

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BİR OKUL BİNASININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ
YÖNTEMİ İLE DEPREM PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali Bahadır BAŞARAN**

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı Mühendisliği

OCAK 2010

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MEVCUT BİR OKUL BİNASININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ
YÖNTEMİ İLE DEPREM PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE
GÜÇLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ali Bahadır BAŞARAN
(501071008)**

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 25 Aralık 2009

Tezin Savunulduğu Tarih : 28 Ocak 2010

Tez Danışmanı : Doç. Dr. A. Necmettin GÜNDÜZ (İTÜ)

**Diğer Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Zekai CELEP (İTÜ)
Doç. Dr. Oğuz Cem ÇELİK (İTÜ)**

OCAK 2010

ÖNSÖZ

İlk olarak inşaat yüksek mühendisi olmak için başvurduğum andan itibaren hep yanımda olan ve beni her konuda büyük bir özveriyle destekleyen aileme çok teşekkür ederim. Yapı mühendisliği programında aldığım eğitim boyunca beni betonarme ve yapı dinamiği konularında hep destekleyen tez danışmanım ve lisans öğrenimimdeki betonarme dersi hocam Sayın Doç. Dr. A. Necmettin Gündüz'e teşekkürlerimi bir borç bilirim. Son olarak, bu tezin hesap ve yazım aşamasında beni yalnız bırakmayan, beni hem sosyal hem de akademik olarak destekleyen meslektaş arkadaşlarım Ahmet Şinikoğlu, N. Deniz Gezen ve A.C. Noyan Şenel'e çok teşekkür ederim.

Aralık 2009

Ali Bahadır Başaran

İnşaat Mühendisi

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
KISALTMALAR.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xxi
SUMMARY.....	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Giriş ve Çalışmanın Kapsamı.....	1
2. PERFORMANS KAVRAMI.....	3
2.1 Giriş.....	3
2.2 Doğrusal Olmayan Analizde Performans Kavramı.....	3
2.3 Yapısal Elemanların Hasar Sınırları ve Bölgeleri.....	4
2.4 Betonarme Yapılarda Deprem Performansı.....	5
2.4.1 Hemen kullanım performans seviyesi (HK).....	6
2.4.2 Can güvenliği performans seviyesi (CG).....	6
2.4.3 Göçme öncesi performans seviyesi (GÖ).....	7
2.4.4 Göçme durumu.....	7
2.5 Betonarme Yapılarda Bilgi Toplanması ve Bilgi Düzeyleri.....	7
2.6 Deprem Etkisi.....	9
2.7 Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri.....	9
3. DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ.....	11
3.1 Giriş.....	11
3.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi.....	12
3.2.1 Artımsal eşdeğer deprem yüğü yönteminin uygulanabilirlik koşulları... 12	
3.2.2 Artımsal eşdeğer deprem yüğü yönteminde yapılan kabuller.....	13
3.2.3 Kapasite eğrisinin elde edilmesi.....	14
3.2.4 Modal kapasite eğrisinin elde edilmesi.....	16
3.2.5 Deprem talep spektrum eğrisinin elde edilmesi.....	17
3.2.6 Modal kapasite eğrisi ile deprem talep spektrum eğrisinin kesiştirilmesi 18	
3.2.7 Kesit hasarlarının tespit edilmesi.....	20
3.3 Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi.....	23
3.4 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi.....	24
3.5 Betonarme Yapılarda Güçlendirme.....	24
4. ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜĞÜ İLE İTME ANALİZİ YÖNTEMİ İLE 5 KATLI MEVCUT OKUL BİNASININ DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ.....	27
4.1 Giriş.....	27
4.2 Bina Hakkında Genel Bilgiler.....	29
4.3 Yapının Üç Boyutlu Olarak Modellenmesi.....	29

4.3.1 Yapının yük analizleri	31
4.3.2 Binanın yapısal eleman özellikleri	31
4.3.3 Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapının doğrusal deprem analizi.....	32
4.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü ile İtme Analizi Yönteminin Yapıdaki Uygulanabilirlik Tahkiki	33
4.5 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü ile İtme Analizi Yöntemi ile Performans Değerlendirilmesi	35
4.5.1 Yapısal elemanların etkin eğilme rijitliklerinin hesaplanması	35
4.5.2 Yapısal elemanların plastik mafsallık özelliklerinin belirlenmesi	36
4.5.2.1 Yapısal elemanların malzemelerinin modellenmesi.....	36
4.5.2.2 Yapısal elemanların modellenmesi.....	36
4.5.2.3 Kirişlerin moment-eğrilik bağıntılarının çıkarılması.....	38
4.5.2.4 Kolonların ve perdelerin moment-eğrilik bağıntılarının çıkarılması.....	38
4.5.2.5 Kolonların ve perdelerin kesit akma yüzeylerinin çıkarılması.....	39
4.5.3 Yapısal elemanların plastik mafsallık özelliklerinin SAP2000’de tanımlanması	41
4.5.3.1 Moment-eğrilik bağıntılarının SAP2000’de tanımlanması.....	41
4.5.3.2 Akma yüzeylerinin SAP2000’de tanımlanması.....	43
4.5.4 Statik itme analizi için tanımlanan analiz durumları	43
4.5.4.1 Podusey (düşey doğrultu) analiz durumu.....	44
4.5.4.2 Pox (x doğrultusu) analiz durumu.....	45
4.5.4.3 Poy (y doğrultusu) analiz durumu.....	46
4.5.5 Eşdeğer deprem yükü ile itme analizi sonuçları.....	47
4.5.5.1 X doğrultusunda eşdeğer deprem yükü ile itme analizi sonuçları.....	48
4.5.5.2 Y doğrultusunda eşdeğer deprem yükü ile itme analizi sonuçları.....	48
4.5.6 Talep tepe yer değiştirmesi sınırının belirlenmesi.....	49
4.5.6.1 X doğrultusunda talep tepe yer değiştirmesi sınırının belirlenmesi.....	50
4.5.6.2 Y doğrultusunda talep tepe yer değiştirmesi sınırının belirlenmesi.....	52
4.5.7 Talep tepe yer değiştirmesi sınırları ile itme analizi	55
4.5.8 Yapısal elemanlarda birim şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi	55
4.5.8.1 X doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti.....	58
4.5.8.2 Y doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti.....	59
4.5.8.3 X doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti.....	60
4.5.8.4 Y doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti.....	60
4.5.9 Yapının performans seviyesinin belirlenmesi	61
5. 5 KATLI MEVCUT OKUL BİNASININ GÜÇLENDİRİLMESİ VE ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE İTME ANALİZİ YÖNTEMİ İLE DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ.....	63
5.1 Giriş	63
5.2 Yapının Üç Boyutlu Modelinin Güncellenmesi	65
5.3 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Güçlendirilmiş Yapının Doğrusal Deprem Analizi.....	66
5.3.1 Güçlendirilmiş yapının temelinde zemin emniyet gerilmesi tahkiki.....	66
5.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü ile İtme Analizi Yöntemi ile Performans Değerlendirilmesi	68

5.4.1 Yeni yapısal elemanların malzeme modellerinin tanımlanması	68
5.4.2 Yeni yapısal elemanların tanımlanması	69
5.4.3 Statik itme analiz durumları için hesaplanan deprem yükleri	69
5.4.4 Statik itme analizi ve verilerin değerlendirilmesi	70
5.4.5 X ve Y doğrultuları için talep tepe yerdeğiştirmelerinin bulunması	71
5.4.6 Yapısal elemanlarda birim Şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi	72
5.4.6.1 X doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti	72
5.4.6.2 Y doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti	73
5.4.6.3 X doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti	74
5.4.6.4 Y doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti	75
5.4.7 Yapının performans seviyesinin belirlenmesi	75
6. SONUÇLARIN DEğERLENDİRİLMESİ	77
KAYNAKLAR	79
EKLER	81
EK A	83
EK B	91
EK C	135

KISALTMALAR

BS	: Beton Sınıfı
BÇ	: Beton Çeliği
BHB	: Belirgin Hasar Bölgesi
CG	: Can Güvenliği Performans Seviyesi
DBYBHY	: Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik
GB	: Göçme Bölgesi
GV	: Kesit Güvenlik Sınırı
GÇ	: Kesit Göçme Sınırı
GÖ	: Göçme Öncesi Performans Seviyesi
HK	: Hemen Kullanım Performans Seviyesi
İHB	: İleri Hasar Bölgesi
MHB	: Minimum Hasar Bölgesi
MN	: Kesit Minimum Hasar Sınırı
SAP 2000	: Integrated Software for Structural Analysis and Design
TS	: Türk Standardı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Deprem Etkisi Parametreleri	9
Çizelge 2.2 : Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	10
Çizelge 3.1 : Donatı çeliği malzemesine ait gerilme – şekil değiştirme değerleri.....	22
Çizelge 3.2 : Beton ve donatı çeliği malzemesinde performans değerlendirmesi için hasar sınırları.....	23
Çizelge 4.1 : X ve Y doğrultuları için eşdeğer deprem yükleri	33
Çizelge 4.2 : X doğrultusu için burulma düzensizliği katsayıları.....	34
Çizelge 4.3 : Y doğrultusu için burulma düzensizliği katsayıları.....	34
Çizelge 4.4 : Statik itme analizi için hesaplanan EX deprem yüklemesi.....	46
Çizelge 4.5 : Statik itme analizi için hesaplanan EY deprem yüklemesi.....	47
Çizelge 4.6 : X doğrultusuna ait M_{x1} ve Γ_{x1} hesaplanması.....	50
Çizelge 4.7 : X doğrultusuna ait kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi.....	50
Çizelge 4.8 : Y doğrultusuna ait M_{y1} ve Γ_{y1} hesaplanması.....	53
Çizelge 4.9 : Y doğrultusuna ait kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi.....	53
Çizelge 4.10 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	58
Çizelge 4.11 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	59
Çizelge 4.12 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	59
Çizelge 4.13 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	59
Çizelge 4.14 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	60
Çizelge 4.15 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	60
Çizelge 4.16 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	61
Çizelge 4.17 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	61
Çizelge 5.1 : X ve Y doğrultuları için eşdeğer deprem yükleri	66
Çizelge 5.2 : Statik itme analizi için hesaplanan yeni EX deprem yüklemesi.....	69
Çizelge 5.3 : Statik itme analizi için hesaplanan yeni EY deprem yüklemesi.....	70
Çizelge 5.4 : X doğrultusuna ait M_{x1} ve Γ_{x1} hesaplanması.....	70
Çizelge 5.5 : Y doğrultusuna ait M_{y1} ve Γ_{y1} hesaplanması.....	70
Çizelge 5.6 : Deprem etkileri ve doğrultularına göre a_{y1} ve C_{R1} değerleri	72

Çizelge 5.7 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	72
Çizelge 5.8 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti.....	73
Çizelge 5.9 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	73
Çizelge 5.10 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti	74
Çizelge 5.11 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	74
Çizelge 5.12 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	74
Çizelge 5.13 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	75
Çizelge 5.14 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti	75
Çizelge A.1 : Normal katta ve çatı katında kirişlere gelen yükler	83
Çizelge A.2 : Kolonların ve perdelerin boyutları ve donatı miktarları	86
Çizelge A.3 : Kirişlerin boyutları ve donatı miktarları	87
Çizelge B.1 : Mevcut yapı elemanlarının çatlamış kesitlerine ait eğilme rijitliği katsayıları.....	91
Çizelge B.2 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti.....	93
Çizelge B.3 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti.....	98
Çizelge B.4 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti.....	103
Çizelge B.5 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti.....	107
Çizelge B.6 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti	111
Çizelge B.7 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti	116
Çizelge B.8 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti	121
Çizelge B.9 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti	125

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1 : Kesit hasar sınırları ve bölgeleri	4
Şekil 2.2 : Yapı performans düzeyleri	5
Şekil 3.1 : Pekleşme Etkisine Göre Moment-Plastik Dönme Bağlılıları	13
Şekil 3.2 : Yapıya ait doğrusal ve doğrusal olmayan kapasite eğrileri [1]	15
Şekil 3.3 : Modal kapasite eğrisi	17
Şekil 3.4 : 1. deprem bölgesine ait tasarım depremi altında deprem talep spektrumu	18
Şekil 3.5 : $T_1 > T_B$ durumunda spektral yerdeğiştirmenin bulunması	19
Şekil 3.6 : $T_1 < T_B$ durumunda spektral yerdeğiştirmenin bulunması	19
Şekil 3.7 : Sargılı ve sargısız beton malzemesinin gerilme-şekil değiştirme bağlılıları	21
Şekil 3.8 : Donatı çeliği malzemesinin gerilme-şekil değiştirme bağlılıları	21
Şekil 4.1 : Zemin ve Normal kat kalıp planı	28
Şekil 4.2 : Yapının üç boyutlu SAP2000 modeli	30
Şekil 4.3 : C20 beton sınıfı için sargısız beton modeli	37
Şekil 4.4 : S220 donatı çeliği sınıfı için çelik modeli	37
Şekil 4.5 : Boyutları 30x70 olan kiriş için moment-eğrilik bağlılısı	38
Şekil 4.6 : Boyutları 30x60 olan kolon için X doğrultusunda moment-eğrilik bağlılısı	39
Şekil 4.7 : Boyutları 30x60 olan kolon için Y doğrultusunda moment-eğrilik bağlılısı	39
Şekil 4.8 : Boyutları 30x260 olan perde için 0 derecede akma yüzeyi	40
Şekil 4.9 : Boyutları 30x260 olan perde için 90 derecede akma yüzeyi	41
Şekil 4.10 : Boyutları 20x70 olan kirişin moment-eğrilik bağlılısının SAP2000’de tanımlanması	42
Şekil 4.11 : Boyutları 30x50 olan kolonun akma yüzeyinin SAP2000’de tanımlaması	44
Şekil 4.12 : Düşey doğrultudaki yüklemeleri içeren Podusey analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması	45
Şekil 4.13 : X doğrultusundaki yüklemeyi içeren Pox analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması	46
Şekil 4.14 : Y doğrultusundaki yüklemeyi içeren Poy analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması	47
Şekil 4.15 : SAP2000’de Pox analiz durumundan elde edilen kapasite eğrisi	48
Şekil 4.16 : SAP2000’de Poy analiz durumundan elde edilen kapasite eğrisi	49
Şekil 4.17 : Tasarım depremi için elde edilen deprem talep spektrumunun X doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile çakiştirilmesi	51

Şekil 4.18 : En büyük deprem için elde edilen deprem talep spektrumunun X doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile karşılaştırılması	52
Şekil 4.19 : Tasarım depremi için elde edilen deprem talep spektrumunun Y doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile karşılaştırılması	54
Şekil 4.20 : En büyük deprem için elde edilen deprem talep spektrumunun Y doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile karşılaştırılması	54
Şekil 4.21 : S123 markalı perdenin Y doğrultusundaki normal kuvvet-eğrilik bağıntısı	58
Şekil 5.1 : Güçlendirilmiş zemin ve normal kat kalıp planı	64
Şekil 5.2 : Yapının güncelleştirilmiş üç boyutlu SAP2000 modeli	65
Şekil 5.3 : Güçlendirilen yapının SAP2000’de radye temel ile modeli	67
Şekil 5.4 : C30 beton sınıfı için (a) Sargılı ve (b) Sargısız beton modelleri	68
Şekil 5.5 : S420 donatı çeliği sınıfı için çelik modeli	69
Şekil 5.6 : Tasarım depremi için elde edilen deprem talep spektrumunun X doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile karşılaştırılması	71
Şekil B.1 : X doğrultusunda tasarım depremi altında 30x260 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	129
Şekil B.2 : X doğrultusunda en büyük deprem altında 30x260 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	129
Şekil B.3 : Y doğrultusunda tasarım depremi altında 260x20 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	130
Şekil B.4 : Y doğrultusunda en büyük deprem altında 260x20 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	130
Şekil B.5 : X doğrultusunda tasarım depremi altında 60x90 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti	131
Şekil B.6 : X doğrultusunda tasarım depremi altında 30x630 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	131
Şekil B.7 : X doğrultusunda en büyük deprem altında 60x90 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti	132
Şekil B.8 : X doğrultusunda en büyük deprem altında 30x630 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	132
Şekil B.9 : Y doğrultusunda tasarım depremi altında 30x50 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti	133
Şekil B.10 : Y doğrultusunda tasarım depremi altında 300x30 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	133
Şekil B.11 : Y doğrultusunda en büyük deprem altında 30x50 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti	134
Şekil B.12 : Y doğrultusunda en büyük deprem altında 300x30 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti	134

SEMBOL LİSTESİ

A_c	: Kolon veya perdenin brüt kesit alanı
A_o	: Etkin Yer İvmesi Katsayısı
$a_1^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal ivme
a_{y1}	: Birinci moda ait eşdeğer akma ivmesi
c	: Tarafsız eksen uzunluğu
C_{R1}	: Birinci moda ait spektral yerdeğiştirme oranı
$d_1^{(i)}$: (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait modal yerdeğiştirme
$d_1^{(p)}$: Birinci moda ait modal yerdeğiştirme istemi
E_c	: Betonun elastisite modülü
E_s	: Donatı çeliğinin elastisite modülü
$(EI)_e$: Çatlamış kesite ait etkin eğilme rijitliği
$(EI)_o$: Çatlamamış kesite ait eğilme rijitliği
f_{cm}	: DBYBHY 2007 Bölüm 7.2'ye göre tanımlanan mevcut beton dayanımı [2]
f_{ym}	: DBYBHY 2007 Bölüm 7.2'ye göre tanımlanan mevcut donatı çeliği akma dayanımı [2]
f_c	: Sargılı betonda beton basınç gerilmesi
f_{cc}	: Sargılı beton dayanımı
f_{co}	: Sargısız betonun basınç
f_e	: Etkili sargılama basıncı
f_s	: Donatı çeliğindeki gerilme
f_{sy}	: Donatı çeliğinin akma dayanımı
f_{su}	: Donatı çeliğinin kopma dayanımı
f_{yw}	: Enine donatının akma dayanımı
g	: Yerçekimi ivmesi (9.81 m/s^2)
G	: Sabit yük simgesi
h	: Çalışan doğrultudaki kesit boyutu
H_i	: Binanın i'inci katının temel üstünden itibaren ölçülen yüksekliği (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda i'inci katın zemin kat döşemesi üstünden itibaren ölçülen yüksekliği)
I	: Bina önem katsayısı
I_{22}, I_{33}	: SAP2000'de çubuk elemanın lokal eksenlerdeki eylemsizlik momentleri
K_o	: Zemin yatak katsayısı
L_p	: Plastik mafsal boyu
M_{x1}	: Gözönüne alınan x deprem doğrultusunda binanın birinci doğal titreşim modundaki etkin kütle
M_{y1}	: Gözönüne alınan y deprem doğrultusunda binanın birinci doğal titreşim modundaki etkin kütle
m_i	: Binanın i'inci katının kütlesi ($m_i : W_i / g$)

N	: Binanın temel üstünden itibaren toplam kat sayısı (Bodrum katlarında rijit çevre perdelerinin bulunduğu binalarda zemin kat döşemesi üstünden itibaren toplam kat sayısı)
n	: Hareketli Yük Katılım Katsayısı
N_D	: Deprem hesabında esas alınan toplam kütlelerle uyumlu düşey yükler altında kolon veya perdede oluşan aksenal kuvvet
Q	: Hareketli yük simgesi
R	: Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı
R_a(T)	: Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı
R_{y1}	: Birinci moda ait Dayanım Azaltma Katsayısı
S(T)	: Spektrum Katsayısı
S_{ae}(T)	: Elastik spektral ivme [m/s ²]
S_{ae1}⁽¹⁾	: İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait elastik spektral ivme
S_{de1}⁽¹⁾	: İtme analizinin ilk adımında birinci moda ait doğrusal elastik spektral yer değiştirme
S_{di1}	: Birinci moda ait doğrusal elastik olmayan (nonlinear) spektral yer değiştirme
T	: Bina doğal titreşim periyodu [s]
T₁	: Binanın birinci doğal titreşim periyodu [s]
T_A, T_B	: Spektrum Karakteristik Periyotları [s]
V_i	: Gözönüne alınan deprem doğrultusunda binanın i'inci katına etki eden kat kesme kuvveti
V_t	: Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde gözönüne alınan deprem doğrultusunda binaya etkiyen toplam eşdeğer deprem yüğü (taban kesme kuvveti)
W	: Binanın, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak bulunan toplam ağırlığı
W_i	: Binanın i'inci katının, hareketli yük katılım katsayısı kullanılarak hesaplanan ağırlığı
ω₁	: Başlangıçtaki (i:1) itme adımında birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim moduna ait doğal açısal frekans
S_{di1}	: Birinci moda ait doğrusal olmayan spektral yerdeğiştirme
u_{xN1}⁽ⁱ⁾	: Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda ait yerdeğiştirme
u_{xN1}^(p)	: Binanın tepesinde (N'inci katında) x deprem doğrultusunda tepe yerdeğiştirme istemi
V_e	: Kolon, kiriş ve perdede esas alınan tasarım kesme kuvveti
V_{x1}⁽ⁱ⁾	: x deprem doğrultusunda (i)'inci itme adımı sonunda elde edilen birinci moda (hakim moda) ait taban kesme kuvveti
ε_{cg}	: Etriye içindeki bölgenin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirme
ε_{cu}	: Kesitin en dış lifindeki beton basınç birim şekildeğiştirme
ε_{sy}	: Donatı çeliğinin akma birim şekildeğiştirme
ε_s	: Donatı çeliğinin pekleşme başlangıcındaki birim şekildeğiştirme
ε_{su}	: Donatı çeliğinin kopma birim şekildeğiştirme
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	: Kesitte mevcut bulunan ve DBYBHY 2007 Bölüm 3.2.8'e göre "özel deprem etriyeleri ve çirozları" olarak düzenlenmiş enine donatının hacımsal oranı [2]
ρ_{sm}	: DBYBHY 2007 Bölüm 3.3.4, 3.4.4 veya 3.6.5.2'ye göre kesitte bulunması gereken enine donatının hacımsal oranı [2]
ΔF_N	: Binanın N'inci katına (tepesine) etkiyen ek eşdeğer deprem yükü
Δ_i	: Binanın i'inci katındaki azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{maks}$: Binanın i'inci katındaki maksimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{min}$: Binanın i'inci katındaki minimum azaltılmış görelî kat ötelemesi
$(\Delta_i)_{ort}$: Binanın i'inci katındaki ortalama azaltılmış görelî kat ötelemesi
δ_{maks}	: Binanın maksimum temel deformasyonu
δ_{min}	: Binanın minimum temel deformasyonu
γ_m	: Malzeme katsayısı
β_x, β_y	: Birinci hakim titreşim moduna ait etkin kütlelerin toplam yapı kütesine oranı
σ_{maks}	: Maksimum zemin gerilmesi
σ_{min}	: Minimum zemin gerilmesi
$\sigma_{z,em}$: Zemin emniyet gerilmesi

MEVCUT BİR OKUL BİNASININ ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ YÖNTEMİ İLE DEPREM PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE GÜÇLENDİRİLMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, DBYBHY 2007 Bölüm 7’de belirtilen doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden olan Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile itme analizinin mevcut betonarme bir okul binasının deprem performansının değerlendirilmesinde kullanılması irdelenmiştir. Orta bilgi seviyesinde olduğu kabul edilen betonarme okul yapısının talep deprem etkileri altında öngörülen performans hedeflerini sağlayamamasından dolayı, taşıyıcı sistem güçlendirilmiş ve aynı doğrusal olmayan yöntem kullanılarak güçlendirilmiş yapının performans hedeflerini sağlayabilecek kapasiteye geldiği gösterilmiştir.

Bölüm 1’de çalışmanın amacı ve kapsamı olan performans kavramı ve doğrusal olmayan yöntemlerin mevcut yapılar için kullanılması konusu ana hatlarıyla açıklanmıştır.

Çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümleri genel olarak performans kavramının ve doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden olan artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin deprem yönetmeliği çerçevesinde incelenmesi ve betonarme yapılarda uygulanması konuları üzerinde durmaktadır. Bölüm 3’de ayrıca diğer doğrusal olmayan analiz yöntemlerinden ve betonarme yapılarda yapılabilecek güçlendirme çeşitlerinden kısaca bahsedilmiştir.

Yöntemler ve kavramlar detaylı bir şekilde açıklandıktan sonra, dördüncü bölümde mevcut bir okul binasının yapısal olarak incelenmesi ile, artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile performans değerlendirilmesine sayısal bir örnek oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, yapının kapasitesi doğrultusunda deprem talep etkileri altında öngörülen performans hedeflerini sağlayıp sağlamadığı kontrol edilmiştir.

Bölüm 5’de bir önceki bölümde performans hedeflerini sağlayamadığı gösterilen mevcut okul binasının öngörülen performans hedeflerini sağlayabilmesi için güçlendirilmesi ve güçlendirilmiş yapının yeni performans değerlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

Sonuç bölümü olarak, Bölüm 6’da elde edilen analiz sonuçları irdelenmiş ve artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin mevcut betonarme binalarda kullanılabilirliği yorumlanmıştır. Ayrıca ek bölümünde yapılan güçlendirme çalışması mevcut okul binası için projelendirilmiştir.

SEISMIC PERFORMANCE EVALUATION AND STRENGTHENING OF AN EXISTING SCHOOL BUILDING BY INCREMENTAL EQUIVALENT EARTHQUAKE LOAD METHOD

SUMMARY

In this study, seismic performance evaluation of an existing reinforced concrete school building had been carried out by a nonlinear pushover analysis method, which is given in the Turkish Earthquake Code 2007 Section 7, as Incremental Equivalent Earthquake Load Method. The reinforced concrete school building, which is accepted that is at an average information level, had not been able to manage its projected performance targets under required seismic effects so that the structural system had been strengthened. It is stated that by using the same nonlinear method, the strengthened structure had come to a capacity level to manage its performance targets. In Section 1, the performance concept and the application of the nonlinear methods for existing structures, which are the purpose and the scope of this study, are explained briefly.

In general, the performance concept and the incremental equivalent earthquake load method that is one of the nonlinear analysis methods are examined as part of the earthquake code for their application on the reinforced concrete structures in the second and the third sections. Besides, in Section 3, the other nonlinear analysis methods and the strengthening types for reinforced concrete structures are mentioned.

After these concepts and methods are examined in detail, in Section 4, a numerical example for seismic performance evaluation by the incremental equivalent earthquake load method is formed by examining of an existing school building structurally. At the end of the analysis, it is checked whether the structure is able to have its projected performance targets under required seismic effects according to its capacity.

In Section 5, the strengthening and the new performance evaluation of the existing building, that had not been able to manage its performance targets in the previous section, are elaborated so that the structure can manage its projected performance targets.

As a concluding section, in Section 6, the analysis results are examined and the application of the incremental equivalent earthquake load method for the existing reinforced concrete buildings is interpreted. Furthermore, the strengthening of the existing school building is designed and drawn in the additional section.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş ve Çalışmanın Kapsamı

Yeryüzünde zamanının ve yerinin kestirilemediği doğal felaketler, maddi ve manevi birçok zarar vermektedir. Doğal felaketlerin oluşmasını engellemek insanoğlunun yetilerinin ötesindedir, fakat doğal felaketlerin verdiği tahribatın en aza indirgenmesi bilim ile yakından ilgilenen ve eğitim almış insanların üzerinde çalışabileceği ve çözümler bulabileceği bir alandır.

Deprem etkisi, şiddetine göre yeryüzünde can ve mal kayıplarına yol açmaktadır, çok şiddetli depremlerde yurdumuz dışında dev dalga (tsunami), volkan patlaması ..vb. gibi başka doğal afetlere yol açtığını da görmekteyiz. Yurdumuzda meydana gelen depremlerde, yapıldığı yılda yürürlükte olan deprem yönetmeliklerine uygun olarak yapılmış ya da uygun olarak yapılmamış olan mevcut betonarme binaların deprem öncesi ve sonrası güvenliklerinin, sadece dış görünüşü göze alınarak incelenmesinden sonra, çok aşağı seviyelerde olduğunu bu konularda bilgi sahibi olmayan insanlar bile anlayabilmektedir. Akademisyenler ve mühendisler yapıların oluşabilecek herhangi bir deprem etkisi altında can ve mal güvenliğini sağlamak amacıyla en iyi performansı verebilmesi için deprem etkilerine karşı pratik, ekonomik ve güvenli çözümler üretmektedirler.

2007 yılında yayınlanarak yürürlüğe giren Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik, özellikle mevcut binaları değerlendirme ve güçlendirme konusunda getirdiği performans yaklaşımı ile ülkemizde deprem mühendisliği uygulamalarında önemli bir açılım yapmıştır. Deprem yönetmeliğinde belirtilen bu kavramların yapı mühendisliği eğitiminde ileride gerçeğe daha yakın değişimlere yol açacağı kuşkusuzdur. Bununla birlikte yeni yönetmelikle uygulama yaşamımıza giren performans esaslı deprem mühendisliğinin anlaşılması ve yerleşmesi zaman alacaktır [1].

Ülkemizde depremlerin büyük hasarlara yol açmasının en önemli sebebi, binaların yapılma tarihleri ne olursa olsun deprem etkileri düşünülmeden tasarlanmış ve

yapılmış olmalarıdır. Yurdumuzda mevcut binaların büyük bir kısmı deprem etkilerine karşı gerekli olan dayanıma sahip değildir. Bu sebeple ileride meydana gelecek ve nüfus yoğunluğu çok fazla olan yerleşim bölgelerini etkileyecek depremlerde deprem zararlarının azaltılabilmesi için öncelikle mevcut binaların deprem performanslarının belirlenmesi gereklidir. Özellikle yıkılma veya ağır hasar görme riski yüksek olan binaların güçlendirilmesi, eğer güçlendirme işlemi ekonomik olarak verimli değilse de yıkılarak yeniden yapılması depremde en etkili zarar azaltma önlemdir [1].

DBYBHY 2007 Bölüm 7’de belirtilen performans kavramının değerlendirilebilmesi için iki yöntem tanımlanmıştır [2]. Doğrusal elastik olmayan yöntemler performans bazlı depreme dayanıklı yapı tasarımında günümüzde kullanılan doğrusal analiz yöntemlerinin aksine daha gerçekçi yaklaşımlar getirmektedir.

Doğrusal elastik olmayan değerlendirme yöntemlerinin esası, yer değiştirme ve şekildeğiştirme esaslı değerlendirmenin temel alındığı ve genel olarak malzeme ve geometri değişimleri bakımından doğrusal olmayan sistem hesabına dayanan yöntemlerde, belirli bir deprem etkisi için binadaki yer değiştirme istemine ulaşıldığında yapıdan beklenen performans hedefinin sağlanıp sağlanmadığının kontrol edilmesidir [3].

Bu çalışmada, doğrusal elastik olmayan yöntemlerden artımsal eşdeğer deprem yükü ile itme analizi incelenerek, mevcut betonarme bir binanın performansı bu yöntem kullanılarak performans hedefleri doğrultusunda kontrol edilecektir. Öngörülen performans hedeflerini sağlayamayan bina, yönetmelik çerçevesinde güçlendirilecek ve aynı analiz yöntemi kullanılarak ilgili deprem etkileri altında performans hedeflerinin sağlanmasına çalışılacaktır.

2. PERFORMANS KAVRAMI

2.1 Giriş

Depreme dayanıklı tasarımda, yeni yapılacak olan binalar için deprem yönetmelikleri çeşitli deprem olasılıkları altında can ve mal güvenliğini sağlamak amacıyla yapının kapasitesini geliştirerek farklı deprem analiz yöntemleri kullanarak performansa dayalı tasarımın geliştirilmesine önayak olmuşlardır. Ayrıca performansa dayalı tasarım, önceki yönetmeliklere göre tasarlanmış olan mevcut yapıların değerlendirilmesini ve yapıların günümüz yönetmelik şartlarına ekonomik ve gerçekçi yaklaşımlarla uygun hale getirilmesini sağlamıştır.

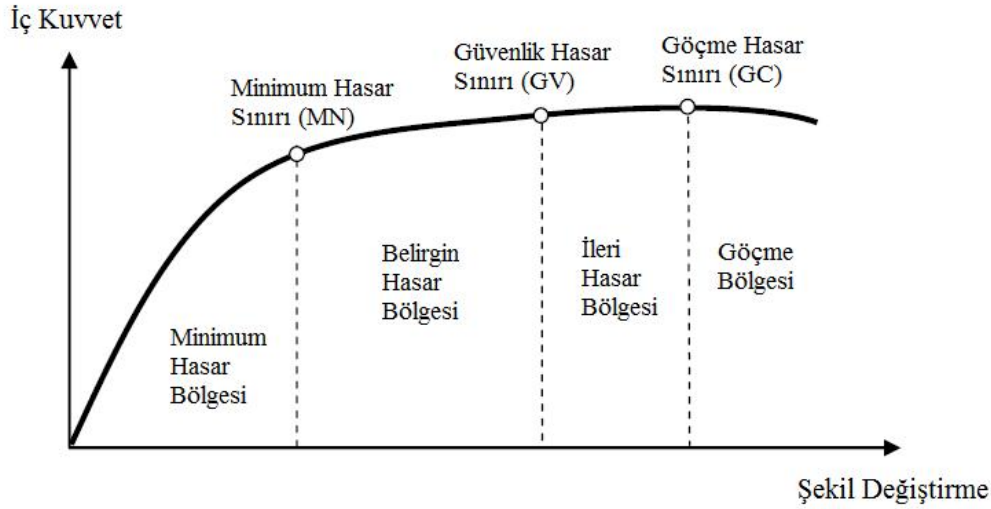
Doğrusal analiz yöntemleri, binanın gerçek davranışı olan elastik ötesi davranışı çözümleyememektedir, bu sebeple doğrusal olmayan analiz yöntemleri yapının yapısal elemanlarının kapasitelerinin ötesinde gerçekleşen bu davranışı için, DBYBHY 2007 doğrusal olmayan analiz yöntemleri ve performans koşulları belirlemiştir. Bu bölümde, yönetmelik çerçevesinde yapı performansının ne olduğu, seviyeleri, deprem hareketinin yapı performansı ile ilişkisi ve mevcut yapıların performansını incelememiz için gereken yapısal bilgilerin nasıl sınıflandırıldığı incelenecektir.

2.2 Doğrusal Olmayan Analizde Performans Kavramı

Doğrusal olmayan analiz, yapının deprem hareketi doğrultusunda yerdeğiştirmesi ile beraber yapısal elemanlarındaki şekil değiştirmelerin izlenmesini sağlamaktadır. Performansa dayalı tasarım ilk olarak yapının elastik sınırlar ötesinde dayanım ve şekil değiştirme kapasitesini belirlemeye dayanır. Daha sonra bu kapasitenin karşı koyacağı yüklemeler olmalıdır, bu deprem etkileri talep olarak adlandırılır. Performans ise, kapasite ve talebin karşılaştırılmasından sonra sınırları çerçevesinde değerlendirilecek bir kavramdır. Yapılarda depremsel performans, deprem etkisi altındaki yapılarda önceden belirlenen hasar sınırları doğrultusunda oluşan en büyük şekil değiştirmelerin belirlenmesi ve sınıflandırılması gibi de tanımlanabilir.

2.3 Yapısal Elemanların Hasar Sınırları ve Bölgeleri

Yapısal elemanlarda performans değerlendirilmesi yapısal elemanların kesitlerinin hasar sınırlarını belirleyerek yapılır. Yapısal eleman kesitlerinin davranışları sünek veya gevrek olarak adlandırılır. Performans değerlendirilmesi sünek davranış gösteren yapısal elemanlar için Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1 : Kesit hasar sınırları ve bölgeleri

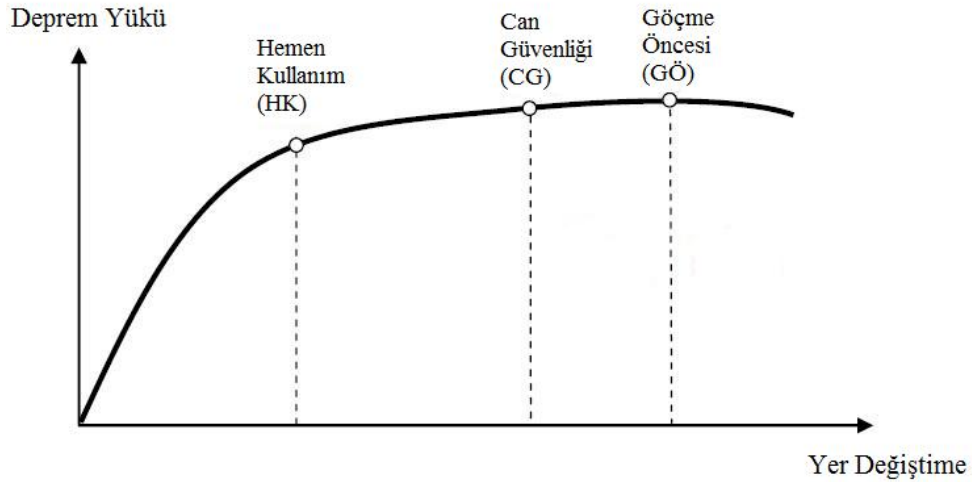
Şekil 2.1’de gösterilen grafiğin ilk bölümünde, grafik elastik davranışa yakın bir davranış sergilerken, iç kuvvet artmaya devam ettikçe elasto-plastik davranış ortaya çıkmaktadır. Yapısal elemanlardaki elastik ötesi davranışın başlangıcı, Minimum Hasar Sınırı (MN) olarak adlandırılmıştır. Şekil değiştirmeler artmaya devam ettikçe, Göçme Hasar Sınırı (GC) iç kuvvetlerin azaldığı yani yüklerin boşalmaya başladığı nokta olarak tanımlanmıştır. Hasarların belirgin seviyeden ileri hasar seviyesine geçmeye başladığı yani yapı güvenliğinin azalmaya başladığı an, Güvenlik Hasar Sınırı (GV) olarak ortaya çıkmaktadır [4].

Hasar sınırları belirtilen grafik yardımıyla, doğrusal olmayan analiz sonucu elde edilen, sünek davranış gösteren yapısal elemanların beton malzemesi ve donatı çeliği malzemesi şekil değiştirmeleri, eğilme momenti ve eksenel kuvvet değerleri hesaba katılarak hasar sınırları için belirtilen şekil değiştirmelerle kıyaslanır. Betondaki birim kısalma ve donatıdaki birim kısalma ve uzama değerleri, bu sınır değerler ile değerlendirilir ve performans noktaları bulunur.

Gevrek davranış gösteren yapısal elemanlar, Şekil 2.1’de gösterilen iç kuvvet-şekil değiştirme bağıntısına uygun değildir. TS-500’e göre kesme kapasitesi, eğilme kapasitesine bağlı hesaplanan kesme kuvvetinden büyük olan yapısal elemanların kesitleri sünek davranış sergiler, aksine gevrek davranış gösteren elemanlar Şekil 2.1’de gösterilen Göçme Bölgesinde kabul edilir [5].

2.4 Betonarme Yapılarda Deprem Performansı

Yapıların deprem performansı, herhangi bir deprem doğrultusunda yapıda oluşması beklenen hasarların durumu ile belirlenir ve dört farklı performans seviyesi esas alınarak tanımlanmıştır. Analiz yöntemleri sonucu eleman hasar bölgelerine karar verilmesi ile bina deprem performans düzeyi belirlenir. Benzer şekilde kesit hasar sınırları eğrisine benzetebilecek performans düzeyleri eğrisi deprem yükü ve yerdeğiştirme bağıntısında oluşan sınır performans noktalarını gösterir. Elastik davranışa yakın bölümün sınırlandığı performans noktası Hemen Kullanım Performans Seviyesi (HK), dış deprem yükünün yapıda boşalmaya başladığı Göçme Öncesi Performans Seviyesi (GÖ) ve yatay yük kapasitesinin şekil değiştirmelerle güvenli olarak seyrettiği nokta Can Güvenliği Performans Seviyesi (CG) olarak tanımlanmıştır [4]. Şekil 2.2’de bu eğri gösterilmiştir.



Şekil 2.2 : Yapı performans düzeyleri

Yapıların deprem performansının belirlenmesi için uygulanacak kurallar aşağıda verilmiştir.

2.4.1 Hemen kullanım performans seviyesi (HK)

Yapının tüm yapısal elemanlarının bu performans seviyesinde kapasiteleri bir deprem etkisi sonrası hemen hemen korunmaktadır ve çok sınırlı yapısal hasar meydana gelmektedir.

DBYBHY 2007 Bölüm 7.7.2'e göre herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda kirişlerin en fazla %10'u Belirgin Hasar Bölgesi'ne geçebilir, ancak diğer taşıyıcı elemanlarının tümü Minimum Hasar Bölgesi'ndedir. Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, bu durumdaki binaların Hemen Kullanım Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir [2].

2.4.2 Can güvenliği performans seviyesi (CG)

Yapıda yerel veya toptan göçme bu performans seviyesinde gözlemlenmez çünkü yapıda ek bir kapasite önemli hasarlar olmasına rağmen bu göçme durumlarını engeller.

DBYBHY 2007 Bölüm 7.7.3'e göre Eğer varsa, gevrek olarak hasar gören elemanların güçlendirilmeleri kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Can Güvenliği Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir [2]:

- (a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %30'u ve kolonların aşağıdaki (b) paragrafında tanımlanan kadarı İleri Hasar Bölgesi'ne geçebilir.
- (b) İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların, her bir katta kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine toplam katkısı %20'nin altında olmalıdır. En üst katta İleri Hasar Bölgesi'ndeki kolonların kesme kuvvetleri toplamının, o kattaki tüm kolonların kesme kuvvetlerinin toplamına oranı en fazla %40 olabilir.
- (c) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi veya Belirgin Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.

2.4.3 Göçme öncesi performans seviyesi (GÖ)

Yapılarda yapısal elemanlarda yerel göçmeler görülebilir, fakat bina bütünlüğü korunmaktadır, can güvenliği bakımından yapı kullanılmamalıdır.

DBYBHY 2007 Bölüm 7.7.4'e göre, Gevrek olarak hasar gören tüm elemanların Göçme Bölgesi'nde olduğunun gözönüne alınması kaydı ile, aşağıdaki koşulları sağlayan binaların Göçme Öncesi Performans Düzeyi'nde olduğu kabul edilir [2]:

- (a) Herhangi bir katta, uygulanan her bir deprem doğrultusu için yapılan hesap sonucunda, ikincil (yatay yük taşıyıcı sisteminde yer almayan) kirişler hariç olmak üzere, kirişlerin en fazla %20'si Göçme Bölgesi'ne geçebilir.
- (b) Diğer taşıyıcı elemanların tümü Minimum Hasar Bölgesi, Belirgin Hasar Bölgesi veya İleri Hasar Bölgesi'ndedir. Ancak, herhangi bir katta alt ve üst kesitlerinin ikisinde birden Minimum Hasar Sınırı aşılmış olan kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetlerinin, o kattaki tüm kolonlar tarafından taşınan kesme kuvvetine oranının %30'u aşmaması gerekir.
- (c) Binanın mevcut durumunda kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır.

2.4.4 Göçme durumu

DBYBHY 2007 Bölüm 7.7.4'e göre, Bina Göçme Öncesi Performans Düzeyi'ni sağlayamıyorsa Göçme Durumu'ndadır. Binanın kullanımı can güvenliği bakımından sakıncalıdır [2].

