

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUVVETLİ DEPREM BÖLGELERİNDE HASTANE
BİNALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİNİN İRDELENMESİ**

Ali Can ÖZALTAŞ

Tez Yöneticisi:
Prof.Ali Sayıl ERDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ELAZIĞ, 2008

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KUVVETLİ DEPREM BÖLGELERİNDE HASTANE
BİNALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİNİN İRDELENMESİ**

Ali Can ÖZALTAŞ

Yüksek Lisans Tezi
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu tez, tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı / başarısız olarak değerlendirilmiştir.

Danışman: Prof. Ali Sayıl ERDOĞAN

Üye:

Üye:

Üye:

Üye:

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim boyunca bilgileri ve görüşlerinden her aşamada faydalandığım; tez çalışmasının önerilmesinde, yönlendirilmesinde, kaynak temininde yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Fırat Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Öğretim Üyesi sayın Prof. Ali Sayıl ERDOĞAN' a ve emeklerini esirgemeyen tüm öğretim üyelerine teşekkürü borç bilir saygılarımı sunarım.

Çalışmalarında yardımlarına sürekli başvurduğum sayın Arş.Gör. Mehmet Emin ÖNCÜ ve sayın Arş.Gör. Burak YÖN'e teşekkürlerimi sunarım.

Fedakâr anne ve babama, en büyük desteğim eşime minnettarlığımı sunarım.

Ali Can ÖZALTAŞ

İÇİNDEKİLER

	<u>sayfa</u>
TEŞEKKÜR.....	I
İÇİNDEKİLER.....	II
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	V
TABLolar LİSTESİ.....	XII
KISALTMALAR LİSTESİ.....	XVII
ÖZET.....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Konu	1
1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
2. YAPI SİSTEMLERİNİN PERFORMANSA DAYALI DEĞERLENDİRMESİ	3
2.1. Binalardan Bilgi Toplanması	3
2.1.1. DBYBHY-2007 ‘de Tanımlanan Bilgi Düzeyleri	3
2.1.1.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi	4
2.1.1.2. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi	5
2.1.1.3. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi	6
2.1.2. Bilgi Düzeyi Katsayıları	7
2.2. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri	7
2.2.1. Kesit Hasar Sınırları	8
2.2.2. Kesit Hasar Bölgeleri	8
2.3. Betonarme Binaların Deprem Performansları	9
2.3.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi	9
2.3.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi	9
2.3.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi	10
2.3.4. Göçme Durumu	11
2.4. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri	11
3. YAPILARIN DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİNDE	
KULLANILAN HESAP YÖNTEMLERİ	13
3.1. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri	14
3.1.1. DBYBHY-2007’de Tanımlanan Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri	14
3.1.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	14
3.1.1.2. Mod Birleştirme Yöntemi	17
3.1.2. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi	17

3.1.3. Görelî Kat Ötelemesinin Sınırlandırılması	21
3.2. Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri	21
3.2.1. DBYBHY-2007’de Tanımlanan Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri	23
3.2.1.1. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi	24
3.2.1.2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi	27
3.2.1.2.1. Modal Ölçeklendirme	27
3.2.1.2.2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile İtme Analizi Algoritması	29
3.2.1.2.3. İstem Büyüklüklerinin Belirlenmesi	32
3.2.1.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi	33
3.2.2. Plastik Davranışın İdealleştirilmesi	33
3.2.3. Birim Şekildeğiştirme İstemlerinin Belirlenmesi	35
3.2.4. Betonarme Elemanların Birim Şekildeğiştirme Kapasiteleri	36
4. BETONARME YAPI SİSTEMLERİNDE GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ	37
4.1. Sistem Bazında Güçlendirme	38
4.1.1. Betonarme Yapıların Yerinde Dökme Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi	38
4.1.1.1. Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi	38
4.1.1.2. Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi	41
4.1.1.3. Çerçevelerin Perdeye Çevrilmesiyle Oluşabilecek Sorunlar	42
4.1.2. Dolgu Duvarların Güçlendirilmesi	43
4.1.2.1. Dolgu Duvarların Hasır Çelik Donatılı Özel Sıva İle Güçlendirilmesi	43
4.1.2.2. Dolgu Duvarların Lifli Polimerler İle Güçlendirilmesi	44
4.1.2.3. Dolgu Duvarların Prefabrike Beton Paneller İle Güçlendirilmesi	45
4.1.3. Çelik Elemanlarla Güçlendirme	46
4.1.4. Yapıya Yeni Çerçeveler Eklenmesi	47
4.2. Eleman Bazında Güçlendirme	48
4.2.1. Kolonların Güçlendirilmesi	49
4.2.1.1. Betonarme Mantolama İle Güçlendirme	49
4.2.1.2. Betonarme Kolonların Kanat Duvar Eklenerek Güçlendirilmesi	52
4.2.1.3. Kolonların Çelik Manto İle Güçlendirilmesi	53
4.2.1.4. Kolonların Lifli Polimer İle Güçlendirilmesi	54
4.2.2. Kirişlerin Güçlendirilmesi	58
4.2.2.1. Betonarme Mantolama İle Güçlendirme	58
4.2.2.2. Çelik Levhalar İle Güçlendirme	60
4.2.2.3. Lifli Polimerler İle Güçlendirme	61
4.2.3. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinin Güçlendirilmesi	61

4.2.4. Temellerin Güçlendirilmesi	62
4.2.5. Sistemin Kütlesinin Azaltılması	63
5. PERFORMANS KAVRAMI ÜZERİNE SAYISAL İNCELEME	64
5.1. BH-1 Binasının Deprem Performansının Değerlendirilmesi	64
5.1.1. BH-1 Binasının Yapısal Özellikleri	64
5.1.2. Sistemin Deprem Performansının Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Belirlenmesi	66
5.1.3. Sistemin Deprem Performansının Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Belirlenmesi	100
5.2. BH-1 Binasının Deprem Performansının Arttırılması	107
5.2.1. BH-1 Binasının Güçlendirilmesi	107
5.2.2. Güçlendirilen BH-1 Binasının Deprem Performansının Bulunması	109
5.3. BH-2 Binasının Deprem Performansının Değerlendirilmesi	149
5.3.1. BH-2 Binasının Yapısal Özellikleri	149
5.3.2. Sistemin Deprem Performansının Mod Birleştirme Yöntemi ile Belirlenmesi	152
5.4. BH-2 Binasının Deprem Performansının Arttırılması	199
5.4.1. BH-2 Binasının Güçlendirilmesi	199
5.4.2. Güçlendirilen BH-2 Binasının Deprem Performansının Bulunması	202
5.5. BH-3 Binasının Deprem Performansının Değerlendirilmesi	247
5.5.1. BH-3 Binasının Yapısal Özellikleri	247
5.5.2. BH-3 Binasının Deprem Performansının Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Belirlenmesi	250
6. SONUÇLAR	259
KAYNAKLAR	261
ÖZGEÇMİŞ	263

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>sayfa</u>
Şekil 2.1 Kapasite Eğrisinde Performans Seviyeleri ve Aralıkları	9
Şekil 3.1 Doğrusallaştırılan moment-eksenel kuvvet etkileşim diyagramı	18
Şekil 3.2 Çeşitli teorilere göre elde edilen yük parametresi-yerdeğiştirme bağıntıları	23
Şekil 3.3 Modal Kapasite Diyagramları ve Eşit Yerdeğiştirme Kuralı ile Modal Ölçeklendirme	28
Şekil 3.4 Eğilme Momenti-Plastik Dönme Bağıntıları	35
Şekil 4.1 Perde Duvar Ekleyerek Güçlendirme	39
Şekil 4.2 Perde Duvar Ekleme Yönteminde Kolon ve Kirişe Bağlantı Detayları	39
Şekil 4.3 Perde Duvarın Çerçeve İle Birlikte Çalışması İçin Uygun Bir Ayrıntı	40
Şekil 4.4 Mevcut Perdenin Kalınlaştırılması	41
Şekil 4.5 Yapıya Dıştan Perde Ekleme	42
Şekil 4.6 Dolgu Duvarların Hasır Çelik Donatılı Özel Sıva İle Güçlendirilmesi	43
Şekil 4.7 Dolgu Duvarların Lifli Polimerler İle Güçlendirilmesi.....	45
Şekil 4.8 Dolgu Duvarların Prefabrik Paneller İle Güçlendirilmesi.....	46
Şekil 4.9 Çelik Çerçeveden Betonarme Elemana Kuvvet Aktarma Ayrıntısı.....	48
Şekil 4.10 Kolonun Mantolama İle Güçlendirilmesi	50
Şekil 4.11 V Demiri İle Esnek Bağlantı	51
Şekil 4.12 Kolonların İki ve Üç Yüzeyden Mantolanması	51
Şekil 4.13 Kolonların Kanat Duvar Eklenerek Perde Duvara Dönüştürülmesi	52
Şekil 4.14 Kolonların Kant Duvar Eklenerek Perde Duvara Dönüştürülmesi	53
Şekil 4.15 Kolonların Çelik Manto İleGüçlendirilmesi	54
Şekil 4.16 Kolonların Şekline Göre b , h ve r_c değerleri	57
Şekil 4.17 Kirişlerin Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesi	58
Şekil 4.18 Boyuna Donatıların Ankrajı	59
Şekil 4.19 Yeni ve Eski Betonun Kaynaştırılmasında Kullanılan Yöntemler	59
Şekil 4.20 a)Dıştan Etriye Ekleyerek b) Kelepçe İle Güçlendirme	60
Şekil 4.21 Çelik Levhalar ile Kiriş Güçlendirilmesi	60
Şekil 4.22 Kolon-Kiriş birleşimlerinin Çelik Şeritler Sarılarak Güçlendirilmesi	62
Şekil 5.1 BH-1 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı	65
Şekil 5.2 BH-1 Sistemine ait Perspektif Görünüş	66
Şekil 5.3 Z2 yerel zemin sınıfı ile HK ve CG için Elastik İvme Spektrumları	68
Şekil 5.4 HK ve CG için hesaplanan eşdeğer deprem yükleri	69
Şekil 5.5 BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait	

	kiriş etki/kapasite (r) oranları	72
şekil 5.6	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	73
şekil 5.7	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.....	74
şekil 5.8	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	75
şekil 5.9	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	76
şekil 5.10	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	77
şekil 5.11	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	78
şekil 5.12	BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	79
şekil 5.13	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	87
şekil 5.14	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.....	88
şekil 5.15	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	89
şekil 5.16	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	90
şekil 5.17	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	91
şekil 5.18	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	92
şekil 5.19	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	93
şekil 5.20	BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	94
şekil 5.21	BH-1 binası y yönü için bulunan 1 nci moda ait yerdeğıştirme	101
şekil 5.22	BH-1 binası x yönü için bulunan 1 nci moda ait yerdeğıştirme	101
şekil 5.23	BH-1 binası x yönü için olası plastik mafsalların yeri	102
şekil 5.24	BH-1 Binası +y yönü Kapasite Diyagramı	103

Şekil 5.25 BH-1 Binası +x yönü Kapasite Diyagramı	104
Şekil 5.26 Perde Eklenerek Güçlendirilmiş BH-1 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı	108
Şekil 5.27 Güçlendirilmiş BH-1 Sistemine ait Perspektif Görünüş	109
Şekil 5.28 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	113
Şekil 5.29 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	114
Şekil 5.30 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	115
Şekil 5.31 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	116
Şekil 5.32 Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	117
Şekil 5.33 Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	118
Şekil 5.34 Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	119
Şekil 5.35 Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	120
Şekil 5.36 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	132
Şekil 5.37 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	133
Şekil 5.38 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	134
Şekil 5.39 Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları	135
Şekil 5.40 Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	136
Şekil 5.41 Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	137
Şekil 5.42 Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	138
Şekil 5.43 Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	139

Şekil 5.44 BH-2 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı	150
Şekil 5.45 BH-2 Yapı Sistemine ait Perspektif Görünüş	151
Şekil 5.46 BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	159
Şekil 5.47 BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	160
Şekil 5.48 BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	161
Şekil 5.49 BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	162
Şekil 5.50 BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	163
Şekil 5.51 BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	164
Şekil 5.52 BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	169
Şekil 5.53 BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	170
Şekil 5.54 BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	171
Şekil 5.55 BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	172
Şekil 5.56 BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	173
Şekil 5.57 BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	174
Şekil 5.58 BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	179
Şekil 5.59 BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	180
Şekil 5.60 BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	181
Şekil 5.61 BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	182
Şekil 5.62 BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait	

kolon etki/kapasite (r) oranları	183
Şekil 5.63 BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait	
kolon etki/kapasite (r) oranları	184
Şekil 5.64 BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait	
kiriş etki/kapasite (r) oranları	189
Şekil 5.65 BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait	
kiriş etki/kapasite (r) oranları	190
Şekil 5.66 BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait	
kiriş etki/kapasite (r) oranları	191
Şekil 5.67 BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait	
kolon etki/kapasite (r) oranları	192
Şekil 5.68 BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait	
kolon etki/kapasite (r) oranları	193
Şekil 5.69 BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait	
kolon etki/kapasite (r) oranları	194
Şekil 5.70 Perde Eklenerek Güçlendirilmiş BH-2 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı	201
Şekil 5.71 Güçlendirilmiş BH-2 Sistemine ait Perspektif Görünüş	202
Şekil 5.72 Perdelerle güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz	
sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	204
Şekil 5.73 Perdelerle güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz	
sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	205
Şekil 5.74 Perdelerle güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz	
sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	206
Şekil 5.75 Güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu	
bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	207
Şekil 5.76 Güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan	
1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	208
Şekil 5.77 Güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan	
2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	209
Şekil 5.78 Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan	
zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	215
Şekil 5.79 Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan	
1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	216
Şekil 5.80 Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan	
2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	217

Şekil 5.81 Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	218
Şekil 5.82 Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	219
Şekil 5.83 Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	220
Şekil 5.84 Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	226
Şekil 5.85 Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	227
Şekil 5.86 Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	228
Şekil 5.87 Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	229
Şekil 5.88 Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	230
Şekil 5.89 Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	231
Şekil 5.90 Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	237
Şekil 5.91 Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	238
Şekil 5.92 Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları	239
Şekil 5.93 Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	240
Şekil 5.94 Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	241
Şekil 5.95 Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları	242
Şekil 5.96 BH-3 Binası Bodrum Kat Kalıp Planı	248
Şekil 5.97 BH-3 Binası Zemin ve Normal Kat Kalıp Planı	249
Şekil 5.98 BH-3 Yapı Sistemine ait Perspektif Görünüş	250
Şekil 5.99 BH-3 binası x yönü deprem yüklemesi için olası plastik mafsalların yeri	253
Şekil 5.100 BH-3 binası y yönü deprem yüklemesi için olası plastik mafsalların yeri	254

Şekil 5.101 BH-1 Binası +x yönü Kapasite Diyagramı	255
Şekil 5.102 BH-1 Binası +y yönü Kapasite Diyagramı	256

TABLÖLAR LİSTESİ

sayfa

Tablo 2.1	Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları	7
Tablo 2.2	Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri	12
Tablo 3.1.	Betonarme Binaların Kullanım Amacına Göre Alınacak Hareketli Yük Katılım Katsayısı.	16
Tablo 3.2.	Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları	19
Tablo 3.3.	Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları	20
Tablo 3.4.	Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları	20
Tablo 3.5.	Görelî Kat Ötelemesi Sınırları	21
Tablo 5.1.	BH-1 İçin Yapı Analiz Parametreleri	66
Tablo 5.2.	Spektral ivme Değerlerinin Hesabı.....	68
Tablo 5.3.	Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesaplanması	68
Tablo 5.4.	Binanın x ve y yönünde burulma düzensizliğinin kontrolü	69
Tablo 5.5.	+ x yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri	70
Tablo 5.6.	Binanın +x yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu	80
Tablo 5.7.	Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü	81
Tablo 5.8.	Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	82
Tablo 5.9.	Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	83
Tablo 5.10.	Binanın +x yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü	84
Tablo 5.11.	+ y yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri	86
Tablo 5.12.	Binanın +y yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu	95
Tablo 5.13.	Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü	96
Tablo 5.14.	Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	97
Tablo 5.15.	Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	98
Tablo 5.16.	Binanın +y yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü	99
Tablo 5.17.	+x yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	106
Tablo 5.18.	+x yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	106
Tablo 5.19.	+y yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	107

Tablo 5.20. +y yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	107
Tablo 5.21. Binanın x ve y yönünde burulma düzensizliğinin kontrolü	109
Tablo 5.22. Kirişlerin moment kapasiteleri	111
Tablo 5.23. K113 kirişine ait deprem performans değerlendirmesi	112
Tablo 5.24. S226 kolonuna ait deprem performans değerlendirmesi	112
Tablo 5.25. Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	121
Tablo 5.26. 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	122
Tablo 5.27. 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	123
Tablo 5.28. 3 ncü kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	124
Tablo 5.29. Binanın x yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu	125
Tablo 5.30. Binanın x yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü	126
Tablo 5.31. Binanın x yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	127
Tablo 5.32. Binanın x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	128
Tablo 5.33. Binanın x yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü	129
Tablo 5.34. Kirişlerin y doğrultusu moment kapasiteleri	131
Tablo 5.35. Zemin kat güçlendirme perdelerine ait +y yönü deprem performans değerlendirmesi	140
Tablo 5.36. 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	141
Tablo 5.37. 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	142
Tablo 5.38. 3 ncü kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi	143
Tablo 5.39. Binanın +y yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu	144
Tablo 5.40. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü	145
Tablo 5.41. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	146
Tablo 5.42. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	147
Tablo 5.43. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü	149
Tablo 5.44. BH-2 İçin Yapı Analiz Parametreleri	151
Tablo 5.45. BH-2 Yapı Sistemi Kolon Donatıları	152
Tablo 5.46. BH-2 Kirişleri Donatı Alanları	153
Tablo 5.47. Binanın x doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü	154
Tablo 5.48. Binanın y doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü	154
Tablo 5.49. + x yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri	155
Tablo 5.50. - x yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri	156

Tablo 5.51. +y yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri	157
Tablo 5.52. - yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri	158
Tablo 5.53. Binanın +x yönü yapı performansı raporu	165
Tablo 5.54. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	166
Tablo 5.55. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	167
Tablo 5.56. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için Zemin kat güçlü kolon kontrolü	168
Tablo 5.57. -x yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	175
Tablo 5.58. BH-2 yapı sisteminin -x yönünde yapılan analiz sonucu bulunan yapı performansı raporu	175
Tablo 5.59. Binanın -x yönü analizi sonucu bulunan 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	176
Tablo 5.60. Binanın -x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	177
Tablo 5.61. Binanın -x yönü deprem yüklemesi için Zemin kat güçlü kolon kontrolü	178
Tablo 5.62. +y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	185
Tablo 5.63. BH-2 yapı sisteminin +y yönünde yapılan analiz sonucu bulunan yapı performansı raporu	185
Tablo 5.64. Binanın +y yönü analizi sonucu bulunan 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	186
Tablo 5.65. Binanın +y yönü analizi sonucu bulunan 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	187
Tablo 5.66. Binanın +y yönü analizi sonucu bulunan zemin kat güçlü kolon kontrolü	188
Tablo 5.67. -y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	195
Tablo 5.68. BH-2 yapı sisteminin -y yönünde yapılan analiz sonucu bulunan yapı performansı raporu	195
Tablo 5.69. Binanın +- yönü analizi sonucu bulunan 2 nci kat güçlü kolon kontrolü	196
Tablo 5.70. Binanın -y yönü analizi sonucu bulunan 1 nci kat güçlü kolon kontrolü	197
Tablo 5.71. Binanın -y yönü analizi sonucu bulunan zemin kat güçlü kolon kontrolü	198
Tablo 5.72. Güçlendirme Perdelerine ait Donatı Yeri ve Miktarı	200
Tablo 5.73. Binanın x doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü	202
Tablo 5.74. Binanın y doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü	203
Tablo 5.75. +x yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	210
Tablo 5.76. +x yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirme	211
Tablo 5.77. +x yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem	

performansı değerlendirmesi	212
Tablo 5.78. +x yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	213
Tablo 5.79. Binanın +x yönü yapı performansı raporu	214
Tablo 5.80. -x yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	221
Tablo 5.81. -x yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	222
Tablo 5.82. -x yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	223
Tablo 5.83. -x yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	224
Tablo 5.84. Binanın -x yönü yapı performansı raporu	225
Tablo 5.85. +y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	232
Tablo 5.86. +y yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	233
Tablo 5.87. +y yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	234
Tablo 5.88. +y yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	235
Tablo 5.89. Binanın -x yönü yapı performansı raporu	236
Tablo 5.90. -y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	243
Tablo 5.91. -y yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	244
Tablo 5.92. -y yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	245
Tablo 5.93. -y yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi	246
Tablo 5.94. Binanın -y yönü yapı performansı raporu	247
Tablo 5.95. BH-3 İçin Yapı Analiz Parametreleri	250
Tablo 5.96. Binanın x ve y doğrultusunda burulma düzensizliğinin kontrolü	252
Tablo 5.97. +x yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	257

Tablo 5.98. +x yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	257
Tablo 5.99. +y yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	258
Tablo 5.100. +y yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu	258

KISALTMALAR

DBYBHY-2007 : 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik

ABYYHY' 98 : 1998 Türk Deprem Yönetmeliği

ASCE : American Society of Civil Engineers

ATC : Applied Technology Council

ATC 40 : Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings

BSSC : Building Seismic Safety Council

CG : Can Güvenliği

FEMA : Federal Emergency Management Agency

FEMA 273, 356 : NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings

GÇ : Göçme Sınırı

GÖ : Göçmenin Önlenmesi

GV : Güvenlik Sınırı

HK : Hemen Kullanım

MN : Minimum Hasar Sınırı

NEHRP : National Earthquake Hazards Reduction Program

SAP : Integrated Software for Structural Analysis and Design

TS-500 : Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları

BH-1 : Betonarme Hastane Binası Örnek 1

BH-2 : Betonarme Hastane Binası Örnek 2

BH-3 : Betonarme Hastane Binası Örnek 3

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUVVETLİ DEPREM BÖLGELERİNDE HASTANE BİNALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİNİN İRDELENMESİ

Ali Can ÖZALTAŞ

Fırat Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı

2008, sayfa : 263

Bu çalışmada depremden sonra hizmet vermeyi gerektiren betonarme hastane binalarının deprem performansları DBYBHY-2007’ de (Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik-2007) tanımlanan doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılarak belirlenmiş ve güçlendirmeleri irdelenmiştir. Sayısal uygulamalar için Z2, Z3 zemin sınıflarında, 1 ve 2 nci derecedeki deprem bölgelerinde bulunan 3-5 katlı betonarme hastane binalar seçilmiştir. İncelenen bu binaların deprem dayanımlarının yetersiz olduğu görülmüş, yapının durumuna göre bir güçlendirme yöntemi seçilip yönetmelikte belirtilen performans analizleri yardımıyla güçlendirilmiş sisteme ait deprem performansları hesaplanmıştır. Ayrıca süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan 9 katlı betonarme hastane binasının depremden sonra kullanılabilirliği irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Güçlendirme, Performans analizi, Doğrusal analiz, Pushover analizi.

ABSTRACT

MSc Thesis

EVALUATION AND STRENGTHENING INVESTIGATION OF THE HOSPITAL BUILDINGS IN STRONG EARTHQUAKE ZONES

Ali Can ÖZALTAŞ

Firat University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Civil Engineering

2008, page : 263

In this study, it is evaluated that seismic performance of reinforced concrete hospital buildings which have to serve after earthquake by the linear and nonlinear methods defined in the 2007 Turkish Earthquake Code and their strengthening is investigated. For numerical applications, 3-5 storied reinforced concrete hospital buildings are taken into considered, on Z2 and Z3 soil types and 1st and 2nd degree earthquake zone. It is determined that seismic performances of these buildings are insufficient. An adequate strengthening method is chosen and earthquake performances of strengthened systems are calculated by using performance analysis of the 2007 Turkish Earthquake Code. Also, availability of the 9 storied reinforced concrete hospital buildings which are consisted of high level ductility frames are investigated after earthquake.

Keywords : Strengthening, Performance analysis, Pushover analysis, Linear analysis.

1. GİRİŞ

1.1. Konu

Deprem kuşağının içinde bulunan ülkemizde; meydana gelen 1999 Adapazarı-Kocaeli ve Düzce depremlerinin ardından, depremlerin sosyal ve ekonomik yönden yıkıcı etkiler ortaya çıkarması deprem risk bölgelerinde mevcut yapı stokunun deprem dayanımlarının belirlenmesi, bu belirlenmeler sonucunda yıkım veya güçlendirme kararının verilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Ülkemizde mevcut yapıların deprem güvenliklerinin belirlenmesine ve gerektiğinde güçlendirilmesine esas bir yönetmeliğin mevcut olmaması nedeniyle, 2003 yılında deprem yönetmeliğine mevcut binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesi ve güçlendirilmesi ile ilgili bir bölüm (Bölüm 7) eklenmesi ve buna paralel olarak yönetmeliğin diğer bölümlerinin de güncelleştirilmesi çalışmaları başlatılmış ve bu çalışmalar tamamlanarak, 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007) yayınlanmıştır.

Yürürlükteki deprem yönetmeliğinde deprem yüklerinin belirlenmesi için esas alınacak olan “Spektral İvme Katsayısı” $A(T)$ hesaplanırken, binanın kullanım amacı ve türüne göre yapı önem katsayıları tanımlanmıştır. Yönetmelikte, depremden sonra hemen kullanımı gerektiren “Hastane Binaları” için yapı önem katsayısı 1,5 alınarak elastik deprem yüklerinin belirlenmesi istenmiştir. Deprem sonrası hemen hizmet vermeyi gerektiren ve insan yoğunluğunun fazla olduğu bu binaların, şiddetli bir depremde göçmesinin önlenmesi ve hizmet vermeye devam etmesi asıl amaçtır.

Binaların şiddetli bir depremi tamamen hasarsız olarak atlatmasını sağlayacak şekilde projelendirilmesi ekonomik değildir. Ancak, yönetmeliklerimiz en şiddetli depremlerde bile yapıların göçmesini engelleyecek önlemleri en detaylı şekilde içermektedir. Ülkemizde meydana gelen depremlerin büyüklüklerine oranla çok daha fazla hasara, can ve mal kaybına neden olmaları, deprem bölgelerinde inşa edilen yapıların önemli bir bölümünün yeterli deprem güvenliğine sahip olmadıklarını göstermektedir. Depremden hasar gören yapılar üzerinde gerçekleştirilen inceleme ve araştırmalar, yapıların deprem güvenliklerindeki yetersizliklerin başlıca nedeninin yapım aşamasında projeye ve temel mühendislik kurallarına uyulmaması olduğunu göstermiştir. Depremi hasarlı olarak atlatmış bu tür yapıların taşıyıcı sisteminin onarımı veya performans değerlendirmesi sonucu gerekiyorsa yapının güçlendirilmesi gündeme gelmektedir. Bugüne kadar, çeşitli depremlerde hasar görmüş çok sayıda yapıya onarım ve güçlendirme uygulanmıştır. Bu uygulamaların ana hedefi, bu tür önemli yapılardaki hasarı

onarmanın ötesinde, gerek duyuluyorsa yapıyı gelebilecek en kuvvetli yer hareketlerine dayanabilecek şekilde güçlendirmektir.

DBYBHY-2007’de deprem bölgelerinde bulunan mevcut ve güçlendirilecek tüm binaların ve bina türü yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesinde uygulanacak hesap kuralları ile güçlendirme kararlarında esas alınacak ilkeler ve güçlendirilmesine karar verilen binaların güçlendirmesine ilişkin kurallar tanımlanmıştır.

1.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, ülkemizdeki mevcut betonarme hastane binalarının deprem performanslarının belirlenmesi için DBYBHY-2007’de tanımlanan doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinin uygulanması ve elde edilen sayısal sonuçların değerlendirilmesi suretiyle bu hastane ve hastane türü (sağlık ocakları, revirler v.b.) binaları temsil eden yapı sistemlerinin deprem performans ve güvenliklerinin belirlenerek bu yapıların sismik etkilere karşı güçlendirilmesinde kullanılan yöntemleri incelemektir.

Çalışma, aşağıda belirtilen aşamalardan oluşmaktadır.

- a) Yapı sistemlerinin deprem güvenliğinin belirlenmesinde performansa bağlı değerlendirme kavramının incelenmesi.
- b) Deprem etkisi altında yapı performansının belirlenmesinde kullanılan hesap yöntemlerinin gözden geçirilmesi.
- c) Deprem dayanımı yetersiz betonarme binaları güçlendirme yöntemlerinin incelenmesi.
- d) Sayısal incelemelere konu olan hastane binalarının incelenmesi ve modellenmesi.
- e) Bu modellerin DBYBHY-2007’de yer alan doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile deprem performanslarının bulunması.
- f) Elde edilen sayısal sonuçların değerlendirilmesi ve mimari projeye uygun olarak güçlendirilmesi; güçlendirilen bu modellere yeniden performans değerlendirilmesi yapılması.
- g) Çalışmada varılan sonuçların açıklanması.

2. YAPI SİSTEMLERİNİN PERFORMANSA DAYALI DEĞERLENDİRMESİ

Performans analizi kavramı, ön görülen bir deprem etkisi altında incelenen yapının, genellikle yapısal elemanlarında, kullanım amacına bağlı olarak hedeflenmiş olan performans seviyesinin sağlanıp, sağlanamadığını belirleyebilmek için geliştirilmiş mühendislik yaklaşımıdır.

Performans seviyesi, depremden sonra yapıda meydana gelecek hasar seviyesi ile ölçülür. Bilindiği gibi, deprem yönetmeliklerinde verilen deprem etkisi ve sınır durum ile bir performans seviyesi tanımlanmıştır. Performansa dayalı tasarımda belirli bir deprem etkisinde yapıda birden fazla performans (hasar) seviyesinin ortaya çıkması öngörülür.

Doğrusal sistem davranışını esas alan analiz yöntemlerinde, malzemenin gerilme-şekildeğiştirme bağıntıları doğrusal olarak alınmakta ve yerdeğiştirmelerin çok az olduğu kabul edilmektedir. Yapıya etkiyen yükler taşıma gücü sınırına yaklaştıkça, gerilmeler doğrusal-elastik sınırı aştığı ve yerdeğiştirmelerin önemli ölçüde arttığı görülmüştür. Bunun sonucunda geleneksel kuvvete dayalı tasarımın yanında, yer değiştirmeye bağlı analiz yöntemleri de mühendislik hesaplarında kullanılmaya başlanmıştır.

DBYBHY-2007 yönetmeliği kapsamında, yapı sistemlerinin deprem etkileri altında performansının belirlenmesine yönelik yöntemler tanımlanarak doğrusal elastik hesap yöntemleri ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri olarak ayrılmıştır. Bu bölümde deprem performansı kavramı ile ilgili bazı tanımlara yer verilmiştir.

2.1. Binalardan Bilgi Toplanması

Binaların deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde öncelikle bazı bilgilerin toplanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda yapılacak çalışmalar; yapısal sistemin doğru tanımlanması, zemin özelliklerinin ve temel sisteminin belirlenmesi çalışmaları, binanın geometrisinin, eleman boyutlarının ve detayları ile malzeme özelliklerine ilişkin bilgilerin toplanması, mevcut bina projesi var ise sonradan değişiklik yapıp yapılmadığının kontrolü v.s. olarak sıralanabilir.

2.1.1. DBYBHY-2007 ‘de Tanımlanan Bilgi Düzeyleri

DBYBHY-2007 ‘de binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak bilgi düzeyi katsayıları

tanımlanmıştır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak sınıflandırılmıştır. Buna göre;

a) *Sınırlı bilgi düzeyi*’nde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi “Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar” ile “İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar” için uygulanamaz.

b) *Orta bilgi düzeyi*’nde eğer binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

c) *Kapsamlı bilgi düzeyi*’nde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

2.1.1.1. Betonarme Binalarda Sınırlı Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem plan rölevesi çıkarılmalıdır. Elde edilen bilgiler tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, eksen açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermeli ve binanın hesap modelinin oluşturulması için yeterli olmalıdır. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenmelidir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenmeli, ayrıca binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenmelidir.

b) Eleman Detayları: Betonarme projeler veya uygulama çizimleri mevcut değildir. Betonarme elemanlardaki donatı miktarı ve detaylarının binanın yapıldığı tarihteki minimum donatı koşullarını sağladığı varsayılır. Bu varsayımın doğrulanması veya hangi oranda gerçekleştiğinin belirlenmesi için her katta en az birer adet olmak üzere perde ve kolonların %10’unun ve kirişlerin %5’inin pas payları sıyrılarak donatı ve donatı bindirme boyu tespit edilir. Sıyırma işlemi kolonların ve kirişlerin uzunluğunun açıklık ortasındaki üçte birlik bölümde yapılmalı, ancak donatı bindirme boyunun tespiti amacıyla en az üç kolonda bindirme bölgelerinde yapılmalıdır. Sıyrılan yüzeyler daha sonra yüksek dayanımlı tamir harcı ile kapatılmalıdır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20’sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenmelidir. Donatı tespiti yapılan betonarme kolon ve kirişlerde bulunan mevcut donatının minimum donatıya oranını ifade eden donatı

gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenmelidir. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Her katta kolonlardan veya perdelerden en az iki adet beton örneği (karot) alınarak deney yapılır ve örneklerden elde edilen en düşük basınç dayanımı mevcut beton dayanımı olarak alınır. Donatı sınıfı, sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilerek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak alınmalıdır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenmeli, ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınmalıdır.

2.1.1.2. Betonarme Binalarda Orta Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Binanın betonarme projeleri mevcut ise, binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projesine uygunluğu kontrol edilir. Proje yoksa, saha çalışması ile binanın taşıyıcı sistem rölevesi çıkarılır. Elde edilen bilgiler tüm betonarme elemanların ve dolgu duvarlarının her kattaki yerini, açıklıklarını, yüksekliklerini ve boyutlarını içermelidir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenmelidir. Binanın komşu binalarla olan ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenmelidir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile tespit edilir.

b) Eleman Detayları: Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut değil ise 2.1.1.1.'deki koşullar geçerlidir, ancak pas payları sıyrılarak donatı kontrolü yapılacak perde, kolon ve kirişlerin sayısı her katta en az ikişer adet olmak üzere o kattaki toplam kolon sayısının %20'sinden ve kiriş sayısının %10'undan az olmamalıdır. Betonarme projeler veya imalat çizimleri mevcut ise donatı kontrolü için 2.1.1.1.'de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı, kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 400 m²'den bir adet beton örneği (karot) TS-10465'de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak alınır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, yukarıdaki paragrafta açıklandığı şekilde sıyrılan yüzeylerde yapılan görsel inceleme ile tespit edilecek, bu sınıftaki çeliğin karakteristik dayanımı eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

2.1.1.3. Betonarme Binalarda Kapsamlı Bilgi Düzeyi

a) Bina Geometrisi: Binanın betonarme projeleri mevcuttur. Binada yapılacak ölçümlerle mevcut geometrinin projelere uygunluğu kontrol edilir. Projeler ölçümler ile önemli farklılıklar gösteriyor ise proje yok sayılacak ve bina orta bilgi düzeyine uygun olarak incelenecektir. Binadaki kısa kolonlar ve benzeri olumsuzluklar kat planına ve kesitlere işlenecektir. Komşu binalarla ilişkisi (ayrık, bitişik, derz var/yok) belirlenecektir. Bina geometrisi bilgileri, bina kütesinin hassas biçimde tanımlanması için gerekli ayrıntıları içermelidir. Temel sistemi bina içinde veya dışında açılacak yeterli sayıda inceleme çukuru ile belirlenecektir.

b) Eleman Detayları: Binanın betonarme detay projeleri mevcuttur. Donatının projeye uygunluğunun kontrolü için 2.1.1.2'de belirtilen işlemler, aynı miktardaki betonarme elemanda uygulanacaktır. Ayrıca pas payı sıyrılmayan elemanların %20'sinde enine ve boyuna donatı sayısı ve yerleşimi donatı tespit cihazları ile belirlenecektir. Proje ile uygulama arasında uyumsuzluk bulunması halinde, betonarme elemanlardaki mevcut donatının projede öngörülen donatıya oranını ifade eden donatı gerçekleşme katsayısı kolonlar ve kirişler için ayrı ayrı belirlenecektir. Eleman kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılan bu katsayı 1'den büyük olamaz. Bu katsayı donatı tespiti yapılmayan diğer tüm elemanlara uygulanarak olası donatı miktarları belirlenecektir.

c) Malzeme Özellikleri: Her kattaki kolonlardan veya perdelerden toplam üç adetten az olmamak üzere ve binada toplam 9 adetten az olmamak üzere, her 200 m²'de bir adet beton

örneği (karot) TS-10465’de belirtilen koşullara uygun şekilde alınarak deney yapılacaktır. Elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında, örneklerden elde edilen (ortalama-standart sapma) değerleri mevcut beton dayanımı olarak alınacaktır. Beton dayanımının binadaki dağılımı, karot deney sonuçları ile uyarlanmış beton çekici okumaları veya benzeri hasarsız inceleme araçları ile kontrol edilebilir. Donatı sınıfı, sıyrılan yüzeylerde yapılan inceleme ile tespit edilecek, her sınıftaki çelik için (S220, S420, vb.) birer adet örnek alınarak deney yapılacak, çeliğin akma ve kopma dayanımları ve şekildeğiştirme özellikleri belirlenerek projeye uygunluğu saptanacaktır. Projesine uygun ise, eleman kapasite hesaplarında projede kullanılan çeliğin karakteristik akma dayanımı mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Uygun değil ise, en az üç adet örnek daha alınarak deney yapılacak, elde edilen en elverişsiz değer eleman kapasite hesaplarında mevcut çelik dayanımı olarak alınacaktır. Bu incelemede, donatısında korozyon gözlenen elemanlar planda işaretlenecek ve bu durum eleman kapasite hesaplarında dikkate alınacaktır.

2.1.2. Bilgi Düzeyi Katsayıları

Edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak “Bilgi Düzeyi Katsayıları” tablo 2.1. de verilmiştir. Buna göre hesaplarda malzeme dayanımları yönetmelikte verilen malzeme katsayıları ile bölünmemelidir. Örneğin hesaplarda beton azaltma katsayısı ortalama 1,5 alınırken kapsamlı bilgi düzeyinde 1 olarak alınacaktır.

Tablo 2.1 Binalar İçin Bilgi Düzeyi Katsayıları.

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0,75
Orta	0,90
Kapsamlı	1,00

2.2. Yapı Elemanlarında Hasar Sınırları ve Hasar Bölgeleri

Performans değerlendirmesinin amacı, önceden hedeflenen deprem etkisi için yapıda oluşan deprem istemlerini belirlemektir. Yapıların deprem etkileri altında performans değerlendirmesinin iki farklı kritere göre yapılmaktadır. Birinci tür değerlendirme olan kuvvet bazlı değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan ve doğrusal teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta, yani kesit kırılma türünden bağımsız olarak sadece iç kuvvet istemleri hesaplanmaktadır. Bu karşılaştırma

DBYBHY-2007’de verilen etki/kapasite oranlarına göre yapılarak, binadan beklenen performans hedefinin ne ölçüde sağlandığı belirlenir.

İkinci tür değerlendirme olan şekildeğiştirmeye dayalı değerlendirmeler ise doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemleriyle yapılmaktadır. Malzeme bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde, önceden belirlenen deprem etkisi altında ele alınan binanın talep edilen yer değiştirme değerine ulaştığında, yapı elemanlarında meydana gelen plastik mafsallı dönmelerine göre beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir.

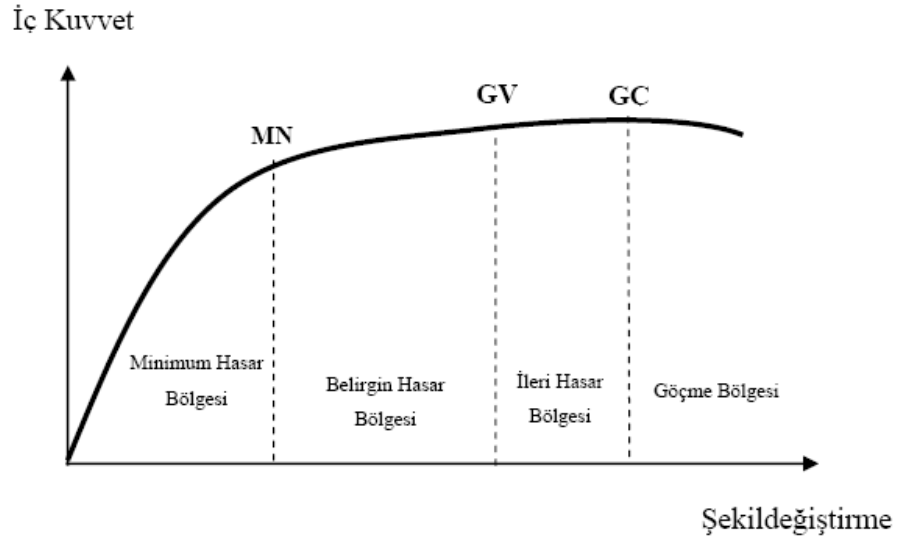
İki yöntem içinde deprem yönetmeliğimiz, yapı elemanları için hasar sınırları ve hasar bölgeleri tanımlamıştır. Binanın hasar sınırları, yapı elemanlarının sünek ve gevrek davrandığı göz önüne alınarak elemanların kapasitelerine hangi kırılma türü ile ulaştıklarına bağlıdır.

2.2.1. Kesit Hasar Sınırları

Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmaktadır. Bunlar Minimum Hasar Sınırı (MN), Güvenlik Sınırı (GV) ve Göçme Sınırı (GÇ)’dir. Minimum hasar sınırı ilgili kesitte elastik ötesi davranışın başlangıcını, güvenlik sınırı kesitin dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını, göçme sınırı ise kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır.

2.2.2. Kesit Hasar Bölgeleri

Kritik kesitleri MN hasar sınırına ulaşmayan elemanlar *Minimum Hasar Bölgesi*’nde, hasar sınırları MN ile GV arasında kalan elemanlar *Belirgin Hasar Bölgesi*’nde, GV ve GÇ arasında kalan elemanlar *İleri Hasar Bölgesi*’nde, GÇ’ yi aşan elemanların ise *Göçme Bölgesi*’nde yer aldığı kabul edilmektedir. (Şekil 2.1)



Şekil 2.1 Kapasite Eğrisinde Performans Seviyeleri ve Aralıkları

2.3. Betonarme Binaların Deprem Performansları

Yapıların deprem güvenliği, belirlenen deprem etkisine maruz kalan yapıda oluşması beklenen hasarların durumuna göre belirlenir. Bunun için dört farklı hasar durumu tanımlanmıştır. Depremde hasar gören yapıların deprem sonrası performansları yine aynı hasar durumlarına göre değerlendirilir. DBYBHY-2007’ de tanımlanan performans düzeyleri ve uygulama kuralları aşağıda verilmiştir.

2.3.1. Hemen Kullanım Performans Düzeyi: Bu performans düzeyinde belirlenen deprem etkisine maruz kalan yapısal elemanlarda oluşan hasar yok denecek kadar azdır. Yapı elemanları deprem öncesi sahip oldukları rijitlik ve dayanım özelliklerini hemen hemen korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamış, yani yapı elastik sınırlar içinde kalmıştır. Çok az sayıda elemanda (özellikler kirişlerde) akma sınırı aşılmış olabilir. Çatlamaların olduğu yapısal olmayan elemanların hasarları onarılabilir düzeydedir. Hemen kullanım seviyesinde herhangi bir katta, belirlenen her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10’u *Belirgin Hasar Bölgesi*’ne geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü *Minimum Hasar Bölgesi*’ndedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile bu durumdaki binaların *Hemen Kullanım Performans Düzeyi*’nde olduğu kabul edilir.

2.3.2. Can Güvenliği Performans Düzeyi: Belirlenen deprem etkisine maruz kalan yapıda bazı yapısal elemanlarda hasar görülür. Hasar gören bu elemanlar deprem öncesi sahip olduğu yatay rijitliklerini ve dayanımlarını önemli ölçüde korumaktadırlar. Düşey yüklerin taşınması konusunda herhangi bir problem söz konusu değildir. Dolgu duvarlar can güvenliğini tehlikeye

sokacak kadar hasar görmemiş ve yıkılmaları söz konusu değildir. Yapıda meydana gelen az miktardaki kalıcı ötelenmeler ve şekil değiştirmeler minimum düzeydedir. *Can Güvenliği Seviyesi*’nin belirlenmesinde aşağıdaki yol izlenir. Buna göre eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile aşağıdaki koşulları sağlayan binaların *Can Güvenliği Performans Düzeyi*’nde olduğu kabul edilir:

(a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30’u ileri hasar bölgesine geçebilir.

(b) İleri Hasar Bölgesi’ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20’nin altında olmalıdır. En üst katta *İleri Hasar Bölgesi*’ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.

(c) Diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi* veya *Belirgin Hasar Bölgesi*’ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden *Minimum Hasar Sınırı* aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30’u aşmaması gerekir.

2.3.3. Göçme Öncesi Performans Düzeyi: Yapısal elemanların önemli bir kısmında hasar görülür. Taşıyıcı elemanlardan bazıları, deprem öncesi sahip oldukları rijitliklerinin ve dayanımlarının çok önemli bir kısmını kaybetmiştir. Düşey taşıyıcı elemanlar ancak düşey yükleri taşıyabilmektedir. Yapıda eksenel kapasitelerine ulaşmış taşıyıcı elemanlar bulunabilir. Yapısal olmayan elemanların hemen hemen hepsi hasar görmüştür. Hatta dolgu duvarların bazıları can güvenliğini tehlikeye sokacak kadar hasarlıdır veya bu duvarlar yıkılmıştır. Yapıda geri dönüşü olmayan ötelemeler oluşmuştur. Bu performans seviyesine göre gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi’nde olduğunun göz önüne alınması kaydı ile aşağıdaki koşulları sağlayan binaların *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*’nde olduğu kabul edilir.

(a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20’si *Göçme Bölgesi*’ne geçebilir.

(b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü *Minimum Hasar Bölgesi*, *Belirgin Hasar Bölgesi* veya *İleri Hasar Bölgesi*’ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden *Minimum*

Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

(c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

2.3.4. Göçme Durumu: Bina *Göçme Öncesi Performans Düzeyi*'ni sağlayamıyorsa *Göçme Durumu*'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır. Yapı artık göçme durumuna gelmiştir. Düşey elemanların bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir, ancak yatay rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapısal olmayan elemanların büyük çoğunluğu göçmüştür. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Yapı tamamen göçmüştür veya yıkılmanın eşiğindedir ve daha sonra meydana gelebilecek artçı depremler altında bile yıkılma olasılığı yüksektir. Taşıyıcı olmayan elemanların hasarı ve kat rölatif yer değiştirmeleri gibi hususlar kontrol edilmez.

2.4. Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

DBYBHY-2007, yeni yapılacak binalar için hesaplarda kullanılacak olan ivme spektrumu 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan depremi esas almaktadır. Tasarım depremi olarak adlandırılan bu deprem düzeyinin dönüş periyodu 475 yıldır. Bu deprem düzeyine ek olarak, mevcut binaların değerlendirilmesinde ve güçlendirme tasarımında kullanılmak üzere ayrıca iki farklı deprem düzeyi daha tanımlanmıştır. Servis depremi olarak tanımlanan 50 yılda aşılma olasılığı %50 olan (dönüş periyodu 72 yıl) depremin ivme spektrumunun ordinatları, DBYBHY-2007'de Bölüm(2.4)'de tanımlanan spektrumun ordinatlarının yaklaşık yarısı olarak alınacaktır. 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan (dönüş periyodu 2475 yıl) depremin ivme spektrumunun ordinatları ise DBYBHY-2007'de Bölüm(2.4)'de tanımlanan spektrumun ordinatlarının yaklaşık 1,5 katı olarak kabul edilmiştir.

Performans hedefi, belirli bir deprem etkisine maruz kalan bir binanın, bu deprem etkisini hangi hasar seviyesi ile karşıladığının belirlenmesi şeklinde ifade edilmektedir. DBYBHY-2007'de "Bina Önem Katsayıları" yerine çok seviyeli performans hedefleri yani, bir bina için birden fazla yer hareketi altında farklı performans hedefleri öngörülmüştür. DBYBHY-2007'ye göre yeni yapılacak, mevcut ve güçlendirilecek binaların deprem güvenliklerinin belirlenmesinde esas alınacak minimum performans hedefleri Tablo 2.2' de verilmiştir.

Tablo 2.2 Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda % 50	50 yılda % 10	50 yılda % 2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	-	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.	-	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	-
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	-	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları)	-	CG	-

HK: Hemen Kullanım; CG: Can Güvenliği; GÖ: Göçmenin Önlenmesi.

3. YAPILARIN DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİNDE KULLANILAN HESAP YÖNTEMLERİ

Deprem etkisi altında mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performansının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerin amacı daha önce anlatıldığı gibi, önceden hedeflenen bir deprem etkisi için yapıda oluşan deprem talebini belirlemektir. Mevcut ve güçlendirilecek binaların deprem performanslarının belirlenmesi için uygulanan yöntemler doğrusal elastik hesap yöntemleri ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleridir. DBYBHY-2007’de doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri için tanımlanan genel ilke ve kurallar aşağıda belirtilmiştir.

a) Deprem etkisinin tanımında elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılır. Farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde gereken değişiklikler göz önüne alınır, ayrıca deprem hesabında bina önem katsayısı uygulanmaz ($I=1.0$).

b) Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem etkilerinin birleşik etkileri altında değerlendirilip, hareketli düşey yükler, deprem hesabında gözönüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde tanımlanır.

c) Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilmelidir.

d) Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yerdeğiştirme ve şekildeğiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanmalıdır.

e) Deprem hesabında göz önüne alınacak kat ağırlıkları sabit ve hareketli yüklerin ortak etkilerini göz önünde bulundurularak hesaplanacak, kat kütleleri kat ağırlıkları ile uyumlu olarak tanımlanacaktır.

f) Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yerdeğiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanır, ayrıca ek dışmerkezlilik uygulanmaz.

g) Mevcut binaların taşıyıcı sistemlerindeki belirsizlikler, binadan derlenen verilerin kapsamına göre daha önce tanımlanan bilgi düzeyi katsayıları aracılığı ile hesap yöntemlerine yansıtılacaktır.

h) DBYBHY-2007’ye göre kısa kolon durumuna düşürülmüş olan kolonlar, taşıyıcı sistem modelinde gerçek serbest boyları ile tanımlanacaktır.

i) Bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki betonarme kesitlerin etkileşim diyagramlarının tanımlanmasına ilişkin koşullar aşağıda verilmiştir:

- Analizde beton ve donatı çeliğinin daha önce tanımlanan bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut dayanımları esas alınacaktır.
- Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirmesi ise 0.01 alınabilir.
- Etkileşim diyagramları uygun biçimde doğrusallaştırılarak çok doğrudu veya çok düzlemlili diyagramlar olarak modellenenebilir.

j) Betonarme sistemlerin eleman boyutlarının tanımında birleşim bölgeleri sonsuz rijit uç bölgeleri olarak gözönüne alınabilir.

k) Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılacaktır. Daha kesin bir hesap yapılmadıķa, etkin eğilme rijitlikleri için aşağıda verilen değerler kullanılacaktır.

- Kirişlerde: $(EI)_e = 0,40 (EI)_o$
- Kolon ve perdelerde, $N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10$ olması durumunda : $(EI)_e = 0,40 (EI)_o$
 $N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40$ olması durumunda : $(EI)_e = 0,80 (EI)_o$

l) Betonarme tablalı kirişlerin pozitif ve negatif plastik momentlerinin hesabında tabla betonu ve içindeki donatı hesaba katılabilir.

m) Zemindeki şekildeğiştirmelerin yapı davranışını etkileyebileceği durumlarda zemin özellikleri analiz modeline yansıtılacaktır.

3.1. Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri

Dayanım bazlı olan bu yöntemlerin amacı, verilen bir deprem etkisi altında, deprem yükü azaltma katsayısının $R_a = 1$ değeri için hesaplanan etkiler ile yapı elemanlarının artık kapasiteleri arasındaki etki / kapasite (r) oranlarının hesaplanması ve bu değerlerin ilgili sınır değerler ile karşılaştırılması suretiyle yapı elemanlarının kesit hasar bölgelerinin belirlenmesi ve bunlardan yararlanarak bina düzeyinde performans değerlendirmesinin yapılmasıdır. [11]

3.1.1. DBYBHY-2007’de Tanımlanan Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri

DBYBHY-2007’de tanımlanan doğrusal elastik hesap yöntemleri, “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve “Mod Birleştirme Yöntemi”dir.

3.1.1.1. Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Bodrum üzerindeki toplam yüksekliği 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8’ i aşmayan, ayrıca ek dışmerkezlilik gözönüne alınmaksızın hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_{bi} <$

1.4 olan binalara uygulanır. Bu yöntemde, toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti) hesabında, deprem yükü azaltma katsayısı $R_a=1$ olarak alınır ve denklemin sağ tarafı λ katsayısı ile çarpılır. λ katsayısı bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.0, diğerlerinde 0.85 değerini almaktadır. Bu yöntemin kullanılmasında izlenen yol aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

a) Yapı sistemi düşey işletme yükleri altında hesaplanarak tüm kesitlerdeki eğilme momentleri, kesme kuvvetleri ve normal kuvvetler elde edilir.

b) Mevcut yapı sisteminin kirişlerinin ve kolonlarının eğilme momenti kapasiteleri hesaplanır. Eğilme momenti kapasitelerinin hesabında, betonarme betonu ve beton çeliğinin mevcut dayanımları kullanılır. Bu dayanım değerlerine malzeme güvenlik katsayıları uygulanmaz; buna karşılık mevcut dayanımlar bilgi düzeyi katsayıları ile çarpılır. Eğilme momenti ve normal kuvvet etkisinde olan kolon kesitlerinin eğilme momenti kapasiteleri, başlangıçta, düşey yüklerden oluşan normal kuvvetler altında hesaplanabilir.

c) Kiriş ve kolon enkesitlerinin eğilme momenti kapasiteleri ile düşey yükler altında bu kesitlerde hesaplanan eğilme momentlerinin farkları hesaplanarak kesitlerin artık eğilme momenti kapasiteleri elde edilir. Bu işlem, kiriş enkesitlerinin pozitif ve negatif eğilme momenti kapasiteleri için tekrarlanır.

d) Toplam eşdeğer deprem yükünün hesabında, deprem yükü azaltma katsayısı $R_a=1$ alınarak aşağıda belirtilen şekilde hesap yapılır.

Toplam eşdeğer deprem yükünün gözönüne alınan deprem doğrultusunda, binanın tümüne etkiyen Toplam Eşdeğer Deprem Yüğü (taban kesme kuvveti), Denk.(3.1) ile belirlenir.

$$V_t = \frac{WA(T_1)}{R_a(T_1)} = 0.10 A_o I W \quad (3.1)$$

Denk.(3.1)'te yer alan ve binanın deprem yüklerinin hesaplanmasında kullanılacak toplam ağırlığı (W), Denk.(3.2) ile belirlenir. Denk.(3.2)'deki (w_i) kat ağırlıkları ise Denk.(3.3) ile hesaplanır ve hareketli yük katılım katsayısı (n) Tablo 3.1. den alınır.

$$W = \sum_{i=1}^N w_i \quad (3.2)$$

$$w_i = g_i + n q_i \quad (3.3)$$

Tablo 3.1 Betonarme Binaların Kullanım Amacına Göre Alınacak Hareketli Yük Katılım Katsayısı. (n)

Binanın Kullanım Amacı	n
Depo, Antrepo v.s.	0.80
Okul, öğrenci yurdu, spor tesisi, sinema, tiyatro, konser salonu, garaj, lokanta, mağaza, vb.	0.60
Konut, işyeri, otel, hastane, vb.	0.30

Katlara etkiyen deprem yükleri toplamı;

$$V_t = \Delta F_N + \sum_{i=1}^N F_i \quad (3.4)$$

binanın N'ninci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü ΔF_N 'in değeri;

$$\Delta F_N = 0.0075 N V_t \quad (3.5)$$

toplam eşdeğer deprem yükünün geri kalan kısmı, N'ninci kat dahil olmak üzere, bina katlarına dağılımı;

$$F_i = (V_t - \Delta F_N) \frac{w_i H_i}{\sum_{j=1}^N w_j H_j} \quad (3.6)$$

olarak hesaplanır. Bu yöntemin kullanıldığı durumda, binanın deprem doğrultusundaki hakim doğal periyodu, Denk.(3.7) ile hesaplanan değerden daha büyük alınamaz.

$$T_1 = 2\pi \left(\frac{\sum_{i=1}^N m_i d_{fi}^2}{\sum_{i=1}^N F_{fi} d_{fi}} \right)^{1/2} \quad (3.7)$$

Denk.(3.7) ile hesaplanan değerden bağımsız olarak, bodrum katlar hariç kat sayısı $N > 13$ olan binalarda doğal periyod, 0.1 N' den büyük alınamaz.

e) Bu deprem yükleri için sistem hesaplanarak her kritik kesitteki eğilme momentleri, kesme kuvvetleri ve normal kuvvetler bulunur.

f) Uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınarak, sadece deprem etkisi altında hesaplanan eğilme momentinin kesitin artık eğilme momenti kapasitesine bölünmesi ile kiriş ve kolonların etki/kapasite oranları (r) elde edilir. Kolonların eksenel yükleri, düşey yükler ve söz konusu eleman için hesaplanan (r) katsayısı ile azaltılmış deprem yüklerinin ortak etkisi altında yeniden hesaplanır.

h) Kiriş ve kolonlar için hesaplanan etki/kapasite oranları, DBYBHY-2007’de betonarme yapı elemanlarının hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r) için verilen tablolardaki sınır değerler ile karşılaştırılarak kesitlerin hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilir. Kiriş ve kolon kesitleri için belirlenen hasar bölgeleri esas alınarak yapı sisteminin deprem performansı değerlendirilir.

3.1.1.2. Mod Birleştirme Yöntemi

Bu yöntemde elastik deprem spektrumları azaltılmadan aynen kullanılır. Uygulanan deprem doğrultusu ve yönü ile uyumlu olan eleman iç kuvvetlerinin ve kapasitelerinin hesaplanmasında, bu doğrultuda hakim olan modda elde edilen iç kuvvet doğrultuları esas alınır. Bu Yöntem tüm binalara uygulanabilir.

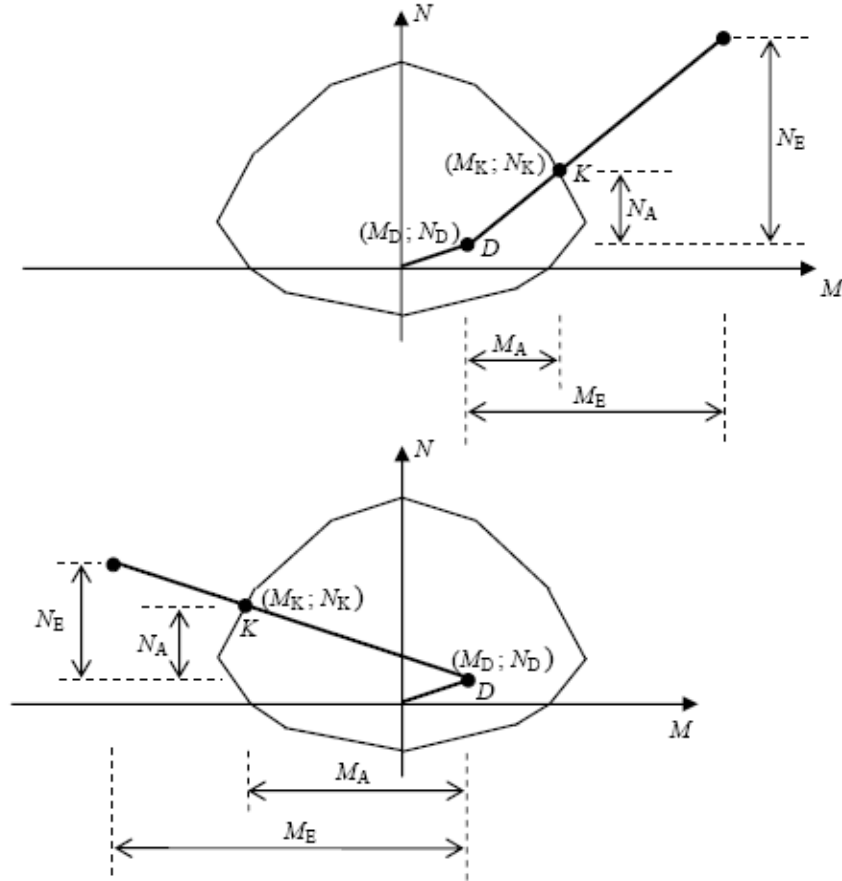
3.1.2. Betonarme Binaların Yapı Elemanlarında Hasar Düzeylerinin Belirlenmesi

Doğrusal elastik hesap yöntemleri ile betonarme yapı elemanlarının hasar sınırlarının tanımında, etki/kapasite oranları (r) cinsinden ifade edilen sayısal değerler kullanılmaktadır. Betonarme elemanlar, kırılma türü eğilme ise “sünek”, kesme ise “gevrek” olarak sınıflandırılmaktadır. Kolon, kiriş ve perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmeleri için bu elemanların kritik kesitlerinde eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan kesme kuvveti V_e ’nin, daha önce tanımlanan bilgi düzeyi ile uyumlu mevcut malzeme dayanımı değerleri kullanılarak TS-500’e göre hesaplanan kesme kapasitesi V_r ’yi aşmaması gereklidir. Kolon, kiriş ve perdelerde V_e ’nin hesabında pekleşmeli taşıma gücü momentleri yerine taşıma gücü momentleri kullanılır. Düşey yükler ile birlikte $R_a=1$ alınarak depremden hesaplanan toplam kesme kuvvetinin V_e ’den küçük olması durumunda ise, V_e yerine bu kesme kuvveti kullanılır. Perdelerin sünek eleman olarak sayılabilmesi için ayrıca $H_w/\ell_w > 2.0$ koşulunu sağlaması gereklidir. Bu koşulları sağlamayan elemanlar gevrek eleman sayılır.

Sünek kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranı, deprem etkisi altında $R_a = 1$ alınarak hesaplanan kesit momentinin kesit artık moment kapasitesine bölünmesi ile elde edilir. Kesit artık moment kapasitesi, kesitin eğilme momenti kapasitesi ile düşey yükler altında kesitte

hesaplanan moment etkisinin farkıdır. Etki/kapasite oranının hesabında, uygulanan deprem kuvvetinin yönü dikkate alınması gerekmektedir.

Herhangi bir kolon veya perde kesitinin doğrusallaştırılan moment–eksenel kuvvet etkileşim diyagramı Şekil 3.1’de görülmektedir. Şekildeki D noktasının koordinatları düşey yüklerden meydana gelen $M_E - N_E$ çiftine karşı gelmektedir. D noktasından başlayan ve etkileşim diyagramının dışına çıkan ikinci doğru parçasının yatay ve düşey izdüşümleri ise, $R_a=1$ için deprem hesabından elde edilen ve depremin yönü ile uyumlu olan $M_E - N_E$ çiftine karşı gelmektedir. İkinci doğru parçasının etkileşim diyagramını kestiği K noktasının koordinatları, kolon veya perde kesitinin M_K moment kapasitesi ve buna karşı gelen N_K eksenel kuvvetidir.



Şekil 3.1 Doğrusallaştırılan moment-eksenel kuvvet etkileşim diyagramı.

Buna göre artık moment kapasitesi M_A , buna karşı gelen eksenel kuvvet N_A ile kolon ve perdelerin etki/kapasite oranı aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$M_A = M_K - M_D \quad (3.8)$$

$$N_A = N_K - N_D \quad (3.9)$$

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{N_E}{N_A} \leq r_s \quad (3.10)$$

Kolon veya perdenin etki/kapasite oranı, bir ardışık yaklaşım hesabı ile de belirlenebilir. Bu amaçla başlangıçta r için bir tahmin yapılır. N_E deprem hesabından bilindiğinden Denk.(3.10)'dan N_A hesaplanır ve N_D bilindiğine göre Denk.(3.9)'dan N_K bulunur. Buna bağlı olarak M_K moment kapasitesi kesit hesabından elde edilir ve bundan M_D çıkarılarak Denk.(3.8)'dan M_A hesaplanır. M_A ve M_E kullanılarak Denk.(3.10)'dan r 'nin yeni değeri elde edilir ve başa dönülerek ardışık yaklaşımın bir sonraki adımına geçilir. Son ardışık yaklaşım adımıdaki r değeri, bir önceki adımda bulunan değere yakın ise bu değer, kesitin eğilme ve eksenel kuvvet altındaki etki/kapasite oranı olarak tanımlanır. Son adımdaki M_A ve N_A değerleri Denk.(3.8)'deki yerlerine konularak M_K ve N_K hesaplanır. Elde edilen N_K , hasar sınırlarını tanımlayan Tablo 3.3.'de gözönüne alınacak olan eksenel kuvvettir.

Hesaplanan kiriş, kolon ve perde kesitlerinin etki/kapasite oranları, Tablo 3.2, 3.3 ve 3.4'de verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanların hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilir, ara değerler için doğrusal enterpolasyon uygulanır.

Tablo 3.2 Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları. (r_s)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

Tablo 3.3 Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları. (r_s)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	---	---	1	1	1

Tablo 3.4 Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki/Kapasite Oranları. (r_s)

Sünek Perdeler	Hasar Sınırı		
Perde Uç bölgesinde Sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6

Betonarme kolon-kiriş birleşimlerinde tüm sınır durumları için birleşime etki eden kesme kuvvetlerinin Denk.(3.12) ve Denk.(3.13)'de verilen kesme dayanımlarını aşmaması gerekir. Ancak Denk.(3.11)'de V_{kol} yerine pekleşmeyi gözönüne almadan hesaplanan V_e , Denk.(3.12) veya Denk.(3.13)'deki dayanım hesabında ise f_{cd} yerine bilgi düzeyine göre belirlenen mevcut beton dayanımı kullanılır. Birleşim kesme kuvvetinin kesme dayanımını aşması durumunda, kolon-kiriş birleşim bölgesi gevrek olarak hasar gören eleman olarak tanımlanır.

$$V_e = 1.25 f_{yk} (A_{s1} + A_{s2}) - V_{kol} \quad (3.11)$$

$$\text{Kuşatılmış birleşimlerde;} \quad V_e \leq 0.60 b_j h f_{cd} \quad (3.12)$$

$$\text{Kuşatılmamış birleşimlerde;} \quad V_e \leq 0.45 b_j h f_{cd} \quad (3.13)$$

3.1.3. Göreli Kat Ötelemesinin Sınırlandırılması

Doğrusal elastik yöntemlerle yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda, binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin göreli kat ötelemeleri, her bir hasar sınırı için Tablo 3.5’de verilen değeri aşmayacaktır. Tablo 3.5’de δ_{ji} i’inci katta j’inci kolon veya perdenin alt ve üst uçları arasında yer değiştirme farkı olarak hesaplanan göreli kat ötelemesini, h_{ji} ise ilgili elemanın yüksekliğini göstermektedir.

Tablo 3.5 Göreli Kat Ötelemesi Sınırları

Görelî kat Ötelemesi Oranı	Performans Seviyesi		
	MN	GV	GÇ
Katlar arası yer değiştirme/kat yüksekliği (δ_{ji} / h_{ji})	0.01	0.03	0.04

3.2 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Yapı malzemeleri doğrusal elastik olmadığından, gerilme-şekildeğiştirme bağıntıları da doğrusal olmamaktadır. Ayrıca artan yük seviyeleri için yerdeğiştirmeler önemsenmeyecek derecede artmakta, denge denklemleri ve bazı durumlarda geometrik uygunluk koşulları doğrusal olmamaktadır. Doğrusal elastik hesap yöntemlerinde, yapıların yatay yükler karşındaki davranışı doğrusal elastik kabul edilmekte, elastik ötesi davranışı karşılamak üzere yapıda önem katsayısı tanımlanmakta, böylece deprem yükleri tanımlanan bu katsayıya göre küçültülmektedir. Bu kabul, analizleri önemli ölçüde kolaylaştırmakta fakat analizin doğruluğu tanımlanan yapı önem katsayısına bağlı olmaktadır. Ayrıca doğrusal-elastik analiz yöntemleri ile yapı sisteminin deprem etkileri altında gerçek performansının anlaşılamamakta ve sonuçta bu yöntemlerle tasarlanan binalarda ağır hasar meydana gelmektedir.

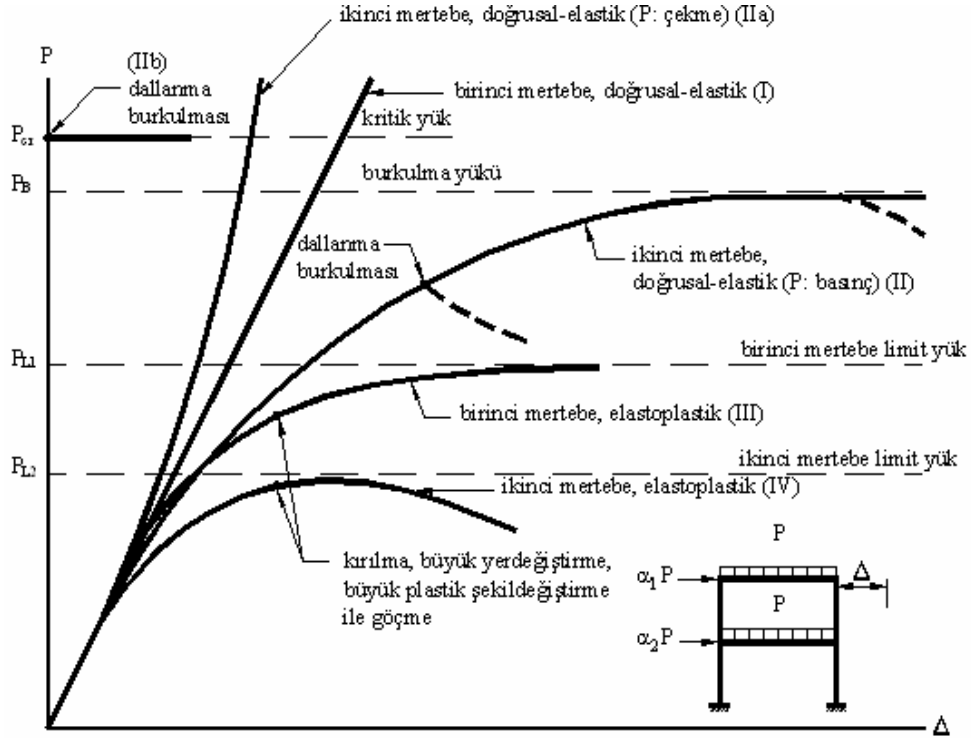
Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin temel amacı, belirlenen bir deprem etkisi altında sünek davranış gösteren kesitte meydana gelen plastik şekil değiştirme talepleri ile gevrek davranış gösteren kesitte oluşan iç kuvvet taleplerinin hesaplanmasıdır. Hesaplar sonucunda elde edilen plastik şekil değiştirme talepleri, tanımlanan şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılır. Bu karşılaştırma sonucunda kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirilmesi yapılır.

Malzeme bakımından doğrusal olmayan ve yeterli düzeyde sünek davranış gösteren yapı sistemlerinde, doğrusal olmayan şekildeğiştirmelerin plastik mafsallık (veya genel anlamda

plastik kesit) adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, sistemin diğer bölümlerinin ise doğrusal-elastik davrandığı kabul edilir.

Düşey ve yatay yükler etkisindeki bir yapı sisteminin doğrusal ve doğrusal olmayan teorilere göre hesabı ile elde edilen yük parametresi-yerdeğiştirme (P- Δ) bağıntıları Sekil 3.2.'de şematik olarak gösterilmişlerdir.

Malzemenin sınırsız olarak doğrusal-elastik varsayıldığı bir yapı sisteminin, artan dış yükler altında, birinci mertebe teorisine göre elde edilen davranışı şekildeki (I) doğrusu ile temsil edilmektedir. Geometri değişimlerinin denge denklemlerine etkisinin, diğer bir deyişle eksenel kuvvetlerden oluşan ikinci mertebe etkilerinin hesaba katıldığı ikinci mertebe teorisinde ise, eksenel kuvvetin basınç veya çekme olmasına göre farklı sistem davranışları ile karşılaşılabilir. Örneğin eksenel kuvvetin basınç olması halinde, (II) eğrisinden görüldüğü gibi artan dış yüklerle daha hızla artan yerdeğiştirmeler karşı gelmektedir. Dış yüklerin şiddetini ifade eden yük parametresi artarak lineer-elastik burkulma yükü adı verilen bir P_B değerine eşit olunca yerdeğiştirmeler artarak sonsuza erişir ve sistem burkularak geçer. Bazı özel durumlarda, burkulmadan sonra, artan yerdeğiştirmelere azalan yük parametresi karşı gelebilir. Örneğin asma sistemler gibi eksenel kuvvetin çekme olduğu durumlarda ise, şekilde (IIa) ile gösterilen P- Δ diyagramı pekleşen özellik gösterir. Yanal yük etkisinde olmayan ve bu nedenle burkulmadan önce şekil değiştirmeyen sistemlerde, yük parametresinin bir P_{cr} değerinde dallanma burkulması oluşur ve şekildeki (IIb) diyagramından görüldüğü gibi, yerdeğiştirmeler birden artarak sonsuza ulaşır. Dallanma burkulmasına neden olan yüke kritik yük denilmektedir. Kritik yük genellikle burkulma yükünden biraz büyük veya ona eşittir. Dallanma burkulması, bazı hallerde burkulmadan önce şekil değiştiren sistemlerde de oluşabilir (II eğrisi).



Şekil 3.2 Çeşitli teorilere göre elde edilen yük parametresi-yerdeğiştirme bağıntıları.

Doğrusallığı bozan her iki etkinin birlikte gözönüne alınması halinde, yani yapı sisteminin ikinci mertebe elastoplastik teoriye göre hesabı ile elde edilen $P-\Delta$ diyagramı Şekil 3.2' de (IV) eğrisi ile gösterilmiştir. Bu diyagram ilk kritik kesitte doğrusal-elastik sınırın aşılmasına kadar (II) eğrisini izlemekte, daha sonra oluşan plastik şekil değiştirmeler nedeniyle yerdeğiştirmeler daha hızlı olarak artmaktadır. Plastik mafsallarda hipotezinin esas alındığı yapı sistemlerinde, dış yükler artarak bir P_{L2} sınır değerine eşit olunca, meydana gelen plastik mafsallar nedeniyle rijitliği azalan sistemin burkulma yükü dış yük parametresinin altına düşer, diğer bir deyişle, $P-\Delta$ diyagramında artan yerdeğiştirmelere azalan yükler karşı gelir. Sistemin stabilite yetersizliği nedeniyle taşıma gücünü yitirmesine sebep olan bu yük parametresine ikinci mertebe limit yük denilmektedir.

3.2.1. DBYBHY-2007'de Tanımlanan Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Yapıların deprem etkileri altında performanslarının belirlenmesi için kullanılan ve bu alanda en çok bilinen yöntemlerden birisi olan *Kapasite Spektrumu Yöntemi* Freeman S.A. (Freeman, 1998) tarafından geliştirilmiş ve daha sonra yöntem üzerinde çeşitli değişiklikler yapılarak ATC 40'da (Applied Technology Council, 1996) ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır. Yöntem ile ilgili olarak yapılan son gelişmelere ise FEMA 440'da yer verilmiştir.

FEMA 356'da (Federal Emergency Management Agency, 2000) yer alan *Deplasman Katsayıları Yöntemi*'nde, *Kapasite Spektrumu Yöntemi*'nden farklı olarak, grafiksel bir çözüm yerine, yapının yerdeğiştirme talebinin belirlenmesi için bir takım katsayılar kullanılmaktadır. Doğrusal olmayan çok serbestlik dereceli sistemin beklenen maksimum elastik ötesi yerdeğiştirme değeri, eşdeğer tek serbestlik dereceli sistemin elastik spektral yerdeğiştirmesinin katsayılar ile yenilenmesiyle hesaplanmaktadır. Deplasman Katsayıları Yöntemi ile ilgili olarak yapılan son gelişmelere FEMA 440'da (Federal Emergency Management Agency, 2004) yer verilmiştir.

Eurocode 8 (2004)'de, doğrusal olmayan statik analiz yöntemleri ve doğrusal olmayan dinamik analiz yöntemleri ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Yapı sistemlerin performansa dayalı tasarımı ve değerlendirilmesi için, performans tanımlamalarına ve elamanlara ait modelleme parametrelerine yer verilmiştir.

DBYBHY-2007 kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi'dir.

3.2.1.1. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hâkim olan) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında, doğrusal olmayan itme analizinin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında, taşıyıcı sistemde meydana gelen yer değıştirme, plastik şekildeğıştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır.

a) Eğilme etkisindeki betonarme elemanların akma öncesi doğrusal davranışları için çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri kullanılır.

b) Plastik mafsalların, kolon ve kirişlerin uçlarında oluştuğı varsayımı yapılarak olası plastik mafsalları kesitleri tanımlanır.

c) Yapı sistemi, sabit düşey yükler ve orantılı olarak arttırılan eşdeğer deprem yükleri altında doğrusal olmayan analiz yapılarak, öngörülen herhangi bir yatay yerdeğıştirme değerine

kadar itilir. Bu aşamada yapının deprem doğrultusundaki birinci titreşim moduna ait etkin modal kütle, modal katılım oranı ve tepe noktası genliği değerleri de elde edilir.

d) İtme analizinin her adımına ait taban kesme kuvveti – tepe noktası yerdeğiştirmesi değerlerinden yararlanarak statik itme eğrisi (kapasite diyagramı) çizilir.

e) Statik itme eğrisi iki doğrulu (bi-linear) bir diyagrama dönüştürölür. Bu dönüştürmede, iki doğrulu diyagramın ve statik itme eğrisinin altında kalan alanların yaklaşık olarak birbirlerine eşit olması sağlanır.

g) İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte, elastik davranış spektrumu da gözönüne alınarak, birinci (hakim) moda ait modal yerdeğiştirme istemi hesaplanır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile, koordinatları “modal yerdeğiştirme–modal ivme” olan modal kapasite diyagramı aşağıdaki şekilde elde edilebilir.

- (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal ivme $a_1^{(i)}$ aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (3.14)$$

- (i)'inci itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal yer değıştirme $d_1^{(i)}$ 'nin hesabı için ise, aşağıdaki bağıntıdan yararlanılabilir.

$$d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Phi_{xN1} \Gamma_{x1}} \quad (3.15)$$

- Birinci (deprem doğrultusunda hakim) moda ait modal katkı çarpanı Γ_{x1} ,x deprem doğrultusunda taşıyıcı sistemin başlangıç adımıdaki doğrusal elastik davranışı için tanımlanan L_{x1} ve M_1 'den yararlanılarak aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (3.16)$$

h) Doğrusal elastik olmayan spektral yerdeğiştirme, itme analizinin ilk adımında doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik spektral yerdeğiştirmeye bağılı olarak elde edilir. İtme

analizi sonucunda yukarıda açıklandığı şekilde elde edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte, elastik davranış spektrumu da gözönüne alınarak, birinci (hakim) moda ait modal yerdeğiştirme istemi hesaplanır. Modal yerdeğiştirme istemi, $d_1^{(p)}$ doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme S_{di1} 'e eşittir.

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad \text{ve} \quad S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (3.17)$$

i) Doğrusal elastik spektral yerdeğiştirme, itme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivmeden hesaplanır.

$$S_{de1} = \frac{S_{ae1}}{(\omega_1^{(1)})^2} \quad (3.18)$$

k) x deprem doğrultusundaki tepe yatay yerdeğiştirmesi istemi hesaplanır ve yapı sistemi bu değere kadar itilir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (3.19)$$

l) İtme analizi sonucunda, tüm kritik kesitlerdeki plastik mafsal dönmeleri plastik mafsal boyuna bölünerek, bu kesitlerdeki plastik eğrilik istemleri hesaplanır.

m) Eşdeğer akma eğriliği plastik eğrilik istemine eklenerek toplam eğrilik istemi elde edilir.

n) Kirişler için hesapta, ilgili kesitte verilen beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti–eğrilik diyagramı çizilir ve toplam eğrilik istemine göre, betonun birim kısalma, donatı çeliğinin ise birim boy değişmesi istemleri bulunur. Bu istem değerleri, kesit düzeyinde çeşitli hasar sınırları için tanımlanan birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak sünek davranışa ilişkin performans değerlendirmesi yapılır.

o) Kolonlar için hesapta, her farklı kolon kesiti için, beton ve donatı çeliği modelleri kullanılarak eğilme momenti–eğrilik bağıntıları elde edilir ve performans düzeylerine göre izin verilen şekildeğiştirme sınırları tanımlanarak ilgili kesitin, bu sınırlara karşılık gelen normal kuvvet–toplam eğrilik diyagramı çizilir. Her kolon kesiti için hesaplanan toplam eğrilik istemi bu diyagram üzerine yerleştirilerek söz konusu kesitin hasar bölgesi belirlenir.

p) Kiriş ve kolon kesitleri için belirlenen hasar bölgeleri esas alınarak yapı sisteminin deprem performansı değerlendirilir.

3.2.1.2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile itme analizinde, deprem istem limitine kadar her bir titreşim modunda monotonik olarak arttırılan modal yerdeğiştirmelere göre Mod Birleştirme Yöntemi, ardışık iki plastik mafsall oluşumu arasındaki her bir itme adımında artımsal olarak uygulanır. Bu itme adımlarında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bu büyüklüklere ait birikimli değerler ve son itme adımında deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır. *Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi*, tüm binalara uygulanabilir.

3.2.1.2.1. Modal Ölçeklendirme

Ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki herhangi bir (i)'inci doğrusal itme adımında, tipik bir n'inci doğal titreşim modu için taşıyıcı sistemin herhangi bir (s) serbestlik derecesine ait yerdeğiştirme artımı aşağıdaki şekilde yazılabilir.

$$\Delta u_{sn}^{(i)} = \phi_{sn}^{(i)} \Gamma_{sn}^{(i)} \Delta d_n^{(i)} \quad (3.20)$$

Denk.(3.20)'de yer alan ve (i)'inci itme adımında n'inci moddaki modal yerdeğiştirme artımı'nı temsil eden $\Delta d_n^{(i)}$ 'nin, bir önceki itme adımının sonundaki modal yerdeğiştirmeye eklenmesi ile, (i)'inci adım sonunda birikimli modal yerdeğiştirme aşağıdaki şekilde elde edilir.

$$d_n^{(i)} = d_n^{(i-1)} + \Delta d_n^{(i)} \quad (3.21)$$

Modların görelili katkılarının gözönüne alınabilmesi için birikimli modal yerdeğiştirme, tek serbestlik dereceli sistemlere özgü eşit yerdeğiştirme kuralı'na göre, aynı modda birinci adımdaki (i=1) elastik spektral yerdeğiştirme $S_{den}^{(1)}$ ile orantılı olarak tanımlanır.

$$d_n^{(i)} = S_{den}^{(1)} \tilde{F}^{(i)} \quad (3.22)$$

Burada $\tilde{F}^{(i)}$, (i)'inci itme adımında bütün modlar için sabit olduğu varsayılan birikimli spektrum ölçek katsayısı'nı göstermektedir. Denk.(3.21) ve Denk.(3.22)'nin sonucu olarak, n'inci moddaki modal yerdeğiştirme artımı aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\Delta d_n^{(i)} = S_{den}^{(1)} \Delta \tilde{F}^{(i)} \quad (3.23)$$

Burada $\Delta \tilde{F}^{(i)}$, yine (i)'inci adımda bütün modlar için sabit varsayılan artımsal spektrum ölçek katsayısı'dır. Böylece her bir itme adımındaki tüm modal yerdeğiştirme artımları, tek bir parametreye bağlı olarak ifade edilmiş olmaktadır. Artımsal ve birikimli spektrum ölçek katsayıları arasındaki ilişki aşağıdaki şekilde yazılabilir.

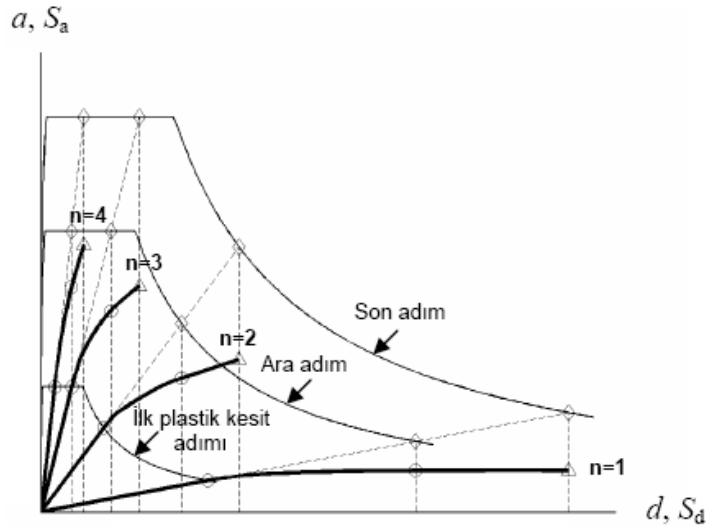
$$\tilde{F}^{(i)} = \tilde{F}^{(i-1)} + \Delta \tilde{F}^{(i)} \leq 1 \quad (3.24)$$

Yukarıdaki bağıntılarda yer alan ve birinci itme adımı (i=1) için tanımlanan elastik spektral yerdeğiştirme, $S_{den}^{(1)}$ aynı adım için DBYBHY-2007 2.4'e göre tanımlanan elastik spektral ivmeden elde edilebilir.

$$S_{ae}(T) = A(T) g \quad (3.25)$$

$$S_{den}^{(1)} = \frac{S_{aen}^{(1)}}{(\omega_n^{(1)})^2} \quad (3.26)$$

Denk.(3.22) ve Denk.(3.23) ile verilen modal ölçeklendirme bağıntıları, yeni bir plastik kesitin oluştuğu her bir itme adımı sürecinde elastik spektral yerdeğiştirmenin monotonik olarak artırılmasına karşı gelmektedir. Diğer deyişle, spektral yerdeğiştirmeler bakımından deprem etkisi, sıfırdan başlayarak her bir itme adımında belirli bir miktarda büyütülmüş olmaktadır.



Şekil 3.3 Modal Kapasite Diyagramları ve Eşit Yerdeğiştirme Kuralı ile Modal Ölçeklendirme.

Denk.(3.26)'den yararlanılarak “spektral yerdeğiştirme (S_d)–spektral ivme (S_a)” koordinatlarında çizilen davranış spektrumunun, sistemdeki ilk plastik kesitin oluştuğu doğrusal

elastik birinci adım sonundaki ölçeklendirilmiş durumu ($\Delta\tilde{F}^{(1)} \leq 1$) Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Spektrumun daha sonraki herhangi bir (i)'inci ara adım sonundaki ölçeklendirilmiş durumu da ($\Delta\tilde{F}^{(i)} \leq 1$) aynı şekilde görülmektedir. (p)'inci son itme adımı sonunda ise, eşit yerdeğiştirme kuralı uyarınca, elastik davranış spektrumunun kendisine varılmaktadır. ($\Delta\tilde{F}^{(p)} \leq 1$) “*Modal yerdeğiştirme (d) – modal ivme (a)*” koordinatları ile tanımlanan ve aşağıda elde edilecek olan modal kapasite diyagramları da, gözönüne alınan tipik bir taşıyıcı sistemin ilk dört modu için, şematik olarak Şekil 3.3'te gösterilmiştir.

3.2.1.2.2. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ile İtme Analizi Algoritması

1. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nin pratik uygulamasında, her bir (i)'inci itme adımında . ($\Delta\tilde{F}^{(i)} = 1$) alınarak doğrusal bir *Mod Birleştirme Analizi* yapılır. Analizde, bir önceki adım sonundaki eksenel kuvvetler esas alınarak, ikinci mertebe etkileri hesaba katılabilir. Gözönüne alınacak mod sayısı, birinci itme adımındaki (i=1) modal büyüklükler esas alınarak DBYBHY-2007'de Bölüm 2.8.3'e göre belirlenir. Bu analizde;

(a) Denk.(3.1) ve Denk.(3.4)'e göre tipik n'inci mod için deprem verisi olarak birinci itme adımındaki (i=1) elastik spektral yerdeğiştirme $S_{den}^{(1)}$ gözönüne alınır. Bu giriş bilgisi, tüm itme adımlarında değişmeksizin aynen kullanılır.

(b) Bütün yerdeğiştirme, şekildeğiştirme ve iç kuvvet büyüklüklerine modal katkıların hesabı için DBYBHY-2007 2.8.4'te belirtilen Tam Karesel Birleştirme (CQC) Kuralı kullanılır. Bu kuralın uygulanmasında kritik sönüm oranı bütün modlarda 0.05 olarak alınır.

2. Ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki herhangi bir (i)'inci itme adımı sonunda, taşıyıcı sistemin herhangi bir (j) noktasında veya kesidinde oluşan herhangi bir yerdeğiştirmeyi, plastik şekildeğiştirmeyi veya iç kuvveti temsil eden tipik büyüklük, $r_j^{(i)}$ bilinmeyen olarak sadece (i)'inci adıma ait artımsal ölçek katsayısı $\Delta\tilde{F}_i$ cinsinden aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$r_j^{(i)} = r_j^{(i-1)} + \tilde{r}_j^{(i)} \Delta\tilde{F}^i \quad (3.27)$$

(a) $\tilde{r}_j^{(i)}, \Delta\tilde{F}^i = 1$ alınarak (i)'inci itme adımında yapılan doğrusal (lineer) mod birleştirme analizi sonucunda, (j) noktasında veya kesidinde hesaplanan tipik bir yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvveti temsil etmektedir. *Tam Karesel Birleştirme (CQC)*

modal birleştirme kuralının uygulanması nedeni ile işaretler kaybolduğundan; tipik yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvvetin en büyük mutlak değerinin elde edildiği moddaki işaret esas alınır.

(b) $r_j^{(i)}$, (i)'inci itme adımı sonunda $\Delta \tilde{F}^i$ 'in hesabından sonra elde edilecek olan tipik büyüklüğü temsil etmektedir. $r_j^{(i-1)}$ ise bir önceki (i-1)'inci itme adımı sonunda elde edilmiş olan büyüklüğü göstermektedir. Bu bağlamda birinci itme adımından (i=1) önceki sıfırıncı adım (i-1=0), itme analizinden önce yapılması gereken düşey yük analizinden elde edilen tipik büyüklüğe karşı gelmektedir.

3. Her bir itme adımında Denk.(3.27)'de verilen genel bağıntı, kirişlerde her bir potansiyel plastik kesitteki eğilme momenti için, kolon ve perdelerde ise akma yüzeyinin koordinatlarını oluşturan iç kuvvetler için özel olarak yazılır. Üç boyutlu davranış durumunda iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet durumu için Denk.(3.28)' den hesaplanır.

$$\begin{aligned} M_{j,x}^{(i)} &= M_{j,x}^{(i-1)} + \tilde{M}_{j,x}^{(i)} \Delta \tilde{F}^i \\ M_{j,y}^{(i)} &= M_{j,y}^{(i-1)} + \tilde{M}_{j,y}^{(i)} \Delta \tilde{F}^i \\ N_j^i &= N_j^{i-1} + \tilde{N}_j^{(i)} \Delta \tilde{F}^i \end{aligned} \quad (3.28)$$

4. Genel olarak gözönüne alınan üç boyutlu davranış durumunda, (j) kesidinde doğrusallaştırılan akma yüzeylerinden herhangi birine karşı gelen (k)'ıncı düzlem parçasının analitik ifadesi aşağıdaki şekilde yazılabilir:

$$\alpha_{jk,x} M_{j,x} + \alpha_{jk,y} M_{j,y} + \beta_{jk} N_j = 1 \quad (3.29)$$

Denk.(3.28)'deki büyüklüklerin Denk.(3.29)'da yerine konulması ile (i)'nci adıma ait artımsal ölçek katsayısı, ardışık yaklaşıma gerek kalmaksızın, hesaplanır:

$$(\Delta \tilde{F}^i)_{jk} = \frac{1 - \alpha_{jk,x} M_{j,x}^{(i-1)} - \alpha_{jk,y} M_{j,y}^{(i-1)} - \beta_{jk} N_j^{(i-1)}}{\alpha_{jk,x} \tilde{M}_{j,x}^i + \alpha_{jk,y} \tilde{M}_{j,y}^i + \beta_{jk} \tilde{N}_j^i} \quad (3.30)$$

Herhangi bir (j) potansiyel plastik kesitinde, bütün (k) akma yüzeyleri (çizgileri) için elde edilen $(\Delta \tilde{F}^i)_{jk}$ değerlerinin pozitif olanlarının en küçüğü bulunduğundan sonra, bunların da taşıyıcı sistemde hesaplanan en küçüğü, (i)'inci hesap adımı sonundaki $\Delta \tilde{F}^i$ artımsal ölçek

katsayısı olarak elde edilir. Bu değere karşı gelen (j) kesiti ise, yeni oluşan plastik kesitin sistem içindeki yerini belirler.

