



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**PERDELİ VE PERDESİZ BETONARME YAPILARIN TDY
2007'YE GÖRE DEĞERLENERİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İsa YILDIZ

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Mustafa SÖNMEZ

AKSARAY, 2015

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ONAY BELGESİ

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün numaralı Tezli Yüksek Lisans öğrencisi, “İsa YILDIZ”la, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “PERDELİ VE PERDESİZ BETONARME YAPILARIN TDY 2007’E GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Mustafa SÖNMEZ**

Aksaray Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Ersin AYDIN**

Niğde Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Turan KARABÖRK**

Aksaray Üniversitesi

Teslim Tarihi:

Kabul Tarihi:

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı dűşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gűsterilenlerden oluştuğunu ve bu eserleri her kullanışımda alıntı yaparak yararlandığımı belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

Enstitű tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tűm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

İsa YILDIZ

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim sırasında her zaman bana destek olan, değerli vaktini benim için ayıran danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mustafa SÖNMEZ'e teşekkür eder, saygılar sunarım.

Tez çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan, bilgilerini benimle paylaşan değerli meslektaşım Ersin KABAY'a teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca bana hep destek olan, her zaman yanımda olan aileme ve eşime teşekkürü bir borç bilirim.

İsa YILDIZ

Aksaray, Ocak 2015

ÖNSÖZ

Ülkemizin tamamına yakını deprem riski altında bulunmaktadır. Son yıllarda ülkemizde yaşanan büyük depremler incelendiğinde can ve mal kaybının çok fazla olduğu görülmektedir. Bu nedenler göz önüne alındığında deprem mühendisliğin temel amacı; depremlerin mevcut yapılarda can kaybına neden olacak büyük hasarlara yol açmadan atlatabilmesidir. Bu amaç doğrultusunda yapıların depreme dayanıklılığının performans belirlenmesi için performans analizi yapılması tavsiye edilmektedir. Bu gerekliliğin sonucunda 2007 Deprem Yönetmeliğine Performans analizinin nasıl yapılacağı eklenmiştir.

Yapı sistemlerinin performanslarının belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan iki farklı hesap yöntemi kullanılabilir. Doğrusal hesap yöntemi; dayanım esaslı olup malzemenin doğrusal elastik şekil değiştirmelerinin ihmal edilecek kadar küçük olduğu varsayılır. Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ise şekil değiştirme esaslı olup malzemelerin doğrusal elastik sınırın ötesindeki davranışları da hesaba katılarak performans analizi yapılır.

Performans analizi yöntemleri sayesinde yeni yapılacak bir yapının tasarımı sırasında veya daha önceden yapılmış mevcut bir yapının deprem etkisi altındaki davranışlarını ve deprem sonrasında yapıda oluşabilecek hasarlar hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu sayede deprem kuşağı üzerinde yer alan ülkemizde önceden inşa edilmiş eski yapılar da oluşması beklenen deprem etkisi altında beklenen performansını gösterip göstermeyeceği öğrenilebilir.

İsa YILDIZ

İÇİNDEKİLER

DOĞRULUK BEYANI	i
TEŞEKKÜR	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER DİZİNİ	xviii
KISALTMALAR DİZİNİ	xxii
1. GİRİŞ	1
1.1 Konu	1
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.3 Literatür Özeti	3
2. PERFORMANSA DAYALI YAPI TASARIMI	5
2.1 Binalardan Bilgi Toplanması.....	5
2.1.1 Toplanacak bilginin kapsamı	5
2.1.2 Bilgi düzeyleri.....	5
2.1.3 Bilgi düzeyi katsayıları	6
2.2 Performansa Dayalı Tasarım ve Değerlendirmenin Temel İlkeleri	6
2.3 Yapı Elemanlarında Kesit Hasarları ve Kesit Hasar Sınırları	6
2.3.1 Kesit hasar sınırları	6
2.3.2 Kesit hasar bölgeleri	7
2.3.2 Hemen kullanım seviyesi (HK)	7
2.3.3 Can güvenliği seviyesi (CG).....	8
2.3.4 Göçmenin öncesi seviyesi (GÖ)	8
2.3.5 Göçme durumu	8
2.3.6 Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri	8
2.4 Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke Ve Kurallar	9
3. DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞIN KAYNAKLARI	12
4. BETONARME PERDELER VE HESAP YÖNTEMLERİ	14

4.1 Betonarme Perdeler	14
4.2 Betonarme Perdelerin Modelleme Kriterleri	15
4.2.1 Dayanım.....	15
4.2.2 Rijitlik	16
4.2.3 Süneklik	16
4.3 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri	17
4.3.1 Binaların deprem performanslarının eşdeğer deprem yüküyle belirlenmesi	17
4.4 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri	21
4.4.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi	22
5. BİNA PERFORMANSININ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ	26
5.1. Çatlamış Kesite Ait Etkin Eğilme Rijitliklerinin Belirlenmesi	28
5.2 Doğrusal Hesap Yöntemleri İle Bina Performansının Belirlenmesi	30
5.2.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi	30
5.2.2 Kirişlerin taşıma kapasitelerinin hesaplanması.....	33
5.2.3 Kirişlerin Etki/ Kapasite (r) oranlarının ve kırılma türünün belirlenmesi .	35
5.2.4 Kirişlerin donatı oranlarının belirlenmesi.....	37
5.2.5 Kolonların etki/ kapasite (r) oranlarının ve kırılma türünün belirlenmesi.	41
5.2.6 Kolonların hasar seviyelerinin belirlenmesi boyutsuz kesme kuvveti değerleri	45
5.2.7Kolon kiriş birleşim bölgelerinde kesme güvenliği.....	47
5.2.8 Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	48
5.2.9 Bina performansının belirlenmesi.....	49
5.3 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Bina Performansının Belirlenmesi.	49
5.3.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi	49
5.3.2 Sap2000 programı ile analizin yapılması:	50
5.3.3 Kolonlarda plastik mafsal tanımlama	53
5.3.4 Kirişlerde plastik mafsal tanımlama	57
5.3.5 Bina performansının belirlenmesi.....	69
6. ALTI KATLI BETONARME BİNANIN PERDELİ VE PERDESİZ OLARAK EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	70
6.1 Çatlamış Kesite Ait Etkin Eğilme Rijitliklerinin Belirlenmesi	72
6.2 Doğrusal Elastik Yöntemler İle 6 Katlı Perdesiz Binanın Performansının Hesaplanması.....	73
6.2.1 Perdesiz eşdeğer deprem yükü yöntemi.....	73
6.2.2 Kiriş hasar sınırları.....	77
6.2.3 Kolon hasar sınırları.....	84
6.3.3 Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	88
6.3.4 Hasar durumları ve bina performansının belirlenmesi	88
6.4 Doğrusal Elastik Yöntemler İle 6 katlı Perdeli Binanın Performansının Hesaplanması.....	93

6.4.1 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi.....	94
6.4.2 Perdelerin tasarım ve kapasite eğilme momentlerinin belirlenmesi	95
6.4.2 Eşdeğer deprem yükü yöntemi	96
6.4.4 Kolon hasar sınırları.....	102
6.4.5 Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması	105
6.4.6 Kolon, perde ve kirişlerin hasar durumu ve performanslarının değerlendirilmesi	106
7. ALTI KATLI BETONARME BİNANIN PERDELİ VE PERDESİZ OLARAK ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ	112
7.1 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi İle 6 Katlı Binanın Performans Analizi	112
7.1.2 Hasar durumları ve bina performansının belirlenmesi	135
7.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile 6 katlı Perdeli Binanın Performans Analizi.....	139
7.2.1 Kolon, perde ve kirişlerin hasar durumu ve performanslarının değerlendirilmesi	140
8. SONUÇLAR	145
KAYNAKLAR	149
EK A.	151
EK B.	173
ÖZGEÇMİŞ.....	192

ÖZET

PERDELİ VE PERDESİZ BETONARME YAPILARIN TDY 2007'E GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ

Son yıllarda ülkemizde yaşanan büyük depremler dolayısıyla büyük can ve mal kaybının olduğu görülmektedir. Bu nedenler göz önüne alındığında deprem mühendisliğinin temel amacı; depremlerin mevcut yapılarda can kaybına neden olacak büyük hasarlara yol açmadan atlatılabilmesidir. Bu amaç doğrultusunda yapıların depreme dayanıklılığının performans analizi ile belirlenmesi gerekmektedir. Yapı sistemlerinin performanslarının belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan iki farklı hesap yöntemi kullanılabilir. Doğrusal hesap yöntemi; dayanım esaslı olup malzemenin doğrusal elastik şekil değiştirmelerinin ihmal edilecek kadar küçük olduğu varsayılır. Doğrusal olmayan hesap yöntemleri ise şekil değiştirme esaslı olup malzemelerin doğrusal elastik sınırın ötesindeki davranışları da hesaba katılarak performans analizi yapılır.

Doğrusal olmayan hesap yöntemleri, doğrusal hesap yöntemlerine göre daha karmaşık ve zordur. Bunun nedeni malzeme ve geometriden kaynaklan davranışların sistem dahil edilmesidir. Elbette bunun bilgisayar ortamında modellenmesi ve adım adım izlenmesi oldukça karmaşık bir işlemdir. Bundan dolayı genellikle uygulama mühendisleri doğrusal yöntemleri tercih etmektedir. Yapı ve deprem mühendisliğindeki gelişmeler ve yapı sistemini oluşturan elemanların daha iyi modellenmesini sağlamaktadır. Bu gelişmeler sayesinde doğrusal olmayan hesap yöntemleri ile çözüm yapılabilmesi daha kolay hale gelmiştir.

Bu tez kapsamında 2 katlı betonarme çerçeve sistemli bir yapı ile 6 katlı perdeli ve perdesiz çerçeve sistemli bir yapı doğrusal yöntemlerden “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve doğrusal olmayan yöntemlerden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile analizi yapılmış ve çıkan sonuçlar karşılaştırılarak irdelenmiştir.

Sekiz bölümden oluşan bu tezin ana başlıkları şöyledir;

Birinci bölümünde konuya giriş yapılmıştır. Çalışmanın amacı ve içeriğinden bahsedilmiştir ve daha önce yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

İkinci bölümde performans kavramı hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde malzemenin ve geometriden kaynaklanan doğrusal olmayan davranış durumlarından bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde perdenin özelliklerinden bahsedilmiş ve doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemler hakkında bilgi verilmiştir.

Beşinci bölümde x ve y yönünde tek açıklıklı ve 2 katlı basit bir yapı doğrusal yöntemlerden eşdeğer deprem yükü yöntemi, doğrusal olmayan yöntemlerden artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Analiz adımları tek tek gösterilmiştir.

Altıncı bölümde, 6 katlı bir yapı eşdeğer deprem yükü yöntemine göre perdeli ve perdesiz olarak modellenmiş ve analizleri yapılarak performans bakımından incelenmiştir.

Yedinci bölümde, 6 katlı bir yapı artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre perdeli ve perdesiz olarak modellenmiş ve analizleri yapılarak performans bakımından incelenmiştir.

Sekizinci bölüm sonuçlar kısmının yer aldığı bölümdür. Bu bölümde tez çalışması neticesinde elde edilen tüm sonuçlar yazılarak yorumlanmıştır.

2015, 216 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Performans analizi, Performansa dayalı tasarım, Doğrusal yöntemler, Doğrusal olmayan yöntemler, Perdelerin performansa etkisi.

ABSTRACT

EVALUATION OF REINFORCED CONCRETE STRUTURES WITH AND WITHOUT SHEAR WALLS BASED ON TURKISH EARTHQUAKE CODE - 2007

The our country have resulted in great number live last and huge amount of damages in construction. This lost are taken into consideration, the aim of earthquake engineering is to prevent the lost of lives by decreasing the damages in constructions. For this purpose, earthquake resistance of buildings should be defined with performance analysis. Two types of analysis methods are used for defining the earthquake performance by using linear and nonlinear analysis. In The linear analysis method which is force based analysis, deflections are assumed to be small and material behavior is linear. Beside, in the nonlinear analysis, material and geometric nonlinearity should be taken into consideration.

Nonlinear analysis methods are more complicated when it is compared with linear analysis methods. Since nonlinear behaviors of structural mambers must be included to the analysis based on some assumptions. On the performance analysis, linear analysis method are generally prefaed. Recent developments nonlinear analysis methods become more attractive and easy to use.

In the context of this thesis, a comparative study based on “Equivalent seismic load method” as linear analysis method and “Incremental Equivalent Seismic Load Method” as nonlinear analysis method are performed for two-story and six-story reinforced concrete buildings with and without shear walls construction and then the results obtained from these analysis are evaluated.

This thesis which comprise 8 chapters in the first chapter, the aim of the study, context and previous studies are given.

In chapter 2, a brief summary is given about performance analysis concept.

In chapter 3, sources of nonlinear behaviors caused by material and geometry is mentioned.

In chapter 4, the characteristics of shear wall are mentioned and a detailed information is given about both linear and nonlinear analysis methods.

In chapter 5, a detailed study is performed on single-span in x/y axis and two story simple construction based on “Equivalent seismic load method” as linear analysis

Methods and “Incremental Equivalent Seismic Load Method” as nonlinear analysis method. The analysis steps are given in detailed.

In chapter 6, a two story building with and without shear walls is designed and examined based on “Equivalent seismic load method”

In chapter 7, a six story frame with and without shear walls and construction is designed and examined based on “Incremental Equivalent Seismic Load Method” with and without shear walls.

The chapter 8, includes the result of this study. In this chapter, all the outcomes of this study is discussed

2015, 216 Page

Keywords: Performance analysys, Performance based design, Linear analysis, Nonlinear analysis, effect of shear walls on performance.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1: Kesit Hasar Sınırları	7
Şekil 4.1: Kolon Moment Normal Kuvvet Etkileşim Diyagramı	19
Şekil 5.1: Kat Planı	27
Şekil 5.2: Kolon ve Kiriş Kesiti.....	28
Şekil 5.3: Çerçeve Sistem Modeli	28
Şekil 5.4: G+0.3Q Düşey Yükleme Altında Eksenel Yükler.....	29
Şekil 5.5: Kiriş ve Kolon Çatlamış Kesit Rijitlikleri.....	30
Şekil 5.6: Düşey Yükler Altında Oluşan İç Kuvvetler	32
Şekil 5.7: +EX Deprem Yükler Altında Oluşan İç Kuvvetler	32
Şekil 5.8: Düşey yükler Altında Kirişlerde Oluşan İç kuvvetler	35
Şekil 5.9: +X deprem etkisi altında Kirişlerde Oluşan İç kuvvetler.....	36
Şekil 5.10: Kolon Etkileşim Diyagramı.....	42
Şekil 5.11: Kolon Moment-Normal Kuvvet Etkileşim Diyagramı.....	43
Şekil 5.12: Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi	48
Şekil 5.13: Beton ve Donatı Özelliklerinin Sap2000 Programına Tanımlanması.....	50
Şekil 5.14. Yapıya Ait Düğüm Noktaları.....	51
Şekil 5.15: Kolon ve Kirişlerde Çatlamış Kesitlere Ait Rijitlik Tanımlaması	51
Şekil 5.16: G+0,3Q Yükleme Altında Oluşan Eksenel Kuvvetler.....	52
Şekil 5.17: X ve Y Yönünde Yapının Mod Şekli ve Periyotları	53
Şekil 5.18: XTRACT Programı P-M Analizi Veri Girişi	54
Şekil 5.19: 0° Altında P-M Etkileşim Diyagramı	54
Şekil 5.20: 45° Altında P-M Etkileşim Diyagramı	55
Şekil 5.21: 90° Altında P-M Etkileşim Diyagramı	55
Şekil 5.22: Sap2000 Programına P-M Etkileşim Diyagramının Tanımlanması.....	56
Şekil 5.23: Kolonlarda Plastik Mafsal Tanımlaması	56
Şekil 5.24: Kirişlerde Tek Eksenli Eğrilik Analizi.....	57
Şekil 5.25: Sap2000 Programına Kiriş Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması	59
Şekil 5.26: Kolon ve Kiriş Plastik Mafsallarının İlgili Elemanlara Atanması	60
Şekil 5.27: İtme Analizi Sonucunda Elemanlarda Oluşan Plastik Mafsallar	60

Şekil 5.28: X doğrultusunda Oluşan İtme Eğrisi	61
Şekil 5.29: Modal Kapasite Diyagramı	62
Şekil 5.30: Spekturum Eğrisi	63
Şekil 5.31: Modal Kapasite Diyagramı İle Davranış Spekturumunun Çakıştırılması....	64
Şekil 5.32: Modal KapasiteDiyagramınınİki Doğrultulu Hale Getirilmesi.....	65
Şekil 5.33: Modal Kapasite Diyagramının İki Doğrultulu Hale Getirilmesi.....	66
Şekil 5.34: İtme Analizi Sonucunda Oluşan Plastik Mafsallar.....	66
Şekil 6.1: Kat Planı	72
Şekil 6.2: Perdesiz Sistemin 3 Boyutlu Modeli	72
Şekil 7.1: Binanın Dügüm Noktaları	112
Şekil 7.2: G+0,3Q YüklemeAltındaOluşanEksenelKuvvetler.....	113
Şekil 7.3: Kolon ve Kirişlerde Çatlamış Kesit Rijitliklerinin Programa Tanımlanması1	114
Şekil 7.4: Kiriş İçin Tek Eksenli Eğrilik Analizi.....	114
Şekil 7.5: EğrilikDiyagramının İdealleştirilmesi	115
Şekil 7.6: Kiriş Mafsal Özelliklerinin Programa Tanımlanması	116
Şekil 7.7: Kolon İçin P-M Etkileşim Diyagramı	117
Şekil 7.8: X Doğrultusu İtme Eğrisi	118
Şekil 7.9: Modal Kapasite Eğrisi	120
Şekil 7.10: Hedef Deplasman Değerinin Bulunması.....	120
Şekil 7.11: Elemanlarda Oluşan Plastik Mafsallar	121
Şekil 7.12: Eleman 149’da Oluşan Plastik Mafsal Hareketi.....	121
Şekil 7.13: Eleman 67’de Oluşan Plastik Mafsal Hareketi.....	122
Şekil 7.14: Y Yönü İtme Eğrisi	127
Şekil 7.15: X Yönü Analizinde Oluşan Plastik Mafsallar	128
Şekil 7.16: Y Yönü Modal Kapasite Eğrisi	129
Şekil 7.17: HedefDeplasmanDeğerininBulunması.....	130
Şekil.7.18: Y Yönü İtme Analizinde Oluşan Plastik Mafsallar.....	130

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1: Binalar için Bilgi Düzeyi Katsayıları	6
Çizelge 2.2: Farklı Deprem Düzeylerinde Binalar İçin Öngörülen Minimum Performans Hedefleri	9
Çizelge 4.1: Betonarme Kirişler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki Kapasite Oranları (r_s)	20
Çizelge 4.2: Betonarme Kolonlar İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki Kapasite Oranları (r_s)	20
Çizelge 4.3: Betonarme Perdeler İçin Hasar Sınırlarını Tanımlayan Etki Kapasite Oranları (r_s)	21
Çizelge 4.4: Göreli Kat Ötelemesi Oranları	21
Çizelge 5.1: Eşdeğer deprem Kuvvetleri	31
Çizelge 5.2: Düşey Yükler Altında A-B ve 2 Aksında Oluşan İç Kuvvetler	32
Çizelge 5.3: +X Deprem Etkisi Altında Oluşan İç Kuvvetler	33
Çizelge 5.4: Kiriş Donatıları	34
Çizelge 5.5: Kiriş Kesme Kuvveti ve Maksimum Kesme Kuvveti Taşıma Kapasiteleri	35
Çizelge 5.6: Kiriş İç Kuvvetleri Ve donatı Alanları	38
Çizelge 5.7: Kirişlerin Çekme Basınç Donatı Oranları	39
Çizelge 5.8: Kirişlerin Boyutsuz Kesme Kuvveti Değerleri	39
Çizelge 5.9: X Deprem Doğrultusu İçin Kiriş Hasar Tablosu	41
Çizelge 5.10: -X Deprem Doğrultusunda Kolonlarda Oluşan İç Kuvvetler	46
Çizelge 5.11: X deprem Doğrultusunda Kolonlarda Oluşan Hasar Sınırları	47
Çizelge 5.12: Göreli kat ötelemeleri	49
Çizelge 5.13: Göreli Kat Ötelemeleri Sınırları	49
Çizelge 5.14: Modal Kapasite Diyagramı Koordinatları	62
Çizelge 5.15: Modal Yer değiştirme –Modal İvme Değerleri	65
Çizelge 5.16: Kirişlerde Oluşan Plastik Dönme Değerleri	67
Çizelge 5.17: Kirişlerde Oluşan Toplam Eğrilik İstemleri	68
Çizelge 6.1: X ve Y Yönlü Etkiyen Eşdeğer Deprem Kuvvetleri	75

Çizelge 6.2: X Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kirişlerde Oluşan İç Kuvvetler.....	77
Çizelge 6.3: X ve Y Deprem Doğrultusunda Kirişlerdeki Donatı Alan Ve Oranları.....	78
Çizelge 6.4: X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar bölgeleri.....	79
Çizelge 6.5: X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları Ve Hasar bölgeleri.....	80
Çizelge 6.6: Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kirişlerde Oluşan İç Kuvvetler.....	81
Çizelge 6.7: Y Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	82
Çizelge 6.8: Y Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	83
Çizelge 6.9: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri.....	85
Çizelge 6.10: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri.....	86
Çizelge 6.11: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan Normal Kuvvet, Kesme Kuvveti Oranı, Kesit ve Elaman Hasar Sınırları.....	87
Çizelge 6.12: X Yönü İçin Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolleri.....	88
Çizelge 6.13: Y Yönü İçin Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolleri.....	88
Çizelge 6.14: X yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları.....	89
Çizelge 6.15: Y Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları.....	90
Çizelge 6.16: X yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları.....	91
Çizelge 6.17: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları.....	93
Çizelge 6.18: X Deprem Doğrultusunda P01 Kirişlerde Oluşan iç Kuvvetler.....	96
Çizelge 6.19: X Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kirişlerde Oluşan iç Kuvvetler....	98
Çizelge 6.20: X Deprem Doğrultusunda Kirişlerdeki Donatı Alan ve Oranları.....	99
Çizelge 6.21: +X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	100
Çizelge 6.22: -X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	101
Çizelge 6.23: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri.....	103
Çizelge 6.24: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri.....	104

Çizelge 6.25: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan Normal Kuvvet, Kesme Kuvveti Oranı, Kesit ve Hasar Sınırları	105
Çizelge 6.26: X Yönü İçin Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolleri	106
Çizelge 6.27: Y Yönü İçin Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolleri	106
Çizelge 6.28: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları	107
Çizelge 6.29: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları	108
Çizelge 6.30: Y Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları	109
Çizelge 6.31: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları	110
Çizelge 7.1: İtme Eğrisi Koordinatları.....	117
Çizelge 7.2: Modal Kapasite Değerleri	119
Çizelge 7.3: X Doğrultusu Kolon Hasar Durumları	123
Çizelge 7.4: X Doğrultusu Kiriş Hasar Durumları	124
Çizelge 7.5: X Doğrultusu Kiriş Hasar Durumları	125
Çizelge 7.6: X Doğrultusu Kiriş Hasar Durumları	126
Çizelge 7.7: Y Yönü İtme Eğrisi Koordinatları.....	127
Çizelge 7.8: Modal Kapasite Diyagramı Koordinatları.....	129
Çizelge 7.9: Y Yönü Kolon Hasar Durumları	131
Çizelge 7.10: Y Yönü Kiriş Hasar Durumları	132
Çizelge 7.11: Y Yönü Kiriş Hasar Durumları	133
Çizelge 7.12: Y Yönü Kiriş Hasar Durumları	134
Çizelge 7.13: X yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları	135
Çizelge 7.14: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin Hasar Durumları	136
Çizelge 7.15: X yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları.....	137
Çizelge 7.16: Y Yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları.....	138
Çizelge 7.17: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları	140
Çizelge 7.18: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları.....	141
Çizelge 7.19: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin Hasar Durumları	142
Çizelge 7.20: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları	143
Çizelge A.1: Zemin Kat Kolon Boyutları ve Donatıları.....	151
Çizelge A.2: 1.Kat Kolon Boyutları ve Donatıları	152
Çizelge A.3: 2.Kat Kolon Boyutları ve Donatıları	153
Çizelge A.4: 3.Kat Kolon Boyutları ve Donatıları	154
Çizelge A.5: 4. Kat Kolon Boyutları ve Donatıları	155
Çizelge A.6: 5.Kat Kolon Boyutları ve Donatıları	156

Çizelge A.7: Zemin Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları.....	157
Çizelge A.8: 1. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları	158
Çizelge A.9: 2. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları	159
Çizelge A.10: 3. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları	160
Çizelge A.11: 4. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları	161
Çizelge A.12: 5. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları	162
Çizelge A.13: X Deprem Doğrultusunda 1. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	163
Çizelge A.14: X Deprem Doğrultusunda 2. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	164
Çizelge A.15: X Deprem Doğrultusunda 3. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	165
Çizelge A.16: X Deprem Doğrultusunda 4. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	166
Çizelge A.17: X Deprem Doğrultusunda 5. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	167
Çizelge A.18: Y Deprem Doğrultusunda 1. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	168
Çizelge A.19: Y Deprem Doğrultusunda 2. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	169
Çizelge A.20: Y Deprem Doğrultusunda 3. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	170
Çizelge A.21: Y Deprem Doğrultusunda 4. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	171
Çizelge A.22: Y Deprem Doğrultusunda 5. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.....	172
Çizelge B.1: X Doğrultusunda Zemin Kat Kiriş Hasar Durumları	173
Çizelge B.2: Y Doğrultusunda Zemin Kat Kiriş Hasar Durumları	174
Çizelge B.3: X Doğrultusunda 1. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	174
Çizelge B.4: Y Doğrultusunda 1.Kat Kiriş Hasar Durumları.....	175
Çizelge B.5: X Doğrultusunda 2. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	175
Çizelge B.6: Y Doğrultusunda 2. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	176
Çizelge B.7: X Doğrultusunda 3. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	176
Çizelge B.8: Y Doğrultusunda 3. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	177

Çizelge B.9: X Doğrultusunda 4. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	177
Çizelge B.10: Y Doğrultusunda 4. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	178
Çizelge B.11: X Doğrultusunda 5. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	178
Çizelge B.12: Y Doğrultusunda 5. Kat Kiriş Hasar Durumları.....	179
Çizelge B.13: X Doğrultusunda Zemin Kat Kolon Hasar Durumları	180
Çizelge B.14: Y Doğrultusunda Zemin Kat Kolon Hasar Durumları	181
Çizelge B.15: X Doğrultusunda 1. Kat Kolon Hasar Durumları.....	182
Çizelge B.16: Y Doğrultusunda 1. Kat Kolon Hasar Durumları.....	183
Çizelge B.17: X Doğrultusunda 2. Kat Kolon Hasar Durumları.....	184
Çizelge B.18: Y Doğrultusunda 2. Kat Kolon Hasar Durumları.....	185
Çizelge B.19: X Doğrultusunda 3. Kat Kolon Hasar Durumları.....	186
Çizelge B.20: Y Doğrultusunda 3. Kat Kolon Hasar Durumları.....	187
Çizelge B.21: X Doğrultusunda 4. Kat Kolon Hasar Durumları.....	188
Çizelge B.22: Y Doğrultusunda 4. Kat Kolon Hasar Durumları.....	189
Çizelge B.23: X Doğrultusunda 5.Kat Kolon Hasar Durumları	190
Çizelge B.24: Y Doğrultusunda 5. Kat Kolon Hasar Durumları.....	191

SİMGELER DİZİNİ

A_o	Etkin yer ivmesi katsayısı
A_c	Kolonun brüt kesit alanı
A_s	Boyuna donatı alanı
$a_{1(i)}$	(i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
$a_{y(1)}$	Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
b	Kesit genişliği
b_w	Kirişin gövde genişliği
C_{R1}	Birinci moda ait spektral yer değiştirme oranı
$d_{1(i)}$	(i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yer değiştirme
$d_{1(p)}$	Birinci moda ait modal yer değiştirme istemi
E_c	Betonun elastisite modülü
E_s	Donatı çeliğinin elastisite modülü
$EI_{(e)}$	Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$EI_{(0)}$	Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
f_{ck}	Beton karakteristik basınç dayanımı
f_{cm}	Mevcut beton dayanımı
f_{ctk}	Beton karakteristik çekme dayanımı
f_{ctm}	Mevcut betonun çekme dayanımı
f_{yr}	Donatı çeliği akma dayanımı
f_{yk}	Donatı çeliği karakteristik akma dayanımı
F	Toplam yatay yük
F_c	Beton basınç kuvveti
F_s	Çekme donatısı çekme kuvveti
G	Sabit yük simgesi

h	Çalışan doğrultudaki kesit boyut
Hi	Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği
I	Bina önem katsayısı
Lp	Plastik mafsal boyu
Mp	Kesitin eğilme momenti taşıma gücü (plastik moment)
M_{x1}	x doğrultusunda depremde binanın birinci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{y1}	y doğrultusunda depremde binanın birinci doğal titreşim modundaki etkin kütle
m_i	Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i : W_i / g$)
N	Binanın toplam kat sayısı
n	Hareketli Yük Katılım Katsayısı
Nd	Düşey yükler altında kolon veya perdede oluşan aksenal kuvvet
Nk	Kesitin Moment taşıma kapasitesine karşı gelen aksenal kuvvet
Q	Hareketli yük simgesi
Ra	Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
r	Etki/kapasite oranı
rs	Etki/kapasite oranının sınır değeri
s	Sargı Donatı aralığı
S(T)	Spektrum Katsayısı
Sae(T)	Elastik spektral ivme
Sae(1)	Birinci moda ait elastik spektral ivme
Sde(1)	Birinci moda ait doğrusal elastik spektral yer değıştirme
Sdi1	Birinci moda ait doğrusal olmayan spektral yer değıştirme
T	Bina doğal titreşim periyodu
T1	Binanın birinci doğal titreşim periyodu
TA ,TB	Karakteristik spektrum periyotları
Vi	Binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
Vt	Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde binaya etkiyen taban kesme kuvveti
W	Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
Wi	Binanın i'inci katındaki ağırlığı

$U_{xN1(i)}$ Binanın tepesinde x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yer değiştirme

$U_{xN1(p)}$ Binanın tepesinde x deprem doğrultusunda tepe yer değiştirme istemi

V_e Yatay ve Düşey taşıyıcı elemanlarda kesme kuvveti

V_r Kolon, kiriş veya perde kesitinin kesme dayanımı

$V(i)x1$ x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda

hakim moda) ait taban kesme kuvveti

ϵ_{cu} Kesitin en dış lifindeki beton birim şekil değiştirmesi

ϵ_{sy} Donatının akma birim şekil değiştirmesi

ϵ_s Donatının pekleşme başlangıcındaki birim şekil değiştirmesi

ϵ_{su} Donatını kopma birim şekil değiştirmesi

ϕ_p Plastik eğrilik istemi

ϕ_t Toplam eğrilik istemi

ϕ_y Eşdeğer akma eğriliği

Φ_{xN1} Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait

mod şekli genliği

Γ_{x1} x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanı

η_{bi} i'inci katta tanımlanan Burulma Düzensizliği Katsayısı

θ_p Plastik dönme istemi

ρ Çekme donatısı oranı

ρ_b Dengeli donatı oranı

ρ_s Enine donatının hacimsel oranı

ΔF_N Binanın N'inci katına etkileyen ek eşdeğer deprem yükü

Δ_i	Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\Delta_{i \text{ maks}}$	Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\Delta_{i \text{ min}}$	Binanın i'inci katındaki minimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
$\Delta_{i \text{ ort}}$	Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
γ	Malzeme katsayısı

KISALTMALAR DİZİNİ

BHB	Belirgin Hasar Bölgesi
G	Düşey Yük
GB	Göçme Bölgesi
GÇ	Göçme Sınırı
GV	Güvenlik Sınırı
İHB	İleri Hasar Bölgesi
MA	Artık moment kapasitesi
MHB	Minimum Hasar Bölgesi
MD	Düşey yüklerden oluşan moment
ME	Deprem yükleri altında oluşan moment
MK	Mevcut malzeme dayanımlarına göre hesaplanan moment kapasitesi
MN	Minimum Hasar Sınırı
NA	Artık moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
ND	Düşey yüklerden oluşan eksenel kuvvet
NE	Deprem yükleri altında oluşan eksenel kuvvet
NK	Kesit moment kapasitesine karşı gelen eksenel kuvvet
Q	Hareketli Yük
SAP2000	Integrated Software for Structural Analysis and Design
TS500	Betonarme Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları Yönetmeliği
TDY	Türk Deprem Yönetmeliği
XTRACT	Cross-Sectional X Structural Analysis of Component

1. GİRİŞ

1.1 Konu

Performans kavramı deprem mühendisliğinde yeni gelişen bir terim olup ilk zamanlar sadece mevcut yapıların depreme dayanımlarının tespiti için kullanılırken daha sonradan bu yöntemin yeni yapıların tasarımında da kullanılmasının gerekli olduğu ortaya çıkmıştır (Arslan, 2010).

Son yıllarda ülkemizde ve dünyada meydana gelen büyük depremlerin yapılar üzerindeki hasarı ve bu hasarın neden olduğu can kaybı ve maddi kayıpların çok büyük olması dolayısı ile daha kapsamlı çalışmalar yapılmasına yol açmış ve bu çalışmalar performans analizinin gerekliliğinin ne kadar önemli olduğunu ortaya çıkarmıştır (Aydın, 2008).

Bir yapının performansı değerlendirilirken deprem etkisi altında yapıda oluşacak performans seviyesi ile ölçülür. Performans seviyesi ise deprem sonrası yapıda meydana gelebilecek kalıcı ve kalıcı olmayan hasar durumu ile belirlenir. Bu yüzden performansa dayalı değerlendirmede bir deprem anında yapı üzerinde birden fazla performans seviyesinin görülmesine sebep olabilir.

Yapı sistemlerinin performans seviyelerinin belirlenmesinde doğrusal ve doğrusal olmayan hesap yöntemleri kullanılmaktadır. Doğrusal yöntemle çözüm yapılırken taşıyıcı sistem davranışı doğrusal kabul edilir. Doğrusal elastik ötesi sistem davranışı ise r (etki kapasite) katsayısı ile göz önüne alınarak işleme dâhil edilir. Ancak Doğrusal yöntemle yeni bir binanın tasarımı yapılırken tek bir R_a (deprem yükü azaltma katsayısı) kabul edilirken mevcut binada taşıyıcı sistemdeki elemanın kesitine, donatı sayısına, ve donatı düzenine göre her bir taşıyıcı sistem elemanı için deprem yükü azaltma katsayısı ($r = \text{etki} / \text{kapasite}$) vardır. Mevcut binada her bir taşıyıcı sistem elemanı için farklı bir r katsayısının bulunmasının sebebi, mevcut elemanların kesit, malzeme yapısı, donatı ve beton dayanımına bağlı olarak süreklilik düzeylerinin farklılık göstermesidir. Türk Deprem Yönetmeliği -2007' de

TDY(2007)'de tanımlanan sınır değerlere göre binanın performansı tahmin edilmektedir (Kıran, 2010).

Doğrusal elastik yöntem kullanılarak yapılan performans analiz çok büyük kolaylık sağlamakta olup yapının elastik kapasitesini belirlemesine rağmen elastik ötesi kapasitesini belirli kabuller yaparak belirlemektedir. Bu durum deprem anında yapının gerçek performansının bulunmasını imkânsız kılmaktadır. Yapıların deprem etkisi altında davranışlarının performansı belirlemede en etkili yol hasar durumlarıdır. Hasar durumlarını da en iyi şekilde şekil değiştirmelerle ifade edilebilmektedir. Bu nedenle şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı hesap yöntemlerinin kullanımı oldukça önem kazanmaktadır. Doğrusal olmayan teoriyi esas alan hesap yöntemlerinden yararlanarak, yapı sitemlerinin dış yükler ve deprem yükleri altındaki davranışları daha gerçekçi olarak belirlenmektedir. Yukarıda anlattığımız tüm sebeplerden dolayı yapının performansının değerlendirilmesinde doğrusal olmayan yöntemin daha iyi sonuçlar verdiği kabul edilir (Arslan, 2010).

Ülkemizin büyük bir kısmı deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Son yıllarda yaşanan depremler incelendiğinde Ülkemizdeki yapıların kat yüksekliğinin genelde 3 m ve toplam kat sayısının 3'ün üzerindedir. Depremlerde oluşan hasarlarında genelde kat satsının 3 den fazla olan yapılarda olduğu tespit edilmiştir. Hasar gören yapılar incelendiğinde performanslarının çok düşük olduğu gözlenmiştir. Performansının düşük çıkmasının sebebi ise kullanılan yapı malzemelerinin ve işçiliğin kötü olmasıdır. Yaşanan depremlerde oluşan hasarların belli başlı nedenleri; zemin kat yüksekliğinin diğer katlardan fazla olması, zemin kattaki hacimlerin genelde ticari amaçlı yapıp dolgu duvarın çok veya hiç olmamasından dolayı yumuşak etkisi, zayıf kolon kuvvetli kiriş durumu, konsolların çok uzun yapılması ve taşıyıcı sistem elemanları içindeki donatı düzeninin özellikle enine sargı donatısının yeter siz olmasıdır (Kıran, 2008).

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Performansa dayalı analizin amacı beklenen deprem etkisinde binanın nasıl davranacağını tahmin edilmesi, yapacağı yer değiştirme miktarı ve bu yer değiştirmeler esnasında hangi taşıyıcı sistem elemanlarında ne tür hasarlar oluşacağı, yapının göçme mekanizması hakkında bilgi sahibi olmaktır.

Bu tez çalışmasında doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri arasında karşılaştırma yapmak için TDY(2007)'de 6 katlı, taşıyıcı sistemi çerçeve olan yapının perdeli ve perdesiz olarak tasarlanmıştır. Tasarımı yapılan bu yapıların doğrusal elastik hesap yöntemlerinden “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ile analizi yapılarak performans seviyeleri belirlenerek çıkan sonuçlar karşılaştırılacak ve yorumlanacaktır.

Yukarıdaki söz konusu olan 6 katlı betonarme çerçeve sistem, perdeli ve perdesiz olarak SAP2000 programı ile tasarımı yapılarak eşdeğer deprem yüğü ve artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemleri kullanılarak analizleri yapılmıştır. Analizlerden çıkan sonuçlar TDY (2007)'de belirlenen sınırlara göre değerlendirilerek performans seviyeleri belirlenecektir.

1.3 Literatür Özeti

Şengöz ve Sucuoğlu (2009) tarafından yapılan çalışmanın amacı 2007 Deprem Yönetmeliği'nde yer alan performans esaslı hesap yöntemlerini incelenerek, bu yöntemlerde belirtilen temel şartları kabul ederek, iki farklı konut binasının mevcut ve güçlendirilmiş, durumları dikkate alınarak performans analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda bu yönetmeliğin zayıf ve güçlü yanları ortaya koyulmuştur.

Uygun ve Celep (2007)'in betonarme bir binanın deprem güvenliğinin deprem yönetmeliği deki doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle karşılaştırılmalı incelenmişler. Yazarlar bir bina tasarlanmış ve bu bina mevcut kabul edilerek doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerin değerlendirme kuralları çerçevesinde incelenmiş ve elde edilen sonuçlar birbiri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca mevcut binada doğrusal olmayan dinamik analiz kullanılarak, bunun doğrusal olmayan statik itme analizi ile olan uyuşumu tartışılmıştır.

Tuncer (2008)'in Betonarme yapıların deprem performansının doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle belirlenmesi konulu çalışmasında “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” yöntemleri ile değerlendirmesi yapılmıştır. Değerlendirme neticesinde elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Kıran (2010)'ın binaların performans analizi için kullanılan doğrusal ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinin incelenmişler. Bu çalışmada doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri ile farklı bina modeli tasarlanmış ve analizi yapılmıştır. Deprem yönetmeliği bölüm 7 deki değerlendirme kurallarına göre yapıların deprem performansları belirlenmiştir.

Arslan (2010)'ın çok katlı bir betonarme binanın deprem performansının doğrusal ve doğrusal yöntemler kullanılarak belirlenmesi ve karşılaştırılması konulu çalışmasında sekiz katlı bir betonarme hastane binası üzerinde yine ilgili yönetmelik doğrultusunda doğrusal elastik ve doğrusal elastik olmayan yöntemlerle deprem performansının belirlenmesi ve elde edilen sayısal sonuçların karşılaştırılıp yorumlanmıştır.

Aydın (2008)'ın Betonarme taşıyıcı bir sistemin deprem güvenliğinin değişik yöntemlerle değerlendirilmesi çalışmasında bir yapının deprem performansı doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle belirlenerek, bu iki yöntemin karşılaştırılması yapılmıştır ve elde edilen sayısal sonuçların karşılaştırılıp yorumlanmıştır

Aşık (2010)'ın Perdelerden oluşan on iki katlı betonarme bir yapının performansının belirlenmesi konu başlıklı tez çalışmasında “DBYBHY 2007’ye göre tasarımı yapılan perde sistemli betonarme bir yapının doğrusal olmayan yöntemler ile performansının değerlendirilmesi ele alınmıştır.

Atımtay (2000)'ın. Çerçeve ve perdeli betonarme sistemlerin tasarımı, temel kavramlar ve hesap yöntemleri başlıklı tez çalışmasında TDY 2007’ye göre tasarımı yapılan perdeli ve çerçeve sistemli betonarme bir yapının doğrusal olmayan yöntemler ile performansları değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

2. PERFORMANSA DAYALI YAPI TASARIMI

2.1 Binalardan Bilgi Toplanması

2.1.1 Toplanacak bilginin kapsamı

Tasarımı yapılan bir yapının deprem güvenliğinin değerlendirilmesinde veya mevcut binaların taşıyıcı elemanların kapasitelerinin belirlenmesinde kullanılacak detayları ve boyutlar, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme ve numune örneklerine uygulanacak deneylerle belirlenecektir. Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapı sistemin belirlenmesi, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin belirlenmesi, elaman boyutlarının ölçülmesi ve donatı oranının belirlenmesi varsa mevcut hasarın belirlenmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada çalışarak elde edilen tüm bu bilgilerin varsa binanın projesine uygunluğunun kontrolüdür (TDY 2007).

2.1.2 Bilgi düzeyleri

Binaların incelenmesinden elde edilecek mevcut durum bilgilerinin kapsamına göre, her bina türü için bilgi düzeyi ve buna bağlı olarak belirtilen bilgi düzeyi katsayıları tanımlanacaktır. Bilgi düzeyleri sırasıyla sınırlı, orta ve kapsamlı olarak ayrılacaktır. Elde edilen bilgi düzeyleri taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılacaktır.

Sınırlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir.

Orta bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer taşıyıcı sistem projeleri mevcut ise sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır.

Kapsamlı bilgi düzeyinde binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır.

2.1.3 Bilgi düzeyi katsayıları

İncelenen binalardan edinilen bilgi düzeylerine göre, eleman kapasitelerine uygulanacak Bilgi düzeyi katsayıları Çizelge 2.1’de verilmektedir.

Çizelge 2.1: Binalar için Bilgi Düzeyi Katsayıları

Bilgi Düzeyi	Bilgi Düzeyi Katsayısı
Sınırlı	0.75
Orta	0.90
Kapsamlı	1.00

2.2 Performansa Dayalı Tasarım ve Değerlendirmenin Temel İlkeleri

Yapıların deprem etkileri altındaki performanslarının değerlendirilmesi genel olarak iki kritere göre yapılabilmektedir. Bunlar dayanım-kuvveti esas alan değerlendirme ve yer değiştirme-şekil değiştirmeyi esas alan değerlendirmedir. Dayanım (kuvvet) bazlı değerlendirme adı verilen birinci tür değerlendirmede, yapı elemanlarının dayanım kapasiteleri elastik deprem yüklerinden oluşan ve lineer teoriye göre hesaplanan etkilerle karşılaştırılmakta ve yapı elemanının sürekliliğini göz önüne alan, eleman bazındaki bir tür deprem yükü azaltma katsayısı kullanılarak, binadan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir.

Yer değiştirme ve şekil değiştirme bazlı değerlendirmenin esas alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimleri akımından lineer olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde ise, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında, yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir.

2.3 Yapı Elemanlarında Kesit Hasarları ve Kesit Hasar Sınırları

2.3.1 Kesit hasar sınırları

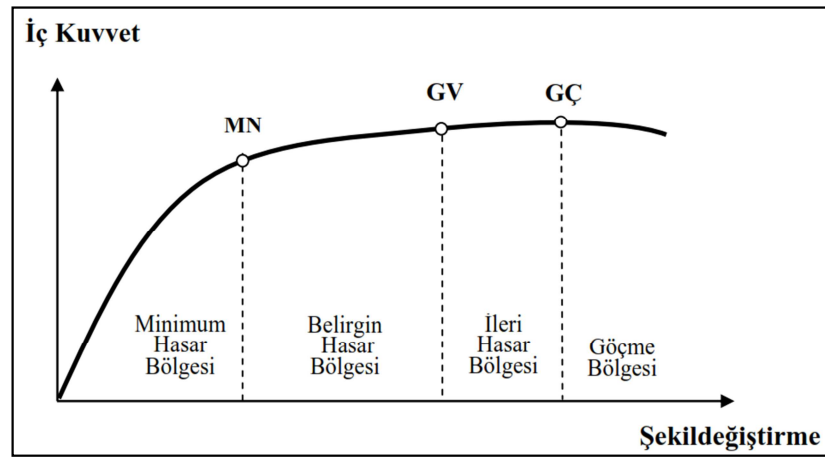
Yapı elemanlarının hasar sınırlarının belirlenmesinde, yapı elemanları “sünek” ve “gevrek” olarak iki sınıfa ayrılacaktır. Sünek ve gevrek eleman tanımları, elemanların kapasitelerine hangi kırılma türüne ulaştığı ile ilgilidir. Sünek elemanlar için kesit düzeyinde üç sınır durum tanımlanmıştır. Bunlar 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. Gevrek olarak hasar gören elemanlarda bu sınıflandırma geçerli değildir (TDY 2007).

- Kesit Minimum Hasar Sınırı (MN): Herhangi bir kesitteki elastik ötesi davranışın başlangıcını tanımlamaktadır.
- Kesit Güvenlik Sınırı (GV): Herhangi bir kesitteki dayanımını güvenli olarak sağlayabileceği elastik ötesi davranışın sınırını tanımlamaktadır.
- Kesit Göçme Sınırı (GÇ): Çalışma yapılan kesitin göçme öncesi davranışının sınırını tanımlamaktadır.

2.3.2 Kesit hasar bölgeleri

TDY'ye göre kritik kesitlerinin hasarı MN'ye ulaşmayan elemanlar Minimum Hasar Bölgesi'nde (MHB), MN ile GV arasında kalan elemanlar Belirgin Hasar Bölgesi'nde (BHB), GV ve GÇ arasında kalan elemanlar İleri Hasar Bölgesi'nde (İHB), GÇ'yi aşan elemanlar ise Göçme Bölgesi'nde (GB) yer alır. Buna göre bina hakkında genel bilgi edinmek için TDY'de aşağıdaki tanımlama yapılmaktadır.



Şekil 2.1: Kesit Hasar Sınırları

2.3.2 Hemen kullanım seviyesi (HK)

Her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki, kirişlerin en fazla % 10'u belirgin hasar bölgesine geçebilir, diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesindedir. Taşıyıcı elemanlarda oluşan hasar minimum düzeydedir. Elemanlar rijitlik ve dayanım özelliklerini korumaktadırlar. Yapıda kalıcı ötelenmeler oluşmamıştır. Taşıyıcı olmayan elemanlarda çatlamlar görülebilir, bunlar

onarılabilir kılcal düzeyde hasarlardır. Gevrek eleman yoksa bina hemen kullanım durumunda kabul edilir.

2.3.3 Can güvenliği seviyesi (CG)

Her bir deprem doğrultusu için herhangi bir kattaki, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların bir kısmı ileri hasar bölgesine geçebilir. İleri hasar bölgesine geçen kolonların ele alınan kattaki kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin en fazla %20'sini taşıyabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tamamı minimum hasar bölgesi veya belirgin hasar bölgesindedir. Bu durumda bina can güvenliği durumunda kabul edilir.

2.3.4 Göçmenin öncesi seviyesi (GÖ)

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için kirişlerin en fazla %20'si ve kolonların bir kısmı göçme bölgesine geçebilir. İleri hasar bölgesine geçen kolonların, ele alınan kattaki kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetinin en fazla %20'sini taşıyabilir. Diğer taşıyıcı elemanların tümü minimum hasar bölgesi, belirgin hasar bölgesi veya ileri hasar bölgesindedir. Bu durumda bina Göçmenin Önlenmesi Durumunda kabul edilir.

2.3.5 Göçme durumu

Herhangi bir katta uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapı göçme durumuna ulaşır. Düşey elemanların büyük bir bölümü göçmüştür. Göçmeyen elemanlar düşey yükleri taşıyabilmektedir, fakat rijitlikleri ve dayanımları çok azalmıştır. Yapı göçmenin eşiğinde yada tamamen göçmüş durumdadır. Yapıda belirgin kalıcı ötelenmeler oluşmuştur. Bina, göçmenin önlenmesi durumunu sağlamıyorsa göçme durumundadır. Binanın mevcut durumda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır

2.3.6 Binalar için hedeflenen deprem performans düzeyleri

Deprem yönetmeliğimizde tanımlanan ivme spektrumu, 50 yılda asılma olasılığı %10 olan deprem etkisini esas almaktadır. 50 yılda asılma olasılığı %50 olan depremin ivme spektrumu, yönetmelikte tanımlanan spektrumun yaklaşık olarak yarısı (0.5 katı), 50 yılda asılma olasılığı %2 olan depremin ivme spektrumu ise yönetmelikte tanımlanan spektrumun yaklaşık 1,5 katı olarak kabul edilmiştir. Mevcut veya güçlendirilecek binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde esas alınacak deprem etkileri ve hedeflenecek performans düzeyleri Çizelge 2.2'de verilmektedir (TDY 2007).

Çizelge 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: Toksin, 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, vb.)	–	CG	–

2.4 Deprem Hesabına İlişkin Genel İlke Ve Kurallar

Deprem hesabının amacı, mevcut veya güçlendirilmiş binaların deprem performansını belirlemektir. Bu amaçla doğrusal elastik veya doğrusal elastik olmayan hesap yöntemleri kullanılabilir. Ancak, teorik olarak farklı hesap yöntemleri ile yapılacak performans değerlendirmelerinin birebir aynı sonucu vermesi mümkün değildir. Aşağıda verilen genel ilke ve kurallar her iki yöntem içinde hesaplamalarda geçerlidir.

Deprem etkisinin tanımında TDY (2007), Çizelge 2.4'de verilen elastik (azaltılmamış) ivme spektrumu kullanılacak, ancak farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde TDY (2007)'e göre yapılan değişiklikler göz önüne alınacaktır. Deprem hesabında TDY (2007)'de tanımlanan Bina Önem Katsayısı uygulanmayacaktır ($I=1.0$).

- Binaların deprem performansı, yapıya etkiyen düşey yüklerin ve deprem etkilerini deprem hesabında göz önüne alınan kütleler ile uyumlu olacak şekilde tanımlanacaktır.

- Deprem kuvvetleri binaya her iki doğrultuda ve her iki yönde ayrı ayrı etki ettirilecektir.

- Deprem hesabında kullanılacak zemin parametreleri TDY (2007) Bölüm 6'ya göre belirlenecektir.

- Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yer değiştirme ve şekil değiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanacaktır.

- Döşemelerin yatay düzlemde rijit diyafram olarak çalıştığı binalarda, her katta iki yatay yer değiştirme ile düşey eksen etrafında dönme serbestlik dereceleri göz önüne alınacaktır. Kat serbestlik dereceleri her katın kütle merkezinde tanımlanacak, ayrıca ek dış merkezlik uygulanmayacaktır.

- Binanın taşıyıcı sistem modeli, deprem etkileri ile düşey yüklerin ortak etkileri altında yapı elemanlarında oluşacak iç kuvvet, yer değiştirme ve şekil değiştirmeleri hesaplamak için yeterli doğrulukta hazırlanacaktır

- Betonun maksimum basınç birim şekil değiştirmesi 0.003, donatı çeliğinin maksimum birim şekil değiştirmesi ise 0.01 alınabilir.

- Eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlama kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılacaktır. Daha kesin bir hesap yapılmadıkça, etkin eğilme rijitlikleri için aşağıda verilen değerler kullanılacaktır:

Kirişlerde

$$(EI)_e = 0.40 (EI)_o \quad (2.1)$$

Kolon ve Perdelerde

$$N_D / (A_c \times f_{cm}) \leq 0.10 \text{ olması durumunda: } (EI)_e = 0.40 (EI)_o \quad (2.2)$$

$$N_D / (A_c \times f_{cm}) \geq 0.40 \text{ olması durumunda: } (EI)_e = 0.80 (EI)_o \quad (2.3)$$

Eksenel basınç kuvveti N_D 'nin ara değerleri için doğrusal interpolasyon yapılabilir. N_D , deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu yüklerin göz önüne alındığı ve çatlama kesitlere ait $(EI)_o$ eğilme rijitliklerinin kullanıldığı bir ön düşey yük hesabı ile belirlenecektir. Deprem hesabı için başlangıç durumunu oluşturan düşey yük hesabı ise, yukarıda belirtildiği şekilde elde edilen etkin eğilme rijitliği $(EI)_e$ kullanılarak, deprem hesabında esas alınan kütlelerle uyumlu yüklere göre yeniden yapılacaktır. Deprem hesabında da aynı rijitlikler kullanılacaktır.

Zemindeki şekil değiştirmelerin yapı davranışını etkileyebileceği durumlarda zemin özellikleri analiz modeline yansıtılacaktır.

3. DOĞRUSAL OLMAYAN DAVRANIŞIN KAYNAKLARI

Yapıların depreme performanslarının gerçekçi olarak belirlenebilmesi, deprem esasında can ve mal kaybı olmadan yapıların terk edilebilmesi, deprem sonrasında yapılarda oluşacak hasar seviyelerinin gerçeğe yakın olarak belirlenebilmesi için önem arz etmektedir. Bu sebepten dolayı yapıların projelendirmesi kadar yapı elemanlarında kullanılacak malzemelerinin davranışı ve şekil değiştirmesi hesaplamalarda gerçekçi olarak yansıtılmalıdır (Aşık 2010).

Doğrusal davranışını esas alan analiz yöntemlerinde, malzemenin gerilme- şekil değiştirme bağıntuları doğrusal-elastik olarak kabul edilmekte ve yer değiştirmelerin çok küçük olduğu yani denge denklemlerin deforme olmuş sistemler yerine binanın ilk geometrisine göre yazılabileceğini kabul eder.

Bu yöntem normal şartlarda birçok yapının analizinde yeterli olurken yapı üzerine etkiyen dış yüklerin yapının taşıma gücüne yakın olduğu durumlarda gerilmeler doğrusal-elastik sınırı aşmakta ve yer değiştirmeler ihmal edilemeyecek büyüklüklere ulaşılacağı için gerçekçiliğini kaybetmektedir.

