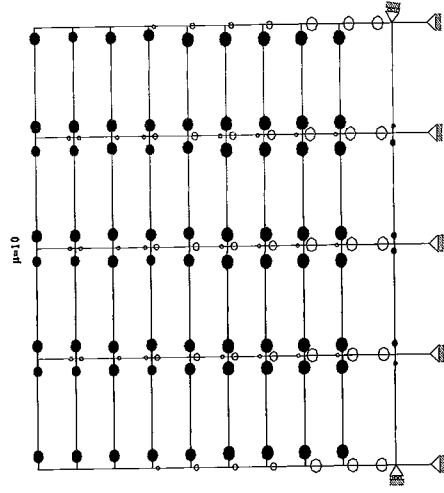
(b)



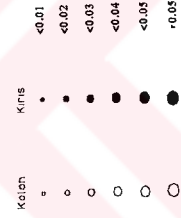
(c)



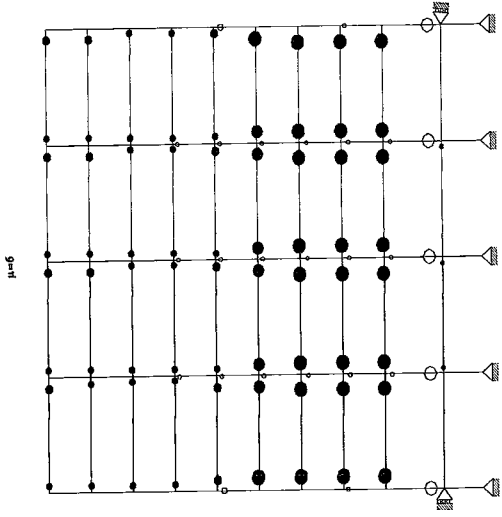
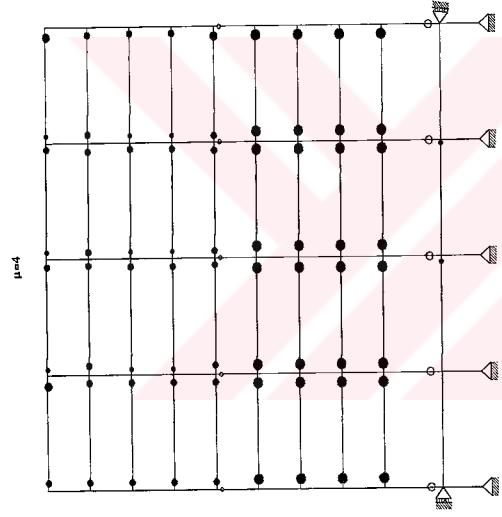
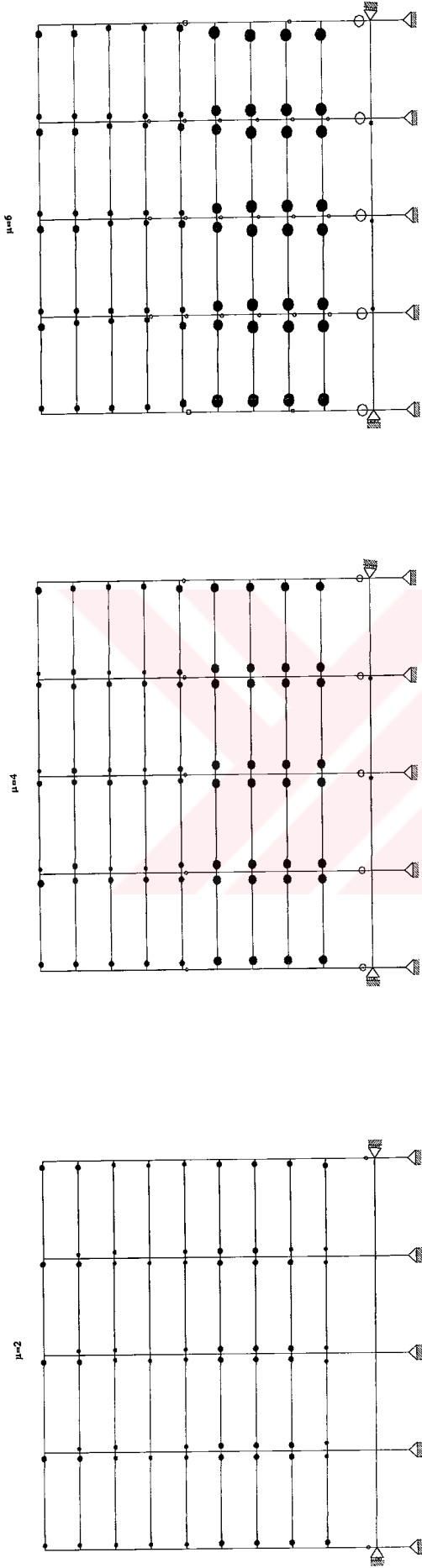
(d)



(e)



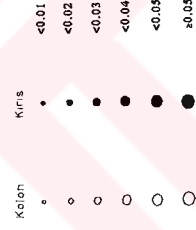
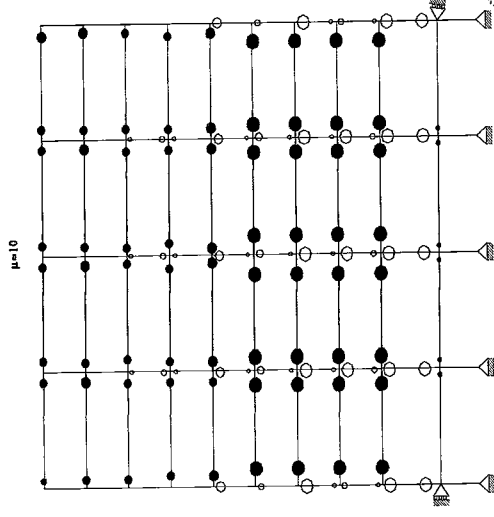
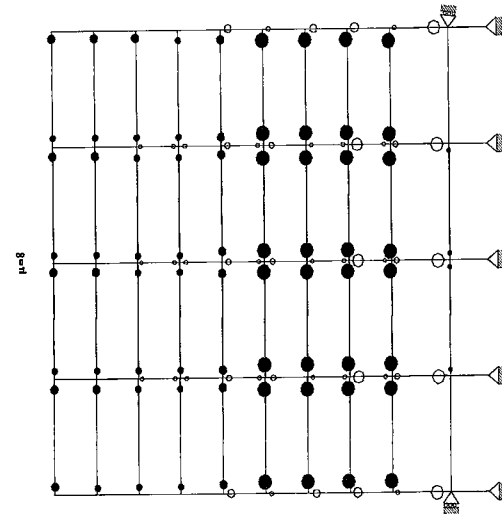
Şekil 3.63: $\mu=2,4,6,8,10$ için Olympia Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



(a)

(b)

(c)



Şekil 3.64: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parkfield Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri

3.4.2.9. 20-Kath Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Plastik Mafsall Dönme Değerleri

El Centro depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %3'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.10, Şekil 3.65.

İzmit NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %2'den $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %5'den küçük plastik mafsall oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.10, Şekil 3.66.

Miyagi EW depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %4'den küçük plastik mafsall oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallar oluşmuştur. Tablo 3.10, Şekil 3.67.

Miyagi NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.10, Şekil 3.68.

Northridge $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda 1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.10, Şekil 3.69.

Olympia depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %5'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.9, Şekil 3.70.

Parkfield depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallar oluşmuştur. $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.10, Şekil 3.71.

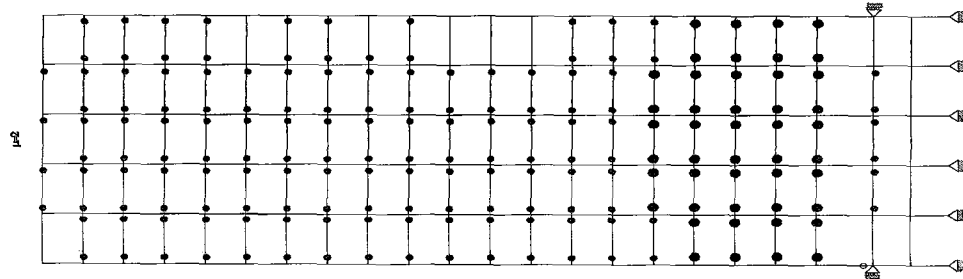
Tablo 3.10: 20 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum plastik mafsal dönme değerleri

20 kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
2	<%2	<%1	<%2	<%1	<%3	<%1	<%3	<%1	<%3	<%1	<%3	<%1	<%2	<%1
4	<%5	<%3	<%4	<%2	<%5	<%4	>%5	<%4	>5%	<%4	>%5	<%5	>%5	>%5
6	>%5	>%5	>%5	<%5	>%5	>5%	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5
8	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5
10	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5

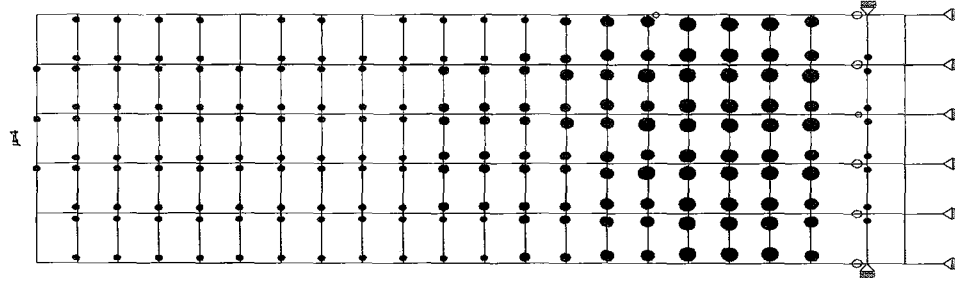
Kısmi Kırılma

$\bullet$ <0.01
 $\bullet$ <0.02
 $\bullet$ <0.03
 $\bullet$ <0.04
 $\bullet$ <0.05
 $\bullet$ >0.05

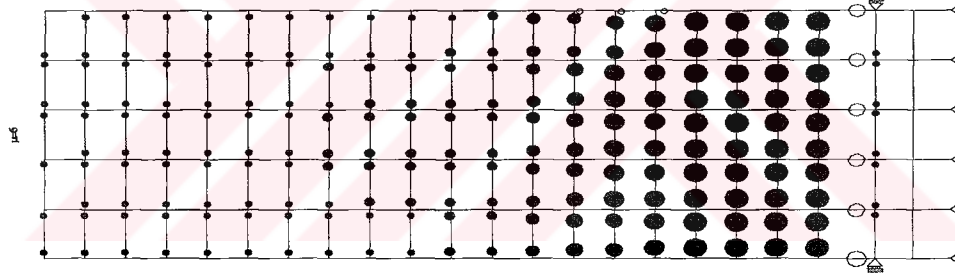
$\circ$ <0.01
 $\circ$ <0.02
 $\circ$ <0.03
 $\circ$ <0.04
 $\circ$ <0.05
 $\circ$ >0.05



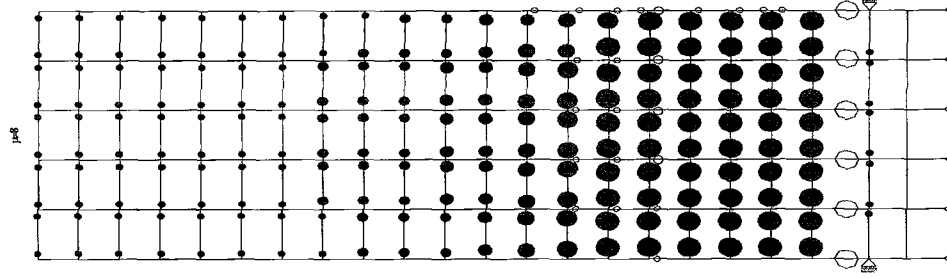
(a)



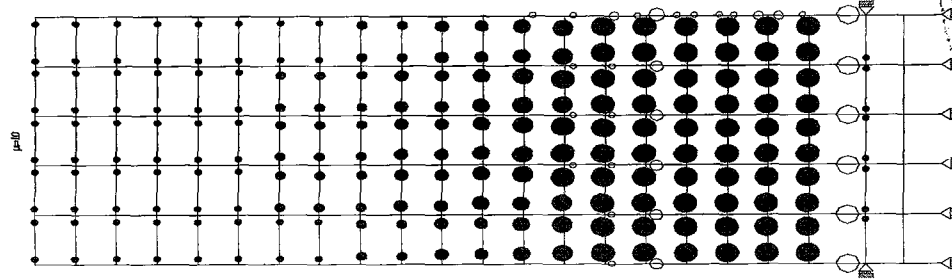
(b)



(c)

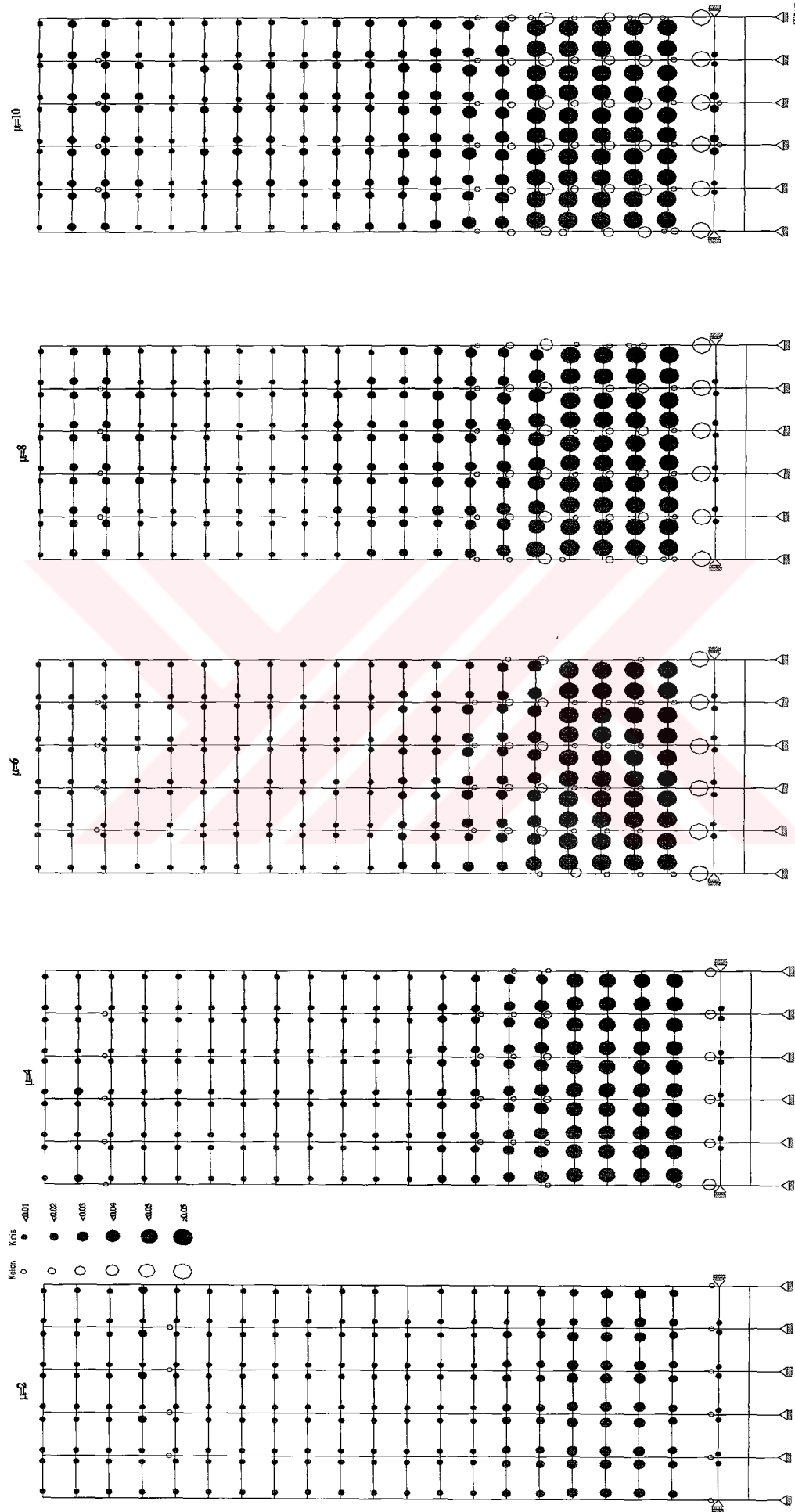


(d)



(e)

Şekil 3.66: $\mu=2,4,6,8,10$ için İzmit N-S Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



(a)

(b)

(c)

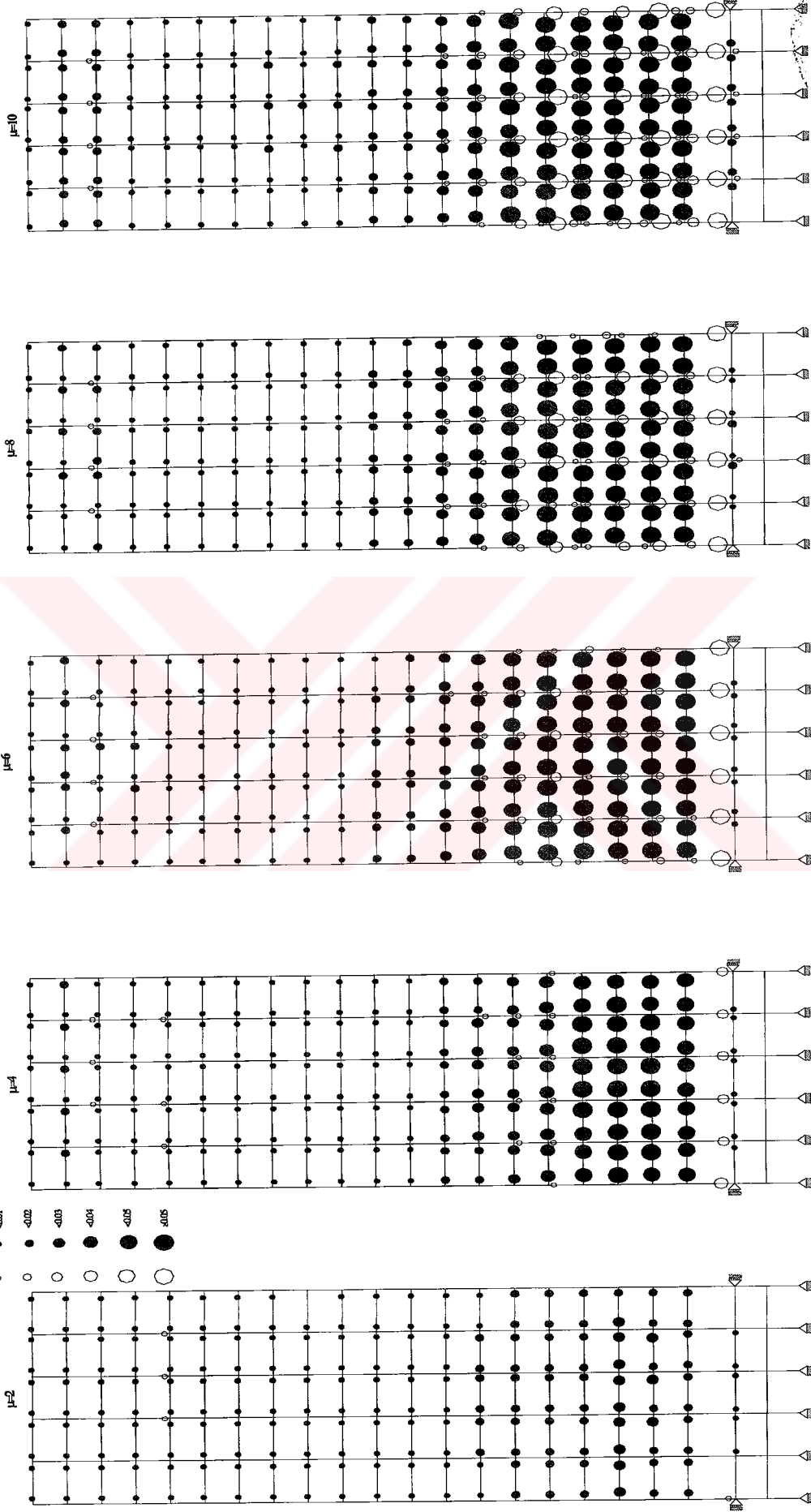
(d)

(e)

Şekil 3.67: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi E-W Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

Kolon
0

Kiriş
● <0.01
● <0.02
● <0.03
● <0.04
● <0.05
● <0.05



(a)

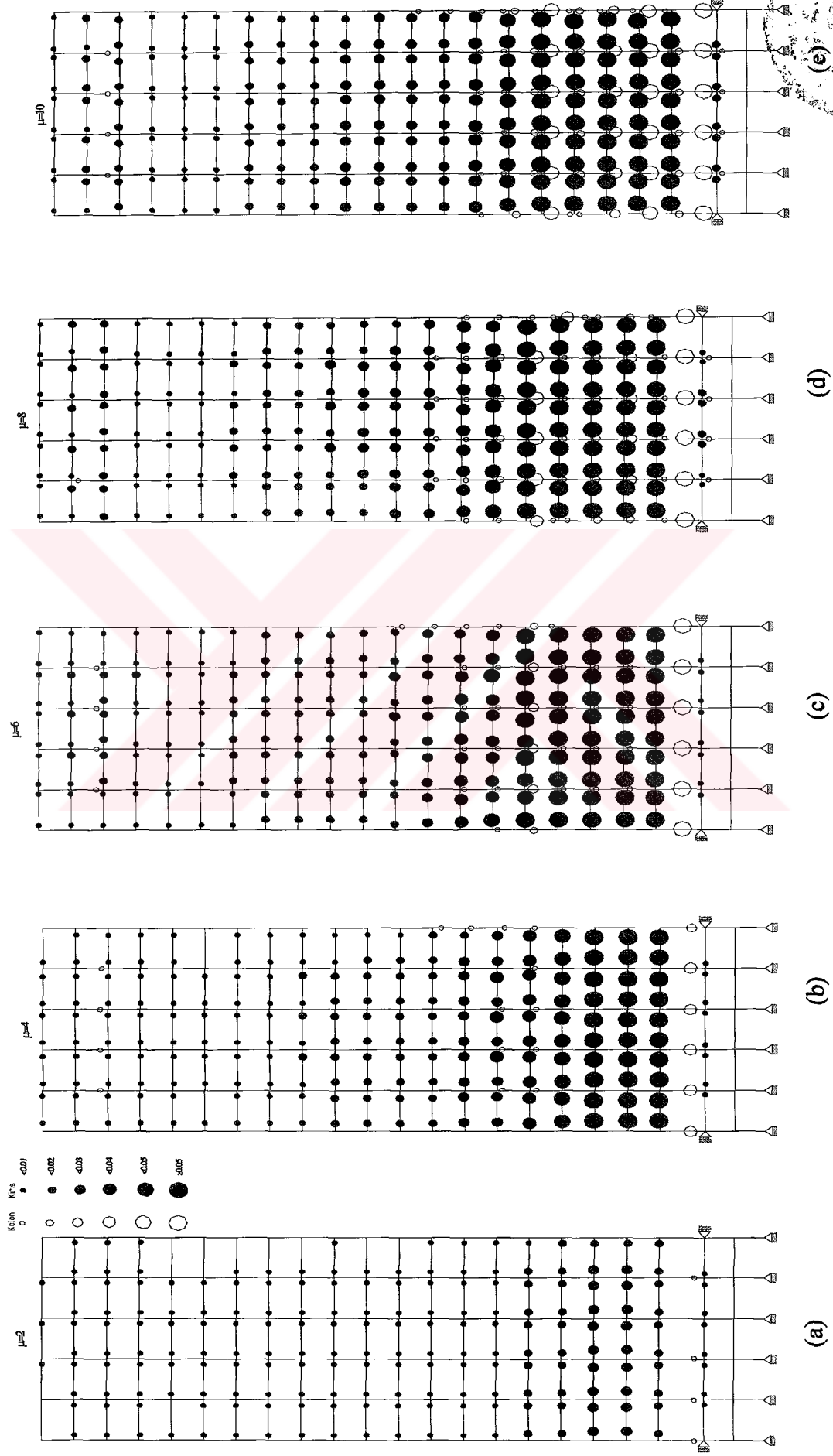
(b)

(c)

(d)

(e)

Şekil 3.68: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri



(a)

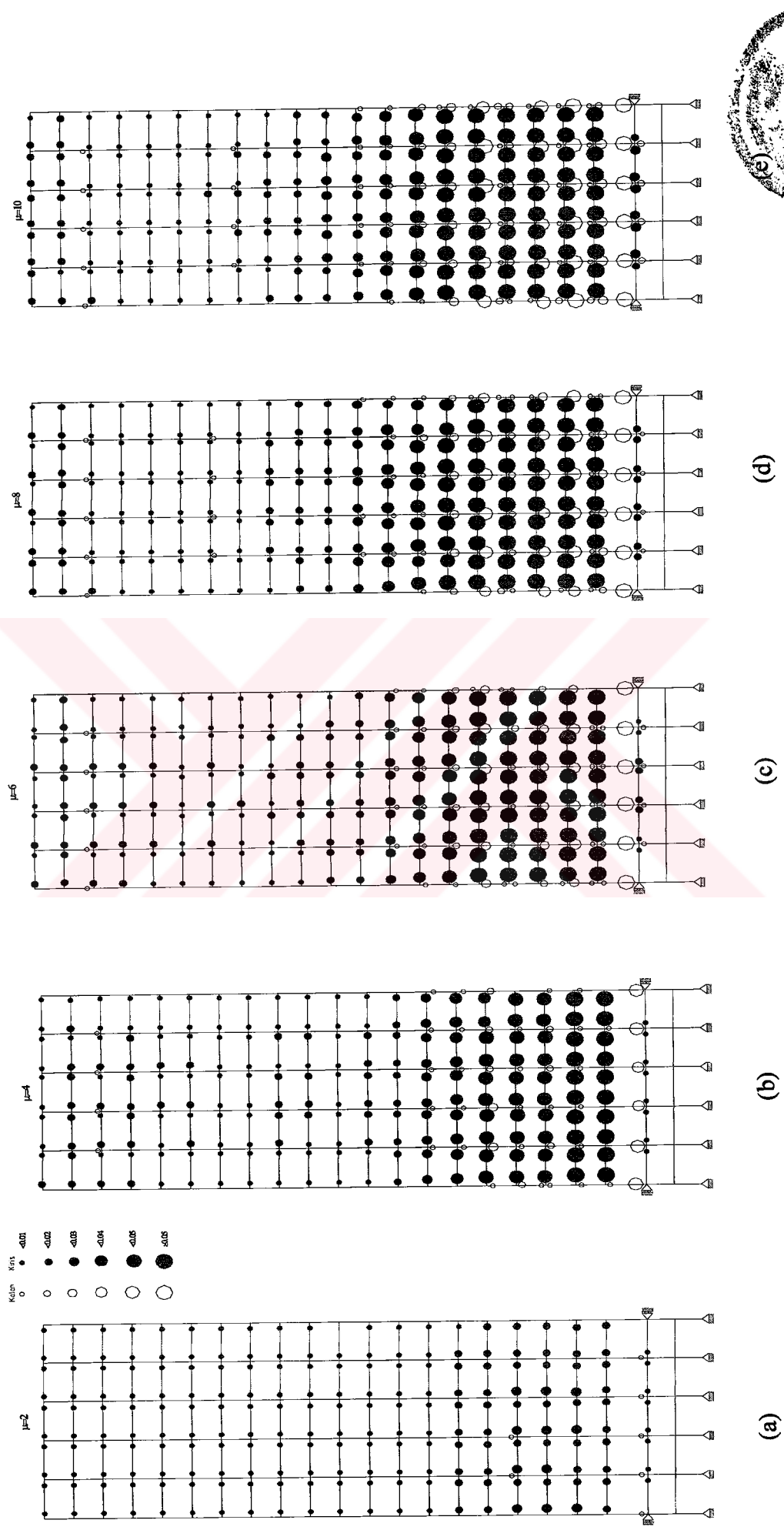
(b)