5. (i)'inci itme adımında $\Delta \tilde{F}^i$ elde edildikten sonra;

(a) Birikimli spektrum ölçek katsayısı $\tilde{F}^i$, Denk.(3.24)'ten hesaplanır.

(b) Taşıyıcı sistemin herhangi bir (j) noktasında veya kesidinde oluşan herhangi bir tipik yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvvet büyüklüğü, r_j^i , Denk. (3.27)'e göre elde edilir.

(c) Gözönüne alınan tüm modlara ait modal yerdeğiştirme artımları Denk.(3.23)'ten hesaplanır. (i)'inci itme adımının sonundaki birikimli modal yerdeğiştirmeler ise Denk. (3.21) veya Denk.(3.22)'ten elde edilir.

6. (i)'inci adımda tüm modlara ait modal ivme artımları aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır:

$$\Delta a_n^{(i)} = (\omega_n^{(i)})^2 \Delta d_n^i \quad (3.31)$$

Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nin burada açıklanan formülasyonunda doğrudan kullanılmamakla birlikte, tanım olarak n'inci modda (s) serbestlik derecesine etkiyen modal deprem yükü artımı $\Delta f_{sn}^{(i)}$, modal ivme artımı $\Delta a_n^{(i)}$ 'ye bağlı olarak aşağıda verilmiştir:

$$\Delta f_{sn}^{(i)} = m_s \Phi_{sn}^{(i)} \Gamma_{xn}^i \Delta a_n^{(i)} \quad (3.32)$$

(i)'inci itme adımının sonundaki birikimli modal ivme değerleri ise aşağıdaki şekilde elde edilir:

$$a_n^{(i)} = a_n^{(i-1)} + \Delta a_n^{(i)} \quad (3.33)$$

7. Yatay ekseninde modal yerdeğiştirmelerin, düşey ekseninde ise modal ivmelerin temsil edildiği tipik modal kapasite diyagramları Şekil 3.2'de gösterilmiştir. Tanım olarak, n'inci moda ait tipik kapasite diyagramında ardışık iki plastik kesit oluşumu arasındaki doğru parçasının eğimi, Denk.(3.31) uyarınca o adımda n'inci modun doğal açısal frekansının karesine $(\omega_n^{(i)})^2$, diğer deyişle n'inci özdeğere eşittir. Plastik şekildeğiştirmelerin yaygınlaşması sonucunda, ikinci mertebe etkileri nedeni ile bazı modların özdeğerleri, dolayısıyla ilgili modal kapasite diyagramlarının eğimleri, belirli bir itme adımından sonra negatif değerler alabilirler. İkinci

mertebe etkilerinin mod şekillerini değiştirebileceği dikkate alınmalıdır. Modal deprem istemi üzerindeki etkileri ise genellikle terk edilebilir düzeydedir.

8. Her bir itme adımının tamamlanmasından sonra, o adım sonunda oluşan plastik kesit gözönüne alınarak sistem rijitlik matrisinde gerekli değişiklikler yapılır ve yeni itme adımı için işlemlere başlanır.

3.2.1.2.3. İstem Büyüklüklerinin Belirlenmesi

1. Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi'nde modal yerdeğiştirmeler maksimum değerlerine bütün modlarda birlikte ulaşırlar. Her itme adımı sonunda Denk.(3.24) ile hesaplanan birikimli spektrum ölçek katsayısının, maksimum değer olan birim değeri aşp aşmadığı kontrol edilir. Aşmaması durumunda, analize yukarıda açıklandığı üzere devam edilir. Aşması durumunda ise;

(a) Varılan itme adımı son itme adımı olarak tanımlanarak (p) üst indisi ile temsil edilir. $i = p$ alınarak $\tilde{F}^{(p)} = 1$ olduğu gözönüne tutularak, son adıma ait artımsal spektrum ölçek katsayısı Denk.(3.24)'ten hesaplanır:

$$\tilde{F}^{(p)} = 1 - \tilde{F}^{(p-1)} \quad (3.34)$$

(b) Ancak Denk.(3.23) ile tanımlanan n'inci moddaki modal yerdeğiştirmenin, son itme adımında aşağıdaki şekilde yeniden tanımlanması gereklidir:

$$\Delta d_n^{(p)} = C_{Rn} S_{den}^{(1)} \Delta \tilde{F}^{(p)} \quad (3.35)$$

Herhangi bir modda $C_{Rn} > 1$ olması durumunda, deprem verisi olarak $S_{den}^{(1)}$ yerine $C_{Rn} S_{den}^{(1)}$ alınır ve Mod Birleştirme Yöntemi ile tipik büyüklüğe ait $\tilde{r}_j^{(p)}$ değeri yeniden hesaplanır.

(c) Tipik yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme veya iç kuvvetin maksimum değeri, diğer deyişle tipik istem büyüklüğü Denk.(3.27)'e göre elde edilir:

$$r_j^{(p)} = r_j^{(p-1)} + \tilde{r}_j^{(p)} \Delta \tilde{F}^{(p)} \quad (3.36)$$

2. Gözönüne alınan herhangi bir n 'inci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı C_{Rn} aşağıdaki şekilde hesaplanır:

(a) $T_n^1 > T_B$ [veya $(\omega_n^{(1)})^2 < \omega_B^2$] koşulunun sağlanması durumunda $C_{Rn} = 1$ alınır.

(b) $T_n^1 < T_B$ [veya $(\omega_n^{(1)})^2 > \omega_B^2$] olması durumunda ise C_{Rn} yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde belirlenebilir.

$$\lambda_n^{(p)} = \frac{(\omega_n^{(p)})^2}{(\omega_n^{(1)})^2} \text{ olmak üzere;}$$

$$C_{Rn} = \frac{1 + (R_{yn} - 1) T_B / T_n^{(1)}}{R_{yn}} \geq 1 \quad (\lambda_n^{(p)} \leq 0.10)$$

$$C_{Rn} = \frac{1 + (R_{yn} - 1) T_B / T_n^{(1)}}{10 \lambda_n^{(p)} R_{yn}} \geq 1 \quad (\lambda_n^{(p)} > 0.10)$$
(3.37)

Bu bağıntıda R_{yn} n 'inci mod için çizilen iki doğrulu modal kapasite diyagramından elde edilen *dayanım azaltma katsayısı*'nı göstermektedir.

$$R_{yn} = \frac{S_{aen}^{(1)}}{a_{yn}} \quad (3.38)$$

3.2.1.3. Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi

Bu yöntemin amacı, taşıyıcı sistemdeki doğrusal olmayan davranış göz önüne alınarak, sistemin hareket denkleminin adım adım entegre edilmesidir. Analiz sırasında her bir zaman artımında sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvetler ile bu büyüklüklerin deprem istemine karşı gelen maksimum değerleri hesaplanır.

3.2.2. Plastik Davranışın İdealleştirilmesi

Doğrusal elastik olmayan analiz için mühendislik uygulamalarındaki yaygınlığı ve pratik oluşu nedeniyle yığılı plastik davranış modelinin kullanılması öngörülmüştür. Basit eğilme durumunda plastik mafsallara karşı gelen bu modelde, çubuk eleman olarak idealleştirilen kiriş, kolon ve perde türü taşıyıcı sistem elemanlarındaki iç kuvvetlerin plastik

kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekildeğiştirmelerin düzgün yayılı biçimde olduğu varsayılmaktadır. Basit eğilme durumunda plastik mafsallık boyu olarak adlandırılan plastik şekildeğiştirme bölgesinin uzunluğu L_p , çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h) 'nin yarısına eşit olmaktadır.

$$(L_p = 0.5 h) \quad (3.39)$$

Yığılı plastik şekildeğiştirmeyi temsil eden plastik kesitin, teorik olarak plastik şekildeğiştirme bölgesinin tam ortasına yerleştirilmesi gerekir. Ancak pratik uygulamalarda aşağıda belirtilen yaklaşık idealleştirmeler yapılabilir.

a) Kolon ve kirişlerde plastik kesitler, kolon–kiriş birleşim bölgesinin hemen dışına, diğer deyişle kolon veya kirişlerin net açıklıklarının uçlarına konulabilir. Ancak, düşey yüklerin etkisinden ötürü kiriş açıklıklarında da plastik mafsalların oluşabileceği gözönüne alınmalıdır.

b) Betonarme perdelerde, plastik kesitlerin her katta perde kesiminin alt ucuna konulabilir. U, T, L veya kutu kesitli perdeler, bütün kolları birlikte çalışan tek perde olarak idealleştirilmelidir. Binaların bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunması durumunda, bu perdelerden üst katlara doğru devam eden perdelerin plastik kesitleri bodrum üstünden başlamak üzere konulmalıdır.

Betonarme kesitlerin akma yüzeyleri uygun biçimde doğrusallaştırılarak, iki boyutlu davranış durumunda akma çizgileri, üç boyutlu davranış durumunda ise akma düzlemleri olarak modellenebilir.

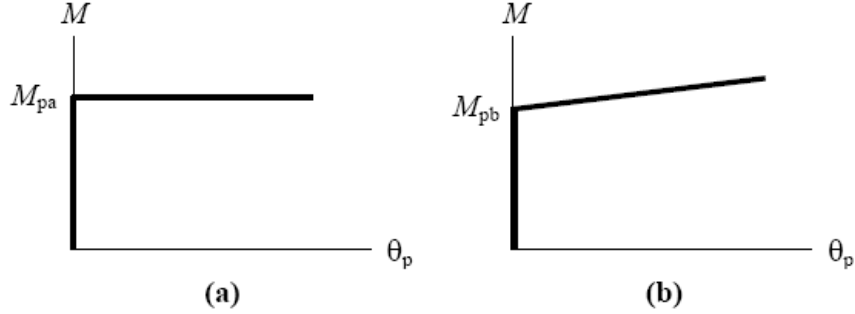
Eğilme etkisindeki betonarme elemanların akma öncesi doğrusal davranışlarının belirlenmesinde çatlamış kesite ait eğilme rijitlikleri kullanılır.

İtme analizi modelinde kullanılacak olan plastik kesitlerin iç kuvvet–plastik şekildeğiştirme bağıntıları ile ilgili olarak aşağıdaki idealleştirmeler yapılabilir.

a) İç kuvvet–plastik şekildeğiştirme bağıntılarında pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilir, Şekil 3.3a. Bu durumda, bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında, iç kuvvetlerin akma yüzeyinin üzerinde kalması koşulu ile plastik şekildeğiştirme vektörünün akma yüzeyine yaklaşık olarak dik olması koşulu gözönüne alınır.

b) Pekleşme etkisinin gözönüne alınması durumunda (Şekil 3.3b), bir veya iki eksenli eğilme ve eksenel kuvvet etkisindeki kesitlerde plastikleşmeyi izleyen itme adımlarında iç

kuvvetlerin ve plastik şekildeğiştirme vektörünün sağlaması gereken koşullar, ilgili literatürden alınan uygun bir pekleşme modeline göre tanımlanmalıdır.



Şekil 3.4 Eğilme Momenti-Plastik Dönme Bağlılıları.

3.2.3. Birim Şekildeğiştirme İstemlerinin Belirlenmesi

DBYBHY-2007' ye göre yapılan itme analizi hesap sonucunda çıkış bilgisi olarak herhangi bir kesitte elde edilen θ_p plastik dönme istemine bağlı olarak plastik eğrilik istemi, aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$\phi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (3.40)$$

Amaca uygun olarak seçilen bir beton modeli ile pekleşmeyi de gözönüne alan donatı çeliği modeli kullanılarak, kesitteki eksenel kuvvet istemi altında yapılan analizden elde edilen iki doğrulu moment-eğrilik ilişkisi ile ϕ_y eşdeğer akma eğriliği, Denk.(3.40) ile tanımlanan ϕ_p plastik eğrilik istemine eklenerek, kesitteki ϕ_t toplam eğrilik istemi elde edilir.

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (3.41)$$

Betonarme sistemlerde betonun basınç birim şekildeğiştirmesi istemi ile donatı çeliğindeki birim şekildeğiştirme istemi, Denk.(3.41) ile tanımlanan toplam eğrilik istemine göre eğilme momenti-eğrilik analizi ile hesaplanır.

Beton ve donatı çeliğinin birim şekildeğiştirmeleri cinsinden elde edilen deprem istemleri, şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak kesit bazında taşıyıcı sistem performansı belirlenir.

3.2.4. Betonarme Elemanların Birim Şekildeğiştirme Kapasiteleri

Beton ve donatı çeliğinin birim şekildeğiştirmeleri cinsinden hesaplanan deprem istemleri, aşağıda tanımlanan birim şekildeğiştirme kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit düzeyinde taşıyıcı sistem performansı belirlenir. Plastik şekildeğiştirmelerin meydana geldiği betonarme sünek taşıyıcı sistem elemanlarında, çeşitli kesit hasar sınırlarına göre izin verilen şekildeğiştirme üst sınırları (kapasiteleri) aşağıda tanımlanmıştır.

(a) Kesit *Minimum Hasar Sınırı (MN)* için kesitin en dışlıfındaki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları;

$$(\varepsilon_{cu})_{MN} = 0.0035 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{MN} = 0.010 \quad (3.42)$$

(b) Kesit *Güvenlik Sınırı (GV)* için etriye içindeki bölgenin en dışlıfındaki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları;

$$(\varepsilon_{cg})_{GV} = 0.0035 + 0.01 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.0135 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GV} = 0.040 \quad (3.43)$$

(c) Kesit *Göçme Sınırı (GÇ)* için etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirmesi ile donatı çeliği birim şekildeğiştirmesi üst sınırları;

$$(\varepsilon_{cg})_{GC} = 0.004 + 0.014 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0.018 \quad ; \quad (\varepsilon_s)_{GC} = 0.060 \quad (3.44)$$

olarak önerilmektedir.

4. BETONARME YAPI SİSTEMLERİNDE GÜÇLENDİRME YÖNTEMLERİ

Taşıyıcı sistemin tümünün ya da belli elemanlarının taşıma gücünü artırmak veya ekonomik ömrü boyunca muhtemel bir depremde hasar gören yapının, aynı boyutta depremlerin birçok kez yinelenmesi beklentisi karşısında aynı hasarın tekrarlanmaması için eski durumundan daha güçlü duruma getirilmesi için yapılan müdahale işlemlerine genel olarak güçlendirme denir.

Deprem kuşağı içinde yer alan ülkemizde meydana gelmiş orta büyüklükteki depremlerin dahi ağır hasarlara ve can kayıplarına neden olduğu ve ülkemiz nüfusunun %95'inin yüksek derecede deprem riski olan bölgelerde yerleşmiş olduğu göz önüne alındığında, mevcut yapı stokunun büyük kısmının da olası bir depremde yıkılarak büyük can ve mal kaybına sebebiyet vereceği değerlendirilebilir. Özellikle denetimsiz inşa edilen yapılar, bu grubun büyük kısmını teşkil etmektedir. Depremden hemen sonra hizmet vermesi gereken hastane binaları da gerek denetimsiz inşası gerekse yapıldığı zaman yürürlükte olan yönetmeliklerin yetersiz oluşu nedeniyle öncelikle müdahale gerektiren yapı stoku içerisinde yer almaktadır.

Gerek yaşanan tecrübeler gerekse teknolojik ilerlemeler mühendislik biliminin gelişerek yapıların deprem sırasındaki davranışlarının, bilgisayar programlarındaki gelişmelerin etkisiyle, daha gerçekçi ve doğru bir biçimde ortaya konulabilmesini mümkün kılmıştır. Yapının davranışının anlaşılması ile yapıların deprem performanslarını arttıran çeşitli önlemler alınarak yönetmeliklere eklenmiştir. Sürekli değişim ve gelişim içerisinde olan yönetmeliklerle yapılan yapılar kendi döneminin yönetmeliğine uygun boyutlandırılmış ve yapılmış olsa da yeni yönetmeliklere göre hesaplandığında güvensiz olabilir. Bu nedenle yöntem ve malzemenin etkin kullanımı açısından ekonomik kayıplara neden olmamak için tüm dünyada yapı güçlendirmesi üzerine çalışmalar yapılmış ve günümüzde kabul gören çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Güçlendirme projesinin hazırlanması esnasında çeşitli kriterler dikkate alınır. En önemlisi olan belirli bir performans hedefinin sağlanması koşuludur. Bunun yanı sıra projenin ekonomik olması, mevcut binanın mimari fonksiyonlarının bozulmaması ve kolay uygulanabilir olması gibi kriterler bu projelerin hazırlanması esnasında göz önünde tutulmalıdır. Depremde hasar gören veya hesap sonucu hedeflenen deprem performansını sağlamayan yapıların güçlendirilmesi yapılırken iki temel yönetime başvurulur. Bunlar sistem bazında güçlendirme ve eleman bazında güçlendirmedir.

4.1.Sistem Bazında Güçlendirme

Depremde hasar gören yapılar incelendiğinde, hasarın öncelikle tasarımla ilgili hatalardan dolayı oluştuğu görülür. Yapının yeterli yanal yük dayanımının olmaması yada burulma etkilerine karşı güvenli bir tasarım yapılmamış olması bu tasarım hatalarının başında gelmektedir. Eğer yapıda bölgesel olarak (eleman bazında) kapasite aşımaları değil de genel davranış bozuklukları varsa yapıya eleman seviyesinde müdahale etmek hem istenilen performans seviyesine ulaşmayı sağlayamamakta hem de ekonomik olmamaktadır. Sistem iyileştirmesi yapının yanal rijitliğinin artırılması ile özdeştir. Yapıda, çok sayıda elemanın güçlendirilmesi gerekiyorsa, yeterli yanal rijitlik yoksa, gevrek kırılmaya neden olacak detay hataları varsa, yumuşak kat, kısa kolon durumları varsa sistem iyileştirilmesi gereklidir. Bu durumda yapıya sistem bazında müdahale etmek gerekmektedir. Sistem bazında güçlendirmeye ait çeşitli yöntemler aşağıda incelenmiştir.

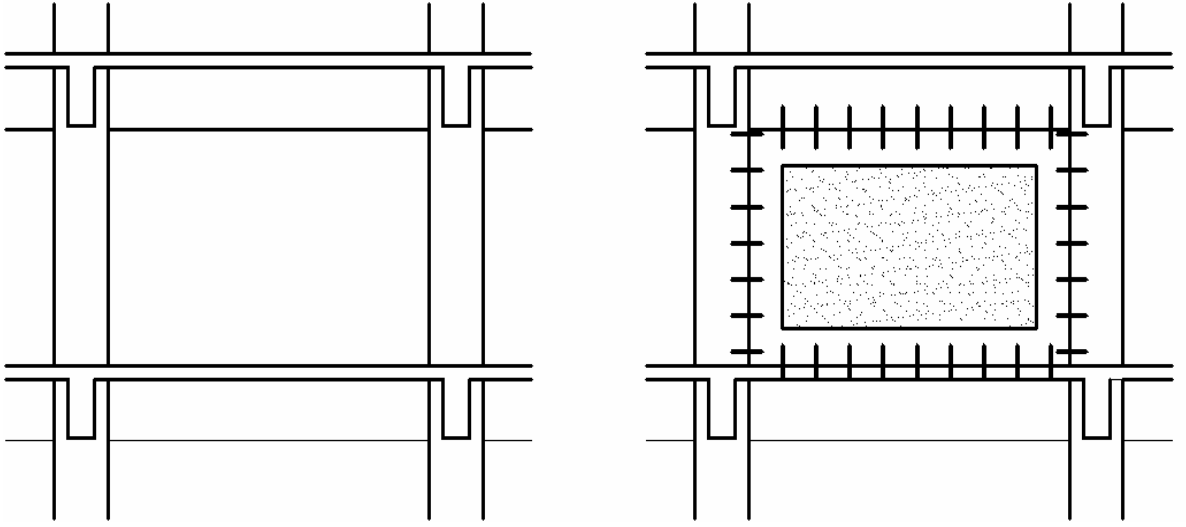
4.1.1. Betonarme Yapıların Yerinde Dökme Betonarme Perdeler ile Güçlendirilmesi

Yanal rijitliği ve dayanımı yetersiz olan betonarme taşıyıcı sistemler, yerinde dökme betonarme perdelerle güçlendirilebilir. Betonarme perdeler mevcut çerçeve düzlemi içinde veya çerçeve düzlemine bitişik olarak düzenlenebilir.

4.1.1.1.Çerçeve Düzlemi İçinde Betonarme Perde Eklenmesi.

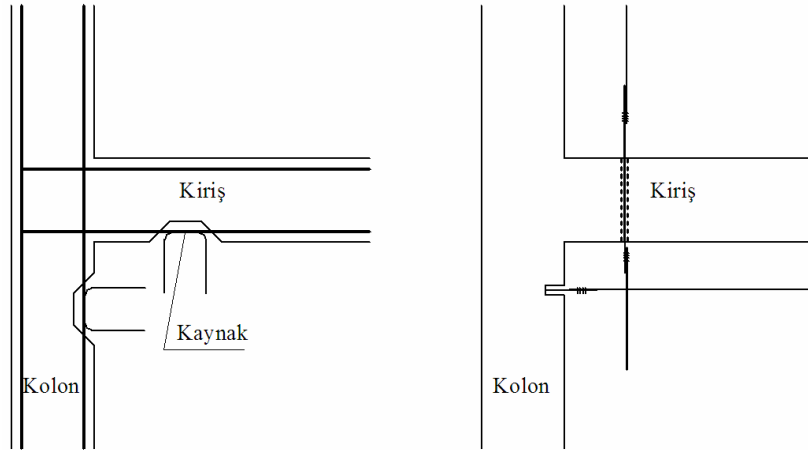
Betonarme perdelerle güçlendirmede, mevcut sistemin kapasite bakımından deprem güvenliği arttırılırken, taşıyıcı sistemdeki yanal değişimlerde sınırlandırılır. Güçlendirme için öngörülen yeni perdeler tüm taşıyıcı sistemin rijitliğini arttıracak için, genellikle binaya gelen toplam deprem kuvveti de artar ve etkiler sistemde değişik bir dağılımla ortaya çıkar.

Güçlendirme perdelerinin bina içinde düzgün dağıtılmasıyla, etkilerin belirli bölgede yığılması ve istenmeyen burulma etkilerinin meydana gelmesi önlenir. Mevcut taşıyıcı sistemle yeni perdeler arasındaki kuvvet geçişinin ve bütünleşmesinin sağlanması için ara bölgelerin özenle ele alınması ve projelendirilmesi gerekir. Şekil 4.1.'de perde duvar ekleyerek güçlendirme örnek olarak gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Perde Duvar Ekleyerek Güçlendirme.

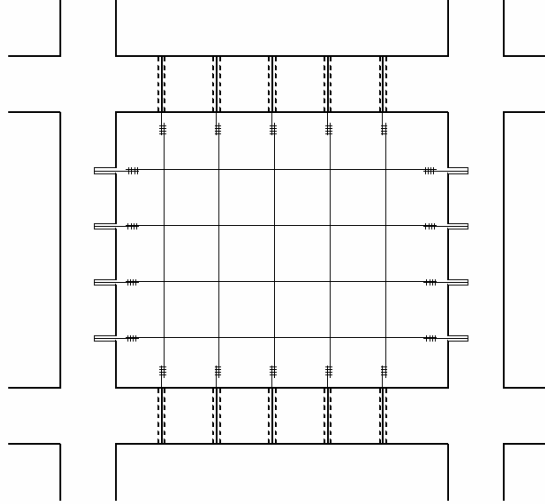
Güçlendirme perdesi temelden başlayarak bütün katlarda, boyu değiştirilecek olsa bile devam ettirilmelidir. Aksi takdirde süreksizlik bulunan kesimde gerilme birikimi oluşacak ve yapı davranışında olumsuzluklar meydana gelecektir. Bu amaçla, perde uç bölgesindeki ve perde gövdesindeki boyuna donatıların perde yüksekliği boyunca sürekliliği sağlanmalı, perdeler içinde bulundukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanmalıdır. (Şekil 4.2.)



Şekil 4.2. Perde Duvar Ekleme Yönteminde Kolon ve Kirişe Bağlantı Detayları.

Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile eklenen betonarme perde elemanı arasındaki bölgede deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olmalıdır. Ankraj çubuklarının tasarımında TS-500'deki sürtünme kesmesi esasları kullanılacaktır. Eski ve yeni betonun ara yüzüne dik yönde, kesme kuvvetlerini aktarabilmesi için mevcut betonda açılacak yuvalara yerleştirilecek demir filizlerinin, yüksek

dayanımlı ve genişlen çimentolu harç ile yerleştirilmesi gerekir. (Şekil 4.3.) DBYBHY-2007 'de en küçük ankraj çubuğu çapı 16 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 40 cm olarak tanımlanmıştır. Güçlendirme perdeleri her iki doğrultuda en az ikişer tane yapılması uygun olur. Binanın kat adedinin ve plandaki alanının küçük olması durumunda perde sayısı üçe de indirilebilir. Gerektiğinde de bunların kalınlıkları ve boyları küçültülebilir.



Şekil 4.3. Perde Duvarın Çerçeve İle Birlikte Çalışması İçin Uygun Bir Ayrıntı.

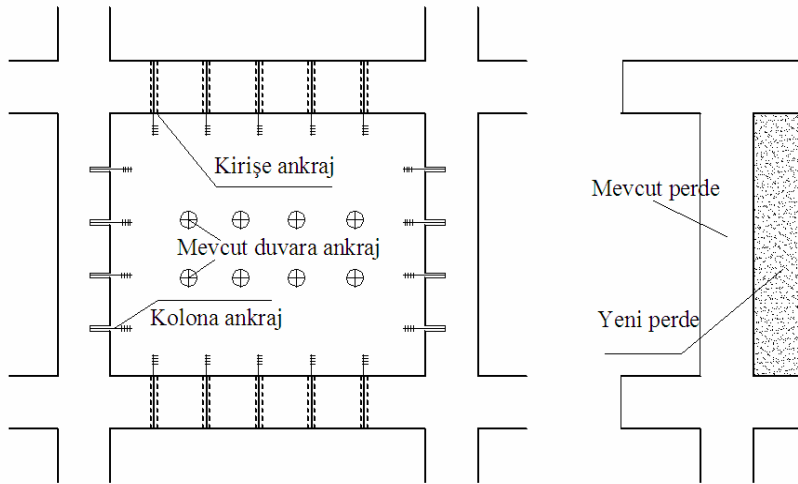
Güçlendirme perdelerinin yerlerinin, mevcut perde ve kolon düzenine dikkat edilerek belirlenmesi gerekir. Perdenin iki kolon arasında bulunması tercih edilmelidir. Böylece perde uç bölgelerinin oluşturulması kolay olur. Gerektiğinde kolonların ebatları büyütülerek veya mevcut kolona bitişik perde içinde gizli kolon düzenlenerek perde uç bölgesi oluşturulabilir. İki taraftan da kolona bitişik olmayan doğrudan döşemeyi delip geçen perde ile döşeme arasında çok büyük gerilme yığılmaları oluşacağı için bu yöntemin seçimi uygun değildir.

Çerçeve içine perde eklenerek yapılan güçlendirmede önemli olan hususlardan biride, ek elemanların yarattığı gerilmeleri zemine aktarabilecek temellerin inşa edilmesidir. Perdenin oturacağı temelin, perdeden aktarılan yükleri taşıyacak şekilde münferit olarak imal edilmesi mümkün olduğu gibi, perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların eksenel basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelının mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması için gerekli önlemler alınmalı ve perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılmalıdır.

Zemin güvenlik gerilmesinin yeterli olmadığı yerlerde, temel genişletmesinin yanında, zeminin iyileştirilmesi de düşünülebilir. Bunun gibi, deprem etkisi durumunda, etkinin kısa süreli olması nedeniyle zemin emniyet gerilmesinin üstündeki bazı yerel gerilme artışlarına müsaade edilebilir. Perde için yapılan yeni temellerin mevcutlarla beraber çalışması ve perdenin ana donatılarının temele kenetlenmesi sağlanmalıdır. Bu amaçla temelin ortak yüzeyine epoksi sürülmesi ve dikiş donatıları yerleştirilmesi önerilir.

Yukarıda bahsedilen güçlendirme yöntemlerinin yanı sıra, binanın mimari özelliklerini değiştirmeden ve işlevselliğini bozmadan boşluklu perdelerin bünyesinde bulunan boşlukların doldurulması da, kullanılan metotlardan birisidir.

Betonarme perdeleri güçlendirmenin bir başka biçimi de mevcut perde duvarın kalınlaştırılmasıdır. Bu uygulamada perde kalınlığı arttırılmaktadır.Şekil 4.4 de örnek olarak gösterilmiştir.

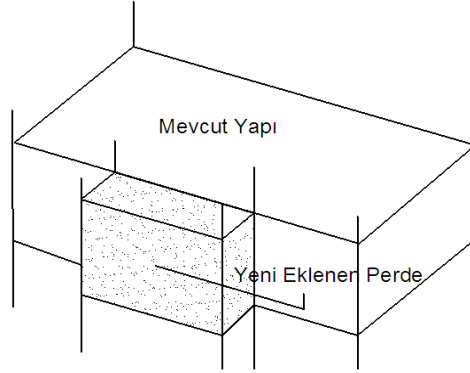


Şekil 4.4. Mevcut Perdenin Kalınlaştırılması.

4.1.1.2.Çerçeve Düzlemine Bitişik Betonarme Perde Eklenmesi.

Bu güçlendirme metodunun da temel amacı yapıya yanal dayanım kazandırmaktır.(Şekil 4.5)Yapı kullanımda iken güçlendirme çalışmaları yapılabilmektedir. Fakat bu yöntemin diğerlerinden üstünlüğü, yapı çevresinde fazla bir boşluğa gerek duyulmadan uygulanabilmesidir. DBYBHY-2007’ de uygulamada bazı şartlar konulmuştur. Buna göre betonarme sisteme eklenecek perdeler dış çerçeve aksının dışında, çerçeveye bitişik olarak düzenlenecek, temelden başlayarak perde üst kotuna kadar sürekli olacaktır. Perdeler bitişik

oldukları çerçeveye ankraj çubukları ile bağlanarak birlikte çalışmaları sağlanacaktır. Ankraj çubukları, mevcut çerçeve elemanları ile sisteme eklenen dışmerkezli perde elemanı arasındaki arayüzlerde deprem kuvvetleri altında oluşan kayma gerilmelerini karşılamak için yeterli dayanıma sahip olacaklardır.



Şekil 4.5. Yapıya Dıştan Perde Ekleme.

Perde ucunda mevcut kolon bulunmaması durumunda perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perde ucunda mevcut kolon bulunması durumunda mevcut kolondan uç bölgesi olarak yararlanılabilir. Gerekli durumlarda mevcut kolon büyütülerek perde uç bölgesi oluşturulacaktır. Perdenin altına temel yapılacaktır. Perde temeli, perde tabanında oluşan iç kuvvetleri temel zeminine güvenle aktaracak şekilde boyutlandırılacaktır. Perde temelinde oluşabilecek dış merkezliği azaltmak amacıyla perde temeli komşu kolonları içerecek şekilde genişletilerek mevcut kolonların aksenal basınç kuvvetlerinden yararlanılabilir. Perde temelinin mevcut temel sistemi ile birlikte çalışması çok önemlidir.

4.1.1.3.Çerçevelerin Perdeye Çevrilmesiyle Oluşabilecek Sorunlar

Çerçevelerin perde duvara çevrilmesi ile yapı elemanlarının rijit elemana çevrilmesi demektir. Depremde yapıya gelen kuvvetlerin tamamına yakın bölümü artık bu perde tarafından taşınacak, bu ise perdenin temelinde büyük dönme momentleri oluşturacaktır. Yani eklenen perde kadar bu perdeye uygun ebatlarda temelin yapılması en önemli hususlardan biridir.

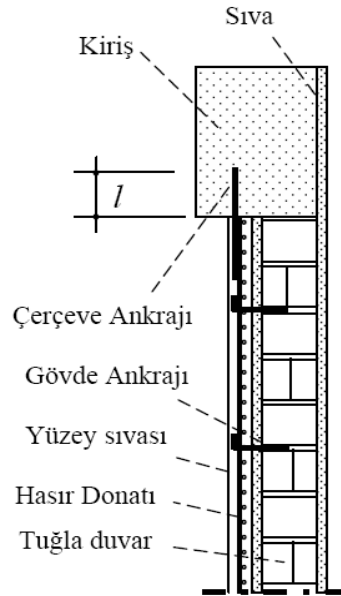
Perdelerin genelde aksenal yükleri azdır. Çerçeveye sonradan eklenen perdelerin ise aksenal yükleri kendi ağırlıklarıdır. Yalnızca moment etkisi altında olan bu temellerin özellikle depremde tüm yatay yükleri alması büyük temel boyutları gerektirmekte ve mevcut sistemin temeli ile çoğu zaman çakışmaktadır. Bunun için en etkin çözümlerden biri bu elemanların temelleri ile birleşik temel yapmaktır.

4.1.2. Dolgu Duvarların Güçlendirilmesi

Bodrum hariç en fazla 3 katlı yapılarda uygulanmak üzere temel üstünden yukarıya kadar üst üste süreklilik gösteren betonarme çerçeve içindeki dolgu duvarlarının rijitliği ve kesme dayanımı, aşağıda tanımlanan güçlendirme yöntemleri ile artırılabilir.

4.1.2.1. Dolgu Duvarların Hasır Çelik Donatılı Özel Sıva İle Güçlendirilmesi

Çerçeve açıklığında bulunan tuğla, briket v.b. malzemelerden teşkil edilmiş bölme duvarların her iki yüzüne donatılı harç tabakası ekleyerek, dayanımı ve rijitliği daha yüksek çerçeveler elde etmek alternatif bir çözüm olarak uygulanmaktadır. (Şekil 4.6.)Donatı olarak hasır çelik kullanılabilir.



Şekil 4.6. Dolgu Duvarların Hasır Çelik Donatılı Özel Sıva İle Güçlendirilmesi.

DBYBHY-2007’de bu uygulama ile ilgili minimum koşullar belirtilmiştir. Buna göre; sıva tabakasının kalınlığı en az 30 mm, hasır donatı pas payı ise en az 20 mm olmalıdır. Özel sıva 4 hacim kum, 1 hacim çimento ve 1 hacim kireç karışımı ile yapılacaktır. Bu karışımla yapılan sıvanın basınç dayanımı en az 5 MPa olacaktır. Güçlendirilecek duvarların köşegen uzunluğunun güçlendirme öncesi kalınlığına oranı 30’dan küçük olmalıdır. Bu türlü uygulamalarda mevcut çerçeve içinde basınç çubuğu oluşumu sağlanmalı ve çerçeveye yük aktarımı için gerekli ankrajlar düzenlenmelidir. Bunun için uygulamanın yapılacağı duvar yüzü ile çerçeve elemanlarının dış yüzü arasında en az 30 mm derinliğinde boşluk olmalıdır.

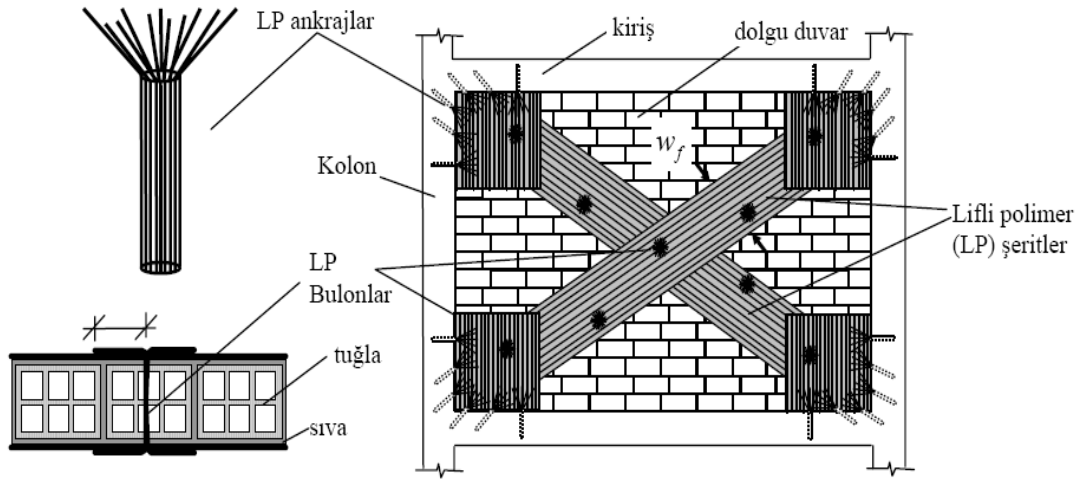
Donatılı sıva tabakası ile çerçeve elemanları arasında kullanılacak çerçeve ankraj çubuğunun en küçük çapı 12 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı ve en geniş çubuk aralığı 300 mm olmalıdır. Ayrıca donatılı sıva tabakası ile mevcut dolgu duvarın birlikte çalışmasının sağlanması için duvar düzlemine dik yönde, her bir metrekare duvar alanında dört adet gövde ankrajı yapılacaktır. Duvara dik yönde yapılacak gövde ankraj çubukları dolgu duvarın harç derzleri içine gömülecek ve çubuk çapı en az 8 mm, ankraj derinliği çubuk çapının en az on katı olacaktır. Duvar düzlemine paralel ve dik doğrultuda yapılacak tüm ankraj çubukları açılacak deliklere epoksi esaslı bir malzeme ile ekilecek ve uçları L şeklinde 90 derece bükülerek hasır donatının içine geçirilecektir.

4.1.2.2. Dolgu Duvarların Lifli Polimerler İle Güçlendirilmesi

Hafif olan ve elastiklik modülünün küçük olması, güç tükenmesi durumunda büyük şekildeğiştirmeler yapabilen bu malzemenin ayrıca korozyon tehlikesinin olmaması malzemenin üstünlükleri olarak sıralanabilir. DBYBHY-2007’de uygulama koşulları belirtilmiş olup buna göre; uzunluğunun yüksekliğine oranı 0.5 ile 2 arasında olan dolgu duvarlarının rijitliği ve kesme dayanımı, duvar yüzüne uygulanan lifli polimerler (LP) ile arttırılabileceği belirtilmiştir.

Bu tür uygulamalarda mevcut çerçeve içinde basınç çubuğu oluşumu sağlanmalı ve çerçeveye yük aktarımı için gerekli ankrajlar düzenlenmelidir.(Şekil 4.7.) Bunun için uygulamanın yapılacağı duvar yüzü ile çerçeve elemanlarının dış yüzü arasında en az 30 mm derinliğinde boşluk olmalıdır.

Köşe bölgelerde yük dağılımını sağlayabilmek ve betonarme çerçeve ile LP şeritler arasında yeterli sayıda ankraj yerleştirebilmek için şerit genişliğinin 1,5 katından az olmayan genişlikte kare LP levhalar kullanılacaktır. Lifli polimer uygulaması duvarın iki tarafından yapılacak ve LP şeritler duvar kalınlığınca geçen LP bulonlar ile duvara sabitlenecektir. LP bulonlar arasındaki mesafe 600 mm’den fazla, bulonun köşegen şerit kenarına uzaklığı ise 150 mm’den fazla olamaz. Köşegen LP şerit ile çerçeve arasındaki yük aktarımını sağlamak için LP ankrajlar kullanılacaktır. LP ankrajlar LP şeritlerin epoksi ile doyurulması ve bir silikon çubuk etrafına sarılması ile oluşturulacaktır. LP ankrajların uçları yelpaze şekline getirilecek ve en az 4 adet ankraj köşegen LP şerit yönünde olacak şekilde beton içinde açılan tozdan arındırılmış deliğe epoksi enjekte edilerek yerleştirilecektir. Ankraj yapımında çubuk etrafına sarılan LP’nin genişliği 100 mm’den az olmayacaktır. Ankraj deliğinin çapı 10 mm’den, derinliği ise 150 mm’den küçük olmayacaktır. Buna göre hazırlanan bir ankrajın çekme dayanımı olarak, 20 kN veya silikon çubuk etrafına sarılan LP’nin çekme kapasitesinin %30’undan küçük olanı olarak alınacaktır.



Şekil 4.7. Dolgu Duvarların Lifli Polimerler İle Güçlendirilmesi.

Bu tür uygulamalarda güçlendirilen dolgu duvarlarda oluşan kuvvetlerin zemine güvenli aktarılabilmesi için gerekli temel düzenlemeleri yapılmalıdır.

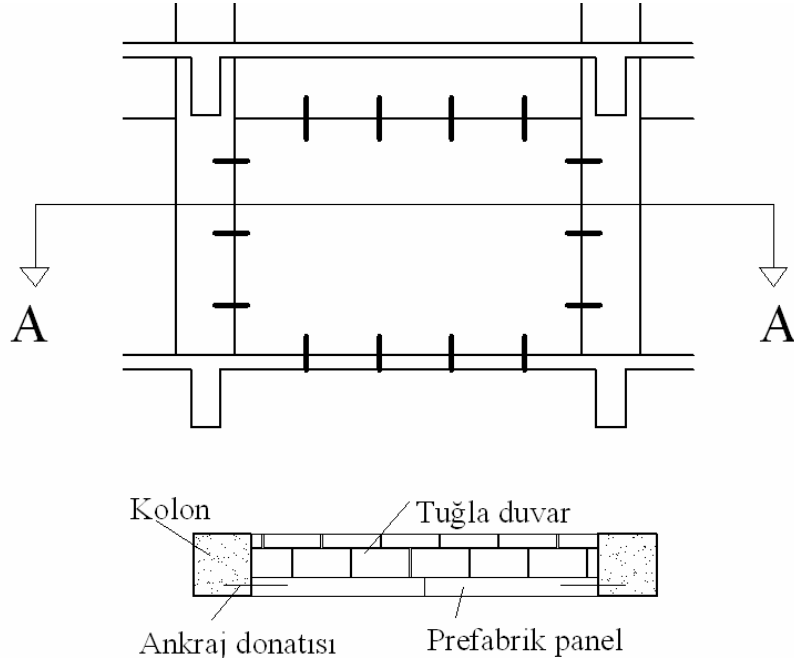
4.1.2.3. Dolgu Duvarların Prefabrike Beton Paneller İle Güçlendirilmesi

Yerinde dökme betonarme duvar yapımının yanı sıra prefabrik duvar elemanları da kullanılabilir. Bu tip elemanlar hastane, okul ve büro gibi standart açıklık olan yapılarda veya yapıda onarılması gereken çok sayıda aynı açıklıklara sahip çerçeve varsa tercih edilebilir. Bu elemanların insan gücüyle taşınabilecek boyutlarda olması tercih edilmelidir.

Prefabrik betonarme paneller, yerinde dökme perdelerle nazaran daha az yatay yük taşıma kapasitesine sahip olsa da, daha sünek bir davranışa sahiptir. Bu tür güçlendirme, uzunluğunun yüksekliğine oranı 0.5 ile 2 arasında değişen duvarlara uygulanmalıdır.

DBYBHY-2007’de uygulama koşulları belirtilmiştir. Buna göre; prefabrik beton paneller ile güçlendirilecek duvarların köşegen uzunluğunun güçlendirme öncesi kalınlığına oranı 30’dan küçük olmalıdır. Öndökümlü panel beton basınç dayanımı minimum 40 MPa olmalı, büzülme çatlaklarını ve taşıma sırasında oluşabilecek çatlakları en aza indirmek için panel ortasına tek düzlemde hasır donatı konulmalıdır. Hasır donatı oranı her iki doğrultuda 0.001’in altında olmamalı, panelin minimum kalınlığı 40 mm ve maksimum kalınlığı 60 mm olmalıdır. Paneller duvara, betona yapışma dayanımı en az 2.5 MPa olan epoksi esaslı bir yapıştırıcıyla tutturulmalı, panel elemanları birbirine yapıştırmak için elemanların arasına da uygulanmalıdır. Öndökümlü paneller ile çerçeve elemanları arasında kullanılacak en küçük ankraj çubuğu çapı 12 mm, en az ankraj derinliği çubuk çapının on katı olmalıdır. Ankrajlar panellerin çerçeveye değen her köşesinde yapılmalı ve epoksi esaslı bir yapıştırıcıyla çerçeveye

tutturulacaktır. Panellerin ankraja değecek kenarları, ankraj çubuğuna yer açacak şekilde dışlı imal edilmelidir.



şekil 4.8. Dolgu Duvarların Prefabrik Paneller İle Güçlendirilmesi.

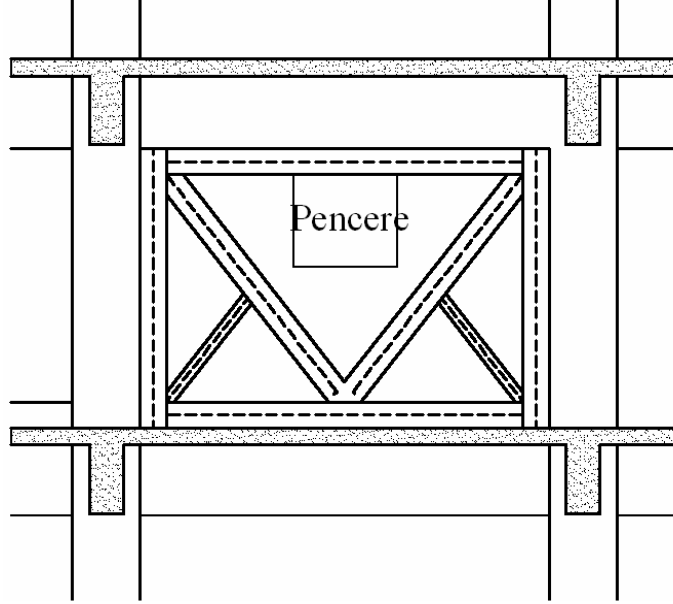
Panel elemanlar, kare veya kareye yakın retilbileceği gibi iki kişi tarafından taşınabilmesi şartıyla kat yüksekliği boyunca şerit halinde de retilbilir. ndkml paneller mutlaka çerçevenin içinde kalacak şekilde yerleştirilmeli (şekil 4.8.), dışmerkezli olarak yerleştirilmekten kaçınılmalıdır. Bu türlü uygulamalarda mevcut ereve içinde basınç çubuğu oluşumu sağlanmalı ve çerçeveye yük aktarımı için gerekli ankrajlar düzenlenmelidir. Bunun için uygulamanın yapılacağı duvar yüzü ile ereve elemanları dış yüzü arasında en az panel kalınlığına eşit derinlikte boşluk olmalıdır.

4.1.3. elik Elemanlarla Güçlendirme

Yapı siteminin deprem performansını arttırmak için betonarme perde duvarların konulması yapının ağırlığını dolayısıyla deprem yüklerini de arttırabilir. Bu olumsuzluktan kaçınabilmek için veya yapının ağırlığını fazla arttırmadan rijitliğini ve sünekliğini arttırmak için ereve boşlukları arasına elik çerçeveler veya diyagonal elemanlar konularak güçlendirme yapılabilir.

Bu güçlendirme yöntemi diğer yöntemlere göre daha kısa süre içerisinde gerçekleştirilebilir. Perde duvar ekleme metodunun daha çok yatay kuvvet taşıma kabiliyetine

sahip olması ve daha ekonomik olması avantaj olsa da, çelik elemanların kısa sürede yapılabilmesi ve bir deprem sonrasında acil olarak yapıların hasarlı bölümlerinin desteğe alınmasında kullanılabilme, kapı ve pencere gibi boşlukların kapatılmadan güçlendirme yapabilme (Şekil 4.8.) gibi üstünlükleri vardır.



Şekil 4.8. Pencereyi Kapamayan Diyagonal Yerleştirme Biçimi.

Bu yöntemde de diğer yöntemlerde olduğu gibi uygulamada dikkat edilmesi gereken en önemli nokta burulma düzensizliklerini engelleyecek şekilde planda yerleştirmektir. Ayrıca katlar arası rijitlik farkı oluşmasını engellemek de proje aşamasında dikkat edilmesi gereken hususlardan biridir. Çerçevenin betonarme kolonlara özel bir biçimde bağlanması gerekir. Bu bağlantı kaynaklı olabileceği gibi bulonlu da olabilir. Bulonlu bağlantılar, kaynaklı bağlantılara nazaran daha iyi sıkıştırılabilir. Ayrıca bulonlu bağlantı kolonun dış yüzüne yapılabileceği gibi, kolonlar delinerek içinden geçirmek suretiyle de teşkil edilebilir.

Çelik çerçeve ile güçlendirmede en önemli sorun kuvvet aktarımıdır. Çelik çerçevenin dış çevresine kaynakla bağlanan dişler ve yine betonarme çerçeveye ankrajlanan dişlerin arasına yaklaşık 15-20 cm kalınlığında beton dökülmektedir. Bu betonun basınç dayanımını arttırmak için bu bölüme spiral donatı (Şekil 4.9.) konulmaktadır.

genel dayanım ve rijitlik özelliklerinden bağımsız olarak, eleman düzeyindeki yetersizliklerin giderilmesi suretiyle binanın deprem performansının yükseltilmesidir.

Eleman bazında sıklıkla karşılaşılan yetersizlikler; eksenel yük kesme kuvveti ve eğilme momenti kapasitelerinin az olması, düşük süneklik, işçilik hataları, zaman ve çevresel şartlara bağlı hasarlar olarak sıralanabilir.

4.2.1. Kolonların Güçlendirilmesi

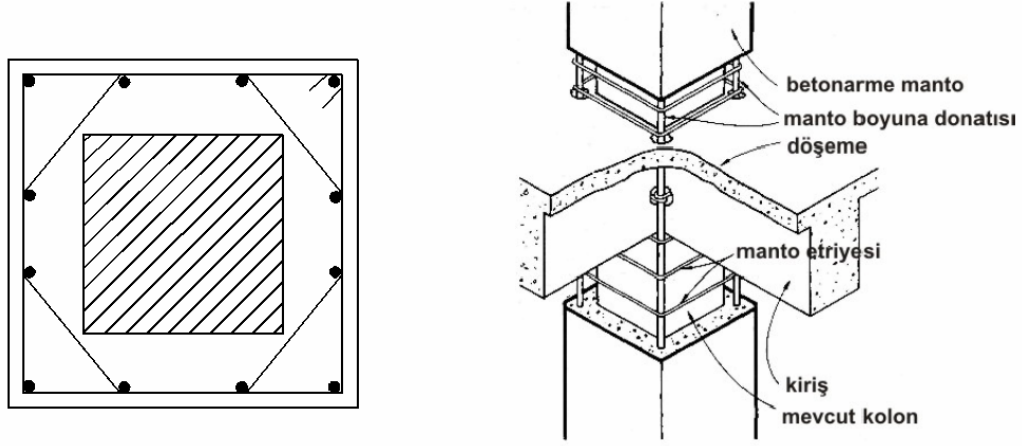
Betonarme kolonların güçlendirilmesi bu elemanların eksenel yük, moment ve kesme kuvveti taşıma gücünün artırılmasıdır. Bilindiği gibi kolonların eğilme dayanımı artırılması kesit alanının büyütülmesi ve yeni boyuna donatılar ilave edilmesi suretiyle sağlanır. Bunun yanında kesme kuvveti dayanımının ve sünekliğin artırılması enine donatıların sıklaştırılması ile sağlanır. Literatürde kolonların güçlendirilmesi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olup sık olarak kullanılan yöntemler aşağıda sunulmuştur.

4.2.1.1. Betonarme Mantolama İle Güçlendirme

Betonarme kolonun betonarme elemanlarla güçlendirilmesi (Şekil 4.10) kolonun beton en kesidinin ve boyuna donatısının artırılmasıdır. Bu yöntem kolonun eksenel yük kapasitesi ile eğilme momenti kapasitesini arttırmakla beraber uygun enine donatı eklenmesiyle kesme kapasitesi ve sünekliğide artırır.

DBYBHY-2007’de bu uygulama ile ilgili çeşitli sınırlamalar getirilmiştir. Eski ve yeni betonun kaynaşması için mevcut kolonun pas payı sıyrılarak veya yüzeyleri örselenerek bu yöntem uygulanmalı, gerekirse eski beton basınçlı suyla yıkanarak toz ve gevşek malzemeden temizlenmelidir. Betonarme sargı gerek yatay, gerekse düşey donatının yerleştirilmesi, beton dökülmesi ve minimum pas payının sağlanması için yeterli kalınlıkta olmalıdır. En az sargı kalınlığı 100 mm’ olmalıdır. Betonarme sargı alt kat döşemesinin üstünde başlar ve üst kat döşemesinin altında sona erecek şekilde teşkil edilmeli eksenel basınç dayanımının artırılması amacı ile yapılan sargıda, sargı betonu içindeki enine donatı için kolonun tüm yüksekliği boyunca uygulanmalıdır. Sarılmış kolonun kesme ve basınç dayanımlarının hesabında, sarılmış brüt kesit boyutları ile manto betonunun tasarım dayanımı kullanılacak, ancak elde edilen dayanımlar 0.9 ile çarpılarak azaltılacaktır.

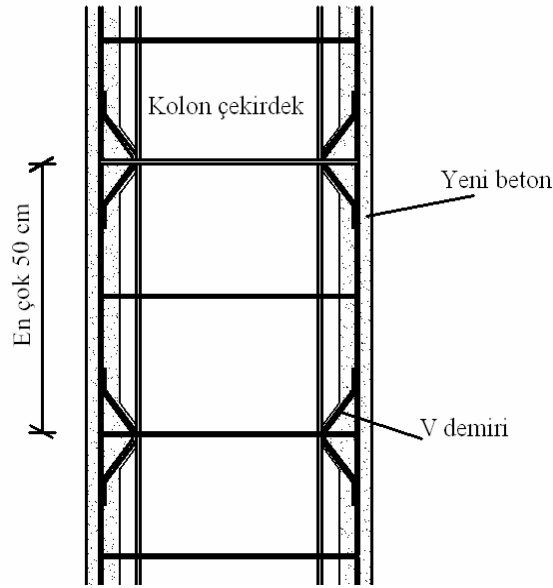
Donatının sürekliliği genelde döşemelerde açılan deliklerden donatının geçirilmesiyle sağlanır. Kiriş kolon birleşimlerinin de güçlendirilmesi için kirişlere de ankraj çubukları yerleştirilmesi uygun olur.



Şekil 4.10. Kolonun Mantolama İle Güçlendirilmesi.

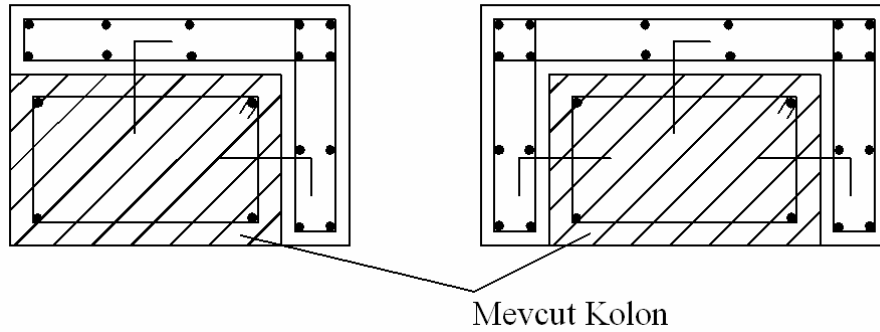
Kolon mantolanması ile güçlendirmede kullanılacak betonun agrega boyutları da önemlidir. Bu boyutları hem eklenen kesit alanının et kalınlığı hem de boyuna donatılar arasındaki aralık belirler. Genellikle kullanılacak agreganın en büyük dane çapı bu et kalınlıklarının yarısından büyük seçilmemelidir. Aksi halde donatı arasına beton girmez ve beton ile donatı arasında yeterli aderans sağlanamaz.

Mevcut donatı ile manto donatısının birbirleriyle etkileşimi, mantolanmış kolonun davranışı açısından önemlidir. Donatı kenetlenmesini sağlamak için çeşitli yöntemler vardır. Mantolanarak güçlendirilecek bir kolonun mevcut boyuna donatısı ile manto donatısının, çirozlar ile birbirine bağlanması, belirli aralıklarla V şeklindeki demirlerle (Şekil 4.11) ya da çelik levhalarla birbirine kaynaklanması sık uygulanan yöntemlerdir. Aynı zamanda, boyuna donatıları kuşaklayarak yanıl destek veren etriyelerin, uç bölgelerinin kaynakla yada bulonla kenetlenmesi, mantolanmış kolonun daha iyi bir davranış sergilemesini sağlamaktadır.



Şekil 4.11. V Demiri İle Esnek Bağlantı.

Betonarme manto ile yapılacak güçlendirme uygulamasında, incelenmesi gereken ve mevcut yapı bünyesinde de karşılaşılabilecek diğer bir durum ise kolona dört yüzünden mantolama yapılmasının mümkün olmadığı hallerdir. Böyle bir durum karşısında kolona iki veya üç kenara mantolama yapılabilmekte (Şekil 4.12.) ve fakat davranış bir miktar değişmektedir.

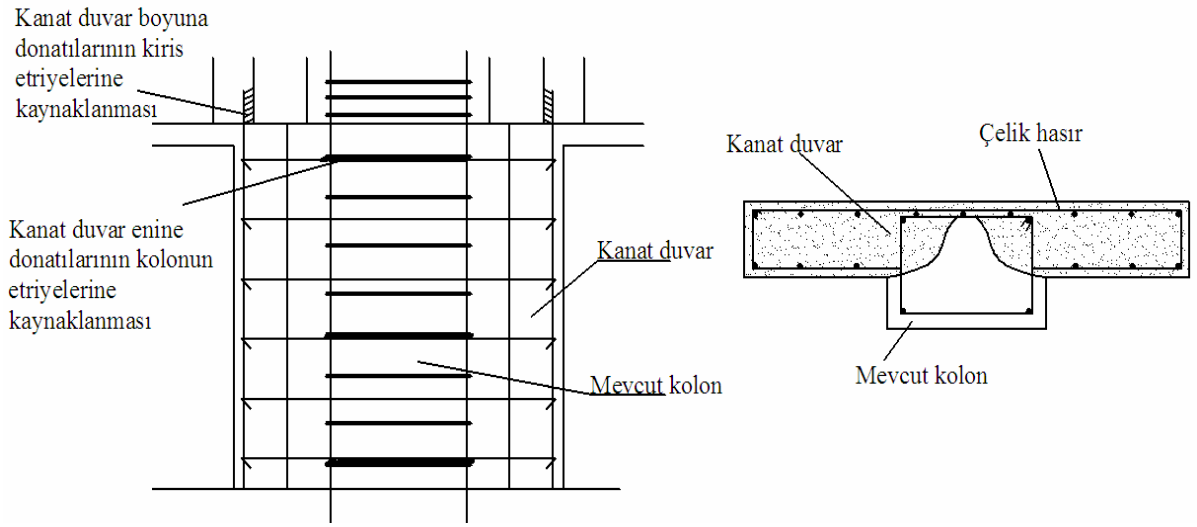


Şekil 4.12. Kolonların İki ve Üç Yüzeyden Mantolanması.

Kolon mantolaması genelde bu elemanların bazı zafiyetlerini gidermek için yapılırsa da, çerçeveye perde eklenerek sistem güçlendirmesi yapılması gibi durumlarda mevcut kolonların zayıf kalması gibi nedenlerle de uygulanabilir. Bu zayıflığın nedenleri genelde; mevcut kolonların düşük dayanımlı malzeme kullanılarak yapılmış olması, enine donatı aralıklarının fazla olması, kolon uçlarında etriye sıklaştırmasının bulunmaması veya boyuna demirlerin bindirme boylarının yetersiz olmasıdır.

4.2.1.2. Betonarme Kolonların Kanat Duvar Eklenerek Güçlendirilmesi

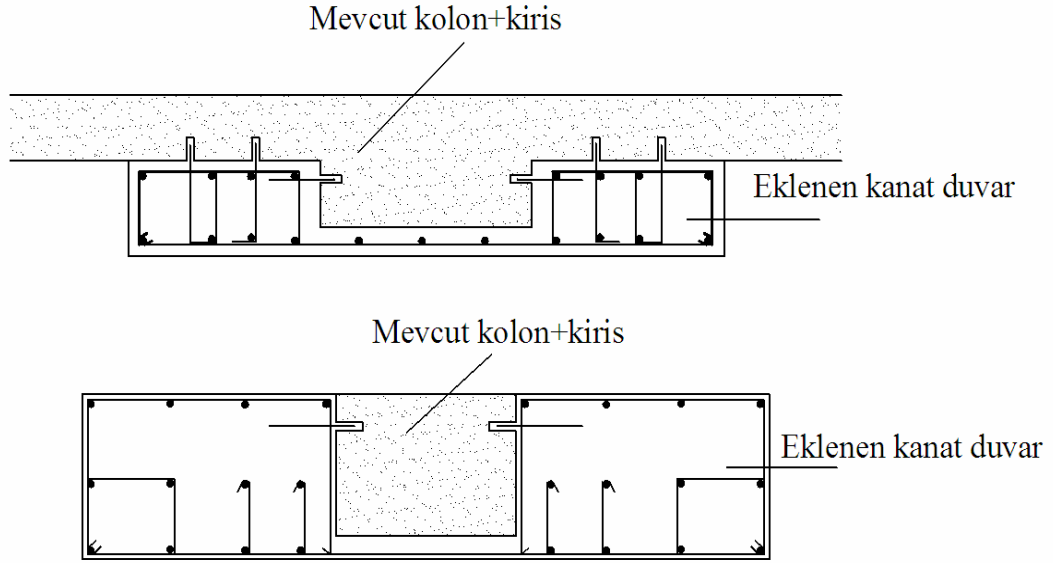
Kolonlarda uygulanan bir başka güçlendirme biçimi kolonun iki yanına kanat biçiminde perde duvar eklenmesidir. (Şekil 4.13.) Bu yöntemde perdenin yatay donatısı, kolon yatay donatılarına kaynaklanmaktadır. Daha sonra betonlama ile eski kolon yeni perde betonu ile tek parça olarak çalışması sağlanmaktadır. Yerinde dökme betonarme perde yerine günümüzde prefabrik paneller de kullanılmaktadır.



Şekil 4.13. Kolonların Kanat Duvar Eklenerek Perde Duvara Dönüştürülmesi.

Bu güçlendirme metodu kolonun kesme ve eğilme kapasitesini arttırmakla beraber, kolon eksenel yüklerini de karşılamaktadır. Eleman bazında yapılan bu güçlendirme metodu, sistemin deplasman ve kuvvet taleplerini de karşılamaktadır. Kolonun iki kenarına simetrik olarak yapılan bu uygulamada azalan kiriş serbest açıklığı da hesapta göz önüne alınmalı, gerekirse kiriş elemanlarına da güçlendirme yapılmalıdır.

Kolonların kanat duvar eklenerek güçlendirilmesinde karşılaşılan en önemli sorun ince olan kanatlardaki basınç bölgesi betonunun etriyelerle kısıtlanmasında güçlük çekilmesi, bunun neticesinde süneklilik artışının az olmasıdır. Bu nedenle kolonlara kanat eklenerek dayanım ve sünekliliğin artırılması için eklenen kanatlarla kolon bir perdeye dönüştürülmeli, kanatların uçlarında özel olarak kısıtlanmış uç elemanları olmalı ve kanatların kalınlığı uçlardaki beton çekirdek alanının etriyelerle kısıtlayabilecek kadar olmalıdır. (Şekil 4.14)



Şekil 4.14. Kolonların Kant Duvar Eklenerek Perde Duvara Dönüştürülmesi. (Bush,1986)

4.2.1.3. Kolonların Çelik Manto İle Güçlendirilmesi

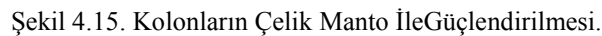
Çelik sargı dikdörtgen betonarme kolonların köşelerine dört adet boyuna köşebent yerleştirilmesi ve köşebentlerin belirli aralıklarla düzenlenen yatay plakalarla kaynaklanması (Şekil 4.15.) ile oluşturulur.

İmalat sırasında köşebentler ile betonarme yüzeyler arasında boşluk kalmamalıdır. Yatay plakalar dört yüzeyde sürekli olmalıdır. Çelik sargının kolon eksenel yük kapasitesini artırması için korniyerlerin alt ve üst döşemeler arasında sürekli olması (boşlukların alınması) ve döşemelere başlık plakaları ile basınç aktarması aktarımının sağlandığı hesapla gösterilmelidir. Gerekirse köşebentlere ön yükleme yapılarak mevcut betonarme kolon kesitinin düşey yüklerden kaynaklanan eksenel basınç yükü azaltılabilir. DBYBHY-2007' ye göre çelik sargı ile sağlanacak ek kesme dayanımı Denk.(4.1) ile hesaplanacaktır.

$$V_j = \frac{t_j b d}{s} f_{yw} \quad (4.1)$$

Denk.(4.1)'de t_j , b , ve s yatay plakaların kalınlığı, genişliği ve aralığı, d ise kesitin faydalı yüksekliğidir. Çelik sargı ile bindirmeli eklerin zayıflıklarının giderilmesi için sargı boyunun bindirme bölgesi boyundan en az %50 uzun olması ve çelik sargının donatı bindirme bölgesinde kolonun karşılıklı yüzlerinde düzenlenen en az 16 mm çapında iki sıra bulonlu ankrajla sıkıştırılması gereklidir. Bindirme ekinin kolonun alt ucunda yapılmış olması

Çelik mantonun karşıladığı kesme kuvvetinin yanı sıra, mevcut kolonun karşıladığı kesme kuvveti de vardır. Yani güçlendirilmiş kolonun kesme kapasitesini oluşturan faktörler, çelik manto kesme kapasitesi, mevcut kolon enine donatısının ve betonunun karşıladığı kesme kapasiteleridir. Beton kesme kapasitesi az da olsa hesaba katılmalıdır. Çünkü çelik sargılama çekirdek betonunun parçalanmasını engellemektedir.



4.2.1.4. Kolonların Lifli Polimer İle Güçlendirilmesi

54

ürettilip Lifli Polimer (LP) tabakaları epoksi harcı ile elemanın enine donatılarına paralel olarak sarılarak yapıştırılmaktadır. Davranışı doğrusal elastik olan liflerin en önemli özelliği liflere paralel yönde çekme dayanımlarının çok yüksek olmasıdır. Lifli polimer ile sargı uygulamasında kolonların kesme dayanımı, eksenel basınç dayanımı ve sünekliğini arttırılabilmektedir. Ayrıca mevcut elemanın yapımı sırasındaki boyuna donatılardaki hatalı bindirme boyundan dolayı oluşan davranış zafiyetleri de giderilmektedir. LP sargılama ile yapılan güçlendirmelerde tam sargı (tüm kesit çevresinin sarılması) yöntemi kullanılmalı ve sargı sonunda en az 200 mm bindirme yapılmalıdır. LP sargısı dikdörtgen kolonlarda kolon köşelerinin en az 30 mm yarıçapında yuvarlatılması ile (Şekil 4.16.) uygulanır.

Kolonların kesme kapasitelerinin yetersiz olması durumunda ani kırılmalar meydana gelmektedir. Bu durum karşısında kullanılabilecek olan lifli polimer sargı kolon yüksekliği boyunca sürekli ya da ayrık olarak ve tabakalar halinde uygulanmaktadır. Ayrıca bu güçlendirme yöntemi kolonun kesme dayanımının ve enerji yutma kapasitesinin geliştirilmesi bakımından etkilidir.

DBYBHY-2007’ de kolonların kesme dayanımları, eksenel basınç dayanımları ile sünekliğinin arttırılması ve yetersiz bindirme boyu için sargılamada kullanılmak üzere çeşitli hesaplamalar getirilmiştir. Kolonların ve kirişlerin kesme dayanımları (V_r) ;

$$V_r = V_c + V_s + V_f \leq V_{\max} \quad (4.2)$$

olarak hesaplanır. Burada V_c kesme dayanımına betonun katkısı, V_s enine donatının katkısı, V_f ise LP katkısıdır. $V_{\max}$ hesaplanırken TS-500 deki denklemlerle mevcut malzeme dayanımları kullanılarak hesaplanır. V_f sargılamanın şeritler halinde olması durumunda;

$$V_f = \frac{2 n_f t_f w_f E_f \varepsilon_f d}{s_f} \quad (4.3)$$

olarak hesaplanacaktır. n_f tek yüzdeki sargı tabaka sayısını, t_f bir tabaka LP için etkili kalınlığı, w_f LP şeridi genişliğini, E_f LP elastisite modülünü, ε_f LP etkin birim uzama sınırını, d eleman faydalı yüksekliğini s_f LP şeritlerinin eksenenden eksene olan aralıklarını

göstermektedir. Sargılamanın sürekli yapılması halinde $w_f = s_f$ olarak alınacaktır. Etkin birim uzama değeri Denk.(4.4)'e göre alınacaktır.

$$\varepsilon_f \leq 0.004 \quad \text{ve} \quad \varepsilon_f \leq 0.50 \varepsilon_{fu} \quad (4.4)$$

ε_{fu} LP kopma birim uzaması olup, şeritler halinde LP kullanılması durumunda şerit aralıkları s_f , $(w_f + d/4)$ değerini geçmeyecektir.

DBYBHY-2007'ye göre LP sargılama ile kolonların eksenel basınç dayanımlarının artırılabilmesi için, kolon kesitinin uzun boyutunun kısa boyutuna oranı ikiden fazla olmamalıdır. Ayrıca kolonların enkesitleri dikdörtgenden elipse dönüştürülerek LP' nin etkinliği artırılabilceği ve elips kesitlerde uzun boyutun kısa boyuta oranı en fazla üç olabileceği belirtilmektedir. LP ile sargılanmış bir kolonun eksenel yük dayanımı hesaplanırken beton basınç dayanımı için f_{cd} yerine Denk.(4.5) ile belirlenen f_{cc} değeri kullanılacaktır.

$$f_{cc} = f_{cm} (1 + 2.4(f_1 / f_{cm})) \geq 1.2 f_{cm} \quad (4.5)$$

$$f_1 = \frac{1}{2} \kappa_a \rho_f \varepsilon_f E_f \quad (4.6)$$

Burada f_{cm} sarılmamış betonun mevcut basınç dayanımını, f_1 LP sargısının sağladığı yanal basınç miktarı, κ_a kesit şekil etkinlik katsayısı, ρ_f LP hacimsel oranıdır. ρ_f değerleri;

Dikdörtgen kesit için;

$$\rho_f = \frac{2 n_f t_f (b + h)}{b_h} \quad (4.7)$$

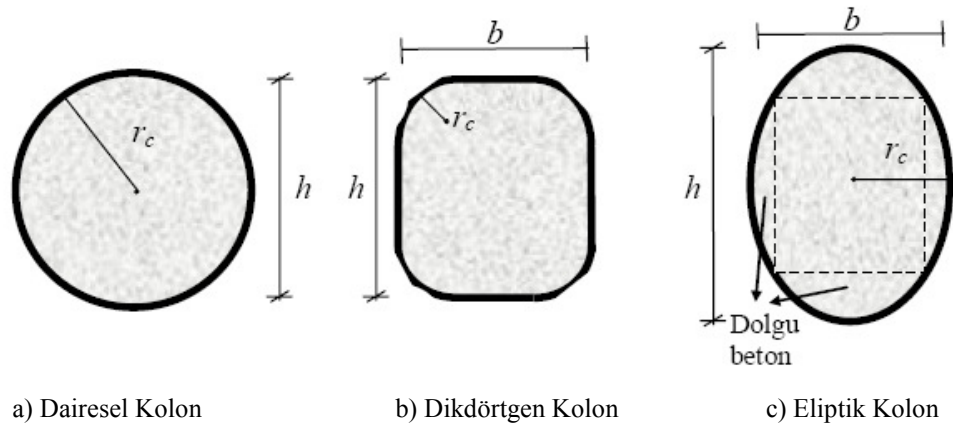
Dairesel kesit için;

$$\rho_f = \frac{4 n_f t_f}{D} \quad (4.8)$$

olarak hesaplanacaktır. κ_a kesit şekil etkinlik katsayısı ise;

$\kappa_a = 1$	Dairesel kesit	
$\kappa_a = \left(\frac{b}{h}\right)$	Elips Kesit	(4.9)
$\kappa_a = 1 - \frac{(b - 2r_c)^2 + (h - 2r_c)^2}{3bh}$	Dikdörtgen kesit	

b , h ve r_c değerleri kolonun şekline göre şekil 4.16 dan alınabilir.



Şekil 4.16. Kolonların Şekline Göre b , h ve r_c değerleri. (DBYBHY-2007)

Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde LP ile sargılanmış elemanlarda, sargının süneklik üzerinde de etkili olduğunu göstermiştir. LP sargılama ile kolonların sünekliğinin artırılabilmesi için, kolon kesitinin uzun boyutunun kısa boyutuna oranı ikiden fazla olmamalıdır. Elips kesitlerde uzun boyutun kısa boyuta oranı en fazla üç olabilir. LP ile sargılanmış bir kolonda sargılanmış beton basınç dayanımına karşı gelen birim kısalma (ε_{cc}) Denk.(4.10) ile belirlenebilir.

$$\varepsilon_{cc} = 0.002(1 + 15(f_1 / f_{cm})^{0.75}) \quad (4.10)$$

Doğrusal elastik hesap yöntemleri kullanılırken herhangi bir kolonda Denk.(4.10) ile hesaplanan ε_{cc} değerinin 0.018 değerinden büyük olması durumunda söz konusu kolonun sargılanmış olduğu, aksi halde sargılanmamış olduğu kabul edilir. Doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri için ise yapısal elemanların olası mafsallı bölgelerine ait moment-eğrilik

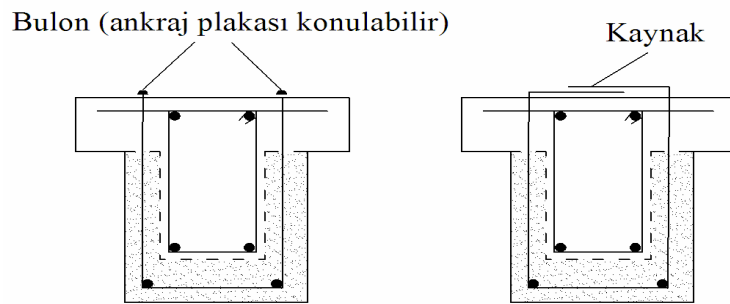
ilişkisine ihtiyaç duyulmaktadır. LP ile sargılanmış betonda dayanım sargılanmamış veya aralıklı etriyelerle sargılanmış kesit davranışından farklıdır. Bu nedenle DBYBHY-2007’ de iki doğrudan oluşacak şekilde idealleştirilmiş bir gerilme-şekildeğiştirme ilişkisi kullanılabileceği belirtilmiştir. Yani polimer sargılı betonda dayanım, basınç dayanımına ulaştıktan sonra doğrusal olarak artmaktadır. Bu davranıştan dolayı DBYBHY-2007’ de birim şekildeğiştirme değeri 0.002 olarak alınmakta ve gerilme-şekildeğiştirme ilişkinin son noktasındaki değerler yukarıdaki denklemlerle hesaplanmaktadır.

4.2.2. Kirişlerin Güçlendirilmesi

Betonarme kirişlerin göçme davranışı genelde iki şekilde oluşmaktadır. Bunlar eğilme ve kesme şeklinde görülür. Kesme göçmesi ani ve gevrek bir kırılmaya sebep olduğundan betonarme kirişlerin, eğilme kapasitesine ulaşarak sünek bir biçimde göçmesi istenir. Yapı sisteminde çeşitli nedenlerden dolayı performans sınırına gelen kirişlerin bulunması durumunda bu elemanların güçlendirilmesi gerekmektedir. Kirişlerin güçlendirilmesinde kullanılan yöntemler genellikle, betonarme mantolama, çelik levhalar ile güçlendirme, kelepçelerle güçlendirme ve lifli polimerler ile sargılama şeklindedir.

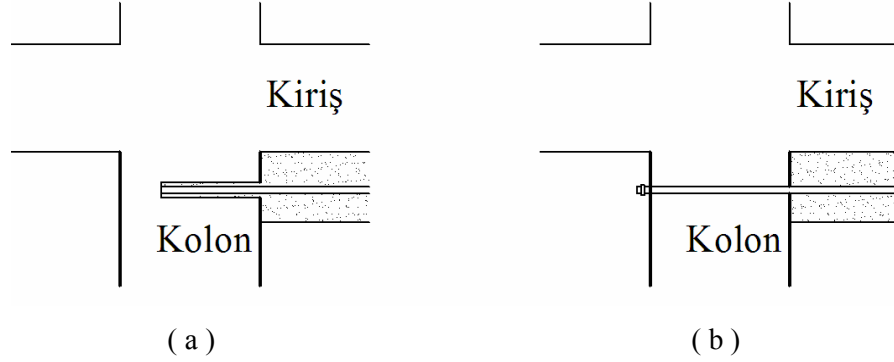
4.2.2.1. Betonarme Mantolama İle Güçlendirme

Genel olarak kirişlerin eğilme momenti ve kesme kuvveti kapasitelerini arttıran bir güçlendirme metodudur. Betonarme bir kiriş kesitinin moment kapasitesi çekme donatısı ve moment kolunun arttırılması ile sağlanır. Bunun için beton enkesit alanının yeniden eklenecek beton alanı ile genişletilmesi, ve bu alana yeni çekme donatılarının konulması (Şekil 4.17.) gerekir. Kiriş enkesidinin genişletilmesi ile eski ve yeni donatıların birbirine bağlanması yanında kiriş enine donatısının da uzatılması gerekmektedir.



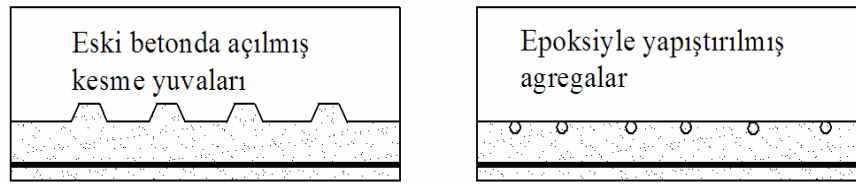
Şekil 4.17. Kirişlerin Betonarme Mantolama İle Güçlendirilmesi.

Bu işlemlerin yanı sıra ek olarak konulan boyuna donatıların ankrajı bir diğer önemli ayrıntıdır. Şekil 4.18’ de kiriş alt yüzüne ek olarak konulan boyuna donatıların ankrajı için değişik uygulamalar gösterilmektedir. Şekil 4.18 (a)’da boyuna donatı kolonda açılan delik içinde ankraj boyu kadar uzatılmış ve delik özel harçla doldurulmuştur. Şekil 4.18 (b)’de ise boyuna donatı kolonda açılan delikten geçirilmiş ve ucunda dış açılarak bulanla sıkıştırılmıştır.



Şekil 4.18. Boyuna Donatıların Ankrajı.

Bahse konu detayların uygulanmasında karşılaşılan en büyük problem eski ve yeni betonların kaynaştırılması ve ilave edilen donatıların betona ankrajıdır. Bunun için kirişin kabuk betonunu kaldırarak epoksi ile kesite agrega yapıştırmak veya kesitte kesme yuvaları oluşturmak (Şekil 4.19.) kullanılan etkili yöntemlerdir.

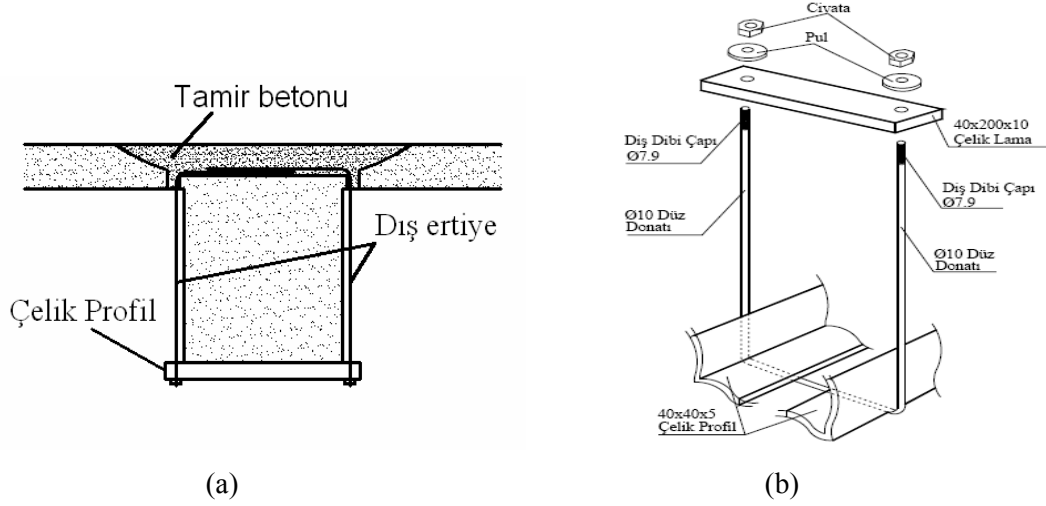


Şekil 4.19. Yeni ve Eski Betonun Kaynaştırılmasında Kullanılan Yöntemler.

Yapılan deneyse çalışmalar neticesinde, doğru detaylandırılmış ve gerekli yüzey hazırlıkları yapılmış olan bu güçlendirme yönteminde, kirişlerin bir döküm gibi hesaplanan taşıma gücünün % 90’ına ulaştığı görülmüştür.

DBYBHY-2007’ de kirişlerin kesme dayanımını arttırmak için kullanılan bir başka yöntem olan dıştan etriye ekleme yöntemine de değinilmiştir. Bu yöntemde kirişin sünekliği arttırılamaz. Sadece kesme dayanımı yetersiz olan kiriş mesnet bölgelerinde uygulanır. Gerekli

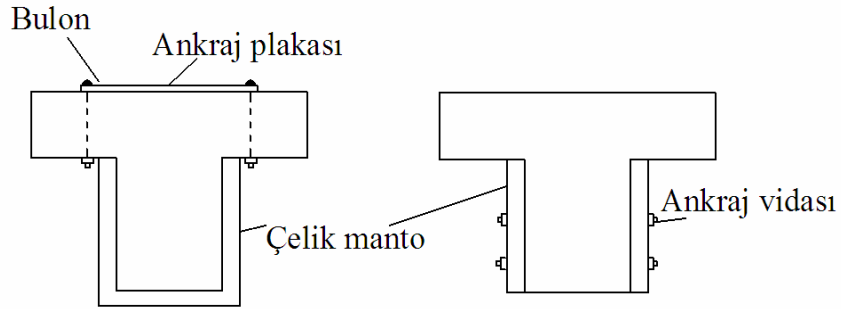
sayıda etriye çubuğu, kirişin iki ucuna dıştan Şekil 4.20 (a)'da gösterilen şekilde uygulanabileceği gibi kelepçeleme şeklinde de (Şekil 4.20 (b))uygulanabilir.



Şekil 4.20. a)Dıştan Etriye Ekleyerek b) Kelepçe İle Güçlendirme.

4.2.2.2. Çelik Levhalar İle Güçlendirme

Kirişlerin eğilme ve kesme kapasitesinin artırılması için kullanılan bir güçlendirme yöntemidir. (Şekil 4.21.) Kirişlerin alt kısımlarına yerleştirilen levhalar bu elemanların eğilme kapasitesini arttırırken, yan yüzeylere konulan levhalarla da kesme kapasitesi arttırılmaktadır.



Şekil 4.21. Çelik Levhalar ile Kiriş Güçlendirilmesi.

Güçlendirilmiş kirişlerin kesme kapasitesi beton, kesme donatısı ve çelik levhalarla taşınabilecek en büyük kesme kuvvetlerinin toplamı olmaktadır. Betonun kesme kapasitesi (V_c) ve enine donatının kesme kapasitesi (V_w) TS-500' e göre hesaplanır. Çelik plaklarla karşılanan kesme kuvveti (V_p) aşağıdaki gibi bulunmaktadır.

$$V_p = \frac{2 \left[\tau_{ave} \left(\frac{t_s h_s}{s} \right) \right] d}{s_p} \quad (4.11)$$

Burada (τ_{ave}) ortalama epoksi kayma gerilmesi, (t_s) çelik levhaların kalınlığı, (h_s) çelik levhaların yüksekliği, d faydalı kesit yüksekliği ve (s_p) çelik levhaların aralığıdır.

4.2.2.3. Lifli Polimerler İle Güçlendirme

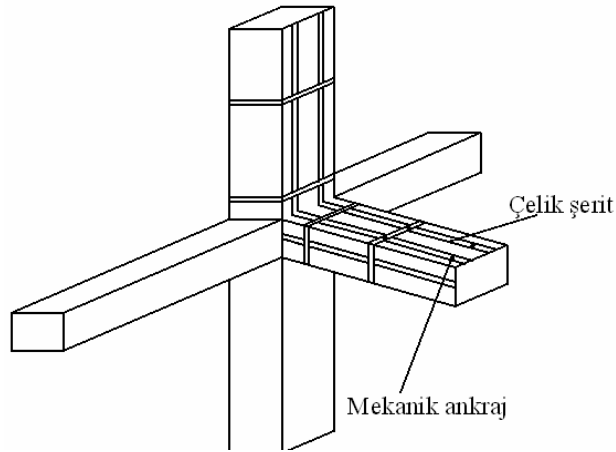
Lifli polimer (LP) ile sargılamada kiriş sünekliğinin ve kesme dayanımının artırılmasında tam sargı yani tüm kesit çevresinin sarılması yönteminin kullanılması önerilmektedir. LP ile güçlendirilen kiriş kesme dayanımı 4.2.1.4' deki esaslara göre hesaplanabilir.

Ayrıca, süreksiz (şeritler halinde) LP kullanılması durumunda LP şeritlerin aralıkları ($w_f + d/4$) değerini aşmaması, LP sargısı kirişlerde köşelerin en az 30 mm yarıçapında yuvarlatılarak uygulanması, sargı sonunda en az 200 mm bindirme yapılması DBYBHY-2007' de önerilmektedir.

4.2.3. Kolon-Kiriş Birleşim Bölgelerinin Güçlendirilmesi

Farklı doğrultudaki elemanların birleşerek kesit etkilerinin birbiriyle dengelendiği kolon-kiriş birleşimleri, taşıyıcı sistemin en çok zorlanan, dolayısıyla depremde en fazla zarar gören ve güçlendirilmesi en zor kısımlardır. Büyük şiddetteki depremlerde, kolon-kiriş birleşim bölgelerinde oluşan plastik mafsallarda büyük dönmeler oluşması, bu bölgelerde tersinir momentlerden dolayı kesme kuvvetlerinin yüksek olması, donatı kenetlenmelerinin yeterli olmaması sonucu donatıda aderans çözülmesi sonucu kaymalar en çok rastlanan hasar türlerini oluşturur.

Düğüm noktalarının güçlendirilmesinde sık kullanılan yöntemlerden biri, çelik elemanlarla kolon-kiriş düğüm noktalarını sargılamaktır.



Şekil 4.22. Kolon-Kiriş birleşimlerinin Çelik Şeritler Sarılarak Güçlendirilmesi.

Hasarı yerel olması ve çatlaklar şeklinde görülmesi durumunda epoksi reçinesi enjekte etmek suretiyle müdahale edilebilir. Hasarın daha çok ve yaygın olması durumunda, bu birleşim bölgeleri Şekil 4.22’de gösterildiği gibi çelik şeritler sarılarak güçlendirilebilir. Bunun yanı sıra oluklu levhalar da yapıştırılabilir. Bu yöntem elemanların eğilme momenti kapasitesi artırılırken aynı zamanda da sarılan lamalarla, bu bölgede oluşturulan basınçla betonun sünekliği artırılır.

Bunun yanı sıra uygulanan bir başka yöntem ise betonarme mantolamadır. Fakat bu yöntemin uygulamasının zor olması ve ekonomik olmaması günümüzde yerini diğer yöntemlere bırakmıştır. Bu yöntemlerin başında gelen ise LP ile güçlendirmedir. Önceki bölümlerde detaylı olarak anlatılan bu malzeme birleşim bölgelerinin hem dağılmasını hemde kuvvet iletimini sağlamak için idealdir.

4.2.4. Temellerin Güçlendirilmesi

Daha önce anlatılan yapı elemanlarına göre uygulaması daha zor ve pahalı olan temel güçlendirme işlemi, hatalı tasarım veya güçlendirme nedeniyle eklenen yeni elemanların neden olduğu zorlamaların karşılanması ve yapı güvenliğinin sağlanması için yapılır. Temel sisteminin güçlendirilmesinde, mevcut temele ilave yapılabildiği gibi, yeni temel düzenlenebilir veya temel zemini iyileştirilebilir. Temel güçlendirmesi yapılacak yapılarda eski ve yeni bölümlerin birlikte çalışması ve yük aktarımının sağlanabilmesi gerekmektedir. Genişletilen kesitlerde donatılar birbirlerine kaynaklanarak süreklilik sağlanmalı, ayrıca yeni eklenen temeller mümkün olduğu kadar dış merkezlik yaratmayacak şekilde düzenlenmeli, farklı temel türleri bir arada

kullanılmamalı ve yeni eklenen temellerin imalatında mevcut temellere zarar verilmemesine özen gösterilmelidir.

4.2.5. Sistemin Kütlesinin Azaltılması

Güçlendirme yöntemi olmayan bu müdahalede yapıya etki eden düşey yüklerin ve deprem kuvvetlerinin azalan kütle ile orantılı olarak azalacak olması yapı güvenliğini arttıracaktır. Azaltılacak veya kaldırılacak kütle ne kadar yapı üst kotlarına yakın ise, deprem güvenliğini arttırmadaki etkinliği de o kadar fazla olacaktır. En etkili kütle azaltılması türleri binanın üst katının veya katlarının iptal edilerek kaldırılması, mevcut çatının hafif bir çatı ile değiştirilmesi, çatıda bulunan su deposu vb tesisat ağırlıklarının zemine indirilmesi, ağır balkonların, parapetlerin, bölme duvarların, cephe kaplamalarının daha hafif elemanlar ile değiştirilmesidir.

5. PERFORMANS KAVRAMI ÜZERİNE SAYISAL İNCELEME

Bu bölümde, bölgemizde bulunan bazı betonarme hastane binalarının performans düzeylerinin belirlenmesi amacıyla kullanılan yöntemlerin sayısal incelemeleri yer almaktadır.

Sayısal uygulama için; Deprem Yönetmeliği'nin belirlediği Z2, Z3 zemin sınıfları üzerinde 1. ve 2 nci deprem bölgelerinde ve $I=1,5$ önem katsayısında 3-5 katlı betonarme hastane yapıları göz önüne alınacak, bu yapıların deprem performansları DBYBHY-2007'ye göre belirlenerek sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılacak, gerekirse güçlendirme yapılacaktır. Güçlendirme neticesinde tekrar performans değerlendirilmesi yapılarak DBYBHY-2007'de belirtilen kullanılabilirlik durumları belirlenecektir. Ayrıca 9 ile 11 katlı hastane bloklarında perdesiz olarak süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşması halinde depremden hemen sonra kullanılabilirliği irdelenecektir. Bu belirlenmeler yönetmelikte yer alan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemler kullanılarak yapılacak, elde edilen sonuçlar birbiriyle karşılaştırılacaktır.