Günümüzde genellikle doğrusal davranışı baz alan yapı analizi yöntemleri kullanılmakta ve daha sonra doğrusal olmayan davranış çeşitli kabuller yapılarak hesaba dahil edilmeye çalışılmaktadır. Deprem etkilerine göre malzemenin doğrusal elastik sınır ötesindeki davranışını hesaba katmak için, taşıyıcı sistem davranış katsayısı tanımlanır ve elastik deprem yükleri bu katsayıya bağlı bir deprem yükü azaltma katsayısı ile bölünerek küçültülür.

Bu kabuller ile yapılan hesaplamalar gerçeğe yakın sonuç verse de tam olarak doğrusal-elastik ötesi davranışı karşıladığı veya ne kadar doğru olduğu bir soru işaretidir. Bu durumda malzemenin davranışı ve geometriden meydana gelen lineer olmayan davranışı göz önüne alan ‘Doğrusal Olmayan Teori’ kullanılır.

Doğrusal olmayan sistem davranışını esas alan hesap yöntemlerinin geliştirilmesinde ve uygulanmasında genel olarak iki durum ile karşılaşılmaktadır. Bunlardan birincisi,

yapı sisteminin doğrusal olmamasına neden olan etkenlerin belirlenerek sistem davranışını gerçeğe yakın bir biçimde temsil eden hesap modelinin oluşturulması ki bu zor bir iştir, diğeri ise bu hesap modelinin analizi sonucunda elde edilen doğrusal olmayan denklem sisteminin etkin bir şekilde çözümlenmesidir (Arslan 2010).

Hesaba katılacak doğrusal olmayan şekil değıştirmelerin plastik mafsalsal (veya plastik kesit) adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, sistemin diğers bölümlerinin ise doğrusal-elastik davrandığı varsayımı yapılarak işlemlere dahil edilir.

Doğrusal olmayan malzemedens yapılmış sistemlerde, dış yüklerin artmasıyla birlikte iç kuvvetlerde artar. İç kuvvetlerin artışından dolayı bazı kesitler doğrusal elastik sınırı aşar ve bundan dolayı kesitlerde doğrusal olmayan (plastik) şekil değıştirmeler meydana gelmektedir.

Toplam şekil değıştirmelerin doğrusal şekil değıştirmelere oranı olarak tanımlanan süneklik oranının büyük olduğı ve doğrusal olmayan şekil değıştirmelerin küçük bir bölgeye yayıldığı sistemlerde, doğrusal olmayan eğilme şekil değıştirmelerinin plastik mafsalsal adı verilen belirli kesitlerde toplandığı, bunun dışındaki bölgelerde ise sistemin doğrusal-elastik davrandığı kabul edilebilir. Bu hipoteze, plastik mafsalsal (plastik kesit) hipotezi adı verilir.

Malzemedens kaynaklanan davranış modellemeleri için; dinamik analiz yöntemlerinde ve itme analizinde genellikle plastik mafsalsal hipotezine göre işlemler yapılır. Bu çalışmada da plastik mafsalsallar tanımlanacaktır.

4. BETONARME PERDELER VE HESAP YÖNTEMLERİ

4.1 Betonarme Perdeler

Perdeler planda uzun kenarı kısa kenarına oranı en az yedi olan yapı elemanlarını tanımlamaları için kullanılır. Kolonlara göre rijitlikleri daha yüksek olduğu için taşıyıcı sisteme etkileyen deprem yüklerinin çoğunu karşılarlar ve taşıyıcı sistemin yatay yöndeki hareketini, yaptığı deplasmanı kısıtlayarak elemanlarda daha az hasar oluşmasını sağlarlar. Yapıda tek başlarına olabilecekleri gibi çerçeve sistemiyle de birlikte kullanılabilirler. Rijitlikleri fazla olduğu için deprem veya rüzgârdan oluşan düşey yüklerin tamamına yakınına karşılarlar. Deprem etkisi çok katlı binalarda görelî kat ötelemelerini önemli ölçüde azaltırlar. Ayrıca yapıya etkileyen ikinci mertbe etkilere engel olurlar. Kısaca perdelerin ana görevi yapının yatay ötelenme rijitliğini artırmak katlar arasında yatay ötelemeleri sınırlamak ve deprem yükleri altında yapıya rijitlik sağlamaktır (Atımtay, 2000).

Yapının yüksekliği arttıkça taşıyıcı sistem içerisindeki perdelerinde önemi artar. Yönetmenlikte, betonarme binaların yatay yük taşıyıcı sistemlerinin sadece çerçevelerden, sadece perdelerden veya çerçeve ve perdelerin bileşimlerinden oluşabilmesine müsaade edilmektedir. Hatta süneklik düzeyi yüksek çerçeveli sistemlerin enerji tüketme kapasiteleri dikkate alınarak, bu sistemlerin R olarak tanımlanan davranış katsayıları diğer sistemlerinkinden daha yüksek seçilmiştir. Bir bakıma çerçeveli sistemlere olan güven belirtilmiş ise de, büyük yanal kuvvetlerin perdelerle karşılanması daha güvenli olacağı yaygın bir kanıdır (Aşık 2010).

TDY’liğinde, Madde 3.6 Süneklik Düzeyi Yüksek Perdelerle ilgili bölümünde, perde gövde kalınlığının 200 mm’den ve kat yüksekliğinin 1/20’sinden az olmamak koşulu ile birlikte, birde perdelerin toplam alanlarıyla ilgili aşağıdaki koşullar getirilmiştir.

$$\sum A_g / \sum A_p \geq 0.020 \text{ olması} \quad (4.1)$$

$$V_t / \sum A_g \leq 0.50 f_{ctd} \quad (4.2)$$

eşitlikleri ile ilgili olarak “Deprem yüklerinin tümünün bina yüksekliği boyunca sadece perdeler tarafından taşındığı binalarda, Denk. (4.1) ve Denk. (4.2) koşullarından her ikisinin de sağlanması durumunda perde duvar kalınlığı, binalardaki en yüksek katın yüksekliğinin 1/20’sinden ve 150 mm’den az olmayacaktır.” denilmektedir. (Bu çalışmadaki notasyon ve indisler 2007 tarihli TDY’ 2007’den alınmıştır.)

Yapının taşıyıcı sistemi zayıflıklar içeriyorsa (yumuşak ve zayıf kat, kısa kolon gibi),

$$\sum A_w \geq 0.003 \times \sum A_{pi} \quad (4.3)$$

eşitliği ile toplam perde alanı artırılmaktadır (TDY-2007).

4.2 Betonarme Perdelerin Modelleme Kriterleri

Depreme dayanıklı yapı tasarımı için temel ilkeler, yeterli dayanım, yeterli rijitlik ve yeterli süneklik olarak belirtilmektedir. Bir bütün olarak deprem yüklerini taşıyan bina taşıyıcı sisteminde ve aynı zamanda taşıyıcı sistemi oluşturan elemanların her birinde, deprem yüklerinin temel zeminine kadar sürekli bir şekilde ve güvenli olarak aktarılmasını sağlayacak yeterlikte rijitlik, dayanım ve süneklik bulunmalıdır. Bunlara ilave olarak, betonarme yapıların davranışlarıyla ilgili olarak kullanılan yeterli kararlılık (stabilite), yeterli sönüm ve yeterli uyum (adaptasyon) ilkeleri de göz önünde bulundurulmalıdır.

4.2.1 Dayanım

Yeterli dayanımdan amaç, öncelikle taşıyıcı sistem elemanları, kendilerine etkileyen yük ya da yük etkileri nedeniyle TDY (2007)’de yapıların depreme dayanıklılığını, yapının depremde açığa çıkacak olan enerjiyi sönümlemesinin ve bu amaçla yapının yeterince sünek olmasını ister. Yönetmeliğin amacı, şiddetli depremlerde altında yapının hiç göçmemesi ve kısmen göçmemesini sağlamaktır. Bu yaklaşım üç aşamalı bir yapısal davranış esasına dayanır:

1. Sıklıkla oluşabilecek hafif şiddetteki depremlerde yapıların elastik davranması, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarının herhangi bir hasar görmemesi,
2. Orta sıklıkta oluşabilecek orta şiddetteki depremlerde yapıların elastik limitine yaklaşması, yapısal ve yapısal olmayan sistem elemanlarında oluşabilecek hasarın onarılabilir düzeyde kalması,

3. Az sıklıkta oluşabilecek şiddetli depremlerde ise yapıların plastik davranması, can kaybını olmaması için yapıların kısmen veya tamamen göçmesini önlemektir (TDY 2007).

TDY (2007)' ye göre yeni binaların tasarımında esas alınacak deprem, şiddetli depreme karşılık gelmektedir. Bina önem katsayısı $I = 1$ olan binalar için, tasarım depreminin 50 yıllık süre içinde aşılma olasılığı %10'dur. Yönetmelikte bu şekilde tanımlanan depreme göre yapılan yapı tasarımının ilk iki aşamada öngörülen yapı davranışını güvenli bir biçimde sağlayacağı kabul edilir

Yönetmelikte tanımlanan şiddetli depremin etkisi altında yapının göçme olmadan ayakta kalabilmesi, yapıda belirli seviyede dayanımın olması ve açığa çıkan enerjinin tamamına yakınının sönmelenmesini sağlanmış olmasına bağlıdır. Bu iki yapısal özellik, yukarıda ikinci aşamada belirtilen yapısal davranış için de gereklidir. Birinci aşama için öngörülen doğrusal elastik davranış ise tümüyle yapı elemanlarının yeterli dayanımı ile sağlanır.

4.2.2 Rijitlik

Yapı için yeterli rijitlik; momentlerini mümkün olduğunca küçültmek, oluşması beklenen deprem esnasında yapısal olmayan hasarları azaltmak için gerekli olmaktadır. Yatay yükler etkisinde yapının rijitliği, yapı elemanın kendi rijitliği ve yapıda bir katın alt kata göre yapmış olduğu görece ötelenme miktarıdır.

Rijitlik için yapının geometrisi değil, düşey taşıyıcıların konumu ve bunların her iki doğrultudaki boyutları önemli olmaktadır. Betonarme bir yapıda düşey taşıyıcı elemanlar olarak kolon ve perdeler dikkate alınır dolgu duvarlar dikkate alınmaz. Bu durumun sebebi kolon ve perdeler dolgu duvarlara göre daha rijit davrandıkları içindir. Düşey taşıyıcı elemanların rijitliklerinin hesabında elemanlarda kullanılan malzemenin elastisite modülü, elemanların boyutları ve eleman uçlarındaki bağlanma biçimleri etkili olmaktadır

4.2.3 Süneklilik

Yapı ve elemanlarının taşıma gücünde önemli bir azalma olmadan şekil değiştirme yapabilme ve tekrarlı yükler etkisinde enerji tüketebilme özelliğine o yapının ya da yapı elemanlarının sünekliliği denilmektedir. Yani süneklilik kesit için ve yapı için ayrı tanımlanabilir. Eğer yapı, hasar görmeden deprem sırasında açığa çıkan enerjiyi

yutabiliyorsa yapının sünek olduğu söylenebilir. Deprem sırasında yapıda oluşacak yer değiştirmelerin bilinmesi yapının sünekliliği hakkında bilgi verir

Deprem etkisi altında doğrusal-elastik davranması beklenen yapılarda deprem sırasında oluşacak enerjinin taşıyıcı sistem elemanlarında plastik mafsal oluşmadan önce sönmülmelidir. Ancak bu durumun gerçekleşmesi için taşıyıcı sistem elemanlarındaki kesitlerin aşırı büyük boyutlarda olması gerekmektedir. Bu durumda ise yapının maliyeti artacaktır. Yapı maliyetini azaltmak için enerjinin bir kısmını plastik aşamada tüketmek gerekir ve yapının sünek davranış gösterecek şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Enerjinin çoğu taşıyıcı sistem elemanlarında oluşacak plastik mafsallarda sönmülmelidir. Enerji tüketimi açısından plastik mafsal olan bir kesitte büyük şekil değiştirme kapasitesi oluşmaktadır. Kırılmanın oluşacağı bu kesit şekil değiştirmesi sırasında açığı çıkan enerjinin tamamına yakını sönmülemiş olur. Bu sayede yapı yıkılmadan depremi atlama olasılığı artmaktadır.

Yapılardaki taşıyıcı sistem elemanlarında göçmenin ve kırılmanın daha uzun sürede gerçekleşmesi istendiği için, yapının sünek davranış göstermesi istenmektedir. Yalnız sistemin çökmemesi için TDY (2007)'de bize plastik mafsalların kolonlar yerine ilk olarak kirişlerde oluşmasının gerektiğini söyler.

4.3 Doğrusal Elastik Hesap Yöntemleri

Doğrusal elastik hesap yöntemleri; Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemidir. Bu tez kapsamında doğrusal elastik hesap yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü yöntemi ile mevcut bir binanın deprem performansı değerlendirilecektir.

4.3.1 Binaların deprem performanslarının eşdeğer deprem yüküyle belirlenmesi

Eşdeğer deprem yükü yöntemi, bodrum üzerindeki binanın toplam yüksekliğinin 25 metreyi ve toplam kat sayısı 8'i geçmeyen binalar için kullanılır. Ayrıca burulma düzensizliği katsayısı η_{bi} 1.4 ten küçük olan binalar için ($\eta_{bi} < 1.4$) uygulanabilmektedir.

$$V_i = \lambda WA(T_1) = \frac{\lambda WA_0 IS(T)}{R_a} \quad (4.4)$$

Toplam eşdeğer deprem yükünün (taban kesme kuvveti) V_t hesaplanırken deprem yükü azaltma katsayısı $R_a=1$ alınacak , λ katsayısı, bodrum hariç bir ve iki katlı binalarda 1.00 diğer binalarda 0.85 alınacaktır.

Yöntemin Adımları şu şekilde özetlenebilir.

Taşıyıcı sistem G+nQ yüklemesi altında çözülerek M_D ve N_D kuvvet çiftleri bulunur. Taşıyıcı sistem azaltılmamış deprem kuvvetleri altında çözülerek M_E ve N_E kuvvet çiftleri hesaplanır. Bu kuvvetler hesaplanırken bina üzerinde deprem (E) ve düşey yüklerden oluşan yükler (G+nQ) birlikte kullanılır. Kirişlerin kesit özellikleri ve donatı düzeni dikkate alınarak pozitif ve negatif eğilme momenti kapasiteleri (M_K) hesaplanır. Denk. (4.5) ve Denk. (4.6) aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$0.85 \times f_{cm} \times b_w \times a = A_s \times f_{ym} \quad (4.5)$$

$$M_K = A_s \times f_{ym} \times (d - 0.5a) \quad (4.6)$$

Kolon ve kirişlerde kesme kuvveti kapasiteleri hesaplanırken, bu değerler tanımlanan değerlerle karşılaştırılarak kesitin sünek veya gevrek olduğuna karar verilir. Eğer taşıyıcı sistem elemanları sünek eleman ise analize devam edilerek $r = \text{etki/kapasite}$ oranları hesaplanır. Etki/kapasite oranları TDY2007 Bilgilendirme Eki 7/A da verilen değerlerle karşılaştırılır.

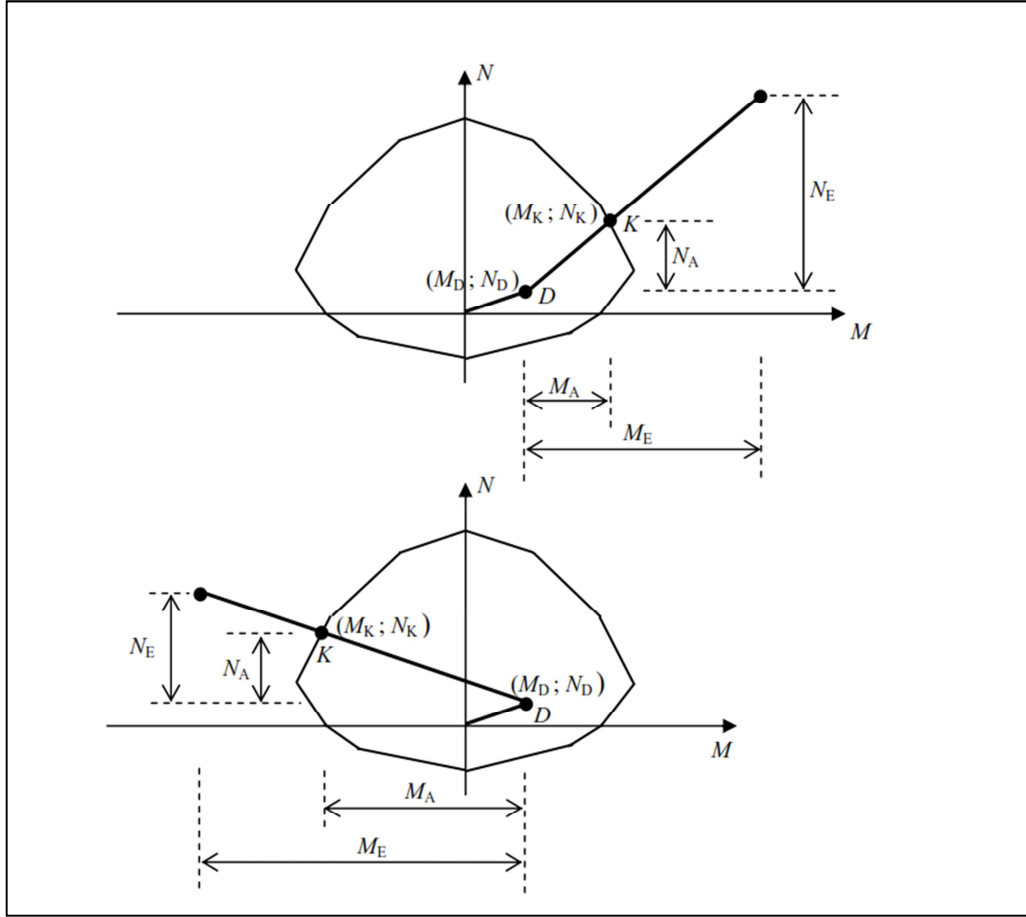
Artık moment kapasitesi M_A ve buna karşı gelen aksenal kuvvet N_A aşağıdaki şekilde de hesaplanabilir.

$$M_A = M_K - M_D \quad (4.7)$$

$$N_A = N_K - N_D \quad (4.8)$$

Kolon veya perdenin etki/kapasite oranı ise şu şekilde tanımlanabilir:

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{N_E}{N_A} \quad (4.9)$$



Şekil 4.1: Kolon Moment Normal Kuvvet Etkileşim Diyagramı

Şekil 4.1'deki K kesişme noktasının koordinatları olan M_K veya N_K 'nin geometrik veya sayısal olarak elde edilmesi durumunda, düşey yük hesabından M_D veya N_D , deprem hesabından ise M_E veya N_E bilindiğine göre, Denk.(4.7) ve Denk.(4.8)'den yararlanılarak kesitin eğilme ve aksenal kuvvet altındaki etki/kapasite oranı doğrudan hesaplanabilir. Kolon kesitinin moment kapasitesine karşı gelen aksenal kuvvet M_K , hasar sınırlarını tanımlayan Çizelge 4.3'de göz önüne alınacak olan aksenal kuvvettir.

Bulunan r (etki/kapasite) değeri Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'deki değerler ile karşılaştırılarak taşıyıcı sistem elemanların hasar bölgesi belirlenir. Analizi yapılan yapı için görel kat kontrolleri yapıldıktan sonra bu değerler yönetmelikteki değerler ile karşılaştırılır. Taşıyıcı eleman düzeyinde hasar bölgesi belirlendikten sonra bu değerler kullanılarak taşıyıcı sistem performans durumu belirlenir.

Çizelge 4.1: 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

Çizelge 4.2: 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

Çizelge 4.3: 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

Çizelge 4.4:Görelî Kat Ötelemesi Oranları

Görelî Kat Ötelemesi	Hasar Sınırı		
Oranı	MN	GV	GÇ
δ_{ji} / h_{ji}	0.01	0.03	0.04

Kirişler için etki/kapasite çizelge oranlarının sınır değerleri Çizelge 4.1’de kolonlar için etki/kapasite çizelge oranlarının sınır değerleri Çizelge 4.2:’de perdeler için etki/kapasite çizelge oranlarının sınır değerleri Çizelge 4.3’de görelî kat ötelemesi oranları için sınır değerleri Çizelge 4.4’de sünek ve gevrek elemanlar için ayrı ayrı verilmiştir.

4.4 Doğrusal Elastik Olmayan Hesap Yöntemleri

Binaların doğrusal olmayan davranışlarının; Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemleri ile belirlenir. Bu tez kapsamında doğrusal olmayan hesap yöntemlerinden, artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemi ile mevcut bir binanın deprem performansı değerlendirilecektir.

Deprem etkisi altında mevcut binaların yapısal performanslarının belirlenmesi ve güçlendirme analizleri için kullanılacak doğrusal elastik olmayan hesap yöntemlerinin amacı, verilen bir deprem için sünek davranışa ilişkin plastik şekil değiştirme istemleri ile gevrek davranışa ilişkin iç kuvvet istemlerinin hesaplanmasıdır. Daha sonra bu istem büyüklükleri, bu bölümde tanımlanmış olan şekil değiştirme ve iç kuvvet kapasiteleri ile karşılaştırılarak, kesit ve bina düzeyinde yapısal performans değerlendirmesi yapılacaktır.

4.4.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi

Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin amacı, birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem istem sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizi'nin yapılmasıdır. Düşey yük analizini izleyen itme analizinin her bir adımında taşıyıcı sistemde meydana gelen yer değiştirme, plastik şekil değiştirme ve iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli (kümülatif) değerler ve son adımda deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanacaktır (TDY-2007).

Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi'nin kullanılabilmesi için, binanın kat sayısının bodrum hariç 8'den fazla olmaması ve herhangi bir katta ek dış merkezlik göz önüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması gereklidir. Ayrıca göz önüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam bina kütlelerine (rijit perdelerle çevrelenen bodrum katlarının kütleleri hariç) oranının en az 0.70 olması zorunludur.

Artımsal itme analizi sırasında, eşdeğer deprem yükü dağılımının, taşıyıcı sistemdeki plastik kesit oluşumlarından bağımsız biçimde sabit kaldığı varsayımı yapılabilir. Bu durumda yük dağılımı, analizin başlangıç adımında doğrusal elastik davranış için hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) doğal titreşim mod şekli genliği ile ilgili kütlelerin çarpımından elde edilen değerle orantılı olacak şekilde tanımlanacaktır. Kat döşemeleri rijit diyafram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri olarak her katın kütle merkezindeki birbirine dik iki yatay öteleme ile kütle merkezinden geçen düşey eksen etrafındaki dönme göz önüne alınacaktır.

Yukarıda tanımlanan sabit yük dağılımına göre yapılan itme analizi ile koordinatları "tepe yer değiştirmesi – taban kesme kuvveti" olan itme eğrisi elde edilecektir. Tepe yer değiştirmesi, binanın en üst katındaki kütle merkezinde, göz önüne alınan x deprem doğrultusunda her itme adımında hesaplanan yer değiştirmesidir. Taban kesme kuvveti ise, her adımda eşdeğer deprem yüklerinin x deprem doğrultusundaki toplamıdır. İtme eğrisine uygulanan koordinat dönüşümü ile koordinatları "modal yer

değiştirme – modal ivme” olan modal kapasite diyagramı aşağıdaki şekilde elde edilebilir:

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

$$a_{x1}^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad (4.10)$$

Burada;

$V_{x1}^{(i)}$: x deprem doğrultusundaki (i)'inci itme adımı sonucunda elde edilen hakim moda ait taban kesme kuvvetini,

M_{x1} : x deprem doğrultusunda doğrusal elastik davranış için tanımlanan hakim moda ait etkin kütleli ifade etmektedir.

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

$$d_{x1}^{(i)} = \frac{U_{xN1}^{(i)}}{\Gamma_{x1} \Phi_{xN1}} \quad (4.11)$$

Burada;

$d_1^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yer değiştirmeyi

$U_{xN1}^{(i)}$: Binanın tepesinde (n. katında) x deprem doğrultusunda (i). itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yer değiştirme

Φ_{xN1} : Binanın tepesinde (n. katında) x deprem doğrultusunda birinci moda ait mod şekli genliği

Γ_{x1} : x deprem doğrultusunda birinci moda ait katkı çarpanını ifade etmektedir.

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 Denk. (4.12)'deki gibi hesaplanır:

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1} \quad (4.12)$$

Alternatif olarak, artımsal itme analizi sırasında eşdeğer deprem yükü dağılımı, her bir itme adımında öncekilere göre değişken olarak göz önüne alınabilir. Bu durumda yük dağılımı, her bir itme adımı öncesinde taşıyıcı sistemde oluşmuş bulunan tüm plastik kesitler göz önüne alınarak hesaplanan birinci (deprem doğrultusundaki hakim) titreşim mod şeklinin genliği ile ilgili kütlelerin çarpımından elde edilen değerle orantılı olarak tanımlanacaktır. Kat döşemeleri rijit diyafram olarak idealleştirilen binalarda, birinci (hakim) doğal titreşim mod şeklinin genlikleri bölüm 4.3.1'deki gibi tanımlanacaktır.

İtme analizi sonucunda edilen modal kapasite diyagramı ile birlikte (TDY-2007), Bölüm 2.4'de tanımlanan elastik davranış spektrumu ve farklı aşılma olasılıkları için bu spektrum üzerinde birinci (hakim) moda ait maksimum modal yer değiştirme, diğer bir deyişle modal yer değiştirme istemi hesaplanacaktır. Tanım olarak modal yer değiştirme istemi, $d_1^{(p)}$ doğrusal olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme S_{di1} 'e eşittir:

$$d_1^{(p)} = S_{di1} \quad (4.13)$$

Doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme, S_{di1} , itme analizinin ilk adımında, doğrusal elastik davranış esas alınarak hesaplanan birinci (hakim) moda ait $T1_{(1)}$ başlangıç periyoduna karşı gelen doğrusal elastik (linear) spektral yer değiştirme S_{de1} 'e bağlı olarak elde edilir:

$$S_{di1} = C_{R1} S_{de1} \quad (4.14)$$

Son itme adımı $i = p$ için Denk. (4.13)'e göre belirlenen modal yer değiştirme istemid $d_1^{(p)}$ 'nin Denk. (4.11)'de yerine konulması ile X deprem doğrultusundaki tepe yer değiştirmesi istemi $u_{xN1}^{(p)}$ elde edilecektir.

$$u_{xN1}^{(p)} = \phi_{x1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (4.15)$$

Buna karşı gelen diğer tüm istem büyüklükleri (yer değiştirme, şekil değiştirme ve iç kuvvet istemleri) mevcut itme analizi dosyasından elde edilecek veya tepe yer

değiştirmesi istemine ulaşıncaya kadar yapılacak yeni bir itme analizi ile hesaplanacaktır.

$T_1^{(1)}$ başlangıç periyodunun, karakteristik periyod T_B 'den daha kısa olması durumunda ($T_1^{(1)} < T_B$ veya $(\omega_1^{(1)})^2 > \omega_B^2$) ise, Denk. (4.14)'deki spektral yer değiştirme oranı C_{R1} , ardışık yaklaşımla hesaplanacaktır:

İtme analizi sonucunda elde edilen modal kapasite diyagramı, yaklaşık olarak iki doğrulu (linear) bir diyagrama donüştürölür. Bu diyagramın başlangıç doğrusunun eğimi, itme analizinin ilk adımındaki ($i=1$) doğrunun eğimi olan birinci moda ait öz değere, $(\omega_1^{(1)})^2$, eşit alınır ($T_1^{(1)} = 2\pi / \omega_1^{(1)}$).

Ardışık yaklaşımın ilk adımımda $C_{R1} = 1$ kabulü yapılarak, eşit değer akma noktası'nın koordinatları eşit alanlar kuralı ile belirlenir.

İtme analizi bittikten sonra her bir plastik kesitte, uygun beton ve donatı çeliği modeli kullanılarak kesit analizi yapılır ve toplam eğriliklere karşı gelen beton birim kısılması, donatı çeliği birim boy uzaması hesaplanır. Bu işlemler deprem doğrultusunun diğer yönü içinde yapılarak hesaplanan birim boy değişmeleri yönetmeliklerdeki sınır değerlerle karşılaştırılarak elaman hasar seviyeleri belirlenir. Birleşim bölgelerinde ve elemanlarda kesme güvenliği kontrolü yapılır. Elemanların kesitleri için belirlenen hasar bölgeleri ele alınarak yapı sisteminin deprem performansı değerlendirilir. Ayrıca görel kat ötelemeleri değerlendirilerek bina performans seviyesi kontrol edilir.

5. BİNA PERFORMANSININ DOĞRUSAL VE DOĞRUSAL OLMAYAN YÖNTEMLERLE BELİRLENMESİ

Bu bölümde farklı kat yükseklikleri olan 2 katlı betonarme bir yapının eş değer deprem yükü ve artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre analizi yapılacaktır. Yapı sisteminin matematik modeli Sap2000 programıyla yapılmıştır. Tasarlanan modelde döşeme kalınlığı 12 cm dir. Kirişler dikdörtgen 25 cm×50 cm boyutunda kolonlar ise kare olarak 40 cm×40 cm boyutunda tasarlanmıştır Döşemelerde yatayda rijit diyafram olarak tanımlanmış olup düğüm noktaları sonsuz rijit kabul edilmiştir. Zemin ve normal kattaki döşemelere ölü yük: 1.5 kN/m² hareketli yük 2.00 kN/m² olarak yüklenerek döşeme ağırlığı programa hesaplatılarak yükler kirişlere aktarılmıştır. Kirişler üzerine ayrıca duvar yükü olarak 6.00 kN/m² yüklenmiştir. Analiz için Sap2000, moment ve eğrilik değerleri için XTRACT programları kullanılmıştır.

Genel Bilgiler

Kat Adedi	:2
Zemin Kat Yüksekliği	:3.5 m
Normal Kat Yüksekliği	:3.00 m
Toplam Bina Yüksekliği	:6.50 m
Kullanım Amacı	:Konut+ Ticari

Malzeme Özellikleri

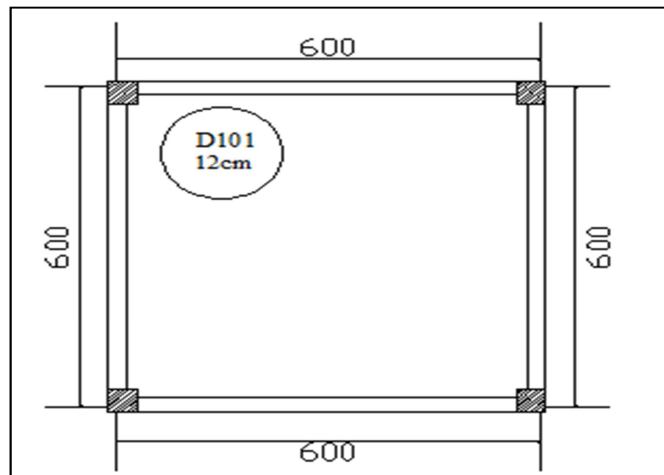
Beton Sınıfı	:C20
F_{cm}	:20 MPa
F_{ctm}	:1.6 MPa
E_c	:28000 MPa
Donatı Çeliği	:S420
F_{ym}	:420 MPa
E_s	:200000 MPa

Proje Bilgileri

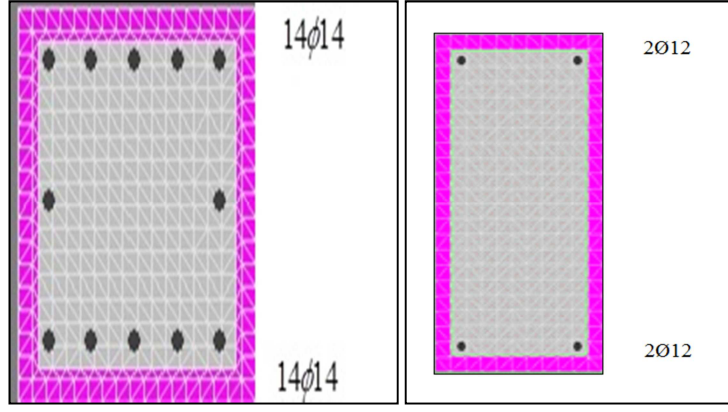
Deprem Bölgesi	:3 bölge(A0: 0,2)
Bina Önem Katsayısı (I)	:1
Zemin Sınıfı	:Z4($T_A = 0.20s$, $T_B = 0.90s$)
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	:n=0,3

Taşıyıcı Sistem Elemanları

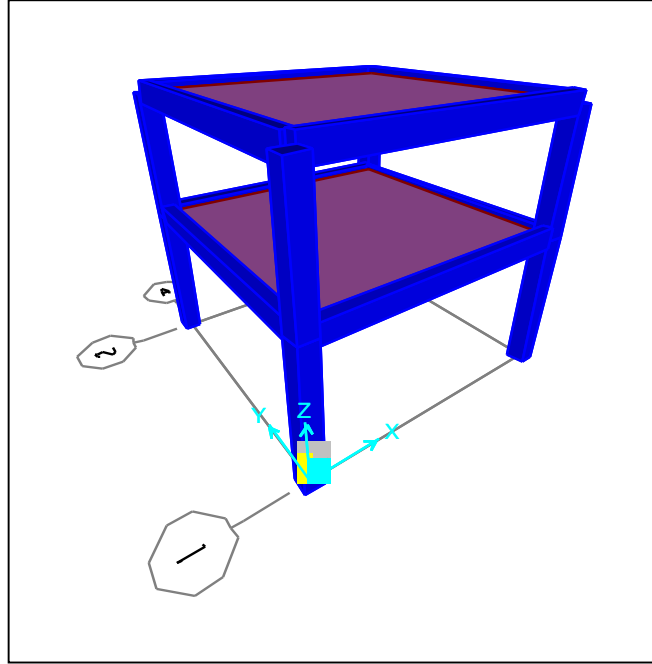
Kolonlar	:0.40 m x 0.40 m
Kirişler	:0.25 m x 0.50 m
Döşeme Kalınlığı	:0.12 m



Şekil 5.1: Kat Planı



Şekil 5.2: Kolon ve Kiriş Kesiti

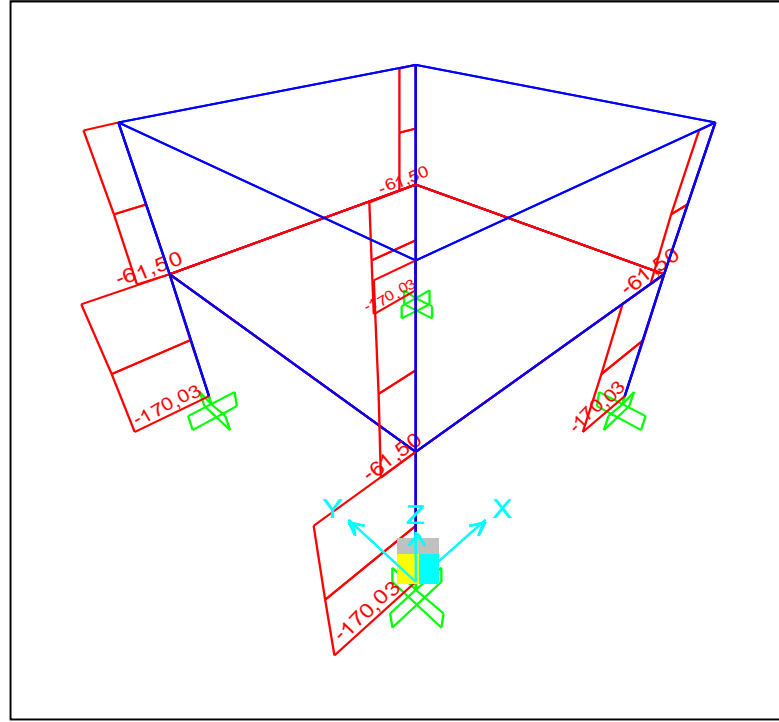


Şekil 5.3: Çerçeve Sistem Modeli

5.1. Çatlamış Kesite Ait Etkin Eğilme Rijitliklerinin Belirlenmesi

Deprem performansının belirlenmesinde eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği kullanılacaktır. Kirişlerde çatlamış kesitin etkin eğilme rijitliği kesitin etkin eğilme rijitliğinin 0.4 ile çarpılması ile bulunur. Kolonlarda ise yukarıda verilen yüklemeler altında çatlamamış kesitler kullanılarak düşey yük hesabı yapılır.

Yapı modeli oluşturulduktan sonra $G + 0.3Q$ kombinasyonu oluşturulur. Bu yükleme altında oluşan aksenal kuvvet değerine göre çatlamış kesitlere ait etkin eğilme rijitlikleri 2. bölümdeki Denk. (2.1), Denk. (2.2) ve Denk. (2.3) aşağıdaki şekilde hesaplanır.



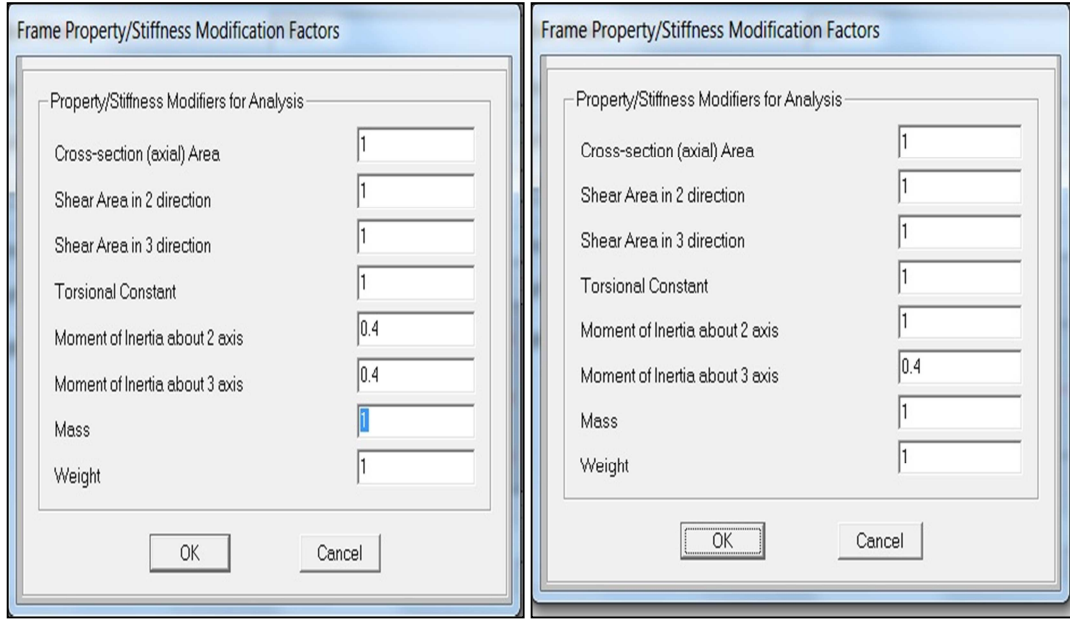
Şekil 5.4: G+0.3Q Düşey Yükleme Altında Eksenel Yükler

Sistemin düşey yükler altında (G+0,3Q) kolonlarda oluşan normal kuvvetler Şekil 5.4'de görüldüğü gibidir. Zemin kat S01 Kolonu için $N_D = 170.03 \text{ kN}$

$$A_C = 40 \times 40 = 1600 \text{ cm}^2$$

$$\frac{N_D}{A_C f_{cm}} = \frac{170.03}{1600 \times 2} = 0.053 < 0.1$$

Yukarıda en büyük eksenel yük alan kolon için yapılan hesaplamada eksenel kuvvet oranı 0.1'den küçük çıkmıştır. Diğer kolonlardaki eksenel yükler daha az olduğu için tüm kolonlarda etkin eğilme rijitliği çatlama kesitin eğilme rijitliğinin 0.4 katı alınacaktır. Bundan sonraki tüm hesaplamalara çatlama kesitlerin eğilme rijitlikleri kullanılacaktır.



Şekil 5.5: Kiriş ve Kolon Çatlamış Kesit Rijitlikleri

5.2 Doğrusal Hesap Yöntemleri İle Bina Performansının Belirlenmesi

5.2.1 Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Bu bölümde 2 katlı tek açıklıklı basit bir yapının eşdeğer deprem yükü yöntemine Sap2000 'de performans analizi yapılacaktır. Yapılan işlemler ve adımları detaylı olarak anlatılacaktır. Yapının taban kesme kuvveti olduğundan TDY-07 Bölüm 2.7'ye göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$V_i = \lambda WA(T_1) = \frac{\lambda WA_0 IS(T)}{R_a} \quad (5.1)$$

Denk. (5.1)'de $\lambda = 1,00$ Bina önem katsayısı $A_0 = 0.2$

Bina önem katsayısı $I=1$ Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a = 1$

Spektrum periyotları Z_4 için TDY 2007'den $T_A = 0.20s$, $T_B = 0.90s$

Sap2000 programından X yönü titreşim periyodu $T_X=0.658 s$

TDY 2007 Bölüm 2.4'ye göre

$$S(T)=1+1.5\frac{T}{T_A} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (5.2)$$

$$S(T) = 2.5 \quad (T_A < T \leq T_B) \quad (5.3)$$

$$S(T) = 2.5\left(\frac{T_B}{T}\right)^{0.8} \quad (T_B < T) \quad (5.4)$$

$T_A < T_x < T_B$ $0.20 < s < 0.658 < 0.90$ solduğundan $S(T_x)=2,5$ alınır.

Bina ağırlığı zemin kat kolonları $G+0.3Q$ den gelen düşey yüklerin toplamı Şekil 5.4'de olduğu gibi $W=680,00 \text{ kN}$ hesaplanır.

$$V_t = \frac{1 \times 680.00 \times 1 \times 2.5}{1} = 1700.00 \text{ kN}$$

$$\Delta F_{NX} = 0.0075 \times N \times V_t \quad (5.5)$$

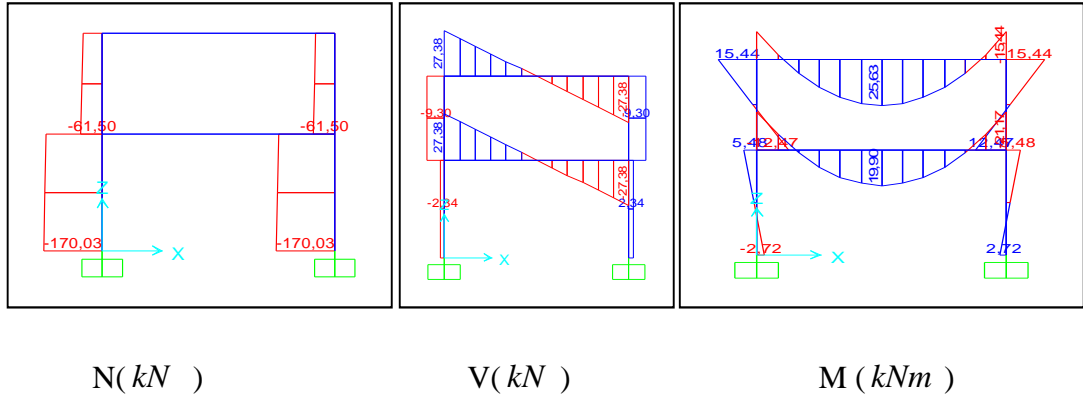
$$\Delta F_{NX} = 0.0075 \times 2 \times 170000 = 25.50 \text{ kN}$$

Bina simetrik olduğu için X doğrultusunda yapılan hesaplamalar Y doğrultusu içinde geçerlidir. X ve Y yönü için Eşdeğer deprem kuvvetleri Çizelge 5.1'de gösterilmiştir.

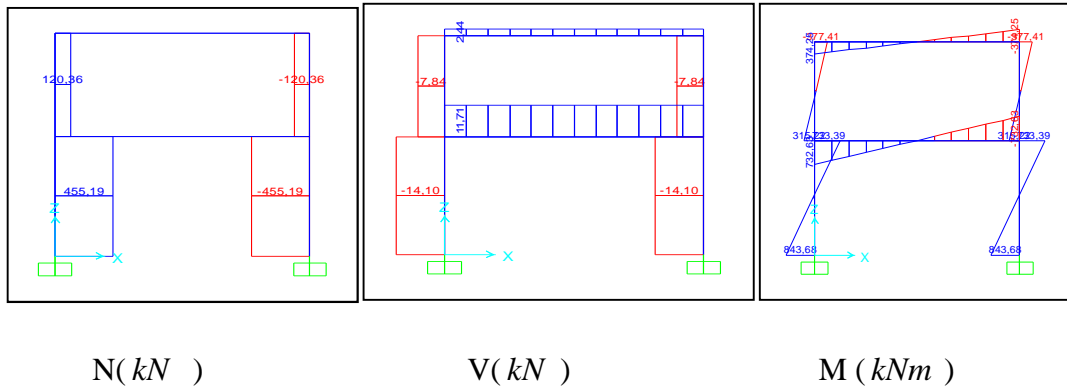
Çizelge 5.1: Eşdeğer deprem Kuvvetleri

Kat	H(m)	Wi(kN)	Wi Hi	$\frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$	F_{xi}^*	$F_{xi} + \Delta F_{NX}$	$F_{yi} + \Delta F_{Ny}$
1	6.5	246.0	1599.00	0.513	859.01	884.51	884.51
Z	3.5	434.0	1519.00	0.487	815.48	840.98	840.98

$$* F_{xi} = (V - \Delta F_{NX}) \frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$$



Şekil 5.6: Düşey Yükler Altında Oluşan İç Kuvvetler



Şekil 5.7: +EX Deprem Yükler Altında Oluşan İç Kuvvetler

Çizelge 5.2: Düşey Yükler Altında A-B ve 2 Aksında Oluşan İç Kuvvetler

Düşey Yükler Altında Oluşan İç kuvvetler (G+0.3Q)						
Eleman no	Normal Kuvveti $N_d(kN)$		Kesme Kuvveti $V_D(kN)$		Eğilme Momenti $M_D(kNm)$	
	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç
K01			-27.38	27.38	-21.17	-21.17
K101			-27.38	27.38	-15.44	-15.44
S01	-170.03	-170.03	-2.34	-2.34	-2.72	5.48
S02	-170.03	-170.03	2.34	2.34	2.72	-5.48
S101	-61.50	-61.50	-9.30	-9.30	-12.47	15.44
S102	-61.50	-61.50	9.30	9.30	12.47	-15.44

Çizelge 5.3: +X Deprem Etkisi Altında Oluşan İç Kuvvetler

+X Deprem etkisi Altında Oluşan İç kuvvetler						
Eleman no	Normal Kuvve $P_E(kN)$		Kesme Kuvveti $V_E(kN)$		Eğilme Momenti $M_E(kNm)$	
	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç
K01			224.21	224.21	667.55	-667.55
K101			124.75	124.75	374.25	-374.25
S01	455.19	455.19	450.59	450.59	843.68	-733.39
S02	-455.19	-455.19	450.59	450.59	843.68	-733.39
S101	120.36	120.36	230.88	230.88	315.22	-377.41
S102	-120.36	-120.36	230.88	230.88	315.22	-377.41

5.2.2 Kirişlerin taşıma kapasitelerinin hesaplanması

Kiriş ve kolonların etki kapasite oranları (r), deprem etkisi altında hesaplanan kesit eğilme momentinin (M_E), kesitin artık eğilme momenti kapasitesine (M_A) bölünmesi ile elde edilir. Artık eğilme momenti kapasitesi ise kesitin eğilme momenti kapasitesi (M_K) ile düşey yükler altında kesitte hesaplanan moment (M_D) etkisinin farkıdır. Kesitin eğilme momenti kapasitesi ise ele alınan deprem yönüyle uyumlu olmalıdır. Yani ele alınan deprem doğrultusunda kesitte oluşan moment pozitif ise o kesitin pozitif moment taşıma kapasitesi ele alınmalıdır.

Kirişlerde sağ ve sol uçlar için her ucun alt ve üstü olmak üzere hesap yapılmış her kiriş için dört farklı etki/ kapasite oranı belirlenmiş olup en elverişsiz olanı değerlendirmeye alınmıştır. Etki/kapasite oranlarının belirlenmesi sırasında öncelikle düşey yüklemelerden oluşan kiriş eğilme momentleri (M_D) deprem etkisi altında hesaplanan kesit eğilme momentinin (M_E) Sap2000 programından alınmıştır. Kesitin artık eğilme momenti kapasitesi (M_K), Denk. (4.5) ve Denk. (4.6)'ya göre hesaplanmıştır. Artık moment kapasitesi (M_A) ise Denk. (4.7) göre hesaplanabilir.

M_K 'nın (Kirişin eğilmem moment kapasitesi) hesabı için kirişlere ait kesit özellikleri ve donatılar Çizelge 5.4'de verilmiştir.

Çizelge 5.4: Kiriş Donatıları

Kiriş No	b/h	Alt Donatı	Montaj Donatı	Sol Üst uç ilave Donatı	Sağ Üst uç ilave Donatı	Sol Uç Sargı Donatı	Sağ Uç Sargı Donatı
K01	25/50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	2 ϕ 14	2 ϕ 14	ϕ 8 / 15	ϕ 8 / 15
K101	25/50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14	ϕ 8 / 15	ϕ 8 / 15

Kirişlerin moment ve kesme kuvveti kapasiteleri hesaplanacaktır. Kapasite hesabında beton ve donatı için mevcut malzeme dayanımları kullanılır.

K01 kirişinin sol üst ucu için moment taşıma kapasitesi Denk. (4.5) ve Denk. (4.6) dan aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$0.85 \times 20 \times 250 \times a = 616 \times 420$$

$$a = 60.88 \text{ mm}$$

$$M_r = 616 \times 420 \times (460 - 0.5 \times 60.88) = 63109935 \text{ Nmm} = 111.14 \text{ kNm}$$

hesaplanır.

K01 kirişinin sol üst ucu için kesme kuvveti taşıma kapasitesi ve kiriş kesitinin taşıyabileceği maksimum kesme kuvveti Denk. (4.11) ve Denk. (4.12)'den aşağıdaki şekilde hesaplanır

$$V_r = 0.80 \times 0.65 \times f_{ctm} \times b_w \times d + A_{sw} \times f_{ym} \times \frac{d}{s} \quad (5.6)$$

$$V_{r_{\max}} = 0.22 f_{cm} \times b_w \times d \quad (5.7)$$

$$V_r = 0.80 \times 0.65 \times 1.6 \times 250 \times 460 + 100 \times 420 \times \frac{460}{150} = 224480 \text{ N} = 224.48 \text{ kN}$$

$$V_{r_{\max}} = 0.22 \times 20 \times 250 \times 460 = 506000 \text{ N} = 506.00 \text{ kN}$$

Olarak hesaplanır

Çerçeve sistemini oluşturan kirişlerin donatı alanları, momente taşıma kapasiteleri ve kesme kuvveti taşıma kapasiteleri Çizelge 5.5'de verilmiştir.

Çizelge 5.5: Kiriş Kesme Kuvveti ve Maksimum Kesme Kuvveti Taşıma Kapasiteleri

Kesit Özellikleri		Donatı Alanları		Kapasite Kuvvetleri		
Kiriş No	b/h	Sol Mesnet	Sağ mesnet	Sol Moment	Sağ Moment	Kesme Kuvveti
		(cm ²)	(cm ²)	<i>M</i> (kNm)	<i>M</i> (kNm)	<i>V_r</i> (kN) <i>V_{r mak}</i> (kN)
K01	25/50	3.39	3.39	111.14	111.14	224,48
		2.26	2.26	84.83	84.83	506.00
K101	25/50	3.39	3.39	111.14	111.14	224,48
		2.26	2.26	84.83	84.83	506.00

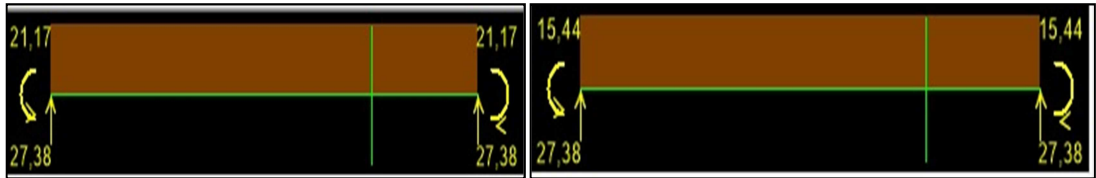
Çizelge 5.5’de Sağ ve sol uçlar için hesaplanan moment kuvvetleri Denk. (4.6) dan kesme kuvveti V_r ise Denk. (4.11) den hesaplanmıştır.

5.2.3 Kirişlerin Etki/ Kapasite (r) oranlarının ve kırılma türünün belirlenmesi

Kirişlerin etki/kapasite oranları (r) deprem etkisi altında hesaplanan kesit eğilme momentinin kesit artık eğilme momenti kapasitesine bölünmesi ile bulunur. Kirişlerin kesit eğilme kapasitesi Çizelge 5.5’te hesaplanmıştır. Bu moment taşıma kapasitelerine karşılık gelen kesme kuvvetleri V ise aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V = \frac{M_{SAĞ} + M_{SOL}}{l_n} = \frac{111.14 + 84.83}{6} = 32.66kN \quad (5.8)$$

Hesaplana V değerleri tüm kirişlerde sol uçta +32.66 kN sağ uçta -32.66 kN olarak alınacaktır.



Şekil 5.8: Düşey yükler Altında Kirişlerde Oluşan İç kuvvetler



Şekil 5.9: +X deprem etkisi altında Kirişlerde Oluşan İç kuvvetler

K01 kirişinin sol üst ucunda +X yönündeki deprem etkisinden oluşan moment $M_E = 667.55 kNm$ kirişin sol üst uç için moment taşıma kapasitesi $M_K = 111.14 kNm$ olarak hesaplanmıştır. K01 kirişinde sol ucunda düşey yüklerden oluşan moment $M_D = -21.17 kNm$ olarak hesaplanmıştır. K01 kirişin sol ucundaki artık moment M_A aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$M_A = M_K - M_D = 111.14 - (-21.17) = 132.31 kNm$$

Burada taşıma kapasitesi momenti ile düşey yük momenti ters yönlüdür. Formüldeki $-$ işaret aynı yönlü momentlerin farkı ters yönlü momentlerin ise toplanmasının ifade etmektedir.

Bu durumda K01 kirişinin sol ucundaki r Denk. (4.9) göre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{667.55}{132.31} = 5.05$$

K01 kirişinin sol alt ucunda +X yönündeki deprem etkisinden oluşan moment $M_E = 374.25 kNm$ kirişin sol alt uç için moment taşıma kapasitesi $M_K = 84.83 kNm$ olarak hesaplanmıştır. K01 kirişinde sağ ucunda düşey yüklerden oluşan moment $M_D = 21.17 kNm$ olarak hesaplanmıştır. K01 kirişin sağ ucundaki artık moment kapasitesi M_A aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$M_A = M_K - M_D = 84.83 - (21.17) = 63.66 kNm$$

Burada taşıma kapasitesi momenti ile düşey yük momenti ters yönlüdür. Formüldeki $-$ işaret aynı yönlü momentlerin farkı ters yönlü momentlerin ise toplanmasının ifade etmektedir.