2.5 Betonarme Yapılarda Bilgi Toplanması ve Bilgi Düzeyleri

Taşıyıcı sistemlerin deprem performanslarının elde edilmesi için taşıyıcı sistem hakkında yapısal bilgilerin bilinmesi gerekmektedir. Elde edilmesi gereken bilgiler, yönetmelikte Bina Geometrisi, Eleman Detayları ve Malzeme Özellikleri olarak adlandırılmış üç başlık altında toplanmıştır [2].

Mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgiler, binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilecektir. Binalardan bilgi toplanması kapsamında yapılacak işlemler, yapısal sistemin

tanımlanması, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin saptanması, varsa mevcut hasarın ve evvelce yapılmış olan değişiklik ve/veya onarımların belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin saptanması, sahada derlenen tüm bu bilgilerin binanın varsa projesine uygunluğunun kontrolüdür [4].

Bina Geometrisi, Eleman Detayları ve Malzeme Özellikleri bakımından değerlendirilen yapılar, elde edilen bilgilerin kapsamına göre Bilgi Düzeyleri bakımından sınıflandırılır ve buna bağlı olarak Bilgi Düzeyi Katsayısı her bir düzey için tanımlanır. Elde edilen katsayılar, yapısal elemanların kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılır. Bilgi düzeyleri üç başlık altında toplanmıştır.

- Sınırlı Bilgi Düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değildir. Taşıyıcı sistem özellikleri binada yapılacak ölçümlerle belirlenir. Sınırlı bilgi düzeyi “Deprem Sonrası Hemen Kullanımı Gereken Binalar” ile “İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar” için uygulanamaz. Kesit ve kapasite hesaplarında beton basınç dayanımı (f_{cm}) için yapılan deneyler sonucu elde edilen en düşük beton basınç dayanımı kullanılacaktır. Bilgi düzeyi katsayısı kapasite hesaplarında 0,70 olarak kullanılacaktır.
- Orta Bilgi Düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcut değilse, sınırlı bilgi düzeyine göre daha fazla ölçüm yapılır. Eğer mevcut ise, sınırlı bilgi düzeyinde belirtilen ölçümler yapılarak proje bilgileri doğrulanır. Kesit ve kapasite hesaplarında beton basınç dayanımı (f_{cm}) için yapılan deneyler sonucu elde edilen ortalama beton basınç dayanımı ile standart sapmanın farkı kullanılacaktır. Bilgi düzeyi katsayısı kapasite hesaplarında 0,90 olarak kullanılacaktır.
- Kapsamlı Bilgi Düzeyi: Binanın taşıyıcı sistem projeleri mevcuttur. Proje bilgilerinin doğrulanması amacıyla yeterli düzeyde ölçümler yapılır. Kesit ve kapasite hesaplarında beton basınç dayanımı (f_{cm}) için yapılan deneyler sonucu elde edilen ortalama beton basınç dayanımı ile standart sapmanın farkı kullanılacaktır. Bilgi düzeyi katsayısı kapasite hesaplarında 1,00 olarak kullanılacaktır.

Deprem performansı ile ilgili değerlendirme yapabilmek için yapısal bilgiler, yapısal elemanların kapasitelerine etki etmektedir, yukarıda belirtilen beton basınç dayanımı

yanı sıra, donatı çeliği karakteristik dayanımı donatı akma gerilmesi (f_{ym}) olarak kullanılır. Performans analizinde, malzeme modellerinde beton ve donatı malzeme dayanımları, malzeme katsayısı (γ_m) ile azaltılmaz ve mevcut dayanımlar kullanılır.

2.6 Deprem Etkisi

Performansa dayalı tasarımda, kullanım amacına göre beklenen yapı performans seviyelerinin hangi tür deprem etkisi altında elde edilmesi gerektiğinin belirlenmesi gerekir. Bu sebeple, performans analizlerinde kullanılmak için farklı düzeylerde deprem etkileri tanımlanmalıdır. Deprem etki düzeyi, spektrum eğrisinin tanımlanması ile belirlenir. Spektrum eğrisi, yönetmelikte tasarım depremi olarak adlandırılan deprem türü etkisi altında belirlenmiştir. Spektrum eğrileri, deprem etkilerinin yapı ömrü içerisindeki 50 yıllık zaman dilimindeki aşılma olasılığı ve dönüş periyodu ile belirlenmektedir [4]. Deprem etkisi parametreleri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Deprem Etkisi Parametreleri

Deprem Türü	Deprem Etkisi Katsayısı	50 yılda Aşılma Olasılığı	Ortalama Dönüş Periyodu
Kullanım Depremi	0,50	% 50	72 yıl
Tasarım Depremi	1,00	% 10	474 yıl
En Büyük Deprem	1,50	% 2	2475 yıl

Çizelge 2.1’de gösterilen deprem etkisi katsayıları, tasarım depremi altında tanımlanmış deprem spektrumuna etki etmektedir. Farklı deprem türleri altındaki deprem performansları için, spektrum bu katsayılar altında değişecektir.

2.7 Binalar İçin Hedeflenen Performans Düzeyleri

Binalar için hedeflenen performans düzeyleri, bina kullanım amacı ve Çizelge 2.1’de gösterilen deprem türleri bakımından Çizelge 2.2’de gösterilmiştir. Yapısal kesitlerin hasar durumundan elde edilen bilgiler kat bazında performans değerlendirilmesi için gerekir. Bu şekilde taşıyıcı sistem için performans düzeyi belirlenir.

Çizelge 2.2’de bina türleri için öngörülen performans düzeyleri, bina önem katsayısının (I) performans analizinde farklı yorumlanmış halini göstermektedir. Farklı deprem türleri altında tasarım depremi için tanımlanmış olan deprem

spektrumunun doğrusal olmayan analiz için bina önem katsayısı ($I=1,0$) olarak alınmaktadır.

Çizelge 2.2 : Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

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

3. DOĞRUSAL OLMAYAN ANALİZ YÖNTEMLERİ

3.1 Giriş

Yapılan bu çalışmanın bu bölümünde, performans kavramını betonarme bir yapı üzerinde uygulayabilmek için gereken doğrusal ve doğrusal olmayan yöntemlerden, doğrusal olmayan analiz yöntemleri irdelenecektir.

Doğrusal analiz yöntemlerinde, yapıdaki elemanların bazı kabullerle ve katsayılarla elastik davranış gösterdiği kabul edilir, aslında yapısal elemanlar elasto-plastik bir davranış göstermektedir. Yapısal elemanların sahip olduğu fiziksel özellikleri gelebilecek herhangi bir kuvvete karşı gösterebileceği kapasiteleri belirlemektedir. Doğrusal elastik hesapta, bu kapasiteler yapısal elemanlar için bir sınır oluşturmaktadır, fakat kapasite ötesindeki davranış yani yapısal elemanların malzemelerinin akma dayanımlarını aşmış bir duruma geçmeleri ve yapının bütünün mekanizma durumuna geçene kadar geçirdiği süreç, doğrusal olmayan elasto-plastik davranışı tanımlamaktadır ve yapının gerçeğe daha yakın olan bu davranışı, yapı hakkında daha sağlıklı ve ekonomik sonuçlar elde etmemize yardım etmektedir. Ayrıca, yapının eleman bazında göçme durumları ve yerel göçme durumlarında oluşabilecek kuvvet dağılımları ancak doğrusal olmayan analiz yöntemleri ile izlenebilmektedir.

DBYBHY 2007 kapsamında yer alan doğrusal elastik olmayan analiz yöntemleri, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi, Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi ve Zaman Tanım Alanında Hesap Yöntemi'dir. İlk iki yöntem, DBYBHY 2007'de doğrusal olmayan deprem performansının belirlenmesi ve güçlendirme hesapları için temel alınan Artımsal İtme Analizi'nde kullanılacak olan yöntemlerdir [2].

Bu çalışmada, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi yöntemi ile mevcut betonarme bir yapının performans değerlendirilmesi yapılacaktır. Yapının üç boyutlu bilgisayar modeli için gerekli şartlar sağlanarak, analiz sonucu modal kapasite eğrisi elde edilecektir. Bu eğri, deprem talep spektrumu ile kesiştirilerek, öngörülen performans durumları için olası deprem koşullarında tepe yerdeğiştirmesi elde

edilecektir. Bunun sonucunda yapılan analizlerde yapının X ve Y doğrultularında oluşacak plastik mafsallarının yapı elemanlarında oluşturduğu şekil değiştirmelerinin sınır şekil değiştirmeler ile karşılaştırılmasıyla hasar tespiti yapılarak, performans değerlendirilmesi yapılacaktır.

3.2 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile İtme Analizi

Yerdeğiştirme ve şekil değiştirme değerlerine bağılı değerlendirilmenin irdelendiğı bu yöntemde, belirli bir yatay deprem yüğü dağılımı için yapıdaki tepe yerdeğiştirme talebine ulaşıldığında, olası deprem koşulları altında beklenen performans hedeflerinin belirtilen koşullar çerçevesinde sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmektedir.

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi'nde amaç, X ve Y doğrultusunda birinci (deprem doğrultusunda hakim) titreşim mod şekli ile orantılı olacak şekilde, deprem talep sınırına kadar monotonik olarak adım adım arttırılan eşdeğer deprem yüklerinin etkisi altında doğrusal olmayan itme analizi'nin yapılmasıdır.

Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yönteminin adım adım uygulanması ve dikkat edilmesi gereken hususlar DBYBHY 2007 çerçevesinde açıklanacaktır:

3.2.1 Artımsal eşdeğer deprem yüğü yönteminin uygulanabilirlik koşulları

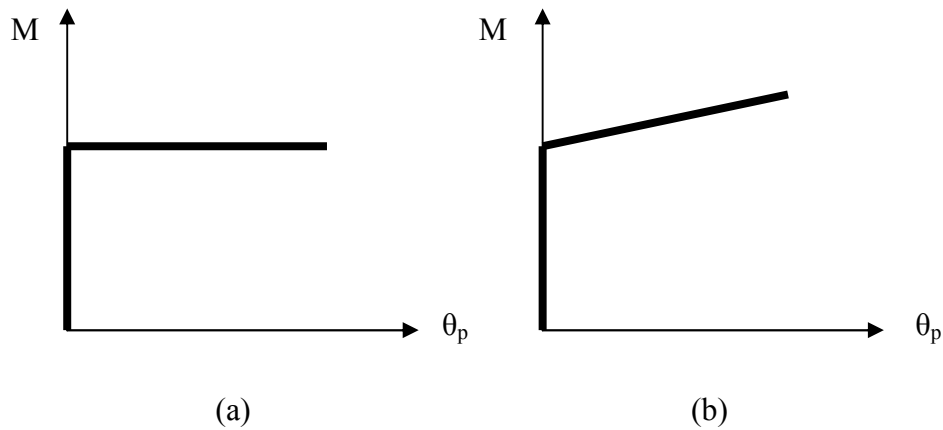
Doğrusal olmayan analiz ile çözülecek bir betonarme taşıyıcı sistemde, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ancak betonarme taşıyıcı sistem DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.2.'de belirtilen koşulları sağlayabilirse, kullanılabilir [2]. Bu şartlar;

- i. Yapının kat sayısının bodrum hariç 8 kattan fazla olmaması,
- ii. Herhangi bir katta ek dışmerkezlik gözönüne alınmaksızın doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan burulma düzensizliği katsayısının $\eta_{bi} < 1.4$ koşulunu sağlaması,
- iii. Gözönüne 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 olmasıdır.

3.2.2 Artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminde yapılan kabuller

Doğrusal elastik olmayan davranışın idealleştirilebilmesi için, DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.4.'e göre yapısal elemanların fiziksel özelliklerini ilgilendiren bazı kabullerin yapılması gereklidir [2].

- i. Malzeme bakımından doğrusal elastik olmayan davranışın idealleştirilmesi için, yığılı plastik davranış modeli kullanılacaktır. Basit eğilme durumunda plastik mafsalsal hipotezi'ne karşı gelen bu modelde, çubuk eleman olarak idealleştirilen kiriş, kolon ve perde türü yapı elemanlarındaki iç kuvvetlerin plastik kapasitelerine eriştiği sonlu uzunluktaki bölgeler boyunca, plastik şekil değiştirmelerin düzgün yayılı biçimde oluştuğu varsayılmaktadır. Plastik mafsalsal boyu olarak adlandırılan plastik şekil değiştirme bölgesinin uzunluğu (L_p), çalışan doğrultudaki kesit boyutu (h)'nin yarısına eşit kabul edilecektir ($L_p = 0,5 h$).
- ii. Plastik kestiler, yığılı plastik davranış modeline göre yaklaşık idealleştirmelerle üç boyutlu modelde çubuk elemanların uçlarına konulabilir.
- iii. Plastik kesitlerin iç kuvvet-şekil değiştirme bağıntılarında Şekil 3.1(a)'da görüldüğü üzere pekleşme etkisi (plastik dönme artışına bağlı olarak plastik momentin artışı) yaklaşık olarak terk edilebilir ya da göz önüne alınacaksa Şekil 3.1(b)'de görüldüğü üzere bir pekleşme modeli uygulanabilir.



Şekil 3.1 : Pekleşme Etkisine Göre Moment-Plastik Dönme Bağıntıları

- iv. Hem aksenal kuvvet, hem de eğilme momentleri etkisi altındaki kolonların ve perdelerin kesitlerinin akma yüzeyi diyagramları mevcut malzeme dayanımları kullanılarak elde edilmesi ve eğrisel değişimin düzlemsel bir şekilde idealleştirilebilmesi kabul edilebilir [4].
- v. Tablalı kiriş kesitlerinde kapasiteye etki edebilecek tabladaki beton ve donatı miktarı gözönüne alınabilir [4].
- vi. Yapının sahip olduğu malzemeleri modellerken mevcut malzeme dayanımları kullanılır ve sargılı beton malzemesi modellenirken Mander teorik gerilme - şekil değiştirme modeli uygulanır.
- vii. Deprem etkisinin tanımında, elastik ivme spektrumu kullanılacaktır, fakat deprem talep spektrumun tanımlanmasında Bina Önem Katsayısı ($I = 1,0$) uygulanmayacaktır çünkü DBYBHY 2007 Tablo 7.7 bu uygulamayı bina kullanım amaçlarına göre performans açısından yeniden tariflemiştir.
- viii. Betonun maksimum basınç birim şekildeğiştirmesi 0,003, donatı çeliğinin maksimum birim şekildeğiştirmesi ise 0,01 alınabilir.
- ix. Betonarme yapısal elemanlarda, çatlama kesitlere ait eğilme rijitlikleri kullanılmalıdır. Bu değerler, yapısal eleman çeşitlerine göre Denklem (3.1), (3.2) ve (3.3) kullanılarak hesaplanır.

Kirişlerde,

$$(EI)_e = 0,40 (EI)_o \quad (3.1)$$

Kolonlarda ve Perdelerde,

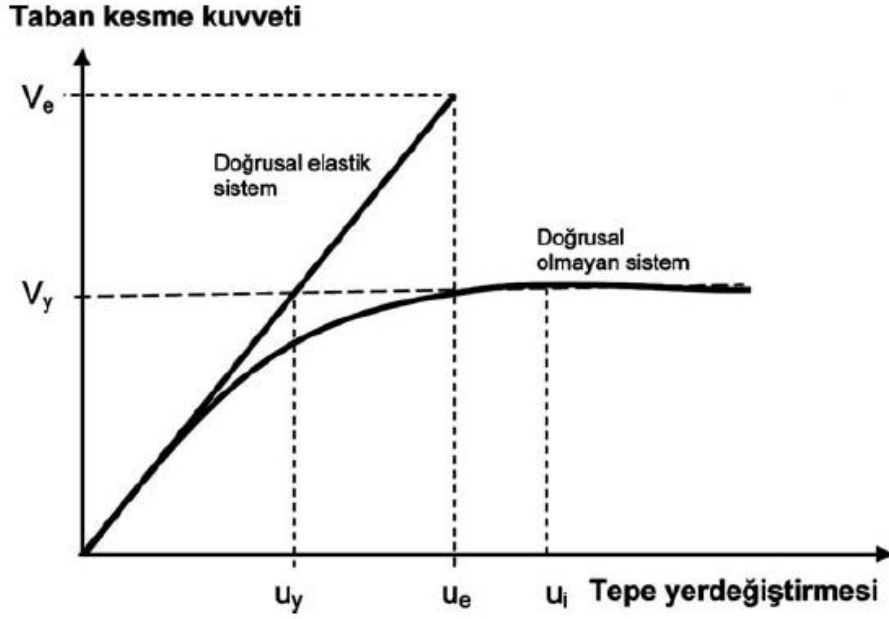
$$N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0,10 \quad (EI)_e = 0,40 (EI)_o \quad (3.2)$$

$$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0,40 \quad (EI)_e = 0,80 (EI)_o \quad (3.3)$$

3.2.3 Kapasite eğrisinin elde edilmesi

Doğrusal olmayan analizde, tüm bir yapının kapasitesi doğrusal olmayan statik itme eğrisi ile gösterilir. Doğrusal bir analizde taban kesme kuvveti ve tepe yerdeğiştirmesi bağıntısı doğrusal olarak artar, fakat doğrusal olmayan analizde yatay yüklerin modal şekli esas alarak monotonik olarak arttırılmasıyla yapı elemanlarının kapasite ötesi elasto-plastik davranışlarıyla sistemin mekanizma durumuna kadar gitmesiyle sonuçlanan bir itme analizi eğrisi tanımlanır. İtme

analizinin her adımında plastik kesitlerin sayısı artar ve analiz mekanizma durumunda yani sistemin yatay yükleri taşıyamaz hale gelmesi ile sonuçlanır [4]. Şekil 3.2’de bütün bir yapıya ait doğrusal ve doğrusal olmayan örnek kapasite eğrileri gösterilmiştir [1].



Şekil 3.2 : Yapıya ait doğrusal ve doğrusal olmayan kapasite eğrileri [1]

Statik itme eğrisi diye de adlandırılan kapasite eğrisini oluşturan statik itme analizinin her adımında yatay kuvvet artmaktadır, buna bağlı olarak da tepe yerdeğiştirmesi artmakta ve taşıyıcı sistemin elemanlarında hasarlar ortaya çıkmaktadır ve bu hasarlar her adımda büyümektedir. Statik itme analizi ile kapasite eğrisinin elde edilebilmesi için, sıralanan adımların uygulanması gerekmektedir:

- Statik itme analizi yapan bir bilgisayar programında yapının üç boyutlu geometrik modeli oluşturulur.
- Yapının ağırlığı ifade eden kombinasyon altında doğrusal elastik bir analiz yapılır ve düşey yapı elemanlarına gelen eksenel yükler bulunur.
- Yapısal elemanların Denklem (3.1), (3.2) ve (3.3) kullanılarak çatlamış kesitlerine ait eğilme rijitlikleri hesaplanır ve ilgili kesitlere atanır.
- Yapı elemanlarının malzeme modelleri kesitlerde iteratif hesap yapabilen bir bilgisayar programında oluşturulur. Yapı elemanlarının taşıdığı yüklerle göre

moment-eğrilik bağıntıları ve akma diyagramları, bilgisayar programına hesaplatılır.

- Statik itme analizi yapabilen bilgisayar programında modellenen yapı elemanlarının uç noktalarına tanımlanan plastik kesit özellikleri atanır. Plastik kesit özellikleri kesitlere atanmadan önce idealleştirilmelidir.
- Statik itme analizi için düşey doğrultuda ve ilgili deprem doğrultularında ilgili doğrusal yüklemelerden doğrusal olmayan analiz durumları tanımlanır ve bu analiz durumlarından deprem için olanlarının izleyebileceği bir tepe noktası belirlenir, bu tepe yerdeğiştirmesi noktasının yeri en üst katın kütle merkezi olabilir. Bu analiz durumları bu noktaya verilecek yerdeğiştirmesi değerini sınır olarak algılar ve analiz bu değere ulaşılıncaya kadar devam eder ya da sistem mekanizma durumuna gelince durur. Deprem doğrultusundaki doğrusal olmayan analiz durumları, düşey doğrultuda yapının kütlelerinin içeren doğrusal yüklemeleri kapsayan doğrusal olmayan analiz durumunu izlemektedir.
- Yapılan bir doğrusal analizde ilgili deprem doğrultusuna ait birincil modlara ait mod şekli genlikleri yardımıyla deprem yükü değerleri bulunacaktır. Kat kütle merkezlerine deprem yükü değerleri arasındaki oran ile etkilenecek artımsal yükler, rijit diyafram olarak idealleştirilmiş kat döşemelerinin kütle merkezlerine etkililir.
- Bu adımlardan sonra yapılan analizde, her iki doğrultuda statik itme analizi eğrileri yani kapasite eğrileri elde edilir.

3.2.4 Modal kapasite eğrisinin elde edilmesi

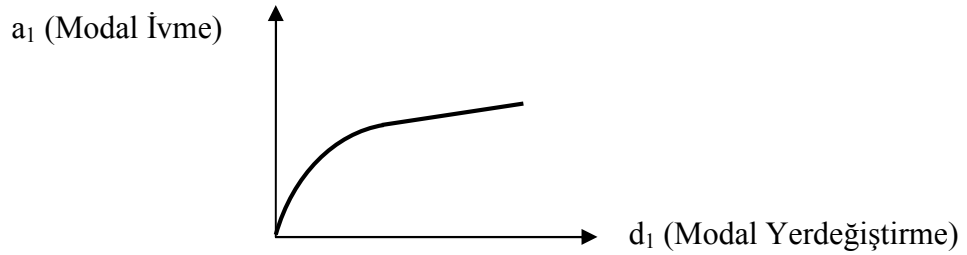
Elde edilen kapasite eğrisi, x ekseninde tepe yerdeğiştirmesi ve y ekseninde taban kesme kuvveti olmak üzere her itme adımında kaydedilen tepe yerdeğiştirmesi ve taban kesme kuvveti noktalarından oluşmaktadır, fakat bu eğri elasto-plastik tabanlıdır. Talep tepe yerdeğiştirmesini bulabilmek için, kapasite eğrisinin deprem spektrum eğrisi ile kesiştirilmesi gerekmektedir, fakat spektrum eğrisi doğrusal analiz için tasarım deprem durumuna (50 yılda %10 aşılma olasılığı) göre tanımlanmıştır. Bu sebeple, kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi gereklidir.

$$a_1^{(i)} = \frac{V_{x1}^{(i)}}{M_{x1}} \quad d_1^{(i)} = \frac{u_{xN1}^{(i)}}{\Gamma_{x1} \Phi_{xN1}} \quad (3.4)$$

$$\Gamma_{x1} = \frac{L_{x1}}{M_1^*} \quad M_{x1} = \frac{L_{x1}^2}{M_1^*} \quad (3.5)$$

$$L_{x1} = \sum_{i=1}^n m_i \Phi_{xi1} \quad M_1^* = \sum_{i=1}^n m_i \Phi_{xi1}^2 \quad (3.6)$$

Denklem (3.4), (3.5) ve (3.6) kullanılarak, X doğrultusundaki deprem analizi için kapasite eğrisini oluşturan taban kesme kuvveti ($V_{x1}^{(i)}$) ve tepe yerdeğiştirmesinin ($u_{xN1}^{(i)}$) her itme analizi adımındaki değerleri modal ivme ($a_1^{(i)}$) ve modal yerdeğiştirme ($d_1^{(i)}$) değerlerine dönüştürölmektedir. X doğrultusunda 1. Moda ait etkin kütle (M_{x1}) ve X doğrultusunda 1. Moda ait katkı çarpanı (Γ_{x1}) ilgili denklemlerden hesaplanarak, dönüşüm gerçekleştirilir. Φ_{xN1} değeri, X doğrultusuna hakim moda ait yapının tepesindeki modal genliktir. Y doğrultusu için de aynı terimler ile hesap yapılır. Şekil 3.3’de örnek bir modal kapasite eğrisi gösterilmiştir.



Şekil 3.3 : Modal kapasite eğrisi

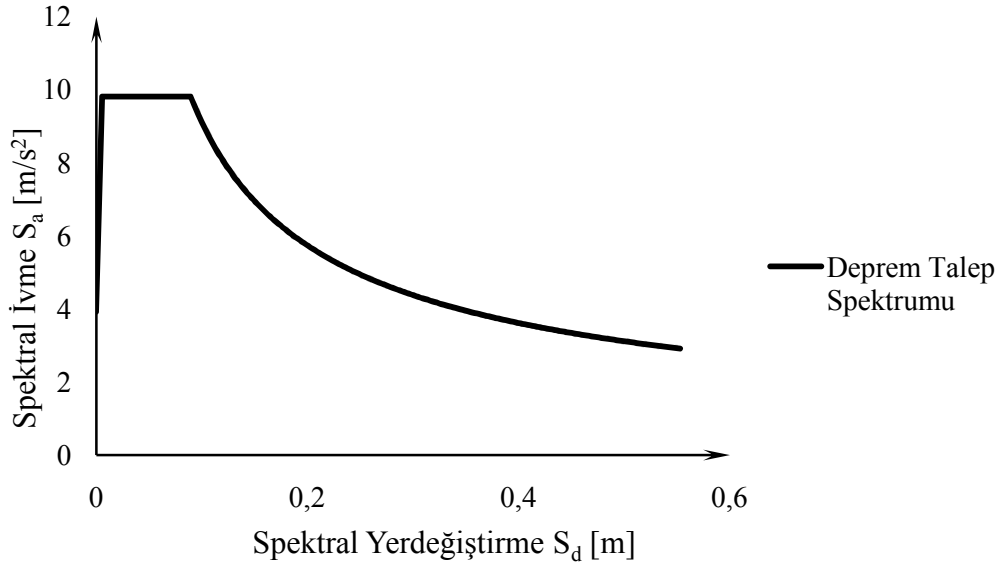
3.2.5 Deprem talep spektrum eğrisinin elde edilmesi

Doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile analiz yapılırken, deprem etkisi spektrum eğrisi ile tanımlanmıştır. Eğrinin karakteristik periyotları zemin grubuna göre değişiklik göstermektedir ve eğri tasarım depremi (50 yılda aşılma olasılığı %10) altında tanımlanmıştır. X ekseninde periyot (T [s]) değerlerini ve Y ekseninde spektral ivme (S_a) değerlerini göstermektedir. Spektral ivmeyi gösteren eksen boyutsuzdur, çünkü yerçekimi ivmesi (g) ve etkin yer ivmesi katsayısı (A_o) değerlerine bölünmüştür. Diğer performans öngöröleri olan kullanım depremi ve en büyük deprem etkileri altında etkin yer ivmesi katsayısı sırasıyla $0,5A_o$ ve $1,5A_o$

alınmaktadır. Deprem talep spektrumu eksenlerinin boyut olarak, modal kapasite spektrumu ile kesiştirme için aynı tür olması gerekmektedir.

$$S_d = \frac{S_a}{\omega^2} = S_a \frac{T^2}{(2\pi)^2} \quad (3.7)$$

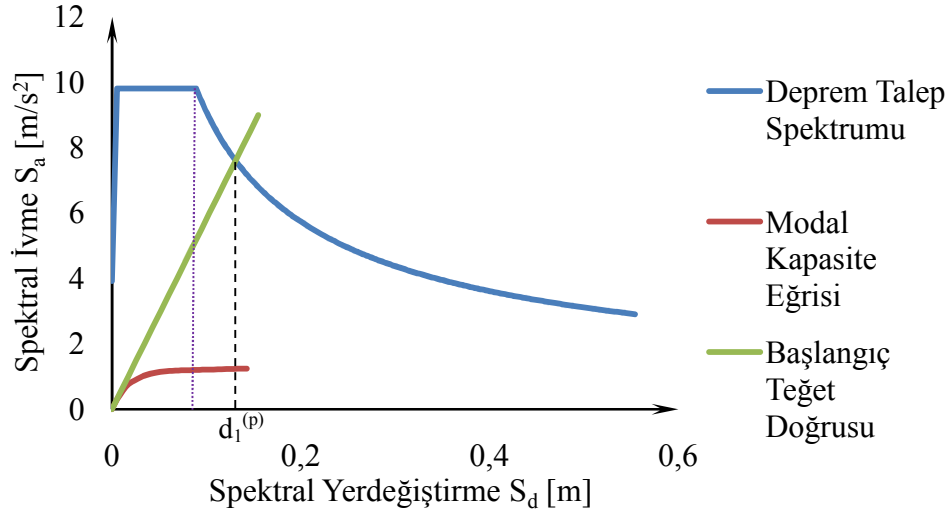
Deprem talep spektrumunun Y ekseninde spektral ivme (S_a [m/s^2]) ve X ekseninde Denklem (3.7) kullanılarak spektral yerdeğıştırme (S_d [m]) bulunmaktadır. Denklem (3.7)'de bulunan spektral ivme değeri boyutlu olarak hesaplanan değerdur. Şekil 3.4'de 1. deprem bölgesine ($A_0=0,4$) ait tasarım depremi altında bir deprem talep spektrum eğrisini göstermektedir.



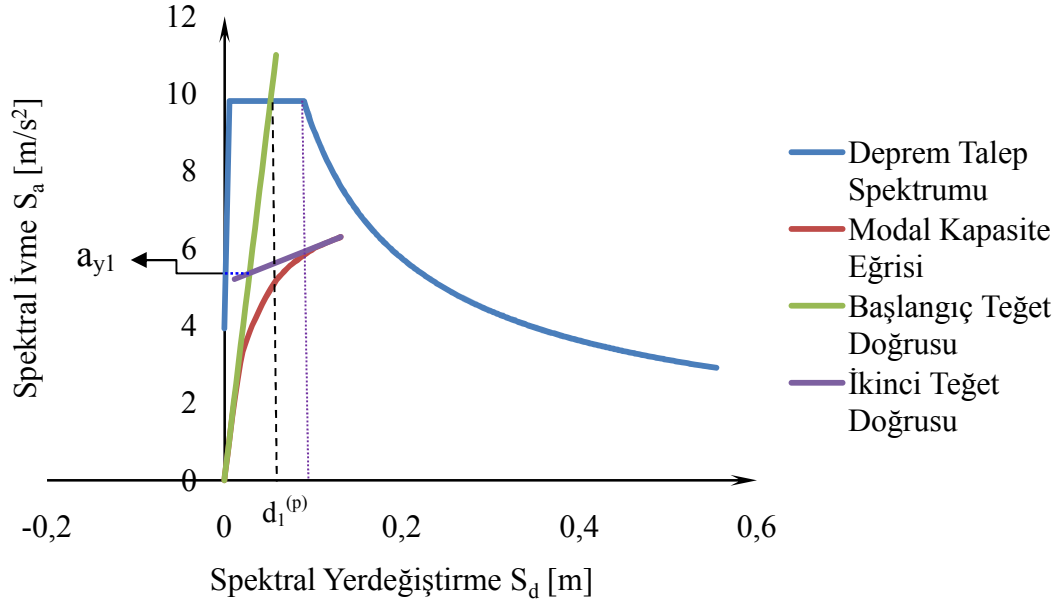
Şekil 3.4 : 1. deprem bölgesine ait tasarım depremi altında deprem talep spektrumu

3.2.6 Modal kapasite eğrisi ile deprem talep spektrum eğrisinin kesiştirilmesi

Modal kapasite eğrisi ile deprem talep spektrum eğrisinin kesiştirilmesi, depremin talebine yapı sisteminin karşı koyduğu kapasite anlamına gelen bir denge durumunu ortaya koyar. Boyut olarak aynı eksenlere aktarılan eğrilerin deprem talep spektrumunun elastik olmasından dolayı kesiştirilmesi modal kapasite eğrisinden bir başlangıç teğeti geçirilmesiyle mümkün olmaktadır. Başlangıç teğet doğrusunun talep eğrisi ile kesiştiği yerdeki, spektral yerdeğıştırme ($d_1^{(p)}$) değeri bulunmak istenmektedir, fakat bu değeri deprem doğrultusundaki periyodun büyüklüğüne göre değişmektedir. Şekil 3.5 ve 3.6'da bu değişim gösterilmektedir.



Şekil 3.5 : $T_1 > T_B$ durumunda spektral yerdeğiştirmenin bulunması



Şekil 3.6 : $T_1 < T_B$ durumunda spektral yerdeğiştirmenin bulunması

Şekil 3.5 ve 3.6'da görüldüğü üzere periyodu (T_1), zemin karakteristik periyodundan (T_B) büyük ya da eşit olan yapı sistemlerinde elastik ve elasto-plastik yerdeğiştirmelerin yakın olduğu kabul edilir, tersi bir durumda elasto-plastik yerdeğiştirmeyi (d_{max}^{ep}) bulmak için elastik yerdeğiştirmenin (d_{max}^e) bir katsayıyla (C_{R1}) büyütülmesi gerekmektedir.

$$d_{max}^{ep} = C_{R1} d_{max}^e \quad (3.8)$$

$$T_1 < T_B \quad C_{R1} = \frac{1}{R_{y1}} \left| 1 + (R_{y1} - 1) \frac{T_B}{T_1} \right| \quad (3.9)$$

$$T_1 \geq T_B \quad C_{R1} = 1 \quad (3.10)$$

Denklem (3.8), (3.9) ve (3.10) yardımıyla spektral yerdeğiştirme ile ilgili periyoda bağlı değişimler yapılabilmektedir. Şekil 3.6'da görülen başlangıç teğet doğrusu ile ikinci teğet doğrusunun kesiştiği yerdeki spektral ivme değeri (a_{y1}), Denklem (3.9)'da görülen dayanım azaltma katsayısının (R_{y1}) hesaplanması için gereklidir. Denklem (3.11)'de bu formül gösterilmektedir. Burada S_{ae1} başlangıç teğet doğrusunun talep spektrumunu kestiği yerdeki spektral ivme değeridir.

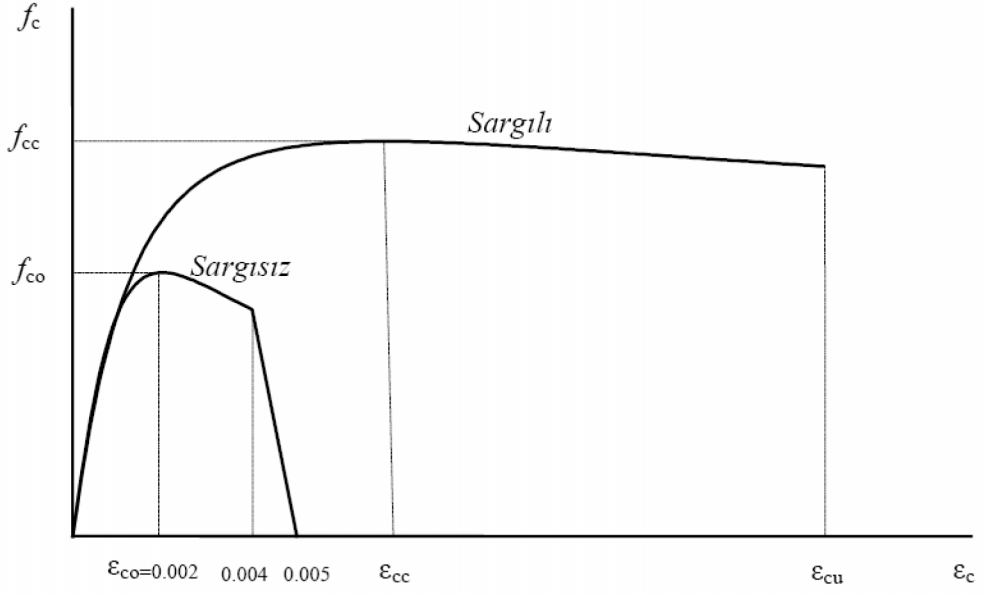
$$R_{y1} = \frac{S_{ae1}}{a_{y1}} \quad (3.11)$$

Spektral yerdeğiştirmenin bulunmasından sonra, $i = p$ için yani son itme analizi adımıyla performans noktası için talep tepe yerdeğiştirmesi (u_{xN1}) Denklem (3.12)'den hesaplanarak, performans noktasında ilgili deprem doğrultuları ve türleri için sistemin iç kuvvet istemleri, şekil değiştirmeleri ve yer değiştirmeleri itme analizinden elde edilecektir.

$$u_{xN1} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (3.12)$$

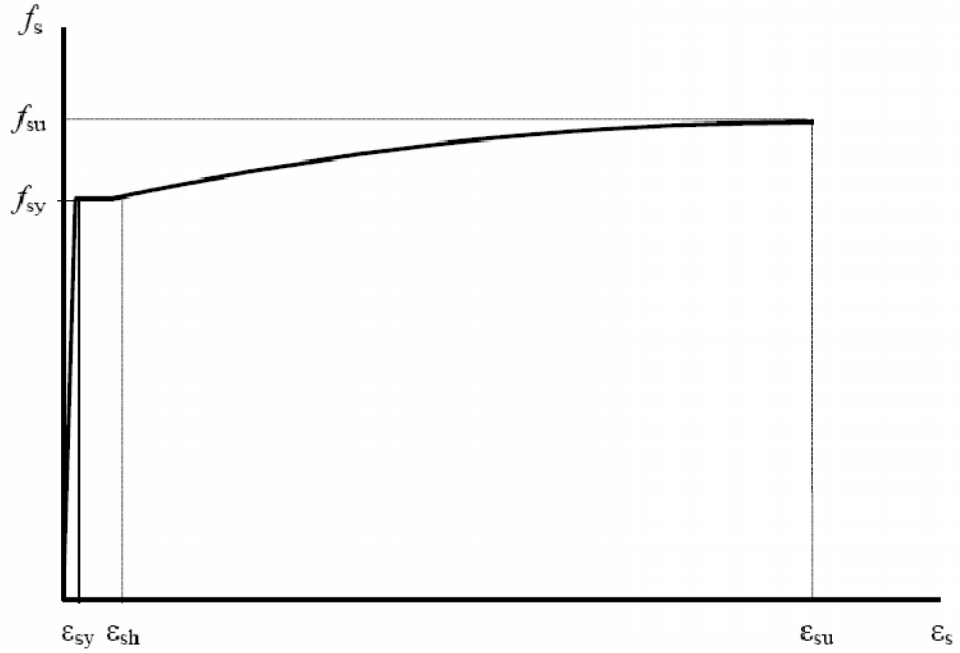
3.2.7 Kesit hasarlarının tespit edilmesi

Talep tepe yerdeğiştirmeleri ile performans değerlendirilmesi için itme analizi yapıldıktan sonra yapı sistemindeki elemanların moment-eğrilik bağıntıları elde edilir. Sünek şekil değiştirme yapan elemanların uçlarında eğrilik değerlerine bağlı beton malzemesinin ve donatı çeliği malzemesinin şekil değiştirme değerleri hesaplanır ve bu değerlerle bir hasar tespiti yapılır. DBYBHY 2007 Ek 7.B'e göre beton ve donatı malzemelerinin şekil değiştirme ve gerilme bağıntıları Şekil 3.7 ve Şekil 3.8'de verilmiştir [2].



Şekil 3.7 : Sargılı ve sargısız beton malzemesinin gerilme-şekil değiştirme bağıntıları

Sargılı bir betonarme kesit tanımlanırken Mander Beton Modeli kullanılabilir, burada belirtilen beton gerilmeleri betonun karakteristik beton dayanımlarını ifade etmektedir. Şekil 3.8’de görüldüğü üzere sargılı betonarme bir kesitte beton malzemesinin aktığı andan itibaren göçme anına kadar yapabildiği şekil değiştirme değerleri, sargısız beton modeli şekil değiştirme değerlerine göre daha büyüktür.



Şekil 3.8 : Donatı çeliği malzemesinin gerilme-şekil değiştirme bağıntıları

Çizelge 3.1 : Donatı çeliği malzemesine ait gerilme – şekil değiştirme değerleri

Kalite	f_{sy} (MPa)	ϵ_{sy}	ϵ_{sh}	ϵ_{su}	f_{su} (MPa)
S220	220	0,0011	0,011	0,16	275
S420	420	0,0021	0,008	0,10	550

Çizelge 3.1’de görüldüğü üzere S220 ve S420 donatı çeliği malzemesi kalitesinde verilen şekil değiştirme ve gerilme değerleri Şekil 3.8’deki karşılıklarını bulmaktadır. Sonuç olarak, yapı elemanlarının alacağı herhangi doğrultudaki bir plastik dönme (θ_p), bu malzeme modellerindeki şekil değiştirme değerlerine tekabül edecektir ve hasar tespiti bu şekilde yapılacaktır.

$$\varphi_p = \theta_p / L_p \quad (3.13)$$

$$\varphi_t = \varphi_y + \varphi_p \quad (3.14)$$

Denklem (3.13)’de görüldüğü üzere analiz sonucu sünek şekil değiştiren eleman uçlarından alınan plastik dönme değerleri (θ_p [radyan]), ilgili deprem doğrultusunda çalışan eleman boyunun yarısı yani plastik mafsal boyuna (L_p [m]) bölünerek, plastik eğrilik (φ_p) elde edilir.

Eğrilik birim dönme açısını gösteren bir değerdir. Kesitin malzeme akma dayanımlarına kadar ulaştığı eğriliğe elastik eğrilik (φ_y), elastik eğrilikten itibaren kopma anına kadar ulaştığı değer farkına da plastik eğrilik denir [4].

$$\varphi = \epsilon_c / c \quad (3.15)$$

Denklem (3.15)’de gösterilen eğrilik formülü betonarmede kullanılan basit eğilme altındaki bir kesitte beton birim şekil değiştirmesi (ϵ_c) ve tarafsız eksen uzunluğu (c) değerlerinin sınır şekil değiştirmelere bağlı olarak değişmesinden elde edilen bir bağıntıdır [4].

Denklem (3.14) kullanılarak toplam eğrilik (φ_t) hesap edilir ve bu eğrilik değerine göre şekil değiştirme durumları (betonun en büyük kısalması ve donatı çeliğinin en büyük uzaması) betonarme kesitlerde bulunan eğilme momenti ve eksenel kuvvet değerleri de hesaba katılarak, Çizelge 3.2’de verilen hasar sınırı değerlerine göre kat bazında yapısal elemanlarda şekil değiştirme sınırlarına göre hasar tespiti yapılmaktadır [4].

Çizelge 3.2 : Beton ve donatı çeliği malzemesinde performans değerlendirmesi için hasar sınırları

Hasar Sınırı	Şekil Değişirme Sınırı	
	Betonda Birim Kısılma	Donatı Çeliğinde Birim Kısılma ve Uzama ϵ_s
Minimum	$\epsilon_{cu} = 0,0035$	0,010
Güvenlik	$\epsilon_{cu} = 0,0035 + 0,01 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0,0135$	0,040
Göçme	$\epsilon_{cg} = 0,004 + 0,014 (\rho_s / \rho_{sm}) \leq 0,018$	0,060

Bu çizelge’de gösterilen herhangi bir kesitte minimum hasar sınırında en dış beton lifindeki birim şekil değişirme ϵ_{cu} ve güvenlik ile göçme hasar sınırında eninde donatı içinde kalan beton lifindeki şekil değişirme ϵ_{cg} olarak verilmiştir [4]. Ayrıca güvenlik ve göçme hasar sınırında elde edilecek betonda birim kısılma değerlerine hasar tespiti yapılacak olan kesitteki olması gereken ve olan enine donatıların hacımsal oranları etki etmektedir, yani kesitlerde enine donatı olmadığı varsayıлып, kesitte bulunan hacımsal oran (ρ_s), sıfır kabul edilemez, çünkü performans değerlendirilmesinde betondaki şekil değiştirmeler yani ϵ_{cu} ve ϵ_{cg} değerleri birbirine çok yaklaşık çıkabileceği için hasar sınırları minimum ve güvenlik değerleri birbirlerine yaklaşır ve binalar için belirtilen performans düzeylerinin sağlanmasında sorunlar ortaya çıkabilir.