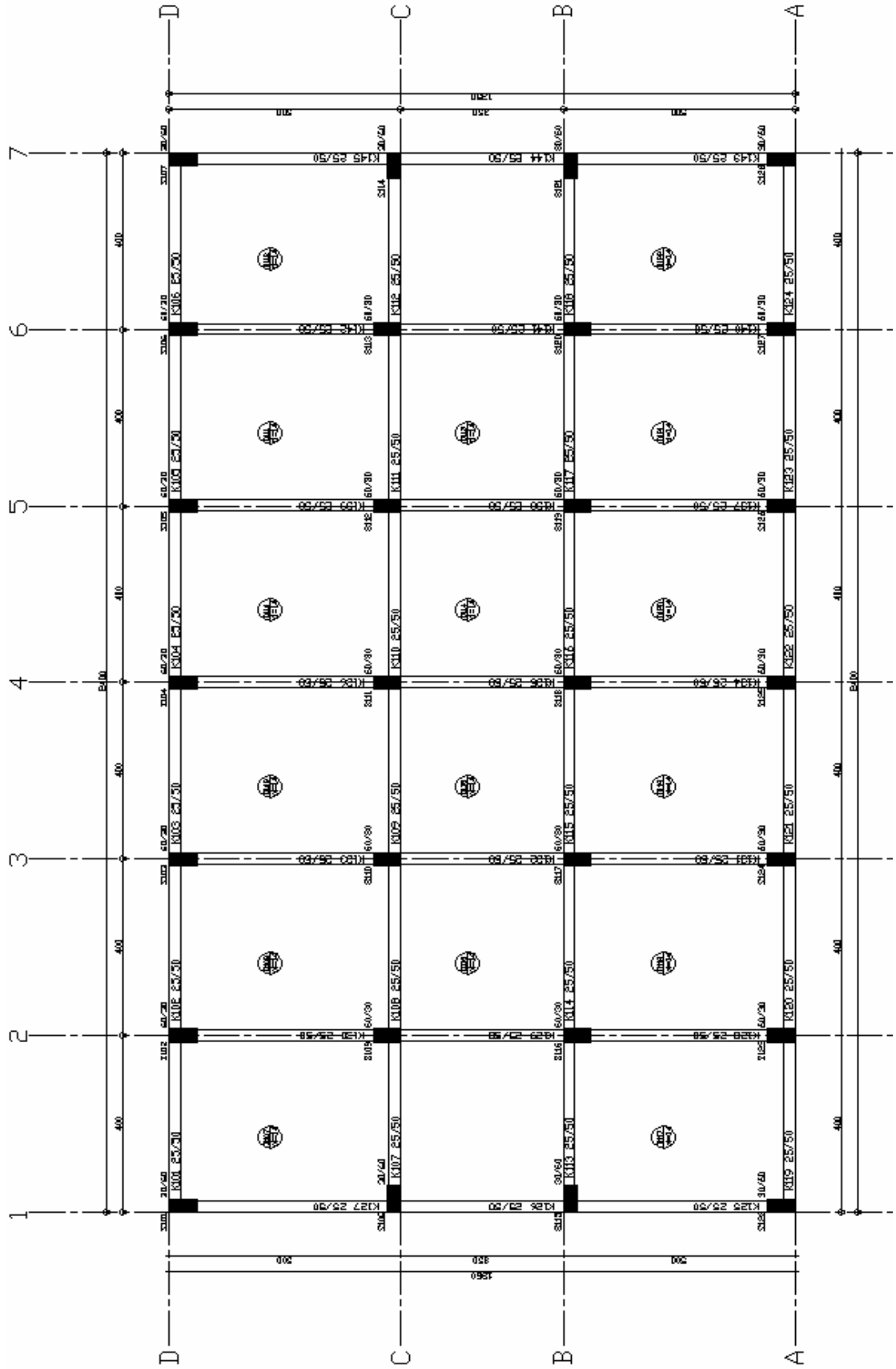
Sayısal incelemeler için seçilen hastane binaları BH-1 ve BH-2 olarak adlandırılacaktır. BH-3 olarak adlandırılan üçüncü sistem modeli ise perdesiz olarak süneklik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşan 9 katlı hastane binasını temsil etmektedir.

5.1. BH-1 Binasının Deprem Performansının Değerlendirilmesi

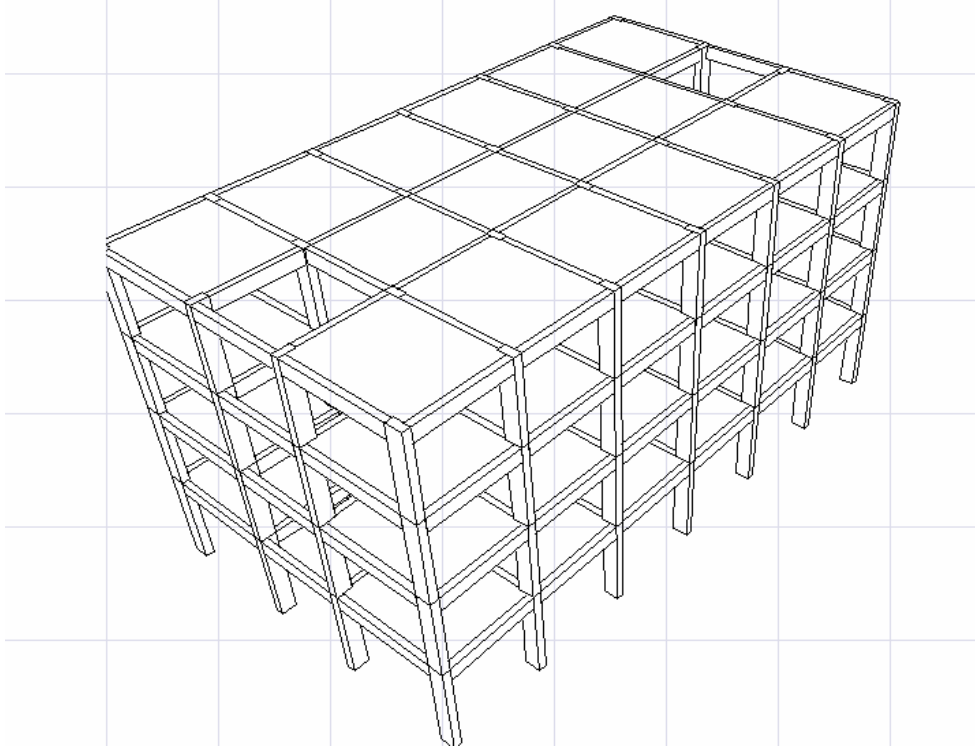
5.1.1. BH-1 Binasının Yapısal Özellikleri

BH-1, x-yönünde 6 y-yönünde 3 açıklıklı tamamı çerçevelerden oluşan bir taşıyıcı sistem modelidir. 4 katlı olan örnek hastane binası 1985 yılında inşa edilmiş olup, 1975 yönetmeliğine göre projelendirilmiştir. 24,00x13,50 ebatlarındaki binamız, 324 m² kat alanına sahiptir. Yapıda zemin kat yüksekliği 3,50 m, normal katlar 3,00 m'dir.

BH-1'e ait normal kat kalıp planı ve binanın perspektif görünüşü Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de sunulmuştur.



Şekil 5.1.BH-1 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı.



Şekil 5.2.BH-1 Sistemine ait Perspektif Görünüş.

Sayısal incelemelere konu BH-1 yapı modeline ait diğer yapı analiz parametreleri Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. BH-1 İçin Yapı Analiz Parametreleri

Mevcut Yapının Özellikleri		2007 Deprem Yönetmeliği Parametreleri	
Binanın Projesi	Var	Deprem Bölgesi	1
Bilgi Düzeyi	Kapsamlı	Deprem Bölge Katsayısı	0,40
Mevcut Beton Dayanımı	11 MPa	Bina Önem Katsayısı	1,5
Mevcut Çelik Dayanımı	220 MPa	Zemin Cinsi	Z2
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	4	HareketliYük Katılım Katsayısı	0,3
Hedeflenen Performans Düzeyi		(50 yılda %10) HK	
		(50 yılda %2) CG	

5.1.2. Sistemin Deprem Performansının Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında örnek olarak seçilen BH-1’e kiriş ve kolon elemanlarına ait kesit boyutları, donatı miktarları ve hesap sonucu bulunan doğal titreşim periyotları aşağıda sunulmuştur.

Tüm kirişlerde;

Boyut	: 25x50 cm
Montaj donatısı	: 3Ø14
Düz	: 2Ø16
Pilye	: 2Ø14
Alt ve Üst ilaveler (sağda ve solda)	: 2Ø14
Etriyeler	: Ø8/20/10

Kolonlarda ;

Ebatlar	: 30x60 cm
Köşe	: 4Ø16
Kenar	: 4Ø16

Binanın doğal titreşim periyotları;

$$T_x = 0,585 \text{ sn}$$

$$T_y = 0,428 \text{ sn}$$

olarak bulunmuştur. Ayrıca Eşdeğer Statik Deprem Yükleri $R=1$ ve $I=1$ kullanılarak hesaplanmış ve binaya %5 ek dış merkezlik uygulanmıştır.

Deprem yükleri; $V_t = \lambda W A(T_1) / R_a(T_1)$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır. X doğrultusu ve Can Güvenliği Performans seviyesi için;

$$T > T_b \quad S(T_1) = 2.5 \times (T_b / T)^{0.8} \times 1.5$$

$$S(T_1) = 2.5 \times (0.4/0.585)^{0.8} \times 1.5 = 2.76g$$

$$A(T_1) = 0,40 \times 2,76 = 1,104$$

Hemen Kullanım Performans seviyesi için;

$$T > T_b \quad S(T_1) = 2.5 \times (T_b / T)^{0.8} \times 1$$

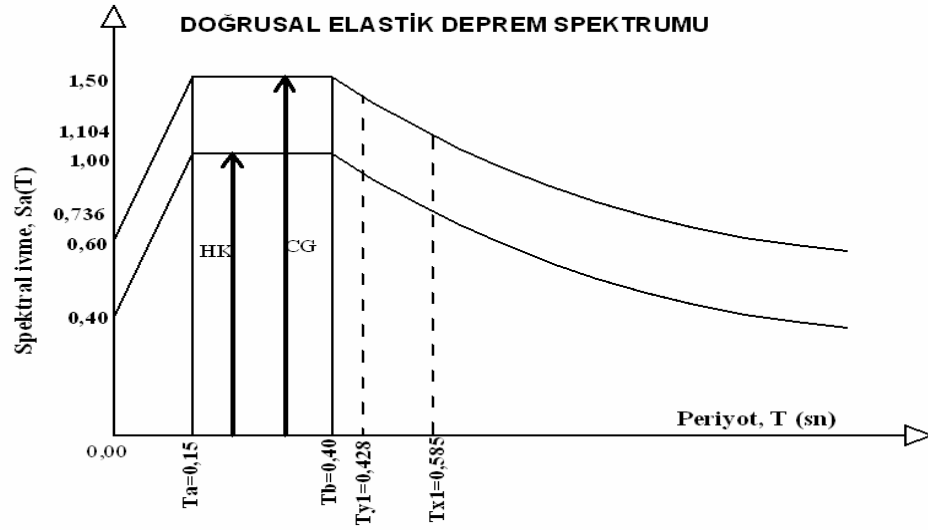
$$S(T_1) = 2.5 \times (0.4/0.585)^{0.8} \times 1 = 1,84g$$

$$A(T_1) = 0,40 \times 1,84 = 0,736$$

λ katsayısı hesaplarda 0,85 olarak alınmıştır.

Tablo 5.2. Spektral ivme Değerlerinin Hesabı.

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda % 50	50 yılda % 10	50 yılda % 2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	-	HK	CG



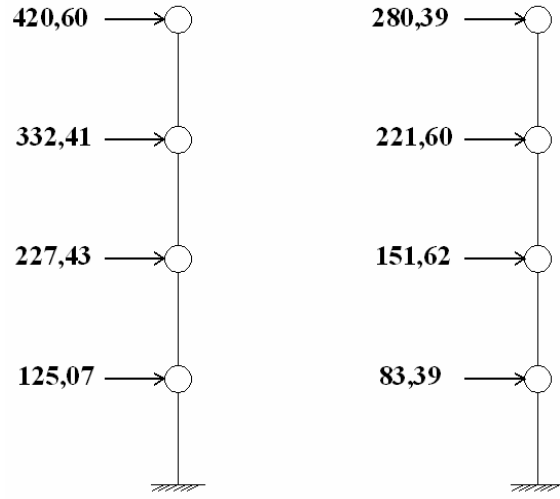
Şekil 5.3. Z2 yerel zemin sınıfı ile HK ve CG için Elastik İvme Spektrumları.

“Can Güvenliği” performans durumu için $V_t=1105,51$ ton, “Hemen Kullanım” performans seviyesi için $V_t=737,00$ ton olarak bulunmuştur.

Tablo 5.3. Eşdeğer Deprem Yüklerinin Hesaplanması.

Kat	Kat Ağırlıkları W_i (Ton)	Kat Yüksekliği (m)	H_i (m)	$W_i H_i$ (tm)	F_i (CG) (t)	F_i (HK) (t)
4	284,44	3	12,5	3555,55	420,60	280,39
3	295,8	3	9,5	2810,06	332,41	221,60
2	295,8	3	6,5	1922,67	227,43	151,62
1	302,1	3,5	3,5	1057,34	125,07	83,39
Toplam	1178,14			9345,62	1105,51	737,00

“Can Güvenliği” ve “Hemen Kullanım” performans durumları hesaplanan eşdeğer deprem yükleri Şekil 5.4. de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. HK ve CG için hesaplanan eşdeğer deprem yükleri.

Eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilmesi için burulma düzensizliği kontrolü yapılarak η_b değerinin her iki doğrultuda 1,4’ den küçük olup olmadığına bakılır. Sta-4 Cad ve İde-Cad bilgisayar programları kullanılarak bulunan değerler Tablo 5.4.’de sunulmuştur.

Tablo 5.4. Binanın x ve y yönünde burulma düzensizliğinin kontrolü.

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ x yönü	η_b x yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ y yönü	η_b y yönü
4	11,03	10,14	10,59	1,04	9,72	6,22	7,97	1,22
3	18,68	17,21	17,94	1,04	16,11	10,27	13,19	1,22
2	24,60	22,69	23,65	1,04	20,64	13,07	16,85	1,22
1	30,40	28,33	29,37	1,04	22,01	13,78	17,89	1,23

Binanın her iki doğrultusunda yapılan eşdeğer deprem yüklemeleri sonucunda hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_b < 1,4$ koşulunu sağladığından eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılabilir.

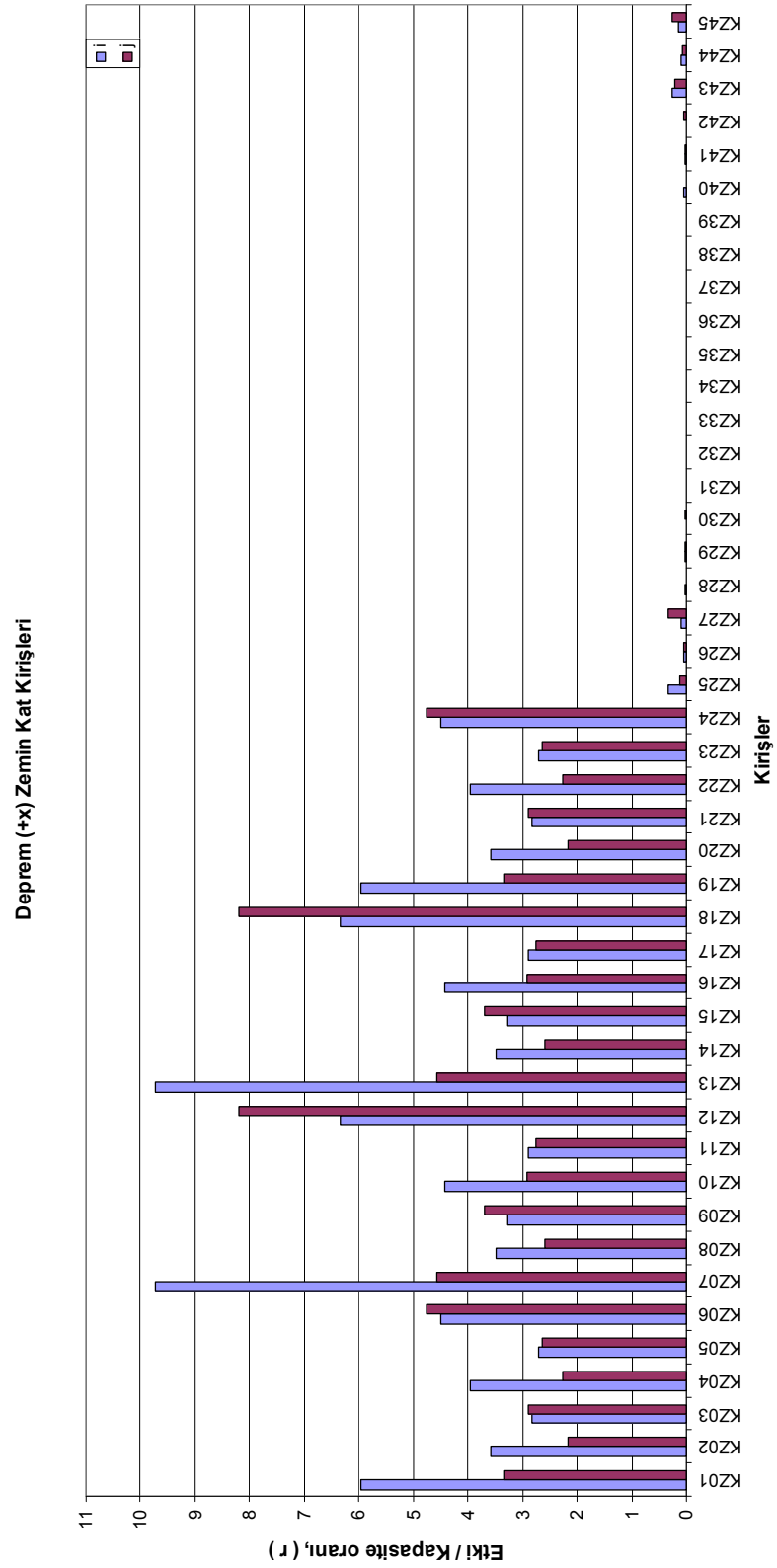
İlk olarak sistemin düşey yükler altındaki (G+Q) eğilme momenti kapasiteleri bulunur. Sap-2000 programı kullanılarak hesaplanan değerler Tablo 5.5.te sunulmuştur.

Tablo 5.5. + x yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlar için).

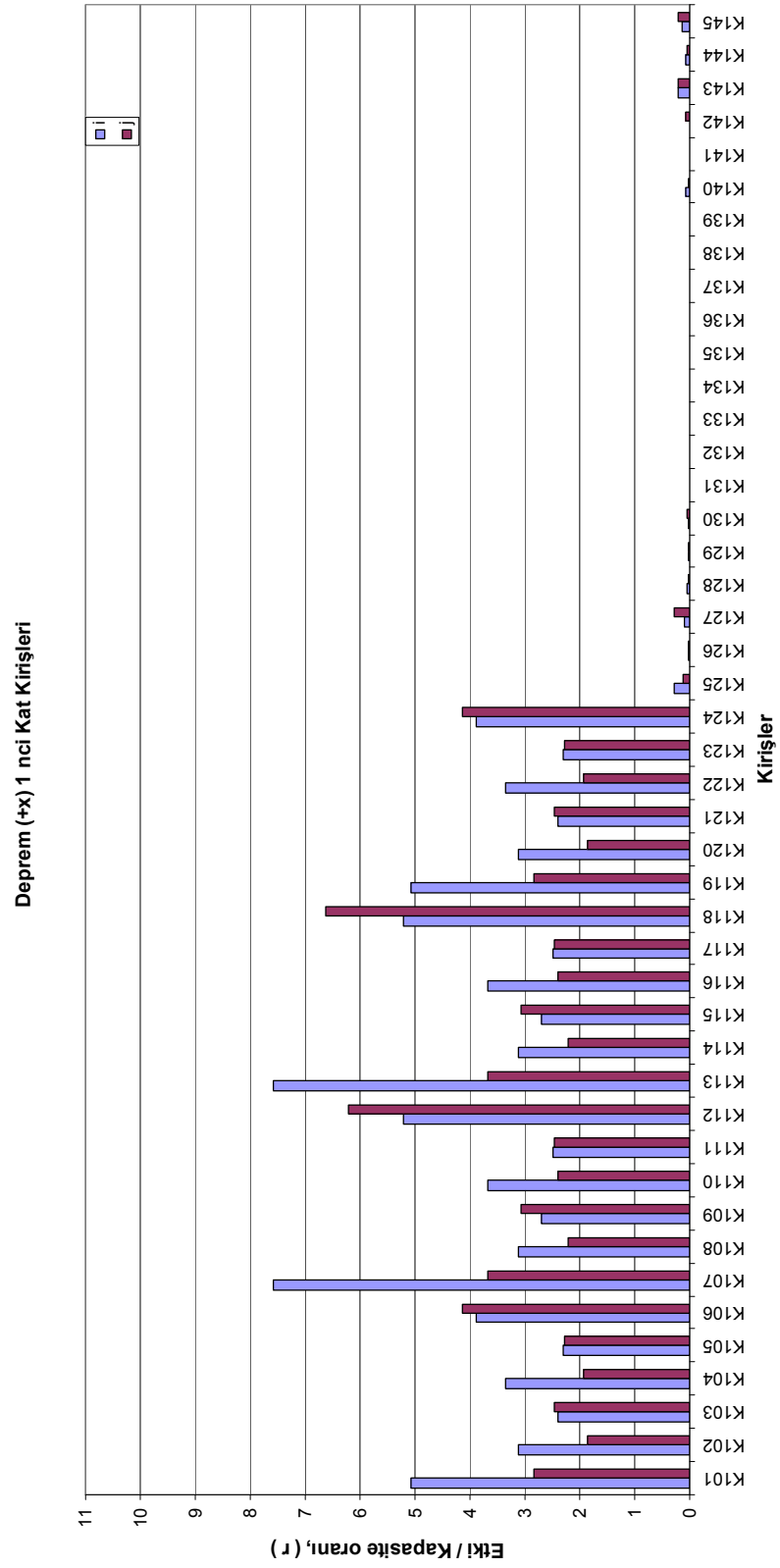
Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)
KZ01 sol	6,82	KZ16 sol	6,82	KZ31 sol	8,82
KZ01 sağ	12,34	KZ16 sağ	15,57	KZ31 sağ	16,39
KZ02 sol	6,82	KZ17 sol	10,22	KZ32 sol	16,39
KZ02 sağ	15,57	KZ17 sağ	12,34	KZ32 sağ	19,05
KZ03 sol	10,22	KZ18 sol	6,82	KZ33 sol	19,05
KZ03 sağ	12,34	KZ18 sağ	9,94	KZ33 sağ	6,82
KZ04 sol	6,82	KZ19 sol	6,82	KZ34 sol	6,82
KZ04 sağ	15,57	KZ19 sağ	12,34	KZ34 sağ	16,39
KZ05 sol	10,22	KZ20 sol	6,82	KZ35 sol	16,39
KZ05 sağ	12,34	KZ20 sağ	15,57	KZ35 sağ	10,22
KZ06 sol	6,82	KZ21 sol	10,22	KZ36 sol	19,05
KZ06 sağ	9,94	KZ21 sağ	12,34	KZ36 sağ	6,82
KZ07 sol	6,82	KZ22 sol	6,82	KZ37 sol	12,24
KZ07 sağ	12,34	KZ22 sağ	15,57	KZ37 sağ	6,82
KZ08 sol	6,82	KZ23 sol	10,22	KZ38 sol	6,82
KZ08 sağ	15,57	KZ23 sağ	12,34	KZ38 sağ	10,22
KZ09 sol	10,22	KZ24 sol	6,82	KZ39 sol	10,22
KZ09 sağ	12,34	KZ24 sağ	9,94	KZ39 sağ	12,24
KZ10 sol	6,82	KZ25 sol	6,82	KZ40 sol	6,82
KZ10 sağ	15,57	KZ25 sağ	16,39	KZ40 sağ	16,39
KZ11 sol	10,22	KZ26 sol	16,39	KZ41 sol	16,39
KZ11 sağ	12,34	KZ26 sağ	19,05	KZ41 sağ	19,05
KZ12 sol	6,82	KZ27 sol	19,05	KZ42 sol	19,05
KZ12 sağ	9,94	KZ27 sağ	6,82	KZ42 sağ	6,82
KZ13 sol	6,82	KZ28 sol	12,24	KZ43 sol	12,24
KZ13 sağ	12,34	KZ28 sağ	6,82	KZ43 sağ	6,82
KZ14 sol	6,82	KZ29 sol	6,82	KZ44 sol	6,82
KZ14 sağ	15,57	KZ29 sağ	10,22	KZ44 sağ	10,22
KZ15 sol	10,22	KZ30 sol	10,22	KZ45 sol	10,22
KZ15 sağ	12,34	KZ30 sağ	12,24	KZ45 sağ	12,24

Aynı şekilde kolonlara ait eğilme momenti kapasiteleri de bulunur. Eğilme momenti ve normal kuvvet altında olan kolon kesitlerinin eğilme momenti kapasiteleri, düşey yüklerden oluşan normal kuvvetlerden hesaplanır.

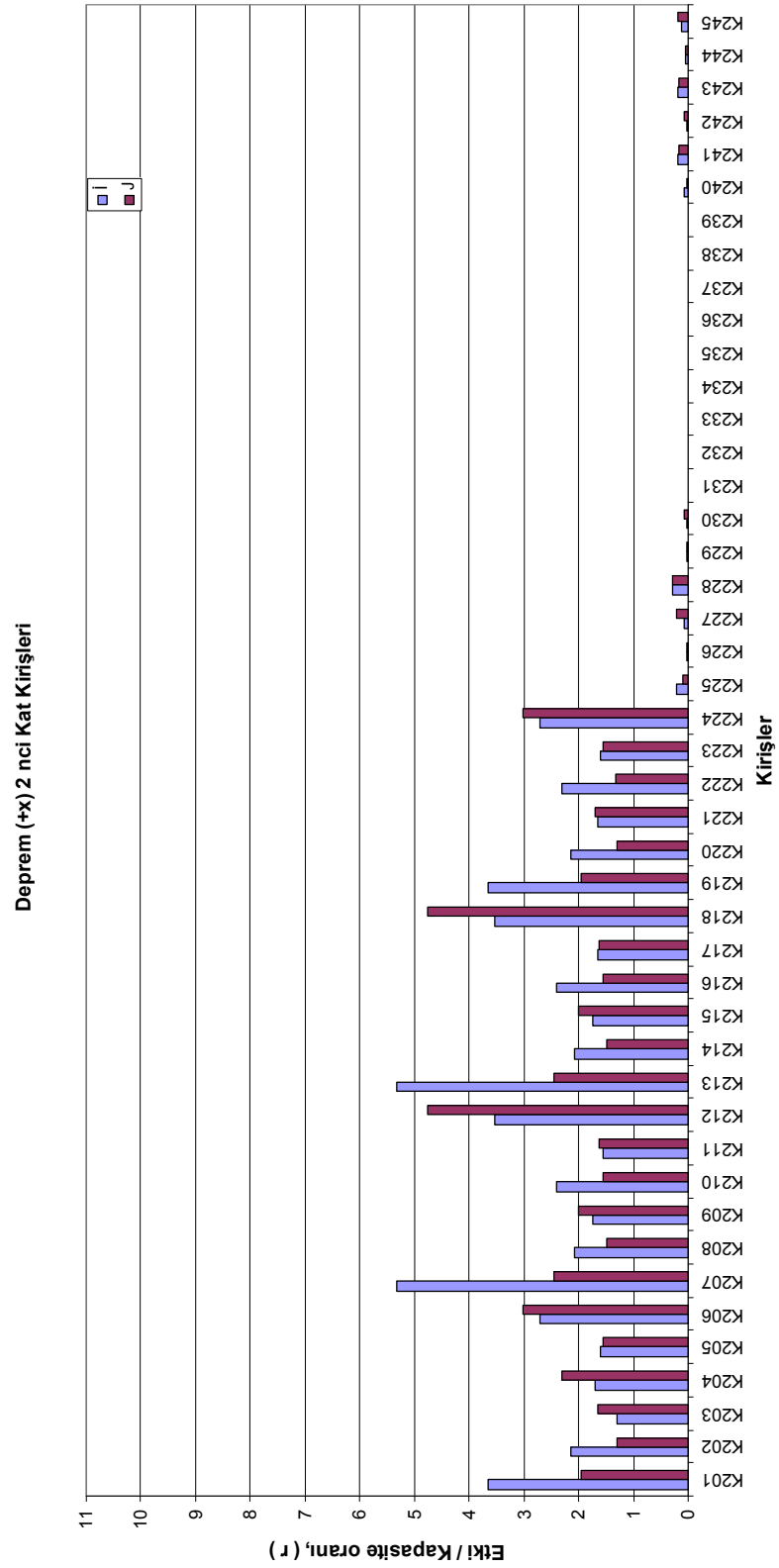
BH-1 binası için SAP-2000 ve STA4-CAD programları kullanılarak analiz yapılmıştır. Tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları +x deprem yönü için hesaplanarak Şekil 5.5.-5.12 de sunulmuştur.



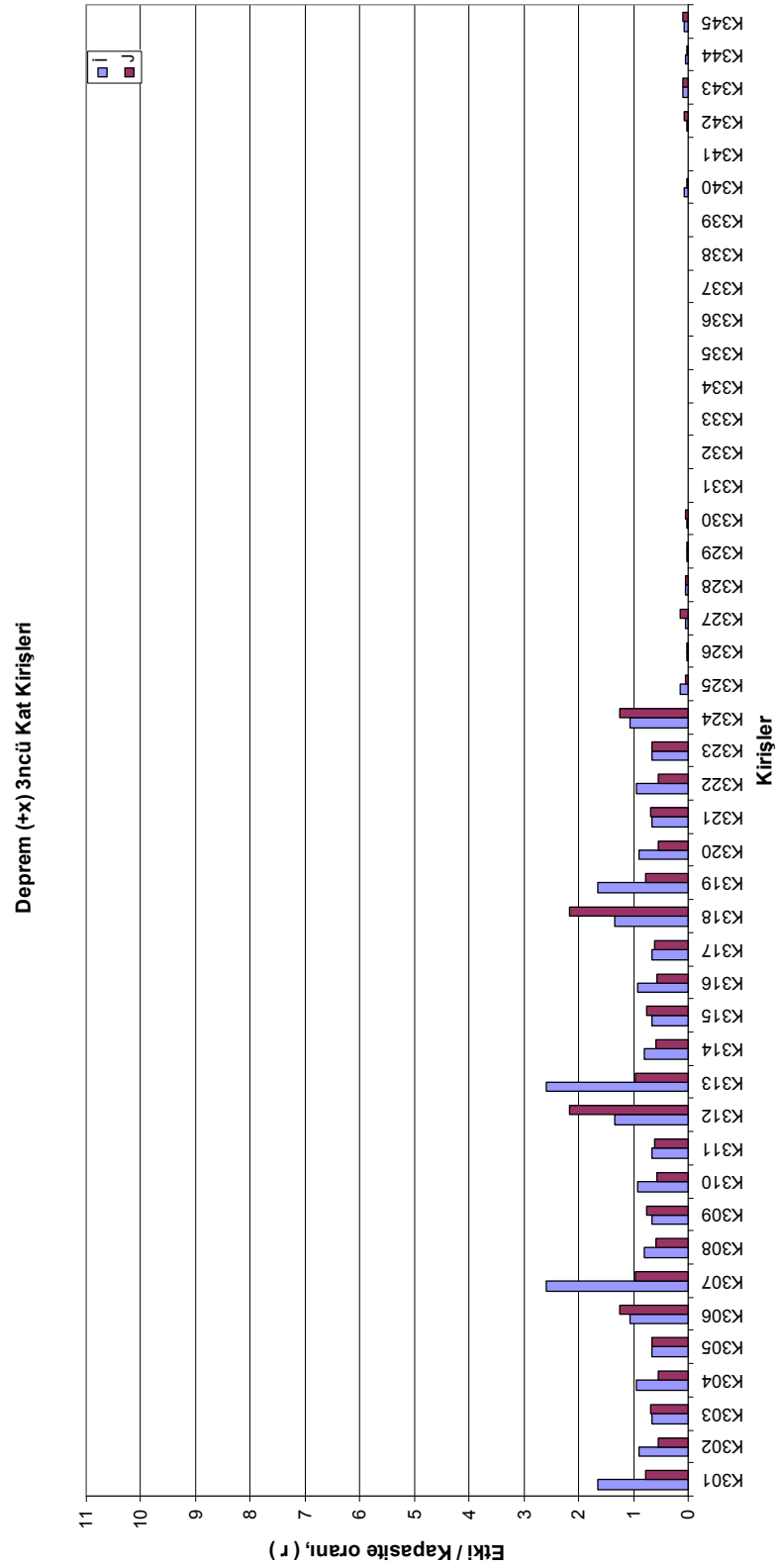
şekil 5.5. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



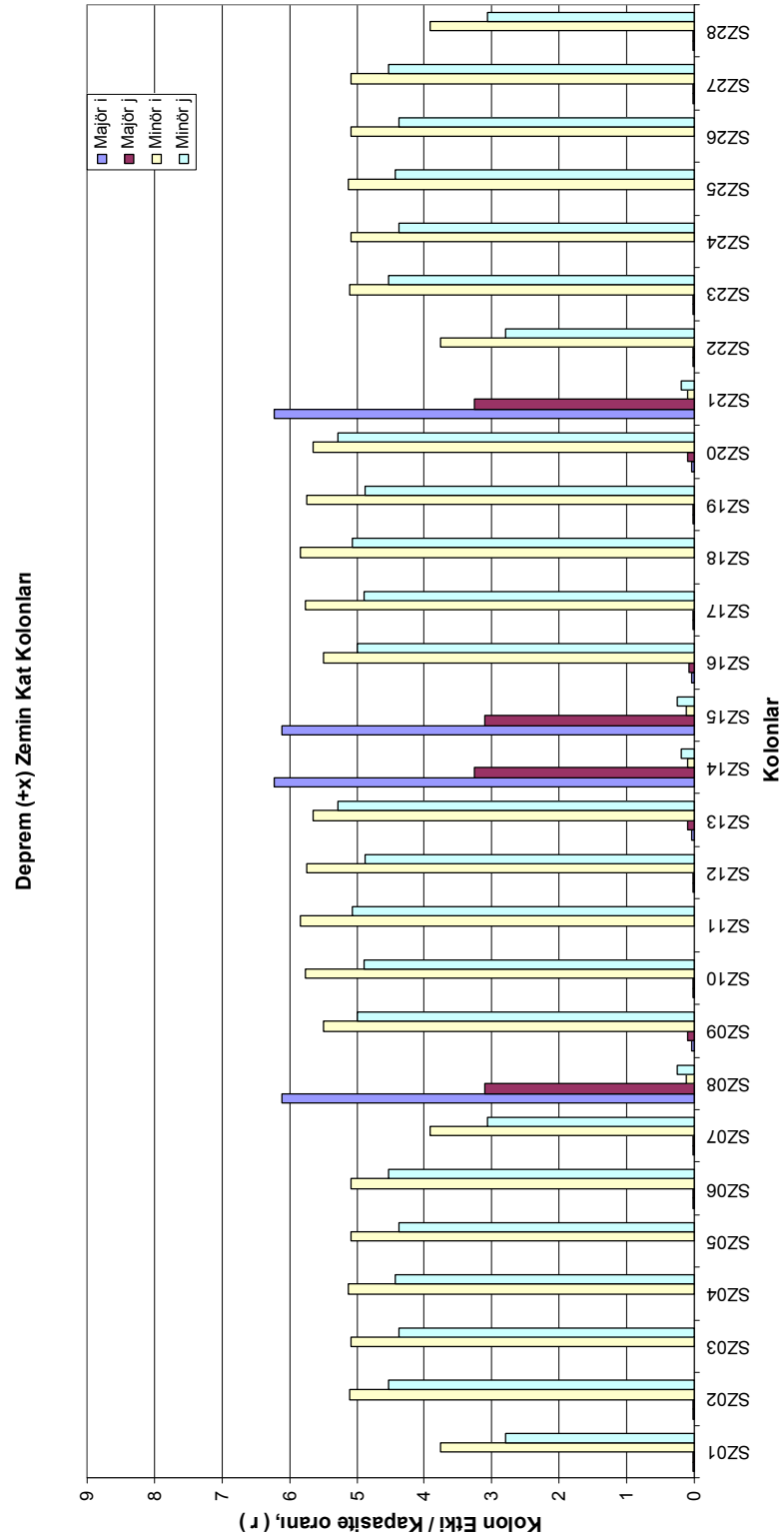
Şekil 5.6. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları.



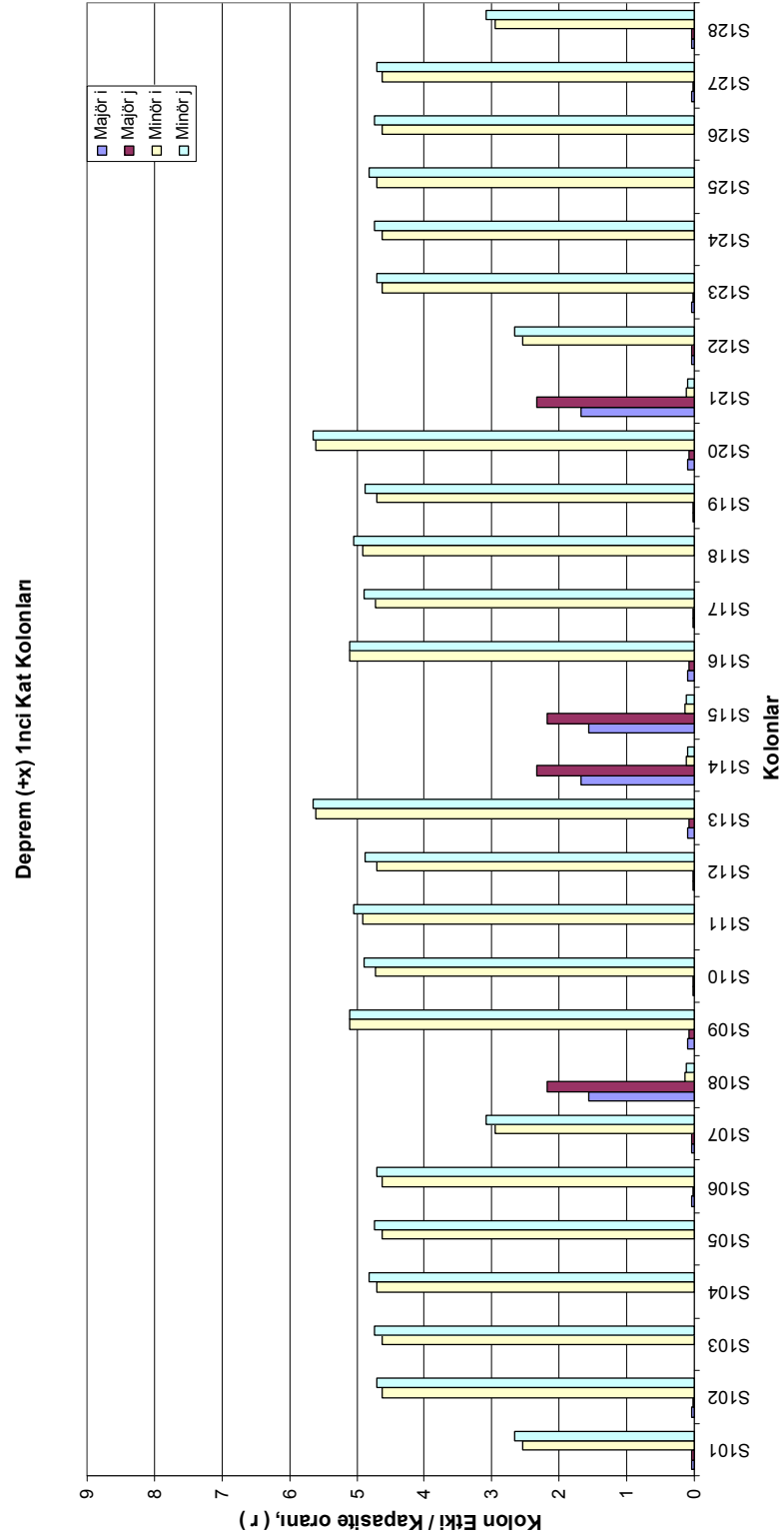
Şekil 5.7. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



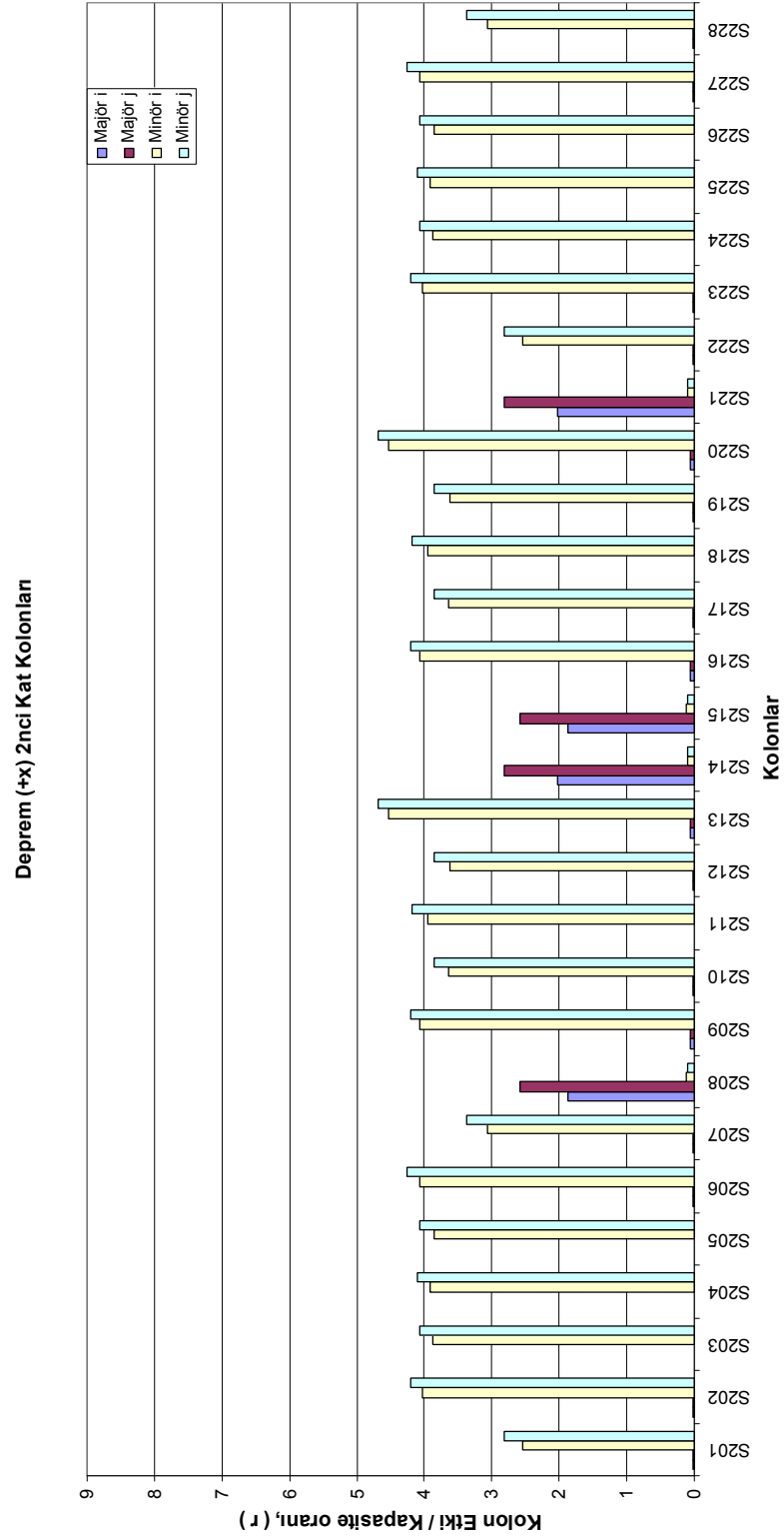
Şekil 5.8. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



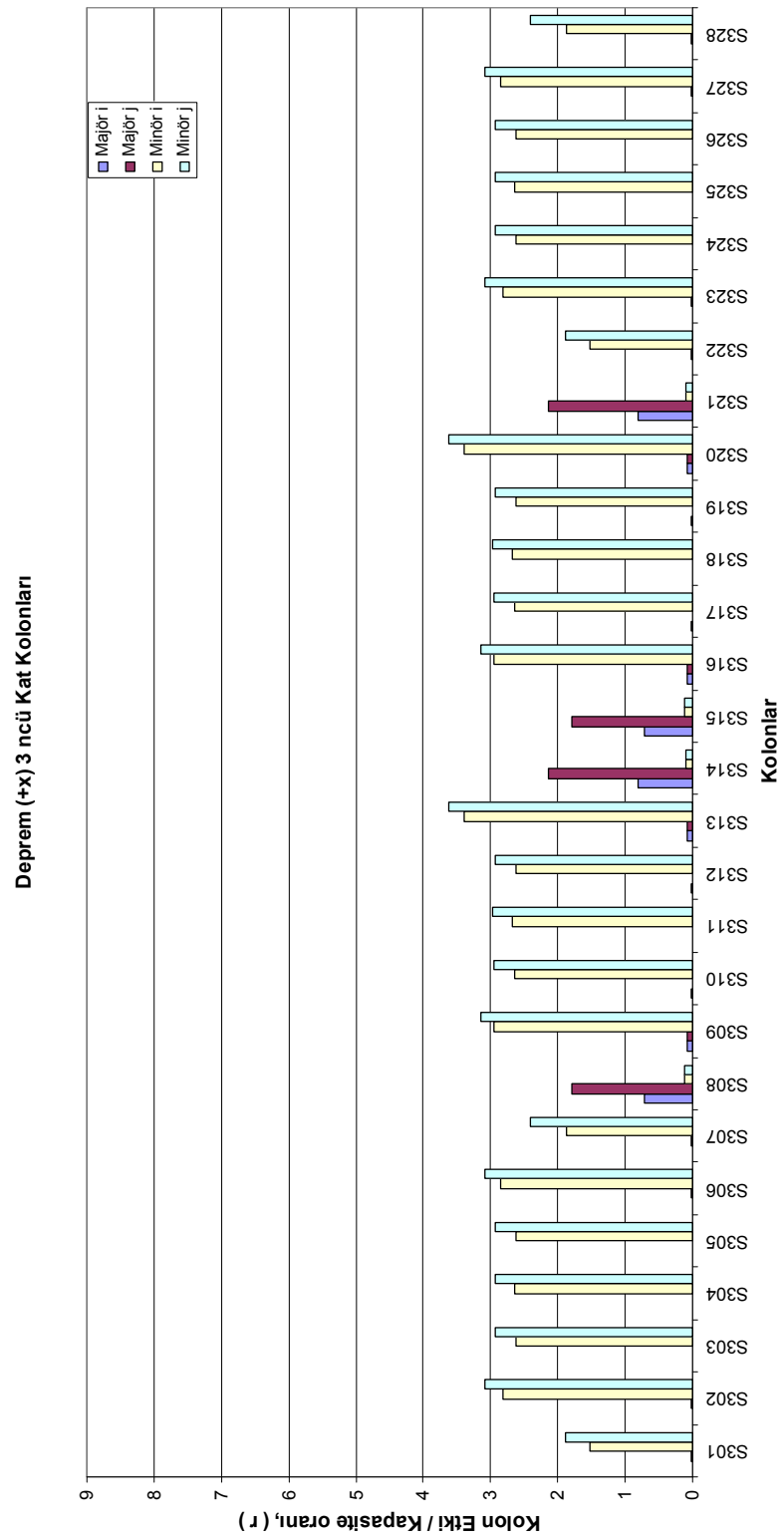
Şekil 5.9. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.10. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.11. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.12. BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Tablo 5.6. Binanın +x yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	20 (%71)	8 (%29)	-	-
2	Kirişler	37 (%82)	8 (%18)	-	-
	Kolonlar	-	28 (%100)	-	-
1	Kirişler	27 (%60)	14 (%31)	4 (%9)	-
	Kolonlar	-	28 (%100)	-	-
Zemin	Kirişler	27 (%60)	14 (%31)	2 (%4)	2 (%4)
	Kolonlar	-	14 (%50)	14 (%50)	-

Tablo 5.7. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S301	1,1	<MN	<MN	5,67	11,93	6,49	19,8	Güçlü
S302	1,32	<MN	MN	5,67	23,32	10,78	19,8	Güçlü
S303	1,28	<MN	<MN	5,67	31,67	10,64	19,8	Güçlü
S304	1,29	<MN	<MN	5,67	23,28	10,62	19,8	Güçlü
S305	1,31	<MN	<MN	5,67	31,67	10,64	19,8	Güçlü
S306	1,17	<MN	MN	5,67	23,32	10,78	19,8	Güçlü
S307	1,17	<MN	<MN	5,67	11,93	6,49	19,8	Güçlü
S308	3,61	<MN	<MN	11,11	11,93	7,5	19,8	Güçlü
S309	0,24	<MN	MN	5,67	23,39	14,02	19,8	Güçlü
S310	0	<MN	<MN	5,97	31,93	16,85	19,8	Güçlü
S311	0,05	<MN	<MN	5,96	23,39	16,7	19,8	Güçlü
S312	0,1	<MN	<MN	5,97	31,93	16,85	19,8	Güçlü
S313	1,04	MN	MN	5,67	23,39	14,02	19,8	Güçlü
S314	3,61	<MN	<MN	11,11	11,93	7,5	19,8	Güçlü
S315	3,61	<MN	<MN	11,11	11,93	7,5	19,8	Güçlü
S316	0,24	<MN	MN	5,67	23,39	14,02	19,8	Güçlü
S317	0	<MN	<MN	5,97	31,93	16,85	19,8	Güçlü
S318	0,05	<MN	<MN	5,96	23,39	16,7	19,8	Güçlü
S319	0,1	<MN	<MN	5,97	31,93	16,85	19,8	Güçlü
S320	1,04	MN	MN	5,67	23,39	14,02	19,8	Güçlü
S321	3,61	<MN	<MN	1,11	11,93	7,5	19,8	Güçlü
S322	1,1	<MN	<MN	5,67	11,93	6,49	19,8	Güçlü
S323	1,32	<MN	MN	5,67	23,32	10,78	19,8	Güçlü
S324	1,28	<MN	<MN	5,67	31,67	10,64	19,8	Güçlü
S325	1,29	<MN	<MN	5,67	23,28	10,62	19,8	Güçlü
S326	1,31	<MN	<MN	5,67	31,67	10,64	19,8	Güçlü
S327	1,17	<MN	MN	5,67	23,32	10,78	19,8	Güçlü
S328	1,17	<MN	<MN	5,67	11,93	6,49	19,8	Güçlü

Tablo 5.7. ye göre, ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00%; minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00% olarak hesaplanmıştır.

Aynı yöntemlerle diğer katlara ait kolonların durumu hesaplanarak Tablo 5.8-10 da sunulmuştur.

Tablo 5.8. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	0,91	MN	MN	11,35	11,93	13,83	19,8	Güçlü
S202	0,74	MN	MN	13,13	23,32	22,82	19,8	Zayıf
S203	0,87	MN	MN	13,12	31,67	22,78	19,8	Zayıf
S204	0,86	MN	MN	13,11	23,28	22,7	19,8	Zayıf
S205	0,85	MN	MN	13,12	31,67	22,78	19,8	Zayıf
S206	0,89	MN	MN	13,13	23,32	22,82	19,8	Zayıf
S207	0,51	MN	MN	11,35	11,93	13,83	19,8	Güçlü
S208	3,61	MN	MN	25,93	11,93	15,63	19,8	Güçlü
S209	0,47	MN	MN	14,29	23,39	29,47	19,8	Zayıf
S210	0,02	MN	MN	15,67	31,93	35,73	19,8	Zayıf
S211	0,1	MN	MN	15,65	23,39	35,44	19,8	Zayıf
S212	0,18	MN	MN	15,67	31,93	35,73	19,8	Zayıf
S213	0,95	MN	MN	14,29	23,39	29,47	19,8	Zayıf
S214	3,61	MN	MN	25,93	11,93	15,63	19,8	Güçlü
S215	3,61	MN	MN	25,93	11,93	15,63	19,8	Güçlü
S216	0,47	MN	MN	14,29	23,39	29,47	19,8	Zayıf
S217	0,02	MN	MN	15,67	31,93	35,73	19,8	Zayıf
S218	0,1	MN	MN	15,65	23,39	35,44	19,8	Zayıf
S219	0,18	MN	MN	15,67	31,93	35,73	19,8	Zayıf
S220	0,95	MN	MN	14,29	23,39	29,47	19,8	Zayıf
S221	3,61	MN	MN	25,93	11,93	15,63	19,8	Güçlü
S222	0,91	MN	MN	11,35	11,93	13,83	19,8	Güçlü
S223	0,74	MN	MN	13,13	23,32	22,82	19,8	Zayıf
S224	0,87	MN	MN	13,12	31,67	22,78	19,8	Zayıf
S225	0,86	MN	MN	13,11	23,28	22,71	19,8	Zayıf
S226	0,85	MN	MN	13,12	31,67	22,78	19,8	Zayıf
S227	0,89	MN	MN	13,13	23,32	22,82	19,8	Zayıf
S228	0,51	MN	MN	11,35	11,93	13,83	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 40,69%

Tablo 5.9. Binaın +x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Ac _{fc} k	Kolon Tipi
S101	1,22	MN	MN	12,8	11,93	21,12	19,8	Güçlü
S102	0,78	MN	MN	15,61	23,32	34,87	19,8	Zayıf
S103	1,08	MN	MN	15,61	31,67	34,84	19,8	Zayıf
S104	1,04	MN	MN	15,6	23,28	34,74	19,8	Zayıf
S105	1	MN	MN	15,61	31,67	34,84	19,8	Zayıf
S106	1,24	MN	MN	15,61	23,32	34,87	19,8	Zayıf
S107	0,54	MN	MN	12,8	11,93	21,11	19,8	Güçlü
S108	3,61	MN	MN	29,14	11,93	23,73	19,8	Güçlü
S109	0,7	MN	MN	16,34	23,39	45,03	19,8	Zayıf
S110	0,12	MN	MN	16,96	31,93	54,66	19,8	Zayıf
S111	0,03	MN	MN	16,93	23,39	54,24	19,8	Zayıf
S112	0,19	MN	MN	16,96	31,93	54,66	19,8	Zayıf
S113	1,41	MN	MN	16,34	23,39	45,03	19,8	Zayıf
S114	3,61	MN	MN	29,14	11,93	23,73	19,8	Güçlü
S115	3,61	MN	MN	29,14	11,93	23,73	19,8	Güçlü
S116	0,7	MN	MN	16,34	23,39	45,03	19,8	Zayıf
S117	0,12	MN	MN	16,96	31,93	54,66	19,8	Zayıf
S118	0,03	MN	MN	16,93	23,39	54,24	19,8	Zayıf
S119	0,19	MN	MN	16,96	31,93	54,66	19,8	Zayıf
S120	1,41	MN	MN	16,34	23,39	45,03	19,8	Zayıf
S121	3,61	MN	MN	29,14	11,93	23,73	19,8	Güçlü
S122	1,22	MN	MN	12,8	11,93	21,11	19,8	Güçlü
S123	0,78	MN	MN	15,61	23,32	34,87	19,8	Zayıf
S124	1,08	MN	MN	15,61	31,67	34,85	19,8	Zayıf
S125	1,04	MN	MN	15,6	23,28	34,74	19,8	Zayıf
S126	1	MN	MN	15,61	31,67	34,85	19,8	Zayıf
S127	1,24	MN	MN	15,61	23,32	34,87	19,8	Zayıf
S128	0,54	MN	MN	12,8	11,93	21,11	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 45,82%

Tablo 5.10. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Ac _{fc} k	Kolon Tipi
SZ01	0,57	MN	MN	14,14	11,93	28,53	19,8	Güçlü
SZ02	0,3	MN	MN	16,48	23,32	47,17	19,8	Zayıf
SZ03	0,48	MN	MN	16,47	31,67	46,98	19,8	Zayıf
SZ04	0,45	MN	MN	16,46	23,28	46,88	19,8	Zayıf
SZ05	0,42	MN	MN	16,47	31,67	46,98	19,8	Zayıf
SZ06	0,59	MN	MN	16,48	23,32	47,17	19,8	Zayıf
SZ07	0,22	GV	MN	14,14	11,93	28,52	19,8	Güçlü
SZ08	7,81	GV	GV	33,33	11,93	31,95	19,8	Güçlü
SZ09	0,36	GV	GV	17,3	23,39	61	19,8	Zayıf
SZ10	0,09	GV	GV	21,33	31,93	73,96	19,8	Zayıf
SZ11	0	GV	GV	17,86	23,39	73,37	19,8	Zayıf
SZ12	0,09	GV	GV	21,33	31,93	73,96	19,8	Zayıf
SZ13	0,71	GV	MN	17,3	23,39	61	19,8	Zayıf
SZ14	4,37	GV	MN	33,33	11,93	31,95	19,8	Güçlü
SZ15	7,81	GV	GV	33,33	11,93	31,95	19,8	Güçlü
SZ16	0,36	GV	GV	17,3	23,39	61	19,8	Zayıf
SZ17	0,09	GV	GV	21,33	31,93	73,96	19,8	Zayıf
SZ18	0	GV	GV	17,86	23,39	73,36	19,8	Zayıf
SZ19	0,09	GV	GV	21,33	31,93	73,96	19,8	Zayıf
SZ20	0,71	GV	MN	17,3	23,39	60,99	19,8	Zayıf
SZ21	4,37	MN	MN	33,33	11,93	31,95	19,8	Güçlü
SZ22	0,57	MN	MN	14,14	11,93	28,52	19,8	Güçlü
SZ23	0,3	MN	MN	16,48	23,32	47,17	19,8	Zayıf
SZ24	0,48	MN	MN	16,47	31,67	46,99	19,8	Zayıf
SZ25	0,45	MN	MN	16,46	23,28	46,88	19,8	Zayıf
SZ26	0,42	MN	MN	16,47	31,67	46,98	19,8	Zayıf
SZ27	0,59	MN	MN	16,48	23,32	47,18	19,8	Zayıf
SZ28	0,22	MN	MN	14,14	11,93	28,52	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 81,62%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 21,21%

Analize sistemin düşey yükler altındaki (G+Q) eğilme momenti kapasiteleri bulunarak başlanır. Sap-2000 programı kullanılarak +y yönünde hesaplanan değerler Tablo 5.11. de sunulmuştur.

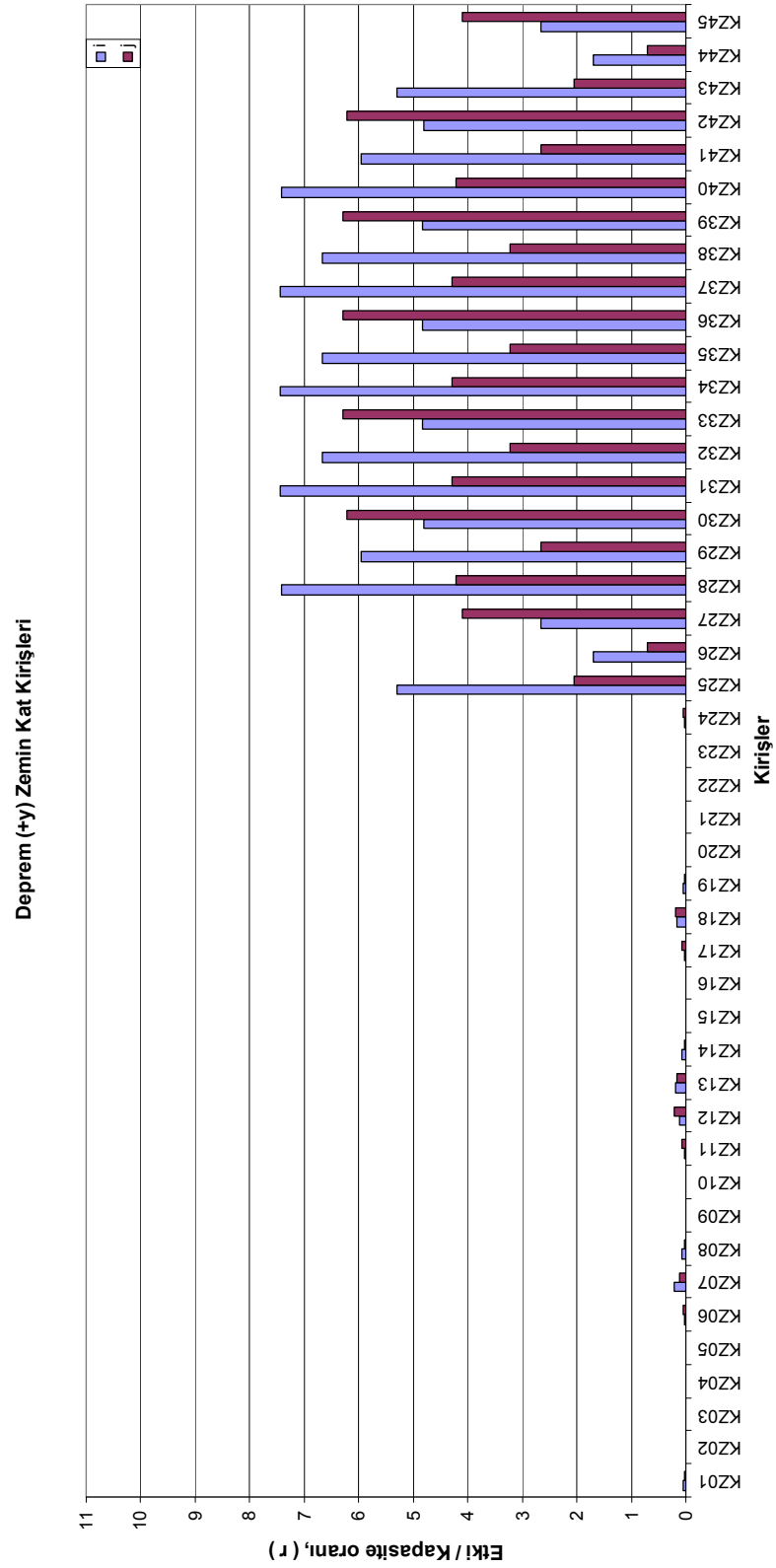
Yine +y yönünde etki eden eşdeğer deprem yüklemesi sonucu kolonlara ait eğilme momenti kapasiteleri de bulunur. Eğilme momenti ve normal kuvvet altında olan kolon kesitlerinin eğilme momenti kapasiteleri, düşey yüklerden oluşan normal kuvvetlerden hesaplanmıştır.

Tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları +y deprem yönü için hesaplanarak Şekil 5.13.-5.20 de sunulmuştur.

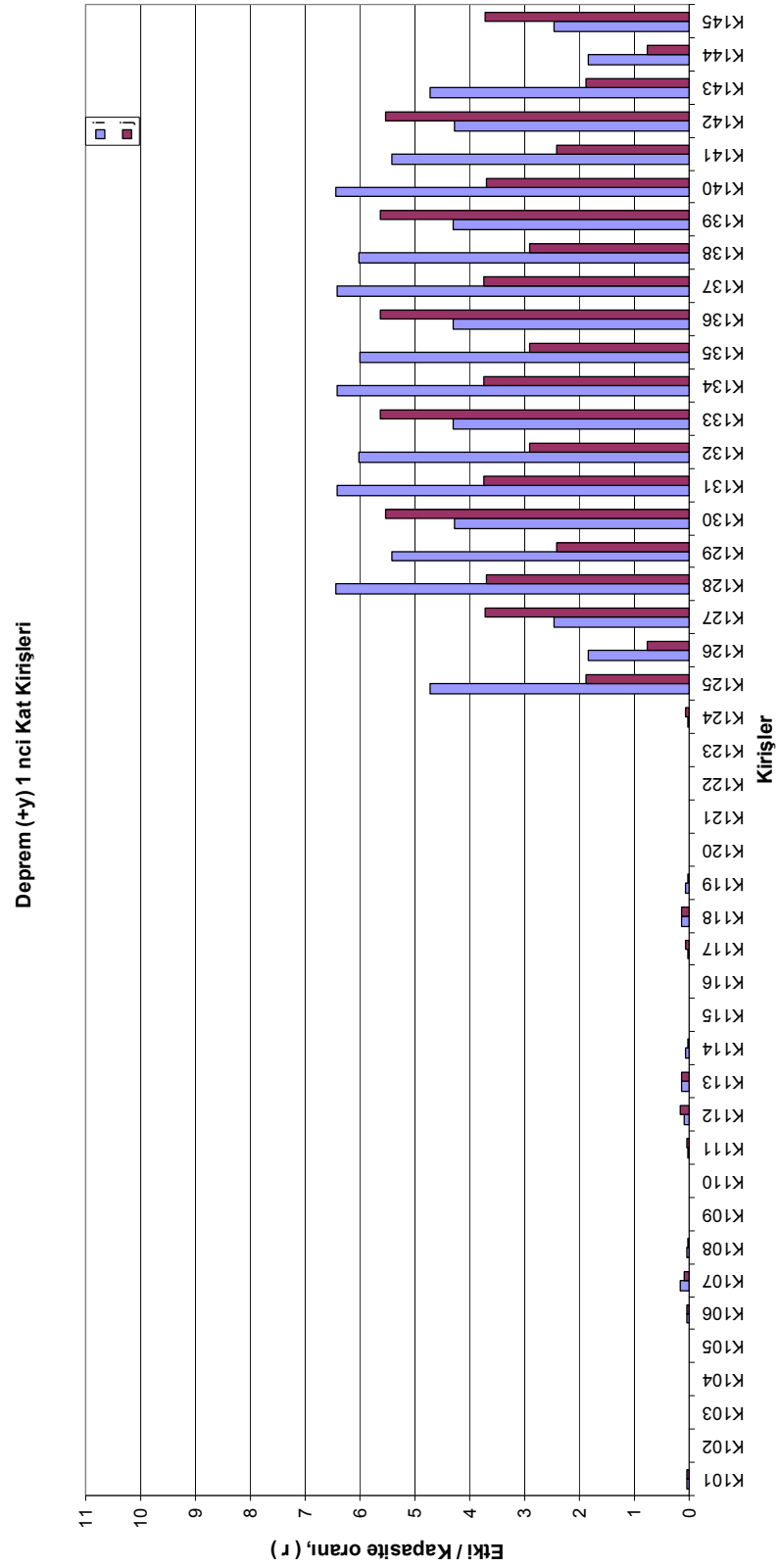
Tez çalışmaları kapsamında çözümü yapılan BH-1 sisteminin her iki doğrultuda simetrik yapıya sahip olması nedeniyle, her bir deprem doğrultusu için tek yönde deprem yüklemeleri yapılarak incelenmiştir.

Tablo 5.11. + y yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlar için).

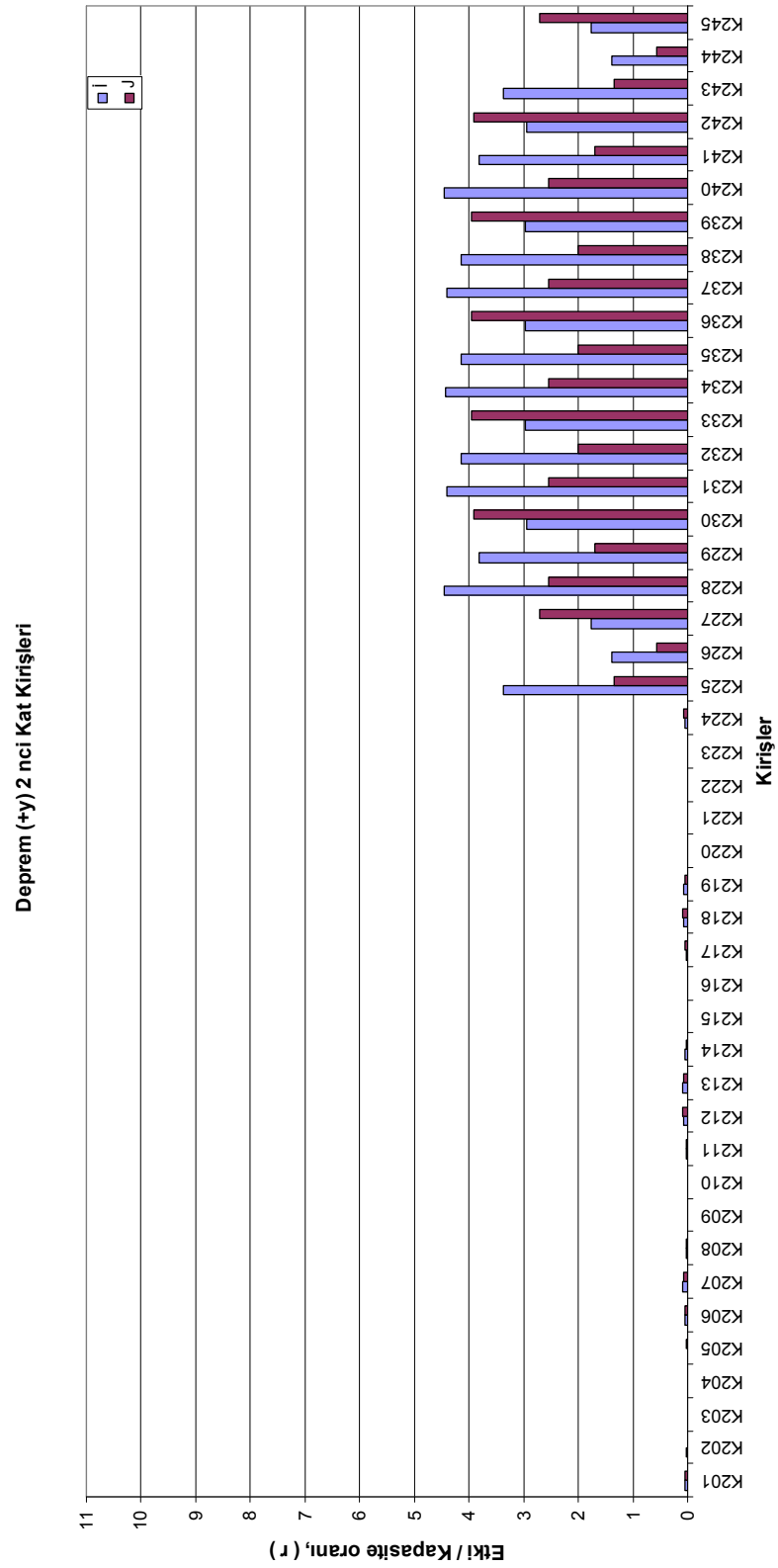
Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)
KZ01 sol	9,94	KZ16 sol	6,82	KZ31 sol	6,82
KZ01 sağ	6,82	KZ16 sağ	15,57	KZ31 sağ	16,39
KZ02 sol	6,82	KZ17 sol	15,57	KZ32 sol	6,82
KZ02 sağ	15,57	KZ17 sağ	6,82	KZ32 sağ	19,05
KZ03 sol	15,57	KZ18 sol	6,82	KZ33 sol	10,22
KZ03 sağ	6,82	KZ18 sağ	9,94	KZ33 sağ	12,24
KZ04 sol	6,82	KZ19 sol	6,82	KZ34 sol	6,82
KZ04 sağ	15,57	KZ19 sağ	12,34	KZ34 sağ	16,39
KZ05 sol	15,57	KZ20 sol	12,34	KZ35 sol	6,82
KZ05 sağ	6,82	KZ20 sağ	10,22	KZ35 sağ	19,05
KZ06 sol	6,82	KZ21 sol	10,22	KZ36 sol	10,22
KZ06 sağ	9,94	KZ21 sağ	12,34	KZ36 sağ	12,24
KZ07 sol	6,82	KZ22 sol	12,34	KZ37 sol	6,82
KZ07 sağ	12,34	KZ22 sağ	10,22	KZ37 sağ	16,39
KZ08 sol	12,34	KZ23 sol	10,22	KZ38 sol	6,82
KZ08 sağ	10,22	KZ23 sağ	12,34	KZ38 sağ	19,05
KZ09 sol	10,22	KZ24 sol	12,34	KZ39 sol	10,22
KZ09 sağ	12,34	KZ24 sağ	6,82	KZ39 sağ	12,24
KZ10 sol	12,34	KZ25 sol	6,82	KZ40 sol	6,82
KZ10 sağ	10,22	KZ25 sağ	16,39	KZ40 sağ	16,39
KZ11 sol	10,22	KZ26 sol	6,82	KZ41 sol	6,82
KZ11 sağ	12,34	KZ26 sağ	19,05	KZ41 sağ	19,05
KZ12 sol	12,34	KZ27 sol	10,22	KZ42 sol	10,22
KZ12 sağ	6,82	KZ27 sağ	12,24	KZ42 sağ	12,24
KZ13 sol	9,94	KZ28 sol	6,82	KZ43 sol	6,82
KZ13 sağ	6,82	KZ28 sağ	16,39	KZ43 sağ	16,39
KZ14 sol	6,82	KZ29 sol	6,82	KZ44 sol	6,82
KZ14 sağ	15,57	KZ29 sağ	19,05	KZ44 sağ	19,05
KZ15 sol	15,57	KZ30 sol	10,22	KZ45 sol	10,22
KZ15 sağ	6,82	KZ30 sağ	12,24	KZ45 sağ	12,24



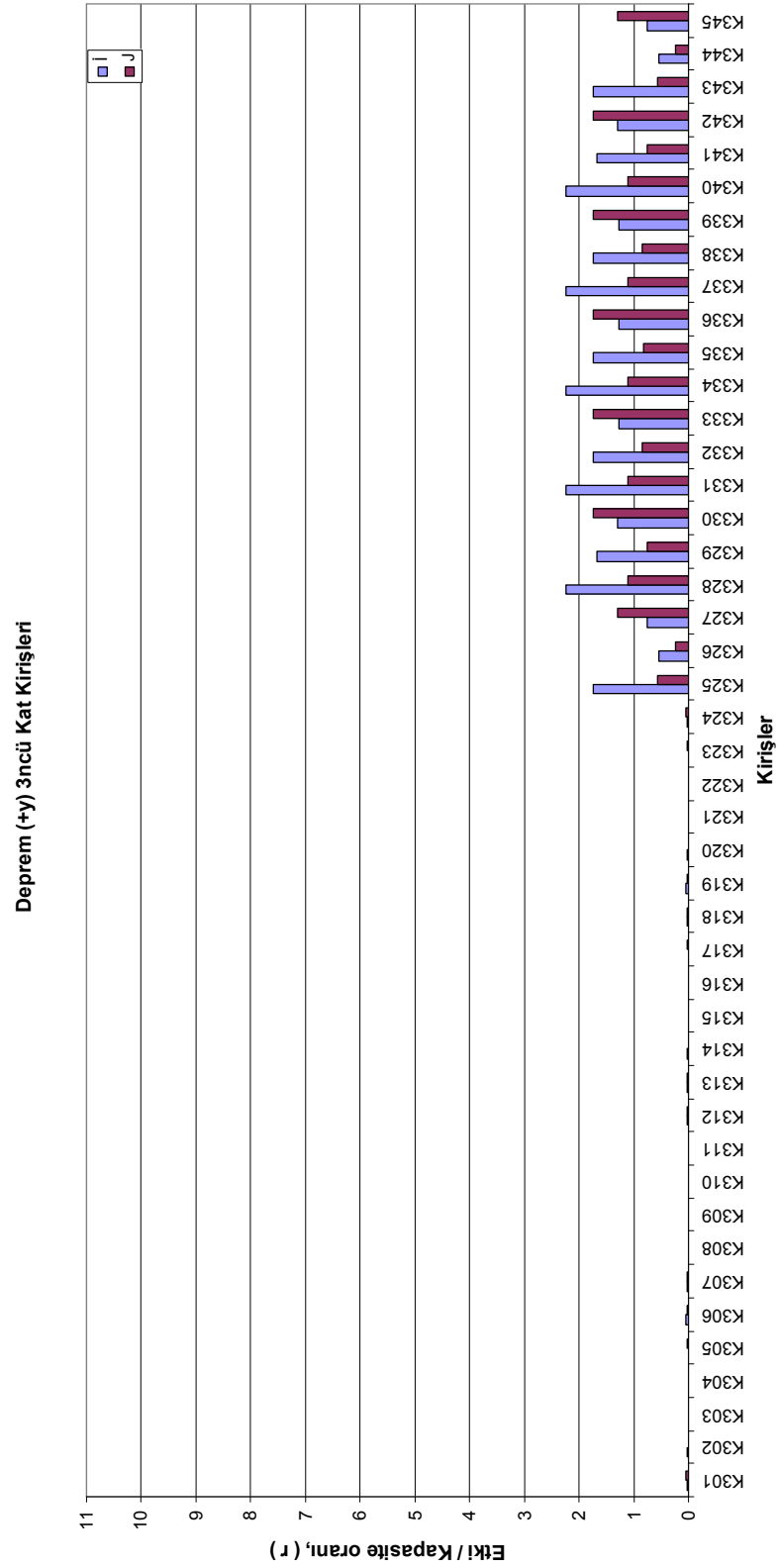
Şekil 5.13. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



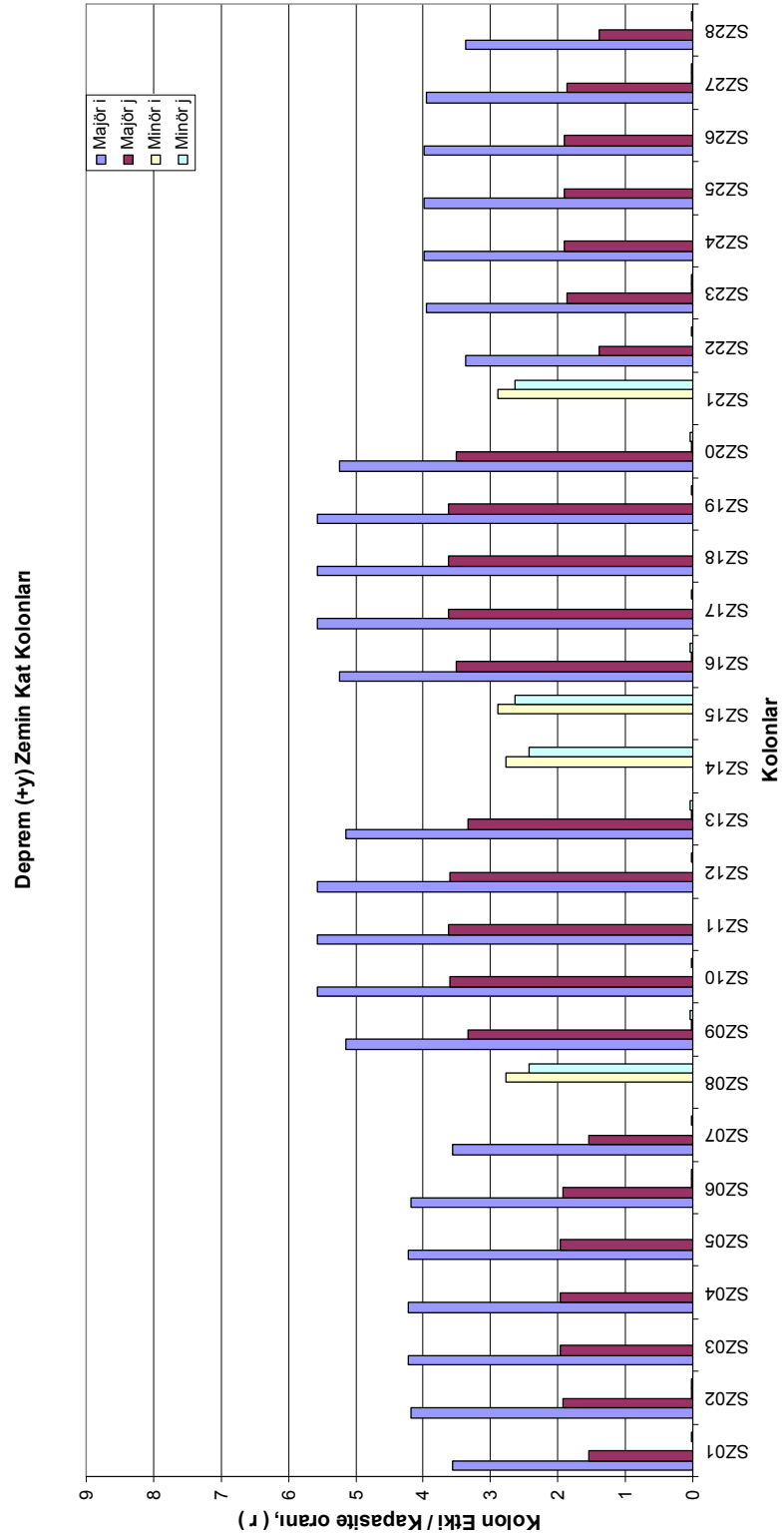
Şekil 5.14. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



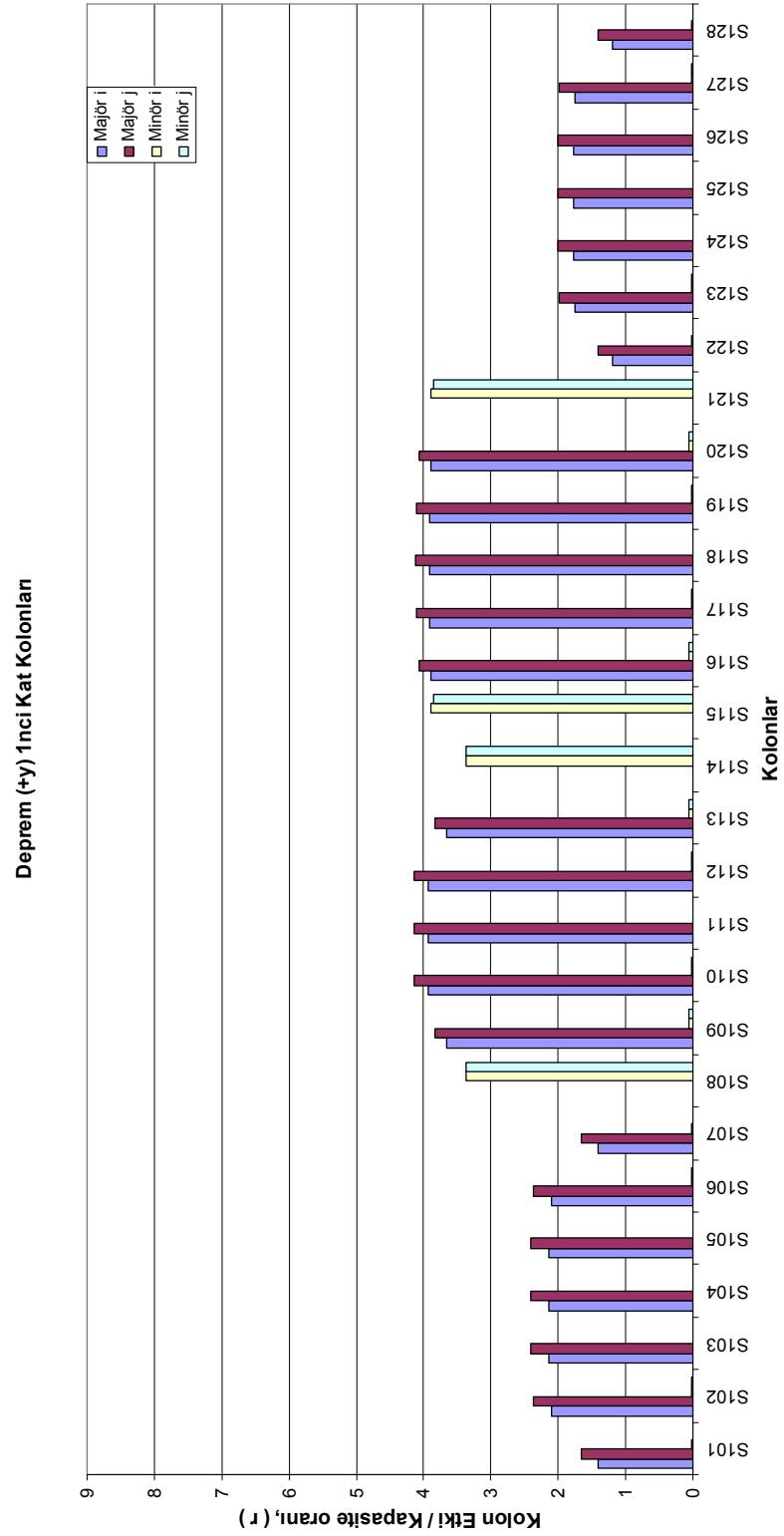
Şekil 5.15. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



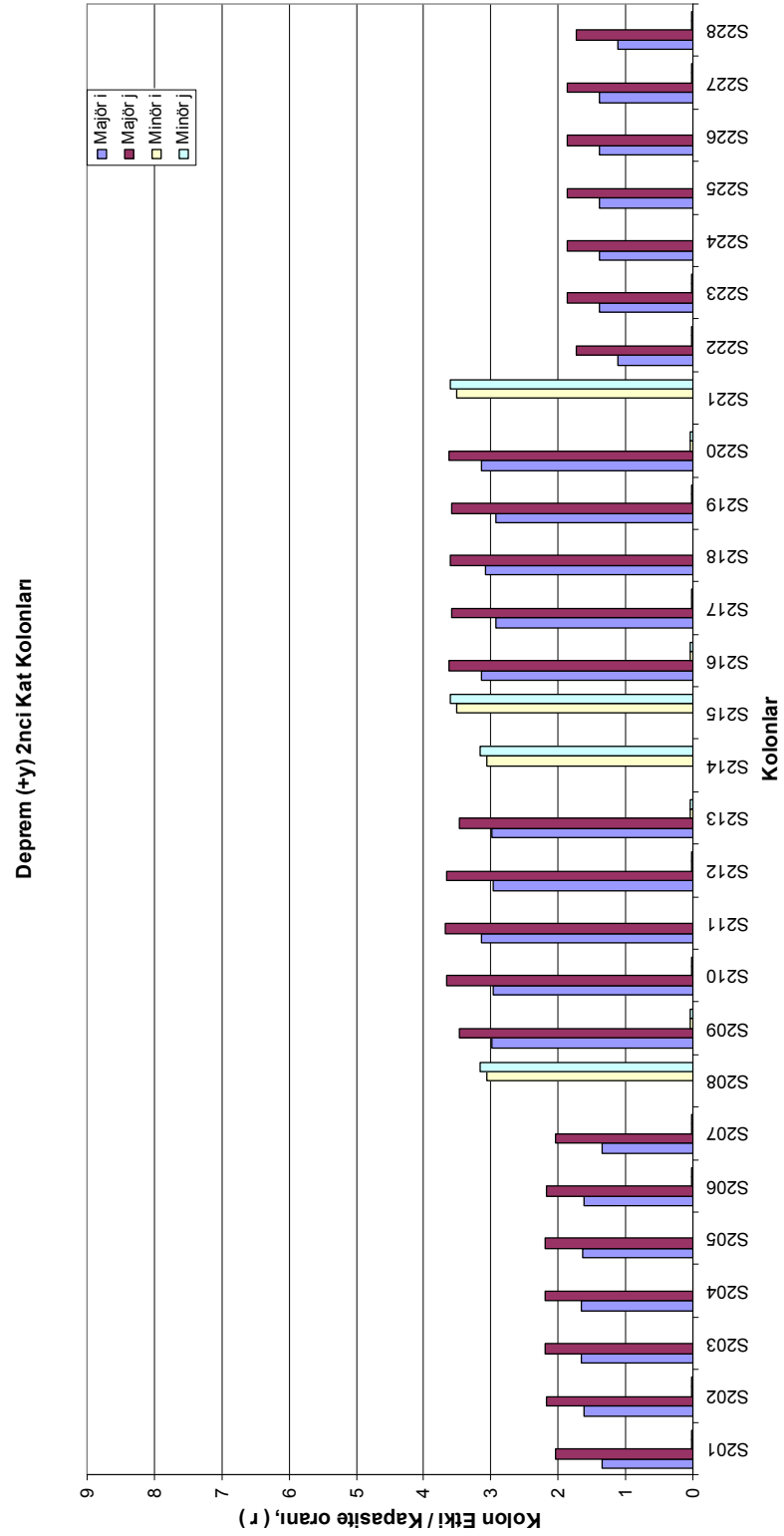
Şekil 5.16. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



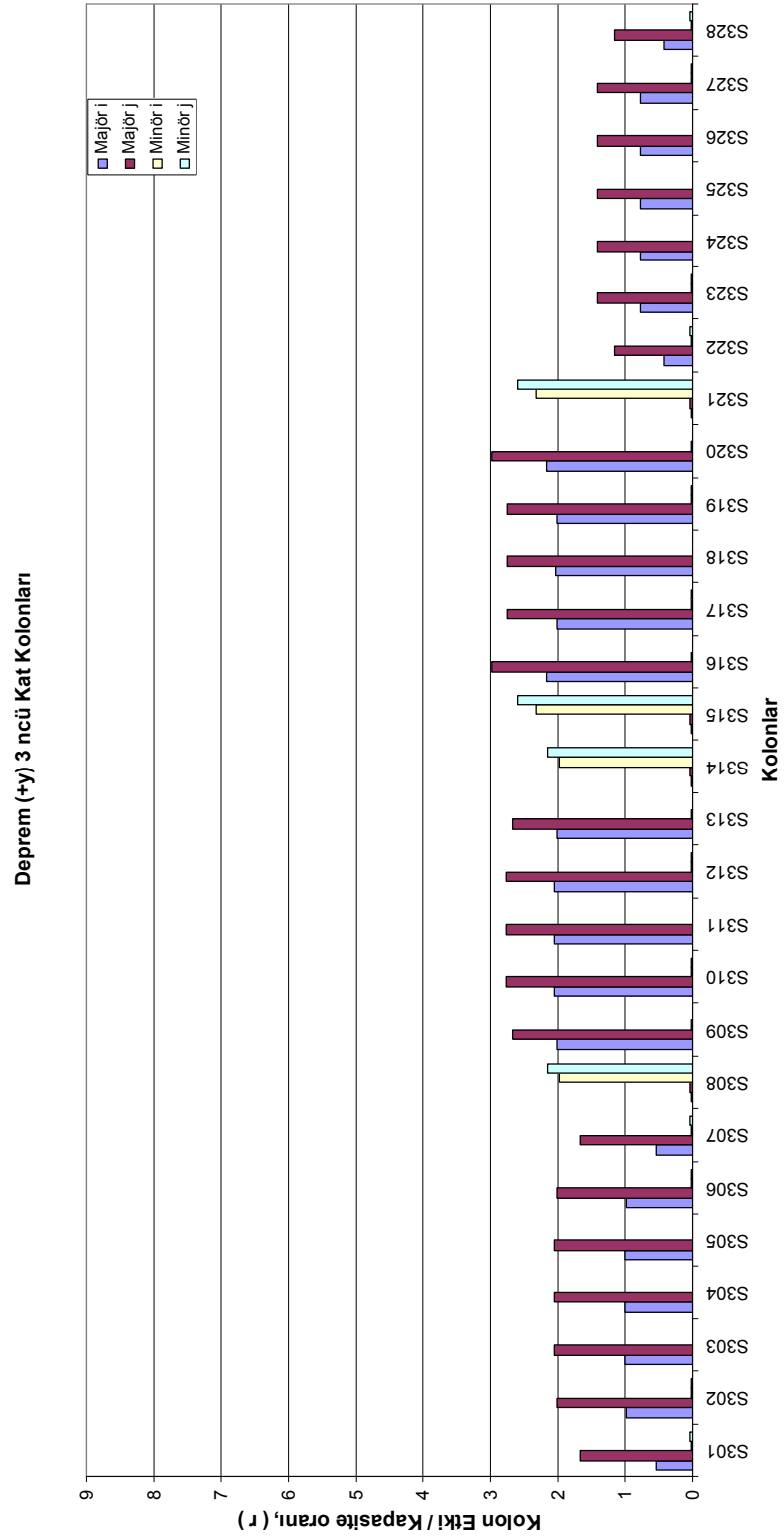
Şekil 5.17. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.18. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.19. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.20. BH-1 binası y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Tablo 5.12. Binanın +y yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
2	Kirişler	28 (%62)	17 (%38)	-	-
	Kolonlar	14 (%50)	14 (%50)	-	-
1	Kirişler	26 (%58)	14 (%31)	5 (%11)	-
	Kolonlar	-	28 (%100)	-	-
Zemin	Kirişler	26 (%58)	9 (%20)	10 (%22)	-
	Kolonlar	4 (%14)	9 (%32)	15 (%54)	-

Tablo 5.13. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Ac _{fc} k	Kolon Tipi
S301	4,55	<MN	<MN	10,87	14,69	6,49	19,8	Güçlü
S302	4,68	<MN	<MN	11,89	14,69	10,78	19,8	Güçlü
S303	4,68	<MN	<MN	11,86	14,69	10,64	19,8	Güçlü
S304	4,68	<MN	<MN	11,85	14,69	10,62	19,8	Güçlü
S305	4,68	<MN	<MN	11,86	14,69	10,64	19,8	Güçlü
S306	4,68	<MN	<MN	11,89	14,69	10,78	19,8	Güçlü
S307	4,55	<MN	<MN	10,87	14,69	6,49	19,8	Güçlü
S308	0,7	<MN	<MN	5,67	36	7,5	19,8	Güçlü
S309	11,64	<MN	<MN	12,62	36,22	14,02	19,8	Güçlü
S310	11,74	<MN	<MN	13,22	36,22	16,85	19,8	Güçlü
S311	11,74	<MN	<MN	13,19	36,22	16,7	19,8	Güçlü
S312	11,74	<MN	<MN	13,22	36,22	16,85	19,8	Güçlü
S313	11,64	<MN	<MN	12,62	36,22	14,02	19,8	Güçlü
S314	0,7	<MN	<MN	5,67	36	7,5	19,8	Güçlü
S315	0,42	<MN	<MN	5,67	28,21	7,5	19,8	Güçlü
S316	9	<MN	<MN	12,62	28,3	14,02	19,8	Güçlü
S317	9,04	<MN	<MN	13,22	28,3	16,85	19,8	Güçlü
S318	9,04	<MN	<MN	13,19	28,3	16,7	19,8	Güçlü
S319	9,04	<MN	<MN	13,22	28,3	16,85	19,8	Güçlü
S320	9	<MN	<MN	12,62	28,3	14,02	19,8	Güçlü
S321	0,42	<MN	<MN	5,67	28,21	7,5	19,8	Güçlü
S322	4,55	<MN	<MN	10,87	14,69	6,49	19,8	Güçlü
S323	4,68	<MN	<MN	11,89	14,69	10,78	19,8	Güçlü
S324	4,68	<MN	<MN	11,86	14,69	10,64	19,8	Güçlü
S325	4,68	<MN	<MN	11,85	14,69	10,62	19,8	Güçlü
S326	4,68	<MN	<MN	11,86	14,69	10,64	19,8	Güçlü
S327	4,68	<MN	<MN	11,89	14,69	10,78	19,8	Güçlü
S328	4,55	<MN	<MN	10,87	14,69	6,49	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00%

Tablo 5.14. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Ac _{fc} k	Kolon Tipi
S201	4,55	<MN	<MN	25,15	14,69	13,83	19,8	Güçlü
S202	4,68	<MN	<MN	28,8	14,69	22,82	19,8	Güçlü
S203	4,68	<MN	<MN	28,79	14,69	22,78	19,8	Güçlü
S204	4,68	<MN	<MN	28,76	14,69	22,7	19,8	Güçlü
S205	4,68	<MN	<MN	28,79	14,69	22,78	19,8	Güçlü
S206	4,68	<MN	<MN	28,8	14,69	22,82	19,8	Güçlü
S207	4,55	<MN	<MN	25,15	14,69	13,83	19,8	Güçlü
S208	0,37	MN	MN	11,69	36	15,63	19,8	Güçlü
S209	11,64	<MN	MN	31,13	36,22	29,47	19,8	Zayıf
S210	11,74	<MN	MN	33,9	36,22	35,73	19,8	Zayıf
S211	11,74	MN	MN	33,85	36,22	35,44	19,8	Zayıf
S212	11,74	<MN	MN	33,9	36,22	35,73	19,8	Zayıf
S213	11,64	<MN	MN	31,13	36,22	29,47	19,8	Zayıf
S214	0,37	MN	MN	11,69	36	15,63	19,8	Güçlü
S215	0,38	MN	MN	11,69	28,21	15,63	19,8	Güçlü
S216	9	MN	MN	31,13	28,3	29,47	19,8	Güçlü
S217	9,04	<MN	MN	33,9	28,3	35,73	19,8	Güçlü
S218	9,04	MN	MN	33,85	28,3	35,44	19,8	Güçlü
S219	9,04	<MN	MN	33,9	28,3	35,73	19,8	Güçlü
S220	9	MN	MN	31,13	28,3	29,47	19,8	Güçlü
S221	0,38	MN	MN	11,69	28,21	15,63	19,8	Güçlü
S222	4,55	<MN	<MN	25,15	14,69	13,83	19,8	Güçlü
S223	4,68	<MN	<MN	28,8	14,69	22,82	19,8	Güçlü
S224	4,68	<MN	<MN	28,79	14,69	22,78	19,8	Güçlü
S225	4,68	<MN	<MN	28,76	14,69	22,71	19,8	Güçlü
S226	4,68	<MN	<MN	28,79	14,69	22,78	19,8	Güçlü
S227	4,68	<MN	<MN	28,8	14,69	22,82	19,8	Güçlü
S228	4,55	<MN	<MN	25,15	14,69	13,83	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 6,90%

Tablo 5.15. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Ac _{fc} k	Kolon Tipi
S101	4,55	MN	MN	28,15	14,69	21,12	19,8	Güçlü
S102	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,87	19,8	Güçlü
S103	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,84	19,8	Güçlü
S104	4,68	MN	MN	33,75	14,69	34,74	19,8	Güçlü
S105	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,84	19,8	Güçlü
S106	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,87	19,8	Güçlü
S107	4,55	MN	MN	28,15	14,69	21,11	19,8	Güçlü
S108	0,37	MN	MN	13,3	36	23,73	19,8	Zayıf
S109	11,64	MN	MN	35,23	36,22	45,03	19,8	Zayıf
S110	11,74	MN	MN	36,46	36,22	54,66	19,8	Güçlü
S111	11,74	MN	MN	36,41	36,22	54,24	19,8	Güçlü
S112	11,74	MN	MN	36,46	36,22	54,66	19,8	Güçlü
S113	11,64	MN	MN	35,23	36,22	45,03	19,8	Zayıf
S114	0,37	MN	MN	13,3	36	23,73	19,8	Zayıf
S115	0,42	MN	MN	13,3	28,21	23,73	19,8	Zayıf
S116	9	MN	MN	35,23	28,3	45,03	19,8	Güçlü
S117	9,04	MN	MN	36,46	28,3	54,66	19,8	Güçlü
S118	9,04	MN	MN	36,41	28,3	54,24	19,8	Güçlü
S119	9,04	MN	MN	36,46	28,3	54,66	19,8	Güçlü
S120	9	MN	MN	35,23	28,3	45,03	19,8	Güçlü
S121	0,42	MN	MN	13,3	28,21	23,73	19,8	Zayıf
S122	4,55	MN	MN	28,15	14,69	21,11	19,8	Güçlü
S123	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,87	19,8	Güçlü
S124	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,85	19,8	Güçlü
S125	4,68	MN	MN	33,75	14,69	34,74	19,8	Güçlü
S126	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,85	19,8	Güçlü
S127	4,68	MN	MN	33,77	14,69	34,87	19,8	Güçlü
S128	4,55	MN	MN	28,15	14,69	21,11	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 14,61%

Tablo 5.16. Binaın +y yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Ac _{ck}	Kolon Tipi
SZ01	8,33	MN	<MN	30,82	14,69	28,53	19,8	Güçlü
SZ02	4,82	GV	<MN	35,52	14,69	47,17	19,8	Güçlü
SZ03	4,82	GV	<MN	35,49	14,69	46,98	19,8	Güçlü
SZ04	4,82	GV	<MN	35,48	14,69	46,88	19,8	Güçlü
SZ05	4,82	GV	<MN	35,49	14,69	46,98	19,8	Güçlü
SZ06	4,82	GV	<MN	35,52	14,69	47,17	19,8	Güçlü
SZ07	8,33	MN	<MN	30,82	14,69	28,52	19,8	Güçlü
SZ08	0,15	<MN	<MN	15,39	36	31,95	19,8	Zayıf
SZ09	10,61	GV	MN	37,16	36,22	61	19,8	Güçlü
SZ10	11,03	GV	MN	38,33	36,22	73,96	19,8	Güçlü
SZ11	11,04	GV	MN	38,27	36,22	73,37	19,8	Güçlü
SZ12	11,03	GV	MN	38,33	36,22	73,96	19,8	Güçlü
SZ13	10,61	GV	MN	37,16	36,22	61	19,8	Güçlü
SZ14	0,15	<MN	<MN	15,39	36	31,95	19,8	Zayıf
SZ15	0,17	<MN	<MN	15,39	28,21	31,95	19,8	Zayıf
SZ16	9,96	GV	MN	37,16	28,3	61	19,8	Güçlü
SZ17	9,99	GV	MN	38,33	28,3	73,96	19,8	Güçlü
SZ18	9,97	GV	MN	38,27	28,3	73,36	19,8	Güçlü
SZ19	9,99	GV	MN	38,33	28,3	73,96	19,8	Güçlü
SZ20	9,96	GV	MN	37,16	28,3	60,99	19,8	Güçlü
SZ21	0,17	<MN	<MN	15,39	28,21	31,95	19,8	Zayıf
SZ22	7,02	MN	<MN	30,82	14,69	28,52	19,8	Güçlü
SZ23	7,93	MN	<MN	35,52	14,69	47,17	19,8	Güçlü
SZ24	7,97	MN	<MN	35,49	14,69	46,99	19,8	Güçlü
SZ25	7,96	MN	<MN	35,48	14,69	46,88	19,8	Güçlü
SZ26	7,97	MN	<MN	35,49	14,69	46,98	19,8	Güçlü
SZ27	7,93	MN	<MN	35,52	14,69	47,18	19,8	Güçlü
SZ28	7,02	MN	<MN	30,82	14,69	28,52	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 64,34%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Yapılan çözümler sonucu x yönü eşdeğer deprem yüklemesi neticesinde BH-1 yapı sisteminin performans düzeyi “Göçme Durumu”, y yönü deprem yüklemesi sonucu “Göçme Öncesi” olarak belirlenmiştir.