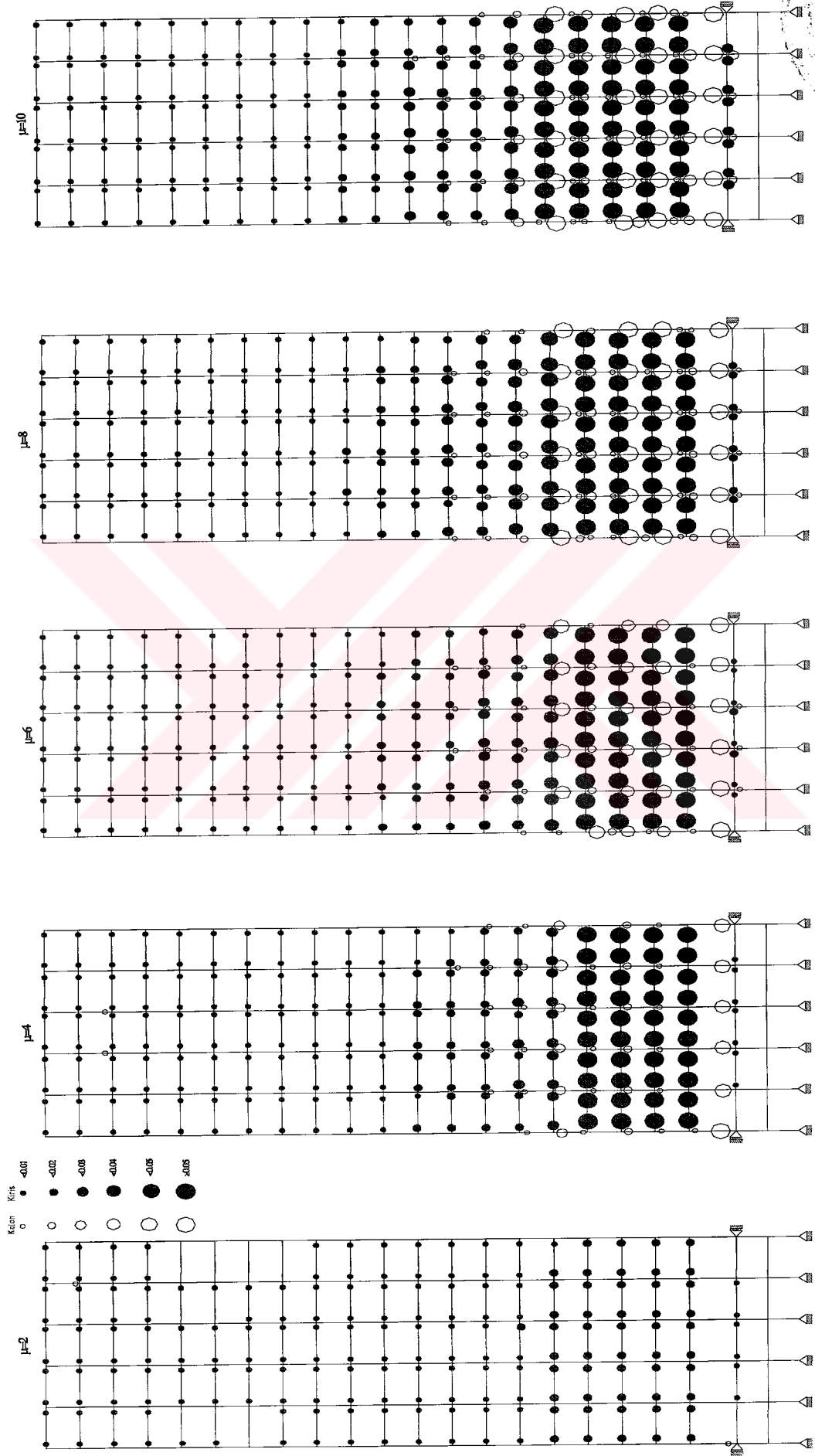
(c)

(d)

(e)

Şekil 3.69: $\mu=2,4,6,8,10$ için Northridge Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri





Şekil 3.71: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parkfield Depremi Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

3.4.2.10. 3-Kath Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmiş Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

El Centro depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den kolonlarda % 3'den, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3.72.

İzmit NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda % 2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3. 73.

Miyagi EW depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3.74.

Miyagi NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3.75.

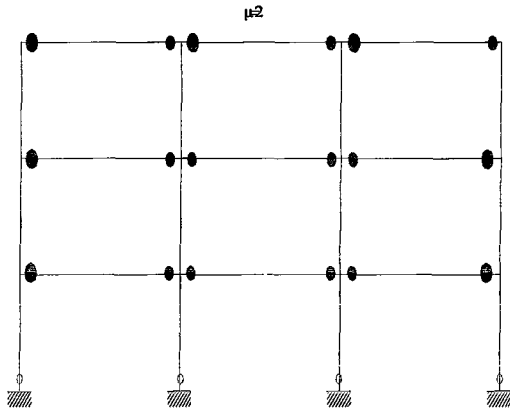
Northridge depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %4'den, kolonlarda %1'den küçük $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda % 2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3.76.

Olympia depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda %5'den küçük, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3.77.

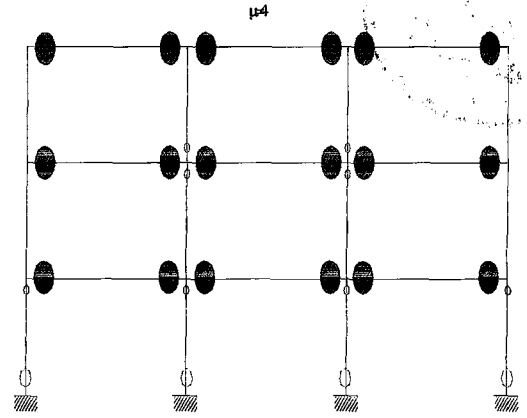
Parkfield depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den kolonlarda % 1'den, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük kolonlarda %3'den küçük plastik mafsal oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda sırayla %4'den ve %5'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.11, Şekil 3.78.

Tablo 3.11: 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum birikimli plastik mafsal dönme değerleri

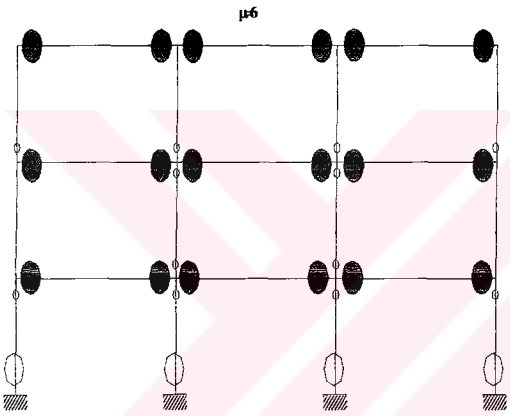
3 katar	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
μ														
2	<%3	<%1	<%2	-	>%5	<%1	>%5	<%1	<%4	<%1	>%5	<%1	<%3	-
4	<%5	<%3	>%5	<%2	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%2	>%5	<%5	<%5	<%1
6	>%5	>%5	>%5	<%4	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%4	>%5	>%5	>%5	<%3
8	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%4
10	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%5



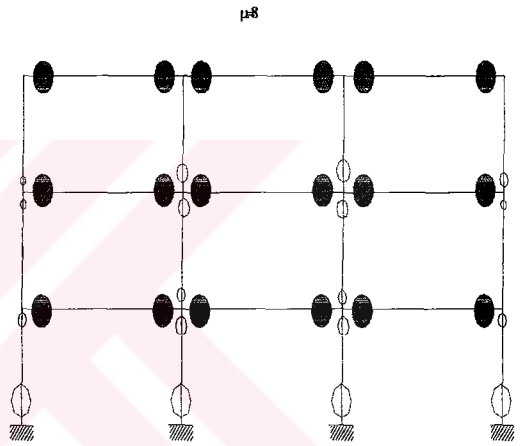
(a)



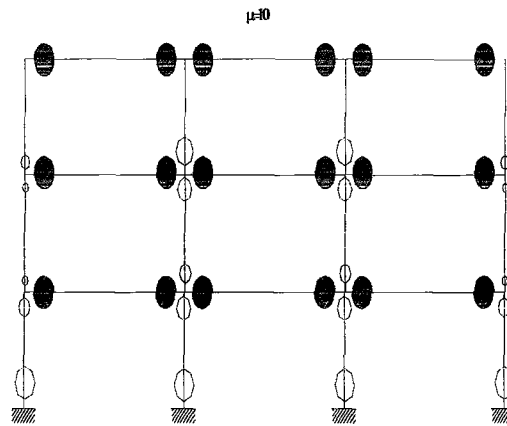
(b)



(c)



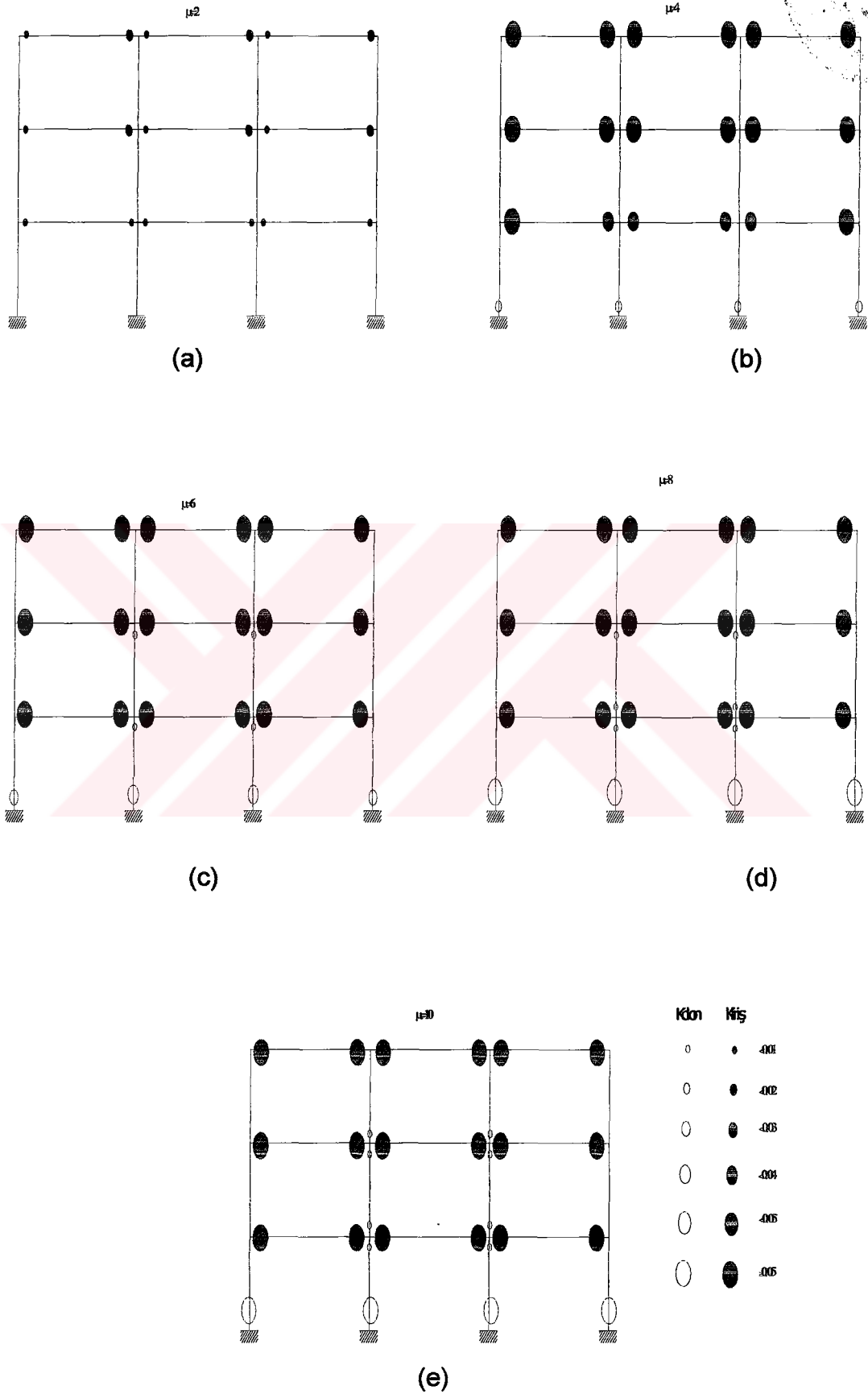
(d)



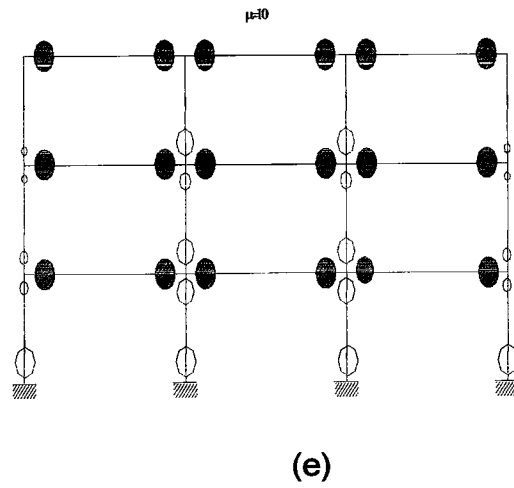
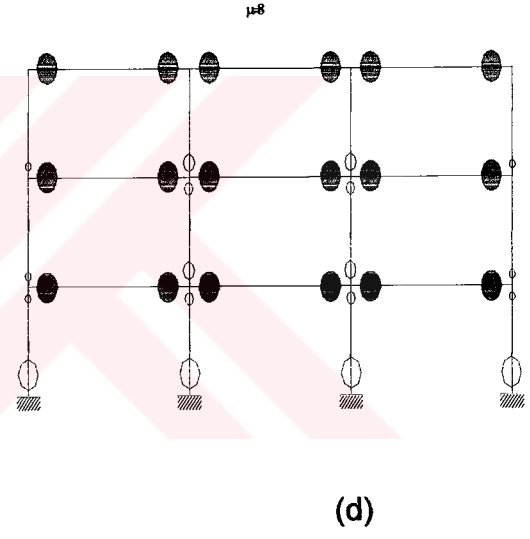
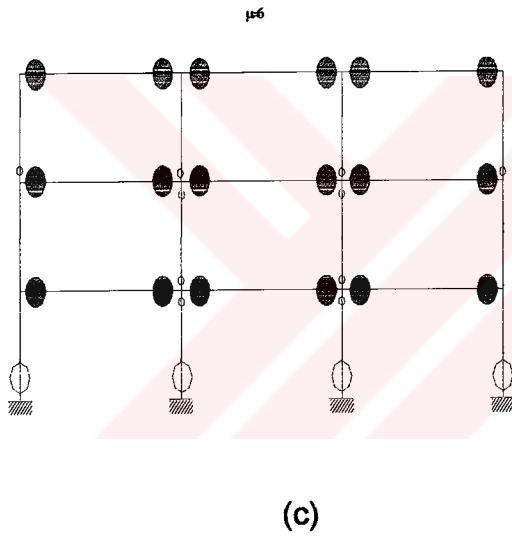
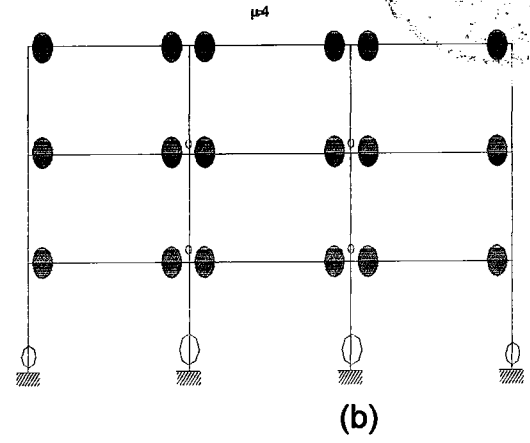
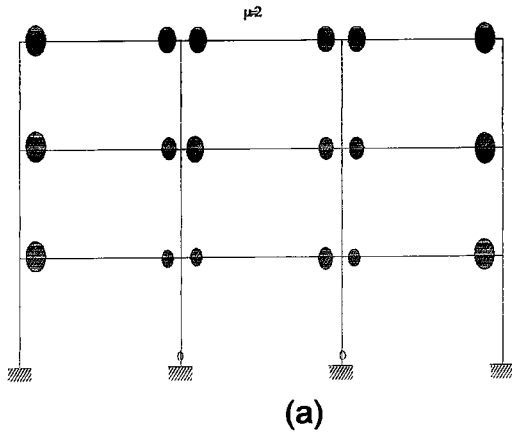
(e)

Kısm	Kırış
0	0 -0.01
0	0 -0.02
0	0 -0.03
0	0 -0.04
0	0 -0.05
0	0 -0.05

Şekil 3.72: $\mu=2,4,6,8,10$ için El Centro Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

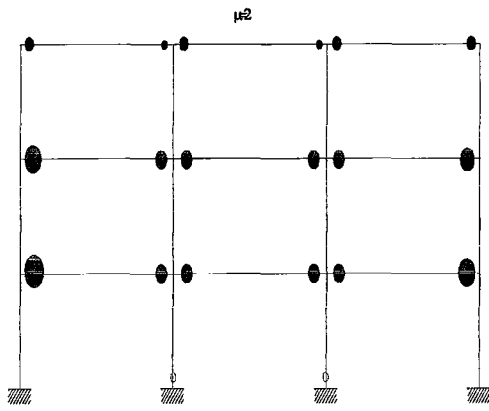


Şekil 3.73: $\mu=2,4,6,8,10$ için İzmit N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

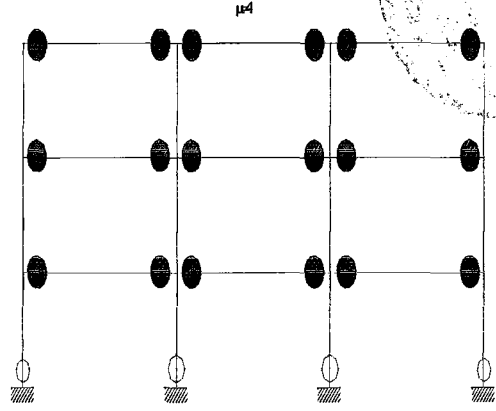


Kolon	Kiriş
○	● <0.01
○	● <0.02
○	● <0.03
○	● <0.04
○	● <0.05
○	● <0.06

Şekil 3.74: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi E-W Depremi Birikimli Plastik Mafsallı Dönme Değerleri

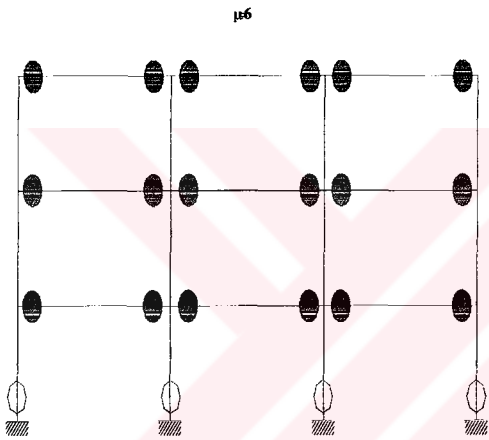


(a)

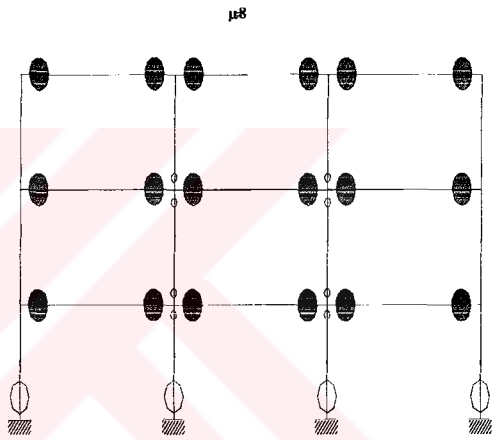


(b)

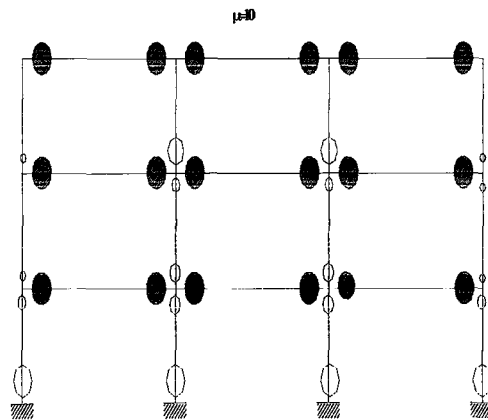
c)



(c)



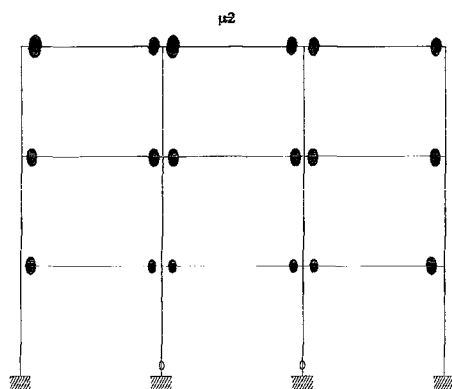
(d)



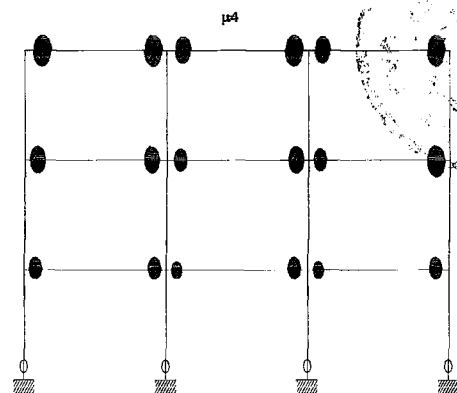
(e)

Kısm	Kış
0	• -0.01
0	• -0.02
0	• -0.03
0	• -0.04
0	• -0.05
0	• -0.05

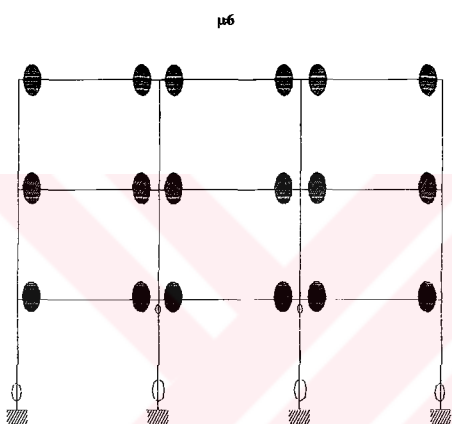
Şekil 3.75: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi N-S Depremi Plastik Mafsal Dönme Değerleri



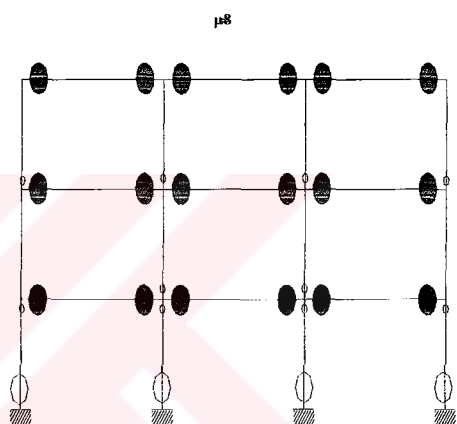
(a)



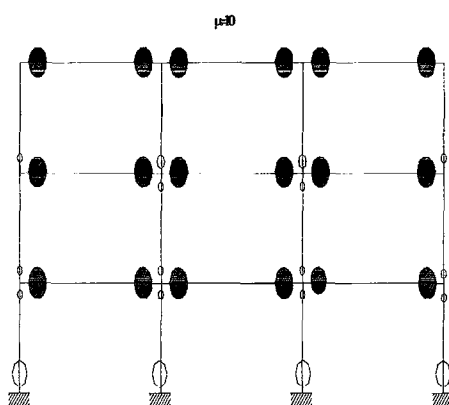
(b)



(c)



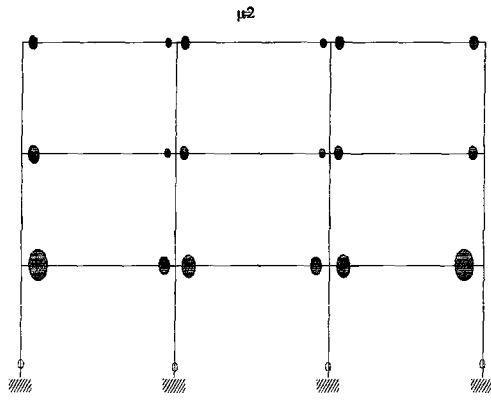
(d)



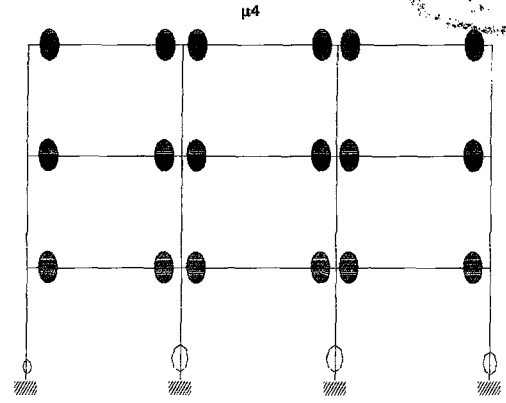
(e)

Kısm	Kısm
0	0.01
0	0.02
0	0.03
0	0.04
0	0.05
0	0.05

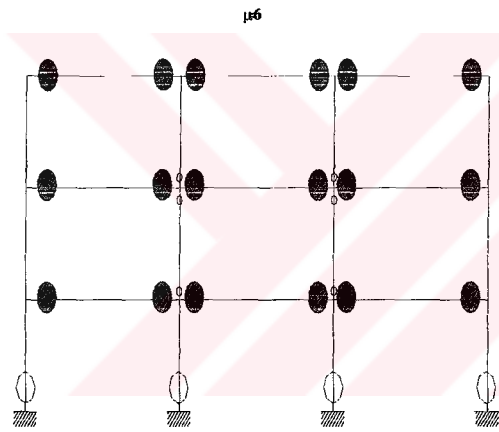
Şekil 3.76: $\mu=2,4,6,8,10$ için Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