Bu adımlardan sonra, yapı elemanlarının uç kesitleri için belirlenen hasar bölgeleri incelenerek, ilgili deprem doğrultusunda deprem performansı belirlenir ve performans düzeyinin ilgili sınırlarda kalıp kalmadığı kontrol edilir.

3.3 Artımsal Mod Birleştirme Yöntemi

Artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilirlik koşullarında belirtildiği üzere sınırlı bir kullanım alanı vardır, yapının kat sayısı, simetrik olması ve deprem hesabında etkin modların ilk modlar olması.. vb. fiziksel özellikler artımsal mod birleştirme yöntemi için uygulanabilirlik koşullarını oluşturmaz. Artımsal mod birleştirme yöntemi ile itme analizinde birbiri ardına oluşan iki plastik kesitin arasındaki her bir itme adımındaki adım adım doğrusal elastik davranış ele alınır. Mod şekli genlik değerlerine göre monotonik olarak arttırılan modal yerdeğişirmeler incelenerek, her adımda mod birleştirme kuralları’nın uygulandığı bir doğrusal

davranış spektrumu analizi gerçekleştirilir. Bu analizin sonuçlarından yararlanılarak, adım sonunda sistemde oluşan plastik kesit belirlenir; yerdeğiştirme, plastik şekil değiştirme, iç kuvvet artımları ile bunlara ait birikimli değerler ve sonuçta deprem istemine karşı gelen maksimum değerler hesaplanır [2,4].

3.4 Zaman Tanım Alanında Doğrusal Olmayan Hesap Yöntemi

Yapı sisteminin spektrum eğrisi ile uyuşan bir deprem kaydı altında doğrusal olmayan davranış gözönünde tutularak hareket denkleminin sayısal olarak çözümlenerek, doğrusal olmayan çözümlemeye olduğu gibi plastik şekil değiştirme, yer değiştirme ve iç kuvvet istemleri zamana bağlı olarak bulunur. Plastik kesitlerin plastik dönmeleri bulunur. Bu plastik dönmelerin karşılık geldiği beton ve donatı çeliği şekil değiştirmeleri ile hasar tespiti yapılır.

Yapısal elemanların statik itme analizi adımlarında güç tükenmesi durumlarının kontrolleri gerekmektedir. Kesit etkileri karşı gelen mevcut kapasitelerle karşılaştırılır. Gevrek güç tükenmesinin karşısına geçilmek ve istenen performans seviyelerini yakalayabilmek için güçlendirme önerileri getirilebilir [2,4].

3.5 Betonarme Yapılarda Güçlendirme

Bir yapının yük taşıma kapasitesini, rijitliğini, stabilitesini ve sünekliğini mevcut durumun üzerine çıkarmak amacıyla yapılan değişiklikler güçlendirme olarak adlandırılır [6]. Yapının kolon, kiriş, perde veya birleşim bölgesi gibi deprem etkilerine karşı koyan elemanlarının dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak yapılan değişikler eleman güçlendirmesi ve bina taşıyıcı sisteminin dayanım ve şekil değiştirme kapasitelerinin arttırılmasına yönelik olarak yapılan yeni yapı elemanları eklenmesi, bina ağırlığını azaltılması..vb. işlemler sistem güçlendirilmesi olarak adlandırılır.

Doğrusal olmayan analiz sonucu ortaya çıkabilecek gevrek güç tükenmesi veya istenen performans seviyelerinin yakalanamaması sonucunda yapıda güçlendirme yoluna gidilir.

Yapının yapısal elemanlarından olan kolonlarda kesme ve basınç dayanımını arttırarak sünekliği iyileştirmek amacıyla sargı yapılabilir. Betonarme sargı yöntemiyle kolonlar 100 mm'den az olmayacak şekilde mantolanabilir. Sargı için

kullanılacak beton malzemesi TS-500'deki kurallar çerçevesinde uygulanır. Çelik sargı yöntemi ise, kolonların köşelerine köşebent çelik profiller yerleştirilerek aralarının çelik levhalar ile kaynaklanması ile uygulanır. Bu uygulamalara ek olarak da Lifli Polimer (LP) ile sargılama yöntemi kullanılabilir.

Kolonların eğilme kapasitesini arttırmak amacıyla, kolon boyutları büyütülebilir. Eklenen kısımlardaki beton ve donatı malzemeleri TS-500'deki kurallar çerçevesinde uygulanır ve uygun ankraj cinsi ve aralıklarıyla mevcut kolona eklenir. Uygulanması sırasında mevcut kolon yüzeyi pürüzlendirilir ve temizlenir.

Kirişler için kesme dayanımlarını ve sünekliklerini arttırmak için, dıştan etriye ekleme ve Lifli Polimer (LP) ile sargılama yöntemleri kullanılabilir.

Yukarıda belirtilenlerin tümü eleman güçlendirmelerine örnek oluşturmaktadır. Sistem güçlendirmesi için ise, yanal rijitliği ve dayanımı yetersiz olan betonarme yapılarda, burulma düzensizliği yaratmadan yeni çerçeveler veya yeni perdeler eklenebilir. Yeni eklenecek elemanların yerleri binanın mevcut kullanım amaçlarını yitirtmeden, binada burulma düzensizliği ya da yüksek sünek perdelerle donatılıp çok rijit olmasını engelleyerek, temel sisteminin yeni gelecek perdeleri taşıyabilmesi için gerekli tahkikleri yaparak ve ekonomik çözümler getirerek belirlenmelidir. Ayrıca sistem güçlendirilmesi olarak adlandırmanın yanlış olabileceği, yapı ağırlığının azaltılması yöntemi, binaya etki edecek bina ağırlığı ile orantılı deprem kuvvetlerini azaltılmasına yardımcı olacak ve bina güvenliği arttıracaktır. Bina üst katlarının iptal edilmesi, çatıda bulunabilecek yüklerin azaltılması (ağır çatı, su deposu..vs.), binanın mimarisi ile ilgili elemanların daha hafif malzemelerle yenilenmesi bu uygulamaya örnek oluşturabilir [2,5].

4. ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE İTME ANALİZİ YÖNTEMİ İLE 5 KATLI MEVCUT OKUL BİNASININ DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

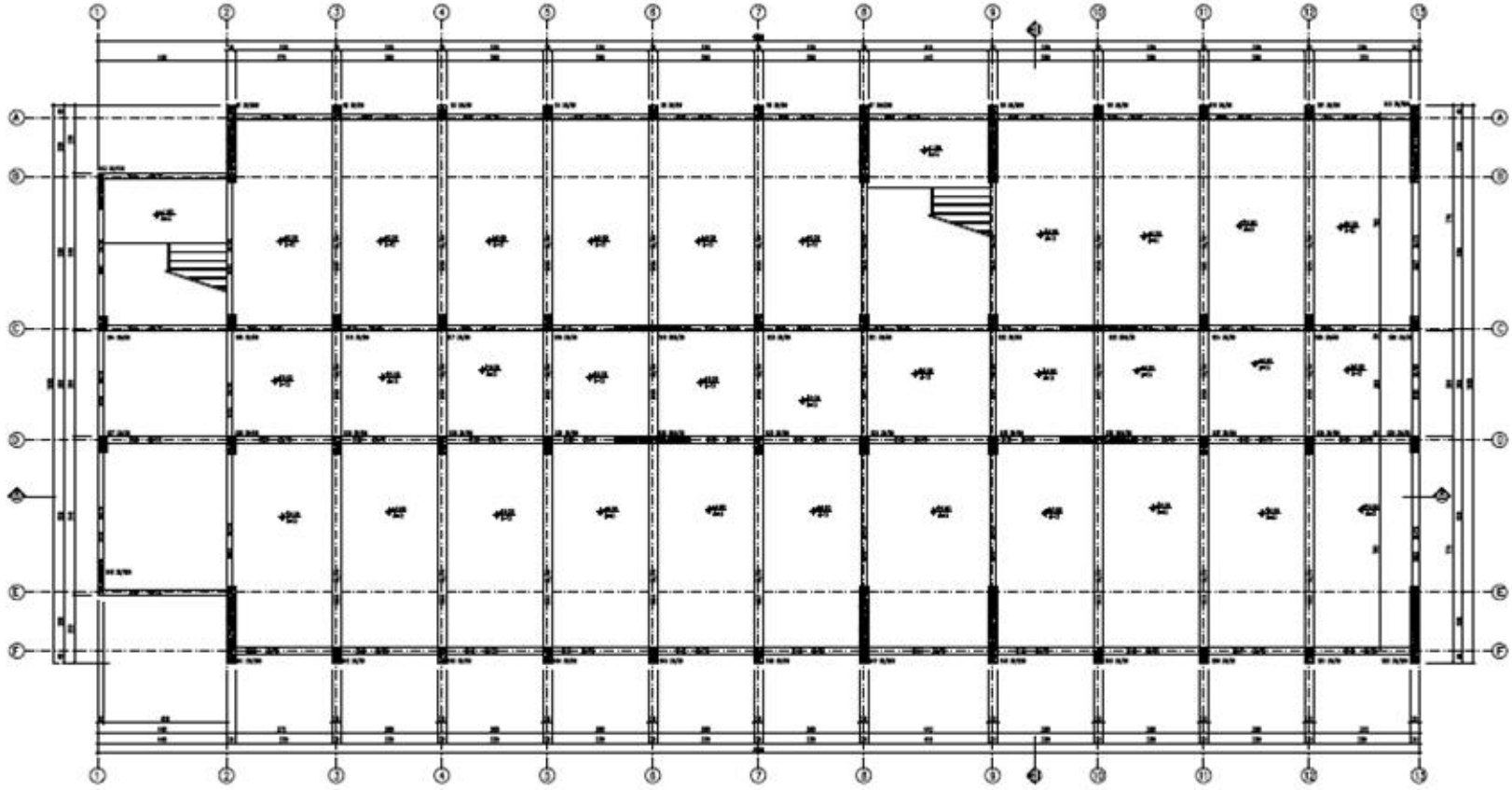
4.1 Giriş

Bu bölümde, önceki bölümlerde anlatılan doğrusal olmayan analizlerden Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi Yöntemi ile mevcut betonarme bir okul binasının performans belirlenmesi yapılacaktır. Mevcut betonarme okul binası 1990 yılında yapılmış olup, beş katlı ve kat yüksekliği 3,2 metreden toplam 16,0 metredir. Bina, DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.2 de gösterilen Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi uygulanma şartlarını sağlamaktadır. Kalıp planına göre bina, X ekseninde simetriktir, fakat Y ekseninde değildir.

Binaya ait statik projelerin çoğu mevcut değildir; bu yüzden binada orta bilgi düzeyi katsayısı, yapısal elemanların özelliklerinin değerlendirilmesinde kullanılacaktır. İstanbul ili sınırları içerisinde yer alan okul yapısı, 1. Derece deprem bölgesindedir ve Z3 zemin sınıfına giren bir zemin üzerinde konuşlanmıştır. Kullanılan beton sınıfı C20 ve donatı çeliği sınıfı S220'dir.

Binanın bilgisayar modelinin itme analizi ile olan deprem güvenliği tahkiki, doğrusal olmayan analiz yapabilen SAP2000 V.14.1.0 programı ile yapılmıştır [7]. Malzeme modellerinin oluşturulmasında, betonarme kiriş ve kolonlara ait moment - eğrilik bağıntılarının çıkartılmasında, ayrıca kolonlara ait akma yüzeylelerinin tanımlanmasında ve hasar bölgelerini belirleyen sınır beton ve donatı çeliği şekil değiştirmelerine bağlı normal kuvvet - eğrilik bağıntılarının çıkarılmasında XTRACT V2.6.2 programı kullanılmıştır [8].

Yapıya ait kalıp planı Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : Zemin ve Normal kat kalıp planı

4.2 Bina Hakkında Genel Bilgiler

Bina Özellikleri:

- Kat Sayısı: 5
- Kat Yükseklikleri : 3,2 m.
- Kullanım Amacı: Okul
- Bina Taşıyıcı Sistemi: Betonarme Çerçeve Sistem

Malzeme Özellikleri:

- Beton Sınıfı: C20
- Donatı Çeliği Sınıfı: S220

Bina Parametreleri:

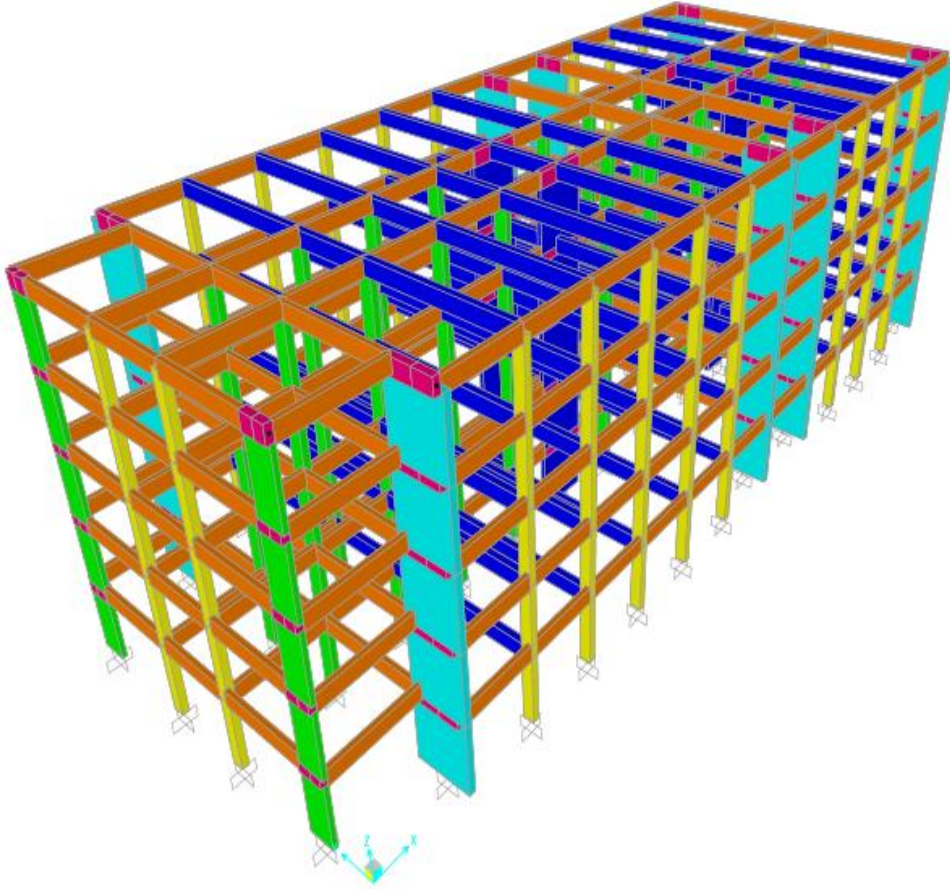
- Zemin Sınıfı: Z3 ($T_A=0,15$ ve $T_B=0,60$)
- Deprem Bölgesi: 1 ($A_0=0,40$)
- Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n) : 0,60
- Bina Bilgi Düzeyi: Orta (Bilgi Düzeyi Katsayısı: 0,9)
- Öngörülen Performans Hedefleri:
 - Aşılma olasılığı 50 yılda %10 olan depremde “Hemen Kullanım” performans seviyesi
 - Aşılma olasılığı 50 yılda %2 olan depremde “Can Güvenliği” performans seviyesi

Yükler [9]:

- Döşeme Yükü (Karo Kaplama) : $2,12 \text{ kN/m}^2$
- Döşeme Yükü (Çatı İzolasyon) : $0,75 \text{ kN/m}^2$
- Dış Duvar Yükü (Tam Tuğla) : $4,2 \text{ kN/m}^2$
- İç Duvar Yükü (Yarım Tuğla) : 3 kN/m^2
- Hareketli Yük (Normal Kat ve Çatı Katı) : $5 \text{ kN/m}^2 - 0,75 \text{ kN/m}^2$

4.3 Yapının Üç Boyutlu Olarak Modellenmesi

Yapının, mevcut kalıp planları ve kesitleri kullanılarak, üç boyutlu bilgisayar modeli Şekil 4.2’de görüldüğü üzere modellenmiştir. Şekildeki modelde kirişler, kolonlar ve perdeler çubuk elemanlar gibi modellenmiştir, perdelerin diğer elemanlar ile birleşimlerinde sonsuz rijit fiktif çubuk elemanlar kullanılmıştır [10].



Şekil 4.2 : Yapının üç boyutlu SAP2000 modeli

Tanımlanan malzeme özellikleri ilgili kesitlere atandıktan sonra, döşemeler modelde tanımlanmadığı için döşemelerden kirişlere aktarılan ankastrelik momentlere eşdeğer sabit ve hareketli yükler, üçgen ya da trapez yayılı yük değerleri olarak ve duvar ağırlıkları ise düzgün yayılı yük olarak kirişlere etkilmiştir [11]. Yapısal elemanların ağırlıklarını SAP2000 programı sabit yük olarak kendi hesaplayacaktır.

4.3.1 Yapının yük analizleri

TS-498 uyarınca yapıdaki sabit ve hareketli yükler aşağıda belirtildiği üzere SAP2000 programına G1, G2, G3 ve Q yük durumları olarak kirişlere etkitilmiştir [7,9].

$$\text{Kaplama Ağırlığı (G1)} = 2,12 \text{ kN/m}^2 \text{ (Karo Kaplama)}$$

$$= 0,75 \text{ kN/m}^2 \text{ (Çatı İzolasyon)}$$

$$\text{Döşeme Kendi Ağırlığı (G2)} \quad 0,13 \text{ m.} * 25 \text{ kN/m}^3 = 3,25 \text{ kN/m}^2 \quad \text{(Normal Kat)}$$

$$0,13 \text{ m.} * 25 \text{ kN/m}^3 + 0,40 \text{ kN/m}^2 = 3,25 \text{ kN/m}^2 \quad \text{(Çatı Katı)}$$

Duvar Yükü (G3)

$$\text{Dış Duvar Yükü (Tam Tuğla)} \quad 2,5 \text{ m.} * 4,2 \text{ kN/m}^2 = 10,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{İç Duvar Yükü (Yarım Tuğla)} \quad 2,5 \text{ m.} * 3 \text{ kN/m}^2 = 7,5 \text{ kN/m}$$

$$\text{Hareketli Yük (Q)} = 5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{(Normal Kat)}$$

$$= 0,75 \text{ kN/m}^2 \quad \text{(Çatı Katı)}$$

Binada kirişlere etki eden sabit ve hareketli yüklerin tamamı EK A Çizelge A.1'de gösterilmiştir.

4.3.2 Binanın yapısal eleman özellikleri

Yapının taşıyıcı sistemi betonarme çerçeve sistemi şeklindedir. Kolonlar, binanın dış cephesinde 30x50, orta kısımlarında 30x60 boyutlarındadır. Binanın, X doğrultusunda bu çerçeve sistemi kirişlerle bağlanarak devam etmektedir. Binanın, Y aksında simetriğini bozan etkenlerden biri olan uç kısmın dış cepheye bakan köşelerinde 20x120 boyutlarında kolonlar bulunmaktadır. Yapı, Y doğrultusunda X doğrultusuna nazaran perdelerin konumu bakımından daha rijit görünmektedir. Yapının perdeleri, Y doğrultusunda 30x260 boyutlarında yapının köşelerinde ve binaya girilen orta kısmın dış cepheye bakan köşelerinde ve X doğrultusunda, X doğrultusunda ise 260x20 boyutlarında binanın orta bölümündeki koridorun kenarlarında yer almaktadır. Bu elemanların boyutlarında, binanın üst katları boyunca bir değişme olmamaktadır.

Yapının X doğrultusunda 3,60 m aks aralıkları ile ilerleyen iç çerçevelerinde boyutları 30x70 olan kirişler bulunmaktadır. Bu kirişler dışında, yapıdaki tüm kirişler, 20x70 boyutlarındadır.

Yapıdaki tüm kolon, perde ve kiriş boyutları ve donatıları EK A Çizelge A.2 ve Çizelge A.3 'de gösterilmiştir.

4.3.3 Eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapının doğrusal deprem analizi

Artımsal Eşdeğer Deprem Yükü ile İtme Analizi yönteminin, bu yapıda uygulanabilirliğinin irdelenebilmesi ve eşdeğer deprem yükü yöntemi ile karşılaştırılabilmesi için, ilk olarak doğrusal dinamik bir analiz yapılması gereklidir.

Doğrusal deprem analizi için, yük analizinde bahsedilen sabit ve hareketli yükler dışında, deprem yükleri de tanımlanmıştır:

- EX : X doğrultusunda kat kütle merkezine etkiyen deprem durumu
- EY: Y doğrultusunda kat kütle merkezine etkiyen deprem durumu
- EXP, EXN: X doğrultusunda $\pm\%5$ dış merkezlik ile kat kütle merkezine etkiyen deprem durumu
- EYP, EYN: Y doğrultusunda $\pm\%5$ dış merkezlik ile kat kütle merkezine etkiyen deprem durumu

Yukarıda belirtilen deprem yüklerinin sabit ve hareketli yüklerle yapıya etkitilecek kombinasyonlar ise aşağıda gösterilmiştir:

- $G + 0,6Q$: Yapı toplam ağırlığını gösteren düşey yükler kombinasyonu
- $1,4G + 1,6Q$: Tasarım için düşey yükler kombinasyonu
- $G+Q\pm EXP\pm 0,3EY$ $G+Q\pm EX$
- $G+Q\pm EXN\pm 0,3EY$
- $G+Q\pm EYP\pm 0,3EX$ $G+Q\pm EY$
- $G+Q\pm EYN\pm 0,3EX$
- ENVELOPE : Tanımlanan kombinasyonların süperpozisyonu

Bu kombinasyonların tanımlanmasından sonra yapılan ilk bilgisayar analizinden çıkan sonuçlara göre, yapının birinci doğal titreşim periyodu (T_1) X doğrultusunda 0,56 saniye ve ikinci doğal titreşim periyodu (T_2) Y doğrultusunda 0,47 saniye çıkmıştır. T_1 ve T_2 , zemin sınıfı Z3 olan zeminin spektrum karakteristik periyotları ($T_A = 0,15$ s. ve $T_B = 0,60$ s.) arasında kaldığı için her iki doğrultuda kat kütle merkezlerine etkiyecek yanal kuvvetler aynıdır ve Çizelge 4.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : X ve Y doğrultuları için eşdeğer deprem yükleri

Kat	W_i [kN]	H_i [m]	$W_i H_i$ [kNm]	$W_i H_i / \sum W_i H_i$	F_i [kN]	ΔF_n [kN]	V_i [kN]
5	6303,2	16	100850,4	0,217	3785,9	679,6	4465,4
4	11368,4	12,8	145516,0	0,313	5462,6		9928,0
3	11368,4	9,6	109137,0	0,235	4096,9		14024,9
2	11368,4	6,4	72758,0	0,157	2731,3		16756,2
1	11368,4	3,2	36379,0	0,078	1365,6		18121,9
Σ	51776,9		464640,4	1	17442,4		63296,6

Çizelge 4.1’de gösterilen toplam yapı ağırlığı olan 51776,9 kN sabit yüklerin tamamını ve hareketli yüklerin 0,6 katını oluşturmaktadır. Hareketli yük katılım katsayısı (n), binanın kullanım amacı okul olduğu için 0,6 alınmıştır. Kullanım amacı okul olan yapı için bina önem katsayısı (I) 1,4 olarak kullanılmıştır. 1. Deprem bölgesinde bulunan bina için Etkin Yer İvmesi Katsayısı (A_o), 0,4 alınmıştır. 1975 yönetmeliğine göre yapılandırılmış binada, orta bilgi seviyesinde süneklik hakkında kesin veriler elde edilemediği için, Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R), 4 alınmıştır. Çizelge 4.1’de bulunan toplam taban kesme kuvveti, performans analizinden sonra bulunacak taban kesme kuvveti ile karşılaştırılarak, binanın deprem etkisi altında davranışı konusunda yorum yapılabilir.

4.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi Yönteminin Yapıdaki Uygulanabilirlik Tahkiki

Binanın, Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi’nin kullanılabilmesi için, DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.2 de gösterilen şartlarla tahkik edilmesi gereklidir [2].

- Bina Kat Sayısı : 5 < Sınır Kat Sayısı : 8 (Bodrum hariç) ✓

- Burulma düzensizliği katsayısı (η_{bi}) DBYBHY 2007 Şekil 2.1 de gösterildiği gibi bulunmuştur, burada DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.2 de bahsedildiği üzere herhangi bir katta \pm %5 ek dışmerkezlik etkilerinin alınmadığı kombinasyonlar altında yerdeğştirmeler (Δ_i) hesaplanmıştır [2]. Çizelge 4.2’de X doğrultusu ve Çizelge 4.3’de Y doğrultusu için buruluma düzensizliği katsayıları her katta hesaplanmıştır.

Çizelge 4.2 : X doğrultusu için burulma düzensizliği katsayıları

Kat	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{maks}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0,0496	0,0496	0,0496	1
4	0,04234	0,04234	0,04234	1
3	0,03223	0,03223	0,03223	1
2	0,01991	0,01991	0,01991	1
1	0,0076	0,0076	0,0076	1

$$\eta_{b1} - \eta_{b5} = 1 < 1,4 \quad \checkmark$$

Çizelge 4.3 : Y doğrultusu için burulma düzensizliği katsayıları

Kat	$(\Delta_i)_{min}$	$(\Delta_i)_{maks}$	$(\Delta_i)_{ort}$	η_{bi}
5	0,034	0,038	0,036	1,059
4	0,027	0,031	0,029	1,078
3	0,019	0,023	0,021	1,097
2	0,011	0,013	0,012	1,118
1	0,004	0,005	0,004	1,144

$$(\eta_{b1} - \eta_{b5})_{maks} = 1,144 < 1,4 \quad \checkmark$$

- Gözönüne alınan deprem doğrultusunda, doğrusal elastik davranışa göre hesaplanan birinci (hakim) titreşim moduna etkin kütlelerin toplam yapı kütlelerine oranı (β_x, β_y), SAP2000’de modal kütle katılım oranlarından alınmıştır.

$$\text{➤ } \beta_x = 0,795 \geq 0,70 \quad \checkmark \quad (1. \text{ Mod})$$

$$\text{➤ } \beta_y = 0,700 \geq 0,70 \quad \checkmark \quad (2. \text{ Mod})$$

Yapı, yöntemin uygulanabilirlik şartlarının tamamını sağlamıştır.

4.5 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi Yöntemi ile Performans Değerlendirilmesi

Yapının, artımsal eşdeğer deprem yüğü ile itme analizi yönteminin uygulanabilme şartlarını sağladıktan sonra, üç boyutlu modelinin bu yöntem için hazırlanmasına geçilmiştir. DBYBHY 2007 Bölüm 7.4 ve 7.6.4'e göre genel ilke ve kurallar çerçevesinde malzeme modellenmesi, plastik kesitlerin tanımlanması, bilgi düzeyi katsayılarının uygulanması, etkin eğilme rijitliklerinin tanımlanması, doğrusal olmayan deprem analiz durumlarının tanımlanması..vb. işlemler XTRACT ve SAP2000 programlarının yardımıyla yapılmıştır. Bu işlemler tamamlandıktan sonra, itme analizine geçilmiş ve performans değerlendirilmesi için gerekli olan veriler elde edilmiştir [2,7,8].

4.5.1 Yapısal elemanların etkin eğilme rijitliklerinin hesaplanması

DBYBHY 2007 Bölüm 7.4.13'e göre eğilme etkisindeki betonarme yapısal elemanlarda çatlama kesite ait etkin eğilme rijitlikleri $(EI)_e$ kullanılacaktır. Yapıdaki tüm kirişlerde, çatlama kesite ait eğilme rijitlikleri $(EI)_o$, 0,4 katsayısıyla azaltılmıştır. Kirişler için, SAP2000'de eğilme eksenindeki atalet momenti (I_{33}) , çubuk eleman tanımında, 1 yerine 0,4 katsayısıyla çarpılmıştır [2,7].

Yapısal elemanlardan kolon ve perdeler için, etkin eğilme rijitliğinin bulunmasında, düşey yükler altındaki eksenel kuvvet (N_D) , enine kesit alanı (A_c) ve karakteristik beton mukavemeti (f_{cm}) rol oynamaktadır.

Kolonlar ve perdeler için, eksenel kuvvet her katta değişeceğinden, kat bazında hesap yapılması gereklidir.

Kolonlarda ve Perdelerde,

$$N_D / (A_c f_{cm}) \leq 0,10 \quad (EI)_e = 0,40 (EI)_o \quad (4.1)$$

$$N_D / (A_c f_{cm}) \geq 0,40 \quad (EI)_e = 0,80 (EI)_o \quad (4.2)$$

Eksenel basınç kuvveti N_D 'nin ara değerleri için doğrusal enterpolasyon yapılmıştır. Örnek bir hesap, Denklem (4.1) ve (4.2)'de gösterilen sınır değerler için 1. katta bulunan S110 adlı 30x50 boyutlarındaki kolon için gösterilmiştir.

$$N_D = 936,005 \text{ kN}$$

$$A_c = 0,3 \text{ m} * 0,5 \text{ m} = 0,15 \text{ m}^2$$

$$f_{cm} = 20000 \text{ kN/m}^2$$

$$\frac{936,005}{0,15 \times 20000} = 0,312$$

0,10 < 0,312 < 0,40 olduğundan 0,40 ile 0,80 değerleri arasında doğrusal interpolasyonla S110 kolonu için etkin eğilme rijitliği $(EI)_e = 0,68 (EI)_o$ olarak hesaplanmıştır.

Kolonlar ve perdeler için, SAP2000'de eğilme eksenlerindeki atalet momentleri (I_{22} ve I_{33}), çubuk eleman tanımında, 1 yerine hesaplanan katsayılarla çarpılmıştır [2]. Kolonlar ve perdeler için hesaplanan tüm etkin eğilme rijitliği katsayıları EK B, Çizelge B.1 de verilmiştir.

4.5.2 Yapısal elemanların plastik mafsallık özelliklerinin belirlenmesi

Yapıdaki kirişlerde, kolonlarda ve perdelerde doğrusal olmayan bir analiz yapabilmek için plastik mafsallar bulunmalıdır. Bu mafsallar üç boyutlu modelde tanımlanan yapısal elemanların uç noktalarına atanmıştır. İteratif hesap yöntemi ile bu elemanlarda moment-eğrilik bağıntılarını ve akma diyagramlarını tanımlamak için XTRACT programı kullanılmıştır [8].

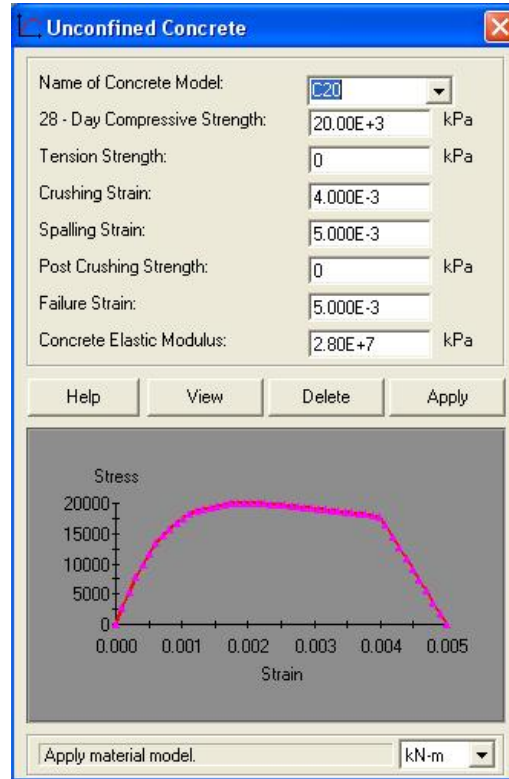
4.5.2.1 Yapısal elemanların malzemelerinin modellenmesi

C20 beton kalitesindeki beton, yapının bilgi seviyesi orta bilgi düzeyinde olduğu için, sargısız beton modeli olarak ve donatı çeliği S220 kalitesindeki çelik olarak modellenmiştir. Malzemelerin dayanım mukavemetleri, karakteristik mukavemetleri olarak alınmıştır. DBYBHY 2007 Ek 7B. de gösterilen malzemelerin uzama ve kılma için sınır değerleri kullanılmıştır [2]. Malzemelerin XTRACT modelleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4' de gösterilmiştir.

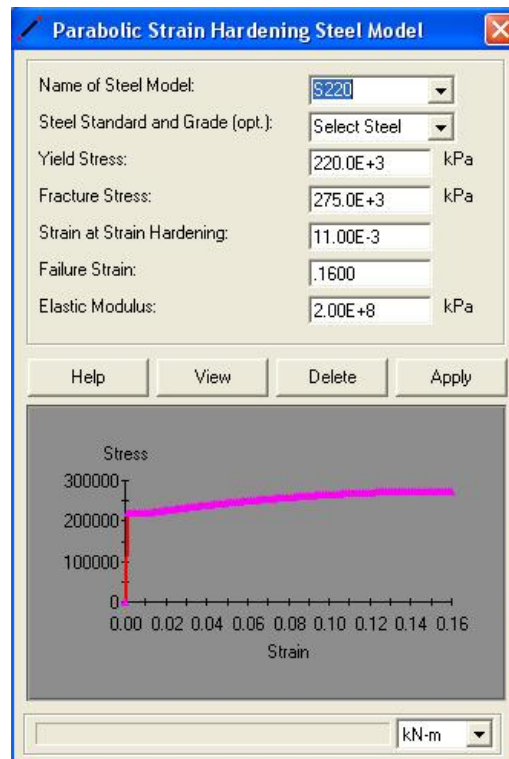
4.5.2.2 Yapısal elemanların modellenmesi

Binanın tüm yapısal elemanları SAP2000 modelinde tanımlandığı çubuk yerel akslarının konumlarına göre XTRACT'de tanımlanmıştır. Aksi bir durumda, XTRACT'den elde edilen verilerin SAP2000'de mafsallık tanımlarken, yanlış girilmesine sebep olabilir. 20x70 ve 30x70 boyutlarındaki kirişler, 30x50, 30x60 ve 20x120 boyutlarındaki kolonlar ve 30x260 ve 260x20 boyutlarındaki perdeler, tanımlanan malzeme modellerini kullanarak SAP2000'de tanımlanan çubuk

elemanların yerel eksenlerine göre olan konumu göz önünde bulundurularak modellenmiştir [7,8].



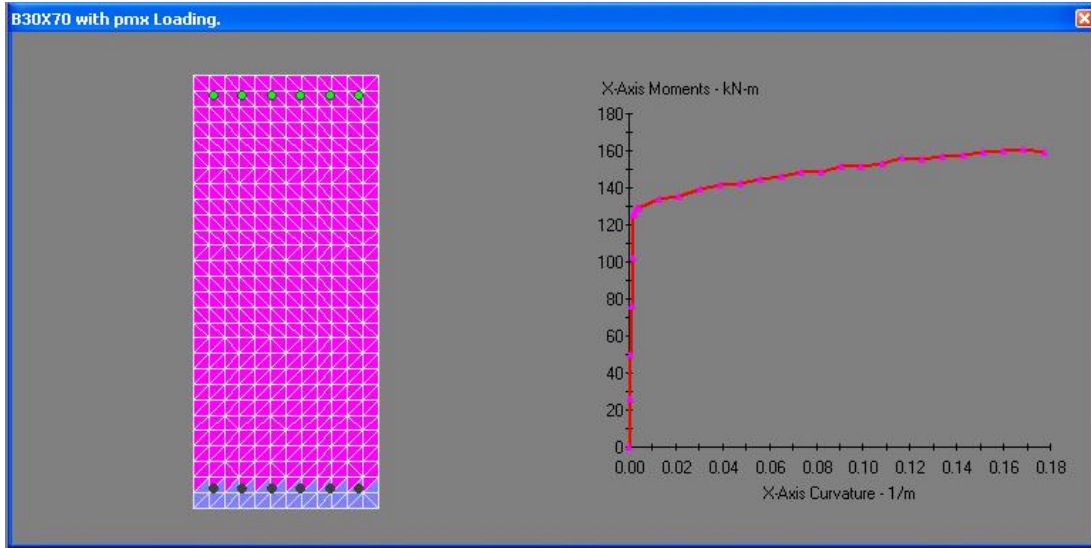
Şekil 4.3 : C20 beton sınıfı için sargısız beton modeli



Şekil 4.4 : S220 donatı çeliği sınıfı için çelik modeli

4.5.2.3 Kirişlerin moment-eğrilik bağıntılarının çıkarılması

Eğilme etkisi doğrultusundaki moment-eğrilik bağıntıları, eğilme etkisi altındaki betonarme kirişlerin doğrusal olmayan davranışını ortaya koyar. XTRACT programı, kiriş kesitinde donatının akmaya başladığı yani doğrusal elastik davranışın sonlanıp, doğrusal olmayan elasto-plastik davranışa geçtiği ve sınır şekil değiştirmelerle sınırlanan birim dönme açısına kadar bir moment-eğrilik eğrisini iteratif olarak hesaplar. Bu şekilde kirişin kapasite momentini, akma eğriliğini ve kopma anına kadar ulaşabildiği eğriliğini tanımlar. SAP2000’de bu eğri, plastik mafsal hipotezine göre iki doğrulu bir grafik olarak optimize edilmiştir. XTRACT programı hesapladığı moment-eğrilik bağıntısını oluşturan her noktada, beton ve donatı malzemelerinin şekil değiştirme ve gerilme değerlerini de hesaplar. Bu değerler, itme analizi sonucunda elemanların hasar tespitinde kullanılacaktır. Orta bilgi düzeyinde olan binadaki kirişler için bulunan moment değerleri SAP2000’de tanımlanırken 0,9 ile çarpılmıştır [7,8]. Şekil 4.5’te 30x70 boyutlarındaki kiriş için moment-eğrilik bağıntısı verilmiştir.

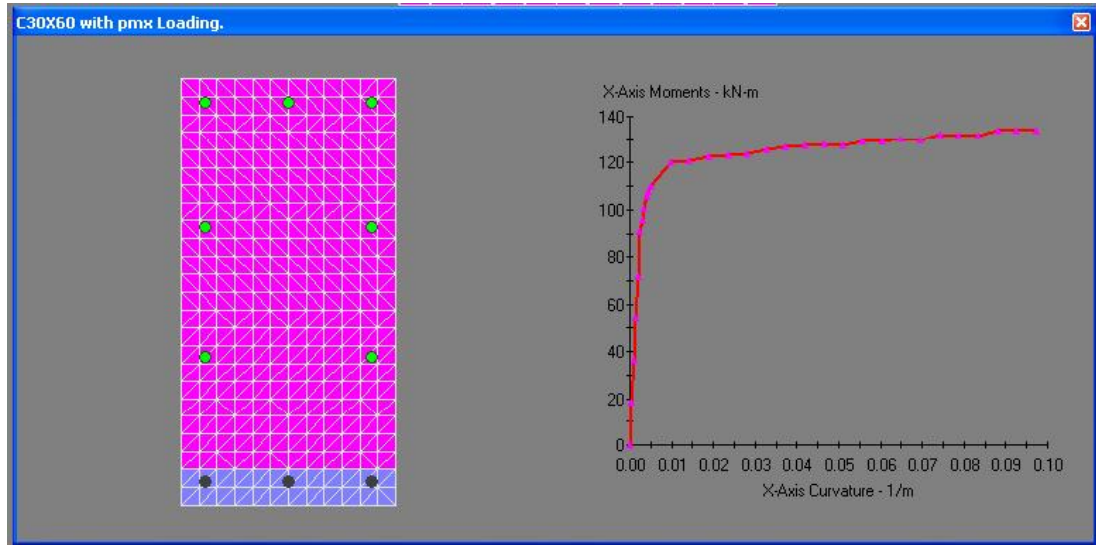


Şekil 4.5 : Boyutları 30x70 olan kiriş için moment-eğrilik bağıntısı

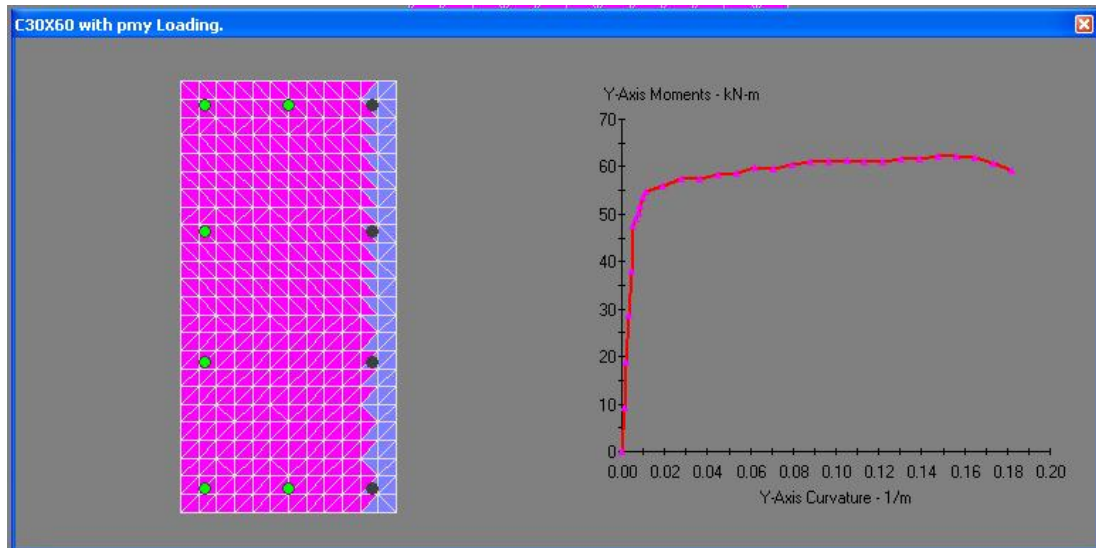
4.5.2.4 Kolonların ve perdelerin moment-eğrilik bağıntılarının çıkarılması

Her iki doğrultuda eğilme etkisi altında ve aksenal kuvvet etkisi altındaki perdelerin ve kolonların, kirişlerden moment-eğrilik bağıntısı olarak tek farkı, her iki doğrultu için moment-eğrilik bağıntısına sahip olmasıdır. Kirişler için anlatılan diğer bilgiler, kolonlar için de geçerlidir. Yalnızca, kolonların ve perdelerin hasar tespitinde

eksenel kuvvetin de etkisi vardır. Şekil 4.6 ve Şekil 4.7’de 30x60 boyutlarındaki bir kolonun her iki doğrultudaki moment-eğrilik bağıntıları gösterilmiştir.