5.1.3. Sistemin Deprem Performansının Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Belirlenmesi.

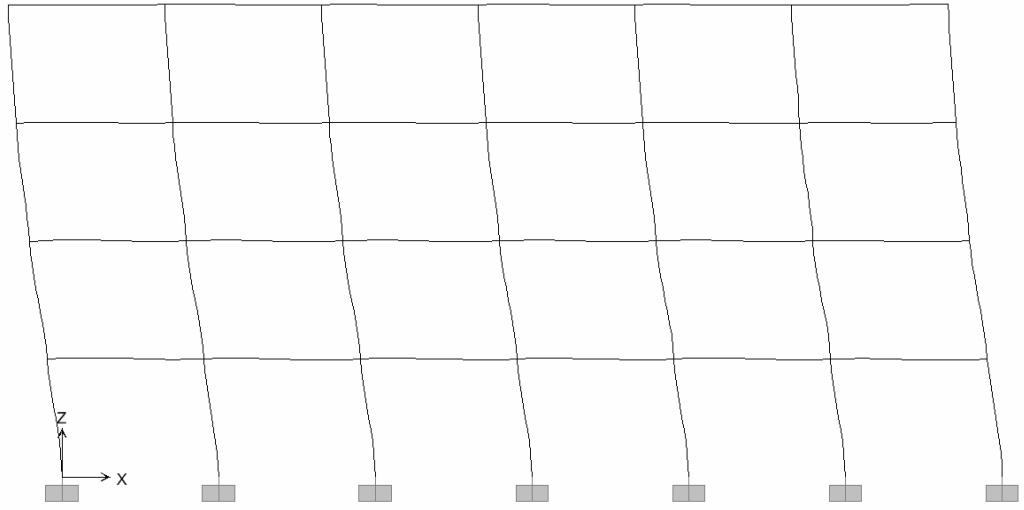
Bu yöntemde, deprem etkisi altında göz önünde bulundurulan yapının, birinci titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istemi sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizi yapılacaktır. Daha önce anlatıldığı üzere düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerlerin hesaplanması yöntemi oluşturmaktadır.

İncelenen yapının hesabında ve modellenmesinde yapılan kabulleri aynı kalmak üzere; eğilme rijitlikleri çatlamış kesite göre hesaplanmıştır. Buna göre kirişlerde 0.40 EI, kolon ve perdelerde ise

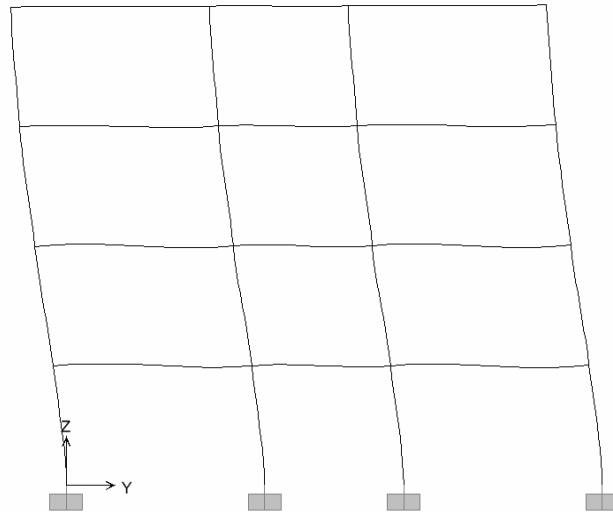
$$N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10 \text{ olması durumunda : } (EI)_e = 0,40 (EI)_o$$

$$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40 \text{ olması durumunda : } (EI)_e = 0,80 (EI)_o$$

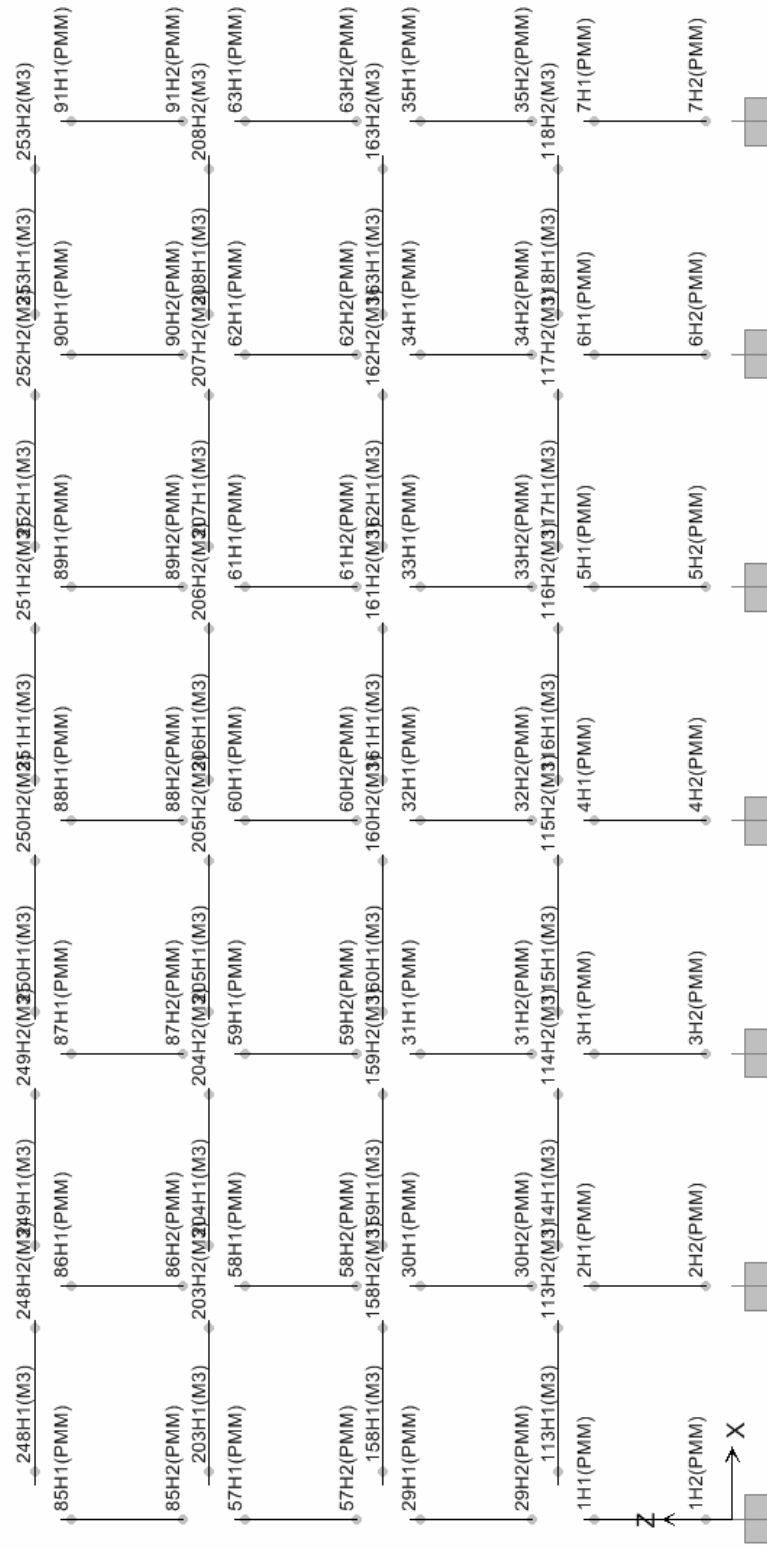
olarak hesaplanacaktır. Hesaplar sonucunda elde edilen modall titreşim periyotları tekrar kontrol edilmiş ve mod şekilleri Şekil 5.21 ve 5.22 de sunulmuştur.



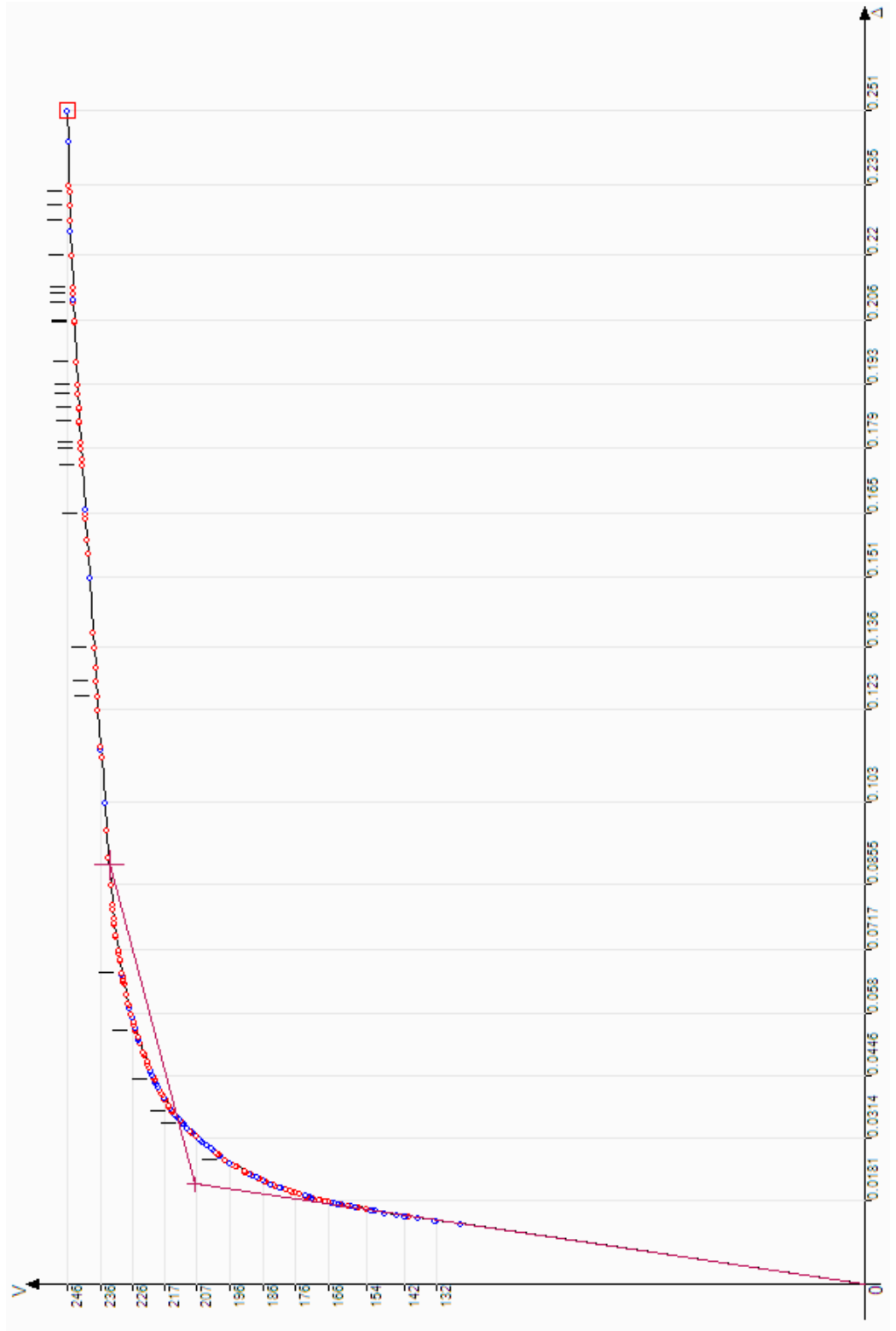
Şekil 5.21. BH-1 binası y yönü için bulunan 1 nci moda ait yerdeğiştirme.



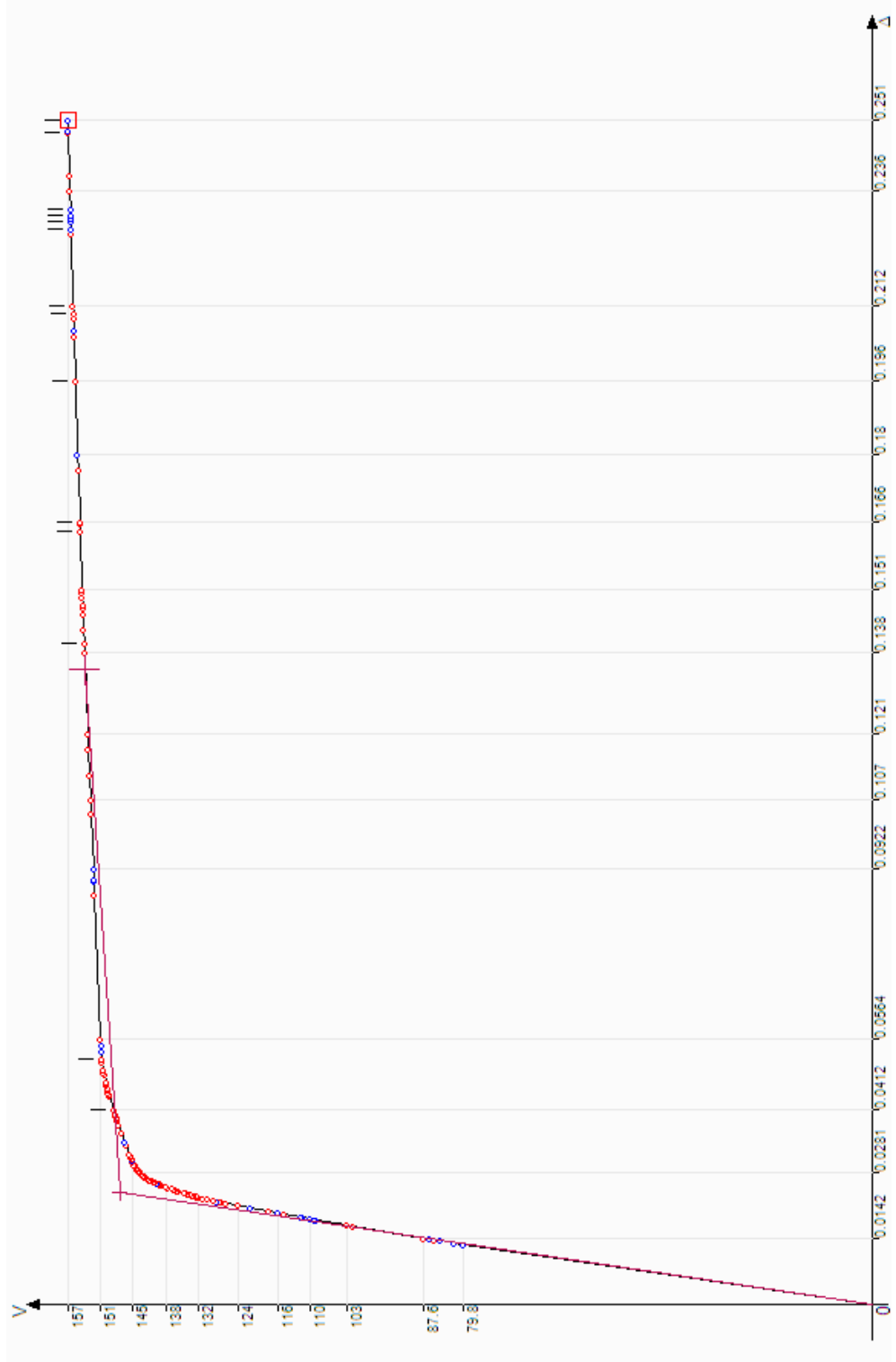
Şekil 5.22. BH-1 binası x yönü için bulunan 1 nci moda ait yerdeğiştirme.



Şekil 5.23. BH-1 binası x yönü için olası plastik mafsalların yeri.



Şekil 5.24. BH-1 Binası +y yönü Kapasite Diyagramı.



Şekil 5.25. BH-1 Binası +x yönü Kapasite Diyagramı.

İtme analizi sonucunda tüm plastik kesitlerde elde edilen plastik mafsal dönmeleri plastik mafsal boyuna bölünerek, bu kesitlere ait plastik eğrilik istemleri hesaplanır.

Eşdeğer akma eğriliği ϕ_y bulunur. Eşdeğer akma eğriliği plastik eğrilik istemine eklenerek toplam eğrilik istemi elde edilir.

$$\begin{aligned}\rho &= A_s / (b.d) \\ \rho' &= A_{s'} / (b.d)\end{aligned}\quad (5.1)$$

$$n = E_s / E_c \quad (5.2)$$

$$k_x = \left[(\rho + \rho')^2 n^2 + 2(\rho + \rho' d' / d) n \right]^{1/2} - (\rho + \rho') n \quad (5.3)$$

$$x = k_x . d \quad (5.4)$$

$$\varepsilon_c = \varepsilon_y k_x / (1 - k_x) \quad (5.5)$$

$$\phi_y = \varepsilon_c / x \quad (5.6)$$

$$\phi_t = \phi_y + \phi_p \quad (5.7)$$

BH-1 örnek sistemimizde Sap-2000 analiz programı kullanılarak θ_p değerleri bulunmuş ve bulunan bu değerler l_p 'ye bölünerek Φ_p değerleri hesaplanmıştır. Bulunan bu değer Φ_y değeri ile toplanarak Φ_t değeri hesaplanacaktır.

$$\phi_p = \theta_p / l_p \quad (5.8)$$

Örnek olarak 2 nci kata ait K211 nolu giriş için hesap yapılmıştır. Buna göre x doğrultusunda yapılan analiz sonucu bulunan girişe ait plastik mafsal dönme θ_p değeri 0,01683 dir.

$$h=0,50 \text{ m}, d=0,46 \text{ m}$$

$$\rho=11,121 \text{ cm}^2, \rho'=18,473 \text{ cm}^2,$$

$$n=E_s/E_c = 200/24,5=8,16 \text{ bulunur.}$$

$$\text{Buradan } k_x=0,264047 \text{ ve } x=0,12146 \text{ bulunur.}$$

$$\varepsilon_c = \varepsilon_y k_x / (1 - k_x) = 0,0011 \times 0,264047 / (1 - 0,264047) = 0,000395;$$

$\Phi_y=0,000395/0,12146=0,003249$ bulunur.

$l_p=0,5 \times h=0,25$

$\Phi_p=0,01683 / 0,25 = 0,004208$ bulunur.

$\Phi_t= \Phi_y+ \Phi_p=0,007457$ bulunur.

Bu işlemlerden sonra ε'_c ve ε_s değerleri Denk.5.9 ve Denk.5.10'dan hesaplanarak sınır durumlarla (Denk. 3.42-3.44) karşılaştırılır ve elemanın performans durumu belirlenir.(her iki uç için ayrı hesaplanır.)

$$\varepsilon_c = \phi_t c \quad (5.9)$$

$$\varepsilon_s = \phi_t (d - c) \quad (5.10)$$

Yapılan artımsal eşdeğer deprem analizi sonucu bulunan performans raporları Tablo 5.17-5.20'de sunulmuştur.

Tablo 5.17. +x yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
3.Kat	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.Kat	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.Kat	91,11%	8,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin Kat	84,44%	6,67%	8,89%	0,00%	0,00%	0,00%

Tablo 5.18. +x yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
3.Kat	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.Kat	55,36%	44,64%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.Kat	14,29%	0,00%	85,71%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin Kat	5,36%	8,93%	78,57%	3,57%	0,00%	3,57%

Tablo 5.19. +y yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
3.Kat	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.Kat	81,11%	18,89%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1.Kat	64,44%	13,33%	22,22%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin Kat	62,22%	1,11%	36,67%	0,00%	0,00%	0,00%

Tablo 5.20. +y yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
3.Kat	87,50%	12,50%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2.Kat	37,50%	46,43%	16,07%	0,00%	0,00%	0,00%
1.Kat	41,07%	35,71%	23,21%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin Kat	32,14%	16,07%	41,07%	0,00%	0,00%	10,71%

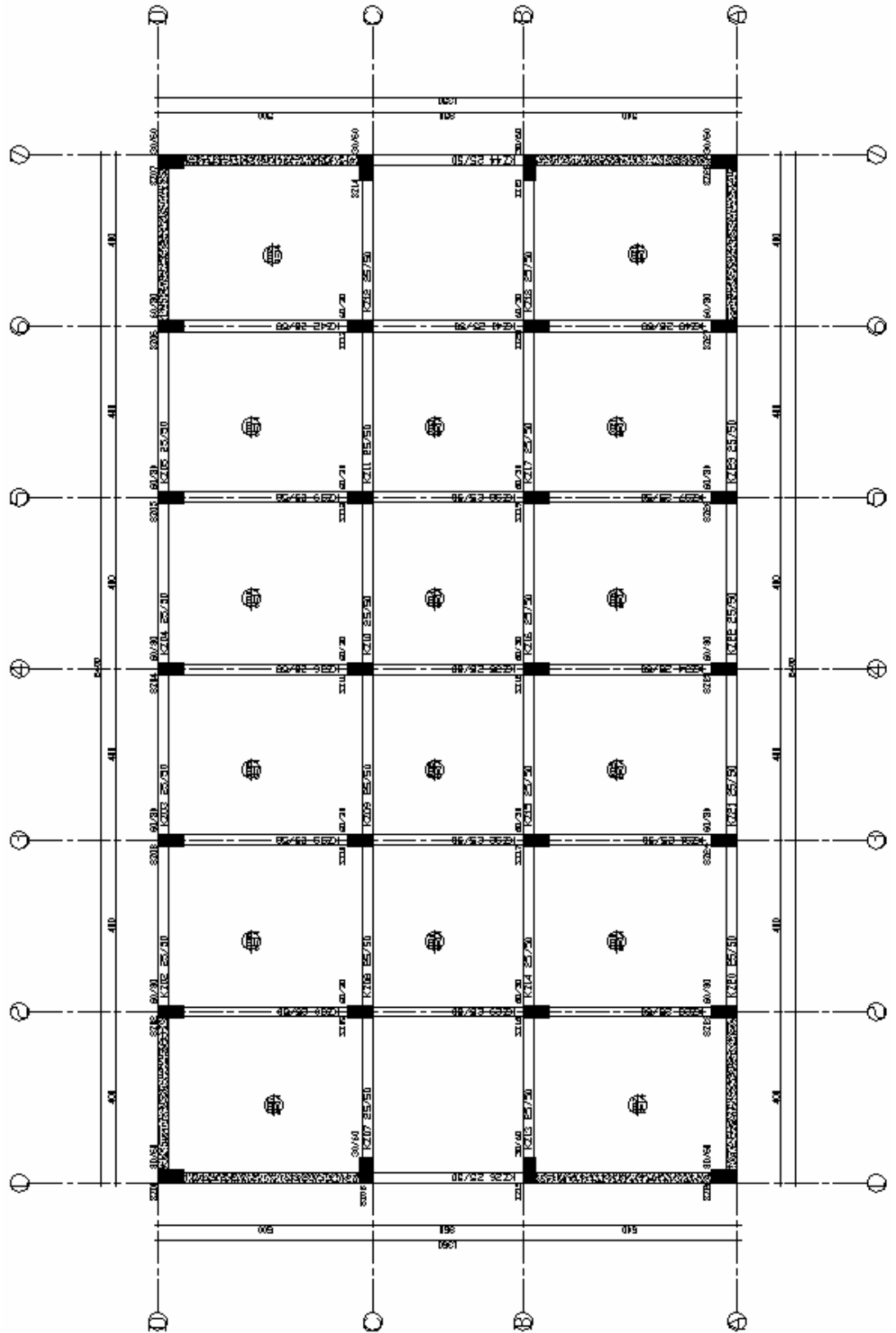
Yapılan çözümler sonucu x ve y yönü artımsal eşdeğer deprem yüklemesi neticesinde BH-1 yapı sisteminin performans düzeyi “Göçme Durumu” olarak belirlenmiştir.

5.2. BH-1 Binasının Deprem Performansının Arttırılması.

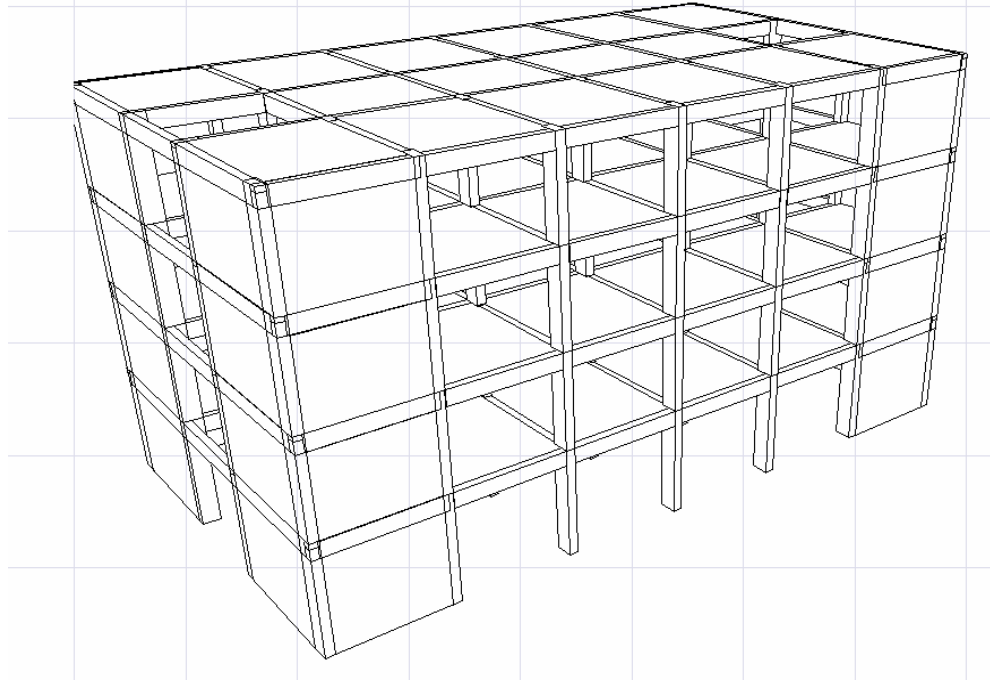
5.2.1. BH-1 Binasının Güçlendirilmesi.

Yapılan lineer ve nonlineer analizler sonucunda BH-1 binasının istenilen performans düzeyini sağlayamadığı, depremden sonra hemen hizmet vermeyi gerektiren bu tip binaların güçlendirilerek istenilen performans düzeyine getirmek gerekmektedir. Bu nedenle sistemimize perde eklemek suretiyle sistem güçlendirilmesi yapılacaktır.

BH-1 binasının A-B, C-D, 1-2, 6-7 dış aksları arasına tüm katlarda perde duvar eklenerek sistemin çözümüne başlanacaktır. Güçlendirilmiş binaya ait normal kat kalıp planı Şekil 5.26’da sunulmuştur.



Şekil 5.26 Perde Eklenecek Güçlendirilmiş BH-1 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı.



Şekil 5.27.Güçlendirilmiş BH-1 Sistemine ait Perspektif Görünüş.

5.2.2. Güçlendirilen BH-1 Binasının Deprem Performansının Bulunması.

Güçlendirilmiş olan BH-1 yapı sisteminin deprem performansının hesaplanmasında kullanılacak olan çözüm yönteminin seçimi için burulma düzensizliği kontrolleri yapılacaktır.(Tablo 5.21.) Ara hesaplar, sistem güçlendirilmeden önce ayrıntılı olarak gösterildiğinden güçlendirilmiş bina sistemi için yeniden yapılmayacak, doğrudan sonuca gidilecektir.

Tablo 5.21. Bina'nın x ve y yönünde burulma düzensizliğinin kontrolü.

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ x yönü	ηb x yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ y yönü	ηb y yönü
4	8,79	8,44	8,62	1,02	6,03	4,78	5,4	1,12
3	8,57	8,22	8,40	1,02	5,98	4,77	5,38	1,11
2	7,18	6,90	7,04	1,02	5,10	4,09	4,59	1,11
1	4,48	4,30	4,39	1,02	3,33	2,70	3,02	1,10

Binanın her iki doğrultusunda yapılan eşdeğer deprem yüklemeleri sonucunda hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_b < 1,4$ koşulunu sağladığından eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılabilir.

İlk olarak sistemin düşey yükler altındaki (G+Q) eğilme momenti kapasiteleri bulunur. Sap-2000 programı kullanılarak hesaplanan değerler Tablo 5.22.te sunulmuştur.

Tablo 5.22. Kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlardaki kirişler aynı değerlerdedir).

Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)
KZ01 sol	6,82	KZ16 sol	6,82	KZ31 sol	8,82
KZ01 sağ	12,34	KZ16 sağ	15,57	KZ31 sağ	16,39
KZ02 sol	6,82	KZ17 sol	10,22	KZ32 sol	16,39
KZ02 sağ	15,57	KZ17 sağ	12,34	KZ32 sağ	19,05
KZ03 sol	10,22	KZ18 sol	6,82	KZ33 sol	19,05
KZ03 sağ	12,34	KZ18 sağ	9,94	KZ33 sağ	6,82
KZ04 sol	6,82	KZ19 sol	6,82	KZ34 sol	6,82
KZ04 sağ	15,57	KZ19 sağ	12,34	KZ34 sağ	16,39
KZ05 sol	10,22	KZ20 sol	6,82	KZ35 sol	16,39
KZ05 sağ	12,34	KZ20 sağ	15,57	KZ35 sağ	10,22
KZ06 sol	6,82	KZ21 sol	10,22	KZ36 sol	19,05
KZ06 sağ	9,94	KZ21 sağ	12,34	KZ36 sağ	6,82
KZ07 sol	6,82	KZ22 sol	6,82	KZ37 sol	12,24
KZ07 sağ	12,34	KZ22 sağ	15,57	KZ37 sağ	6,82
KZ08 sol	6,82	KZ23 sol	10,22	KZ38 sol	6,82
KZ08 sağ	15,57	KZ23 sağ	12,34	KZ38 sağ	10,22
KZ09 sol	10,22	KZ24 sol	6,82	KZ39 sol	10,22
KZ09 sağ	12,34	KZ24 sağ	9,94	KZ39 sağ	12,24
KZ10 sol	6,82	KZ25 sol	6,82	KZ40 sol	6,82
KZ10 sağ	15,57	KZ25 sağ	16,39	KZ40 sağ	16,39
KZ11 sol	10,22	KZ26 sol	16,39	KZ41 sol	16,39
KZ11 sağ	12,34	KZ26 sağ	19,05	KZ41 sağ	19,05
KZ12 sol	6,82	KZ27 sol	19,05	KZ42 sol	19,05
KZ12 sağ	9,94	KZ27 sağ	6,82	KZ42 sağ	6,82
KZ13 sol	6,82	KZ28 sol	12,24	KZ43 sol	12,24
KZ13 sağ	12,34	KZ28 sağ	6,82	KZ43 sağ	6,82
KZ14 sol	6,82	KZ29 sol	6,82	KZ44 sol	6,82
KZ14 sağ	15,57	KZ29 sağ	10,22	KZ44 sağ	10,22
KZ15 sol	10,22	KZ30 sol	10,22	KZ45 sol	10,22
KZ15 sağ	12,34	KZ30 sağ	12,24	KZ45 sağ	12,24

Aynı şekilde kolonlara ait eğilme momenti kapasiteleri de bulunur. Eğilme momenti ve normal kuvvet altında olan kolon kesitlerinin eğilme momenti kapasiteleri, düşey yüklerden oluşan normal kuvvetlerden hesaplanır.

Örnek olarak herhangi bir kata ait kiriş ve kolona ait etki kapasite oranı ve deprem performansı bulunacaktır. Kiriş olarak 1 nci kata ait K113 kirişi incelenip sonuçlar Tablo 5.23’de gösterilmiştir.

Tablo 5.23. K113 kirişine ait deprem performans değerlendirmesi.

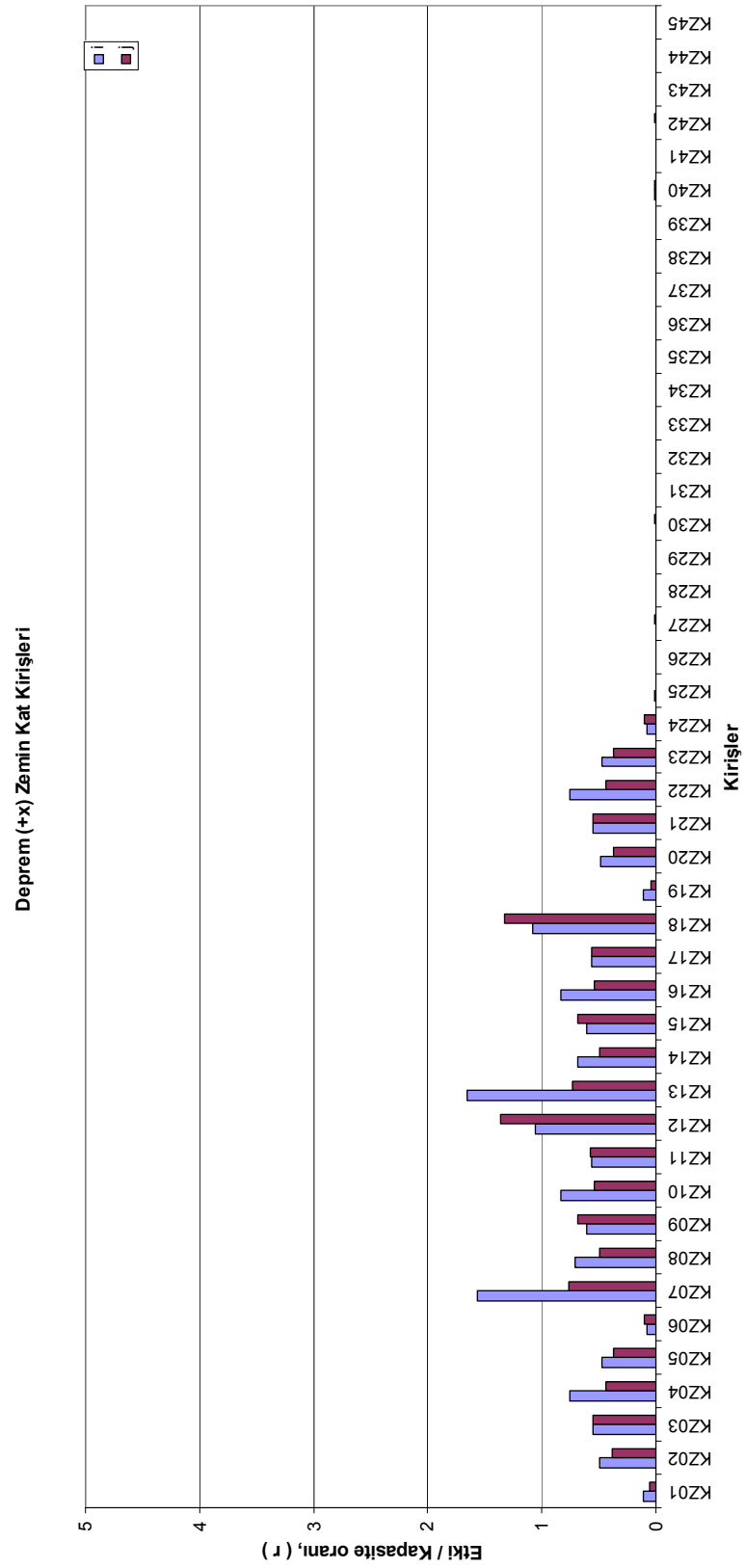
Uç	Analiz Mom. (t.m)	Kapasite Mom. (t.m)	Düşey Yük	Artık Kap.	$(\rho-\rho')/\rho b$	Sar.	V(e)	V(r)	V/b.d.fctm	E/K	Hasar
<i>i</i>	17,28	6,82	0,42	7,24	-0,46	Var	6,93	15,12	0,48	2,39	<MN
<i>j</i>	11,82	12,34	0,83	11,51	0,85	Var	6,93	15,12	0,48	1,03	<MN

Hasarı belirlemek için hesap sonucu bulunan etki/kapasite değeri kirişler için Tablo 3.2 de tanımlanan değerlerle karşılaştırılır. Örnek çözümde sonuçlar grafiksel olarak gösterileceğinden tablo şeklinde sonuçlar verilmemiştir. 2 nci kat S226 kolonu için yapılan hesaplar Tablo 5.24. de gösterilmiştir.

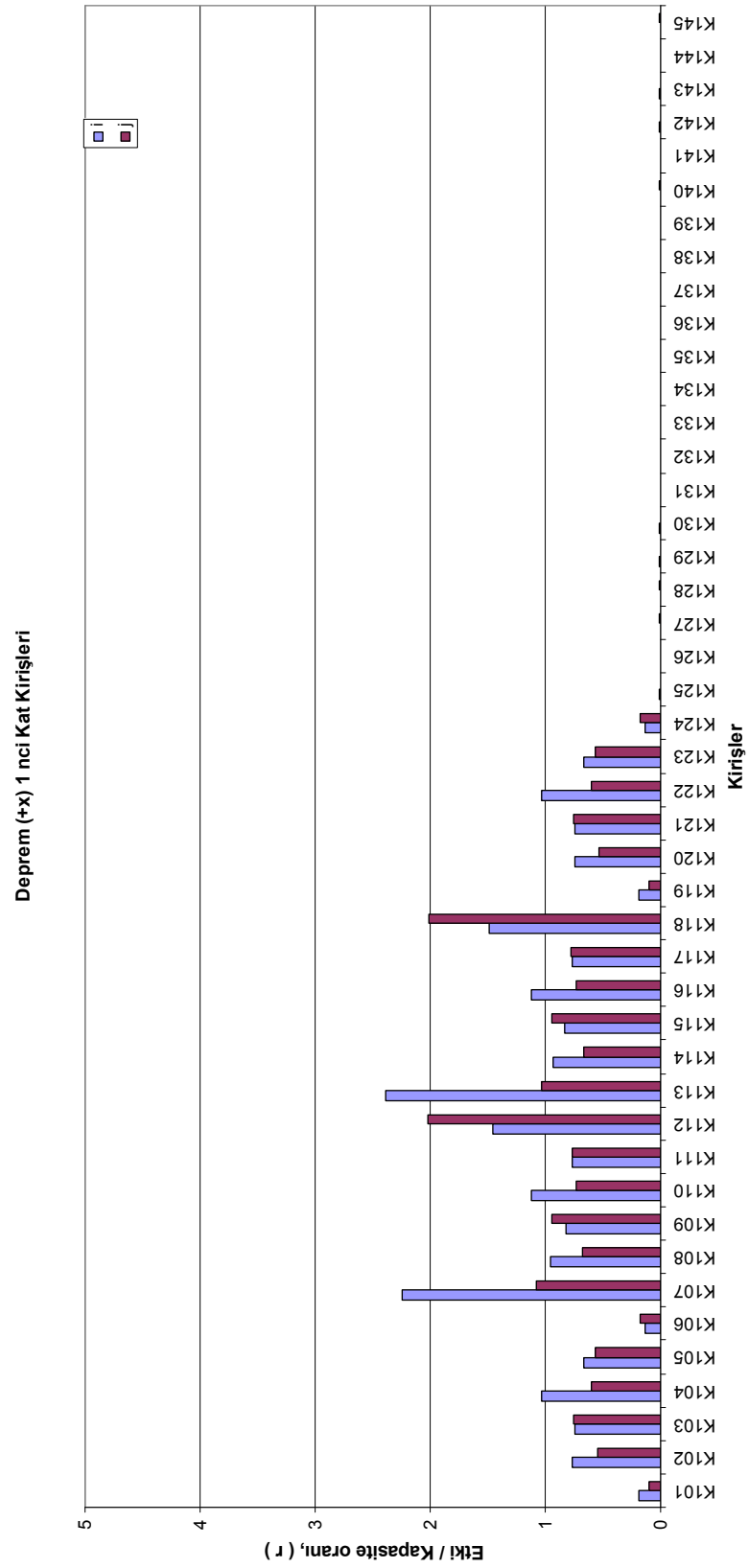
Tablo 5.24. S226 kolonuna ait deprem performans değerlendirmesi.

Uç	Analiz Mom. (t.m)	Kapasite Mom. (t.m)	Ne	Artık Kap.	$Nk/Ac.fcm$	Sar.	V(e)	V(r)	Nk	N max	V/b.d.fctm	E/K	Gör. Depl. (cm)	Hasar
<i>Majör i</i>	0,06	11,48	1,4	12,77	0,11	Var	0,81	36,68	21,01	198	0,04	0	0,496	<MN
<i>Majör j</i>	0,07	11,5	1,4	12,78	0,11	Var	0,81	36,68	21,01	198	0,04	0,01	0,496	<MN
<i>Minör i</i>	9,15	6,35	1,4	6,35	0,1	Var	0,81	45,53	20,59	198	0,04	1,44	0,496	<MN
<i>Minör j</i>	9,02	6,35	1,4	6,37	0,1	Var	0,81	45,53	20,59	198	0,04	1,42	0,496	<MN

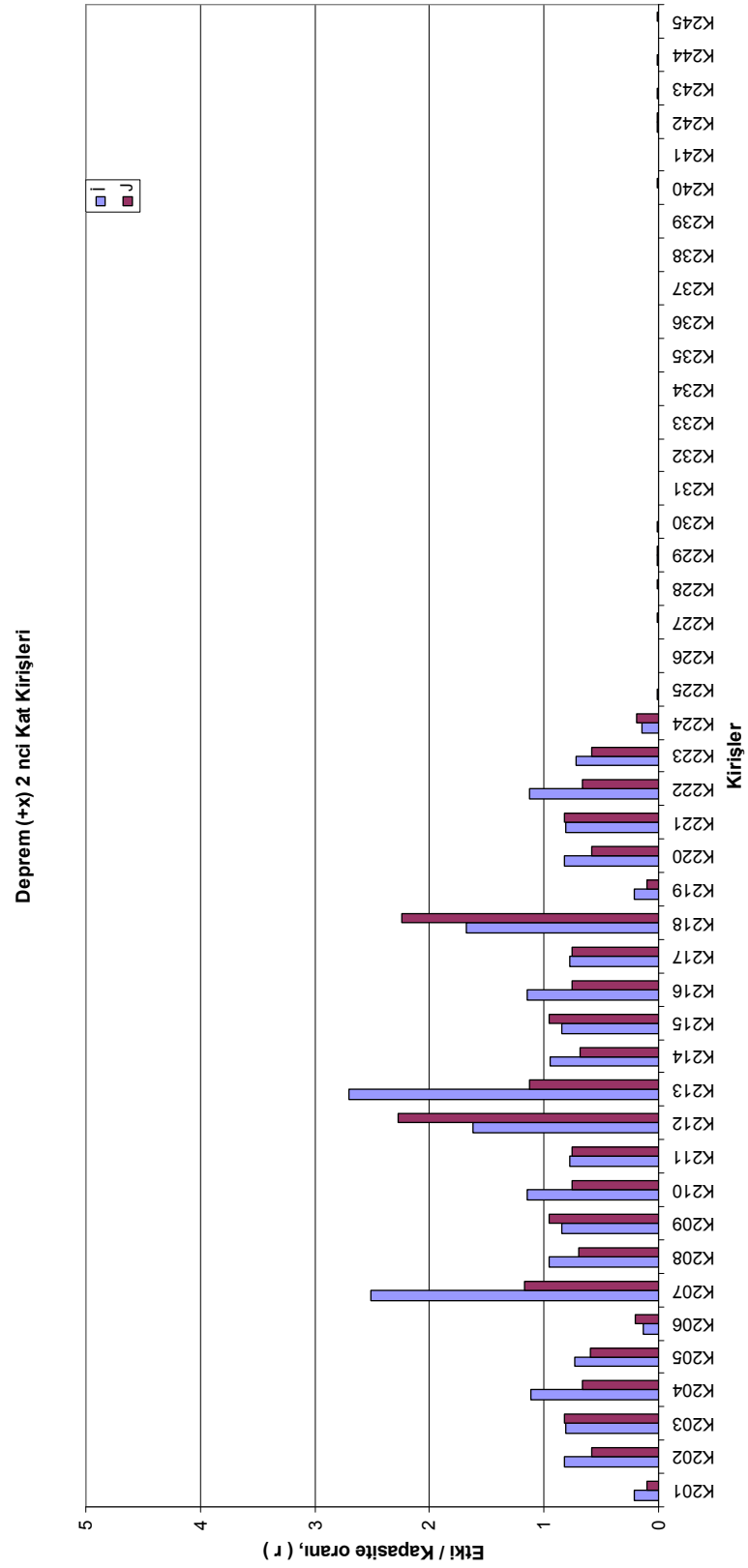
BH-1 binası için SAP-2000 ve STA4-CAD programları kullanılarak analiz yapılmıştır. Tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları x deprem doğrultusu için hesaplanarak Şekil 5.28.-5.35. de sunulmuştur.



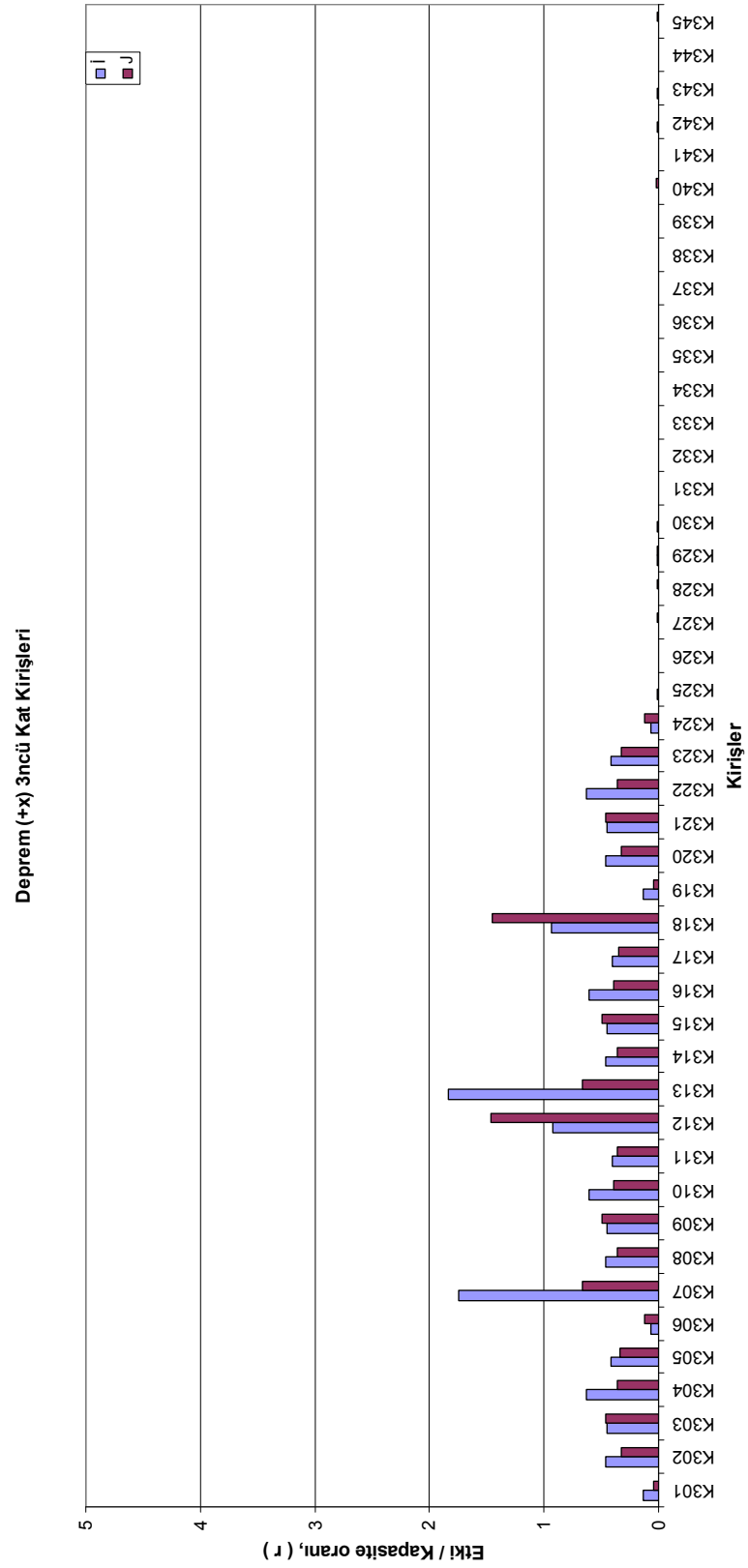
Şekil 5.28. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



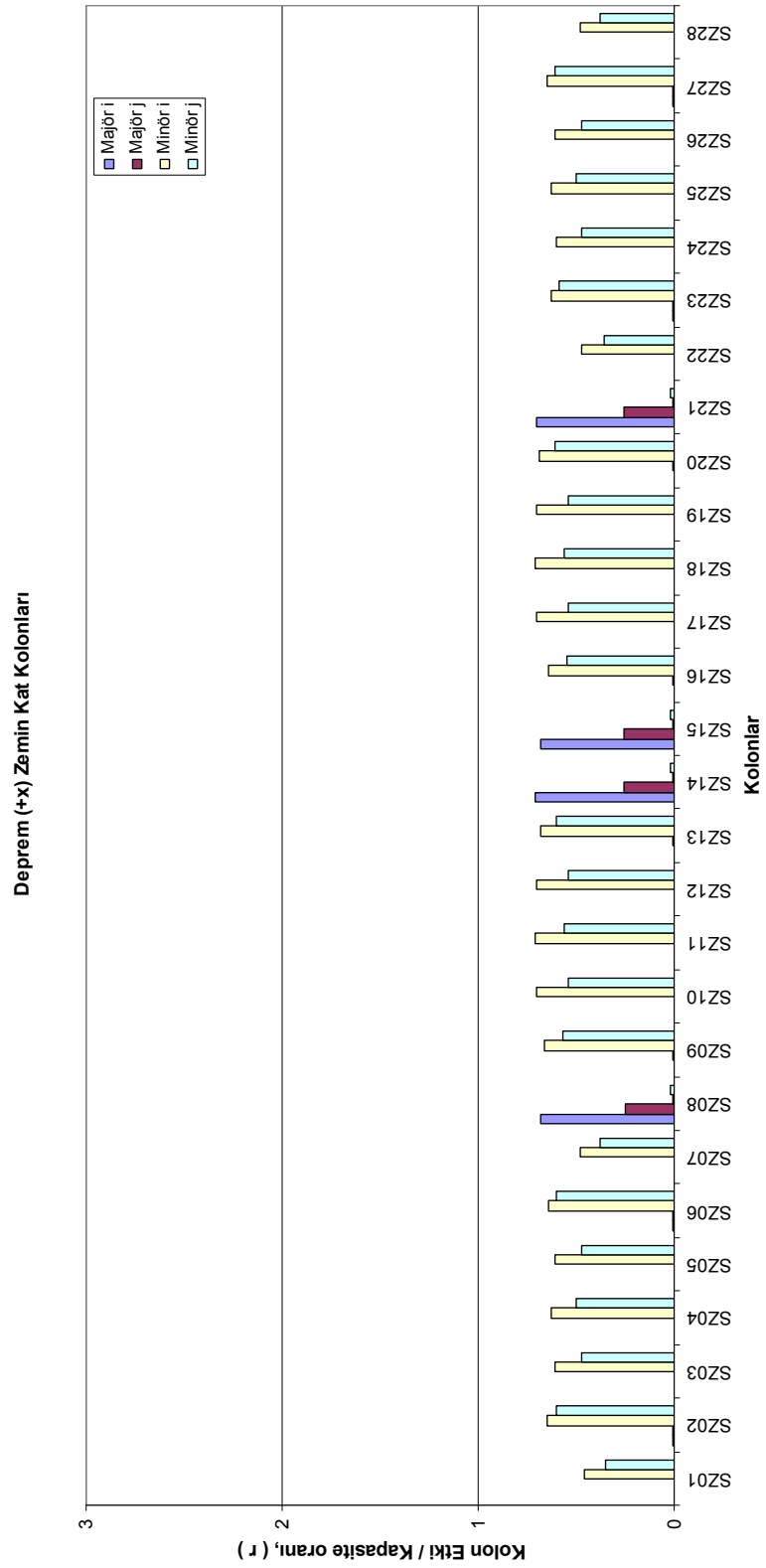
Şekil 5.29. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



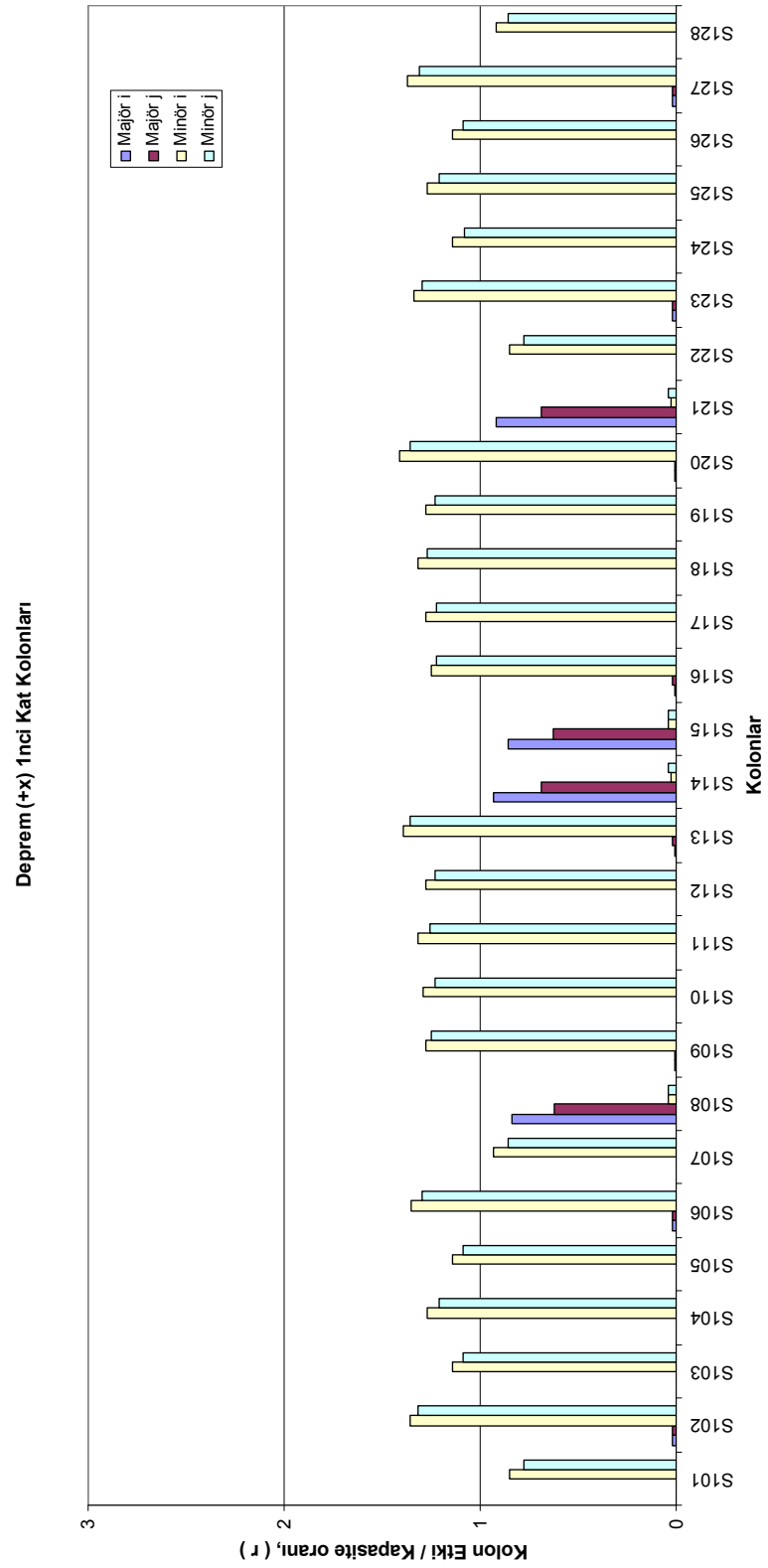
Şekil 5.30. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



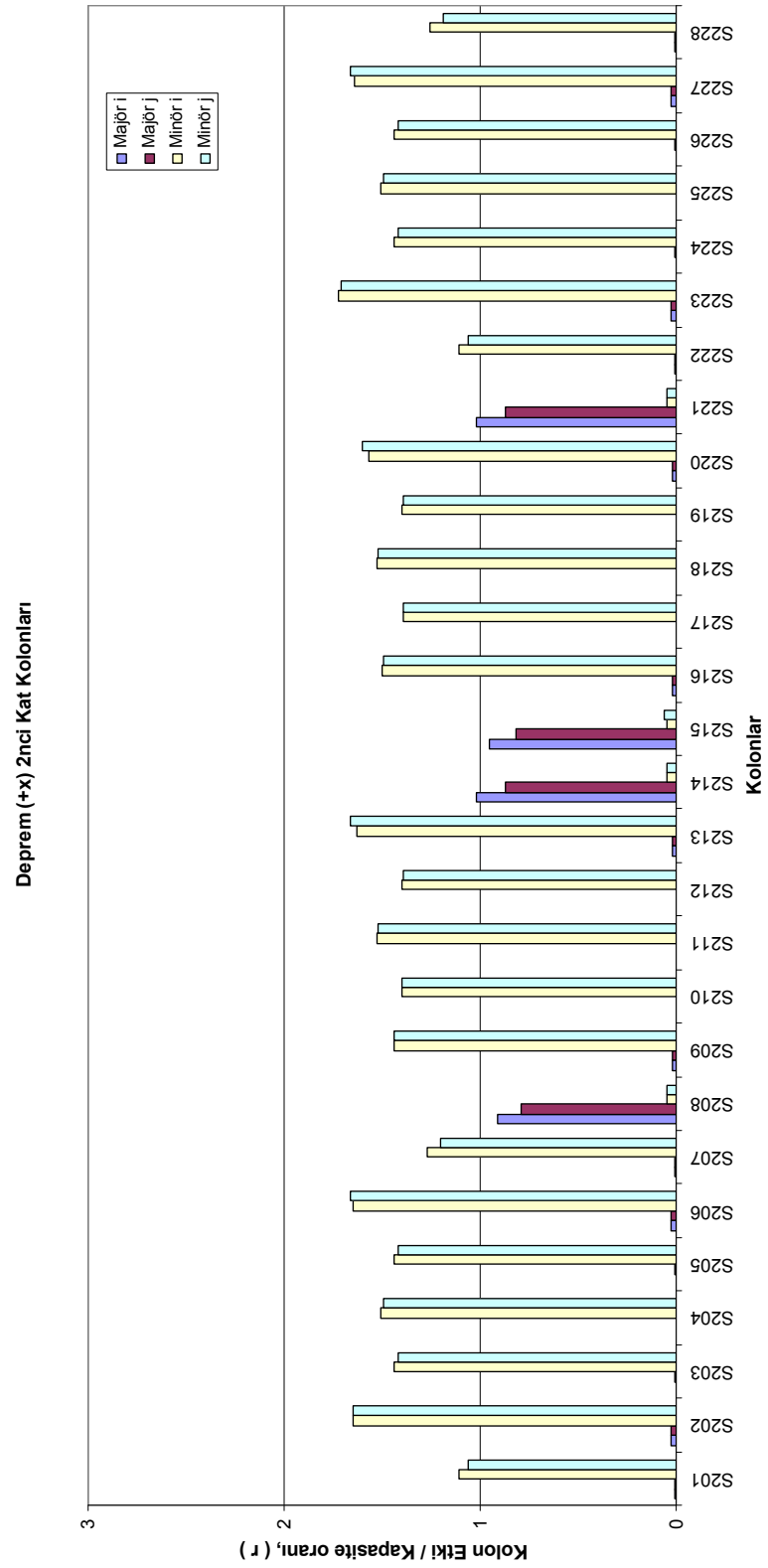
Şekil 5.31. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



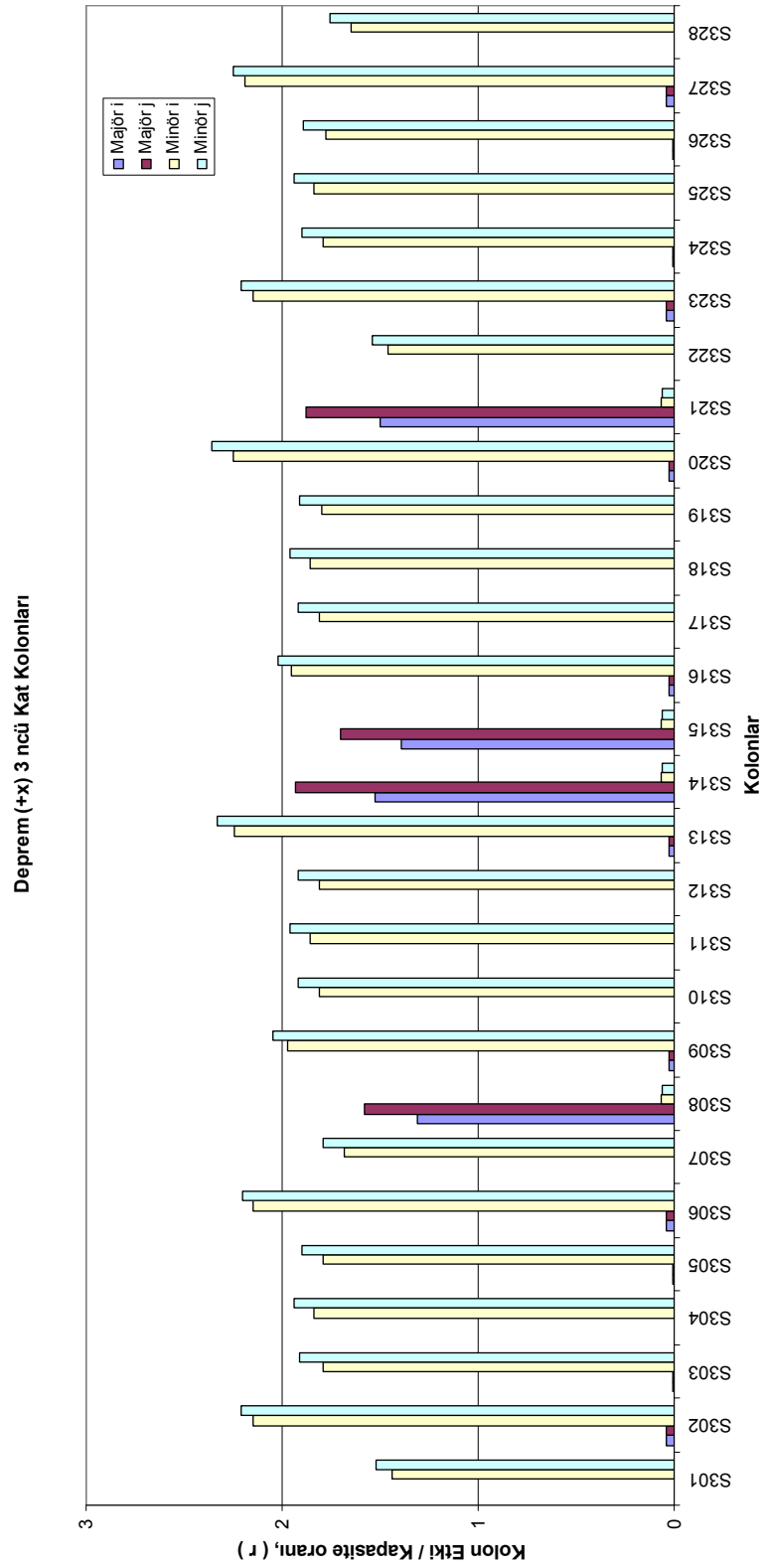
Şekil 5.32. Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.33. Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.34. Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.35. Güçlendirilmiş BH-1 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda eklenen perde elemanların etki/kapasite oranları ve asar durumları Tablo 5.25-5.28.'te sunulmuştur.

Tablo 5.25. Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
PZ01	$\bar{I}$	-0,09	1657,53	1657,53	Var	0,02	555,19	0	0,229 cm	<MN
	j	-0,06	1657,64	1657,6	Var	0,02	555,19	0	0,229 cm	<MN
PZ02	$\bar{I}$	-0,09	1657,53	1657,59	Var	0,02	555,19	0	0,229 cm	<MN
	j	-0,06	1657,64	1657,6	Var	0,02	555,19	0	0,229 cm	<MN
PZ03	$\bar{I}$	-1864,6	1313,3	1312,6	Var	157,52	358,75	1,42	0,229 cm	<MN
	j	1058,9	1311,9	1312,58	Var	157,52	358,75	0,81	0,229 cm	<MN
PZ04	$\bar{I}$	-1864,6	1313,4	1312,65	Var	157,52	358,75	1,42	0,229 cm	<MN
	j	1058,9	1311,9	1312,6	Var	157,52	358,75	0,81	0,229 cm	<MN
PZ05	$\bar{I}$	-1864,6	1313,3	1312,6	Var	157,52	358,75	1,42	0,229 cm	<MN
	j	1058,9	1313,9	1312,58	Var	157,52	358,75	0,81	0,229 cm	<MN
PZ06	$\bar{I}$	0,09	1657,53	1657,56	Var	0,03	555,19	0	0,229 cm	<MN
	j	-0,06	1657,53	1657,61	Var	0,03	555,19	0	0,229 cm	<MN
PZ07	$\bar{I}$	-1864,6	1313,4	1312,65	Var	157,52	358,75	1,42	0,229 cm	<MN
	j	1058,9	1311,9	1312,6	Var	157,52	358,75	0,81	0,229 cm	<MN
PZ08	$\bar{I}$	0,09	1657,53	1657,56	Var	0,03	555,19	0	0,229 cm	<MN
	j	-0,05	1657,53	1657,61	Var	0,03	555,19	0	0,229 cm	<MN

Tablo 5.26. 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P101	$\dot{I}$	-0,06	1290,6	1290,64	Var	0,03	465,68	0	0,485 cm	<MN
	j	-0,01	1290,67	1290,64	Var	0,03	465,68	0	0,485 cm	<MN
P102	$\dot{I}$	-0,06	1290,6	1290,64	Var	0,03	465,68	0	0,485 cm	<MN
	j	-0,01	1290,67	1290,64	Var	0,03	465,68	0	0,485 cm	<MN
P103	$\dot{I}$	-1058,9	1262,34	1261,66	Var	210,5	459,39	0,84	0,485 cm	<MN
	j	528,63	1260,98	1261,36	Var	210,5	459,39	0,42	0,485 cm	<MN
P104	$\dot{I}$	-1058,9	1262,38	1261,68	Var	210,5	459,39	0,84	0,485 cm	<MN
	j	528,65	1260,98	1261,39	Var	210,5	459,39	0,42	0,485 cm	<MN
P105	$\dot{I}$	-1058,9	1262,34	1261,66	Var	210,5	459,39	0,84	0,485 cm	<MN
	j	528,63	1260,98	1261,36	Var	210,5	459,39	0,42	0,485 cm	<MN
P106	$\dot{I}$	0,06	1290,67	1290,64	Var	0,02	465,68	0	0,485 cm	<MN
	j	0,02	1290,57	1290,62	Var	0,02	465,68	0	0,485 cm	<MN
P107	$\dot{I}$	-1058,9	1262,38	1261,68	Var	210,5	459,39	0,84	0,485 cm	<MN
	j	528,65	1260,98	1261,39	Var	210,5	459,39	0,42	0,485 cm	<MN
P108	$\dot{I}$	0,05	1290,67	1290,64	Var	0,02	465,68	0	0,485 cm	<MN
	j	0,02	1290,57	1290,62	Var	0,02	465,68	0	0,485 cm	<MN

Tablo 5.27. 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\dot{I}$	0,01	1066,9	1066,94	Var	0,01	354,7	0	0,595 cm	<MN
	j	-0,01	1066,97	1066,92	Var	0,01	354,7	0	0,595 cm	<MN
P202	$\dot{I}$	0,01	1066,9	1066,94	Var	0,01	354,7	0	0,595 cm	<MN
	j	-0,01	1066,97	1066,92	Var	0,01	354,7	0	0,595 cm	<MN
P203	$\dot{I}$	-528,6	695,6	695,21	Var	151,02	350,42	0,76	0,595 cm	<MN
	j	150,8	694,83	694,93	Var	151,02	350,42	0,22	0,595 cm	<MN
P204	$\dot{I}$	-528,6	695,65	695,24	Var	151,04	350,42	0,76	0,595 cm	<MN
	j	150,8	694,83	694,99	Var	151,04	350,42	0,22	0,595 cm	<MN
P205	$\dot{I}$	-528,6	695,6	695,21	Var	151,02	350,42	0,76	0,595 cm	<MN
	j	150,8	694,83	694,93	Var	151,02	350,42	0,22	0,595 cm	<MN
P206	$\dot{I}$	-0,02	1066,97	1066,92	Var	0,02	354,7	0	0,595 cm	<MN
	j	0	1066,79	1066,88	Var	0,02	354,7	0	0,595 cm	<MN
P207	$\dot{I}$	-528,6	695,65	695,24	Var	151,04	350,42	0,76	0,595 cm	<MN
	j	150,8	694,83	694,99	Var	151,04	350,42	0,22	0,595 cm	<MN
P208	$\dot{I}$	-0,02	1066,97	1066,92	Var	0,02	354,7	0	0,595 cm	<MN
	j	0	1066,79	1066,88	Var	0,02	354,7	0	0,595 cm	<MN

Tablo 5.28. 3 ncü kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P301	$\bar{I}$	0,01	390,66	390,72	Var	0,02	346,85	0	0,626 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	0,02	346,85	0	0,626 cm	<MN
P302	$\bar{I}$	0,01	390,66	390,72	Var	0,02	346,85	0	0,626 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	0,02	346,85	0	0,626 cm	<MN
P303	$\bar{I}$	-150,8	344,39	344,29	Var	60,28	295,26	0,44	0,626 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	60,28	295,26	0	0,626 cm	<MN
P304	$\bar{I}$	-150,8	344,51	344,34	Var	60,25	295,26	0,44	0,626 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	60,25	295,26	0	0,626 cm	<MN
P305	$\bar{I}$	-150,8	344,39	344,28	Var	60,28	295,26	0,44	0,626 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	60,28	295,26	0	0,626 cm	<MN
P306	$\bar{I}$	0	390,78	390,69	Var	0,04	346,85	0	0,626 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	0,04	346,85	0	0,626 cm	<MN
P307	$\bar{I}$	-150,8	344,51	344,34	Var	60,26	295,26	0,44	0,626 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	60,26	295,26	0	0,626 cm	<MN
P308	$\bar{I}$	0	390,78	390,69	Var	0,04	346,85	0	0,626 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	0,04	346,85	0	0,626 cm	<MN

Perde eklemek suretiyle güçlendirilerek çözümü yapılan BH-1 yapı sisteminin Şekil.5.28-5.35 ve Tablo.5.25-5.28 de sunulan değerlerinin incelenmesi sonucunda x doğrultusunda (+x yükleme) hesaplanan yapı performansı, Tablo 5.29. da sunulmuştur.

Tablo 5.29. Bina'nın x yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-
2	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-
Zemin	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-

Tablo 5.30. Binanın x yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S301	0,99	<MN	<MN	5,67	11,93	6,49	19,8	Güçlü
S302	0,9	<MN	<MN	5,67	23,32	10,78	19,8	Güçlü
S303	1,34	<MN	<MN	5,67	31,67	10,67	19,8	Güçlü
S304	1,29	<MN	<MN	5,67	23,28	10,62	19,8	Güçlü
S305	1,24	<MN	<MN	5,67	31,67	10,6	19,8	Güçlü
S306	0,99	<MN	<MN	5,67	23,32	10,24	19,8	Güçlü
S307	0,97	<MN	<MN	5,67	11,93	7,2	19,8	Güçlü
S308	3,61	<MN	<MN	11,11	11,93	7,49	19,8	Güçlü
S309	0,15	<MN	<MN	5,67	23,39	14,02	19,8	Güçlü
S310	0,03	<MN	<MN	5,97	31,93	16,85	19,8	Güçlü
S311	0,05	<MN	<MN	5,96	23,39	16,72	19,8	Güçlü
S312	0,09	<MN	<MN	5,97	31,93	16,75	19,8	Güçlü
S313	0,13	<MN	<MN	5,67	23,39	13,29	19,8	Güçlü
S314	3,61	<MN	<MN	11,11	11,93	8,06	19,8	Güçlü
S315	3,61	<MN	<MN	11,11	11,93	7,24	19,8	Güçlü
S316	0,28	<MN	<MN	5,67	23,39	11,39	19,8	Güçlü
S317	0,04	<MN	<MN	5,97	31,93	16,85	19,8	Güçlü
S318	0,05	<MN	<MN	5,96	23,39	16,71	19,8	Güçlü
S319	0,07	<MN	<MN	5,97	31,93	16,87	19,8	Güçlü
S320	0,64	<MN	<MN	5,67	23,39	14,61	19,8	Güçlü
S321	3,61	<MN	<MN	1,11	11,93	7,98	19,8	Güçlü
S322	0,98	<MN	<MN	5,67	11,93	6,86	19,8	Güçlü
S323	0,42	<MN	<MN	5,67	23,32	9,28	19,8	Güçlü
S324	1,33	<MN	<MN	5,67	31,67	10,63	19,8	Güçlü
S325	1,29	<MN	<MN	5,67	23,28	10,61	19,8	Güçlü
S326	1,25	<MN	<MN	5,67	31,67	10,7	19,8	Güçlü
S327	1,56	<MN	<MN	5,67	23,32	11,29	19,8	Güçlü
S328	1,05	<MN	<MN	5,67	11,93	7,22	19,8	Güçlü

Tablo 5.30.'a göre, ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00%; minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00% olarak hesaplanmıştır.

Aynı yöntemlerle diğer katlara ait kolonların durumu hesaplanarak Tablo 5.31-33'te sunulmuştur.

Tablo 5.31. Binanın x yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	0,75	<MN	<MN	11,35	11,93	13,88	19,8	Güçlü
S202	0,55	<MN	<MN	13,13	23,32	22,82	19,8	Zayıf
S203	0,9	<MN	<MN	13,13	31,67	22,83	19,8	Zayıf
S204	0,86	<MN	<MN	13,11	23,28	22,71	19,8	Zayıf
S205	0,82	<MN	<MN	13,1	31,67	22,7	19,8	Zayıf
S206	0,87	<MN	<MN	12,89	23,32	21,56	19,8	Zayıf
S207	0,4	<MN	<MN	11,65	11,93	15,43	19,8	Güçlü
S208	3,61	<MN	<MN	25,9	11,93	15,56	19,8	Güçlü
S209	0,08	<MN	<MN	14,3	23,39	29,5	19,8	Zayıf
S210	0,07	<MN	<MN	15,68	31,93	35,74	19,8	Zayıf
S211	0,1	<MN	<MN	15,65	23,39	35,46	19,8	Zayıf
S212	0,12	<MN	<MN	15,66	31,93	35,56	19,8	Zayıf
S213	0,27	<MN	<MN	14,02	23,39	27,85	19,8	Zayıf
S214	3,61	<MN	<MN	26,46	11,93	16,9	19,8	Güçlü
S215	3,61	<MN	<MN	25,65	11,93	14,99	19,8	Güçlü
S216	0,01	<MN	<MN	13,29	23,39	23,72	19,8	Zayıf
S217	0,07	<MN	<MN	15,67	31,93	35,74	19,8	Zayıf
S218	0,1	<MN	<MN	15,65	23,39	35,44	19,8	Zayıf
S219	0,12	<MN	<MN	15,68	31,93	35,79	19,8	Zayıf
S220	0,25	<MN	<MN	15,3	23,39	30,76	19,8	Zayıf
S221	3,61	<MN	<MN	26,36	11,93	16,67	19,8	Güçlü
S222	0,81	<MN	<MN	11,47	11,93	14,62	19,8	Güçlü
S223	0,44	<MN	<MN	12,49	23,32	19,53	19,8	Güçlü
S224	0,9	<MN	<MN	13,11	31,67	22,73	19,8	Zayıf
S225	0,86	<MN	<MN	13,1	23,28	22,7	19,8	Zayıf
S226	0,81	<MN	<MN	13,14	31,67	22,88	19,8	Zayıf
S227	0,85	<MN	<MN	13,33	23,32	23,92	19,8	Zayıf
S228	0,39	<MN	<MN	11,66	11,93	15,48	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.32. Binanın x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S101	0,79	<MN	<MN	12,82	11,93	21,19	19,8	Güçlü
S102	0,74	<MN	<MN	15,61	23,32	34,9	19,8	Zayıf
S103	1,08	<MN	<MN	15,61	31,67	34,9	19,8	Zayıf
S104	1,04	<MN	<MN	15,6	23,28	34,76	19,8	Zayıf
S105	1	<MN	<MN	15,59	31,67	34,6	19,8	Zayıf
S106	1,01	<MN	<MN	15,69	23,32	35,97	19,8	Zayıf
S107	0,46	<MN	<MN	13,06	11,93	22,47	19,8	Güçlü
S108	3,61	<MN	<MN	29,09	11,93	23,59	19,8	Güçlü
S109	0,21	<MN	<MN	16,33	23,39	44,86	19,8	Zayıf
S110	0	<MN	<MN	16,96	31,93	54,67	19,8	Zayıf
S111	0,03	<MN	<MN	16,93	23,39	54,29	19,8	Zayıf
S112	0,06	<MN	<MN	16,96	31,93	54,34	19,8	Zayıf
S113	0,31	<MN	<MN	16,94	23,39	46,36	19,8	Zayıf
S114	3,61	<MN	<MN	16,43	11,93	25,84	19,8	Güçlü
S115	3,61	<MN	<MN	29,9	11,93	22,78	19,8	Güçlü
S116	0,11	<MN	<MN	28,79	23,39	39,09	19,8	Zayıf
S117	0,01	<MN	<MN	15,92	31,93	54,69	19,8	Zayıf
S118	0,03	<MN	<MN	16,96	23,39	54,27	19,8	Zayıf
S119	0,06	<MN	<MN	16,93	31,93	54,58	19,8	Zayıf
S120	0,28	<MN	<MN	16,95	23,39	46,06	19,8	Zayıf
S121	3,61	<MN	<MN	29,63	11,93	25,09	19,8	Güçlü
S122	0,83	<MN	<MN	13,03	11,93	22,28	19,8	Güçlü
S123	0,6	<MN	<MN	15,39	23,32	31,92	19,8	Zayıf
S124	1,08	<MN	<MN	15,6	31,67	34,74	19,8	Zayıf
S125	1,04	<MN	<MN	15,6	23,28	34,76	19,8	Zayıf
S126	0,99	<MN	<MN	15,61	31,67	34,85	19,8	Zayıf
S127	0,99	<MN	<MN	15,71	23,32	36,27	19,8	Zayıf
S128	0,47	<MN	<MN	13,14	11,93	22,88	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.33. Binanın x yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
SZ01	0,32	<MN	<MN	14,14	11,93	28,57	19,8	Güçlü
SZ02	0,33	<MN	<MN	16,49	23,32	47,25	19,8	Zayıf
SZ03	0,47	<MN	<MN	16,48	31,67	47,05	19,8	Zayıf
SZ04	0,45	<MN	<MN	16,47	23,28	46,91	19,8	Zayıf
SZ05	0,43	<MN	<MN	16,45	31,67	46,7	19,8	Zayıf
SZ06	0,33	<MN	<MN	16,51	23,32	47,58	19,8	Zayıf
SZ07	0,33	<MN	<MN	15,3	11,93	30,72	19,8	Güçlü
SZ08	4,8	<MN	<MN	33,31	11,93	31,79	19,8	Güçlü
SZ09	0,09	<MN	<MN	17,3	23,39	60,92	19,8	Zayıf
SZ10	0,01	<MN	<MN	21,33	31,93	73,98	19,8	Zayıf
SZ11	0	<MN	<MN	17,86	23,39	73,41	19,8	Zayıf
SZ12	0,01	<MN	<MN	17,87	31,93	73,57	19,8	Zayıf
SZ13	0	<MN	<MN	17,32	23,39	61,39	19,8	Zayıf
SZ14	5,29	<MN	<MN	33,76	11,93	34,8	19,8	Güçlü
SZ15	4,8	<MN	<MN	33,14	11,93	30,69	19,8	Güçlü
SZ16	0,09	<MN	<MN	16,78	23,39	51,7	19,8	Zayıf
SZ17	0,01	<MN	<MN	21,29	31,93	74,07	19,8	Zayıf
SZ18	0	<MN	<MN	17,86	23,39	73,38	19,8	Zayıf
SZ19	0,01	<MN	<MN	21,35	31,93	73,92	19,8	Zayıf
SZ20	0,26	<MN	<MN	17,39	23,39	62,74	19,8	Zayıf
SZ21	5,18	<MN	<MN	33,63	11,93	33,91	19,8	Güçlü
SZ22	0,31	<MN	<MN	14,4	11,93	30,15	19,8	Güçlü
SZ23	0,13	<MN	<MN	16,16	23,32	42,42	19,8	Zayıf
SZ24	0,46	<MN	<MN	16,46	31,67	46,88	19,8	Zayıf
SZ25	0,45	<MN	<MN	16,47	23,28	46,9	19,8	Zayıf
SZ26	0,43	<MN	<MN	16,47	31,67	47,03	19,8	Zayıf
SZ27	0,61	<MN	<MN	16,62	23,32	49,21	19,8	Zayıf
SZ28	0,38	<MN	<MN	15,33	11,93	31,13	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Örnek olarak seçtiğimiz yapı sistemine perde eklemek suretiyle güçlendirilmiş BH-1 binasının +x doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Hemen Kullanım olarak belirlenmiştir.

Sistemin düşey yükler altındaki (G+Q) eğilme momenti kapasiteleri bulunarak Tablo 5.34.'te sunulmuştur.