Bu durumda K101 kirişinin sol ucundaki r aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{374.25}{63.66} = 5.88$$

Diğer kirişlerin sol ve sağ uçları için “r” ler yukarıda gibi hesaplanır ve sonuçlar tüm kirişler aynı özellikte ve simetrik olduğu için r’lerin hepsi birbirine eşittir.

Etki/kapasite (r) oranları hesaplandıktan sonra elemanların kırılma türleri belirlenir.

Kırılma türü belirlenirken elemanın taşıma kesme kuvveti kapasitesi V_r , eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan V_e kesme kuvvetinden büyük veya küçük olma durumuna bakılır. V_r değeri V_e den büyük ise sünek kırılma, V_r değeri V_e den küçük ise gevrek kırılma olacaktır. Düşey yükler ile deprem yükü etkisinde oluşan kesme kuvveti V nin V_e küçük olması durumunda V_e yerine V kullanılacaktır.

K01kirişi için +X yönünde deprem etkisi altında oluşan kesme kuvveti $V_{ex} = 224.21 kNm$ düşey yüklerden oluşan kesme kuvveti $V_{dx} = 27.38 kNm$ olarak hesaplanmıştır. Düşey yükler ile deprem etkisi altında oluşan V aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V = V_{ex} + V_{dx} = 224.21 + 27.38 = 251.59 kN \quad (5.9)$$

Eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan V_e kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_e = V_{dx} + \frac{M_{SAG} + M_{SOL}}{l_n} = 27.38 + \frac{63.11 + 42.60}{6} = 45,00 kN \quad (5.10)$$

V_e Değeri V değerinden küçük çıktığı için kesme kuvveti olarak V_e değeri alınır.

K01 kirişinin kesme kuvveti kapasitesi $V_r = 224.48 kNm$ olarak Çizelge 5.5’de hesaplanmıştır. $V_e < V_r$ Olduğundan kirişlerde kırılma sünektir.

5.2.4 Kirişlerin donatı oranlarının belirlenmesi

Deprem şiddetine ve etkileşim yönüne göre kirişlerde oluşacak kesme kuvveti ve donatı oranı farklılık gösterebilir. K01 Kirişi için değerler aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\rho_b = 0.85 \frac{f_{cm}}{f_{ym}} k_1 \frac{x}{d}; \frac{x}{d} = \frac{6000}{(6000 + f_{ym})} \quad (5.11)$$

$$\rho_b = 0.85 \times \frac{200}{4200} \times 0.85 \times \frac{6000}{(6000 + 4200)} = 0.0202 \quad (5.12)$$

+X yönündeki depremde K101 kirişinin sol ucunda pozitif moment, sağ ucunda negatif moment oluşmuştur. Bu durumda sol ucundaki alt donatı ($A_s = 2.26 \text{ cm}^2$) çekme donatısı, üst donatı ($A_s = 3.39 \text{ cm}^2$) basınç donatısı olmaktadır. +X yönündeki depremde K101 kirişinin sağ ucunda negatif moment oluşmuştur. Bu durumda sağ ucundaki üst donatı ($A_s = 3.39 \text{ cm}^2$) çekme donatısı, alt donatı ($A_s = 2.26 \text{ cm}^2$) basınç donatısı olmaktadır. Kiriş iç kuvvetleri ve donatı alanları Çizelge 5.6'da +X yönündeki depremde tüm kirişlerin sol ve sağ ucu için çekme, basınç donatı oranları Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.6: Kiriş İç Kuvvetleri Ve donatı Alanları

Kesit özellikleri				G+0.3Q		+X		Donatı Alanları		
	bw	h	ln	Sol mesnet	Sağ mesnet	Sol mesnet	Sağ mesnet	Kesme donatısı	Sol mesnet	Sağ mesnet
Kiriş No	(cm)	(cm)	(cm)	$M(kNm)$	$M(kNm)$	$M(kNm)$	$M(kNm)$	A_s/S cm^2/cm	A_{st} (cm^2)	A_{st} (cm^2)
K01	25	50	600	-21.17	-21.17	667.55	-667.55	0.067	6.16	6.16
				-15.44	-15.44	374.25	-374.25		4.62	4.62
K101	25	50	600	-21.17	-21.17	667.55	-667.55	0.067	6.16	6.16
				-15.44	-15.44	374.25	-374.25		4.62	4.62

Çizelge 5.7'de tüm kirişlerin +X yönündeki depremde sol uçlarında donatı oranı etkisi negatif çıkmıştır. Bu kirişlerin sağ uçları için sonuç değişmeyecek olup işaret pozitif çıkacaktır. -X yönü depremde ise değerler değişmeyecek olup +X yönü depremdeki çekme donatıları basınç, basınç donatıları çekme olacaktır.

Çizelge 5.7: Kirişlerin Çekme Basınç Donatı Oranları

Kiriş No	As (cm ²)	As' (cm ²)	ρ_b %	$\rho = A_{s*} / (b_w * d)$ %	$\rho' = A_{s'} / (b_w * d)$ %	$(\rho - \rho') / \rho_b$ %
K01	6.16	6.16	2.02	0.401	0.540	-0.139
	4.62	4.62				
K101	6.16	6.16	2.02	0.540	0.401	+0.139
	4.62	4.62				

Kesme kuvvetinin etkisi deprem yönüne göre önem kazanmaktadır. Çizelge 5.8'de K01 ve K101 kirişlerinin sol ucu için boyutsuz kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 5.8: Kirişlerin Boyutsuz Kesme Kuvveti Değerleri

Kiriş No	$V_{g+0,3q}$	V_{ex}	$\frac{V_{g+0,3q+ex}}{b_w df_{cm}}$
	Sol Uç	Sol Uç	Sol Uç
	Sağ Uç	Sağ Uç	Sağ Uç
K01	-27.38	224.21	0.0101
	27.38	224.21	0.0136
K101	-27.38	124.75	0.0053
	27.38	124.75	0.0083

Çizelge 5.8'de K01 ve K101 kirişlerinin sağ ucu için boyutsuz kesme kuvveti değerleri hesaplanmıştır

Kirişlerin için hasar sınırlarını tanımlayan etki kapasite oranı r_s ; boyutsuz kesme kuvveti etkisi donatı oranı etkisi birleşimi ile belirlenir. r_s değerleri belirlenirken dikkat edilmesi gereken husus bir uçta kesme etkisi büyükken diğer uçta donatı etkisi büyük olabilir. Bu sebepten dolayı kirişlerin her ucu için ayrı hesap yapılarak r_s değeri bulunmalıdır. Kirişlerin hasar sınırlarını tanımlayan etki kapasite oranı r_s değerleri Bölüm 4'deki Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1’de göçme bölgesi (GÇ) hasar sınırı için r_s değeri, donatı oranı etkisinin sifıra eşit ve küçük olması durumunda 10, donatı oranı etkisinin 0.5 eşit ve büyük olması durumunda 7 olarak verilmiştir. K01 kirişinin donatı oranı etkisi 0.139 olduğuna göre 7 ile 10 arasında interpolasyon yapılırsa bu değer sargılama durumu için 9.36 olarak bulunur. Güvenlik(GV) hasar sınırı için r_s değeri, donatı oranı etkisinin sifıra eşit ve küçük olması durumunda 7, donatı oranı etkisinin 0.5 eşit ve büyük olması durumunda 5 olarak verilmiştir. K01 kirişinin donatı oranı etkisi 0.098 olduğuna göre 7 ile 5 arasında interpolasyon yapılırsa bu değer sargılama durumu için 6.36 olarak bulunur. Kesme kuvveti etkisi eğer 0.65 den küçük olduğu için interpolasyona gerek yoktur.

+X yönlü depremde K01 kirişinin sol üst ucunda etki kapasite oranı 5.05 olarak bulunmuştur. Bu değer sınır değerle karşılaştırılırsa K01 kirişinin Sol üst ucu için kesit hasar sınırı

$$3 < r_s = 5,05 < 6.61 < 9.40$$

Kesit hasar sınırı: Güvenlik Sınırı (GV)

Kesit hasar bölgesi: Belirgin hasar bölgesi

Hesaplamalar A-B aksı ile 2 aksı üzerindeki kirişler için +X deprem doğrultusu için yapılmış olup bina simetrik olduğu A-B ile 1 aksı üzerindeki K02 ve K102 kirişleri içinde aynı değerler geçerlidir.

Çizelge 5.9: X Deprem Doğrultusu İçin Kiriş Hasar Tablosu

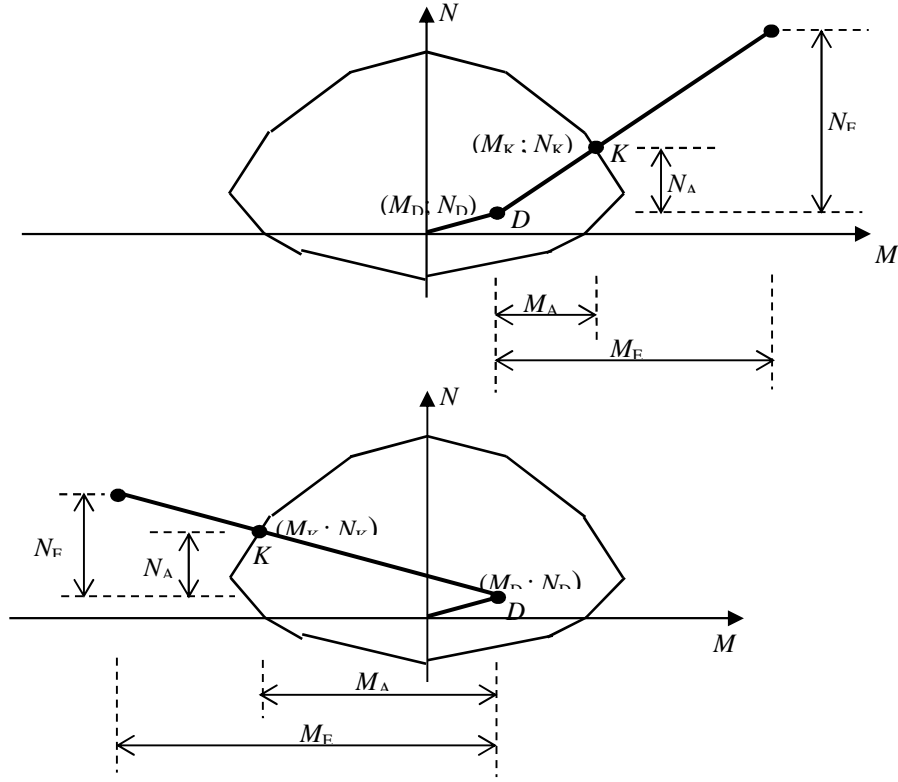
KİRİŞ NO		$p - p'' / p_b$ Sol	$p - p'' / p_b$ Sağ	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı
	p_b	M^-	M^+	$A_{st}(cm^2)$	$A_{st}(cm^2)$	r^-	r^+	v	v	
	%	M^+	M^-	$A_{sb}(cm^2)$	$A_{sb}(cm^2)$	r^+	r^-	v	v	
K01	2.02	0.098	0.098	6.16	6.16	5.05	6.25	0.0101	0.0136	MN-GV
		-0.098	-0.098	4.62	4.62	3.73	5.39	0.053	0.0083	MN-GV
K101	2.02	0.098	0.098	6.16	6.16	5.05	6.25	0.0101	0.0136	MN-GV
		-0.098	-0.098	4.62	4.62	3.73	5.39	0.053	0.0083	MN-GV
K02	2.02	0.098	0.098	6.16	6.16	5.05	6.25	0.0101	0.0136	MN-GV
		-0.098	-0.098	4.62	4.62	3.73	5.39	0.053	0.0083	MN-GV
K102	2.02	0.098	0.098	6.16	6.16	5.05	6.25	0.0101	0.0136	MN-GV
		-0.098	-0.098	4.62	4.62	3.73	5.39	0.053	0.0083	MN-GV

Çizelge 5.9'da +X deprem doğrultusunda kirişlerde hasar sınırı MN-GV aralığında olduğu görülmüştür. Hasar bölgesi olarak ise bu hasar sınırlarına karşılık olan belirgin hasar bölgesindedir. Bina simetrik olduğu için +X deprem doğrultusu için hesaplanan kiriş değerleri -X, +Y ve -Y deprem doğrultuları içinde geçerlidir.

5.2.5 Kolonların etki/ kapasite (r) oranlarının ve kırılma türünün belirlenmesi

Kolonların etki/kapasite (r) oranlarının hesaplanması kirişlere göre daha zordur. Kirişlerde sadece eğilme etkisi olduğundan moment taşıma kapasiteleri kolaylıkla hesaplanır. Kolonlarda ise moment aksenal yük etkileşimi olduğundan moment taşıma kapasitesi hesabı daha zor yapılır.

Kolonlar alt ve üst uç olarak dikkate alınmış olup üst uç sağ olarak alt uç sol olarak kabul edilmiştir. Düşey yükler meydana gelen moment ve kesme kuvveti çifti M_D-N_D ye deprem etkisi altında oluşan moment ve kesme kuvveti çifti M_E-N_E ye Sap2000 programından alınmıştır. Kolon etkileşim diyagramının bulunduğu analitik düzleme M_E-N_E çifti (E noktası) ve N_D, M_D çifti (D noktası) işaretlenir ve doğrusal olarak birleştirilir. ED doğrusunun kolon etkileşim diyagramını kestiği K noktası M_K, N_K moment kapasitesi ve aksenal kuvvet kapasitesi çiftini vermektedir.



Şekil 5.10: Kolon Etkileşim Diyagramı

Kolonların artık moment kapasitesi ve bu moment kapasitesine karşılık gelen eksenel yük Bölüm 4'deki Denk. (4.7) ve Denk. (4.8)'e göre hesaplanır.

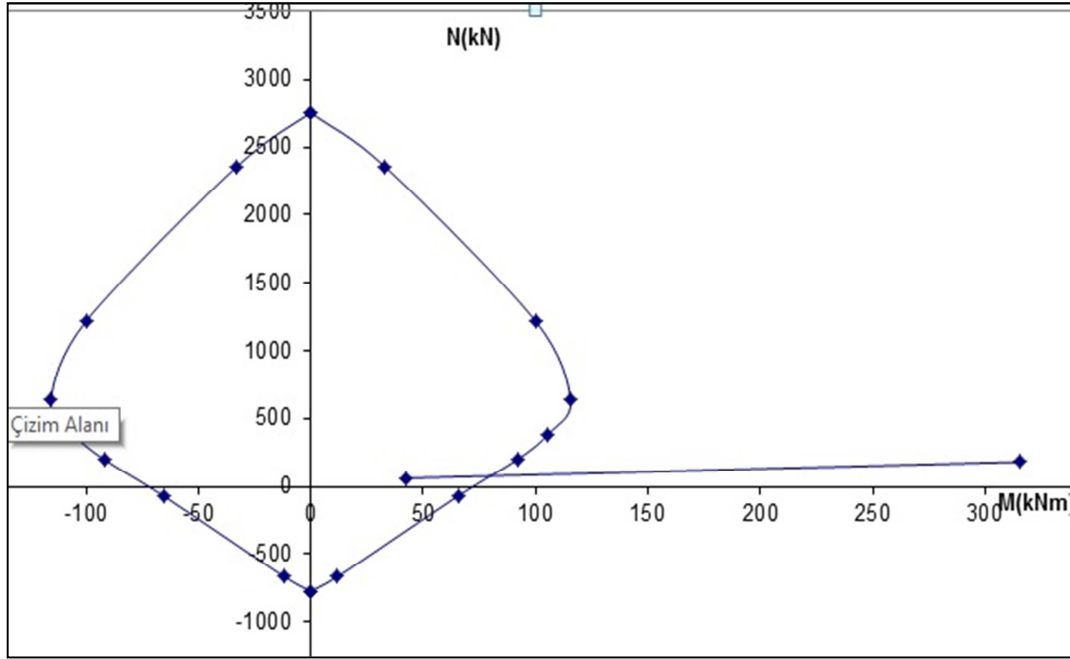
Kolon etki/kapasite oranı (r) ise Bölüm 4'deki Denk. (4.9) göre hesaplanır.

Örnek olarak Çizelge 5.2 ve 5.3'de kesit özellikleri verilen S102 kolonunun sol ucu (alt ucu) hesaplama yapılırsa;

$$N_D = 61.50kN \quad N_E = 120.36kN, \quad N_{D+E} = 181.86kN$$

$$M_D = 42.47kN \quad M_E = 315.22kN, \quad M_{D+E} = 357.69kN \quad \text{şeklindedir.}$$

Kolon Etkileşim diyagramında $M_D - N_D$ çifti doğrusal çizginin başlangıç noktasını $M_{D+E} - N_{D+E}$ de bitiş noktasını oluşturacaktır. Bu değerler S102 kolonun Sol (alt) ucu etkileşim diyagramı üzerinde Şekil 5.13'de gösterilmiştir.



Şekil 5.11: Kolon Moment-Normal Kuvvet Etkileşim Diyagramı

G+0.3Q yüklemesinden elde edilen $N_D = 61.50 kN$, $M_D = 42.47 kN +X$ yönü eşdeğer deprem kuvveti yüklemesinden elde edilen $N_E = 120.36 kN$, $M_E = 315.22 kN$ 'dir. Şekil 5.13'de görülen kolona ait etkileşim diyagramı üzerinde koordinatları (N_D , M_D) ve (N_{D+E} , M_{D+E}) olan noktalar işaretlenerek düz doğru ile birleştirilmiştir. Doğrunun etkileşim diyagramını kestiği nokta sayısal olarak hesaplanmıştır.

$$N_K = 82,30 kN \quad M_K = 100.63 kN$$

Bulunan bu değerlere göre S102 kolonunun sol (alt) ucu için r değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{M_E}{M_K - M_D} = \frac{315.22}{100.63 - 42.47} = 5.42$$

Etki kapasite (r) oranları hesaplandıktan sonra N_K normal kuvvet aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N_K}{A_C f_{cm}} = \frac{8230}{40 \times 40 \times 200} = 0.026$$

S102 kolonunun sağ ucu (üst ucu) için etki/kapasite oranı aşağıdaki şekilde hesaplanır

Düşey yüklemelerden elde edilen $N_D = 61.50kN$, $M_D = -15.44kN \cdot m$ yönü eşdeğer deprem kuvveti yüklemesinden elde edilen $N_E = 120.36kN$, $M_E = -377.41kN \cdot m$ 'dır. Bu iki kuvvet toplanarak $N_{D+E} = 181.86kN$ ve $M_{D+E} = -392.85kN \cdot m$ olarak bulunur. Kolon etkileşim diyagramı üzerinde koordinatları (N_D, M_D) ve (N_{D+E}, M_{D+E}) olan noktalar işaretlenerek düz doğru ile birleştirilmiştir. Doğrunun etkileşim diyagramını kestiği nokta sayısal olarak hesaplanmıştır

$$N_K = 81.30kN \quad M_K = -80.92kN \cdot m$$

Bulunan bu değerlere göre S102 kolonunun sol (alt) ucu için r değeri aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$r = \frac{M_E}{M_A} = \frac{M_E}{M_K - M_D} = \frac{377.41}{-80.92 - (-15.44)} = 5.76$$

Etki kapasite (r) oranları hesaplandıktan sonra N_K normal kuvvet ve etki kapasite hasar sınırları aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$n = \frac{N_K}{A_C f_{cm}} = \frac{8130}{40 \times 40 \times 200} = 0.025$$

S102 kolonunun düşey yükler altında oluşan normal kuvveti $N_{D+E} = 181.86kN$ olarak hesaplanmıştır. Bulunan bu düşey yüke bağlı olarak hesaplanan pekleşmesiz moment taşıma kapasitesi $M_a = M_{ra}$

S102 kolonunun sol ucu için kesme kuvveti taşıma kapasitesi ve maksimum kesme kuvveti kapasitesi Denk. (5.13) ve Denk. (5.14)'den aşağıdaki şekilde hesaplanır

$$V_r = 0.80 \times 0.65 \times f_{cm} \times b_w \times d + A_{sw} \times f_{ym} \times \frac{d}{s} \quad (5.13)$$

$$V_r = 0.80 \times 0.65 \times 1,6 \times 250 \times 460 + 100 \times 420 \times \frac{460}{150} = 224480 \text{ N} = 224.48kN$$

$$V_{r \max} = 0.22 f_{cm} \times b_w \times d \quad (5.14)$$

$$V_{r \max} = 0.22 \times 20 \times 250 \times 460 = 506000 \text{ N} = 506.00kN$$

Kırılma türü belirlenirken elemanın taşıma kesme kuvveti kapasitesi V_r , Eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan V_e kesme kuvvetinden büyük veya küçük olma durumuna bakılır. V_r değeri V_e den büyük ise sünek kırılma, V_r değeri V_e den küçük ise gevrek kırılma olacaktır. Düşey yükler ile deprem yükü etkisinde oluşan kesme kuvveti V nin V_e küçük olması durumunda V_e yerine V kullanılacaktır.

K01kirişi için +x yönünde deprem etkisi altında oluşan kesme kuvveti $V_{ex} = 230.88 kNm$ düşey yüklerden oluşan kesme kuvveti $V_{dx} = 9.30 kNm$ olarak hesaplanmıştır. Düşey yükler ile deprem etkisi altında oluşan V aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V = V_{ex} + V_{dx} = 230.88 + 9.30 = 240.18 kN \quad (5.15)$$

Eğilme kapasitesi ile uyumlu olarak hesaplanan V_e kuvveti aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_e = \frac{M_{SAĞ} + M_{SOL}}{l_n} = \frac{100.63 + 80.93}{6} = 30.26 kN \quad (5.16)$$

V_e değeri V değerinden küçük çıktığı için kesme kuvveti olarak V_e değeri alınır. S102 kolonunun kesme kuvveti kapasitesi $V_r = 224.48 kNm$ olarak Çizelge 5.5’de hesaplanmıştır. $V_e < V_r$ olduğundan kirişlerde kırılma sünektir.

S102 kolonunda sünek kırılma oluşmuştur. Bu sünek kırılmaya bağlı olarak kesme kuvvetinin etki kapasite oranının belirlenmesindeki etkisi aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır

$$v = \frac{V_e}{b_w df_{cm}} = \frac{30.26}{40 \times 36 \times 16} = 0.013 \quad (5.17)$$

5.2.6 Kolonların hasar seviyelerinin belirlenmesi boyutsuz kesme kuvveti değerleri

S102 kolonun sol (alt) ve sağ (üst) ucu için hesaplanan normal kuvvet, kesme kuvveti etki ve etki kapasite oranlarına göre Bölüm 4’de Çizelge 4.2’ye göre aşağıdaki şekilde belirlenir

S102 kolonunun sol (alt) ucunda $r=5.76$, $n=0.025$ ve v (kesme kuvveti etkisi) 0.0013 olarak hesaplanmıştır.

$$n < 0.1 \quad v < 0.65 \quad 3 < r = 5.76 < 6 < 8$$

Çizelge 4.2'ye Göre Kesit Hasar Sınırı: MN-GV, Kesit Hasar Bölgesi: Belirgin Hasar Bölgesindedir.

Diğer kolonlar içinde aynı adımlar uygulanarak kolonların sağ ve sol uçları için kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri yukarıdaki gibi hesaplanır. Normal kuvvet etkisi ve kesme kuvveti etkisi Çizelge 5.10'da verilen değerlere göre arada çıkmış olsaydı bu değerler için interpolasyon yapılacaktır.

Çizelge 5.10 ve Çizelge 5.11'de kolonların iç kuvvetler, kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.10: -X Deprem Doğrultusunda Kolonlarda Oluşan İç Kuvvetler

Kesit özellikleri				G+0.3Q			EX+			Donatı Alanları
	bw	h	ln	N (kN)	Sol mesnet	Sağ mesnet	N (kN)	Sol mesnet	Sağ mesnet	A _{st} /S
Kolon	(cm)	(cm)	(cm)		M (kNm)	M (kNm)		M (kNm)	M (kNm)	A _{st} /S
S01	40	40	300	-170.3	-2.72	5.48	-455.19	843.68	-733.39	0.067
				-170.3	-2.72	5.48	-455.19	843.68	-733.39	0.067
S02	40	40	300	-170.3	-2.72	5.48	-455.19	843.68	-733.39	0.067
				-170.3	-2.72	5.48	-455.19	843.68	-733.39	0.067
S101	40	40	300	-61.50	-12.47	15.44	-455.19	315.22	-377.41	0.067
				-61.50	-12.47	15.44	-455.19	315.22	-377.41	0.067
S102	40	40	300	-61.50	-12.47	15.44	-455.19	315.22	-377.41	0.067
				-61.50	-12.47	15.44	-455.19	315.22	-377.41	0.067

Çizelge 5.11: X deprem Doğrultusunda Kolonlarda Oluşan Hasar Sınırları

$N_K - M_K$				Hasar sınırı					
	$N (kN)$	M_{sol}, kNm	$V_{sağ}$	Kırılma Türü	$r_{sağ}$	Sargı Donatısı	$\frac{N_K}{A_C f_{cm}}$	$\frac{v_e}{bdf_{cm}}$	Hasar Sınırı
Kolon	$N (kN)$	$M_{sağ}, kNm$	$V_{sağ}$		r_{sol}				
S01	-93.4	217.3	51.83	Sünek	3.93	var	0.029	0.225	MN-GV
	-225.30	-131.70	51.83		5.81	var	0.070	0.225	MN-GV
S02	-93.4	213.70	51.83	Sünek	3.93	var	0.029	0.225	MN-GV
	-225.30	-131.70	51.83		5.81	var	0.070	0.225	MN-GV
S101	-82.30	100.63	30.26	Sünek	5.42	var	0.026	0.130	MN-GV
	-81.30	-80.92	30.26		5.76	var	0.025	0.130	MN-GV
S102	-82.30	100.63	30.26	Sünek	5.42	var	0.026	0.130	MN-GV
	-81.30	-80.92	30.26		5.76		0.025	0.130	MN-GV

Çizelge 5.11’de hesaplanan kolon kesit hasar sınırlarına göre tüm kolonlar MN-GV arasında çıkmıştır. Çıkan bu değerlere göre kolonların tamamının hasar bölgesi belirgin hasar bölgesi olarak belirlenmiştir. Bina simetrik ve kare olduğu +X, +Y, -Y deprem yönleri için kesit hasar sınırları ve hasar bölgeleri aynıdır.

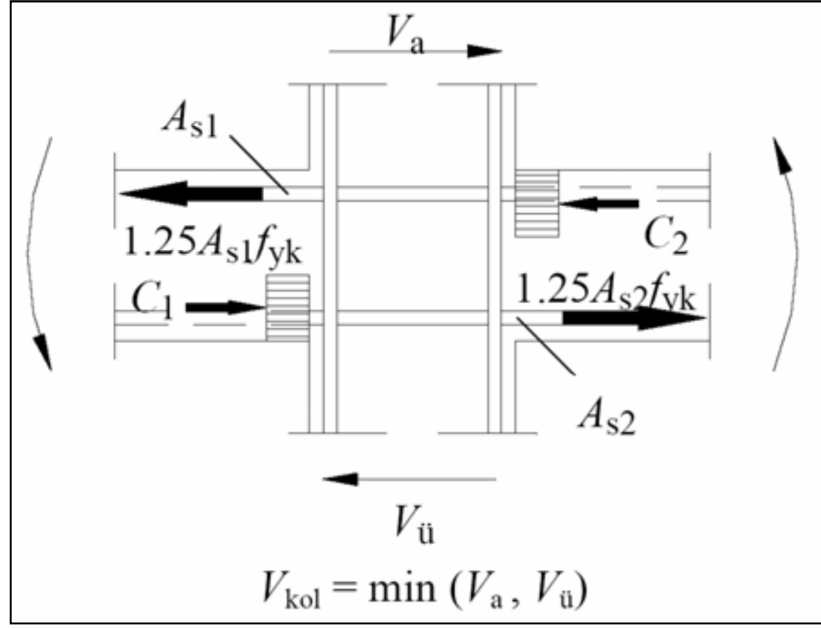
5.2.7Kolon kiriş birleşim bölgelerinde kesme güvenliği

Kirişlerin kolona dört taraftan birleşmesi ve her bir kirişin genişliğinin birleştiği kolon genişliğinin 3/4’ünden daha az olmaması durumunda, kolon-kiriş birleşimi kuşatılmış birleşim olarak tanımlanacaktır. Göz önüne alınan deprem doğrultusunda kolon-kiriş birleşim bölgelerindeki kesme kuvveti, Denk. (5.18) ile aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$V_e = 1.25 f_{ym} (A_{s1} + A_{s2}) - V \quad (5.18)$$

Kirişin kolona sadece bir taraftan saplandığı öbür tarafta devam etmediği durumlarda

$A_{s2}=0$ alınmıştır. Tasarım depremi etkisi altında yapılan hesaplarda kolon-kiriş birleşim bölgelerinin kesme güvenliğini sağladığı görülmüştür.



Şekil 5.12: Kolon Kiriş Birleşim Bölgesi

Ele alınan kirişlerin tüm donatıları simetrik olduğu için ve kolon kesme kuvvetleri ihmal edilirse bir düğüm noktası için hesap yapmak yeterli olacaktır.

$$V_e = 1.25 \times 4200 \times 6.16 = 323.40 \text{ kN}$$

Birleşim bölgesinde hesaplanan kesme kuvveti aşağıdaki verilen Denk. (5.19) ve Denk. (5.20)'de hesaplanan değerlerden küçük olmalıdır.

$$V_r = 0.6 bhf_{cm} \text{ Kuşatılmış birleşimlerde} \quad (5.19)$$

$$V_r = 0.45 bhf_{cm} \text{ Kuşatılmamış birleşimlerde} \quad (5.20)$$

Hesaplama yapılan kolon kiriş birleşim bölgesinde kuşatılma olmadığından Denk. (5.20) ye göre

$$V_r = 0.45 \times 25 \times 40 \times 2 = 900 \text{ kN} \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

$V_e < V_r$ Kolon kiriş birleşim bölgesinde Kesme Güvenliği sağlanmaktadır.

5.2.8 Göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Görelî kat ötelemelerinin kontrolünde herhangi bir kattaki tüm kolonlar için kontrol edilerek en büyük değere sahip elemana göre hesaplanan göreli öteleme o katın göreli ötelemesi olarak kabul edilir. Sistem düzlem simetrik çerçeve sistemi olduğu için katlarda burulma oluşmaz. Yapı sistemi rijit diyafram kabul edildiği için

herhangi bir kolonun yer değiştirmesi o katın yer değiştirmesi olarak kabul edilmektedir.

+X deprem doğrultusunda sistemin göreli kat ötelemeleri Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12: Göreli kat ötelemeleri

Kat No	h_i (m)	d_{imax}	δ_{imaks} (cm)	$\frac{\delta_{imaks}}{h_i}$
2	3	1,044	0.522	0.00279
1	3.5	0,816	0.816	0.00272

Ele alınan sistem için göreli kat ötelemesi bazında belirlenen hasar sınır tablosu tablo Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13: Göreli Kat Ötelemeleri Sınırları

Kat No	$\frac{\delta_{imaks}}{h_i}$		Hasar Sınırı
2	0.00279	<0.01	MN
1	0.00272	<0.01	MN

5.2.9 Bina performansının belirlenmesi

Sistemi oluşturan çerçeve model iki katlı basit bir yapı olup eş değer deprem yükü yönteminin ayrıntılı olarak incelmek için yapılmıştır. Bu sebepten dolayı bina küçük ve simetrik olduğu için bina modelinin performansından söz etmek doğru olmayacaktır. Performans değerlendirmesi elemanların hasar seviyelerinde yapılacaktır. Yapıyı oluşturan tüm kolon ve kirişler belirgin hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

5.3 Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Bina Performansının Belirlenmesi

5.3.1 Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi

Bu bölümde x ve y yönlerinde tek açıklıklı basit bir yapının artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analizi yapılacaktır. Yöntemin detaylı olarak anlaşılabilmesi amacıyla adımlar açık bir şekilde gösterilecektir. Yapının simetrik olması ve donatı düzeninin tamamen aynı sebebiyle hesaplamalar sadece x doğrultusunda

uygulanacaktır. Yapının genel bilgileri, malzeme ve eleman özellikleri Bölüm 5’de detaylı olarak yazıldığı tekrardan yazılmamıştır.

5.3.2 Sap2000 programı ile analizin yapılması:

Analiz için öncelikle yapı modeli oluşturulur. Sap2000 Programında yapının matematiksel modeli oluşturulurken betonun birim ağırlığı sıfır (0) olarak alınmış olup elemanların kendi ağırlıkları analiz aşamasında yüklenmiştir. Kütle tanımlamasında ‘Mass Source’ bölümü kullanılmıştır. Sap200’de beton ve donatı için malzeme özelliklerinin tanımlanması Şekil 5.13’de gibi yapılmıştır.

The image shows two side-by-side screenshots of the 'Material Property Data' dialog box in Sap2000. The left window is for 'Concrete' (C20) and the right window is for 'Rebar' (donatı).

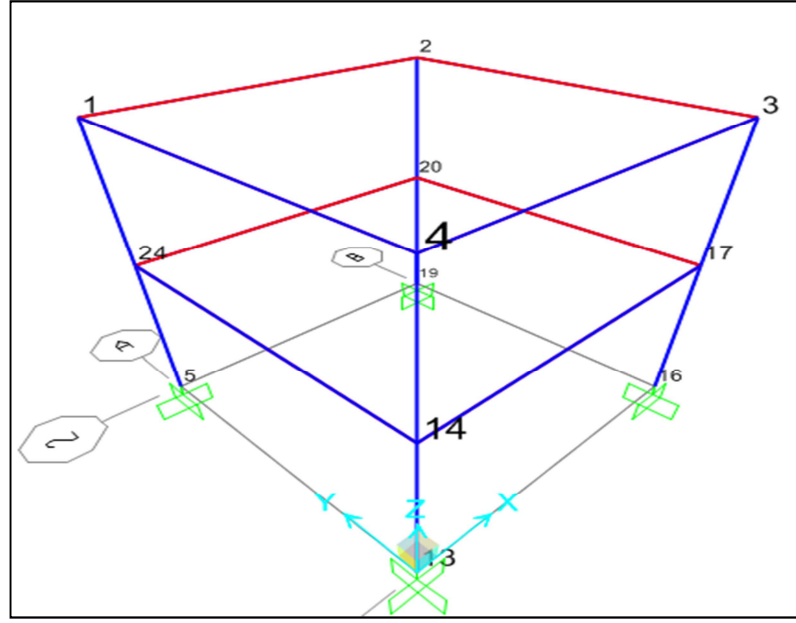
Concrete (C20) Properties:

- Material Name and Display Color: C20
- Material Type: Concrete
- Weight per Unit Volume: 0
- Mass per Unit Volume: 0
- Units: KN, m, C
- Modulus of Elasticity, E: 28500000
- Poisson's Ratio, U: 0,2
- Coefficient of Thermal Expansion, A: 1,000E-05
- Shear Modulus, G: 11875000
- Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 27579,032
- Lightweight Concrete:
- Shear Strength Reduction Factor: []

Rebar (donatı) Properties:

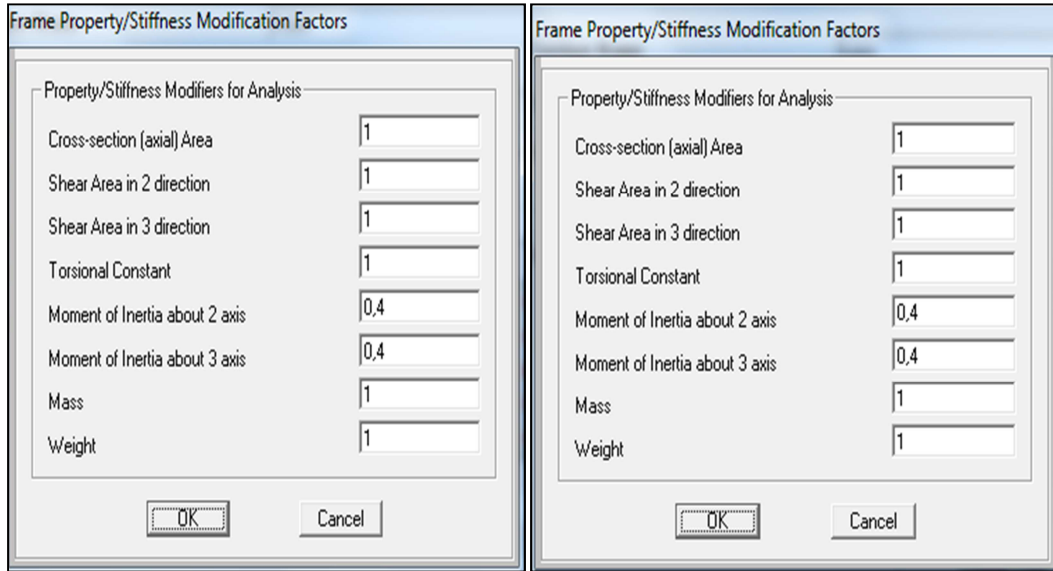
- Material Name and Display Color: donatı
- Material Type: Rebar
- Weight per Unit Volume: 0
- Mass per Unit Volume: 0
- Units: KN, m, C
- Modulus of Elasticity, E: 1,999E+08
- Poisson's Ratio, U: 0,3
- Coefficient of Thermal Expansion, A: 1,170E-05
- Shear Modulus, G: 76903069
- Minimum Yield Stress, F_y: 413685,5
- Minimum Tensile Stress, F_u: 620528,2
- Expected Yield Stress, F_{ye}: 455054,
- Expected Tensile Stress, F_{ue}: 682581,

Şekil 5.13: Beton ve Donatı Özelliklerinin Sap2000 Programına Tanımlanması

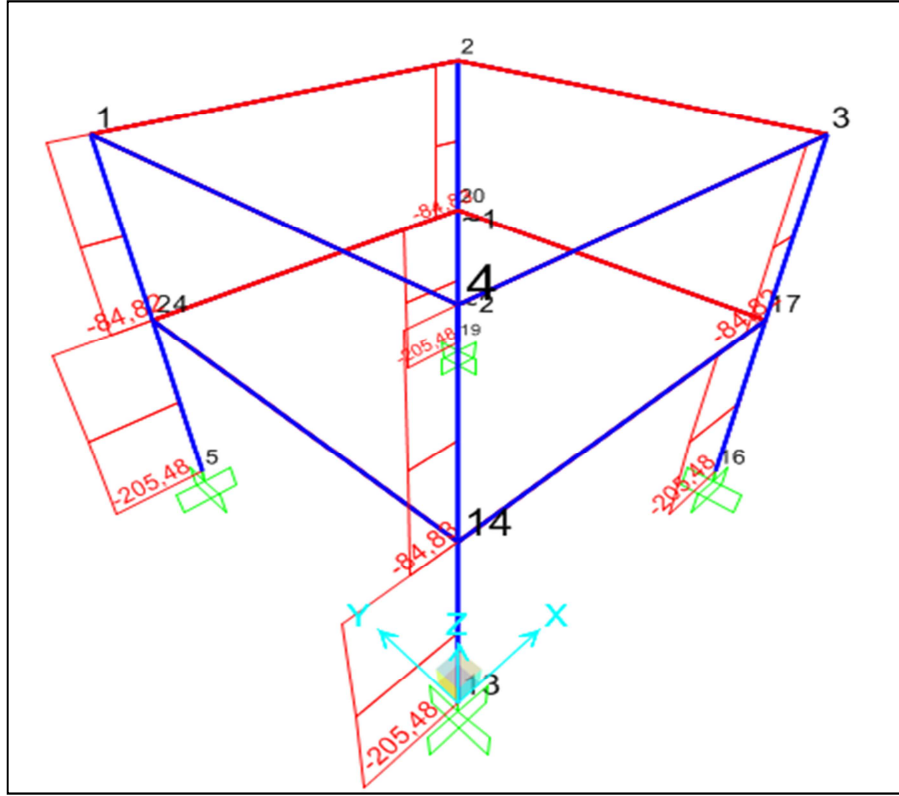


Şekil 5.14: Yapıya Ait Düğüm Noktaları

Yapı modeli oluşturulduktan sonra $G + 0.3Q$ yük kombinasyonu oluşturulur. Bu yükleme altında oluşan aksenal kuvvet değerine göre çatlamış kesitlere ait etkin eğilme rijitlikleri 2. Bölümdeki Denk. (2.1), Denk. (2.2) ve Denk. (2.3) göre hesaplanır.

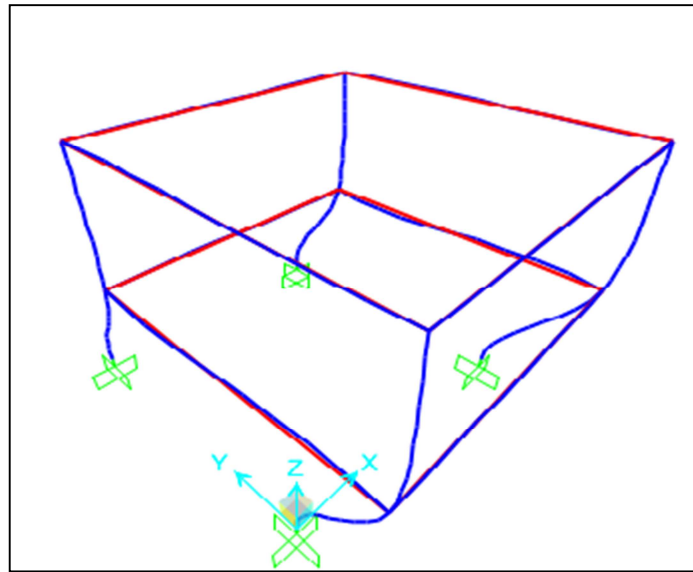


Şekil 5.15: Kolon ve Kirişlerde Çatlamış Kesitlere Ait Rijitlik Tanımlaması

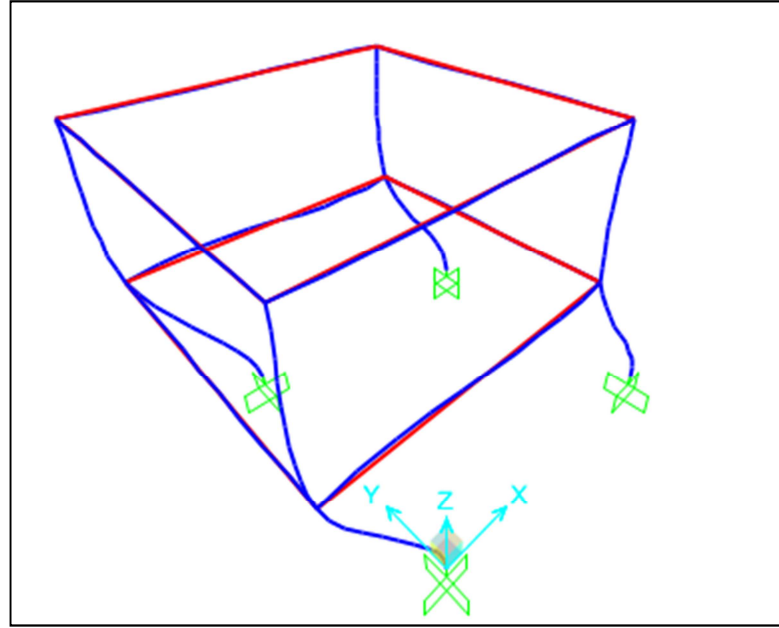


Şekil 5.16: G+0,3Q Yüklemesi Altında Oluşan Eksenel Kuvvetler

Çatlamış kesitlere ait etkin eğilme rijitlikleri de belirlendikten sonra deprem kuvvetleri belirlenir. Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminde yüklerin belirlenmesi için kat deplasmanlarının o kata ait kütle ile çarpılması gerekmektedir. Modal analiz sonucunda oluşan periyot değerleri ve kütle katılım oranları bulunmuştur.



Y Yönü 1.Mod Şekli (Periyot=0.48sn)



X Yönü 1.Mod Şekli(Periyot=0.48sn)

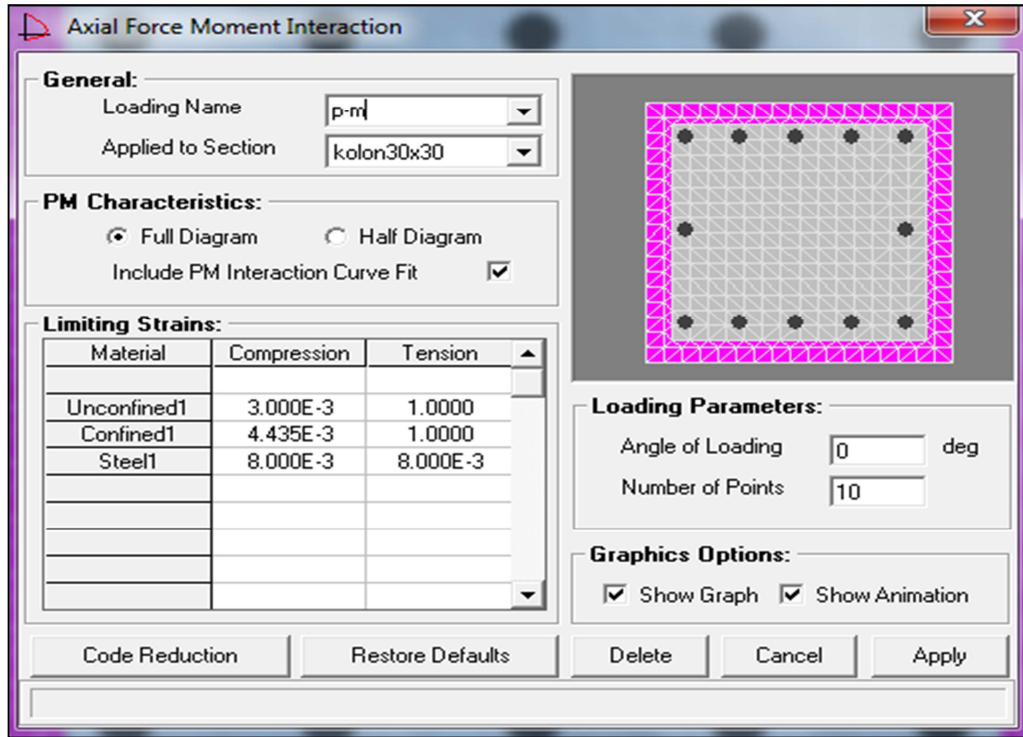
Şekil 5.17: X ve Y Yönünde Yapının Mod Şekli ve Periyotları

Kütle katılım oranları her iki yönde de %96 olarak bulunmuştur. Bu değer %70'ten büyük olduğu için artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz edilebilir.

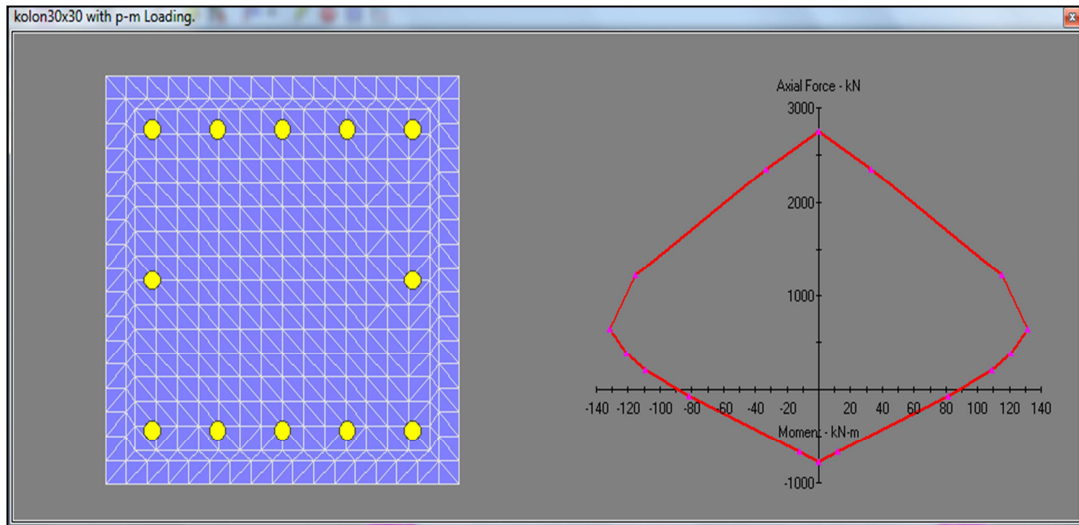
Daha sonra kesitlere ait plastik mafsallık özellikleri belirlenip Sap2000 programına tanımlanır. Plastik mafsallık özelliklerinin tanımlanması için kesitlere tek eksenli eğrilik analizleri XTRACT programı ile yapılmıştır.

5.3.3 Kolonlarda plastik mafsallık tanımlama

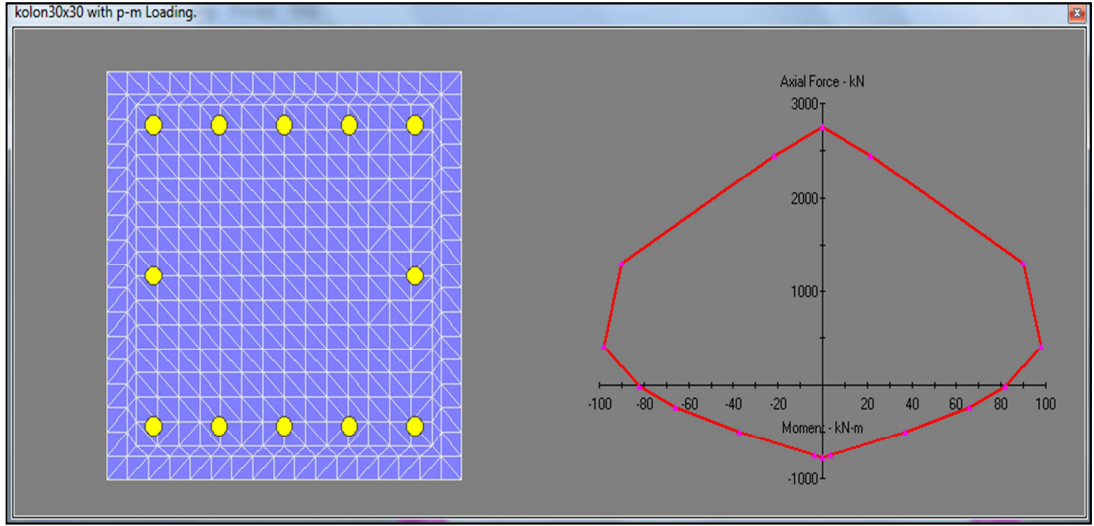
Kolonlarda plastik mafsallık karşılıklı etki diyagramı oluşturularak tanımlanır. Analizi yapılan yapının simetrik olmasından dolayı sadece bir eksen doğrultusunda akma yüzeyi oluşturulacaktır. Kolonlarda P-M2-M3 plastik mafsallık tanımlanmıştır. Bunun için XTRACT programında 0°, 45° ve 90° altında P-M etkileşim diyagramları tanımlanmış olup Sap2000 programına eklenmiştir.



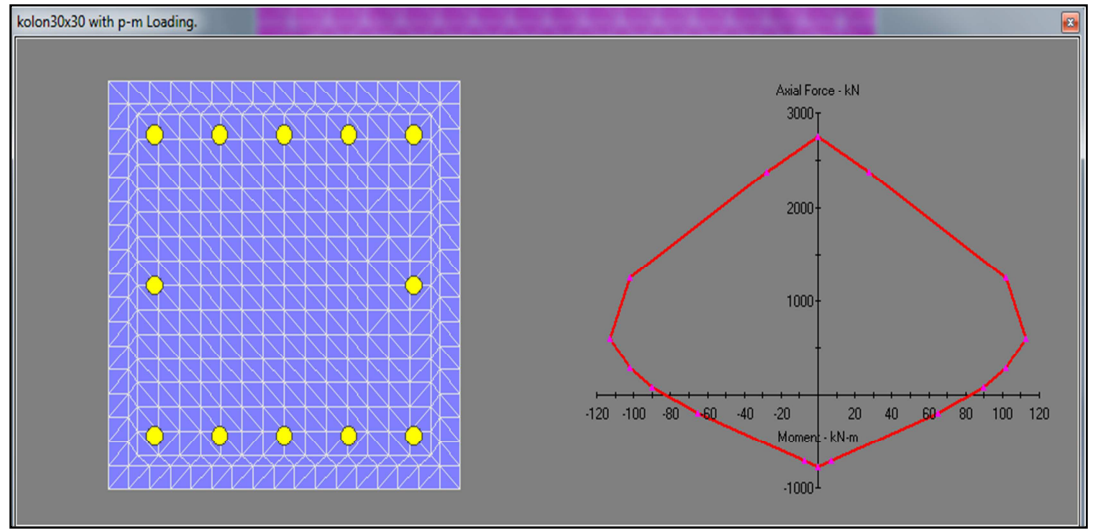
Şekil 5.18: XTRACT Programı P-M Analizi Veri Girişi



Şekil 5.19: 0° Altında P-M Etkileşim Diyagramı

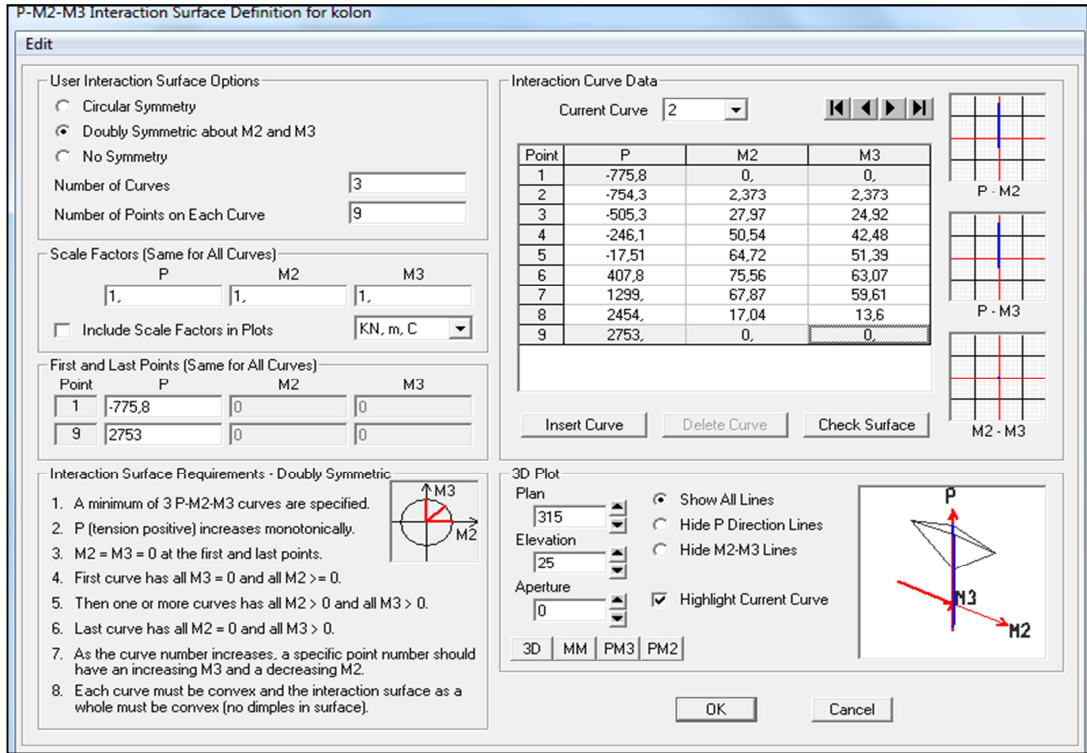


Şekil 5.20: 45° Altında P-M Etkileşim Diyagramı

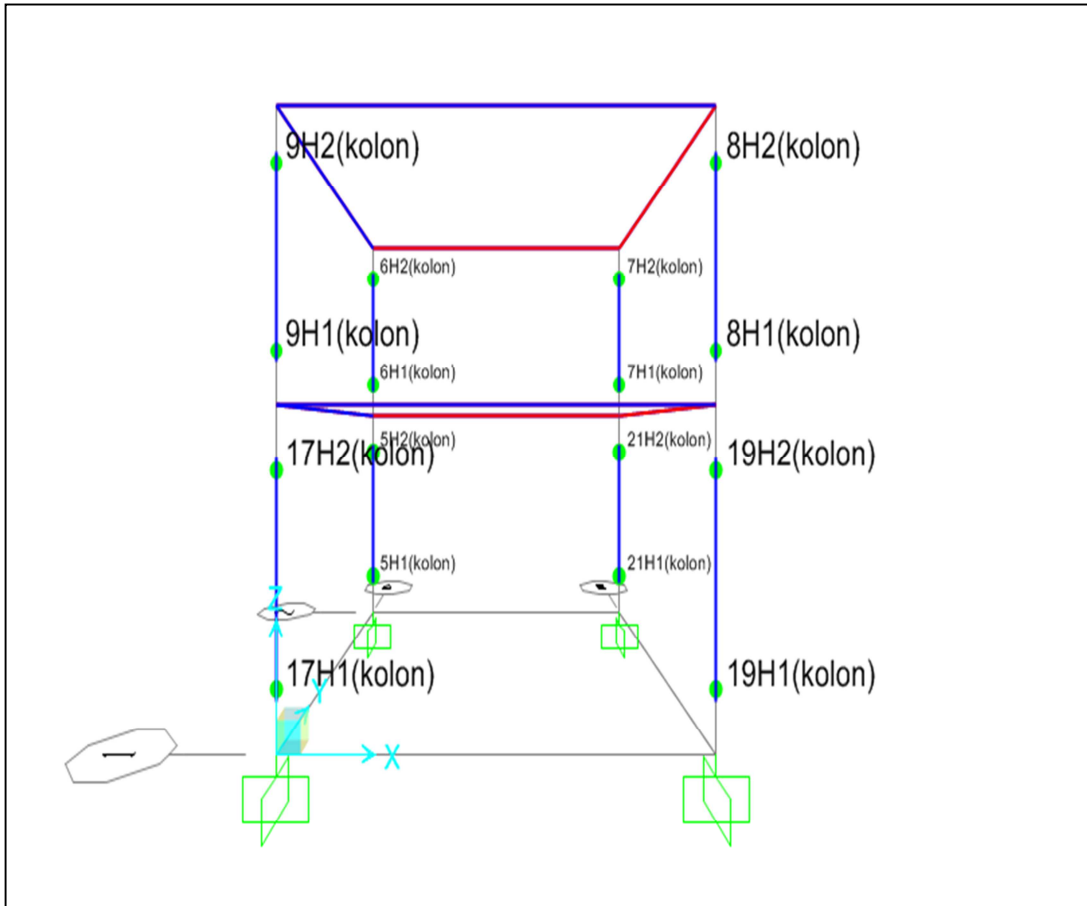


Şekil 5.21: 90° Altında P-M Etkileşim Diyagramı

Bulunan değerler Sap2000 programına kolon plastik mafsallık özellikleri olarak izleyen şekilde tanımlanır.