Şekil 4.6 : Boyutları 30x60 olan kolon için X doğrultusunda moment-eğrilik bağıntısı

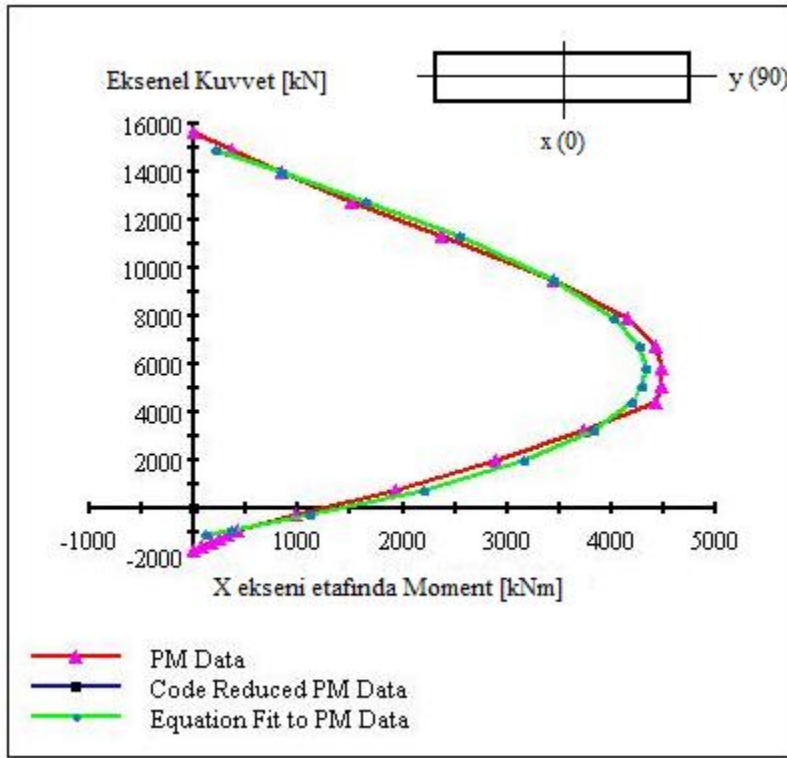


Şekil 4.7 : Boyutları 30x60 olan kolon için Y doğrultusunda moment-eğrilik bağıntısı

4.5.2.5 Kolonların ve perdelerin kesit akma yüzeylerinin çıkarılması

Kolonlarda ve perdelerde, eksenel kuvvete ve her iki doğrultuda eğilmeye maruz kaldıkları için plastik mafsallara özelliklerine akma yüzeylerinin tanımlanması da eklenir. XTRACT programı kolon ve perdelerde akma yüzeylerini oluşturan eksenel kuvvet-moment bağıntılarını istenilen doğrultularda ve istenilen hassaslıkta hesaplar. Yapının kolon ve perde donatılarının simetrik olduğu ve bir burulma düzensizliği

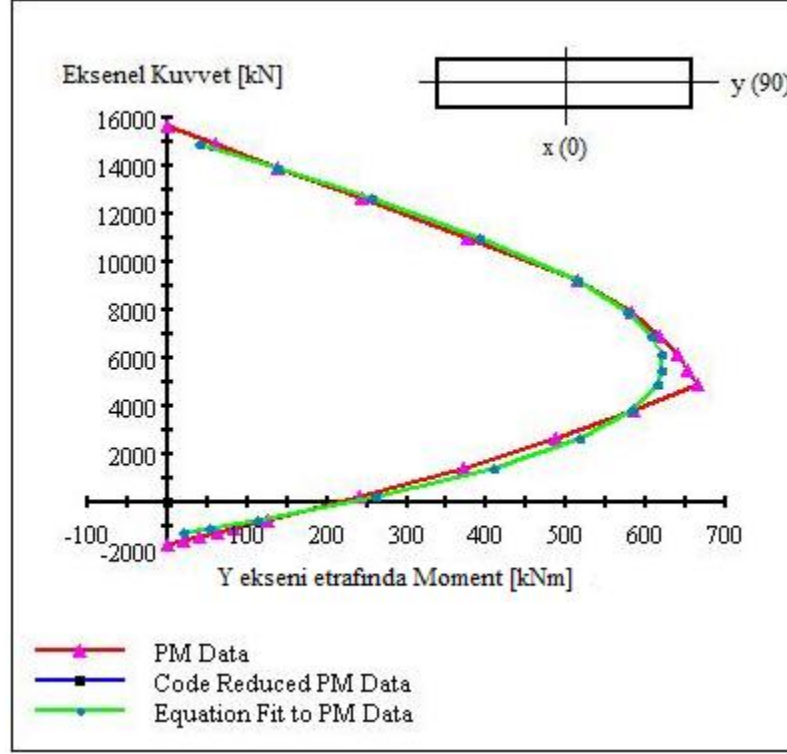
olmadığını göz önüne alarak, 0, 45 ve 90 derecelerden geçen aksenal kuvvet-moment bağıntıları çıkarılmıştır. Bulunan veriler, SAP2000'e girilirken orta bilgi düzeyine göre yeniden düzenlenmiştir. XTRACT'de açılara göre bu verilerin hesaplanması, hangi doğrultuya ait olduğu konusunda belirsizlik yaratabilir. Burada kontrol mekanizması, tanımlanan kolon veya perdenin, sabit aksenal kuvvetler altında atalet momentinin büyük olduğu eksenin yani elemanın uzun olan boyutuna dik olan eksenin moment değerlerinin diğer eksene göre daha büyük olması olabilir [7,8]. Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da boyutları 30x260 olan perdenin 0 ve 90 derecede aksenal kuvvet-moment bağıntıları gösterilmiştir.



Şekil 4.8 : Boyutları 30x260 olan perde için 0 derecede akma yüzeyi

Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da görüldüğü üzere sabit yükler altında moment değerleri 0 ve 90 derecelerde farklılık göstermektedir. 0 derecedeki akma yüzeyinde kesitin 2,6 metre olan kısmı çalışmaktadır ve bu kesiti dik kesen doğrultudaki atalet momenti, diğer doğrultudaki atalet momentinden büyüktür. 45 derecedeki akma yüzeyinde böyle bir kontrol mekanizmasına ihtiyaç yoktur, bu akma yüzeyinde sabit yükler altında her iki doğrultuda moment değerleri okunmuştur, 0 ve 90 derecedeki akma yüzeylerinde karşıt doğrultudaki moment değerleri sifıra yakındır ve SAP2000'de sifir olarak girilmiştir. Şekillerde görüldüğü üzere, XTRACT hesapladığı değerleri program içinde tanımlanan denklem ve kurallar doğrultusunda düzeltmiştir, fakat

SAP2000 bu değerleri, eğri boyunca eğrinin konkavlığını sağlayabilmek için kendi düzeltebilmektedir [7,8].



Şekil 4.9 : Boyutları 30x260 olan perde için 90 derecede akma yüzeyi

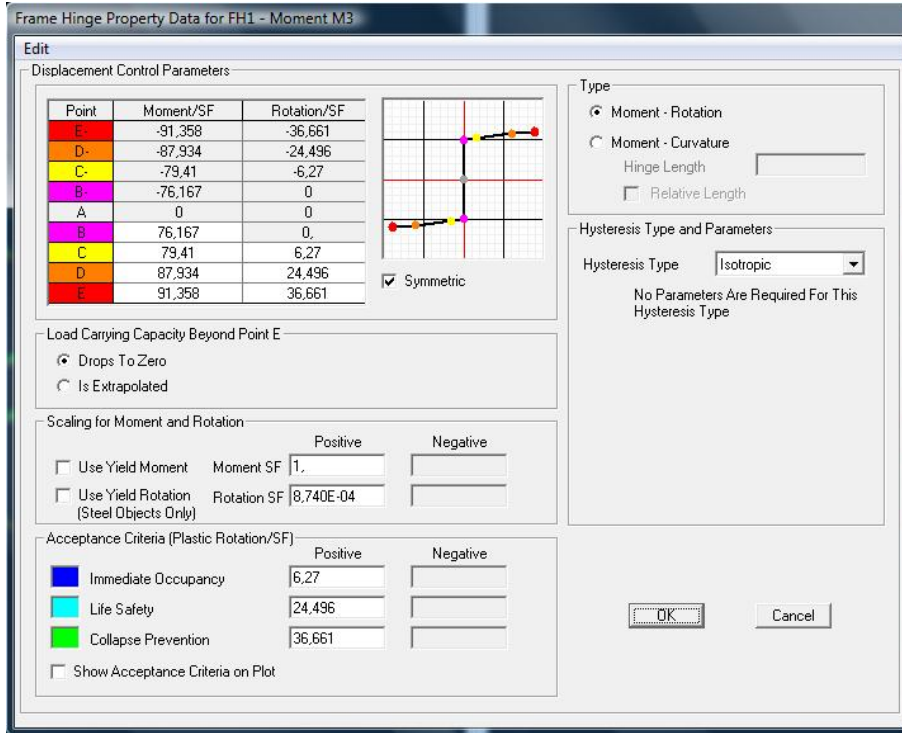
4.5.3 Yapısal elemanların plastik mafsallık özelliklerinin SAP2000’de tanımlanması

Binadaki yapısal elemanların SAP2000’de plastik mafsallık özelliklerinin XTRACT’den alınan verilerle tanımlanabilmesi için çubuk elemanların yerel eksenlerine ve konumlarına dikkat edilmelidir. Simetrik donatılı olmayan kesitlerin, eksenlerin pozitif ve negatif taraflarında, moment-eğrilik bağıntıları değiştiğinden SAP2000’de tanımlarken bu durum gözönünde bulundurulmalıdır [7,8].

4.5.3.1 Moment-eğrilik bağıntılarının SAP2000’de tanımlanması

Yapısal elemanların moment-eğrilik XTRACT verileri, SAP2000’de tanımlanırken birkaç değişikliğe uğramalıdır. SAP2000’e doğrudan eğrilik değerleri girilemez, eğrilik değerleri o kesite ait eğilme doğrultusundaki plastik mafsallık boyu (L_p) ile çarpılıp, dönme değerleri elde edilir ya da bu işlem SAP2000’de plastik mafsallık boyların girilmesiyle, programa yaptırılabilir. SAP2000’de moment-eğrilik verilerinin hepsinin girilmesi mümkün değildir. SAP2000’de A-B-C-D-E gibi

performans noktaları vardır, bu noktalar A-B arası doğrusal elastik davranışı gösterir, kirişlerde doğrusal olmayan plastik davranışa geçtiği andaki moment tanımlanabilir ama elastik eğrilik 0'dır. Kolonlarda ise, bu moment değeri, SAP2000 tarafından akma yüzeylelerinden hesaplanır. Kirişlerde ve kolonlarda B-C-D-E değerleri XTRACT'den aldığımız verilerin doğrusal bir optimasyonla düzeltilmesiyle hesap edilir ya da D-E noktalarında momenti ani bir düşüşe geçirerek, yükü o mafsalda boşaltılabilir. Şekil 4.10'da boyutları 20x70 olan bir kiriş için moment-eğrilik bağıntısının SAP2000'de tanımlanması gösterilmiştir.



Şekil 4.10 : Boyutları 20x70 olan kirişin moment-eğrilik bağıntısının SAP2000'de tanımlanması

L_p : Plastik Mafsal Boyu

h : Eğilmeye Çalışan Kesitin Yüksekliği

ϕ_p : Plastik Eğrilik

θ_p : Plastik Dönme

$$L_p = 0,5 * h \quad (4.3)$$

$$\theta_p = \phi_p * L_p \quad (4.4)$$

Şekil 4.10'da gösterilen plastik mafsal tanımında C-D-E için seçilen momentler eğrinin optimizasyonu ile XTRACT verilerinden seçilmiştir. Elastik davranışın

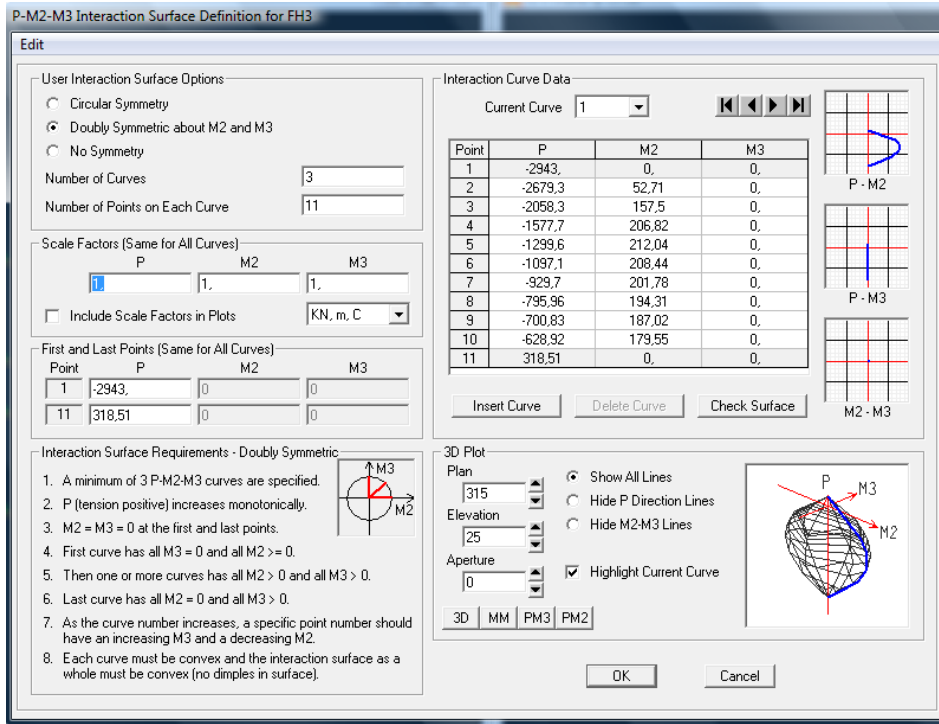
bittiği moment, o kesitin analiz raporundan ya da donatı çeliği malzemesinin akma mukavemetine ulaştığı gerilmenin karşılık geldiği moment değerinden okunabilir. Şekildeki moment değerleri orta bilgi düzeyine göre 0,9 katsayısı ile azaltılarak ve eğrilik değerleri Denklem (4.3) ve (4.4) yardımıyla dönme değerlerine çevrilerek girilmiştir.

4.5.3.2 Akma yüzeylerinin SAP2000’de tanımlanması

Yapının aksenal kuvvet ve eğilme etkisi altındaki elemanları olan kolon ve perde için, akma yüzeyleri tanımlanması XTRACT’den alınan 0, 45 ve 90 derecelerde eğriyi oluşturan noktaların, PM_2 , PM_2M_3 ve PM_3 kolonlarına girilmesiyle yapılır. Burada P, ilgili çubuk elemanın (perde,kolon) 1 nolu yerel eksenine ait aksenal kuvvetin yönü ile beraber değerini ifade eder. XTRACT’den alınan aksenal kuvvet değerleri, SAP2000’deki çubuk 1 nolu yerel eksenine göre terstir ve -1 ile çarpılarak, SAP2000’e girilmesi gerekmektedir. M_2 ve M_3 ise, gene çubuk eksenine bağlı olarak ilgili olduğu yerel eksene göre moment değerlerini ifade eder. Burada XTRACT’de tanımlanan eleman kesitin eksenlerinin, SAP2000’de tanımlanan çubuk eleman kesit eksenleri ile uyuşması önemlidir, fakat yönlerin burada bir önemi yoktur çünkü girilen M_2 ve M_3 , P eksenine göre simetriktir ve otomatik olarak negatif değerleri de tanımlanmaktadır. Sonuçta, P eksenine göre konkav bir küreye benzer bir şekilde akma yüzeyi oluşturmaktadır. Orta bilgi düzeyine göre ilgili değerler katsayıyla azaltılmış ve bu değerler SAP2000’e girilmiştir. Şekil 4.11’de 30x50 boyutlarında bir kolona ait akma yüzeyinin SAP2000’de tanımlanması gösterilmiştir [7,8].

4.5.4 Statik itme analizi için tanımlanan analiz durumları

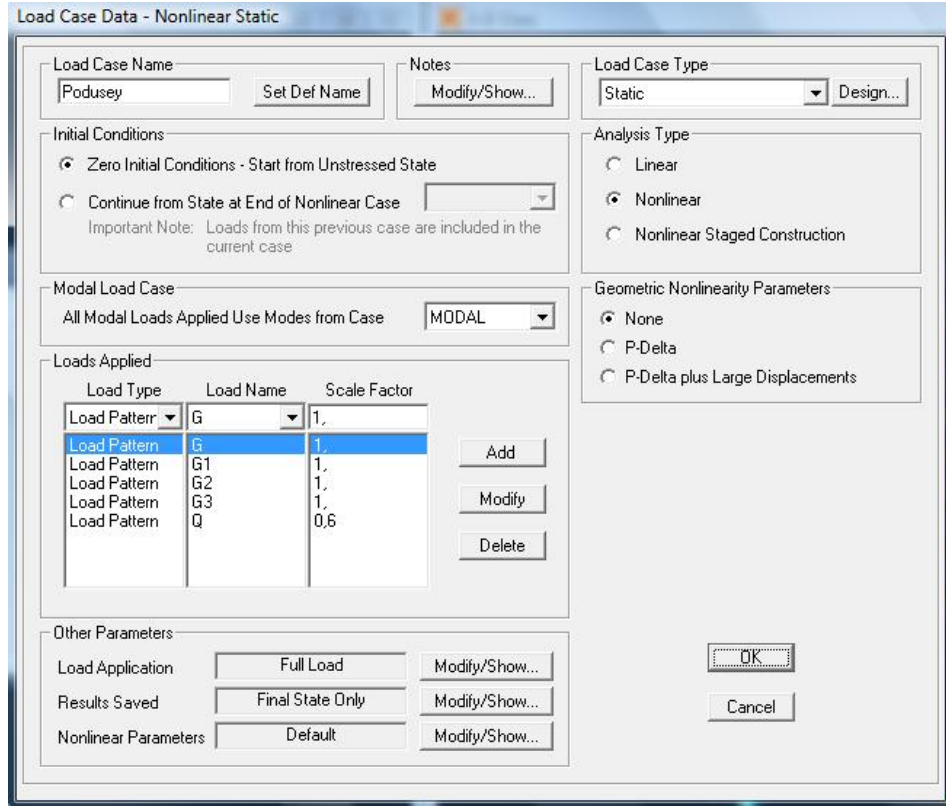
SAP2000’de yapılacak olan itme analizi için, ilk olarak düşey doğrultuda yapının sabit ve hareketli yüklerden oluşan yapı ağırlığını temsil eden itme analizi durumu tanımlanmış ve Podusey olarak adlandırılmıştır. X ve Y doğrultusunda katlara gelen deprem yüklerinin arasındaki oran doğrultusunda artırılarak etkiyen itme analizi durumları tanımlanmış ve sırasıyla Pox ve Poy olarak adlandırılmıştır.



Şekil 4.11 : Boyutları 30x50 olan kolonun akma yüzeyinin SAP2000’de tanımlaması

4.5.4.1 Podüsey (düşey doğrultu) analiz durumu

Podüsey, düşey doğrultuda binanın toplam ağırlığını temsil eden hareketli ve sabit yüklemelerin oluşturduğu yükleme kombinasyonunu içeren doğrusal olmayan bir analiz durumunu ifade etmektedir. Bu analiz durumunda bulunan G1, G2, G3 ve Q yüklemeleri doğrusal olarak tanımlanmış yüklemelerdir. Statik itme analizi durumlarında tepe yerdeğiştirmesi, yapının en üst kat kütle merkezi noktasının ya da bu noktaya yakın bir noktanın yerdeğiştirmesi olarak izlenmektedir. Bu nokta, SAP2000’de analiz durumlarının uygulama kontrolü bölümünde tanımlanmalıdır. Podüsey analiz durumunda, itme analizi gerilmelerin sıfır olduğu ilk durumdan yapının en alt uç noktalarına toplam düşey yükün tamamı indirilene kadar devam eder ve bu arada program her doğrultuda tepe deplasmanını belirlenen üst kat noktasından kaydetmektedir [7,10]. Şekil 4.12’de Podüsey analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması gösterilmektedir.



Şekil 4.12 : Düşey doğrultudaki yüklemeleri içeren Podusey analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması

4.5.4.2 Pox (x doğrultusu) analiz durumu

Pox, kat kütle merkezlerine etkiyen modal genliklerle kat kütlelerinin çarpımlarıyla bulunan deprem yüklerini bulunduran EX doğrusal deprem yüklemesini içeren doğrusal olmayan analiz durumudur. Bu analiz durumu, Podusey yüklemesinin bittiği yerden, X doğrultusunda statik itme analizine devam etmektedir. Tepe yerdeğiştirmesi kontrolü ile analizin üst katta belirlenen kat kütle merkezi noktasının ya da buraya yakın bir noktanın ne kadar yerdeğiştirme yapılacağına karar verilebilmektedir [7,10]. Talep tepe yerdeğiştirmesini bulmak için yapılan ilk statik itme analizinde bu yerdeğiştirme makul bir değer seçilmelidir, çünkü büyük yerdeğiştirmelerde statik itme analizi tamamlanamamaktadır. EX doğrusal yüklemesi için, kat kütle merkezlerine etkilip, aralarındaki oran doğrultusunda artırılacak olan hesaplanmış deprem kuvvetleri Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4’de modal genlikler statik itme analizi için hazırlanmış olan üç boyutlu modelin doğrusal olarak hesaplanmış modal analizinden alınmıştır. Şekil 4.13’de Pox analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması gösterilmiştir.

Çizelge 4.4 : Statik itme analizi için hesaplanan EX deprem yüklemesi

Kat	W_i [kN]	Φ_i	m_i [t]	$m_i \cdot \Phi_i$
5	6303,15	0,022	642,5	13,96
4	11368,4	0,019	1158,9	21,55
3	11368,4	0,014	1158,9	16,27
2	11368,4	0,008	1158,9	9,74
1	11368,4	0,003	1158,9	3,46

The screenshot shows the 'Load Case Data - Nonlinear Static' dialog box in SAP2000. The 'Load Case Name' is 'Pox'. The 'Load Case Type' is 'Static'. The 'Analysis Type' is 'Nonlinear'. The 'Modal Load Case' is 'MODAL'. The 'Loads Applied' table shows two entries: 'Load Pattern' and 'EX' with a 'Scale Factor' of '1.'. The 'Other Parameters' section shows 'Load Application' as 'Displ Control', 'Results Saved' as 'Multiple States', and 'Nonlinear Parameters' as 'User Defined'.

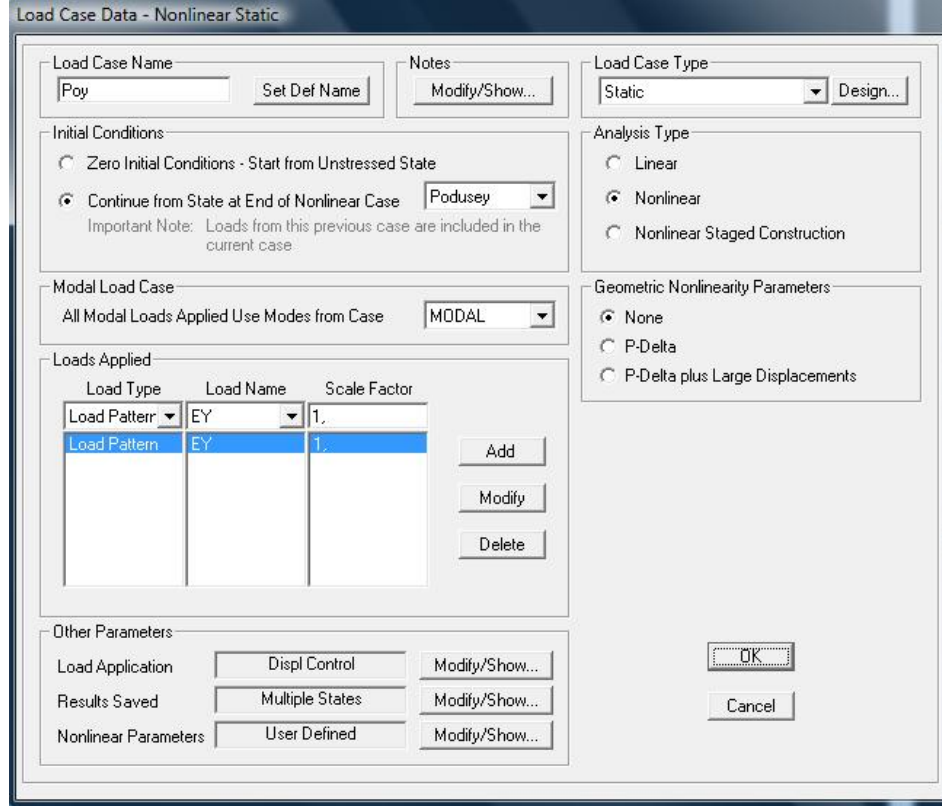
Şekil 4.13 : X doğrultusundaki yüklemeyi içeren Pox analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması

4.5.4.3 Poy (y doğrultusu) analiz durumu

Poy, kat kütle merkezlerine etkiyen modal genliklerle kat kütlelerinin çarpımlarıyla bulunan deprem yüklerini bulunduran EY doğrusal deprem yüklemesini içeren doğrusal olmayan analiz durumudur. Pox (X doğrultusu) analiz durumu için anlatılan bilgiler, bu analiz durumu için de geçerlidir. Çizelge 4.5’de EY doğrusal yüklemesi için, kat kütle merkezlerine etkitilip, aralarındaki oran doğrultusunda artırılacak olan hesaplanmış deprem kuvvetleri ve Şekil 4.14’de Poy analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 : Statik itme analizi için hesaplanan EY deprem yüklemesi

Kat	W_i [kN]	Φ_i	m_i [t]	$m_i * \Phi_i$
5	6303,15	0,022	642,5	14,31
4	11368,4	0,018	1158,9	20,87
3	11368,4	0,013	1158,9	14,91
2	11368,4	0,007	1158,9	8,43
1	11368,4	0,002	1158,9	2,75



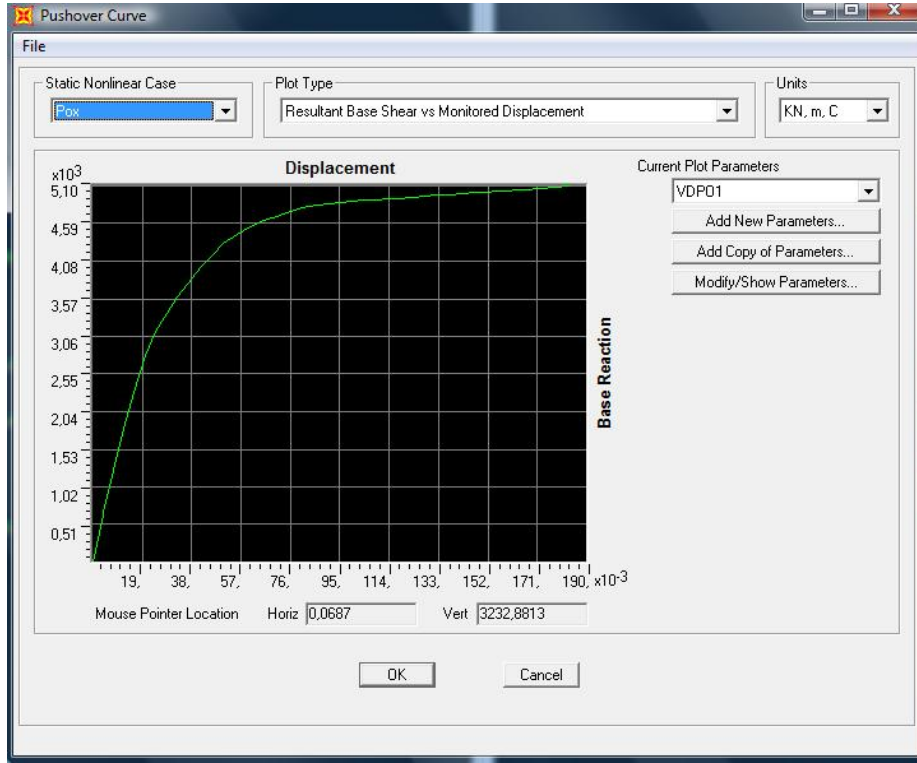
Şekil 4.14 : Y doğrultusundaki yüklemeyi içeren Poy analiz durumunun SAP2000’de tanımlanması

4.5.5 Eşdeğer deprem yükü ile itme analizi sonuçları

Eşdeğer deprem yükü ile itme analizi, gerekli hazırlıkların tamamlanmasından sonra X ve Y doğrultularında DBYBHY 2007 Bölüm 7.8.1.’de bahsedilen deprem gerçekleşme olasılıkları doğrultusunda talep tepe yerdeğiştirmelerini belirleyebilmek için SAP2000 yardımıyla gerçekleştirilmiştir ve taban kesme kuvveti-tepe yerdeğiştirmesi (kapasite eğrisi) elde edilmiştir. SAP2000’de elde edilen plastik mafsalların performans durumlarına göre renkleri ve sayıları, DBYBHY 2007’e göre bir öngörü ifade etmemektedir, sadece aldıkları eğrilik değerleri hasar tespiti ve performans değerlendirilmesi için gereklidir [2,7].

4.5.5.1 X doğrultusunda eşdeğer deprem yükü ile itme analizi sonuçları

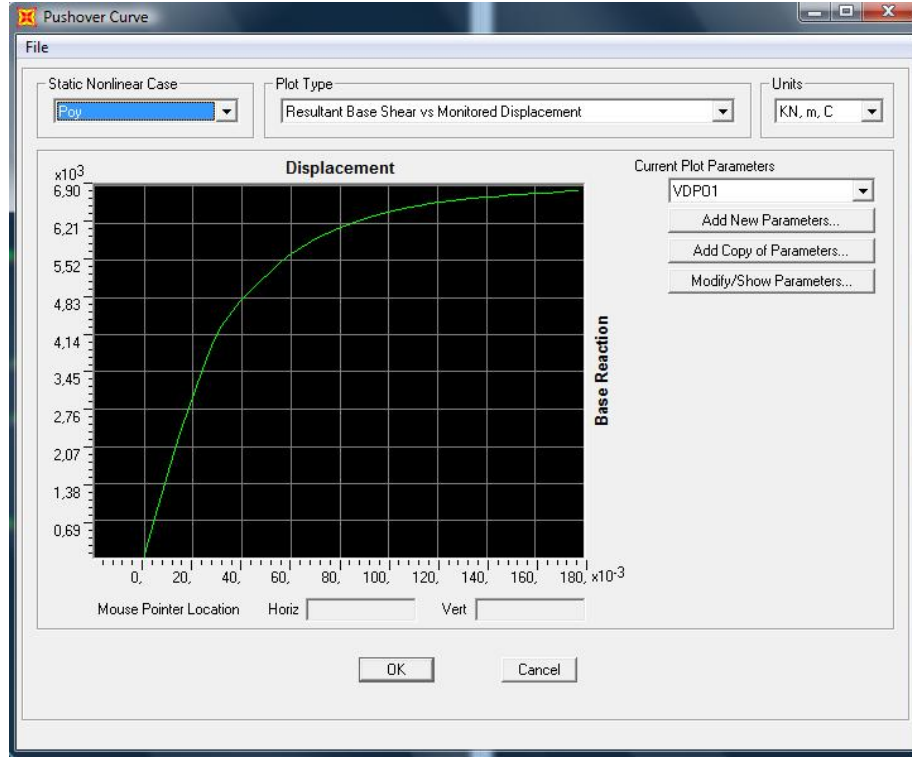
X doğrultusunda yapılan itme analizinde, tepe yerdeğiştirmesi kontrolü için sınır değer 0,20 m olarak alınmıştır. Yapılan itme analizinden sonra yapının 0,196 m kadar itildiği ve yapının bu sınır değere kadar 5132 kN'luk taban kesme kuvvetini alabildiği tespit edilmiştir, fakat eşdeğer deprem yükü yönteminde hesaplanan taban kesme kuvveti 17442 kN'dur. Bu karşılaştırma ile yapının deprem kuvvetlerine karşı performansı hakkında bir önbilgi edinilebilmektedir. şekil 4.15'de SAP2000'den elde edilen kapasite eğrisi gösterilmektedir.



şekil 4.15 : SAP2000'de P0x analiz durumundan elde edilen kapasite eğrisi

4.5.5.2 Y doğrultusunda eşdeğer deprem yükü ile itme analizi sonuçları

Y doğrultusunda yapılan itme analizinde, tepe yerdeğiştirmesi kontrolü için sınır değer 0,20 m olarak alınmıştır. Yapılan itme analizinden sonra yapının 0,18 m kadar itildiği ve yapının bu sınır değere kadar 6832 kN'luk taban kesme kuvvetini alabildiği tespit edilmiştir, fakat eşdeğer deprem yükü yönteminde hesaplanan taban kesme kuvveti 17442 kN'dur. Bu karşılaştırma ile yapının deprem kuvvetlerine karşı performansı hakkında bir önbilgi edinilebilmektedir. şekil 4.16'da SAP2000'den elde edilen kapasite eğrisi gösterilmektedir.



Şekil 4.16 : SAP2000’de Poy analiz durumundan elde edilen kapasite eğrisi

4.5.6 Talep tepe yer değiştirmesi sınırının belirlenmesi

SAP2000’den elde edilen kapasite eğrisini oluşturan taban kesme kuvveti - yerdeğiştirme değerleri elasto-plastik tabanlıdır. Doğrusal analiz için kullanılan spektrum eğrisi ise elastik tabanlı olduğundan, kapasite eğrisi DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.4.’de belirtilen denklemlerle koordinat dönüşümü yapılarak modal yerdeğiştirme – modal ivme (modal kapasite eğrisi) eğrisine çevrilmiş ve başlangıç teğeti çizilmiştir. Burada dikkat edilmesi gereken öngörülen deprem performans hedefleridir, çünkü elastik tabanlı deprem talep spektrum eğrisi, tasarım depremi yani 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem için oluşturulmuştur. Diğer deprem olasılıkları için bu talep spektrum eğrisi değişmektedir. 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem için talep spektrum eğrisinin ordinatlarının 1,5 katı alınmaktadır. Öngörülen deprem performans hedefleri, tasarım depremi ve en büyük deprem altındadır, bu sebeple her doğrultuda ikişer adet talep tepe yerdeğiştirmesi bulunmuştur [2,7].

4.5.6.1 X doğrultusunda talep tepe yer değiştirmesi sınırının belirlenmesi

X doğrultusunda kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülebilmesi için, DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.4.'e göre X doğrultusunda 1. Moda ait etkin kütle (M_{x1}) ve X doğrultusunda 1. Moda ait katkı çarpanı (Γ_{x1}) bulunmuştur. Çizelge 4.6'da bu değerlerin hesaplanması gösterilmiştir [2].

Çizelge 4.6 : X doğrultusuna ait M_{x1} ve Γ_{x1} hesaplanması

Kat	W_i [kN]	m_i [t]	Φ_{ix1}	$m_i\Phi_{ix1}$	$m_i[\Phi_{ix1}]^2$	L_{x1}	M_1	M_{x1}	Γ_{x1}
5	6303,15	642,5	1	642,5	642,5	2992,26	2172,29	4121,74	1,37746
4	11368,4	1158,9	0,86	992,4	849,8				
3	11368,4	1158,9	0,65	749,1	484,2				
2	11368,4	1158,9	0,39	448,7	173,7				
1	11368,4	1158,9	0,14	159,5	21,9				

Çizelge 4.6'da belirtilen modal şekil genlik değerleri SAP2000'den alınan değerlerin normalize edilmiş halini göstermektedir. Burada yapılan normalizasyon işlemi, denklemlerde tepe mod şekli genlik değeri isteminde 1 olarak alınır ve farklı doğrultularda hesap yoğunluğu yüzünden karışıklık yaratmaz. Kapasite eğrisinden elde edilen tepe yerdeğiştirmesi ve taban kesme kuvveti değerleri Bölüm 3.2.4'de belirtilen denklemler yardımıyla modal kapasite eğrisini oluşturan spektral yerdeğiştirme ve spektral ivme değerlerine çevrilmiştir. Çizelge 4.7'de kapasite eğrisinin değerlerinin modal kapasite eğrisi değerlerine dönüştürülmesi gösterilmiştir.

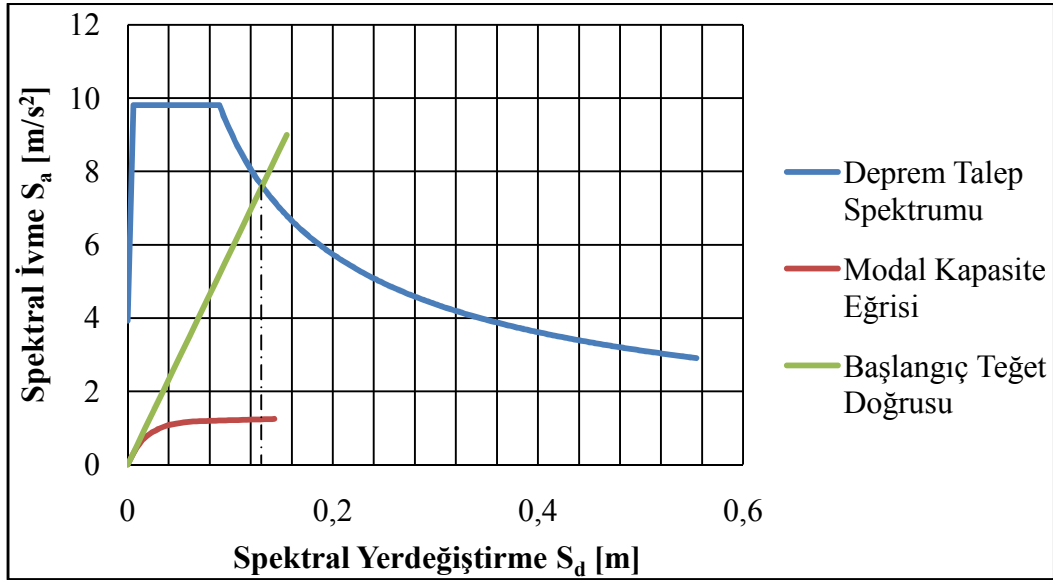
Çizelge 4.7 : X doğrultusuna ait kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi

$u_{xN1}^{(i)}$	$V_{x1}^{(i)}$	$d_1^{(i)}$	$a_1^{(i)}$	$u_{xN1}^{(i)}$	$V_{x1}^{(i)}$	$d_1^{(i)}$	$a_1^{(i)}$
0,000	0,0	0,000	0,000	0,042	4012,0	0,030	0,973
0,004	639,0	0,003	0,155	0,046	4173,6	0,033	1,013
0,008	1253,5	0,006	0,304	0,050	4314,2	0,036	1,047
0,012	1815,1	0,008	0,440	0,056	4453,3	0,041	1,080
0,016	2302,4	0,011	0,559	0,061	4547,7	0,044	1,103
0,020	2794,5	0,015	0,678	0,065	4617,9	0,047	1,120
0,025	3165,7	0,018	0,768	0,071	4692,9	0,051	1,139
0,029	3422,8	0,021	0,830	0,075	4751,0	0,055	1,153
0,033	3637,9	0,024	0,883	0,080	4797,2	0,058	1,164
0,037	3819,9	0,027	0,927	0,084	4825,9	0,061	1,171

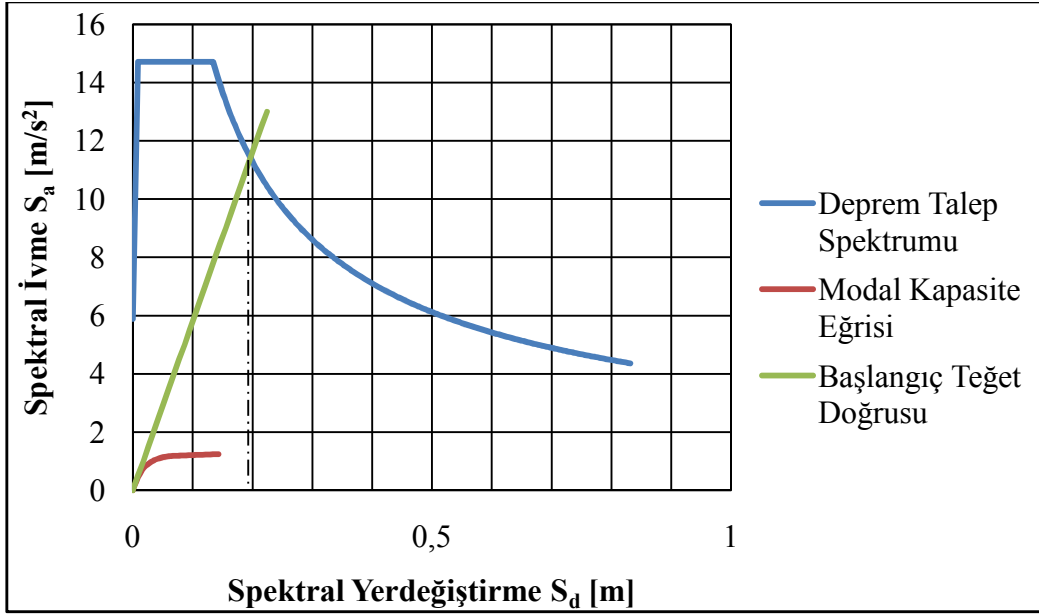
Çizelge 4.7 : X doğrultusuna ait kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi (devam)

$u_{xN1}^{(i)}$	$V_{x1}^{(i)}$	$d_1^{(i)}$	$a_1^{(i)}$	$u_{xN1}^{(i)}$	$V_{x1}^{(i)}$	$d_1^{(i)}$	$a_1^{(i)}$
0,088	4846,4	0,064	1,176	0,140	4992,8	0,102	1,211
0,093	4865,5	0,067	1,180	0,144	5002,3	0,105	1,214
0,097	4880,4	0,071	1,184	0,148	5012,5	0,108	1,216
0,101	4892,2	0,073	1,187	0,155	5027,4	0,112	1,220
0,106	4904,3	0,077	1,190	0,160	5040,5	0,116	1,223
0,110	4915,9	0,080	1,193	0,167	5057,8	0,122	1,227
0,114	4927,4	0,083	1,195	0,173	5071,5	0,126	1,230
0,119	4939,8	0,086	1,198	0,178	5084,5	0,130	1,234
0,123	4950,4	0,089	1,201	0,184	5097,4	0,133	1,237
0,128	4963,7	0,093	1,204	0,190	5113,5	0,138	1,241
0,132	4973,5	0,096	1,207	0,194	5123,8	0,141	1,243
0,136	4983,2	0,099	1,209	0,197	5131,8	0,143	1,245

Elde edilen modal kapasite eğrisi, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem için oluşturulan deprem talep spektrumu eğrileri ile birleştirilmiş ve başlangıç teğet doğrusu yardımıyla spektral talep tepe yerdeğiştirmesi bulunmuştur. Şekil 4.17 ve Şekil 4.18’de modal kapasite eğrisi ve talep spektrumlarının kesiştirilmeleri gōsterilmiřtir.



Şekil 4.17 : Tasarım depremi için elde edilen deprem talep spektrumunun X doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile kesiştirilmesi



Şekil 4.18 : En büyük deprem için elde edilen deprem talep spektrumunun X doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile kesiştirilmesi

DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.7. ve Ek 7C'e göre Şekil 4.17 ve Şekil 4.18 ile elde edilen talep spektral yerdeğiştirmeler, Denklem (4.5) yardımıyla talep tepe yerdeğiştirmesine dönüştürülecektir [2]. Yapısal elemanları çatlamış kesitlerine ait eğilme rijitliklerine sahip yapının periyodu $T_1 = 0,81$ s, $T_B = 0,6$ s'den büyüktür, bu yüzden $C_{R1}=1$ alınmıştır.

$$u_{xN1} = \Phi_{xN1} \Gamma_{x1} d_1^{(p)} \quad (4.5)$$

$$u_{xN1} = 1 * 1,377 * 0,131 = 0,180 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%10 Olan Deprem)}$$

$$u_{xN1} = 1 * 1,377 * 0,196 = 0,270 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%2 Olan Deprem)}$$

4.5.6.2 Y doğrultusunda talep tepe yer değıştirmesi sınırının belirlenmesi

Y doğrultusunda kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülebilmesi için, DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.4.'e göre Y doğrultusunda 1. Moda ait etkin kütle (M_{y1}) ve Y doğrultusunda 1. Moda ait katkı çarpanı (Γ_{y1}) bulunmuştur. Çizelge 4.8'de bu değerlerin hesaplanması gösterilmiştir.