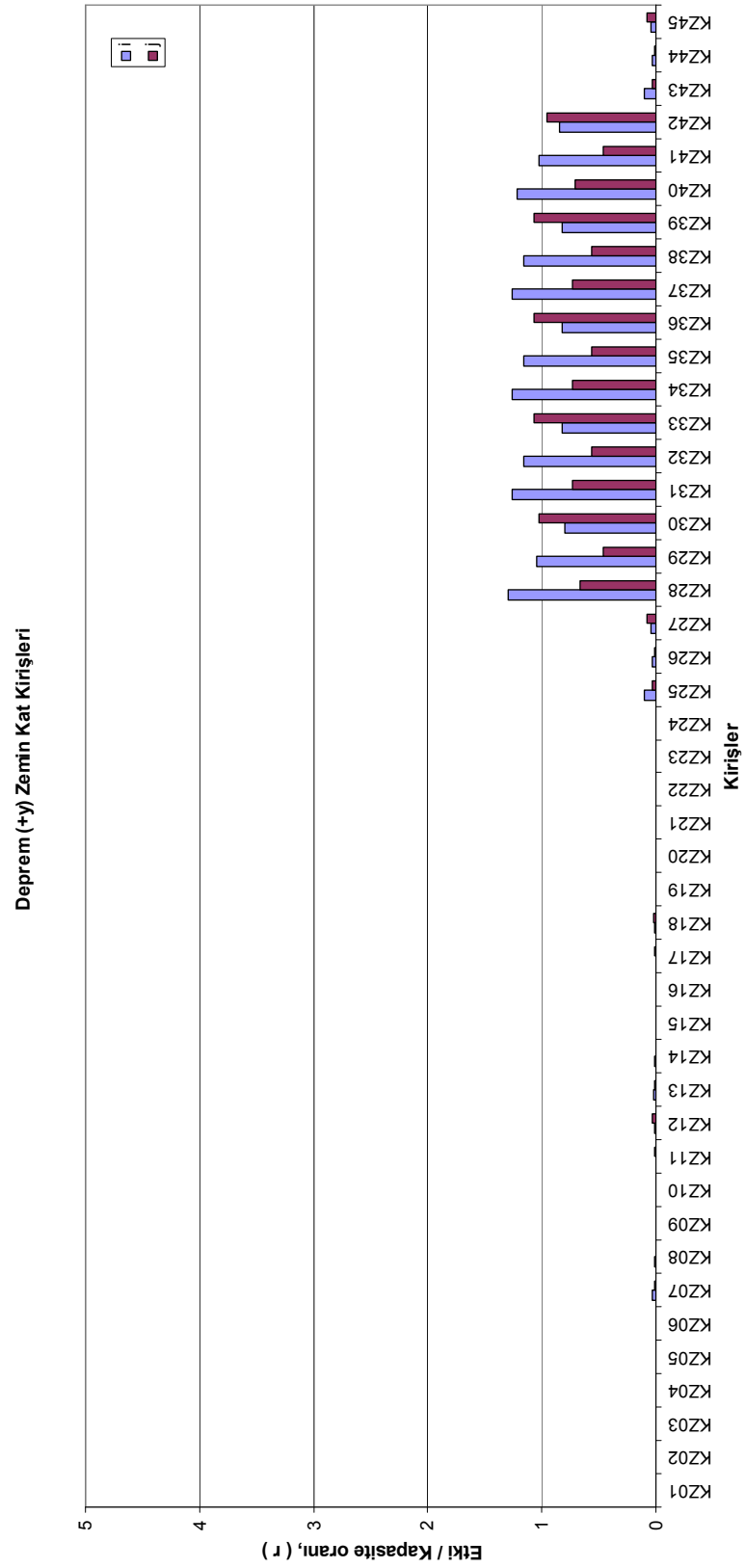
Yine y doğrultusunda etki eden eşdeğer deprem yüklemesi sonucu kolonlara ait eğilme momenti kapasiteleri de bulunur. Eğilme momenti ve normal kuvvet altında olan kolon kesitlerinin eğilme momenti kapasiteleri, düşey yüklerden oluşan normal kuvvetlerden hesaplanmıştır.

Tez çalışmaları kapsamında çözümü yapılan BH-1 sisteminin her iki doğrultuda simetrik yapıya sahip olması nedeniyle, her bir deprem doğrultusu için tek yönde deprem yüklemeleri yapılmıştır.

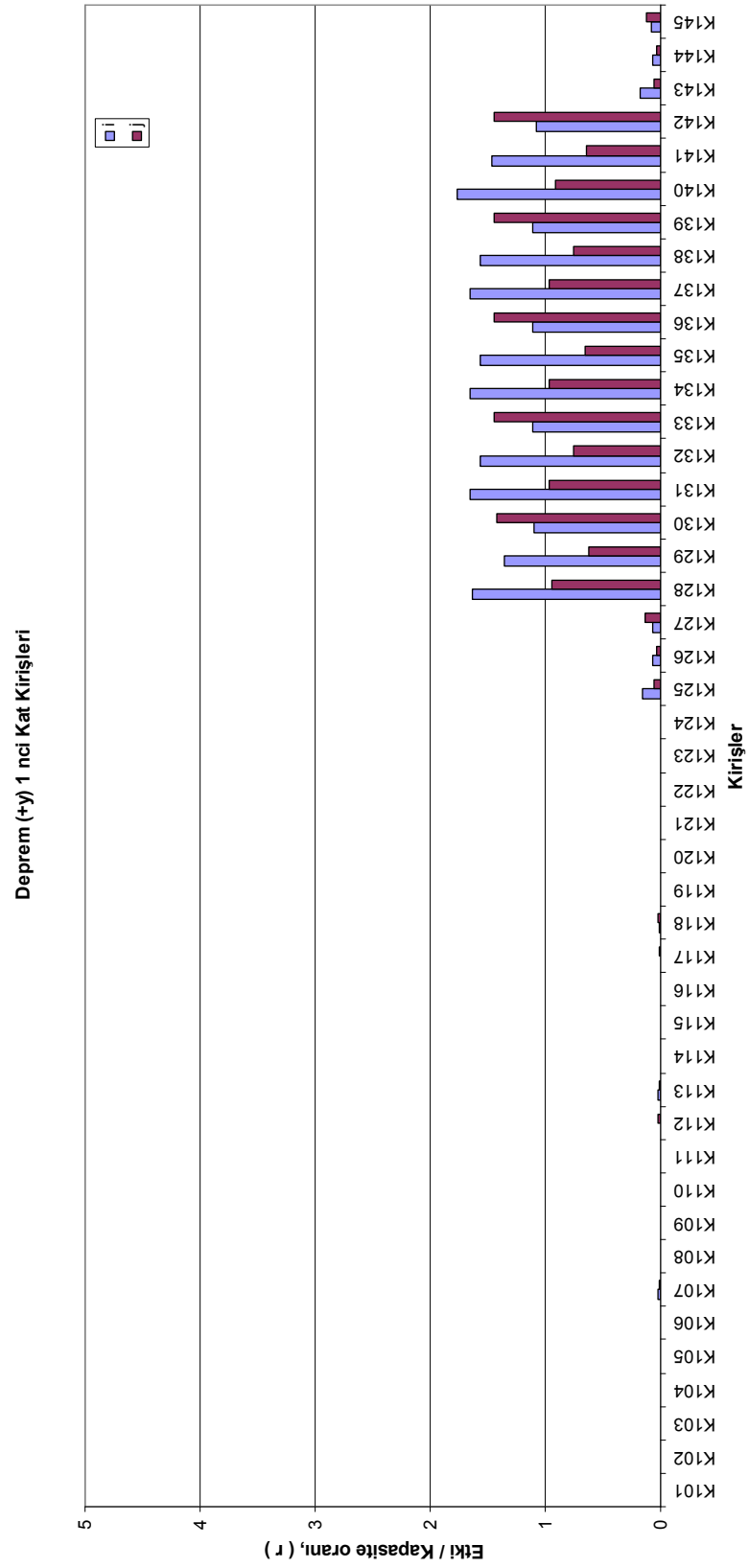
Tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları y deprem doğrultusu için hesaplanarak Şekil 5.36.-5.43'te sunulmuştur.

Tablo 5.34. Kirişlerin y doğrultusu moment kapasiteleri (Tüm katlardaki kirişler aynı değerlerdedir).

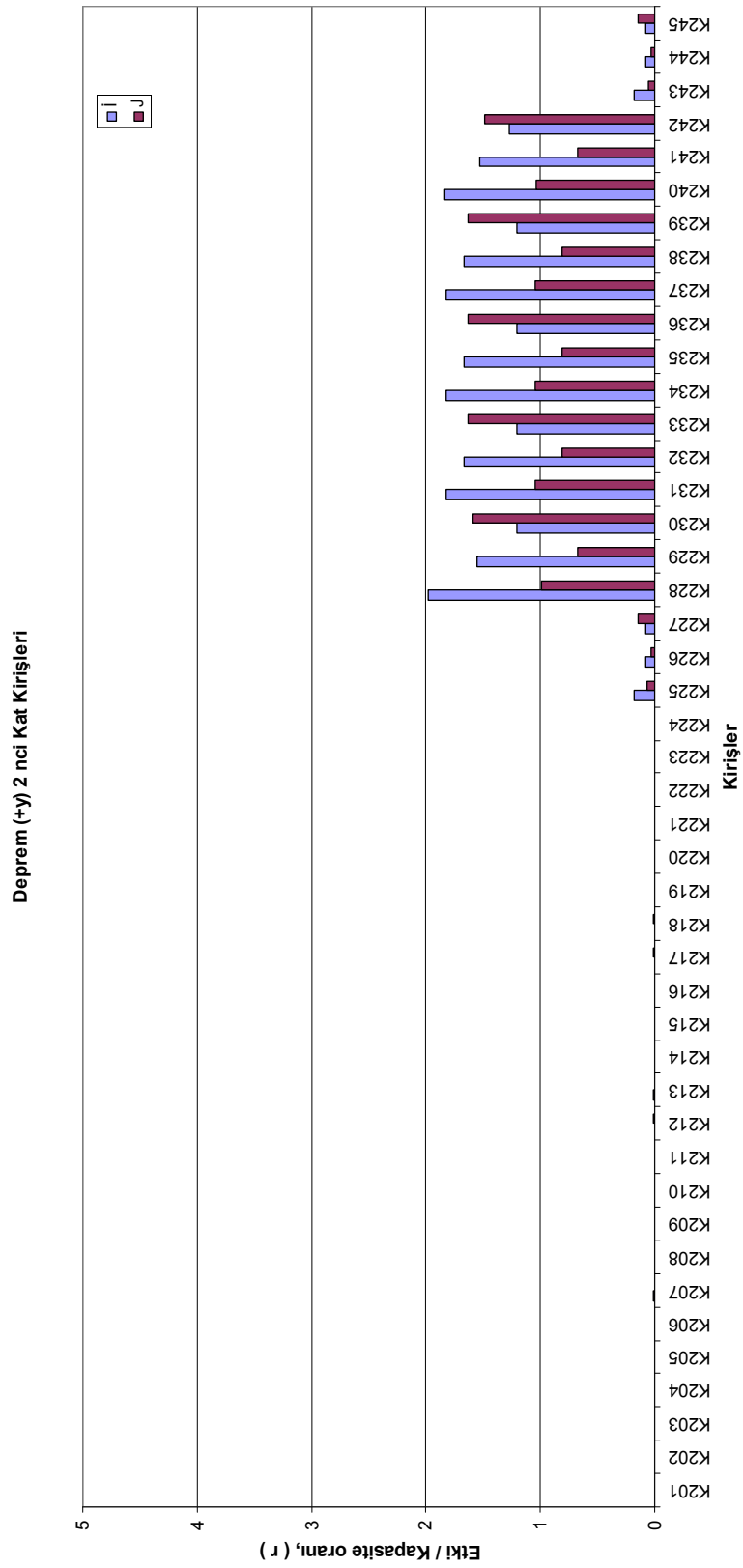
Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)	Kiriş Uçları	M_{cap} (tm)
KZ01 sol	6,82	KZ16 sol	6,82	KZ31 sol	6,82
KZ01 sağ	12,34	KZ16 sağ	15,57	KZ31 sağ	16,39
KZ02 sol	12,34	KZ17 sol	15,57	KZ32 sol	6,82
KZ02 sağ	10,22	KZ17 sağ	12,34	KZ32 sağ	19,05
KZ03 sol	10,22	KZ18 sol	12,34	KZ33 sol	10,22
KZ03 sağ	12,34	KZ18 sağ	6,82	KZ33 sağ	12,24
KZ04 sol	12,34	KZ19 sol	9,94	KZ34 sol	6,82
KZ04 sağ	10,22	KZ19 sağ	6,82	KZ34 sağ	16,39
KZ05 sol	10,22	KZ20 sol	6,82	KZ35 sol	6,82
KZ05 sağ	12,34	KZ20 sağ	15,57	KZ35 sağ	19,05
KZ06 sol	12,34	KZ21 sol	15,57	KZ36 sol	10,22
KZ06 sağ	6,82	KZ21 sağ	6,82	KZ36 sağ	12,24
KZ07 sol	9,94	KZ22 sol	6,82	KZ37 sol	6,82
KZ07 sağ	6,82	KZ22 sağ	15,57	KZ37 sağ	16,39
KZ08 sol	6,82	KZ23 sol	15,57	KZ38 sol	6,82
KZ08 sağ	10,22	KZ23 sağ	6,82	KZ38 sağ	19,05
KZ09 sol	10,22	KZ24 sol	6,82	KZ39 sol	10,22
KZ09 sağ	12,34	KZ24 sağ	9,94	KZ39 sağ	12,24
KZ10 sol	12,34	KZ25 sol	6,82	KZ40 sol	6,82
KZ10 sağ	10,22	KZ25 sağ	16,39	KZ40 sağ	16,39
KZ11 sol	10,22	KZ26 sol	6,82	KZ41 sol	6,82
KZ11 sağ	6,82	KZ26 sağ	19,05	KZ41 sağ	19,05
KZ12 sol	6,82	KZ27 sol	10,22	KZ42 sol	10,22
KZ12 sağ	9,94	KZ27 sağ	12,24	KZ42 sağ	12,24
KZ13 sol	6,82	KZ28 sol	6,82	KZ43 sol	6,82
KZ13 sağ	12,34	KZ28 sağ	16,39	KZ43 sağ	16,39
KZ14 sol	12,34	KZ29 sol	6,82	KZ44 sol	6,82
KZ14 sağ	15,57	KZ29 sağ	19,05	KZ44 sağ	19,05
KZ15 sol	15,57	KZ30 sol	10,22	KZ45 sol	10,22
KZ15 sağ	6,82	KZ30 sağ	12,24	KZ45 sağ	12,24



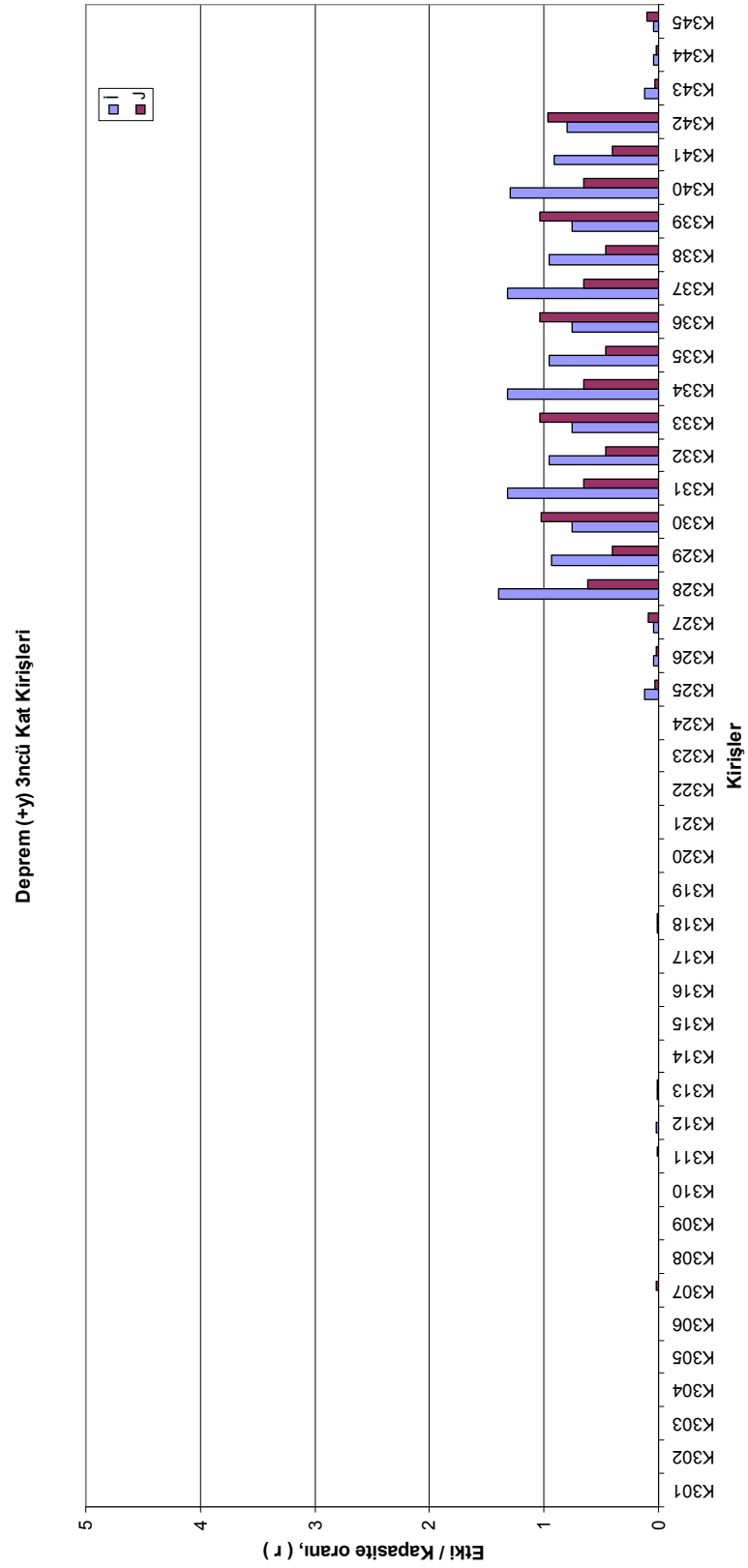
Şekil 5.36. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



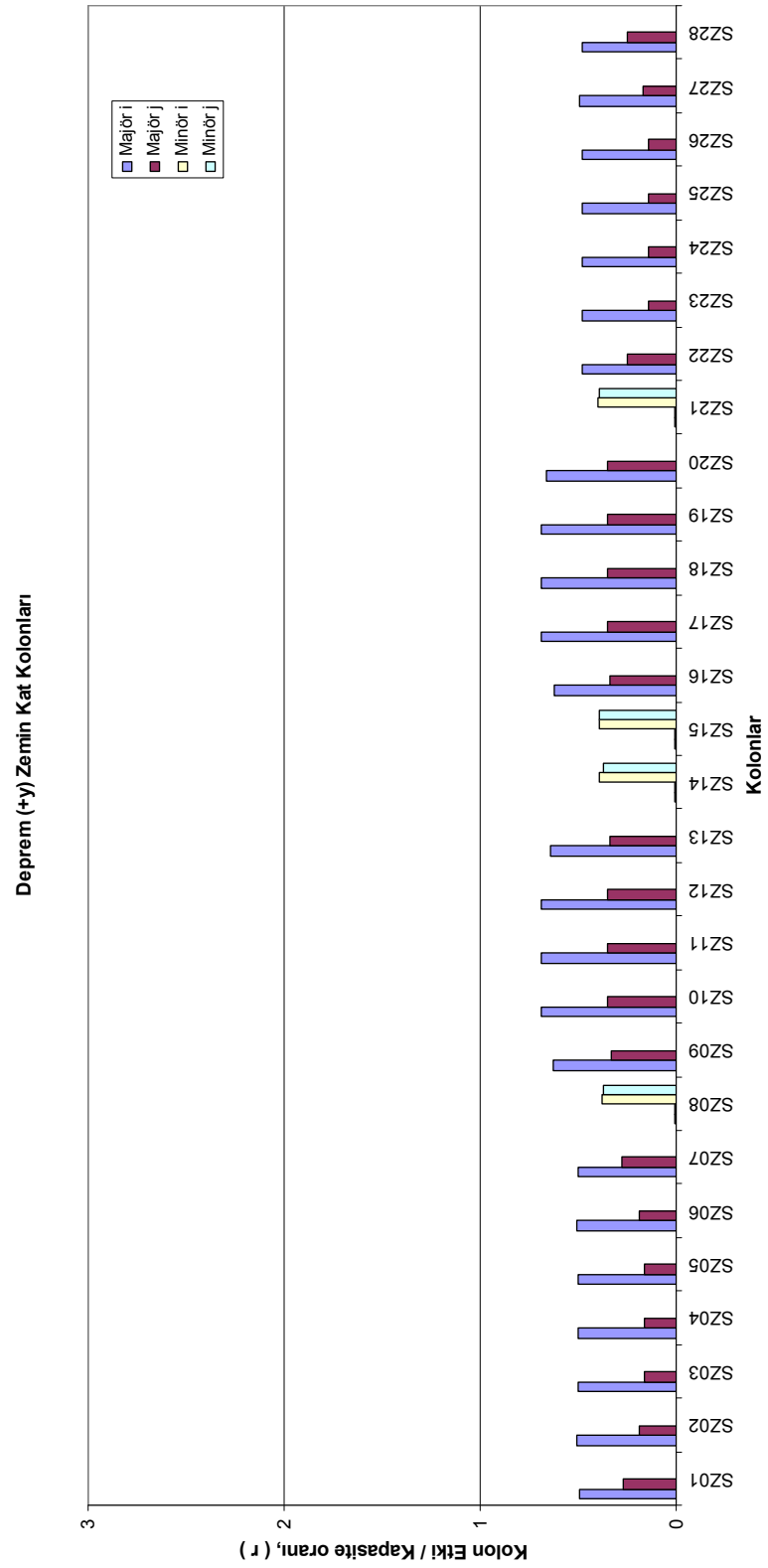
Şekil 5.37. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



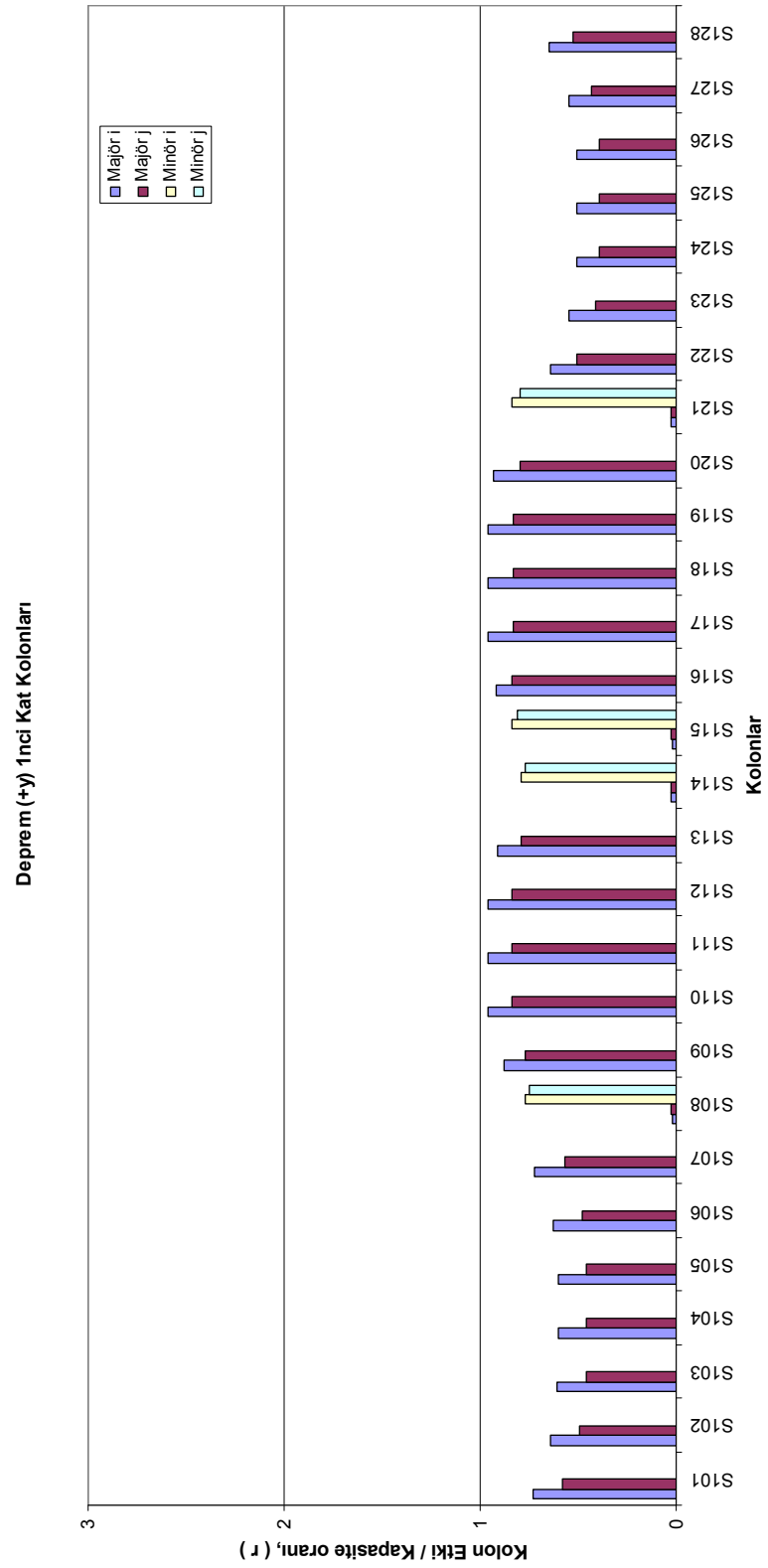
şekil 5.38. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



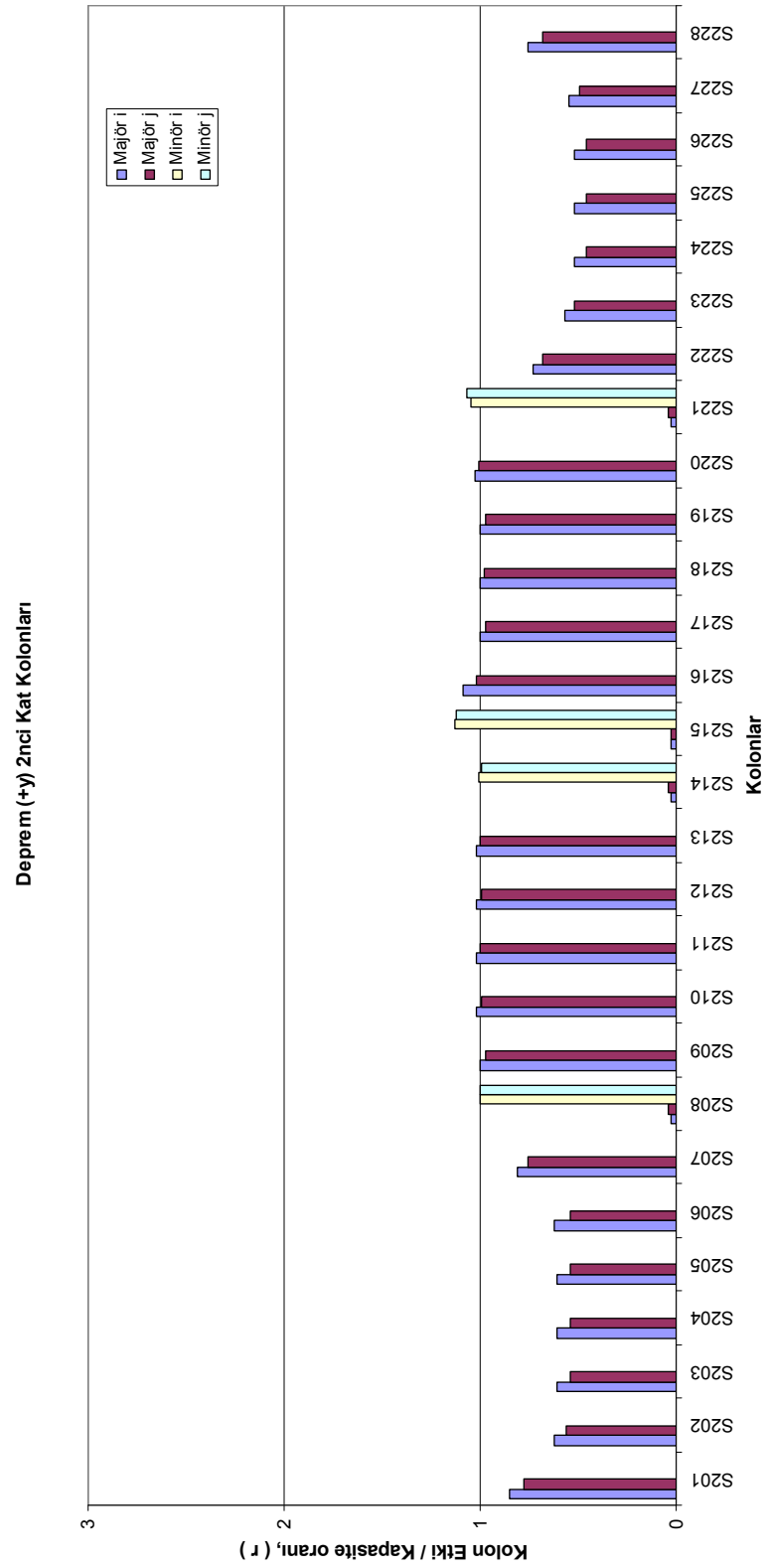
Şekil 5.39. Perdelerle güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



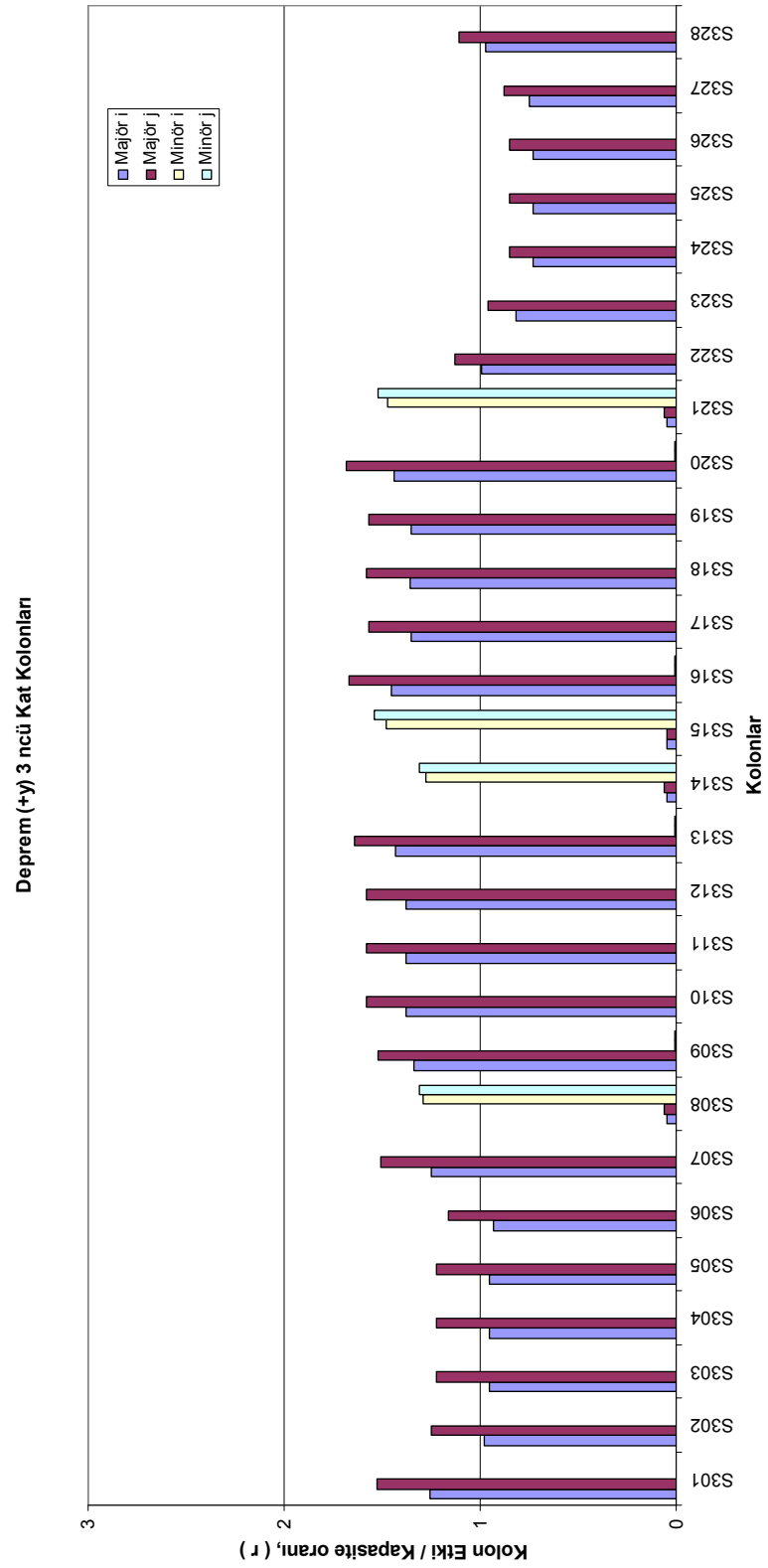
Şekil 5.40. Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.41. Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.42. Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.43. Güçlendirilmiş BH-1 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 3 ncü kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda eklenen perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.35-5.38.'te sunulmuştur.

Tablo 5.35. Zemin kat güçlendirme perdelerine ait +y yönü deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
PZ01	$\dot{I}$	1805,26	1657,64	1657,69	Var	201,56	555,19	1,09	0,15cm	<MN
	j	-1015,04	1657,71	1657,67	Var	201,56	555,19	0,61	0,15cm	<MN
PZ02	$\dot{I}$	1805,27	1657,64	1657,69	Var	201,56	555,19	1,09	0,15cm	<MN
	j	-1015,04	1657,71	1657,67	Var	201,56	555,19	0,61	0,15cm	<MN
PZ03	$\dot{I}$	0,24	1311,9	1311,2	Var	0,05	358,75	0	0,15cm	<MN
	j	-0,12	1310,54	1311,22	Var	0,05	358,75	0	0,15cm	<MN
PZ04	$\dot{I}$	-0,24	1311,9	1311,15	Var	0,02	358,75	0	0,15cm	<MN
	j	0,12	1310,49	1311,19	Var	0,02	358,75	0	0,15cm	<MN
PZ05	$\dot{I}$	0,24	1311,9	1311,2	Var	0,05	358,75	0	0,15cm	<MN
	j	-0,12	1310,54	1311,22	Var	0,05	358,75	0	0,15cm	<MN
PZ06	$\dot{I}$	1803,99	1657,64	1657,56	Var	201,55	555,19	1,09	0,15cm	<MN
	j	-1014,38	1657,57	1657,61	Var	201,55	555,19	0,61	0,15cm	<MN
PZ07	$\dot{I}$	-0,24	1311,9	1311,15	Var	0,03	358,75	0	0,15cm	<MN
	j	0,12	1310,49	1311,19	Var	0,03	358,75	0	0,15cm	<MN
PZ08	$\dot{I}$	1804,01	1657,64	1657,56	Var	201,55	555,19	1,09	0,15cm	<MN
	j	-1014,38	1657,57	1657,61	Var	201,55	555,19	0,61	0,15cm	<MN

Tablo 5.36. 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P101	$\dot{I}$	1015,04	1290,67	1290,71	Var	207,7	465,68	0,79	0,308 cm	<MN
	j	-495,78	1290,74	1290,71	Var	207,7	465,68	0,38	0,308 cm	<MN
P102	$\dot{I}$	1015,04	1290,67	1290,71	Var	207,7	465,68	0,79	0,308 cm	<MN
	j	-495,78	1290,74	1290,71	Var	207,7	465,68	0,38	0,308 cm	<MN
P103	$\dot{I}$	0,12	1260,98	1260,3	Var	0,16	459,39	0	0,308 cm	<MN
	j	-0,01	1260,21	1260,59	Var	0,16	459,39	0	0,308 cm	<MN
P104	$\dot{I}$	-0,12	1260,98	1260,27	Var	0,07	459,39	0	0,308 cm	<MN
	j	0,01	1260,15	1260,56	Var	0,07	459,39	0	0,308 cm	<MN
P105	$\dot{I}$	0,12	1260,98	1260,3	Var	0,16	459,39	0	0,308 cm	<MN
	j	-0,02	1260,21	1260,59	Var	0,16	459,39	0	0,308 cm	<MN
P106	$\dot{I}$	1014,38	1290,67	1290,64	Var	207,47	465,68	0,79	0,308 cm	<MN
	j	-495,68	1290,57	1290,62	Var	207,47	465,68	0,38	0,308 cm	<MN
P107	$\dot{I}$	-0,12	1260,98	1260,27	Var	0,07	459,39	0	0,308 cm	<MN
	j	0,01	1260,15	1260,56	Var	0,07	459,39	0	0,308 cm	<MN
P108	$\dot{I}$	1014,38	1290,67	1290,64	Var	207,47	465,68	0,79	0,308 cm	<MN
	j	-495,68	1290,57	1290,62	Var	207,47	465,68	0,38	0,308 cm	<MN

Tablo 5.37. 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\dot{I}$	495,78	1066,97	1067,01	Var	147,24	354,7	0,46	0,374 cm	<MN
	j	-127,7	1067,09	1067,03	Var	147,24	354,7	0,12	0,374 cm	<MN
P202	$\dot{I}$	495,78	1066,97	1067,01	Var	147,24	354,7	0,46	0,374 cm	<MN
	j	-127,7	1067,09	1067,03	Var	147,24	354,7	0,12	0,374 cm	<MN
P203	$\dot{I}$	0,01	694,82	694,44	Var	0,12	350,42	0	0,374 cm	<MN
	j	0,02	694,62	694,72	Var	0,12	350,42	0	0,374 cm	<MN
P204	$\dot{I}$	-0,01	694,83	694,41	Var	0,09	350,42	0	0,374 cm	<MN
	j	-0,02	694,5	694,66	Var	0,09	350,42	0	0,374 cm	<MN
P205	$\dot{I}$	0,02	694,83	694,44	Var	0,13	350,42	0	0,374 cm	<MN
	j	0,02	694,62	694,72	Var	0,13	350,42	0	0,374 cm	<MN
P206	$\dot{I}$	495,68	1066,97	1066,92	Var	147,14	354,7	0,46	0,374 cm	<MN
	j	-127,8	1066,79	1066,88	Var	147,14	354,7	0,12	0,374 cm	<MN
P207	$\dot{I}$	-0,01	694,83	694,41	Var	0,09	350,42	0	0,374 cm	<MN
	j	-0,02	694,5	694,66	Var	0,09	350,42	0	0,374 cm	<MN
P208	$\dot{I}$	495,68	1066,97	1066,92	Var	147,14	354,7	0,46	0,374 cm	<MN
	j	-127,8	1066,79	1066,88	Var	147,14	354,7	0,12	0,374 cm	<MN

Tablo 5.38. 3 ncü kat güçlendirme perdelerine ait deprem performans değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P301	$\bar{I}$	127,69	390,78	390,83	Var	51,05	346,85	0,33	0,388 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	51,05	346,85	0	0,388 cm	<MN
P302	$\bar{I}$	127,69	390,78	390,83	Var	51,05	346,85	0,33	0,388 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	51,05	346,85	0	0,388 cm	<MN
P303	$\bar{I}$	-0,02	344,18	344,08	Var	0,04	295,26	0	0,388 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	0,04	295,26	0	0,388 cm	<MN
P304	$\bar{I}$	0,02	344,18	344,02	Var	0,07	295,26	0	0,388 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	0,07	295,26	0	0,388 cm	<MN
P305	$\bar{I}$	-0,02	344,18	344,08	Var	0,03	295,26	0	0,388 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	0,03	295,26	0	0,388 cm	<MN
P306	$\bar{I}$	127,78	390,78	390,69	Var	51,15	346,85	0,33	0,388 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	51,15	346,85	0	0,388 cm	<MN
P307	$\bar{I}$	0,02	344,18	344,02	Var	0,07	295,26	0	0,388 cm	<MN
	j	0	344,18	344,18	Var	0,07	295,26	0	0,388 cm	<MN
P308	$\bar{I}$	127,78	390,78	390,69	Var	51,15	346,85	0,33	0,388 cm	<MN
	j	0	390,78	390,78	Var	51,15	346,85	0	0,388 cm	<MN

Perde eklemek suretiyle güçlendirilerek çözümü yapılan BH-1 yapı sisteminin Şekil.5.36-5.43 ve Tablo.5.35-5.38’de sunulan değerlerinin incelenmesi sonucunda y doğrultusunda (+y yükleme) hesaplanan yapı performansı, Tablo 5.39. da sunulmuştur.

Tablo 5.39. Bina'nın +y yönü eşdeğer deprem yüklemesi sonucu hesaplanan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
3	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-
2	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-
Zemin	Kirişler	45 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	28 (%100)	-	-	-
	Perdeler	8 (%100)	-	-	-

Bundan sonra yapılacak işlem katlara göre kolon tiplerinin belirlenerek yapının +y yönündeki performans düzeyini belirlemektir. Hesaplar Tablo 5.40-5.43'te gösterilmiştir.

Tablo 5.40. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 3 ncü kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S301	4,55	<MN	<MN	10,87	14,69	6,49	19,8	Güçlü
S302	4,68	<MN	<MN	11,89	14,69	10,78	19,8	Güçlü
S303	4,68	<MN	<MN	11,87	14,69	10,67	19,8	Güçlü
S304	4,68	<MN	<MN	11,85	14,69	10,62	19,8	Güçlü
S305	4,68	<MN	<MN	11,85	14,69	10,6	19,8	Güçlü
S306	4,68	<MN	<MN	11,76	14,69	10,24	19,8	Güçlü
S307	4,55	<MN	<MN	11,04	14,69	7,2	19,8	Güçlü
S308	1,05	<MN	<MN	5,67	36	7,49	19,8	Güçlü
S309	11,64	<MN	<MN	12,62	36,22	14,02	19,8	Güçlü
S310	11,74	<MN	<MN	13,22	36,22	16,85	19,8	Güçlü
S311	11,74	<MN	<MN	13,19	36,22	16,72	19,8	Güçlü
S312	11,74	<MN	<MN	13,2	36,22	16,75	19,8	Güçlü
S313	11,64	<MN	<MN	12,46	36,22	13,29	19,8	Güçlü
S314	1,16	<MN	<MN	5,67	36	8,06	19,8	Güçlü
S315	0,25	<MN	<MN	5,67	28,21	7,24	19,8	Güçlü
S316	9	<MN	<MN	12,03	28,3	11,39	19,8	Güçlü
S317	9,04	<MN	<MN	13,22	28,3	16,85	19,8	Güçlü
S318	9,04	<MN	<MN	13,19	28,3	16,71	19,8	Güçlü
S319	9,04	<MN	<MN	13,22	28,3	16,87	19,8	Güçlü
S320	9	<MN	<MN	12,74	28,3	14,61	19,8	Güçlü
S321	0,13	<MN	<MN	5,67	28,21	7,98	19,8	Güçlü
S322	4,55	<MN	<MN	10,96	14,69	6,86	19,8	Güçlü
S323	4,68	<MN	<MN	11,54	14,69	9,28	19,8	Güçlü
S324	4,68	<MN	<MN	11,85	14,69	10,63	19,8	Güçlü
S325	4,68	<MN	<MN	11,85	14,69	10,61	19,8	Güçlü
S326	4,68	<MN	<MN	11,87	14,69	10,7	19,8	Güçlü
S327	4,68	<MN	<MN	12,01	14,69	11,29	19,8	Güçlü
S328	4,55	<MN	<MN	11,05	14,69	7,22	19,8	Güçlü

Tablo 5.40.'a göre, ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00%; minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı: 0,00% olarak hesaplanmıştır.

Aynı yöntemlerle diğer katlara ait kolonların durumu hesaplanarak Tablo 5.41-5.43'te sunulmuştur.

Tablo 5.41. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	4,55	<MN	<MN	25,17	14,69	13,88	19,8	Güçlü
S202	4,68	<MN	<MN	28,8	14,69	22,82	19,8	Güçlü
S203	4,68	<MN	<MN	28,8	14,69	22,83	19,8	Güçlü
S204	4,68	<MN	<MN	28,76	14,69	22,71	19,8	Güçlü
S205	4,68	<MN	<MN	28,76	14,69	22,7	19,8	Güçlü
S206	4,68	<MN	<MN	28,32	14,69	21,56	19,8	Güçlü
S207	4,55	<MN	<MN	25,84	14,69	15,43	19,8	Güçlü
S208	0,78	<MN	<MN	11,67	36	15,56	19,8	Güçlü
S209	9,98	<MN	<MN	31,14	36,22	29,5	19,8	Zayıf
S210	11,12	<MN	<MN	33,9	36,22	35,74	19,8	Zayıf
S211	11,12	<MN	<MN	33,86	36,22	35,46	19,8	Zayıf
S212	11,11	<MN	<MN	33,87	36,22	35,56	19,8	Zayıf
S213	10,09	<MN	<MN	30,59	36,22	27,85	19,8	Zayıf
S214	0,99	<MN	<MN	11,96	36	16,9	19,8	Güçlü
S215	0,23	<MN	<MN	11,55	28,21	14,99	19,8	Güçlü
S216	9	<MN	<MN	29,14	28,3	23,72	19,8	Güçlü
S217	9,04	<MN	<MN	33,9	28,3	35,74	19,8	Güçlü
S218	9,04	<MN	<MN	33,85	28,3	35,44	19,8	Güçlü
S219	9,04	<MN	<MN	33,91	28,3	35,79	19,8	Güçlü
S220	9	<MN	<MN	33,15	28,3	30,76	19,8	Güçlü
S221	0,25	<MN	<MN	11,91	28,21	16,67	19,8	Güçlü
S222	4,55	<MN	<MN	25,49	14,69	14,62	19,8	Güçlü
S223	4,68	<MN	<MN	27,53	14,69	19,53	19,8	Güçlü
S224	4,68	<MN	<MN	28,77	14,69	22,73	19,8	Güçlü
S225	4,68	<MN	<MN	28,76	14,69	22,7	19,8	Güçlü
S226	4,68	<MN	<MN	28,83	14,69	22,88	19,8	Güçlü
S227	4,68	<MN	<MN	29,21	14,69	23,92	19,8	Güçlü
S228	4,55	<MN	<MN	25,86	14,69	15,48	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.42. Binanın +y yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S101	4,55	<MN	<MN	28,18	14,69	21,19	19,8	Güçlü
S102	4,68	<MN	<MN	33,77	14,69	34,9	19,8	Güçlü
S103	4,68	<MN	<MN	33,77	14,69	34,9	19,8	Güçlü
S104	4,68	<MN	<MN	33,75	14,69	34,76	19,8	Güçlü
S105	4,68	<MN	<MN	33,73	14,69	34,6	19,8	Güçlü
S106	4,68	<MN	<MN	33,93	14,69	35,97	19,8	Güçlü
S107	4,55	<MN	<MN	28,67	14,69	22,47	19,8	Güçlü
S108	0,74	<MN	<MN	13,27	36	23,59	19,8	Zayıf
S109	9,46	<MN	<MN	35,2	36,22	44,86	19,8	Zayıf
S110	10,61	<MN	<MN	36,46	36,22	54,67	19,8	Güçlü
S111	10,61	<MN	<MN	36,42	36,22	54,29	19,8	Güçlü
S112	10,6	<MN	<MN	36,42	36,22	54,34	19,8	Güçlü
S113	9,84	<MN	<MN	35,41	36,22	46,36	19,8	Zayıf
S114	1	<MN	<MN	13,68	36	25,84	19,8	Zayıf
S115	0,19	<MN	<MN	13,12	28,21	22,78	19,8	Zayıf
S116	9	<MN	<MN	34,39	28,3	39,09	19,8	Güçlü
S117	9,04	<MN	<MN	36,46	28,3	54,69	19,8	Güçlü
S118	9,04	<MN	<MN	36,41	28,3	54,27	19,8	Güçlü
S119	9,04	<MN	<MN	36,45	28,3	54,58	19,8	Güçlü
S120	9	<MN	<MN	35,37	28,3	46,06	19,8	Güçlü
S121	0,32	<MN	<MN	13,54	28,21	25,09	19,8	Zayıf
S122	4,55	<MN	<MN	28,6	14,69	22,28	19,8	Güçlü
S123	4,68	<MN	<MN	33,33	14,69	31,92	19,8	Güçlü
S124	4,68	<MN	<MN	33,75	14,69	34,74	19,8	Güçlü
S125	4,68	<MN	<MN	33,75	14,69	34,76	19,8	Güçlü
S126	4,68	<MN	<MN	33,77	14,69	34,85	19,8	Güçlü
S127	4,68	<MN	<MN	33,98	14,69	36,27	19,8	Güçlü
S128	4,55	<MN	<MN	28,82	14,69	22,88	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.43. Binaın +y yönü deprem yüklemesi için zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
SZ01	4,16	<MN	<MN	30,83	14,69	28,57	19,8	Güçlü
SZ02	4,1	<MN	<MN	35,52	14,69	47,25	19,8	Güçlü
SZ03	3,88	<MN	<MN	35,5	14,69	47,05	19,8	Güçlü
SZ04	3,88	<MN	<MN	35,48	14,69	46,91	19,8	Güçlü
SZ05	3,88	<MN	<MN	35,45	14,69	46,7	19,8	Güçlü
SZ06	3,9	<MN	<MN	35,57	14,69	47,58	19,8	Güçlü
SZ07	4,27	<MN	<MN	33,15	14,69	30,72	19,8	Güçlü
SZ08	0,29	<MN	<MN	15,38	36	31,79	19,8	Zayıf
SZ09	4,93	<MN	<MN	37,15	36,22	60,92	19,8	Güçlü
SZ10	5,55	<MN	<MN	38,33	36,22	73,98	19,8	Güçlü
SZ11	5,54	<MN	<MN	38,28	36,22	73,41	19,8	Güçlü
SZ12	5,54	<MN	<MN	38,29	36,22	73,57	19,8	Güçlü
SZ13	5,14	<MN	<MN	37,2	36,22	61,39	19,8	Güçlü
SZ14	0,32	<MN	<MN	15,61	36	34,8	19,8	Zayıf
SZ15	0,07	<MN	<MN	15,3	28,21	30,69	19,8	Zayıf
SZ16	4,84	<MN	<MN	36,1	28,3	51,7	19,8	Güçlü
SZ17	5,54	<MN	<MN	38,34	28,3	74,07	19,8	Güçlü
SZ18	5,55	<MN	<MN	38,27	28,3	73,38	19,8	Güçlü
SZ19	5,55	<MN	<MN	38,33	28,3	73,92	19,8	Güçlü
SZ20	5,35	<MN	<MN	37,33	28,3	62,74	19,8	Güçlü
SZ21	0,03	<MN	<MN	15,54	28,21	33,91	19,8	Zayıf
SZ22	3,58	<MN	<MN	31,35	14,69	30,15	19,8	Güçlü
SZ23	3,33	<MN	<MN	34,86	14,69	42,42	19,8	Güçlü
SZ24	2,99	<MN	<MN	35,48	14,69	46,88	19,8	Güçlü
SZ25	2,98	<MN	<MN	35,48	14,69	46,9	19,8	Güçlü
SZ26	2,98	<MN	<MN	35,5	14,69	47,03	19,8	Güçlü
SZ27	3,2	<MN	<MN	35,78	14,69	49,21	19,8	Güçlü
SZ28	3,55	<MN	<MN	33,21	14,69	31,13	19,8	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

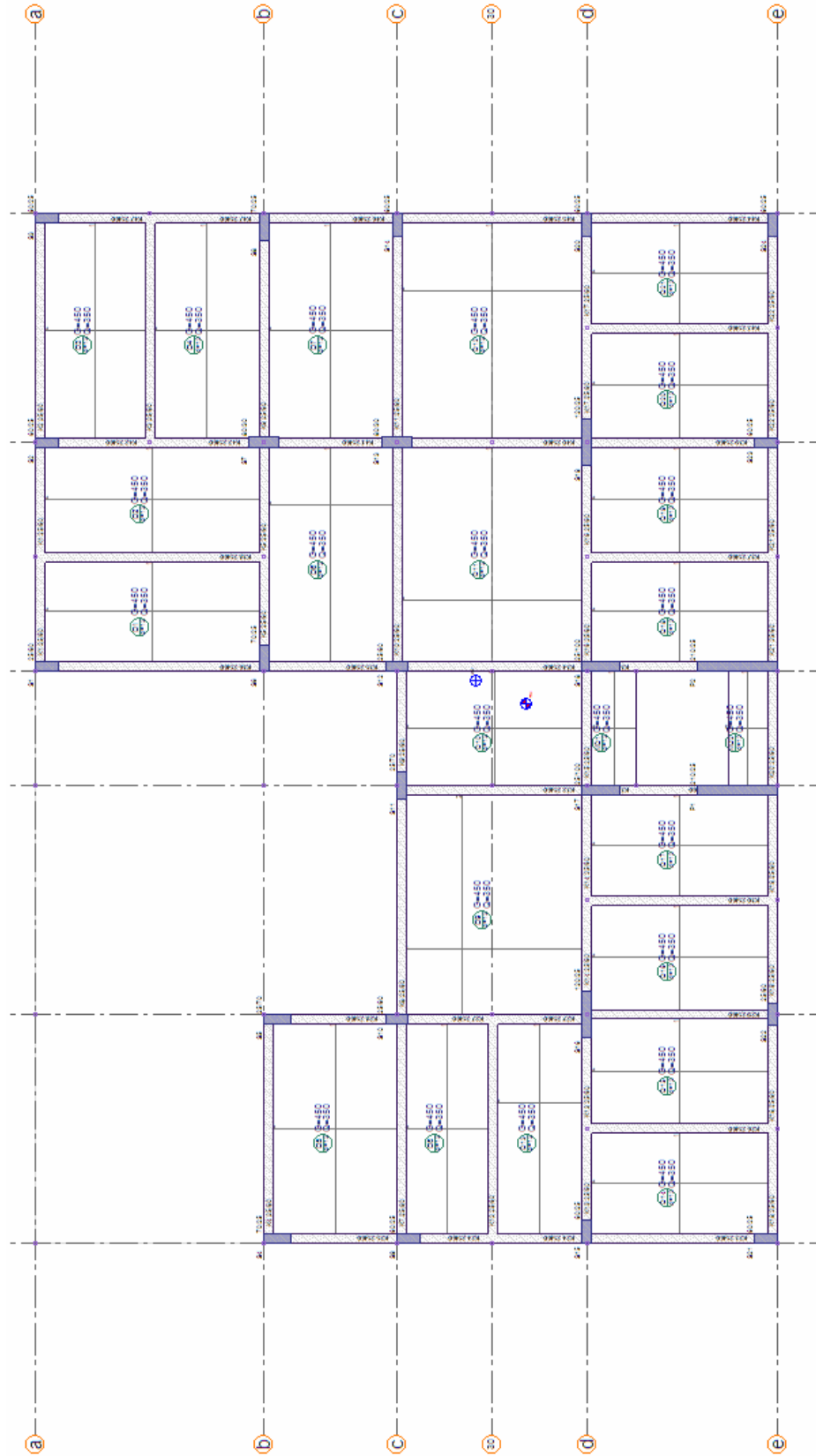
Örnek olarak seçtiğimiz yapı sistemine perde eklemek suretiyle güçlendirilmiş BH-1 binasının +y doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Hemen Kullanım olarak belirlenmiştir.

5.3. BH-2 Binasının Deprem Performansının Değerlendirilmesi

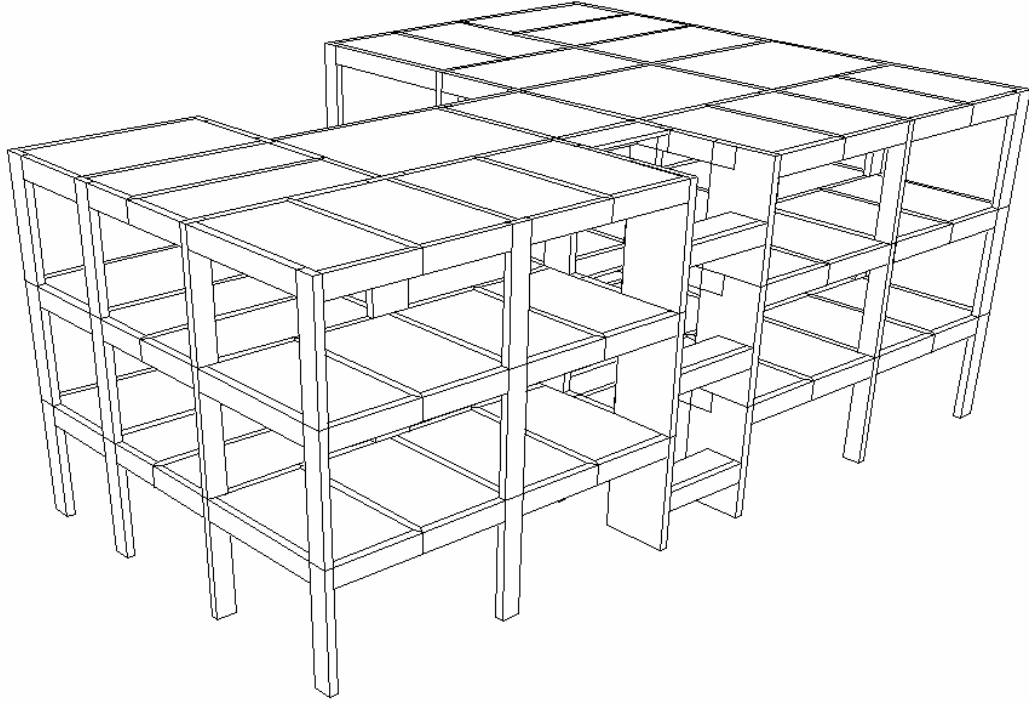
5.3.1. BH-2 Binasının Yapısal Özellikleri

BH-2 yapı sistemi, x-yönünde 5 y-yönünde 4 açıklıklı çerçevelerden ve perdelerden oluşan bir taşıyıcı sistem modelidir. 3 katlı olan örnek hastane binası 1980 yılında inşa edilmiş olup, 1975 yönetmeliğine göre projelendirilmiştir. 27,00x19,50 ebatlarındaki binamız, 405 m² kat alanına sahiptir. Yapıda zemin kat yüksekliği 3,50 m'dir. BH-2 yapı sistemi 3 bloktan oluşan bir hastane binasının poliklinik kısmı olarak halen hizmet vermektedir.

BH-2'ye ait normal kat kalıp planı ve binanın perspektif görünüşü Şekil 5.44. ve Şekil 5.45.'de sunulmuştur.



Şekil 5.44.BH-2 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı.



Şekil 5.45.BH-2 Yapı Sistemine ait Perspektif Görünüş.

Sayısal incelemelere konu BH-2 yapı modeline ait diğer yapı analiz parametreleri Tablo 5.44’de verilmiştir.

Tablo 5.44. BH-2 İçin Yapı Analiz Parametreleri

Mevcut Yapının Özellikleri		2007 Deprem Yönetmeliği Parametreleri	
Binanın Projesi	Var	Deprem Bölgesi	1
Bilgi Düzeyi	Kapsamlı	Deprem Bölge Katsayısı	0,40
Mevcut Beton Dayanımı	16 MPa	Bina Önem Katsayısı	1,5
Mevcut Çelik Dayanımı	220 MPa	Zemin Cinsi	Z2
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	7	HareketliYük Katılım Katsayısı	0,3
Hedeflenen Performans Düzeyi		(50 yılda %10) HK (50 yılda %2) CG	

5.3.2. Sistemin Deprem Performansının Mod Birleştirme Yöntemi ile Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında örnek olarak seçilen BH-2'e kiriş ve kolon ve perde elemanlarına ait kesit boyutları, donatı miktarları ve hesap sonucu bulunan doğal titreşim periyotları aşağıda sunulmuştur.

Tüm kirişlerde;

Montaj donatısı	: 3Ø14
Düz	: 2Ø14
Pilye	: 3Ø16
Üst ilaveler (sağda ve solda)	: 2x1Ø14
Etriyeler	: Ø8/20/10

Perdeler;

Boyut	: 25x210 cm
Sağ ve Sol bölgeye ait donatı	: 4Ø14
Orta bölgeye ait donatı	: 16Ø12
Sağ ve Sol bölgeye ait etriye	: Ø10/25
Orta bölgeye ait etriye	: Ø10/10

BH-2 yapı sisteminde 5 farklı boyutlarda kolon bulunmakta olup, bunlara ait kolon boyutları ve donatı miktarları Tablo 5.45'te sunulmuştur.

Tablo 5.45. BH-2 Yapı Sistemi Kolon Donatıları.

Kolonlar	Boyutlar (cm)	Köşe Donatı	Kenar Donatı	Enine Donatı
S1, S2, S3, S9, S10, S12, S14, S15, S20, S21, S22, S23, S24	25 x 60	4Ø16	10Ø16	Ø10/12/6/10
S4, S5, S6, S8, S11	25 x 70	4Ø16	10Ø16	Ø10/12/6/10
S7, S13	30 x 80	4Ø16	14Ø16	Ø10/12/6/10
S17, S18	25 x 100	4Ø16	12Ø16	Ø10/12/6/10
S16, S19	25 x 120	4Ø16	12Ø16	Ø10/12/6/10

BH-2 yapı sistemi kirişlerine ait boyut ve alt-üst ve i, j ucunda bulunan donatı alanları Tablo 5.46'da sunulmuştur.

Tablo 5.46. BH-2 Kirişleri Donatı Alanları.

Kiriş No	Boyut	Donatı Yeri	Sol Uç	Sağ Uç	Kiriş No	Boyut	Donatı Yeri	Sol Uç	Sağ Uç
	(cm)		(cm ²)	(cm ²)		(cm)		(cm ²)	(cm ²)
K101	25x60	Üst	9,23	16,93	K125	25x60	Üst	12,31	9,23
		Alt	6,03	12,06			Alt	12,06	6,03
K102	25x60	Üst	16,93	9,23	K126	25x60	Üst	9,23	9,23
		Alt	12,06	6,03			Alt	6,03	6,03
K103	25x60	Üst	9,23	9,23	K127	25x60	Üst	13,08	16,93
		Alt	6,03	6,03			Alt	9,04	12,06
K104	25x60	Üst	9,23	9,23	K128	25x60	Üst	16,93	9,23
		Alt	6,03	6,03			Alt	12,06	6,03
K105	25x60	Üst	9,23	16,93	K129	25x60	Üst	9,23	13,08
		Alt	6,03	12,06			Alt	6,03	9,04
K106	25x60	Üst	16,93	9,23	K130	25x60	Üst	9,23	9,23
		Alt	12,06	6,03			Alt	6,03	6,03
K107	25x60	Üst	9,23	16,93	K131	25x60	Üst	9,23	12,31
		Alt	6,03	12,06			Alt	6,03	12,06
K108	25x60	Üst	16,93	16,93	K132	25x60	Üst	12,31	9,23
		Alt	12,06	12,06			Alt	12,06	6,03
K109	25x60	Üst	16,93	12,06	K133	25x60	Üst	9,23	12,31
		Alt	13,08	9,04			Alt	6,03	12,06
K110	25x60	Üst	13,08	9,04	K134	25x60	Üst	12,31	16,93
		Alt	16,93	12,06			Alt	12,06	12,06
K111	25x60	Üst	16,93	9,23	K135	25x60	Üst	16,93	16,93
		Alt	12,06	6,03			Alt	12,06	12,06
K112	25x60	Üst	9,23	9,23	K136	25x60	Üst	16,93	9,23
		Alt	6,03	6,03			Alt	12,06	6,03
K113	25x60	Üst	9,23	16,93	K137	25x60	Üst	9,23	9,23
		Alt	6,03	12,06			Alt	6,03	6,03
K114	25x60	Üst	16,93	16,93	K138	25x60	Üst	9,23	9,23
		Alt	12,06	12,06			Alt	6,03	6,03
K115	25x60	Üst	16,93	16,93	K139	25x60	Üst	9,23	16,93
		Alt	12,06	12,06			Alt	6,03	6,03
K116	25x60	Üst	16,93	16,93	K140	25x60	Üst	16,93	12,31
		Alt	12,06	12,06			Alt	6,03	12,06
K117	25x60	Üst	16,93	9,23	K141	25x60	Üst	12,31	16,93
		Alt	12,06	6,03			Alt	12,06	12,06
K118	25x60	Üst	9,23	16,93	K142	25x60	Üst	16,93	9,23
		Alt	6,03	12,06			Alt	12,06	6,03
K119	25x60	Üst	16,93	9,23	K143	25x60	Üst	9,23	9,23
		Alt	12,06	6,03			Alt	6,03	6,03
K120	25x60	Üst	9,23	9,23	K144	25x60	Üst	9,23	16,93
		Alt	6,03	6,03			Alt	6,03	6,03
K121	25x60	Üst	9,23	16,93	K145	25x60	Üst	16,93	16,93
		Alt	6,03	12,06			Alt	6,03	12,06
K122	25x60	Üst	16,93	9,23	K146	25x60	Üst	16,93	16,93
		Alt	12,06	6,03			Alt	12,06	12,06
K123	25x60	Üst	9,23	16,93	K147	25x60	Üst	16,93	9,23
		Alt	6,03	12,06			Alt	12,06	6,03
K124	25x60	Üst	16,93	12,31					
		Alt	12,06	12,06					

DBYBHY-2007'ye göre binanın doğal titreşim periyotları; $T_x = 0,389$ ve $T_y = 0,161$ sn ayrıca bu değerlere göre spektrum katsayısı $S(T_r)=2,5$ ve spektral ivme katsayısı $A(T_r)=1,5$ olacaktır. Performans analizi yapılırken hangi yöntemin kullanılacağına karar verebilmek için burulma düzensizliği kontrolü yapılması gerekmektedir. Yapılan analizler sonucu bulunan değerler x yönü için Tablo 5.47'de y yönü için Tablo 5.48'de sunulmuştur.

Tablo 5.47. Bina nın x doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü.

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ +x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ +x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ +x yönü	ηb +x yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ -x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ -x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ -x yönü	ηb -x yönü
3	5,26	3,29	4,27	1,23	4,27	3,3	3,78	1,13
2	7,93	4,87	6,4	1,24	6,37	4,92	5,64	1,13
1	6,98	3,78	5,18	1,27	5,07	3,89	4,48	1,13

Tablo 5.48. Bina nın y doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü.

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ +y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ +y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ +y yönü	ηb +y yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ -y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ -y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ -y yönü	ηb -y yönü
3	3,57	1,25	2,41	1,48	3,19	1,74	2,47	1,29
2	4,89	1,12	3	1,63	4,04	2,08	3,06	1,32
1	3,82	0,43	2,12	1,80	2,98	1,34	2,16	1,38

Y doğrultusunda yapılan analiz sonucunda +y yönü deprem yüklemesi neticesinde burulma düzensizliği katsayısı sınır değer olan 1,4'ü aşmıştır. Bu nedenle eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılamayacak, analiz mod birleştirme yöntemi kullanılarak yapılacaktır.

İlk olarak sistemin düşey yükler altındaki (G+Q) eğilme momenti kapasiteleri bulunur.+x, -x, +y, -y yönü deprem yüklemesi durumlarında Sap-2000 programı kullanılarak hesaplanan değerler Tablo 5.49-5.52'de sunulmuştur.

Tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları +x deprem doğrultusu için hesaplanarak Şekil 5.46.-5.51'de sunulmuştur.

Tablo 5.49. + x yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlar için)

Kiriş No	Kiriş Uçları	Mcap (tm)	Kiriş No	Kiriş Uçları	Mcap (tm)
KZ01	Sol	7,3	KZ25	Sol	14,09
	Sağ	19,19		Sağ	10,98
KZ02	Sol	14,09	KZ26	Sol	7,3
	Sağ	10,98		Sağ	10,98
KZ03	Sol	7,3	KZ27	Sol	15,19
	Sağ	10,98		Sağ	19,19
KZ04	Sol	7,3	KZ28	Sol	14,09
	Sağ	10,98		Sağ	10,98
KZ05	Sol	7,3	KZ29	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	15,19
KZ06	Sol	14,09	KZ30	Sol	10,98
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ07	Sol	7,3	KZ31	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	14,36
KZ08	Sol	14,09	KZ32	Sol	14,09
	Sağ	19,19		Sağ	10,98
KZ09	Sol	14,09	KZ33	Sol	10,98
	Sağ	15,19		Sağ	14,09
KZ10	Sol	10,76	KZ34	Sol	14,36
	Sağ	19,19		Sağ	14,09
KZ11	Sol	14,09	KZ35	Sol	14,09
	Sağ	10,98		Sağ	19,19
KZ12	Sol	7,3	KZ36	Sol	19,19
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ13	Sol	7,3	KZ37	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	10,98
KZ14	Sol	14,09	KZ38	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	10,98
KZ15	Sol	14,09	KZ39	Sol	10,98
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ16	Sol	14,09	KZ40	Sol	19,19
	Sağ	19,19		Sağ	14,09
KZ17	Sol	14,09	KZ41	Sol	14,36
	Sağ	10,98		Sağ	14,09
KZ18	Sol	7,3	KZ42	Sol	19,19
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ19	Sol	14,09	KZ43	Sol	10,98
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ20	Sol	7,3	KZ44	Sol	10,98
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ21	Sol	7,3	KZ45	Sol	19,19
	Sağ	19,19		Sağ	14,09
KZ22	Sol	14,09	KZ46	Sol	19,19
	Sağ	10,98		Sağ	14,09
KZ23	Sol	7,3	KZ47	Sol	19,19
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ24	Sol	19,19			
	Sağ	14,09			

Tablo 5.50. - x yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlar için)

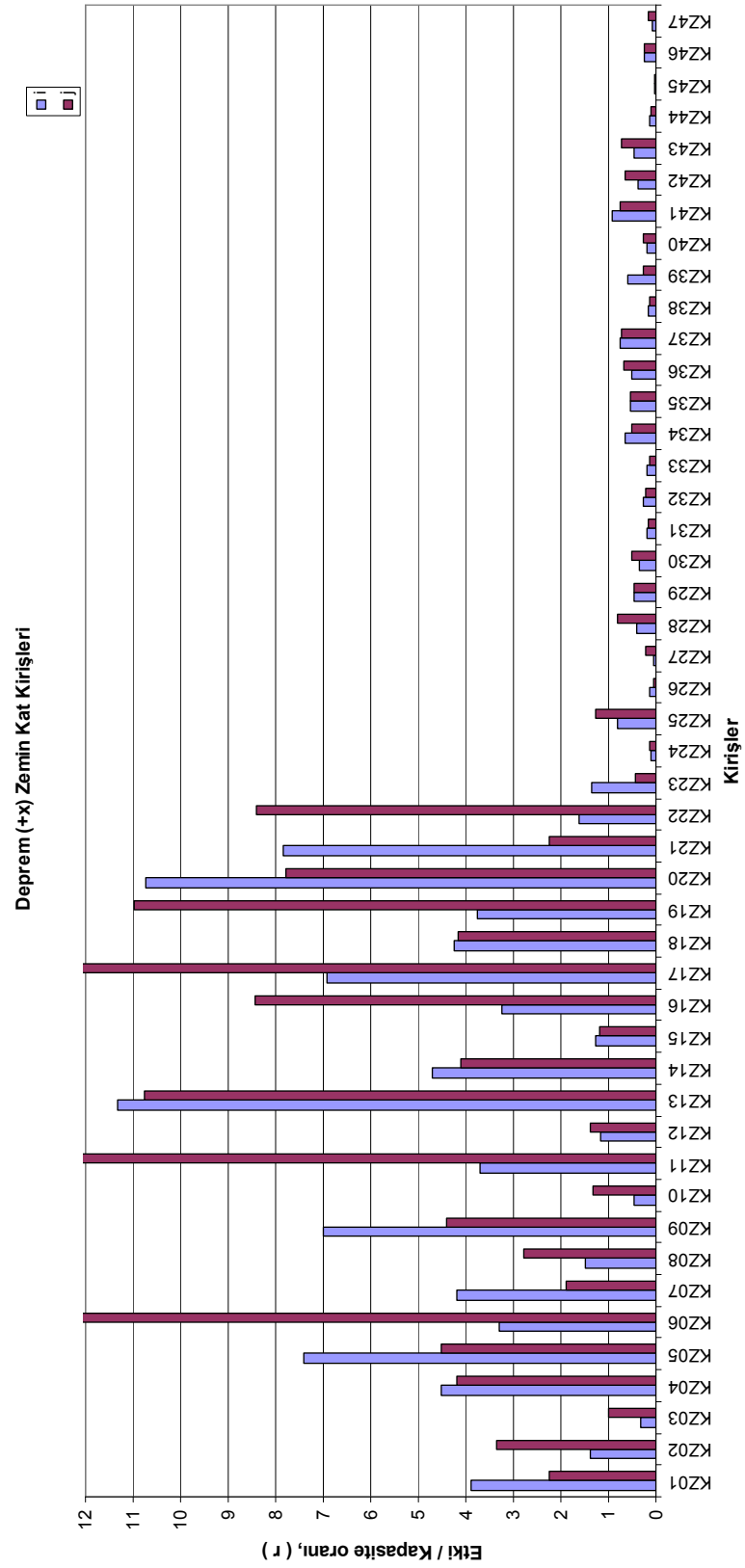
Kiriş No	Kiriş Uçları	M _{cap} (t _m)	Kiriş No	Kiriş Uçları	M _{cap} (t _m)
KZ01	Sol	10,98	KZ25	Sol	14,36
	Sağ	14,09		Sağ	7,3
KZ02	Sol	19,19	KZ26	Sol	10,98
	Sağ	7,3		Sağ	7,3
KZ03	Sol	10,98	KZ27	Sol	10,76
	Sağ	7,3		Sağ	14,09
KZ04	Sol	10,98	KZ28	Sol	19,19
	Sağ	7,3		Sağ	7,3
KZ05	Sol	10,98	KZ29	Sol	10,98
	Sağ	14,09		Sağ	10,76
KZ06	Sol	19,19	KZ30	Sol	7,3
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ07	Sol	10,98	KZ31	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	14,36
KZ08	Sol	19,19	KZ32	Sol	14,36
	Sağ	14,09		Sağ	7,3
KZ09	Sol	19,19	KZ33	Sol	10,98
	Sağ	10,76		Sağ	14,09
KZ10	Sol	15,19	KZ34	Sol	14,09
	Sağ	14,09		Sağ	19,19
KZ11	Sol	19,19	KZ35	Sol	19,19
	Sağ	7,3		Sağ	14,09
KZ12	Sol	10,98	KZ36	Sol	14,09
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ13	Sol	10,98	KZ37	Sol	10,98
	Sağ	14,09		Sağ	7,3
KZ14	Sol	19,19	KZ38	Sol	10,98
	Sağ	14,09		Sağ	7,3
KZ15	Sol	19,19	KZ39	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	19,19
KZ16	Sol	19,19	KZ40	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	14,36
KZ17	Sol	19,19	KZ41	Sol	14,09
	Sağ	7,3		Sağ	19,19
KZ18	Sol	10,98	KZ42	Sol	14,09
	Sağ	14,09		Sağ	10,98
KZ19	Sol	19,19	KZ43	Sol	7,3
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ20	Sol	10,98	KZ44	Sol	7,3
	Sağ	7,3		Sağ	19,19
KZ21	Sol	10,98	KZ45	Sol	19,19
	Sağ	14,09		Sağ	14,09
KZ22	Sol	19,19	KZ46	Sol	14,09
	Sağ	7,3		Sağ	19,19
KZ23	Sol	10,98	KZ47	Sol	14,09
	Sağ	14,09		Sağ	10,98
KZ24	Sol	14,09			
	Sağ	14,36			

Tablo 5.51. +y yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlar için)

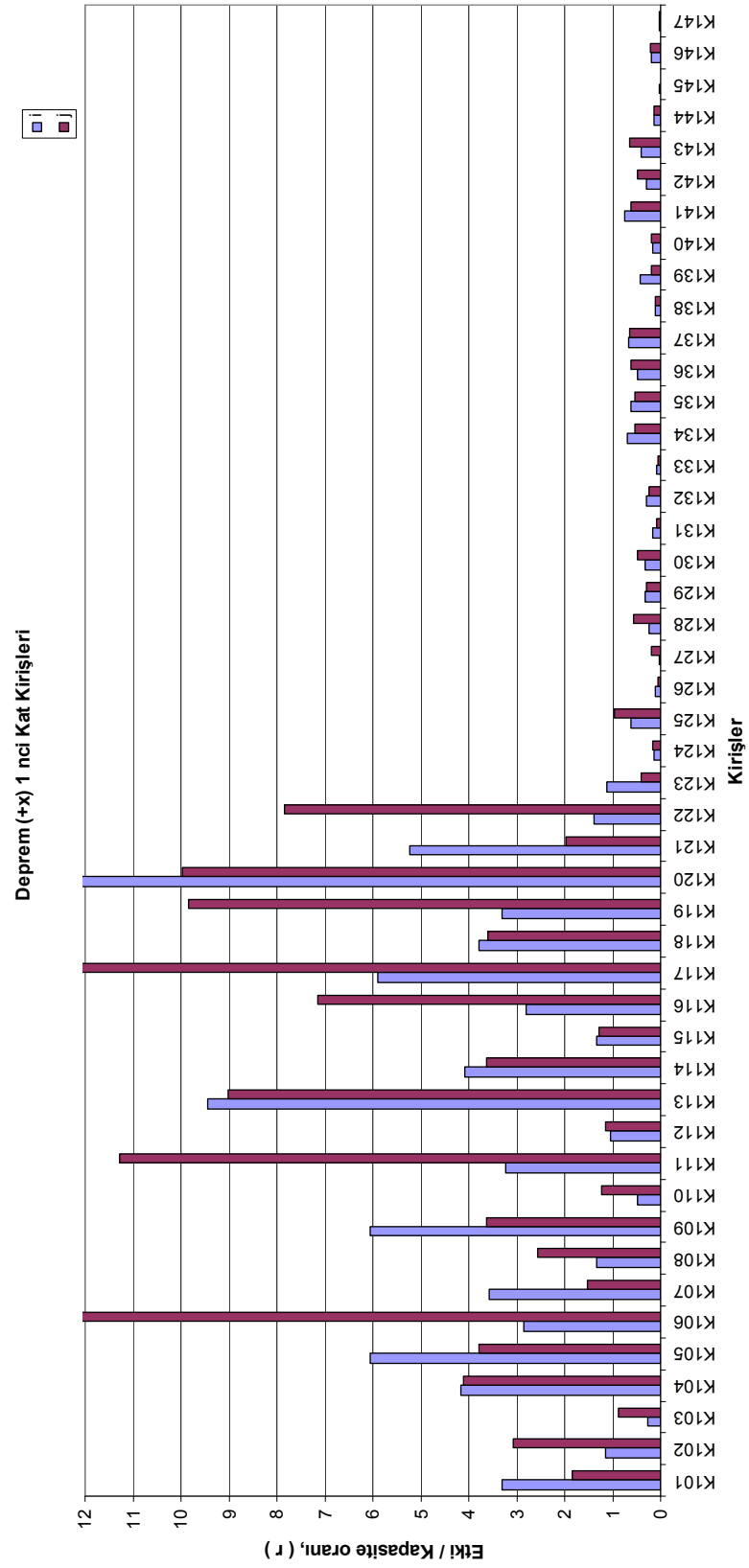
Kiriş No	Kiriş Uçları	M _{cap} (t _m)	Kiriş No	Kiriş Uçları	M _{cap} (t _m)
KZ01	Sol	10,98	KZ25	Sol	14,09
	Sağ	14,09		Sağ	10,98
KZ02	Sol	19,19	KZ26	Sol	7,3
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ03	Sol	7,3	KZ27	Sol	10,76
	Sağ	10,98		Sağ	19,19
KZ04	Sol	10,98	KZ28	Sol	14,09
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ05	Sol	10,98	KZ29	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	15,19
KZ06	Sol	19,19	KZ30	Sol	7,3
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ07	Sol	7,3	KZ31	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	14,36
KZ08	Sol	19,19	KZ32	Sol	14,09
	Sağ	14,09		Sağ	10,98
KZ09	Sol	19,19	KZ33	Sol	7,3
	Sağ	10,76		Sağ	14,36
KZ10	Sol	10,76	KZ34	Sol	14,09
	Sağ	19,19		Sağ	19,19
KZ11	Sol	19,19	KZ35	Sol	14,09
	Sağ	7,3		Sağ	19,19
KZ12	Sol	10,98	KZ36	Sol	14,09
	Sağ	7,3		Sağ	10,98
KZ13	Sol	7,3	KZ37	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	10,98
KZ14	Sol	19,19	KZ38	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	10,98
KZ15	Sol	14,09	KZ39	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	19,19
KZ16	Sol	14,09	KZ40	Sol	7,3
	Sağ	19,19		Sağ	14,36
KZ17	Sol	19,19	KZ41	Sol	14,09
	Sağ	10,98		Sağ	19,19
KZ18	Sol	7,3	KZ42	Sol	14,09
	Sağ	14,09		Sağ	10,98
KZ19	Sol	14,09	KZ43	Sol	7,3
	Sağ	10,98		Sağ	10,98
KZ20	Sol	7,3	KZ44	Sol	7,3
	Sağ	10,98		Sağ	19,19
KZ21	Sol	10,98	KZ45	Sol	7,3
	Sağ	14,09		Sağ	19,19
KZ22	Sol	14,09	KZ46	Sol	14,09
	Sağ	10,98		Sağ	19,19
KZ23	Sol	7,3	KZ47	Sol	14,09
	Sağ	19,19		Sağ	10,98
KZ24	Sol	14,09			
	Sağ	14,36			

Tablo 5.52. - yönü deprem yüklemesi kirişlerin moment kapasiteleri (Tüm katlar için)

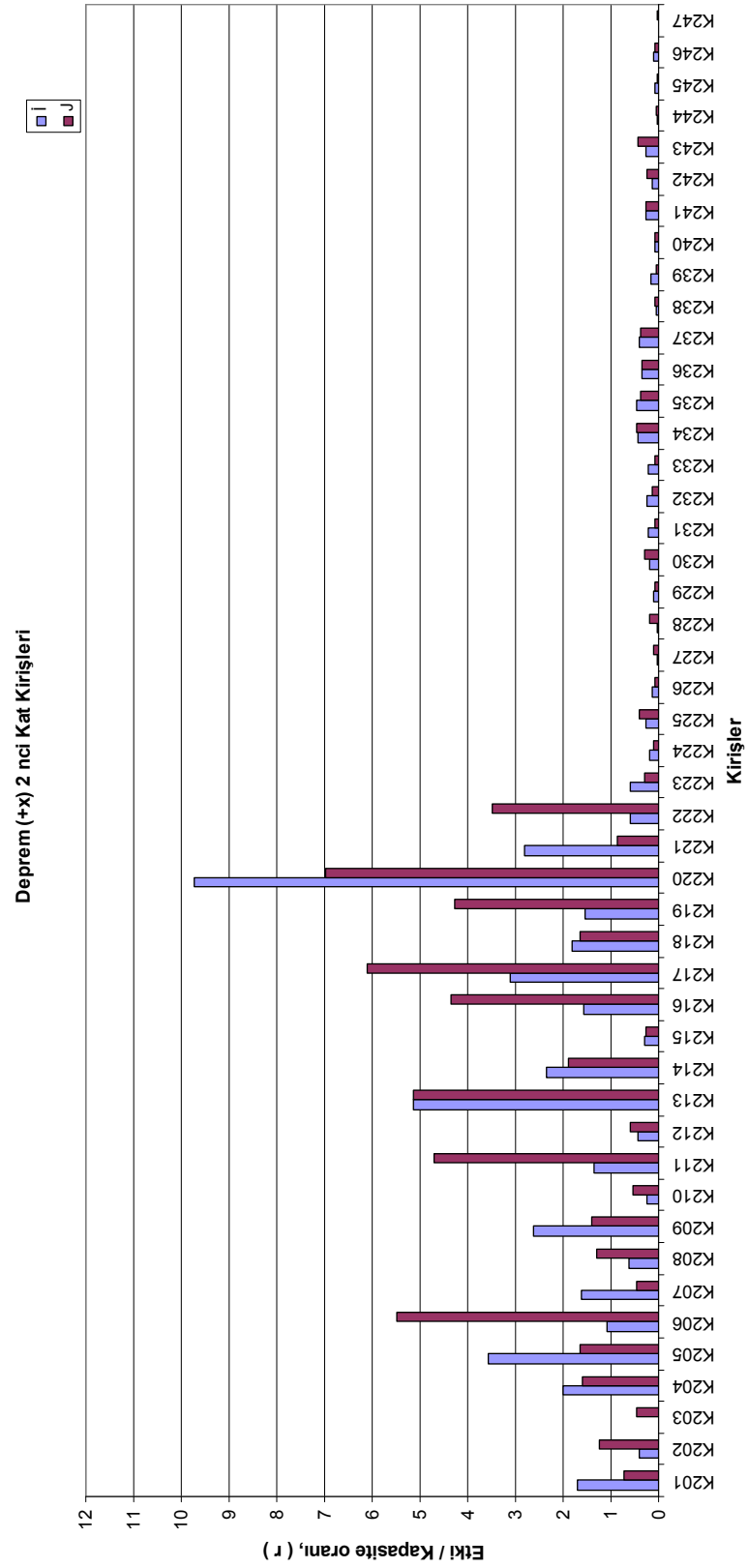
Kiriş No	Kiriş Uçları	M _{cap} (t _m)	Kiriş No	Kiriş Uçları	M _{cap} (t _m)
KZ01	Sol	7,3	KZ25	Sol	14,36
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ02	Sol	14,09	KZ26	Sol	10,98
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ03	Sol	10,98	KZ27	Sol	15,19
	Sağ	7,3		Sağ	14,09
KZ04	Sol	7,3	KZ28	Sol	19,19
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ05	Sol	7,3	KZ29	Sol	10,98
	Sağ	19,19		Sağ	10,76
KZ06	Sol	14,09	KZ30	Sol	10,98
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ07	Sol	10,98	KZ31	Sol	10,98
	Sağ	14,09		Sağ	14,09
KZ08	Sol	14,09	KZ32	Sol	14,36
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ09	Sol	14,09	KZ33	Sol	10,98
	Sağ	15,19		Sağ	14,09
KZ10	Sol	15,19	KZ34	Sol	14,36
	Sağ	14,09		Sağ	14,09
KZ11	Sol	14,09	KZ35	Sol	19,19
	Sağ	10,98		Sağ	14,09
KZ12	Sol	7,3	KZ36	Sol	19,19
	Sağ	10,98		Sağ	7,3
KZ13	Sol	10,98	KZ37	Sol	10,98
	Sağ	14,09		Sağ	7,3
KZ14	Sol	14,09	KZ38	Sol	10,98
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ15	Sol	19,19	KZ39	Sol	10,98
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ16	Sol	19,19	KZ40	Sol	19,19
	Sağ	14,09		Sağ	14,09
KZ17	Sol	14,09	KZ41	Sol	14,36
	Sağ	7,3		Sağ	14,09
KZ18	Sol	10,98	KZ42	Sol	19,19
	Sağ	19,19		Sağ	7,3
KZ19	Sol	19,19	KZ43	Sol	10,98
	Sağ	7,3		Sağ	7,3
KZ20	Sol	10,98	KZ44	Sol	10,98
	Sağ	7,3		Sağ	7,3
KZ21	Sol	7,3	KZ45	Sol	19,19
	Sağ	19,19		Sağ	14,09
KZ22	Sol	19,19	KZ46	Sol	19,19
	Sağ	7,3		Sağ	14,09
KZ23	Sol	10,98	KZ47	Sol	19,19
	Sağ	14,09		Sağ	7,3
KZ24	Sol	19,19			
	Sağ	14,09			



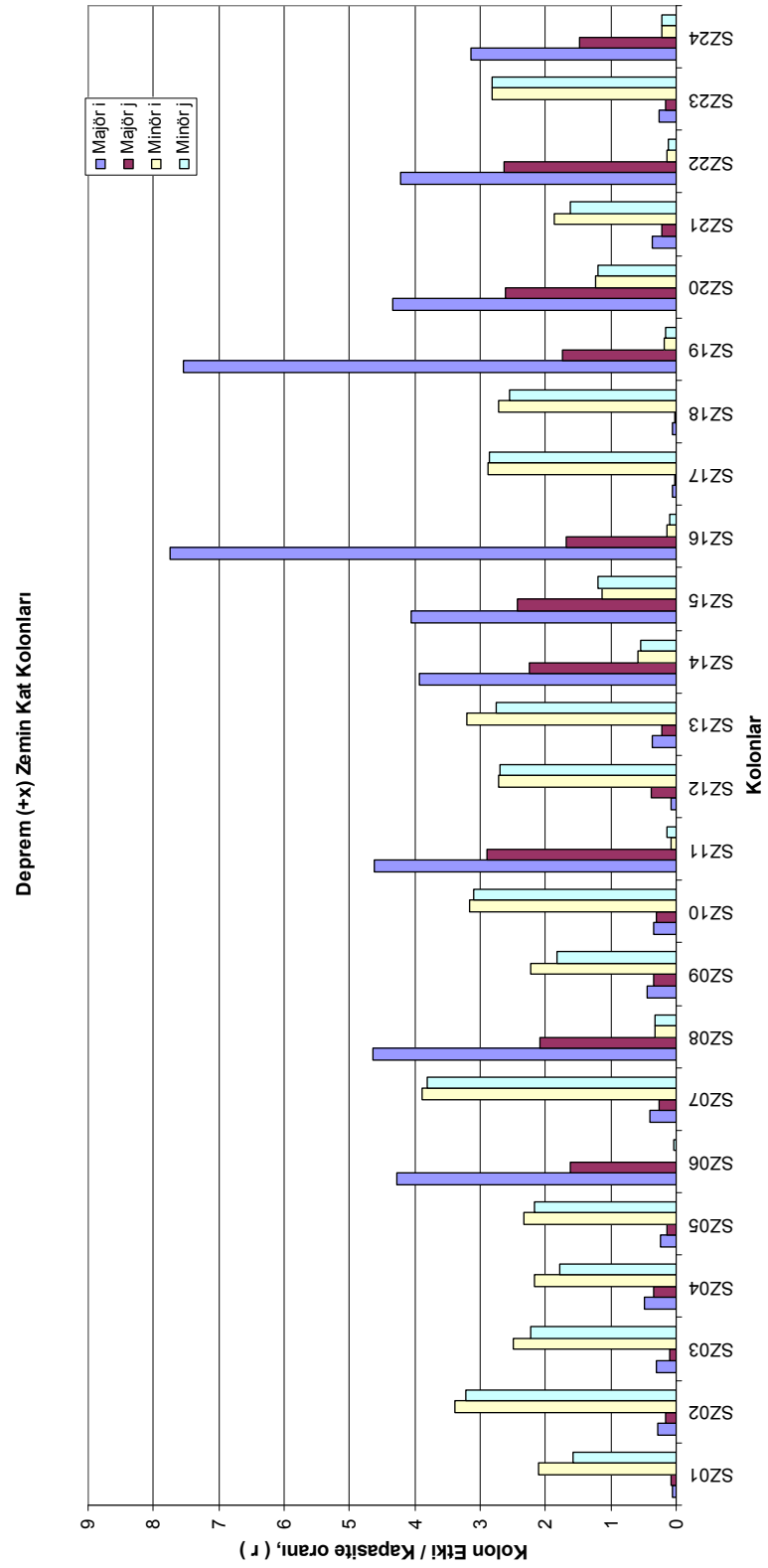
Şekil 5.46.BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etik/kapasite (r) oranları.