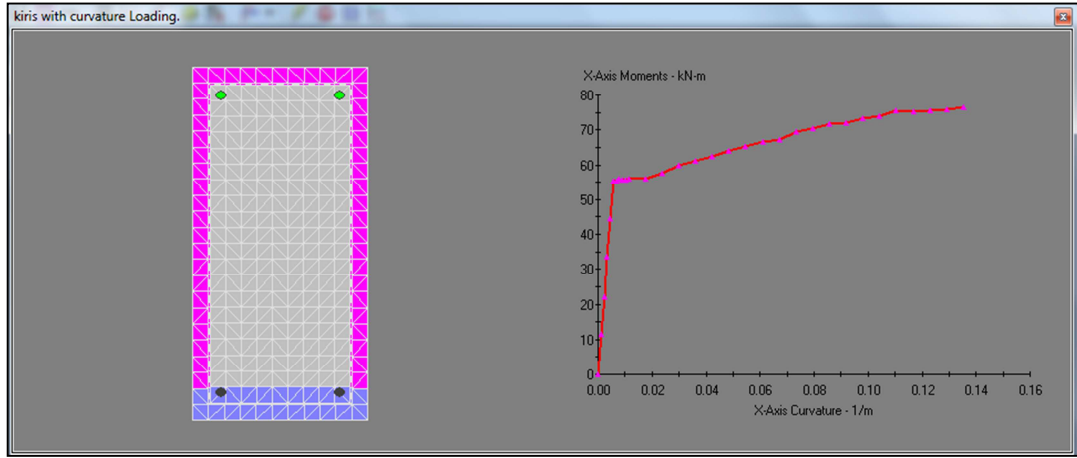
Şekil 5.22: Sap2000 Programına P-M Etkileşim Diyagramının Tanımlanması



Şekil 5.23: Kolonlarda Plastik Mafsals Tanımlanması

5.3.4 Kirişlerde plastik mafsal tanımlama

Kirişler için tek eksenli eğrilik analizi yapıлып kesitlere ait plastik moment değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra kirişlerin mafsal özellikleri tanımlanır.



Şekil5.24: Kirişlerde Tek Eksenli Eğrilik Analizi

$$M_{pa(+)} = M_{pa(-)} = 51.8 \text{ kNm}$$

Tek eksenli eğrilik analizinde kesite ait akma momenti değerleri, akma momentine karşılık gelen eğrilik değeri ve elde edilen eğrilik değerinin plastik mafsal boyuna bölünmesi ile akma momentine karşılık gelen dönme değeri elde edilir.

Akma momentine karşılık gelen eğrilik (pozitif için),

$$K_{y(+)} = 0.00601 \text{ rad/m}$$

Akma momentine karşılık gelen dönme değeri, (K_y / H_p)

$$\theta_{y(+)} = 0.00150 \text{ rad}$$

Burada H_p değeri plastik mafsal boyunu gösterir. Plastik mafsal boyu etki eden deprem yönündeki kesitin yüksekliğinin yarısıdır.

Maksimum momente karşılık gelen eğrilik değeri,

$$K_{t(+)} = 0.1353 \text{ rad/m}$$

Maksimum momente karşılık gelen dönme değeri,

$\theta_{u(+)}=0.0338$ rad olarak bulunmuştur.

Her kiriş elemanı için yapılan tek eksenli eğrilik analizi akma eğrilikleri φ_y bulunur. Bulunan eşdeğer akma eğrilikleri ile Sap2000'den bulunan plastik eğrilik φ_p değerleri toplanarak toplam eğrilik istemleri φ_t hesaplanır. Bulunan toplam eğrilik istemlerine karşılık gelen beton birim kısalması ε_c ve donatı çeliği birim uzaması ε_s değerleri bulunup TDY 2007' deki sınır değerlerle karşılaştırılır. Şekil değiştirmelere göre elemanın hasar durumu tespit edilir.

Yönetmelikte belirtilen sınır değerleri:

Minimum hasar sınırı (MN) için çelikteki birim şekil değiştirme : $\varepsilon_{s(MN)} = 0.010$

Kesit güvenlik sınırı (GV) için çelikteki birim şekil değiştirme : $\varepsilon_{s(GV)} = 0.040$

Kesit göçme sınırı (GÇ) için çelikteki birim şekil değiştirme : $\varepsilon_{s(GÇ)} = 0.060$

Bu değerlere karşı gelen XTRACT programından okunan değerler :

Minimum hasar sınırı (MN) $\rightarrow 0.0241$ rad/m

Kesit güvenlik sınırı (GV) $\rightarrow 0.0966$ rad/m

Kesit göçme sınırı (GÇ) $\rightarrow 0.1449$ rad/m

$0,0241/0,00601 = 4.01$ kat

$0,0966/0,00601 = 16007$ kat

$0,1449/0,00601 = 24.11$ kat olarak Sap2000 programına tanımlanır.

Bunun yanında Sap2000 programında hasar sınırlarının moment/SF ve rotation/SF değerleri istenmektedir.

Öncelikle moment SF ve rotation SF değerlerinin bulunması gerekmektedir. Moment SF değeri kiriş elemanına ait eğilme momenti kapasitesini belirtmektedir. Bu değer 51.18 kN-m olarak bulunmuş olup sap2000 programına tanımlanmıştır. Rotation SF değeri ise akma momentine karşılık gelen dönme değeri olarak programa tanımlanmıştır. Bu değer 0.0015 rad olarak bulunmuştur.

Tek eksenli eğrilik analizinde elde edilen sonuçlar kesitin hasar durum sınırları ve SF değerleri dikkate alınarak programa tanımlanır. Değerlerin programa tanımlanmış hali Şekil 5.25’de gösterilmiştir.

Frame Hinge Property Data for kiris - Moment M3

Edit

Displacement Control Parameters

Point	Moment/SF	Rotation/SF
E-	-0,2	-18,33
D-	-0,2	-11,7
C-	-1,1	-11,7
B-	-1	0
A	0	0
B	1,	0,
C	1,1	11,7
D	0,2	11,7
E	0,2	18,33

Symmetric

Load Carrying Capacity Beyond Point E

Drops To Zero

Is Extrapolated

Scaling for Moment and Rotation

Use Yield Moment

Moment SF Positive: 51,18 Negative:

Use Yield Rotation (Steel Objects Only)

Rotation SF Positive: 0,00150 Negative:

Acceptance Criteria (Plastic Rotation/SF)

Immediate Occupancy

Positive: 4,01 Negative:

Life Safety

Positive: 16,07 Negative:

Collapse Prevention

Positive: 24,11 Negative:

Show Acceptance Criteria on Plot

Type

Moment - Rotation

Moment - Curvature

Hinge Length:

Relative Length

Hysteresis Type And Parameters

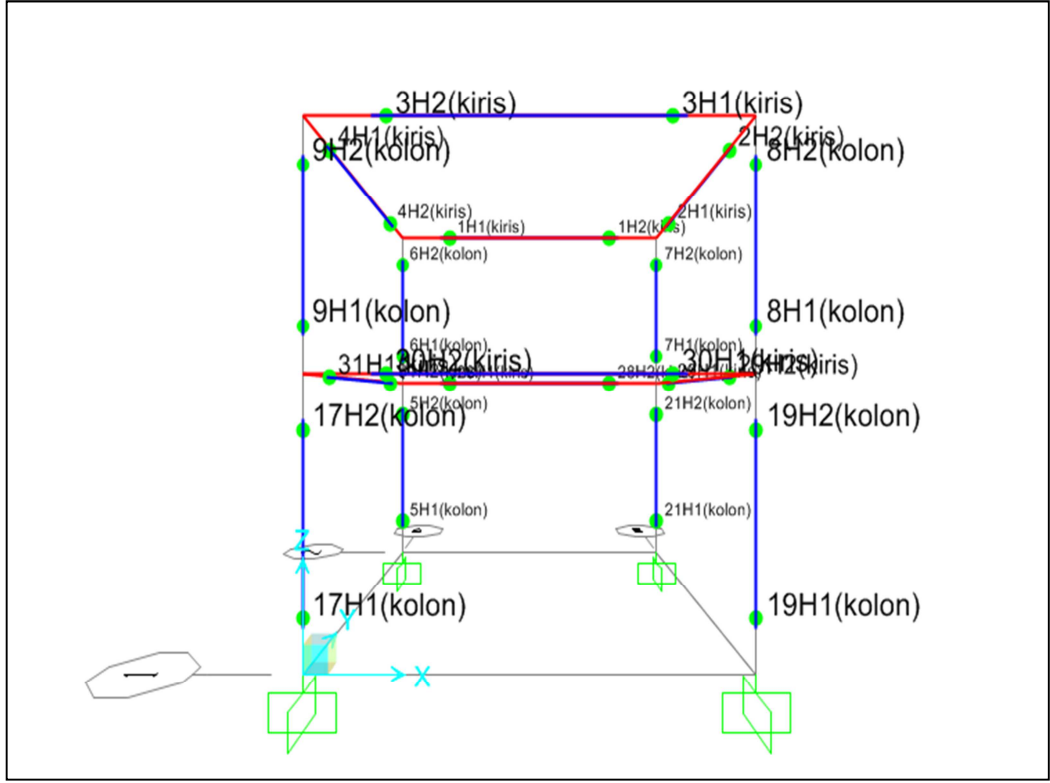
Hysteresis Type: Isotropic

No Parameters Are Required For This Hysteresis Type

OK Cancel

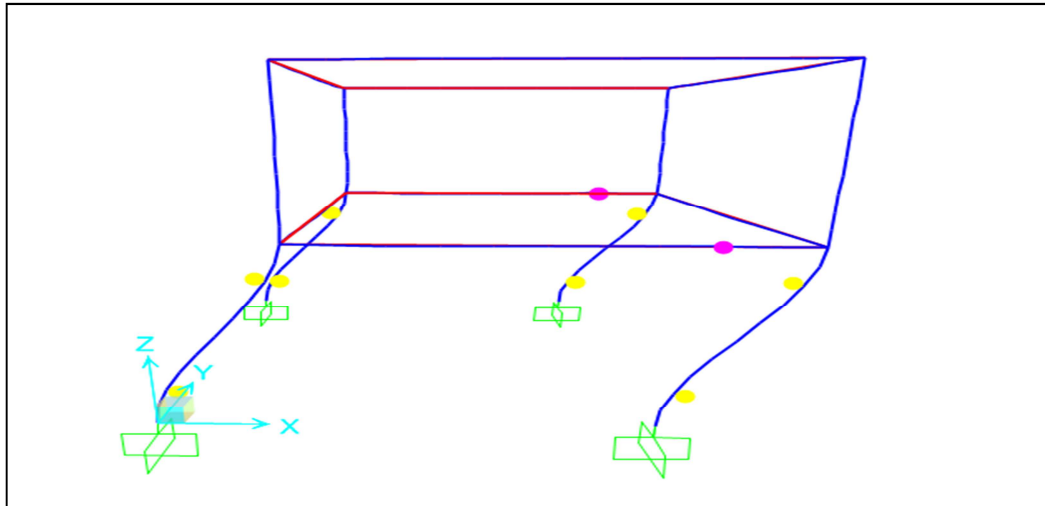
Şekil 5.25: Sap2000 Programına Kiriş Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması

Şekil 5.25’de Akma sınırı için XTRACT programından alınan moment SF ve rotation Sf değerleri Sap200 positive kısmına yazılır. Daha sonra moment/SF ve rotation/SF için XTRACT’dan alınan değerler moment SF ve rotatin SF değerlerine bölünerek yazılır. Bu işlemi tamamladıktan sonra Kolon ve kirişler için Sap2000 programında plastik mafsal yerleri Şekil 5.26’daki gibi tanımlanmıştır.

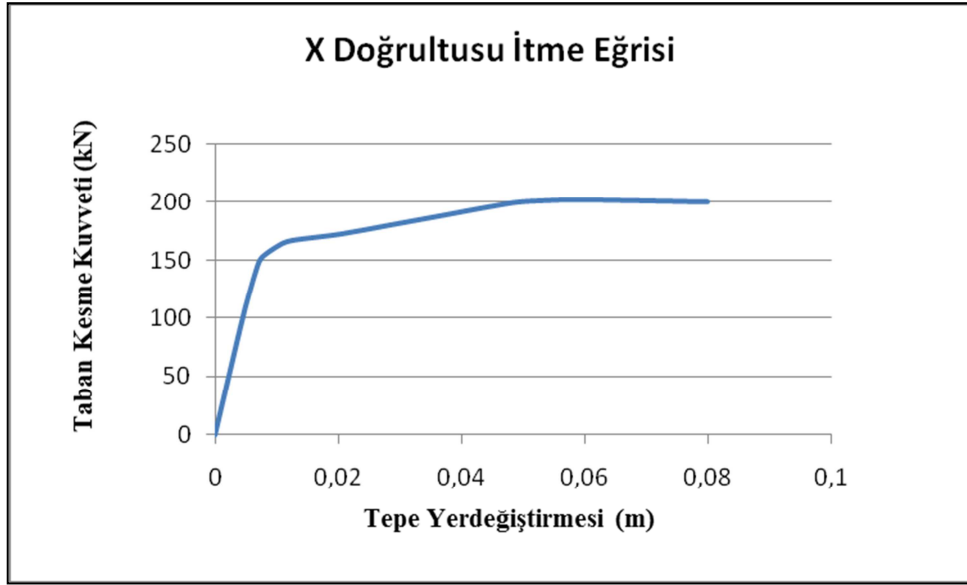


Şekil 5.26:Kolon ve Kiriş Plastik Mafsallarının İlgili Elemanlara Atanması

Bu adımlardan sonra itme analizine geçilir. Öncelikle hedef deplasman değerinin bulunması gerekmektedir. Bunun için öncelikle belirlenen tahmini bir deplasman değerine kadar binayı itmemiz gerekmektedir. Bu tahmini değer binanın toplam yüksekliğinin %2 - %4 arasında bir değer alınması uygun olmaktadır (TDY 2007).



Şekil 5.27: İtme Analizi Sonucunda Elemanlarda Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 5.28: X doğrultusunda Oluşan İtme Eğrisi

Elde edilen itme eğrisi koordinat dönüşümü yapılarak Modal Kapasite Diyagramına dönüştürülür. Koordinat dönüşümü için kullanılacak denklemler Bölüm 4.4.1’de verilmiştir. Bu bölümde tekrardan verilmeyip sadece sonuçlar verilecektir.

Analiz edilen yapı için bulunan değerleri izleyen şekildedir.

$$L_1 = \begin{bmatrix} 1.00 & 0.65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 38.58 & 0 \\ 0 & 38.58 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} = 63.66 \text{ kNms}^2/\text{m}$$

Burada verilen 1.00 ve 0.65 değerleri modal analiz sonucunda oluşan tepe noktası deplasmanlarının oranıdır. 38.58 değeri ise kat kütlelerini göstermektedir.

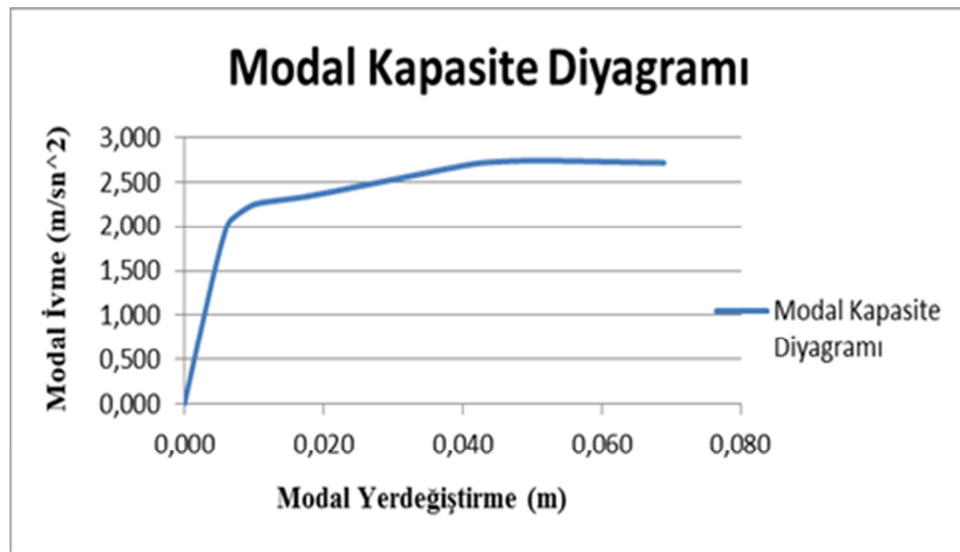
$$\Gamma_1 = \frac{\begin{bmatrix} 1.00 & 0.65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 38.58 & 0 \\ 0 & 38.58 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1.00 & 0.65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 38.58 & 0 \\ 0 & 38.58 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.00 \\ 0.65 \end{bmatrix}} = \frac{63.66}{54.88} = 1.16$$

$$M_{x1} = 63.66 \times 1.16 = 73.84 \text{ kNs}^2/\text{m}$$

$$\Phi_{xN1} = 1.00$$

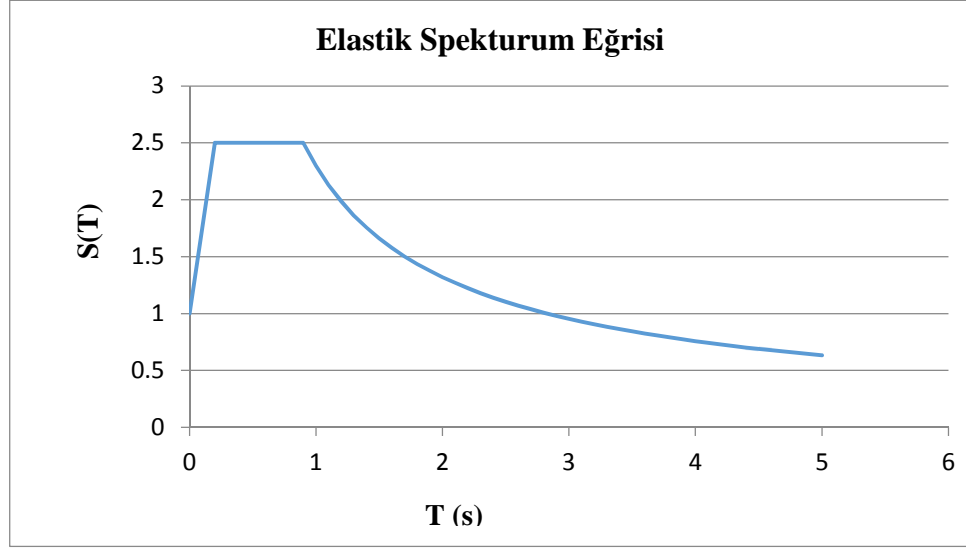
Çizelge 5.14: Modal Kapasite Diyagramı Koordinatları

n	$U_{xN1}^{(i)}$	$V_{x1}^{(i)}$	M_{x1}	φ_{xN1}	Γ_{x1}	$d_{1}^{(i)}$	$a_{1}^{(i)}$
0	0.000	0.000	73.84	1.00	1.160	0.000	0.000
1	0.005	101.75	73.84	1.00	1.160	0.004	1.378
2	0.007	145.57	73.84	1.00	1.160	0.006	1.971
3	0.008	153.50	73.84	1.00	1.160	0.007	2.079
4	0.011	163.50	73.84	1.00	1.160	0.009	2.214
5	0.013	167.42	73.84	1.00	1.160	0.011	2.267
6	0.021	172.99	73.84	1.00	1.160	0.018	2.343
7	0.029	180.76	73.84	1.00	1.160	0.025	2.448
8	0.037	188.54	73.84	1.00	1.160	0.032	2.553
9	0.045	196.44	73.84	1.00	1.160	0.038	2.660
10	0.050	200.61	73.84	1.00	1.160	0.043	2.717
11	0.056	202.26	73.84	1.00	1.160	0.048	2.739
12	0.058	202.49	73.84	1.00	1.160	0.050	2.742
13	0.059	202.51	73.84	1.00	1.160	0.051	2.742
14	0.061	202.43	73.84	1.00	1.160	0.053	2.741
15	0.069	201.65	73.84	1.00	1.160	0.060	2.731
16	0.077	200.87	73.84	1.00	1.160	0.067	2.720
17	0.080	200.62	73.84	1.00	1.160	0.069	2.717



Şekil 5.29: Modal Kapasite Diyagramı

Modal kapasite diyagramı elde edildikten sonra davranış spektrumunu ile aynı eksenlerde karşılaştırılır. Kapasite diyagramına çizilen teğetin davranış spektrumunu kestiği nokta S_{de} değeri olarak alınır. Eşit yer değiştirme kuralı gereğince $S_{de}=S_d$ olarak dikkate alınmıştır. Z_4 zemin sınıfı ($T_A=0.2s$, $T_B=0.9s$) ve 1. derece deprem bölgesi ($A_0=0.2$) değerleri dikkate alınarak elastik spektrum eğrisi oluşturulur. Daha sonra koordinat dönüşümü yapılır.



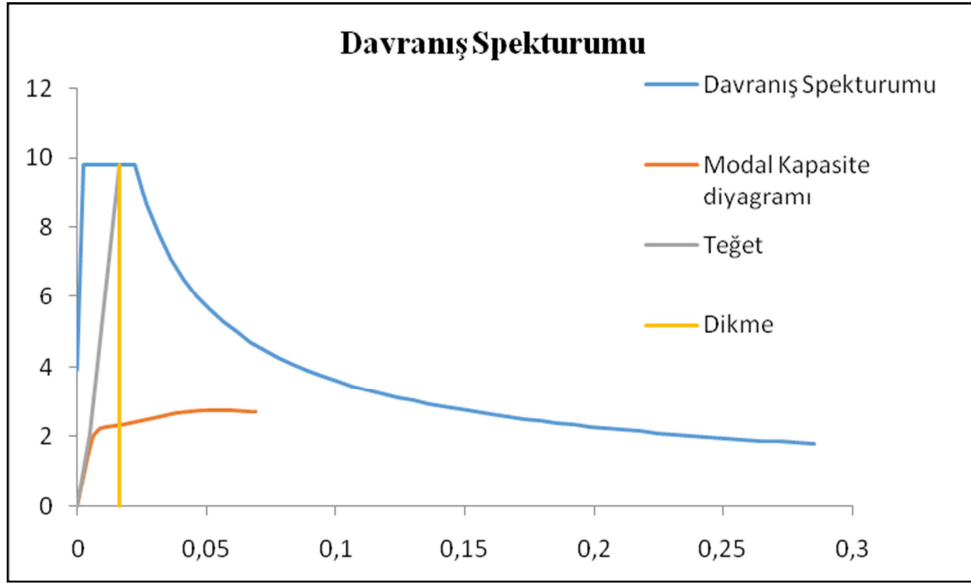
Şekil 5.30: Spektrum Eğrisi

$$S_a = A_0 g \left(1 + 1.5 \frac{T}{T_A} \right) \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (5.21)$$

$$S_a = 2.5 A_0 g \quad (T_A < T < T_B) \quad (5.22)$$

$$S_a = 2.5 A_0 g \left(\frac{T_B}{T} \right)^{0.8} \quad (T_B < T) \quad (5.23)$$

$$S_{de1} = \frac{S_a T^2}{\omega^2} = \frac{S_a T^2}{4\pi^2} = \frac{2.5 \cdot A_0 \cdot g \cdot T^2}{4\pi^2} \quad (5.24)$$

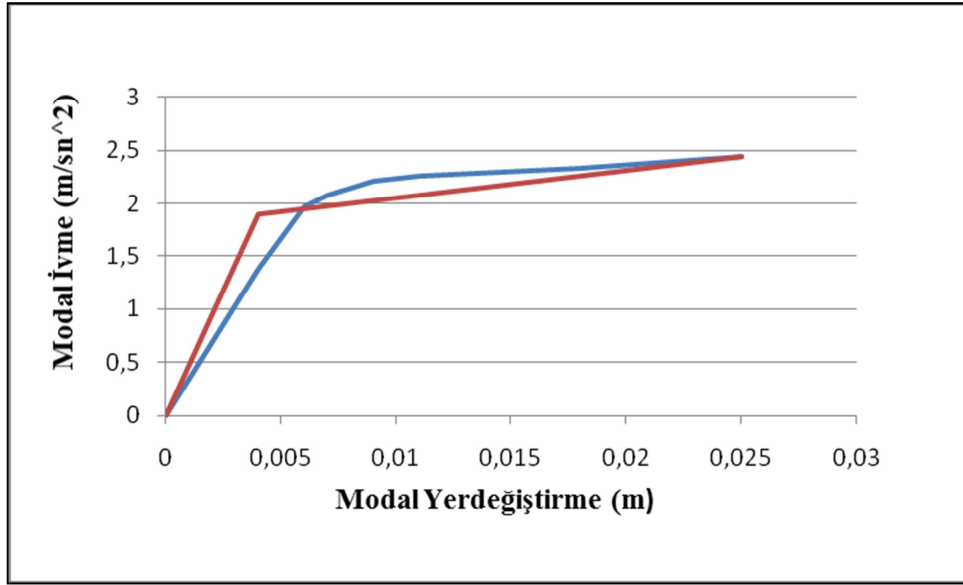


Şekil 5.31: Modal Kapasite Diyagramı İle Davranış Spekturumunun Çakıştırılması

$S_{de}=0.018m$ olarak bulunmuştur. Eşit yer değiştirme kuralına göre $S_{de}=S_d$ Kabul edilir. Bu aşamadan sonra spektral yer değiştirme oranı C_{R1} hesaplanacaktır. $T < T_B$ olması durumunda spektral yer değiştirme oranı ardışık yaklaşımlarla aşağıdaki gibi hesaplanır. Burada birinci moda ait dayanım azaltma katsayısı R_{y1} aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$R_{y1} = \frac{S_{al}}{a_{y1}} \quad (5.25)$$

$$C_{R1} = \frac{1 + (R_{y1} - 1)T_B/T}{R_{y1}} \geq 1 \quad (5.26)$$



Şekil 5.32: Modal Kapasite Diyagramının İki Doğrultulu Hale Getirilmesi

İki doğru ile elde edilebilen modal kapasite diyagramında $a_{y1} = 1.93 \text{ m/sn}^2$ ve $d_{y1} = 0.0037\text{m}$ bulunmuştur. Bu değerler sonucunda dayanım azaltma katsayısı:

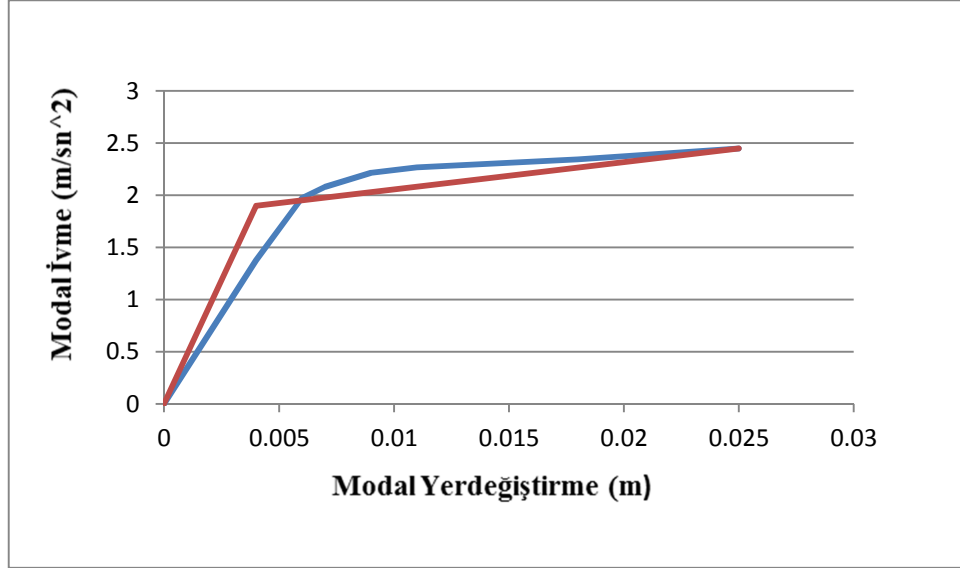
$$R_{y1} = \frac{9.81}{1.93} = 5.08$$

$$C_{R1} = \frac{1 + (5.08 - 1)T_B/T}{5.08} = 1.20$$

$S_{d1} = 1.20 \times 0.018 = 0.0216 \text{ m}$ olarak bulunur.

Çizelge 5.15: Modal Yer değiştirme –Modal İvme Değerleri

N	$d^{(1)}$	$a^{(1)}$
0	0.000	0.000
1	0.004	1.378
2	0.006	1.971
3	0.007	2.079
4	0.009	2.214
5	0.011	2.267
6	0.018	2.343



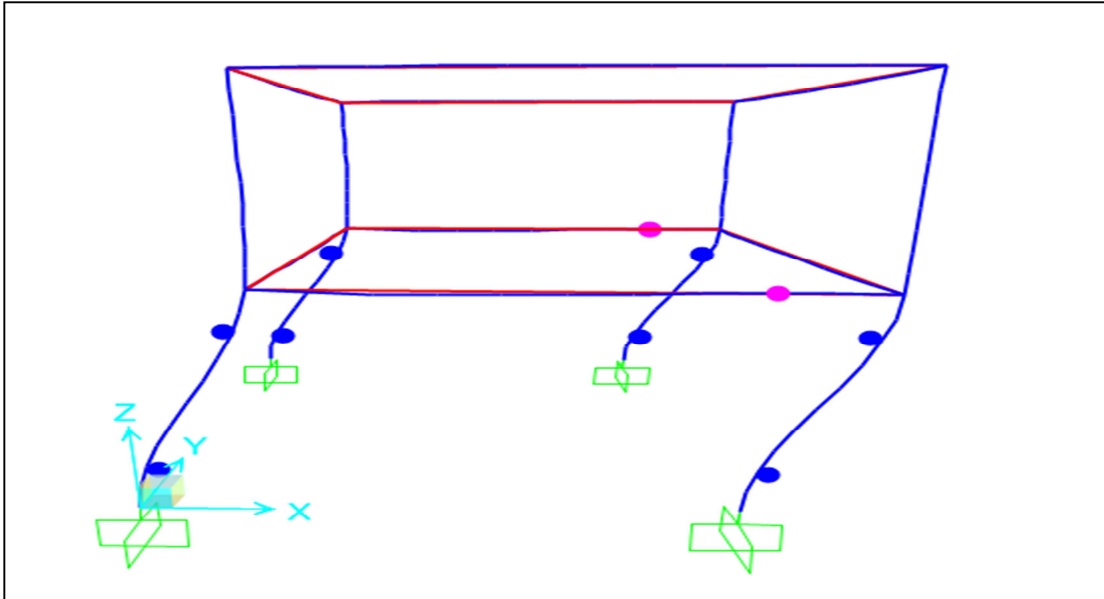
Şekil 5.33: Modal Kapasite Diyagramının İki Doğrultulu Hale Getirilmesi

$$C_{R1} = \frac{1 + (4.09 - 1)T_B/T}{4.09} = 1.188$$

$$S_{d1} = 1.188 \times 0.0216 = 0.026m$$

$$U_{xN1} = \varphi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1 = 1 \times 1.16 \times 0.026 = 0.03m$$

Bulunan 0.03 m değerine kadar bina tekrar itilir. Analiz sonucunda oluşan plastik mafsal değerlerine göre eleman hasar sınırları belirlenir.



Şekil 5.34: İtme Analizi Sonucunda Oluşan Plastik Mafsallar

Yapılan analiz sonucunda plastik dönme istemine karşılık gelen plastik eğrilik değerleri izleyen şekilde bulunur.

$$\varphi_p = \frac{\theta_p}{L_p} \quad (5.27)$$

φ_p : Plastik eğrilik istemi

θ_p : Sap2000 programından elde edilen plastik dönme istemi

L_p : Plastik mafsal boyu olarak tanımlanır.

Her kiriş ve kolon elemanı için yapılan tek eksenli eğrilik analizi ile eşdeğer akma eğrilikleri φ_y bulunur. Bulunan eşdeğer akma eğrilikleri ile Sap2000'den bulunan plastik eğrilik φ_p değerleri toplanarak toplam eğrilik istemleri φ_t hesaplanır. Bulunan toplam eğrilik istemlerine karşılık gelen beton birim kısalması ε_c ve donatı çeliği birim uzaması ε_s değerleri bulunup TDY 2007' deki sınır değerlerle karşılaştırılır. Şekil değiştirmelere göre elemanın hasar durumu tespit edilir.

Çizelge 5.16: Kirişlerde Oluşan Plastik Dönme Değerleri

Kiriş	Uç Bölgesi	Mafsal	P(kN)	M_3	R3 Plastik
28	1	M3	0	-17.2874	0
	2	M3	0	-33.8392	-0.00082
30	1	M3	0	11.5855	0
	2	M3	0	-33.8265	-0.00080

Çizelge5.17: Kirişlerde Oluşan Toplam Eğrilik İstemleri

Kiriş	Uç Bölgesi	Plastik Dönme θ_p (rad)	Mafsal boyu (m)	Plastik Eğrilik ϕ_p (rad/m)	Akma Eğriliği ϕ_y (rad/m)	Toplam Eğrilik ϕ_t (rad/m)
28	1	0	0.25	0	-0.00601	-0.00604
	2	-0.00082	0.25	-0,0030	-0.00601	-0.00901
30	1	0	0.25	0	-0.00601	-0.00604
	2	-0.000801	0.25	-0,0032	-0.00601	-0.00681

Çizelge 5.18: Kolonlarda Oluşan Dönme Değerleri

Kolon	Uç Bölgesi	Mafsal	P(kN)	M_3	R3 Plastik
5	1	PMM	-194.735	70.6997	0.008665
	2	PMM	-182.135	-70.4881	-0.00675
17	1	PMM	-195.009	70.3505	0.000815
	2	PMM	-192.175	-69.7904	-0.005416
19	1	PMM	-204.775	68.0093	0.007452
	2	PMM	-202.958	-68.2204	-0.006862
21	1	PMM	-213.42	68.7264	0.008804
	2	PMM	-200.82	-68.7786	-0.008209

Çizelge 5.19: Kiriş Hasar Sınırları

Eleman	Uç Bölgesi	Toplam Eğrilik	ϵ_s	ϵ_c	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
28	1	-0.00604	-	-	MN	MHB
	2	-0.00711	0.003786	0.003423	MN	MHB
30	1	-0.00604	-	-	MN	MHB
	2	-0.00681	0.002862	0.003041	MN	MHB

Çizelge 5.20: Kolon Hasar Sınırları

Eleman	Uç Bölgesi	Toplam Eğrilik	ϵ_s	ϵ_c	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
5	1	0.0456	0.016027	0.013484	MN-GV	BHB
	2	-0.0430	0.013127	0.01332	MN-GV	BHB
17	1	0.0133	0.00406	0.004429	MN-GV	BHB
	2	-0.0363	0.01099	0.011989	MN-GV	BHB
19	1	0.0435	0.014195	0.013486	MN-GV	BHB
	2	-0.0436	0.013127	0.01349	MN-GV	BHB
21	1	0.0453	0.016179	0.01345	MN-GV	BHB
	2	-0.0433	0.015264	0.013351	MN-GV	BHB

5.3.5 Bina performansının belirlenmesi

Sistemi oluşturan çerçeve model iki katlı basit bir yapı olup artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin ayrıntılı olarak incelenmek için yapılmıştır. Bu sebepten dolayı bina küçük ve simetrik olduğu için bina modelinin performansından söz etmek doğru olmayacaktır. Performans değerlendirmesi elemanların hasar seviyelerinde yapılacaktır. Yapıyı oluşturan tüm kolonların belirgin hasar bölgesinde, kirişlerin minimum hasar bölgesinde yer aldığı görülmüştür.

Sonuç olarak eşdeğer deprem yükü yöntemine ve artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre düşey taşıyıcı eleman olan kolonlar belirgin hasar bölgesinde yer almaktadır. Yatay taşıyıcı elemanlar olan kirişler ise eşdeğer deprem yükü yöntemine göre belirgin hasar bölgesinde, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre ise tüm kirişler minimum hasar bölgesindedir. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre kirişlerin performansı daha düşük çıkmıştır. Kolonlarda ise her iki yöneme göre performans seviyeleri aynı çıkmıştır.

6. ALTI KATLI BETONARME BİNANIN PERDELİ VE PERDESİZ OLARAK EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu bölümde TDY 2007'ye göre perdeli ve perdesiz olarak tasarımı yapılan betonarme binanın, doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle depreme performansı belirlenmeye çalışılmıştır. Bu doğrultuda ele alınan yapıların sistem modelleri İDECAD ve SAP2000 programı ile yönetmelikler dikkate alınarak boyutlandırılmıştır. Tasarlanan modelde döşeme kalınlığı 12 cm dir. Kirişler dikdörtgen 25 cm x 50 cm boyutunda kolonlar ise dikdörtgen olarak 25 cm x 60 cm, 60 cm x 25cm ve kare olarak 40 cm x 40 cm boyutunda tasarlanmıştır. Döşemelerde yatayda rijit diyaframa olarak tanımlanmış olup düğüm noktaları sonsuz rijit kabul edilmiştir. Normal kattaki döşemelere ölü yük: 2.5 kN/m² hareketli yük: 2.00 kN/m² çatı katındaki ölü yük: 1.00 kN/m² hareketli yük 1,00 kN/m² yüklenerek döşeme ağırlığı programa hesaplatılarak yükler kirişlere aktarılmıştır. Kirişler üzerine ayrıca dış duvar yükü olarak 7.00 kN/m² iç duvar yükü olarak 3.50 kN/m² yüklenmiştir. Analiz için Sap2000 ve XTRACT programları kullanılmıştır.

Genel Bilgiler

Kat Adedi	: 6
Zemin Kat Yüksekliği	: 3.00 m
Normal Kat Yüksekliği	: 3.00 m
Toplam Bina Yüksekliği	: 18.00 m
Kullanım Amacı	: Konut

Malzeme Özellikleri

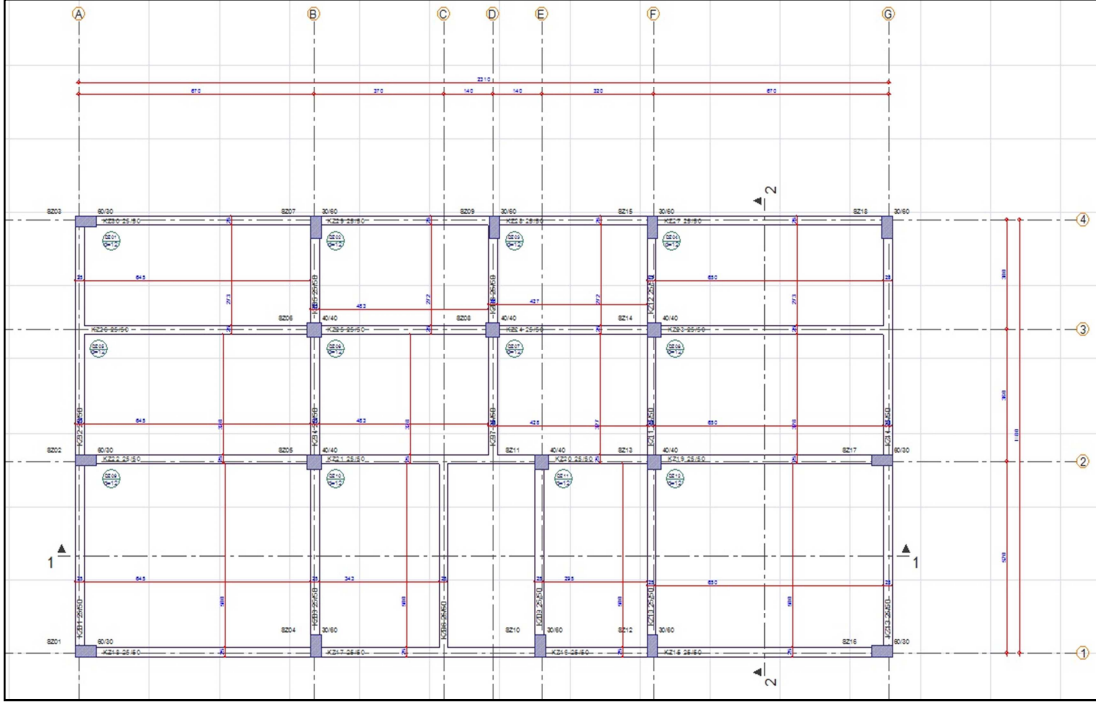
Beton Sınıfı	: C20
F_{cm}	: 20 MPa
F_{ctm}	: 1.6 MPa
E_c	: 28000 MPa
Donatı Çeliği	: S420
F_{ym}	: 240 MPa
E_s	: 200000 MPa

Proje Bilgileri

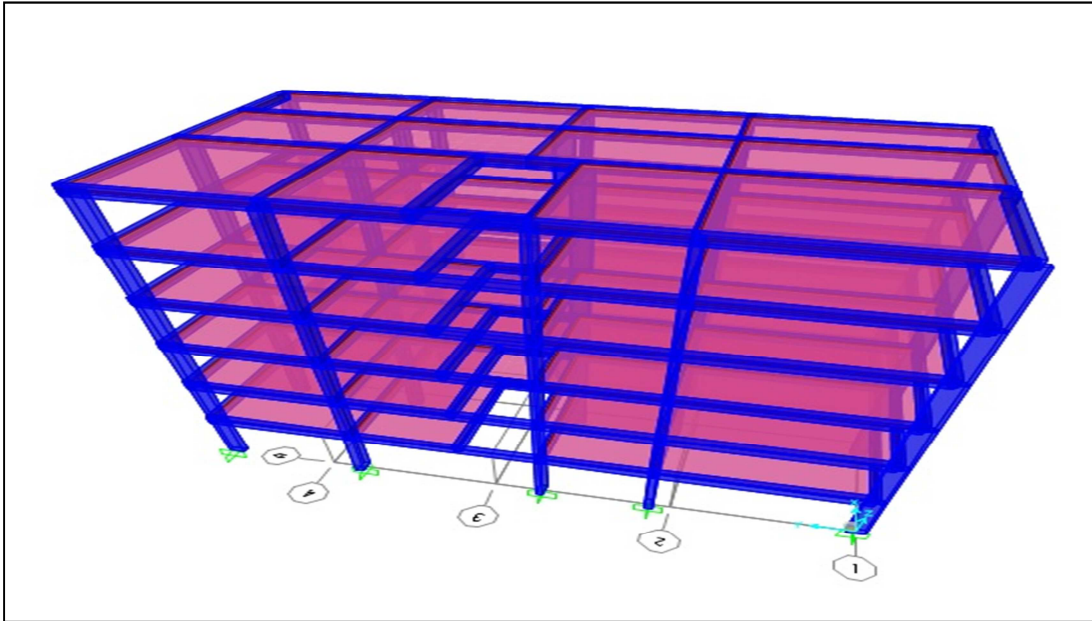
Deprem Bölgesi	: 3 bölge(A_0 : 0.2)
Bina Önem Katsayısı (I)	: 1
Zemin Sınıfı	: Z ₄
Hareketli Yük Katılım Katsayısı	: n=0.3

Taşıyıcı sistem elemanları

Kolonlar	: 0.25m x 0.60m, 0.60m x 0.25m ve 0.40m x 0.40m
Kirişler	: 0.25 m x 0.50 m
Döşeme Kalınlığı	: 0.12 m



Şekil 6.1: Kat Planı



Şekil 6.2: Perdesiz Sistemin 3 Boyutlu Modeli

6.1 Çatlamış Kesite Ait Etkin Eğilme Rijitliklerinin Belirlenmesi

Deprem performansının belirlenmesinde eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği kullanılacaktır. Kirişlerde çatlamış kesitin

etkin eğilme rijitliği kesitin etkin eğilme rijitliğinin 0.4 ile çarpılması ile bulunur. Kolonlarda ise yukarıda verilen yüklemeler altında çatlamamış kesitler kullanılarak düşey yük hesabı yapılır.

$$W = G + 0.3Q \quad (6.1)$$

Sistemin zemin kat kolonlarında düşey yükler altında ($G+0,3Q$) kolonlarda oluşan normal kuvvetler en büyük kuvvet S02 kolonuna gelmektedir. Zemin kat S02 Kolonu için

$$N_D = 670,36kN \quad A_C = 25 \times 60 = 1500cm^2$$

$$\frac{N_D}{A_C f_{cm}} = \frac{670.36}{1500 \times 2} = 0,22 > 0.1$$

Yukarıda en büyük eksenel yük alan kolon için yapılan hesaplamada eksenel kuvvet oranı 0.1 den büyük çıkmıştır. Diğer kolonlardaki eksenel yükler için yapılan hesaplarda belli bir kısmı 0.1 den büyük diğerlerinde 0.1 küçüktür. 0.1 den büyük olan kolonlarda etkin eğilme rijitliği çatlamamış kesitin eğilme rijitliğinin 0.8 katı alınacaktır. 0.1 den küçük çıkan kolonlarda eğilme rijitliği tüm kolonlarda etkin eğilme rijitliği çatlamamış kesitin eğilme rijitliğinin 0.4 katı alınacaktır. Bundan sonraki tüm hesaplamalara çatlamış kesitlerin eğilme rijitlikleri kullanılacaktır.

6.2 Doğrusal Elastik Yöntemler İle 6 Katlı Perdesiz Binanın Performansının Hesaplanması

6.2.1 Perdesiz eşdeğer deprem yükü yöntemi

Bu bölümde toplam 6 katlı bir yapının perdeli ve perdesiz olarak eşdeğer deprem yükü yöntemine Sap2000 'de performans analizi yapılacaktır. Yapının kat yüksekliği 8 katı aşmadığında, bina yüksekliğinin $18,00 m < 24,00 m$ küçük olduğundan ve $\eta_{bi} < 1.4$ olduğundan dolayı performans analizi için eşdeğer deprem yükü uygulanabilir. Denk. (5.3) göre X ve Y doğrultunda deprem kuvvetleri hesaplanarak SAP2000 programında tasarlanan model üzerine yüklenir ve binanın analizi yapılır. Taban kesme kuvveti Denk. (5.1) den aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$V_t = \lambda W A(T_1) = \frac{\lambda W A_0 I S(T)}{R_a}$$

Denk. (5.1)'de $\lambda = 0.85$

Bina önem katsayısı $A_0 = 0.2$

Bina önem katsayısı $I = 1$

Deprem yükü azaltma katsayısı $R_a = 1$

Spektrum periyotları

X yönü titreşim periyodu $T_x = 0.712s$

$T_A < T_y < T_B$ $0.20s < 0.712s < 0.90s$ olduğundan TDY Bölüm 2.4'ye göre $S(T_x) = 2.5$ alınır.

Bina ağırlığı $W = 8838.76kN$

$$V_t = \frac{0.85 \times 8838.76 \times 1 \times 2.5}{1} = 1878237kN$$

ΔF_{NX} Denk.(5.5) göre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\Delta F_{NX} = 0.0075 \times 6 \times 23.326.00 = 845.21kN$$

Y yönü titreşim periyodu $T_y = 0.747s$

$T_A < T_y < T_B$ $0.20s < 0.747s < 0.90s$ olduğundan TDY Bölüm 2.4'ye göre $S(T_y) = 2.5$ alınır.

Bina ağırlığı $W = 8836.76kN$

$$V_t = \frac{0.85 \times 8838.76 \times 1 \times 2.5}{1} = 18782.37kN$$

ΔF_{NY} Denk.(5.5) göre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\Delta F_{NY} = 0.0075 \times 6 \times 23.326.00 = 845.21kN$$

X ve Y doğrultusunda yapılan hesaplamalarda binanın Periyot değerleri $T_A < T_x < T_B$ ve $T_A < T_y < T_B$ olduğu için Eşdeğer deprem kuvvetleri her iki doğrultuda aynı çıkmıştır.

Çizelge 6.1 X ve Y yönü için binanın eşdeğer deprem kuvvetleri gösterilmiştir.

Çizelge 6.1: X ve Y Yönlü Etkiyen Eşdeğer Deprem Kuvvetleri

Kat	H(m)	W _i (kN)	WiH _i	$\frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$	F_{xi}^*	$F_{xi} + \Delta F_{NX}$	$F_{Yi} + \Delta F_{NY}$
5	18.0	1100.35	19806.30	0.289	2309.56	3154.77	3154.77
4	15.0	1546.60	23199.00	0.338	2701.82	3547.03	3547.03
3	12.0	1548.55	18582.60	0.271	2166.25	3011.45	3011.45
2	9.00	1547.50	13927.5	0.203	1626.69	2471.21	2471.21
1	6.00	1548.00	9288.00	0.135	1079.13	1924.34	1924.34
Z	3.00	1547.76	4643.28	0.068	543.56	1388.77	1388.77
$\sum W_i H_i$			68567.28				

$$F_{xi} = (V_t - \Delta F_{NX}) \frac{w_i H_i}{\sum w_i H_i}$$

Yapının geometrisinin dolayı yapı elemanlarının (kolon ve kiriş) sayısının fazla olmasından dolayı bütün katlardaki kiriş ve kolonlar ayrı ayrı modellemek ve donatı tanımlamak zor olacaktır Bu sebepten dolayı tüm katlardaki kolonlarda düşey donatı 14φ14 yatay sargı donatısı φ8/10 kirişlerde ise üst ve alt montaj donatısı 2φ14 sağ ve sol üst uçlara ilave olarak 4φ14 , sağ ve sol alt uçlara ilave olarak 2φ14 düşey sargı donatısı φ8/10/15 olarak kabul edilmiştir. Tüm katlardaki Kolon ve kirişlerin donatı sayıları Ek A'da tablolar halinde verilmiştir.

Tezin içeriğini kısa tutmak için sadece zemin kat kolon ve kirişlerindeki iç kuvvetler ve hasar seviyeleri ve hasar sınırları tablolar halinde sunulacaktır. Diğer katlardaki kirişlerin hasar seviyesi ve hasar sınırları Ek A'da, tablolar halinde verilmiştir. Kirişlerin hasar seviyeleri yüzde olarak tablolar halinde bölüm sonunda hasar durumları ve bina performansının belirlenmesi kısmında verilmiştir.

Çizelge 6.2'de zemin Kat (+3,00 kotu) kirişlerinde düşey yükler altında, +X ve -X deprem doğrultusunda oluşan iç kuvvetler ve kirişlerin taşıma kapasiteleri verilmiştir.

Çizelge 6.3’de zemin kat (+3,00 kotu) kirişlerinde düşey yükler altında X ve Y deprem doğrultusunda kirişlerdeki kesme donatısı etkisi, donatı alan ve oranları verilmiştir.

Çizelge 6.4. ve 6.5’de +X ve -X Deprem doğrultusunda donatı, etki/ kapasitesi oranları ve hasar bölgeleri verilmiştir.

Çizelge 6.6’de zemin kat (+3,00 kotu) kirişlerinde düşey yükler altında, +Y ve -Y deprem doğrultusunda oluşan iç kuvvetler ve kirişlerin taşıma kapasiteleri verilmiştir.

Çizelge 6.7. ve 6.8.’de +Y ve -Y deprem doğrultusunda donatı, etki/ kapasitesi oranları ve hasar bölgeleri verilmiştir.