Çizelge 4.8 : Y doğrultusuna ait M_{y1} ve Γ_{y1} hesaplanması

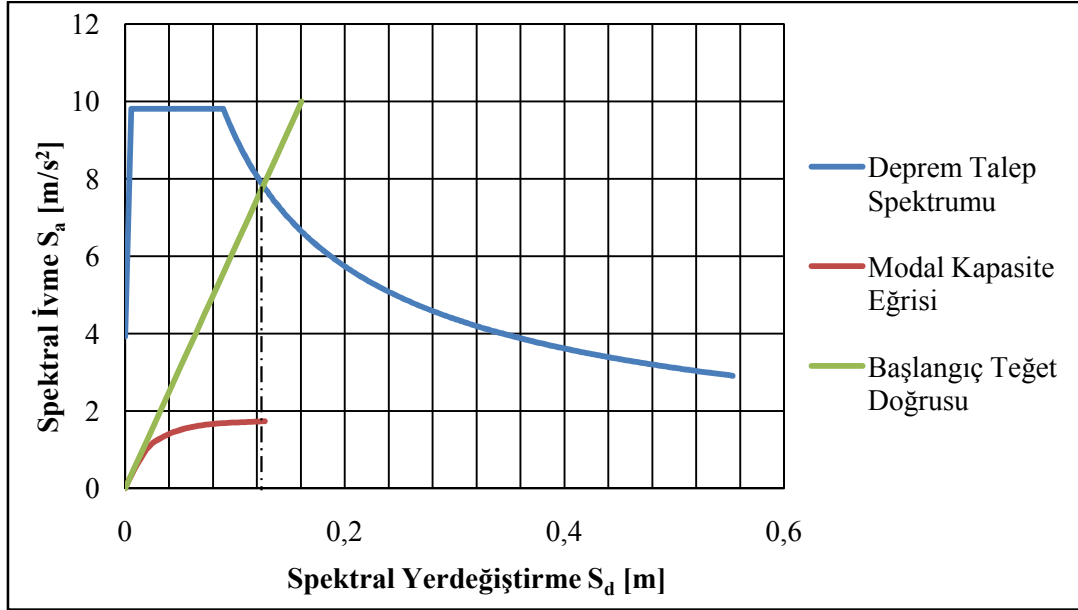
Kat	W_i [kN]	m_i [t]	Φ_{iy1}	$m_i\Phi_{iy1}$	$m_i[\Phi_{iy1}]^2$	L_{y1}	M_1	M_{y1}	Γ_{y1}
5	6303,15	642,5	1	642,5	642,5	2751,58	1924,43	3934,25	1,4298
4	11368,4	1158,9	0,80	937,2	757,9				
3	11368,4	1158,9	0,57	669,7	387,0				
2	11368,4	1158,9	0,32	378,8	123,8				
1	11368,4	1158,9	0,10	123,3	13,1				

Çizelge 4.8’de belirtilen modal genlikler SAP2000’den alınan değerlerin normalize edilmiş halini göstermektedir. Çizelge 4.9’da kapasite eğrisinin değerlerinin modal kapasite eğrisi değerlerine dönüştürülmesi gösterilmiştir.

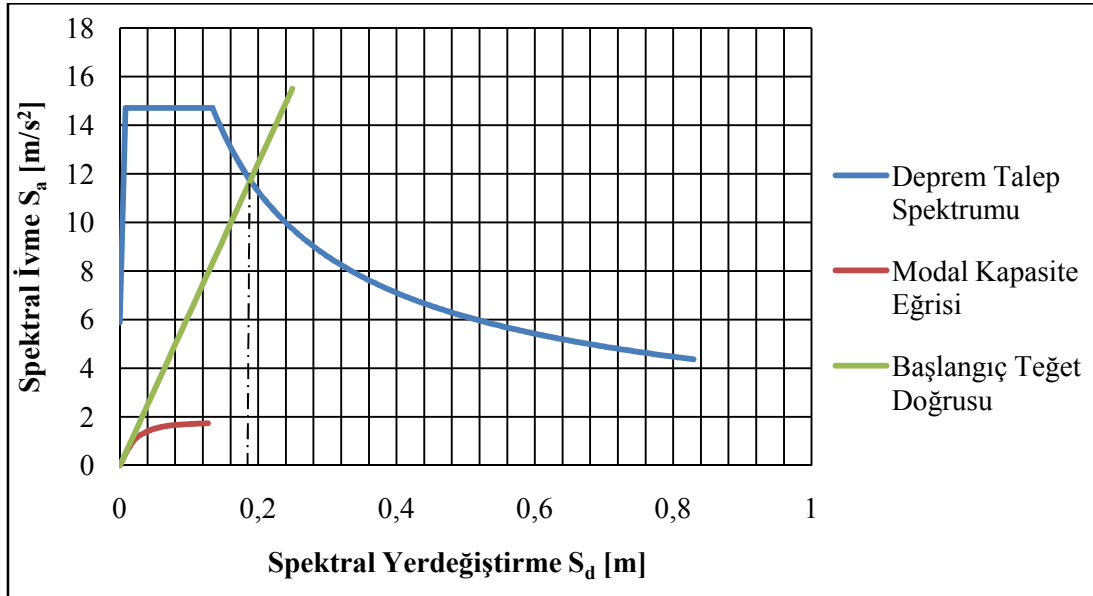
Çizelge 4.9 : Y doğrultusuna ait kapasite eğrisinin modal kapasite eğrisine dönüştürülmesi

$u_{vN1}^{(i)}$	$V_{y1}^{(i)}$	$d_1^{(i)}$	$a_1^{(i)}$	$u_{vN1}^{(i)}$	$V_{y1}^{(i)}$	$d_1^{(i)}$	$a_1^{(i)}$
0,000	0,0	0,000	0,000	0,087	6235,5	0,061	1,585
0,000	67,8	0,000	0,017	0,092	6307,9	0,064	1,603
0,004	737,2	0,003	0,187	0,096	6361,6	0,067	1,617
0,008	1380,8	0,006	0,351	0,100	6415,6	0,070	1,631
0,012	1950,9	0,008	0,496	0,104	6461,2	0,073	1,642
0,016	2461,9	0,011	0,626	0,108	6501,8	0,076	1,653
0,020	3031,9	0,014	0,771	0,113	6536,0	0,079	1,661
0,024	3497,2	0,017	0,889	0,117	6566,4	0,082	1,669
0,028	3927,4	0,019	0,998	0,121	6593,7	0,085	1,676
0,032	4293,5	0,022	1,091	0,126	6619,7	0,088	1,683
0,036	4569,1	0,025	1,161	0,130	6639,5	0,091	1,688
0,039	4767,2	0,028	1,212	0,134	6661,7	0,094	1,693
0,043	4958,4	0,030	1,260	0,139	6680,9	0,097	1,698
0,047	5133,5	0,033	1,305	0,143	6697,3	0,100	1,702
0,051	5293,8	0,036	1,346	0,147	6711,3	0,103	1,706
0,055	5442,3	0,038	1,383	0,151	6725,2	0,106	1,709
0,059	5582,9	0,041	1,419	0,156	6741,3	0,109	1,713
0,063	5709,7	0,044	1,451	0,161	6756,8	0,112	1,717
0,067	5834,4	0,047	1,483	0,164	6770,2	0,115	1,721
0,071	5931,4	0,050	1,508	0,170	6789,9	0,119	1,726
0,075	6008,9	0,052	1,527	0,174	6803,3	0,122	1,729
0,079	6095,9	0,055	1,549	0,179	6820,0	0,125	1,734
0,083	6168,7	0,058	1,568	0,182	6831,6	0,127	1,736

Elde edilen modal kapasite eğrisi, 50 yılda aşılma olasılığı %10 olan deprem ve 50 yılda aşılma olasılığı %2 olan deprem için oluşturulan deprem talep spektrumu eğrileri ile kesiştirilmiş ve başlangıç teğet doğrusu yardımıyla spektral talep tepe yerdeğiştirmesi bulunmuştur. Şekil 4.19 ve Şekil 4.20’de modal kapasite eğrisi ve talep spektrumlarının kesiştirilmeleri gōsterilmiřtir.



Şekil 4.19 : Tasarım depremi için elde edilen deprem talep spektrumunun Y doğruğusunda modal kapasite eğrisi ile kesiştirilmesi



Şekil 4.20 : En büyük deprem için elde edilen deprem talep spektrumunun Y doğruğusunda modal kapasite eğrisi ile kesiştirilmesi

DBYBHY 2007 Bölüm 7.6.5.7. ve Ek 7C' e göre Şekil 4.19 ve Şekil 4.20 ile elde edilen talep spektral yerdeğiştirmeler, Denklem (4.6) yardımıyla talep tepe yerdeğiştirmesine dönüştürülecektir [2]. Çatlamış kesitlere ait rijitliklere sahip olan yapı elemanlı yapının periyodu $T_1 = 0,71$ s, $T_B = 0,6$ s'den büyüktür, bu yüzden $C_{R1}=1$ alınmıştır.

$$u_{yN1} = \Phi_{yN1} \Gamma_{y1} d_1^{(p)} \quad (4.6)$$

$$u_{yN1} = 1 * 1,429 * 0,125 = 0,179 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%10 Olan Deprem)}$$

$$u_{yN1} = 1 * 1,429 * 0,188 = 0,269 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%2 Olan Deprem)}$$

4.5.7 Talep tepe yer değiştirmesi sınırları ile itme analizi

Eşdeğer deprem yükü ile itme analizini gerçekleştirdiğimiz SAP2000'de X ve Y doğrultusundaki Pox ve Poy analiz durumlarındaki izlenen yerdeğiştirme kontrol sınır değerleri bulunan talep tepe yerdeğiştirme sınırları ile değiştirilmiş ve analiz tekrar edilmiştir. 50 yılda aşılma olasılığı \%10 ve \%2 olan depremler için iki adet SAP2000 verisi elde edilmiştir. DBYBHY 2007 Bölüm 7.7 ve Tablo 7.7'de anlatılan insanların uzun süreli ve yoğun olarak bulunduğu yapılardan olan okul binası için, 50 yılda aşılma olasılığı \%10 olan depremde Hemen Kullanım (HK) ve 50 yılda aşılma olasılığı \%2 olan depremde Can Güvenliği (CG) performans düzeylerini sağlamak gerekmektedir [2].

4.5.8 Yapısal elemanlarda birim Şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

50 yılda aşılma olasılığı \%10 ve \%2 olan depremler, yani tasarım depremi ve en büyük deprem altında yapının yapısal elemanlarının uçlarına yerleştirilen mafsallarda itme analizi sonucunda plastik mafsallar oluşmuştur. Bu elemanlar, X ve Y doğrultularına göre DBYBHY Bölüm 7.6.9.'da bahsedilen sınır Şekil değiştirmeler doğrultusunda, itme analizi sonucu aldıkları eğrilik değerlerine karşılık gelen Şekil değiştirmeler ile değerlendirilir ve hasar tespiti yapılır [2]. Kirişler ve kolonlar ile perdeler ayrı ayrı olmak üzere kat bazında hasar tespiti yapılmıştır ve böylelikle performans düzeyi bulunmuştur.

Kirişlerde hasar tespiti için bir örnek olarak;

X doğrultusunda tasarım depremi etkisi altında, zemin kat B101 markalı 20x70 boyutlarındaki kiriş için Denklem (3.13) ve (3.14) yardımıyla birim şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\left. \begin{array}{l} \theta_{p(\text{sol})} = 10,14 \times 10^{-3} \text{ rad} \\ \theta_{p(\text{sağ})} = -9,58 \times 10^{-3} \text{ rad} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{SAP2000'den alınan B101 markalı kirişin sağ ve sol} \\ \text{uçlarındaki plastik dönme değerleri} \end{array}$$
$$\varphi_y = 2,5 \times 10^{-3} \text{ rad} \quad (\text{XTRACT'den alınan 20x70 boyutlarındaki kirişin akma eğriliği})$$
$$L_p = 0,35 \text{ m} \quad (20x70 boyutlarındaki kirişin 0,7 m boyutunda eğilmeye çalışan kısmının yarısı ile ifade edilen plastik mafsal boyu)$$

$$\varphi_p = |\theta_p| / L_p = 10,14 \times 10^{-3} / 0,35 = 28,9 \times 10^{-3} \text{ rad/s (sol uçtaki plastik eğrilik)}$$

$$= 9,58 \times 10^{-3} / 0,35 = 27,4 \times 10^{-3} \text{ rad/s (sağ uçtaki plastik eğrilik)}$$

$$\varphi_t = \varphi_y + \varphi_p = 28,9 \times 10^{-3} + 2,5 \times 10^{-3} = 31,5 \times 10^{-3} \text{ rad/s (sol uçtaki toplam eğrilik)}$$

$$= 27,4 \times 10^{-3} + 2,5 \times 10^{-3} = 29,9 \times 10^{-3} \text{ rad/s (sağ uçtaki toplam eğrilik)}$$

Denklem (3.15)'deki bağıntıya göre toplam eğrilik, betonarme beton ve donatı malzemelerinin şekil değiştirmeleriyle orantılıdır. XTRACT'den elde edilen moment-eğrilik bağıntılarında, eğrilik kısmı donatı çeliğinin birim uzama-kısalma ve betonun birim kısalma değerleriyle orantılıdır. Yukarıda elde edilen toplam eğrilikler ile XTRACT'den bulunacak eğrilik-şekil değiştirme bağıntılarında doğrusal enterpolasyon yapılarak, beton ve donatı çeliği şekil değiştirmeleri bulunmuştur.

$$\varepsilon_c = 1,1 \times 10^{-3} \text{ (C20 beton malzemesinin şekil değiştirmesi)}$$

$$\varepsilon_s = 1,97 \times 10^{-2} \text{ (S220 donatı çeliği malzemesinin şekil değiştirmesi)}$$

Enine donatı kirişlerde, beton malzemesinin şekil değiştirmesinde etkin bir rol oynamaktadır. Kirişin içinde bulunması gereken enine donatı oranı (ρ_{sm}) ve mevcut donatı oranı (ρ_s) hesaplanarak, beton şekil değiştirmesi hasar sınırlarında bulunur. Mevcut enine donatı $\Phi 8/30$ ve sarılma bölgelerinde olması gereken donatı $\Phi 8/20$ 'dir. Minimum Hasar Sınırı için donatı çeliği hasar sınır şekil değiştirmesini (0,01) geçen, fakat Güvenlik Hasar Sınırı için donatı çeliği hasar sınırı şekil değiştirmesinden (0,04) küçük kalan B101 kirişinin donatı çeliği malzemesi şekil

değiştirmesi, kirişin sağ ve sol uçları olmak üzere Belirgin Hasar Bölgesinde olduğunu göstermektedir.

Kolon veya Perde hasar tespiti için bir örnek olarak;

Y doğrultusunda en büyük deprem etkisi altında, zemin kat S123 markalı 260x20 boyutlarındaki perde için Denklem (3.13) ve (3.14) yardımıyla birim Şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi aşağıda gösterildiği gibidir:

$$\theta_p = - 6,26 \times 10^{-3} \text{ rad} \quad (\text{SAP2000'den alınan } 260 \times 20 \text{ boyutlarındaki perdenin alt ucundaki plastik dönmesi})$$

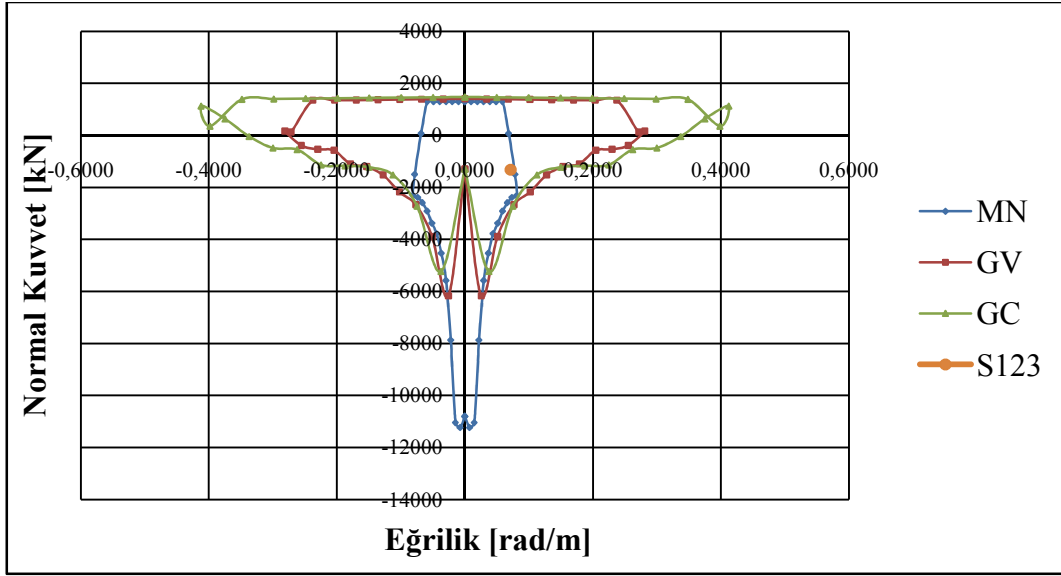
$$\varphi_y = 8,8 \times 10^{-3} \text{ rad} \quad (\text{XTRACT'den alınan } 260 \times 20 \text{ boyutlarındaki kolonun Y doğrultusundaki akma eğriliği})$$

$$L_p = 0,10 \text{ m} \quad (260 \times 20 \text{ boyutlarındaki perdenin } 0,2 \text{ m boyutunda eğilmeye çalışan kısmının yarısı ile ifade edilen plastik mafsal boyu})$$

$$\varphi_p = |\theta_p| / L_p = 6,26 \times 10^{-3} / 0,10 = 62,6 \times 10^{-3} \text{ rad/s (plastik eğrilik)}$$

$$\varphi_t = \varphi_y + \varphi_p = 62,6 \times 10^{-3} + 8,8 \times 10^{-3} = 71,4 \times 10^{-3} \text{ rad/s (toplam eğrilik)}$$

S123 markalı perdede hasar sınırlarında beton Şekil değiştirmelerini bulmak için enine donatı miktarları gereklidir. Mevut bulunan enine donatı $\Phi 8/30$ ve sarılma bölgelerinde olması gereken donatı $\Phi 8/10$ 'dur. Hasar sınır bölgelerini belirleyen Şekil değiştirmelerin, eğrilik ile ilişkisi sadece eğilmeye çalışan elemanlar için hasar tespitinde doğrudan kullanılabilir, fakat kolonlar veya perdeler ayrıca eksenel kuvvet etkisi altındadır. Bu tür yapısal elemanlar için, hasar sınır bölgelerini belirleyen sınır Şekil değiştirmelerini kullanarak, XTRACT'de akma yüzeyi diyagramları çizdirilir. Bu diyagramlardan alınan normal kuvvet değerleri, her hasar sınırı için bulunan eğrilik değerleri ile ilişkilendirilir ve hasar diyagramları yani Eksenel Kuvvet-Toplam Eğrilik bağıntıları çizdirilir. Sonuçta elde edilen diyagramlarda o kolon veya perdedeki normal kuvvet istemleri ve toplam eğrilik istemleri diyagram içerisine konularak, hangi hasar bölgesinde olduğunu sınırları belirleyen eğrilerin içerisinde kalıp kalmadığı kontrol edilerek değerlendirilir. Şekil 4.21'de normal kuvvet istemi 1318,9 kN olan S123 markalı perdenin Y doğrultusundaki deprem etkisinde normal kuvvet-eğrilik diyagramında hangi hasar sınır bölgesinde yer aldığı gösterilmiştir.



Şekil 4.21 : S123 markalı perdenin Y doğrultusundaki normal kuvvet-eğrilik bağıntısı

Şekil 4.21’de görüldüğü üzere S123 markalı 260x20 boyutlarındaki perde, Y doğrultusunda en büyük deprem etkisi altında Minimum Hasar Sınırı eğrisinin içerisinde yer almıştır ve Minimum Hasar Bölgesinde olduğu kabul edilmiştir.

4.5.8.1 X doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için X doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.10’da verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.10 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	68	19	0	0	78	22	0	0
4	57	30	0	0	66	34	0	0
3	38	45	4	0	44	52	5	0
2	39	44	4	0	45	51	5	0
1	37	48	2	0	43	55	2	0

Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.11’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek bir hasar tespiti EK B, Şekil B.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	12	40	0	0	23	77	0	0
4	38	14	0	0	73	27	0	0
3	52	0	0	0	100	0	0	0
2	52	0	0	0	100	0	0	0
1	6	19	2	25	12	37	4	48

4.5.8.2 Y doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için Y doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.12’de verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	77	10	0	0	89	11	0	0
4	46	41	0	0	53	47	0	0
3	47	40	0	0	54	46	0	0
2	46	41	0	0	53	47	0	0
1	47	40	0	0	54	46	0	0

Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.13’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek bir hasar tespiti EK B, Şekil B.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.13 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	17	35	0	0	33	67	0	0
4	52	0	0	0	100	0	0	0
3	52	0	0	0	100	0	0	0
2	52	0	0	0	100	0	0	0
1	9	20	5	18	17	38	10	35

4.5.8.3 X doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için X doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.14’de verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.14 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	68	15	4	0	78	17	5	0
4	51	32	4	0	59	37	5	0
3	38	45	2	2	44	52	2	2
2	39	40	4	4	45	46	5	5
1	37	42	6	2	43	48	7	2

Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.15’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek bir hasar tespiti EK B, Şekil B.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.15 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	12	40	0	0	23	77	0	0
4	23	29	0	0	44	56	0	0
3	52	0	0	0	100	0	0	0
2	52	0	0	0	100	0	0	0
1	0	12	0	40	0	23	0	77

4.5.8.4 Y doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için Y doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.16’da verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.16 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	68	16	3	0	78	18	3	0
4	44	36	7	0	51	41	8	0
3	43	33	11	0	49	38	13	0
2	43	35	9	0	49	40	10	0
1	44	35	8	0	51	40	9	0

Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 4.17’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek bir hasar tespiti EK B, Şekil B.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	10	42	0	0	19	81	0	0
4	50	2	0	0	96	4	0	0
3	52	0	0	0	100	0	0	0
2	52	0	0	0	100	0	0	0
1	2	5	4	41	4	10	8	79

4.5.9 Yapının performans seviyesinin belirlenmesi

Bölüm 2.4’de anlatılan performans seviyeleri kuralları ile kat bazında yapılan hasar bölgeleri yüzdelerini kullanarak, performans değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tasarım depremi altında her iki doğrultuda kolonlarda sünek göçme türünde göçmeler görülmüştür. Tasarım depremi altında kirişlerde maksimum %10 kadarının belirgin hasar bölgesine geçebilme kuralı, her iki doğrultuda kirişlerin yarısına kadarının belirgin hasar bölgesinde kalması hatta X doğrultusunda bir bölümünün ileri hasar bölgesine geçmesiyle bozulmuştur. En büyük deprem altında kolonlarda ve perdelerde sünek göçme türündeki göçmeler artmıştır ve kirişlerde ileri hasar bölgeleri artmış hatta bir bölümü göçme hasar bölgesine girmiştir.

Hemen Kullanım ve Can Güvenliği performans seviyeleri belirtilen deprem etkileri altında sağlanamamıştır. Yapının bu performans seviyelerini yakalayabilmesi için güçlendirmeye ihtiyacının olduğu anlaşılmıştır.

5. 5 KATLI MEVCUT OKUL BİNASININ GÜÇLENDİRİLMESİ VE ARTIMSAL EŞDEĞER DEPREM YÜKÜ İLE İTME ANALİZİ YÖNTEMİ İLE DEPREM PERFORMANSININ BELİRLENMESİ

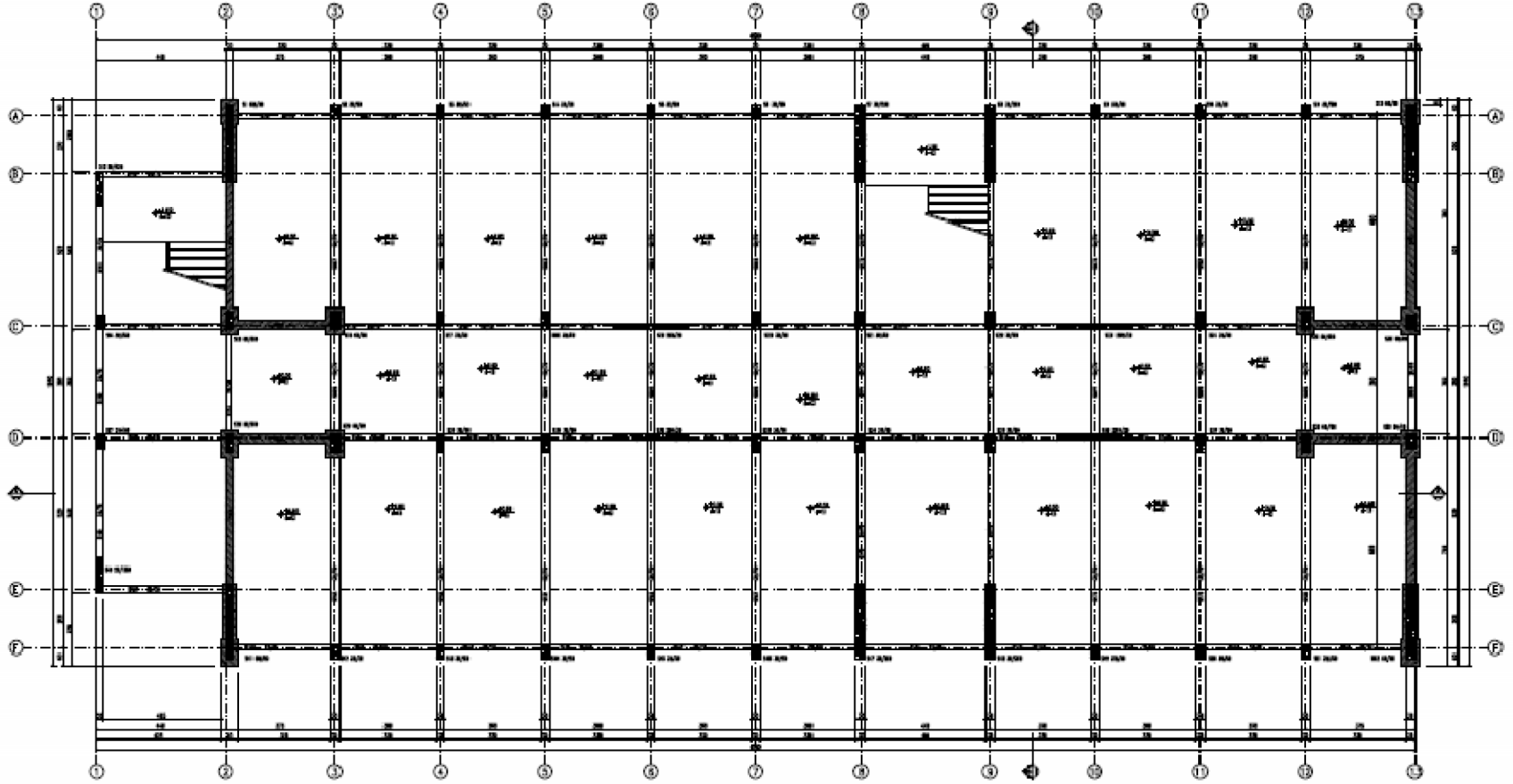
5.1 Giriş

Mevcut okul binasının 4. Bölümde yapılan deprem performansı tahkikleri yönetmelikte belirtilen deprem etkileri altında öngörülen deprem performanslarını sağlayamamıştır. Bu bölümde, mevcut okul binasının mevcut kolonlarda mantolama ve yeni betonarme perdelerle güçlendirerek artımsal eşdeğer deprem yükü ile itme analizi yöntemi ile deprem performansı değerlendirilmiş ve yeni gelen elemanlarla oluşacak yeni yük dağılımının temeldeki etkileri tahkik edilmiştir.

Yüksek süneklikteki betonarme perdelerin yapıya yerleştirilmesinde, mevcut olan yapıda herhangi bir burulma düzensizliği yaratmamak için simetriye önem verilmiştir. Yeni yerleştirilen betonarme perdelerin başlık bölgelerini oluşturan kolonlarda göçme hasar bölgelerinin oluşmasını engellemek için betonarme mantolama uygulaması yapılmıştır.

Binaya yeni eklenecek betonarme perdelerin, beton malzemesi kalitesi BS30 (C30) ve donatı malzemesi kalitesi BÇ III (S420) olarak belirlenmiştir. Doğrusal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile belirlenecek olan donatı miktarları ile elemanlar modellenmiş ve temeldeki etkileri bu şekilde tahkik edilmiştir. Yüksek sünek perdeler eklenen taşıyıcı sistemin Deprem Yükü Azaltma Katsayısı (R) 7 alınmıştır.

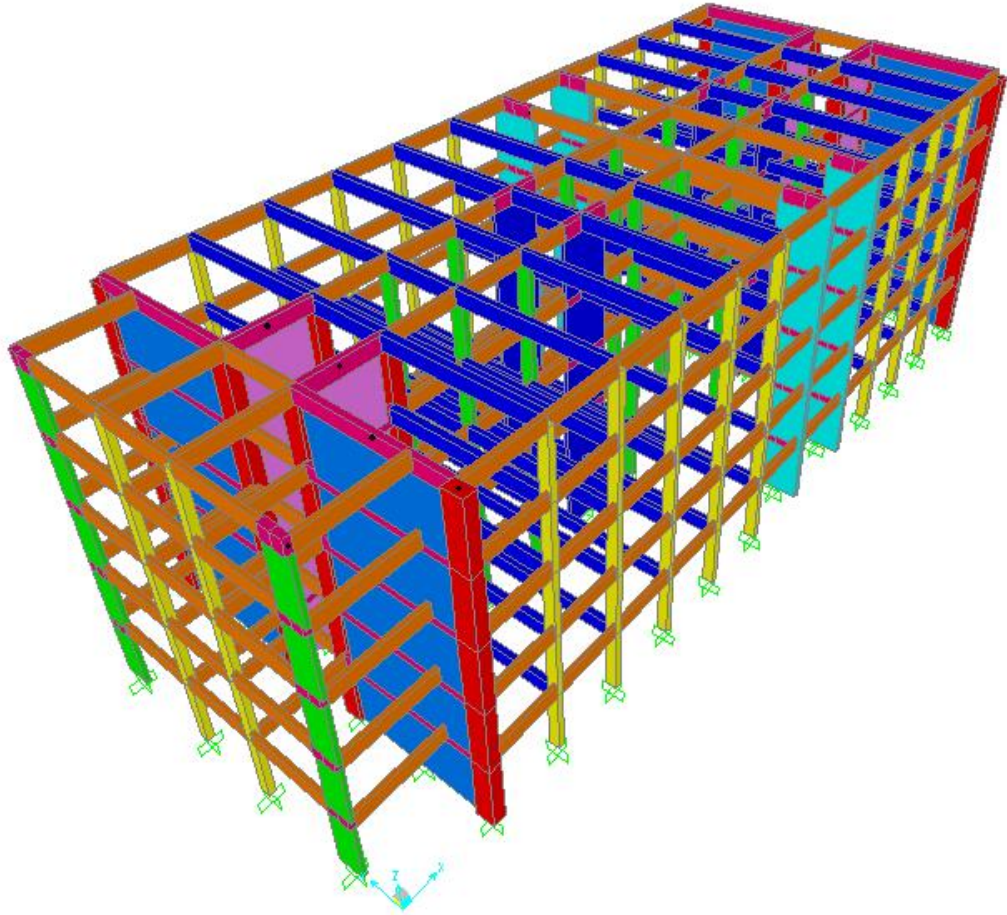
Güçlendirilmiş yapıya ait kalıp planı Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1 : Güçlendirilmiş zemin ve normal kat kalıp planı

5.2 Yapının Üç Boyutlu Modelinin Güncellenmesi

Yapıya eklenen yeni perde elemanları çubuk elemanlar olarak atanmıştır ve sonsuz rijit fiktif çubuk elemanlar kullanarak diğer çubuk elemanlarla bağlantısı sağlanmıştır [10]. Başlık bölgesi görevini yerine getirmeleri için perdelerin uç bölümlerinde bulunan kolonların yerine boyutları 60x90 olan kolonlar yerleştirilmiş ve 0,3 m kalınlığındaki perdeler X ve Y doğrultularında olmak üzere tüm yapı boyunca devam ettirilmiştir. Şekil 5.2’de güncellenmiş yapının üç boyutlu SAP2000 modeli gösterilmektedir [7].



Şekil 5.2 : Yapının güncellenmiş üç boyutlu SAP2000 modeli

5.3 Eşdeğer Deprem Yüğü Yöntemi ile Güçlendirilmiş Yapının Doğrusal Deprem Analizi

Güçlendirilen yapının yeni elemanlarına konulacak enine ve boyuna donatı miktarlarının hesaplanması ve düşey yüklerin mevcut ve yeni elemanlarına dağılımının bulunması için doğrusal bir önhesap yapılması gerekmektedir. Mevcut bina parametrelerinden farklı olarak, yüksek sünek perdelerin eklenmesinden dolayı Deprem Yüğü Azaltma Katsayısı (R) 7 olarak alınmıştır. İlk bilgisayar analizinden çıkan sonuçlara göre, yapının birinci doğal titreşim periyodu (T_1) X doğrultusunda 0,46 saniye ve ikinci doğal titreşim periyodu (T_2) Y doğrultusunda 0,38 saniye çıkmıştır. T_1 ve T_2 , zemin sınıfı Z3 olan zeminin spektrum karakteristik periyotları ($T_A = 0,15$ s. ve $T_B = 0,60$ s.) arasında kaldığı için her iki doğrultuda kat kütle merkezlerine etkiyecek yanal kuvvetler aynıdır ve Çizelge 5.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1 : X ve Y doğrultuları için eşdeğer deprem yükleri

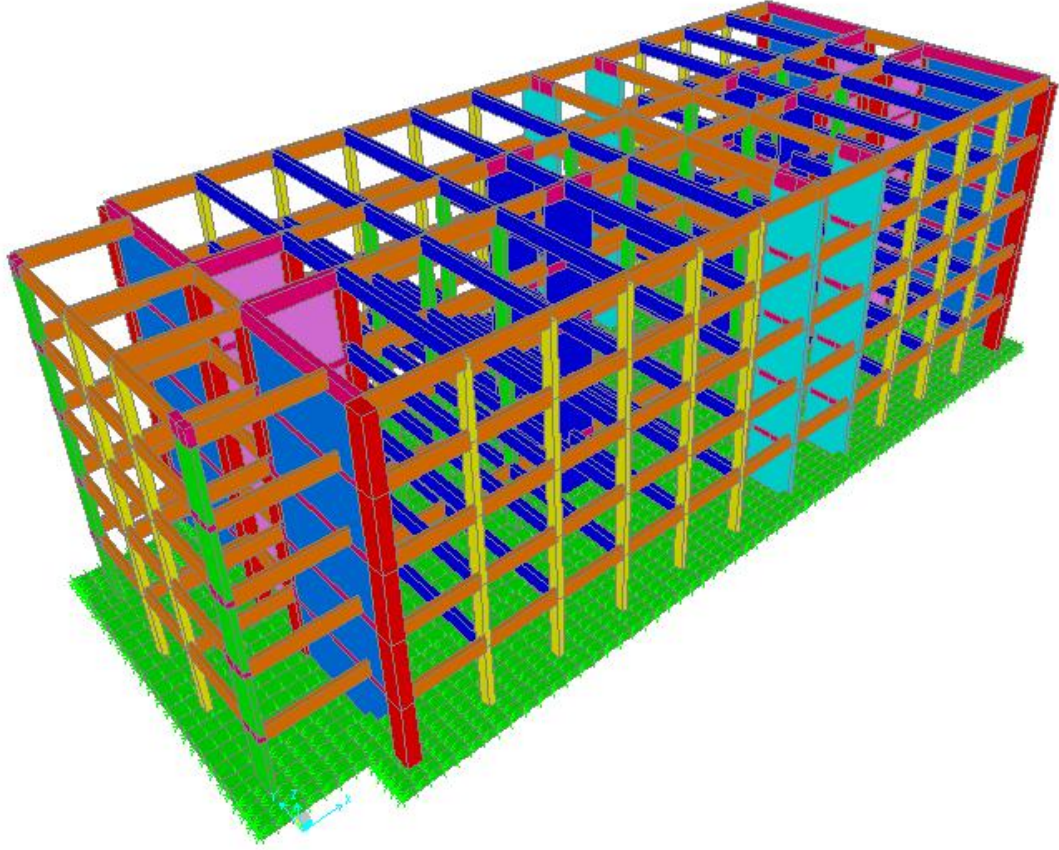
Kat	W_i [kN]	H_i [m]	$W_i H_i$ [kNm]	$W_i H_i / \sum W_i H_i$	F_i [kN]	ΔF_n [kN]	V_i [kN]
5	7362,4	16	117798,3	0,23	2511,9	429,9	2941,8
4	12489,8	12,8	159869,3	0,31	3409,0		6350,8
3	12489,8	9,6	119901,9	0,23	2556,8		8907,6
2	12489,8	6,4	79934,7	0,15	1704,5		10612,1
1	12489,8	3,2	39967,3	0,08	852,3		11464,3
Σ	57321,6		517471,5	1	11034,4		40276,5

Bölüm 4’te belirtilen deprem kombinasyonlarının altında yapılan doğrusal analiz sonucunda mantolama ile 60x90 boyutlarına sahip olan kolonlarda 28 Φ 22 boyuna donatı (minimum donatı) ve Φ 8/20/10 enine donatı hesaplanmıştır. Yeni eklenen perdelerde ise Φ 14/15 boyuna donatı ve Φ 10/20/10 enine donatı hesaplanmıştır. Yeni eklenen elemanların donatı detay ve kalıp çizimleri EK C’de gösterilmektedir.

5.3.1 Güçlendirilmiş yapının temelinde zemin emniyet gerilmesi tahkiki

Yapıdaki elemanların mevcut bir temelde yarattığı deformasyonların değerleri yeni elemanlarında eklenmesiyle artabilir. Bu sebeple, yapının mevcut temelinde deprem kombinasyonları altında yapacağı deformasyonları ve çekme gerilmelerinin olup olmadığını kontrol etmek için temelde tahkikler yapılır. Yapıda 1 m ampattanlık olmak üzere 0,5 m kalınlığında radye bir temel bulunmaktadır. Yapının zeminin

yatak katsayısı (K_0) 40000 kN/m^3 'dür. Radye temel SAP2000'de Şekil 5.3'deki gibi modellenmiştir.



Şekil 5.3 : Güçlendirilen yapının SAP2000'de radye temel ile modeli

Yapıda yapılan eşdeğer deprem yükü yöntemi ile yapılan analiz sonucu elde edilen sonucunda DY8 deprem kombinasyonu altında maksimum çökme (δ_{maks}) $0,0087 \text{ m}$ olarak kaydedilmiştir. Çekme gerilmesi ortaya çıkmamıştır. Temeldeki maksimum basınç gerilmesi (σ_{maks}) depremlili durumda zemin emniyet gerilmesinin ($\sigma_{z,\text{em}}$) $1,5$ katıyla kontrol edilebilmektedir [2,12].

$$\begin{aligned} \sigma_{\text{maks}} &= \delta_{\text{maks}} * K_0 \leq \sigma_{z,\text{em}} (G+Q) \\ &\leq 1,5 * \sigma_{z,\text{em}} (G+Q+E) \end{aligned} \quad (5.1)$$

$$\sigma_{\text{min}} = \delta_{\text{min}} * K_0 \geq 0 \quad (5.2)$$

$$0,0087 * 40000 = 349,6 \text{ kN/m}^2 \leq 1,5 * 250 \text{ kN/m}^2 = 375 \text{ kN/m}^2 \checkmark$$

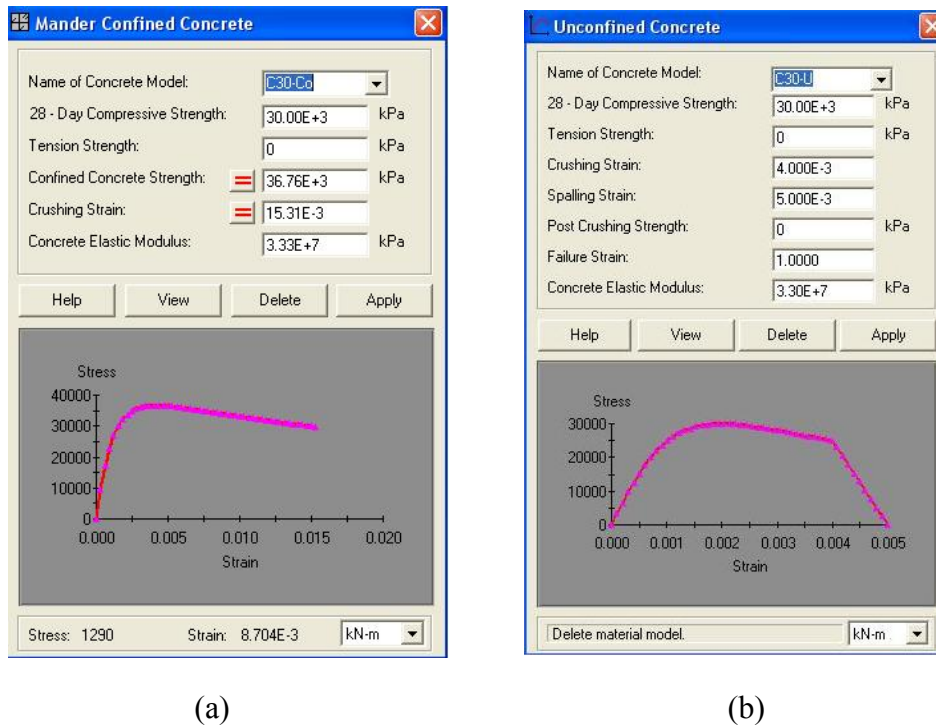
Denklem (5.1) ve (5.2) yardımıyla temeldeki maksimum gerilmenin emniyet gerilmesinden küçük olduğu kontrol edilmiştir ve temelde çekme gerilmelerinin olmadığı SAP2000'den elde edilen temel deformasyonlarından görülmüştür.