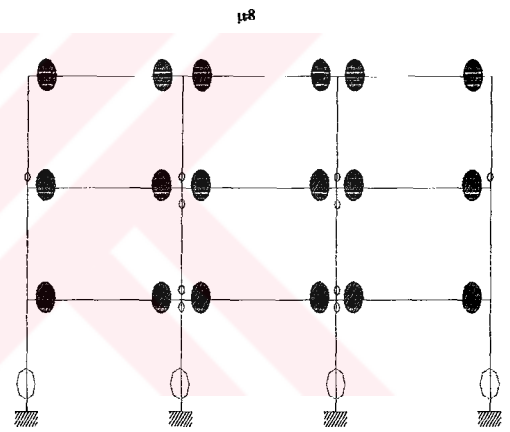
(a)



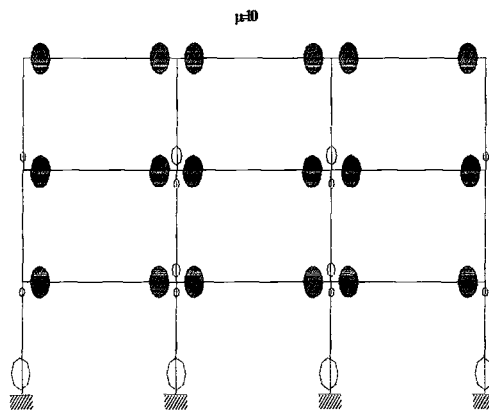
(b)



(c)



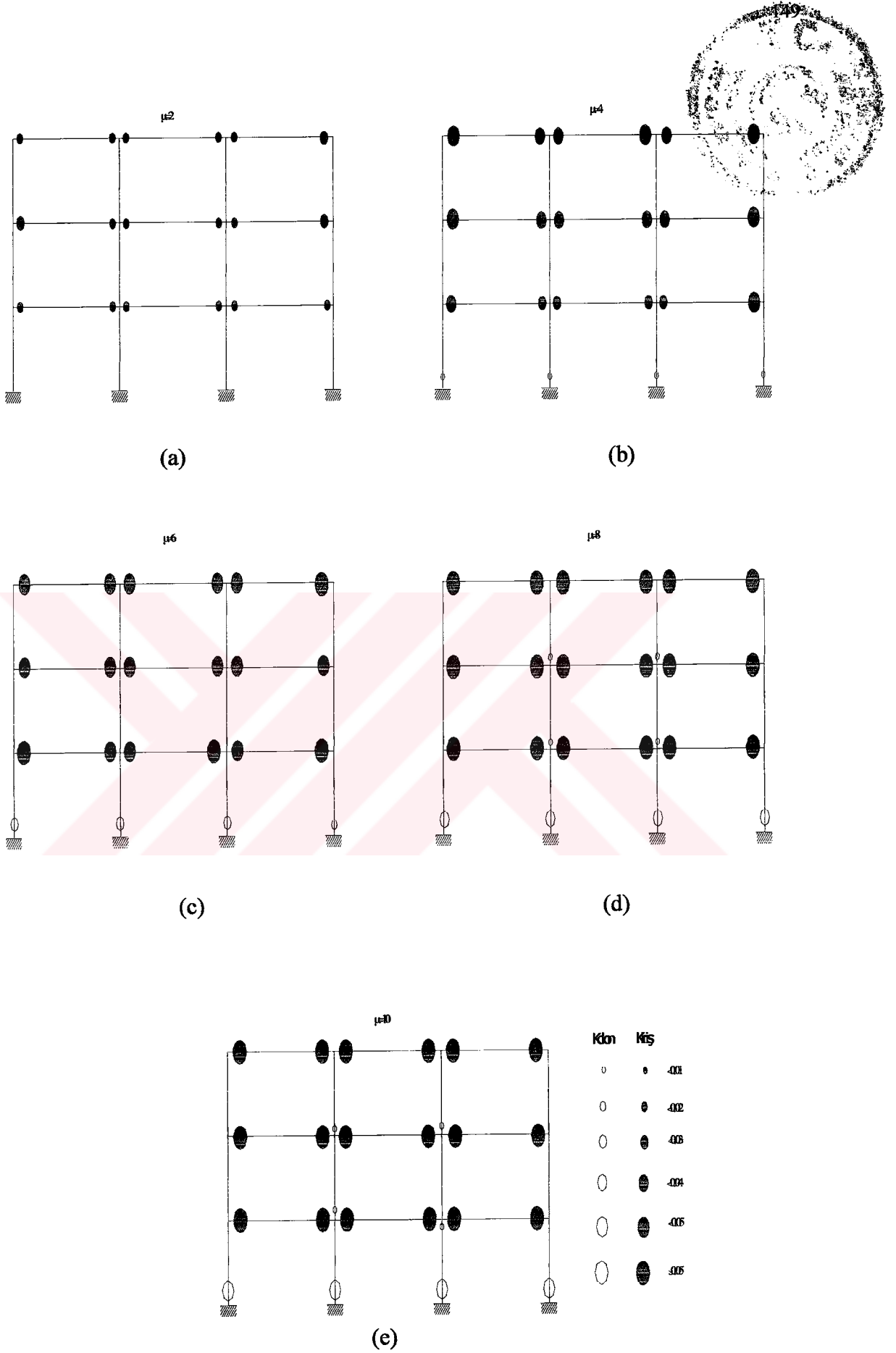
(d)



(e)

Kısm	Kıç
0	• -0.01
0	• -0.02
0	• -0.03
0	• -0.04
0	• -0.05
0	• -0.05

Şekil 3.77: $\mu=2,4,6,8,10$ için Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



Şekil 3.78: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parkfield Depremi Birikimli Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri

3.4.2.11. 9-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri

El Centro depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.79.

İzmit NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük plastik mafsall oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.80.

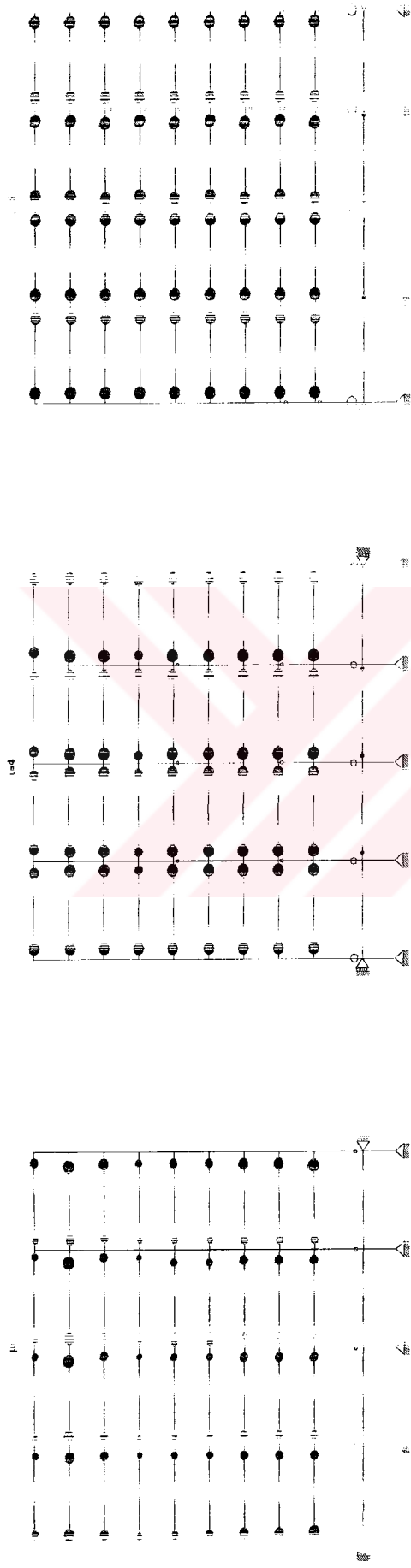
Miyagi EW depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.81.

Miyagi NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.82.

Northridge depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den, kolonlarda %3'den küçük, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.83.

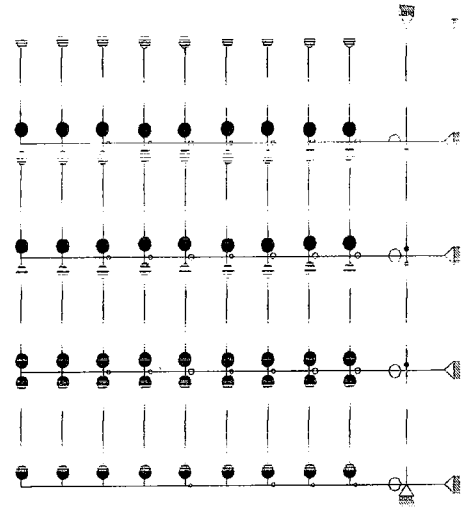
Olympia depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %4'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.84.

Parkfield depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.12, Şekil 3.85.

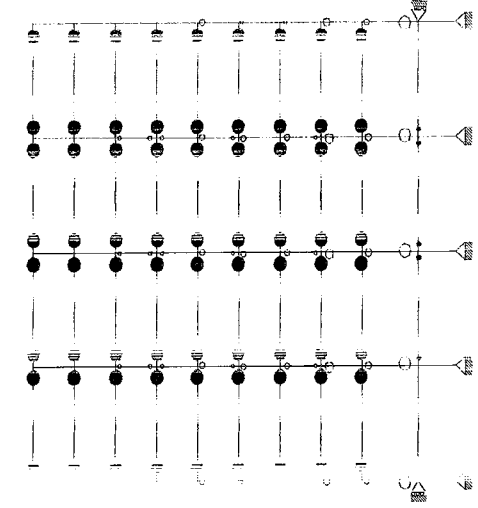


(a)

(b)

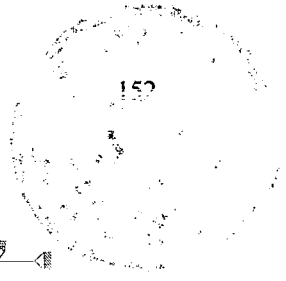


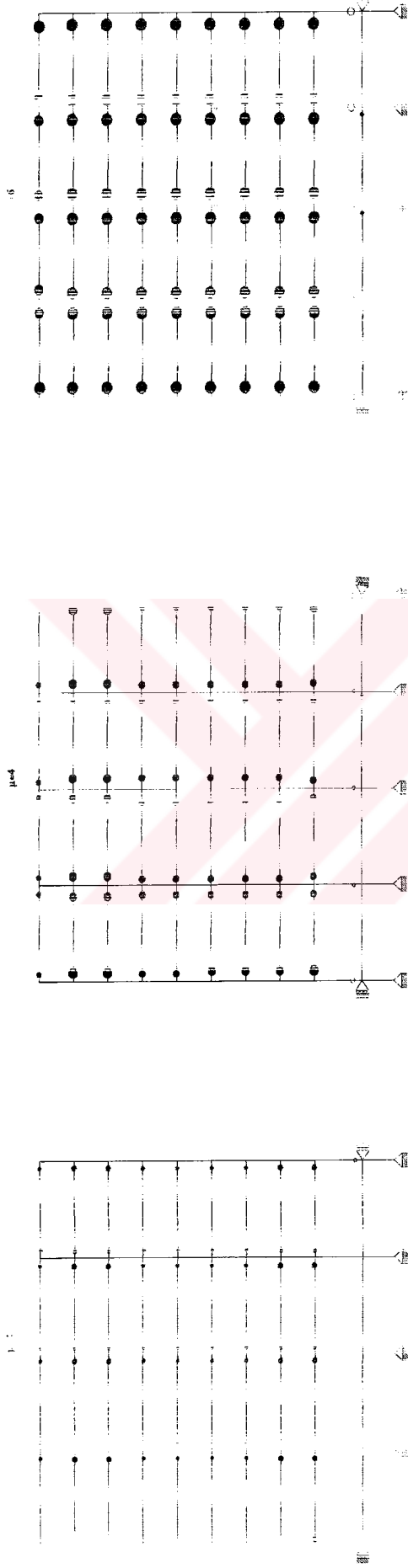
(d)



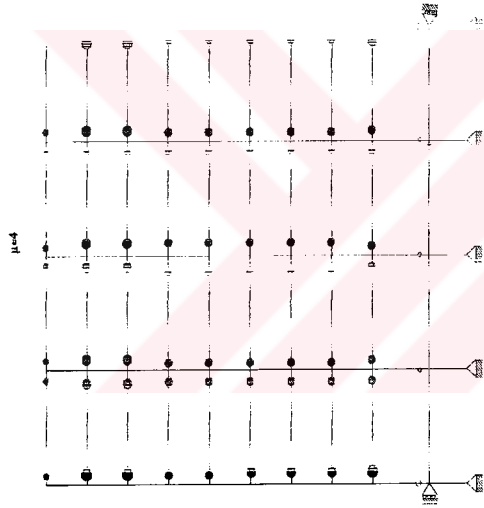
(e)

Şekil 3.9: $p=2,4,6,8,10$ için I Centro Depremi Birikimli Plastik Malzeme Degerleri

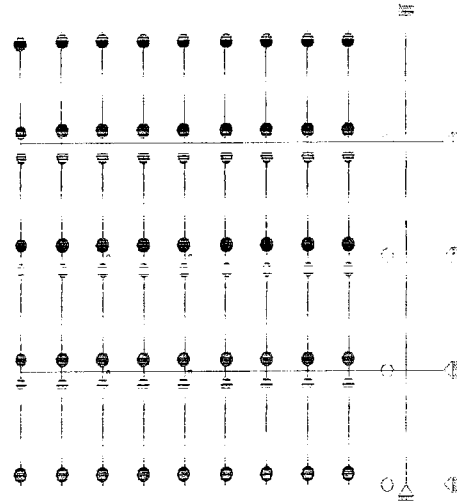




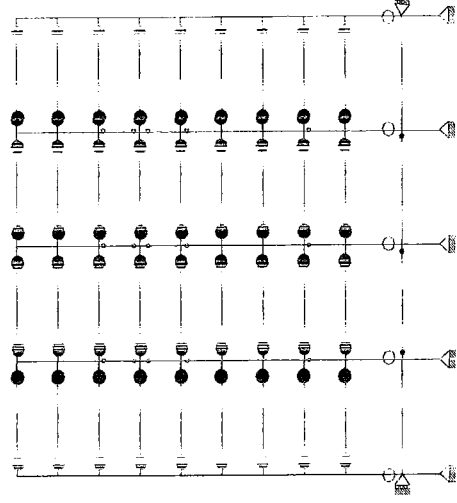
1)



(b)



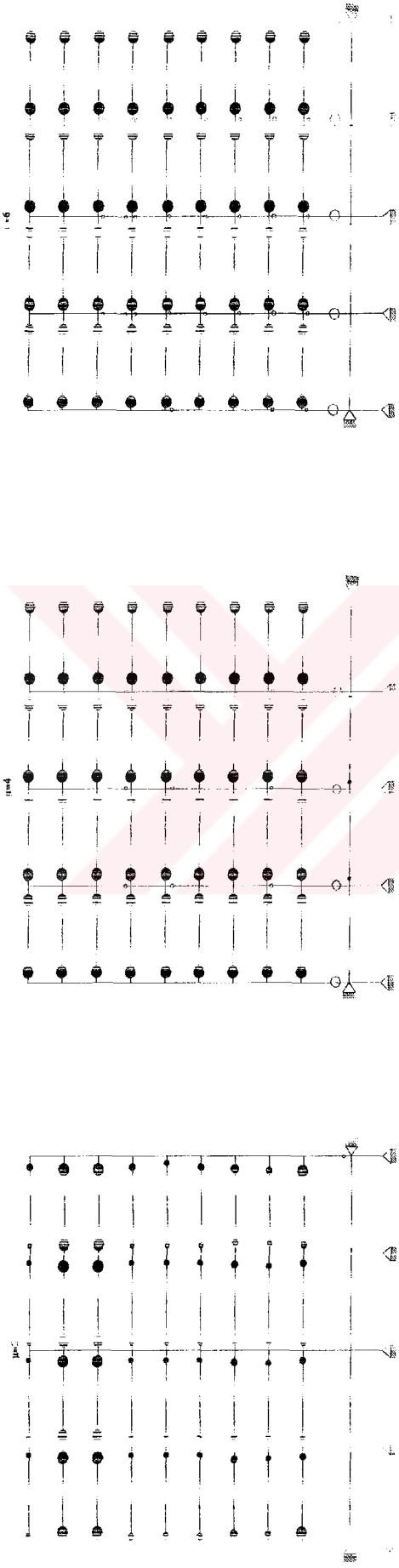
(d)



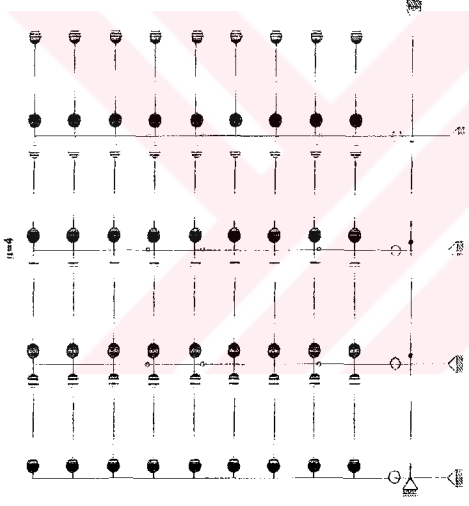
(e)

(c)

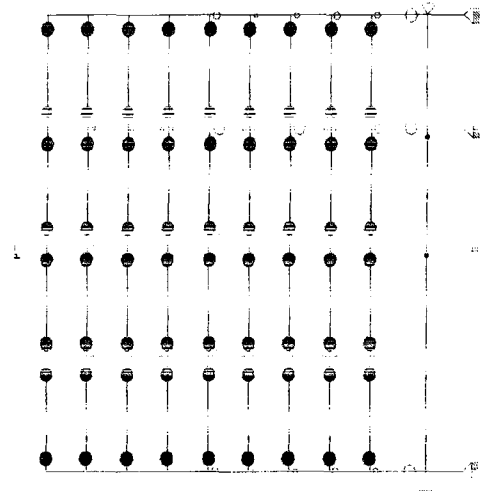
Şekil 3.8(b): $\mu=2,4,5,8,10$ için 1'le 10'ün N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Eşgeleri



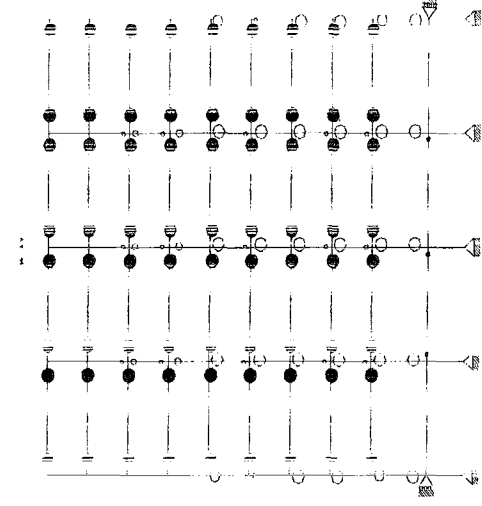
(a)



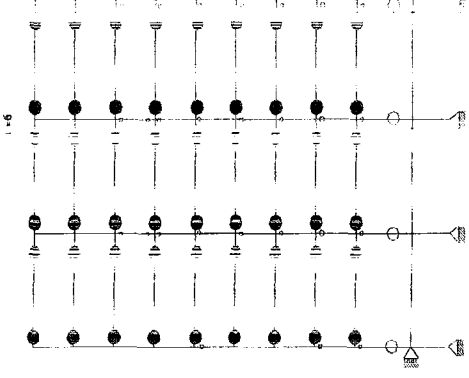
(b)



(c)

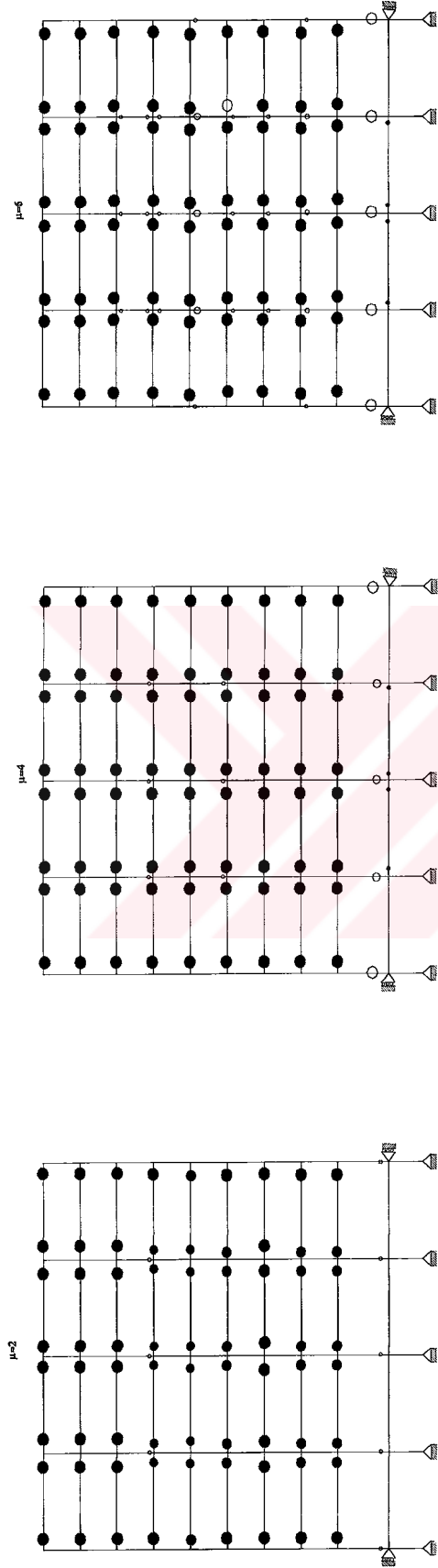


(d)

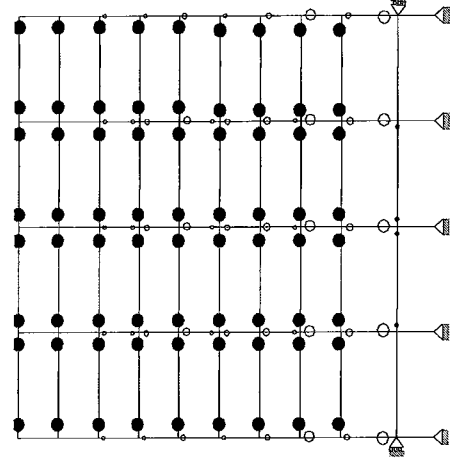


(e)

Şekil 3.81: $n=2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10$ için Miçagi W Depremi Birlikimli Plastik Mafsallı Dönme Eylemleri

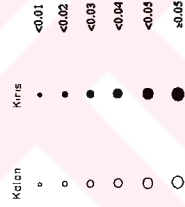


(c)

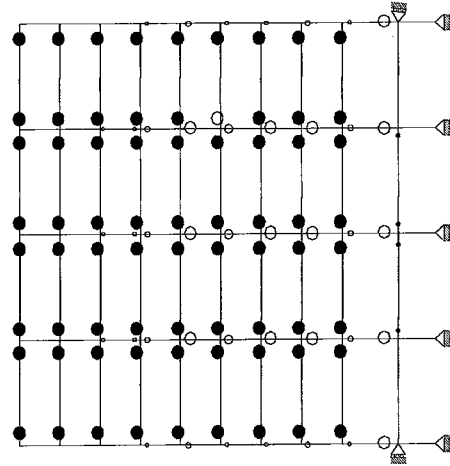


(e)

(b)

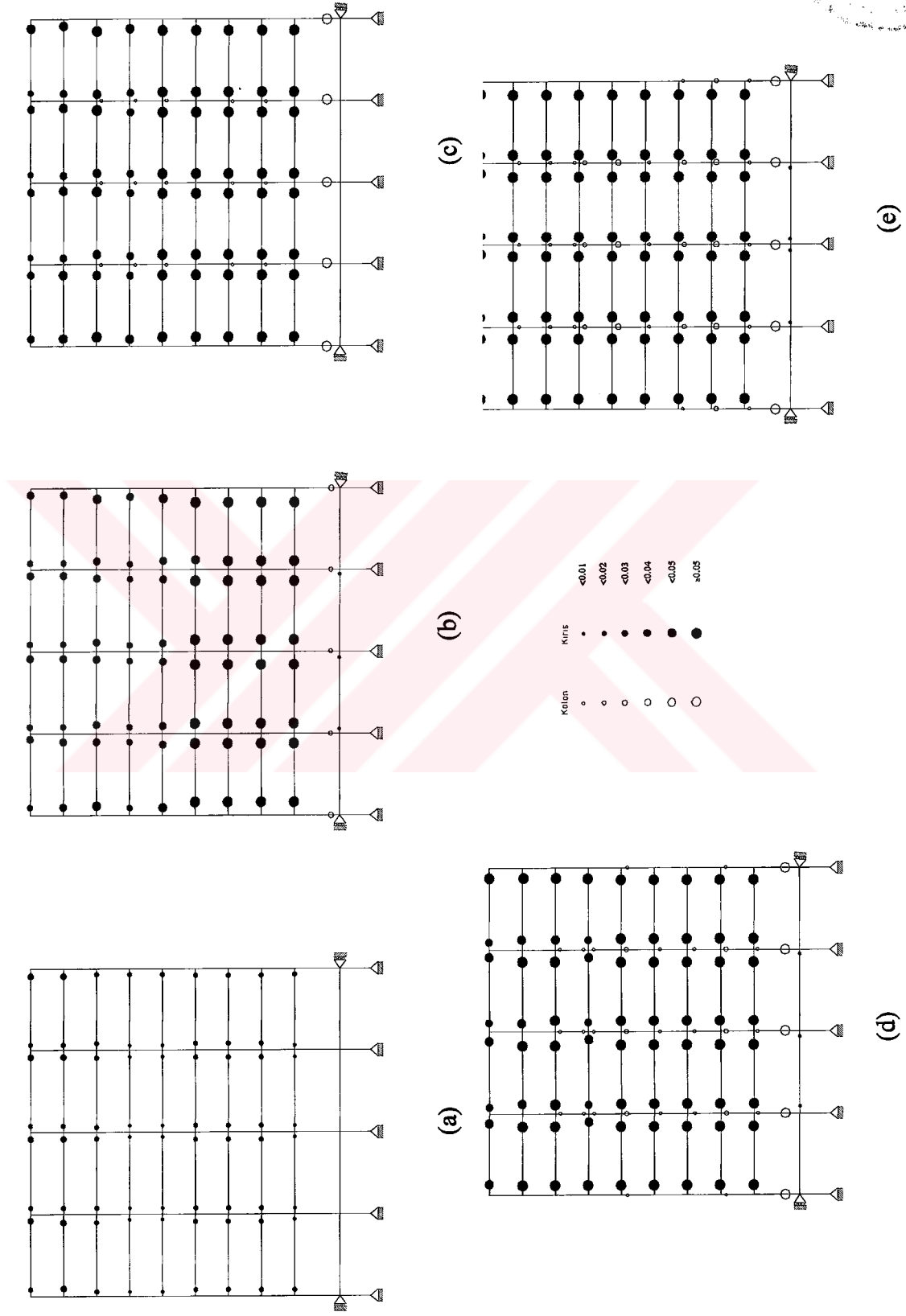


(a)