Çizelge 6.3’de hesaplanan kesme donatısı etkisi 0.65 den küçük $\frac{P - P''}{P_b}$ oranları 0 ile 0.5 arasında hesaplanmıştır. Bu sebepten dolayı hasar sınırlarını belirleyen kapasite oranlarında $\frac{P - P''}{P_b}$ değerine interpolasyon yapılmıştır

+X deprem doğrultusu için hasar bölge sınırları MN:2.38< GV:5.82<GÇ:9.38 olarak hesaplanmıştır. Diğer deprem kuvvetleri içinde aynı şekilde hasar bölgesi sınır değerleri hesaplanmıştır.

6.2.2 Kiriş hasar sınırları

Çizelge 6.2: X Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kirişlerde Oluşan İç Kuvvetler

Kiriş NO	l_n (m)	G+0,3Q		+X (KN)		-X (KN)		Taşıma kapasiteleri		
		Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Kesme	Sol uç	Sağ uç
		M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	V_r (kN)	M (kNm)	M (kNm)
		V (kN)	V (kN)	V (kN)	V (kN)	V (kN)	V (kN)	V_{mak} (kN)	M (kNm)	M (kNm)
K01	5.2	-10.66	-23.15	931.43	-681.00	581.48	-422.69	228.90	168.66	168.66
		-15.80	20.60	210.08	210.08	193.11	193.11	506.00	111.14	111.14
K02	6.6	-39.03	-45.20	749.59	-1009.4	460.32	-759.90	288.88	168.66	168.66
		-33.27	37.58	280.33	290.19	167.2727	183.79	506.00	111.14	111.14
K03	5.2	-9.10	-6.61	727.8	-122.4	633.62	-885.47	288.88	168.66	168.66
		-9.58	8.62	232.35	232.35	226.75	226.75	506.00	111.14	111.14
K04	3.0	-6.00	-0.13	797.32	-880.8	836.69	-866.20	288.88	168.66	168.66
		-7.29	3.21	314.79	299.87	210.08	218.49	506.00	111.14	111.14
K05	3.6	-3.03	-3.94	949.73	-824	1039.40	-1070.1	288.88	168.66	168.66
		-8.93	9.27	213.2	213.2	270.06	270.06	506.00	111.14	111.14
K06	5.2	-3.03	-3.94	166.83	-0.55	160.37	-1.37	288.88	168.66	168.66
		-8.93	9.27	32.19	32.19	31.10	31.10	506.00	111.14	111.14
K07	3.0	-0.14	-14.97	78.02	-278.67	73.69	-259.33	288.88	168.66	168.66
		-7.43	15.36	95.94	102.70	93.10	99.34	506.00	111.14	111.14
K08	3.6	-11.20	-1.48	948.18	-1076.1	936.77	-1153.3	288.88	168.66	168.66
		-9.48	1.02	208.08	208.08	296.70	296.70	506.00	111.14	111.14
K09	5.2	-11.05	-2.66	820.41	-760.3	758.60	-768.3	288.88	168.66	168.66
		-10.71	7.49	266.44	266.44	285.94	285.94	506.00	111.14	111.14
K10	5.2	-10.74	-4.83	921.9	-906.1	930.86	-915.5	288.88	168.66	168.66
		-10.24	7.96	281.74	281.74	273.34	273.34	506.00	111.14	111.14
K11	3.0	-6.16	-1.42	843.18	-775.9	892.00	-785.0	288.88	168.66	168.66
		-7.62	4.98	116.42	116.42	235.29	235.29	506.00	111.14	111.14
K12	3.6	-5.46	-1.48	1090.07	-1066.8	957.9	-983.2	288.88	168.66	168.66
		-7.56	2.94	292.3	292.3	302.7	302.7	506.00	111.14	111.14
K13	5.2	-9.90	-26.29	733.42	-529.82	804.2	-799.99	288.88	168.66	168.66
		-15.05	21.35	242.93	242.53	366.18	366.18	506.00	111.14	111.14
K14	6.6	-43.61	-51.39	596.03	-1057.2	910.36	-1041.0	288.88	168.66	168.66
		-36.80	42.39	221.07	213.89	342.35	327.61	506.00	111.14	111.14

Çizelge 6.3: X ve Y Deprem Doğrultusunda Kirişlerdeki Donatı Alan Ve Oranları

		Donatı Alanları								
KİRİŞ NO	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	p_b	$\rho = \frac{A_s}{(b_w * d)}$	$\rho' = \frac{A_s'}{(b_w * d)}$	$p - p' / p_b$ Sol	$p - p' / p_b$ Sağ	Sargılama Donatısı	
	A_s / S	$A_{sr} (cm^2)$	$A_{sr} (cm^2)$	%	%	%	M^-	M^-	Sağ mesnet	Kırılma
	cm^2 / cm	$A_{sb} (cm^2)$	$A_{sb} (cm^2)$	%	%	%	M^+	M^+	Sol mesnet	türü
K01	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K02	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K03	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K04	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K05	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K06	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K07	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K08	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K09	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K10	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K11	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K12	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K13	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K14	1/10	9.24	9.24	2.02	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.02	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek

Çizelge 6.4: X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar bölgeleri.

KİRİŞ NO	Donatı Oranı			Hasar sınırı (+X)					
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi	Sağ uç
	A_s/S	v^-	v^-	r^+	r^+	Sol üst	Sağ üst	Sol uç	
cm^2/cm	v^+	v^+	r^-	r^-	Sol alt	Sağ alt			
K01	1/10	0.207	0.406	4.	4.856	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.207	0.406	5.70	5.071	MN-GV	MN-GV		
K02	1/10	0.240	0.339	2.309	2.243	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.240	0.339	3.193	5.74	MN-GV	MN-GV		
K03	1/10	0.382	0.439	3.470	3.576	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.382	0.439	5.043	5.04	MN-GV	MN-GV		
K04	1/10	0.382	0.439	7.427	7.68	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.382	0.439	11075	10.881	MN-GV	MN-GV		
K05	1/10	0.458	0.557	9.026	8.980	GV-GÇ	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.458	0.557	8.574	8.505	GV-GÇ	GV-GÇ		
K06	1/10	0.243	0.342	0.972	0.970	MN	MN	MHB	MHB
		0.243	0.342	1.46	0.005	MN	MN		
K07	1/10	0.381	0.505	0.462	0.42	MN	MN	MHB	MHB
		0.381	0.505	0.70	2.20	MN	MN		
K08	1/10	0.455	0.512	5.272	5.574	MN-GV	MN-GV	İHB	İHB
		0.455	0.512	7.750	9.021	GV-GÇ	GV-GÇ		
K09	1/10	0.233	0.333	5.793	5.174	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.233	0.333	5.120	4.790	MN-GV	MN-GV		
K10	1/10	0.234	0.335	5.797	5.063	MN-GV	MN-GV	İHB	İHB
		0.234	0.335	6.478	6.754	GV-GÇ	GV-GÇ		
K11	1/10	0.366	0.465	6.539	6.721	GV-GÇ	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.366	0.465	9.25	9.282	GV-GÇ	GV-GÇ		
K12	1/10	0.465	0.533	7.983	8.170	GV-GÇ	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.465	0.533	8.922	8.538	GV-GÇ	GV-GÇ		
K13	1/10	0.210	0.408	4.107	3.762	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.210	0.408	6.060	3.855	MN-GV	MN-GV		
K14	1/10	0.031	0.460	2.808	2.709	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB
		0.031	0.460	4.852	5.694	GV-GÇ	GV-GÇ		

Çizelge 6.5: X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları Ve Hasar bölgeleri

KİRİŞ NO	Donatı Oranı			Hasar sınırı (-X)					
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi	
	A_s/S	v^-	v^-	r^+	r^+	Sol üst	Sağ üst	Sol uç	Sağ uç
cm^2/cm	v^+	v^+	r^-	r^-	Sol alt	Sağ alt			
K01	1/10	0.207	0.406	3.243	3.021	MN-	MN-	BHB	BHB
		0.207	0.406	4.774	3.148	MN-	MN-		
K02	1/10	0.240	0.339	2.216	2.152	MN	MN	BHB	BHB
		0.240	0.339	3.065	4.860	MN-	MN-		
K03	1/10	0.382	0.439	4.940	5.038	GV-	GV-	BHB	BHB
		0.382	0.439	5.260	5.370	GV-	GV-		
K04	1/10	0.382	0.439	5.741	5.940	MN-	MN-	BHB	BHB
		0.382	0.439	5.560	58.683	MN-	MN-		
K05	1/10	0.458	0.557	5.937	5.806	GV-	GV-	İHB	İHB
		0.458	0.557	8.929	9.302	GV-	GV-		
K06	1/10	0.243	0.342	0.934	0.929	MN	MN	MHB	MHB
		0.243	0.342	1.404	0.012	MN	MN		
K07	1/10	0.381	0.505	0.437	0.401	MN	MN	MHB	MHB
		0.381	0.505	0.662	2.056	MN	MN		
K08	1/10	0.455	0.512	5.208	5.506	MN-	MN-	İHB	İHB
		0.455	0.512	7.65	8.568	GV-	GV-		
K09	1/10	0.233	0.333	5.116	4.510	MN-	MN-	BHB	BHB
		0.233	0.333	4.937	5.188	MN-	MN-		
K10	1/10	0.234	0.335	5.941	6.144	GV-	GV-	İHB	İHB
		0.234	0.335	8.745	7.894	GV-	GV-		
K11	1/10	0.366	0.465	5.791	7.008	GV-	GV-	İHB	İHB
		0.366	0.465	8.611	8.416	GV-	GV-		
K12	1/10	0.465	0.533	7.244	7.393	GV-	GV-	İHB	İHB
		0.465	0.533	11.611	12.167	GÇ	GÇ		
K13	1/10	0.210	0.408	5.128	4.612	MN-	MN-	BHB	BHB
		0.210	0.408	5.740	5.721	MN-	MN-		
K14	1/10	0.031	0.460	4.290	4.138	MN-	MN-	BHB	BHB
		0.031	0.460	5.814	8.806	MN-	MN-		

Çizelge 6.6: Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kirişlerde Oluşan İç Kuvvetler

KİRİŞ NO	l_n (m)	G+0,3Q		+Y (KN)		-Y (KN)		Taşıma kapasiteleri		
		Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Kesme	Sağ uç	Sol uç
		M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	V_r (kN)	M (kNm)	M (kNm)
		V (kN)	V (kN)	V (kN)	V (kN)	V (kN)	V (kN)	V_{mak} (kN)	M (kNm)	M (kNm)
K15	6.7	-	-22.22	1048.9	-	1048.0	731.69	288.88	168.66	168.66
		-	23.07	280.68	280.68	313.62	313.62	506.00	111.14	11.14
K16	3.7	-8.80	-22.08	641.79	-	721.97	-	288.88	168.66	168.66
		-9.36	16.54	378.78	378.78	424.95	424.95	506.00	111.14	111.14
K17	6.5	-	-34.25	527.51	-	592.05	-	288.88	168.66	168.66
		-	30.25	156.16	138.63	177.06	155.38	506.00	111.14	111.14
K18	5.2	-	-16.17	852.35	-848.0	823.57	-912.4	288.88	168.66	168.66
		-	17.14	423.15	423.15	472.50	472.50	506.00	111.14	111.14
K19	6.7	-	-13.59	926.52	-860.6	925.8	-781.9	288.88	168.66	168.66
		-	12.21	359.27	359.27	363.24	363.24	506.00	111.14	111.14
K20	5.1	-0.19	-15.03	198.7	-	1104.20	-	288.88	168.66	168.66
		-2.46	10.49	944.20	944.20	956.00	956.00	506.00	111.14	111.14
K21	5.1	-	-37.25	1055.9	-853.9	1172.1	-	288.88	168.66	168.66
		-	29.88	473.80	344.41	477.85	348.23	506.00	111.14	111.14
K22	5.2	-	-9.69	1120.1	-	1039.7	-	288.88	168.66	168.66
		-9.62	8.58	554.05	554.05	559.91	559.91	506.00	111.14	111.14
K23	6.7	-0.26	-25.23	207.56125.11	-	308.7	-578.9	288.88	168.66	168.66
		-9.45	15.45	125.11	125.11	122.10	122.10	506.00	111.14	111.14
K24	5.1	-9.01	-9.02	1192.71	-887.1	1011.0	-	288.88	168.66	168.66
		-7,13	8.84	603.89	603.89	571.33	571.33	506.00	111.14	111.14
K25	5.1	-	-16.73	1639.1	-	1151.3	-	288.88	168.66	168.66
		-	18.37	660.02	611.18	630.39	577.89	506.00	111.14	111.14
K26	5.2	-	-10.29	699.06	-	685.29	-	288.88	168.66	168.66
		-9.18	9.02	168.21	168.21	165.19	165.19	506.00	111.14	111.14
K27	6.7	-	-27.67	772.20	-	807.51	-	288.88	168.66	168.66
		-	24.98	246.04	246.04	220.52	220.52	506.00	111.14	111.14
K28	5.1	-	-14.58	772.58	-	690.89	-	288.88	168.66	168.66
		-	16.99	302.17	302.17	270.36	270.36	506.00	111.14	111.14
K29	5.1	-	-16.98	749.28	-	670.29	-	288.88	168.66	168.66
		-	18.49	289.97	289.97	259.20	259.20	506.00	111.14	111.14
K30	5.2	-	-11,04	844.04	-	758.65	-	288.88	168.66	168.66
		-	17.06	359.22	359.22	322.13	322.13	506.00	111.14	111.14

Çizelge 6.7: Y Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Donatı Oranı			Hasar Sınırı (+Y)					
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi	Sağ uç
	A_s/S cm^2/cm	v^- v^+	v^- v^+	r^+ r^-	r^+ r^-	Sol üst Sal alt	Sağ üst Sağ alt	Sol uç	
K15	1/10	0.207	0.406	5.93	6.01	GV-	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.207	0.406	8.45	5.48	GV-	MN-GV		
K16	1/10	0.240	0.339	3.61	4.61	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.240	0.339	5.35	5.74	MN-	MN-GV		
K17	1/10	0.382	0.439	2.54	5.23	MN	MN-GV	BHB	BHB
		0.382	0.439	3.53	5.78	MN-	MN-GV		
K18	1/10	0.382	0.439	4.47	5.98	MN-	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.382	0.439	6.41	8.68	GV-	GV-GÇ		
K19	1/10	0.258	0.257	5.34	5.12	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.458	0.557	5.63	5.75	MN-	MN-GV		
K20	1/10	0.243	0.342	6.24	7.26	GV-	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.243	0.342	9.13	9.31	GV-	GV-GÇ		
K21	1/10	0.381	0.405	4.71	1.07	MN-	MN	BHB	BHB
		0.381	0.405	5.19	5.17	MN-	MN-GV		
K22	1/10	0.455	0.442	7.15	7.78	GV-	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.455	0.442	9.38	9.27	GV-	GV-GÇ		
K23	1/10	0.233	0.333	1.22	5.02	MN	MN-GV	BHB	BHB
		0.233	0.333	1.86	5.14	MN	MN-GV		
K24	1/10	0.234	0.335	5.70	5.96	GV-	GV-GÇ	İHB	İHB
		0.234	0.335	9.29	8.36	GV-	GV-GÇ		
K25	1/10	0.366	0.465	4.96	4.65	GV-	MN-GV	BHB	BHB
		0.366	0.465	5.07	1.89	GÇ	MN		
K26	1/10	0.365	0.433	7.90	1.38	GV-	MN	İHB	MHB
		0.365	0.433	8.75	2.04	GV-	MN		
K27	1/10	0.210	0.408	3.76	4.21	MN-	MN-GV	BHB	İHB
		0.210	0.408	5.44	6.03	MN-	GV-GÇ		
K28	1/10	0.031	0.460	1.38	4.03	MN	MN-GV	MHB	BHB
		0.031	0.460	2.04	5.19	MN	GV-GÇ		
K29	1/10	0.015	0.017	4.11	4.61	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.015	0.017	4.92	5.18	MN-	MN-GV		
K30	1/10	0.019	0.020	4.10	6.23	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.019	0.020	4.97	5.20	MN-	MN-GV		

Çizelge 6.8: Y Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Donatı Oranı			Hasar Sınırı (-Y)						
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ uç
	A_s/S	v^-	v^-	r^+	r^+	Sol üst	Sağ üst			
cm^2/cm	v^+	v^+	r^-	r^-	Sal alt	Sağ alt				
K15	1/10	0.207	0.406	5.94	6.01	MN-GV	MN-GV	İHB	İHB	
		0.207	0.406	5.79	5.49	MN-GV	MN-GV			
K16	1/10	0.240	0.339	4.07	3.79	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.240	0.339	5.72	5.74	MN-GV	MN-GV			
K17	1/10	0.382	0.439	2.87	2.92	MN	MN-GV	BHB	BHB	
		0.382	0.439	3.97	3.52	MN-GV	MN-GV			
K18	1/10	0.382	0.439	5.01	5.15	MN-GV	MN-GV	İHB	İHB	
		0.382	0.439	6.18	7.67	GV-GÇ	GV-GÇ			
K19	1/10	0.258	0.257	4.35	4.23	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.458	0.557	5.80	5.79	MN-GV	MN-GV			
K20	1/10	0.243	0.342	6.82	6.27	GV-GÇ	GV-GÇ	İHB	İHB	
		0.243	0.342	9.35	8.57	GV-GÇ	GV-GÇ			
K21	1/10	0.381	0.405	3.88	2.40	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.381	0.405	4.92	3.93	MN-GV	MN-GV			
K22	1/10	0.455	0.442	6.47	6.57	GV-GÇ	GV-GÇ	İHB	İHB	
		0.455	0.442	9.35	8.73	GV-GÇ	GV-GÇ			
K23	1/10	0.233	0.333	4.56	4.72	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.233	0.333	5.23	5.25	MN-GV	MN-GV			
K24	1/10	0.234	0.335	5.68	6.60	MN-GV	GV-GÇ	İHB	İHB	
		0.234	0.335	8.18	9.23	GV-GÇ	GV-GÇ			
K25	1/10	0.366	0.465	5.30	5.21	GV-GÇ	GV-GÇ	BHB	BHB	
		0.366	0.465	5.09	3.17	GV-GÇ	MN-GV			
K26	1/10	0.365	0.433	3.90	3.43	MN-GV	MN-GV	İHB	İHB	
		0.365	0.433	6.10	1.22	MN-GV	MN			
K27	1/10	0.210	0.408	3.34	4.37	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.210	0.408	4.29	5.11	MN-GV	MN-GV			
K28	1/10	0.031	0.460	3.68	3.77	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.031	0.460	5.11	5.27	MN-GV	MN-GV			
K29	1/10	0.015	0.017	3.67	3.61	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.015	0.017	5.37	5.08	MN-GV	MN-GV			
K30	1/10	0.019	0.020	4.08	4.22	MN-GV	MN-GV	BHB	BHB	
		0.019	0.020	4.82	5.17	MN-GV	MN-GV			

6.2.3 Kolon hasar sınırları

Bu bölümde zemin kat kolonlarında düşey yüklerden oluşan iç kuvvetler, +X ve +Y deprem doğrultusunda kolonlarda oluşan iç kuvvetler ve bu yükleme kombinasyonları altında kolonların kesme kuvveti ve taşıma kuvveti kapasiteleri kolon hasar sınırları ve hasar bölgeleri tablolar halinde verilmiştir. -X ile +X doğrultusundaki değerler -Y ile +Y doğrultusunda ki hasar değerleri bina simetrik olduğu için aynı çıkmıştır. Tezin içeriğini kısa tutmak için diğer katların hasar seviyeleri bölüm sonunda hasar durumları ve bina performansının belirlenmesi kısmında tablo halinde verilmiştir.

Çizelge 6.9 ve Çizelge 6.10'da zemin katta (+3,00 kotu) düşey yükler altında X ve Y deprem doğrultusunda kolonlarda oluşan iç kuvvetler ve taşıma kapasiteleri verilmiştir.

Çizelge 6.11'de zemin katta (+3,00 kotu) X ve Y deprem doğrultusunda kolonlarda oluşan normal kuvvet, kesme kuvveti oranı, kesit ve eleman hasar sınırları verilmiştir.

Çizelge 6.9: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri

Kolon NO	± X			± Y			Taşıma kapasiteleri						
	N _k (KN)	Alt uç	Üst uç	N _k (KN)	Alt uç	Üst uç	N _{kalt}	N _{küst}	N _{ksol}	N _{ksağ}	Alt uç	Üst uç	
		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)					M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)
S01	598.6	-27.1	252.0	538.3	812.6	11.8	1240.0	1084.3	867.4	1197.6	338.4	185.2	
												326.4	179.9
		16.3	-130.2			-81.0	-6.9	1226.5	1226.5	1166.1	1166.1	346.8	182.2
S02	182.7	-2.4	364.4	700.1	1091.3	23.1	1313.2	1229.1	1368.5	1830.6	339.9	193.7	
												325.5	202.8
		-0.9	-231.9			-93.3	-24.1	1299.7	1277.7	1817.1	1817.1	369.7	168.3
S03	436.7	27.3	257.7	623.6	902.2	7.3	1202.9	1098.1	1003.2	1389.3	340.0	166.5	
												325.7	157.1
		-13.5	-111.5			-104.6	3.6	1189.4	1189.4	1376.3	1376.3	355.6	175.0
S04	897.2	-1014.9	-7.8	179.4	-25.3	361.1	1384.9	1959.1	1241.4	1155.2	360.7	168.2	
												322.0	167.5
		159.9	3.2			12.6	-213.4	1945.6	1945.6	1227.9	1206.3	347.4	186.8
S05	335.6	-0.2	607.2	91.0	597.7	13.6	1582.4	1367.6	246.4	210.1	226.9	213.7	
												226.2	214.4
		-2.5	-362.6			-259.9	-9.6	1570.4	1436.2	246.1	207.6	1285.1	1337.8
S06	1211.3	8.0	594.3	501.8	526.6	14.7	2197.8	1422.6	1207.3	1488.3	174.9	208.2	
												163.3	202.4
		-6.2	-449.3			-227.6	-14.1	2185.8	1531.7	1446.2	1476.3	231.7	206.0
S07	2363.7	-936.2	8.6	32.0	-23.2	334.1	1642.7	3108.1	776.5	759.9	352.1	89.7	
												260.8	88.0
		316.7	-6.8			14.8	-226.5	2669.2	3094.6	763.0	753.4	322.6	162.7
S08	1819.8	6.8	491.4	304.0	518.9	-5.4	2588.5	1533.0	902.4	1072.7	145.4	202.8	
												144.4	189.9
		-5.1	-355.5			-324.6	11.7	2576.5	1739.4	975.6	1060.7	230.1	207.7
S09	2360.7	-819.1	10.6	108.9	-4.7	306.8	355.2	109.0	311.1	156.0	1601.8	2923.8	
												2627.0	2910.3
		298.7	-12.1			8.6	-224.9	266.7	109.0	309.7	155.3	672.0	617.5
											658.5	625.8	

Çizelge 6.10: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri

Kolon NO	± X			± Y			Taşıma kapasiteleri						
	N _K (KN)	Alt uç	Üst uç	N _K (KN)	Alt uç	Üst uç	N _{Kalt}	N _{Küst}	N _{Ksol}	N _{Ksağ}	Alt uç	Üst uç	
		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)					M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)
S10	975.7	-857.6	-10.8	839.7	8.8	338.9	1212.1	1778.0	1642.0	1238.9	360.2	168.7	
		160.5	11.1			-11.2	-243.1	1764.5	1764.5	1628.5	1376.6	329.7	159.4
													342.0
S11	418.6	-7.8	446.9	1052.5	561.6	-0.1	1319.3	1093.2	1321.6	1953.1	229.6	206.4	
		13.7	-205.3			-350.0	-3.1	1307.3	1298.9	1499.1	1941.1	215.8	201.9
													229.5
S12	832.5	-824.3	-10.4	691.4	11.3	344.8	1155.3	1621.5	1480.4	1176.2	357.4	174.1	
		133.0	10.5			4.0	-260.0	1608.0	1608.0	1466.9	1314.8	342.2	167.0
													349.3
S13	198.5	0.3	505.9	1053.8	577.2	-11.3	1153.8	1038.6	1419.0	2009.1	230.9	209.9	
		-3.1	-316.4			-358.6	10.4	1141.8	1074.3	1659.9	1997.1	219.3	207.8
													249.1
S14	1205.2	6.1	548.3	742.5	519.5	-10.3	2148.2	1401.0	1314.2	1685.4	177.8	210.8	
		-2.7	-416.1			-244.6	8.7	2136.2	1533.6	1673.4	1673.4	164.9	204.3
													256.2
S15	2308.4	-879.0	10.0	289.0	21.0	329.9	1653.0	3038.0	1018.7	885.7	354.0	94.4	
		285.0	-9.8			-16.9	-222.5	2747.5	3024.5	1005.2	958.9	250.5	89.7
													341.2
S16	573.2	-23.1	225.3	502.4	820.2	-11.0	1238.3	1146.6	866.0	1167.5	340.4	188.9	
		7.2	-108.5			-68.6	6.5	1224.8	1224.8	1154.0	1154.0	323.1	179.1
													320.5
S17	50.8	-2.9	325.5	628.4	1068.8	-18.8	1148.7	1127.3	1298.9	1726.3	335.9	190.6	
		0.3	-212.5			-84.9	17.9	1135.2	1131.1	1712.8	1712.8	317.7	195.6
													339.9
S18	526.0	-759.4	8.2	523.0	34.5	281.8	1009.3	1303.9	1300.8	1091.7	332.1	176.4	
		69.1	-6.1			-2.1	-120.7	1290.4	1290.4	1287.3	1287.3	319.4	164.2
													341.5
											319.3	164.1	

Çizelge 6.11: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan Normal Kuvvet, Kesme Kuvveti Oranı, Kesit ve Eleman Hasar Sınırları

Kolon NO					± X Hasar Sınırları			± Y Hasar Sınırları		
	Sargılama	Kırılma	$\frac{N_K}{A_C f_{cm} + X}$	$\frac{V}{bdf_{cm} + X}$	r_{alt}	Kesit Hasar sınırı	Eleman Hasar sınırı	r_{alt}	Kesit Hasar sınırı	Eleman Hasar sınırı
		Tipi	$\frac{N_K}{A_C f_{cm} + Y}$	$\frac{V}{bdf_{cm} + Y}$	$r_{üst}^+$			$r_{üst}^+$		
S01	var	Sünek	0.3	0.31	1.36	MN	MHB	2.56	MN	BHB
		Sünek	0.24	0.52	1.41	MN		2.58	MN-GV	
S02	var	Sünek	0.33	0.50	1.88	MN	MHB	2.95	MN-GV	BHB
		Sünek	0.37	0.54	2.03	MN		3.20	MN-GV	
S03	var	Sünek	0.28	0.30	1.55	MN	MHB	2.59	MN-GV	BHB
		Sünek	0.27	0.53	1.31	MN		2.78	MN-GV	
S04	var	Sünek	0.38	0.55	2.81	MN-GV	BHB	1.93	MN	MHB
		Sünek	0.31	0.36	2.90	MN-GV		1.98	MN	
S05	var	Sünek	0.42	0.46	2.90	MN-GV	BHB	2.43	MN-GV	BHB
		Sünek	0.39	0.67	2.944	MN-GV		2.47	MN-GV	
S06	var	Sünek	0.44	0.48	2.85	MN-GV	BHB	2.22	MN-GV	BHB
		Sünek	0.37	0.52	2.81	MN-GV		2.06	MN-GV	
S07	var	Sünek	0.73	0.55	1.21	MN	MHB	2.05	MN	MHB
		Sünek	0.21	0.35	1.244	MN		1.97	MN	
S08	var	Sünek	0.42	0.53	2.422	MN-GV	BHB	2.26	MN	MHB
		Sünek	0.28	0.5	2.35	MN-GV		2.21	MN	
S09	var	Sünek	0.72	0.59	1.12	MN	MHB	1.97	MN	MHB
		Sünek	0.17	0.37	1.14	MN		1.93	MN	
S10	var	Sünek	0.33	0.58	2.38	MN-GV	BHB	1.90	MN	MHB
		Sünek	0.34	0.40	2.50	MN-GV		1.72	MN	
S11	var	Sünek	0.34	0.51	2.17	MN	MHB	2.45	MN-GV	BHB
		Sünek	0.41	0.58	2.07	MN		2.23	MN-GV	
S12	var	Sünek	0.31	0.54	2.31	MN-GV	BHB	1.78	MN	MHB
		Sünek	0.32	0.40	2.41	MN-GV		1.96	MN	
S13	var	Sünek	0.32	0.51	2.41	MN-GV	BHB	2.32	MN-GV	BHB
		Sünek	0.4	0.65	2.40	MN-GV		2.53	MN-GV	
S14	var	Sünek	0.43	0.47	2.60	MN-GV	BHB	2.03	MN-GV	BHB
		Sünek	0.40	0.48	2.61	MN-GV		2.24	MN-GV	
S15	var	Sünek	0.75	0.56	1.14	MN	MHB	1.85	MN	MHB
		Sünek	0.24	0.38	1.14	MN		1.98	MN	
S16	var	Sünek	0.31	0.32	1.19	MN	MHB	2.56	MN-GV	BHB
		Sünek	0.24	0.50	1.26	MN		2.37	MN	
S17	var	Sünek	0.31	0.39	1.71	MN	MHB	3.14	MN-GV	BHB
		Sünek	0.35	0.51	1.84	MN		2.9	MN	
S18	var	Sünek	0.27	0.49	2.29	MN	MHB	1.65	MN-GV	BHB
		Sünek	0.30	0.32	2.12	MN		1.44	MN	

6.3.3 Göreli kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Yapının göreli kat ötelemesi kontrol edilirken ilgili kattaki tüm kolonların göreli ötelemeleri bakılarak en büyük değere sahip kolon göreli ötelemesi o katın göreli kat ötelemesi olarak kabul edilmiştir. Çizelge 6.12 ve 6.13’de yapının X ve Y yönü için göreli kat öteleme değer hesapları ve kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 6.12: X Yönü İçin Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolleri

X yönü	δ_i (m)	h_i (m)	$\frac{\delta_i}{h_i}$	Sınır Değer	Hasar Bölgesi
5. kat	0.021	3.00	0.007	>0.01	MHB
4. kat	0.033	3.00	0.011	>0.01- <0.03	BHB
3. kat	0.041	3.00	0.014	>0.01- <0.03	BHB
2. kat	0.046	3.00	0.015	>0.01- <0.03	BHB
1. kat	0.045	3.00	0.015	>0.01- <0.03	BHB
Zemin kat	0.02	3.00	0.011	>0.01- <0.03	BHB

Çizelge 6.13: Y Yönü İçin Göreli Kat Ötelemeleri Kontrolleri

X yönü	δ_i (m)	h_i (m)	$\frac{\delta_i}{h_i}$	Sınır Değer	Hasar Bölgesi
5. kat	0.022	3.00	0.007	>0.01	MHB
4. kat	0.036	3.00	0.012	>0.01- <0.03	BHB
3. kat	0.046	3.00	0.015	>0.01- <0.03	BHB
2. kat	0.051	3.00	0.017	>0.01- <0.03	BHB
1. kat	0.051	3.00	0.017	>0.01- <0.03	BHB
Zemin kat	0.031	3.00	0.011	>0.01- <0.03	BHB

6.3.4 Hasar durumları ve bina performansının belirlenmesi

Hesaplamalar sonucunda yapının taşıyıcı elemanlarında Çizelge 6.14 ve 6.15’de değerler hesaplanmıştır.

Çizelge 6.14: X yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	14				14			
	4. kat	14	9	5			9	5		
	3. kat	14	2	12			2	12		
	2. kat	14	2	10	2		2	10	2	
	1. kat	14	2	9	3		2	9	3	
	Zemin kat	14	2	7	5		2	7	5	
Toplam		84	31	43	10		31	43	10	
Kolonlar	5. kat	18	18				18			
	4. kat	18	18				18			
	3. kat	18	18				18			
	2. kat	18	14	4			14	4		
	1. kat	18	12	6			12	6		
	Zemin kat	18	8	10			8	10		
Toplam		108	88	20			88	20		

Çizelge 6.15: Y Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	16	16				16			
	4. kat	16	11	5			11	5		
	3. kat	16	6	10			6	10		
	2. kat	16	3	10	3		3	10	3	
	1. kat	16	1	11	4		1	11	4	
	Zemin kat	16		10	6			9	7	
Toplam		96	37	46	13		37	45	14	
Kolonlar	5. kat	18	18				18			
	4. kat	18	18				18			
	3. kat	18	18				18			
	2. kat	18	15	3			15	3		
	1. kat	18	11	7			11	7		
	Zemin kat	18	7	11			7	11		
Toplam		108	87	21			87	21		

Çizelge 6.14 ve 6.15’de taşıyıcı elemanlar için hesaplanmış eleman hasar sınırları
Çizelge 6.16 ve 6.17’de yüzde olarak gösterilmiştir

Çizelge 6.16: X yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı Eleman Yüzdesi				-X Yönü Deprem Hasarı Eleman Yüzdesi			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	%100				%100			
	4. kat	14	%64	%36			%64	%36		
	3. kat	14	%14	%86			%14	%86		
	2. kat	14	%14	%72	%14		%14	%72	%14	
	1. kat	14	%14	%64	%22		%14	%64	%22	
	Zemin kat	14	%14	%50	%36		%14	%50	%36	
Toplam		84	%37	%51	%12		%37	%51	%12	
Kolonlar	5. kat	18	%100				%100			
	4. kat	18	%100				%100			
	3. kat	18	%100				%100			
	2. kat	18	%78	%22			%78	%22		
	1. kat	18	%67	%33			%67	%33		
	Zemin kat	18	%44	%56			%44	%56		
Toplam		108	%81	%19			%83	%81	%19	

Çizelge 6.16'de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre X yönü için

Zemin katta Kirişlerinde %14 minimum hasar %43 belirgin hasar ve %43 ileri hasar bölgesinde kolonların %81 minimum hasar bölgesinde %19 belirgin hasar bölgesindedir.

1. Kattaki kirişlerin %14 minimum hasar %64 belirgin hasar ve %22 ileri hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %67 minimum hasar bölgesinde %33 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin %14 minimum hasar %72 belirgin hasar ve %14 ileri hasar bölgesinde kolonların %78 minimum hasar bölgesinde %22 belirgin hasar bölgesindedir.

3. Kattaki kirişlerin %14 minimum hasar %86 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. Kattaki kirişlerin %64 minimum hasar %36 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

Binada X deprem doğrultusunda kirişlerin %37 si minimum hasar bölgesinde %51 belirgin hasar bölgesinde %12 ileri hasar bölgesindedir. Kolonların ise %81 minimum hasar bölgesinde %19 belirgin hasar bölgesindedir.

Çizelge 6.17'da eşdeğer deprem yükü yöntemine göre Y yönü için

Zemin katta Kirişlerinde %63 belirgin hasar ve %37 ileri hasar bölgesinde kolonların %39 minimum hasar bölgesinde %61 belirgin hasar bölgesindedir.

1. Kattaki kirişlerin %6 minimum hasar %69 belirgin hasar ve %25 ileri hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %61 minimum hasar bölgesinde %39 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin %19 minimum hasar %62 belirgin hasar ve %19 ileri hasar bölgesinde kolonların %83 minimum hasar bölgesinde %17 belirgin hasar bölgesindedir.

3. Kattaki kirişlerin %38 minimum hasar %62 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. Kattaki kirişlerin %69 minimum hasar %31 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

Binada Y deprem doğrultusunda kirişlerin %39 si minimum hasar bölgesinde %47 belirgin hasar bölgesinde %14 ileri hasar bölgesindedir. Kolonların ise %81 minimum hasar bölgesinde %19 belirgin hasar bölgesindedir.

Çizelge 6.17: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			Eleman Yüzdesi				Eleman Yüzdesi			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	16	%100				%100			
	4. kat	16	%69	%31			%69	%31		
	3. kat	16	%38	%62			%38	%62		
	2. kat	16	%19	%62	%19		%19	%62	%19	
	1. kat	16	%6	%69	%25		%6	%69	%25	
	Zemin kat	16		%63	%37			%63	%37	
Toplam		96	%39	%48	%13		%39	%48	%13	
Kolonlar	5. kat	18	%100				%100			
	4. kat	18	%100				%100			
	3. kat	18	%100				%100			
	2. kat	18	%89	%11			%89	%11		
	1. kat	18	%61	%39			%61	%39		
	Zemin kat	18	%39	%61			%39	%61		
Toplam		108	%81	%19			%81	%19		

6.4 Doğrusal Elastik Yöntemler İle 6 katlı Perdeli Binanın Performansının Hesaplanması

Tez çalışmasının bu bölümünde betonarme çerçeve sistemli yapılarda perde etkisinin görülmesi amaçlanmış olup bu amaç doğrultusunda Bölüm 5'te performans analizi yapılan binaya X doğrultusunda S02 ve S17 kolonlarının yerine 20 cm*140 cm Boyutlarında betonarme perde ilave edilmiştir. Yapının üç boyutlu görüntüsü Şekil

6.2 de verilmiştir. Hesaplamalar tezin içeriğini kısa tutmak için sadece X yönünde yapılmıştır. Diğer yönler için hasar durumları tablolar halinde verilmiştir.

6.4.1 Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliklerinin belirlenmesi

Deprem performansının belirlenmesinde eğilme etkisindeki betonarme elemanlarda çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği kullanılacaktır. Kirişlerde çatlamış kesitin etkin eğilme rijitliği kesitin etkin eğilme rijitliğinin 0.4 ile çarpılması ile bulunur. Kolonlarda ise yukarıda verilen yüklemeler altında çatlamamış kesitler kullanılarak düşey yük hesabı yapılır.

Sistemin zemin kat kolonlarında düşey yükler altında (G+0,3Q) kolonlarda oluşan normal kuvvetler en büyük kuvvet S02 kolonuna gelmektedir. Zemin kat S02 Kolonu için $N_D = 557,39 \text{ kN}$ $A_c = 25 \times 60 = 1500 \text{ cm}^2$

$$\frac{N_D}{A_c f_{cm}} = \frac{557,39}{1500 \times 2} = 0,185 > 0,1$$

Yukarıda en büyük eksenel yük alan kolon için yapılan hesaplamada eksenel kuvvet oranı 0.1 den büyük çıkmıştır. Diğer kolonlardaki eksenel yükler için yapılan hesaplarda belli bir kısmı 0.1 den büyük diğerlerinde 0.1 küçüktür. 0.1'den büyük olan kolonlarda etkin eğilme rijitliği çatlamamış kesitin eğilme rijitliğinin 0.8 katı alınacaktır. 0.1'den küçük çıkan kolonlarda etkin eğilme rijitliği çatlamamış kesitin eğilme rijitliğinin 0.4 katı alınacaktır. Bundan sonraki tüm hesaplamalara çatlamış kesitlerin eğilme rijitlikleri kullanılacaktır.

Yapının kat yüksekliği 8 katı aşmadığında, bina yüksekliğinin $18,00 \text{ m} < 24,00 \text{ m}$ küçük olduğundan ve $\eta_{bi} < 1,4$ olduğundan dolayı performans analizi için eşdeğer deprem yükü uygulanabilir. X ve Y doğrultusunda deprem kuvvetleri hesaplanarak SAP2000 programındaki model üzerine yüklenir ve binanın analizi yapılır.

Yapının geometrisinin dolayı yapı elemanlarının (kolon ve kiriş) sayısının fazla olmasından dolayı bütün katlardaki kiriş ve kolonlar ayrı ayrı modellemek ve donatı tanımlamak çok zor olacaktır. Bu sebepten dolayı tüm katlardaki kolonlarda düşey donatı $14 \phi 14$ yatay sargı donatısı $\phi 8/10/15$ kirişlerde ise üst ve alt montaj donatısı $2 \phi 14$ sağ ve sol üst uçlara ilave olarak $4 \phi 14$, sağ ve sol alt uçlara ilave olarak $2 \phi 14$ düşey sargı donatısı $\phi 8/10/15$ olarak kabul edilmiştir.

6.4.2 Perdelerin tasarım ve kapasite eğilme momentlerinin belirlenmesi

TDY-07 Bölüm 3.6.6'ya göre perdelerin tasarım eğilme momentleri hesaplanmıştır. Kapasite eğilme momentleri ise aynı kolonlardaki gibi yapılmıştır. Örnek olarak P01 perdesinin zemin kattan 5. Katın üst ucuna kadar olan yüksekliği $H_w=18.00$ m'dir. Perdenin X doğrultusundaki boyu $l_w=140$ cm, genişliği ise $b_w=20$ cm'dir. Yatay donatılar çift sıra şeklinde düzenlenmiş olup $\Phi 8$ mm. çapında 15 cm ara ile konulmuştur. P01 ve P02 perdesine +X yönü deprem kuvvetinden dolayı oluşan kesme kuvvetleri ve eğilme momentleri ile düşey yük analizinden elde edilen normal kuvvetler ve kesit tesirleri ve tasarım eğilme momentleri Çizelge 6.2'de verilmiştir. Süneklik düzeyi yüksek perdelerde, göz önüne alınan herhangi bir kesitte, enine donatı hesabında esas alınacak V_e tasarım kesme kuvveti

$$V_E = \beta_v \frac{(M_p)_t}{(M_d)_t} V_d \quad (6.2)$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntıda, V_d söz konusu kesitteki tasarım kesme kuvvetini, β_v dinamik büyütme katsayısı olup yönetmeliğe göre değeri 1.5 alınmalıdır. Ancak deprem yükünün tamamının betonarme perdelerle taşındığı yapılarda ya da elastik bina değerlendirme yönteminde β_v alınabilir. $(M_d)_t$ perde taban kesitindeki tasarım eğilme momentini, $(M_p)_t$ ise perde taban kesitinde beton ve donatı çeliğinin karakteristik dayanımları ile çeliğin pekleşmesi göz önüne alınarak hesaplanan eğilme momenti kapasitesini göstermektedir.

$$(M_p)_t = 1.25(M_r)_t \quad (6.3)$$

alınabilir. $(M_r)_t$ ise taban perdesinin TS 500 göre hesaplanan taşıma gücü momentidir.

Perde kesitlerindeki enine donatının yukarıdaki denklemini sağlayacak şekilde hesaplanması, perde taban kesitinde plastik mafsallı oluşumundan önce perdede kesme kuvveti kapasitesine ulaşılmasını önlemekte ve böylece, perdede kesme kırılması meydana gelmesine izin verilmemektedir.

Çizelge 6.18: X Deprem Doğrultusunda P01 Kirişlerde Oluşan iç Kuvvetler

Perde No	h (m)	G+0,3Q		+X (KN)		Taşıma kapasiteleri		
		Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Kesme	Sol uç	Sağ uç
		N_D (kN)	N_D (kN)	N_D (kN)	N_D (kN)	V_e (kN)	N_K (kN)	N_K (kN)
		M_D (kNm)	M_D (kNm)	M_D (kNm)	M_D (kNm)	V_r (kN)	M_K (kNm)	M_K (kNm)
P01	18.00	104.94	104.94	0.007	0.007	80.80	141.50	141.50
		-22.58	44.89	1.97	1.01	819.60	54.30	212.50
	15.00	208.06	208.06	0.03	0.03	212.70	293.60	293.60
		-19.46	22.26	7.64	3.59	819.60	212.50	370.70
	12.00	311.12	311.12	0.11	0.11	287.60	440.10	440.10
		-23.49	22.75	-25.73	-11.24	819.60	370.70	528.90
	9.00	413.63	413.63	0.49	0.49	346.00	457.70	457.70
		-20.94	23.37	-93.03	-35.93	819.60	528.90	687.10
	6.00	515.42	515.42	5.21	5.21	462.40	565.20	565.20
		-28.77	20.07	-276.93	-125.78	819.60	687.10	845.30
	3.00	616.25	728.33	616.25	39.40	450.96	1229.50	1221.40
		-14.18	12.99	972.68	-380.19	819.60	854.30	855.90

Hesaplamalar +X deprem doğrultusunda doğrultusun da P01 perdesi için yapılmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda bina simetrik ve küçük olmasından tüm katlardaki perdelerin tamamı Minimum Hasar Sınında ve Minimum Hasar Bölgesinde kalmıştır. Diğer yatay ve düşey taşıyıcı elemanların performans değerleri bölüm sonunda tablolar halinde verilmiştir.

6.4.2 Eşdeğer deprem yükü yöntemi

Bölüm 5.4.2’de 6 katlı bir binanın eşdeğer deprem yükü yöntemine göre performans analizi yapılmış hasar seviyeleri belirlenmiştir. Perdenin yapı üzerindeki etkisi görmek aynı yapı üzerinde x doğrultusunda perde S01 ve S17 kolonlarının yerine perde ilave edilerek performans analizi yapılmış ve hasar seviyeleri belirlenmiştir. Hesaplamaları sadece zemin kat kirişlerinde X yönü için yapılmış olup tezin içeriğini kısa tutmak diğer yönler ve diğer katlar için hasar seviyeleri sonuç değerlendirme kısmında tablolarda verilecektir.

Çizelge 6.19’de zemin kat (+3,00 kotu) kirişlerinde düşey yükler altında, +X ve -X deprem doğrultusunda oluşan iç kuvvetler ve kirişlerin taşıma kapasiteleri verilmiştir.

Çizelge 6.20'de zemin kat (+3,00 kotu) kirişlerin düşey yükler altında X ve Y deprem doğrultusunda kirişlerdeki kesme donatısı etkisi, donatı alan ve oranları verilmiştir.

Çizelge 6.21 ve 6.22'de +X ve -X deprem doğrultusunda donatı, etki/ kapasitesi oranları ve hasar bölgeleri verilmiştir.

6.4.3 Kiriş hasar sınırları

Çizelge 6.19: X Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kirişlerde Oluşan iç Kuvvetler

KİRİŞ NO	l_n (m)	G+0,3Q		+Ex (KN)		-Ex (KN)		Taşıma kapasiteleri		
		Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Kesme	Sol uç	Sağ uç
		M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	M (kNm)	V_r (kN)	M^- (kNm)	M^+ (kNm)
		$V_{(kN)}$	$V_{(kN)}$	$V_{(kN)}$	$V_{(kN)}$	$V_{(kN)}$	$V_{(kN)}$	V_{ma} (kN)	M^+ (kN)	M^+ (kN)
K01	5.2	-8.13	-8.70	341.70	-406.1	-341.7	406.10	228.90	168.66	168.66
		-15.63	4.74	8.90	9.30	80.30	3.80	506.00	111.14	111.14
K02	6.6	-4.13	-25.39	324.80	-283.1	-324.8	283.10	288.88	168.66	168.66
		-23.40	27.14	16.00	161.10	84.60	51.40	506.00	111.14	111.14
K03	5.2	-8.21	-5.50	353.00	-308.9	-353.0	308.90	288.88	168.66	168.66
		-9.62	6.58	13.10	94.50	99.30	8.30	506.00	111.14	111.14
K04	3.0	-2.32	-7.98	331.40	-295.9	-331.4	295.90	288.88	168.66	168.66
		-7.53	60.57	33.40	88.60	87.80	32.60	506.00	111.14	111.14
K05	3.6	-3.69	-3.19	443.10	-549.4	-443.1	549.40	288.88	168.66	168.66
		-5.42	5.08	72.80	110.20	95.90	58.50	506.00	111.14	111.14
K06	5.2	-2.33	-3.61	59.40	-150.7	-59.40	150.70	288.88	168.66	168.66
		-8.85	9.265	35.20	86.80	82.00	25.20	506.00	111.14	111.14
K07	3.0	-1.15	-8.90	60.8	-167.4	-60.8	167.40	288.88	168.66	168.66
		-6.72	10.78	41.20	97.10	80.00	24.10	506.00	111.14	111.14
K08	3.6	-5.03	-4.87	443.90	-533.0	-443.9	533.00	288.88	168.66	168.66
		-5.30	5.20	87.60	107.20	106.40	86.80	506.00	111.14	111.14
K09	5.2	-8.71	-3.29	357.10	-332.4	-357.1	332.40	288.88	168.66	168.66
		-10.14	8.06	103.60	95.40	90.40	98.60	506.00	111.14	111.14
K10	5.2	-8.73	-5.48	339.30	-293.3	-339.3	293.30	288.88	168.66	168.66
		-9.73	8.47	110.5	134.70	100.50	108.50	506.00	111.14	111.14
K11	3.0	-3.29	-3.81	313.60	-282.3	-313.6	282.30	288.88	168.66	168.66
		-6.15	6.45	93.80	104.70	149.40	89.30	506.00	111.14	111.14
K12	3.6	-2.70	-2.26	430.20	-537.4	-430.2	537.40	288.88	168.66	168.66
		-5.40	5.10	82.80	104.80	111.60	89.20	506.00	111.14	111.14
K13	5.2	-7.0	-16.96	329.60	-389.9	-329.6	389.90	288.88	168.66	168.66
		-15.23	4.60	99.90	87.50	94.10	106.50	506.00	111.14	111.14
K14	6.6	-3.48	-26.08	366.20	-357.3	-366.2	357.30	288.88	168.66	168.66
		-31.20	29.47	8.00	168.00	73.30	78.50	506.00	111.14	111.14

Çizelge 6.20: X Deprem Doğrultusunda Kirişlerdeki Donatı Alan ve Oranları

KİRİŞ NO	Donatı Alanları									
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	p_b	$\rho = \frac{A_s}{(b_w * d)}$	$\rho = \frac{A_s}{(b_w * d)}$	$p - p'' / p_t$ sol	$p - p'' / p_t$ sağ	Sargılama Donatısı	Kırılma türü
	A_s / S cm^2 / cm	$A_{sr}(cm^2)$	$A_{sr}(cm^2)$	%	%	%	M^-	M^-	Sağ mesnet	
		$A_{sb}(cm^2)$	$A_{sb}(cm^2)$	%	%	%	M^+	M^+	Sol mesnet	
K01	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K02	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K03	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K04	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K05	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K06	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K07	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K08	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K09	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K10	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K11	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K12	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K13	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek
K14	1/10	9.24	9.24	2.0	0.803	0.803	0.132	0.132	Var	Sünek
		6.16	6.16	2.0	0.536	0.536	-0.132	-0.132	Var	Sünek

Çizelge 6.21: +X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Donatı Oranı			Hasar sınırı (+X)					
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi	
	A_s/S cm^2/cm	v^- v^+	v^- v^+	r^+ r^-	r^+ r^-	Sol üst Sol alt	Sağ üst Sağ alt	Sol uç	Sağ uç
K01	1/10	0.520	0.520	2.791	2.822	MN	MN		
		0.520	0.520	2.265	3.136	MN	MN		
K02	1/10	0.900	0.900	2.210	2.737	MN	MN	MHB	MHB
		0.900	0.900	2.133	2.250	MN	MN		
K03	1/10	0.530	0.530	2.661	2.571	MN	MN	MHB	MHB
		0.530	0.530	2.215	2.342	MN	MN		
K04	1/10	0.190	0.190	2.621	2.618	MN	MN	MHB	MHB
		0.190	0.190	2.32	2.235	MN	MN		
K05	1/10	0.410	0.410	2.203	2.905	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.410	0.410	5.652	5.725	MN-	MN-GV		
K06	1/10	0.540	0.540	1.882	1.752	MN	MN	MHB	MHB
		0.540	0.540	1.464	1.084	MN	MN		
K07	1/10	0.320	0.320	1.903	0.952	MN	MN	MHB	MHB
		0.320	0.320	0.70	2.153	MN	MN		
K08	1/10	0.370	0.370	5.072	5.574	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.370	0.370	5.320	5.540	MN-	MN-GV		
K09	1/10	0.450	0.450	3.072	4.974	MN	MN	BHB	BHB
		0.450	0.450	5.220	4.390	MN	MN		
K10	1/10	0.040	0.040	5.490	5.250	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.040	0.040	5.478	5.754	MN-	MN-GV		
K11	1/10	0.260	0.260	5.539	5.721	MN	MN	MHB	MHB
		0.260	0.260	5.250	5.282	MN	MN		
K12	1/10	0.400	0.400	5.383	5.070	MN-	MN-GV	BHB	BHB
		0.400	0.400	5.122	5.238	MN-	MN-GV		
K13	1/10	0.510	0.510	2.107	2.762	MN	MN	MHB	MHB
		0.510	0.510	2.060	2.855	MN	MN		
K14	1/10	0.940	0.460	2.808	2.709	MN	MN	MHB	MHB
		0.940	0.940	2.802	25.804	MN	MN		

Çizelge 6.22: -X Deprem Doğrultusunda Donatı, Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri.

KİRİŞ NO	Donatı Oranı			Hasar sınırı (-X)					
	Kesme Donatısı	Sol uç	Sağ uç	Sol uç	Sağ uç	Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi	
	A_s/S	ν^-	ν^-	r^+	r^+	Sol üst	Sağ üst		
cm^2/cm	ν^+	ν^+	r^-	r^-	Sal alt	Sağ alt			
K01	1/10	0.02	0.02	2.791	2.822	MN	MN	MHB	MHB
		0.02	0.02	2.265	3.136	MN	MN		
K02	1/10	0.47	0.47	2.210	2.737	MN	MN	MHB	MHB
		0.47	0.47	2.133	2.250	MN	MN		
K03	1/10	0.561	0.561	2.661	2.571	MN	MN	MHB	MHB
		0.561	0.561	2.215	2.342	MN	MN		
K04	1/10	0.490	0.490	2.621	2.618	MN	MN	MHB	MHB
		0.490	0.490	2.32	2.235	MN	MN		
K05	1/10	0.330	0.330	2.203	2.905	MN-GV	MN-	BHB	BHB
		0.330	0.330	5.652	5.725	MN-GV	MN-		
K06	1/10	0.213	0.213	1.882	1.752	MN	MN	MHB	MHB
		0.213	0.213	1.464	1.084	MN	MN		
K07	1/10	0.140	0.140	1.903	0.952	MN	MN	MHB	MHB
		0.140	0.140	0.70	2.153	MN	MN		
K08	1/10	0.360	0.360	5.072	5.574	MN-GV	MN-	BHB	BHB
		0.360	0.360	5.320	5.540	MN-GV	MN-		
K09	1/10	0.470	0.470	3.072	4.974	MN	MN	BHB	BHB
		0.470	0.470	5.220	4.390	MN	MN		
K10	1/10	0.610	0.610	5.490	5.250	MN-GV	MN-	BHB	BHB
		0.610	0.610	5.478	5.754	MN-GV	MN-		
K11	1/10	0.190	0.190	5.539	5.721	MN	MN	MHB	MHB
		0.190	0.190	5.250	5.282	MN	MN		
K12	1/10	0.340	0.340	5.383	5.070	MN-GV	MN-	BHB	BHB
		0.340	0.340	5.122	5.238	MN-GV	MN-		
K13	1/10	0.010	0.010	2.107	2.762	MN	MN	MHB	MHB
		0.010	0.010	2.060	2.855	MN	MN		
K14	1/10	0.010	0.010	2.808	2.709	MN	MN	MHB	MHB
		0.010	0.010	2.802	25.804	MN	MN		

6.4.4 Kolon hasar sınırları

Bu zemin kat kolonlarında düşey yüklerden oluşan iç kuvvetler, +X ve +Y deprem doğrultusunda kolonlarda oluşan iç kuvvetler ve bu yükleme kombinasyonları altında kolonların kesme kuvveti ve taşıma kuvveti kapasiteleri kolon hasar sınırları ve hasar bölgeleri tablolar halinde verilmiştir. Diğer katlar ve yönler için hasar seviyeleri değerlendirme kısmında verilecektir.