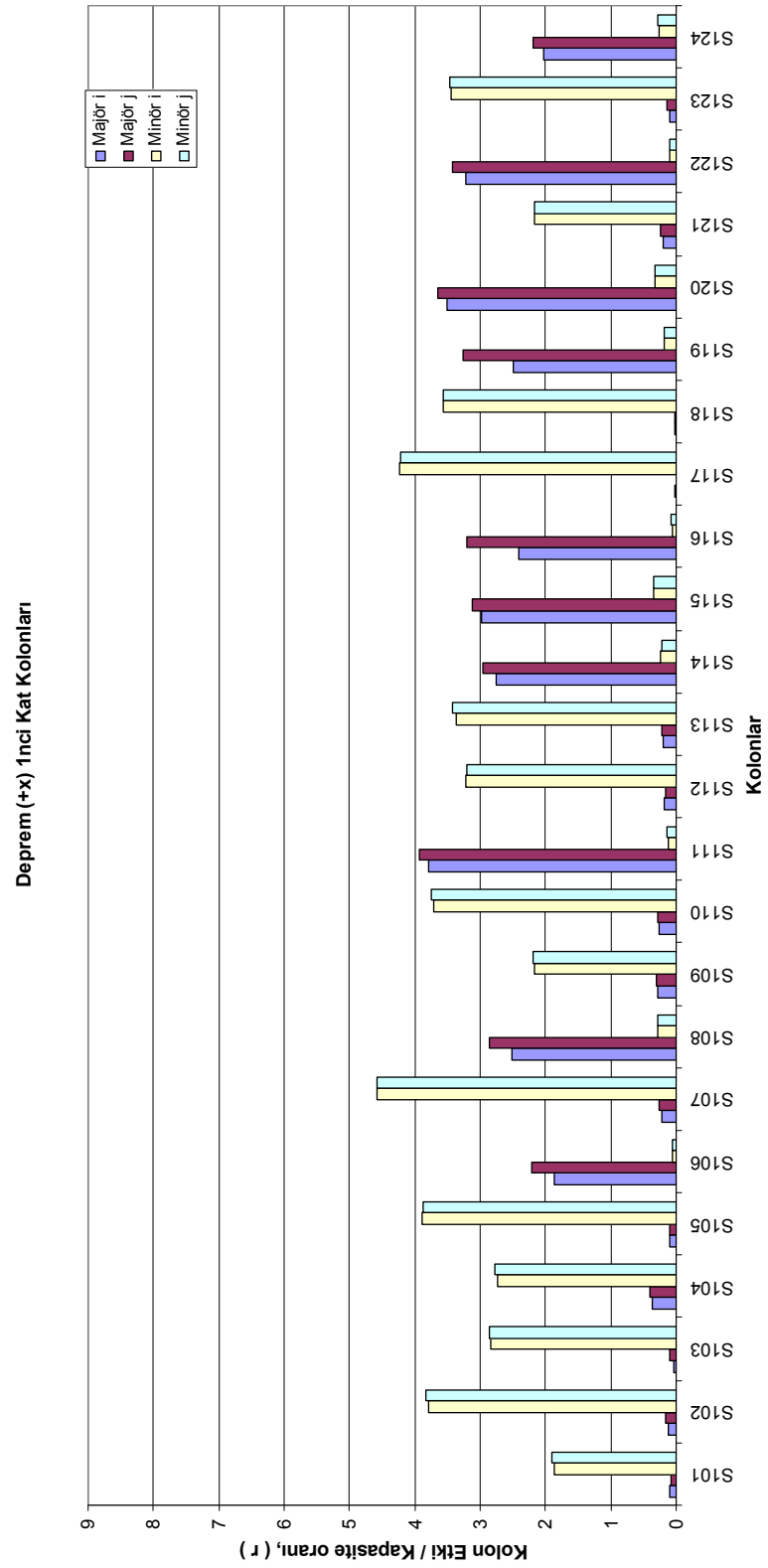
Şekil 5.47.BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



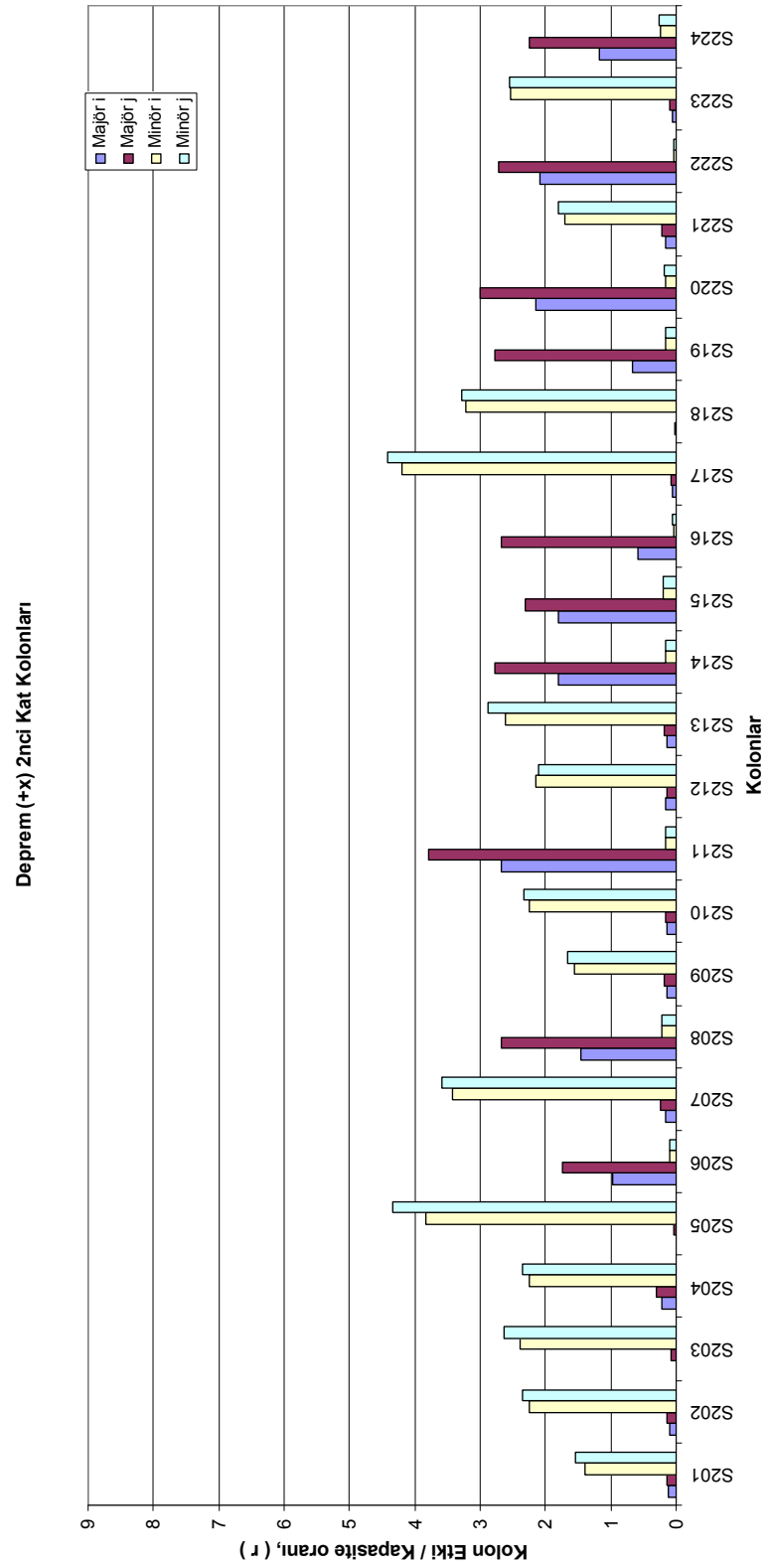
şekil 5.48.BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.49.BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.50.BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.51.BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda mevcut perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.52’de sunulmuştur.

Tablo 5.52. +x yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerle ait deprem performansı değerlendirilmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\bar{I}$	2,96	131,63	131,55	Var	10,36	84,35	0,02	1,22 cm	MN
	j	6,63	101,85	100,85	Var	10,36	84,35	0,07	1,22 cm	MN
P202	$\bar{I}$	2,01	135,51	135,64	Var	14,69	84,35	0,01	1,22 cm	MN
	j	-1,89	99,42	98,44	Var	14,69	84,35	0,02	1,22 cm	MN
P101	$\bar{I}$	10,86	188,06	187,82	Var	11,22	84,35	0,06	1,75 cm	MN
	j	17	116,71	117,42	Var	11,22	84,35	0,14	1,75 cm	MN
P102	$\bar{I}$	-8,93	198,62	198,42	Var	13,76	84,35	0,05	1,75 cm	MN
	j	-12,86	132,55	132,95	Var	13,76	84,35	0,1	1,75 cm	MN
PZ01	$\bar{I}$	33,69	224,01	224,99	Var	0,53	110,26	0,15	1,24 cm	MN
	j	18,49	175,65	174,61	Var	0,53	110,26	0,11	1,24 cm	MN
PZ02	$\bar{I}$	-28,58	231,42	233,11	Var	4,62	110,26	0,12	1,24 cm	MN
	j	-8,53	199,53	198,44	Var	4,62	110,26	0,04	1,24 cm	MN

Tablo 5.53. Binanın +x yönü yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	38 (%81)	7 (%15)	2 (%4)	-
	Kolonlar	-	24 (%100)	-	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-
1	Kirişler	30 (%64)	9 (%19)	2 (%4)	6 (%13)
	Kolonlar	-	24 (%100)	-	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-
Zemin	Kirişler	30 (%64)	8 (%17)	2 (%4)	7 (%15)
	Kolonlar	-	19 (%79)	5 (%21)	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-

Tablo 5.54. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	0,24	MN	MN	6,63	13,17	12,11	24	Güçlü
S202	0,86	MN	MN	8,2	40,74	25,45	24	Güçlü
S203	2,17	MN	MN	6,63	13,17	12,18	24	Güçlü
S204	3,4	MN	MN	5,6	13,17	9	28	Güçlü
S205	0,89	MN	MN	5,6	13,17	8,83	28	Güçlü
S206	3,38	MN	MN	24,07	13,17	19,61	28	Güçlü
S207	7,17	MN	MN	12,88	40,9	35,23	38,4	Güçlü
S208	3,42	MN	MN	23,97	13,17	19,17	28	Güçlü
S209	2,95	MN	MN	6,98	13,17	16,5	24	Güçlü
S210	3,45	MN	MN	8,22	40,91	26,34	24	Güçlü
S211	10,07	MN	MN	22,73	40,51	13,94	28	Güçlü
S212	2,84	MN	MN	7,21	31,46	19,57	24	Güçlü
S213	2,64	MN	MN	12,35	40,87	29,51	38,4	Güçlü
S214	3,41	MN	MN	19,02	13,17	14,37	24	Güçlü
S215	3,38	MN	MN	19,87	13,17	18,93	24	Güçlü
S216	10,39	MN	MN	58,5	40,69	41,67	48	Güçlü
S217	5,28	MN	MN	7,51	40,68	23,69	40	Güçlü
S218	3,5	MN	MN	7,51	40,68	23,21	40	Güçlü
S219	10,39	MN	MN	57,24	40,69	38,55	48	Güçlü
S220	3,38	MN	MN	19,92	13,17	19,23	24	Güçlü
S221	1,59	MN	MN	5,02	13,17	9,75	24	Güçlü
S222	10,22	MN	MN	20,21	40,51	20,89	24	Güçlü
S223	1,63	MN	MN	7,31	40,53	20,89	24	Güçlü
S224	3,34	MN	MN	18,24	13,17	10,46	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.55. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S101	0,2	MN	MN	16,37	13,17	24,9	24	Güçlü
S102	0,4	MN	MN	17,43	40,74	50,6	24	Zayıf
S103	0,93	MN	MN	16,38	13,17	25,15	24	Güçlü
S104	3,4	MN	MN	14,54	13,17	18,43	28	Güçlü
S105	1,97	MN	MN	14,53	13,17	18,4	28	Güçlü
S106	3,38	MN	MN	58,17	13,17	39,57	28	Güçlü
S107	8,26	MN	MN	30,77	40,9	67,89	38,4	Zayıf
S108	3,42	MN	MN	57,97	13,17	37,99	28	Güçlü
S109	3,42	MN	MN	16,72	13,17	33,1	24	Güçlü
S110	4,83	MN	MN	17,48	40,91	51,82	24	Zayıf
S111	10,07	MN	MN	51,7	40,51	27,9	28	Güçlü
S112	3,28	MN	MN	16,99	31,46	39,68	24	Zayıf
S113	5	MN	MN	30,32	40,87	59,64	38,4	Zayıf
S114	3,41	MN	MN	45,14	13,17	29,8	24	Güçlü
S115	3,38	MN	MN	45,96	13,17	38,03	24	Güçlü
S116	10,39	MN	MN	148,86	40,69	81,67	48	Güçlü
S117	2,98	MN	MN	21,11	40,68	46,25	40	Zayıf
S118	3,15	MN	MN	20,96	40,68	45,18	40	Zayıf
S119	10,39	MN	MN	147,19	40,69	75,47	48	Güçlü
S120	3,38	MN	MN	46,03	13,17	38,72	24	Güçlü
S121	2,44	MN	MN	14,5	13,17	20,12	24	Güçlü
S122	10,22	MN	MN	46,31	40,51	41,52	24	Güçlü
S123	2,29	MN	MN	17,06	40,53	41,36	24	Zayıf
S124	3,34	MN	MN	44,3	13,17	21,59	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 29,04%

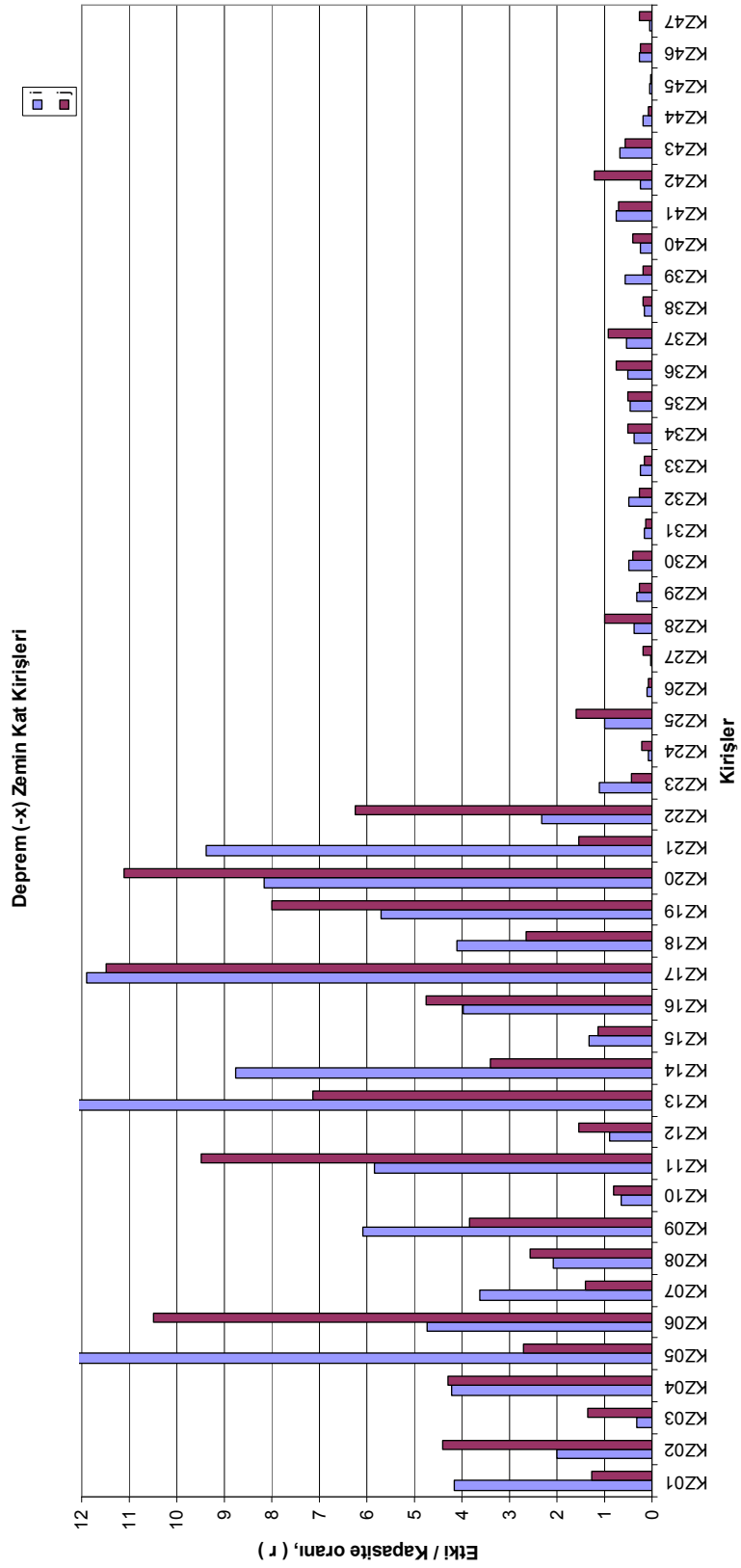
Tablo 5.56. Binanın +x yönü deprem yüklemesi için Zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
SZ01	0,37	MN	MN	16,9	13,17	37,42	24	Güçlü
SZ02	2,13	MN	MN	18,32	40,74	76,06	24	Zayıf
SZ03	1,92	MN	MN	16,91	13,17	37,81	24	Güçlü
SZ04	3,63	MN	MN	15,94	13,17	27,46	28	Güçlü
SZ05	3,35	MN	MN	15,89	13,17	27,13	28	Güçlü
SZ06	8,81	MN	MN	60,66	13,17	59,38	28	Güçlü
SZ07	10,28	MN	MN	32,44	40,9	101,3	38,4	Zayıf
SZ08	13,01	MN	MN	60,38	13,17	57,01	28	Güçlü
SZ09	3,44	MN	MN	17,4	13,17	49,85	24	Güçlü
SZ10	5,31	MN	MN	18,39	40,91	78,55	24	Zayıf
SZ11	15,61	MN	MN	58,42	40,51	41,51	28	Güçlü
SZ12	1,77	MN	MN	17,79	31,46	60,02	24	Zayıf
SZ13	7,71	MN	MN	31,88	40,87	89,51	38,4	Zayıf
SZ14	7,35	MN	MN	46,63	13,17	44,82	24	Güçlü
SZ15	10,12	GV	MN	47,79	13,17	57,18	24	Güçlü
SZ16	33,86	GV	MN	158,97	40,69	121,8	48	Güçlü
SZ17	0,19	MN	MN	24,57	40,68	70	40	Zayıf
SZ18	3,11	MN	MN	24,48	40,68	68,2	40	Zayıf
SZ19	24,37	GV	MN	156,82	40,69	112,7	48	Güçlü
SZ20	1,69	GV	MN	47,9	13,17	58,38	24	Güçlü
SZ21	3,92	MN	MN	16,59	13,17	30,19	24	Güçlü
SZ22	12,07	GV	MN	48,25	40,51	62,36	24	Güçlü
SZ23	3,27	MN	MN	17,86	40,53	62,09	24	Zayıf
SZ24	10,13	MN	MN	45,4	13,17	32,39	24	Güçlü

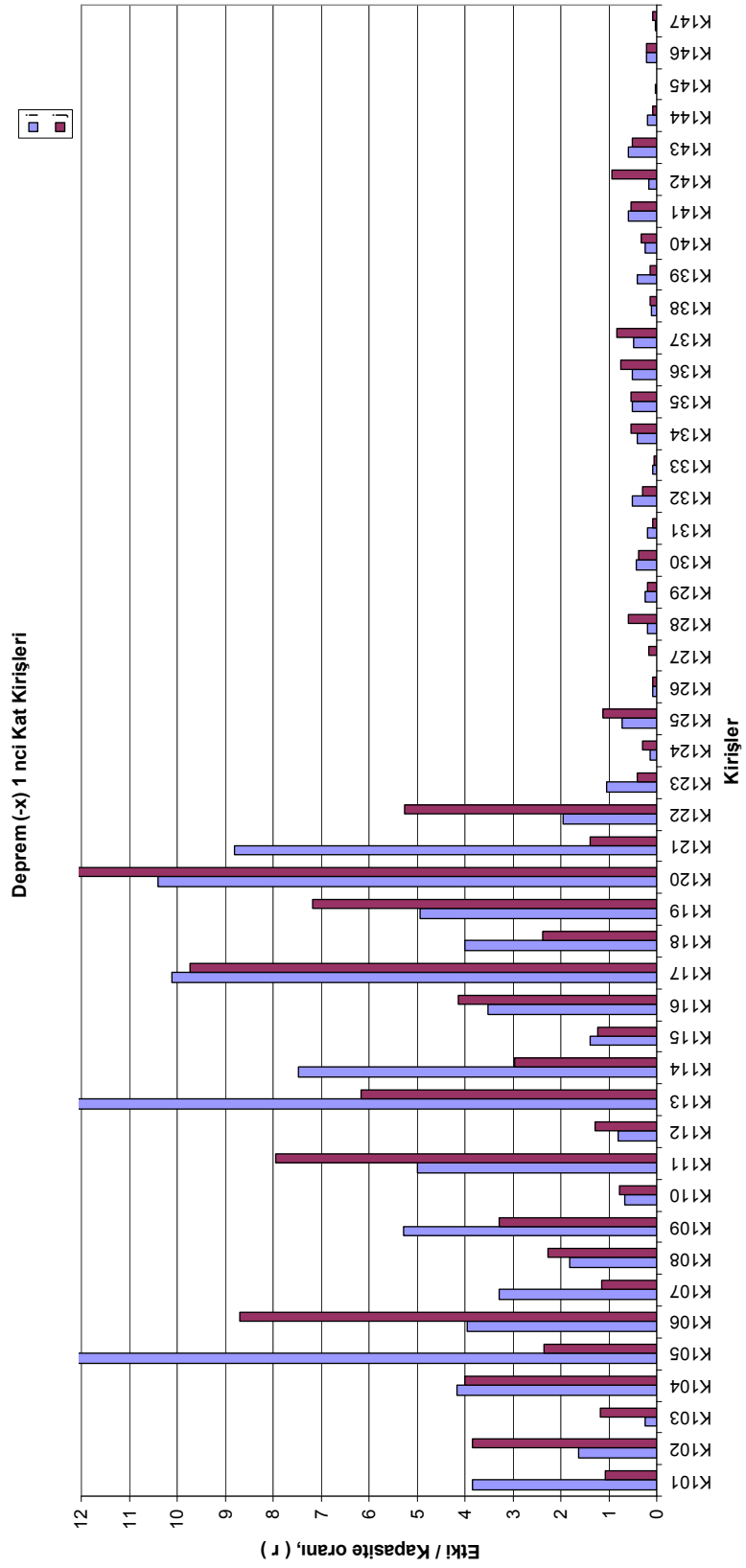
İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 43,81%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 18,02%

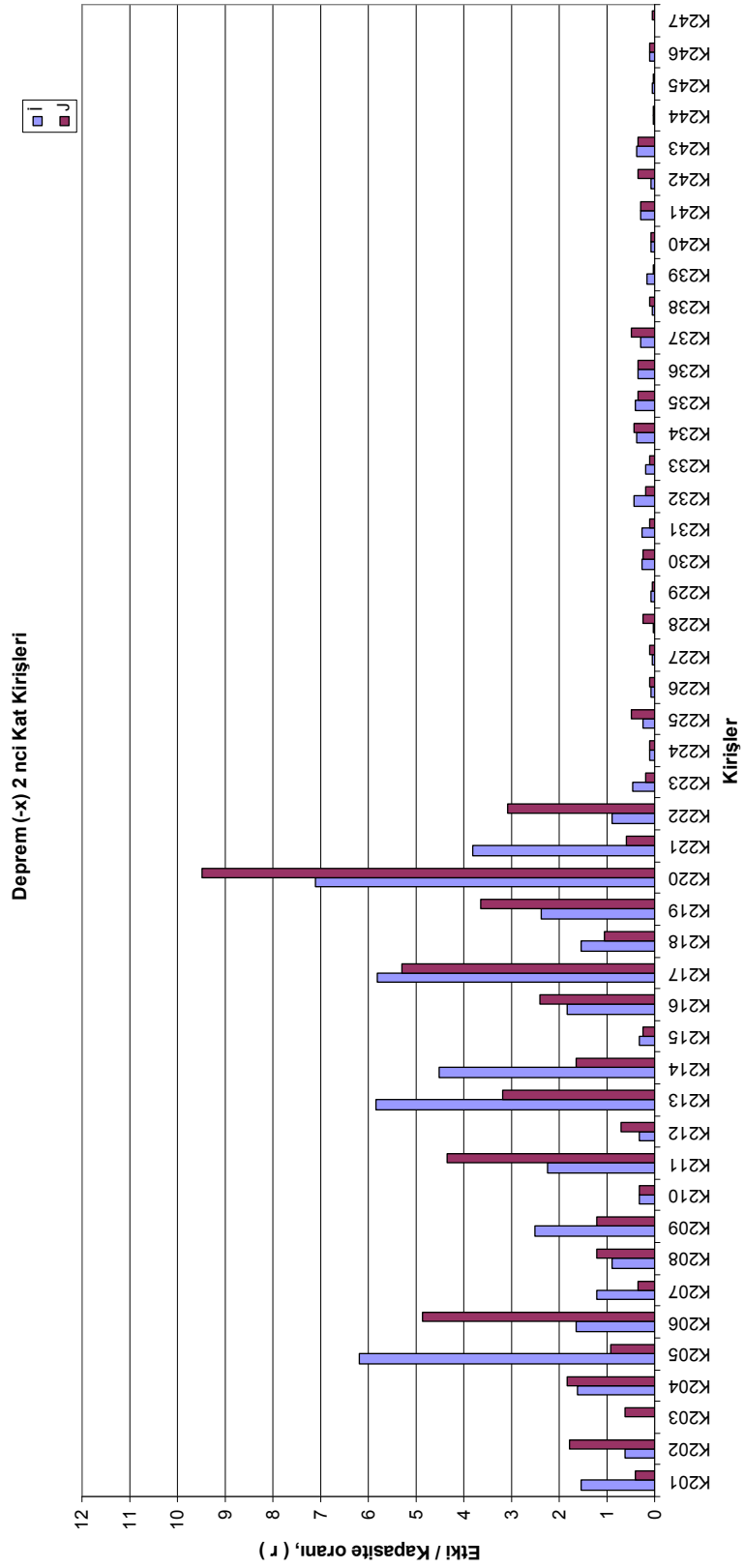
İncelemeye konu BH-2 yapı sisteminin +x yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Göçme Öncesi olarak belirlenmiştir. Aynı yöntemle tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları - x deprem doğrultusu için hesaplanarak Şekil 5.52.-5.57’de sunulmuştur.



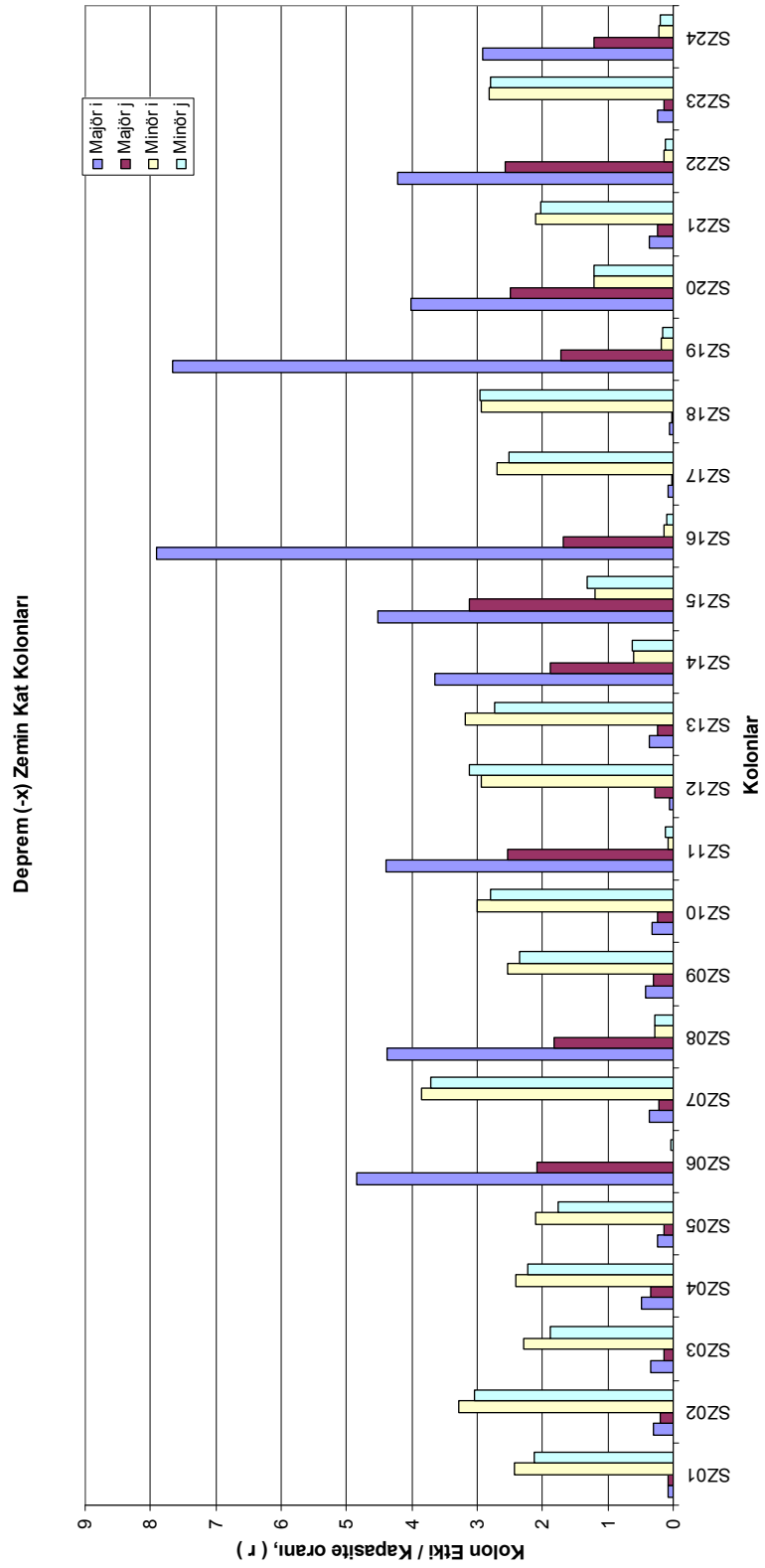
Şekil 5.52.BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



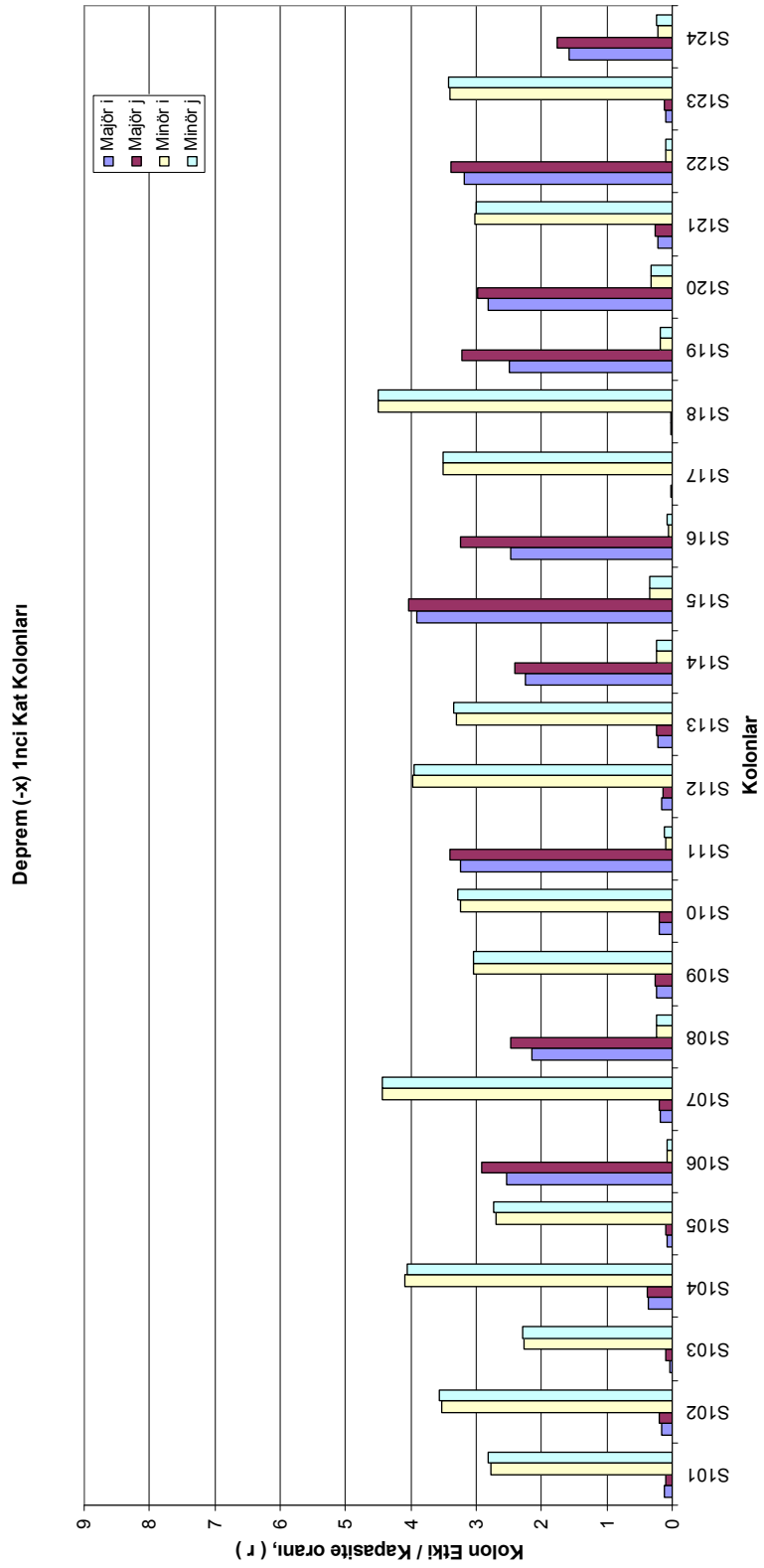
Şekil 5.53.BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



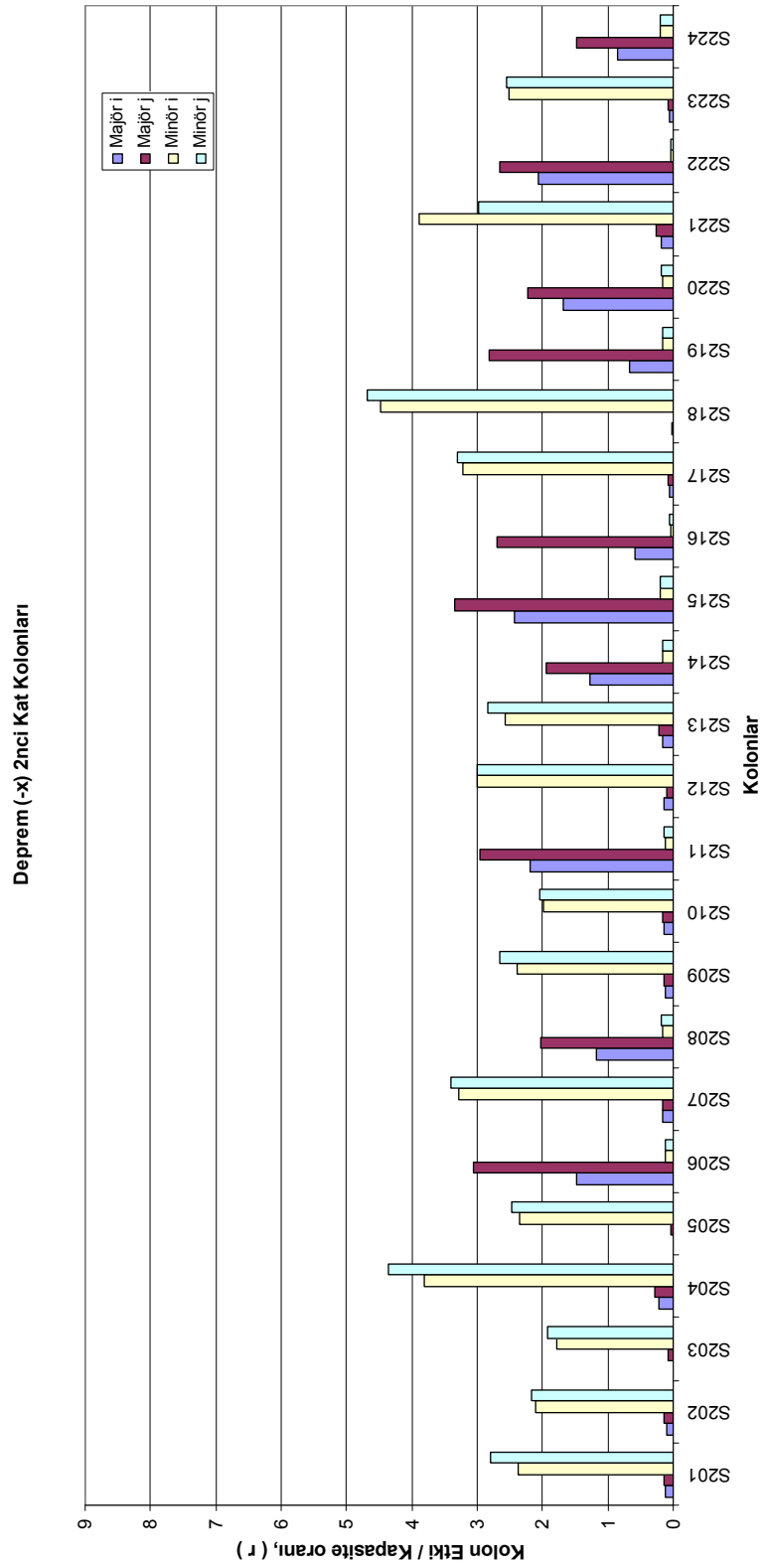
Şekil 5.54.BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.55.BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.56.BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.57.BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Mod birleştirme yöntemi kullanılarak -x yönünde yapılan lineer analiz sonucunda mevcut perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.57’de sunulmuştur.

Tablo 5.57. -x yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerle ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\bar{I}$	-2,96	131,78	131,71	Var	12,12	84,35	0,02	1,22 cm	MN
	j	-6,63	103,87	102,86	Var	12,12	84,35	0,06	1,22 cm	MN
P202	$\bar{I}$	-2,01	135,25	135,38	Var	13,34	84,35	0,01	1,22 cm	MN
	j	1,89	97,46	96,48	Var	13,34	84,35	0,02	1,22 cm	MN
P101	$\bar{I}$	-10,86	185,55	188,3	Var	12,07	84,35	0,06	1,75 cm	MN
	j	-17	115,28	115,99	Var	12,07	84,35	0,15	1,75 cm	MN
P102	$\bar{I}$	8,93	198,22	198,01	Var	12,99	84,35	0,05	1,75 cm	MN
	j	12,86	133,34	133,74	Var	12,99	84,35	0,1	1,75 cm	MN
PZ01	$\bar{I}$	-33,69	222,03	223,02	Var	0,57	110,26	0,15	1,24 cm	MN
	j	-18,49	177,73	176,69	Var	0,57	110,26	0,1	1,24 cm	MN
PZ02	$\bar{I}$	28,58	234,8	236,48	Var	4,03	110,26	0,12	1,24 cm	MN
	j	8,53	197,34	196,25	Var	4,03	110,26	0,04	1,24 cm	MN

Tablo 5.58. BH-2 yapı sisteminin -x yönünde yapılan analiz sonucu bulunan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	37 (%79)	8 (%17)	2 (%4)	-
	Kolonlar	-	24 (%100)	-	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-
1	Kirişler	30 (%64)	7 (%15)	5 (%11)	5 (%11)
	Kolonlar	-	24 (%100)	-	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-
Zemin	Kirişler	30 (%64)	7 (%15)	4 (%9)	6 (%13)
	Kolonlar	-	19 (%79)	5 (%21)	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-

Tablo 5.59. Binanın -x yönü analizi sonucu bulunan 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	2,88	MN	MN	6,63	13,17	12,11	24	Güçlü
S202	3,43	MN	MN	8,2	40,74	25,45	24	Güçlü
S203	2,83	MN	MN	6,63	13,17	12,18	24	Güçlü
S204	2,82	MN	MN	5,6	13,17	9	28	Güçlü
S205	0,2	MN	MN	5,6	13,17	8,83	28	Güçlü
S206	3,38	MN	MN	24,07	13,17	19,61	28	Güçlü
S207	0,03	MN	MN	12,88	40,9	35,23	38,4	Güçlü
S208	3,42	MN	MN	23,97	13,17	19,17	28	Güçlü
S209	0,77	MN	MN	6,98	13,17	16,5	24	Güçlü
S210	0,28	MN	MN	8,22	40,91	26,34	24	Güçlü
S211	10,07	MN	MN	22,73	40,51	13,94	28	Güçlü
S212	0,69	MN	MN	7,21	31,46	19,57	24	Güçlü
S213	4,93	MN	MN	12,35	40,87	29,51	38,4	Güçlü
S214	3,41	MN	MN	19,02	13,17	14,37	24	Güçlü
S215	3,38	MN	MN	19,87	13,17	18,93	24	Güçlü
S216	10,39	MN	MN	58,5	40,69	41,67	48	Güçlü
S217	2,42	MN	MN	7,51	40,68	23,69	40	Güçlü
S218	4,09	MN	MN	7,51	40,68	23,21	40	Güçlü
S219	10,39	MN	MN	57,24	40,69	38,55	48	Güçlü
S220	3,38	MN	MN	19,92	13,17	19,23	24	Güçlü
S221	3	MN	MN	5,02	13,17	9,75	24	Güçlü
S222	10,22	MN	MN	20,21	40,51	20,89	24	Güçlü
S223	0,01	MN	MN	7,31	40,53	20,89	24	Güçlü
S224	3,34	MN	MN	18,24	13,17	10,46	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.60. Binanın -x yönü deprem yüklemesi için 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S101	2,54	MN	MN	16,37	13,17	24,9	24	Güçlü
S102	3,96	MN	MN	17,43	40,74	50,6	24	Zayıf
S103	2,76	MN	MN	16,38	13,17	25,15	24	Güçlü
S104	3,4	MN	MN	14,54	13,17	18,43	28	Güçlü
S105	1,39	MN	MN	14,53	13,17	18,4	28	Güçlü
S106	3,38	MN	MN	58,17	13,17	39,57	28	Güçlü
S107	3,06	MN	MN	30,77	40,9	67,89	38,4	Zayıf
S108	3,42	MN	MN	57,97	13,17	37,99	28	Güçlü
S109	2,86	MN	MN	16,72	13,17	33,1	24	Güçlü
S110	1,46	MN	MN	17,48	40,91	51,82	24	Zayıf
S111	10,07	MN	MN	51,7	40,51	27,9	28	Güçlü
S112	1,5	MN	MN	16,99	31,46	39,68	24	Zayıf
S113	6,56	MN	MN	30,32	40,87	59,64	38,4	Zayıf
S114	3,41	MN	MN	45,14	13,17	29,8	24	Güçlü
S115	3,38	MN	MN	45,96	13,17	38,03	24	Güçlü
S116	10,39	MN	MN	148,86	40,69	81,67	48	Güçlü
S117	2,43	MN	MN	21,11	40,68	46,25	40	Zayıf
S118	1,99	MN	MN	20,96	40,68	45,18	40	Zayıf
S119	10,39	MN	MN	147,19	40,69	75,47	48	Güçlü
S120	3,38	MN	MN	46,03	13,17	38,72	24	Güçlü
S121	3,35	MN	MN	14,5	13,17	20,12	24	Güçlü
S122	10,22	MN	MN	46,31	40,51	41,52	24	Güçlü
S123	0,82	MN	MN	17,06	40,53	41,36	24	Zayıf
S124	3,34	MN	MN	44,3	13,17	21,59	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 21,89%

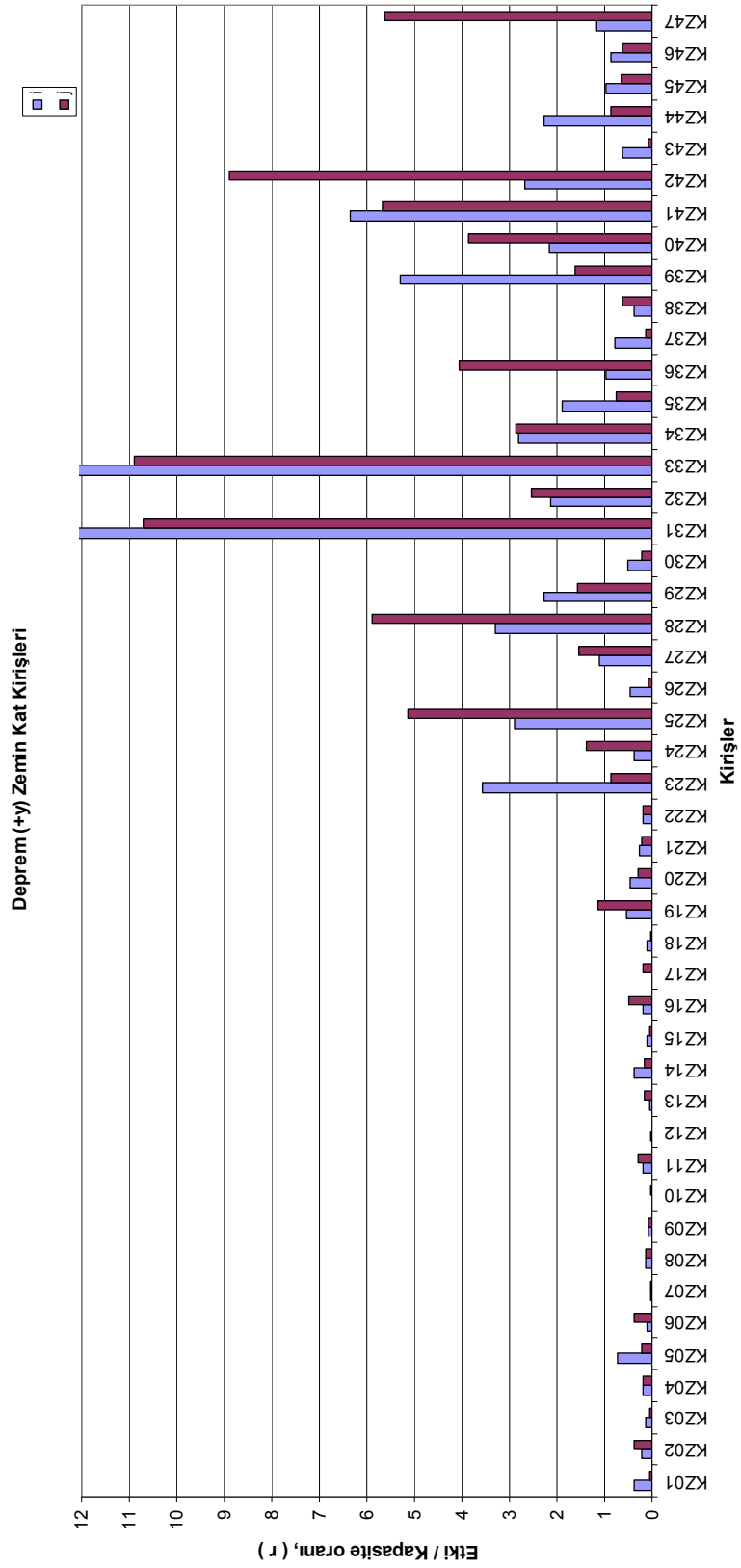
Tablo 5.61. Binanın -x yönü deprem yüklemesi için Zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
SZ01	1,84	MN	MN	16,9	13,17	37,42	24	Güçlü
SZ02	4,48	MN	MN	18,32	40,74	76,06	24	Zayıf
SZ03	3,42	MN	MN	16,91	13,17	37,81	24	Güçlü
SZ04	4,85	MN	MN	15,94	13,17	27,46	28	Güçlü
SZ05	3,23	MN	MN	15,89	13,17	27,13	28	Güçlü
SZ06	12,77	MN	MN	60,66	13,17	59,38	28	Güçlü
SZ07	6,67	MN	MN	32,44	40,9	101,3	38,4	Zayıf
SZ08	10,41	MN	MN	60,38	13,17	57,01	28	Güçlü
SZ09	4,86	MN	MN	17,4	13,17	49,85	24	Güçlü
SZ10	3,31	MN	MN	18,39	40,91	78,55	24	Zayıf
SZ11	13,59	MN	MN	58,42	40,51	41,51	28	Güçlü
SZ12	0,62	MN	MN	17,79	31,46	60,02	24	Zayıf
SZ13	8,73	MN	MN	31,88	40,87	89,51	38,4	Zayıf
SZ14	9,72	MN	MN	46,63	13,17	44,82	24	Güçlü
SZ15	1,69	GV	MN	47,79	13,17	57,18	24	Güçlü
SZ16	25,38	GV	MN	158,97	40,69	121,8	48	Güçlü
SZ17	3,23	MN	MN	24,57	40,68	70	40	Zayıf
SZ18	0,14	MN	MN	24,48	40,68	68,2	40	Zayıf
SZ19	33,58	GV	MN	156,82	40,69	112,7	48	Güçlü
SZ20	10,22	GV	MN	47,9	13,17	58,38	24	Güçlü
SZ21	4,55	MN	MN	16,59	13,17	30,19	24	Güçlü
SZ22	13,72	GV	MN	48,25	40,51	62,36	24	Güçlü
SZ23	2,28	MN	MN	17,86	40,53	62,09	24	Zayıf
SZ24	8,35	MN	MN	45,4	13,17	32,39	24	Güçlü

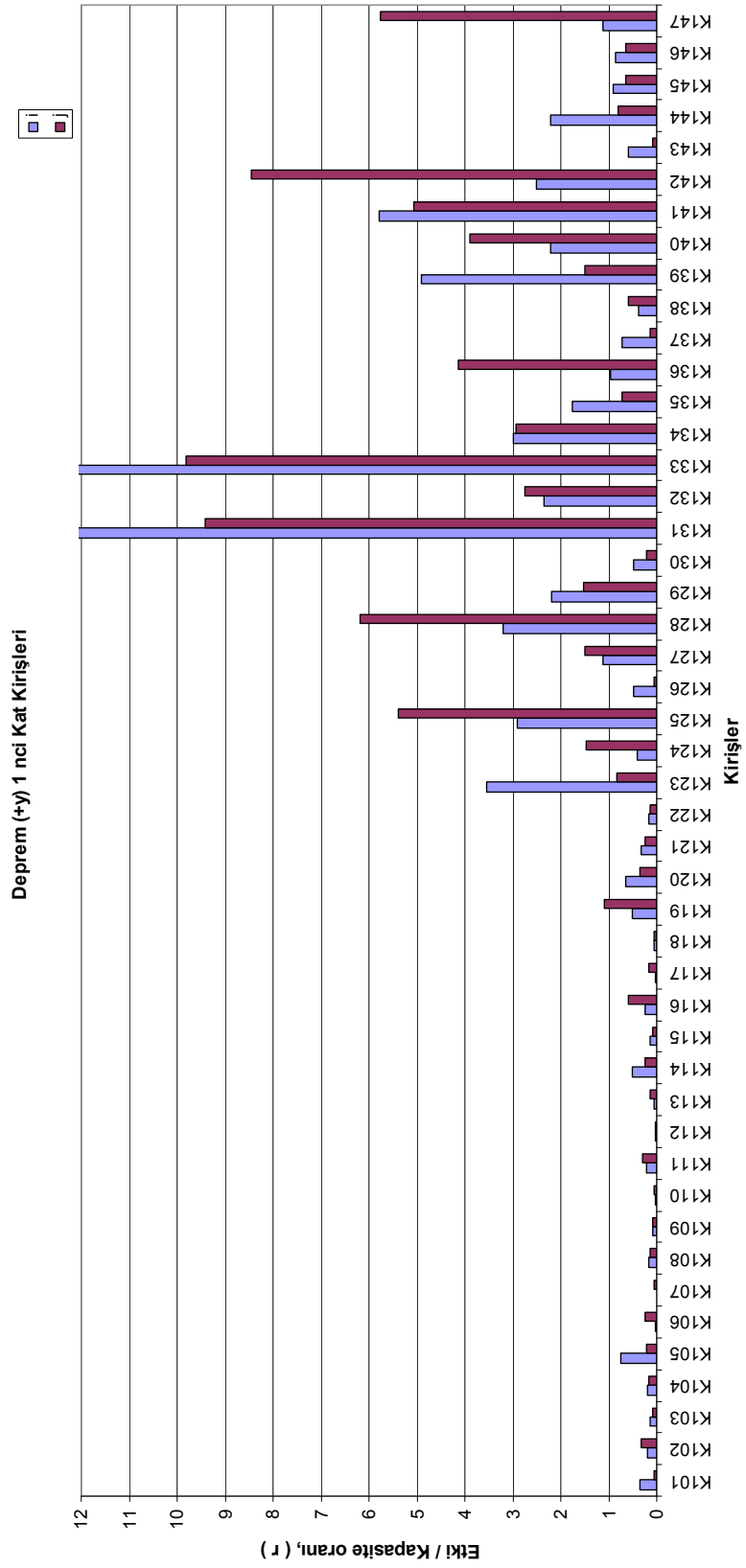
İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 44,11%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 15,37%

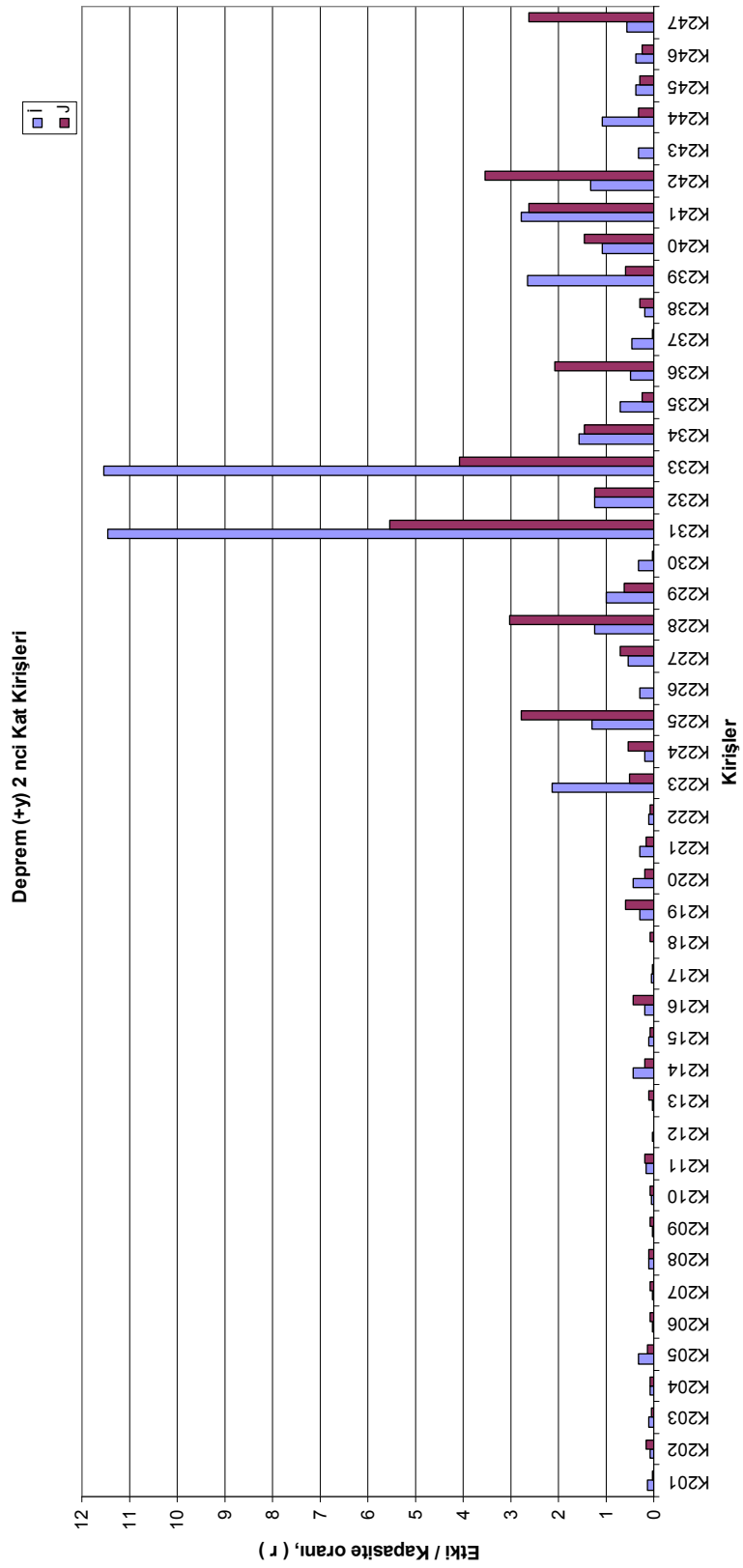
İncelemeye konu BH-2 yapı sisteminin –x yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Göçme Öncesi olarak belirlenmiştir. Tablo 5.51’de hesaplanan kirişlere ait moment kapasiteleri de göz önüne alınarak tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları +y deprem doğrultusu için hesaplanmış, sonuçlar grafik olarak Şekil 5.58.-5.63’de sunulmuştur.



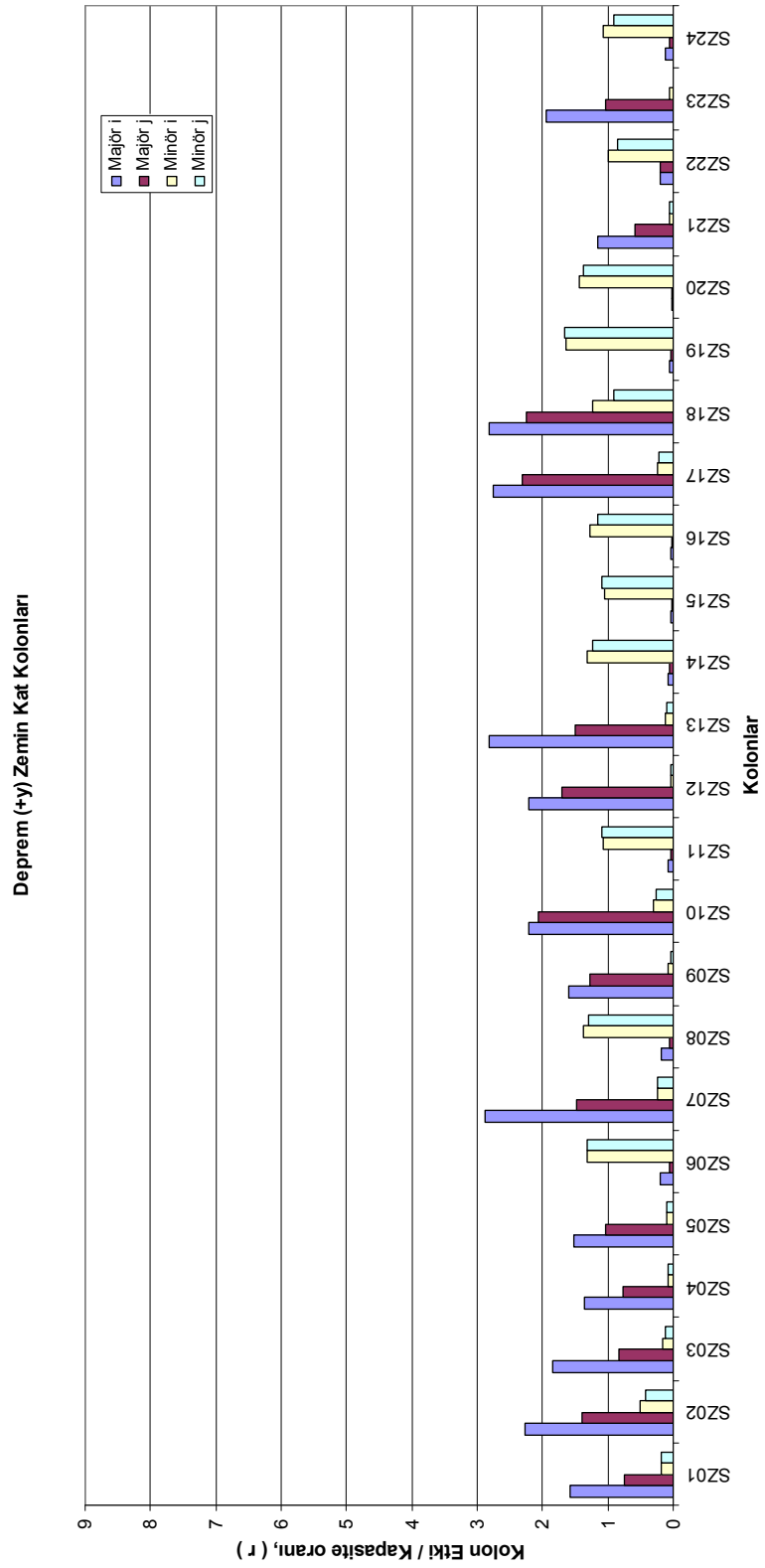
Şekil 5.58.BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



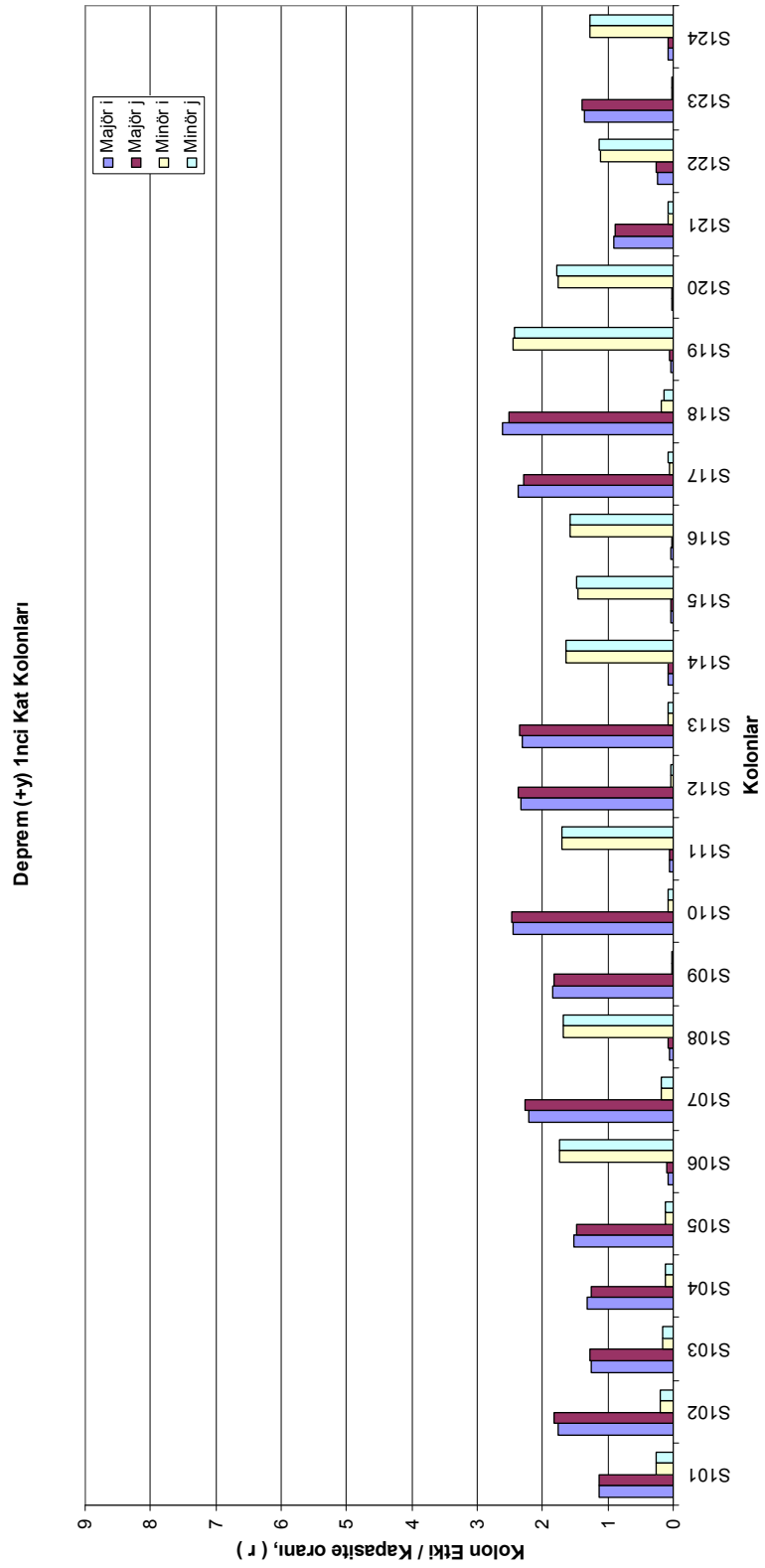
şekil 5.59.BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



şekil 5.60.BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.

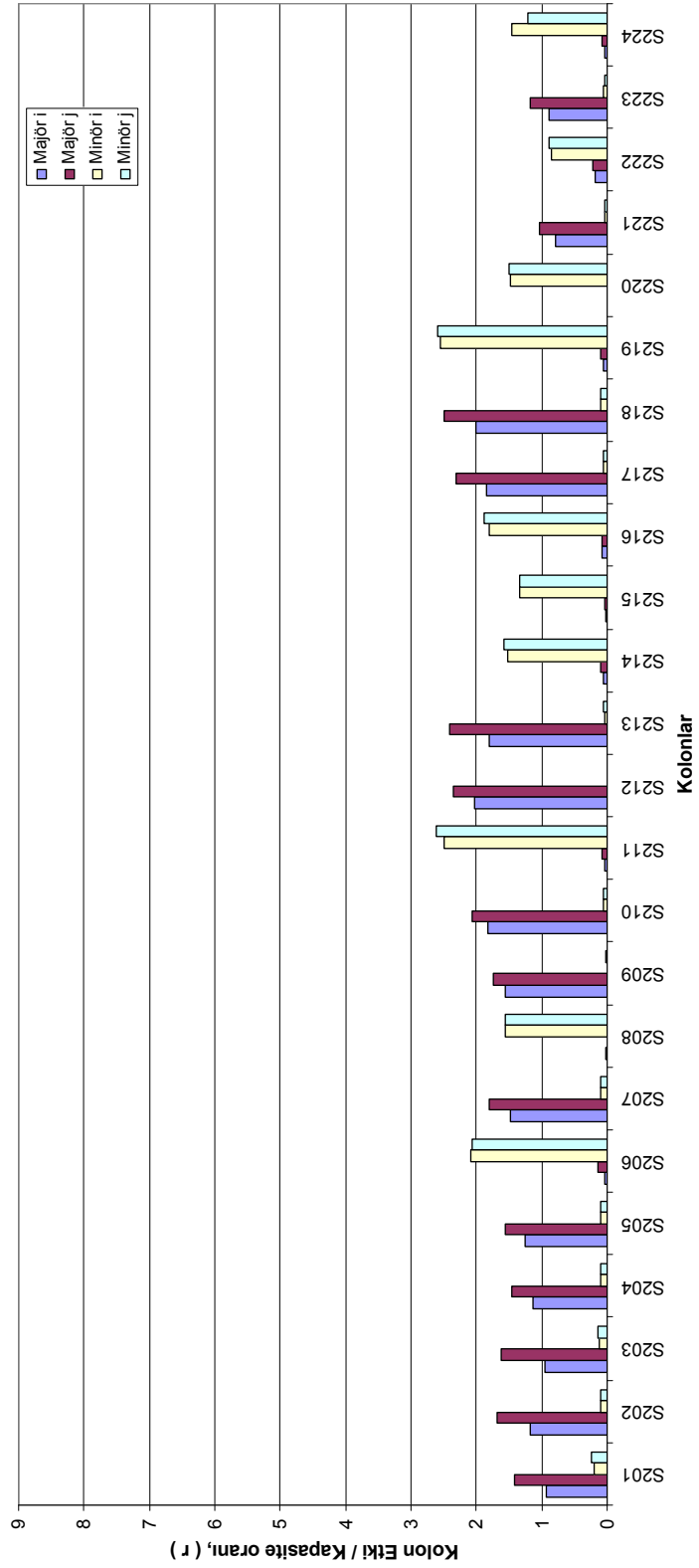


Şekil 5.61.BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.62.BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Deprem (+y) 2nci Kat Kolonları



Şekil 5.63.BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Mod birleştirme yöntemi kullanılarak +y yönünde yapılan lineer analiz sonucunda mevcut perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.62’de sunulmuştur.

Tablo 5.62. +y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerle ait deprem performansı değerlendirilmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\dot{I}$	-0,86	173,98	173,91	Var	54,28	84,35	0,0	0,69 cm	<MN
	j	186,63	153,07	152,07	Var	54,28	84,35	1,23	0,69 cm	<MN
P202	$\dot{I}$	-10,14	172,15	172,28	Var	51,92	84,35	0,06	0,71 cm	<MN
	j	190,63	156,16	155,18	Var	51,92	84,35	1,23	0,71 cm	<MN
P101	$\dot{I}$	113,25	84,35	84,35	Var	113,25	84,35	1,34	0,86 cm	GÇ
	j	113,25	84,35	84,35	Var	113,25	84,35	1,34	0,86 cm	GÇ
P102	$\dot{I}$	115,61	84,35	84,35	Var	115,61	84,35	1,37	0,90 cm	GÇ
	j	115,61	84,35	84,35	Var	115,61	84,35	1,37	0,90 cm	GÇ
PZ01	$\dot{I}$	937,7	205,09	206,07	Var	65,96	110,26	4,55	0,57 cm	MN
	j	44,19	245,31	244,27	Var	65,96	110,26	0,18	0,57 cm	<MN
PZ02	$\dot{I}$	980,73	201,13	202,82	Var	66,41	110,26	4,84	0,60 cm	MN
	j	46,93	237,17	236,07	Var	66,41	110,26	0,2	0,60 cm	<MN

Tablo 5.63. BH-2 yapı sisteminin +y yönünde yapılan analiz sonucu bulunan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	43 (%91)	2 (%4)	-	2 (%4)
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	2 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	36 (%77)	7 (%15)	2 (%4)	2 (%4)
	Kolonlar	16 (%67)	8 (%33)	-	-
	Perdeler	-	-	-	2 (%100)
Zemin	Kirişler	36 (%77)	7 (%15)	2 (%4)	2 (%4)
	Kolonlar	18 (%75)	6 (%25)	-	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-

Tablo 5.64. Binanın +y yönü analizi sonucu bulunan 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	3,38	<MN	<MN	18,58	13,17	12,11	24	Güçlü
S202	3,38	<MN	<MN	22,35	13,17	25,45	24	Güçlü
S203	3,3	<MN	<MN	18,59	13,17	12,18	24	Güçlü
S204	3,35	<MN	<MN	21,49	13,17	9	28	Güçlü
S205	3,34	<MN	<MN	21,45	13,17	8,83	28	Güçlü
S206	4,18	<MN	<MN	7,37	40,72	19,61	28	Güçlü
S207	10,42	<MN	<MN	38,24	40,71	35,23	38,4	Güçlü
S208	1,7	<MN	<MN	7,33	40,53	19,17	28	Güçlü
S209	9,43	<MN	<MN	19,42	40,53	16,5	24	Güçlü
S210	10,34	<MN	<MN	22,39	40,66	26,34	24	Güçlü
S211	0,69	<MN	<MN	5,6	13,17	13,94	28	Güçlü
S212	10,42	<MN	<MN	19,98	40,8	19,57	24	Güçlü
S213	9,66	<MN	<MN	36,84	40,79	29,51	38,4	Güçlü
S214	0,86	<MN	<MN	6,81	40,6	14,37	24	Güçlü
S215	1,72	<MN	<MN	7,16	34,86	18,93	24	Güçlü
S216	2,75	<MN	<MN	10,51	31,69	41,67	48	Güçlü
S217	8,74	<MN	<MN	41,4	35,07	23,69	40	Güçlü
S218	9,53	<MN	<MN	41,23	40,8	23,21	40	Güçlü
S219	2,41	<MN	<MN	8,67	32,03	38,55	48	Güçlü
S220	1,76	<MN	<MN	7,19	31,98	19,23	24	Güçlü
S221	3,37	<MN	<MN	18,1	13,17	9,75	24	Güçlü
S222	2,61	<MN	<MN	7,31	13,17	20,89	24	Güçlü
S223	3,41	<MN	<MN	20,21	13,17	20,89	24	Güçlü
S224	2,43	<MN	<MN	5,02	13,17	10,46	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.65. Binanın +y yönü analizi sonucu bulunan 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S101	3,38	<MN	<MN	44,64	13,17	24,9	24	Güçlü
S102	3,38	<MN	<MN	47,19	13,17	50,6	24	Güçlü
S103	3,3	MN	MN	44,67	13,17	25,15	24	Güçlü
S104	3,35	<MN	<MN	47,59	13,17	18,43	28	Güçlü
S105	3,34	<MN	<MN	47,58	13,17	18,4	28	Güçlü
S106	4,18	<MN	<MN	18,32	40,72	39,57	28	Zayıf
S107	10,42	<MN	<MN	89,83	40,71	67,89	38,4	Güçlü
S108	1,7	MN	MN	18,25	40,53	37,99	28	Zayıf
S109	9,43	<MN	<MN	45,47	40,53	33,1	24	Güçlü
S110	10,34	MN	MN	47,3	40,66	51,82	24	Güçlü
S111	0,69	<MN	<MN	16,01	13,17	27,9	28	Güçlü
S112	10,42	<MN	<MN	46,13	40,8	39,68	24	Güçlü
S113	9,66	<MN	<MN	88,64	40,79	59,64	38,4	Güçlü
S114	0,86	MN	MN	16,58	40,6	29,8	24	Zayıf
S115	1,72	<MN	<MN	16,92	34,86	38,03	24	Zayıf
S116	2,75	<MN	<MN	27,65	31,69	81,67	48	Zayıf
S117	8,74	MN	MN	97,19	35,07	46,25	40	Güçlü
S118	9,53	MN	MN	96,58	40,8	45,18	40	Güçlü
S119	2,41	<MN	<MN	27,3	32,03	75,47	48	Zayıf
S120	1,76	MN	MN	16,95	31,98	38,72	24	Zayıf
S121	3,37	<MN	<MN	40,16	13,17	20,12	24	Güçlü
S122	2,61	<MN	<MN	17,07	13,17	41,52	24	Güçlü
S123	3,41	<MN	<MN	46,29	13,17	41,36	24	Güçlü
S124	2,43	MN	MN	16,23	13,17	21,59	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 1,97%

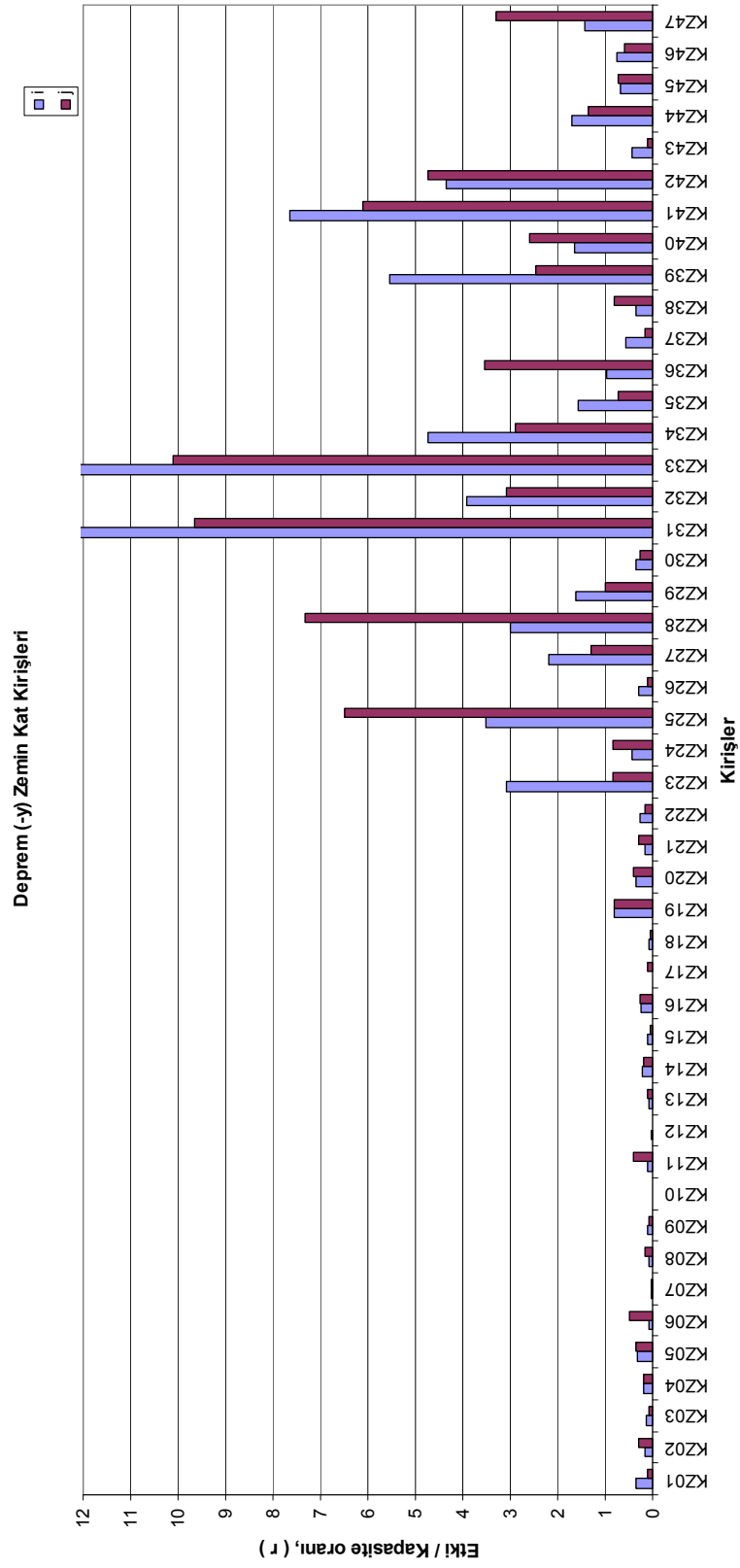
Tablo 5.66. Binanın +y yönü analizi sonucu bulunan zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
SZ01	9,98	<MN	<MN	45,9	13,17	37,42	24	Güçlü
SZ02	6,9	MN	<MN	49,32	13,17	76,06	24	Güçlü
SZ03	9,92	<MN	<MN	45,94	13,17	37,81	24	Güçlü
SZ04	14,81	<MN	<MN	51,52	13,17	27,46	28	Güçlü
SZ05	11,38	<MN	<MN	51,38	13,17	27,13	28	Güçlü
SZ06	3,7	<MN	<MN	19,21	40,72	59,38	28	Zayıf
SZ07	17,13	MN	<MN	94,29	40,71	101,3	38,4	Güçlü
SZ08	1,25	<MN	<MN	19,11	40,53	57,01	28	Zayıf
SZ09	12,15	<MN	<MN	47,12	40,53	49,85	24	Güçlü
SZ10	11,81	MN	MN	49,49	40,66	78,55	24	Güçlü
SZ11	0,45	<MN	<MN	18,41	13,17	41,51	28	Güçlü
SZ12	13,66	<MN	<MN	48,05	40,8	60,02	24	Güçlü
SZ13	19,62	MN	<MN	92,8	40,79	89,51	38,4	Güçlü
SZ14	0,14	<MN	<MN	17,2	40,6	44,82	24	Zayıf
SZ15	0,64	<MN	<MN	17,69	34,86	57,18	24	Zayıf
SZ16	0,18	<MN	<MN	29,76	31,69	121,8	48	Zayıf
SZ17	4,37	MN	MN	111,02	35,07	70	40	Güçlü
SZ18	4,36	MN	MN	110,66	40,8	68,2	40	Güçlü
SZ19	2,44	<MN	<MN	29,31	32,03	112,7	48	Zayıf
SZ20	1,29	<MN	<MN	17,73	31,98	58,38	24	Zayıf
SZ21	7,22	<MN	<MN	45,18	13,17	30,19	24	Güçlü
SZ22	3,01	<MN	<MN	17,87	13,17	62,36	24	Güçlü
SZ23	7,31	<MN	<MN	48,23	13,17	62,09	24	Güçlü
SZ24	2,08	<MN	<MN	16,69	13,17	32,39	24	Güçlü

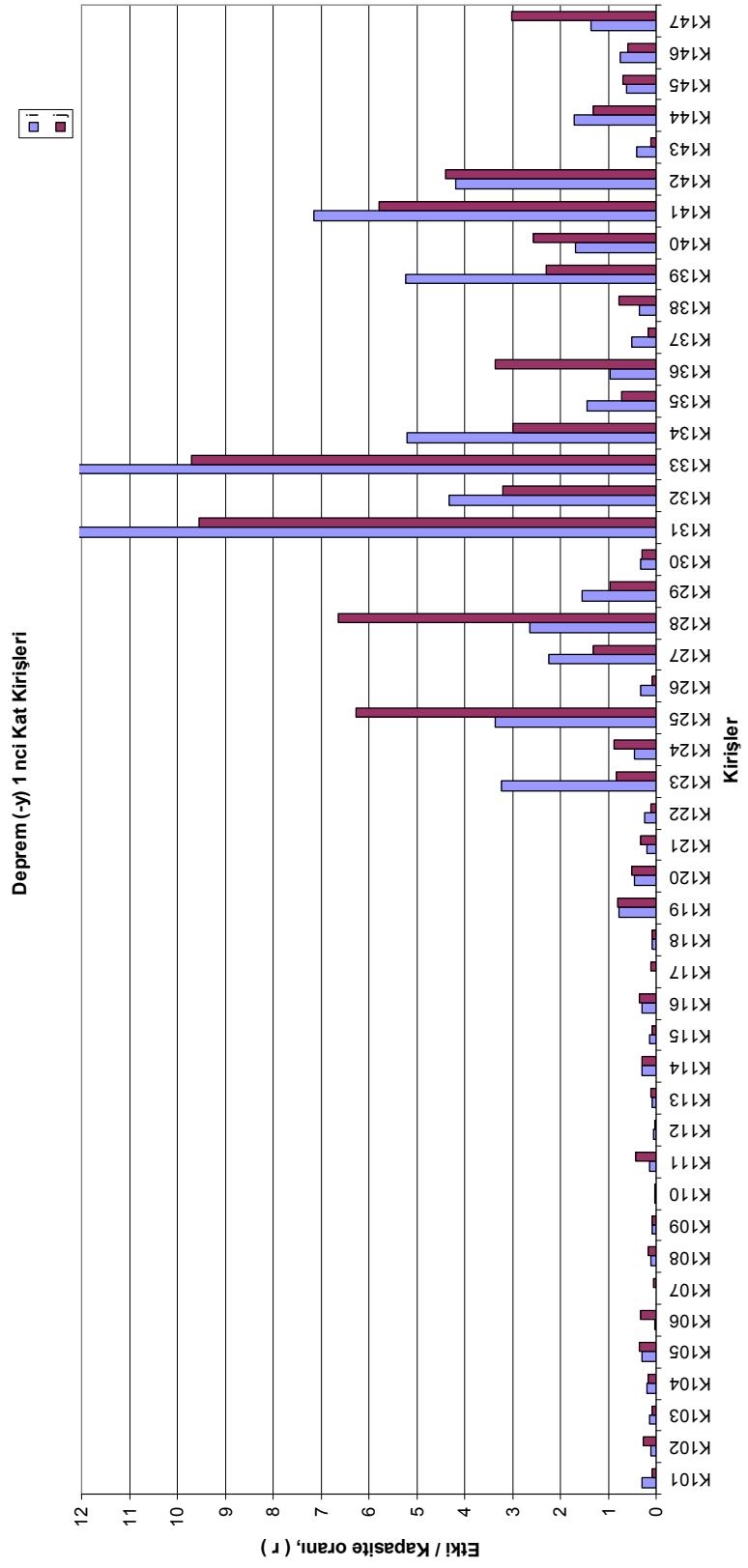
İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

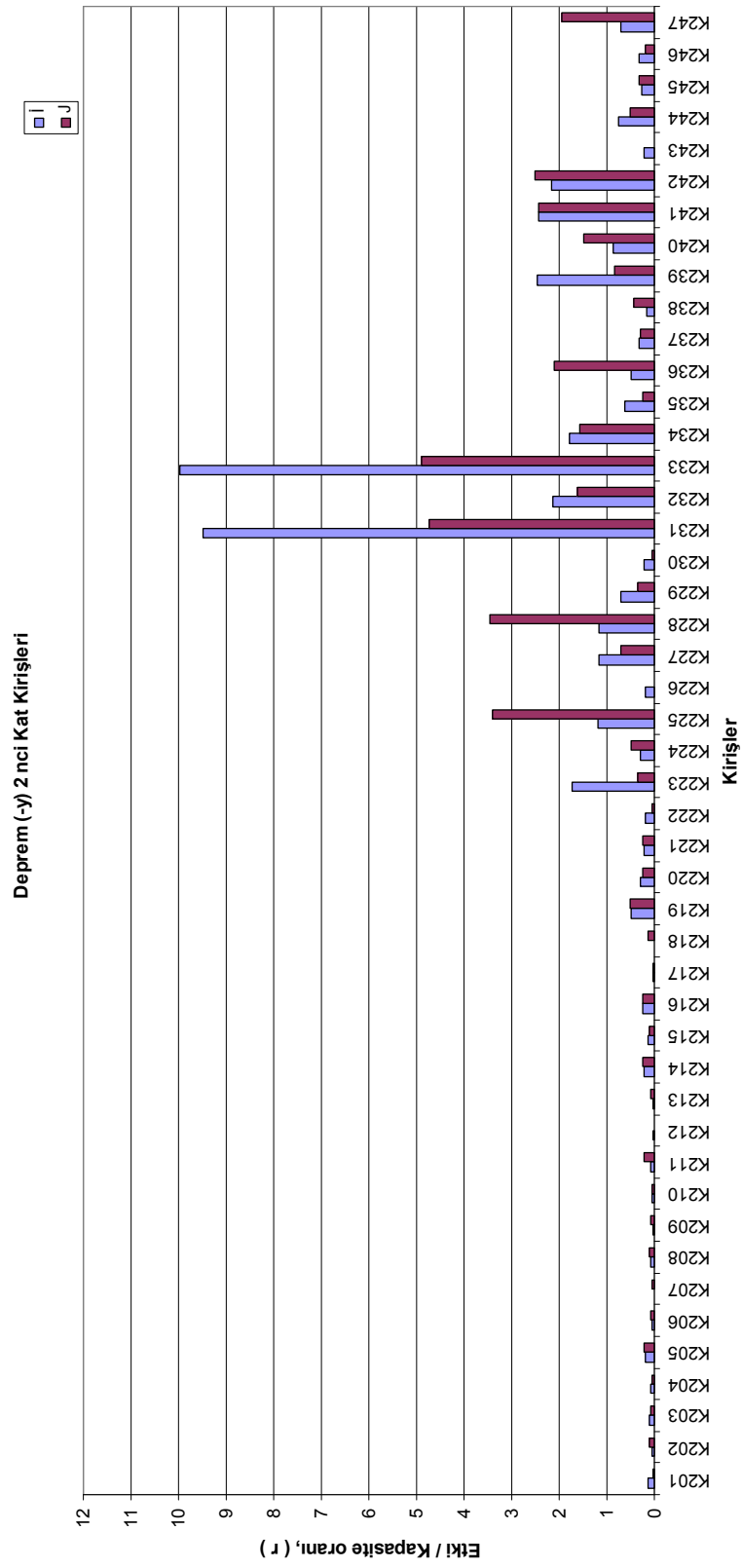
Ele alınan örnek BH-2 yapı sisteminin +y yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Göçme Durumu olarak belirlenmiştir. – y yönü için aynı işlemleri yapılarak tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları grafik olarak Şekil 5.64.-5.69’da sunulmuştur.



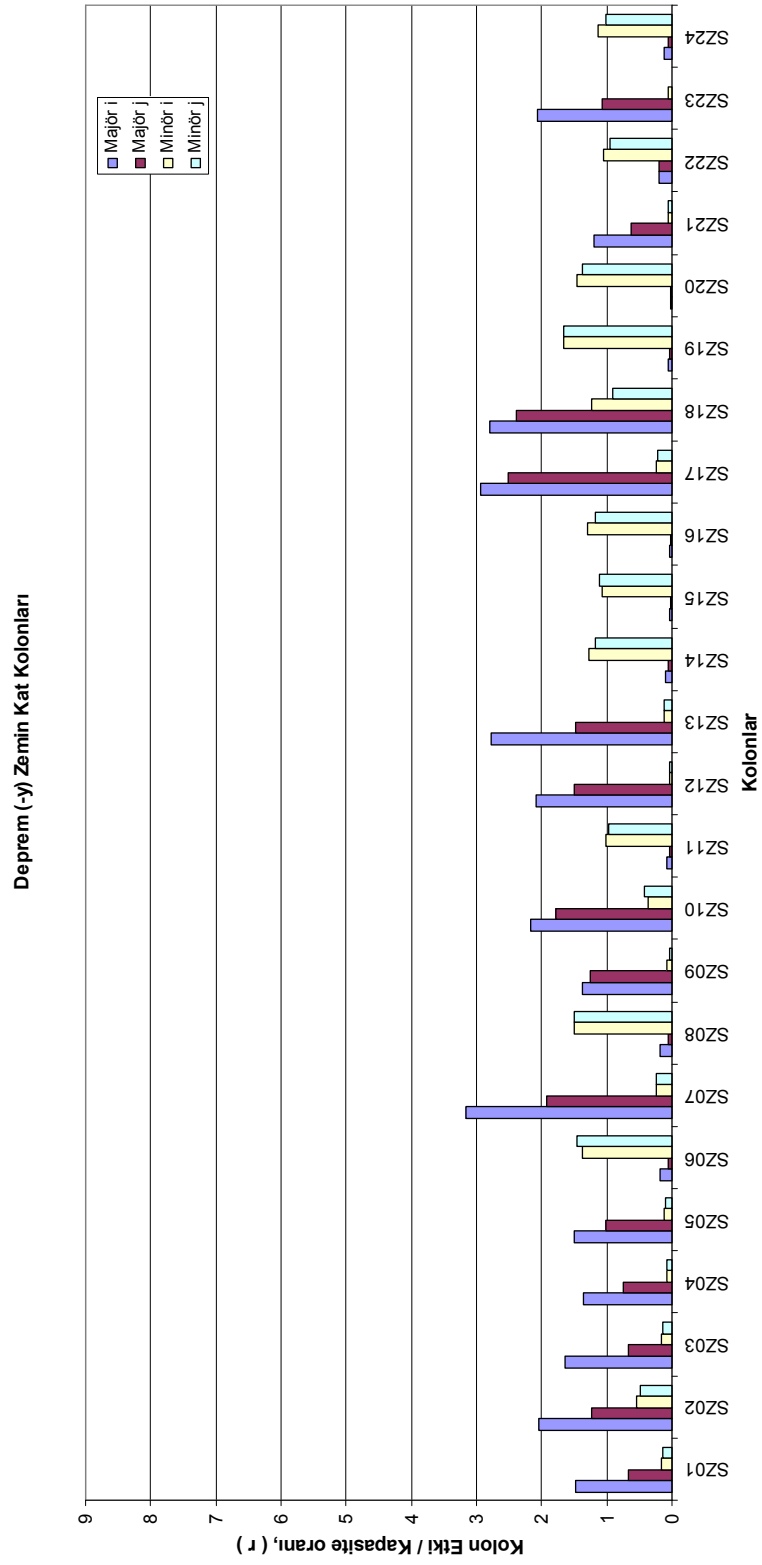
Şekil 5.64.BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



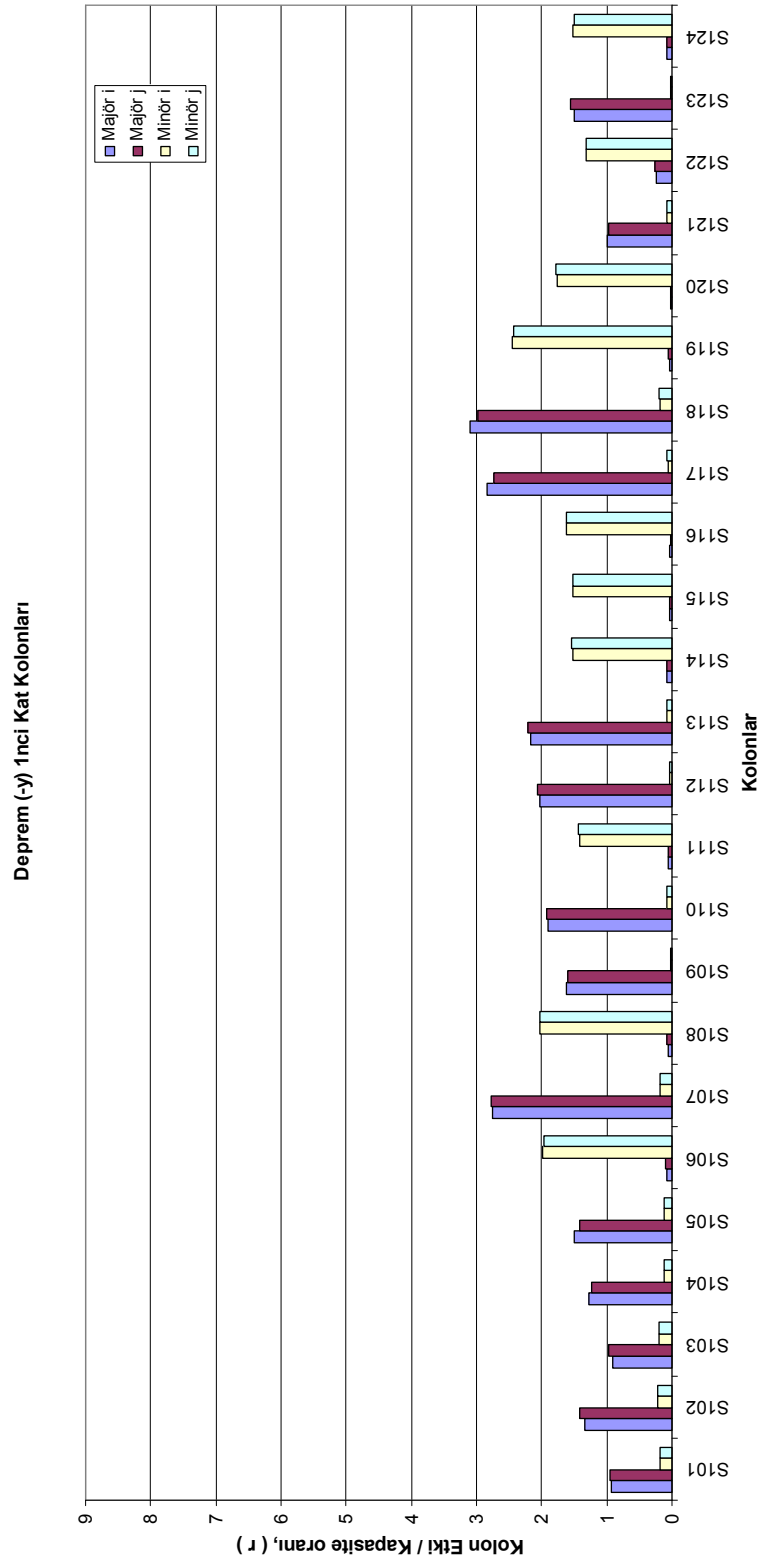
şekil 5.65.BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



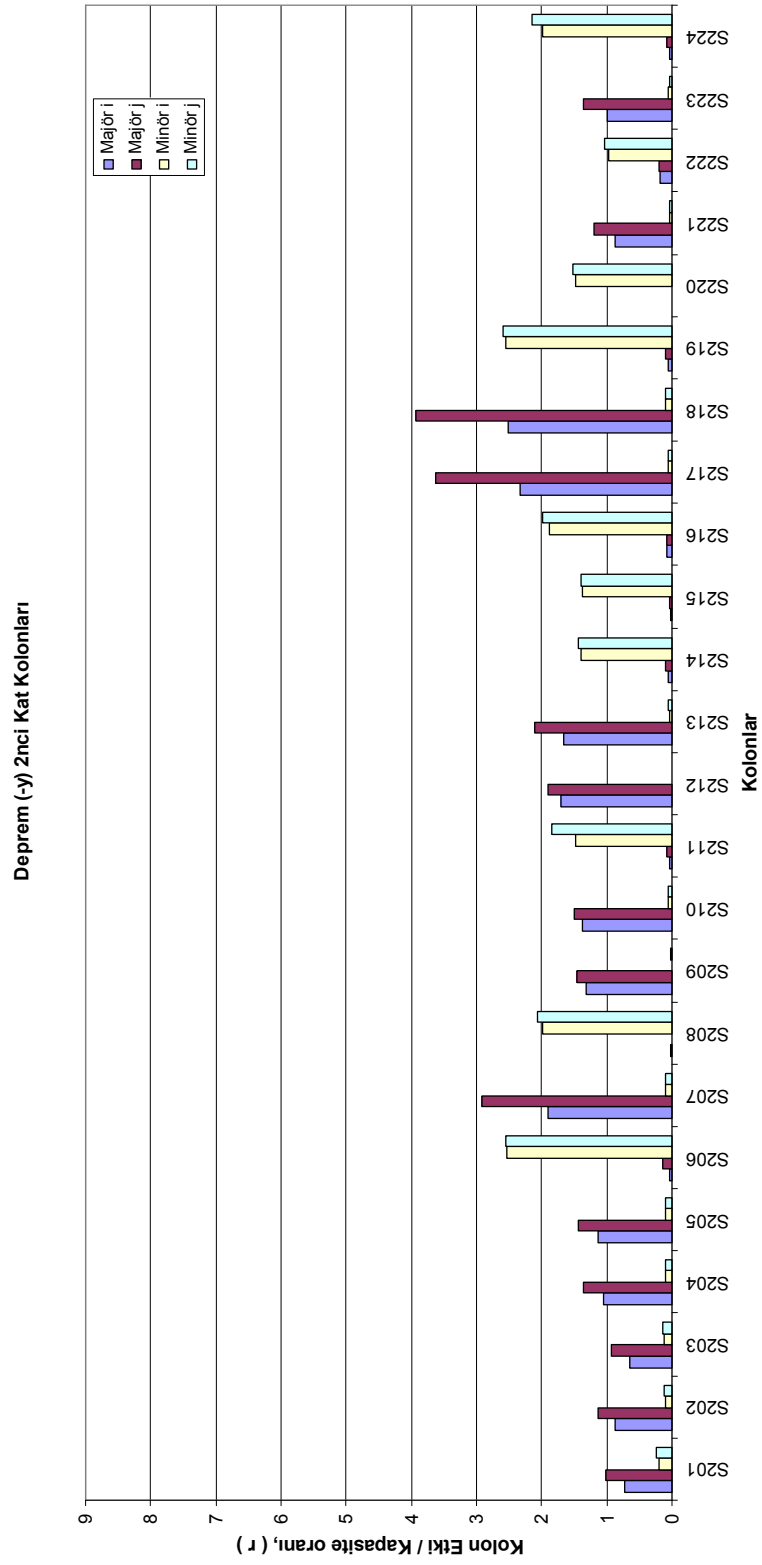
şekil 5.66.BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.67.BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.68.BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.69.BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Mod birleştirme yöntemi kullanılarak -y yönünde yapılan lineer analiz sonucunda mevcut perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.67’de sunulmuştur.