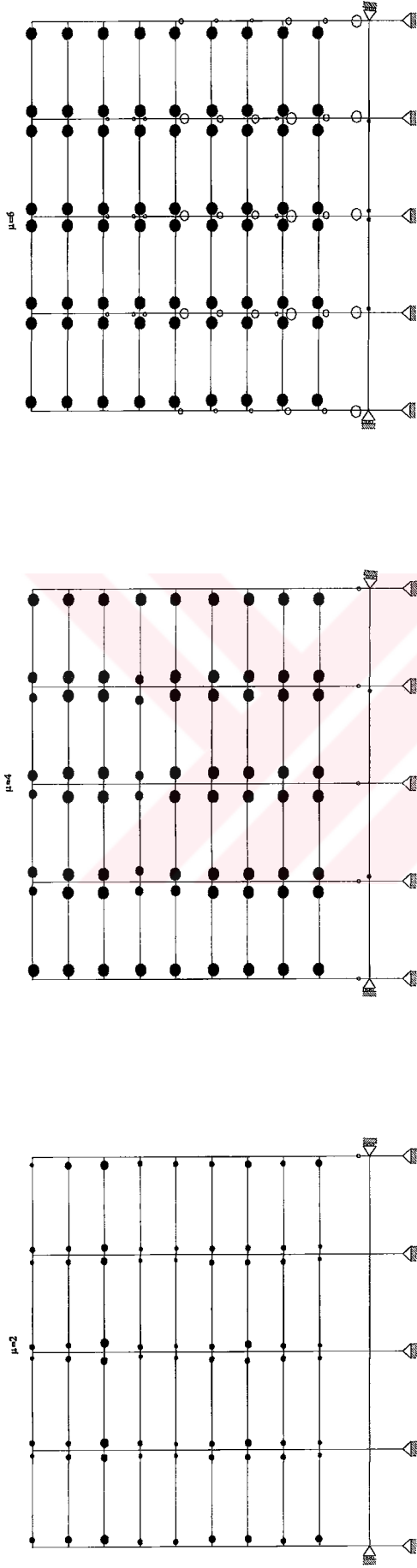


(d)

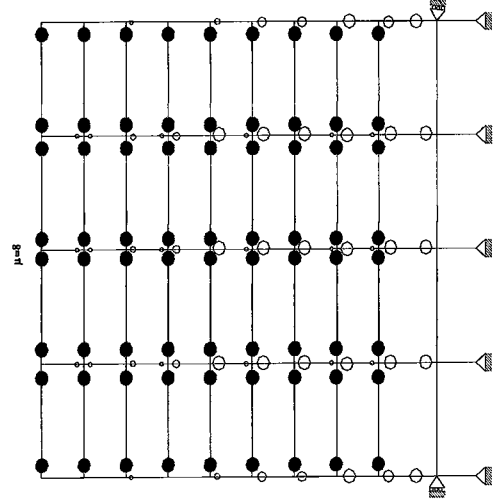
Şekil 3.82: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



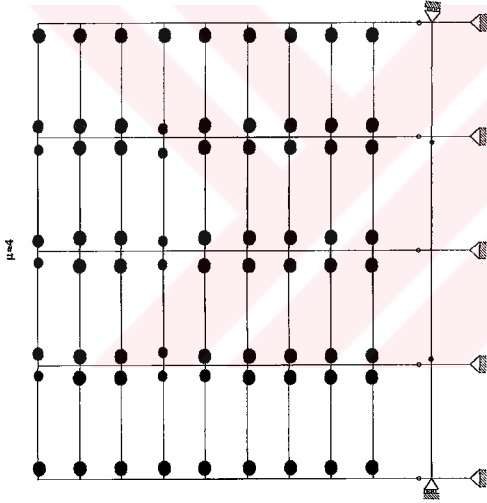
Şekil 3.83: $\mu=2,4,6,8,10$ için Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



(a)



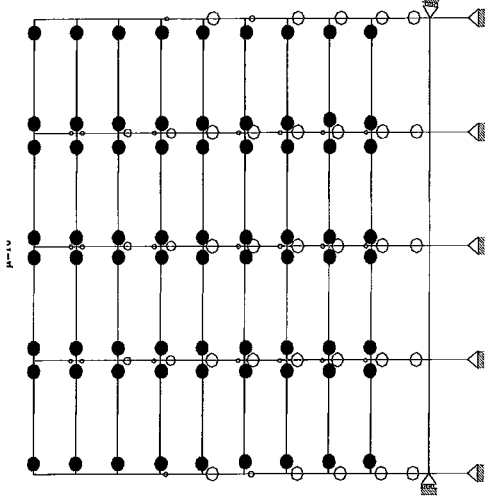
(d)



(b)

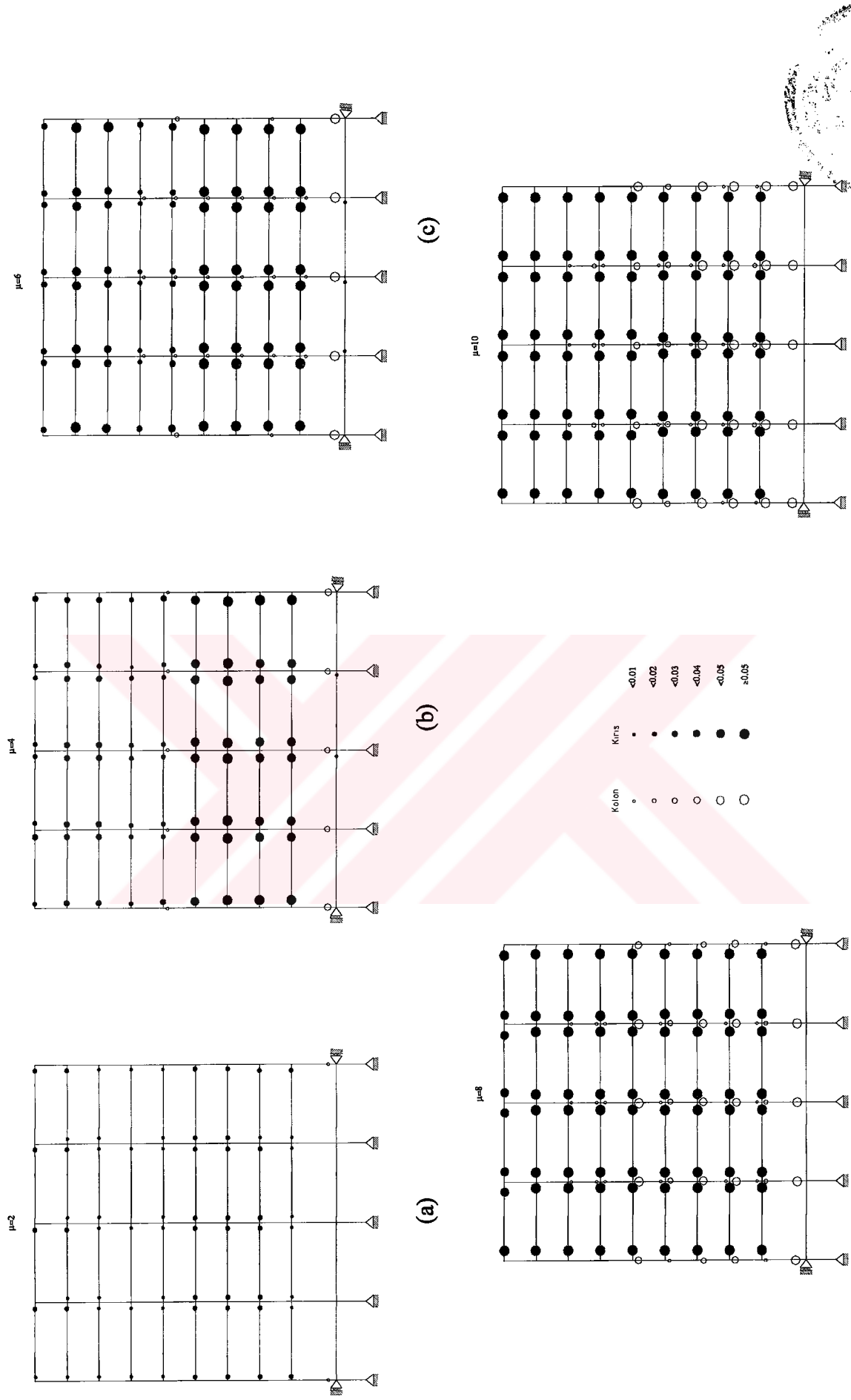


(c)



(e)

Şekil 3.84: $\mu=2, 4, 6, 8, 10$ için Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



Şekil 3.85: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parkfield Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



3.4.2.12. 20-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Doğrusal Olmayan Zaman Geçirimi Analizi Maksimum Birikimli Plastik Mafsallarda Dönme Değerleri

El Centro depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.86.

İzmit NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %5'den küçük plastik mafsallarda oluşmuştur. $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kiriş ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.87.

Miyagi EW depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.88.

Miyagi NS depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.89.

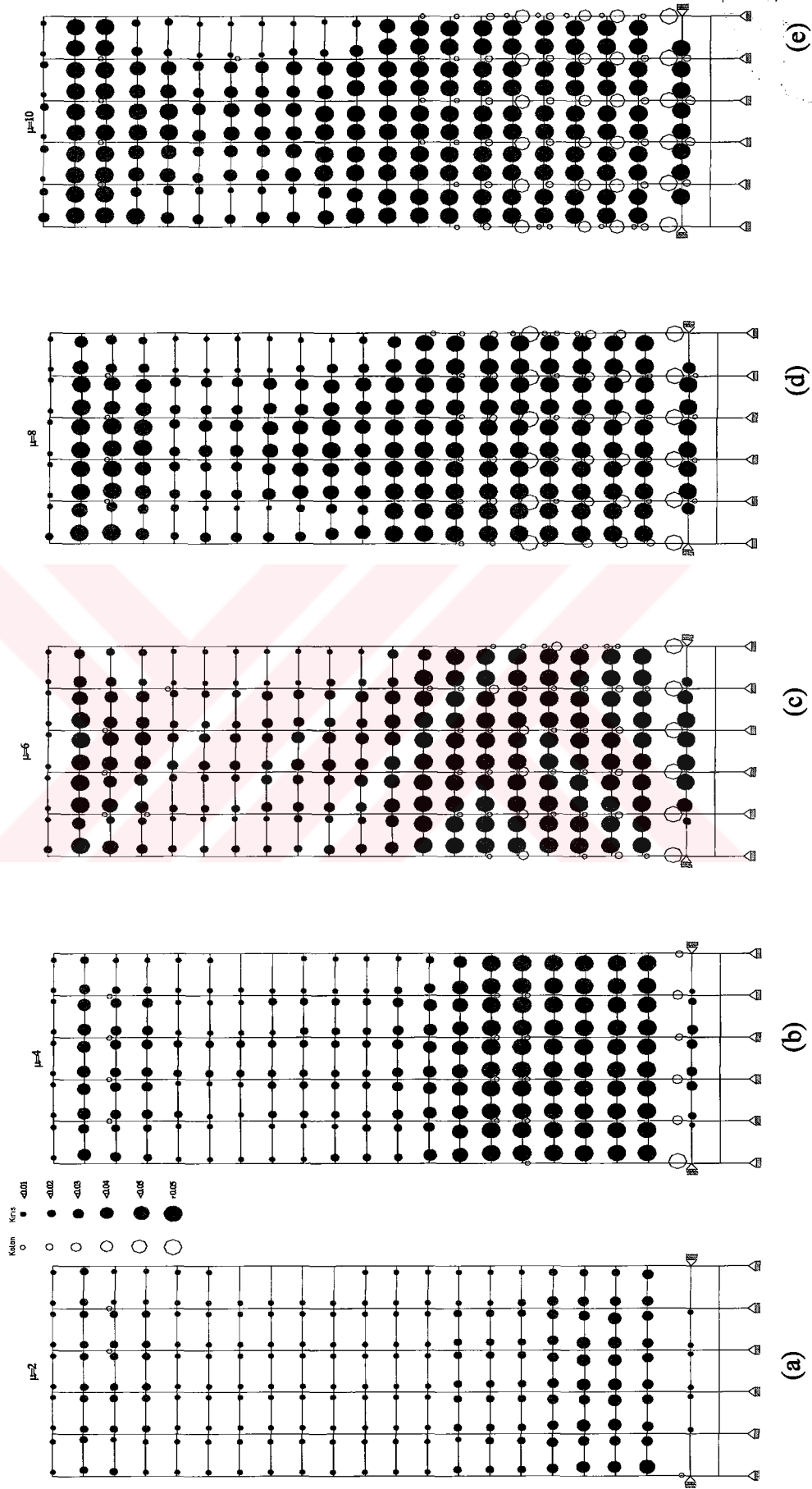
Northridge depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den büyük, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. $\mu=4$ için kirişlerde %5'den, kolonlarda %4'den küçük, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.90.

Olympia depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.91.

Parkfield depreminde $\mu=2$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuştur. $\mu=4$, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşma oluşmuştur. Tablo 3.13, Şekil 3.92.

Tablo 3.13: 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için doğrusal olmayan zaman geçmişi analizleri maksimum birikimli plastik mafsal dönme değerleri

20kat	El-Centro		İzmit NS		Miyagi EW		Miyagi NS		Northridge		Olympia		Parkfield	
	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
μ														
2	<%5	<%1	<%2	<%1	>%5	<%1	>%5	<%2	<%3	<%1	>%5	<%2	<%3	<%1
4	>%5	>%5	<%5	<%2	>%5	>%5	>%5	>%5	<%5	<%4	>%5	>%5	>%5	>%5
6	>%5	>%5	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5
8	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5
10	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5

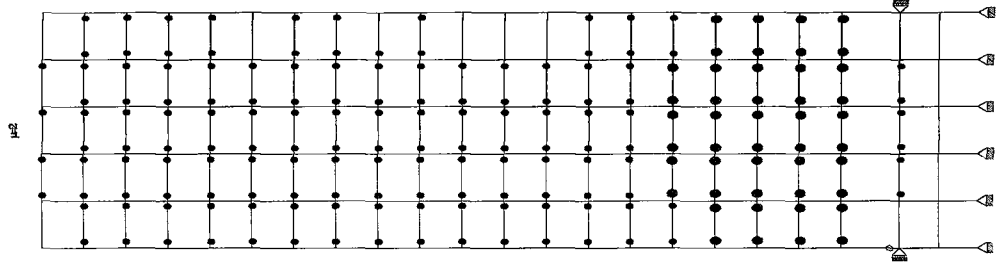


Şekil 3.86: $\mu=2, 4, 6, 8, 10$ için El Centro Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

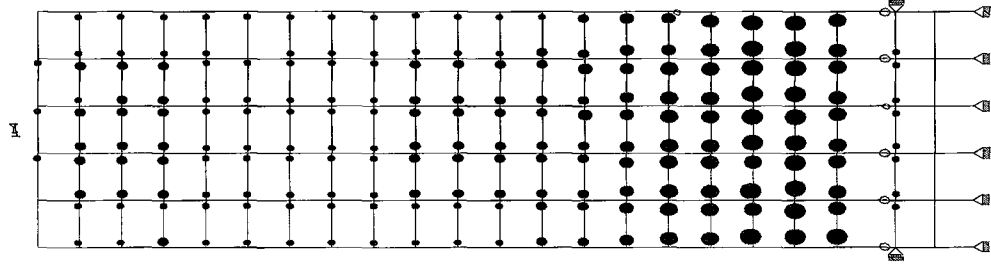
Kesim
O

Kırs
•

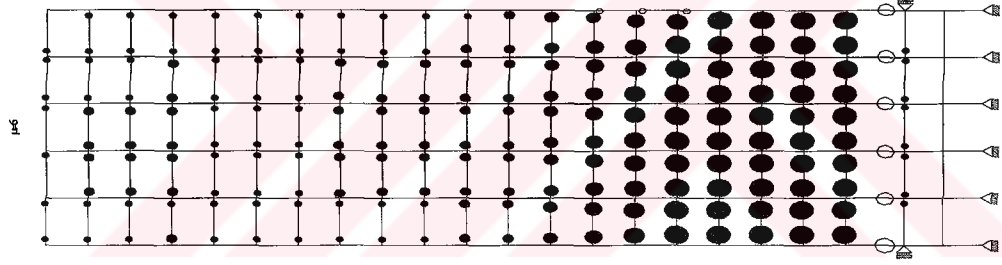
• <0.01
• <0.02
• <0.03
• <0.04
• <0.05
• <0.06



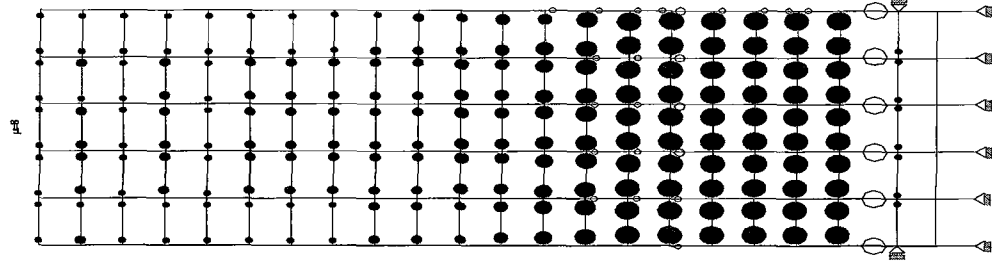
(a)



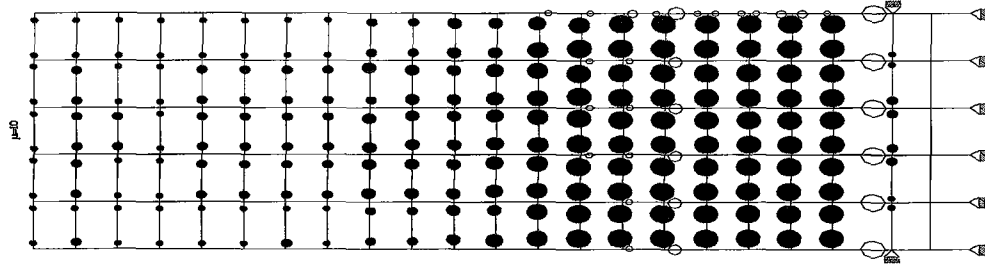
(b)



(c)

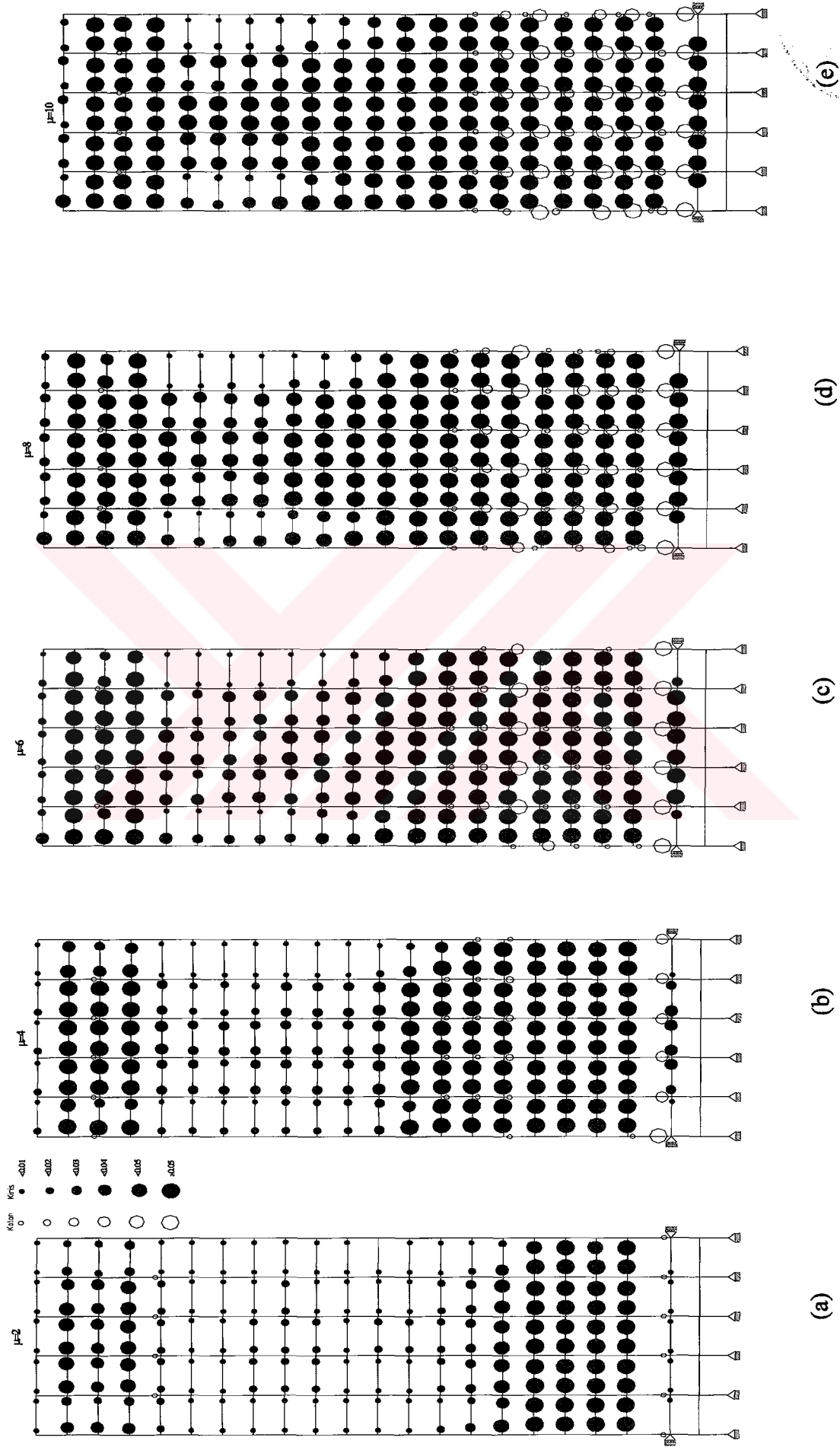


(d)

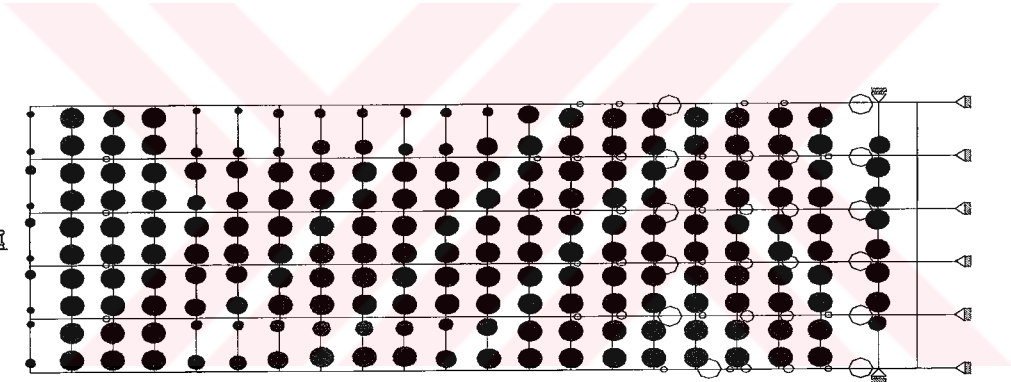


(e)

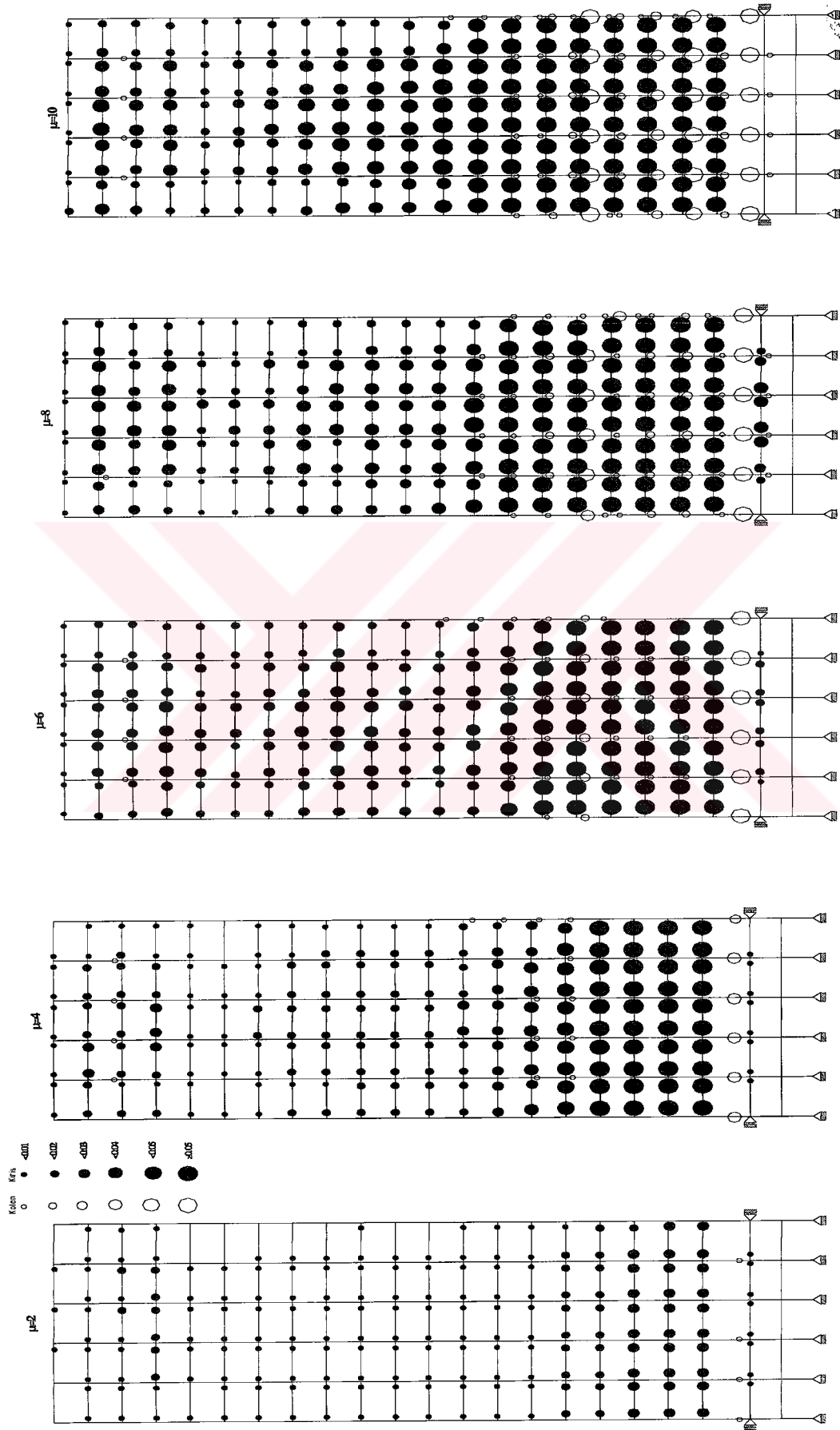
Şekil 3.87: $\mu=2,4,6,8,10$ için İzmit N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