Çizelge 6.23 ve 6.24'de zemin katta (+3,00 kotu) düşey yükler altında X ve Y deprem doğrultusunda Kolonlarda oluşan iç kuvvetler ve taşıma kapasiteleri verilmiştir.

Çizelge 6.25'de zemin katta (+3,00 kotu) X ve Y deprem doğrultusunda kolonlarda oluşan normal kuvvet, kesme kuvveti oranı, kesit ve eleman hasar sınırları verilmiştir.

Çizelge 6.23: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri

Kolon NO	± X			± Y			Taşıma kapasiteleri										
	N _K (kN)	Alt uç	Üst uç	N _K (kN)	Alt uç	Üst uç	N _{Kalt}	N _{Küst}	N _{Ksol}	N _{Ksağ}	Alt uç	Üst uç					
		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)					M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)	M ⁺ _x (kNm)	M ⁻ _x (kNm)			
S01	982.3	-10.2	191.8	501.1	903.9	-2.7	1597.9	1558.6	806.1	1116.8	338.6	326.5					
													186.2	178.8			
		8.9	-121.4			-136.8					7.2	1584.4	1584.4	1103.3	1103.3	341.2	321.4
S03	641.7	7.3	186.8	599.5	966.2	-0.4	1360.7	1322.2	934.9	1318.5	342.9	328.6					
															177.3	167.4	
		-4.8	-94.1			-146.4					2.6	1347.2	1347.2	1305.5	1305.0	350.8	327.7
S04	805.3	-702.5	-1.1	189.2	-3.4	403.2	1475.0	1861.5	1245.4	1143.2	359.4	328.1					
															172.2	171.5	
		38.1	-1.6			3.8					-245.3	1848.0	1848.0	1231.9	1186.5	349.9	342.0
S05	294.4	0.7	432.4	51.0	653.8	1.3	1588.8	1405.7	1283.9	1315.5	230.2	229.9					
																206.5	201.1
		-2.9	-236.5			-280.6					-1.1	1546.8	1505.6	1296.4	1303.5	244.1	242.6
S06	1037.8	5.1	423.7	511.2	571.6	2.7	2013.1	1473.4	1179.7	1486.5	190.2	178.9					
																205.0	198.0
		-8.2	-309.5			-259.3					-4.2	2001.1	1627.4	1392.7	1474.5	231.6	215.3
S07	2096.4	-659.7	1.8	56.7	-3.5	362.4	1852.0	2858.3	818.5	787.9	337.6	229.7					
																113.0	111.0
		166.9	-1.1			4.4					-248.2	2844.8	2844.8	805.0	784.6	327.7	324.4
S08	1620.8	1.2	355.4	308.8	562.1	-6.4	2376.3	1663.2	879.0	1064.3	168.3	167.2					
																196.3	180.7
		-0.5	-246.9			-359.3					12.8	2364.3	1910.5	941.1	1052.3	228.9	229.7
S09	2089.5	-590.7	3.9	112.6	-3.5	334.0	1794.1	2671.6	694.8	636.2	342.1	257.4					
																129.6	129.2
		169.7	-5.6			8.1					-246.4	2658.1	2658.1	681.3	640.8	315.8	312.2
										157.2	156.2						

Çizelge 6.24: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan İç Kuvvetler ve Taşıma Kapasiteleri

Kolon NO	± X			± Y			Taşıma kapasiteleri					
	N _K (kN)	Alt uç	Üst uç	N _K (kN)	Alt uç	Üst uç	N _{Kalt}	N _{Küst}	N _{Ksol}	N _{Ksağ}	Alt uç	Üst uç
		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)		M ⁻ (kNm)	M ⁻ (kNm)					M ⁺ _x (kNm)	M ⁻ _x (kNm)
		M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)		M ⁺ (kNm)	M ⁺ (kNm)					+ X	+ Y
S10	864.4	-606.7	-3.9	868.9	6.2	376.6	1311.6	1657.4	1661.9	1210.0	360.1	336.2
											172.6	163.3
		60.0	4.6		-11.2	-275.6	1643.9	1643.9	1648.4	1318.2	343.5	336.0
											177.4	170.3
S11	371.2	-5.7	321.1	1110.	619.6	1.8	1264.0	1130.4	1314.8	2003.3	231.6	216.9
											205.6	201.3
		10.4	-129.3		-397.9	-4.6	1252.0	1252.0	1458.3	1991.3	229.5	207.9
											177.9	172.8
S12	748.7	-592.6	-3.6	713.0	-2.9	383.6	1233.6	1533.1	1497.4	1140.9	357.0	346.3
											177.0	169.8
		46.6	4.0		10.4	-293.3	1519.6	1519.6	1483.9	1270.0	352.1	346.2
											192.2	203.4
S13	175.6	0.8	379.0	1283.5	636.8	-3.7	1185.7	1108.4	1497.8	2293.6	228.7	213.7
											209.4	208.4
		-2.9	-220.0		-381.9	5.6	1173.7	1163.2	1819.5	2281.6	248.2	244.3
											162.1	161.2
S14	1029.2	-2.4	405.3	761.9	565.3	-1.6	1964.7	1470.7	1286.0	1697.4	192.1	179.3
											206.5	200.4
		7.0	-299.4		-276.7	1.4	1952.7	1602.8	1624.5	1685.4	257.4	253.6
											197.9	197.0
S15	2042.6	-642.8	3.1	314.6	6.8	358.2	1811.0	2791.4	1063.4	906.1	341.9	239.6
											116.0	111.1
		161.9	-3.6		-10.1	-243.8	2777.9	2777.9	1049.9	980.7	345.8	343.4
											179.7	189.4
S16	948.2	-2.0	186.7	326.3	913.4	2.6	1589.4	1570.4	798.1	1102.8	340.0	323.5
											186.8	178.5
		-8.4	-116.8		-123.3	-7.2	1575.9	1575.9	1089.3	1089.3	313.0	317.4
											180.0	177.0
S18	795.8	-564.1	1.1	497.3	3.3	295.3	1205.7	1524.1	1225.6	1006.7	339.6	330.5
											173.5	161.8
		57.4	0.3		1.9	-135.7	1510.6	1510.6	1212.1	1212.1	340.2	325.4
											167.0	162.1

Çizelge 6.25: X ve Y Deprem Doğrultusunda Zemin Kat Kolonlarında Oluşan Normal Kuvvet, Kesme Kuvveti Oranı, Kesit ve Hasar Sınırları

Kolon NO					$\pm X$ Hasar Sınırları			$\pm Y$ Hasar Sınırları		
	Sargılama	Kırılma Tipi	$\frac{N_K}{A_C f_{cm} + X}$	$\frac{V}{bdf_{cm} + X}$	r_{alt}	Kesit Hasar sınırı	Eleman Hasar sınırı	r_{alt}	Kesit Hasar sınırı	Hasar sınırı
			$\frac{N_K}{A_C f_{cm} + Y}$	$\frac{V}{bdf_{cm} + Y}$	$r_{üst}^+$			$r_{üst}^+$		
S01	var	Sünek	4.2	3.6	1.03	MN	MHB	2.65	MN-GV	BHB
		Sünek	2.2	5.3	1.05	MN		2.91	MN-GV	
S03	var	Sünek	3.6	3.6	1.05	MN	MHB	2.75	MN-GV	BHB
		Sünek	2.5	5.3	1.05	MN		2.97	MN-GV	
S04	var	Sünek	4.0	5.8	1.95	MN	MHB	2.17	MN-GV	BHB
		Sünek	3.1	4.2	1.99	MN		2.21	MN-GV	
S05	var	Sünek	4.3	4.7	2.18	MN-GV	BHB	2.68	MN-GV	MHB
		Sünek	3.9	6.4	1.92	MN		2.67	MN	
S06	var	Sünek	4.5	5.1	1.97	MN	MHB	2.47	MN-GV	BHB
		Sünek	3.6	5.7	1.98	MN		2.24	MN-GV	
S07	var	Sünek	5.0	5.6	1.95	MN	MHB	2.20	MN-GV	BHB
		Sünek	2.1	3.4	1.95	MN		2.12	MN-GV	
S08	var	Sünek	5.1	5.2	1.81	MN	MHB	2.46	MN	MHB
		Sünek	2.7	4.8	1.74	MN		2.41	MN	
S09	var	Sünek	4.9	5.9	1.73	MN	MHB	2.12	MN	MHB
		Sünek	1.7	3.8	1.73	MN		2.09	MN	
S10	var	Sünek	3.6	6	1.68	MN	MHB	2.12	MN	MHB
		Sünek	3.3	4.1	1.74	MN		1.92	MN	
S11	var	Sünek	3.5	4.6	1.56	MN	MHB	2.70	MN	MHB
		Sünek	4.0	5.8	1.47	MN		2.44	MN	
S12	var	Sünek	3.4	6.3	1.66	MN	MHB	2.00	MN-GV	BHB
		Sünek	3.1	4.0	1.71	MN		2.19	MN-GV	
S13	var	Sünek	3.4	5.6	1.81	MN	MHB	2.57	MN	MHB
		Sünek	4.6	6.1	1.77	MN		2.87	MN	
S14	var	Sünek	4.5	4.7	1.96	MN	MHB	2.20	MN-GV	BHB
		Sünek	3.9	6.1	1.93	MN		2.44	MN-GV	
S15	var	Sünek	4.9	5.7	1.88	MN	MHB	1.99	MN-GV	BHB
		Sünek	2.5	3.9	1.89	MN		2.14	MN-GV	
S16	var	Sünek	4.3	3.4	1.00	MN	MHB	2.92	MN	BHB
		Sünek	2.2	5.8	1.03	MN		2.68	MN	
S18	var	Sünek	3.3	5.5	1.66	MN	MHB	1.77	MN	MHB
		Sünek	2.7	3.0	1.55	MN		1.53	MN	

6.4.5 Görelî kat ötelemelerinin sınırlandırılması

Yapının görelî kat ötelemesi kontrol edilirken ilgili kattaki tüm kolonların görelî ötelemeleri bakılarak en büyük değere sahip kolon görelî ötelemesi o katın görelî kat

ötelemesi olarak kabul edilmiştir. Çizelge 6.26 ve 6.27’de yapının X ve Y yönü için görelî kat öteleme değeri hesapları ve kontrolleri yapılmıştır.

Çizelge 6.26: X Yönü İçin Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolleri

X yönü	δ_i (m)	h_i (m)	$\frac{\delta_i}{h_i}$	Sınır Değeri	Hasar Bölgesi
5. kat	0.0215	3.00	0.007	>0.01	MHB
4. kat	0.031	3.00	0.010	>0.01- <0.03	BHB
3. kat	0.038	3.00	0.013	>0.01- <0.03	BHB
2. kat	0.041	3.00	0.014	>0.01- <0.03	BHB
1. kat	0.0382	3.00	0.013	>0.01- <0.03	BHB
Zemin kat	0.021	3.00	0.007	>0.01	MHB

Çizelge 6.27: Y Yönü İçin Görelî Kat Ötelemeleri Kontrolleri

Y yönü	δ_i (m)	h_i (m)	$\frac{\delta_i}{h_i}$	Sınır Değeri	Hasar Bölgesi
5. kat	0.022	3.00	0.007	>0.01	MHB
4. kat	0.036	3.00	0.012	>0.01- <0.03	BHB
3. kat	0.047	3.00	0.016	>0.01- <0.03	BHB
2. kat	0.052	3.00	0.017	>0.01- <0.03	BHB
1. kat	0.052	3.00	0.017	>0.01- <0.03	BHB
Zemin kat	0.033	3.00	0.011	>0.01- <0.03	BHB

6.4.6 Kolon, perde ve kirişlerin hasar durumu ve performanslarının değerlendirilmesi

Hesaplamalar sonucunda yapının taşıyıcı elemanlarında Çizelge 6.28 ve 6.29’de değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 6.28: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	14				14			
	4. kat	14	14				14			
	3. kat	14	14				14			
	2. kat	14	14	0			14	0		
	1. kat	14	12	2			12	2		
	Zemin kat	14	10	4			10	4		
Toplam		84	78	6			78	6		
Kolonlar	5. kat	16	16				16			
	4. kat	16	16				16			
	3. kat	16	16				16			
	2. kat	16	16				16			
	1. kat	16	15	1			15	1		
	Zemin kat	16	15	1			15	1		
Toplam		96	94	2			94	2		
Perdeler	5. kat	2	2							
	4. kat	2	2							
	3. kat	2	2							
	2. kat	2	2							
	1. kat	2	2							
	Zemin kat	2	2							
Toplam		12	12							

Çizelge 6.29: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	% 100				% 100			
	4. kat	14	% 100				% 100			
	3. kat	14	% 100				% 100			
	2. kat	14	% 100				% 100			
	1. kat	14	% 86	% 14			% 186	% 14		
	Zemin kat	14	% 71	% 29			% 71	% 29		
Toplam		84	% 93	% 7			% 93	% 7		
Kolonlar	5. kat	16	% 100				% 100			
	4. kat	16	% 100				% 100			
	3. kat	16	% 100				% 100			
	2. kat	16	% 100				% 100			
	1. kat	16	% 94	% 6			% 94	% 6		
	Zemin kat	16	% 94	% 6			% 94	% 6		
Toplam		96	% 98	% 2			% 98	% 2		
Perdeler	5. kat	2	% 100							
	4. kat	2	% 100							
	3. kat	2	% 100							
	2. kat	2	% 100							
	1. kat	2	% 100							
	Zemin kat	2	% 100							
Toplam		12	% 100							

Çizelge 6.29'de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre $\pm X$ yönü için

Zemin katta Kirişlerinde %71 minimum hasar %29 belirgin hasar bölgesinde kolonların %94 minimum hasar bölgesinde %6 belirgin hasar bölgesindedir

1. Kattaki kirişlerin %86 minimum hasar %14 belirgin bölgesinde, 1. kattaki kolonların %94 minimum hasar bölgesinde %6 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin %100 minimum hasar bölgesinde kolonların %94 minimum hasar bölgesinde %6 belirgin hasar bölgesindedir

3. Kattaki kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. Kattaki kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

Binada +X deprem doğrultusunda kirişlerin %93 si minimum hasar bölgesinde %7belirgin hasar bölgesindedir. Kolonların %98 minimum hasar bölgesinde %2 belirgin hasar bölgesindedir. Perdelerin %100 belirgin hasar bölgesindedir.

Çizelge 6.30: Y Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişiler	5. kat	16	16				16			
	4. kat	16	13	3			13	3		
	3. kat	16	7	9			7	9		
	2. kat	16	3	12	1		3	12	1	
	1. kat	16	2	11	3		2	11	3	
	Zemin kat	16	2	11	3		2	11	3	
Toplam		96	43	46	7		43	46	7	
Kolonlar	5. kat	16	16				16			
	4. kat	16	16				16			
	3. kat	16	16				16			
	2. kat	16	15	1			15	1		
	1. kat	16	11	5			11	5		
	Zemin kat	16	8	8			8	8		
Toplam		96	82	14			82	14		

Çizelge 6.31: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişiler	5. kat	16	%100				%100			
	4. kat	16	%81	%19			%81	%19		
	3. kat	16	%44	%56			%44	%56		
	2. kat	16	%19	%75	%6		%19	%75	%6	
	1. kat	16	%12	%69	%19		%12	%69	%19	
	Zemin kat	16	%12	%69	%19		%12	%69	%19	
Toplam		96	%45	%48	%7		%45	%48	%7	
Kolonlar	5. kat	16	%100				%100			
	4. kat	16	%100				%100			
	3. kat	16	%100				%100			
	2. kat	16	%94	%6			%94	%6		
	1. kat	16	%69	%31			%69	%31		
	Zemin kat	16	%50	%50			%50	%50		
Toplam		96	%85	%15			%85	%15		

Çizelge 6.31’de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre +Y yönü için

Zemin katta Kirişlerinde %12 minimum hasar %69 belirgin hasar ve %19 ileri hasar bölgesinde kolonların %50 minimum hasar bölgesinde %50 belirgin hasar bölgesindedir

1. Kattaki kirişlerin %12 minimum hasar %69 belirgin hasar ve %19 ileri hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %69 minimum hasar bölgesinde %31 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin %19 minimum hasar %62 belirgin hasar ve %19 ileri hasar bölgesinde kolonların %94 minimum hasar bölgesinde %6 belirgin hasar bölgesindedir.

3. Kattaki kirişlerin %44 minimum hasar %56 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. Kattaki kirişlerin %81 minimum hasar %19 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

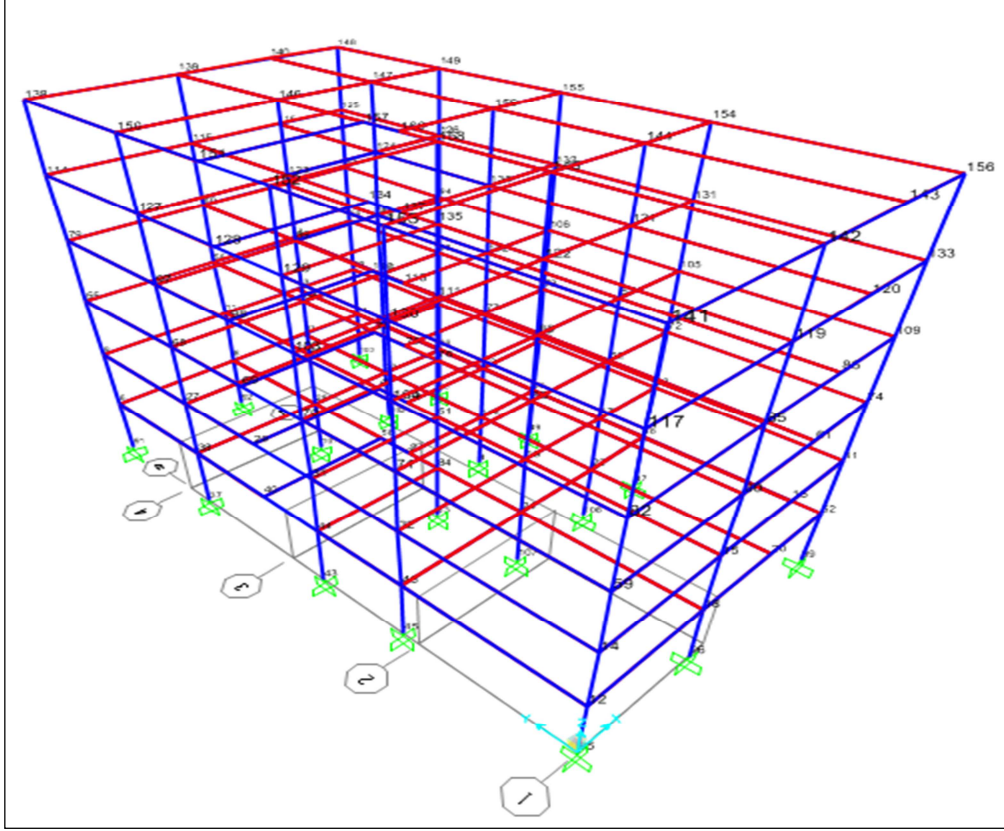
5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

Binada + Y deprem doğrultusunda kirişlerin %45 si minimum hasar bölgesinde %48 belirgin hasar bölgesinde %7 ileri hasar bölgesindedir. Kolonların ise %84 minimum hasar bölgesinde %16 belirgin hasar bölgesindedir.

Perdenin deprem esnasında yapı üzerindeki etkisini görmek için binaya sadece X doğrultusunda perde eklenmiş ve analiz yapılmıştır. Eşdeğer deprem yükü yöntemine göre perdesiz binada X doğrultusunda kirişlerin %12'si ileri hasar bölgesine %51 belirgin hasar bölgesinde %37 minimum hasar bölgesindedir. Perdeli yapıda ise kirişlerin %6'sı belirgin hasar bölgesinde %94'ü minimum hasar bölgesindedir. Sonuç olarak perdeli yapının performansı perdesiz yapının göre performansı daha güvenli tarafta çıkmıştır.

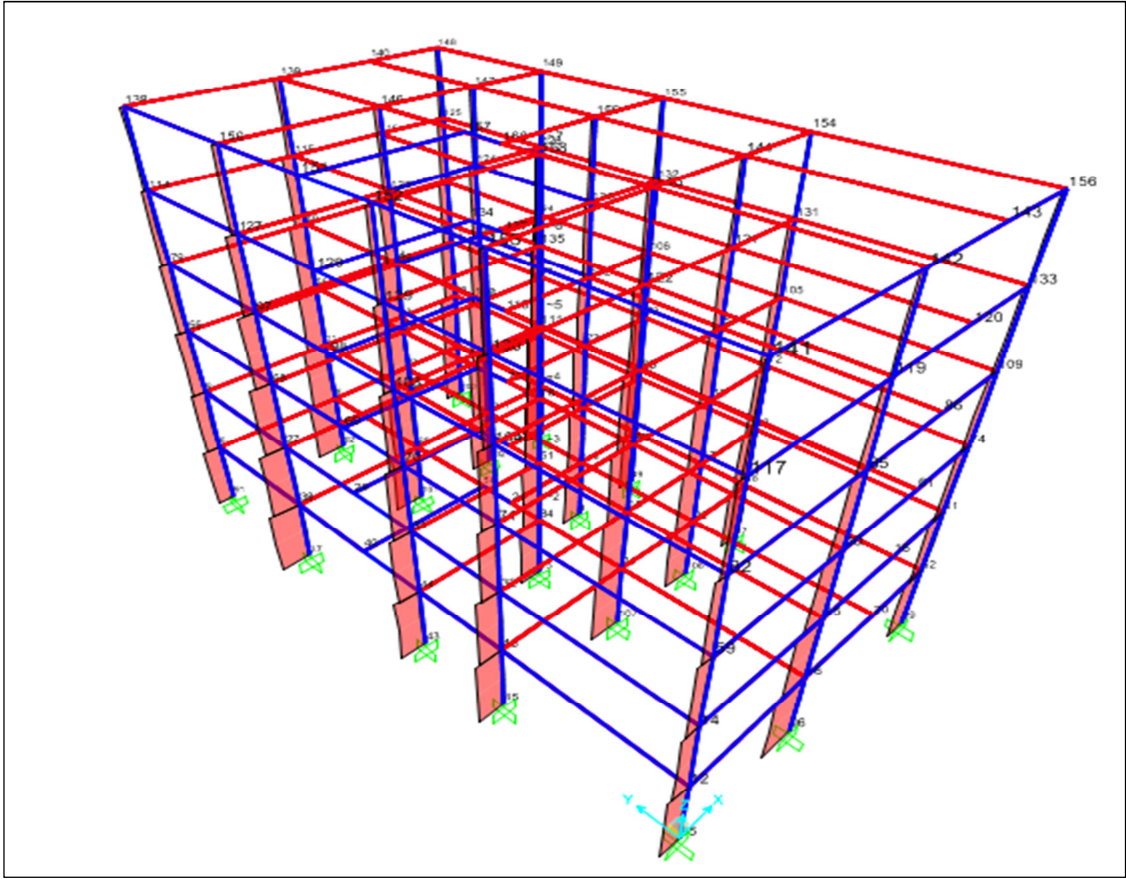
7. ALTI KATLI BETONARME BİNANIN PERDELİ VE PERDESİZ OLARAK ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

7.1 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi İle 6 Katlı Binanın Performans Analizi



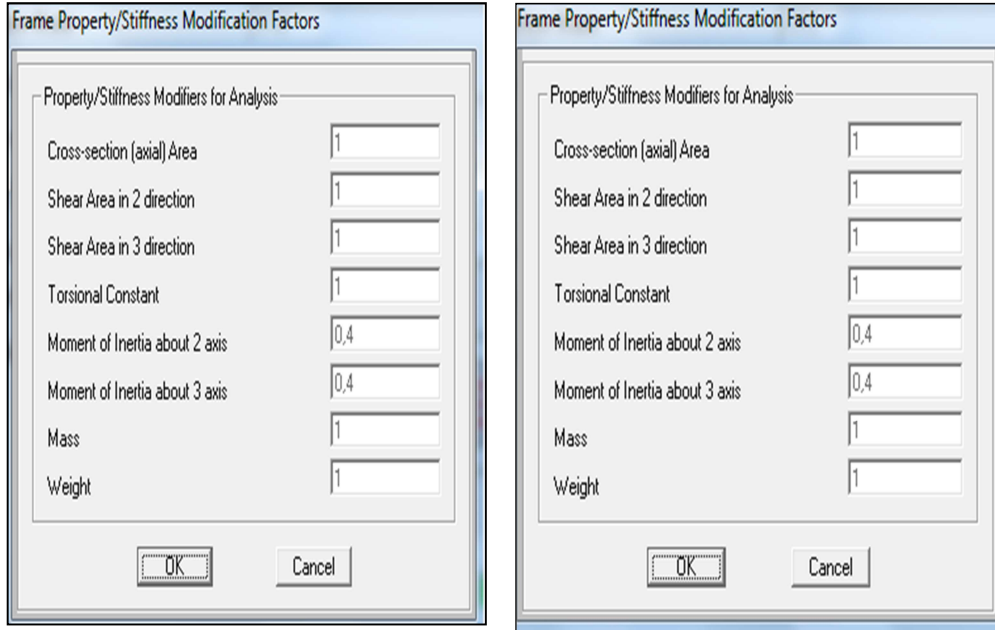
Şekil7.1: Binanın Düğüm Noktaları

Tezin bu bölümünde 6 katlı bir binanın Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile analizi yapılmıştır. Küçük binada yöntem detaylı bir şekilde anlatıldığı için tezin daha kısa ve anlaşılır olması amacıyla hesaplamalarda detaya inilmemiştir. Bölüm 5’de küçük binanın analizinde belirtildiği gibi hesap adımları uygulanmıştır.

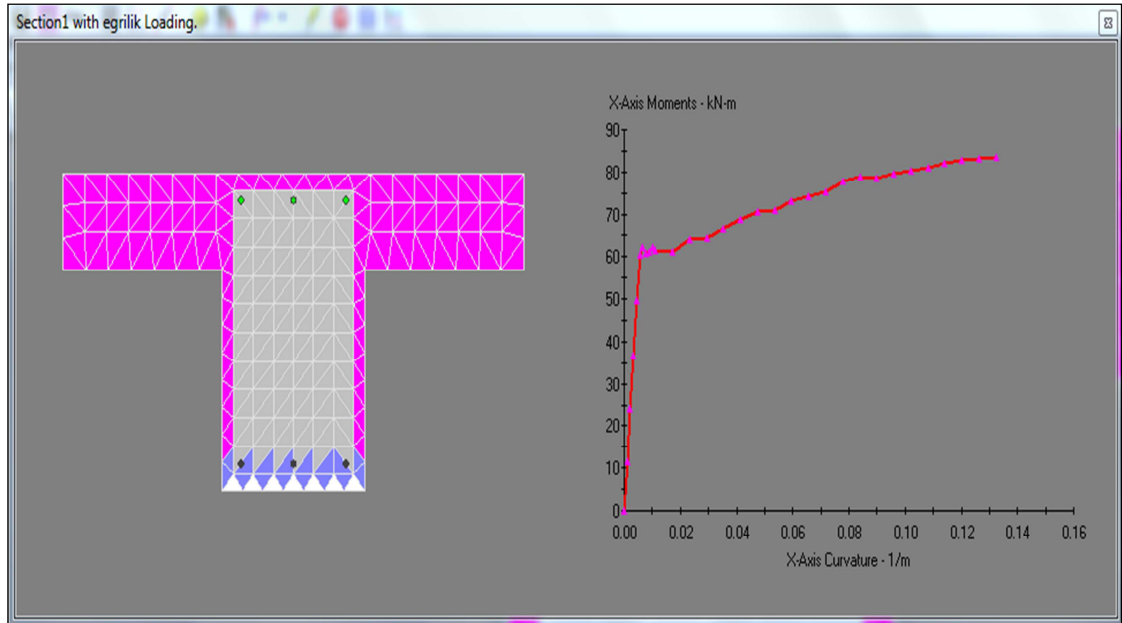


Şekil7.2: G+0,3Q Yüklemesi Altında Oluşan Eksenel Kuvvetler

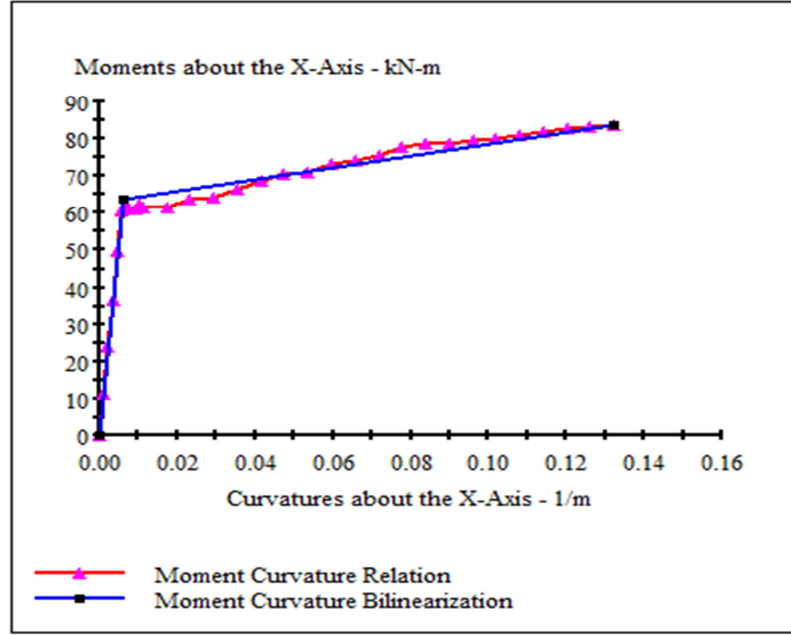
Düşey yükleme sonucunda oluşan eksenel kuvvetler Şekil7.2’de gösterilmiştir. Çatlamış kesitlere ait etkin eğilme rijitlikleri eksenel yük değerlerinin aşağıda belirtilen formüllerde gösterildiği gibi değerlendirilmesi yapılacaktır. Çatlamış kesitlere ait etkin eğilme rijitlikleri 2. Bölümdeki Denk. (2.1), Denk. (2.2) ve Denk. (2.3) aşağıdaki şekilde hesaplanır.



Şekil7.3: Kolon ve Kirişlerde Çatlamış Kesit Rijitliklerinin Programa Tanımlanması
Sap2000 Programına Plastik Mafsal Özelliklerinin Tanımlanması XTRACT programında yapılan tek eksenli eğrilik analizi sonucunda elemanlarda oluşan dönme değerlerine göre mafsal özellikleri tanımlanmıştır.



Şekil 7.4: Kiriş İçin Tek Eksenli Eğrilik Analizi



Şekil 7.5: Eğrilik Diyagramının İdealleştirilmesi

Kesit Alt Bölgesinde çekme durumunda pozitif eğilme momenti:

$$M_{pa}(+) = M_{pa}(-) = 56.60 \text{ kNm}$$

Akma momentine karşılık gelen eğrilik (pozitif için)

$$K_{y(+)} = 0.00595 \text{ rad/m}$$

Akma momentine karşılık gelen dönme değeri

$$\theta_{y(+)} = 0.00149 \text{ rad}$$

Maksimum momente karşılık gelen eğrilik değeri

$$K_{t(+)} = 0.1323 \text{ rad/m}$$

Maksimum momente karşılık gelen dönme değeri

$$\theta_{u(+)} = 0.033 \text{ rad olarak bulunmuştur.}$$

Bulunan değerler Sap2000 programına katları olacak şekilde girilmiştir.

Yönetmelikte belirtilen sınır değerleri:

Minimum hasar sınırı (MN) için çelikteki birim şekil değiştirme: $\epsilon_{s(MN)} = 0.010$

Kesit güvenlik sınırı (GV) için çelikteki birim şekil değiştirme: $\epsilon_{s(GV)} = 0.040$

Kesit göçme sınırı (GÇ) için çelikteki birim şekil değiştirme: $\epsilon_{s(GÇ)} = 0.060$

Bu değerlere karşı gelen XTRACT programından okunan değerler:

Minimum hasar sınırı (MN) $\rightarrow 0.0225 \text{ rad/m}$

Kesit güvenlik sınırı (GV) $\rightarrow 0.090 \text{ rad/m}$

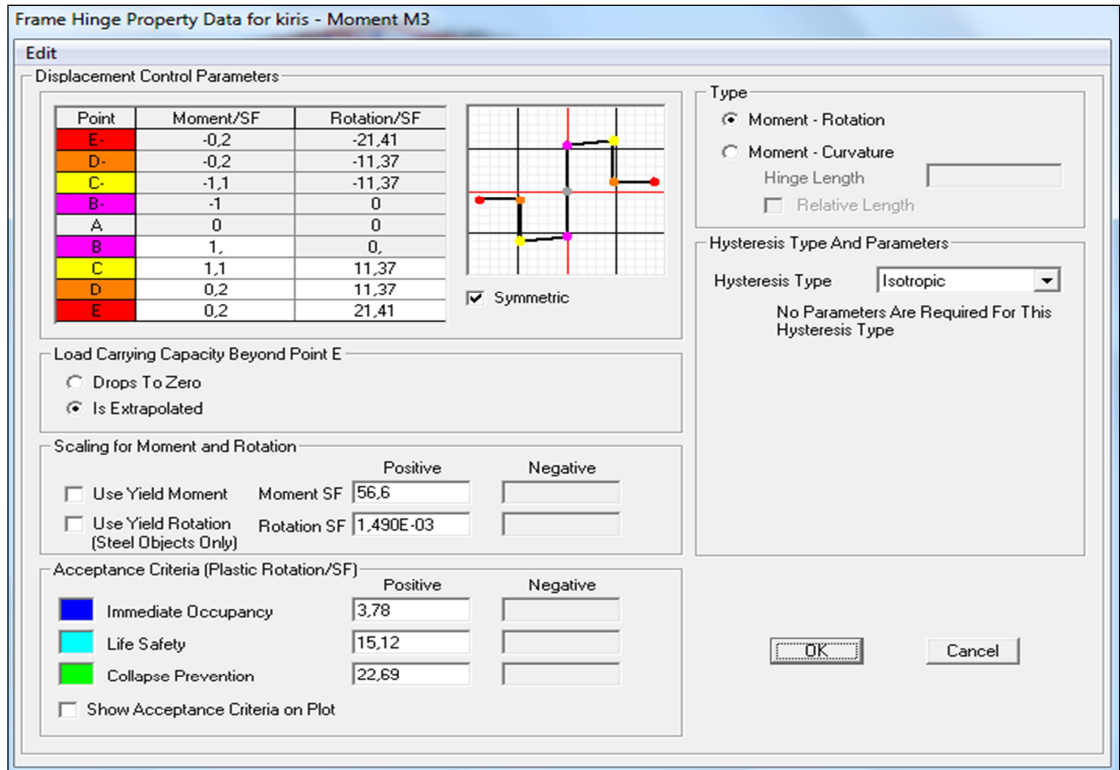
Kesit göçme sınırı (GÇ) $\rightarrow 0.135 \text{ rad/m}$

Pozitif durumda akma eğriliği 0.00595 rad/m olarak bulunmuştu. Bu durumda programa tanımlanacak sınır değerler plastik eğrilik değerinin katları olacak şekilde aşağıdaki gibi belirlenir.

$0.0225 / 0.00595 = 3.78 \text{ kat}$

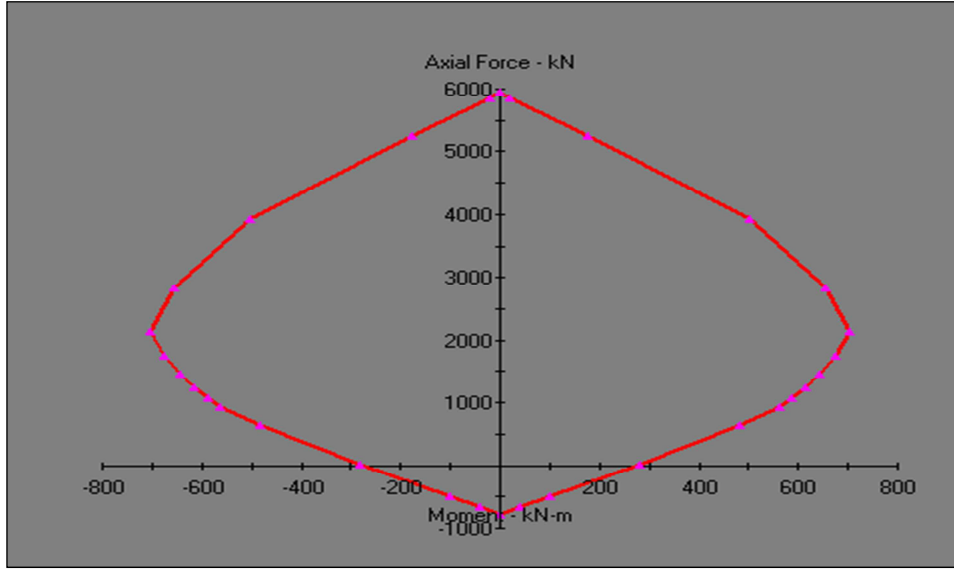
$0.090 / 0.00595 = 15.12 \text{ kat}$

$0.135 / 0.00595 = 22.69 \text{ kat}$ olacak şekilde sırasıyla MN, GV, GÇ sınır değerleri programa tanımlanmıştır.



Şekil 7.6: Kiriş Mafsal Özelliklerinin Programa Tanımlanması

Kolonlar için ise P-M etkileşim diyagramı XTRACT programı ile çizilmiş olup Sap2000 programına tanımlanmıştır.

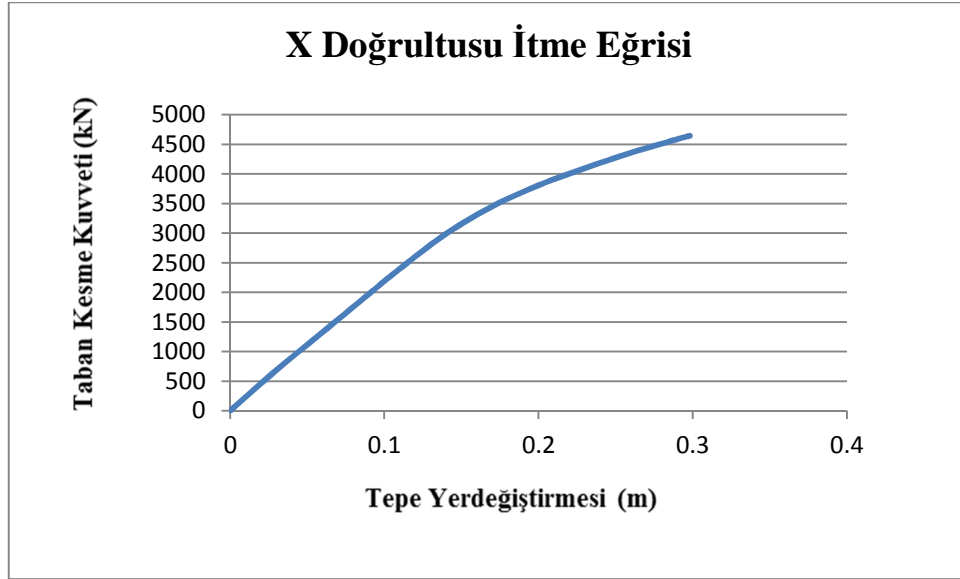


Şekil7.7: Kolon İçin P-M Etkileşim Diyagramı

Tüm değerler Sap2000 Programına tanımlandıktan sonra itme analizine geçilir. Belirlenen bir deplasman değerine kadar bina itilir.

Çizelge 7.1: İtme Eğrisi Koordinatları

Adım	Deplasman (m)	Taban Kesme Kuvveti (KN)
0	0.0000	0.00
1	0.0281	643.31
2	0.0581	1286.61
3	0.0881	1929.92
4	0.1063	2319.60
5	0.1376	2943.72
6	0.1684	3428.83
7	0.2006	3812.68
8	0,2313	4106.51
9	0.2616	4369.34
10	0.2929	4606.83
11	0.2981	4642.34



Şekil 7.8: X Doğrultusu İtme Eğrisi

Belirlenen deplasman değerine kadar itilen binada oluşan itme eğrisi Şekil 7.8’de gösterilmiştir. Elde edilen itme eğrisi koordinat dönüşümü yapılarak modal kapasite diyagramına dönüştürülür.

Modal İvme:

$$a^{(i)}_{x1} = \frac{V_{x1}}{M_{x1}} \quad (7.1)$$

Modal Yer değiştirme:

$$d^{(i)}_{x1} = \frac{U^{(i)}_{xN1}}{\Gamma_{x1}\varphi_{xN1}} \quad (7.2)$$

Birinci Moda Ait Etkili Modal Kütle:

$$M_{x1} = \frac{L_1^2}{M_1} = \Gamma_1 L_1 \quad (7.3)$$

Modal Kütle:

$$M_1 = [\varphi_1]^T [M] [\varphi_1] \quad (7.4)$$

Etkili Modal Kütle:

$$L_1 = [\varphi_1]^T [M] [1] \quad (7.5)$$

Birinci Modun Katılım Çarpanı

$$\Gamma_1 = \frac{[\varphi_1]^T [M] [1]}{[\varphi_1]^T [M] [\varphi_1]} \quad (7.6)$$

$$((1 \ 0.93 \ 0.83 \ 0.68 \ 0.5 \ 0.32)) \left(\begin{pmatrix} 295.9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 295.9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 295.9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 295.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 295.9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 295.9 \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = 1260.53$$

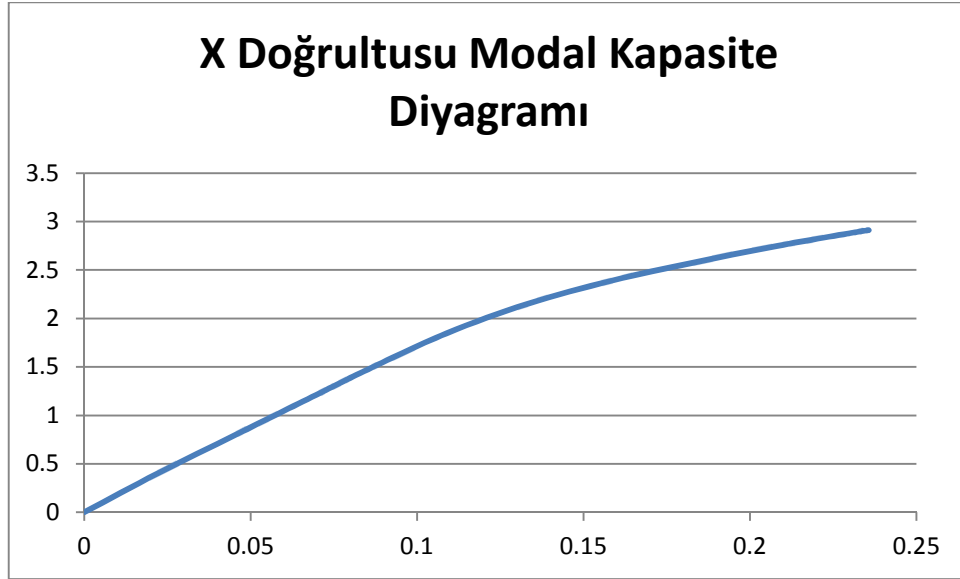
$$((1 \ 0.93 \ 0.83 \ 0.68 \ 0.5 \ 0.32)) \left(\begin{pmatrix} 295.9 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 295.9 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 295.9 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 295.9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 295.9 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 295.9 \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} 1 \\ 0.93 \\ 0.83 \\ 0.68 \\ 0.5 \\ 0.32 \end{pmatrix} = 996.76874$$

$$\Gamma_1 = 1260.53/996.77 = 1.265$$

$$M_{x1} = 265 \times 1260.53 = 1594.57 \text{ kNm}$$

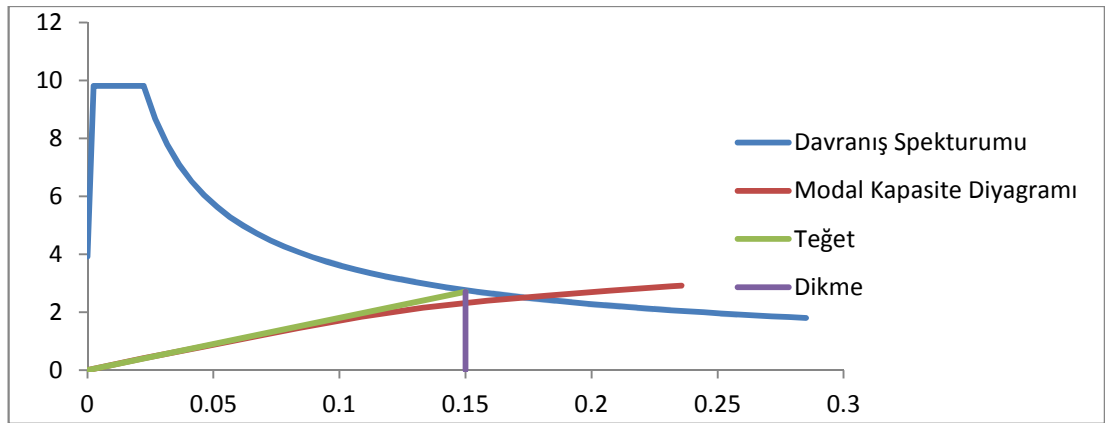
Çizelge 7.2: Modal Kapasite Değerleri

n	$U^{(i)}_{xN1}$	$V^{(i)}_{x1}$	M_{x1}	φ_{xN1}	Γ_{x1}	$d^{(i)}_1$	$a^{(i)}_1$
0	0.0000	0.00	1594.57	1.00	1.265	00000	0.0000
1	0.0281	643.31	1594.57	1.00	1.265	0.0222	0.4034
2	0.0581	1286.61	1594.57	1.00	1.265	0.0459	0.8069
3	0.0881	1929.92	1594.57	1.00	1.265	0.0696	1.2103
4	0.1063	2319.60	1594.57	1.00	1.265	0.0840	1.4547
5	0.1376	2943.72	1594.57	1.00	1265	0.1088	1.8461
6	0.1684	3428.83	1594.57	1.00	1.265	0.1331	2.1503
7	0.2006	3812.68	1594.57	1.00	1.265	0.1586	2.3910
8	0.2313	4106.51	1594.57	1.00	1.265	0.1828	2.5753
9	0.2616	4369.34	1594.57	1.00	1.265	0.2068	2.7401
10	0.2929	4606.83	1594.57	1.00	1.265	0.2315	2.8891
11	0.2981	464234	1594.57	1.00	1.265	0.2357	2.9113



Şekil 7.9: Modal Kapasite Eğrisi

Spektral yer değiştirmeler Bölüm 5’de verilen denklemler yardımıyla hesaplanır.



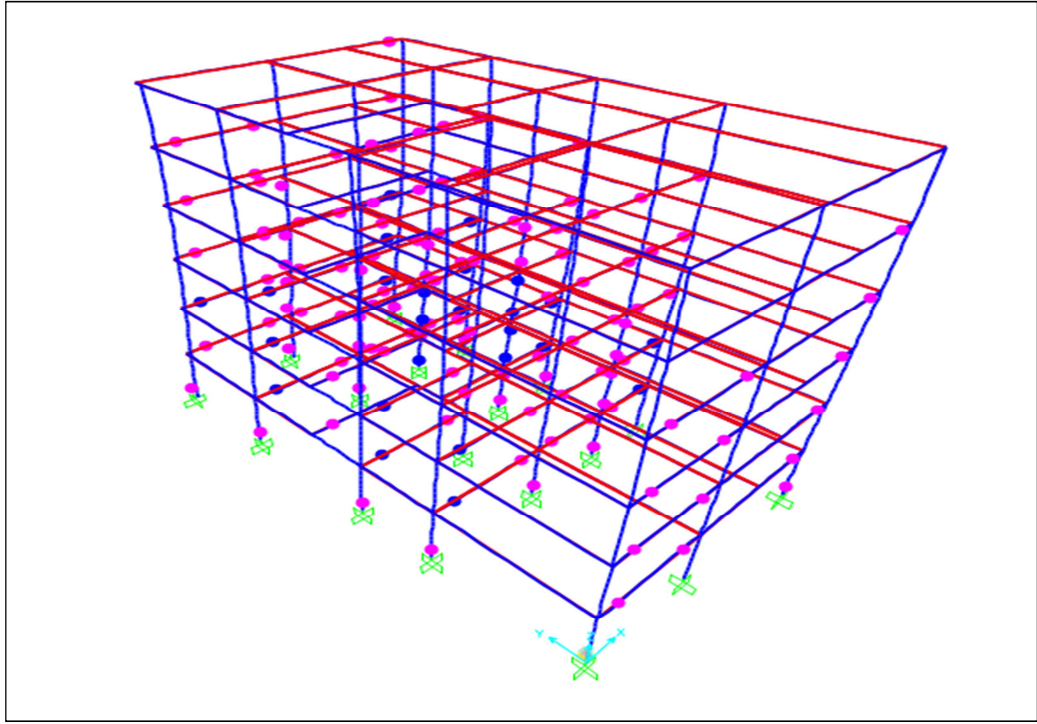
Şekil 7.10: Hedef Deplasman Değerinin Bulunması

Modal kapasite eğrisi ile davranış spektrumunun aynı ekseninde karşılaştırılması neticesinde Spektral yer değiştirme $S_{de}=0.15$ m bulunmuştur. $T_B < T$ olduğu için $C_{R1}=1$ alınır.

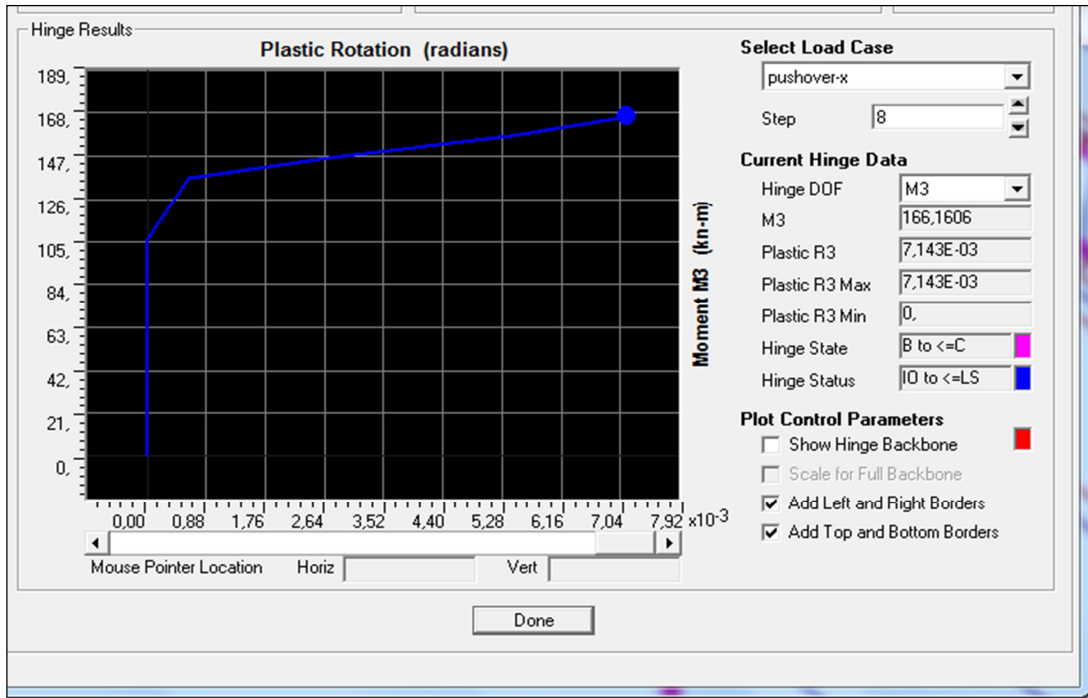
$$S_{d1}=1 \times 0.15=0.15\text{m}$$

$$U_{xN1}=1 \times 1.265 \times 0.15=0.19\text{m}$$

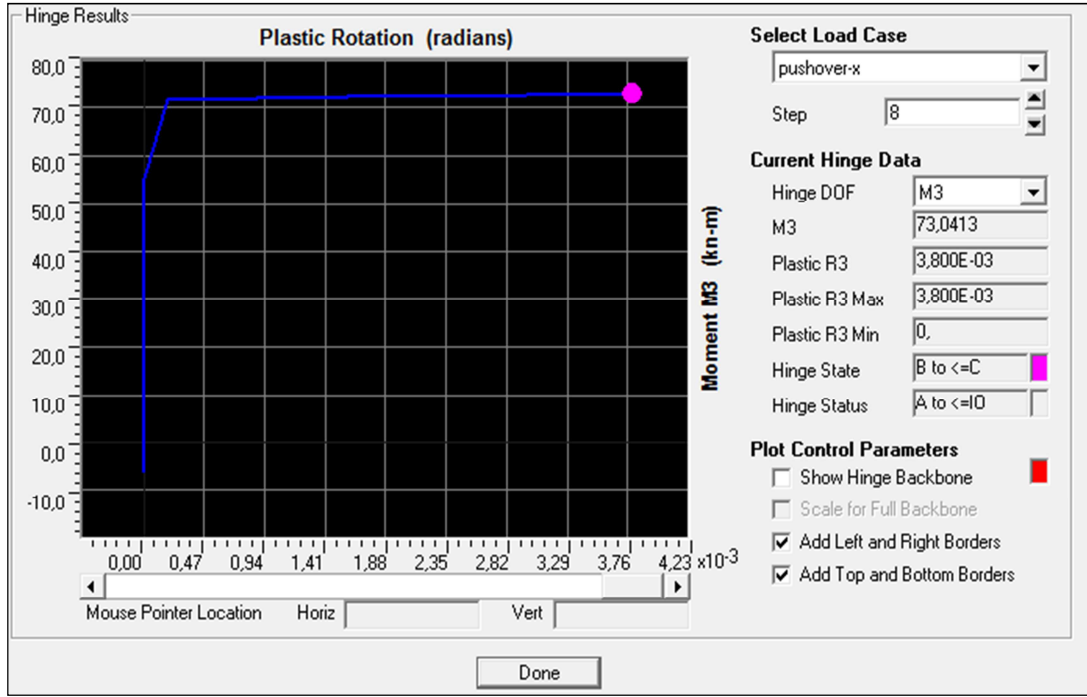
Bulunan 0.19m değerine kadar bina tekrar itilir. İtme sonucunda elemanlarda meydana gelen dönme değerlerine göre eleman hasar sınırları kesit bazında belirlenir. Daha sonra hasarlı eleman sayılarına göre yapı performans seviyesi belirlenir.