Tablo 5.67. -y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerle ait deprem performansı değerlendirilmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\dot{I}$	0,86	173,98	173,91	Var	54,28	84,35	0,0	0,69 cm	<MN
	j	-186,6	153,07	152,07	Var	54,28	84,35	1,23	0,69 cm	<MN
P202	$\dot{I}$	10,14	172,15	172,28	Var	51,92	84,35	0,06	0,71 cm	<MN
	j	-190,6	156,16	155,18	Var	51,92	84,35	1,23	0,71 cm	<MN
P101	$\dot{I}$	125,05	84,35	84,35	Var	113,25	84,35	1,34	0,86 cm	GÇ
	j	125,05	84,35	84,35	Var	113,25	84,35	1,34	0,86 cm	GÇ
P102	$\dot{I}$	127,64	84,35	84,35	Var	115,61	84,35	1,37	0,90 cm	GÇ
	j	127,64	84,35	84,35	Var	115,61	84,35	1,37	0,90 cm	GÇ
PZ01	$\dot{I}$	-937,7	205,09	206,07	Var	65,96	110,26	4,55	0,57 cm	MN
	j	-44,19	245,31	244,27	Var	65,96	110,26	0,18	0,57 cm	<MN
PZ02	$\dot{I}$	-980,7	201,13	202,82	Var	66,41	110,26	4,84	0,60 cm	MN
	j	-46,93	237,17	236,07	Var	66,41	110,26	0,2	0,60 cm	<MN

Tablo 5.68. BH-2 yapı sisteminin -y yönünde yapılan analiz sonucu bulunan yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	43 (%91)	2 (%4)	2 (%4)	-
	Kolonlar	22 (%92)	2 (%8)	-	-
	Perdeler	2 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	35 (%74)	9 (%19)	1 (%2)	2 (%4)
	Kolonlar	17 (%71)	7 (%29)	-	-
	Perdeler	-	-	-	2 (%100)
Zemin	Kirişler	35 (%74)	8 (%17)	2 (%4)	2 (%4)
	Kolonlar	16 (%67)	8 (%33)	-	-
	Perdeler	-	2 (%100)	-	-

Tablo 5.69. Binanın +- yönü analizi sonucu bulunan 2 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S201	3,38	<MN	<MN	18,58	13,17	12,11	24	Güçlü
S202	3,38	<MN	<MN	22,35	13,17	25,45	24	Güçlü
S203	3,34	<MN	<MN	18,59	13,17	12,18	24	Güçlü
S204	3,35	<MN	<MN	21,49	13,17	9	28	Güçlü
S205	3,34	<MN	<MN	21,45	13,17	8,83	28	Güçlü
S206	2,27	<MN	<MN	7,37	40,72	19,61	28	Güçlü
S207	10,42	<MN	<MN	38,24	40,71	35,23	38,4	Güçlü
S208	1,6	<MN	<MN	7,33	40,53	19,17	28	Güçlü
S209	9,43	<MN	<MN	19,42	40,53	16,5	24	Güçlü
S210	10,34	<MN	<MN	22,39	40,66	26,34	24	Güçlü
S211	2,24	<MN	<MN	5,6	13,17	13,94	28	Güçlü
S212	10,42	<MN	<MN	19,98	40,8	19,57	24	Güçlü
S213	9,66	<MN	<MN	36,84	40,79	29,51	38,4	Güçlü
S214	2,49	<MN	<MN	6,81	40,6	14,37	24	Güçlü
S215	2,41	<MN	<MN	7,16	34,86	18,93	24	Güçlü
S216	2,47	<MN	<MN	10,51	31,69	41,67	48	Güçlü
S217	8,74	<MN	MN	41,4	35,07	23,69	40	Güçlü
S218	9,53	<MN	MN	41,23	40,8	23,21	40	Güçlü
S219	2,6	<MN	<MN	8,67	32,03	38,55	48	Güçlü
S220	1,54	<MN	<MN	7,19	31,98	19,23	24	Güçlü
S221	3,37	<MN	<MN	18,1	13,17	9,75	24	Güçlü
S222	2,46	<MN	<MN	7,31	13,17	20,89	24	Güçlü
S223	3,41	<MN	<MN	20,21	13,17	20,89	24	Güçlü
S224	1,39	<MN	<MN	5,02	13,17	10,46	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%

Tablo 5.70. Binanın -y yönü analizi sonucu bulunan 1 nci kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
S101	3,38	<MN	<MN	44,64	13,17	24,9	24	Güçlü
S102	3,38	<MN	<MN	47,19	13,17	50,6	24	Güçlü
S103	3,34	MN	MN	44,67	13,17	25,15	24	Güçlü
S104	3,35	<MN	<MN	47,59	13,17	18,43	28	Güçlü
S105	3,34	<MN	<MN	47,58	13,17	18,4	28	Güçlü
S106	0,96	<MN	<MN	18,32	40,72	39,57	28	Zayıf
S107	10,42	<MN	<MN	89,83	40,71	67,89	38,4	Güçlü
S108	2,46	MN	MN	18,25	40,53	37,99	28	Zayıf
S109	8,66	<MN	<MN	45,47	34,73	33,1	24	Güçlü
S110	10,34	<MN	<MN	47,3	40,66	51,82	24	Güçlü
S111	2,27	<MN	<MN	16,01	13,17	27,9	28	Güçlü
S112	10,42	<MN	<MN	46,13	40,8	39,68	24	Güçlü
S113	8,86	<MN	<MN	88,64	34,99	59,64	38,4	Güçlü
S114	2,27	MN	MN	16,58	40,6	29,8	24	Zayıf
S115	2,14	<MN	<MN	16,92	40,66	38,03	24	Zayıf
S116	1,04	<MN	<MN	27,65	31,69	81,67	48	Zayıf
S117	8,74	MN	MN	97,19	35,07	46,25	40	Güçlü
S118	8,72	MN	MN	96,58	35	45,18	40	Güçlü
S119	2,35	<MN	<MN	27,3	32,03	75,47	48	Zayıf
S120	1,04	MN	MN	16,95	31,98	38,72	24	Zayıf
S121	3,37	<MN	<MN	40,16	13,17	20,12	24	Güçlü
S122	3,33	<MN	<MN	17,07	13,17	41,52	24	Güçlü
S123	3,41	<MN	<MN	46,29	13,17	41,36	24	Güçlü
S124	0,44	MN	MN	16,23	13,17	21,59	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 5,33%

Tablo 5.71. Binanın -y yönü analizi sonucu bulunan zemin kat güçlü kolon kontrolü.

Kolon	Kesme Kuvveti	Sol	Sağ	Mra+Mrü	1.2 (Mri+Mrj)	Nd	0.10Acfck	Kolon Tipi
SZ01	7,53	<MN	<MN	45,9	13,17	37,42	24	Güçlü
SZ02	7,71	MN	<MN	49,32	13,17	76,06	24	Güçlü
SZ03	7,75	<MN	<MN	45,94	13,17	37,81	24	Güçlü
SZ04	12,24	<MN	<MN	51,52	13,17	27,46	28	Güçlü
SZ05	12,56	<MN	<MN	51,38	13,17	27,13	28	Güçlü
SZ06	0,57	<MN	<MN	19,21	40,72	59,38	28	Zayıf
SZ07	17,84	MN	<MN	94,29	40,71	101,3	38,4	Güçlü
SZ08	2,88	<MN	<MN	19,11	40,53	57,01	28	Zayıf
SZ09	10,19	<MN	<MN	47,12	34,73	49,85	24	Güçlü
SZ10	8,77	MN	<MN	49,49	40,66	78,55	24	Güçlü
SZ11	1,96	<MN	<MN	18,41	13,17	41,51	28	Güçlü
SZ12	12,95	MN	<MN	48,05	40,8	60,02	24	Güçlü
SZ13	15,14	MN	<MN	92,8	34,99	89,51	38,4	Güçlü
SZ14	1,84	<MN	<MN	17,2	40,6	44,82	24	Zayıf
SZ15	1,55	<MN	<MN	17,69	40,66	57,18	24	Zayıf
SZ16	0,63	<MN	<MN	29,76	31,69	121,8	48	Zayıf
SZ17	4,37	MN	MN	111,02	35,07	70	40	Güçlü
SZ18	4,36	MN	MN	110,66	35	68,2	40	Güçlü
SZ19	2,49	<MN	<MN	29,31	32,03	112,7	48	Zayıf
SZ20	0,51	<MN	<MN	17,73	31,98	58,38	24	Zayıf
SZ21	9,87	<MN	<MN	45,18	13,17	30,19	24	Güçlü
SZ22	2,89	<MN	<MN	17,87	13,17	62,36	24	Güçlü
SZ23	9,72	MN	<MN	48,23	13,17	62,09	24	Güçlü
SZ24	0,35	<MN	<MN	16,69	13,17	32,39	24	Güçlü

İleri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı : 0,00%;

Ele alınan örnek BH-2 yapı sisteminin +y yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Göçme Durumu olarak belirlenmiştir. BH-2 yapı sistemi hastane binasını temsil ettiğinden ve depremden sonra hizmet vermeyi gerektirdiğinden güçlendirilmesi gerekmektedir.

5.4. BH-2 Binasının Deprem Performansının Arttırılması.

5.4.1. BH-2 Binasının Güçlendirilmesi.

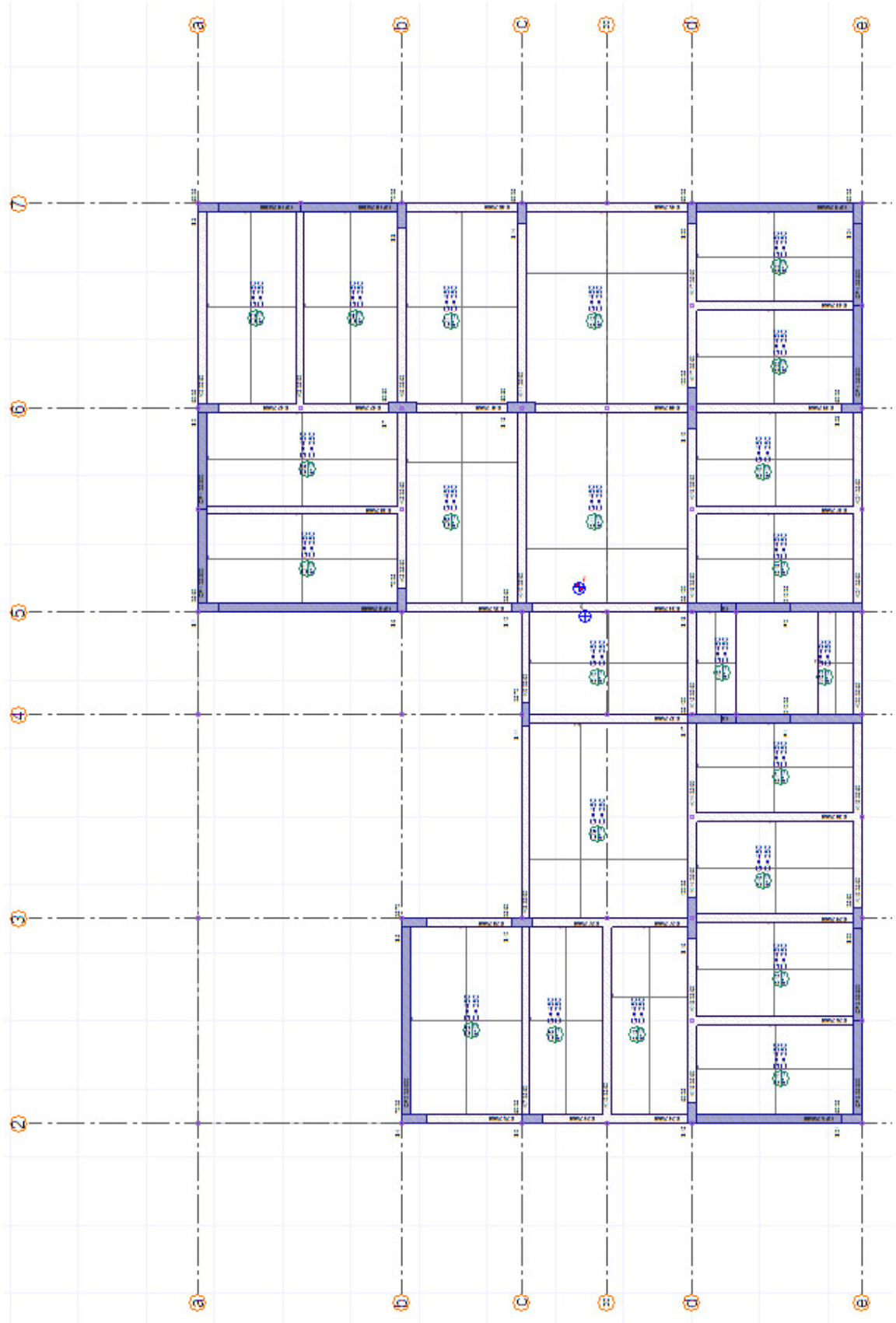
Yapılan lineer analizler sonucunda BH-2 binasının istenilen performans düzeyini sağlayamadığı görülmüştür. Depremden sonra hemen hizmet vermeyi gerektiren bu tip binaların güçlendirilerek istenilen performans düzeyine getirmek gerekmektedir. Bu nedenle tez çalışmasında belirtilen bazı güçlendirme yöntemleri denenmiştir. Ancak eleman düzeyinde yapılan güçlendirme denemeleri neticesinde istenilen performans düzeyine ulaşılamamış ve yapılan bu güçlendirme metodu, mimari açıdan binanın kullanımını etkilemiştir. Dinamik ve mimari açıdan en uygun çözüm sisteme perde eklemek suretiyle sistem güçlendirilmesi yapılması olduğu görülmüştür. Tez kapsamında denemelere ve sonuçlarına yer verilmemiş, istenilen performans düzeyine ulaşmak için izlenen yol ve sonuçlara yer verilmiştir.

BH-2 binasının a aksı 5 ve 6 arası, b aksı 2 ve 3 arası, e aksı 2 ve 3 arası, e aksı 6 ve 7 arası, 2 aksı d ve e arası, 4 aksı d ve e arası, 5 aksı a ve b arası, 5 aksı d ve e arası, 7 aksı a ve b arası, 7 aksı d ve e arasına tüm katlarda perde duvar eklenerek sistemin çözümü yapılmıştır. Eklenen güçlendirme perdelerine ait donatı bilgileri Tablo 5.72’de sunulmuştur.

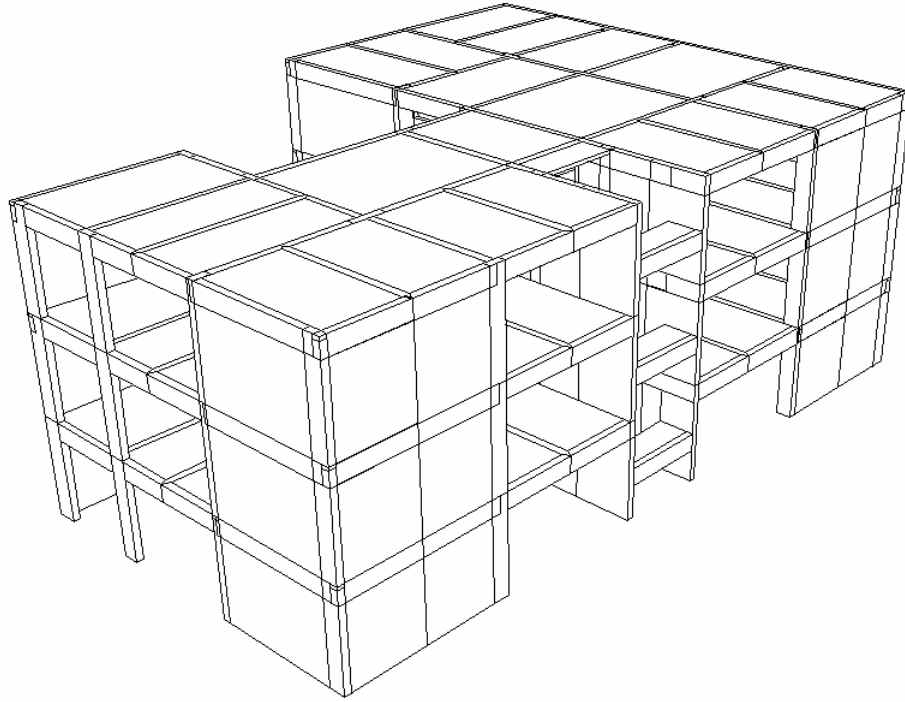
Tablo 5.72. Güçlendirme Perdelerine ait Donatı Yeri ve Miktarı.

İsim	Kat	B	H	Sol	Orta	Sağ	Yatay Gövde	Yatay Başlık
GP1	2	25	562,5		48Ø12		Ø10/12	
	1	25	562,5		54Ø12		Ø10/12	
	Zemin	25	562,5		98Ø14		Ø10/12	
GP2	2	25	550		46Ø12		Ø10/13	
	1	25	550		52Ø12		Ø10/13	
	Zemin	25	550		94Ø14		Ø10/13	
GP3	2	25	545		46Ø12		Ø10/13	
	1	25	545		48Ø12		Ø10/13	
	Zemin	25	545		110Ø12		Ø10/13	
GP4	2	25	527,5		46Ø12		Ø10/13	
	1	25	527,5		46Ø12		Ø10/13	
	Zemin	25	527,5		104Ø12		Ø10/13	
GP5	2	25	427,5		30Ø12		Ø10/21	Ø10/20
	1	25	427,5		30Ø12		Ø10/25	Ø10/10
	Zemin	25	427,5	4Ø14	42Ø14	4Ø14	Ø10/25	Ø10/10
GP6	2	25	202,5		16Ø12		Ø10/25	Ø10/20
	1	25	202,5		16Ø12		Ø10/25	Ø10/20
	Zemin	25	202,5		14Ø12		Ø10/25	Ø10/10
GP7	2	25	202,5		16Ø12		Ø10/25	Ø10/20
	1	25	202,5		16Ø12		Ø10/25	Ø10/20
	Zemin	25	202,5		12Ø12		Ø10/25	Ø10/10
GP8	2	25	527,5		46Ø12		Ø10/13	
	1	25	527,5		56Ø12		Ø10/13	
	Zemin	25	527,5		106Ø12		Ø10/13	
GP9	2	25	462,5		32Ø12		Ø10/19	Ø10/20
	1	25	462,5		26Ø12		Ø10/25	Ø10/10
	Zemin	25	462,5		44Ø12		Ø10/25	Ø10/10
GP10	2	25	527,5		46Ø12		Ø10/13	
	1	25	527,5		48Ø12		Ø10/13	
	Zemin	25	527,5		92Ø12		Ø10/13	

Güçlendirilmiş binaya ait normal kat kalıp planı Şekil 5.70., perspektif görünüş Şekil 5.71.'de sunulmuştur.



Şekil 5.70 Perde Eklenecek Güçlendirilmiş BH-2 Sistemi Normal Kat Kalıp Planı.



Şekil 5.71. Güçlendirilmiş BH-2 Sistemine ait Perspektif Görünüş.

5.4.2. Güçlendirilen BH-2 Binasının Deprem Performansının Bulunması.

Perde eklenerek sistem güçlendirilmesi yapılmış olan BH-2 yapı sisteminin deprem performansının hesaplanmasında kullanılacak olan çözüm yönteminin seçimi için burulma düzensizliği kontrolleri yapılacaktır (Tablo 5.73.-5.74.). Ara hesaplar, daha önce gösterildiğinden yeniden yapılmayacaktır.

Tablo 5.73. Binanın x doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü.

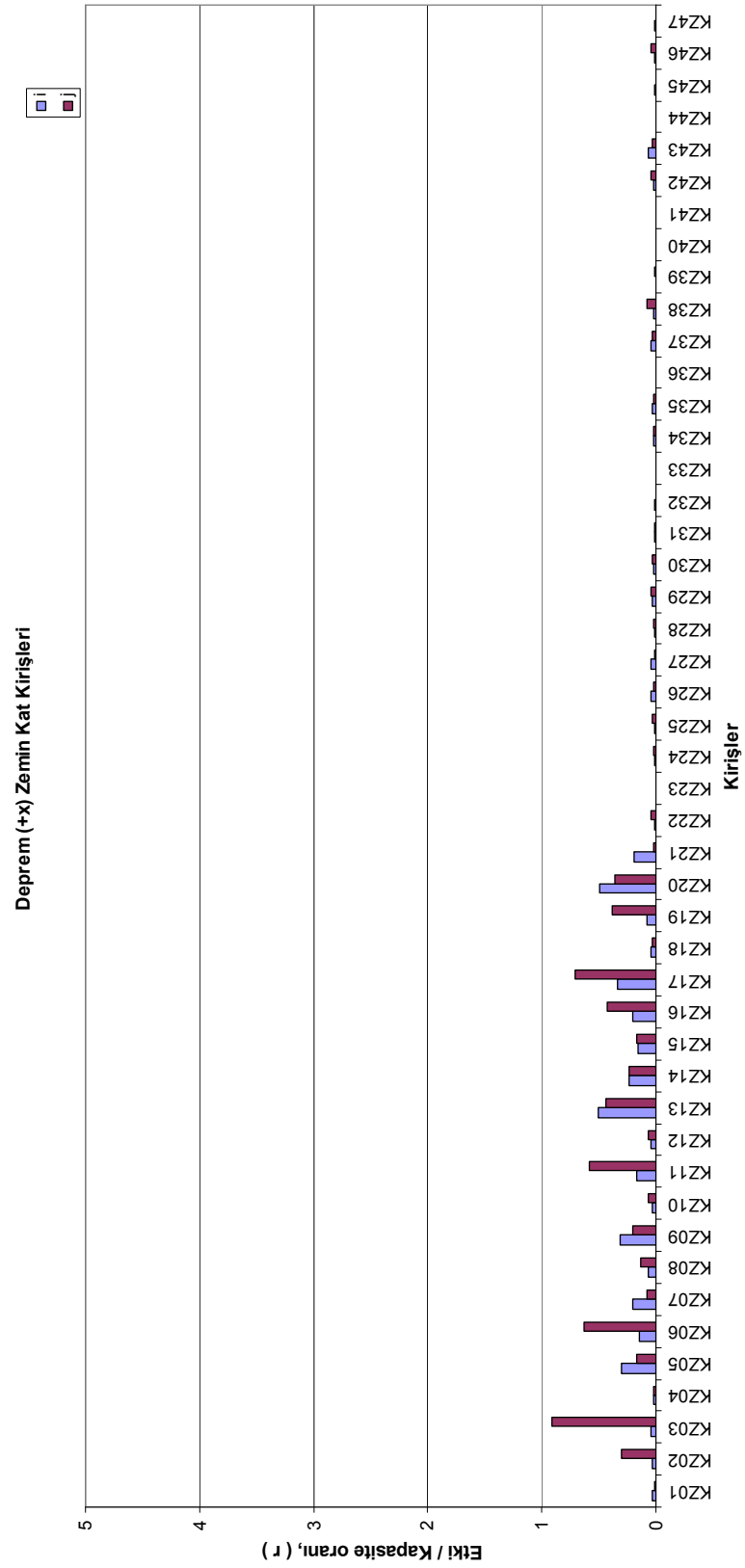
Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ +x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ +x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ +x yönü	ηb +x yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ -x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ -x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ -x yönü	ηb -x yönü
3	0,49	0,44	0,47	1,05	0,5	0,41	0,46	1,1
2	0,46	0,42	0,44	1,05	0,48	0,39	0,43	1,1
1	0,29	0,26	0,27	1,05	0,29	0,24	0,27	1,09

Tablo 5.74. Binanın y doğrultusu burulma düzensizliğinin kontrolü.

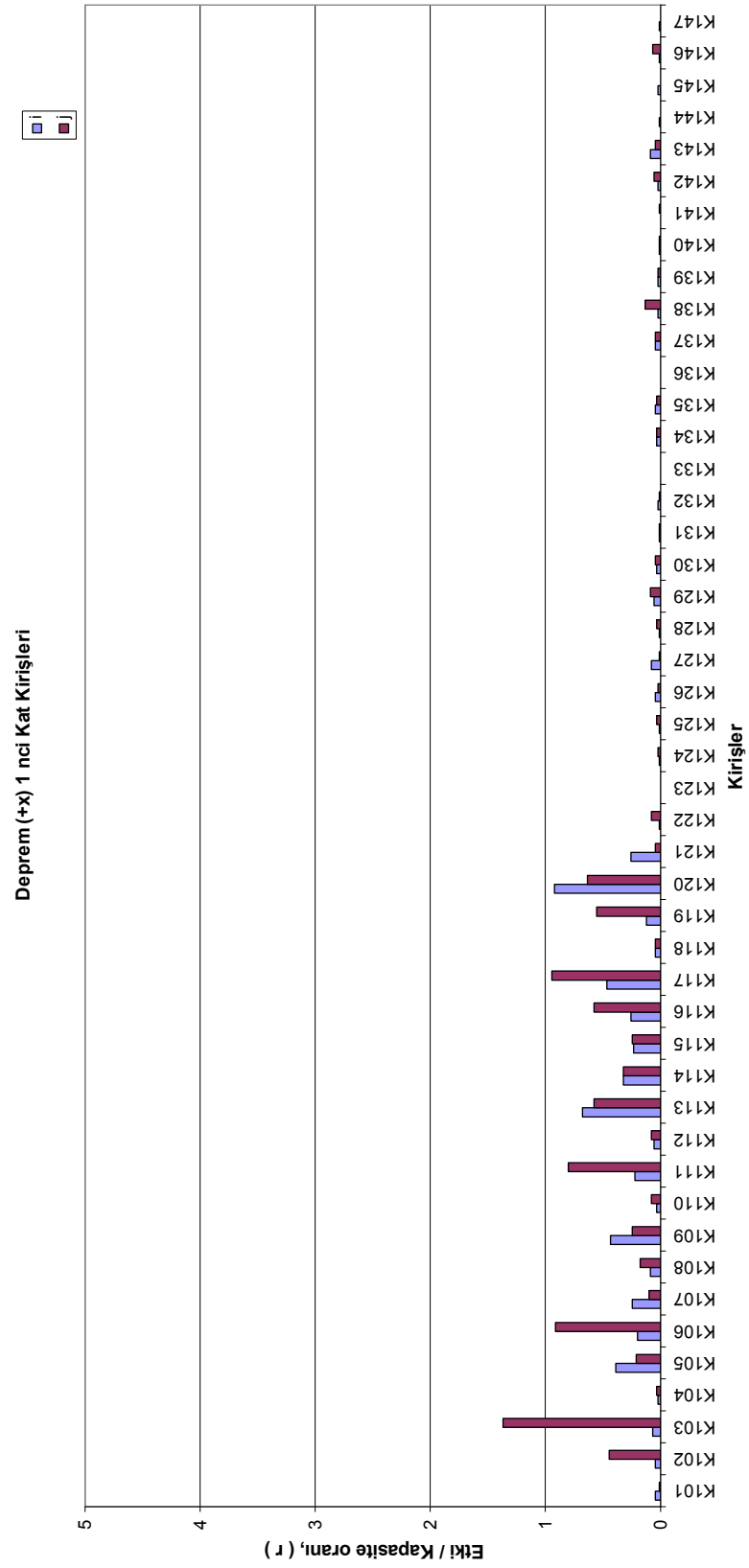
Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ +y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ +y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ +y yönü	ηb +y yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ -y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ -y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ -y yönü	ηb -y yönü
3	0,62	0,56	0,59	1,05	0,94	0,4	0,67	1,41
2	0,58	0,52	0,55	1,05	0,87	0,37	0,62	1,4
1	0,33	0,3	0,32	1,04	0,5	0,21	0,36	1,4

Y doğrultusunda yapılan analiz sonucunda -y yönü deprem yüklemesi neticesinde burulma düzensizliği katsayısı sınır değer olan 1,4'ü aşmıştır. Bu nedenle eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılamayacak, analiz mod birleştirme yöntemi kullanılarak yapılacaktır.

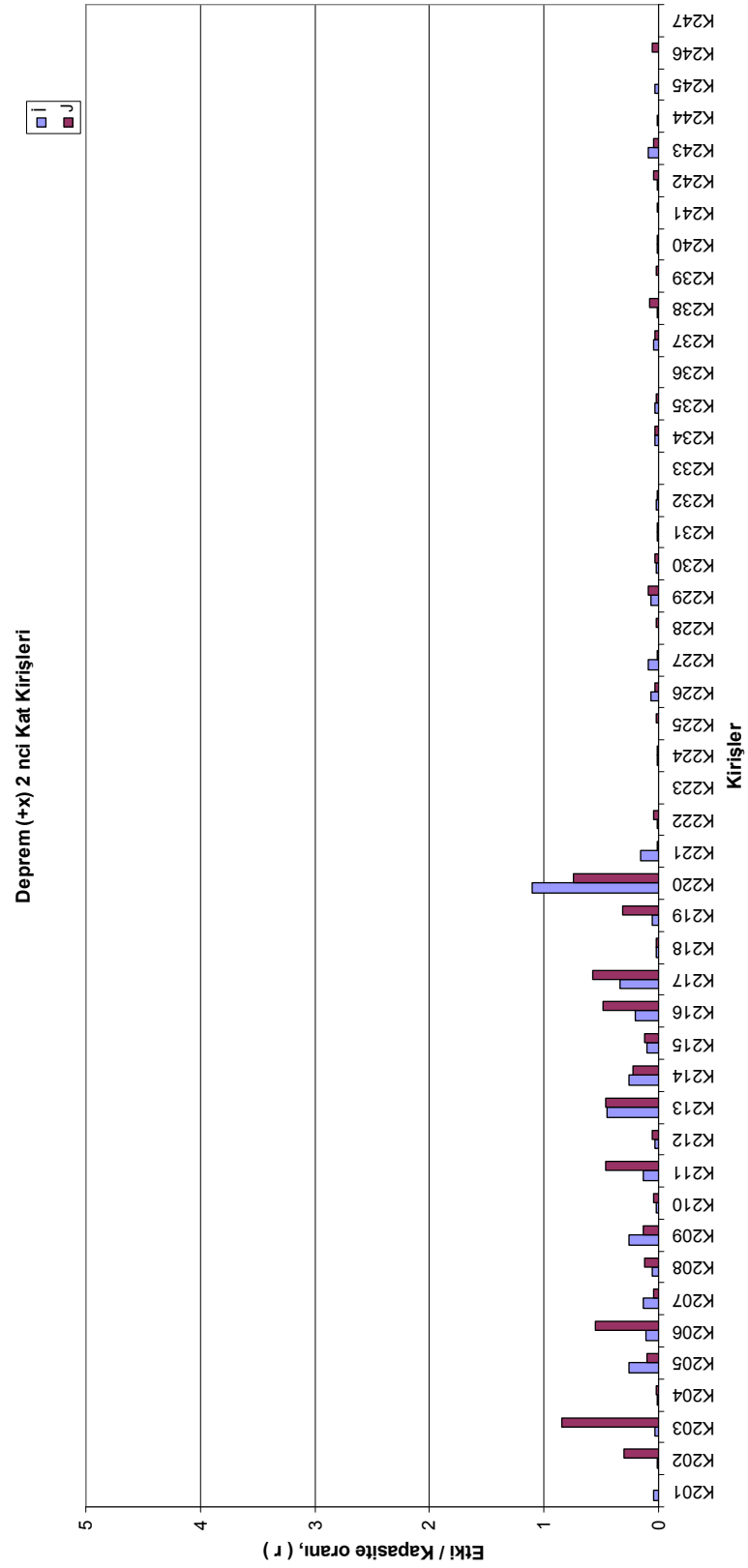
Sap-2000 programı kullanılarak sistemin düşey yükler altındaki (G+Q) eğilme momenti kapasiteleri bulunur. Hesaplanan değerler daha önce Tablo 5.49-5.52'de sunulmuştu. Bu değerler kullanılarak tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları +x deprem doğrultusu için hesaplanarak Şekil 5.72.-5.77'de sunulmuştur.



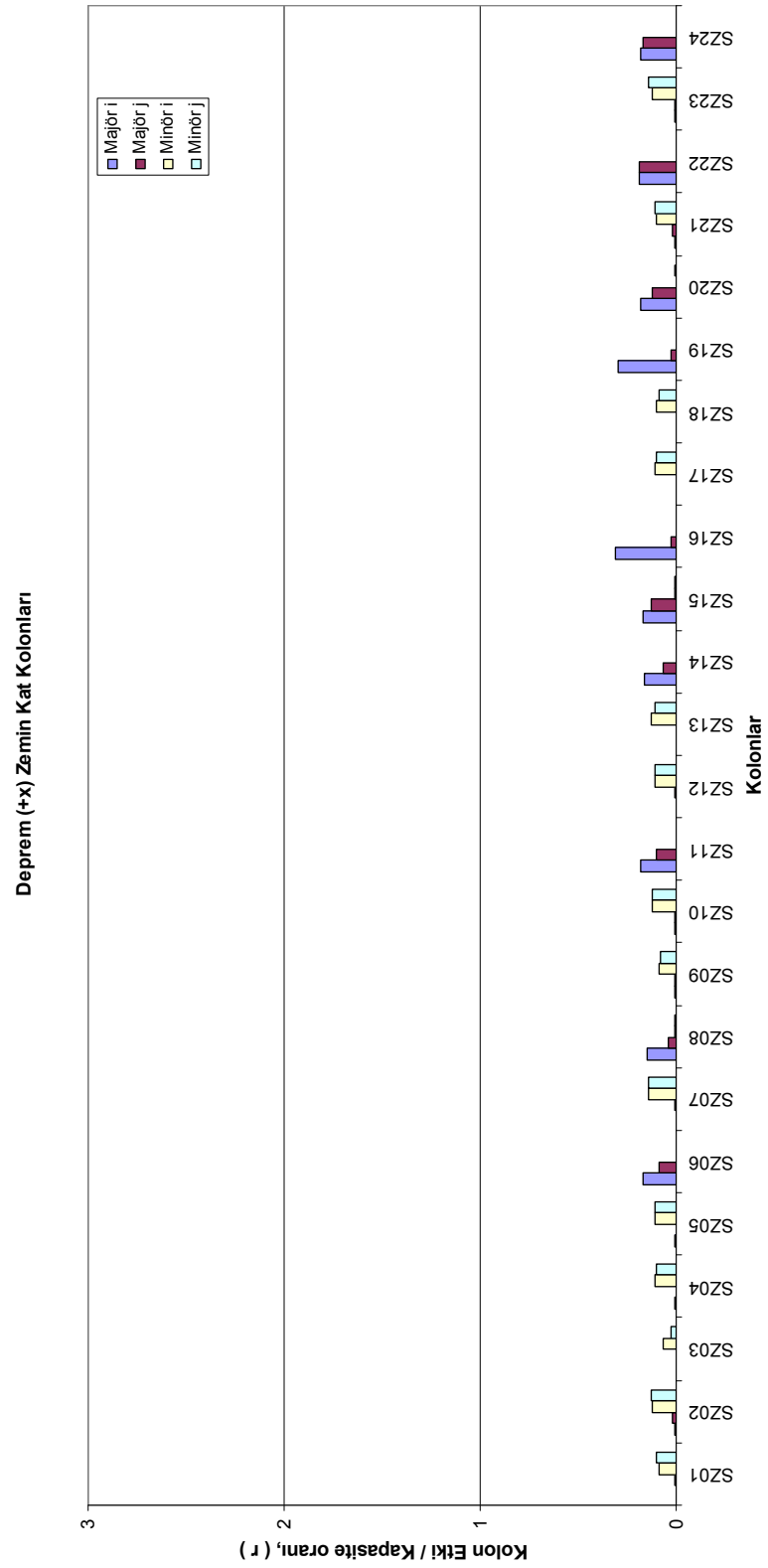
Şekil 5.72. Perdelerle güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



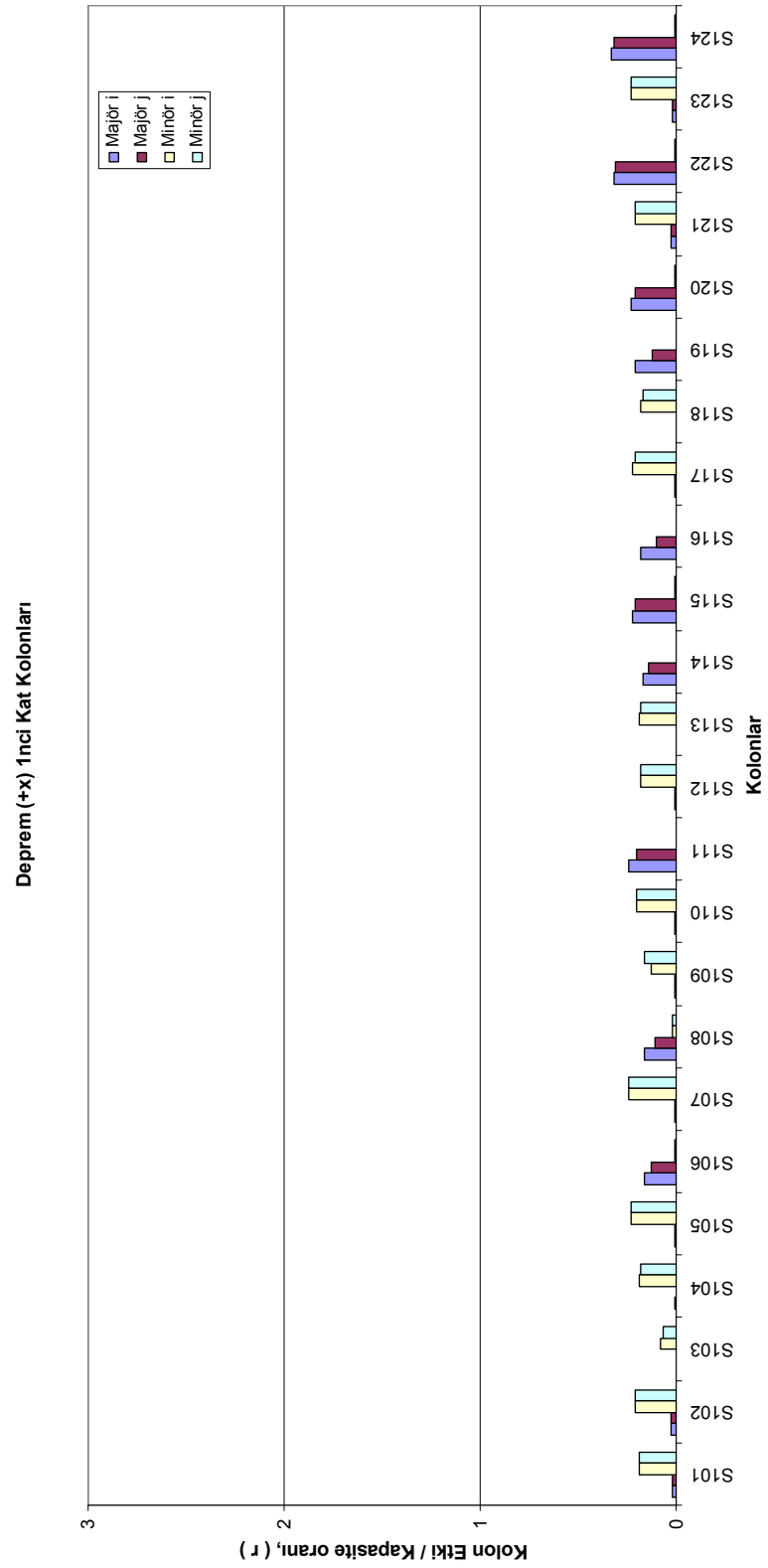
şekil 5.73. Perdelerle güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



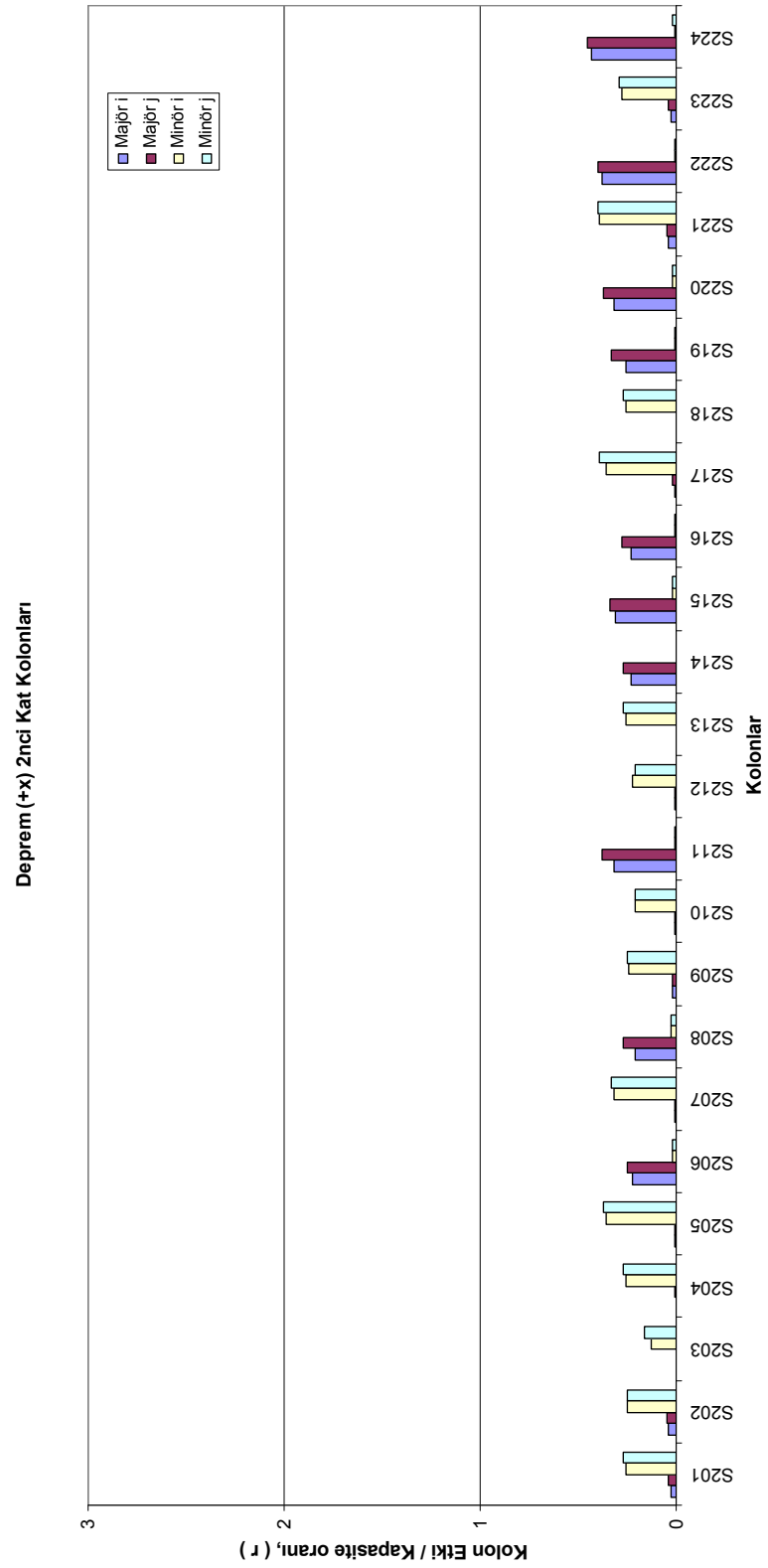
Şekil 5.74. Perdelerle güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.75. Güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.76. Güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.77. Güçlendirilmiş BH-2 binası +x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda eklenen perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.75-5.78.'de sunulmuştur.

Tablo 5.75. +x yönü deprem yüklemesi mevcut perdeler ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\bar{I}$	0,03	98,67	98,91	Var	0,68	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
	j	-0,22	87,63	86,66	Var	0,68	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
P202	$\bar{I}$	-0,02	100,01	99,99	Var	2,32	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
	j	0,09	87,39	86,18	Var	2,32	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
P101	$\bar{I}$	-0,31	123,67	123,15	Var	0,68	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
	j	-0,07	111,08	111,41	Var	0,68	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
P102	$\bar{I}$	-0,26	125,47	124,78	Var	1,78	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
	j	-0,16	113,34	113,5	Var	1,78	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
PZ01	$\bar{I}$	-1,08	144,09	143,93	Var	0,04	110,26	0,01	0,0545 cm	<MN
	j	0,24	134,73	133,82	Var	0,04	110,26	0,00	0,0545 cm	<MN
PZ02	$\bar{I}$	-0,46	146,86	146,60	Var	1,44	110,26	0,00	0,0545 cm	<MN
	j	0,04	137,26	136,36	Var	1,44	110,26	0,00	0,0545 cm	<MN

Tablo 5.76. +x yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP201	$\dot{I}$	-343,6	1036,31	1029,24	Var	133,48	557,7	0,33	0,136 cm	<MN
	j	-51,42	1023,79	1022,98	Var	133,48	557,7	0,05	0,136 cm	<MN
GP202	$\dot{I}$	-299,9	931,76	927,11	Var	101,83	538,96	0,32	0,138 cm	<MN
	j	0	922,47	922,47	Var	101,83	538,96	0,00	0,138 cm	<MN
GP203	$\dot{I}$	-315,4	951,54	949,69	Var	126,5	519,71	0,33	0,141 cm	<MN
	j	-54,72	950,79	949,32	Var	126,5	519,71	0,06	0,141 cm	<MN
GP204	$\dot{I}$	-283,7	931,94	930,76	Var	115,86	514,46	0,3	0,141 cm	<MN
	j	-53,85	930,34	929,96	Var	115,86	514,46	0,06	0,141 cm	<MN
GP205	$\dot{I}$	0,35	524,64	526,56	Var	0,54	378,69	0	0,14 cm	<MN
	j	0	528,48	528,48	Var	0,54	378,69	0	0,14 cm	<MN
GP206	$\dot{I}$	0,11	231,35	231,4	Var	0,02	220,35	0	0,14 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	0,02	220,35	0	0,14 cm	<MN
GP207	$\dot{I}$	0,05	231,35	231,35	Var	0,02	220,35	0	0,14 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	0,02	220,35	0	0,14 cm	<MN
GP208	$\dot{I}$	-0,37	887,32	887,43	Var	0,17	512,96	0	0,137 cm	<MN
	j	0	887,54	887,54	Var	0,17	512,96	0	0,137 cm	<MN
GP209	$\dot{I}$	-0,06	595,05	593,24	Var	0,6	418,1	0	0,14 cm	<MN
	j	0	595,05	595,05	Var	0,6	418,1	0	0,14 cm	<MN
GP210	$\dot{I}$	1,73	932,02	929,21	Var	2,32	522,04	0	0,137 cm	<MN
	j	2,01	932,02	931,84	Var	2,32	522,04	0	0,137 cm	<MN

Tablo 5.77. +x yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP101	$\dot{I}$	-969,3	1225,07	1213,23	Var	231,19	557,7	0,8	0,12 cm	<MN
	j	292,87	1201,38	1207,27	Var	231,19	557,7	0,24	0,12 cm	<MN
GP102	$\dot{I}$	-904,4	1067,91	1059,49	Var	202,47	538,96	0,85	0,122 cm	<MN
	j	299,96	1051,06	1055,7	Var	202,47	538,96	0,28	0,122 cm	<MN
GP103	$\dot{I}$	-915,9	1054,43	1052,98	Var	213,05	519,71	0,87	0,125 cm	<MN
	j	258,41	1051,53	1051,47	Var	213,05	519,71	0,25	0,125 cm	<MN
GP104	$\dot{I}$	-832,1	1017,89	1015,42	Var	203,29	514,46	0,82	0,125 cm	<MN
	j	227,42	1012,95	1013,92	Var	203,29	514,46	0,22	0,125 cm	<MN
GP105	$\dot{I}$	-13,59	542,08	546,12	Var	5,54	441,97	0,02	0,124 cm	<MN
	j	-0,35	550,16	548,24	Var	5,54	441,97	0,00	0,124 cm	<MN
GP106	$\dot{I}$	-0,44	236,77	236,88	Var	0,21	220,35	0	0,124 cm	<MN
	j	-0,11	237,08	237,04	Var	0,21	220,35	0	0,124 cm	<MN
GP107	$\dot{I}$	-0,22	236,94	236,97	Var	0,11	220,35	0	0,124 cm	<MN
	j	-0,05	236,99	237,00	Var	0,11	220,35	0	0,124 cm	<MN
GP108	$\dot{I}$	-4,48	840,17	840,92	Var	1,64	512,96	0,01	0,121 cm	<MN
	j	0,37	841,67	841,56	Var	1,64	512,96	0,00	0,121 cm	<MN
GP109	$\dot{I}$	8,24	662,4	659,29	Var	3,31	471,34	0,01	0,124 cm	<MN
	j	0,06	658,77	660,59	Var	3,31	471,34	0,00	0,124 cm	<MN
GP110	$\dot{I}$	13,17	1038,53	1034,2	Var	5,48	522,04	0,01	0,121 cm	<MN
	j	0,77	1033,78	1036,15	Var	5,48	522,04	0	0,121 cm	<MN

Tablo 5.78. +x yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

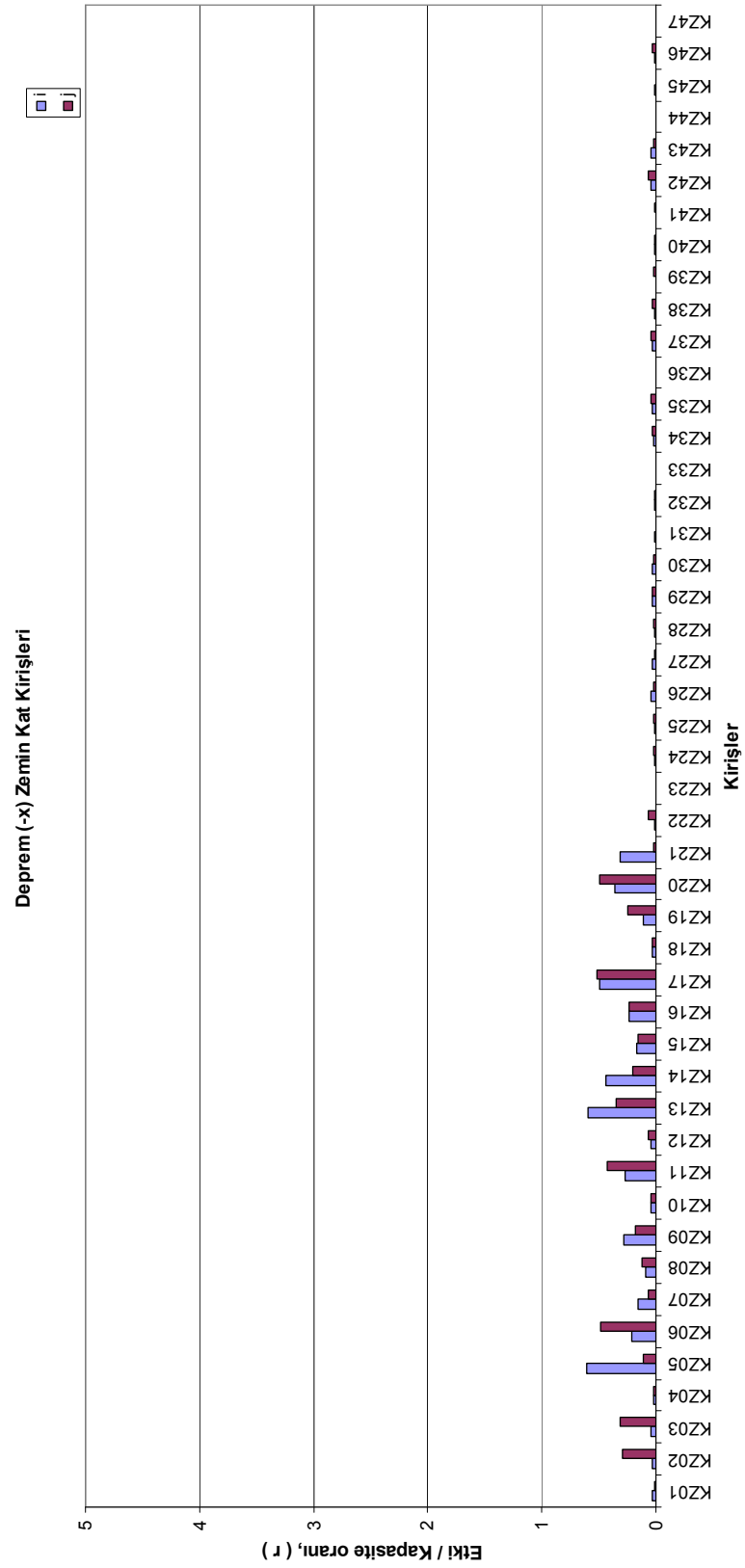
Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GPZ01	$\bar{I}$	-1740,5	1977,42	1961,42	Var	257,84	557,7	0,89	0,0632 cm	<MN
	j	933,97	1945,43	1957,83	Var	257,84	557,7	0,48	0,0632 cm	<MN
GPZ02	$\bar{I}$	-1671,5	1748,62	1737,57	Var	228,44	538,96	0,96	0,064 cm	<MN
	j	904,36	1726,52	1734,94	Var	228,44	538,96	0,52	0,064 cm	<MN
GPZ03	$\bar{I}$	-1672,6	1634,33	1632,07	Var	220,04	519,71	1,02	0,0659 cm	<MN
	j	875,59	1629,8	1631,39	Var	220,04	519,71	0,54	0,0659 cm	<MN
GPZ04	$\bar{I}$	-1539,9	1550,25	1548,39	Var	208,54	514,46	0,99	0,0659 cm	<MN
	j	792,04	1546,54	1547,04	Var	208,54	514,46	0,51	0,0659 cm	<MN
GPZ05	$\bar{I}$	-33,59	879,79	885,72	Var	7,55	441,97	0,04	0,0655 cm	<MN
	j	13,59	891,65	887,61	Var	7,55	441,97	0,02	0,0655 cm	<MN
GPZ06	$\bar{I}$	-1,54	224,01	224,28	Var	0,43	269,83	0,01	0,0655 cm	<MN
	j	0,44	224,54	224,43	Var	0,43	269,83	0	0,0655 cm	<MN
GPZ07	$\bar{I}$	0,71	206,1	206,24	Var	0,2	269,83	0	0,0655 cm	<MN
	j	0,22	206,38	206,35	Var	0,2	269,83	0	0,0655 cm	<MN
GPZ08	$\bar{I}$	-9,06	1440,41	1442,15	Var	1,92	512,96	0,01	0,0636 cm	<MN
	j	4,48	1443,88	1443,13	Var	1,92	512,96	0,00	0,0636 cm	<MN
GPZ09	$\bar{I}$	20,51	808,31	804,77	Var	4,38	471,34	0,03	0,0655 cm	<MN
	j	-8,24	802,08	805,19	Var	4,38	471,34	0,01	0,0655 cm	<MN
GPZ10	$\bar{I}$	28,15	1406,74	1401,55	Var	6,01	522,04	0,02	0,0636 cm	<MN
	j	-11,25	1392,41	1402,07	Var	6,01	522,04	0,01	0,0636 cm	<MN

Tablo 5.79. Binanın +x yönü yapı performansı raporu.

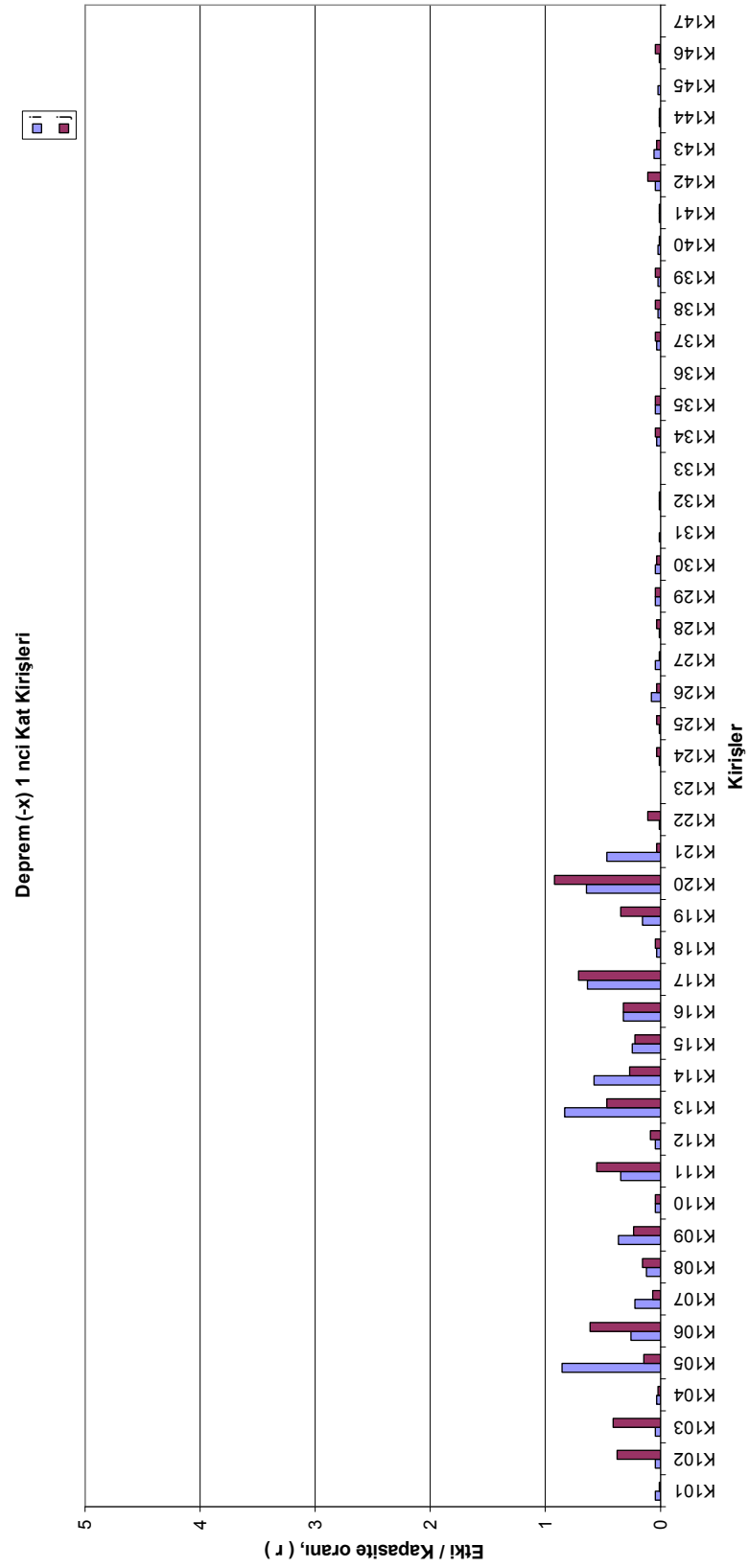
Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
Zemin	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-

Tüm katlarda güçlü kolon kontrolleri yapılmış ve ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı tüm katlarda 0,00%; ve minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı 0,00% olarak hesaplanmıştır. Hesap detayları önceki örneklerde gösterildiğinden, yeniden detaylı gösterim yapılmıştır.

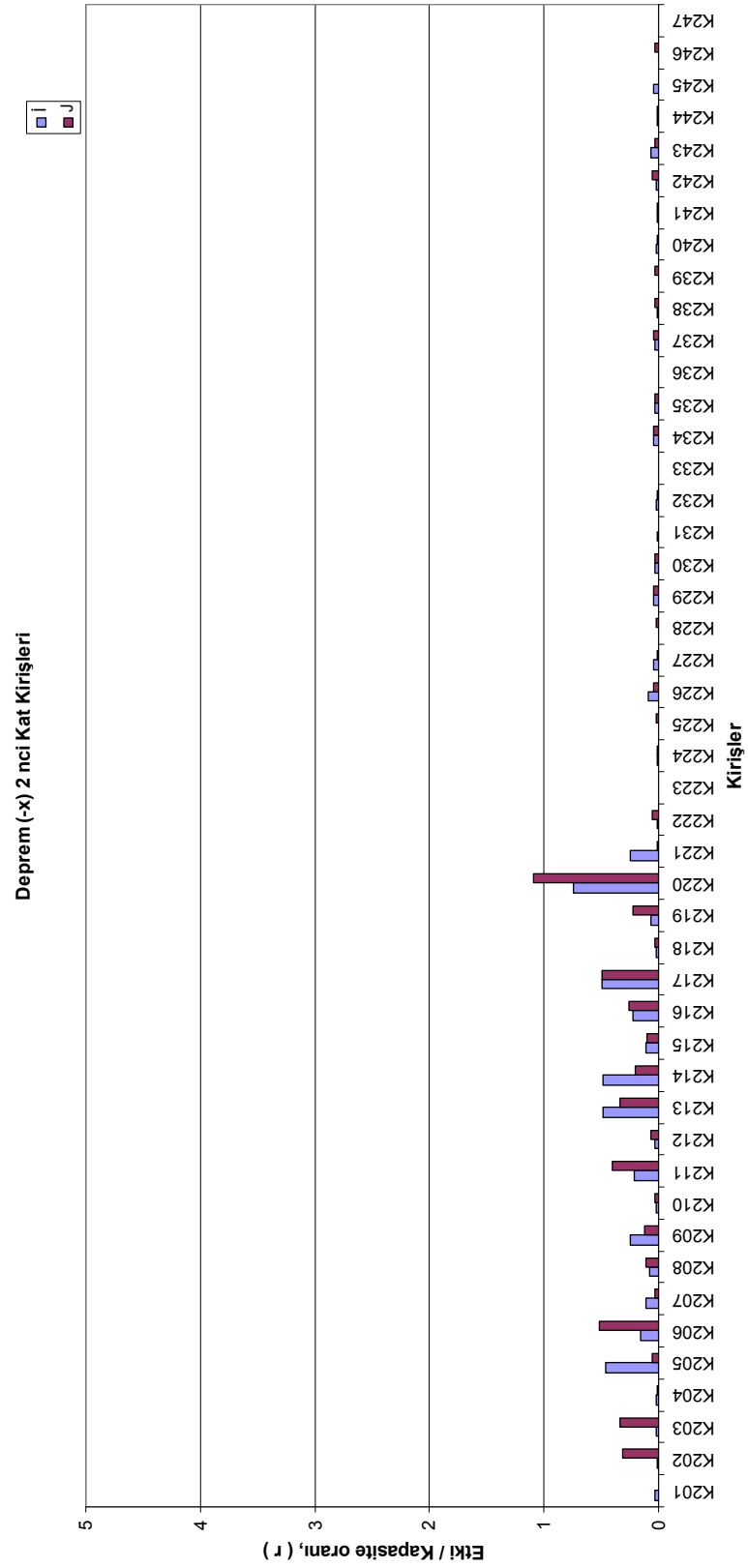
İncelemeye konu perde eklemek suretiyle sistem güçlendirilmesi yapılmış BH-2 yapı sisteminin +x yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Hemen Kullanım olarak belirlenmiştir. Aynı yöntemle tüm katlarda bulunan kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları -x deprem doğrultusu için hesaplanarak Şekil 5.78.-5.83'te sunulmuştur.



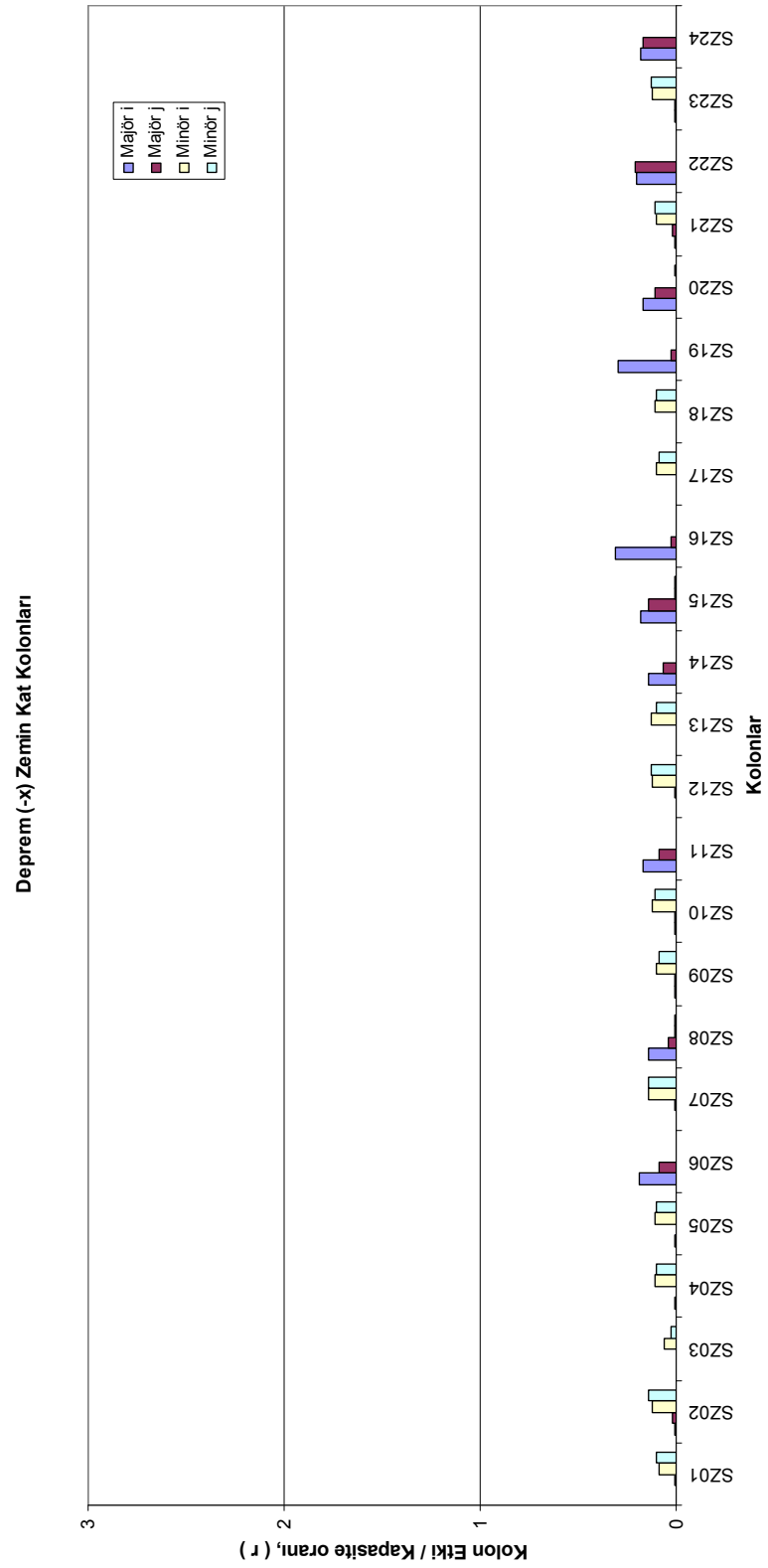
Şekil 5.78. Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



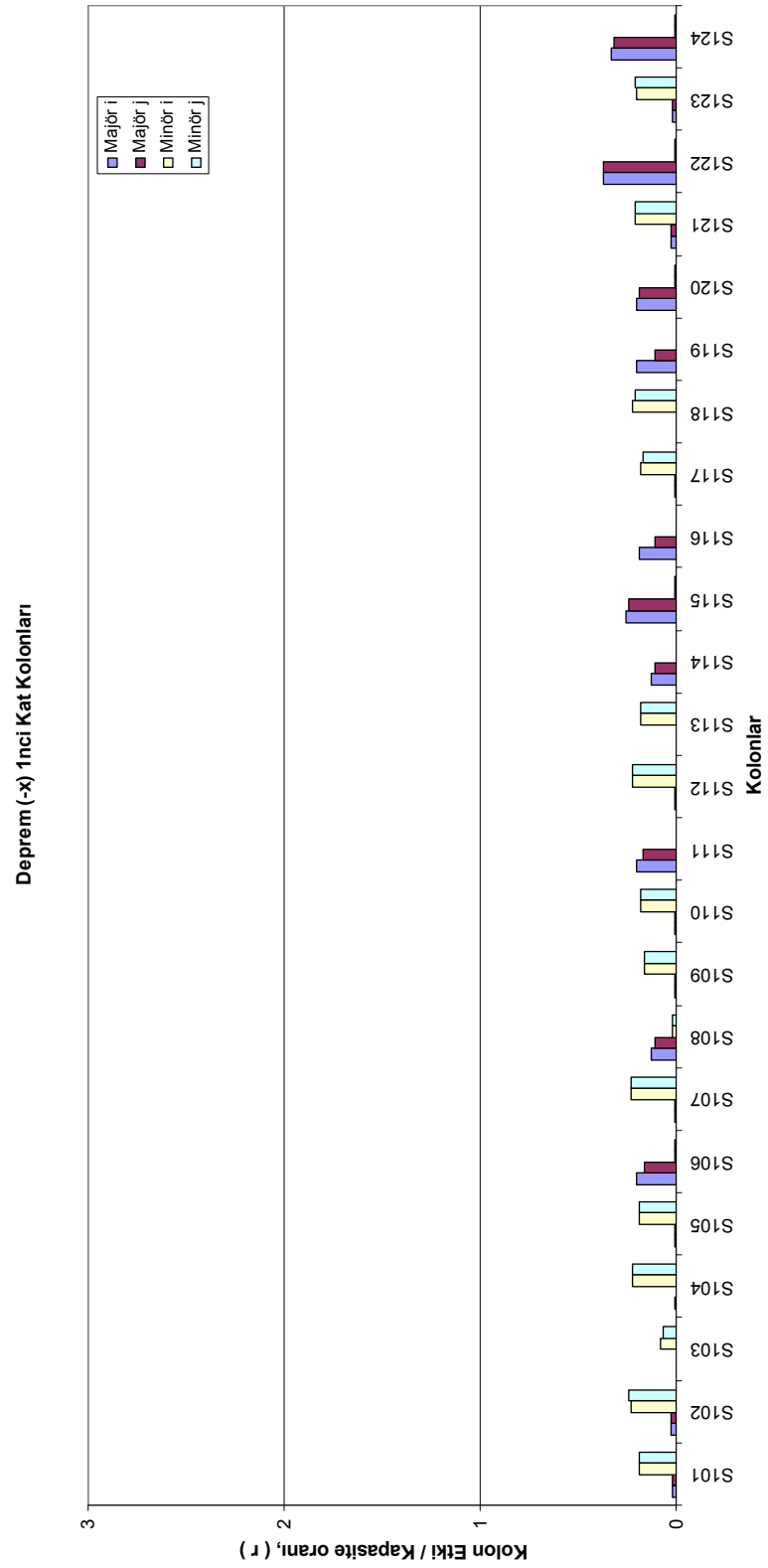
Şekil 5.79. Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları.



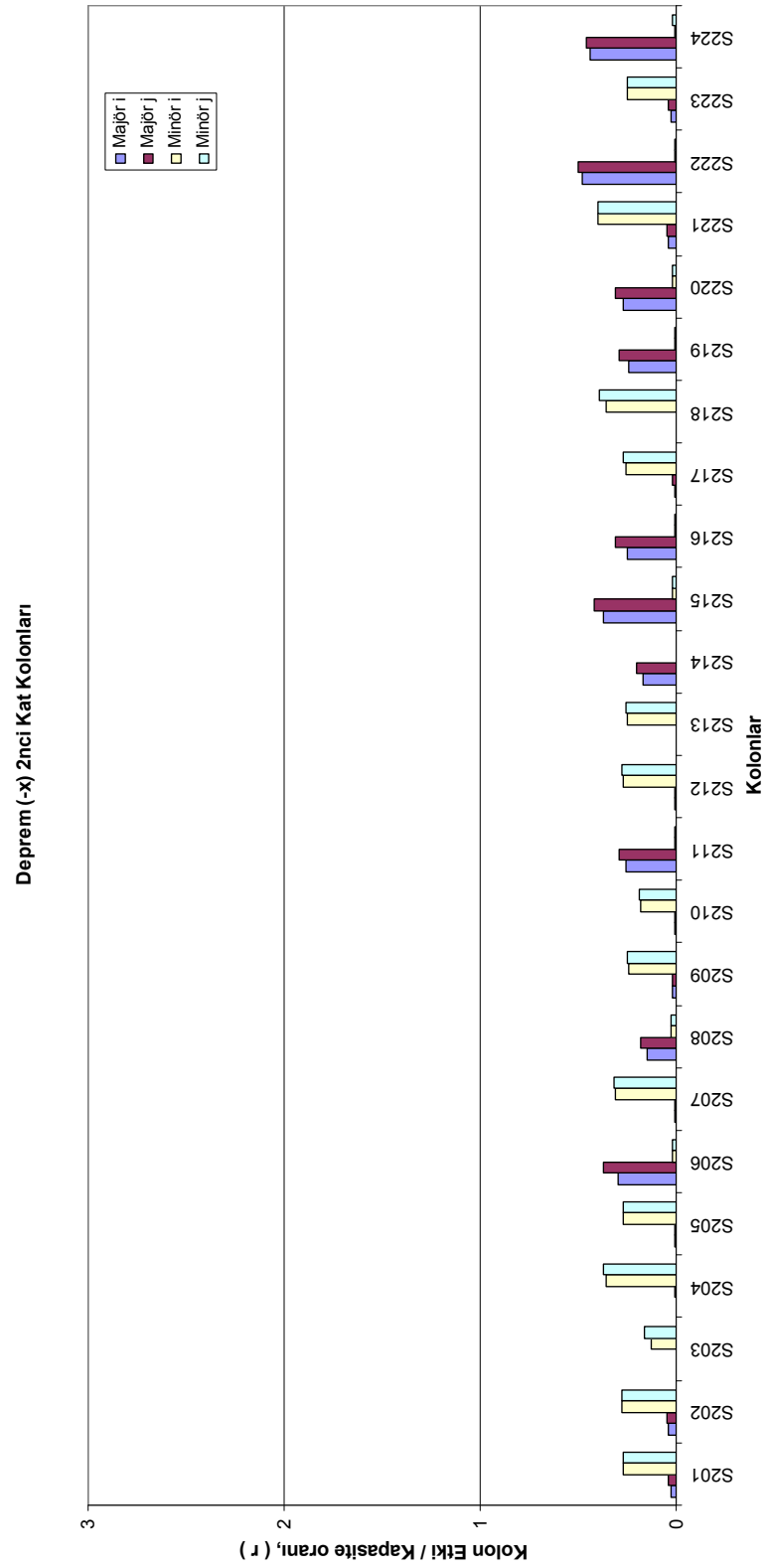
şekil 5.80. Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.81. Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.82. Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.83. Güçlendirilmiş BH-2 binası -x yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda eklenen perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.80-5.83.'te sunulmuştur.

Tablo 5.80. -x yönü deprem yüklemesi mevcut perdeler için deprem performansı değerlendirilmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\bar{I}$	-0,03	98,67	98,91	Var	2,24	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
	j	0,22	87,63	86,66	Var	2,24	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
P202	$\bar{I}$	0,02	99,97	99,94	Var	0,53	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
	j	-0,09	87,39	86,18	Var	0,53	84,35	0,00	0,117 cm	<MN
P101	$\bar{I}$	0,31	123,67	123,15	Var	1,93	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
	j	0,07	111,08	111,41	Var	1,93	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
P102	$\bar{I}$	0,26	125,47	124,78	Var	0,38	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
	j	0,16	113,34	113,5	Var	0,38	84,35	0,00	0,103 cm	<MN
PZ01	$\bar{I}$	1,08	143,77	143,61	Var	1,78	110,26	0,01	0,0545 cm	<MN
	j	-0,24	134,73	133,82	Var	1,78	110,26	0,00	0,0545 cm	<MN
PZ02	$\bar{I}$	0,46	146,34	146,07	Var	0,34	110,26	0,00	0,0545 cm	<MN
	j	-0,04	137,26	136,36	Var	0,34	110,26	0,00	0,0545 cm	<MN

Tablo 5.81. -x yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP201	$\dot{I}$	343,6	1022,16	1015,09	Var	138,92	557,7	0,34	0,136 cm	<MN
	j	51,42	1022,16	1021,35	Var	138,92	557,7	0,05	0,136 cm	<MN
GP202	$\dot{I}$	299,9	922,47	917,83	Var	105,04	538,96	0,33	0,138 cm	<MN
	j	0	922,47	922,47	Var	105,04	538,96	0,00	0,138 cm	<MN
GP203	$\dot{I}$	315,4	947,85	946,00	Var	128,79	519,71	0,33	0,141 cm	<MN
	j	54,72	947,85	946,38	Var	128,79	519,71	0,06	0,141 cm	<MN
GP204	$\dot{I}$	283,7	929,58	928,4	Var	116,93	514,46	0,31	0,141 cm	<MN
	j	53,85	929,58	929,2	Var	116,93	514,46	0,06	0,141 cm	<MN
GP205	$\dot{I}$	-0,35	524,64	526,56	Var	0,78	378,69	0	0,14 cm	<MN
	j	0	528,48	528,48	Var	0,78	378,69	0	0,14 cm	<MN
GP206	$\dot{I}$	-0,11	231,27	231,31	Var	0,05	220,35	0	0,14 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	0,05	220,35	0	0,14 cm	<MN
GP207	$\dot{I}$	-0,05	231,36	231,36	Var	0,02	220,35	0	0,14 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	0,02	220,35	0	0,14 cm	<MN
GP208	$\dot{I}$	0,37	887,54	887,66	Var	0,09	512,96	0	0,137 cm	<MN
	j	0	887,54	887,54	Var	0,09	512,96	0	0,137 cm	<MN
GP209	$\dot{I}$	0,06	595,05	593,24	Var	0,65	418,1	0	0,14 cm	<MN
	j	0	595,05	595,05	Var	0,65	418,1	0	0,14 cm	<MN
GP210	$\dot{I}$	-1,73	932,02	929,21	Var	0,26	522,04	0	0,137 cm	<MN
	j	-2,01	932,39	932,2	Var	0,26	522,04	0	0,137 cm	<MN

Tablo 5.82. -x yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP101	$\dot{I}$	969,3	1201,38	1189,54	Var	235,3	557,7	0,81	0,12 cm	<MN
	j	-292,9	1189,62	1195,5	Var	235,3	557,7	0,24	0,12 cm	<MN
GP102	$\dot{I}$	904,36	1051,06	1042,64	Var	201,24	538,96	0,87	0,122 cm	<MN
	j	-299,9	1041,78	1046,42	Var	201,24	538,96	0,29	0,122 cm	<MN
GP103	$\dot{I}$	915,97	1051,53	1050,08	Var	213,36	519,71	0,87	0,125 cm	<MN
	j	-258,4	1051,66	1051,6	Var	213,36	519,71	0,25	0,125 cm	<MN
GP104	$\dot{I}$	832,07	1012,95	1010,48	Var	203,09	514,46	0,82	0,125 cm	<MN
	j	-227,4	1011,00	1011,97	Var	203,09	514,46	0,22	0,125 cm	<MN
GP105	$\dot{I}$	13,59	550,16	554,21	Var	4,07	441,97	0,02	0,124 cm	<MN
	j	0,35	550,16	548,24	Var	4,07	441,97	0,00	0,124 cm	<MN
GP106	$\dot{I}$	0,44	237	237,11	Var	0,16	220,35	0	0,124 cm	<MN
	j	0,11	237	236,96	Var	0,16	220,35	0	0,124 cm	<MN
GP107	$\dot{I}$	0,22	237	237,03	Var	0,08	220,35	0	0,124 cm	<MN
	j	0,05	237	237,00	Var	0,08	220,35	0	0,124 cm	<MN
GP108	$\dot{I}$	4,48	841,67	842,43	Var	1,2	512,96	0,01	0,121 cm	<MN
	j	-0,37	841,9	841,79	Var	1,2	512,96	0,00	0,121 cm	<MN
GP109	$\dot{I}$	-8,24	668,62	665,51	Var	2,41	471,34	0,01	0,124 cm	<MN
	j	-0,06	658,77	660,59	Var	2,41	471,34	0,00	0,124 cm	<MN
GP110	$\dot{I}$	-13,17	1047,2	1042,87	Var	4,13	522,04	0,01	0,121 cm	<MN
	j	-0,77	1033,78	1036,15	Var	4,13	522,04	0	0,121 cm	<MN

Tablo 5.83. -x yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GPZ01	$\bar{I}$	1740,5	1945,43	1929,43	Var	255,41	557,7	0,9	0,0632 cm	<MN
	j	-933,97	1920,62	1933,02	Var	255,41	557,7	0,48	0,0632 cm	<MN
GPZ02	$\bar{I}$	1671,5	1726,52	1715,47	Var	226,99	538,96	0,97	0,064 cm	<MN
	j	-904,36	1709,67	1718,1	Var	226,99	538,96	0,53	0,064 cm	<MN
GPZ03	$\bar{I}$	1672,6	1629,8	1627,54	Var	219,82	519,71	1,03	0,0659 cm	<MN
	j	-875,59	1626,63	1628,22	Var	219,82	519,71	0,54	0,0659 cm	<MN
GPZ04	$\bar{I}$	1539,9	1546,54	1544,68	Var	208,8	514,46	1,00	0,0659 cm	<MN
	j	-792,04	1545,54	1546,04	Var	208,8	514,46	0,51	0,0659 cm	<MN
GPZ05	$\bar{I}$	33,59	891,65	897,58	Var	6,24	441,97	0,04	0,0655 cm	<MN
	j	-3,59	899,74	895,7	Var	6,24	441,97	0,02	0,0655 cm	<MN
GPZ06	$\bar{I}$	1,54	224,54	224,81	Var	0,3	269,83	0,01	0,0655 cm	<MN
	j	-0,44	224,77	224,66	Var	0,33	269,83	0	0,0655 cm	<MN
GPZ07	$\bar{I}$	0,71	206,38	206,52	Var	0,13	269,83	0	0,0655 cm	<MN
	j	-0,22	206,44	206,41	Var	0,13	269,83	0	0,0655 cm	<MN
GPZ08	$\bar{I}$	9,06	1443,88	1445,61	Var	1,24	512,96	0,01	0,0636 cm	<MN
	j	-4,48	1445,38	1444,63	Var	1,24	512,96	0,00	0,0636 cm	<MN
GPZ09	$\bar{I}$	-20,51	815,38	811,84	Var	4,09	471,34	0,03	0,0655 cm	<MN
	j	8,24	808,31	811,42	Var	4,09	471,34	0,01	0,0655 cm	<MN
GPZ10	$\bar{I}$	-28,15	1417,11	1411,93	Var	5,65	522,04	0,02	0,0636 cm	<MN
	j	11,25	1406,74	1411,41	Var	5,65	522,04	0,01	0,0636 cm	<MN

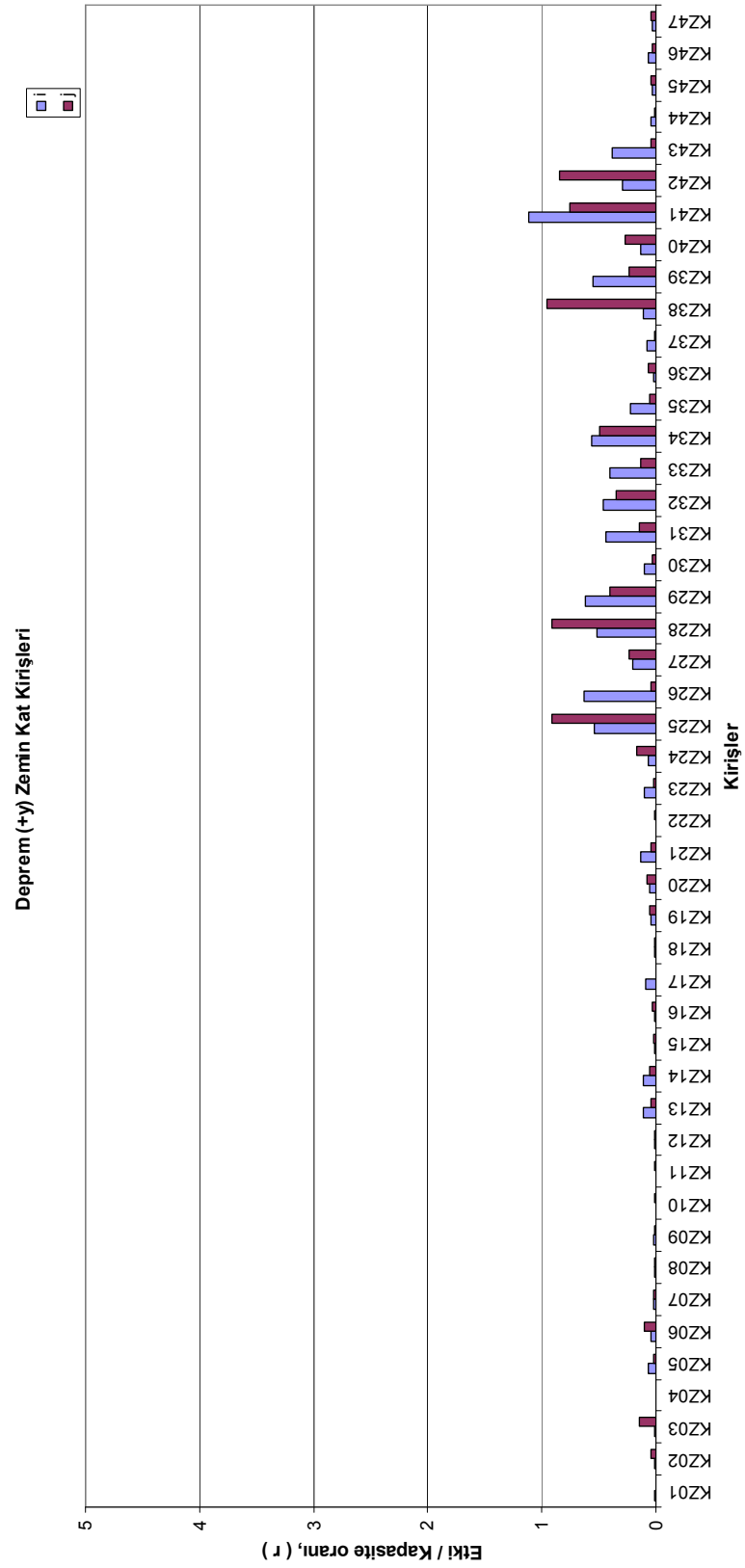
Tablo 5.84. Binanın -x yönü yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
Zemin	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-

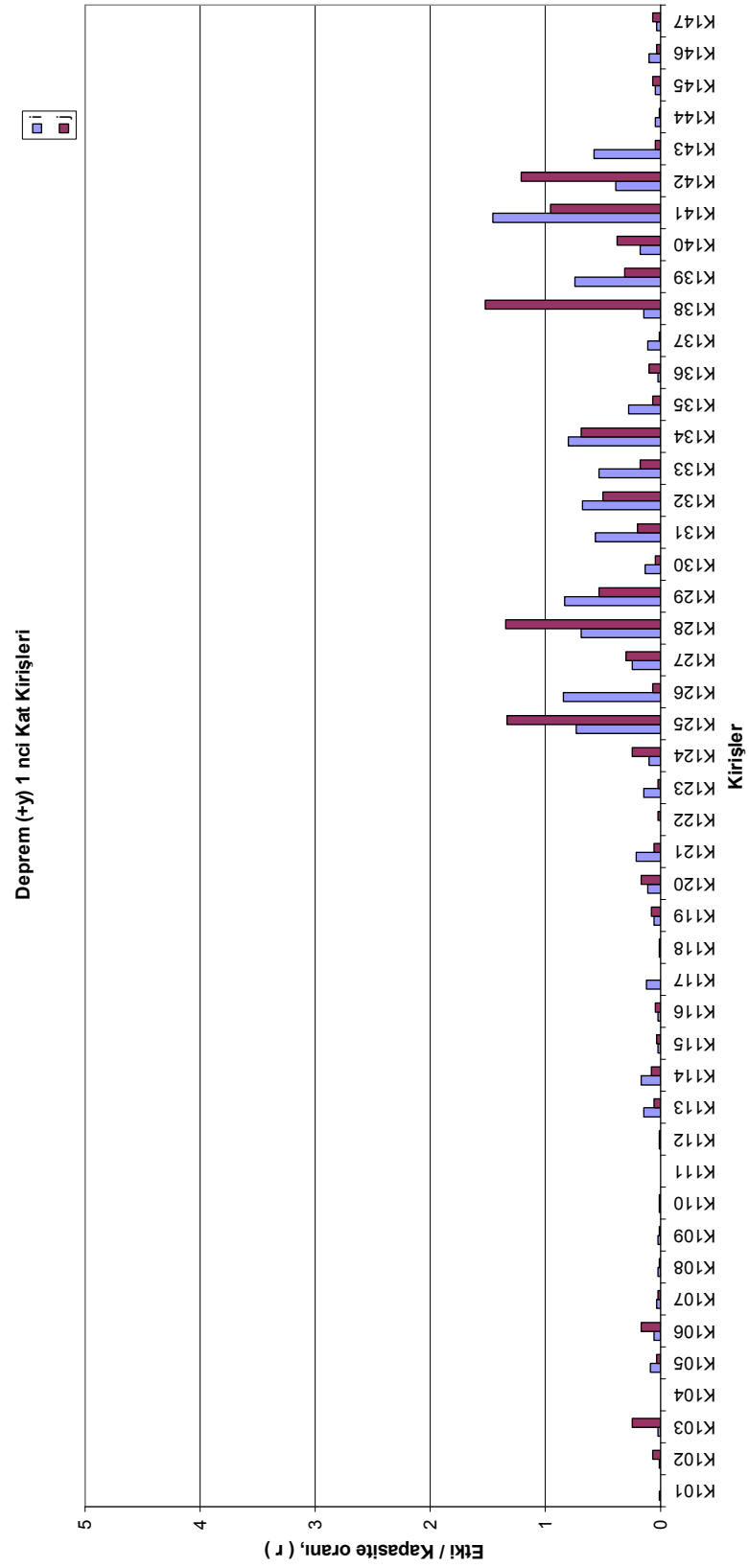
-x yönü deprem yüklemesi neticesinde tüm katlarda güçlü kolon kontrolleri yapılmış ve ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı tüm katlarda 0,00%; ve minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı 0,00% olarak hesaplanmıştır.