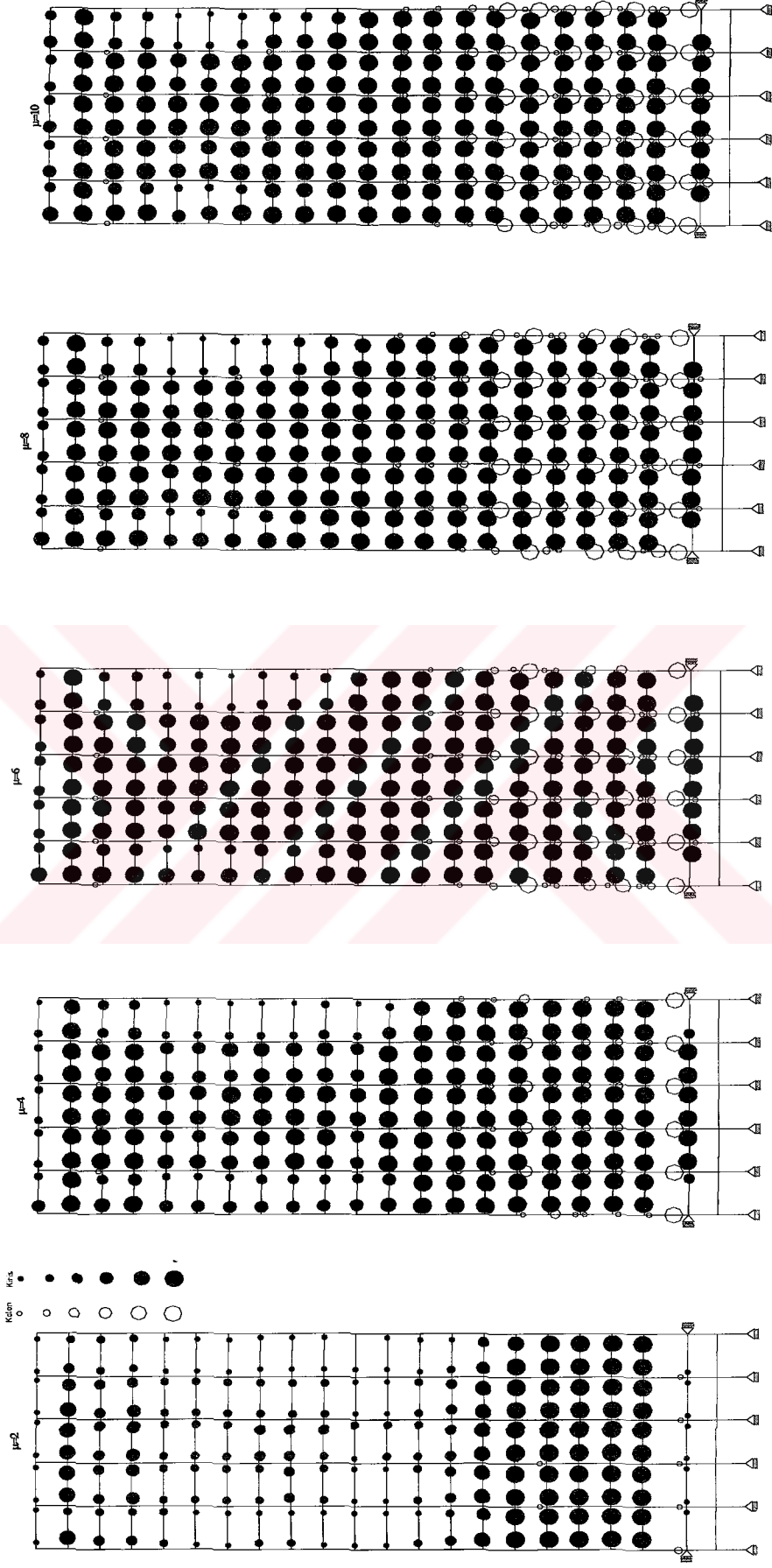
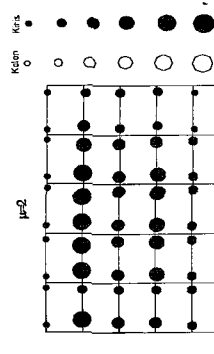
Şekil 3.88: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi E-W Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



Şekil 3.89: $\mu=2,4,6,8,10$ için Miyagi N-S Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



Şekil 3.90: $\mu=2, 4, 6, 8, 10$ için Northridge Depremi Birikimli Plastik Mafsal Dönme Değerleri



(a)

(b)

(c)

(d)

(e)

Şekil 3.91: $\mu=2,4,6,8,10$ için Olympia Depremi Birikimli Plastik Mafsıl Dönme Değerleri

3.4.2.13. 3-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Öteleme Analizi Maksimum Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri

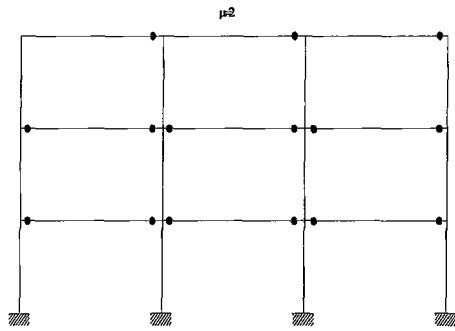
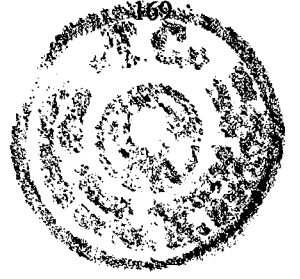
Üçgen dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %3'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.14, Şekil 3.93.

Dikdörtgen dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde ve kolonlarda %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, $\mu=4$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %4'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.14, Şekil 3.94.

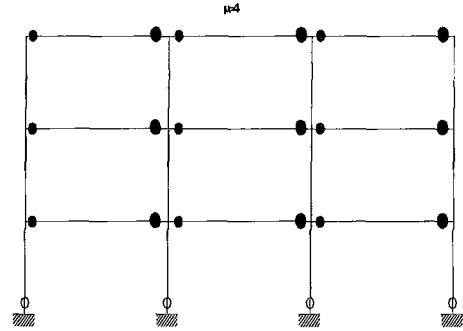
IBC-2000 dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %1'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %4'den kolonlarda %3'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.14, Şekil 3.95.

Tablo 3.14: 3 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için öteleme analizleri maksimum plastik mafsalsal dönme değerleri

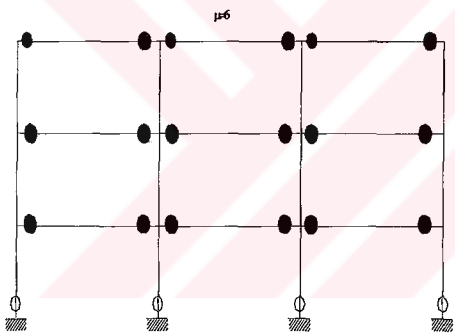
3 kat	Üçgen		Dikdörtgen		IBC-2000	
μ	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
2	<%1	-	<%1	<%1	<%1	-
4	<%3	<%2	<%3	<%2	<%3	<%2
6	<%4	<%3	<%4	<%4	<%4	<%3
8	>%5	<%4	>%5	<%4	>%5	<%4
10	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5



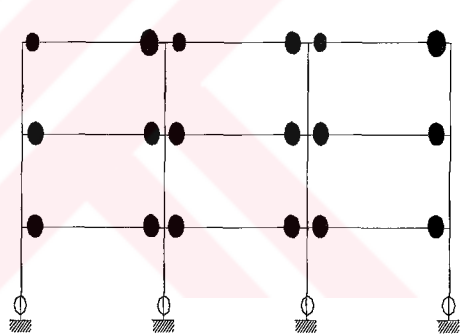
(a)



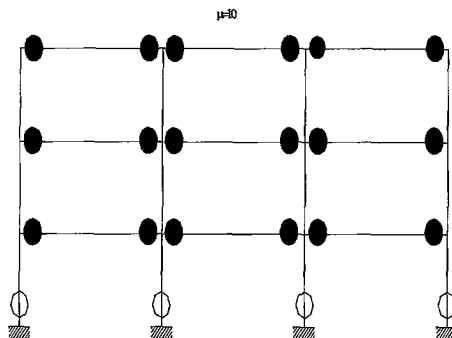
(b)



(c)



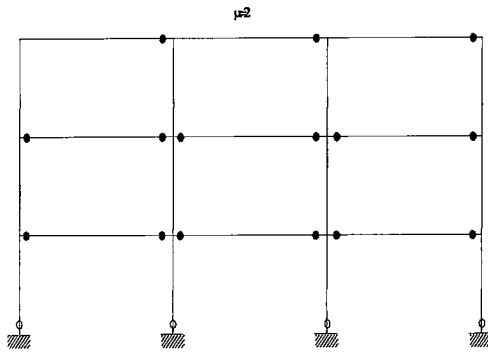
(d)



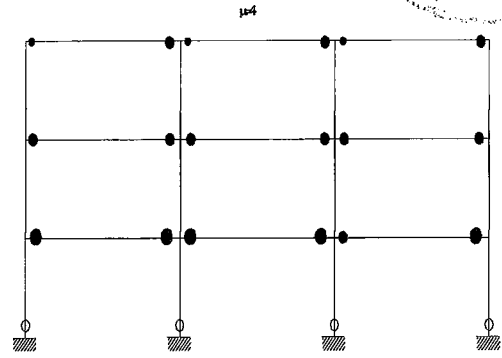
(e)

Kolon	Kiriş
○	● -0.01
○	● -0.02
○	● -0.03
○	● -0.04
○	● -0.05
○	● -0.06

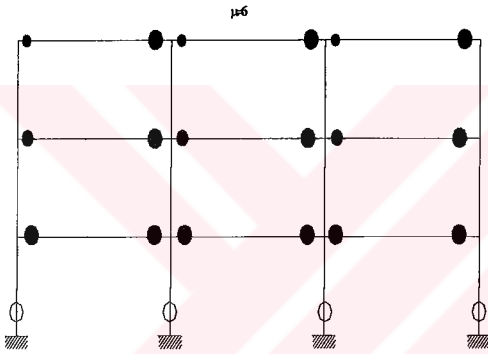
Şekil 3.93: $\mu=2,4,6,8,10$ için Üçgen Dağılım Plastik Mafsalsal Dönme Değerleri



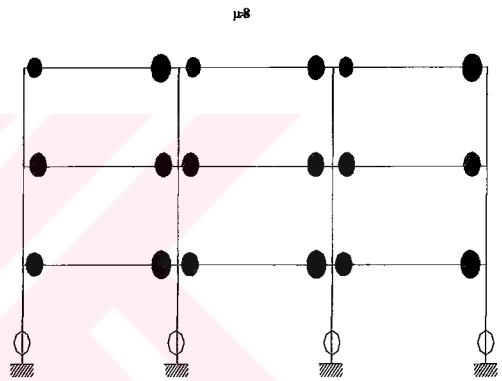
(a)



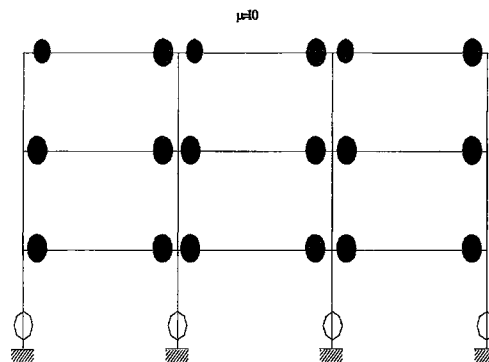
(b)



(c)



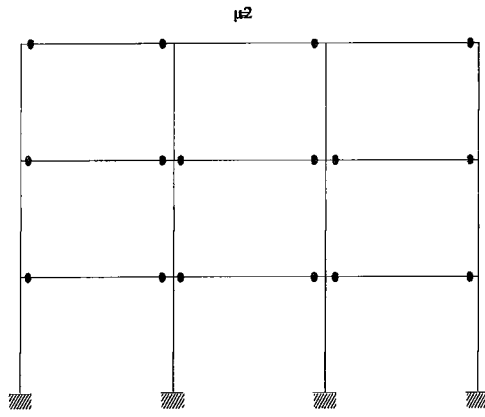
(d)



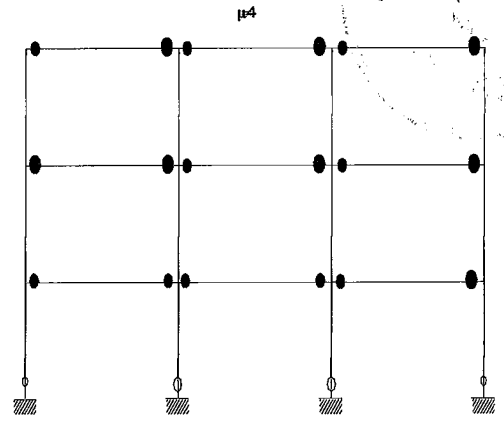
(e)

Kolon	Kiriş	
○	●	0.01
○	●	0.02
○	●	0.03
○	●	0.04
○	●	0.05
○	●	0.06

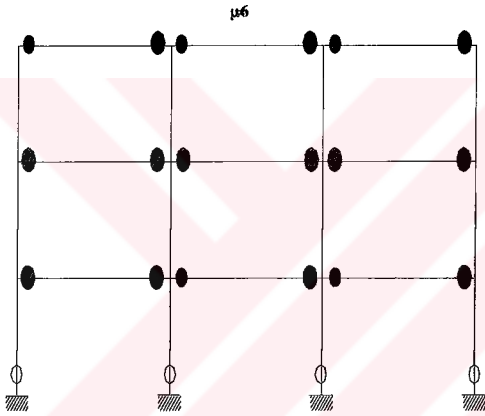
Şekil 3.94: $\mu=2,4,6,8,10$ için Dikdörtgen Dağılım Plastik Mafsal Dönme Değerleri



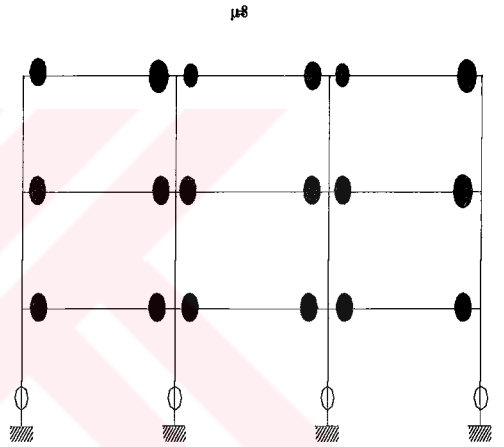
(a)



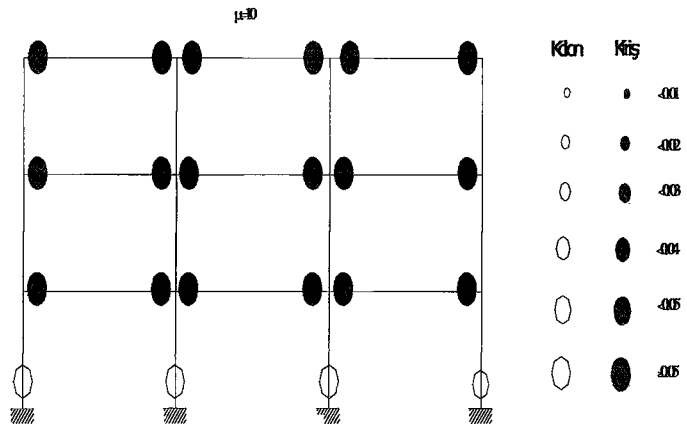
(b)



(c)



(d)



(e)

Şekil 3.95: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parabolik dağılım Birikimli Plastik Mafsallı Dönme Değerleri

3.4.2.14. 9-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Öteleme Analizi Maksimum Plastik Mafsall Dönme Değerleri

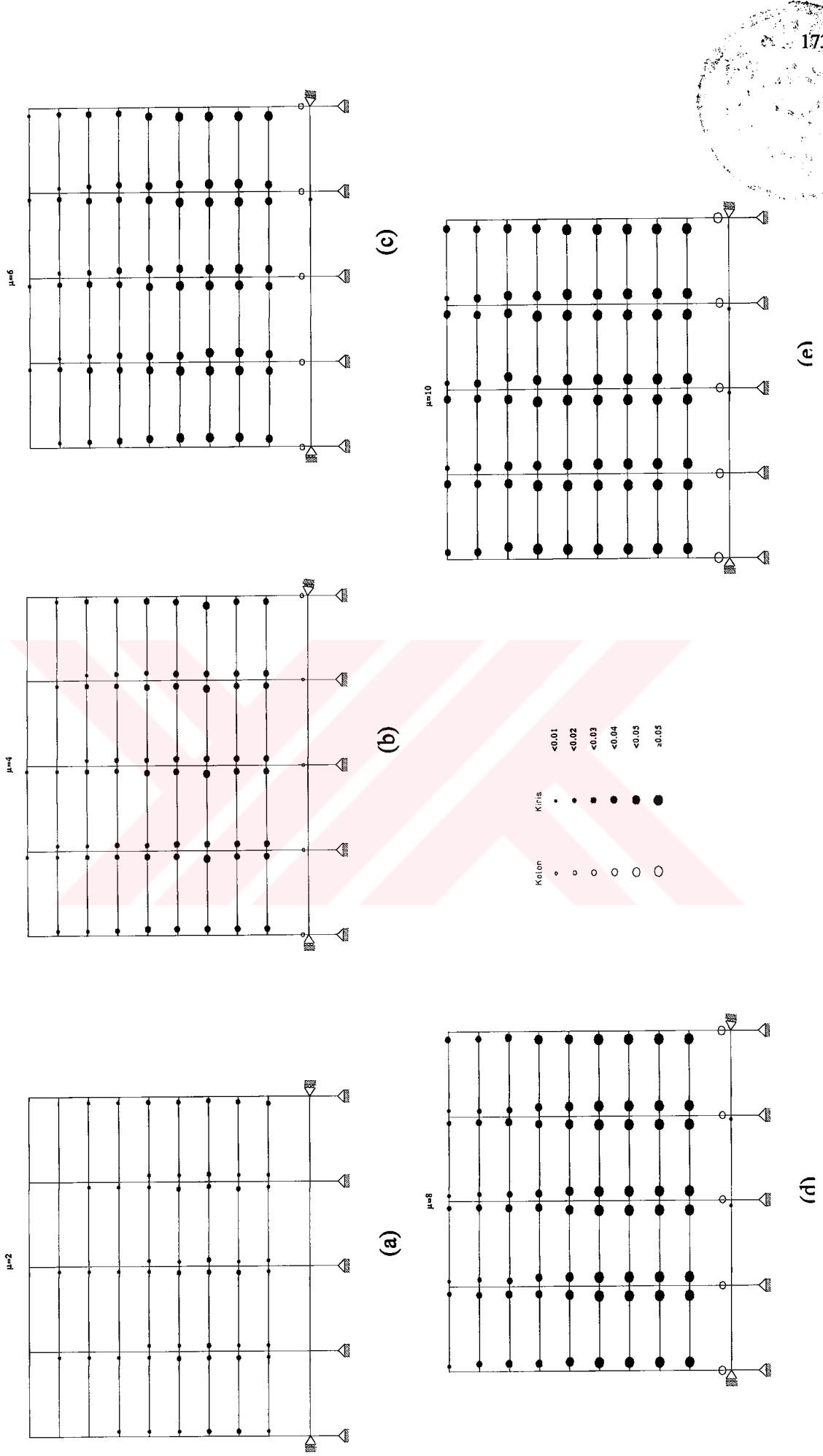
Üçgen dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %2'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %4'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %3'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %5'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.15, Şekil 3.96.

Dikdörtgen dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde ve kolonlarda %4'den küçük, $\mu=6$, $\mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.15, Şekil 3.97.

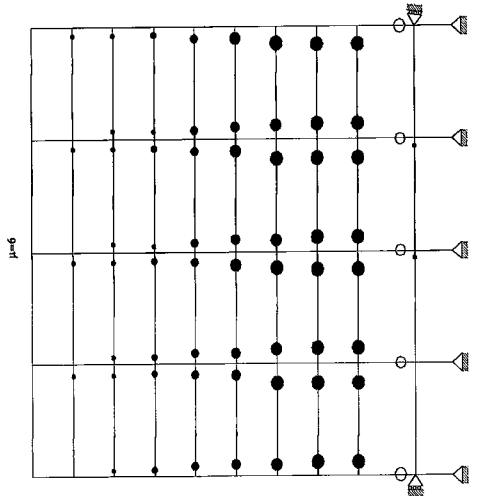
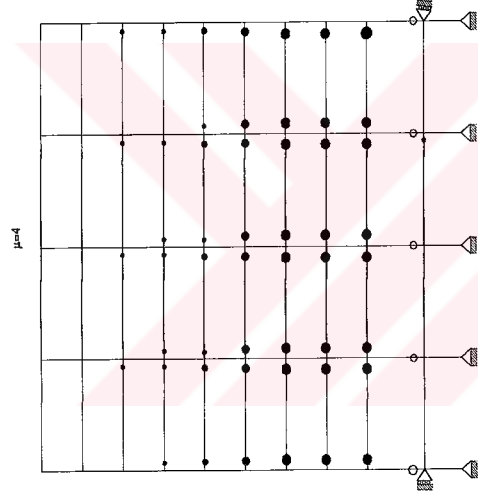
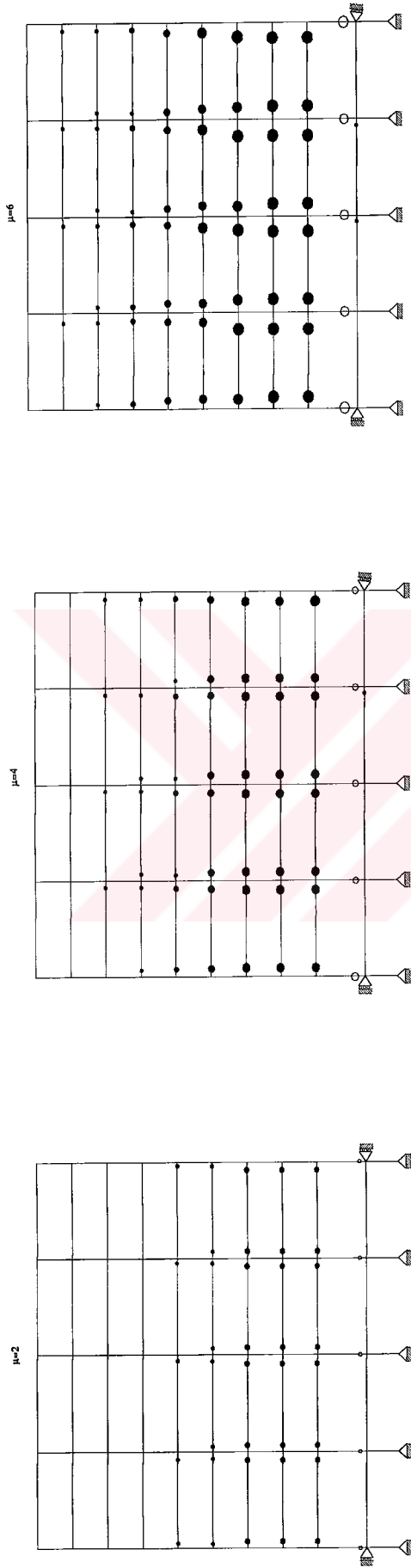
IBC-2000 dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %2'den küçük plastik mafsallaşma oluşmuş, kolonlarda oluşmamıştır. $\mu=4$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %2'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %3'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda %5'den küçük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.15, Şekil 3.98.

Tablo 3.15: 9 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için öteleme analizleri maksimum plastik mafsall dönme değerleri

9 kat	Üçgen		Dikdörtgen		IBC-2000	
μ	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
2	<%2	-	<%2	<%1	<%2	-
4	<%4	<%2	<%4	<%4	<%3	<%1
6	<%5	<%3	>%5	>%5	<%5	<%2
8	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	<%3
10	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%4



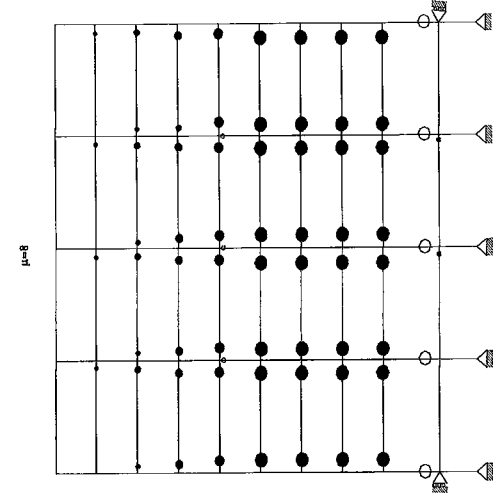
Şekil 3.96: $\mu=2,4,6,8,10$ için Üçgen Dağılım Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



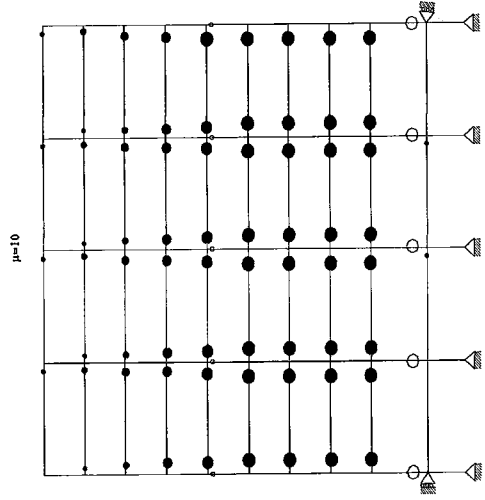
(a)

(b)

(c)



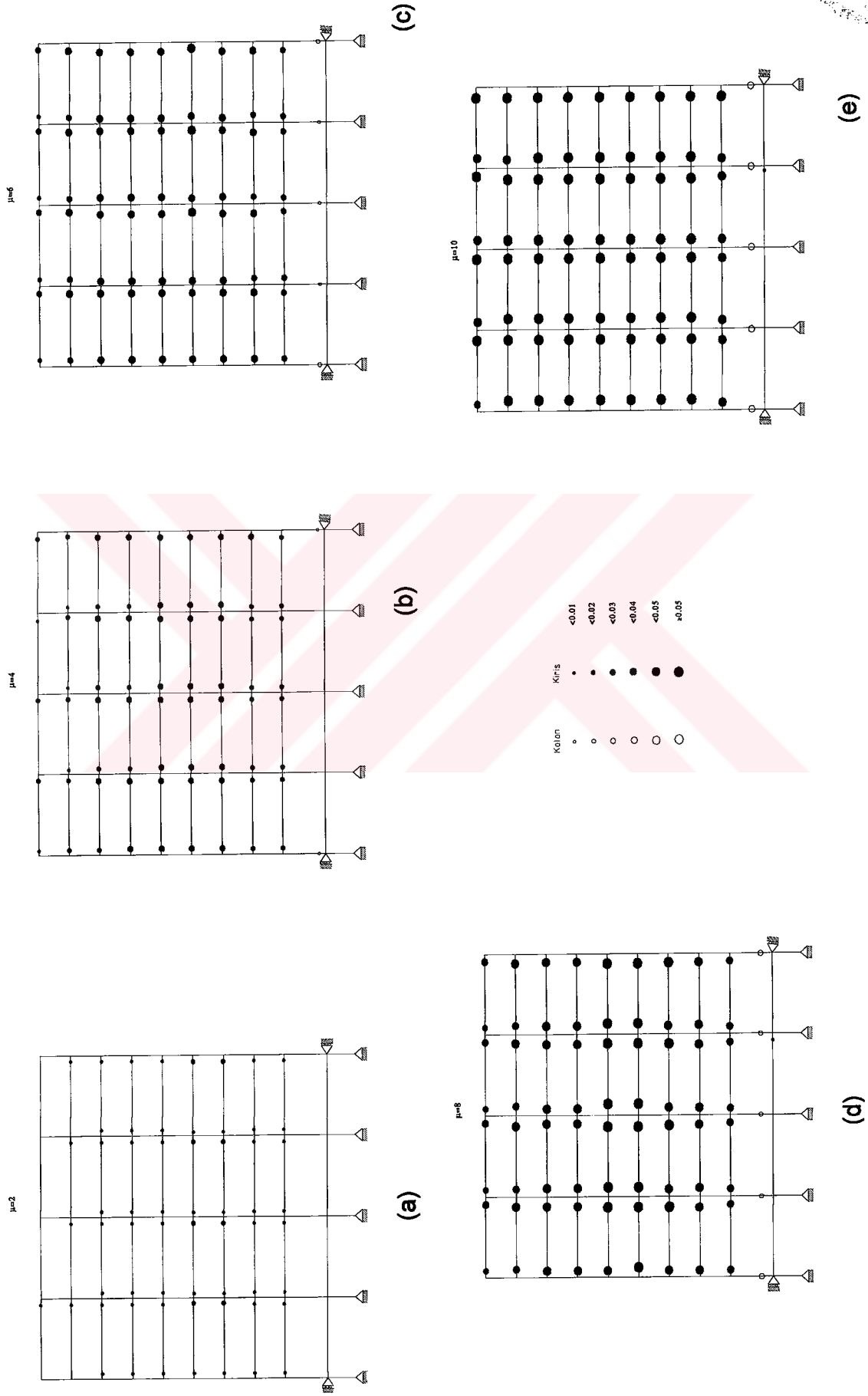
(d)



(e)

K _{don}	K _{fis}	
•	•	<0.01
•	•	<0.02
•	•	<0.03
•	•	<0.04
•	•	<0.05
•	•	≥0.05

Şekil 3.97: $\mu=2,4,6,8,10$ için Dikdörtgen Dağılım Mafsıl Dönme Değerleri



Şekil 3.98: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parabolik Mafsal Dönme Değerleri

3.4.2.15. 20-Katlı Yapının $\mu=2,4,6,8,10$ İçin Öteleme Analizi Maksimum Plastik Mafsall Dönme Değerleri

Üçgen dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$ için kirişlerde %4'den, kolonlarda %2'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den büyük kolonlarda %4'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %5'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük, plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.16, Şekil 3.99.