Şekil 7.11: Elemanlarda Oluşan Plastik Mafsallar



Şekil 7.12: Eleman 149'da Oluşan Plastik Mafsal Hareketi



Şekil 7.13: Eleman 67’de Oluşan Plastik Mafsalsal Hareketi

Çizelge 7.3: X Doğrultusu Kolon Hasar Durumları

Kolon	Uç Böl	Mafsalsal	P(kN)	M ₃	R3 Plastik	φ _p	φ _y	φ	ε _c	ε _s	Hasar Durumu	Hasar Sınırı
S01	sol	PMM	-16.1	131.09	0.0024	0.0081	0.0203	0.0284	0.0032	0.0055	MN	MHB
	sağ	PMM	-326.0	-71.17	0.0000	0.0000	-0.0144	-0.0144	-0.0032	-0.0028	MN	
S02	sol	PMM	-604.5	172.29	0.0018	0.0059	0.0691	0.0750	0.0165	0.0145	MN	MHB
	sağ	PMM	-638.4	-149.29	0.0000	0.0000	-0.0141	-0.0141	-0.0031	-0.0027	MN	
S03	sol	PMM	-420.7	542.61	0.0035	0.0116	0.0137	0.0253	0.0056	0.0049	MN-GV	BHB
	sol	PMM	-728.9	-58.86	0.0000	0.0000	0.0137	0.0137	0.003	0.0027	MN	
S04	sol	PMM	19.6	435.66	0.0046	0.0155	0.0091	0.0246	0.0034	0.0048	MN	MHB
	sağ	PMM	-584.9	-73.68	0.0000	0.0000	0.0113	0.0113	0.0025	0.0022	MN	
S05	sol	PMM	-340.8	332.46	0.0020	0.0067	0.0528	0.0595	0.0131	0.0115	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-494.5	-328.95	-0.0011	-0.0037	-0.0488	-0.0525	-0.0115	-0.0102	MN-GV	
S06	sol	PMM	65.8	304.28	0.0057	0.0189	0.0143	0.0332	0.0073	0.0064	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-456.2	-296.22	-0.0006	-0.0021	-0.0143	-0.0164	-0.0026	-0.0032	MN	
S07	sol	PMM	-390.6	634.55	0.0013	0.0042	0.0143	0.0185	0.0031	0.0036	MN	MHB
	sağ	PMM	-1596	-165.74	0.0000	0.0000	0.0143	0.0143	0.0031	0.0028	MN	
S08	sol	PMM	190.0	134.25	0.0034	0.0112	0.0152	0.0264	0.0028	0.0051	MN	MHB
	sağ	PMM	-44.0	-135.01	-0.0033	-0.0108	-0.0152	-0.0260	-0.0027	-0.005	MN	
S09	sol	PMM	-351.4	586.38	0.0009	0.0029	0.0137	0.0166	0.0027	0.0032	MN	MHB
	sağ	PMM	-1352	-145.91	0.0000	0.0000	0.0137	0.0137	0.003	0.0027	MN	
S10	sol	PMM	-72.7	422.67	0.0030	0.0101	0.0131	0.0232	0.0051	0.0045	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-476.6	-45.77	0.0000	0.0000	0.0131	0.0131	0.0029	0.0025	MN	
S12	sol	PMM	16.4	406.25	0.0027	0.0092	0.0152	0.0244	0.0053	0.0047	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-504.8	-69.47	0.0000	0.0000	0.0152	0.0152	0.0033	0.0029	MN	
S14	sol	PMM	-92.7	311.44	0.0022	0.0073	0.0141	0.0214	0.0047	0.0041	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-92.7	1.30	0.0000	0.0000	0.0141	0.0141	0.0031	0.0027	MN	
S102	sol	PMM	-502.8	169.76	0.0040	0.0132	0.0101	0.0233	0.0051	0.0045	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-527.5	-168.52	-0.0038	-0.0126	-0.0103	-0.0229	-0.005	-0.0044	MN-GV	
S105	sol	PMM	-463.8	331.68	0.0002	0.0007	0.0131	0.0138	0.003	0.0027	MN	MHB
	sağ	PMM	-637.1	-210.04	0.0000	0.0000	0.0131	0.0131	0.0029	0.0025	MN	
S106	sol	PMM	-18.9	316.08	0.0062	0.0205	0.0044	0.0249	0.0025	0.0048	MN	BHB
	sağ	PMM	-381.2	-315.21	-0.0055	-0.0183	-0.0044	-0.0227	-0.005	-0.0044	MN-GV	
S108	sol	PMM	65.3	166.16	0.0071	0.0238	0.0039	0.0277	0.0061	0.0054	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-366.6	-16.45	-0.0073	-0.0243	-0.0341	-0.0584	-0.0088	-0.0113	MN-GV	
S114	sol	PMM	-143.6	322.61	0.0031	0.0103	0.0141	0.0244	0.0034	0.0047	MN	MHB
	sağ	PMM	-472.5	-320.96	-0.0021	-0.0069	-0.0141	-0.0210	-0.0026	-0.0041	MN	
S202	sağ	PMM	-401.6	163.83	0.0020	0.0067	0.0007	0.0074	0.0016	0.0014	MN	MHB
	sol	PMM	-420.4	-167.49	-0.0019	-0.0064	-0.0007	-0.0071	-0.0015	-0.0014	MN	
S205	sağ	PMM	-287.0	306.49	0.0000	0.0000	0.0528	0.0528	0.0012	0.0102	MN	MHB
	sol	PMM	-394.8	-324.56	-0.0009	-0.0030	-0.0488	-0.0518	-0.0011	-0.01	MN	
S206	sağ	PMM	-66.2	316.41	0.0034	0.0113	0.0137	0.0250	0.0055	0.0048	MN-GV	BHB
	sol	PMM	-305.7	-314.23	-0.0034	-0.0113	-0.0137	-0.0250	-0.0055	-0.0048	MN-GV	
S208	sağ	PMM	-38.2	156.74	0.0059	0.0198	0.0152	0.0350	0.0077	0.0068	MN-GV	BHB
	sol	PMM	-293.0	-158.53	-0.0051	-0.0169	-0.0152	-0.0321	-0.007	-0.0062	MN-GV	
S305	sol	PMM	-409.8	335.68	0.0032	0.0106	0.0141	0.0247	0.0024	0.0048	MN	MHB
	sağ	PMM	-594.9	-244.15	0.0000	0.0000	0.0141	0.0141	0.0031	0.0027	MN	
S314	sağ	PMM	-180.4	317.13	0.0006	0.0020	0.0092	0.0112	0.0025	0.0022	MN	MHB
	sol	PMM	-378.1	-316.83	-0.0012	-0.0040	-0.0092	-0.0132	-0.0029	-0.0026	MN	

Çizelge 7.3'de X doğrultusunda artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre binadaki plastik mafsallarda oluşan kolonlarda verilmiştir. Tabloda olmayan diğer kolonların tamamında plastik mafsallarda oluşmamış olup, minimum hasar bölgesinde yer almaktadırlar.

Çizelge 7.4: X Doğrultusu Kiriş Hasar Durumları

Eleman	Uç Böl	Mafsallarda	M ₃	R3 Plastik	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ϵ_c	ϵ_s	Hasar Durumu	Hasar Sınırı
K01	sol	M3	75.39	0.0096	0.0321	0.0064	0.0385	0.0086	0.0159	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.35	-0.0049	-0.0163	-0.0064	-0.0227	-0.0078	-0.0094	MN-GV	
K02	sol	M3	73.42	0.0028	0.0094	0.0064	0.0158	0.0071	0.0065	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-76.84	-0.0146	-0.0487	-0.0064	-0.0551	-0.0127	-0.0228	MN-GV	
K03	sol	M3	76.39	0.0131	0.0436	0.0064	0.0500	0.0124	0.0206	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-74.86	-0.0078	-0.0259	-0.0064	-0.0323	-0.0026	-0.0093	MN	
K04	sol	M3	74.02	0.0078	0.0259	0.0068	0.0327	0.0122	0.0135	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.94	-0.0049	-0.0163	-0.0068	-0.0231	-0.0034	-0.0096	MN	
K05	sol	M3	73.49	0.0045	0.0150	0.0061	0.0211	0.0095	0.0087	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-76.05	-0.0119	-0.0396	-0.0068	-0.0464	-0.0088	-0.0192	MN-GV	
K06	sol	M3	72.64	0.0001	0.0005	0.0066	0.0071	0.0032	0.0029	MN	MHB
	sağ	M3	-19.78	0.0000	0.0000	0.0067	0.0067	0.003	0.0028	MN	
K08	sol	M3	46.12	0.0000	0.0000	0.0068	0.0068	0.0031	0.0028	MN	BHB
	sağ	M3	-76.05	-0.0119	-0.0396	-0.0068	-0.0464	-0.0088	-0.0192	MN-GV	
K09	sol	M3	76.07	0.0120	0.0399	0.0066	0.0465	0.0108	0.0192	GV-GÇ	İHB
	sağ	M3	-73.91	-0.0059	-0.0197	-0.0067	-0.0264	-0.0118	-0.0109	GV-GÇ	
K10	sol	M3	75.61	0.0104	0.0345	0.0063	0.0408	0.0037	0.0169	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.84	-0.0065	-0.0217	-0.0063	-0.0280	-0.0036	-0.0116	MN-GV	
K11	sol	M3	74.47	0.0065	0.0215	0.0068	0.0283	0.0127	0.0058	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.53	-0.0042	-0.0141	-0.0068	-0.0209	-0.0034	-0.0086	MN	
K12	sol	M3	73.18	0.0040	0.0132	0.0061	0.0193	0.0002	0.008	MN	MHB
	sağ	M3	-75.82	-0.0111	-0.0369	-0.0061	-0.0430	-0.0019	-0.0078	MN	
K13	sol	M3	73.04	0.0038	0.0127	0.0063	0.0190	0.0012	0.0078	MN	MHB
	sağ	M3	-72.93	-0.0018	-0.0061	-0.0063	-0.0124	-0.0009	-0.0051	MN	
K14	sol	M3	56.91	0.0000	0.0000	0.0064	0.0064	0.0029	0.0026	MN	BHB
	sağ	M3	-74.65	-0.0085	-0.0284	-0.0068	-0.0352	-0.0058	-0.0145	MN-GV	
K101	sol	M3	75.64	0.0105	0.0348	0.0064	0.0412	0.0062	0.017	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.71	-0.0054	-0.0178	-0.0064	-0.0242	-0.0054	-0.01	MN-GV	
K102	sol	M3	73.49	0.0031	0.0103	0.0064	0.0167	0.0011	0.0069	MN	BHB
	sağ	M3	-76.80	-0.0151	-0.0503	-0.0061	-0.0564	-0.0053	-0.0233	MN-GV	
K104	sol	M3	75.30	0.0093	0.0310	0.0064	0.0374	0.0068	0.0154	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-74.34	-0.0060	-0.0200	-0.0066	-0.0266	-0.0119	-0.011	MN-GV	
K105	sol	M3	73.35	0.0050	0.0168	0.0063	0.0231	0.001	0.0096	MN	MHB
	sağ	M3	-76.51	-0.0135	-0.0449	-0.0063	-0.0512	-0.0023	-0.0042	MN	
K106	sol	M3	72.77	0.0006	0.0019	0.0061	0.0080	0.0007	0.0033	MN	MHB
	sağ	M3	-18.83	0.0000	0.0000	0.0064	0.0064	0.0029	0.0026	MN	
K108	sol	M3	49.92	0.0000	0.0000	0.0064	0.0064	0.0029	0.0026	MN	MHB
	sağ	M3	-75.98	-0.0116	-0.0388	-0.0067	-0.0455	-0.0034	-0.0088	MN	

Çizelge 7.5: X Doğrultusu Kiriş Hasar Durumları

Eleman	Uç Böl	Mafsals	M_3	R3 Plastik	φ_p	φ_y	φ_t	ε_c	ε_s	Hasar Durumu	
K110	sol	M3	75.18	0.0112	0.0375	0.0068	0.0443	0,009	0.0183	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-74.68	-0.0072	-0.0239	-0.0068	-0.0307	-0.0106	-0.0127	MN-GV	
K111	sol	M3	74.63	0.0074	0.0247	0.0061	0.0308	0.0131	0.0127	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-74.22	-0.0056	-0.0186	-0.0061	-0.0247	-0.0111	-0.0102	MN-GV	
K112	sol	M3	73.38	0.0048	0.0160	0.0063	0.0223	0.001	0.0092	MN	MHB
	sağ	M3	-75.81	-0.0111	-0.0369	-0.0063	-0.0432	-0.0021	-0.0078	MN	
K113	sol	M3	73.93	0.0046	0.0153	0.0068	0.0221	0.0099	0.0091	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-72.85	-0.0026	-0.0086	-0.0068	-0.0154	-0.0032	-0.0064	MN	
K114	sol	M3	67.49	0.0000	0.0000	0.0061	0.0061	0.0027	0.0025	MN	MHB
	sağ	M3	-75.24	-0.0091	-0.0303	-0.0061	-0.0364	-0.033	-0.0095	MN	
K201	sol	M3	74.79	0.0076	0.0252	0.0064	0.0316	0.0122	0.013	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.92	-0.0046	-0.0152	-0.0064	-0.0216	-0.0027	-0.0089	MN	
K202	sol	M3	73.18	0.0020	0.0067	0.0064	0.0131	0.0029	0.0054	MN	BHB
	sağ	M3	-75.95	-0.0120	-0.0401	0.0064	-0.0337	-0.0121	-0.0139	MN-GV	
K204	sol	M3	74.75	0.0074	0.0247	0.0068	0.0315	0.0121	0.013	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-74.40	-0.0062	-0.0206	-0.0068	-0.0274	-0.0123	-0.0113	MN-GV	
K205	sol	M3	73.79	0.0041	0.0136	0.0067	0.0203	0.0031	0.0084	MN	BHB
	sağ	M3	-75.62	-0.0104	-0.0347	-0.0067	-0.0414	-0.0126	-0.0171	GV	
K208	sol	M3	43.21	0.0000	0.0000	0.0068	0.0068	0.0031	0.0028	MN	BHB
	sağ	M3	-75.08	-0.0087	-0.0289	-0.0068	-0.0357	-0.013	-0.0148	MN-GV	
K209	sol	M3	75.33	0.0097	0.0324	0.0064	0.0388	0.0134	0.016	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.92	-0.0046	-0.0152	-0.0067	-0.0219	-0.0028	-0.0091	MN-GV	
K211	sol	M3	73.75	0.0057	0.0191	0.0068	0.0259	0.0116	0.0107	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-74.04	-0.0049	-0.0165	-0.0068	-0.0233	-0.0105	-0.0096	MN-GV	
K212	sol	M3	73.66	0.0037	0.0124	0.0066	0.0190	0.0029	0.0079	MN	İHB
	sağ	M3	-75.10	-0.0086	-0.0287	-0.0066	-0.0353	-0.0109	-0.0146	GV-GÇ	
K213	sol	M3	76.55	0.0141	0.0469	0.0063	0.0532	0.0027	0.0044	MN	MHB
	sağ	M3	-75.21	-0.0090	-0.0300	-0.0063	-0.0363	-0.0033	-0.009	MN	
K214	sol	M3	51.47	0.0000	0.0000	-0.0064	-0.0064	-0.0029	-0.0026	MN	MHB
	sağ	M3	-74.72	-0.0073	-0.0243	0.0068	-0.0175	-0.0029	-0.0072	MN	
K301	sol	M3	73.72	0.0039	0.0129	0.0063	0.0192	0.0026	0.0079	MN	MHB
	sağ	M3	-73.28	-0.0024	-0.0079	-0.0063	-0.0142	-0.0032	-0.0058	MN	
K302	sol	M3	64.06	0.0000	0.0000	0.0061	0.0061	0.0027	0.0025	MN	MHB
	sağ	M3	-74.42	-0.0081	-0.0270	0.0061	-0.0209	-0.0031	-0.0086	MN	
K303	sol	M3	74.55	0.0067	0.0224	0.0063	0.0287	0.0129	0.0119	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.99	-0.0048	-0.0159	0.0063	-0.0096	-0.90033	-0.004	MN	
K304	sol	M3	74.26	0.0057	0.0190	0.0064	0.0254	0.0114	0.0105	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.69	-0.0057	-0.0192	-0.0061	-0.0253	-0.0113	-0.0104	MN-GV	
K305	sol	M3	73.24	0.0034	0.0112	0.0063	0.0175	0.0029	0.0072	MN	BHB
	sağ	M3	-74.18	-0.0064	-0.0215	-0.0063	-0.0278	-0.0125	-0.0115	MN-GV	
K307	sol	M3	32.56	0.0000	0.0000	0.0064	0.0064	0.0029	0.0026	MN	MHB
	sağ	M3	-72.31	-0.0004	-0.0013	-0.0064	-0.0077	-0.0033	-0.0032	MN	
K308	sol	M3	39.55	0.0000	0.0000	0.0064	0.0064	0.0029	0.0026	MN	BHB
	sağ	M3	-74.11	-0.0052	-0.0173	-0.0064	-0.0237	-0.0106	-0.0098	MN-GV	

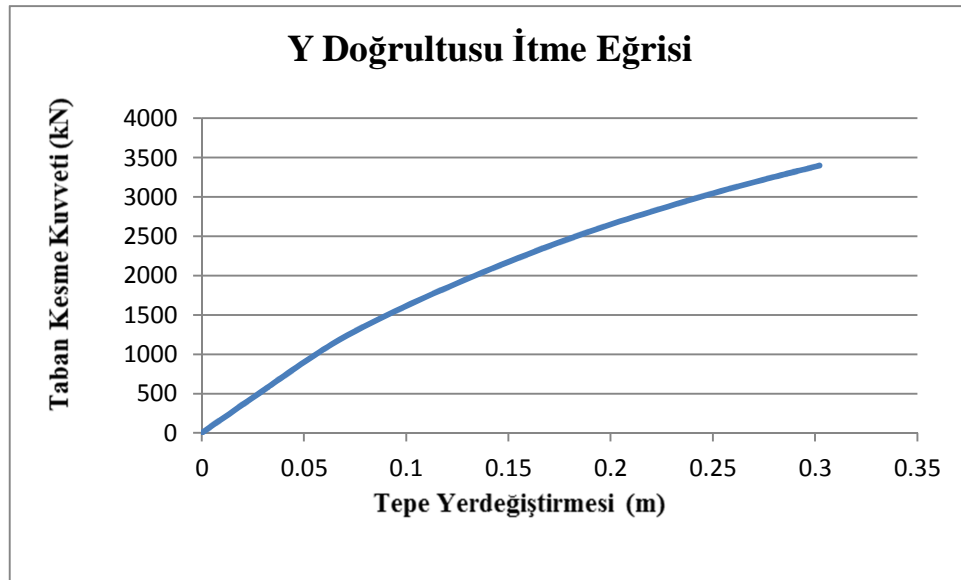
Çizelge 7.6: X Doğrultusu Kiriş Hasar Durumları

Eleman	Uç Böl	Mafsals	M ₃	R ₃ Plastik	ϕ_p	ϕ_y	ϕ_t	ϵ_c	ϵ_s	Hasar Durumu	Hasar Sınırı
K309	sol	M3	74.32	0.0059	0.0198	0.063	0.0261	0.0117	0.0108	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-73.14	-0.0022	-0.0074	-0.0063	-0.0137	-0.0032	-0.0057	MN	
K310	sol	M3	74.06	0.0051	0.0171	0.0068	0.0239	0.0107	0.0099	MN	MHB
	sağ	M3	-72.90	-0.0028	-0.0093	0.0068	-0.0025	-0.0011	-0.001	MN	
K311	sol	M3	73.56	0.0033	0.0110	0.0061	0.0171	0.0019	0.0071	MN	MHB
	sağ	M3	-73.52	-0.0032	-0.0106	-0.0064	-0.0170	-0.0026	-0.007	MN	
K312	sol	M3	73.12	0.0018	0.0060	0.0063	0.0123	0.0025	0.0051	MN	BHB
	sağ	M3	-74.15	-0.0054	-0.0178	-0.0063	-0.0241	-0.0108	-0.01	MN-GV	
K313	sol	M3	72.59	0.0005	0.0018	0.0068	0.0086	0.0039	0.0035	MN	MHB
	sağ	M3	-72.76	-0.0006	-0.0019	-0.0068	-0.0087	-0.0039	-0.0036	MN	
K314	sol	M3	28.44	0.0000	0.0000	0.0061	0.0061	0.0027	0.0025	MN	BHB
	sağ	M3	-73.77	-0.0046	-0.0155	-0.0061	-0.0216	-0.0097	-0.0089	MN-GV	
K402	sol	M3	27.45	0.0000	0.0000	0.0064	0.0064	0.0029	0.0026	MN	MHB
	sağ	M3	-73.15	-0.0039	-0.0131	-0.0066	-0.0197	-0.0029	-0.0081	MN	
K403	sol	M3	73.32	0.0025	0.0083	0.0061	0.0144	0.0032	0.0059	MN	MHB
	sağ	M3	-72.39	-0.0014	-0.0048	-0.0061	-0.0109	-0.0024	-0.0045	MN	
K404	sol	M3	72.19	0.0001	0.0005	0.0064	0.0069	0.0031	0.0028	MN	MHB
	sağ	M3	-73.30	-0.0024	-0.0080	-0.0067	-0.0147	-0.0033	-0.0061	MN	
K408	sol	M3	-72.97	-0.0013	-0.0042	-0.0067	-0.0109	-0.0049	-0.0045	MN-GV	BHB
	sağ	M3	-72.97	-0.0013	-0.0042	-0.0067	-0.0109	-0.0049	-0.0045	MN-GV	
K409	sol	M3	73.12	0.018	0.0059	0.0064	0.0123	0.0028	0.0051	MN	MHB
	sağ	M3	-67.70	0.000	0.0000	0.00066	0.0066	0.0030	0.0027	MN	
K410	sol	M3	73.02	0.0014	0.0048	0.0061	0.0109	0.0024	0.0045	MN	MHB
	sağ	M3	-72.19	-0.0002	-0.0007	0.0061	0.0054	0.0024	0.0022	MN	
K411	sol	M3	72.55	0.0008	0.0028	0.0066	0.0094	0.0021	0.0039	MN	MHB
	sağ	M3	-72.28	-0.0011	-0.0038	-0.0066	-0.0104	-0.0023	-0.0043	MN	
K412	sol	M3	62.28	0.0000	0.0000	0.0061	0.0061	0.0027	0.0025	MN	MHB
	sağ	M3	-73.12	-0.0018	-0.0060	-0.0061	-0.0121	-0.0027	-0.0050	MN	
K414	sol	M3	8.49	0.0000	0.0000	0.0066	0.0066	0.0030	0.0027	MN	MHB
	sağ	M3	-72.56	-0.0020	-0.0067	-0.0066	-0.0133	-0.0030	-0.0055	MN	
K502	sol	M3	0.54	0.0000	0.0000	0.0066	0.0066	0.0030	0.0027	MN	MHB
	sağ	M3	-72.50	-0.0004	-0.0013	-0.0067	-0.0080	-0.0036	-0.0033	MN	

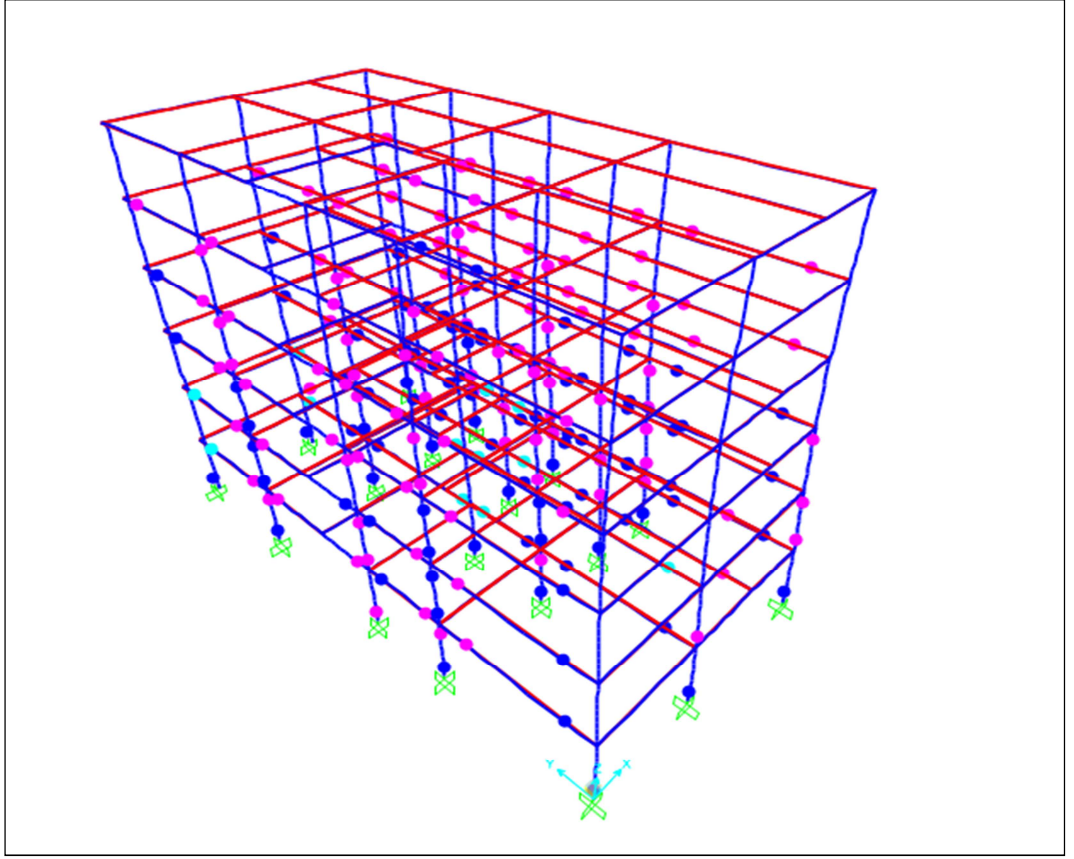
Çizelge 7.4, 7.5 ve 7.6'da X doğrultusunda artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre binadaki plastik mafsals oluşan kirişler verilmiştir. Tabloda olmayan diğer kirişlerin tamamında plastik mafsals oluşmamış olup, minimum hasar bölgesinde yer almaktadırlar. Y Yönünde artımsal eşdeğer deprem yüküne göre analizde oluşan itme eğrisi koordinatları Çizelge 7.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7.7: Y Yönü İtme Eğrisi Koordinatları

Adım	Deplasman (m)	Taban Kesme Kuvveti (kN)
0	0.0000	0.00
1	0.0322	577.86
2	0.0329	591.77
3	0.0636	1126.49
4	0.0946	1546.19
5	0.1249	1902.00
6	0.1591	2266.64
7	0.1896	2558.83
8	0.2197	2811.17
9	0.2539	3072.71
10	0.2850	3285.91
11	0.3022	3397.39



Şekil 7.14: Y Yönü İtme Eğrisi



Şekil 7.15: X Yönu Analizinde Oluşan Plastik Mafsallar

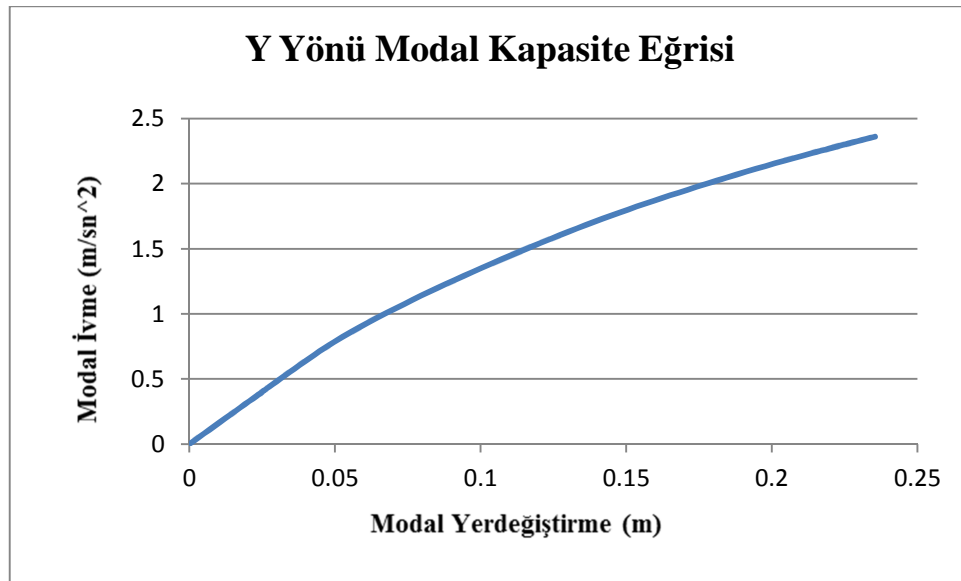
Denk. (7.1) ile Denk. (7.5) arasındaki denklemlerle aşağıdaki değerler hesaplanmıştır

$$\Gamma_1 = 1121.32/873.88 = 1.283$$

$$M_{y1} = 1121.32 \times 1.283 = 1438.65$$

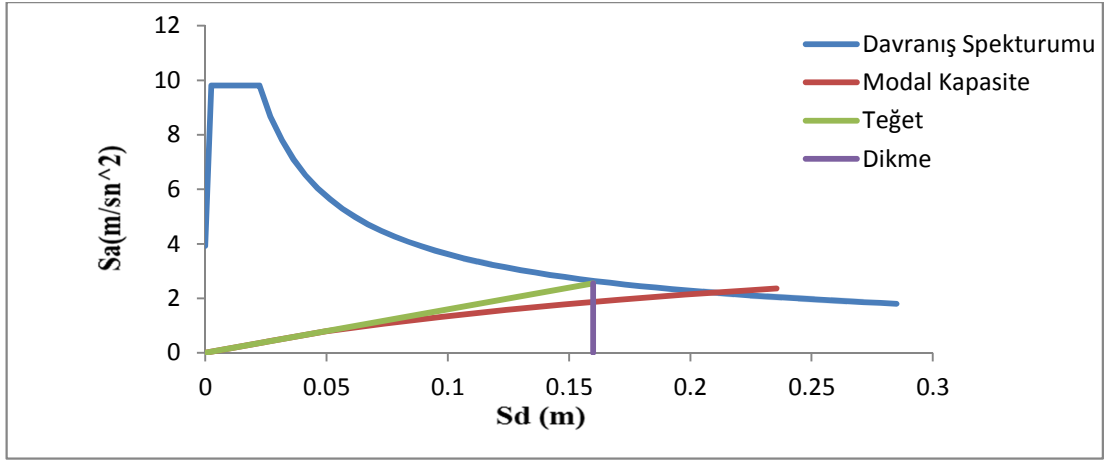
Çizelge 7.8: Modal Kapasite Diyagramı Koordinatları

n	$U_{yN1}^{(i)}$	$V_{y1}^{(i)}$	M_{y1}	Φ_{yN1}	Γ_{s1}	$d_{1}^{(i)}$	$a_{1}^{(i)}$
0	0.0000	0.00	1438.65	1.00	1.283	0.0000	0.0000
1	0.0322	577.86	1438.65	1.00	1.283	0.0251	0.4017
2	0.0329	591.77	1438.65	1.00	1.283	0.0256	0.4113
3	0.0636	1126.49	1438.65	1.00	1.283	0.0496	0.7830
4	0.0946	1546.19	1438.65	1.00	1.283	0.0737	1.0748
5	0.1249	1902.00	1438.65	1.00	1.283	0.0973	1.3221
6	0.1591	2266.64	1438.65	1.00	1.283	0.1240	1.5755
7	0.1896	2558.83	1438.65	1.00	1.283	0.1478	1.7786
8	0.2197	2811.17	1438.65	1.00	1.283	0.1712	1.9540
9	0.2539	3072.71	1438.65	1.00	1.283	0.1979	2.1358
10	0.2850	3285.91	1438.65	1.00	1.283	0.2221	2.2840
11	0.3022	3397.39	1438.65	1.00	1.283	0.2355	2.3615



Şekil 7.16: Y Yönü Modal Kapasite Eğrisi

Y Yönü modal kapasite eğrisi oluşturulduktan sonra hedef deplasman değerinin belirlenmesi için modal kapasite eğrisi ile davranış spektrumunu aynı eksen üzerinde çakıştırılır. Bu işlem Şekil 7.17’de gösterilmiştir. Şekildende görüldüğü gibi spektral yer değıştirme değeri 0.16m olarak bulunmuştur. $T_B < T$ olduğu için C_{R1} değeri 1 alınmıştır. Ayrıca eşit yerdeğıştirme kuralı gereğı S_{de} değeri S_{d1} değerine eşit alınmıştır.



Şekil 7.17: Hedef Deplasman Değerinin Bulunması

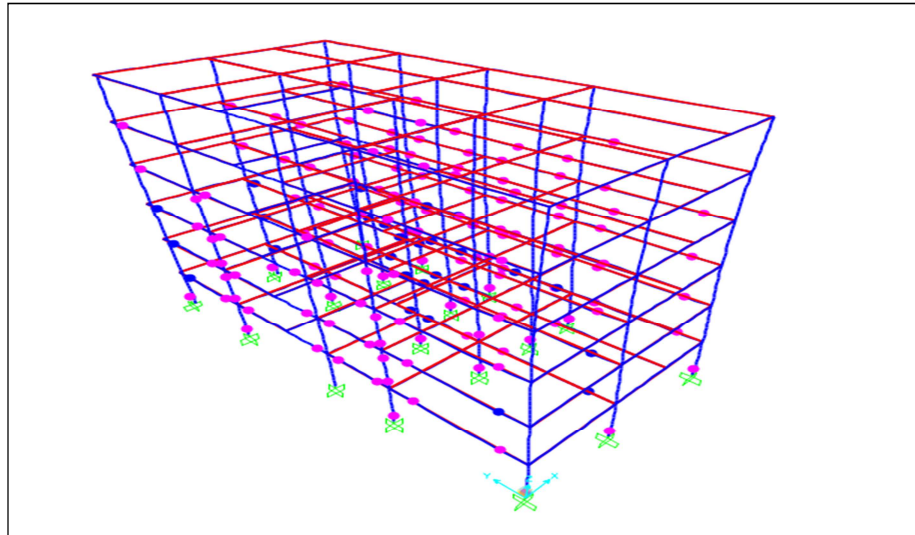
$$S_{de}=0.16m$$

$T_b < T$ olduğu için $C_{R1}=1$ alındı.

$$S_{d1}=1 \times 0.16m=0.16m$$

$$U_{yN1} = 1 \times 1.283 \times 0.16=0.20 m$$

Bulunan 0.20m değerine kadar bina Y yönünde tekrar itilir ve elemanlarda oluşan plastik mafsallara göre önce kesit bazında hasar sınırı belirlenir daha sonra yapının Y yönü performans değeri belirlenir.



Şekil.7.18: Y Yönü İtme Analizinde Oluşan Plastik Mafsallar

Çizelge 7.9: Y Yönü Kolon Hasar Durumları

Kolon	Uç Böl	Mafsals	P(kN)	M ₃	R3 Plastik	φ _p	φ _y	φ	ε _c	ε _s	Hasar Durumu	Hasar Sınırı
S01	sol	PMM	-16.1	131.09	0.0024	0.0081	0.0203	0.0284	0.0032	0.0055	MN	MHB
	sağ	PMM	-326.0	-71.17	0.0000	0.0000	-0.0144	-0.0144	-0.003	-0.0028	MN	
S02	sol	PMM	-604.5	172.29	0.0018	0.0059	0.0691	0.0750	0.0165	0.0145	MN	MHB
	sağ	PMM	-638.4	-149.29	0.0000	0.0000	-0.0141	-0.0141	-0.003	-0.0027	MN	
S03	Sol	PMM	-402.9	324.2	0.0009	0.0031	0.0039	0.0070	0.0015	0.0017	MN	BHB
	Sağ	PMM	-594.9	-181	0	0	0.0341	0.0341	0.0071	0.0082	MN-GV	
S04	sol	PMM	19.6	435.66	0.0046	0.0155	0.0091	0.0246	0.0034	0.0048	MN	MHB
	sağ	PMM	-584.9	-73.68	0.0000	0.0000	0.0113	0.0113	0.0025	0.0022	MN	
S05	Sağ	PMM	-390.6	-98.3	0	0	0.0143	0.0143	0.003	0.0034	MN	MHB
	Sol	PMM	-433	143.4	0.0001	0.0005	0.0091	0.0096	0.002	0.0023	MN	
S06	Sol	PMM	-456.2	336.9	0.0006	0.002	0.0143	0.0163	0.0024	0.0039	MN	MHB
	Sağ	PMM	-559.9	-165	0	0	0.0143	0.0143	0.003	0.0034	MN	
S08	sol	PMM	-390.6	634.55	0.0013	0.0042	0.0143	0.0185	0.0031	0.0036	MN	MHB
	sağ	PMM	-1596	-165.74	0.0000	0.0000	0.0143	0.0143	0.0031	0.0028	MN	
S011	Sol	PMM	-440	523.6	0.0028	0.0092	0.0152	0.0244	0.0051	0.0059	MN-GV	BHB
	Sağ	PMM	-622.7	2.004	-0.0001	-0.0004	-0.0152	-0.0156	-0.003	-0.0037	MN	
S12	sol	PMM	-351.4	586.38	0.0009	0.0029	0.0137	0.0166	0.0027	0.0032	MN	MHB
	sağ	PMM	-1352	-145.91	0.0000	0.0000	0.0137	0.0137	0.003	0.0027	MN	
S13	Sol	PMM	-286.1	147.2	0.0002	0.0008	0.0528	0.0536	0.0112	0.0129	MN-GV	BHB
	Sağ	PMM	-324.9	-140	0	0	0.0488	0.0488	0.0102	0.0117	MN-GV	
S14	sol	PMM	16.4	406.25	0.0027	0.0092	0.0152	0.0244	0.0053	0.0047	MN-GV	BHB
	sağ	PMM	-504.8	-69.47	0.0000	0.0000	0.0152	0.0152	0.0033	0.0029	MN	
S18	Sol	PMM	-242	124	0.001	0.0046	0.0141	0.0187	0.0039	0.0045	MN-GV	BHB
	Sağ	PMM	-505	-65	0	0	0.0141	0.0141	0.003	0.0034	MN	
S102	Sağ	PMM	-529	-296	0	0	0.0341	0.0341	0.0071	0.0082	MN-GV	BHB
	Sol	PMM	-326	479	8E-04	0.0026	0.0141	0.0167	0.0025	0.004	MN	
S105	sol	PMM	-463.8	331.68	0.0002	0.0007	0.0131	0.0138	0.003	0.0027	MN	MHB
	sağ	PMM	-637.1	-210.04	0.0000	0.0000	0.0131	0.0131	0.0029	0.0025	MN	
S106	sol	PMM	-18.9	316.08	0.0062	0.0205	0.0044	0.0249	0.0025	0.0048	MN	BHB
	sağ	PMM	-381.2	-315.21	-0.0055	-0.0183	-0.0044	-0.0227	-0.005	-0.0044	MN-GV	
S112	Sol	PMM	-449	518	0.001	0.005	0.0039	0.0089	0.0019	0.0021	MN	BHB
	Sağ	PMM	-773	-83	0	0	0.0341	0.0341	0.0031	0.0082	MN	
S113	Sol	PMM	-247	132	0	0	0.0039	0.0039	0.0008	0.0009	MN	BHB
	Sağ	PMM	-291	-142	-0	-0.0004	-0.0341	-0.0345	-0.007	-0.0083	MN-GV	
S202	sağ	PMM	-401.6	163.83	0.0020	0.0067	0.0007	0.0074	0.0016	0.0014	MN	MHB
	sol	PMM	-420.4	-167.49	-0.0019	-0.0064	-0.0007	-0.0071	-0.002	-0.0014	MN	
S205	Sol	PMM	-370	163	0.002	0.0067	0.0143	0.0210	0.0033	0.0051	MN	MHB
	Sağ	PMM	-487	-157	-0	-0.0056	-0.0131	-0.0187	-0.003	-0.0045	MN	
S206	sağ	PMM	-66.2	316.41	0.0034	0.0113	0.0137	0.0250	0.0055	0.0048	MN-GV	BHB
	sol	PMM	-305.7	-314.23	-0.0034	-0.0113	-0.0137	-0.0250	-0.006	-0.0048	MN-GV	
S212	Sol	PMM	-230	162	0.002	0.0064	0.0152	0.0216	0.0045	0.0052	MN-GV	BHB
	Sağ	PMM	-337	-160	-0	-0.0077	-0.0152	-0.0229	-0.005	-0.0055	MN-GV	
S305	sol	PMM	-409.8	335.68	0.0032	0.0106	0.0141	0.0247	0.0024	0.0048	MN	MHB
	sağ	PMM	-594.9	-244.15	0.0000	0.0000	0.0141	0.0141	0.0031	0.0027	MN	
S312	Sol	PMM	-204	144	0	0	-0.0143	-0.0143	-0.003	-0.0034	MN	MHB
	Sağ	PMM	-252	-150	-0	-0.0015	-0.0131	-0.0146	-0.003	-0.0035	MN	

Çizelge 7.9'da Y doğrultusunda artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre binadaki plastik mafsallarda oluşan kolonlarda verilmiştir. Tabloda olmayan diğer kolonların tamamında plastik mafsallarda oluşmamış olup, minimum hasar bölgesinde yer almaktadırlar.

Çizelge 7.10: Y Yönü Kiriş Hasar Durumları

Eleman	Uç Böl	M3	R3	Φ_p	Φ	ξ	ξ_s	Hasar Durumu	Hasar Sınırı
K15	sol	75.34	0.0094	0.0378	0.0068	-0.0075	-0.0097	MN-GV	BHB
	sağ	-72.89	-0.0025	-0.010	-0.0068	-0.0066	-0.0192	MN-GV	
K16	sol	72.80	0.0010	0.004	0.0068	0.0053	0.0145	MN-GV	BHB
	sağ	-74.21	-0.0056	-0.022	-0.0068	0.0091	0.012	MN-GV	
K17	sol	72.97	0.0025	0.0098	0.0064	0.0055	0.0128	MN-GV	BHB
	sağ	-73.38	-0.0027	-0.010	-0.0064	-0.0074	-0.0154	MN	
K18	sol	72.79	0.0006	0.0026	0.0063	-0.0114	-0.017	MN-GV	BHB
	sağ	-76.32	-0.0128	-0.051	-0.0063	0.0104	0.0125	MN-GV	
K19	sol	75.70	0.0108	0.0433	0.0061	0.0086	0.0159	MN-GV	BHB
	sağ	-74.68	-0.0082	-0.033	-0.0061	-0.0075	-0.0097	MN-GV	
K20	sol	75.06	0.0085	0.0339	0.0061	0.0053	0.0145	MN-GV	BHB
	sağ	-76.55	-0.0136	-0.054	-0.0061	0.0091	0.012	MN-GV	
K21	sol	76.11	0.0123	0.0491	0.0064	-0.0071	-0.0002	MN	MHB
	sağ	-74.74	-0.0074	-0.491	-0.0064	0.0046	0.00183	MN	
K22	sol	74.59	0.0069	0.0274	0.0067	0.0095	0.0162	MN-GV	BHB
	sağ	-75.59	-0.0128	-0.0513	-0.0066	-0.0063	-0.0148	MN-GV	
K23	sol	50.96	0.0000	0.0000	0.0064	-0.0066	-0.0192	MN-GV	BHB
	sağ	-74.50	-0.0087	-0.0347	-0.0067	0.0053	0.0145	MN-GV	
K24	sol	75.35	0.0095	0.0379	0.0061	-0.0029	-0.0072	MN-GV	BHB
	sağ	-75.96	-0.0122	-0.049	-0.0061	0.0026	0.0079	MN-GV	
K25	sol	75.34	0.0112	0.045	0.0061	-0.0106	-0.0098	MN-GV	MHB
	sağ	-75.57	-0.0102	-0.041	-0.0061	0.0117	0.0108	MN-GV	
K26	sol	74.34	0.0060	0.0240	0.0064	0.0091	0.012	MN-GV	MHB
	sağ	-46.89	0.0000	0.0000	-0.0066	-0.0065	-0.0191	MN-GV	
K27	sol	73.80	0.0057	0.0230	0.0061	0.0069	0.0152	MN-GV	BHB
	sağ	-75.51	-0.0100	-0.0401	-0.0064	0.0057	0.0147	MN-GV	
K28	sol	74.36	0.0061	0.0242	0.0064	-0.0099	-0.0119	MN-GV	BHB
	sağ	-74.54	-0.0076	-0.0306	-0.0068	0.0045	0.006	MN-GV	
K29	sol	73.88	0.0058	0.0232	0.0068	-0.0054	-0.0146	MN-GV	BHB
	sağ	-74.57	-0.0076	-0.0303	-0.0068	-0.0095	-0.0153	MN-GV	
K30	sol	74.55	0.0067	0.0269	0.0064	-0.0074	-0.0154	MN-GV	BHB
	sağ	-74.30	-0.0084	-0.0336	-0.0064	-0.0071	-0.0053	MN-GV	
K115	sol	75.79	0.0110	0.0440	0.0068	-0.0055	-0.0108	MN-GV	BHB
	sağ	-73.25	-0.0036	-0.0145	-0.0068	0.0086	0.0159	MN-GV	

Çizelge 7.11: Y Yönü Kiriş Hasar Durumları

K116	sol	73.09	0.0019	0.0077	0.0068	-0.0065	-0.0191	MN-GV	BHB
	sağ	-74.09	-0.0071	-0.0286	-0.0068	0.0095	0.0162	MN-GV	
K117	sol	73.93	0.0046	0.0184	0.0064	0.0033	0.00137	MN	MHB
	sağ	-73.74	-0.0039	-0.0157	-0.0066	-0.0034	-0.0016	MN	
K118	sol	72.50	0.0020	0.0081	0.0063	-0.0063	-0.0148	MN-GV	BHB
	sağ	-76.60	-0.0138	-0.0552	-0.0063	0.0033	0.0137	MN-GV	
K119	sol	75.94	0.0123	0.0493	0.0063	0.0094	0.0103	MN-GV	BHB
	sağ	-75.42	-0.0097	-0.0389	-0.0063	-0.0089	-0.016	MN-GV	
K120	sol	754.9	0.0099	0.0398	0.0061	-0.0095	-0.0013	MN	MHB
	sağ	-76.89	-0.0148	-0.0591	-0.0061	-0.0055	-0.0018	MN	
K121	sol	76.11	0.0138	0.0552	0.0066	0.0096	0.0104	MN-GV	BHB
	sağ	-72.11	-0.0087	-0.0346	-0.0066	0.0057	0.0134	MN-GV	
K123	sol	50.96	0.0000	0.0000	0.0064	-0.0066	-0.0192	MN-GV	BHB
	sağ	-74.50	-0.0087	-0.0347	-0.0067	0.0053	0.0145	MN-GV	
K124	sol	54.90	0.0000	0.0000	0.0061	0.0041	0.014	MN-GV	BHB
	sağ	-72.27	-0.0101	-0.0405	-0.0061	-0.0079	-0.0098	MN-GV	
K126	sol	74.20	0.0073	0.0292	0.0061	0.0048	0.0102	MN-GV	BHB
	sağ	-48.22	0.0000	0.0000	-0.0061	-0.0042	-0.017	MN-GV	
K127	sol	74.49	0.081	0.0323	0.0063	0.0057	0.0134	MN-GV	BHB
	sağ	-72.45	-0.0098	-0.0392	-0.0063	-0.0044	-0.0115	MN-GV	
K128	sol	74.70	0.0072	0.0290	0.0063	-0.0034	0.00165	MN-GV	BHB
	sağ	-75.81	-0.0110	-0.0442	-0.0063	0.0096	0.0104	MN-GV	
K130	sol	74.70	0.0072	0.0290	0.0063	-0.0034	-0.0165	MN-GV	BHB
	sağ	-75.81	-0.0110	-0.0442	-0.0063	0.0096	0.0104	MN-GV	

Çizelge7.12: Y Yönü Kiriş Hasar Durumları

Eleman	Uç Böl	M ₃	R ₃	Φ _p	φ	ε _c	ε _s	Hasar Durumu	Hasar Sınırı
K215	sol	75.11	0.0086	0.0346	0.0066	0.0104	0.0125	MN-GV	BHB
	sağ	-72.96	-0.0034	-0.0136	-0.0067	0.0041	0.014	MN-GV	
K216	sol	73.05	0.0016	0.0063	0.0066	-0.0079	-0.0098	MN-GV	BHB
	sağ	-73.75	-0.0053	-0.0211	-0.0067	-0.0078	-0.0114	MN-GV	
K218	sol	72.89	0.0011	0.0045	0.0064	0.0109	0.0045	MN-GV	BHB
	sağ	-75.97	-0.0116	-0.0464	-0.0067	-0.0079	-0.0098	MN-GV	
K219	sol	75.45	0.0098	0.0392	0.0064	-0.0114	-0.017	MN-GV	BHB
	sağ	-74.67	-0.0079	-0.0314	-0.0064	0.0104	0.0125	MN-GV	
K220	sol	75.70	0.0108	0.0433	0.0061	0.0086	0.0159	MN-GV	BHB
	sağ	-74.68	-0.0082	-0.033	-0.0061	-0.0075	-0.0097	MN-GV	
K221	sol	75.06	0.0085	0.0339	0.0061	0.0046	0.0183	MN-GV	MHB
	sağ	-76.55	-0.0136	-0.054	-0.0061	0.0095	0.0162	MN-GV	
K223	sol	76.11	0.0123	0.0491	0.0064	-0.0071	-0.0053	MN-GV	BHB
	sağ	-74.74	-0.0074	-0.491	-0.0064	0.0046	0.0183	MN-GV	
K224	sol	74.59	0.0069	0.0274	0.0067	0.0095	0.0162	MN-GV	BHB
	sağ	-75.59	-0.0128	-0.0513	-0.0066	-0.0063	-0.0148	MN-GV	
K226	sol	50.96	0.0000	0.0000	0.0064	-0.0066	-0.0192	MN-GV	BHB
	sağ	-74.50	-0.0087	-0.0347	-0.0067	0.0053	0.0145	MN-GV	
K227	sol	75.35	0.0095	0.0379	0.0061	-0.0029	-0.0072	MN-GV	BHB
	sağ	-75.96	-0.0122	-0.049	-0.0061	0.0026	0.0079	MN-GV	
K230	sol	75.34	0.0112	0.045	0.0061	-0.0106	-0.0098	MN-GV	MHB
	sağ	-75.57	-0.0102	-0.041	-0.0061	0.0117	0.0108	MN-GV	
K315	sol	73.63	0.0047	0.0189	0.0061	0.0091	0.012	MN-GV	MHB
	sağ	-73.09	-0.0017	-0.0067	-0.0061	-0.0065	-0.0191	MN-GV	
K316	sol	73.80	0.0057	0.0230	0.0061	0.0069	0.0152	MN-GV	BHB
	sağ	-75.51	-0.0100	-0.0401	-0.0064	0.0057	0.0147	MN-GV	
K318	sol	74.36	0.0061	0.242	0.0064	-0.0099	-0.0119	MN-GV	BHB
	sağ	-74.54	-0.0076	-0.0306	-0.0068	0.0045	0.006	MN-GV	
K319	sol	73.88	0.0058	0.0232	0.0068	-0.0054	-0.0146	MN-GV	BHB
	sağ	-74.57	-0.0076	-0.0303	-0.0068	-0.0095	-0.0153	MN-GV	
K322	sol	74.55	0.0067	0.0269	0.0064	-0.0074	-0.0154	MN-GV	BHB
	sağ	-74.30	-0.0084	-0.0336	-0.0064	-0.0071	-0.0053	MN-GV	
K325	sol	75.79	0.0110	0.0440	0.0068	-0.0055	-0.0108	MN-GV	MHB
	sağ	-73.25	-0.0036	-0.0145	-0.0068	0.0086	0.0159	MN-GV	
K327	sol	73.09	0.0019	0.0077	0.0068	-0.0065	-0.0191	MN-GV	MHB
	sağ	-74.09	-0.0071	-0.0286	-0.0068	0.0095	0.0162	MN-GV	
K330	sol	73.93	0.0046	0.0184	0.0064	0.0033	0.0137	MN-GV	MHB
	sağ	-73.74	-0.0039	-0.0157	-0.0066	-0.0034	-0.0165	MN-GV	
K417	sol	72.50	0.0020	0.0081	0.0063	-0.0063	-0.0148	MN-GV	BHB
	sağ	-76.60	-0.0138	-0.0552	-0.063	0.0033	0.0137	MN-GV	
K420	sol	75.94	0.0123	0.0493	0.0063	0.0094	0.0103	MN-GV	BHB
	sağ	-75.42	-0.0097	-0.0389	-0.0063	-0.0089	-0.016	MN-GV	
K422	sol	75.49	0.0099	0.0398	0.0061	-0.0095	-0.0153	MN-GV	MHB
	sağ	-76.89	-0.0148	-0.0591	-0.0061	-0.0055	-0.0108	MN-GV	
K425	sol	76.61	0.0138	0.0552	0.0066	0.0096	0.00104	MN	MHB
	sağ	-75.11	-0.0087	-0.0346	-0.0066	0.0057	0.00134	M N	

Çizelge 7.10, 7.11 ve 7.12’de Y doğrultusunda artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemine göre binadaki plastik mafsal oluşan kirişler verilmiştir. Tabloda olmayan diğer kirişlerin tamamında plastik mafsal oluşmamış olup, minimum hasar bölgesinde yer almaktadırlar.

Binanın yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarında X ve Y doğrultusunda oluşan hasar sınırları detaylı olarak EK B’de verilmiştir.

7.1.2 Hasar durumları ve bina performansının belirlenmesi

Hesaplamalar sonucunda yapının taşıyıcı elemanlarında Çizelge 7.13 ve 7.14 değerler hesaplanmıştır.

Çizelge 7.13: X yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	14				14			
	4. kat	14	14				14			
	3. kat	14	13	1			13	1		
	2. kat	14	7	7			7	7		
	1. kat	14	6	7	1		6	7	1	
	Zemin kat	14	4	9	1		4	9	1	
Toplam		84	58	24	2		58	24	2	
Kolonlar	5. kat	18	18				18			
	4. kat	18	18				18			
	3. kat	18	18				18			
	2. kat	18	16	2			16	2		
	1. kat	18	15	3			15	3		
	Zemin kat	18	11	6			11	6		
Toplam		108	97	11			97	11		

Çizelge 7.14: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	16	16				16			
	4. kat	16	14	2			14	2		
	3. kat	16	12	4			12	4		
	2. kat	16	8	8			8	8		
	1. kat	16	5	11			5	11		
	Zemin kat	16	3	13			3	13		
Toplam		96	58	38			58	38		
Kolonlar	5. kat	18	18				18			
	4. kat	18	18				18			
	3. kat	18	18				18			
	2. kat	18	16	2			16	2		
	1. kat	18	14	4			14	4		
	Zemin kat	18	12	6			12	16		
Toplam		108	96	12			96	12		

Çizelge 7.13 ve 7.14'de taşıyıcı elemanlar için hesaplanmış eleman hasar sınırları Çizelge 7.15 ve 7.16'da yüzde olarak gösterilmiştir

Çizelge 7.15: X yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
			Eleman Yüzdesi				Eleman Yüzdesi			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	%100				%100			
	4. kat	14	%100				%100			
	3. kat	14	%93	%7			%93	%7		
	2. kat	14	%50	%50			%50	%50		
	1. kat	14	%43	%50	%7		%43	%50	%7	
	Zemin kat	14	%29	%64	%7		%29	%64	%7	
Toplam		84	%67	%29	%2		%67	%29	%2	
Kolonlar	5. kat	18	%100				%100			
	4. kat	18	%100				%100			
	3. kat	18	%100				%100			
	2. kat	18	%89	%11			%78	%22		
	1. kat	18	%83	%17			%67	%33		
	Zemin kat	18	%67	%33			%44	%56		
Toplam		108	%90	%10			%83	%81	%19	

Çizelge 7.15’de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre $\pm X$ yönü için;

Zemin katta Kirişlerinde %29 minimum hasar %64 belirgin hasar ve %7 ileri hasar bölgesinde kolonların %67 minimum hasar bölgesinde %33 belirgin hasar bölgesindedir.