5.4 Artımsal Eşdeğer Deprem Yüğü ile İtme Analizi Yöntemi ile Performans Değerlendirilmesi

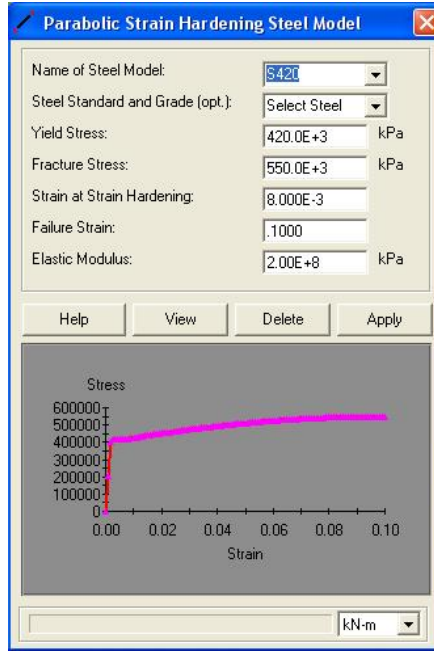
Yapı, yeni elemanlarla güçlendirildikten sonra Bölüm 4’te anlatılan artımsal eşdeğer deprem yükü yönteminin uygulanabilirlik şartlarının kontrol edilmesi ve yeni kuvvet dağılımı sebebiyle çatlamış kesitlere ait yeni eğilme rijitliklerinin hesaplanması tekrar edilmiştir. Bu bölümde diğer bölümden farklı olarak, yeni elemanların beton malzeme modelinin kapsamlı bilgi seviyesinden dolayı sargılı beton şeklinde tanımlanmasıdır.

5.4.1 Yeni yapısal elemanların malzeme modellerinin tanımlanması

Yeni malzeme modelleri, XTRACT kullanılarak tanımlanmıştır. Donatı hesapları yapılan sargılı yapısal elemanlar, XTRACT’de modellenmiştir [8]. Bölüm 4’ten farklı olarak burada sargılı beton modelleri oluşturulmuştur. Şekil 5.4 (a) ve (b)’de C30 kalitesindeki sargılı ve sargısız beton modellerinin tanımlanması gösterilmiştir. Şekil 5.4 (a)’da görüldüğü üzere sargılı beton dayanımı karakteristik beton dayanımından yüksektir. DBYBHY 2007 EK 7B’de anlatılan Mander Beton Modeli kullanılmıştır [2]. Şekil 5.5’de S420 kalitesinde donatı çeliğinin modellenmesi gösterilmiştir.



Şekil 5.4 : C30 beton sınıfı için (a) Sargılı ve (b) Sargısız beton modelleri



Şekil 5.5 : S420 donatı çeliği sınıfı için çelik modeli

5.4.2 Yeni yapısal elemanların tanımlanması

Yapıya eklenecek yeni yapısal elemanların plastik mafsal özelliklerinin elde edilebilmesi için XTRACT’de yeni elemanlar tanımlanmıştır. Boyutları 60x90 olan bir kolon ve 300x30 ile 30x630 boyutlarında iki perde elemanı tanımlanmıştır. Bu elemanlar SAP2000 programında Bölüm 4’te anlatıldığı üzere tanımlanmıştır. Farklı olarak bu elemanlar kapsamlı bilgi düzeyinde olduğu üzere elde edilen kapasiteleri bilgi düzeyi katsayısı 1 ile çarpılmıştır.

5.4.3 Statik itme analiz durumları için hesaplanan deprem yükleri

Güçlendirilen taşıyıcı sistemin X ve Y doğrultularında doğrusal olmayan analiz durumları için gereken doğrusal deprem yüklemeleri sistemin mod şekli genlikleri ve ağırlığındaki değişim sebebiyle yeniden hesaplanmıştır. Çizelge 5.2 ve 5.3’de yeni yük değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.2 : Statik itme analizi için hesaplanan yeni EX deprem yüklemesi

Kat	W_i [kN]	Φ_i	m_i [t]	$m_i * \Phi_i$
5	7362,39	0,021	750,5	16,07
4	12489,8	0,018	1273,2	22,59
3	12489,8	0,013	1273,2	16,61
2	12489,8	0,008	1273,2	9,92
1	12489,8	0,003	1273,2	3,64

Çizelge 5.3 : Statik itme analizi için hesaplanan yeni EY deprem yüklemesi

Kat	W_i [kN]	Φ_i	m_i [t]	$m_i \cdot \Phi_i$
5	7362,39	0,021	750,5	16,26
4	12489,8	0,018	1273,2	22,56
3	12489,8	0,013	1273,2	16,21
2	12489,8	0,007	1273,2	9,38
1	12489,8	0,003	1273,2	3,32

5.4.4 Statik itme analizi ve verilerin değerlendirilmesi

Bu adımların da tamamlanmasından sonra itme analizi SAP2000’de gerçekleştirilir ve yeni kapasite eğrisi elde edilir. Elde edilen kapasite eğrisi, Bölüm 4’de anlatıldığı üzere modal kapasite eğrisine çevrilir. X doğrultusunda elde edilen kapasite eğrisi, taşıyıcı sistemin tepe yerdeğiştirmesinin 0,18 m’de 28395 kN’luk taban kesme kuvvetini taşıyabildiği, Y doğrultusunda elde edilen kapasite eğrisi ise, taşıyıcı sistemin 0,178 m’de 52994 kN’luk taban kesme kuvvetini taşıyabildiğini göstermektedir. Kapasite eğrilerinin modal kapasite eğrilerine dönüştürülmesi için, X doğrultusunda 1. Moda ait etkin kütle (M_{x1}) ve X doğrultusunda 1. Moda ait katkı çarpanı (Γ_{x1}) bulunmuştur. Y doğrultusu için de aynı parametreler bulunmuştur. Çizelge 5.4 ve 5.5’de bu değerlerin hesaplanması gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 : X doğrultusuna ait M_{x1} ve Γ_{x1} hesaplanması

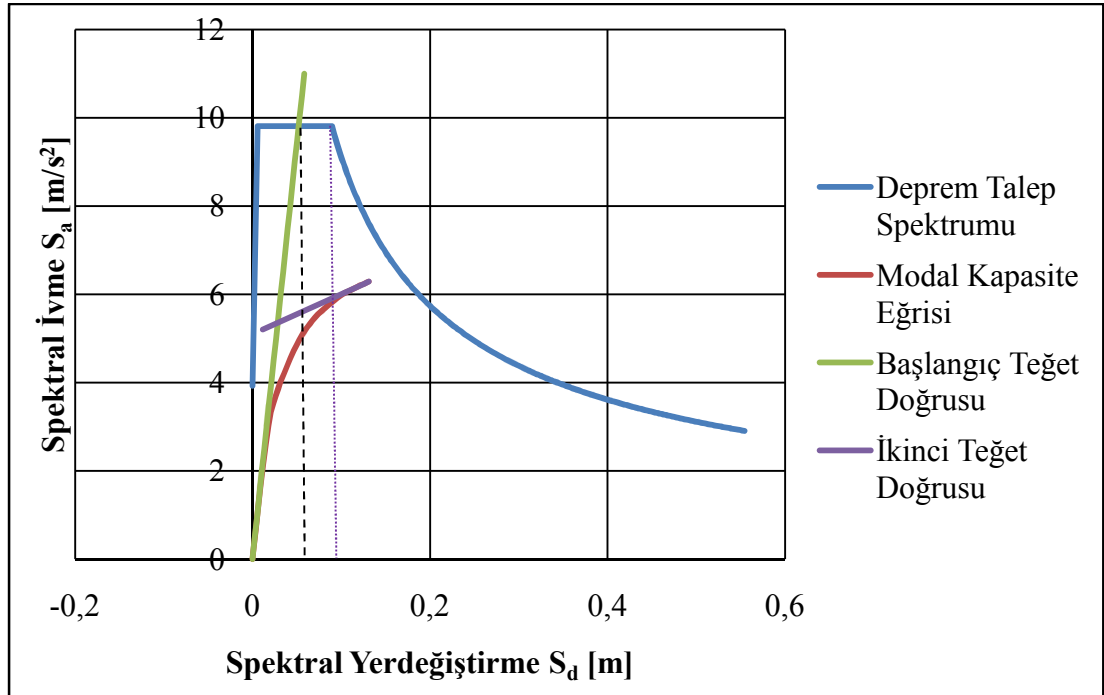
Kat	W_i [kN]	m_i [t]	Φ_{ix1}	$m_i \Phi_{ix1}$	$m_i [\Phi_{ix1}]^2$	L_{x1}	M_1	M_{x1}	Γ_{x1}
5	7362,39	750,5	1	750,5	750,5	3214,77	2288,88	4515,21	1,4045
4	12489,8	1273,2	0,83	1054,9	874,1				
3	12489,8	1273,2	0,61	776,0	473,0				
2	12489,8	1273,2	0,36	463,2	168,6				
1	12489,8	1273,2	0,13	170,0	22,7				

Çizelge 5.5 : Y doğrultusuna ait M_{y1} ve Γ_{y1} hesaplanması

Kat	W_i [kN]	m_i [t]	Φ_{iy1}	$m_i \Phi_{iy1}$	$m_i [\Phi_{iy1}]^2$	L_{y1}	M_1	M_{y1}	Γ_{y1}
5	7362,39	750,5	1	750,5	750,5	3126,96	2208,27	4427,85	1,4160
4	12489,8	1273,2	0,82	1041,6	852,1				
3	12489,8	1273,2	0,59	748,3	439,8				
2	12489,8	1273,2	0,34	433,2	147,4				
1	12489,8	1273,2	0,12	153,4	18,5				

5.4.5 X ve Y doğrultuları için talep tepe yerdeştirmelerinin bulunması

Yeni modal kapasite eğrilerinin tasarım depremi ve en bđyđk deprem için uyarlanmış deprem talep spektrum eğrileri ile keşiştirilerek, başlangıç teğet doğrusu ile talep tepe yerdeğtirmesi bulunmuştur. Ancak, gđlendirilmiř yapının etkin modları doğal karakteristik periyotların arasında çıkmıştır. Bu sebeple, başlangıç teğet doğrusu deprem talep spektrumunun eğrisini doğal karakteristik periyotların arasında kesmiştir. Bđlđm 3'te anlatıldığı üzere modal kapasite eğrisi iki doğrulu bir eğri gibi dđřđnđlmüřtđr. İkinci Teğet doğrusunun başlangıç teğet doğrusu ile keşiştiği yerdeki spektral ivme değeri (a_{y1}) değeri de kullanılarak C_{R1} katsayısı hesaplanmıştır. şekil 5.6'da X doğrultusuna ait tasarım depremi altında deprem talep spektrumu eğrisi ile modal kapasite eğrisinin keşiştirilmesi gđsterilmektedir. Başlangıç teğet doğrusu ile ikinci teğet doğrusu modal kapasite eğrisine yaklaşık olarak seçilmiştir.



şekil 5.6 : Tasarım depremi için elde edilen deprem talep spektrumunun X doğrultusunda modal kapasite eğrisi ile keşiştirilmesi

Her doğrultu ve her deprem talep spektrum eğrisi için C_{R1} katsayısı değerleri değişmektedir. Çizelge 5.6'da a_{y1} ve C_{R1} değerleri gđsterilmiřtir.

Çizelge 5.6 : Deprem etkileri ve doğrultularına göre a_{y1} ve C_{R1} değerleri

	X Doğrultusu		Y Doğrultusu	
	Tasarım Depremi	En Büyük Deprem	Tasarım Depremi	En Büyük Deprem
a_{y1}	4,477	4,477	8,231	8,231
C_{R1}	1,190	1,243	1,159	1,436

Denklem (4.5) ve (4.6)'nın yardımıyla talep tepe yerdeğiştirmeleri bulunmuştur, fakat ilk olarak bulunan spektral yerdeğiştirmeler C_{R1} katsayısıyla büyütölmüştür.

$$u_{xN1} = 1 * 1,4045 * 0,061 = 0,086 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%10 Olan Deprem)}$$

$$u_{xN1} = 1 * 1,4045 * 0,096 = 0,134 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%2 Olan Deprem)}$$

$$u_{yN1} = 1 * 1,4160 * 0,028 = 0,039 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%10 Olan Deprem)}$$

$$u_{yN1} = 1 * 1,4160 * 0,053 = 0,075 \text{ m (50 Yılda Aşılma Olasılığı \%2 Olan Deprem)}$$

5.4.6 Yapısal elemanlarda birim Şekil değiştirme istemlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi

Yapısal elemanlarda talep tepe yerdeğiştirmeleri sonucu yapılan itme analizinde plastik mafsallar meydana gelmiştir. Bu bölümde, yapısal elemanların hasar tespitleri yapılmış ve hangi hasar bölgesinde olduklarına karar verilmiştir.

5.4.6.1 X doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için X doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.7'de verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.6'da verilmiştir.

Çizelge 5.7 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	73	6	0	0	92	8	0	0
4	72	7	0	0	91	9	0	0
3	72	7	0	0	91	9	0	0
2	73	6	0	0	92	8	0	0
1	73	6	0	0	92	8	0	0

Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.8’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek hasar tespitleri EK B, Şekil B.5 ve B.6’de verilmiştir.

Çizelge 5.8 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	60	0	0	0	100	0	0	0
4	60	0	0	0	100	0	0	0
3	60	0	0	0	100	0	0	0
2	60	0	0	0	100	0	0	0
1	60	0	0	0	100	0	0	0

5.4.6.2 Y doğrultusunda tasarım depremi altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için Y doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.9’da verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.9 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	79	0	0	0	100	0	0	0
4	79	0	0	0	100	0	0	0
3	78	1	0	0	99	1	0	0
2	77	2	0	0	97	3	0	0
1	77	2	0	0	97	3	0	0

Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda tasarım depremi altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.10’da verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek hasar tespitleri EK B, Şekil B.9 ve B.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında tasarım depremi altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	60	0	0	0	100	0	0	0
4	60	0	0	0	100	0	0	0
3	60	0	0	0	100	0	0	0
2	60	0	0	0	100	0	0	0
1	60	0	0	0	100	0	0	0

5.4.6.3 X doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için X doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.11’de verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.7’da verilmiştir.

Çizelge 5.11 : Kirişler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	58	21	0	0	73	27	0	0
4	49	30	0	0	62	38	0	0
3	40	39	0	0	51	49	0	0
2	33	46	0	0	42	58	0	0
1	31	48	0	0	39	61	0	0

Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.12’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örne hasar tespitleri EK B, Şekil B.7 ve B.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.12 : Kolonlar ve perdeler için X doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	60	0	0	0	100	0	0	0
4	60	0	0	0	100	0	0	0
3	60	0	0	0	100	0	0	0
2	60	0	0	0	100	0	0	0
1	46	13	0	0	78	22	0	0

5.4.6.4 Y doğrultusunda en büyük deprem altında yapı elemanlarında hasar tespiti

Kirişler için Y doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.13’de verilmiştir. Kiriş markalarına göre yapılan hasar tespiti EK B, Çizelge B.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.13 : Kirişler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	71	8	0	0	90	10	0	0
4	54	25	0	0	68	32	0	0
3	49	30	0	0	62	38	0	0
2	48	31	0	0	61	39	0	0
1	49	30	0	0	62	38	0	0

Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda en büyük deprem altında kat bazında yapılan hasar tespiti çizelgesi Çizelge 5.14’de verilmiştir. Kolon ve perde markalarına göre yapılan örnek hasar tespitleri EK B, Şekil B.11 ve B.12 ’de verilmiştir.

Çizelge 5.14 : Kolonlar ve perdeler için Y doğrultusunda kat bazında en büyük deprem altında hasar tespiti

Kat	Sayı Bakımından Hasar Bölgeleri				Yüzde Bakımından Hasar Bölgeleri			
	MHB	BHB	İHB	GB	MHB	BHB	İHB	GB
5	60	0	0	0	100	0	0	0
4	60	0	0	0	100	0	0	0
3	60	0	0	0	100	0	0	0
2	59	1	0	0	98	2	0	0
1	51	8	0	0	86	14	0	0

5.4.7 Yapının performans seviyesinin belirlenmesi

Tasarım depremi altında her iki doğrultuda kolonlar ve perdeler minimum hasar bölgesinde yer almıştır. Kirişlerin en fazla %9 kadarı X doğrultusunda belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Yapı bu şekilde tasarım depremi altında Hemen Kullanım performans seviyesini sağlamıştır.

En büyük deprem altında kolonlar ve perdelerin en fazla %22 kadarı X doğrultusunda belirgin hasar bölgesine geçmiştir. Fakat bu elemanların hiçbirinde

her iki uğta da belirgin hasar b6lgesi ęıkmamıřtır. Sadece alt uğlarda belirgin hasar b6lgesi oluşmuştur. Diğer elemanlar minimum hasar b6lgesinde kalmıştır. Hiçbir kiriş elemanı her iki doğrultuda da ileri hasar b6lgesine geğmemiştir. Yapı bu şekilde en b6y6k deprem etkisi altında Can G6venliği performans seviyesini sağlamıştır.

6. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi ile itme analizi ile mevcut okul binalarında performans değerlendirilmesi için kullanılması detaylı ve kapsamlı hesapları da beraberinde getirmektedir. Burada 1975 deprem yönetmeliğine uygun olarak yapılan ya da yapıldığı varsayılan kat sayısı 5'i aşmayan ve düzenli bir taşıyıcı sisteme ait okul binasının doğrusal olmayan yöntemlerle 2007 deprem yönetmeliğine göre performans değerlendirmesinde nasıl sonuçlar vereceği anlaşılmaya çalışılmıştır.

Yapının geometrisi, malzeme özellikleri ve eleman detayları hakkında orta bilgi seviyesinde olduğu kabul edilmiştir, fakat yapısal elemanların hasar tespitlerinde hasar sınırları için beton şekil değiştirme enine donatı miktarı hakkındaki bilgilerin önemi ortadadır. Yapısal elemanlar bu sebeple en elverişsiz durumda kalmak için sargısız olarak modellenmiştir. Sargısız beton modelleri ile modellenmiş yapı elemanları sünek olarak göçmüş ve güçlendirmenin gerekliliğini ortaya koymuştur. Zaten yapılan ilk doğrusal deprem hesabından bulunan 17442 kN'luk taban kesme kuvveti, ilk itme analizi ile elde edilen 6832 kN'luk taban kesme kuvvetinden çok büyük olması, taşıyıcı sistemin dayanım yetersizliğini göstermektedir. Yapının yapıldığı yönetmelik çerçevesinde günümüz yönetmeliğinde hedeflenen performans hedeflerine ulaşamamasının sebeplerini değerlendirirsek, ilk olarak eski tasarım mantığına göre kirişlerin kolonlardan daha güçlü yapılmak istenmesi söylenebilir, örnek olarak kirişleri 30x70 ve 20x70 boyutlarında olan bu okul binasında 30x50 ve 30x60 boyutlarında kolonlar bulunmaktadır. Ayrıca eski yönetmeliklerde yapısal elemanların boyutlandırılmasında taşıyıcı sisteme etki eden deprem etkilerinin oldukça düşük olması ve tasarımda minimum koşullar ve yapısal esasların yetersiz olması sıralanabilir. Bu sebeplere ek olarak, kirişlerde kesme kuvvetlerinin taşınmasında pliyelemlerden olabildiğince yararlanabilmek amacıyla enine donatıların yetersiz kalması söylenebilir.

Yapı yüksek sünek perdelerle güçlendirildikten sonra yapıda burulma düzensizlikleri azalmış ve yapının Y doğrultusu, X doğrultusundan daha rijit bir duruma gelmiştir. Güçlendirilmiş taşıyıcı sistem, ilk itme analizi sonucu tepe yerdeğiştirmesi 0,18

m'lik bir değere kadar izlenince, X doğrultusunda 28395 kN ve Y doğrultusunda 52994 kN değerlerindeki taban kesme kuvvetlerini almıştır. Yeni elemanlarda kullanılan sargılı Mander beton modelleri, yapının dayanım gücünü arttırmıştır ve göçme bölgesinde kalan elemanların önüne geçilmiştir.

Yapı güçlendirilirken, yapının temeli ve zemini hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Yapıya eklenen yeni elemanlar, taşıyıcı sistemde düşey yüklerin yeniden dağılımına ve deprem yüklerinin farklı şekilde taşınmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple, temelde oluşabilecek depremsiz veya depremli durumlarda yeni deformasyonlar zemin emniyet gerilemesini aşacak zemin gerilmelerinin oluşmasına veya çekme gerilmelerinin oluşmasına yol açabilir.

Sonuç olarak, yapısal elemanların performanslarının incelenmesinde mevcut yapısal özelliklerini gösteremeyen birim şekil değiştirmeler yerine deneysel olarak bulunabilen ve davranış özellikleri ile ilişkilendirilebilen kesitlerdeki plastik mafsal dönmeleri kullanılabilir [1].

Yurdumuzda en yaygın güçlendirme uygulaması, kat sayısı 5'i aşmayan ve oldukça düzenli taşıyıcı sistemlere sahip okul binalarının betonarme perdelerle güçlendirilmesidir. Deprem yüklerinin tamamına yakını yeni betonarme perdeler tarafından karşılanan, hiçbir yapısal elemanı gevrek olarak hasar görmeyen ve yanal ötelenmesi çok azaltılmış sistemler için bir eşdeğer R katsayısı yaklaşımı getirilmesi güçlendirme uygulamalarını daha da kolaylaştıracaktır [1].

Artımsal eşdeğer deprem yükü yöntemi yeni yapılacak olan yapılarda, yapıların kapasite eğrileri yardımıyla yapının güçsüz bölümlerinin incelenmesi, mekanizma durumunun görülmesi bakımından elverişlidir. Mevcut burulma düzensizliği bulunmayan betonarme konut olarak kullanılacak olan yapılar için ise, bu analiz sonucu doğrusal hesaplara göre daha ekonomik sonuçlar verecektir.

KAYNAKLAR

- [1] **Sucuoğlu, H.**, 2006. 2007 Deprem Yönetmeliği Performans Esaslı Hesap Yöntemlerinin Karşılıklı Değerlendirilmesi, TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri / Sayı 444-445 - 2006/4-5, s.24-36, İstanbul
- [2] **Deprem Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik**, DBYYHY 2007. Bayındırlık Bakanlığı, Ankara.
- [3] **Özer E.**, 2009. Yapıların Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Yöntemleri Ders Notları, www.ins.itu.edu.tr/eozer/, İstanbul
- [4] **Celep, Z.**, 2007. Betonarme Taşıyıcı Sistemlerde Doğrusal Olmayan Davranış Ve Çözümleme, *Beta Dağıtım*, İstanbul.
- [5] **TS-500**, 2000. Betonarme Yapıların Hesap ve Yapım Kuralları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [6] **Aydoğan M.**, 2008. Yapıların Onarım Ve Güçlendirilmesi Ders Notları, İstanbul
- [7] **SAP 2000**, Structural Analysis Program, Computers and Structures Inc., Berkeley, California.
- [8] **XTRACT 2001**, Cross Sectional Analysis of Components, Imbsen Software System, Sacramento.
- [9] **TS-498**, 1987. Yapılar hesaplarında kullanılacak yükler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [10] **Darılmaz, K.**, 2008. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İleri SAP2000 Kursu Ders Notları, İstanbul
- [11] **Betonarme Tablo ve Abaklar**, 2004. İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi Matbaası
- [12] **Celep, Z. ve Kumbasar, N.**, 2005. Betonarme Yapılar, Beta Dağıtım, İstanbul.

EKLER

- EK A : Kirişlere gelen sabit ile hareketli yükler ve yapısal eleman detayları
- EK B : Kolonların ve perdelerin çatlamış kesitlerine ait eğilme rijitlikleri ve yapısal elemanların hasar tespitleri
- EK C : Güçlendirme sonrası eklenen perdelerin ve mantolanan kolonların boyuna ve enine kesitlerinde donatı detayları

EK A**Çizelge A.1 : Normal katta ve çatı katında kirişlere gelen yükler**

Kiriş Markaları	Normal Kat Yüklemeleri [kN/m]				Çatı Katı Yüklemeleri [kN/m]		
	G1	G2	G3	Q	G1	G2	Q
B101	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41
B102	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B103	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B104	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B105	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B106	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B107	4,66	7,15	7,50	11,00	1,65	8,03	1,65
B108	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B109	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B110	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B111	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41
B112	4,66	7,15	7,50	11,00	1,65	8,03	1,65
B113	8,69	13,33	0,00	20,50	3,08	14,97	3,08
B114	7,95	12,19	10,50	18,75	2,81	13,69	2,81
B115	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B116	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B117	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B118	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B119	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B120	8,69	13,33	0,00	20,50	3,08	14,97	3,08
B121	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B122	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B123	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B124	7,95	12,19	10,50	18,75	2,81	13,69	2,81
B125	8,69	13,33	10,50	20,50	3,08	14,97	3,08
B126	7,95	12,19	10,50	18,75	2,81	13,69	2,81
B127	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B128	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B129	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B130	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70

Çizelge A.1 : Normal katta ve çatı katında kirişlere gelen yükler (devam)

Kiriş Markaları	Normal Kat Yüklemeleri [kN/m]				Çatı Katı Yüklemeleri [kN/m]		
	G1	G2	G3	Q	G1	G2	Q
B131	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B132	8,69	13,33	10,50	20,50	3,08	14,97	3,08
B133	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B134	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B135	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B136	7,95	12,19	10,50	18,75	2,81	13,69	2,81
B137	4,66	7,15	7,50	11,00	1,65	8,03	1,65
B138	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41
B139	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B140	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B141	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B142	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B143	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B144	4,66	7,15	7,50	11,00	1,65	8,03	1,65
B145	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B146	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B147	3,82	5,85	7,50	9,00	1,35	6,57	1,35
B148	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41
B149	4,66	7,15	7,50	11,00	1,65	8,03	1,65
B150	4,03	6,18	7,50	9,50	1,43	6,94	1,43
B151	4,66	7,15	7,50	11,00	1,65	8,03	1,65
B152	8,64	13,24	10,50	20,38	3,06	14,87	3,06
B153	8,00	12,27	0,00	18,88	2,83	13,78	2,83
B154	8,64	13,24	10,50	20,38	3,06	14,87	3,06
B155	7,79	11,94	0,00	18,38	2,76	13,41	2,76
B156	7,79	11,94	0,00	18,38	2,76	13,41	2,76
B157	7,79	11,94	0,00	18,38	2,76	13,41	2,76
B158	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B159	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B160	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B161	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B162	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B163	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B164	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B165	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70

Çizelge A.1 : Normal katta ve çatı katında kirişlere gelen yükler (devam)

Kiriş Markaları	Normal Kat Yüklemeleri [kN/m]				Çatı Katı Yüklemeleri [kN/m]		
	G1	G2	G3	Q	G1	G2	Q
B166	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B167	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B168	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B169	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B170	8,48	13,00	10,50	20,00	3,00	14,60	3,00
B171	7,84	12,03	0,00	18,50	2,78	13,51	2,78
B172	8,48	13,00	10,50	20,00	3,00	14,60	3,00
B173	8,48	13,00	10,50	20,00	3,00	14,60	3,00
B174	7,84	12,03	0,00	18,50	2,78	13,51	2,78
B175	8,48	13,00	10,50	20,00	3,00	14,60	3,00
B176	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B177	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B178	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B179	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B180	7,63	11,70	0,00	18,00	2,70	13,14	2,70
B181	7,63	11,70	10,50	18,00	2,70	13,14	2,70
B182	7,79	11,94	0,00	18,38	2,76	13,41	2,76
B183	7,79	11,94	0,00	18,38	2,76	13,41	2,76
B184	7,79	11,94	0,00	18,38	2,76	13,41	2,76
B185	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41
B186	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41
B187	3,98	6,09	7,50	9,38	1,41	6,84	1,41

Çizelge A.2 : Kolonların ve perdelerin boyutları ve donatı miktarları

Kolon ve Perde Markaları	Enine Kesit Boyutları		Boyuna Donatı Miktarı (BÇ I)	Enine Donatı Miktarı (BÇ I)
	X [cm]	Y [cm]		
S101	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S102	30	50	8Φ16	Φ8/30
S103	30	50	8Φ16	Φ8/30
S104	30	50	8Φ16	Φ8/30
S105	30	50	8Φ16	Φ8/30
S106	30	50	8Φ16	Φ8/30
S107	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S108	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S109	30	50	8Φ16	Φ8/30
S110	30	50	8Φ16	Φ8/30
S111	30	50	8Φ16	Φ8/30
S112	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S113	20	120	Φ12 /10	Φ8/30
S114	30	50	8Φ16	Φ8/30
S115	30	60	10Φ16	Φ8/30
S116	30	60	10Φ16	Φ8/30
S117	30	60	10Φ16	Φ8/30
S118	30	60	10Φ16	Φ8/30
S119	260	20	Φ12 /10	Φ8/30
S120	30	60	10Φ16	Φ8/30
S121	30	60	10Φ16	Φ8/30
S122	30	60	10Φ16	Φ8/30
S123	260	20	Φ12 /10	Φ8/30
S124	30	60	10Φ16	Φ8/30
S125	30	60	10Φ16	Φ8/30
S126	30	50	8Φ16	Φ8/30
S127	30	50	8Φ16	Φ8/30
S128	30	60	10Φ16	Φ8/30
S129	30	60	10Φ16	Φ8/30
S130	30	60	10Φ16	Φ8/30
S131	30	60	10Φ16	Φ8/30
S132	260	20	Φ12 /10	Φ8/30
S133	30	60	10Φ16	Φ8/30
S134	30	60	10Φ16	Φ8/30
S135	30	60	10Φ16	Φ8/30
S136	260	20	Φ12 /10	Φ8/30
S137	30	60	10Φ16	Φ8/30
S138	30	60	10Φ16	Φ8/30

Çizelge A.2 : Kolonların ve perdelerin boyutları ve donatı miktarları (devam)

Kolon ve Perde Markaları	Enine Kesit Boyutları		Boyuna Donatı Miktarı (BÇ I)	Enine Donatı Miktarı (BÇ I)
	X [cm]	Y [cm]		
S139	30	50	8Φ16	Φ8/30
S140	20	120	Φ12 /10	Φ8/30
S141	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S142	30	50	8Φ16	Φ8/30
S143	30	50	8Φ16	Φ8/30
S144	30	50	8Φ16	Φ8/30
S145	30	50	8Φ16	Φ8/30
S146	30	50	8Φ16	Φ8/30
S147	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S148	30	260	Φ14 /10	Φ8/30
S149	30	50	8Φ16	Φ8/30
S150	30	50	8Φ16	Φ8/30
S151	30	50	8Φ16	Φ8/30
S152	30	260	Φ14 /10	Φ8/30

Çizelge A.3 : Kirişlerin boyutları ve donatı miktarları

Kiriş Markaları	Enine Kesit Boyutları		Boyuna Donatı Miktarı (BÇ I)		Enine Donatı Miktarı (BÇ I)
	X [cm]	Y [cm]	Alt	Üst	
B101	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B102	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B103	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B104	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B105	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B106	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B107	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B108	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B109	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B110	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B111	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B112	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B113	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B114	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B115	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B116	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B117	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B118	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B119	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30

Çizelge A.3 : Kirişlerin boyutları ve donatı miktarları (devam)

Kiriş Markaları	Enine Kesit Boyutları		Boyuna Donatı Miktarı (BÇ I)		Enine Donatı Miktarı (BÇ I)
	X [cm]	Y [cm]	Alt	Üst	
B120	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B121	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B122	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B123	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B124	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B125	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B126	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B127	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B128	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B129	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B130	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B131	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B132	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B133	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B134	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B135	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B136	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B137	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B138	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B139	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B140	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B141	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B142	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B143	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B144	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B145	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B146	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B147	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B148	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B149	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B150	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B151	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B152	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B153	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B154	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B155	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B156	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B157	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30

Çizelge A.3 : Kirişlerin boyutları ve donatı miktarları (devam)

Kiriş Markaları	Enine Kesit Boyutları		Boyuna Donatı Miktarı (BÇ I)		Enine Donatı Miktarı (BÇ I)
	X [cm]	Y [cm]	Alt	Üst	
B158	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B159	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B160	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B161	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B162	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B163	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B164	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B165	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B166	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B167	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B168	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B169	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B170	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B171	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B172	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B173	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B174	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B175	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B176	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B177	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B178	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B179	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B180	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B181	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B182	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B183	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B184	30	70	6Φ14	6Φ14	Φ8/30
B185	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B186	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30
B187	20	70	4Φ14	4Φ14	Φ8/30

EK B**Çizelge B.1 : Mevcut yapı elemanlarının çatlamış kesitlerine ait eğilme rijitliği katsayıları**

Kolon ve Perde Markaları	Çatlamış Kesitlere ait Eğilme Rijitliği Katsayıları				
	Kat 1	Kat 2	Kat 3	Kat 4	Kat 5
S101	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S102	0,60	0,52	0,45	0,40	0,40
S103	0,68	0,59	0,50	0,40	0,40
S104	0,64	0,56	0,48	0,40	0,40
S105	0,69	0,59	0,50	0,40	0,40
S106	0,64	0,55	0,46	0,40	0,40
S107	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S108	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S109	0,59	0,52	0,44	0,40	0,40
S110	0,68	0,59	0,50	0,40	0,40
S111	0,60	0,52	0,45	0,40	0,40
S112	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S113	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S114	0,53	0,47	0,41	0,40	0,40
S115	0,67	0,58	0,49	0,40	0,40
S116	0,72	0,62	0,52	0,42	0,40
S117	0,76	0,65	0,54	0,43	0,40
S118	0,63	0,54	0,46	0,40	0,40
S119	0,48	0,44	0,40	0,40	0,40
S120	0,63	0,54	0,46	0,40	0,40
S121	0,65	0,56	0,48	0,40	0,40
S122	0,58	0,50	0,43	0,40	0,40
S123	0,46	0,42	0,40	0,40	0,40
S124	0,65	0,56	0,47	0,40	0,40
S125	0,72	0,62	0,52	0,42	0,40
S126	0,56	0,50	0,43	0,40	0,40
S127	0,55	0,49	0,42	0,40	0,40
S128	0,69	0,59	0,50	0,40	0,40
S129	0,72	0,62	0,52	0,42	0,40
S130	0,76	0,65	0,54	0,43	0,40
S131	0,63	0,54	0,46	0,40	0,40

Çizelge B.1 : Mevcut yapı elemanlarının çatlamış kesitlerine ait eğilme rijitliği katsayıları (devam)

Kolon ve Perde Markaları	Çatlamış Kesitlere ait Eğilme Rijitliği Katsayıları				
	Kat 1	Kat 2	Kat 3	Kat 4	Kat 5
S132	0,48	0,44	0,40	0,40	0,40
S133	0,61	0,53	0,45	0,40	0,40
S134	0,69	0,59	0,50	0,40	0,40
S135	0,60	0,52	0,44	0,40	0,40
S136	0,46	0,42	0,40	0,40	0,40
S137	0,65	0,56	0,47	0,40	0,40
S138	0,72	0,62	0,52	0,42	0,40
S139	0,56	0,50	0,43	0,40	0,40
S140	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S141	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S142	0,60	0,52	0,45	0,40	0,40
S143	0,68	0,59	0,50	0,40	0,40
S144	0,64	0,56	0,48	0,40	0,40
S145	0,68	0,58	0,49	0,40	0,40
S146	0,59	0,52	0,44	0,40	0,40
S147	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S148	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
S149	0,59	0,52	0,44	0,40	0,40
S150	0,68	0,59	0,50	0,40	0,40
S151	0,60	0,52	0,45	0,40	0,40
S152	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