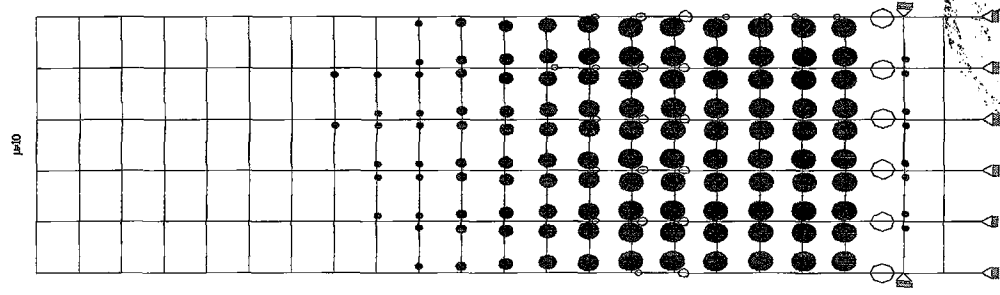
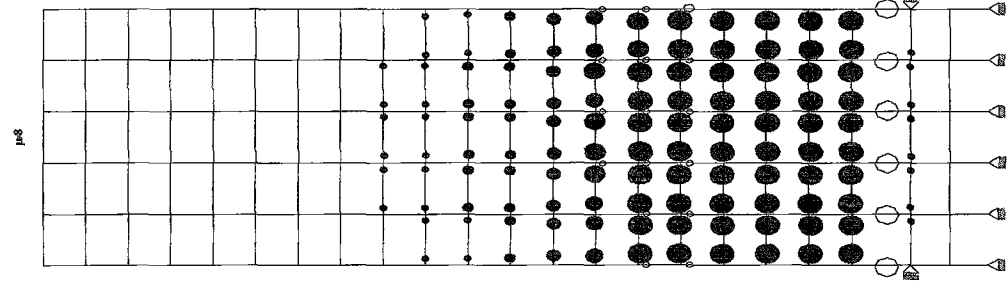
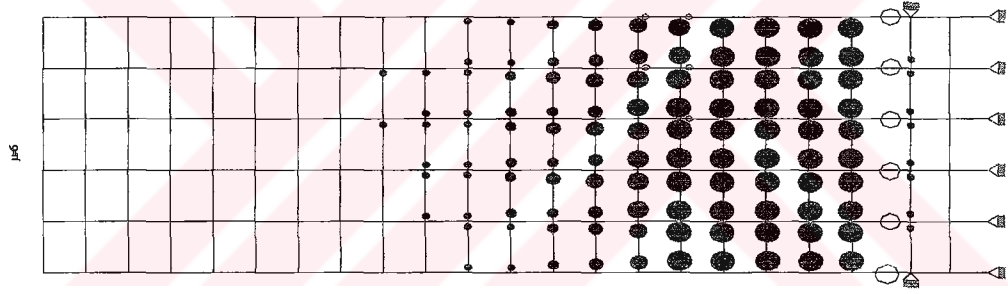
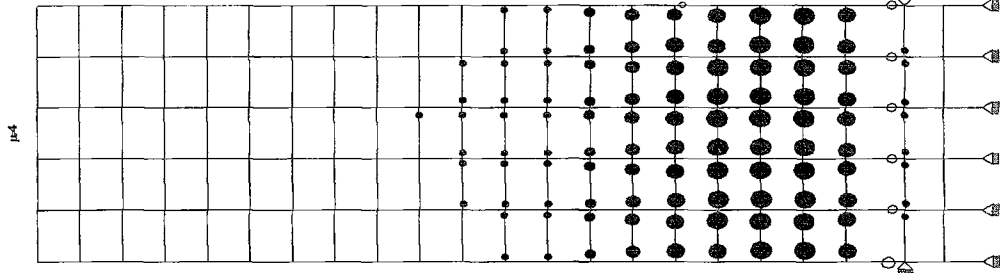
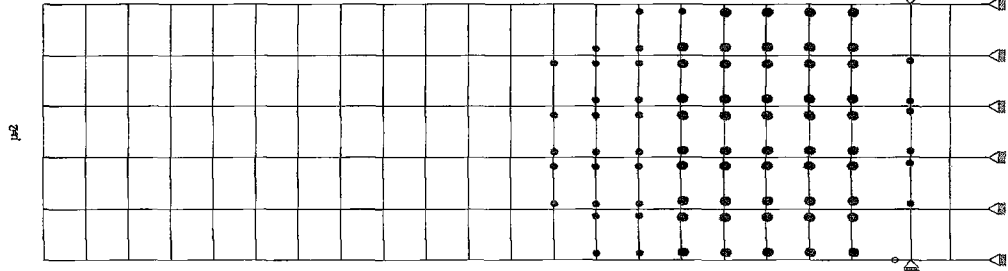
Dikdörtgen dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde %2'den, kolonlarda %1'den, $\mu=4$ için kirişlerde %5'den ve kolonlarda %3'den küçük, $\mu=6, \mu=8$ ve $\mu=10$ için kirişlerde ve kolonlarda %5'den büyük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.16, Şekil 3.100.

IBC-2000 dağılımda $\mu=2$ için kirişlerde ve kolonlarda %1'den küçük, $\mu=4$ için kirişlerde %3'den, kolonlarda %1'den küçük, $\mu=6$ için kirişlerde %5'den kolonlarda %2'den küçük, $\mu=8$ için kirişlerde %5'den büyük, kolonlarda %4'den küçük ve $\mu=10$ için kirişlerde %5'den büyük ve kolonlarda %5'den küçük plastik mafsallaşmalar oluşmuştur. Tablo 3.16, Şekil 3.101.

Tablo 3.16: 20 katlı yapı $\mu=2,4,6,8,10$ için öteleme analizleri maksimum plastik mafsall dönme değerleri

20 kat	Üçgen		Dikdörtgen		IBC-2000	
μ	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon	Kiriş	Kolon
2	<%2	<%1	<%2	<%1	<%1	<%1
4	<%4	<%2	<%5	<%3	<%3	<%1
6	>%5	<%4	>%5	>%5	<%5	<%2
8	>%5	<%5	>%5	>%5	>%5	<%4
10	>%5	>%5	>%5	>%5	>%5	<%5

Kullanılan Mafsal
 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10



(a)

(b)

(c)

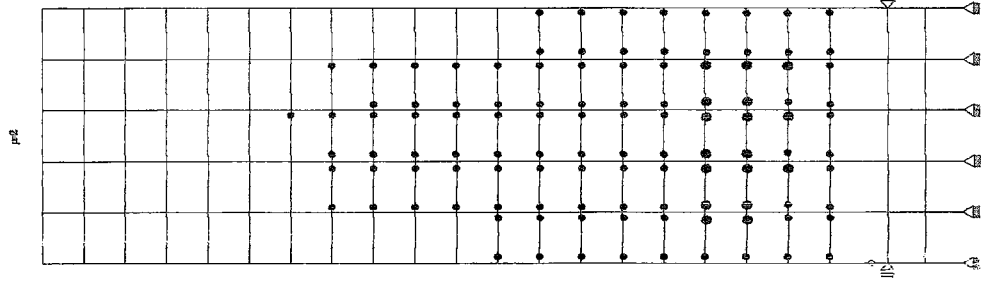
(d)

(e)

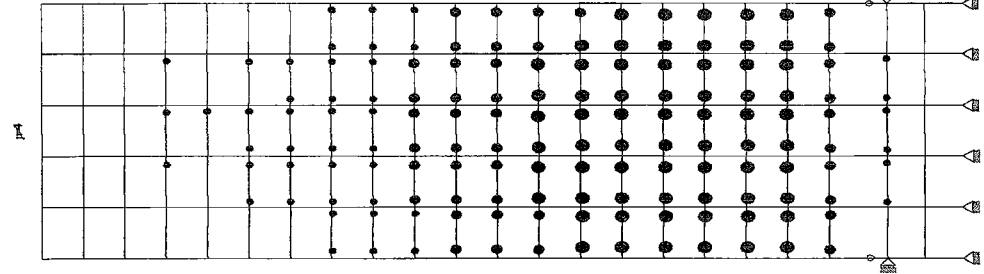
Şekil 3.100: $\mu=2,4,6,8,10$ için Dikdörtgen Dağılım Plastik Mafsal Dönme Değerleri

Kolun Kiriş

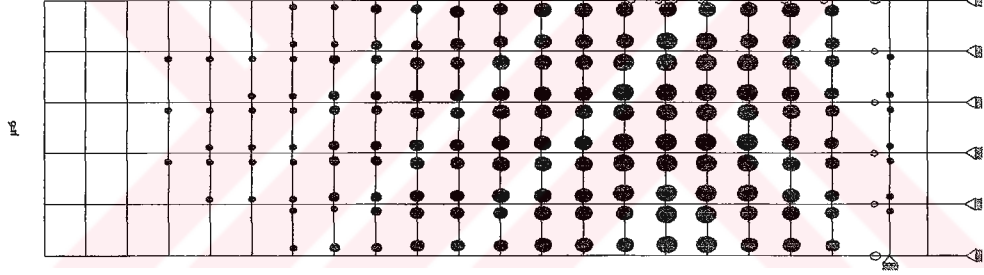
○	●	●	●	●	●	●
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○



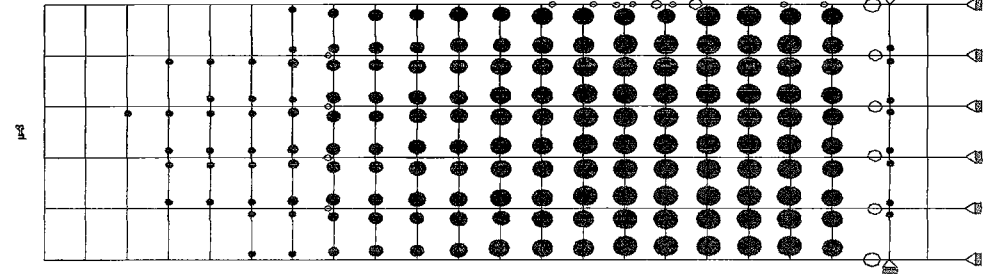
(a)



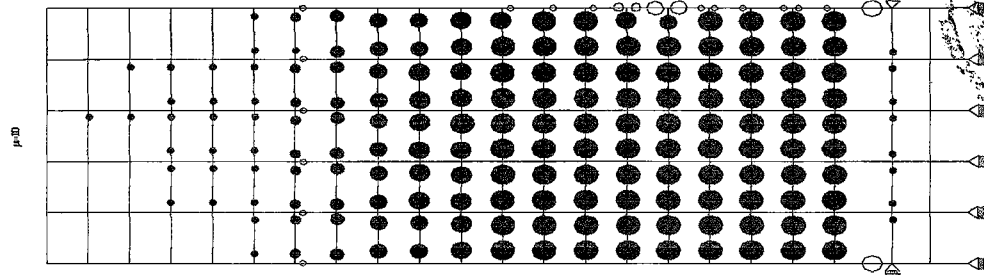
(b)



(c)

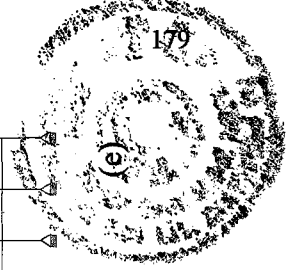


(d)



(e)

Şekil 3.101: $\mu=2,4,6,8,10$ için Parabolik Dağılım Plastik Mafsıl Dönme Değerleri



4.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. V/W – u Değişimi

Şekil 3.6, 3.7 ve 3.8’den da görüldüğü gibi $V/W-u$ eğrileri deprem hareketleri için doğrusal olmayan bölgede üniform bir dağılımdan çok dalgalı bir dağılıma sahiptirler. Bu dalgalanmalar deprem yer hareketlerinin artan şiddetlerinde yapıların göçme modlarındaki değişime ve doğrusal olmayan bölgede kesme kuvvetlerinin dağılımına bağlıdır. Ayrıca gözlenmiştir ki; üçgen yük dağılımı V/W oranını düşük tahmin ederken, dikdörtgen yük dağılımı tam tersine inelastik bölgede V/W oranını genelde daha iyi tahmin etmektedir. 3-katlı yapının davranışı yüksek mod etkilerinin fazla olmaması sebebiyle üçgen ve dikdörtgen arasında bir dağılım gösterirken, 9- ve özellikle 20-katlı yapılarda yüksek modların yapının doğrusal olmayan davranışına etkisi oldukça önemli olmaktadır. Herhangi bir çerçevede sabit bir süneklığe karşı gelen mukabeleleri bulabilmek için yer hareketinin maksimum yer ivmesi hedef süneklığe ulaşınca kadar arttırılmıştır. Aynı sonuçlar burada da geçerlidir. Üçgen yatay yük dağılımı yapı akmaya başladıktan sonra yapının doğrusal olmayan davranışını hiçbir şekilde temsil edememektedir. Kat sayısı arttıkça yüksek modların da etkisi artmaktadır.

4.2. Plastik Mafsal Dönmelerinin Değişimi

Doğrusal olmayan dinamik zaman geçmişi analizlerinden elde edilen plastik mafsal dönmesi değişimleri 3-katlı yapı için Şekil 3.9’dan 3.15’e kadar, 9-katlı yapı için Şekil 3.16’dan 3.22’a kadar, 20-katlı yapı için Şekil 3.23’den 3.29’ye kadar verilmiştir. Depremin şiddeti arttıkça plastik mafsal dönmesi değeri de artmaktadır. Her üç yapıda da plastik mafsallar büyük çoğunlukla kirişlerde oluşmuş kolonlar genel olarak elastik davranış göstermişlerdir. Kolonlarda büyük plastik mafsallar gözlenmemiştir. Buradan şu sonucu çıkarabiliriz; eğer tasarımda güçlü kolon – zayıf kiriş prensibi burada olduğu gibi tam olarak uygulanırsa yapılar en şiddetli depremler karşısında bile istenilen davranışı gösterebilirler. Ayrıca gözlenmiştir ki plastik mafsal dönmeleri kiriş ve kolon elemanlarının her iki ucunda da yaklaşık eşit miktarlarda oluşmaktadır. Bu sonuç yapısal bir elemandaki enerji talebinin elemanın

her ucu tarafından eşit olarak dağıtılacağı sonucunu doğurmaktadır. Bir anlamda sezgisel olan bu gözlem önem taşımaktadır. Eğer her eleman üzerindeki enerji talebi tahmin edilebilirse, bu enerjinin elemanın her ucu tarafından eşit olarak dağıtılacağı bilindiğinden , bir elemanı tasarlarken onun enerji dağıtma kapasitesi baz alınabilir.

Deprem hareketi elemanlarda tersinir (veya çevrimsel) yüklemelere sebep olduğundan deprem hareketinin başından sonuna kadar + veya – yöndeki doğrusal olmayan plastik mafsallık dönmesinin toplamını ifade eden birikimli plastik mafsallık dönmesi değerleri de oldukça önemlidir.

Yer hareketi sırasında yapısal elemanlarda oluşacak plastik mafsallık dönmesi taleplerinin öteleme analizi yardımıyla tahmin edilebilirliği üçgen, dikdörtgen ve IBC-2000 yatay yük dağılımlarına göre uygulanan öteleme analizleri sonucunda $\mu = 2, 4, 6, 8, 10$ için bulunan plastik mafsallık dönmesi değerleri de çizilmiştir. 3 -katlı, 9-katlı ve 20-katlı yapılarda IBC-2000 yatay yük dağılımına göre uygulanan öteleme analiz sonucunda, üçgen ve dikdörtgen dağılımlara göre kirişlerde daha büyük plastik mafsallar olduğu gözlenmiştir. Dikdörtgen dağılımda kirişlerde oluşan plastik mafsallar en düşük olmasına rağmen her üç binanın da 1. kat kolonlarında oluşan plastik mafsallık değerlerinin üçgen dağılım ve IBC-2000 dağılımlarına göre daha büyük olduğu gözlenmiştir. Şekillerden de görülebileceği gibi öteleme analizi yardımıyla doğrusal olmayan analizlerden elde edilebilecek gerek plastik mafsallık dönmelerini gerekse birikimli plastik mafsallık dönmelerini tahmin etmek pek mümkün gözükmemektedir.

4.3. Öneriler

1. Depreme dayanıklı yapı tasarımı, ilgili mühendislik dallarının ortak çalışması ile geliştirilebilir. Zemin ve üst yapı parametrelerinin etkileşimi ayrıntılı şekilde incelendiğinde gerekli verim elde edilebilir.
2. Yerel zemin koşulları ve zemin yapısı, depreme dayanıklı tasarımda oldukça büyük farklılıklara sebep olduğundan özellikle zemin büyütmesi ve sıvılaşma potansiyeli göz önüne alınmalıdır.
3. Bu çalışmada kullanılan yer hareketleri sınırlı sayıda ve rasgele seçilmiştir. Daha fazla yer hareketi kullanılarak, çalışmanın yapılması daha faydalı olacaktır.

4. Tasarımcılar, yeni ve ileri hesap yöntemlerine uyum sağlamalı, dünyadaki değişimler takip edilmelidir.
5. Projelendirme-malzeme-uygulama-denetim konularına itina gösterilmelidir.
6. Güçlü kolon-zayıf kiriş prensibine tam uyulmalıdır.
7. a. Birleşimlerin yük taşıma kapasiteleri artırılmalıdır.
b. Birleşime giren kirişlerin yük taşıma kapasiteleri azaltılmalıdır.

Bu iki yöntem etkin olarak plastik mafsallı oluşumunu kolon başlarından uzaklaştırmaktadır.



KAYNAKLAR

- (1) Akbas, B. and Shen, J., Energy Approach in Performance-Based Earthquake-Resistant Design, accepted for publication at Twelveth European Conference on Earthquake Engineering, London, England, 2002.
- (2) Akbaş, B. and Shen, J., Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı ve Enerji Kavramları, İMO Teknik Dergi, 2877-2901, Nisan 2003.
- (3) Akiyama, H., Earthquake-Resistant Limit-State Design for Buildings, University of Tokyo Press, 1985.
- (4) Berg, G.V. and Thomaides, S.S., Energy Consumption by Structures in Strong-Motion Earthquakes, Proc. of the Second World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo and Kyoto, 681-697, 1960.
- (5) Bertero, V.V., and Teran-Gilmore, A., Use of Energy Concepts in Earthquake-Resistant Analysis and Design: Issues and Future Directions, Advances in Earthquake Engineering Practice: Series 2, University of California, Berkeley, 1994.
- (6) Chopra, A.K., Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 2000.
- (7) Chopra, A. and Goel, R.K., A Modal Pushover Analysis Procedure For Estimating Seismic Demands For Buildings, Earthquake Engng. Struct. Dyn., 31, 561-582, 2002.
- (8) Conte, J.P., Pister, K.S., and Mahin, S.A., Influence of the Earthquake Ground Motion Process and Structural Properties on Response Characteristics of Simple Structures, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, Report No. UCB/EERC-90/09, 1990.
- (9) Fajfar, P. And Gasperic, P., The N2 Method for the Seismic Damage Analysis of RC Buildings, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 25, 1996.
- (10) Fajfar, P., Vidic, T., and Fischinger, M., On the Energy Input Into Structures, Proc. of the Pacific Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand, 1, 81-92, 1991.
- (11) Fajfar, P. and Vidic, T., Consistent Inelastic Design Spectra: Hysteretic and Input Energy, Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 23, 523-537, 1994.

- (12) FEMA 273, NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency, 1997.
- (13) Hadjian, A.H., A Re-Evaluation of Equivalent Linear Models for Simple Yielding Systems, *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 10, 759-767, 1982.
- (14) Housner, G.W., Limit Design of Structures to Resist earthquakes, *Proc. Of the First World Conference on Earthquake Engineering*, Berkeley, California, 5-1 to 5-3, 1956.
- (15) Kilar, V. and Fajfar, P., Simplified Pushover Analysis of Building Structures, 11th WCEE, Acapulco, Mexico, 1996.
- (16) Krawinkler, H. And Al-Ali, A., Seismic Demand Evaluation for a 4-Story Steel Frame Structure Damaged in the Northridge Earthquake, *The Structural Design of Tall Buildings*, 5, 1-27, 1996.
- (17) Kuwamura, H. And Galambos, T.V., Earthquake Load for Structural Reliability, *Jornal of Structural Engineering*, 115, 6, 1989.
- (18) Kuwamura, H., Akiyama, H., and Kirino, Y., Prediction of Earthquake Energy Input from Smoothed Fourier Amplitude Spectrum, *Journal of Construction Engineering: Transaction of AIJ*, No. 442, 53-60, 1992.
- (19) Li, R. and Pourzani, M., Sensitivity Of Buildings Response To Nonlinear Analysis Models, *Struct. Design Tall Buildings*, 8, 15-35, 1999.
- (20) Mahin, S.A. and Lin, J., Construction of Inelastic Response Spectra for Single-Degree-of-Freedom Systems, *Earthquake Engineering Research Center*, University of California, Berkeley, Report No. UCB/EERC-83/17, 1983.
- (21) Nicoletti, J., Static Nonlinear Pushover Analysis, *Vision 2000*, Part2, 1995.
- (22) Nurtuğ, A. And Sucuoğlu, H., Prediction of Seismic Enerfy Dissipation in SDOF Systems, *Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, 24, 1215-1223, 1995.
- (23) Ohtori, Y., Christensen R.E., Spencer, B.F. and Dyke S.J., *Benchmark Control Problems for Seismically Excited Nonlinear Buildings*, Notre Dame University, Indiana, 2000.
- (24) Qi, X. And Moehle, J.P., Displacement Design Approach for Reinforced Concrete Structures Subjected to Earthquakes, Report No. UCB/EERC-91/02, University of California, Berkeley, 1991.

- (25) Penzien, P., Elasto-Plastic Response of Idealized Multi-Story Structures Subjected to a Strong Motion Earthquake, Proc. of the Second World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo and Kyoto, 1960.
- (26) Saaïdi, M. and Sözen, M.A., Simple Nonlinear Seismic Analysis of RC Structures, Journal of Structural Division, ASCE, 107, 937-952, 1981.
- (27) Sucuoğlu, H., Dicleli, M., and Nurtuğ, A., An Analytical Assessment of Elastic and Inelastic Response Spectra, Canadian Journal of Civil Engineering, 21, 386-395, 1994.
- (28) Tso, W.K., Zhu, T.J., and Heidebrecht, A.C., Seismic Energy Demands on Reinforced Concrete Moment-Resisting Frames, Journal of Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 22, 533-545, 1993.
- (29) Uang, C.M. and Bertero, V.V., Use of Energy as a Design Criterion in Earthquake-Resistant Design, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, Report No. UCB/EERC-88/18, 1988.
- (30) Veletsos, A.S. and Newmark, N.M., Effect of Inelastic Behavior on the Response of Simple Systems to Earthquake Engineering, Proc. of the Second World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo and Kyoto, 895-912, 1960.
- (31) Zahrah, T.F., Seismic Energy Absorption in Simple Structures, Ph.D. Thesis, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois, 1982.
- (32) Mazzolani, F., Piluso V., Plastic Design of Seismic Resistant Steel Frames, Earthquake Engng. Struct. Dyn., 26, 167-191, 1997
- (33) Chou C., Uang C., A Procedure For Evaluating Seismic Energy Demand Of Framed Structures, Earthquake Engng. Struct. Dyn., 32:229-244, 2003
- (34) Kurama Y.C., Farrow K.T., Ground Motion Scaling Methods for different site conditions and structure characteristics, Earthquake Engng. Struct. Dyn., 32:2425-2450, 2003
- (35) Akbas B., Kara F.İ., Mert Tuğsal Ü., Alçak-, Orta- ve Yüksek- Katlı Çerçevelerde Öteleme Analizleri ve Doğrusal Olmayan Zaman Geçmişi Analizlerinin Karşılaştırılması, GYTE-BAB, 02-A-02-01-03
- (36) Ansal A., Depremlerde Yerel Zemin Davranışlar, Bilim Ve Teknik Dergisi, Tübitak ,384:64-68, 1999
- (37) Chopra A.K., Dynamics Of Structures: Theory And Applications To Earthquake Engineering, Prentice-Hall, Inc., New Jersey

- (38) Sucuoğlu H., Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı, Bilim ve Teknik Dergisi, TÜBÜTAK,384:58-62,1999
- (39) Celep Z., Kumbasar N., Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı
- (40) Mertol A., Mertol C., Deprem Mühendisliği, Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı
- (41) Arda T.,Aşkar G., Plastic Design of Steel Structures



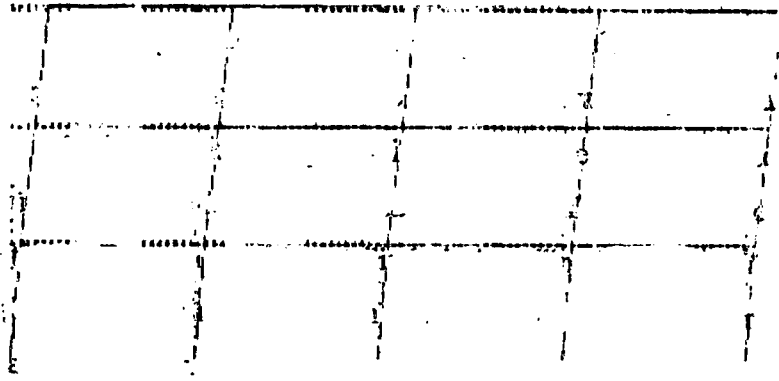
ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Çorum'da doğdu. İlkokulu Sivas Selçuk İlkokulu'nda tamamladıktan sonra orta ve lise eğitimini Sivas Selçuk Anadolu Lisesi'nde yaptı. 1997 yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü'nü kazandı. 2001 yılında mezun olduktan sonra Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Deprem ve Yapı Bilimleri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Eğitimine Başladı. 2001 yılından itibaren bu bölümde araştırma görevlisi olarak çalışmaya devam etmektedir.