İncelemeye konu perde eklemek suretiyle sistem güçlendirilmesi yapılmış BH-2 yapı sisteminin -x yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Hemen Kullanım olarak belirlenmiştir.

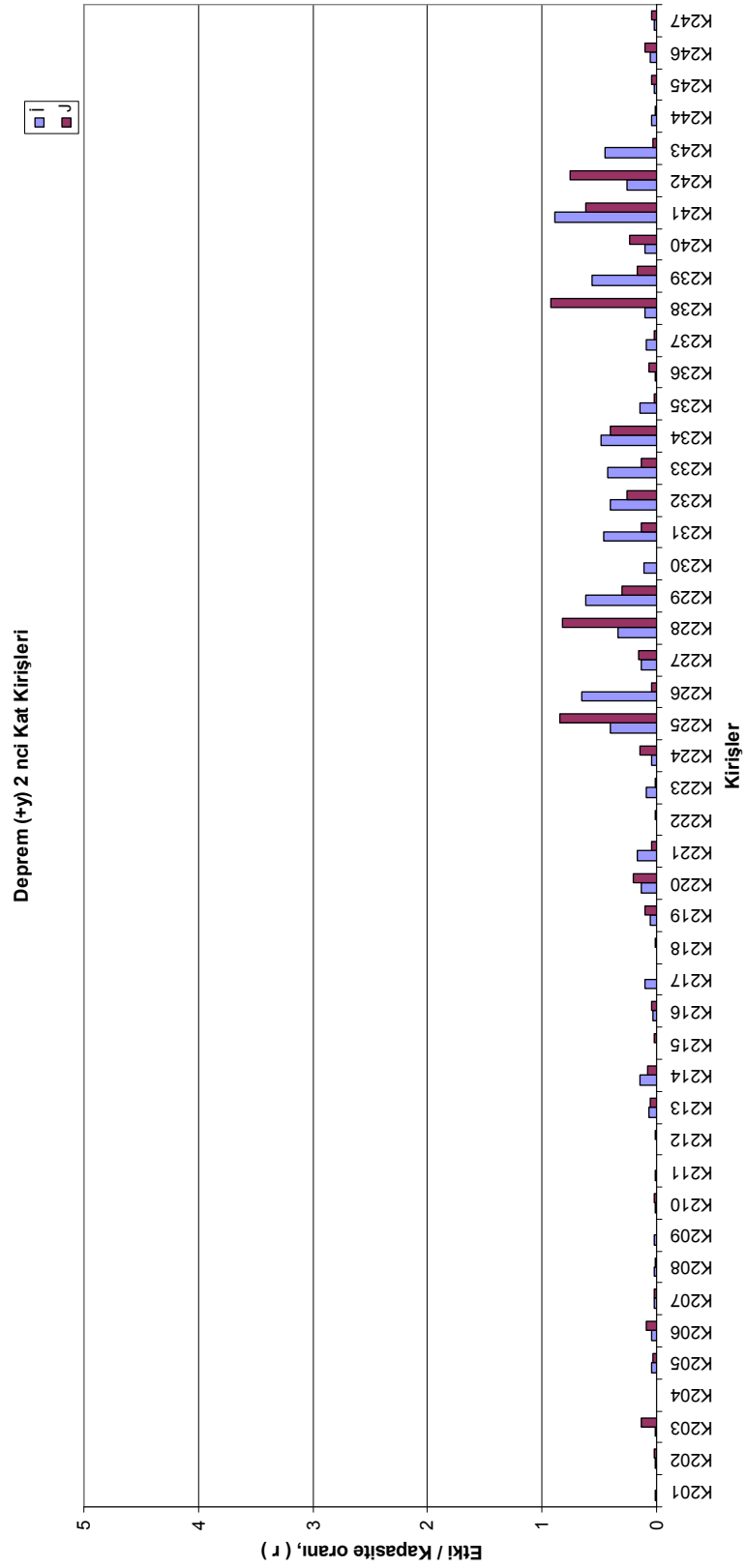
Hesaplar +y yönü deprem yüklemesi için yapılarak tüm katlardaki kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları Şekil 5.84.-5.89'da sunulmuştur.



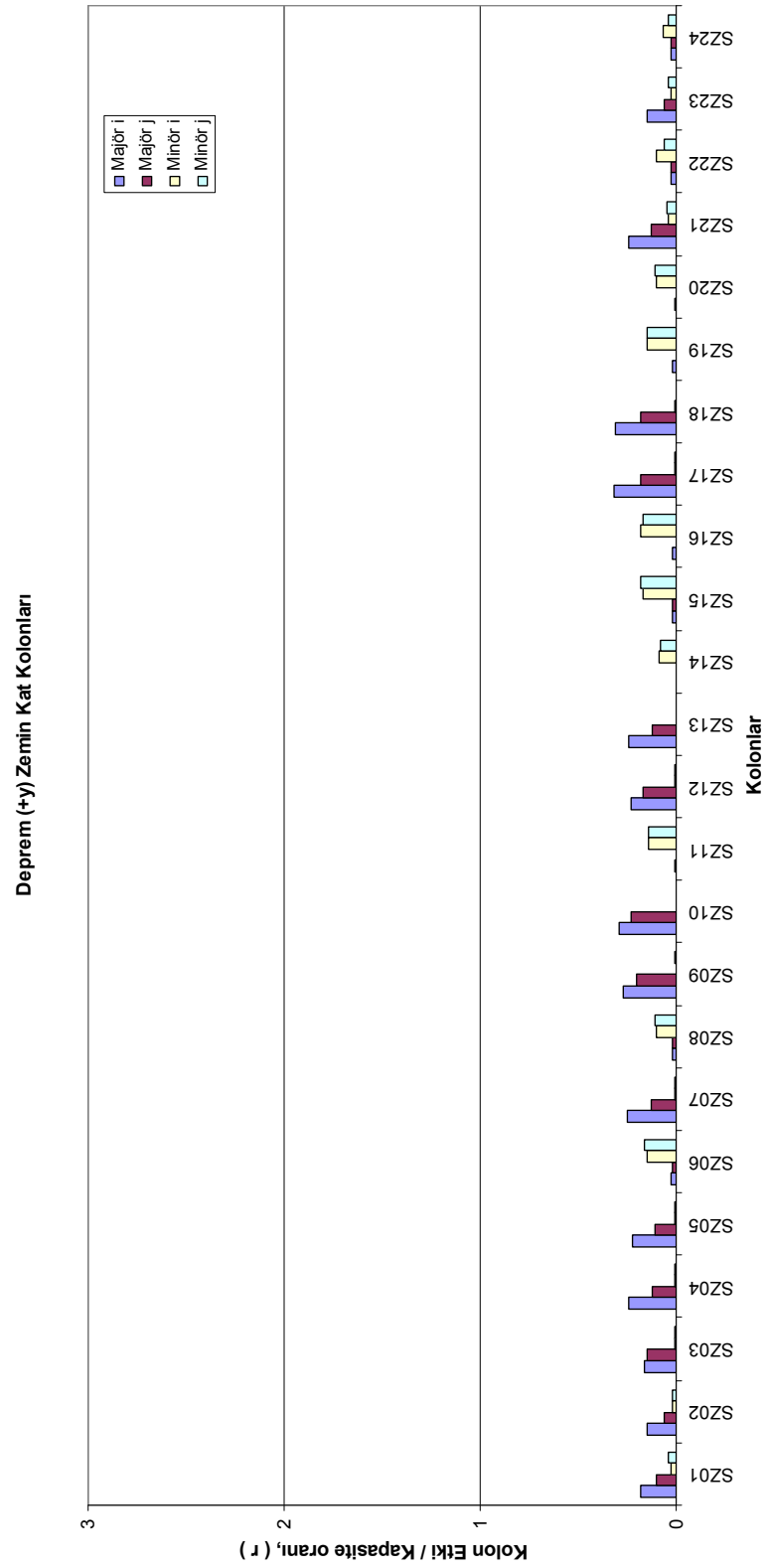
Şekil 5.84. Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



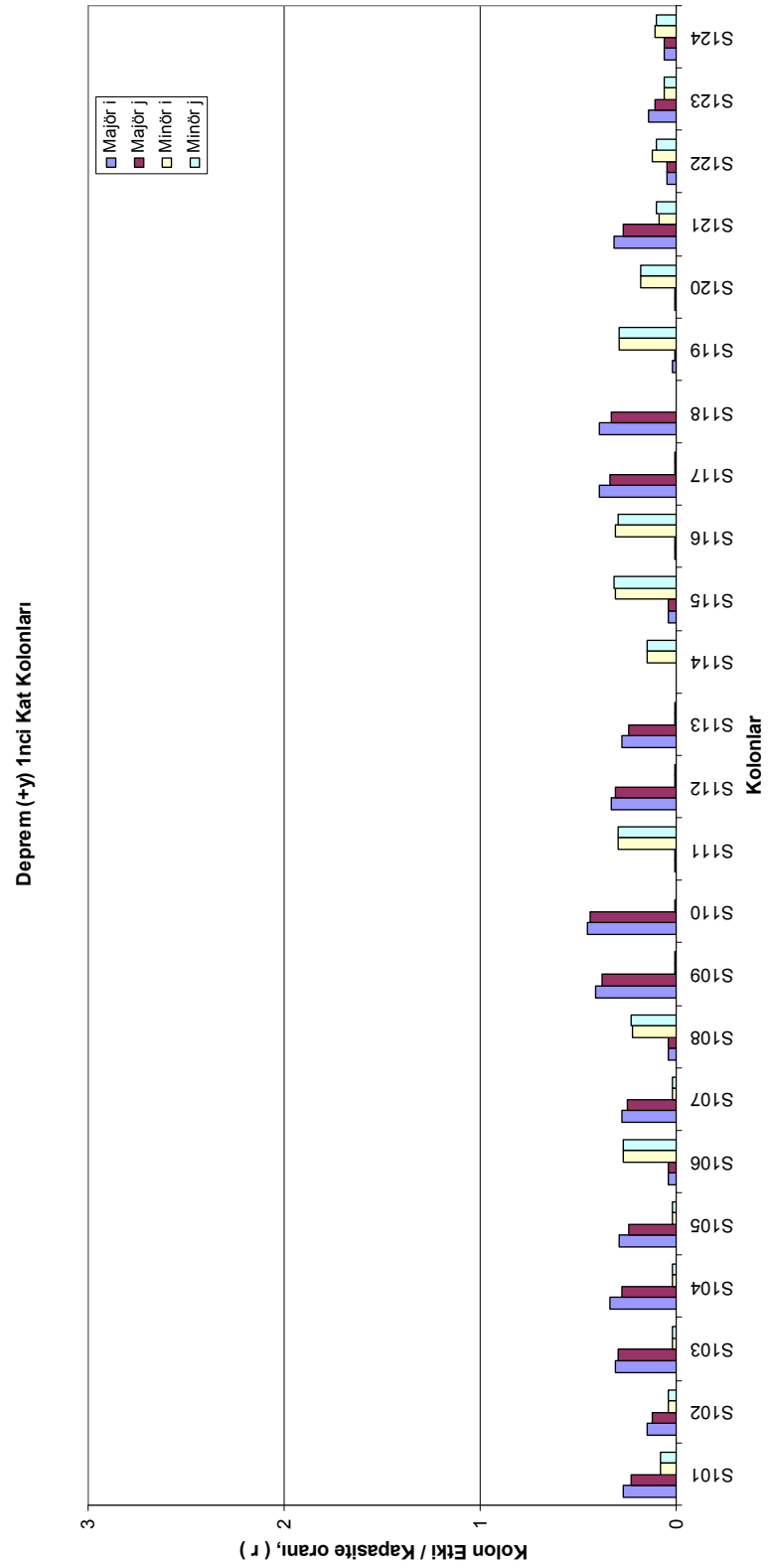
Şekil 5.85. Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları.



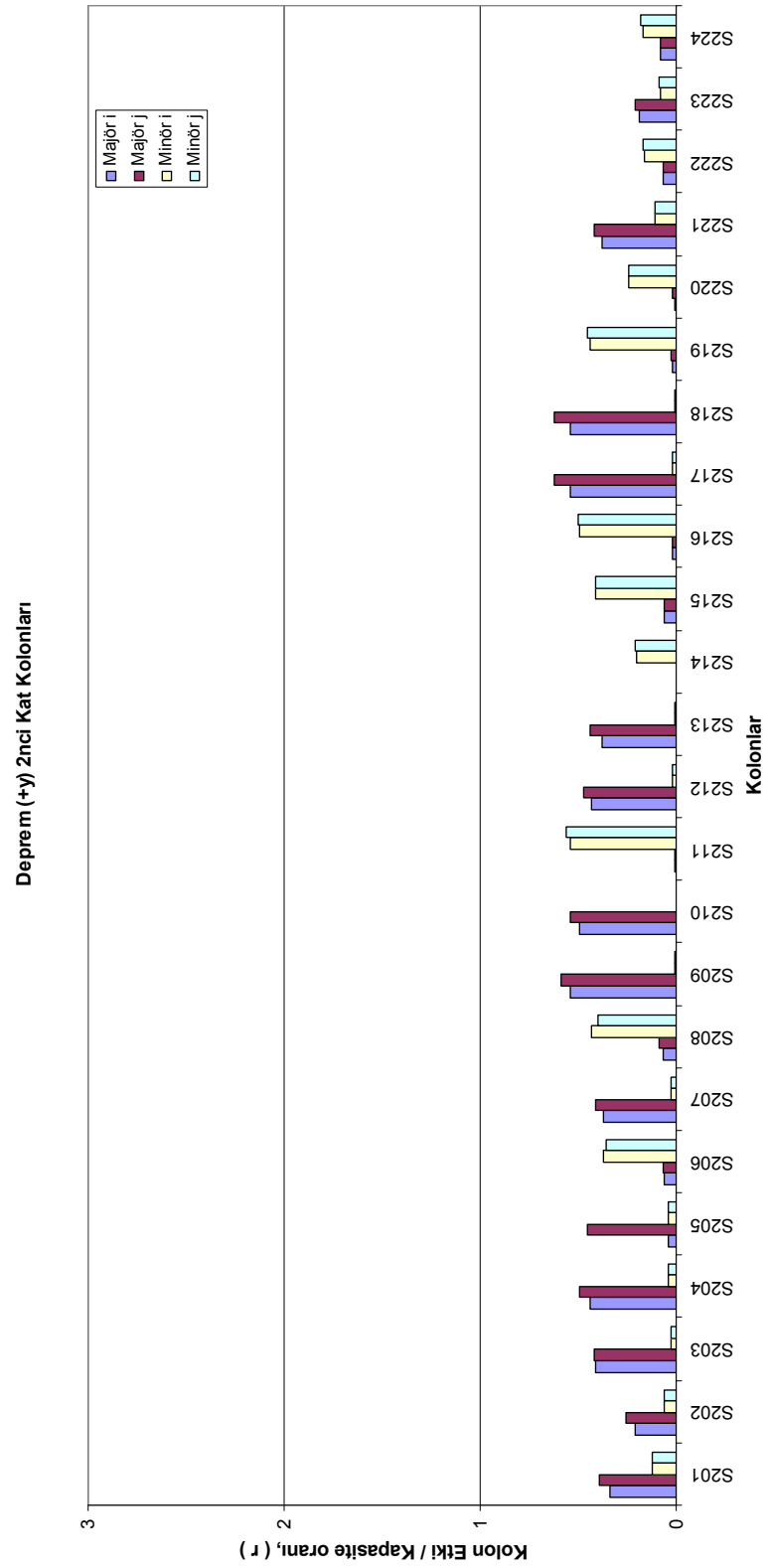
şekil 5.86. Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.87. Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.88. Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.89. Güçlendirilmiş BH-2 binası +y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda mevcut ve yeni eklenen perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.85-5.88.'de sunulmuştur.

Tablo 5.85. +y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerle ait deprem performansı değerlendirilmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\bar{I}$	40,21	114,13	114,36	Var	25	84,35	0,35	0,149 cm	<MN
	j	44,25	107,77	106,81	Var	25	84,35	0,41	0,149 cm	<MN
P202	$\bar{I}$	38,08	114,56	114,54	Var	23,53	84,35	0,33	0,14 cm	<MN
	j	41,47	87,39	86,18	Var	23,53	84,35	0,39	0,14 cm	<MN
P101	$\bar{I}$	57,92	158,01	157,5	Var	22,04	84,35	0,37	0,131 cm	<MN
	j	16,55	152,52	152,84	Var	22,04	84,35	0,11	0,131 cm	<MN
P102	$\bar{I}$	54,48	157,96	157,28	Var	20,48	84,35	0,35	0,123 cm	<MN
	j	15,27	151,87	152,02	Var	20,48	84,35	0,1	0,123 cm	<MN
PZ01	$\bar{I}$	102,21	189,14	188,98	Var	16,05	110,26	0,54	0,0666 cm	<MN
	j	-15,28	186,01	185,11	Var	16,05	110,26	0,08	0,0666 cm	<MN
PZ02	$\bar{I}$	96,5	189,53	189,37	Var	15,72	110,26	0,51	0,0629 cm	<MN
	j	-14,45	185,9	184,99	Var	15,72	110,26	0,08	0,0629 cm	<MN

Tablo 5.86. +y yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP201	$\dot{I}$	-91,55	1038,02	1030,95	Var	33,34	557,7	0,09	0,16 cm	<MN
	j	-13,01	1025,5	1024,69	Var	33,34	557,7	0,01	0,16 cm	<MN
GP202	$\dot{I}$	-37,28	931,76	927,11	Var	11,25	538,96	0,04	0,208 cm	<MN
	j	0	922,47	922,47	Var	11,25	538,96	0,00	0,208 cm	<MN
GP203	$\dot{I}$	60,58	947,82	945,97	Var	25,99	519,71	0,06	0,208 cm	<MN
	j	11,48	947,82	946,35	Var	25,99	519,71	0,01	0,208 cm	<MN
GP204	$\dot{I}$	54,13	917	915,82	Var	22,8	514,46	0,06	0,141 cm	<MN
	j	10,42	917	916,61	Var	22,8	514,46	0,01	0,141 cm	<MN
GP205	$\dot{I}$	197,98	528,48	530,4	Var	67,61	378,69	0,37	0,217 cm	<MN
	j	0	528,48	528,48	Var	67,61	378,69	0	0,217 cm	<MN
GP206	$\dot{I}$	13,18	231,35	231,4	Var	4,53	220,35	0,06	0,18 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	4,53	220,35	0	0,18 cm	<MN
GP207	$\dot{I}$	12,42	231,35	231,35	Var	4,28	220,35	0,05	0,169 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	4,28	220,35	0	0,169 cm	<MN
GP208	$\dot{I}$	324,68	887,54	887,66	Var	111,92	512,96	0,37	0,169 cm	<MN
	j	0	887,54	887,54	Var	111,92	512,96	0	0,169 cm	<MN
GP209	$\dot{I}$	158,18	595,05	593,24	Var	55,17	418,1	0,27	0,132 cm	<MN
	j	0	595,05	595,05	Var	55,17	418,1	0	0,132cm	<MN
GP210	$\dot{I}$	274,46	938,39	935,58	Var	113,22	522,04	0,29	0,132 cm	<MN
	j	50,88	938,39	938,21	Var	113,22	522,04	0,05	0,132 cm	<MN

Tablo 5.87. +y yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP101	$\dot{I}$	-254,77	1229	1217,16	Var	58,62	557,7	0,21	0,141 cm	<MN
	j	78,82	1205,31	1211,2	Var	58,62	557,7	0,07	0,141 cm	<MN
GP102	$\dot{I}$	-107,44	1067,91	1059,49	Var	22,89	538,96	0,1	0,183 cm	<MN
	j	37,28	1051,06	1055,7	Var	22,89	538,96	0,04	0,183 cm	<MN
GP103	$\dot{I}$	174,17	1047,68	1046,23	Var	43,91	519,71	0,17	0,183 cm	<MN
	j	-48,36	1047,81	1047,74	Var	43,91	519,71	0,05	0,183 cm	<MN
GP104	$\dot{I}$	158,22	976,38	973,91	Var	40,21	514,46	0,16	0,124 cm	<MN
	j	-43,1	974,43	975,41	Var	40,21	514,46	0,04	0,124 cm	<MN
GP105	$\dot{I}$	677,95	550,16	554,21	Var	112,1	441,97	1,22	0,191 cm	<MN
	j	-197,98	554	552,08	Var	112,1	441,97	0,36	0,191 cm	<MN
GP106	$\dot{I}$	52,72	237	237,11	Var	13,61	220,35	0,22	0,158 cm	<MN
	j	-13,18	237,08	237,04	Var	13,61	220,35	0,06	0,158 cm	<MN
GP107	$\dot{I}$	49,59	237	237,03	Var	12,81	220,35	0,21	0,149 cm	<MN
	j	-12,42	236,99	237,00	Var	12,81	220,35	0,05	0,149 cm	<MN
GP108	$\dot{I}$	998,56	841,67	842,43	Var	163,19	512,96	1,19	0,149 cm	<MN
	j	-324,68	841,9	841,79	Var	163,19	512,96	0,39	0,149 cm	<MN
GP109	$\dot{I}$	521,78	662,4	659,29	Var	125,82	471,34	0,79	0,116 cm	<MN
	j	-158,18	658,77	660,59	Var	125,82	471,34	0,24	0,116 cm	<MN
GP110	$\dot{I}$	791,07	1057,56	1053,22	Var	197,1	522,04	0,75	0,116 cm	<MN
	j	-221,42	1052,8	1055,18	Var	197,1	522,04	0,21	0,116 cm	<MN

Tablo 5.88. +y yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GPZ01	$\bar{I}$	-424,67	1982,43	1966,44	Var	60,33	557,7	0,22	0,0719 cm	<MN
	j	246,11	1950,44	1962,85	Var	60,33	557,7	0,13	0,0719 cm	<MN
GPZ02	$\bar{I}$	-182,51	1748,62	1737,57	Var	24,98	538,96	0,11	0,0926 cm	<MN
	j	-904,36	1709,67	1718,1	Var	24,98	538,96	0,06	0,0926 cm	<MN
GPZ03	$\bar{I}$	294,6	1623,43	1621,17	Var	44,71	519,71	0,18	0,0926 cm	<MN
	j	-165,62	1620,26	1621,84	Var	44,71	519,71	0,1	0,0926 cm	<MN
GPZ04	$\bar{I}$	271,05	1498,9	1497,04	Var	42,03	514,46	0,18	0,0636 cm	<MN
	j	-150,52	1497,9	1498,04	Var	42,03	514,46	0,1	0,0636 cm	<MN
GPZ05	$\bar{I}$	1324,94	891,65	897,58	Var	125,31	441,97	1,48	0,0966 cm	<MN
	j	-677,95	899,74	895,7	Var	125,31	441,97	0,76	0,0966 cm	<MN
GPZ06	$\bar{I}$	143,71	224,54	224,81	Var	31,32	269,83	0,64	0,0804 cm	<MN
	j	-52,72	224,77	224,66	Var	31,32	269,83	0,23	0,0804 cm	<MN
GPZ07	$\bar{I}$	135,72	206,38	206,52	Var	29,66	269,83	0,66	0,0759 cm	<MN
	j	-49,59	206,44	206,41	Var	29,66	269,83	0,24	0,0759 cm	<MN
GPZ08	$\bar{I}$	1793,92	1443,88	1445,61	Var	183,9	512,96	1,24	0,0759 cm	<MN
	j	-998,56	1445,38	1444,63	Var	183,9	512,96	0,69	0,0759 cm	<MN
GPZ09	$\bar{I}$	1002,34	808,31	804,77	Var	111,07	471,34	1,25	0,0596 cm	<MN
	j	-521,78	802,08	805,19	Var	111,07	471,34	0,65	0,0596 cm	<MN
GPZ10	$\bar{I}$	1402,04	1434,02	1428,83	Var	184,46	522,04	0,98	0,0596 cm	<MN
	j	-753,96	1424,68	1429,35	Var	184,46	522,04	0,53	0,0596 cm	<MN

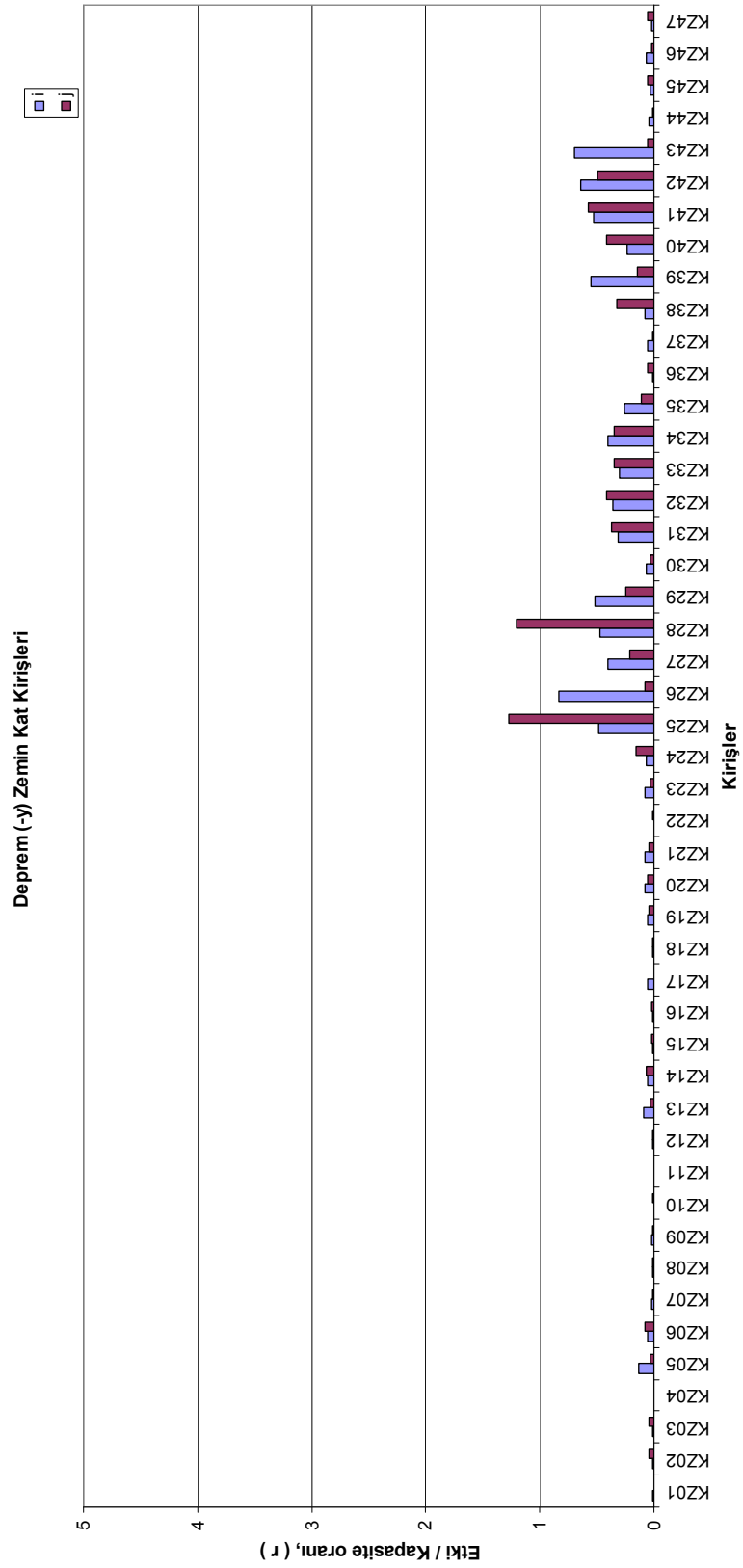
Tablo 5.89. Binanın -x yönü yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
Zemin	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-

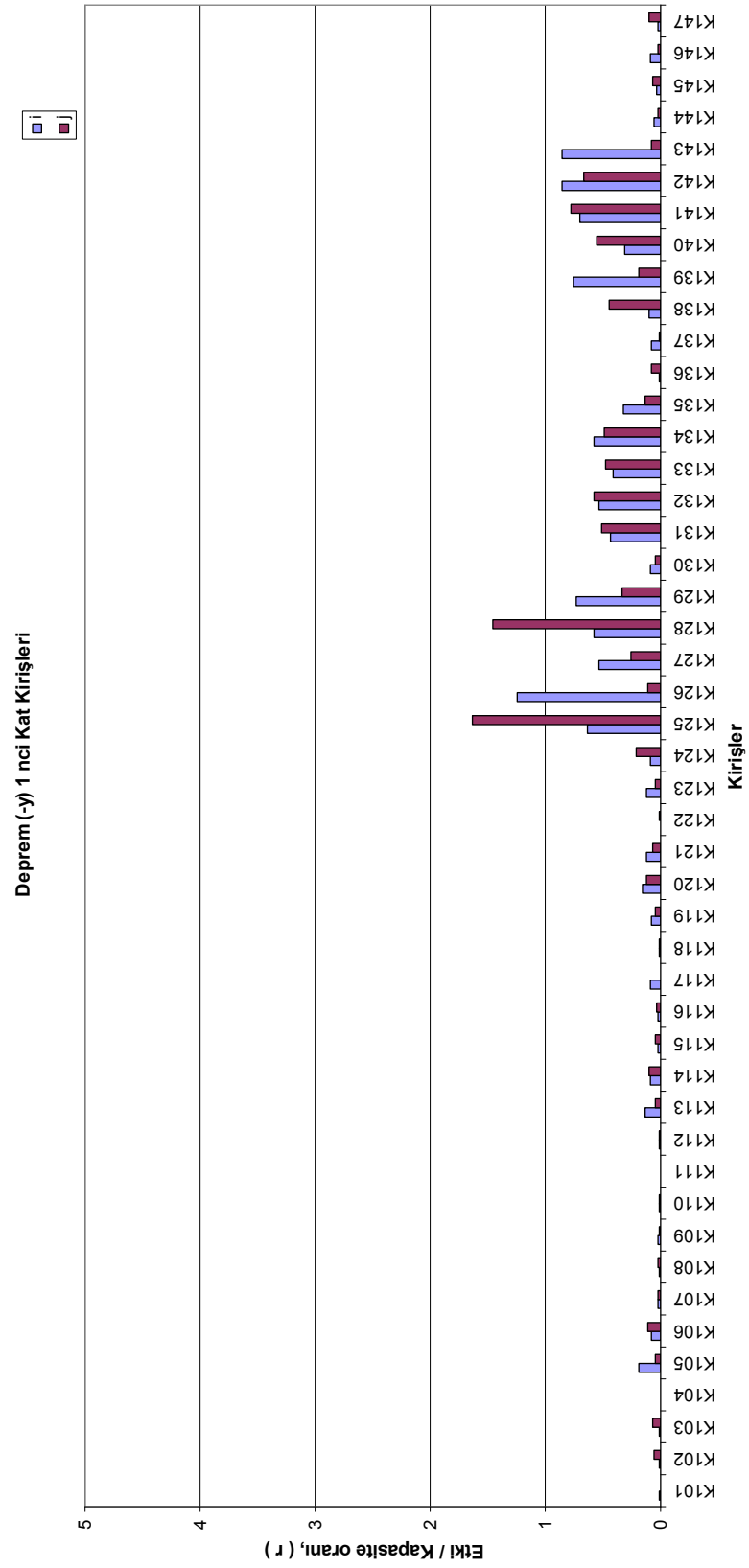
+y yönü deprem yüklemesi neticesinde tüm katlarda güçlü kolon kontrolleri yapılmış ve ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı tüm katlarda 0,00%; ve minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı 0,00% olarak hesaplanmıştır.

İncelemeye konu perde eklemek suretiyle sistem güçlendirilmesi yapılmış BH-2 yapı sisteminin +y yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Hemen Kullanım olarak belirlenmiştir.

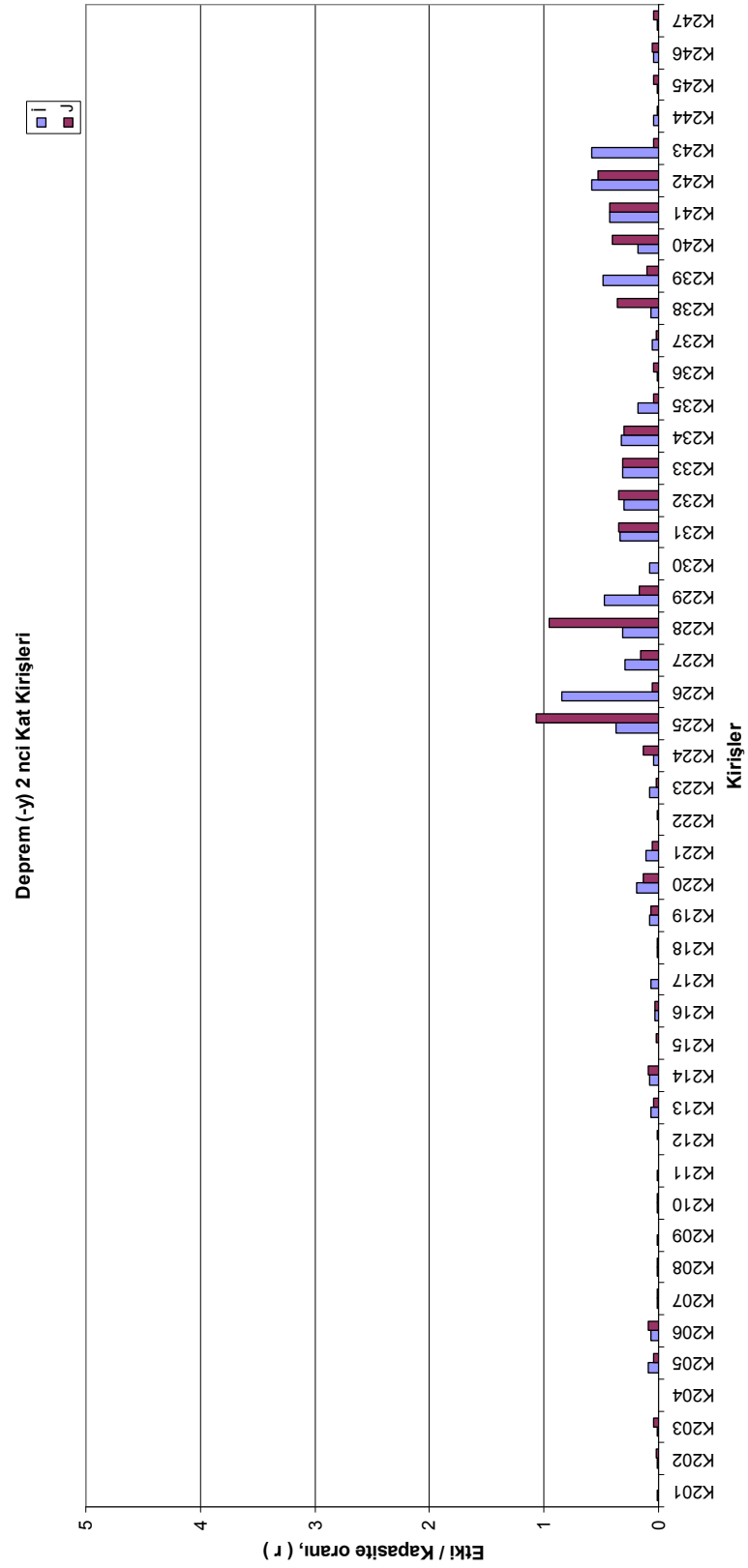
Son olarak -y yönü deprem yüklemesi için hesaplar yapılarak tüm katlardaki kiriş ve kolonlara ait etki/kapasite oranları bulunmuş ve Şekil 5.90.-5.95’de sunulmuştur.



Şekil 5.90. Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan zemin kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



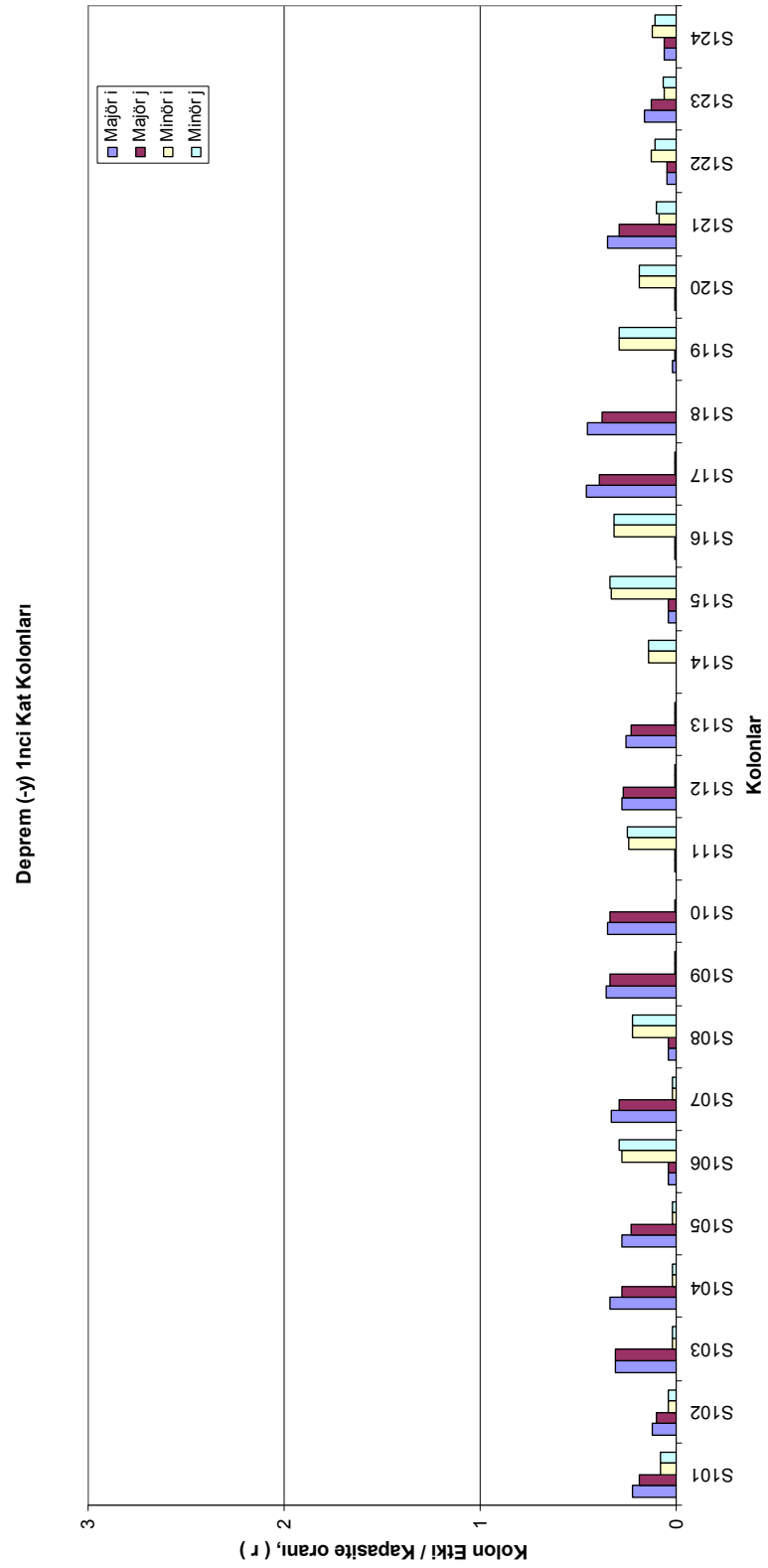
Şekil 5.91. Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait giriş etki/kapasite (r) oranları.



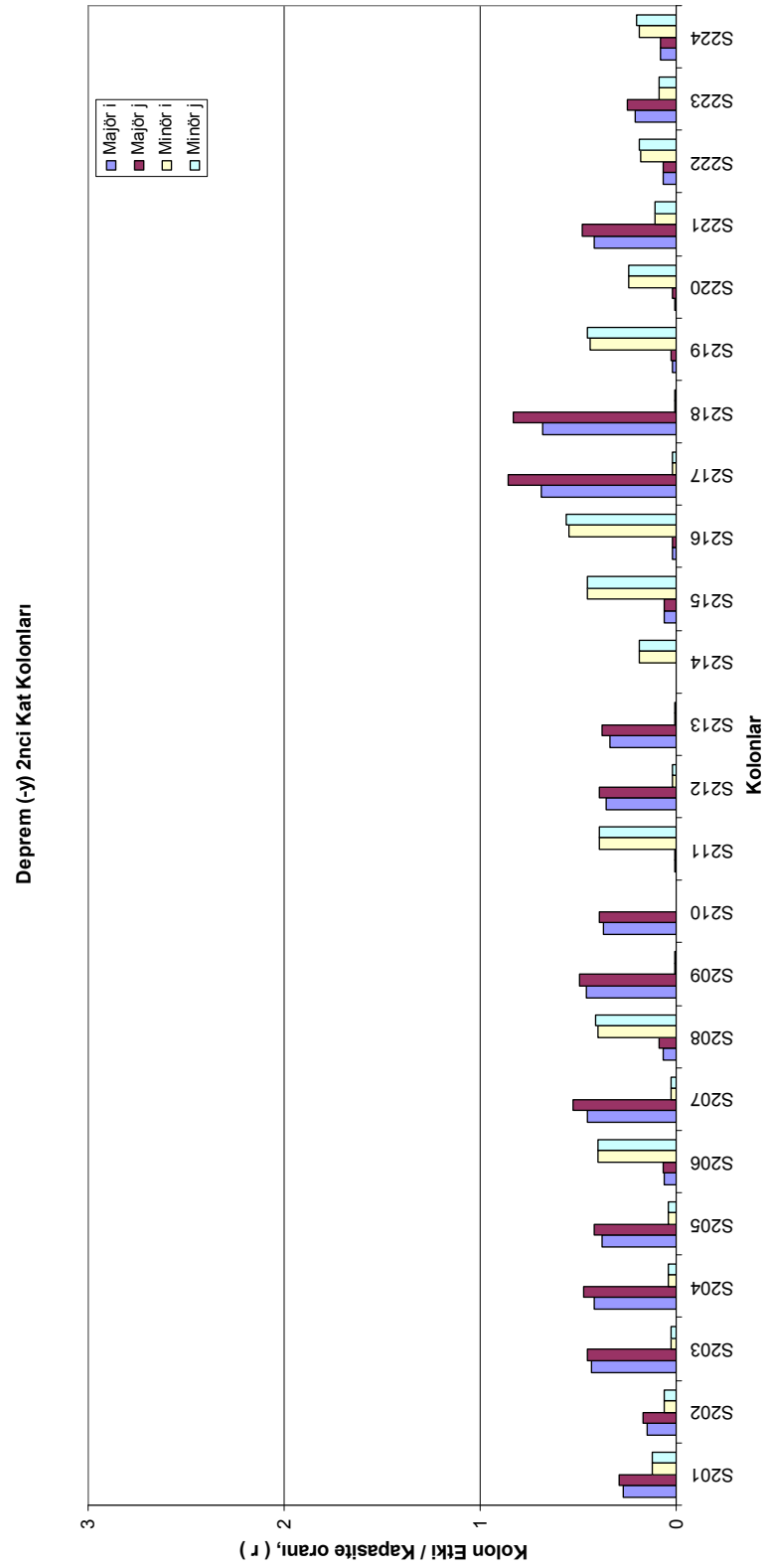
şekil 5.92. Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kiriş etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.93. Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan Zemin kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.94. Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 1 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.



Şekil 5.95. Güçlendirilmiş BH-2 binası -y yönü için yapılan doğrusal analiz sonucu bulunan 2 nci kata ait kolon etki/kapasite (r) oranları.

Yapılan analiz sonucunda mevcut ve yeni eklenen perde elemanların etki/kapasite oranları ve hasar durumları Tablo 5.90-5.93.'te sunulmuştur.

Tablo 5.90. -y yönü deprem yüklemesi mevcut perdelerle ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
P201	$\bar{I}$	-40,21	113,66	113,89	Var	23,44	84,35	0,35	0,149 cm	<MN
	j	-44,25	109,71	108,74	Var	23,44	84,35	0,41	0,149 cm	<MN
P202	$\bar{I}$	-38,08	114,61	114,58	Var	21,74	84,35	0,33	0,14 cm	<MN
	j	-41,47	108,72	107,51	Var	21,74	84,35	0,39	0,14 cm	<MN
P101	$\bar{I}$	-57,92	159,04	158,53	Var	20,8	84,35	0,37	0,131 cm	<MN
	j	-16,55	151,87	152,2	Var	20,8	84,35	0,11	0,131 cm	<MN
P102	$\bar{I}$	-54,48	159,33	158,65	Var	19,09	84,35	0,34	0,123 cm	<MN
	j	-15,27	151,55	151,71	Var	19,09	84,35	0,1	0,123 cm	<MN
PZ01	$\bar{I}$	-102,2	189,46	189,3	Var	24,07	110,26	0,54	0,0666 cm	<MN
	j	15,28	184,2	183,3	Var	24,07	110,26	0,08	0,0666 cm	<MN
PZ02	$\bar{I}$	-96,5	190,15	189,89	Var	22,45	110,26	0,51	0,0629 cm	<MN
	j	14,45	184,09	183,18	Var	22,45	110,26	0,08	0,0629 cm	<MN

Tablo 5.91. -y yönü deprem yüklemesi 2 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP201	$\dot{I}$	91,55	1023,88	1016,8	Var	38,77	557,7	0,09	0,16 cm	<MN
	j	13,01	1023,88	1023,06	Var	38,77	557,7	0,01	0,16 cm	<MN
GP202	$\dot{I}$	37,28	922,47	917,83	Var	14,45	538,96	0,04	0,208 cm	<MN
	j	0	922,47	922,47	Var	14,45	538,96	0,00	0,208 cm	<MN
GP203	$\dot{I}$	-60,58	951,51	949,66	Var	23,7	519,71	0,06	0,208 cm	<MN
	j	11,48	950,76	949,29	Var	23,7	519,71	0,01	0,208 cm	<MN
GP204	$\dot{I}$	-54,13	919,36	918,18	Var	21,72	514,46	0,06	0,141 cm	<MN
	j	-10,42	917,76	917,38	Var	21,72	514,46	0,01	0,141 cm	<MN
GP205	$\dot{I}$	-197,9	524,64	526,56	Var	68,93	378,69	0,38	0,217 cm	<MN
	j	0	528,48	528,48	Var	68,93	378,69	0	0,217 cm	<MN
GP206	$\dot{I}$	-13,18	231,27	231,31	Var	4,56	220,35	0,06	0,18 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	4,56	220,35	0	0,18 cm	<MN
GP207	$\dot{I}$	-12,42	231,36	231,36	Var	4,28	220,35	0,05	0,169 cm	<MN
	j	0	231,35	231,35	Var	4,28	220,35	0	0,169 cm	<MN
GP208	$\dot{I}$	-324,7	887,32	887,43	Var	112	512,96	0,37	0,169 cm	<MN
	j	0	887,54	887,54	Var	112	512,96	0	0,169 cm	<MN
GP209	$\dot{I}$	-158,2	598,68	596,87	Var	53,92	418,1	0,27	0,132 cm	<MN
	j	0	595,05	595,05	Var	53,92	418,1	0	0,132cm	<MN
GP210	$\dot{I}$	-274,4	944,01	941,2	Var	111,15	522,04	0,29	0,132 cm	<MN
	j	-50,88	938,75	938,57	Var	111,15	522,04	0,05	0,132 cm	<MN

Tablo 5.92. -y yönü deprem yüklemesi 1 nci kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GP101	$\dot{I}$	254,77	1205,31	1193,47	Var	62,73	557,7	0,21	0,141 cm	<MN
	j	-78,82	1193,54	1199,43	Var	62,73	557,7	0,07	0,141 cm	<MN
GP102	$\dot{I}$	107,44	1051,06	1042,64	Var	25,5	538,96	0,1	0,183 cm	<MN
	j	-37,28	1041,78	1046,42	Var	25,5	538,96	0,04	0,183 cm	<MN
GP103	$\dot{I}$	-174,17	1050,57	1049,13	Var	42,86	519,71	0,17	0,183 cm	<MN
	j	48,36	1047,68	1047,61	Var	42,86	519,71	0,05	0,183 cm	<MN
GP104	$\dot{I}$	-158,22	981,32	978,85	Var	39,18	514,46	0,16	0,124 cm	<MN
	j	43,1	976,38	977,36	Var	39,18	514,46	0,04	0,124 cm	<MN
GP105	$\dot{I}$	-677,9	542,08	546,12	Var	111,75	441,97	1,24	0,191 cm	<MN
	j	197,98	550,16	548,24	Var	111,75	441,97	0,36	0,191 cm	<MN
GP106	$\dot{I}$	-52,72	236,77	236,88	Var	13,66	220,35	0,22	0,158 cm	<MN
	j	13,18	237	236,96	Var	13,66	220,35	0,06	0,158 cm	<MN
GP107	$\dot{I}$	-49,59	236,94	236,97	Var	12,83	220,35	0,21	0,149 cm	<MN
	j	12,42	237	237,00	Var	12,83	220,35	0,05	0,149 cm	<MN
GP108	$\dot{I}$	-998,56	840,17	840,92	Var	163,25	512,96	1,19	0,149 cm	<MN
	j	324,68	841,67	841,56	Var	163,25	512,96	0,39	0,149 cm	<MN
GP109	$\dot{I}$	-521,78	668,62	665,51	Var	124,93	471,34	0,78	0,116 cm	<MN
	j	158,18	662,4	664,22	Var	124,93	471,34	0,24	0,116 cm	<MN
GP110	$\dot{I}$	-791,07	1066,22	1061,89	Var	195,76	522,04	0,74	0,116 cm	<MN
	j	221,42	1057,56	1059,94	Var	195,76	522,04	0,21	0,116 cm	<MN

Tablo 5.93. -y yönü deprem yüklemesi Zemin kat güçlendirme perdelerine ait deprem performansı değerlendirmesi.

Perde	Uç	Analiz Mom.	Kap. Mom.	Artık Kap.	Sargı	V(e)	V(r)	E/K	rs Çarp. Gör.Depl.	Hasar
GPZ01	$\bar{I}$	424,67	1950,44	1934,44	Var	62,81	557,7	0,22	0,0719 cm	<MN
	j	-246,11	1925,63	1938,03	Var	62,81	557,7	0,13	0,0719 cm	<MN
GPZ02	$\bar{I}$	182,51	1726,52	1715,47	Var	26,79	538,96	0,11	0,0926 cm	<MN
	j	-107,44	1709,67	1718,1	Var	26,79	538,96	0,06	0,0926 cm	<MN
GPZ03	$\bar{I}$	-294,6	1627,96	1625,69	Var	44,24	519,71	0,18	0,0926 cm	<MN
	j	165,62	1623,43	1625,01	Var	44,24	519,71	0,1	0,0926 cm	<MN
GPZ04	$\bar{I}$	-271,05	1502,61	1500,75	Var	41,09	514,46	0,18	0,0636 cm	<MN
	j	150,52	1498,9	1499,4	Var	41,09	514,46	0,1	0,0636 cm	<MN
GPZ05	$\bar{I}$	-1324,9	879,79	885,72	Var	124,92	441,97	1,5	0,0966 cm	<MN
	j	677,95	891,65	887,61	Var	124,92	441,97	0,76	0,0966 cm	<MN
GPZ06	$\bar{I}$	-143,71	224,01	224,28	Var	31,43	269,83	0,64	0,0804 cm	<MN
	j	52,72	224,54	224,43	Var	31,43	269,83	0,23	0,0804 cm	<MN
GPZ07	$\bar{I}$	-135,72	206,1	206,24	Var	29,74	269,83	0,66	0,0759 cm	<MN
	j	49,59	206,38	206,35	Var	29,74	269,83	0,24	0,0759 cm	<MN
GPZ08	$\bar{I}$	-1793,9	1440,41	1442,15	Var	184	512,96	1,24	0,0759 cm	<MN
	j	998,56	1443,88	1443,13	Var	184	512,96	0,69	0,0759 cm	<MN
GPZ09	$\bar{I}$	-1002,3	815,38	811,84	Var	111,66	471,34	1,23	0,0596 cm	<MN
	j	521,78	808,31	811,42	Var	111,66	471,34	0,64	0,0596 cm	<MN
GPZ10	$\bar{I}$	-1402	1444,39	1439,2	Var	185,53	522,04	0,97	0,0596 cm	<MN
	j	753,96	1434,02	1438,68	Var	185,53	522,04	0,52	0,0596 cm	<MN

Tablo 5.94. Binanın -y yönü yapı performansı raporu.

Kat	Eleman	Minimum Hasar Bölgesi	Belirgin Hasar Bölgesi	İleri Hasar Bölgesi	Göçme Bölgesi
2	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
1	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-
Zemin	Kirişler	47 (%100)	-	-	-
	Kolonlar	24 (%100)	-	-	-
	Perdeler	12 (%100)	-	-	-

-y yönü deprem yüklemesi neticesinde tüm katlarda güçlü kolon kontrolleri yapılmış ve ileri hasar bölgesindeki kolonların kesme kuvveti oranı tüm katlarda 0,00%; ve minimum hasar bölgesini geçen kolonların kesme kuvveti oranı 0,00% olarak hesaplanmıştır.

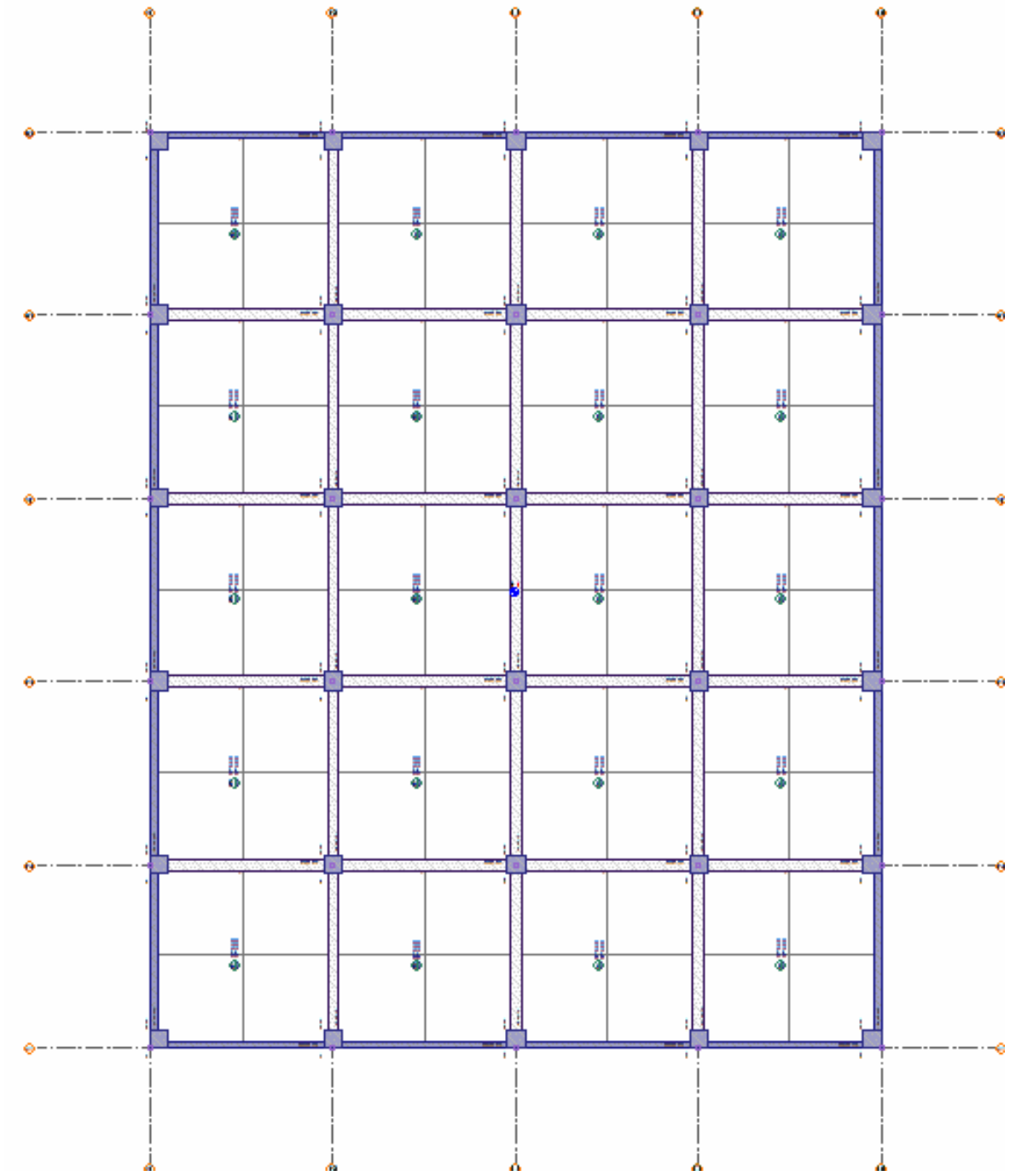
İncelemeye konu BH-2 yapı sisteminin perde eklemek suretiyle sistem güçlendirilmesi yapılmış, -y yönünde doğrusal mod birleştirme yöntemi kullanılarak deprem performansı değerlendirilmiş ve performans düzeyi Hemen Kullanım olarak belirlenmiştir. Böylece güçlendirilen BH-2 yapı sisteminin tüm deprem yönlerinde performans düzeyleri, istenilen durumu sağlamaktadır.

5.5. BH-3 Binasının Deprem Performansının Değerlendirilmesi

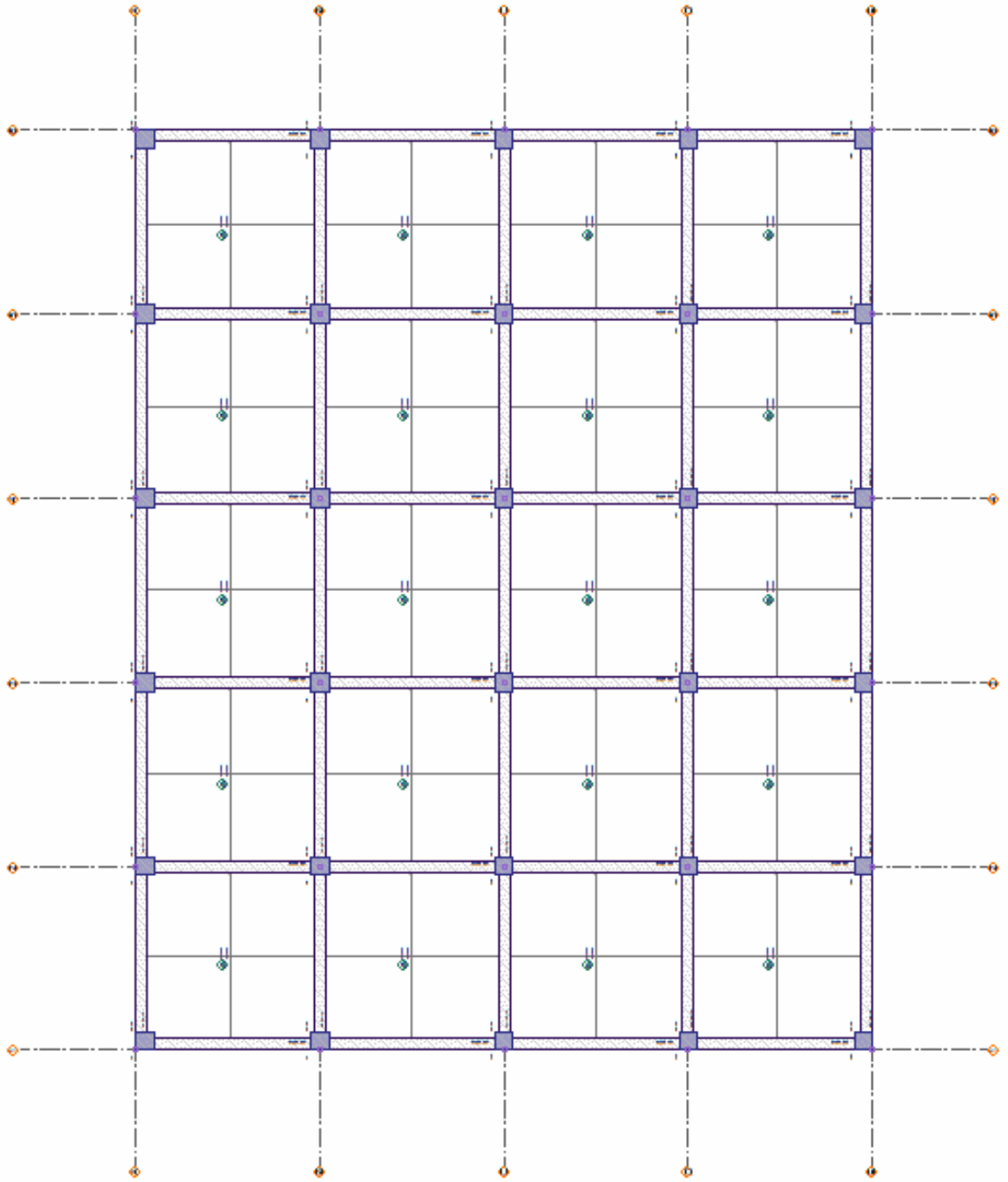
5.5.1. BH-3 Binasının Yapısal Özellikleri

BH-1, x-yönünde 5 y-yönünde 4 açıklıklı tamamı çerçevelerden oluşan bir taşıyıcı sistem modelidir. 1 kat bodrumu olan Zemin +8 katlı olan örnek hastane binası 1992 yılında inşa edilmiş olup, 1975 yönetmeliğine göre projelendirilmiştir. 40,00x32,00 m ebatlarındaki binamızda kat yükseklikleri 3,00 m’dir. Bodrum kat panel ile çevrilmiştir.

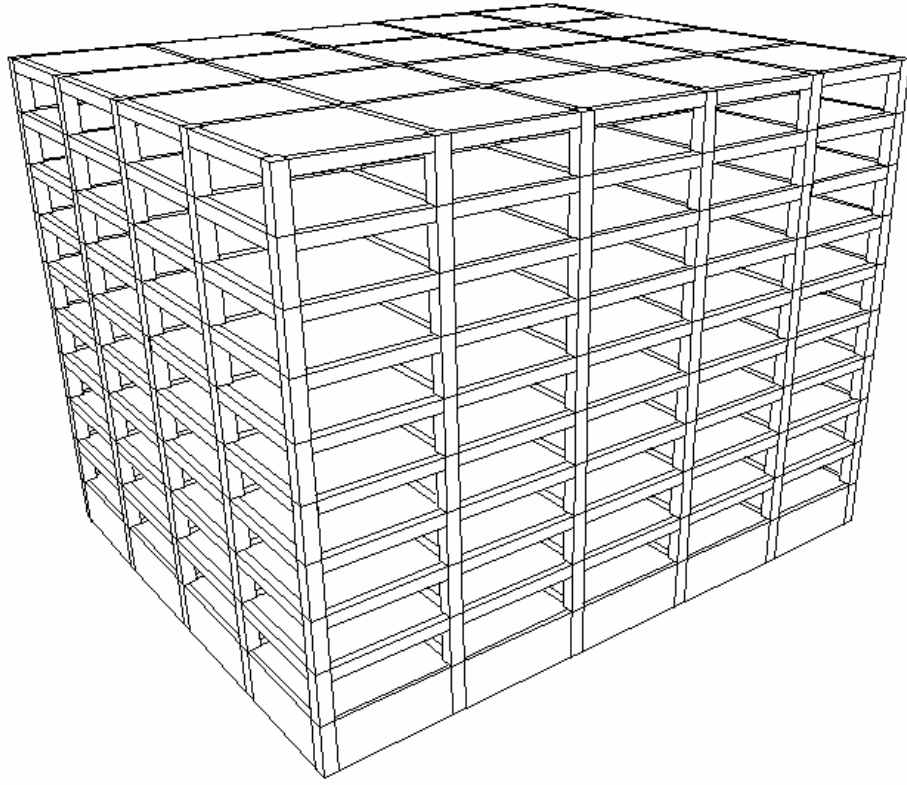
BH-3’e ait normal bodrum kat ve normal kat kalıp planı ve binanın perspektif görünüşü Şekil 5.96-5.97 ve Şekil 5.98.’de sunulmuştur.



Şekil 5.96.BH-3 Binası Bodrum Kat Kalıp Planı.



Şekil 5.97.BH-3 Binası Zemin ve Normal Kat Kalıp Planı.



Şekil 5.98.BH-3 Yapı Sistemine ait Perspektif Görünüş.

Sayısal incelememize konu BH-3 yapı modeline ait diğer yapı analiz parametreleri Tablo 5.95’de verilmiştir.

Tablo 5.95. BH-3 İçin Yapı Analiz Parametreleri

Mevcut Yapının Özellikleri		2007 Deprem Yönetmeliği Parametreleri	
Binanın Projesi	Var	Deprem Bölgesi	1
Bilgi Düzeyi	Kapsamlı	Deprem Bölge Katsayısı	0,40
Mevcut Beton Dayanımı	20 MPa	Bina Önem Katsayısı	1,5
Mevcut Çelik Dayanımı	420 MPa	Zemin Cinsi	Z2
Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı	4	HareketliYük Katılım Katsayısı	0,3

5.5.2. BH-3 Binasının Deprem Performansının Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemine Göre Belirlenmesi

Tez çalışması kapsamında örnek olarak seçilen BH-3’e kiriş ve kolon elemanlarına ait kesit boyutları, donatı miktarları ve hesap sonucu bulunan doğal titreşim periyotları aşağıda sunulmuştur.

Tüm kirişlerde;

Boyut	: 50x70 cm
Montaj donatısı	: 5Ø14
Düz	: 5Ø12
Pilye	: 3Ø14
Alt ve Üst ilaveler (sağda ve solda)	: 2Ø14 ve 3Ø14
Etriyeler	: 2Ø8/18/9

Kolonlarda ;

Ebatlar	: 80x80 cm
Köşe	: 4Ø16
Kenar	: 28Ø16

Binanın doğal titreşim periyotları;

$$T_x = 0,851 \text{ sn}$$

$$T_y = 0,86 \text{ sn}$$

Örnek yapı sistemine ait burulma düzensizliği kontrolü yapılacaktır. Sistem her iki yönde simetrik olduğundan hesap sonuçları + veya – yönler için aynı olacağından burulma düzensizliği kontrolü iki doğrultuda alınacaktır. Bu hesaplar sonucu bulunan değerler Tablo 5.96’da sunulmuştur.

Tablo 5.96. Binanın x ve y doğrultusunda burulma düzensizliğinin kontrolü.

Kat	$(\Delta_i)_{\max}$ x yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ x yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ x yönü	ηb x yönü	$(\Delta_i)_{\max}$ y yönü	$(\Delta_i)_{\min}$ y yönü	$(\Delta_i)_{ort}$ y yönü	ηb y yönü
8	1,08	0,92	1,00	1,08	1,17	0,93	1,05	1,12
7	1,77	1,5	1,64	1,08	1,89	1,47	1,68	1,12
6	2,43	2,05	2,24	1,08	2,58	2,00	2,29	1,13
5	3,00	2,53	2,77	1,08	3,18	2,46	2,82	1,13
4	3,47	2,93	3,2	1,08	3,67	2,84	3,25	1,13
3	3,84	3,24	3,54	1,08	4,05	3,13	3,59	1,13
2	4,07	3,44	3,75	1,08	4,29	3,31	3,8	1,13
1	4,05	3,42	3,74	1,08	4,27	3,29	3,78	1,13
Zemin	3,16	2,67	2,92	1,08	3,33	2,57	2,95	1,13
Bodrum	0,27	0,24	0,25	1,05	0,33	0,29	0,31	1,06

Binanın her iki doğrultusunda yapılan eşdeğer deprem yüklemeleri sonucunda hesaplanan burulma düzensizliği katsayısı $\eta_b < 1,4$ koşulu sağlandığından artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi kullanılabilir.

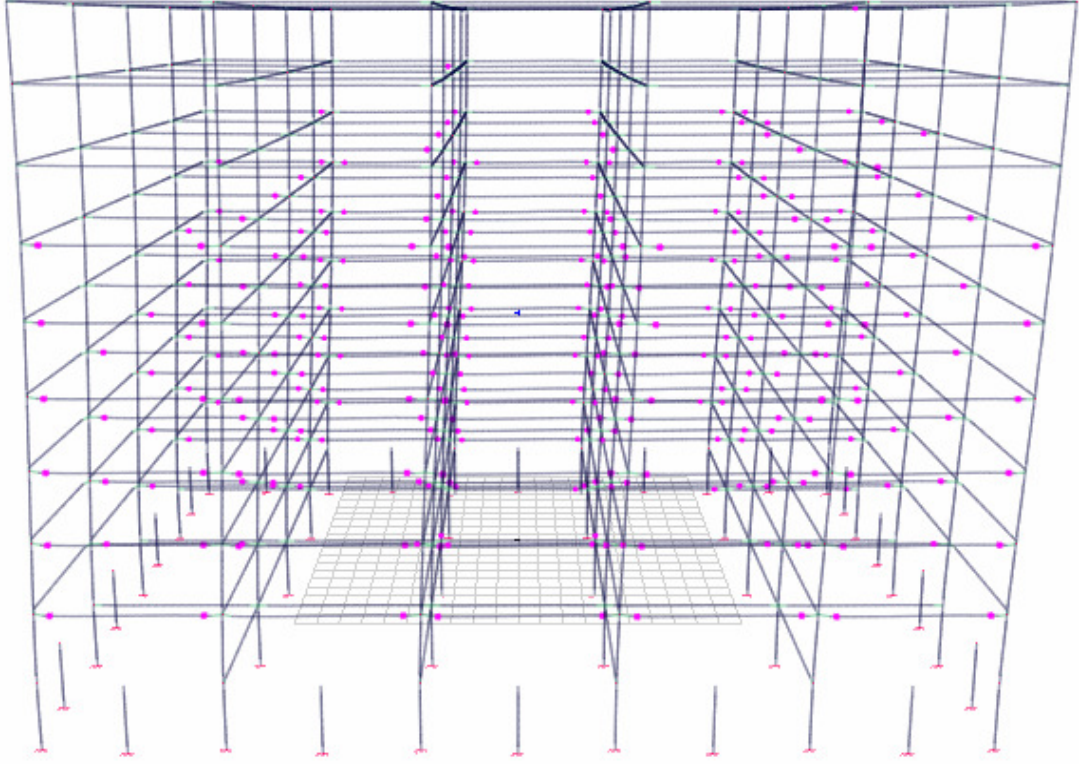
Bu yöntemde, deprem etkisi altında göz önünde bulundurulan yapının, birinci titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istemi sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizi yapılacaktır. Daha önce anlatıldığı üzere düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yerdeğiştirme, plastik şekildeğiştirme ve iç kuvvet artırımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerlerin hesaplanması yöntemi oluşturmaktadır.

İncelenen yapının hesabında ve modellenmesinde yapılan kabulleri aynı kalmak üzere; eğilme rijitlikleri çatlamış kesite göre hesaplanmıştır. Buna göre kirişlerde 0.40 EI, kolon ve perdelerde ise

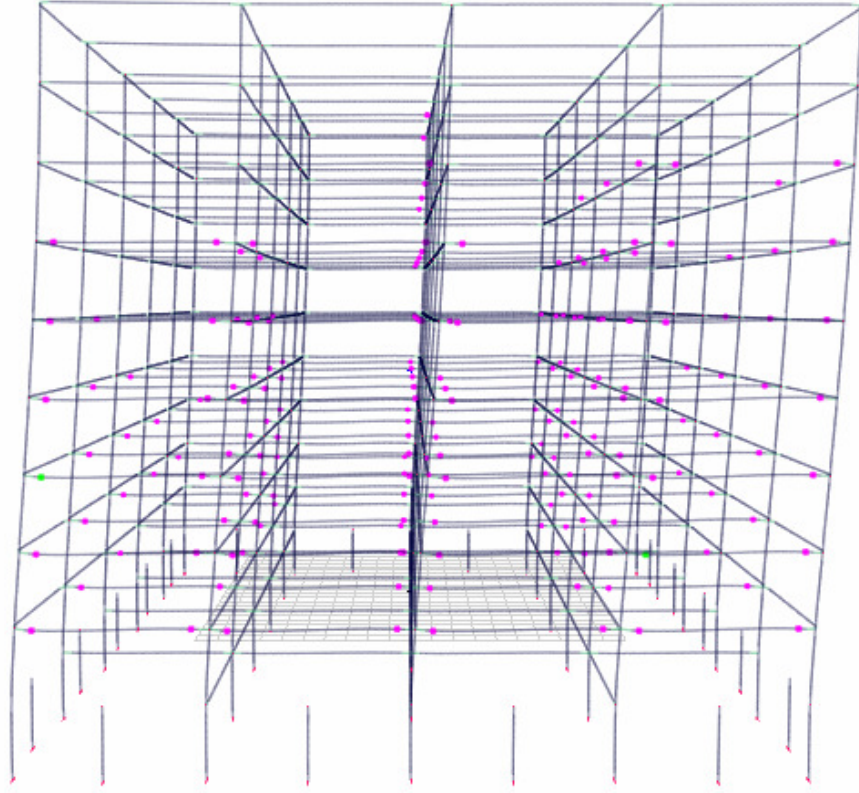
$$N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0.10 \text{ olması durumunda : } (EI)_e = 0,40 (EI)_o$$

$$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0.40 \text{ olması durumunda : } (EI)_e = 0,80 (EI)_o$$

olacaktır. İde Statik Programı kullanılarak hesaplanan ara değerler ve hesap adımları EK’te sunulduğundan yeniden hesaplanmayacaktır. Hesap sonucu bulunan x ve y yönünde olası plastik mafsallar ve oluştuğu yerler Şekil 5.99-5.100’de sunulmuştur.



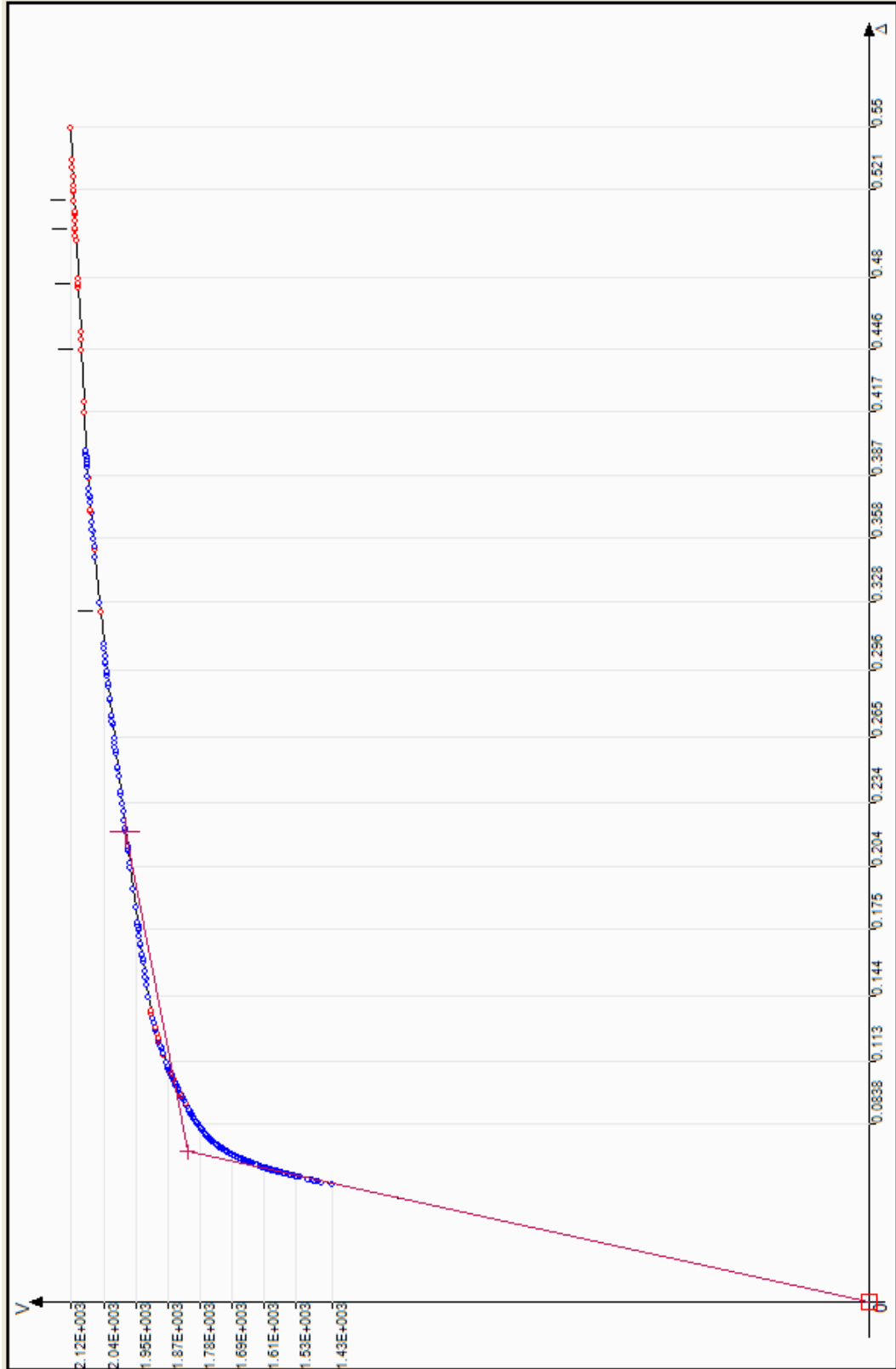
Şekil 5.99. BH-3 binası x yönü deprem yüklemesi için olası plastik mafsalların yeri (Kırmızı).



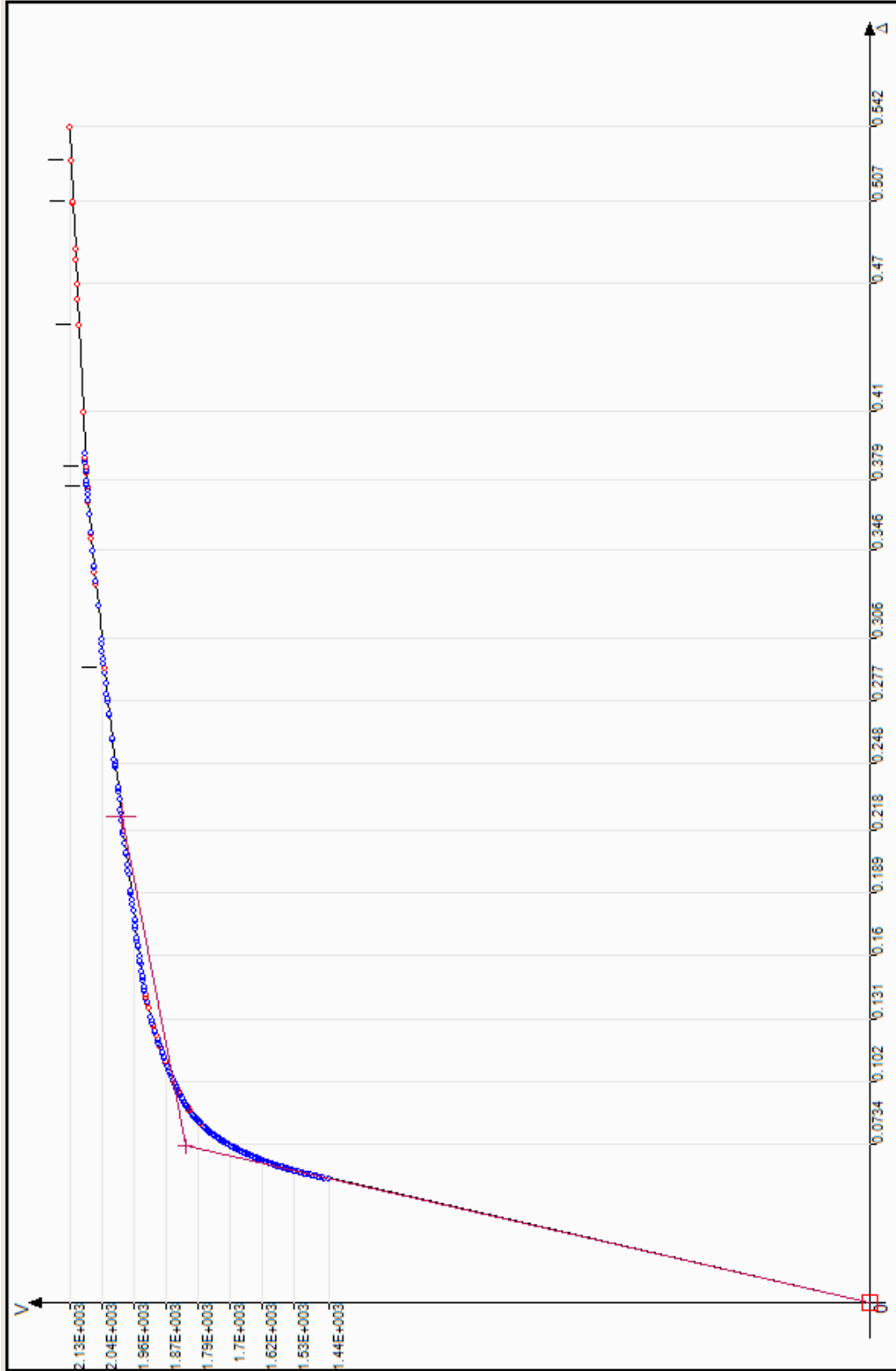
Şekil 5.100. BH-3 binası y yönü deprem yüklemesi için olası plastik mafsalların yeri.

İtme analizi sonucunda tüm plastik kesitlerde elde edilen plastik mafsal dönmeleri plastik mafsal boyuna bölünerek, bu kesitlere ait plastik eğrilik istemleri hesaplanır. Eşdeğer akma eğriliği ϕ_y bulunur. Eşdeğer akma eğriliği plastik eğrilik istemine eklenerek toplam eğrilik istemi elde edilir. Bilgisayar programı yardımıyla θ_p değerleri bulunmuş ve bulunan bu değerler I_p 'ye bölünerek Φ_p değerleri hesaplanmıştır. Bulunan bu değer Φ_y değeri ile toplanarak Φ_t değeri hesaplanmıştır. Bu işlemlerden sonra ε'_c ve ε_s değerleri Denk.5.9 ve Denk.5.10'dan hesaplanarak sınır durumlarla (Denk. 3.42-3.44) karşılaştırılır ve elemanın performans durumu belirlenir.(her iki uç için ayrı hesaplanır.)

Bilgisayar programları kullanılarak hesaplanan yapıya ait kapasite diyagramları Şekil 5.101 ve Şekil 5.102'de sunulmuştur.



Şekil 5.101. BH-1 Binası +x yönü Kapasite Diyagramı.



Şekil 5.102. BH-1 Binası +y yönü Kapasite Diyagramı.

x yönünde güvenli maksimum deplasman 22,1 cm, y yönünde 22,4 cm olarak hesaplanmıştır. Bu deplasman anına göre yapılan artımsal eşdeğer deprem analizi sonucu bulunan performans raporları Tablo 5.97-5.100'de sunulmuştur. Söz konusu miktarlar aşıldığında binaya ait zemin kat kolonları göçme bölgesini aşarak mekanizma durumuna gelmiştir.

Tablo 5.97. +x yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
8	96,94%	3,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	66,33%	33,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	48,98%	35,71%	15,31%	0,00%	0,00%	0,00%
5	48,98%	0,00%	51,02%	0,00%	0,00%	0,00%
4	48,98%	0,00%	51,02%	0,00%	0,00%	0,00%
3	48,98%	0,00%	51,02%	0,00%	0,00%	0,00%
2	48,98%	0,00%	51,02%	0,00%	0,00%	0,00%
1	48,98%	0,00%	51,02%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin	48,98%	0,00%	51,02%	0,00%	0,00%	0,00%
Bodrum	77,42%	22,58%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tablo 5.98. +x yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
8	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bodrum	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tablo 5.99. +y yönü deprem yüklemesi için kiriş elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
8	89,80%	10,20%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	66,33%	33,67%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	51,02%	29,59%	19,39%	0,00%	0,00%	0,00%
5	51,02%	0,00%	48,98%	0,00%	0,00%	0,00%
4	51,02%	0,00%	48,98%	0,00%	0,00%	0,00%
3	51,02%	0,00%	48,98%	0,00%	0,00%	0,00%
2	51,02%	0,00%	48,98%	0,00%	0,00%	0,00%
1	51,02%	0,00%	48,98%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin	51,02%	0,00%	48,98%	0,00%	0,00%	0,00%
Bodrum	74,19%	25,81%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tablo 5.100. +y yönü deprem yüklemesi için kolon elemanlarının FEMA 356 performans noktası raporu.

Kat	A-B	B-AS	AS-HS	HS-GS	GS-G	>G
8	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
7	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
6	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
5	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
4	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
3	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
2	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
1	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Zemin	50,00%	0,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bodrum	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Yapılan çözümler sonucu x ve y yönü artımsal eşdeğer deprem yüklemesi neticesinde BH-3 yapı sisteminin performans düzeyi “Göçme Durumu” olarak belirlenmiştir.

6. SONUÇLAR

Çalışma kapsamında ilk olarak betonarme binaların deprem etkileri altında yapı elemanlarında meydana gelecek etkilerini belirlemek için 2007 Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik (DBYBHY-2007)'de kullanılan doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri incelenmiştir. Ayrıca yine DBYBHY-2007'de söz edilen güçlendirme yöntemleri incelenmiş ve tez çalışmasının ikinci aşaması olan performans değerlendirmesi neticesinde gerek duyulması halinde binaların güçlendirilmesi yapılmıştır.

Sunulan çalışmada Deprem Yönetmeliği'nin belirlediği Z2, Z3 zemin sınıfları üzerinde 1. ve 2 nci deprem bölgelerinde ve $I=1,5$ önem katsayısında 3-5 katlı bina hastane yapıları göz önüne alınarak, bu yapıların deprem performansları belirlenmiş ve çıkan sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda depremden sonra hizmet vermeyi gerektiren bu binaların istenilen performans seviyesini sağlaması için gerekli güçlendirme işlemi yapılmıştır. Bu güçlendirme işlemi sonucunda yapının istenilen performans düzeyine ulaşp ulaşmadığı yeniden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo ve Şekil olarak ilgili bölümlerde gösterilmiştir. Ayrıca 9 ile 11 katlı hastane bloklarında perdesiz olarak süneklilik düzeyi yüksek çerçevelerden oluşması halinde depremden hemen sonra kullanılabilirliği irdelenmiştir.

Çalışma sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

- Doğrusal olmayan hesap yöntemi ile deprem performansı belirlenmesinde malzemelerin birim boydaki değişim esas alınmaktadır. Doğrusal hesap yönteminde ise betonarme yapı elemanları için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları kullanılmaktadır.
- DBYBHY-2007' de yer alan doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile belirlenen kesit hasar bölgeleri önemli ölçüde benzerlik göstermektedir.
- Betonarme manto ile güçlendirilmiş elemanlarda enerji yutma kapasitesi artırılabilir. Ancak istenilen performans seviyesine ulaşmak için mimari kullanımı engelleyebilecek sayıda elemana müdahale gerekebilir.

- Sistem bazında güçlendirme genel davranış bozukluğu olan durumlarda daha etkili sonuçlar vermekte, uygulanabilirlik ve ekonomiklik açısından da tercih edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Celep Z., Kumbasar N., “Betonarme Yapılar”, İstanbul Teknik Üniversitesi, (2005)
2. Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, (1998).
3. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Esaslar, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara, (2007).
4. Bayülke N., “Depreme Dayanıklı Yığma Ve Betonarme Tasarımı”, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No:39, 2001, İzmir.
5. Bayülke N., “Depremde Hasar Gören Yapıların Onarım ve Güçlendirilmesi”, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Yayın No:15, 2001, İzmir.
6. Doğangün A., “Betonarme yapıların Hesap ve Tasarımı”, Birsen Yayınevi, (2005)
7. Celep Z., Kumbasar N., “Deprem Mühendisliğine Giriş Ve Depreme Dayanıklı Yapı Tasarımı”, İstanbul Teknik Üniversitesi, (2004).
8. Ersoy U., “Betonarme Yapılar”,Ortadoğu Teknik Üniversitesi,(2004)
9. Beeby A.W., Narayanan R.S.,“General Rules And Rules For Buildings and Structural Fire Design”, Thomas Telford Publishing (2005).
10. Chopra A.K., “Dynamics Of Structures”, Prentice Hall, (1995).
11. Wakabayashi M., “Design of Earthquake-Resistant Buildings”, Mcgraw-Hill Book Company, (1992).
12. Celep Z., “ Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme”, İstanbul Teknik Üniversitesi, (2007).
13. Federal Emergency Management Agency. FEMA 356 prestandart and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Washington DC. (2000).
14. Federal Emergency Management Agency. FEMA 440 Improvement of nonlinear static seismic analysis procedures. Washington DC. (2004).
15. Federal Emergency Management Agency. FEMA 273 NEHRP guidelines for the seismic rehabilitation of buildings. Washington DC. (1997).
16. Genç, M., 2007, Farklı Yapısal Özelliklere Sahip Betonarme Yapıların Çeşitli Çözüm Yöntemleriyle Performansa Dayalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 250s.

17. Karaziyan, S., 2006, Betonarme Binaların Deprem Performansının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 113s.
18. Gürol, K.B., 2007, Dayanımı Yetersiz Betonarme Binaları Güçlendirme Yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 123s.
19. Kaya, M.P., 2006, Mevcut Betonarme Binaların Deprem Performanslarının Belirlenmesinde Doğrusal Ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerin Karşılaştırılması Üzerine Sayısal Bir İnceleme Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 123s.
15. European Committee for Standardization, Design of Structures for Earthquake Resistance- Assessment and Retrofitting of Buildings, Eurocode 8-3 (2004.)
16. ETABS, 2000. Extended 3d Analysis of Building Systems, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
17. SAP 2000, 2000. Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
18. İdecad 5.510, 2007, İde Yapı Bilgisayar Destekli Tasarım Limited Şirketi, Bursa. (2007)
19. TS-500, 2000. Betoarme yapıların tasarım ve yapım kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

ÖZGEŞMİŞ

Ali Can ÖZALTAŞ 1978 yılında Diyarbakır'da doğmuştur. İlköğrenimini Diyarbakır Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okulunda, orta ve lise öğrenimini ise Diyarbakır Anadolu Lisesinde tamamlamıştır. 1997 yılında Dicle Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İnşaat Mühendisliği bölümüne girmeye hak kazanmış ve 2001 yılında lisans eğitimini tamamlamıştır. 2005 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Yapı Mühendisliği Programında yüksek lisans eğitimine başlamış olup, eğitimine devam etmektedir.