1. Kattaki kirişlerin %43 minimum hasar %50 belirgin hasar ve %7 ileri hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %83 minimum hasar bölgesinde %17 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin %50 minimum hasar %50 belirgin hasar kolonların %89 minimum hasar bölgesinde %11 belirgin hasar bölgesindedir.

3. Kattaki kirişlerin %93 minimum hasar %7 belirgin hasar bölgesinde, kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. Kattaki kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

Binada \pm xdeprem doğrultusunda kirişlerin %67 si minimum hasar bölgesinde %29 belirgin hasar bölgesinde %2 ileri hasar bölgesindedir. Kolonların ise %90 minimum hasar bölgesinde %10 belirgin hasar bölgesindedir.

Çizelge 7.16: Y Yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			Eleman Yüzdesi				Eleman Yüzdesi			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	16	%100				%100			
	4. kat	16	%87	%13			%87	%13		
	3. kat	16	%75	%25			%75	%25		
	2. kat	16	%50	%50			%50	%50		
	1. kat	16	%31	%69			%31	%69		
	Zemin kat	16	%19	%81			%19	%81		
Toplam		96	%60	%40			%60	%40		
Kolonlar	5. kat	18	%100				%100			
	4. kat	18	%10				%10			
	3. kat	18	%100				%100			
	2. kat	18	%89	%11			%89	%11		
	1. kat	18	%71	%29			%71	%29		
	Zemin kat	18	%67	%33			%67	%33		
Toplam		108	%89	%11			%89	%11		

Çizelge 7.16'de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre \pm y yönü için;

Zemin katta kirişlerinde %19 minimum hasar %81 belirgin hasar bölgesinde kolonların %67 minimum hasar bölgesinde %33 belirgin hasar bölgesindedir.

1. Kattaki kirişlerin %31 minimum hasar %69 belirgin hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %71 minimum hasar bölgesinde %29 belirgin hasar bölgesindedir.
2. Kattaki kirişlerin %50 minimum hasar %50 belirgin hasar bölgesinde kolonların %89 minimum hasar bölgesinde %11 belirgin hasar bölgesindedir.
3. Kattaki kirişlerin %75 minimum hasar %25 belirgin hasar bölgesinde, kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.
4. Kattaki kirişlerin %87 minimum hasar %13 belirgin hasar bölgesinde, kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.
5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

Binada $\pm y$ deprem doğrultusunda kirişlerin %60 si minimum hasar bölgesinde %40 belirgin hasar bölgesindedir. Kolonların ise %89 minimum hasar bölgesinde %11 belirgin hasar bölgesindedir.

7.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile 6 katlı Perdeli Binanın Performans Analizi

Betonarme perdeli sistemlerin deprem performanslarının belirlenmesi amacıyla önceki bölümlerde X ve Y yönlerinde perdesiz olarak performansı belirlenen yapıya sadece X doğrultusunda S02 ve S17 kolonların yerine 20 cm*140 cm boyutlarında 2 adet betonarme perde ekleyerek analiz yapılmıştır. Bu analizde sadece perdenin etkisini görebilmek için bir doğrultuda (X doğrultusunda) hesaplamalar yapılmıştır. Perde yerleşiminde binada burulma düzensizliği oluşturmamaya dikkat edilerek perdeler simetrik yerleştirilmiştir.

Perdeli sistemin analiz sonuçlarına bakıldığında perdelerin güçlü olduğu doğrultuda yükleri büyük oranda aldığı görülmüştür. Bu sonucunda x doğrultusu itme analizinde kolonlarda hasar oluşmadığı tespit edilmiştir. Daha önce belirgin hasar bölgesinde olan bazı kirişlerin minimum hasar bölgesine düştüğü görülmüştür. Genel olarak kolonlarda hasar oranının büyük miktarda azaldığı kirişlerde ise değişiklik olmakla birlikte önemli oranda bir değişiklik gözlenememiştir. Analiz sonuçlarından da görüleceği gibi perdeli sistemlerin deprem performanslarının daha iyi olduğu, taşıyıcı elemanlarda deplasman ve şekil değiştirmelerin oldukça azaldığı sonucuna ulaşılabilir. Analiz sonuçlarında kolonlarda plastik mafsallık oluşmadığı görülmüştür.

Daha önceki bölümlerde yapılan işlem detaylı olarak analiz adımları anlatıldığı için bu bölümde ayrıntıya inilmemiştir. Tezin içeriğini kısa tutmak amacıyla sadece taşıyıcı elemanların hasar durumları tablolar halinde verilmiştir.

Binanın yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarında X ve Y doğrultusunda oluşan hasar sınırları detaylı olarak EK B’de verilmiştir.

7.2.1 Kolon, perde ve kirişlerin hasar durumu ve performanslarının değerlendirilmesi

Hesaplamalar sonucunda yapının taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar durumları Çizelge 7.17 ve 7.19’de hesaplanmıştır.

Hesaplamalar sonucunda yapının taşıyıcı elemanlarında oluşan hasar durumları % olarak Çizelge 7.18 ve 7.20’de hesaplanmıştır.

Çizelge 7.17: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin Hasar Durumları

	Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
		MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	14			14			
	4. kat	14	14			14			
	3. kat	14	14			14			
	2. kat	14	14			14			
	1. kat	14	13	1		13	1		
	Zemin kat	14	11	3		11	3		
Toplam	84	80	4		80	4			
Kolonlar	5. kat	16	16			16			
	4. kat	16	16			16			
	3. kat	16	16			16			
	2. kat	16	16			16			
	1. kat	16	15	1		15	1		
	Zemin kat	16	15	1		15	1		
Toplam	96	94	2		94	2			
Perdeler	5. kat	2	2						
	4. kat	2	2						
	3. kat	2	2						
	2. kat	2	2						
	1. kat	2	2						
	Zemin kat	2	2						
Toplam	12	12							

Çizelge 7.18: X Yönünde Kolon ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+X Yönü Deprem Hasarı				-X Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	14	%100				%100			
	4. kat	14	%100				%100			
	3. kat	14	%100				%100			
	2. kat	14	%64				%100			
	1. kat	14	%100	%1			%99	%1		
	Zemin kat	14	%96	%4			%96	%4		
Toplam		84	%95	%5			%95	%5		
Kolonlar	5. kat	16	%100				%100			
	4. kat	16	%100				%100			
	3. kat	16	%100				%100			
	2. kat	16	%100				%100			
	1. kat	16	%94	%6			%94	%6		
	Zemin kat	16	%94	%6			%94	%6		
Toplam		96	%98	%2			%98	%2		
Perdeler	5. kat	2	%100							
	4. kat	2	%100							
	3. kat	2	%100							
	2. kat	2	%100							
	1. kat	2	%100							
	Zemin kat	2	%100							
Toplam		12	%100							

Çizelge 7.18’de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre $\pm X$ yönü için;

Zemin katta Kirişlerinde %6 minimum hasar %94 belirgin hasar bölgesinde kolonların %94 minimum hasar bölgesinde %6 belirgin hasar bölgesindedir

1. Kattaki kirişlerin %99 minimum hasar %1 belirgin hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %94 minimum hasar bölgesinde %6 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

3. Kattaki kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. . Kattaki kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir

Binada +X deprem doğrultusunda kirişlerin %95 si minimum hasar bölgesinde %5 belirgin hasar bölgesindedir. Kolonların %98 minimum hasar bölgesinde %2 belirgin hasar bölgesindedir. Perdelerin %100 minimum hasar bölgesindedir

Çizelge 7.19: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin Hasar Durumları

		Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı				-Y Yönü Deprem Hasarı			
			MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
Kirişler	5. kat	16	16				16		16	
	4. kat	16	14	2			14	2	14	
	3. kat	16	12	4			12	4	12	
	2. kat	16	8	8			8	8	8	
	1. kat	16	5	11			5	11	5	
	Zemin kat	16	3	13			3	13	3	
Toplam		96	58	38			58	38	7	
Kolonlar	5. kat	16	16				16			
	4. kat	16	16				16			
	3. kat	16	16				16			
	2. kat	16	14	2			14	2		
	1. kat	16	12	4			12	4		
	Zemin kat	16	10	6			10	6		
Toplam		96	84	12			84	12		

Çizelge 7.20: Y Yönünde Kolon Ve Kirişlerin % olarak Hasar Durumları

	Eleman Sayısı	+Y Yönü Deprem Hasarı Eleman Yüzdesi				-Y Yönü Deprem Hasarı Eleman Yüzdesi			
		MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
		Kirişler	5. kat	16	%100			%100	
4. kat	16		%87	%13		%87	%13		
3. kat	16		%75	%25		%75	%25		
2. kat	16		%50	%50		%50	%50		
1. kat	16		%31	%69		%31	%69		
Zemin kat	16		%19	%81		%19	%81		
Toplam		96	%60	%40		%60	%40		
Kolonlar	5. kat	16	%100			%100			
	4. kat	16	%10			%10			
	3. kat	16	%100			%100			
	2. kat	16	%87	%13		%87	%13		
	1. kat	16	%75	%25		%75	%25		
	Zemin kat	16	%62	%38		%62	%38		
Toplam		96	%87	%13		%87	%13		

Çizelge 7.20’de eşdeğer deprem yükü yöntemine göre $\pm y$ yönü için;

Zemin katta Kirişlerinde %19 minimum hasar %81 belirgin hasar bölgesinde kolonların %62 minimum hasar bölgesinde %38 belirgin hasar bölgesindedir

1. Kattaki kirişlerin %31 minimum hasar %69 belirgin hasar bölgesinde, 1. kattaki kolonların %75 minimum hasar bölgesinde %25 belirgin hasar bölgesindedir.

2. Kattaki kirişlerin %50 minimum hasar %50 belirgin hasar bölgesinde kolonların %87 minimum hasar bölgesinde %13 belirgin hasar bölgesindedir.

3. Kattaki kirişlerin %75 minimum hasar %25 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

4. Kattaki kirişlerin %87 minimum hasar %13 belirgin hasar bölgesinde, Kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir.

5. Katta kirişlerin ve kolonların tamamı minimum hasar bölgesindedir

Binada $\pm y$ deprem doğrultusunda kirişlerin %60 si minimum hasar bölgesinde %40 belirgin hasar bölgesindedir. Kolonların ise %87 minimum hasar bölgesinde %13 belirgin hasar bölgesindedir.

8. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, betonarme binaların deprem performanslarının belirlenmesinde Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırma yapılırken üç temel konu amaçlanmıştır. İl olarak TDY 2007’de tanımlanan doğrusal yöntemlerden “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve doğrusal olmayan yöntemler olan “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi”, “yöntemleriyle tek açıklıklı, simetrik ve iki katlı olan düzlem çerçeve model ayrıntılı olarak incelenmiştir.

İkinci olarak TDY 2007 kapsamında tasarımı yapılan betonarme binanın, deprem performansının doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle belirlenmesi ele alınmıştır. Bu doğrultuda x yönünde 4 açıklığı, y yönünde 6 açıklığı bulunan 6 katlı yapının, 2007 deprem yönetmeliğini Sap2000 ile tasarımı yapılmış ve beklene deprem etkisi altında, deprem performansının belirlenmiştir.

Üçüncü konu olarak TDY 2007 kapsamında ikinci konuda bahsi geçen 6 katlı x yönünde 4 açıklığı, y yönünde 6 açıklığı bulunan betonarme binaya X doğrultusunda iki adet simetrik perde eklenerek, deprem performansının doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerle belirlenmesi ele alınmıştır. 2007 deprem yönetmeliğini Sap2000 ile tasarımı ve analizi yapılan bu yapıların beklenen deprem etkisi altında, deprem performansları belirlenerek yapının hedeflenen performansı sağlayıp sağlamadığı incelenmiştir.

TDY 2007’de binaların Can Güvenliği Performans Düzeyi: 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 ve kolonların aşağıdaki 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 şeklinde açıklamıştır.

Tez konusu olan yapılar için performans hedefi 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem olarak belirlenmiştir. Taşınmazların hedef performans için can güvenliği düzeyini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilecektir.

İlk yapılan çalışmada doğrusal yöntemlerden olan “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ve doğrusal olmayan yöntemlerden “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” nin TDY 2007’e göre hesap adımları 2 katlı çerçeve sistem üzerinde detaylı bir şekilde adım adım anlatılmıştır. Bu çalışma ikinci ve üçüncü çalışmalardan yapılacak olan işlem adımları açıklamak için yapıldığından yapıların performans değerlendirmeleri yapılmamıştır. Sadece elemanların hasar seviyeleri incelenmiştir.

İkinci ve üçüncü çalışma sonucunda; “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdesiz yapının x doğrultusunda zemin kattaki kirişlerin %43 ileri hasar bölgesinde kolonların ise %81 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta kirişlerin %22 ileri hasar bölgesinde kolonların %33 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta kirişlerin %14 ileri hasar bölgesinde kolonların %22 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde kirişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. y doğrultusunda zemin kattaki kirişlerin %37 ileri hasar bölgesinde kolonların ise %61 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta kirişlerin %25 ileri hasar bölgesinde kolonların %39 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta kirişlerin %19 ileri hasar bölgesinde kolonların %17 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde kirişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdesiz yapı Can güvenliği performans seviyesini sağlamamaktadır.

“Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdeli yapının x doğrultusunda zemin kattaki kirişlerin %29 ileri hasar bölgesinde kolonların ise %6 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta kirişlerin %7 ileri hasar bölgesinde kolonların %6 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta kirişlerin % 6 ileri hasar bölgesinde kolonların % 6 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde kirişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. y doğrultusunda zemin kattaki kirişlerin %19 ileri hasar bölgesinde kolonların ise % 50 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta kirişlerin %19 ileri hasar bölgesinde kolonların %31 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta kirişlerin %19 ileri hasar bölgesinde kolonların %6 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde

kirişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdeli yapı Can güvenliğı performans seviyesini sağlamaktadır.

“Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdesiz yapının x doğrultusunda zemin kattaki girişlerin %7 ileri hasar bölgesinde kolonların ise % 33 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta girişlerin %7 ileri hasar bölgesinde kolonların %17 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta girişlerin %50 belirgin hasar bölgesinde kolonların % 11 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde girişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. y doğrultusunda zemin kattaki girişlerin %81 belirgin hasar bölgesinde kolonların ise %33 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta girişlerin %69 belirgin hasar bölgesinde kolonların %29 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta girişlerin %50 belirgin hasar bölgesinde kolonların %11 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde girişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. “ Artımsa Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdeli yapı Can güvenliğı performans seviyesini sağlamaktadır.

“Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdeli yapının x doğrultusunda zemin kattaki girişlerin %57 belirgin hasar bölgesinde kolonların ise %6 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta girişlerin %50 belirgin hasar bölgesinde kolonların %6 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde girişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. y doğrultusunda zemin kattaki girişlerin %81 belirgin hasar bölgesinde kolonların ise %38 belirgin hasar bölgesine geçmiştir. 1. Katta girişlerin %69 belirgin hasar bölgesinde kolonların %25 belirgin hasar bölgesinde, 2. Katta girişlerin %50 belirgin hasar bölgesinde kolonların % 13 belirgin hasar bölgesindedir. Diğer katlarda bölgesinde girişler minimum ve belirgin hasar bölgesinde kolonların hepsi minimum hasar bölgesinde yer almaktadır. “ Artımsa Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre perdeli yapı Can güvenliğı performans seviyesini sağlamaktadır. Ek B de yapıların tüm yatay ve düşey taşıyıcı elemanlarının hasar seviyeleri tablolar halinde verilmiştir.

Sonuç olarak TDY(2007)’ ye göre tasarımı yapılan yapının Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemler karşılaştırıldığında, düşey elemanlarda bulunan hasar

durumlarının birbirlerine yakın olduğu, kirişlerde ise (r) katsayısındaki hassaslıktan dolayı farklılıklar oluştuğu görülmüştür. Yapıdaki hasarların bölgesel dağılımına bakıldığında, alt katlardaki kirişlerde oluşan hasarlar, yukarı katlardaki kirişlerde oluşan hasarlara oranla fazladır. Kolonlarda ise yapının kenar kolonları, iç kısımlardaki kolonlara nazaran daha fazla zorlanmaktadır. Tasarım depremi altında perdesiz yapıdan beklenen performansı, “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre sağlanamadığı, perdeli yapıdan beklenen performansı, “Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne göre sağlandığı sonucu varılmıştır. “Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi” ne perdeli ve perdesiz yapının göre beklenen performans sağladığı sonucuna varılmıştır. Perdeli yapılarda kolon hasarları minimuma yakın çıkmıştır yüksek katlı binalarda perde elemanın kullanılması yapı performansı güvenli bölgede tutmak için önemli olduğu görülmüştür. Analiz yöntemi olarak da artımsal eşdeğer yüğü yönteminin yapı performansının hesabında daha gerçekçi sonuçlar verdiği görülmüştür.

Eşdeğer ve artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemlerine göre perdesiz yapının taşıyıcı elemanlarda minimum, belirgin ve ileri hasar seviyeli oluşmuştur. Eşdeğer ve artımsal eşdeğer deprem yüğü yöntemlerine göre perdeli yapının taşıyıcı elemanlarında ise tamamına yakını minimum hasar bölgesindedir. Sonuç olarak özellikle yüksek binalarda yapı performansının güvenli bölgede çıkması için perde kullanımının gerekli olduğu görülmüştür.

KAYNAKLAR

Arslan, Y. 2010. Çok Katlı Betonarme Bir Binanın Deprem Performansının Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemler Kullanılarak Belirlenmesi ve Karşılaştırılması, Betonarme Yapıların Deprem Performansının Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aşık, N.G. 2010. Perdelerden Oluşan On iki Katlı Bir Betonarme Yapının Performansının Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ATC 40,1996.Seismic Evaluation and Retrofit of Reinforced Concrete Buildings, Applied Technology Council, California.

Atımtay, E. 2000. Çerçevesel ve Perdeli Betonarme Sistemlerin Tasarımı, Temel Kavramlar ve Hesap Yöntemleri, ODTU, İnşaat Müh. Bölümü, Ankara.

Aydın, D.H, 2008. Betonarme Taşıyıcı Bir Sistemin Deprem Güvenliğinin Değişik Yöntemlerle Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Aydinoğlu M.N. Celep Z. Özer E. Sucuoğlu H ,2008. Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik Eğitim Kitabı, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ankara.

Celep. Z. 2007. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış ve Çözümleme, Beta Dağıtım, İstanbul.

Çakıroğlu, A. Özer, E. 1980. Malzeme ve Geometri Değişimi Bakımından Lineer Olmayan Sistemler, Matbaa teknisyenleri Basımevi, Ankara.

Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik,2007. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı.

Döker, S. A. 2010. Deprem Kuvveti Etkisindeki Betonarme Binalarda Yapısal Düzensizliklerin İrdelenmesi ve Lineer Olmayan Hesap Yöntemlerinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Ersoy U. Özcebe G, 2001. Betonarme, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

FEMA 356,2000. Prestandartand Commentaryforthe Seismic Rehabilitation of Buildings, Federal Emergency Management Agency.

Kıran, F. 2010. Binaların Performans Analizi için Kullanılan Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Analiz Yöntmelerinin İncelenmesi, Çukurova Üniverisitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Koparan, İ. 2006 Mevcut Betonarme Binaların Performans Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Şengöz A. ve Sucuoğlu H. 2009. 2007 Deprem Yönetmeliğinde Yer Alan "Mevcut Binaların Değerlendirilmesi" Yöntemlerinin Artıları ve Eksileri. "Teknik Dergi",

TS 498, 1984. Betonarme Elemanların Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

TS 500, 2000. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Tuncer, Ö. 2008. Betonarme Yapıların Deprem Performansının Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Yöntemlerle Belirlenmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

XTRACT, 2004. Cross Section Analysis Program of Structural Engineers, Imbsen Software Systems.

Yılmaz, K. 2010. Mevcut Betonarme Bir Binanın Doğrusal ve Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemleri İle Deprem Performansının Belirlenmesi ve Sonuçlarının Değerlendirilmesi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

EK A.**Çizelge A.1: Zemin Kat Kolon Boyutları ve Donatıları**

Kolon No	Bx-By(cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ac (cm ²)	Donatı Oranı(ρ)
SZ01	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
SZ02	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
SZ03	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
SZ04	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
SZ05	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0134
SZ06	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
SZ07	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
SZ08	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
SZ09	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
SZ10	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
SZ11	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
SZ12	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
SZ13	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
SZ14	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
SZ15	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
SZ16	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
SZ17	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
SZ18	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134

Çizelge A.2: 1. Kat Kolon Boyutları ve Donatıları

Kolon No	Bx-By(cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ac (cm ²)	Donatı Oranı(ρ)
S101	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S102	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S103	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S104	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S105	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0134
S106	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S107	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S108	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S109	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S110	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S111	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S112	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S113	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S114	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S115	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S116	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S117	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S118	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134

Çizelge A.3: 2. Kat Kolon Boyutları ve Donatıları

Kolon No	Bx-By(cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ac (cm ²)	Donatı Oranı(ρ)
S201	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S202	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S203	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S204	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S205	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0134
S206	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S207	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S208	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S209	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S210	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S211	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S212	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S213	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S214	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S215	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S216	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S217	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S218	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134

Çizelge A.4: 3. Kat Kolon Boyutları ve Donatıları

Kolon No	Bx-By(cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ac (cm ²)	Donatı Oranı(ρ)
S301	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S302	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S303	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S304	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S305	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0134
S306	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S307	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S308	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S309	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S310	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S311	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S312	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S313	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S314	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S315	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S316	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S317	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S318	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134

Çizelge A.5: 4. Kat Kolon Boyutları ve Donatıları

Kolon No	Bx-By(cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ac (cm ²)	Donatı Oranı(ρ)
S401	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S402	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S403	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S404	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S405	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0134
S406	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S407	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S408	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S409	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S410	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S411	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S412	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S413	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S414	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S415	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S416	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S417	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S418	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134

Çizelge A.6: 5. Kat Kolon Boyutları ve Donatıları

Kolon No	Bx-By(cm)	Donatı Sayısı	Donatı Alanı (cm ²)	Ac (cm ²)	Donatı Oranı(ρ)
S501	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S502	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S503	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S504	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S505	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0134
S506	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S507	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S508	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S509	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S510	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S511	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S512	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S513	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0122
S514	40-40	3 ϕ 14	21.56	1600	0.0115
S515	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0115
S516	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134
S517	60-25	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0122
S518	25-60	3 ϕ 14	21.56	1500	0.0134

Çizelge A.7: Zemin Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları

Kiriş No	bw- Hw(cm)	Montaj Donatısı	Düz Donatı	Sağ Üst İlave	Sol Üst İlave	Sağ Alt İlave	Sol Alt İlave
KZ01	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ02	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ03	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ04	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ05	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ06	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ07	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ08	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ09	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ10	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ11	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ12	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ13	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ14	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ15	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ16	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ17	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ18	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ19	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ21	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ22	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ23	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ24	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ25	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ26	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ27	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ28	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ29	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ30	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14

Çizelge A.8: 1. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları

Kiriş No	bw-Hw (cm)	Montaj Donatısı	Düz Donatı	Sağ Üst İlave	Sol Üst İlave	Sağ Alt İlave	Sol Alt İlave
K101	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K102	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K103	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K104	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K105	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K106	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K107	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K108	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K109	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K110	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K111	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K112	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K113	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K114	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K115	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K116	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K117	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K118	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K119	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ21	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K122	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K123	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K124	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
KZ25	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K126	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K127	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K128	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K129	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K130	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14

Çizelge A.9: 2. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları

Kiriş No	bw-Hw (cm)	Montaj Donatısı	Düz Donatı	Sağ Üst İlave	Sol Üst İlave	Sağ Alt İlave	Sol Alt İlave
K201	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K202	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K203	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K204	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K205	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K206	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K207	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K208	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K209	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K210	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K211	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K212	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K213	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K214	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K215	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K216	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K217	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K218	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K219	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K221	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K222	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K223	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K224	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K225	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K226	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K227	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K228	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K229	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K230	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14

Çizelge A.10: 3. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları

Kiriş No	bw-Hw (cm)	Montaj Donatısı	Düz Donatı	Sağ Üst İlave	Sol Üst İlave	Sağ Alt İlave	Sol Alt İlave
K301	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K302	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K303	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K304	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K305	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K306	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K307	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K308	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K309	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K310	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K311	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K312	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K313	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K314	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K315	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K316	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K317	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K318	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K319	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K321	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K322	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K323	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K324	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K325	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K326	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K327	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K328	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K329	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K330	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14

Çizelge A.11: 4. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları

Kiriş No	bw-Hw (cm)	Montaj Donatısı	Düz Donatı	Sağ Üst İlave	Sol Üst İlave	Sağ Alt İlave	Sol Alt İlave
K401	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K402	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K403	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K404	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K405	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K406	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K407	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K408	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K409	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K410	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K411	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K412	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K413	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K414	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K415	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K416	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K417	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K418	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K419	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K421	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K422	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K423	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K424	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K425	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K426	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K427	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K428	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K429	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K430	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14

Çizelge A.12: 5. Kat Kiriş Boyutları ve Donatıları

Kiriş No	bw-Hw (cm)	Montaj Donatısı	Düz Donatı	Sağ Üst İlave	Sol Üst İlave	Sağ Alt İlave	Sol Alt İlave
K501	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K502	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K503	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K504	25-50	3 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K505	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K506	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K507	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K508	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K509	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K510	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K511	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K512	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K513	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K514	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K515	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K516	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K517	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K518	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K519	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K521	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K522	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K523	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K524	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K525	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K526	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K527	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K528	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K529	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14
K530	25-50	2 ϕ 14	2 ϕ 14	3 ϕ 14	3 ϕ 14	1 ϕ 14	1 ϕ 14

Çizelge A.13: X Deprem Doğrultusunda 1. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KIRIŞ NO	Hasar Sınırı (+X)					Hasar Sınırı (-X)			
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r^+	r^+		
K101	0.132	4.28	3.57	MN-GV	BHB	3.82	3.76	MN-GV	BHB
K102	0.132	5.20	4.23	MN-GV	BHB	5.07	4.85	MN-GV	BHB
K103	0.132	4.92	3.88	MN-GV	BHB	5.25	5.88	MN-GV	BHB
K104	-0.132	5.11	4.90	MN-GV	BHB	4.72	3.99	MN-GV	BHB
K105	-0.132	7.49	7.30	GV-GÇ	İHB	8.28	7.59	GV-GÇ	İHB
K106	-0.132	2.72	2.08	MN	MHB	2.15	2.71	MN	MHB
K107	0.132	2.78	1.91	MN	MHB	2.41	2.13	MN	MHB
K108	0.132	6.75	6.85	GV-GÇ	İHB	8.48	8.40	GV-GÇ	İHB
K109	0.132	4.77	3.88	MN-GV	BHB	5.71	5.05	MN-GV	BHB
K110	-0.132	4.17	3.66	GV-GÇ	BHB	4.88	4.83	MN-GV	BHB
K111	-0.132	4.63	4.15	MN-GV	BHB	4.72	4.62	MN-GV	BHB
K112	-0.132	7.10	7.80	GV-GÇ	İHB	8.39	8.40	GV-GÇ	İHB
K113	0.132	3.81	3.53	MN-GV	BHB	3.81	2.75	MN-GV	BHB
K114	0.132	7.02	6.84	MN-GV	İHB	4.96	4.33	MN-GV	BHB

Çizelge A.14: X Deprem Doğrultusunda 2. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+X)					Hasar Sınırı (-X)			
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r^+	r^+		
K201	0.132	3.85	3.15	MN-GV	BHB	3.48	3.21	MN-GV	BHB
K202	0.132	4.65	4.32	MN-GV	BHB	4.55	4.13	MN-GV	BHB
K203	0.132	4.40	3.98	MN-GV	BHB	5.78	5.66	MN-GV	BHB
K204	-0.132	4.61	4.21	MN-GV	BHB	4.26	4.17	MN-GV	BHB
K205	0.132	6.52	5.98	GV-GÇ	İHB	7.16	7.11	GV-GÇ	İHB
K206	0.132	2.18	2.03	MN	MHB	2.52	2.24	MN	MHB
K207	0.132	2.63	2.11	MN	MHB	2.28	2.13	MN	MHB
K208	0.132	6.00	5.74	MN-GV	BHB	7.39	7.20	GV-GÇ	İHB
K209	0.132	4.30	4.17	MN-GV	BHB	5.33	5.15	MN-GV	BHB
K210	-0.132	3.84	3.24	MN-GV	BHB	4.55	4.30	MN-GV	BHB
K211	-0.132	4.18	4.00	MN-GV	BHB	4.35	4.17	MN-GV	BHB
K212	0.132	6.22	5.27	GV-GÇ	İHB	7.29	7.23	GV-GÇ	İHB
K213	0.132	3.42	3.16	MN-GV	BHB	3.49	3.14	MN-GV	BHB
K214	0.132	6.17	5.88	MN-GV	İHB	4.49	4.17	MN-GV	BHB

Çizelge A.15: X Deprem Doğrultusunda 3. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+X)					Hasar Sınırı (-X)			
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r^+	r^+		
K301	0.132	3.10	2.98	MN-GV	BHB	2.89	2.78	MN	MHB
K302	0.132	3.79	3.69	MN-GV	BHB	3.63	3.57	MN-GV	BHB
K303	0.132	3.50	3.45	MN-GV	BHB	4.81	4.21	MN-GV	BHB
K304	-0.132	3.69	3.13	MN-GV	BHB	3.44	3.15	MN-GV	BHB
K305	0.132	5.17	5.05	MN-GV	BHB	5.58	5.43	MN-GV	BHB
K306	0.132	2.18	2.03	MN	BHB	2.54	2.20	MN	BHB
K307	0.132	2.28	2.10	MN	MHB	1.98	1.75	MN	MHB
K308	0.132	4.77	4.25	MN-GV	BHB	5.80	5.63	GV-GÇ	BHB
K309	-0.132	3.54	3.20	MN-GV	BHB	4.43	4.31	MN-GV	BHB
K310	-0.132	3.16	3.03	MN-GV	BHB	3.78	3.33	MN-GV	BHB
K311	-0.132	3.36	3.10	MN-GV	BHB	3.58	3.47	MN-GV	BHB
K312	-0.132	4.93	4.72	MN-GV	BHB	5.66	5.07	MN-GV	BHB
K313	0.132	2.72	2.58	MN-GV	MHB	2.87	2.66	MN	MHB
K314	0.132	5.09	4.75	MN-GV	BHB	3.58	3.17	MN-GV	BHB

Çizelge A.16: X Deprem Doğrultusunda 4. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+X)					Hasar Sınırı (-X)			
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol Uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r^+	r^+		
K401	0.132	2.13	2.11	MN	MHB	2.08	2.01	MN	MHB
K402	0.132	2.88	2.02	MN	MHB	2.52	2.23	MN	MHB
K403	0.132	2.38	1.96	MN	MHB	3.38	3.17	MN-GV	BHB
K404	-0.132	2.66	2.35	MN	MHB	2.55	2.47	MN	MHB
K405	0.132	3.34	3.33	MN-GV	BHB	3.52	3.49	MN-GV	BHB
K406	0.132	2.68	2.50	MN	MHB	2.69	2.47	MN	MHB
K407	0.132	1.87	1.45	MN	MHB	1.62	1.33	MN	MHB
K408	0.132	3.02	3.00	MN-GV	BHB	3.64	3.14	MN-GV	BHB
K409	-0.132	2.46	2.13	MN	MHB	3.17	3.14	MN-GV	BHB
K410	-0.132	2.20	2.15	MN	MHB	2.72	2.10	MN	MHB
K411	-0.132	2.49	2.33	MN	MHB	2.74	2.41	MN	MHB
K412	0.132	3.16	3.09	MN-GV	BHB	3.63	3.12	MN-GV	BHB
K413	0.132	1.89	1.47	MN	MHB	2.10	2.00	MN	MHB
K414	0.132	3.71	3.57	MN-GV	BHB	2.51	2.18	MN	MHB

Çizelge A.17: X Deprem Doğrultusunda 5. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+X)					Hasar Sınırı (-X)			
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r^+	r^+		
K501	0.132	1.06	0.99	MN	MHB	0.91	0.87	MN	MHB
K502	0.132	1.14	0.75	MN	MHB	1.19	0.96	MN	MHB
K503	-0.132	1.23	1.11	MN	MHB	1.74	1.47	MN	MHB
K504	-0.132	1.17	1.02	MN	MHB	1.34	1.29	MN	MHB
K505	0.132	1.44	1.37	MN	MHB	1.54	1.40	MN	MHB
K506	0.132	1.19	1.17	MN	MHB	1.46	1.35	MN	MHB
K507	0.132	1.17	1.04	MN	MHB	1.02	0.88	MN	MHB
K508	0.132	1.24	1.13	MN	MHB	1.52	1.47	MN	MHB
K509	-0.132	1.34	1.25	MN	MHB	1.63	1.22	MN	MHB
K510	-0.132	1.24	1.17	MN	MHB	1.42	1.10	MN	MHB
K511	-0.132	1.16	1.07	MN	MHB	1.46	1.25	MN	MHB
K512	0.132	1.39	1.28	MN	MHB	1.59	1.44	MN	MHB
K513	0.132	0.88	0.75	MN	MHB	0.93	0.82	MN	MHB
K514	0.132	1.88	1.73	MN	MHB	1.24	0.94	MN	MHB

Çizelge A.18: Y Deprem Doğrultusunda 1. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+Y)			Hasar Sınırı (-Y)					
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r	r^+		
K115	0.132	6.03	6.15	MN-GV	BHB	4.42	4.12	MN-GV	BHB
K116	-0.132	4.25	4.17	MN-GV	BHB	4.62	4.40	MN-GV	BHB
K117	0.132	3.82	3.75	MN-GV	BHB	4.82	4.31	MN-GV	BHB
K118	0.132	5.65	5.20	MN-GV	BHB	6.43	6.15	GV-GÇ	İHB
K119	0.132	7.98	7.80	GV-GÇ	İHB	6.28	6.17	MN-GV	BHB
K120	-0.132	5.70	5.33	MN-GV	BHB	6.41	6.08	MN-GV	BHB
K121	0.132	6.68	6.47	GV-GÇ	İHB	7.05	7.03	GV-GÇ	İHB
K122	0.132	7.71	7.49	GV-GÇ	İHB	8.13	7.99	GV-GÇ	İHB
K123	-0.132	1.21	0.82	MN	MHB	6.48	5.72	GV-GÇ	İHB
K124	0.132	5.70	4.92	GV-GÇ	BHB	4.68	4.45	MN-GV	BHB
K125	0.132	4.53	4.30	MN-GV	BHB	5.80	5.71	MN-GV	BHB
K126	0.132	7.15	7.13	GV-GÇ	İHB	1.21	0.95	MN	MHB
K127	0.132	4.14	4.10	MN-GV	BHB	4.12	3.96	MN-GV	BHB
K128	0.132	3.95	3.48	MN-GV	BHB	3.47	3.17	MN-GV	BHB
K129	0.132	3.22	3.17	MN-GV	BHB	3.64	3.47	MN-GV	BHB
K130	0.132	4.55	4.33	MN-GV	BHB	5.50	4.78	MN-GV	BHB

Çizelge A.19: Y Deprem Doğrultusunda 2. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+Y)			Hasar Sınırı (-Y)					
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r	r^+		
K215	0.132	5.80	5.66	MN-GV	BHB	4.02	3.97	MN-GV	BHB
K216	-0.132	3.66	3.40	MN-GV	BHB	4.07	3.85	MN-GV	BHB
K217	0.132	3.43	3.20	MN-GV	BHB	4.32	4.11	MN-GV	BHB
K218	0.132	5.12	5.05	MN-GV	BHB	5.94	5.62	GV-GÇ	BHB
K219	0.132	7.39	7.27	GV-GÇ	İHB	5.70	5.54	MN-GV	BHB
K220	0.132	4.92	4.72	MN-GV	BHB	5.58	5.39	MN-GV	BHB
K221	0.132	6.02	5.74	GV-GÇ	İHB	6.36	6.40	GV-GÇ	İHB
K222	0.132	7.02	7.00	GV-GÇ	İHB	7.47	7.23	GV-GÇ	İHB
K223	-0.132	1.11	0.97	MN	MHB	5.77	5.63	MN-GV	BHB
K224	0.132	5.15	5.10	MN-GV	BHB	4.16	4.13	MN-GV	BHB
K225	0.132	4.05	4.00	MN-GV	BHB	5.28	5.13	MN-GV	BHB
K226	-0.132	6.40	6.27	GV-GÇ	İHB	1.10	1.09	MN	MHB
K227	0.132	3.70	3.15	MN-GV	BHB	3.70	3.18	MN-GV	BHB
K228	0.132	3.56	3.47	MN-GV	BHB	3.13	3.02	MN-GV	BHB
K229	0.132	2.91	2.85	MN	MHB	3.25	3.17	MN-GV	BHB
K230	0.132	4.12	4.01	MN-GV	BHB	5.04	4.97	MN-GV	BHB

Çizelge A.20: Y Deprem Doğrultusunda 3. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+Y)			Hasar Sınırı (-Y)					
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r	r^+		
K315	0.132	4.82	4.66	MN-GV	BHB	3.29	3.20	MN-GV	BHB
K316	-0.132	2.83	2.75	MN	MHB	3.20	3.17	MN-GV	BHB
K317	0.132	2.76	2.10	MN	MHB	3.41	3.28	MN-GV	BHB
K318	0.132	4.09	3.87	MN-GV	BHB	4.86	4.71	MN-GV	BHB
K319	0.132	6.04	6.01	MN-GV	BHB	4.60	4.27	MN-GV	BHB
K320	0.132	3.75	3.63	MN-GV	BHB	4.30	4.15	MN-GV	BHB
K321	0.132	4.81	4.27	MN-GV	BHB	5.08	5.00	MN-GV	BHB
K322	0.132	5.66	5.49	MN-GV	BHB	6.02	5.99	MN-GV	BHB
K323	-0.132	0.90	0.82	MN	MHB	4.56	4.41	MN-GV	BHB
K324	0.132	4.14	4.11	MN-GV	BHB	3.29	3.17	MN-GV	BHB
K325	0.132	3.24	3.12	MN-GV	BHB	4.29	4.16	MN-GV	BHB
K326	0.132	5.03	5.01	MN-GV	BHB	0.89	0.75	MN	MHB
K327	0.132	2.98	2.74	MN	MHB	3.00	3.00	MN	MHB
K328	0.132	2.89	2.44	MN	MHB	2.56	2.12	MN	MHB
K329	0.132	2.40	2.37	MN	MHB	2.64	2.55	MN	MHB
K330	0.132	3.33	3.12	MN-GV	BHB	4.13	3.74	MN-GV	BHB

Çizelge A.21: Y Deprem Doğrultusunda 4. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+Y)			Hasar Sınırı (-Y)					
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r	r^+		
K415	0.132	3.47	3.13	MN-GV	BHB	2.35	2.25	MN	MHB
K416	-0.132	1.92	1.78	MN	MHB	2.16	2.02	MN	MHB
K417	0.132	2.02	1.98	MN	MHB	2.39	2.22	MN	MHB
K418	0.132	2.74	2.57	MN	MHB	3.45	3.33	MN-GV	BHB
K419	0.132	4.28	4.18	MN-GV	BHB	3.23	3.18	MN-GV	BHB
K420	0.132	2.38	2.28	MN	MHB	2.74	2.79	MN	MHB
K421	0.132	3.50	3.33	MN-GV	BHB	3.49	3.28	MN-GV	BHB
K422	0.132	3.75	3.65	MN-GV	BHB	4.17	4.08	MN-GV	BHB
K423	-0.132	0.63	0.52	MN	MHB	3.20	3.03	MN-GV	BHB
K424	0.132	2.78	2.66	MN	MHB	2.28	2.17	MN	MHB
K425	0.132	2.30	2.23	MN	MHB	2.91	2.85	MN	MHB
K426	0.132	3.44	3.39	MN-GV	BHB	0.61	0.47	MN	MHB
K427	0.132	2.16	2.10	MN	MHB	2.10	2.08	MN	MHB
K428	0.132	2.00	1.96	MN	MHB	1.81	1.72	MN	MHB
K429	0.132	1.73	1.29	MN	MHB	1.86	1.75	MN	MHB
K430	0.132	2.32	2.17	MN	MHB	2.89	2.57	MN	MHB

Çizelge A.22: Y Deprem Doğrultusunda 5. Katta Etki/ Kapasitesi Oranları ve Hasar Bölgeleri

KİRİŞ NO	Hasar Sınırı (+Y)			Hasar Sınırı (-Y)					
	Donatı Oranı	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi	Sol uç	Sağ Uç	Hasar Sınırı	Hasar Bölgesi
		r	r^+			r	r^+		
K515	0.132	1.85	1.72	MN	MHB	1.20	1.11	MN	MHB
K516	0.132	0.66	0.52	MN	MHB	0.86	0.74	MN	MHB
K517	0.132	0.90	0.88	MN	BHB	1.10	1.09	MN	MHB
K518	0.132	1.40	1.31	MN	MHB	1.69	1.47	MN	MHB
K519	0.132	2.26	2.17	MN	MHB	1.66	1.23	MN	MHB
K520	0.132	0.89	0.48	MN	MHB	1.09	0.95	MN	MHB
K521	0.132	1.57	1.47	MN	MHB	1.74	1.25	MN	MHB
K522	0.132	1.95	1.58	MN	MHB	1.99	1.24	MN	MHB
K523	-0.132	0.32	0.20	MN	MHB	1.44	1.17	MN	MHB
K524	0.132	1.42	1.30	MN	MHB	0.92	0.68	MN	MHB
K525	0.132	0.97	0.74	MN	MHB	1.56	1.33	MN	MHB
K526	0.132	1.55	1.02	MN	MHB	0.30	0.25	MN	MHB
K527	0.132	0.90	0.73	MN	MHB	0.97	0.27	MN	MHB
K528	0.132	0.92	0.44	MN	MHB	0.74	0.63	MN	MHB
K529	0.132	0.71	0.37	MN	MHB	0.80	0.69	MN	MHB
K530	0.132	1.12	1.08	MN	MHB	1.47	1.37	MN	MHB

EK B.**Çizelge B.1: X Doğrultusunda Zemin Kat Kiriş Hasar Durumları**

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K01	BHB	BHB	BHB	BHB
K02	BHB	BHB	BHB	BHB
K03	BHB	BHB	BHB	BHB
K04	BHB	BHB	BHB	BHB
K05	İHB	İHB	BHB	MHB
K06	MHB	MHB	MHB	MHB
K07	MHB	MHB	MHB	MHB
K08	İHB	BHB	BHB	BHB
K09	BHB	BHB	İHB	BHB
K10	İHB	İHB	BHB	MHB
K11	İHB	İHB	BHB	BHB
K12	İHB	İHB	MHB	MHB
K13	BHB	BHB	MHB	MHB
K14	BHB	BHB	BHB	BHB

Çizelge B.2: Y Doğrultusunda Zemin Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K15	İHB	İHB	BHB	BHB
K16	BHB	BHB	BHB	BHB
K17	BHB	BHB	BHB	BHB
K18	İHB	İHB	BHB	BHB
K19	BHB	MHB	BHB	BHB
K20	İHB	İHB	BHB	BHB
K21	BHB	BHB	MHB	MHB
K22	İHB	BHB	BHB	BHB
K23	BHB	BHB	BHB	BHB
K24	İHB	BHB	BHB	BHB
K25	BHB	BHB	MHB	MHB
K26	İHB	BHB	MHB	MHB
K27	BHB	BHB	BHB	BHB
K28	BHB	MHB	BHB	BHB
K29	MHB	BHB	BHB	BHB
K30	BHB	BHB	BHB	BHB

Çizelge B.3: X Doğrultusunda 1. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K01	BHB	BHB	BHB	BHB
K02	BHB	BHB	BHB	BHB
K03	BHB	BHB	MHB	MHB
K04	BHB	BHB	BHB	BHB
K05	İHB	İHB	MHB	MHB
K06	MHB	MHB	MHB	MHB
K07	MHB	MHB	MHB	MHB
K08	İHB	BHB	MHB	BHB
K09	BHB	BHB	İHB	BHB
K10	İHB	BHB	BHB	MHB
K11	BHB	BHB	BHB	BHB
K12	BHB	BHB	MHB	MHB
K13	BHB	BHB	BHB	MHB
K14	BHB	BHB	MHB	BHB

Çizelge B.4: Y Doğrultusunda 1. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K15	BHB	İHB	BHB	BHB
K16	BHB	BHB	BHB	BHB
K17	BHB	BHB	MHB	MHB
K18	BHB	İHB	BHB	BHB
K19	BHB	MHB	BHB	BHB
K20	İHB	İHB	MHB	MHB
K21	BHB	BHB	BHB	BHB
K22	İHB	BHB	MHB	MHB
K23	BHB	BHB	BHB	BHB
K24	İHB	BHB	BHB	BHB
K25	BHB	BHB	MHB	MHB
K26	İHB	BHB	BHB	BHB
K27	BHB	BHB	BHB	BHB
K28	MHB	MHB	BHB	BHB
K29	BHB	BHB	MHB	MHB
K30	BHB	BHB	BHB	BHB

Çizelge B.5: X Doğrultusunda 2. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer perdesiz	Eşdeğer Perdесiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz
K01	BHB	BHB	BHB	MHB
K02	BHB	BHB	BHB	BHB
K03	BHB	BHB	MHB	MHB
K04	BHB	BHB	BHB	MHB
K05	İHB	BHB	BHB	MHB
K06	MHB	MHB	MHB	MHB
K07	MHB	MHB	MHB	MHB
K08	İHB	BHB	BHB	BHB
K09	BHB	BHB	BHB	BHB
K10	BHB	İHB	MHB	MHB
K11	BHB	İHB	BHB	BHB
K12	BHB	BHB	MHB	MHB
K13	BHB	BHB	MHB	MHB
K14	BHB	BHB	MHB	BHB

Çizelge B.6: Y Doğrultusunda 2. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K15	İHB	BHB	BHB	BHB
K16	BHB	BHB	BHB	BHB
K17	BHB	BHB	MHB	MHB
K18	İHB	İHB	BHB	BHB
K19	BHB	MHB	BHB	BHB
K20	İHB	BHB	BHB	BHB
K21	BHB	BHB	MHB	MHB
K22	BHB	BHB	MHB	MHB
K23	BHB	BHB	BHB	BHB
K24	MHB	BHB	BHB	BHB
K25	BHB	MHB	MHB	MHB
K26	BHB	BHB	BHB	BHB
K27	BHB	BHB	BHB	BHB
K28	MHB	MHB	MHB	MHB
K29	BHB	BHB	MHB	MHB
K30	MHB	BHB	MHB	MHB

Çizelge B.7: X Doğrultusunda 3. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K01	BHB	BHB	MHB	MHB
K02	BHB	BHB	MHB	MHB
K03	BHB	BHB	MHB	MHB
K04	BHB	BHB	BHB	MHB
K05	BHB	MHB	BHB	MHB
K06	MHB	MHB	MHB	MHB
K07	MHB	MHB	MHB	MHB
K08	BHB	BHB	BHB	MHB
K09	BHB	BHB	BHB	MHB
K10	BHB	BHB	MHB	MHB
K11	BHB	BHB	MHB	MHB
K12	BHB	BHB	BHB	MHB
K13	BHB	BHB	MHB	MHB
K14	BHB	BHB	MHB	MHB

Çizelge B.8: Y Doğrultusunda 3. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K15	MHB	MHB	MHB	MHB
K16	BHB	BHB	BHB	BHB
K17	BHB	BHB	MHB	MHB
K18	MHB	MHB	BHB	BHB
K19	BHB	MHB	BHB	BHB
K20	BHB	BHB	MHB	MHB
K21	BHB	MHB	MHB	MHB
K22	MHB	BHB	BHB	BHB
K23	BHB	MHB	MHB	MHB
K24	MHB	BHB	MHB	MHB
K25	BHB	BHB	MHB	MHB
K26	MHB	BHB	MHB	MHB
K27	BHB	BHB	MHB	MHB
K28	MHB	MHB	MHB	MHB
K29	BHB	BHB	MHB	MHB
K30	BHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.9: X Doğrultusunda 4. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K01	MHB	BHB	MHB	MHB
K02	BHB	MHB	MHB	MHB
K03	MHB	BHB	MHB	MHB
K04	BHB	BHB	MHB	MHB
K05	MHB	BHB	MHB	MHB
K06	MHB	MHB	MHB	MHB
K07	MHB	MHB	MHB	MHB
K08	BHB	BHB	BHB	MHB
K09	MHB	BHB	MHB	MHB
K10	BHB	MHB	MHB	MHB
K11	MHB	MHB	MHB	MHB
K12	MHB	MHB	MHB	MHB
K13	BHB	BHB	MHB	MHB
K14	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.10: Y Doğrultusunda 4. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K15	MHB	MHB	MHB	MHB
K16	BHB	BHB	MHB	MHB
K17	BHB	BHB	BHB	BHB
K18	MHB	MHB	MHB	MHB
K19	BHB	MHB	MHB	MHB
K20	MHB	MHB	BHB	BHB
K21	BHB	BHB	MHB	MHB
K22	MHB	MHB	MHB	MHB
K23	BHB	MHB	MHB	MHB
K24	MHB	MHB	MHB	MHB
K25	MHB	MHB	MHB	MHB
K26	MHB	MHB	MHB	MHB
K27	MHB	MHB	MHB	MHB
K28	MHB	MHB	MHB	MHB
K29	MHB	MHB	MHB	MHB
K30	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.11: X Doğrultusunda 5. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer perdesiz	Eşdeğer perdeli	Artımsal eşdeğer perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K01	MHB	MHB	MHB	MHB
K02	MHB	MHB	MHB	MHB
K03	MHB	MHB	MHB	MHB
K04	MHB	MHB	MHB	MHB
K05	MHB	MHB	MHB	MHB
K06	MHB	MHB	MHB	MHB
K07	MHB	MHB	MHB	MHB
K08	MHB	MHB	MHB	MHB
K09	MHB	MHB	MHB	MHB
K10	MHB	MHB	MHB	MHB
K11	MHB	MHB	MHB	MHB
K12	MHB	MHB	MHB	MHB
K13	MHB	MHB	MHB	MHB
K14	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.12: Y Doğrultusunda 5. Kat Kiriş Hasar Durumları

Kiriş No	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
K15	MHB	MHB	MHB	MHB
K16	MHB	MHB	MHB	MHB
K17	MHB	MHB	MHB	MHB
K18	MHB	MHB	MHB	MHB
K19	MHB	MHB	MHB	MHB
K20	MHB	MHB	MHB	MHB
K21	MHB	MHB	MHB	MHB
K22	MHB	MHB	MHB	MHB
K23	MHB	MHB	MHB	MHB
K24	MHB	MHB	MHB	MHB
K25	MHB	MHB	MHB	MHB
K26	MHB	MHB	MHB	MHB
K27	MHB	MHB	MHB	MHB
K28	MHB	MHB	MHB	MHB
K29	MHB	MHB	MHB	MHB
K30	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.13: X Doğrultusunda Zemin Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	BHB	MHB
S04	BHB	BHB	MHB	BHB
S05	BHB	MHB	BHB	MHB
S06	BHB	MHB	BHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	BHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	BHB	MHB	BHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	BHB	MHB	BHB	MHB
S13	BHB	MHB	MHB	MHB
S14	BHB	MHB	BHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.14: Y Doğrultusunda Zemin Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	BHB	BHB	MHB	BHB
S02	BHB	BHB	MHB	BHB
S03	BHB	BHB	BHB	BHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	BHB	BHB	MHB	BHB
S06	BHB	BHB	MHB	BHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	BHB	MHB	BHB	MHB
S12	MHB	BHB	MHB	BHB
S13	BHB	MHB	BHB	MHB
S14	BHB	BHB	BHB	BHB
S15	MHB	BHB	MHB	BHB
S16	BHB	BHB	BHB	BHB
S17	BHB	BHB	MHB	BHB
S18	BHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.15: X Doğrultusunda 1. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	BHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	BHB	MHB	BHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	BHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	BHB	MHB	BHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	BHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	BHB	MHB	MHB	MHB
S13	BHB	MHB	MHB	MHB
S14	BHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	BHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.16: Y Doğrultusunda 1. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	BHB	BHB	MHB	BHB
S02	BHB	BHB	MHB	BHB
S03	BHB	BHB	BHB	BHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	BHB	BHB	MHB	BHB
S06	MHB	BHB	BHB	BHB
S07	BHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	BHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	BHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	BHB	MHB
S13	MHB	MHB	BHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.17: X Doğrultusunda 2. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	BHB	MHB	MHB	MHB
S05	BHB	MHB	MHB	MHB
S06	BHB	MHB	BHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	BHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	BHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.18: Y Doğrultusunda 2. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	BHB	BHB	MHB	BHB
S02	BHB	MHB	MHB	MHB
S03	BHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	BHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	BHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.19: X Doğrultusunda 3. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	MHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.20: Y Doğrultusunda 3. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	MHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.21: X Doğrultusunda 4. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	MHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.22: Y Doğrultusunda 4. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	MHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.23: X Doğrultusunda 5. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	MHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

Çizelge B.24: Y Doğrultusunda 5. Kat Kolon Hasar Durumları

Kolon	Eşdeğer Perdesiz	Eşdeğer Perdeli	Artımsal Eşdeğer Perdesiz	Artımsal Eşdeğer Perdeli
S01	MHB	MHB	MHB	MHB
S02	MHB	MHB	MHB	MHB
S03	MHB	MHB	MHB	MHB
S04	MHB	MHB	MHB	MHB
S05	MHB	MHB	MHB	MHB
S06	MHB	MHB	MHB	MHB
S07	MHB	MHB	MHB	MHB
S08	MHB	MHB	MHB	MHB
S09	MHB	MHB	MHB	MHB
S10	MHB	MHB	MHB	MHB
S11	MHB	MHB	MHB	MHB
S12	MHB	MHB	MHB	MHB
S13	MHB	MHB	MHB	MHB
S14	MHB	MHB	MHB	MHB
S15	MHB	MHB	MHB	MHB
S16	MHB	MHB	MHB	MHB
S17	MHB	MHB	MHB	MHB
S18	MHB	MHB	MHB	MHB

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İSA YILDIZ

Doğum Yılı :1989

Eğitim Bilgileri (Kurum ve Yıl)

Lisans : Bozok Üniversitesi (2006-2010)

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi (2011-2015)

İletişim Bilgileri

Adres : Hassas Mah. 38. Cad. NO:67 (Burak Apartmanı)

Merkez/AKSARAY

Telefon : 05549983372

E-posta : isa.yildiz68@hotmail.com