EK 1

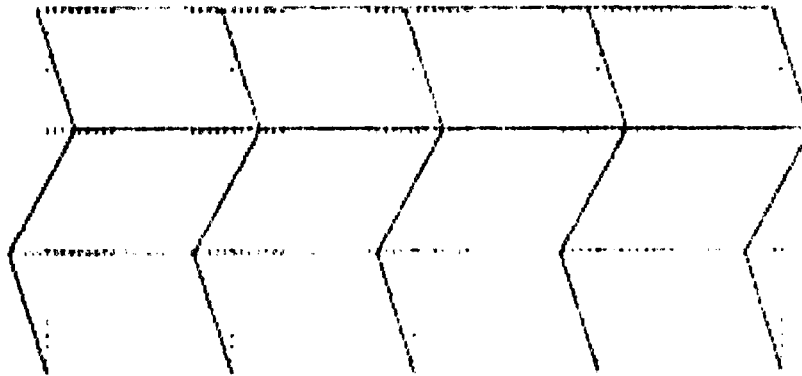
Mod Şekilleri



Model (1.0109 sn)

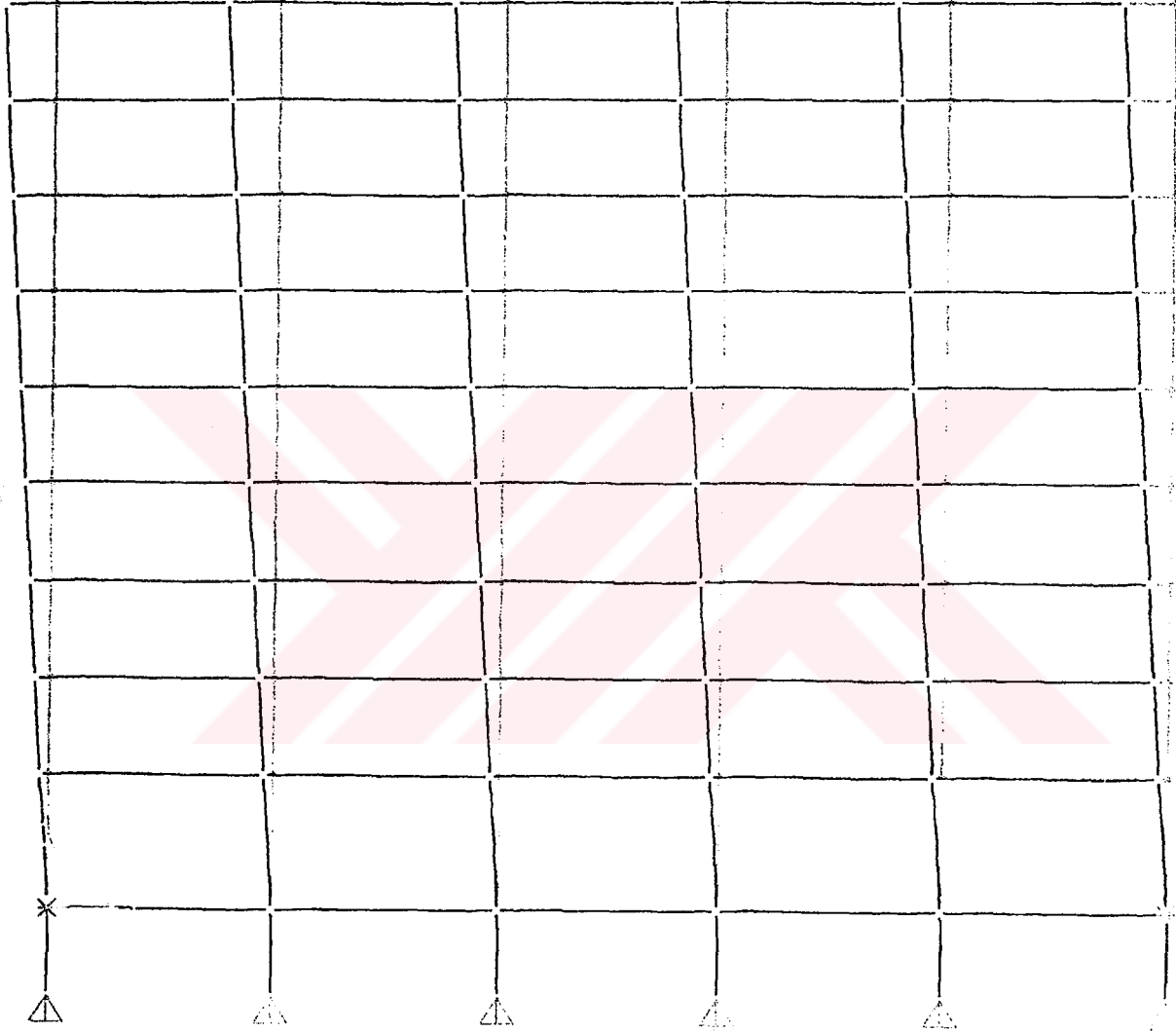


Mode2 (0.3279sn)

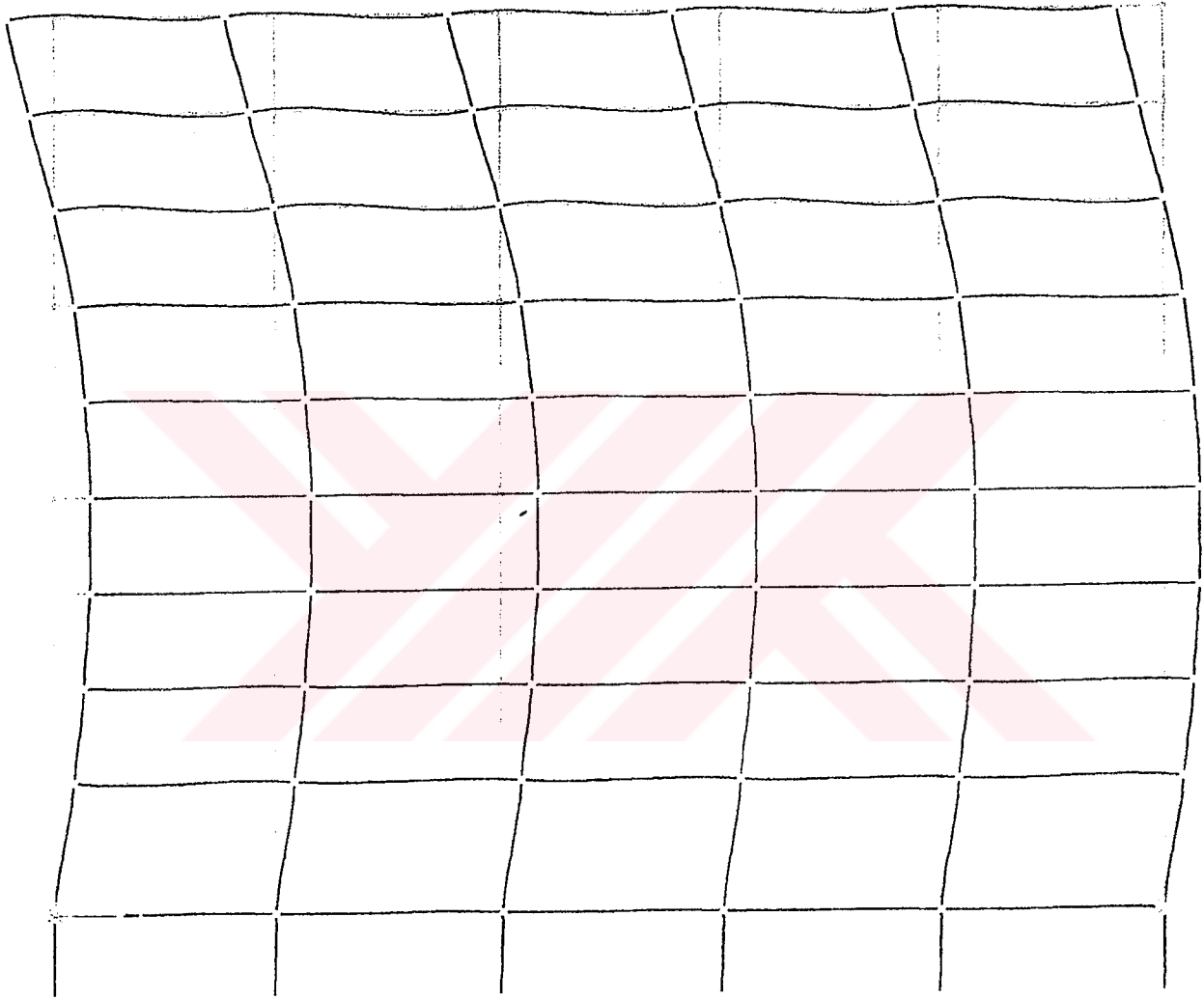


Mode3 (0.17271 sn)

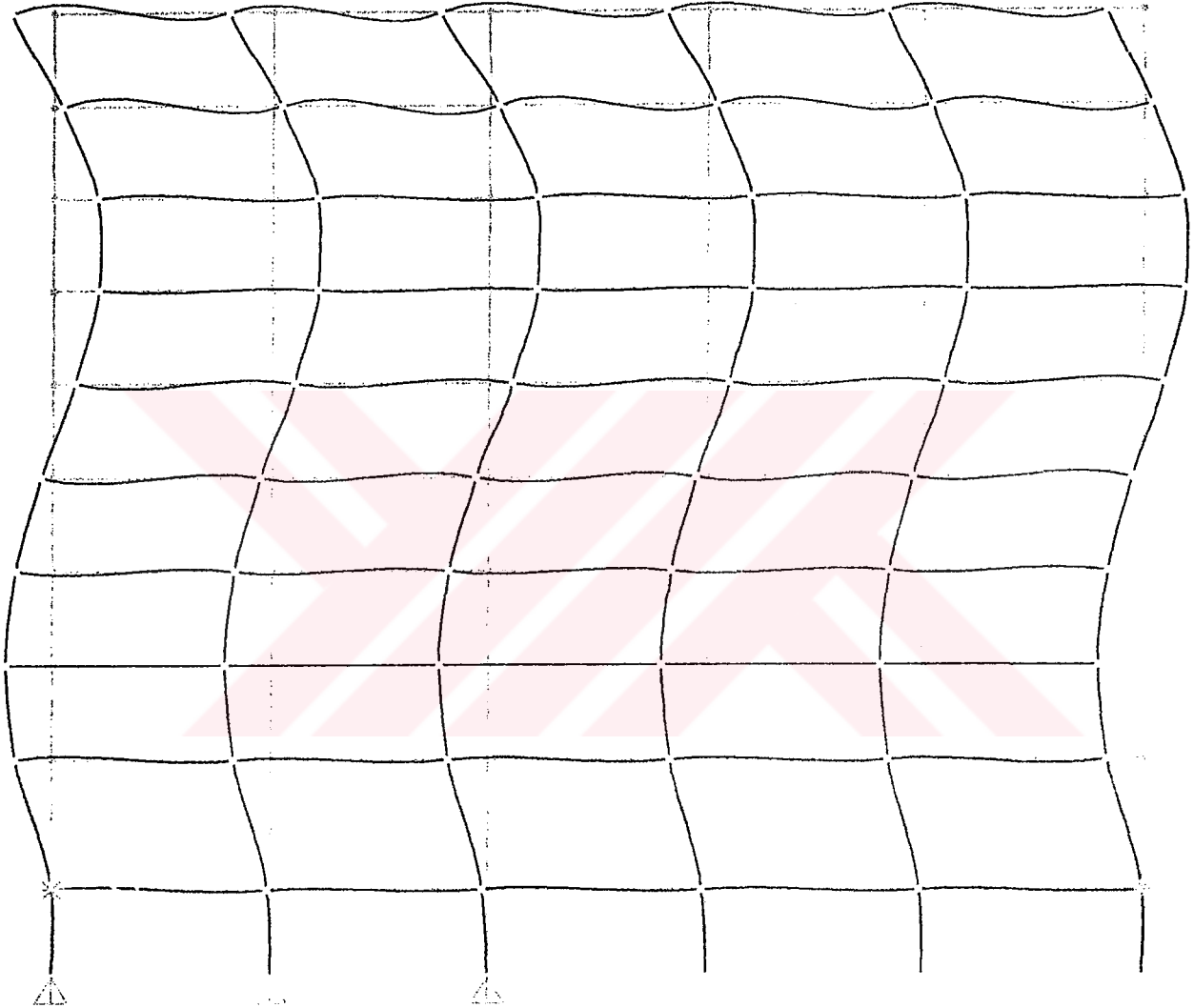
3 Katlı Yapı Mod Şekilleri



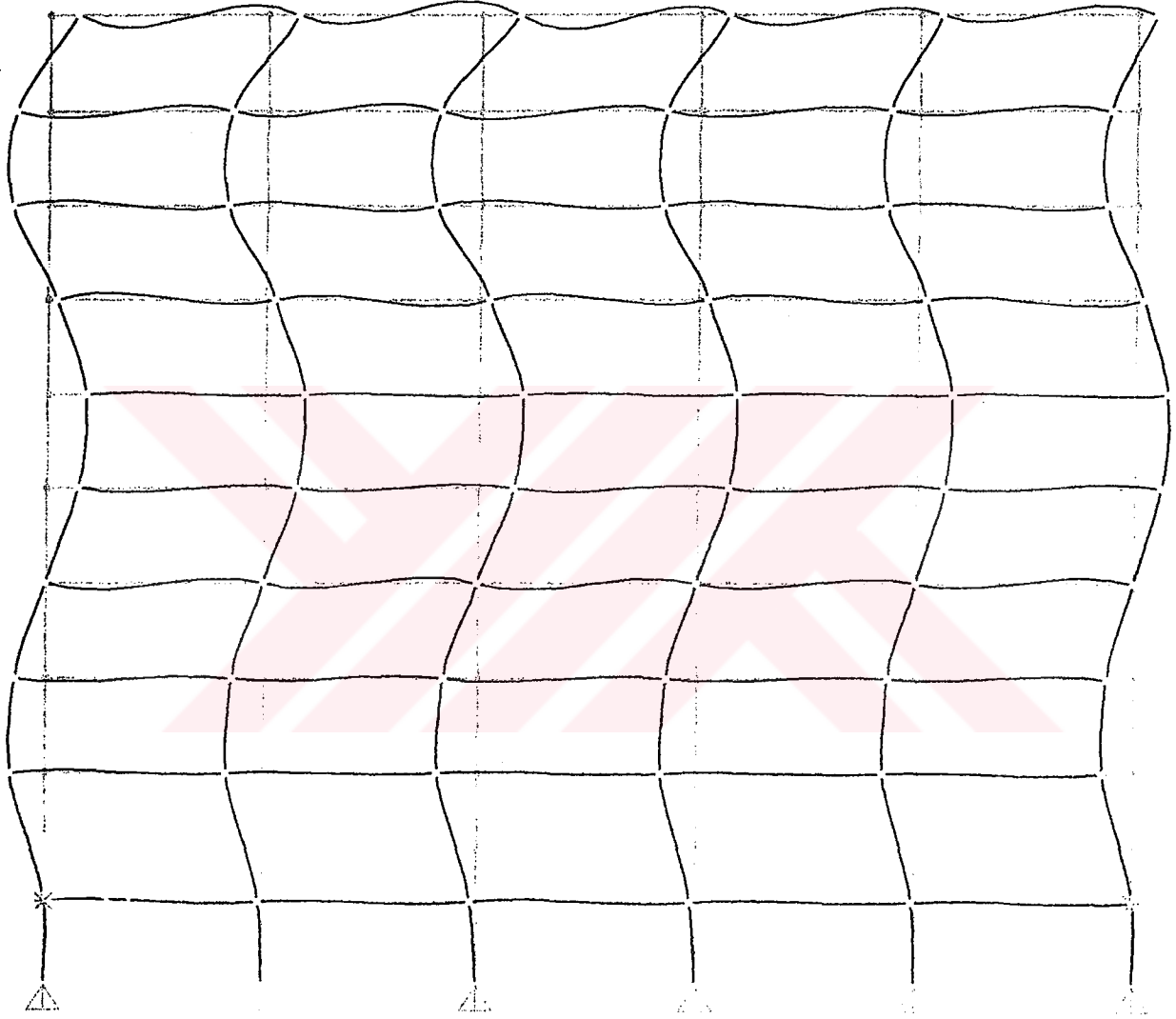
Mode 1 (2.2862 sn)



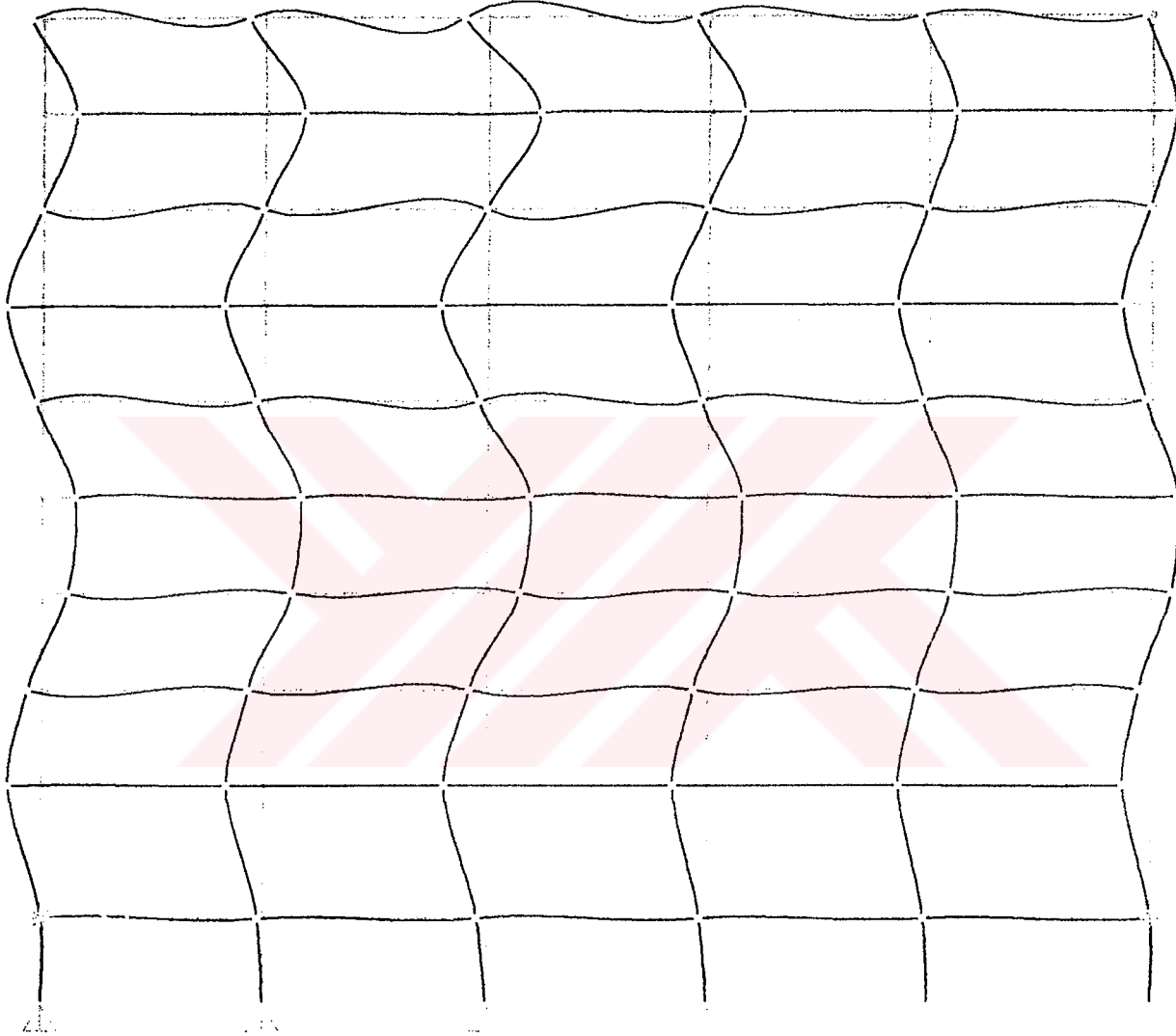
Mode 2 (0.86274 sn)



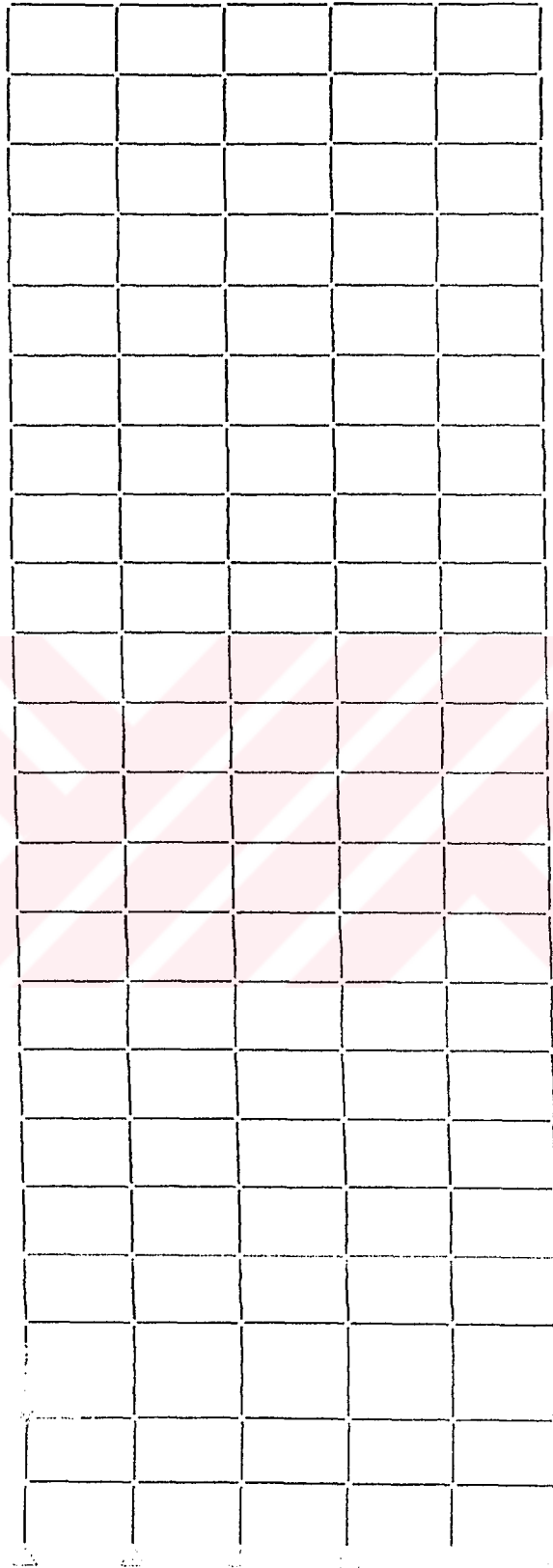
Mode 3 (0.49563 sn)



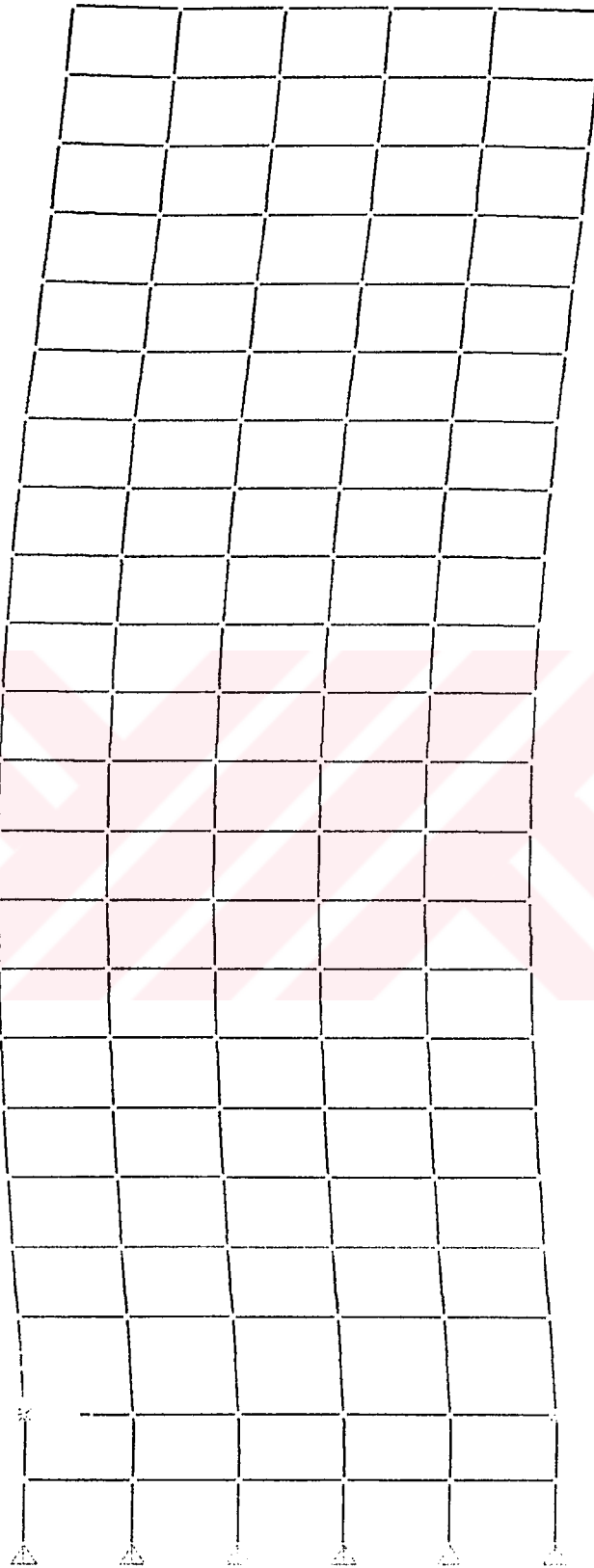
Mode 4 (0.32885 sn)