Çizelge B.2 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B101	20X70	SOL	0,0025	0,01014	0,35	0,028971	0,031471	0,0011	0,0197	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009582	0,35	-0,027377	0,029877	0,0010	0,0187	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B102	20X70	SOL	0,0025	0,008532	0,35	0,024377	0,026877	0,0010	0,0168	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009985	0,35	-0,028529	0,031029	0,0011	0,0194	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B103	20X70	SOL	0,0025	0,008848	0,35	0,025280	0,027780	0,0010	0,0173	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009823	0,35	-0,028066	0,030566	0,0010	0,0191	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B104	20X70	SOL	0,0025	0,008518	0,35	0,024337	0,026837	0,0010	0,0167	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010228	0,35	-0,029223	0,031723	0,0011	0,0199	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B105	20X70	SOL	0,0025	0,009033	0,35	0,025809	0,028309	0,0010	0,0177	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009927	0,35	-0,028363	0,030863	0,0010	0,0193	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B106	20X70	SOL	0,0025	0,009043	0,35	0,025837	0,028337	0,0010	0,0177	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011964	0,35	-0,034183	0,036683	0,0012	0,0230	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B107	20X70	SOL	0,0025	0,009664	0,35	0,027611	0,030111	0,0010	0,0188	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01206	0,35	-0,034457	0,036957	0,0012	0,0232	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B108	20X70	SOL	0,0025	0,010095	0,35	0,028843	0,031343	0,0011	0,0196	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009697	0,35	-0,027706	0,030206	0,0010	0,0189	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B109	20X70	SOL	0,0025	0,008682	0,35	0,024806	0,027306	0,0010	0,0170	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010069	0,35	-0,028769	0,031269	0,0011	0,0196	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B110	20X70	SOL	0,0025	0,00895	0,35	0,025571	0,028071	0,0010	0,0175	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009783	0,35	-0,027951	0,030451	0,0010	0,0190	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.2 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B111	20X70	SOL	0,0025	0,008662	0,35	0,024749	0,027249	0,0010	0,0170	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,012536	0,35	-0,035817	0,038317	0,0012	0,0241	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B112	20X70	SOL	0,0025	0,008448	0,35	0,024137	0,026637	0,0009	0,0166	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,012243	0,35	-0,034980	0,037480	0,0012	0,0235	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B113	20X70	SOL	0,0025	0,008942	0,35	0,025549	0,028049	0,0010	0,0175	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011065	0,35	-0,031614	0,034114	0,0011	0,0214	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B114	20X70	SOL	0,0025	0,008724	0,35	0,024926	0,027426	0,0010	0,0171	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010979	0,35	-0,031369	0,033869	0,0011	0,0212	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B115	20X70	SOL	0,0025	0,008864	0,35	0,025326	0,027826	0,0010	0,0174	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010852	0,35	-0,031006	0,033506	0,0011	0,0210	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B116	20X70	SOL	0,0025	0,009058	0,35	0,025880	0,028380	0,0010	0,0177	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010643	0,35	-0,030409	0,032909	0,0011	0,0206	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B117	20X70	SOL	0,0025	0,019357	0,35	0,055306	0,057806	0,0017	0,0365	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,021265	0,35	-0,060757	0,063257	0,0018	0,0399	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B118	20X70	SOL	0,0025	0,014265	0,35	0,040757	0,043257	0,0013	0,0272	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,013516	0,35	-0,038617	0,041117	0,0013	0,0258	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B119	20X70	SOL	0,0025	0,009118	0,35	0,026051	0,028551	0,0010	0,0178	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010851	0,35	-0,031003	0,033503	0,0011	0,0210	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B120	20X70	SOL	0,0025	0,008582	0,35	0,024520	0,027020	0,0010	0,0169	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011166	0,35	-0,031903	0,034403	0,0011	0,0216	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.2 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B121	20X70	SOL	0,0025	0,019871	0,35	0,056774	0,059274	0,0017	0,0374	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,021544	0,35	-0,061554	0,064054	0,0018	0,0404	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B122	20X70	SOL	0,0025	0,014193	0,35	0,040551	0,043051	0,0013	0,0271	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,014005	0,35	-0,040014	0,042514	0,0013	0,0267	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B123	20X70	SOL	0,0025	0,0094	0,35	0,026857	0,029357	0,0010	0,0184	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010929	0,35	-0,031226	0,033726	0,0011	0,0211	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B124	20X70	SOL	0,0025	0,008719	0,35	0,024911	0,027411	0,0010	0,0171	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011998	0,35	-0,034280	0,036780	0,0012	0,0231	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B125	20X70	SOL	0,0025	0,008198	0,35	0,023423	0,025923	0,0009	0,0162	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011776	0,35	-0,033646	0,036146	0,0012	0,0227	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B126	20X70	SOL	0,0025	0,008884	0,35	0,025383	0,027883	0,0010	0,0174	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011021	0,35	-0,031489	0,033989	0,0011	0,0213	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B127	20X70	SOL	0,0025	0,008885	0,35	0,025386	0,027886	0,0010	0,0174	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010855	0,35	-0,031014	0,033514	0,0011	0,0210	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B128	20X70	SOL	0,0025	0,009058	0,35	0,025880	0,028380	0,0010	0,0177	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010643	0,35	-0,030409	0,032909	0,0011	0,0206	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B129	20X70	SOL	0,0025	0,019361	0,35	0,055317	0,057817	0,0017	0,0365	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,021269	0,35	-0,060769	0,063269	0,0018	0,0399	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B130	20X70	SOL	0,0025	0,014281	0,35	0,040803	0,043303	0,0013	0,0272	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,013489	0,35	-0,038540	0,041040	0,0013	0,0258	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.2 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B131	20X70	SOL	0,0025	0,008724	0,35	0,024926	0,027426	0,0010	0,0171	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011323	0,35	-0,032351	0,034851	0,0011	0,0219	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B132	20X70	SOL	0,0025	0,008234	0,35	0,023526	0,026026	0,0009	0,0162	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011538	0,35	-0,032966	0,035466	0,0012	0,0222	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B133	20X70	SOL	0,0025	0,01971	0,35	0,056314	0,058814	0,0017	0,0371	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,021588	0,35	-0,061680	0,064180	0,0018	0,0405	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B134	20X70	SOL	0,0025	0,014188	0,35	0,040537	0,043037	0,0013	0,0271	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,014	0,35	-0,040000	0,042500	0,0013	0,0267	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B135	20X70	SOL	0,0025	0,009398	0,35	0,026851	0,029351	0,0010	0,0183	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011009	0,35	-0,031454	0,033954	0,0011	0,0213	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B136	20X70	SOL	0,0025	0,00881	0,35	0,025171	0,027671	0,0010	0,0173	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011989	0,35	-0,034254	0,036754	0,0012	0,0231	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B137	20X70	SOL	0,0025	0,008482	0,35	0,024234	0,026734	0,0010	0,0167	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,012233	0,35	-0,034951	0,037451	0,0012	0,0235	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B138	20X70	SOL	0,0025	0,010143	0,35	0,028980	0,031480	0,0011	0,0197	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009575	0,35	-0,027357	0,029857	0,0010	0,0187	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B139	20X70	SOL	0,0025	0,008525	0,35	0,024357	0,026857	0,0010	0,0168	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009984	0,35	-0,028526	0,031026	0,0011	0,0194	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B140	20X70	SOL	0,0025	0,008847	0,35	0,025277	0,027777	0,0010	0,0173	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009826	0,35	-0,028074	0,030574	0,0010	0,0191	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.2 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B141	20X70	SOL	0,0025	0,008521	0,35	0,024346	0,026846	0,0010	0,0168	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010206	0,35	-0,029160	0,031660	0,0011	0,0198	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B142	20X70	SOL	0,0025	0,009053	0,35	0,025866	0,028366	0,0010	0,0177	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009778	0,35	-0,027937	0,030437	0,0010	0,0190	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B143	20X70	SOL	0,0025	0,008796	0,35	0,025131	0,027631	0,0010	0,0173	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,011928	0,35	-0,034080	0,036580	0,0012	0,0230	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B144	20X70	SOL	0,0025	0,009662	0,35	0,027606	0,030106	0,0010	0,0188	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,012049	0,35	-0,034426	0,036926	0,0012	0,0232	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B145	20X70	SOL	0,0025	0,010087	0,35	0,028820	0,031320	0,0011	0,0196	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009733	0,35	-0,027809	0,030309	0,0010	0,0190	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B146	20X70	SOL	0,0025	0,008718	0,35	0,024909	0,027409	0,0010	0,0171	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,010066	0,35	-0,028760	0,031260	0,0011	0,0196	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B147	20X70	SOL	0,0025	0,008945	0,35	0,025557	0,028057	0,0010	0,0175	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009797	0,35	-0,027991	0,030491	0,0010	0,0191	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B148	20X70	SOL	0,0025	0,008676	0,35	0,024789	0,027289	0,0010	0,0170	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,012535	0,35	-0,035814	0,038314	0,0012	0,0241	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B149	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0,000000	0,000500	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0,000000	0,000500	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B150	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0,000000	0,000500	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0,000000	0,000500	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.3 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B101	20X70	SOL	0,0025	0,015775	0,35	0,0450714	0,0475714	0,0014	0,0300	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015153	0,35	-0,0432943	0,0457943	0,0014	0,0288	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B102	20X70	SOL	0,0025	0,014201	0,35	0,0405743	0,0430743	0,0013	0,0271	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015608	0,35	-0,0445943	0,0470943	0,0014	0,0297	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B103	20X70	SOL	0,0025	0,014488	0,35	0,0413943	0,0438943	0,0013	0,0276	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015477	0,35	-0,04422	0,04672	0,0014	0,0294	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B104	20X70	SOL	0,0025	0,014142	0,35	0,0404057	0,0429057	0,0013	0,0270	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015976	0,35	-0,0456457	0,0481457	0,0014	0,0303	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B105	20X70	SOL	0,0025	0,014809	0,35	0,0423114	0,0448114	0,0014	0,0282	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015683	0,35	-0,0448086	0,0473086	0,0014	0,0298	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B106	20X70	SOL	0,0025	0,014968	0,35	0,0427657	0,0452657	0,0014	0,0285	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01786	0,35	-0,0510286	0,0535286	0,0016	0,0337	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B107	20X70	SOL	0,0025	0,015398	0,35	0,0439943	0,0464943	0,0014	0,0293	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01777	0,35	-0,0507714	0,0532714	0,0016	0,0336	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B108	20X70	SOL	0,0025	0,015695	0,35	0,0448429	0,0473429	0,0014	0,0298	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015346	0,35	-0,0438457	0,0463457	0,0014	0,0292	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B109	20X70	SOL	0,0025	0,014429	0,35	0,0412257	0,0437257	0,0013	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015713	0,35	-0,0448943	0,0473943	0,0014	0,0298	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B110	20X70	SOL	0,0025	0,01465	0,35	0,0418571	0,0443571	0,0014	0,0279	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015719	0,35	-0,0449114	0,0474114	0,0014	0,0299	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.3 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B111	20X70	SOL	0,0025	0,014701	0,35	0,0420029	0,0445029	0,0014	0,0280	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,018491	0,35	-0,0528314	0,0553314	0,0016	0,0349	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B112	20X70	SOL	0,0025	0,01445	0,35	0,0412857	0,0437857	0,0013	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,018062	0,35	-0,0516057	0,0541057	0,0016	0,0341	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B113	20X70	SOL	0,0025	0,014822	0,35	0,0423486	0,0448486	0,0014	0,0282	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,016747	0,35	-0,0478486	0,0503486	0,0015	0,0317	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B114	20X70	SOL	0,0025	0,014477	0,35	0,0413629	0,0438629	0,0013	0,0276	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017131	0,35	-0,0489457	0,0514457	0,0015	0,0324	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B115	20X70	SOL	0,0025	0,015041	0,35	0,0429743	0,0454743	0,0014	0,0286	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,016543	0,35	-0,0472657	0,0497657	0,0015	0,0314	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B116	20X70	SOL	0,0025	0,014786	0,35	0,0422457	0,0447457	0,0014	0,0282	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,016386	0,35	-0,0468171	0,0493171	0,0015	0,0311	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B117	20X70	SOL	0,0025	0,03	0,35	0,0857143	0,0882143	0,0024	0,0558	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,031946	0,35	-0,0912743	0,0937743	0,0026	0,0593	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B118	20X70	SOL	0,0025	0,021529	0,35	0,0615114	0,0640114	0,0018	0,0404	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,020691	0,35	-0,0591171	0,0616171	0,0018	0,0389	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B119	20X70	SOL	0,0025	0,014794	0,35	0,0422686	0,0447686	0,0014	0,0282	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,016856	0,35	-0,04816	0,05066	0,0015	0,0319	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B120	20X70	SOL	0,0025	0,014595	0,35	0,0417	0,0442	0,0013	0,0278	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017304	0,35	-0,04944	0,05194	0,0015	0,0327	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.3 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B121	20X70	SOL	0,0025	0,031027	0,35	0,0886486	0,0911486	0,0025	0,0576	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	GB
		SAĞ	0,0025	-0,032351	0,35	-0,0924314	0,0949314	0,0026	0,0600	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B122	20X70	SOL	0,0025	0,021395	0,35	0,0611286	0,0636286	0,0018	0,0402	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,021604	0,35	-0,0617257	0,0642257	0,0018	0,0405	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B123	20X70	SOL	0,0025	0,015565	0,35	0,0444714	0,0469714	0,0014	0,0296	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017213	0,35	-0,04918	0,05168	0,0015	0,0326	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B124	20X70	SOL	0,0025	0,014977	0,35	0,0427914	0,0452914	0,0014	0,0285	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017769	0,35	-0,0507686	0,0532686	0,0016	0,0336	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B125	20X70	SOL	0,0025	0,013962	0,35	0,0398914	0,0423914	0,0013	0,0267	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017433	0,35	-0,0498086	0,0523086	0,0015	0,0330	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B126	20X70	SOL	0,0025	0,01458	0,35	0,0416571	0,0441571	0,0013	0,0278	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01732	0,35	-0,0494857	0,0519857	0,0015	0,0328	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B127	20X70	SOL	0,0025	0,015209	0,35	0,0434543	0,0459543	0,0014	0,0289	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,016525	0,35	-0,0472143	0,0497143	0,0015	0,0313	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B128	20X70	SOL	0,0025	0,014764	0,35	0,0421829	0,0446829	0,0014	0,0281	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,016365	0,35	-0,0467571	0,0492571	0,0015	0,0310	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B129	20X70	SOL	0,0025	0,029982	0,35	0,0856629	0,0881629	0,0024	0,0557	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,03195	0,35	-0,0912857	0,0937857	0,0026	0,0593	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B130	20X70	SOL	0,0025	0,021542	0,35	0,0615486	0,0640486	0,0018	0,0404	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,02065	0,35	-0,059	0,0615	0,0018	0,0388	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.3 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B131	20X70	SOL	0,0025	0,014391	0,35	0,0411171	0,0436171	0,0013	0,0274	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01721	0,35	-0,0491714	0,0516714	0,0015	0,0326	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B132	20X70	SOL	0,0025	0,014112	0,35	0,04032	0,04282	0,0013	0,0269	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01723	0,35	-0,0492286	0,0517286	0,0015	0,0326	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B133	20X70	SOL	0,0025	0,030456	0,35	0,0870171	0,0895171	0,0025	0,0566	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	GB
		SAĞ	0,0025	-0,032407	0,35	-0,0925914	0,0950914	0,0026	0,0601	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B134	20X70	SOL	0,0025	0,021403	0,35	0,0611514	0,0636514	0,0018	0,0402	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	-0,021611	0,35	-0,0617457	0,0642457	0,0018	0,0405	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B135	20X70	SOL	0,0025	0,015557	0,35	0,0444486	0,0469486	0,0014	0,0296	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017114	0,35	-0,0488971	0,0513971	0,0015	0,0324	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B136	20X70	SOL	0,0025	0,014898	0,35	0,0425657	0,0450657	0,0014	0,0284	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017854	0,35	-0,0510114	0,0535114	0,0016	0,0337	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B137	20X70	SOL	0,0025	0,014451	0,35	0,0412886	0,0437886	0,0013	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,018057	0,35	-0,0515914	0,0540914	0,0016	0,0341	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B138	20X70	SOL	0,0025	0,015785	0,35	0,0451	0,0476	0,0014	0,0300	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015192	0,35	-0,0434057	0,0459057	0,0014	0,0289	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B139	20X70	SOL	0,0025	0,014242	0,35	0,0406914	0,0431914	0,0013	0,0272	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015696	0,35	-0,0448457	0,0473457	0,0014	0,0298	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B140	20X70	SOL	0,0025	0,014576	0,35	0,0416457	0,0441457	0,0013	0,0278	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015591	0,35	-0,0445457	0,0470457	0,0014	0,0296	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.3 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B141	20X70	SOL	0,0025	0,01426	0,35	0,0407429	0,0432429	0,0013	0,0272	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015991	0,35	-0,0456886	0,0481886	0,0014	0,0303	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B142	20X70	SOL	0,0025	0,014859	0,35	0,0424543	0,0449543	0,0014	0,0283	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015418	0,35	-0,0440514	0,0465514	0,0014	0,0293	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B143	20X70	SOL	0,0025	0,014558	0,35	0,0415943	0,0440943	0,0013	0,0277	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017838	0,35	-0,0509657	0,0534657	0,0016	0,0337	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B144	20X70	SOL	0,0025	0,015447	0,35	0,0441343	0,0466343	0,0014	0,0294	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,017828	0,35	-0,0509371	0,0534371	0,0016	0,0337	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B145	20X70	SOL	0,0025	0,015758	0,35	0,0450229	0,0475229	0,0014	0,0299	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015368	0,35	-0,0439086	0,0464086	0,0014	0,0292	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B146	20X70	SOL	0,0025	0,014443	0,35	0,0412657	0,0437657	0,0013	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015728	0,35	-0,0449371	0,0474371	0,0014	0,0299	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B147	20X70	SOL	0,0025	0,014643	0,35	0,0418371	0,0443371	0,0014	0,0279	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015599	0,35	-0,0445686	0,0470686	0,0014	0,0296	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B148	20X70	SOL	0,0025	0,014578	0,35	0,0416514	0,0441514	0,0013	0,0278	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,01839	0,35	-0,0525429	0,0550429	0,0016	0,0347	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B149	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B150	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.4 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B151	20X70	SOL	0,0025	0,012211	0,35	0,0348886	0,0373886	0,0012	0,0235	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,014797	0,35	-0,0422771	0,0447771	0,0014	0,0282	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B152	20X70	SOL	0,0025	-0,014931	0,35	-0,04266	0,04516	0,0014	0,0284	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,007804	0,35	0,0222971	0,0247971	0,0009	0,0155	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B153	20X70	SOL	0,0025	-0,011771	0,35	-0,0336314	0,0361314	0,0012	0,0227	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,010163	0,35	0,0290371	0,0315371	0,0011	0,0197	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B154	20X70	SOL	0,0025	-0,018396	0,35	-0,05256	0,05506	0,0016	0,0347	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,011338	0,35	0,0323943	0,0348943	0,0011	0,0219	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B155	30X70	SOL	0,00209	-0,014628	0,35	-0,0417943	0,0438843	0,0019	0,0276	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,004715	0,35	0,0134714	0,0155614	0,0007	0,0096	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B156	30X70	SOL	0,00209	-0,011011	0,35	-0,03146	0,03355	0,0012	0,0210	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,009597	0,35	0,02742	0,02951	0,0011	0,0184	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B157	30X70	SOL	0,00209	-0,015059	0,35	-0,0430257	0,0451157	0,0019	0,0284	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,004834	0,35	0,0138114	0,0159014	0,0007	0,0098	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B158	30X70	SOL	0,00209	-0,016129	0,35	-0,0460829	0,0481729	0,0021	0,0303	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,003179	0,35	0,0090829	0,0111729	0,0006	0,0068	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B159	30X70	SOL	0,00209	-0,010785	0,35	-0,0308143	0,0329043	0,0012	0,0206	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,009342	0,35	0,0266914	0,0287814	0,0010	0,0180	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B160	30X70	SOL	0,00209	-0,016493	0,35	-0,0471229	0,0492129	0,0022	0,0310	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,002975	0,35	0,0085	0,01059	0,0006	0,0064	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.4 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B161	30X70	SOL	0,00209	-0,014124	0,35	-0,0403543	0,0424443	0,0018	0,0267	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,00451	0,35	0,0128857	0,0149757	0,0007	0,0092	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B162	30X70	SOL	0,00209	-0,010315	0,35	-0,0294714	0,0315614	0,0011	0,0198	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,009065	0,35	0,0259	0,02799	0,0010	0,0175	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B163	30X70	SOL	0,00209	-0,014468	0,35	-0,0413371	0,0434271	0,0018	0,0273	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,004048	0,35	0,0115657	0,0136557	0,0007	0,0083	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B164	30X70	SOL	0,00209	-0,01414	0,35	-0,0404	0,04249	0,0018	0,0267	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,002657	0,35	0,0075914	0,0096814	0,0006	0,0058	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B165	30X70	SOL	0,00209	-0,008918	0,35	-0,02548	0,02757	0,0010	0,0172	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,007438	0,35	0,0212514	0,0233414	0,0009	0,0145	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B166	30X70	SOL	0,00209	-0,015892	0,35	-0,0454057	0,0474957	0,0021	0,0299	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,000913	0,35	0,0026086	0,0046986	0,0004	0,0027	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B167	30X70	SOL	0,00209	-0,013508	0,35	-0,0385943	0,0406843	0,0017	0,0255	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,003631	0,35	0,0103743	0,0124643	0,0006	0,0076	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B168	30X70	SOL	0,00209	-0,009741	0,35	-0,0278314	0,0299214	0,0011	0,0187	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,008489	0,35	0,0242543	0,0263443	0,0010	0,0164	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B169	30X70	SOL	0,00209	-0,015762	0,35	-0,0450343	0,0471243	0,0021	0,0297	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,001874	0,35	0,0053543	0,0074443	0,0005	0,0044	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B170	20X70	SOL	0,0025	-0,013313	0,35	-0,0380371	0,0405371	0,0013	0,0255	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,006317	0,35	0,0180486	0,0205486	0,0008	0,0127	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.4 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B171	20X70	SOL	0,0025	-0,010198	0,35	-0,0291371	0,0316371	0,0011	0,0198	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,008579	0,35	0,0245114	0,0270114	0,0010	0,0169	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B172	20X70	SOL	0,0025	-0,016284	0,35	-0,0465257	0,0490257	0,0015	0,0309	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,009236	0,35	0,0263886	0,0288886	0,0010	0,0181	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B173	20X70	SOL	0,0025	-0,012899	0,35	-0,0368543	0,0393543	0,0012	0,0247	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,005922	0,35	0,01692	0,01942	0,0008	0,0120	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B174	20X70	SOL	0,0025	-0,009857	0,35	-0,0281629	0,0306629	0,0010	0,0192	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,008269	0,35	0,0236257	0,0261257	0,0009	0,0163	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B175	20X70	SOL	0,0025	-0,015819	0,35	-0,0451971	0,0476971	0,0014	0,0300	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,008699	0,35	0,0248543	0,0273543	0,0010	0,0171	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B176	30X70	SOL	0,00209	-0,011169	0,35	-0,0319114	0,0340014	0,0013	0,0213	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,002889	0,35	0,0082543	0,0103443	0,0006	0,0062	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B177	30X70	SOL	0,00209	-0,007724	0,35	-0,0220686	0,0241586	0,0009	0,0150	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,006249	0,35	0,0178543	0,0199443	0,0008	0,0124	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B178	30X70	SOL	0,00209	-0,013096	0,35	-0,0374171	0,0395071	0,0016	0,0248	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,001405	0,35	0,0040143	0,0061043	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B179	30X70	SOL	0,00209	-0,019327	0,35	-0,05522	0,05731	0,0028	0,0361	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,005301	0,35	-0,0151457	0,0172357	0,0007	0,0106	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B180	30X70	SOL	0,00209	-0,009221	0,35	-0,0263457	0,0284357	0,0010	0,0178	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,007362	0,35	0,0210343	0,0231243	0,0009	0,0144	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.4 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B181	30X70	SOL	0,00209	-0,019663	0,35	-0,05618	0,05827	0,0029	0,0367	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,005758	0,35	-0,0164514	0,0185414	0,0008	0,0115	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B182	30X70	SOL	0,00209	-0,012211	0,35	-0,0348886	0,0369786	0,0014	0,0232	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,002325	0,35	0,0066429	0,0087329	0,0005	0,0052	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B183	30X70	SOL	0,00209	-0,008624	0,35	-0,02464	0,02673	0,0010	0,0167	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,007274	0,35	0,0207829	0,0228729	0,0009	0,0142	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B184	30X70	SOL	0,00209	-0,01269	0,35	-0,0362571	0,0383471	0,0015	0,0241	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,002487	0,35	0,0071057	0,0091957	0,0005	0,0055	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B185	20X70	SOL	0,0025	-0,010095	0,35	-0,0288429	0,0313429	0,0011	0,0196	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,006274	0,35	0,0179257	0,0204257	0,0008	0,0127	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B186	20X70	SOL	0,0025	-0,008452	0,35	-0,0241486	0,0266486	0,0009	0,0166	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,00691	0,35	0,0197429	0,0222429	0,0008	0,0138	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B187	20X70	SOL	0,0025	-0,01302	0,35	-0,0372	0,0397	0,0013	0,0249	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,008567	0,35	0,0244771	0,0269771	0,0010	0,0168	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.5 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B151	20X70	SOL	0,0025	-0,021577	0,35	-0,0616486	0,0641486	0,0018	0,0405	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	0,019094	0,35	0,0545543	0,0570543	0,0017	0,0360	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B152	20X70	SOL	0,0025	-0,020793	0,35	-0,0594086	0,0619086	0,0018	0,0391	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,013664	0,35	0,03904	0,04154	0,0013	0,0261	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B153	20X70	SOL	0,0025	-0,017363	0,35	-0,0496086	0,0521086	0,0015	0,0328	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,015776	0,35	0,0450743	0,0475743	0,0014	0,0300	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B154	20X70	SOL	0,0025	-0,026083	0,35	-0,0745229	0,0770229	0,0022	0,0486	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	0,01903	0,35	0,0543714	0,0568714	0,0017	0,0359	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B155	30X70	SOL	0,00209	-0,020128	0,35	-0,0575086	0,0595986	0,0030	0,0376	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,01034	0,35	0,0295429	0,0316329	0,0011	0,0198	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B156	30X70	SOL	0,00209	-0,016619	0,35	-0,0474829	0,0495729	0,0022	0,0312	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,015103	0,35	0,0431514	0,0452414	0,0019	0,0285	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B157	30X70	SOL	0,00209	-0,020619	0,35	-0,0589114	0,0610014	0,0031	0,0385	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,010487	0,35	0,0299629	0,0320529	0,0012	0,0201	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B158	30X70	SOL	0,00209	-0,021667	0,35	-0,0619057	0,0639957	0,0034	0,0404	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,00209	0,008711	0,35	0,0248886	0,0269786	0,0010	0,0168	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B159	30X70	SOL	0,00209	-0,0164	0,35	-0,0468571	0,0489471	0,0022	0,0308	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,014801	0,35	0,0422886	0,0443786	0,0019	0,0279	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B160	30X70	SOL	0,00209	-0,022072	0,35	-0,0630629	0,0651529	0,0035	0,0411	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,00209	0,008613	0,35	0,0246086	0,0266986	0,0010	0,0167	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.5 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B161	30X70	SOL	0,00209	-0,019632	0,35	-0,0560914	0,0581814	0,0029	0,0367	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,010138	0,35	0,0289657	0,0310557	0,0011	0,0194	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B162	30X70	SOL	0,00209	-0,015839	0,35	-0,0452543	0,0473443	0,0021	0,0298	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,014575	0,35	0,0416429	0,0437329	0,0018	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B163	30X70	SOL	0,00209	-0,01997	0,35	-0,0570571	0,0591471	0,0030	0,0373	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,009533	0,35	0,0272371	0,0293271	0,0010	0,0183	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B164	30X70	SOL	0,00209	-0,019898	0,35	-0,0568514	0,0589414	0,0030	0,0372	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,008129	0,35	0,0232257	0,0253157	0,0009	0,0158	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B165	30X70	SOL	0,00209	-0,014628	0,35	-0,0417943	0,0438843	0,0019	0,0276	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,013205	0,35	0,0377286	0,0398186	0,0016	0,0250	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B166	30X70	SOL	0,00209	-0,021454	0,35	-0,0612971	0,0633871	0,0033	0,0400	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,00653	0,35	0,0186571	0,0207471	0,0008	0,0129	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B167	30X70	SOL	0,00209	-0,018911	0,35	-0,0540314	0,0561214	0,0028	0,0354	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,009044	0,35	0,02584	0,02793	0,0010	0,0174	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B168	30X70	SOL	0,00209	-0,015107	0,35	-0,0431629	0,0452529	0,0019	0,0285	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,013886	0,35	0,0396743	0,0417643	0,0017	0,0262	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B169	30X70	SOL	0,00209	-0,02139	0,35	-0,0611143	0,0632043	0,0033	0,0399	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,007246	0,35	0,0207029	0,0227929	0,0009	0,0142	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B170	20X70	SOL	0,0025	-0,018988	0,35	-0,0542514	0,0567514	0,0016	0,0358	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,012022	0,35	0,0343486	0,0368486	0,0012	0,0231	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.5 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B171	20X70	SOL	0,0025	-0,015615	0,35	-0,0446143	0,0471143	0,0014	0,0297	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,013996	0,35	0,0399886	0,0424886	0,0013	0,0267	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B172	20X70	SOL	0,0025	-0,023802	0,35	-0,0680057	0,0705057	0,0020	0,0445	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	0,016701	0,35	0,0477171	0,0502171	0,0015	0,0316	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B173	20X70	SOL	0,0025	-0,018542	0,35	-0,0529771	0,0554771	0,0016	0,0350	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,011568	0,35	0,0330514	0,0355514	0,0012	0,0223	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B174	20X70	SOL	0,0025	-0,015279	0,35	-0,0436543	0,0461543	0,0014	0,0291	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,013702	0,35	0,0391486	0,0416486	0,0013	0,0262	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B175	20X70	SOL	0,0025	-0,02327	0,35	-0,0664857	0,0689857	0,0020	0,0436	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,0025	0,016113	0,35	0,0460371	0,0485371	0,0014	0,0306	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B176	30X70	SOL	0,00209	-0,016746	0,35	-0,0478457	0,0499357	0,0023	0,0314	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,008229	0,35	0,0235114	0,0256014	0,0009	0,0160	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B177	30X70	SOL	0,00209	-0,013252	0,35	-0,0378629	0,0399529	0,0016	0,0251	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,011895	0,35	0,0339857	0,0360757	0,0014	0,0226	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B178	30X70	SOL	0,00209	-0,018464	0,35	-0,0527543	0,0548443	0,0027	0,0346	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,006819	0,35	0,0194829	0,0215729	0,0008	0,0134	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B179	30X70	SOL	0,00209	-0,026921	0,35	-0,0769171	0,0790071	0,0048	0,0499	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,00209	-0,005301	0,35	-0,0151457	0,0172357	0,0007	0,0106	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B180	30X70	SOL	0,00209	-0,014171	0,35	-0,0404886	0,0425786	0,0018	0,0268	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,012644	0,35	0,0361257	0,0382157	0,0015	0,0240	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.5 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B181	30X70	SOL	0,00209	-0,027382	0,35	-0,0782343	0,0803243	0,0050	0,0508	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	İHB
		SAĞ	0,00209	-0,005758	0,35	-0,0164514	0,0185414	0,0008	0,0115	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B182	30X70	SOL	0,00209	-0,017442	0,35	-0,0498343	0,0519243	0,0024	0,0327	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,007515	0,35	0,0214714	0,0235614	0,0009	0,0147	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B183	30X70	SOL	0,00209	-0,013985	0,35	-0,0399571	0,0420471	0,0017	0,0264	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,012502	0,35	0,03572	0,03781	0,0015	0,0237	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B184	30X70	SOL	0,00209	-0,018018	0,35	-0,05148	0,05357	0,0026	0,0337	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,007863	0,35	0,0224657	0,0245557	0,0009	0,0153	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B185	20X70	SOL	0,0025	-0,01571	0,35	-0,0448857	0,0473857	0,0014	0,0298	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,011854	0,35	0,0338686	0,0363686	0,0012	0,0228	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B186	20X70	SOL	0,0025	-0,013829	0,35	-0,0395114	0,0420114	0,0013	0,0264	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,0122	0,35	0,0348571	0,0373571	0,0012	0,0234	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B187	20X70	SOL	0,0025	-0,020265	0,35	-0,0579	0,0604	0,0017	0,0381	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,015935	0,35	0,0455286	0,0480286	0,0014	0,0302	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.6 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B101	20X70	SOL	0,0025	0,002451	0,35	0,0070029	0,0095029	0,0005	0,0057	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001279	0,35	-0,0036543	0,0061543	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B102	20X70	SOL	0,0025	0,000148	0,35	0,0004229	0,0029229	0,0003	0,0016	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001836	0,35	-0,0052457	0,0077457	0,0005	0,0046	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B103	20X70	SOL	0,0025	0,000662	0,35	0,0018914	0,0043914	0,0004	0,0025	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001746	0,35	-0,0049886	0,0074886	0,0005	0,0045	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B104	20X70	SOL	0,0025	0,000473	0,35	0,0013514	0,0038514	0,0004	0,0022	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001967	0,35	-0,00562	0,00812	0,0005	0,0049	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B105	20X70	SOL	0,0025	0,000782	0,35	0,0022343	0,0047343	0,0004	0,0027	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001675	0,35	-0,0047857	0,0072857	0,0005	0,0043	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B106	20X70	SOL	0,0025	0,000623	0,35	0,00178	0,00428	0,0004	0,0024	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003429	0,35	-0,0097971	0,0122971	0,0006	0,0075	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B107	20X70	SOL	0,0025	0,001293	0,35	0,0036943	0,0061943	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003727	0,35	-0,0106486	0,0131486	0,0006	0,0080	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B108	20X70	SOL	0,0025	0,001903	0,35	0,0054371	0,0079371	0,0005	0,0047	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001565	0,35	-0,0044714	0,0069714	0,0005	0,0041	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B109	20X70	SOL	0,0025	0,000442	0,35	0,0012629	0,0037629	0,0004	0,0021	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001815	0,35	-0,0051857	0,0076857	0,0005	0,0046	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B110	20X70	SOL	0,0025	0,000666	0,35	0,0019029	0,0044029	0,0004	0,0025	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001523	0,35	-0,0043514	0,0068514	0,0005	0,0041	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.6 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B111	20X70	SOL	0,0025	0,000286	0,35	0,0008171	0,0033171	0,0003	0,0018	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,004276	0,35	-0,0122171	0,0147171	0,0007	0,0090	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B112	20X70	SOL	0,0024	0	0,35	0	0,0024	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,004027	0,35	-0,0115057	0,0140057	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B113	20X70	SOL	0,0025	0,001411	0,35	0,0040314	0,0065314	0,0004	0,0039	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002814	0,35	-0,00804	0,01054	0,0006	0,0064	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B115	20X70	SOL	0,0025	0,000307	0,35	0,0008771	0,0033771	0,0004	0,0019	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002953	0,35	-0,0084371	0,0109371	0,0006	0,0066	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B116	20X70	SOL	0,0025	0,000734	0,35	0,0020971	0,0045971	0,0004	0,0026	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002504	0,35	-0,0071543	0,0096543	0,0005	0,0058	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B117	20X70	SOL	0,0025	0,004344	0,35	0,0124114	0,0149114	0,0007	0,0091	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006302	0,35	-0,0180057	0,0205057	0,0008	0,0127	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B118	20X70	SOL	0,0025	0,004001	0,35	0,0114314	0,0139314	0,0007	0,0085	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003015	0,35	-0,0086143	0,0111143	0,0006	0,0067	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B119	20X70	SOL	0,0025	0,000772	0,35	0,0022057	0,0047057	0,0004	0,0027	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002334	0,35	-0,0066686	0,0091686	0,0005	0,0055	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B120	20X70	SOL	0,0025	0,000061	0,35	0,0001743	0,0026743	0,0003	0,0015	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002691	0,35	-0,0076886	0,0101886	0,0006	0,0062	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B121	20X70	SOL	0,0025	0,00432	0,35	0,0123429	0,0148429	0,0007	0,0091	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006351	0,35	-0,0181457	0,0206457	0,0008	0,0128	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.6 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B122	20X70	SOL	0,0025	0,004052	0,35	0,0115771	0,0140771	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002973	0,35	-0,0084943	0,0109943	0,0006	0,0067	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B123	20X70	SOL	0,0025	0,002582	0,35	0,0073771	0,0098771	0,0006	0,0060	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,004732	0,35	-0,01352	0,01602	0,0007	0,0099	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B125	20X70	SOL	0,0025	0,000897	0,35	0,0025629	0,0050629	0,0004	0,0029	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003421	0,35	-0,0097743	0,0122743	0,0006	0,0075	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B127	20X70	SOL	0,0025	0,000307	0,35	0,0008771	0,0033771	0,0004	0,0019	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002953	0,35	-0,0084371	0,0109371	0,0006	0,0066	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B128	20X70	SOL	0,0025	0,000735	0,35	0,0021	0,0046	0,0004	0,0026	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002504	0,35	-0,0071543	0,0096543	0,0005	0,0058	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B129	20X70	SOL	0,0025	0,004341	0,35	0,0124029	0,0149029	0,0007	0,0091	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006301	0,35	-0,0180029	0,0205029	0,0008	0,0127	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B130	20X70	SOL	0,0025	0,004025	0,35	0,0115	0,014	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002989	0,35	-0,00854	0,01104	0,0006	0,0067	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B131	20X70	SOL	0,0025	0,000375	0,35	0,0010714	0,0035714	0,0004	0,0020	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002832	0,35	-0,0080914	0,0105914	0,0006	0,0064	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B132	20X70	SOL	0,0024	0	0,35	0	0,0024	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003211	0,35	-0,0091743	0,0116743	0,0006	0,0071	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B133	20X70	SOL	0,0025	0,00441	0,35	0,0126	0,0151	0,0007	0,0093	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006376	0,35	-0,0182171	0,0207171	0,0008	0,0129	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.6 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B134	20X70	SOL	0,0025	0,004051	0,35	0,0115743	0,0140743	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,002973	0,35	-0,0084943	0,0109943	0,0006	0,0067	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B135	20X70	SOL	0,0025	0,002585	0,35	0,0073857	0,0098857	0,0006	0,0060	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,004731	0,35	-0,0135171	0,0160171	0,0007	0,0099	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B137	20X70	SOL	0,0024	0	0,35	0	0,0024	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,004024	0,35	-0,0114971	0,0139971	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B138	20X70	SOL	0,0025	0,002452	0,35	0,0070057	0,0095057	0,0005	0,0057	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,00128	0,35	-0,0036571	0,0061571	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B139	20X70	SOL	0,0025	0,000148	0,35	0,0004229	0,0029229	0,0003	0,0016	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001839	0,35	-0,0052543	0,0077543	0,0005	0,0046	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B140	20X70	SOL	0,0025	0,000665	0,35	0,0019	0,0044	0,0004	0,0025	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001746	0,35	-0,0049886	0,0074886	0,0005	0,0045	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B141	20X70	SOL	0,0025	0,000473	0,35	0,0013514	0,0038514	0,0004	0,0022	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001945	0,35	-0,0055571	0,0080571	0,0005	0,0048	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B142	20X70	SOL	0,0025	0,000784	0,35	0,00224	0,00474	0,0004	0,0027	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001574	0,35	-0,0044971	0,0069971	0,0005	0,0042	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B143	20X70	SOL	0,0025	0,00046	0,35	0,0013143	0,0038143	0,0004	0,0022	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003399	0,35	-0,0097114	0,0122114	0,0006	0,0074	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B144	20X70	SOL	0,0025	0,001293	0,35	0,0036943	0,0061943	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,003725	0,35	-0,0106429	0,0131429	0,0006	0,0080	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.6 : Tasarım depremi altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B145	20X70	SOL	0,0025	0,001903	0,35	0,0054371	0,0079371	0,0005	0,0047	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001563	0,35	-0,0044657	0,0069657	0,0005	0,0041	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B146	20X70	SOL	0,0025	0,000442	0,35	0,0012629	0,0037629	0,0004	0,0021	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001813	0,35	-0,00518	0,00768	0,0005	0,0046	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B147	20X70	SOL	0,0025	0,000664	0,35	0,0018971	0,0043971	0,0004	0,0025	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001497	0,35	-0,0042771	0,0067771	0,0005	0,0040	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B148	20X70	SOL	0,0025	0,000246	0,35	0,0007029	0,0032029	0,0003	0,0018	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,004283	0,35	-0,0122371	0,0147371	0,0007	0,0090	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B149	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B150	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B151	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B153	20X70	SOL	0,0019	0	0,35	0	0,0019	0,0003	0,0010	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0018	0	0,35	0	0,0018	0,0002	0,0009	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B155	30X70	SOL	0,00209	-0,000988	0,35	-0,0028229	0,0049129	0,0004	0,0028	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000573	0,35	-0,0016371	0,0037271	0,0004	0,0021	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B156	30X70	SOL	0,0008	0	0,35	0	0,0008	0,0001	0,0004	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0008	0	0,35	0	0,0008	0,0001	0,0004	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.7 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B101	20X70	SOL	0,0025	0,005939	0,35	0,0169686	0,0194686	0,0008	0,0121	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,005417	0,35	-0,0154771	0,0179771	0,0008	0,0111	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B102	20X70	SOL	0,0025	0,0048	0,35	0,0137143	0,0162143	0,0007	0,0100	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006859	0,35	-0,0195971	0,0220971	0,0008	0,0137	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B103	20X70	SOL	0,0025	0,005698	0,35	0,01628	0,01878	0,0008	0,0116	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006662	0,35	-0,0190343	0,0215343	0,0008	0,0134	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B104	20X70	SOL	0,0025	0,005363	0,35	0,0153229	0,0178229	0,0008	0,0110	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006934	0,35	-0,0198114	0,0223114	0,0009	0,0139	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B105	20X70	SOL	0,0025	0,005738	0,35	0,0163943	0,0188943	0,0008	0,0117	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,00671	0,35	-0,0191714	0,0216714	0,0008	0,0135	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B106	20X70	SOL	0,0025	0,005738	0,35	0,0163943	0,0188943	0,0008	0,0117	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008684	0,35	-0,0248114	0,0273114	0,0010	0,0171	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B107	20X70	SOL	0,0025	0,006466	0,35	0,0184743	0,0209743	0,0008	0,0130	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,00887	0,35	-0,0253429	0,0278429	0,0010	0,0174	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B108	20X70	SOL	0,0025	0,006981	0,35	0,0199457	0,0224457	0,0009	0,0140	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006499	0,35	-0,0185686	0,0210686	0,0008	0,0131	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B109	20X70	SOL	0,0025	0,005427	0,35	0,0155057	0,0180057	0,0008	0,0111	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006768	0,35	-0,0193371	0,0218371	0,0008	0,0136	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B110	20X70	SOL	0,0025	0,005651	0,35	0,0161457	0,0186457	0,0008	0,0115	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,00664	0,35	-0,0189714	0,0214714	0,0008	0,0133	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.7 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B111	20X70	SOL	0,0025	0,005398	0,35	0,0154229	0,0179229	0,0008	0,0111	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009871	0,35	-0,0282029	0,0307029	0,0010	0,0192	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B112	20X70	SOL	0,0025	0,005804	0,35	0,0165829	0,0190829	0,0008	0,0118	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008135	0,35	-0,0232429	0,0257429	0,0009	0,0161	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B113	20X70	SOL	0,0025	0,008809	0,35	0,0251686	0,0276686	0,0010	0,0173	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008508	0,35	-0,0243086	0,0268086	0,0010	0,0167	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B115	20X70	SOL	0,0025	0,004141	0,35	0,0118314	0,0143314	0,0007	0,0088	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008772	0,35	-0,0250629	0,0275629	0,0010	0,0172	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B116	20X70	SOL	0,0025	0,005831	0,35	0,01666	0,01916	0,0008	0,0119	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,007504	0,35	-0,02144	0,02394	0,0009	0,0149	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B117	20X70	SOL	0,0025	0,013386	0,35	0,0382457	0,0407457	0,0013	0,0256	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015169	0,35	-0,04334	0,04584	0,0014	0,0289	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B118	20X70	SOL	0,0025	0,010148	0,35	0,0289943	0,0314943	0,0011	0,0197	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009493	0,35	-0,0271229	0,0296229	0,0010	0,0185	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B119	20X70	SOL	0,0025	0,005931	0,35	0,0169457	0,0194457	0,0008	0,0120	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,007597	0,35	-0,0217057	0,0242057	0,0009	0,0151	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B120	20X70	SOL	0,0025	0,005319	0,35	0,0151971	0,0176971	0,0007	0,0109	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,007786	0,35	-0,0222457	0,0247457	0,0009	0,0154	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B121	20X70	SOL	0,0025	0,013545	0,35	0,0387	0,0412	0,0013	0,0259	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015301	0,35	-0,0437171	0,0462171	0,0014	0,0291	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.7 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B122	20X70	SOL	0,0025	0,010229	0,35	0,0292257	0,0317257	0,0011	0,0199	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009436	0,35	-0,02696	0,02946	0,0010	0,0184	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B123	20X70	SOL	0,0025	0,012291	0,35	0,0351171	0,0376171	0,0012	0,0236	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,014434	0,35	-0,04124	0,04374	0,0013	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B125	20X70	SOL	0,0025	0,008276	0,35	0,0236457	0,0261457	0,0009	0,0163	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009123	0,35	-0,0260657	0,0285657	0,0010	0,0178	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B127	20X70	SOL	0,0025	0,00414	0,35	0,0118286	0,0143286	0,0007	0,0088	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008787	0,35	-0,0251057	0,0276057	0,0010	0,0172	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B128	20X70	SOL	0,0025	0,005846	0,35	0,0167029	0,0192029	0,0008	0,0119	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,007482	0,35	-0,0213771	0,0238771	0,0009	0,0149	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B129	20X70	SOL	0,0025	0,013357	0,35	0,0381629	0,0406629	0,0013	0,0256	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015163	0,35	-0,0433229	0,0458229	0,0014	0,0288	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B130	20X70	SOL	0,0025	0,010182	0,35	0,0290914	0,0315914	0,0011	0,0198	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009457	0,35	-0,02702	0,02952	0,0010	0,0185	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B131	20X70	SOL	0,0025	0,005496	0,35	0,0157029	0,0182029	0,0008	0,0112	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,007999	0,35	-0,0228543	0,0253543	0,0009	0,0158	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B132	20X70	SOL	0,0025	0,00489	0,35	0,0139714	0,0164714	0,0007	0,0101	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008358	0,35	-0,02388	0,02638	0,0009	0,0165	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B133	20X70	SOL	0,0025	0,013564	0,35	0,0387543	0,0412543	0,0013	0,0259	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,015339	0,35	-0,0438257	0,0463257	0,0014	0,0292	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.7 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B134	20X70	SOL	0,0025	0,010228	0,35	0,0292229	0,0317229	0,0011	0,0199	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009437	0,35	-0,0269629	0,0294629	0,0010	0,0184	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B135	20X70	SOL	0,0025	0,012296	0,35	0,0351314	0,0376314	0,0012	0,0236	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,014438	0,35	-0,0412514	0,0437514	0,0013	0,0275	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B137	20X70	SOL	0,0025	0,005827	0,35	0,0166486	0,0191486	0,0008	0,0119	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,00814	0,35	-0,0232571	0,0257571	0,0009	0,0161	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B138	20X70	SOL	0,0025	0,005926	0,35	0,0169314	0,0194314	0,0008	0,0120	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,005395	0,35	-0,0154143	0,0179143	0,0008	0,0111	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B139	20X70	SOL	0,0025	0,00478	0,35	0,0136571	0,0161571	0,0007	0,0099	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006849	0,35	-0,0195686	0,0220686	0,0008	0,0137	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B140	20X70	SOL	0,0025	0,005686	0,35	0,0162457	0,0187457	0,0008	0,0116	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006632	0,35	-0,0189486	0,0214486	0,0008	0,0133	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B141	20X70	SOL	0,0025	0,005332	0,35	0,0152343	0,0177343	0,0007	0,0109	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006879	0,35	-0,0196543	0,0221543	0,0008	0,0138	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B142	20X70	SOL	0,0025	0,005718	0,35	0,0163371	0,0188371	0,0008	0,0117	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006598	0,35	-0,0188514	0,0213514	0,0008	0,0133	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B143	20X70	SOL	0,0025	0,005543	0,35	0,0158371	0,0183371	0,0008	0,0113	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008634	0,35	-0,0246686	0,0271686	0,0010	0,0170	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B144	20X70	SOL	0,0025	0,006456	0,35	0,0184457	0,0209457	0,0008	0,0130	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,008863	0,35	-0,0253229	0,0278229	0,0010	0,0174	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.7 : En büyük deprem altında X doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B145	20X70	SOL	0,0025	0,006978	0,35	0,0199371	0,0224371	0,0009	0,0139	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006491	0,35	-0,0185457	0,0210457	0,0008	0,0131	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B146	20X70	SOL	0,0025	0,00542	0,35	0,0154857	0,0179857	0,0008	0,0111	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006779	0,35	-0,0193686	0,0218686	0,0008	0,0136	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B147	20X70	SOL	0,0025	0,005661	0,35	0,0161743	0,0186743	0,0008	0,0115	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,006623	0,35	-0,0189229	0,0214229	0,0008	0,0133	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B148	20X70	SOL	0,0025	0,005362	0,35	0,01532	0,01782	0,0008	0,0110	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009893	0,35	-0,0282657	0,0307657	0,0010	0,0192	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B149	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B150	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B151	20X70	SOL	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B153	20X70	SOL	0,0025	-0,001228	0,35	-0,0035086	0,0060086	0,0004	0,0035	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,001242	0,35	-0,0035486	0,0060486	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B155	30X70	SOL	0,00209	-0,000988	0,35	-0,0028229	0,0049129	0,0004	0,0028	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,001109	0,35	-0,0031686	0,0052586	0,0004	0,0030	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B156	30X70	SOL	0,0008	0	0,35	0	0,0008	0,0001	0,0004	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0008	0	0,35	0	0,0008	0,0001	0,0004	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.8 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B149	20X70	SOL	0,0025	-0,001631	0,35	-0,00466	0,00716	0,0005	0,0043	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0,00039	0,35	0,0011143	0,0036143	0,0004	0,0020	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B150	20X70	SOL	0,0025	-0,001132	0,35	-0,0032343	0,0057343	0,0004	0,0034	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0	0,35	0	0,0025	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B151	20X70	SOL	0,0025	-0,002577	0,35	-0,0073629	0,0098629	0,0006	0,0060	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0	0,35	0	0,0025	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B153	20X70	SOL	0,0025	-0,000375	0,35	-0,0010714	0,0035714	0,0004	0,0020	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0	0,35	0	0,0025	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B155	30X70	SOL	0,00209	-0,003712	0,35	-0,0106057	0,0126957	0,0006	0,0077	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000158	0,35	-0,0004514	0,0025414	0,0003	0,0014	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B156	30X70	SOL	0,00209	-0,001847	0,35	-0,0052771	0,0073671	0,0005	0,0044	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0,000696	0,35	0,0019886	0,0040786	0,0004	0,0023	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B157	30X70	SOL	0,00209	-0,003121	0,35	-0,0089171	0,0110071	0,0006	0,0067	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000987	0,35	-0,00282	0,00491	0,0004	0,0028	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B158	30X70	SOL	0,00209	-0,004752	0,35	-0,0135771	0,0156671	0,0007	0,0096	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,001903	0,35	-0,0054371	0,0075271	0,0005	0,0045	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B159	30X70	SOL	0,00209	-0,001597	0,35	-0,0045629	0,0066529	0,0005	0,0039	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0019	0	0,35	0	0,0019	0,0003	0,0010	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B160	30X70	SOL	0,00209	-0,004753	0,35	-0,01358	0,01567	0,0007	0,0096	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,002309	0,35	-0,0065971	0,0086871	0,0005	0,0052	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.8 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B161	30X70	SOL	0,00209	-0,002942	0,35	-0,0084057	0,0104957	0,0006	0,0063	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000247	0,35	-0,0007057	0,0027957	0,0003	0,0015	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B162	30X70	SOL	0,00209	-0,001444	0,35	-0,0041257	0,0062157	0,0005	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0	0,35	0	0,00209	0,0003	0,0011	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B163	30X70	SOL	0,00209	-0,00299	0,35	-0,0085429	0,0106329	0,0006	0,0064	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000682	0,35	-0,0019486	0,0040386	0,0004	0,0023	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B164	30X70	SOL	0,00209	-0,003548	0,35	-0,0101371	0,0122271	0,0006	0,0074	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,001824	0,35	-0,0052114	0,0073014	0,0005	0,0043	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B165	30X70	SOL	0,00209	-0,000713	0,35	-0,0020371	0,0041271	0,0004	0,0023	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0	0,35	0	0,00209	0,0003	0,0011	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B166	30X70	SOL	0,00209	-0,004173	0,35	-0,0119229	0,0140129	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,001993	0,35	-0,0056943	0,0077843	0,0005	0,0046	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B167	30X70	SOL	0,00209	-0,002729	0,35	-0,0077971	0,0098871	0,0006	0,0060	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000219	0,35	-0,0006257	0,0027157	0,0003	0,0015	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B168	30X70	SOL	0,0008	-0,00125	0,35	-0,0035714	0,0043714	0,0004	0,0025	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0008	0	0,35	0	0,0008	0,0001	0,0004	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B169	30X70	SOL	0,00209	-0,00438	0,35	-0,0125143	0,0146043	0,0007	0,0089	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,002295	0,35	-0,0065571	0,0086471	0,0005	0,0052	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B170	20X70	SOL	0,0025	-0,002902	0,35	-0,0082914	0,0107914	0,0006	0,0065	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,000533	0,35	-0,0015229	0,0040229	0,0004	0,0023	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.8 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B171	20X70	SOL	0,0025	-0,00147	0,35	-0,0042	0,0067	0,0005	0,0040	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0	0,35	0	0,0025	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B172	20X70	SOL	0,0025	-0,003485	0,35	-0,0099571	0,0124571	0,0006	0,0076	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,000254	0,35	-0,0007257	0,0032257	0,0003	0,0018	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B173	20X70	SOL	0,0025	-0,002753	0,35	-0,0078657	0,0103657	0,0006	0,0063	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,000512	0,35	-0,0014629	0,0039629	0,0004	0,0022	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B174	20X70	SOL	0,0005	-0,001305	0,35	-0,0037286	0,0042286	0,0004	0,0024	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0	0,35	0	0,0005	0,0001	0,0003	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B175	20X70	SOL	0,0025	-0,003303	0,35	-0,0094371	0,0119371	0,0006	0,0073	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	-0,000256	0,35	-0,0007314	0,0032314	0,0003	0,0018	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B176	30X70	SOL	0,00209	-0,001656	0,35	-0,0047314	0,0068214	0,0005	0,0040	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000187	0,35	-0,0005343	0,0026243	0,0003	0,0014	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B177	30X70	SOL	0,00209	-0,000451	0,35	-0,0012886	0,0033786	0,0003	0,0019	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0	0,35	0	0,00209	0,0003	0,0011	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B178	30X70	SOL	0,00209	-0,002109	0,35	-0,0060257	0,0081157	0,0005	0,0048	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000347	0,35	-0,0009914	0,0030814	0,0003	0,0017	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B179	30X70	SOL	0,00209	-0,007569	0,35	-0,0216257	0,0237157	0,0009	0,0148	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,005285	0,35	-0,0151	0,01719	0,0007	0,0106	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B180	30X70	SOL	0,00209	-0,001046	0,35	-0,0029886	0,0050786	0,0004	0,0029	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0	0,35	0	0,00209	0,0003	0,0011	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.8 : Tasarım depremi altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B181	30X70	SOL	0,00209	-0,007463	0,35	-0,0213229	0,0234129	0,0009	0,0146	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,005725	0,35	-0,0163571	0,0184471	0,0008	0,0114	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B182	30X70	SOL	0,00209	-0,002848	0,35	-0,0081371	0,0102271	0,0006	0,0062	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000158	0,35	-0,0004514	0,0025414	0,0003	0,0014	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B183	30X70	SOL	0,00209	-0,001257	0,35	-0,0035914	0,0056814	0,0004	0,0033	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0	0,35	0	0,00209	0,0003	0,0011	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B184	30X70	SOL	0,00209	-0,002204	0,35	-0,0062971	0,0083871	0,0005	0,0050	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	-0,000987	0,35	-0,00282	0,00491	0,0004	0,0028	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B186	20X70	SOL	0,0025	-0,000162	0,35	-0,0004629	0,0029629	0,0003	0,0016	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0	0,35	0	0,0025	0,0003	0,0013	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.9 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti

Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B148	20X70	SOL	0,0025	0,005362	0,35	0,01532	0,01782	0,0008	0,0110	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	-0,009893	0,35	-0,0282657	0,0307657	0,0010	0,0192	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B149	20X70	SOL	0,0025	-0,007428	0,35	-0,0212229	0,0237229	0,0009	0,0148	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,005835	0,35	0,0166714	0,0191714	0,0008	0,0119	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B150	20X70	SOL	0,0025	-0,006525	0,35	-0,0186429	0,0211429	0,0008	0,0131	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,005511	0,35	0,0157457	0,0182457	0,0008	0,0113	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B151	20X70	SOL	0,0025	-0,009032	0,35	-0,0258057	0,0283057	0,0010	0,0177	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,005976	0,35	0,0170743	0,0195743	0,0008	0,0121	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B153	20X70	SOL	0,0025	-0,000403	0,35	-0,0011514	0,0036514	0,0004	0,0020	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,005749	0,35	0,0164257	0,0189257	0,0008	0,0117	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B155	30X70	SOL	0,00209	-0,011114	0,35	-0,0317543	0,0338443	0,0013	0,0212	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000158	0,35	-0,0004514	0,0025414	0,0003	0,0014	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B156	30X70	SOL	0,00209	-0,004925	0,35	-0,0140714	0,0161614	0,0007	0,0099	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,006859	0,35	0,0195971	0,0216871	0,0008	0,0135	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B157	30X70	SOL	0,00209	-0,000987	0,35	-0,00282	0,00491	0,0004	0,0028	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,0085	0,35	-0,0242857	0,0263757	0,0010	0,0165	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B158	30X70	SOL	0,00209	-0,01145	0,35	-0,0327143	0,0348043	0,0013	0,0218	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,001903	0,35	-0,0054371	0,0075271	0,0005	0,0045	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B159	30X70	SOL	0,00209	-0,005892	0,35	-0,0168343	0,0189243	0,0008	0,0117	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,004732	0,35	0,01352	0,01561	0,0007	0,0096	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.9 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

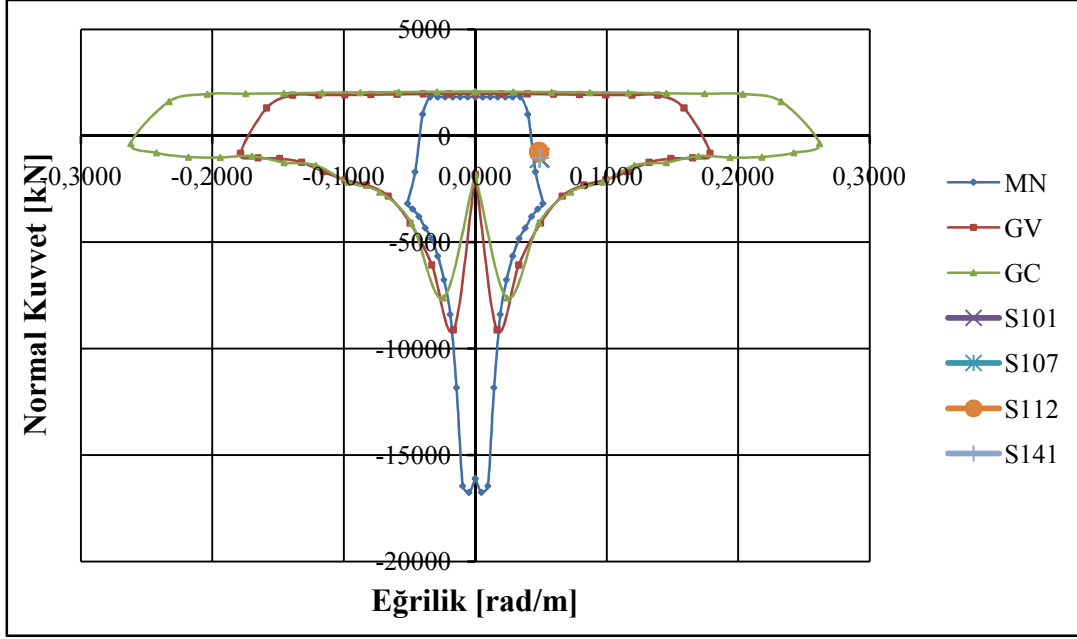
Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B160	30X70	SOL	0,00209	-0,011716	0,35	-0,0334743	0,0355643	0,0014	0,0223	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,002309	0,35	-0,0065971	0,0086871	0,0005	0,0052	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B161	30X70	SOL	0,00209	-0,009353	0,35	-0,0267229	0,0288129	0,0010	0,0180	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000247	0,35	-0,0007057	0,0027957	0,0003	0,0015	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B162	30X70	SOL	0,00209	-0,005606	0,35	-0,0160171	0,0181071	0,0008	0,0112	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	0,004367	0,35	0,0124771	0,0145671	0,0007	0,0089	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B163	30X70	SOL	0,00209	-0,00977	0,35	-0,0279143	0,0300043	0,0011	0,0188	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000682	0,35	-0,0019486	0,0040386	0,0004	0,0023	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B164	30X70	SOL	0,00209	-0,009137	0,35	-0,0261057	0,0281957	0,0010	0,0176	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,001824	0,35	-0,0052114	0,0073014	0,0005	0,0043	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B165	30X70	SOL	0,00209	-0,004566	0,35	-0,0130457	0,0151357	0,0007	0,0093	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0,002601	0,35	0,0074314	0,0095214	0,0006	0,0057	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B166	30X70	SOL	0,00209	-0,010434	0,35	-0,0298114	0,0319014	0,0012	0,0200	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,001993	0,35	-0,0056943	0,0077843	0,0005	0,0046	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B167	30X70	SOL	0,00209	-0,008491	0,35	-0,02426	0,02635	0,0010	0,0164	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000219	0,35	-0,0006257	0,0027157	0,0003	0,0015	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B168	30X70	SOL	0,0008	-0,00512	0,35	-0,0146286	0,0154286	0,0007	0,0095	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0008	0,003792	0,35	0,0108343	0,0116343	0,0006	0,0071	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B169	30X70	SOL	0,00209	-0,010703	0,35	-0,03058	0,03267	0,0012	0,0205	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,002295	0,35	-0,0065571	0,0086471	0,0005	0,0052	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.9 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

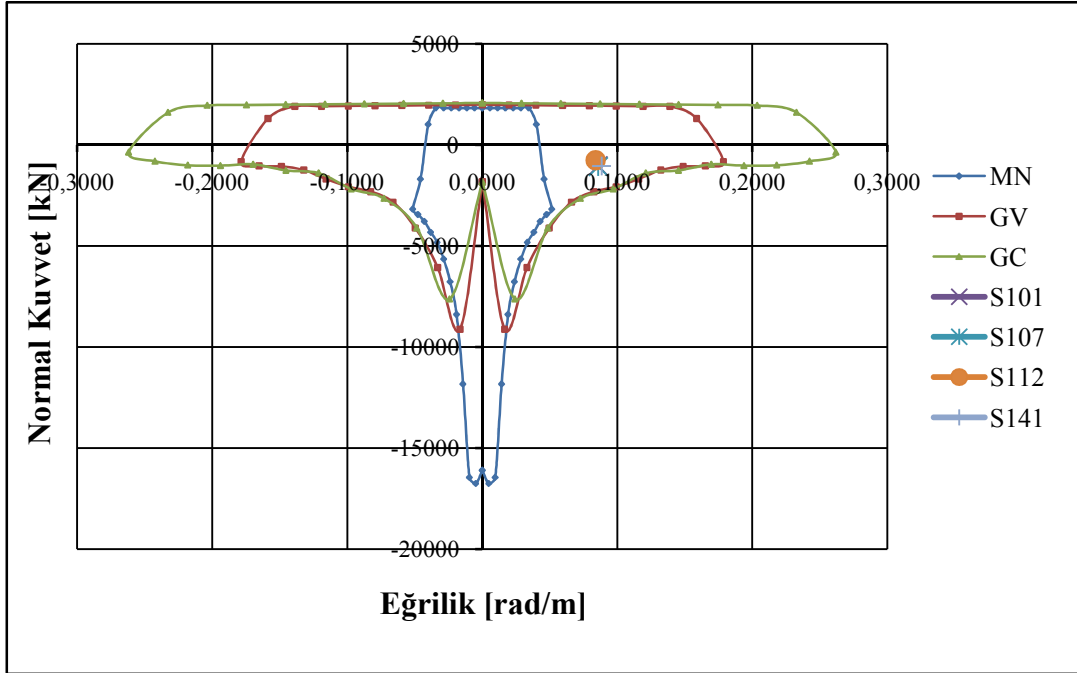
Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B170	20X70	SOL	0,0025	-0,008278	0,35	-0,0236514	0,0261514	0,0009	0,0163	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,001257	0,35	0,0035914	0,0060914	0,0004	0,0036	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B171	20X70	SOL	0,0025	-0,005495	0,35	-0,0157	0,0182	0,0008	0,0112	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,003863	0,35	0,0110371	0,0135371	0,0007	0,0083	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B172	20X70	SOL	0,0025	-0,009815	0,35	-0,0280429	0,0305429	0,0010	0,0191	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,002812	0,35	0,0080343	0,0105343	0,0006	0,0064	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B173	20X70	SOL	0,0025	-0,007876	0,35	-0,0225029	0,0250029	0,0009	0,0156	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,000936	0,35	0,0026743	0,0051743	0,0004	0,0030	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B174	20X70	SOL	0,0005	-0,005147	0,35	-0,0147057	0,0152057	0,0007	0,0093	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0005	0,003497	0,35	0,0099914	0,0104914	0,0006	0,0063	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B175	20X70	SOL	0,0025	-0,009359	0,35	-0,02674	0,02924	0,0010	0,0183	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,0025	0,002325	0,35	0,0066429	0,0091429	0,0005	0,0055	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B176	30X70	SOL	0,00209	-0,005735	0,35	-0,0163857	0,0184757	0,0008	0,0114	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000187	0,35	-0,0005343	0,0026243	0,0003	0,0014	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B177	30X70	SOL	0,00209	-0,003752	0,35	-0,01072	0,01281	0,0006	0,0078	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0,001376	0,35	0,0039314	0,0060214	0,0004	0,0035	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B178	30X70	SOL	0,00209	-0,007293	0,35	-0,0208371	0,0229271	0,0009	0,0143	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000347	0,35	-0,0009914	0,0030814	0,0003	0,0017	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B179	30X70	SOL	0,00209	-0,012604	0,35	-0,0360114	0,0381014	0,0015	0,0239	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,005285	0,35	-0,0151	0,01719	0,0007	0,0106	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	

Çizelge B.9 : En büyük deprem altında Y doğrultusunda zemin katta kirişlerde yeni hasar tespiti (devam)

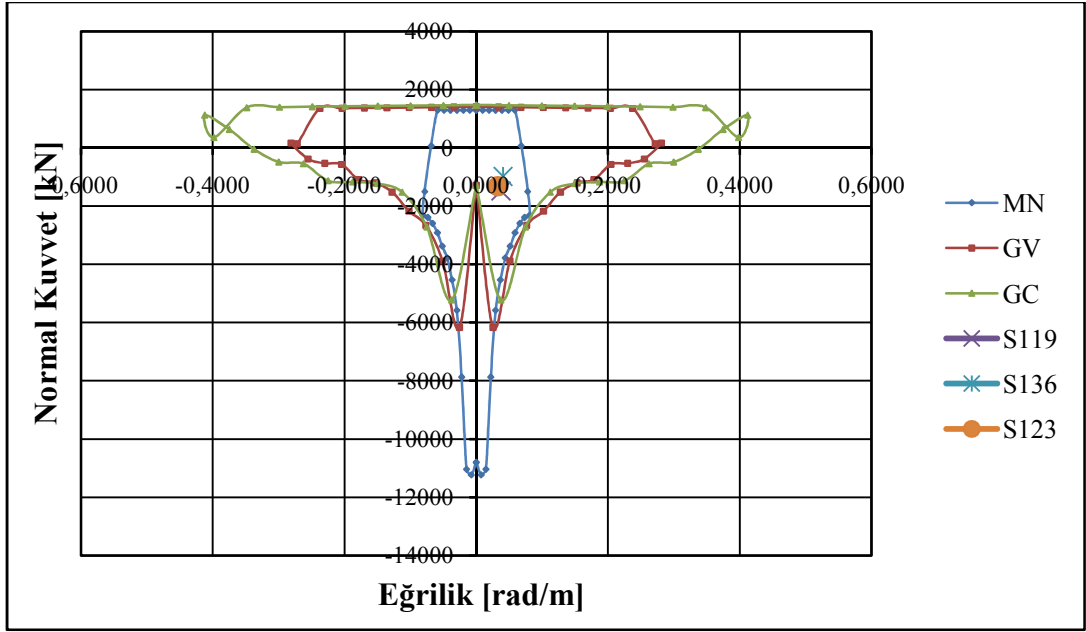
Kiriş No	Kiriş Boyutları	Bölge	Elastik Eğrilik	Dönme	Lp [m]	Plastik Eğrilik	Toplam Eğrilik	Beton Birim Şekil Değ.	Donatı Birim Şekil Değ.	MN Hasar Sınırı		GV Hasar Sınırı		GC Hasar Sınırı		Hasar Bölgesi
										Beton	Donatı	Beton	Donatı	Beton	Donatı	
B180	30X70	SOL	0,00209	-0,004805	0,35	-0,0137286	0,0158186	0,0007	0,0097	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0,002762	0,35	0,0078914	0,0099814	0,0006	0,0060	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B181	30X70	SOL	0,00209	-0,012803	0,35	-0,03658	0,03867	0,0015	0,0243	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,005725	0,35	-0,0163571	0,0184471	0,0008	0,0114	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B182	30X70	SOL	0,00209	-0,007655	0,35	-0,0218714	0,0239614	0,0009	0,0149	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000158	0,35	-0,0004514	0,0025414	0,0003	0,0014	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B183	30X70	SOL	0,00209	-0,004188	0,35	-0,0119657	0,0140557	0,0007	0,0086	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,00209	0,003979	0,35	0,0113686	0,0134586	0,0007	0,0082	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B184	30X70	SOL	0,00209	-0,006698	0,35	-0,0191371	0,0212271	0,0008	0,0132	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	BHB
		SAĞ	0,00209	-0,000987	0,35	-0,00282	0,00491	0,0004	0,0028	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	
B186	20X70	SOL	0,0025	-0,000315	0,35	-0,0009	0,0034	0,0004	0,0019	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	MHB
		SAĞ	0,0025	0,002095	0,35	0,0059857	0,0084857	0,0005	0,0051	0,0035	0,01	0,010167	0,04	0,013333	0,06	



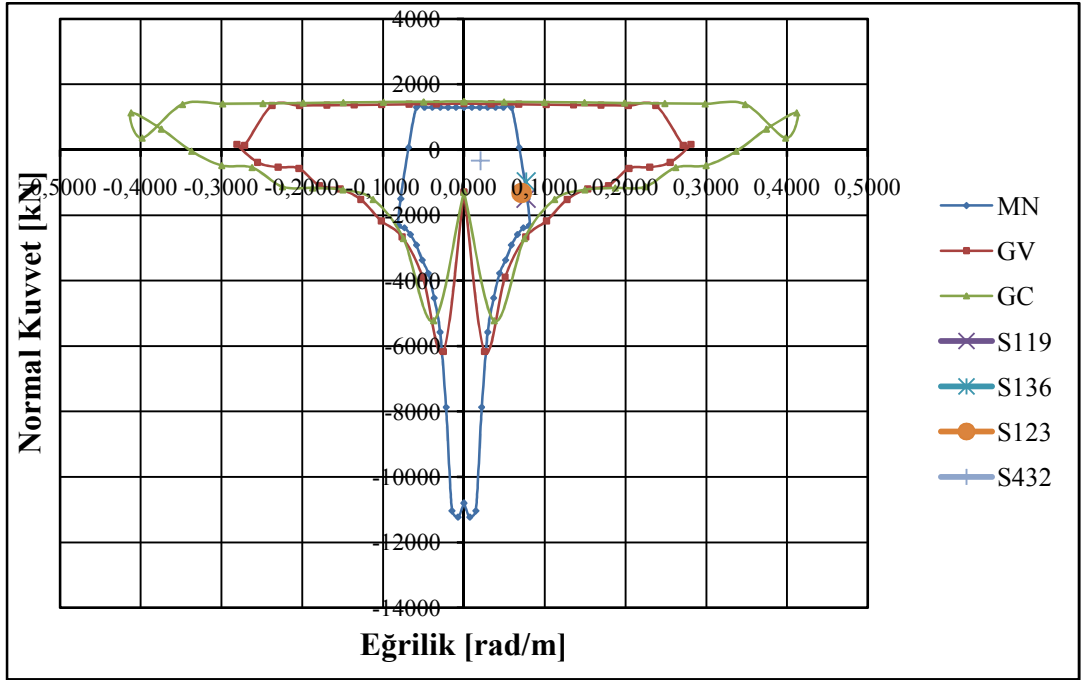
Şekil B.1 : X doğrultusunda tasarım depremi altında 30x260 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



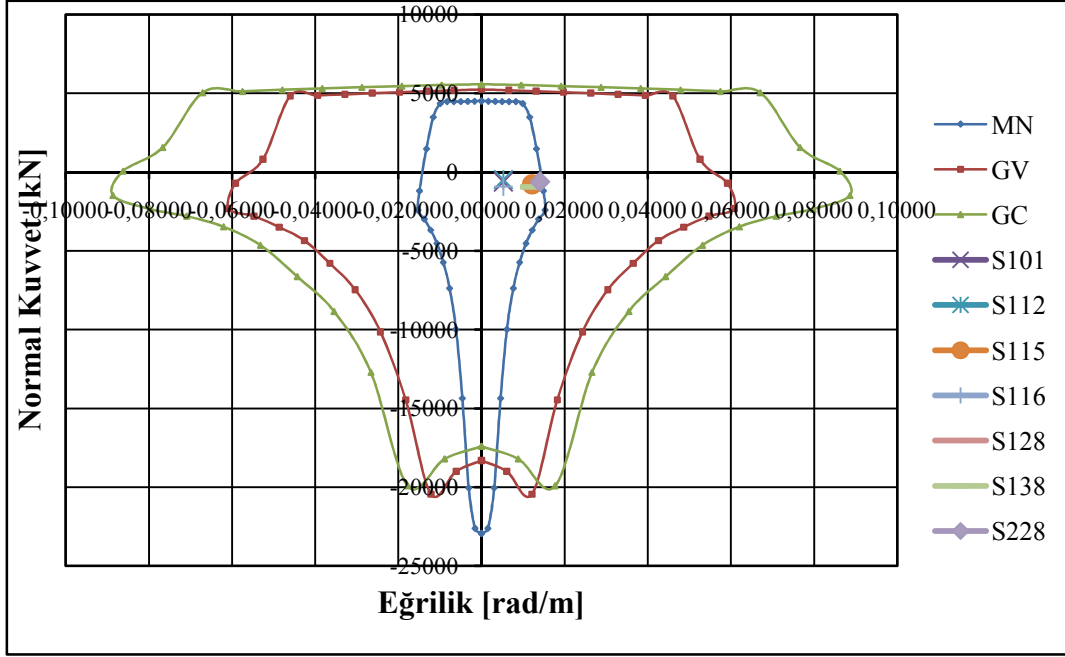
Şekil B.2 : X doğrultusunda en büyük deprem altında 30x260 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



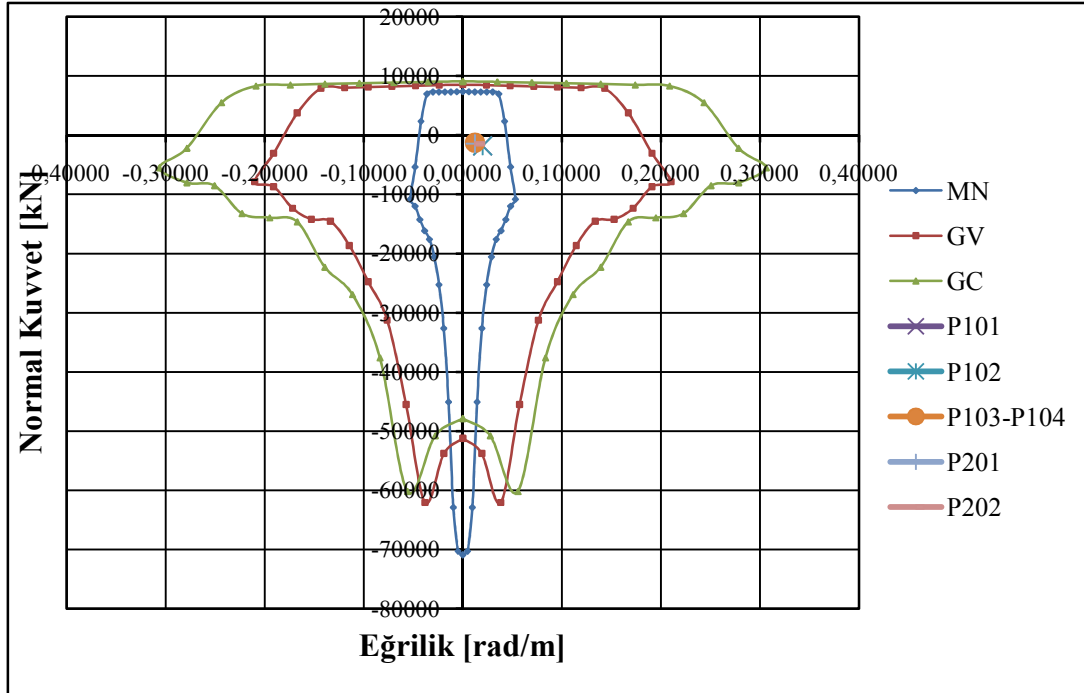
Şekil B.3 : Y doğrultusunda tasarım depremi altında 260x20 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



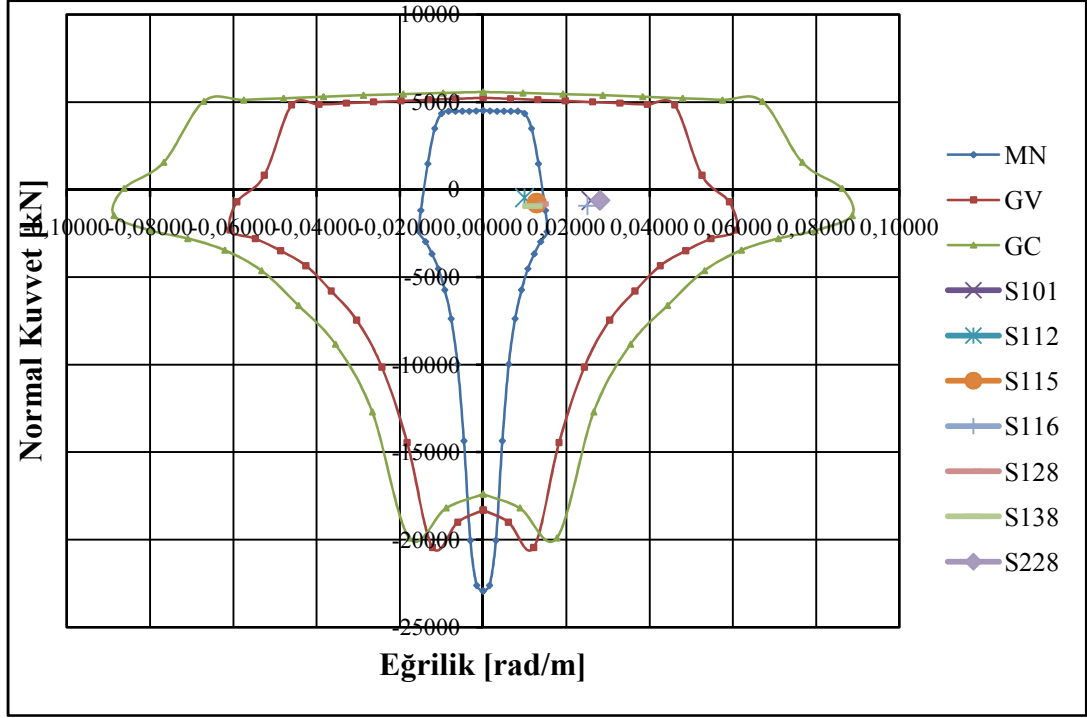
Şekil B.4 : Y doğrultusunda en büyük deprem altında 260x20 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



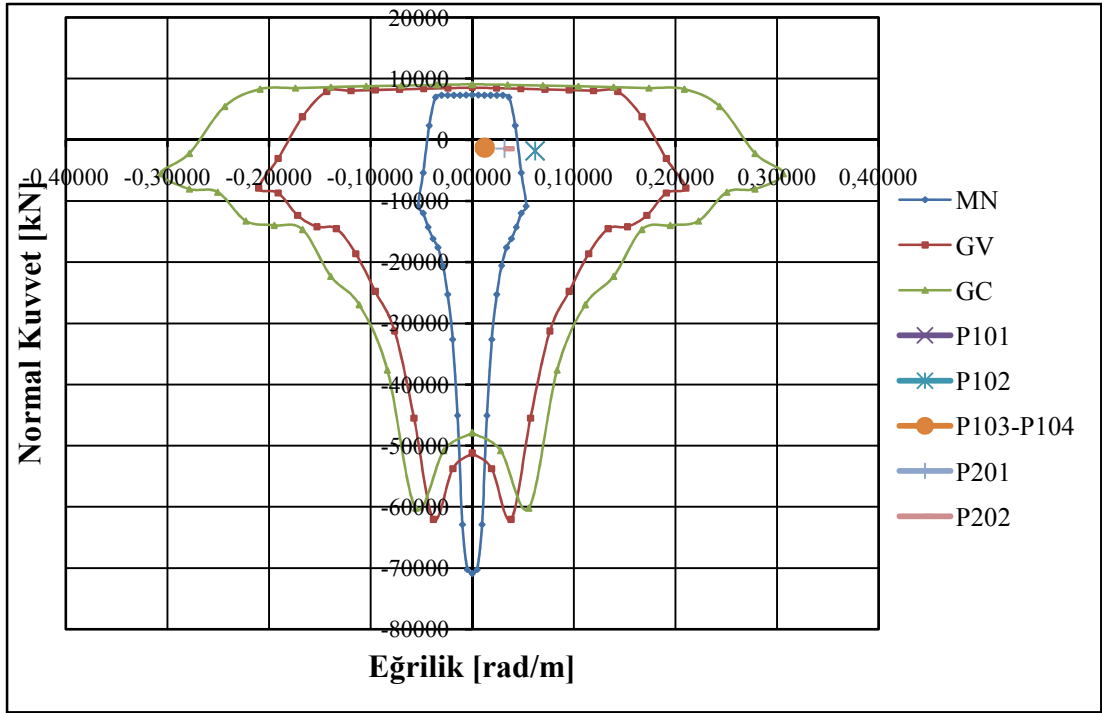
Şekil B.5 : X doğrultusunda tasarım depremi altında 60x90 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti



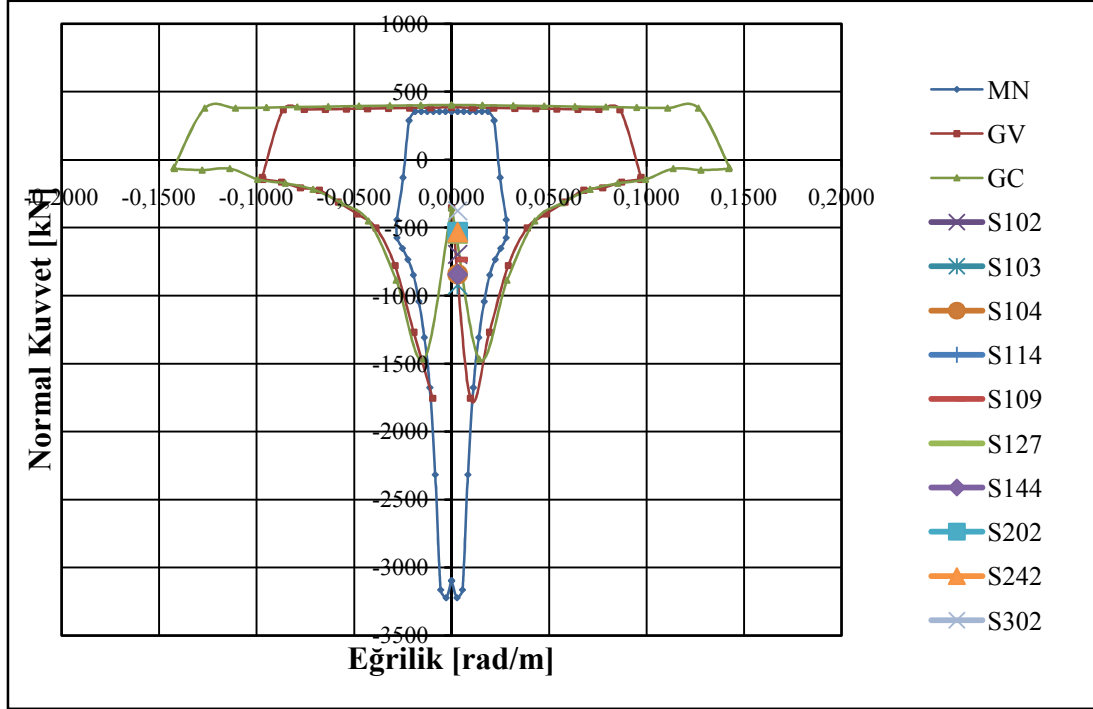
Şekil B.6 : X doğrultusunda tasarım depremi altında 30x630 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



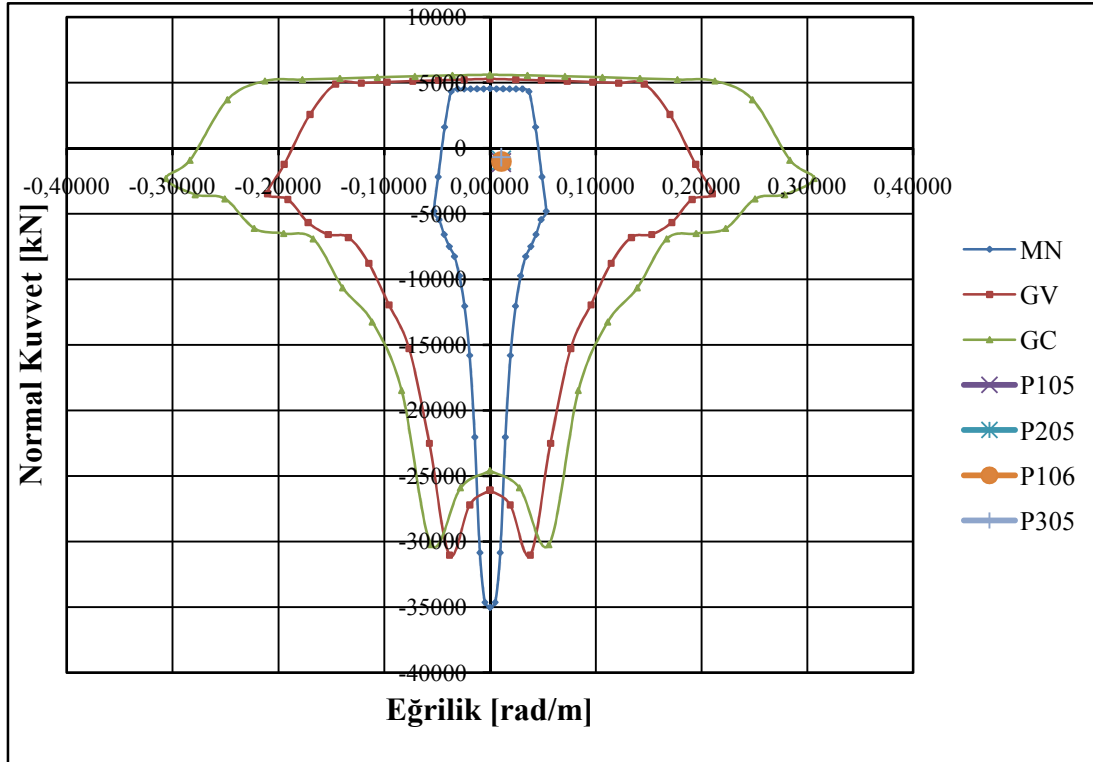
Şekil B.7 : X doğrultusunda en büyük deprem altında 60x90 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti



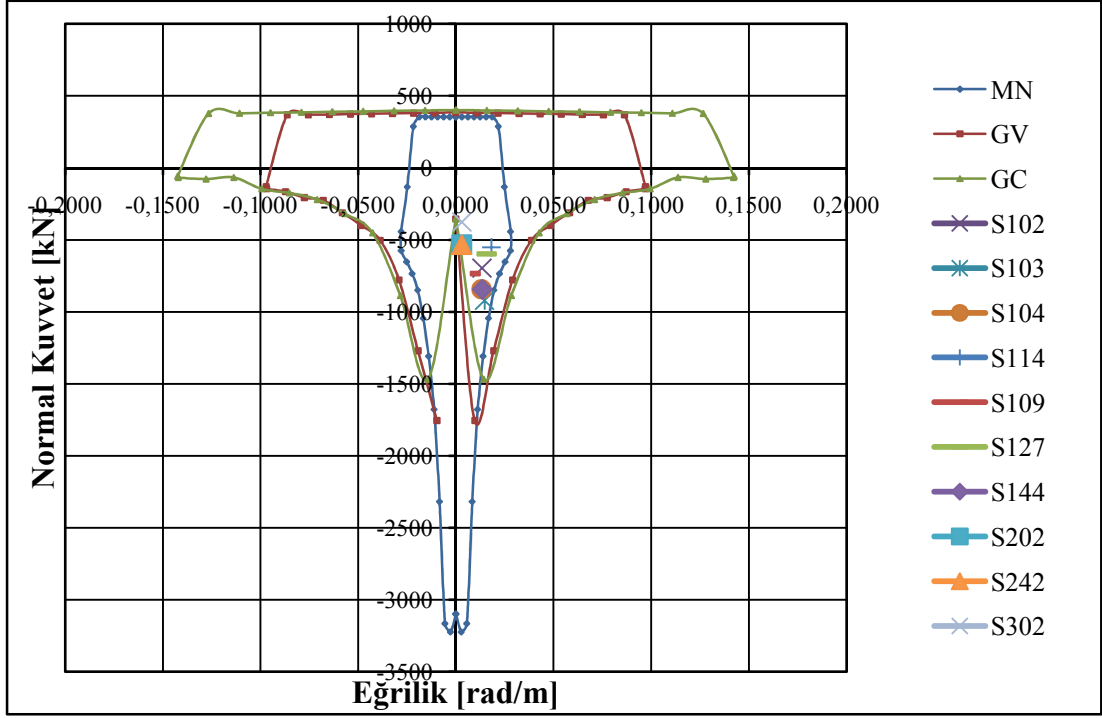
Şekil B.8 : X doğrultusunda en büyük deprem altında 30x630 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



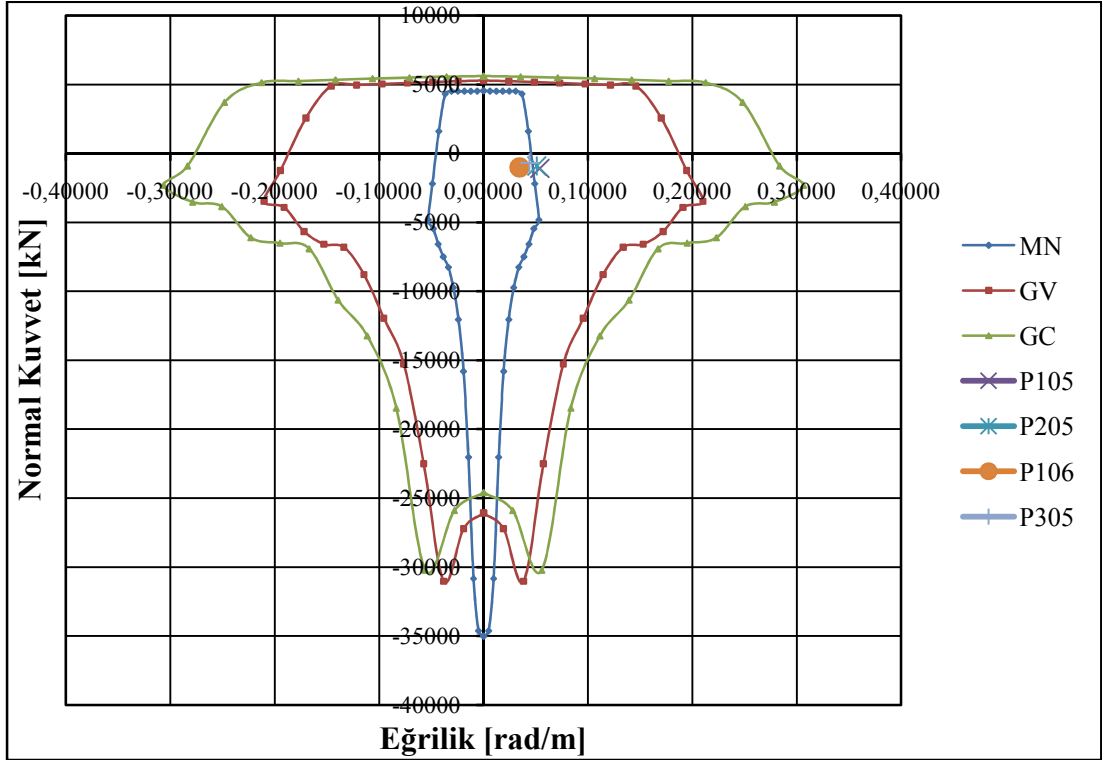
Şekil B.9 : Y doğrultusunda tasarım depremi altında 30x50 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti



Şekil B.10 : Y doğrultusunda tasarım depremi altında 300x300 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti



Şekil B.11 : Y doğrultusunda en büyük deprem altında 30x50 boyutlarındaki kolonun hasar tespiti



Şekil B.12 : Y doğrultusunda en büyük deprem altında 300x300 boyutlarındaki perdenin hasar tespiti

EK C

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ali Bahadır Başaran

Doğum Yeri ve Tarihi: İstanbul – 10.07.1985

Lise: Üsküdar Hüseyin Avni Sözen Anadolu Lisesi

Lisans Üniversite: İstanbul Teknik Üniversitesi