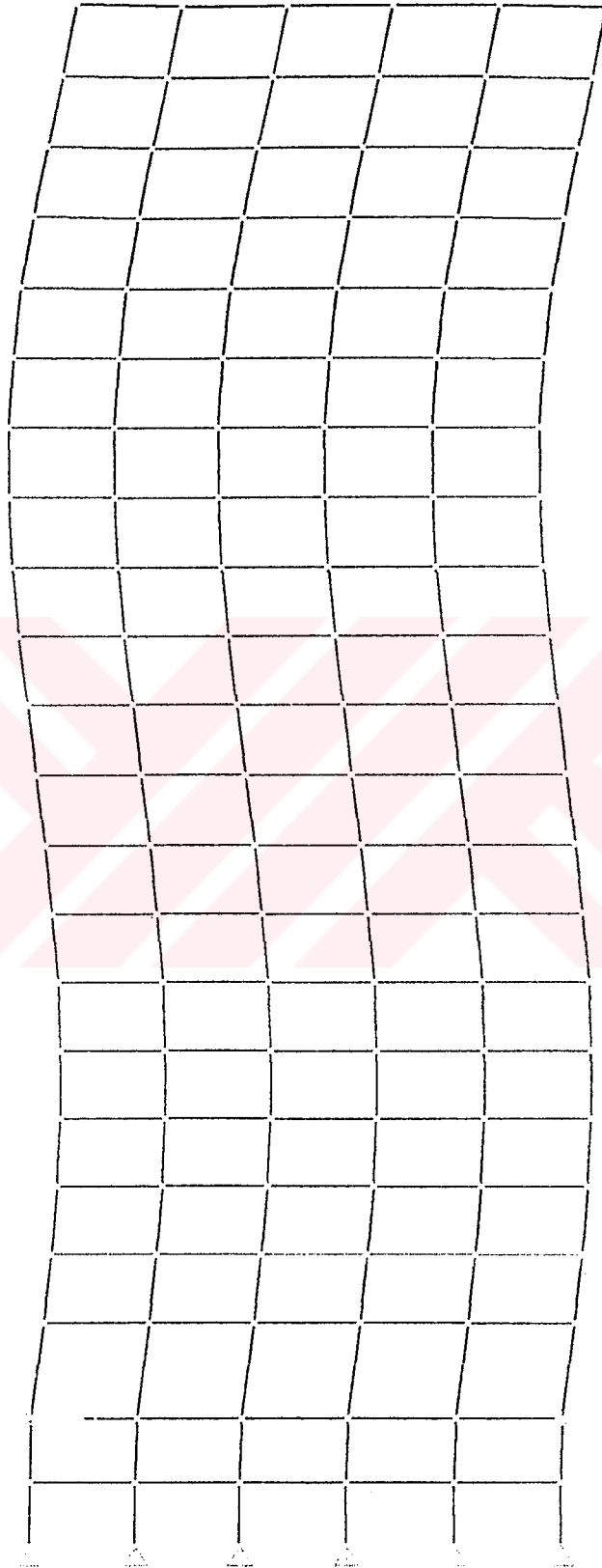
Mode 5 (0.23989 sn)



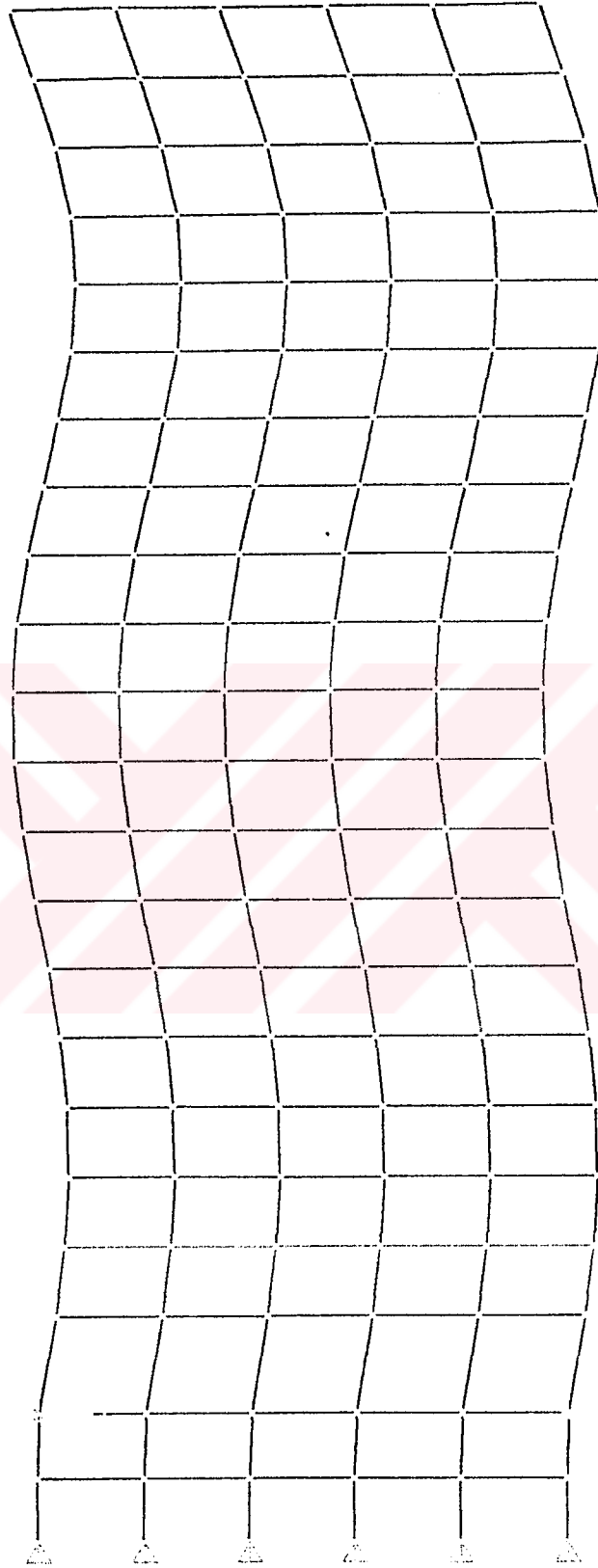
Mode 1 (3.7863 sn)



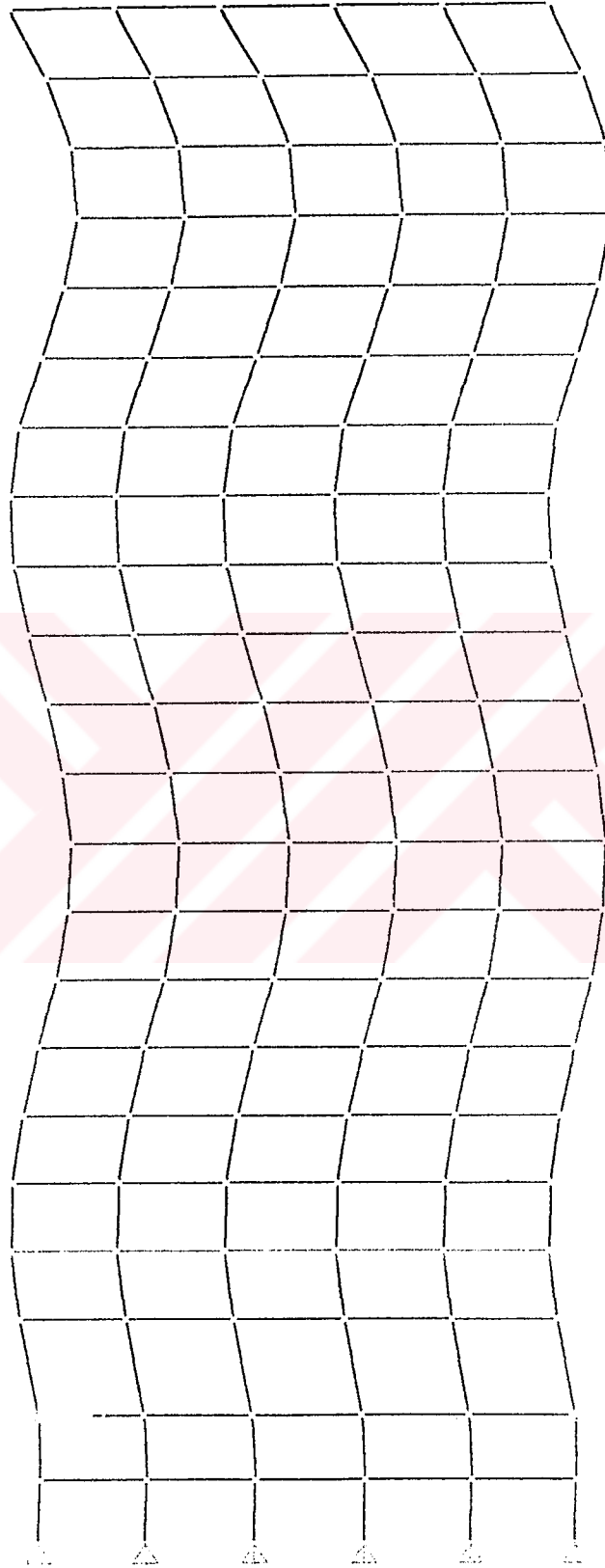
Mode 2 (1.3253 sn)



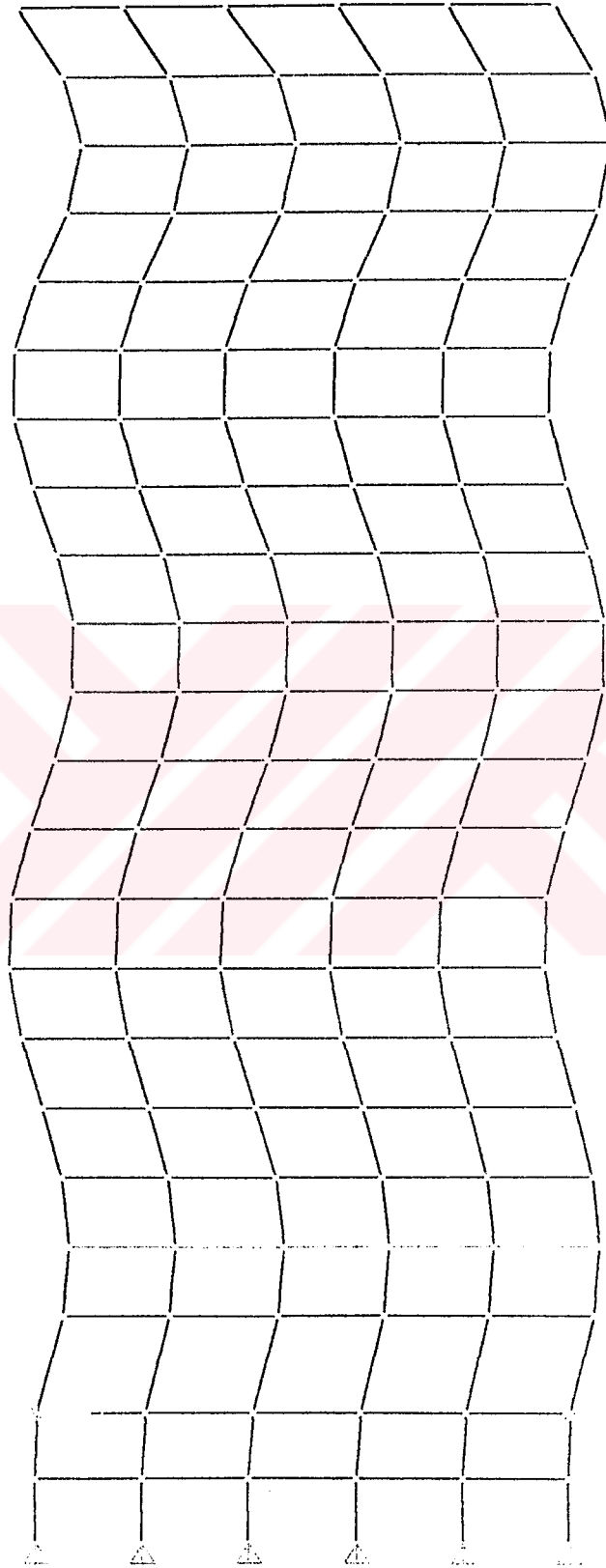
Mode 3 (0.77078 sn)



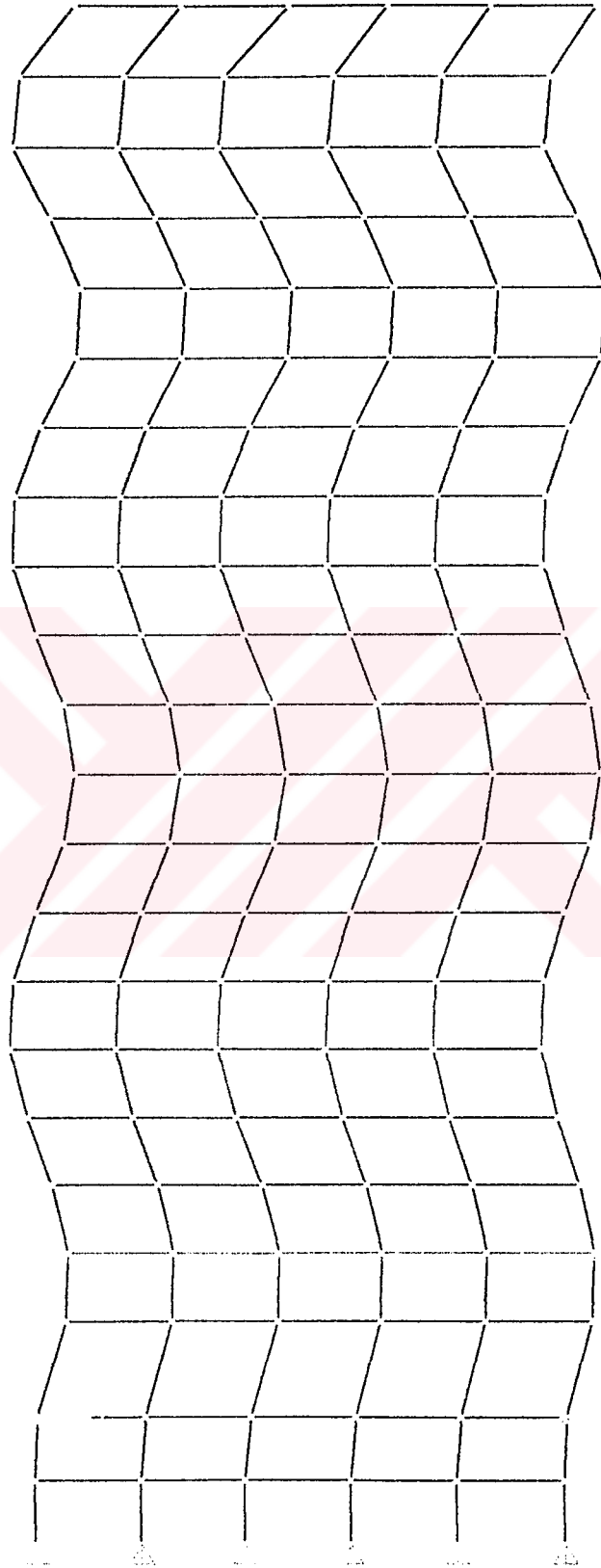
Mode 4 (0.54492 sn)



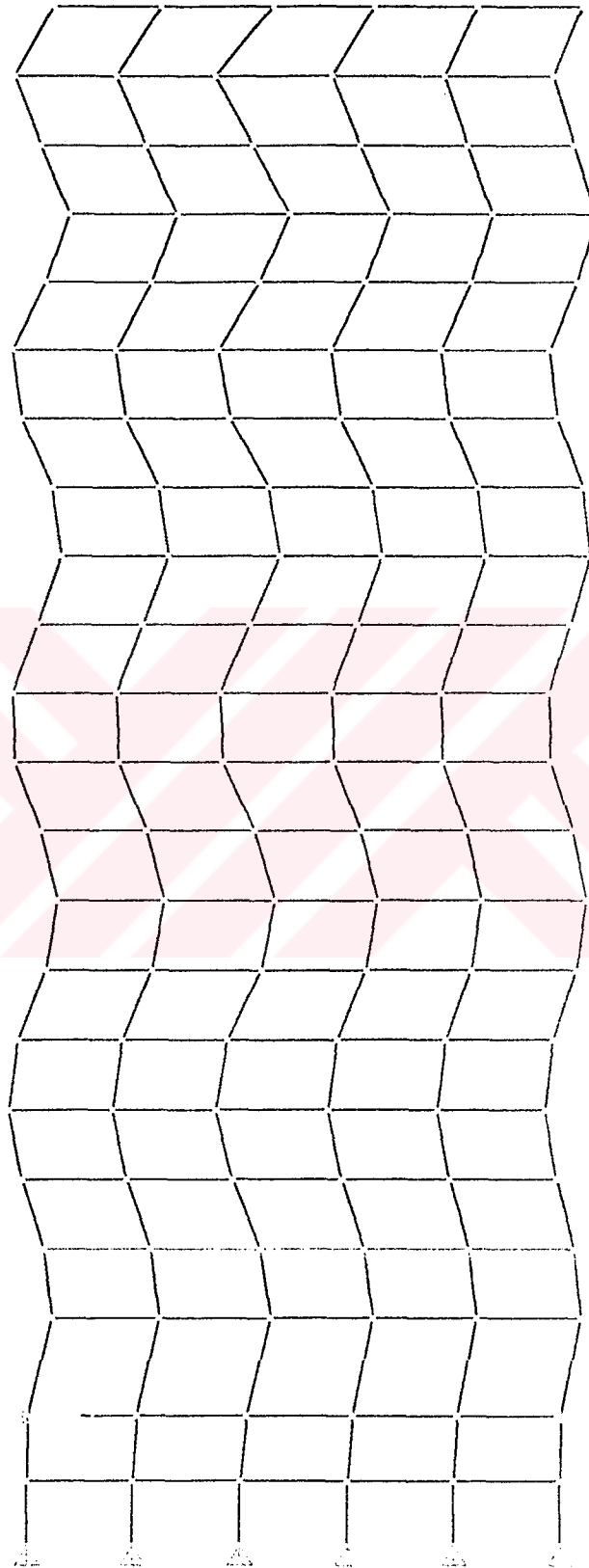
Mode 5 (0.41302 sn)



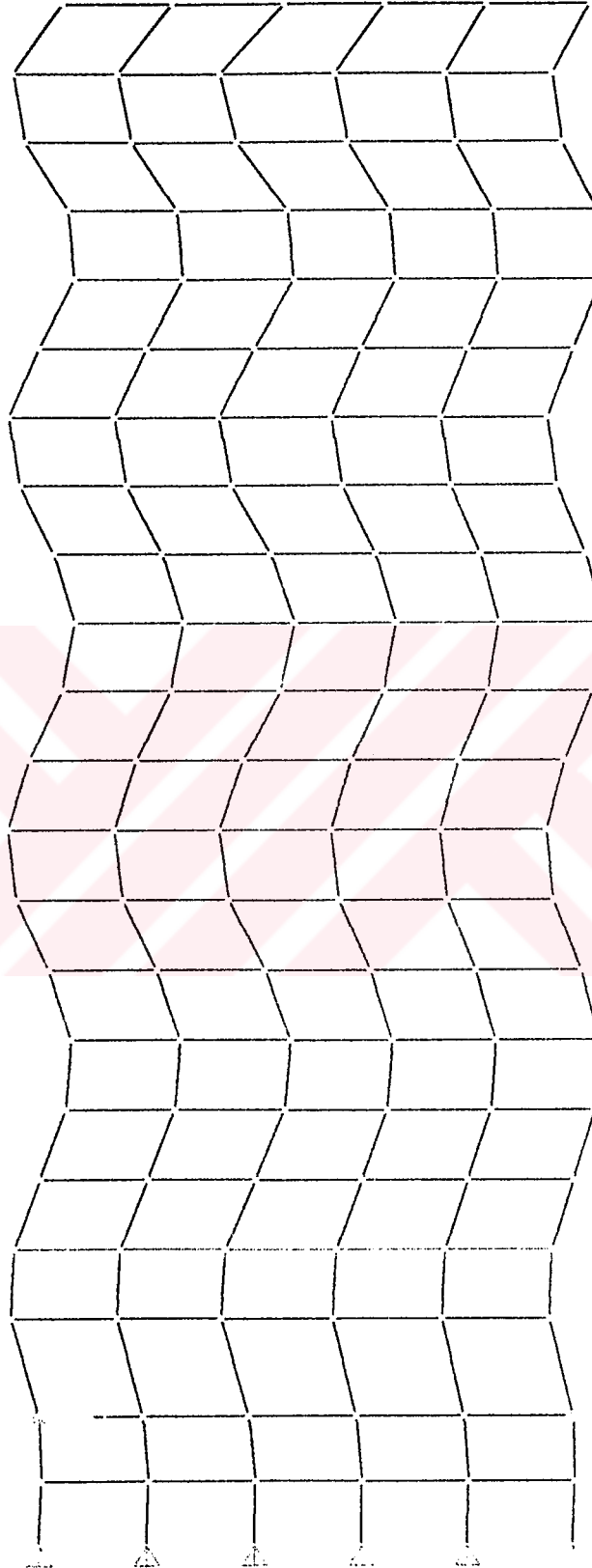
Mode 6 (0.41194 sn)



Mode 7 (0.34476 sn)



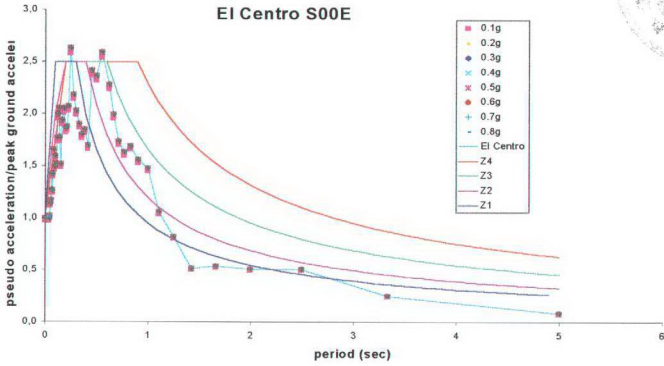
Mode 8 (0.32685 sn)



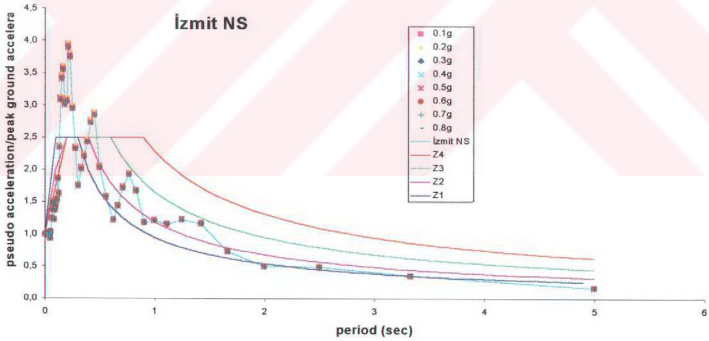
Mode 9 (0.27420 sn)

EK 2

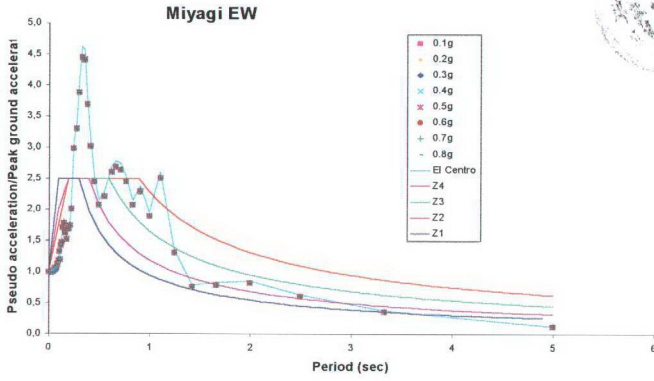
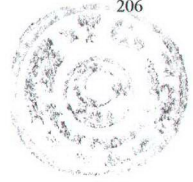
Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



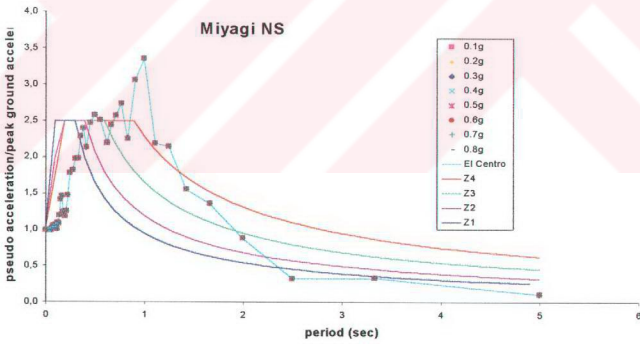
El-Centro Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için
Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



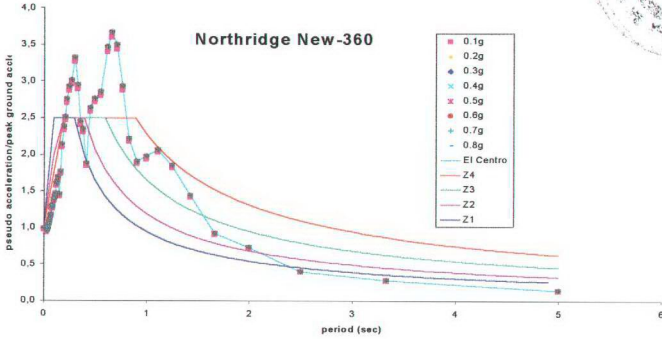
İzmit NS Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için
Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



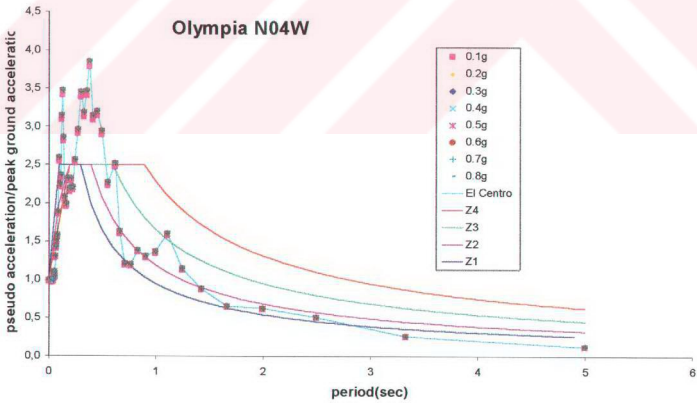
Miyagi EW Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için
Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



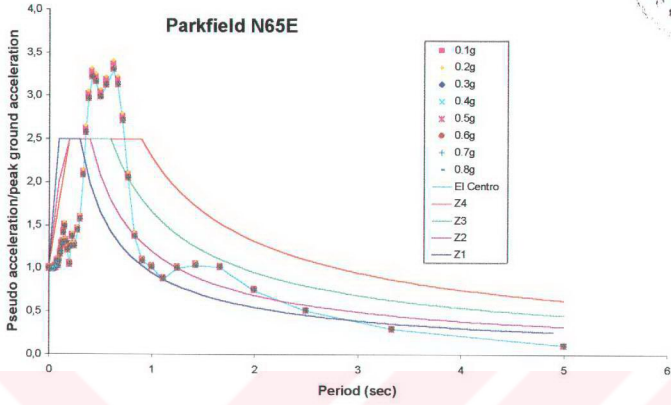
Miyagi NS Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için
Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



Northridge New-360 Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



OLympia N04 Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları



Parkfield N65 Depremi 0.1g,0.2g,0.3g,0.4g,0.5g,0.6g,0.7g,0.8g için
Normalleştirilmiş Mukabele Spektrumları